creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학박사 학위논문

평택·당진항 선박통항과 접안 안전성에 관한 실증적 연구

A Practical Study of Safe Maneuvering for the Ships Entering and Berthing in port of Pyeong-Taek & Dang-Jin

지도교수 박 진 수

2017 년 2 월

한국해양대학교 대학원

항해학과

윤 병 원

본 논문을 윤병원의 공학박사 학위논문으로 인준함.

委員長　工學博士　金 世 源　(印)

委　員　工學博士　李 春 起　(印)

委　員　工學博士　鄭 在 龍　(印)

委　員　工學博士　宋 在 旭　(印)

委　員　工學博士　朴 鎭 洙　(印)

2017年 2月

韓國海洋大學校 大學院

Collection @ kmou

목 차

List of Tables ····· v
List of Figures ····· vii
Abstract ····· xiii

제1장 서 론 ····· 1
1.1 연구의 배경과 목적 ····· 2
1.2 연구의 내용 ····· 3

제2장 평택·당진항 현황 ····· 7
2.1 평택·당진항의 항만여건 ····· 7
2.2 수역시설 현황 ····· 8
2.2.1 항로 ····· 8
2.2.2 정박지 ····· 16
2.2.3 선회장 ····· 19
2.3 계류시설 ····· 20
2.4 도선환경 ····· 24
2.4.1 평택 당진항 예선보유 현황 ····· 25
2.4.2 도선수역 여건과 도선선 ····· 26

제3장 수역과 항로의 위해요소 분석 ····· 29
3.1 외해~접근항로 구간 교통현황 분석 ····· 29
3.1.1 안도 부근 혼잡해역의 교통현황 ····· 31
3.1.2 평택·당진항 입출항 척수 ····· 32
3.1.3 유조선 통항금지해역 ····· 34
3.1.4 평택·당진항 도선구간 수역현황 ····· 35
3.1.5 평택·당진항 접근해역 교통흐름 ····· 36
3.2 항계 외 도선구간의 위해요소 분석 ····· 37

Collection @ kmou

3.2.1 「장안 도선구간」의 위해요소 ·····38
3.2.2 풍도~입파도 및 도선사 승하선구간 위해요소 ·····47
3.3 항계 내 출입항로의 위해요소 분석 ·····53
3.3.1 혼잡의 발생사유 ·····53
3.3.2 고조시 집중과 혼잡의 가중 ·····54
3.3.3 항계부근 항로의 좁은 목 현황과 위해요소 ·····55
3.3.4 항로 좁은 목의 확장 ·····56
3.3.5 대형선박의 증가와 항내혼잡의 추가증가 ·····60
3.4 항로와 부두의 퇴적 ·····60
3.4.1 해저 풍화작용 ·····60
3.4.2 수류가 정체된 정온수역 간석지의 퇴적과 토사공급원 ·····62

제4장 출입항로 개선과 항만운영 제고방안 ·····73
4.1 항로의 위해요소 개선방안 ·····73
4.1.1 개 요 ·····73
4.1.2 외해~장안서 구간 ·····82
4.1.3 장안서 분리수도 부근 혼잡완화 ·····85
4.1.4 장안서~입파도 구간 혼잡완화 ·····87
4.1.5 항로 경계선의 등부표 설치와 설치원칙 ·····94
4.1.6 일부구간 경계표지와 LANBY (비교안) ·····97
4.2 정박지의 위해요소 개선방안 ·····99
4.2.1 입파도 정박지의 확장과 이동 ·····99
4.2.2 장안서 정박지의 확장과 저수심 준설 ·····101
4.3 도선사 승하선 구간의 혼잡개선 ·····103
4.3.1 입파 도선사 승하선 구간 혼잡정리 ·····104
4.3.2 풍랑통제시 도선사의 승하선 ·····107
4.4 항계내 혼잡과 퇴적 감소방안 ·····109
4.4.1 항로 계획수심 변경 ·····109
4.4.2 분산 출항로 신설 ·····109
4.4.3 퇴적 방지 방안과 남양호 배수로의 활용 ·····112

Collection @ kmou

4.4.4 분산 출항로와 항만시설 퇴적방지대책의 추진방안 ·····114
4.5 항만운영 개선방안 ·····116
4.5.1 항계내 선속제한과 개선방안 ·····116
4.5.2 제한시정과 레이더 항법 ·····131
4.5.3 풍랑도선 ·····139
4.6 도선선의 운영 개선 ·····143
4.6.1 도선선의 항행과 승하선 안전 및 비용 분석 ·····143
4.6.2 풍랑도선의 시행과 궁평항 정계지 건설 ·····146
4.6.3 도선선의 개선 ·····150
4.7 제4장의 요약 ·····155

제5장 접안 안전성 제고방안 ·····157
5.1 접안 조종안전 절차 ·····157
5.1.1 2-단계 조종안전 절차 ·····157
5.1.2 조타기 성능파악과 고장대책 ·····158
5.1.3 안전한 속력 ·····173
5.1.4 선회권 ·····182
5.1.5 안전한 접안 ·····187
5.1.6 거대형 선박의 항내조종 ·····195
5.2. 예선사용 개선방안 ·····213
5.2.1 예선의 마력과 척수 ·····215
5.2.2 예선 지원절차 ·····225
5.2.3 선속에 따른 예선효과의 감쇄와 활용 ·····234
5.2.4 전심과 예선 작용점간의 거리 ·····243
5.2.5 예선의 효과적인 사용 ·····252
5.2.6 예선의 구령 ·····257
5.2.7 안전조치 ·····266
5.2.8 접안과정과 예선사용 ·····272
5.2.9 접이안 보조장비 ·····276
5.3 Dead ship 조종 ·····279

dCollection @ kmou

5.3.1 끄는 예항과 미는 예항의 비교 ·····279
5.3.2 조타기 사용이 가능한 선박 ·····288
5.3.3 조타기 사용이 어려운 선박 ·····289
5.4 제5장의 요약 ·····291

제6장 결론 ·····293

Reference ·····299

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
한국해양대학교
1945

Collection @ kmou

List of Tables

Table 2.1 Liquid cargo pier (Dolphin) ·····21
Table 2.2 East pier ·····22
Table 2.3 West pier ·····23
Table 2.5 Hyundai Steel pier ·····23
Table 2.4 Kodae pier ·····23
Table 2.6 Tug particulars in Pyeongtaaek · Dangjin Port, 2016.12. ·····25
Table 2.7 Particulars of Pilot boat ·····27
Table 3.1 Vessels call in Korean port (2014 year) ·····33
Table 3.2 Vessels call in Pyeongtaek · Dangjin port ·····34
Table 3.3 Large ships moving in port ·····54
Table 4.1 Safe distance between ships incl. emotional stability ·····76
Table 4.2 Commercial passage in commercial port ·····81
Table 4.3 Expenses for dredging of separate passage ·····116
Table 4.4 Visibility and Bad weather regulation-1 ·····132
Table 4.5 Visibility and Bad weather regulation-2 ·····133
Table 4.7 Reasonable size of Pilot boat (H.J. Lee, 2005.12) ·····144
Table 4.7 Cost of Pilot boat ·····146
Table 5.1 Regulated steering orders to compare between ships ·····162
Table 5.2 Speed reduction table ·····177
Table 5.3 Nominal T/C & Turning time ·····182
Table 5.4 Induction of the Kinetic energy equation ·····195
Table 5.5 Displacement of HD4 Starboard alongside ·····199
Table 5.6 Side step control with tugs for big ship ·····209
Table 5.7 Criteria of tug use in Pyeongtaek·Dangjin port ·····218
Table 5.8 Criteria of exceptional tug use in Pyeongtaek·Dangjin ·····224
Table 5.9 Tug and B/T power reduction as per ship's speed ·····235
Table 5.10 Storm & Gale warning ·····275
Table 5.11 Tug power for Engine dead-ship (Steering available) ·····287

Collection @ kmou

Collection @ kmou

List of Figures

Fig. 2.1 Janganseo to Ippado waters ·····9
Fig. 2.2 Pilotage service area of Jangan & Ippa (right) ·····10
Fig. 2.3 Jangan TSS & Pungdo POB area and Informations ·····11
Fig. 2.4 Congestion part of Ippado-Dorido area ·····12
Fig. 2.5 Passage between buoy No.33/34 and Dorido ·····13
Fig. 2.6 Complex situation of the narrow part of the passage ·····13
Fig. 2.7 Complex traffic situation in front of Hyundai Steel ·····15
Fig. 2.8 Ippa anchorage ·····18
Fig. 2.9 Janganseo waiting anchorage ·····19
Fig. 2.10 Ice on boarding stage ·····27
Fig. 2.11 Pilot boat of 19tons ·····28
Fig. 3.1 Approaching from high sea through 2-region waters ·····30
Fig. 3.2 Traffic conception of An-do congestion waters ·····32
Fig. 3.3 Pilotage area of Ippa & Jangan ·····36
Fig. 3.4 Ttraffic conception, Janganseo to Ippado waters ·····37
Fig. 3.5 Wrong indication of Fish haven on ECDIS(전자해도) ·····38
Fig. 3.6 Correct indication of Fish haven on paper chart (BA) ·····38
Fig. 3.7 Dangers of Jangan TSS, shallow patch and dangerous rock nearby ···39
Fig. 3.8 Numerous fish nets between Jangan-Seo and Pung-do ·····42
Fig. 3.9 Heavy traffic of large ships in Jangan TSS ·····44
Fig. 3.10 Dangerous approach to Jangan TSS from anchorage ·····45
Fig. 3.11 Complex of fishery area and passage at Janganseo and Ippado ·47
Fig. 3.12 Complex situation at Ippa anchorage and pilot station. ·····48
Fig. 3.13 Traffic congestion adjacent pilot boarding area. ·····50
Fig. 3.14 Complex situation to prepare Lee-side at Ippa pilot station. ·····52

Collection @ kmou

Fig. 3.15 Congestion of the fairway ·····55
Fig. 3.16 Narrow part of the passage near Central Bank until 2010 ·····56
Fig. 3.17 Dredged width 600m the narrow part of the passage ·····57
Fig. 3.18 Dredged width 800m the narrow part of passage ·····58
Fig. 3.19 Dredged width 800m the narrow part of the passage ·····59
Fig. 3.20 Underwater Weathering ·····62
Fig. 3.21 View of passage and tidelands in Pyeongtaek Dangjin ·····63
Fig. 3.22 Flooding tide of Asan Bay and Namyang tideland ·····64
Fig. 3.23 Dredging work of pier adjacent Namyang tideland ·····65
Fig. 3.24 Sedimentation and its move to the port facilities ·····65
Fig. 3.25 Violation of One-way under the Bridge(1) ·····69
Fig. 3.26 Violation of One-way under the Bridge(2) ·····70
Fig. 3.27 Wrong dimension of the Seohae Bridge ·····71
Fig. 4.1 Minimum width of passage for Long distance both-way ·····75
Fig. 4.2 Approaches to Inchon, Pyeongtaek and Dangjin port ·····83
Fig. 4.3 Ando TSS and LANBY to reduce congestion ·····84
Fig. 4.4 Improvement of Jangan TSS and adjacent dangers ·····87
Fig. 4.5 Information to be marked on the chart ·····88
Fig. 4.6 Jangan pilot boarding/disembarking area and informations ·····88
Fig 4.7 Ippa pilot boarding and disembarking area ·····89
Fig. 4.8 Designated fairway and buoys of Jangan-seo and Ippa-do ·····93
Fig. 4.9 Establishment of traffic safety designated area ·····94
Fig. 4.10 Comparative study for [Fig. 19] ·····98
Fig. 4.11 Reformation of Ippa-do anchorage ·····100
Fig. 4.12 Reference chart ·····101
Fig. 4.13 Designation of Jangan-seo anchorage (suggestion) ·····102
Fig. 4.14 Traffic flows adjacent Jangan TSS ·····103
Fig. 4.15 Line up heavy traffic of Ippa pilot area to reduce congestion ·105
Fig. 4.16 Available 4 lanes between Ippa-do and Dori-do ·····106
Fig. 4.17 Boarding & disembarkation of the pilot at storm weather ·····108
Fig. 4.18 Increasing depth of passage (DL-14m to DL-16m) ·····109

Collection @ kmou

Fig. 4.19 Required passage depth to DL-16m & drainage ditch to DL-5m ····111
Fig. 4.20 Namyang drainage ditch ····112
Fig. 4.21 Previous speed limit of Inchon port ····119
Fig. 4.22 Current speed limit of Inchon port ····119
Fig. 4.23 Current speed limitation of ship in port ····122
Fig. 4.24 Safe distance form LNG berth ····123
Fig. 4.25 Improvement of speed limitation ····124
Fig. 4.26 Car ferry, 15～20 노트 ····128
Fig. 4.27 LNG Carrier 200,000 Cu.M. ····128
Fig. 4.28 L/100m ship at 12 Knots ····128
Fig. 4.29 DW 200K Ore carrier has no waves on her trace at 14 Knots 129
Fig. 4.30 Considerable waves of navy ship disappeared within 200m aft. 130
Fig. 4.31 Larger navy ship has less waves than small navy ship ····130
Fig. 4.32 Fishing boat waves ····130
Fig. 4.33 Reduced visibility with humidity on the bridge window ····134
Fig. 4.34 Portable handrail and life line ····141
Fig. 4.35 Tug for car carriers in heavy weather ····142
Fig. 4.36 Ice on the boarding step ····146
Fig. 4.37 Berthing, Un-berthing & Shifting in the Storm ····148
Fig. 4.38 4.38 Pilot boat harbour in Gung-Pyeong port ····148
Fig. 4.39 Gung-pyeong pilot boat harbour to avoid rough sea ····149
Fig. 4.40 Design for the port of Pyeongtaek · Dangjin ····150
Fig. 4.41 Water hammering prevention structure of FRP ship ····151
Fig. 4.42 Pilot boarding step & stage ····152
Fig. 4.43 Safe boarding stage of the Pilot boat ····153
Fig. 5.1 Becker rudder and schilling rudder (right), Naver search ····165
Fig. 5.2 Contingency plan to avoid dangers with Over-shoot ····173
Fig. 5.3 180° Turn before berthing ····184
Fig. 5.4 Berthing in Storm weather ····186
Fig. 5.5 Oil Berth VS LNG Berth ····193
Fig. 5.6 Unreasonable Fender position of LNG Berth ····193

Collection @ kmou

Fig. 5.7 Displacement of maximum use of HD4 and HD5 ·····200
Fig. 5.8 Starboard alongside at HD3+HD4 ·····200
Fig. 5.9 Reducing of turning circle while 180 Degree turn ·····203
Fig. 5.10 Analysis of turning circle (DW 400,000, GICOMS data) ·····204
Fig. 5.11 Analysis of current pressure on hull & rudder ·····206
Fig. 5.12 Aim of big ship to approach wharf ·····207
Fig. 5.13 Tug arrangement for Ore carriers at Hyundai Steel. ·····212
Fig. 5.14 3-Kinds of 4 tugs which assisting large tanker ·····213
Fig. 5.15 A Crude Oil tanker berthing「Sullom Voe terminal」 ·····213
Fig. 5.16 Azimuth propeller (Sea safety ship No.27 2016) ·····214
Fig. 5.17 Disposition of ASD tugs ·····215
Fig. 5.18 Tug effect (1) ·····227
Fig. 5.19 Tug effect (2) ·····227
Fig. 5.20 hydrodynamic force on a tug' s hull push the ship ·····230
Fig. 5.21 Control of bow with after tugs ·····230
Fig. 5.22 Departure procedure with 180 degrees turn ·····233
Fig. 5.23 Reduction of tug power ·····239
Fig. 5.24 Tug lines between sunken bitt and on deck of LNG ·····242
Fig. 5.25 Movement of Pivoting Point by water resist ·····245
Fig. 5.26 Various performance of Pivoting Point ·····246
Fig. 5.27 Position of Pivoting Point at still ship maneuvering ·····247
Fig. 5.28 Fore and after tug effect by leverage ·····251
Fig. 5.29 Named tug by positions ·····254
Fig. 5.30 Practise of usual tug use & contingency plan ·····260
Fig. 5.31 Position adjust by tugs ·····262
Fig. 5.32 Cautions for the berthing of car carriers ·····264
Fig. 5.32 Tail tug (Tug use in port, Capt. H. Hensen) ·····267
Fig. 5.32 Speed reduction tug of docking or bridge passage ·····268
Fig. 5.33 Tug away at higher speed ·····270
Fig. 5.35 Car carriers maneuvering in Storm weather ·····275
Fig. 5.36 Dead-ship steering by pull (down below) & push (upper) ·····282

Collection @ kmou

Fig. 5.37 Tug displacement for Engine dead ship ·····284
Fig. 5.38 Steering trouble ship ·····285
Fig. 5.39 Steering available Deadship ·····286
Fig. 5.40 Active rudder ·····286
Fig. 5.41 Steering trouble ship, GT 10,000 or under ·····290
Fig. 5.42 pushing on the starboard aft. ·····290

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
1945
한국해양대학교

Collection @ kmou

Collection @ kmou

A Practical Study of Safe Maneuvering for the Ships Entering and Berthing in port of Pyeong-Taek & Dang-Jin

Yoon, Byoung-Won

Division of Navigation Science
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

It is not only easy to manage the heavy traffic with current traffic regulations and usual manner of maneuvering in harbour area but also the traffic is increasing with bigger trend of vessels as well as the congestion of fishing and leasure boat adjacent coastal passages. The purpose of this study is to arrange the manual of safe navigation and maneuvering with contingency plan for emergency situation, also to arrange the scientific group control of the dense traffic area, ships route which segregate from fishing area, establishing separate passage which disperse the traffic jam in harbour, reducing traffic rush just after the port close by storm and foggy weather is opened in order to coincide the efficiency and security,

Collection @ kmou

analyzing characteristics of marine traffic environment in Pyeongtaek · Dangjin port and adjacent waters based on past twenty years experience of Inchon and Pyeongtaek · Dangjin port as a pilot.

KEY WORDS : Marine traffic environment; 해상교통환경; Marine traffic engineering 해상교통공학; Group control; 집단관계; Ships Maneuvering; 선박조종; Tug use; 예선사용; Dead ship maneuvering; 무동력 선박조종; Contingency plan; 비상대응책; Port Close; 항만통제; Pilot; 도선사

Collection @ kmou

제1장 서 론

선박의 대형화와 해상교통 혼잡의 증가로 인하여 항만 위해요소의 개선뿐만 아니라 더욱 숙련된 조종술이 필요하게 되었다. 도선현장에서 불가피한 중압감을 극복하며 선박의 안전한 입출항과 접이안을 위해서는 합리적인 근거와 이론을 바탕으로 하는 조종술과 좋은 현장습관을 익히는 것이 중요하다. 이 연구는 지난 20년간의 도선경험과 평택·당진항 도선 운영매뉴얼에 포함된 조종안전과 긴급 상황시의 대응책 및 수습도선사들에게 강의한 도선조종술의 내용과 예선의 효과적인 사용방법을 정리함으로써 훈련 교육과 사고예방 및 조종술의 상호교류(혹은 세대유전)에 도움이 되고자 하는 마음을 담았다.

혼잡한 항만에서 선박을 안전하게 조종하기 위해서는 Good seamanship을 바탕으로 상호 양보와 배려가 우선되어야 하며, 양보와 상호배려는 바로 자선自船의 안전과 편의를 위함이다. 각국이 효율과 안전이 공존하는 항만 경쟁력을 위하여 도선의 자유경쟁을 배제하고 조합형태의 공동체인 도선사회導船士會의 특수성을 인정하는 이유이기도 하다. 고도로 숙련된 인적자원으로 항만효율과 선박의 조종안전을 확보함으로써 방파제 하나에도 1조원이 투입될 만큼 거대자본이 필요한 항만 SOC 비용을 절감하여 그러한 재정을 다른 분야에 투자하면 수만 명의 고용을 창출하는 경제효과를 얻을 수 있기 때문이다. 다만 이러한 사정에도 불구하고 항만운영에 있어서 안전과 효율은 경제적 이유뿐만 아니라 당시의 사회적 분위기 등에 따라 유기적으로 연동하는 이율배반적 관계임을 감안하여 안전우선의 사회적 추세를 수용하는 것은 불가피해 보인다.

Collection @ kmou

1.1 연구의 배경과 목적

중세이전의 정복과 약탈물자의 이동으로 시작된 물류는 열강의 식민부植民富와 미국으로 대변되는 자국부自國富의 시대를 지나, 이제 각국은 원자재를 수입하고 부가가치를 창출하여 재수출하는 무역부貿易富의 시대에 진입하여 국가간 주요 수송수단인 해상물동량이 비약적으로 증가하는 지구촌시대를 구가하고 있다. 물동량의 증가는 선박의 척수증가와 대형화를 수반하여 특히 연안과 항만 출입항로의 혼잡이 높아지고 있으며, 평택·당진항처럼 항로와 어장이 공존하는 항만의 출입수역은 레저문화의 확산으로 인하여 증가한 낚시 유선을 포함하여 어장과 어선 및 통항선박간의 간섭이 커지고 있다.

평택·당진항을 포함한 인천항, 대산항 앞 서해안 지역은 우리나라 해양사고 발생율이 거제 여수 앞 해역과 더불어 가장 높은 해역으로 분석되었다.(Park et al; 2013) 특정해역이나 지정항로의 설정이 없이 항로와 어장이 섞여 있는 장안서~입파도 구간은 항행위험요소가 많아서 대형선박의 선장이 직접 조종하며 입출항하기가 쉽지 않을 정도이며, 도선사 또한 수시로 이동하는 낚시유선 및 어선과 어구의 정보를 제공하는 가이드 보트 없이 항행하는 것은 위험부담이 큰 해역이다.

항행중인 선박은 항법상 어로중인 선박을 피하도록 규정하고 있으나, 대형선박의 조종특성상 출입항로에 밀집한 어구와 어선 및 유선들을 피하는 것은 쉽지 않다. 특히 항로와 어장이 섞인 수역에서는 어로를 단속할 법적근거를 마련하기 어렵고, 항로를 지정하고 항행선박의 통항을 보호하는 법규정을 마련하더라도 등부표에 의하여 항로의 경계선을 시각적으로 표시하지 않는 한 그 실효성을 기대하기는 어려운 것이 현실이다.

따라서 항행방향별 집단관제와 같은 해상교통공학적 통항방법의 연구가 선행되어야 하며, 수역환경을 분석하여 항로의 적정범위를 지정하고, 등부표를 설치하여 추천(지정)항로의 경계를 명시하면 추천항로 이외의 수역

Collection @ kmou

은 상선의 항행이 제한되어 안전한 어장으로 보호할 수 있게 된다.

지금까지 각 도선구의 선박통항 현황을 분석하여 도선구의 변경에 대한 검증을 시행한 연구(Choi et al; 2011) 및 도선구 설정현황에 대한 기초조사와 분석을 수행한 연구(Park et al; 2011)가 있었고, 매년 초 각 지방해양수산청별로 관내 수역의 위해요소를 수집 발굴하여 대책을 협의하고 있음에도 불구하고 개선실적이 부족한 것은 구체적이고 실질적인 해결 방안을 제시하는 연구가 부족했기 때문으로 생각된다.

본 연구는 해당수역에서의 지난 20년간의 도선경험과 선박조종 과정에서 나타나는 현상을 관찰하여 현실과 이론의 차이를 분석하고 개선하고자 하였으며, 인천과 평택·당진항 접속항로와 도선구역 주변해역의 전반적인 위해요소를 실증적 시각으로 분석하여 대책과 개선안을 제시함으로서 통항선박의 운항안전을 확보하고자 함이 목적이다.

1.2 연구의 내용

효율과 안전이 공존하는 항만운영을 위해서는 우선 안전하고 효과적인 「시스템」을 갖추어야 한다. 이러한 목적을 위하여 본 연구는 제2장에서 평택 당진항의 항만여건과 수역시설 및 계류시설 현황과 도선환경을 분석하고, 이를 근거로 제3장에서 수역과 항로의 위해요소를 찾아내어, 제4장에서는 출입항로의 개선방안과 항만운영 효율성 제고방안을 제시하였으며, 제5장에서는 접안 안전성을 제고하기 위한 방안을 제시하였다.

선박의 조종술은 자동차의 운전처럼 직관적인 현장습관이라는 측면도 있으나 비행기의 조종처럼 이론적인 개념principals을 정립하고 훈련하여 누적된 경험을 현장에서 직감적으로 응용하는, 소위 이론적 근거를 바탕으로 하는 경험칙이 중요한 분야이다. 긴 해상생활을 하는 동안 누구든 쉽게 이해하고 현장에 적용할 수 있는 조종술 강의서를 쓰는 것이 오랜 소망이었다. 선박의 조종술이 이 분야의 사람들끼리 의사소통을 위한 전문

Collection @ kmou

용어로 인하여 외부인에게는 좀 어렵게 느껴질 수도 있을 것이나 조종술을 굳이 인문학처럼 조종론(Argue를 의미하는 ~論은 정답을 특정하기 어려운 인문학에서나 적당할 것이다.)으로까지 격상하는 것은, 조금 다른 시각으로 보자면 이익을 공유하는 집단의 영역보존이나 반대급부인 요금을 정당화하기 위해 실제보다 더 어렵게 보이도록 할 이유가 있는지는 모를 일이다. 오히려 오랜 인고의 승선경험을 통하여 고생스럽게 얻은 기술을 너무 쉽게 처리하면 그러한 일은 누구라도 가능할 것이라는 집단비하나 (거친 해상에서 승하선 등) 위험하고 어려운 해상 근로의 동기부여가 삭감되는 것을 피하고자 하는 이유가 더 타당해 보인다.

제5장에서 기술하는 조종술은 특정 이슈를 특별한 이론과 방법으로 분석하거나 새로운 학문을 제시하고자 하는 것은 아니다. 지난 20년간 인천항과 평택·당진항에서 도선사로서 선박의 조종을 하며 익힌 도선업무를 연구하고 정리하여 쉽고 안전한 조종술과 긴급시의 사고예방 대책을 제시하다보니 논문이라기보다 강의서가 된 듯하다. 본 연구의 정리과정에서 특히 다음의 내용을 참조하였음을 밝힌다.

1) 평택·당진항 도선운영 매뉴얼

선사와 대리점은 선박의 지체와 운항손실을 줄이기 위하여 날씨와 수심, 조류 및 부두 설계기준 등과 관련하여 무리한 범위까지 도선을 요구하는 경우가 많으며, 선박의 운항 안전이나 도선사의 신체생명 안전조치를 확보하는 과정에서 논쟁과 이견이 적지 않았다. 심지어는 대리점사들의 「지부책(Log book의 속칭으로 대리점 나름대로의 선박 출입항 경험을 정리한 기록)」을 근거로 과거 언젠가 부득이한 사정에서 예선의 증원과 선사의 책임각서 등 특별한 안전대책을 전제로 하여 예외적으로 시도했던 특례의 경험을 통례화 하고 차제에 점차 상례화화 하려는 시도까지도 서슴지 않는다.

Collection @ kmou

예선의 증원 등 적절한 안전조치를 전제로 그러한 요구들을 협의하고 수용함에 있어서, 각 선사와 대리점사간의 형평성[1]을 유지하기 위하여 평택·당진항도선사회는 과거 20년간 선사와 대리점사간의 도선협의 기록과 경험을 정리하여「평택·당진항 출입항 안전절차 2012」를 작성하고 공시하였다. 내용은 안전도선이 가능한 통상범위를 정리하고, 위험선박의 도선이나 부두 설계기준 초과선박의 접이안 및 풍랑중단시와 시정통제시의 도선서비스 등 통상범위를 벗어난 선박의 도선을 위한 예선의 마력 증원 등 안전조치를 협의한 것이며, 2013년 여수 우이산 사건과 세월호 사건 이후에 해양수산부와 지방청의 요청에 따라「평택·당진항 도선운영매뉴얼 2014」로 개칭하고 평택지방해양수산청이 공시하였다.

2) 현대제철 부두안전관리매뉴얼

현대제철 당진공장은 거대형 선박의 통항에 맞는 항로수심을 확보하기 이전 DL-14m의 항로수심에서 조위潮位를 이용하여 홀수 18m의 케이프급 광탄선의 출입항을 시도하였으며, 그러한 특별한 사정에서의 안전한 출입항을 위하여 두 차례 선박의 안전한 출입항과 부두운영에 관한 연구를 위하여 용역을 시행하였다. 적용할 만한 선행 데이터가 없었으므로 시뮬레이션보다는 경험 많은 도선사에 의한 실제 선박의 시험입출항을 시도하며 도선경험을 정리하여 안전절차를 마련할 수밖에 없었다. 이러한 현대제철 부두 안전관리 매뉴얼의 출입항 안전절차를 바탕으로 DWT 40만 톤의 세계최대선박의 시험입출항 4회를 포함하여 지난 9년간 1,500척에 달하는 광탄 원료선의 안전한 입출항과 접이안을 수행하였으며, 그러한 현장경험의 데이터를 정리하여 인덱스화하고 본 연구에 반영하였다.

1) 난이도와 위험성이 큰 예외적인 도선일지라도 대리점사간 차별 적용이 발생하면 도선이용자의 영업을 간섭하는 업무방해의 결과가 되므로 공개적으로 안전대책을 협의하고 공시하여 대리점사간 편파적인 적용을 배제하여야 한다.

Collection @ kmou

3) 수습도선사 실무교육 강의서 「도선 조종술」

교육으로 도선사의 양성을 병행하는 싱가폴과 일본의 경험에 의하면, 비행기의 조종처럼 선박의 도선도 강의실에서 습득한 이론을 기반으로, 실제 선박에서 선배도선사가 후배도선사를 가르치는 것이 효과적인 경험칙의 성격이 강한 기술이라고 한다. 그래서 생겨난 도선속담은 (백문이 불여일견이 아니라) 「百見이 不如 一行」이다.

2004년 1월 평택당진항 도선구가 인천으로부터 분구된 이래 2016년까지 신규도선사의 실무수습 강의를 위하여 정리한 수습교재인「도선조종술」을 참조하였다. 입항 접안선박의 감속절차와 급감속 방안, 수류와 평행을 유지하는 거대형 선박의 부두접근 경로, 극저속에서 프로펠러 가속수류를 활용한 조종성의 개선요령, 선회권에 영향을 주는 요소와 180도 선회 접안하는 선박의 선회권 축소방안, 바람과 수류 등 외력을 감안하거나 극복하는 접이안 조종술, 전심과 작용 및 반작용을 근거로 하는 효과적인 예선사용방안, 긴급상황에 대처하는 안전대책 등 현장에서 필요한 도선기술의 세세한 부분과 주의사항을 6개월간의 수습기간동안 매주 한나절씩 강의했던 자료이다. 학교에서 강의하는「조종론操縱論」이 조종원칙이라면 실무수습 강의서인 「도선조종술」은 현장의 활용지침 이다.

Collection @ kmou

제2장 평택・당진항 현황

2.1 평택・당진항의 항만여건

평택・당진항平澤・唐津港, Pyeongtaek・Dangjin Port은 경기도 평택시 포승읍과 당진시 송악읍에 위치한 항만으로 중국의 연안산업벨트와 최단거리에 위치한 지리적 입지를 가지고 있다. 지리적으로 평택시와 당진시는「서해대교」및 평택호 방조제와 삽교 방조제를 지나는「서해로」로 연결되어 있으며 그 기반시설은 화성시까지 확장되어 있다. 서해대교 안쪽에 건설한 내항은 아산만을 매립하여 조성하였으며 공사중에는 아산항으로 불리기도 하였다. 평택・당진항은 우리나라 경제권의 절반이상을 차지하고 있는 서울, 인천, 경기도, 충청도의 대도시가 반경 80Km 이내에 위치하고 있으며 4개 고속도로와 국도 6개 노선(1, 8, 39, 43, 45, 82호선)의 요충지이다. 2016년 현재 3만~20만 톤급 60개 선석을 운영하여 연간 1억 2천만톤의 화물을 처리하여 7조원의 재정기여를 하고 있으며, 10개 선석이 건설중에 있는 등 2020년까지 74개 선석으로 확충할 계획을 가지고 있는 대형항만이다.

평택・당진항은 경기도 화성시와 충청도 당진시 및 인천시 영흥도 일대의 섬들과 같은 자연방파제로 둘러싸인 아산만의 남동쪽 내륙 깊숙한 내만에 위치하여 태풍이나 해일의 큰 파도가 내습할 수 없는 천혜의 항만이다. 다만 북서쪽으로 열린 아산만의 남동쪽에 위치하여 북서쪽에서 불어오는 지역탁월풍에 의한 풍랑이 모이는 위치로 항만 입구에 방파제가

Collection @ kmou

없는 사정상 수백톤 미만의 소형선을 위한 항내 정온도 유지는 어려우나 2016년 궁평항 도선정계지의 건설에 즈음하여 도선사가 예선으로 이동하는 풍랑도선을 시행도하여 2016년 연간 단 하루(2016.2.19.)의 풍랑중단만을 기록하는 등 국내 항만중 풍랑중단이 가장 적은 항구중의 하나이다.

하루 2번씩의 고조와 저조가 있으며, 최대조차는 9.5m에 달하고, 2~3노트에 달하는 서해안 특유의 강한 조석류가 존재하여 다른 동남해안 항구와는 비교할 수 없을 정도로 쉽지 않은 도선여건이지만, 예선의 척수나 마력 보완 등 안전조치를 전제로 적극적인 도선을 실행하며 도선 이용자의 다양한 요청을 수용하고 있다.

평택·당진항 도선사회는 도선 이용자간 객관적 형평성을 위하여 그동안 각 선사나 대리점별 및 사안별로 협의하고 시행해오던 사항들을 통합·정리하여「출입항 안전절차, 2008년」(도선운영매뉴얼, 2012로 개칭함)과 「예선사용기준특례」를 시행하고 있으며, 누적되는 실행 경험을 반영하여 필요한 부분을 협의 및 개선하고 있다.

2.2 수역시설 현황

2.2.1 항로

1) 장안서-입파도 구간 및 입파도-항내구간

장안서와 입파도 구간은 아직 지정(추천)항로가 설정이 되지 않고 항로와 어장이 섞여 있어 혼잡이 심한 수역이며, 출입항 선박의 증가로 인하여 지정(추천)항로의 필요성이 제기되어 그 범위와 지원시설 등에 관하여 연구 중인 수역이다. 입항로의 왼쪽에 대형선박 10척분의 입파도 정박지가 있으나, 20여척의 중소형 선박이 정박을 할 만큼 혼잡하여 대형선박의 정박은 장안서 대기 정박지로 유도하고 있는 실정이며, 입파도 정박지의 확장을 추진하고 있다. 특히 입파도 정박지 부근은 입파도선사 승하선

Collection @ kmou

구역으로, 선박이 집중하는 새벽시간과 고조 2시간 전에는 매우 혼잡하여 이를 정리할 방안이 필요하다. [Fig. 2.1] 참조

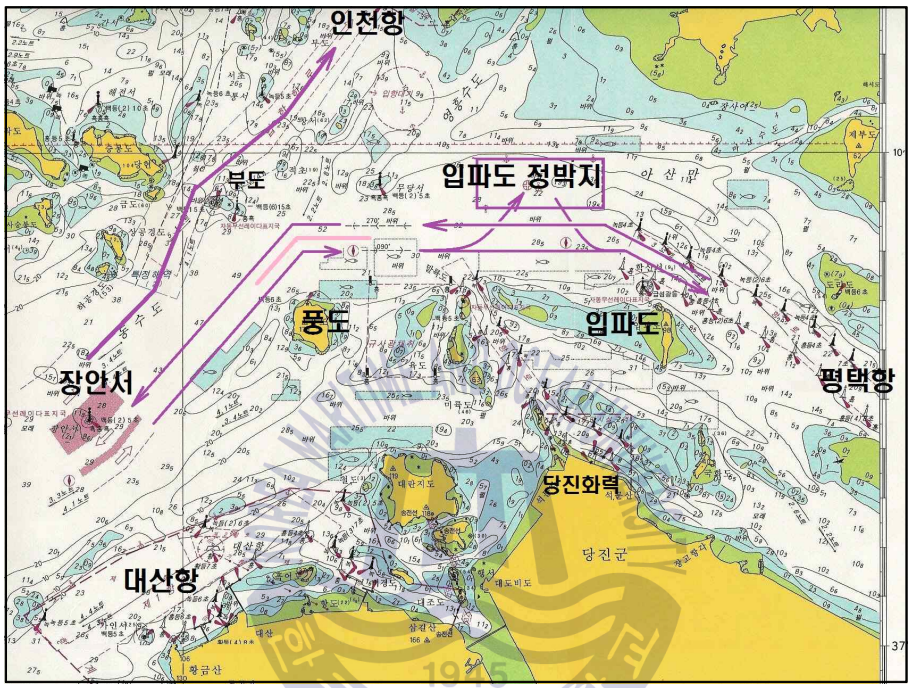


Fig. 2.1 Janganseo to Ippado waters

2) 장안도선구와 입파도선구

장안서 분리수도를 지나며 좁은 수역으로 밀집되는 평택·당진항 출입항 선박들의 항행위험을 줄이기 위하여 [Fig. 2.2]처럼 장안서에서 입파도 구간에는 대형선박이 이용할 수 있는 장안도선구가 설정되어 있으며, 입파도와 항내 구간에는 모든 선박이 이용할 수 있는 입파도선구가 설정되어 있다. 즉, 장안도선구는 (기관의 출력이 크고 고속으로 선속의 여유가 있는 여객선 자동차 운반선 및 컨테이너 전용선을 제외한) GT 4만톤 이상의 선박과 요청하는 선박에 대하여 도선 서비스를 하며, 그 외의 선박들은 입파도선 기준점으로부터 2마일 전후의 도선사 승하선 구간에서

Collection @ kmou

도선사가 승하선하여 도선 서비스를 하고 있다.

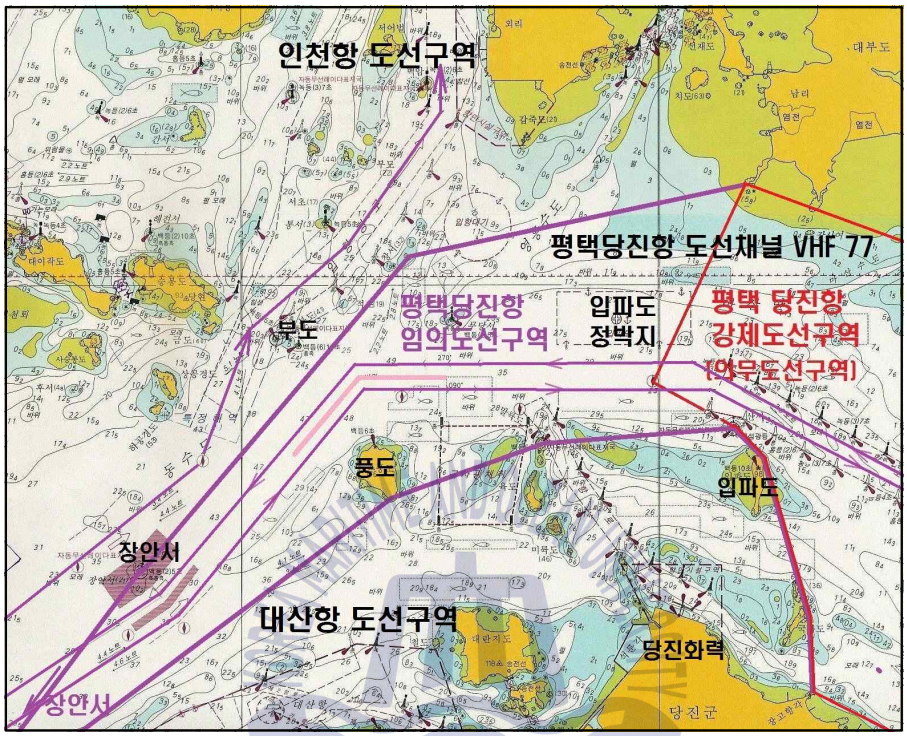


Fig. 2.2 Pilotage service area of Jangan & Ippa (right)

3) 도선사 승하선 구간과 풍랑도선시 승하선 구간

도선사 승하선 구간의 상세는, 장안서 분리수도를 통하여 출입항하는 선박중 4만톤 이상의 선박은 [Fig. 2.3]의 표시와 같이 장안서 도선기준점으로부터 2마일 전후의 도선사 승하선 구간에서 도선사가 승하선하며, 풍랑이 있을 때는 풍도 부근의 풍랑승하선 구간에서 도선사가 승하선한다.

입파도선 대상 선박은 [Fig. 2.4]의 표시와 같이 입파도선 기준점으로부터 2마일 전후의 입파도선사 승하선 구역에서 도선사가 승하선하며, 풍랑이 있을 때는 도리도 2마일 전후의 풍랑승하선 구역에서 도선사가 승하선한다. 다만 입파도선사 승하선 구간은 매일 새벽 선박들의 집중시간과 고조 2시간전 집중시간 및 항만 통제후 개시시간 등 상습적인 혼잡구역으

Collection @ kmou

로, 이러한 혼잡을 줄이기 위하여 입파도와 도리도 사이의 지정항로 구간에 출입항 선박을 각각 1열로 줄을 세우고 도선사가 차례로 승하선하는 방안을 추진하고 있다.

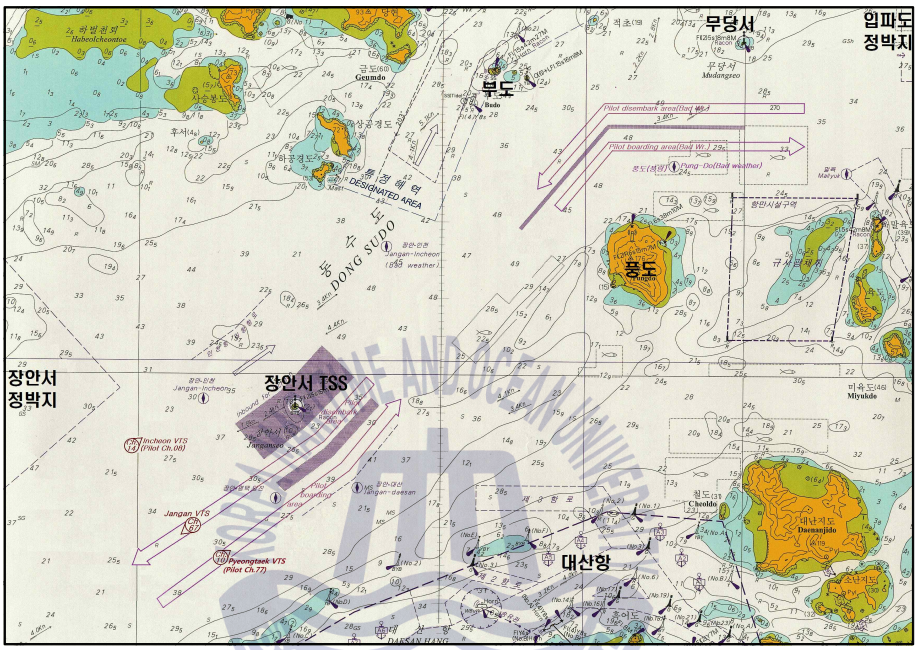


Fig. 2.3 Jangan TSS & Pungdo POB area and Informations

이 밖에도 장안서~입파도 사이의 도선구간은 지정항로나 교통안전특정해역이 지정되지 않은 수역으로 항로와 어장이 섞여 있으므로 혼잡이 심한 수역이다.

[Fig. 2.3]와 [Fig. 2.4]의 표시처럼 폭 400m의 도선사 승하선 구간을 화살표로 표시하여 출입항 선박을 일정 수역범위로 유도하는 항행정보를 홍보하고 있는 수역으로, 추천항로나 지정항로의 설정과 등부표의 설치 등 어선과 외항선의 간섭과 피해를 줄이는 대책이 필요하다.

Collection @ kmou

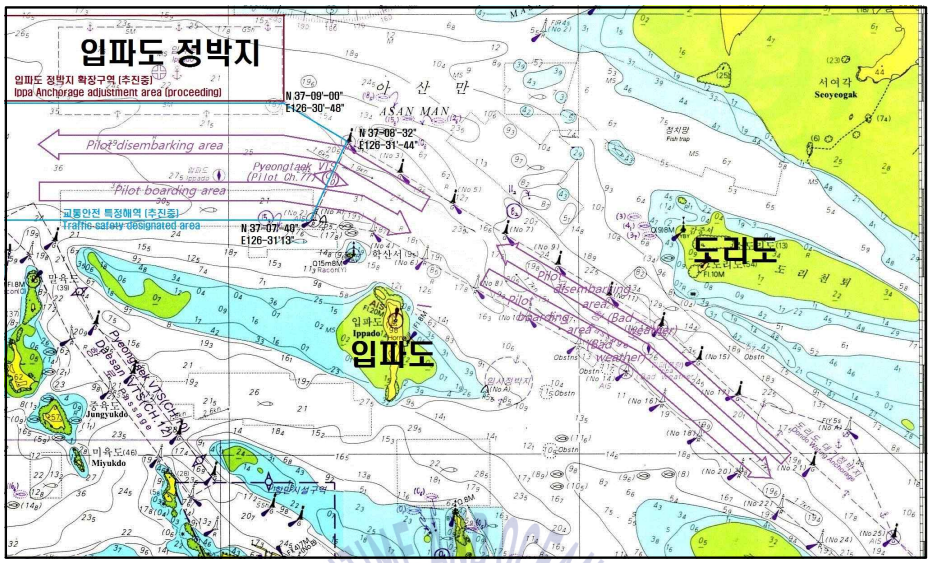


Fig. 2.4 Congestion part of Ippado-Dorido area

4) 입파도-항계 사이의 지정항로 구간

입파도와 항계사이 12마일 구간은 지정항로가 설정된 수역으로 항로에 어구의 침입이 잦아서, 지난 10여년간 매년 어민과 해군, 관리청 및 도선사와 선사 등 항로 이용자간의 회의를 소집하여 대책을 논의했으나 효과가 없었던 구간이다.

어구의 침입문제가 해결된 것은 항로의 경계선에 설치된 약 1.5마일 간격의 등부표 사이에 한 개씩의 등부표를 추가 설치하여 어선처럼 낮은 위치에서도 앞뒤의 몇 개 등부표가 동시에 보이도록 함으로서, 연속된 등부표의 중시선重視線으로 항로의 경계선을 시각적으로 표시하여 어구의 침입문제를 해결하였다. 어로보상을 받은 지정항로에 다시 침입하는 어구는 어민의 비양심 때문이 아니라 항로의 경계가 시인되지 않는 것을 방치한 관리방법의 문제였음이 입증된 사안이었으며, 어구 침입이 문제되는 다른 항로의 개선방안을 시사한다.

Collection @ kmou

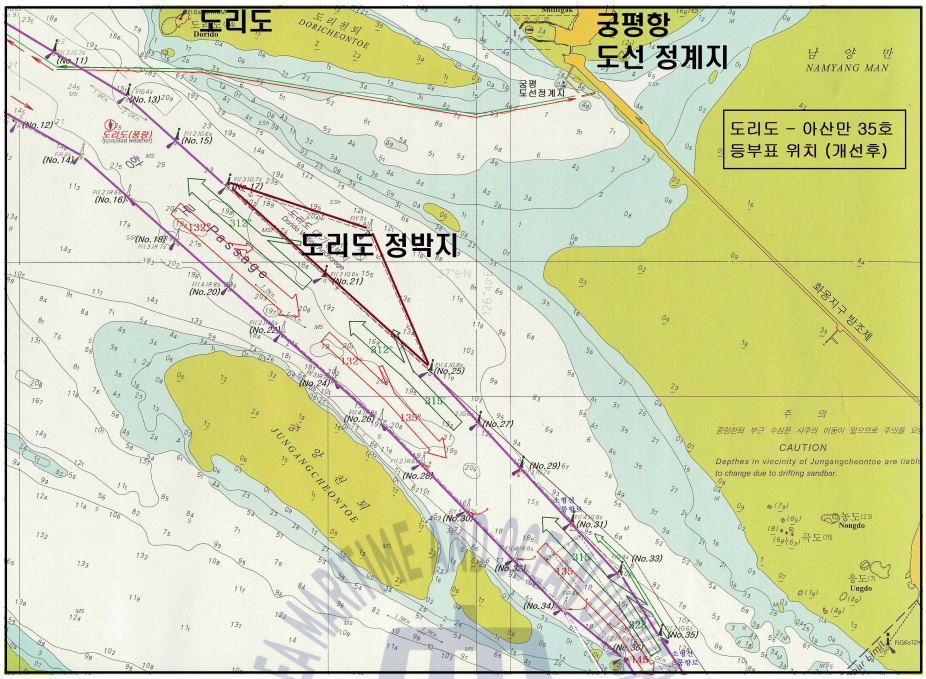


Fig. 2.5 Passage between buoy No.33/34 and Dorido

5) 항계 부근 항로의 좁은 목

항계 부근에 길이 2마일 폭 400m의 횡조류가 흐르는 좁은 목이 항행위해요소였으나 일차 폭을 600m로 확장하였고, 2차 폭 800m로 확장하여 위해요소를 줄였으며, 지정항로의 폭 1,050m중 남은 250m의 추가 준설확장을 추진하고 있는 수역이다. 그럼에도 불구하고 해당 수역은 다음과 같은 여러 가지 항행위험이 존재하는 수역이므로 별도의 분산출항로 등 안전대책이 필요하다.

(1) 다중 굴곡부 항로

입항선박의 침로를 기준으로 2마일 전후 구간에서 133° →148° → 132° →100° 로 3번의 변침을 하므로 출입항 선박간 항법자세가 연속적으로 변하여 항법관계정립이 혼란스러울 수 있으며, 야간에는 좁은 목으로

Collection @ kmou

접근하는 과정에서 [Fig. 2.6]의 범위 밖에서 접근중에 항로를 보는 선박은 항로 좌우의 녹등과 홍등이 서로 중첩Overlap되어 보이며, 매번 변침점에 접근할 때까지는 시각적으로 항로가 보이지 않고 다른 선박들의 항해등 또한 홍등과 녹등 사이에 중첩되어 보이므로 혼란스럽다.

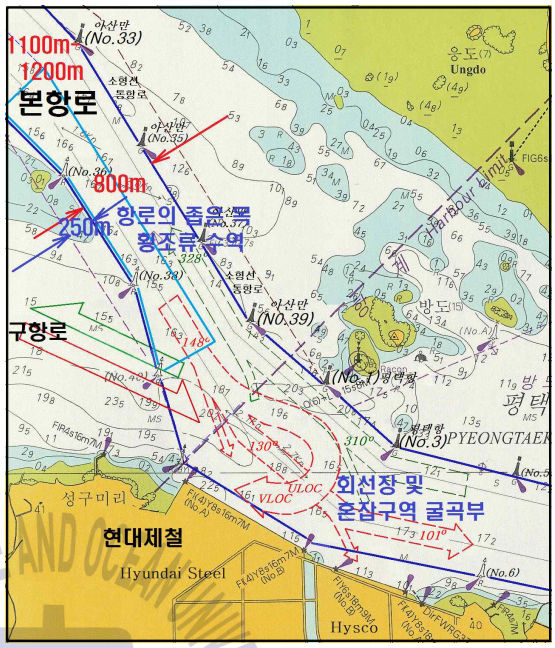


Fig. 2.6 Complex situation of the narrow part of the passage

(2) 좁은 목 횡조류 수역

입파도~도리도 구간의 지정항로의 폭은 1,350m~1,250m이며 도리도~항계 부근 제33호 등부표까지의 항로 폭은 1,200m~1,100m인데 반하여 좁은 목의 항로 폭은 1,050m로 설정되었으며, 폭 250m구간은 아직 미준설 상태이다. 또한 전체항로가 수류와 평행하여 항행중 조류에 의한 압류가 적은 반면 좁은 목은 항로와 수류가 30° ~40° 교차하는 횡조류가 흐르고 있으므로 저속 선박은 통항중 조류에 의한 압류가 심하다. 이러한 횡조류는 중앙천퇴가 물 밖으로 들어나는 저조시에는 수심이 깊은 항로의 골을 따라 수류가 흐르므로 항로와 교차각이 줄어들고, 중앙천퇴가 잠기는 고조시에는 조류가 아산만의 형상대로 흐르며 교차각이 커지는 등 조유에 압류되는 정도가 본선의 선속과 조위에 따라 달라지므로 통항중에 세심한 주의가 필요하다.

(3) 본 항로와 구 항로의 분기접합 수역

난지도와 미륵도 및 국화도를 지나 성구미와 한진포구에 이르는 속칭

Collection @ kmou

국화도 항로는 섬들이 풍랑을 차단하여 바다가 조용한 편이므로 소형선박이라도 항해가 편리하여, 천년전 고려시대부터 당나라와의 무역에 이용된 유서 깊은 구항로이다. 당진唐津이라는 지역명이 당나라와 무역을 하던 포구에서 유래되었듯이, 아직도 속칭 구항로라는 국화도 항로를 연안선박과 모래를 운반하는 예부선 및 대산으로부터 기름을 공급하는 급유선 등이 이용하고 있다. 이들 구항로를 이용하는 선박들은 현대제철 부두앞 항로의 좁은 목 굴곡부 부근에서 분기 접합을 하며, 본항로를 이용하는 대형선박들과 교차 또는 횡단상태를 형성하며 위해요소가 되고 있다.

(4) 현대제철 부원료선박 및 제품 출하선박 선박간 혼잡

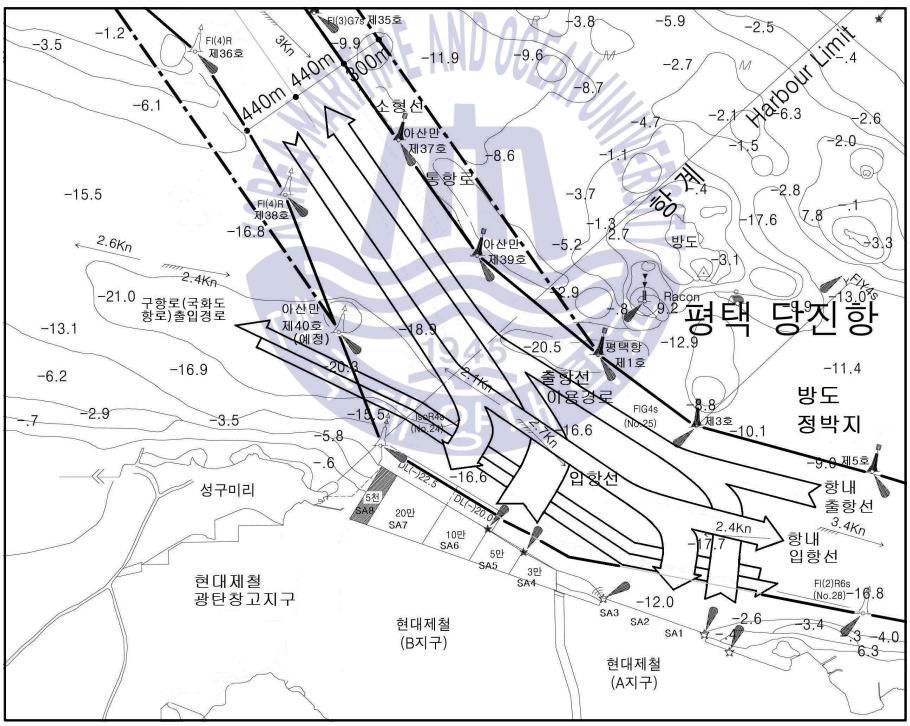


Fig. 2.7 Complex traffic situation in front of Hyundai Steel

항내의 다른 부두에 출입항하는 선박의 길목에 있는 현대제철 부두는 총 15개 선석으로 다른 입출항 선박과의 간섭을 피하며 입출항과 접이안

Collection @ kmou

을 하므로 [Fig. 2.7]의 표시와 같이 상당한 혼잡이 불가피하다. 선석 교대하는 경우, 출항선박이 지연되어 입항선박이 부두 앞에서 표류하며 멈추어 대기를 하는 경우의 혼잡은 더욱 극심해진다.

(5) 서해대교와 내항

2000년 이전 초기 평택항 항만건설계획은 서해대교의 하부에 갑문을 건설하고 서해대교 안쪽의 내항은 갑문을 통하여 출입하는 것이었으나, 그 경우 13년의 장기간 공사기간과 1조 5천억의 공사비, 갑문출입의 불편과 제한 및 고비용 운영비 등 불합리성[2]이 지적되어 서해대교가 준공된 이후 시점에서, 내항의 갑문식 부두건설계획이 감조식減潮式[3] 부두계획으로 바뀌었다. 서해대교 교각사이에 갑문이 있는 것으로 계획하여 교량을 건설하였으며, 현재의 교각사이 항로는 선박의 자력통항을 고려하지 않은 좁은 폭이므로 일방통항과 예선의 동행 및 DWT 5만톤의 기준초과 선박의 안전조치로서 정선미의 감속예선Tail tug 등 별도의 특별한 안전조치를 항만운영세칙에 규정하고 있다.

2.2.2 정박지

항계 내에 2개의 정박지중 한 곳은 사용이 어려우며, 항계 밖에 3개의 정박지 또한 1개의 정박지는 사용이 어렵고, 다른 2개를 정박지는 혼잡하여 확장을 추진하고 있다. 구체적으로는 다음과 같다.

1) 방도 정박지와 영암 정박지

2) 인천·평택항 도선사시절 필자는 갑문식 평택내항의 불합리성 20여 항목과 1만톤급 소형선박이나 사용가능할 정도의 직각으로 꺾이는 갑문내 부두 통항로 등 항만계획의 오류를 지적하는 공문을 제출하였으며, 인천지방해수청과 본부는 수십 차례의 회의를 거쳐 현재와 같이 10만톤급 대형선박이 출입 가능한 항만기본계획을 수립하였다.

3) 저조가 되면 부두의 수위가 내려가고 고조시에는 올라가는 부두, 고정된 일정 수위의 부두가 아니므로 조위에 따라 선박의 승강이 있어 불편하지만 고조시에는 수심이 증가하여 대형선박의 접안조종에 유리한 장점도 있다.

Collection @ kmou

항계 내 방도 우측에 있는「방도 정박지」는 대형선 3척분으로 면적이 협소하여, 긴급피난이나 단시간의 용무 이외에는 이용을 허락하지 않고 있다.

안쪽에 있는 「영암정박지」는 중소형 선박 3척분의 정박지로, 부족한 항내 정박지를 보완하기 위하여 설정하였으나, 주변에 근접한 천퇴 위험을 경계하기 위하여 7기의 등부표 설치를 요청하고 있다. 연변의 일부구간 낮은 수심이 있어서 「매립토 채취구역 허가지역」등으로 수심을 DL-10m까지 증심하는 것이 필요하다.

2) 도리도 정박지

[Fig. 2.5]의 표시와 같이 도리도 남쪽의 입출항로의 중간에 지정된 대형선박 2척분의 긴급피난용「도리도 정박지」는 지정항로의 양쪽 연변에 누락된 교통안전 특정해역의 기능을 대체하기 위하여 설정되었다. 기관 고장 선박 등의 긴급피난선박이 어구가 점령한 도리도 정박지를 이용한 실적은 없다. 향후 입파도 정박지 확장시 어민과 협상용으로 활용하기 위하여 삭제를 보류하고 있다.

3) 입파도 정박지

평택・당진항 항계로부터 14마일 밖에 있는 대형선박 10척분 (소형 선박 20척분) 입파도 정박지는 [Fig. 2.8]의 표시와 같이 입출항로의 왼쪽에 있어 정박지 출입항 선박이 출항로를 횡단해야 하므로 항법관계 어려움이 있으며, 상시 혼잡하여 이용을 요청하는 대형선박을 대부분 장안서로 보내고 있다.

항만시설인 정박지의 범위에 계절적으로 불법어구가 침입하여 부족한 정박지를 삭감하고 있다. 도선사회는 해도에 기재된 어구표시를 삭제[4]해 줄 것을 요청하고 있으나 시정이 되지 않고 있다. 정박지의 부족과 출항

4) 불법어구를 해도에 표시하면 합법화 효과가 발생하며, 어구가 없더라도 야간에 투묘하는 선박은 정박지의 해당수역을 이용할 수 없다.

Collection @ kmou

로에 근접하여 정박선박과 출항선박간의 간섭이 심하므로 정박지를 무당서 쪽으로 2마일 확장하고, 전체적으로 300m 북쪽으로 이동 조정하여 출항로와 간섭을 줄이는 방안이 추진되고 있다.

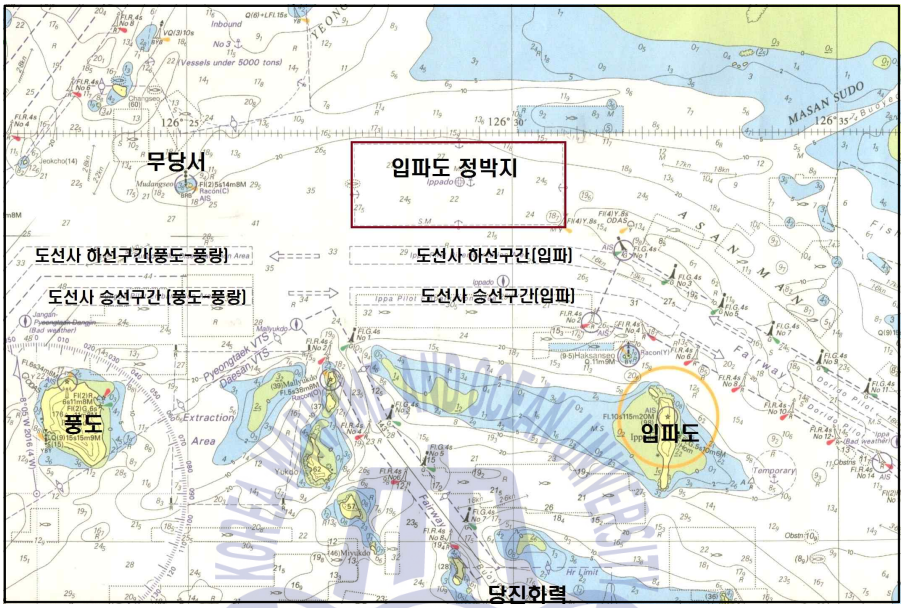


Fig. 2.8 Ippa anchorage

4) 장안서 대기 정박지

장안서 TSS의 서쪽에 대형선박 27척분의「인천항 장안서 대기 정박지」는 [Fig. 2.9]처럼 직경 1마일의 평택항 정박지가 중복으로 지정되어 있으며, 인천항과 평택·당진항 및 대산항이 공동으로 사용하고 있어 상시 혼잡하다.

정박지의 위치가 인천항 입항로와 평택항 출입항로의 왼쪽에 있어 정박지 입출항 선박이 인천항 입항로와 평택·당진항 출항로를 횡단하여 출입하는 위험이 있다. 또한 장안서 대기 정박지의 북쪽에 투묘한 대형선박이 들물 때 정박지로부터 평택·당진항에 입항하기 위하여 장안서 분리수도에 합류할 때, 인천항 입항로와 평택·당진항 출항로를 연속으로 횡단하

Collection @ kmou

고, 위험한 암초인 장안서 직전에서 입항로에 대각도로 합류를 하면 장안서 분리수도를 따라서 출항선박과의 위험상황이 발생한다. 들물에 입항선박이 속력을 낮추면 장안서 암초로 압류위험이 크고, 출항선박은 장안서 암초로 인하여 우현변침을 하지 못하며 다른 입항선박들이 오고 있는 입항로 쪽으로도 변침을 할 수가 없기 때문이다.

이용 선박에 비하여 면적이 크게 부족한 장안서 정박지를 남서쪽으로 확장이 추진되고 있는 바, 평택·당진항 정박지를 현재의 남서쪽에 따로 지정하여야 하는 이유이다.

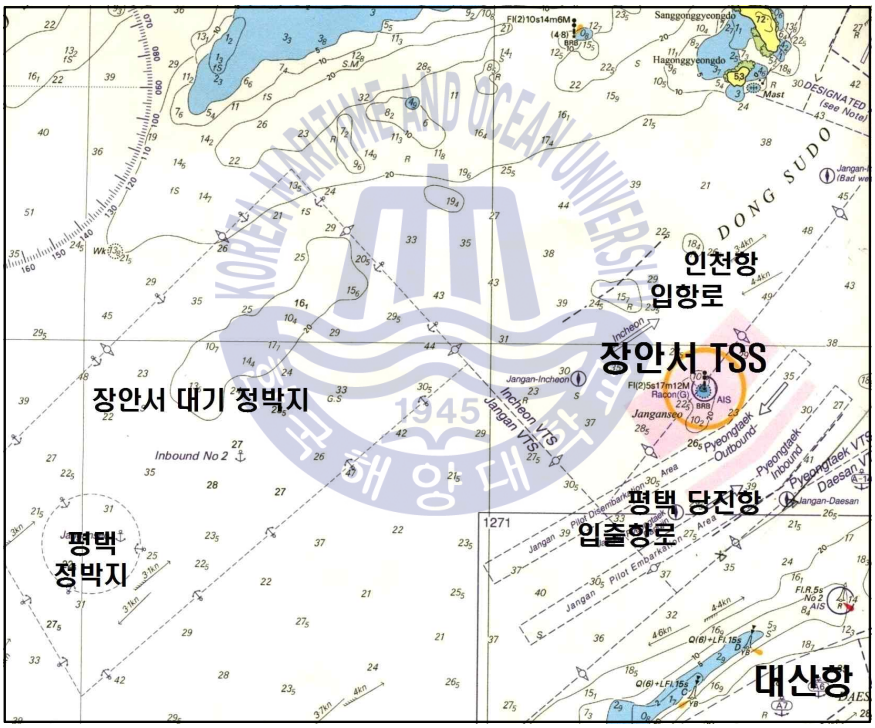


Fig. 2.9 Janganseo waiting anchorage

2.2.3 선회장

모든 부두는 설계와 허가과정에서 행정절차상 선회장(회선장)의 확보를

Collection @ kmou

요건으로 한다. 다만 현실적으로는 정해진 선회장까지 이용하는 번거로운 절차를 생략하고 부두 전면수역을 선회장으로 이용하고 있으므로 허가서류를 확인하지 않는 한 실제 이용자는 해당부두의 선회장을 어디로 지정했는지 모를 정도이다. 그럼에도 불구하고 부두로서 최소요건을 충족하기 위해서는 건설시에 선회장 요건을 검토하는 것이 필요하다는 판단이다.

2.3 계류시설

평택·당진항의 계류시설은 대별하여 3개의 벨트로 구분된다. 먼저 당진항은 송악지구에서 고대지구 전 지역이 철강벨트로서 여러 철강회사의 물류를 담당하며, 현대제철부두(송악부두)와 고대부두로 구분된다.

평택항은 가장 초기에 건설된 원정리의 액체화물 부두(위험물 벨트)와 만호리 동서부두 및 서해대교 안쪽의 내항부두(건화물 벨트) 사이에 군항이 위치하고 있다. 아직 내항은 5개 선석만이 준공을 하였고, 나머지 여객선 5개 선석을 포함한 10개 선석과 해경부두가 건설중에 있다. 부두 운영현황은 다음 표와 같다.

Collection @ kmou

Table 2.1 Liquid cargo pier (Dolphin)

구분	선석 명칭	준공 년도	접안능력 (DWT)	계획 수심 (DL- m)	최근 수심 (DL- m)	부두 길이 부두 방향	처리 화물	건설방법 운영형태 (시설소유자)	운영자 처리화물
원정리 (7선석)	LNG1		70,000	11~12	11.5	480m 130°	LNG	민자유치 국가 기부체납	한국가스공사
	LNG2		127,000		13.6			비귀속(전용)	
	HJD	2만⇒5만 2003.7.9	50,000	13.0	12.0	238m 130°	벙커 C유		한국서부발전
	LPG1		55,000	14.5	14.5	360m 130°	LPG	비관리청 비귀속(전용)	한국석유공사
	LPG2		5,000	5.6	5.6	160m 137°			
	KHO		30,000	12.0	12.0	245m 102°	유류 (유지)	비관리청 비귀속(전용)	SPTT
	SK 돌핀		70,000	15.0	14.0	240m 093°	LPG	비관리청 비귀속(전용)	SK GAS

Collection @ kmou

Table 2.2 East pier

구분	선석 명칭 길이(m)	준공 년도	접안능력 (DWT)	계획 수심 (DL-m)	최근 수심 (DL-m)	안벽 길이 안벽 방향	Bitt 간격	건설/운영 (시설소유자) 처리화물	운영자
동부두 (13선석)	E1	2017	50,000	12.0	10.0	310m 300°	20m	비관리청 비귀속(전용) 자동차	(현대)
	E2	2009.12	50,000		9.2	290m 300°			PIRT
	E3	2008.8			9.0				
	E4	2007.7	30,000		9.0	240m 300°	25~33m	비관리청 비귀속(전용) 자동차	글로비스 (주) (대한통운)
	E5		50,000		9.8	290m 300°			
	E6	2008.9	2,000(TEU) 50,000	15.0	11.0	280m 150°	20m	재정 국가(TOC) 컨테이너	PCTC(주)
	E7	2008.3	2,000(TEU) 30,000		11.0				
	E8	2007.6		12.0	10.5	240m 150°			
	E9	2004			10.5			비관리청 국가(TOC) 컨테이너	
	E10	1997	30,000		10.5	240m 150°	30m	재정 국가(TOC) 잡화, 자동차, 컨테이너	평택항만㈜
	E11				11.0				
	E12				11.0				
	E13				10.0			재정 국가(임대) 철강	㈜유성TNS
	RORO				10.0	(E13과 중복)			
국제여객 부두	IFT2	2004	26,000	12.0	9.0	180m 60°		재정, 국가 (공영) 잡화, 컨테이너	공용
	IFT1				9.0				
내항 동부두 (3선석)	E14	2009.10	2,000(TEU) 30,000	14.0	8.5	240m 150°	30m	민간투자 (현대산업개발) 30년간 민간 운영 컨테이너	PNCT (주)동방
	E15	2010.6			12. 0				
	E16				10.3				

Collection @ kmou

Table 2.3 West pier

구분	선석 명칭	준공 년도	접안능력 (DWT)	계획 수심 (DL-m)	최근 수심 (DL-m)	안벽 길이 안벽방향	Bitt 간격	건설/운영 (시설소유자) 처리화물	운영자
서부두 (9선석)	W1	2010.3	30,000	12.0	10.0	240m 150°	22m	비귀속(전용) 시멘트	대한시멘트
	W2				10.0				㈜영진글로벌
	W3	2012			10.0				현대시멘트 삼표기초소재
	W4	2007.6			10.0			재정 국가(TOC) 목재	평택당진 중앙부두㈜
	W5	2007.1			11.0				
	W6	2001			11.0			재정 국가(TOC) 잡화	㈜평택 당진항만
	W7				11.0				
	W8	2011	50,000	15.0	13.0	280m 150°	22m	민간투자 30(17)년간 민간운영,양곡	태영 그레인 터미날(주)
	W9				13.0				

Table 2.4 Kodae pier

구분	선석 명칭	준공 년도	접안능력 (DWT)	계획 수심 (DL-m)	최근 수심 (DL-m)	안벽 (m)	Bitt 간격	건설방법 운영형태 (시설소유자)	운영자
고대부두 (9선석)	GD1	1997	5,000	7.0	7.0	120m 113° (Max 145m)	20m	비관리청 국가(임대) 철강	동부 익스프레스 (동부제철)
	GD2	2006.4	50,000	14.0	12.6	280 113°	20m	산입법 민자유치 (사유) 철강	
	GD3	2009			13.5				
	GD4				13.0				
	GD5	2011	30,000	12.0	12.0	240 113°			
	GD6				12.0				
	GD7				12.0			재정 국가(TOC) 잡화	당진항만(주)
	GD8	2012	50,000	14.0	14.0	280 113°			당진고대부두 운영(주)
	GD9	2009			14.0			산입법 민자유치 철강	동국제강 인터기스
	GD10	2017						산입법 민자유치 액체화물 (철강)	당진탱크 터미날

Collection @ kmou

Table 2.5 Hyundai Steel pier

구분	선석 명칭	준공 년도	접안능력 설계 DWT <시공 DWT>	계획 수심 (DL-m)	최근 수심 (DL- m)	안벽 길이 안벽 방향	Bitt 간격	건설방법 운영형태 (시설소유자)	운영자- 현대제철, 처리화물
현대제철 B지구 (송악 부두) (7선석)	HD1	2011	5,000	6.5	6.5	110m 211°	10m	산입법 비귀속(전용)	슬래그
	HD2		3,000		6.5				타르
	HD3	2009	5,000 <200,000>	22.5	22.5	120m 120°	40m		철광석
	HD4		200,000			390m 120°			
	HD5		100,000 <200,000>	20.0	19.5	330m 120°	30m		
	HD6	2006	50,000	14.0	13.3	280m 120°	32m	민자유치 비귀속(전용) 철강	석탄
	HD7	2007.5	30,000	12.0	11.6	240m 120°			철강
현대제철 A지구 (송악 부두) (8선석)	HD8	2012	20,000 <50,000>	14.0	12.5	220m 108°	25m	산입법 사유	
	HD9	1995	50,000	14.0	12.0	280m 108°	23m	공유수면매립 국가(공영)	
	HD10		30,000	12.0	12.0	240m 108°	20m	공유수면매립 임대(전용허가)	
	HD11								
	HD12	2012	5,000 <30,000>	12.0	10.0	120m 108°		산입법 사유	
	HD13	2012							
	HD14	2016	30,000		12.0	240m 077°			
	HD15								

2.4 도선환경

아산만의 북서 탁월풍과 9.5m에 달하는 조석차이에서 발생하는 상시 2~3노트 이상의 강한 조류의 영향을 극복해야 하는 평택·당진항은 대형 선박의 안전한 접이안 도선을 위하여 큰 마력의 예선이 필요할 뿐만 아니라, 나팔 모양으로 좁아지는 지형으로, 아산만 남동쪽에서 지형에 따라 압축되며 파고가 높아지는 특성의 삼각파 풍랑을 극복하며, 도선사가 편도 19마일 내지 30마일의 긴 거리를 이동하여야 하므로 풍랑에 대하여 충

Collection @ kmou

분한 능파성[5]을 가지는 고속 도선선과 승하선 안전시설의 확보가 중요하다.

2.4.1 평택 당진항 예선보유 현황

계획수심 DL-14m의 항로에 조위를 이용하여 흘수 18m의 케이프급 광탄선과 20만Cu.M의 거대형 LNG 운반선이 입항하는 평택·당진항은 강조류와 풍랑여건을 극복하고 대형선박의 출입항을 지원하기 위하여 큰 마력 예선이 필수적이다. 일반선박의 통상도선을 위한 예선사용 기준 이외에도 교량과 부두설계기준 초과선박, 수류와 교각을 가진 돌핀부두 등 특정부두, 20만톤급 광탄선과 LNG 운반선 등 거대형 선박과 자동차 운반선 등 풍압면적이 큰 선박의 접이안에 적용하는「예선사용기준 특례」를 협의하여 접이안 안전을 기하고 있다. 특히 거대형 선박의 현측 접이안 예선은 4척을 초과하는 작은 예선을 여러 척 사용하는 소위「마력 짜깁기」를 금지하고 있다.

이러한 환경여건으로 인하여 평택·당진항은 [Table 2.6]의 표시와 같이 4,500마력 이상의 대마력 예선을 다수 확보하여 고조에 맞추어 동시 다발적으로 입항하는 대형선박 접이안의 위해요소를 줄이고 있다.

Table 2.6 Tug particulars in Pyeongtaaek·Dangjin Port, 2016.12.

예선사	예선명	총톤수	건조년월	마력 (Z-P)	예항력 (톤)	속력 (노트)	비고
대륙상운㈜	뉴대륙호	466.00	2010.04	6,000	75.44	14.81	뉴대
㈜대륙상운	뉴진호	307.00	2013.05	5,220	65.90	15.00	
	대건호	268.00	2008.11	4,500	62.10	14.91	
	뉴대진호	198.00	2015.06	3,600	46.50	14.80	대진

5) 도선선이 이동하는 북서-남동 방향과 풍랑의 방향이 일치하므로 선수미 파도를 받아서 발생하는 Water-Hammering을 극복하여야 한다. 초기에 FRP재질의 도선선이 선수미 파도를 받아서 발생하는 햄머링으로 선저가 2m 길이로 찢어지고 침수되어 입파도 해안에 긴급피난(Beaching)하는 사고가 있었다.

Collection @ kmou

㈜한창선박	희양호	346.00	2015.03	6,000	75.08	15.70	
	뉴한창호	269.00	2012.06	5,220	66.05	15.00	뉴한
	대평호	269.00	2010.06	4,500	57.90	15.25	
	비너스호	166.00	2015.02	2,600	32.84	13.52	
	6대양호	113.00	1979.09	1,660	18.17	11.22	대양
㈜흥해	은성	232.00	2007.04	4,500	60.00	15.00	
	갤럭시캐슬	229.00	2007.10	4,500	60.00	15.00	
	케이프캐슬	257.00	2015.01	5,220	69.00	16.00	
	용성	157.00	2000.09	2,600	32.00	13.00	
	밴캐슬	161.00	2012.03	2,000	24.00	13.00	
	베스트캐슬	258.00		5,220			
해양환경관리공단	502 해룡	306.00	2004.10	4,500	54.28	13.00	
	313 대룡	190.00	1999.02	3,600	43.26	13.00	
	202 황룡	120.00	1992.09	1,880	21.53	13.65	
	550 금룡	312.00	2013.06	5,200	65.59	14.69	
㈜대성항업	대성 3호	266.00	2013.01	4,500	61.05	14.50	
	대성 5호	298.00	2008.12	4,500	61.05	14.50	
남성예선㈜	한라호	284.00	2015.03	5,200	62.44	14.50	
	태백호	227.00	2005.12	4,500	57.70	14.50	
금강선박㈜	장백호	281.00	2010.11	4,500	56.95	14.50	
	금강호	281.00	2011.08	5,000	60.52	14.50	
	설악호	281.00	2012.07	5,200	64.90	14.50	
㈜해나루항만	당진호	124.00	2013.10	2,000	23.00	12.00	
	해나루 1호	273.00	2016.03	5,200	62.42	14.00	해1
	해나루 2호	279.00	2016.08	5,200	60.00	14.00	해2
해양선박	상록 7호	324.00	2012.10	6,470	75.87	15.00	해양

2.4.2 도선수역 여건과 도선선

평택·당진항 도선구의 도선특징은 긴 도선거리와 아산만의 북서 탁월풍과 상시 2~3노트에 달하는 조류 및 부족한 항내의 조종수심을 극복하는 과정이라고 해도 과언이 아니다.

Collection @ kmou

항내 도선선 정계지에서 입파 도선점까지의 거리는 19마일(대기 및 승하선 이동 포함 21마일)이며, 장안 도선점까지의 거리는 31마일(대기 및 승하선 이동포함 33마일)에 달하는 장거리 도선구인 평택·당진항은 외항까지의 신속한 이동과 이동구간의 풍랑에 대한 능파성凌波性 및 외항의 거친 파랑에서 승하선 안전시설을 확보하는 것이 관건이었다. 특히 승하선 안전구간의 혼잡으로 인하여 도선사 승하선 안전현(40° ~60° 의 일시적 변침으로 조성하는 풍하현측)을 조성하기 어려워서 승선중에 파도를 맞으면 바닷물에 젖은 옷과 신발로 도선에 집중하기 어렵고, 겨울철에는 [Fig. 2.10]처럼 도선선의 갑판과 승하선 장비에 해수가 얼면 미끄럽고 파도에 젖으면 동상위험을 걱정해야 한다.

Fig. 2.10 Ice on boarding stage

Table 2.7 Particulars of Pilot boat

선명	길이 폭(m)	흘수 m	GT(운항 배수량)	진수 년월	기관, 마력	속력(운항) Knot	선수 선저의 방충 방진
이파 1호	15.16 3.65	1.75	15(19)	2004.07	두산 800	25(20)	경량고무판
이파 2호	16.31 4.20	1.95	19(21)	2008.06	두산 800	23(18)	선저 격자판
이파 3호	14.53 3.65	1.75	13(16)	2003.03	두산 800	24(19)	선저 포-움
이파 5호	13.71 3.3	1.5	10(13)	2005.12	두산 600	24(19)	선저 격자판
이파 6호	18.20 3.75	1.85	17(20)	2010.11	두산 880	24(19)	선저 격자판
자월호	21.22 4.0	1.75	21(25)	1989.11	두산 880	15(12)	강선(鋼船)
이파 7호	18.50 3.82	1.85	18(20)	2015.09	두산 880	24(19)	선저 격자판
이파 8호	18.50 3.82	1.85	18(20)	2015.09	두산 880	24(19)	선저 격자판

이러한 위험을 줄이기 위하여 도선점과 가까운 외항(궁평)에 도선정계지를 건설하여 해상이동시간을 단축하였으며, 선속을 높이고 연료비용[6]을 줄이기 위하여

6) 선원 인건비가 저렴하고 연료(경유)비가 리터당 250원이던 20여년전 협의된 도선선료는

Collection @ kmou

FRP 재질의 활주형 경량고속 선체를 채용하였으나, 아산만의 풍랑환경에서 FRP 재질의 약점인 Water Hammering을 견디는 능파성에 대한 연구와 도선사가 파도에 젖지 않고 승하선하는 안전한 승하선시설에 대한 개선이 필요하였다. 도선선의 보유현황은 [Table 2.7]과 같다.

Fig. 2.11 Pilot boat of 19tons

경유비가 1,300원(500% 인상)인 지금까지 총50% 미만의 조정에 불과할 만큼 현실반영이 어렵다. 한국 선박은 외국항구에서 도선선료 원가에 소정의 이익까지 부담한다.

Collection @ kmou

제3장 수역과 항로의 위해요소 분석

평택·당진항의 출입항로는 외해와 안도부근의 병목수역 및 장안서 분리수도를 연결하는「도선구간 진입전 수역」과, 장안서에서 입파도 사이의「장안 도선구간」및 입파도에서 항계까지의「입파 도선구간」으로 분리하여 분석하고 위해요소를 발굴하여 대책을 마련하는 것이 합리적이다. 외해~장안서 수역은 현재 난잡하게 분산되어 있어 위험하므로, 분리수도 TSS를 설치하여 항행선박간 충돌위험을 줄이고 어장의 가용수역을 확대하여야 하는 수역이며, 장안서~입파도 구간은 항로가 지정되지 않고 어장과 섞여 있어서 이를 구분하는 것이 필요한 수역이고, 입파도~항내 수역은 지정된 항로의 폭과 수심의 적합성을 검토하는 것이 필요한 수역이기 때문이다.

3.1 외해~접근항로 구간 교통현황 분석

인천항과 평택·당진항에 입출항하는 선박의 선장들이 가장 많이 불평하는 것은, 외해에서 장안서 분리수도 사이의 항로상에 밀집된 어구이다. 입출항 선박들이 태안반도 앞의 흑도 분리수도를 통항하기 위해서는 [Fig. 3.1]의 원으로 표시한 외연열도(어청도와 대청도 등 서해중부의 제도) 근해어장의 어구 밀집해역을 지나야 하며, 목덕도 남쪽해상을 통항하는 대형선박과 중국 출입항 선박 또한 목덕도 남쪽의 넓은 해역에 분산된 어구를 피하기 어렵다는 것이다. 대부분 어구들은 어구를 표시하는 등화가 없으므로 야간에는 오히려 마음 편하게 항해할 수 있다고 하지만, 그 경우 일정부분 어구의 피해나 항행선박의 프로펠러 손상이 불가피할 것이다.

Collection @ kmou

과거 중국수교 이전에는 중국쪽 출입선박이 없었고, 평택·당진항과 대산항을 건설하기 이전에 인천항 출입선박을 위한「흑도 TSS」는 국내 최대 어장인 외연열도 해역과 태안반도에 근접한 흑도해역을 통항하여 어구와 항행선박간의 간섭이 많았으며, (태안 유조선 오염사고와 같은) 오염사고가 발생하면 연안피해가 즉각적이고 심각하므로 목덕도 분리수도처럼 통항선박을 외해로부터 직접 출입하도록 유도하는 방안이 필요하다.

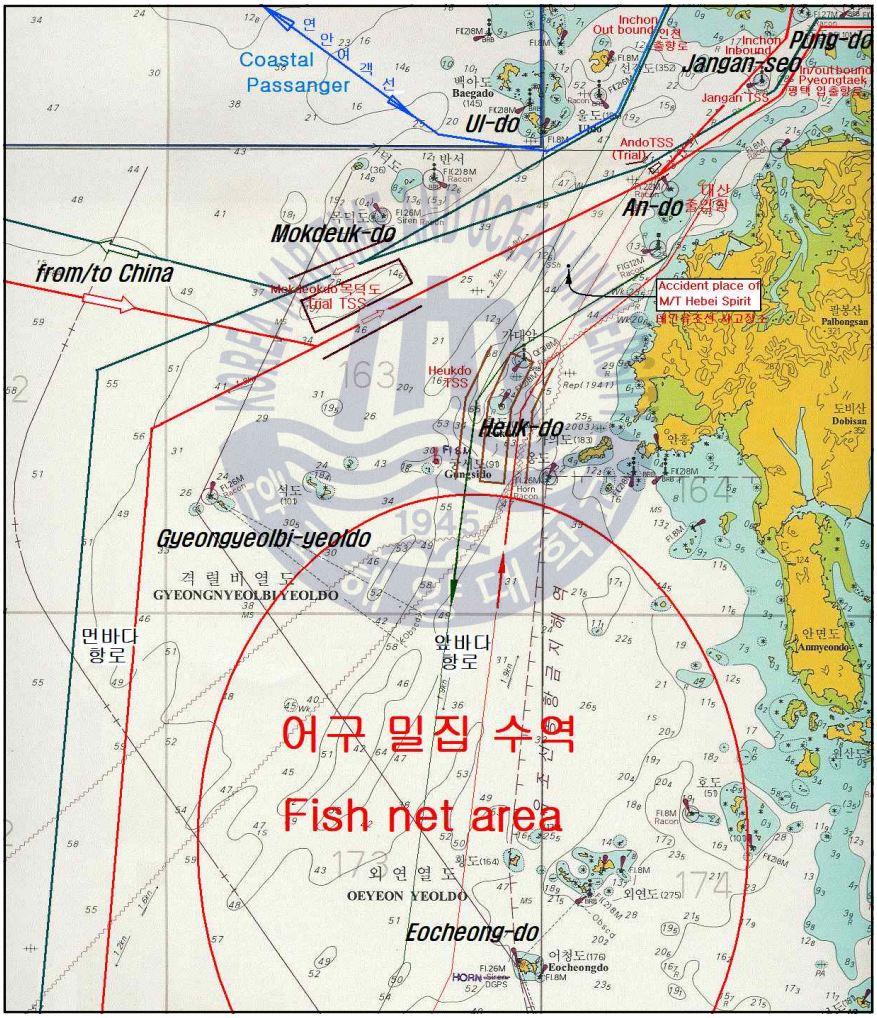


Fig. 3.1 Approaching from high sea through 2-region waters

dCollection @ kmou

외해에서 인천항 및 평택·당진항과 대산항 출입항을 위한 접근 항로는 [Fig. 3.1]처럼 두 가지를 선택할 수 있다. 첫 번째는 연안에 가까운 어청도 서쪽과 흑도 분리수도(일명 가대암 TSS)를 통항한 후 안도 앞 해상을 지나서 장안서 분리수도에 진입하는 기존의 방법이며, 두 번째는 중국이나 서해안의 남쪽으로부터 격렬비열도 서쪽의 먼 바다를 직항하여 목덕도 남쪽과 안도 앞 해상을 지나서 장안서 분리수도에 진입하는 방법이다. 통항 과정과 항행특성을 분석하면 다음과 같다.

3.1.1 안도 부근 혼잡해역의 교통현황

[Fig. 3.2]은 안도전후 해역의 해상교통 흐름을 주요 방향별로 단순화한 개념도이다. 그림의 표시처럼 안도부근 해역은 외해에서 안도~장안서 분리수도 구간의 좁은 해역으로 해상교통이 압축되는 병목구역이며, 인천과 평택·당진항 출입항로중 혼잡위험이 가장 큰 해역이다. 흑도분리수도를 통하여 입출항하는 연안 항행선과, 목덕도 부근해상을 지나 외해와 남서쪽의 중국으로 출입하는 선박들 및 울도 남쪽을 지나 북서쪽의 중국으로 출입하는 8개 방향 해상교통의 복합횡단자세가 발생하여, 선박간 충돌위험이 증가하는 해역이다.

이러한 혼잡과 위험을 줄이고자「장안 VTS」를 설치하여 관제하고 있으나, TSS처럼 그러한 혼잡이 자율적으로 단순화되도록 유도하는 시스템이 없으므로, 본질적으로 안전한 관제효과를 기대하기는 어려운 실정이다. 차량이 많고 여러 방향으로 교행하는 도로에「중앙 분리선」이나「가드 레일」및「차선」과 같은 교통시스템이 없어 혼잡이 자율적으로 정리되지 않는 경우, 현장에 많은 교통경찰을 투입하여도 혼잡을 줄이기 어려운 것과 같은 현상이다.

중국과 수교 이후 중국향발向發 해상교통이 신규로 발생하였고, 평택·당진항과 대산항이 건설되어 선박의 출입항 척수가 급증하며 출입항 교통

Collection @ kmou

의 양상이 변했다. 목덕도 분리수도와 안도 분리수도를 설정하여 방향별로 집단통항하도록 유도함으로서, 다중多重으로 교항交航하는 해상교통을 쉽게 단순화해야 하는 이유이다. 쉬운 것은 안전한 것이다.

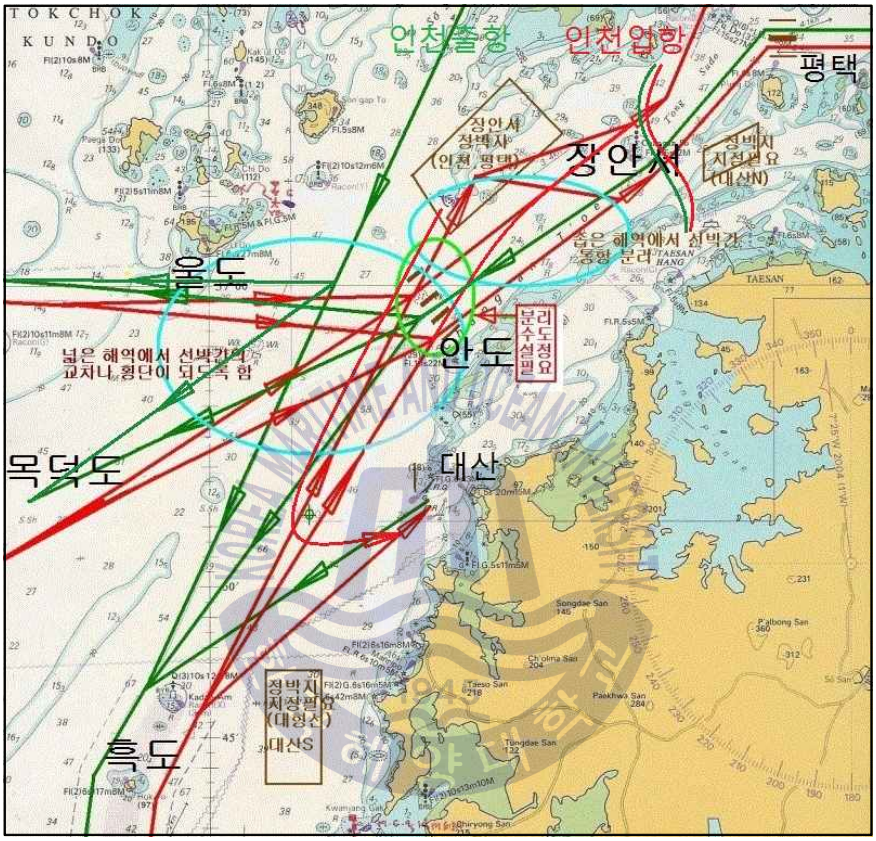


Fig. 3.2 Traffic conception of An-do congestion waters

3.1.2 평택·당진항 입출항 척수

2014년 우리나라 주요 항만에 출입항하는 선박척수 현황을 살펴보면 [Table 3.1]과 같다(www.spidc.go.kr, 2015). 이 표에 의하면 우리나라의 출입항 선박 척수가 가장 많은 항만은 부산항이며, 다음으로 울산항과 광양항,

Collection @ kmou

인천항 순이다. 한편 이번 연구 대상인 평택·당진항 도선구 중 안도~장안서 구간은 인천, 평택, 대산항 입출항 선박이 동일한 해역에서 여러 방향으로 다중 복합교항을 하므로 교통혼잡이 매우 높은 해역이다. 예컨대 해상교통은 육상교통의「고-스톱식」신호등 체계처럼 일방이 통행하는 동안 다른 방향의 선박들이 멈추어 대기할 수 없는 연속운항체계이며, 그러한 특성상 4-방향 교항은 혼잡정리가 가능한 범위인 반면, [Fig. 3.2]처럼 6-방향 이상의 다중교항은 관제가 어려울 만큼 혼잡이 가중되므로 이러한 혼잡을 정리하기 위해서는 특별한 연구와 대책이 필요하다.

Table 3.1 Vessels call in Korean port (2014 year)

Name of Port	Total		No. of Oceangoing ship	No. of Coastal Ship
	No.	GT		
Incheon	35,363	350,320,000	**15,106**	20,257
Pyungtaek Dangjin	18,591	287,294,524	**11,599**	6,992
Daesan	14,316	116,418,161	**5,819**	8,527
Gunsan	8,745	81,799,653	3,549	5,196
Mokpo	19,157	83,121,385	1,914	17,243
Yeosu	12,695	105,111,699	3,923	8,772
Gwangyang	46,746	664,782,237	23,555	23,191
Busan	95,378	1,107,034,845	52,261	43,117
Masan	14,350	67,694,522	3,730	10,620
Ulsan	51,565	435,103,488	24,410	27,155

또한 각 항만의 출입항 혼잡도 특성을 구분할 때 특정시간대의 교통 편중이나 집중이 있는지를 살펴보아야 한다. 예컨대 조석 차이가 큰 서해안 항구는 조위潮位로 인하여 수심의 여유가 커지는 고조시에 대형선박의 출입항이 집중하므로, 다른 동남해안 항구와 동일한 기항 척수라고 할지라도 고조시의 혼잡이 크게 증가한다. 다만 갑문이 있는 인천항은 예외적으로 갑문통항 순서에 따라 매시간당 2척씩의 출입항으로 24시간 분산되는 반면, 갑문이 없는 평택·당진항은 야간제한이 있는 위험물 운반선뿐만 아니라 일반 중소형 선박은 야간하역 할증이 없는 주간작업을 위하여 새벽에 입항이 몰리고 초저녁에 출항이 몰리며, 대형선박은 고조시에 부두 접이안을 하는 스케줄로 출입항이 집중되는 등 특정시간대에 편중하는 경향이 뚜렷

Collection @ kmou

하다.

평택·당진항의 최근 선박 입출항현황을 살펴보면 [Table 3.2]과 같이 2만 톤급 이상의 중·대형선박의 증가가 현저한 것을 알 수 있으며, 이들은 주간 고조시라는 특정시간대에 부두 도착일정으로 편중 입항하므로, 그러한 시간대에 항내혼잡이 가중되는 특징이 있다.

Table 3.2 Vessels call in Pyeongtaek · Dangjin port

GT \ Year	2010	2011	2012	2013	2014	Total
-100	873	603	727	530	641	3,374
100-500	2,307	1,895	1,609	1,774	1,570	9,155
500-3K	1,877	2,149	2,069	1,979	1,905	9,979
3K-5K	1,202	1,140	1,405	1,411	1,305	6,463
5K-7K	378	415	464	441	408	2,106
7K-10K	574	638	578	586	622	2,998
10K-20K	523	538	503	512	525	2,601
20K-50K	884	1,277	1,426	1,313	1,380	6,280
50K-100K	557	652	705	745	791	3,450
100K-	101	120	137	160	157	675
Total	9,276	9,427	9,623	9,451	9,304	47,081

3.1.3 유조선 통항금지해역

연안의 유류오염피해를 예방하기 위하여 태안반도 앞「옹도」를 기점으로 어청도-상왕등도-안마군도-나주군도의 외곽을 연결하는 서해안 유조선 통항금지해역이 설정되어 있다. 황해의 해류는 태평양 서안을 따라 올라오는 구로시오黑流 해류의 일부가 중국연안을 따라 산둥반도山東半島까지 북상한 후 (장보고가 우리나라 남해안에서 중국으로 갈 때 이용하였다.) 산둥반도의

Collection @ kmou

형상을 따라 동진東進한 후 한반도와 만나면서 다시 남쪽으로 (시계방향으로) 서해안을 따라 내려가는 특징을 가지고 있다. 바람 또한 모든 기단이 중국으로부터 동진東進하므로 (오늘 산둥반도 날씨가 내일 우리나라 중부의 날씨인 것처럼) 기본적으로 서쪽에서 불어오는 바람이며, 이러한 서풍이 한반도의 중부지역에서 육지를 만나면 황해도 장산곶 이남의 경기만과 아산만의 해안선 형상을 따라 「북서 탁월풍」으로 변한다. 이러한 북서풍의 영향으로 가속되는 서해중부의 해류는 (장보고가 중국에서 우리나라 남해안으로 올 때 이용하였던) 시계방향의 해류인 바, 태안의 유조선 오염사고에서 경험한 바와 같이 오염물질이 바람과 그로 인하여 형성되는 해류(취송류, 吹送流)를 따라서 북서쪽에서 남서쪽으로 이동하므로, 육지로부터 가까운 현행 유조선 통항금지선을 따라 통항하던 선박이 오염사고를 일으키면 해류와 바람에 의하여 매우 빠르게 서해안의 연안으로 이동하는 것이, 태안 유조선 오염사건에서 입증되었다. (수천 톤급 이상) 일정크기의 유조선은 적어도 「대흑산군도와 격렬비열도」를 직선으로 잇는 안쪽의 연안 해역을 (목적지가 해당구간내의 항구가 아닌 선박은)통항하지 않도록 개정해야 한다.

3.1.4 평택·당진항 도선구간 수역현황

일반적으로 도선구간은 선박의 종류와 크기에 따라 항행위험이 큰 수역을 대상으로 정하고 있으며, 도선사 승하선 구간은 풍랑시에도 도선사의 승하선 안전현(Lee-way)을 조성할 수 있는 넓은 수역을 확보하여야 한다. 평택·당진항 도선구역은 「장안도선점」과 「입파도선점」을 기준으로 [Fig. 3.3] 처럼 2개의 도선구간으로 구분하며, 장안도선구는 예정된 조시潮時에 부두도착이 필요한 총톤수 4만톤 이상의 대형선박과, 본선의 필요에 의하여 장안도선을 요청하는 선박이 이용하도록 협의하여 항행과 접이안 안전을 기하도록 하고 있으며, 입파도선구는 그 외의 모든 선박이 이용하는 의무(강행)도선구간이다.

도선구간별 대상선박은 해역에 존재하는 위험요소와 환경의 변화에 따

Collection @ kmou

라 적용선박의 변경을 하는 경우도 있다. 예컨대 과거에는 4만톤 이상의 위험물 운반선박과 7만톤 이상의 대형선박이 장안도선을 이용하였으나, 최근 교통량의 증가와 어선과 낚시유선 등 풍도~입파도 구간의 혼잡이 증가하여 (고조의 정조 시간에 맞추어 부두도착이 필요한 GT 25,000 이상) 파나막스급 대형선박의 입파도선점 도착이 상습적으로 늦어지는 문제로 인하여, 2015년부터 (선속의 여유가 있고 조종성이 우수한 여객선, 자동차선, 컨테이너선을 제외한) GT 4만톤 이상의 모든 선박이 장안도선을 이용하도록 변경하였다.

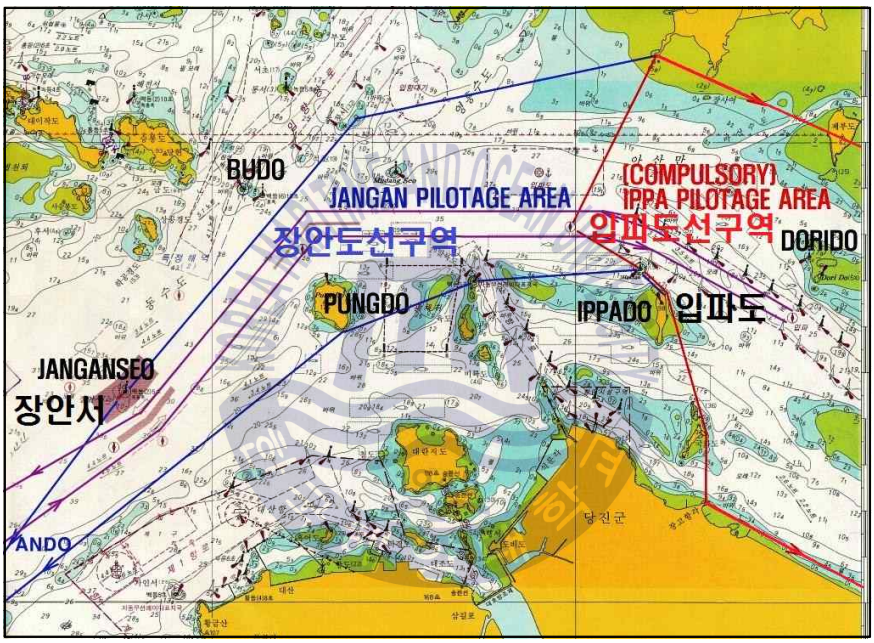


Fig. 3.3 Pilotage area of Ippa & Jangan

3.1.5 평택·당진항 접근해역 교통흐름

[Fig. 3.4]는 평택·당진항 도선구 시발해역인「장안서~입파도」구간의 해상교통 개념도이다. 이 해역 이전의 인천항과 평택·당진항 및 대산항 접근을 위한 안도주변과 안도 밖 해역에서는 항로의 점용수역이 넓고 복잡한 다중 횡단자세가 발생하며, 장안서~입파도 구간은 항로의 점용수역이

Collection @ kmou

점차 좁게 압축되며 교통밀도가 높아진다. 안도 부근 혼잡해역과 안도~장안서 구간의 과밀도 위험을 줄이기 위하여「장안 VTS」를 설치하고 당해 해역을 관제하고 있으나, 선박의 흐름을 자율적으로 유도하는 분리수도나 설정 항로가 없으므로 선박교통이 넓은 수역에 무작위로 분산되어,「어장 가용수역」이 줄어드는 문제와 항행선박간「다중 복합횡단」이 발생하는 문제를 줄이지 못하고 있다.

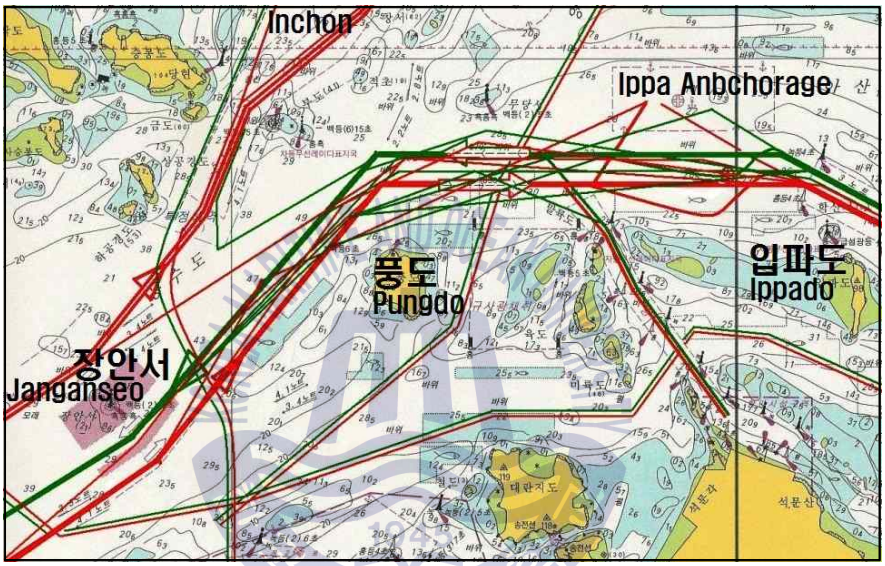


Fig. 3.4 Ttraffic conception, Janganseo to Ippado waters

3.2 항계 외 도선구간의 위해요소 분석

항계 외의 도선구간은, 항로가 별도로 지정(추천)되지 않아 항로와 어장이 구분되지 않은「장안-도선구간」과, 지정항로가 설정되어 출입항 선박이 어선과 유선 및 레-져 보트에 대하여 항행 우선권을 갖는「입파-도선구간」으로 구분하여 위해요소를 분석함이 합리적이다.

Collection @ kmou

3.2.1 「장안 도선구간」의 위해요소

장안서에서 입파도 구간의 해역은 가항수역의 폭이 약 1마일 이상으로 비교적 여유가 있으므로, 항행선박이 많지 않았던 시절에는 항로와 어장의 구분없이 사용하는 것이 가능하였으나, 기항 선박의 증가에 따라 이 구간의 위해요소를 분석하고 혼잡을 개선할 방안(지정항로의 설정과 등부표의 설치)이 필요하게 되었다.

예컨대 장안도선구간의 시발점인 장안서 분리수도는 항로의 경계가 등부표로 표시되지 않아서 시인이 어렵고 어구의 침입이 빈번할 뿐만 아니라, 「장안 정박지」에서 입항하는 선박이 분리수도 입구에서 대각도로 합류하는 위험이 있다.

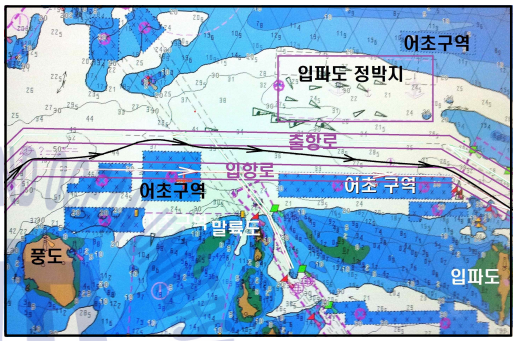


Fig. 3.5 Wrong indication of Fish haven on ECDIS(전자해도)

「장안서～입파도 구간」은 항로와 어장의 구분이 없어서 발생하는 위험과 항행 가능한 어초구역Fish haven[7]을 전자해도에 [Fig. 3.5]처럼 항행금지구역으로 표시하여 발생하는 위험 등 (전자해도의 검은 선 항적처럼 입항선박이 어초구역을 피해 출항로를 따라 역주행하는 위험이며, 어초구역은 [Fig. 3.6]의 종이해도

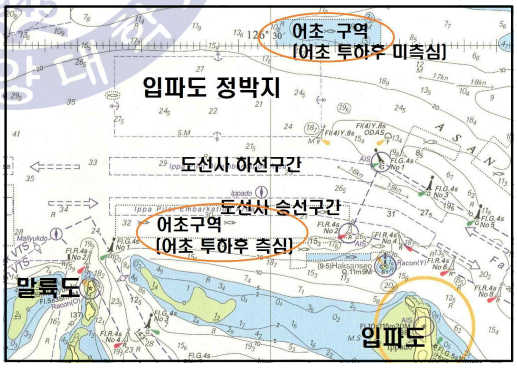


Fig. 3.6 Correct indication of Fish haven on paper chart (BA)

7) 어족자원 육성을 위하여 높이 2m 이내의 속이 빈 콘크리트 구조물이나 속이 빈 시멘트 폐전신주를 토막 내어 해저에 투하한 수역으로, 투하 후 측심을 한 수역은 흰색 바탕에 물고기 그림을 표시하고 항해가 가능하며 미측심 수역은 물색바탕으로 표시하고 수심에서 2m 삭감하여 항해가 가능하다. 오류를 수정하기 위해 7년째 노력하고 있다.

Collection @ kmou

처럼 항행이 가능한 수역으로 표시해야 한다.) 다음과 같은 여러 가지 위해요소가 존재한다.

1) 장안서 분리수도의 위해요소

[Fig. 3.7]의 현행 장안서 분리수도는 과거 2000년 이전 하루 한두 척의 10만m^3급의 LNG 운반선이나, 당진화력에 기항하는 수척의 광탄선의 통항에 맞는 항로 폭(입항로 폭 700m, 중앙 분리대 폭 300m, 출항로 폭 700m)으로 설정하였으나, 그간 기항 선박이 증가하고 출입항 선박간 혼잡이 높아져서 분리수도의 확장개선이 요구되고 있다.

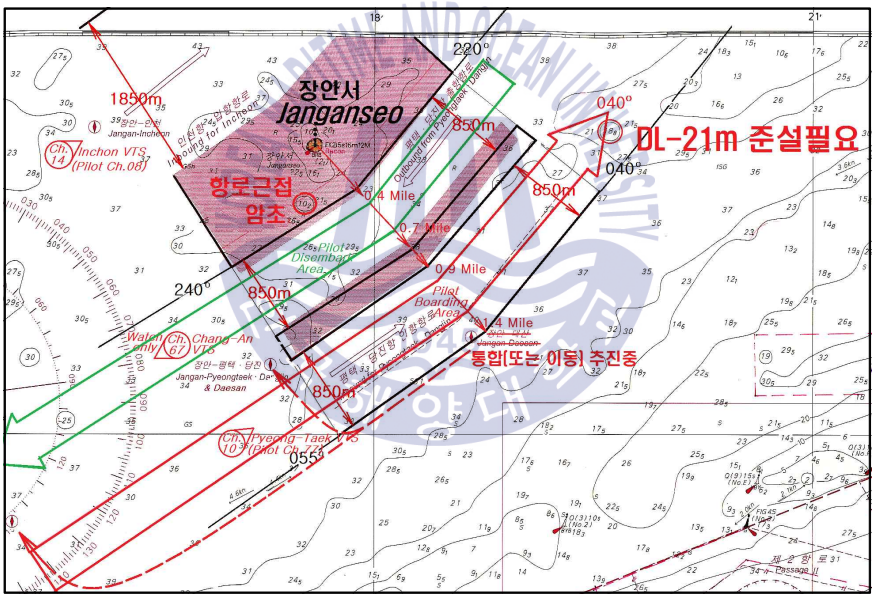


Fig. 3.7 Dangers of Jangan TSS, shallow patch and dangerous rock nearby

특히 대형 선박의 기항이 늘어난[8] 수년 전부터는, 1일 통상 10여척 이

8) 대형 선박일수록 화물의 톤당 운임이 적어 화주가 선호하고 부두 경쟁력도 커진다. 평택·당진항은 2011년부터 예선사용기준 특례를 협의하여 안전조치를 마련하고 부두 기준초과 선박의 접이안을 허용한 바, 대형선박의 기항이 증가하여 항만 활성화에 기여하고 있다.

Collection @ kmou

상의 길이 300m급 대형 선박들[9]이 같은 시간대에 장안서 분리수도 입구에 있는 장안 도선점에 집결하여 서행하며, 도선사가 승하선하는 동안 대형선박간 혼잡위험이 커지고 있으며, (입파도선점에서 도선사가 승하선 하는) 다른 중소형 선박들은 장안서 분리수도를 통상속력으로 통항하므로, 저속으로 항행하는 대형선박들과 추월 및 피추월의 항법관계가 형성되어, 혼잡이 가중되고 있다.

2) 분리수도 출항로에 인접한 위험암초 존재

분리수도 출항로의 경계선으로부터 0.3마일에 있는 장안서는 수면밖에 돌출한 암초로서, 등대가 설치되어 레이더와 시각으로 확인할 수 있는 「항행원조 물표」이지만, 장안서 등대 남쪽에 있는 수심 10.2m 암초는 분리수도 출항로의 경계선으로부터 0.1마일(180m)의 「근접 위험물」이다.

장안서 분리수도는 항로의 경계선을 확인할 수 있는 등부표가 없으므로 추측으로만 암초의 위치를 짐작하며 가급적 멀리 피해야 한다. 이 때문에 심리적으로 불안한 출항선의 항해사는, 가능한 항로의 오른쪽 경계로부터 멀리 떨어져 분리수도의 중앙분리대에 근접 항행하는 안전조치가 불가피하며, 그 결과 항로의 폭을 축소 사용하는 효과가 발생한다. 또한 도선사 승하선을 위하여 저속 항행하는 대형선박을 추월하는 중소형 선박이 있는 경우, 대형선박이 항로의 우측에 가까이 항행하는 협조동작을 할 수가 없으므로, 추월선은 불가피하게 중앙분리대나 입항로를 역주행하며 추월하는 경우가 많은 바, 입항선박과의 근접위험이 발생하는 등 출입항 선박간의 혼잡과 충돌위험이 높아진다.

항로에 근접한 암초의 수심은 8m이였으나 90년대 말 영국선적의 대형선박이 암초와 충돌한 후 수심이 10.2m로 표시되고 있다. 분리수도의 외

9) 평택·당진항과 당진화력에 출입항하는 광탄선과 LNG 운반선, LPG 모선 및 곡물선은 모두 주간 고조시에 부두도착을 위하여 고조 3시간 전에 장안서 분리수도 입구의 장안도선점에서 평택·당진항 도선사와 대산 도선사가 승선한다.

Collection @ kmou

측 경계선에 등부표를 설치하여 레이더와 육안으로 항로의 경계가 구분되도록 하면, 분리수도에서 출항 선박간 추월관계가 발생할 때 항법에 따른 협조동작이 가능하게 된다.

3) 분리수도의 입항로 경계선 시인 어려움과 어구침입

장안서 분리수도 입항로의 가장자리 경계선 또한 레이더나 시각으로 확인 가능한 등부표가 없으므로 항로의 경계를 실시간으로 확인하기 어렵고, 도선사의 승선을 위하여 서행하는 대형선박과 통상속력의 여자컨(여객선, 자동차선, 컨테이너선) 및 중소형 입항 선박간에 추월의 항법관계가 발생할 경우, 피추월선박이 항로의 오른쪽에 근접 항행하는 항법상의 협조동작이 어렵다.

또한 분리수도 경계선이 시인되지 않으므로 [Fig. 3.8]처럼 어구들이 분리수도 입항로 쪽의 (최소 절반이상) 대부분을 점유하는 일이 발생하여, 입항선박이 중앙분리대나 분리수도의 출항로를 위험하게 역주행하는 것이 불가피하다.

Collection @ kmou

Fig. 3.8 Numerous fish nets between Jangan-Seo and Pung-do

특히 입파도 도선점을 이용하는 고속선박과 중소형 선박들이 장안 도선점에서 서행하는 거대형 선박을 피해 지나가기 어렵고, 이로 인하여 혼잡이 더욱 가중된다. 장안서 분리수도의 외곽 경계선에 6기의 등부표를 설치하여 항로의 범위를 시각적으로 표시하고, 분리수도를 어구침입으로부터 보호하여야 한다.

4) 장안서 분리수도에 동시각대 집중하는 거대형 선박간 위험사례

평택·당진항과 당진화력 부두에 고조시 도착해야 하는 길이 300m급의 거대형 선박들(곡물선, LNG 운반선, LPG 모선, 현대제철 광탄선 및 당진화력에 입항하는 석탄운반선 등 1일 통상 10여척)은, 고조 3시간 전에 분리수도 입구의 장안 도선점에서 5~6노트로 서행하며 도선사가 승선한다. 선석교대[10]로 출항

10) 출항선박이 이안하여 떨어진 직후에 입항선박이 접안하는 것, 출항선의 하역이나 계류삭 작업이 지연되면 부두 앞에서 입출항 선박이 만나는 위험 등 항내 혼잡이 가중되는 것을 피하기 위해 파나막스급은 2시간, 케이프급 선박간은 3시간의 출입항 선박간의 부두 도착과 출발 시간차이를 갖도록 하고 있다.

Collection @ kmou

하는 거대형 선박(그림의 오른쪽 LNG 운반선 2척)도, 항내의 좁은 수역에서 출입항하는 거대형 선박들이 만나는 혼잡위험을 피하기 위하여, 적어도 입항선박의 부두도착 2~3시간 전에 출항하므로 출입항 선박이 장안서 부근에서 교항交航하는 경우가 많으며, 사진처럼 적어도 5~6척 이상 10여척이 같은 시각대에 장안서 분리수도에 집결하는 위험이 자주 발생한다.

장안서 분리수도에 집결하는 거대형 선박간의 근접위험 중에 가장 심각한 상황은, 장안서 대기정박지의 북쪽에 정박했던 선박이 양묘하여 장안서 분리수도에 합류할 때, [Fig. 3.9]의 @선박처럼 분리수도 입구에서 다른 선박의 진로를 2~3L 이내로 위험하게 근접횡단[11]하는 것이다. 출항로를 횡단하여 입항로에 합류하는 선박이 「분리수도를 따라 출항하는 출입항선박들을 피하라」는 관제를 따르기 위해 (항법상 그렇게 하여야 하지만), 분리수도에 합류하던 @선박이 멈추면 2~3노트의 들물 조류에 떠밀려 장안서 암초지대로 압류될 위험이 있으며, 사진의 오른쪽에 나가고 있는 두척의 거대형 출항선박은 출항로의 경계선 밖 0.1마일에 있는 「수심 10m 암초」로 인하여 오른쪽으로 피해주지 못하는 입장이다.

11) 일본국 해상보안청과 이세만 항행안전연구회의 조사와 분석에 의하면 항계외 수역에서 심리적 안정을 확보할 수 있는 선수전방 횡단거리는 12L (300m 선박은 3.6Km 또는 2마일) 이상이다.

Collection @ kmou

Fig. 3.9 Heavy traffic of large ships in Jangan TSS

이러한 시간대에 군함이나 입파 도선점을 이용하는 고속선(여객선, 자동차선, 컨테이너선) 또는 통상속력의 중소형 선박들의 통항이 섞이면, 서행하는 거대형 선박들을 추월하는 항법관계가 되어 혼잡이 더욱 가중된다. VHF 통신기(관제 및 항법통신장비)에 의존한 교통관제도 어렵기 때문에, 현재의 항로여건에서 효과적인 대책을 마련하는 것이 쉽지 않다. 분리수도의 폭을 넓히고 TSS 외곽 경계선에 시각적으로 확인할 수 있는 등부표를 설치해야 하는 이유이다.

5) 장안서 정박지로부터 입항하는 선박의 분리수도 입구 합류

장안서 정박지 부근의 교통흐름과 장안서 정박지에서 평택·당진항 및 당진화력에 입항하는 선박들의 합류는 [Fig. 3.10]와 같다.

이들 중 장안서 정박지의 북쪽에 정박했던 선박들이 평택·당진항이나 당진화력에 입항할 때, [Fig. 3.10]의 「위험항로」와 같이 장안서 분리수도 입구에서 대각도로 합류하여 [Fig. 3.9]의 @선박처럼 분리수로를 따라 출입항하는 다른 출입항 선박들과 근접횡단하는 위험상황이 자주 발생한다.

Collection @ kmou

장안서 대기정박지의 남쪽에 평택·당진항과 대산항 정박지를 추가로 지정하여, 평택·당진항에 입항하는 선박들이 장안서 TSS와 멀리 떨어진 위치에서 예각으로 합류하도록 하면, 장안서 분리수도를 벗어난 출항선박이 오른쪽으로 변침하여 좌현대 좌현으로 협조동작을 할 수가 있다.

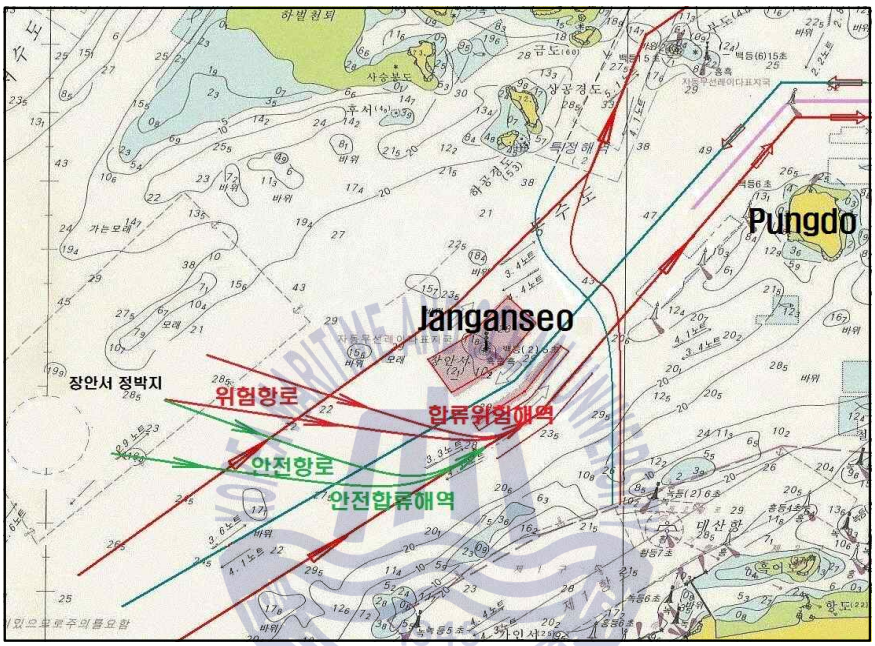


Fig. 3.10 Dangerous approach to Jangan TSS from anchorage

6) 분리수도 밖「연안통항대」의「대산도선점」위치

장안대산 도선점은 장안서 분리수도에 인접한 대산쪽의 연안통항대[12]에 설정되어 있는 바, 당진화력에서 출항하는 선박이 대산 도선점을 이용하기 위해서는, 분리수도의 입항로를 횡단하여 도선사가 하선한 후 다시 입항로를 횡단하여 출항로에 합류하여야 하는「이중횡단」을 하여야 한다.

12) 분리수도 부근 항만에 상습적으로 출입하는 선박들이 분리수도를 따라 멀리 우회하지 않고 분리수도의 경계선 밖으로 직접 출입하는 왕복 통항로이며 싱가폴의 센토사 연안통항대 등과 같이 폭 300m 정도가 통례이다.

Collection @ kmou

분리수도와 분리수도의 출입구 부근에서는 항로를 횡단하지 않는 것이 분리수도의 사용원칙이다. 또한 대부분 계절에 장안대산 도선점이 설정된 연안 통항대는 물론 분리수도의 입항로까지 많은 어구가 침입하여, 당진화력에 출입하는 선박은 장안대산 도선점의 접근이 불가능하므로, 현실적으로는 분리대 남쪽의 평택·당진항 도선점을 이용하고 있다.

[Fig. 3.7]에 표시한 제안(이동 추진중)처럼 평택·당진항 도선점과 통합하거나 분리대 연장선상의 남서쪽 1~2마일로 이동하여 도선 이용자의 혼동을 방지하고, 승하선 지점을 상습적으로 위반하는 법적 미비점을 개선하여야 한다.

7) 어장과 항로가 섞인 구간의 항법상 우선권 문제

항로와 어장 및 어초구역이 섞여 있는「장안서~풍도~입파도」구간은, 인근의 어항(궁평항)과 요트장(전곡항, 탄도항)으로부터 나온 어선과 낚시선, 유선 및 요트들로 인하여 혼잡하며, 특히 장안서~풍도 구간은 [Fig. 3.11]처럼 많은 어구가 설치되어 출입항 선박의 항행위해요소가 되고 있다.

어선과 유선 및 요트 등 소형선박은 해면반사파로 인하여 상선의 레이더에 잘 식별되지 않을 뿐만 아니라, 수역별로 밀집상황을 이루며 어군을 따라 수시로 이동하므로 VTS가 어선정보를 수집하거나 항행선박에 정보를 제공하기도 어렵다.

이와 같은 혼잡위험구간이지만「추천(또는 지정)항로」나「해상교통안전특정해역」이 설정되지 않아서 어장과 어선 및 낚시유선 등 소형선박을 통제할 법적 근거가 없고, 조종성이 둔중한 대형선박이라도 5톤 내지 십여톤에 불과한 소형어선이나 낚시유선에 대해 항법상 우선권도 없다. 오히려 법규정상 대형선박이 어로에 종사중인 소형선박을 피해야 하지만, 많은 어선이나 낚시유선이 밀집하고 있을 때 근거리에서 이러한 소형 어선을 발견 하고 지그재그로 피하며 통과하는 것은 어렵고 위험하며, 현실적으로 불가능한 경우[13]가 많다.

Collection @ kmou

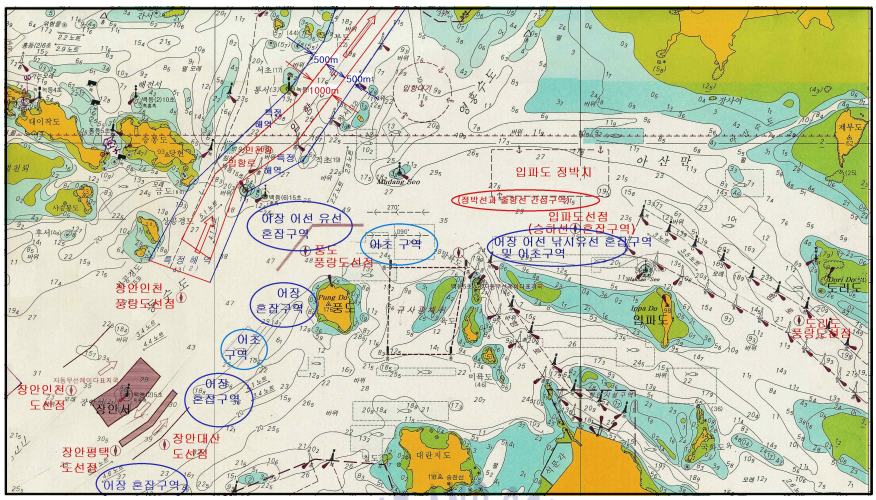


Fig. 3.11 Complex of fishery area and passage at Janganseo and Ippado

3.2.2 풍도~입파도 및 도선사 승하선구간 위해요소

입파도선구간은 정박지의 위치로 인한 횡단 및 출입항선박과 간섭 발생, 정박지 부근 어구 존재 등으로 인한 위험상황이 많으며 구체적으로 분석하면 다음과 같다.

1) 입파도 정박지 출입선박의 출항항로 횡단문제

입항로의 왼쪽(북쪽)에 있는 입파도 정박지는 진입하는 선박이 [Fig. 3.12]처럼 출항로를 횡단하여 진입하여야 하며, 정박지로부터 평택·당진항에 입항하는 선박은 출항항로를 다시 횡단하여 입항로에 좌합류하므로, 항로를 통항하는 선박과 입파도 정박지를 출입하기 위하여 횡단하는 선박

13) 약시정이 잦은 기상 특성상 1~2마일 이내의 근접거리에서 발견되는 어선들이 어로작업 중인지 또는 단순한 표류대기 중인지 확인이 어려우며 대형선박이 근거리에서 급감속을 하거나 여러 척의 어선을 지그재그로 피항을 하는 것이 불가능한 경우가 많다. 경고성 기적으로 존재를 알리고 어선들의 협조를 구하는 것이 유일한 대책이다.

Collection @ kmou

간의 항법적용이 어렵고, 혼잡이 자주 발생한다. 특히 정박지와 인접한 수역에 도선사 승하선 구간과 항로의 대각도 굴곡부가 있으므로, 시정이 나쁘거나 선박의 출입항이 집중되는 새벽 혼잡시간대에는 관제가 어려울 만큼 혼잡하며, 항만의 통제를 해제한 직후에 출입항 선박이 많을 때는 그러한 혼잡이 극심해진다.

정박지를 출입하는 선박은 출항로를 횡단하거나 입항로에 합류할 때, 항법관계 거리인 2~3마일 이내에서 항로를 따라 항행하는 선박이 있으면 이를 피해야 하는 것이 항법상의 원칙이지만, 입파도 정박지 출입항 선박이「횡단선 항법」을 주장하여 위험상황이 유발되는 경우가 많다.

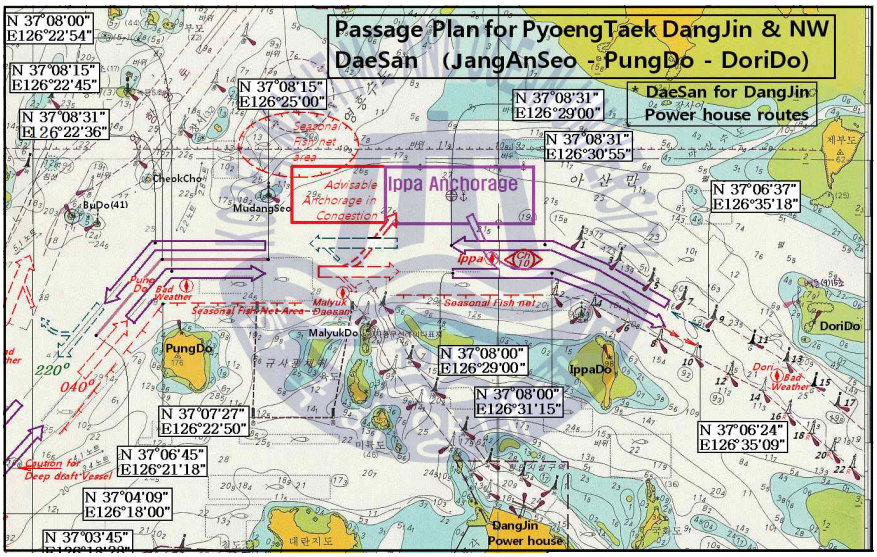


Fig. 3.12 Complex situation at Ippa anchorage and pilot station.

예컨대 입파도 정박지에서 양묘한 선박이 항로를 따라 300도로 출항하는 선박과 좌현대 좌현으로 판단하여 입항로에 합류하면, 아산만 제1호 등부표 부근에서 항로를 따라 270도 변침하여야 하는 출항선박은 변침을 하지 못하고 (정박선박이 많은) 정박지로 근접하는 위험이 있으며, 이러한 위험을 피하고자 아산만 제3호 등부표를 지날 때 미리 270도로 변침하여 입

Collection @ kmou

항로를 역주행하면, 다른 입항선박들과 정면으로 마주치는 자세가 된다.

당연한 항법규칙이지만「입파도 정박지 출입선박은 평택·당진항 출입항로를 따라 항행하는 다른 선박의 진로를 피해야 한다」는 문구를 명시적으로 해도에 표시하여 올바른 항법적용을 유도하고, 항로 횡단선이나 합류선박의 피항 의무를 홍보함으로서 항로혼잡과 제3의 선박간 충돌위험이 유발되는 상황을 예방하여야 한다.

2) 출항로에 근접한 입파도 정박지

대형선박 약 10척 분의 입파도 정박지는, 입파도 정박지를 이용하고자 하는 많은 선박을 장안서 정박지로 보내지만, 상시 20척 이상의 중소형 선박이 정박하여 혼잡하며, [Fig. 3.13]과 같이 일부 정박선은 출항로에 근접한 정박지 남쪽 경계선이나, 정박지 밖의 출항로에 투묘하는 일이 종종 발생한다. 이러한 정박선을 피하기 위하여 출항선박이 아산만 제1호 등부표에서 변침하여 출항로를 따라 순항하지 못하고, 아산만 제3호 등부표에서 미리 변침하여 입항로를 따라 역주행할 수밖에 없으며, 이로 인하여 입항선박들과 정면으로 마주치는 자세가 된다. 특히 입항하는 대형선박이나 광탄선과 LNG 운반선 등 거대형 선박과 정면상태로 마주치는 자세가 발생하는 것은 대단히 위험한 일이다.

이러한 위험을 개선하는 방안은 출항로와 근접한 입파도 정박지를 북쪽으로 300m 이동하여 출항로와 정박지의 간섭을 줄이고, 서쪽으로 (무당서쪽으로) 1.5마일 확장하여 정박지 내부의 혼잡을 감소시켜야 한다. 이미 관리청이 이러한 사안을 공감하고 용역으로 검토한 결과를 근거로 개선을 추진하고 있다.

Collection @ kmou

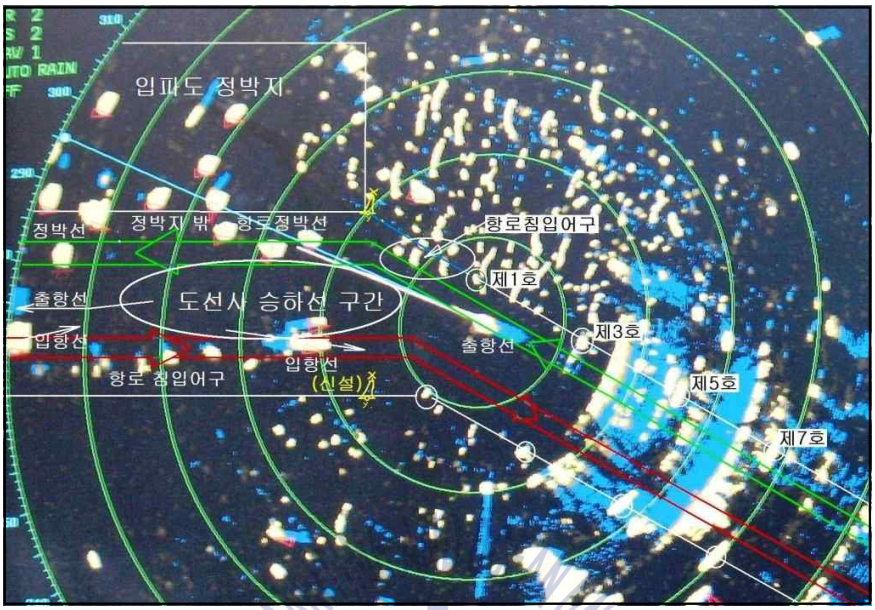


Fig. 3.13 Traffic congestion adjacent pilot boarding area.

3) 정박지와 정박지 부근 항로입구의 어구위험

[Fig. 3.13]의 레이더 사진에 표시한「항로침입어구」처럼 정박지와 아산만 제1호 등부표 사이구간 및 아산만 제2호 등부표 서쪽의 항로 출입구에 상습적으로 어구가 침범하고 있다. 매년 쭈꾸미 철에는 물밖에 까지 나오는 노란색 그물들이 수개월씩 포진하고 있으며, 이들을 피하고자 하는 출입항 선박간의 근접위험상황이 자주 발생한다. 예컨대 정박지와 아산만 제1호 등부표 사이의 항로에 침입한 어구를 피하기 위하여 출항선박이 미리 변침하는 경우, 아산만 제2호 등부표의 서쪽 입항로에 설치된 어구를 피하기 위하여 위쪽(북쪽)으로 출항로에 가까이 접근하여 입항하는 선박들과 정면으로 마주치는 자세가 되거나, 집단 좌현 대 집단 우현이 아니라 입항선박들과 출항선박들이 섞이는「다중 복합교항」이 되어 위험한 혼잡이 발생한다. 그럼에도 불구하고「항로의 연장선」이나「항로의 출입구」라는 이유만으로 이들 어구를 단속하기는 쉽지 않으며, 「추천(지정)항로」

Collection @ kmou

또는 특정해역을 설정해야 단속이 가능해진다.

4) 풍도 ~ 입파도 구간의 항로혼잡 위험

입파도 부근의 지정항로 입구 및 도선사 승하선 구간 혼잡과 풍도~입파도 구간 출입항로에 산재한 어구와 어선들을 피하는 과정에서 입출항 선박간 근접위험 또는 정면 충돌위험이 자주 발생하고 피항동작에 제한을 받는 일이 많으나, 입파도~장안서 구간은 어장과 항로가 섞인 구간이므로 이들을 제재할 법적근거를 찾기 어려울 뿐만 아니라, 어구나 소형 어선들은 관제실의 레이더에도 나타나지 않고 VHF 통신장비의 설치 의무선이 아니므로 관제수단이 없다. 입파도~장안서 구간에 「추천(지정)항로」나 「해상교통안전 특정해역」의 설정이 필요한 이유이다.

5) 풍랑시 도선사 승하선 안전현 조성을 위한 변침

[Fig. 3.14]는 4~5척의 선박이 도선사 승하선을 위하여 안전현을 조성하는 과정에서 발생하는 실제상황을 나타낸 것이다. 도선사의 승하선시 풍랑이 있을 때는 승하선 안전현을 만들기 위하여 일시적으로 변침하므로 출입항 선박간 항법관계의 정립이 어려울 수 있는 만큼, 도선사 승하선 구간은 항로의 다른 부분보다 넓어야 한다.

그럼에도 불구하고 비슷한 시간대에 여러 척의 출입항 선박이 도선사 승하선 구간에 동시 접근할 때는 혼잡이 가중될 수밖에 없다. 모든 항법규칙은 「두 선박간의 규정」이며, 3척 이상을 동시에 규정하는 항법은 없으므로, 이러한 혼잡상황에서는 도선사 상호간의 「양보와 배려」를 바탕으로 하는 합리적인 판단이 유일한 안전대책이다. 통상 10여척 이상의 출입항 선박이 집중하는 새벽시간이나, 출입항 통제 해제 직후 혼잡시기에는 혼잡위험을 줄이기 어려운 한계가 있다.

거의 매일 특정시간대(새벽시간과 고조 2~3시간전)에 집중하는 혼잡상황을 경험하는 관제실 실무자들은, 30분당 1~2척씩만 출입항을 허락하자는 제

Collection @ kmou

안을 할 만큼 통항안전 대책이 쉽지 않다. 출입항 선박을 시간당 몇 척씩으로 통제하면 선박의 대기적체가 늘어나고 항만경쟁력이 약화되어, 이용자가 기피하는 항만이 될 것이다. 항만이용자의 기피로 출입선박이 줄어드는 방법으로 위험이나 관제수요를 줄이는 것은 곤란하다. 항만 운영효율의 희생이 없이 안전한 출입항을 확보하는 방안을 마련하여야 한다.

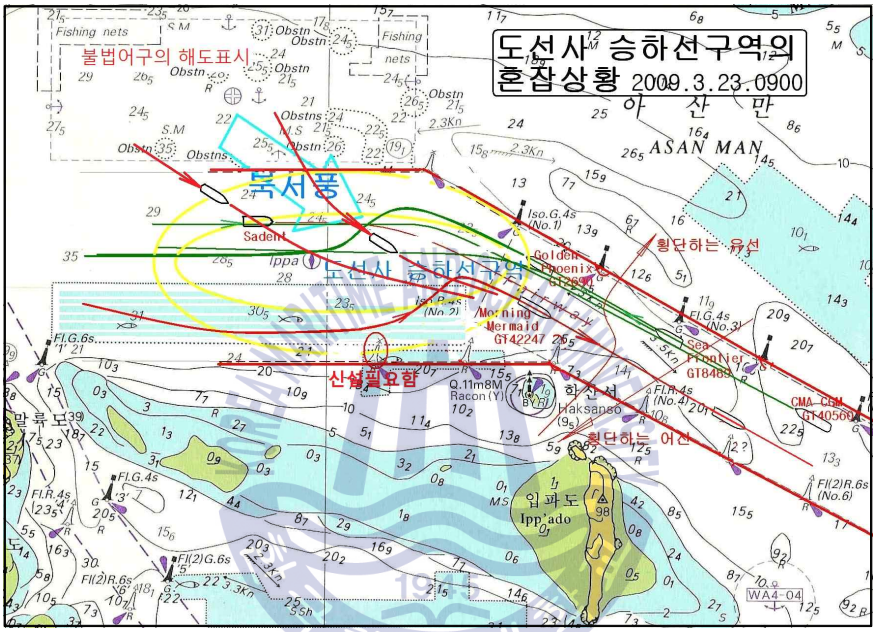


Fig. 3.14 Complex situation to prepare Lee-side at Ippa pilot station.

6) 입파도 정박지 경계선 안쪽의 어구와 장애물표시

[Fig. 3.14]의 해도처럼 입파도 정박지내에 불법어구가 표시되고 있어 수차 삭제를 요청했으나 다시 표시되어 부족한 정박지를 삭감하고 있다. 어로가 금지된 항만시설인 정박지의 범위에는 어구표시를 하지 않아야 한다. 공식해도에 표시된 불법어구는「합법화 효과」가 우려되기 때문이다. 또한 정박지 내에 어민들이 내다버린 폐그물이 측심기에 포착되면 이를 장애물(Obstn)로 표시하고 있으며, 장애물의 내용을 모르는 선박들은 침선

Collection @ kmou

이나 암초가 아닌지 불안해하고 있다. 가끔 앵커에 폐그물이 걸려서 양묘가 지체되는 선박도 있으나 선체의 손상이 발생한 보고는 없었지만, 정박지에 버린 폐그물을 청소하고 장애물(Obstn) 표시를 삭제하여야 하며, 지자체는 어민들에게 폐그물을 버리지 말도록 홍보해야 한다.

3.3 항계 내 출입항로의 위해요소 분석

평택·당진항은 수도권과 중부권 중심에 위치한 지리적 이점을 기반으로 60선석에 이르는 종합항만으로 (지난 10년간 연평균 11%에 달하는 성장률로) 급성장하여 다양한 화물을 처리하고 있다. 대형선박의 기항이 증가하는 추세이나, 항계내외 항로의 수심부족으로 인하여 대형선박의 출입항이 고조시에 편중되며 혼잡이 증가하고 있어 그 해결방안이 필요하다.

3.3.1 혼잡의 발생사유

평택·당진항은 58선석 중 38선석이 DWT 3만 이하의 부두로 건설되었고 항로 역시 DL -14m로 계획되어 있으나, 최근 입항 선박의 대형화 경향으로 설계기준을 초과하는 선박의 부두사용이 불가피하다. 이러한 대형선박의 입항을 수용하기 위해서는 대형 선박들이 고조시에 출입항하여야 하므로 고조시에는 항로의 혼잡이 가중되고 있으며, 평택항을 포함한 인천항과 대산항 앞 서해안 지역은 해상교통관련 사고율이 우리나라에서 거제 여수 앞 해역과 더불어 가장 높은 해역으로 분석된다. (Park et al; 2013)

중소형 선박들은 하역비용의 할증이 없는 새벽시간에 입항이 집중되며, 출항 또한 야간할증이 없는 새벽시간에 집중되어 항로가 혼잡해지는 반면, 대형선박은 항로와 부두의 수심이 충분한 주간 고조시 부두에 도착하도록 스케줄이 집중되어 항로의 혼잡위험이 가중된다. 특히 이러한 혼잡으로 인하여 항계내의 항로와 부두앞 조종박지의 혼잡도가 자주 안전범위

Collection @ kmou

를 초과하고 있으므로 혼잡을 분석하고 완화하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

3.3.2 고조시 집중과 혼잡의 가중

평택·당진항은 연간 18,500여척의 선박이 출입하여(www.spidc.go.kr, 2015) 1억톤 이상의 화물을 처리하며, 재정기여도 7조원을 상회하는 대형항만으로 성장하였으나, 항로의 수심부족[14]으로 인하여 대형선박들이 고조시高潮時에 편중되어 혼잡[15]이 심하고, 고조시까지의 조수대기潮水待機로 인하여 부두 회전율이 감소하므로 선박의 체선료가 증가하는 등, 부두와 선박의 운영손실이 크다. LNG 운반선, 광탄선, LPG 모선, 곡물선박 및 파나막스급 이상 대형선박의 출입항은 주간의 고조시에 집중되어 항내가 혼잡하지만, 대형선박의 조종특성상 짧은 구간에서 선속을 증감하거나, 그러한 혼잡 상황에서 선박간 충돌위험을 피하기가 쉽지 않으며, 위험을 피하고자 강한 후진기관을 사용하면 선박의 조종특성상 선체가 오른 쪽으로 120도까지 선회하며 감속하므로, 항로 밖으로 벗어날 위험이 있다.

Table 3.3 Large ships moving in port

14) 항계내외 전구간 항로의 계획수심은 DL-14m이며 DW 5만톤 부두의 계획수심은 DL-15m로서 항로수심보다 더 깊으므로 항로에서 이동하는 토사에 의한 퇴적이 심하다. 부두의 퇴적방지를 위하여 항로수심이 부두수심보다 2~3m 깊은 것이 원칙이다.

15) 정지거리를 고려한 DW 10만 톤급 이상 전후 선박간 안전거리는 2마일이며 DW 2~10만 톤의 파나막스급 전후 선박간 안전거리는 1마일이다.

Collection @ kmou

정지거리가 긴 대형 선박은 전후 선박간 1~2마일의 안전거리가 필요하다. 따라서 출입항 선박의 교항이 가능한 항계로부터 해군부두 앞까지 4~5마일 구간에 입항선 3척과 출항선 3척(합 6척)의 동시기동이 수용한계이지만, 수심부족으로 인하여 시간대별로 분산되지 못하고 주간 고조시高潮時에 부두에 도착하는 스케줄로 선박들이 편중되어, 항계 내에서 동시 기동하는 대형선박이 10척 이상인 경우가 자주 발생한다.

Fig. 3.15 Congestion of the fairway

3.3.3 항계부근 항로의 좁은 목 현황과 위해요소

입구로부터 항계까지 12마일의 긴 평택항 출입항로 중 가장 폭이 좁은 부분은 항계부근의 2중 굴곡부를 가진 항로이다. 중앙천퇴와 방도 사이의 저수심 부분을 준설하여 폭 400m의 양방향 출입항로를 개설하였으며, 항로와 약 30~40도의 교각을 가진 2~3노트의 횡조류[16]가 흐르는 수역이다. 현대제철에 접안하는 광탄선박 등 부두에 접근하는 선박은 극저속을

16) 저조시에는 조류와 항로의 교각이 크지 않으나 중앙천퇴가 수면 아래로 잠기는 고조시에는 아산만의 방향대로 흐르는 조류와 항로의 교각이 30~40도 정도가 된다.

Collection @ kmou

유지해야 하는 구간이므로 횡조류에 의한 압류위험이 있다.

[Fig. 3.16]의 좁은 목을 제외한 전구간 항로의 폭은 1,000～1,200m 정도이며, 지정항로의 중간쯤에 대형선박 1～2척의 정박이 가능한 도리도 정박지를 설정하여 시정제한과 기관고장 등 긴급피난을 대비하고 있으나, 이용한 실적이 없고 불법어구가 가득 설치되어 있어서 이용하기도 곤란하다. 따라서 입출항하는 선박이 일단 선박이 일단 항로에 진입하면 회항이 어려우므로, 여객선과 자동차 운반선 및 컨테이너 선박을 제외한 GT 5만톤 이상의 대형 선박은 항로 통행시에 에스코트 예선의 동행을 규정하여 안전조치를 하고 있다.

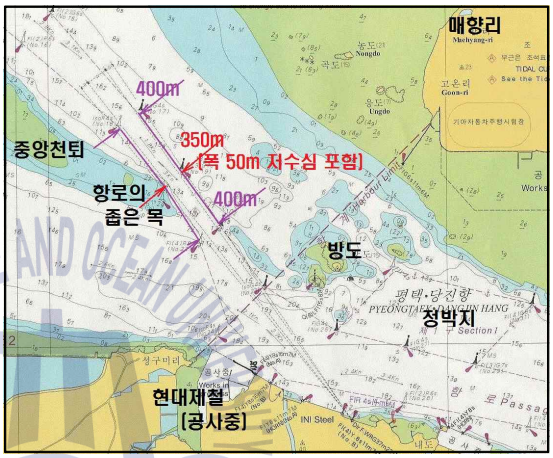


Fig. 3.16 Narrow part of the passage near Central Bank until 2010

3.3.4 항로 좁은 목의 확장

1) 항로 폭 600m로 확장

항세의 신장과 기항선박의 증가에 따라 좁은 목의 확장 필요성에 공감하여, Pianc Rule에 따라 설정한 기존항로의 400m 폭을 [Fig. 3.17]과 같이 1,050m의 상업용 항로로 설정하고, 일차 600m로 준설 확장하여 사용한 경험은 다음과 같다.

(1) DWT 10만 톤급 LNG 운반선의 양방향 교항

Collection @ kmou

다른 중소형 선박이나 예부선이 없을 때 10만톤급 LNG 운반선의 양방향 통항은 가능하였으나, 양쪽의 선장과 도선사의 상당한 긴장감이 있는 정도였으며, 특히 부근에 다른 예부선 등 저속선박이 있을 때는 긴장감이 극도에 달했다.

(2) DWT 20만 톤급 광탄선의 양방향 교항

인근에 항행하는 다른 중소형 선박이나 예부선이 없는 경우에도 20만 톤급 광탄선박의 양방향 교항은 위험하다는 판단이었다. 해당항로의 좁은 목은 부두 직전의 서행구간이며, 원만한 조종성이 확보된다는 확신이 없는 구간이며, 다른 출입항 선박이나 예부선의 통항을 완전히 통제한다는 보장도 없는 구간이다.

(3) 추월

폭 600m의 항로 폭에서 양방향 교항 및 추월은 대부분 위험한 상황이었다. 특히 3선박 중 한 선박이 저속 예부선일 경우 추월은 불가능하였고, 횡조류가 흐르는 항로의 좁은 목에서 저속 예부선을 뒤따라 서행하는 것도 위험하였다. 예부선은 항행특성상 항로의 우측에 연하여 추월에 협조하는 동작을 할 수 없으므로, 다른 선박에 비하여 항로의 중앙을 점유하여 항행한다.

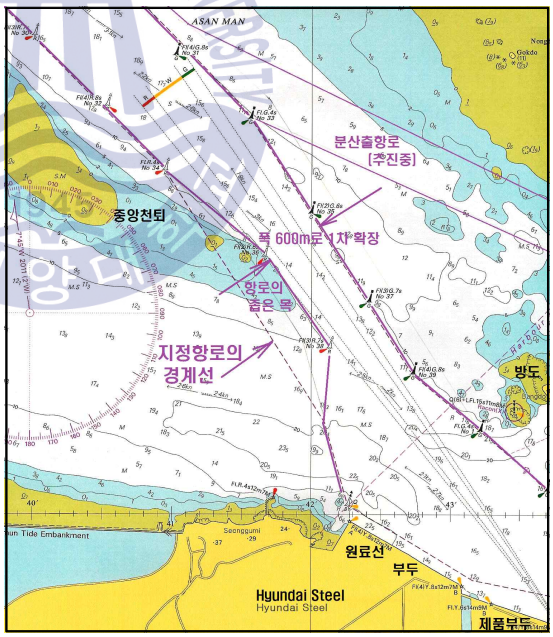


Fig. 3.17 Dredged width 600m the narrow part of the passage

Collection @ kmou

2) 항로 폭 800m로 확장

항로 폭의 좁은 목을 일차 600m로 확장하여 사용한 바 위 1)항과 같이 제한과 위험이 많은 것을 경험하였으며, 이를 다시 800m로 확장하여 사용한 경험은 다음과 같다. 여러 가지 (안)을 협의하였고 [Fig. 3.18]과 같은 안을 최종적으로 추진하였으며, 한국토지주택공사의 석문단지 매립에 필요한 토사를 해당준설 확장구간에서 채취하도록 하여 준설에 필요한 국가재정을 절감하였다.

Fig. 3.18 Dredged width 800m the narrow part of passage

(1) 거대형 선박의 양방향 교항

Collection @ kmou

다른 중소형 선박이나 예부선의 통항이 없을 때 10만톤급 LNG 운반선의 양방향 통항은 가능하였으나, DWT 20만톤급 광탄선박의 양방향 통항은 어려웠다. 입항 접안 선박이 일시적으로 항로를 차단하고 180도 선회한 후에 부두에 접근하기 때문이다. 출입항 선박의 부두 도착과 출발시간 차이를 3시간으로 정하여 출항선박의 지연 등에 따른 출입항 선박간 근접위험을 피하도록 하고 있다.

(2) 추월

폭 800m의 항로 폭에서도 양방향 교항 선박이 있는 상황에서 제3의 선박이 추월을 하는 것은 위험한 상황이었다. 특히 예부선은 피예인물을 예삭으로 끌고 가는 항행특성상 항로의 중앙을 점유하는 경우가 많고, 항로의 우측에 연하여 추월에 협조하는 동작이 쉽지 않으며, 횡조류가 흐르는 항로의 좁은 목에서 저속 대형선박이 4~6노트의 저속 예부선을 뒤따라 서행하는 것은 횡조류에 의한 횡압류 위험이 있어 위험하다.

[Fig. 3.19]에 표시한 바와 같이 설정항로 1,050m중 아직 준설을 하지 않은 폭 250m 구간의 준설이 완료되면 이러한 위험이 완화될 것으로 판단되나, 증가하는 대형선박의 항계 내 동시 기동에서 발생하는 추가의 혼잡완화를 위하여 분산 출항로의 개설 등 별도의 대책이 필요하다.

3.3.5 대형선박의 증가와 항내혼잡의 추가증가

2008년부터 현대제철에 케이프급 광탄 원료선박 (DWT 20만톤)의 통항이 시작되었으며, 2010년 항로 좁은 목의 폭을 800m로 준설-확장하여 거대형 LNG 운반선박의 양방향 교항이 가능하게 되었다. 광탄 원료선박이 접안하는 과정에서 발생하는 항로의 차단시간도 과거에 비하여 절반이하로 줄어드는 등, 위해요소가 상당부분 개선되었다. 다만 항로 좁은 목의 폭을 800m로 확장개선을 한 이후에도 다른 출입항 선박이나 저속의

Collection @ kmou

예부선이 있을 때는 LNG 운반선이나 LPG 모선 등 대형선박이 양방향으로 교항하는 것이 쉽지 않으며, 다른 선박들이 없더라도 20만톤급 광탄선박의 양방향 교항은 어렵다. 또한 파나막스급 이상 대형선박이 증가하고 있고, 현대제철에 기항하는 제품출하선박 등 현대제철 앞 좁은 목 부근의 대각도 굴곡부 수역의 혼잡위험이 커지고 있어서, 출입항 선박의 항로를 분리하는 분산 출항로의 필요성이 제기되고 있다.

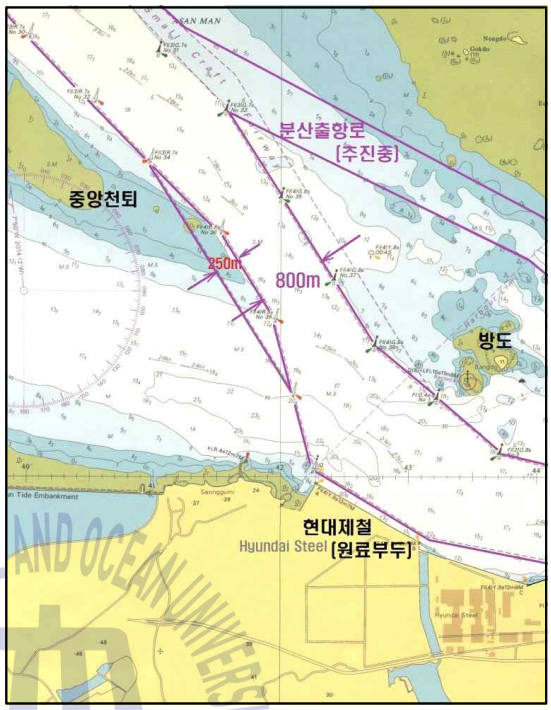


Fig. 3.19 Dredged width 800m the narrow part of the passage

3.4 항로와 부두의 퇴적

3.4.1 해저 풍화작용

비바람에 의하여 발생되는 풍화작용처럼 해저에서도 조류에 의한 세굴洗掘이나 해수 중 펄과 극세사極細沙의 퇴적 및 퇴적물의 이동 등 풍화작용이 계속되어 점차 안정된 해저평형海底平衡 상태를 유지한다. 즉 수류나 조석류潮汐流가 강한 수로 중앙부분이나, 지형적으로 수류 굴곡부의 바깥쪽(공격사면)은 세굴이 발생하여 지반이 깎이거나 수심이 깊어지고, 수류의 속도가 약한 수로의 가장자리나 수류 굴곡부의 안쪽(퇴적사면) 및 육지로 둘러싸인 정온수역에서는 퇴적이 발생하여 얕아지거나 새로운 모래톱이 자라기도 한다. 특히 항만건설이나 방조제 등 인공지형의 조성이나 항로 준설로 수심이 깊어지는 등 육상과 해저지형이 변경되어 자연의 평형상태가 변하면 그러한 풍화작용은 더욱 활발하다. 수류가 느리고 퇴적이 심한

Collection @ kmou

부두 근처보다, 수류가 빠른 항로 가운데의 수심을 30% 정도 깊게 하여 자연수로의 해저평형상태와 유사한 환경을 만들지 않으면 퇴적이나 토사의 이동이 심하고 유지준설비용이 많이 소요되는 이유이다.

예컨대, 평택항의 만호리 동서부두 사이의 폭 1,000m의 수로에서, 동서부두 안벽 부근에서는 수류와 부두 안벽간의 마찰저항으로 유속流速이 느리므로 수로중앙보다 퇴적이 우세하며, 조석류의 속도가 빠른 수로중앙에서는 퇴적이 적어서 수심이 비교적 안정적이다.

즉, 만호리 동서부두 사이 수로의 준설수심은 [Fig. 3.20]처럼 DL- 14m 이었으나, 수로 중앙은 7~8년 동안 평균 1.5m 정도만이 퇴적된데 반하여, 부두 직하의 수심은 매 1~2년마다 2~3m 정도가 퇴적되어 다시 준설하였다. 이러한 경험을 근거로 부두수심을 안정적으로 유지하고 사용제한을 줄이기 위해서는, 항로수심을 부두수심보다 2~3m 이상 깊게 (즉, DL-16m 내지 DL-17m로) 계획하여야 함을 알 수 있으며, 부두와 항로의 준설수심은 계획수심보다 1m 이상을 여굴餘掘하여 잦은 준설작업을 피해야 한다. 조금씩 잦은 준설로 인한 부두 사용제한 등 준설부대비용 또한 적지 않기 때문이다.

Collection @ kmou

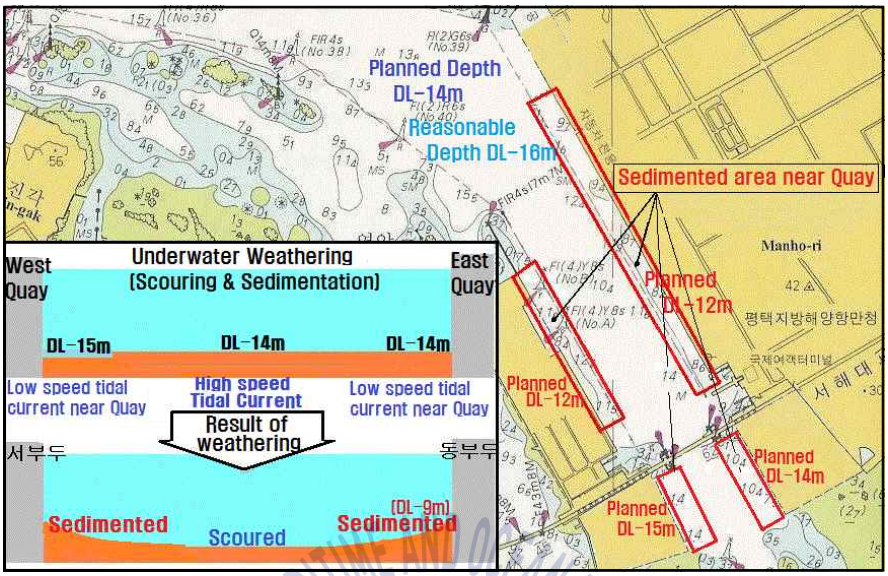


Fig. 3.20 Underwater Weathering

3.4.2 수류가 정체된 정온수역 간석지의 퇴적과 토사공급원

「남양호 간석지」는 매립으로 조성된 기아자동차 부지와 LNG 기지 및 남양호 방조제로 둘러싸인 결과, [Fig. 3.21]의 위성사진과 같이 아산만 본류의 흐름이 차단된 내만內灣이 되었다. 이와 같은 이유로 남양호 간석지는 [Fig. 3.22]의 조류 표시처럼 조류의 흐름이 거의 없으며, 해수중의 극세사와 펄의 퇴적이 심한 반면, 인근의 부두와 항로 및 정박지 등「항만시설」은 건설과정에서 준설하여 수심이 더 깊어졌으므로, 이들 두 지역 간의 해저 기울기가 커진 결과 남양호 전면 간석지에 퇴적된 토사가 상습적으로 항만시설로 이동하고 있으며, 그중 일부는 만호리 동서부두까지 흘러가는 것으로 보인다.

Collection @ kmou

Fig. 3.21 View of passage and tidelands in Pyeongtaek Dangjin

또한 남양호 방조제로부터 방도 정박지까지의 간석지에는 상시 수심이 확보되는 배수로가 없으므로, 간석지가 물 밖으로 들어나는 저조시에 남양호의 물을 배출하면, [Fig. 3.24]처럼 남양호 전면 간석지의 토사를 쓸어내리며, 일시에 많은 토사가 정박지와 항로 및 부두 등 항만시설로 이동한다.

여름철 홍수기에 남양호 물을 방류할 때 남양호 전면 간석지로부터 방도 정박지와 LNG 부두에 하루 1m 이상 토사가 퇴적된 사건도 있었으며, [Fig. 3.23]처럼 매 2~3년마다 많은 비용을 투입하여 준설함에도 불구하고, 잦은 퇴적으로 인하여 LNG, LPG 등 원정리 부두들과 방도 정박지 및 인근 항로 등 항만시설이 준설공사로 인한 사용제한이 반복되고 준설비용의 투입된다.

Collection @ kmou

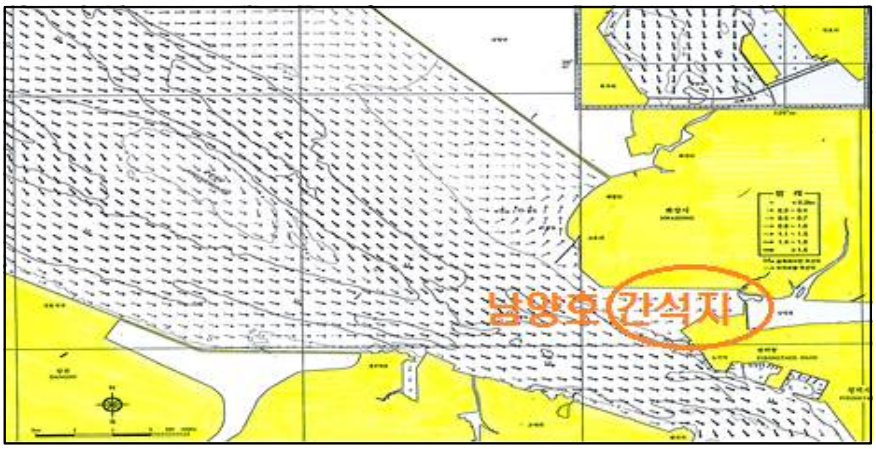


Fig. 3.22 Flooding tide of Asan Bay and Namyang tideland

대형선박의 증가로 인한 항내 항로의 혼잡을 해결하기 위하여 입항로와 분리된 별도의 출항로가 필요하며, 토사의 퇴적과 항만시설로의 이동이 심한 남양호 간석지에 남양호의 배수로를 확보하여야 한다. 또한 배수로 남북의 남양호 전면 간석지를 사토장(투기장)으로 지정하고 투기장의 외곽선을 따라 호안을 건설하여 토사 공급원의 원천적인 차단이 시급하다. 이러한 일련의 공사에 재정투입을 절감하며 조기에 준공하여 항내 퇴적과 항로 혼잡을 줄이는 방안이 필요하다.

Collection @ kmou

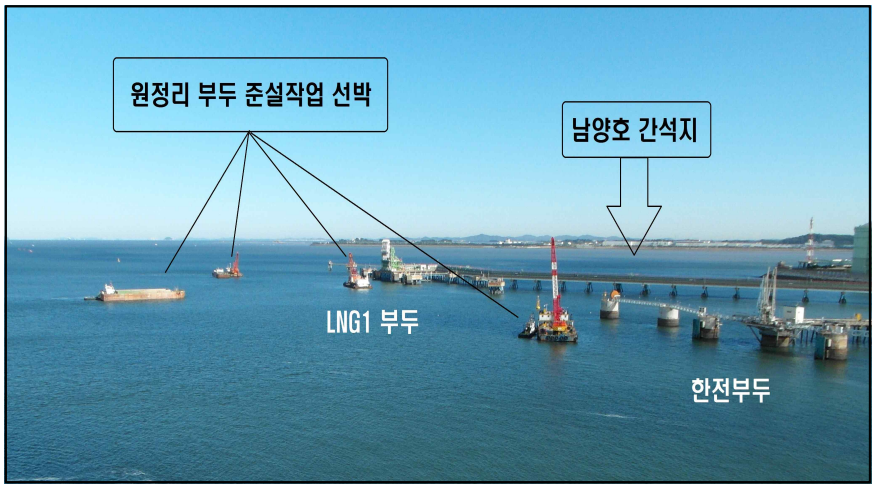


Fig. 3.23 Dredging work of pier adjacent Namyang tideland

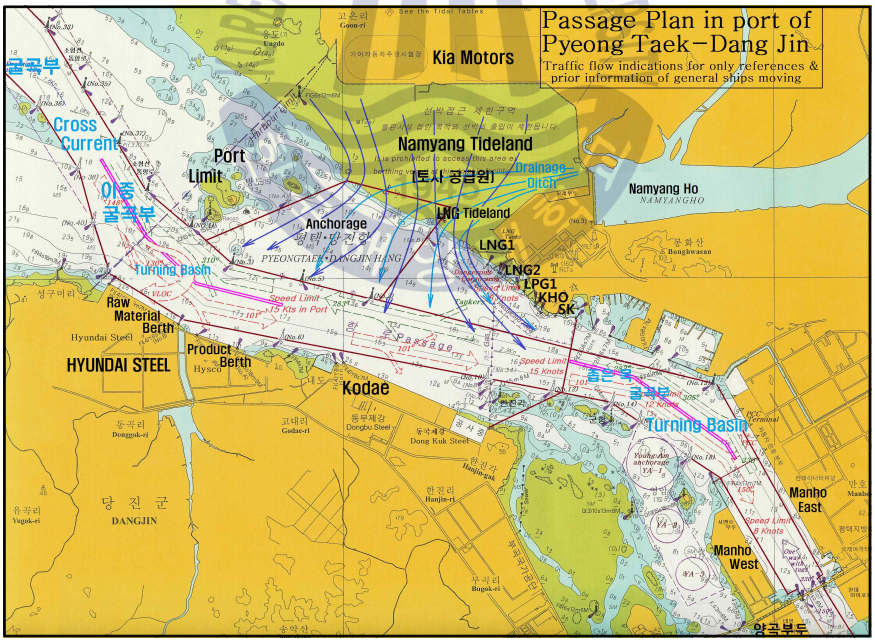


Fig. 3.24 Sedimentation and its move to the port facilities

Collection @ kmou

3.5 서해대교와 내항

서해대교 하부에 갑문을 건설하는 기본계획을 전제로 건설된 서해대교 하부의 통항로는 실제 가항수역의 폭이 350m에 불과하여 출입항 선박간 일방통행이 불가피하며, 이러한 일방통행 규정의 위반이 없도록 방안을 마련하여야 한다. 또한 내항의 선석계획은 최대가 DWT 5만톤 (GT 25000) 이었으므로 5만톤을 초과하는 선박이나 예외적으로 마스트가 높은 선박은 선체의 높이를 점검하여 교량의 상판과 접촉위험이 없는 것을 확인하는 제도적 방안이 필요하며, 통항기준 초과선박은 교량의 통항시에 정선미의 감속 안전예선을 준비하여 교량의 절대안전을 확보하여야 한다.

3.5.1 선체 높이의 확인과 선장서명

항로를 횡단하여 지나는 서해대교의 상판 「형하고型下高」는 고조위 수면으로부터 62m이다. 교량의 안전과 기상에 따른 조위오차 및 선체 높이의 오차 등을 감안하여 통항 선박은 적어도 형하고의 10%에 해당하는 6m 이상의 여유를 두고 통항하도록 하고 있다. 다만, 같은 일을 반복하다 보면 발생할 수 있는 매너리즘에 의한 소홀함이나, 선박의 조종에 집중하다보면 선체의 높이조차 확인하지 못하고 교량을 통항하는 것을 예방하기 위하여, 선박에 승선직후 작성하는 도선 확인서에 선체높이Air draft를 기입하고 선장이 서명 확인하도록 하고 있다.

안전은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 선박의 높이에 관련된 매너리즘의 한 예로, 30여년전 싱가폴의 관광지인 센토사 섬으로 가는 케이블카의 케이블을 Esso 터미널로 가던 대형유조선이 절단하여 수 십대의 케이블카가 추락하고 대형 인명사고가 났다. 통상 Esso 터미널에 출입하는 유조선VLCC들은 케이블이 높은 북쪽으로 통항했으나 해당 선박은 공선상태로 선체높이의 확인도 없이 케이블의 높이가 낮은 센토사 섬 쪽에

Collection @ kmou

근접 통항하며 발생한 사고이다. 관리청인 PSA의 많은 사람이 문책을 당하고, 싱가폴의 도선제도가 바뀌었던 유명한 사건이다.

3.5.2 교각과 선박간 안전거리

유체력(유체역학력)이 발생하지 않는 정도의 충분한 교각 폭Main Span, 예컨대 양측의 교각으로부터 선체길이 이상을 유지할 수 있는 정도의 충분한 교각 폭이 아닌 경우, 파나막스급 이상 대형선박은 유체력에 의한 조종장애의 발생을 억제하기 위하여 가능한 교각의 중심을 통항하여야 한다. 특히 교각의 폭이 선박의 길이(L) 이내로 좁을 경우, 대형선박은 반드시 교각의 중심으로 일방 통항함이 안전하다. 선체의 양측에 나타나는 유체력이 같고 그 방향이 반대이므로, 서로 상쇄되어 선박의 조종에 미치는 영향이 최소화되기 때문이다.

강조시 중물에 입출항하는 선박은 수류와 평행인 150도 침로로 교량의 하부 항로를 통항하여야 조류에 의한 압류를 줄일 수 있으며, [Fig. 3.25]에 표시한 바와 같이 교각으로부터 선폭(1B) 이내로 심흘수 대형선박이 통항하면 교각으로 빨려 들어가는 흡인력Suction 위험이 있으므로 1B 이내의 통항을 시도하는 것은 위험[17]하다.

3.5.3 Bad Scenario

나쁜 일은 겹친다는 속담이 있다. 사고에 관한 통계를 정리한 하인리히 법칙에서 지적한 것처럼 몇 가지 나쁜 일이 겹치면 큰 사고가 발생한다. 서해대교는 주경간을 보호하는 충돌방지공 사이의 가항수로 폭이 350m에 불과하여[18] 항만운영세칙으로 일방통항을 지정하고 있다. 절대 안전이

17) 법과 규정의 효과는 제정이 절반, 홍보가 절반이라고 한다. 교량 충돌방지공의 항로 쪽에 「50m 이내 통항금지」라는 경고문으로 근접항행시 유체력에 의한 흡입(Suction) 위험이 있음을 홍보하여야 한다.

18) 양쪽 교각의 중심으로부터 거리가 470m인 교량으로부터 양쪽 충돌 방지공과 통항금

Collection @ kmou

필요한 국가적 SOC 시설인바, 발생 가능한 나쁜 시나리오를 상정함으로서 안전조치의 필요성을 설명하면 다음과 같다.

조류가 강한 사리의 고조 직후에 물이 빠지고 있을 때, 서해대교를 지나자마자 바로 오른쪽에 있는 서부두 8번 선석에 (부두 앞에서 180도 선회하여 출항자세로 좌현 접안을 위해) 입항하는 길이 280m 폭 32m 흘수 14m의 10만 톤급 곡물선이, 교량으로부터 1,500m 전부터 교량의 중심을 향하여 침로 150도 선속 5~6노트로 정침하며 접근하고 있다. 이때 교량의 안쪽에서 폭 20m 길이 70m의 바지를 끄는 총길이 140m의 예부선(우선 피항선)[19]이 교량하부에 왕복통항이 금지된 것을 모르고[20] 교량의 북쪽 교각으로부터 100m 정도의 거리를 두고 좌현대 좌현 자세로 나오고 있다. 입항하는 곡물선은 이미 교량과 너무 근접하여 멈추는 것이 어렵거나, 후진기관을 사용하면 선체의 회두가 발생하여 오히려 더 위험하므로, 교량에 접근중 예부선과 남쪽 교각사이 220m 공간의 중앙을 향하여 침로를 점차 170도까지 변침하며 그대로 교항을 결심할 수밖에 없다.

곡물선이 바지선과 남북쪽 충돌방지공 사이를 정확히 정침하더라도 교각과 바지선간의 거리는 곡물선 길이의 절반도 못 되는 각각 90m(약 3B) 에 불과하며, 예부선을 피하기 위해 (수류와 평행한 150도 침로가 아닌) 수류와 20도로 교차하는 170도까지 변침하였으므로, 날물에 의해 곡물선은 좌현쪽에서 우현으로 압류된다. 특히 사리 강조시에는 약 1,000m

---

지수역까지의 거리 60m씩을 뺀다면 가항수로의 폭은 약 350m에 불과하다. 교량관리사무소에서 얻은 [Fig. 3.28]의 가항수로 폭 400m는 양쪽 교각주위에 충돌 방지공을 건설하기 전의 수치인 것으로 보인다.

19) 과거 잡종선에 해당하는 항내 지원선박으로, 항양선의 진로를 피해야 한다. 항계 내외를 상습적으로 오가며 작업이나 급유를 하는 선박이므로 항내의 사정에 정통하고, 이동거리의 단축을 위하여 지정항로의 준수를 면제 받거나 탄력적으로 적용한다.

20) 그러한 세칙 규정이 해도에 표시되지도 않았고 Light list나 Notice to mariners에 공시되는 것이 아니므로 항만 이용자의 대부분이 모른다. 도선사회는 일방통행 등 교량통항규정을 해도에 표시하도록 관리청을 통하여 요청하고 있다.

Collection @ kmou

내지 1,500m를 진행하는 동안 수류 직압력의 횡분력에 의하여 적어도 5%(50～75m) 이상 교각 쪽으로 횡압류가 된다. [Fig. 3.25] 그림의 양쪽 교각하부에 원안에 있는 두 개씩의 등대 중 오른 쪽이 좁게 보이는 것은 이미 선체가 교량의 중심선으로부터 오른쪽으로 편위된 것을 보여주고 있다.

Fig. 3.25 Violation of One-way under the Bridge(1)

이 선박이 교량의 하부를 지날 때 한쪽 교각에 근접통과하면 유체력이 가세하여 선체의 길이 280m를 진행하는 동안 횡압류에 추가하여 교각 쪽으로 흡인력Suction이 발생하고, 곡물선의 선미가 충돌방지공을 치고 지날 위험[21]은 커진다. VHF 통신기로 항의를 받은 예부선은 [Fig. 3.26]처럼 북쪽 교각을 스치듯이 지나갔으며 곡물선도 남쪽 교각과 상당히 근접 통

21) 고조이므로 해저로부터 높이 30m의 좁고 긴 충돌방지공의 상부를 통항선박이 치면 충돌방지공이 교각 쪽으로 넘어질 위험이 크다. 수년 전 US Gulf로 흐르는 강위를 지나는 고속도로의 교량하부 교각을 2천톤급 바지선이 스치고 지나는 충격으로 인하여, 교량의 상판이 모두 추락한 사고가 있었다. 만재한 5만톤 이상 선박의 접촉 충격은 2천톤 바지에 비할 바가 아니다.

Collection @ kmou

항하는 위험을 감수해야만 한다.

가끔 발생하는 이러한 위험상황은 하인리히 법칙중 니어미스(근접사고 또는 작은 사고)에 해당하지만, 실질적인 충돌사고가 없었으므로 관리자나 관제실의 관심을 끌지 못하고 같은 상황이 반복된다. 대책을 마련하지 않은 채 니어미스가 반복되면 30번의 니어미스 중 한번은 교량이 붕괴되는 참사가 될 수도 있다는 것이 하인리히법칙의 요점이다.

Fig. 3.26 Violation of One-way under the Bridge(2)

교량의 상판은 교각앞뒤 상판의 밸런스에 의하여 유지되고 있다. 충격이나 진동으로 교량의 일부 상판이 추락하면 반대쪽 상판이 연이어 추락한다. 세계적으로 연평균 1개의 교량이 선박과의 충돌사고로 붕괴되는 것은 이러한 나쁜 시나리오가 반복되가가 발생하는 것이다. 더구나 교량관리소가 제공한 자료는 [Fig. 3.27]처럼 충돌방지공의 표시가 없고, 통항수역의 폭에 통항을 금지해야 할 선폭 이내의 거리 약 60m(30m x 2)를 포함하여 400m로 표시하고 있으며, 교량의 형하고를 M.S.L로부터 표시하

Collection @ kmou

는 등 오류가 포함되어 있는 것을 개선하여야 한다. 이와 같은 사유로 도선사회는 초과 선박을 수용하는 부두 운영사에 초과선박의 통항 안전성과 안전조치의 타당성에 대한 용역 검토를 요청하고 있다.

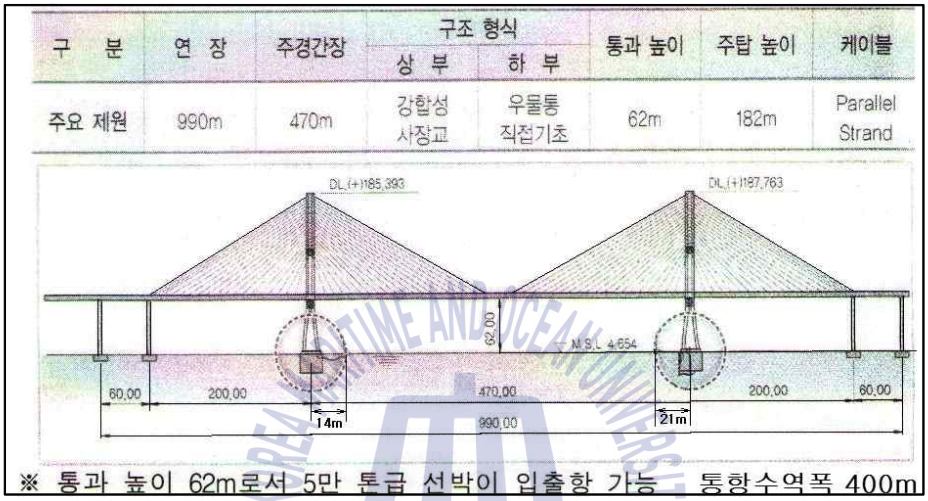


Fig. 3.27 Wrong dimension of the Seohae Bridge

이 장에서는 평택·당진항으로 진입하는 항로와 수역의 위해요소를 분석하고자 하는 내용으로, 도선구간 진입전 수역과 장안서~입파도 구간, 입파도~항내 수역 및 서해대교 안쪽 수역으로 나누어 위해요소를 분석하였으며, 이 장에서 분석된 위해요소를 제거 내지는 줄일 수 있는 대책들은 다음 장에서 제안하고자 한다.

Collection @ kmou

Collection @ kmou

제4장 출입항로 개선과 항만운영 제고방안

4.1 항로의 위해요소 개선방안

4.1.1 개 요

출입항로와 어장이 섞여서 혼잡하고 위험한 수역에서 해상교통 위해요소를 개선하고 어장을 확보하는 효과적인 방안은, 「분리수도」와「추천(지정)항로」를 설정하고, 분리수도와 추천항로의 경계선에 1마일 이내의 간격으로「등부표」를 설치하여, 어장과 항로의 경계선을 시각적으로 표시하는 것이 가장 효과적이다. 예컨대 넓은 수역은 중요기점인「목덕도」와「안도」에 분리수도TSS를 설정하고 전후 연장선상의 해역에「추천항로」의 효과를 갖도록 하는 것이 좋으며,「장안서～입파도」구간처럼 수역이 좁아지고 교통이 집약되는 수역에는「추천항로(또는 지정항로)」를 설정하고 추천항로 이외의 수역은 어장으로서 보호하는 것이 효과적이다.

등부표를 설치하여 시각적으로 그 경계를 표시한 분리수도와 추천항로는 육상도로의「차선」과「가드-레일」처럼 선박을 항로의 범위로 유도하고 좌현대 좌현으로 항법에 맞게 정리하는 기능이 있으며, 추천항로와 분리수도가 없는 해역에 비하여 최소한의 점용수역으로 많은 선박을 안전하게 통항시킬 수 있다. 그 결과 어장의 가용수역이 늘어날 뿐만 아니라, 어구의 손상이나 상선의 프로펠러 손상 등 상선과 어선 상호간의 피해를 현저히 줄일 수 있다.

분리수도와 지정(추천)항로의 편익을 분석하면 (항로를 따라 이동하는 선박이

Collection @ kmou

각자 항로의 오른쪽을 따라 항해하므로) 출입항 선박간의 교항안전거리가 유지되고, 정면으로 마주치는 자세가 없어질 뿐만 아니라, 위험한 횡단자세가 줄어서 해상교통관제가 간단해지고 선박의 관제저항이 줄어들며, 관제채널의 정숙도[22]가 향상된다. 추천항로를 위반하는 소수의 예외적인 선박만 지도하면 되기 때문이며, 추천항로를 위반한 선박에게 사고의 일차적인 책임을 추정하므로 사고의 원인규명이 간단할 만큼 운항자간의 항법적용이 쉽다. 쉬운 것은 안전한 것이다.

1) 방향별 집단통항의 효과

국제해상충돌예방규칙은 두 선박간의 항법규정이며 제3의 선박에 대한 적용규정은 없다. 항계내외의 혼잡수역에서 항법적용거리 (2~3마일, 대형선박과 고속선박은 3~4마일로 확대해석하는 경향임) 이내에 여러 척의 선박이 관련될 경우, 마땅한 적용규정이 없는 것을 보완할 대책이 필요하다. 이러한 혼잡해역은 최근 각국의 관제추세인「방향별 집단통항」의 해상교통공학적 관제를 적용하여, 서로 반대방향의 선박들이 뒤섞이는 다중교차통항多衆交叉通航이 발생하는 것을 예방하여야 한다.

(1) 항행수역의 2등분

TSS가 설정되지 않은 해역도 항행수역을 입항로 수역과 출항로 수역으로 양분하고, 각자 진행방향의 오른쪽 수역에서 항행과 추월을 하되 반대방향 항로의 범위를 침범(육상교통의 역주행과 같이 간주함)하지 않는 방법으로 자연스럽게 방향별 집단통항을 유도하는 방법이다.

(2) 긴 지정항로의 3등분 효과

30분 이상 항행거리의 양방향 항로는 중앙의 추월항로를 확보하지 않으

22) 관제통신 채널이 혼잡하고 시끄러우면 소위「소음성 난청효과」가 발생하여 관제에 무신경해지고 핸드폰을 사용하는 운전자처럼 선박조종에 집중하기 어렵다. 필요한 최소한의 관제가 더 효과적이다.

Collection @ kmou

면 예부선 등 저속선이 섞일 경우 항로의 혼잡도가 급격히 높아질 뿐만 아니라, 저속선을 뒤따르는 대형선의 조종이 어렵고 위험할 수가 있다. 긴 왕복항로는 3L+3B+@ 이상의 폭을 확보하여 입출항 항로(2L+2B)의 사이에 추월항로(L+B)를 확보하여야 한다. +@는 항로의 굴곡부, 분기 또는 접합부, 항로입구 및 횡조류 수역 등 추가의 확폭이 필요한 항로의 폭이다.

이러한 긴 지정항로를 안전하게 이용하는 방법은 가능한 그림과 같이 항로를 3등분하고, [Fig. 4.1]과 같이 진행방향의 오른쪽 1/3 수역을 항행하며, 항로중앙 1/3 수역은 추월용으로 비워두는 방법이 좋다. 이러한 실행은 우현 대 우현 항법을 명시적으로 이행하고 있으며, 추월협조 동작까지 이미 실행하고 있으므로 항법상 법률적 자기방어까지도 결함이 없다.

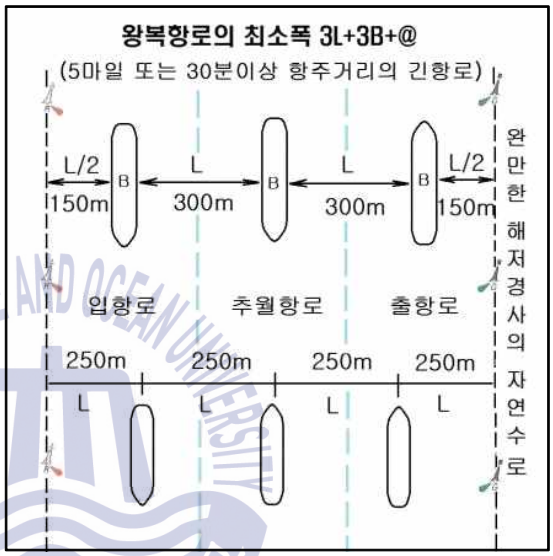


Fig. 4.1 Minimum width of passage for Long distance both-way

(3) 심리적 안정감을 갖는 이격거리

선박이 다른 선박이나 항로의 가장자리로부터 심리적 안정감을 갖는 이격거리는 두 가지로 구분한다. 첫 번째는 항로 연변의 경사가 완만한 자연수로에서 등부표로 표시된 항로 경계선으로부터의 최소 이격거리로서 해당선박 길이의 절반 정도이며, 항과하는 다른 선박이나 인공수로의 부두 등 직벽으로부터 최소 이격거리는 해당 선박 길이(L) 이상으로 이격거리를 유지하며 항행하여야 한다.

다만 등부표로 경계가 표시된 완만한 자연수로는 [Fig. 4.1]의 위쪽 그림

Collection @ kmou

처럼 항로의 경계선으로부터 L/2 이상의 이격거리를 가지고 항행을 하는 것이 무리가 없을지라도, 그러한 이격거리를 위험한 것으로 판단하고 싫어하거나 항의하는 선장이 많으므로 [Fig. 4.1]의 아래쪽 그림처럼 항로의 경계선으로부터 선체의 길이 정도를 유지하며 항행하는 것이 통례이다. 일본의 항행안전연구회에서 발표한 심리적인 안전거리도 선미 브릿지 선박의 선수까지의 시각적 선체길이(0.83L) 이상의 이격거리와 유사하며 선박의 충돌예방을 위한 범퍼이론(범퍼의 범위에 다른 선박이 들어오면 학술적 충돌로 가정함)의 범퍼범위는 [Table 4.1]과 같다.

Table 4.1 Safe distance between ships incl. emotional stability

	항계내외 혼잡수역 (巨大型船)	원양, 먼 바다 (巨大型船)
선수 방향	4.25L (4L 또는 약 0.5 Mile)	12L (약 2 Mile)
선측과 후방	0.75L (1L 또는 약 0.15 Mile)	3L (약 0.5 Mile)

2) 선박 간 항법적용 순서

개별 항법규정의 내용은 익히 알면서도 적용순서를 잘못 이해하거나, 항법규정을 이기적으로 해석하면 혼잡과 위험이 가중된다. 혼잡수역에서 최선의 안전조치는 양보와 배려이며, 남을 배려하는 만큼 내 자신의 안전이 향상된다. 혼잡수역의 현장경험에 비추어 다음의 순서대로 항법을 적용하는 것이 합리적이다.

(1) 조기 피항권 (항법관계 성립전 자신의 동작만으로 피항)

항법관계 성립거리인 2~3마일 (대형선과 고속선박은 3~4마일) 이내에 항법관계선박이 들어오기 전에, 미리 자신만의 동작으로 다른 선박과의 근접위험을 피항하는「적극적인 방법」이며, 혼잡수역에서는 진행방향을 기준으로 가항수역의 오른 쪽 절반을 점이용하여 방향별로 집단항법이 적용되도록 함이 좋다. 이때 저속선박은 가항수역의 오른쪽 절반 수역 중 좀 더

Collection @ kmou

오른쪽으로 항행하여 추월하는 선박이 항법에 맞게 저속선박의 좌현으로 추월하도록 협조하여야 한다.

(2) 해사안전법 등에 의한 불방해 의무선(항내 운항선 등)의 우선 피항

해당수역을 상습적으로 운항하는 예부선과 작업선 등은 항양선박의 진로를 피해야 한다. 이때 항내 운항선이나 예부선 등은 꼭 항로의 오른쪽을 따라 이동하는 것이 아니고, 평소의 관행적인 통항로를 따라 최단거리로 진행하는 경우가 많으므로, 의문시에는 즉시 VHF로 호출하여 의사를 확인함이 좋다.

(3) 항법관계 범위 내에서 주항로 우선진입선박 우선통항

육상교통에서 우선진입과는 다른 개념으로, 선박은 항법관계거리에서 충돌의 위험을 가지고 접근하는 경우에는 주항로에 우선 진입하여 항행하는 선박이 항행우선권을 가진다. 예컨대 부두에서 이안하는 선박은 2~3마일 거리에서 접근하는 항행선박이 있으면, (사전에 통신으로 상대방이 「항법의 이탈」에 관한 협조를 약속하였거나, 「4L 이상 先行」이 가능하거나, 「4L 이전에 좌현대 좌현 항과자세를 형성」할 수 있는 경우를 제외하고) 상대선박이 통항할 때까지 대기한 후 이안 출항하여야 한다.

(4) 충돌예방규칙 제18조의 적용

충돌예방규칙과 해사안전법의 항법은 성능과 사정이 우수하고 편한 선박(조종성이 우수한 선박)이 그렇지 못한 선박을 피하는 것을 기본으로 한다.

(5) 대등관계이면 항법관계 양상에 따른 우선순위 적용

정면-횡단-추월의 위험순위를 판단하여 위험이 가까운 선박 순으로 또는 동시에 적용한다. 이때 두 선박간의 항법적용을 이유로 제3의 선박들에 대한 주의의무를 면제하지 아니하며, 피험동작은 Good Seamanship으로서 선박 간 상호양보와 배려를 기본으로 하여야 한다.

Collection @ kmou

① 정면상태

양선박의 침로가 6도 이내로 충돌의 위험을 가지고 접근할 때는 각자 진행방향의 우측으로 피항한다. 1축 1타선의 추진기가 우회전인 것은 충돌회피동작의 최후단계에서 후진기관을 사용할 때 측압작용에 의한 회두가 오른쪽으로 발생하도록 하여, 극단의 경우에도 선박 간 좌현대 좌현이 되도록 하기 위함이다.

② 횡단상태

선박의 현등 범위(정횡후 22.5도 앞쪽)에서 위험을 가지고 접근하는 선박의 항로가 서로 교차하는 상태를 횡단상태라고 한다. 이때에는 다른 선박의 홍등을 보며 접근하는 선박이 피항선이고, 홍등 범위에서 다른 선박이 접근하면 자선은 유지선이다. 다른 선박의 홍등을 보는 선박이 피항하도록 한 것은 좌현대 좌현의 항법에 잘 맞을 뿐만 아니라, 극단적인 경우 (우회두 1축의) 피항선박이 후진기관을 사용하면 배수류 측압작용으로 우회두하며 서로 멀어지도록 하기 위함이다.

③ 추월상태

선박의 선미등 범위인 정횡후 22.5도 뒤로부터 접근하는 것을 추월상태라고 한다. 추월을 할 때는 피추월선박의 좌현을 추월함으로서 피추월 선박을 반대방향으로 항해하는 선박 쪽으로 밀어 붙이지 않아야 한다. 선미등 범위에서 다른 선박이 접근하면 자신은 유지선이지만, 반대방향으로 항해하는 제3의 선박이 있다면 유지선이 좀 더 항로의 우측으로 근접하여, 추월하는 선박이 반대방향의 다른 선박과 근접하지 않도록 배려하는 것이 Good seamanship이다.

④ 양보와 배려

선박은 다른 선박의 통항을 멈추어 대기할 수 있는 브레이크가 없으며, 멈추어 있을 때는 조종성을 상실하고 바람과 수류를 따라 떠밀리는 위험

Collection @ kmou

이 있다. 혼잡이 심한 항만에서 항행안전을 위한 최선의 방법은 상호간의 양보와 배려를 기본으로 하는 Good seamanship이다. 세계 각국이 선박조종의 특수성을 인정하여 도선사의 자유경쟁을 금지하고 공동이익집단으로 유지하는 이유는, 경쟁보다는 양보와 배려가 필요한 항만여건과 넓은 조종수역을 필요로 하는 선박운행의 특수성 때문이다. 선박의 조종에서 상호 양보와 배려는 결국 자신의 안전을 위해서도 필요한 최상의 미덕이다.

(6) 협력동작과 긴급피난

최근항법의 근간은 레이더로 상대선박의 존재를 파악하고, AIS로서 정체성을 확인하며, 음성항법통신 장치인 VHF로 자세나 행동의 의심스러운 선박의 의사를 상호 확인하는 것이다. 상대방의 동작이 의심스럽거나 자신의 의도를 알리고 협조를 구하기 위하여 필요하면 조기에 VHF로 호출하여 항법의 확인과 이탈 등 필요한 절차와 조치를 협의하고 항법을 약속하여야 한다.

그럼에도 불구하고 급박한 위험이 발생하면 항법의 이탈까지 포함하여 최선의 충돌회피조치로써 피해를 줄이는 것이 긴급피난이며, 충돌을 피할 수 있다면 법의 이탈도 허용되는 것이 항법상 긴급피난의 취지이다.

3) 항로 폭 결정에 관한 실증적 대안

무역항Commercial port의 상업용 항로Commercial passage를 따라 선박을 조종하여 출입항하는 도선현장에서 적당한 항로의 폭은 다음과 같이 몇 가지의 요소를 추가로 감안하여 판단하여야 한다.

(1) 선장과 도선사의 심리적 안전거리

선박을 조종하는 선장과 도선사의 심리적인 안정감을 확보할 수 있는 최소한의 안전거리를 확보할 수 있는 항로 폭이 확보되어야 하는 바, 도

Collection @ kmou

선사들의 누적경험에 의하면 반대방향으로 항과하는 선박 간 이격안전 거리나 추월관계 선박 간 최소 안전거리는 선체의 시각적 길이(선미 브릿지에서 선수까지의 거리, 평균 0.83L) 정도인데 비하여, 선장의 심리적 안전거리는 일본의 연구에서 도출된 Bumper area보다 다소 큰 1.5L 정도이다.

(2) 선장의 동의

완만한 경사의 자연수로 항로에서 항로의 경계를 표시하는 등부표로부터 최소한의 이격거리에 대하여 도선사는 최소 0.5L 이상으로 판단하고 있으며 다른 선박과의 통항거리는 최소 0.83L 이상으로 판단하고 있으나, 대부분의 선장들은 항로의 경계선과 다른 통항선박간의 이격거리가 1.5L 이내는 위험하다는 판단이며, 그보다 가까운 경우 도선사에게 불만을 표시하는 선장들도 적지 않다. 선장이 동의하지 않는 항로에서 도선에 집중하기는 쉽지 않은 일이다.

(3) 야간항행과 제한 시정에서 레이더 항법

이제 선박의 레이더 항해를 부정하는 규정이나 국가는 없다. 통항로 폭도 레이더 항해를 감안하여야 하며 관제 또한 레이더 항해를 부정하지 않아야 한다. 레이더 정보를 근거로 관제하면서 제한시정 때 선박의 레이더 항행을 부정하는 것은 관제 근거를 부정하는 것이기 때문이다.

도선사의 통상적인 야간항행 관행은 다른 선박과의 최소이격 거리를 시각적 선체길이인 0.83L 대신 1L 이상 유지하는 것이다. 또한 제한 시정일 때 레이더 항법은 항로의 경계로부터 거리 1L 이상, 다른 선박과의 최소거리를 1.5L 이상 유지하여야 하는 것을 감안하여 항로 폭을 결정하여야 한다. 야간항행과 제한 시정에서의 항행일 때 시각적 긴장감이 없어서인지 오히려 선장의 불만이나 간섭은 적은 편이다.

(4) 추월

Bumper area의 확보가 가능한 항로의 폭이라도 제한 시정일 때의 추월

Collection @ kmou

은 금지가 원칙이지만, (원칙이라 함은 부득이한 경우 현실을 감안할 수 있다는 의미를 포함한다.) 예부선 등 저속선을 뒤따라가는 대형선박의 조종성 저하 문제 등 불가피한 경우(추월하지 않고 뒤따라가는 것이 Close quarter situation을 오래 지속시키거나 더 위험한 불가피한 상황)에 한하여, 추월선과 피추월선의 상호 협의하에 제한적으로 실행할 수 있도록 하는 것이 합리적이다. 일단 입파도~항계 구간의 지정항로에 진입한 후에는 제한 시정뿐만 아니라 어떠한 이유로던 항로상에서 되돌린 경우가 없었던 만큼, 지난 20년간의 경험은 항로에 진입한 후에 제한시정이 되더라도 레이더 항법으로 항행을 계속하여 왔으며, 불가피한 경우는 추월을 실행했던 통례를 감안하여야 한다.

이러한 추가요소를 보완하고 실무 누적경험을 감안하여, 필자는 석사논문에서 무역항의 상업용 항로의 폭을 [Table 4.3]와 같이 선체의 길이를 비교하는 실증적인 방법으로 정의(제안)하였으며, 이는 일본국 항행안전협회의 연구 및 현대제철 용역의 추중성지수와 선회성지수의 계산에 의하여 안전한 통항이 가능한 항로의 폭과 대체로 일치한다.

Table 4.2 Commercial passage in commercial port

구분 (대상 선박)	완만한 자연수로 항로 (5만 DWT~20만 DWT)	직벽의 인공수로 항로 (5만 DWT~20만 DWT)	비고
길이가 짧은 편도 항로 폭	2x0.83L+B+@ (488m+@~548m+@)	2L+B+@ (582m+@~650m+@)	물리적 횡방향 안전거리 적용
길이가 짧은 왕복 항로 폭	2L+2B+@ (614m+@~700m+@)	3L+2B+@ (889m+@~1000m+@)	
5마일 이상 긴 왕복 항로의 폭	3L+3B+@ (921m+@~1050m+@)	-	교통량이 많거나 혼잡한 경우 4L+4B+@(1228m +@~1339m+@
5만 DWT급 L275m B32m, 20만 DWT급 L300m B50m, @는 수로의 측벽 부두에 접안한 선박의 폭 또는 교각의 유체력이 큰 범위 이내의 통항 금지구역 $B\times 2$, 항로 굴곡부의 각이 15도 이상이거나 항로를 횡단하는 횡조류 존재로 확폭이 필요한 구간			

Collection @ kmou

4.1.2 외해～장안서 구간

문제는 안도 등대부근 병목구간에서 다중교항으로 인하여 발생하는 혼잡을 어떻게 단순화하고 정리할 것인가이다. 다음과 같은 해상교통공학적 방법(방향별 집단통항)으로 단순화하고 선박간의 위험한 교항交航을 안도 전후의 넓은 해역에서 처리하도록 유도하여야 한다.

1) 목덕도 TSS 설정

흑도(가대암) 분리수도를 이용하여 인천과 평택·당진에 출입하는 선박은 어구 밀집수역인 외연열도(어청도, 대청도) 근해 어장을 종단하여야 한다. 30여년 전 흑도 분리수도를 설정할 당시에는 먼 바다를 직항하여 목덕도 해상으로 진입하는 거대형 선박이 없었고, 중국수교 이전이므로 지금처럼 목덕도 해상을 통하여 중국쪽으로 출입하는 선박도 없었으며, 평택·당진항과 대산항의 건설 이전이므로 서해안 연안을 따라 흑도 분리수도를 통하여 인천항에 출입하는 선박들도 지금처럼 많지 않아서 효과적으로 이용할 수 있었다.

그간 인천항의 확장 건설은 물론 평택·당진항과 대산항이 건설되어 출입항 선박이 크게 늘었다. 중국과의 수교로 중국무역이 늘어난 만큼 선박의 향발지向發地가 다양화되었으며,「목덕도～안도～장안서 구간」해역의 혼잡도가 현저하게 증가하였다. 이러한 혼잡을 정리하기 위해서는 우선 어구가 많은 외연열도 해역의 통항을 피하도록 유도하고, 무질서하게 뒤섞인 출입항 선박들을「입항선박 집단」과「출항선박 집단」으로 단순화하여야 한다.

가장 효과적인 단순화 방법은 대형선박들이 출입항에 이용하는 목덕도 남쪽해상에 TSS를 설정하고, 인천항과 평택·당진항에 출입하는 선박을 (외연열도 근해어장을 통과하지 않고) 외해로부터 직접 목덕도 분리수도로 진출입하도록 유도하는 것이다. 출입항 선박들을 서해안의 연안으로부터 먼 수역을 직항直航하여 목덕도 TSS로 진출입하도록 유도하는 간접효과는, 만일

Collection @ kmou

의 사고시에도 태안 유조선오염사건과 같은 연안해역의 오염피해를 줄일 수 있는 것이다.

[Fig. 4.2]는 목덕도 TSS를 설정하여 출입항 선박을 연안으로부터 먼 직항로直航路로 유도하고, [Fig. 4.3]에 표시하는 안도 분리수도(안)와 장안서 분리수도에 연결하여, 안도 전후해역의 상습적이고 복합적인 혼잡을 정리하는 방안이다. 그림의 녹색선(출항로)과 붉은색(입항로) 표시처럼 가장 혼잡한 안도부근 해역을 2차선으로 단순화할 수 있으며, 출입항 선박간 횡단은 안도와 장안서 구간 9마일의 비교적 넓은 해역이나 안도 밖의 넓은 수역에서 처리할 수 있다. 흑도 분리수도를 목덕도 분리수도로 유도하면 위험한 횡단이 거의 없을 정도로 정리되는 것을 볼 수 있다.

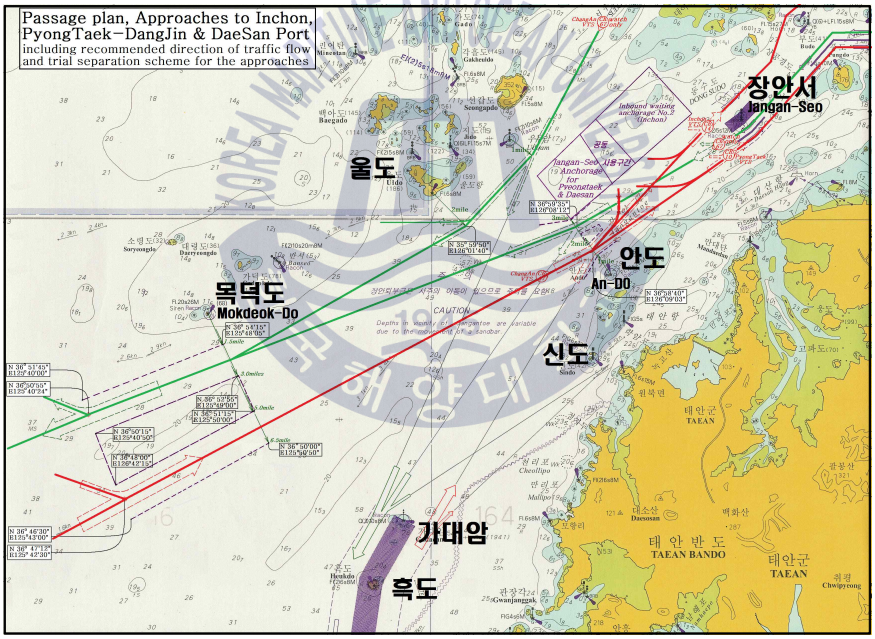


Fig. 4.2 Approaches to Inchon, Pyeongtaek and Dangjin port

2) 안도 TSS의 설정과 LANBY 설치로 해상교통 단순화

안도 부근 해역은 인천항과 평택·당진항 출입항로 중 가장 혼잡한 수역으로 안도~장안서구간에「장안 VTS」를 설치하여 관제하고 있지만, 선

Collection @ kmou

박들이 자율적으로 정리되는 분리수도[23]가 없으므로 관제효과를 기대하기 어려운 수역이다. 다중으로 복합교항이 발생하는 수역의 해상교통을 정리하는 효과적인 방법은, 본질적으로 선박간의 침로횡단이 최소가 되도록 하는 것이다. 즉 해상교통이 가장 혼잡한 병목수역을「출항집단」과「입항집단」의 2차선(2-Lane)으로 단순화할 수 있도록 TSS를 설정하고, 불가피한 선박 간 횡단이나 교차는 TSS 전후의 넓은 수역에서 이루어지도록 하는 것이다.

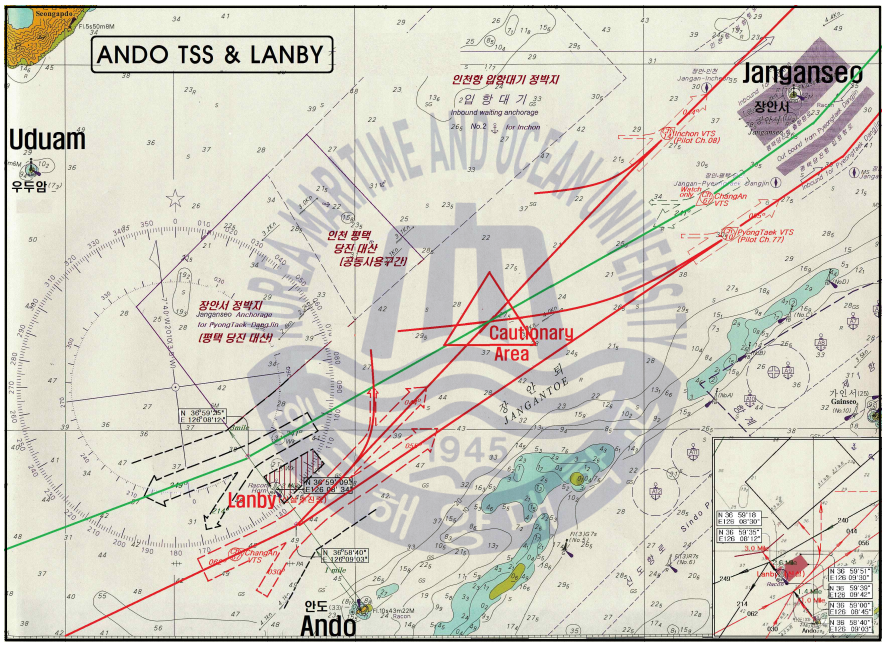


Fig. 4.3 Ando TSS and LANBY to reduce congestion

위험한 다중 복합교항이 상습적으로 발생하는 안도부근의 병목해역에 [Fig. 4.3]처럼 2-Lane의「안도 TSS」를 설정하고, 분리대의 중앙에 LANBY (Large Navigational Buoy, 중앙 분리대 효과)를 설치하여 출입항 선박이 서로 섞이지 않도록 단순화하여야 한다. 인천항과 평택·당진항 및 장안서

23) 양방향의 혼잡통항이 아니라 [Fig. 2]처럼 다양한 방향으로 출입하는 선박들이 복합적으로 교항하는 수역이므로「지정항로」의 설정은 불가능하거나 오히려 혼란을 더 가중한다.

Collection @ kmou

정박지로 향하는 선박들의 분기와 접합은 길이 7마일 폭 2마일의「안도 TSS～장안서 TSS」구간으로 유도해야 하며, 목덕도 TSS와 흑도 TSS의 분기접합은 [Fig. 4.2]의 표시처럼 안도 TSS 밖의 목덕도 TSS와 흑도 TSS까지 15마일 구간의 넓은 해역에서 이루어지도록 유도하여야 한다.

4.1.3 장안서 분리수도 부근 혼잡완화

장안서 분리수도는 도선사의 승하선을 위하여 6～7노트로 서행하는 거대형 선박과, 입파도에서 도선사가 승하선하는 통상속력의 중대형 선박이 같은 항로를 이용하고 있다. 속력차이가 큰 두 선박집단의 추월상황을 수용하고 원활한 통항을 위하여, 출입항 각각 2-차선(2-Lane)의 항로가 필요하다. 최근 여러 연구에서 적정 항로 폭은 통상 선박길이를 기준으로 하여 설정하고 있으며 (MOF, 2005), 환경여건에 의한 추가의 확폭을 감안하여야 한다. 본 연구에서는 우리나라에 적용되는 항로설계지침을 비롯하여 해상교통혼잡도를 이용한 항로 폭 확장 정도를 도출하고자 한다.

1) 항로설계기준 등에 의한 폭 설정

장안서 TSS는 현재 출항로 700m, 분리대 300m와 입항로 700m로 구성되어 있으며, 입항로 밖 대산쪽에「연안통항대」300m가 잠정되어 있다. 통항빈도가 높은 케이프급 광탄선과 20만M^3급 LNG선박(길이 320m, 폭 55m) 및 파나막스급 선박(길이 275m, 폭 32m)을 기준으로 하여, 필요한 편도 2차선 항로의 폭은 실무상 (식 4.1)과 같이 설정하여 도출할 수 있다. 여기서 전속全速(Full speed) 항해구간임을 감안하여 선박간의 이격거리와 항로 가장자리와의 이격거리를「선체의 시각적 길이(L′=0.83L)」이상으로 할 때, 편도항로 폭은 약 850m이다.

장안서 분리수도는 선박증가에 따른 혼잡에 대응하는 적정항로 폭[24]으

24) 적어도 [Fig. 56]과 같이 입항로 폭 850m, 중앙 분리대 폭 300m, 출항로 폭 850m이 필요하다. 다만 5Km의 긴 풍도 남서천퇴의 저수심으로 인하여 더 이상의 확장은 어렵고 많은 준설비용이 필요하다.

Collection @ kmou

로 개선하여야 하며, 빠듯한 수역의 여건상 [Fig. 4.4]과 같이 연안통항대를 포함하여 출입항로를 확장하는 것이 원활한 해상교통을 위하여 불가피하다.

$W \fallingdotseq 3L' + 2B + \alpha$ .... (식 4.1)

여기서, W : 필요항로 폭(m)　　L' : 선체의 시각적 길이
　　　　B : 선박폭(m)　　　　@ : 환경여건에 적합한 추가 확폭

2) 저수심 구역의 준설과 분리수도 외곽 경계선에 등부표 설치

장안서 분리수도는 항로의 경계선을 시각적으로 표시하는 등부표가 없으므로 어구의 침입이 잦고, 이용하는 선박들이 불안감으로 인하여 항로의 중앙분리대 쪽으로 근접 통항하므로 선박간 안전거리를 유지하기 어려울 뿐만 아니라, 선속이 다른 선박간 추월이 쉽지 않다. 개선방법은 [Fig. 4.4]의 표시와 같이 분리수도의 양쪽 경계선에 6기의 등부표를 설치하여 항로의 경계와 모양을 시각적으로 확인할 수 있도록 하여야 한다. 등부표의 설치 편익은 도선사 하선을 위하여 서행하는 대형선박이 장안서 남쪽 -10m의 저수심 암초에 대한 불안감 없이 등부표로 표시된 항로의 우측 경계에 근접 항해하여 항법의 규정대로 좌현을 추월하는 선박에 협조를 할 수가 있으며, 입항로 쪽의 어구침입을 예방하여 입항선의 출항로 역주행 위험을 예방할 수 있다.

또한 분리수도 안에 있는 DL-18.8m의 저수심을 DL-21m 이상으로 준설하여 저조시에도 흘수 18m의 대형선박이 통항하도록 하면 항계내 부두의 중물접안이 가능하므로, 선박의 고조시 집중을 분산하여 항만의 혼잡위험을 완화할 수 있다. 과거 장안서 남서쪽 저수심 지역을 준설할 때처럼, 바다 모래 채취를 허가하면 준설에 소요되는 국가재정을 절감할 수 있다. 항로범위 인근의 천퇴가 해저 풍화작용으로 무너져 항로가 다시 낮아지는

Collection @ kmou

것을 예방하기 위하여, 인접한 풍도남서천퇴 끝단 전역(장직경 1,500m, 단직경 1,000m구간)을 DL-30m까지 바다 모래 채취를 허가함이 합리적이다.

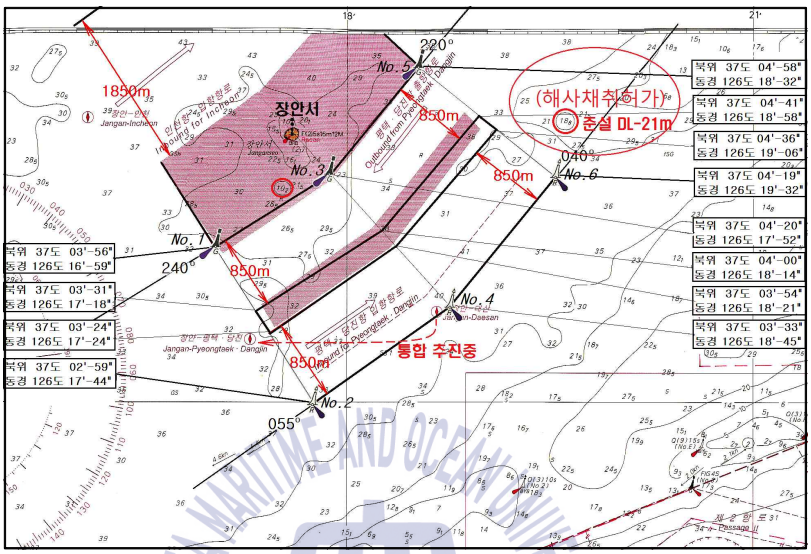


Fig. 4.4 Improvement of Jangan TSS and adjacent dangers

4.1.4 장안서～입파도 구간 혼잡완화

장안서를 지난 후 좁은 수역으로 교통이 밀집-압축되는 장안서～입파도 구간은 어장과의 간섭으로 인하여 대형선박의 항행위해요소가 증가하는 바, 다양한 대책과 방안을 동원하여 위해요소를 완화하고 어장의 가용수역을 최대한 확보하여야 한다.

1) 장안서와 입파도 구간 항행정보의 해도표시

선박통항이 복잡하고 어선 및 어구 등의 간섭이 빈번한 장안서 및 입파도선구에 진입하기 전 [Fig. 4.5]과 같은 입출항 보고점과 관제통신 채널 및 도선사 통신채널 등 안내정보[25]를 해도상에 제공하여 처음 기항하는

25) Light list에 기재된 정보도 해도에 중복 표시함이 좋다. Light list를 보지 않는 항해사도 해도는 봐야하기 때문이며 이러한 정보를 (붉은) 볼펜 등으로 난잡하게 기재하여 해도

Collection @ kmou

선박이라도 예외없이 관제채널 정보를 알고 청수하도록 유도하여야 한다. 지정항로의 양방향 항로, 추천항로 및 심해항로 등에 권고통항방향을 설정하여 가능한 한 위험으로부터 멀어지며 안전하게 할 수 있다는 IMO의 권고(IMO, 2013)대로, 도선사 승하선 구역은 [Fig. 4.6] 및 [Fig. 4.7]처럼 입출항 권고통항방향을 중심으로 하여 각각의 폭 400m의 화살표 형식의 도선사 승하선구간을 해도에 직접 공시하여 선박을 유도하고 분리수도 효과를 기하는 것이 효과적이다.

Fig. 4.5 Information to be marked on the chart

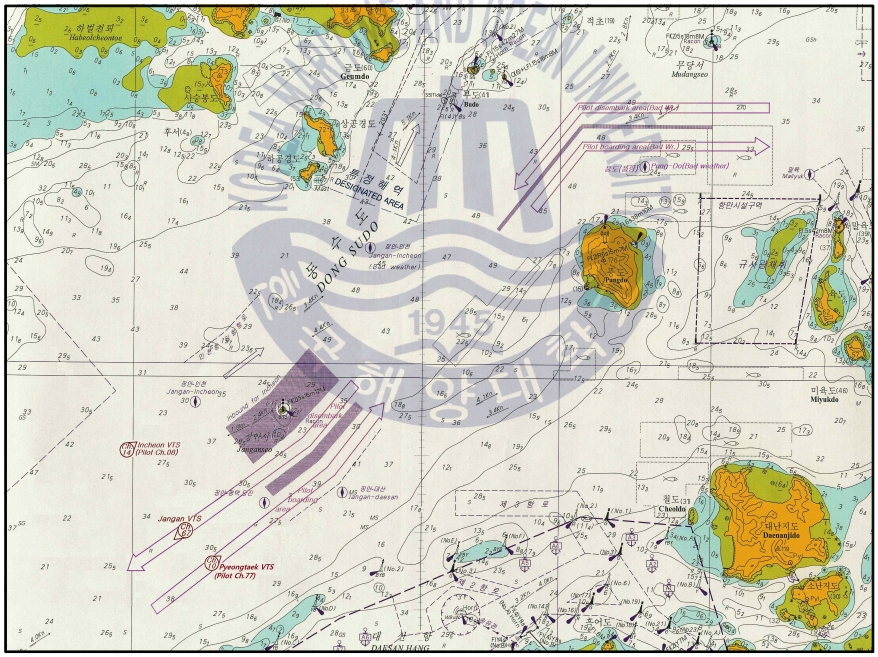


Fig. 4.6 Jangan pilot boarding/disembarking area and informations

평택지방해수청은 교통류의 방향을 표시하는 폭 400m의 화살표 형태의

가 복잡하고 지저분해지는 것을 피할 수 있다.

Collection @ kmou

도선사 승하선 구간을 [Fig. 4.6]과 [Fig. 4.7]의 표시와 같이 고시하였으나, 한국해도에는 「도선사 승하선 구간」이라는 안내 없이 긴 직사각형으로만 표시되었다. (BA Chart는 도선사 승하선 구간이 표기됨) 항만청 고시대로 수정함이 바람직하다.

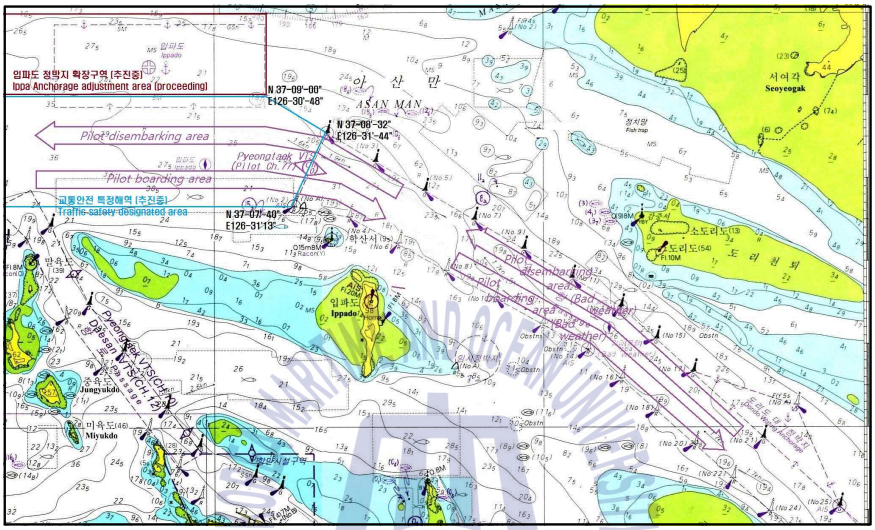


Fig 4.7 Ippa pilot boarding and disembarking area

2) 해도상의 항법안내 (홍보)

입파 정박지 부근의 평택당진항 출입항로에 항행하는 선박과 정박지 출입선박간의 항법적용을 잘못하여 위험한 경합이 발생하는 것을 피하기 위하여 해도의 부제로 정박지 출입 선박이 출입항로에 항행중인 선박을 피하도록 하는 항법상 규칙을 명시함이 바람직하다. 그러한 항법의 명시는 운항자의 (아전인수식의) 자의적인 판단으로 발생하는 경합이나 선박간의 위험한 횡단 및 근접상황을 사전에 예방하는 효과가 있다.

많은 경우 항해사들은 선행先行하여 적용해야 할 항법절차를 생략한 채 항법관계의 최종단계에서 적용하는「정면으로 마주치는 자세」나「횡단자세」및「추월관계」를 먼저 적용하여 유지선과 피항선으로 구분하려는 경향이 있다. 항법적용 순서상 다음과 같은 절차를 준수하여야 한다.

Collection @ kmou

(1) 항법관계 성립 전 자신만의 동작으로 피항조치

첫 번째로 선행 적용하는 것은 항법관계가 성립하기 이전에, 예컨대 상대선박의 전방을 4L～12L(항계내외 조종수역은 4L, 먼 바다에서는 12L) 이상 충분한 거리를 두고 횡단할 수 있거나 항로에 합류할 수 있을 때는 (항법의 적용을 받지 않고) 자신만의 동작으로 항행이나 피항동작을 할 수가 있으며, 이 단계에서는 엄격한 항법적용을 요구하지는 않으나 가급적 항법에 맞도록 하여 오인이 없어야 한다.

(2) 항법관계거리에서 주항로 항행선 우선통항

두 번째는 주항로에 항행하는 선박이 항법거리(2～3마일) 이내에 있을 때는 부두로부터 이안하여 항로에 진입하거나 정박지로부터 항로에 진입하는 선박 및 항로를 횡단하는 선박이 피항선이므로 주항로 항행선박이 지날 때까지 대기하거나 주항로 항행선을 피해야 한다.

(3) 항법관계의 성립

최종단계로 항법관계가 성립하는 경우는 (즉 충돌의 위험을 가지고 접근하는 경우) 조종성이 우수한 선박이 그렇지 못한 선박을 피하거나 양선박이 대등한 관계일 때는 두 선박이 접근하는 자세에 의하여 「정면으로 마주치는 자세」 또는 「횡단선의 항법」 및 「추월관계」를 적용해야 한다.

(4) 긴급피난과 최선의 협력동작

어떠한 경우이던 위험우려가 있으면 유지선도 최선의 협력동작을 할 의무가 있다. 의심스러울 때는 조기에 항법통신장치인 VHF로서 상호 의사를 확인하는 것이 당연한 선원의 상무(常務, Good seamanship)이다.

따라서 항로로부터 입파도 정박지에 출입하는 선박은 출입항로를 항행하는 선박을 피해야 하지만, 자의적으로 대등한 관계의 횡단선의 항법을 먼저 적용하거나 그렇게 하도록 관제하면 항법의 적용오류에 의하여 위험

Collection @ kmou

이 발생할 수 있으므로, 해도상에「정박지 출입선박은 실행 가능한 한 항로 항행선박의 진로를 피해야 한다.」라고 유권해석을 명시하여 그러한 자의적인 판단을 예방함이 합리적이다. 당연한 법규정의 적용이라도 위반사고의 발생우려가 큰 거리의 교통신호등에「예측출발 금지」와 같은 경고를 부기하여 사고의 개연성까지 줄이는 것과 같은 효과이다.

3) 항로 감시선의 사용

아산만 안쪽에 자리 잡은 평택·당진항은 다른 서해중부 항구들처럼 물안개(移流霧)[26]와 봄철에 중국으로부터 불어오는 황사 및 스모그로 인한 제한시정이 잦을 뿐만 아니라 아산만 주변의 넓고 습한 농경지에서 발생하는 땅안개(輻射霧)[27]까지 가세하여 시정제한이 많은 항만이다. 3월 초부터 7월 말까지의 전통적인 안개철 뿐만 아니라 엘리뇨와 라니냐 등 지구기상변화의 영향으로 대기중에 수분이 적은 9월, 10월을 제외한 연중 전기간 시정제한이 빈번하게 형성된다. 특히 아산만은 자체의 수면뿐만 아니라 인근에 남양만, 남양호, 평택호, 삽교호, 석문호, 대호 및 물을 담은 농경지가 항만을 둘러싸고 있어서 안개의 발생요인이 많고 그 면적이 넓다.

이러한 여건을 극복하기 위하여 GT 5만톤 이상 조종성이 둔중한 거대형 선박(조종성이 좋은 여객선, 자동차선, 컨테이너선 제외)은「항계로부터 입파도」까지의 좁은 설정항로 구간을 통항할 때 에스코트 터-그를 이용하여 항로에 침입한 어선을 정리하고, 항행정보를 수집하여 본선에 전달하고 있다. 또한 항로와 어장이 섞여있는「입파도~장안서」구간에서 GT 4만톤 이상의 선박은「항로 감시선(가이드 보트)」를 사용하여 레이더에 잘 나타나지 않는 소형선박과 어구의 위치정보를 얻고 사전에 다른 출입항 선박들과 항법을 약속하거나 어구와 어선집단을 우회하도록 정보를 제공한

26) 다습하고 물보다 온도가 높은 공기괴가 수면 또는 차거운 지표면을 지날 때 발생하는 안개로 짙은 안개괴가 형성될 수도 있으며 땅안개보다 지속시간이 다소 길다.

27) 야간에 열을 방출한 대지나 물이 얕은 농경지 또는 대지에 인접한 공기가 냉각되어 발생하는 아침 안개, 일출 후에 기온의 역전층이 없어지고 물방울이 증발하면 없어지는 단기성 안개이다.

Collection @ kmou

다. 조종성이 둔중하고 넓은 선회권을 가지는 대형선이 근거리에서는 소형선박을 발견하더라도 피하기 어려우므로 대형선박보다 앞서가면서 항로정보를 제공하는 고속의 항로감시선 또는 경계선警戒船을 사용하여 정보를 제공받는 것이 필요하다.

4) 추천(또는 지정)항로와 항로 경계선에 항로표지의 설치

어구의 침입을 예방하고 혼잡을 정리하는 가장 확실하고 효과적인 방법은 추천(또는 지정)항로를 설정하고, 항로의 경계선을 따라 등부표를 설치하여 항로와 어장을 시각적으로 구분할 수 있도록 하는 것이다.

어로보상을 하고 설정하는 지정항로는 어로가 금지되며, 추천항로는 항행선박에 지장을 주지 않는 한 어로가 금지되지는 않으나 항행선의 항행우선권이 있다. 지정항로와 추천항로 모두 경계선에 일정간격으로 등부표를 설치하여 그 범위를 명확히 함으로써 어선과 항행선박간 상호피해를 줄이고, 특히 항행선박이 항로의 범위를 벗어나서 어장의 수역이 삭감되지 않도록 함이 바람직하다.

「입파도~장안서」구간의 항로는 평택·당진항 출입항 선박과 입파도 정박지 진출입선박 및 당진화력에 출입하는 대형 광탄선과의 횡단위험뿐만 아니라, 다수의 어장과 어선 및 레-저선박과 밀집된 어선 등을 피하기 어려운 거대형선(길이 270~350m의 LNG, LPG 모선 및 곡물선과 15만~40만 톤의 광탄선)의 통항이 혼잡을 가중시키며 해양사고의 우려가 높은 해역이므로, [Fig. 4.8]처럼「추천(또는 지정)항로」를 설정하고 경계선에 등부표를 설치하여 항로수역과 어장수역을 구분하는 것이 필요하다.

인천처럼 지정항로의 양쪽에 폭 500m 정도의「교통안전 특정해역」을 설정하여 통항선박의 긴급피난이 가능하도록 관리하여야 하는 것이 가장 이상적이지만, 어장수역이 좁아지는 문제가 있으므로 우선은 추천(지정)항로만을 설정하고 항로의 경계선에 등부표를 설치함이 합리적이다.

Collection @ kmou

Fig. 4.8 Designated fairway and buoys of Jangan-seo and Ippa-do

5) 교통안전 특정해역 (비교안)

해상교통량이 폭주하거나 거대선박과 위험화물운반선 등의 통항이 빈번하고 대형 해양사고가 발생할 우려가 있는 지정항로의 양쪽 일정거리(폭 500m 이내)에 완충수역을 설정하여, 항행선박의 운항에 지장을 줄 수 있는 저속 모래바지 등 예부선이나 평수구역 항행선의 통행 및 항행중인 선박의 기관고장이나 이상의 발생시에 긴급피난이 가능하게 하는 등 특별히 설정하여 관리하는 해역을「교통안전특정해역Traffic safety designated area」이라고 한다.

장안서～입파도 구간의 항로를 보호하기 위하여 특정해역을 설정하는 경우, 적정범위는 [Fig. 4.9]과 같이 지정항로의 범위(폭 2,000m)보다 다소 넓은 폭 2,500m의 범위로 설정하여 지정항로를 보호하고 항행선박의 긴급피난구역을 확보할 수 있다. 다만 추천(지정)항로와 특정해역 중의 하나

Collection @ kmou

를 선택해야 하는 경우는 특정해역만을 설정하는 것보다 특정해역 없이 추천(지정)항로만을 설정하는 것이 효과적이며 더 넓은 어장수역을 확보할 수 있다.

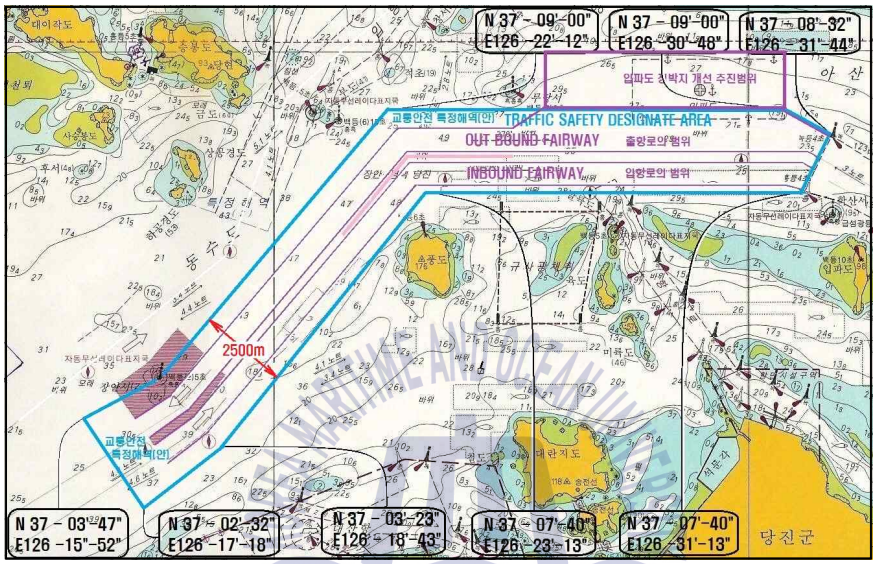


Fig. 4.9 Establishment of traffic safety designated area

4.1.5 항로 경계선의 등부표 설치와 설치원칙

지정(추천)항로의 가장자리 경계선에 연속으로 설치하는 등부표는 실시간 시각적으로 항로의 경계선을 표시하며, 육상도로의「가드-레일」과 같은 역할을 하여 어구의 침입을 예방하고 항행선박이 등부표를 따라 항로의 우측에 연하여 항행하여 다른 선박의 추월에 협조를 하는 등 같은 폭의 항로라도 경계선에 등부표가 없는 항로에 비하여 통항선박들이 항로를 더 넓고 안전하게 사용할 수 있다.

항로를 따라 설치하는 등부표는 다음과 같은 설치원칙을 지켜서 항행하는 선박이 효과적으로 이용할 수 있도록 하여야 한다.

1) 표지 번호의 일관성과 연속성

Collection @ kmou

(Region B 지역에서) 등부표의 번호를 일관되게 좌현은 홀수, 우현은 짝수를 부여하고 순서대로 연속되게 부여하여 기억하기 쉽고 항행경과에 따라 다음 등부표가 예측 가능하도록 하여 오인이나 혼동을 방지하여야 한다.

2) 등질특성의 통일성과 연속성

등질은 일정한 규칙으로 통일되고 연속되어야 한다. 예컨대 항로 입구로부터 좌우 등부표의 첫 번째 직선구간은 동기점멸 1 Flashing, 두 번째 직선구간은 동기점멸 2 Flashing, 세 번째 직선구간은 동기점멸 3 Flashing 등 차례대로 구간을 구분하여야 한다.

3) 표지 위치의 대칭성

통항선박이 많고 항로의 형상이 복잡한 항로는 등부표를 대칭Pair으로 설치하여 항로의 폭과 형상을 시각적으로 표시함으로써 같은 폭의 항로라도 더 넓게 이용할 수 있도록 하여야 한다. 다만 교통이 혼잡하지 않고 형상이 단순한 직선항로는 좌우 교대로 건너뛰는「Cross」형태로 설치할 수도 있다.

4) 향도성向導性과 등거리성等距離性

한 직선상에는 가급적 3기 이상의 등부표를 설치하여 항로의 방향을 표시하고 표지위치가 틀어질 경우 이용자가 현장에서 확인이 가능하도록 하며, 동일 직선상에 연속되는 등부표들의 위치를 등거리로 설치하여 항해하는 선박이 다음 부표의 위치를 예측가능하게 하고, 레이더 상에서 등부표 부근의 어선이나 어구표시로부터 식별이 쉽도록 하여야 한다. 항계내 수역의 전후 등부표 간격은 0.5마일(또는 1,000m) 전후가 통례이며, 항계밖 수역의 전후 등부표 간격은 1마일(또는 1,500m~2,000m)이지만 「혼잡수역」이나「어구의 침입이 잦은 해역」은 항계밖의 지정(또는 추천)항로나 분리수도의 경계선에도 0.5마일 정도의 간격으로 조밀하게 등부표를 설치하여 어선이 통상기상에서 한 방향으로 2기 이상의 등부표를 식별할 수 있어야

Collection @ kmou

한다.

5) 식별성과 정체성

중요한 등부표의 식별성을 향상하기 위해서는 항로입구나 변곡점의 등부표에 AIS 발신기[28]를 부착하는 것이 가장 효과적이며, 한 직선상의 등부표는 (공항의 활주로처럼) 같은 등질의 동기점멸을 시행하여 항로의 폭과 방향의 식별이 잘 되도록 할 수 있다. 이러한 방법은 평택·당진항의 「입파도~항계」 구간의 12마일 항로에서 그 효과를 검증하여 대단히 성공적임을 입증한 방법이다.

6) 항로의 보호와 보충성

TSS의 외곽 경계선이나 지정항로의 측방 등 어구 침입이 우려되는 수역에 항로의 경계선을 따라 설치한 등부표로서 항로의 경계를 시각적으로 표시하여 어구의 침입을 방지할 수 있으며, 천퇴의 경계선에 등부표를 설치하여 가항수역을 표시하는 기능을 할 수 있다.

평택·당진항의 입파도에서 항계까지의 12마일 항로에 상습적으로 침입하는 어구로 인하여 10여년 이상 십수 차례 어민을 포함한 관계자회의와 해경의 단속을 요청하였으나 효과가 없었다. 결국은 항로 경계에 설치된 1.4마일 이상 간격의 등부표를 0.5~0.7마일 간격으로 증원 개선한 이후에는 어구 침입이 말끔하게 없어졌다. 어로보상을 받은 항로에 다시 침입하는 어구는 어민들의 비양심이 아니라 등부표간 거리가 멀어서 항로가 시각적으로 보이지 않았던 것이 원인이었다. 주간에만 작업하는 어선이 수증기가 많은 수면 가까이에서는 높은 위치에서 보는 상선처럼 한 방향으로 여러 개의 부표를 볼 수 없으므로 여러 등부표의 중시선重視線, Transit line에 의한 항로의 경계를 알 수 없다. 어구의 침입문제가 발생하면 등부표를 증가하여 전후 등부표의 간격을 0.5마일로 단축하면 개선되는 것이

28) 필자는 해수부 세미나에서 등부표에 AIS 발신기를 설치하여 식별성을 개선하는 방안을 제안하였으며 평택항로의 등부표에 시범시행하여 하나의 개선 시스템으로 정착하였다.

Collection @ kmou

입증되었다.

7) 물표연관성

등부표의 위치는 부근의 섬이나 등대 등 다른 항행원조 물표 또는 (인근의 정박지 표시부표 등) 다른 등부표와 일직선 또는 사각형 능형 또는 정삼각형이나 직삼각형의 꼭지점 등 이용자가 쉽게 연상하고 기억할 수 있도록 연관성을 갖는 위치에 설치하여 2가지 이상의 방법으로 교차확인이 가능하도록 하고 오인을 방지함이 합리적이다.

4.1.6 일부구간 경계표지와 LANBY (비교안)

1) 일부구간 경계표지 (비교안)

[Fig. 4.10]는 혼잡구간의 교통특성 분석과 장안서~입파도간 추천(지정) 항로 설정의 경과과정으로, 지정항로의 설정이 오래 걸릴 경우 시급성을 감안하여 우선 장안서 분리수도의 출입항로 가장자리 경계선에 6기의 측방표지 및 풍도 남서천퇴의 20m 등심선에 3기의 측방표지를 신설하여 위험한 천퇴를 경계하고 가항수역을 표시함으로써 입항선박이 불안감으로 인하여 출항로를 역주행하는 위험 등을 예방하는 (안)이다.

등부표의 명칭과 번호는 장안서 남쪽으로부터 TSS 경계선에 「장안서 제1호, 제2호, 제3호, 제4호, 제5호, 제6호」 및 풍도 남서천퇴 경계선에 「장안서 제8호, 제10호 제12호」로 부여하여 등부표 번호의 일관성과 연속성을 유지하여야 한다. 다만 항로의 설정과 표지의 설치는 적어도 수년씩 소요되는 현실을 감안하여 처음부터 [Fig. 4.8]과 같이 지정항로를 설정하고 전 구간에 등부표를 설치함이 바람직하다.

2) 풍도 북서쪽 항로 분리선의 변곡점에 LANBY (비교안)

풍도 북서쪽 항로의 꺾인 부분 전후의 수역은 항로를 준수하는 출입항

Collection @ kmou

선박과 질러가는 (Short cut) 선박 및 출항로를 횡단하여 입파도 정박지로 향하는 선박간에 혼잡과 충돌위험이 극심하였다. 이러한 혼잡을 정리하기 위하여 2012년 항로의 중심선을 따라 분리선을 설정 고시하여 입항선박과 출항선박을 분리한 결과 해당수역의 관제수요가 거의 제로에 가까울 만큼 자율정리효과가 크고 혼잡이 잘 정리되었다. 다만 항로의 꺾인 점을 표시하는 항행원조 물표가 없어 일부 선박들은 중앙 분리선을 넘거나 변침점을 지키지 못하며 서로 위험하게 근접하는 일이 종종 발생하고 있다.

이러한 위험을 개선하기 위하여「항로표지협회」의 용역검토에 따라 [Fig. 4.10]의 표시와 같이 중앙 분리선의 꺾인 점에 Racon을 부착한 Lanby의 설치를 추진하였으나, 지자체를 통한 어민의 동의를 받지 못하는 문제로 설치하지 못하고 있다.

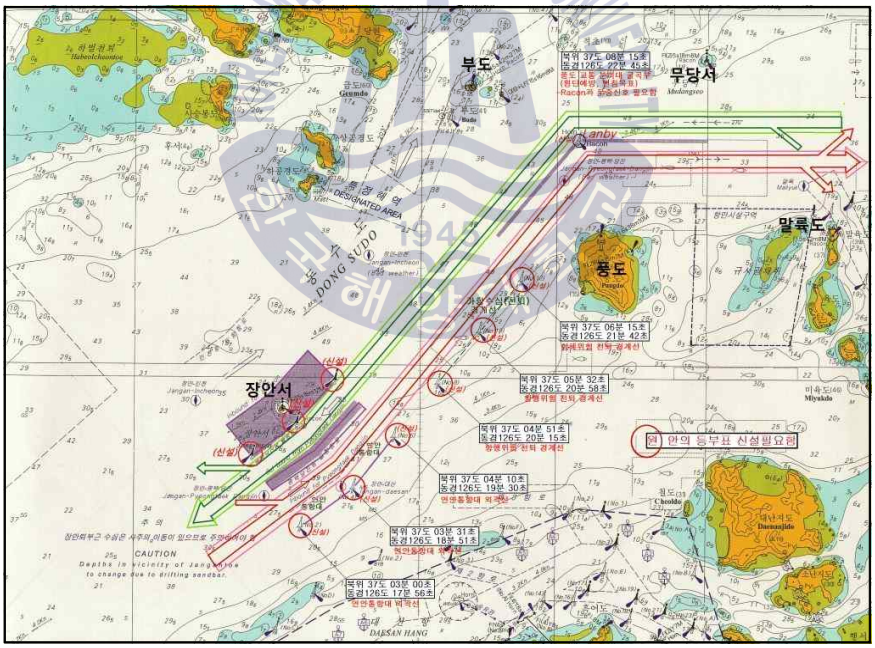


Fig. 4.10 Comparative study for [Fig. 19]

Collection @ kmou

가성비價性比 측면에서 보면 1기당 10억원이 소요되는 Lanby 1기를 설치하는 것보다 장안서~입파도 구간에「추천(지정)항로」를 설정하고 1기당 제작비 3000만원 + 설치비 500만원이 소요되는 등부표 26기(도합 9억 1천만원, 장안서 분리수도 6기와 입파도 정박지 경계표지 황색 3기 포함)를 지정항로의 전구간의 경계선에 설치함이 훨씬 더 효과적이다. 항로의 경계선을 등부표로 표시하면 같은 폭의 항로라도 항로의 범위를 더 넓게 사용하는 효과가 있으며 항행선박이 제한된 수역의 정확한 항로수역의 범위를 지키게 되므로 어장의 가용수역 또한 더 넓어지는 효과가 있다.

4.2 정박지의 위해요소 개선방안

4.2.1 입파도 정박지의 확장과 이동

정시 출입하는 여객선과 Full Container선박은 정박지의 소요가 적은 편이지만, 대부분 선박들의 대기 정박지는 통상적으로 항만 선석수의 절반 이상에 해당하는 선박이 정박할 수 있는 면적을 확보하지 않으면 혼잡이 발생하며, 부두 가동률이 높을수록 더 많은 정박지가 필요하다. 50여 선석을 운영하는 평택·당진항은 항계로부터 14마일(26Km) 거리에 (대형선박) 수용면적 10척 규모의「입파도 정박지」와, 항계로부터 30마일(55Km) 거리에 인천항 및 대산항과 공동으로 사용하는 (대형선박) 27척 규모의「장안서 정박지」가 있다. 입파도 정박지의 상습적인 혼잡으로 인하여 입파도 정박을 요청하는 중대형선박의 대부분을 장안서 정박지로 유도하고 있으나, 인천과 대산 및 평택·당진이 공동으로 사용하는 장안서 정박지 또한 상시 부족을 경험하고 있으므로(Lee et al., 2014), 이들 두 정박지의 확장개선이 시급하다.

수역의 여건상 확장 가능한 최대 면적은 입파도 정박지 16척([Fig. 4.11], 중소형 선박 30척)이며, 장안서 정박지는「인천항 제2대기정박지」의 남서쪽

Collection @ kmou

에 평택·당진항과 대산항 정박지를 연결 지정하면 대형선박 39척([Fig. 4.13], 1/3의 중소형 선박을 포함하여 최대 52척)의 동시정박이 가능하다. 또한 현행 입파도 정박지는 출입항로 및 도선사 승하선 구간과 근접하여 위험한 상호간섭이 자주 발생하므로 정박지의 항로쪽 경계선을 북쪽으로 300m 이동하는 아래의 네 기점을 연결한 선안의 해면으로 이동-확장하여 출항로와 이격거리를 확보하여야 한다.

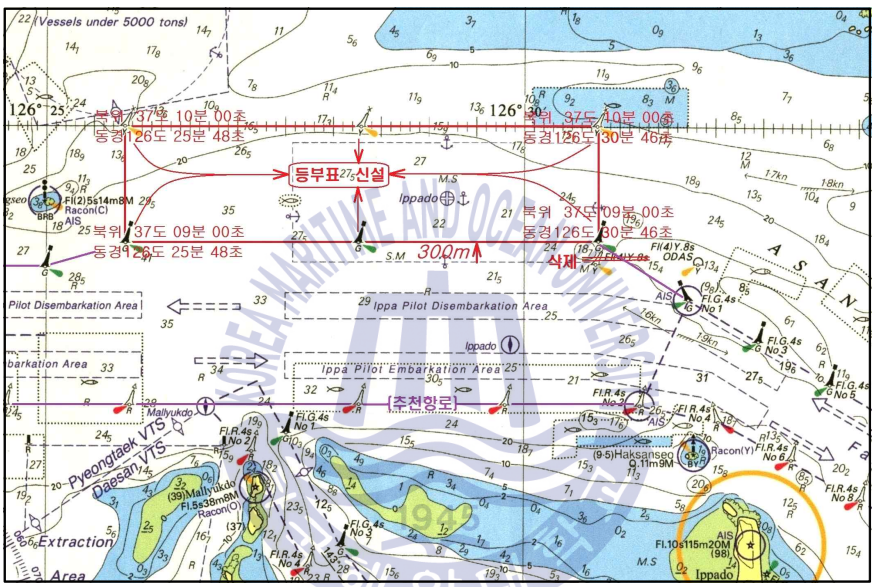


Fig. 4.11 Reformation of Ippa-do anchorage

입파도 정박지의 항로쪽 경계선은 녹색의 측방표지 등부표 3기를 설치하여 정박선박이 정박지를 벗어나지 않도록 하고, 북쪽 경계선에는 노란색의 특수표지 3기의 시각적인 경계를 표시하여 어구의 침입이 없도록 하여야 한다. (정박지 내에 불법어구를 표시하지 않아야 하며 어민들이 내다버린 폐어구를 Obstn으로 표시하지 않는 것이 바람직함)

북위 37도 09분 00 초, 동경 126도 30분 46초
북위 37도 09분 00 초, 동경 126도 25분 48초

Collection @ kmou

북위 37도 10분 00 초, 동경 126도 25분 48초
북위 37도 10분 00 초, 동경 126도 30분 46초

4.2.2 장안서 정박지의 확장과 저수심 준설

장안서의 인천항 제2입항대기묘지 안에 직경 1마일의 원형으로 중복 지정된 평택·당진항 장안서 정박지는 아래 4기점을 연결하는 선안의 해면(대형선박 21척분)으로 확장[29]하여 대산항과 공동으로 사용할 수 있도록 하고, 인천항 대기정박지 안에 중복 지정된 직경 1마일의 기존 정박지는 폐지하여야 한다. 또한 「인천항 제2입항대기묘지」의 범위에는 수심 20m 이하의 모래톱이 있어 대형선의 이용제한이 있는 바, 이러한 저수심 구역을 해사채취구역으로 지정하면 국가재정의 투입이 없이도 준설개선이 가능하다. 참고로, 과거 안도~장안서 구간 항로의 저수심 구역은 [Fig. 4.12]의 참조해도처럼 해사채취를 허가하여 국가재정의 투입이 없이 증심한 실적이 있다.

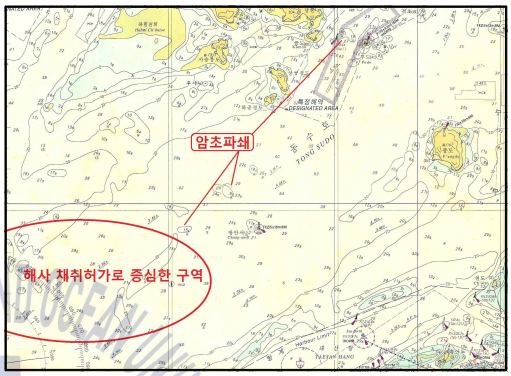


Fig. 4.12 Reference chart

북위 37도 02분 14초, 동경 126도 11분 03초
북위 36도 59분 57초, 동경 126도 07분 51초
북위 37도 01분 40초, 동경 126도 06분 12초
북위 37도 03분 58초, 동경 126도 09분 03초

29) 인천항은 창서 동쪽의 평택항 도선구간에 인천항 제3대기정박지를 평택항과 협의 없이 지정한바 있으나 남쪽의 평택항 도선구에서는 출입이 가능한 반면 인천항 동수도로부터는 출입구가 좁고 수심이 낮아서 설정 후 10여년 이상 단 한척의 이용사례도 없이 어구로 가득 차 있다.

Collection @ kmou

다만 이렇게 신규로 지정하는 평택·당진항과 대산항의 대형선 21척의 정박지는 [Fig. 4.13]와 같이 인천항 대기정박지 27척분과 9척분의 면적이 중복되는 바, 인천과 평택·당진항 및 대산항이 혼잡여부에 따라 3개 항만이 탄력적으로 교차 사용하는 것이 합리적이다. 정박요금은 장안서 정박지의 어느 구역에 정박했는지를 불문하고 (정박당시의 사정에 따라 여유가 있는 구역에 정박을 하고) 해당 선박이 입항하는 항구에서 징수하면 행정절차가 합리적으로 정리된다.

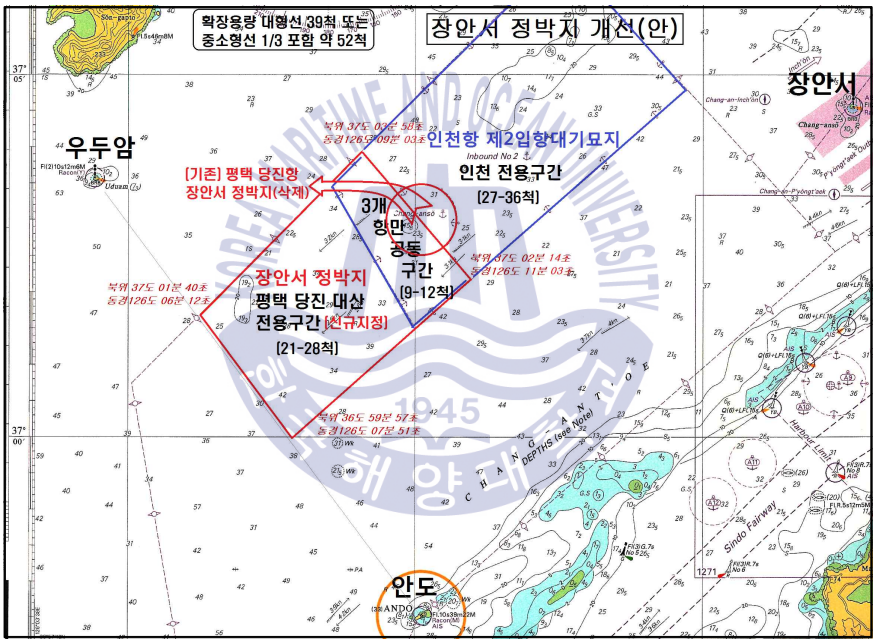


Fig. 4.13 Designation of Jangan-seo anchorage (suggestion)

장안서 정박지를 [Fig. 4.13]와 같이 북쪽의 인천 전용구역과 남쪽의 평택·당진 및 대산 전용구역으로 구분하여, 평택·당진항과 대산화력에 입항하는 선박들은 [Fig. 4.14]의 표시처럼 장안서 분리수도로부터 먼 곳에서 예각으로 합류[30]하도록 함으로써 대형선박이 장안서 분리수도의 입구에서

Collection @ kmou

횡단하거나 분리 접합하는 위험을 본질적으로 예방할 수 있다.

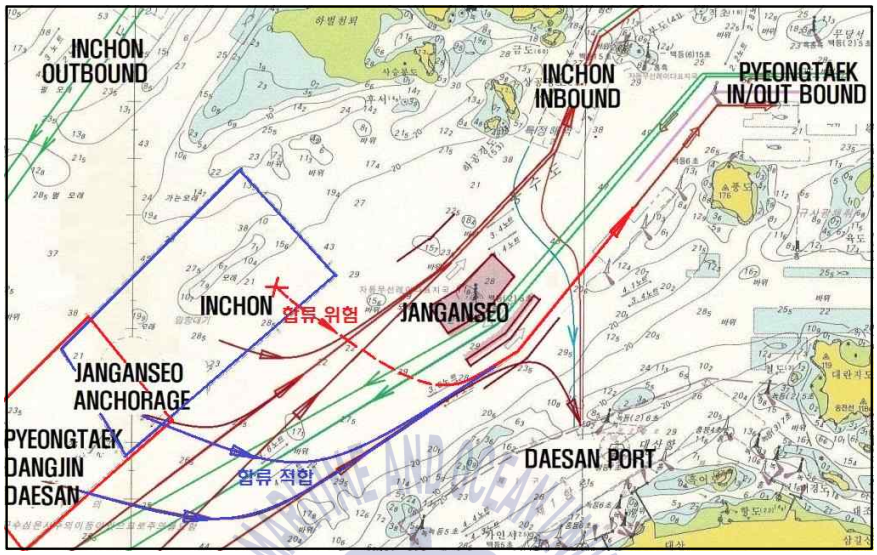


Fig. 4.14 Traffic flows adjacent Jangan TSS

4.3 도선사 승하선 구간의 혼잡개선

입파도 도선사 승하선 구간은 (도선 면제선이나 장안서에서 도선사가 승하선하는 선박처럼) 통상속력으로 통항하는 선박과, 도선사의 승하선을 위하여 저속으로 항행하는 선박 및 풍랑-안전현을 조성하여 도선사가 승하선하는 선박 등으로 혼잡이 가중되므로 항로의 다른 부분보다 더 넓은 수역을 필요로 한다. 특히 입파 도선사 승하선 구간은 입항로의 왼쪽에 있는 입파도 정박지에서 출항로를 횡단하여 입항로에 합류하는 선박까지 가세하여 혼잡이 매우 극심하여 이를 정리할 특단의 대책이 필요한 수역이다.

30) 육상교통처럼 해상교통에서도 횡단은 직각, 합류는 예각으로 함이 원칙이다.

Collection @ kmou

4.3.1 입파 도선사 승하선 구간 혼잡정리

9.5m에 달하는 조석차이로 인하여 수심의 변동이 크고 조류가 강한 인천항과 평택 당진항 및 대산항은 지역적으로 북서 탁월풍이 우세하고 스모그와 황사 및 안개로 인하여 연중 제한시정이 많은 해역이다. 대형선박의 출입항은 수심의 여유가 있는 고조시에 편중되며, 그 외의 다른 선박들은 야간할증이 없는 주간 하역작업을 위하여 새벽시간에 입출항이 집중되어 항로와 도선사 승하선 구간의 혼잡이 가중된다. 특정시간대에 몰리는 선박의 집중을 분산하고 풍랑이나 제한시정에서도 안전하게 출입항을 계속할 수 있는 방안을 연구하고 경쟁력을 키우는 것이 항만과 부두의 경쟁력뿐만 아니라 국가 경쟁력을 위해서 중요한 사안이다.

1) 입파 도선점 이용선박

입파도선사 승하선구간은 선박이 집중하는 새벽 5시~6시와 대형선박이 편중하는 고조 2시간 전에 매우 혼잡하다. 이러한 혼잡을 정리하고 위험을 줄이는 방안은「입파도~도리도」구간의 지정항로 좌우 경계선에 설치된 등부표를 따라 입항선과 출항선을 각각 1열로 줄을 세우고 도선사가 차례대로 승하선하도록 세칙을 마련하는 것이다.

즉, [Fig. 4.15]와 같이 입파도선 기준점과 도리도 풍랑도선 기준점 사이의 5.5마일 구간에 입항선박과 출항선박[31]을 홍색과 녹색 등부표를 따라 각각 일렬로 줄을 세우고, 전후 선박간 거리를 0.5~1마일(등부표 간격인 0.7마일 간격을 표준으로 함)로 유지하며, 자력조종이 가능한 6~7노트로 서행하는 동안 차례로 도선사가 승하선할 수 있도록「항만운영세칙」의 규정을 마련하는 방안이다. 이 구간의 연속된 등부표가 도로의 차선Traffic lane (Guide line) 역할을 하고, 약 0.7마일 간격으로 설치된 등부표의 간격은 전후 선박간의 거리를 안내하는 거리목Mile post 역할을 하여 (장안서 도선사 승

31) 이미지 표시를 위하여 선박을 실제 축척보다 조금 크게 그렸다.

Collection @ kmou

하선 선박 7~8척이 중앙 추월로를 따라 별도로 입출항하며) 시간당 입항선 8~10척 출항선 8~10척이 심리적 불안감 없이 도선사가 승하선하며 안전하게 출입할 수 있다. 가장 먼저 도착하여 진입한 선박은 20분 빨리 도선사가 승선하여 입항하고 가장 나중에 도착한 선박은 20분 늦게 입항하는 First arrival ship first service 차이가 발생하는 것은 합리적인 보상이다.

위와 같이 이파도 도선점과 도리도 풍랑 도선점 사이에 선박들을 분산하지 않고 반드시 도선사가 승선한 이후에만 항로에 진입하도록 고집하는 경우, 혼잡시간대에는 10~20척 이상 많은 선박들이 동시에 [Fig. 4.15]의 붉은색으로 표시한 원안의 수역으로 집결하여 혼잡이 극심해지고 충돌사고 위험이 높아지며, 장안서에서 도선사가 승하선하는 대형선박이 이 구간을 지나갈 수 없을 뿐만 아니라 예정된 시간에 선박의 출입이 불가능하므로, 정조시에 부두에 도착이 필요한 파나막스급 이상 선박은 추가의 위험과 입항대기 손실이 발생한다.

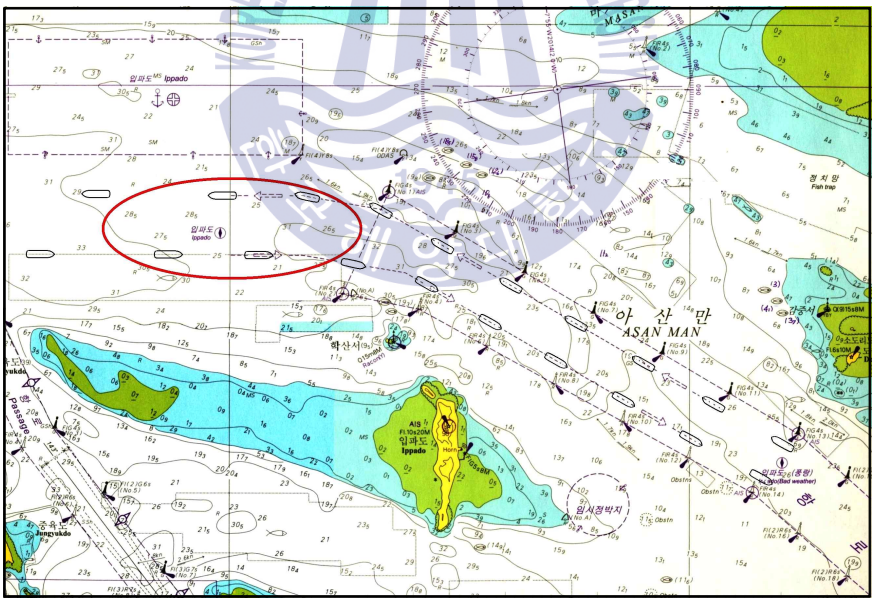


Fig. 4.15 Line up heavy traffic of Ippa pilot area to reduce congestion

Collection @ kmou

2) 장안도선점 대상선박 및 도선사 승하선 이후의 추월선박

입파도와 도리도 사이 구간의 항로폭은 항계밖 지정항로중 가장 넓은 1,200～1,350m이다. 입파 도선점을 이용하는 중소형 선박들이 양쪽 등부표를 따라 서행하며 도선사가 승하선하는 동안, 「장안-도선점」을 이용하는 대형선박이나 입파도선사가 승하선한 고속선박은 [Fig. 4.16]의 표시처럼 중앙의 왕복 추월선을 따라 전후 선박간 1～2마일의 간격을 유지하며, 시간당 입항 4～5척, 출항 4～5척 이상의 선박이 (10～15노트의) 통상속력으로 출입항할 수 있다.

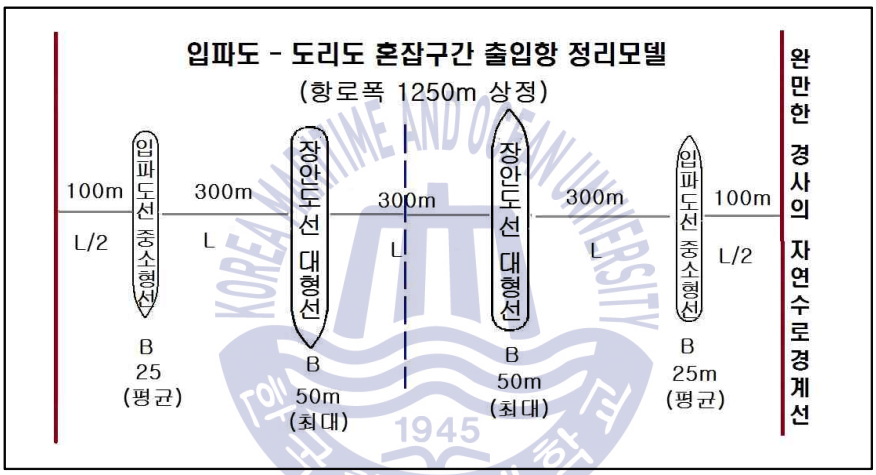


Fig. 4.16 Available 4 lanes between Ippa-do and Dori-do

혼잡시에 입파도선점과 도리도 도선점사에 선박의 분산방법에 대한 세칙규정을 마련하고, 출입항 선박이 세칙규정에 따라 자율적으로 열과 앞뒤 간격을 유지하도록 유도하여 입파도 혼잡구간을 정리하면, 시간당 20～30척의 출입항 선박이 원만하게 통항할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 방법에 비하여 더 많은 선박을 불안감이나 지체없이 통항시킬 수 있는 방법이다. 그러나 관계자간 협의와 관제요원의 합리적인 판단만으로 그렇게 시행하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 관련 세칙의 제정이 반드시 필요하다.

Collection @ kmou

3) 시정통제시 출입항의 허가

시정으로 인한 항만통제시에도 레이더와 (AIS 및) VHF의 상태가 양호한 선박이 출입항을 요청하면 하가하도록 법과 규정이 마련되어 있으나 시행되지 않고 있다. 법은 허가하도록 규정하면서도 우리나라는 그러한 시정통제를 실행하는 유일한 나라이다. 시정통제로 인하여 항로의 혼잡상황이 양호해진 상태를 이용하여 일부 선박이 레이더 항법으로 출입항하는 것을 허가하지 않는 것은 담당자의 과잉으로 생각되며, 레이더로 실행하는 관제근거도 부정되어야 하는 모순이 발생한다. 국제적으로 (다른 나라의 경우) 항만의 시정을 이유로 당국이 항행을 통제하는 일은 없으며[32] 제한시정에서 레이더 항법으로 출입항을 할 것인지에 대한 결정은 선장고유의 판단이다.

4.3.2 풍랑통제시 도선사의 승하선

(풍랑으로 중단이 되지는 않았으나 약간의 파랑이 있는) 통상 기상시에 도선선으로 승하선할 때, 승하선 안전현을 조성하기 위한 일시적 변침각은 45도 이내이므로 항법관계가 형성되는 선박간에 미리 항법을 약속하고 일시적인 변침으로 도선사가 승하선한 뒤 원침로에 복귀하는 것이 가능하다. 그러나 풍랑통제시에 예선으로 승하선할 때는 승하선 안전을 위하여 본선이 [Fig. 4.17]의 표시처럼 360도 선회하며 도선사가 승하선 하는 경우도 상정하여야 한다. 풍압면적이 큰 대형선박의 조종성은 풍랑이 없는 평소보다 크게 나빠지며 선회경이 2배까지 커지고 선회시간도 대형선박은 30분~1시간이 될 만큼 증가한다.

특히 주의할 것은 본선의 선장이 위축되지 않고 항로폭 1마일의 범위(입항로+출항로)에서 과감하게 360도 선회를 포함한 대각도 변침을 하여 승하

32) 양자강은 가항수역의 좁은 폭이 300m~400m로 좁은 곳이 많고 표지가 띄엄띄엄 설치되어 있으며 항행장비를 갖추지 않은 소형선박이 많아서 예외적으로 안개통제를 하고 있으나 구미 각국의 강은 선장고유의 판단에 맡기고 있다. 우리나라도 항계 밖 수역은 실행상 통제대상에서 제외하고 있다.

Collection @ kmou

선 안전현을 만들 수 있을지가 관건이다. 평소에는 가항수역의 폭 1마일을 절반으로 나눈 0.5마일(약 900m)씩을 각각 출입항로로 사용하지만 풍랑시에는 입출항로의 폭 1마일 전부를 이용하여 승하선 안전현을 조성하는 것으로 상정하여야 하며, 적어도 전후 선박간 2마일 이상의 안전거리가 필요하다.

예컨대「도리도 풍랑도선점」에서는 항로폭이 협소하여 풍랑안전현을 만들지 못하여 풍랑시 승하선이 어려울 수가 있다. 이러한 사항을 감안하여 「평택·당진항 도선운영 매뉴얼」은 풍랑통제시에 도선사의 안전한 승하선을 위하여 예선 한 척당 두 선박 이내의 도선사가 동승하여 「입파도~말륙도~풍도」 구간의 넓은 해역에서 매시간당 「입항선 2척」과「출항선 2척」이내의 승하선을 협의하도록 규정하고 있다.

다만 도리도 풍랑도선 승하선 구역에서 승하선이 가능한지 또는 입파도~풍도 구간에서 승하선이 가능한지의 판단은 현장의 풍랑과 시정을 감안하여 해당선박의 도선사가 판단할 사항이다.

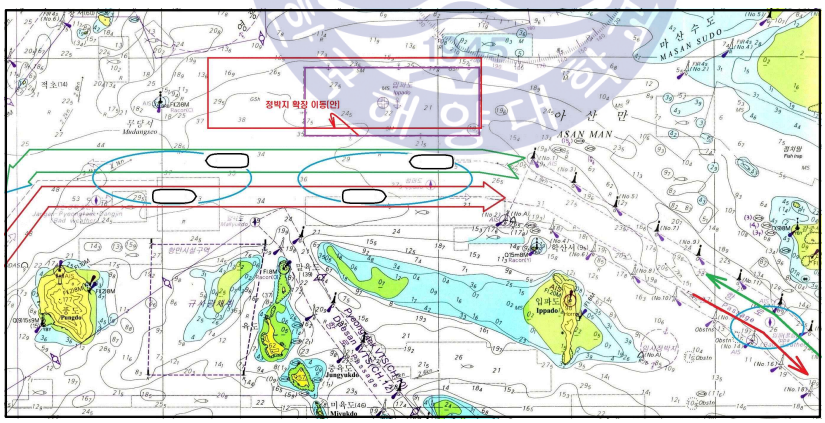


Fig. 4.17 Boarding & disembarkation of the pilot at storm weather

Collection @ kmou

4.4 항계내 혼잡과 퇴적 감소방안

4.4.1 항로 계획수심 변경

평택 당진항은 현재 가동중인 60선석중 29선석이 DW 3만톤 부두(수심 12m)이고, 24선석은 DW 5만톤 이상(수심 14m~22m)이며, 현대제철부두 안쪽의 항로 계획수심은 DL-14m이다. 항로의 수심 부족으로 인하여 대형선박들의 입항이 조위潮位에 의하여 수심이 깊어지는 고조 1시간 전후에 부두 도착하는 스케줄로 편중되어 항계내 혼잡이 심하고 선박간 충돌위험이 커진다. 항계내 혼잡과 선박의 조수대기 손실을 줄이고 부두 회전율을 높이기 위해서는, 항로의 계획수심을 [Fig. 4.18]처럼 현재의 DL-14m에서 부두 평균수심보다 3m 이상 깊은 DL-16m로 증심하여, 「부두 직하의 퇴적」을 본질적으로 예방하고, 항로의 수심제한으로 인하여 주간 고조시에 편중하는 대형선박들을 「고조 전 3시간~고조 후 3시간의 범위로 분산」하여 항로의 혼잡을 줄임으로서 선박의 대형화 추세를 수용하여야 한다.

Fig. 4.18 Increasing depth of passage (DL-14m to DL-16m)

4.4.2 분산 출항로 신설

항로 계획수심을 DL-16m로 변경하는 것에도 불구하고 고조 정조시의

Collection @ kmou

입출항이 불가피한 거대형 선박들이 순환형태로 연속 입출항할 수 있도록 「분산 출항로」를 건설하여 고조시 항계내 혼잡위험과 출입항 척수제한을 개선하여야 한다. 분산 출항로는 다음과 같은 사항을 고려하여야 하며, 이러한 분산 출항로는 해군 2함대의 취약점인 「보안 대체항로」[33]를 확보하는 효과가 있다.

1) 중앙천퇴 남동쪽의 항로 좁은 목과 수역여건

중앙천퇴 북쪽을 지나는 항계 밖 「지정항로」는 폭 1,100～1,200m의 긴 직선항로이며 비상시에는 중앙천퇴 남쪽의 구항로(국화도 항로)를 대체항로로 사용할 수도 있다. 중앙천퇴 남동쪽 끝단 항계부근 항로의 좁은 목은 2중 굴곡부의 형상으로 폭이 좁을 뿐만 아니라 항로를 횡단하는 횡조류가 흐르고 있어 위험요소가 크다. 현대제철부두에 입항하는 20만톤급 광탄선이 부두 접근전 감속을 하면 압류위험이 있으며, 부두앞 항로를 회선장으로 사용하고 있으므로 광탄선박이 180도 회두접안시에는 일시적으로 다른 선박의 입출항을 차단해야 하는 등, 거대형 선박들의 출입항이 집중하는 주간 고조시에는 혼잡위험이 증가하므로 [Fig. 4.19]처럼 항계부근 항로의 혼잡을 완화시킬 수 있는 분산 출항로의 개설이 필요하다.

2) 분산 출항로 신설과 현재 항로 확장의 비교

분산 출항로를 건설하는 대신 현재 사용중인 양방향 통항로를 더 넓게 확장하는 것은 다음과 같은 문제가 있어서 부적절하다.

- 현대 제철부두에 입항하는 광탄선박은 다른 출입항 선박을 일시 통제하고 부두 앞 항로를 선회장으로 사용하므로 항로를 확장하더라도 다른 출입항 선박의 항로상 대기와 지체가 불가피하다. 별도 출항로를 확보하는 것이 본질적으로 안전하다.

33) 매년 을지훈련시 지적사항으로, 본 항로의 좁은 목에 대형선박의 침몰이나 적국 항공기의 기뢰투하로 차단되는 경우 해군 2함대와 해경함정이 작전상 출입할 수 있는 대체항로.

Collection @ kmou

- 중앙천퇴의 남동쪽 끝단을 더 절개하고 항로를 확장하면 중앙천퇴 끝단의 기울기가 더 커지므로 조석류의 해저풍화작용으로 무너지며, 잦은 퇴적으로 인한 사용제한과 유지준설비용이 증가한다.
- 좁은 목 동쪽의 소형선박 통항로는 암심이 낮은 저수심이 넓게 분포하고 있어서 준설 소요비용이 분산 출항로보다 적지 않은 수준이다.
- 국가 안보상 본 항로가 폐쇄되는 유사시에 보안 대체항로의 확보를 위해서는 현재 항로의「좁은 목 굴곡부」를 추가 확장하는 것보다 별도의 항로를 확보하는 것이 유리하다.

3) 순환식 분산 출항로의 적정위치 및 폭과 수심

순환식 분산항로의 적합 위치는 남양호 전면의 간석지 밖에 폭 600m 수역 (경로상 저수심과 해저 암반을 최소한으로 피하는 경제적인 폭)이며, 필요한 수심은 DL-16m로서 평소에는「분산 출항로」로 이용하고 유사시에는 「보안 대체항로」의 기능을 수행할 수 있다.

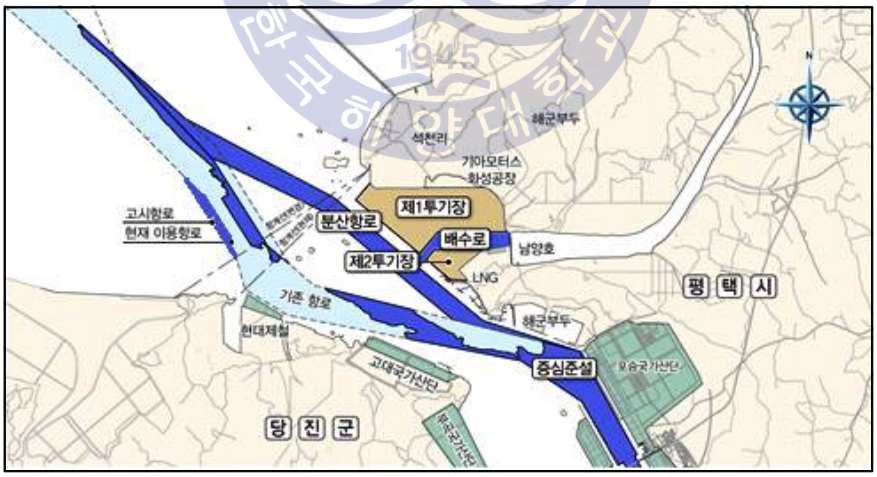


Fig. 4.19 Required passage depth to DL-16m & drainage ditch to DL-5m

Collection @ kmou

4.4.3 퇴적 방지 방안과 남양호 배수로의 활용

1) 분산 항로와 배수로에 인접한 사토장의 확보

「수류가 정체된 간석지의 퇴적과 토사의 이동」에서 분석한 바와 같이 남양호의 배수갑문을 개방하면 전면 간석지의 토사가 일시에 쓸려서 항만시설로 이동하는 것을 예방하기 위해서는, 남양호 간석지에 적어도 수심 DL-5m의 배수로Drainage ditch를 확보하여야 한다. 또한 배수로 남북쪽의 정온수역 간석지[34]를 투기장(사토장)으로 지정하고, [Fig. 4.20]과 같이 각 투기장의 외곽선을 따라 호안을 건설하여 토사의 공급원을 원천적으로 차단하여야 한다.

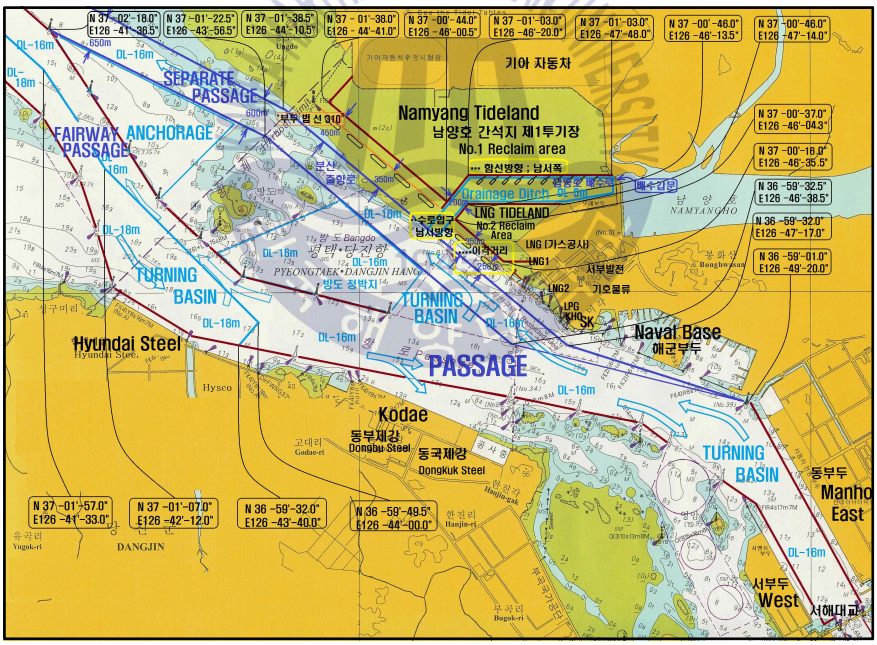


Fig. 4.20 Namyang drainage ditch

이러한 차단은 항만시설에 상습적으로 유입하던 토사의 준설비용을 절

34) 남양호 배수로 북쪽의 간석지 (기아자동차 남쪽 간석지, 가칭 제1투기장, 과거 매립허가 지역)와 남양호 배수로 남쪽의 간석지(가스공사 북서쪽 간석지, 가칭 제2투기장)

Collection @ kmou

감하는 효과뿐만 아니라, 신설하는「분산 출항로」와「남양호 배수로」에서 매립토사를 채취하여 분산 출항로와 배수로 준설비용의 재정투입을 절감하며, 분산 출항로와 배수로 준설공사 중 토사의 장거리 운반으로 인한 항내 혼잡과 운반비용을 줄일 수 있다.

2) 남양호 배수로를 종합 정계지로 활용

[Fig. 4.20]과 같이 남북의 제1투기장과 제2투기장에 의하여 풍랑이 차단되는 남양호 배수로는 평택항 종합정계지로 활용하여, 항만지원 선박의 정계지 부족[35] 등 항만의 취약점을 보완할 수 있다. 평택·당진항은 기항선박의 보급, 줄잡이 등 지원 선박의 정계지가 부족하여 불편을 겪고 있으며, 소형 선박의 수리시설이 없어 수리가 필요할 경우 선박을 멀리 인천이나 태안까지 끌고가야 하는 어려움이 있다. 또한 태풍이나 강풍 내습시 수십 척의 아산만 어선들이 항내 부두와 정계지 등 항만시설을 점령하여, 이용허가를 받은 선박들조차 이용하지 못하는 사태가 발생하지만, 소형선박 선원들의 생명을 건 긴급피난이므로 무단진입과 점유를 통제하는 것은 불가능한 것으로 경험하였다.

(1) 배수로의 폭과 수심 및 풍랑의 방향

홍수기에 배수갑문을 개방할 때 항만시설에 토사가 흘러가는 것을 방지하기 위하여 배수로는 DL-5m로 준설하여 수심을 확보해야 하며, 배수로의 폭은 남쪽에 LNG 저장탱크 기지가 있는 점을 감안하여 [Fig. 4.20]의 표시처럼 폭 500m 이상으로 안전거리를 유지하여야 한다.

이러한 깊이와 넓이의 배수로는, 여름철 홍수기에 폭 60m 이내의 배수갑문을 개방하더라도 유속 0.5노트 미만이 되어, 배수로 안에서 소형선박

35) 평택 당진항은 늘어나는 예선의 정계지 부족으로 민원이 빈발하며 항만 지원선박 또한 정계지의 어려움을 겪고 있다. 항만 지원선박의 정계지는 항구의 입구와 안쪽으로 분산되어야 이동거리가 짧고 효과적이다.

Collection @ kmou

의 이동이나 계류정박에 영향을 주지 않으며, 남양호 간석지 제1투기장에 의하여 북서강풍이 차단되고, LNG 간석지 제2투기장에 의하여 남동풍이 차단되는 정온수역이 되므로, 평택·당진항의 부족한 종합 정계지와 풍랑시 소형선 피항시설 및 친수공간을 겸하는 어민과 주민의 직거래 어항으로 활용하기에 적합하다.

(2) 남양호 배수로 정계지의 정온도 유지방안

아산만의 강한 풍랑을 형성하는 주풍계主風係는「가을-겨울-봄」철의 북서강풍이다. 여름철 남동풍이 가끔 약간의 파랑을 형성할 수 있으나, 당진쪽에서 부는 남서쪽 바람은 드물고 파도형성 거리[36]가 짧아서 파랑을 형성하지 못한다. 따라서 정계지인 남양호 배수로의 입구는 아산만의 주된 풍향과 직각인 남서쪽을 향하도록 만들고, 북서쪽에서 오는 파랑의 회절침입을 줄이기 위해 배수에 필요한 최소 폭(200m 이하)[37]으로 하여야 한다. 또한 북서 강풍의 파도가 회절되어 정계지 안쪽으로 침입하는 것을 추가로 줄이기 위하여, [Fig. 4.20]의 표시와 같이 배수로의 제1투기장 끝단에 부두의 안선까지 배수로와 평행으로 100m까지 방파제를 설치하면, 남양호 배수류의 흐름에 장애나 퇴적의 발생이 없이 배수로 내에 있는 정계지내의 정온도를 향상시킬 수 있다.

4.4.4 분산 출항로와 항만시설 퇴적방지대책의 추진방안

1) 기본계획 추진주체의 확보

분산 출항로와 남양호 배수로 및 DL-16m의 출입항로 계획수심을 항만

36) 배수로 입구의 남서쪽은 당진으로부터 2마일 이내로 남서강풍이 불어도 파랑이 형성되는 거리가 짧으며 배수로 입구가 50도 구부러져 있으므로 회절되어 안쪽까지 전달되는 파랑은 극히 미약하다.

37) 남양호 방조제 배수갑문의 폭은 60m이므로 DL-5m의 수심을 갖는 배수로 입구의 폭은 100m 이내로도 충분하지만 배수로를 정계지로 이용하는 소형 선박들의 출입이 원활한 범위에서 파랑의 침입을 줄이는 폭 200m가 바람직하다.

Collection @ kmou

기본계획으로 확정하더라도 장기간 재정을 확보하지 못하고 지연될 수도 있다. 국가재정을 절감하며 적시추진을 위해서는「공사의 추진주체」를 유치하는 것이 효과적이다. 즉, 남양호 간석지와 가스공사 앞 간석지의 투기장을「제2종 항만배후부지」로 지정하고, 민간투자를 유치하여 투기장 매립용 토사를 인접한 분산 출항로와 남양호 배수로의 준설위치 및 항로의 증심 구간에서 채취하여, 최단기간에 재정투자 없이 분산 출항로와 남양호 배수로를 확보하고, 항계내 항로 전체를 DL-16m로 증심하는 방안이 합리적이다.

2) 제2종 항만배후부지의 지정과 투자자 유치

계획이 지체되거나 사문화되는 것을 방지하고 기본계획의 조기 추진을 위해서는 배수로 양쪽 또는 배수로 북쪽 투기장을「제2종 항만배후부지로 지정」하여 추진주체인 투자자를 유치하는 것이 중요하다. 추진주체인 민간투자를 유치하여 인접한 분산 출항로와 남양호 배수로에서 매립토사를 준설-채취하는「패키지 효과」는 다음과 같다.

- 수류가 정체된 간석지에 퇴적하는 토사를 예방하고 항만시설에 토사 공급원이 되는 간석지를 차단하여 항만시설에 퇴적물 이동방지 효과
- 투기장의 매립토를 분산 출항로와 배수로 및 항로의 증심구역에서 채취하여 항로 준설비용의 국가재정 절감효과.
- 투기장 용지에 민간투자를 유치하고 추진주체를 확보하여 어민 보상이 원활하고 분산 출항로와 배수로 준설공사를 조기 완공하는 효과.

3) 투기장 호안과 분산항로, 배수로 및 기존항로 증심 준설비용

다음의 [Table 4.3]과 같은 비용이 예상된다.

Collection @ kmou

Table 4.3 Expenses for dredging of separate passage

구 분	수 량(㎥)	공사비(억원)	비 고
1. 준 설 공	**9,250만m³**	**4,350**	
가. 분산항로준설	5,921만m³	2,576	
나. 배수로준설	994만m³	394	
다. 증심준설	2,335만m³	1,380	
2. 투기장 호안	**10,470m**	**3,660**	
가. 제1투기장	7,260m	2,080	
나. 제2투기장	3,210m	1,580	
총 공 사 비		**8,010**	부가세 별도

4.5 항만운영 개선방안

4.5.1 항계내 선속제한과 개선방안

2012년 2월 1일 평택지방해양항만청 고시 제2012-10호에 의거 시행된 “평택당진항 항계내 항행선박 최고속력제한”은 2014년 10월 1일 고시 제2014-72에 의한 수정(여객선 적용제외사항 삭제)을 포함하여 지난 5년간의 시행결과를 분석하고 다음과 같은 개선방안을 제안한다.

1) 선속제한의 설정과 고려사항

(1) 항계내 속력제한의 취지와 목적

항계내에서 선박의 이동속력을 제한하는 것은 그 목적과 취지가 분명하고 합리적이어야 하는 바, 정지거리의 증가나 후진기관의 시동제한 등 선속에 기인한 조종성 제한을 예방하고, 항행선박의 발산파가 부두 계류선박 및 정박선박 등 다른 선박과 시설에 영향을 주지 않도록 하며, 절대안전이 필요한 교량은 교량구간뿐만 아니라 교량예비구간까지 설정하여 안전조치를 하여야 한다.

Collection @ kmou

부두와 교량안전을 위한 속력제한의 목적은 미리 선박의 타성惰性(관성, 운동량)을 줄여서 교량통항이나 접안을 위한 선박의 접근 중에 위험이 발생하면 기관후진이나 주묘저항으로 안전조치를 할 수 있게 하는 것이다. 다만 과도한 선속제한은 오히려 조타성능을 감소시켜 선박의 조종이 어려워질 수 있으므로 속력제한은 자력으로 조타가 가능한 속력범위로 한정하여야 하며, 접안선박에 영향이 없는 불요구간의 선속을 제한하거나 출항선박의 선속을 제한하는 것은 오히려 항내혼잡을 증가시켜 속력제한의 목적과 취지에 반하는 규제이므로 그 개선이 필요하다.

따라서 좁은 수역에 많은 선박이 이용하는 항만에서 선박의 조종성을 확보하여 선박간 충돌위험을 줄이고 교통 혼잡을 줄이기 위해서는 선속제한을 최소범위로 한정하는 것이 합리적이며 선속제한의 목적에 부합한다. 에컨대, 특별한 사정이 없는 한 8노트 이하로 선속을 제한하는 것은 조종성을 저해하므로 신중해야 할 필요가 있으며, 불가피한 경우 예선의 사용규정 등 대책을 함께 마련하여야 한다.

(2) 선속과 조종성의 상관관계

선박은 수류가 타舵를 지나며 발생하는 타압舵壓에 의하여 조향操向하며, 타판舵板을 지나는 수류의 속력(선속)이 빠를수록 타효舵效가 크고 조종성이 좋다. 자력조종을 위해서는 적어도 6~7노트의 대수속력이 필요하다는 것이 현재에도 변함없이 원용되고 있는 뉴욕 해사재판소의 판례이다. 따라서 선속을 낮출수록 자력 조종성操縱性이 나빠져서 충돌위험 등 비상시 대처능력은 떨어지며, 외력(조류와 바람)의 영향은 선체의 운동량에 반비례하므로 선속이 낮을수록 외력에 의한 압류壓流와 회두가 쉽게 유발되는 등 조종의 어려움이 커진다. 통상 횡조류에 의한 압류를 극복하기 위해서는 적어도 횡조류의 세배 이상 선속으로 이동하는 것이 좋은 이유이다.

(3) 특정선박의 예외적인 조종성

Collection @ kmou

6~7노트의 대수속력에서 조향성이 확보되는 통상선박과 달리, 가변추진기 선박은 적어도 7~8노트 이상이 되어야 조향이 가능하고, 조타기가 없이 분사하는 물의 방향으로 조향하는 Water Zet 선박은 선속이 10~12노트 이상이 되어야 필요한 조종성이 확보된다. 이러한 사정을 감안하여 속력제한의 하한은 8노트가 적당하고, 그러한 선속제한의 범위에서 조종성의 확보가 곤란한 Water Zet 선박이나 위그선(비행선박)은 속력제한 대상에서 제외하여 법적미비점을 보완하는 것이 필요하다.

(4) 선박용 기관의 운전특성과 대기오염의 감소

대기의 질은 국민건강과 환경에 상관관계가 큰 요소이다. 중유重油를 연료유로 사용하는 대형선박의 기관은 경유輕油를 사용하는 소형선박의 고속디젤과 대비되는 정속형定速型 중저속 디젤기관으로서, 출력의 70~80% 이상으로 가동할 때 연소효율이 양호하여 대기오염이 적고, 불연소 카본의 발생과 축적이 적어서 기관고장이나 시동불량이 줄어든다. 이러한 이유로 부두부근 등 저속운전이 불가피할 때는 발전기를 가동하여 불로어(過給器)를 구동하고 강제적으로 과급하여 기관의 불완전 연소카본을 불어내기도 한다.

따라서 불필요한 저속운전은 항내 대기오염이 증가하는 원인이 되며 기관의 시동불량 발생률이 높아지고, 저장된 시동용 공기압이 낮아져서 시동불량률이 높아질 수밖에 없다. 항내라도 3~4마일(5~7Km) 이상 긴 구간의 항로는, 부두로부터 200m 이상 이격거리가 확보되어 정박선에 발산파의 영향이 없는 한, 불필요한 속력제한을 지양하여 대기오염과 기관고장률을 줄여야 한다.

(5) 선박의 추세

해상운송의 추세Trend는「대형화」와「고속화」및「전용선화」이다. 이전의 항내 조종속력Maneuvering Speed이었던 10~12노트의 기관특성은 연소효율이 좋고 대기오염이 적은 12~15노트[38]로 바뀌는 추세이며 여객선,

Collection @ kmou

자동차 전용선, 컨테이너 전용선 및 냉동운반선이 그 대표적인 예이다.

차량이나 비행기에 작용하는 공기보다 800배의 밀도를 갖는 물의 점성저항과 조파저항을 극복하며 선속을 올리는 것은 쉽지 않으며, 물류 경쟁력을 위하여 이제 선박과 항공기의 중간개념인 위그선까지 출현하고 있다. 이러한 선박의 추세와 대기환경보호 및 물류경쟁력을 위하여 선속제한은 필요한 최소한의 범위에서 제한적으로 시행하여야 한다.

(6) 인천항의 선속제한 시행후 개선사례

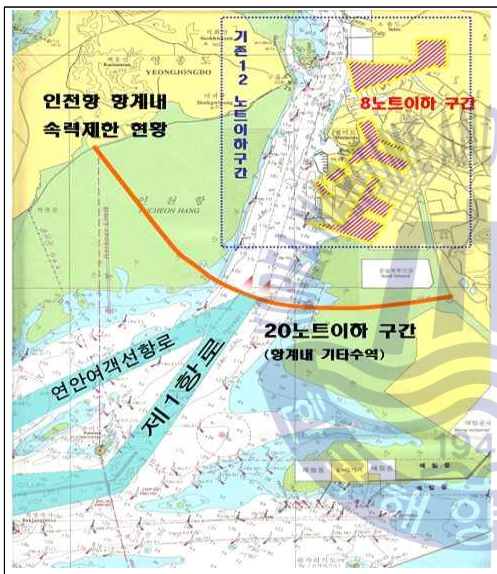


Fig. 4.21 Previous speed limit of Inchon port

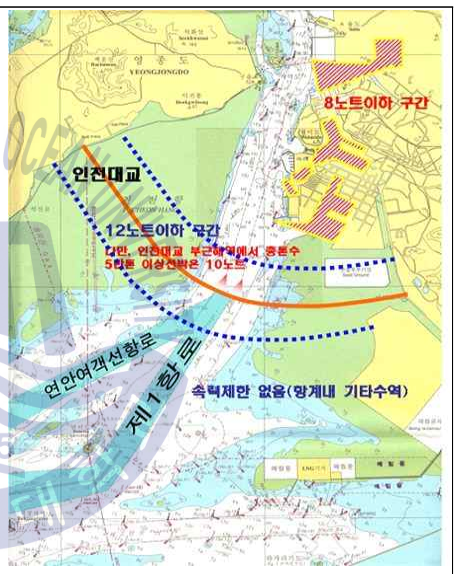


Fig. 4.22 Current speed limit of Inchon port

선속제한은 항만환경과 출입항 선박의 이동특성 및 조류 등 환경여건이 유사한 선행항만의 선례를 검토하고 관련업단체의 의견을 수렴하여 제한적으로 시행하여야 하는 바 인천항은 [Fig. 4.21]과 같은 속력제한 1년의 경험을 바탕으로 2008년 10월 [Fig. 4.22]와 같이 개선하였다.

38) 육상과 비교할 때 12노트(시속 22Km)~15노트(시속 27Km)는 학교 앞 어린이 보호구역의 속도이다.

Collection @ kmou

개선의 내용은 20노트 이하구간인 인천대교 교량구간을 12노트로 조정하여 긴급 상황이 발생하면 즉각 후진기관이나 주묘가 가능하도록 하였고, 수역이 협소한 남항과 북항 및 갑문내 구간을 제외한 항계내 기타수역(팔미도에서 인천대교 4마일과 인천대교에서 북항까지 4마일 구간의 긴 거리의 불요구간)의 선속제한을 자율구간으로 해제하여 소통을 원활히 함으로써 항로혼잡을 완화하였다.

(7) 항만특성

항만의 범위가 장안서에서 입파도까지 12마일, 입파도에서 항계까지 12마일 및 항계로부터 서해대교까지 약 8마일로 총합 32마일(60Km)의 국내 최장거리인 평택·당진항은 전속으로 항행하더라도 항계내외 이동과 접이안에 약 3~5시간이 소요된다. 이러한 항만여건상 출입항 선박의 추진특성과 이동방향(출항선은 선속제한이 불필요함)을 고려하지 않고 일률적으로 속력을 제한하는 것은 선박의 항내 잔류시간을 증가하고 혼잡을 가중시키는 등 오히려 안전위해요소가 될 수도 있다.

예컨대, 항행거리가 길고 부족한 여유수심을 조위潮位로서 보완하는 평택·당진항에서 과도하게 선속을 제한하면 서행하는 선박으로 인하여 항로의 적체로 혼잡이 커질 뿐만 아니라, 지연도착으로 조위가 줄면 선저여유수심이 부족하여 정지거리와 선회권이 증가하는 등 대형선박의 접안조종 위험이 커질 수도 있다. 특히 조위를 이용하여 부두에 도착하는 심흘수深吃水 선박은 고조高潮 물때를 놓치면 다시 항계밖으로 회항이 어렵고 항로상의 좌주우려 등 어려움과 위험이 있다.

(8) 선속제한의 보완 및 취지와 목적의 홍보

선속제한은「부두구간」이나「교량구간」에 접근하는 선박에 적용하여야 하며, 교량과 선박의 충돌사고 파급력이 큰 것을 감안한「교량예비구간」에서 미리 예비감속을 유도함으로서, 교량과 부두의 접근과정에서 위험이 우려될 때 기관의 후진이나 투묘와 주묘 등 안전조치가 가능하게 하

Collection @ kmou

는 절차이다. 선속제한은 입안과 시행뿐만 아니라 해당 항만의 시행경험을 분석하여 개선 또는 보완하여야 하며, 각 선속제한구간의 입안취지나 목적을 해도에 표시하여 홍보함으로써, 이용자의 공감대를 형성하고 준법저항을 완화하며, 이용자가 자율적으로 선속제한에 동참하도록 하여야 한다.

(9) 어선의 어로작업 보호

내외국과의 무역과 국가의 기간물류를 위하여 어로보상과 많은 건설비용을 투입한 무역항은 어로를 금지하는 물류전용구역이다. 다만 평택·당진항은 2003~2004년 항양선박이 이용하지 않는 항계내 부곡간사지에서 패류를 채취하고자 하는 평택시와 당진군 어민의 요청을 수용하여, 항만 고유의 기능을 저해하지 않는 조건으로 한정적인 어로(어패류의 채취)를 허용하였다. 허용조건은 다음과 같다.

- 어선이 이동 또는 어로를 할 때 항로와 정박지 및 부두구간을 침범하지 아니함
- 어선이 이동 또는 어로를 할 때 항양선의 항행과 정박에 장애가 되지 않도록 함
- 항만당국의 필요에 의하여 한정어로의 허가를 취소할 경우 기보상 이외의 추가보상을 요구하지 아니함

등 이었다. 따라서 항만구역에서, 어로가 항만 고유의 목적인 외항선박의 출입항이나 계류정박에 장애가 되는 경우 등 항만기능을 저해할 우려가 있을 경우, 한정어로의 허가를 취소함이 당연하다. 무역항의 목적이 (어장이 아니라) 외항선박의 물류 터미널이므로 항만의 목적에 배치되고 외항선의 운행에 장애우려가 있는 어로는 제한함이 원칙이며, 항만에서 어로를 보호하기 위하여 외항선의 항행을 제한하는 것은 본말의 전도이다.

Collection @ kmou

2) 현행 속력제한 개선점

[Fig 4.23]의 표시와 같은 현행 속력제한은 지난 5년간의 운영결과 아래와 같은 미비점이 발견되어 [Fig. 4.25]의 표시와 같은 개선이 요구된다.

(1) 누락된 부두구간 (현대제철 부두와 고대부두) 속력제한의 신설

「현대제철 부두」와「송악 부두」는 부두구간의 속력제한이 없으므로 지나가는 선박이 근접 통항할 경우 부두에서 하역하는 수천 톤 미만의 선박은 선박의 발산파發散波에 의한 횡요가 우려된다.

[Fig. 4.25]과 같이 부두의 속력제한구간을 설정하여, 접안을 위하여 부두에 접근하는 선박이 미리 감속하는 안전조치를 유도하고, 항로를 따라 통항하는 선박이 부두 안선으로부터 200m 이내로 접근하지 않도록 하여야 한다.

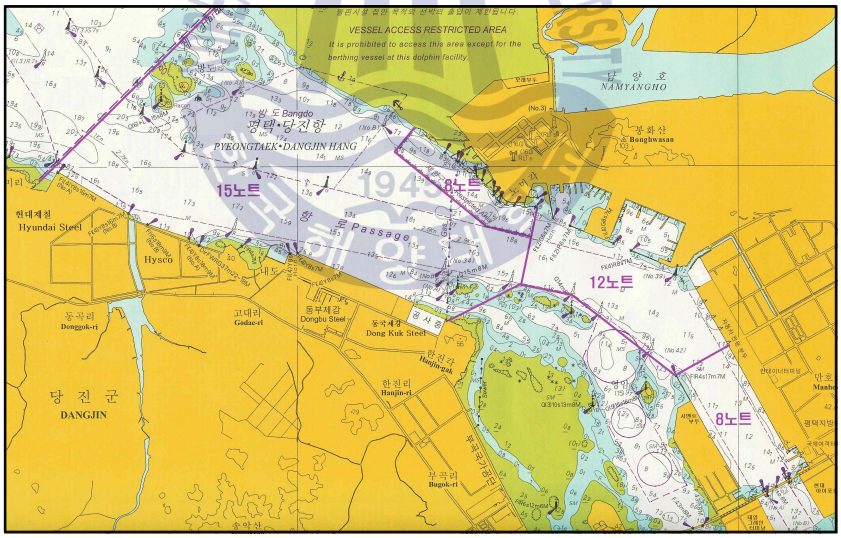


Fig. 4.23 Current speed limitation of ship in port

(2) 돌제잔교부두의 과대한 선속제한구간

해당구간은 고조시에 집중하는 대형선박의 항내 혼잡도를 줄이기 위하여 분산 출항로의 설정을 추진하고 있는 수역으로, 항행선박의 발산파가

Collection @ kmou

정박선박에 영향이 없는 범위까지 과대한 원정리 부두구간을 발산파의 최대 영향범위인 200m 이내로 조정함이 합리적이다.

즉, 현행 돌제잔교 부두가 있는 원정리 앞 속력제한구간은 그 폭이 500m로 과대하게 설정되어, 본항로를 보완하는 가항로 여유수역이 협소하고 입출항 선박이 서로 근접할 위험이 있으므로, [Fig. 4.25]처럼 제한구역의 폭을 항주파 영향이 미치는 최대 범위인 200m 이내로 조정하여 출입항 선박간 (3~4척 이상의) 복합교항이나 두 선박간 근접위험이 발생하면 긴급대피가 가능하도록 하는 것이 합리적이다. LNG 부두는 [fig. 4.24]처럼 항과 선박의 이격거리를 부두 안벽선으로부터 200m로 표시하고 있다.

Fig. 4.24 Safe distance form LNG berth

(3) (누락된) 서해대교 당진구간 통항로

만호리 서부두 이면수역은 영암정박지 구역이며, 서해대교 이면통항로이지만 속력제한구간의 설정이 누락되었다. 서해대교는 절대 안전이 필요한 국가 SOC임을 감안하여 영암정박지와 서부두 이면의 교량통항구간에 [Fig. 4.25]처럼 8노트 속력제한을 설정하여야 한다.

(4) 불요구간과 출항선박의 적용제외 (인천항 개선사례 참조)

여유수역이 부족한 항계내에서 발생하는 선박간 충돌위험의 가장 큰 원인은 교통혼잡의 증가로부터 기인되므로 선박은 가능한 신속하게 목적지로 이동하거나 항계 밖으로 출항하여 항계내 좁은 수역의 혼잡과 그로부터 발생하는 위험을 줄여야 한다.

예컨대 출항선박과 불요구간의 속력제한은 항계내 적체를 가중시켜 혼

Collection @ kmou

잡이 증가하는 바, 인근 부두의 정박선에 발산파의 영향을 주지 않는 긴 구간의 항로는 선속제한을 해제하여 지체없이 이동할 수 있도록 하여야 한다. 부두와 교량구간으로부터 멀어지는 출항선박 또한 선속제한을 해제하여 신속하게 혼잡지역을 벗어나도록 함으로써 항내의 혼잡을 감소하는 것이 항만 운영효율을 높이는 방안일 뿐만 아니라 속력제한의 목적에 부합한다.

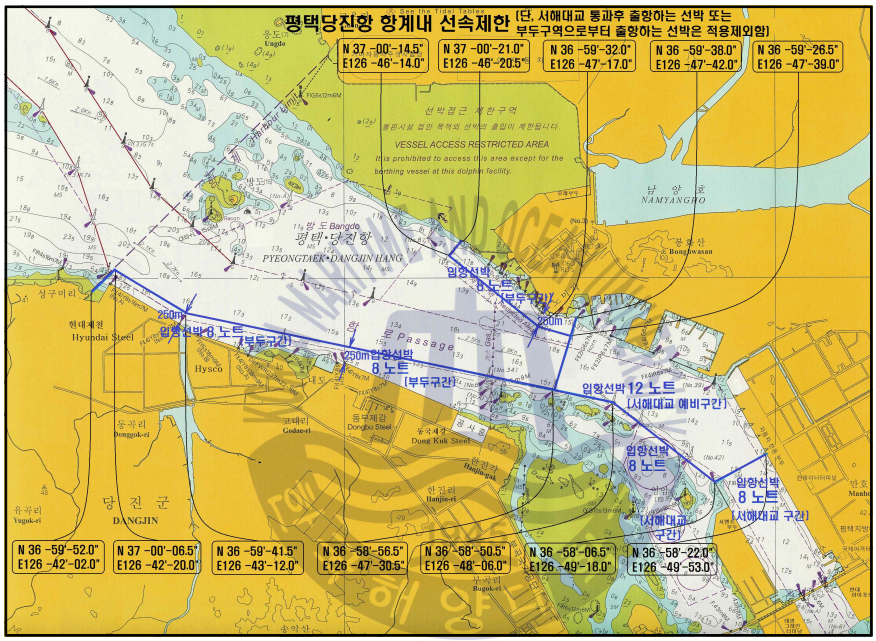


Fig. 4.25 Improvement of speed limitation

3) 제외선박과 해도표시

(1) 항내운항선박(잡종선) 관용선 군경함정

상습적으로 항계내외만을 운항하며 항내사정에 익숙한 「항내 운항선박(예선 등 우선 피항선)」, 「역무선(도선선 등)과 관용선」 및 「군경함정은」 은 조종성이 자유롭고 위험을 감지하면 즉시 멈출 수 있는 선박들로서, 정지거리의 확보방안 등 사실상 선속에 기인한 조종위험이 없으므로, 부두구

Collection @ kmou

간을 제외한 수역에서 속력을 제한할 이유가 없고, 속력제한을 할 경우 이들 선박의 고유 업무를 본질적으로 훼손할 우려가 있으므로 속력제한 대상에서 제외하는 것이 합리적이다.

(2) Water Zet 추진선박과 위그선

Water zet 추진선박은 적어도 12노트 이상이 되어야 통상의 조향성을 가지므로 선속제한의 대상으로 할 경우 조종이 어려우며 증감속 특성이 우수하여 굳이 선속을 제한할 필요가 없다. 예컨대, 4,000~8,000GT급 쌍동선형 water zet 선박은 40노트의 전속 항주시 선미 후방의 발산파고는 0.5m이내에 불과하며, 기관을 멈추지 않은 채 후진용 배수류 커버만 내리면 1분 이내에 속력 제로까지 감속할 수 있다.

수미터 이내의 수상에 떠서 비행하는 위그선은 선속을 제한할 경우 사실상 입항을 금지하는 것이다. 기술과 문명을 금지하는 규정은 인류문화를 퇴보시키는 불합리한 규제이다.

4) 시행 상 고려사항

(1) 속력제한의 근거

준설 공사용 바지선이나 항로표지 보수선박으로부터 다른 선박의 항주파 영향이 있었다는 불평을 근거로, 항주파의 발생이 극히 적은 상선이나 대형군함[39] 또는 경량의 활주형 선박을 포함하여 항만 전체의 선속을 통제하는 것은 불합리하다. 준설공사용 바지는 과적하지 않는 한 항주파의 영향을 받는다고 보기 어려울 만큼 선폭이 넓으며, 선박의 항주파보다 더 큰 풍랑이 있는 날에도 준설작업을 계속하는 선박이다.

또한 연간 출동과 작업이 그리 많지 않은 항로표지선이나 수로탐사선 등 특정 작업선을 위하여 항내전체에 속력제한을 하는 것보다, 항계 내외를 불문하고 해당 작업선이 작업하는 시간에 작업구간을 지나는 모든 선

39) 상선이나 대형군함의 조파(발산파)는 우리가 일하는 바다의 통상 바람(Moderate wind)이 만드는 파도보다 작으며, 그나마 측방 100m, 선미 쪽으로 200m 이내에서 소멸된다.

Collection @ kmou

박이 가급적 멀리 저속으로 지나도록 관제하는 것이 국제적인 통례이며 합리적인 방법이다.

(2) 속력제한구간의 명칭에 취지나 목적 포함

(많은 이용자들이 선속제한을 불합리한 행정규제라고 오해하고 있음을 감안하여) 속력제한구간에 「부두구간」, 「교량구간」 및 「교량예비구간」 등 속력제한의 취지나 목적이 함축된 명칭을 같이 병기하면 이용자의 이해를 돕고 준법저항감을 줄일 수 있으며, 속력제한 목적의 공시효과가 있으므로 출항선박의 불합리한 제한을 배제하여 항내혼잡을 감소하는 등 합리적인 관제에 기여할 수 있다.

(3) 교량구간과 교량접근 예비구간 및 서해대교 당진구간

항로를 횡단하여 교량이 있는 경우, 어떠한 경우에도 교량과 선박의 충돌위험이 없어야 하므로 단계적 감속이 필요한 선박의 운동특성을 고려하여 교량구간은 물론 교량예비구간을 설정하여 이중으로 안전을 확보해야 한다. 또한 서해대교 당진구간도 선박이 출입하고 있는 바, 교량구간으로 설정하고 선속을 8노트 이내로 제한하여 교량을 보호하여야 한다.

5) 선박 종류별 발산파의 특성 및 영향권 분석

선박의 발산파가 다른 선박에 미치는 영향을 줄이고자 항계내 선속제한을 협의하기 시작한 이래 지난 5년간 평택·당진항 항계내외 구간에서 관찰하고 사진을 확보하여 분석한 수백 건 이상 발산파의 공통점과 특징은, 유선형이 잘 갖추어진 대형선박보다 오히려 선미가 깍두기처럼 잘라진 500톤급 이하의 중소형 함정처럼 수선면의 압력변화가 큰 선박일수록 조파가 더 크다는 것이었으며, 많은 사진의 분석결과 시적으로 확인되는 발산파의 영향은 선미 200m, 선체후방 양쪽으로 100m 이내의 범위이었다.

(1) 발산파의 생성

Collection @ kmou

선박의 항주중에 발생하는 조파造波는 기관출력의 손실이며 연료의 낭비이므로 조파를 줄이는 것은 운항비용을 줄이는 것과 직결된다. 이러한 조파는 대체로 선박의 연료소모가 많은 대형 선박일수록 선체를 유선형으로 건조하여 조파가 적은 공통점을 가지고 있었으며, 중소형선박의 발산파가 오히려 대형선박보다 큰 경우가 많았다. 특히 선미형상이 깍두기처럼 직각인 고속함정의 조파는 다른 선박보다 더 큰 것이 일반적이었다.

선체가 가벼운 FRP 재질의 활주형滑走型 고속선박은 항주중에 선체가 부양하여 수선하 체적이 적어지는 만큼 선체주위의 압력변화가 적어서 철선과 같은 배수량형排水量型 고속선박에 비하여 조파가 작았다.

(2) 진행거리에 따른 발산파의 감쇄

항주선박의 선수와 선미에서 진행방향의 양쪽 19.5도 방향으로 나타나는 발산파는 수면의 압력 변화가 큰 선수가 선미보다 큰 것이 일반적이다. 수선면이 유선형인 상선이나 대형군함의 발산파는 통상 1~1.5m 이내의 파고가 형성되지만 매 200m 진행시마다 반감되어 해당선박의 선미를 지날 때는 선수에서 발생한 파고의 절반으로 감소하고 다시 선미 후방으로 200m 쯤에는 거의 소멸되며, 선측으로 영향을 미치는 범위는 선미 후방의 양쪽 100m 이내이다.

다만 (깍두기형) 선미형상을 가진 중소형 함정이나 해경정의 경우 고속항주시에 발산파고가 2m에 달하는 경우도 있으나, 이 또한 뒤쪽으로 200m, 양쪽으로 100m 이내에서 시각적으로 관찰되지 않을 만큼 소멸된다. 선박의 종류별 항주 발산파의 특성분석은 아래와 같다.

① 고속 여객선 GT 26000

선속이 15~20노트인 고속 카페리 여객선의 선수 발산파가 200m 거리의 선미를 지날 때는 [Fig. 4.26]처럼 절반 이하로 감소하였고, 선미후방 1L(200m) 정도를 지날 때는 1/4 이하로 거의 소멸되었으며, 정횡거리 200m의 송악부두에 접안한 2천톤급 소형선(공선)에 미치는 영향을 관찰한

Collection @ kmou

바 횡요는 없었다.

여객선과 카페리의 공통적인 특징은 조파저항을 줄이기 위해 선수 라운드가 크고 깊으며 방형비척계수가 적고 선체크기에 비하여 흘수가 적은 대표적인 유선형 고속선박으로, 고속 항주시에도 항주파가 극히 적은 특징을 가지고 있다.

Fig. 4.26 Car ferry, 15~20 노트

② 20만 M3급 LNG 선박

길이 300m의 LNG 운반선이 17노트로 전속 항주할 때의 선수 발산파 파고는 [Fig. 4.27]과 같이 약 1.5m 정도이며 300m 뒤쪽의 선미를 지날 때는 파고 0.5m 이내로 줄어드는 것이 관찰된다. 고속인 LNG 운반선박은 선수 라운드가 깊고 선체의 Flat body가 짧은 유선형으로 선속대비 발산파가 비슷한 선형의 유조선에 비하여 적은 편이다.

Fig. 4.27 LNG Carrier 200,000 Cu.M.

③ 길이 100m급 중소형선박

길이 100m급의 중소형 선박이 12노트로 항주할 때, 선수에서 발생하는 높이 1m 정도의 발산파가 100m 후방의 선미를 지날 때는 파고가 절반 이하로 줄어드는 것이 보인다. 선미에서 뒤쪽으로 200m 후방에서는 시각

Fig. 4.28 L/100m ship at 12 Knots

Collection @ kmou

적으로 보이지 않을 정도까지 소멸한다. 처음 생성된 선수 발산파가 적은 만큼 항적을 따라 후방에 미치는 영향도 적다.

④ DWT 20만톤급 광탄선박

14노트로 항행하는 DWT 20만 톤급 광탄선은 [Fig. 4.28]처럼 발산파가 거의 발생하지 않는다. 연료소모가 다른 선박과 크게 차이나는 거대형 선박이며, 조파로 낭비되는 에너지를 줄이기 위하여 구상선수를 설치하는 등의 설계를 채용한 선박으로 항행중 발산파가 거의 보이지 않을 정도이다.

Fig. 4.29 DW 200K Ore carrier has no waves on her trace at 14 Knots

⑤ 군함 및 함정과 해경정의 발산파

선미 수선면이 깍두기 형상인 중소형 함정이나 해경정의 발산파는 상당하며 100m 이내로 가까이 고속항주하면 2~3천 톤 이하 (특히 공선인) 선박은 횡요가 느껴질 정도이다. 그러나 [Fig. 4.30]의 사진처럼 함정의 선미에 치솟은 파고 2m급의 파도가 선미 후방 200m 이내에서 거의 사라지고 부근에 100톤 미만의 소형선박이 평온하게 항해하는 것을 볼 수 있다.

평택·당진항에서 항행선박의 발산파로 인하여 발생한 민원의 대부분이 해군과 해경의 고속정이라는 지적이 있었으나 현장사정과는 다른 주장이라는 판단이다.

[Fig. 4.31]의 사진처럼 수선면이 유선형인 대형군함은 위사진의 소형함정과 같이 이동하며 비슷한 속력으로 항행하고 있음에도 불구하고, 상선의 조파특성과 유사하게 (오히려 수톤짜리 어선보다 적을 만큼) 발산파가 적고 영향력의 범위 또한 극히 제한적이다.

Collection @ kmou

Fig. 4.30 Considerable waves of navy ship disappeared within 200m aft.

Fig. 4.31 Larger navy ship has less waves than small navy ship

⑥ 어선의 선미 발산파

10~15노트로 항주하는 어선의 건현이 1.5m 정도임을 감안할 때 건현과 비슷한 높이의 항주파는 수만 톤급 대형선박의 항주파와 유사하고 영향력 범위도 후방 200m 이내 측방 100m 이내 정도로 비슷하다.

강판 재질의 배수량형 선박인 군경함정은 선속이 증가할수록 항주파가 더 커지는데 반하여, FRP 재질의 경량 활주선인 어선은 고속일수록 선체부

Fig. 4.32 Fishing boat waves

Collection @ kmou

양이 커져서 홀수가 적어지므로 수면상을 미끄러지듯 달리며 중저속 때보다 발산파는 오히려 줄어드는 특징이 있다.

4.5.2 제한시정과 레이더 항법

(풍랑으로) 기상특보가 발표되거나 안개 등으로 시계視界가 제한되어 선박의 안전운항에 지장을 줄 우려가 있다고 판단한 경우에는 선박의 소유자나 선장에게 선박의 출항통제를 명할 수 있으며 (해사안전법 제38조 선박의 출항통제), 구체적인 기준과 절차는 [Table 4.5], [Table 4.6] (해상교통공학·정책론)의 요약과 같다.

1) 관련법규의 분석

(1) 선박출항통제의 기준 및 절차(요약)

풍랑주의보시 통제대상 선박은 GRT 250톤 이하와 길이 35m 이하의 내항선박과 국제항해에 종사하는 예부선 결합선박이며, 태풍주의보와 경보시 통제대상 선박은 GT 7,000 미만의 내항선박이다. 시정통제 대상선박은 (위험물 운반선이 향도선을 활용하는 경우를 제외하고)「유조선, 가스운반선, 또는 화학제품 운반선」과 일반 선박중「레이더 및 VHF 통신설비를 갖추지 아니한 선박」은 시정 500m 이하일 때이며,「모든 여객선」은 시정 1,000m 이하일 때이다. 따라서 시정통제 중에도 이러한 조건에 해당되지 않는 선박이 출항을 요청하면 법 규정에 따라 출항을 허가하여야 한다.

(2) 시계의 제한과 레이더의 사용

많은 발전을 거듭한 레이더는 육안의 한계를 극복하는 다양한 장점과 편의성을 바탕으로 이제는 레이더 없이 육안만으로 항행하는 것은 불안하거나 위험하다고 느낄 만큼 항법과 충돌예방에 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고, 사람의 눈에 비해 민감성이 부족한 單色(흑백 2차원의) 평면

Collection @ kmou

영상이라는 점과 위상僞像의 존재 가능성 등의 이유로 관제실[40]VTS이나 해양안전심판원[41] 등 관리기관은 보수적인 입장임을 감안하여, 파도가 없고 레이더 성능이 양호하여 눈으로는 쉽게 볼 수 없는 수면상의 작은 어구부표까지 나타나더라도, 규정이하의 시정에서는 근처에 다른 선박의 유무를 불문하고 항행중은 물론 정박중에도 무중신호를 하는 것 등 법률적 자기방어 조치를 게을리 하지 않아야 한다.

Table 4.4 Visibility and Bad weather regulation-1

〈표 4-1〉 선박출항통제의 기준 및 절차

구분	기상상태	출항통제선박	통제절차
여객선·어선 외의 선박	풍랑·해일 주의보	1. 「선박안전법 시행령」 제2조제3호가목에 따른 평수구역(이하 이 표에서 "평수구역"이라 한다)밖을 운항하는 선박 중 총톤수 250톤 미만으로서 길이 35미터 미만의 내항선박 2. 국제항해에 종사하는 예부선 결합선박	통제권자는 기상특보가 발효되거나 시계제한시 출항신고 선박의 총톤수·길이·항행구역 등을 확인하여 통제대상 여부를 판단한 후 해당 선박의 출항을 통제하여야 한다.
	풍랑·해일 경보	1. 총톤수 1,000톤 미만으로서 길이 63미터 미만의 내항선박 2. 국제항해에 종사하는 예부선 결합선박	
	태풍주의보 및 경보	1. 총톤수 7,000톤 미만의 내항선박 2. 국제항해에 종사하는 예부선 결합선박	
	시계제한시 (시정 0.5㎞ 이내)	1. 화물을 적재한 유조선·가스운반선 또는 화학제품 운반선(향도선을 활용하는 경우를 제외한다) 2. 레이더 및 VHF 통신설비를 갖추지 아니한 선박	
	· 통제권자 : 지방해양항만청장 · 비 고 :		

제4장 국내 해상교통안전제도 및 안전진단 | 77

40) 시정 통제중에도 레이더와 (AIS 및) VHF를 갖추고 출입항을 요청하는 선박은 허락하도록 규정하고 있다. 레이더 항법을 부정한다면 레이더 정보를 기반으로 하는 관제실의 관제도 논리적으로 타당성을 유지하기 어렵다.

41) 안전한 선속에 레이더 정보를 근거로 할 것인가의 판단은 아직 정립되지 못하고 있다. 현실적으로 불가능한 이행을 전제로 책임을 부과하거나 모든 무중항해를 범칙으로 판단하여 선의의 범칙자를 양산한다.

Collection @ kmou

Table 4.5 Visibility and Bad weather regulation-2

	1. 통제권자는 다음의 경우에 출항통제를 완화할 수 있다. 가. 법 제11조에 따른 국제항해선박에 적용하는 안전관리 체제 인증심사에 합격한 경우 나. 그 밖에 지방해양항만청장이 필요하다고 인정하는 경우 2. "총톤수" 및 "길이"라 함은 선박국적증서 또는 선적증서상에 기재된 톤수 및 길이를 말하며, 이 경우 예부선 결합선박(압항부선을 제외한다)은 예선톤수만을 말한다. 3. 기상특보의 발표기준은 「기상법 시행령」 제9조에 따른다.		
여객선	풍랑·해일 주의보	1. 평수구역밖을 운항하는 내항여객선. 다만, 「기상업무법 시행령」 제8조제1항의 규정 에 의한 해상예보구역 중 앞바다(이하 이 표에서 "앞바다"라고 한다)에서 운항하는 여객선과 총톤수 2,000톤 이상 여객선은 당해 항로의 실제 해상상태를 감안하여 출항을 허용할 수 있다.	가. 「해운법」 제22조에 따른 운항관리자(이하 이 표에서 "운항관리자"라 한다)는 풍랑·해일주의보 발효시 기상상황을 종합분석한 후 「해운법」 제21조에 따른 운항관리규정에 따른 당해 선박의 출항정지조건과 선장의 의견을 들어 출항가능 여부를 판단하여 앞바다에서 운항하는 여객선 및 총톤수 2,000톤 이상 여객선에 대하여 출항을 허용하고자 하는 경우에는 통제권자에게 보고하여 이를 결정하게 하여야 한다.
		2. 평수구역안에서 운항하는 내항여객선이라도 당해 항로의 실제 해상상태가 안전운항에 위험이 있다고 판단될 경우에는 운항을 통제할 수 있다.	나. 운항관리자는 풍랑·해일주의보 발효시 평수구역을 운항하는 선박의 안전운항에 지장이 있다고 판단되어 운항을 제한하고자 하는 경우에는 통제권자에게 보고하여 이를 결정하게 하여야 한다.
	풍랑·해일 경보, 태풍 주의보·경보	모든 내항여객선	
	시계제한시 (시정1.0㎞ 이내)	모든 내항여객선	
	· 출항통제권자 : 해양경찰서장 · 적용제외 : 총톤수 2,000톤 이상 여객선 중 법 제10조의2의 규정에 의한 국제항해선박에 적용하는 안전관리체제 인증심사에 합격한 여객선은 출항통제대상에서 제외하고 선박회사가 자율적으로 관리하게 하도록 한다.		

그럼에도 불구하고 레이더는 VTS 관제기반일 뿐만 아니라 항해자 또한 항계내외 혼잡수역에서 (GPS 와 AIS를 참조하는) 레이더 항법을 위주로 하고

dCollection @ kmou

시각은 교차확인 역할인 것이 현실이며, 청명하고 맑은 날이라고 할지라도 시각으로만 항행하는 것은 불안한 느낌을 가질 만큼 레이더 항행이 보편화된 현실을 수용하여야 할 것이다.

(3) 선장의 항해결정권

풍랑에 관련하여 총톤수 7,000톤 이상의 외항선박과 시정에 관련하여 VHF와 레이더를 갖춘 선박이 (위험물 운반선박은 향도선을 사용하는 것을 전제로) 항해를 계속하거나 투묘대기를 하는 것은 선장의 고유결정권이며, 도선사는 선장의 결정을 돕는 입장이다. 항만의 일정부분에 시정이 나쁘니 레이더가 우수한 다른 선박까지 일괄통제를 요청하듯이, (종종 경험하거니와 심지어는 가시거리를 주관적으로 줄여서) 선장이 VTS에 시정이 나쁘다고 호소하는 것은 스스로의 책임과 고유의 권한을 혼동하는 일이다.

(4) 사례 분석

2016년 7월 24일 새벽 4시쯤 입파도를 지나 평택항에 입항하던 도선면제선 G.H.호의 선장은 VTS 입항보고에서 (항계밖은 통제대상구간이 아님을 모르는 듯 짜증스러운 고음으로 항만통제를 강요하듯이) 「여기 시정이 제로」라고 강조하였고, 한 시간 쯤 후에 10마일 안쪽 항계부근을 지날 때는 「시정이 300m 밖에 안 된다」며 불평하였으나, 해당선박의 0.7마일 뒤에 가는 다른 선박(C. Osaka)의 도선사가 지금 이 배에서 0.7마일 거리의 G. Hope와

Fig. 4.33 Reduced visibility with humidity on the bridge window

Collection @ kmou

1마일 거리의 현대제철이 잘 보이므로 시정이 0.7~1마일쯤 된다고 VTS에 정보를 제공하였다.

새벽 5시 아직 어둠속에서 다른 선박에 승선한 필자는 습기 많은 여름철 새벽에 찬 공기를 맞아 [Fig. 4.33]과 같이 조타실 유리창에 수증기가 맺힌 것을 보고 G. Hope의 유리창을 짐작하였다. 브릿지 유리창의 청결상태를 점검하고 유지하는 것은 선원의 상무常務, Good seamanship이며, 설혹 시정이 나쁘더라도 항해기기와 항해사의 경험을 감안하여 레이더로 항해를 계속하거나 투묘를 결정하는 것은 선장의 권한이며 스스로의 판단사항이다. 심지어 주관적으로 시정을 축소하거나 검증되지 않은 시정을 근거로 항만 전체의 통제를 유도하고자 했다면 법적 타당성이나 도덕성을 논하기 이전에 상식과 공익을 침해하는 작폐이다.

2) 제한시정과 시정통제시 도선안전 (평택 당진항 도선매뉴얼 인용)

시정제한과 안개 통제시는 선박의 출입항과 접이안을 중단하고 회항 또는 투묘 대기를 원칙으로 한다. 다만 통제의 해제 후 일시에 폭증하는 항로혼잡의 완화와 선박의 대기 손실을 줄이기 위하여 레이더 등 항해장비의 성능이 양호한 선박은 선장의 동의와 대리점 통보요건으로 제한시정 도선을 협의할 수 있다. 안개통제 상황에서 시작하는 도선은 도선사가 승선하여 선장과 협의한 후 접이안 최소시정과 레이더의 상태, VHF, AIS 및 무중신호를 점검하고 관제실에 통보한다. 제한시정 접이안 도선은「예선사용기준 특례」의 예선을 사용하여 안전조치를 하여야 하고, 도선중 시정제한에 기인하여 발생하는 모든 문제에 대하여 도선사와 관제실은 공사법상의 책임을 분담하지 않으며 선박 대기손실의 수익자인 선주와 선장의 책임을 전제로 협의한다.

Collection @ kmou

3) 도선중 시정불량과 안개 통제발효

도선중 시정제한이나 시정통제발효의 경우, 레이더 등 항해장비가 양호한 선박은 가이드 보트(향도선)와 예선사용기준 특례의 적용 등 안전조치에 관한 선장과 대리점의 동의를 전제로 무중항해 특별도선 또는 접안이 포함되면「안개접안 협정도선」을 협의할 수 있다.

(1) 시정제한(무중 항해) 특별도선과 입파도~장안서 구간 가이드 보트

모든 출입항 선박은 10마일 이상 대부분 구간을 규정된 시정거리[42] 이하로 항해하는 경우 대리점에 통보하고 시정제한(무중항해) 특별도선을 적용하며, 입파도~장안서 혼잡구간은 가이드 보트(향도선)를 사용하여 정보를 제공한다. 단 시정제한으로 인하여 항로상 투묘 대기하거나 10마일 미만 거리의 정박지로 회항하는 경우는 일반도선을 적용한다.

(2) 제한시정 접안 협정도선과 예선사용

도선중 항내의 시정제한이나 시정통제가 발효된 경우 레이더 등 항해장비가 양호한 선박은 선장과 대리점의 동의요건으로 장비점검의 결과를 관제실VTS에 통보[43]하고「제한시정(무중) 접안협정도선」을 할 수 있다. 단 예선사용기준 특례에 적합한 2척 이상의 예선사용과 부두 부근의 접안 최소시정거리[44] 확보를 전제로 한다.

---

42) 항해중인 일반 선박은 시정 500m, 여객선과 위험물 운반선 및 서해대교 통항선박은 1,000m를 기준으로 함.

43) 제한시정일 때 회항하거나 혼잡한 항내 정박지로 이동하여 투묘하는 것이 더 어렵고 위험이 가중될 수 있으며, 항로상 긴급 투묘는 혼잡의 가중과 다른 선박의 회항이나 긴급피난을 어렵게 하는 소위 준법투쟁성 투묘가 될 수 있으므로 가급적 자제하여야 한다.

44) 부두 부근에서 해당선박의 선체길이 또는 200m 이상의 시정 확보요건으로 강취방(Line man) 또는 대리점이 확인하고 부대정보와 함께 VHF의 도선작업 채널을 통하여 도선사에게 알려야 한다. 부대정보란 브릿지가 접안할 위치에 자동차 헤드라이트를 바다쪽으로 향하게 하는 것과 이웃부두의 접안선박의 유무 등이다.

Collection @ kmou

(3) 서해대교 통항안전 조치

서해대교를 통과하는 선박의 시정 통제시 출입항에 관한 협의는 서해대교 부근에서 1,000m 이상의 시정이 확보되거나, 출항선박이 부두에서 서해대교가 육안으로 시인되는 것을 요건으로 한다.

4) 안개통제 상황에서 시작하는 도선[45]

정기 여객선 등 도선면제 대상선박을 포함하여 항만이 시정제한으로 통제된 상황에서 시작하는 도선은 레이더 등 항해장비의 상태와 접이안 최소시정거리, 도선구간과 가이드 보트, 예선사용기준 특례에 적합한 예선의 사용 및 시간당 척수제한 등 도선사회가 공시하는 안전여건을 충족하는 경우 순번 또는 추천하는 도선사의 동의를 전제로 「이안출항 특별도선」과 「입항접안 협정도선」을 협의할 수 있다.

(1) 시간차 도선으로 혼잡분산

통제가 발효된 이후 시작하는 도선은 도선면제 대상선박[46]을 포함하며, 도선 상황실은 출항선박을 우선 시작[47]하고, 입항선박을 2~3시간 뒤로 시간차 조정하거나, 시간당 출항선박 5~7척과 입항선박 3~5척 이내[48]로

45) 풍랑으로 인한 출입항 통제는 도선사가 예선으로 이동하여 대형선박의 풍랑도선을 시행하고 있으므로 해제시 항로 혼잡이 심하지 않으나, 시정으로 인한 출입항의 전면통제는 해제직후 항로 혼잡이 극심해진다. 현실적으로는 시정통제로 인하여 출입선박이 없는 양호한 항로여건을 이용하여, 레이더 등 항해장비가 적당한 선박은 시간당 일정 척수 이내의 제한적인 출입항을 시행하여, 해제이후 일시에 폭증하는 혼잡위험을 분산하는 것이 위해요소를 줄이는 방안이며 관련 법규정의 취지이다.

46) 안개 통제시 도선면제 대상선박이라도 도선사의 도선을 요청하여 안전대책을 마련함.

47) 안개 통제는 대부분 지속시간이 길지 않으므로, 접이안 부담이 적은 출항선박을 우선 시작하고, 안개 통제가 해제되면 밖에 나간 출항선박의 도선사가 입항선박의 도선을 계속하여 항만 중단시간을 최소화 함.

48) 항해하는 앞뒤 선박간 안전거리는 적어도 2마일 이상이 바람직하며, 항계~서해대교의 범위에 입항선 3~5척과 (GT 4만톤 이상, 벌크선박과 위험물 운반선은 3척 이내, 여.자.컨. 포함 GT 4만 미만의 선박은 5척 이내) 출항선 5~7척을 초과하는 동시 기동을 억제하여야 함.

Collection @ kmou

한정하여 항로 혼잡이 가중되지 않도록 조정[49]한다.

(2) 접이안 최소시정거리와 레이더 등 항해장비의 점검[50]

접이안이 포함된 도선은 부두부근의 접이안 최소시정거리[51]가 확보되어야 하며, 2대의 레이더에 6마일 이내의 모든 등부표가 명확하게 나타나고 선수방향에 맹목구간이나 차폐구간이 없는 양호한 상태의 레이더와 20마일 이상 통신이 가능한 VHF, AIS 및 무중신호를 할 수 있는 기적의 정상작동을 전제로 한다. 도선요청 선박에 승선한 도선사는 레이더 등 항해장비의 상태를 점검하여 이를 관제실에 통보하고 도선을 시도할 수 있으며, 승선했던 도선사가 레이더 등 항해장비의 여건이 맞지 않거나 접이안 최소 시정의 미확보로 하선한 경우 도선의 취소를 적용한다.

(3) 가이드 보트

시정제한의 경계(감시, 견시)를 보강하기 위하여 장안도선 대상이나 장안도선 요청 선박은 입파도~장안서(풍도)[52] 항로의 혼잡 구간에 가이드 보트(향도선)의 사용을 전제로 한다.

---

49) 시간당 통항 선박의 수를 초과하여 경합하는 경우 대형선박 우선 순이며, 선석 스위치의 경우는 부두 도착 출발 시간차를 2시간 이상으로 하여 출입항 선박간의 항계 내 혼잡을 피한다.

50) 바람이 없을 때 형성되는 안개의 특성상 레이더 성능이 정상이면 소형어선이나 어구부이까지 확인 가능하다. 다만 선교 앞쪽에 큰 마스트 존재 등으로 위상대역僞像帶域(False echo sector)이 있는 선박은 육안으로 위상을 확인할 수 없으므로 시정이 확보될 때까지 운항을 제한함이 바람직하다.

51) 개인차와 선박의 크기, 종류 및 상태에 따라 달리하지만, 통상의 접안에 필요한 최소시정거리는 해당선박의 선체길이 또는 200m이며 이안 출항이 가능한 최소시정거리는 선체길이의 절반 또는 100m이다.

52) 입파도~항내구간은 지정항로 구간으로 어로가 금지되고 외항선의 통항이 우선임에 반하여, 입파도~장안서 구간은 비설정 항로구간으로 항로와 어장이 섞여서 혼잡할 뿐만 아니라, 입항로의 왼쪽에 있는 입파도 정박지 출입선박은 주항로를 횡단하여야 하므로 항법상 위험이 상존하는 구간이다. 풍랑 중단과 달리 파랑이 없는 안개 등 제한시정 때는 어선과 낚시 유어선이 많으므로 공동도선으로 경계를 보강하고 선행하는 고속 가이드 보트의 정보제공이 필수적이다.

Collection @ kmou

(4) 할증의 중복과 도선중 안개통제의 해제에 따른 적용완화

안개접안 협정도선이나 안개이안 특별도선과 중복되는 안개항해 특별도선은 할증적용을 제외하며, 입항 도선중 안개통제가 해제되면「안개접안 협정도선」은「안개항해 특별도선」으로 적용을 완화[53]한다. 다만 해제에도 불구하고 사실상의 제한시정 접안 도선은「안개접안 협정도선」을 적용한다.

(5) 서해대교 통항안전 조치

서해대교를 통과하는 선박의 제한시정 특별(협정)도선은 서해대교 부근에서 1,000m 이상의 시정이 확보되거나, 출항선박이 부두에서 서해대교가 육안으로 시인되는 것을 요건으로 한다.

4.5.3 풍랑도선

항만의 운영효율을 제고하고 풍랑이나 시정제한으로 인한 항만 전면통제의 해제직후 일시에 급증하는 극심한 혼잡을 예방하기 위하여, 평택 당진항은 출입항 통제상황의「항로혼잡 제로」상태를 이용하여, 다음과 같은「도선운영매뉴얼」을 정하고 출입항에 관한 법과 규정의 범위에서 풍랑도선을 시행하고 있다.

1) 풍랑협정도선風浪協定導船 (평택당진항 도선운영 매뉴얼 인용)

풍랑 중단시 도선은 풍랑에 기인하여 발생하는 문제에 대하여 수익자인 선주와 선장의 책임이며, 도선사는 공사법상 책임을 분담하지 않는 조건으로 선사/대리점이 도선을 요청하고 순번도선사/추천 도선사의 동의를 전제로 협의하며, 야간 풍랑, 강풍 및 혹한 풍랑도선은 도선제한을 원칙으로 한다.

---

53) 시정제한 접안은 해제되고 시정제한 항행만 적용되므로 특별도선으로 변경함.

Collection @ kmou

(1) 풍랑도선 대상선박과 풍랑도선 승하선구간

풍랑도선은 승하선 장소와 관계없이 장안도선 대상선박 또는 장안도선 요청 선박을 대상으로 하며, 선주가 수배한 예선으로 승하선하고 이동한다. 구체적인 사항은 아래와 같다.

- 풍랑도선은 장안도선을 기준으로 협의하며, 도선사의 승하선은 선박의 상태와 풍랑의 방향을 감안하여 풍랑안전현의 조성이 가능한「도리도」~「풍도」의 풍랑도선 기준점 전후 2마일의 구간에서 해당 도선사가 승하선구간을 선택할 수 있다.
- 출입항이 연계된 풍랑도선은 선박간 조종구간의 간섭이 적고 대각도 선회가 가능한 입파도~말륙도~풍도구간의 해역에서 선박간 거리를 충분히 하고 풍랑 안전현을 조성하여 승하선하는 것을 고려한다.
- 항만사정에 익숙한 정기 여객선 등은 선사 또는 대리점이 관제실(VTS)의 허락을 얻은 경우「방도주변해역」[54]에서 풍랑안전현을 조성하고 승하선할 수 있다.

(2) 풍랑도선과 거대형 위험물 운반선의 제한

일반 선박의 풍랑도선은 파나막스 이상 선박의 공동도선(Main, Co-Pilot)을 요건으로 승하선과 접이안 위험을 고려하여 주간도선에 한정하며, 풍압면적이 큰 거대형 위험물 운반선(LNG 운반선, LPG 모선)의 풍랑도선은 제한을 원칙으로 한다.

(3) 야간 풍랑도선과 강풍도선 및 혹한 풍랑도선의 제한

야간 풍랑도선夜風과 풍속 18m/sec(풍압면적이 큰 선박은 15m/sec) 이상의 강

54) 방도를 중심으로하는 항계전후의 구간이며, 도선사의 신체생명을 담보하는 승하선 안전의 판단은 해당 도선사의 주관적인 결정이다. (승하선 안전에 관한 객관성을 요구할 수 없는 불가침의 천부적 신체생명권이기 때문이다.)

Collection @ kmou

풍强風 및 영하의 혹한기 풍랑도선酷風[55]은 제한을 원칙으로 하되 부득이한 경우 2-Pilot 협정+특별도선을 전제로 별도 협의할 수 있다.

2) 예선을 이용한 이동과 승하선

풍랑시 도선사의 이동과 승하선에 이용하는 예선[56]은 도선사의 보험과 승하선 안전장치 (탈부착식 핸드레일+라이프 라인, [Fig. 4.34] 참조)를 설치한 예선의 사용을 조건으로 하며, 풍랑 통제시 출입항 규정에 맞는 예선(250톤 이상, 길이 35m이상)을 사용한다.

단, 도선사는 당시의 풍랑을 감안하여 5,000마력 이상의 예선을 요청할 수 있으며, 예선 1척당 30분 이내 간격의 승하선 스케줄을 가진 2척 이내 (연속입항, 연속출항 또는 출입항 각1척) 선박의 승하선으로 한정한다.

Fig. 4.34 Portable handrail and life line

(1) 풍랑시 승하선 안전조치

풍랑 중에는 선박의 조종성이 떨어지는 반면 풍랑 안전현(Lee-side)을 조성하기 위해서는 대각도 변침이나 360도 선회가 필요하며, 대기 손실이 큰 대형선박이 주로 풍랑도선을 이용하는 특성상 여러 척의 대형선박이 동일해역에서 풍랑안전현 조성을 위하여 대각도 선회기동을 할 경우 충돌위험이 커지게 된다. 입파도~풍도구간의 안전한 해역에서 풍랑 안전현을 조성하기 위한 선박의 대각도 회두 선회중 선박의 충돌을 피하기 위한 선

55) 예선의 갑판에 해수의 비말이 얼어서 미끄러우며 승하선시 신체 생명의 위험이 크게 증가한다.

56) 풍랑 통제시 출입항이 가능한 선박 : 250톤 이상 길이 35m 이상 선박 (4,500마력급 이상의 예선 등)

Collection @ kmou

박간 거리는 2마일 이상, 승하선 시간은 선박 1척당 30분으로 하는 것이 안전하다.

2척 이상의 예선이 풍랑도선에 투입되어 동시각대에 여러 척의 선박이 승하선하는 경우, 도선사의 승하선 지점을 해당도선사의 판단에 따라 「도리도 해역」 또는 「입파도 해역」, 「말륙도 해역」, 「풍도해역」으로 구분 사용하여 풍랑 안전현 조성을 위한 선박의 대각도 회두 중 선박간의 충돌을 예방한다.

(2) 접이안 예선의 선택

풍랑도선의 난이도를 감안하여 도선사는 숙련된 예선[57]의 지원을 요청할 수 있다.

3) 도선중 풍랑도선 전환

입항 도선중 풍랑통제 발효시는 「평택·당진항 예선사용기준 특례」에 적합한 예선을 보완하며, 선장과 대리점의 동의요건으로 여객선과 파나막스 이상 선박의 접안도선은 풍랑협정도선, 파나막스 미만 선박의 접안도선은 특별도선을 적용한다.

4) 자동차 전용선의 풍랑 접이안

풍압면적이 큰 자동차 전용선의 풍랑시 접이안 도선은 4,500마력 이상 예선 3척의 사용과 해당도선사의 동의를 전제로 하며, 예선의 배치는 [Fig. 4.35]를 참조한다. 참고로 3척 이상의 예선을 사용하는 선박조종은 예선의 이름에 붙여 구령을 하거나 선수- 선미- 와 같이 예선의 위치에 붙여 구령을 하는 것보다 선수로부터 예선의 번호에 붙여 구령을 하는 것

57) 평소의 사용 경험에 비추어 풍랑 도선시의 숙련도가 떨어지는 예선을 제척함.

Collection @ kmou

이 혼동의 우려가 없고 편리하다.

다만 접이안 도선중 풍속이 15m/sec를 초과하는 강풍의 경우는 도선 중단을 원칙으로 하며, 부득이한 경우 선장의 사전 동의를 전제로 강풍특별도선을 협의한다.

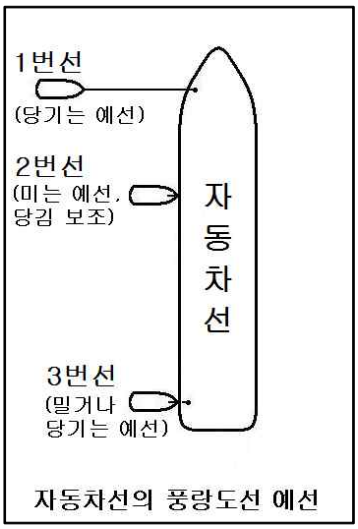


Fig. 4.35 Tug for car carriers in heavy weather

4.6 도선선의 운영 개선

도선선이 크면 풍랑에도 이동이 가능하고 승하선이 안전할 것이라는 생각을 가진 사람들이 적지 않지만, 선체가 클수록 승하선 항행 안전성이 좋다고 하는 것은 20톤과 500톤처럼 큰 차이를 가진 선박을 비교하는 것을 말하는 것이다. 순찰선과 도선선의 범위인 10톤~50톤 사이에서 선체의 크기에 의한 항행 안정성 차이는 크지 않으며, 오히려 선체가 클수록 선속을 올리기 어렵고 연료비가 증가할 뿐만 아니라, 무게와 운동량이 커지므로 도선대상 선박과 랑데부 중 파일럿 라다가 본선과 도선선의 사이에 끼이면 절단 위험이 발생하는 것으로 조사되었다.

4.6.1 도선선의 항행과 승하선 안전 및 비용 분석

2005년 한국해사재단에서 연구한 도선선의 항행과 승하선 안전 및 비용 분석은 다음과 같다.

1) 풍랑안전성이 확보되는 선박의 크기

[Table 4.7]과 같이 출항통제 기준인 풍속 14m/sec, 유의파고 3m인 해상에서 횡요안정성을 가진 선박의 크기가 GT 300톤 정도임을 감안할 때, 최대 50톤 이내의 범위인 도선선은 아무리 크게 만들어도 풍랑시 선박의

Collection @ kmou

크기에 의한 횡요안정성을 기대하기는 어렵다.

Table 4.7 Reasonable size of Pilot boat (H.J. Lee, 2005.12)

1. 도선사 승·하선 안전성

해상의 파도에 의하여 선박에 작용하는 횡요강제모멘트는 다음과 같이 표현되며, 그 크기는 선박의 배수량과 횡메타센타 높이 및 유효파경사(= 유효파경사계수 x 파경사)에 비례한다.

$M\omega = \triangle \cdot GM \cdot \gamma \cdot \Theta\omega \cdot \sin(2\pi/T\omega)t$

$\Theta\omega$: 파경사

γ : 유효파경사계수

또한, 선박의 횡요운동은 자유횡요항과 강제횡요항으로 구분되며, 자유횡요항은 시간과 함께 감쇄하여 사라지고 강제횡요항만 남게 되며 파도중의 강제횡요운동은 다음과 같은 산식으로 표현할 수 있다.

$f(\Theta) = \mu \cdot \gamma \cdot \Theta\omega \cdot \sin(2\pi/T\omega)t$

μ : 동조율, 선박의 고유횡요주기(Ts)와 파의 주기(Tw)의 비.

즉, Turning Factor Ts/Tw에 따라 변화함.

동조율은 Turning Factor가 1에 가까워지면 급격히 증가하여 선박의 횡요각에 상당히 큰 영향을 미치게 되며, 도선선의 규모에 의하여 동조범위에서 벗어나 파도중의 횡요운동을 작게 하려면 Turning Factor가 1.5 이상이 되도록 하여야 한다. 실적선의 만재상태에서의 고유횡요주기를 조사한 결과 선박의 규모가 약 GT 400톤 내지 500톤급 규모가 되어야 이러한 해상상태에서 Turning Factor가 1.5 이상이 되는 것으로 조사되었다. 따라서 도선선의 규모를 조금 키운다고 해서 폭풍주의보가 발효된 해상상태에서 최대 횡요각을 줄일 수 있는 것이 아니며, 선박의 규모가 클수록 운동에너지도 커져서 도선 대상선박과 접촉하는 경우 충격이 크고 신체 손상위험이 있으며, 도선선 사다리가 절단되어 승·하선 중인 도선사가 떨어지는 사고가 발생할 위험성이 있다.

Collection @ kmou

2. 도선선 항해시의 안전성

복원성능 검토결과 개발된 아래의 도선선 모델 3종 모두 풍속 19m/sec, 유의파고 약 5m의 해상상태에서도 충분한 항해안전성을 갖고 있는 것으로 평가되었으며, 도선선의 규모가 클수록 항해안전성에 유리한 것으로 판정되었다. 도선선의 적정규모는 빈번한 도선업무에는 총톤수 17톤급과 원거리 도선업무에는 총톤수 29톤급, 긴급한 도선업무에는 총톤수 11톤급이 적합할 것으로 판단되며, 그에 대한 각 모델선박의 Profile 및 모델별 상세는 아래와 같다. (이파 7,8호는 평택항 도선선이며, 2016년은 2005년의 경유가와 인건비 및 도선선 건조선가 대비 아래보다 20%의 증가요인이 발생했다.)

구분	모델 I	모델 II	이파 7,8호	모델 III
GT	**11**	**17**	**19**	**29**
LOA	14.2	16.5	18.2	22.5
Beam	3.55	3.90	3.82	4.5
Depth	1.60	2.00	1.85	2.00
추진기관 출력	680PS x 1	820PS x 1	880PS x 1	600PS x 2
최고속력	25노트	22노트	24노트	20노트
마일당 운항원가	10,015	13,839원	17,307	20,775

2) 도선선의 적정크기와 운항비용분석

FRP 재질의 순찰선형 고속 도선선은 선체크기(19톤~29톤)에 따라 기관을 포함한 건조비가 크게 차이나고, 시간당 연료소모 또한 120리터에서 160리터(마일당 6~9리터)까지 차이가 나므로, 너무 큰 도선선보다는 경제성을 위하여 가능한 GT 17~20톤(Twin Engine의 경우 GT 23~25톤) 범위에서 선수미 방향 파랑에 대한 능파성을 가지며 GM을 줄여서 가급적 횡요주기가 완만한 도선선을 설계하는 것이 실용적[58]이다.

또한 기관과 장비 등 일정한 무게가 불가피한 도선선이 15톤 미만일 때는 오히려 선체의 부력이 부족하여 항주航走시에도 선박이 뜨지 않으므로

58) 선수파에 의한 Water hammering이 심하거나 GM이 너무 커서 횡요주기가 빠르면 선원과 도선사의 허리부상이 잦으며, 풍랑시에 도선선으로 2~3시간의 장거리를 이동하면 도선사 체력 손실이 심하여 도선에 집중하기가 쉽지 않다.

Collection @ kmou

활주滑走효과가 없어 선속을 올리기 어렵고 연료소모를 줄이지 못하는 등 불편과 어려움이 크다.

따라서 평택·당진항처럼 장거리 도선구간에 적합하고 아산만의 기상 등 환경여건에서 최소비용으로 투입가능한 도선선은 19톤급 단추진기 선박이며[59], 도선선의 운행비용을 분석하면 [Table 4.8]처럼 항내의 원정리를 기점으로 출입할 경우 도선선료가 실제 운항비용의 절반에 못 미치는 수준이다. 풍랑도선을 할 경우 예선으로 이동하므로 도선선의 운행손실은 더 커지며, 승선 시간이 서로 다른 선박의 도선사가 같은 도선선으로 승합이동을 하는 경우 나중에 승선하는 도선사는 흔들림이 심한 도선선에서 대기를 하여 피로가 심하고 선원과 도선사의 허리부상이 잦은 이유로 지목되고 있다. 작은 선박들이 해상에서 멈추어 있으면 이동할 때보다 흔들림이 극심해지기 때문이다.

Table 4.7 Cost of Pilot boat

도선선 비용	원정리-입파	**궁평-입파**	원정리-장안서	**궁평-장안서**
거리 (왕복, 마일)	38 (~40)	18 (~20)	62 (~64)	42(~44)
운항비 (왕복, 만원)	79 (~83)	**37 (~41)**	129 (~133)	**87 (~91)**
도선선료 (왕복, 만원)	36	**36**	57	**57**
기준연도 2005	2016년 경유가와 인건비 및 건조비용의 대비임			

4.6.2 풍랑도선의 시행과 궁평항 정계지 건설

1) 풍랑도선으로 전환

도선선의 개선으로 상당부분 항행과 승하선 위해사항을 줄였음에도 불구하고, 풍랑주의보 상태에서 19톤급 도선선으로 2~3시간의 먼 거리를 항행하면 선원과 도선사의 허리부상이 잦은 것을 경험하여, 풍속 13m/sec ~18m/sec(풍압면적이 큰 선박은 10m/sec ~ 15m/sec)의 풍랑주의보 상태에서는

59) 항행중 횡요를 줄이고 조종성의 개선으로 도선사의 승하선 안전성을 높일 수 있는 것은 600마력 2기의 25톤급 Twin Engine 선박이지만 건조비와 운항비용이 증가한다.

dCollection @ kmou

항만운영을「풍랑도선」체제로 전환하고, 250톤 4500마력 이상의 예선을 이동과 승하선 수단으로 준비하는 (승하선 안전현의 조성이 가능한) 1만톤 이상의 중대형 선박의 출입항 도선을 계속하고 있다.

Fig. 4.36 Ice on the boarding step

다만 영하의 혹한이나 야간[60] 및 풍랑경보 때는 도선중단을 원칙으로 하지만, 부득이한 경우는 [Fig 4.37]처럼 공장의 연기가 완전히 누운 강풍이라도 예선의 증원 등 별도의 안전조치를 전제로 강풍-풍랑도선을 시도하여, 과거에 연간 40~50일에 달했던 풍랑으로 인한 출입항 중단을 2~3일 이내로 줄이는 것을 목표로 하고 있다.

도선선으로 이동이 어려운 풍랑주의보 상태에서 중소형 선박의 출입항이 제한되는 것은 두 가지 이유이다. 중소형 선박은 비용부담으로 인하여 예선의 외항이동을 수배하지 않는 경향이며, 풍랑주의보 상태에서 출항을 하더라도 외항 정박지에 풍랑대피 정박을 하므로 굳이 출항의 의미가 없기 때문이다.

이제는 오히려 잦은 시정통제에 의한 항만의 중단이 심각한 수준으로, 그 개선방안을 연구해야 할 것이다. 시정통제의 개선을 위하여 도선사회는 시정통제 때에도 [Table 4.5]와 [Table 4.6]처럼 법이 정한 바와 같이「레이더와 (AIS 및) VHF 통신기」가 양호한 선박은 관제실의 허락을 받아 출항이 가능하도록 도선운영매뉴얼에 규정을 마련하였으나 아직 실행되지

60) 영하의 혹한은 [Fig. 4.36]처럼 해수비말이 도선선 승하선 장비에 얼어서 낙상 위험이 있으며, 야간 풍랑도선은 파도를 볼 수 없어 풍랑 안전현 조성과 낙수시 구조가 어렵다.

Collection @ kmou

않고 있다. 레이더 정보를 기반으로 관제하는 관제실인만큼 레이더 항법에 의한 선박의 출항을 긍정적으로 검토함이 합리적이라는 생각이다.

Fig. 4.37 Berthing, Un-berthing & Shifting in the Storm

2) 궁평항 도선정계지 건설

아산만의 기상특성과 입출항 선박의 도선선 비용부담을 줄이기 위하여 평택지방해양수산청은 입파도선점으로부터 9마일 거리의 궁평항에 [Fig. 4.38]과 같은 도선선 정계지를 건설하여 2015년 9월 준공하였으며, 도선선의 운행거리를 줄여서 선주의 도선선료 압박부담을 줄이고 도선사들이 풍랑도선을 적극적으로 수용하도록 함으로서 2016년은 **「연간 풍랑중단 단 하루** (1월 19일)**」**라는 가시적인 효과를 달성하고 있다.

Collection @ kmou

Fig. 4.38 4.38 Pilot boat harbour in Gung-Pyeong port

3) 아산만의 해상여건

외항 도선점과 가까운 곳에 궁평항과 같은 도선선 정계지가 필요한 이유는, 여름철을 제외한 거의 연중 불어오는 아산만의 북서 탁월풍에 의한 풍랑이 동남쪽으로 갈수록 좁아지는 지형에 의하여 압축되며 삼각파가 형성되어, 특히 [Fig. 4.39]의 그림 표시와 같이 항계부근에서는 도선선과 같은 경량고속 소형선의 통항이 어려울 만큼 거칠어지는 특징이 있다. 또한 도선선에 의한 해상의 이동은 육상의 차량이동(연비7~8Km/리터)에 비하여 거리당 연료소모가 30배에 달하며, 도선료가 실제 운항비용의 절반에도 미치지 못하므로 도선선료의 인상압박이나 풍랑도선 기피사유로 작용한다. 예선으로 이동하는 풍랑도선을 할수록 도선선의 유지비용 적자가 커지기 때문이다.

Collection @ kmou

Fig. 4.39 Gung-pyeong pilot boat harbour to avoid rough sea

입파 또는 장안 도선점으로부터 가까운 위치인 궁평항 도선선 정계지까지 육상으로 이동하여 선박에 의한 이동거리를 줄이고, 풍랑이 거친 수역을 피하여 것이 이동시간과 도선선 운항비용을 절감하고 선원과 도선사의 허리부상을 예방하며, 선주의 도선선 비용부담을 줄여 항만을 활성화하는 방안이다.

4.6.3 도선선의 개선

평택·당진항 도선사회는 [Table 4.7]과 같은 분석을 근거로 아산만의 수역환경에 적합한 19톤급 도선선[Fig. 4.40]을 설계하고 5척을 추가로 건조하였으며, 건조과정에서 연구하고 개선한 약 150가지의 항목을 정리하여 필자는 졸저「도선선의 연구 2015」를 제본하여 다른 도선구에도 참고가 되도록 배포하였던 바, Water Hammering과 선저 균열을 방지하기 위한 격자형 선저구조 및 승하선 스테이지Boarding Stage 등이 주요 내용이다.

1) 도선선의 설계

Collection @ kmou

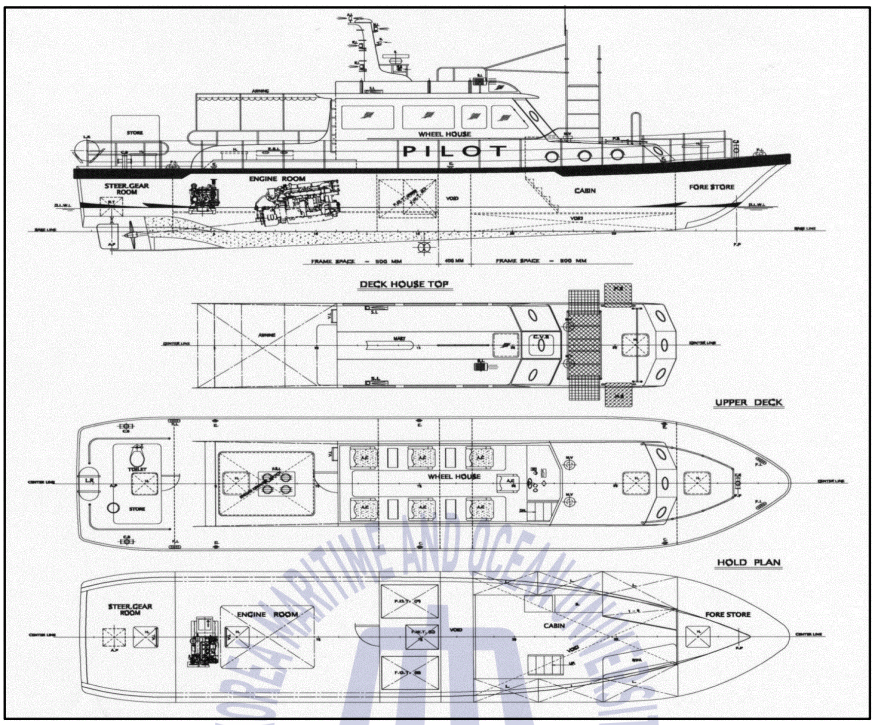


Fig. 4.40 Design for the port of Pyeongtaek · Dangjin

신조 도선선은 장거리 이동을 감안하여 도선사의 탑승좌석이 있는 조타실 천정의 중앙부를 50cm 높인 솟을 천정을 채용하여 답답한 공간을 개선하고, 단열용 2중 유리창을 조타실에 채용하는 등 GM의 감소효과로 횡요주기를 완만하게[61] 하여, 승조원의 허리부상 위험과 피로감을 줄인 것은 상당히 효과적이었다.

2) 능파성 개선과 선저 골재의 Crack 방지 방안

15~20톤급 FRP 선박은 항주중에 흘수가 변하지 않는「배수량형선排水量型船」이 아니라, 고속으로 달릴 때는 선체가 부양하는「활주선滑走船」

61) 솟을 천정으로 마스트 등 상부 구조물의 위치를 높이고 조타실 양측면에 무거운 페어글라스 유리창을 채용하여 GM을 줄임으로서 횡요주기를 완만하게 하고 조타실의 단열효과를 개선하였다.

Collection @ kmou

에 속한다.(池田良穗, Ikeda Yoshiho, 新しい 船の 科學) 특히 달릴 때 선수쪽의 부양이 더 커지므로 Speed trim에 의한 선속증가의 효과가 있는 반면, 파랑이 선수 선저의 넓은 부분에 부딪히면 심한 충격(햄머링, Water hammering)이 발생하여 선원과 도선사의 부상위험이 있고 선저 외판이 길게 찢어지기도 하였다.[62]

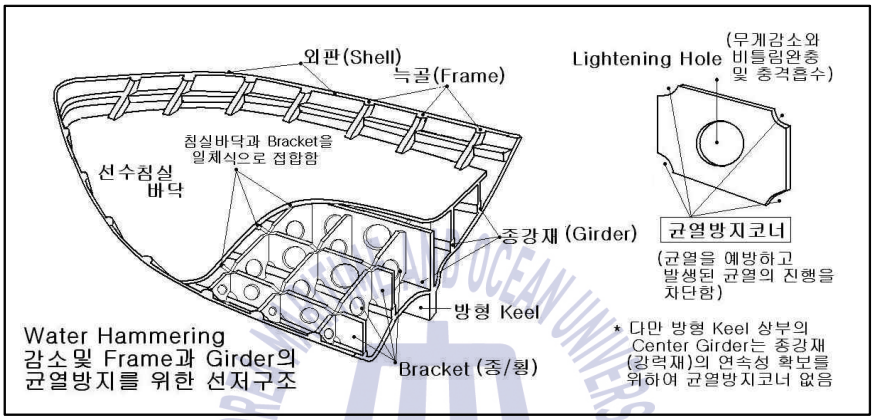


Fig. 4.41 Water hammering prevention structure of FRP ship

여러 가지의 시행착오 후에 [Fig. 4.41]처럼 도선선의 선원실 선저 늑골과 Girder 상부에서 선원실 바닥까지 두께 10mm의 FRP판을 종횡으로 세워 접착하고, 선원실의 실내 바닥판과 접합하여 일체식으로 하였다. 마치 콜라박스 같은 구조이며 철선에 버금가는 능파성을 확보할 수 있었다. 또한 격자판의 네 모서리는 Lightening hole을 두어 선저 골재에 실금이 가는 것을 방지하는 구조로 모두 특허를 추진하고 있다.

3) 2단계 승하선 설비

선수미 방향의 풍랑을 받는 아산만의 항로 여건상 승하선시 피칭에 의

62) FRP선박의 늑골과 종방향 Girder는 외판에 스티로폼 막대기를 붙인 다음 그 표면에 FRP 8~10 ply(두께 8~10mm)를 적층한 것으로, 내부공간의 스티로폼은 비어있는 것이나 마찬가지다. 심한 파랑에 부딪히면 충격과 비틀림이 발생하고 피로도가 쌓이면 Frame이나 Girder에 균열이 가기도 한다. 이를 개선하기 위해 선수의 바닥공간에 우레탄폼을 채우기도 하였고 두께 50mm의 경량고무판을 접착해봤으나 효과는 크지 않았다.

Collection @ kmou

한 상하운동의 위험이 있으며, 파도에 맞아 옷과 신발이 젖으면 도선에 집중이 어렵다. 도선사가 승하선할 때는 침로를 일시적으로 변경하여 선체로써 풍랑을 차단하는 풍랑안전현을 조성하여야 하지만, 수역이 좁거나 교통이 혼잡하여 부근에 다른 선박이 많을 때는 다른 선박과의 항법관계상 변침이 쉽지 않다.

도선사의 안전한 승하선을 위하여 [Fig. 4.42]의 사진과 [Fig. 4.43]의 제원처럼 선원실 상부(수면상 2m)의「접이식 발판」과 (수면상 3.5m의)「승하선 스테이지」 2곳을 준비하고, 본선의 현측 높이나 해상의 상태에 따라 적합한 위치에서 선택적으로 승하선할 수 있도록 하였다. 도선사의 승선대기 위치가 높을수록 승하선시 다소 파도가 치더라도 물에 젖을 우려가 적어지기 때문이다.

Fig. 4.42 Pilot boarding step & stage

Collection @ kmou

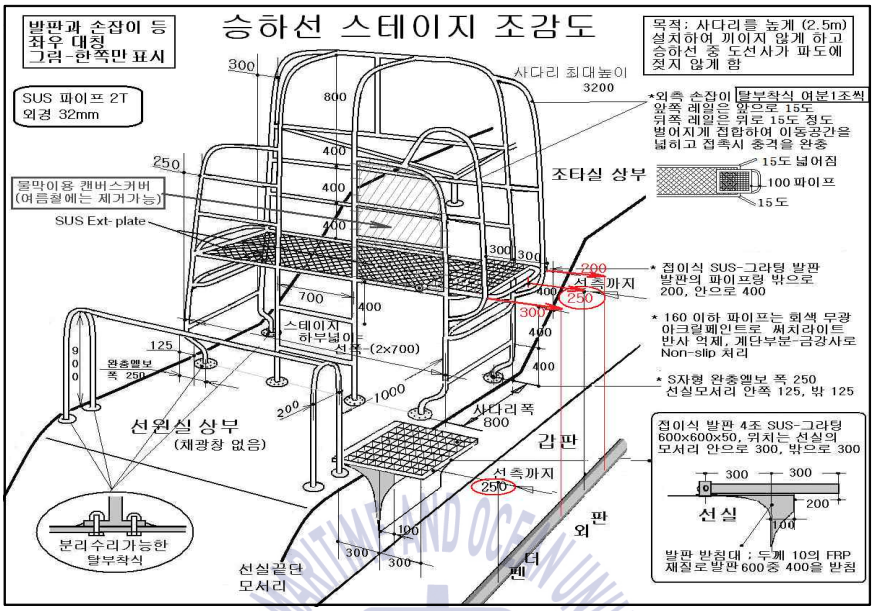


Fig. 4.43 Safe boarding stage of the Pilot boat

4) Twin Engine 도선선 (차후 개선 추진사항)

열대 무풍대의 항구를 제외한 중위도 국가에서 랑데부 조종이 어렵고 횡요가 심한 Single Engine을 채용한 도선선을 사용하는 나라는 드물다. 평택・당진항은 [Table 2.7]과 같이 모든 도선선이 Single Engine으로, 접현 항주가 쉽지 않으며 특히 멈추어 있는 정박선박이나 부두에 계류한 선박에 접근과 도선사 승선중 대상선박에 압착-대기하는 것이 어렵다.

장거리 도선구에서 도선선의 이동시간과 횡요를 줄이고 도선대상 선박에 랑데부할 때 도선선 조종성을 개선할 수 있는 25톤급 「Twin Engine 도선선」의 연구와 개발이 필요하다. 건조비용이 비싼 것이 문제이므로 정부의 R&D 사업지원 등의 방법을 연구하여야 한다.

Collection @ kmou

4.7 제4장의 요약

안전과 효율은 이율배반적 관계이다. 보편적인 가치로서 안전이 최우선이지만 안전을 명분으로 사고의 개연성을 지나치게 확대경계하여 효율과 비용의 희생을 무한정 요구하는 것은 비경제적이다. 통항선박의 발산파가 접안선박에 미치는 영향을 줄이고, 부두 도착전이나 교량 통항전에 단계적인 감속으로 예측불허에 대한 안전대책을 마련하고자 하는 선속제한의 범위는 적절한지 또는 제한해야 할 곳이 누락된 수역은 없는지, 부두와 교량으로부터 멀어지는 출항선박까지 선속제한을 적용시키는 것은 합당한 것인지 등을 시행경험에 비추어 재검토할 시점이 되었다.

풍랑주의보시에도 풍랑도선을 시행하는 등 도선사의 적극적인 업무로 인하여 연중 실제 항만중단은 2~3일 이내에 불과할 만큼 개선되었으나 제한시정통제는 법 규정과 달리 계속되고 있는 실정이다. 선박의 레이더 항법이 보편화되고 항만관제 또한 레이더 정보를 근거로 하고 있는 만큼, 제한시정으로 인한 통제중이라고 하더라도 레이더와 항해장비가 정상작동을 하고 경험 많은 도선사의 도선을 요청하는 선박은, 법이 허용하는 범위에서 제한적인 (우선 출항부터) 출입항을 허용하여 항만통제의 해제직후 폭주하는 혼잡위험을 줄이는 것이 항만의 활성에 기여하고 사고의 개연성을 줄일 수 있다는 판단이다.

또한 대형선박의 기항이 증가하고 있는 평택 당진항의 혼잡과 잦은 퇴적으로 인한 항만시설의 사용제한을 조기에 완화하기 위해서는,「분산 출항로(해군의 대체항로)의 신설」과「기존항로 계획수심의 DL-16m 증심」및 퇴적원인과 퇴적물의 공급처가 되고 있는「남양호 간석지의 정온수역에 투기장 설치」와 「남양호 배수로의 준설」을 하나의 패키지로 추진하는 방안으로 투자자를 유치하여 공사의 추진주체를 확보하는 것이 가장 합리적이고 총 공사비 수천억 이상의 정부재정을 절감하는 혁신적인 방법이 될 것으로 판단된다.

Collection @ kmou

Collection @ kmou

제5장 접안 안전성 제고방안

선박의 조종특성은 조류의 방향과 세기 및 선저 여유수심 등에 따라 정지거리와 선회권이 달라지며, 화물의 적재 상태에 따라서도 선회권이나 예선의 효과가 달라진다. 이 장에서는 항만수역에서 선박을 조종하는 과정에서 발생할 수 있는 위험요소를 발굴하고, 그러한 상황을 예방하는 절차와 대응조치를 정리하여 선박의 조종현장에서 발생하는 위험에 대하여 효과적인 안전조치를 취하는 데 도움을 주고자 한다.

5.1 접안 조종안전 절차

5.1.1 2-단계 조종안전 절차

선박의 조종성은 조류와 여유수심 등 수역여건과 화물의 적재 등 선박의 상태에 따라 다양하게 변한다. 이러한 변화를 예측하고 기관의 고장이나 예삭의 파단 등 예외적 사정까지도 대비하여야 하는 바, 평소 다음과 같은 2-단계 안전 절차를 염두에 두고 선박조종을 하는 것이 바람직하다.

1) 부두 접근시 2-단계 감속

선박이 부두에 접근할 때 미리 3~4노트 이하의 충분한 저속으로 낮추어 접근하는 경우를 제외하고, 가급적 부두로부터 0.5마일(중소형선박)~1마일(거대형 선박) 이내의 구간에서 후진기관으로 일차 선속을 줄인 후에, 다시 전진기관과 타를 사용하여 자세를 수정하며 접근함으로써, 기관고장이나 정지거리의 증가 등 예측불허의 상황에 대비한다. 이러한 조치는 부두

Collection @ kmou

부근까지 전진기관을 사용하며 접근함으로써 발생하는 프로펠러의 가속수류에 의한 자력 조종성操縦性을 유지함으로써, 예선소요가 줄어드는 만큼 예선의 예비마력 확보를 극대화하여 조종안전을 향상시킬 수 있다.

2) 부두 접안시 2-단계 접근

대형선박의 접안 시, 부두 설계 접안속도인 15cm/sec(0.3노트, 대지속력) 이하로 미리 낮추어 접안하는 경우를 제외하고, 부두 앞 5~10m 거리에 부두와 거의 「평행하게 정지를 목표」로 접근하거나, 부두 앞 2~3m 근접거리에서「일단 정지」후 계류삭을 잡으며[63] 극미속으로 접안하여, 편심偏心접촉 위험과 접촉충격을 예방한다.

3) 대각도 굴곡부에서 2-단계 분할 변침

대형 심흘수 선박, 고속 RORO 선박[64] 및 GM이 작은 선박[65]은 15도 이상 대각도 굴곡부에서 가급적 두 번 이상 나누어 변침함으로서, 원심력에 의한 선체의 과도한 외방경사 등 조종 장애를 예방하고, 자기 선박의 변침 의사를 다른 선박에게 미리 알리는 효과를 기한다.

5.1.2 조타기 성능파악과 고장대책

접·이안 도선작업과 항계내외 혼잡구역의 항행 중에는 조타기 모터 2조를 병렬 가동하여 고장과 이상에 대비할 뿐만 아니라, 타기가 신속하게 반응하도록 하는 것은 선원의 상무通常業務이며 기본적인 안전수칙이다.

---

63) 부두 앞 10m 이내에서는 이미 계류삭을 잡는 작업을 하고 있다. 빨리 접근하던 천천히 접근하던 총 계류시간의 차이가 발생하지 않으므로 서두를 필요가 없다.

64) 상선의 범위에서 고속이라 함은 14~15노트 이상이며, RORO선이라 함은 전통全通 화물창을 가진 Roll-on, Roll-off의 Car Ferry 선박과 자동차 운반선박 등을 의미한다.

65) 항해속력에서 통상타각으로 변침할 때 3°~5°이상 횡경사가 발생하는 선박이나 GM이 적어 통상선회의 제한을 받는 선박은 항행위험선박으로 조종성 제한에 대한 선장의 사전고지의무가 적용되며, 대각도 변침 전에 미리 감속을 선행하여 전복위험을 예방해야 한다.

Collection @ kmou

접·이안 도선이나 항행 중에 조타기 이상이 발생하면, 다음과 같은 시도나 긴급피난으로서 급박한 위험을 피하고 불가피한 사고발생시 손실을 줄일 수 있다.

1) 조타기의 고장 판단

(1) Wheel과 타각 지시기가 서로 다른 경우

조타 Wheel을 돌려도 타각지시기가 추종하지 않거나 wheel과 다른 방향으로 타각지시기가 돌아가는 경우, 조타기의 고장으로 판단하고 즉각 대응조치를 하여야 한다.

(2) Wheel의 방향과 선체회두방향이 다른 경우

조타 Wheel의 회전방향대로 타각지시기는 추종하지만 선체회두가 반대로 나타나면 조타기의 고장으로 의심하고 대책을 시도한다. 다만 회두현쪽에 예선이 붙어 있는 경우에는, 예삭을 늦추어 선체회두 현상을 비교하여 예선의 저항이 회두에 영향을 준 것인지 판단한다.

2) 조타기 고장의 대응책

조타기 고장은 그 자체가 비상상황이며 사고를 피하기 위한 긴급피난이 필요하다. 조타기 이상이 발견되면 아래와 같은 대응책을 동시다발적으로 시도하여 사고를 피하고 피해를 줄인다.

(1) 조타기 모터 2개 병렬가동 확인과 기관 감속

조타기 이상이 발견되면 즉시 기관을 급감속(Slow-down)하며, 타기 모터 2개가 병렬운전인지를 확인하고, 병렬운전이 아니면 스위치를 넣어 병렬운전을 하며 동시에 앵커의 투묘준비를 한다. 급박한 위험이 예상되는 경우 긴급투묘나 비상투묘를 하여 앵커의 주묘저항을 감속에 이용한다.

Collection @ kmou

(2) NFU 시도

조타기 모터의 병렬운전 효과가 없으면 조타기를 NFU(Non Following Unit)로 전환하고 Lever로서 조타를 시도한다.

(3) 기관정지 ⇨ 기관후진

모터 2개의 병렬운전과 NFU의 효과가 없이 조타기 이상이 계속되면 즉각 기관을 정지하고 강한 후진기관으로 급감속을 시도한다. 다만 후진기관 배수류의 측압작용에 의한 선체의 회두 방향에 위험물의 존재여부를 확인하고 (예선을 잡고 있을 때는) 미리부터 선미예선을 사용하여 선체가 위험한 방향으로 회두하는 타성이 축적되지 않도록 한다. 강한 후진기관으로 인하여 발생하는 회두타성이 축적되어 가속도가 붙으면 뒤늦게 예선을 사용해도 이를 제어하지 못할 수 있기 때문이다.

(4) 용묘 Dredging anchor

대부분 위험상황의 최종 대응책은「앵커의 사용」으로 선박의 속력을 줄이거나 멈추는 것이다. 정상투묘나 통상 범위의 투묘가 어려울 경우 긴급투묘나 비상투묘를 하여야 하며, 가능한 부두나 다른 선박 등 위험이 있는 반대쪽 현측의 앵커를 먼저 투하하여 2~4절까지 신출하고 주묘하며 안전한 수역으로 회두와 감속을 유도한다. 선박의 속력이 빠를 때는 체인을 수심의 2배 이내로 투묘하여, 주묘-감속 후에 선속이 2노트 이하가 되면 단속적으로 체인을 신출하며 점차 파주력을 키운다. 다만 충돌위험이 급박한 경우는 양현 앵커를 같이 투하하고, 4~6절까지 체인을 단속적으로 신출하여 주묘하면서 급감속을 시도한다.

(5) 근접선박에게 VHF 통보와 협조요청

본선의 조타기 이상으로 위험이 우려되는 근접선박에게 VHF로 통보하여 협조동작을 요청하고, 해상교통관제센터(VTS)에 조타기 이상을 통보한

Collection @ kmou

다.

3) 선박의 상태별 조타성능 파악과 대응조종

(선저 여유수심이나 바람 등 외부요인을 제외하고도) 동일한 선박이라도 화물의 적재상태에 따라 조향성능이 다르며, 선박의 트림에 따라서도 달라진다. 또한 거대형 심흘수 선박은 조고潮高(潮位)에 따라 달라지는 선저여유수심(UKC, Under Keel Clearance)에 따라서 타효舵效가 달라질 뿐만 아니라, 선회권과 정지거리가 2배까지도 차이가 날수 있다. 도선사는 승선직후 당시상태의 조향성능을 평균적인 선박과 비교하고, 예외적인 선박을 파악하여 알맞은 대응 조종계획을 마련하여야 한다.

(1) 사용타각의 정례화에 의한 타효 비교

평균적으로 조향성능(조종성 또는 조타효과)이 좋은 선박과 그렇지 못한 선박의 두 그룹으로 구분하고, 그룹별 사용타각을 [Table 5.1]과 같이 (또는 자신의 조종스타일에 맞도록 정하고) 정례화定例化하여 선박간 타효를 비교함이 바람직하다. 그러한 경험이 축적될수록 (당시 상태에서의) 선박의 조종성을 평균적인 선박과 쉽게 비교하고 느낄 수 있어서, 예외적으로 조향성능이 둔중한 선박을 구분하고, 당시 상태에 적당한 대응 조타와 조종계획을 마련할 수 있기 때문이다.

조종성의 일반적인 특징은「고정피치 프로펠러(FPP)」를 장착한 선박에 비하여「가변피치 프로펠러(CPP)」는 타효가 떨어지며, 고정피치 프로펠러는 기관을 정지하여 프로펠러의 가속수류가 없는 경우에도 관성慣性(惰性)에 의한 선속이 남아 있는 한 최저 3~4노트 까지도 대타각에 의한 조타효과가 있으나, 가변피치 프로펠러는 피치(立角)를 Zero로 하면 5~6노트의 상당한 선속에서도 타효를 기대하기 어렵다. CPP는 피치를 제로로 하는 경우에도 계속 회전하는 프로펠러가 수류를 흩어지게 하므로, 정렬된 수류를 타판舵板에 보내주지 못하여 타각을 크게 하여도 타압이 발생하지

Collection @ kmou

않는다.

이외에도 소형선일수록 (CPP일지라도 FPP의 대형선에 비교될 만큼) 타효가 좋고, 대형 선박일수록 또한 화물을 많이 실은 심흘수 선박일수록 타효가 떨어진다.

Table 5.1 Regulated steering orders to compare between ships

구분	통상 타효 선박군	무딘 타효 선박군
대상 선박	Fixed Pitch Propeller(FPP), 중소형 선박, 고속선박	Control Pitch Propeller(CPP), 2축1타선, 대형 심흘수선, 저속선
* 최소타각	* 5 (* Five)	10 (Ten)
통상 타각	10 (Ten)	15 (Fifteen)
대 타각	15 (Fifteen)	20 (Twenty)
비상 타각	35 (Hard)	35 (Hard)
* Apply for Becker & Schilling rudder at higher speed of 15 Knots or more		

(2) 1축1타 선박과 2축2타 선박 및 2축1타 선박

통상적인 선박인 1축1타 선박을 기준으로, 2축2타 선박은 조향성이 좀 더 좋은데 반하여, 2축1타 선박은 조향성이 매우 나쁘고 기관을 사용해도 가속수류가 타판의 양쪽으로 멀리 지나므로 조향력의 증가는 없다.

반대로 2축2타선은 (이렇게 편리한 기능을 사용하는 사람이 많지 않은 것은 놀라운 일이지만), 한쪽 기관을 후진으로 사용하며 감속할 때에도 다른 쪽 기관을 미속이나 극미속 전진기관으로 사용하며 프로펠러의 가속수류로써 자력 조종성을 유지하여 부두 접근자세를 유지하거나 조정할 수가 있다.

(3) 프로펠러의 가속수류

기관을 사용하여 프로펠러의 가속수류加速水流가 있는 경우와, 프로펠러를 멈추고 타력으로 진행할 때의 조향성은 현저히 다르다. (범선이 이동할 때의 타효처럼) 기관을 정지하고 관성으로 이동할 때도 선속에 비례하는 수

Collection @ kmou

류가 타판을 지나므로, 타각舵角을 주면 발생하는 타압舵壓(直壓力)의 횡분력橫分力(揚力)이 선미를 편향偏向시키고, 그 반작용으로 선수방향을 조향操向할 수 있다.

또한 프로펠러가 전진방향으로 회전할 때는 피치와 회전수에 비례하는 (사용하는 기관의 속도와 거의 무관하게 4~5노트 정도로 일정한) 가속수류가 추가로 선속에 가세하여 타판을 지나며 타효를 개선한다. 대부분의 선박은 관성에 의한 선속과 프로펠러 가속수류의 합이 6~7노트 이상이면 자력으로 조향이 가능하다. 따라서 저속에서 조향이 어려워지면 일시적으로 전진기관을 사용하여 가속수류를 가세하면 선속 2~3노트에서도 (가속수류 4~5노트가 가세하여 타판을 지나는 수류가 6~8노트가 되므로) 조향이 가능하다.

(4) 고효율 타기 장착선박의 외방경사 방지대책

일반 타판舵板에 비하여 타압이 과도할 만큼 큰 「Becker Rudder」와 「Schilling Rudder」가 장착되어 있는 선박은, 14~15노트 이상 고속항행 (상선은 14~15노트를 초과하면 고속선박으로 분류함) 중에 타각 10도를 사용하여 침로 10도 이상을 한꺼번에 변침하면 원심력에 의한 선체의 외방경사가 긴장될 만큼 커진다. 그러한 타기를 장착한 여객선, 자동차 운반선 등은 GM이 적은 경우가 많으며, 선저에 좌우현 구분이 없는 전폭全幅 밸러스트 탱크가 있는 선박은 유동수流動水 Free surface의 이동으로 경사가 가중되어 위험할 수 있으므로 (좌우가 구분되지 않은 全幅의), 밸러스트 탱크는 항해를 시작하기 전에 완전히 비우거나 가득 채워 유동수가 없도록 하여야 한다.

그러한 선박은 고속일 때 5도의 타각으로도 조향이 충분하므로, 항해중 사용타각을 10도 이내로 제한할 필요가 있으며, 5~7도 정도의 작은 타각[66]으로 미리 변침을 시작하여 2~3회로 나누어 변침하거나, 한 번에 대각도 변침이 불가피한 경우는 변침을 시작하기 전에 미리 기관을 낮추고

66) 요즈음은 자주 쓰이지 않지만 Port-easy와 Starboard-easy의 구령 범위이다.

Collection @ kmou

선속을 줄여야 한다. 다만 수역의 여유가 있는 경우는 15노트 이상의 고속에서도 타각을 5도 이내로 제한하여 조금씩 신중하게 변침하면 가능한 범위이다. 횡경사가 발생하더라도 경사각이 과도하게 크지 않으면 경사현 측의 선체가 물에 잠기는 만큼 부력이 커지므로 직선항주를 하면 경사가 다시 회복된다.

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
1945
한국해양대학교

Collection @ kmou

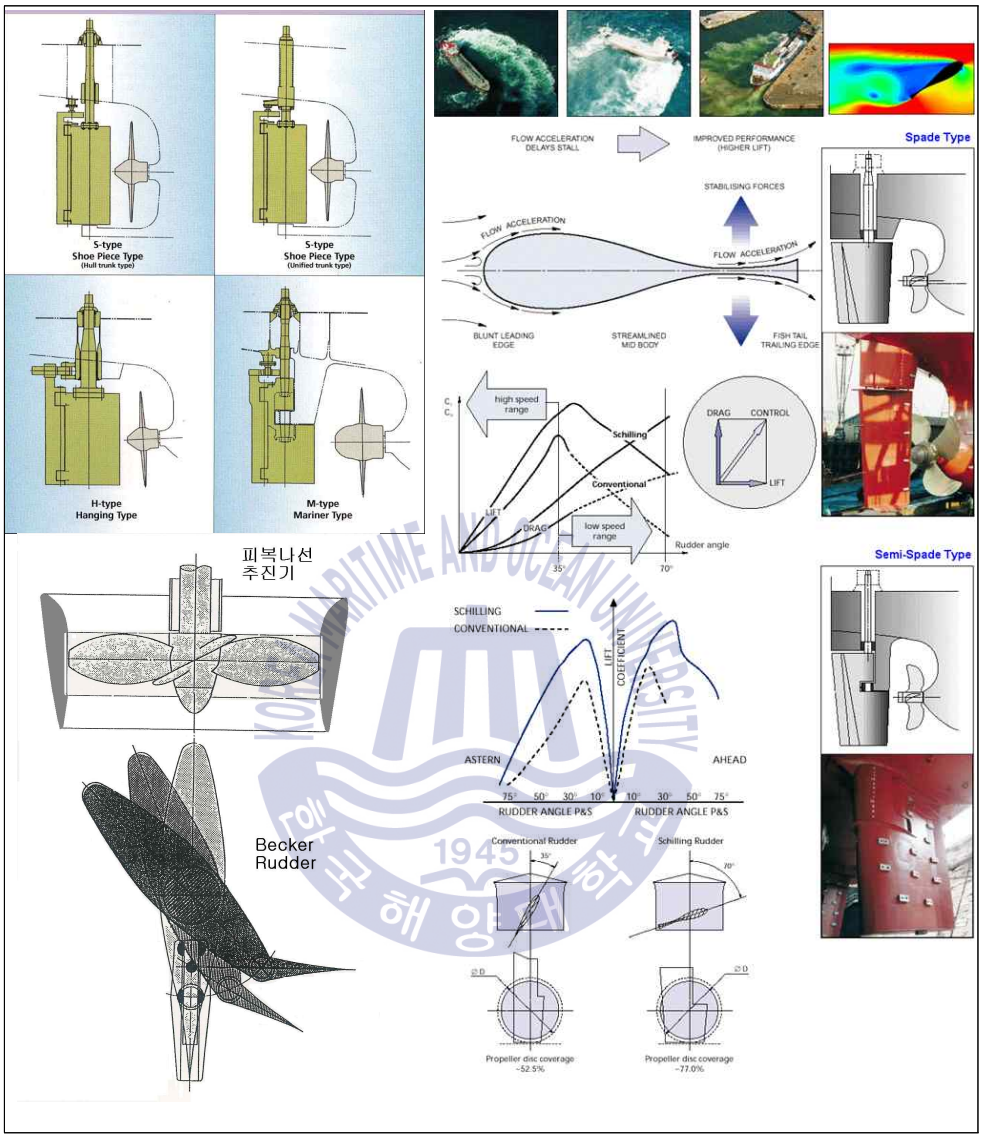


Fig. 5.1 Becker rudder and schilling rudder (right), Naver search

4) 입항 접안 선박의 제어 순서

대형선박의 접안조종 목표는 어떠한 경로를 통하여 이동하던 부두 앞 2B~3B의 거리에서 정지하여 부두와 평행하게 접근시키는 것이며, 부두에 접근하는 속력을 15~5cm/sec 범위로 조정하여, 충격 없이 부두에 안착

Collection @ kmou

하는 것이다. 속력조정과 경로선택 및 자세 조정과 예선사용은 다음과 같이 구분하여 이해하면 편리하다.

(1) 항행과 접근속력

넓고 안전한 곳에서 신속하게 이동한다 함은 목적지에 도착하여 예선의 도움을 받을 수 있는 2~3 노트로 감속할 수 있는 한 신속하게 이동함을 의미하며, 긴급사정이 발생했을 때 대응방안이 가능한 정도의 선속을 전제로 한다. 안전한 곳에서 신속히 이동하면 타효가 증가하여 자력 조종성[67]이 향상되고 시간이 절약되며, 좁고 위험한 곳으로 접근할수록 언제든 즉시 정지할 수 있고 예선효과가 충분한 정도의 속력으로 「완급강약緩急强弱」의 조절이 필요하다.

(2) 부두 접근경로와 접근자세

선박이 쓸고 지나는 면적인 swept path를 줄여 어렵고 시간소요가 많은 선체의 횡이동橫移動을 최소로 하며, 선수미 방향의 완만한 곡선으로[68] 이동한다. 부두 부근이나 정박지에 도착한 후에는 후진기관을 사용하거나 대각도 회두시에 나타나는 선체의 측면저항 또는 횡이동 저항[69]을 이용하여 선속(惰力, 慣性)을 빠르고 쉽게 제어하여야 한다.

(3) 예선에 의한 제어

선박의 속력이 빠를수록 타압舵壓이 크며, 6~7노트 이상이면 기관을 사용할 때 발생하는 프로펠러의 가속수류가 없어도 선속만으로 변침과 정침

67) 외력의 영향은「질량 x 속도의 제곱」으로 표시되는 물체의 운동량에 반비례하며 외력에 노출된 시간에 정비례한다. 타판에 부딪히는 수류속도와 타각에 비례하는 타압에 의하여 조종성을 갖는 선박은 유체속에서 이동하는 비행기처럼 속도가 빠를수록 조종성이 좋아지고 외력의 영향을 적게 받는다.

68) 선박 길이 방향의 장방형 투영면적은 선수미 유선형 투영면적의 7~8배에 달하며 형상차이에서 발생되는 부가질량은 3.3배 정도이므로, 선수미 방향으로 이동하는 것에 비해 선측방향 이동은 20배 이상의 힘이 필요하다.

69) 스케이트 선수가 멈출 때 스케이트 날을 진행방향과 직각으로 하는 원리와 같다.

Collection @ kmou

등 조향操向이 가능하지만 (100여년 전 미국 해사재판소의 조종 가능한 선속에 대한 판례도 그러하며 아직까지도 변함없이 원용되고 있다.), 대형선박이 부두에 접근할 때 선속이 3~4노트 이하가 되면, 프로펠러의 가속수류를 가세하지 않은 한 큰 타각을 사용해도 조향이 쉽지 않다. 오히려 타각을 사용하는 방향보다 예선저항으로 인하여 예선을 잡은 쪽으로 회두하는 경향이 더 클 수도 있다.

더 이상 본선의 타와 기관으로 조종이 어려운 구간은 예선으로 제어하여야 하며, 예선은 본선의 선속이 2~3 노트 이하에서 유효함[70]에 유의하여 조종 계획을 세워야 한다. 예선이 두 척 이상일 때 기본적으로 고려할 사항은 (작용 또는 반작용을 이용하기 위하여) 전심으로부터 먼 예선을 사용하는 것이 효과적이며, 예삭의 앙각과 배수류에 의한 감쇄가 없는 미는 방향의 예선을 먼저 사용하고, 예선의 효과가 의심스러울 때는 후진 기관을 사용하거나 선미예선을 뒤로 당겨서 본선의 선속을 좀 더 줄이면 예선효과를 가시적으로 개선할 수 있다.

5) 접안조종 안전절차

(1) 본선의 타와 기관을 우선 사용하는 항행

선박의 항행은 물론 부두 접안조종도 가급적 본선의 타와 기관을 우선으로 하는 자력조종을 하여 예선의 예비마력을 최대로 하는 것이 기본이다. 예선에 의한 조종계획을 우선적으로 하거나 예선을 과신하면 예선사용이 많아지는 만큼 예비마력의 확보가 줄어들고 예선의 고장이나 예삭의 파열 등 비상시의 대책이 어려울 수 있다. 본선 조종성 우선으로 조종하

70) 예선효율은 본선의 선속 2-3노트에서 50%로 감소하고, 4-5노트에서 25%로 감소하며, 5-6노트에서는 불과 12% 정도로 사실상 효과가 없을 뿐만 아니라 girding(예선이 본선에 직각으로 매달린 채 진행하다가 전복하는 것, Girting이라고도 함)과 swamping (예선이 본선에 직각으로 진행하며 기울어져 예선갑판이 물에 잠기며 부력을 잃는 것)이 발생할 위험이 있으므로, 4~5노트 이상에서 예선의 사용은 직각이 아닌 45도의 어슷한 각으로 밀거나 당기게 한다.

Collection @ kmou

는 경험이 쌓일수록 예선사용이 줄어지는 만큼 예비마력 확보가 커지고 선박의 조종안전성이 높아진다.

(2) 예선의 동행구간과 통신장애 대비방안

접안 예선은 통상범위를 벗어나는 외력과 선박의 조종특성이나 기관고장 등 위험에 대비하여 선박의 크기별로 다음과 같이 부두 도착전 구간에서 동행하며 예삭을 잡고, 이안 출항시에는「예삭해지와 예선 이안수칙」[71]을 준수하여야 한다. 또한 접이안 작업중 도선사가 지정한 VHF 작업채널과 호출 채널인 Ch.16을 동시 청취하여 예측불허의 통신장애[72]를 대비하여야 한다.

- **파나막스급 미만 선박 (여객선, 자동차 운반선, 컨테이너선 포함)**
  접안 ; 부두와 교량으로부터 1마일 이전부터 동행하며 예색을 잡는다.
- **파나막스급 이상 선박 (예선 3척 사용선박 포함)**
  접안 ; 부두와 교량으로부터 2마일 이전부터 동행하며 예색을 잡는다.
- **케이프급 이상 선박 (예선 4척 이상 사용선박 포함)**
  접안 ; 부두로부터 3마일 이전부터 동행하며 예색을 잡는다.

(3) 프로펠러의 가속수류와 조종성(타효) 유지방안

극미속 기관이라도 프로펠러가 회전할 때 발생하는 4~5노트의 가속수류가 가세하는 한 2~3노트의 낮은 선속에서도 타효가 가능하며 조종성이 유지된다. 즉, 기관을 정지하여 프로펠러의 회전이 멈추면 가속수류는 소

---

71) 예선이 예삭을 해지하고 감아 들일 때 본선 선원과의 수신호로써 작업하는 선원의 부상을 예방하며, 상당한 선속에서 예선이 본선에서 이탈할 때는 본선과 예선간의 흡입력을 줄이기 위하여 본선을 밀면서 예선의 선미를 벌려 본선과의 접촉면적을 줄인 후 뒤로 빠지며 이탈한다. 선속이 빠를수록 본선의 운동량이 증가하여 외력의 영향은 적어지므로 예선이 밀어도 본선의 회두는 거의 발생하지 않는다. 예삭을 감아 들이고 이안한 후에는 즉시 도선사에게 예삭의 해제와 이안보고를 한다.

72) 선박이 접안하는 부두 인근에서 크레인의 이동 등 모터가 회전할 때 (사이드 로브를 포함하여) 발생하는 전파가 혼신이 될 수 있으며 같은 VHF 주파수를 사용하는 다른 선박과의 혼신으로 예선과의 일시적 교신장애가 발생할 수도 있다.

Collection @ kmou

멸되고 선속만큼의 수류만이 타를 지나며 4~5노트 이하에서는 대형선박이나 무거운 화물을 실은 선박은 타효를 기대하기 어려우므로 다음과 같은 사항을 고려하며 조종하여야 한다.

• **변침도중 기관정지의 금지**

변침 도중에 기관을 정지하면 변침을 마친 후 신속하게 정침定針, Steady하기 어렵다. 변침하는 도중에 기관을 정지하는 것은 나쁜 조종습관이며, 변침 후 정침할 때까지 전진기관을 유지하고 기관을 정지하는 것은 중요한 조종안전 습관이다.

• **전진기관 + Hard rudder의 조향성**

배수류 측압작용이나 이풍성離風性 또는 향풍성向風性 등 외력의 영향은 나타날 수도 있고 그렇지 않을 수도 있는 반면 「전진기관 + 대타각」은 항상 그 효과를 믿을 만 하다. 타효가 필요할 때는 「Hard rudder + Kick ahead engine」으로써 먼저 방향을 잡고 증가된 선속은 후진기관을 사용하여 다시 감속하는 기회를 놓치지 않아야 한다.

6) 접안 도선 중 사고위험 예방대책

접안 도선중 기관고장이나 예삭의 파단 등 예기치 못한 사정이 발생하면 선박의 이동속력을 줄이기 위해 당시 사정에 알맞은 조치Contingency plan가 필요하다. 비상시의 대응책은 본선의 기관과 앵커에 의한 대응책과 예선에 의한 대응책으로 구분할 수 있으며 효과적이고 현실적인 방법 중 「적어도 두 가지 이상을 동시 이행」하여 급박한 위험으로부터 벗어나고 선박을 제어 가능한 상태로 유지하여야 하는 바, 긴급 상황에서는 효과적인 판단이 어려울 수도 있는 점을 감안하여 다음과 같은 순서의 대책을 「조종습관」으로 교육 훈련함이 바람직하다.

Collection @ kmou

(1) 「기관의 강한 후진」

후진기관의 배수류 측압작용에 의한 선체의 우회두 + 감속을 감안하며 당시의 사정에 따라 단계적 후진 또는 처음부터 강한 후진기관을 사용한다. 후진기관을 사용할 때 배수류 측압작용으로 인하여 위험한 방향으로 회두가 우려될 경우 전심[73]으로부터 먼 선미 예선으로 미리부터 제어를 시작하여 회두타성이 축적되지 않도록 하여야 한다. 일단 배수류의 측압에 의하여 회두 타성이 축척된 후에는 예선에 의한 제어가 어려울 수도 있기 때문이다.

(2) 선미예선 뒤로 당겨

초과선박의 교량통항이나 조종수역이 부족한 곳에서 광탄선의 접안처럼 정선미에 감속예선Tail tug을 잡은 경우, 충돌위험과 여유수역의 방향에 따라 정선미의 감속예선을 5시-6시-7시 방향으로 당겨서 선미편향의 반작용으로 선수의 진행방향을 조정하며 감속할 수 있다. 정선미의 감속예선이 없더라도 감속을 보조하고자 할 때는 선미 측면의 예선을 뒤로 당기는 감속보조를 적극적으로 이행하여야 한다.

- **「선미예선 뒤로 당겨」또는 「선미예선 45도 뒤로 당겨」**

선측의 선미쪽에 잡은 예선을 본선의 정선미 방향이나 45도 뒤로 당기며 감속을 보조할 수 있다. 예선을 뒤로 당기며 감속을 보조할 때는 급장력急張力으로 인한 예삭의 파단破斷을 방지하기 위하여 처음에는 가만히 당기도록만 구령하고 예삭에 장력이 걸린 후에 강하게 당기도록 한다. 예선의 영향을 줄이기 위하여 예삭을 늘어뜨린 채 현측에 붙어서 동행하던 예선을 급하게 뒤로 당기도록 하면 급장력으로 예삭의 파단이 발생할 수 있기 때문이다.

예선을 잡은 반대(부두)쪽에 수역의 여유가 있을 때는 선미예선을 45도

73) 물체의 이동에 대응하는 수저항(水抵抗)이 원인인 전심은 전진속력이 남아 있는 한 이동하는 방향인 선수 쪽으로 편위(偏位)한다.

Collection @ kmou

뒤로 당기면 선미편향의 반작용으로 선수가 예선을 잡은 반대(부두)쪽으로 「회두+감속」하므로 선수예선도 같이 45도 뒤로 당겨서 예선의 감속보조를 더 효과적으로 할 수도 있다.

- **「선미예선 밀면서 직각」 (Contingency Plan)**

선미예선을 직각으로 강하게 밀어서 선미가 편위偏位하는 반작용으로 선수를 부두나 접안하고 있는 다른 선박으로부터 멀어지도록 할 수 있다. 전진중인 선박의 선미에서 미는 예선은 전심으로부터 작용점까지의 거리가 멀어서 효과가 클 뿐만 아니라 예삭의 파단이나 앙각仰角에 의한 힘의 감쇄가 없으며 예선의 후진 배수류가 예선자신이나 본선을 다시 미는 감쇄도 없으므로 가장 효과적으로 힘을 발휘할 수가 있다.

(3) 「선수예선 뒤로 당겨」

(부두 반대쪽의) 예선을 잡은 쪽의 수역에 여유가 있을 때는 선수예선을 뒤로 또는 45도 뒤로 당겨서 감속과 수역의 여유가 있는 (부두로부터 반대) 쪽으로 회두를 유도한다. 선수예선을 뒤로 당기거나 앞에서 뒤로 미는 것 또는 앵커의 주묘는 선박의 감속효과 이외에도 인공저항을 유발하여 전심을 선수쪽으로 이동시키므로 전심으로부터 선미예선까지의 작용거리가 증가하여 선미예선의 효과가 더 커지며 선회경을 축소시킨다.

- **「선수예선 45도 뒤로 당겨」 또는 「선수예선 앞에서 뒤로 밀어」**

예선을 잡은 쪽에 수역의 여유가 있으면 「선수예선 45도 뒤로 당겨」로서 예선을 잡은 쪽으로 회두 감속시킬 수 있으며, (선속이 2~3노트 이내에서) 예선을 잡은 반대쪽에 수역의 여유가 있을 때는 선수예선을 앞에서 뒤로 45도 정도 강하게 밀어서 감속의 보조와 수역의 여유가 있는 쪽으로 회두시킬 수 있다.

(4) 주묘(Dredging Anchor)

접안작업 전에 미리 앵커의 비상투묘 준비를 하며, 필요시에는 접안 반

Collection @ kmou

대현측 앵커를 수심의 2배(통상 Hold on 2 shackles on deck)로 투하하고 주묘저항[74]을 이용하여 감속한다. 접이안 작업시에 앵커의 비상투묘준비는 선원의 상무常務(일상적인 업무)이므로 도선사가 따로 지시할 의무는 없으나 선장에게 일차 주의를 환기함이 좋다.

7) 긴급 상황시 「감속 정지」 또는 「회두 + Overshoot」의 선택

접안을 위하여 부두 접근조종 중에 후진기관의 시동불량이나 고장 또는 선저 여유수심 부족으로 인한 정지거리의 증가 등 다양한 이유로 감속의 어려움을 겪는 경우가 있으며, 부두나 이웃부두에 접안하고 있는 다른 선박과의 접촉위험을 어떻게 피할 것인가를 연구할 필요가 있다. 실제로 그러한 사정이 발생하면 차분한 판단과 대응이 어렵기 때문이다.

중소형 선박은 그러한 접촉위험이 발생하더라도 효과적인 급감속[75]이 가능할 수도 있지만, 파나막스급 이상 대형선박은 부두 부근에 근접하여 기관고장 등 긴급 상황이 발생하면 예선만으로는 급감속과 정지가 쉽지 않다. 기관의 출력[76]이 선박의 크기에 비례하여 커지는 것이 아니기 때문이다. (대부분은 불가능한 것이 많은 사고에서 입증되었다.) 그러한 위험이 예상되면 예선이나 앵커의 주묘 등 모든 방법을 다하여 전진속력을 줄이는 노력을 하여야 하지만, 선수미 예선으로 선체의 진행방향을 바꾸어 소진되지 못한 잔여타력(접근속도)이 남아있는 상태로 일단 부두나 다른 접안선박으

74) 앵커의 주묘는 (대형선박에서는 잘 사용하지 않는 경향이 있지만) 감속효과가 크며 주묘 선회를 하면 선회권이 현저히 줄어들고, 앵커를 끌면서 후진기관을 사용하면 배수류의 측압작용을 압도하며 직후진이 가능하다.

75) 기관의 후진, 선미예선 뒤로 당겨, 선수예선 같이 뒤로 당겨 또는 앞에서 뒤로 밀어 및 부두 반대쪽 앵커의 주묘-회두 등의 방법 중 두 가지 이상을 동시 시도하면 대부분은 피험이 가능하다.

76) GT 5천톤 선박이 5천 마력으로 12노트 선속이라면, GT 5만톤 선박은 5만 마력이 아니라 2만 마력의 기관으로 12노트 이상의 항속을 가지지만, 증속과 감속에는 5천 톤보다 훨씬 많은 시간이 소요된다. 대형 선박일수록 좀 더 멀리서부터 일찍 감속을 하여야 하는 이유이다.

Collection @ kmou

로부터 멀어지는 쪽으로「회두 + 감속」시키는 조치가「감속⇨정지」보다 더 효과적일 수도 있다.

구체적인 실행방법은「(모든) 선수예선 45도 뒤로 전속후진」과「(모든) 선미예선[77] 전속으로 밀면서 직각」의 조치로서 선박의 진행방향을 바꾸고 소진하지 못한 운동량을 지닌 채 부두나 다른 접안선박과의 충돌위험으로부터 멀어지며 [Fig. 5.2]처럼 Over-shoot(지나감)하는 것이다. 부두 반대쪽 앵커를 투하하고 주묘하면 더욱 신속하고 효과적인 회두와 감속을 할 수 있다. 5.2.6항의 [Fig. 5.30] 통상접안 절차와 Contingency plan 비교 기림 참조.

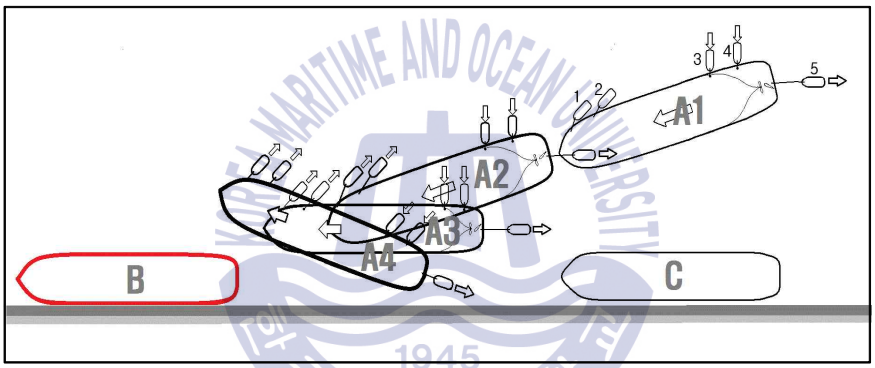


Fig. 5.2 Contingency plan to avoid dangers with Over-shoot

5.1.3 안전한 속력

안전속력이란 모든 수역의 모든 시계에서 선박의 충돌과 위험을 피하기 위하여 적절하고 유효한 동작을 취할 수 있고 당시의 사정과 여건에 적합한 거리에서 정지할 수 있는 속력이다. 다만 현실적으로 안전과 효율은

77) 전진중이므로 전심은 선수 쪽이며, 미는 예선이므로 예삭의 앙각이나 배수류에 의한 감쇄가 전혀 없고, 전심으로부터 먼 선미예선을 힘껏 밀면 선미편향의 반대방향으로 선수방향을 바꾸는데 효과적이다. 전심에 가까워 leverage가 적은 선수예선은 회두에 큰 역할을 하지 못하므로 45도 뒤로 당겨서 본선을 감속시키고 이때 발생하는 인공저항으로 전심을 선수쪽으로 더 편위시킨다.

Collection @ kmou

이율배반적인 상관관계를 가지고 있으며, 레이더 항법이 일반화되지 않았던 과거에는 제한시정에서 다른 선박의 선체나 등화를 보았을 때 양선박이 공히 후진을 하여 위험을 피할 수 있는 속력(시계 절반거리 정지설 또는 미국 판례상 3.5~7노트의 보침 가능한 최소 속력설)으로 판단했던 시기도 있었으나, 굳이 시각으로 확인하지 않고도 안전항행이 가능한 레이더 항법이 일반화된 환경에서 선속이 빠를수록 위험에 대응할 여유시간은 짧아지는 반면 조타효과가 좋아져서 피항동작을 적극적으로 취할 수 있는 상관관계도 있는 만큼 안전속력의 개념과 판단을 재정립할 필요성이 있다.

1) 학설상의 안전한 속력

현실성 여부를 불문하고 학설상의 안전속력을 검토하는 것은 (레이더 정보를 포함하여) 실무에서 관례적인 안전속력의 타당성을 비교하고 입증하기 위함이다.

(1) 구체적 감속설 (선박 속력설)

선박의 최대 속력을 기준으로 일정한 감속률을 정하여 이를 법으로 규정하자는 것으로서 선주나 화주 등이 항해자의 항해권을 침해하는 것을 방지하고자 하는 설說이나, 이는 각종 선박의 성능과 해역여건 및 환경조건의 차이로 부당하다는 것이 일반적인 견해이다.

(2) 조종 가능한 최저 속력설

항행위험과 선박간 충돌위험을 배제하기 위하여 선박의 안전속력을 조타 가능한 최저속력으로 한다는 설이며 (레이더 정보를 포함하여) 항해수역의 좁고 넓음과 기상조건을 무시한 이론이다.

(3) 시정거리(視界內) 정지 속력설

시정이 나쁠 때 상대 선박을 처음 본 즉시 충돌의 위험성을 피하기 위

Collection @ kmou

하여 기관으로 급정지시켜서 충돌을 피할 수 있는 속력으로, 두 척의 선박이 각각 시정거리의 1/2이내에서 정지할 수 있는 속력이다. 선박의 조종성능을 기초로 한 기술적 피항 가능성 때문에 미국이외의 나라에서도 인정을 하였으나, 시계 제로일 때는 레이더 등 항행장비와 항해수역 및 교통혼잡도에 관계없이 선박을 정지해야 하는 모순이 있다.

(4) 환경속력설

당시의 환경여건과 선박의 상태에 따라서 위험을 방지해야 하는 주의의무를 전제로 하는 안전한 속력이란 항해자의 자유로운 판단에 따라서 결정할 수밖에 없다는 설이다. 즉, 안전한 속력이란 항행수역의 여건과 (레이더와 VHF 및 AIS 등) 항해 장비를 포함한 선박의 상태에 따라 달라질 수 있는 것으로서, 먼 바다에서는 적절한 속력이 항내의 혼잡수역에서는 근본적으로 부적당하며, 어느 항구에서 안전한 속력이 다른 항구에서는 달라질 수밖에 없는 것이므로 항해자는 합리적인 판단력으로서 결정하고 동시에 안전속력에 대한 입증책임도 져야 한다.

2) 실무상의 안전한 속력

선속과 조종성은 반비례한다. 프로펠러의 가속수류를 포함하여 타판을 지나는 수류의 속력이 느릴수록 조타기를 사용할 때 타압舵壓이 적어서 조향성操向性이 떨어지는 반면, 정지상태에서 기관을 사용하여 선회하면 선회경이 작아져서 좁은 수역에서의 조종에는 유리하므로, 수역이 좁을 때는 감속 후에 다시 선회를 시작하여야 한다.

(1) 대책이 가능한 속력

현장에서 안전한 속력이란 결과적으로 사고를 피할 수 있는 정도의 대책이 가능한 속력을 실무상 안전속력으로 판단하는 바, 환경속력설의 일종으로 레이더와 VHF 및 AIS 정보의 이용[78]을 포함하여 기관의 후진 및

Collection @ kmou

예선의 이용과 앵커의 주묘 등 합리적인 대응책Contingency plan이 가능하면 안전속력으로 판단하는 것이다. 즉, 사고를 피할 수 있는 것이 안전속력에 대한 입증이므로, 접안 도선 중 기관고장이나 예삭의 파단 등 예외적인 사유가 있더라도, 위험이나 사고를 피하기 위해 이용가능한 모든 대책을 적극적으로 이행하여야 한다.

(2) 조종선속 및 IMO STCW 규정적용 (평택・당진항 도선매뉴얼 발췌)

모든 선박은 도선사의 지휘에 따라 선속을 증감하여 예정된 물 때의 안전한 시간潮時에 항해와 접・이안을 성취하여야 하며, 컴퓨터 로드업/다운 시스템으로 기관을 가동하는 선박도, 필요시 기관의 즉시 사용이 가능[79] 하여야 한다.

(3) 거리별 감속과 비교기준

접안을 위해 부두로 접근하는 선박의 감속방법은 수저항(선체저항)에 의한「자연감속」과 후진기관을 사용하는「기관감속」및 예선을 뒤로 당기는「예선감속」으로 구분할 수 있다. 후진기관을 사용하는 감속은 선체의 우회두를 수반하며 타판으로 흘러가는 수류가 교란되어 더 이상의 타효는 발생하지 않는 특성을 감안하여 가급적 여유를 가지고 자연감속하고, 필요시에는 예선들을 뒤로 당기며 감속을 보조하여야 한다.

---

78) 선박의 대형화와 고속화화로 과거의 항법적용거리인 2~3마일보다 먼 거리 (대형선과 고속선은 3~4 마일까지 확장하는 추세)에서부터 정보의 수집과 판단 및 항법의 적용이 필요하게 되었으므로 상시 레이더 정보의 사용이 불가피하며,「레이더로 물체를 발견」하고「AIS로 상대선박의 정체성을 확인」하여「VHF로 항법을 약속」하는 것이 定例化되고 있다.

79) IMO STCW 1978 AS AMENDED (Part2 Voyage planning, Part3 Watch-keeping at sea including clause 49, 65 & 81 Coastal and congested waters) : The officer in charge of the engineering watch shall ensure that all machinery involved with maneuvering of the ship can immediately be placed in the manual mode of operation when notified that the ship is in congested waters), thus the computer load-down programme of the Engine can be released immediately in any emergency situations & be available astern engine any time unless prior noticed otherwise.

Collection @ kmou

선박의 크기별 자연감속은 평택·당진항 도선매뉴얼의 [Table 5.2]같은 평균적인 선박의 자연감속 비교기준을 가지면 편리하고 효과적이다.

Table 5.2 Speed reduction table

接岸操縱 船速의 減速 比較表 MANEUVERING SPEED REDUCTION TABLE (SOG, Knots, L=Ships Length, M=Mile)							
Ship SDWT	5M to Berth	4M to Berth	3M to Berth	2M to Berth	1M or Before 180 turn	1～2L to Berth	Speed plans
1萬 以下 Less 10K	–	Normal Nav.	Eng S/B	11	6-7	2-3	2～3 kt + 4 Kt↓/mile
Panamax & Cape	Normal nav.	Eng S/B	12	9	5-6	2-3	2～3 kt + 3 Kt↓/mile
VLOC ULOC	Eng S/B	11	9	7	4-5	2-3	2～3 kt + 2 Kt↓/mile
① 接岸 反對舷 非常投錨 準備 ; S/B emergency anchor(Opposite of alongside or both). ② Speed may down 1 mile earlier than above as per master's request or additional safety. ③ Applicable speed down 4Kt/mile for vessel of CPP (Car carriers, Passenger & car ferry) ④ Estimate speed of big draft ship after 180 degrees turn by tugs would be 30～40% ranges (20～30% against current after 180 turn) of initial speed without using ship's astern engine.							

3) 급감속 방안

여유수심의 확보 등 접안에 적당하고 안전한 고조 또는 정조 시간에 부두도착을 위하여 예정된 시간보다 도선점Pilot station에 늦게 도착한 선박이나 도선사 승하선 구간의 혼잡으로 인한 지체 등 다양한 이유로 늦어진 선박은, 긴 거리의 항로 통항중 가능한 신속하게 이동하고 부두에 도착하기 직전에는 급감속을 해야 한다. 다음과 같이 항로여건과 선박의 사정에 알맞은 다양한 급감속 방안을 이해하고 익히면 편리하고 안전하다.

Collection @ kmou

(1) 강한 후진 기관 (Crash astern)

심흘수 대형선박, 선체의 크기 대비 무거운 액체화물 운반선박, 광탄선 등 무거운 선박이나 선저 여유수심이 흘수의 25%(1/4) 이하로 적은 심흘수 선박 또는 강한 뒷물을 받고 있는 선박은 후진기관을 사용할 때 정지거리가 상당히 증가하는 것[80]을 감안한다. 또한 후진기관의 시동[81]이 일정속력 이상에서는 걸리지 않는 (시동제한이 있는) 선박의 선장은 사전에 이를 도선사에게 고지하여야 한다.

(2) Flapping Rudder와 Slewing (지그재그 조종)

대타각을 사용하며 침로를 크게 벗어나지 않는 정도(원침로로부터 좌우 5~10도 이내)로 진행하면 직진시의 자연감속보다 상당히 빠른 감속효과가 있다.

(3) 선체 측면저항 이용

선체를 거대한 Rudder로 간주(Super Rudder, B.G. Woo 제안)하고 대타각을 사용하여 원침로로부터 좌우 15~30도 범위로 연속변침하며 타압의 저항과 선체 측면 저항에서 발생하는 직압력의 선수미(저항)분력을 이용하여 감속하는 방법이다. 효과가 상당하며 심흘수 대형 선박일수록 감속효과가 더 크다.

(4) 예선사용

예삭을 잡고 나란히 가던 선박이 선미쪽 예선을 선미방향으로 당기며 (부족하면 선수예선도 뒤로 같이 당기며) 감속하는 방법으로 대형 선박일수록 감속효과는 크지 않음에 주의하여 주묘 등 다른 방법의 병행이 바람직하다.

---

80) 14~20m의 심흘수 선박의 선저 여유수심이 흘수의 12% (1/8) 이하일 때는 선회경과 정지거리가 2배까지 증가할 수가 있다.

81) 기관실 컨트롤-룸의 주기관 거버너 부근에는 시동할 때 선속을 감안하여 선속이 높을수록 압축공기를 1~2초 더 많이 불어 넣으며 시동하기 위한 속도계가 있다. 공기압축기 가동시간을 줄이거나 압축공기를 아끼기 위하여 공기압 분사시간을 임의로 줄이는 것은 기관을 시동할 때 선속제한을 받게 되는 등 선박을 위험하게 하는 일이다.

Collection @ kmou

중대형 선박은 선수예선을 15~45도 뒤로 당기며 인공저항을 유발하여 전심轉心을 최대한 선수쪽으로 보내며, 전심으로부터 먼 선미예선을 45~90도로 밀어서 선회편각[82]을 키우고 선체측면저항의 감속효과를 이용하며 선체를「회두+감속」하며, 일부 소진하지 못한 운동량은 남긴 채 부두로부터 멀어지거나 접안중인 다른 선박을 지나치는 방법이 현실적이고 효과적이다.

(5) 주묘 (用錨, Anchor Dredging)

부두 접근중인 선박이 접안 반대현 앵커를 투하하여 수심의 1.5~2배로 체인을 신출하고 주묘하면 부두로부터 멀어지는 방향으로 회두하며 감속하는 효과가 크다.

4) 투묘정박과 긴급피난시 앵커의 사용

선박의 앵커는 통상적인 정박에 사용하는 것 이외에도 급감속이나 직후진을 위한 주묘[83] 등 다양하게 사용할 수 있다. 선박의 크기와 기관의 마력을 감안하여 앵커체인을 의장을 했는데도 불구하고 「대형선의 주묘는 체인절단위험이 있다」는 소문은 낭설이며, 그러한 낭설이 급박한 상황에서 용묘를 게을리 한 결과책임을 경감시키는 것은 아니다. 다만 상당한 선속에서 체인이 일시에 쏟아지거나, 앵커가 바위에 걸린 선박이 너울로 인하여 피칭을 하면 선체부력에 의하여 발생하는 급장력으로 체인이 끊어지는 경우[84]도 있음을 유의하여야 한다. 선속별 투묘 방법은 다음과 같다.

---

82) 선회편각(선회권과 선체의 선수미선의 교각)이 클수록 선체가 받는 수류의 직압력이 커지고, 직압력의 횡분력만큼 선미편향이 커지며, 직압력의 선수미 분력만큼 감속한다.

83) 주묘(Dragging)는 앵커가 의도하지 않게 끌리는 것을 말하므로, 이와 구분하기 위하여 앵커를 끌며 저항을 이용하여 감속하거나 앵커를 끌며 후진기관을 사용하여 직후진 하는 등의 의도된 주묘를 일본에서는 용묘(用錨)라고 구분하여 부르기도 한다.

84) 해저에 가라앉은 바지로 추정되는 이물질이 걸려서 양묘가 어려운 케이프급 광탄선박의 대기 손실을 줄이고자, 앵커체인을 절단하기 위하여 수심 30~40m 해역에서 6절의 체인이 신출된 앵커를 끌고 2시간을 8노트 속력으로 전속 항해하였으나 체인이 끊어지지 않을 만큼의 강도이다.

Collection @ kmou

(1) 정상투묘 (전후진 속력 0.5노트 이하)

선박의 전후진 속력이 0.5노트 이하일 때의 통상적인 투묘이며, 체인 1절(1 Shackle=25m) 이내의 수심에서는 자유낙하로 투묘하는 것이 일반적이다. 1절 이상의 수심에서는 1절 깊이가 될 때 까지 체인을 풀어Walk back 앵커를 수중에 내린 후 자유낙하로 투묘한다. 수심의 1.5배Short stay에서 체인을 잡으면 선체가 떠밀리는 힘으로 앵커가 다시 뽑히므로 처음부터 체인을 5~6절까지 바로 신출하여 앵커가 충분히 박히도록 함이 좋다.

(2) 통상범위의 투묘 (전후진 속력 2노트 이하)

정확한 위치를 위한 전진투묘나 기관의 시동불량 등 부득이한 상황에서 투묘가 가능한 선속의 범위는 2노트 이하이다. 다만 바위가 많은 해저지형에서는 급장력으로 체인의 파단 우려가 있음을 유의하며 2노트 이상의 선속에서는 2노트 이하가 될 때까지 주묘를 하여야 한다.

(3) 긴급투묘 (전후진 속력 4노트 이하)

후진기관이 걸린 후에는 통상 4노트 이하의 선속에서 투묘가 가능하다. 예외적인 사정으로 후진기관이 걸리지 않은 채 4노트 이상에서 투묘한 경우는 체인을 조금씩 단속적으로 신출하며 타력을 줄여야 한다. 긴급한 사정에서만 사용하여야 하며, 한번의 시도로서도 Windlass 브레이크의 라이닝이 상당히 마모되는 것을 감수하여야 한다.

(4) 비상투묘 (주묘후 투묘, 전후진 속력 4노트 초과)

어떠한 선속에서도 투묘는 가능하다. 다만 4노트를 초과하는 선속에서 투묘를 해야 하는 경우 수심의 1.5~2배 이내로 체인을 신출하고 주묘하여 선속을 2노트 이내로 줄인 후에 체인을 단속적으로 신출하며 선속을 완전히 줄이는 조치를 하여야 한다.

Collection @ kmou

5) Short stay 문제

앵커 작업 중에 Short stay라는 용어는 삭제해도 좋은 과거 유산이다. 앵커 체인의 가운데에 꼬임 방지용 마디가 (θ, Chain Stud, 0처럼 가운데 마디가 없는 것은 Stud-less chain이라고 함) 없는 체인을 사용하던 시절에는 한 곳에 많은 체인을 쏟아 내면(一點積出) 체인끼리 엉키거나 꼬여서 감아들일 수가 없었으며, 요즈음처럼 수직으로 긴 체인창고에 덮쳐 쌓으면 체인이 꼬여서 다시 투묘가 어려우므로 앵커체인을 감을 때는 갑판원이 체인을 보관하는 선수 창고에 들어가서 내려오는 체인을 갈고리로 걸어서 왔다갔다 당기면서 가지런히 정리해야 했다.

투묘할 때도 일점적출로 체인이 꼬이는 것을 방지해야할 뿐만 아니라 캡스턴에 긴 막대기를 꽂고 여러 사람이 힘으로 돌려서 양묘하던 범선시절에는 앵커가 너무 깊이 박히면 끌어올리기 어려우니 앵커를 놓을 때 수심의 1.5배 정도(Short stay)에서 체인을 잡고(Hold on) 수류에 떠밀리는 선체의 무게에 의해 앵커를 일차 뽑아서 눕히고 난 다음, 체인이 해저 바닥에 펴지도록 체인장력을 봐가며 서서히 신출하였다. 요즈음에 사용하는 Stockless Anchor와 달리 당시에 사용하던 Stock Anchor[85]는 체인을 해저의 펄 바닥에 끌면 쉽게 앵커의 Fluke가 펄 속에 파고들며 파주력을 형성하였다.

겹쳐 쌓아도 꼬이지 않는 Stud-chain과 힘이 강한 동력 윈드라스를 사용하는 요즈음에 양묘를 걱정하기 보다는 앵커가 깊이 박혀 끌리지 않도록 해야 하므로 처음부터 수심의 3~4배 이상 체인을 신출하여 체인이 펴지는 과정에서 앵커가 다시 뽑히지 않도록 해야 한다. 그럼에도 불구하고 체인이 수심의 1.5배정도 내려간 「Short stay」에서 별도지시가 없어도 마치 안전수칙처럼 체인을 「Hold on」하고 잘 박힌 앵커를 다시 뽑아내는

85) 대형선이 사용하는 일은 드물지만 요즈음도 10여톤 미만의 소형선이 손으로 내려서 사용하는 앵커이며 펄에 박히지 않더라도 눕힌 채 끌기만 하면 잘 박히며 크기에 비해 파주력이 좋다.

Collection @ kmou

각국의 항해사들이 적지 않다. 앵커가 끌리지 않도록 안전하게 박으려면 투묘시마다「Do not hold on chain until 5 shackles」라고 하는 사족蛇足이 필요하다.

5.1.4 선회권

DWT 1~2천 톤급 선박의 선회권은 1.5케이블 정도이고 그보다 백배인 10~20만톤급 선박의 선회권도 4케이블을 넘지 않는 반면, 1~2천 톤급 선박의 선회시간은 5분인데 반하여 10~20만 톤급 선박은 50분 정도로 길어지는 만큼 선회시 조류와 바람 등 외력에 노출되는 시간도 길어진다. 선교에 게시된 선회권을 참조할 때 아래와 같은 사항을 감안하여야 한다.

1) 선박크기별 선회권과 선회시간

같은 선박이라도 여유수심과 외력 등 현장여건에 따라 선회권이 2배까지 증가하는 등 크게 달라질 수 있는 것을 감안하여야 한다. [Table 5.3]은 선박의 크기별 비교기준을 위하여 Index화한 것이다. 실무에서는 레이더로 측정한「회선장+안전여유」를 비교하거나, 수역의 범위가 선체길이의 2배정도(예선지원 선회 최소수역)인지 3배정도(자력선회 최소수역)인지를 비교하며 선회를 실행한다.

Table 5.3 Nominal T/C & Turning time

Vessel	Nominal Turning Circle 자력 선회권, 마일(m)	Turning Time (외력노출 시간, 분)	Remarks
GT 5천 이하	0.15~0.25 (270~450)	5~10	
GT 1만~2만	0.25~0.30 (450~550)	10~25	Handy급
GT 2만~4만	0.30~0.35 (450~650)	25~40	Panamax급
GT 5만~10만	0.35~0.40 (650~750)	40~55	DWT 10만~20만
GT 10만 이상	0.40~0.45 (750~850)	55~70	DWT 20만~40만

Collection @ kmou

2) 선회권에 영향을 주는 요소

다음과 같은 사안들이 선회권에 영향을 주는 것을 감안하여 선회를 하거나 수역이 부족한 경우 적절한 조치를 하여야 한다.

(1) 선회 시작 전 선속

선교에 게시된 선회권은 ㅈ너속으로 항행하던 선박이 속력을 줄이지 않고 선회를 하는 경우이며 감속을 선행한 후에 다시 전진기관과 대타각을 사용하여 선회하면 선회권이 40% 가량 축소된다. 선박이 정지 상태에서 타와 기관을 사용하여 회두를 시작하면 타효는 빨리 나타나고 증속은 천천히 되는 과정에서 선회편각이 커지기 때문이다. 예컨대, 정박지에서 양묘한 선박이 선회를 시작하면 선교에 게시된 선회권보다 40% 정도 좁은 범위에서 선회한다.

(2) 흘수와 여유수심 (UKC)

심흘수 선박의 선저 여유수심이 흘수의 25% 이내이면 선회권이 50% 까지 증가하고, 12% 이내이면 선회권이 2배까지 증가[86]할 수 있다. 선회하는 현측의 물이 선저와 선수미를 통하여 반대쪽으로 원활하게 지나가지 못하여 선회에 대한 저항이 발생하기 때문이다.

(3) 흘수와 트림

전심이 이동하는 원인은 선체의 이동에 저항하는 수저항 때문이다. 선수 트림일 때는 수저항이 커서 전심의 이동이 큰 만큼 선회권이 적어진다. 「공선시나 선미트림」이「만선시나 선수트림」보다 오히려 선회권이 큰 것은 선미 흘수만큼 선체 후부의 측면적이 선회저항으로 작용하는 것

86) 통상 흘수 18m의 케이프급 선박이 UKC 12%인 수심 20m에서 선회하면 선회권이 2배까지 증가하지는 않는 이유는, 해저요철이 있는 해도의 최저수심이 20m라도 평균수심은 20m보다 더 깊기 때문이다. 해도수심은 부근의 수심중 가장 낮은 곳을 표시하지만 조종성은 평균수심에 비례하여 나타난다.

Collection @ kmou

이외에도 선미트림은 선수쪽의 수저항이 적은만큼 전심의 이동도 적어서 전심으로부터 타기의 작용중심까지 Leverage가 짧아지기 때문이다.

(4) 선회시간에 비례하는 외력의 영향

선회시간이 긴 대형선박은 외력(조류와 풍랑)에 노출되는 시간만큼 영향을 더 받아서 선회권이 타원형으로 변형된다. 조류가 강한 서해안 항구에서 선회시간이 긴 케이프급 광탄선박이나 대형 LNG 운반선을 180도 선회 접안할 때는 외력에 의한 선회권의 변형을 감안하여야 한다. 예컨대 부두와 평행하게 수류가 흐르는 부두박지 앞에서 선회를 하면 선회권의 Advance는 같지만 선회하는 동안 떠밀린 만큼 순조에는 Transfer가 커지거나 역조에는 작아진다.

3) 부두 앞에서 180도 선회접안

[Fig. 5.3]의 B→B′ 처럼 평소에도 접안할 위치의 바로 건너편에서 완만한 선회를 한 선회종료 위치가 바로 부두앞이 되면 부두로부터 먼 곳에 멈출 수밖에 없어 횡이동을 많이 해야 하므로 접안시간이 오히려 길어진다. 순조인지 역조인지를 구분하여 적어도 선박이 접안할 부두 전면을 지난 후에 [Fig. 5.3]의 A1이나 A2에서 A′ 로 선회하는 것처럼 원침로로부터 130～150도 까지는 「전진기관+대타각」과 예선을 이용하여 급선회한 후 부두 앞 3B～2B를 목표로 직진 또는 완만한 궤도로 접근하는 것이 효과적이다.

다만 풍압면적이 큰 자동차 운반선이나 Moss type LNG 운반선 등은 극저속인 부두부근에서 바람에 노출되는 시간이 길어질수록 (전심으로부터 멀고 거주구역으로 인하여 풍압면적이 큰) 선미가 풍하로 더 많이 떨어지는 것을 고려해야 한다.

따라서 바람이 강할수록 좀 더 빨리 선회를 시작하고 부두의 안벽선과 45도 이상 큰 각으로 진입한 후 부두 앞에 도착하여 제자리 회두하며 선체를 부두와 평행으로 조정하며 세워야 한다.

Collection @ kmou

4) 풍압면적이 큰 선박의 풍랑도 선시 부두 접근경로

만재한 광탄선 등 흘수가 큰 선박은 바람에 의한 압류를 선체의 수면하부분이 저항하므로 풍랑도선시 적게 밀리는 반면 선체의 풍압면적이 큰 여객선, 자동차 운반선, LNG 운반선(특히 Moss type) 및 LPG 모선 등은 풍랑 도선중 (180도 선회 후에) 강풍을 받으며 부두에 접근할 때는 반드시 선수를 바람이 부는 방향으로 유지하며 바람에 노출되는 선체의 투영면적을 최소로 하여 부두에 접근하여야 한다.

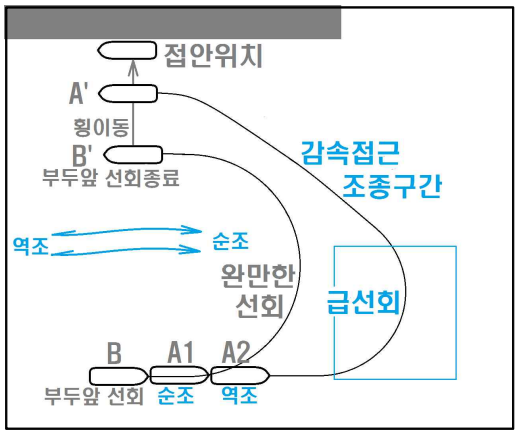


Fig. 5.3 180° Turn before berthing

즉 [Fig. 5.4]의 A1 또는 A2 위치에서 급선회하여 (Head-out 자세가 되더라도) 선체의 투영면적이 적은 선수미 방향으로 바람을 받는 자세를 유지한 채 다소 Over-shoot 위치까지 진행한 후에 부두 앞까지 횡이동하여 (선수미 방향의 풍압류는 본선의 기관으로 조정이 쉬움) 부두 부근에서 점차 부두와 평행이 되도록 자세를 조정하여야 한다.

Collection @ kmou

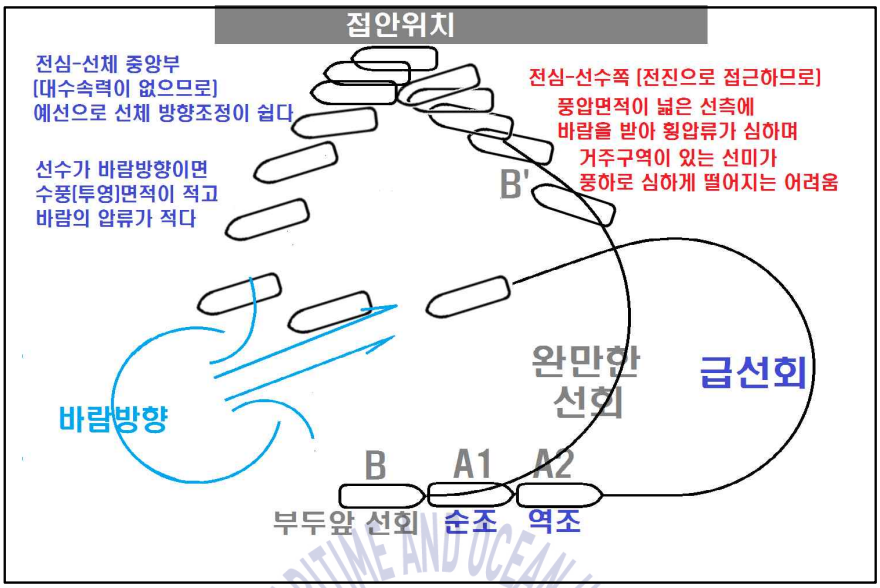


Fig. 5.4 Berthing in Storm weather

5) 선회권 축소방안

선박의 접이안 작업은 본선의 자력 조종성을 우선으로 조종하여 예선의 예비마력을 많이 확보할수록 안전하다. 또한 전진기관과 대타각을 사용하면 조종성이 좋은 반면 증속이 불가피하며, 기관을 정지하여 프로펠러의 가속수류가 없으면 회두효과가 감소하고 회두시간이 증가하여 조류와 바람 등 외력의 영향이 커지는 것을 감안하여야 한다.

(1) 감속 후 선회

후진기관을 사용하여 1~2노트 이하로 감속 후에 다시 전진기관과 큰 타각으로 선회하면 선회권을 40% 정도 줄일 수 있으며 순조입항인지 역조입항인지에 따라서도 선회권의 크기가 달라진다. 예컨대 중대형 선박이 180도 선회후에 앞물을 받는 경우라면 후진기관을 사용하지 않고도 선회전 선속의 20~30%만이 남으므로 부두 직전까지 극미속 전진기관을 사용하며 자력 조종으로 접근할 수 있다.

Collection @ kmou

(2) 제자리 선회와 주묘선회

선박을 정지한 후에 기관의 전후진을 반복하며 큰 타각을 사용하는 방법으로 2L 이내의 제한된 수역에서도 자력선회가 가능하다. 선회중 조류나 풍압에 의해 압류될 우려가 있으면 선회하는 쪽의 앵커를 수심의 1.5~2배로 투묘하고 끌면서 전진기관과 대타각으로 선회하는 것이 안전하며 이러한 주묘저항을 이용하면 선회권을 평소의 절반으로 줄일 수 있다.

(3) 예선을 사용하는 선회

4~5노트로 이동하던 선박을 선회할 때 선수예선을 30~45도 뒤로 당기며 인공저항을 유발하여 전심을 더욱 선수쪽으로 편위시키고 전심으로부터 먼 선미 예선을 45~90도 앞으로 밀면서 선회하면 선회권을 현저히 줄일 수 있다. 본선의 크기 및 무게와 예선마력의 상관관계에 따라 줄어지는 정도가 다르지만 대체로 자력 선회권의 30~40%를 추가로 줄인다.

5.1.5 안전한 접안

1) 공동도선사와 보조도선사 (2-Pilot & Co-pilot)

일정 기준 이상의 선박은 안전의 강화와 도선 기술의 상호교류 및 세대 전수를 위하여 공동도선(2-Pilot & Co-Pilot)을 원칙으로 한다. (평택·당진항 도선운영매뉴얼 인용)

(1) 주도선사와 공동(보조)도선사의 업무구분 및 책임한계

공동도선에서 주도선사와 공동(보조)도선사의 업무분장과 책임을 구분하고 명시함은 조종행위의 경합을 예방하고 효율과 안전을 기하기 위함이다.

Collection @ kmou

① 주도선사의 업무

도선업무의 효과적인 성취[87]를 위하여 도선은 주도선사Main Pilot의 책임과 판단으로 실행하며, 공동(보조)도선사의 자문과 업무위임 및 역할분담은 현장여건상 필요한대로 주도선사가 요청한다.

② 공동도선사와 보조도선사의 업무

공동도선사와 보조도선사(2-Pilot, Co-Pilot)는 주도선사를 보조하고 자문에 응하며 견시와 관제통신을 수행한다. 또한 항법관계선박의 정체성을 파악하고 주도선사의 의견을 들어 항로경합을 조정하는 등 항법통신을 하거나 주도선사의 요청에 의하여 위임받은 일정구간의 도선업무를 수행한다. 접이안시에는 조타기와 기관, 쓰러스터가 주도선사의 지시대로 작동하는지 여부 및 예선이 지시대로 동작을 이행하는지 등 직접 조종행위 이외의 부대업무[88]를 분담한다.

③ 위임 및 업무분담과 책임 공유의 제한

발생한 사고와 공동(보조)도선사의 업무소홀에 상당한 인과간계가 성립하는 경우에 한하여 공동(보조)도선사는 책임의 일부를 분담할 수 있다. 식사나 화장실 사용 등을 위한 지휘의 일시적 위임은 주도선사의 지휘책임과 의무를 승계하는 것으로 보지만, 주도선사의 감독아래 실행하는 공동

87) 집중력과 순발력이 동시에 요구되는 자동차나 비행기 및 선박의 조종을 두 사람이 동시 작업을 하는 것은 조종 경합을 타협할 시간적 여유가 없으므로 불합리하며 보조 운전(조종)자의 임무는 조종환경의 개선과 부대업무 등 주 운전자의 협조업무에 한정함이 합리적이다.

88) 부대업무는 도선여건과 조종환경의 개선 및 주도선사의 지휘가 잘 이행되는지의 감시에 한정한다. 공동 도선사는 유자격 주도선사의 도선을 함부로 간섭하거나 경합하거나 결과론적인 평가를 하지 아니하며 선박의 조종에 의구심이 들면 주도선사에게 의견을 개진할 수 있으나 이로 인하여 책임의 분담이 발생하는 것은 아니다.

Collection @ kmou

(보조)도선사의 도선은 주도선사의 책임이 계속되는 것[89]으로 본다.

(2) 보조도선사 (Co-Pilot) 적용선박

파나막스 이상 선박 중 다음 선박은 보조 도선사를 추가하여 공동도선[90]을 한다. 단 모든 선석이동과 선석~항내 정박지간 이동은 공동(보조) 도선사를 적용하지 아니한다. (도선 매뉴얼 2015.1.20.)

① GRT 4만이상 장안서 도선대상 선박의 입출항 (여.자.컨 제외)

② GRT 7만이상의 여객선, 자동차 전용선 컨테이너 전용선의 입출항[91]

③ 부두 접안능력을 200%이상 초과하는 선박의 입출항

④ 교량통항기준 (DWT 5만) 초과선박의 입출항 교량통항

⑤ 풍랑, 안개 중단이후에 시작하는 GRT 4만 이상 선박의 협정도선 (여・자・컨 선박 포함)

(3) 공동도선사 (2-Pilot) 적용선박 (도선 매뉴얼 2015.8.1.)

① 파나막스급 이상의 Dead ship과 예부선의 합이 GT 2만5천 이상인 선박의 도선 (단 도선중 Dead ship이 된 경우와 모든 항내이동은 적용 제외함)

② Air draft 56m 이상 선박의 출입항 교량통항

③ 기타 특별한 구조와 설비를 장치한 선박 등 도선사가 필요하다고 인정하는 선박

2) 180도 회두-접안선박의 안전조치

89) 도선 기술의 세대전수를 위한 차하위군 도선사의 관행적 훈련은 주도선사의 감독과 책임이 계속된다고 할 것이므로 필요한 경우 공동도선사의 도선을 중지시키고 직접조종을 하여야 한다.

90) 공동(보조)도선사는 안전의 강화목적 이외에도 도선기술 전수로 지속적인 양질의 서비스를 위한 세대유전이 목적중의 하나이므로 가능한 2종 또는 2군 이하 도선사 배정을 원칙으로 함.

91) GRT 대비 선체중량이 작고 접이안 보조장치의 설비 등 조종성이 비교적 우수한 여객선, 자동차 운반선 및 컨테이너 전용선은 별도적용이 필요함.

Collection @ kmou

부두 앞 또는 회선장에서 180도 회두하여 접안하는 선박은 반드시 예선을 잡은 후에「회두와 선회」를 시작하여 회두중 기관의 고장이나 풍랑 등의 영향으로 선회경이 과도하게 커져서 발생하는 부두나 다른 선박과의 충돌위험에 대비한다. 예선이 늦어지는 경우는 자력에 의한 제자리선회를 예정(잠정)하여 충분히 감속한 후 선회를 시작하거나 사정이 허락하면 예선의 예삭을 잡을 때까지 선회의 시작을 늦추는 것이 신중한 조치이다.

3) 부두나 다른 접안선박과의 항과거리 : B 이상

선박이 이동하며 부두나 접안한 다른 선박을 지날 때에 선폭(B)이하의 거리로 가까이 지나면 (수류가 유통하는 면적이 넓어서 유속이 느린) 선수미 고압부의 반발Cushion과 (수류가 유통하는 면적이 좁아서 유속이 빠른) 선체중앙 저압부의 흡입Suction으로 인하여 간섭과 회두가 발생한다. 이동하는 선박의 흘수가 클수록, 선속이 빠를수록 이러한 유체력이 커지며 ,부두나 다른 접안선박으로부터의 이격거리가 선폭의 절반 이하가 되면 선체의 흡인과 반발이 현저하고 순식간에 회두하는 영향을 예선으로 제어하기 어려울 수도 있다.

선수나 선미중 부두나 다른 접안선박과의 거리가 가까워지면 그 부분의 유속이 더욱 빨라지고 압력이 낮아져서 흡인력이 더 커진다. 가까운 이웃 부두로 이동하는 경우라도 가급적 선폭 이상의 거리를 유지하며 이동하거나 선폭 이하의 이격거리로 이동하는 경우는 1~2 노트의 극미속으로 이동하는 것이 안전하다.

4) 접근 단계별 횡이동 속력

부두는 선박이 0.3노트(15cm/sec) 이하의 평행접촉 범위에서 내구력을 가지도록 건설되며, 이러한 접촉범위를 달성하기 위하여 선박은 부두 접근거리에 따른 단계적인 감속이 필요하다.

Collection @ kmou

(1) 횡이동 거리 3B 이전까지

가급적 신속하게 이동하여 시간을 단축하는 구간이다. 수류를 선수 쪽에서 받는 경우 Head-in 자세로 (부두로부터 거리에 따라) 45~30도로 부두와 큰 교각으로 기울여서 횡이동 방향에 대한 선체측면의 투영면적을 줄이고 수류를 부두 반대쪽 선체에 받으며 부두 쪽으로 압류되도록 한다. 부두 근처에서 선박의 전후진 방향 이동속력[92]을 짐작할 때 남자의 걸음은 3노트이며 여자의 걸음은 2노트 비교하면 편리하다.

(2) 횡이동 거리 3B ⇨ B

부두와 가까워질수록 Head-in으로 기울인 선체의 각을 점차 줄이고 횡이동 속도도 0.5노트 이하의 범위로 줄인다. 다만 선폭(B) 이내로 접근하기 전까지는 횡이동 속력이 시각적으로 잘 보이지 않으므로 GPS속력을 참조하며, 선체의 전후진 속력이 남아 있으면 횡이동 속력과의 합-벡터가 GPS 속력으로 나타나는 것을 감안하여야 한다.

풍속 13m/sec (풍압면적이 큰 자동차 운반선이나 LNG 운반선은 10m/sec) 이상의 풍랑도선일 때는 2B에서 일차 횡이동을 멈추고 예선으로 당겨서 선체의 풍압류를 멈추는 것이 가능한지를 판단하여야 한다. 만약 부두 쪽으로 부는 바람이 강하면 선수미 예선의 예삭을 늘여서 당길 준비를 한 채 부두 쪽 이동은 바람에 밀리도록 하고 횡이동의 억제는 예선으로 당기는 방법을 사용할 수도 있다.

특히 주의할 사항은 탱커선박이나 파나막스급 이상 흘수가 깊고 무거운 선박은 부두로부터 B까지만 예선으로 밀고 B이내의 나머지 구간은 선체의 횡이동 저항에 의한 자연감속이 적당한지 지켜보아야 한다. 선체의 횡이동이 시각적으로 보이는 것은 선체가 부두로부터 선폭이내의 거리에 접근하였을 때부터이며, 무거운 대형선박을 선폭거리 이내까지 계속 밀다가 과속임을 느끼고 예선으로 당기는 경우 감속시간이 부족하여 선체와 부두

92) 부두 접근시 GPS 속력은 전후진 속력과 횡이동 속력의 합벡터이므로 따로 선속을 비교할 방안이 필요하다.

Collection @ kmou

의 과대한 충격을 피하기 어려울 수가 있다.

(3) 부두로부터 거리 B ⇨ 접안

유조선이나 파나막스급 이상 무거운 벌크선은 선폭거리 이내로 접근하면 선수 선미 예선으로 같이 미는 것을 정지하고 횡이동 타성이 증가하지 않도록 하며, 선체의 횡이동 저항에 의한 자연감속(부두와 접촉속력이 0.3노트 이내로 가능할지)을 지켜보며 선수미 예선을 교대로 사용하여 선체를 부두와 평행으로 조정하여야 한다. 선체와 부두의 접촉은 0.3노트(15cm/sec) 이하로 하며, 위험물 운반선박이나 대형선박 또는 부두설계기준 초과선박은 0.2노트(10cm/sec) 이내로 접촉하여 추가의 안전여유를 가져야 한다.

5) 안전한 접안

(1) 원근법을 감안한 자세와 평행접촉

선박이 부두에 접안할 때 선박과 부두가 평행이 되도록 중심접촉中心接觸하여 충격력을 선체의 넓은 측면에 분산하는 것이 중요하다. 선체의 일부가 먼저 부두에 닿는 편심접촉偏心接觸은 먼저 닿는 선체의 좁은 면적에 충격력이 집중되어 선체와 부두의 파손 원인이 된다. 통상적으로 미세하게 선수[93]가 먼저 닿는 것(Head in)은 허용되지만 선미가 먼저 닿으면 파손위험이 있으며, 특히 Flat-body가 짧은 선박, 예컨대 여객선이 폰툰부두에 접안할 때나 자동차 선박이 고조시에 접안할 경우 선미 쪽이 먼저 닿으면 선체가 부두를 타고 올라 파손위험이 있다.

케이프급의 심흘수 대형선박은 1B 이내의 거리에서 부두 접근중 원근법을 감안하여 선수가 조금 가까워 보이는 정도가 평행이며, 시각적으로 평행이면 실제로는 Head-out으로 본선과 부두사이를 파고드는 수류가 저항하므로 예선으로 밀어도 잘 밀리지 않는다.

---

93) 항해중 능파성을 위하여 선수의 외판은 완만한 곡선의 유선형 구조이며 다른 부위의 외판보다 적어도 25% 이상 강력하다.

Collection @ kmou

LNG 부두의 경우는 일반 유조선 부두와 달리 선체와 접촉하는 4개의 펜더간 거리가 넓어서 10만 Cu.M.급 LNG 운반선은 (유조선보다 선속이 빠른 LNG 운반선박은 선수 만곡부의 Round가 크고 깊은 만큼 측면 외판의 Flat body가 짧음) 선수 만곡부에 접안펜더중 하나가 위치하므로 정확히 평행으로 접근하지 않으면 사각형 펜더 위 뒤쪽 모서리가 [Fig. 5.5] 및 [Fig. 5.6]과 같이 본선의 Shell에 먼저 닿아서 눌러지며 파공위험이 있으므로 최대한 평행접촉[94]을 위한 노력이 필요하다.

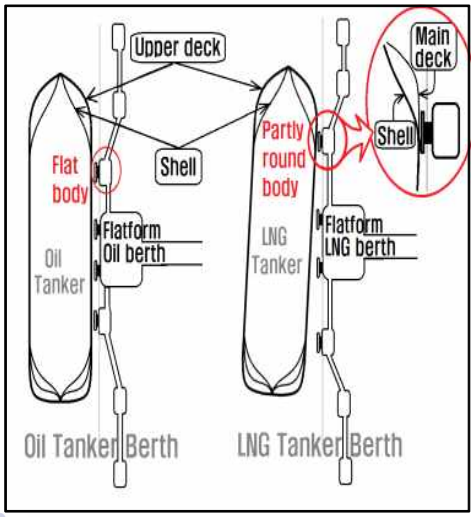


Fig. 5.5 Oil Berth VS LNG Berth

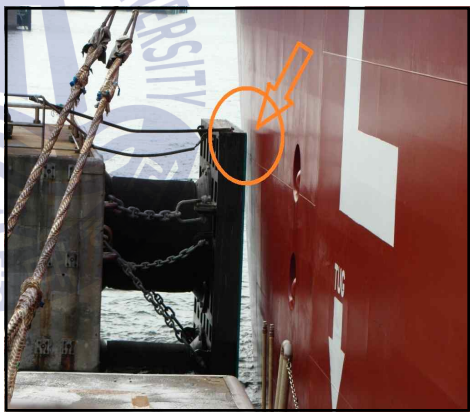


Fig. 5.6 Unreasonable Fender position of LNG Berth

(2) 부두 접촉시 전후진 속력 Zero

선박이 부두에 접안직전에는 먼저 선체의 전후진 속력이 없이 횡이동만으로 「감속하며」 0.3노트(15cm/sec) 이내의 속력으로 접촉하여야 한다. 이때 0.3노트란 횡이동 속도만을 의미하는 것이며, 선체와

94) 펜더 전면 사각형 접현펜더의 상부 모서리가 먼저 닿아서 외판에 파공이 발생한 것을 경험한 도선사에 의하면, 상갑판의 모양으로 봐서 Flat body 부분이었고 선체와 부두가 거의 평행이었으므로 Bulk선이나 다른 탱커라면 전혀 문제가 없는 정도였으나 파공이 발생한 곳을 보니 갑판상의 모양과 달리 하부 Shell은 곡선부위였으며 펜더는 [Fig. 5.6]처럼 상부 모서리 일부만 접촉되도록 잘못 설계되었다고 한다. 부두 설계의 부적합이 사고의 일차적인 원인이었으나 개선되지 않고 있으며 사고 발생이후에 곤욕을 치른 사람은 도선사였다.

Collection @ kmou

부두가 접촉하는 순간에 선체의 전후진 속력이 남아 있으면 횡이동과의 합벡터에 의한 속력으로 접촉하므로 접촉하는 운동량이 커져서 선체나 부두의 파손원인이 될 수 있다.

(3) 거대형 선박의 부두 접촉충격 방지

선측에 4척의 예선을 사용하는 거대형 선박의 접안시 선체가 부두로 접근하는 속력이 과대하여 당기는 위치에 배치된 예선만으로는 부두와 접촉충격이 우려되면 「**미는 위치에 배치된 예선**」을 (밀 때만 사용한다는 고정관념을 깨고) 「**현 위치에서 같이 Back**」으로 구령하여 당기는 예선을 보조하여야 한다.

미는 예선이 예삭을 늘이지 않고 밀던 위치에서 그대로 당기는 경우 예삭의 앙각에 의한 감쇄 20% (갑판의 위치가 낮아서 앙각이 적거나 Shell bitt에 예삭을 잡은 경우 5% 이내), 후진 배수류가 본선을 다시 밀어서 20% 감쇄가 발생하지만 남은 60~70%의 힘을 추가로 가세하면 당기는 예선만으로 당기는 것보다 1.6~1.7배의 힘으로 같이 당길 수 있다.

미는 위치의 예선을 같이 당기게 하면 당기는 위치의 예선이 그러한 조치를 보면서 가능한 최대 출력으로 당기는 효과 또한 상당하다. 시뮬레이터와 달리 실제예선은 예선선장의 판단이 가감되어 여간해서는 전속을 사용하지 않으므로 좀 더 당길 수 있는 마진이 있기 때문이다. 부두접근속도가 안전한 범위로 줄면 미는 위치의 예선을 먼저 정지하고 원래의 임무인「밀 준비」를 하여야 한다.

(4) 감속하면서 접안

선박이 부두와 접촉 직전에는「밀 준비」또는 「빽 준비」상태로 예선을 정지하거나 당기면서 (횡이동 속력을 줄이면서) 감속중에 부두와 접촉하여야 하는 바, 비록 횡이동 속력이 0.3노트 이하라고 할지라도 예선으로 계속 밀면서 접촉하면 축적되는 에너지가 부두 완충제나 선체를 파손시키는

Collection @ kmou

원인이 될 수 있기 때문이다.

(5) 부두설계기준 초과선박의 추가 감속

뉴턴의 운동의 법칙에서 유도하면 운동량은 $Ek = \frac{1}{2}Mv^2$ 이므로 설계기준인 15cm/sec(0.3노트)의 접촉속력을 10cm/sec(0.2노트)로 줄이면 운동에너지는 1/2.25로 줄고 접촉속력을 설계기준의 절반인 7.5cm/sec로 줄이면 운동에너지는 1/4로 줄어서 부두 설계기준보다 2.25배 또는 4배 큰 선박의 접안이 가능해 진다.[95] 설계기준보다 큰 선박을 접안할 때는 통상기준보다 큰 마력의 예선을 사용하여 선박과 부두의 접촉속도를 설계기준보다 추가로 더 줄여야 한다.

Table 5.4 Induction of the Kinetic energy equation

물리 공식	운동에너지 방정식
운동 에너지=$\frac{1}{2}$ x 질량 x (속력)², $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 에너지 = 힘 x 이동거리 W = FS (W;일, F;힘, S;이동거리) F = ma (F;힘 m;질량 a;가속도) V = at (V;속도 a;가속도 t;시간)	W=FS, F=ma 이므로 W=maS, S에 $\frac{1}{2}at^2$을 대입하면 W=$\frac{1}{2}ma^2t^2$, V=at 이므로 $W(\text{운동에너지}) = \frac{1}{2}mv^2$

5.1.6 거대형 선박의 항내조종

선박의 크기에 비례하여 기관의 출력이 커지는 것은 아니므로 대형 선박일수록 기동타성이나 정지타성이 더 커진다. 거대형 선박은 접이안 작

95) 선박의 부두 접이안 작업과 계류기간 중에 발생할 수 있는 최대 에너지는 접안할 때의 First touch 충격이므로 이때의 피크에너지만 줄이면 계류기간 중에 풍압이나 조류의 유압 등 다른 이유로 문제가 발생할 우려는 없다.

Collection @ kmou

업에 사용하는 예선마력도 DWT의 10퍼센트를 예선의 마력으로 하는 통상기준에 미달[96]할 수밖에 없으므로 선박이 클수록 신중한 조종이 필요하다. 본 연구에 정리된 예선사용의 누적경험 안전치와 주의사항은 20만 톤급과 40만 톤급을 포함한 거대형 선박의 접이안 조종경험을 정리하여 평택항에 출입하는 대형선박의 도선안전에 참조가 되게 함은 물론 다른 항구의 대형선박조종에도 원용 가능한 자료를 제시하고자 한다.

1) 광탄선의 도선사 승선시간과 부두 도착시간

부두 앞에서 180도 회두하여 좌현접안을 하는 광탄선은 고조 전「5시간~3시간」에 장안서 도선점에서 도선사가 승선하여「고조 전 2시간~30분」에 부두 앞에 도착하여 선회를 시작하여야 한다. 예외적으로 입항중에 기관의 문제발생이나 선석 교대시 출항선박의 지연 등 지체나 사정이 발생하는 경우, 즉 고조를 지나서 부두에 도착하는 경우에는 선장과 도선사가 우현접안으로 변경하는 것을 협의하여야 하며, 아산만 제32호 등부표 이전에서 정선미 감속예선을 잡고 당길 준비를 하는 등 항로의 좁은 목을 저속으로 통항할 때 우려되는 압류와 조종성 상실 등 위험에 대한 안전조치를 하여야 한다.

2) 광탄선박의 접안예선 배치

거대형 선박은 접안 반대쪽 현측의 선수미에 각각 2척씩 총 4척을 접이안 예선을 사용하며, 부두 앞 항로에서 다른 통항선박을 일시적으로 차단하고 선회경을 줄이며 신속하게 선회해야 하는 여건상 정선미에 1척의 감속예선Tail tug을 사용하고 있다.

---

96) DWT 18만 톤급 광탄선박의 현측 접이안 예선은 DWT의 10%인 18000마력(4500마력 4척)을 사용하지만 DWT 26만 톤급 광탄선박은 DWT의 7.7%인 2만 마력(5000마력 4척)을 사용하며 중물 야간 풍랑 등 특별도선일 경우 DWT의 8.5%인 22000마력(6천 2척+5천 2척)을 사용한다. 다만 현측의 접이안 예선은 4척을 초과하여 마력을 짜깁기하는 것은 대단히 위험한 일이다.

Collection @ kmou

선수미 2척씩의 접안예선은 각각 미는 예선과 90m～120m 정도로 줄을 길게 늘여 당기는 예선으로 역할을 분담하고 있으며, 당기는 예선이 줄을 길게 잡는 이유는 예삭의 앙각仰角에 의한 감쇄와 예선의 후진 배수류가 본선을 다시 밀어서 발생하는 감쇄를 줄이기 위해서이다. 만재한 광탄선은 현측이 낮으므로 접안할 때 미는 예선이 그 자리에서 당기더라도 예삭의 앙각이 크지 않아서 감쇄가 적다. 모든 예선의 줄을 짧게 잡고 선수 2척과 선미 2척을 같이 밀거나 당기며 힘을 보강하여 다이나믹한 조종을 하는 것도 효과적이다.

미는 예선과 당기는 예선의 마력이 서로 다른 경우는 선측에 붙어서 미는 위치에 큰 예선을 배치하는 것이 합리적이다. 당기는 예선의 힘이 부족하면 미는 예선이 그 자리에서 같이 당기며 (감쇄를 감안하더라도 마력의 60% 이상) 힘을 보강할 수 있기 때문이다.

3) 수류의 이용

거대형 심흘수 선박을 예선으로 밀거나 당겨서 접근속도를 조절하며 부두에 접안하는 것은 쉽지 않다. 부두 부근에서의 횡이동은 수류와 선체의 교각을 조정하며 부두에 접근하거나 접근속력을 줄이는 방법이 쉽고 예선의 예비마력을 더 확보할 수 있어서 안전하다. 기본적인 사항을 다음과 같다.

(1) 수류에 의한 부두접근

거대형 선박의 접안작업에서 부두로부터 3B 거리까지의 접근은 예선으로 밀어서 횡이동하는 것보다 선체가 전진하며 Head-in 자세로 부두에 접근중 부두부근 수류가 선측에 작용하는 직압력直壓力의 횡분력橫分力(揚力)을 이용하여 접근하는 것이 쉽고 효과적이다. 부두 접근속도를 줄이고자 할 때는 선수가 선미보다 부두로부터 먼 Head-out 자세를 유지하여야 한다. 이때 주의할 사항은 원근법이 적용되므로 시각적으로는 평행하게 보

Collection @ kmou

일 때가 감속에 적당한 정도의 Head-out자세이다.

(2) 중물 강조류 접안에서 원근법의 고려

길이 300m급의 거대형 선박을 안벽부두와 평행으로 유지하려면 원근법의 적용이 필수적이다. 특히 수류가 2~3노트 이상인 중물접안 때에는 부두(조류)와 평행을 유지하지 않으면 조류에 의한 선체의 직압력이 상당히 커지며, 선미 브릿지에서 볼 때 선체가 부두와 평행으로 보이면 사실은 원근법상 선수가 부두로부터 더 먼 Head-out자세이므로 부두와 선체사이에 수류가 파고들어서 예선으로 밀어도 부두접근이 쉽지 않고 시간이 많이 소요된다.

즉, 중물 강조류 때 자칫 과하게 Head-in 자세가 되면 예선으로 당기기 어려울 만큼 부두로 밀리는 힘과 속도가 커지며, 사실상의 Head-out 자세가 되면 예선으로 아무리 밀어도 부두에 접근이 어려우며, 경력이 많은 도선사라도 한두 번 그러한 어려움을 경험하면 중물접안 자체가 불가능한 것으로 판단하기까지 한다. 대형 선박이 어느 정도로 보이면 원근법상 실제로는 평행인가 하는 것은 부두에 거리 표시장치가 설치된 LNG 부두 등 위험물 부두에서 실제로 경험을 해보고 기억하는 것이 좋다.

3) 거대형 선박의 좌현접안과 우현접안의 비교

(1) 우현접안

우회전 단추진기의 거대형 케이프급 선박은 좌현접안보다 우현접안의 위험성이 큰 것을 이해하고 그 대책을 마련하여야 한다. 부두 접근중 강한 후진기관을 사용하여 감속하면 배수류의 측압작용으로 인한 선미 좌편향左偏向의 반작용으로 우회두하며 감속하므로 선수가 부두로 접근하여 충돌할 위험성이 있으며, 이러한 우회두 타성惰性이 축적되면 예선으로 제어하지 못하는 경우[97]도 있다.

---

97) 접이안 예선은 SDWT의 10%를 마력으로 하는 예선을 사용하는 것이 상례이지만, 대마력 예선이 없으므로 VLOC급 선박은 8%, ULOC급 선박은 7%의 접이안 예선마력을

Collection @ kmou

이러한 우회두는 배수류 측압작용에 의한「선미의 좌편향」에 기인한 것이므로 선미 좌현에 큰 마력의 예선을 배치하고, (예선마력의 감쇄가 없고 점심으로부터 멀어서 효과가 좋은)「선미좌현의 예선」을 밀어서 선미 좌편향을 억제해야 하지만, 외관상은 선수가 우회두하는 것처럼 보이므로 직감적으로 (예선마력의 감쇄가 크고 전심으로부터 가까워서 효과가 적은) 선수 좌현의 예선으로 당기고자 하는 심리가 작용한다.

대단한 중압감을 이겨내며 순발력을 발휘하는 조종현장에서 유자격 도선사의 판단[98]을 비난할 수는 없지만, 전진속력이 남아 있는 한 전심轉心에 가까워서 회두우력은 적고 당기는 힘의 감쇄가 큰 선수예선을 주도적으로 사용하는 것보다는 선미예선의 사용이 효과적이다. HD4 우현접안에 의한 선석의 활용도 개선은 다음 표와 같다.

Table 5.5 Displacement of HD4 Starboard alongside

HD3 확장부두에 선체 40m와 계류색 60m를 이용함. (　) 는 계류색 중복구간					
부두(선석길이 합 1240m)	HD3 확장부두	(HD3)+HD4 우현접안	HD5 20만 좌현접안	HD6 10만 좌우현접안	HD7 5만 좌우현접안
선석 길이	120m	390m	330m	260m	240m
선간거리 20% L	60m+40m CSU 진입 불가	(60m) VLOC 330m	(60m) 케이프 300m	(48m) 230m	(44m) 200m
과부족(+여유)	0m	+40m	+10m	-8m	-12m

광탄선을 HD3+HD4의 두 부두에 걸쳐서 우현접안을 하면 HD3부두 쪽에는 화물창이 아닌 선박의 거주구역과 계류삭을 잡는 구간이 된다. 즉 거주구간(40~60m)과 계류삭 구간(60m) 또는 그중 일부가 HD3 부두에 위치하도록 하면 [Table 5.5]처럼 HD4~HD7의 4선석 모두가 적당한 선간거리를

사용한다. 정선미의 감속-안전예선의 마력은 선측의 접안예선 마력과 별도이다.

98) 1513년 설립되어 수세기 이상 해사법정의 자문역할을 해온 영국의 왕립 원로도선사협회(The Trinity House)는 "유자격 해기사의 현장판단은 비난의 대상이 아니다"라고 유권해석을 하였다.

Collection @ kmou

확보하며 더 큰 선박을 접안할 수도 있는 등 부두활용도가 커진다.

위 표를 그림으로 표시하면 [Fig. 5.7]와 같으며, 설계기준보다 확장사용으로 인하여 길이가 부족한 HD4와 HD5 부두의 길이 보충과 정상적인 선간거리 확보 방안이다. [Fig. 5.8]은 선박이 HD3+HD4에 걸쳐서 우현접안을 하는 경우 길이 360m의 40만톤급 ULOC 선박과 길이 330m의 VLOC 선박의 동시접안도 선간안전거리를 확보할 수 있음을 보여주는 사례이다.

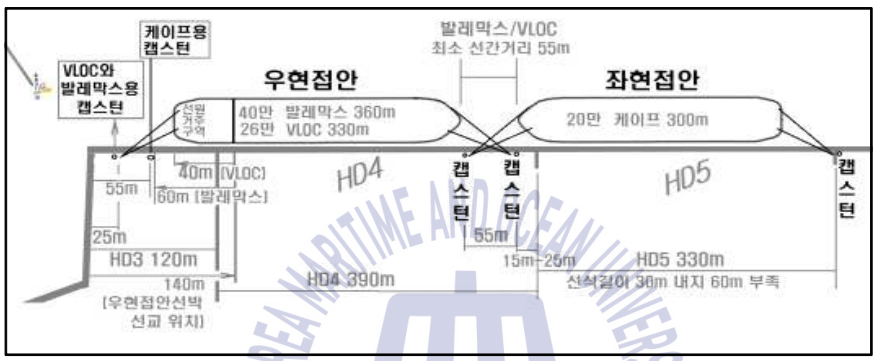


Fig. 5.7 Displacement of maximum use of HD4 and HD5

차제에 HD4 선석은 3부두를 같이 사용하는 우현접안의 부두운영 규정을 마련하여 현대제철 B지구 모든 부두(제4부두~7부두)의 선간 안전거리 부족 문제를 해결할 수도 있다.

Fig. 5.8 Starboard alongside at HD3+HD4

(2) 거대형 선박의 180도 선회 후 좌현 접안

통상적인 선박은 좌현대 좌현의 항법에 맞도록 우회전 프로펠러[99]를 장

99) 선미에서 볼 때 전진 중에 오른쪽으로 회전하는 프로펠러를 말한다. 마주치는 선박간의 충돌과 같은 긴급 상황시 강한 후진기관을 사용하면 우선회-감속하게 되므로 좌현대 좌

Collection @ kmou

착하고 있으며, 후진기관을 사용할 때는 배수류의 측압작용에 의하여 선미가 좌편향左偏向되고 그 반작용으로 선수가 우회두 된다. 거대형 선박의 180도 선회 후 좌현접안 장점은 선회 중 선체의 넓은 측면에 받는 수저항으로 인하여 급감속이 쉽다는 것이며 어떠한 상황이던 위험이 발생할 경우 강한 후진기관을 자유롭게 사용할 수 있는 것이다. 즉, 좌현 접안을 위해 부두 접근 중 선속을 줄이고자 강한 후진기관을 사용하면 배수류 측압작용에 의한 회두 방향과 우선회가 일치하여 선회경이 더 짧아지고 선체가 부두로부터 멀어지므로 부두와의 충돌위험이 적어진다.

특히 현대제철 부두는 부두도착 직전의 횡조류가 흐르는 항로의 좁은 목에서 압류를 피하고 조종성을 유지하기 위하여 전진기관을 사용하며 상당한 속력으로 통과하므로 180도 선회접안이 잔여타력(속력)을 자연스럽게 급감하여 속력의 조정이 쉽고 시간이 단축된다. 쉬운 것은 안전한 것이다. 선회장의 수역여건에 따라 필요한 조치와 주의사항을 분석하면 다음과 같다.

① 선회장의 직경 4L 이상

케이프급 광탄선은 선회장 직경이 선체 길이의 4배(4L, 약 1,200m) 이상인 경우에는 6~7노트 이상의 속력으로 입항중에 전진기관을 유지한 채 프로펠러의 가속수류를 이용하여 큰 타각으로 자력선회가 가능하다.

주의할 사항은 기관을 정지하고 큰 타각만으로 선회하면 오히려 선회경이 증가하고 감속효과도 적어지며, 전진기관의 가속수류를 이용하여 타압을 증가시키는 것이 감속과 선회권을 줄이는 데 효과적이다. 선회장의 여유 여부에 불구하고 항상 예외적인 사정에 대한 안전조치로서 회두하는 우현右舷측 앵커의 비상투묘준비를 하여야 한다. 기관고장이나 여유수심 부족으로 선회경의 증가가 발생할 수도 있기 때문이다.

현으로 비껴갈 수 있어서 항법과 맞는 프로펠러의 선회방향이다.

Collection @ kmou

② 선회장의 직경 3L 이상

케이프급 광탄선의 선회장 직경이 3L(약 900m) 정도일 때에는, 후진기관과 전진기관을 반복하여 사용[100]하지 않는 이상 자력선회하기는 어렵다. 예선의 보조로 선회경을 단축하여야 하며 기관의 시동불량이나 고장에 대비하여 정선미의 감속예선이 필요하다. 예삭의 파단과 같은 예외적인 위험에 대비하여 회두현쪽(접안 반대현쪽)의 앵커, 즉, 우회두하는 경우 우현앵커의 비상투묘를 준비하여야 한다.

③ 선회시간 단축과 선회경 축소

(약30분 이내의) 일시적으로 항로를 차단하고 부두앞 항로에서 사전 감속없이 180도 선회하여 접안하는 케이프급 선박은, [Fig. 5.9]처럼 타와 기관 및 예선을 효과적으로 사용하여 선회경과 선회시간을 단축시키면 항로 차단시간을 최소한으로 단축할 수 있다.

KOREA MARITIME AND OCEAN UNIVERSITY
한국해양대학교 1945

100) 중소형 선박은 선회권을 줄이기 위하여 전후진 기관을 반복하여 사용할 수가 있으나, 동작이 둔중한 거대형 선박은 그러한 조종이 쉽지 않고 심리적 압박감으로 안정적인 판단이 어려울 수 있으며, 소요되는 시간만큼 조류를 따라 압류되어 선회중에 위험한 압류가 발생할 우려가 크다.

Collection @ kmou

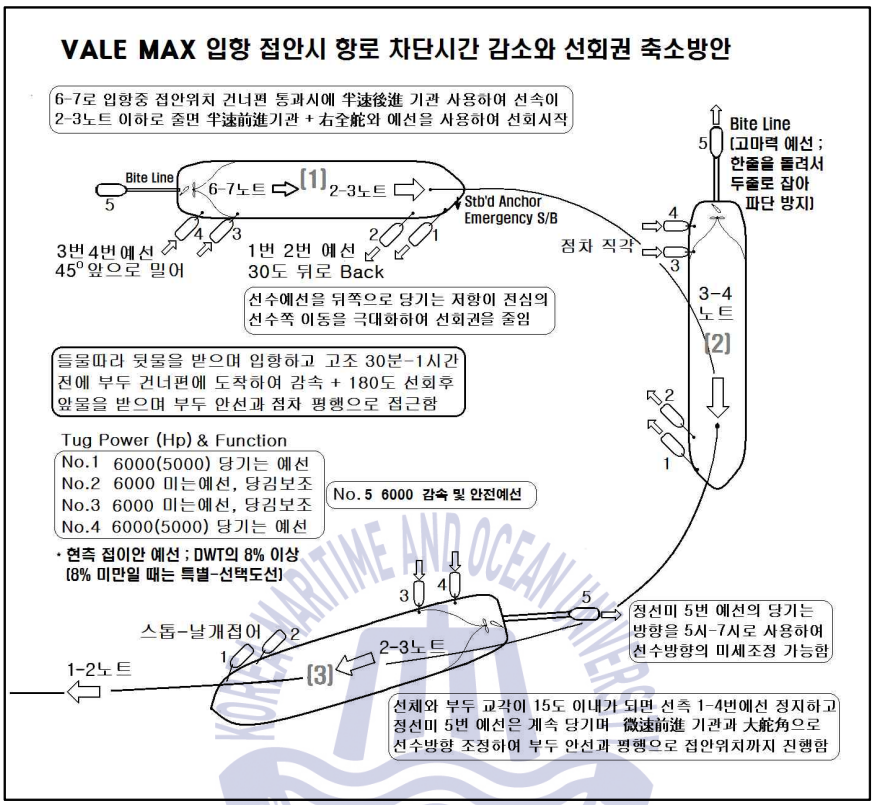


Fig. 5.9 Reducing of turning circle while 180 Degree turn

④ ULOC급 선박의 180도 선회범위

길이 360m의 DWT 30만~40만 톤급 ULOC 선박은 예선이 보조를 하는 경우라도 180도 선회하기 위해서는 (선체가 쓸고 지나가는) Swept path 직경만 3L(약 1,100m)이 필요하며 선회외측인 항로의 경계선까지 안전거리 L/2과 선회내측의 현대제철 부두 또는 접안된 다른 선박까지 안전거리 L을 포함하면 최소한 4.5L+@, 약 1,600m의 선회수역[101]이 필요하다. SDWT의

101) 선회중 선수가 부두를 향할 때 선수로부터 정면에 보이는 부두 또는 다른 접안중인 선박까지 L/2의 여유가 있으면 선회는 가능하지만, 선수앞쪽의 맹목구간과 겹쳐보이므로 도선사나 선장의 심리적 안정감을 유지하기 어려울 만큼 가깝게 보이며 선회중 선수에서 부두까지의 CPA는 선체 길이 이상이 좋다. 즉 심리적 안정을 포함하는 선회수역의 직경은 4.5L 약 1600m이다.

Collection @ kmou

7%에 불과한 선측의 접이안 예선(DWT의 10%를 예선의 마력으로 하는 일반적인 예선사용 규정보다 30%가 적은 예선의 마력)과 선미 감속예선의 보조를 전제로 하더라도 입항속력을 줄이지 않고 현재의 항로수역에서 바로 180도 선회를 하는 경우 선회장 부족으로 선회중에 부두나 다른 접안 선박과의 근접 또는 충돌위험이 있다.

⑤ 발레막스급 선박의 선회경 추가단축

대형 선박일수록 기동타력[102]은 더 커진다. 정지중인 선박이 대타각과 프로펠러의 가속수류를 적극적으로 이용하여 선회를 시작하면 타효는 즉각 나타나는 반면 속력의 증가는 매우 느리게 나타나는 특성을 이용하면 선회경이 40% 정도 단축되는 것을 발레막스급 선박의 선회경의 추가축소에 이용하면 효과적이다.

[Fig. 5.9]의 GICOMS data를 분석한 그림은 선체길이 360m급의 ULOC급 Vale Max 선박의 실제 조종항적으로 부두앞에 도착하여, 바로 180도 선회를 먼저 시작하여 회두 타성을 붙인 직후에 강한 후진기관을 사용하여 선회경 축소조치를 한 것이다. 후진기관으로 선회경 축소조치를 하지 않으면 그림의 붉은 색 원을 따라 진행하여 부두와 충돌함을 분석한 것이다. 후진기관의 시동실패나 선회경의 증가 및 예삭파열 등 예외적인 사정들에 대비하여 미리 우현앵커의 비상투묘 준비와 같은 대응책(Contingency plan)을 마련하여야 한다.

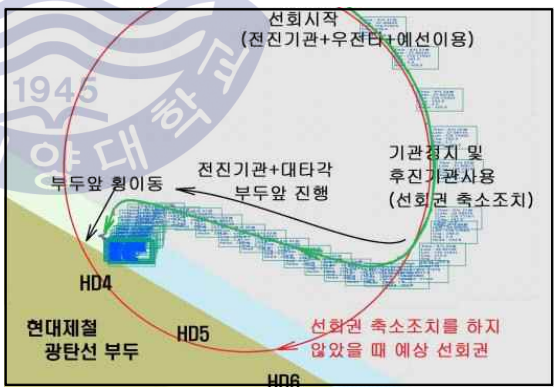


Fig. 5.10 Analysis of turning circle (DW 400,000, GICOMS data)

102) 정지상태에서 기관을 사용하여 선속이 증가하는데 필요한 힘

Collection @ kmou

4) 180도 선회중 기관정지의 위험성

선회전 미리 감속을 하지 않은 선박이 선회중 감속을 위하여 기관을 정지하거나 수역의 부족을 감지하고 후진기관을 사용하는 경우 다음과 같은 위험이 있음을 감안하여야 한다.

(1) 선회경의 증가

기관이 정지되면 프로펠러의 가속수류가 없으므로「전진기관+대타각」에 의한 선미의 선회편각이 줄고 선회우력도 작아져서 오히려 선회경이 더 커지고 선회시간이 증가하는 만큼 외력의 영향이 커진다.

(2) 기관의 시동불량과 시동공기압 부족

기관은 시동횟수에 비례하여 공기압 부족을 물론 시동지연이나 고장이 발생할 개연성이 크다. 교량통항이나 방파제[103]의 통항 등 자력조종성의 유지가 필요한 민감한 위치에서는 가급적 기관의 정지나 잦은 시동을 자제하고 (극)미속 전진기관을 유지하며 프로펠러의 가속수류를 유지하는 것이 기관을 단속적으로 사용하는 것보다 안전하다. 특히 거대형선박이 부두앞에서 180도 선회중 기관의 시동불량이 발생하는 경우 예선으로 감속이나 정지를 하는 것은 사실상 어렵고 대응시간만 지체할 우려가 크다. 예선만으로 선체의 진행방향을 바꾸는 시도가 어렵다는 판단이 들면 과감하게 앵커의 주묘저항을 같이 이용하며, 회두와 급감속을 보조하는 기회를 놓치지 않아야 한다.

5) 대형선박의 부두접근

103) 인천갑문 앞 방파제 또는 영국 리버풀의 운하입구 부산 감천항 방파제 등 방파제 밖은 방파제를 따라 흐르는 수류가 존재할 가능성이 많다. 속력을 줄여 방파제 안으로 진입하는 과정에서 조류가 없는 방파제 사이를 선수가 통과하는 순간 전심으로부터 먼 선미가 방파제 밖의 수류에 의해 압류되면서 갑자기 회두가 발생할 수가 있다. 방파제 밖으로 나갈 때는 증속중이어서 타압이 크고 전심에 가까운 선수에 조류가 작용하므로 문제가 되지 않는다

Collection @ kmou

(1) 접근중 선체와 부두 및 수류와의 교각

잔교부두棧橋埠頭, Piled wharf는 하부에 수류가 유통하므로 부두와 수류가 평행하지 않을 수 있는 반면 안벽부두岸壁埠頭는 조류潮流가 부두와 평행하므로 선박이 접근할 때 부두에 평행하면 수류와도 평행하여 수류에 의한 횡압류橫壓流가 발생하지 않는다. 흘수가 큰 선박을 선수미 예선으로 같이 밀거나 당겨서 횡이동을 하고자 할 때 흘수만큼 횡이동에 대한 수저항도 대단하다. 파나막스급 이상 대형 선박이 선수로부터 2~3노트 정도의 상당한 수류를 받으며 Head-in 자세로 접근할 때 발생하는 횡압류를 예선으로 당겨서 제어하기는 쉽지 않으며 케이프급 이상 거대형 선박의 횡압류는 예선으로 당겨서 저항하기 어려운 것을 전제로 부두 접안 계획을 세워야 한다.

거대형 심흘수 선박의 접안조종 핵심은 선체의 넓은 측면에 받는 수류의 압류를 이용하여 부두에 접근하거나 접근을 억제하는 것이며, 예선의 사용의 핵심은 선체를 직접 부두로 밀어 붙이거나 과도한 횡압류를 직접 억제하는 것보다 선체의 방향을 조정하여 수류를 받는 현측을 바꾸며 수류에 의한 직압력直壓力의 횡분력을 이용하도록 하는 것이다.

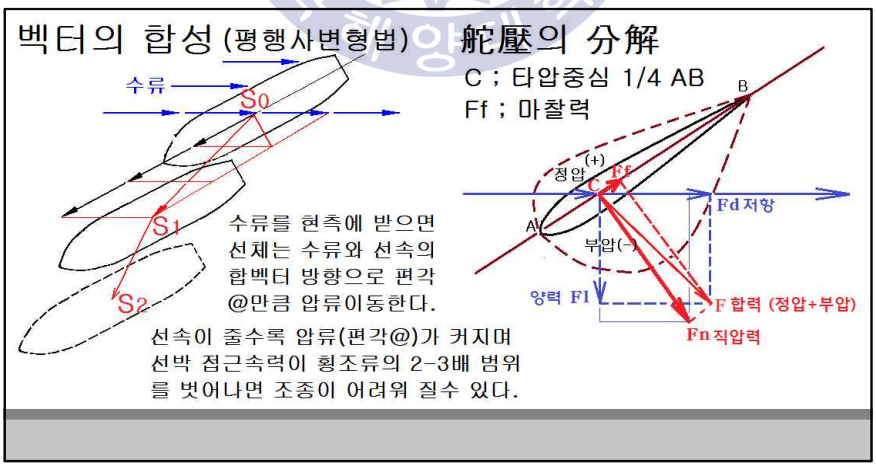


Fig. 5.11 Analysis of current pressure on hull & rudder

dCollection @ kmou

기본적으로는 부두에서 먼 거리에서는 [Fig. 5.11]과 같이 Head-in 자세로 횡압류를 크게 하여 신속하게 접근하는 것이며 다른 계류선박을 지날 때나 부두와 가까워질수록 선체를 부두(조류)와 평행으로 유지하며 조류에 의한 횡압류를 줄이거나 억제하며 부두에 안착하는 것이다.

(2) 부두앞 3B에 평행으로 정지후 횡이동

안벽부두를 향하여 선수에 수류(조류)를 받으며 접근하는 대형선은 부두앞 3B까지 접근하는 동안은 선체를 수류에 대하여 Head-in으로 (30° ⇨20° ⇨10°)을 유지하며, 선체에 발생하는 직압력의 횡분력(양력, Fig. 5.11 타압의 분해 참조)을 이용하여 횡이동을 한다. 그러나 이러한 횡이동이 과대할 때 예선으로 직접 당겨서 억제하는 것은 어려우며 선체의 방향을 수류와 평행하도록 조정하여 횡이동 저항으로 속력을 줄여야 한다.

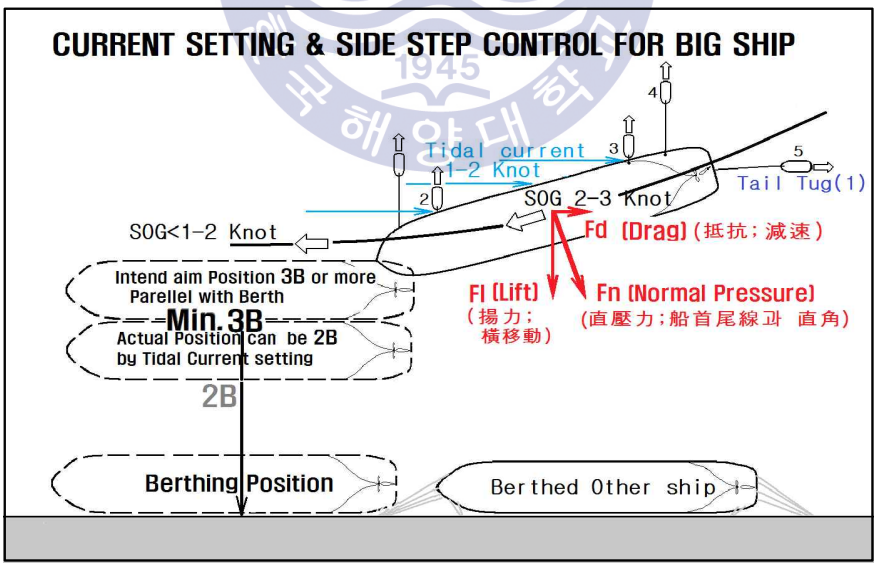


Fig. 5.12 Aim of big ship to approach wharf

Collection @ kmou

케이프급 거대형 선박이 선수에 수류를 받으며 부두에 접근하는 과정에서 [Fig. 5.12]의 그림처럼 부두 앞 3B 이상의 거리에 정지를 목표로 접근하며, 이웃부두에 접안된 선박을 지날 때도 2B 이상 거리를 유지하여야 한다. 만일 수류에 의한 횡압류가 강할 때 선체가 부두나 수류와 평행한 자세가 아니면 예선으로 당겨서 횡압류를 제어하기 어렵고 위험한 것을 미리 감안하여야 한다.

(3) 돌핀부두 수류와 안벽부두 수류의 비교

수류가 유통할 수 없는 안벽부두는 수류가 부두와 평행하게 흐르는 구조이므로 접근중에 선박을 부두에 평행하게 유지하면 수류와도 평행하게 되어 횡압류가 없는 반면, 하부에 수류가 유통하는 돌핀부두나 잔교부두는 수류와 부두안벽의 방향이 다를 수가 있다.[104] 즉, 돌핀부두나 잔교부두는 선박이 접안하는 안벽방향보다는 부두가 있는 수역의 해안선의 방향을 따라서 수류가 흐르는 특징이 우세하다.

그러한 잔교부두에 접근하는 선박은 부두직전까지의 접근과정에서「부두와 평행」이 아니라 해안선의 형상을 따라 흐르는「수류와 평행」한 자세를 유지하여야 선체에 미치는 횡압류의 영향을 줄일 수 있다. 다만 수류를 시각적으로 볼 수는 없으므로 부근 육안의 형상과 해당부두를 사용한 누적경험을 참작하여 수류를 가정하는 만큼 일정부분 오차가 불가피하다. 잔교부두는 안벽방향이 수류와 평행하도록 부두를 건설해야 하지만 잘못 건설된 부두를 뜯어서 다시 조정할 수는 없는 것이므로, 대형선박의 접이안은 수류가 멈추는 정조시로 제한하거나 정조이외의 시간에는 예선의 척수와 마력을 증원하여 안전조치를 하여야 한다.

---

104) 인천항의 월미도 LG부두, 평택항의 원정리 KHO와 SK부두가 그러하며, 선박이 접안하는 안벽은 돌제에 직각이라는 고정관념에서 비롯된 불량한 설계지만 일단 건설된 후에는 극히 짧은 정조시에 제한적으로만 사용하거나 예선의 척수와 마력을 증원하여 위험이나 어려움을 감수하며 사용하는 수밖에 없다. 근래에는 해상교통안전진단이 법제화되어 사전에 그러한 오류를 검토하여 부두 건설을 허가하고 있다.

Collection @ kmou

(4) 회두와 횡이동의 비교 및 횡이동의 제어

[Table 5.6]의 Index는 선체의 측면에 작용하는 수류 직압력의 횡분력을 이용한 이동과 원근법을 감안한 자세조정을 포함하여 판단한 것이다. 선체의 회두는 부두로부터의 거리에 관계없이 선체의 배경이 회전하며 민감하게 비교되므로 쉽게 보이는 반면, 횡이동은 부두로부터의 거리가 선폭(B) 이상에서는 잘 느끼지 못하는 것에 주의하여야 한다. 무거운 만큼 거대한 타성을 가지는 광탄선은 한번 이동타성이 붙으면 횡이동 타성이라도 쉽게 줄어들지 않는다.

특히, 화물의 비중이 가벼워 흘수가 크지 않은 LNG선박에 비하여 [Table 5.6]의 Index와 같이 흘수가 큰 광탄선의 경우 횡이동 속력을 제어하는 것이 쉽지 않다. 20만 Cu.M급 LNG 운반선박의 중물접안이나 광탄선박의 중물 접안은 이러한 횡이동 가능범위와 억제의 어려움을 감안하여 접안조종계획을 마련하여야 한다.

Table 5.6 Side step control with tugs for big ship

Vessel, CuM or SDWT (Draft)	Tug power	Current 1Knot	Current 2Knot
Panamax 8만 (12~15m)	DWT의 10%	횡이동 가능	횡압류 억제 가능
LNG 10만M^3급 (11~12m)	DWT의 20%	횡이동 가능	횡압류 억제 가능
LNG 20만M^3급 (13~14m)	DWT의 20%	횡압류 억제 가능	**횡압류 억제 어려움**
Cape 18만 (18~18.5m)	DWT의 10%	횡압류 억제 가능	**횡압류 억제 어려움**
VLOC 26만 (18~19m)	DWT의 8.5%	**횡압류 억제 어려움**	횡압류 억제 불가
ULOC 30만 이상 Vale (18~19m)	DWT의 7.5%	횡압류 억제 불가	횡압류 억제 불가 (위험)

Collection @ kmou

(5) 선수미 예선 2척을 동시 사용하는 방안

화물을 만재한 광탄선은 건현乾舷이 낮아서 예삭의 앙각에 의한 힘의 감쇄가 적으므로 접안작업을 할 때 모든 예선을 미는 예선처럼 줄을 짧게 잡고 2척씩 동시에 밀거나 당기며 접안 작업을 하는 것도 효과적이다. 두 척의 예선이 밀다가 예삭을 풀어 물러나지 않고 바로 당기더라도 한척이 줄을 길게 늘이고 당기는 힘의 1.5배 이상 가능하므로 당기는 어려움도 오히려 적은 편이다.

6) 접이안 예선의 마력과 척수 제한 및 감속안전예선

(1) 접이안 예선의 마력기준

선박의 접이안 예선마력을「DWT의 10%를 예선의 마력」으로 하는 기준은 오랜 경험상 축적된 국제적 관행이며, 선회장의 면적이나 조종구간의 여건 또는 선저여유수심이 부족할 때는 접이안 예선의 마력을 증원하거나 정선미 감속-안전예선 등 추가의 안전조치를 하여야 한다. 또한 거대형 광탄선박이 우현접안을 할 경우는 후진기관을 사용할 때 발생하는 선미 좌편향을 억제하기 위하여 선미 좌현의 미는 예선은 다른 예선보다 30% 이상 큰 출력의 예선을 사용함이 바람직하다. [Fig. 5.13]참조

(2) 감속 안전예선 (Tail Tug)

횡조류가 존재하는 항로의 좁은 목에서 선속의 증가를 억제하며 전진기관의 가속수류에 의한 조종성 유지방안 및 선회장이 부족한 선박의 180도 선회접안이나, 교량의 설계기준을 초과하는 선박이 교량하부의 항로를 통항하고자 하는 경우에는, 정선미의 감속안전예선을 사용하여 선속의 증가를 억제하고 선회장의 부족이나 기관의 시동불량 및 고장에 대비하여야 한다. 다국적 불특정 선박의 비용절감을 이유로 국가적 기간시설인 항만과 부두의 손궤위험이나 교량과 인명의 위험을 감수할 이유가 없기 때문이다.

Collection @ kmou

정선미에 잡는 감속 안전예선은 일정한 거리(5~6노트 선박을 2L 이내)에서 정지시키는데 필요한 예선의 마력을 2척으로 나누어 사용하는 것보다 예선간의 상호간섭과 언밸런스를 피하기 위하여 큰 마력 예선 1척을 사용하는 것이 효과적이다.

(3) 항행보조예선 (Escort Tug)

흘수(18m)와 선저여유수심(구간별로 1.8m~2.7m)이 항로의 계획수심(DL-18m)과 실제수심(DL-17m)을 초과하는 광탄선박은 입파도~부두 앞 구간의 설정항로에 일단 진입하면, 기관의 고장이나 선석 교대하는 출항선박의 지연 등 예외적인 사정이 발생하는 경우에도 좁은 항로상에서 돌려서 회항을 하는 것은 어렵다. 지정항로에 진입한 이후에 항행의 중단이 불가피하면 조위가 낮아지는 경우를 대비하여 저조시에도 좌초위험이 없는 도리도와 아산만 제28호 등부표 사이의 항로에 항행보조 예선의 지원을 받아 항로 밖으로 회두 없이 감속하고 투묘 대기하여야 한다. 또한 투묘를 한 이후에는 항행보조 예선을 선미에 잡고 선체가 항로 밖으로 나가거나 항로를 횡으로 막는 것을 방지하여 다른 선박의 통항이 가능하도록 하여야 한다.

Collection @ kmou

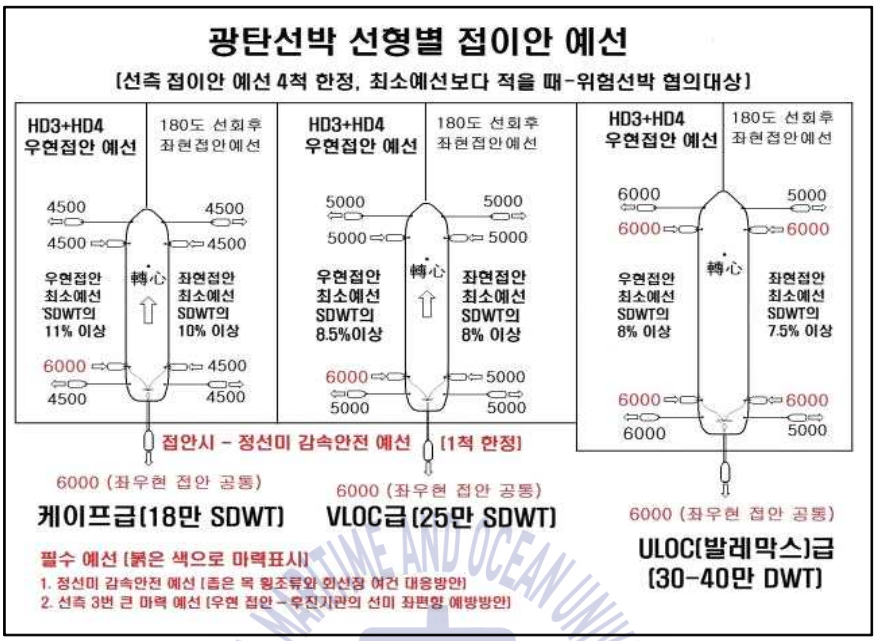


Fig. 5.13 Tug arrangement for Ore carriers at Hyundai Steel.

(4) Tail Tug와 Escort Tug의 마력

교량의 설계기준 초과선박의 교량통항, 증속gather-way을 억제하며 기관 사용으로 발생하는 가속수류로써 조종성의 유지 및 항로를 일시 차단하고 신속하게 180도 선회를 한 후 접안하는 선박 등은 정선미의 감속-안전예선이 필요하며, 예선의 마력은 조종이 가능한 최저속력으로 항행하던 선박을 2L～4L 이내의 거리에서 정지시킬 수 있는 정도의 마력이 바람직하다.

배수량 35만톤의 ULOC급 선박이 1,000m 이내의 거리[105]에서 정지하기 위한 예선의 마력은 다음과 같이 산출한다.

105) 현대제철 부두 건너편 녹등 쪽 항로의 경계로부터 현대철 부두까지의 거리는 1,450m 이다. 실행상 심리적으로 안정이 되는 사용범위는 녹등쪽 항로의 경계선으로부터 선체의 시각적 길이인 0.8L (240m)과 현대제철 부두로부터 0.8L(240m)를 제외한 820m(4.5 Cable, 2.2L) 거리에서 선회하는 것이므로 선수와 선미 예선을 적극적으로 선회에 보조하여야 한다.

Collection @ kmou

$$F = \frac{Wv^2}{2gs}(\text{톤}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (\text{식 } 5.2)$$

$$F = \frac{350{,}000 \times 3.09^2}{2 \times 9.8 \times 1000} = 170.50(\text{톤}),$$

$$\frac{170.5}{1.6} \times 100 = 10{,}656(\text{마력})\ \text{NCO}$$

다만 MCO(Max Continuous Output)의 90%가 NCONormal Continuous Output이며 현실적으로 Bollard pull test 등 특별한 경우가 아니면 NCO까지도 출력을 다 올리지 않는 것을 감안하여 선미 측면의 예선을 같이 뒤로 당기는 등의 보조동작과 앵커의 Emergency S/B가 필요하며,, 멈추는 것이 여의치 않으면 선체의 방향을 돌려서 잔여타력을 지닌 채 교량이나 부두 또는 다른 선박과의 충돌위험을 지나치는 조치를 고려하여야 한다.

5.2. 예선사용 개선방안

수송하는 선박이 클수록 톤당 운임과 선박의 운항비용이 절감되므로 대형선박의 경쟁력이 더 큰 만큼 선박의 대형화 추세는 계속되고 있다. 반면 대형 선박일수록 조종성이 둔중하여 혼잡한 항만에서 선박조종이 더 어렵고 위험이 커지므로, 그러한 어려움과 위험을 보완하는 큰 마력의 예선사용이 필수적이다.

더구나 유류비용 절감 등 경제적인 이유로 인하여 선박의 프로펠러 직경을 줄이는(Propeller cropping)[106] 추세여서 선박의 조향성과 기동성이 줄게 되고, 후진기관에 의한 정지거리가 늘어나는 등 소위 「기준미달선박」이

106) 프로펠러의 직경을 일정량 줄이면 기동타력(가속성)이 줄어서 후진기관 사용시 정지거리가 길어지고 증속도 천천히 되지만, 선박은 프로펠러의 피치대로 진행하므로 풍랑이 없는 날은 선속이 프로펠러의 직경을 줄이기 전과 같고 연료는 절감되는 것을 필자가 경험(시험)하였다.

dCollection @ kmou

많아 졌으므로, 부두로부터 1~3마일 전부터 미리 예선이 동행하며 예삭을 잡고 부두에 접근함이 바람직하며, 정지거리의 증가나 기관의 시동불량 등 조종 장애나 위험이 발생했을 때 선박의 안전을 확보하여야 한다.

Fig. 5.14 3-Kinds of 4 tugs which assisting large tanker

이제 예선은 부두 접이안 작업뿐만 아니라, 부족한 접이안 조종수역에서 선박의 감속과 회두보조 및 기관고장시 선박의 긴급피난 등, 항내 조종에서 선박의 조종성을 보완하고 안전을 확보하기 위한 필수사항이 되었다.

예컨대 낮에는 관광을 하고 승객이 잠자는 시간에는 이동을 하는 운항 특성의 크루즈 여객선은, 적절한 예선이 없는 항만이라도 관광지로부터 가까운 항만을 이용해야 하므로, 가성비를 불문하고 예선과 유사한 ASD 방식의 추진기([Fig. 5.16] 참조)를 장착하여 자력 조종성을 보완하는 것에서 알수 있는 것처럼, 항만에서 예선과 상선의 접이안 안전은 밀접한 상관관계를 가지고 있다.

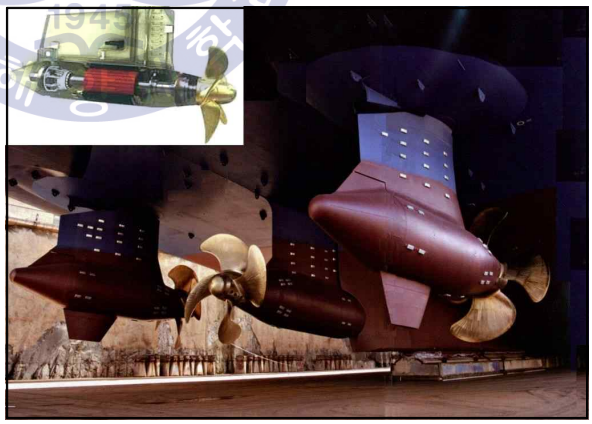


Fig. 5.16 Azimuth propeller (Sea safety ship No.27 2016)

Collection @ kmou

예선의 변천을 살펴보면, VST 등 재래식 예선은 특징과 용도에 따라 각기 밀거나 당기는 자세를 달리했으나, (Fig. 5.14 및 Fig. 5.15 참조, Tug use in port, Capt. Henk Hensen) 최근의 ASD 예선은 [Fig. 5.17]처럼 일관되게 예삭을 예선의 선수에 잡고 본선을 정면으로 보면서 지원하므로 예선조종이 직감적이며, 본선의 선수미 방향을 기준으로 직각 또는 15도~45도 앞뒤로 밀거나 당기는 등 예선의 자세변화를 쉽고 다양하게 할 수 있게 되었다.

본 기술은 수역여건과 부두특성별로 접이안 조종안전을 위한 예선의 척수와 적정마력 및 예선 사용방법의 현장경험을 정리하여 선박조종에 도움이 되고자 한다. 다만 「Azimuth propeller[107] 타입」의 예선만을 대상으로 하며 VST 등 재래식 예선은 제외한다.

5.2.1 예선의 마력과 척수

선박의 접안을 보조하는 예선의 척수와 마력은 기본적으로 선박이 부두와 평행으로 15cm/sec 이내의 속력으로 접안(접촉)하도록 조정할 수 있는 정도에 추가하여 선박과 부두의 특징 및 당시의 기상과 조류를 감안하는 예비마력이 확보되어야 한다. 선박과 부두의 특징이라 함은 풍압면적이 큰 선박[108], 위험물 운반선박이나 부두 설계기준 초과선박과 거대형 선박

---

107) Azimuth propellers : 전방위 추진기, 선미에 2조의 360° 회전하는 추진기로 어느 방향이나 추력을 낼 수 있는 추진기, 최근의 대부분 예선이 채용하고 있으며 [Fig. 5.16]처럼 대형 크루즈 여객선에도 채용하여 자력 조종성을 향상시키고 있다. 프로펠러는 FPP 또는 CPP 어느 것이나 채용할 수 있으며 각기 장단점이 있다. 동력 전달축과 프로펠러의 형상대로 이름을 붙여 Z-peller, Rex-peller 또는 Brand name대로 Aqua-master 라고도 하며 Tube로 둘러싼 Azimuth Propeller는 Duct-peller라고 한다.

ASD Tug : Azimuth Stern-Drive 예선, 선미에 2조의 360도 전방위로 회전하는 추진기를 장착한 예선, 두 추진기의 Torque를 이용하여 횡이동 추종이 가능하다.

VST : Voith Schneider 추진기를 장착한 예선, 회전원판 아래 붙은 여러 조의 수직 날개판 각도를 회전하는 위치에 따라 조절하여 추진력을 내는 장치

CPP tug : Changeable pitch propeller, 가변可變 피치 프로펠러

FPP tug : Fixed pitch propeller, 고정固定 피치 프로펠러

Collection @ kmou

및 잔교 하부에 흐르는 수류가 부두와 방향이 다른 돌핀부두 등을 별도로 감안해야 함을 의미하며 안전여유를 포함하여 부두 접촉속도를 10cm/sec 이내로 조종할 수 있도록 예선의 마력을 추가 확보하는 것이 합리적이다.

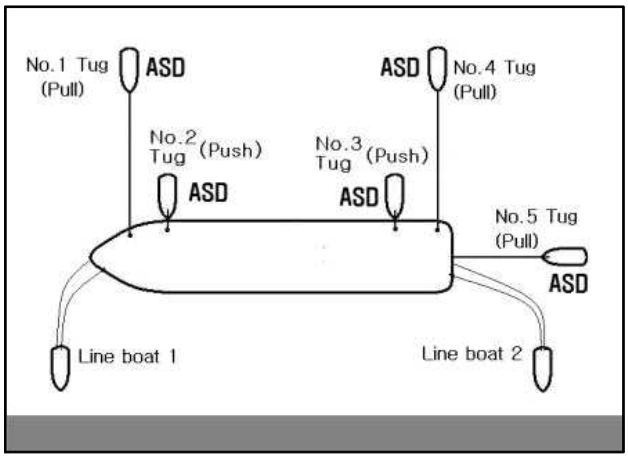


Fig. 5.17 Disposition of ASD tugs

예선의 척수와 마력이 Thruster 등 본선의 접이안 장비와 조종성능에 따라 달라질 수도 있으나, 예선에 관련된 기준을 정할 때는 기본적으로 선박의 크기와 무게에 추가하여 적재화물의 위험성 및 갑문이나 돌핀부두의 특성과 같은 환경여건을 고려해야 하며, 당시의 「조류와 기상」「선저 여유수심」및「부두와 교량보호공의 설계기준 초과여부」를 참작하여 사용 예선의 척수와 마력을 준비하여야 한다.

선사는 비용절감을 위하여 가급적 예선사용을 줄이고자 하지만, 그러한 욕심[109]은 항만과 선박에 위해가 되고 결과적으로 비용증가의 원인이 되므로 적정예선의 객관적 범위를 관계자가 미리 협의하고 규정화하여 논쟁을 줄이고 이용자의 저항감을 완화하여야 한다.

1) 통상예선 (SDWT의 10%를 예선의 마력으로 하는 선박)

조종수역의 넓이와 선저여유수심이 충분할 때 일반 화물선의 접이안 예

108) 여객선, 자동차 운반선, 컨테이너 전용선 및 Moss 타입 LNG 운반선 등

109) 국제협약「Load line 1960」이 제정된 것은 구미 각국 선주들의 잦은 화물과적으로 부두에서 화물을 적재하는 도중에 침몰하는 선박이 많아진 것이 그 유래이며 인명과 선박 및 항만을 보호하기 위하여 만재흘수규정을 협의하고 항만당국이 단속을 시작하였다.

Collection @ kmou

선은「선박 DWT(SDWT)[110]의 10%를 예선의 마력」으로 하는 것이 오랜 경험에 의하여 축적된 국제적인 통례이며, ([Table 5.7] 平澤·唐津港 曳船使用 基準 참조) 선박과 화물의 종류, 수역과 부두 여건, 당시 조위潮位에서의 선저 여유수심[111] 및 조류의 속도와 기상 등에 따라 예선의 척수와 마력을 추가하여야 한다.

110) SDWT를 기준으로 함이 원칙이다. 선박의 접안속도를 조정하는 예선이므로 선박의 무게에 비례하지만 반대로 화물을 적게 실어 DWT가 줄면 풍압면적이 커지는 만큼 외력의 영향이 커지는 것을 감안해야 하기 때문이다. 버스에 두세 사람만 탔다고 해서 택시의 기준을 적용할 수 없는 것과 같다.

111) 심흘수 대형선박은 선저 여유수심이 흘수의 절반이하부터 선회경이 증가하고 후진기관에 의한 정지거리가 늘어나며, 흘수의 1/4 이하에서는 (흘수 18m인 선박의 여유수심이 4.5m 이하에서는) 선회경과 정지거리가 2배까지 증가할 수 있음을 감안하여 예선의 기준을 마련하여야 한다.

Collection @ kmou

Table 5.7 Criteria of tug use in Pyeongtaek·Dangjin port

이접안 선박 총톤수 (G/T)	예선사용기준		
	사용마력급	사용척수 (척)	비고
3,000 미만	1,000 마력급	1	
3,000 이상 5,000 미만	1,000 마력급	2	
5,000 이상 10,000 미만	1,000 마력급 2,000 마력급	1 1	
10,000 이상 20,000 미만	2,000 마력급	2	
20,000 이상 30,000 미만	3,000 마력급	2	
30,000 이상 50,000 미만	3,000 마력급 4,000 마력급	1 1	
50,000 이상 70,000 미만	3,000 마력급 4,000 마력급	2 1	
70,000 이상 100,000 미만	4,000 마력급	4	
100,000 이상 135,000 미만	5,000 마력급	4	
135,000 이상	5,000 마력급 (항내 최고마력)	4	
예선의 마력구분 ○ 1,000마력급 ; 1,000~1,999마력 ○ 2,000마력급 ; 2000~2,999마력 ○ 3,000마력급 ; 30,00~3,999마력 ○ 4,000마력급 ; 4000~4,999마력 ○ 5,000마력급 ; 5,000마력 이상			
1. 기준(지정)예선 부족시 기준에 가장 근접한 예선을 사용 2. LNG/LPG/광탄선박을 지원하는 예선은 별도로 정한바에 따름 3. 여객선, 컨테이너선, 자동차선, 위험물 적재선박 (부두/교량 기준 초과선박) 등은 기상과 조류상황 등을 감안하여 선장 또는 도선사가 추가증선 및 보조 예선 등 작업예선의 증선을 할 수 있음			

2) 「DWT(SDWT) 12~15%를 예선의 마력」으로 하는 선박

선박의 크기에 비하여 무게가 무거운 액체화물 운반선이나 광탄선박,

Collection @ kmou

풍압면적이 큰「여객선, 자동차 운반선, 컨테이너 전용선」또는「부두나 교량의 설계기준을 초과하는 선박」은 접안인지 이안인지를 구분하여 예선마력을 [Table 26]와 같이 「DWT(SDWT)의 12～15%」로 조정하여야 한다. 또한 횡조류Cross current를 받을 가능성이 있는 돌핀부두와 파나막스 이상 선박의 중물접안[112]은 DWT의 10%를 예선의 마력으로 하는「통상의 예선」으로는 수류에 의한 선박의 압류를 감당하지 못할 수도 있다.

이외에도 부두 설계기준을 초과하는 선박은 부두와 접현接舷(接觸)하는 속도를 설계기준(15cm/sec)보다 천천히 접근하기 위하여 통상보다 큰 예선을 사용하여야 하며, 교량의 통항기준(충돌 방지공의 능력)보다 큰 선박의 교량통항은 접이안 예선의 동행에 추가하여 정선미에 감속예선[113]을 잡고(증속을 억제하며) 극미속 전진기관을 사용하여 프로펠러의 가속수류로써 자력 조종성을 유지하며 교량을 통항하는 안전조치를 하여야 한다. 경제활동을 함에 있어 선의의 제3자 피해가 없어야 하며 불특정 다수의 안전을 침해하지 않는 것이 원칙인바, 「萬一」처럼 수치상 극히 낮은 사고율이라도 「사고의 기회비용」[114]이 사용예선의 비용보다 크다면 안전조치를 하는 것이 당연하고 합리적이다.

3) Jetty형 잔교부두와 안벽식 부두의 중물접안

안벽 부두는 부두부근의 수류와 안벽의 방향이 대체로 일치하지만 부두상판을 각주脚柱파일로 지지하는 잔교식 안벽(현장에서는 흔히「돌핀부두」라고

112) 조석류가 강한 서해안 항구에서 파나막스급 이상 대형선박의 접안은 조류의 흐름이 약한 정조시를 원칙으로 하며, 정조 이외의 시간은 정조시보다 예선마력을 보강하여 안전을 기한다.

113) 선측의 접이안 예선중 선미쪽 예선을 뒤로 당겨서 감속을 보조할 수 있으나 선체 회두가 발생할 수 있다. 정선미의 감속예선(Tail tug)으로 증속(增速, Gather way)을 억제하며, 미속 전진기관의 프로펠러 가속수류로써 자력 조종성을 유지함이 효과적이고 안전하다.

114) 실제 발생한 사고의 피해금액을 총 시행 횟수로 나눈 비용, 사고비용은 선박과 부두의 복구비와 사용중단으로 인한 후속 선박과 부두의 손실, 정상가동시의 희망이익, 오염제거와 배상비용 및 사고처리를 위하여 투입된 인적비용과 법적비용 등의 총합이다.

Collection @ kmou

함)은 부두 하부를 통과하여 지나는 조류가 부두와 평행하지 않을 수도 있으며, (예컨대 인천 LG부두는 약 45도, 평택의 기호부두와 SK부두는 약 30도의 교각으로 최대 3.5노트의 강한 조류가 흐른다.) 접이안중인 선박을 부두로 압류하거나 멀어지게 할 수 있다. 이러한 수류의 차이 이외에도 안벽부두는 선체와 접촉하는 충격 방지용 펜더가 매 10~20m마다 설치되어 충격력을 분산하기 쉬운 반면 육안과 직각으로 돌출한 Jetty식 잔교부두(돌핀부두)는 총 4개의 펜더에 충격력을 받고 있음을 감안하여 안벽부두보다 큰 예선을 준비하여야 한다.

안벽식 부두도「중물 접안」일 때는 Head-in 자세로 일정각을 가지고 부두에 접근할 때 선박과 조류가 평행하지 않으므로 돌핀부두의 횡조류와 유사한 영향이 나타난다. 부두를 따라 흐르는 조류가 선체에 작용하여 발생하는 직압력의 횡분력이 0.5노트 이상이면 DWT 10% 예선으로는 접이안 조종이 어렵다.

4) 「DWT(SDWT) 20%를 예선의 마력」으로 하는 선박

조종난이도가 높은 갑문입거선박이나 LNG 등 위험물 운반선박의 돌핀부두 접안 등 사고의 파급력이 큰 선박은「선박 DWT(SDWT)의 20%를 예선의 마력」으로 하는 것이 일반적인 안전대책이다. 다만 위험물 운반선박의 이안 출항이나 파나막스급 이상 대형선박의 야간 접이안은「DWT(SDWT)의 15%를 예선의 마력」으로 완화 적용하여 예선비용의 부담을 줄이기도 한다.

5) 거대형 선박의 접이안 예선과 마력짜깁기 금지

LNG 또는 광탄선박과 같은 거대형 선박의 접이안은 4척의 접이안 예선에 추가하여 선회장의 부족 등 부두의 여건상 필요에 따라 접안시에는 정선미에 1척의 감속예선을 사용한다. 어떠한 경우이던 현측에 잡는「접이

Collection @ kmou

안 예선」은 총 4척을 초과하여 총합마력을 짜깁기해서는 아니 되며, 정선미의 감속예선은 1척으로 제한하여 5시-6시-7시 등으로 당기는 방향의 조정이 가능하게 하는 등 감속예선간의 간섭이 없어야 한다.

대형선박이 선체의 측면에 4척을 초과하는 접이안 예선으로 총합마력만을 맞출 경우, (현장에서는 이를 「예선 짜깁기」라고 함) 본선의 현측에 예선을 잡을 공간도 없을뿐더러 결과적으로 선수와 선미에 잡는 예선마력이 작아져서[115] 부두와 평행하게 선체를 조종하기 어렵고, 선체의 일부가 부두에 먼저 닿는 편심접촉偏心接觸의 발생원인이 되며 선박과 부두의 파손위험이 커진다. 본선의 선체 중앙부에는 예삭을 잡을 적절한 비트도 없거니와 예삭을 잡지 않고 밀기만 하는 경우 선박의 횡이동 속력을 줄이거나 회두조종에는 도움이 되지 못하며 오히려 부두 접근속도를 증가시켜 접안(접촉) 충격이 커지는 역효과의 우려가 크다.

여러 척의 작은 예선을 짜깁기하여 총합마력을 맞추다 보니 선측에 접안예선을 잡을 공간이 없어서 (엉뚱하게도) 접안을 하는 쪽 현측에서 줄을 잡지 않고 밀기만 하는 예선은 부두 접근자세를 지원하다가 선박이 부두에 가까워지면 이탈하므로 부두와 접안충격 감소를 위한 가장 중요한 순간에는 오히려 도움이 되지 못한다.

6) 예선관련 사례분석

2014년 1월 31일 설날아침에 발생한 여수 우이산호 사건은 6척의 예선(좌현에 2척과 우현에 4척)이 투입되어 좌현 접안을 시도하던 거대형 유조선 VLCC이 부두와 충돌한 사건이다. 보도의 인터넷 검색에 의하면 우이산호는 08;18시에 부두로부터 13마일 거리에서 도선사 2명이 승선하여 09;20

115) DWT 18만의 케이프급 선박에 10%인 18000마력을 예선 4척으로 사용하면 선수에 4500마력 2척, 선미에 4500마력 2척이 되어 회두조종이 원만하므로 선박이 부두에 평행으로 접안하도록 조종하는데 무리가 없지만, 6척 예선을 사용하면 선수에 3천 마력 2척, 중앙부에 3천 마력 2척(잡아도 쓸모가 없이 예선비용만 증가하지만), 선미에 3천 마력 2척이 되어 선체의 회두조종이 어렵고 부두와 편심접촉(=충돌사고) 위험이 커진다.

Collection @ kmou

시 부두 남서쪽 2.5마일에서부터 먼저 온 예선이 동행하며 예색을 잡기 시작하였고, 09;27시 선속 9노트 (대지속력 7노트), 09;30시 8노트(대지 6노트)로 항행하였으며, 09;35시 선속 7노트(대지속력 5노트)로 부두에 충돌한 사건으로, 늦게 도착한 우현의 한척 예선은 충돌당시까지도 예삭을 잡지 못하여 본선의 감속과 회두에 전혀 기여하지 못하였고, 접안현측인 좌현에 2척의 미는 예선 중 한척은 지시한 장소인 선수에서 밀지 않고 반대쪽인 선미에서 밀어 그 반작용으로 선수를 부두쪽으로 회두시키며 오히려 충돌을 가중시켰다.

타효가 가능한 최저속력이 8.1노트인 선박의 조종성 문제 이외에도 늦게 온 선수쪽 예선은 선박이 부두와 충돌할 때까지도 예삭을 잡지 못하여 선체의 진행방향을 부두 반대쪽 해상으로 돌리는 Over-shoot 안전조치를 시도할 수 없었던 것이 아쉽다. 근본적으로는 거대형 선박에 필요한 총합 마력을 여러 척의 작은 예선으로 짜깁기하여 맞춘 결과 큰 마력이 필요한 선수미의 4척 예선 중 일부는 마력이 부족하고, 현측에 4척 이상의 예선을 잡을 공간이 없어 접안하는 현측에서 밀었던 두 척 예선 중 한척은 지시한 선수쪽이 아니라 선미쪽에서 밀어서 그 반작용으로 선수충돌을 가중시켰다. 아무리 유능한 목수라도 망치없이 손바닥으로 못을 때려 박을 수는 없는 것처럼 현측에 잡는 예선이 4척을 초과하지 않는 범위에서 적정한 마력의 예선을 준비하는 것이 선박 접이안 안전의 선결사항이다.

이와 같은 이유 때문에 부두 운영사, 정유사, 조선소, 해운선사 소속의 배타적인 영업 독점권을 가진 예선은 엔진이나 예삭 등의 관리부실[116]이나 상습적으로 늦게 오는 등 기본적인 안전사항조차 게을리 할 우려가 크며, 그러한 사정을 감안하여 선박이나 부두와 특수관계인 사람이나 회사의 예선업을 금지하는 관련법의 입법취지는 타당하다는 판단이다.

116) 기관정비 불량으로 기관사용이 제한적이거나 비용절감을 위하여 마모된 예삭을 교체하지 않은 예선은 예삭의 파열을 우려하여 적절하게 당기지 못할 수 있다.

Collection @ kmou

7) 평택・당진항 예선사용기준의 특례

일반적으로 안전(비용)과 효율은 이율배반적이다. 흔히 항만 비효율의 원인을「세-타령」(선주는 돈타령, 관리청은 준법타령, 도선사는 안전타령) 때문이라고 하지만, 합리적인 안전조치 없이 효율만을 추구하면 결국은 더 큰 대가를 치르는 것을 경험해 왔으며, 도선사도 예선의 마력증원 등 안전대책이 마련되면 안전타령없이 적극적으로 업무를 수행하는 것을 지난 십년간 평택・당진항에서 입증하고 있다.

세-타령을 다른 시각으로 이해하면 이윤추구가 목적인 선주의 비용절감을 위한 노력은 당연한 것이고, 관리청이 법을 무시하면 혼란과 무질서가 유발될 것이며, 도선사가 안전조치를 유보하면 사고의 처리비용이 효율을 초과할 수도 있을 것이다. 평택・당진항 도선사회는 안전조치로서 협의된 [Table 5.8]의 「예선사용기준의 특례」를 전제로 선주와 부두 운영사의 다양한 도선요청을 최대한 수용하는 등 적극적인 도선업무를 추진한 결과 항만의 활성화라는 반대급부로 보상을 받고 있다.

예컨대, 부두와 교량 설계기준 초과선의 접이안, 강한 조류와 풍랑에 노출된 항만여건상[117] 제한적이던 (대형선박이나 위험물 운반선박의) 특정 도선업무에 대한 계약도선(중물, 야간, 긴급, 특별, 협정, 풍랑도선, 안개도선)의 시행, 풍압면적이 큰 여・자・컨(여객선, 자동차운반선, 컨테이너 전용선박) 선박의 풍랑기준 초과시의 접이안 도선시도, 돌핀부두에 접이안하는 위험물 운반선의 물때제한 해제 및 계획수심을 초과하는 광탄선과 특정부두 접이안 선박의 도선수용 등이며, 경험이 축적될수록 더 많은 도선사가 적극적으로 참여하여 선박의 대기가 줄고 부두와 항만의 가동율을 높이는 등 도선이용자들이 긍정하는 효과가 나타나고 있다.

117) 아산만의 북서 탁월풍을 막아줄 방파제가 없는 평택 당진항은 항계내 정온도가 떨어지지만, 퇴적우려가 큰 방파제를 항계에 설치하는 것은 득보다 실이 클 것으로 생각된다.

Collection @ kmou

Table 5.8 Criteria of exceptional tug use in Pyeongtaek·Dangjin

平澤·唐津港 曳船使用基準 特例 (2016. 7. 1.)

파나막스급 이상의 부두/교량 설계기준 초과선과 계약도선(중물, 야간, 긴급, 특별, 협정, 풍랑, 안개), 풍압면적이 큰 여자컨(여객선, 자동차운반선, 컨테이너 전용선박), 돌핀부두에 접이안 하는 위험물 운반선, 광탄선 및 특정부두 접이안 선박에 적용함
(↥이상 ↧이하 ↑초과 ↓미만)

선종별 부두별 크기별 구분	接岸 曳船 (계약도선 광탄선 돌핀 교량통항)	離岸 예선 (계약도선 광탄선 돌핀 교량통항)	여자컨 접이안 (풍랑 접이안 안개 접이안)	비고
GT 1만 이상~ GT 2만5천 미만	통상 예선규정 (4500마력 2척)	통상 예선규정 (4500마력 2척)	통상 예선규정 (4500마력 2척)	BT/ST가동 여객선 출항 예선 ; 1척 도선사 동의전제
파나막스급 GT 2만5천↥~ GT 4만 미만 (부두/교량 설계 기준 초과선박)	4500마력 2척 (5000마력 2척 + 초과선 교량통항 5000마력 1척)	4500마력 2척 (+ 설계기준 초과선 교량통항 5000마력 1척)	4500마력 2척 (4500마력 3척)	GT 2.5만↥ 탱커 돌핀부두 계약도선 초과선 (접안만 ; 4500마력 3척)
미니-케이프급 GT 4만 이상 ~7만 미만	SDWT 12% 예선 4500마력 3척 (계약도선 초과선 5000마력 3척)	4500마력 2척 (계약도선, 초과선 5천 마력 2척 + 교량통항 5천1척)		GT 5만↥ 가스선 유조선의 입파~ 항내 출입 ; 항행 보조예선 5천 마력↥ 1척
LNG 운반선 10만M3급 (20만 M3급)	SDWT 20% 예선 4500 마력 4척 (20만M3 5척)	DWT 15%예선 4500마력 4척		입파~항내 출입 : 항행 보조선 겸 소방방제선 동행
케이프급 SDWT 18만(GT 7만)↥ ~20만톤 이하 (광탄선, 유조선)	정조 좌현접안 ; SDWT 10%예선 4500 마력 4척 특별/협정 도선 ; (중물 우현 야간 풍랑 안개 12%) 5천2척 6천2척 + 감속예선 6천1척	통상도선 4500마력 4척 특별/협정 도선 ; (야간/풍랑 안개) 5천 마력 2척 + 6천 마력 2척	5000마력 1척 4500마력 1척 (4500마력 3척)	광탄선 및 유조선 입파~항내 출입 항행 보조예선 ; 6000마력↥ 1척 선측 접이안 예선 마력 부족시 ; 통상도선 ⇨ 특도 또는 특도 ⇨ 협도 적용 (정선미 감속 안전 예선은 별도)
VLOC (VLBC) SDWT 20만톤↥ ~27만톤 이하	정조 좌현접안 ; SDWT 8% 예선 5천 마력 4척 특별/협정 도선 ; (중물 우현 야간 풍랑 안개 9%) 5천2척 6천2척 + 감속예선 6천1척	통상도선 5천 마력 4척 특별/협정 도선 ; (야간 풍랑 안개) 5천 마력 2척 + 6천 마력 2척		
ULOC (ULBC) DWT 27만톤↑ ~30만톤 이하	좌우현 정조접안; DWT 8% 예선 6천 마력 4척 최소 DW7.5%↥ 6천2척5천2척 + 감속예선 6천1척	5천 마력 2척 + 6천 마력 2척 특별/협정 도선 ; (야간/풍랑 안개) 6천 마력 4척		

Collection @ kmou

현장의 어민들 사정Fact을 파악하지 못한 채, 어로보상을 했던 지정항로에 침입하는 어구를「비양심」으로 비난했으나, 등부표를 추가하여 시각적으로 항로의 경계선이 보이도록 했더니 어구의 침입이 말끔히 없어진 것처럼, 안전을 담보할 수 없는 (부족한) 예선으로 위험한 도선을 요구하며 함부로 비난하기보다는 합리적인 연구와 대책을 기반으로 안전한 범위의 예선사용기준 특례를 협의하여 효율을 추구하여야 한다.

5.2.2 예선 지원절차

입항 접안하는 선박의 크기에 따라 부두도착 3~1마일 전부터 미리 예선과 동행하며 예삭을 잡고 부두에 접근하여, 부두 부근에서 기관의 고장[118]이나 시동지연이 발생하더라도 예선으로써 안전조치가 가능해야 한다. 예선이 미리 동행하며 예삭을 잡고 부두로부터 0.5~1마일 전부터 지원이 가능하다면, 부두로부터 1~2L 거리 이전까지 (외력의 영향을 줄이는) 적당한 속력으로 접근하여 선박의 접안시간을 안전하게 단축할 수 있다.

부두부근에서 2~3노트의 조종속력은 선박이 이동할 때 외력의 영향이 적은 최소한의 속력이며, 예선을 본선과 직각으로 세워서 지원이 가능할 뿐만 아니라 반속의 후진기관으로도 선체의 절반길이 이내에서 멈추는 것이 가능한 안전속력이다. 외력의 영향이 적은 속력을 유지함이 바람직한 이유는 가능한 본선의 타와 기관에 의한 자체 조종성을 우선 사용하고 부족한 부분은 예선의 지원을 받는 방법이므로 예선의 예비마력을 많이 확보할 수 있기 때문이다.

1) 예선의 입항선박 대기

마일당 2~3노트 정도로 자연감속이 완만한 케이프급 이상의 선박은 부

118) 기관의 고장은 변속만을 사용하는 항행중일 때보다 시동과 정지가 잦은 부두 접이안중에 더 자주 발생한다.

Collection @ kmou

두로부터 3마일 이상 먼 위치에서부터 예선이 동행[119]하며 예삭을 잡아야 하고, 마일당 5노트 정도로 자연감속이 빠른 소형선박은 부두로부터 1마일 전부터 예선이 동행하며 예삭을 잡아도 무난하다. 선박의 크기별로 예선이 동행하며 예삭을 잡아야 하는 구간은 다음과 같다.

(1) 케이프급과 LNG 운반선 : 부두로부터 3마일 이전부터 동행

선박은 선속(舵板을 지나는 수류의 流速)에 비례하여 타효舵效가 증가하는 만큼 선속이 빠를수록 조종성이 개선되지만, 기관의 시동이 잦은 부두 부근에서는 기관의 시동불량이나 고장이 발생할 개연성이 크므로 예선의 예삭을 잡지 않은 채 부두에 접근하는 것은 불안하고 위험하다.

입항 접안하는 케이프급[120] 이상의 선박이나 10만 Cu.M 이상의 LNG 운반선은 부두로부터 3마일 전부터 예선이 동행하며 예삭을 잡고 부두로부터 적어도 1마일 이전부터는 감속보조와 자세조정을 지원할 수 있어야 한다. (부두 운영사의 규정도 그러하다.) 즉, 4척 이상의 예선을 사용하는 케이프급 선박이나 LNG 운반선은 예삭을 모두 잡는 데 10~15분 또는 1.5~2마일이 소요되므로 부두로부터 3마일 이전부터 예선이 동행하며 예삭을 잡고 1마일(6L) 이전 거리에서 예선의 지원준비를 완료하여 부두 접근중 기관고장이나 감속거리의 증가 등 예측불허의 사정에 대비해야 한다.

(2) 파나막스급 이상의 선박 ; 부두로부터 2마일 이전부터 동행

통상 2척의 예선을 사용하는 GRT 2만~4만 톤의 파나막스급 선박은 예삭을 모두 잡는 데 5~8분 또는 0.5~1마일이 소요되므로, 부두로부터 2

---

119) 예선의 동행으로 접안시간이 단축되며, 선박 가동률과 부두의 회전율이 개선되고, 사고의 기회비용(예컨대 특정항이나 부두에서 10년간 발생한 사고의 총 손실비용을 총 운항회수로 나눈 것)이 절약되는 부분은 선주와 부두 운영사의 이익이므로 예선 동행으로 증가되는 거리비용은 수익자인 선주와 부두운영사의 부담이 당연하다.

120) SDWT 18만(GT 8만)톤 이상을 케이프 급으로, GT 5~7만 톤은 미니 케이프급으로 호칭하며 GT 2.5~4만 선박은 파나막스 급으로 호칭하지만 명확한 구분은 없다. GT 2만 이상을 파나막스에 포함시키기도 하며 GT 4~5만 톤은 필요에 따라 파나막스로 구분하기도 하고 미니 케이프급으로 구분하기도 한다.

Collection @ kmou

마일 이전부터 예선이 동행하며 예삭을 잡고 부두로부터 0.5~1마일(6L) 거리에서 예선의 지원준비를 완료하여야 한다.

(3) 파나막스급 미만의 선박 ; 1마일 이전부터 동행

자연감속이 빠른 파나막스급 미만 선박은 1마일 전부터 본선과 동행하며 예색을 잡고 부두로부터 0.5마일(6L) 거리에서 감속과 회두보조 등 지원이 가능하여야 하는 바, 비록 GT 3천 톤급 이하의 소형선박이라도 부두로부터 적어도 6L 또는 5백 미터 이전까지는 예삭을 잡아야 한다.

2) 예선의 동행과 예선장애의 억제 또는 장애의 이용

예선이 본선과 나란히 동행할 때 예선의 선체저항이나 본선의 선체주위 유선流線의 변화로 인하여 예선을 잡은 쪽으로 회두가 일어나는 등 조종의 장애가 발생한다. 이러한 장애의 원인을 파악하고 예측하며 그러한 영향을 줄이는 조치를 하거나 역으로 선박의 조종에 이용하면 편리하다.

(1) 예선이 매달리는 영향

예선이 예삭을 잡고 본선과 나란히 이동할 때 선체주위 유선의 변화에 의해서 또는 예삭에 장력이 걸리도록 매달리며 따라가는 경우, [Fig. 5.18]과 같이 회두가 발생하며 그러한 회두는 선미예선보다 선수예선에 의한 영향이 더 크다. 본선과 동행하는 예선은 예삭에 장력이 걸리지 않는 정도로 동행하여야 하며, 예선이 매달려서 정침이 어렵거나 회두가 일어나는 경우는「선수예선 줄-늦춰」라는 구령이나 「선수예선 매달리지 마세요」라고 지시하여 예선의 영향을 줄여야 한다.

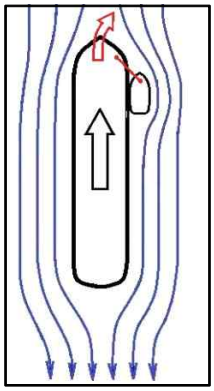


Fig. 5.18 Tug effect (1)

(2) 가타효과

본선의 타면적보다 더 큰 수선하부의 측면적을 가진 예선을 미리 직각

Collection @ kmou

으로 세우면 예선저항에 의한 「가타假舵 Jury rudder」효과로 인하여 정침이 어렵거나 예선쪽으로 회두가 일어날 수가 있으며 본선의 선속이 적을수록 운동량도 적어지므로 (운동량에 반비례하는) 외력의 영향은 더 크게 나타난다. [Fig. 5.19]참조.

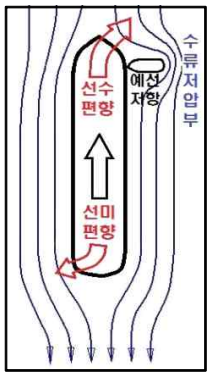


Fig. 5.19 Tug effect (2)

그러한 편향을 억제하기 위해 큰 타각을 사용해도 (기관을 사용하여 가속수류를 발생시키지 않는 한) 3~4노트 이하의 저속에서는 예선에 의한 가타효과를 제어가 어려우며, 일시적으로「대타각+미속전진기관」을 사용하거나 예선으로 「밀어-스톱」을 반복하며 억제해야 하지만 번거롭고 쉽지 않은 일이다. 가능한 부두근처까지 (본선과 평행으로 현측에 붙어서) 날개를 접은 채로 진행하여 의도하지 않는 회두가 발생하지 않도록 하여야 하며, 예선을 사용하기 직전에「밀면서 직각」으로 구령하면 그러한 예선쪽으로의 회두경향을 보정하며 신속하게 예선을 직각으로 세울 수 있다. 반대로 가타효과에 의한 회두와 예선에 의한 감속이 필요한 경우에는 미리 의도적으로 예선을 직각으로 세운 채 진행을 하는 경우도 있다. 2~3천 톤급 소형 선박은 예선을 직각으로 세우면 감속효과가 상당히 커진다.

(3) 선수/선미 예선「밀면서 직각」의 구령

동행하는 예선의 영향을 줄이기 위해 가능한 부두 가까이까지 나란히 이동한 예선을 신속하게 직각으로 세워서 지원 자세를 만드는 방법은 (선속이 2~3노트 이하이면)「밀면서 직각」의 구령이 효과적이다. 이때 선수예선을 먼저 밀면서 세우면 선체는 예선이 미는 부두쪽으로 회두하고, 선미예선을 밀면 선미가 밀리는 반작용으로 선수가 부두로부터 멀어지는 방향으로 회두한다.

당시의 자세에 따라 어느 예선을 먼저 세울 것인지 구분하여야 하며,

Collection @ kmou

가급적 감쇄효과가 적고 미는 방향의 예선을 우선적으로 사용해야 한다. 전진중인 선박은 전심과 멀어서 선수예선보다 효과가 좋은 선미예선을 이용하면 최소한의 예선사용으로 부두 접근자세를 만들기 쉽다.

예선의 자체 조종성을 감안하여 고려해야 할 사항은, 동행하는 선수예선이 밀거나 매달리지 않고 좌우기관의 Torque만으로 본선과 직각 자세를 유지하며 횡이동으로 따라오는 것은 경험 많은 예선의 선장이라도 쉽지 않은 동작일 뿐만 아니라 [Fig. 5.19]처럼 예선저항과 선체주위 유선의 영향으로 인하여 (선수)예선 쪽으로 회두하는 경향이 발생한다. 특히, 선수예선이 이와 같이 직각으로 추종하는 자세에서는 상당한 힘으로 밀지 않으면 오히려 예선이 당기는 것처럼 선체가 예선쪽으로 회두할 수도 있다. 접안 예정부두 직전까지 예선이 본선과 나란히 따라오다가 가급적 부두 가까이에 도착하여 밀면서 세우면 신속하고 효과적인 이유이다.

(4) 선수 또는 선미 예선 45도 뒤로-빽 (중요)

자주 사용되는 편리한 조종기법이며, 본선의 진행속도가 2~3노트 이하에서는 위 ③항과 같이 예선을 사용하여 부두 접근자세를 조정할 수 있으나, 선속이 4~5노트 이상일 때는 (배수류 측압작용으로 선체가 우회두하는) 본선의 후진기관을 사용하기 전에 먼저 예선으로 감속과 자세조정을 하는 것이 효과적이다. [Fig. 5.30]의 부두 접근과정 단계별 사용과 효과 참조.

예컨대 본선을 부두 반대쪽(부두로부터 멀어지는 쪽)으로 회두+감속하려면 「선수예선 45도 뒤로 빽」의 구령을 사용하고, 선수를 부두 쪽으로 회두+감속하고자 하면「선미예선 45도 뒤로 빽」의 구령을 하면 타효가 없는 저속에서 효과적으로 회두와 감속을 병행할 수 있다. 이때 회두가 주목적이면 선수예선의 뒤로 당기는 각을 45도까지 크게 하고 감속을 강조하려면 선수와 선미 예선을 동시에 「현위치에서 뒤로 풀-빽」 또는 15도 뒤로 풀-빽과 같이 가급적 소각도로 힘껏 당긴다.

Collection @ kmou

(5) 예선이 30~45도로 밀면서 따라오는 효과

「45도 앞으로 밀어」라는 구령에 따라 예선이 본선을 따라오며 어슷하게 미는 자세를 잡으면 [Fig. 5.20] (IMPA on Pilotage, P111)과 같이 추력(P)이 미는 힘(Pu)뿐만 아니라 예선의 선측에 받는 수류의 직압력(유체력)의 양력 부분이 본선을 같이 미는 효과가 있으며, 4~5노트 이상 상당한 선속에서도 예선의 Girding이나 swamping의 우려가 없이 효과적으로 사용할 수 있다.

본선과 평행으로 가던 (특히 선수)예선을「당기면서 직각」으로 세우는 것은 어려운 동작이지만 본선과 나란히 가던 예선을 본선과의 각을 15~45도 뒤로 밀거나 당기는 것은 쉽고 그 효과가 즉각적이다. 경험이 부족한 예선선원이라도 쉽고 신속하게 이행할 수 있을 뿐만 아니라 특히 밀 때는 (선수)예선 쪽으로 회두하는 경향의 예선저항과 유체력을 억제하며 외력의 영향이 상쇄되므로 불필요한 조종동작을 줄일 수 있다.

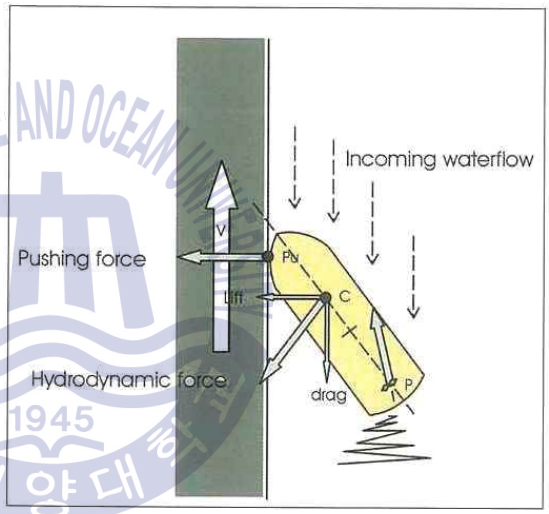


Fig. 5.20 hydrodynamic force on a tug's hull push the ship

3) 특별한 경우의 예선사용

(1) 예선에 의한 Torque 이용

선체의 절반 이상이 갑문에 입거한 후에도 입구에 대기중인 선미 예선들을 이용하는 Torque로써 선수를 좌우로 조정할 수 있다. 예컨대 [Fig.

Collection @ kmou

5.21]의 왼쪽과 같이 두 예선을 강하게 밀면 선수를 오른쪽으로, 오른쪽처럼 우현 앞쪽 예선을 밀고(받치고) 우현 뒤쪽 예선을 당겨 선수를 왼쪽으로 조정할 수 있으며, 그 영향이 과도한 경우 다시 선미를 밀어서 그 반작용으로 선수의 움직임을 조정할 수 있다. 본선의 선미가 완전히 진입할 때까지 예선을 갑문 입구에 대기시키는 이유이다.

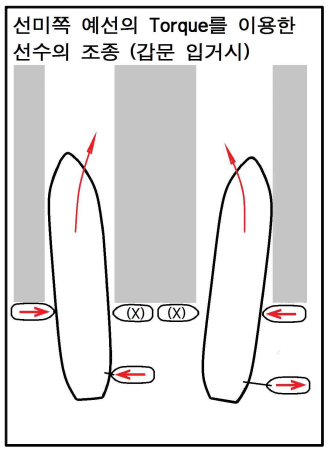


Fig. 5.21 Control of bow with after tugs

(2) 예선 1척으로 갑문 입거시 주의사항

예선 한척을 사용하는 소형선박은 갑문에 진입하며 입거직전 예삭을 풀 때 「당길 준비」를 하다가 Let go함이 안전하다. 선수 흘수가 적은 소형선은 예삭을 풀고 뒤로 빠지는 예선의 후진 배수류가 본선을 미는 정도로도 선수가 회두할 수도 있으며, 일단 예삭을 Let go한 후에는 다시 당길 수 없기 때문에 예삭을 풀기직전 선수를 미는 동작은 가급적 절제해야 한다. 예삭을 Let go한 예선이 가만히 뒤로 빠지지 않고 급히 빠지면 후진 배수류가 본선의 회두를 유발하여 갑문입구와 충돌위험이 발생할 수 있으며, 그러한 경우 예선을 엄하게 질책하여 충돌위험을 재생산하지 않도록 하여야 한다. 접촉(근접)사고가 발생해도 예선은 영향을 준 일이 없다고 생각하면 그러한 일이 반복될수 있기 때문이다.

또한 갑문 입구로부터 먼 곳에서 입거자세가 잘 조정되었다고 판단하여 미리 예삭을 풀고 진행하는 경우 예삭을 푸는 순간 예선 반대쪽으로 회두가 발생하지만 더 이상 예선으로 당길 수 없어 황당하다. 그러한 진입자세의 평형은「예선이 매달린 상태가 전제」된 것이었기 때문이다. 항상 입거전 마지막 순간에 예삭을 「Let go」하는 겸손과 초심을 유지하는 것이 신중한 조종술이다.

4) 이안 출항시 예선의 사용

Collection @ kmou

출항선박의 예선은 예삭을 잡고 선박을 밀면서 부두에 압착하여 홋줄을 거둬들이는 동안 선체가 앞뒤로 이동하지 않도록 하여야 한다. 그럼에도 불구하고 (펜더의 수가 적은 돌핀부두에서) 조류가 강할 때 중물 이안은 예선이 미는 것만으로는 압착이 부족하여 선체가 움직일 수 있지만, 거두어들이지 못한 홋줄이 아직 수면에 있을 때는 기관사용이 곤란하다. 특히 조류가 강한 날 중조 때 잔교부두나 Jetty(돌핀부두)는 물론 안벽부두에서도 조류가 흐르는 쪽 스프링은 Last line으로 잡고 있어야 하며, 다른 라인을 다 거두어들일 때까지 늦추어서는 아니 된다.

(1) Single up 문제

중대형선박의 통상적인 안벽부두 계류는 선수 앞쪽 한개 계류곡주(bitt)에 헤드라인 4개를 걸어 잡고, 선체 중앙부 쪽 다른 계류곡주에 스프링라인 2개를 걸어 잡으며, 선미도 뒤쪽의 한 곡주에 스턴라인 4개를 걸어 잡고, 앞쪽의 다른 곡주에 스프링라인 두 개를 걸어 잡는다. 이렇게 접안한 선박이 이안-출항하는 방법은 두 척의 예선으로 본선을 밀어 부두에 압착하면서 먼저 모든 헤드라인과 스턴라인을 Let go하여 감아들인 다음 (선수미에 브레스트라인을 추가로 잡은 선박은 두 번째로 모든 브레스트라인을 거두어들이고) 마지막으로 선수미의 스프링라인을 Let go한 후에 감아 들이면서 예선으로 당겨서 이안하고 출항하면 이안작업은 간단하다.

문제는 헤드라인과 스턴라인, 브레스트라인 및 모든 스프링라인을 각각 한 가닥씩 남기는 소위「Single Up」을 한 뒤에 다시 선원들과 라인-맨을 처음위치로 이동시켜서 한 가닥씩 남은 계류삭을 또다시 차례로 Let go 하겠다고 하는 선장의 고집이다. 예선 한척만을 사용할 때나 아예 예선이 없던 시절에는 그렇게 해야 하는 것이 안전한 절차였으나, 예선을 두 척 이상 사용하는 경우는 전혀 불필요하지만 각국의 교과서에 유전되어오는「Single up」의 책상머리 안전절차는 아직도 일부 선장들이 습관적으로 (마치 중요한 안전수칙처럼) 지키고자 한다.

Collection @ kmou

같은 곡주에 걸린 여러 계류삭을 한 개씩만 거두어들이는 것보다 모든 라인을 동시에 늦추어야 계류삭간의 간섭이 없이 벗겨내기가 편리하다. 「Single up」이란 용어를 사용하는 선장이 있으면 달리 길게 설명하기 보다는 「2 Tug is pushing your ship now, please let go all head line and stern line first」로 논쟁을 피함이 좋다.

다만 두 척 이상의 예선이 밀고 있더라도 물이 흐르는 쪽(流下)에 있는 스프링은 프로펠러의 사용에 영향을 주는 선미 계류삭을 다 감아들일 때까지 (두 줄을 함께) Last line으로 남겨야 한다. 특히 일반 안벽부두와 달리 선체와 접촉하는 펜더의 수가 적은 돌핀부두에서는 유하流下쪽 스프링을 포함한 모든 라인을 동시에 늦추면 예선으로 강하게 밀어도 조류에 따라 선체가 움직일 수 있다는 것을 감안하여야 한다.

(2) 180도 회두출항 절차

대형선박을 이안離岸하여 180도 회두 출항할 때 선수미 예선의 전심을 고려한 사용과 「전진기관+대타각」을 동시 사용하면 회두작업을 10~15분 이상 단축할 수 있다. 먼저 선수미 예선으로 동시에 잡아당기며 부두로부터 1/3L 거리([Fig. 5.22]의 2위치)[121]까지 부두와 평행으로 이안하면 이후에 어떤 동작을 하더라도 처음 당기던

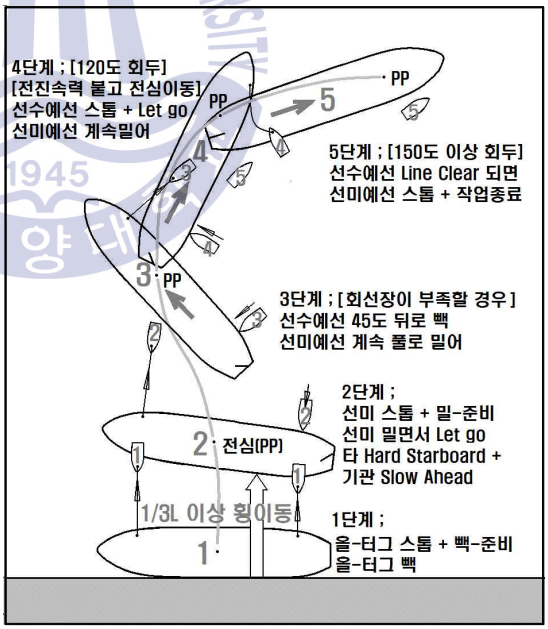


Fig. 5.22 Departure procedure with 180 degrees turn

121) 선체길이의 (1/2이 아닌) 1/3만 떨어져 회두를 하더라도 처음 당기던 방향으로 계속 이동하는 관성이 유지되므로, 회두하는 동안 부두로부터 멀어지면서 부두와 선미의 접촉 우려는 없다.

Collection @ kmou

방향으로 계속 이동하는 관성이 작용한다.

부두로부터 1/3L 이상 당기고 나서 예선에 의한 선회와 대타각+강한 전진기관으로 회두하면 (강한 기관을 사용하더라도 타효는 즉각적인 반면 갑작스러운 증속은 되지 않음) 180도 회두시간을 현저히 줄일 수 있다. 예컨대 부두로부터 1/3L이 떨어지면 당기던 선미예선은「스톱-밀준비」를 한 후 선미와 부두의 거리를 확인하고 「밀면서-Let go」하여 출항침로로 회두하기 직전까지(그림의 5까지) 민다.

선속의 증가에 따라 전심이 선수쪽으로 이동하고 당기는 효과가 줄어드는 선수 예선은 접안 위치로부터 120도 쯤 회두한 [Fig. 5.22]의 4위치에서 먼저「스톱, Let go」한 후 선수 예선의 예삭이 해지되면 선미 예선도 미는 것을 중단하고 기관과 타를 사용하여 출항자세로 정침조종을 한다.

5.2.3 선속에 따른 예선효과의 감쇄와 활용

예선의 힘은 본선의 선속에 따라 그 효과가 [Table 5.9]과 같이 감쇄된다. 감쇄원인은, 외력의 영향이 본선의 운동량에 반비례[122]하기 때문이며, 외력의 일종인 예선의 힘도 본선의 속도(운동량)에 따라 효과가 달라진다.

또한 본선과 직각으로 본선을 따라 이동하는 예선측면의 수면하부 넓은 면적에 작용하는 수저항을 극복하는 데에 많은 힘이 소비되는 것도 큰 영향을 준다. 예컨대, Thruster는 예선보다 전심으로부터 작용거리Leverage가 더 길기도 하지만 예선처럼 횡이동 저항이 없으므로 예선보다 힘의 감쇄가 적고 효과적인 것[123]을 느낄 수 있다.

---

122) 아주 천천히 가는 자전거는 운동량이 적어서 가볍게 밀어도 넘어지지만, 상당한 속력으로 가는 자전거는 세게 밀어도 잘 넘어지지 않는 것은, (미는) 외력의 영향이 자전거의 속도에 따라 변하는 운동량에 반비례하기 때문이다.

123) 10만 Cu.M급 LNG 운반선박이 2~3노트로 부두에 접근 중에 4,500마력의 예선보다 2,000 마력의 쓰러스터 효과가 크게 느껴지는 것은, 예선선원의 인적요인(人的要因, 지시보다 적게 밀거나 당기는 것) 이외에도 B/T의 위치가 예선보다 전심으로부터 더 먼 선수 끝단에 있고, 예선처럼 수면하부의 횡이동 선체저항이 없기 때문이다.

Collection @ kmou

따라서 접안조종과정에서 예선효과가 의심스러울 때에는 선속을 더욱 줄여야 하는 바, 본선의 기관후진을 이용할 것인지 예선을 뒤로 당길 것인지 또는 그 두 가지를 동시에 이용할 것인지는 수역의 여건과 상황에 따라서 판단하여야 한다. 즉, 당시 상황에 적합한 선수 또는 선미의 예선 중 하나를 예각으로 매달리며 당기도록 하여「감속과 회두」가 일어나게 하거나, 본선의 후진 기관을 사용하여 선속을 줄이거나, 상황이 적합하다면 두 가지를 동시에 사용하여 효과를 극대화한다.

Table 5.9 Tug and B/T power reduction as per ship's speed

본선 선속	예선 효과	적용 상세	지원 자세의 한계
0 노트	100 %	예선과 B/T 효과 최대, 당기는 것보다 미는 효과가 30~40% 더 크다.	선수미 예선 모두 지원자세 제한 없음
2~3 노트	50%	전심에서 먼 (전진시 선미쪽) 예선의 효과가 선수예선보다 2배 이상 크다	본선 선체에 직각의 자세로 지원 가능함
4~5 노트	25%	선수 예선의 효과는 25% 이하로 적고 Leverage가 큰 선미예선은 50% 이상임	본선과 45도 이내의 자세로 밀거나 당기는 것이 가능함
6노트 이상	12% 이하	1. 본선과 나란히 평행으로 이동하며 뒤로 당기는 것만 가능함 **(예선의 선체저항이 가세하여 본선의 감속에 효과적임)** 2. 선수예선을 뒤로 당기며 선회하면 수저항에 추가한 예선의 인공저항이 본선 전심을 더욱 선수쪽으로 이동시키므로 선회중 편각이 커지고 선회권이 적어짐 3. 예선 효과는 본선의 운동량에 반비례하므로 대단히 적으며 직각으로 미는 자세는 Girding이나 Swamping 위험으로 불가함	1. 선수예선은 본선과 30도 이내의 뒤쪽으로 당기는 것만 가능함 2. 본선 선미 라운드에 잡은 예선은 30도 이내의 각으로 앞으로 미는 것이 가능하며 전심에서 먼 곳에서 작용하므로 선회권을 줄이는데 효과적임.

Collection @ kmou

1) 6~7노트 이상 선속에서 예선사용

6~7노트 이상의 선속에서도 본선과 나란히 가는 예선을 뒤로 당기며 감속과 회두에 이용할 수 있다. 다만 예삭을 늘어뜨리고 나란히 따라오던 예선을 급하게 뒤로 당기면 예선이 당기는 방향과 반대방향인 선속이 만드는 급장력으로 인하여 예삭의 파단이 우려되므로 처음에는 (평온한 목소리로) 「현 위치에서 뒤로 빽」으로 구령하여 가만히 당기기 시작한 다음에 이어서 (좀 더 강한 목소리로)「뒤로 풀-빽」의 구령을 추가하여 강하게 당기도록 한다.

통상적으로 예선은 시험강도(Bollard-pull test)보다 더 강한 파단강도의 예삭을 의장하고 있으므로 예삭이 너무 닳았거나 예삭이 늘어진 상태에서 뒤로 급히 당길 때 발생하는 급장력이 아니라면 파단이 쉽게 발생하지는 않는다.

(1) 실속현상(Burbling)과 공동空洞현상

타압舵壓으로 조향操向하는 선박은 선체의 속력보다 회전하는 프로펠러의 피치가 적을 경우 타판舵板 앞에서 수류가 프로펠러의 회전으로 교란이 되므로 정렬된 수류를 타기로 보내주지 못하여 타효舵效를 상실한다. 마치 타판에 공기기포가 유입되어 타압이 없어지는 것과 같다고 하여 「Burbling」 또는 타판을 지나는 정렬된 수류가 교란되는 것이 마치 유속流速이 없어져 타압이 상실되는 것과 같다고 하여「실속失速현상」이라고 한다.

예컨대, 12노트 이상 전속으로 항행하던 선박이 갑자기 4노트의 극저속(Dead slow) 기관으로 낮추면, 4~5노트의 「가속수류加速水流」를 더해도 배수류排水流는 선속보다 4노트가 적은 8~9노트가 최대이므로, 선속이 8노트 미만으로 줄어들 때 까지는 타판으로 품어주는 수류가 교란되어 후진기관을 사용할 때처럼 타효가 없으며, 타각舵角을 사용하는 방향과 달리 이전에 회두하던 방향으로 계속 돌거나 예선저항이 있는 쪽으로 선회하므

Collection @ kmou

로 당황스럽다.

자연감속이 진행되어 8~9노트 미만의 선속이 되면 프로펠러의 가속수류가 다시 타판으로 가게 되므로 타효가 다시 회복되기 시작하지만 실속현상으로 회두하는 방향이 위험한 쪽이라면 일시적으로 기관을 증속하여 선체의 방향을 먼저 잡은 후에 다시 감속하는 기회를 놓치지 않아야 한다. 고정피치보다「가변피치 프로펠러」에서 실속현상은 더욱 심하게 나타나며, 선미가 가변피치 프로펠러의 회전방향으로 편향偏向하는 횡압력 Sidewise pressure경향이 강하고 선수는 선미편향의 반대방향으로 회두하는 반작용이 나타난다.

다만 ASD 예선은 타판이 없이 프로펠러 방향을 전방위로 조정하며 프로펠러의 추력방향으로 조향하므로, 본선에 끌려가면서 당기는 경우라도 실속현상이 없이 (조향이 가능하여) 자세를 유지할 수 있으나, 공동현상에 의한 힘의 감소는 불가피하다. 타판이 아닌 Azimuth Duct-peller(CPP)를 사용하는 대형 크루즈 여객선도 ASD 예선처럼 급감속중에도 실속현상이 없이 조종이 가능할 것으로 짐작된다.

(2) 예선을 이용한 선회권 단축과 외력의 영향 배제

부두 앞에서 대타각과 기관을 사용하며 예선을 잡은 방향으로 180도 회두하여 부두에 접근할 때 흔히 사용하는 방법으로, 선수예선은 30도 이내의 뒤쪽으로 당기며 회두와 인공저항으로 전심을 더욱 선수쪽으로 미는 효과를 유발하고, 전심으로부터 멀어 작용거리Leverage가 큰 선미예선은 45도 앞으로 밀어서 선미를 편향시키며 선회편각을 키우면, (강한 전진 기관을 사용하더라도) 선속이 급감하고 선회권을 단축할 뿐만 아니라, 선회시간 또한 단축되어 외력에 노출되는 시간이 줄어지는 만큼 외력의 영향이 줄어든다. 특히 심흘수深吃水의 대형 선박일수록 그러한 효과가 현저하다.

Collection @ kmou

2) 미는 예선과 당기는 예선의 힘 비교

예선의 감쇄는 밀 때보다 당길 때가 더 크다. 당기는 예선은 후진 배수류가 예선 자신을 밀어서 발생하는 감쇄(ASD의 경우10～20%)와, 예선의 배수류가 본선을 밀어서 발생하는 감쇄(근접여부에 따라 10～20%) 및 예삭의 앙각에 의하여 본선을 누르며 분산되는 감쇄(앙각에 따라 20～30%)로 인하여 총합 40～50%까지도 힘의 감소가 발생[124]하지만, 미는 예선은 그러한 감소가 없이 효과가 분명하다. 예선의 힘이 감쇄되는 이유와 효과적인 사용은 다음과 같다.

(1) 예선의 후진 배수류가 예선 선체를 미는 감쇄효과

예선의 수면하 선체형상은 후진 배수류가 예선의 선저를 다시 밀어 기관의 추진효율을 감쇄시키는 영향을 줄이는 선저구조 즉, 프로펠러 앞쪽 선체를 크게 Cut off하여 후진 배수류 영향을 줄이고 선회성을 개선하는 구조를 하고 있음에도 불구하고, 후진 쪽으로 추력을 사용하면 약 10～20%의 감쇄는 불가피[125]하다.

(2) 예선의 후진 배수류가 본선을 다시 미는 감쇄효과

당기는 예선의 배수류가 본선을 다시 미는 것을 줄이기 위해서 예삭을 예선 길이의 1～3배 이상 풀고 멀리서 당겨야 한다. [Fig. 5.23]의 선수예선처럼 예선의 길이 이하로 예삭을 풀고 당기는 경우 예선의 배수류가 본선의 선측을 다시 미는 힘의 감쇄는 10～20% 이상이며, 강하게 당길수록 배수류가 본선을 미는 효과는 더욱 커진다.

(3) 예삭의 앙각에 의한 감쇄

---

124) 경험 많은 예선의 선장은 이러한 사정을 고려하여 밀 때보다 당길 때에 좀 더 큰 출력을 사용하므로 지휘하는 도선사나 선장은 잘 느끼지 못할 수도 있지만, 대형선일수록 사용하는 예선출력의 여유가 적으므로 당기는 효과가 적은 것이 잘 느껴진다.

125) 상선의 후진기관 효율은 전진기관의 50% 정도임에 비하여 예선은 80～90%이다.

Collection @ kmou

예삭의 앙각仰角에 의해 당기는 힘의 수직 분력은 본선을 누르는 데 소모되고 수평분력만이 당기는 힘으로 작용하며, 본선 건현(갑판)이 높을 때 줄을 길게 늘이지 않고 당기면 힘의 20~30%까지도 감쇄된다. 건현이 높지 않은 선박이나 예삭을 길게 늘여서 당기는 경우라도 후진감쇄와 배수류가 본선을 미는 감쇄 및 예삭의 앙각에 의한 감쇄를 고려하면 적어도 당기는 힘의 30~40%는 감쇄되고 60~70%만이 작용한다.

예선 4척으로 선수미에 각각 미는 예선과 당기는 예선을 구분하여 사용하는 LNG 운반선이나 대형 광탄선 등 케이프급 이상 선박의 당기는 예선은 예삭을 3~4L(90~120m) 이상 늘여서 사용하므로 힘의 감쇄를 고려할 필요는 없으나, 선수미 각각 한 척의 예선으로 밀거나 당기는 선박은 1L 이상 예삭을 풀어서 당길 수가 없으므로 (다시 밀 때 전환시간이 길면 곤란하므로), 당길 때는 부득이한 감쇄를 감안하여야 한다. 그러한 효과를 줄이기 위해서는 매번 스톱 구령을 할 때마다 「스톱, 밀 준비」 또는 「스톱, 당길 준비」와 같이 예비구령을 병행하여 미리 준비시키면 반 박자 빠른 조종을 할 수 있다.

Fig. 5.23 Reduction of tug power

또한 건현이 높아서 예삭의 앙각이 큰 LPG 모선이나 자동차 운반선이 접이안을 할 때는 동일한 예선으로 밀거나 (줄을 길게 늘여) 당기는 것을 반복하는 것은 쉽지 않으므로, 예삭을 짧게 밀거나 당겨도 좋을 만큼 예선

Collection @ kmou

마력의 여유를 가져야 하며, 바람이 강할 때 풍압면적이 큰 선박은 선수[126]에 추가의 예선을 준비하여 미는 예선과 당기는 예선을 따로 구분하여 사용하여야 한다.

(4) 당기는 예선보다 미는 예선이 신속하고 효과적이다.

당기는 예선은 당길 때 뒤로 물러나는 시간이 필요하므로 미는 예선보다 동작이 늦고, 예삭의 앙각에 의한 감쇄와 후진 배수류가 본선을 다시 미는 효과 등 감쇄효과가 상당한 반면, 미는 예선은 동작이 신속하고 힘의 감쇄가 없어 효과적이며 미는 동안에도 자세를 선수 또는 선미 방향으로 쉽게 변경하며 밀 수 있는 등 다양하게 사용할 수 있다. 당기는 예선을 사용하는 것보다 미는 예선의 반작용을 이용하는 것이 효과적인 것은 이 때문이다.

(5) 부두에서 먼 쪽의 선체를 미는 반작용

부두 앞에서 부두와 평행으로 조정하며 접근할 때 (흔히 그렇게 하지만), 부두와 가까운 선체부분을 당겨서 부두접근 속도를 줄이는 것보다 가급적 부두로부터 먼 쪽의 선체를 밀어서 그 반작용으로 가까운 쪽의 접근 속도를 줄이는 것이 효과적이다. 접안을 위해서는 결국 부두로 가까이 가야하기 때문에, 부두로부터 가까운 쪽의 선체를 당겨서 부두로부터 멀리 세우는 것보다 먼 쪽을 밀어서 부두에 가까이 세우면 접안시간을 단축할 수 있다. 특히 미는 예선은 동작이 즉각적이고 힘의 감쇄가 없으므로 효과적이다.

(6) 거대형 LNG 운반선의 예선사용

건현乾舷, Freeboard이 높은 LNG 운반선박은 접안할 때 현측에 잡는 4척의 예선중 1번과 4번은 선수미 끝단의 갑판에 예삭을 잡고 줄을 100m 이상 길게 늘여 당기는 예선으로 사용하고, 2번과 3번 예선은 예삭을 예선

126) 선미예선은 선미 끝단에 예삭을 잡아서 회두우력이 좋고 대타각과 Kick ahead로서 응급조치가 가능하지만 선수는 라운드가 커서 예선을 잡는 위치가 상당히 뒤쪽이므로 예선에 의한 회두 우력이 적은 맡큼 보완이 필요하다.

Collection @ kmou

의 갑판과 비슷한 높이의 Sunken bitt (외판의 함몰된 위치에 bitt를 설치하였음을 의미하며 외판에 있으므로 Shell bitt라고도 함)에 잡고 미는 예선으로 사용한다. 예선들의 출력이 서로 다를 때는 미는 예선에 큰 출력을 배치하고 당기는 예선은 작은 예선을 배치한다. 당기는 예선의 힘이 부족하면 미는 예선이 줄을 풀지 않고도 같이 당겨서 보조할 수 있기 때문이다.

건현이 높은 거대형 선박을 접안할 때 피해야 할 고정관념은 당기는 예선의 힘이 부족하여 부두와 충격이 우려될 때는 **미는 예선도 그 자리에서 당길 수 있는 것**이다. Sunken bitt의 높이가 예선의 갑판과 같으므로 예삭의 앙각에 의한 감쇄는 없고, 후진 배수류가 본선을 미는 감쇄는 있으나 당기는 힘을 60～70% 추가하는 효과가 있다. 또한 미는 예선까지 당기도록 하면 당기는 예선이 정황을 짐작하고 더욱 강하게 당기는 심리적 효과도 있다. 접안할 때 당기는 힘을 보완하는 대책이 있으면 산뜻하게 부두에 접근할 수가 있으며, 안전하게 접안시간을 단축할 수 있다. 대책이 있으면 안전한 속력이기 때문이다.

(7) LNG 운반선의 출항예선

LNG 운반선이 출항할 때 1번과 4번의 예선은 접안할 때처럼 선수 선미의 갑판에 잡고 계류삭을「Let go」하는 동안 밀면서 선박의 위치를 고정하다가「All line cast off」되면 예삭을 100～120m 정도 풀어서 당길 준비를 한다. 2번과 3번 예선은 예삭은 잡지 않고 부두쪽에서 본선을 밀어서 이안시킨다. 이때 1번과 4번 예선의 예삭을 선수미 갑판의 높은 위치에 잡는 것보다 [Fig. 5.24]와 같이 앙각의 감쇄가 없는 Sunken bitt에 잡는 것이 효과적이다. 예삭을 잡거나 푸는 것도 본선의 선원과 같이 하는 것이 아니라 예선 단독으로 할 수 있으므로 예선이 도착하는 대로 미리 잡을 수 있고 해지작업 절차도 간단하다.

Collection @ kmou

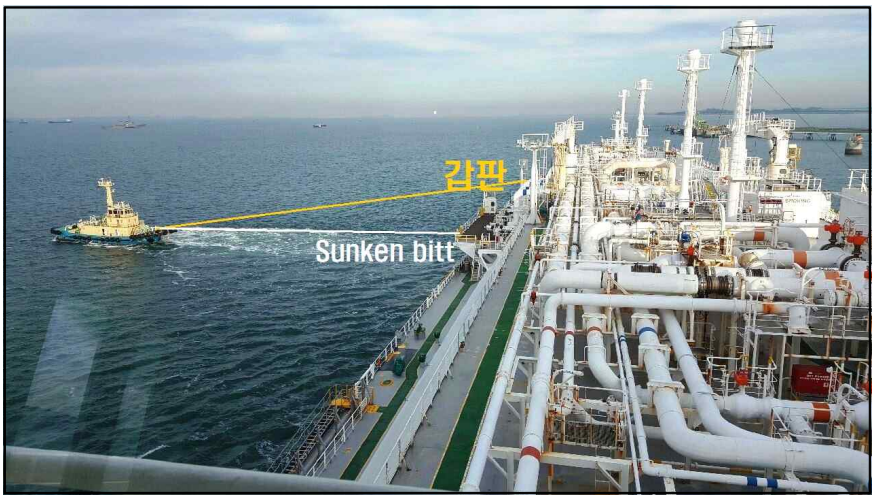


Fig. 5.24 Tug lines between sunken bitt and on deck of LNG

3) 선수 만곡부가 큰 고속선박

여객선과 자동차전용선 및 컨테이너 전용선과 같은 고속선박은 선수의 만곡부彎曲部(Round, R, 예선 선원들은 일본식 발음으로 "아루"라고 함)가 크고 깊으므로 예선이 들어가서 작업하기 곤란[127]하거나, 예삭을 잡을 Shell bitt(Sunken bitt)가 없어서 선수 갑판에 예삭을 잡고 밀거나 당겨야 한다. 선수 만곡부 후방의 직립선체(Flat-body)에 있는 Shell bitt에 예선을 잡는 경우, 선체 중앙부 또는 전진 중 전심轉心위치와 가까워서 예선에 의한 회두효과가 작으므로 두 척의 예선을 사용하는 경우 큰 마력을 앞쪽에 배치함이 합리적이다. 또한 선속이 4~5노트 이상일 때는 선수예선을 사용하는 것보다 전심으로부터 먼 곳에 있는 선미의 예선을 반대방향으로 사용하여 선미편향의 반작용으로 선수를 조종하거나 선수 끝단에 있는 Bow thruster로써 선수예선을 보조해야 한다.

127) 선측과 같은 수직 평면부(Flat body)가 아니므로, 예선이 만곡부로 들어가서 본선과 나란히 동행하면 마스트와 안테나 등 예선의 상부구조물이 선체 만곡부의 상단이 닿아서 손상위험이 있다. 부두 앞에서 선속이 줄었을 때 본선과 대각도로 접근하여 선수 갑판에 예삭을 잡고 직각으로 밀거나 당기는 것은 가능하다.

Collection @ kmou

5.2.4 전심과 예선 작용점간의 거리

물과 공기 같은 유체속에서 이동하는 물체의 회전중심[128]을「전심轉心, Pivoting point」이라고 하며, 배나 비행기의 전심은 선체의 중심이나 어느 특정 부분에 고정된 것이 아니고 이동하는 방향으로 편위偏位하는(치우치는) 특징이 있다. 선박조종을 할 때[129] 이러한 전심의 위치를 짐작(推定)하고 이용하면 편리하고 효과적이다.

1975년 대학시절 선박조종 담당 교수님으로부터 전심의 이동이 허수虛數가 아니라 실수實數라는 강의를 들은 이래, 선상생활 15년과 도선사 20년 동안 전심의 위치이동에 관한 여러 선행연구와 논문論文, Argue을 보았으나, 너무 복잡하고 긴 책상머리 전문가들의 해석을 실제 선박의 조종에 적용하는 것은 현실감이 없었던 반면, 현장에서 전수되는 선배 도선사들의 경험을 선박조종에 적용하는 것은 편리하고 신뢰할 수 있었다.

도선사가 되고서도 처음에는 전심을 느끼기 쉽지 않았지만, 고정된 물표와 비교할 수 있는 갑문이나 부두 부근에서 선박조종을 할 때, 관심있는 도선사는 시각적으로도 보일만큼 잘 느낄 수 있는 것이 전심이다.

평택·당진항에서는 2차에 걸친 용역으로 현대제철에 기항하는 광탄선의 접이안 과정에서 예선에 의한 인공저항의 유발로 선회권을 축소하는 모델을 마련하고, 지난 10년간 광탄선과 LNG 운반선 및 곡물선 등 180도 선회접안하는 조종현장에 적용한 수천 번 (5~7만톤급 자동차 운반선을 포함하면 수만 번) 이상의 누적경험으로 다음과 같은 전심이동의 원인에 대한 추론을 검증하였다.

현장에 답이 있다고 한다. 맞거나 틀리다는 흑백론적 고집보다는, 여러

128) 선박의 선회와 회두를 전제하므로 직진 때나 횡이동 때는 전심을 고려하지 않는다.

129) 충분한 조종 여유수역과 정조시처럼 우호적인 조류 및 좋은 기상에서 실행하는 접이안 조종은「전심의 위치」나「작용 반작용」을 감안하지 않아도 (작업시간이 더 소요될 뿐) 안전한 작업은 가능하다.

Collection @ kmou

경험과 추론들을 긍정적으로 수용하고 검토하여, 피타고라스 정리처럼 간단하고 명쾌한 방법으로 설명할 수 있고 현장에 잘 맞는 전심의 위치 및 전심 이동의 원인과 해석을 기대한다.

1) 전심의 이동원인과 위치

(1) 전심의 이동원인

선박이 이동할 때 전심이 이동하는 원인은 [Fig. 5.25]의 그림처럼 선수 고압부에 부딪히는 물의 저항이나 부두처럼 극단적인 저항, 또는 [Fig. 5.32]처럼 선수 양쪽에서 뒤로 당기는 예선의 인공저항이나 (갑문입거시나 주경간이 좁은 교량을 통과하는 선박의 증속을 예방하고 전심을 이동시켜 조종성을 개선함), [Fig. 5.9]처럼 (부두 앞에서 180도 선회접안시에 선회권 축소를 위해 사용하는) 선수 예선을 뒤로 당길 때 발생하는 인공저항이 원인이다.

전심의 이동원인이 선체가 이동할 때 받는「수저항 또는 인공저항」이라는 것을 전제로 선체의 형상Block cofficient이나 흘수 및 트림에 따라 전심의 이동을 추정하면 잘 맞는다. 예컨대 전진기관이나 후진기관을 사용할 때 이동하고자 하는 반대쪽 예선의 효과가 커지는 것이 즉각 나타나기보다는 실제로 선박이 움직이기 시작하면서 (수저항이 발생하면) 선체가 이동하는 방향의 반대쪽 예선효과가 더 커지는 것으로 전심의 이동원인이 수저항임을 알 수 있다. 따라서 전심은 **흘수가 깊을수록, 선수 트림일수록, 유선형보다 바지선처럼 선체형상이 무딘 방형일수록, 방형비척계수가 클수록 이동이 커지며, 선속이 빠를수록 전심이 더 많이 물체가 이동하는 방향으로 편위한다.**

통상선속 범위에서 전진 항행중인 상선의 전심은 [Fig. 5.25]의 오른쪽 그림의 표시와 같이 선회권과 선수미 방향의 교점이라는 전제로 조종하면 누적성과가 일치하는 것을 경험할 수 있으며, 멈추어 있는 선박의

Collection @ kmou

전심은 [Fig. 5.27]의 A선박처럼 작용과 반작용의 크기 및 작용점의 위치를 2:1로 가정하면 잘 맞는다. 이러한 전심의 이동은 전타시에 선회 편각만큼 선미 킥-아웃(Kick out, 최대 1/4L)을 크게 하는 원인이 될 뿐만 아니라, 회두 반대현 쪽 선수에 수저항을 유발하여 구심력을 형성하여 선회권을 줄인다.

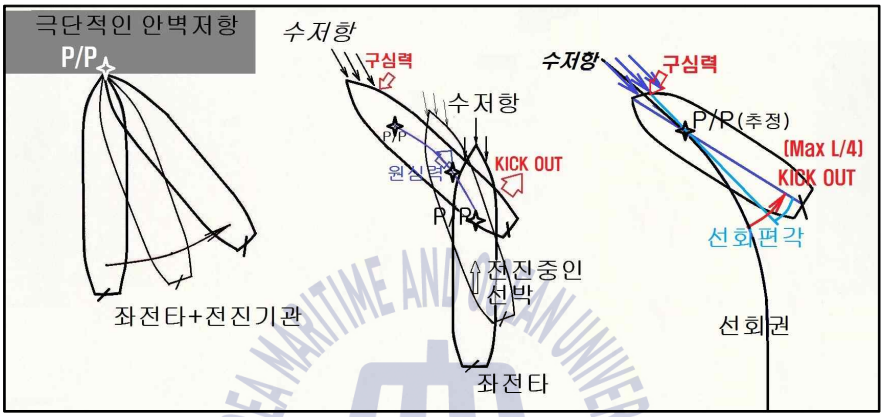


Fig. 5.25 Movement of Pivoting Point by water resist

(2) 전심이동을 이용하는 이안작업

[Fig. 5.26]의 왼쪽 그림처럼 선수를 안벽(극단적인 저항)에 대고 전진기관으로 밀면서 대타각을 사용하면 극단적인 저항의 위치가 전심이 되는 것을 원용하여, [Fig. 5.26]의 아래 A, B 선박처럼 한척의 예선으로 선수를 안벽에 밀어 그 반작용으로 선미를 부두에서 B정도 떨어뜨린 후에 선수 예선으로 당기면, 선미로부터 1/3지점으로 전심이 즉각 이동하며 회전하므로, 선미가 부두에 닿지 않고 이탈하는 것을 이용하여 타와 기관을 사용하며 출항하는 방법이다. 이러한 전심이동의 추론과 누적된 경험을 근거로 30년 이상 인천항과 평택항 도선사들은 수만 척 이상의 GT 3천톤 미만 선박들을 선수예선 1척으로 출항시켜왔으며 후배 도선사에게 그 경험을 세대전수하고 있다.

Collection @ kmou

(3) 전심의 위치

예컨대 [Fig. 5.26]의 위쪽 그림 2와 3처럼 전후진 속력이 2~3노트 미만인 접이안 작업에서 선박의 한쪽 끝단을 예선으로 밀거나 당길 때 (멈추어 있는 선박에 준하여) 반대쪽의 1/3L 부근이 전심이라는 것을 전제로 선박을 조종하면, 밀거나 당기는 쪽의 작용거리가 2m일 때 반대쪽에 나타나는 반작용 거리가 1m 정도의 비율이라는 조종성과가 예측대로 나타난다.

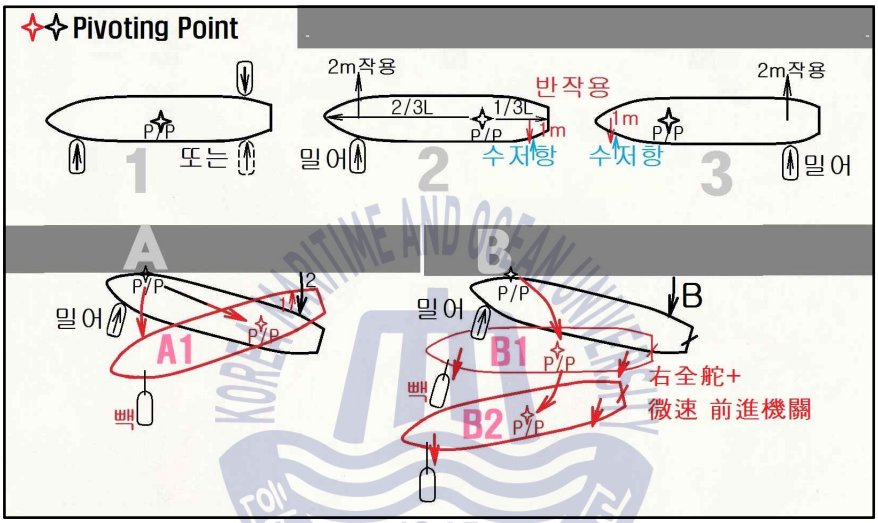


Fig. 5.26 Various performance of Pivoting Point

전심은 선체의 범위 안에 있다. 예외적으로 [Fig. 5.27]의 B선박처럼 앵커 정박선의 선미를 가볍게 미는 경우와 같이 예외적으로 전심이 선체 밖에 있는 것처럼 보이는 경우도 있으나, 실제로는 앵커 체인의 장력이 상당하여 선수쪽에 나타나야할 반작용을 압도하기 때문이다.

만일 전심이 선체의 범위 밖에 있다고 가정하면, 전진중인 선박의 선미를 예선으로 밀거나 대타각을 사용할 때, 선수의 반작용이 없이 [Fig. 5.27]의 B선박처럼 선수도 선미와 같이 왼쪽으로 움직일 것이며, 선회중에 선수가 선회권의 안쪽으로 편위하여 발생하는 구심력이 발생하지 않으므로 선회권이 상당히 커질 것이다. 시뮬레이터라면 그렇게 구성할 수도 있

Collection @ kmou

겠으나 현장Field에 그러한 선박은 없다.

(4) 전심의 관찰

전심은 특히 부두 부근에서 부두와 비교하며 조종성과를 관찰하면 전심의 위치와 작용 및 반작용이 시각적으로 인식되며 도선사들이 짐작하는 예측과도 잘 맞는 것을 알 수 있다. 예컨대 멈추어 있는 선박이나 2~3노트 이내로 부두에 접근중인 선박의 선미를 예선으로 밀거나 당길 때 선수로부터 1/3(멈추어 있는 선박) ~1/4 (2~3노트로 이동하는 선박) 위치를 중심으로 하여 밀거나 당기는 쪽의 「작용作用」에 의한 움직임과 그 반대쪽의 「반작용」에 의한 움직임이 [Fig. 5.26]의 위쪽 그림이나 [Fig. 5.27]의 A선박처럼 2 : 1 (또는 이동하는 선박은 3 : 1) 비율이다.

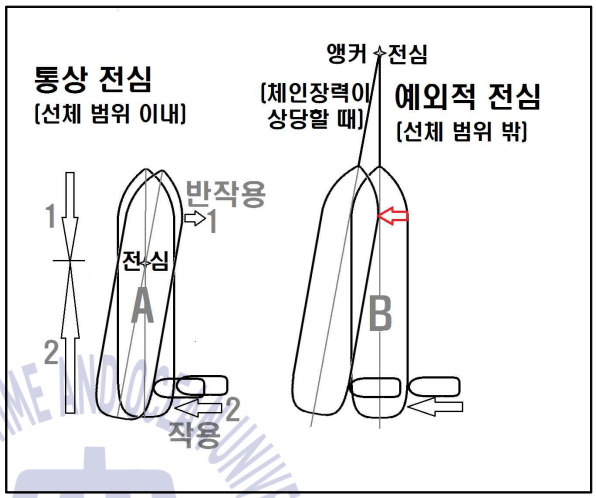


Fig. 5.27 Position of Pivoting Point at still ship maneuvering

(5) 전심에 관련한 선회권 중심의 해석

선박이 (1회전 이내의) 선회를 하는 동안 선회중심은 연속적으로 이동한다. 타압에 의한 회두는 유지되는 반면, 타압의 감속 효과와 선체 측면저항에 의한 감속으로 인하여 선회경은 달팽이처럼 점차 적어지는 형상이므로 선회중심을 고정된 위치로 특정할 수 없으나, 편의상 선회결과에 내접하는 근사치 원의 중심을 선회중심[130]으로 가정하는 것일 뿐이므로, 이러

130) 선회권의 중심을 고정하고 선박의 중심까지 수선을 내려 회전시킨 궤적과 구분됨

Collection @ kmou

한 가정의 선회중심으로부터 전심을 해석하는 것은 오류가 포함된다.

현장에서 느끼는 전심관련 선체운동은, 선미는 타압舵壓에 의한 Kick out으로 편각만큼 선회경의 밖으로 벗어나고, 전심보다 앞쪽의 선수부분은 선미편향의 반작용으로 선회경보다 안쪽으로 편위偏位하며, 선회외측 선수에 수저항이 작용하여 구심력을 형성하며 선회경이 더욱 축소된다. 이와 같이 전심은 구심력이 발생하는 선체위치의 바로 뒤에 인접한 선체의 범위 안에 있다.

2) 전심의 활용

전심의 이동과 전심의 위치로부터 작용점까지의 거리를 활용하는 예는 다음과 같다.

(1) 전심으로부터 예선 작용점간의 거리 (Leverage)

항행중인 선박이 선회할 때 전심으로부터 예선이 밀거나 당기는 위치까지의 거리를 작용거리Leverage라고 하며 지렛대의 원리처럼 회두우력은 「예선의 힘 x 작용거리」로서 나타난다. 같은 마력의 예선이라도 전심으로부터 작용점까지의 거리가 먼 예선은 가까운 예선보다 큰 힘을 발휘할 수 있다. 예컨대 전진 중인 선박은 전심으로부터 작용거리가 긴 선미예선이 효과적이고, 후진할 때는 전심이 선미쪽으로 이동하므로 선수예선이나 Bow thruster가 더 효과적이다.

선박이나 비행기를 조향하는 타판이나 꼬리날개가 앞쪽에 있는 것이 아니라 뒤쪽에 있는 이유는, 물체가 이동하는 쪽으로 편위偏位하는 전심으로부터 먼 곳에 위치하여 작은 면적으로도 큰 힘을 발휘하기 때문이다. 예컨대 선체길이 100m의 수천톤급 선박의 선회경이 2.5 케이블인데 비해 선체길이가 300m인 10만 톤급 선박의 선회경이 3.5 케이블에 불과한 것은 큰 배일수록 전심으로부터 타압舵壓의 작용점까지 거리가 커서 회두우력이 커지기 때문이다.

Collection @ kmou

(2) 전심 이동의 활용

[Fig. 5.27]의 A와 B는 한 척의 예선을 사용하여 이안 출항하는 과정을 도해圖解한 것이다. 계류삭을 모도 걷어 들인 후에 예선으로 본선의 선수를 부두로 밀면「극단적인 저항」이 발생하는「부두와 선수의 접촉부분」이 전심이 되어 선수를 미는 반작용으로 선미를 선폭이상[131] 떨어뜨릴 수 있다. 타기를 부두쪽으로 전타全舵하고 (그림처럼 우현접안 선박은 Hard starboard), 선미가 선폭이상 떨어진 후에 밀던 예선을 정지하고 바로 당기면 전심은 선수와 부두의 접촉지점에서 즉각 선미로부터 1/3L 위치로 이동하여 회두하는 것을 볼 수 있다. 선수를 부두로부터 B까지 당기는 동안 선미는 반작용으로 B/2 정도까지 다시 부두에 접근한다. 이때 조타기를 우현전타右舷全舵로 한 상태에서 미속 전진기관으로 선미를 Kick out 시키면 선미가 예선으로 당기는 선수와 함께 부두에서 멀어진다. 부두 근처이므로 부두와 비교하며 전심이동을 포함한 모든 과정을 시각적으로 보면서 할 수 있다.

자력도선 선장들이나 다른 항구에서 통상적으로 이안 출항하는 방법은 접안할 때 투묘한 앵커를 감으며 선미를 예선으로 당기는 것이다. 다만 이 방법은 부두쪽으로 바람이 강하게 불면 앵커가「Up and down」된 후에 선수가 다시 부두로 떠밀려 곤란할 수 있다. 선수예선으로 본선을 부두쪽으로 밀었다가 당기며,「전심의 이동」과「대타각 + 기관의 전진」을 이용하여 이안 출항하는 방법은 상당한 바람에도 배신하지 않고 예측대로 조종성이 유지되는 착한 조종술이다.

(3) 전심에서 먼 예선을 사용하는 간접효과 (심리적 안정효과 포함)

전심에서 먼 예선을 먼저 사용하면 효과적으로 선박의 자세를 조종하는 것 이외에도 예선효과를 쉽게 느끼므로 조종하는 사람의 심리적 안정감을 기대할 수 있다. 예선의 효과가 의심스러울 때 나타나는 불안감은 선장과

131) 선미가 선폭거리로 떨어질 때까지 밀어도 선수에 손상을 주지 않는다. Flare out이 된 선수 라운드의 아래는 선교에서 보는 것보다 안쪽으로 경사져 있기 때문이다.

Collection @ kmou

도선사의 자신감을 떨어뜨리며, 그러한 불안감으로 인하여 속도를 너무 줄이면 타효舵效가 줄고 운동량에 반비례하는 외력의 영향은 커져서 선박의 조종이 더 어렵고 위험해지는 악순환을 겪는다. 심지어는 그와 같은 출력의 예선으로서는 선박의 접이안 조종이 불가능하다고 판단하기도 한다.

(4) 후진중인 선박의 Bow Thruster 사용효과

여객선이나 자동차 운반선 등 B/T를 장착한 선박이 전진중에는 선수예선의 효과가 떨어지고 B/T에 의한 조향操向이 어렵지만, 후진 중일 때는 선수예선의 효과가 커지고 (선미예선은 예삭을 늦추어 매달리지 않도록 하고) B/T만 사용해도 조향이 가능해지는 것은 선체가 이동하는 방향인 선미로 이동한 전심으로부터 B/T까지 작용거리가 커지기 때문이다.

3) 선수와 선미예선의 효과 비교

(1) 부두 접근조종

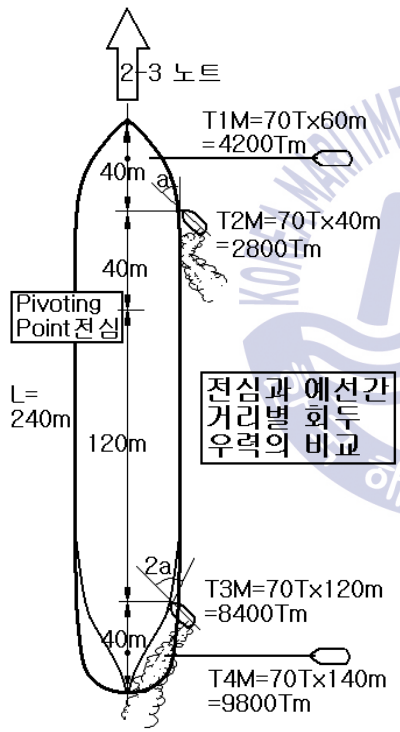
선박이 대형화 될수록 조종성이 둔감鈍感해지므로 접이안 조종에서 예선을 효과적으로 쓰는 것은 조종의 성패와도 직결될 만큼 중요하다. 갑문 입거나 Dead ship의 예인 등 특별한 경우를 제외한 일반적인 부두의 접안 조종에서 예선을 잡는 위치는 접안하는 반대쪽의 현측이다. 부두에 접근하며 감속하여 선체의 운동량이 적어지면 상대적으로 예선저항의 영향이 커져서 예선을 잡은 쪽(부두 반대쪽)으로 회두하는 경향이 나타난다. 특히 대형선박이 부두거리 1~0.5마일 이내에서 4~5 노트 이하로 감속중일 때는 기관을 정지하여 프로펠러의 가속수류가 없으므로 큰 타각을 사용해도 타효를 기대하기 어려운 반면, 선속은 아직 상당하여 예선의 효과는 [Table 5.9]와 같이 25%에 불과하다. 이때 직감적으로 조종성이 둔중한 대형선박의 선수예선을 사용하는 것보다, 전심으로부터 멀어서 효과가 좋은 (3~4배 이상, [Fig. 5.28] 참조) 선미 예선을 사용하여 선미가 편향偏向하는 반작용으로 선수 방향을 조정하는 것이 더 효과적이다.

Collection @ kmou

(2) 중대형 선박의 선수와 선미예선 비교사례

길이 240m의 파나막스급 선박이 [Fig. 5.28]처럼 선수와 선미에 각각 예선을 잡고 4~5노트 속력으로 전진할 때 선수와 선미 예선의 효율을 비교하면, 선수로부터 1/3L~1/4L정도에 있는 전심으로부터 선수 예선까지의 거리 약 40m, 선미 예선까지의 거리 약 140m가 되므로 논리적으로 선수 예선보다 선미예선이 3.5배 더 큰 힘을 발휘한다.

2-3노트 전진중 선수미 예선의 회두 모멘트 비교 (Lpp=240m)



4500마력 4척 예선일 때 당기는 예선과 미는 예선은 선수미로부터 각각 20m와 40m 안쪽으로 가정함

1. 선수로부터 1/4L~1/3L이 전심, 수선하부저항이 큰 형상(C_b가 큰 선박)일수록 전심은 선수방향으로 더 편위偏位한다.

2. 2척 예선을 사용하는 파나막스급[132] 이하 선박은 T2와 T3를 비교하고, 4척 예선을 사용하는 케이프급[133] 선박은 T1,T2와 T3,T4를 비교함, 선속이 2~3노트를 초과하면 선측 예선은 Girding(橫顚倒)이나 Swamping방지를 위해 본선의 진행방향에 대하여 30~45도의 사각斜角으로 함. 사각으로 밀면 예선의 측면에 받는 수류가 형성하는 직압력의 양력부분이 본선을 미는 힘으로 가세하여 예상보다 효과적임.

3. 예선으로 밀 때, 선수와 선미 예선은 전심까지 3배 정도의 거리차이 외에도 선수예선은 본선 외판과의 교각이 예각인 반면 선미 예선은 직각에 가까워서 밀기가 쉽고 효과가 크다.

4. 예색을 짧게(1L) 당길 때 선수예선은 배수류가 본선을 다시 밀어 힘이 감소하지만 선미예선의 배수류는 본선의 선미형상을 따라 뒤쪽으로 지나가므로 힘의 감쇄가 적다.

Fig. 5.28 Fore and after tug effect by leverage

Collection @ kmou

전심의 영향이외에도 선수미 예선의 사용 장단점을 비교하면, 4~6노트의 전진 속력에서 본선에 직각으로 예선을 세우는 것은 Swamping 우려로 쉽지 않으며, 예선을 본선의 정횡 후방으로 약 45도 이하의 각을 유지하며 밀거나 당기는 것만이 가능하다. 본선의 선체와 어슷한 각으로 추종할 때 선수예선은 본선과 예각이므로 밀기가 어렵고 효과도 감소하며, 선미 예선은 본선의 선미 만곡부에 거의 직각이 되어 효과가 좋다. 당기는 경우 선수 예선의 배수류는 본선의 선체에 부딪히며 힘을 감쇄시키지만 선미예선의 배수류는 선미 뒤쪽으로 벗어나며 감쇄가 적다.

이상을 종합하면 2-3노트로 진행할 때 선수예선보다 선미예선이 적어도 3~4배 효과적이므로, 선수를 조정할 때도 가능한 선미예선을 사용하는 반작용으로 조종하는 것이 좋다. 다만 선미예선은 효과가 크기 때문에 갑문 진입자세 등 미세조종일 때는 선미예선이 어떠한 자세로 따라오는지 주의하여야 한다. 예컨대, 당기지는 않더라도 예삭에 장력이 있거나, 밀지 않더라도 예선의 선수를 본선에 밀착하며(코 대고) 따라오는 정도로도 본선의 회두에 영향을 줄 수 있기 때문이다.

5.2.5 예선의 효과적인 사용

먼 거리에서 횡이동으로 부두에 접근할 때와 같은 특별한 경우를 제외하고, 부두 근처에서 통상의 접안작업은 선수미 예선을 동시에 사용하는 것 보다 한 척씩 그 효과를 확인하며 사용하는 것이 쉽고 안전하다. 두 척의 예선을 동시에 사용하면 나타나는 횡이동은 효과가 느리고 잘 보이

132) Panamax ; 선폭 32.3m 길이 294m, 흘수 12.01m, 화물 5000TEU 이하로서 종래의 파나마 운하(1914년 64Km의 운하 및 가툰호수 양쪽에 3단 갑문 완공)를 통과할 수 있는 최대선박, 확장된 신파나마 운하는 53억 달러를 투입하여 9년간의 공사로 2016년 6월 24일 개통하였다. 갑문의 길이와 폭은 427m x 55m 이며 Post panamax로서 선체의 길이 366m x 폭 49m x 흘수 18.3m (현재는 가툰호수 수량감소로 흘수 12~13m 통항 제한)의 선박이 통과할 수 있다.

133) 통상 SDWT 150000톤 이상, 흘수 18m 이상의 선박을 지칭함

Collection @ kmou

지 않는 반면 (특히 부두로부터 1B 이상 비교할 대상이 없는 거리에서는 상당히 횡이동이 증가해도 느끼기 어렵다.) 예선을 한 척씩 사용할 때 나타나는 회두와 반작용은 선체와 배경이 엇갈리며 잘 보이기 때문이다.

또한 갑문 입거를 위해 선박을 갑문 방향에 맞추어 정열Alinement하거나 부두 근처에서 선박을 평행으로 조정할 때, 예상되는 예선 사용량을 두 번으로 나누어 쓰면, 결과적으로는 처음 한 번의 사용만으로 충분한 경우가 많다. 한 번에 많이 밀어 타성으로 Overshoot 되면 다시 당기는 동작이 줄어드는 만큼 조종이 간결하고 정숙해 진다. 선박의 조종현장에서 체험하고 습득한 예선사용의 효과적인 방법을 정리하면 다음과 같다.

1) 사용예선의 명칭

예선의 구령Order을 하는 방법은 도선사마다 조금씩 차이가 있다. 예컨대 구체적으로「대진-밀어」또는「대륙-빽」처럼 예선의 이름에 붙여 밀거나 당기는 지시를 하는 경우도 있고,「선수-밀어」또는「선미-빽」등과 같이 예선의 위치에 붙여 밀거나 당기는 지시를 하는 경우도 있으며, 선수에서부터 순서대로 번호를 붙여 예선의 구령을 하는 경우도 있다.

(1) 예선 1척을 사용하는 소형선박

예선의 이름에 붙여 구령을 하는 것이 효과적이며, 다른 선박과 통신의 혼신이 있더라도 쉽게 구분할 수 있다. 예컨대, 접안시 구령을 차례대로 나열하면「청룡-45도 뒤로 빽」「청룡-스톱, 밀-준비」, 또는「청룡-밀면서 직각」「청룡-스톱」「청룡-빽」「청룡-밀어」등이다.

(2) 예선 2척을 사용하는 중형 선박

예선이름에 구령을 붙이는 것보다 선수 또는 선미와 같이 예선의 위치에 붙여 구령하면 착오가 없고 편리하다. 예컨대「선수-45도 뒤로 빽」「선미-45도 앞으로 밀어」「선수-밀어」「선미-빽」등이다. 휴대용 VHF의 발수신 특성(배터리 특성)이 미흡한 제품(리튬이온 배터리)을 사용할 때는,

Collection @ kmou

「선수 청룡-밀어」「선미 황룡-빽」등과 같이 예선의 위치와 이름을 병행해서 그중 하나가 들리지 않더라도 알아들을 수 있도록 하지만, 들리지 않고 날아가는 것은 한 음절이므로 예선의 위치에 붙여 구령할 경우「선-」자가 날아가도 남은「-수」와 「-미」로서 구분이 가능하므로 선수-선미-에 붙여 구령하는 것이 간단하고 안전하다.

(3) Ni-cad 배터리와 니켈 수소 배터리 및 리튬-이온 배터리의 특성

전기차와 함께 전기를 보관하는 배터리의 개발이 리튬이온 배터리를 중심으로 매우 빠르게 진행되고 있다. 휴대용 VHF에 주로 채용하는 배터리의 특징을 비교하면「니켈-카드뮴(Ni-Cad)」배터리는 순간방출이 좋아서 즉각 발신전압을 높이므로 첫음절이 삭제되는 일이 없으나, 리튬이온에 비하여 충전용량이 적고 배터리의 메모리 현상이 있는 반면 i-Com VHF 등에 채용하는「리튬 이온」배터리는 가볍고 용량이 큰 반면 순간방출이 느려서 발신할 때 첫 한 마디가 잘리는 경우가 많다. 리튬이온 배터리를 채용한 제품은 첫음절이 발신되지 않는 경우를 대비하여 송신 버튼을 누르고 차분히 말을 하는 습관으로 사용하면 불편없이 사용할 수 있다.

Ni-Cad 배터리의 순간방출이 양호한 장점을 유지하며 메모리 현상을 줄인「니켈 수소(Nickel Metal Hydride) 배터리」를 시판하고 있으나, 아직은 Ni-Cad보다 가격이 2배 가까이 비싸다.

(4) 예선 3척 이상 사용선박

예선 3척 이상을 사용하는 경우는 [Fig. 5.29]처럼 선수로부터 선미방향으로 예선의 위치에 따른 번호를 붙여 구령을 하는 것이 편리하고 예선과 도선사 모두 혼동우려가 없다. 예컨대「1번선(1번 예선)-빽」「2번선-밀어」또는「2번선 현 위치에서 같이 빽」등이다.

사고 예방의 중요성을 감안하여 반복하거니와 미는 예선을 반드시 미는 데만 사용하는 것은 고정관념일 뿐이며 모든 예선을 다양하게 활용하여야 한다. 예컨대 접안시 선박의 부두 접근 속도가 과도하면 미는 예선을 「2

Collection @ kmou

번 예선-현 위치에서 같이 빽」과 같은 구령으로 당기는 1번 예선의 힘을 보충하여 선박과 부두의 과도한 접촉 충격을 예방하여야 한다.

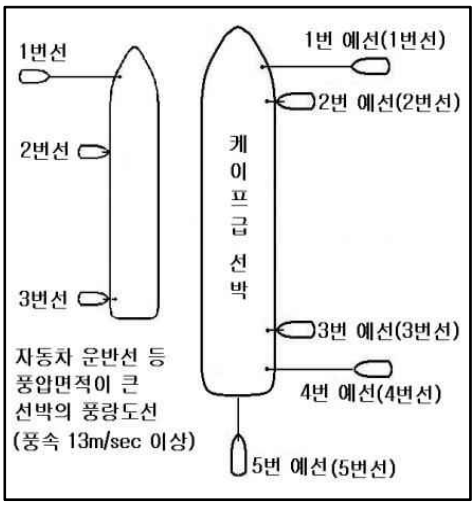


Fig. 5.29 Named tug by positions

(5) 「좀 더 밀어」「좀 더 빽」과 「All tug stop」후 다시 구령

2~3척 이상의 예선을 사용하는 접이안 작업에서 예선이 지시한대로 동작을 하고 있는지 의심스러운 경우가 있다. 이때는 (지시한 구령을 정확하게 이행하는지를 예선에게 따지는 것보다는) 특정 예선을「좀 더 밀어」또는「좀 더 빽」으로 보강하거나 어느 예선이 미는지 당기는지 의심스러울 때는「All tug stop」으로 일괄정리하고 예선별로 다시 구령함이 바람직하며 조선자의 심리적 안정감을 유지하는 데도 도움이 된다.

선장이나 도선사의 생각과는 다른 구령[134]이 발령될 수도 있고 정확히 구령하였음에도 예선이 잘 못 알아들을 수도 있으므로 특히 대형선박이나 풍랑도선과 같이 예선의 척수가 많은 경우 의심스러우면「All tug stop」하고 이어서 필요한 구령을 다시 하는 것이 현명하다.

2) 예선으로 감속할 때 선미예선 먼저 사용 (Contingency plan)

(기관의 고장이나 시동불량 등에 대응하는 Contingency plan으로서) 예선으로 감속할 때는 먼저 선미 예선을 뒤로 당겨서 후진기관에 의한 감속을 보조하고

134) 예선이나 조타오더 또는 기관오더를 할 때 머릿속의 생각과 말이 따로 가는 것은 있을 수 있다. 올바른 구령을 하였으나 예선이나 조타수가 잘 못 알아들을 수도 있고 잘 알아듣고 복창까지 하였으나 반대로 동작하는 착오도 있을 수 있다. 갑문의 입구나 교량통과 직전 등 민감한 위치에서 습관적으로 타각지시기를 확인하는 것은 이 때문이다.

Collection @ kmou

선수 예선은 수역의 여유를 감안하여 같이 뒤로 당기거나 앞에서 뒤로 밀어야 하며, 부족하면 조기早期에 앵커의 주묘를 병행하여야 한다. 예선으로 선속을 줄일 때 선수예선을 먼저 뒤로 당기면 위험한 방향으로 선체의 회두가 발생하여 곤란할 수가 있지만, 선미예선을 뒤로 당기면 본선의 회두가 발생하지 않게 감속할 수 있을 뿐만 아니라 본선의 5시~6시~7시 방향으로 당기는 방향을 바꾸어 그 반작용으로 선수방향을 조정하며 감속할 수 있다.

3) 예선사용의 강약완급

예선사용에서「짧고 강한 사용」과「길고 완만한 사용」은 사용하는 힘의 총량은 같더라도 선박조종에 미치는 효과는 서로 다를 수 있다. 당시의 여건에 따라 효과적인「강약완급强弱緩急」을 구분하고 예선선원의 심리까지 감안함은 물론 눈높이를 맞추어 지휘함이 좋다. 예컨대 평소에「밀어」또는「빽」으로 간단하게 구령하던 도선사가 예외적으로「풀로 밀어」또는「풀-빽」을 구령하면, 어려움이나 위험을 직감한 예선의 선장이 반사적으로 큰 힘을 사용하는 심리적인 효과가 있다. 역설적으로 예선에게 풀로 밀라고 하는 데도 배수류가 예선 길이도 되지 않을 정도로 천천히 민다는 불만감이 들면, 평소 불필요한 고출력을 상습적으로 사용했던 반증일 수도 있다.

조종현장을 같이 보고 있는 예선 선원이 도선사의 구령을 이행할 때 자신의 판단이 개입될 수 있다. 즉 밀거나 당기는 방향은 따르지만 (미는 구령에도 불구하고 당기거나, 당기라는 구령에도 불구하고 밀지는 않지만) 강약은 스스로 가감하기도 한다. 예컨대「Full로 밀어」를 자주 사용하면 이내 다시「풀로 당기는 경우」가 잦은 것이 학습되어「풀로 밀어」를 구령해도 천천히 미는 심리가 작용할 수 있으며, 그 결과 풀로 밀어도 효과가 크지 않음을 경험한 도선사는 예선에 대한 불안감이 커지고 습관적으로 강한 구령을 하는 악순환이 발생한다. 강하게 사용할 필요가 없는 평소에는 간

Collection @ kmou

결하게「밀어」또는「빽」으로만 구령하고 강도는 예선 선장에게 재량권을 주더라도 도선사는「좀 더 밀어」나「좀 더 빽」으로 보강할 수 있으므로 무리가 없다.

5.2.6 예선의 구령

예선의 구령은 해당항만의 현장여건에 따라 다양하지만 가급적 음절이 간단하고[135] 의미가 명확한 구령을 차분하게 사용하는 것이 효과적이다. 자주 사용되는 간단명료한 예선구령과 의미는 다음과 같다.

자주 사용되는 예선의 구령 ;
「밀(빽)-준비」, 「미니멈 밀어(빽)」, 「밀어(빽)」, 「좀 더 밀어(빽)」, 「풀로 밀어」와 「풀-빽」, 「스톱」

1) 구령의 상황별 사용과 효과

(1) 대응이 반 박자 빨라지는「밀-준비」와「빽-준비」

선박조종에서「반 박자 빠르면 평생 꽃놀이고 반 박자 느리면 평생 개고생」이라는 비속어가 있다. 반 박자란 밀던 예선이 당기기 위하여 약간 뒤로 물러나거나, 당기던 예선이 밀 준비를 하기 위해 다가오는 (5초 내지 10초 정도) 시간이며, 선박조종에서 대응Feed back이나 반응Reaction의 반 박자 차이는 그 결과가 상당하다는 의미이다.

거대한 질량과 운동량을 제어하는 선박조종에서 막연히 결과적으로 나타나는 선체운동을 보고나서 대응동작을 하면 반 박자 느릴 수 있다. 선행학습이나 누적경험을 반영하여 타와 기관 및 예선을 사용하고, 조종행위의「효과를 예측」하며 관찰하면 그 효과가 좀 더 민감하게 보이는 만

135) 예컨대 음절이 긴「Dead slow로 밀어/당겨」보다「미니멈 밀어와 미니멈 빽」의 음절이 간단명료하며, 이후에 앞의 구령이 뭔지는 불문하고 (지시된 구령과 달리 어떠한 동작을 이행하는지 Argue 없이)「좀 더 밀어 또는 좀 더 빽」으로 수정할 수 있어 효과적이다. 즉 현재 이행 동작을 기준으로「좀 더 밀거나 당기라는 구령」이므로 비난도 논쟁도 없는 보충명령이며 추가로 반복해서 사용할 수도 있다.

Collection @ kmou

큼 빠른 대응을 할 수 있다. 이때 예상되는 예선의 동작을 미리 준비시키며 예선을 사용하면 준비하는 (반 박자) 시간만큼 이행이 빨라지므로, 설혹 조종효과를 잘못 예측했거나 조금 늦게 관찰한 경우까지도 반 박자 빠른 대응을 할 수가 있다.

예컨대 밀거나 당기기 조금 전에「밀(빽) 준비」를 하면 즉시 밀(당길) 수 있는 자세를 준비시키는 효과도 있지만,「밀-준비」란 당기지 말거나 미세하게 밀어도 좋다는 의미이므로 이미 대응동작이 시작되는 효과가 있으며,「빽-준비」는 밀지 말거나 미세하게 당겨도 좋다는 의미이므로 그러한「준비」만으로도 이미 효과가 발생하여 더 이상의 구령은 불필요하게 되기도 한다. 그러므로「밀(빽)-준비」는 더 이상 그러한 동작이 필요 없으면「스톱」을 구령하여 영향이 계속되지 않도록 하여야 한다.

(2) 연결구령 「스톱, 밀(빽)-준비」와 「밀면서 Let go」

위 설명처럼 예선의 동작을 스톱할 때는 예상되는 다음 동작을 미리 준비시키는 것이 좋은 구령습관이다. 밀다가 스톱하고 다시 미는 경우나 반대로 당기는 것을 예상할 수 있으므로, 이러한 정보를 미리 예선에게 예보하면 여유있게 미리 준비하는「공감효과」가 있으며, 즉각적인 대응동작을 하는 만큼 소위 반 박자 빠른 간결한 조종을 할 수가 있을 뿐만 아니라 예선선원의 업무 저항감을 완화시키는「동행효과[136]」가 있다.

이안 출항하는 선박이 부두로부터 선체길이의 1/3정도 떨어졌을 때 선수는 그대로 당기면서,「선미 스톱, 밀-준비」의 구령으로 다가오게 한 다음「선미 밀면서 Let go」와 같이 일련의 연결된 동작을 같이 구령하면 이를 실행하는 예선의 선장과 일련의 업무에 대한 사전 공감대가 형성되고, 예선의 선장도 여유 있는 심리상태로 작업을 할 수 있다.

136) 지휘시하는 사람과 달리 무심하게 밀-땅 작업을 지시대로 반복하다보면 소음성 난청처럼 직업적인 매너리즘이 생겨서, 구령을 잘 못 듣거나 스트레스가 축적되고 업무저항감이 커질 수 있으나, 다음 동작을 예고하면 지시하는 구령을 거부감이나 스트레스 없이 즉각 이행하는 소위「동행효과」가 있다.

Collection @ kmou

(3) 「현 위치 빽-준비」 VS 「줄 늘여 빽-준비」

빽-준비는「현 위치 빽-준비」와「줄 늘여 빽-준비」로 구분한다. 중소형선박이나 흘수가 적어 당기는 데 그리 큰 힘이 필요하지 않은 선박은「현 위치 빽-준비」로 당기게 하여 다시 밀 준비를 할 때 시간을 단축시킬 수 있으며, 대형 선박이나 심흘수深吃水 선박 및 건현乾舷이 높아 예삭曳索의 앙각仰角이 큰 선박의 이안작업에서는「줄 늘여 빽-준비」로 구령하여 당기는 힘의 감소를 줄여야 한다.

(4) 선수 또는 선미 예선 45도 뒤로 빽

동행하는 선수예선을「45도 뒤로 빽」하면 선수가 부두 반대쪽으로 멀어지며「회두+감속」하고, 선미예선을 「45도 뒤로 빽」하면 선미편향偏向의 반작용으로 선수가 부두쪽으로 회두하며 감속이 된다. 이러한 예선사용은 부두 앞의 접안조종 속력뿐만 아니라 7~8노트의 상당한 접근조종 속력에서도 예선의 횡전도橫轉倒, Girding없이 편리하게 사용할 수 있다.

Collection @ kmou

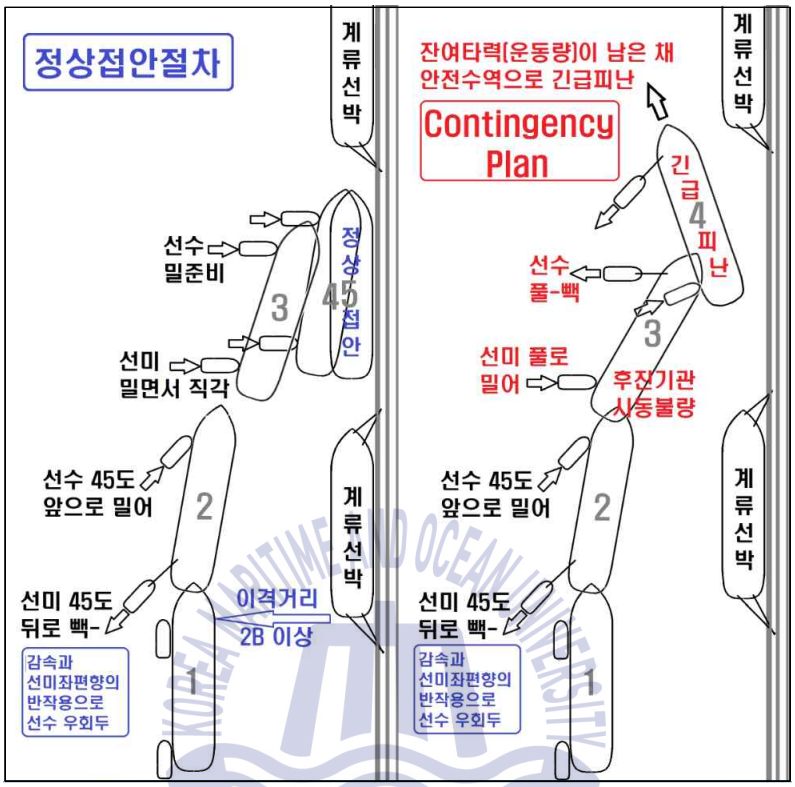


Fig. 5.30 Practise of usual tug use & contingency plan

통상적으로 자주 실행되는 예로서, [Fig. 5.30]처럼 부두 접안차 접근중에 그림의 2와 같이 (감속과 선미 좌편향의 반작용으로 선수 우회두를 위하여) 먼저 선미 예선을 45도 뒤로 당기고, 선수 예선은 45도 앞으로 밀면서 접근하다가, 2 또는 3의 위치에서 후진기관을 사용하며 (전심으로부터 멀어서 효과가 좋고 예삭의 앙각이나 배수류에 의한 감쇄가 없는) 선미예선으로 밀어서 점차 선박이 부두와 평행하게 하며, 4의 접안위치 전방에 일단 멈춘다.

이러한 조종은 (선속이 느리므로 타효가 없어서 자력조종이 어려운) 부두 근처에서 가장 간단하게 감속하며 부두로 접근하는 방법이며, [Fig. 5.30]의 오른쪽 그림과 같이 여차하면 밀던 선미 예선을 더욱 강하게 밀면서 그 반작용으로 선수를 부두 밖으로 벗어나게 하는 긴급조치Contingency Plan를 취하기 쉬운 방법이다.

Collection @ kmou

(5) Contingency Plan (중요)

[Fig. 5.30] 그림의 부두 계류위치 직전에서 후진기관을 사용할 때 (실제로 가끔 발생하는 상황으로) 후진기관이 늦게 걸리거나, 무거운 선박이 뒷물을 받아 정지거리가 예외적으로 길어지는 등 부두나 다른 접안선박과의 충돌위험이 발생할 수 있으며 당황하면 적절한 대응조치를 취하기 어려울 수도 있다.

이 경우, 선체가 무거운 액체화물(위험물) 운반선이나 파나막스급 이상의 만재한 선박은 앵커의 주묘나 예선을 뒤로 당기는 것만으로는 선박을 멈추기 어려울 수가 있으므로, 힘의 감쇄가 없고 전심으로부터 멀어 효과가 좋은 선미 예선을 계속 강하게 밀면서 즉각 선수 예선을 45도 뒤로 당기면, 선미편향의 반작용으로 선수가 부두나 다른 접안선박으로부터 멀어지며 그림의 4와 같은 방향으로 선회하여, 소진되지 못한 운동량을 지닌 채 충돌위험을 피하는 Contingency plan이 된다. 당연히 (좌현)앵커를 투묘준비 해야 하지만, 실제 투하하여 주묘저항을 이용할 것인가는 현장에서 판단할 사항이다.

(6) 선수(선미) 예선 - 45도 앞으로 밀어

4~6노트 이상 상당한 속력으로 진행중인 선박이나 1~2노트의 극저속極低速 선박이라도 선미예선을 45도 앞으로 어슷하게 미는 효과는 상당하다. 전심으로부터 멀어서 작용거리가 크고 자체추진력을 가진 선미예선이 「Active Rudder」[137] 역할을 하기 때문이다. 즉, 전심으로부터 먼 선미예선의 수면하부 측면의 유체력이 「가타假舵역할」을 하고, 예선의 미는 힘이 Active rudder역할을 하여 (5.3.1항의 [Fig. 5.40] 참조) 강한 힘을 발휘하며, 좁은 수역에서 선박을 신속하게 선회시킬 수가 있다.

반대로 전진중인 선박의 선수 예선을 45도 앞으로 미는 경우는 선미예

137) Rudder에 Torpedo(어뢰) 형태의 모터와 프로펠러를 부착하여 제자리 선회가 가능할 만큼 선회성을 개선한 조타기, 5.3.1 항의 [Fig. 5.40] 참조

Collection @ kmou

선에 비해 효과가 떨어지기는 하지만 수류가 예선의 측면을 밀어서 발생하는 직압력의 횡분력이 양력으로 미는 힘에 가세하여 예상외로 효과가 크다. 전심과 선속별 예선의 감쇄효과에 대한 이해가 깊은 사람일수록 부두 접근과정에서 선수예선은 효과가 크지 않다고 생각하지만, (직각으로 세워서 미는 것이 아니라) 3~4노트 이상의 속력에서도 전도위험Swamping 없어 45도로 어슷하게 미는 것이 가능하고 효과가 기대이상으로 좋다. 설혹 효과가 크지는 않더라도 준비된 장비는 사용하는 것이 원칙이고 최선이다.

(6) 대형 유조선과 가스탱커선의 접안위치 미세 조정시 예선사용

칙산-암Chicksan-arm을 사용하는 유조선이나 가스탱커는 본선과 육상 화물관 연결을 위해 접안위치를 10cm 단위까지 정확하게 맞추어야 하므로 선체 위치의 미세조정이 필요하다. 일단 부두에 접안(접촉)하면 예선이 밀고 있으므로 선체와 펜더의 마찰저항이 상당하여 본선의 스프링라인으로서는 전후위치 조정이 쉽지 않으며, 기관은 극미속 전후진일지라도 너무 힘이 강하여 위치를 미세조정하기가 쉽지 않다.

현측에 접이안 예선이 4척인 LNG 등 대형선박은 2번과 3번 예선을 직각으로 밀게 하고 [Fig. 5.31]처럼 「1번 예선은 뒤로 밀-준비」 「4번 예선은 앞으로 밀-준비」를 하고 예선에 의하여 전후 위치를 미세조정하면 힘이 적당하므로 쉽고 편리하다.

예선을 2척 사용하는 중대형 선박도 기관을 사용하거나 스프링으로 위치를 조정하는 것보다 효과적으로 사용할 수 있지만, 흘수가 18m 이상인 광탄선의 경우는 워낙 기동타력이 크므로 기관을 사용하지 않으면 위치조정이 어렵다.

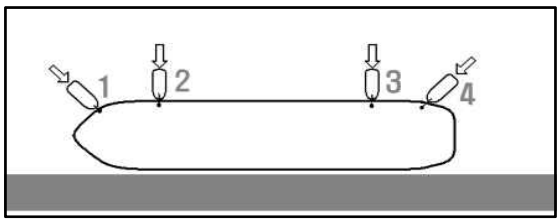


Fig. 5.31 Position adjust by tugs

2) 조종안전을 제고하는 예선구령

dCollection @ kmou

숙련된 도선사일수록 전심으로부터 먼 선미 예선을 주로 사용하고, 여러 가지 감쇄가 많은 당기는 방향보다 미는 방향으로 예선을 사용하여 그 반작용으로 미는 반대쪽 선체까지 조종한다.

(1) 「미니멈 밀어」 와 「미니멈 빽」

「Dead slow로 밀어」나 「Dead slow로 당겨」보다는 「미니멈 밀어」 또는 「미니멈 빽」의 음절이 간단하고 의미가 더욱 명확하다. 여객선이나 자동차 전용선처럼 선체의 크기에 비하여 비교적 가벼운 선박의 접안시 부두접안 직전에 접촉충격을 줄이기 위한 미세조정이나, 수천 톤 이하의 작은 선박(본선)에 4~6천 마력의 큰 예선이 지원할 때 「밀 준비」와 「빽 준비」 및 「미니멈 밀어」와 「미니멈 빽」을 사용하는 것이 안전하고 효과적이며, 이러한 구령만으로 무리없이 작업을 마무리할 수 있다.

선속이 빠른 (특히 GT 4~5만 톤급의 작은)자동차 운반선박은 선수쪽 외판과 선미 외판의 굴곡부가 깊고 큰 반면, 선체 중앙부의 평행부 직립외판Flat body이 일반선박에 비하여 크게 짧다. 이러한 선박을 고조시에 접안할 때 선수와 선미 예선이 강한 힘으로 밀면 밸런스를 맞추기 어려우며, Bow thruster로 보조를 해도 부두와 평행하게 선체를 유지하기 어렵다. 그 결과 선수나 선미가 부두에 올라타며 [Fig. 5.32]의 표시처럼 부두 모서리나 계류용 곡주와 선체가 접촉하여 손상을 입기 쉽다. 이러한 선박은 (특히 고조시) 접안중 부두 부근에서 선수미의 예선을 미니멈으로 밀면서 Bow thruster로써 선수미 균형을 맞추어야 한다.

Collection @ kmou

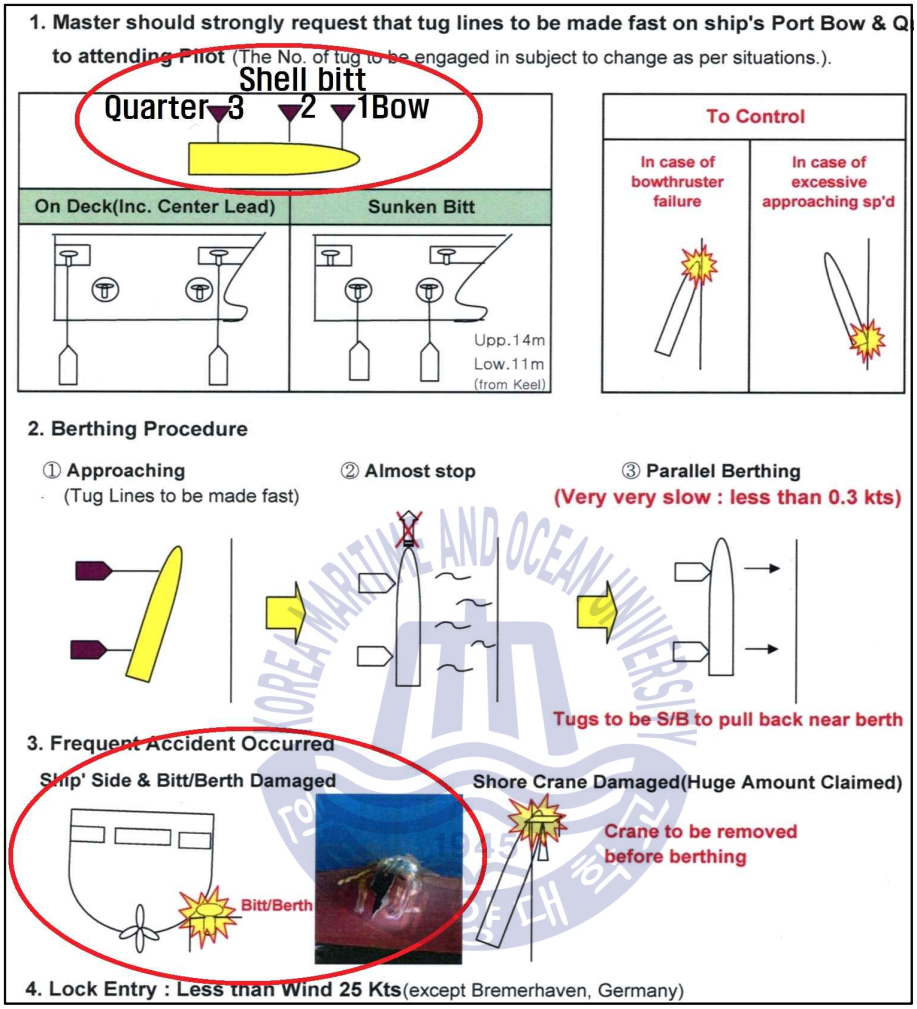


Fig. 5.32 Cautions for the berthing of car carriers

(선사의 운항관리실은 그림의 Shell bitt 대신 Bow에 예삭을 잡아 선수미 예선의 작용거리 밸런스를 맞추도록 주문하고 있으나, 선수 갑판에 예삭을 잡으면 앙각이 크고, 깊은 라운드 아래를 왔다 갔다 하므로 매번 지원동작이 반 박자 느린 문제를 간과하고 있다.)

(2) 「밀어(빽)」와 「좀 더 밀어(빽)」

(예선마력의 부족을 느끼지는 않는 정도의) 2~3만 톤 미만의 선박조종은 예선의 구령을 거두절미하고「밀(빽) 준비」, 「밀어(빽)」, 「스톱」의 다섯 가지로 마무리할 수 있다. 이때「밀어」와「빽」은 절반 정도의 힘으로

Collection @ kmou

밀거나 당기라는 의미이며, 예선 선장에게 일부 재량을 허용하는 탄력적인 구령[138]으로, 예선사용의 효과를 관찰 후에 「좀 더 밀어(빽)」로 다시 조정할 수 있어 편리하다.

예선구령에 굳이 half나 Slow 심지어는 Dead-slow까지 사용강도를 번거롭게 지시하지 않더라도 예선의 힘은 「강도×시간」에 비례하므로 시간으로써 힘을 조정할 수 있으며, 필요에 따라 「좀 더 밀어」나 「좀 더 빽」으로 사용강도를 수정하고 보충할 수 있다. 「좀 더 밀어(빽)」를 반복하면 거부감이 없이 점차 더 밀거나 당기는 심리적 주도권을 지휘자인 선장이나 도선사가 확보하는 간접효과도 있다.

(3) 미는 예선의 「현 위치에서 같이 빽」 - 비상대응책

3척 이상의 예선을 사용하는 경우 밀기 전용예선을 미는 위치에서 같이 당기도록 하는 것은, 대형 선박의 접안 충격을 줄이는 비상대책Contingency plan이다. 중대형 선박의 풍랑도선이나 거대형 선박이 접안할 때, 당기는 예선만으로는 제어가 어려울 때가 있으며, 선박의 부두 접근속도가 빠르거나 부두와 평행이 아닌 편심접촉이 예상되면, (미는 예선은 밀기만 한다는 고정관념에서 벗어나) 미는 예선을 「현 위치에서 빽」으로 구령하여 당기는 예선을 보조하면 (당기는 예선 또한 상황을 인식하고 가능한 최대로 더 당기는 간접효과가 있으며) 과도한 접촉충격을 피할 수 있다.

미는 예선이 그 자리에서 당기면 일정부분 감쇄는 있지만 최소 절반의 힘만 추가해도 효과가 크며, 다소 과감하게 부두에 접근하더라도 속력의 조정이 가능해 진다. 즉, 당기는 예선의 힘을 1.5배로 보강하는 대책이 있으므로 산뜻하게 부두에 접근하여 안전하게 제어하며 접안시간을 단축할 수가 있다. 안전한 속력이란 무조건 느린 속력이 아니고 「대책이 있는 속력」이며, 이동속력이 너무 느리면 운동량이 적은만큼 외력의 영향이

138) 조종 현장을 보고 있는 예선의 선장도 자신의 경험에 비추어 나름대로 사용할 예선출력을 예상하고 있으므로 강한 구령을 해도 대충하는 심리도 작용하며 위급한 상황이 예상되면 구령보다 더 강하게 할 수도 있다.

Collection @ kmou

커지고 타효도 줄어들어 결과적으로 더 어려운 조종이 될 수 있다.

5.2.7 안전조치

1) 예선의 영향 배제

(1) 「날개 접어」 「줄 늦춰」

선박이 저속일수록 운동량이 적어지는 만큼 외력(예선)의 영향이 커지며, 예선이 매달리면서 따라오거나 미리 본선과 직각 방향으로 자세를 잡으면 예선저항으로 인하여 예선을 잡은 방향으로 회두가 발생하거나 정침이 어렵다. 그러한 영향을 줄이기 위하여 자주 이용되는 구령으로, 「날개접어」 또는 이미 본선과 평행으로 날개를 접은 예선은 「선수예선 줄 늦춰」가 사용된다. 예선이나 외력의 영향으로 선박의 접근자세가 틀어지면 외력의 영향을 줄이는 조치를 함은 물론, 과감한 대타각과 일시적인 전진기관으로 프로펠러 가속수류를 사용하여 자세를 잡은 후 다시 후진기관으로 감속하는 기회를 놓치지 않아야 한다.

(2) 기타 구령과 오인소지

항만특성에 따라 도선사와 예선 상호간에 학습된 구령들이 사용되고 있다. 예컨대 갑문 출입과 같이 민감하고 미세한 조종이 필요한 경우에는 「코 대고-(밀 준비와 같은 의미)」 「코 떼고-(빽 준비와 같은 의미)」「지긋~이 밀어(Slow인 듯 그러나 "지긋~이 빽"은 잘 쓰지 않음)」「받쳐」(갑문입구에서 선박이 예선이 있는 쪽으로 밀리지 않도록 하되 반대쪽으로 가지는 않도록 하라는 의미) 등을 사용하고 있으나 모두에게 의미가 명확한 것은 아니며 구령을 예선 선장이 임으로 해석할 여지를 남기는 것은 바람직하지 않다.

Collection @ kmou

2) 정선미 감속예선

(1) 감속예선 (Tail tug)

정선미 예선은, Engine dead-ship을 밀면서 본선의 조타기로 조향[139] 하거나 밀고 가던 선박을 뒤로 당겨서 멈추는 것뿐만 아니라, 정상선박이라도 굴곡부가 심하고 좁은 운하나 좁은 교각을 통항할 때, 정선미 예선으로 당겨서 증속Gather-way을 억제하며 전진기관을 사용하여 프로펠러의 가속수류로써 타효를 개선할 수도 있다.

Fig. 5.32 Tail tug (Tug use in port, Capt. H. Hensen)

또한 감속예선은 본선의 5시 방향이나 7시 방향으로 당기면 선미 편향의 반작용으로 선수방향을 조절하며 감속할 수 있으며, [Fig. 5.32]처럼 주경간이 좁은 교량을 통항할 때는 정선미의 예선으로 증속을 억제하며 전진기관의 가속수류를 이용하여 조종성을 개선할 수 있고, 뒤로 끌어낸 다음 다시 시도할 수도 있다.

(2) 교량통항선박과 광탄선의 감속예선

파나막스급 이상 교량기준초과 선박은 교량통항시 접이안 예선에 추가하여 5~6천 마력 1척의 교량통항 안전예선Tail tug을 동행하는 것이 필요하며, 평택·당진항 항계부근 출입항로를 일시통제하고 선회장으로 이용하는 케이프급 광탄선[140] 은 선측에 4척의 접안예선에 추가하여 6천 마력

139) 본선의 선속이 6~7노트 이상 되면 타기를 이용하여 조향이 가능하므로 최소한 그러한 속력 이상으로 올릴 수 있는 예선의 마력이 필요하다. 예컨대 GT 5천 톤 이하는 4500마력, GT 1만 톤 이하는 5천 마력, GT 1만톤 초과하는 선박은 6천 마력 이상, 단 굴곡부가 많거나 좁고 긴 항로에서는 증속과 방향을 보조하기 위해 잡는 추가의 안전 보조예선이 필요하다.

Collection @ kmou

이상 1척의 감속예선을 사용한다.

교량의 주경간 폭에 따라 달라질 수 있으나 선박의 양쪽에 각각 1L 이내의 좁은 경간 폭을 가진 교량은, 안전한 범위의 통항조종이 실패하는 등의 비상시에 4~6노트로 통항하던 선박을 선체길이 2배 이내의 거리에서 멈출 수 있는 정도의 감속안전예선을 사용하는 것이 필요하다.

예컨대 대형선박이 갑문에 입거할 때는 [Fig. 5.33]의 왼쪽과 같이 (선수를 뒤로 당기며 인공저항을 유발하면 전심의 선수쪽 이동이 크고 선미예선의 효과가 개선되므로) 선수 양쪽에 예선을 잡는 것이 효과적이며, 교량통항 후에 부두 접안을 하는 경우는 그림의 오른쪽처럼 선측의 접안예선+정선미 감속예선으로 배치하는 것이 예선을 옮겨 잡는 번거로움이 없어 편리하다.

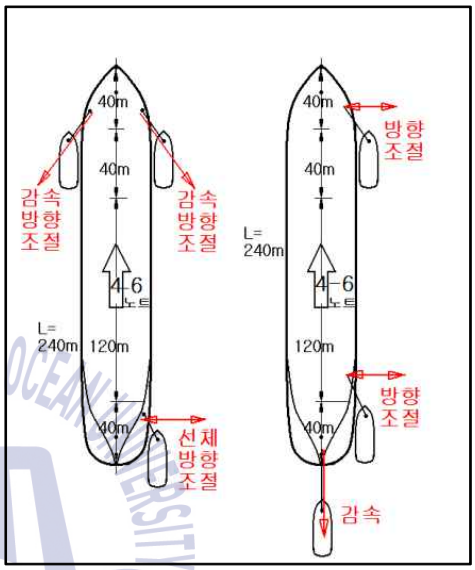


Fig. 5.32 Speed reduction tug of docking or bridge passage

(3) 예선에 의한 정지거리

항로의 계획수심을 초과하는 흘수의 광탄선박이 조위를 이용하며 출입항할 때, 본선 기관의 시동불량이나 고장의 경우 예선이 밀면서 항행을 계속하거나 항로상 비상투묘시 조종이 가능한 최저속력 6~7노트에서 감속예선을 이용하여 4L 또는 1,000m 범위의 거리에서 선박을 정지시킬 수 있는 안전대책이 필요하며, 교량의 통항기준 초과선박은 2L 또는 500m 범위의 거리에서 정지시킬 수 있는 안전예선이 필요하다. SDWT 18만톤

140) LNG 부두 앞 수역에 선회장을 지정한 광탄선은 (선미 Tail tug를 잡은 채) 광탄선 부두 앞 항로에서 바로 선회 접안한다. Tail tug의 목적은 항로의 차단시간을 최소로 하고 기관고장이나 선회권이 예외적으로 큰 선박에 대한 이중의 안전대책중 하나이다.

Collection @ kmou

(배수량 20만톤) 광탄선박이 선체 길이의 4배 또는 1,000m 범위의 거리에서 정지시킬 수 있는 감속예선의 마력 산출은 다음과 같다.

$$F = \frac{Wv^2}{2gS}(\text{톤}), \quad \text{.....(식 5.3)}$$

$$F = \frac{200{,}000 \times 3.09^2}{2 \times 9.8 \times 1000} = 97.43(\text{톤}), \quad \frac{97.43}{1.6} \times 100 = 6{,}089(\text{마력})$$ 이며

다만, NCO(Normal Continuous Output, 통상연속사용출력) 6,089마력을 MCO로 환산하면 6,765마력이지만 6천 마력 이상의 예선을 수배하기 어렵고, 경계가 완만한 경사의 자연수로 항로는 교량과 같은 즉각적인 위험은 없으므로, 긴급투묘와 주묘를 병행하는 안전조치를 전제로 6천 마력을 적용해도 무방하다는 판단이다.

SDWT 7만톤 (배수량 8.5만톤) 곡물선박이 교량통항시 2L 또는 500m 거리에서 정지시킬 수 있는 예선의 마력산출은 다음과 같다.

$$F = \frac{Wv^2}{2gS}(\text{톤}) \text{ .....(식 5.4)}$$

$$F = \frac{85{,}000 \times 3.09^2}{2 \times 9.8 \times 500} = 82.8(\text{톤}), \quad \frac{82.8}{1.6} \times 100 = 5{,}175(\text{마력})$$

다만, NCO 5,175마력을 MCO로 환산하면 5,750 마력이며 절대 안전이 필요한 교량과 같은 SOC는 실제 사용이 가능한 NCO를 적용하여 6천 마력 예선을 사용하는 것이 합당하며, 긴급피난이 필요한 경우 대형선박을 어렵게 정지 또는 후진시키는 노력보다 소진되지 못한 운동량을 지닌 채 교각사이를 지나도록 하는 방향을 조정하는 것이 쉽고 현실적이다.

예선중복 등의 이유로 사용예선의 마력 조정이 불가피한 경우, 사전에 이를 해당 주도선사에게 알리고 특별도선을 협의하여 별도의 주의 깊은 조종 안전조치를 하여야 한다. 불가피한 사정상 예외적으로 사용한 예선의 출력이 전례 또는 관례로 잘못 정착되는 등 안전기준이 무시되면 근접

Collection @ kmou

사고(유사사고, Near-mis)와 대형사고의 상관관계(하인리히법칙, 보험사고의 통계)에서 입증된 바와 같이 교량붕괴 같은 재난위험이 증가한다.

3) 본선과 예선간의 흡인력

본선과 예선이 나란히 붙어서 항행을 하면 선속이 빠를수록 본선과 예선사이를 흐르는 수류가 더 빨라지고 압력이 낮아져서 흡입력이 작용고 예선의 이탈이 어렵다.

(1) 출항선박의 예삭 해지작업

이안 출항하는 선박은 선원의 부상이나 사고를 예방하고 예선의 이탈이 쉽도록 극저속 기관을 사용함이 안전하며, 가능한 저속일수록 예선이 본선으로부터 떨어지기가 쉽다. 본선과 직각으로 또는 예삭을 길게 잡고 작업하던 예선이 안전하게 예삭을 풀기 위해서는 본선에 다가와 나란히 동행하며 예삭을 「Let go」 한다. 이때 예삭이 늘어지면 선원들이 예삭을 벗기는 작업[141]을 시도하므로 예선은 거친 조종을 삼가야하며 예삭의 Tail rope가 예선의 갑판에 다 내려올 때까지 예선은 예삭에 매달리지 않아야 한다. 건현이 높은 선박에서 예선의 선장은 선원들이 어떠한 작업을 하고 있는지 볼 수가 없기 때문이다.

(2) 예선 이탈시 본선의 선속

예선이 본선으로부터 이탈할 때까지는 조종 가능한 최소한의 기관만을 사용하여야 하지만, 기관 특성상 극미속(Dead-slow)이 6~7노트 정도로 빠르거나 교량의 통항안전을 위하여 예선이 동행하는 경우, 강풍이나 강조류시 거대형 선박의 조종성을 확보하기 위하여 기관을 사용하는 경우 등 불가피하게 선속이 증가할 수 있으며, 그러한 경우에 대비하여 예선의 안

141) 예삭이 예선의 갑판에 다 내려오기 전에 본선에 매달려 예삭에 급장력이 걸리면 작업중인 선원들의 손이 끼어서 심각한 부상을 입을 수 있다. 겨울철 추위에 약한 열대지역 출신 선원들이 작업할 때 무거운 예삭을 취급하기가 어렵고 동작이 느리다.

Collection @ kmou

전한 이탈방안을 확보하여야 한다. 선속이 5~6노트 이상이면 본선과 예선간의 흡인력[142]이 증가하여 예선의 이탈이 어렵고 위험할 수 있기 때문이다.

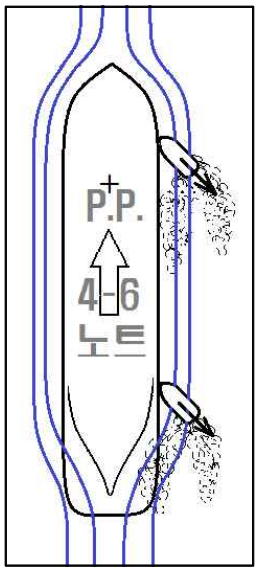


Fig. 5.33 Tug away at higher speed

예선이 본선으로부터 이탈할 때 선속이 빠를수록, 본선과 접현接舷 면적이 넓을수록, 흡인력(유체력)이 커지고 예선의 이탈이 어렵다. 이때 본선은 선속의 증가한 만큼 운동량이 커지므로, 운동량에 반비례하는 외력(예선이 미는 힘)의 영향은 적어지며, 특히 전심에 가까운 선수 예선은 세게 밀어도 본선의 회두가 발생하지 않는 운동특성을 이용하여, [Fig. 5.34]처럼 본선을 밀면서 예선의 선미를 30도 이상 떨어지게 하여 흡인력을 줄이며 뒤로 빠지는 방법이 효과적이다.

선미 예선은 본선의 선미 만곡부와의 사이에 공간이 있으므로 선수보다 흡인력이 작지만, 프로펠러 흡수류의 위험이 있으므로 신속하게 본선을 밀면서 예선의 선미를 조금 넓힌 후 뒤로 빠지는 것이 좋다. 적시에 이탈하지 못하여 선미 만곡부까지 흘러가면 안테나 등 예선 상부 구조물의 접촉 위험이 있을 뿐만 아니라 심리적으로도 불안해진다. 예선이 이탈에 어려움을 보이면 「본선을 30도 앞으로 밀다가 뒤로 빠지라」고 지시하여야 한다. 신규 예선이나 신입 선원이 어려움을 겪을 때 한번만 알려주면 쉽게 숙달되고 어떠한 속력이라도 잘 이탈하는 것을 경험하였다.

142) 베르누이 정리에 따르면, 유속이 빠른 본선과 예선사이는 저압부가 형성되고 유속이 느린 예선의 반대쪽은 고압부가 형성되어 고압부의「면적 x 압력차이」가 예선을 저압부인 본선쪽으로 밀어서 발생하는 흡인력은 본선과 접촉하는 예선의 면적을 줄이면 흡인력이 적어진다.

Collection @ kmou

5.2.8 접안과정과 예선사용

1) 부두 접근경로와 선체의 횡이동 저항

선체의 정횡방향 단면적은 선수미방향 단면적의 7~8배에 달하며, 종방향의 형상은 수저항을 줄이기 적합한 유선형임에 비하여 횡방향의 형상은 수저항이 큰 직사각의 방형에 가깝다. 이 때문에 유선형인 선수미 방향 이동은 저항이 적고 횡방향 이동은 그 형상과 면적비 만큼 수저항이 큰 것을 감안하여 접안 계획을 마련하여야 한다.

(1) 접근 경로상 선저 여유수심

선박이 횡이동을 할 때 배제한 물의 상당부분은 수압[143]이 큰 선저 보다 멀지만 수압이 적은 선수미를 돌아서 반대쪽으로 밀려가면서 거리에 비례하는 저항이 발생하여 마치 선체의 질량이 3배쯤 늘어난 것처럼 (이를 부가질량이라고 함) 조종에 미치는 영향이 크다.

자력 항행시에 경험하는 선저여유수심의 영향을 간단히 비교하면, 흘수가 깊지 않은 수천톤급 선박은 차이가 크지 않으나, 파나막스급 이상 만재한 대형선박은 선저여유수심UKC이 해당선박의 흘수보다 적으면 저항이 나타나기 시작하며 (육감으로는 느낄 수 없으나 기관의 부하가 늘어나고 연료 분사량이 증가하기 시작함), 선저 여유수심이 흘수의 절반 이하가 되면 (감속과 조종에 필요한 타각의 증가 등) 그 영향이 상당함을 느낄 수 있고, 흘수의 1/4 이하가 되면 (흘수 18m 광탄선의 평균 여유수심이 4.5m 미만이 되면) 선회경과 정지거리가 깊은 수심에 비하여 2배까지 증가할 만큼 영향이 커지므로, 선저 여유수심이 적은 중조나 저조시 접안작업은 이러한 사정을 감안한 대책이 필요하다.

---

143) 수압은 흘수에 비례하며 수심 10m이면 1Kg/cm2의 압력, 면적이 넓으므로 수압의 총량은 상상이상으로 엄청나며 이러한 사항을 고려하지 않으면 조종이 크게 어렵고, 위험해질 수도 있다.

Collection @ kmou

(2) 선체의 횡이동 저항

선체의 횡이동 저항은 면적이 넓고 직사각형長方形에 가까운 횡단면의 형상에서 발생하는「형상저항」과 선체가 횡이동할 때 밀리는 물의 상당 부분이 먼 거리의 선수미를 돌아서 선체가 이동한 빈자리를 채우는데서 발생하는「수저항」이 원인이며, 선박의 흘수가 클수록(선저의 압력이 높아짐), 선저 여유수심이 적을수록(물이 지나는 통로가 적어짐), 선체가 길수록(물이 돌아가는 거리가 멀어짐) 부가질량과 횡이동 저항은 커진다.

횡이동 저항은 진행방향에 대한「선체의 수면하 투영면적」[144] 및 동일한 해도수심일지라도 조위潮位에 따라 달라지는「선저 여유수심」에 따라 크게 달라지며, 통상 선수미 방향의 이동에 대비한 횡이동 저항은 면적(7~8배)과 부가질량(3.3배)을 곱한 20배 정도로 커진다.

(3) Swept path를 줄이는 접근경로

흘수가 깊은 대형 선박일수록 횡이동 저항을 줄이는 경로를 선택하여야 한다. 즉 부두 앞 3B 이상의 위치를 목표로 선수미 방향의 완만한 궤적의 Head-in 자세로 접근하여, 선체가 쓸고 지나가는 면적(Swept path)이 가급적 적도록 진행하여야 한다. (부두 앞 3B를 목표로 접근해도 진행중에 압류되어 부두 앞 2B 거리에 도착하는 것이 보통이다.) 예선의 마력에 여유가 있고 조류가 약한 정조시라도 압류되어 도착하는 위치가 부두 앞 2B 보다 가깝게 되는 것이 예상되면 선체와 수류를 평행하게 하거나 약간의 Head-out 자세(선체와 부두가 평행하게 보이면 원근법상 미세한 Head out임)로 조정하여 더 이상 압류되지 않도록 하는 안전조치가 필요하다.

(4) 횡이동 접근방법과 미는 예선의 작용-반작용

대형 선박은 부두 앞에 도착하여 부두에 접근하는 자세와 부두로부터 1B 이내에서 예선사용의 방법에 따라 접안시간의 차이는 물론 조종성과操

144) 예컨대 부두 앞에서 선체를 45도로 기울이고 횡이동 하면 투영면적이 1/1.4로 줄어들 뿐만 아니라 선체에 부딪히는 수류의 각이 90도에서 45도로 바뀌므로 형상저항도 크게 줄어든다.

Collection @ kmou

縱成果의 차이가 크다.

부두로 횡이동을 할 때 거리가 멀수록 부두와의 교각交角을 (30~15도 정도로) 크게 유지하여 횡이동 방향에 대한 선체의 투영면적을 줄이고, 점차 부두와 가까워질수록 부두와 평행하게 자세를 조정하여 횡이동 방향에 대한 투영면적을 키우면 수저항이 커져서 굳이 예선으로 당기지 않아도 횡이동 저항에 의하여 접근속도가 쉽게 줄어든다.

부두 1B 이내에서 부두와 평행을 만들 때는 가급적 (감쇄가 없이 효과가 좋은) 미는 예선을 사용하여 그 반작용으로 미는 반대쪽이 멈추도록 해야 한다. 즉, 부두에 가까운 쪽의 선체를 당기며 부두에서 먼 곳에 세우는 것보다 부두로부터 먼 쪽의 선체를 밀어서 부두와 가까운 곳에 세우면 이동시간이 단축됨은 물론 미는 예선은 힘의 감소가 없으므로 당기는 예선에 비하여 더 효과적이다.

(5) 부두로부터 선폭거리 이내의 주의사항

부두로부터 선체의 폭 이상 먼 거리에서는 횡이동 속도가 눈으로 보이지 않으며 집중을 해도 느끼기 어렵다. 대체로 대형선 선폭의 절반거리 이내에서부터 부두에 접근하는 횡이동 속도가 잘 보이기 시작하지만(느껴지지만) 이때는 빠른 것을 알고 예선으로 당기더라도 부두와 접촉충격을 피하기 어려울 수도 있다.

파나막스급 이상 대형선박은 부두로부터 선폭거리까지 접근하면 일단 선수미 예선으로 같이 미는 것을 멈추고 예선을 한척씩 교대로 사용하여 선체를 부두와 평행으로 조정하며 감속상태를 관찰하여야 한다. 위험물 운반선박 부두는 대형선박의 과대한 횡이동 타성을 예방하기 위해 소나를 설치하여 선박의 선수미 거리와 접근속도를 표시하지만 달리 참고할 방법이 없는 대형 벌크선 부두는 선폭거리가 되면 미는 것을 잠시 중단하고 횡이동 타성이 줄어드는 것을 관찰하는 방법이 최선이다.

Collection @ kmou

2) 풍압면적이 큰 선박

아산만은 북서쪽에서 동남쪽으로 점차 좁아지는 나팔모양의 지형으로 남동쪽의 평택·당진항 입구로 갈수록 바람도 지형을 따라 압축되어 강해지는 특성이 있으며, 여름철을 제외한 연중 북서 탁월풍이 불어온다.

이러한 바람의 특성상 풍압면적이 큰 선박의 접안상태 안정성을 확보하기 위하여 바람이 선박을 부두로 밀어주는 위치에 풍압면적이 큰 선박이 접안하는 자동차선 부두와 컨테이너선 부두를 건설하였으므로,[145] 이러한 부두에 접안하는 선박은 연중 예외 없이 부두 쪽으로 부는 바람을 받으며 부두 앞에서 180도 회두하여 접안한다.

따라서 지형적으로 바람이 차단되는 다른 항만과 달리 풍압면적이 큰 선박들에 대한 예선의 사용기준을 별도로 정하여 적용하고 있으며, 일반 선박에 비하여 풍압면적이 큰 자동차 운반선박과 여객선은 [Table 5.10]처럼[146] 풍랑주의보와 경보의 기준을 다르게 적용한다.

Table 5.10 Storm & Gale warning

구분	풍랑주의보	풍랑경보
통상 선박	13m/sec	18m/sec
풍압면적 큰 선박	10m/sec	15m/sec

(2) 풍압면적이 큰 선박의 예선사용기준

풍압면적이 큰 선박은 이러한 환경과 여건을 극복하기 위하여, 바람이 10m/sec 이상일 때는 [Fig. 5.35]의 2번과 3번의 위치에 잡는 통상예선에 추가하여 선수에 1번 예선을 잡고 예삭을 길게 늘여 당기는 예선을 사용한다.

선수갑판에 잡는 1번 예선의 위치는 선수외판 만곡부가 깊어서 예선이

145) 처음에 부두쪽에서 바람을 받는 서부두에서 하역작업을 시도한 일이 있으나 바람이 강하면 접안선박이 부두로부터 수미터씩 떨어져서 사용을 중단하였다.

146) 자동차전용선 회사들은 풍속 10m/sec 이상이면 접이안 작업을 중단하는 사내규정을 마련하고 있으나 현실적으로는 화주인 부두운영사의 지시를 따를 수밖에 없다.

Collection @ kmou

본선과 나란히 동행하면 예선의 상부 구조물과 본선의 접촉위험이 있으므로 (2번과 3번 예선은 미리잡고) 부두 직전에서 본선이 3~4노트이하로 감속한 후 본선에 직각으로 접근하여 예삭을 잡는 계획으로 접안조종을 하여야 한다.

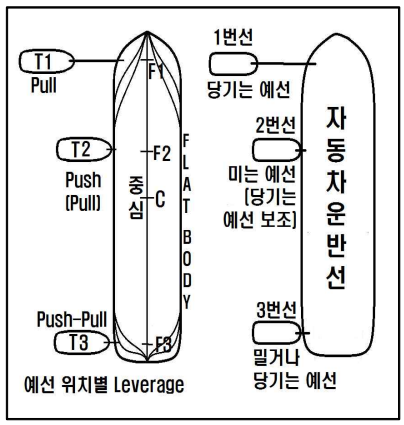


Fig. 5.35 Car carriers maneuvering in Storm weather

5.2.9 접이안 보조장비

1) 설치 목적과 사용 효과

Car Ferry 여객선과 자동차 운반선 등 풍압면적이 큰 고속선박은 대부분 접이안 보조장비(Bow thruster, Stern thruster)를 갖추고 있다. 이는 예선절감이 주목적이 아니라, 고속 선박의 선형船型 특성상 선수 하부의 라운드가 깊고 선측의 평면부Flat body가 짧으므로 선수로부터 상당히 후방의 Flat body에 잡는 선수 예선의 작용거리가 부족하여 효과가 적은 문제를 보완하기 위함이다. 반면 선미예선은 선미 끝단에 잡아 전심으로부터 거리가 충분하여 효과적이다. 이러한 선수 Thruster를 이유로 협의된 예선의 마력을 줄이는 것은 위험하다.

2) 예선과 Thruster의 비교

예선은 일정 수심에 프로펠러가 고정되어 출력이 일정하고 본선의 기관과는 전혀 별도의 체계로 가동되며, 본선 기관의 고장시에는 예선을 선체의 후방으로 당기며 선속을 줄이는 등 예선을 이용하여 안전조치를 할 수가 있으나 Thruster는 단지 선체의 좌우 방향으로만 사용이 가능하므로 기관고장에 대한 안전대책이 될 수 없으며, 본선 발전기의 고장시에는 기관과 쓰러스터 및 조타기가 다 같이 마비되는 등 사용상 제한이 있음을 감안하여야 한다.

Collection @ kmou

• **흘수에 따른 사용제한**

특히 Bow Thruster의 경우 선수 흘수가 적어 프로펠러의 심도가 부족하면 효과가 현저히 감소한다. 수년전 부산 감천항에서 컨테이너선이 부두와 충돌한 사건은 쓰러스터가 절반쯤 물밖에 노출된 상황에서 이를 보완하는 예선을 준비하지 않아서 발생한 사고이다.

• **부유물이나 계류삭으로 인한 제한**

물위에 있는 부유물이나 계류삭이 빨려 들어가서 사용불능과 손상을 입는 경우가 있으며 이를 예방하기 위해서 접이안중에 계류삭이 물에 있을 때는 (가장 필요한 시기에)사용이 제한된다.

• **정격출력의 제한과 출력변환 제한**

많은 경우 Thruster 출력을 절반정도로 제한[147]하여 정격출력의 부족이나 (출력 급변의 경우 발전기의 Black out을 예방하기 위해) 출력 변환을 완만하게 해야 함을 주의하여야 한다. 쓰러스터의 사용으로 인하여 발전기가 꺼지면 조타기와 주기관까지 사용불능이 되는 것을 걱정하는 이유이다.

• **선속에 따른 사용제한**

예선도 본선의 선속이 빠를 때는 출력의 감쇄효과가 있으나 45도 뒤쪽으로 매달리며 당기거나 45도 앞쪽으로 어슷하게 밀면서 다양한 보완대책이 가능한 반면 Thruster는 선속이 2~3노트일 때 출력이 절반으로 감소하고, 4~5노트일 때는 효과가 1/4로 줄어들며 풍력계급Beaufort Scale 3 이하에서 사용이 가능하고 풍속 10m/sec 이상에서는 효과를 기대하기 어렵다.

147) 기관의 출력이 회전수 대비 $(4/4)^2$=전속, $(3/4)^2$=반속, $(2/4)^2$=미속, $(1/4)^2$=극미속인 것처럼 쓰러스터도 회전수 또는 입각 대비 70~80%는 $(¾)^2$=9/16 이므로 75% 입각이나 회전수는 출력의 절반정도임

Collection @ kmou

3) 예선 2척으로 자동차전용선의 풍랑도선 사례

선주의 예선비용 절감에 부응하여 (선수 Sunken bitt는 중심과 가까워 회두우력이 부족하므로) 선수 갑판에 4,500마력 1척의 예선과 선미에 4,500마력 1척의 예선으로 부두쪽으로 강풍이 부는 기상에서 풍랑 접안도선을 시도했던 바, 선수 갑판이 높고 예삭의 앙각이 커서 예선이 풍랑에 요동할 때 Chock(Fair leader의 일종, 계류삭이나 예삭이 통하는 구멍)와 마찰로 쓸리며Chafing 부두와 근접한 거리에서 예삭이 파열되는 사고가 발생하였다.

사고원인을 분석한 바, 선수에 미는 예선과 당기는 예선을 따로 잡고 역할을 분담할 때는, 당기는 예삭을 길게 잡아 앙각이 적은 만큼 힘의 감소가 적으므로 과대하게 당기지 않아도 될 뿐만 아니라 예삭의 앙각이 적으므로 Chock에서 꺾임Kink이 없어 마찰절단 우려도 적었다. 또한 강하게 당겨야 할 때는 미는 예선이 당기는 예선을 보조하므로 당기는 예선에 부담이 줄어들지만, 선수 갑판에 잡은 예선 한척으로 밀기와 당기기를 반복할 때는 예삭을 길게 늘여 당길 수 없으므로 앙각이 커지고 힘이 감소되는 만큼 더 당겨야 하며, Chock에서 예삭의 각이 크게 꺾이는 Kink로 인하여 예선이 풍랑에 요동할 때 마찰절단의 우려가 커진다.

1,500마력의 Bow thruster가 정상작동하고 있었으나 풍압면적이 큰 선박의 풍랑도선에서는 역부족이었으며, 그나마 약 70~80% 위치에 제한 장치를 설치하여 (발전기의 부하 급변동을 예방할 목적으로 그렇게 하는 선박이 많다.) 800마력 정도가 사용가능한 최대 용량이었다. 이 사건 후부터 풍압면적이 큰 자동차 운반선의 풍랑도선은 4,500마력 이상 예선 3척을 전제로 협의하도록 도선매뉴얼에 규정을 삽입하였다.

Collection @ kmou

5.3 Dead ship 조종

항만에서 기관이나 조타기가 고장 난 선박을 조종하여 항행과 접이안을 가능하게 하는 것은 조종술의 꽃이라고 할 수 있으며, 선주와 부두 운영사(화주)에게는 선박의 수리와 화물대기의 비용손실을 예방한다. 여기서 기술하는 Dead ship 조종操縱(操船)은「항계내외의 혼잡수역」이나「평수구역」에서 기관 또는 타를 사용할 수가 없어 자력조종이 어려운 선박이 예선에 의존하여 항행이나 정박 및 접이안 조종을 하는 것을 말하며 대양예인은 제외한다.

넓은 의미에서는 무동력 바지도 Dead ship이지만 그러한 경우는 예부선曳浮船, Towing으로 별도 구분한다. 반면, 기관과 조타기가 작동을 하는 경우라도 극저속 기관만이 가능하여 항로상 횡조류의 압류위험이 크거나 자력으로 보침과 변침이 어려운 정도이면 혼잡한 평수구역에서는 Dead ship 조종에 포함하여 안전조치를 하여야 한다.

Dead ship은 타舵와 기관을 모두 사용할 수 없는 Black out ship(Steering trouble ship 포함)과 조타기는 사용할 수 있고 기관만을 사용할 수 없는 Engine dead ship으로 구분함이 조종술을 설명하기 편리하며, 조종 또한「항행」과「접이안」으로 구분하여 예선의 준비와 조종방법을 달리한다.

5.3.1 끄는 예항과 미는 예항의 비교

예항曳航방법은 피예인물의 앞쪽에서 예선이 예삭曳索으로 끄는 「예인예항」과 피예인물의 현측에서 줄을 잡고 압선壓船하는 「선측압선」 및 정선미를 예선이 밀면서 본선의 조타기를 사용하여 조향操向하는 「선미압선」으로 구분한다.

Collection @ kmou

1) 예항력의 전달효과

(1) 예삭曳索으로 끄는 예항의 장단점

기관이나 조타기가 고장이 난 선박이나 바지 등의 앞쪽에서 예선이 끄는 방법의 예항은 연료소모가 크고 예항조종이 어렵지만 날씨가 나쁠 때를 포함하여 모든 기상에서 예항이 가능한 전통적인 방법이다. 피예인물의 앞쪽에서 끄는 예항은 예삭을 짧게 잡으면 앙각仰角에 의한 감쇄나 예선의 배수류가 피예인물을 다시 미는 수저항이 있으므로 예삭을 길게 잡아야 하지만, 예삭을 길게 잡으면「휘둘림Hunting」이 커져서 발생하는 조향손실 등 감쇄요인이 상당하여 예인속력이 느려지고 외력에 노출되는 시간이 길어지므로 외력의 영향이 커지며 피예인물을 뒤로 보면서 항행하므로 예인조종이 불편하다.

(3~4천 톤급 모래바지의 공선 예항처럼) 흘수가 가볍고 크기가 비교적 작은 피예인물을 마력이 큰 예선이 직항直航으로 끌 수 있는 경우는 앞에서 예인예항을 하는 것도 효과적이다. 연해나 평수구역 바다모래 운반선들이 공선항행에 자주 이용[148]하는 방법으로, 예선이 앞에서 끌면서 Hunting 없이 독항獨航처럼 직감적으로 편리하게 이동할 수 있고, 연료소모도 선미를 미는 방법이나 선측에서 압선 예항하는 방법과 별로 차이가 없다.

(2) 선미압선 예항의 장단점

항계내외의 평수구역이나 기상이 양호할 때는 연근해에서도 사용가능한 방법으로, 기관만 고장이고 조타기의 사용이 가능한 선박을 예항할 때 본선의 정선미를 예선으로 밀면서 본선의 조타기로 조향하는 방법이다. 예선의 미는 힘이 감쇄減殺없이 본선에 전달되므로 6~7노트 이상 고속예항과 정침定針Steady 직항直航이 가능하고 예항연료가 현저히 절약된다. 본선의 선미에 예선이 밀수 있는 자리가 없는 경우는 밸러스트를 만재하거나

148) 공선시는 끌고 가던 모래운반용 예부선이 만선으로 회항할 때는 대부분 바지의 우현 선미쪽에(부두에 도착하여 우현접안을 해야 하는 경우, 바지가 예선의 선교를 가리지 않으면 좌현 선미쪽에) 붙어서 앞뒤로 예삭을 잡고 압선방식으로 예항한다.

Collection @ kmou

선미트림으로 조정하여 밀수 있는 공간을 마련할 수 있다면 그렇게 하는 것이 좋다. 다만 풍랑으로 예선의 피칭[149]이 심할 때는 선미를 밀기 곤란하므로 [Fig. 5.36]의 4~7처럼 선체의 측면에 잡아야 하며 풍랑이 더 거칠어지는 경우는 선수 앞쪽에서 끌거나 기상이 호전될 때까지 대피를 고려해야 한다.

2) 조향성과 감속 및 후진방안의 비교

(1) 예삭으로 끄는 예인의 조향성操向性

피예인물을 예삭으로 끌어서 항행할 때 피예인물의 무게에 비하여 예선의 마력이 충분하면 좌우로 휘둘림이 적고 피예인물을 거의 똑바로 끌 수 있으므로 직감적으로 항행할 수 있고 예항이 쉽지만, 예선의 출력 대비 무겁고 흘수가 깊은 피예인물은 좌우로 휘둘림이 상당하므로 이를 수정하기 위하여 예선이 연속적으로 지그재그 항행을 해야 하는 어려움이 있다.

즉 선수 앞쪽에서 예삭으로 끄는 전통적인 방법은 예인속력을 증가시킬수록 좌우로 「휘둘림」([Fig. 5.35]의 아래 4천톤급 선박의 예인항적 참조)이 커지므로 예항속력을 올리기 어렵고 시간이 많이 소요되는 만큼 외력의 영향이 증가하며, 휘둘림을 수정[150]하기 위해서 휘둘리는 방향과 반대로 오가며 보정을 하므로 예선의 실제 운행거리가 증가하는 만큼 예항연료도 증가한다. 원양에서는 그러한 휘둘림을 줄이기 위하여 무거운 와이어 예삭을 사용하고, 예삭의 중간에 「추Dead-man」를 달지만 연안이나 항계내외에서는 수심이 깊지 않아 해저와 접촉위험으로 사용이 어려운 방법이다.

---

149) 예선 단독 항행시의 피칭보다 큰 선박을 밀면서 예항할 때는 본선과의 압착마찰로 인하여 피칭이 상당히(1m 이상) 줄어든다.

150) 예삭으로 당기는 예선은 전심에서 가까운 선수에 작용하므로 회두보정효과가 적고 완만하지만, 전심에서 먼 선미에서 미는 예선은 조타효과가 좋고 미는 방향만 바꾸므로, 신속하며 Active Rudder처럼 타기 자체의 추진효과가 있으며 본선의 조타기보다 효과가 훨씬 더 크다.

Collection @ kmou

선미에서 밀면서 피예인 선박의 조타기로 항행하는 예항은 속력이 높을수록 조향성능이 좋아지며 [Fig. 5.36]의 위쪽 선박처럼 1~2만톤의 선박을 8~12노트 선속으로 예항하는 것도 가능하다. 레이더 사진은 조타기가 고장이 난 아래의 4천 톤급 선박을 ASD 4,500마력 예선이 선수 앞쪽에서 끌고 가는 것과 조타기를 사용가능한 위쪽의 GT 2만톤 선박을 ASD 6천 마력 예선으로 선미를 밀면서 (선수 우현에 5,000마력 보조예선 동행) 본선 조타기로 조향하는 선박의 궤적과 선속을 비교한 것이다.

Fig. 5.36 Dead-ship steering by pull (down below) & push (upper)

(2) 예선으로 본선의 정선미를 미는 방법의 조향성

예삭으로 당기는 예항에 비하여 선체(피예인물) 측면에서 압선하는 예항이나 정선미를 밀면서 본선의 조타기로 조향操向하는 예항은 좌우로 휘둘림없이 고속 직항直航이 가능하므로 조향에 소모되는 힘과 예항연료를 절약하며 예항시간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라 감속과 후진이 자유롭고 최소 범위에서 선회가 가능하다. 즉, 통상선박이 중저속으로 항행하는 것처럼 (예항이나 조종성 제한선박의 표시를 하지만) 항로의 좁은 부분에서도 (일정부분 협조를 요청하며) 다른 선박과의 교항交航이 가능하다.

(3) 예선의 자이로 이용 (중요)

정선미에서 밀거나 당기는 예선은 본선의 선체나 거주구역에 가려서 본선의 선수방향을 짐작하기 어려우며, 그 오차가 실제 선수방향과 예사로 10도~20도 이상 차이가 난다. Tail tug나 정선미 압선예항은 예선이 피예선의 선수방향(예항침로)과 일치하도록 밀거나 당기어야 한다.

Collection @ kmou

전심이 선수 쪽에 편위된 전진중에 Leverage가 가장 큰 위치의 선미를 Active rudder보다 추진력이 더 강한 예선으로 미는 것이므로, 미는 방향이 본선의 선수미선과 차이가 있을 경우 이를 조타기로 대응하거나 수정하기 어렵다. 예항의 지휘자는 본선이 정침하여야할 침로를 예선에 알려주고 예선의 자이로를 이용하여 본선의 선수방향에 정확히 맞추어 밀어야 한다. 또한 변침을 시작하기 전에 미리 변침후의 신침로新針路로 밀도록 하고 변침을 시작하면 신속하게 변침할 수 있다.

(4) 선미 압선예항이 어려운 경우

선미에 예선으로 밀수 있는 공간이 없는 경우나 풍랑이 상당하여 정선미에서 미는 것이 곤란한 경우 [Fig. 5.37]의 그림 5, 6, 7처럼 선측의 후방 좌우에 본선과 평행하게 예선을 붙여서 줄을 잡고 앞으로 밀면서 타기로써 조향을 하는 방법이 효과적이다. 예삭은 본선의 계류삭보다 여선의 마력에 맞추어 의장한 예선의 것을 사용해야 하며, 이러한 측면에 배치한 예선은 예삭의 길이를 조금 길게 조정하면 상당한 풍랑에서도 예항이 가능하다.

정선미를 밀 수 없을 때는 조향을 보조하는 A예선을 전심으로부터 먼 우측 선미에 배치[151]하면 예항조종이 쉽고 항로 우측물표에 근접할 수 있어서 다른 선박과 항법대로 좌현대 좌현으로 항과航過하는 것이 편리하다.

(5) 예항중 감속과 정지 및 후진

피예인물의 전방에서 예삭으로 당기는 예항은 피예인물의 급감속이 쉽지 않다. 긴급피난이나 급감속이 필요한 경우에는 피예인 선박이 긴급투묘하고 주묘-감속하는 것이 유일한 방법이다. 통상은 자연감속으로 속력을 줄인 후 투묘하거나, 수역의 여유가 있다면 급선회를 하거나, 예선이

151) 본선의 좌측에 배치하면 본선에 가려서 등부표와 같은 항로 경계선의 물표가 보이지 않으므로 정침이 어렵고, 항로 우측에 근접하는 항행이 어렵다.

Collection @ kmou

피예인물에 다가가서 압선 예항자세로 예삭을 잡고 감속조종을 하여야 한다.

반면, 피예인물의 정선미를 (줄을 짧게 잡고) 미는 예항은 예항중에 언제든지 뒤로 당기면 급감속과 후진까지도 가능하며, 당기는 방향을 5시~6시~7시로 조정하여 방향조정과 감속을 병행하는 등 필요한 동작을 자유롭게 할 수 있다.

3) 예선의 척수와 배치

항내 및 평수구역의 Dead-ship 예항에서 예선의 척수와 배치는 조타기 사용이 가능한 선박과 그렇지 못한 선박 및 선미에서 밀 수 있는지의 여부에 따라 [Fig. 5.37] 중의 하나 또는 [Fig. 5.38]의 그림 표시와 같은 배치를 고려한다.

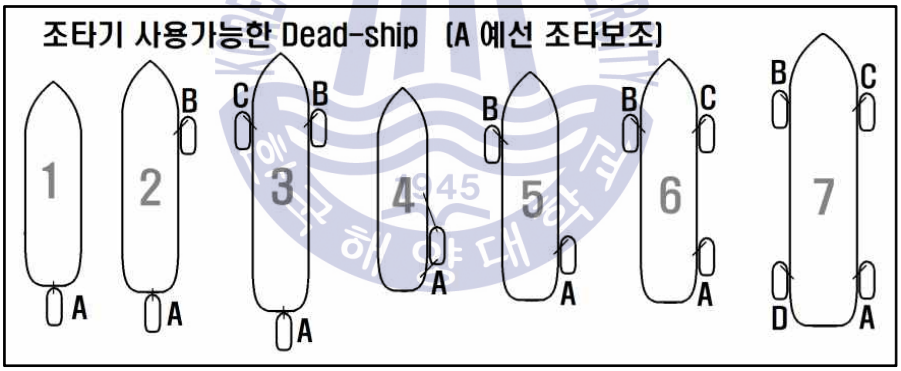


Fig. 5.37 Tug displacement for Engine dead ship

(1) 조타기 사용이 가능한 선박의 예항

본선 조타기 사용이 가능한 선박은 예삭으로 당기는 것보다 예선으로 밀면서 조타기로 조향하는 것이 효과적이다. 본선의 프로펠러 가속수류에 의한 타효가 없으므로 범선이나 2축 1타선처럼 예항선속이 6~7노트 이상에서만 (정침과 변침으로) 조향이 가능하며, 작은 마력 두 척의 예선으로 미

Collection @ kmou

는 것보다 큰 마력 한 척으로 미는 것이 더 효과적이다. 두 척의 예선으로는 밀기도 어렵고 상호 간섭이 우려되어 변침 등의 경우 다양한 사용이 곤란하므로 두 척일 경우 한 척은 선수 우측에 (우현접안일 경우 선수 좌현에) 예삭을 잡고 압선식으로 선속의 증가를 보조하여야 한다.

한척의 예선을 [Fig. 5.37]의 4와 같이 측방에 압선식으로 잡는 경우는 전심으로부터 작용점까지의 거리가 먼 선체의 오른쪽 후방에 잡으면 조향이 쉽고 예선이 항로 오른쪽의 표지에 근접하여 항행하므로 정침이 쉽다. [Fig. 5.37]에서 각 선박의 A예선은 미는 것과 조향을 겸용하는 예선이며, B는 조향의 보조 및 속력증가가 목적이다. 피예인물이 크면 C와 D 예선을 추가하여 증속과 조향을 보조하여야 한다.

(2) 선체의 앞쪽에 예선의 배치

조타기 사용이 가능하더라도 GT 2만톤급 이상 대형선박이면 [Fig. 5.37]의 2, 3 또는 5, 6, 7처럼 정선미를 큰 마력 예선으로 밀면서 선체 앞쪽에 다른 보조예선을 잡아야 6~7노트 이상의 예항선속으로 올릴 수 있으며, GT 1만톤 미만의 중소형 선박은 그림의 4처럼 선측에 한척의 큰 마력 예선으로 줄을 앞뒤에 잡고 항행하는 것이 가능하다.

조타기가 고장난 선박이나 발전기의 고장으로 Black out된 선박은 [Fig. 5.38]의 A예선에 추가하여, 선수 앞쪽에서 예삭으로 당기며 조향하는 B예선과 GT 2만이상 중대형 선박일 경우 C 및 D예선이 필요할 수 있으며, GT 1만 이하의 중소형 선박은 [Fig. 5.38]의 오른쪽처럼 한척의 예선으로 예항할 수 있다.

이들 예선중 예항력의 감쇄가 가장 적은 A예선의 위치에 마력이 가장 큰 예선을 배치하고 전속으로 밀면서 (피예선의 기관과 같은 역할의) 추진력을 담당하고, 뒤로 당겨서 감속과 후진을 할 수 있도록 하여야 하며, A예선이 미는 방향을 좌우로 바꾸면 대각도 변침을 보조할 수도 있다.

앞쪽에서 끄는 B예선은 조향操向이 기본임무이며 C와 D예선은 추진력의

Collection @ kmou

보조가 주된 임무이다.

다만, 선수 앞쪽에서 2척의 예선을 V자로 당기거나 휘둘림이 많은 B예선으로 당기며 전심으로부터 가까운 C나 D예선으로 방향을 조종하고자 하는 것 등은 어렵거나 위험한 조종임을 감안하여 시도하지 않는 것이 좋다.

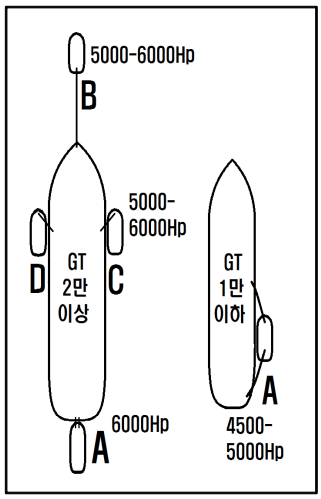


Fig. 5.38 Steering trouble ship

(3) 항행중 기관고장시 긴급조치

폭이 좁은 항로에서 거대형 선박의 출입항에서 사용하는 Escort Tug는 어선 등 항행장애를 정리하고, 본선의 기관고장인 경우 비상대책 Contingency plan으로서 본선의 선미를 밀면서 계속 항행하거나 투묘를 보조하는 경우의 감속과 정지거리를 감안하여, 케이프급 광탄선과 20만 M3급 LNG 운반선의 경우 6000마력 이상, 10만 M3급 LNG 운반선과 GT 5만톤 이상의 위험물 운반선은 5천마력 이상을 사용하고 있다.

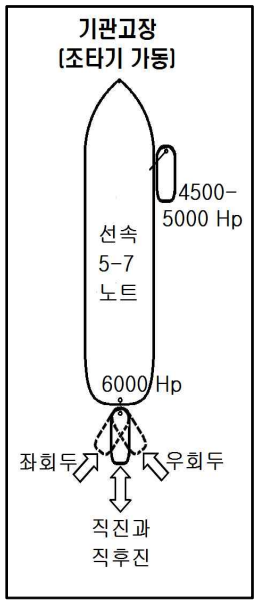


Fig. 5.39 Steering available Deadship

항행중 기관이상이 발생하면 에스코트 예선으로 본선의 정선미를 밀면서 본선 조타기를 사용하며 항행을 계속할 수 있다. 주의할 사항은 본선의 기관이 정지된 후, 선속이 6~7노트 미만으로 떨어지기 전에 신속하게 접근하여 정선미를 밀면서 예삭을 잡아야 하는 것이다. 수역의 여유가 없는 좁은 항로에서 4~5노트 미만으로 선속이 떨어져서 보침성을 잃으면 예선으로 밀어서 다시 조종성을 회복하는 선속까지 올리기가 쉽지 않기 때문이다.

접근중인 예선에게 본선의 침로를 알려주고 예선의 자이로를 이용하여

Collection @ kmou

정선수 방향으로 밀면 정침이 가능하며, 대각도 회두는 선미 예선을 [Fig. 5.38]의 화살표처럼 좌우로 밀면 선미 편향의 반작용으로 선수가 회두한다. 즉, 전진중인 선박의 선수 쪽으로 이동된 전심으로부터 가장 먼 위치에서 예선이 [Fig. 5.40]의 Active rudder 역할을 하여 대각도 회두도 가능하며, 뒤로 잡아당기면 (감속방향도 제어하는) 후진기관의 역할을 하는 등 본선의 조타기로는 수행할 수 없는 기능까지 가능해 진다.

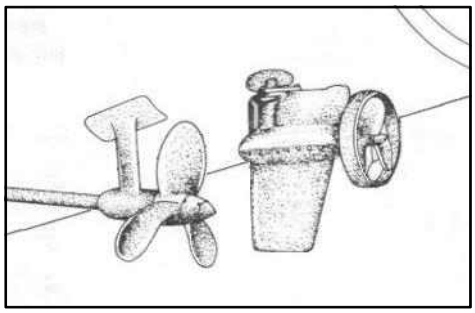


Fig. 5.40 Active rudder

4) 선박의 크기별 예선의 척수와 마력

아래 [Table 5.11]는 지난 20년간 인천항과 평택·당진항에서 시행했던 Dead-ship 조종의 통례적인 예선마력이다. 해당 도선사의 개별동의를 전제로 예항조종을 협의하므로 개인의 경험이 가장 큰 판단의 기준이며, 개인별로 기상과 조류 및 항로 폭과 수역의 혼잡도를 감안하여 예항마력과 척수를 결정한다.

Table 5.11 Tug power for Engine dead-ship (Steering available)

선박의 크기		본선의	위치별 예선마력(Hp)		DWT와
GRT	DWT	기관마력	정선미 가능	정선미 불가	비교
1만 이하	2만 이하	10,000Hp	선수 3500 선미 4500	선수 4500 선미 3500	DWT 40%
1만~25000	2만~5만	15,000Hp	선수 5000x1 선미 6000x1	선수 6000x1 선미 5000x1	DWT 30%
25000~5만	5만~10만	20,000Hp	선수 5000x2 선미 6000x1	선수 6000x1 선미 5000x2	DWT 20%
5만~10만	10만~20만	25,000Hp 이상	선수 5000x2 선미 6000x2	선수 6000x2 선미 5000x2	DWT 15%

Collection @ kmou

정선미를 밀면서 본선의 타기로 조향이 가능한지 여부에 따라 척수와 마력 및 마력이 큰 예선의 배치위치가 달라진다. 정선미를 밀 수 있으면 마력이 큰 예선 1척이 정선미를 밀고 다른 예선은 선수 앞쪽이나 좌우현 측에서 보조하는 것이 일반적이며, 정선미를 밀 수 없으면 선수 전방에 큰 예선을 배치하여 당기며 그 경우 같은 예항마력이라도 예항속력이 현저히 줄어든다.

5.3.2 조타기 사용이 가능한 선박

Dead ship의 대부분은 기관고장이며 조타기는 사용가능한 것이 보통이다. 기관만 고장(Engine dead ship)이고 조타기 사용이 가능한 선박은 정선미를 밀 수 있는지의 여부에 따라 다음과 같이 예항조종을 서로 달리할 수 있다.

1) 조향이 가능한 속력까지의 증속절차

예선으로 밀면서 본선의 조타기로 조종이 가능한 선박은 타효舵效가 나타날 때까지[152] 속력을 올리는 절차가 중요하다. 속력을 올리기 시작할 때나 좁은 항로에 진입하기 전에는 침로오차가 크더라도 우선 선속을 올리며 어느 정도의 선속에서 조향이 가능한지를 파악해야 한다.

파나막스급 이상 대형 선박은 선수 우측 또는 좌우현에 조향을 보조하는 예선을 잡고 조타가 가능하게 될 때까지 조향을 보조해야 한다. 여유수역이 충분한 곳에서 증속을 시작할 때는 대타각大舵角과 선미 예선의 미는 방향을 조정하며 (선수가 향하고자 하는 반대방향으로 선미 예선을 밀기도 하며) 속력을 증가시키는 것이 가능하지만, 좁은 수역에서는 조타 가능한 선속이 될 때까지 선수쪽에 잡은 예선이 (45도 앞으로 밀거나 뒤로 당기며) 조향을 보조하여야 한다.

152) 소형선은 4노트에서도 조향이 가능하며 대형선도 공선은 5~6노트에서 조향이 가능하지만, 타면적비가 적은 선박이나 화물을 Full and down으로 적재하여 수면하 면적이 큰 선박은 8~9노트가 되어야 조향이 가능하므로 예선의 여유마력을 가져야한다.

Collection @ kmou

조타기를 사용하는 예항은 선속이 빠를수록 타효가 좋아지며 통상 6-7 노트 이상이면 다른 선박과 항법적용도 가능하지만, 조종성능 제한 선박임이 분명하므로 국제 해상충돌예방규칙에 따른「조종성 제한선박」의「등화와 형상물」을 표시하여야 함은 물론, 혼잡수역이나 좁은 항로 또는 항로의 대각도 굴곡부에서 다른 선박과 항법관계를 가지고 접근하는 경우에는, 사전에 VHF로서 조종성 제한상태임을 통지하고 협조를 요청함이 신중한 조종술이다. (긴급피난 등) 급박한 위험을 피하거나 정박지에 도착하여 투묘를 위한 감속은 선미예선을 뒤로 당겨서 실행한다.

2) 선수쪽 예선의 위치

선수쪽 예선의 위치는 선수예선을 전구간 조향보조와 혼잡수역 안전용으로 사용할 것인지, 접이안 겸용으로 사용할 것인지 또는 출항이나 항계외 정박지로 이동하는 경우와 같이 조향이 가능하도록 증속한 이후에는 더 이상 사용하지 않을 것인지에 따라 서로 다른 위치에 배치할 수 있다.

긴 구간 이동보조 및 안전용으로 사용하는 경우는 피예인물의 앞쪽에서 예삭을 잡고 목표를 향하여 밀면서 조향과 증속에 도움을 주어야 하며, 접이안 작업이 포함된 경우는 접이안 반대현측에, 180도 회두접안의 경우에는 선수쪽의 회두현측에 예삭을 잡고 (항행시에는 조향과 증속을 보조한 후) 부두 앞에서 회두시에 선수쪽 예선을 45도 뒤로 당기며 (선미예선을 45도 앞으로 밀어서) 선회경을 크게 줄일 수 있다.

5.3.3 조타기 사용이 어려운 선박

조타기 사용이 어려운 선박(Steerinng trouble ship)은 타기와 기관이 모두 불능인 선박(Black out ship, 발전기 고장 포함)의 Dead ship 조종과 같으며 조향을 오직 예선으로만 하여야 한다.

1) Steering trouble ship

Collection @ kmou

조타기의 사용이 가능한 경우는 선속이 빠를수록 정침과 변침 등 조향효과가 좋은 반면 무거운 선박을 예삭으로 당기는 「예인예항」은 선속이 증가할 수록(4~5노트를 초과할 경우) 피예인물(선체)의 방향이 좌우로 크게 휘둘리는 경향이 있어 정침定針이 어렵고 시간이 많이 걸릴 뿐만 아니라 한번 휘둘리기 시작하면 이를 다시 정침하기가 매우 곤란한 경우가 많다.

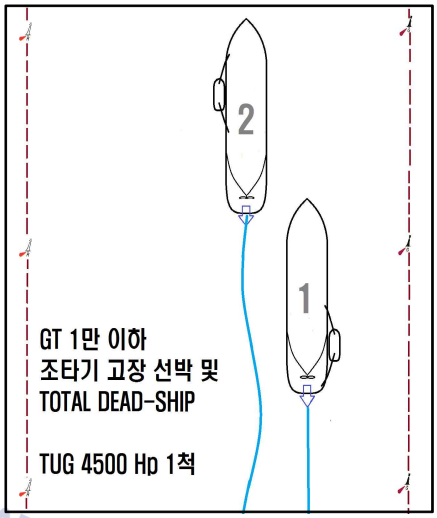


Fig. 5.41 Steering trouble ship, GT 10,000 or under

GT 1만 이하의 소형 선박은 [Fig. 5.41]처럼 현측에 1척의 예선으로 앞뒤에 예삭을 잡고 항행을 할 수 있으나, 파나막스급 이상 중대형 선박을 한척의 예선으로 끌면서 상당한 굴곡부가 있는 좁은 지정항로나 혼잡수역의 항행을 시도하는 것은 무리이므로 [Fig. 5.38]의 왼쪽처럼 (선수 전방) 또는 선측에 추가의 예선을 사용하는 안전조치를 하여야 한다.

피예인물의 조타기를 사용할 수 없는 소형선박의 측면에 1척의 예선을 잡고 압선 예항할 때 예선의 위치는 [Fig. 5.41]의 그림 1의 선박 또는 [Fig. 5.42]의 예부선처럼 피예인물의 전심으로부터 먼「오른쪽 후방」에 잡으면, 조향성이 좋고 예선이 우측의 항로표지를 직접 보면서 조종하므로 항로우측에 접근항해가 가능하여 교항하는 다른 선박과 항법적용이 쉽다. (선수 전방에서 예삭으로 예항하는 Dead ship은 좁은 항로에서 반대방향으로 항행하는 다른 선박과 교항하는 것

Fig. 5.42 pushing on the starboard aft.

Collection @ kmou

이 불안하고 위험한 일이다.)

참고로 [Fig. 5.41]의 그림 2 선박처럼 전심에 가까운 좌현 선수에 예선을 잡으면 조향성이 떨어지는 만큼 정침이 쉽지 않으며 본선에 가려서(조타물표인) 우측의 표지를 볼 수 없으므로 멀리 왼쪽표지를 참조하거나 시각보다 민감성이 떨어지는 예선의 레이더를 참조하며 조향하는 만큼 항로의 우측에 근접항행이 어렵고 좁은 항로에서는 일방통행이 불가피하다.

2) Dead ship의 접안조종

접이안은 조타기의 사용이 가능한 선박이라도 조속에서 타효가 없으므로 굳이 Black out ship과 Steering trouble ship을 구분할 필요가 없다. 예항과 비교하면 오히려 Dead ship의 접이안은 일반적인 접이안에 비하여 어렵지 않은 범위라고 할 수 있다. 정선미에 1척의 예선이 줄을 잡고 전후진 추진기의 역할을 하며, 접이안하는 반대현측의 선수와 선미에 각각 1척씩의 예선을 잡고 작업하는 것이 기본이다. 다만 GT 5천미만의 소형선박은 2척의 예선으로 정선미 예선이 선미 측면의 접이안 예선을 겸하여 사용해도 가능한 범위이며, GT 5만 이상의 선박은 선미에 추진기용 예선 1척과 선측에 4척의 접이안 예선을 배치하고, 미는 예선과 당기는 예선을 구분하여 사용하는 것이 안전한 방법이다.

5.4 제5장의 요약

경제활동의 일부인 물류에서 신의 영역과도 같은「사고 제로」를 위해 효율을 무한 희생할 수는 없으며, 가혹한 처벌이 사고를 줄일 수 있다는 생각은 그 실효성이 의심스럽다. 영국의 해사법정 자문기구인 The Trinity House[153]는「유자격 해기사의 판단은 비난의 대상이 아니다」라고 하여,

153) 1513년 설립된 영국의「왕립 원로 도선사회」, 헌장에서 도선사를 Pilot-lodsman으로 표시한 것을 Pilot의 어원으로 본다.

Collection @ kmou

최선을 다한 현장판단의 결과를 함부로 비난하지 않도록 주문하였다. 거대한 질량의 선박무게에 비례하는 엄청난 중압감과 긴장감으로 조종업무를 수행하는 (최선을 다했고 고의성이 없는) 해기사나 도선사에게 과실의 결과책임을 추궁하기보다는, 평소 교육과 훈련과정에서 전문가 그룹인 도선사 상호간의 활발한 토의를 거쳐 위험대응방안을 마련하고 교육과 훈련에 반영함으로써 현장판단을 좀 더 현명하게 유도하는 것이 해양사고를 줄이고 항만효율을 높이기 위해 효과적이라는 판단이다.

예선의 기능과 역할도 중요해 지고 있다. Global village로 압축되는 지구촌 항만들은 물류의 증가[154]에 따라 혼잡도가 커지고 있으며, 선박의 대형화로 인하여 조종성이 둔감한 선박이 늘어나고 있을 뿐만 아니라, 중소형 선박 또한 연료절감을 위하여 프로펠러의 직경을 줄이는 등 조종성이 둔감한 선박이 많다. 이제 예선은 단순한 접이안 지원뿐만 아니라, 항행보조와 부두와 교량의 설계기준 초과선박의 안전조치 및 본선의 기관고장이나 타력 조정의 어려움 등에 요구되는 역할이 커지고 있다. 통상의 예선사용기준 이외에, 설계기준 초과선박이나 통상범위를 초과하는 선박운항의 안전조치로서「예선사용기준 특례」를 협의하여야 하는 이유이다.

부두로부터 일정거리에서 미리 예선이 동행하며 예삭을 잡고, 기관고장이나 정지거리의 예외적인 증가와 같은 긴급피난에 대비하도록 규정을 마련하는 등, 항만별「도선운영매뉴얼」을 협의하는 것이 필요하다. 예선의 사용방법 또한 단순한 직각자세의 접이안 지원뿐만 아니라, 본선과 45도 각도로 어슷하게 밀거나 당기는 등, 효과적인 자세와 다양한 사용방법을 연구하고 훈련과 교육 자료로 활용하여, 예선 선원과 선박을 조종하는 지휘자의 자질향상은 물론 항만효율제고와 선박의 조종안전에 기여하고자 하는 것이 본장의 의도이다.

154) 열린 국경의 다양한 이점과 (기업들이 값싼 재화를 들여와 최저가로 소비자들에게 공급할 수 있다는 등) 혜택을 주장하는 자유 시장 경제학자들과 오늘날 주류경제학자들인 신고전주의 학파는 경제를 교환관계로 보는 정책기조로 인하여 상당기간 대량물류의 증가세는 유지될 것이다.

Collection @ kmou

제6장 결 론

평택·당진항을 포함한 인천항, 대산항 앞 서해안 지역은, 우리나라에서 교통 관련 사고율이 거제·여수 앞 해역과 더불어 가장 높은 해역으로 분석되고 있으나, 평택·당진항의 접근수역은 물론 입출항하는 수역에도 특정해역이나 지정항로의 설정이 없이 항로와 어장이 섞여 있어, 이 수역을 항행하는 선박의 선장들은 물론 도선사들에게도 위해요소가 되고 있다.

따라서 이 연구는 해당수역에서의 지난 20년간의 도선경험을 정리하고, 인천과 평택·당진항 접속항로와 도선구역 주변해역의 전반적인 위해요소를 현장 전문가의 실증적 시각으로 분석하여, 대책과 개선안을 제시함으로써 통항선박의 운항안전을 확보하고자 하였다.

또한, 혼잡한 항만이나 수역에서 선박을 안전하게 조종하기 위해서는 Good seamanship을 바탕으로 상호 양보와 배려가 우선되어야 하며, 안전한 선박조종의 기본은 좋은 현장습관으로부터 비롯된다는 점과, 효율과 안전이 공존하는 항만운영을 위해서는 안전하고 효과적인 시스템을 갖추어야 한다는 평소의 믿음을 근거로 하여, 그동안 도선사로서 선박의 조종을 하며 익힌 도선업무를 정리하고 연구하여, 쉽고 안전한 조종술과 예선의 효과적인 사용방법 및 긴급 상황시의 대응책 등을 제시함으로써, 안전도선과 조종술의 상호교류 및 해기전승에 도움이 되고자 하는 목적으로 이 연구를 수행하였다.

장별 연구 결과와 연구의 한계 및 향후 연구 방향은 아래와 같다.

Collection @ kmou

제2장은 평택·당진항의 현황을 정리한 것으로, 항만 여건을 개관하고 항로와 정박지 및 선회장으로 구성된 수역시설의 현황을 살펴보고, 계류시설과 보유 예선 현황 및 도선환경을 개관하였다.

제3장은 평택·당진항으로의 접근항로는 물론 항계 외 도선구간, 항계내 출입항로 및 항로와 부두의 항행 위해요소를 분석하였으며, 제4장에서는 이상에서 분석된 위해요소의 제거 및 경감방안과 개선방안을 제시한 바, 아래와 같은 6가지의 대안이 제시되었다.

(1) 목덕도 분리수도와 안도 분리수도의 설정

외연열도의 근해어장을 종단하는 상선과 어장의 상호피해를 줄이기 위하여, 목덕도 남쪽해상과 안도 병목구간 해상에 분리수도를 지정하고, 출입항 선박을 먼 바다에서 목덕도 남쪽을 통하여 안도 분리수도에 진출입하도록 유도하여 혼잡을 줄이고, 출입항 선박이 TSS를 따라서 자율적으로 정리되도록 하여야 한다. 안도분리수도의 중앙분리대에는 LANBY를 설치하여 출입항 선박 간에 중앙분리대 효과를 기해야 한다.

(2) 장안서 분리수도의 확장과 개선

통항선박과 대형선박의 증가로 혼잡이 심해진 현행 장안서 분리수도의 폭을 입항로 850m, 분리대 300m 및 출항로 850m로 확장하고 항로의 방향을 조정하여야 하며, 입항로의 외곽 경계선에 측방 등부표 3기와 출항로의 장안서 쪽 경계선에 3기의 측방등부표를 설치하여, 분리수도의 외곽 경계선을 시각적으로 확인가능하게 함으로서, 어구침입을 예방하고 통항선박이 항로를 넓게 사용할 수 있도록 하여, 선속이 다른 선박간의 추월이 가능하도록 한다. 또한 입항로상의 -18.8m 저수심 인근 수역은 모래채취를 허가하여, 재정부담 없이 -21m로 준설함으로서 광탄선박들이 중·저조에도 입항할 수 있게 하여, 고조시에 편중하는 거대형 선박의 항계내 혼잡을 분산하여야 한다.

Collection @ kmou

(3) 장안서 정박지와 입파도 정박지의 확장조정

이용선박에 비하여 면적이 턱없이 협소하여 혼잡하고, 출입항 선박과 간섭이 많은 장안서 정박지와 입파도 정박지를 확장 조정하여야 한다.

(4) 장안서에서 입파도 구간의 지정항로와 등부표

항로와 어장이 섞여서 혼잡한 장안서와 입파도 구간에 폭 1마일의 추천 항로를 설정 고시하여 항로와 어장을 분리함으로서, 어장의 가용수역을 확장하고 조종특성상 어선을 피할 수 없는 대형 통항선이 항법상의 우선권을 갖도록 하여야 한다. 또한 지정항로의 경계선에 1마일 간격으로 등부표를 설치함으로서, 항로의 경계가 시각적으로 구분되도록 하여 어구의 침입을 예방하고, 선박 간 안전한 항과 거리를 유지하도록 하며, 항로 밖의 어장구역을 보호하여야 한다.

(5) 입파도선사 승하선구역 혼잡대책

항만 통제 후 재개시나 새벽 집중시간대에, 관제가 어려울 만큼 혼잡한 입파도선사 승하선 구역의 통항과 도선사 승하선 안전을 위하여, 입파도 도선점과 도리도 도선점간의 5.5마일 구간을, 혼잡시 도선사 승하선 구간으로 이용할 수 있도록 세칙을 마련하여 혼잡위험을 정리하여야 한다.

(6) 항계 전후의 혼잡완화와 항만시설 퇴적방지대책

대형선박을 시간대별로 분산함으로서 항계 내 혼잡을 줄이기 위하여 항계내외 지정항로의 계획수심을 DL-16m로 설정하여야 하며, 거대형 선박의 항내 혼잡을 줄이기 위하여「분산 출항로」를 건설하여야 한다. 또한 항계내 정온수역의 퇴적방지와, 퇴적된 토사가 항만시설로 이동하는 것을 방지하기 위하여「남양호 배수로」를 확보하고, 남양호 간석지의 정온수역에 호안을 건설하여 사토장으로 용지를 마련하는 패키지 건설을 추진함으로써, 재정투자를 줄이고 조기에 분산 출항로와 배수로가 건설되도록 제안한다.

Collection @ kmou

한편, 제5장은 대형선박의 접안조종 안전절차와, 접안 시의 예선사용의 가이드라인 및 조종불능선박의 조종에 관한 내용을 상세하고 실증적으로 제시하고 있다. 지난 20년간의 도선 경험을 알기 쉽게 정리하고 긴급시의 사고예방 대책을 제시하고, 그간의 연구와 추진경험을 바탕으로 항로환경과 항만운영 시스템의 개선안을 아래와 같이 제시하였다.

(1) 선박의 항행과 접이안 조종안전

도선운영매뉴얼상의 항행안전대책과 조종실무상의 Contingency plan을 확보하고 홍보하여, 예측불허의 긴급 상황까지도 대응할 수 있도록 함으로서, 항행과 접이안 작업 중 사고의 개연성을 줄이는 것이 바람직하다.

(2) 예선 사용기준의 특례

항만별로 항만의 특성에 부합하는 예선 사용기준과 예선 사용기준의 특례 및 예선의 지원절차를 협의하고 공시하여, 기준 초과선박을 수용하고 거대형 선박의 출입항과 접이안 안전을 확보하여야 한다. 또한 파나막스급 이상 대형선박의 중물, 야간, 긴급, 특별, 풍랑, 안개도선 등 예외적인 사정에 대한 안전대책을 마련하여, 부두와 선박의 운영효율과 안전을 동시에 제고하여야 한다.

(3) 항계내 선속제한의 개선

항계 내 선속제한의 타당성을 재검토하고, 인천항의 개선사례를 원용하여 불합리한 부분을 보완하여야 한다. 부두와 교량구역의 선속제한이 누락된 구간과 불요구간의 선속제한 해제 및 혼잡구역으로부터 출항하는 선박의 속력제한을 적용 제외하여 항만 혼잡도를 본질적으로 줄여야 한다.

(4) 시정제한 시 출입항과 풍랑도선 안전대책

시정제한과 풍랑 등으로 통제된 항만의 출입항을 재개하였을 때 발생하는 극심한 혼잡을 예방하고, 부두와 선박의 대기 손실을 줄이기 위하여

Collection @ kmou

풍랑도선은 물론, 시정 통제 시에도 레이더와 AIS 및 VHF 장비가 양호한 선박이 출입항을 요청하는 경우, 법과 규정의 범위에서 대형선박과 여객선, 자동차운반선, 컨테이너선 우선으로 시간당 일정척수의 선박을 제한적으로 허가함이 타당하다.

또한 항로의 혼잡이 없는 풍랑 시에는, 도선사의 승하선 안전을 위하여 풍랑도선 승하선 구간을 도리도와 풍도 구간에서 탄력적으로 운영하거나, 카-페리 등 항만사정에 익숙한 정기여객선은 방도 주변해역에서 승하선 안전 현을 마련하여 예선으로 승하선할 수 있도록 운영세칙을 마련하여야 하며, 방파제가 있는 항만의 경우 방파제 안쪽에서 승하선할 수 있도록 운영세칙을 마련하여야 한다.

이 연구는 특정 이슈를 이론적 해설이나 실험적 분석을 통하여 새로운 것을 제시하고자 하는 것이 아니고, 지난 20년간 도선 현장에서 체득한 내용들을 연구하고 정리하여 제시하다 보니, 저자의 일부 주장에 대하여 이론적 뒷받침이 부족하거나, 다른 의견이 있을 수 있음을 밝혀 두며, 이러한 부분들에 대해서는 향후 추가적인 연구와 실험 또는 현장 경험을 거쳐 보완해 나가기로 하고, 이번 연구는 여기에서 마감하기로 한다.

Collection @ kmou

Collection @ kmou

Reference

박진수, 박영수, 나송진 (2013) 해상교통공학·정책론 P192-233

박진수, 윤병원 (2015, 현대제철주식회사) 현대제철 광탄선 부두 안전관리 매뉴얼

이희준 (2005) 도선업무에 적합한 도선선 모델개발 (한국해사재단), 해양한국 2005.12 기고문

윤점동, 이춘기, 윤병원 (2005 INI 스틸주식회사) INI (현대제철) 당진부두 선박조종 안전성 평가 및 평택항만 관련 연구 보고서

평택·당진항 도선운영매뉴얼 (2015, 평택당진항도선사회)

항만 및 어항 설계기준·해설 상하권 (항설기준, 해양수산부 2014)

항만운영세칙 (평택지방해양항만청)

Capt. Henk Hensen, Tug use in port

Choi, K. Y., D. S. Lee and Y. S. Park(2011), A Study on the Analysis of Present Navigation Method at the Ulsan waterways from the viewpoint of Pilot, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 6, pp. 469-475.

Kim C. S., S. H. Park, J. Y. Jeong and J. S. Jeong et al(2014), “Maritime Traffic Safety Audit Scheme for ’A’ District Pier Design of Hyundai Steel”, Mokpo Maritime University, p.3-27.

Henry H. Hooyer (Cornell maritime Press) Behaviour and Handling of Ships P17-25 Pivoting Point

Ikeda Yoshiho (1994), 新しい 船の 科學

IMO(2013), “Ships’ Routeing, 2013 Edition”

Collection @ kmou

IMPA on Pilotage, Witherby Seamanship International, Edinburgh, UK

Lee, C. H. and H. H. Lee(2014), A Study on Expansion of Anchorage according to increased Trading Volume at Pyeong-taek Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 6, pp. 663-670.

Ministry of Oceans and Fisheries(2005), "Design Standard for Harbour and Fishing Port", Korean Port Association, pp.684-685.

Park, Y. S. and H. Y. Seo(2013), A Basic Study on Vessel Traffic Service Area and the Marine Traffic Dangerous Degree of Korean Ports, 2013 Proceeding of Navigation and Port Research, pp. 354-356.

SPIDC(2015), http://www.spidc.go.kr/

The United Kingdom Hydrographic Office(2011), "Admiralty List of Radio Signal - Pilot Services, Vessel Traffic Services and Port Operations-", Vol. 6, Part 6, pp.250-251.

Toshio Nakazima, (中島利雄, 昭和 57) 曳船操船-そのテクニック

Yoon, B.W., Pyeong-taek Pilot (2014.) A study of ship maneuvering for avoiding collision between Ship and Bridge across channel. P17-24

Yoon, B.W., Park, J.S., Park, Y.S. (2015.) An Empirical Study of on the Improvement of Marine traffic System at the Pyenog-taek Adjacent areas

Collection @ kmou

감사의 글

만학이다 보니 선박조종을 해왔던 경험의 세월만큼 기술하고 싶은 것이 많았지만 워낙 이론적 기반이 부족하며, 구성도 서투르고 장황한 글임에도 불구하고 논문의 완성도를 높이기 위하여 무려 5번씩이나 검토하고 지도해주신 박진수 학장님께 먼저 감사를 드립니다. 또한 4번의 심사에서 전 과정의 구성과 맞춤법까지도 빠짐없이 지도해주신 김세원 심사 위원장님, 송재욱 교수님, 정재용 교수님 그리고 이춘기 교수님의 관심과 노고에 진심으로 감사를 드립니다. 그리고 멀리 미국에서까지 바쁘신 연구일정에도 불구하고 매번 격려하고 지도해주신 박영수 교수님께 따로 감사를 드립니다. 또한 반복되는 많은 수정에도 불구하고 편집절차를 고맙게 도와준 박상원 조교에게도 감사드립니다.

매번 심사마다 지도를 받고 나서 졸필을 다시 읽고 수정하다 보면 스스로도 부끄럽고 지도교수님과 심사위원님들께 미안한 마음뿐이었지만, 이제 조종술의 연구에 첫발을 딛는 마음으로 용기를 내어 그동안의 경험과 생각을 조심스레 펼쳐보고자 합니다. 짧은 생각과 정제되지 못한 표현이 혹 선박을 조종하는 동료들과 선후배님들께 어떤 부담이 될지 몰라 걱정부터 됩니다. 부디 넓은 아량으로 이해하여 주시기 바랍니다.

항상 밝은 모습으로 내편이 되어 격려해준 아내에게 감사를 드립니다. 남편이 하는 일은 무엇이든 믿어주는 아내의 덕에 용기를 가질 수 있었습니다. 그리고 사랑하는 우리 아들 성철과 성운에게도 아빠의 변함없는 믿음과 사랑을 전합니다. 그래 아들아 무엇이든 포기하지 않으면 언젠가는 이루어진단다.

감사합니다.

Collection @ kmou