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

[UCI]I804:21028-200000105210

工學碩士 學位論文

정박지 용량지수를 활용한 마산항 관제구역 내 대기정박지에 관한 연구

A Study on Waiting Anchorage in Masan VTS control area using Anchorage Capacity Index

指導敎授 李 允 石

2018年 8月

韓國海洋大學校 大學院

海 洋 警 察 學 科

權 陞 喆

본 논문을 권승철의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장 윤 귀 호 (인)
위 원 조 익 순 (인)
위 원 이 윤 석 (인)

2018년 8월

한국해양대학교 대학원

Collection @ kmou

목 차

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

1. 서 론
1.1 연구의 배경 및 목적 ····· 1
1.2 연구의 범위 및 방법 ····· 4
1.3 연구의 구성 ····· 6

2. 정박지 설계기준 및 국내 주요 항만의 정박지 현황
2.1 정박지 설계 일반 ····· 7
2.1.1 정박지의 개념 ····· 7
2.1.2 정박지 설계 시 고려사항 ····· 7
2.2 정박지 지정을 위한 설계기준 ····· 8
2.2.1 국내 정박지 설계기준 ····· 8
2.2.2 국외 정박지 설계기준 ····· 10
2.2.3 정박지 지정 방식에 따른 분류 ····· 19
2.3 국내 주요 항만의 현황 및 이용 선박 분석 ····· 24
2.3.1 국내 주요 항만 현황 및 정박지 지정 현황 조사 ····· 25
2.3.2 국내 주요 항만 이용 선박 분석 ····· 45
2.4 요약 ····· 49

Collection @ kmou

3. 대상해역의 특성 분석
3.1 자연환경 분석 ····· 52
3.2 교통 조사 ····· 63
3.3 대상해역 항만 현황 분석 ····· 65
3.3.1 대상해역 항만 현황 조사 ····· 65
3.3.2 대상해역 항만 이용 선박 분석 ····· 68
3.3.3 대상해역 외해의 잠정정박지 현황 ····· 75

4. 정박지 설계기준 수립 및 마산항 관제구역 내 대기정박지 신설(안)
4.1 선행연구 분석 ····· 77
4.2 정박지 설계기준의 개념 수립 ····· 80
4.2.1 일일 선박 총톤수 용량 ····· 80
4.2.2 일일 정박 가능 용량 ····· 81
4.2.3 정박지 용량지수 ····· 82
4.3 정박지 용량지수의 산출 과정 ····· 82
4.3.1 일일 선박 총톤수 용량 산출 ····· 82
4.3.2 일일 정박 가능 용량 산출 ····· 85
4.3.3 정박지 용량지수 산출 ····· 93
4.3.4 대상해역 항만을 위한 적정 정박지 용량 산출 ····· 94
4.4 마산항 관제구역 내 대기정박지 신설(안) 제시 ····· 96

5. 결론 ····· 101

참고문헌 ····· 105

감사의 글 ····· 107

Collection @ kmou

List of Tables

Table 1 Turning radius with the depth and length(Korea) ····· 9
Table 2 Additional notice margin with wind velocity(PIANC) ····· 11
Table 3 Turning radius with the depth and wind(Japan) ····· 12
Table 4 Turning radius with the depth and length(USA) ····· 14
Table 5 Turning radius with the depth and wind(UK) ····· 15
Table 6 Comparative analysis of Anchorage design criteria(Single Anchor) · 16
Table 7 Condition for comparison of the anchorage design criteria ····· 17
Table 8 Radius of anchorage according to the design criteria ····· 17
Table 9 Comparisons of anchorage assignment method ····· 23
Table 10 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Incheon) ····· 26
Table 11 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(PyeongTaek·DangJin) ····· 28
Table 12 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Mokpo) ····· 30
Table 13 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Yeosu·Kwangyang) ····· 33
Table 14 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Busan) ····· 36
Table 15 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Ulsan) ····· 39
Table 16 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Pohang) ····· 42
Table 17 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Donghae·Mukho) ····· 44
Table 18 Average number of ship incoming in major ports ····· 46
Table 19 Tonnage division of ship incoming in major ports ····· 47
Table 20 Ratio of the number of ship incoming harbour and anchorage ····· 48
Table 21 Comparison of the status of major port and anchorage ····· 50
Table 22 Weather overview of Masan ····· 53
Table 23 Status of wind velocity and direction of Masan ····· 54
Table 24 Current status of Masan and Nearby waters ····· 57
Table 25 Types of weather information ····· 60

Collection @ kmou

Table 26 Status of weather special reports Masan and Nearby waters ····· 61
Table 27 Status of Masan port facilities ····· 66
Table 28 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Masan) ····· 67
Table 29 Average number of ship incoming in Masan VTS area ····· 69
Table 30 Tonnage division of ship incoming in Masan VTS area ····· 69
Table 31 Number of ship incoming Masan anchorage ····· 70
Table 32 Number of Barge using Masan anchorage ····· 72
Table 33 Tonnage division of ship using Masan anchorage ····· 72
Table 34 Type of ship using Masan anchorage ····· 74
Table 35 Location of the Ok-po Provisional anchorage ····· 76
Table 36 Tonnage division of ship incoming for Calculation Major ports ····· 83
Table 37 Tonnage division of ship incoming for Calculation Subject Ports ·· 84
Table 38 Result of calculation TGT ····· 84
Table 39 Status of anchorage capacity ····· 86
Table 40 Result of calculation SAC ····· 92
Table 41 Result of calculation ACI ····· 93
Table 42 Comparison of calculation of ACI after designating anchorage ····· 95
Table 43 Designation Waiting anchorage coordinate(Case 1) ····· 97
Table 44 Details of Designation Waiting anchorage plan(Case 1) ····· 98
Table 45 Designation Waiting anchorage coordinate(Case 2) ····· 99
Table 46 Details of Designation Waiting anchorage plan(Case 2) ····· 99

Collection @ kmou

List of Figures

Fig. 1 Port status of Masan VTS control area ····· 3
Fig. 2 Flow chart of Study ····· 5
Fig. 3 Anchorage design criteria(Korea) ····· 9
Fig. 4 Anchorage layout design criteria(UFC, USA) ····· 13
Fig. 5 Anchorage layout design criteria(USACE, USA) ····· 13
Fig. 6 Comparative analysis of anchorage design criteria ····· 18
Fig. 7 Assignment method of anchorage ····· 19
Fig. 8 Anchorage designated as simple group anchorage ····· 20
Fig. 9 Anchorage designated as simple group and circle anchorage ····· 21
Fig. 10 Anchorage designated as simple group and point anchorage ····· 21
Fig. 11 Anchorage designated as circle or point anchorage ····· 22
Fig. 12 Status and position of major port ····· 24
Fig. 13 Layout of Incheon Port ····· 25
Fig. 14 Location of Incheon anchorage ····· 27
Fig. 15 Layout of PyeongTaek·DangJin Port ····· 28
Fig. 16 Location of PyeongTaek anchorage ····· 29
Fig. 17 Layout of Mokpo Port ····· 30
Fig. 18 Location of Mokpo anchorage ····· 31
Fig. 19 Layout of Yeosu·Kwangyang Port ····· 32
Fig. 20 Location of Yeosu·Kwangyang anchorage ····· 34
Fig. 21 Layout of Busan Port ····· 35
Fig. 22 Location of Busan anchorage ····· 37
Fig. 23 Layout of Ulsan Port ····· 38
Fig. 24 Location of Ulsan anchorage ····· 40
Fig. 25 Layout of Pohang Port ····· 41
Fig. 26 Location of Pohang anchorage ····· 42
Fig. 27 Layout of Donghae·Mukho Port ····· 43
Fig. 28 Location of Donghae·Mukho anchorage ····· 45
Fig. 29 Average number of ship incoming in major ports ····· 46

Collection @ kmou

Fig. 30 Tonnage division of ship incoming in major ports ····· 48
Fig. 31 Ratio of the number of ship incoming harbour and anchorage ····· 49
Fig. 32 Comparison of total anchorage area ····· 51
Fig. 33 Status of wind velocity of Masan ····· 54
Fig. 34 Wind rose of Masan ····· 55
Fig. 35 Typhoon route affected Masan and Jinhae Bay ····· 56
Fig. 36 Maximum flood and ebb current of Masan and Nearby waters ····· 58
Fig. 37 Maximum flood and ebb current of Jinhae Bay and Gadeok waterways ····· 59
Fig. 38 Fairway status of Jinhae Bay ····· 63
Fig. 39 Navigation trail during 3 days ····· 64
Fig. 40 Layout of Masan port ····· 65
Fig. 41 Location of Masan anchorage ····· 67
Fig. 42 Location of Gohyeon and Jinhae anchorage ····· 68
Fig. 43 Number of ship incoming Masan anchorage ····· 71
Fig. 44 Tonnage division of ship using Masan anchorage ····· 73
Fig. 45 Type of ship using Masan anchorage ····· 74
Fig. 46 Location of Ok-po provisional anchorage ····· 75
Fig. 47 Result of calculation TGT ····· 85
Fig. 48 Result of calculation SAC ····· 92
Fig. 49 Result of calculation ACI ····· 93
Fig. 50 Comparison of calculation of ACI after designating anchorage ····· 96
Fig. 51 Designation Waiting anchorage plan(Case 1) ····· 98
Fig. 52 Designation Waiting anchorage plan(Case 2) ····· 100

Collection @ kmou

A Study on Waiting Anchorage in Masan VTS Control area using Anchorage Capacity Index

Kwon, Seung Cheol

Department of Coast Guards Studies

Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

The Ports in Masan VTS control area is located in the inner port of Jinhae Bay, since its opening in 1899, Masan Port has been continuously investing to handle more than 10 million tons of cargo per year, and plays a role as a hub of the Pacific Rim and Southeast Asia. In addition to Masan Port, there are ports of Jinhae, Kohyeon, and stable port, and many industrial parks are located in the back, which is advantageous for creating and attracting trade volume.

In order to enter these ports, they share a single route (Gaduk waterway) and have a traffic characteristic that is distributed to various ports through various junctions. During the passage, Busan New Port VTS and Masan VTS control areas are mixed. The subject of safety management of vessels using

Collection @ kmou

berths and anchorages is unclear. In addition, since there is no anchorage point for waiting at the ports in each port, most of the waiting vessels are waiting at a provisional anchorage near the Okpo.

Ports in each port are designated as anchorage, but Masan and Jinhae Ports are mainly used for working boats and tow-flotation vessels. Gohyeon Port is only used as a waiting place for shipbuilding vessels, It is difficult to use anchorage, and Anjung Ports anchorage is not even designated.

Because the ship for entering the port of arrival uses the drifting near the waterway or provisional anchorage near the Okpo due to the absence of Waiting anchorage, there is a possibility of marine accidents in the waiting time of entry, and the subject of the safety management of the anchorage is unclear, There is a controversy in the event of an accident.

In this study, how is the appropriate anchorage capacity to be established when considering the safety of anchoring in the current harbor situation? , The concept of Anchorage capacity index(ACI) is defined by analyzing the gross tonnage of vessels entering the ports of eight major ports and ports in Korea and analyzing the current status of designated anchorage and the Anchorage capacity was calculated for the subject ports.

As a result, it was analyzed that the Anchorage Capacity Index was 0.85 in the case of the subject ports, which is about 7 times that of 6.22, which is the average of the eight ports in Korea. The average Anchorage capacity index of the six major ports except for Busan and Pohang, which is characterized by the characteristics of the port, is 5.55, which is the level of the six major ports. The Anchorage capacity index was increased from 0.85 to 5.86 after the designation, and it was estimated that it is the appropriate Anchorage Capacity at present.

Collection @ kmou

The analysis of the capacity of anchorage through this study is meaningful in that it tried to analyze the capacity of anchorage by quantifying the comparison between the gross tonnage of vessels using actual harbor and the currently designated anchorage capacity. In addition, it is worth to use the model to make it possible to review the capacity of the anchorage by presenting the proper anchorage capacity of the harbor which does not meet current situation.

However, this study has limitations in that it does not fully reflect the various related factors of the port and the ship. It does not reflect the myriad elements individually, changes in port trade volume due to international economic conditions, increase and decrease of berths due to port operation improvement, and changes in berth time due to the development of cargo handling facilities.

In order to establish reasonable design standards for future Anchorage, I will verify the feasibility of applying them not only to domestic ports but also to representative ports outside the country. In addition to setting the scale of use of the vessels, various parameters are additionally set and applied, And to study the design criteria of the Anchorage that can reflect the Ports environment.

요약

마산항 관제구역 내 항만은 진해만 내부에 위치한 천혜의 항만으로, 마산항은 1899년 개항한 이래에 지속적인 투자를 하여 연간 1천만톤 이상의 화물을 처리할 수 있고, 환태평양과 동남아시아권의 중심 교역항으로서 그 역할을 수행하고 있다. 마산항 외에 진해, 고현, 안정항의 항만이 있으며 배후에 다수의 산업단지가 위치하여 물동량 창출 및 유치에 유리하다.

Collection @ kmou

이들 항만에 입항하기 위해서는 단일항로(가덕수로)를 공유하여 다양한 분기점을 통해 각 항만으로 분산되는 교통특성을 가지고 있으며, 항로 통항 중에는 부산신항VTS와 마산VTS의 관제구역이 혼재해 있어, 각 항만을 이용하는 선박 및 정박선박의 안전관리에 대한 주체가 불분명하다. 아울러, 각 항만에 입항 대기를 위한 정박지가 존재하지 않아 입항 대기 선박들은 대부분 수로 밖 옥포 인근의 잠정 정박지에서 대기하고 있는 실정이다.

각 항만의 항계 내에는 정박지가 지정되어 있으나, 마산항 및 진해항은 작업선 및 예부선 등이 주로 이용 중이며, 고현항은 조선소 신조 선박 등의 대기 장소로 밖에 이용하고 있지 않아 항만의 입항 대기를 위한 목적으로는 정박지를 이용하기 어려운 실정이고, 안정항은 정박지 지정조차 되어 있지 않다. 입항 대기를 위한 선박은 대기정박지의 부재로 인해 수로 부근 Drifting이나 옥포 인근의 잠정 정박지를 이용하고 있어, 입항 대기 중 해양사고의 발생 가능성이 상존하며, 잠정 정박지의 정박선의 안전관리 주체가 불분명하고 해양사고 발생 시 논란의 소지가 있다.

본 연구에서는 현재 항만의 상황에서 정박선박의 안전을 고려했을 때 적정한 정박지 용량은 어떻게 수립할 것인가? 에 대한 질문에 답하기 위해 국내 주요 8개 항만과 대상항만에 입항하는 선박의 총톤수 규모와 현재 정박지 지정된 정박지 현황 분석을 통해 정박지 용량지수의 개념을 정의하고, 대상항만의 대기정박지 지정을 위한 적정 정박지 용량을 산출하였다.

그 결과 대상항만의 경우 정박지 용량지수(ACI)가 0.85로 국내 주요 8개 항만의 평균인 6.22보다 약 7배 정도의 지수가 산출되어 정박지가 매우 부족하다는 것으로 분석되었다. 항만의 특성이 두드러진 부산항과 포항항을 제외한 국내 주요 6개 항만의 평균 정박지 용량지수 5.55 수준으로 대상항만을 위한 대기정박지를 지정하기 위해 가덕수로를 이용하는 선박의 교통흐름을 방해하지 않고, 대상해역의 항만별로 입항하는 최대 선박의 톤수를 고려하여 지정하였으며, 지정 후 정박지 용량지수(ACI)가 0.85에서 5.86 수준으로 상향되어 현재시점에서 적정 정박지 용량인 것으로 평가되었다.

Collection @ kmou

본 연구를 통한 정박지 용량 분석은 실제 항만을 이용하는 선박의 총톤수 규모와 현재 지정되어 있는 정박지 용량과의 비교를 수치화하여 정박지 용량 분석을 시도하였다는 점에서 그 의의가 있다. 또한 모델의 적용을 통해 현재 실정에 맞지 않는 항만의 적정 정박지 용량을 제시하여 정박지 용량에 대한 검토를 가능하게 함으로서 그 활용성 측면에서 가치가 있다고 본다.

그러나 수많은 항만과 선박의 다양한 관련 요소를 전부 반영하지 못하는 점에서 본 연구의 한계가 있다고 생각된다. 국제 경제 상황에 따른 항만 물동량의 변화, 항만 운영 개선에 따른 선석의 증감, 하역 설비 개발에 따른 접안 시간 변화 등 무수한 요소들을 일일이 반영하지 못하는 것이다.

향후 정박지의 합리적인 설계기준을 마련하기 위해, 국내 항만뿐만 아니라 국외의 대표적인 항만에도 적용해 그 타당성을 검증해 볼 예정이며, 선박의 이용 규모에 더해서 다양한 변수를 추가로 설정하고 적용하여 각 항만의 특성을 반영할 수 있는 정박지 설계기준을 연구할 계획이다.

KEY WORDS: Waiting Anchorage, Design Criteria, Safety of Anchorage, Capacity of Anchorage, Anchorage Capacity Index

Collection @ kmou

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

마산항은 우리나라 남해안 중심지인 진해만 내부에 위치한 천혜의 항만으로, 1899년 개항한 이래 지속적인 투자를 하여 남해, 구마고속도로 등 잘 발달된 배후 수송망과 연간 1천만톤 이상의 화물을 처리할 수 있는 최신 항만 시설을 갖추고 일본, 중국, 홍콩, 마닐라, 인도 등 환태평양과 동남아시아권의 중심 교역항으로서 그 역할을 수행하고 있다.

마산항은 직선거리로 50km 이내에 인근의 진해항을 비롯하여 안정항(통영 LNG터미널), 고현항 등의 항만이 있으며 배후에 다수의 산업단지(창원국가산업단지, 일반산업단지, 농공단지, 마산자유무역지역)가 위치하여 물동량 창출 및 유치에 유리하다.

제3차 전국 항만기본계획에 따르면 구항과 가포신항을 통한 배후산업단지 및 자유무역지역 활성화를 위해 중량물 중심의 해외수출 물류기지로 육성하려고 한다. 마산항의 경우 기업 전용 부두를 제외하고는 잡화(기계류) 및 잡화성 화물(고철, 철재 등)과 모래를 처리하는 부두로 특화하고, 가포신항은 민자 부두 활성화를 위하여 협약에 따라 잡화를 비롯한 컨테이너, 자동차 등 다목적 부두로 특화하려 한다. 위험물 취급시설로는 SK부두와 GS돌핀이 있으며, 통영 LNG 터미널에 LNG돌핀이 운영 중에 있다.

아울러 한국해양수산개발원(2016)의 정책연구용역에 따르면, 마산항과 진해항의 통합 관리운영에 대한 논의도 이루어졌음을 알 수 있다. 이는 동일 지역 내 항만관리청의 이원화 및 상호 연계운동의 어려움 등을 해소하여 항만경쟁력 강화 및 행정서비스 개선을 도모하기 위함이며, 나아가 마산항과 진해항의 기능 재분배를 통한 항만 운영 효율성과 안전성을 확보하기 위함에 그 목적이 있는 것이다.

Collection @ kmou

해양수산부(2016)의 2016년 선박통항로 안전성평가 연구에 따르면, 안정항(통영LNG터미널)은 마산항 도선사 관할 수역으로 마산항 도선점 N0.9를 함께 운용 중에 있다. 안정항은 별도의 항계가 설정되어 있지 않으며, 지정 정박지는 없고, 도선 및 접안을 위한 대기 시에는 마산 No.5 도선점 동쪽 0.5마일 부근에 투묘가 가능한 상황이다.

마산항의 정박지는 항내에 A-2, A-4, A-6, A-7의 4개의 정박지가 있다. A-7 정박지의 경우, 통과선박 및 7천톤 이상의 선박이 사용하도록 되어있으며, A-2, A-4, A-6 정박지는 7천톤 미만의 각종 선박이 사용하도록 마산지방해양수산청 고시 제2016-65호에 명시되어 있다. 특이점으로는 해도 상의 정박지 4곳 모두 포인트 정박지 형태이나, 마산항 항만시설운영세칙에는 정박지점을 중심으로 일정한 반경 이내의 수역을 정박지로 지정하고 있는 원형 정박지로 고시하고 있다는 점이다.

한국개발연구원(2014)에 따르면, 마산항은 물동량 증가와 더불어 6만톤급 이상 대형 선박의 입출항이 꾸준히 증가하고 있고, 이는 2006년부터 자동차, 대형 기계류 화물의 수출호조가 그 원인으로 분석하였다.

그럼에도 불구하고 마산항 정박지를 이용하는 선박의 종류를 살펴보면, 예부선의 비중이 90%로 조사되어, 마산항 입항 대기를 위한 대형 상선은 이용하기가 어려운 실정이다. 마찬가지로 가덕수로를 공유하는 진해항, 고현항의 경우에도 정박지는 각 항만별로 3개, 1개가 지정되어 있으나, 진해항은 작업선 및 부선 등이 주로 이용 중이며, 고현항은 조선소 신조 선박 등의 대기 장소로 밖에 이용하고 있지 않아, 항만의 입항 대기를 위한 목적으로는 이용하기 어려운 상황이고, 안정항(통영LNG터미널)은 정박지 지정조차 되어 있지 않다.

마산항 관제구역 내에는 마산항, 진해항, 안정항, 고현항 등이 함께 존재하며, 이들 항만에 입출항하기 위한 많은 선박은 가덕수로를 공유하여 통항하고 있다. 그러나 다음의 그림과 같이 진해만내에는 각 항만 입항 대기만을 위한 정박지가 존재하지 않아 입항 대기 선박들은 대부분 옥포 인근 잠정 정박지에서 대기하는 실정이다.

Collection @ kmou

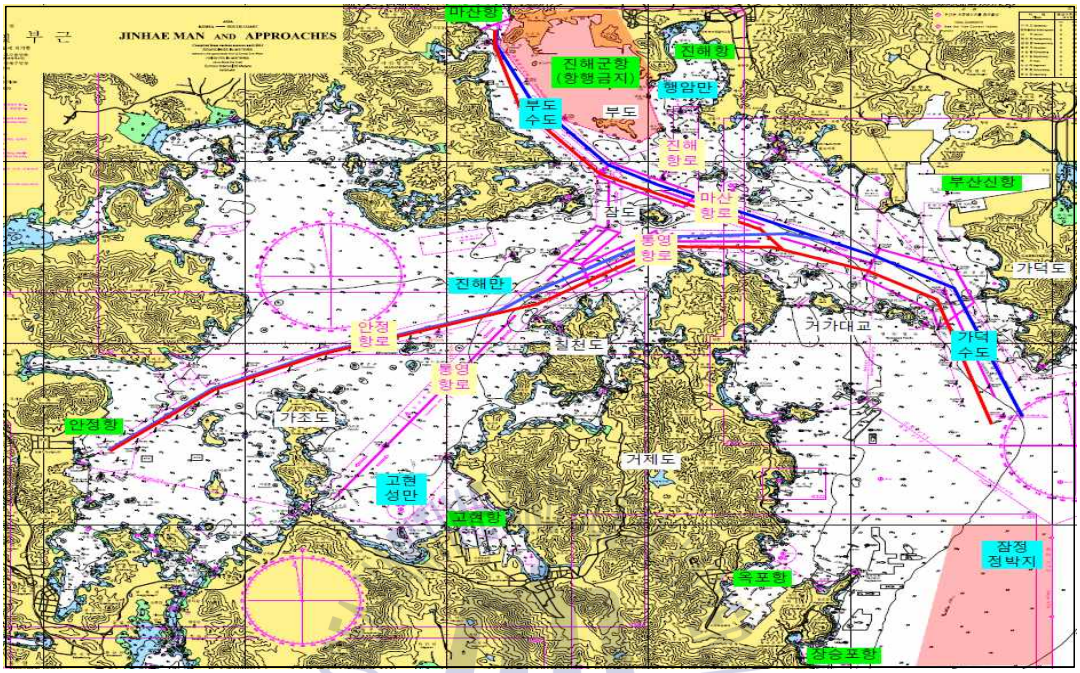

Fig. 1 Port status of Masan VTS control area

정박지의 안정성 확보, 선박 운항자의 불필요한 비용 절감 및 잠정 정박지 운용을 통한 VTS 관제소의 불분명한 책임 관계, 정박지 안전성 보장 등의 이유로 인해 외해 대기 정박지의 지정이 필요한 실정이다.

마산VTS 관제구역 내(이하 대상해역)의 항만은 단일 항로(가덕수로)를 이용하여 다양한 분기점을 통해 각 항만으로 분산되는 교통특성을 가지고 있으며, 항로 통항 중에는 부산신항VTS와 마산VTS의 관제구역이 혼재해 있어 각 항만을 이용하는 선박 및 정박선박의 안전관리에 대한 주체가 불분명하다. 아울러 가덕수로 및 각 항만의 항계 진입 이전에 항만스케줄 및 화물의 준비 등에 따른 입항대기를 위한 대기정박지가 부재한 상황이다. 대기정박지 부재로 인해 입항대기를 위한 선박은 수로 부근 Drifting이나 옥포항 인근의 잠정정박지 이용하고 있어 입항대기 중 해양사고 발생 가능성이 상존한다고 볼 수 있다.

Collection @ kmou

따라서 본 연구에서는 마산, 진해, 고현, 안정항 입항 선박을 위한 대기정박지의 신설을 위해, 대상해역의 자연환경, 이용 현황, 교통 흐름 등을 종합적으로 분석하고, 국내 주요 항만을 이용하는 선박의 특성 및 정박지 지정 현황 분석을 통해 마산항 관제구역 내 항만에 필요한 정박지 용량을 도출한 뒤, 결과에 대한 적정성을 검토하여 대상해역 항만을 위한 대기정박지의 신설을 제안하는데 목적이 있다. 본 연구를 통해 정박지가 없거나 정박지의 신설이 필요한 항만의 개발 및 이용 선박의 현황에 따라 요구되는 적정 정박지 용량을 제시하고, 새로운 대기정박지 지정을 통해 항만을 이용하려는 선박의 안전을 도모할 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 마산, 진해, 고현, 안정항에 대한 현황, 대상해역의 자연환경, 이용 선박 및 교통 흐름을 분석하고, 정박지 신설의 적절한 용량을 마련하기 위한 과정과 현 시점에서의 활용방안을 연구하기 위한 것이다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 국내외 모든 무역항의 현황 및 정박지 지정 현황에 대한 조사를 실시하고 분석해야 할 것이나, 자료 수집의 한계와 최근 국내외 무역항에서 발생하고 있는 정박지 부족 문제가 Deville(2011)이 제시한 바와 같이 전 세계적으로 발생하고 있는 현상일 뿐 아니라, 국내 항만의 정박지 규모의 정량적인 분석을 통해 적정 정박지 용량을 산출하여 대기정박지를 지정하려는 것이 본 연구의 목적이기 때문에 국내 주요 8개 항만의 현황과 이용 선박 규모 및 정박지 규모를 조사・분석하였다. 또한 요즘 대부분의 선박들이 선미 앵커를 가지고 있지 않고(Deville, 2011), 선수 단묘박이 실무에서 일반적으로 사용되는 투묘방법(윤점동, 2008)이므로, 본 논문에서는 정박지를 이용하는 선박은 단묘박을 실시한다는 가정 하에 적정 정박지 용량을 산출하고 대기정박지 신설(안)을 제시하였다.

연구의 수행절차 및 방법 등을 도식화 하면 다음과 같다.

Collection @ kmou

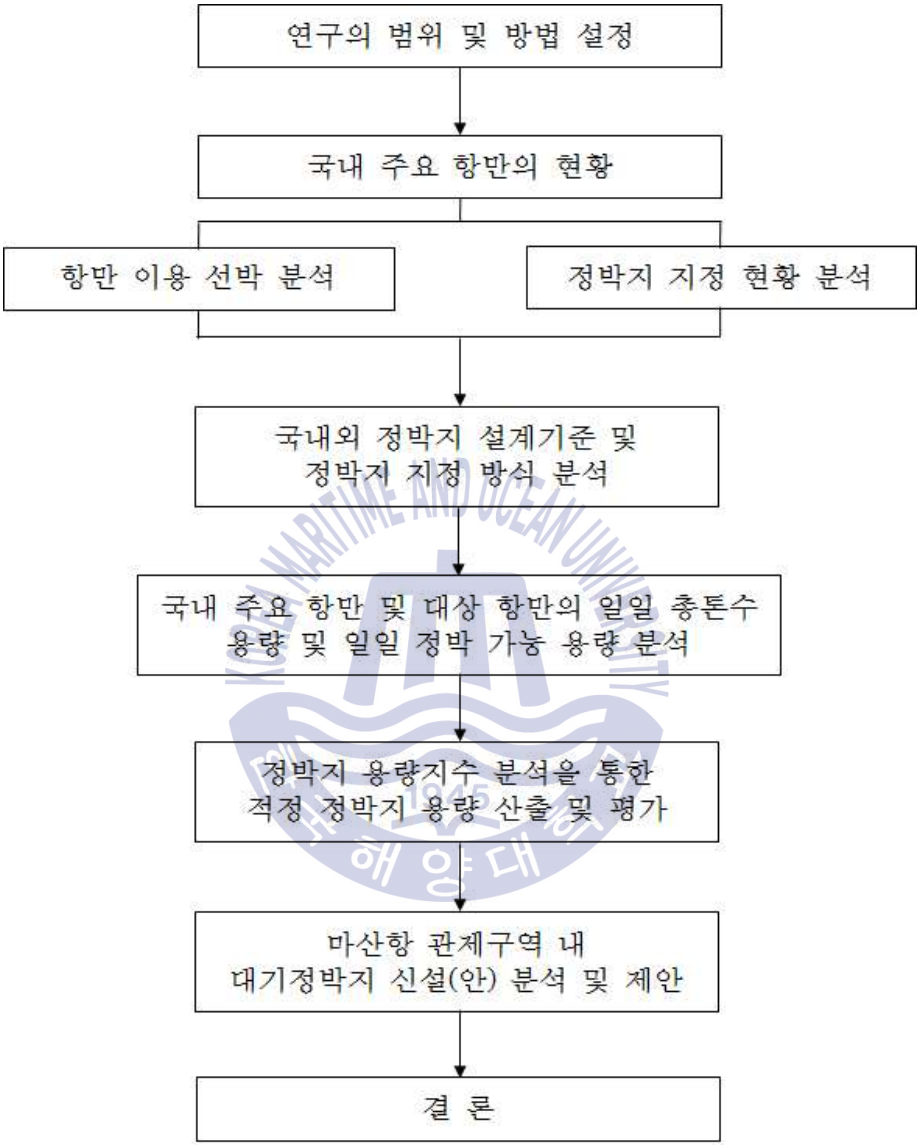

Fig. 2 Flow chart of study

Collection @ kmou

1.3 연구의 구성

대기정박지의 신설을 위한 적정 정박지 용량에 관한 연구의 각 장별 내용은 다음과 같다.

제1장은 서론으로 연구의 배경, 목적 및 방법 등을 기술하였으며, 정박지 용량 설계기준의 제시 및 대상해역 항만을 위한 정박지 지정의 필요성과 연구 방법 등을 기술하였다.

제2장은 정박지의 개념과 정박지를 지정함에 있어 고려해야 할 요소 및 정박지 설계 시 사용되고 있는 국내외 설계기준을 조사하였으며, 국내 주요 무역항 현황 및 정박지 현황에 대해 살펴보았다.

제3장은 대상해역의 자연환경, 교통환경 및 대상해역 항만의 현황을 조사하였으며, 정박지 설계기준을 제시하기 위한 항만 현황, 이용 선박 분석, 정박지 지정 현황 등의 요소를 조사하였다.

제4장은 정박지 지정 기준 수립을 위한 모델을 제시하기 위해 관련된 선행연구를 조사하였으며, 적정 정박지 용량을 산출하기 위한 개념 수립 및 모델을 설계하였으며, 그 모델을 국내 주요 항만 및 대상해역 항만에 적용하여 정박지 용량을 계산하여 비교·분석한 뒤, 대상해역 항만을 위한 대기정박지 신설(안)을 분석하고 제안하였다.

제5장은 연구결과와 함께 연구의 의의 및 한계와 향후 발전 방향에 대하여 기술하였다.

Collection @ kmou

제 2 장 정박지 설계기준 및 국내 주요 항만의 정박지 현황

2.1 정박지 설계 일반

2.1.1 정박지의 개념

정박지라 함은 항만법 제2조 5호에서 정의하는 항만시설의 기본시설 중에 하나이며, 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률(이하, 선박입출항법) 제2조 7항에서는 선박이 정박할 수 있는 장소라고 정의하고 있다. 또한 입·출항 대기, Ship to Ship 하역작업대기, 검역(Quarantine, 檢疫) 을 위한 대기 목적 이외에도 급유, 급수, 선원교대 선용품 수급 등을 위한 목적으로 사용되는 일정한 수역을 말한다.

국내외 항만의 정박지 지정 및 사용을 위한 법적인 근거는 선박입출항법 제5조 1항과 동법 시행령 제6조에 있다. 무역항의 수상구역에 정박하고자 하는 선박은 정박하는 선박의 종류·톤수·흘수(Draught, 吃水) 또는 적재물의 종류에 따라 해양수산부 장관이 지정·고시한 정박구역 또는 정박지에 정박하여야 한다고 규정하고 있다. 그러나 요즘과 같이 항만 및 선박의 입·출항 규모가 증가하고 있는 상황임에도 불구하고 현재 법령 중에는 정박지의 지정 변경 및 규모의 변경에 대한 조문이 부재한 상황이다.

2.1.2 정박지 설계 시 고려사항

정박지를 지정하기 위한 일반적인 사항으로는 선박의 안전한 계류, 조선의 용이, 하역의 효율성, 기상·해상조건, 항내반사파·항주파 등의 영향 및 관련 항만시설과의 조화로움 등을 고려하여 계획한다. 정박지는 묘박지(錨泊地), 부표박지(浮標泊地) 등을 포함하고, 기능상 다음의 조건이 만족되면 양호하다고 본다.

Collection @ kmou

(1) 정온하고 충분한 수면적
(2) 닻 놓기에 양호한 저질
(3) 잘 정비되어 있는 부표
(4) 바람, 조류 등의 양호한 기상, 해상 조건

정박지의 위치는 방파제, 부두(埠頭), 항로 등의 항만시설의 배치 및 정온도를 고려하여 적절한 장소를 정한다.

정박지의 면적은 대상선박의 길이에 수심, 지형, 저질, 기상・해상, 기타 자연조건에 따른 적절한 여유 값을 가산한 값 이상으로 하고, 이용 목적 및 이용방식 등을 충분히 고려하여 정한다. 또한 선박의 접・이안 및 정박지에의 출입, 묘박지에서의 투묘오차(投錨誤差), 위험물 적재 선박이 이용하는 정박지에서의 보안거리를 고려한다.

2.2 정박지 지정을 위한 설계기준

2.2.1 국내 정박지 설계기준

국내 항만의 정박지 설계기준은 항만 및 어항 설계기준・해설(해양수산부, 2014)을 따르고 있다. 이 지침에서는 정박지 지정의 일반적인 고려사항, 위치, 면적에 대해 언급하고 있으며, 특히 정박지의 면적에 대해 상세하게 제시하고 있다. 선박이 정박 시 신출하는 묘쇄(錨鎖)의 길이는 선형, 묘박방법, 기상・해상 조건 등에 따라 다르며, 정박 중 선박에 작용하는 힘에 저항할 수 있는 닻(Anchor)의 파주력(把住力)에 부가하여 해저에 놓이는 묘쇄로 인한 파주력은 묘쇄의 길이가 길면 길수록 증가한다.

정박지의 규모는 해저에 놓인 묘쇄의 길이를 고려하고, 회전의 중심이 되는 점(닻)으로부터 선수(Stem, 船首)까지의 수평거리에 자선의 길이를 합한 값을 반지름으로 하는 원의 크기로 구할 수 있다. 또한 묘쇄의 길이 계산에 필요한 각 제원이 불분명할 때는 다음의 표를 참고하여 정박지의 규모를 정하도록 하고 있다.

Collection @ kmou

Table 1 Turning radius with the depth and length(Korea)

Purpose of using anchorage	Method of anchoring	Seabed or Wind velocity	Radius of anchorage(m)
Waiting or Cargo Operation	Single anchor	Good anchoring resistance seabed	$L+6D$
		Bad anchoring resistance seabed	$L+6D+30$
	Pair anchor	Good anchoring resistance seabed	$L+4.5D$
		Bad anchoring resistance seabed	$L+4.5D+25$

여기서, L : 대상선박의 길이 (m)

D : 수심 (m)

국내 정박지 설계기준을 도식화 하면 아래와 같으며, 묘박방법, 해저 저질, 선박의 길이 및 수심에 따라 변화하는 정박지의 규모를 보기 쉽게 설명하고 있다. 주로 실무에서 행해지는 단묘박에서의 선회반경은 선박 길이와 수심의 6배를 합한 값이며, 해저 저질이 불량한 경우에는 해저 저질이 양호한 경우에 30m의 안전거리를 추가한다.

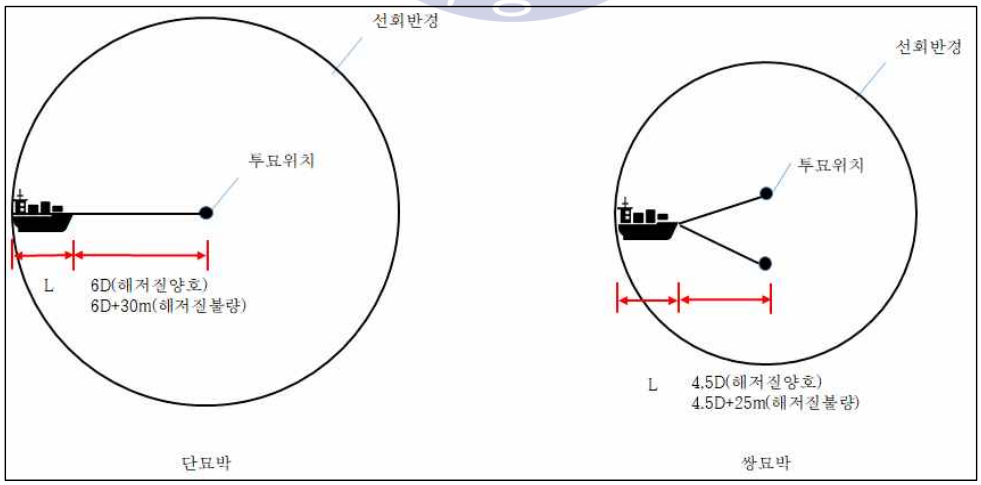

Fig. 3 Anchorage design criteria(Korea)

Collection @ kmou

2.2.2 국외 정박지 설계기준

2.2.2.1 PIANC 정박지 설계기준

PIANC(The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, 국제수상교통시설협회)는 인류의 복지를 위해 내륙항·해양항의 수로 및 항만시설(어항, 스포츠·레크레이션)의 계획·설계·개수·유지 및 운영에 관한 발전을 도모하는 동시에 연안지역의 개발을 도모함으로써, 수상교통시설의 유지·발전을 위한 목적으로 1885년 설립된 비영리 단체이며, 현재 유엔의 자문기관으로도 지정되어 있다.

PIANC 산하 여러 위원회 중 MARCOM(Maritime Navigation Commission, 해상항로 위원회)은 해양항만과 수로 문제에 관한 보고서(Harbour Approach Channels Design Guidelines)를 출간하며, 이 보고서를 통해 국제적인 표준 정박지 설계에 대한 지침을 알 수 있다.

MARCOM의 보고서 중 정박지 관련 기준을 분석해 보면, 정박지는 선박이 안전한 여유를 충분히 확보할 수 있는 수역을 가져야 한다고 기술하고 있다. 또한 정박지는 선박의 길이, 묘쇄의 신출 길이, 주변의 위험물이나 주묘(Dragging)되는 선박으로 부터의 안전거리 등을 고려해야 한다. 정박지를 이용하는 선박은 날씨가 양호하다면 일반적으로 묘쇄는 수심의 5배에 해당하는 길이를 신출하며, 주묘로 인한 안전거리 30m를 추가하여 고려할 것을 식(1)과 같이 제시하고 있다.(PIANC MARCOM, 2014)

$$R_A = L_{oa} + 5h + 30m \quad (1)$$

여기서, R_A : 정박선의 선회반경(m)

L_{oa} : 선박 길이(m)

h : 수심(m)

Collection @ kmou

수심 이외에도 해저 저질(底質)의 질(Quality, 質), 교통 환경, 항만시설의 배치 등을 고려하여 적절한 곳에 설계를 해야 한다고 기술하고 있으며, 추가적으로 풍속에 따른 안전거리를 식(1)에 추가하여 Table 2와 같이 선회반경을 다르게 제시하고 있다.

Table 2 Additional notice margin with wind velocity(PIANC)

Seabed	Wind velocity(m/s)	Additional distance(m)
Good anchoring resistance seabed	wind velocity ≤ 10	0
	wind velocity of 20	60
	wind velocity of 30	120
	wind velocity ≥ 30	180
Bad anchoring resistance seabed	wind velocity ≤ 10	30
	wind velocity of 20	90
	wind velocity of 30	150
	wind velocity ≥ 30	210

2.2.2.2 일본의 정박지 설계기준

OCDI(The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, 국제임해연구센터, 2009)에서 정하고 있는 정박지 설계기준을 살펴보면, Table 3과 같이 날씨가 양호한 상태에서는 같은 조건의 우리나라 정박지 설계기준과 동일하다. 단묘박의 경우에 해저저질이 양호한 경우 선회 반경은 묘쇄(수심의 6배)에 선박의 길이를 더한 값 만큼이며, 해저저질이 불량한 경우에는 여기에 30m의 안전거리를 추가한 선회 반경을 가지도록 하고 있다.

국내 정박지 설계기준과는 다르게 악천후 시 선박이 정박할 경우에는 PIANC와 마찬가지로 풍속에 따라 추가적인 여유거리를 가지도록 기술하고 있다. 풍속이 20m/s일 때는 정박선 길이에 수심의 6배에 해당하는 묘쇄의 길이를 더하고 추가로 90m의 여유 거리를 갖도록 하며, 풍속이 30m/s일 때는 정박선 길이와 묘쇄의 길이에 추가로 145m의 여유 반경을 취하도록 하고 있다.

Collection @ kmou

Table 3 Turning radius with the depth and wind(Japan)

Purpose of using anchorage	Method of anchoring	Seabed or Wind velocity	Radius of anchorage(m)
Waiting or Cargo Operation	Single anchor	Good anchoring resistance seabed	$L+6D$
		Bad anchoring resistance seabed	$L+6D+30$
	Pair anchor	Good anchoring resistance seabed	$L+4.5D$
		Bad anchoring resistance seabed	$L+4.5D+25$
Bad weather	–	wind velocity 20m/s	$L+6D+90$
		wind velocity 30m/s	$L+6D+145$

여기서, L : 대상선박의 길이(m)

D : 수심(m)

2.2.2.3 미국의 정박지 설계기준

미국의 정박지 설계기준과 관련된 사항은 미국시설통합기준(UFC, United Facilities Criteria, 2010)에서 기술하고 있으며, 군사항만 및 연안항만의 시설에 대 설계 및 시공 등에 관한 기준을 제시하고 있고, 일반적으로 미국 공병단, 미해군 시설기술단, 미공군 토목기술단 등이 동 기준을 기초로 준수하고 있다.

미국시설통합기준(UFC)에서의 정박지 설계기준은 Fig. 4과 같이 투묘지점과 신출된 묘쇄길이에 대한 정박수역을 정의하고 있으며, Table 4와 같이 선박의 길이와 수심에 따른 정박지 선회 반경을 기술하고 있다.

Collection @ kmou

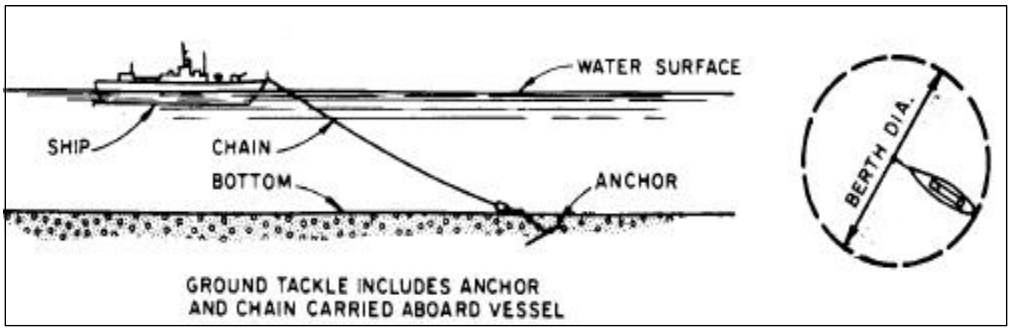

Fig. 4 Anchorage layout design criteria(UFC, USA)

(출처: Unified Facilities Criteria(UFC), 2010)

이에 부가적으로 수심이 21.3m 이하에 투묘를 할 경우에는 수심의 6배에 해당하는 묘쇄를 신출하고, 주변 해역에 투묘하고 있는 선박이 주묘할 경우에 대한 안전거리 확보를 위하여 27.4m의 여유를 확보하도록 제시하고 있다.

미국시설통합기준과 아울러 U.S Army Corps of Engineers(2006)의 정박지 설계기준을 살펴보면, 선박이 정박하기 위한 정박지 규모는 선박의 계류방법, 정박지 이용 선박의 척수와 선박의 크기 및 선박에 작용하는 외력(External or Environment Force)에 따라 결정됨을 기술하고 있다. 정박선의 선회직경은 선박 길이의 3배로 제시하고 있으며, 항로에 인접해 있는 정박지의 경우 동시에 투묘중인 선박의 척수와 선박 길이를 곱한 값의 3배를 한 값을 토대로 정박선의 선회직경과 접한 구역을 정박지로 지정하도록 Fig. 5와 같이 제시하고 있다.

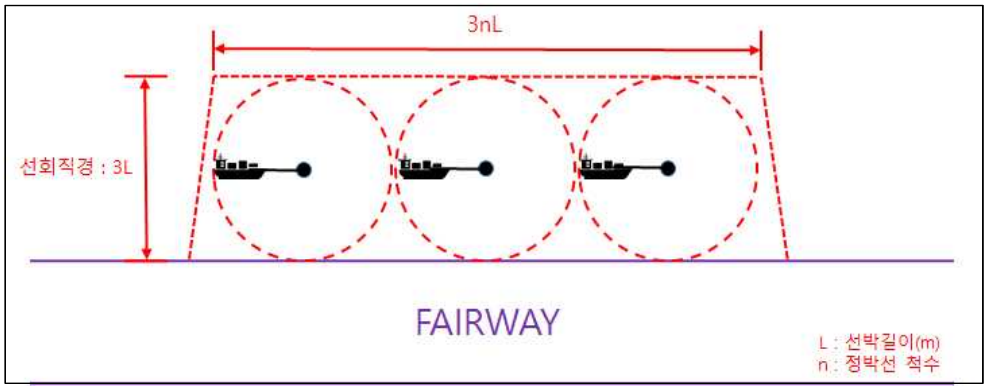

Fig. 5 Anchorage layout design criteria(USACE, USA)

Collection @ kmou

Table 4 Turning radius with the depth and length(USA)

(Unit : m)

LOA / Depth	31	61	91	122	152	183	213	244	274	305	335	366
3.1	151	215	274	334	-	-	-	-	-	-	-	-
6.1	187	247	311	370	430	494	-	-	-	-	-	-
9.1	224	283	347	407	466	530	590	649	713	-	-	-
12.2	261	320	384	443	503	567	596	686	750	809	869	933
15.2	297	357	416	480	540	599	663	722	809	846	905	965
18.3	334	389	453	517	576	636	700	759	818	882	933	1,001
21.3	357	402	489	553	613	678	736	796	855	919	978	1,038
24.4	375	421	521	585	649	704	764	823	892	951	992	1,079
27.4	389	434	540	613	668	722	777	837	905	965	1,006	1,093
30.5	407	448	553	626	686	736	796	850	919	978	1,033	1,106
33.5	421	462	567	640	700	750	809	864	933	992	1,047	1,120
36.6	434	471	581	654	713	764	823	878	946	1,001	1,061	1,134
39.6	448	485	594	672	727	777	832	887	956	1,015	1,074	1,148
42.7	462	498	608	681	741	791	846	901	969	1,029	1,084	1,157
45.7	471	507	622	695	754	800	860	914	983	1,038	1,097	1,170
48.8	485	521	636	709	764	814	869	924	992	1,055	1,106	1,180
51.8	494	531	649	722	777	823	882	937	1,006	1,061	1,116	1,193
54.9	507	542	658	732	791	837	892	946	1,015	1,070	1,129	1,202
57.9	517	549	672	745	800	846	901	956	1,024	1,079	1,138	1,212
61	531	562	681	759	814	860	914	965	1,038	1,093	1,148	1,221

Collection @ kmou

2.2.2.4 영국의 정박지 설계기준

영국과 근접국가에서 항만 설계 시 사용하는 지침서는 Port Designer's Handbook : Recommendations and Guidelines(Thoresen, 2007)이다. 이 지침서에서 정박지 수역 면적에 대한 결정 요소는 선박의 척수, 종류, 크기 및 이용 가능한 Mooring system의 종류 등이 있다고 기술하고 있으며, 정박지는 소형선과 대형선이 입항대기를 위한 정박이나 악천후로부터 피항 중 보호 받을 수 있어야 하고, 자연·교통환경으로부터 보호 받는 수역에 지정되어야 한다고 Table 5와 같이 제시하고 있다. 정박지 수심에 대해서는 묘쇄의 길이와 해저 조건을 고려하여 50~60m를 초과하지 않아야 한다고 한다.

Table 5 Turning radius with the depth and wind(UK)

Purpose of using anchorage	Seabed or Wind velocity(m/s)	Radius of anchorage(m)
Waiting or Cargo Operation	Good anchoring resistance seabed	$L+6D$
	Bad anchoring resistance seabed	$L+6D+30$
At anchor	wind velocity of 20	$L+3D+90$
	wind velocity of 30	$L+4D+145$

2.2.2.5 국내외 정박지 설계기준 검토 결과

기본적인 정박지의 설계기준에 대한 사항은 일반적으로 선박의 길이와 수심에 의해 정박지 규모를 확보하도록 정하고 있다. 실제 운항하는 선박이 입항대기나 하역을 위한 정박을 할 경우 정박 안정성에 가장 영향을 많이 미치는 바람에 대해서는 한국과 미국의 설계기준에서는 고려하지 않았고, PIANC와 일본의 설계기준에서는 추가 안전거리에 대한 언급을 하고 있다.

Collection @ kmou

선박 운항자의 관점에서 보면 풍향과 풍속은 정박지를 선정함에 있어 가장 중요한 사항 중 하나로 꼽힌다. 그러나 우리나라의 항만 및 어항 설계기준·해설(해양수산부, 2014)에서는 선박 길이, 수심, 저질 만을 고려해 정박지 선회반경을 산정하고 있어 다양한 선종과 주변 자연·교통 환경적인 특성을 반영하지 못해 안전을 충분히 보장하지 못하는 것으로 생각된다.

국내외 정박지 설계기준을 비교·분석하면 Table 6과 같다.

Table 6 Comparative analysis of Anchorage design criteria(Single Anchor)

<table>
<tr><th>Design criteria</th><th>Factor of Design Anchorage(Single anchor)</th><th>Remark</th></tr>
<tr><td>Korea</td><td>Radius of anchorage(m) = $L+6D$ (Good Seabed)
$L+6D+30$ (Bad Seabed)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>PIANC</td><td>Radius of anchorage(m) = $L_{oa}+5h+30m$
Add safe distance regarding wind and seabed
<table>
<tr><th>Wind</th><th>Good Seabed</th><th>Bad Seabed</th></tr>
<tr><td>under 10m/s</td><td>0</td><td>30</td></tr>
<tr><td>20m/s</td><td>60</td><td>90</td></tr>
<tr><td>30m/s</td><td>120</td><td>150</td></tr>
<tr><td>over 30m/s</td><td>180</td><td>210</td></tr>
</table></td><td>Regarding wind velocity</td></tr>
<tr><td>Japan</td><td>Radius of anchorage(m) = $L+6D$ (Good Seabed)
$L+6D+30$ (Bad Seabed)
$L+6D+90$ (Wind 20m/s)
$L+6D+145$ (Wind 30m/s)</td><td>Regarding wind velocity</td></tr>
<tr><td>U.S.A.</td><td>UFC : Radius of anchorage by length of ship and depth
USACE : Diameter of anchorage(m) = 3L</td><td>-</td></tr>
<tr><td>U.K.</td><td>Waiting or Cargo Operation
Radius of anchorage(m) = $L+6D$ (Good Seabed)
$L+6D+30$ (Bad Seabed)
At anchor
Radius of anchorage(m) =
$L+6D+90$ (Wind 20m/s)
$L+6D+145$ (Wind 30m/s)</td><td>Regarding Purpose of anchoring and wind velocity</td></tr>
</table>

Collection @ kmou

각 정박지의 설계기준을 상호 비교하기 위해 Table 7과 같은 대상선박과 자연환경을 설정하여 분석해보았다.

Table 7 Condition for comparison of the anchorage design criteria

Specific of Vessel	Nature of anchorage
· 실습선 한반도호(5,000 G/T) · Length of ship : 103.5m · Draught of ship : 5.65m	· Depth : 30m · Wind velocity : 20m/s, 30m/s · Seabed : mud

대상선박은 총톤수 5,000급 실습선인 한반도호이며, 일반적으로 선박 운항자가 안전한 정박을 위해 선호하는 정박 환경인 양호한 저질 mud(진흙), 수심은 30m로 설정하였고, 정박 안전성과 밀접한 바람은 풍속 20m/s와 30m/s로 설정하여 분석하였다.

각 정박지 설계기준 별 정박지 규모를 상호 비교·분석한 결과 Table 8 및 Fig. 6와 같다.

Table 8 Radius of anchorage according to the design criteria

Nature factor / Design criteria		Good Seabed	Wind 20m/s	Wind 30m/s
Korea		283.5	283.5	283.5
PIANC		283.5	343.5	403.5
Japan		283.5	373.5	428.5
U.S.A.	UFC	582.5	582.5	582.5
	USACE	310.5	310.5	310.5
U.K.		283.5	373.5	428.5

Collection @ kmou

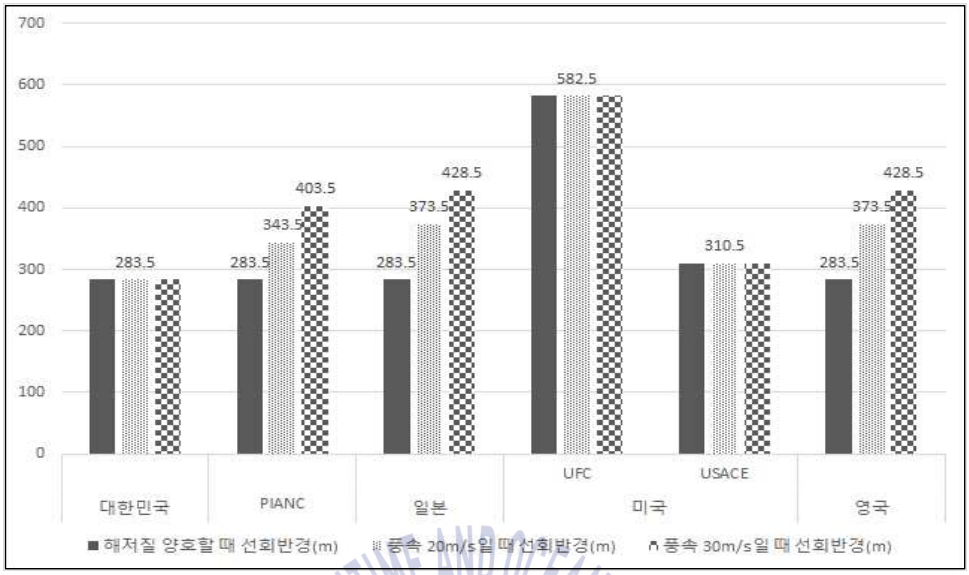

Fig. 6 Comparative analysis of anchorage design criteria

위와 같이 임의의 대상선박과 자연환경 조건 하에서 국내외 정박지 설계기준에 따른 정박지 선회반경을 비교·분석한 결과, 미국의 UFC 설계기준이 동일 선박이지만 요구되는 정박 선회반경이 582.5m로 가장 컸던 반면에, 풍속 20m/s인 경우에는 미국의 USACE 310.5m로 가장 작게 요구되는 것으로 분석되었다.

분석 결과를 바탕으로 보면 국내외 각 정박지 설계기준에서 요구하는 정박지의 규모는 같지 않으며, 편차도 제법 나는 것을 알 수 있다. 단지 선박의 길이와 수심을 고려하여 정박지 한곳의 규모만 제시할 뿐 해당 항만의 고유한 특징, 선석의 규모, 입항하는 선박 증감 추세, 이용선박의 특징 및 인근 수역의 자연·교통환경 등을 고려하여 필요한 정박지 수 또는 규모에 대한 설계기준이 정해져 있지 않아 오래전에 만들어진 정박지와 현재 실태에 맞는 정박지 지정 실정이 맞지 않는 상황이다.

따라서 정박지 설계기준을 기본으로 현재시점에서의 국내 주요 항만의 정박지 지정 현황과 이용하는 선박의 특징을 파악하여, 정박지 지정 기준의 타당성을 공학적인 분석을 통해 정박지의 적절한 재배치 및 신설이 필요한 것이다.

Collection @ kmou

2.2.3 정박지 지정 방식에 따른 분류

정박지의 지정은 해양수산부장관이 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 제5조 1항에 의해 지정·고시하도록 되어 있으며, 대상선박의 길이와 정박지의 수심을 기준으로 저질의 상태와 풍속의 강도에 따라 정박지의 선회반경을 고려하도록 되어있다(해양수산부, 2014). 그러나 각 항만 주변 해역의 지리적 특성에 따라 충분한 정박지를 확보하기에 곤란한 경우가 많아 항만별 사정에 따른 다양한 형태의 정박지를 운영하고 있는 실정이다(박준모, 2016).

최근 정박지 지정 관련 연구를 살펴보면 Fig. 6과 같이 정박지 운영 및 지정 방식은 집단 정박지를 지정하는 방식, 집단 정박지와 원형 정박지를 혼합하는 방식, 집단 정박지 내 포인트로 지정하는 방식, 원형 정박지를 지정하는 방식 및 포인트 정박지 지정 방식의 다섯 가지로 분류하였고(이윤석 등, 2012; 울산항만공사, 2014; 박준모, 2016), 자세한 사항은 다음과 같다.

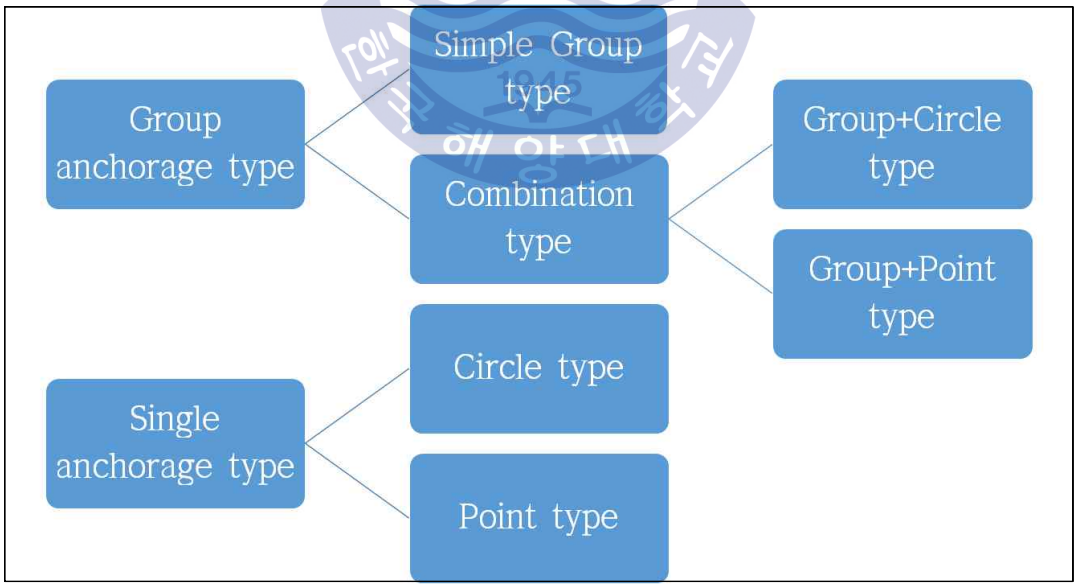

Fig. 7 Assignment method of anchorage

Collection @ kmou

2.2.3.1 집단 정박지 방식

정박하고자 하는 선박이 자유롭게 정박할 수 있어 정박 안전을 확보 가능한 정박지 지정 방식이나, 정박척수가 많지 않을 경우 타 선박의 정박위치에 따라 정박지 개수가 축소될 가능성이 있는 단점이 있다. 다시 말해, 정박지 내에 자유로운 정박은 가능하나 정박지 효율이 다른 정박지 지정방식에 비해 낮으며, 타 선박에 근접하여 정박한 뒤 기상이 악화되면 주묘로 인한 충돌, 접촉 및 좌초 사고의 개연성도 있다. 이 지정 방식은 다음과 같이 통항선박이 많은 울산항, 부산 남외항 등에서 사용되고 있다.

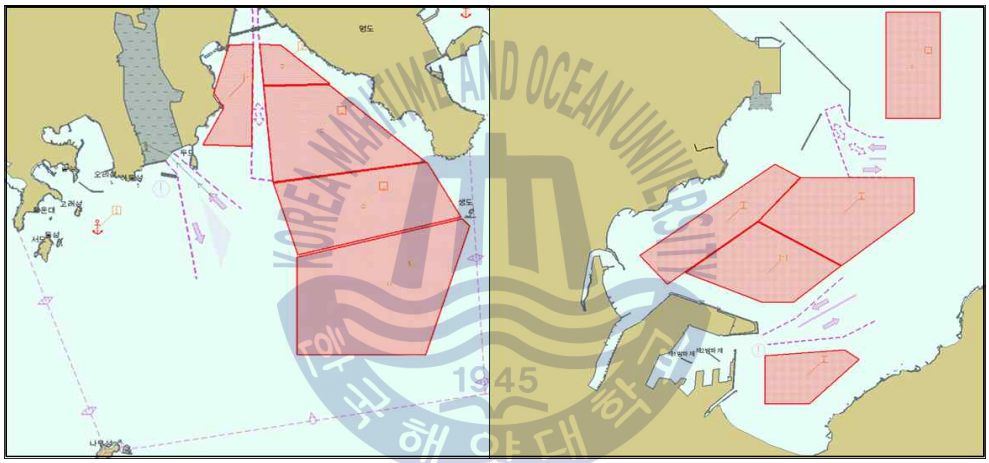

Fig. 8 Anchorage designated as simple group anchorage

2.2.3.2 집단 정박지 및 원형 정박지 혼합 방식

집단 정박지 내에 원형 정박지를 지정하는 방식으로, 집단 정박지만을 지정하였을 경우에 발생할 수 있는 정박지 효율 저하라든지 정박지 내 해양사고 발생 등을 방지 할 수 있는 지정 방식이며, 여러 가지 상황에 따라 정박지를 융통성 있게 운영할 수 있는 장점이 있다. 이 지정 방식은 다음과 같이 여수·광양항 입구, 일본 요코하마항 수역 등에서 사용되고 있다.

Collection @ kmou

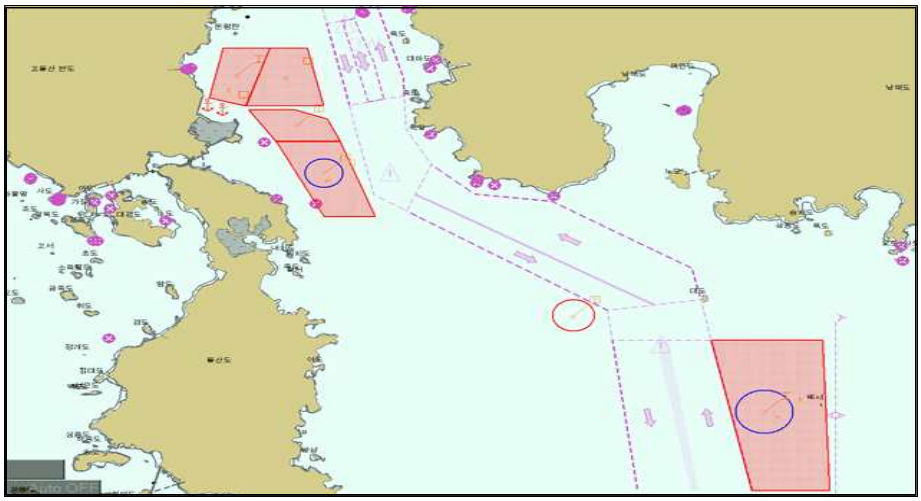

Fig. 9 Anchorage designated as simple group and circle anchorage

2.2.3.3 집단 정박지 내 포인트 방식

집단 정박지내에 정박위치를 원형이 아닌 포인트로 지정하는 방식으로, 여러 선박이 정박하려고 할 경우 효율적인 정박이 가능하다. 하지만 정박 선박 간의 여유거리 확보가 필요하다는 단점이 있다. 이 지정 방식은 다음과 같이 부산항 북항과 신항 입구, 일본 오사카항 입구 등에서 사용되고 있다.

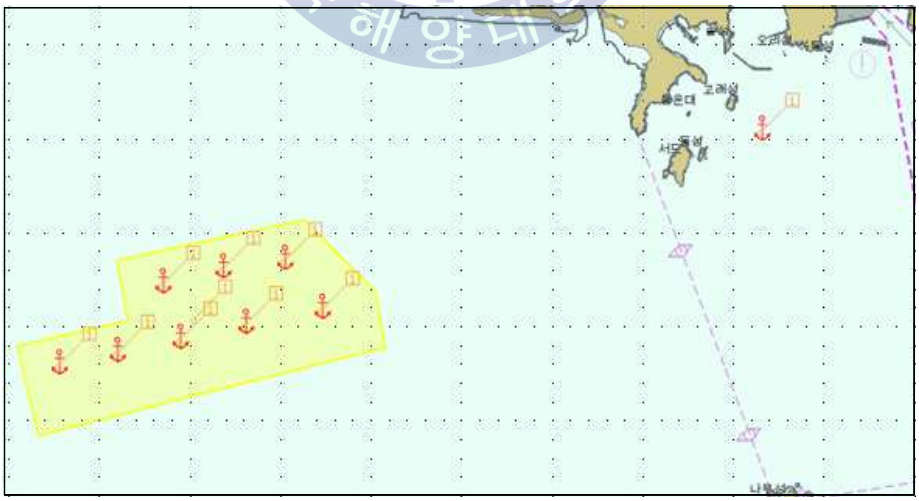

Fig. 10 Anchorage designated as simple group and point anchorage

Collection @ kmou

2.2.3.4 원형 또는 포인트 정박지 방식

원형 정박지 또는 포인트 정박 지정하는 방식은 한 척의 선박이 Anchor Circle내에 정박하는 방식으로 타 선박과의 간섭 현상이 없어 해양사고 발생 가능성이 낮다는 장점이 있다. 그러나 여러 가지 상황에 따라 융통성 있게 운영할 수 없다는 단점이 있다. 이 지정 방식은 다음과 같이 광양항, 목포항, 인천항 입구 등에서 사용되고 있다.

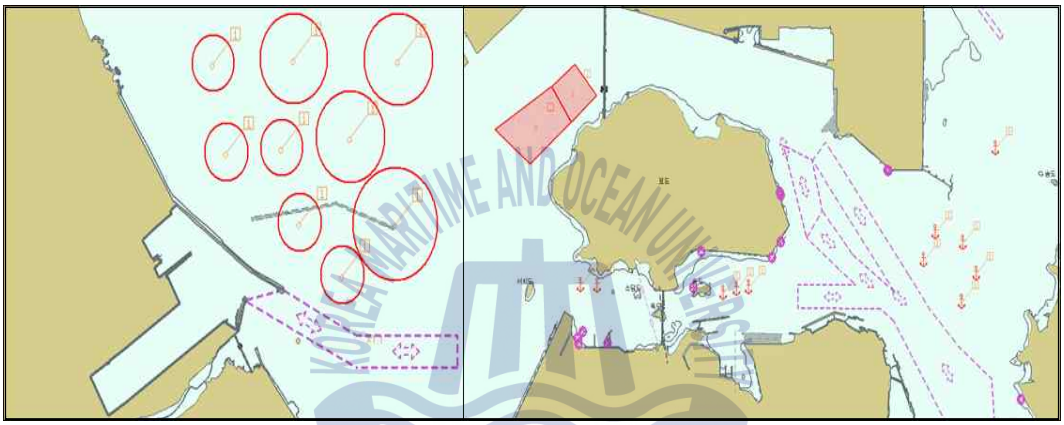

Fig. 11 Anchorage designated as circle or point anchorage

2.2.3.5 정박지 지정 방식의 장단점 비교・요약

정박지를 지정하고자 할 때는 항만 및 어항 설계기준의 정박지 반경 산정방식을 이용하여 규모를 결정하며, 위에서 살펴본 여러 가지 정박지 지정 방식 중 항만의 지리적 환경, 해상교통 여건 및 정박지 지정 방식의 장단점 등을 고려하여 결정하여야 한다. 정박지 지정 방식의 장단점에 대해 요약하면 Table 9와 같다(울산항만공사, 2014).

Collection @ kmou

Table 9 Comparisons of anchorage assignment method

유형		장점	단점
원형 정박지		· 타 선박과의 간섭이 적음 · 해역이 협소한 경우에 유리 · 선박의 크기별 정박지 규모가 확정되어 비교적 정박선의 안전관리 및 관제가 용이함	· 해역이 협소하거나, 투묘 위치가 부정확 할 경우 정박지 운영 효율 및 타 선박에 지장을 초래할 우려가 있음
단순 집단 정박지		· 다수의 선박 수용이 가능함 · 투묘지점의 선택 편의성이 큼 · 기상이 양호하고 정박 선박이 많지 않을 경우 탄력적인 정박지 운영이 가능함	· 최대 이용 선박 척수에 대한 논란과 함께 정박선의 안전관리 및 관제의 어려움 존재
혼합 방식	집단 정박지와 원형 정박지 혼합	· 위치가 확정되어 정박선의 안전관리 및 관제 용이성	· 기상 및 특별한 상황에서는 지정 위치에 정확히 투묘하지 못하는 경우 발생
	집단 정박지와 포인트 혼합	· 교통, 기상 상황에 따른 정박 선박 척수 제한 및 관리가 용이하여 정박지 효율성 증대 · 선박 운항자 투묘지점 선정의 유연성 및 확장성 부여	· 정박 척수가 한계에 도달할 경우 정박선 간 이격거리로 인한 해양사고 발생 개연성이 존재함

Collection @ kmou

2.3 국내 주요 항만의 현황 및 이용 선박 분석

국내 주요 항만의 정박지 현황 및 이용 선박 현황 분석은 각 지방해양수산청 및 항만공사의 고시/운영세칙, Port-Mis 자료, 항행용 해도(Nautical Chart) 및 전자해도표시장치(ECDIS, Electronic Chart Display and Information System)을 통해 조사하였다. 대상 항만은 다음의 그림과 같이 국내 주요 항만(인천항, 평택·당진항, 목포항, 여수·광양항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항)으로 하였다.

각 항만의 일반적인 현황과 함께 정박지와 관련된 조사 항목으로는 정박지 위치, 수심, 정박지별 선박 수용능력, 정박지 면적 및 지정 방식 등이며, 이러한 자료를 통해 항만 및 정박지의 현황을 비교해보았다.

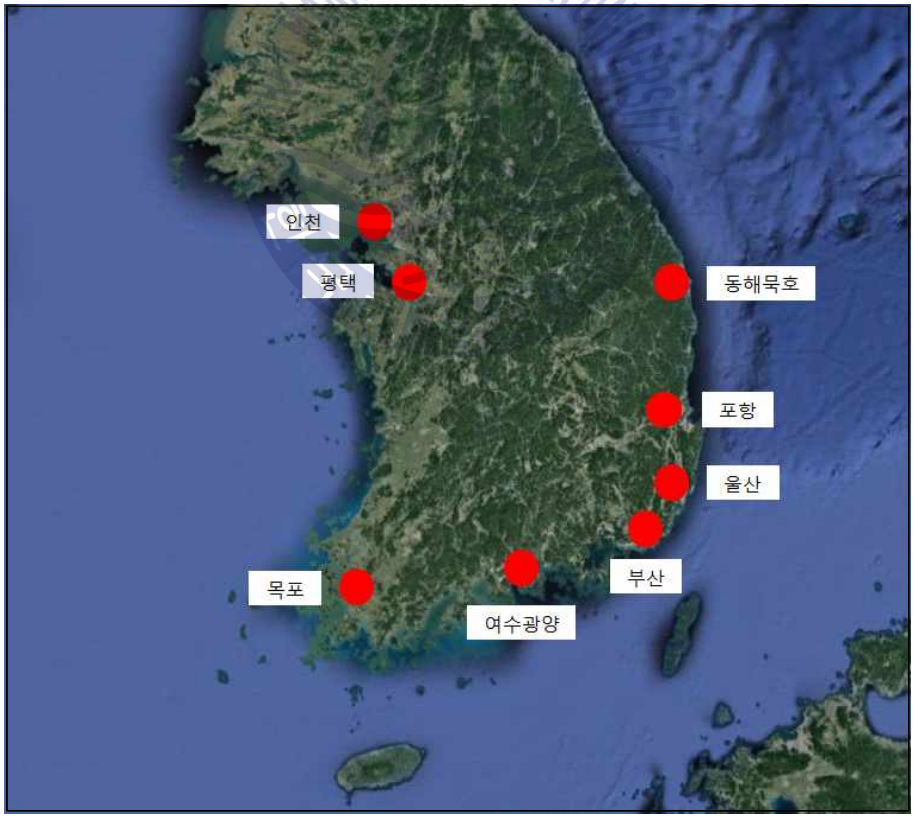

Fig. 12 Status and position of major port

Collection @ kmou

2.3.1 국내 주요 항만 현황 및 정박지 지정 현황 조사

2.3.1.1 인천항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 인천항의 항만시설은 Fig. 13과 같이 배치되어 있으며, 동시 접안 선석 개수는 128개이고, 부두 총연장은 28,735.5m이다. 정박지는 Table 10 및 Fig. 14와 같이 25개의 정박지와 3개의 입항대기정박지로 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Fig. 13 Layout of Incheon Port

Collection @ kmou

Table 10 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Incheon)

순번	명칭	수심(m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
1	W-1	12.6	sand	400m	원형	50,000
2	W-2	9.3	sand	400m	원형	50,000
3	W-3	9.0	sand	400m	원형	50,000
4	W-4	9.0	sand	300m	원형	30,000
5	W-5(우선피항선)	7.9	sand	300m	원형	-
6	W-9(비상대기)	10.5	sand	300m	원형	30,000
7	W-10	11.5	mud	300m	원형	30,000
8	W-11	11.5	mud	300m	원형	20,000
9	W-12	12.0	mud	300m	원형	15,000
10	W-13	12.0	sand	300m	원형	15,000
11	W-14	12.0	sand	300m	원형	15,000
12	W-15	10.8	rock	225m	원형	2,000
13	E-1	14.0	mud	400m	원형	100,000
14	E-2	8.0	sand	400m	원형	10,000
15	E-3	6.1	sand	400m	원형	10,000
16	E-4	11.0	mud	300m	원형	5,000
17	E-5	11.0	mud	300m	원형	50,000
18	E-6(비상대기)	11.0	mud	300m	원형	20,000
19	A-3	4.8	mud	300m	원형	2,000
20	A-4	4.4	mud	300m	원형	2,000
21	A-5	4.0	mud	300m	원형	2,000
22	A-6	6.0	mud	300m	원형	4,000
23	A-9(우선피항선)	4.6~14.4	mud	1.16km^2	집단	-
24	Q-1(검역)	6.0~12.0	sand	900m	원형	5,000~50,000
25	Y-1(영흥화력)	20.3	sand	-	집단	76,000
26	제1입항대기정박지	23~28	sand	6.77km^2	집단	-
27	제2입항대기정박지	10~30	sand	39.76km^2	집단	-
28	제3입항대기정박지	7.6~20	mud	10.77km^2	집단	-

Collection @ kmou

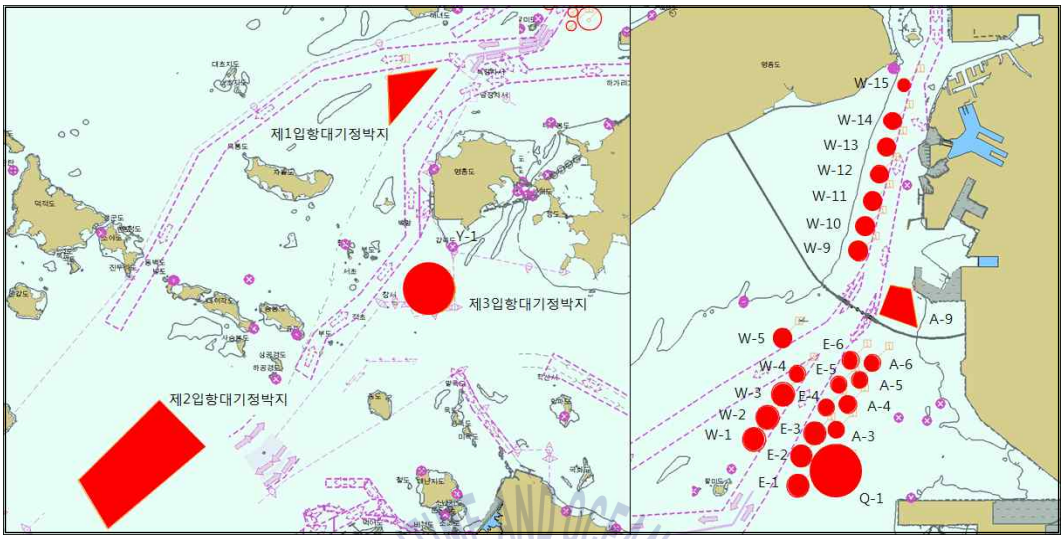

Fig. 14 Location of Incheon anchorage

2.3.1.2 평택·당진항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 평택·당진항의 항만시설은 Fig. 15와 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 56개이고, 부두 총연장은 13,444m이다. 정박지는 Table 11 및 Fig. 16과 같이 8개가 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 주로 대형선 정박지가 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Collection @ kmou

Fig. 15 Layout of PyeongTaek · DangJin Port

Table 11 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(PyeongTaek · DangJin)

순번	명칭	수심(m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
1	방도 정박지	13.0	sand	4,81km^2	집단	150,000
2	영암 정박지	10.0	mud	450m	원형	50,000
3		12.0	mud	300m	원형	30,000
4		8.0	mud	300m	원형	30,000
5	장안서 정박지	22.0	sand	900m	원형	150,000
6	입파도 정박지	22.0	mud	8.77km^2	집단	150,000
7	도리도 정박지	17.0	mud	2.25km^2	집단	150,000
8	임시 정박지	10.0	rock	500m	원형	50,000

Collection @ kmou

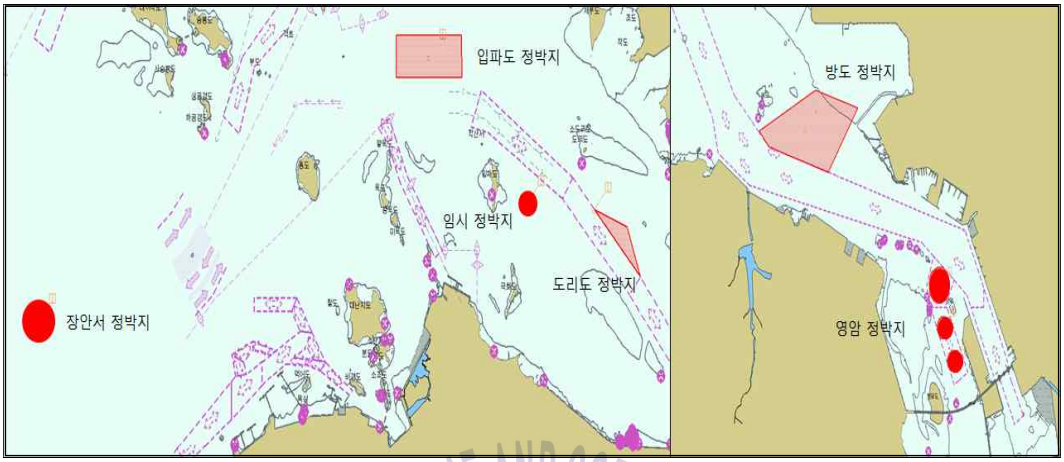

Fig. 16 Location of PyeongTaek anchorage

2.3.1.3 목포항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 목포항의 항만시설은 Fig. 17과 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 26개이고, 부두 총연장은 9,749m이다. 정박지는 Table 12 및 Fig. 18과 같이 14개가 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Collection @ kmou

Fig. 17 Layout of Mokpo Port

Table 12 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Mokpo)

순번	항별	명칭	수심(m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
1	목포항 항계내	1	12	mud	250m	원형	30,000
2		2	17	mud	250m	원형	30,000
3		3	18	mud	250m	원형	30,000
4		4	15	mud	250m	원형	10,000
5		6	15	mud	250m	원형	10,000
6		8	15	sand	300m	원형	30,000
7		9	8	mud	300m	원형	5,000
8		검역 묘지	6	sand	300m	원형	50,000
9	목포항 항계밖	10	12	gravel	1,000m	원형	20,000
10		11	15	grave	1,000m	원형	50,000
11		12	25	mud	1,000m	원형	100,000
12		13	25	rock	1,000m	원형	100,000
13		14 (가사도)	30	gravel	2,000m	원형	200,000

Collection @ kmou

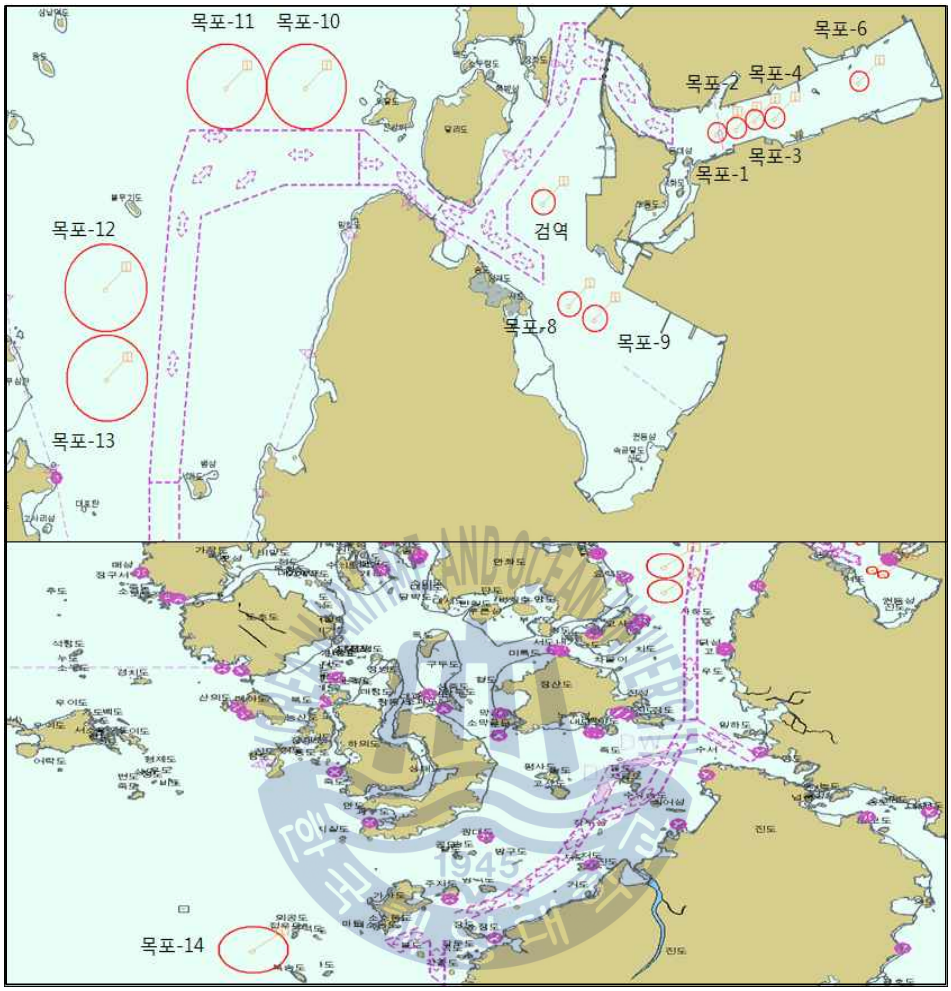

Fig. 18 Location of Mokpo anchorage

2.3.1.4 여수·광양항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 여수·광양항의 항만시설은 Fig. 19와 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 97개이고, 부두 총연장은 23,932m이다. 정박지는 Table 13 및 Fig. 20과 같이 23개가 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수에 추가하여 흘수에 대한 기준으로도 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

Collection @ kmou

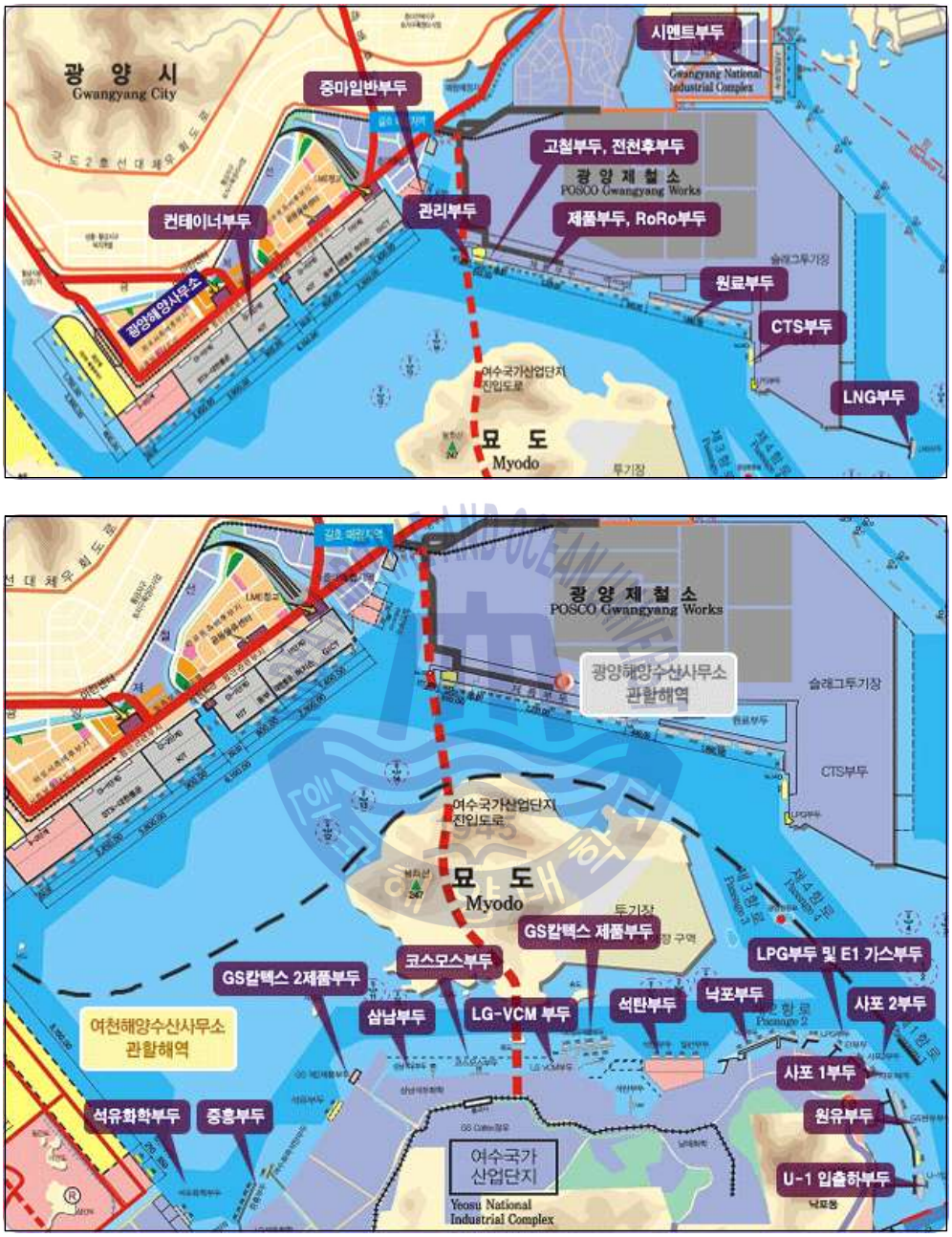

Fig. 19 Layout of Yeosu · Kwangyang Port

Collection @ kmou

Table 13 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Yeosu · Kwangyang)

순번	항별	명칭	수심(m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급(G/T) 및 수용능력
1	여수항	Y-1	6	mud	-	포인트	1,000
2		Y-2	8	mud	-	포인트	5,000
3	광양항 항계내	K-1	15	mud	-	포인트	50,000
4		K-2	15	mud	-	포인트	20,000
5		K-3	13	mud	-	포인트	5,000
6		K-4	8	mud	-	포인트	5,000
7		K-5	17	mud	-	포인트	20,000
8		K-6	18	mud	-	포인트	10,000
9		K-7	10	mud	-	포인트	1,000
10		K-8	10	mud	-	포인트	1,000
11		K-9	10	mud	-	포인트	1,000
12		K-10	8	mud	-	포인트	3,000
13		K-11	13	mud	-	포인트	3,000
14		K-12	9	mud	0.50km^2	집단	50,000
15		K-13	11	mud	1.14km^2	집단	5,000
16	항계밖 정박지	A	12	mud	3.84km^2	집단	흘수 8m
17		B	13	mud	5.59km^2	집단	흘수 11m
18		C	14	mud	2.19km^2	집단	흘수 13m
19		W	17	mud	7.07km^2	집단	흘수 14.5m
20		D-1	26	mud	24.12km^2	집단	흘수 16m
21		D-2	20	mud	700m	원형	흘수 16m
22		1검역	17	mud	7.07km^2	집단	흘수 14.5m
23		2검역	26	mud	1,000m	원형	흘수 14.5m

Collection @ kmou

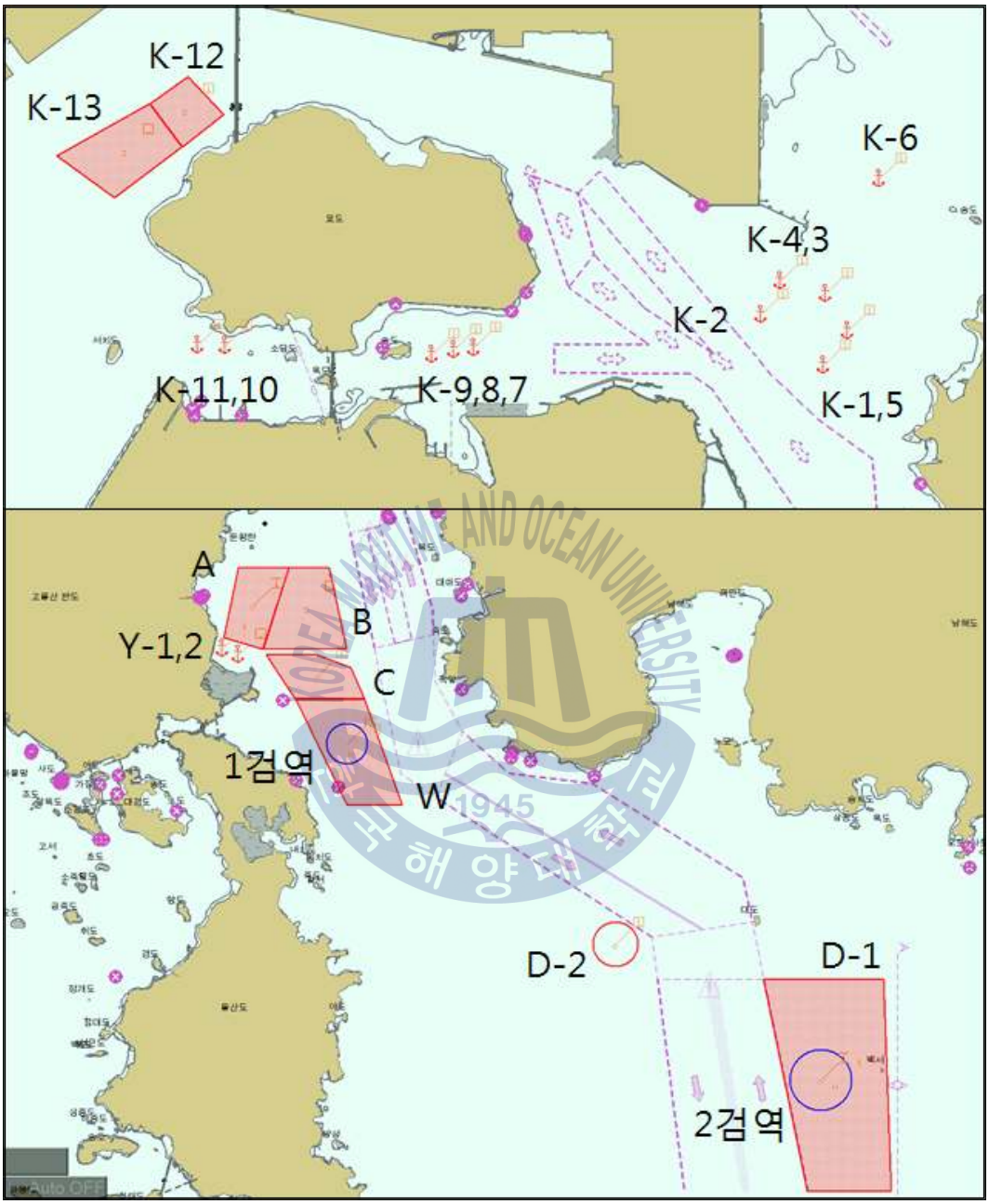

Fig. 20 Location of Yeosu · Kwangyang anchorage

Collection @ kmou

2.3.1.5 부산항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 부산항의 항만시설은 Fig. 21과 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 201개이고, 부두 총연장은 30,709m이다. 정박지는 Table 14 및 Fig. 22과 같이 21개소에 123척의 선박이 정박할 수 있도록 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

특이점으로는 부산 신항 해도 검토 결과, 8곳의 신항 정박지 모두 포인트 정박지 형태이나, 부산항 항만시설운영세칙에는 정박지점을 중심으로 일정한 반경 이내의 수역을 정박지로 지정하고 있는 원형 정박지로 고시하고 있었다.

Fig. 21 Layout of Busan Port

Collection @ kmou

Table 14 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Busan)

순번	항별	명칭	수심 (m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T) 및 수용능력
1	북항	E-1	8	mud	-	포인트	5,000 미만
2		E-2	8	mud	-	포인트	10,000 이상
3		O-2	6.3~7.0	mud	0.61km^2	집단	3,000 미만
4		M-7	7.0~7.3	mud	-	포인트	10,000 미만
5		M-8	9.0~10.1	mud	-	포인트	10,000 이상
6		M-9	10~11	mud	-	포인트	10,000 이상
7	남외항	N-1	15	mud	2.72km^2	집단	1,000 미만
8		N-2	18	mud	2.30km^2	집단	1,000~3,000
9		N-3	19	mud	6.67km^2	집단	3,000~10,000
10		N-4	40	mud	7.76km^2	집단	10,000 이상
11		N-5	60	mud	12.27km^2	집단	10,000 이상
12	다대포항	K-3	18	mud	-	포인트	20,000 미만
13	수영만	S-1	11	mud	300m	원형	10,000
14	신항	W-1	20	sand	475m	원형	80,000(DWT)
15		W-2	20	sand	475m	원형	80,000(DWT)
16		U-1	19	sand	375m	원형	30,000(DWT)
17		U-2	19	sand	375m	원형	30,000(DWT)
18		U-3	20	sand	375m	원형	30,000(DWT)
19		U-4	16	mud	375m	원형	30,000(DWT)
20		U-5	16	mud	375m	원형	30,000(DWT)
21		U-6	16	mud	375m	원형	30,000(DWT)

Collection @ kmou

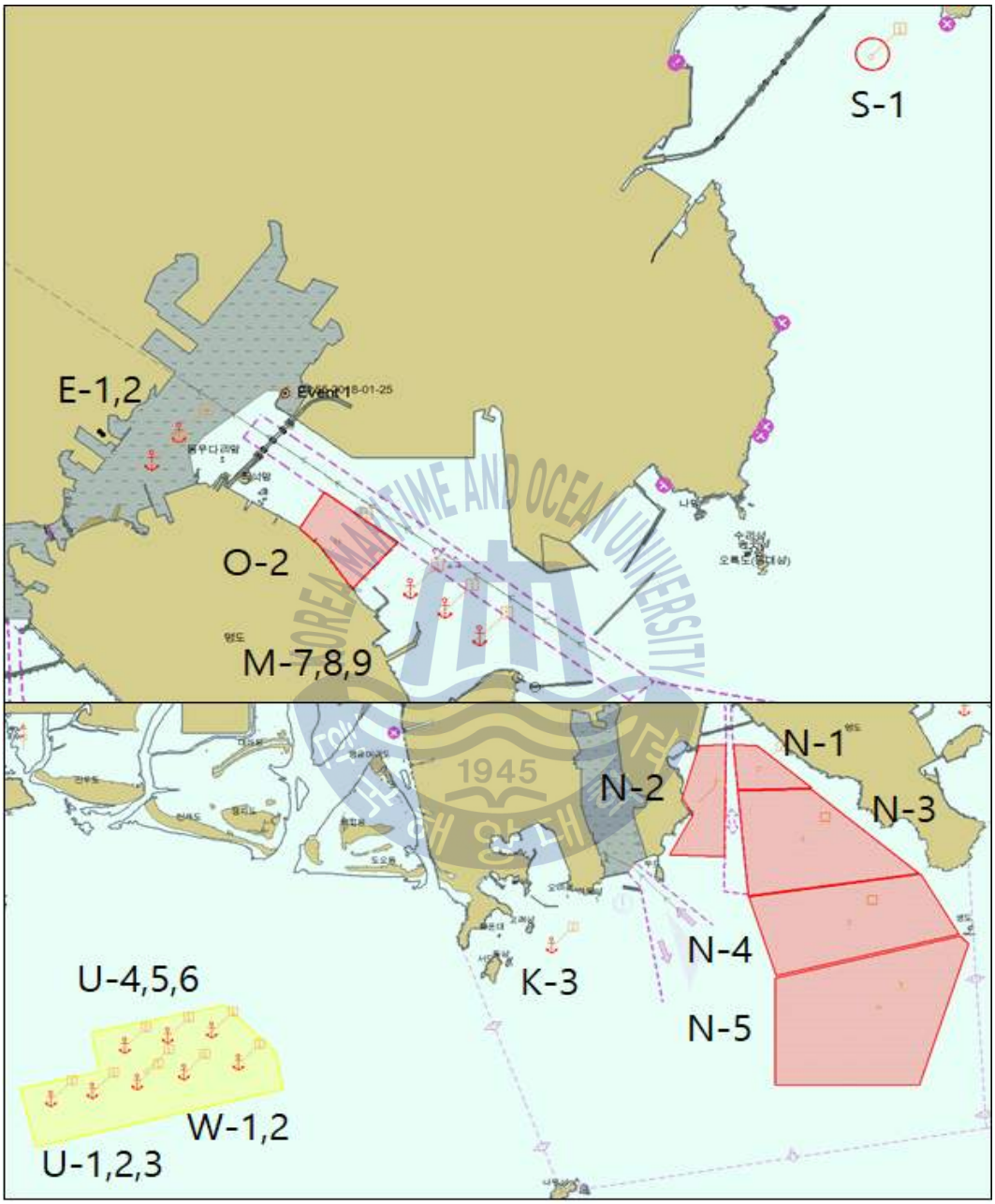

Fig. 22 Location of Busan anchorage

Collection @ kmou

2.3.1.6 울산항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 부산항의 항만시설은 Fig. 23와 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 115개이고, 부두 총연장은 20,218m이다. 정박지는 Table 15 및 Fig. 24와 같이 21개소에 선박이 정박할 수 있도록 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

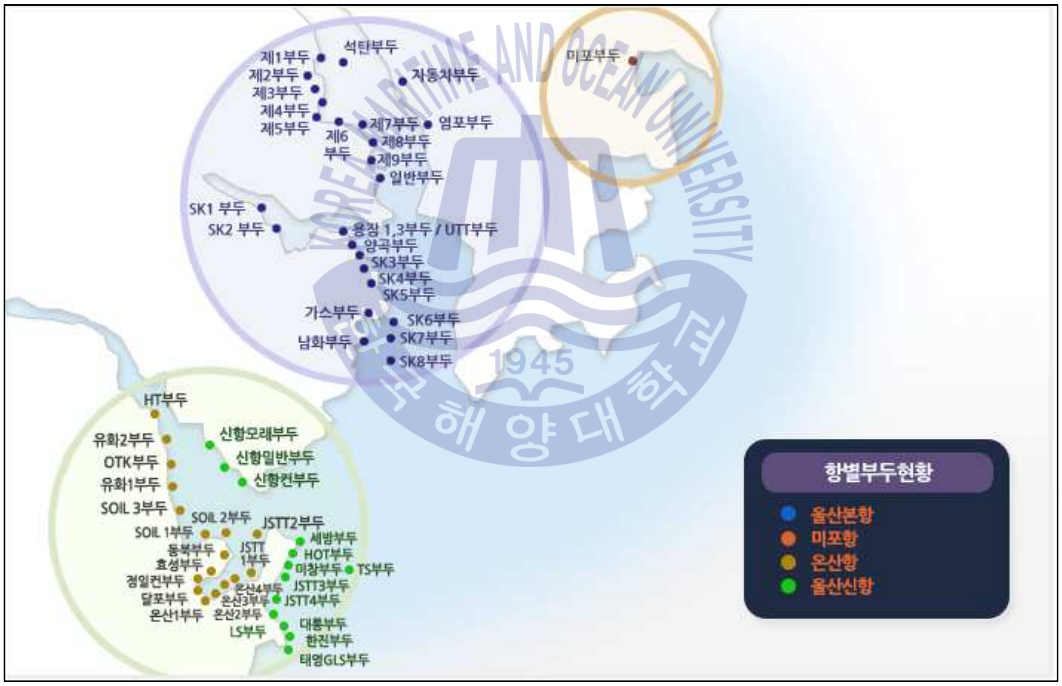

Fig. 23 Layout of Ulsan Port

Collection @ kmou

Table 15 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Ulsan)

순번	명칭	수심 (m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T) 및 수용능력
1	M1	11	nud	0.33km^2	집단	2,000 이하
2	M2	11	nud	0.19km^2		
3	M3	11	nud	0.21km^2		
4	M4	11	nud	0.34km^2		
5	M5	12	nud	0.25km^2		
6	M6	12	nud	0.22km^2		
7	M7	13	nud	0.20km^2		
8	E1	40	nud	9.36km^2	집단	10,000
9	E2	50	nud	10.25km^2		30,000
10	E3	60	nud	11.76km^2		150,000
11	W1	23	nud	400m	원형	20,000
12	T1	28	nud	300m		5,000
13	T2	26	nud	300m		5,000
14	T3	28	nud	250m		2,000

Collection @ kmou

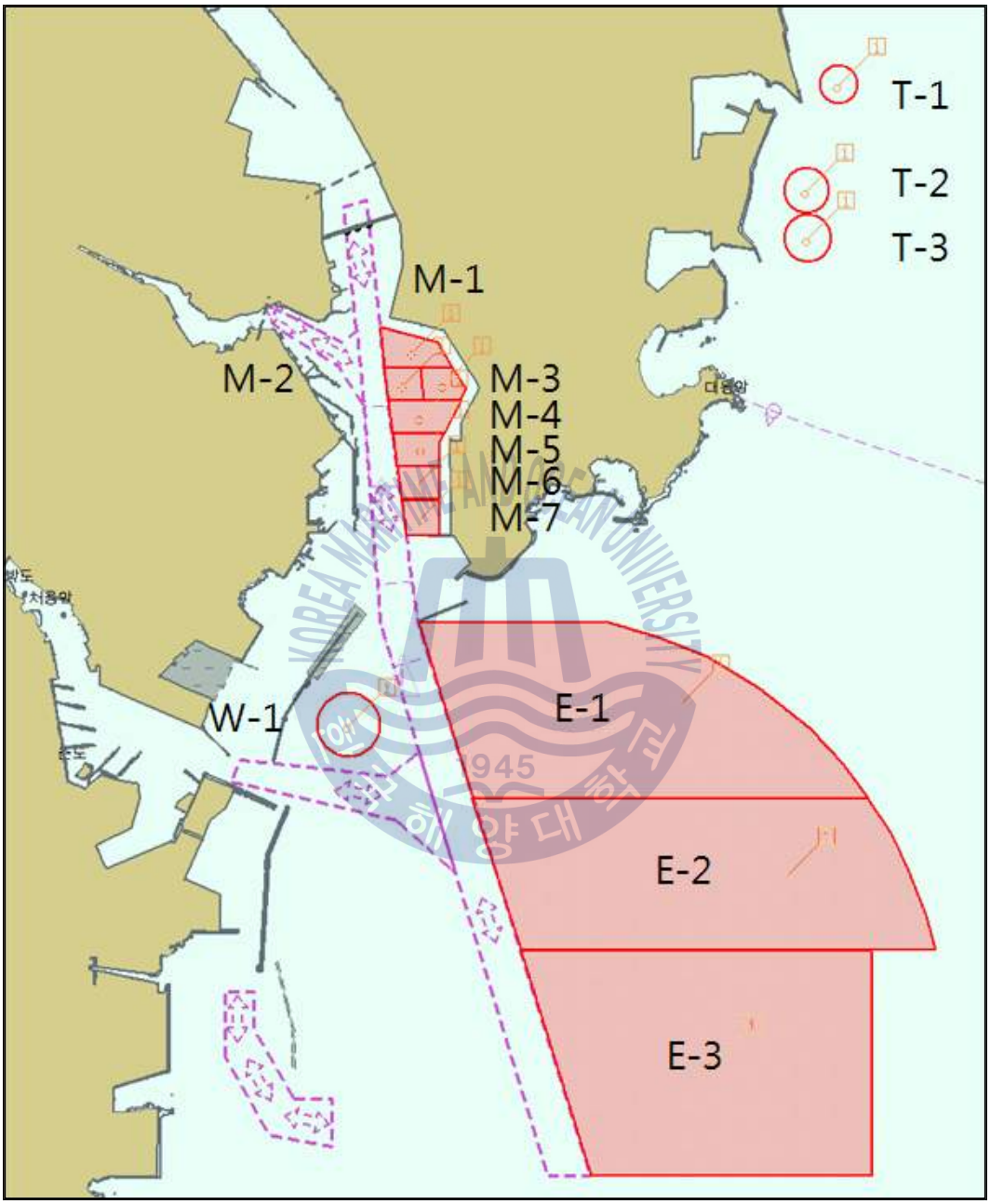

Fig. 24 Location of Ulsan anchorage

Collection @ kmou

2.3.1.7 포항항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 포항항의 항만시설은 Fig. 25와 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 55개(신항 38개, 구항 10개, 영일만항 7개)이고, 부두 총 연장은 11,722m이다. 정박지는 Table 16 및 Fig. 26과 같이 5개소에 선박이 정박할 수 있도록 단순 집단 정박지로 있으며, 선박의 총톤수 및 길이에 따라서 따로 제한하고 있지는 않다는 점이 특징이다.

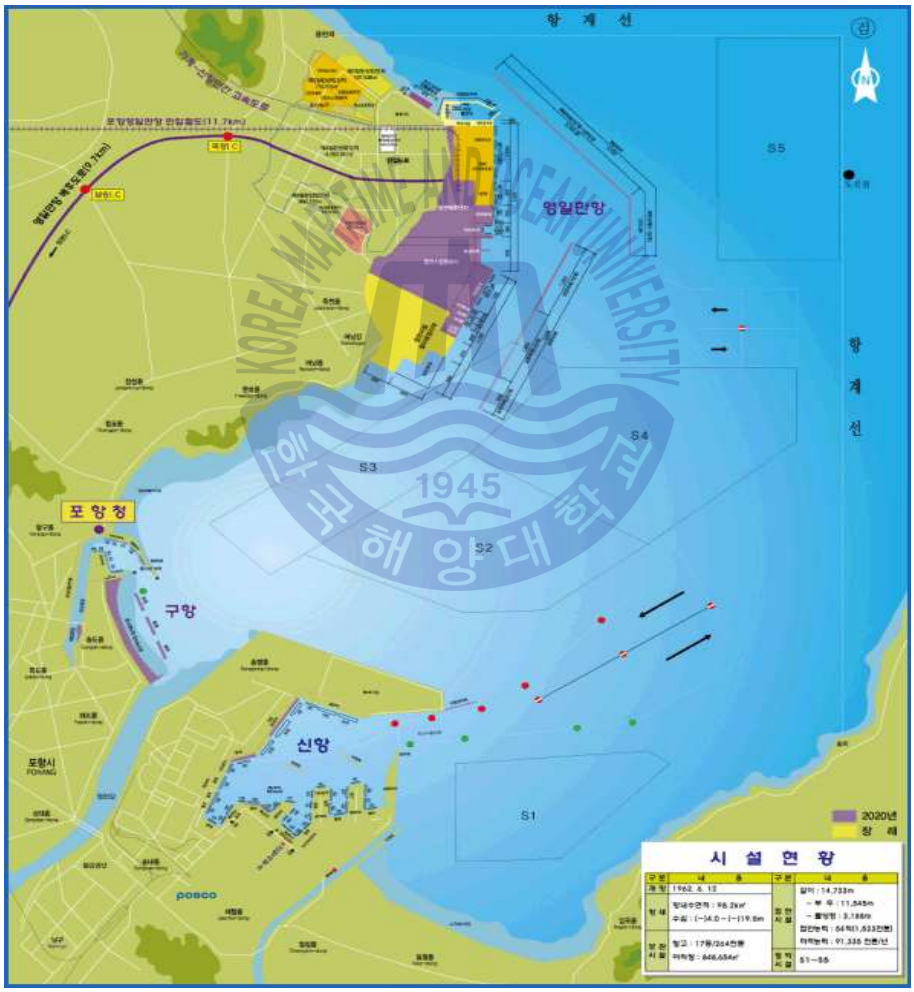

Fig. 25 Layout of Pohang Port

Collection @ kmou

Table 16 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Pohang)

순번	명칭	수심 (m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T) 및 수용능력
1	S1	15	nud	3.84km^2	집단	-
2	S2	20	nud	7.09km^2		
3	S3	16	nud	6.35km^2		
4	S4	22	nud	9.39km^2		
5	S5	26	nud	5.88km^2		

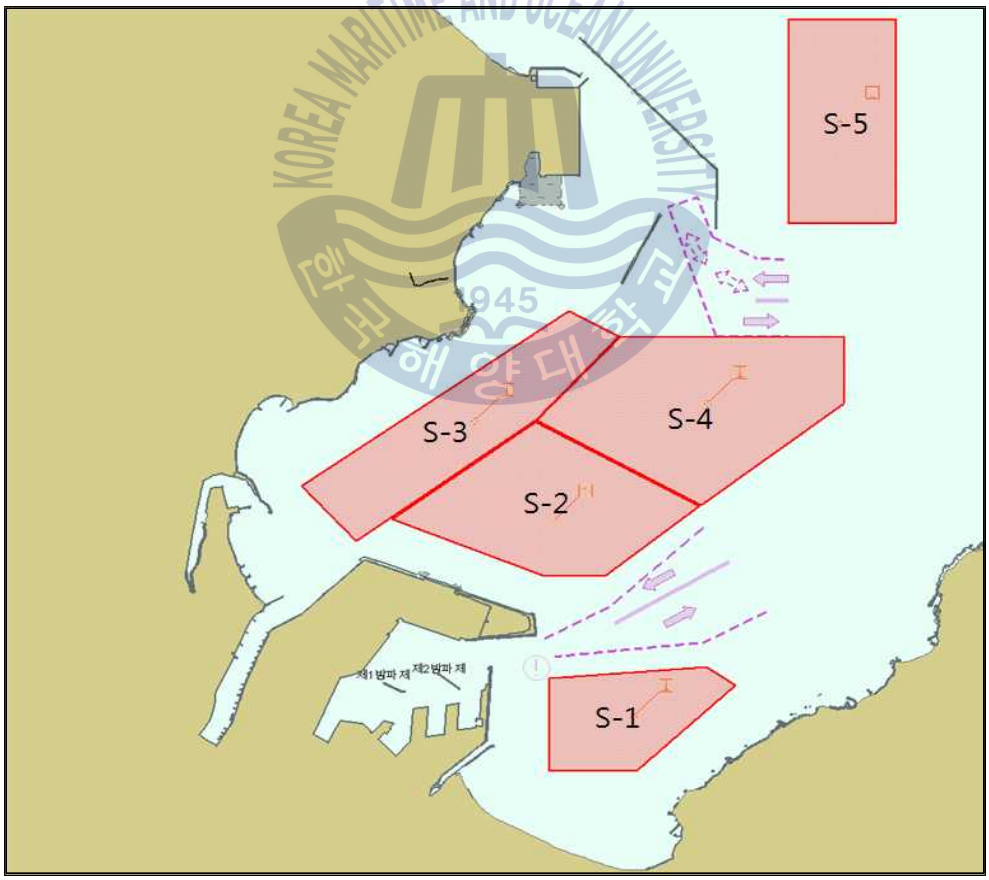

Fig. 26 Location of Pohang anchorage

Collection @ kmou

2.3.1.8 동해·묵호항 현황 및 정박지 조사

국가관리 주요 항만 중 동해·묵호항의 항만시설은 Fig. 27과 같이 배치되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 24개(동해 16개, 묵호 6개)이고, 부두 총연장은 4,477m이다. 정박지는 Table 17 및 Fig. 28과 같이 15개소에 선박이 정박할 수 있도록 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 주로 총톤수를 기준으로 정하고 있고, 항만에 입항하는 선박의 톤수에 따라서 대형선 정박지부터 소형선 정박지까지 다양하게 분포하고 있는 것을 알 수 있다.

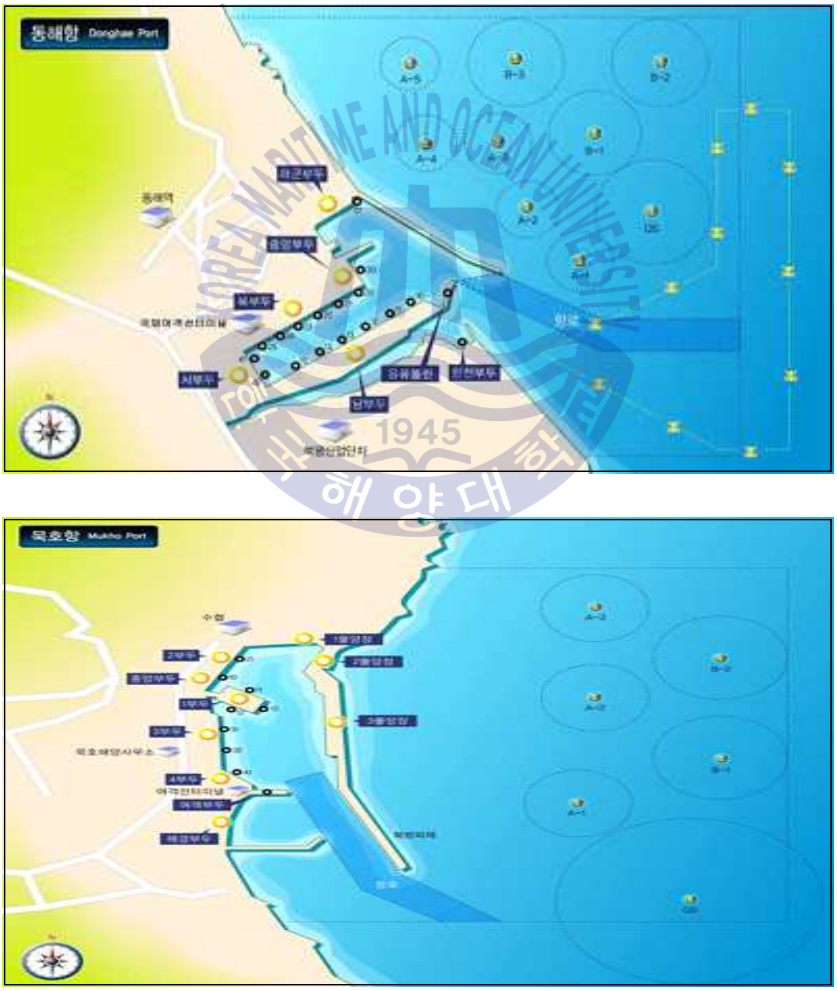

Fig. 27 Layout of Donghae·Mukho Port

Collection @ kmou

Table 17 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Donghae · Mukho)

순번	항별	명칭	수심 (m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T) 및 수용능력
1	동해항	A-1	27	sand	280m	원형	10,000 이하
2		A-2	23	sand	280m	원형	10,000 이하
3		A-3	22	sand	280m	원형	10,000 이하
4		A-4	18	sand	250m	원형	10,000 이하
5		A-5	15	sand	250m	원형	10,000 이하
6		B-1	33	sand	400m	원형	50,000 이하
7		B-2	40	sand	400m	원형	50,000 이하
8		B-3	27	sand	400m	원형	50,000 이하
9		Q/S	35	sand	500m	원형	-
10	묵호항	A-1	20	sand	200m	원형	5,000 이하
11		A-2	20	sand	200m	원형	5,000 이하
12		A-3	18	sand	200m	원형	5,000 이하
13		B-1	25	sand	250m	원형	10,000 이하
14		B-2	22	sand	250m	원형	10,000 이하
15		Q/S	16	sand	500m	원형	-

Collection @ kmou

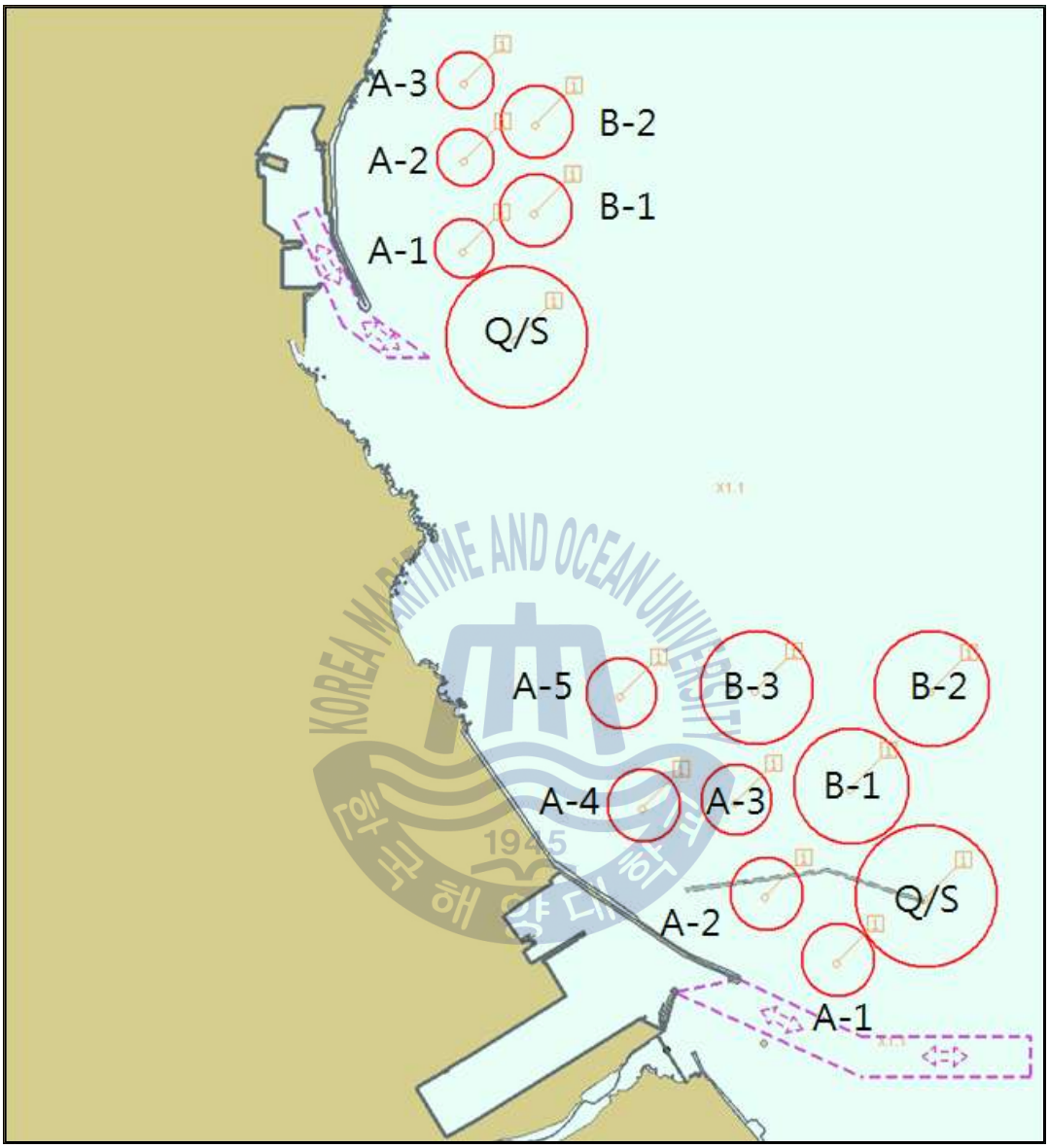

Fig. 28 Location of Donghae · Mukho anchorage

2.3.2 국내 주요 항만 이용 선박 분석

국내 주요 항만의 10년(2008년~2017년) 동안 입항 척수 현황은 해양수산부의 Port-Mis자료를 이용하여 조사하였으며, 그 결과는 Table 18및 Fig. 29와 같다.

Collection @ kmou

최근 10년(2008년~2017년)동안 항만에 입항하는 선박의 척수를 살펴본 결과 평균 입항 척수는 19,501척, 평균 외항선 입항척수는 9,075척으로 전체 입항선박 대비 약 47%의 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 특히 목포항의 경우 평균 입항 척수 9,227척 대비 내항선의 입항 비율이 88%로 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 18 Average number of ship incoming in major ports

구분	입항 선박 척수 평균(척)	외항선 입항 척수 평균(척)	내항선 입항 척수 평균(척)
인천항	19,364	8,546	10,818
평택・당진항	8,755	5,176	3,579
목포항	9,227	1,093	8,134
여수・광양항	29,639	13,043	16,596
부산항	50,920	27,638	23,282
울산항	25,904	11,935	13,969
포항항	8,141	3,902	4,239
동해・묵호항	4,061	1,263	2,798
평균	19,501	9,075	10,427

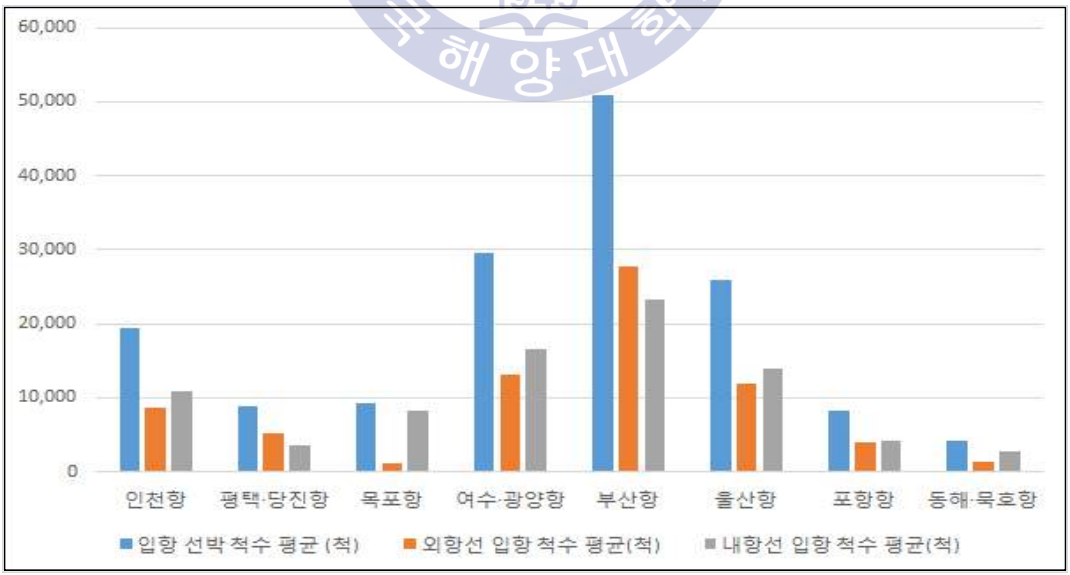

Fig. 29 Average number of ship incoming in major ports

Collection @ kmou

국내 주요 항만 입항선박의 톤급별 분포를 알아보기 위해 해양수산부의 2017년 Port-Mis자료를 이용하여 조사하였으며, 그 내용은 Table 19 및 Fig. 30과 같다.

Table 19 Tonnage division of ship incoming in major ports

구 분	인천	평택당진	목포	여수광양	부산	울산	포항	동해묵호
합 계	18,056	9,706	7,985	33,002	48,869	23,958	6,431	4,257
100톤	1,246	715	2,233	2,476	5,751	1,192	333	252
100~500톤	5,293	1,497	2,109	7,155	11,960	4,052	1,363	1,011
500~1,000톤	413	172	435	3,950	4,213	3,842	345	312
1,000~3,000톤	2,219	2,007	1,585	5,695	4,816	4,946	1,496	693
3,000~5,000톤	1,272	1,124	528	2,405	3,596	2,477	952	607
5,000~7,000톤	1,538	432	443	1,474	2,377	1,372	454	595
7,000~10,000톤	1,716	842	190	2,330	5,120	1,822	513	124
10,000~15,000톤	613	275	13	491	944	470	55	122
15,000~20,000톤	980	285	49	1,109	2,366	680	157	95
20,000~25,000톤	347	502	14	477	683	391	126	139
25,000~30,000톤	843	378	6	1,186	809	796	125	83
30,000~50,000톤	831	536	62	1,785	1,779	903	285	223
50,000~60,000톤	206	341	148	634	980	361	13	1
60,000~75,000톤	209	285	147	797	768	342	9	-
75,000~100,000톤	162	186	13	500	1,531	39	106	-
100,000톤	168	129	10	538	1,176	273	99	-

Collection @ kmou

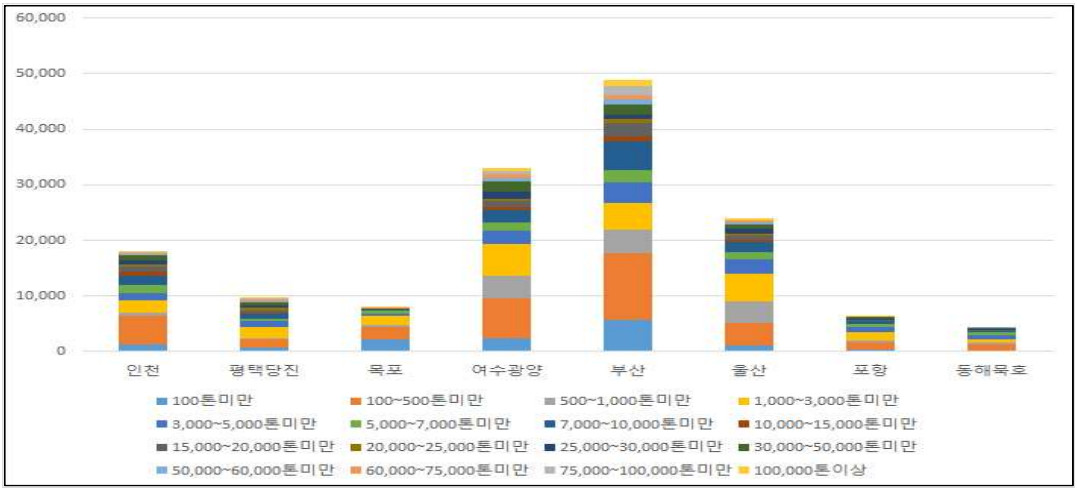

Fig. 30 Tonnage division of ship incoming in major ports

분석 결과, 각 항만의 특성에 맞게 입항하는 선박의 종류에 따라 톤수별 분포가 다양하게 존재하는 것으로 분석되었다.

국내 주요 항만의 2017년 입항선박 척수, 정박지 이용 선박 척수 및 정박지 이용선박 비율을 해양수산부의 Port-Mis자료를 이용하여 조사하였으며, 그 결과는 Table 20 및 Fig. 30과 같다.

Table 20 Ratio of the number of ship incoming harbour and anchorage

항만	입항선박(척)	정박지 이용선박(척)	입항선박 대비 정박지 이용선박 비율
인천항	18,056	5,686	31%
평택・당진항	9,706	5,262	54%
목포항	7,985	1,841	23%
여수・광양항	33,002	19,024	58%
부산항	48,869	16,139	33%
울산항	23,958	15,837	66%
포항항	6,431	2,715	42%
동해・묵호항	4,257	1,144	27%
평균	19,033	8,456	44%

Collection @ kmou

항만에 입항하는 선박 중 정박지를 이용하는 선박의 비율을 살펴본 결과 평균 입항선박 척수는 19,033척, 평균 정박지 이용선박 척수는 8,456척으로 입항 척수 대비 44%의 선박이 정박지를 이용하고 있다. 특히 여수·광양항의 경우 입항척수 33,002척, 정박지 이용선박 척수 19,024척이고 정박지 이용 선박의 비율이 66%로 가장 높게 나타났다.

정박지 이용 선박 척수 비율이 50%를 상회하는 항만은 평택·당진항, 여수·광양항, 울산항으로 조사되었으며, 목포항은 23%로 가장 낮은 정박지 이용 선박 척수 비율을 나타냈다.

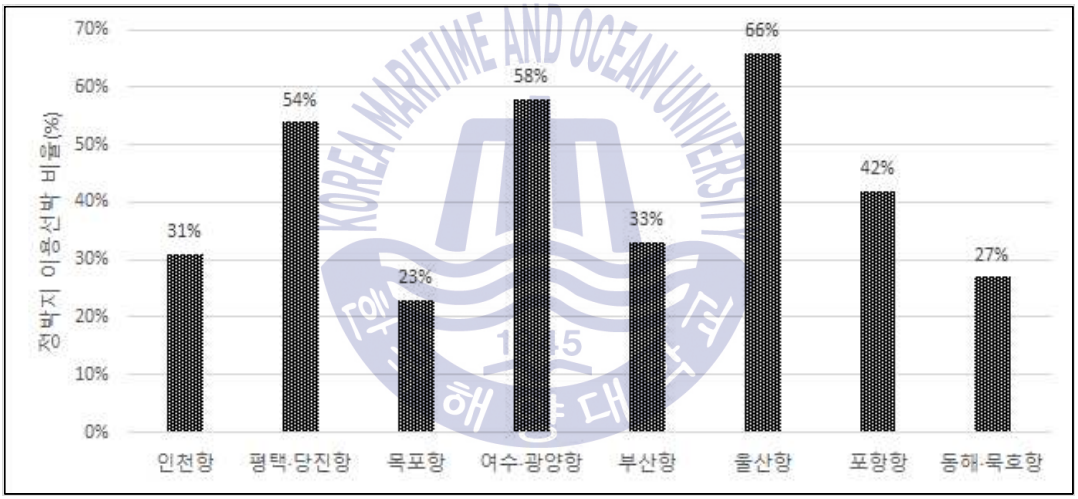

Fig. 31 Ratio of the number of ship incoming harbour and anchorage

2.4 요약

2장에서는 정박지와 관련된 국내외 설계기준에 대해 조사하였으며, 국내 주요 항만의 정박지 위치, 규모, 지정방식 및 선박의 정박지 이용 현황에 대하여 분석하였다.

정박지에 대한 이론 및 현황을 요약하면 다음과 같다.

Collection @ kmou

첫째, 정박지 설계기준에 있어 국내외 주요 설계기준을 살펴본 결과, 단일 선박이 정박하는데 필요한 정박지의 크기는 제시하고 있으나, 항만의 규모 및 해상교통 특성 등을 고려한 기준을 제시하고 있지 않았다.

둘째, 국내 주요 무역항의 현황 및 정박지 지정 현황은 Table 21과 같이 동시 접안 선석 개수는 702개이며, 항만별로 평균 87개의 선석을 보유하고 있다. 총 정박지 개수는 127개소이며, 항만별로 평균 15.9개소가 지정되어 있다. 인천항의 경우 정박지가 28개소로 가장 많았으며, 포항항이 5개소로 가장 적게 지정되어 있는 것을 알 수 있다.

셋째, 선석, 부두 연장, 정박지 개수 및 면적을 분석한 결과 상호간의 연계성을 확실하게 드러나지 않았으나, 국내 주요 무역항에서 사용하는 정박지 지정 방식은 주로 원형 정박지이며, 그 다음으로 포인트 정박지와 이를 적절히 융합하는 집단 정박지 형태로 분류되어 있었다.

Table 21 Comparison of the status of major port and anchorage

항만	선석 개수	부두 총연장(m)	정박지 개수	정박지 면적(km^2)	정박지 지정 방식		
					원형	포인트	집단
인천항	128	28,735.5	28	68.70	23	0	5
평택・당진항	56	13,444	8	20.34	5	0	3
목포항	26	9,749	13	26.95	13	0	0
여수・광양항	97	23,932	23	52.28	2	13	8
부산항	201	30,709	21	45.17	9	6	6
울산항	115	20,218	14	34.36	4	0	10
포항항	55	11,722	5	32.55	0	0	5
동해・묵호항	24	4,477	15	4.98	15	0	0
합계	702	142,986.5	127	258.33	71	19	37
평균	87.75	17,873.3	15.9	35.66	8.9	2.4	4.6

Collection @ kmou

국내 주요 항만의 정박지 면적을 분석해보면, Fig. 32과 같으며, 포인트 정박지 지정 방식의 경우 선회반경 및 정박지 면적이 명시되어 있지 않아 면적 계산이 불가능해서 국내의 정박지 설계기준을 적용하여 해당 정박지의 수심 및 저질에 따른 선회반경을 산출하여 면적을 추정하였다.

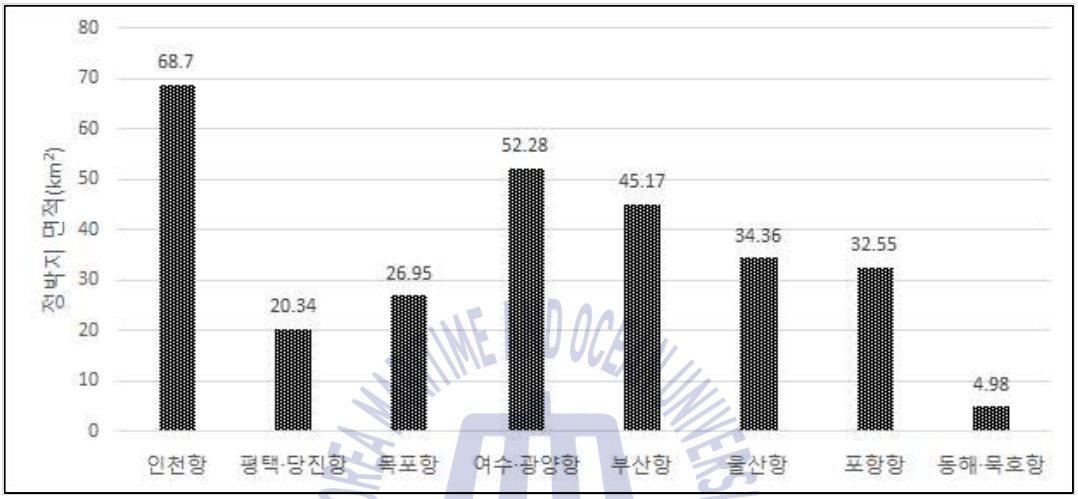

Fig. 32 Comparison of total anchorage area

분석 결과, 국내 주요 항만의 평균 정박지 면적은 35.66km^{2}이며, 평균보다 넓은 면적의 정박지를 가지고 있는 항만은 인천항, 여수・광양항, 부산항이며, 평균 이하 면적의 항만은 평택・당진항, 목포항, 울산항, 포항항, 동해・묵호항인 것으로 분석되었다.

국내 주요 항만의 입항선박 대비 정박지 이용선박 척수는 8개 항만중 목포항, 동해・묵호항을 제외한 나머지 항이 30%를 넘는 것으로 나타나 정박지를 이용하는 선박이 매우 많은 것으로 분석되었다.

정박지는 항만의 효율적이고 안전한 운영을 위한 중요한 항만시설이다. 그러나 대부분의 항만에 필요한 정박지의 개수, 면적 또는 규모에 대해서는 명확한 설계기준이 마련되어 있지 않아 안전에 위해요소로 작용하고 있다.

Collection @ kmou

제 3 장 대상해역의 특성 분석

본 연구의 대상해역 항만은 다수의 항만이 하나의 진입수로를 이용하는 특성을 가진 수역으로서, 앞서 살펴본 국내 주요 항만의 현황, 정박지 지정 및 이용 선박 분석과 비교하여 정박지 지정에 대한 기준을 제시하기 위하여 마산항 및 인근 해역의 자연환경, 항만 현황 조사 및 이용 선박 분석을 실시하였다.

3.1 자연환경 분석

마산항은 우리나라 남동부에 위치하며, 부산에서 해상으로 약 80km 떨어져 있으며, 마산항을 중심으로 동쪽으로는 창원, 김해, 서쪽으로는 진주, 삼천포, 남쪽으로는 장승포, 충무, 북쪽으로는 창녕, 밀양군 등 경상남도 중남부 일원의 도시와 군이 인접해 있다.

마산항의 기후는 대체로 온화한 편이고, 다우지역에 속하며, 강우는 주로 여름철에 집중되며, 기온 변화는 적으나 북풍계열에 의한 푄현상으로 기온이 급상승할 때도 있다.

최근 10년(2007년~2016년)간 관측한 기상의 개요는 Table 22와 같으며, 조사기간 중의 연평균 기온은 14.7℃, 최저 2.2℃, 최고 26.4℃로 평균최고와 최저의 차이는 약 24.2℃이다. 평균풍속은 1.9m/s이며, 최대풍속은 2007년 9월에 18.4m/s, 순간최대풍속은 2007년 9월에 27.3m/s, 연평균 강수량은 1,486.3mm, 연평균 해면기압은 1,015.8hpa로 관측되었다.

이 장에서는 상기와 같은 기상특성을 보이는 마산지역의 10년(2007년~2016년)간의 기상 자료를 이용하여 정박지 안전성에 영향을 주는 주요 기상요소의 특성을 파악하고 분석하였다.

Collection @ kmou

Table 22 Weather overview of Masan

구 분			단 위	기 상	구 분		단 위	기 상
기온	연평균		℃	14.7	해면기압	평균	hPa	1,015.8
	평균최고			19.3		최고		1,037.1
	평균최저			11.0				
	최고			37.1		최저		980.8
	최저			-13.1				
바람	최대풍속	풍속	m/sec	18.4	천기일수	맑음	일	115.4
		풍향		E		흐림		99.4
		일자		2007.9		안개		6.4
	순간최대풍속	풍속	m/sec	27.3		강수[1]		36.9
		풍향		NE		강설		4.1
		일자		2007.9		결빙		62.4
	평균 풍속		m/sec	1.9		뇌전		13.0
강수	연평균		mm	1,486.3		폭풍[2]		0.6
	일최다			268.0		기온[3]		0.6

주) 1)강수: 일 10mm 이상, 2)폭풍: 13.9m/sec 이상, 3)기온: -10˚C 이하

Collection @ kmou

3.1.1 바람

최근 10년(2007년~2016년)동안에 마산항 부근 바람의 평균 풍속은 1.9m/s 정도로, 연간 1.5~2.1m/s의 범위로 출현하는 것으로 관측되었다. 최대풍속은 18.4m/s, 풍향은 E로 2007년 9월에 나타났으며, 순간 최대풍속은 2007년 9월에 27.3m/s, 풍향은 NE로 관측되었다.

Table 23 Status of wind velocity and direction of Masan

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
순간 최대 풍속	17.1	20.7	24.0	22.3	18.4	18.8	17.9	24.6	27.3	23.8	16.0	20.0
	W	S	SE	ENE	SW	SSW	SSE	E	NE	SW	W	SW
최대 풍속	8.3	11.2	12.0	9.8	10.2	10.1	9.4	16.3	18.4	12.9	7.9	8.6
	NNE	S	SSE	S	S	SSW	S	ESE	E	NE	NE	SSE
평균 풍속 (24시간)	2.1	2.0	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	1.8	1.5	1.5	1.7	2.0

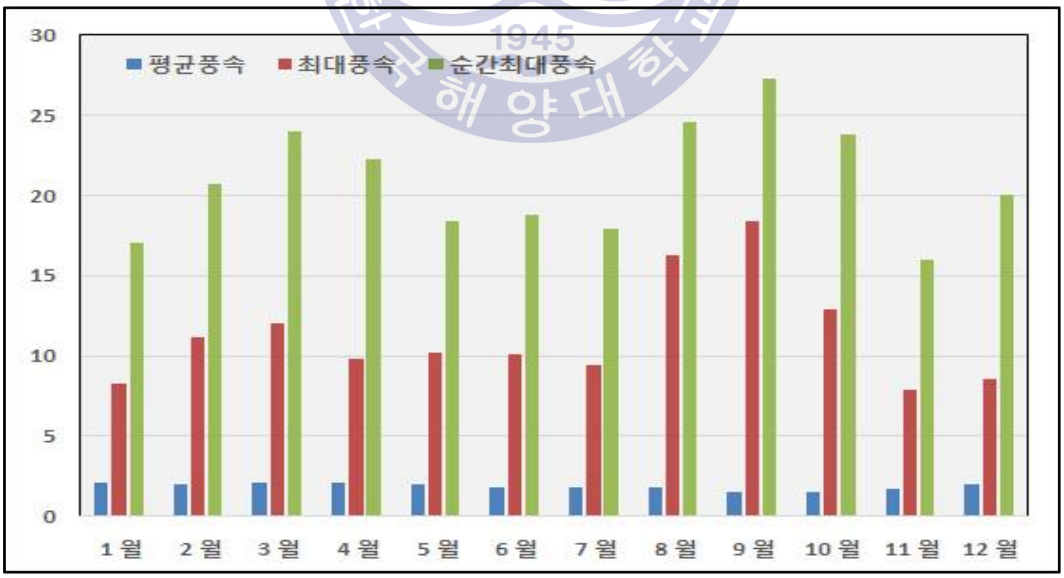

Fig. 33 Status of wind velocity of Masan

Collection @ kmou

계절별 풍향 풍속 출현율을 조사한 결과 Fig. 34와 같이 봄・여름에는 주로 남(S)~남동(SE) 계열, 가을・겨울에는주로 북동(NE) 계열의 바람이 우세한 것으로 나타났다.

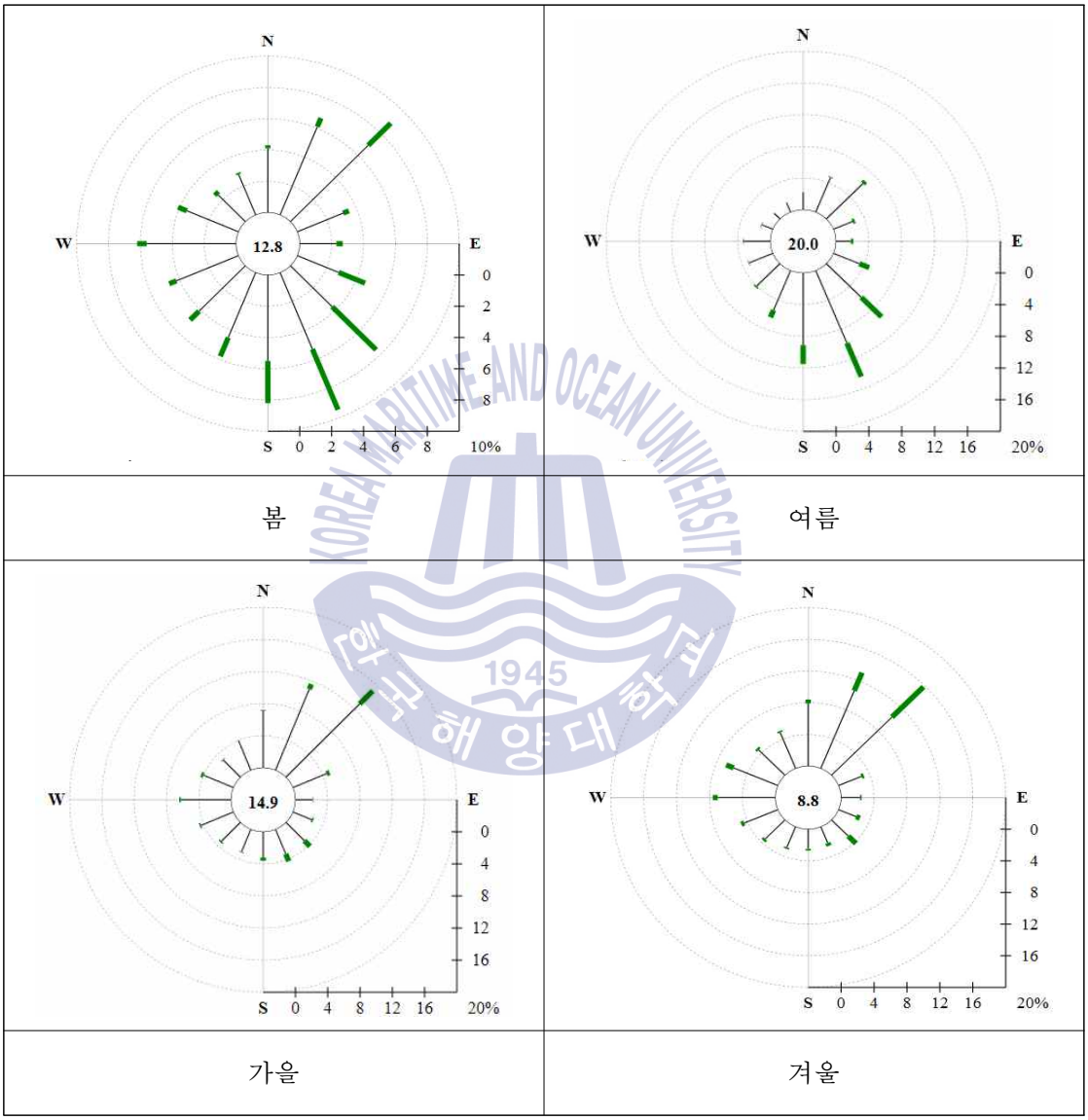

Fig. 34 Wind rose of Masan

Collection @ kmou

3.1.2 태풍

우리나라에 영향을 주는 태풍은 대부분 북서태평양에서 발생한 것으로 발생 횟수는 해마다 다르지만 평균적으로 연간 26건이 발생하며, 이중 2~3건이 직·간접적으로 영향을 주는 것으로 조사되었다.

2017년 태풍발생은 총 27개로 평년(25.6개)와 비슷한 횟수로 조사되었으며, 마산항 및 진해만에 직·간접적으로 영향을 미친 태풍은 총 4개로 첫 번째는 7월 2일에 발생한 제3호 난마돌(NANMADOL)이며, 두 번째는 7월 20일에 발생한 제5호 노루(NORU), 세 번째는 9월 9일에 발생한 제18호 탈림(TALIM), 네 번째는 10월 16일에 발생한 제21호 란(LAN)으로 조사되었다.

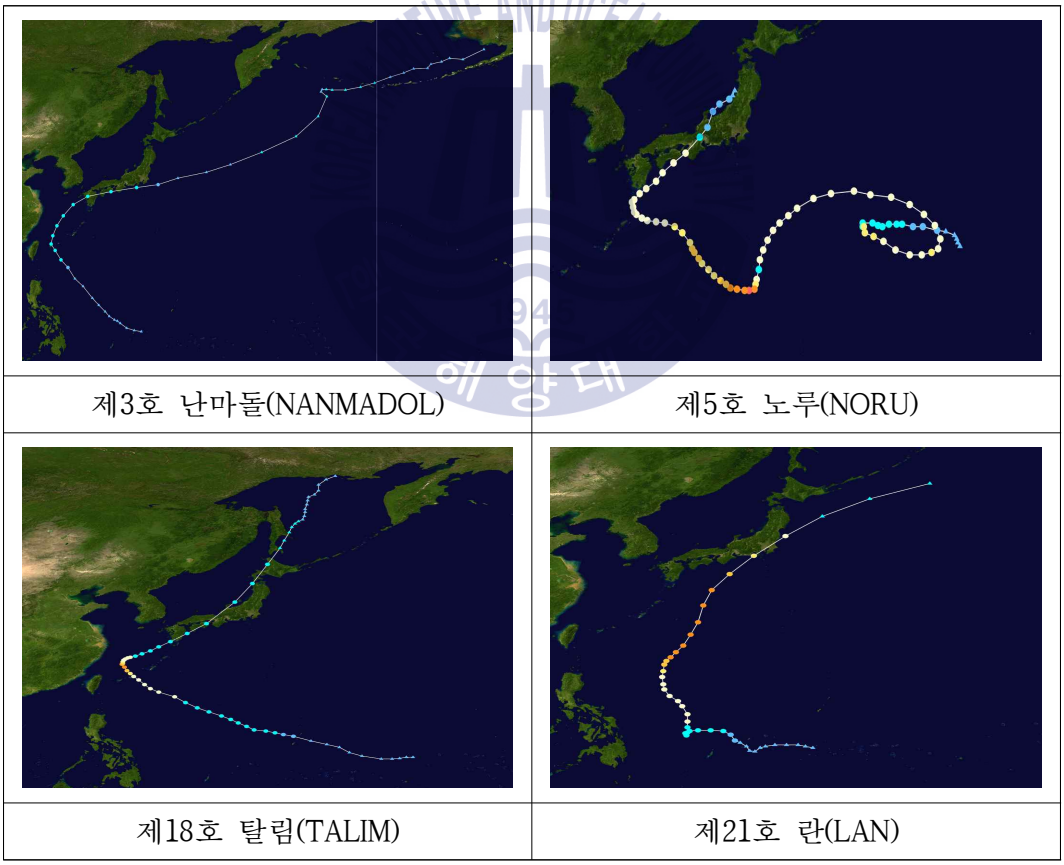

Fig. 35 Typhoon route affected Masan and Jinhae Bay

Collection @ kmou

3.1.3 조류

마산항 및 인근 해역의 조류 특성을 파악하기 위하여 국립해양조사원에서 발행한 조류도를 검토하였다. 마산항 부근 및 가덕수로, 진해만 입구 수로, 진해만 해역, 칠천도 북측 수로 등의 최강 창조류 및 최강 낙조류 등 각 주요 해역별 조류개황은 Table 24와 같다.

Table 24 Current status of Masan and Nearby waters

구 분	내 용
1.가덕수로~진해만 입구 수로	- 거제도 북측을 지나 진해항·마산항 및 속천항으로 진입하는 수로로, 창조류는 북서류하며, 낙조류는 남동류한다. - 창조류는 진해항의 저조시경에 전류하여 고조후 0.3시경까지 6.5시간 지속되며, 최강창조류는 주류역에서 저조후 3.3시경에 평균대조기 최강유속이 0.5~1.1 knots에 이른다. - 낙조류는 고조후 0.3시경에 전류하여 저조시까지 5.9시간 지속되며, 최강낙조류는 주류역에서 고조후 3.0시경에 평균대조기 최강 유속이 0.4~0.8 knots에 이른다.
2.진해만 해역	- 창조류는 가덕수로를 북서류하여 진해만으로 압류되면서 환류하는 현상이 있으며, 일부는 견내량 해협으로 유출되고 낙조류는 이와 반대로 흐른다. - 창(낙)조류는 진해항 조석의 저조 전 0.6~저조 후 1.1(고조 전 0.6~고조 후 0.5)시경에 전류하여 고조 전 0.6~고조 후 0.5(저조 전 0.6~저조후 1.1)시경까지 약 5.6~6.2(6.2~6.8)시간 지속되며, 최강 창, 낙조류는 년간 평균 대조기에 0.3~1.0 knot로서 저(고)조 후 2.9~3.8(2.7~4.0)시경에 최강이 발생한다
3.마산항 입구 수로	- 진해만을 지나 마산항으로 진입하는 좁은 수로로서 창조류는 북서~북류하며, 낙조류는 남남동~남류한다. - 창조류는 진해항의 저조 후 0.6시경에 전류하여 고조 후 0.9시 경까지 6.5시간 지속되며 최강창조류는 주류역에서 저조 후 4.1시 경에 평균대조기 최강유속이 0.1~0.4 knot에 이른다. - 낙조류는 고조 후 0.9시경에 전류하여 저조 후 0.6시경까지 5.9시간 지속되며, 최강낙조류는 주류역에서 고조 후 3.0시경에 평균대조기 최강 유속이 0.1~0.4 knot에 이른다.

Collection @ kmou

4.칠천도 북측 수로	- 거제도 북측 수로를 지나 진해만 입구를 거쳐 견내량수도로 조수가 진행하는 해역으로, 창조류는 남서~서류하며, 낙조류는 북동~동류한다. - 창조류는 진해항의 저조 후 0.6시경에 전류하여, 고조 후 0.6시 경까지 6.2시간 지속되며, 최강창조류는 주류역에서 저조 후 3.4시경에 평균대조기 최강유속이 0.5~1.3 knot에 이른다. - 낙조류는 고조 후 0.6시경에 전류하여, 저조 후 0.6시경까지 6.2 시간 지속되며, 최강낙조류는 주류역에서 고조 후 3.3시경에 평균대조기 최강유속이 0.4~1.3 knot에 이른다.

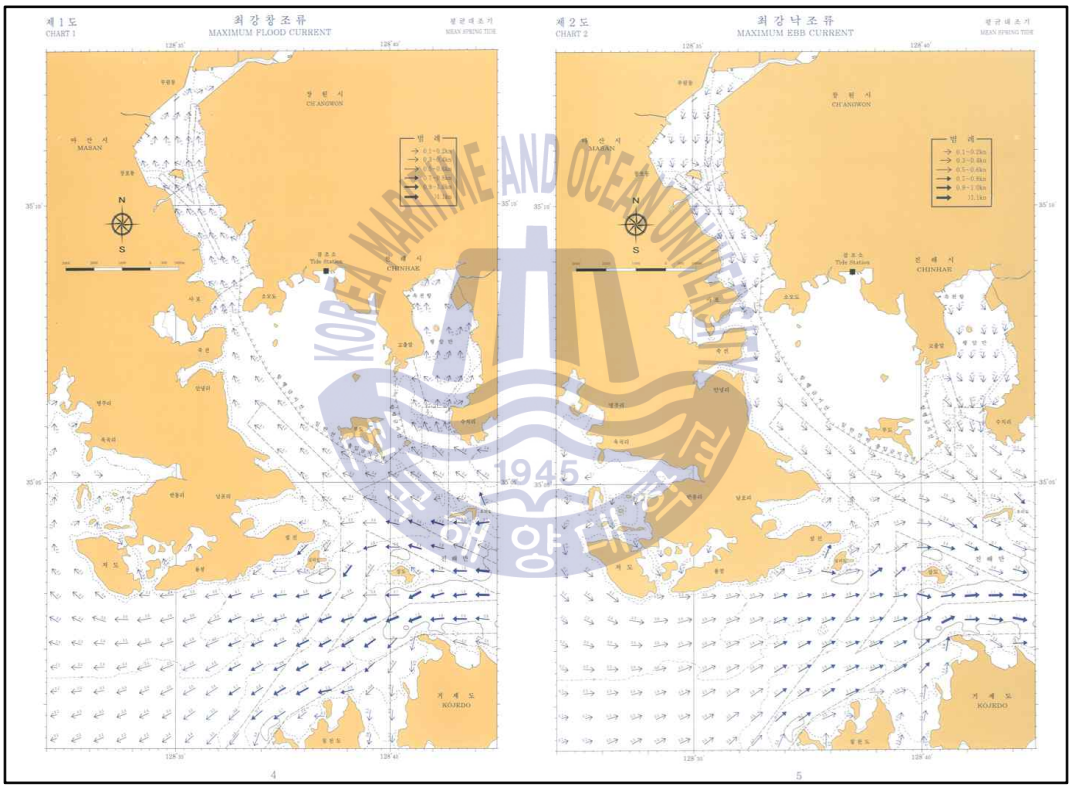

Fig. 36 Maximum flood and ebb current of Masan and Nearby waters

dCollection @ kmou

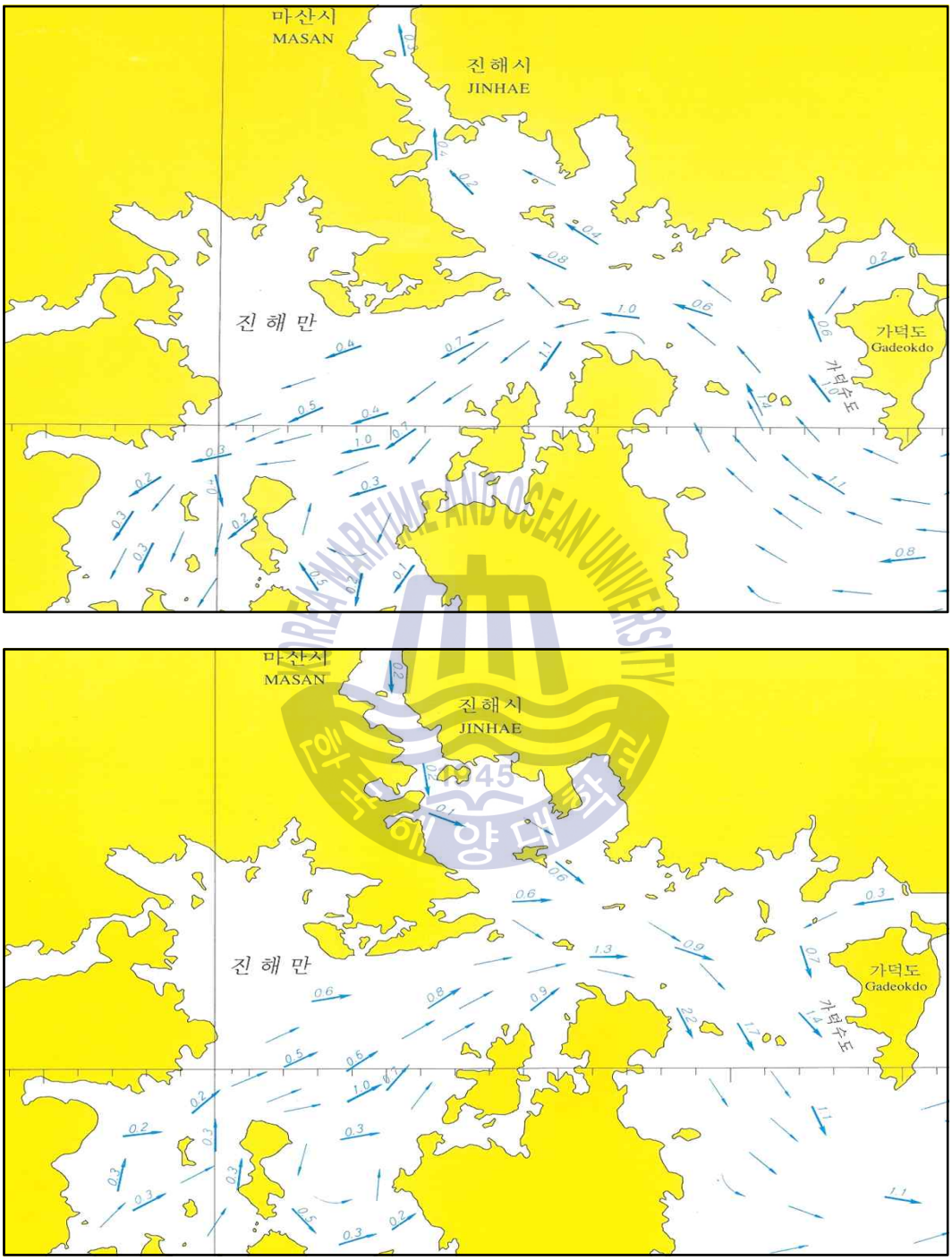

Fig. 37 Maximum flood and ebb current of Jinhae Bay and Gadeok waterways

Collection @ kmou

3.1.4 마산항 해상기상특보

선박운항에 영향을 미칠것으로 예상되는 주요 기상특보의 종류는 다음과 같이 주의보와 경보로 나뉘어져 있으며, 기상청에서는 각각의 기상 조건에 따라 앞바다, 먼 바다 및 전 해상으로 구분하여, 강풍주의보/경보 및 태풍주의보/경보를 발효하고 있다.

Table 25 Types of weather information

구 분	주의보	경 보
강 풍	육상에서 풍속 14m/s 이상 또는 순간풍속 20m/s 이상이 예상될 때. 다만, 산지는 풍속 17m/s 이상 또는 순간풍속 25m/s 이상이 예상될 때	육상에서 풍속 21m/s 이상 또는 순간풍속 26m/s 이상이 예상될 때. 다만, 산지는 풍속 24m/s 이상 또는 순간풍속 30m/s 이상이 예상될 때
태 풍	태풍으로 인하여 강풍, 풍랑, 호우, 폭풍해일 현상 등이 주의보 기준에 도달할 것으로 예상될 때	태풍으로 인하여 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 강풍(또는 풍랑) 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때 ② 총 강우량이 200㎜이상 예상될 때 ③ 폭풍해일 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때
풍 랑	해상에서 풍속 14m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m 이상이 예상될 때	해상에서 풍속 21m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m 이상이 예상될 때

Collection @ kmou

조사기간 동안 마산항 및 인근 해역(경남중부남해앞바다)에 발표된 기상특보는 풍랑주의보 약 151건, 풍랑경보 약 4건, 태풍주의보 및 태풍경보는 발효되지 않았던 것으로 조사되었다.

Table 26 Status of weather special reports Masan and Nearby waters

구 분	전 체	풍랑주의보	풍랑경보
2007년	14	14	-
2008년	6	6	-
2009년	19	17	2
2010년	17	17	-
2011년	25	23	2
2012년	17	17	-
2013년	19	19	-
2014년	14	14	-
2015년	9	9	-
2016년	15	15	-
합 계	155	151	4

풍랑주의보는 해상에서 풍속이 14m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m 이상이 예상될 때 발효되는 것으로, 마산항 및 인근 해역의 경우 주로 4월에 발효되는 것으로 조사되었다.

풍랑경보는 해상에서 풍속이 21m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m 이상이 예상될 때 발표되는 것으로, 마산항 및 인근 해역의 경우 최근 10년(2007년~2016년)간 총 4회의 풍랑경보가 발효되었던 것으로 조사되었다.

Collection @ kmou

3.1.5 자연환경 특성 및 위해요소

최근 10년(2007년~2016년)간의 마산항 기상 통계자료를 분석한 결과, 바람의 경우 봄・여름에는 주로 남(S)~남동(SE) 계열, 가을・겨울에는 주로 북동(NE) 계열의 바람이 우세한 것으로 나타났다.

마산항과 같이 남해안을 포함하여, 우리나라에 직・간접적으로 영향을 미치는 태풍은 연중 2~3개이며, 마산항의 경우 남해안을 경로로 하는 태풍이 발생할 경우, 통항 및 정박 선박에 대한 각별한 주의가 요구된다. 진해만의 경우, 강한 바람과 높은 파도를 막아주는 지형적인 특성 및 완만한 기상조건으로 인해 태풍 내습 시, 많은 선박의 피항지로 활용되고 있다.

마산항 부근은 북측으로 만입된 협수로를 형성하여, 외해 파랑의 영향은 거의 받지 않으며 조류의 영향도 미미한 것으로 조사되었다.

마산항 진입항로 부근에서의 창조류는 북서~북류하며, 낙조류는 남남동~남류한다. 창조류는 진해항의 저조 후 0.6시경에 전류하여 고조 후 0.9시경까지 6.5시간 지속되며, 최강 창조류는 주류역에서 저조 후 4.1시경에 평균대조기 최강 유속이 0.1~0.4knot로 조사되었다. 낙조류는 고조 후 0.9시경에 전류하여 저조 후 0.6시경까지 5.9시간 지속되며, 최강 낙조류는 주류역에서 고조 후 3.0시경에 평균대조기 최강 유속이 0.1~0.4knots로 조사되었다.

마산항 및 인근해역의 해상기상특보 검토 결과, 풍랑주의보가 약 151건으로 가장 많이 발효되었으며, 태풍주의보 및 경보는 발효되지 않았다. 발효된 기상특보의 주요 원인은 중국 남부지역에서 발생 후 북동진하는 온대저기압과 한후기에 발달하는 계절풍 등이다. 따라서 온대저기압이 통과할 때 그리고 계절풍이 발달할 때, 마산항 및 인근 해역에 정박 중이거나 입출항하는 선박은 안전에 각별히 주의해야 한다.

Collection @ kmou

3.2 교통 조사

마산항에 입항하기 위해서는 진해만, 부산 신항, 진해항, 고현항, 안정항 등 진해만 인근의 항만에 입출항 하는 선박과 함께 가덕수로를 공유하여 이용해야 한다는 특이성을 띄고 있다. 가덕수로로부터 시작하는 진해만 내의 여러 항로가 Fig. 38과 같이 지정고시 되어 운영되고 있다.

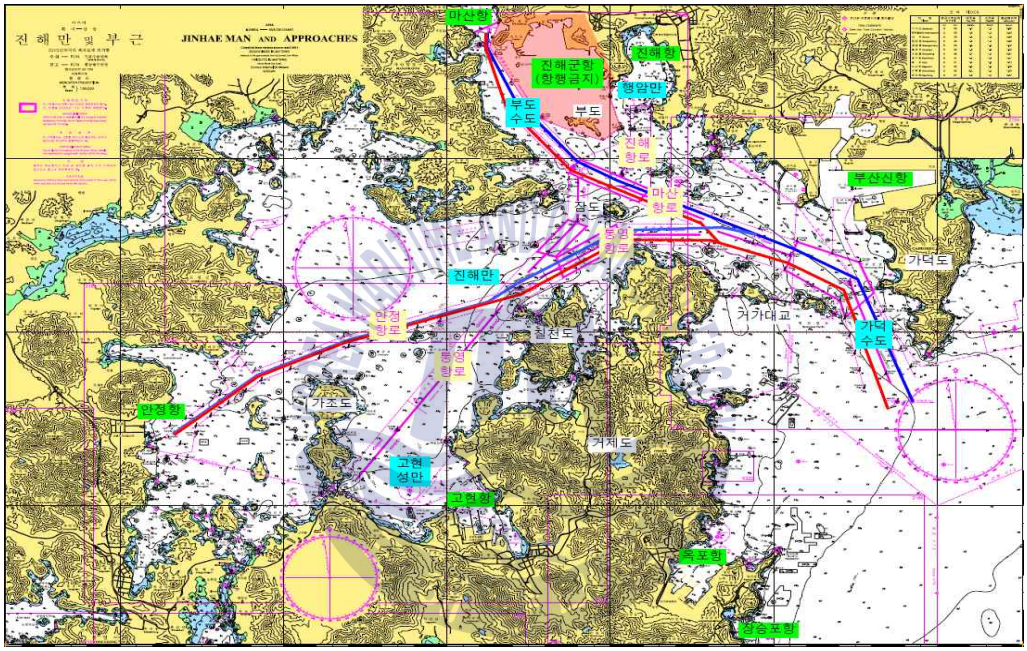

Fig. 38 Fairway status of Jinhae Bay

선박통항로 안전성평가(마산항) 보고서 자료의 72시간의 현장조사 분석 결과, 총 160척의 선박이 마창대교를 통과하여 마산항으로 입항했으며, 선종별 통항 척수는 예부선 43척(약 26.9%), 탱커선 32척(약 20.0척), 도선선 29척(약 18.1%) 순으로 분석되었다. 길이별 통항 척수의 경우, 길이 50m 미만의 선박이 113척(약 70.6%), 50m 이상 100m 미만의 선박 36척(약 22.5%) 순으로 분석되었다. 동해역을 통과한 선박 중 최대 크기는 길이 약 230m, 총톤수 7만톤급의 자동차 운반선인 것으로 조사되었다.

Collection @ kmou

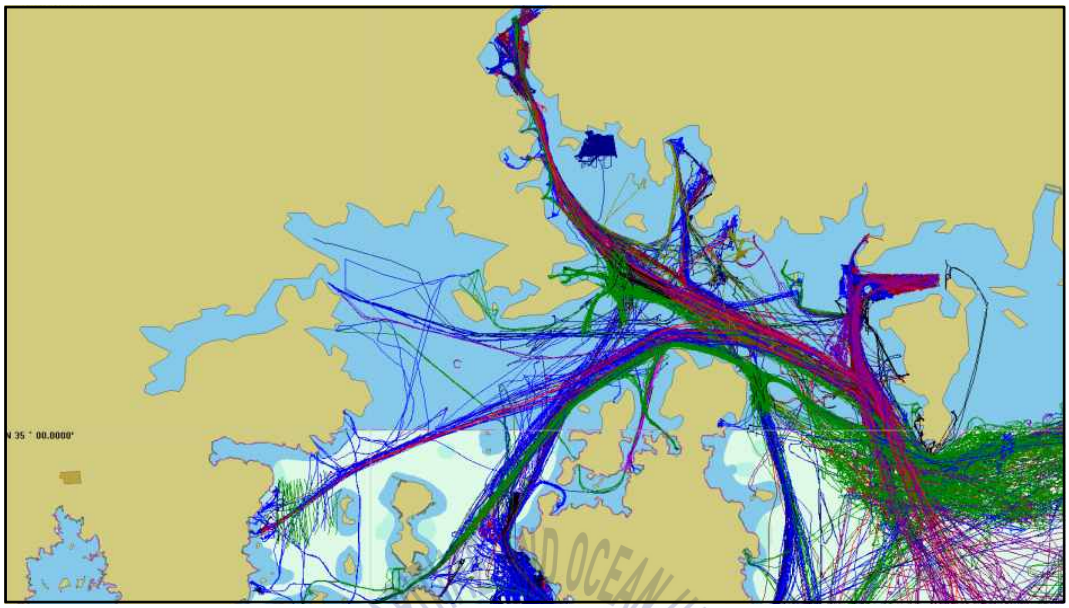

Fig. 39 Navigation trail during 3 days
(출처 : 해양수산부, 2017)

진해항로를 통과하는 선박은 주로 진해항을 출입하는 선박으로 분석되었다. 72시간 동안 총 38척이 진해항로를 통과하였으며, 선종별 통항척수는 예부선 19척(약 50.0%), 작업선 8척(약 21.1%), 화물선 3척(약 7.9%) 순으로 분석되었다. 길이별 통항 척수의 경우, 길이 50m 미만의 선박이 33척(약 86.8%), 50m 이상 100m 미만의 선박이 2척(약 5.3%) 순으로 분석되었다. 진해항은 진해항과 제주항을 정기적으로 왕복하는 5만톤급 화물선이 운항하고 있다.

안정항로를 통과하는 선박은 주로 안정항을 출입하는 선박으로 분석되었다. 72시간 동안 통항은 하지 않았지만, 안정항은 주로 16만 5천톤급의 LNG 운반선이 입출항하는 항만이다.

Collection @ kmou

3.3 대상해역 항만 현황 분석

3.3.1 대상해역 항만 현황 조사

마산항 역시 국가관리 주요 항만 중 하나이며, 항만시설(2부두 및 가포관리부두 제외)은 Fig. 40 및 Table 27과 같이 건설되어 있으며 동시 접안 선석 개수는 26개이고, 부두 총연장은 4,834m이다. 정박지는 Table 28 및 Fig. 40과 같이 4개소에 선박이 정박할 수 있도록 지정되어 있으며, 정박지 이용 규모는 총톤수로 정하고 있다.

부산 신항과 마찬가지로, 마산항 해도 검토결과 4곳의 정박지 모두 포인트 정박지 형태로 고시된 선박 1척이 정박할 수 있는 형태이나, 마산항 항만시설 운영세칙에는 정박지점을 중심으로 일정한 반경 이내의 수역을 정박지로 지정하고 있는 원형 정박지로 고시하고 있다. 본 연구에서는 고시를 기준으로 4곳의 정박지는 원형 정박지인 것으로 간주하였다.

Fig. 40 Layout of Masan port

Collection @ kmou

Table 27 Status of Masan port facilities

명 칭	연장(M)	동시접안능력 (D/W,척)	선 석 명
2 부 두	540	-	-
3 부 두	420	20,000×2	31 ~ 34
4 부 두	1,050	20,000×5	41 ~ 49-1
5부두(1구간)	420	20,000×2	55 ~ 58
5부두(2구간)	212	20,000×1	53 ~ 54
5부두(3구간)	208	20,000×1	51 ~ 52
두산부두	240	20,000×1	61
SK 부두	130	3,000×1	Y1
GS 돌핀	105	6,000×1	H1
적현돌핀	80	3,000×1	A1
두산엔진부두	80	3,000×1	M1
동양부두	150	8,000×1	E1
포철부두	210	20,000×1	P1
한라부두	210	20,000×1	R1
적현부두	210	20,000×1	C1
동림부두	26	3,000×1	F1
모래부두	103	3,000×1	X1
가포신항부두	980	2,000TEU×2, 30,000×2	N1 ~ N4
가포관리부두	320	-	N5

Collection @ kmou

Table 28 Status of anchorage capacity, depth and bottom type(Masan)

순번	명칭	수심(m)	저질	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
1	A-7	11.9	mud	300m	원형	통과 선박 및 7,000톤 이상
2	A-2	6.5	mud	250m	원형	7,000톤 미만 각종선박
3	A-4	6.8	mud	250m	원형	
4	A-6	7.8	mud	250m	원형	

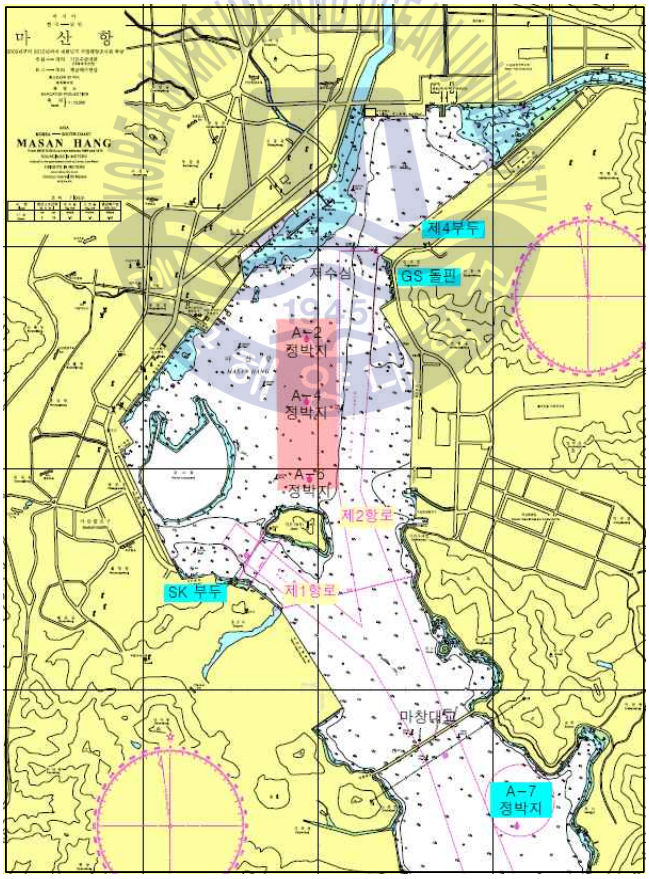

Fig. 41 Location of Masan anchorage

Collection @ kmou

진해만 내에 진해항과 고현항의 경우 항만 근처에 정박지가 지정되어 있으나, 내측 정박지를 이용하여 입항 대기를 하기 위해서는 가덕수로 외측의 도선점에서 도선사를 승선시켜 투묘를 해야하기 때문에 불필요한 선박 운항비가 추가된다. 고현항 정박지(반경 250m)의 경우 주로 조선소에서 건조된 선박이나 자재를 운반하기 위한 선박들의 검역이나 접안을 위한 도선사 승하선 지점으로 이용되며, 진해항(항내 정박지 반경 150m, 검역 정박지 반경 250m)의 경우에도 마찬가지로 입항 선박들의 검역이나 접안을 위한 도선사 승하선 지점으로 이용되고 있다.

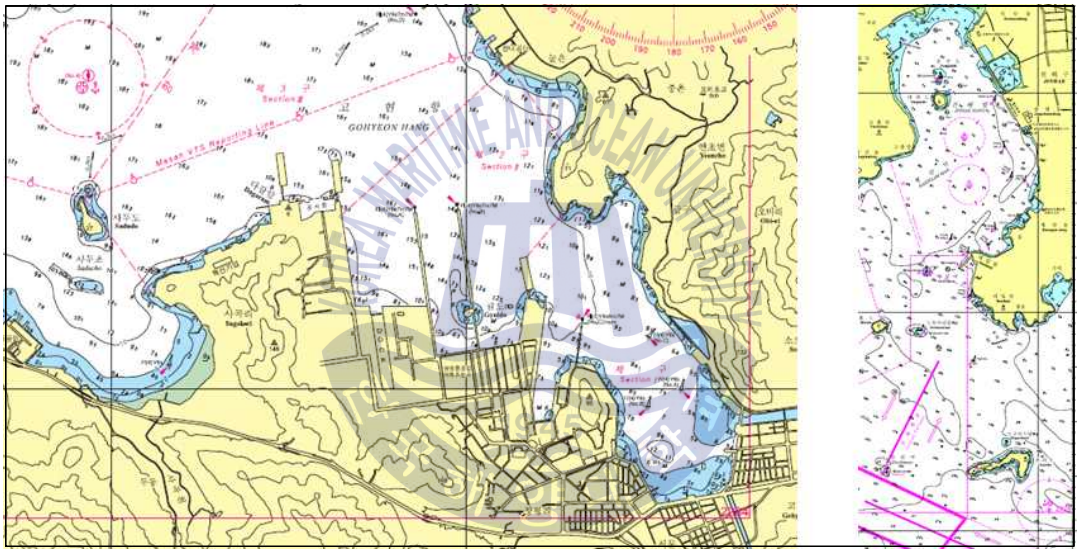

Fig. 42 Location of Gohyeon and Jinhae anchorage

3.3.2 대상해역 항만 이용 선박 분석

(1) 마산항 및 인근 항만 입항 척수 분석

최근 10년(2008년~2017년)동안 마산항 및 인근 항만에 입항하는 선박의 척수를 살펴본 결과 평균 입항 척수는 3,952척, 평균 외항선 입항척수는 752척으로 전체 입항선박 대비 약 19%의 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 가덕수로를 공유하는 인근 항만에 비해 마산항과 진해항으로 입항하는 선박이 눈에 띄게

Collection @ kmou

많았으며, 고현항의 경우 조선소가 인접해 있어 내항선의 비율이 크다. 안정항의 경우 국가관리 항만으로 지정이 되어 있지 않고, 통영항의 LNG 기지로 활용되고 있어 Port-Mis에 등록이 되어 있지 않아 부두관리자의 6년간 자료(2011년~2016)를 바탕으로 조사하였다.

Table 29 Average number of ship incoming in Masan VTS area

구분	입항 선박 척수 평균(척)	외항선 입항 척수 평균(척)	내항선 입항 척수 평균(척)
마산항	8,865.9	2,157.7	6,708.2
고현항	3,276.1	476.8	2,799.3
진해항	3,548.5	261.8	3,286.7
안정항	119.7	112.7	7
평균	3,952.5	752.2	3,200.3

마산항 및 인근 항만의 입항선박의 톤급별 분포를 알아보기 위해 해양수산부의 2017년 Port-Mis자료(안정항은 2016년)를 이용하여 조사하였으며, 그 내용은 Table 30과 같다.

Table 30 Tonnage division of ship incoming in Masan VTS area

구 분	마산	진해	고현	안정		마산	진해	고현	안정
합 계	6,118	2,594	2,107	90					
100톤	1,658	1,188	550	-	15,000~20,000톤	45	6	31	-
100~500톤	1,428	945	1,293	-	20,000~25,000톤	106	-	-	-
500~1,000톤	264	60	59	-	25,000~30,000톤	6	-	-	-
1,000~3,000톤	870	109	121	-	30,000~50,000톤	106	7	2	-
3,000~5,000톤	465	25	10	-	50,000~60,000톤	115	-	2	-
5,000~7,000톤	460	5	2	-	60,000~75,000톤	131	-	-	-
7,000~10,000톤	203	247	12	-	75,000~100,000톤	27	-	-	14
10,000~15,000톤	234	2	25	-	100,000톤	-	-	-	76

Collection @ kmou

분석 결과, 각 항만 별로 입항하는 선박의 종류에 따라 톤수별 분포가 다양하게 존재하는 것으로 분석되었으며, 특히 안정항의 경우 초대형 LNG 선박만이 입항하는 것으로 분석되었다.

(2) 마산항 내 정박지 이용 선박 분석

마산항 정박지 이용 선박의 연도별 척수 분석, 톤수별 분석, 선종별 분석을 통해 마산항 정박지 이용 선박의 특이점을 조사하였다. 2012년~2016년까지 5년간 해양수산부의 Port-Mis자료를 이용하여 조사하였으며, 그 결과는 Table 31 및 Fig. 43과 같다.

Table 31 Number of ship incoming Masan anchorage

연도 / 정박지	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	평균
A-7	234	376	354	477	463	380.0
A-2	3,922	4,051	4,154	3,807	4,013	3,989.4
A-4	3,094	3,206	3,339	3,938	3,754	3,466.2
A-6	3,032	3,374	2,551	3,024	3,568	3,109.8
전체	10,282	11,007	10,398	11,246	11,798	10,945.4

Collection @ kmou

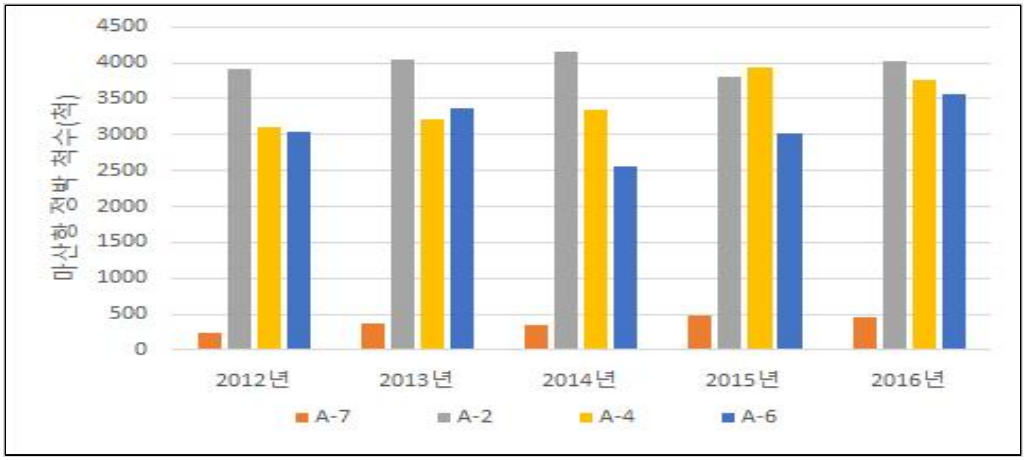

Fig. 43 Number of ship incoming Masan anchorage

마산항 정박지의 전체 이용 선박 척수는 A-2 정박지가 가장 많으며, 그 다음으로는 A-4, A-6, 그리고 A-7 정박지 순으로 나타났다. 또한 마산항 정박지 이용 선박의 연도별 특징을 살펴보면 2012년부터 2013년 까지 척수가 증가하였으나, 2014년 다소 감소한 후 2015년부터 2016년 까지 다시 정박지 이용 선박 척수가 증가한 것으로 나타났다.

그러나 마산항의 경우 A-2, A-4, A-6 정박지를 이용하는 부선(Barge)이 매우 많은 것으로 관찰되었으며, 이로 인해 통항 선박 및 정박 선박에 위험한 요소로 작용하고 있다. Port-Mis 자료에는 부선에 대한 자료가 입력되어 있지 않아 일정기간(2017.10.23.~2017.10.27.)의 마산항 해상교통관제센터의 관제 자료를 참고하여 부선의 정박지 이용 실적을 추정하였다.

Collection @ kmou

Table 32 Number of Barge using Masan anchorage

일자	척수	선종
2017. 10. 23.(월)	30척	부선
2017. 10. 24.(화)	20척	부선
2017. 10. 25.(수)	15척	부선
2017. 10. 26.(목)	17척	부선
2017. 10. 27.(금)	15척	부선

분석 결과, 마산항 정박지 A-2, A-4, A-6를 이용하는 부선은 각각의 정박지에 일평균 6척씩 정박하고 있는 것으로 분석 되었으며, 마산지방해양수산청에 등록되어 있는 부선의 평균 톤수는 1,100톤으로 조사되었다.

(3) 마산항 정박지 이용 선박의 톤수별 분포

최근 5년(2012년~2016년)간 정박지 이용 선박의 톤수별 분포를 백분율로 나타낸 결과는 Table 33 및 Fig. 44와 같다.

Table 33 Tonnage division of ship using Masan anchorage

연도 / 총톤수	A-7	A-2	A-4	A-6	연도 / 총톤수	A-7	A-2	A-4	A-6
50톤미만	2.6%	9.5%	7.5%	3.4%	4,000-8,000	7.0%	0.0%	0.0%	0.0%
50-100	6.4%	25.2%	20.1%	16.0%	8,000-10,000	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
100-500	32.3%	9.3%	8.6%	9.2%	10,000-20,000	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%
500-1,000	16.2%	0.7%	0.3%	0.2%	20,000-40,000	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
1,000-2,000	25.5%	55.3%	63.4%	70.7%	40,000-80,000	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
2,000-4,000	7.6%	0.0%	0.0%	0.4%	80,000톤초과	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Collection @ kmou

Fig. 44 Tonnage division of ship using Masan anchorage

최근 5년간 정박지 이용 선박의 톤수별 백분율 분석 결과, 가장 큰 규모의 선박이 이용하는 정박지는 A-7 정박지이며, 10,000~20,000톤급 선박의 정박지 이용 비율이 1.4%를 차지하였으며, 반대로 가장 작은 규모의 선박이 정박하는 곳은 A-2 정박지로 50~100톤급 미만의 선박 비율이 25.2%를 차지하는 것으로 나타났다.

그리고 A-2, A-4, A-6 정박지를 이용하는 선박의 규모 중 1,000~2,000톤 미만의 선박이 50% 이상을 차지하는 것으로 나타나 대부분 해당 톤수대의 선박 중 주종을 이루는 정박 선박은 부선인 것으로 판단된다.

(3) 마산항 정박지 이용 선박의 선종별 분포

최근 5년(2012년~2016년)간 정박지를 이용한 선박을 종류별로 분류해 보면 Table 34 및 Fig. 45와 같다. Port-Mis 시스템에서 관리하는 자료는 선박의 종류가 매우 다양하여 다음과 같이 유사한 선종으로 분류하여 정박지별 이용선박의 종류를 분석하였다.

Collection @ kmou

- 예선 : 견인용 예선, 기타 예선, 압항 예선, 예부선, 이·접안용 예선
- 기타선 : 기타선, 기타 유조선, 급수선, 냉동·냉장선
- 자재운반선 : 모래운반선, 폐기물운반선
- 화물선 : 일반화물선, 산물선(벌크선), 시멘트운반선, 자동차운반선, 철강재운반선, 코일전용선, 핫코일전용선
- 원유운반선 : 원유운반선, 급유선
- 컨테이너선 : 세미컨테이너선, 풀 컨테이너선

Table 34 Type of ship using Masan anchorage

선종 / 정박지	예선	관공선	기타선	자재 운반선	화물선	석유제품 운반선	원유 운반선	케미컬 운반선	컨테이너선	부선
A-7	21.4%	0.0%	11.8%	3.8%	19.9%	38.8%	1.2%	2.7%	0.5%	0.0%
A-2	42.9%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	1.2%	0.1%	0.2%	0.0%	54.9%
A-4	35.0%	0.0%	0.9%	0.1%	0.1%	0.5%	0.1%	0.1%	0.0%	63.2%
A-6	27.2%	0.0%	0.9%	0.3%	0.3%	0.7%	0.1%	0.1%	0.0%	70.4%

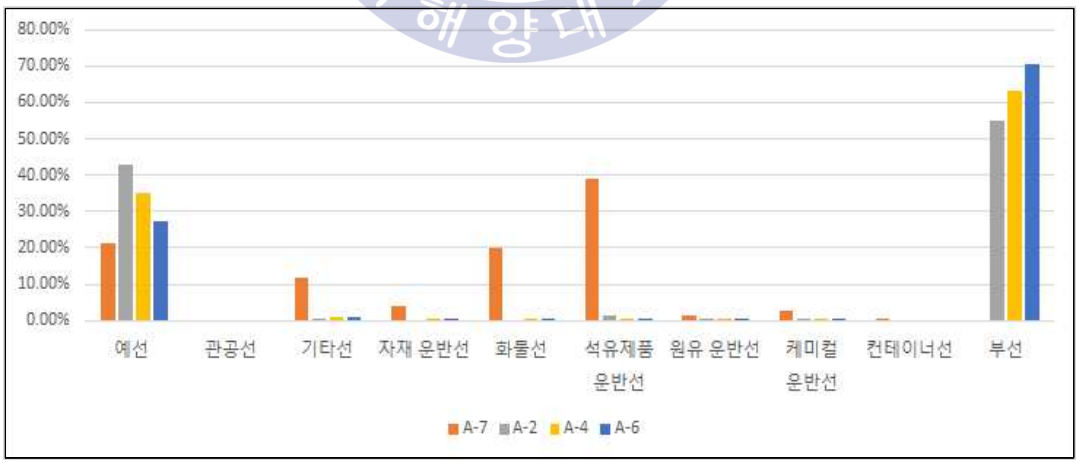

Fig. 45 Type of ship using Masan anchorage

Collection @ kmou

분석 결과, 마산항 내에 지정되어 있는 정박지(A-2, A-4, A-6)는 부선의 비율이 50%를 넘는 것으로 나타나 정박지 이용 선박의 대부분을 차지하는 것으로 분석되었다. 마창대교 근처에 지정되어 있는 A-7 정박지는 부두 인근의 정박지와 달리 석유제품운반선이 38.8%로 정박지 이용 선박 중 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 분석되었다.

3.3.3 대상해역 외해의 잠정정박지 현황

(1) 옥포 인근 잠정 정박지 현황

진해만 내의 항만을 이용하기 위한 선박의 입항 대기를 위한 수역은 진해만 외해에 공식적으로 지정되어 있지 않다. 그러나 해당 수역에 정박지 부족 문제가 대두됨에 따라 옥포 인근 수역에 임시로 잠정 정박지를 지정하여 사용하고 있다.

옥포 인근의 잠정 정박지 임시 지정 현황은 다음과 같다.

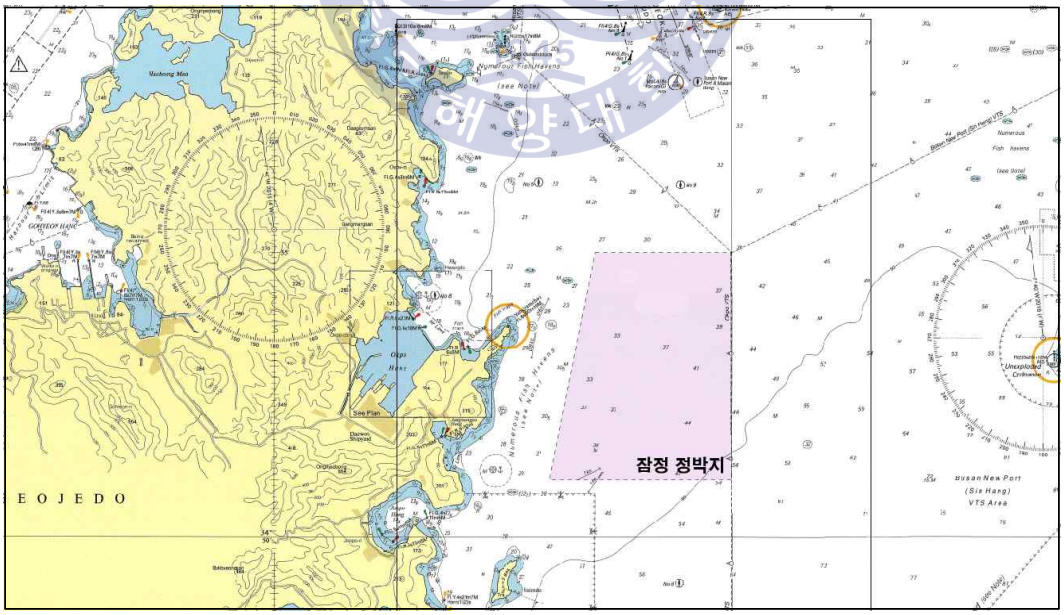

Fig. 46 Location of Ok-po provisional anchorage

Collection @ kmou

Table 35 Location of the Ok-po Provisional anchorage

옥포 인근 잠정 정박지 경위도 좌표	아래의 4개 지점을 연결한 내측 해면 - 북위 34도 51분, 동경 128도 46분 - 북위 34도 51분, 동경 128도 50분 - 북위 34도 55분, 동경 128도 50분 - 북위 34도 55분, 동경 128도 47분

즉, 잠정 정박지는 옥포항 우측 수역 및 옥포VTS 관제구역 내에 지정되어 있으며, 진해만 내 항만에 입항대기를 위한 정박지뿐만 아니라 부산 신항 입항대기 선박, 지세포 또는 옥포항 입항대기 선박, 장기 대기선박 등 다양한 선박의 정박지로 이용되고 있다.

(2) 옥포 인근 잠정 정박지 이용 선박 현황

옥포 인근 잠정 정박지는 공식적인 정박지가 아니기 때문에 마산지방해양수산청의 Port-Mis를 이용한 조사가 불가능 하여, 본 연구에서는 옥포VTS에서 기록한 잠정 정박지 사용 실적 자료 중 2014년 6월 1일 ~ 2017년 5월 31일까지 3년간의 자료를 제공 받아 입항 예정지가 진해만 내 항만으로 기록된 선박을 조사하였다. 단, 이 자료는 정박지 이용 선박의 입출항 자료가 아닌, 매일 14시에 옥포 인근 잠정 정박지를 이용하고 있는 선박의 총톤수 및 기타 상태(입항지 등)를 기록한 자료 이다.

2014년 6월 1일 ~ 2017년 5월 31일의 기간 동안 해당 정박지를 사용한 선박은 총 17,860척으로 일 평균 16.2척이었고, 해당 항만에 입항을 하기 위한 대기 목적의 선박은 3,334척으로 일 평균 3.04척이 사용하였다. 해당 선박들은 진해만 내 항만을 입항하기 위한 목적으로 하는 선박과, 급유, 급수, 선원 교대 등 부대 사항과 부산 신항 입항, 차항 미정의 장기 대기, 조선소 시운전 대기 선박 등 다양한 목적으로 이용되고 있었다.

Collection @ kmou

제 4 장 정박지 설계기준 수립 및 마산항 관제구역 내 대기정박지 신설(안)

항만의 교통 특성과 더불어 정박지를 이용하는 선박 규모 등을 고려한 정박지 규모의 적정성을 분석하기 위해서는 정박지 설계기준 정립이 필요하다. 본 장에서는 정박지 용량에 대한 선행연구를 조사하고, 마산항 및 진해만내의 항만을 위한 대기 정박지를 지정하기 위한 기준을 제시하기 위하여, 2, 3장에서 제시된 국내 주요 항만의 현황과 이용 선박 분석을 이용한 정박지 설계기준을 제시하여 마산항 및 진해만내의 항만을 위한 정박지 지정 안을 제시하고자 한다.

4.1 선행연구 분석

정박지의 용량에 대한 연구를 살펴보면 정박지 규모에 대한 정의는 동일하지 않지만 정박지 이용률, 가동률 등의 개념을 사용한 것을 알 수 있다.

Usui and Inoue(1999)의 연구에서는 집단정박지의 정박지 설계기준을 제시할 때 정박지 기본용량 및 실용용량의 개념을 사용하였다. 정박지 기본용량은 컴퓨터 시뮬레이션 결과로 산출할 수 있는 수용 척수로 정의하였으며, 이 개념을 정박지 설계의 기본요소로 다루었다. 정박지 실용용량은 정박지 내에 실제로 수용할 수 있는 수용 척수로 정의하였다. 이 연구에서는 정박지 용량을 면적 개념이 아닌 정박지 내에 정박선박을 몇 척 수용할 수 있는지에 대한 개념으로 사용하였다는 특징이 있다.

Fan and Cao(2000)의 연구에서는 정박지에 일정 기간 중 가장 많은 선박이 정박했을 때를 정박지의 점유 용량으로 정의하였고, 점유용량은 정박지의 전체 면적, 선박의 크기, 정박지 점유 시간 비율, 선박의 종류에 따라 달라짐을 제시하였다. 이 연구에서는 정박지 용량을 산출하기 위해 식 (2)의 계산식을 제안하였고, 그 특징으로는 전체 정박지 중 해당 정박지를 이용하는 비율을 적용하여 정박지 용량을 산출했다는 점이다.

Collection @ kmou

$$C_j^A = \frac{T \times A_j^A}{\sum_{i=1}^{n} P_{ij}^A D_{ij}^A O_i^A} \quad (2)$$

여기서, C_j^A : 정박지 용량

A_j^A : 정박지 j의 전체 면적(m^2)

D_{ij}^A : 선박 i가 j정박지를 점유한 평균 시간(이 시간은 선박 i가 정박지에 입항하고부터 출항할 때까지의 시간을 의미함)(시간)

P_{ij}^A : 선박 i가 j정박지에 입항할 평균 백분율(%)

O_i^A : 선박 i가 점유한 평균 면적(m^2)

T : 정박지 전체 이용 시간(시간)

Huang et al.(2009)와 Deville(2011)의 연구에서는 정박지 형태에 따른 정박지 면적의 효율성을 제시하기 위해 정박지 점유율(Occupancy), 효율(Capacity), 이용률(Utilization)의 개념을 사용하였으며, 그 산출식은 식 (3) 및 식 (4)와 같다.

$$U_t = \frac{\sum S_i}{A} \times 100 \quad (3)$$

$$U_a = \frac{\sum S_i \times D_i}{A \times T} \times 100 \quad (4)$$

여기서, U_t : 정박지 순간 이용률(%)

U_a : 정박지 평균 이용률(%)

S_i : i 시점에 정박선이 점유한 정박지 면적(m^2)

A : 정박지 전체 면적(m^2)

T : 정박지 전체 이용시간(시간)

D_i : i 시점의 정박선 대기시간(시간)

Collection @ kmou

이 연구에 따르면 정박지 이용률은 정박전의 점유면적과 대기시간을 정박지 전체 면적과 전체 이용시간으로 나누어 산출하였다. 즉, 정박지에서 선박이 차지하고 있는 면적과 대기시간을 정박지 이용률의 개념을 수립하는데 사용하였다.

Jia(2011)의 연구에서는 정박지의 적정한 용량을 제안하기 위해 Usui and Inoue(1999)가 제시한 것과 유사한 기본 정박지 용량 및 실용 정박지 용량의 개념을 사용하였으며, 그 산출식은 식 (5) 및 식 (6)와 같다.

$$A_{CB} = \frac{A}{\sum S_i} \tag{5}$$

$$A_{CP} = A_{CB} \times 0.75 \tag{6}$$

여기서, A_{CB} : 기본 정박지 용량

A_{CP} : 실용 정박지 용량

또한 정박지를 이용하는 선박의 밀집도와 정박지 이용 상황을 수치화하기 위해 정박선의 밀도에 대한 산출식을 식 (7)과 같이 제시하였다.

$$\overline{P} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \cdots + \rho_n}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \rho_i \tag{7}$$

여기서, $\overline{P}$: 평균 정박 선박의 밀도

N : 샘플 총 수

Collection @ kmou

정박지 용량에 대한 선행 연구자의 연구결과를 분석해 보면, 정박지의 용량을 산출함에 있어 대부분 정박지에서의 대기시간과 정박지 점유면적을 활용하였다는 것이다. 또한 선박 운항자의 심리적 영향을 고려하여 정박지의 수용 척수를 정박지 용량으로 정의하기도 하였으며, 선박이 정박지를 이용할 확률을 백분율로 환산하여 정박지 용량 산출 시 반영하기도 하였다.

하지만 기존 선행연구에서 제시한 정박지 용량의 개념은 현재 지정되어 있는 정박지의 적정성을 검토하기 위함이며, 항만의 개발이나 특성에 맞는 필요 정박지 신설이나 재배치를 위한 기준을 제시하지 못한 한계점이 있다.

따라서 본 연구에서는 일일 선박 총톤수 용량, 일일 정박 가능 용량, 정박지 용량 지수의 개념을 정의하여, 대상해역 항만의 적정 정박지 용량을 산출하고, 적용하여 대상해역을 항만을 위한 대기정박지 신설(안)을 제안하고자 한다.

4.2 정박지 설계기준의 개념 수립

항만에 필요한 정박지 지정 기준을 수립하기 위해서는 항만에 입항하는 선박의 규모와 현재 지정되어 있는 정박지를 동시에 이용할 수 있는 정박 규모를 정량적으로 계산할 필요가 있다. 정박지를 지정하는 기준안 수립을 위해 각 항만의 현황 중 일일 선박 총톤수 용량 및 일일 동시 정박 용량의 개념을 정의하여 정박지 지정 기준을 수립하고자 한다.

4.2.1 일일 선박 총톤수 용량(Total Gross Tonnage, TGT)

항만을 이용하는 선박은 그 톤수가 다양하고, 이용 시간도 서로 다를 뿐만 아니라 국제 경제 상황에 따라 계속적으로 변화한다. 2장에서 살펴봤듯이 국내 주요 항만을 이용하는 선박의 종류 및 규모는 당시 상황에 따른 증감이 있을 뿐 각 톤급별 분포는 유사한 것으로 조사되었다. 따라서 정박지 기준을 수립하기 위해서는 일정 시점에 항만을 이용하는 선박의 규모가 어느 정도인지 파악할 수 있어야 한다. 이를 위해 일일 선박 총톤수 용량를 다음과 같이 정의하며, 계산식은 식 (8)과 같다.

Collection @ kmou

$$TGT = \sum_{i=1}^{16} (T_i \times N_i) \div 365 \quad (8)$$

여기서, TGT : 일일 선박 총톤수 용량(Tonnage×척)

T_i : 톤급별 평균톤수(Tonnage)

N_i : 톤급별 입항척수(척)

4.2.2 일일 정박 가능 용량(Simultaneous Anchoring Capacity, SAC)

일일 정박 가능 용량은 현재 각 항만별로 지정된 항만시설 운영세칙 정박지에 명시된 권장톤급에 따른 정박 규모를 정의하며, 계산식은 식 (9)와 같다.

정박지를 이용하는 시간은 각 정박선 및 정박지 마다 다양하나, Port-Mis 통계는 일일 단위로 기록되기 때문에 본 연구에서도 표준화해서 일일 단위로 분석하였다.

$$SAC = GT_R \times A_N \quad (9)$$

여기서, SAC : 일일 정박 가능 용량(Tonnage×척)

GT_R : 정박지 이용 권장톤급(Tonnage)

A_N : 동시 정박 가능 척수(척)

Collection @ kmou

4.2.3 정박지 용량지수(Anchorage Capacity Index, ACI)

정박지 용량 지수(SAI)는 일일 선박 총톤수 용량(TGT)과 일일 정박 가능 용량(SAC)의 비율로 정의하며, 식 (10)과 같다.

$$ACI = \frac{SAC}{TGT} \tag{10}$$

여기서, ACI : 정박지 용량지수

SAC : 일일 정박 가능 용량(Tonnage×척)

TGT : 일일 선박 총톤수 용량(Tonnage×척)

4.3 정박지 용량지수의 산출 과정

4.3.1 일일 선박 총톤수 용량(TGT) 산출

4.2에서 수립한 개념의 적용을 위해 국내 주요 항만 및 대상해역 항만의 입항 선박의 톤급별 분포는 해양수산부의 2017년 Port-Mis 자료를 이용하였으며, 안정항의 경우 국가관리 항만으로 지정이 되어 있지 않고 통영항의 LNG 기지로 활용되고 있어 Port-Mis에 등록이 되어 있지 않아 부두관리자의 2016년 자료를 적용하였다.

Collection @ kmou

Table 36 Tonnage division of ship incoming for Calculation Major ports

구 분	인천	평택 당진	목포	여수 광양	부산	울산	포항	동해 묵호
합 계	18,056	9,706	7,985	33,002	48,869	23,958	6,431	4,257
100톤	1,246	715	2,233	2,476	5,751	1,192	333	252
100~500톤	5,293	1,497	2,109	7,155	11,960	4,052	1,363	1,011
500~1,000톤	413	172	435	3,950	4,213	3,842	345	312
1,000~3,000톤	2,219	2,007	1,585	5,695	4,816	4,946	1,496	693
3,000~5,000톤	1,272	1,124	528	2,405	3,596	2,477	952	607
5,000~7,000톤	1,538	432	443	1,474	2,377	1,372	454	595
7,000~10,000톤	1,716	842	190	2,330	5,120	1,822	513	124
10,000~15,000톤	613	275	13	491	944	470	55	122
15,000~20,000톤	980	285	49	1,109	2,366	680	157	95
20,000~25,000톤	347	502	14	477	683	391	126	139
25,000~30,000톤	843	378	6	1,186	809	796	125	83
30,000~50,000톤	831	536	62	1,785	1,779	903	285	223
50,000~60,000톤	206	341	148	634	980	361	13	1
60,000~75,000톤	209	285	147	797	768	342	9	-
75,000~100,000톤	162	186	13	500	1,531	39	106	-
100,000톤	168	129	10	538	1,176	273	99	-

Collection @ kmou

Table 37 Tonnage division of ship incoming for Calculation Subject Ports

구 분	평균 톤수	마산	진해	고현	안정
합 계	-	6,118	2,594	2,107	90
100톤	100톤급	1,658	1,188	550	-
100~500톤	300톤급	1,428	945	1,293	-
500~1,000톤	750톤급	264	60	59	-
1,000~3,000톤	2,000톤급	870	109	121	-
3,000~5,000톤	4,000톤급	465	25	10	-
5,000~7,000톤	6,000톤급	460	5	2	-
7,000~10,000톤	8,500톤급	203	247	12	-
10,000~15,000톤	12,500톤급	234	2	25	-
15,000~20,000톤	17,500톤급	45	6	31	-
20,000~25,000톤	22,500톤급	106	-	-	-
25,000~30,000톤	27,500톤급	6	-	-	-
30,000~50,000톤	40,000톤급	106	7	2	-
50,000~60,000톤	55,000톤급	115	-	2	-
60,000~75,000톤	67,500톤급	131	-	-	-
75,000~100,000톤	87,500톤급	27	-	-	14
100,000톤	100,000톤급	-	-	-	76

위 자료를 적용하여 일일 선박 총톤수 용량(TGT)를 계산한 결과는 다음과 같다.

Table 38 Result of calculation TGT

인천	평택 당진	목포	여수 광양	부산	울산	포항	동해 묵호
495,390	377,072	95,664	1,045,276	1,666,858	564,302	153,946	72,803
마산	진해	고현	안정	대상해역 합계			
101,124	9,054	5,283	24,178	139,639			

Collection @ kmou

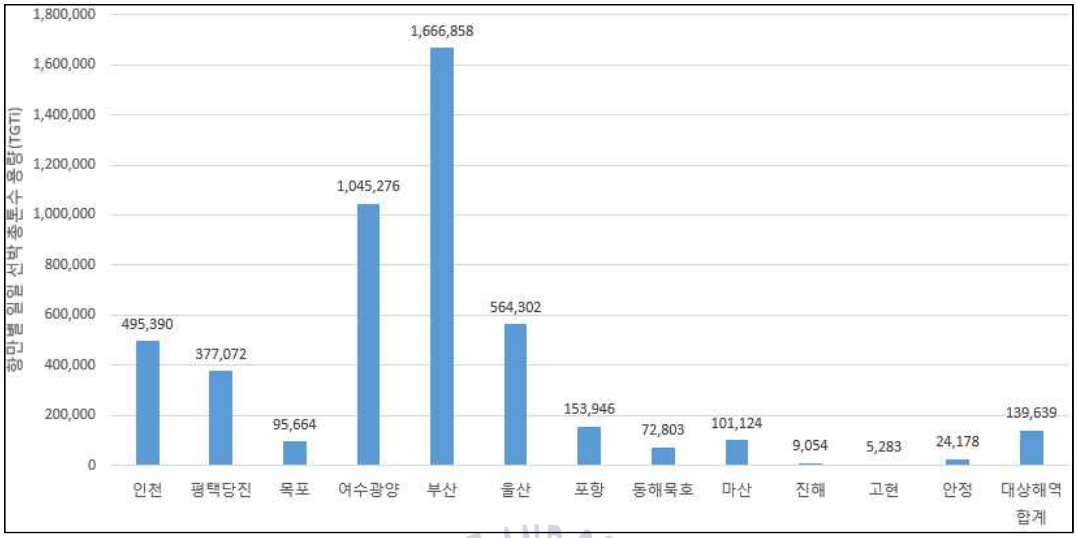

Fig. 47 Result of calculation TGT

분석 결과, 부산항의 TGT 규모가 가장 큰 것으로 산출되었으며, 이어서 여수·광양항, 울산항, 인천항 및 평택·당진항의 순으로 나타났다. 이는 항만을 이용하는 선박의 규모(총톤수 및 척수)가 산출된 TGT 순으로 많다는 것을 의미한다. 마산항의 경우 대상해역 항만을 포함한 12개의 항만 중에 7번째로 선박의 이용 총톤수 규모를 보이고 있으나, 3장에서 살펴본바와 같이 마산항 내 정박지는 대부분 부선 및 예인선이 이용 중이고, 권장톤급은 7,000톤이라 항만을 이용하는 대형 상선의 대기 정박지로는 적절하지 않은 것으로 분석되었다.

4.3.2 일일 정박 가능 용량(SAC) 산출

현재 지정된 정박지의 동시 정박 가능 용량은 현재 각 항만별로 지정된 정박지 현황을 항만운영세칙 등을 이용하여 조사하였다. 각 정박지 별로 지정된 권장톤급(GT)이 명시된 정박지는 그대로 적용하였으며, 명시되지 않은 정박지는 항만을 주로 이용하는 선박의 종류 및 정박지 규모에 따른 적절한 톤급을 적용하였다. 집단 정박지의 정박지 개수 역시 항만 이용 비율이 가장 많은 톤급 및 항만설계기준의 수심에 따른 정박지 반경을 적용하여 원형 정박지 형태를 기본으로 전자해도 상에서 그 개수를 추정하여 적용하였다.

Collection @ kmou

Table 39 Status of anchorage capacity

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
인천	W-1	12.6	400m	원형	50,000
	W-2	9.3	400m	원형	50,000
	W-3	9.0	400m	원형	50,000
	W-4	9.0	300m	원형	30,000
	W-10	11.5	300m	원형	30,000
	W-11	11.5	300m	원형	20,000
	W-12	12.0	300m	원형	15,000
	W-13	12.0	300m	원형	15,000
	W-14	12.0	300m	원형	15,000
	W-15	10.8	225m	원형	2,000
	E-1	14.0	400m	원형	100,000
	E-2	8.0	400m	원형	10,000
	E-3	6.1	400m	원형	10,000
	E-4	11.0	300m	원형	5,000
	E-5	11.0	300m	원형	50,000
	A-3	4.8	300m	원형	2,000
	A-4	4.4	300m	원형	2,000
	A-5	4.0	300m	원형	2,000
	A-6	6.0	300m	원형	4,000
	제1입항대기정박지	23~28	$6.77km^2$ (300m)	집단 (원형10개)	50,000
	제2입항대기정박지	10~30	$39.76km^2$ (300m)	집단 (원형60개)	50,000
	제3입항대기정박지	7.6~20	$10.77km^2$ (300m)	집단 (원형18개)	50,000

Collection @ kmou

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
평택 당진	방도 정박지	13.0	4,81km^2 (300m)	집단 (원형6개)	150,000
	영암 정박지	10.0	450m	원형	50,000
		12.0	300m	원형	30,000
		8.0	300m	원형	30,000
	장안서 정박지	22.0	900m	원형	150,000
	입파도 정박지	22.0	8.77km^2 (300m)	집단 (원형8개)	150,000
	도리도 정박지	17.0	2.25km^2 (300m)	집단 (원형2개)	150,000
	임시 정박지	10.0	500m	원형	50,000
목포	1	12.0	250m	원형	30,000
	2	17.0	250m	원형	30,000
	3	18.0	250m	원형	30,000
	4	15.0	250m	원형	10,000
	6	15.0	250m	원형	10,000
	8	15.0	300m	원형	30,000
	9	8.0	300m	원형	5,000
	10	6.0	300m	원형	50,000
	11	12.0	1,000m	원형	20,000
	12	15.0	1,000m	원형	50,000
	13	25.0	1,000m	원형	100,000
	14(가사도)	25.0	1,000m	원형	100,000

Collection @ kmou

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
여수 광양	Y-1	6.0	-	포인트	1,000
	Y-2	8.0	-	포인트	5,000
	K-1	15.0	-	포인트	50,000
	K-2	15.0	-	포인트	20,000
	K-3	13.0	-	포인트	5,000
	K-4	8.0	-	포인트	5,000
	K-5	17.0	-	포인트	20,000
	K-6	18.0	-	포인트	10,000
	K-7	10.0	-	포인트	1,000
	K-8	10.0	-	포인트	1,000
	K-9	10.0	-	포인트	1,000
	K-10	8.0	-	포인트	3,000
	K-11	13.0	-	포인트	3,000
	K-12	9.0	(300m)	집단 (원형1개)	50,000
	K-13	11.0	(300m)	집단 (원형2개)	5,000
	A	12.0	(300m)	집단 (원형6개)	20,000
	B	13.0	(300m)	집단 (원형10개)	20,000
	C	14.0	(300m)	집단 (원형6개)	50,000
	W	17.0	(300m)	집단 (원형12개)	50,000
	D-1	26.0	(300m)	집단 (원형40개)	75,000
	D-2	20.0	(300m)	원형	75,000

Collection @ kmou

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
부산	E-1	8.0	-	포인트	5,000
	E-2	8.0	-	포인트	10,000
	O-2	6.3~7.0	0.61km^2 (300m)	집단 (원형2개)	3,000
	M-7	7.0~7.3	-	포인트	10,000
	M-8	9.0~10.1	-	포인트	10,000
	M-9	10~11	-	포인트	10,000
	N-1	15.0	2.72km^2 (300m)	집단 (원형2개)	1,000
	N-2	18.0	2.30km^2 (300m)	집단 (원형2개)	3,000
	N-3	19.0	6.67km^2 (300m)	집단 (원형14개)	10,000
	N-4	40.0	7.76km^2 (300m)	집단 (원형17개)	10,000
	N-5	60.0	12.27km^2 (300m)	집단 (원형20개)	10,000
	K-3	18.0	-	포인트	20,000
	S-1	11.0	300m	원형	10,000
	W-1	20.0	475m	원형	80,000
	W-2	20.0	475m	원형	80,000
	U-1	19.0	375m	원형	30,000
	U-2	19.0	375m	원형	30,000
	U-3	20.0	375m	원형	30,000
	U-4	16.0	375m	원형	30,000
	U-5	16.0	375m	원형	30,000
	U-6	16.0	375m	원형	30,000

Collection @ kmou

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
울산	M1	11.0	0.33km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M2	11.0	0.19km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M3	11.0	0.21km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M4	11.0	0.34km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M5	12.0	0.25km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M6	12.0	0.22km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	M7	13.0	0.20km^2 (300m)	집단 (원형1개)	2,000
	E1	40.0	9.36km^2 (400m)	집단 (원형15개)	10,000
	E2	50.0	10.25km^2 (500m)	집단 (원형10개)	30,000
	E3	60.0	11.76km^2 (700m)	집단 (원형4개)	150,000
	W1	23.0	400m	원형	20,000
	T1	28.0	300m	원형	5,000
	T2	26.0	300m	원형	5,000
	T3	28.0	250m	원형	2,000

Collection @ kmou

항만	명칭	수심 (m)	면적(km^2) 또는 반경(m)	정박지 지정방식	권장 선박톤급 (G/T)
포항	S1	15.0	3.84km^2 (300m)	집단 (원형5개)	50,000
	S2	20.0	7.09km^2 (300m)	집단 (원형11개)	50,000
	S3	16.0	6.35km^2 (300m)	집단 (원형12개)	50,000
	S4	22.0	9.39km^2 (300m)	집단 (원형13개)	50,000
	S5	26.0	5.88km^2 (300m)	집단 (원형8개)	50,000
동해 묵호	A-1	27.0	280m	원형	10,000
	A-2	23.0	280m	원형	10,000
	A-3	22.0	280m	원형	10,000
	A-4	18.0	250m	원형	10,000
	A-5	15.0	250m	원형	10,000
	B-1	33.0	400m	원형	50,000
	B-2	40.0	400m	원형	50,000
	B-3	27.0	400m	원형	50,000
	A-1	20.0	200m	원형	5,000
	A-2	20.0	200m	원형	5,000
	A-3	18.0	200m	원형	5,000
	B-1	25.0	250m	원형	10,000
	B-2	22.0	250m	원형	10,000
마산	A-7	11.9	300m	원형	7,000
	A-2	6.5	250m	원형	7,000
	A-4	6.8	250m	원형	7,000
	A-6	7.8	250m	원형	7,000
고현	검역, 도선	18.2	250m	원형	50,000
진해	J-01	7.9	150m	원형	10,000
	J-02	8.0	150m	원형	10,000
	검역, 도선	17.5	250m	원형	20,000

Collection @ kmou

위 자료를 적용하여 일일 정박 가능 용량(SAC)을 계산한 결과는 다음과 같다.

Table 40 Result of calculation SAC

인천	평택 당진	목포	여수 광양	부산	울산	포항	동해 묵호
4,862,000	2,860,000	615,000	4,480,000	939,000	1,096,000	2,450,000	235,000
마산	진해	고현	안정	대상해역 합계			
28,000	40,000	50,000	-	118,000			

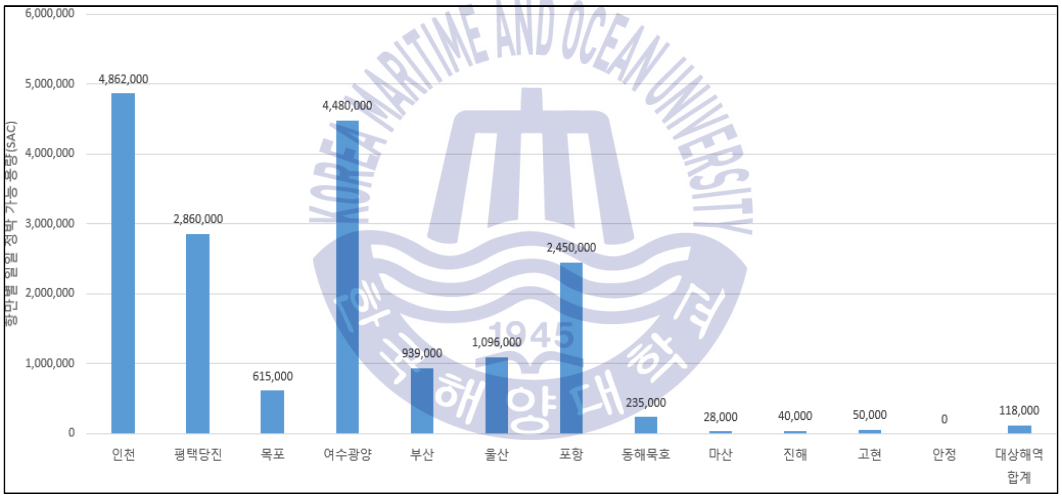

Fig. 48 Result of calculation SAC

분석 결과, 인천항의 일일 정박 가능 용량(SAC)이 가장 큰 것으로 산출되었으며, 이어서 여수·광양항, 평택·당진항, 포항항의 순으로 나타났다. 이는 항만에 지정되어 있는 정박지의 개수가 많거나, 정박지 이용 권장톤급이 크다는 것을 의미한다. 마산항의 경우 가장 작은 정박지 용량를 가지고 있으며, 대상해역 항만을 모두 합한 용량도 타 항구에 비해 제일 작은 것으로 산출되었다. 이 결과 역시, 대상해역 항만을 위한 정박지가 국내 타 항만에 비해 절대적으로

Collection @ kmou

부족하며, 정박지는 대부분 부선 및 예인선이 이용 중이고, 권장톤급은 7,000톤이라 대형 상선의 정박지로는 적절하지 않다는 점을 시사하고 있다.

4.3.3 정박지 용량지수(ACI) 산출

앞서 구한 TGT와 SAC를 이용하여 ACI를 계산한 결과는 다음과 같다.

Table 41 Result of calculation ACI

인천	평택 당진	목포	여수 광양	부산	울산	포항	동해 묵호
9.81	7.58	6.43	4.29	0.56	1.94	15.91	3.23
마산	진해	고현	안정	대상해역 합계			
0.28	4.42	9.48	0.00	0.85			

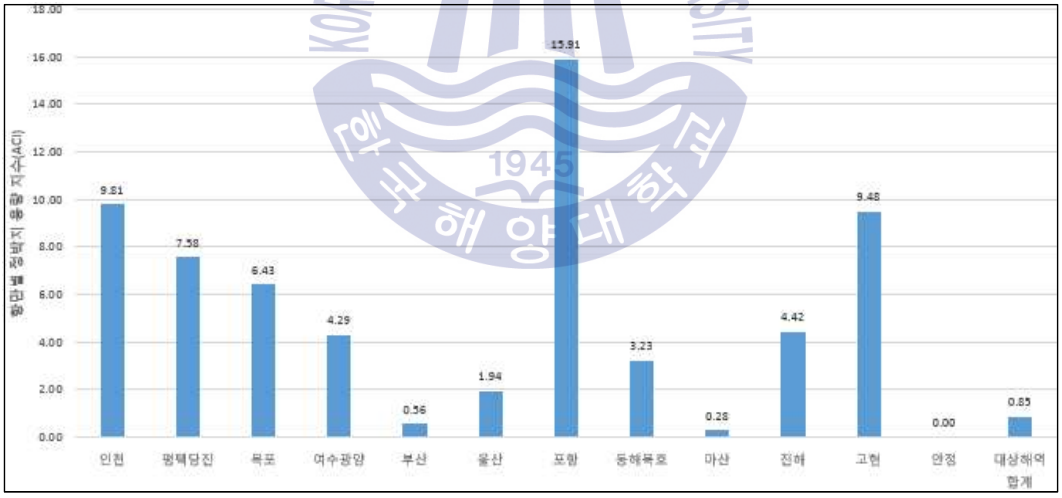

Fig. 49 Result of calculation ACI

ACI의 분석 결과, 국내 주요 8개 항만의 정박지 용량지수(ACI)의 평균은 6.22로 산출되었다. 마산항의 ACI가 0.28로 정박지가 없는 안정항을 제외하고 가장 작은 지수가 산출되었다. 이 지수가 작을수록 정박지가 부족하다는 것을

Collection @ kmou

의미하며, 이는 항만에 지정되어 있는 정박지의 개수가 적거나, 정박지에 정박할 수 있는 선박의 권장톤급의 규모가 작다는 것을 의미하기도 한다. 대상해역 항만을 모두 합한 지수도 0.85로 평균에 비해 작은 값이 산출되었으며, 이 역시 대상해역 항만의 경우 타 항만에 비해 적은 정박지 규모를 가지고 있어 정박지의 추가 지정이 필요하다는 것을 나타내고 있다.

부산항과 같이 항만을 이용하는 선박의 규모에 비해 적은 정박지 규모(ACI=0.56)를 보이는 것은 컨테이너 중심의 항만이기 때문이다. 정시성을 중시하는 화물의 특성상 대부분의 컨테이너 선박은 정확한 시간에 입·출항하려는 특성을 보인다. 그리고 화물 작업에 있어서도 부두가 전용화 되어 있기 때문에 빠른 시간의 적양하가 가능하기 때문에 Bulk 화물 중심의 항만과 비교하였을 때, 정박지 대기시간 및 정박지 이용 척수가 적기 때문에, 정박지의 용량(ACI)이 작아도 항만의 운영에는 부담이 없는 것이다.

포항항의 경우 15.91로 평균의 약 3배 정도의 지수가 산출되었는데, 이 역시 포항항은 대형 벌크선 중심의 항만이며, 집단 대기정박지의 면적도 넓고, 항만을 이용하는 선박의 총톤수 규모도 크다는 것을 의미하기도 한다.

이처럼 항만의 특성이 뚜렷한 부산항과 포항항을 제외한 6개 항만의 평균 ACI는 5.55로 산출되었다. 이 수치에 비해 인천항 ACI는 9.81로 약 2배에 해당하는 지수가 산출되었다. 인천항은 항계 밖 인천항 항로가 시작하는 수역에 입항선박의 대기를 위한 넓은 집단정박지가 지정되어 있고, 항로를 따라서도 대기 원형정박지가 많이 지정되어 있어 정박지 용량 지수가 상대적으로 큰 것으로 분석되었다.

4.3.4 대상해역 항만을 위한 적정 정박지 용량 산출

대상해역 항만을 위한 대기정박지 신설 적정 정박지 용량을 도출하기 위하여 위에서 산출된 부산항과 포항항을 제외한 6개 항만의 평균 ACI 수준(5.55)으로 설정하였다. 대상해역 항만을 이용하는 선박의 주요 톤급을 정박지 이용 선박의 권장톤급으로 적용하였으며, 산출 과정은 다음과 같다.

Collection @ kmou

6개 항만의 평균 수준으로 지수를 상향하기 위해서는 일일 정박 가능 용량(SAC)을 약 650,000 증가시키면 대상해역 항만 합계 ACI는 5.86으로 상향되므로, 대상해역 항만을 입항하는 선박의 주요 톤급을 정박지 이용 권장톤급으로 지정하여 각 항만의 정박지를 지정하였다.

본 연구에서는 대상해역 항만 합계 ACI를 평균 수준(5.55)으로 지정하기 위해 입항 선박을 항만별로 분할하여 9척의 선박이 동시에 정박 가능하도록 제시하였으며, 대상 선박은 마산항 최대 선박(자동차 운반선 75,000톤급), 진해항 및 고현항 최대 선박(일반 화물선 50,000톤급), 안정항 최대 선박 LNG 운반선 150,000톤급)을 고려하여 지정하려고 한다.

마산항을 위한 대기정박지는 75,000톤급 2개와 50,000톤급 3개, 진해항 및 고현항은 50,000톤급 각 1개, 안정항을 위한 정박지는 150,000톤급 2개를 지정하면, 일일 정박 가능 용량(SAC)이 818,000으로 상향되어 대상해역 항만의 ACI도 국내 주요 항만의 평균 ACI 수준(5.55)으로 상향하게 된다.

Table 42 Comparison of calculation of ACI after designating anchorage

구분	현행 정박지 ACI					추가 정박지 신설 후 ACI				
	마산	진해	고현	안정	합계	마산	진해	고현	안정	합계
TGT	101,124	9,054	5,283	24,178	139,639	101,124	9,054	5,283	24,178	139,639
SAC	28,000	40,000	50,000	-	168,000	328,000	90,000	100,000	300,000	818,000
ACI	0.28	4.42	9.47	0.00	0.85	3.24	9.94	18.93	12.41	5.86

Collection @ kmou

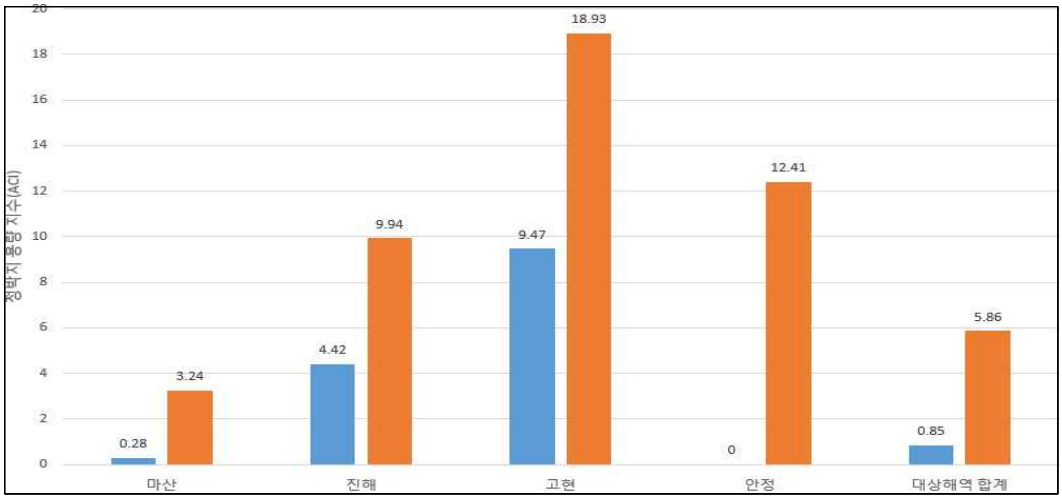

Fig. 50 Comparison of calculation of ACI after designating anchorage

4.4 마산항 관제구역 내 대기정박지 신설(안) 제시

4.3장에서 마련한 정박지 지정 기준을 바탕으로 정박지의 신설을 위해서는 항만의 특성, 교통 및 자연 환경을 반영하여야 한다.

박준모(2016)의 연구에서 알아볼 수 있듯이, 필요 정박지 용량과 항만의 물동량, 선석개수, 입항선박 척수는 항만 교통시스템 내에서 이루어지기 때문에 필요 정박지 용량과 통계적으로 유의성이 있을 것으로 판단하였으나, 그렇지 않은 결과가 도출된 것은 항만의 화물 및 하역 특징, 그리고 항만을 이용하는 선박의 형태가 다른 것에서 그 원인을 찾을 수 있다.

그러나 마산항의 경우 앞서 살펴봤듯이, 항내 정박지는 대부분 예부선이 이용하고 있고, 권장톤급도 7,000톤으로 지정되어 있어, 대형 상선의 정박지 이용에는 어려움이 있다. 진해항의 경우도 항내 정박지(반경 150m) 2개와 검역 정박지(반경 250m)가 있으나, 각 종 작업선 및 예부선이 이용 중이여서 상선의 정박지 이용에 어려움이 있다. 안정항의 경우에는 최소 75,000톤급 이상의 LNG 선박이 이용하고 있으나, 항내에는 대기 정박지가 공식적으로 지정되어 있지 않아, 여름철과 같이 LNG의 수요가 줄어 장기 계선하는 경우에는 장기 정박의 안전을 확보할 수 있는 정박지가 필요하다.

Collection @ kmou

대상해역 내에는 마산, 진해, 고현, 안정항이 존재하며, 이들 항만에 입·출항하는 선박이 다수 존재한다. 항내 정박지가 있지만 앞서 살펴봤듯이 정박지의 이용이 어려운 실정이고, 입항 대기를 위한 선박들은 대부분 가덕수로 밖의 외해에 정박 대기하고 있다.

대상해역 항만 이용선박의 입항대기를 위한 수역을 공식적으로 지정되어 있지 않고, 4.3에서 살펴본 대상해역 항만의 ACI로 알 수 있듯이 정박지는 턱없이 부족한 것으로 분석되었다. 3장에서 살펴본 대상해역의 자연환경, 교통 환경, 항만 현황 및 이용하는 선박의 분석을 토대로 대기정박지 신설(안)을 다음과 같이 2곳에 제안하고자 하며, 그 내용은 다음과 같다.

첫 번째는 해당 항만들을 관할하는 마산VTS 관제구역 내 거가대교 남단 해역에 지정하는 것이다. 본 해역의 장점은 관제구역 내에 있어 정박선박의 안전관리 주체가 분명하며, 수심(14m~24m)이 상대적으로 얕아 정박 안전성 확보가 용이하다는 점이다. 단점으로는 교통조사 시 소형선 및 어선의 통항이 많은 것인데, 이는 마산VTS의 적절한 관제를 통해 정박선박의 안전 확보가 가능할 것으로 생각된다.

Table 43 Designation Waiting anchorage coordinate(Case 1)

대기정박지 경위도 좌표	아래의 4개 지점을 연결한 내측 해면 - ⓐ : 북위 35도 00분 30초, 동경 128도 44분 00초 - ⓑ : 북위 34도 59분 00초, 동경 128도 44분 00초 - ⓒ : 북위 34도 59분 00초, 동경 128도 45분 24초 - ⓓ : 북위 35도 00분 30초, 동경 128도 45분 30초

Collection @ kmou

Table 44 Details of Designation Waiting anchorage plan(Case 1)

구분	항만	정박지 반경(m)	권장톤급 (GT)	주요 대상선박
원형정박지	마산	350 x 3개	50,000	중량물, 컨테이너 운반선
	마산	400 x 2개	75,000	자동차 운반선
	진해	350 x 1개	50,000	일반화물선
	고현	350 x 1개	50,000	일반화물선
	안정	500 x 2개	150,000	LNG운반선

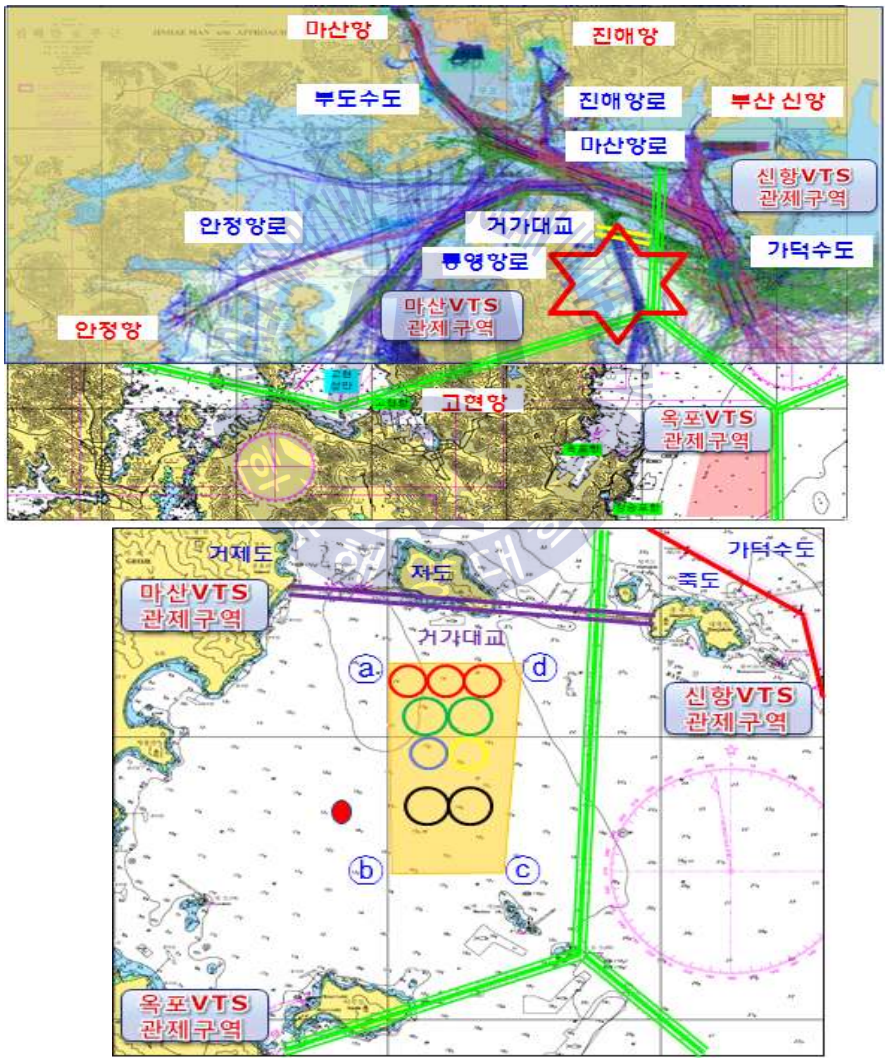

Fig. 51 Designation Waiting anchorage plan(Case 1)

Collection @ kmou

두 번째는 현재 옥포VTS 관제구역 내에 잠정정박지로 사용되고 있는 해역에 지정하는 것이다. 본 해역의 장점은 가덕수로 이용 선박 및 거가대교를 통과하는 소형선박의 교통흐름에 방해가 되지 않는다는 점이다. 단점으로는 입항 항만에 대한 관제주체가 상이하여 책임관계가 불분명하고, 상대적으로 수심이 깊어 정박 안전성이 저해될 수 있다는 것이다.

Table 45 Designation Waiting anchorage coordinate(Case 2)

대기정박지 경위도 좌표	아래의 4개 지점을 연결한 내측 해면 - ⓐ : 북위 35도 55분 00초, 동경 128도 47분 00초 - ⓑ : 북위 34도 51분 00초, 동경 128도 46분 00초 - ⓒ : 북위 34도 51분 00초, 동경 128도 50분 00초 - ⓓ : 북위 35도 55분 00초, 동경 128도 50분 00초

Table 46 Details of Designation Waiting anchorage plan(Case 2)

구분	항만	정박지 반경(m)	권장톤급 (GT)	주요 대상선박
원형정박지	마산	450 x 3개	50,000	중량물, 컨테이너 운반선
	마산	500 x 2개	75,000	자동차 운반선
	진해	450 x 1개	50,000	일반화물선
	고현	450 x 1개	50,000	일반화물선
	안정	600 x 2개	150,000	LNG운반선

Collection @ kmou

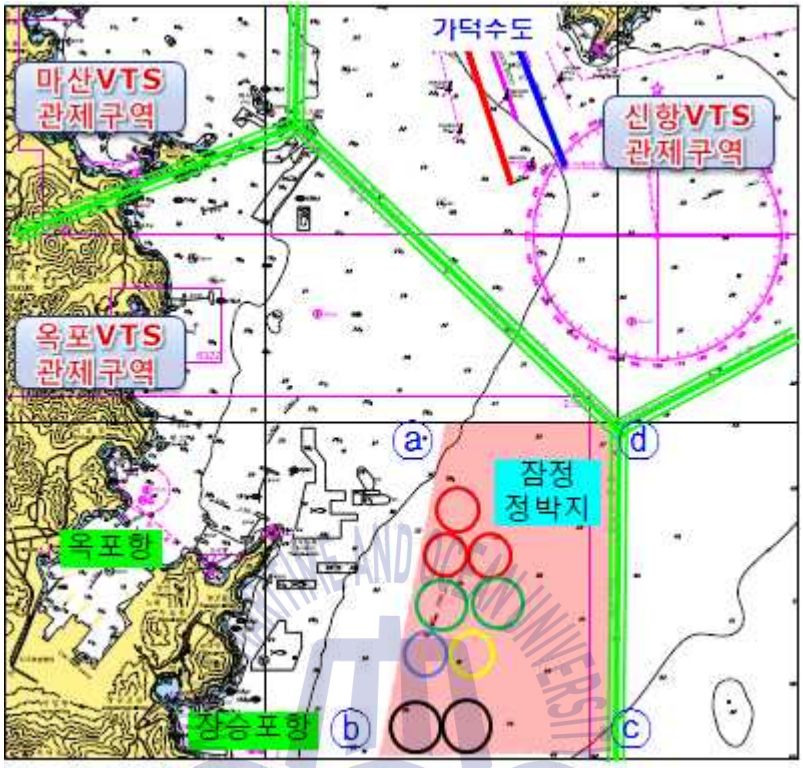

Fig. 52 Designation Waiting anchorage plan(Case 2)

Collection @ kmou

제 5 장 결 론

마산항은 2020년까지 기업 전용성 부두를 제외하고는 잡화(기계류) 및 잡화성 화물(고철, 철재 등)과 모래를 처리하는 부두로 특화하고, 가포신항은 잡화를 비롯한 컨테이너, 자동차 등 다목적 부두로 특화하여 배후산업단지 및 자유무역지역 활성화를 주도하는 중량물 중심의 해외수출 물류기지의 역할을 확대 할 계획이다. 이에 따라 마산항은 물동량 증가와 더불어 6만톤급 이상 대형 선박의 입·출항이 꾸준히 증가하고 있으나, 현재 지정되어 있는 정박지는 대부분 예부선이 이용하고 있어 대형 상선은 이용하기 어려운 실정이다.

최근 국내에서는 정박지 이용 선박 척수의 증가로 인해 정박지 부족 현상을 겪고 있으며, 정박지 내에서의 해양사고의 비율도 높아짐에 따라 정박지 확장 요구의 목소리가 커지고 있다. 그러나 현행 정박지 설계기준은 정박지를 이용하는 선박의 제원(길이, 총톤수 등) 및 정박지의 환경요소(수심 등)에 따라 필요한 정박지 반경만을 제시하고 있을 뿐, 정박지 용량에 대한 기준이 없는 실정이다.

점차 가속화되는 항만 규모의 확대 및 입·출항 선박의 증가로 인하여 증가되고 있는 정박지 수요 및 안전성을 고려하였을 때, '정박지의 신설을 위한 설계기준의 수립은 어떻게 할 것인가'에 대한 검토가 이제는 이루어져야 한다고 생각된다.

한편, 2007년 12월 발생한 유조선 허베이 스피리트호의 사고의 한 가지 원인으로 지정 정박지의 부재를 들 수 있다. 이 사고로 인해, 정박지 지정의 필요성이 새삼 부각되었다고 볼 수 있으며, 적절하게 지정된 정박지가 없을 경우 유사한 사고가 발생할 개연성이 상존할 것이다.

항만의 입항을 위해서 가덕수로를 공유하는 마산항 관제구역 내 항만은 지리적 특성상 하나의 항만으로 봐도 무방할 것이다. 그러나 마산항, 진해항에 지정된 정박지는 대형 상선이 이용하기에는 여러 가지로 적절치 못한 현실이다.

Collection @ kmou

따라서 본 연구에서는 대상해역 항만에 입항 대기를 위한 목적의 대기정박지를 신설하기 위한 설계기준 및 대기정박지 신설(안)을 제시하여 대상해역 항만의 정박지 안정성을 확보하고, 나아가 타 항만의 정박지 지정, 신설 및 재배치와 관련하여 합리적인 모델을 제시하고자 하였다.

상기와 같은 논문의 목적과 방법 하에서 수행한 연구 결과는 다음과 같다.

첫 번째로 정박지 지정을 위한 설계기준을 제시하기 위해 국내 주요 8개 항만의 현황, 정박지 지정 현황을 분석하였고, 대상해역의 자연환경과 해상교통흐름에 대해 조사하였다. 현재 지정·고시되어 있는 정박지는 대부분 대상선박의 제원(길이, 총톤수 등)과 정박지의 자연환경(수심 등)에 따라 지정만 되어 있을 뿐 정박지 용량에 대한 기준이 전무한 것으로 분석되었다.

두 번째로 정박지 설계기준의 합리적인 모델을 제시하기 위해 선행연구 분석을 통한 정박지 이용률 또는 가동률의 개념을 살펴보았으며, 대상해역의 정박지 신설의 필요성 및 설계기준의 개념을 정의하고, 적정 정박지 용량 분석을 위한 모델을 개발하였다.

또한 이 모델을 통해 현재 지정되어 있는 정박지 용량을 평가하였으며, 그 결과 대상해역 항만의 경우 정박지 용량지수(ACI)가 0.85로 국내 주요 8개 항만의 평균인 6.22보다 약 7배 정도 작은 지수가 산출되어 정박지가 매우 부족하다는 것으로 분석되었다. ACI가 작으면 작을수록 일일 선박 총톤수 용량(TGT)대비 정박지가 부족하다는 것을 의미하며, 이는 해당 항만에 지정되어 있는 정박지의 일일 정박 가능 용량(SAC)이 작거나, 정박지에 정박할 수 있는 선박의 권장톤급이 작다는 것을 의미한다.

특이한 점으로는 부산항과 같이 항만을 이용하는 선박의 규모에 비해 적은 정박지 규모(ACI 0.56)를 보이는 것은 컨테이너 중심의 항만이기 때문이고, 정시성을 중시하는 화물의 특성상 대부분의 컨테이너 선박은 정확한 시간에 입·출항하려는 특성을 보이며, 부두가 전용화 되어 있기 때문에 빠른 시간의 적양하가 가능하기 때문에 Bulk 화물 중심의 항만과 비교하였을 때, 정박지 대기시간 및 정박지 이용 척수가 적기 때문에, 정박지 용량이 작아도 항만의 운영에

Collection @ kmou

는 부담이 없는 것이다. 마찬가지로 포항항의 경우 이용하는 선박의 규모에 비에 큰 정박지 규모(ACI 15.91)를 보이는 것은 하역 및 입항대기 시간이 긴 대형 벌크선 중심의 항만이기 때문에 정박지 규모가 크게 지정되어 있기 때문인 것으로 분석되었다.

그러나 마산항의 경우 앞서 살펴봤듯이, 항내 정박지는 대부분 예부선이 이용하고 있고, 권장톤급도 7,000톤으로 지정되어 있어, 대형 상선의 정박지 이용에는 어려움이 있다. 진해항의 경우도 항내 정박지(반경 150m) 2개와 검역 정박지(반경 250m)가 있으나, 각 종 작업선 및 예부선이 이용 중이여서 상선의 정박지 이용에 어려움이 있다. 안정항의 경우에는 75,000톤급 이상의 LNG 선박이 이용하고 있으나, 항내에는 대기 정박지가 공식적으로 지정되어 있지 않아, 여름철과 같이 LNG의 수요가 줄어 장기 계선하는 경우에는 장기 정박의 안전을 확보할 수 있는 정박지가 필요하다.

마지막으로 국내 주요 항만의 평균 정박지 용량(부산항, 포항항 제외 ACI 5.55)에 대한 결과와 대상해역 항만을 이용하는 선박의 분석 및 자연/교통환경 분석을 통해 대상해역을 위한 대기정박지 신설(안)을 제시하였으며, 거가대교 남단의 해역과 현재 관습적으로 이용하고 있는 가덕수로 밖의 외해 잠정정박지에 공식적인 정박지를 신설하여 운영될 수 있도록 제안하고자 한다.

가덕수로를 이용하는 선박의 교통흐름을 방해하지 않고, 대상해역의 항만별로 입항하는 최대 선박의 톤수를 고려하여 지정하였으며, 지정 후 정박지 용량지수(ACI)가 0.85에서 5.86 수준으로 상향되어 대기정박지 신설(안)이 현재시점에서 적정 정박지 용량인 것으로 평가되었다.

본 연구는 정박지 지정을 위한 합리적인 모델을 개발하여 현재 상황에서 항만에 적절한 정박지 신설을 위한 설계기준을 제시하고, 대상해역 항만을 위한 대기정박지 신설(안)을 제시하였으며, 모델을 통해 평가하였다. 이 모델을 통한 정박지 용량 분석은 실제 항만을 이용하는 선박의 규모와 현재 지정되어 있는 정박지 용량과의 비교를 수치화하여 정박지 용량 분석을 시도하였다는 점에서 그 의의가 있다. 또한 모델의 적용을 통해 현재 실정에 맞지 않는 항만의 적정

Collection @ kmou

정박지 용량을 제시하여 정박지 용량에 대한 검토를 가능하게 함으로서 그 활용성 측면에서 가치가 있다고 본다.

그러나 수많은 항만과 선박의 다양한 관련 요소를 전부 반영하지 못하는 점에서 본 연구의 한계가 있다고 생각된다. 국제 경제 상황에 따른 항만 물동량의 변화, 항만 운영 개선에 따른 선석의 증감, 하역 설비 개발에 따른 접안 시간 변화 등 무수한 요소들을 일일이 반영하지 못하는 것이다.

향후 정박지의 합리적인 설계기준을 마련하기 위해, 국내 항만뿐만 아니라 국외의 대표적인 항만에도 적용해 그 타당성을 검증해 볼 예정이며, 선박의 이용 규모에 더해서 다양한 변수를 추가로 설정하고 적용하여 각 항만의 특성을 반영할 수 있는 정박지 설계기준을 연구할 계획이다.

Collection @ kmou

참고문헌

[1] 국립해양조사원, 1998. *서지 제620-1호 조류도(마산·진해항)*, 국립해양조사원.

[2] 국립해양조사원, 2015. *서지 제620호 조류도(부산에서 여수)*, 국립해양조사원.

[3] 기상청, 2016. *통계연보*, 기상청.

[4] 김부영, 2011. *울산신항 개발에 따른 정박지 확장기준 수립*. 석사학위 논문. 부산:한국해양대학교.

[5] 박준모, 2016. *묘박 선박의 안전을 고려한 정박지 용량 설계에 관한 연구*. 박사학위 논문. 부산:한국해양대학교.

[6] 울산항만공사, 2014. *정박지 운영 개선 및 기상악화 시 피항기준 마련을 위한 연구 용역*, 울산항만공사.

[7] 윤점동, 2008. *선박조종의 이론과 실무*. 2008년도 개정판. 부산 : 세종출판사

[8] 이윤석, 김종성, 박준모, 윤귀호, 2012. 미포항 비상정박지 지정에 관한 연구. *해양환경안전학회지*, 18(4), pp.316-322.

[9] 한국개발연구원, 2014. *마산항 진입항로 준설사업*. 한국개발연구원

[10] 한국해양수산개발원, 2016. *마산·진해항 통합 관리 운영 개선 정책연구용역*. 한국해양수산개발원.

[11] 해양수산부, 2014. *항만 및 어항설계기준·해설*. 해양수산부.

[12] 해양수산부, 2016a. *3차 전국 무역항 기본계획 수정계획 보고서*. 해양수산부.

[13] 해양수산부, 2016b. *2016년 선박통항로 안전성평가 연구 중 위험물 취급시설 사전검토*. 해양수산부.

[14] 해양수산부, 2017a. *선박 입항 척수 분석*. [online] (Upated 31 December 2017) Availavle at: http://www.spidc.go.kr [Accessed 1 January 2018]

[15] 해양수산부, 2017b. *선박통항로 안전성평가(마산항) 연구용역 보고서*. 해양수산부.

Collection @ kmou

[16] Devill, S.B., 2011. *Port of rotterdam anchorage study: An occupancy evaluation using simulation*. Master of Science Thesis. Rotterdam: Delft University of Technology.

[17] Fan, S.L. & Cao, J.M., 2000. Sea space capacity and operation strategy analysis system. *Transportation Planning and Technology*, 24(1), pp.49-63.

[18] Huang, S.Y. et al., 2009.Anchorage research analysis using simulation. *The International Conference on Harbor, Maritime&Multimodal Logistics Modeling and Simulation*. pp.1-6.

[19] Jia, S.S., 2011. *Research on optimal number of anchorage for a port based on queueing theory*. Degree of Master of Engineering. Dalian Maritime University.

[20] Maritime Navigation Commission of the World Assiciation for Waterborne Transport Infrastructure(PIANC MARCOM), 2014. *Harbour Approach channels design guidelines*, Bruxelles: PIANC MARCOM.

[21] The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan(OCDI), 2009. *Technical standards and commentaries for port and harbour facilities in Japan*, Tokyo: OCDI.

[22] Thoresen, C.A., 2007. *Port Designer's handbook: Recommendations and guidelines*, United Kingdom: Lighting Source.

[23] Unified Facilities Criteria(UFC), 2010. *Military harbors and coastal facilities*, United States of America: UFC.

[24] US Army Corps of Engineers(USACE), 2006. *Engineering and design, hydraulic design of deep-draft navigation projects*, United States of America: USACE..

[25] Usui, H. & Inoue, K., 1999. A method to estimate available number of anchorage. *Japan institute of navigation*, 101, pp.151-160.

Collection @ kmou

감사의 글

부족한 이 책을 한편의 논문으로 봐 주심에 감사의 말씀 올립니다.

먼저 본 논문을 작성하는 동안 애정 어린 관심과 조언을 아끼지 않고 지도해 주신 이윤석 교수님께 무한한 감사의 말씀 드립니다. 실습선 조교로 근무할 수 있도록 이끌어주시고, 부족한 저를 제자로 거두어 주시어 가르침을 주셨기 때문에 부족하지만 본 논문을 작성할 수 있었습니다. 앞으로 살아가는 동안 베풀어주신 은혜 평생 가슴에 새기고 부끄럽지 않은 제자가 되도록 열심히 살아가겠습니다.

또한 본 논문이 나오기까지 깊은 관심으로 검토해주시고 아낌없는 고견을 내어주신 조익순 교수님과 실습선 안전운항과 강의에 바쁘신 와중에도 심사위원장으로 고생하여 주신 윤귀호 교수님께도 감사의 말씀을 올립니다. 두 분 교수님의 노고 덕분에 이 논문이 나올 수 있었습니다.

그리고 본 논문의 작성에 지대한 도움을 주신 사랑하는 동기 유용웅님, 대학시절부터 동고동락 해온 김수용님, 김승연님 모두 없어서는 안 될 소중한 사람입니다. 지칠 때 마다 함께 해준 김경환님, 김동우님에게도 심심한 감사의 말씀 드립니다.

더불어 논문 세미나 뿐만 아니라 평소에도 애정으로 찾아주시는 연구실 선배님들인 강석용 교수님, 류원 교수님, 안영중 교수님에게도 감사의 말씀을 드립니다.

함께 연구를 고민하고 논문을 작성한 이의종 연구원님, 김종필 부장님께도 고생하셨고 축하드린다는 말씀 전하고 싶습니다.

본 논문을 작성할 수 있도록 배려와 관심을 아끼지 않아 주신 실습선 한반도호 변국남 선장님, 허재정 기관장님, 김종필 교수님, 박기태 교수님, 이성우 교관님, 김무겸 교관님, 김홍범 교관님, 서광섭 교관님과 실습선 한우리호 박용선 선장님, 김홍중 기관장님, 김태훈 교수님, 남홍식 교수님, 신동욱 교수님, 김준수 교관님께도 정말 감사드립니다.

Collection @ kmou

무엇보다도 낳아주시고 길러주신 부모님과 함께 무탈하게 자라준 내 동생에게 감사드리며, 항상 걱정해주시고 사랑해주시는 마음으로 길러주시는 울산에 계신 부모 장인, 장모님께도 감사드립니다. 우리 가족 모두 생이 다하는 날까지 건강하고 화목하게 지내기를 바랍니다. 든든한 버팀목이 되어준 그 분들이 있어 이겨낼 수 있었습니다.

마지막으로 항상 저를 믿어주고 무조건 적인 사랑을 주는 나의 부인 김선혜. 논문 작성 기간 동안 소중한 우리 아이를 뱃속에 잉태하여 무사히 낳아주고 길러줘서 고맙습니다. 사랑합니다. 우리 딸 하연아. 부족함 없이 행복하게 살자.

Collection @ kmou