

## 울산항의 항행환경 조사·분석

정재용\* · 김철승\* · 박영수\*\* · 정기남\*\*\*

\* 목포해양대학교 해상운송시스템학부, \*\* 한국해양대학교 운항훈련원

\*\*\* 울산지방해양수산청 해상교통관제센터

# A Study on the Navigational Conditions in the Ulsan Approaching Waters

Jae-Yong Jeong\* · Cheol-Seung Kim\* · Young-Soo Park\*\* · Ki-Nam Jeong\*\*\*

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

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

\*\*\* Vessel Traffic Service Center, MOMAF, Ulsan, Korea

**요약** : 이 논문은 해양사고가 발생하는 원인을 파악하기 위해 자연환경, 지형 여건, 해양사고, 해상교통 및 해상교통류 등을 조사·분석하고, 전문가조사 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하다. 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 첫째, 정박지인 E-1, 2, 3 정박지에서 정박 중인 선박이 주묘가 되는 경우가 빈번하다. 둘째, 정박지가 부족하며, 부두가 항로의 지근거리에 위치하고 있다. 그리고 항로 폭이 협소하고, 원유선 계류부이가 항로에 인접하여 위치하고 있어 여러 수역에서 해상교통흐름이 교차하고 있다. 셋째, 해양사고는 제1항로와 소형선박 정박지(M1-M7) 및 돌핀부두 인접수역, 간질곶 인접수역, E 정박지, 항로 진출입 인접수역에서 발생하고 있다. 넷째, 해상교통흐름은 항내 이동선박이 많고, 위험화물 운송선박의 비율이 높다. 그리고 예부선 등 소형선이 무질서하게 항내를 이동하고, 항로가 서로 교차하고 있다. 다섯째, 이용자 및 전문가에 대한 설문조사는 항로 진입부를 식별할 수 있는 대형등부표가 필요하다.

**핵심용어** : 해양사고, 해상교통조사, 해상교통류, 해상안전, 대형등부표

**Abstract** : Natural environment, topographical conditions and marine traffic flows were investigated and questionnaire surveys were performed for the purpose of understanding the cause of marine accidents. The frequent cases of ships' dragging have happened at the anchorages of E-1, E-2 and E-3. The anchorage area is insufficient for the accommodation of a number of ships, the dolphins at the nearby piers are located near a narrow fairway. SBMs' are positioned too close to the fairway. It shows that many crossing marine traffic flows occur in all areas of the port. Marine casualties are concentrated mainly at No. 1 fairway, M1-M7 waters close to the dolphins and Gwanjeolgot, "E" anchorage and the waters close to the fairway "come and go" areas. The marine traffic flow is mainly caused by the ships' movement at the inter-port and most of the ships are the dangerous cargo carriers. And small ships like the tug-barge are moving disorderly in the ports. Furthermore, the fairway's layout is crossing each other. Questionnaire surveys of the users and experts shows that the LANBY that can distinguish the fairway of "come and go" ports is required.

**Key Words** : Marine casualty, Marine traffic survey, Marine traffic flow, Marine safety, Large navigation buoy

### 1. 서 론

울산항은 우리나라 전국화물의 37%를 처리하는 경제적으로

중요한 항만이며 처리화물 중 위험화물이 81% 차지하고 있어 유조선 등 위험물운반선의 출입이 빈번하여 유류유출사고의 가능성이 높다.

2007년 6월에는 울산항 외항 정박지에서 화물선 버티고호와 유조선 유니크호가 충돌하였고, 5월에는 석유제품 운반선 1삼진호와 바지선 천부1호가 충돌하였다. 또한 2006년 8월에는 유류운반선과 어선의 충돌, 화물선 올림프스호가 SK 2번 부이의 접촉 사고 등 유조선 관련 사고 및 유류시설 관련 사

\* 대표저자 : 종신회원, jyjong@mmu.ac.kr, 061-240-7175

\* 종신회원, cskim@mmu.ac.kr, 010-2984-0396

\*\* 종신회원, youngsoo@hhu.ac.kr, 010-3856-1778

\*\*\* 비회원, safer@hanafos.com, 052-228-5573

고가 빈발하고 있다. 따라서 이러한 해양사고가 발생하는 원인을 파악하기 위해 울산항 전체에 대한 항행환경을 조사하여 항행환경의 위험요소를 도출할 필요가 있다.

이 연구에서는 자연환경, 지형 여건, 해양사고, 해상교통 및 해상교통류 등을 조사·분석하고, 전문가조사 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하여 위험요소를 도출하고자 한다.

## 2. 항행위험요소 조사·분석

항행위험요소는 자연환경, 지형여건, 해양사고, 해상교통, 해상교통흐름, 전문가 및 이용자 설문조사, 해상교통류 시뮬레이션에 의한 평가를 이용하여 도출한다.

### 2.1 자연환경

울산항 일원의 조석현상은 매우 미약하며, 대조차 48.2cm 평균조차 32.6cm, 소조차 17.0cm로 선박의 조선이나 하역작업에 직접 영향을 미치지 않고 있다. 조류의 최강창조류는 남서쪽으로 울산항의 고조전 약 2.5~3.0시 사이에 약 0.5~1.8노트로 흐르며, 최강낙조류는 북동쪽으로 저조전 약 1.0~3.0시 사이에 1.1~2.0노트의 속도로 흐르고 있다. 미포항 부근에서는 북~북동방향의 해류가 0.5노트의 속도로 흐르고 있으며, 만부근에서는 북상난류에 의한 반류(남동류)가 0.3노트 정도로 흐르고 있다. 신항만 계획지역 전면에서의 창조류는 최대 2.1노트이며, 낙조류는 최대 1.2노트이다.

쿠루시오가 한반도의 동해안을 따라 흐르기 때문에 쿠루시오 해류가 창조류와 겹칠 때 조류가 4노트 이상 강하게 흐르고 있어, 외곽 정박지인 E-1, 2, 3 정박지에서 정박 중인 선박이 주묘가 되는 경우가 빈번하다. 그리고 울산항 동쪽과 남쪽이 개방되어 있어 동-남동 방향의 돌풍으로 인해 주묘되는 경우가 발생하고 있다(기상청, 2000~2004). 이처럼 4노트 이상의 조류와 갑작스런 돌풍에 의하여 주묘가 발생하는 경우가 있다.

### 2.2 지형 여건

울산항 지형여건 특성을 보면 6가지로 나눌 수 있다.

#### ① 통항척수 증가 반면 가항 수역 감소

울산항의 물동량은 1990년 53,743천톤에서 2006년 167,638천톤으로 약 3배 이상 증가하였지만, 오히려 가항수역은 방파제와 매립 등의 건설을 통해 개발되어 줄어들었다(Fig. 1). 이처럼 줄어든 가항수역은 입출항 선박의 안전항행에 걸림돌로 작용하게 되고, 그만큼 해양사고의 위험을 증가시킨다.

#### ② 소형선 정박지 부족 및 정박 조건

Fig. 2~Fig. 3과 같이 많은 소형선박이 정박을 하고 있다. M 1-7는 7척의 선박을 수용할 수 있도록 설계되었으나(한국항만협회, 2000) 평균 17척, 혼잡시 30여척의 선박이 정박을

하고 있다. 이는 E-1, 2, 3 정박지가 울산항 동쪽과 남쪽이 개방되어 있어 정온수역이 아닐뿐더러 수심이 깊어 소형선들을 수용하기에 적합하지 않기 때문이다.

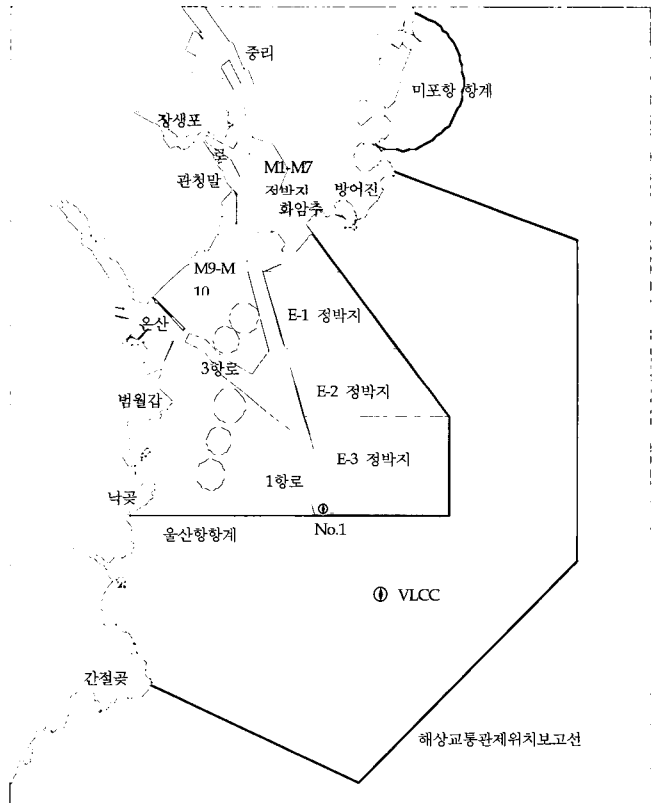


Fig. 1. No. 1 fairway and approaching waters of Ulsan.



Fig. 2. Anchoring vessels in M1~M7 in Ulsan.

#### ③ 항로와 부두와의 근접

Fig. 4와 같이 항로가 부두와 인접하여 있다. 부두에 접이안하는 선박을 위한 별도의 선회장이 없고, 항로와 부두와의 거리가 25~167미터에 불과하다.

이와 같이 부두와 항로가 근접하여 SK 돌핀, 용잠부두 및

태영사이로 부두의 경우 선박이 접이안을 위한 회두과정에서 항로를 침범하게 되어 해당 항로를 이용하는 선박이 통항을 중단해야 하고, 이안 후 항로에 진입시 항로를 따라 항행하는 선박과 충돌의 위험성이 높다.

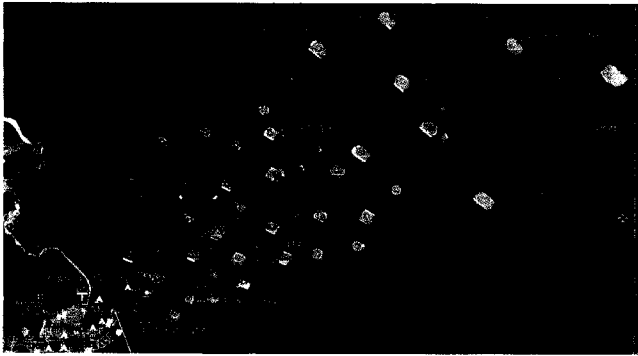


Fig. 3. Anchoring vessels in E1~E3.

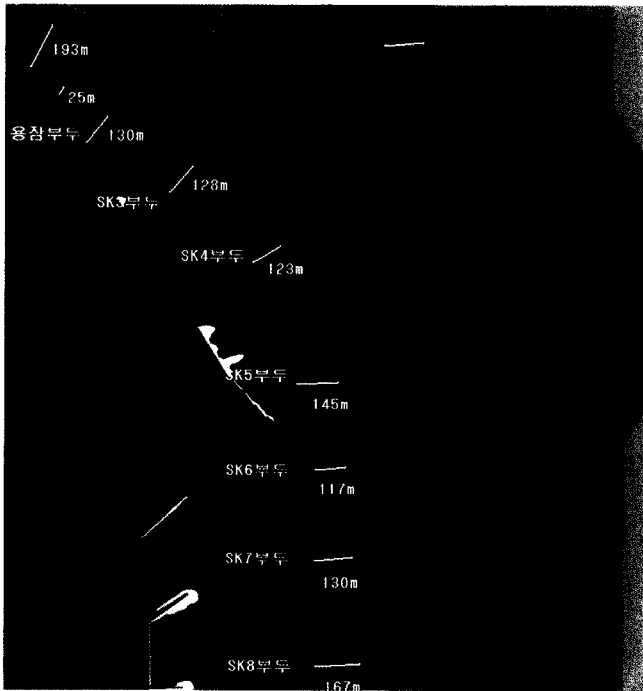


Fig. 4. Piers near the waterway(SK Dolphin).

④ 항로폭 협소

Fig. 5에서와 같이 제2항로와 제3항로에서 교행 항해가 이루어지며 이 항로는 폭이 좁아 위험하며, 이용척수가 많아 일방통항을 하도록 관제하는 것도 힘들다.

⑤ 항로에 인접한 원유선 계류부이 존재

VLCC가 원유 계류부이에 접이안에 많은 시간이 소요되어 원유선 뿐만 아니라 인근 수역을 항행하는 선박도 많은 지장을 받고 있다. 또한 원유부이와 항로와의 이격거리가 약 100미터에 불과하여 1항로를 따라 통항하는 선박뿐만 아니라 3항로를 따라 항행하는 선박은 원유 계류부이 근처에서 대각도

변침을 해야 하기 때문에 부이와의 접촉 가능성이 높다. 2006년에는 화물선 올림프스호가 SK 2번 부이에 접촉하는 사고가 발생하였다.

⑥ 다수 지역에서 해상교통흐름 교차

제1항로와 제2항로는 해상교통이 서로 교차하고 조선블럭 공장에 의해 서로 시계로 확인할 수 없는 지형이다. 그리고 동방파제 부근은 방파제로 인하여 항로폭에 제한을 받고, 제1항로를 이용하는 선박과 정박지에 진출입하는 선박, 포항방면과 울산항을 이용하는 선박 등이 교차하는 해역이다.

제1항로와 제3항로가 분기되는 지점 역시 울산항과 온산항을 이용하는 선박의 교통흐름이 교차하고 있으며, 정박지를 가로질러 온산항에 입출항하는 선박의 교통흐름이 교차하고 있다.

항로의 진입부는 울산항과 온산항을 진출하는 선박과 진입하는 선박의 교통흐름이 교차되고 있다. 또한 간절곶에 가깝게 진입하는 소형선박은 울산항을 진출하는 대형선박과 교차 및 중복되어 충돌의 가능성이 매우 높다. 또한 울산항을 항과 하는 소형선박이 항로의 진출입부근에서 울산·온산항을 진출입하는 선박과 교차가 이루어지고 있다(해양수산부, 2005).



Fig. 5. Junction & divergence areas of marine traffics.

2.3 해양사고

본 연구에서는 울산 인근해역(북위 35도 20분~35도 40분, 동경 129도 20분~129도 35분)에서 발생한 최근 5년(2000년~2004년)의 해양안전심판 재결서를 조사·분석하였다(중앙해양안전심판원, 2000~2004).

충돌사고는 제1항로와 소형선박 정박지(M1-M7) 및 돌핀부두가 근접하고 있는 동방파제 내에서 발생하였다. 그리고 울산과 포항방면으로 입출항하는 선박이 E 정박지를 항과하면서 발생하였고, 조선블럭 운반 예부선이 우봉, 이진 및 처용에서 출항하여 미포조선 및 현대중공업으로 이동하는 E 정박지내에서 발생하였다. 또한 선박교통흐름이 교차하는 간절곶 부근 및 항로 진출입 부근에서 해상교통흐름의 교차, 중복에 의해

발생하고 있다. 좌초사고의 경우에는 방어진 항 입구, M 정박지 및 온산항 입구 부근에서 발생하고 있다. 유조선사고가 6척 발생하여 매년 1척 이상의 해양사고가 발생하였다.

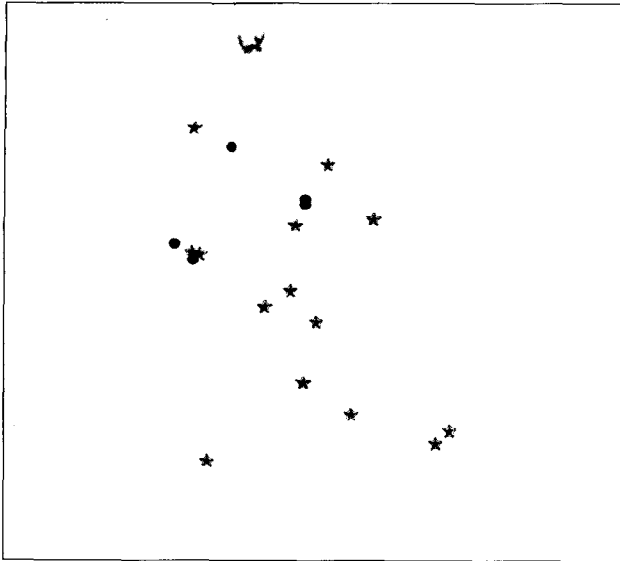


Fig. 6. Locations of marine accidents in water in Ulsan.

2.4 해상교통

울산항의 해상교통 현황을 보면 아래와 같다.

① 항내 이동 선박

항내 이동교통량이 입항선의 98%에 달하는데, 이는 석유화학 제품의 특성상 입항 후 부두를 옮기면서 적양하거나 Tank Cleaning 또는 Gas Free 작업을 위해서 외항으로 이동하기 때문이다. 이로 인하여 입항척수보다는 많은 선박들이 울산항 내를 통항하고 있다.

Table 1. Ratios of moving vessel in the harbor limits of Ulsan

Port	Entering ship/day	Dangerous cargo carrying ship	The ratio of in-port moving ship by entering ship(%)
Ulsan	70	60.5	98
Busan	160	20.8	60
Incheon	48	19.3	206
Yeosoo/Gwangyang	68	58.3	96

② 위험화물 운송선박의 높은 비율

Table 1과 같이 위험물 운반선박의 비중이 60.5%로 높아 해양 사고 발생시 그 피해규모가 클 것으로 사료된다.

③ 정박지 수용능력 초과

울산항을 이용하는 해상교통량은 2000년부터 2004년까지 최근 5년간의 울산지방해양수산청 전산실의 Port-MIS 자료를 조사·

분석(울산지방해양수산청, 2005)한 결과는 다음과 같다.

Table 3과 같이 M1~M7 정박지는 평균 1,000톤급 선박이 연간 5,500척 이용하여 1일 15척으로 적정선박의 2배 이상 이용하고 있으며, 최대 30여척이 이용하여 현재 포화상태이고, M9, M10 정박지는 6,000~7,000톤급 선박이 년 1,530척 이용(4.19척/일)하고 있다. M11, M12는 800~1,200톤급 선박이 년 315척(0.9척/일) 이용하였으나, 현재는 폐쇄되었다. E1은 평균 3,200톤급 5,720척/년(15.7척/일), E2는 14,000톤 선박이 1,940척/년(5.31척/일), E3는 2만톤급 이상이 975척/년(2.7척/일) 이용하고 있다.

Table 3. Number of anchoring vessel at anchorage in Ulsan

Anchorage	Average tonnage	The number of annual ship	The number of daily average ship
M1~M7	1,000	5,500	15.0
M9, M10	6,000~7,000	1,530	4.2
M11, M12	800~1,200	315	0.9
E1	3,200	5,720	15.7
E2	14,000	1,940	5.3
E3	20,000이상	975	2.7

2.5 해상교통흐름

울산항 부근해역의 선박교통흐름에 대하여 분석해 보면 아래와 같다.

① 해상교통흐름의 정류 필요

Fig. 7과 같이 항계선 부근에서 입항선이 부채꼴로 합류하고, 출항선이 부채꼴로 분기하고 있다. 타 항만의 경우도 항로 끝단에서 이러한 입출항선박 교통류가 만들어지는 것이 통상적이지만 주 항로의 폭이 좁고 진입부를 표시하는 항로표지가 없어 항로 밖으로 출항하거나 입항하는 선박이 많다.

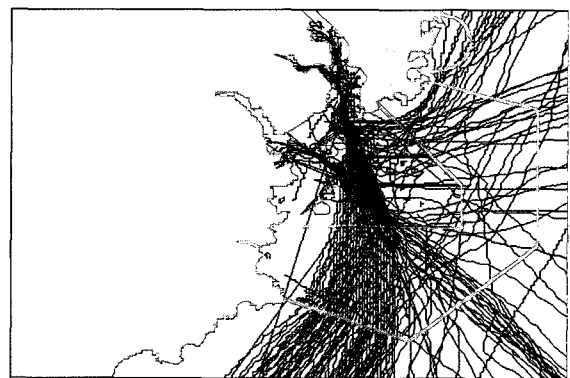


Fig. 7. Track history of vessel entering & leaving the ports of Ulsan.

② 화암추·동방파제 부근 및 정박지 항과 선박 존재

소형선박들은 Fig. 8과 같이 화암추·동방파제 부근에서 항로로 합류 또는 항로에서 분기되어 항로를 따라 항행하는 선

박들과 충돌의 위험성이 있다. 또한 E1 정박지를 항과하여 정박 선박과의 충돌 위험성이 있다.

③ 간절곶 부근 해역의 해상교통흐름 교차

이 해역은 입항선박이 이용하는 항적의 폭이 넓게 분포되어 있고, 입항선박의 교통흐름만으로도 추월 및 횡단관계가 형성되고 있다. 또한 출항선박도 입항과 동일한 패턴을 보여주어 통항안전의 위험성이 아주 높을 뿐 아니라 관제요원들의 업무를 가중시키고 있다.

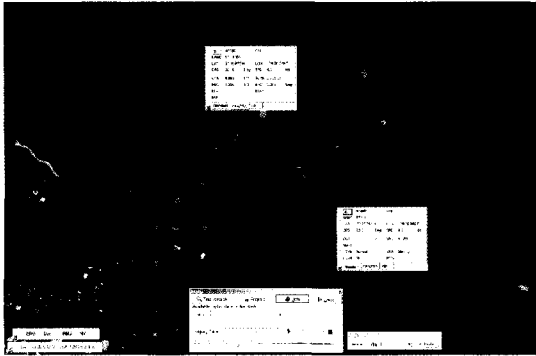


Fig. 8. Vessels entering & leaving the port after crossing anchorage E1~E3.

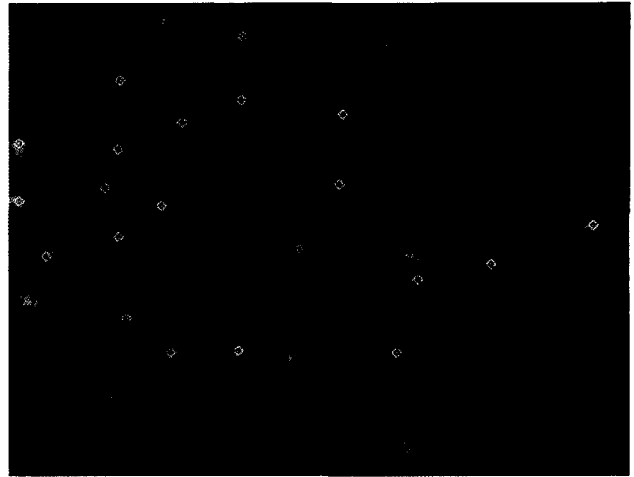


Fig. 9. Vessels violating designated waterway in Ulsan port.

④ 항로준수 위반 및 항로표지 부재

Fig. 9는 입항선박과 출항선박이 항로를 이용하여 입출항을 하여야 하지만 준수하고 있지 않다. 이는 제1항로의 항로 폭이 좁은 측면도 있지만, 등부표 등 항로표지가 설치되어 있지 않기 때문에 항로를 참고할 분 선박들이 자의적으로 항행하고 있다. 이는 항로 폭의 확대 및 항로표지의 신설을 통하여 개항질서법의 항로준수의무를 이행토록 해야 할 것이다.

Table 2. Origin destination of small vessel departing from Ulsan port

	Arrival																	
	HMD	Maeam	Cheyong Sejin	Yuhwa	Jeongil Halla	Ijin	Ubong	HHI	South Breakwater	Yongyeon	M anchorage	Hanjin HI	Wharf	Onsan New Con	Ulsan port	Hyoseong	Sub total	
D e p a r t u r e	HMD	*	4	2	1		1	1		1							10	
	Maeam	3	*														3	
	Cheyong Sejin	3		*	3			2	2	1						2	13	
	Yuhwa	2			*			1	7					1			11	
	Jeongil Halla					*			9					3			12	
	Ijin	1					*	1									2	
	Ubong							*	3		2						5	
	HHI	2		2	3		2	1	*	1	4	1					16	
	South Breakwater			2	6	10			1	*	2				5		26	
	Yongyeon	1							3	1	*				3		8	
	M anchorage	3							2			*	2		1		8	
	Hanjin HI												*			2	2	
	Wharf				1									*			1	
	Onsan New Con				3	2				3	1				*		1	10
	Ulsan port												2			*		2
	Hyoseong				1										2		*	3
	Sub total	15	4	7	17	12	3	1	14	23	9	3	4	0	15	2	3	132

⑤ 가항수역의 협소

M 정박지에서 온산항으로 입항하는 선박으로 인해 항로를 이용하는 해상교통량을 증가하고, M1~M7 정박지, 동방파제 및 돌핀부두로 인해 협소한 가항수역으로 이동함으로써 충돌의 위험성이 증가되고 있다.

⑥ 무질서한 예부선 통행

Fig. 10은 급유선, 급수선, 공사용 작업선, 준설토 수송선, 조선블럭 예부선 등의 하루 동안의 항적을 나타낸 것으로 소형선이 무질서하게 항내를 이동하고 있다. Table 2는 예부선들의 이동경로를 확인하기 위해 중기점(OD) 분석을 수행한 것이다(울산지방해양항만청, 2007).

⑦ 항로의 교차

제1항로와 제3항로, 제1항로와 제2항로, 동방파제 인근, 항로 끝단에서 항적이 서로 교차하고 있다.

2.6 전문가 및 이용자 설문조사

울산항 인근해역구역에 대한 이용자 및 도선사협회, 해운조합을 대상으로 울산항 항로 관련 사항과 항로표지 관련 사항 및 항계, 정박지 관련 사항 의견을 수렴하였다.

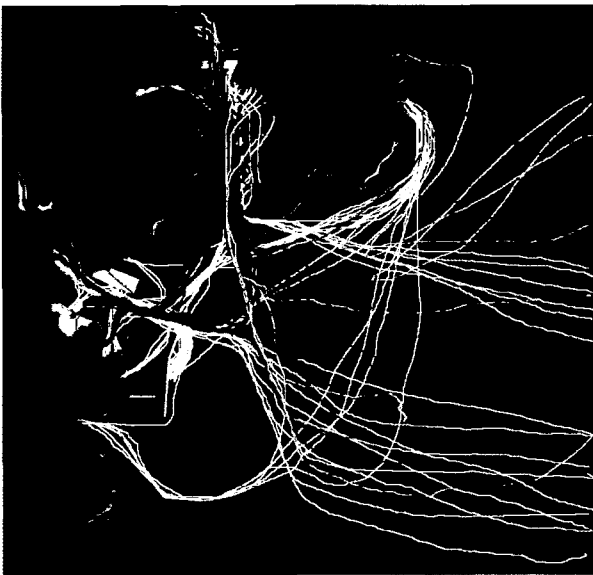


Fig. 10. Track history of moving small vessels in Ulsan port.

울산항 항계 내 출입항 항로의 선박통행 문제점은 다음과 같다.

① Fig. 11에서와 같이 1항로 진출입 부근의 해역은 항로 폭이 협소하고, 입항 선박과 출항 선박의 교차 및 중복이 집중되며, 입출항 선박과 항과 선박의 항적이 교차·중첩되고 있으며, 1항로 서측수역에서 입항 선박과 출항 선박의 교차 및 중첩하여 개항질서법 제11조(항로)를 위반하고 있다.

② M 정박지는 적정허용 척수를 초과하고 있고, 온산항 입항선의 정박지가 M 정박지를 이용하기 때문에 온산항 입항을

위해서는 다시 제1항로를 통행해야 하기 때문에 항내 해상교통량을 증가시키고 있어, 항로 횡단 및 항내 이동 교통량 증가로 인한 충돌 위험성이 있다.

③ 방파제 부근 해역은 가항수역 협소하고, 입출항 선박 - 정박지의 항로 진입 선박 - 포항방향으로부터의 진출입 선박이 가항수역이 협소한 방파제 부근에서 집중과 교차하고 있으며, 조종성이 좋지 않은 예부선 운항으로 인한 항로 잠식 및 동방파제 입구부근에서의 대각도 변침으로 인한 통행 위험성을 내포하고 있다.

④ 항로표지 관련해서는 제1항로 입구물표(sea buoy) 부재로 인하여 입출항 선박이 제1항로를 준수하지 않고 임의적으로 항행하여 항계내 입출항 선박의 교차 통행이 빈번하게 발생하고, 울산항 항로입구를 식별할 수 있는 대형등부표(LANBY)가 필요하고, 방어진항 슬도 등대에 연안등대의 기능을 담당할 수 있도록 등고 및 광력증대, 울산항 동방파제 서단등대는 도선등으로써 매우 중요한 역할을 담당하므로 식별이 용이하도록 등고 및 광력증대, 배후광으로 인해 온산항 북방파제 등대의 식별이 곤란하므로 이를 개선하기 위해 등고 및 등탑직경 증대, 레이콘과 조사등 설치가 필요한 것으로 응답하였다.

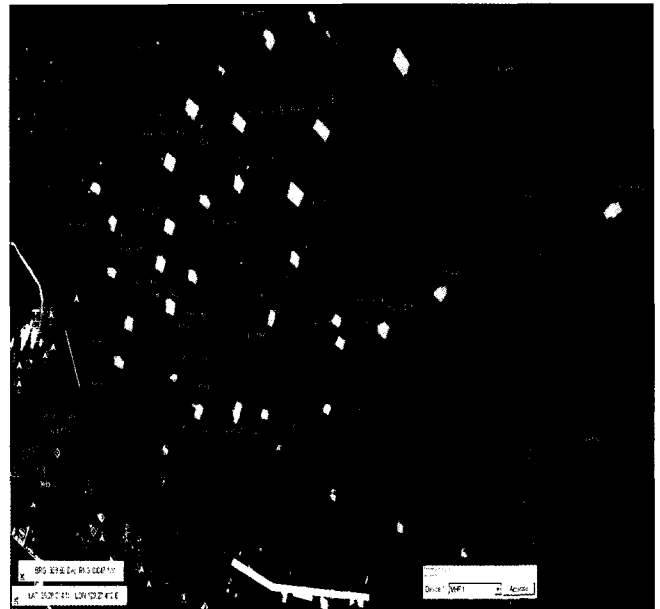


Fig. 11. Vessel traffics in junction areas between No. 1 and No. 3 fairways in Ulsan port.

2.7 해상교통류 시뮬레이션

해상교통류시뮬레이션(Inoue, 2000) 환경스트레스치는 Fig. 12에서 알 수 있듯이 같이 제1항로, 제2항로 및 제3항로에서 높게 나타나고 있으며, 항계 진입부 및 간절곶 부근해역에서 높게 나타나고 있다. 또한 M 정박지와 온산항을 이동하는 해역에서도 높게 나타나고 있으며, E1~E3 정박지를 횡단하여 진출입하는 선박으로 인한 환경스트레스 역시 높게 나타나고 있다.

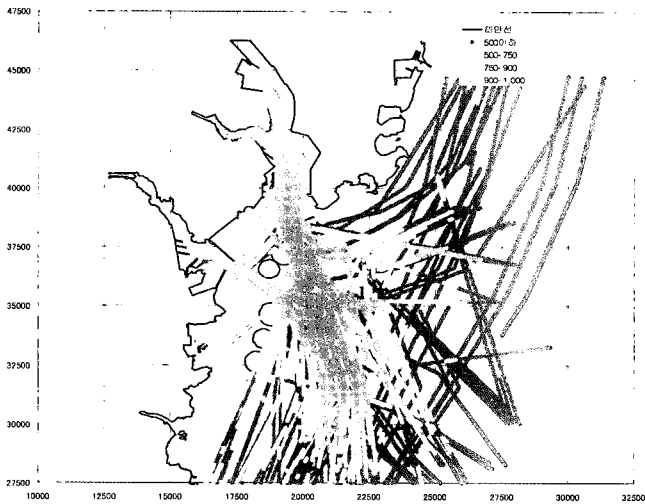


Fig. 12. Result of current environmental stress in Ulsan port.

### 3. 결론

이 연구에서는 자연환경, 지형 여건, 해양사고, 해상교통 및 해상교통류 등을 조사·분석하고, 전문가조사 및 이용자에 대한 설문조사를 실시하여 위험요소를 도출하였다.

첫째, 자연환경은 쿠루시오 해류가 창조류와 겹칠 때 조류가 4노트 이상 강하게 흐르고 있어, 외곽 정박지인 E-1, E 2, E 3 정박지에서 정박 중인 선박이 주묘가 되는 경우가 빈번하다. 그리고 울산항 동쪽과 남쪽이 개방되어 있어 동-남동 방향의 돌풍으로 인해 주묘되는 경우가 발생하고 있다.

둘째, 지형여건은 가항수역이 매립 등으로 좁아지고 있고, 정박지가 부족하며, 부두가 항로의 지근거리에 위치하고 있다. 또한 항로 폭이 협소하고, 원유선 계류부이가 항로에 인접하여 위치하고 있으며, 여러 수역에서 해상교통흐름이 교차하고 있다.

셋째, 해양사고는 제1항로와 소형선박 정박지(M1-M7) 및 돌핀부두 인접수역, 해상교통흐름이 교차하는 간질곳 인접수역, 울산-포항 통항 선박 및 조선블럭 운반선이 통항하는 E 정박지, 항로 진출입 인접수역에서 발생하고 있다.

넷째, 해상교통흐름은 항내 이동선박이 많고, 위험화물 운송선박의 비율이 높으며, M 정박지의 수용능력을 초과하고 있다. 해상교통흐름은 항계선 부근에서 입출항선이 부채꼴로 합류하고 화암추·동방파제 부근 및 정박지를 항과하여 입항 및 출항하는 교통흐름이 있다. 그리고 간질곳 부근해역에서 입출항선박의 항적이 넓게 분포되어 있고, 주월 및 횡단관계가 형성되고 있다. 제1항로는 개항질서법의 항로준수의무가 지켜지지 않고 있으며, M 정박지에서 온산항에 입항하는 선박으로 인해 제1항로의 교통량을 증가시키 있다. 또한 예부선 등 소형선이 무질서하게 항내를 이동하고, 항로가 서로 교차하고 있다. 한편 이용자 및 전문가에 대한 설문조사는 항로 진입부류

식별할 수 있는 대형등부표가 필요하다고 조사되었다

### 참고 문헌

- [1] 기상청(2000~2004), 기상연보, p. 110.
- [2] 울산지방해양수산청(2005), Port-MIS 내부자료, p. 85.
- [3] 울산지방해양수산청(2007), 울산항 선박 통항안전 확보(정책 발굴) 세미나, p. 76.
- [4] 중앙해양안전심판원(2000~2004), 해양안전심판재결서, p. 57.
- [5] 한국항만협회(2000), 해양수산부제정 항만 및 여항설계기준, 제7편 외곽시설, pp. 695-696.
- [6] 해양수산부(2005) 울산항 인근해역 해상교통환경평가 연구용역, pp. 3-73 .
- [7] 해양수산부(2007), 해상교통관제체제의 효율적 운영을 위한 기반연구용역, pp. 3-7.
- [8] 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 : 2007년 11월 26일

원고수정일 : 1차 : 2008년 04월 08일

2차 : 2008년 08월 07일

게재확정일 : 2008년 09월 11일