



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

울산항 연안해상 교통체계 현황분석과
안전증진 방안에 관한 연구

A Study on the Coastal Traffic Analysis and Safety
Improvement Scheme of Ulsan Port



韓國海洋大學校 海洋金融物流大學院

港 灣 物 流 學 科

金 在 贊

本 論文을 金在贊의 物流學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 南 奇 燦 印

委 員 李 成 潤 印

委 員 安 奇 明 印



2018年 2月

韓國海洋大學校 海洋金融物流大學院
港 灣 物 流 學 科

<목 차>

Abstract	i
제1장 서 론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	2
제2절 연구의 방법 및 구성	2
제2장 연안해상 교통안전의 중요성과 선행연구 고찰	3
제1절 연안해상 교통체제의 개념과 중요성	3
1. 연안해상교통의 개념	3
2. 연안해상교통체제의 중요성	5
제2절 우리나라 연안해상 교통체제의 현황	7
1. 해상교통관제센터 개념 및 현황	7
2. 해상교통관제 시설 투자 소요	9
제3절 선행연구 고찰	10
제3장 울산항 인근해역 환경조사분석	12
제1절 울산항 인근해역 현황	12
1. 울산항 수역시설현황	12
2. 어업시설 현황	17
3. 해상교통관제 현황	17
제2절 기상분석	18
1. 바람 영향분석	18
2. 태풍 영향분석	20

3. 안개 영향분석.....	21
제3절 해상분석.....	21
1. 조석 영향분석.....	21
2. 조류 영향분석.....	22
3. 파랑 영향분석.....	23
제4장 해상교통흐름 및 혼잡도 조사분석.....	25
제1절 연구방법의 개요.....	25
1. 해상교통흐름 조사방법.....	25
2. 해상혼잡도 분석방법.....	25
제2절 해상교통 흐름분석.....	28
1. 항로별 분석.....	29
2. 시간대별 분석.....	36
제3절 해상교통혼잡도 분석.....	38
1. 울산 제1항로.....	38
2. 울산 제2항로.....	39
3. 울산 제3항로.....	39
4. 울산 제4항로.....	40
5. 울산 제5항로.....	40
제4절 분석결과의 시사점.....	42
1. 해상교통흐름 분석결과.....	42
2. 해상교통혼잡도 분석결과.....	43
제5장 결 론.....	44
제1절 연구의 요약 및 결론.....	44
제2절 연구의 한계 및 향후 연구방향.....	45

참고문헌 45



<표 목 차>

<표 2-1> 전국 VTS 설치현황	8
<표 2-2> 제2차 해사안전기본계획 투자규모	9
<표 2-3> 선행연구 검토	10
<표 3-1> 울산항 항만별 부두현황	13
<표 3-2> 울산시 어업권 현황	17
<표 3-3> 울산항 VTS 진출입 보고 방법	18
<표 3-4> 월별 풍속 및 풍향	19
<표 3-5> 풍향별 최대풍속	19
<표 3-6> 최근 30년간 울산에 영향을 미친 주요 태풍	20
<표 3-7> 월별 안개 계속 일수	21
<표 4-1> L 및 L^2 환산계수 Table	27
<표 4-2> 제1항로 선종별 통항척수	29
<표 4-3> 제1항로 길이별 통항척수	30
<표 4-4> 제2항로 선종별 통항척수	30
<표 4-5> 제2항로 길이별 통항척수	31
<표 4-6> 제3항로 선종별 통항척수	32
<표 4-7> 제3항로 길이별 통항척수	33
<표 4-8> 제4항로 선종별 통항척수	34
<표 4-9> 제4항로 길이별 통항척수	34
<표 4-10> 제5항로 선종별 통항척수	35
<표 4-11> 제5항로 길이별 통항척수	36
<표 4-12> 시간대별 통항량	38
<표 4-13> 울산 제1항로 혼잡도	38
<표 4-14> 울산 제2항로 혼잡도	39
<표 4-15> 울산 제3항로 혼잡도	40
<표 4-16> 울산 제4항로 혼잡도	40
<표 4-17> 울산 제5항로 혼잡도	41

<그림 목차>

<그림 4-1> 울산항 인근해역 항로 현황	28
<그림 4-2> 제1항로 선종별 통항척수 및 비율	29
<그림 4-3> 제1항로 길이별 통항척수 및 비율	30
<그림 4-4> 제2항로 선종별 통항척수 및 비율	31
<그림 4-5> 제2항로 길이별 통항척수 및 비율	32
<그림 4-6> 제3항로 길이별 통항척수 및 비율	33
<그림 4-7> 제3항로 길이별 통항척수 및 비율	33
<그림 4-8> 제4항로 선종별 통항척수 및 비율	34
<그림 4-9> 제4항로 길이별 통항척수 및 비율	35
<그림 4-10> 제5항로 선종별 통항척수 및 비율	36
<그림 4-11> 제5항로 길이별 통항척수 및 비율	37



Abstract

A Study on the Coastal Traffic Analysis and Safty Improvement Scheme of Ulsan Port

Kim, Jae-Chan

Department of Shipping Management

The Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Coastal area of Ulsan port is surrounded by heavy traffic of new built ship from Hyundai heavy industry, towing vessel, fishing boat from near fishing ports. Especially there are lots of Crude oil carrier and Chemical material carrier accessing to Ulsan port that has high possibility of huge marine accident.

Ministry of Maritime Affairs and Fisheries has established some laws to prevent marine accident but ratio of accident has been increasing steadily for last few years.

In this way, it need to investigate and research the risk element for the safety of marine traffic to prevent marine pollution, life and property resulted from marine accident and ensure the safety of vessel passage sailing vicinity Ulsan port.

This research found out and investigate present condition and importance of Safety on Coastal Traffic and analyzed present condition of natural environment of Ulsan such as maritime facility, weather and sea factor and coastal marine traffic. Then, recognized risk element for coastal maritime traffic and suggest the improvement

plan to secure safety of sailing vessel around Ulsan port.

Especially there is No.5 passage route which was established recently for ship's safe passage and this research observed and analyzed maritime coastal traffic characteristics and congestion ratio from No.1 passage route to No.5 passage route. based on the result from above analysis, we could find out what kind of vessels were sailing on which route usually and which of route, what time was mostly congested.

Therefore this research attempts to find out dangerous factor around Ulsan port's coastal area including from no.1 passage route to No.5 passage route and suggests the way to improve safety at Ulsan coastal area.



제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

울산항은 울산본항, 울산신항, 온산항, 미포항 등 4개의 주요항구가 있으며 이 항들은 총 안벽길이 20,218m, 접안능력 3,628,500DWT, 하역능력 70,583천톤, 장치면적 1,214,995㎡의 항만시설을 갖추었고, 113척이 동시 접안할 수 있도록 개발된 우리나라 주요 무역항 중 하나이다.¹⁾

울산항 인근해역은 세계최대 중공업인 현대중공업을 포함한 중대형 조선소들이 위치하고 있어 신조선 및 예부선의 통항량이 많고, 방어진항을 포함한 주변 어항의 어선 및 기타선박의 출입도 잦은편이며, 울산항 부근 통항 화물선 중 특히 원유 및 케미컬 운반선 등으로 인해 위험화물운송의 비중이 높은 편이다. 때문에 항계 내에 제1항로부터 제5항로까지 지정항로가 운영되고 있고 이 항로를 통항하는 선박은 하루 평균 약360척으로 비교적 혼잡한 해역이다.

또한 해수부장관은 울산항을 해사안전법에 따라 해상교통량이 아주 많은 해역 또는 거대선, 위험화물운반선 고속여객선 등의 통항이 잦아 대형해양사고가 발생할 우려가 높은 교통안전특정해역으로 설정하고 있으며²⁾, 실제로 동해 영해측에서 발생하는 해양사고는 2012년 171건에서 2016년 250건으로 점차 증가하는 추세를 나타낸다.³⁾

이처럼 해양사고로 인한 환경오염 및 인명, 재산피해를 예방하고 울산항 인근 해역을 통항하는 선박의 안전을 확보하기 위해 해상교통안전에 대한 위험요소를 조사, 연구하여 해상교통환경을 개선할 필요가 있다.

1) 울산항만공사 홈페이지(<https://www.upa.or.kr>), 2017. 10.9. 검색.

2) 해사안전법 「제10조 교통안전특정해역의 설정 등」

3) 해양수산부, 「제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021)」, 2017, p.39

2. 연구의 목적

울산항 인근해역은 신조선, 예부선, 어선, 케미컬 및 원유운반선 등 서로 다른종류의 선박들이 교차하며 해상교통 밀도가 높고, 위험화물운반 비중도 높아 대형해양사고 발생 가능성이 큰 해역이다. 이에, 울산항 부근 해역 및 지정항로로 설정된 제1항로부터 제5항로에 대한 해상교통안전 현황 및 위해요소를 조사, 연구하고 해상교통환경 및 체계에 대한 개선점을 파악하여 해상교통 위해요소를 줄이고 해양사고를 예방하여 울산항 인근해역의 안전 및 효율성을 증진시키는 방안을 제시하는 것이 목적이다.

제2절 연구의 방법 및 구성

연안해상 교통안전의 현황 및 중요성과 울산항 제1항로부터 제5항로까지를 포함한 인근 해역에 대한 시설현황, 기상 및 해상 등 자연환경, 해상교통현황을 분석하여 항행위험요소를 파악하고 선박의 안전한 항해를 위한 개선 방안을 제시하는 것으로써, 각 장의 주요 내용은 아래와 같다.

제 2장에서는 연안해상 교통체제의 개념과 중요성을 파악하고 우리나라 연안해상 교통체제의 현황에 대해서 알아보았다.

제 3장에서는 울산항의 수역 및 해양시설의 현황을 조사하였고, 바람 및 태풍, 안개 등의 기상현황과 조류, 파랑 등의 해상환경현황을 조사하였다.

제 4장에서는 울산항의 제1항로부터 제5항로까지 통항하는 선박의 선종, 크기 등을 조사 분석하고 각 항로별 혼잡도를 분석하였다. 또한 울산항 인근 해역 조사 및 해상교통흐름조사를 바탕으로 항행위험요소를 발굴하고 그에 따른 안전확보 방안을 제시하였다.

제 5장에서는 이 연구의 요약 및 결론과 한계 및 연구 방향을 제시하였다.

제2장 연안해상 교통안전의 중요성과 선행연구

고찰

제1절 연안해상교통체제의 개념과 중요성

1. 연안해상교통의 개념

연안이란 바다와 육지가 만나 이루는 환경 접이지대로 바다의 영향이 미치는 육지의 범위 및 육지활동의 영향이 미치는 바다의 범위까지를 포함한다. 연안이라는 개념은 1972년 미국이 세계 최초로 연안관리법(US Coastal Zone Management Act)을 제정하여 공식화되었으며, 연안의 개념에 대해선 아래와 같이 다양하게 정의되고 있다.⁴⁾

학문적인 관점에서 연안은 해안선 중심으로 해양환경에 영향을 미치는 일정한 범위의 육지와 육지 활동으로부터 직·간접적으로 영향을 받는 해역을 포함한 지역을 말하며 만, 백사장, 갯벌, 기수역, 삼각주 등의 다양한 자연환경 형태를 말한다.⁵⁾

공간적인 개념으로서 연안은 육지와 바다가 만나는 곳으로서 상호공생하며 영향을 미치는 공간이며, 환경적으로는 하나의 객체와 같은 동일체로 인식될 수도 있을 만큼 상호의존도가 매우 높은 지역이다. 또한 사회적 관점에서는 바다가 있어야 하는 활동이 활발하거나 하구르 큰비롯한 자연적, 지리적 이점에서 인간활동에 유리한 지역으로서 다양하고 복잡한 공간이용형태를 지닌 지역이라 할 수 있다.⁶⁾

종합하여 보면 연안은 육지에서 일어나는 모든 인간활동과 영향이 직·

4) 이길재 외1, 「국토공간의 효율적 활용을 위한 통합관리체계 개선방안에 관한 연구」, 한국공간정보학회지 제22권 제5호, 2014, p.100

5) 오지훈, 「연안구역의 효율적 관리를 위한 지표설정 및 적용방안 : 부산광역시 연안을 중심으로」(박사학위논문), 경성대학교, 2011, p.23

6) 이종환, 「바닷가공간관리정책의 형성에 관한 연구」(박사학위논문), 청주대학교, 2015, p.13

간접적으로 미치는 해양환경의 범위를 포함하는 것을 말한다. 보통 간석지, 연안습지, 해변, 대륙붕, 만 등이 이에 속한다. 인근의 해양환경에 영향을 미치는 활동이 일어나는 육역부분 또한 연안의 범위에 포함되며, 특히 물의 순환과 관련되어 수계의 범위(watershed are)까지로 정의되는 경우가 많다.⁷⁾

연안에 대한 정의를 우리나라에서는 「연안관리법」에서 “연안이라 함은 연안해역과 연안육역을 말하며, 연안해역에서 바닷가는 해안선으로부터 지적공부(地籍公簿)에 등록된 지역까지의 사이를 말하고, 바다는 해안선으로부터 영해(領海)의 외측한계까지의 사이로 규정하고, 연안육역은 무인도서(無人島嶼) 혹은 연안해역의 육지쪽 경계선으로부터 500m(항만, 국가어항, 산업단지의 경우 1km)이내의 육지지역”을 말한다고 규정하고 있다.⁸⁾

해상교통이란 수상교통 중 해상에서 이루어지는 교통으로 고대에는 연안·근해, 또는 에게해(海)와 같은 내해(內海)에서 이루어졌다. 19세기에는 미국의 J.폴턴에 의하여 기선이 발명되고, 현대에는 대형선박시대를 맞이하여 해상교통은 중요하게 되었다.

해상교통은 육상교통에 비해서 수송속도는 떨어지나 대량의 중량화물을 값싸게 수송할 수 있다는 특징이 있다. 선박은 내구(耐久) 연수(年數)로 보아 건조비도 값싸고, 유지비도 적으나 화물을 쌓아 올리고 내리는데 많은 노동력과 큰 시설을 필요로 하는 결점이 있다.

오늘날 임해지역에는 공업단지가 건설되어 석탄·석유·철광석 등의 원료나 무겁고 용적이 큰 제품수송에 해상교통이 담당하는 역할이 더욱 커졌다. 한국과 같이 공업원료의 대부분을 해외로부터 수입에 의존하는 나라에서는 해상교통이 중요하다. 석탄·석유·철광석 등의 수송전용선의 출현 등 해상교통의 합리화도 진전되어 각 국가간, 각 대륙간의 무역이 활발해 국제 무역에서 해상교통이 차지하는 역할은 매우 크다.⁹⁾

7) 전재경, 「연안관리 법제 분석」, 한국법제연구원, 현안분석02-13, 2002, p.13

8) 「연안관리법 제2조」

9) 두산백과사전 두피디아(<http://www.doopedia.co.kr>). 2017. 10. 13. 검색.

선박의 항해구역은 해상교통의 수단인 선박에 대하여 물리적 안전성을 확보하기 위하여 선박안전법에 다음의 4가지 구역으로 분류해냈다. 평수 구역은 호소, 하천 및 항내의 수역이고, 연해구역은 영해기점으로부터 20해리 이내의 수역을 말하며, 근해구역은 동쪽은 동경 175도, 서쪽으로 동경 94도, 남쪽은 남위 11도 및 북쪽은 북위 63도의 선으로 둘러싸인 수역이고, 원양구역은 평수구역, 연해구역, 근해구역을 제외한 모든 수역이라고 정의한다.¹⁰⁾

위의 연안과 해상교통의 개념을 종합적으로 정리하면 연안해상교통이란 연안해역 내의 수상교통 중 해상에서 이루어지는 교통이라 할 수 있다.

2. 연안해상교통체제의 중요성

우리나라 연안해역은 높은 어획강도, 활발한 해상교역, 각종 해양시설 및 항만 산재 및 여객수송, 해양레저 등 복잡하고 다양한 해상교통환경을 보유하고 있다. 우리나라 연안해역의 선박통항량은 하루 평균 약 16,600여척이며 전체 운항선박 중 어선의 비중은 약 67%이며, 우리나라 연안을 항해하는 외국적 선박의 비중은 약 14.7%이다.¹¹⁾

우리나라 연안에서의 해양사고는 정부가 꾸준히 관리하고 지속적인 노력과 투자에도 불구하고 예부선 및 유조선 등의 사고발생위험성이 높은 선종 위주로 지속적으로 발생하고 있다. 특히 어선과 예부선, 내항유조선에 대한 지속적인 선원 안전교육 및 점검 강화에도 불구하고 어선과 상선간의 충돌사고 등 해양사고는 끊이지 않고 발생하는데, 지난 5년간(12~16) 총 8,404건의 해양사고가 발생했고, 연평균 1,680건의 사고가 1,927척의 선박에서 발생했다. 이러한 사고로 매년 182명의 사망 및 실종 사고가 발생하는 등 그 피해가 줄지 않고 있는 실정이다.¹²⁾

정부는 국제해사기구(IMO)와 국제노동기구(ILO)등 국제기구에서 제시

10) 선박안전법 「시행규칙 제15조」

11) 해양수산부, 「전계자료」, 2017, p.13

12) 해양수산부, 「전계자료」, 2017, p.37~40

한 해상안전과 관련된 사항들을 국내법에 반영시키는 한편, 2007년 허베 이스피리트호 사고, 2014년 세월호 사고 등 대형사고들의 발생으로 막대한 환경적, 인명적 피해가 발생함에 따라 유사 해양사고를 방지하기 위해 국가적 대책마련에 착수한 바 있다. 이러한 노력에도 불구하고 매년 해양사고는 꾸준히 증가하고 있으며 각 항만별로 구체적이고 현실적인 안전대책수립이 절실히 요구되고 있다.

연안해상교통의 안전확보를 위해 그 동안 해상교통관제서비스(VTS: Vessel Traffic Service) 현대화, 해양안전정보시스템 고도화, 항로표지 설치 확대, 고 정밀도 연안해도 작성 등 다양한 시설 및 시스템 구축을 위한 투자가 이루어졌으며 향후에도 대형해양사고 방지를 위한 연구 및 투자가 정부차원에서 지속적으로 이루어져야 한다. 특히, 각 연안 및 항구별로 다른 자연환경, 항로, 어업현황, 선박통행패턴 등을 개별적으로 반영한 안전대책수립되어야 하므로 시시각각 변하는 각 항구의 특성에 대해 꾸준한 연구와 관찰이 중요하다.



제2절 우리나라 연안해상교통체제의 현황

1. 해상교통관제센터 개념 및 현황

해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System)이란 레이더, VHF, AIS 등을 이용하여 항만 또는 연안해역의 선박교통안전과 효율성을 확보하고 해양환경을 보호하기 위하여 관제구역 내 통항선박의 동정을 관찰하고 이에 필요한 정보를 제공하는 정보교환체제를 말한다.¹³⁾

해상교통관제센터의 주요업무로는 입·출항 선박 및 운항 선박에 대한 해상교통상황 파악하고, 항로를 이탈하거나 위험구역에 접근하여 충돌위험 발생하는 등의 해양사고를 예방하기 위한 선박교통관제업무를 수행하고, 선박운항현황, 도선, 예인선 운항계획 등 해상교통정보와 항만시설, 정박지 등 항만운영정보를 제공하고, 조류·조석·해상기상 등 선박운항을 위한 항행안전정보를 제공하며, 해양사고 및 비상상황 발생 시 신속한 초동조치 및 전파의 업무를 수행한다.¹⁴⁾

관제대상 선박은 「선박교통관제의 시행 등에 관한 규칙」에 따라 국제항해에 종사하는 선박, 총톤수 300톤 이상의 선박(내항 어선은 제외), 「해사안전법」 제2조제6호에 따른 위험화물운반선, 그 밖에 관할 선박교통관제구역에서 이동하는 선박의 특성 등에 따라 해양경찰청장이 정하여 고시하는 선박 등이다.¹⁵⁾

1993년에 포항항에 VTS 시스템이 최초로 도입된 이후, 여수 1996년 4월, 울산 1996년 9월, 마산 1998년 9월, 인천·평택·대산 1998년 11월, 부산 1998년 12월, 동해·군산·목포·제주 1999년 12월, 완도 2004년 12월, 부산신항 2005년 12월, 진도 연안 2006년 7월, 경인 2011년 11월, 여수

13) 해양경찰청 해상교통관제센터(<http://www.vtskorea.go.kr>). 2017. 10. 14. 검색

14) 해양경찰청 해상교통관제센터, 「전계자료」, 2017. 10. 14. 검색

15) 「선박교통관제의 시행 등에 관한 규칙 제2조」

연안 2012년 11월, 통영 연안 2014년 8월 등 18개 항만 및 연안수역에 관제센터를 설치 운영하고 자세한 설치현황은 <표 2-1>을 참고한다.16)

<표 2-1> 전국 VTS 설치현황

항별	센터별 (VTS)	호출명칭		관제채널 (VHF)	설치 시기
		국문	영문		
부산항	부산	항무부산	Busan VTS	CH.12 (1섹터) CH.09 (2섹터)	'98
부산신항	부산신항	항무신항	Busan Newport VTS	CH.10	'05
제주항	제주	항무제주	Jeju VTS	CH.12	'99
인천항	인천	항무인천	Incheon VTS	CH.14 (1섹터) CH.68 (2,3섹터)	'98
경인항 및 아래벚길	경인 아래벚길	항무경인	Gyeong-In VTS	CH.14	'11
여수항	여수	여수 VTS	Yeosu VTS	CH.06	'96
마산항	마산	항무마산	Masan VTS	CH.14	'98
통영항		항무통영	Tongyoung VTS	CH.06	
삼천포항		항무삼천포	Samcheonpo VTS		
울산항	울산	항무울산	Ulsan VTS	CH.14	'96
동해항	동해	항무동해	Donghae VTS	CH.12	'99
속초항		항무속초	Sokcho VTS	CH.14	
군산항	군산	항무군산	Gunsan VTS	CH.12	'99
목포항	목포	항무목포	Mokpo VTS	CH.14	'99
완도항	완도	항무완도	Wando VTS	CH.10	'04
포항항	포항	항무포항	Pohang VTS	CH.12	'93
평택·당진항	평택	항무평택	Pyeongtaek VTS	CH.10	'98
대산항/태안항/당진화력	대산	항무대산	Daesan VTS	CH.12	'98
보령항		항무보령	Boryeong VTS	CH.67	
장안서해역		장안VTS	Jangan VTS		

진도연안	진도	진도연안 VTS	Jindo VTS	CH.67	'06
여수연안	여수	여수연안 VTS	Yeosu Coastal VTS	CH.71 (교통관제) CH.16 (긴급통신)	'12
통영연안	통영	통영연안 VTS	TongYeong Coastal VTS	CH.69 (교통관제) CH.16 (긴급통신) CH.74 (유선관제)	'14

자료 : 김수엽 외3, “해양교통안전시설의 경제적 효과분석에 관한 연구”, 한국해양수산개발원, 2013, p15; 해양경찰청 해상교통관제센터, 「전계자료」, 2017. 10. 14. 검색

2. 해상교통관제 시설 투자 소요

제2차 해사안전기본계획에서는 첨단해상교통환경 구축에 전체 예산의 44.1%(3,901억원)를 소요하는 것으로 하여 각 전략별 예산 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 선박안전 신뢰성 제고 및 맞춤형 안전관리에 2,441억원, 자율적 안전관리 기반확대 및 해사안전관리체계 고도화에 902억원, 범바다 안전의식의 획기적 전환유도에 720억원, 해상 종사자의 역량제고와 고품질 복지제공에 168억원, ICT기반 첨단 해상교통안전관리체계 구축에 3,901억원, 해사안전산업 글로벌 선도국가 입지 구축에 714억원 등을 계획하고 있다.¹⁷⁾

<표 2-2> 제2차 해사안전기본계획 투자규모 (단위: 백만원, %)

	2017	2018	2019	2020	2021	합계
선박안전 관리	36,374	58,894	74,922	42,437	31,493	244,120 (27.6)
안전관리 체계 고도화	23,319	16,494	15,809	16,134	18,489	90,245 (10.2)
안전의식	12,202	21,494	21,128	8,464	8,774	72,062

16) 해양경찰청 해상교통관제센터, 「전계자료」, 2017. 10. 14. 검색

17) 해양수산부, 「전계자료」, 2017, p.259

고도화						(8.1)
해상 종사자 복지	3185	3385	3415	3415	3415	16,815 (1.9)
첨단 해상교통 안전관리	86,177	87,266	93,214	68,213	55,264	390,134 (44.1)
해사안전 산업	11,894	14,444	15,094	14,994	14,994	71,420 (8.1)

자료 : 「제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021)」, 해양수산부, 2017, p.259

제3절 선행연구 고찰

이 연구와 관련된 주요 선행연구로는 마산항 인근의 해역의 환경과 해상교통흐름과 혼잡도를 파악하고 위해요소 발굴 및 개선안을 제시한 「마산항 인근해역 해상교통안전시스템 구축에 관한 연구(2014, 이동현)」이 있었다. 또한 항만의 개발 시 시행되는 해상교통안전진단 중 선박조종 시뮬레이션을 이용한 선박 통항안전성의 신뢰성 향상방안을 제시하고, 해상교통안전진단 시행지침의 개선사항을 제시한 「해상교통안전을 위한 선박통항조건 연구(2012, 안창섭)」이 있었다. 그리고 연안해상교통 위험도 평가모델 중 새로운 해상교통 위험도 평가모델 방향을 제시한 「연안해역 해상교통 위험도 평가모델 개발에 관한 연구(2016, 김민철)」 등이 주요 해상교통안전관련 논문이 있었다.

<표 2-3> 선행연구 검토

구분	주요 선행 연구	
1	연구제목	마산항 인근해역 해상교통안전시스템 구축에 관한 연구(2014, 이동현)
	연구목적	항로가 복잡하고 교통량이 많은 마산항 인근해역의 안전하고 효율적인 해상교통안전시스템 구축
	연구방법	마산항 인근해역의 자연환경 및 항로특성 조사, 주요항로에 대한 해상교통특성 조사 및 분석, 태풍 내습 시의 해상교통특성 분석
	주요연구내용	마산항 인근해역 위해요소는 항로관련, 관제시스템관련, 태풍내습관련, 입항대기 정박지 부족관련 등 4가지로

		요약하였고, 해상교통안전시스템 구축방안으로는 천수해역 준설, 해상교통관제센터의 심홀수 입출항 시 주변선박 입출항 스케줄 조정, 입출항 항로 지정, 집중관제 실시, 항로 이동 및 지정, RADAR사이트 신설, 관제장비 일원화, 태풍내습 시 관제구역 섹터 분리 운용, 입항대기 정박지 지정등과 같은 방안을 제시하였다.
2	연구제목	해상교통안전을 위한 선박통항조건 연구(2012, 안창섭)
	연구목적	항만개발 계획 수립 시 해상교통 안전진단의 절차 및 진단방법을 분석하고, 선박조종 시물레이션의 선박통항조건에 따라 통항 안전성에 미치는 결과를 비교·분석
	연구방법	기존 선박통항 안전성 검토 분석, 항만 개발 계획 시 해상교통안전진단 사례 검토, 항로상 선박통항 조건에 따른 안전성 연구
	주요연구내용	선박 상호간 근접도에 따른 충돌확률이 Target Ship 방법에 비해 Own Ship 방법이 상승됨을 확인할 수 있었고 선박이 대형화 될수록 경향이 뚜렷하였음. 또한 대형 유조선은 동일 항로상에서 교행 시 Swept Path가 커짐에 따라 선박 운항 시 항로상 한쪽에 치우쳐서 운항하게 된다. 따라서 방과제 및 안벽에 근접하게 되거나 항만시설물에 충돌을 방지하기 위해 항로 내측으로 운항 시 선박상호간 거리가 가까워져 선박 충돌확률이 상승됨.
3	연구제목	연안해역 해상교통 위험도 평가모델 개발에 관한 연구(2016, 김인철)
	연구목적	연안해역용 위험도 평가모델의 신뢰도를 향상하여 선박운항자가 쉽게 활용할 수 있도록 함
	연구방법	해양사고 통계분석, 연안해역의 해상교통 위험요소 구분, 전문가집단 설문조사
	주요연구내용	기존의 PARK 모델과 NURI 모델의 문제점을 보완한 NURI-C 모델을 사용하여 단순화된 위험요소와 정밀한 출현률을 사용함으로써 위험요소별 기초 자료를 수집하기가 매우 용이하고, 설문 응답자의 전문성을 반영한 전문 가중치를 사용함에 따라 신뢰도를 향상시킴으로써 종합위험도의 객관성을 향상시키고 변별력을 높일 수 있을 것으로 파악되었다.
4	연구제목	해상교통안전성 평가모델 개발을 위한 기초 연구(2011, 김대원)
	연구목적	해상교통 안전진단제도의 교통류 시물레이션 중 환경스트레스 모델과 IWRAP 모델을 이용하여 국내 연안 해상교통 안전성 평가를 실시하고, 우리나라 해역에 적합한 평가모델 개발 또는 적용을 위한 기초자료 제시
	연구방법	평가모델의 종류 및 특성 조사, 울산항에서 IWRAP 및 ES 모델을 이용하여 평가실시 후 해양사고 통계 자료와 비교분석
	주요연구내용	IWRAP 모델방식은 입력 방법이 복잡하고 모델의

	<p>계산방식에 대한 이론적인 설명이 부족한게 문제점이고 ES 모델방식은 국내 선박운항자의 위험의식이 고려되지 않았으며 항계 내·외의 위험도가 동일하게 적용된 것이 문제점임을 제시. 향후에는 이 연구에서 사용된 모델 뿐만 아니라 기타 평가모델을 이용한 국내 해역 평가가 필요하며, 평가 대상 해역을 다수로 설정하여 신뢰도 있는 기초자료의 지속적인 구축이 필요하다고 나타냄.</p>
--	--

제3장 울산항 인근해역 환경조사분석

제1절 울산항 인근해역 현황

1. 울산항 수역시설현황

울산항은 한반도 동남단에 위치한 국내 최대의 산업지원항으로, 처리 화물의 약80% 이상이 액체화물인 우리나라 제일의 액체화물 처리 항만이다. 울산항은 세계 액체화물 수송 간선항로에 위치해 있으며 배후에 대규모 액체화물 저장시설을 갖추고 있다. 깊은 수심과 조수간만의 차가 적은 천혜의 입지조건과 다양한 항만 인프라를 바탕으로 1960년대 이후 국가 경제 및 산업발전의 견인차 역할을 해내며 일류항만으로 도약하고 있다. 현재 울산항의 총 선석은 116개이며 연간 약 25,199척의 선박이 입항하고, 219,158,717톤의 화물을 처리하는 것으로 나타났다. 취급 화물로는 유류가 60%이상으로 가장 많고, 그 다음으로 케미컬, 자동차, 광석 및 기타 화물을 취급하고 있다. 울산항은 울산본항, 온산항, 미포항, 신항으로 이루어져 있으며, 5개의 항로와 14개의 정박지로 구성되어 운영중에 있다.

울산본항은 1963년 9월 개항장 지정 이후 본격적으로 개발되어 울산미포국가 산업단지를 지원하는 항만으로서 석탄, 사료, 중장비, 자동차, 유

류, 케미칼 등을 주로 취급하고 있으며, 선박이 동시에 61척 이용할 수 있는 부두시설을 갖추고 있다.

온산항은 1980년대 이후 집중 개발되어 온산국가산업단지를 지원하는 항만으로 컨테이너, 광석, 유류, 케미칼 등을 주로 취급하고 있으며 선박 32척이 동시에 이용할 수 있는 부두시설을 갖추고 있다.

미포항은 1970년대 개발된 조선공업 지원항만으로 선박 건조용 도크(Dock) 9기를 비롯하여 의장안벽 약 5km, 하역안벽 210m가 있으며, 100만톤(DWT)급 선박을 건조할 수 있는 시설을 갖추고 있다.

신항은 2000년대 이후 본격적으로 개발되어 오일허브와 배후단지, 컨테이너 전용부두가 있는 북신항지역(황성동)과 광석, 잡화, 케미칼 등을 처리하는 9개 선석이 있는 남신항(온산)지역공로 이루어져 있다. 현재 선박 22척이 동시에 이용할 수 있는 부두시설이 있으며, 2025년까지 동북아 오일허브 사업 및 부두개발이 계속될 예정이다.¹⁸⁾

울산항의 항만별 부두현황은 아래 표<3-1>과 같다.

<표 3-1> 울산항 항만별 부두현황

구 분	길이 (M)	수심 (M)	접안 능력		하역 능력 (천톤)	취급 화물		
			톤수(DWT)	척수				
합 계	10,085		1,818,500	61	32,028			
울산본항	소 계	7,302	666,500	42	31,049			
	국 유	석탄부두	270	12	40,000	1	1,544	석탄
		1부두	149	8	5,000	1	375	잡화
		2부두	602	9, 12	20,000/40,000/5,000	3	2,394	잡화, 시멘트
		3부두	347	9	10,000×2	2	1,202	잡화, 액체화학
		4부두	322	11	20,000/5,000	2	1,495	액체화학

18) 울산지방해양수산청, 「울산항 항만시설운영세칙」 (울산지방해양수산청 고시 제 2017 - 82호), 2017; 울산항만공사, 「2016년도 울산항 통계연감」, 2017.

온 산	민 유	5부두	220	11.5	20,000	1	549	잡화
		6부두	990	12	30,000×4	4	3,564	잡화, 액체화 학
		7부두	210	11	20,000	1	509	잡화
		8부두	375	11	20,000/10,000	2	1,208	잡화
		9부두	150	8	5,000	1	375	모래
		일반부두	679	7	5,000×2/1,000×5	7	2,056	잡화, 철재, 철광석
		SK1부두	260	7.5	5,000×2	2		유류
		SK2부두	150	7.5	5,000	1		유류
		용잠1부두	88	7	3,000	1	930	액체화 학
		용잠2부두	155	7	3,000	1	930	액체화 학
		양곡부두	185	13	50,000	1	1,674	양곡
		가스부두	360	7.5	1,000/5,000/8,500	3		가스
		자동차부두	830	11.5	40,000×3	3	9,425	자동차
		염포부두	810	12	30,000×3	3	2,819	철재, 잡화
		남화부두	150	7	3,000×2	2		폐기물
	소 계	2,783		1,152,000	19	979		
	UTT부두	80	11	40,000	1	979	액체화 학	
	SK2부두	430	8	3,000×2/4,000/6,000	4		유류	
	SK3부두	130	12	50,000	1		유류	
	SK4부두	228	10	10,000/4,000×2	3		유류	
	SK5부두	798	7-11	2,000×2/4,000/5,000 /15,000	5		유류	
	SK6부두	347	15	70,000	1		유류	
	SK7부두	370	15	130,000	1		유류	
	SK8부두	400	18	150,000	1		유류	
	SK2부이	1기	27	325,000	1		유류	
	SK3부이	1기	27	325,000	1		유류	
	합 계	5,073		1,157,000	31	15,984		
국	소 계	1,705		136,000	8	7,270		

항	유	온산1부두	270	11	20,000	1	905	잡화	
		온산2부두	210	11	20,000	1	816	기타광석	
		온산3부두	230	12	20,000	1	816	기타광석	
		온산4부두	210	11	20,000	1	925	시멘트	
		정일컨부두	220	12	20,000(2천TEU)	1	3,047 22만TEU	컨테이너	
		효성부두	240	12	30,000	1	761	액체화학	
		달포부두	325	7	3,000×2	2		-	
	민	유	소 계	3,368		1,021,000	23	8,714	
			동북부두	585	12	30,000/10,000×2	3	1,485	액체화학
			S-Oil1부두	280	11	50,000/20,000	2		유류
			S-Oil2부두	340	15.5	120,000/15,000/5,000	3		유류
			S-Oil3부두	280	14	50,000/10,000	2		유류
			S-Oil신부이	1기	27	350,000	1		원유
			정일1부두	354	11	40,000/3,000	2	925	액체화학
			정일2부두	256	12.5	40,000/20,000	2	1,395	액체화학
			대한유화학부두	320	12	80,000/50,000	2	1,581	액체화학
			OTK1부두	391	11	40,000/20,000	2	965	액체화학
			OTK2부두	275	9	10,000×2	2	-	액체화학
			UTK부두	287	12	30,000/8,000×1	2	2,363	액체화학
			미포항	국유	미포부두	210	9	20,000	1
합 계	5,300				683,000	22	22,729		
울산신항	국유	소 계	3,700		433,000	16	13,086 (52만TEU)		
		작업 및 관리부두	140	7	3,000	1	1,360	모래	
		신항일반부두	340	12	20,000×2	2	1,396	잡화	
		신항컨테이너부두	920	12-14	30,000×4 (2천TEU×4)	4	7,202 52만	컨테이너	

						TEU	
	용연부두	450	12-14	20,000/30,000	2	1,145	잡화, 목재
	세방신항부두	240	14	20,000	1	661	잡화
	대한동운신항부두	210	14	20,000	1	661	잡화
	한진신항부두	210	14	20,000	1	661	잡화
	신항남방과제T/S부두	540	16	50,000×2	2	-	액체화학
	신항북방과제T/S부두	650	16	30,000×2	2	-	액체화학
	소 계	1,600		250,000	6	9,643	
민 유	현대오일터미널신항부두	270	14	50,000	1	1,836	액체화학
	정일스톨트해본울산신항3부두	270	14	50,000	1	1,836	액체화학
	정일스톨트해본울산신항4부두	270	14	50,000	1	1,836	액체화학
	정일스톨트해본울산신항5부두	270	14	50,000	1	1,836	액체화학
	LS니꼬신항부두	280	14	30,000	1	1,571	기타광석 및 유류
	태영지엘에스신항부두	240	14	20,000	1	728	목재

자료 : 울산지방해양수산청, 「전계자료」, 2017. p.11~13

2. 어업시설과 환경현황

울산의 어업시설은 크게 마을어업, 정치어업, 협동양식, 양식어업, 복합양식어업으로 나누어서 분석하였고 이 중 가장 큰 면적을 차지하는 것이 양식어업으로 29건에 197.22ha의 면적을 차지하는 것으로 파악되었다. 그물 등의 어구를 주로 수면상에 설치하는 정치망어업의 경우 선박통항시 가장 유의하여야 할 어업형태로 울산시에 등록된 정치어업은 6건, 면적인 61.46ha로 파악되었다. 19)

<표 3-2> 울산시 어업권 현황

어업권 현황		
구분	건수	면적(ha)
마을어업	20	831.95
정치어업	6	61.46
협동양식	4	83.35
양식어업	29	197.22
복합양식	26	141.96

자료 : 울산광역시청 홈페이지(<http://www.ulsan.go.kr>), 「울산시 어업권현황」, 2017. 10. 14. 검색

3. 해상교통관제 현황

울산항 해상교통관제센터는(이하 울산항 VTS) 1996년 도입되었고, 서비스 구역 및 범위는 울산항내 및 항계선 부근 해역이며, 주용업무는 입·출항 선박 및 운항 선박에 대한 해상교통상황 파악, 항로이탈 및 위험구역 접근 혹은 충돌위험 등으로부터 해양사고를 예방하기 위한 선박교통관제, 조류 및 조석을 포함한 해상기상 등 선박 안전운항을 위한 항행안전정보 제공, 해양사고 및 비상상황 발생 시 신속한 초동조치 및 전파를 들 수 있다. 울산항 VTS 진입보고 및 방법은 아래 <표3-2>를 참조하도록 한다.20)

19) 울산광역시청 홈페이지(<http://www.ulsan.go.kr>), 2017. 10. 14. 검색

<표 3-3> 울산항 VTS 진출입 보고 방법

항목	내용
호출부호	울산 브이티에스(Ulsan VTS)
통신망	VHF CH.14, 10, 16
보고절차	입항 예정보고: 항계선 도착 1시간 전 통과보고: 진입보고선 진출입 시 입항(도착)보고: 입항(투묘/접안) 즉시 이동보고: 이동 10분 전 / 이동 즉시 출항보고: 출항 10분 전 / 출항 즉시
기타 항만서비스 통신망	도선사 채널: VHF CH. 13 예선사용 채널: VHF CH. 06 통선 사용 채널: VHF CH. 69

자료 : 해양경찰청 해상교통관제센터, 「전계자료」, 2017. 10. 17. 검색

VTS관제 범위는 3개 구역으로 나누어 관제를 하고 있으며, 제1섹터는 VTS Reporting Line과 동일하며 3구역 중 가장 교통량이 많이 밀집되는 구역이다. 2섹터는 1섹터와 3섹터의 중간범위로 교통안전특정해역 범위와 동일하다. 3섹터는 가장 외측에 있는 구역으로 외항에서 울산항으로 입항 시 가장 먼저 진입하게 되는 구역이기도 하다.²¹⁾

제2절 기상분석

1. 바람 영향분석

최근 10년(2007~2016년)동안 기상청 '기상연보'자료를 분석한 결과 울산지방의 전년 평균풍속은 2.2m/s이고 월별로는 2.0~2.4m/s의 범위로 관측되었다. 평균풍속은 12월부터 5월 사이에 강한 특성을 보이고, 6월부터 11월에는 약한 특성을 보인다. 최대풍속은 13.0m/s, 그 때의 풍향은 WSW로 4월에 관측되었다. 7~10월에 최대풍속 및 최대순간풍속이 대체적으로 높게 관측된 것은 태풍의 영향 때문이다.

풍향별 최대풍속은 12.2m/s(SE), 11.5m/s(ESE), 11.4m/s(NNW),

20) 해양경찰청 해상교통관제센터, 「전계자료」, 2017. 10. 17. 검색

21) 국토해양부, 「전국해상교통관제 안내지」, p.32~33

11.3m/s(SSW)가 11.0m/s를 초과하는 높은 값을 보였고, 남동풍과 남서풍 계열 그리고 북서풍 계열에서 관측되었다. (<표 3-4> 참조)

<표 3-4> 월별 풍속 및 풍향 (단위: m/s)

월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년	
평균 풍속	2.3	2.2	2.4	2.4	2.3	2.1	2.2	2.3	2.1	2.0	2.0	2.3	2.2	
최대	풍속	10.6	11.0	12.4	13.0	11.5	9.7	11.6	11.6	12.7	12.6	10.3	10.5	13.0
	풍향	W	W	SW	W	W	SW	N	E	E	W	W	W	W
순간 최대	풍속	20.2	20.7	22.2	25.4	19.2	17.6	21.3	23.2	22.8	21.5	19.7	21.7	25.4
	풍향	W	W	SW	W	W	E	N	E	N	W	N	W	W

자료 : 기상청 「기상연보」

<표 3-5> 풍향별 최대풍속 (단위: m/s)

구분	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
최대풍속	8.4	9.2	10.0	9.2	7.5	11.5	12.2	9.1
구분	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
최대풍속	8.8	11.3	9.7	10.8	9.5	10.2	9.2	11.4

자료 : 기상청 「기상연보」

<그림 3-2>는 2016년 울산의 계절별, 연별 풍향 풍속 출현율을 나타낸다. 봄과 여름에는 주로 북동(NE) 혹은 남서(SW)쪽에서 바람이 불어 오고, 가을에는 북동풍(ENE)이, 겨울에는 북서풍(NNW)계열이 우세한 것으로 나타났다. 2016년 평균값을 보면 봄, 여름과 같이 북동(NE) 혹은 남서(SW) 계열의 바람이 우세한 것을 알 수 있다. 22)

22) 기상청, 「기상연보」, 2007~2016

2. 태풍영향 분석

기상청에서 발간한 ‘태풍백서’의 자료를 이용하여 최근 30년간 울산에 영향을 미친 주요 태풍을 아래와 같이 정리하였다.

북향의 바람이 많이 관측되었고 최대풍속은 18.3m/s, 최대순간풍속은 36.7m/s까지 관측이 되었다. 최다강수량은 1991년 1시간 최다 강수량 35.5mm, 일최다 강수량 417.8mm를 기록하였다. 23)

<표 3-6> 최근 30년간 울산에 영향을 미친 주요 태풍

연도	태풍명	바람(m/s)				강수량(mm)		최저해면기압(hPa)
		최대풍향	최대풍속	최대순간풍향	최대순간풍속	1시간 최다	일최다	
2007	0704 MAN -YI	NNE	8.9	N	21	2.5	14.5	996.3
2005	0514 NAVI	NE	11.5	NNW	24.9	31	327.5	989.1
1999	9918 BART	NNW	10.3	N	19.3	16.5	102.4	996.7
1993	9307 ROBY N	ENE	9.7	ENE	27.9	35	208.3	981.8
1991	9112 GLAD YS	NE	10	NE	26.6	35.5	417.8	992.6
1990	9005 OFEL IA	S	8	S	13.2	20	73.8	996.3
1987	8712 DINA H	NNW	18.3	NNW	36.7	60	197.7	962.5

자료 : 기상청, 「태풍백서」, 2011, p.173-208

23) 기상청, 「전계자료」, 2007~2016

3. 안개영향 분석

선박의 항해 및 항만운영에 가장 큰 영향을 주는 요소는 안개라고 할 수 있겠다. 동해안의 안개는 남해안이나 서해안보다 그 빈도가 낮은 편이다. 2007년~2016년 울산지방의 연간평균 안개발생일수는 2.2일로 주로 3~7월달에 발생한다. 또한, 0.5일 이상의 안개발생일수를 보이는 달은 7월뿐으로 전체적으로 적은 안개발생일수를 보인다. 7월이 가장 높은 안개 일수를 차지한 이유로는 2016년 7월에 4일간의 안개일수가 발생하였기 때문이다.²⁴⁾

<표 3-7> 월별 안개 계속 일수

(단위: 일수)

월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전 년
평균 일수	0.1	-	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	-	0.1	0.1	0.1	0.2	2.2

자료 : 기상청 「기상연보」

제3절 해상분석

최근 10년간 울산항 부근에 대한 조류조사가 시행되지 않았기에 본 연구의 조석 및 조류 분석은 국립해양조사원에서 2001년 4월 27일~2001년 8월 26일 동안 관측한 “울산항 조류관측” 자료를 이용했다. 또한 파랑의 영향분석은 선박안전기술공단에서 수행한 “2015년 선박통항로 안전성평가 연구” 내용을 참고 하였다.

1. 조석 영향분석

일반적인 조석의 형태로는 간절점에서 울산항까지의 조석형태수(tide

24) 기상청, 「전계자료」, 2007~2016

factor)는 0.26~0.30인 반일주조가 우세한 혼합형으로서 매일 두 고조와 두 저조가 나타나지만 시간 및 높이의 부등은 심하다.

간절곶 및 동기간 울산항의 평균 고조간격은 달의 자오선 경과시로부터 각각 7시19분 및 7시16분으로서 간절곶은 울산항 기준조석과 같으며 동기간 울산항은 울산항 기준조석보다 3분 빠르다.

대조차와 소조차는 57.0cm, 46.3cm 및 23.4cm, 17.8cm로서 울산항 기준조석 48.2cm 및 17.0cm에 비해 간절곶은 8.8cm 및 6.4cm 크며, 동기간 울산항의 대조차는 1.9cm 작고, 소조차는 0.8cm 크다.

울산항에서의 약최고고조위는 71.8cm 및 60.0cm로 울산항 기준조석의 60.8cm보다 간절곶은 11.0cm가 크며, 동기간 울산항은 0.8cm 작다.

평균해면은 35.9cm 및 30.0cm이며, 울산항 기준조석 30.4cm에 비해 간절곶은 5.5cm 정도 높으며, 동기간 울산항은 0.4cm 낮다. 25)

2. 조류 영향분석

울산항 인근 조류 중 남향류의 주방향은 서남서향(WSW)이며, 북향류는 북북동향(NNE)이다. 유향별 출현율은 남향류(W~ESE)가 12.7%이고 북향류(WNW~E)가 87.3%로서 북향류의 출현율이 우세한 분포를 보인다. 이 것은 북향류 쪽으로 조류가 강하게 흐른다는 것을 의미한다.

창조류는 남남서~서남서류, 낙조류는 북~동북동류로 흐르며, 외양에서 기원한 해류도 북동 방향으로 강하게 나타나는 해역이다. 조류형태는 대체로 반일주조가 우세한 혼합조 형태의 조류로서 1일 2회의 창조류 및 낙조류가 나타난다. 창·낙조류는 울산항의 저조전 0.2~0.7(고조시~고조후 0.1)시경에 전류하여 고조시~고조후 0.1(저조전 0.2~0.7)시 경까지 지속된다. 평균대조기 최강창·낙조류는 울산항의 저조 후 3.0~3.5(고조 후 3.8~4.1)시 경에 최강유속이 0.7~1.1(1.0~1.6)노트에 이른다.

울산항 항계 북동측 해역의 창조류는 남남서류하고, 낙조류는 북류 또

25) 국립해양조사원, 「울산항 조류관측」, 2001

는 동북동류한다. 창·낙조류는 울산항의 저조 후 0.7~1.0(고조 후 0.9~1.4)시 경에 전류하여 고조 후 0.9~1.4(저조 후 0.7~1.0)시경까지 지속된다. 평균대조기 최강창·낙조류는 울산항의 저조 후 4.5~5.0(고조 후 4.5~5.2)시 경에 최강 유속이 1.5~1.6(1.4~1.7)노트에 이른다.

낙곶~간절곶 동측 해역의 창조류는 남남서류하고, 낙조류는 북북동류 또는 북동류한다. 창·낙조류는 울산항의 저조 후 0.5~0.7(고조 후 0.5~1.3)시 경에 전류하여 고조 후 0.5~1.3(저조 후 0.5~0.7)시경까지 지속된다. 평균대조기 최강창·낙조류는 저조 후 3.5~4.4(고조 후 3.8~4.2)시경에 최강유속이 1.2~2.1(1.8)노트에 이른다.

울산항 항계 남동측 해역의 창조류는 남남서류하고, 낙조류는 이와 반대로 흐른다. 창·낙조류는 울산항의 저조 후 0.6~0.7(고조 후 0.2~1.4)시경에 전류하여 고조 후 0.2~1.4(저조 후 0.6~0.7)시경까지 지속된다. 평균대조기 최강창·낙조류는 울산항 조석의 저조 후 3.1~4.9(고조 후 3.7~4.7)시경에 최강유속이 1.5~1.6(1.8~2.0)노트에 이른다.

울산항 주변해역은 대한해협을 통해 동해로 유입되는 대마난류의 영향을 강하게 받는 해역으로 항류의 시간변동이 외양성 해류의 변동에 지배받는다. 항류 분포는 울산항내에서 0.1노트 이내로 남동방향을 보이며, 외해역에서는 북동방향으로 유속은 0.6~1.3노트 내외로 강하게 나타낸다. 26)

3. 파랑 영향분석

울산항 평수구역 내 계절별 평균유의파고는 0.4~0.8m의 분포를 보인다. 이는 뷰포트 풍력계급 3~4에 해당하는 것으로, 울산만을 포함하는 평수구역 제10구 내 해역은 다른 평수구역에 비하여 다소 높은 파고가 관측되고 있다는 것을 알 수 있다. 최대유의파고는 2.9~4.3m의 분포를 보이며 주로 남풍계열의 바람에 의하여 형성된다. 평균유의파고는 여름에 높은 값을 보이고, 특히, 최대값은 7월에 관측된다. 그리고 최대유의파고의 최대값은 봄철인 4월에 관측된다.

26) 국립해양조사원, 「전계자료」, 2001

평수구역 외의 경우 계절별로 평균유의파고를 살펴보면 봄 0.8~0.9m, 1.0~1.1m, 가을 0.8~1.0m, 겨울 0.7~0.9m의 분포를 보이고 있고, 전 기간의 평균유의파고는 0.9~1.0m로 평균수역보다 더 높은 값을 보인다. 평균유의파고의 최대값은 7월에 관측된다. 최대유의파고 또한 4곶근에 걸쳐 4.0m 이상의 분포를 보여, 평수구역 내보다 높은 파고를 보이며 주로 남풍계열과 북동풍계열의 바람에 의하여 형성된다. 특히, 최대유의파고는 1월, 4월, 9월에 큰 값을 보인다. 27)



27) 선박안전기술공단, 「2015년 선박통항로 안전성평가(울산항) 연구용역」, 2015, p.21-22

제4장 해상교통흐름 및 혼잡도 조사분석

제1절 연구방법의 개요

1. 해상교통흐름 조사방법

해상교통흐름 조사는 특정 해역 내 선박의 종류, 크기 등의 선박통항 자료를 수집 및 분석하는 과정이다. 본 연구에서는 울산항의 제1항로부터 제5항로까지 통항하는 선박의 통항자료를 분석하였다. 이러한 선박의 통항자료 분석을 통해 그 해역의 선박통항 현황 및 특성을 파악할 수 있고 선박항행의 잠재위험 요소를 발굴할 수 있다. 그러므로 해상교통조사는 현재 교통현황을 정량적으로 파악하고 미래의 교통흐름을 추정할 수 있는 자료로도 이용가능하며 기초데이터 수집은 한국해사컨설팅(주)에서 제공한 해상교통조사 자료를 이용하였으며 그 기간은 2017년 7월 중 3일간 연속 실시하였다.

2. 해상혼잡도 분석방법

해상교통혼잡도는 항로가 수용할 수 있는 교통량을 평가할 수 있는 개념으로 항만의 입·출항 교통량을 계산하여 그 값이 허용 교통량 범위 내에 들어가는지 여부로써 해상교통혼잡도를 평가한다. 즉, 현재의 항만 입·출항 선박의 척수와 크기를 조사하고 이를 토대로 해상교통량(Q_T Traffic volume)을 추정하여 항로가 수용할 수 있는 실용교통용량(Q_P practical traffic volume)과 비교하여 해상교통혼잡도(T_C Traffic congestion)를 평가한다. 해상교통혼잡도는 교통조사를 바탕으로 구한 실제 해상교통량을 실용교통용량으로 나누어 그 값을 백분율하여 최종 해상교통혼잡도 값을 얻게 되며 식은 아래와 같다.

기본교통용량(Basic traffic capacity)이란 이론적인 최대 교통용량으로, 시정4마일 이상, 풍속 10노트 이하, 유속 3노트 이하의 통상적인 항행조건에서 같은 크기의 선박이 거의 같은 속력으로 일정 폭의 직선 모양의 수로를 한 방향으로 단위 시간에 통과할 수 있는 최대 척수를 의미한다.

실용교통용량은 기본교통용량에서 기상상태의 출현빈도, 선박항행의 자유성, 교통사고의 예상 발생 수, 적용되는 교통 관리의 양식, 항로의 교통체계에 따라 정해지는 서비스 수전과 실선박의 통행가능 용량으로부터 정해지는 용량이다. 실제 허용가능 교통량의 한도인 실용교통량은 기본교통량의 25%수준이다. 28)

해상교통혼잡도에서 적용되는 개념 중 하나가 점용영역인데 이는 선박을 조종하는 항해사가 일정한 거리를 지키려고 노력하는 영역으로 선박의 속력그 시정, 대상 위험물의 종류에 따라 달라진다. 여기에서 점용영역의 장직경과 단직경은 1960년대 일본 우라가수도와 간몬해협에서 레이더 관측을 통해 얻은 데이터를 근거로 설정하였으며 이는 '충분한 수역'과 '좁은수로 및 항내'로 분류하여 적용할 수 있다. '충분한 수역'은 최대속력(10~16노트)으로 자유롭게 항해할 수 있고, 수로에서 장애물(섬, 천수 등)이 없는 경우로 이 때의 타원형으로 표현한 점용영역의 평균크기는 선박의 진행방향으로 8L, 진행방향의 측면으로 3.2L이다. 여기서 L은 선박의 전장을 나타낸다. '좁은 수로 및 항내'는 상황에 따라 선박이 감속(6~8노트)하여 진행하여야 하고, 마주치는 상황, 추월 및 횡단하는 선박이 없는 좁은 수로나 항내로서 점용영역의 평균크기는 선박의 진행방향으로 6L, 진행방향의 측면으로 1.6L이다.29)

대상 항로에서는 다양한 크기의 선박들이 통항하기 때문에 표준선박을 정하여 이를 기준으로 혼잡도를 파악한다. 이 연구에서는 표준선의 크기를 82m로 정하고 이 표준선을 기준으로 타선박과 크기의 비율을 나타내는 L환산계수를 도입하여 울산항 제1항로~제5항로까지 선박통항흐름조

28) 유상록. 「해상교통혼잡도 평가방법 개선에 관한 연구」, 공학석사 학위논문, 2013, p.5-11.

29) 국토해양부, 「연안 통항로 해상교통 환경 평가 연구 용역」, 2008, P. 3-204

사 자료를 바탕으로 L^2 환산교통량을 구할 수 있다. 선박 톤수 그룹별 대표선박의 길이와 L 및 L^2 환산계수는 아래의 표와 같다.

<표 4-1> L 및 L^2 환산계수 Table

총톤수(GT)	100 미만	100 ~ 500	500 ~ 1K	1K ~ 3K	3K ~ 5K	5K ~ 7K	7K ~ 10K	10K ~ 15K
대표길이(m)	39.7	52.2	58.4	76.5	100.5	114.2	127.4	146.4
L 환산계수	0.48	0.64	0.71	0.93	1.23	1.39	1.55	1.79
L^2 환산계수	0.23	0.41	0.50	0.86	1.51	1.93	2.40	3.20
총톤수(GT)	15K ~ 20K	20K ~ 25K	25K ~ 30K	30K ~ 50K	50K ~ 60K	60K ~ 75K	75K ~ 100K	100K 이상
대표길이(m)	162.2	177.9	189.4	213.1	238.3	258.0	276.0	322.1
L 환산계수	1.98	2.17	2.31	2.60	2.91	3.15	3.37	3.93
L^2 환산계수	3.92	4.71	5.34	6.76	8.47	9.92	11.36	15.44

자료 : 한국해사컨설팅(주)

위의 환산계수 Table을 기반으로 L^2 환산교통량과 실용교통량을 비교하여 해상교통 혼잡도를 아래와 같이 구한다.³⁰⁾

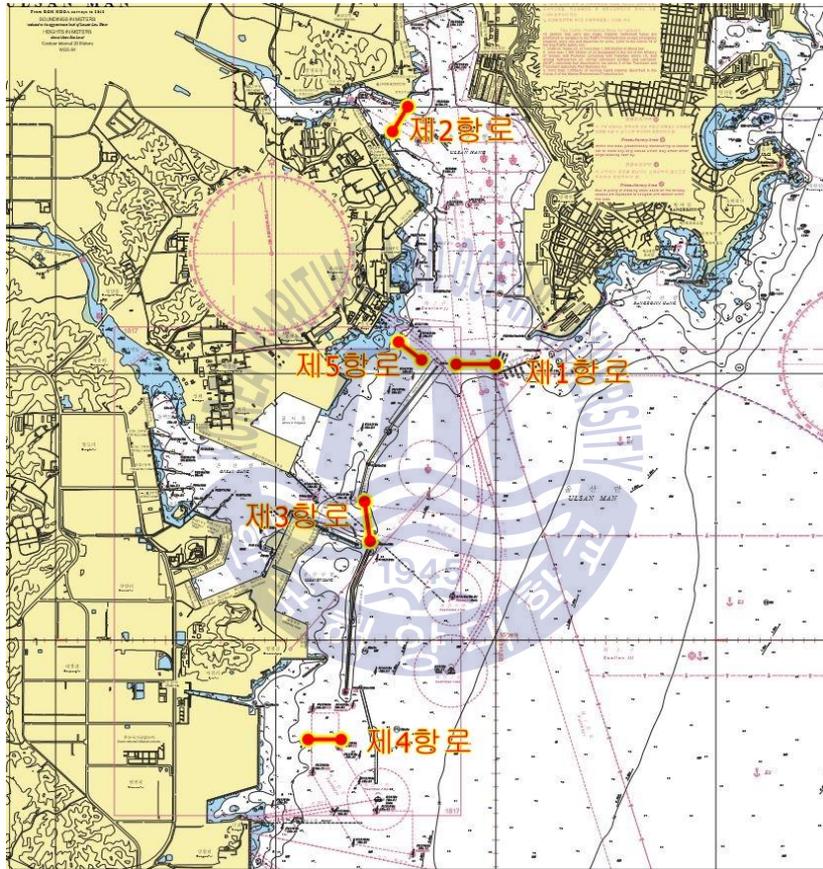
$$\text{해상교통혼잡도} = (\text{시간당 } L^2 \text{ 환산교통량} / \text{실용교통량}) \times 100\%$$

30) 유상록. 「전개자료」, 2013, p.41

제2절 해상교통 흐름분석

울산항 인근해역을 통항하는 해상교통현황을 분석하기 위하여 아래 <그림 4-1>과 같이 제1항로부터 제5항까지 Gate line을 설정하였고, 이 곳을 통과하는 선박들의 선종별, 길이별 통항량을 분석하였다.

<그림 4-1> 울산항 인근해역 항로 현황



자료 : 울산만 해도(해도번호 1756)

1. 항로별 분석

1) 제1항로

조사 결과 제1항로를 통과하는 선박들에 대한 선종별 분석결과 탱커선이 87척, 어선 및 기타선박이 61척, 화물선이 34척, 예인선이 1척으로 전체 통항 선종 중 각 약 47%, 33%, 19%, 1%를 차지하였다.

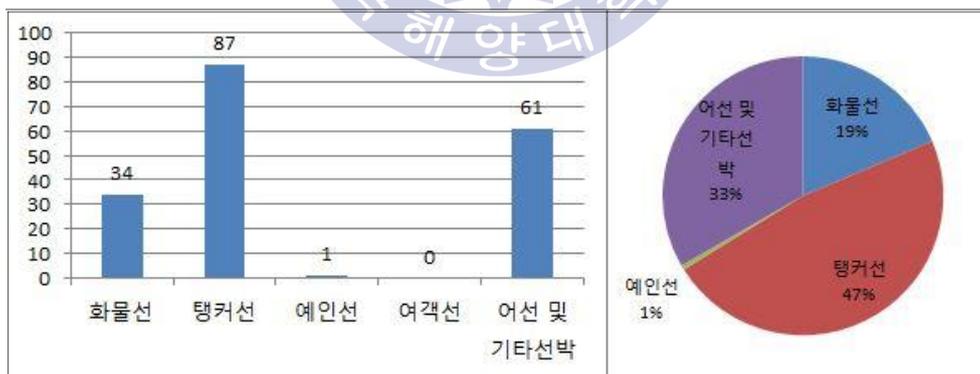
길이별 분석에서는 50m미만 및 50m~100m가 각각 62척, 100m~150m가 32척, 150m~200m가 18척으로 각각 약 34%, 34%, 17%, 10%로 조사되었다.

<표 4-2> 제1항로 선종별 통항척수

구분	화물선	탱커선	예인선	여객선	어선 및 기타선박	합계
통항척수	34	87	1	0	61	183

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-2> 제1항로 선종별 통항척수 및 비율



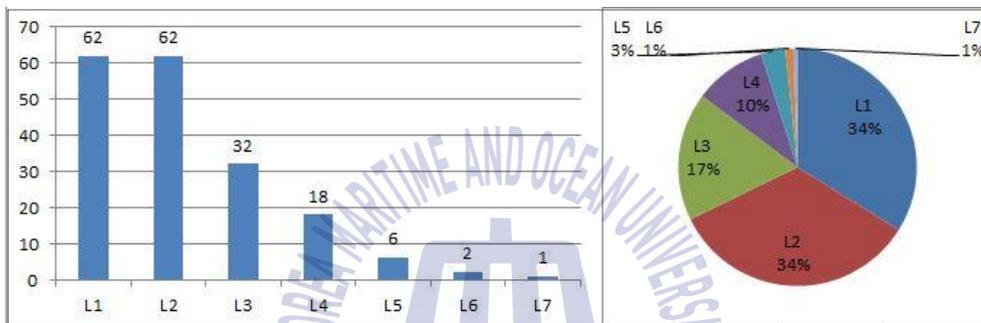
자료: 해상교통분석(김재찬)

<표 4-3> 제1항로 길이별 통항척수

구분	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	합계
선박 길이(m)	50 미만	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	
합계	62	62	32	18	6	2	1	183

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-3> 제1항로 길이별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

2) 제2항로

조사 결과 제2항로를 통과하는 선박들에 대한 선종별 분석결과 탱커선이 142척, 어선 및 기타선박이 112척, 예인선 31척, 여객선이 18척으로 전체 통항 선종 중 각 약 47%, 37%, 10%, 6%를 차지하였다.

길이별 분석에서는 50m미만이 188척, 50m~100m가 98척, 100m~150m가 12척, 150m~200m가 5척으로 각각 약 62%, 32%, 4%, 2%로 조사되었다.

<표 4-4> 제2항로 선종별 통항척수

구분	화물선	탱커선	예인선	여객선	어선 및 기타선박	합계

통항척수	1	142	31	18	112	304
------	---	-----	----	----	-----	-----

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-4> 제2항로 선종별 통항척수 및 비율



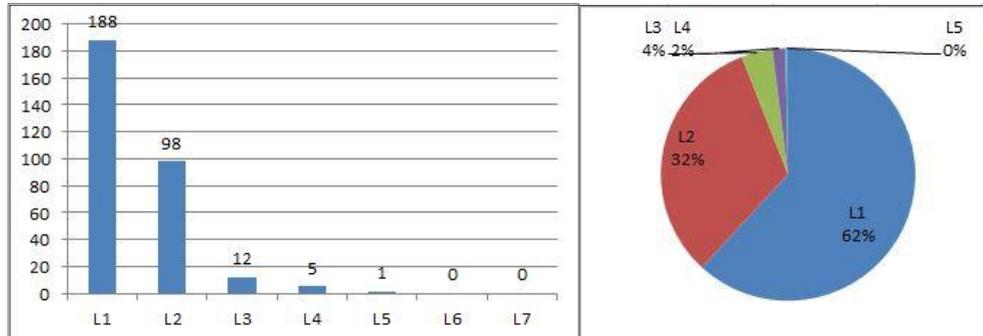
자료: 해상교통분석(김재찬)

<표 4-5> 제2항로 길이별 통항척수

구분	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	합계
선박 길이(m)	50 미만	50- 100	100- 150	150- 200	200- 250	250- 300	300- 350	
합계	188	98	12	5	1	0	0	

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-5> 제2항로 길이별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

3) 제3항로

조사 결과 제3항로를 통과하는 선박들에 대한 선종별 분석결과 탱커선이 130척, 어선 및 기타선박이 112척, 화물선이 50척, 예인선이 34척으로 전체 통항 선종 중 각 약 38%, 37%, 15%, 10%를 차지하였다.

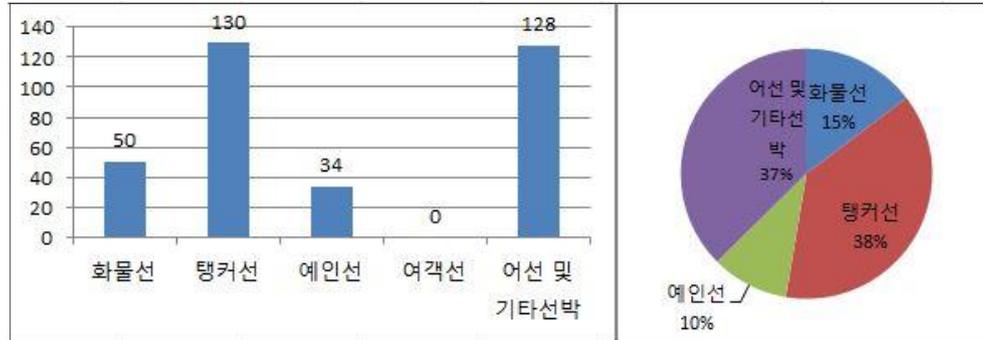
길이별 분석에서는 50m미만이 168척, 50m~100m가 88척, 100m~150m가 61척, 150m~200m가 21척으로 각각 약 49%, 26%, 18%, 6%로 조사되었다.

<표 4-6> 제3항로 선종별 통항척수

구분	화물선	탱커선	예인선	여객선	어선 및 기타선박	합계
통항척수	50	130	34	0	128	342

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-6> 제3항로 선종별 통항척수 및 비율



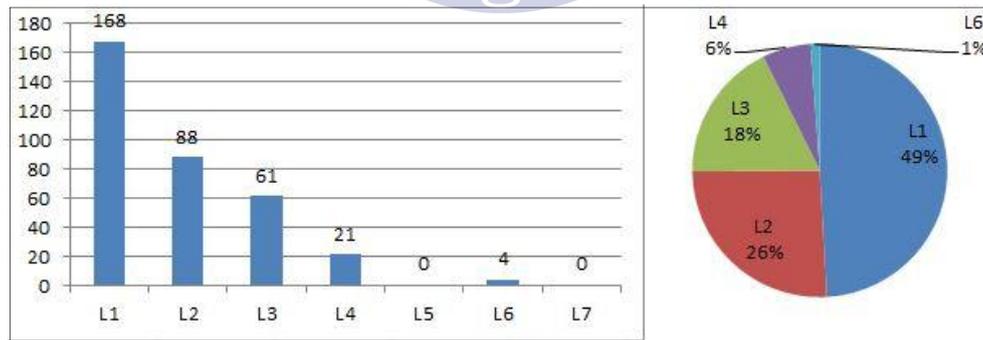
자료: 해상교통분석(김재찬)

<표 4-7> 제3항로 길이별 통항척수

구분	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	합계
선박 길이(m)	미만 100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350 이상	
합계	168	88	61	21	0	4	0	342

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-7> 제3항로 길이별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

4) 제4항로

조사 결과 제4항로를 통과하는 선박들에 대한 선종별 분석결과 예인선 2척, 탱커선 1척으로 전체 통항 선종 중 각 약 67%, 33%를 차지하였다.

길이별 분석에서는 50m미만이 2척, 50m~100m가 1척으로 각각 약 67%, 33%로 조사되었다.

<표 4-8> 제4항로 선종별 통항척수

구분	화물선	탱커선	예인선	여객선	어선 및 기타선박	합계
통항척수	0	1	2	0	0	3

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-8> 제4항로 선종별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

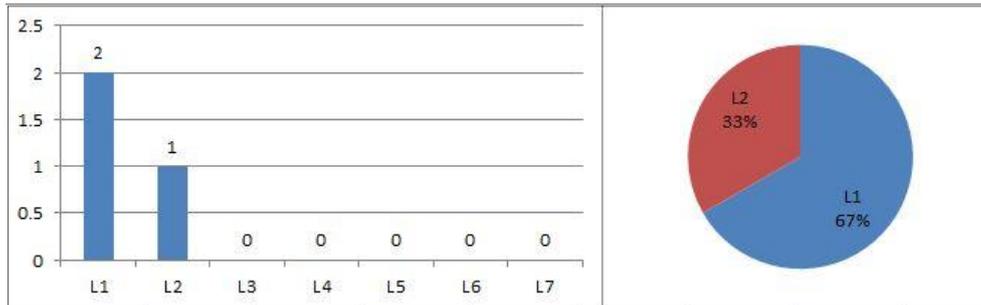
<표 4-9> 제4항로 길이별 통항척수

구분	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	합계
선박 길이(m)	50 미만	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	

합계	2	1	0	0	0	0	0	3
----	---	---	---	---	---	---	---	---

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-9> 제4항로 길이별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

5) 제5항로

조사 결과 제4항로를 통과하는 선박들에 대한 선종별 분석결과 어선 및 기타선박이 164척, 예인선이 83척, 여객선이 4척으로 전체 통항 선종 중 각 약 65%, 33%, 1%를 차지하였다.

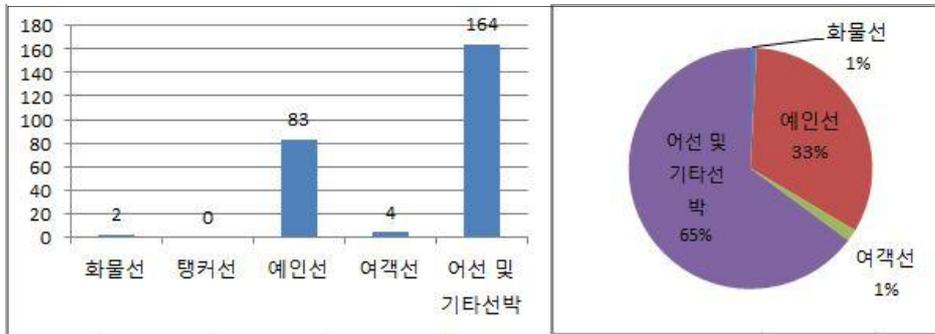
길이별 분석에서는 50m미만이 250척, 50m~100m가 3척으로 각각 약 99%, 1%로 조사되었다.

<표 4-10> 제5항로 선종별 통항척수

구분	화물선	탱커선	예인선	여객선	어선 및 기타선박	합계
통항척수	2	0	83	4	164	253

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-10> 제5항로 선종별 통항척수 및 비율



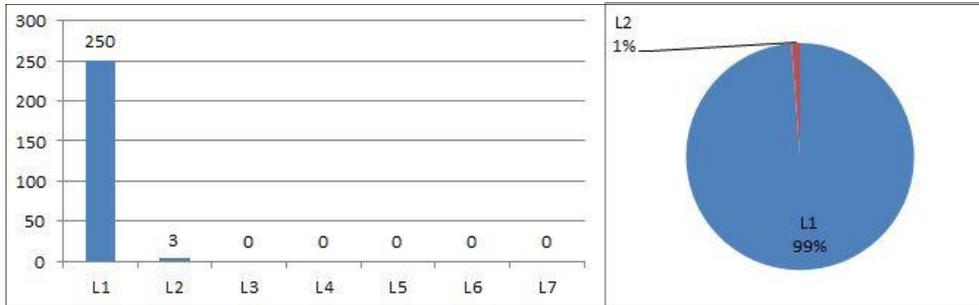
자료: 해상교통분석(김재찬)

<표 4-11> 제5항로 길이별 통항척수

구분	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	합계
선박 길이(m)	50 미만	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	
합계	250	3	0	0	0	0	0	253

자료: 해상교통분석(김재찬)

<그림 4-11> 제5항로 길이별 통항척수 및 비율



자료: 해상교통분석(김재찬)

2. 시간대별 분석

울산항 인근 각 항로를 통항하는 선박의 시간대별 통항을 72시간 해상교통현황 조사를 토대로 분석하였다. 이를 통해 보다 자세한 해상교통현황 파악이 가능할 것이다.

72시간 해상교통조사 결과를 바탕으로 울산항 항로 통항 선박의 척수를 분석한 결과 총 1085척의 선박이 집계되었으며 하루 평균 약 361척, 시간당 평균 약 15.07척의 선박이 통항하였다.

통항 선박의 통계를 시간대별로 분석해보면 3일간 매 시간별 총 통항척수가 가장 많은 시간대는 총 101척이 통항한 13~14시임을 알 수 있다. 매 1시간별 통계를 파악하기 위해 매 시간별 총 통항척수를 3일로 나누어 시간대별 평균통항척수로 나타내었다. 가장 혼잡한 통항시간대인 06~07시의 경우 시간당 33.67척으로 이는 전체 시간당 평균인 15.07척의 약 2.2배 통항량이 있었으므로 이 시간대가 울산항 항로의 주요 통항시간대(Peak Time)임을 알 수 있다. 16시~17시 시간대가 그 다음으로 혼잡한 통항량을 나타내고 있으므로 입·출항하는 선박들은 이 통항시간대에 유의하여 통항계획을 수립해야 한다.

<표 4-12> 시간대별 통항량

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
통항량 (척수)	26	23	29	23	16	54	71	43	55	49	35	47
시간별 평균 (척수)	8.67	7.67	9.67	7.67	5.33	18.00	23.67	14.33	18.33	16.33	11.67	15.67
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
통항량 (척수)	37	101	67	68	77	66	42	48	28	28	31	21
시간별 평균 (척수)	12.33	33.67	22.33	22.67	25.67	22.00	14.00	16.00	9.33	9.33	10.33	7.00

자료: 해상교통분석(김재찬)

제3절 해상교통혼잡도 분석

이 연구에서는 울산 인근해역 제1항로부터 제5항까지 항로폭에 따른 해상교통혼잡도를 분석하기 위하여 위의 해상교통흐름조사한 선박 통항량을 기반으로 시간대별 평균혼잡도와 각 항로별로 가장 혼잡한 시간대와 그 정도를 알아본다.

1. 울산 제1항로

울산항 제1항로의 항로폭은 510m이고 총 183척의 선박이 통항하였으며 제1항로의 전체시간대 평균 혼잡도는 11.85%이고 이 중 아침시간대인 06~07시에 27.51%로 가장 높은 혼잡도를 나타냈다.

<표 4-13> 울산 제1항로 혼잡도

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------

평균 혼잡도	23.21	7.66	12.47	10.95	0.92	3.68	27.51	5.73	3.68	9.60	3.21	19.12
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
평균 혼잡도	12.10	18.91	7.93	20.49	14.31	15.61	20.12	7.46	10.20	15.29	5.12	9.03

자료: 혼잡도분석(김재찬)

2. 울산 제2항로

울산항 제2항로의 항로폭은 300m이고 총 304척의 선박이 통항하였으며 제2항로의 전체시간대 평균 혼잡도는 11.74%이고 이 중 오후시간대인 16~17시에 30.26%로 가장 높은 혼잡도를 나타냈다. 제1항로에 비해 더 많은 척수의 선박이 통항함에도 불구하고 더 낮은 혼잡도를 나타낸 이유는 제2항로에는 소형선박의 통항 비율이 높았기 때문으로 분석되었다.

<표 4-14> 울산 제2항로 혼잡도

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
평균 혼잡도	13.52	13.83	3.22	12.61	2.55	12.31	10.21	9.16	10.97	19.82	5.85	7.15
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
평균 혼잡도	5.85	20.09	12.65	19.51	30.26	24.00	15.04	11.91	6.99	6.10	4.92	3.38

자료: 혼잡도분석(김재찬)

3. 울산 제3항로

울산항 제3항로의 항로폭은 380m이고 총 342척의 선박이 통항하였으며 제2항로의 전체시간대 평균 혼잡도는 20.47%이고 이 중 아침시간대인 06~07시에 43.62%로 가장 높은 혼잡도를 나타냈다.

<표 4-15> 울산 제3항로 혼잡도

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
평균 혼잡도	17.12	9.70	12.00	11.47	18.62	31.99	43.62	17.10	35.00	15.23	10.62	39.36
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
평균 혼잡도	23.70	27.86	17.57	35.33	10.40	28.26	16.59	16.80	18.53	19.24	10.50	4.60

자료: 혼잡도분석(김재찬)

4. 울산 제 4항로

울산항 제4항로의 항로폭은 470m이고 총 3척의 선박이 통항하였으며 제 4항로의 전체시간대 평균 혼잡도는 0.08%로 아주 낮은 혼잡도를 나타냈고, 이 중 아침시간대인 08~09시에 1.23%로 가장 높은 혼잡도를 나타냈다.

<표 4-16> 울산 제4항로 혼잡도

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
평균 혼잡도	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.23	0.00	0.00	0.00
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
평균 혼잡도	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

자료: 혼잡도분석(김재찬)

5. 울산 제 5항로

울산항 제5항로의 항로폭은 340m이고 총 253척의 선박이 통항하였으며 제5항로의 전체시간대 평균 혼잡도는 3.51%로 여러 항로 중 낮은편에 속했으며 이 중 아침시간대인 16~17시에 7.67%로 가장 높은 혼잡도를 나타냈다.

<표 4-17> 울산 제5항로 혼잡도

시간	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
평균 혼잡도	0.33	0.99	2.96	1.31	1.64	5.59	7.23	2.96	3.94	4.27	4.93	3.61
시간	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
평균 혼잡도	4.27	4.27	5.91	3.29	7.67	4.27	3.34	4.60	2.96	0.66	1.64	1.64

자료: 혼잡도분석(김재찬)



제4절 분석결과의 시사점

1. 해상교통흐름 분석결과

조사기간 동안 제1항로에서 제5항로까지 총 1085척이 통항하였고, 이 중 어선 및 기타소형선박이 465척으로 전체 통항량의 42.8%를 차지하였다. 그 다음으로는 탱커선이 360척으로 33.2%, 예인선이 151척으로 13.9%, 화물선이 87척으로 8.0%를 나타냈고 여객선이 22척으로 전체 통항량의 2.0%로 가장 적은 통항량을 나타냈다. 길이별로 본다면 50m 미만의 선박이 670척으로 전체통항량의 61.7%로 가장 많은 비율을 차지했고, 그 다음 50~100m가 252척으로 23.2%, 100~150m가 105척으로 9.6%, 150~200m가 44척으로 4.05%, 200~250m가 7척으로 0.64%, 250~300m가 6척으로 0.55%, 마지막으로 300m이상의 선박이 1척으로 0.09%를 나타냈다. 시간별로 본다면 시간대별 평균통항척수는 15.07척이었고 이 중 통항량이 가장 많은 시간대는 13~14시로 시간당 33.67척이 통항하는 것으로 분석되었다.

‘해사안전법’ 상에는 교통안전특정해역 내에서 어선 및 소형선박은 항로 지정제도에 따라 그 교통안전특정해역을 항행하는 다른선박의 통항에 지장으르 주어서는 안된다고 규정되어있다. 그러나 위의 분석 결과에 따라 가장 높은 비중을 차지하는 어선 및 기타소형선박의 경우 정해진 항로를 따라 항해를 하기보다는 자선의 목적 및 편의에 따라 임의로 이동하고 항행하는 경우가 많아 타선박과의 사고의 위험이 매우 높다. 또한 일반 화물선보다는 탱커선 등 위험화물 운반선의 통항 비중이 월등히 높은 울산항의 경우 충돌사고 발생 시 일반 타선박의 충돌사고 시 보다 훨씬 더 큰 피해를 발생시킬 수 있는 위험요소가 있다. 특히 제3항로의 경우 탱커선 뿐만 아니라 화물선, 어선 및 기타선박의 통항 비율이 가장 높은 항로로 잠재 사고율이 가장 높은 항로라고 추정할 수 있다.

이렇듯 통항량이 가장 많고 빈번한 어선 및 소형선박에 대한 통제가 울산항 인근 통항 선박간 사고 발생 위험율을 줄일 수 있는 방안이고 소형

선에 대한 통제에 대해 규정한 ‘해사안전법’의 규정을 좀 더 강력하고 구체적이며 현실을 반영하도록 법률을 수정할 필요가 있을 것이다.

2. 해상교통혼잡도 분석결과

울산항 제1항로~제5항로까지 전체 시간당 평균혼잡도는 9.53%로 양호한 편이었고 제1항로는 11.85%, 제2항로는 11.74%, 제3항로는 20.47%, 제4항로는 0.08%, 제5항로는 3.51%의 전체 평균혼잡도를 나타냈다. 해상교통흐름 분석에서 탱커선, 화물선, 어선 및 기타선박의 통항 비율이 가장 높았던 제3항로의 경우 혼잡도 분석 결과에서도 가장 높은 혼잡도 비율을 나타내어 5개의 항로 중에서는 사고 발생 위험율이 가장 높은 것으로 파악되었다.

제1항로~제5항로까지 전체 시간대별 평균혼잡도를 보면 06~07시가 17.71%로 가장 높은 혼잡도 비율을 나타냈고, 그 다음은 15~16시가 15.72%, 17~18시가 14.43%, 13~14시가 14.23%로 나타났다. 아침 06~07시, 17~18시에 높은 혼잡도가 나타나는 것은 어선들이 아침일찍 출어를 나가는 시간과 어업을 마치고 돌아오는 시간과 겹치기 때문인 것으로 보인다.

혼잡도가 가장 높은 제3항로의 경우 06~07시가 43.62%로 전체 시간대 중 가장 높은 혼잡도를 나타냈고 이 시간에 제3항로에서 가장 사고의 발생 위험율이 높다고 볼 수 있겠다.

해양수산부의 울산항 항만배후단지 개발계획(2012~2020)에 따르면 제5항로가 위치한 울산신항 배후단지에 대규모 개발계획이 진행 중인 것으로 나타나고 이는 향후 선박통항량 증가에 따른 제5항로의 혼잡도 증가가 예상된다. 만약 혼잡도가 가장 높은 것으로 나타난 제3항로가 위치한 온산항의 개발계획 시에는 현재의 높은 혼잡도를 반영하여 항로폭 또는 방파제폭을 넓히는 방안을 고려할 필요가 있을 것이다.

제5장 결 론

제1절 연구의 요약 및 결론

울산항 인근 해역은 최근까지도 지속적으로 해양사고가 증가하고 있으며 따른 자연환경, 인명 및 재산의 피해가 갈수록 증가하고 있는 추세다. 이러한 피해를 줄이기 위해 이 연구는 울산항 인근의 해양환경현황을 알아보고 제1항로부터 제5항로까지 선박의 통항흐름 및 혼잡도를 분석하여 울산항의 해상안전을 도모하는 것이 목적이다.

최근 10년(2007년~2016년)동안의 기상청의 '기상연보' 자료를 바탕으로 울산의 바람, 안개의 영향을 파악하고 기상청의 '태풍백서'를 바탕으로 울산에 영향을 미친 주요 태풍을 알아보았다. 바람은 12월부터 5월 사이에 강한 특성을 보였고 최대풍속은 13.0m/s, 그 때의 풍향은 WSW로 4월에 관측되었다. 7~10월에 최대풍속 및 최대순간풍속이 대체적으로 높게 관측된 것은 태풍의 영향 때문인 것으로 파악되었고 연간평균 안개발생일수는 2.2일로 주로 3~7월달에 발생하는 것으로 관측되었다. 태풍 발생 시에는 주로 북향의 바람이 많이 관측되었고 최대풍속은 18.3m/s, 최대순간풍속은 36.7m/s까지 관측이 되었다.

선행연구로 이루어진 「2015년 선박통항로 안전성 평가연구(울산항), 해양수산부 해사안전정책과」에서는 울산항의 제1항로에서 제4항로까지의 통항흐름을 파악하고 혼잡도를 분석하였다면 본 연구에서는 최근에 신규로 지정된 제5항로에 대한 분석을 추가로 시행하여 전체항로(제1항로~제5항로)까지의 최근 통항흐름과 혼잡도 분석을 실시하였다는 차이가 있다.

울산항의 제1항로부터 제5항로까지의 통항흐름을 조사 및 분석한 결과 어선 및 기타소형선박이 전체 통항량의 42.8%로 가장 많은 비중을 차지했고 그 다음이 탱커선으로 33.2%를 차지했다. 이는 항로를 따라 통항하지 않는 어선 및 소형선박과 대형 탱커선과의 사고 발생율이 높다는 것을 나타낸다. 그러므로 '해사안전법' 상 교통안전특정해역 내 어선 및 소형선박

에 대한 강제적이고 구체적인 통제 방법을 명시하는 등 실효성 및 강제성을 갖춘 법률개정이 필요할 것으로 보인다.

울산항의 제1항로~제5항로의 시간당 평균혼잡도는 9.53%로 양호하게 나타났지만 제3항로의 경우 시간당 평균혼잡도는 20.47%이고 Peak time인 06~07시에는 43.62%로 전체 항로 평균혼잡도의 4배가 넘는 수준으로 나타났다. 또한 제3항로는 탱커선, 화물선, 어선 및 기타선박의 통항이 가장 많은 항로임과 동시에 혼잡도 또한 가장 높은 항로여서 사고 발생율이 가장 높은 것으로 나타났다. 해양수산부의 울산항 항만배후단지 개발계획(2012~2020)에 따르면 아직까지는 제5항로에 해당하는 울산신항에 대한 개발계획만이 나타나지만 추후 제3항로에 해당하는 온산항에 대한 개발계획 이루어 질 때는 제3항로의 항로 및 방파제 폭의 증대 등 선박통항을 위한 안전성 증대를 위한 방안을 강구할 필요가 있다.

제2절 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 울산항 인근해역의 해상교통자료를 3일간 수집하여 분석하였기에 장기적인 교통흐름을 반영하기에는 한계가 있다. 또한 AIS(선박자동식별장치)를 장착한 선박에 대한 자료만을 수집, 분석하였기에 소형선박 등 AIS를 장착하지 않고 통항하는 선박의 통항 정보에 대해서는 반영하지 못했다. 그리고 이 연구는 해상에서 선박안전확보를 위한 근거자료로 선박통항량 분석으로 한정적으로 제한하였지만 실제 해상에 존재하는 어망, Buoy 등 항해안전을 위협하는 요소들에 대한 사항을 반영하여 추가로 연구할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김대원, 「해상교통안전성 평가모델 개발을 위한 기초 연구」(공학석사 학위 논문), 한국해양대학교, 2011
- 김인철, 「연안해역 해상교통 위험도 평가모델 개발에 관한 연구」(공학석사 학위논문), 목포해양대학교, 2016
- 안창섭, 「해상교통안전을 위한 선박통항조건 연구」(석사학위논문), 한양대학교, 2012
- 이길재 외1, 「국토공간의 효율적 활용을 위한 통합관리체계 개선방안에 관한 연구」, 한국공간정보학회지 제22권 제5호, 2014, p.100
- 이동현, 「마산항 인근해역 해상교통안전시스템 구축에 관한 연구」(공학석사 학위논문), 목포해양대학교, 2014
- 이종환, 「바닷가공간관리정책의 형성에 관한 연구」(박사학위논문), 청주대학교, 2015, p.13
- 오지훈, 「연안구역의 효율적 관리를 위한 지표설정 및 적용방안 : 부산광역시 연안을 중심으로」(박사학위논문), 경성대학교, 2011, p.23
- 유상록, 「해상교통혼잡도 평가방법 개선에 관한 연구」(공학석사 학위 논문), 목포해양대학교, 2013, p.5-11.
- 전재경, 「연안관리 법제 분석」, 한국법제연구원, 현안분석02-13, 2002, p.13
- 국토해양부, 「연안 통항로 해상교통 환경 평가 연구 용역」, 2008, p. 3-204
- 국립해양조사원, 「울산항 조류관측」, 2001
- 기상청, 「기상연보」, 2007~2016
- 기상청, 「태풍백서」, 2011, p.173-208
- 선박안전기술공단, 「2015년 선박통항로 안전성평가(울산항) 연구용역」, 2015, p.21-22

울산지방해양수산청, 「울산항 항만시설운영세칙」 (울산지방해양수산청 고시 제2017 - 82호), 2017

울산항만공사, 「2016년도 울산항 통계연감」, 2017

해양경찰청, 「전국해상교통관제 안내지」, p.32~33.

해양수산부, 「제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021)」, 2017, p.13, p.37~40, p.259

법제처 국가법령정보센터 (www.law.go.kr)

두산백과사전 두피디아(<http://www.doopedia.co.kr>)

울산항만공사 홈페이지(<https://www.upa.or.kr>)

해양경찰청 해상교통관제센터(<http://www.vtskorea.go.kr>)



감사의 글

이 한 편의 논문이 완성되기까지 열의와 성의를 다해 가르침을 아끼지 않으셨던 안기명 지도교수님, 논문의 부족한 부분에 대해 꼼꼼하고 세세하게 논문심사를 맡아주셨던 남기찬 교수님, 이성운 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 제가 마지막 결승지점까지 달릴 수 있도록 묵묵히 지원해주신 신영란 학과장님께도 고개 숙여 감사의 말씀을 전해드리고 싶습니다.

하루하루 좋은 말과 응원의 메시지로 저에게 정말 큰 힘이 되어주신 22기 박진기 기장님과 힘든 날을 보낼 때 진심으로 저를 격려해주고 위로해주었던 김옥철 부장님, 최현용 상무님, 신광철 부장님, 현준형님, 재진형님, 유석형님, 상모형님, 영진형님, 광수형님, 서빈형님, 준필형님, 항상 매사에 우리 기수 중심이 되어 주셨던 미혜누님, 진주씨를 포함한 우리 22기 모든 동기분들께 진심으로 감사하다는 말씀전해드리고 싶습니다. 22기 동기들과 함께한 만들어온 지난 2년간의 추억은 제 가슴 깊숙이 단단하게 뿌리내려 앞으로의 인생을 살아갈 수 있는 커다란 기둥이 될 수 있을 것 같습니다. 소중한 인연 정말 감사드립니다.

논문을 쓸 수 있는 지식과 경험을 제공해주신 한국해사컨설팅(주) 광규석 대표님을 비롯한 우병구 교수님, 구자윤 교수님, 윤수원 교수님, 강정원 과장님, 박현구 연구원에게도 깊이 감사 드립니다.

마지막으로 지금의 제가 하루하루 행복하게 살아갈 수 있는 이유인 아내 최희수, 감사하고 사랑합니다.

저를 아껴주시는 모든 분들께 지면을 통해 감사의 말씀을 드리오며, 앞으로 한걸음씩 더욱 발전하는 모습으로 보답할 수 있도록 노력하겠습니다.