

釜山港 接近 水域의 航路 指定에 關한 調查 · 研究

朴榮守¹⁾, 朴鎮洙²⁾

A Study on the Ships' Routeing in the Pusan Approaching Waters

Young -Soo Park, Jin -soo Park

Abstract

The area adjacent to Pusan is one of the busiest areas in Korean waters. Many vessels enter and depart to/from Pusan, and navigate from Ulsan or Pohang to the South and/or West coast, and vice versa. So, there are several points where the vessels meet and cross in the area. Since the present approach routes to the port of Pusan are not properly defined at present, there are many vessels violating the current Traffic Separation Scheme(TSS). In the period between 1992 and 1996, thirty seven traffic accidents have occurred in this area. In order to establish the cause of these accidents, two things must be done. First, radar observations were carried out to determine the traffic flow and volume. Second, the marine environmental parameters, including winds, visibility, fog, weather, channel depth, tides and currents, of the port of Pusan as they related to route width and alignment, were analyzed. As a result, it was determined that more vessels were violating the TSS, than were complying with National and International Laws and Conventions. In addition, it was also found that a large number of vessels, not bound for Pusan, were crossing and violating the TSS. Given this information, it is evident that in order to maintain

1) 한국해양대학교 해사수송과학과 전사과정 해사산업공학 전공
2) 한국해양대학교 해사대학 교수

a safe operating area, it is necessary to separate the flows of vessel traffic as the convergence on the main approach to Pusan. In addition this traffic flow problem at routine junctions must be kept as simple as conditions allow. A new roundabout in the Pusan TSS has been proposed on the basis of the radar survey, described here in and in accordance with International standards of route design and alignment. It is expected that the proposed roundabout for the TSS, in conjunction with a Vessel Traffic Service(VTS), would reduced the number of maritime accidents in these waters.

1. 서론

부산항은 우리나라 최대 항만으로 태평양과 아시아 대륙을 연결하는 관문 역할을 하는 국제 무역항이고 '96년간 약 33,409척이 입항하였으며, 약 9,760만톤의 화물을 처리하여 전국 수출물량의 약 42%, 컨테이너 화물의 약 90%의 비중을 차지하고 있다. 부산항 부근 수역은 우리나라 경제 발전의 꾸준한 성장으로 수출입 화물을 적재한 대형 선박의 왕래가 빈번하고, 연근해 수산업의 발전으로 많은 어선이 통항하고 있을 뿐만 아니라, 신항만 개발 사업으로 인하여 해상 교통량이 크게 증가하고 있고 앞으로도 꾸준한 교통량의 증가가 예상된다. 부산항 부근 수역의 교통 흐름은 입·출항 교통 흐름 및 이 수역 부근을 통과하는 교통 흐름이 서로 섞여 그 흐름이 일정치 않고 몇 군데에서 교통 흐름이 교차하는 지점이 생긴다. 이러한 해상 환경으로 인하여 해난 사고는 점점 증가하고, 대형화 되어가는 추세는 물론이고 인적, 물적 손실과 경우에 따라서는 해양 오염으로 인한 막대한 사회적, 환경적 손실을 유발시킬 수 있는 수준에 이르고 있기 때문에, 이 수역에서의 해상 교통의 안전 확보가 절실히 요구된다.

따라서 본 연구에서는 이 수역의 교통 조사를 실시하고 그 흐름 및 교통량을 관측한 뒤, 이들 결과를 바탕으로 교통 밀도를 분산시키고 교통 흐름의 패턴을 단순화하여 해상 교통 안전을 증진 시킬수 있는 새로운 항로 지정의 제안을 그 목적으로 한다.

2. 부산항의 항행 환경 및 해난 사고의 실태 분석

2.1. 부산항의 특징

1) 출입항 선박 교통량이 많은 항구이다.

최근 5년간(1992~1996년)의 전국 입·출항 교통량은 5년간 약간 감소하였으나 부산항의 입·출항 교통량은 오히려 5년간에 걸쳐 약 42%증가하였다. 1992년에는 부산항이 전국 입·출항 교통량의 약 16%를 차지하였으나, 1996년에는 전국 입·출항 교통량의 약 23%를 차지하여 부산항 부근 수역의 교통량이 증가하고 있음을 보여 준다.

2) 컨테이너 화물 수송량이 많은 항구이다.

1992년 기준으로 전국 컨테이너 화물 수송량은 해마다 약 18.8%증가하고 있으며 부산항을 통한 컨테이너 화물 수송량은 해마다 약 16%씩 증가하고 있다. 최근 5년간에 걸쳐 약 93%의 컨테이너 화물이 부산항을 통해 처리되었으며 환적(Transshipment, T/S)화물도 크게 증가하고 있어 다른 항구보다 월등히 많은 컨테이너 화물을 수송하는 항만이다.

3) 어선 출입이 많다.

부산항을 비롯한 5개 항만(통영, 마산, 삼천포, 울산)에 '96년 입·출항 어선수가 전체의 약 96.8%이고 그 중 부산항에 약 62.2%의 어선이 입·출항한 것으로 조사되었다. 어선은 입·출항뿐만 아니라 항로가 불규칙하며 일관성 있는 교통 흐름을 파악하기 힘들고, 어장의 형성에 따라 항해를 하기 때문에 타선박의 안전에 위협한 존재이다.

4) 교통 흐름이 복잡하게 교차한다.

부산항 부근 수역은 부산항을 지나가는 교통 흐름과 부산항을 입·출항하는 교통 흐름이 교차하는 지점이 많으며, 부산항을 지나가는 교통 흐름간에도 조우하는 지점이 많다.

2.2 부산항의 자연 환경

선박의 안전 항행에 풍향 및 풍속, 안개 및 조석, 조류와 파랑등의 기상 요소가

영향을 미치므로 이런 기상 요소를 분석하고자 한다.

2.2.1 풍향 및 풍속

부산항의 월별 평균 풍속값은 대체로 1월에서 4월까지 강하고, 5월에서 12월(7월, 8월 제외)까지가 약한 편이지만 하계(7월, 8월) 풍속값은 동계와 비슷하다. 부산항의 바람 성향은 여름철에는 남서풍서풍 계열, 겨울철에는 북서풍 계열의 바람이 탁월하고 동풍과 서풍은 극히 적다. 평균 풍속은 3.8m/sec이고 4계절중 태풍의 영향을 받는 여름이 가장 강하게 불고(4m/s), 봄(3.9m/sec), 겨울(3.8m/sec) 그리고 가을(3.5m/sec)의 순으로 바람이 불고 있다. 또, 발생 빈도가 가장 높은 전년의 주풍향은 북북동(NNE)으로 12.4%의 빈도를 보이고 있고, 11월~3월까지의 북서(NW)로 13.4%, 4월~7월까지의 남남서(SSW)로 14.2%, 8월~10월까지의 북북동(NNE)으로 13.6%의 빈도를 보이고 있다. 최근 5년간의 최대 풍속은 남남서(SSW)풍으로 14.6m/sec로 다른 항구보다 최대 풍속은 그다지 크지 않다.

2.2.2 시정 및 안개

안개는 시계를 현저하게 제한하기 때문에 해상을 항행하는 선박에게는 안전 항해에 커다란 장애가 되며, 해난의 주 원인이 되고 있다. 부산항의 안개 발생기는 3월~8월이며, 6월~7월에 안개가 집중되어 연평균 안개 발생 일수의 66.3%를 차지하고 있다. 안개는 수일간 지속되는 경우도 있으나 아주 심한 경우는 드물다. 부산항의 연간 안개 발생 일수는 25.8일이고, 안개가 집중되는 6월과 7월에 역시 안개 지속 시간도 길어 연간 지속시간 107.6시간의 약 71.9%를 차지하고 있어 거의 이 기간에 안개가 집중됨을 알 수 있다.

2.2.3 태풍

태풍은 중심 최대 풍속이 34m/sec이상의 열대성 저기압의 일종으로서, 북태평양 남서부와 남중국해에서 발생하는 것을 말한다. 태풍의 월별 평균 발생수를 살펴보면 7월~10월 사이에 집중되어 있고, 우리나라에는 이중 주로 7월과 8월에 집중하여

영향을 미친다. 최근 5년간의 우리나라에 직접적 또는 간접적 영향을 미친 태풍은 보통 한해에 3.6개가 영향을 미치는 것으로 조사되었고 태풍의 영향은 평균적으로 2일간 지속된다.

2.2.4 수심 및 저질

국립 해양조사원의 부산항 및 부근 저질 및 수심 조사 결과를 살펴보면 부산항 서부의 경우 다대포 불운말 전면은 1~2m의 얕은 수심이 서도를 중심으로 해안선 부근에서 급경사를 이루다가 거안 약 50m남측 지역에서 30m의 완만한 수심 분포를 나타내고 있다. 강남 조선 앞 약 50m지점에서 약 3.6m, 감천항 북측 남성 조선소 앞과 화력 발전소 앞선 전면에서 1~3m의 얕은 수심이 감천항 입구에서는 14~17m의 광대한 수심을 이루며, 두도 동남측으로 거안 약 200m까지는 약 20m정도로 깊어지다가 구의 남단끝 황계 부근에서는 최대 45m로서 외해쪽으로 완만한 경사를 이룬다. 부산항 동부는 전반적으로 해저질을 암반(rky)으로 분포되어 수심의 기복이 심한 편이다. 부산항 항로 구역은 수심 20~90m로 외해쪽으로 비교적 완만한 편이나 조도 방파제 동측(35° 04' 38" N, 129° 06' 40" E)부근은 주위 수심이 22~24m에서 13m의 얕은 수심이 발견되었으며, 오륙도 남측 약 300m지점부근의 수심을 40m로서 비교적 완만한 수심 분포를 보이고, 오륙도 북측에서 용호 부두 부근에 이르는 수심을 대체적으로 해안선에 접한 관계로 수심의 기복이 심하다. 용호 부두 입구 전면 약 300m지역은 약 11m로 준설이 이루어졌으며 신선대 동측(35° 05' 37" N, 129° 06' 57" E) 1.6km부근에서는 어망이 설치되어 있고 승두말과 우사도 사이에는 소형 선박의 출입이 가능하다.

2.3 해난 사고의 실태 분석

2.3.1 해난 사고 분석

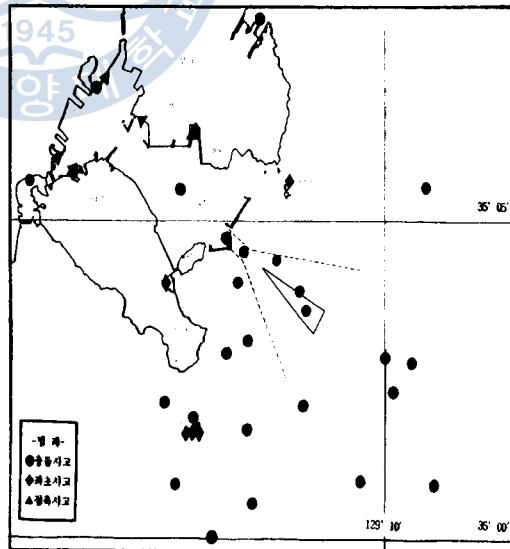
교통 관련 사고(Traffic accidents)와 기술 관련 사고(Technical accidents)중 초점이 되고 있는 교통 관련 사고는 통항 분리 항로(Traffic Separation Scheme)의 설치,

선박 교통 관리(Vessel Traffic Service)의 도입, 항로표지의 개선 등과 같은 교통 환경의 개선을 통하여 어느 정도 예방이 가능하지만 기술 관련 사고는 선박에 대한 기술적 개선을 필요로 한다는 점에서 차이가 있다. 본 연구에서는 부산항 진입 수로에 통항 분리 항로를 설정하여 선박 교통 관리(Vessel Traffic Service)의 시행과 함께 해난 사고를 예방할 수 있도록 하고자 한다.

최근 5년간 부산항 및 진입 수역(북위 35도 00분~북위 35도 08분, 동경 129도 05분~동경 129도 15분)에서 발생한 해난 사고 건수는 총 44건으로 이중 교통 관련 사고에 속하는 충돌 사고가 27건으로 약 61.3%로 가장 많고, 다음은 접촉 사고 및 좌초 사고로 각각 5건이며, 침몰 사고 및 화재 사고가 각각 2건, 전복 사고와 행방 불명 사고 그리고 기관 손상 사고가 각각 1건씩으로 조사되었다. 이 중 항내에서의 해난 사고는 총 8건으로 이 중 접촉 사고는 모두 항내 부두 및 부표에 접촉한 사고로 밝혀졌다.

2.3.2 해난 사고의 위치

부산항 및 부산항 진입 수역에서 최근 5년간(1992 ~ 1996년) 발생한 접촉 사고 5건 모두 부두에서 발생한 것으로 조사되었다. 좌초 사고는 생도 부근에서 총 5건중 3건이 발생하였는데, 이는 교통량이 많고, 남항의 대기 묘박지에 출입하는 선박의 교통 흐름이 많아 사고 다발 지역으로 분류된다. 충돌 사고는 항내 협수로에서는 비교적 선박들의 항법 준수로 1건이 발생하였을 뿐이고 대부분의 사고가 부산항 진입 수역 부근서 발생하고 있다. 이는 부산항 부근 수역의 교통 흐름이 복잡하고 교통량이 많기 때문으로 판단된다.



<그림 2-1> 해난 사고 발생 위치

3. 해상 교통량 실측, 분석 및 항로 지정

3.1 해상 교통량 실측 및 분석

해상 교통량 조사는 알파(ARPA)기능을 가진 레이더 관측과 병행한 목시 관측이 가장 바람직한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 관측 지점으로 부산 영도구에 위치한 조도 정상을 선정하였고, 관측은 총 5일 10.5시간 실시하였다. 관측 기간 동안 레이더 관측에 병행하여 목시 관측을 실시하여 선박의 종류 및 크기 등을 관측하고자 하였으나 야간에는 식별이 어려워 대부분 레이더 관측만을 실시하였다. 휴대용 레이더(ANRITSU RA770UA)를 이용하여 선박의 항적을 따라 기록하여, 부산항 출입 선박 및 횡단 선박의 항적을 조사하여 분석하였다.

시간대별 교통량을 분석해 보면 주간 중 낮시간은 부산항 부근을 동서로 통항하는 선박이 많고 아침·저녁 시간은 부산항으로 입·출항하는 선박이 많은 것으로 조사되었고, 1시간당 평균 약 3.3척이 부산항을 입·출항하는 것으로 밝혀졌다. 그리고, 주간(07:00~21:00시) 시간은 상·하행 선박을 포함한 교통량이 시간당 약 21척으로, 야간(21:00~07:00시)의 교통량은 약 17척보다 많은 것으로 관측되었고 특히, 심야(01:00~03:00시) 시간대의 교통량은 시간당 약 11척으로 주간 Peak time대(07:00~09:00시)의 교통량 약 28척에 비하여 절반 이하의 교통량을 보이고 있으며 Peak time대의 부산항 입·출항 선박의 방파제 통과 시간은 9.5척/시로 조사되었다.

그리고 총 조사기간 5일 10.5시간중 심야 시간대(01:00~05:00시)는 약 49척/시, 새벽 시간대(05:00~07:00시)에는 약 89척/시, 아침 시간대(07:00~11:00시)에는 약 115척/시, 낮 시간대(11:00~15:00시)에는 약 81척/시, 저녁 시간대(15:00~19:00시)는 약 111척/시, 야간 시간대(19:00~01:00시)는 약 86척/시로 교통 조사 결과 부산항 접근 수역은 아침 및 저녁 시간대에 선박 교통량이 많은 것으로 조사되었다. 특히, 07:00~09:00시 사이의 통항량은 시간당 가장 많은 130척이 부산항에 입·출항 및 부산항 접근 수역을 통과하는 것으로 조사되었으며 총 조사 기간중 조사된 교통량 및 선박의 항적은 <표 3-2> 및 <그림 3-1>과 같다.

<표 3-2> 실측 해상 교통량(97.7.24~7.31)

(단위:척수)

일 시	하행	상행	전체
01:00-03:00	40	54	94
03:00-05:00	40	59	99
05:00-07:00	67	111	178
07:00-09:00	117	143	260
09:00-11:00	103	98	201
11:00-13:00	69	67	136
13:00-15:00	87	102	189
15:00-17:00	107	126	233
17:00-19:00	90	122	212
19:00-21:00	95	86	181
21:00-23:00	106	78	184
23:00-익일 01:00	83	65	148
평균(척/시)	41.8	46.3	88.1



<그림 3-1> 실측 선박의 항적(97.7.24~7.31)

이상에서 부산항 부근 수역은 아침 및 저녁 시간대에 선박의 흐름이 집중되고 있으며, 낮시간 및 야간에는 부산항을 출입항하는 선박보다 동서로 횡단하는 선박이 훨씬 많고 조사된 선박의 항적을 살펴보면 현행 항로를 준수하는 선박보다는 항로의 통항 분리대를 통과하여 항행하는 선박과 출항(입항) 항로로 입항(출항)하는 선박과, 같은 항로를 준수하지 않는 선박이 훨씬 많다. 그리고 조사된 선박의 항적에서도 나타나듯이 부산항 부근 수역에서는 선박 교통 흐름이 서로 교차하는 지점이 다수 발생하여 해난 사고의 위험성을 더욱 증가시키고 있는 실정이다.

3.2 현행 항로의 분석

현행의 부산항 출입 항로는 삼각형의 통항 분리대를 두고 동측(통항 분리대의 오른쪽)에 입항 항로, 서측(통항 분리대의 왼쪽)에 출항 항로를 두는 통항 분리대로

되어 있으며, 생도와 오탁도를 잇는 항계선까지 출입 항로가 설정되어 있고 항계내에는 내항 항로가 설정되어 출입 항로와 연결되어 있다. 출입 항로의 경우 통항 분리대를 중심으로 원·출항 항로폭은 1300미터에서 시작하여 삼각형 형태로 줄어들어 최소 190미터가 되도록 설계되어 있다. 부산항 출입 항로의 항로의 폭과 배치에 대한 적정성을 지역적 환경적 특성을 고려하여 검증하기 위하여 시뮬레이션이 실시된 적이 있는데, 출입 항로의 통항 분리대 서측의 항로는 그 폭이나 배치면에서 최악의 기상 조건하에서도 출항에 전혀 지장을 초래하지 않을 정도로 충분히 넓지만, 출입항로의 통항 분리대 동측의 입항 항로는 횡방향으로 바람이 강하게 불고 조류가 최강으로 흐르는 때에는 두척의 대형선이 방파제 입구를 동시에 통과하는 것이 어려운 것으로 평가되었다.

그리고, 이번 교통 조사를 통해서 항로를 준수하지 않는 선박이 대단히 많아 현행 항로가 유명 무실하고, 통항 분리대 부근에서 선박 상호간의 접촉이 다수 발생하여 위험하며, 실제 통항 분리대에서 충돌 사고가 발생한 경우도 확인되었다.

3.3 항로 지정의 제안

부산항 부근 수역의 선박 항식에서 파악되었듯이 부산항 앞을 통항하는 선박은 상·하행 교통량이 서로 섞여 흐르고 있어 선박간의 충돌 위험이 상존하고 마주치는 상황이 자주 발생하여 다중 조우가 불가피하다. 따라서 여기에서는 그러한 상·하행 교통량을 서로 분리하고 기존의 교통 흐름을 최대한 반영한 새로운 항로를 제안하고자 한다. 새로운 항로 설계 기준은 PIANC Rule 및 미국·일본 항로 설계 지침을 고려하였고, IMO의 Ship's Routeing에 따랐으며 집합침 설정의 기본 방침은 다음과 같다.

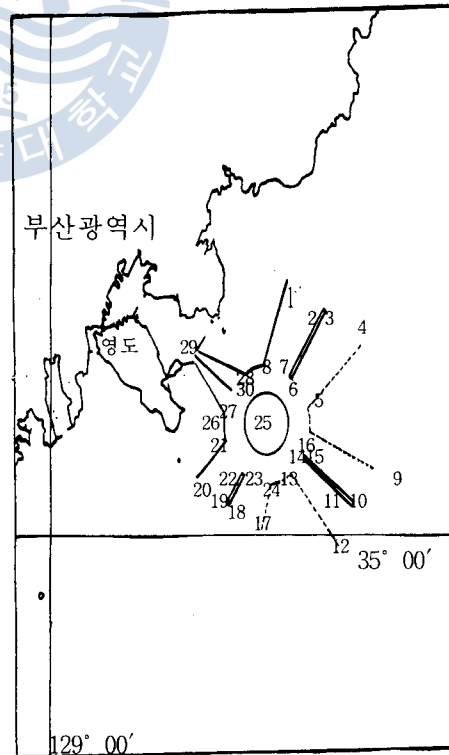
- 1 동서 통항로는 항로폭을 1마일로 설계하고 중앙에 통항 분리대(250미터)를 설치
- 2 남쪽 통항로는 항로폭을 0.6~1마일로 설계하고 중앙에 통항 분리대(250미터)를 설치
- 3 원형 분리대의 직경은 1.5마일을 기준으로 선박은 그 원주의 외측을 반시계 방향으로 항행하도록 설계
- 4 원형 분리대는 교통의 주방향에 출입구를 설정
- 5 선박의 교차는 직각에 가깝게 설정
- 6 선박의 합류는 소각도로 설정
- 7 선박의 분리는 대각도로 설정
- 8 실시된 해상 교통 관제 해역내에 원형 분리대 및 직선 분리대 설정

기존의 교통 흐름을 살펴보면 부산항 앞쪽을 동서로 횡단하는 선박이 일본쪽으로 통항하는 선박보다 2배 이상 많은 것으로 조사된 것을 감안하여, 동서 통항 항로폭은 접합점을 1마일로 동일하게 하고 원형 분리대의 서측에 위치한 직선 항로는 부산항 남항에서 대기 중인 선박 및 서측에서 접근하는 선박을 고려하여 다른 직선 항로보다 길이가 조금 짧은 1마일로 제안하고, 소각도로 합류하고 대각도로 분리하기 위하여 직선 항로 끝단을 나팔관 형태로 제안하였다. 그리고 원형 분리대 동측에 위치한 항로도 마찬가지로 나팔관 형태(1.5마일)의 통항 항로를 제안하였다.

원형 분리대의 남측에 위치한 직선항로는 접합점을 0.6마일로 하고 직선항로 끝단을 나팔관 형태의 1마일로 제안하였다. 원형 분리대는 PIANC Rule 및 미국·일본 항로 설계 지침이 유사하게 규정하고 있는 10B이상을 기준하여 기존 교통 흐름과 비교 직경 1.5마일로 설계하였다. 제안된 항로의 원형 분리대 및 직선 항로의 각각의 경·위도는 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 각 지점의 위치

No	위 치	No	위 치	No	위 치
1	35° 06.6' N 129° 10.3' E	9	35° 02.8' N 129° 13.7' E	17	35° 00.3' N 129° 09.2' E
2	35° 05.9' N 129° 11.8' E	10	35° 01.9' N 129° 13.1' E	18	35° 01.0' N 129° 07.7' E
3	35° 05.8' N 129° 12.0' E	11	35° 00.8' N 129° 12.9' E	19	35° 01.1' N 129° 07.6' E
4	35° 04.9' N 129° 13.2' E	12	35° 00.1' N 129° 12.1' E	20	35° 01.6' N 129° 06.4' E
5	35° 03.4' N 129° 11.1' E	13	35° 01.7' N 129° 10.3' E	21	35° 02.6' N 129° 07.7' E
6	35° 04.2' N 129° 10.4' E	14	35° 02.2' N 129° 10.7' E	22	35° 01.8' N 129° 08.2' E
7	35° 04.3' N 129° 10.3' E	15	35° 02.2' N 129° 10.8' E	23	35° 01.7' N 129° 08.3' E
8	35° 04.4' N 129° 09.2' E	16	35° 02.7' N 129° 11.2' E	24	35° 01.6' N 129° 09.5' E
25	35° 03.1' N 129° 09.4' E	반경 0.75M			
26	35° 03.1' N 129° 09.4' E	반경 1.5M			
27	35° 03.4' N 129° 07.7' E				
28	35° 04.4' N 129° 08.2' E				
29	35° 03.9' N 129° 07.5' E				
30	35° 04.7' N 129° 06.3' E				



<그림 3-2> 부산항의 제안된 항로

4. 결 론

이상과 같이 해상 교통량 실측 분석 결과 부산항 부근 수역에서는 아침 및 저녁 시간대에 선박의 흐름이 집중되고 있으며 현행 항로를 준수하지 않는 선박이 대단히 많고, 현행 항로의 통항 분리대 부근에서 선박 상호간의 집중이 다수 발생하여 위험하며 실제 통항 분리대에서 충돌 사고가 발생한 경우도 확인되었으며, 시간당 10여척의 선박이 통항하고 있는 실정이며, 여러 방향에서 선박이 합류 및 분산되기 때문에 부산항 부근 수역에 원형 분리대의 설치를 제안하였다. 이렇게 원형 분리대를 설치할 경우 상존하는 충돌의 위험성을 줄이고 통항 안전을 도모하여 해양 환경 보호 및 인명 보호에 도움이 되리라 판단된다. 그리고 부산항 조도 정상에 건설중인 VTS(Vessel Traffic Service) Centre가 설치되어 서비스가 시작되고 제안된 분리대가 설정 운용된다면, 많은 해난 사고를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 이로 인해 위험한 교통 흐름을 탈성하여 항만의 효율을 증가시킬 것으로 판단된다.

제안된 원형 분리대의 중심에 대형부표와 Racon을 설치하여 선박 통항에 편리함을 도모하여야 하고, 1996년 해양수산부에 제출된 “남·북형제도 부근 수역의 통항 안전 방안을 위한 조사·연구”에서 제안된 항로가 일부 변경되어 연계된다면 현재 항행 부표와 거의 유사하게 될 것이다. 그리고, 오탁도 방화재 외측에 연안항로대(Inshore Traffic Zone)를 설정하여 소형 선박이 통항하도록 하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 부산항 원형 분리대의 원형을 직경 3M로 하고 내측 1.5M은 선박의 선회를 위하여 설정하여 그 사이를 반시계방향으로 통항하고 동서측 출입로는 각각 1M로 시작하여 나팔관 형태로 각각 동측 1.5M, 서측 1.2M로 설정하고 남측 출입로는 동서 출입로보다 상대적으로 선박의 교통 흐름이 적기 때문에 0.6M로 시작하여 1M로 설정하고 부산항 출입 항로는 1.5M떨어진 해상에서 부산항을 입출항하게 설계되었다. 이런 원형 분리대로 인하여 서측에서 부산항으로 입항하려는 선박 및 서측에서 동측으로 횡단하는 선박은 항행 거리가 다소 길어지며, 동서 통항 선박에 대하여는 징류된 흐름이 적고 Pilot Station의 위치가 다소 변경되어야 할 것이다.

본 연구의 한계 및 향후 연구 과제로는 해상 교통량 조사시 적어도 3일 정도의 관측을 하여야 통계적 추정치의 신뢰성이 높아지는데 본 연구에서의 교통 조사 관측

은 5일 10.5시간으로 이 조건을 만족하지만, 계절의 변화에 따라 선박입·출항수 및 교통의 주요 흐름이 다소 변경될 가능성이 있기 때문에 각 계절별로 일정기간씩 관측한 자료와 이 연구에서 이용한 자료를 비교하여 타당성을 검증하는 단계가 필요할 것으로 사료된다. 본 연구에서 이용한 데이터는 ARPA기능이 없는 레이더를 이용하였기 때문에 척수와 항적만을 관측하였으나, 앞으로 부산항 VTS가 운영되는 시점에서는 선박의 침로, 속력등과 같은 상세한 자료를 수집하여 비교·분석할 필요가 있겠다. 현재 운영중인 부산항 입구 TSS에 부표를 여러번 설치하였으나 얼마 가지 않아 계속 유실되고 있다. 따라서 제안된 Roundabout 중심부에 설치할 대형 부표의 크기와 종류 및 설치 방법에 대한 검토가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부, “해양수산통계연보”, 1997.
- [2] 기상청, “기상연보”, 1992~1996.
- [3] 대한민국수로국, “수로기술연보”, 1994.
- [4] 해양수산부, “장기파랑산출집”, 1996.
- [5] Jin-Soo Park, “Marine Traffic Engineering in Korean Coastal Waters”, Institute of Marine Studies, University of Plymouth, 1994, pp.8~9.
- [6] 중앙해안심판원, “해안심판사례집”, 1992~1996.
- [7] ICORELS of PIANC, “Optimal Lay-out and Dimensions for the Adjustment to Large Ships of Maritime Fairways in the Shallow Seas, Seastraits and Maritime Waterways”, *Report of Working Group 4 of PIANC*, Brussel, Belgium, 1980.
- [8] U.S. Army Corps of Engineers, “Engineering and Design for Hydraulic Design of Deep-draft Navigation Projects”, *U.S. Department of the Army*, 1983.
- [9] Morihira M., Isiwata T., Suzuki S., “Pocket Book for Port Construction”, Sankeido Press, 1984.
- [10] IMO, “Ships’ Routeing”, 1992 Amendments.
- [11] 해양수산부, “남·북형제도 부근 수역의 통항 안전 방안을 위한 조사·연구”, 1996.