

해상교통량 조사 기반 시운전금지해역 설정 기초 연구

박영수¹ · 김진권[†] · 김종성² · 김종수³ · 이윤석⁴ · 박상원⁵

(Received February 23, 2015 ; Revised March 13, 2015 ; Accepted March 17, 2015)

A Basic Study on Establishment of Sea Trial Prohibition Waterway Based on Marine Traffic Survey

Young-Soo Park¹ · Jin-Kwon Kim[†] · Jong-Sung Kim² · Jong-Soo Kim³ · Yun-Sok Lee⁴ · Sang-Won Park⁵

요약: 우리나라는 세계 조선 강국으로 많은 선박이 우리나라 조선소에서 건조되고 있다. 건조된 선박은 선주에게 인도되기 전 한국연안에서 해상 시운전을 실시한다. 해상 시운전의 특성상 통항량이 많은 해역에서 주변을 항행중인 선박에 위협한 상황이 자주 발생한다. 이러한 위험으로 인하여 최근 5년간 해상시운전 중에 발생한 충돌사고가 매년 1건 이상으로 조사되었다. 이 연구에서는 해상시운전이 타 선박 통항에 약 30%의 위험성을 증가시키는 것으로 해상교통류 시뮬레이션을 통하여 식별하였다. 그리고, 우리나라 연안을 대상으로 7일 동안 AIS 자료 수집을 통하여 해상교통량 밀집도를 분석하고, 최근 5년간 해양사고 위치 분석을 통하여 선박운항자의 위험부담이 거의 없는 전체 교통량 10/100 수준에서 시운전선박의 시운전금지해역을 각 지역별로 설정하였다. 또한 시운전금지해역 설정을 위한 기초 법령안을 검토하였다. 시운전금지해역 설정을 통하여 연안해역을 통항하는 선박의 안전성 향상을 도모하여 해양오염 예방에 이바지하고자 한다.

주제어: 해상시운전, 항행위험, 해상교통류 시뮬레이션, 금지해역, 해양사고, AIS, 안전

Abstract: Korea has very strong shipbuilding industry in the world, so many new ships are constructed in Korean shipyards. These built vessels are carrying out sea trial at sea before delivering to shipowner, and sea trial ships cause navigation risk to other passing vessels to accomplish sea trial tests as quick turning, zigzag maneuvering and crash astern etc. in traffic congestion conditions. It occurred more than 1 collision accident related sea trial for recent 5 years. It has been increased about 30% of risk because of navigation of sea trial vessel by marine traffic flow simulation. This paper analyzed marine traffic density surveyed by AIS data for 7 days, and investigated position of marine accidents for 5 years in Korean coastal waterway, it established the sea trial prohibition areas as 10/100 level of total marine traffic volume, which is considered no danger for ship operator. This analyzed maritime safety law for setting of the prohibition waters to propose the basic legal system. It makes contribution to marine pollution prevention by setting of the sea trial prohibition water to improve the ship's navigation safety.

Key Words: Sea trial, Navigation risk, Marine traffic flow simulation, Prohibition Waterway, Marine accident, AIS, Safety

1. 서론

우리나라는 세계 주요 조선소 중 1~5위(수주잔량 기준)까지의 조선소를 보유하고 있으며, 2015년 1월에는 조선업 수주량 66만 7천CGT(Compensated Gross Tonnage)로 일본에 이어 전세계의 2위에 해당할 정도로 많은 선박을 수주하고 있다[1]. 이러한 신조 선박들은 해상 시운전을 거쳐 선주에게 최종 인도되기 때문에 우리나라 연안해역에서 많은 시운전 선박이 운항되고 있다. 또한 수리조선산업 활성화에 대한 검토도 이루어지고 있어[2] 더욱 복잡한 해상교통상

황이 발생할 수 있다.

하지만 우리나라 연안해역은 전 세계에서 통항선박이 많은 해역으로 분류되고 있으며 지리적 여건으로 인한 주요 해상교통흐름으로 선박간 서로 조우상황이 빈번하여 해양사고의 위험성이 높다[3]. 이러한 해상교통밀집해역에서 신조(수리 포함)된 선박이 최고속력 시험, 선회권 시험, Zigzag 조종 시험 등의 해상시운전이 이루어져 해양사고 발생 잠재 가능성이 높다. 하지만 연안해역에서 해상시운전 자체를 수행하지 못하게 하는 것은 조선산업 발전을 저

[†] Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0857-7299>): Division of Maritime Transportation Science, Korea Maritime and Ocean University, 727, Taejong-ro, Yeongdo-gu, Busan 606-791, Korea, E-mail: jinkwon@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4234

1 Division of Maritime Transportation Science, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: youngsoo@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5085

2 Department of Ship Operation, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: kjsung@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5097

3 Division of Marine System Engineering, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: jongskim@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4831

4 Department of Ship Operation, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: lys@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5098

5 Department of Marine Coast Guard, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: finklgod@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5085

해할 수 있어, 연안에서 적절한 이격 거리 설정을 통한 해상시운전이 수행될 필요가 있다. 특히, 2011년 2월에 울산항 부근에서 해상시운전중이던 컨테이너선박이 관행대로 통항선박의 항행이 빈번한 해역에서 시운전 중 충돌하여 승선원 12명 중 11명이 사망 실종되는 사고가 발생할 정도로 교통량 혼잡 해역에서의 해상시운전은 주위 선박에게 지속적인 항행위협이 되고 있다[4]. 하지만 항만 및 수역체계의 해상교통 현황 분석 및 대책에 관한 연구는 있었으나 [5]-[8], 특정 선박의 항행 안전을 위한 항행구역 제시에 대한 연구는 유조선통항금지해역 설정을 위한 연구[9] 이외에는 찾아보기 힘들며, 해상시운전 선박에 대한 위험성 및 주요 대책 마련은 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 우선 교통량이 빈번한 해역에서 시운전 선박 통항이 타 통항선박에 어느 정도 위험성을 부과하는지를 해상교통류 시물레이션을 통하여 살펴보고자 한다. 또한, 우리나라 전 연안해역을 대상으로 해상교통량을 조사하여 연안으로부터 거리 및 지역별로 분포를 분석하고, 해양사고 현황과 비교 분석하여 시운전금지해역을 제시하여 해양사고를 저감하는 것을 목적으로 한다. 아울러 시운전선박 관련 기초 법령을 검토하고 이 금지해역에 대한 법제화 기초 방안을 마련하고자 한다.

2. 해상시운전의 선박통항 위험성 분석

조선소에서 건조된 선박이 해상시운전할 경우에 선박 성능 및 조종성을 검사하기 위하여 선박을 급전회, 급감속, 최대속력 시험 등을 위한 침로 불변경 등으로 주위 통항선박에게 위협을 가하고 있다. 이러한 시운전선박의 선박통항 위험성을 파악하기 위하여 조선소별 시운전현황과 해상시운전 항목을 조사 분석하여, 해상교통류 시물레이션을 통하여 위험 정도를 분석하고자 한다.

2.1 해상시운전 선박 분석 및 시운전 항목 조사

1) 해상시운전 선박 현황 분석

세계 주요 조선소 현황을 살펴보면 Table 1에서 볼 수 있듯이 우리나라는 전 세계에서 1위부터 6위까지 선박 건조 수주량이 많은 조선소를 보유하고 있다[10]. 이는 전세계에서도 우리나라 연안 해역에서 해상시운전이 많이 수행된다고 볼 수 있다.

Table 2는 우리나라 조선소별 지방해양수산청에 보고된 임시항해검사증서 허가를 기반으로 하여 시운전선박 척수 현황을 분석한 결과이다. 최근 3년간 연간 평균 약 519척, 매월 부산권 2척, 남해권 15척, 울산권 10척, 목포권 3척, 인천 및 군산권 1척의 시운전이 한국 연안에서 시행되고 있는 것을 알 수 있다. 지역별로 보면 거제·통영·여수권 53.1%, 울산권 30.4%, 목포권 8.6%순으로 남해안을 중심으로 시운전이 주로 이루어지고 있는 것을 알 수 있다.

Table 1: Shipbuilding Product Capacity of World Main Shipyards

(unit: 1,000CGT)

| Rank | Classification Name | Product Capacity per year | Shipbuilding Tonnage in 2013 years | Backlog of Orders in the end of 2013 years |
|------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | Hyundai Heavy Industry | 3,840 | 1,933 | 6,368 |
| 2 | Daewoo Shipbuilding | 3,094 | 2,120 | 6,027 |
| 3 | Samsung Heavy Industry | 2,972 | 2,340 | 5,637 |
| 4 | Hyundai Mipo Shipbuilding | 1,557 | 1,309 | 4,214 |
| 5 | Hyundai Samho Heavy Industry | 1,745 | 1,493 | 3,077 |
| 6 | STX Shipbuilding | 1,238 | 819 | 2,250 |
| 7 | Hudong Zhonghua | 646 | 337 | 2,212 |
| 8 | Jiangsu New YZJ | 700 | 668 | 2,186 |
| 9 | Shanghai Waigaoqiao | 796 | 581 | 2,179 |
| 10 | Dalian Shipbuilding | 1,131 | 701 | 2,104 |

Table 2: Number of Sea Trial Ships of Korean Main Shipyards

| Name | Year | | | |
|--------------------------------|------|------|------|-------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | Total |
| Daesun Shipbuilding | 14 | 3 | 18 | 35 |
| Hyundae Mipo Shipbuilding | 14 | 15 | 5 | 34 |
| STX Shipbuilding(Busan) | 6 | 6 | 6 | 18 |
| Samsung Heavy Industry | 100 | 73 | 59 | 232 |
| Daewoo Shipbuilding | 92 | 76 | 57 | 225 |
| STX Shipbuilding | 50 | 38 | 34 | 122 |
| SPP Shipbuilding | 46 | 41 | 37 | 124 |
| Sungdong Shipbuilding | 28 | 29 | 21 | 78 |
| Shina Shipbuilding | 18 | 5 | 5 | 28 |
| 21C Shipbuilding | 9 | 3 | 0 | 33 |
| Samho Shipbuilding | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Hannam Shipbuilding | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Nukbong Shipbuilding | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Yeosu Shipbuilding | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Hyundai Heavy Industry | 97 | 58 | 59 | 214 |
| Hyundai Mipo Shipbuilding | 87 | 87 | 82 | 256 |
| Sekwang Heavy Industry | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Hyundai Samho Heavy Industry | 41 | 46 | 28 | 115 |
| Daehan Shipbuilding | 7 | 2 | 2 | 11 |
| Sekwang Shipbuilding | 2 | 2 | - | 4 |
| Mokpo Shipbuilding | 1 | 1 | - | 2 |
| Shinan Heavy Industry | 2 | - | - | 2 |
| Samkwang Shipbuilding | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Hyundai Heavy Industry(Gunsan) | 6 | 11 | 13 | 30 |
| Orient Shipbuilding | 0 | 2 | 1 | 3 |
| Total | 629 | 498 | 429 | 1,556 |

2) 해상시운전 항목 분석

시운전선박의 해상 갑판 시운전항목은 크게 속력시험(선교 원격제어 시험, 전속후진 시험), 선박조종 관련 시험(선회권 시험, Z조종 시험, 윌리엄스 선회 시험), 선수추진기 시험, 부두접안능력 시험, 조타기 관련 시험(조타기 시험, 비상조타기 시험), 화물창 관련 시험(화물 적양화 시험, 원격측심 시험, 화물탱크 레벨 시험, 화물펌프용량 시험), 구명정 시험, 항해컴퍼스 시험, 앵커-윈드라스 시험 등이 있다. 또한, 해상 기관 시운전항목에는 주기관 관련 시험, 각종 기관장비 관련 시험, 안전장비 관련 시험과 경보확인 관련 시험 등이 있다. 선박의 시운전항목을 살펴보면 선박이 운항 중에 최대 속력으로 침로 변경을 하지 않은 상태에서 시험되어야 하는 속력 시험과 선박조종관련 시험, 주기관의 정지와 기동을 반복하는 주기관 관련 시험 및 안전장비 관련 시험 등이 선박이동에 대한 예측이 어렵기 때문에 시운전항로 주변의 타 통항선박에 크게 위협을 주는 항목으로 분석된다.

2.2 해상교통류 시뮬레이션을 통한 해상시운전 통항 위험성 분석

시운전선박의 해상시운전이 주위선박 통항에 위험을 어느 정도 부가하는지 해상교통류 시뮬레이션을 통하여 분석하고자 한다. 이 해상교통류 시뮬레이션은 선박통항 상황을 컴퓨터에서 재현하고, 재현된 선박에 해상교통 안전성 평가모델을 적용하여 통항안전성 여부를 평가하는 기술 [11]로, 이를 이용하면 시운전선박의 통항에 의한 주위선박 항행위험 정도를 측정할 수 있다.

1) 시운전상황 모의용 해상교통흐름 및 시운전항목 설정

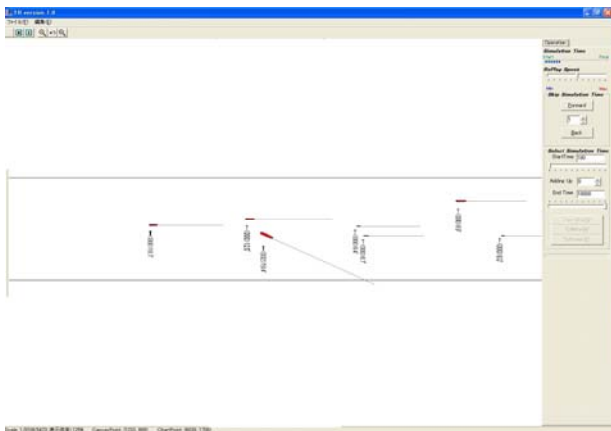


Figure 1: A case of marine traffic flow simulation for Z maneuvering among sea trial tests

해상시운전 상황의 주변선박 통항 위험성 평가를 위하여, 이 연구에서는 해역 길이 5마일, 해역 폭 1마일의 가상 해역에 통항선박이 시간당 5척, 15척, 25척이 통항할 경우에, 시운전선박이 선회권 시험, Z조종 시험, 전속력 시험,

윌리엄스 선회시험의 시운전을 시행할 경우 그 위험성에 대하여 해상교통류 시뮬레이션을 통하여 알아보하고자 한다. 대상선박은 2013년 부산 태종대 앞 해역에서 시운전 중에 충돌사고를 일으킨 선박 길이 200m의 시운전선박(PCC선박, 최고속력 20kts)으로 하고자 한다. Figure 1은 해상시운전 중 Z조종 시험을 시행하고 있는 선박이 통항하고 있는 시뮬레이션의 한 장면이다.

2) 해상교통류 시뮬레이션 결과

대상해역에서 시운전선박의 해상시운전 전후를 구분하여 통항선박의 위험도를 평가한 결과를 나타내면 Figure 2와 같다. 이 위험도에 대한 평가 모델은 선박운항자의 위험의식을 수치화한 환경스트레스모델[12]을 이용하여 통항에 위험한 구역인 750이상의 발생율을 기초로 하였다. 해상시운전 실시와 시간당 통항선박의 증가에 따른 위험도가 각각 증가함을 알 수 있다. 시운전 선박의 통항에 의하여 타선박의 통항위험도 증가는 약 28~38% 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고 선박통항량 증가에 따라 타 선박의 위험도가 약 14~44% 증가하는 것을 알 수 있다.

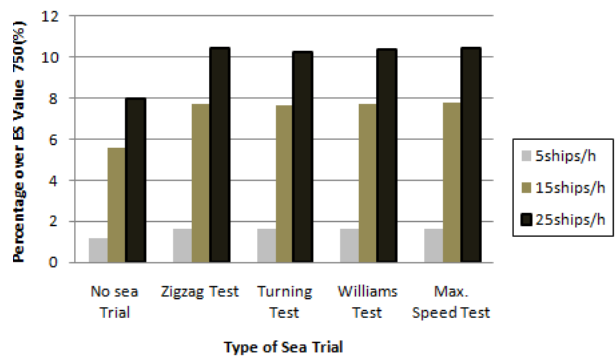


Figure 2: Risk change results by sea trial tests using marine traffic flow simulation

3. 해상교통량· 해양사고· 기본 법령 검토

3.1 조사 대상 범위

시운전선박이 해상시운전시 통항선박이 많은 해역에서 위험상황이 증가할 것으로 판단되어 우리나라 연안해역의 해상교통량 밀집도 및 해양사고를 거리와 구역별로 분석하고자 한다. 대상 범위는 우리나라 주요 조선소가 있는 항만을 기준으로 약 30마일 거리의 해역으로 하였으며, 서해안, 남해안, 동해안으로 해역을 구분하여 분석하고자 한다. 이 해역별로 연안에서의 거리를 구분하여 그 해역 내의 교통량 및 해양사고 발생 정도를 분석하고자 한다.

3.2 해상교통량 기반 통항밀집도 분석

1) 1주일 해상교통량 조사 분석

우리나라 연안해역을 2014년 5월의 7일 동안 AIS 데이터

를 기반으로 한 GICOMS(General Information Center on Maritime & Security)에서 수집된 데이터를 이용하여 서해안, 남해안, 동해안으로 구분하여 선박의 통항향적을 나타낸 것이 Figure 3이다. 이 항적도에서 우리나라 연안해역에서의 주요 교통흐름은 인천↔중국(청도/상해), 군산↔인천, 목포↔중국, 남해안↔중국, 완도↔남해안, 완도↔일본내해, 남해안↔대한해협, 부산↔일본내해, 부산↔북일본, 울산↔동해안의 11개로 식별할 수 있다.

조사기간 1주일 동안 우리나라 연안해역의 각 해역별로 통항한 선박의 종류는 Table 3과 같다. 이 기간의 통항선박 중 남해안을 통과한 선박은 전체의 47.0%, 서해안 37.6%, 동해안 15.4%로 분석되었다. 한편, 각 해역별로 예부선, 소형선을 포함한 기타선박 빈도가 가장 높고, 화물선, 유조선 순으로 빈도가 높은 것으로 분석되었다. 서해안은 기타선박의 비율이, 동해안은 화물선의 비율이 다른 해역에 비하여 높은 것으로 조사되었다.

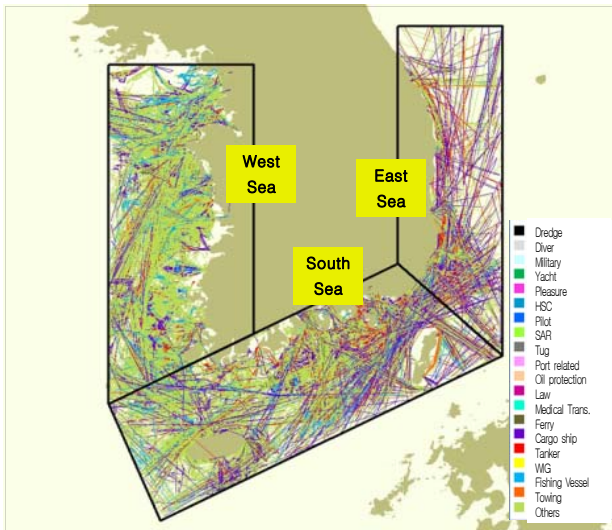


Figure 3: Ship's track results of the traffic survey based on GICOMS data for 7 days

Table 3: Number of ship surveyed by AIS in Korean coastal waters for 7 days

| Area | Type | Cargo Vessel | Tanker | Ferry | Pilot Vessel | Others | Total |
|-----------|------|--------------|--------|-------|--------------|--------|--------|
| West Sea | | 1,899 | 429 | 125 | 7 | 14,025 | 16,485 |
| South Sea | | 3,304 | 1,326 | 453 | 48 | 15,545 | 20,676 |
| East Sea | | 1,319 | 452 | 106 | 28 | 4,861 | 6,766 |
| Total | | 6,522 | 2,207 | 684 | 83 | 34,431 | 43,927 |

2) 해역별 교통밀도 분포 분석

해상의 선박은 지속적으로 한 지역에 정박하지 않고 입출항 또는 다른 해역을 통항하므로 1주일 동안의 항적 분석으로는 교통밀집도를 파악하기 어렵다. 이런 선박의 교통 밀집도를 조사 분석하기 위하여 7일간 매일 08:00시에

서 08:20분까지 20분 동안 우리나라 해역을 통항하였던 선박의 척수를 조사하여 교통밀도를 분석하고자 한다. 7일간 매일 20분의 선박 통항위치 분포는 Figure 4와 같으며, 선박종류별 현황은 Table 4와 같다. 분석 기준으로 설정한 7일간 20분 동안 집계된 선박 척수가 1일 동안의 우리나라 연안 통항량 중 약 90%를 차지할 정도로 이 시간대의 통항량 집중도가 매우 높은 편이다. 또한 1주일 동안의 선박종류별 비율과 매일 20분 동안의 선종 비율과는 ±1%로 큰 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

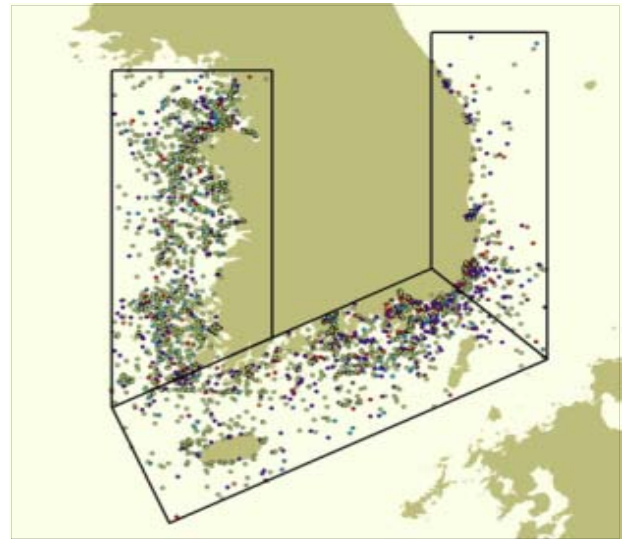


Figure 4: The distribution map of traffic density surveyed by AIS data during 20 minutes for 7 days

Table 4: Numbers of ship density surveyed by AIS during 20 minutes/day for 7 days in Korean coastal waters

| Area | Type | Cargo Vessel | Tanker | Ferry | Pilot Vessel | Others | Total |
|-----------|------|--------------|--------|-------|--------------|--------|--------|
| West Sea | | 1,779 | 399 | 114 | 7 | 13,016 | 15,405 |
| South Sea | | 2,990 | 1,215 | 406 | 43 | 13,998 | 18,652 |
| East Sea | | 1,198 | 432 | 93 | 25 | 4,472 | 6,220 |
| Total | | 5,967 | 2,046 | 613 | 75 | 31,486 | 40,277 |

Figure 5는 시운전선박이 대부분인 군산 이남 지역부터 울산 지역까지를 대상으로 유조선 통항금지해역을 기준으로 임시항행검사 허가청인 지방해양수산청을 고려하여 아래와 같은 A~G 해역 7개 해역으로 구분하여 선박위치 분포를 나타낸 것이다.

- (1) A해역: 유조선 통항금지해역 안쪽
- (2) B해역: 유조선 통항금지해역으로부터 6마일 지점
- (3) C해역: 유조선 통항금지해역으로부터 7마일 지점
- (4) D해역: 유조선 통항금지해역으로부터 8마일 지점
- (5) E해역: 유조선 통항금지해역으로부터 13마일 지점
- (6) F해역: 유조선 통항금지해역으로부터 20마일 지점
- (7) G해역: 유조선 통항금지해역으로부터 30마일 지점

Table 5는 7일 동안의 연안거리 및 일별로 통항밀집도를 조사한 것으로서 유조선 통항금지해역 내인 A해역이 전체 통항량의 71.4%이고, 유조선 통항금지해역으로부터 8마일까지 해역에서 전체의 83.5%, 13마일까지 88.9%의 통항량이 존재하는 것으로 분석되었다. 해안에서 E해역까지의 해역 범위는 약 17,900M²로 연안 해역 1마일에 통항하는 선박은 시간당 0.41척/M²으로 볼 수 있다.

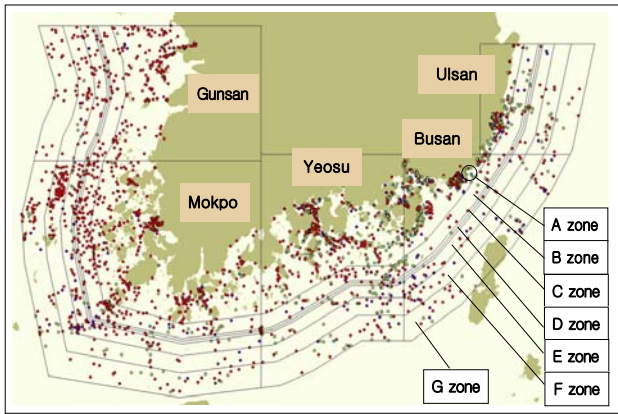


Figure 5: The distribution map of ships plotted by AIS data during 20 minutes for 1 week at 7 zones(A~G zone)

Table 5: Numbers of navigation ships at Korean coastal waters for 1 week(excluding Jeju adjacent waterways)

| Zone Data | A | B | C | D | E | F | G | Total |
|------------------------|--------|-------|-----|-----|-------|-------|-----|--------|
| 13 th , May | 2,116 | 253 | 31 | 33 | 143 | 176 | 119 | 2,871 |
| 14 th , May | 2,012 | 239 | 45 | 42 | 140 | 211 | 127 | 2,816 |
| 15 th , May | 2,005 | 254 | 43 | 42 | 143 | 148 | 120 | 2,755 |
| 16 th , May | 2,032 | 256 | 43 | 40 | 148 | 191 | 105 | 2,815 |
| 17 th , May | 1,543 | 231 | 43 | 38 | 148 | 175 | 100 | 2,278 |
| 18 th , May | 1,953 | 235 | 44 | 48 | 165 | 202 | 139 | 2,786 |
| 19 th , May | 2,088 | 277 | 51 | 35 | 160 | 200 | 124 | 2,935 |
| Total | 13,749 | 1,745 | 300 | 278 | 1,047 | 1,303 | 834 | 19,256 |

3) 지역별 통항밀집도 분석

Table 6은 군산, 목포, 여수, 부산, 울산, 제주의 6개 지역 연안거리별 통항밀집도를 나타낸 것이다. 범위가 가장 넓은 목포 지역이 5,709척으로 가장 많으며 부산 4,890척, 여수 4,372척, 울산, 군산, 제주 순으로 통항척수가 많은 것으로 분석되었다.

Figure 6은 제주를 제외한 5개의 지역별로 통항밀집도를 분석하기 위하여 유조선 통항금지해역으로부터 이격된 거리별로 누적하여 나타낸 것으로서, 선박통항량의 누적범위가 각 지역별로 상이한 것을 알 수 있다.

Figure 7에 나타난 해상교통량의 총량규제에 대한 효과 분석 연구[13]에 의하면 선박통항량의 정도에 따라 해역을 통항하는 선박의 통항 위험도가 상이해진다. 전체통항량의

90/100의 교통량을 규제하는 수준이면 많은 선박통항량에서도 선박통항자의 위험도가 거의 0%에 가까운 것으로 볼 수 있기 때문에 안전하다고 할 수 있다. 이 구간은 **Figure 6**에서 부산 및 울산지역은 연안지역에서 B해역, 여수지역은 D~E해역사이, 군산지역은 E~F해역 사이, 목포지역은 E~F해역 사이로 조사되었다. 또한 제주해역은 연안에서 12마일, 20마일, 30마일로 구분하였으며, 연안에서 12마일 해역에서 67.6%, 20마일에서 84.1%의 통항량이 분석되었다.

Table 6: Regional ship number passed at A~G zone

| Zone Area | A | B | C | D | E | F | G | Total |
|------------------------|--------|-------|-----|-----|-------|-------|-----|--------|
| Gunsan | 1,425 | 180 | 38 | 47 | 131 | 225 | 58 | 2,104 |
| Mokpo | 2,774 | 946 | 174 | 132 | 504 | 730 | 449 | 5,709 |
| Yeosu | 3,429 | 317 | 41 | 45 | 241 | 169 | 130 | 4,372 |
| Busan | 4,303 | 155 | 15 | 23 | 119 | 125 | 150 | 4,890 |
| Ulsan | 1,818 | 147 | 32 | 31 | 52 | 54 | 47 | 2,181 |
| Jeju* | 1,058 | 257 | 249 | - | - | - | - | 1,564 |
| Total (excluding Jeju) | 13,749 | 1,745 | 300 | 278 | 1,047 | 1,303 | 834 | 19,256 |

* Jeju divided 3 zones as 12mile(A), 20mile(B) and 30mile(C) from coastal line.

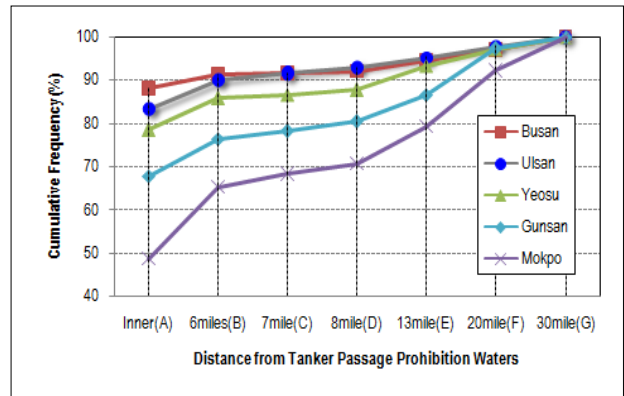


Figure 6: Cumulative frequency of marine traffic volume divided by distance from coastal line

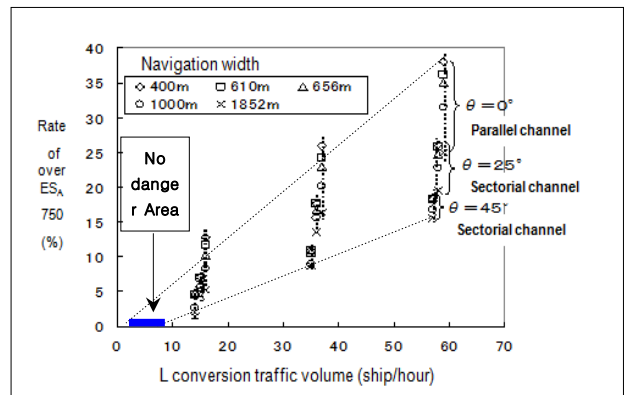


Figure 7: Ship-handling difficulty for marine traffic volume

3.3 연안거리별 해양사고 분석

Figure 8은 최근 5년간 우리나라 연안에서 발생한 해양사고 발생지역을 사고 종류별로 나타낸 것이다. 해양사고는 종류에 따라 충돌, 좌초 및 접촉과 같은 교통관련사고와 화재, 폭발, 침몰 및 전복 등과 같은 기술관련사고로 나누어진다[14]. 최근 5년간 해상시운전 시 발생한 7건의 사고는 2013년 부산앞 화물선과의 충돌 1건, 2011년 울산앞 화물선과 충돌 1건, 2010년 어선과의 충돌 2건, 부산과의 충돌 1건, 2009년 어선 및 화물선과의 충돌 각 1건과 같이 모두 충돌사고로 조사되었다. 본 연구에서는 교통 관련사고를 중심으로 해역별 7개로 구분하여 사고 현황을 분석하여 Table 7에 나타내었다. 최근 5년간 교통관련 사고 중 충돌 사고가 전체의 69.7%로 가장 많고, 좌초사고가 22.1%로 분석되었다. 해역별 분석에서는 A해역이 전체의 74.6%, B~D해역이 11.7%의 순으로 사고 발생율이 높은 것으로 분석되었다.

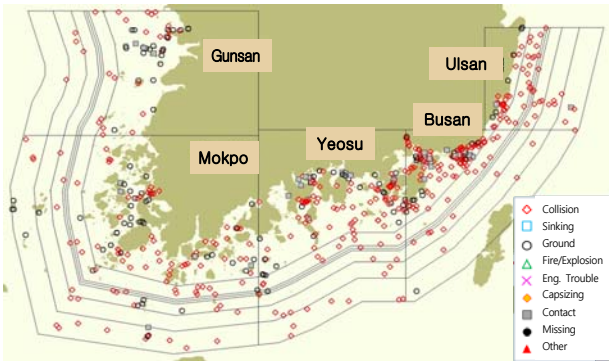


Figure 8: Positions of marine accidents at Korean coastal waters

Table 7: Numbers of traffic related accident at Korean coastal waters for 5 years

| Zone Type | A | B | C | D | E | F | G | Total |
|-----------|-----|----|---|---|----|----|----|-------|
| Collision | 275 | 54 | 2 | 7 | 21 | 18 | 24 | 401 |
| Contact | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 47 |
| Grounding | 109 | 3 | 1 | 0 | 5 | 1 | 8 | 127 |
| Total | 429 | 57 | 3 | 7 | 26 | 19 | 34 | 575 |

Table 8: Regional numbers of collision accident passed at A ~G zone

| Zone Area | A | B | C | D | E | F | G | Total |
|------------------------|-----|----|----|---|----|----|----|-------|
| Gunsan | 18 | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 27 |
| Mokpo | 55 | 13 | 0 | 3 | 8 | 3 | 13 | 95 |
| Yeosu | 81 | 10 | 1 | 1 | 2 | 5 | 7 | 107 |
| Busan | 98 | 7 | 0 | 0 | 6 | 3 | 1 | 115 |
| Ulsan | 23 | 19 | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 | 57 |
| Jeju | 40 | 7 | 12 | - | - | - | - | 59 |
| Total (excluding Jeju) | 275 | 54 | 2 | 7 | 21 | 18 | 24 | 401 |

Table 8은 6개 지역별로 발생한 충돌사고 발생 현황을 연안 거리별로 정리한 것이다. 충돌사고와 관련해서는 부산 구역은 B해역내에서 전체 91.3%의 사고가 발생하였으며, 울산구역은 E해역내에서 전체의 89.5%를 차지하였고 그의 지역은 다소 연안에서 먼 구역에서 발생한 것을 알 수 있다.

3.4 교통량 기반 시운전금지해역 설정

본 연구에서 분석된 결과를 반영하여 해상교통량 및 충돌사고 분석 기반으로 각 지역별로 선박운항자의 위험부담감이 낮은 교통량 약 10/100에 해당하는 구역은 해상시운전의 특성상 충돌사고의 위험성이 낮은 것으로 판단되어 Table 9와 같이 금지해역의 설정 적정 거리를 제시하였다. 군산지역은 유조선 금지해역으로부터 13마일, 목포지역은 20마일, 여수지역은 8마일, 부산지역과 울산지역은 6마일로 설정하였다. 또한 제주지역은 20마일로 가이드라인을 설정하여 Figure 9와 같이 해상교통량 및 해양사고 분석 기반의 시운전전박 해양사고 저감을 위한 시운전금지해역을 제시하였다.

Table 9: Regional distance guidelines of sea trial prohibition area based on analysis of marine traffic and marine accident

| Area | Traffic Density | | Collision Accident | |
|--------|---|-----------------------------------|---|--|
| | Distance from Tanker Passage Prohibition Waters | Percentage per All Traffic Volume | Distance from Tanker Passage Prohibition Waters | Percentage per All Collision Accidents |
| Gunsan | 13mile | 86.5% | 6mile | 85.2% |
| Mokpo | 20mile | 93.1% | 20mile | 86.3% |
| Yeosu | 8mile | 87.6% | 13mile | 88.8% |
| Busan | 6mile | 91.2% | 6mile | 91.3% |
| Ulsan | 6mile | 90.1% | 13mile | 89.5% |
| Jeju | 20mile | 84.1% | 20mile | 85.2% |

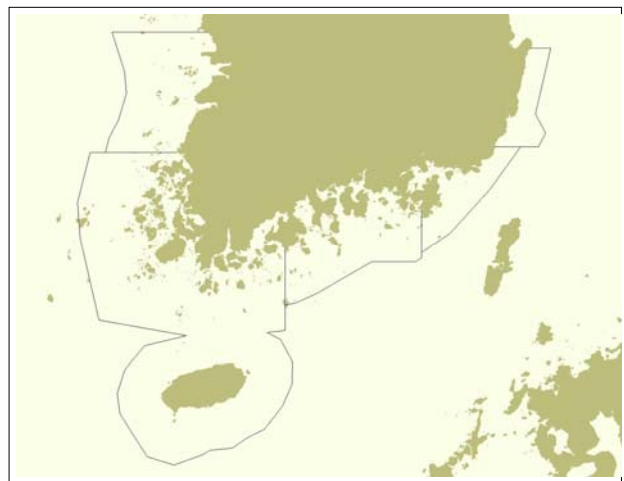


Figure 9: Sea trial prohibition waterway based on marine traffic volume and marine accident

3.5 시운전금지해역 설정을 위한 개정 검토

시운전선박 금지해역 설정과 관련한 유사제도에는 석유 또는 유해액체물질을 운송하는 선박의 안전운항을 확보하고 해양사고로 인한 해양오염을 방지하기 위하여 유조선통항금지해역 설정 및 관리가 1996년부터 시행되고 있다. 이는 대상선박 및 금지해역의 범위, 예외규정을 명시하고 있다. 본 연구에서 시행된 시운전금지해역 설정을 위한 법령 개정 검토를 위하여 해사안전법 개정안, 관할고시 포함안, 현행제도 유지안으로 나누어 검토하였다.

1) 해사안전법 포함안 검토

해사안전법은 선박의 안전운항을 위한 안전관리체계를 확립하여 선박항행과 관련된 모든 위험과 장애를 제거함으로써 해사안전 증진과 선박의 원활한 교통에 이바지함을 목적으로 하고 있다. 이러한 목적 달성을 위해 유조선 통항금지해역의 설정과 관리에 관한 규정을 두고 있는 것과 같이 시운전금지해역의 설정 및 관리에 관한 규정도 해사안전법 하에 마련하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 그로 인해 명확한 법적 근거를 가지게 되고, 시행령 또는 시행규칙의 개정을 통하여 시행방안을 확보할 수 있다. 또한, 관할 지방청에서 임시항해증서 발급시 운항구역 설정이 용이하며, 한국선급 및 선박안전기술공단의 업무 대행시에도 적용되므로 시운전선박 안전확보가 용이하다. 하지만 정부입법을 통한 법률개정이므로 다소 많은 시일이 소요될 것으로 판단된다.

2) 지방해양수산청 고시 포함안 검토

해당 항만시설운영세칙은 항만법에, 항만의 항법 등에 관한 규칙은 개항질서법에, 지방청 해상교통관제규정은 개항질서법 및 해사안전법을 근거로 제정되어 있어 시운전금지해역의 내용이 삽입될 여지가 없다. 시운전금지해역 설정의 근거가 되는 상위법령이 있어야 하므로 해사안전법 개정이 필요하며, 시운전금지해역의 범위가 전국 연안에 걸쳐야 하므로 지방청에서 제정하는 고시는 부적절한 것으로 분석된다.

3) 현행제도 유지안 검토

현행 임시항해증서 발급시 항해구역 지정에 사용하면 외해에서 시운전이 이루어져 해양사고 위험성을 감소시키는 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다. 다만, 법적구속력이 약하고 해양사고시 행정상 책임에 대해 자유로울 수 없을 것이다. 현행 해양수산부 예규인 외국적시운전선박에 대한 임시항해검사 지침을 개정하여 선박국적여부를 묻지 아니하고 시운전선박에 대한 임시항해검사 지침으로 통합하는 방안도 검토할 수 있다.

4. 결 론

세계 최대 조선소를 다수 보유하고 있는 우리나라는 조선강국으로 많은 선박을 건조하고 있으며, 이 건조된 선박

은 우리나라 연안해역에서 해상시운전이 시행되고 있다. 이러한 해상시운전 시 행해지는 속력시험, 선박조종시험 등의 경우에는 침로불변경, 급속한 변침으로 통항하는 타 선박에게 매우 큰 위험을 초래할 수 있다. 이러한 해상시운전에 의한 해양사고는 최근 5년간 7건으로 매년 1건 이상의 해양사고가 발생하고 있으며, 2013년도에는 시운전선박과의 충돌로 인해 우리나라 연안에 심각한 유류오염 사고 위험성이 발생하기도 하였다. 본 연구는 이러한 해상시운전에 의한 해양사고를 방지하기 위하여 연안에서 적절한 거리를 이격한 시운전 금지해역을 설정하기 위한 것으로 주요 연구 결과는 다음과 같다.

(1) 해상시운전에 의한 주위 통항선박의 위험성 증가 정도를 해상교통류 시뮬레이션으로 실시하여, 약 28~38%의 통항위험도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

(2) 1주일 동안의 연안해역을 대상으로 AIS 데이터를 조사 분석하여 우리나라 연안(30마일 이내)에 매일 약 6,275척의 선박이 통항하고 있었고, 이 중 남해권 해역이 전국의 47.0%의 교통량이 존재하는 것으로 분석되었다.

(3) 연안으로부터 거리별 7개 해역 및 6개 지역으로 구분하여 해상교통 밀집도 및 해양사고를 조사하여 유조선통항금지해역으로부터 군산지역은 13마일, 목포지역은 20마일, 여수지역은 8마일, 부산지역은 6마일, 울산지역은 6마일, 제주 지역은 20마일이 전체 교통량 및 교통관련사고 발생율의 90%를 차지하는 것으로 분석되었다. 이는 교통량 약 10/100 수준이 선박운항자의 위험도가 거의 없는 구간에 해당하는 것을 기초로 시운전금지해역의 기본 가이드라인으로 제시하였다.

(4) 시운전금지해역 법령안 마련을 위해서는 해사안전법 포함안이 법률 개정에도 다소 시간이 소요되지만 관할지방청 고시 포함안, 현행제도 유지안보다 통항 안전확보 차원에서 가장 적합한 안으로 분석되었다.

추후에는, 이번 해상교통량 기반으로 제시된 시운전금지해역에 대한 10/100에 대한 가이드라인에 대한 다양한 파라미터에 의한 심층 검증 및 시운전선박 전문가의 의견 수렴에 의한 교통량 기반 시운전금지해역과의 비교 분석을 통하여 실제현장에서도 납득이 가능한 규정 적용이 되도록 검토되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 2014년 해양수산부 정책 연구로 수행된 연구 결과(“시운전 금지해역 설정을 위한 연안교통량 조사 연구, 해양수산부”)를 개선한 것이다.

References

[1] Yonhap News, Resurrect Japanese Shipbuilding Industry, <http://www.yna.co.kr/bulletin/>, Accessed February 17, 2015 (in Korean).

- [2] J. S. Oh, Y. J. Sin, and S. D. Lee, "Plan for vatalization of Busan new port by activating ship repair industry," *Journal of Korean Society of Marine Engineering*, vol. 31, no. 6, pp. 810-817, 2007 (in Korean).
- [3] Y. S. Park and J. Y. Jeong, "A study on the marine traffic congestion by analysis of ship's domain," *Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety*, vol. 20, no. 5, pp. 535-542, 2014 (in Korean).
- [4] Korea Maritime Safety Tribunal, <http://www.kmst.go.kr/safetydata/>, Accessed February 17, 2015 (in Korean).
- [5] M. J. Kim and S. B. Hong, "The future prospect of the vessel traffic safety management in view of developing AIS network in Korea," *Journal of Korean Society of Marine Engineering*, vol. 25, no. 4, pp. 735-746, 2001 (in Korean).
- [6] Y. S. Park and K. Y. Kim, "A study on danger degree analysis for the adjacent waterway of main ports in the Korean southern area," *Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety*, vol. 14, no. 1, pp. 71-76, 2008 (in Korean).
- [7] A. Volkan, J. S. Park, K. Yavuz, and Y. S. Park, "Analysis of marine traffic feature for safety assessment at southern entrance of the Istanbul strait-1," *Journal of Navigation and Port Research Internation Edition*, vol. 32, no. 7, pp. 521-527, 2008.
- [8] K. Y. Choi, D. S. Lee, and Y. S. Park, "A study on anaysis of present navigation method at the Ulsan waterway from the viewpoint of pilot," *Journal of Navigation and Port Research*, vol. 35, no. 6, pp. 469-475, 2011 (in Korean).
- [9] I. Heo, S. M. Jeong, K. S. Kwak, T. G. Jeong, J. S. Park, D. S. Lee, Y. C. Jeong, and H.S. Kim, *A Study on Safety Route Establishment for Tanker in the Coastal Waters Project*, Research Institute of Maritime Industry, Korea Maritime University, 1996 (in Korean).
- [10] Monthly Sanun Research, "Recent issue check and short/medium-term respect of shipbuilding industry," *KDB Industry Bank*, no.700, pp.3-23, 2014 (in Korean).
- [11] Y. S. Park and J. Y. Jeong, "Marine traffic flow simulation," *Marine Traffic Environment Assessment*, Mokpo: Young Nutinamu, pp. 241-274, 2013 (in Korean).
- [12] K. Inoue, "Evaluation method of ship-handling difficulty for navigation in restricted and congested waterways," *Journal of Royal Navigation*, vol. 53, no. 1, pp. 167-180, 2000.
- [13] Y. S. Park and K. Inoue, "A study on basic analysis for marine traffic management-II. -relationship between ship handling difficulty and the shape of waterway-," *Journal of Japan Institute of Navigation*, vol. 105, pp. 135-142, 2001 (in Japanese).
- [14] J. S. Park, Y. S. Park, and S. J. Na, "Marine Accident," *Marine Traffic Engineering & Policy*, D. W. Lee, Ed. Busan: Dongwon Publisher, pp. 223-231, 2015 (in Korean).