

부산항 제1항로 진입 해역의 통항 개선에 관한 연구

이윤석* · 정 민** · 송재욱*** · 박진수*** · 박영수* · † 조익순****

한국해양대학교 운항훈련원 교수, **한국해양대학교 대학원, *한국해양대학교 항해시스템공학부 교수,
****마린시뮬레이션센터 전임연구원

A Study on the Traffic Improvement at an Approach Area of Busan Harbor

Yun-Sok Lee* · Min Jung** · Chae-Uk Song***

· Jin-Soo Park*** · Young-Soo Park* · † Ik-Soon Cho****

* Professor, Training Center of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

** Graduate School, Department of Marine Traffic Information, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

*** Professor, Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**** Researcher, Marine Simulation Center, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 부산 북항 접근 수역은 입출항 선박의 교통량이 많고 바람으로 인한 풍압력과 조류의 영향으로 횡압류가 작용하여 선박 운항자가 항행에 큰 부담을 느끼는 해역이다. 해당 해역에 대한 통항 선박의 해상교통조사 실시 결과 다수의 선박이 협소한 방파제 사이를 안전하게 진입하기 위해서 입항 항로의 경계를 벗어나 항행하는 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구에서는 부산항 제1항로 진입항로의 선박 통항 안전성을 증대시키기 위하여, 교통조사를 통한 통항선박의 항적 분석 및 진입항로에 대한 통항 개선을 위한 선박조종시뮬레이션을 실시하였다. 선박조종 시뮬레이션은 현행 통항분리대 방식과 진입 선박의 통항 개선을 위해 도출된 두 가지 통항분리대 개선안에 대해 각각 실시하여, 그 결과를 분석·평가함으로써 항로 개선안의 타당성을 검증하였다. 또한 부산항 제1항로 접근 해역에서의 통항안전과 해상사고 예방을 위한 방안으로 수심 준설 구간, 에인선 및 예부선의 통항 확보 방안 및 해군 함정에 대한 관계 강화 등을 제안한다.

핵심용어 : 부산항 제1항로, 교통조사, 통항분리, 통항안전성, 통항 개선

Abstract : In approaching sea area of Busan harbour, there are many traffic vessels and external forces such as strong seasonal wind and lateral flow are existed. Since the area caused the risk of navigation and ship operators feel hard to enter/depart on Busan port, we carried out the evaluation of traffic risk and propriety at Busan no.1 fairway. In order to assess the safety in the fairway, we analyzed ship's traffic stream based on the marine traffic survey and evaluated the traffic safety of present Traffic Separation Schemes(TSS) and suggest TSS in this research using full mission ship-handling simulators. As a result, the suggested TSS has an effect on improving the traffic safety. In addition, this paper was to suggest the dredging area of depth of water, the passage of towing vessels and control of warships for preventing of maritime accidents in the Busan no.1 fairway.

Key words : Busan No.1 fairway, Traffic survey, Traffic separation, Traffic safety, Traffic improvement

1. 서 론

부산항 입출항 선박의 교통량이 증가하고 선박의 대형화 등과 같은 환경 변화에 비추어 볼 때 현행 부산항 제1항로는 비교적 항로 폭이 좁고 조류나 바람 등과 같은 외력의 영향이 현저하여 선박 운항자가 선박 조종에 큰 심리적 부담을 느끼고 있는 해역이다(이 외, 2004).

또한 부산항 진입항로의 경우 지리적 특성상 방파제 전면의 넓은 해역에서 방파제사이의 항로 폭 340m에 해당하는 가항

수역으로 선박을 안전하게 조종하기 위해 다수의 입출항 선박들이 현행 항로의 경계를 벗어나 항행하는 것으로 해상교통조사 결과 분석되었다. 이러한 자연적 환경과 지리적인 특성으로 인해 통항에 위험을 느끼는 선박들이 진입항로를 준수하지 못하는 경우가 발생하고 있어 항로의 개선과 통항 선박의 안전 대책이 시급히 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 부산항 제1항로 진입해역을 대상으로 해상교통량 조사를 실시하여 선박의 통항 항적을 분석하였고 통항안정성을 고려하여 두 가지 항로 개선안을 도출하였다.

* 대표저자 : 이윤석(중신회원), lys@hhu.ac.kr 051)410-4204
** 정회원, immina78@hhu.ac.kr 051)410-4989
*** 중신회원, songcu@hhu.ac.kr 051)410-4272
**** 중신회원 : jspark@hhu.ac.kr 051)410-4240
* 중신회원 : youngsoo@hhu.ac.kr 051)410-4474
† 교신저자 : 조익순(중신회원), ischo@hhu.ac.kr 051)410-4765

또한 Full Mission Ship-handling Simulator(이하, FMSS)를 이용하여 현행 항로와 제안된 항로에 대하여 각각 선박조종시 시뮬레이션을 실시하고, 그 결과를 분석하여 현행 항로에 대한 문제점과 제안된 항로 개선안의 타당성을 검증하였다.

끝으로 부산항 진입해역의 안전한 통항 환경과 해양사고 방지를 위해 방파제 전면의 수심 준설 구간과 예부선의 통항 방안 및 해군 함정에 대한 관제의 필요성을 제안하였다.

2. 해상교통조사

통항 선박의 교통 흐름, 행동 특성, 항적 등을 분석하여 최적의 항로 설계나 해상교통시스템을 수립하거나, 선박 통항안정성에 영향을 줄 만한 환경에 대한 위험도를 평가 분석하기 위한 방법으로 흔히 동적 해상 교통량 조사가 이용된다(박 외, 2005; 박, 2001).

2.1 해상교통조사 개요

부산항 접근수역에 대하여 선박교통흐름을 파악하기 위하여 AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석시스템(정 외, 2007)을 이용하여 해상교통 조사를 실시하였다.

부산항 진입항로인 제1항로를 대상해역으로 설정하여 대상 선박은 부산 북항을 입출항하는 선박 중 AIS를 탑재한 선박이고, 2006년 8월 3일 15시부터 24시간 동안의 통항 선박의 항적을 조사 분석하였다.

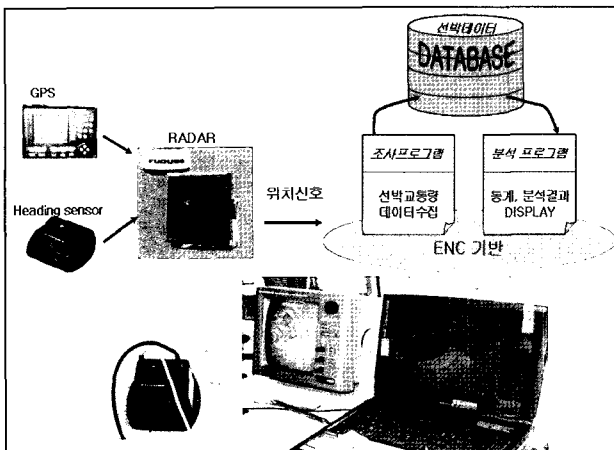


Fig. 1 Exclusive software of marine traffic survey

2.2 해상교통조사 결과

해상교통조사의 실시 결과를 부산항을 출항 및 입항하는 선박의 경우로 분리하였으며 그 조사결과는 다음과 같다.

1) 출항 선박

조사기간 동안 관측된 출항 선박은 총 21척이었으며, 조도 방파제를 통과한 후 대체로 통항분리대의 출항 항로를 준수하며 통항하고 있음을 알 수 있었으나, 그 중 4척(19%)의 선박은 항로를 지키지 않고 출항하였다.

2) 입항선박

통항분리대 진입항로내의 북쪽 수역을 이용하여 입항하는 경향이 있었으며, 일부 선박의 경우에는 진입항로를 북쪽으로 벗어나 입항하는 경우도 있음을 알 수 있다. 이는 창조시의 조류 및 북쪽 방향에서 불어오는 바람의 영향으로 인한 것으로, 선박 입항시 조도 방파제 쪽으로 밀리는 경향이 많으며, 이를 감안한 항해의 결과로 진입항로내의 북쪽수역을 이용하며 항행하는 것으로 파악된다. 조사기간동안 총 31척의 선박이 관측되었으며, 13척의 선박이 항로를 벗어나 입항하였으며, 이는 입항선박 중 43%의 비율로서 출항의 경우보다 다수의 선박이 항로를 벗어나서 입항한 것으로 파악된다.

Fig. 2 및 Fig. 3는 부산 북항의 입항 및 출항선박의 항적도를 나타내고 있다.

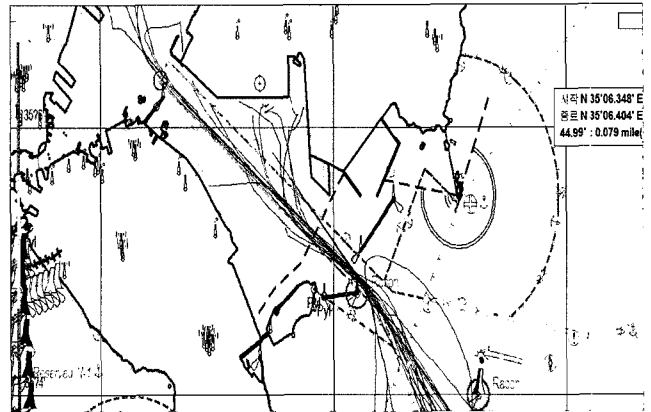
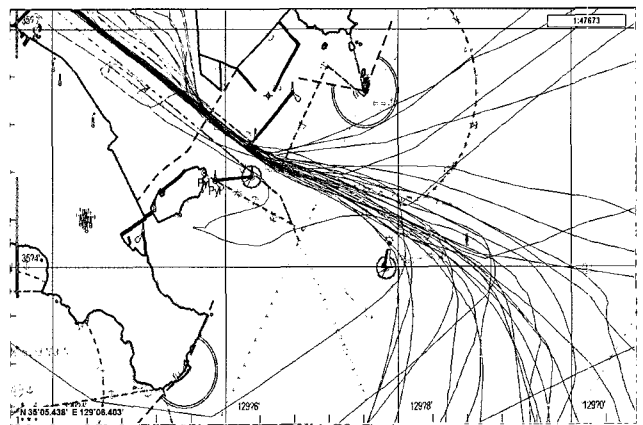


Fig. 2 Outbound vessel tracks of Busan port



2.3 현행 항로의 문제점

교통조사 결과의 항적도로 미루어 볼 때 다수의 입출항 선박이 항로를 준수하지 않고 통항하고 있음이 조사되었다. 이는 방파제 앞의 통항분리대(Traffic Separation Scheme, 이하 TSS)가 부채꼴 모양으로 입항항로의 넓은 수역을 지나 갑자기 좁아지는 형태를 띠고 있을 뿐 아니라, 강한 횡조류의 작용 및 방파제 폭의 협소함(340m)을 원인으로, 출입항 선박은 안전하게 통항하기 위하여 항로를 벗어나 입출항 하고 있는 것으로 파악된다.

이러한 이유로 현행의 부산항의 제1항로는 문제가 있는 것으로 판단되며, 이 항로에는 특히 대형선이 빈번하게 입·출항하는 해역이므로, 이들 선박 통항의 안전을 위하여 항로의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

3. 부산항 제1항로 T.S.S 개선 방향

현행항로의 문제점이 인식됨에 따라 부산항 제1항로 진입해역 TSS에 대한 두가지 항로 설계안을 도출하였고, 이 두가지 설계안에 따라 FMSS를 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다.

3.1 항로 설계 제1안

제1안은 진입항로를 이용하는 선박에게 넓은 진입수역을 확보해 주며, 방파제 입구에서의 출입항 선박 통항 위험도를 줄이기 위한 것으로, Fig. 4에 표시한 바와 같이 현재의 통항분리대 진입항로의 북쪽 항계선을 북쪽 방향으로 약 225미터 옮기고, 현재의 제1항로의 남쪽 끝부분을 조도 방파제 끝단으로 옮겨서 조도 방파제 끝단에서부터 통항분리대가 설치되도록 하였다.

또한, 현재 제1항로와 약 29°정도의 각을 이루도록 설치되어 있는 통항분리대의 출항항로 남쪽 한계선을 조도방파제 끝부근에서 제1항로와 약 38°정도의 각을 이루도록 변경함으로써, 출항 선박이 조도 방파제를 통과한 후 가능한 한 좀 더 많이 우현으로 변침하여 내려가도록 하였다.

3.2 항로 설계 제2안

제2안은 방파제 부근에서 제1항로 진입을 위한 입항선의 변침 가능성을 줄이기 위하여, 현재의 통항분리대 진입항로의 북쪽 항계선은 그대로 두고, 통항분리대의 출항항로 남쪽 한계선만을 제1안과 같이 변경한 것이다.

제2안의 경우에는, 방파제 부근에서 제1항로가 종료됨으로써 제1항로 진입전의 정침거리가 짧아지는 제1안의 단점을 보완하여, 제1항로의 북쪽 항계선과 통항분리대 진입항로 북쪽 항계선은 변경하지 아니하고, 현재 제1항로와 약 29°정도의 각을 이루도록 설치되어 있는 통항분리대의 출항항로 남쪽 한계선만을 조도방파제 끝 부근에서 제1항로와 약 38°정도의 각을 이루도록 변경함으로써, 출항 선박이 조도 방파제를 통과

한 후 가능한 한 좀 더 많이 우현으로 변침하여 내려가도록 하였다.

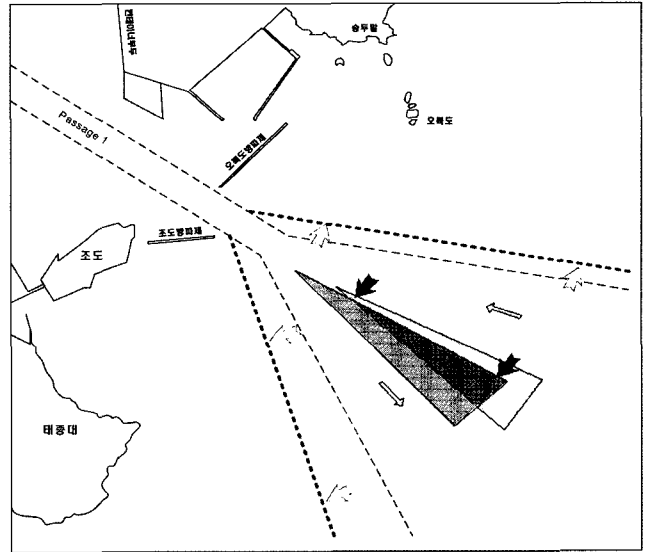


Fig. 4 Improvement plan 1 for approach area of Busan port

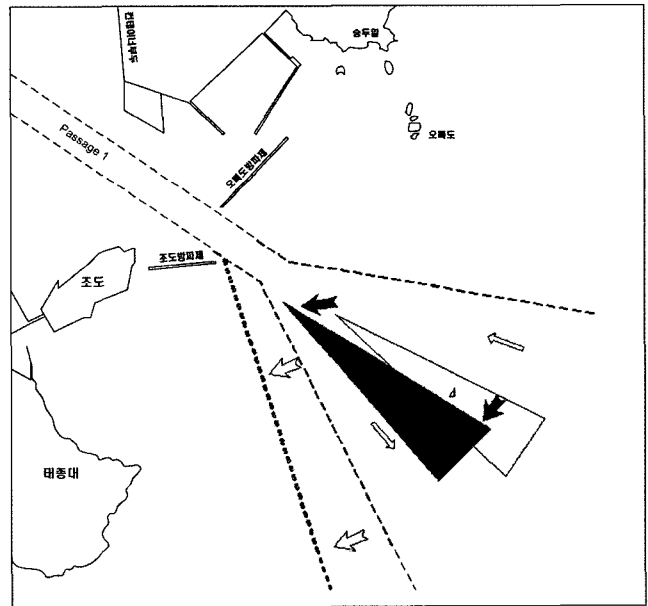


Fig. 5 Improvement plan 2 for approach area of Busan port

4. 선박조종시뮬레이션의 개요

4.1 선박조종운동모델

일반적으로 선박 조종운동방정식은 전후동요(Surge), 좌우동요(Sway), 선수동요(Yaw)의 복합운동이라 할 수 있으며, 중심에 좌표원점을 둔 운동방정식은 식(1)과 같이 나타낼 수 있으며, 지구고정좌표계와 선체고정좌표계로 구성된다.

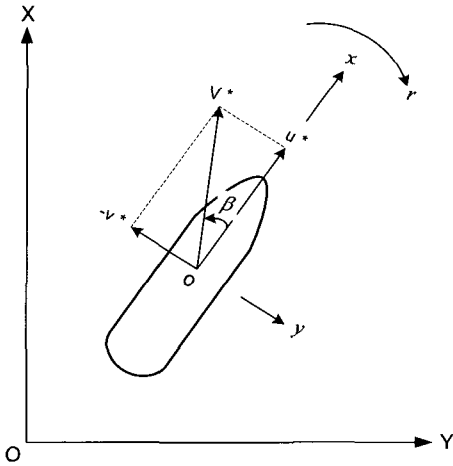


Fig. 6 Coordinate system

$$\begin{aligned}
 m(\dot{u} - vr - x_G r^2) &= X \\
 m(\dot{v} + ur + x_G \dot{r}) &= Y \\
 I_{zz} \dot{r} + mx_G(\dot{v} + ur) &= N
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서 m 은 선체질량, I_{zz} 는 z 축 주위의 관성모멘트, u, v 는 x, y 축방향의 속도성분, r 은 회두각속도, x_G 는 무게중심의 x 좌표이다. X, Y, N 은 각각 선박에 작용하는 전후력, 횡력, z 축 주위의 회두모멘트이다.

시뮬레이션은 선박에 작용하는 유체력에 대하여, 선박에 대응하는 요소별로 분리하여 표현하는 분리 모델로, x, y 축 방향의 부가질량과 z 축 주위의 부가관성모멘트는 다음 식(2)와 같이 정의될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 (m + m_x)\dot{u} - (m + m_y)vr - (mx_G + m_y\alpha) r^2 &= X_H + X_P + X_R \\
 (m + m_y)\dot{v} + (m + m_x)ur + (mx_G + m_y\alpha) \dot{r} &= Y_H + Y_P + Y_R \\
 (I_{zz} + J_{zz})\dot{r} + (mx_G + m_y\alpha)v + mx_G ur &= N_H + N_P + N_R
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

여기서 첨자 H, P, R은 각각 선체, 프로펠러, 타에 기인하는 유체력 또는 외력을 나타낸다. 그리고 m_x, m_y 는 x, y 축방향의 부가질량, J_{zz} 는 z 축 주위의 부가관성모멘트, α 는 m_y 중심의 x 좌표를 나타낸다.

4.2 시뮬레이션 및 결과분석

시뮬레이션은 한국해양대학교에 마린시뮬레이션 센터에 설치되어 있는 FMSS를 이용하여 실시하였고, 부산항 도선사 2명을 초빙하여 최악의 환경조건에서 시뮬레이션을 실시하였다. 단, 출항항로에서는 항로의 확장을 통해 부산 북항에서의 출항에 문제가 없다고 판단되어 현행항로 및 2개의 항로 설계안의 입항에 대하여 시뮬레이션을 실시하였고 그 결과를 다음

에 제시한다.

1) 시뮬레이션 시나리오 및 조건

① 환경조건

환경조건은 시뮬레이션에 가장 불리한 조건으로 NE 20 kts, 조류는 최강창조류(230°, 1.1kts) 및 최강낙조류(050°, 1.6kts)로 설정하였다.

② 선박모델

시뮬레이션에 사용된 선박모델은 부산항을 주로 통항하는 선박인 4,000TEU급 컨테이너선이다. 모델 선박의 상세는 Table 2와 같다.

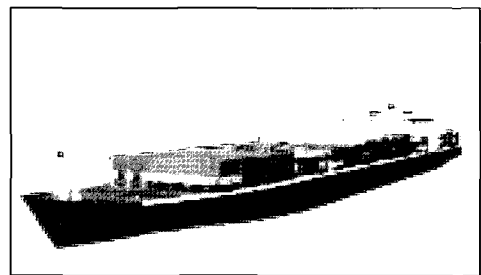


Fig. 7 Model of 4,000 TEU container ship

Table 2 Principal dimensions of ship model

선종 \ 요목	전장	선폭	흘수
4,000 TEU 컨테이너선	294.00 m	32.20 m	8.65 m

③ 시나리오

현행항로 및 2개의 항로설계안의 입항의 경우를 다음의 Table 3와 같이 설정하였다.

Table 3 Scenario

시나리오 구분	시행횟수
현행	5회
개선안(1안)	6회
개선안(2안)	6회

2) 현행 항로 시뮬레이션 결과

현행 항로에 대한 시뮬레이션 수행 후 항적도를 분석하였다. 아래의 Fig. 8 및 Fig. 11의 항적도에서 볼 수 있듯이 선박은 통항분리대의 진입항로내의 북쪽 한계수역 가까이 접근하여 방파제 사이로 진입하였다. 출항하는 상대 선박과의 조우를 피하기 위하여 항로의 오른쪽 수역으로 항행하였으며, 결국 1척의 선박은 부산 방파제 0.5 마일 앞에서 항로의 경계를 벗어났다. 대부분의 선박은 입항하는 동안 지속적인 횡압

류로 인해 선박이 좌측으로 편류되었으며, 통항분리대의 진입 항로 가운데 수역을 이용하여 방파제로 진입하였다.

시뮬레이션 종료 후의 설문조사에서 도선사 A는 선박 제어에는 전체적으로 큰 문제가 없었지만, 기상조건이 좋지 못하였고, 또한 출항선박과 방파제 입구에서 조우되는 상황이 발생하여 심리적으로 조선에 어려움을 겪었다고 하였다. 특히, 방파제 부근에서 선박이 조우할 때 출항선이 항로 준수를 이유로 조도방파제를 지난 후 바로 변침하지 않아 선박 간 충돌의 위험을 크게 느낀 것으로 조사되었다. 도선사 B는 통항분리대의 진입항로를 준수하여 입항하고자 진입항로의 가운데로 진입을 시도하였으나, 방파제 입구 부근에서 출항하는 선박과 약 15m로 매우 근접하여 통과하게 되었고 기상 조건에 좋지 못해 선박 조종에 어려움을 겪었다고 하였다.

3) 항로 설계안에 대한 시뮬레이션 결과

두 개의 부산항 진입항로 설계안에 대한 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.

① 항적도 분석

제1안의 경우는 Fig. 9, Fig. 12의 항적결과도에서 나타난 바와 같이 북측항로의 확장으로 인해 본선의 좌측으로 여유수역을 확보하여 접근함으로써, 출항선과 조우 시 평균 155m의 이격거리로 비교적 안전하게 피항할 수 있었으며, 근접 기준점과의 이격거리에는 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

제2안의 경우, Fig. 10, Fig. 13에서 보듯이 전반적으로 조종자가 항로상에서 적절하게 입항하였으며, 타선과의 조우 시 평균 110 m의 이격거리로써 피항하였다. 즉 제2안에서의 통항분리대의 북측 항로 경계는 그대로 두고 남측 항로의 경계만 확장된 항로상에서 본선은 입항하면서 횡압류하여 입항하였으며, 개선 1안에 비해 타선과 좁은 이격거리로 통과하였다.

② 주관적 평가

항로 설계안에 대한 시뮬레이션 후 다음과 같은 주관적 평가를 얻었다.

□ 항로설계 1안

Reach가 축소되어 출항선과의 교각이 커져 변침부담이 있는 반면, 횡압력으로 인한 출항선 항로 침범이 적어 절박한 위험을 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

확장 개선된 남측 항로를 통해 타선이 조도 방파제 통과 후 즉시 변침함으로써 본선은 더욱 안전하게 통항 할 수 있다.

□ 항로설계 2안

기존 Reach 길이는 일찍 출항선과의 정침되어 출입항선 침로 교각이 적으나 실제 횡압력으로 인한 출항선 침로 전방 방해 시 중대한 위험을 초래할 가능성이 존재한다. 이를 막기 위해 Leeway를 많이 주면, 우현 방파제와 가까운 거리에서 입항선의 부담이 가중된다.

③ 근접도 및 제어도 평가

제어도 평가요소의 기술 통계량으로서 타각사용량, 기관사용량, 선회율 등을 사용하여 항로안전성을 평가하고자 한다. 각 요소에 대하여 시나리오 별로 평균과 편차를 산출하였다. Table 4을 보면 현행에서의 제어도와 항로설계안에서의 제어도는 현저한 차이가 있는 것을 알 수 있다. 현행항로의 제어요소 수치에 비해 항로설계안의 수치가 현저히 낮게 나타났다.

이를 통해, 현행의 항로에서의 항행이 항로설계안에서의 선박조종 제어에 보다 곤란한 것으로 나타났다. 특히 항로설계안 중 2안이 조선곤란도가 가장 낮은 것으로 파악할 수 있다.

Table 4 Comparison of maneuvering factors

		현행	개선안1	개선안2
타각 사용량	평균	8.11	1.95	1.30
	편차	7.30	5.05	3.40
기관 사용량	평균	52.22	40.50	34.00
	편차	8.20	4.13	2.22
선회율	평균	5.00	3.10	2.20
	편차	5.56	4.32	3.95

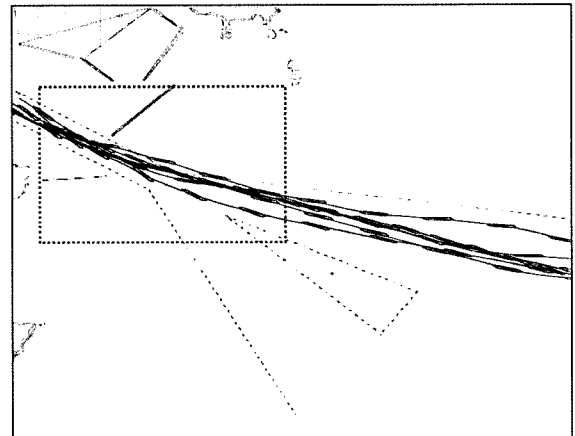


Fig. 8 Simulation track of present TSS

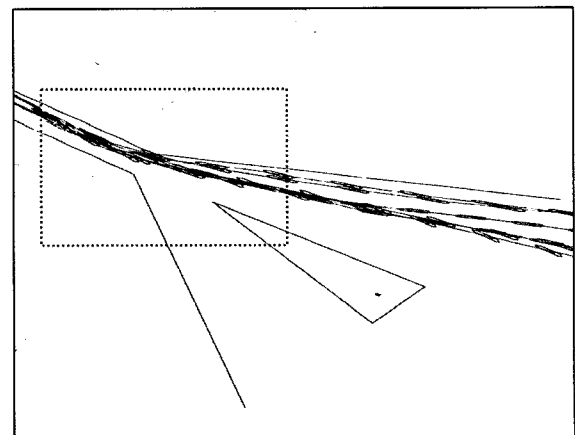


Fig. 9 Simulation track of suggest No.1 TSS

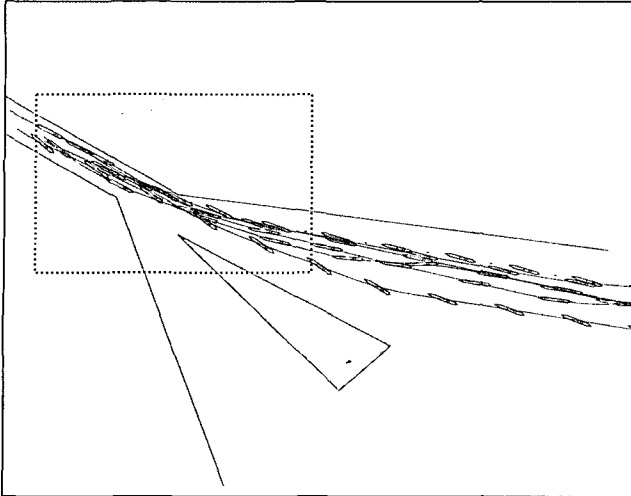


Fig 10 Simulation track of suggest No.2 TSS

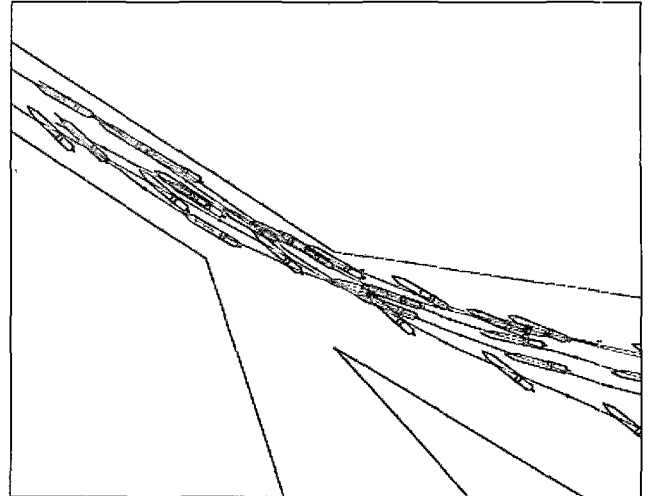


Fig. 13 Magnification of breakwater area(No.2 TSS)

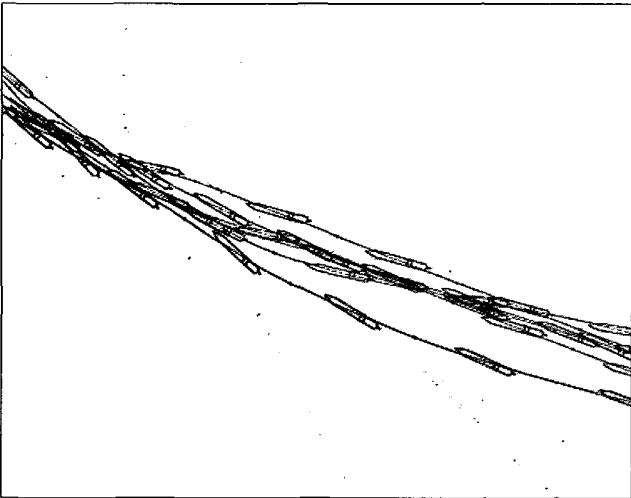


Fig. 11 Magnification of breakwater area(present TSS)

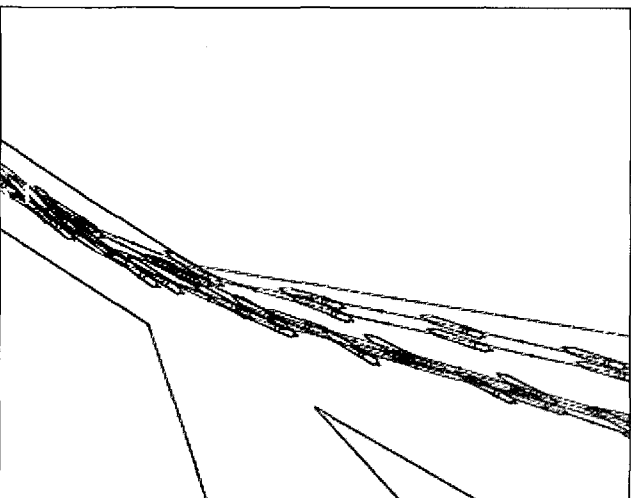


Fig. 12 Magnification of breakwater area(No.1 TSS)

근접도 평가요소로서 부산방파제 끝단을 근접도 측정 기준점으로 정하여 시뮬레이션 수행시마다 대상 선박이 부산방파제를 통과할 때 최근접거리를 측정하였다. 그 결과는 다음의 Table 5와 같으며 개선안 1안, 2안에 대한 최근접거리를 측정하여 평균값으로 나타났다. 개선안 제1안과 제2안의 기준점과의 최근접거리는 약 7m 차이로 비슷하게 나타났다.

Table 5 Comparing distance of approach on end of Busan breakwater

기준점	최근접거리	
	제1안	제2안
부산방파제 끝단	195 m	188 m

④ 개선안에 대한 선호도 평가

항로 설계안에 대한 시뮬레이션 평가 시 종합적인 조종 선호도를 조사해 본 결과 제1안과 제2안에 대한 비율이 7:5로 제1안에 대한 선호도가 다소 높은 것으로 평가되었다.

4) 항로 설계안에 대한 종합평가

시뮬레이션 수행을 통해 얻은 항로 설계안에 대한 결론은 다음과 같다.

- ① 현행 항로에 비하여 남측항로에서 조도방파제 부근의 수역이 확장되어 있어 출항선이 조도방파제 통과 후 바로 변침함으로써, 본선의 방파제 통과와 출항선에 대한 피항이 수월한 것으로 파악되었다.
- ② 선박조종의 타각, 엔진사용량 및 선회율 등의 제어요소에 대한 분석결과, 현행 항로보다 현저히 낮게 나타났으며, 제2안이 조선곤란도가 가장 낮게 나타났다.
- ③ 주관적평가결과 현행항로보다 선박통항에 안전한 것으로 조사되었다. 다만 제1안에서는 출항선과 교각이 커져 변침 부담이 존재하는 반면, 횡압력으로 인한 항로침범의 위험은 줄어드는 것으로 나타났으며, 제2안은 제1안에 비해 출

항선과의 침로 교각은 적으나 횡압력으로 인한 항로침범 위험이 높은 것으로 분석되었다.

5. 부산항 접근해역 안전통항을 위한 방안

여기서는 항로설계안 이외에 부산항 접근해역에 선박의 안전통항을 위한 방안 검토하고자 한다.

5.1 오륙도 방파제 전면의 천수역 준설

부산 북항의 출입항로(제1항로)의 최소 폭(방파제 사이)이 340m로 12,000 TEU급 초대형 컨테이너선(선폭 56m, 길이 397m)이 입출항 하기에는 항로 폭이 부족한 것으로 검토(미국 항로설계지침의 최소 항로 폭 만족 및 PIANC Rule의 편도 항로 최소 항로 폭 만족)되며(정 외, 2005; 박, 2001), 수심 역시 충분하지 못하여 제1항로의 일부 구간과 신선대 및 감만부두 전면 수역에 대해 준설이 이루어져야 할 것으로 분석되었다. 또한 오륙도 방파제 전면에는 수심 17.1m, 저질은 바위인 천수구역이 존재하므로 이 구역에 대한 준설이 이루어져야 선박의 통항안전성을 보전할 수 있다.

5.2 예인선 및 예부선 통항 확보

북항 내의 북빈 물양장의 이동으로 인하여 남항으로 통항하던 소형선들이 북항의 항로부근을 항행할 것으로 예상되고 있어 방파제 입구 근처의 교통량 증가 및 TSS 항로확단 등의 항행상의 위험요인을 초래할 수 있다. 따라서 예인선 및 예부선에 대한 부산 VTS의 통제를 강화할 필요가 있다(박 외, 2003).

특히, 현재 조도와 조도방파제사이의 가항수역은 부산 VTS의 레이더 맹목구간으로 중소형 선박들의 통항을 직접적으로 관제할 수 없는 해역이며, 만곡부가 존재하여 타 선박의 이동현황을 육안 또는 항해 장비로도 용이하게 확인하기 어려운 해역이다. 따라서 이 수역에 대한 관리 방안을 마련해야 통항 안전성을 확보할 수 있을 것이다

5.3 해군함정에 대한 관제 강화

부산 북항 내항에 위치하고 있는 해군 제3함대가 북항 외항 방파제 근처인 오륙도 부근 지역으로 이동함과 동시에 2006년 11월부터 국제여객부두가 조도부근의 해양경찰부두 근방에 개장되는 관계로 정박지 M7, M8, M9을 폐쇄하여야 할 것이다. 이러한 국제여객부두와 해군함정 부두가 부산 북항 방파제와 가까운 곳에 위치하고 있으므로 방파제 바로 앞에서 선박간의 마주침으로 인한 위험한 상황 발생이 예상되는 만큼, 해군·해경 함정 역시 VTS의 통제를 따를 수 있도록 부산 VTS와 해군·해경 간에 업무협조가 필요하다.

6. 결 론

부산항 제1항로 진입수역에 대한 해상교통조사 실시 결과 현 항로에 대한 통항안전성에 문제가 있음이 파악하였고, 현행 항로의 문제점에 따라 두 가지의 항로 설계안을 도출하였다.

도출된 항로설계안의 타당성을 검토하기 위하여 현행항로 및 설계안에 따라 선박조종 시뮬레이션을 실시하였고, 그 결과 두 가지 항로설계안은 진입항로를 이용하는 선박이 현행항로보다 넓은 진입수역을 확보하여 방파제 입구에서의 출입항 선박 통항 위험도를 줄임으로써 선박입출항 통항안전성을 높일 수 있는 것으로 분석되었다.

개선된 항로설계안 이외에도 부산항의 진입항로 개선을 위해 오륙도 방파제 전면의 천수역을 준설, 예인선 및 예부선의 통항 확보, 해군함정에 대한 관제 강화 등을 제안하였다.

본 연구에서는 통항선박의 대형화, 교통량의 증가 등으로 변화하고 있는 부산항 통항 환경의 변화에 대응하고자 통항 개선안을 제시함으로써, 보다 안전하고 효율적인 부산항의 선박통항 안전성을 보전할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박영수, 정재용, 박진수, 井上欣三(2003), “해상교통류 시뮬레이션을 이용한 통항분리제도의 정량적 효과평가”, 대한교통학회지 21권 제1호, pp.41-49
- [2] 박진수(2001), “해상교통공학”, pp.38-43
- [3] 이윤석, 김철승, 공길영(2004), “부산항과 감천항 방파제의 인접 항로에서 선체에 작용하는 횡압류 현상에 관한 연구”, 한국항해항만학회 04 춘계학술대회 논문집, pp.311-316
- [4] 정민, 김대희, 송재욱(2007), “AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석시스템 개발에 관한 연구”, 한국항해항만학회지 31권 제1호, pp.43-48
- [5] 정재용, 김철승, 정중식(2005), “여수해만 특정해역의 해상교통시스템 설정에 관한 연구”, 한국항해항만학회지 29권 제8호, pp.653-660

원고접수일 : 2007년 4월 6일

원고채택일 : 2007년 6월 30일