

여수해만 특정해역의 해상교통시스템 설정에 관한 연구

정재용* · 김철승** · 정중식***

*, **, *** 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

A Study on Proposal of the Improved Marine Traffic System for Specified Area on Yosu Bay

Jae-Yong Jong* · Chol-Seong Kim* · Jung-Sik Jeong*

* Professor, Division of Marine Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 여수해만의 교통안전특정해역은 1988년에 설정된 이후 선박 입항 척수 및 톤수가 크게 변하는 등 해상교통환경이 급격하게 변화된 것에도 불구하고, 통항분리가 되지 않은 채 홀수제약선의 깊은수심항로만 지정되어 있고 홀수제약선 이외의 통항선박들에 대한 항로체계는 미비한 실정이다. 또한 여수해만 입구의 A, B, C, W 묘박지에서 항로로 진입하는 선박과 조업어선 등의 무질서한 운항으로 통항선박의 안전에 지장을 초래하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 여수해만 특정해역에 대하여 장래의 교통여건까지 고려하여 도출된 문제점에 대한 개선방안을 강구하는 등 해양사고 예방을 위한 종합적인 해상교통체계 설정에 목적이 있다.

핵심용어 : 해상교통시스템, 해상교통조사, 해상교통류시뮬레이션, 선박조종시뮬레이션, 안전성 평가

Abstract : There has been only a deep water route for deep draft vessels without any other routeing system in Yosu Bay despite of the rapid change in ship's size and increase in the traffic volume since the specified area for traffic safety was established in 1988. In this work, we suggest several solutions to secure ship's safety and to eliminate dangerous factors which exists in present ship traffic system. Consequently, this work is to propose improved marine traffic system in future

Key words : Marine Traffic System, Marine Traffic Survey, Marine Traffic Flow Simulation, Ship-Handling Simulation, Safety Assessment

1. 서 론

여수해만은 1988년에 교통안전특정해역이 설정된 후 15년이 경과하여 선박 입항 척수 및 톤수 등이 크게 변화였다. 즉, 1988년 선박 입항 척수 11,333척, 톤수 45,554,709톤이었으나 2003년 선박 입항 척수 27,970척, 톤수 179,911,855톤으로서 입항 선박 척수는 약 2.5배, 톤수는 약 3.9배 증가하였다. 그리고 광양항은 동북아 중심항만으로서 부산항과 더불어 우리나라 컨테이너 화물 처리의 Two Port System의 한 축으로 개발 중이며, 향후 2011년까지 총 33개의 컨테이너 선석 등을 개발 추진 중에 있어 급격한 해상교통량의 증가가 예측되고 있다. 또한 여수해만은 초대형원유운반선 및 광탄선과 같은 홀수제약선의 입출항이 빈번할 뿐만 아니라 8,000TEU급의 초대형 컨테이너선도 기항하고 있다.

그러나 현재 특정해역에는 홀수제약선의 깊은수심항로 및 항법만 지정되어 있을 뿐 홀수제약선 이외의 통항선박들에 대한 항로체계는 통항이 분리되어 있지 않고, 좌현표지를 좌측에 두고 출항하는 등 항법을 위반하고 있는 상황이다. 또한 여

수해만 입구의 A, B, C, W 묘박지에서 항로로 진입하는 선박과 조업어선 등의 무질서한 운항으로 통항선박이 안전에 지장을 받고 있다.

본 연구에서는 여수해만 특정해역에 대한 자연환경, 해양사고, 해상교통량 및 해상교통흐름 관측, 어업현황 등을 조사·분석하고, 전문가 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하여 개선안을 도출하기로 한다. 그리고 도출된 개선안에 대하여 해상교통류시뮬레이션을 실시하여 개선안의 타당성을 검증하기로 했다.

2. 해상교통환경 평가

2.1 자연환경조사 결과

기상환경은 1999년부터 2003년까지 5년간의 기상청 여수측 우소에서 조사·분석한 월별 기상자료를 이용하였다(기상청, 2004).

여수해만은 지형적으로 연중 바람이 많고 강하며, 태풍 내

* 대표저자 : 정재용(중신회원), jyjong@mmu.ac.kr 061)240-7308

** 중신회원, cskim@mmu.ac.kr 061)240-7307

*** 중신회원, jsjeong@mmu.ac.kr 061)240-7238

습기에는 태풍의 직간접적인 영향을 받아 입출항하는 선박의 조선에 영향을 받는다. 또한 안개의 발생일수가 많고, 지속시간이 길다. 특히 이 해역에서 발생하는 안개는 이유무로서 다른 안개에 비해 두껍고, 발생범위가 넓으며 지속시간이 길다.

하절기에 강수량이 집중되고, 안개가 많이 발생하여 시정이 제한을 받는다. 이는 해상에서 항행하는 선박이 물표나 항로 표지 등의 인지 또는 경계를 곤란하게 하여 충돌, 좌초 등 해양사고의 주요 원인이 된다.

국립해양조사원 조류도를 살펴보면, 백서 남쪽의 조류는 서남서 1.3kn, 남남동 0.8kn이고, 대도 부근은 북동 1.0~1.7kn, 남남동 1.4~2.0kn에 이른다(국립해양조사원, 2001). 또 광양항에 출입하는 대형선박이 빈번히 이용하는 여수해역 항로에서 창조류는 북북서류이고, 낙조류는 남남동류이다. 최강 창조류는 1.2~1.7kn, 최강 낙조류는 1.3~1.8kn이다(국립해양조사원, 2001).

2.2 해양사고조사 결과

해양사고는 최근 5년간(1998~2003년)에 발생한 사고를 조사·분석하였다(중앙해양안전심판원, 2004). 여수해만에서 발생한 해양사고의 위치는 Fig. 1과 같다. 해양사고는 어장이 형성되는 시기에 어선과 통항선박과의 충돌사고가 대부분을 차지하고 있다.

2.3 해상교통 조사

1) 해상교통량 조사

여수해만을 통항하는 해상교통량은 1999년부터 2003년까지 최근 5년간의 여수지방해양수산청 전산실의 Port-MIS자료를 분석하였다(여수지방해양수산청, 2004).

분석결과를 요약하면 다음과 같다.

선박의 입출항 척수가 급격하게 증가하고 있고, 특히 컨테이너선의 대형화 추세에 따라 5만톤급 이상의 선박이 급격하게 증가하고 있다.

여천산단 부두에 입출항하는 5만톤급 이상 선박은 D-1구역과 D-2구역을 정박지로 사용하며, D-1구역이 D-2구역보다 이용 척수가 많고 증가추세가 현저하다. 또한 D-1구역은 원로부두에 입출항하는 대부분의 초대형 선박이 정박지로 사용하고, 5만톤급 이상의 대형선박 척수도 2003년도에 약 90척에 달하고 있지만 선종의 구별 없이 사용되고 있다.

2) 해상교통흐름 조사

해상교통량흐름은 여수지방해양수산청 해상교통정보센터의 자동저장장치로부터 2004년 2월에서 6월까지의 자료 중 선박의 입출항이 가장 많았던 4월 21에서 4월 23일까지 3일간의 데이터를 이용하여 조사하였다.

여수해만 특정해역을 입출항하는 선박들의 해상교통흐름은 Fig. 1과 같다. 각 해역별로 구분하여 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

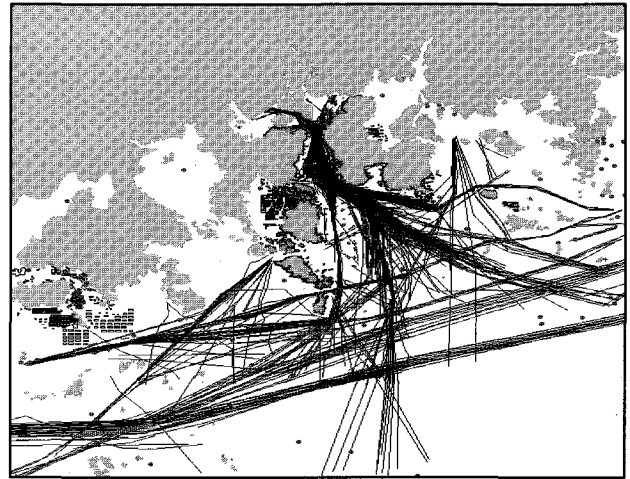


Fig. 1 The traffic flow style and pattern for incoming and outgoing routes on Yeosu-Gwangyang Bay

- ① 대도 북항로(대도와 남해군 사이)는 대부분 3천톤 미만의 중소형 선박이 여수·광양항에 입항한 선박이며, 대도 남항로(대도 남동~남서 방향)는 입출항 선박의 통항량이 상대적으로 많은 뿐만 아니라 1만톤 이상의 선박 비율도 약 30% 정도로 높으며, 대형 선박은 거의 대도 남항로를 이용하고 있다. 선종별 입출항 분포는 입항 시에는 위험화물 운반선이 35%, 출항 시에는 일반화물선과 예인선의 비율이 각각 27%이다. 대도 부근해역은 북항로를 이용하여 여수·광양항에 입출항하는 선박과 대도 남항로를 이용하여 입출항하는 선박 사이에 교행이 많이 발생하여 항로 설정이 필요한 해역으로 조사되었다.
- ② 돌산도 연안항로는 여수 및 광양항에 입항한 선박이 총 31척, 출항한 선박은 27척으로 대도 북항로와 비슷한 교통량이다. 선박 톤수별 비율은 500톤~3천톤 미만의 선박이 입출항 모두 약 50%, 3천톤~1만톤급 미만이 입항 약 22.5%, 출항 33.3%로서 소형선박이 이용하는 항로이다. 또한, 위험화물 운반선의 통항 비율이 50%로서 해양사고의 위험성이 높다. 돌산연안 항로는 대도 북항로 및 남항로를 이용하여 여수·광양항에 입출항하는 선박과 A, B 및 C정박지를 이용하는 선박들과 교행하는 경우가 많이 발생하여 선박의 통항안전성에 지장을 초래하고 있다.
- ③ 여수 연안항로를 이용한 선박은 47척이며, A 및 B 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 23척, C 및 W 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 19척으로 조사되었다. 여수 연안항로를 이용한 선박은 500톤 미만의 선박이 80%를 차지하고 있다. A 및 B 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 1천톤~3천톤 미만의 선박이 높은 통항 비율을 나타내고 있으며, C 및 W 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 3천톤~6천톤 미만의 선박이 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 선종별 입출항 분포는 A 및 B 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 위험화물 운반선, C 및 W 정박지에서 특정해역으로 진입한 선박은 일반화물선이 대다수

를 차지하고 있다. 이와는 대조적으로 여수 연안항로를 이용한 선박은 잠종선과 예인선의 비율이 상대적으로 많다. 또한 A 및 B 정박지 및 C & W 정박지에서 특정해역으로 진입하는 선박과 특정해역을 따라 입출항하는 선박들이 교행하는 경우가 상당히 발생하고 있다. 따라서 특정해역의 1번등부표 부근에서는 돌산항로에서 항로로 진입하는 선박, 여수 외항의 정박지에서 항로로 진입하는 선박, 항로에서 정박지로 입출항하는 선박, 대도 남·북항로를 이용하여 여수·광양항으로 입출항하는 선박들이 교차하는 해역으로 분석되었다.

2.4 어업현황 조사 및 분석

여수해만을 통항하는 선박의 통항안전성 확보, 항법 및 항로설정·조정과 관련하여 해당해역의 어장도 분포 현황을 조사한 결과 특정해역 및 정박지내에는 현재 어장이 없는 것으로 조사되었다.

그러나 돌산도 동쪽 해역에는 어망이 많이 설치되어 있기 때문에 통항 선박이 주의하여 항해해야 한다. 또한 2003년도 어선 입출항 현황을 분석한 결과 6월에 가장 많이 입출항하여 안개 발생 시기와 어선의 입출항이 많은 시기가 동일하여 어선과 통항선박간의 충돌사고의 위험성이 상존하고 있는 것을 알 수 있다.(Fig. 1 참조)

2.5 전문가 및 이용자 설문조사

전문가 및 이용자에 대한 의견 수렴 및 설문조사는 여수·광양항을 출입항하는 선박의 선장, 여수항 도선사협회, 여수지방해양수산청, 관련 해운업체를 대상으로 설문조사를 실시하고, 관련 전문가를 면담하였다. 조사 내용은 여수해만의 항법, 항로, 항로표지, 항행위험요소 등에 대한 문제점 및 그 해결방안이었다. 설문조사는 현대, 한진, 대한해운, POS 소속의 골든벨, 대우스피리트, 한진담피아, 현대대양주 등의 선박이고, 여수항 도선사, 여수지방해양수산청 및 항만교통정보센터 운영자, (주)한국탱카안전공사, LG칼텍스정유주식회사, 상지해운, 서우해운 등 해운업체에 총 108부를 배포하였다.

설문응답을 요약하면 다음과 같다.

- ① 여수해만은 선박통항이 급격하게 증가하고 입·출항 선박이 많은 곳에서 교차가 발생하여 항행상 잠재적 위험요소가 많은 해역이다. 따라서 선박간의 교차를 줄이고, 항만관계실의 불필요한 관제를 감소시키며, 선박의 통항 안전을 확보할 수 있도록 현재의 깊은수심항로만 지정되어 있는 특정해역에 통항분리대를 설정하여 체계적인 입출항 관리를 실시해야 한다.
- ② 국내 개항질서법상 개항의 항계 내의 선박교통에 방해가 될 장소 또는 항계 내를 입출항하는 선박의 안전을 확보하기 위하여 항계 밖의 수로를 항로로 지정·고시하여 항로상에서 어로행위를 금지해야 한다.
- ③ 통항선박이 부두에 접안해 있는 선박과 근접 통항하지 못하도록 하는 대책이 요구된다.

- ④ 해도에 표시된 돌산도 부근의 어업제한구역 경계와 실제 정치망위치가 상이하므로, 어업제한구역과 정치망이 일치하도록 하여야 한다.
- ⑤ 특정해역 남단에서 남북항로와 동서항로, A, B, C, W 투묘지와 TSS 사이의 통항로 및 여수항 입출항로의 교차를 최소화할 수 있는 항로설정이 필요하다.

3. 해상교통시스템의 제안

여수해만 특정해역의 해상교통시스템은 대상해역에 대한 다양한 항목의 해상교통환경평가 결과 및 전문가의 의견 등을 반영하여 해상교통시스템의 초안을 작성한 11차례의 전문가 토론회 및 3회의 공청회 등을 실시하여 수정·보완하여 Fig. 2 와 같은 해상교통시스템을 제안하였고, 주요 내용은 다음과 같다.



Fig. 2 Proposal of improved maritime traffic system in special sea areas

- ① 제안한 해상교통시스템은 항로의 중앙부에 깊은수심항로, 깊은수심항로 좌측에 통항분리대의 출항항로, 우측에 통항분리대의 입항항로를 설정하였다. 이는 홀수제약선 및 그 외 선박의 입항과 출항을 분리하여 해상교통흐름을 단순화하고, 교차를 최소화하기 위해서이다.
- ② 깊은수심항로의 좌우측에 황색등부표를 설치하여 현행 출항선이 녹색 등부표를 좌현에 두고 출항하는 항법위반상황을 항로표지법 및 항로표지의 기능 및 규격에 관한 기준에 맞도록 하였다.
- ③ 주의구역 1은 여수항 연안을 따라 입출항하는 선박과 통항분리대를 따라 입출항하는 선박의 교차지점에 주의해역을 설정하였다.
- ④ 주의구역 2는 묘박지와 항로를 진출입하는 선박이 교차하

는 지점을 주의해역으로 설정하였다.

- ⑤ 주의구역 3은 광양항 특정해역의 1번 등부표 부근에서 들산항로에서 항로로 진입하는 선박, 여수 외항의 정박지에서 항로로 진입하는 선박, 항로에서 정박지로 출항하는 선박이 입출항 하는 선박, 대도 남·북항로를 이용하여 여수·광양항으로 입출항하는 선박들이 교차하는 지역에서 주의하여 항행하도록 하였다.
- ⑥ 주의구역 4는 대도 부근해역에서 북항로를 이용하여 여수·광양항에 입출항하는 선박과 대도 남항로를 이용하여 입출항하는 선박사이에 교차하는 해역으로 주의해역을 설정하였다.
- ⑦ 정박지 D-1을 확대하였고, 일반화물선과 위험화물 운반선의 묘박지로 분리하였다.

또한 도출된 개선안의 적정성을 판단하기 위하여 다음 항목들을 검토하였다.

3.1 항로

제안한 해상교통시스템은 선박의 항행상 안전과 관계가 있는 항로 배치와 항로 폭, 수심과 선회장 등의 측면에서 국내의 항만시설물 설계기준을 적용하여 그 적정성을 검토하였다.

1) 항로의 대상 선박 제원

대상 선박은 깊은수심항로는 12,000TEU급 컨테이너 선박이고, TSS 입항과 출항 항로는 5만5천 DWT급 선박으로 그 제원은 Table 1과 같다.

Table 1 The particulars of model ships

항로	대상선박	전장 (m)	선폭 (m)	흘수 (m)
DW	12,000 TEU급	398	55	15.0
TSS 항로	5만5천 DWT	218	32.3	12.9

2) 항로의 배치

항로 배치시 고려사항을 검토한 결과, 모든 항로에서 Table 2와 같이 적합하였다.

Table 2 The Criteria on establishment of ship's route

고려 사항	적정성
해당 해역의 바람, 조류, 파도 등을 감안한 선체 운동역학	적합
육상의 항로표지 성능	적합
항로는 가급적 직선항로가 되도록 설계	적합
항로의 반곡부의 반경은 선체 길이의 최소 5배 이상(가능한 10배 이상)	적합
교량 등이 있거나 항로가 좁아지는 경우 선체 길이의 5배 이상의 직선 통항로를 전후에 설치	적합

3) 항로 폭

항로 폭 산정에 관한 기존 연구자료 및 규정에 의한 12,000 TEU급 컨테이너선과 55,000 DWT 선박의 소요 항로 폭은 Table 3과 같다.

Table 3 The width of ship's route

연구제안자, 저자 등	12,000TEU급		55,000DWT	
	왕복항로 (m)	편도항로 (m)	왕복항로 (m)	편도항로 (m)
本田啓之輔 (조선통론)	396~451	253~281	233~265	149~165
岩井聰	440~550	275~330	258~323	162~194
United Nations Conference on Trade and Development	415	275	256	162
The Joint Working Group PIANC and IAPH, Cooperation with IMPA and IALA	231~781	105~395	136~459	61~233
Gregory P. Tsinker	286~495	198~330	200~291	116~194
한국 및 일본 항로 설계지침	597~796	199~398	327~436	109~218
미국 항로설계지침	297~468	154~341	174~275	90~200

통항형태를 고려한 항로 폭의 검토 결과는 Table 4와 같다. 모든 항로는 항로 폭 기준을 만족하지만, 제안한 깊은수심항로 중에서 삼기등대 부근은 항로 폭이 가장 좁은 450m로서 기준에 미치지 못하지만 그 이외의 부분에서는 모두 만족하고 있다.

Table 4 The suitability of the width on ship's route

항로	항로 폭	통항형태	적정성
깊은수심항로	450~700	왕복	부적합
TSS 출항	600	편도	적합
TSS 입항	500	편도	적합

4) 수심

PIANC Rule에 의하면 개방해역은 강하고 파장이 긴 선미 방향 또는 선미 4분의 1방향의 너울에 노출된 해역으로서 선박이 고속으로 항행할 수 있는 지역의 경우, 총 선저여유수심은 대상선박 최대 흘수의 20%가 되어야 한다.

강하고 파장이 긴 너울에 노출된 대기해역의 경우 총 선저여유수심은 흘수의 15%가 되어야 한다. 강하고 파장이 긴 Swell에 노출된 항로의 경우 총 선저여유수심은 흘수의 15%, 비교적 너울에 노출이 안된 항로의 경우는 흘수의 10%가 되

어야 한다.

조선 및 접이안 해역은 너울에 노출되어 있는 경우, 총 선저 여유수심은 흘수의 10~15%, 너울 등으로부터 보호되어 있는 지역의 경우는 흘수의 7%가 되어야 한다.

Table 5 The necessary water depth according to the sea area type

해역	필요 수심
개방 해역	Draft + 0.2D
대기해역	Draft + 0.15D
항로	Draft + 0.15D
조선 및 접이안	Draft + 0.15D

따라서 현행 항로의 수심에 Draft+0.15D를 적용할 경우 통항가능 선박의 흘수는 Table 6과 같다.

Table 6 The suitability of the water depth

항로	수심	해역형태 적용	통항가능 선박의 흘수
DW	22.5	항로	19.57
TSS 출항	14.8	항로	12.87
TSS 입항	14.6	항로	12.70

3.2 항로의 개선

제한한 여수해만의 TSS의 경계는 Table 7과 같다.

3.3 정박지

D-1정박지는 선종별로 구분하여 설정하였고, 그 경계는 Table 8과 같으며, D-2 정박지는 항로설정에 따라 이동하였다.

Table 8 Rearrangement of the D-1 & D-2 anchorage

항로	번호	위도			경도		
		도	분	초	도	분	초
D-1정박지 (위험화물 운반선)	1	34	35	39	127	58	2
	2	34	35	39	127	59	51
	3	34	37	45	127	59	43
	4	34	37	45	127	57	33
D-1정박지 (일반화물선)	1	34	37	45	127	57	33
	2	34	37	45	127	59	43
	3	34	39	32	127	59	38
	4	34	39	32	127	57	2
D-2정박지	1	34	39	46	127	53	48

Table 7 The position of the ship's route

항로	번호	위도			경도		
		도	분	초	도	분	초
좌측외연	1	34	35	39	127	55	21.6
	2	34	40	16.8	127	54	40.2
	3	34	43	16	127	49	59
	4	34	45	32	127	48	39
	5	34	50	32.5	127	47	20
우측외연	1	34	35	39	127	58	2
	2	34	41	23	127	56	38
	3	34	43	4	127	53	24
	4	34	43	15.6	127	51	31
	5	34	44	2	127	50	35
	6	34	44	57.5	127	49	59
	7	34	45	46	127	49	56
	8	34	46	14	127	49	56
	9	34	50	0	127	48	40
중앙분리대	1	34	35	39	127	56	37
	2	34	35	39	127	56	48
	3	34	39	32	127	56	5
	4	34	39	32	127	55	48
중앙분리선	1	34	40	26	127	55	45
	2	34	43	15.2	127	50	12
항행금지구역	1	34	47	44	127	48	46
	2	34	47	46	127	49	4
	3	34	48	2	127	49	0
	4	34	48	0.5	127	48	48
DW 항로 1	1	34	45	38	127	49	6
	2	34	45	42	127	49	28
	3	34	46	37.5	127	49	13
	4	34	47	44	127	48	46
	5	34	47	40	127	48	29
DW 항로 2	1	34	48	31	127	48	18
	2	34	48	33.5	127	48	40.5
	3	34	50	0	127	48	16
	4	34	50	0	127	47	53
주의해역 1	1	34	39	32	127	54	45
	2	34	39	32	127	57	2
	3	34	40	34	127	56	48
	4	34	40	16.8	127	54	40.2
주의해역 2	1	34	42	51	127	49	59
	2	34	44	2	127	50	35
	3	34	44	57.5	127	49	59
	4	34	44	46	127	49	56
	5	34	45	32	127	48	39
	6	34	43	16	127	49	13
주의해역 3	1	34	47	37	127	48	8
	2	34	47	44	127	48	46
	3	34	48	0.5	127	48	48
	4	34	48	2	127	49	0
	5	34	48	5	127	49	19
	6	34	48	38	127	49	7
	7	34	48	28	127	47	54
주의해역 4	1	34	50	0	127	47	29
	2	34	50	0	127	48	40
	3	34	50	51	127	48	23
	4	34	50	32.5	127	47	20

3.4 도선점의 개선안

여수해만에 TSS가 설정됨에 따라 도선점을 Table 9와 같이 이동 및 신설하였다.

Table 9 The position of the pilot station

항로	번호	위도			경도		
		도	분	초	도	분	초
도선점	1	34	44	35	127	49	39.5
	2	34	42	35	127	50	55
	3	34	41	36	127	56	12

3.5 항로표지의 개선

여수해만에 TSS의 설정에 따른 항로표지는 table 10과 같다.

Table 10 Rearrangement of navigational aids

항로표지	구분 번호	위도(N)			경도(E)		
		도	분	초	도	분	초
안전표지(Lanby,Racon)	1	34	35	39	127	56	43
좌현표지	2	34	40	16.8	127	54	40.2
고립장애표지	3	34	41	45	127	53	12
우현표지	4	34	43	4	127	53	24
좌현표지	5	34	42	51	127	49	59
안전표지(Lanby,Racon)	6	34	43	15.2	127	50	12
우현표지	7	34	43	15.6	127	51	31
우현표지	8	34	44	2	127	50	35
우현표지	9	34	44	57.5	127	49	59
우현표지	10	34	45	46	127	49	56
우현표지	11	34	46	14	127	49	56
특수표지	12	34	45	36	127	49	1
특수표지	13	34	45	41	127	49	28
특수표지	14	34	47	40	127	48	29
서방위표지	15	34	47	44	127	48	46
특수표지	16	34	48	30	127	48	17
특수표지	17	34	48	33.5	127	48	40.5
특수표지	18	34	50	0	127	47	53
특수표지	19	34	50	0	127	48	16
동방위표지	20	34	47	46	127	49	4
우현표지	21	34	49	22	127	48	53
좌현표지	22	34	50	0	127	47	29
우현표지	23	34	50	0	127	48	40
고립장애표지	24	34	47	52	127	48	57

4. 해상교통시스템의 검증

제3장에서 제안한 해상교통시스템은 해상교통류시물레이션(Inoue, 2000) 및 선박조종시물레이션을 실시하여 적합성을 검증하였다.

4.1 해상교통류시물레이션에 의한 평가

여수해만 특정해역의 종합환경 스트레스치 분포는 Fig.3 및 Fig. 4와 같다. Fig. 3은 현행 해상교통시스템에서 실시한 해상교통류시물레이션 결과이고, Fig. 4는 본 연구에서 제안한 해상교통시스템에 대한 해상교통류시물레이션 결과이다.

통항분리대 및 깊은수심항로를 제안한 해상교통시스템이 현행 해상교통시스템보다 종합환경스트레스치가 현저하게 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 통항분리대 및 깊은수심항로의 설정으로 인해 해상교통흐름을 정류하여 선박의 교차를 저감시킨 결과로 판단된다.

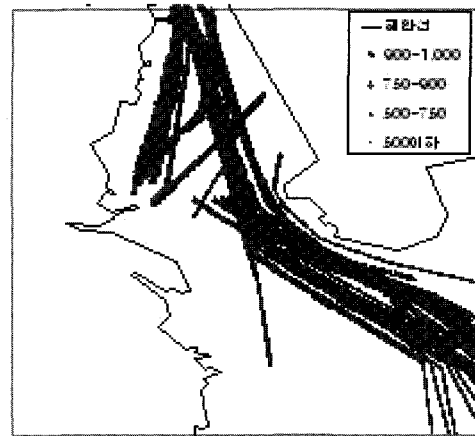


Fig. 3 The result of ESA on the present traffic system

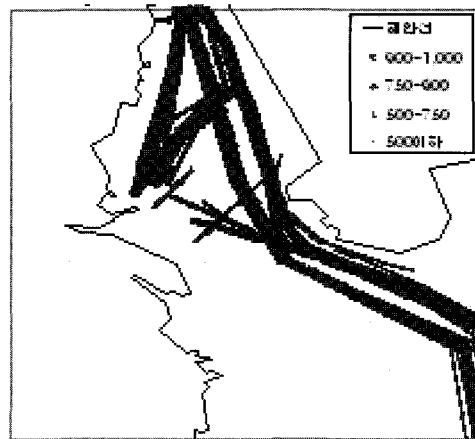


Fig. 4 The result of ESA on the proposed traffic system in special sea area (TSS)

4.2 선박조종시물레이션에 의한 평가

1) 선박조종시물레이션 조건

제안한 특정해역의 깊은수심항로는 입항 30만톤급 원유선, 출항 12,000 TEU급 컨테이너선으로 설정하였다. 외력조건은 바람 북서풍 26노트, 조류 160도 2.0노트(최강낙조류), 파고 2.5미터로 항행에 불리한 조건들을 설정하였다. 또한, 입출항하는 대상선박들이 삼기등대 북쪽에 설정된 깊은수심항로에서 교행되도록 시나리오를 설정하였다.

2) 시뮬레이션 결과

① 선박 운항 항적도 분석

Fig. 5는 선박조종시뮬레이션 선박 항적도이다.

깊은수심항로를 따라 입항한 선박의 항적도는 특정해역 입구에서 하동항로 분기점까지 항행하는 데 있어 별다른 어려움과 특이사항을 발견되지 않았다. 특정해역 북단에서 출항한 선박의 항적도 역시 특이사항이 없었다. 특정해역 남측에 위치한 수심 16.8미터의 고립장애표지를 통과할 때에도 20미터 등심선과 통항분리대의 좌측 경계와의 직선거리가 약 550미터로서 최근접거리가 대상선박 선평의 4배 이상이었다.

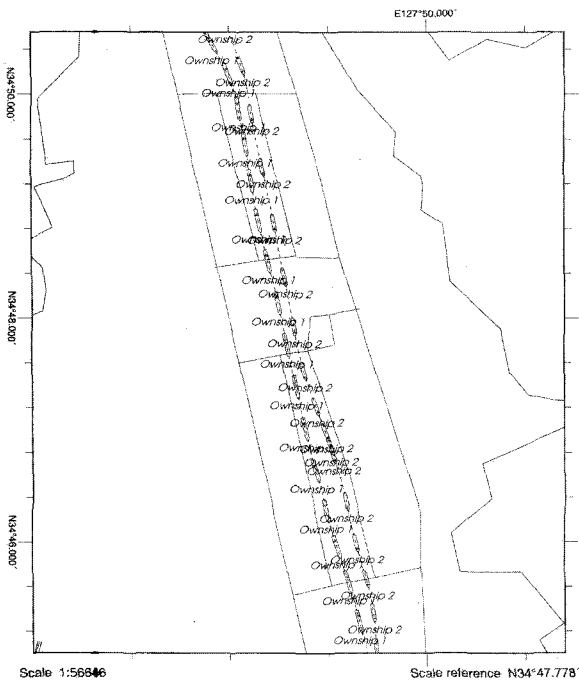


Fig. 5 Simulation result of ship's track

② 근접도 분석

항로 폭이 가장 협소한 삼기등대에 인접한 가항항로 경계와의 근접거리와 대상선박간의 근접거리는 출항선박의 최근접거리가 약 160미터로서 선평의 3배 이상은 확보되었고, 입항선박과의 최근접거리가 약 150미터로서 선평의 3배 정도 확보되었다.

삼기등대 이외의 구역에서는 적어도 200미터 이상의 이격거리를 확보할 수 있으므로 선박 통항안전성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

③ 선박의 제어도

선박의 제어도는 Table 11과 같고, 입항 선박의 주기 및 조타기의 구간별 작업 부하는 Fig. 6과 같다. 조타기 사용은 조타각의 절대값 평균이 8.38, 조타기 사용지수는 4.13으로서 항로를 직선으로 설정하여 변침을 적게 하고 대각도 변침을 피하도록 유도한 효과가 나타난 것을 알 수 있다. 그리고 선박의 여유제어량은 88.20%로 좋은 결과가 산출되었다.

Table 11 Maneuvering characteristics

조타각	절대값평균	8.38
	절대값표준편차	11.87
	제곱평균	210.89
조타기사용지수	평균	4.13
	표준편차	5.99
반전타사용횟수		31
선수방위	평균	330.32
	표준편차	42.79
표류지수	평균	0.04
	표준편차	0.06
항적	평균항적면적	476.44
	최대항적면적	910.00
	평균항적폭	257.26
RPM	절대값평균	48.86
	절대값 표준편차	13.78
추진기효율성	평균	2.28
	표준편차	0.82
선박의 여유제어량	평균	88.2
	표준편차	17.11

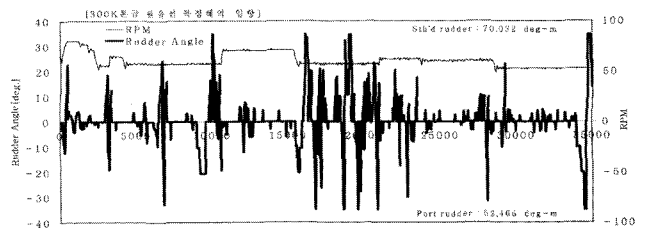


Fig. 6 Using results of the main engine and rudder

5. 결론

본 연구에서는 여수해만 특정해역에 대한 자연환경, 해양사고, 해상교통량 및 해상교통실태, 어업현황 등을 조사·분석하였고, 이용자 및 전문가 집단의 면담 및 설문조사를 실시하여 항행위험요소 도출 및 개선방안을 수립하였다.

특정해역에 대한 다양한 항목의 해상교통평가 결과 및 전문가의 의견 등을 반영하여 해상교통시스템의 초안을 작성한 후 11차례의 전문가 토론회 및 3회의 공청회 등을 실시하여 수정·보완하여 해상교통시스템을 제안하였다.

본 연구에서 제안한 해상교통시스템에 대해 해상교통류 시뮬레이션 및 선박조종시뮬레이션을 실시하여 타당성을 검증하였다.

참고 문헌

[1] 국립해양조사원(2001), 조류도 621번

- [2] 국립해양조사원(2002), 조류도 621-1번
[3] 기상청(1999~2003), 기상연보
[4] 여수지방해양수산청(2004), Port-MIS 내부자료
[5] 중앙해양안전심판원(1999~2003), 해양안전심판재결서
[6] Inoue, K.(2000), "Evaluation Method of Ship Handling Difficulty for Navigation in Restricted and Congested Waterways", The Journal of Navigation, The Royal Institute of Navigation, Vol. 53, No. 1, pp. 167-180.

원고접수일 : 2005년 4월 6일

원고채택일 : 2005년 10월 10일