

미포항 비상정박지 지정에 관한 연구

이윤석* · 김종성** · 박준모*** · 윤귀호***†

*, ** 한국해양대학교 운항훈련원, *** 한국해양대학교 대학원

A Study on the Designation of MIPO Emergency Anchorage

Yun-Sok Lee* · Jong-Sung Kim** · Jun-Mo Park*** · Gwi-Ho Yun***†

*, ** Sea Training Center, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

*** Graduate University, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

요 약 : 울산항 항내 수역면적은 83 km² 로 전국 주요 항만의 평균인 127.5 km² 대비 65 % 수준인 반면 연간 선박의 입항척수는 25,432척으로 통항량이 많으나 동시 묘박 가능한 수용능력은 35여척에 불과함에 따라 항만운용 효율성 제고를 위한 정박지 수역 확충이 절실하게 필요하다. 본 연구는 비상정박지 개념을 도입하여 미포항 항계 내에 최적의 비상정박지 위치 선정에 대해 해상교통관측 조사 결과를 기반으로 정박지 예상 해역에서의 선박 진출입안전성, 통항 안전성, 정박 안전성 및 안전관리 측면 등을 분석하였다. 또한 해상이용자, 안전관리기관 및 학계 전문가 그룹의 의견수렴 등을 거쳐 기본 예비안과 최종 예비안을 도출한 후 이해 당사자 간 협의를 통해 최적 배치안을 선정하였으며, 그 결과를 해상교통시스템 및 선박조종시뮬레이션 분석을 통하여 검증하였다.

핵심용어 : 비상정박지, 항계면적, 통항 안전, 해상교통조사, 선박조종시뮬레이션

Abstract : In the port of Ulsan with the area of harbor limit of 83 km², 25,432 vessels have been entering annually and only 35 vessels can anchor simultaneously at the anchorage. The area of harbor limit of Ulsan constitutes just 65 percent compared to 127.5 km² which is an average of main ports in Korea. In this regard, the port of Ulsan needs to expand the area of anchorages inevitably for enhancing the efficiency of port operation. To select the best anchorage area in Mipo harbor with the introduction of a concept of emergency anchorage, this study analyzed the safety of navigation and anchorage, and safety management, etc. in the prospected anchorage on the basis of the marine traffic survey observing traffic density. Furthermore, after drawing preliminary and final schemes through gathering the opinions from maritime users, safety management organizations and academic experts group, the best arrangement of emergency anchorage has been selected through the conference of interested parties. Then, the final scheme was also verified through figuring out the marine traffic system and carrying out the ship handling simulation.

Key Words : Emergency anchorage, The area of harbor limit, The safety of navigation, Marine traffic survey, Ship handling simulation

1. 서 론

우리나라 주요 무역항들의 정박지는 입·출항하는 선박이 점점 증가함에 따라 많이 부족한 실정이다. 특히 울산항의 경우 항내 수역면적이 83 km²로 전국 주요 항만의 평균인 127.5 km² 대비 65 % 수준이다. 반면 연간 선박의 입항척수는 25,432척으로 통항량이 상당히 많으나 동시 정박능력은 35여척에 불과하여 항만운용 효율성 제고를 위한 정박지 수역 확충이 절실하게 필요한 상황이다(이 등, 2010). 정박

지 부족 상황을 극복하기 위한 최우선적 방법은 정박지 확충이겠지만, 항만 주변 수역의 지리적인 특성상 정박지 지정 조건을 충족하지 못하는 경우가 많아 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다.

현재까지 정박지와 관련된 연구는 완도항 인근 수역 정박지 지정 검토(임 등, 2007), 완도항 인근 수역 피항 정박지 지정 검토(임 등, 2008), 대산항 정박지 개선안에 관한 연구(김 등, 2010) 등 정박지 지정 및 개선에 관한 연구가 주를 이루었다. 그러나 기존 연구들은 정박지 지정에 있어서 단지 안전을 담당하는 안전관리자와 정박지를 사용하는 사용자의 입장을 절충하여 정박지 지정안을 도출하였다는

* 대표저자 : 중신회원, lys@hhu.ac.kr, 051-410-4201

† 교신저자 : 중신회원, captyun@hhu.ac.kr, 051-410-4471

한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 정박지 지정원칙을 토대로 하여 안전관리자, 사용자, 운영자의 의견을 수렴 및 인근수역의 교통조사를 실시하고 비상정박지로서의 타당성을 검토 후 비상정박지 최종안을 확정하였으며, 비상정박지 최종안 검증을 위해 선박조종시물레이션과 해상교통시스템분석을 실시한 후 최종 미포항 비상 정박지(안)를 제안하였다. 본 연구 성과는 미포항의 부족한 정박지 문제 해소는 물론 수역시설 이용의 극대화, 항만이용의 효율성 증대, 항만의 경쟁력 제고에 도움이 될 것으로 사료된다.

2. 정박지 지정 원칙

정박지 지정 원칙은 일반적으로 국내의 “항만 및 어항 설계기준(국토해양부, 2005)”에 명시되어 있는 정박지 반경 산정식을 이용하여 규모를 결정하며, 여러 가지 정박지 지정 방식 중 지리적 요건 및 해상교통 여건을 종합적으로 검토하여 최적의 정박지를 지정한다.

2.1 정박지 설계 지침

정박지 설계 지침은 Table 1과 같이 “항만 및 어항 설계기준(국토해양부, 2005)”에 명시된 규모로 설계하도록 명시되어 있다. 즉, 대상선박의 길이(LOA: Length Over All)와 정박지의 수심(D: Depth)을 기준으로 저질과 풍속의 정도에 따라 정박지의 반경을 정하도록 되어 있다.

Table 1. Korea rule of anchorage diameter

Method of anchoring	Nature of sea-bed	Radius	Size of anchorage
Lying single anchor	Good	LOA+6D	$R^2 \times 3.14$
	Bad	LOA+6D+30	$R^2 \times 3.14$
Mooring	Good	LOA+4.5D	$R^2 \times 3.14$
	Bad	LOA+4.5D+25	$R^2 \times 3.14$

하지만 국내의 정박지 설계 지침에 의거하여 정박지를 지정할 경우 국내 주요 항만에 있어 주위 교통흐름에 상당한 불안요소로 작용할 수 있을 뿐만 아니라 관리 측면에서도 관제에 어려움이 따를 가능성이 있기 때문에 본 연구에서는 비상 정박지 개념을 도입하여 관리자와 운영자, 사용자 간에 최적의 합의를 이루어 비상 정박지를 지정하고자 한다.

2.2 정박지 지정 방식

정박지 지정 방식은 집단정박지 지정 방식, 집단정박지

및 원정박지 혼합하는 방식, 집단정박지내 포인트로 지정하는 방식, 원정박지 지정 방식 등이 있다. 이 정박지 지정 방식의 특징은 다음과 같다.

1) 집단정박지 지정 방식

정박선박이 자유롭게 정박할 수 있어 안전 확보가 가능한 정박지 지정 방식이다. 하지만 정박척수가 많지 않을 경우 타선박의 정박위치에 따라 정박지 개수가 축소될 가능성이 있는 단점이 있다. 이 지정방식은 통항선박이 가장 많은 싱가포르 해협과 우리나라 울산항 입구에서 사용되고 있다.

2) 집단정박지 및 원정박지 혼합 방식

집단정박지내에 원정박지를 지정하는 방식으로 일본 요코하마 항 입구, 우리나라 여수, 광양항 입구에서 사용되고 있다.

3) 집단정박지 내 정박위치를 포인트로 지정하는 방식

집단정박지내에 정박위치를 원형이 아닌 포인트로 지정하는 방식으로 여러 선박이 정박하려고 할 경우 효율적으로 정박이 가능하다. 하지만 정박 선박간의 여유거리 확보가 필요하다는 단점이 있다. 이 지정방식은 일본 고베, 오사카항 입구, 우리나라 부산 북항내에서 사용되고 있다.

4) 원정박지로 지정하는 방식

1척의 선박이 정박 Circle내에 정박하는 방식으로 타 선박과의 간섭현상이 없다. 이 지정방식은 우리나라 포항, 목포, 인천항 입구에서 사용되고 있다.

3. 미포항 비상 정박지(안) 도출

미포항 비상정박지(안) 도출은 학술적인 접근 방법을 활용하여 미포, 전하만 입출항 안전성 및 통항 안전성, 정박 안전성, 정박지 지정에 따른 안전관리 기관의 적정한 운용 및 관제 방안 등 안전관리 측면을 고려하였다.

따라서 기존 미포항 전면해역을 주로 활용하고 있는 현대중공업(입출항 안전성 및 통항 안전성)의 입장 및 비상정박지를 관리 운용해야 하는 안전 감독기관의 입장(정박안전성 및 운용 관제, 안전관리)을 중심으로 비상 정박지개념(윤 등, 2011)을 새롭게 도입하여 검토하였다.

3개의 미포항 비상정박지(안)에 대해 상호 비교해 보면 Table 2와 같다. 3개안 모두 부족한 정박지 해소의 측면에서 3개의 원형 정박지를 배치했고, 제1안(Fig. 1)과 제3안(Fig. 3)은 전하만과 미포항 사이에 비상정박지 3개소를, 제2안

(Fig. 2)의 경우는 전하만과 미포항 사이에 2개소와 미포항 북측에 1개소를 설치하였다.

Table 2. Analysis of emergency anchorage proposals

Item	Proposal 1	Proposal 2	Proposal 3
	3 points	3 points	3 points
Size	10,000 DWT : 1 2,000 DWT : 2	10,000 DWT : 1 2,000 DWT : 2	10,000 DWT : 1 2,000 DWT : 2
Position	· Middle of Junhaman and Mipo : 3 points	· Middle of Junhaman and Mipo : 3 points · North of Mipo : 1 point	· Middle of Junhaman and Mipo : 3 points
Nature of sea-bed	Mud	Mud	Mud
Depth	Ave. 28 m	South : 30 m, North : 32 m	Ave. : 34 m
Area		675,442 m ²	
Rock	None	None	None

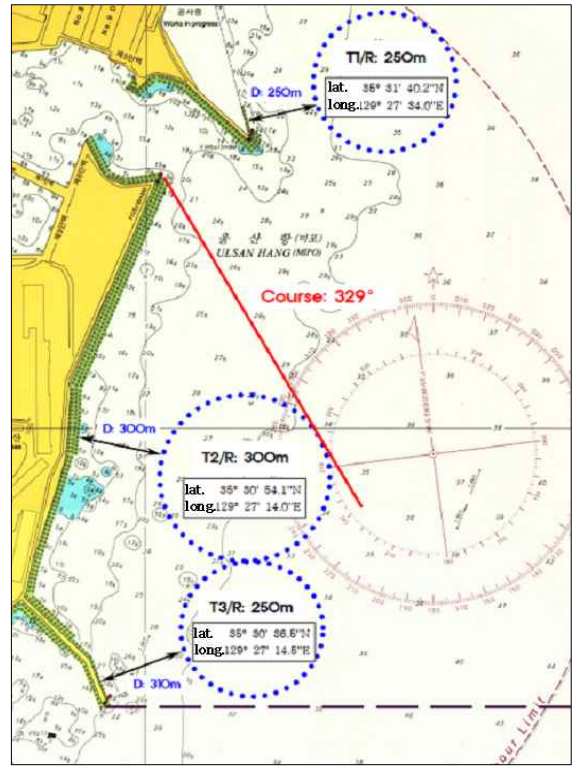


Fig. 2. Proposal 2 of emergency anchorage.

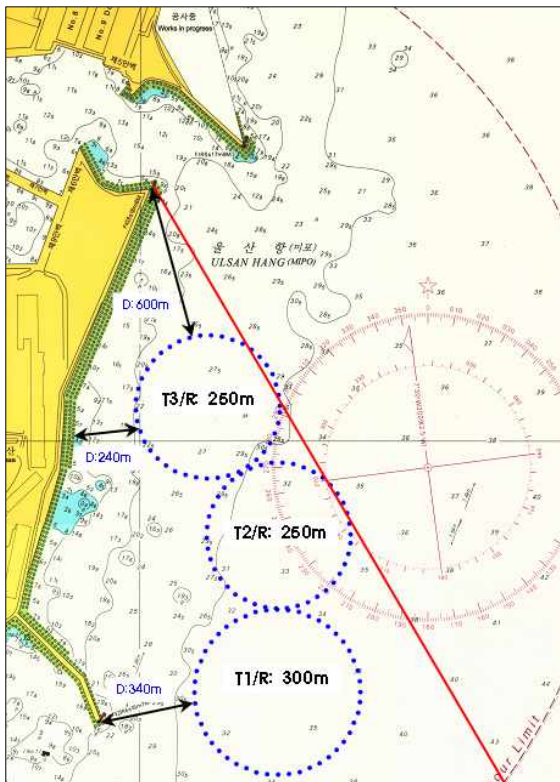


Fig. 1. Proposal 1 of emergency anchorage.

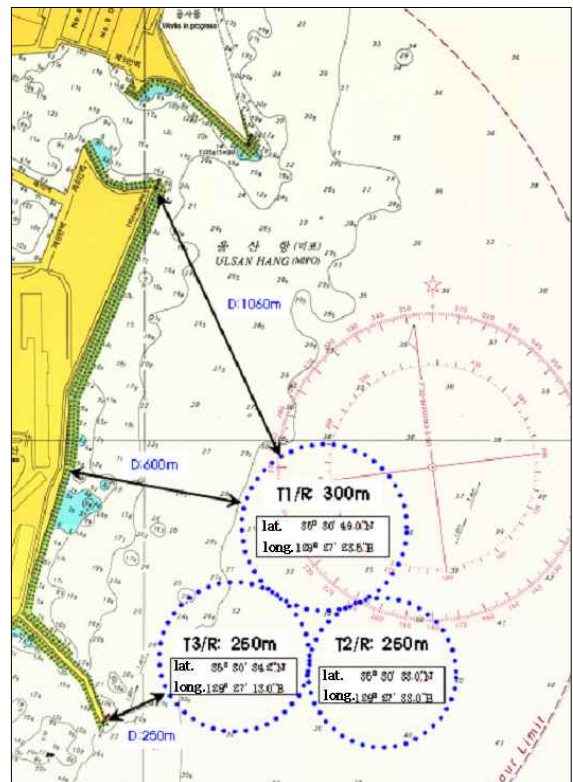


Fig. 3. Proposal 3 of emergency anchorage.

4. 비상정박지(안) 해상교통시스템 분석

미포항 비상정박지(안)에 대하여 3일간 실시된 해상교통 관측(AIS 및 목시관측과 레이더 관측)결과를 비상정박지 인근 통항 선박의 특성(주요 통항로 및 통항 패턴), 비상정박지(안)별 예상 정박지를 통과한 선박의 척수, 통항 선박의 톤수, 선종, 통항 선박의 선속 및 통항 범위 등 해상교통시스템(통항선박) 관점에서 분석하여 비상정박지(안)에 대한 적절성을 판별하였다.

그리고 Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6의 항적결과를 바탕으로 비상정박지를 통항하는 선박의 톤수별, 선종별, 평균속력을 분석하면 Table 3과 같다.

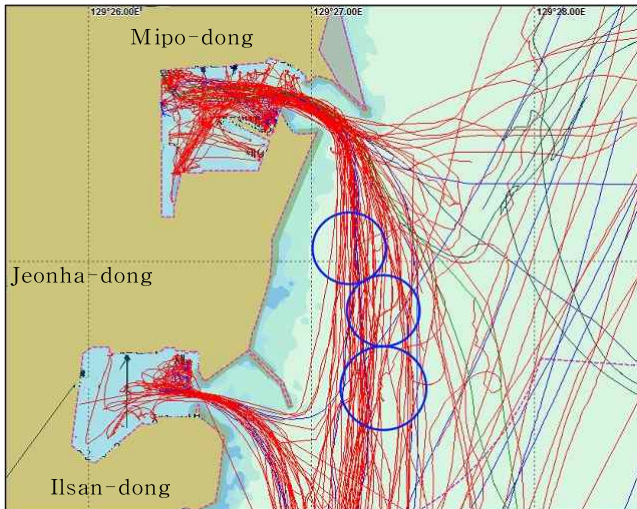


Fig. 4. Trajectory analysis of ship for proposal 1.

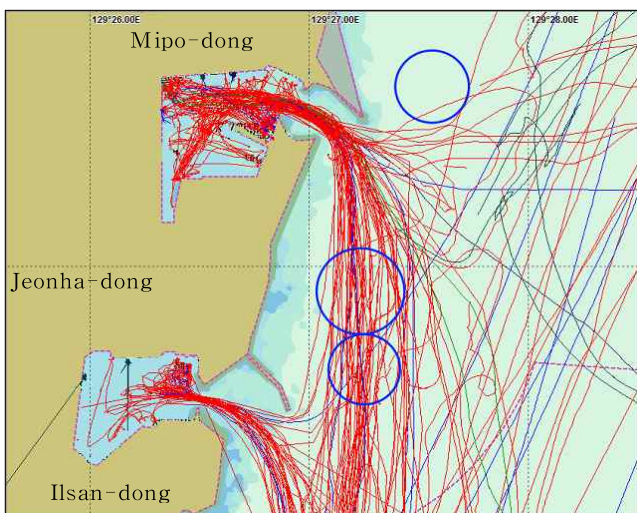


Fig. 5. Trajectory analysis of ship for proposal 2.

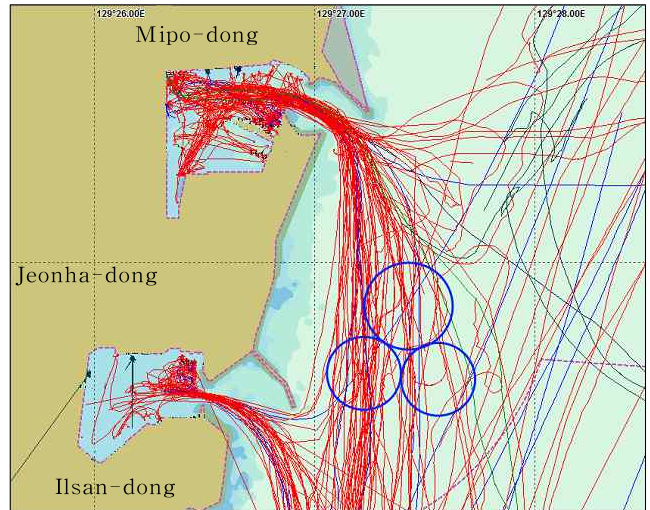


Fig. 6. Trajectory analysis of ship for proposal 3.

Table 3. Analysis of traffic volume of proposals

Tonnage	Proposal 1	Proposal 2	Proposal 3
Under 100 ton	51 ships	49 ships	61 ships
100-500 ton	4 ships	2 ships	5 ships
Ship's type	Proposal 1	Proposal 1	Proposal 1
Cargo ship	2 ships	0 ship	2 ships
Others	49 ships	48 ships	60 ships
Fishing boat	2 ships	0 ship	2 ships
Public ship	1 ship	1 ship	1 ship
Tug and barge	1 ship	0 ship	1 ship
Tanker	0 ship	2 ships	0 ship
Ave. speed	6.5kts	7.0kts	6.9kts

미포항 비상정박지(안)을 통항선박 및 정박선박, 미포·전하만 입출항 선박에 대해 항적도 분석 및 교통량 조사결과를 바탕으로 분석하면 다음과 같다.

첫째, 통항안전성 측면에서 비상정박지 제1안과 제2안은 거의 유사하나 제3안의 경우 외측에 정박지가 배치되어 통항 선박과의 간섭이 가장 크게 분석되었다.

둘째, 정박안전성 측면에서 육지와의 이격거리가 가장 큰 제3안이 가장 유리한 것으로 판별되나 수심이 다소 깊은 단점이 있다.

셋째, 입출항 안전성 측면에서 비상정박지 제1안과 제3안은 미포항과 전하만 입출항 선박의 진출입에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있으므로 비상정박지 제2안이 유리한 것으로 분석되었다.

넷째, 운용·관리 측면에서 비상정박지 제1안과 제3안은 정박지가 집중되어 통항 선박 및 정박 선박에 대한 관리가

용이하나, 비상정박지 제2안의 경우에는 정박지가 분산 배치되어 다소 불리한 것으로 분석되었다.

즉, 최종 예비3안을 상호 비교 분석한 결과, 정박지 지정 조건을 골고루 만족하는 예비안은 없으나, 미포 및 전하만 시운전선박의 진출입 안전성 및 통항 안전성 측면에서는 해상이용자가 제시한 비상정박지 제2안이 최적으로 분석되었다. 그러나 비상정박지의 경우 안전관리의 측면도 중요하기 때문에 안전관리 기관과 충분한 협의 후 최종안을 선정할 필요가 있다.

5. 비상정박지 최종(안) 도출

미포항 비상정박지 최종 결정을 위해 울산항 항만시설 및 수역시설의 안전관리기관인 울산지방해양항만청, 울산항만공사, 해상이용자인 현대중공업, 울산항도선사협회 등이 참여하여, 미포항 비상정박지 지정을 위해 다음과 같은 분석을 통하여 최종적인 비상정박지(안)을 도출하였다.

① 울산항의 부족한 정박지 확충과 항만운용효율화를 위해 비상정박지는 3개소를 배치한다.

② 현재 비상정박지 지정 예상 정박지 인근 통항선박의 규모가 100톤 미만의 기타 선박임을 고려할 때 적절한 관제, 통항 선박과 정박 선박과의 안전이격거리 등이 확보될 경우 미포항과 전하만 중간 해역에 정박지 배치는 별다른 문제가 없을 것으로 분석되었다.

③ 미포항 및 전하만 시운전 선박의 진출입안전성을 고려할 때 가급적 진출입 항로 인근을 제외한 해역에 정박지를 배치할 필요가 있다(미포항 최소이격거리 800 m 유지).

④ 따라서 미포항과 전하만 중간 해역에는 2개소 정도의 정박지를 배치하는 것이 타당하다.

⑤ 현대중공업이 제시한 미포항 북측 정박지의 경우 통항 선박에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 분석되어 1개의 정박지를 배치하는 방안을 적극 검토할 필요가 있다.

⑥ 미포항과 전하만 중간해역의 정박선박의 규모를 확대하여 현재 2천 DWT급으로 설계된 1개소의 정박지를 최대 1만DWT급이 정박할 수 있도록 반경을 300 m로 확장하는 방안을 검토할 필요가 있다(수심 요소가 반경의 규모를 좌우하는 주요 요소이기 때문에 선박 규모 확대에도 별다른 차이는 없음).

⑦ 통항선박의 안전을 고려하여 미포항 비상정박지 지정 이후 가급적 미포항과 전하만 사이의 정박지에는 한 척의 정박 선박만이 이용토록 하면서 점진적으로 통항 선박들이 친숙화되면 두 척의 정박지를 활용하는 점진적인 운용방안을 검토할 필요가 있다.

⑧ 미포항 비상정박지 이용 선박의 안전 관리를 위해서

는 우선적으로 관제장비(CCTV, Radar, Workstation 등) 및 관제인원(1개의 섹터관제 필요 정원) 충원이 요구된다.

위에 종합적인 분석을 통하여 1만 DWT급용 정박지 2개소를 미포항과 전하만 중간해역에 배치하고 2천 DWT급용 정박지 1개소를 전하만 북측에 배치하였다. 이는 미포항-전하만 진출입안전성과 통항안전성을 충분히 고려한 것으로 미포항 비상정박지 최종(안)은 Fig. 7과 같다.

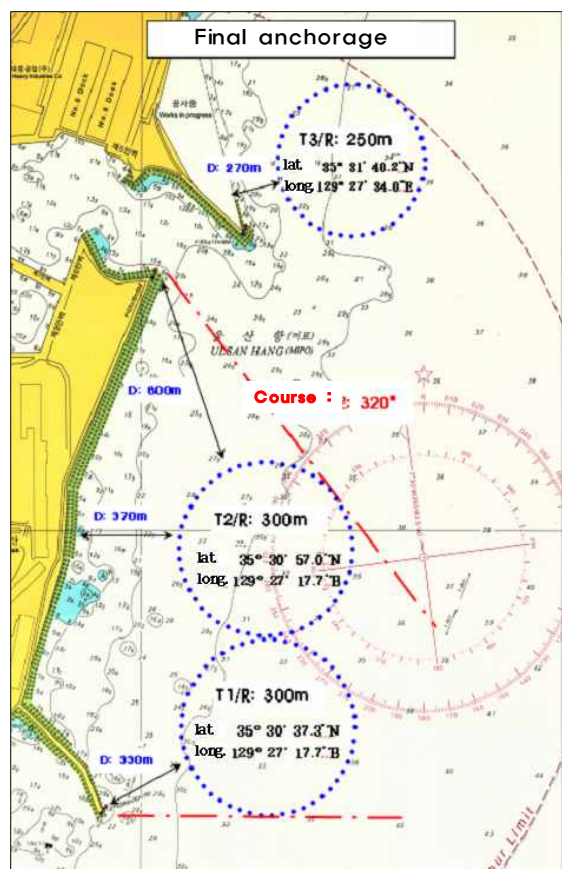


Fig. 7. Final proposal for emergency anchorage.

6. 비상정박지 최종(안) 검증

6.1 최종(안) 해상교통시스템 분석

Fig. 8과 같이 비상정박지 최종안에 대한 3일간의 항적결과를 바탕으로 Table 4와 같이 선박교통량 분석을 실시하였으며, 최종안에 대한 해상교통시스템을 분석한 결과는 다음과 같다.

① 최종안으로 선정된 비상정박지 3개소를 통과하는 선박은 1일 최대 18척 전후(주간 기준 시간당 1.8척)로 예상되며, 해당 선박은 주로 100톤 미만의 기타선박으로 추정된다.

② 통항 선박의 평균 선속이 6.2 knots로 분석되어, 정박 선박을 우회하기 위한 회피 동작 및 침로 확보 및 자세 제어 등에는 별다른 어려움이 없을 것으로 분석된다.

③ 전하만에서 출항하여 미포항으로 이동하는 선박은 최초 정박지(T1)와 안전한 이격거리를 확보하면서 주의 통항을 실시해야 한다.

④ 통항 선박은 파랑 및 스웰 방향을 주의하면서 정박지 좌·우측 가항 수역을 적절하게 활용하여 통항할 필요가 있고, 정박 선박에서 신출된 체인에 주의해야 한다.

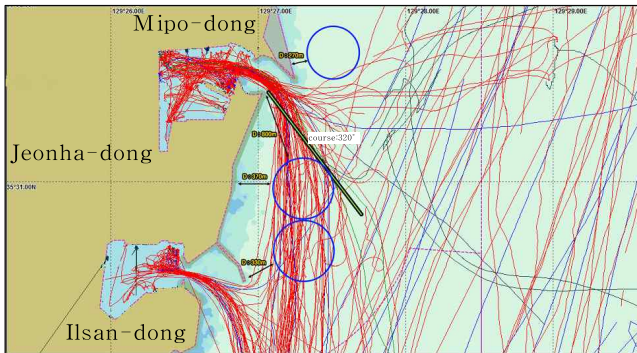


Fig. 8. Trajectory analysis of ship for final proposal.

Table 4. Analysis of traffic volume of final proposal

Tonnage	Final proposal (Traffic in the South)	Final proposal (Traffic in the North)
Uner 100 ton	51 ships	
100-500 ton	3 ships	2 ships
Ship's type	Final proposal (Traffic in the South)	Final proposal (Traffic in the North)
Others	50 ships	2 ships
Govem't ship	2 ships	0 ship
Tanker	2 ships	0 ship
Ave. speed	6.2kts	10.7kts

6.2 선박조종시뮬레이션 분석

선박조종시뮬레이터를 이용하여 해당 비상 정박지에 선박이 투묘하는데 안전성 여부를 검토하였다.

선박조종시뮬레이션에서는 먼저 대상 정박지를 선박 운항자에게 사전에 지정하여 통보한 후, 투묘 위치 등은 울산 VTS 관제사 역할을 담당하는 중앙통제실에서 적정 투묘 위치를 알려주고, 최종적인 투묘 위치 및 접근 방법 등은 선박 운항자에게 위임하는 방식으로 선박조종시뮬레이션을 수행하였다. 또한 자연환경 조건은 인근 해역에서 가장 탁월한 조류 NE 1.4 kts, 바람은 선박운항에 불리한 NNE 25

kts로 설정하여 선박조종시뮬레이션을 수행하였다. 기술분석으로는 대상선박이 특정 지점을 통과할 경우 선속과 사용 타각을 중심으로 여유 제어량과 선박 운항자가 느끼는 주관적 운항 안전성을 평가하여 분석하였다.

Fig. 9의 시뮬레이션 항적도 및 Table 5의 선박조종시뮬레이션 기술분석 자료를 바탕으로 미포항 비상정박지 최종안에 대해 분석하면 다음과 같다.

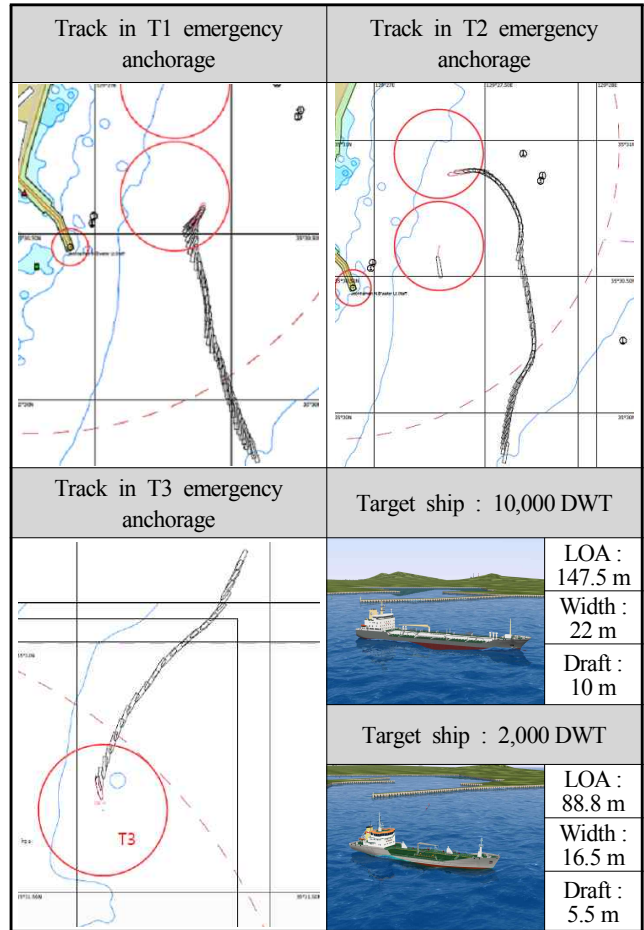


Fig. 9. Trajectory analysis of ship and simulation ships.

Table 5. Technical analysis of ship simulation

Item	Distance to the center of anchorage	Approaching speed	Controlled volume of rudder allowance	Subjective assessment
T1	62 m	4~5 kts	67 %	2.0(safe)
T2	155 m	4~5 kts	43 %	2.0(safe)
T3	86 m	4~5 kts	71 %	2.0(safe)

예정 정박지 인근의 외력 조건(조류, 파랑 및 바람) 등으로 인해 정박지 중심에 정확한 투묘는 다소 곤란하였으나 정박지 진입 및 중심 인근에 투묘에는 별다른 어려움이 없었다.

평가 요소별 분석 결과, 정박지 진입 선속은 약 4~5 knots 내외, 타각은 최대 20도 정도로 여유사용량이 43% 이상으로 양호한 결과를 나타냈고, 선박운항자의 주관적 평가 결과 또한 +2로 안전한 것으로 평가되었다.

따라서 해상교통안전진단 시행지침에 명시된 선박조종시물레이션 종합 평가 결과, 제어도 및 선박운항자의 주관적 평가가 안전한 것으로 검증되어 미포항 비상정박지 이용 선박에 대한 정박 안전성은 별다른 문제없이 안전한 것으로 분석되었다.

7. 결론

현재 울산항은 물동량 증가로 인하여 선박 통항량이 상당한 증가추세를 보이고 있으나 부족한 정박지로 인하여 항만의 효율성을 저해하고 있는 상황이다. 이번 연구에서는 정박지 지정 원칙을 감안하고, 국내 무역항 중 통항량 대비 정박지 부족현상을 크게 겪고 있는 울산항 중 미포항의 비상정박지 지정을 위해 이해당사자간의 의견조율과 해상교통시스템 분석을 통하여 최적의 비상정박지 배치안을 도출하였으며, 최종 배치안에 대해 선박조종시물레이션 및 해상교통시스템의 분석을 통한 검증을 수행하였다.

본 연구 결과는 부족한 울산항 정박지 해소를 위해 이해당사자간 원만한 협의를 통해 합리적인 최적안을 도출한 대표적인 성공 사례로 향후 해상교통안전진단 업무와 관련하여 이해당사자간 마찰로 인한 합리적인 의사 결정시 좋은 모범 사례로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 향후 비상정박지의 지정을 통한 효율성을 높이기 위해서는 비상정박지 개념에 대한 보다 명백한 관련 근거 조항의 규정화가 이루어져야 할 것이고, 아울러 비상정박지 운영에 있어서 발생할 수 있는 예상 문제들에 대한 면밀한 분석을 통한 해소 방안도 모색되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 국토해양부(2005), 항만 및 어항설계 지침, 제6편 수역 시설 및 준설·매립, pp. 681-698.

[2] 김성철, 김철승, 박성현, 양형선, 이창희, 임궁수(2010), 대산항 정박지 개선안에 관한 연구, 해양환경안전학회, 춘계학술발표회, pp. 223-225.

[3] 윤귀호, 김종성, 박영수, 이윤석(2011), 비상(예비) 정

박지 개념 도입에 관한 연구, 해양환경안전학회, 추계학술발표회, pp. 223-225.

[4] 이윤석, 윤귀호, 김종성(2010), 미포항 비상정박지 최적 위치 선정에 관한 연구, 해양환경안전학회, 추계학술발표회, pp. 227-229.

[5] 임남균, 김철승, 양형선, 이경우(2008), 완도항 인근수역 피항 정박지 지정 검토 연구, 해양환경안전학회지, 제14권, 제1호, pp. 65-69.

[6] 임남균, 정재용, 최명식(2007), 완도항 인근수역 항로 및 정박지 개선 연구, 해양환경안전학회지, 제13권, 제4호, pp. 65-70.

원고접수일 : 2012년 04월 16일

원고수정일 : 2012년 06월 20일 (1차)

2012년 07월 19일 (2차)

게재확정일 : 2012년 08월 24일