

광양항의 항로설정에 관한 연구

정중식* · 정재용* · 김철승*

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부

A Study on Proposal of the Ship's Routing on Gwangyang Harbor

Jung-Shic JEONG* · Jae-Yong JONG* · Chol-Seong KIM*

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

요약 : 광양항은 부산항과 더불어 우리나라 컨테이너 화물 처리 Two Port System의 한 축으로 개발 중인 동북아 중심항만(Hub Port)으로서 향후 2011년까지 총 33개의 컨테이너 선석 등이 개발 추진 중에 있어 해상교통량이 급격히 증가하고 있으며, 또한 거대선·위험화물운반선·고속여객선의 통항이 빈번하여 대형사고의 발생우려가 상존하고 있다. 본 연구에서는 광양항을 이용하는 선박의 입출항 항로 등에 대한 해상교통환경을 면밀히 분석·평가하고, 통항로 및 항행보조시설 등의 적정성 검토를 통하여 미래 지향적이고 안전한 해상교통환경을 조성하기 위한 체계적이고 종합적인 항로를 설정한다.

핵심어 : 해양사고, 해상교통조사, 해상교통류시뮬레이션, 통항분리제도, 해상교통환경평가

Abstract : In the present maritime traffic conditions of Gwangyang harbor, there exists many hazardous factors which may lead to huge accidents including marine oil pollution. To mitigate the danger to vessels in Gwangyang harbor and to secure the safety of maritime environment, we established one way traffic between No.3 Route and No.4 Route, Designed of deep water line on No.3 route, Extended one-way route for Myo-Do Passage etc.

Key words : Marine Casualties, Marine Traffic Survey, Marine Traffic Flow Simulation, Traffic Separation Scheme, Marine Traffic Environment Assessment

1. 서론

국내 수출입 물동량의 99.8%가 해상운송 수단에 의존하고 있으며, 선박의 대형화·고속화가 진행되고 선박량도 증가하고 있는 추세이다. 또한 선박이 대형화됨에 따라 한 척의 선박에 기인한 사고라도 그 인적, 물적 손해 및 해양오염에 의한 환경피해액 규모도 커질 수밖에 없는 상황이며, 고속화와 선박량의 증가는 해상교통환경을 더욱 복잡하게 만들고 있으며, 해상안전을 위해하는 요소들도 더욱 증가하고 있는 추세이다. 지금까지 우리나라에서는 해상교통환경의 개선, 해양안전의 확보를 위하여 VTS 운영의 고도화, 통항분리제도의 운영, 항로표지 중·신설, 재배치 등 각종 대책이 수립되어 시행되어 오고 있으나, 기대에 미치지 못하고 있는 실정이다.

광양항은 동북아 중심항만(Hub Port)으로 부산항과 더

불어 우리나라 컨테이너 화물 처리 Two Port System의 한 축으로 개발 중이며, 향후 2011년까지 총 33개의 컨테이너 선석 등이 개발 추진 중에 있어 해상교통량이 급격히 증가하고, 선박의 대형화가 예측되고 있다. 또한 대형 컨테이너선과 원유운반선 및 광탄선과 같은 거대형선의 입출항에 추가하여 정제유 및 케미컬 등을 운송하는 중소형 선박에 의한 입출항으로 교통혼잡도를 더욱 가중시키고 있을 뿐만 아니라, 현재 설정된 항로 및 항로표지설비 자체는 해상안전 위해요소를 제거하기 위한 기능을 다하지 못하고 있으며, 장래 해상교통환경의 변화를 수용할 수 없는 상황이다.

특히, 광양항내 각각의 항로(제1~제4항로)가 만나는 낙포각 해역은 각 항로를 입출항하는 선박이 서로 교차되고, 제4항로는 수심이 낮아 홀수제약선의 항행이 불가하다.

따라서 여수·광양항 입출항 항로 및 인근해역에 대한 해상교통환경을 장래의 교통여건까지 고려하여 면밀히 분석·평가하고, 도출된 문제점에 대한 개선방안을 강구하는 등 해양사고 예방을 위한 종합적인 해상교통안전체

* 대표저자 : 종신회원, jsjeong@mmu.ac.kr 061)240-7238

* 정회원, jyjong@mmu.ac.kr 061)240-7308

* 정회원, cskimu@mmu.ac.kr 061)240-7307

제 구축 방안 마련이 절실히 필요하다.

본 연구에서는 광양항 항계내의 자연환경, 해양사고, 해상교통량 및 해상교통흐름 관측, 어업현황 등을 조사·분석하고, 전문가 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하여 현행 항로의 개선안을 도출하였다. 그리고 도출된 개선안에 대하여 해상교통류시뮬레이션을 실시하여 개선안의 타당성을 검증하였다.

2. 해상교통환경 평가

이 절에서는 광양항 항계내를 대상해역으로 해상조건조사 결과, 해양사고조사 결과, 해상교통조사 결과, 전문가 및 이용자의 요구사항 등에 따라 해상교통 환경을 분석 평가하고자 한다.

2.1 해상조건조사 결과

해상조건측의 측면에서 통항선박에 위해요소가 되는 사항을 해역별로 살펴보면 다음과 같다(국립해양조사원, 2002).

광양제철소로 입출항하는 대형선박이 주로 이용하는 광양항 전면해역 수로는 북서류의 최강 창조류가 0.8~1.2노트, 남동류의 최강 낙조류가 1.3~1.8노트로 상당히 강하여 접·이안 조선 및 계류 중인 선박의 안전을 확보하기 위하여 지속적으로 통항하는 선박이 조류에 압류될 가능성이 높다.

광양항은 남동측이 여수해만으로부터 열려있는 외해와 잘 통하고 있어 태풍 내습시에 N, NNE 방향의 심해파가 광양만 입구로 진입하므로 정박하고 있는 선박의 안전성에 위해요소가 된다.

묘도 남측 항로는 중흥부두, 코스모스부두 및 삼남부두를 이용하는 선박이 통항하는 수로로서, 이 수로는 항로 폭이 좁고 유속이 최강 창조류는 0.4~1.5노트, 최강 낙조류는 0.5~2.2노트로 매우 강하므로 지속적으로 통항하는 선박이 조류에 압류될 가능성이 높다.

묘도 북서측 해역은 광양만 컨테이너부두 전면해역으로 최강 창조류는 1.0~1.4노트에 이르고, 최강 낙조류는 1.0~1.4노트에 이른다.

2.2 해양사고조사 결과

Fig. 1은 광양항 항계 내에서 발생한 주요해양사고의 위치를 나타낸 것이다(중앙해양안전심판원, 1999~2003). 항계 내에서 발생한 해양사고를 해결하기 위해서는 선박이 좁은 수로에서 조업하는 어선으로 인해 통항에 지장을 받지 않고, 용이하게 선위를 파악할 수 있도록 해상교통환경을 조성할 필요가 있다.

묘도수도에서 발생한 해양사고는 안개로 인해 시계가 제한되고, 가항수역 폭이 220미터에 불과하며 조류가 강하게

발생하므로, 묘도수도에서 선박이 조우하지 않도록 유도하고, 입출항선에게 조우하는 선박정보를 제공할 필요가 있다.

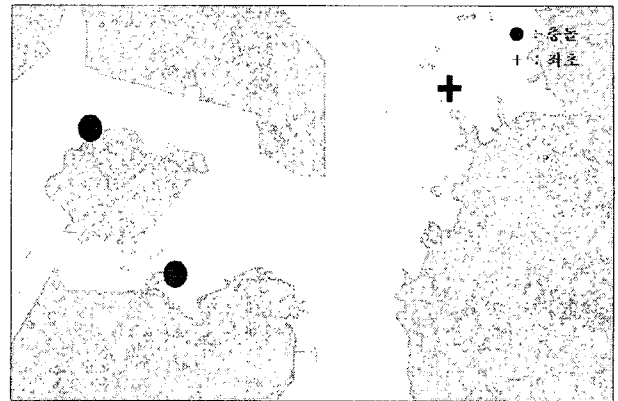


Fig. 1 The cause and position of marine accidents at Gwangyang harbor

2.3 해상교통흐름 관측조사 결과

해상교통흐름관측 조사는 광양항 항만교통정보센터의 자동기록장치에 저장되어 있는 레이더영상과 항적 데이터 중 선박의 입출항이 가장 많은 2004년 4월 21일에서 23일까지 연속된 72시간의 데이터를 이용하였고, Fig. 2는 입항 선박의 항적도이고, Fig. 3은 출항선박의 항적도를 나타낸 것이다. 선박 입출항 실적을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다(여수지방해양수산청, 2003).

- ① 광양항의 경우에는 입출항하는 외항선의 척수 및 총톤수가 상당히 증가하는 경향을 보였고, 새로운 선석이 건설될 예정이므로 선박의 입출항은 크게 증가할 것으로 예상된다. 따라서 광양항 출입항로의 교통밀도가 증가될 것으로 판단되므로 항계내의 각 항로에 대한 재조정이 시급히 필요하다고 판단된다.
- ② 제3항로와 제4항로를 이용하여 광양항에 입출항하는 선박의 비율은 약 4대6의 비율이다. 제3항로와 제4항로 진출입 부근 해역에서는 무분별한 선박의 교행이 자주 일어나고 있다. 현재 제3항로와 제4항로는 입출항 구분 없이 통항하고 있어 좁은 항로에서 선박들이 서로 조우하여 충돌의 위험성이 상존하고 있다. 또한 2011년까지의 광양항 선석개발에 따른 선박 통항량을 고려하면 제3항로와 제4항로를 입항전용항로와 출항전용항로로 하는 일방통행 방식을 도입할 필요성이 있다.
- ③ 3항로는 광양항의 원료부두를 출입항하는 5만톤급 이상의 선박이 입항 시 이용하고, 대형 선박의 입항이 매년 증가하고 있다. 또한 컨테이너선의 대형화 추세 및 12,000 TEU급 컨테이너선이 정박할 수 있는 제3단계 부두가 준공되어 활용되어지면 이러한 현상은 더욱 두드러질 것으로 예상된다.
- ④ 여천산단 부두에 입출항하는 선박 중에서 LG정유제품부

두 전방의 협수로인 묘도수도를 통항하여 중흥부두를 이용하는 5,000톤을 초과하는 선박들이 매년 증가 추세에 있다. 또한 위험화물운반선이 대부분인 묘도수도를 이용하는 선박의 통항안전성과 계류 중인 선박의 안전성을 확보하기 위해서는 항로의 재설정과 통항선박의 속도제한 등이 시급하다.

- ⑤ 해상교통조사 결과를 보면 2항로를 이용하여 여천산단 부두에 진출입하는 선박은 1만톤급 이상 선박의 약 10% 비율을 차지한다. 그리고 2항로 진출입시에 제3항로 및 제4항로로 진출입하는 선박들과 교차하는 경우가 많이 발생하므로 제2항로 진출입 해역에 대한 적절한 개선책이 요구된다.

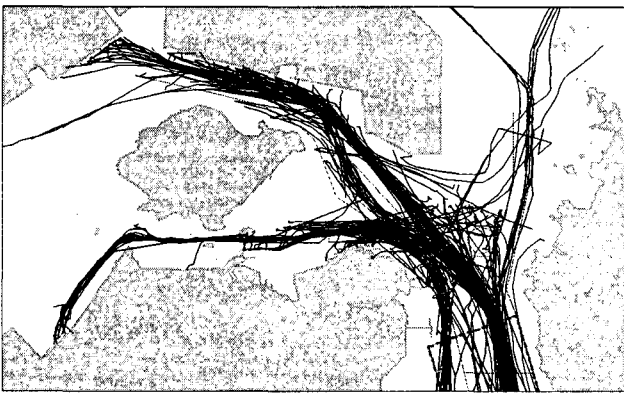


Fig. 2 The traffic flow and pattern for incoming vessels in Gwangyang harbor

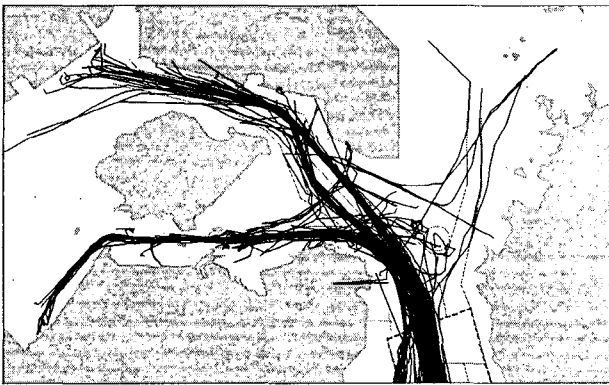


Fig. 3 The traffic flow and pattern for outgoing vessels in Gwangyang harbor

2.4 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 여수해만

의 항법, 항로, 항로표지, 항행위험요소 등에 대한 문제점 및 그 해결방안이었다. 설문조사는 현대, 한진, 대한해운, POS 소속의 골든벨, 대우스피리트, 한진담피어, 현대대양주 등이 고, 여수항 도선사, 여수지방해양수산청 및 항만교통정보센터 운영자, (주)한국탱카안전공사, LG칼텍스정유주식회사, 상지해운, 서우해운 등 해운업체에 총 108부를 배포하였다. 설문응답을 요약하면 다음과 같다.

- ① 국내 개항질서법상 개항의 항계내에서는 선박교통에 방해가 될 장소 또는 항계 내를 출입항하는 선박의 안전을 확보하기 위하여 항계 밖의 수로를 항로로 지정·고시한 곳에서는 어로행위를 금지하도록 규정하고 있다. 그러므로 항로상 어로행위에 대한 지속적 감시활동 및 사전조치가 필요하며, 잠수기 어선의 경우에는 실제로 이동이 불가능한 선박으로 항로 한가운데에서 잠수어업을 행하고 있는 실정이므로 항로상에서는 어로행위 자체를 금지토록 하여야 한다.
- ② 광양만 3항로 부단 25번, 27번 등부표에 근접 위치한 암초 제거와 관련하여 동 지역은 광양항 소재 제반 부두에 입출항하는 선박들이 대각도 변침을 하는 지점으로, 특히 대형컨테이너선들의 교행 시에 극도로 주의를 요하며, 현재는 입·출항 선박들이 상호 교신하여 교행시각을 조정하고 있으나 제반 선박들의 안전운항에 막대한 지장을 초래하고 있으므로 조속한 시일 내에 암초를 제거하여야 한다.
- ③ 광양항 관리부두의 경우, 부두 전면 수심 5미터 이상으로 되어 있으나 화물추락 등으로 현재 수심은 4.5미터 정도로 낮아졌으므로 부두신설로 인한 준설 또는 기존항로, 부두 등의 토사유입, 화물추락 등으로 인해 수심이 변동이 있을 경우에 대한 적시의 수심측정 및 공사를 하여야 한다.
- ④ 위험물운반선에 대한 안전 확보를 위한 사항으로 유조선, LPG·LNG선박 등 위험물운반선의 통항우선권을 부여하고, 위험물운반선의 안전한 전용정박지 확보, 위험물운반선의 항내·항외 환적에 대한 안전조치 강화, 대형선 및 위험물운반선 입출항시 주기적 방송으로 경각심 유도, 원유부두 점안·하역선박 안전 확보를 위한 안전구역의 설정이 필요하다. 특히 항로 폭이 협소한 묘도수도 내의 위험물운반선에 대해서는 우선 통항권을 부여하여 시행중이나 선박 입출항시간을 사전에 철저히 검토하여 그 시행을 강화하여야 한다. 또한 묘도수도 6번~12번 등부표의 교행금지구간의 안전속력을 8k노트로 지정함으로써 과속에 의한 사고를 방지하고, 현행 교행금지구간인 6번 등부표~12번 등부표사이를 3번 등부표~목도부근 9번 등부표로 확장하여야 한다.

3. 해상교통체제 개선안

앞 절의 기상, 해상, 해양사고, 교통량 조사 및 교통관측조사, 전문가 면담 및 설문조사를 통해 파악한 항계내의 문제점을 해결하는 개선방안을 다음과 같이 제안한다.

Fig. 4~Fig. 7은 항계내 해상교통시스템의 개선안을 단기, 중기 및 장기로 구분하여 제시한다.

3.1 항로배치안의 적정성 검토

항계내 개선안의 해상교통시스템에 대해 선박의 항행 안전과 관계가 있는 항로배치와 폭, 수심과 선회장 등에 대하여 국내외의 항만시설물 설계기준을 적용하여 적정성 검토를 실시하였다.

1) 항로의 대상 선박 제원

항로의 대상선박은 제1항로, 제3항로, 제4항로 및 제5항로에 대하여 12,000TEU급 컨테이너선박이고, 제2항로는 5만5천 DWT급 선박으로 그 제원은 Table 1과 같다.

2) 항로의 배치

항계내 항로의 배치시 고려 사항을 검토한 결과 모든 항로에서 Table 2와 같이 모두 적합하였다.

Table 1 The particulars of model ships

항로	대상선박	전장 (m)	선폭 (m)	흘수 (m)
제1항로, 제3항로, 제4항로, 제5항로, 깊은수심항로	12,000TEU	398	55	15.0
제2항로	5만5천DWT	218	32.3	12.9

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 만곡부의 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 항로의 적정 폭에 의하면 12,000TEU 컨테이너선과 55,000DWT 선박의 소요 항로 폭은 Table 3과 같다.

각 항로의 폭과 통항형태를 고려하여 항로 폭의 적정성

은 Table 4와 같다.

깊은수심항로를 제외한 모든 항로는 항로 폭 기준을 만족하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 3 The criteria of fairway width

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

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

항로	항로 폭(m)	통항형태	적정성
1항로	1,000~1,400	왕복	적합
2항로	400	왕복	적합
3항로	380~500	편도	적합
4항로	450	편도	적합
5항로	600	왕복	적합
깊은수심항로	450~700	왕복	일부 부적합

4) 수심

PIANC(Permanent International Association of Navigation Congresses) Rule에 따라 현행 항로의 최저 수심을 해역형태가 항로인 Draft + 0.15D를 적용할 경우 통항가능 선박의 흘수는 Table 5와 같다.

5) 선회구역

선회구역은 PIANC Rule에 따르는 경우 선박이 적절한 마력을 갖는 적절한 예선의 지원을 받는 상태에서 조류가 0.10m/s 이하이고, 선회 선박이 경하흘수 상태일 경우라도 바람이 10 m/s 이하라면 선체길이의 두 배에 해당하는 지름을 가진 구역으로 충분하나, 조건이 충족되지 않을 때는 3배의 지름을 가진 원으로 정해진다.

Table 5 The suitability of the water depth

항로	수심(m)	해역형태 적용	통항가능 선박의 흘수(m)
1항로	22.5~42.0	항로	19.57
2항로	13.4~19.2	항로	11.65
3항로	22.5~28.0	항로	19.57
4항로	14.1~18.5	항로	12.26
	16.0		13.91
	18.0		15.65
	21.5		18.70
5항로	14.2~29.0	항로	12.35
	16.0		13.91

미국의 선회수역은 최대 통항 선박 길이의 1.5배의 길이를 직경으로 하는 선회권을 확보할 수 있어야 한다. 선박 통항에 여유가 있으면 항로를 선회수역의 일부로 활용할 수 있다.

한국 및 일본의 경우, 선박의 선수를 회전하는 데 필요한 선회수역의 규모는 선회의 형태, 선박의 선회성능, 계류시설, 항로의 배치, 기상·해양조건 등을 고려하여 결정한다. 선회수역의 면적은 예인선에 의한 회두의 경우에는 2L을 직경으로 하는 원이고, 지형 등에 의해 부득이한 경우, Anchor, 바람 또는 조류를 이용할 수 있을 경우, 예인선에 의한 회두의 경우에는 약 1.5L을 직경으로 하는 원이다.

본 연구에서 5항로의 복단 외연과 광양제철부두까지의 거리 및 최근 5년간 해당항로를 이용한 최대선박의 전장을 토대로 1.5L을 적용할 경우 Table 6과 같다.

Table 6 The suitability of the turning circle

부두 이름	항로 폭 (m)	항로외연 까지의 거리 (m)	최대선 박 전장(m)	선회 장 (m)	비고
관리부두	600	250	90	135	적합
고철부두	600	270	184	276	-6m
제품부두	600	280	224	330	-50m
RO-RO 부두	600	300	126	189	적합
원료부두	800	400~550	329	494	-94m

고철부두, 제품부두에서 6~50미터 부족한 것을 알 수 있다. 그러나 미국의 선회장 기준처럼 선박 통항에 여유가 있을 경우 항로를 선회수역의 일부로, 활용할 수 있기 때문에 선회장은 적정한 것으로 판단된다.

3.2 항로의 주요 개선안

Fig. 4는 항계내 해상교통시스템의 단기 개선안을 나타낸 것이다. 항로의 주요 개선안은 다음과 같다.

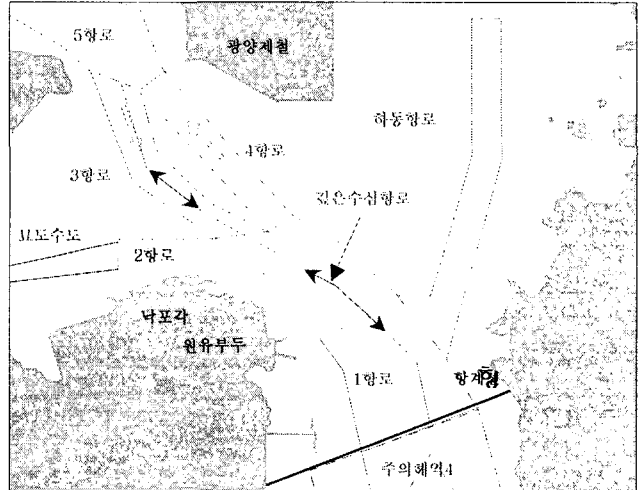


Fig. 4 Proposal of Improved Maritime Traffic System (Short-term plan)

- 1) 제1항로
 - ① 광양항을 이용하는 선박과 하동항로를 이용하는 선박이 교차하는 지점의 항로 폭을 확장하였다.
 - ② 제1항로에서부터 제4항로로 이어지는 동쪽 해역을 확장하여 제2항로, 3항로 및 4항로를 이용하여 입항하는 선박의 흐름을 동쪽으로 이동하도록 유도하였고, 2항로 및 3항로를 이용하여 출항하는 선박도 낙포각부두, 사포부두에서 떨어져 항해하도록 유도하였다. 항로의 동측을 확장하여 선박 전체의 흐름을 동측으로 이동하여 2, 3, 4항로의 교차지점의 수역을 확장함으로써 선박 충돌의 위험성을 저감시켰고, 계류선박의 안전성을 향상시켰다.
 - ③ 교통안전특정해역 내에 새로이 도입하는 통항분리방식의 동측 상단에 제1항로를 연결하여 U-1 입출하부두와의 간격만 450미터로 좁아졌을 뿐 사포부두, 원유부두와의 간격은 현행과 동일하게 유지하였다.
- 2) 제2항로
 - ① 제 1항로, 3항로 및 4항로의 동측을 확장하여 2, 3, 4항로의 교차수역을 넓게 하였다.
 - ② 제3항로와 4항로의 분기점을 위쪽으로 이동하였다.
- 3) 제3항로
 - ① 제3항로를 출항항로 지정한다. 제3항로는 양방향 통행을 금지한다.
 - ② 제4항로의 수심 때문에 흘수에 제약을 받는 흘수제한선은 제3항로를 이용하여 입항한다.
 - ③ 흘수제한선박이 3항로로 입항할 때 출항선 중에서 중소형

선박들의 3항로를 출항토록하기 위하여 제3항로의 깊은 수심항로를 레인형태 설정을 검토하였다. 검토 결과 3항로의 경우 7번 등부표에서 40도의 굴곡을 지닌 항로이기 때문에 입항 및 출항시 반드시 변침을 해야 하는 항로이고, 대형선(광탄선 323미터, 선폭 55미터, 흘수 19.5미터, 8,500TEU급 컨테이너선 345미터, 선폭 45미터, 흘수 14.0미터)의 경우 선수미 맹목구간이 크므로 항로표지의 식별이 곤란하여 변침을 위한 선박조종이 매우 곤란할 뿐만 아니라 3항로를 이용하여 출항하는 중소형 선박(선장 : 70~150미터)들도 대형선의 맹목구간내로 들어오기 때문에 3항로상에서 대형선과의 교행은 선박 안전 운항상 상당한 위험을 초래할 수 있다. 따라서 제3항로상에서는 선박이 교행하는 것은 불가능하므로 깊은수심항로를 레인 형태가 아닌 선 형태로 설정하였다.

④ 제3항로와 제4항로의 남측 분기점을 북서방향으로 300미터 이동한다.

4) 모도수도 통항방법 개선

- ① 양방향 통항 금지 구간을 현행 6번 등부표~12번 등부표로 되어있는 것을 LG 칼텍스 5번 부두끝단(동경 127도 44분 9초)에서 삼남화학(4번 등부표)까지로 확대하여 적용한다.
- ② 상기 구간은 짝수 시간대에 입항선이 전용으로 이용하고, 홀수 시간대에 출항선박이 전용으로 이용한다.
- ③ 대상선박은 예·부선을 포함한 총톤수 250톤 이상과 길이 35미터 이상의 모든 선박으로 한다.
- ④ 관련 규정으로는 개항질서법 제19조 (항행선박간의 거리), 동법 제15조 1항(안전속력), 제39조 (선박교통의 제한) 1항을 적용한다.

5) 제5항로

Fig. 5는 신설된 제5항로의 개요를 보여주고 있다. 주요 개선안은 다음과 같다.

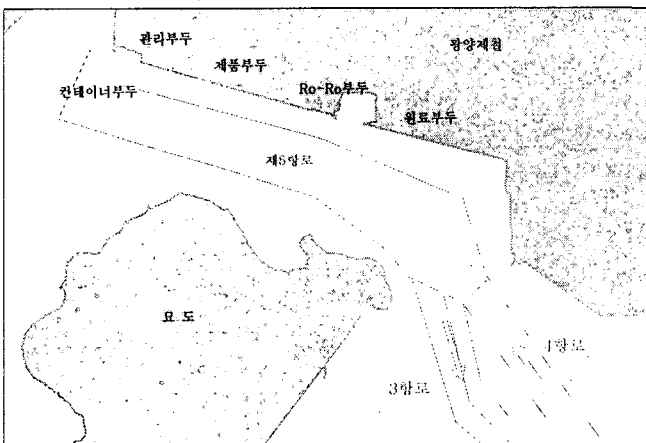


Fig. 5 Establishment of No.5 fairway

- ① 광양제철 부두 전면해역에 항로를 설정한다. 원료부두 전면해역은 부두에서 400~550미터, RO-RO부두, 제품부두, 고철부두 및 관리부두는 250~300미터 떨어진 곳에 제5항로의 복단 외연을 설정한다.
- ② 부두별 접안 최대선박의 전장은 최근 5년간의 입출항 데이터로부터 원료부두 329미터, RO-RO부두 126미터, 제품부두 224미터, 고철부두 184미터, 관리부두 90미터로 조사되었다. 항내에서의 선회장 1.5L에는 다소 협소하지만 선박 통항에 여유가 있을 경우 항로를 선회구역의 일부로 활용할 수 있기 때문에 선회장은 적절한 것으로 판단된다.
- ③ 항로가 설정되어 대형선박의 통항에 따른 항주파의 영향으로 부터 계류안전성을 확보할 수 있다.
- ④ 광양항 컨테이너부두를 입출항하는 선박과 광양항 부두를 접안하는 선박의 안전성을 확보한다.
- ⑤ 원료부두 전면해역에 안전구역표지를 설치하여 교통의 흐름을 원활히 하였다.

6) 중기 개선안 (2011년)

Fig. 6는 항계내 해상교통시스템의 중기 개선안을 나타낸 것이다. 중기 개선안은 단기 개선안 중에서 제3항로 및 제4항로가 개선된 것으로 그 내용은 다음과 같다.

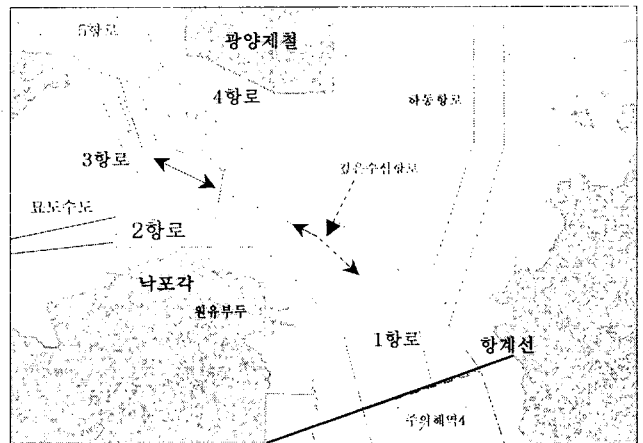


Fig. 6 Proposal of Improved Maritime Traffic System (Mid-term plan, 2011년)

가. 제3항로

- ① 제3항로 8번 등부표와 41번 등부표 사이를 연결한 내측부분을 DL(-) 21.5미터로 준설한다.
- ② 제3항로와 제4항로의 남측 분기점을 41번 등부표까지 이동한다.

나. 제4항로

- ① 제4항로를 대형 컨테이너선(8000TEU급 이상)이 입항할 수 있도록 DL(-)18.0미터까지 준설한다.
- ② 제4항로 동쪽 외연을 확장한다.
- ③ 제3항로 8번 등부표와 41번 등부표 사이를 연결한 내측부분을 DL(-)21.5미터로 준설한다.

- ④ 제4항로를 입항항로로 지정한다.
- ⑤ 제3항로로 홀수제약선이 입항할 경우에는 제4항로를 이용하여 출항할 수 있다.(관제 필요)
- ⑥ 제3항로와 제4항로의 남측 분기점을 북서방향 300미터 이동한다.

7) 장기 개선안(2020년)

Fig. 7은 항계내 해상교통시스템의 장기 개선안을 나타낸 것으로, 제3항로를 출항전용 항로로 지정하고, 제4항로를 홀수제약선이 4항로로 입항할 수 있도록 DL(-) 21.5미터까지 준설하고, 입항전용 항로로 지정하는 안이다.

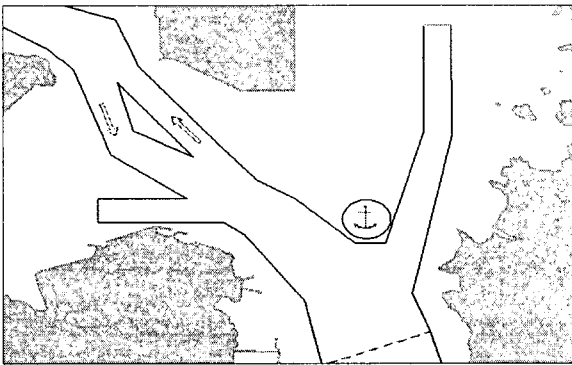


Fig. 7 Proposal of Improved Maritime Traffic System (Long-term plan, 2020년)

3.3 해상교통시스템 개선에 따른 항법

1) 제1항로

- ① 제2, 3, 4항로 및 항내의 다른 항로로부터 특정해역으로 진입하는 모든 선박과 특정해역에서 제2, 3, 4항로 및 항내의 다른 항로로 통항하는 모든 선박은 1번 등부표를 좌현 쪽에 두고 통항하여야 한다.
- ② 특정해역에서 항계내로 진입하여 낙포각 원유부두에 접안하는 선박은 개항질서법 제13조 1항의 규정에 따라 제2, 3, 4항로 및 항내의 다른 항로로부터 특정해역으로 진출입하는 선박에 주의하여 통항하여야 한다.

2) 모도수도

- ① 양방향 통항 금지 구간이 현행 No.6등부표~No.12 등부표로 되어있는 것을 LG 칼텍스 5번 부두끝단(동경 127도 44분 9초)에서 삼남화학 4번 등부표까지로 확대 적용한다.
- ② 상기 구간은 짝수 시간대에 입항선이 전용으로 이용하고, 홀수 시간대에 출항선박이 전용으로 이용한다.
- ③ 대상선박은 예·부선을 포함한 길이 35미터 이상의 모든 선박으로 한다.

3) 제3항로 및 제4항로

- ① 광양항에 입항하고자 할 때에는 입항항로(제4항로)로 항행하여야 하고, 출항하고자 할 때에는 출항항로(제3항로)

로 항행하여야 한다.

- ② ①의 규정에도 불구하고 홀수제약선이 광양항에 출입항하고자 할 때에는 깊은 수심항로를 따라 항행하여야 한다.

4. 해상교통류 시뮬레이션에 의한 평가

개선안에 대하여도 현재의 교통현상 평가와 같이 지형적인 제약과 타선의 영향을 동시에 평가한 종합환경 스트레스치(이노우에, 2000)를 사용하여 평가한다. 종합환경 스트레스의 값 중 선박 운운자가 허용할 수 없는 상황인 750이상 이 출현하는 해역에 대하여 Fig. 8~Fig. 16와 같이 도시하였다.

이 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 특정해역의 진입수로, 특정해역~투묘지, 제2항로, 제3항로, 제4항로, 특정해역과 제2, 3, 4항로가 교차하는 지점에서 종합 환경스트레스치가 다소 높은 수치를 나타내고 있지만, 현재의 교통 흐름보다는 허용할 수 없는 상황이 감소한 것을 알 수 있다.

4.1 제2항로의 시뮬레이션 결과

현행 제2항로는 낙포각부두, LG가스부두, 사포부두 전면 해역에서 종합환경 스트레스치 750이상의 비율이 높고, 그 북단에서의 종합 환경스트레스치 750이상의 비율이 높았다(Fig. 8). 그러나 단기개선안인 Fig. 9 및 중기개선안인 Fig. 10에서는 제1항로의 동쪽 외연을 확장하여 교통흐름을 동쪽으로 유도하여 종합 환경 스트레스치 750이상의 비율이 아주 낮아졌다.

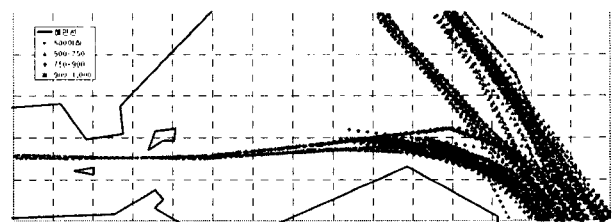


Fig. 8 The distribution of ESA on No. 2 fairway in Gwangyang bay (Present)

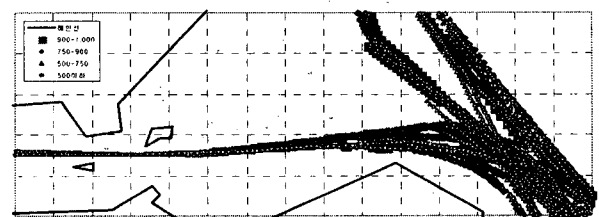


Fig. 9 The distribution of ESA on No. 2 fairway in Gwangyang bay (Short-Term Plan)

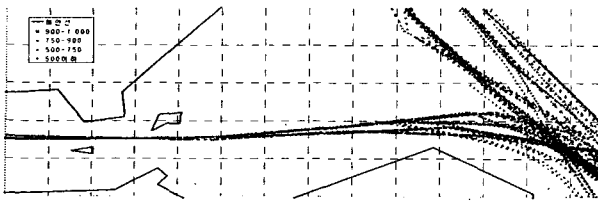


Fig. 10 The distribution of ESA on No. 2 fairway in Gwangyang bay (Mid-Term Plan)



Fig. 13 The distribution of ESA on No. 3 & 4 fairway in Gwangyang bay (Mid-Term Plan)

4.2 제3항로 및 제4항로 시뮬레이션 결과

현행에서는 제4항로 및 원료부두 전면 해역에서 종합 환경스트레스치가 높게 나왔다(Fig. 11). 그러나 제3항로(출항항로+DW항로)와 제4항로(입항항로)로 하는 개선안(Fig. 12)과 개선안에 제3항로 폭을 확장한 중기 개선안(Fig. 13)에서는 현행보다 종합환경 스트레스치가 상당히 낮게 계산되었다.

4.3 접속수역의 시뮬레이션 결과

현행(Fig. 14)보다는 단기개선안(Fig. 15)이, 단기개선안보다는 중기 개선안(Fig. 16)의 종합 환경스트레스치가 상대적으로 낮다. 이는 각 항로의 교차지점의 해역을 넓게 하여 각 항로를 이용하는 선박의 조선수역을 넓게 하고, 제3항로와 제4항로를 입항과 출항을 분리하였기 때문으로 판단된다.

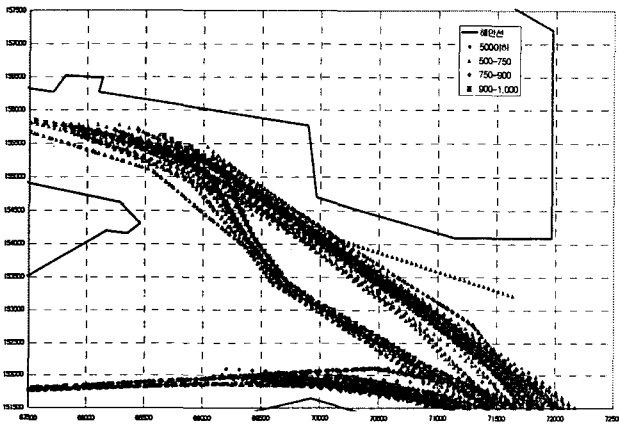


Fig. 11 The distribution of ESA on No. 3 & 4 fairway in Gwangyang bay (Present)

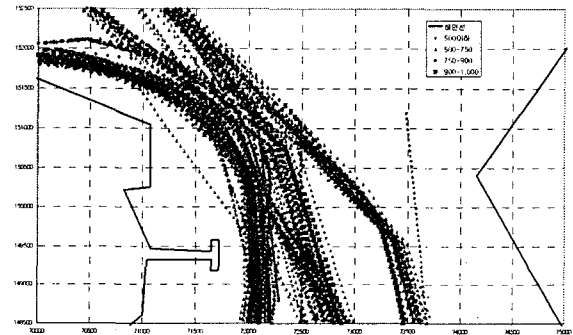


Fig. 14 The distribution of ESA on connecting areas between special sea area and No.2, 3 & 4 fairway (Present)

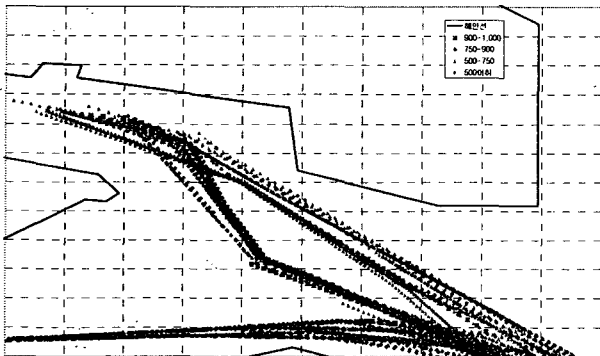


Fig. 12 The distribution of ESA on No. 3 & 4 fairway in Gwangyang bay (Short-Term Plan)

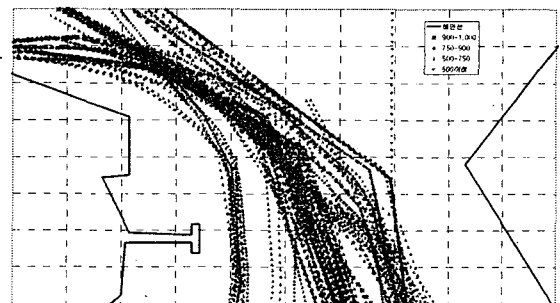


Fig. 15 The distribution of ESA on connecting areas between special sea area and No.2, 3 & 4 fairway (Short-Term Plan)

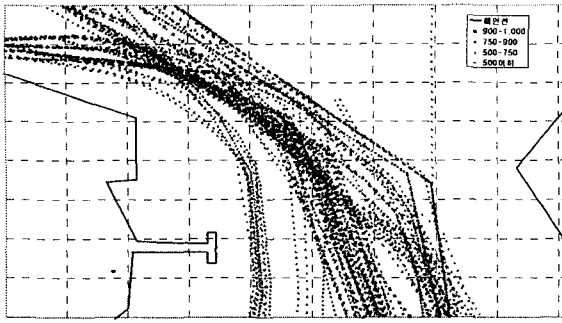


Fig. 16 The distribution of ESA on connecting areas between special sea area and No.2, 3 & 4 fairway (Mid-Term Plan)

5. 결론

본 연구는 광양항의 자연환경, 해양사고, 해상교통량 및 해상교통흐름 관측, 어업현황 등을 조사·분석하고, 전문가 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하여 현행 항로의 개선안을 제안한다.

그 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① 제1항로는 광양항 이용 선박과 하동항로 이용 선박의 교차지점 및 2, 3, 4항로의 교차지점의 항로를 확장하였다.
- ② 제2항로는 제1항로, 제3항로 및 제4항로의 동쪽 확장 및 제3항로와 제4항로의 분기점을 위쪽으로 이동하였다.
- ③ 제3항로는 단기적으로 출항항로로 지정하고, 홀수제약선만 제3항로로 입항한다. 그리고 제3항로와 제4항로의 남측 분기점을 북서방향으로 이동하고 준설한다. 중기적으로는 제3항로와 제4항로의 남측 분기점을 북쪽으로 이동하고 준설한다. 장기적으로는 준설을 하여 출항전용 항로로 한다.
- ④ 제4항로는 입항항로로 한다. 중기적으로는 항로 폭을 확

장한다. 장기적으로는 항로를 준설하여 홀수제약선의 입항이 가능토록 하여 입항전용으로 지정한다.

- ⑤ 광양제철 부두 전면해역에 제5항로를 설정한다.
- ⑥ 묘도수도는 양방향 통항 금지 구간을 확대하고, 시간대별 입항과 출항을 지정한다.

그리고 도출된 개선안에 대해 해상교통류시뮬레이션을 실시한 결과 개선안이 현행보다 더 좋은 값을 얻었다.

참고문헌

- [1] 국립해양조사원(2002), 조류도, pp. 1.
- [2] 여수지방해양수산청(2003), Port-MIS 내부자료.
- [3] 중앙해양안전심판원(2004), 해양안전심판사례, pp. 667-723.
- [4] 한국항만협회(2000), 해양수산부제정 항만 및 어항설계 기준, 제7편 외곽시설, pp. 695-696.
- [5] 日本港灣協會(1989), 港灣の施設の技術上の基準・同解説, pp. 3-22.
- [6] 本田啓之輔(2001), 操船通論, pp. 136-167.
- [7] Gregory P. Tsinker(1995), Marine Structures Engineering, pp. 10-45.
- [8] ICORELS of PIANC(1980), Optimal Lay-out and Dimensions for the Adjustment to Large Ships of Maritime Fairways in the Shallow Seas, Seastraits and Maritime Waterway, pp. 5-15.
- [9] 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.
- [10] U.S. Army Corps of Engineers(1983), Engineering and design for Hydraulic Design of Deep-draft Navigation projects, pp. 7-26.

원고접수일 : 2005년 8월 17일

원고채택일 : 2005년 12월 10일