



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](#)

工學碩士 學位論文

해상교통관제(VTS)설치 운영 효과의 기초 연구

A Basic Study on Operation Effectiveness of Vessel Traffic Services(VTS)



指導教授 朴 榮 守

2015年 8月

韓國海洋大學校 大學院

海洋警察學科

金 星 辰

본 논문을 김성진의 공학석사 학위논문으로 인준함.



2015년 7월

한국해양대학교 대학원

# 목 차

표 목 차 .....	iii
그림 목차 .....	iv
Abstract .....	v
<b>제 1 장 서 론 .....</b>	<b>1</b>
1.1 연구의 배경 및 목적 .....	1
1.2 연구의 방법 및 범위 .....	2
<b>제 2 장 VTS의 현황 조사 분석 .....</b>	<b>3</b>
2.1 VTS의 현황 및 기능 조사 .....	3
2.1.1 VTS의 현황 .....	3
2.1.2 VTS의 기능 .....	5
2.1.3 우리나라의 VTS 현황 .....	8
2.2 VTS의 장비현황 조사 .....	9
2.2.1 VTS의 구성요소 .....	9
2.2.2 VTS 주요 장비 .....	10
2.3 VTS로 예방가능한 해양사고 종류 조사 .....	12
2.3.1 해양사고의 정의 .....	12
2.3.2 해양사고의 종류 .....	13
2.3.3 선박피해의 종류 .....	14
2.3.4 VTS로 예방가능한 해양사고의 종류 .....	14
<b>제 3 장 VTS 설치 후 해양사고 저감을 분석 .....</b>	<b>15</b>
3.1 VTS 설치년도 및 설치 전·후 해양사고 저감을 .....	15
3.1.1 VTS 설치년도 조사 .....	15
3.1.2 VTS 설치 전·후 20년간 해양사고 발생현황 .....	16

3.1.3 항만 VTS 설치 전·후 해양사고 저감율 .....	18
3.2 항만 VTS 설치 이후 해양사고 발생현황 및 분석 .....	20
3.2.1 우리나라 항만의 교통량 증가 조사 분석 .....	20
3.2.2 최근 5년간 해양사고 조사 .....	22
3.2.3 구역별 통항선박 밀집도 및 해양사고 조사 .....	24
3.2.4 구역별 통항선박 밀집도 및 해양사고 비교분석 .....	33
3.4 VTS 설치 효과 필요성 제시 .....	35
3.4.1 해양사고 피해액 대비 설치효과 사례연구 .....	35
3.4.2 기타 연구와의 VTS 설치 효과 비교 분석 .....	37
제 4 장 결 론 .....	38
참 고 문 헌 .....	40



## List of Tables

Table 1 Korean port VTS service' s initiation time .....	15
Table 2 Korean port VTS service' s before and after the initiation' s numbers of marine accidents .....	20
Table 3 Day of the week' s frequency distributions of vessels (W-1) .....	27
Table 4 Day of the week' s frequency distributions of vessels (W-2) .....	27
Table 5 Day of the week' s frequency distributions of vessels (W-3) .....	28
Table 6 Day of the week' s frequency distributions of vessels (S-1) .....	28
Table 7 Day of the week' s frequency distributions of vessels (S-2) .....	29
Table 8 Day of the week' s frequency distributions of vessels (S-3) .....	29
Table 9 Day of the week' s frequency distributions of vessels (S-4) .....	30
Table 10 Day of the week' s frequency distributions of vessels (E-1) .....	30
Table 11 Day of the week' s frequency distributions of vessels (E-2) .....	31
Table 12 Day of the week' s frequency distributions of vessels (E-3) .....	31
Table 13 Investigation periods of marine accidents of vessels' and variations' numbers .....	32
Table 14 Investigation periods of frequency distributions of vessels' numbers	33
Table 15 Each of the marine accidents and numbers of vessel traffics' comparison of average values analysis .....	34
Table 16 Oil pollution accidents' damages .....	36
Table 17 By installing the VTS, expectations in reduction ratios of marine accidents	37
Table 18 By installing the VTS, expectations of reduction rates of marine accidents	37

## List of Figures

Fig. 1 Korea's VTS center of current situation of construction .....	8
Fig. 2 VTS major machine .....	12
Fig. 3 Status of marine accidents that occurred in the country during 20 years before and after installation of VTS .....	16
Fig. 4 Status of marine accidents at near the harbors and territorial waters (except near the harbor) that occurred in the country during 20 years before and after installation of VTS .....	17
Fig. 5 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service -1 .....	18
Fig. 6 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service -2 .....	19
Fig. 7 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service -3 .....	19
Fig. 8 Numbers of vessels' arrivals and departures per year .....	21
Fig. 9 Tons of vessels' arrivals and departures per year .....	22
Fig. 10 Marine accidents occurred in the last 5 years .....	23
Fig. 11 The entire areas of classification pictures .....	24
Fig. 12 A week of traffic's flows per zone .....	26

# A Basic Study on Operation Effectiveness of Vessel Traffic Services(VTS)

Kim, Sung Jin

Department of Maritime Police Science  
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

## Abstract

The number of vessels has increased in the world. And vessels have become bigger and speed up. Because of this, marine traffic volume is increasing especially in the vicinity of ports. Increasing amount of traffic causes marine accidents which could cause a large amount of damages to the marine environment, loss of lives and social losses.

VTS(Vessel Traffic Service) is used in most of the ports and coastal waters to prevent marine accident and increase efficiency of port operation.

VTS plays a positive role in preventing the marine accidents and assisting port operation.



This study focused on comparative of marine accident rate before and after establishment of the VTS. The statistics indicate that marine accidents in vicinity of ports are on the decrease after the establishment of VTS.

The volume of marine traffic density in the coast of Korea was researched to draw a conclusion of high risk areas. Eligibility and necessity analysis was carried out to establish the VTS in the high risk area.

Firstly, marine accident rate draw a comparison between before and after establishment of VTS. Following the establishment of VTS in the vicinity of ports, marine accidents have decreased by 39.9%. This comparison indicates that VTS contributes greatly to prevent marine accidents.

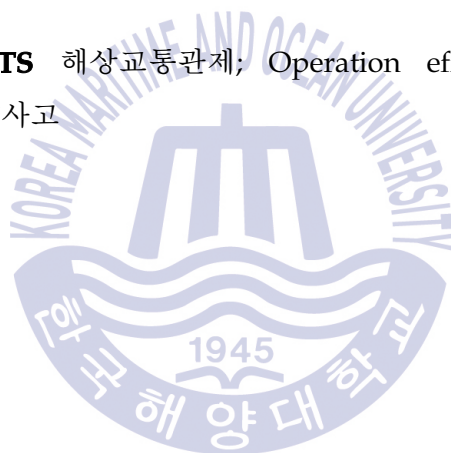
Secondly, in the last 5 years, marine accidents rate in the vicinity of Korea was analyzed. Marine accidents are occurring in all areas. Coastal waters of Korea shall be divided to Eastern, Southern, Western. Marine accidents occurred 900 cases in each Western and Southern, 310 cases in Eastern coastal water.

Thirdly, coastal waters of Korea shall be divided into ten(10) parts based on VTS control areas to research volume of marine traffic density. The volume of marine traffic was researched one week during 08:00~08:20 to find out for traffic volume distribution. This result was compared with marine accident rate to determine establishment of VTS. As a result of

research, VTS to be operated preferentially in Gyeong-In area to reduce marine accidents rate.

Lastly, the result of the precedent study on accident prevention index of VTS was compared with actual data of Jin-Do VTS. The precedent result of accident prevention index was 45.7%, actual data of Jin-Do VTS was 62.7%. Marine accident rate was reduced from average 67 cases per year to average 25 cases after establishment of VTS at Jin-Do area. According to above result, VTS plays a positive role in preventing the marine accidents with similar results.

**KEY WORDS : VTS** 해상교통관제; Operation effectiveness 운영효과;  
Marine accident 해양사고



# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 상선대는 지속적으로 증가하고 있으며, 선박의 대형화 및 고속화와 더불어 특정해역의 해상교통량은 급증하게 되었다. 해상교통량 증가에 따라 해양사고 발생 빈도도 증가하여 인명손실, 재산손실 및 해양 환경오염의 원인이 됨으로써 사회적 손실이 발생하게 된다.

각 국가에서는 자국의 주요 항만 주변에서 발생하는 사고 예방 및 효율적인 항만 운영을 위하여 선박의 통항을 규제하고 있으며, 그 중 하나로 해상교통관제(Vessel Traffic Service : 이하 VTS라 칭함)를 도입하여 운영하고 있다.

우리나라에도 1993년 1월 포항항에 VTS가 도입된 이래 1996년에 광양·여수항·울산항, 1998년에 마산, 진해, 인천, 평택, 대산, 부산항, 1999년에 동해, 제주, 군산, 목포항에 설치되어 전국 14개 항만에서 VTS가 운영되고 있다(해상교통공학, 2011). 1999년부터 2004년까지는 종합적이고 향상된 해상교통관제 서비스를 제공하기 위하여 VTS에서 항만교통정보센터(Port Traffic Management Service Center : 이하 PTMS라 칭함)로 개칭하여 운영하였으며, 2004년 7월 다시 VTS(Vessel Traffic Service System : 해상교통관제시스템)로 개칭하여 VTS가 운영되고 있다.

최근 세월호 사고로 인하여 해상교통관제의 부정적 의미가 전 국민에게 전달되었으나, 해상교통안전에 도움이 된 것은 자명하다.

VTS 설치 목적은 선박의 해양사고 예방을 통하여 원활한 입출항 지원과 이로 인한 항만 물류 흐름의 개선이다. 신속하고 원활한 항만물류의 흐름은 결과론적으로 그 항만의 대내·외적인 경쟁력이 높아지는 결과를 가져오는 것이다. 해상교통안전 분야에 비용-편익분석 제도를 도입하고자 하는 것은 해양사고로 인해 발생하는 모든 손해(인명, 사람, 환경 등), 즉 편익과 VTS 시스템 설치에 따른 비용과의 비교·분석을 통하여 정부의 공공 정책, 특히 VTS 시스템에 대한 평가 척도로서 활용하고자 하는 것이다.

본 연구는 우리나라 연안에 설치·운영 중인 VTS의 도입·구축을 위해 VTS 설치 전후의 해양사고 발생을 조사하고 VTS 관제구역 부근의 통항 선박 밀집도를 조사하여 위험한 해역을 도출하고자 한다. 이러한 위험한 해역에 VTS 설치의 타당성 및 운영성과를 분석하고자 한다.

이에 우리나라의 VTS 설치 년수와 현황을 조사하고 VTS 설치 전과 후의 해양사고를 비교하여 VTS에 의한 해양사고 저감율을 살펴본다. 그리고 우리나라 해역을 VTS 관제구역을 기초로 하여 분할하고 관제구역 주변의 통항 선박 밀집도와 해양사고 발생 건수를 비교하여 위험한 해역을 도출한다. 이러한 위험한 해역에 VTS 설치의 타당성을 제시하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 VTS 제도 도입 운영에 따른 사고 감소율을 비교·분석하여 VTS 설치의 사고 저감율을 확인하고, 통항 선박 밀집도와 해양사고 발생 건수를 비교하여 VTS 설치의 의사결정, 타당성 분석에 있어 척도로서 활용 할 수 있도록 연구를 수행하고자 한다.

이 연구의 각 장별 내용은 다음과 같다.

제2장에서는 VTS의 정의 및 기능, 구성요소, 우리나라 VTS 현황에 대해 기술

하였으며, 해양사고 및 VTS로 예방가능한 해양사고의 종류에 대하여 검토 하였으며,

제3장에서는 VTS의 사고 저감율을 확인하기 위하여 VTS 서비스 개시 전후의 해양사고를 조사하였으며, 우리나라 해역을 관제 구역을 기초로 구분하여 해양 사고 발생 현황 및 통항 선박 밀집도를 비교·분석을 하였다. 이를 통하여 위험한 해역을 도출하고 위험한 해역의 VTS 설치의 타당성 및 필요성을 제시하였으며,

마지막 제4장에서는 본 연구에서 도출된 결론으로 해양사고 예방 측면에서의 VTS의 필요성에 대하여 고찰 하였다.



## 제 2 장 VTS의 현황 조사 분석

### 2.1 VTS의 현황 및 기능 조사

#### 2.1.1 VTS의 현황

VTS는 Vessel Traffic Services 또는 Vessel Traffic System의 약어로서 일반적으로 특정 수역 내의 선박통항의 흐름을 돕기 위하여 Radar, CCTV, 무선전화 등 통신시설을 이용하여 항만에 출입 또는 이동하거나 해역을 통과하는 선박의 움직임을 관찰하고, 이들 선박의 항행안전에 필요한 정보를 제공하여 주는 수단을 말한다(해상교통공학, 2011). 오늘날 항만, 협수로, 해협, 연안항로 등 선박의 통항이 밀집하는 대부분의 수역에서의 해상교통관리는 전적으로 이러한 VTS에 의존하고 있다. 최초의 VTS 시스템이 유럽에서 1940년대에 설립되어 운영되기 시작한 이래, 전 세계의 항만당국 또는 연안국에 의하여 여러 가지 형태의 VTS가 확산, 운영되기에 이르렀다(해양수산부, 2012).

이처럼 연안국의 해상교통관리 수단으로서 VTS가 각광을 받고 있는 이유는 선박의 척수가 늘어나고 선박이 대형화되고 고속화되면서 선박통항량이 밀집되는 특정수역에서의 항행위험 요소가 급격히 증가하였기 때문이다. 더구나, 위험화물의 해상운송이 증가 하고 연안국들의 해상오염으로 인한 환경 피해의 심각성에 대한 우려가 증가하면서, 연안국들이 어떤 형태로든 자국 연안을 통항하는 선박의 항행에 관여하고자하는 욕구가 높아졌기 때문이다.

지난 50여 년간 운영되어 온 VTS가 해상교통의 안전 및 효율성의 제고는 물론 해양사고를 줄이는데 효과적이라는 것이 입증되면서<sup>1)</sup>, 이러한 VTS의 확장 추세는 당분간 계속될 것이다. 따라서 선박의 항해자들은 물론 일반 해운업 관

1) 해상교통관제 홍보동영상, 국토해양부

런 종사자들이 VTS에 대한 정확한 이해를 바탕으로 보다 적극적으로 미래의 해상교통시스템에 대비하는 것이 중요하다.

IMO에서는 해상인명안전협약(SOLAS) 제5장 제12규칙에 “VTS는 해상교통이 야기할 수 있는 유해한 영향으로부터 연안 해상설비와 해상 작업위치, 근접해안지역, 해양환경의 보호, 항해의 효율성과 안전 그리고 해상에서의 인명안전에 기여한다.” 라고 그 개념과 목적을 규정하고 있다. 또한 협약 당사국 정부는 해상교통량 또는 해양안전을 위협하는 위험도를 고려하여 VTS 서비스가 요구된다고 판단되는 해역에 VTS를 설치할 의무를 규정하고, VTS의 운영에 관하여는 IMO에서 정한 “선박통항관제지침서(IMO Res. A857(20))”의 지침을 따르도록 하고, 연안국의 영해내 해역에 대하여만 강제적으로 적용할 수 있으며, 당사국 정부는 자국의 선박이 선박통항관제의 규정을 지키거나 이행하도록 노력할 것을 요구하고 있다.

IMO Resolution A857(20)과 IALA에서는 VTS를 “선박통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위해 주무관청이 실행하는 서비스”라고 정의하고 있어 VTS의 목적을 명확히 밝히고 있다. 덧붙여서 “이러한 서비스는 VTS 구역 내에서의 선박들과 상호 작용하여 교통상황에 대처할 수 있을 것”을 요구하여, VTS가 제대로 기능하기 위해서는 선박과의 상호작용이 필수조건임을 밝히고 있다.

일반적으로 우리가 VTS라고 통칭하여 사용하고 있는 개념은 여러 다른 용어를 사용하고 있다. 우선 위의 IMO 결의서에는 Vessel Traffic Services라는 용어를 사용하고 있고, IALA에서도 동일한 용어를 사용하고 있다. 이외에도 Vessel Traffic Control(VTC), Vessel Traffic Surveillance System(VTSS), Vessel Traffic Information System(VTIS), Vessel Traffic Management(VTM), Port Traffic Management System(PTMS), Vessel Traffic Management & Information System(VTMIS) 등 여러 가지 용어를 사용하고 있음을 알 수 있는데, 이는 VTS 당국이 해당수역의 특성에 맞는 일정한 형태의 VTS를 선택 운영하면서 VTS의 특정기능을 강조하여 그 명칭을 사용한 결과이다. 따라서 특정 VTS 당국이 사

용하는 VTS 명칭은 VTS 정책을 대외적으로 천명하는 효과가 있으므로 신중하게 결정해야 할 것이다.

우리나라의 경우, 해상안전법상 선박교통관제라는 용어를 사용하고 있다. 주지하다시피, ‘관제’라는 말은 관할하여 통제한다는 의미의 한자어로 강제적으로 제한한다는 의미가 강하게 내포되어 있다. 따라서 ‘control’의 의미를 강조한 셈이 되어 이용자로서 하여금 위압감을 느끼게 한 것이 사실이었다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 ‘management’와 ‘service’ 개념을 결합한 ‘항만교통정보서비스(Port Traffic Management Services)’라는 용어를 채택하는 한편, VTS 센터를 ‘항만교통정보센터’라고 명칭 하였었다. 2004년도에 와서 우리 정부는 적극적인 해상교통관리의 필요성을 새롭게 인식하고, ‘해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System)’이라는 명칭으로 전환하고, VTS 센터는 ‘해상교통관제센터’라고 다시 명칭하게 되었다. 명칭과 관련한 이러한 일련의 움직임은 VTS 구역을 연안해역까지 확대 적용하고, 정보교환체제를 향상시키려는 정책의지를 내포하고 있다고 할 것이다. 더 나아가서는 VTS를 통해 가공 처리되는 선박통행정보가 해상안전분야에 있어서 기본 정보로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 해운산업은 물론 해양정책 전반에 무궁한 부가가치를 줄 수 있을 것으로 기대하고 있음을 알 수 있다. 따라서 VTS는 선박통행의 안전과 효율의 증진 및 해양환경 보호라는 본래의 목적 이외에도 VTS 기능에 대한 활용의지에 따라서는 얼마든지 확대할 수 있는 것이다. (박성호, 2006)

### 2.1.2 VTS의 기능

VTS는 일반적으로 VTS 구역 내의 주변상황, 교통현황을 적시에 제공하여 선박의 항해의사결정을 지원하며, 특히 시정제한, 기상악화 시에 선박의 항해안전 지원을 위한 정보의 제공과 VTS 구역 내에서 위험상황의 전개 및 교통의 안전하고 효율적인 이동을 위하여 해상교통지원서비스를 제공하며, 선박보고 부담 최소화 및 VTS 효과 극대화를 위해 정보수집, 평가 및 원활한 자료 제공의 기능을 수행한다. VTS는 레이더와 VHF 음성통신을 통하여 선박을 탐지 및 식별



하며 필요시 VHF 음성통신을 이용하여 선박과 교신한다.

VTS의 역할은 초기에는 선박의 안전운항을 위한 정보제공에 국한되었으나, 1980년대 이후 항로의 효율성 제고를 위해 항법준수 감시기능 및 해양환경 보호기능을 추가하여 적극적인 통항관제로 그 역할과 기능이 커져가고 있다.

VTS의 기능은 VTS 당국의 정책의지 또는 목표에 따라 VTS의 구성요소를 어떻게 구성하는가에 따라 다양하게 구현된다. IMO는 VTS의 기능을 정보서비스(Information Service), 항행지원서비스(Navigational Assistance Service), 통항관리서비스(Traffic Organization Service)로 대별하고 있다(IMO, 1997).

정보서비스는 선박의 항해자가 항행과 관련한 의사결정을 하는데 필수적인 중요정보를 적시에 이용할 수 있도록 해 주는 서비스를 말한다. 여기에 포함되는 정보로는 선박의 위치, 항해의도, 목적지 등에 관한 것을 기본으로 하고, VTS 구역 내 절차의 변경사항과 기상 또는 항행통보, 교통상황 전반에 관한 정보를 제공하는 서비스이다. 이러한 정보서비스는 정해진 시간에 전체적으로 또는 개별적으로 VTS가 일방적인 통보에 의해 시행하는 것이 특징이다.

항행지원서비스는 특별히 항행이 어려운 수역이나 상황에서 선박의 항해자가 항행관련 의사결정을 효과적으로 할 수 있도록 돕는 서비스로 그 결과를 확인하는 것을 포함한다. 여기서의 정보는 개별선박의 침로 및 속도, 항로 및 변침점과의 상대적 위치, 주위 통항선박에 대한 선명·위치·항해의도와 필요한 경우 경보를 발령하는 것을 포함한다. 선박이 요청하거나 VTS 센터가 필요하다고 판단한 경우 개별적으로 제공하게 된다.

통항관리서비스는 VTS 구역 내에서 위험한 통항상황을 예방하고 안전하고도 효율적인 통항흐름을 유지하기 위하여 제공하는 서비스를 말한다. 따라서 통항흐름을 사전에 계획하는 것에 주력하게 되며, 혼잡한 교통상황이나 특정 선박의 이동이 다른 선박의 항행에 지장을 초래할 때 특히 유용한 서비스이다. 선박들 간의 이동 우선순위, 항로의 할당, 위치보고, 속력제한 등을 규정하는 절

차를 사전에 확립하여 운영하는 서비스를 말한다. 이러한 절차에 따라 VTS 센터가 발령하는 지시(Instruction)는 결과 지향적이어야 하며, 그것의 세부집행은 선박에게 위임하여야 한다. 개별선박의 항행계획에 의거하여 각선박과 VTS 센터 간 동의를 이루어져야 하고, 이렇게 서로 사전에 약속된 항행계획들은 서비스와 관련하여 중요한 정보가 된다. 이러한 VTS의 기본적인 기능을 바탕으로, VTS 센터와 선박간의 관계의 성격에 따라 소극적 관제와 적극적 관제로 분류하기도 한다.

소극적 관제는 통항분리대 등이 설치된 항로에서의 통항감시 등에 그 기능을 제한하는 것이 일반적이며, VTS 센터에서는 선박통항정보를 제공하는 것이 주 업무가 된다. 따라서 소극적 관제에서는 본선의 선장과 도선사가 항행과 관련하여 전반적인 결정권을 갖게 된다. 이러한 소극적 관제를 실시하는 VTS의 목적은 선박의 통항과 관련된 정보, 즉 선박의 이동상황, 시정상태, 교통상황, 수로정보, 항행장애물, 소형어선군의 활동 등에 관한 정보를 제공하여 선박의 항행을 돕는 것이다. DOVER 해협에서 제공되는 VTS가 전형적인 보기이다.

적극적 관제는 항행정보를 제공하는 것에 그 기능을 한정하지 않고, 사전계획에 의하여 선박의 이동에 직접 관여하는 제도이다. 따라서 VTS 센터의 임무가 상당한 정도로 확대되는데, 특정항로를 따라 선박이 이동할 것을 강제적으로 요구하고, 속도를 지정하거나, 정박지를 할당하고, 선박의 구체적인 움직임을 적절한 지시와 절차에 의해 조정하게 된다. 적극적 관제가 성공하기 위한 전제조건은 VTS 센터와 선박간의 즉각적이고도 지속적인 커뮤니케이션이 보장되어야 한다는 점에 유의하여야 한다. 이러한 유형은 미국이나 유럽의 주요 항만에서 성공적으로 운영되고 있다.

VTS는 위와 같은 기본적인 기능 이외에도 활용하기에 따라서는 광범위한 서비스를 제공할 수 있다. 우선, 항만운영과 관련하여 도선 및 예선업무를 지원할 수 있음은 물론, 선박의 이동 및 화물정보의 교환을 통해 출입국, 세관, 검역 등의 업무의 효율성을 향상시킬 수 있다. 비상시 수색 및 구조 업무는 물론 각

중 해양사고의 처리에 주요한 역할을 할 수 있다. 뿐만 아니라, VTS 관련 항행 정보 등을 인근의 타 VTS 센터와 공유하게 되면, 일정지역 내에서의 선박의 통항흐름과 화물의 소통을 미리 파악하여 효율을 향상시킬 수 있다. VTS 기능이 지역 간 협력체를 발전시키는데 중요한 인프라가 될 수 있다는 것을 알 수 있다. (박성호, 2006)

### 2.1.3 우리나라의 VTS 현황

우리나라는 1993년 포항항을 시작으로 1996년 여수/광양, 울산항과 1998년 부산, 인천, 마산, 대산, 평택항, 1999년에는 동해, 군산 목포, 제주항, 2004년에 완도항, 2005년 말에 부산신항, 2006년 진도연안, 2011년 경인항, 2012년 여수연안, 2014년 통영연안에 까지 Fig. 1과 같이 전국 주요 18개 항만 및 연안에 VTS를 도입하여 운영 중이다(국민안전처, 2015).



(source : 국민안전처-해상교통관제센터)

Fig. 2 Korea's VTS center of current situation of construction

## 2.2 VTS의 장비현황 조사

### 2.2.1 VTS의 구성요소

VTS 시스템의 기본 구성요소로 육상의 VTS 센터, 해상의 선박들, 그리고 이들을 서로 조직하는 운영규칙 등을 들 수 있다.

VTS 센터는 선박의 존재를 탐지하는 Radar시스템, 선박과 통신을 하기 위한 통신수단과 순시선 또는 비행정 등 선박의 이동을 감시하고 통제할 수 있는 장비와 설비를 갖추어야 한다. 또한, 이러한 장비와 설비를 운영하기 위해 특별히 훈련된 인력을 배치하게 된다.

VTS에 참여하는 선박들 역시 항해장비와 통신수단을 구비하여 항해에 필요한 정보를 VTS 센터 및 타선박과 주고받게 된다. VTS 센터와의 최초 교신을 통해 VTS에 비로소 참여하게 되고, 이때 본선에 관한 기본정보를 제공함으로써 VTS 센터를 통해 동일 시간대에 VTS에 참여하는 모든 선박과 관계를 맺게 된다. 이 후 단순한 정해진 통과지점에서 위치보고만 운영하는 VTS 구역도 있으나, VTS 센터의 항행지시를 따라야 하는 등 보다 적극적인 참여를 요구하는 VTS 구역이 늘고 있는 추세이다.

VTS를 운영하고자 하는 당국은 우선 VTS 구역을 명확히 설정해야 하고 이 구역에서 원활하게 VTS가 기능하도록 운영규칙을 제정하여 공표하여야 한다. 운영규칙에는 위치보고지점, 사용 VHF주파수, 이용항로, 속도제한, 항해금지구역, 정박지, 특정지역에서 특정선박(위험물운반선, 예인선 등)이 따라야 하는 항행규칙 등을 포함하는 것이 일반적이다. 운영규칙을 제정할 때는 해당 해역의 지리와 수로적 특성, 이용선박의 선종 및 입출항 규모 등을 우선 고려하여야 한다. 이들 선박의 통항이 일으킬 수 있는 해양환경오염피해를 미리 예측하고 평가하여 이를 줄일 수 있도록 안정성을 강조하여야 할 것이나, 항만의 본래 기능인 효율적인 물류수송을 저해하지 않도록 적절한 균형점을 찾아야 할 것이다. 또한 운영규칙을 제정할 때는 각 VTS 구역의 특정상황에 적합하도록 어느 정도 변용하여 운영할 수 있으나, 전체 VTS에서 적용하고 있는 일반적인 원칙을 크게 벗어나지 않도록 해야 한다.

VTS의 원활한 운영을 위해서는 위에서 설명한 VTS의 3가지 기본요소 이외에도 여러 가지를 들 수 있을 것이나, 여기서는 도선사에 대해서만 간단히 언급하고자 한다. 일반적으로 도선사는 특정 VTS 구역에서의 항행에 관한 전문지식을 바탕으로 본선에 보다 직접적으로 도움을 제공하는 역할을 한다.

따라서 이러한 도선사의 기본 기능은 오랜 기간 동안 확립된 안정적인 것으로, VTS와의 협조를 통해서 VTS 운영의 효율성 향상에 기여하게 된다. 뿐만 아니라, 선박이 제반 VTS 운영규칙을 이해하고 준수하도록 하는데 중요한 역할을 하게 된다.

위에서 언급한 VTS의 기본 구성요소 이외에도, VTS에는 수많은 이용자들이 있다는 것을 인식하여야 한다. 선박의 경우만 해도 어선, 레저보트 등은 물론 해경정, 군함 등 다양한 선박이 동일한 수역을 공동으로 이용한다.

VTS에서 수집하여 제공하는 정보의 질과 양이 향상되면서 이것을 활용하고자 하는 수많은 잠재 VTS 이용자들이 늘고 있다. 부두 운영회사, 선박대리점, 지방자치단체, 세관, 검역소, 출입국사무소, 도선 및 예선, 선박수리회사, 급수·급유·통신 등 부대서비스업체, 수색 및 구조, 소방, 오염사고 예방 및 처리, 타 항만 당국, 보안업무 관련기관, PSC 및 선박검사기관, 해양안전심판원 및 관련기관 등 수많은 이용 수요를 창출할 수 있다는 점에 주목하여야 할 것이다.

## 2.2.2 VTS 주요 장비

VTS의 주요장비는 Fig. 2와 같이 레이더, 선박자동식별장치, VHF, 초단파 방향탐지기, CCTV, 운영콘솔 6가지로 구성되어 있으며 상세사항은 아래와 같다.

### (1) 레이더 시스템 (RADAR System)

전파를 발사하여 물표에 부딪혀 반사되어온 전파를 물표 정보로 변환하여 모니터 상에 영상이미지로 나타내는 장치이다 (20마일)

### (2) 선박자동식별장치 (AIS: Automatic Identification System)

자선의 속력, 침로 및 선박명세 등 운항정보를 주변 선박 또는 육상에 실시

간으로 자동 제공하는 장치로서 통항관리 및 보안을 위해 국제해사기구에서 채택하였다. (50마일)

### (3) VHF 통신기

초단파 무선통신장비 (VHF: Very High Frequency System) : 150Mhz 대역의 주파수를 이용하여 선박과 선박, 선박과 관제센터 간 음성으로 교신하는 무선 통신 장비이다 (20마일)

디지털선택 호출장치 (VHF-DSC: Digital Selective Calling) : 선박이 조난, 긴급 시 송신버튼을 누르면 선명, 위치 등이 디지털 신호로 발사되는 장치이다. (20마일)

### (4) 초단파 방향탐지기 (VHF DF:Very High Frequency Direction Finder)

관제센터와 선박 간에 이루어지는 VHF 신호로 교신중인 선박의 위치를 탐지하는 장비이다. (20마일)

### (5) 영상정보처리기기 (CCTV : Closed Circuit Television)

레이더 음영구간 등에 운항하는 선박 및 항만, 부두 상황을 영상으로 감시하는 장비이다. (5km)

### (6) 운영콘솔

VTS 운영콘솔 (VTS Operator Console, 관제석) : 관제사는 전자해도가 구현되는 모니터에서 레이더, CCTV, 선박자동식별장치 (AIS) 등 관제장비에서 탐지한 선박운항 정보 등을 통하여 관제서비스를 제공하는 시스템 이다.

선박모니터링시스템 (VMS : Vessel Monitoring System) : 선박운항정보 (위치, 속도 등)를 선박위치발신장치(AIS, VHF DSC, 위성 단말기 등)로 발신하여 운항 선박의 상황을 실시간으로 전자해도 화면에 표시하는 시스템 이다.

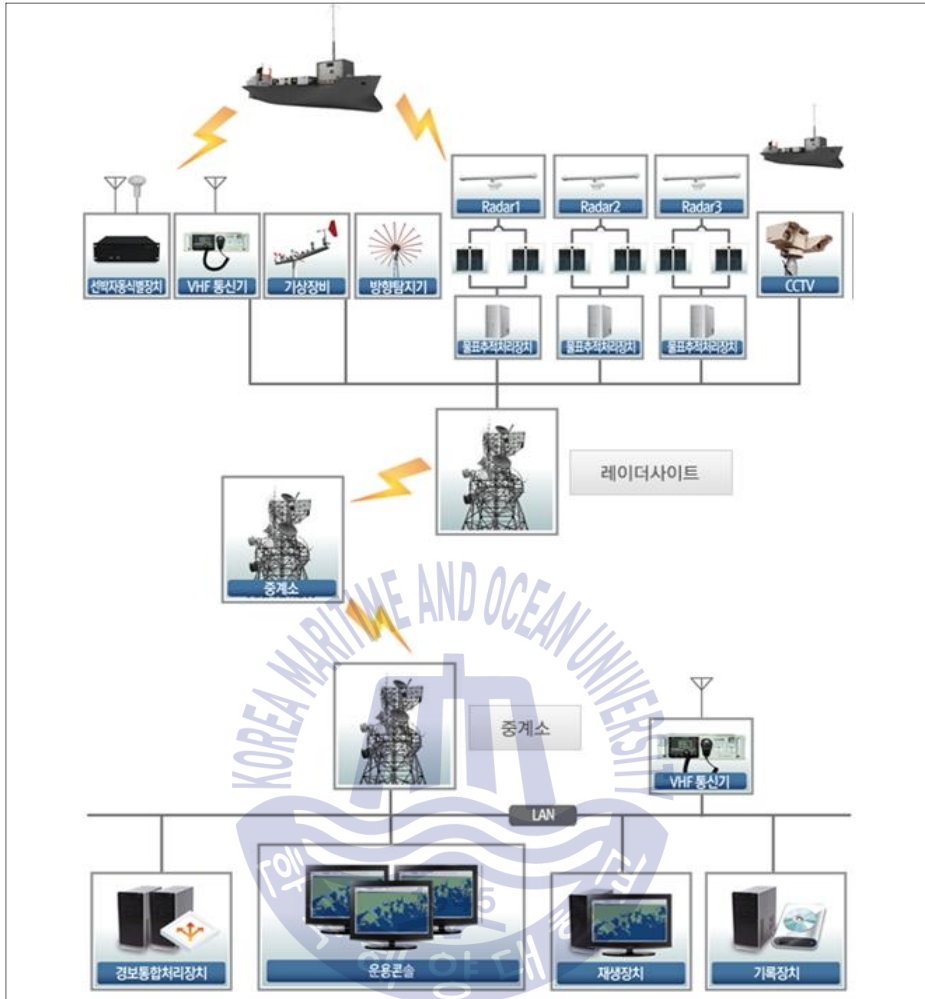


Fig. 3 VTS major machine

## 2.3 VTS로 예방가능한 해양사고 종류 조사

### 2.3.1 해양사고의 정의

해양사고는 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률(법률 제12547호) 제2조에 정의된 선박의 운용과 관련하여 발생한 선박, 인명 시설피해 및 오염사고 등이 해당되며 해양 및 내수면에서 발생한 다음 어느 하나에 해당되는 사고를

말한다.

- 선박의 구조, 설비 또는 운용과 관련하여 사람이 사망 또는 실종 되거나 부상을 입은 사고
- 선박의 운용과 관련하여 선박 또는 육상, 해상 시설에 손상이 생긴 사고
- 선박이 멸실, 유기 되거나 행방불명된 사고
- 선박이 충돌, 좌초, 전복, 침몰되거나 선박을 조종할 수 없게 된 사고
- 선박의 운용과 관련하여 해양오염 피해가 발생한 사고

### 2.3.2 해양사고의 종류

해양안전심판원에서는 해상 안전업무와 정책 수립의 기초지표로 사용하기 위해 해양사고의 종류, 선박 피해 정도, 선박용도 등에 따라 다음과 같이 분류하고 있다.

- 충돌 : 항해 중이거나 정박 중임을 불문하고 다른 선박과 부딪히거나 맞붙어 닿은 것. 다만, 수면하의 난파선과 충돌한 것은 제외
- 접촉 : 다른 선박이나 해저를 제외하고 외부물체나 외부시설물에 부딪히거나 맞붙어 닿은 것
- 좌초 : 해저 또는 수면하의 난파선에 얽히거나 부딪힌 것
- 화재, 폭발 : 맨 처음 사고로서 발생한 것 (충돌이나 전복에 따라 발생한 것 제외)
- 침몰 : 충돌 내지 폭발 이외에 황천조우, 외판 등의 균열이나 파공, 절단 등에 의한 침수의 결과 가라앉은 것
- 기관손상 : 주기관, 보조보일러 및 보조기기 등이 손상된 것
- 조난 : 충돌내지 다른 항목 이외의 것
- 인명사상 : 선박의 구조, 설비 또는 운영과 관련하여 사람이 사망, 실종, 부상을 입은 것



### 2.3.3 선박피해의 종류

- 전손 : 선박이 침몰 또는 행방불명되거나 좌초 및 화재 등으로 구조 불능 상태가 되거나 수리하여도 선박으로 사용할 수 없거나 그 수리비용이 과다하여 경제성이 없는 경우
- 중손 : 손상의 정도가 심하여 스스로 운항이 불가능하거나 대수리를 하여야 운항할 수 있는 경우
- 경손 : 전손 및 중손에 해당하지 아니하는 손상의 정도가 경미한 경우

### 2.3.4 VTS로 예방가능한 해양사고의 종류

해양사고는 사고의 근본 원인에 따라 교통 관련 사고와 기술 관련 사고의 두 종류로 구분할 수 있다. 충돌, 좌초 및 접촉사고는 교통 관련 사고에 포함되며, 안전운항저해 및 화재, 폭발, 침몰, 전복, 인명사상, 침수 및 weather damage 등은 기술 관련 사고에 속한다(해양교통공학, 2011).

교통 관련 사고는 VTS의 도입, 통항분리항로의 설치, 항로표지의 개선 등과 같은 교통환경의 개선을 통하여 어느 정도 예방이 가능하지만, 기술 관련 사고는 선박에 대한 기술적 개선을 필요로 한다는 점이다. 즉, VTS 시설 구축과 관련하여 예방 및 감소가 가능한 해양사고는 교통관련사고인 충돌사고, 좌초사고 및 접촉사고이다.

## 제 3 장 VTS 설치 후 해양사고 저감율 분석

### 3.1 VTS 설치년도 및 설치 전·후 해양사고 저감율

#### 3.1.1 VTS 설치년도 조사

우리나라 각 지역의 항만 VTS 서비스 개시 시기는 Table 1과 같이 1993년 1월부터 포항항이 최신형 레이더를 설치하여 3단계 VTS 서비스를 개시하기 시작하여, 1996년에는 여수, 울산 VTS 순으로 서비스를 개시하였으며, 현재는 모두 18개의 항만 및 연안 VTS를 운영하고 있다.

Table 1 Korean port VTS service's initiation time

명칭	서비스 개시 시기	명칭	서비스 개시 시기
인천VTS	1998.11	마산VTS	1998.9
평택VTS	1998.11	부산VTS	1998.12
대산VTS	1998.11	부산신항VTS	2005.12
군산VTS	1999.12	통영연안VTS	2014.8
목포VTS	1999.12	울산VTS	1996.9
여수광양VTS	1996.4	포항VTS	1993.1
진도연안VTS	2006.7	동해VTS	1999.12
완도 VTS	2004.12	여수연안VTS	2012.11
경인항 VTS	2011.11	제주VTS	1999.12

### 3.1.2 VTS 설치 전·후 20년간 해양사고 발생현황

전문가 의견 종합법과 해양사고의 통계적 분석 방법을 결합하여 우리나라 연안 해역에 3단계 수준의 VTS가 설치되고 우수한 운영요원이 확보되어 원활한 운영이 된다는 것을 전제로 하여 그 효과를 추정한 연구를 살펴보면, 교통관련 사고를 어느 정도 예방할 수 있다고 하였다(최신해상교통공학, 2006).

예를 들면, 비교적 여유가 있는 해역에서 두 선박이 서로 당황한다든지, 시계가 제한된 상태라든지 또는 침로나 위치의 단순한 계산 착오에서 오는 충돌 등은 VTS로 예방 가능한 사고이다.

항만 VTS가 대부분 설치된 20년(1988년~2007년)간 우리나라 영해와 개항지 정항 및 진입수로에서 발생한 해양사고 발생현황을 살펴보면 Fig. 3과 같이 최근에 증가세가 다소 줄어들고 있지만, 지속적인 증가현황을 보이고 있다.

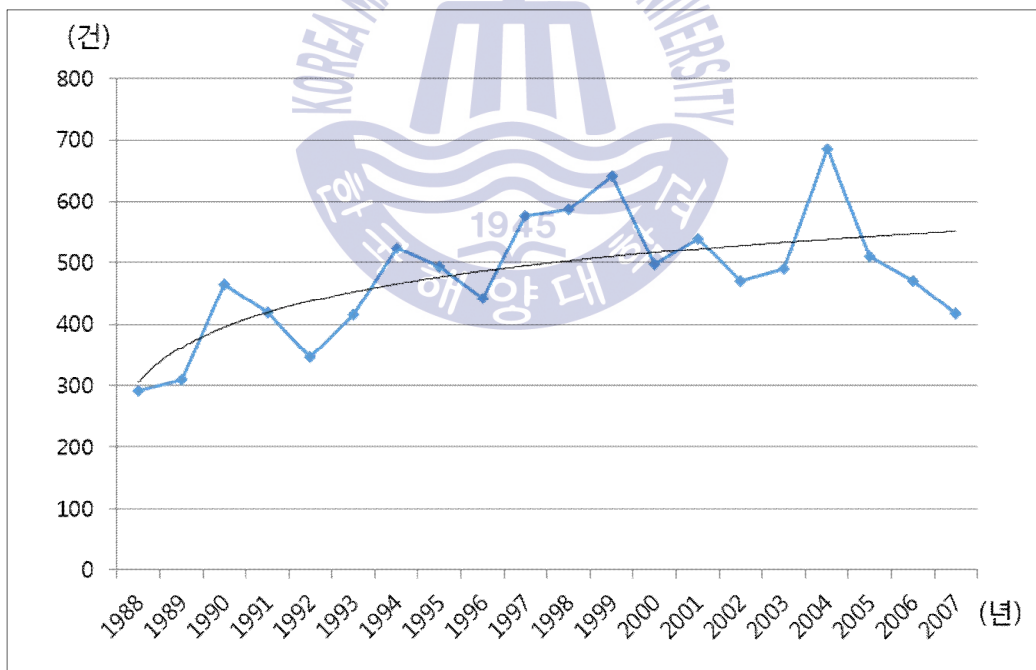


Fig. 4 Status of marine accidents that occurred in the country during 20 years before and after installation of VTS

Fig. 4는 VTS 관제구역인 개항·지정항 및 진입수로(이하 항만부근)에 대한 해양사고 발생현황과 항만부근을 제외한 영해 내에서 발생한 해양사고를 구분하여 표시하였다. 항만부근의 해양사고 발생건수는 ■로 표시하였으며, 영해 내에서 발생한 해양사고 건수는 ◆로 표시하였다.

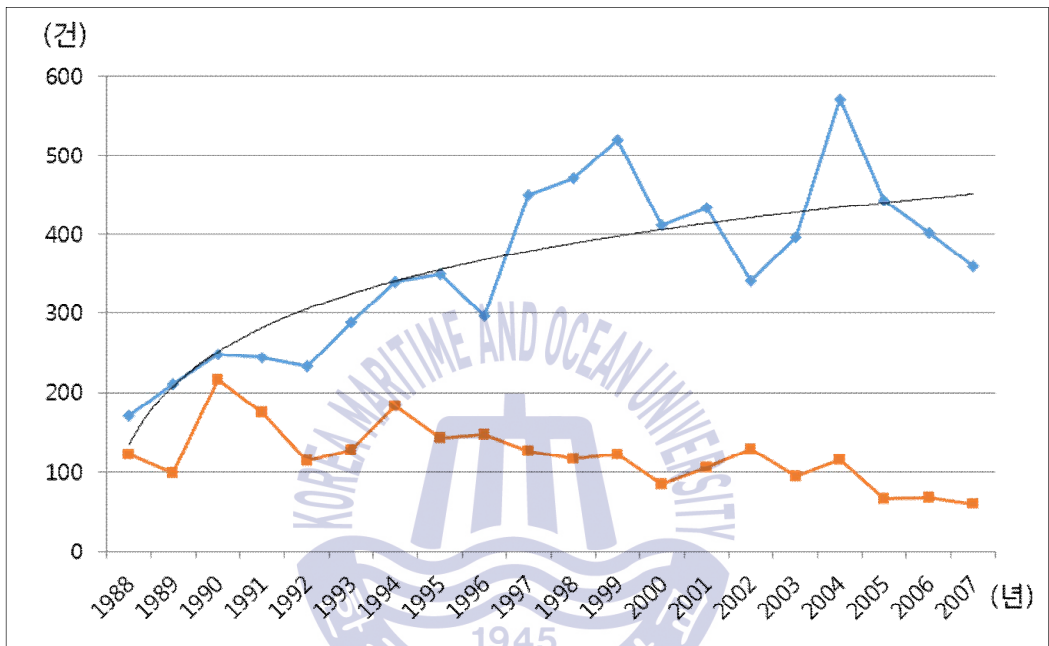


Fig. 5 Status of marine accidents at near the harbors and territorial waters (except near the harbor) that occurred in the country during 20 years before and after installation of VTS

VTS 관제구역 내인 항만부근은 1995년부터 지속적인 해양사고 감소 현황을 보이고 있는 반면, VTS 관제구역이 아닌 영해(항만부근 제외)내의 해양사고 발생건수는 지속적으로 증가하고 있다.

우리나라 항만 VTS가 대부분 설치된 2000년을 기준으로 하여 2000년 이전의 영해 내의 연간 해양사고 발생건수는 318건인 비하여, 2000년 이후 발생건수는 419건으로 31.8% 증가하였다. 하지만, VTS 관제구역 내인 항만부근의 해양사고는 2000년 이전의 발생건수가 총 141건인데 비하여, 2000년 이후 발생건수는

90건 정도로 36.2%가 감소한 것으로 나타났다.

이는 항만부근 해역에 대한 지속적인 항로재정비, 준설, 항로표지 설치 등의 개선작업과 더불어 VTS 설치 운영에 대한 효과로 볼 수 있을 것이다.

### 3.1.3 항만 VTS 설치 전·후 해양사고 저감율

항만 VTS 설치 전·후의 해양사고 저감율을 확인하기 위하여 서비스 개시 시기와 해양사고 발생 현황과의 관계를 살펴보았다. Fig. 5 ~ Fig. 7은 우리나라 항만 VTS 서비스 개시 시점과 항만부근에서 발생한 해양사고 건수와의 관계를 나타낸 것이다. 우리나라 대부분의 항만 VTS(울산포항항 및 동해속초항 제외) 개시 이후 해양사고 발생건수가 감소하는 것을 알 수 있다.

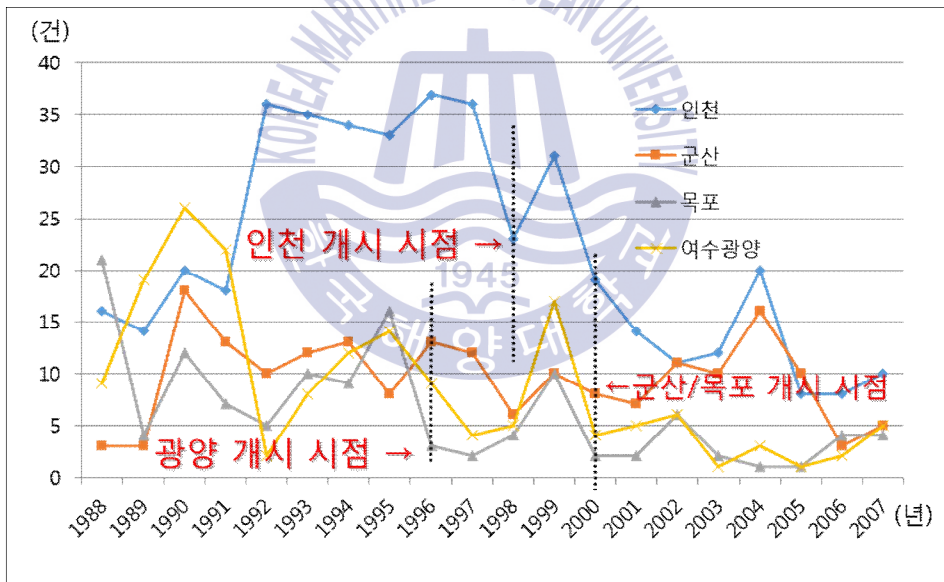


Fig. 6 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service -1

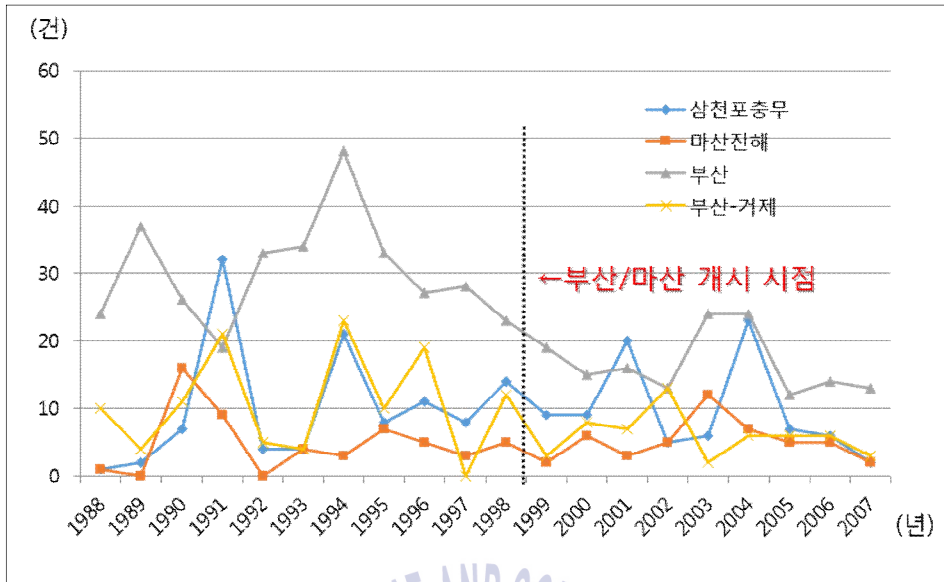


Fig. 7 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service-2

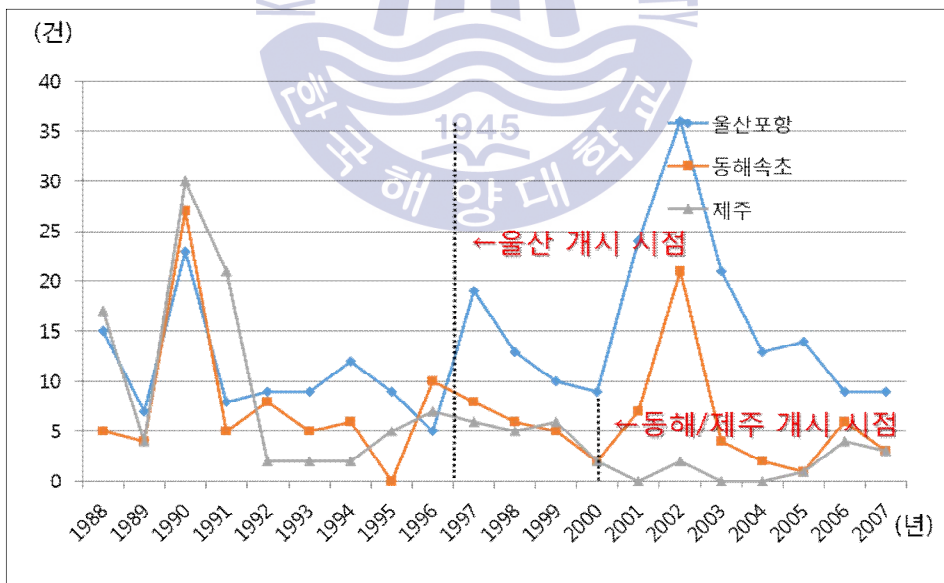


Fig. 8 Numbers of each marine accidents at near the harbors' and periods of initiation of VTS service-3

Table 4는 각 항만 VTS 서비스 개시 전후의 해양사고 발생현황을 비교한 것으로, 해양사고 연간 발생건수를 기준으로 하여 20%~84.5%의 감소현황을 보이고 있다(울산/포항항, 마산항 제외).

**Table 2** Korean port VTS service' s before and after the initiation' s numbers of marine accidents

명칭	해양사고 연간 발생건수		명칭	해양사고 연간 발생건수	
	개시 전	개시 후		개시 전	개시 후
인천VTS	27.9건	15.6건(44.1%▼)	마산VTS	4.8건	5.2건(8.3%▲)
평택VTS	-	-	부산VTS	30.2건	16.7건(44.7%▼)
대산VTS	-	-	제주VTS	9.7건	1.5건(84.5%▼)
군산VTS	11.0건	8.8건(20.0%▼)	울산VTS	11.5건	15.2건(32.2%▲)
목포VTS	9.4건	2.8건(70.2%▼)	포항VTS		
여수광양VTS	14.0건	5.2건(62.9%▼)	동해VTS	8.1건	5.8건(28.4%▼)
합 계				126.6건	76.8건(39.3%▼)

항만 VTS 서비스 전·후 해양사고 저감율은 평균 39.3%로 경제 발전에 따른 항만 물동량 증가와 이로 인한 선박량 증가, 선박의 고속화, 대형화로 해양사고가 증가할 수밖에 없음에도 불구하고 VTS 설치에 따른 해양사고 감소에 대한 기여도는 크다.

### 3.2 항만 VTS 설치 이후 해양사고 발생현황 및 분석

#### 3.2.1 우리나라 항만의 교통량 증가 조사 분석

최근 약 30년간 우리나라 항만의 선박 입·출항 척수 현황을 살펴보면 Fig. 8

과 같이 지속적으로 증가하고 있다. 1998년을 기준으로 2014년까지 약 46%의 입·출항선박 척수가 증가한 것으로 보여 우리나라 항만의 복잡해진 것을 알 수 있다.

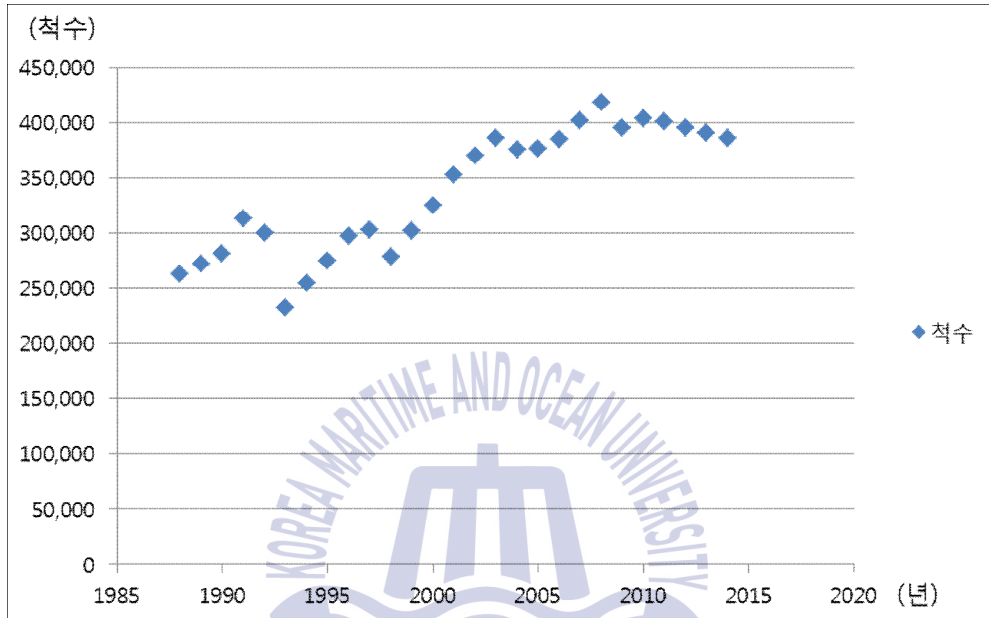


Fig. 9 Numbers of vessels' arrivals and departures per year

그리고 최근 약 30년간 우리나라 항만의 선박입출항 톤수 현황을 살펴보면 Fig. 9와 같이 급격하게 증가하고 있다. 1998년을 기준으로 2014년까지 약 4.8 배가 증가할 정도로 선박출입항 척수보다는 선박톤수의 증가세가 더욱 두드러진 것으로 보여, 항로의 혼잡도가 높아진 것을 알 수 있다.



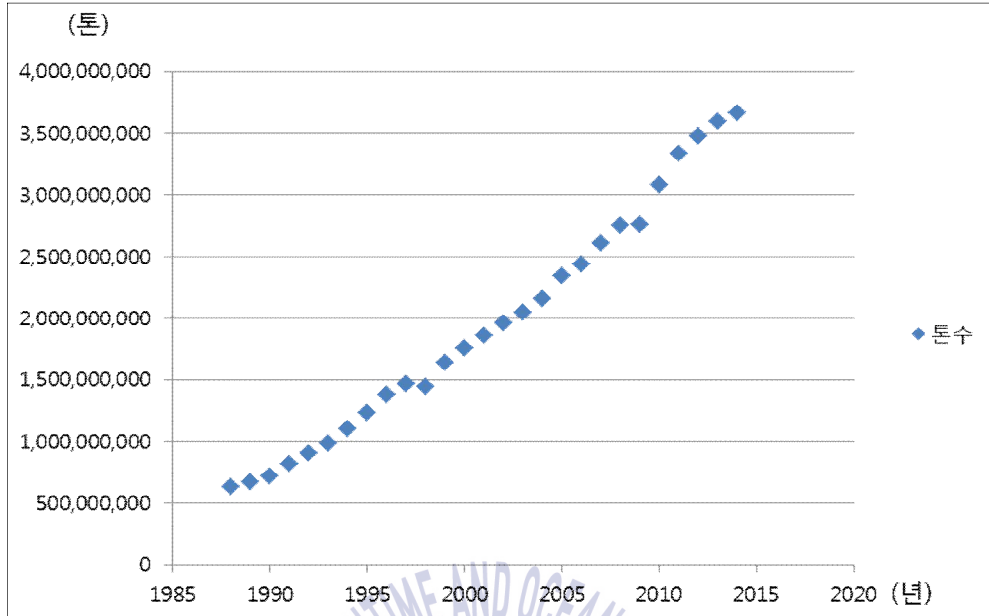


Fig. 10 Tons of vessels' arrivals and departures per year

### 3.2.2 최근 5년간 해양사고 조사

항만 VTS 설치 이후 발생한 해양사고와 교통량을 조사한 연구(해양경찰청, 2011)을 기초로 하여 최근 5년간의 해양사고를 조사하였다.

우리나라 전 해역을 대상으로 2006년부터 2010년까지 해양안전심판원 재결서에 수록된 해양사고의 위치를 살펴보면 Fig. 10과 같다.

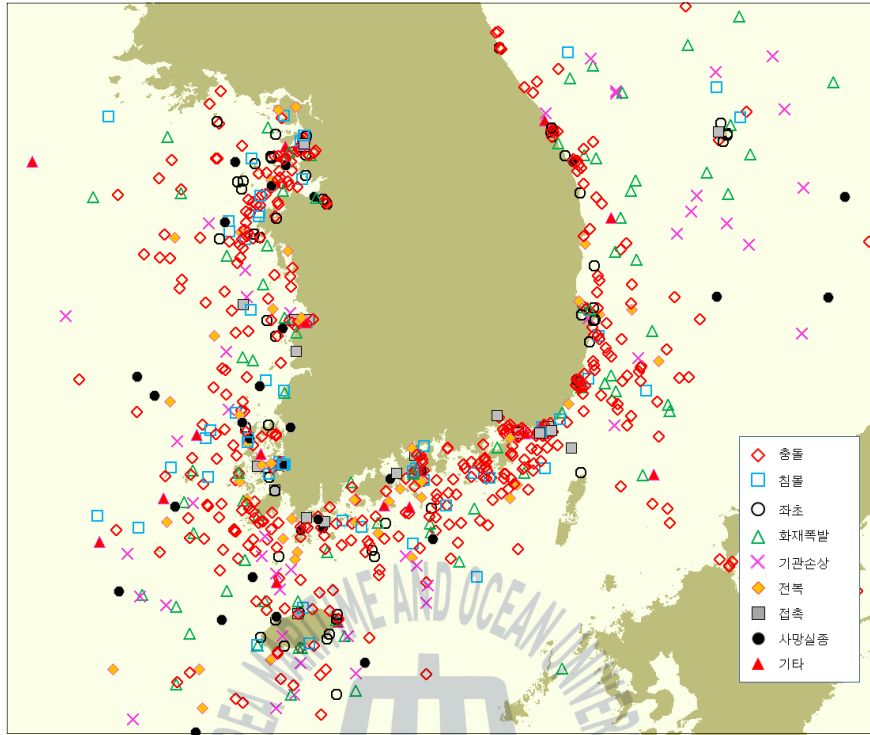


Fig. 11 Marine accidents occurred in the last 5 years

최근 5년 동안 우리나라 주변 해역에서 발생한 해양사고는 전 해역에서 발생하고 있는 것으로 나타나며, 구역으로 나누어 살펴보면 서해안 1,123건(개항·지정항 및 진입수로 139건, 영해 984건), 남해안 1,105건(개항·지정항 및 진입수로 194건, 영해 911건), 동해안 371건(개항·지정항 및 진입수로 61건, 영해 310건)이 발생하고 있다.

최근 5년 동안 서해안-남해안이 연간 항만의 바깥 진입수로에서 영해까지의 범위에서 900건 이상이 발생하고 있는 것으로 나타났으며 동해안은 310건이 발생하고 있어 서해안 및 남해안의 해양사고 발생빈도가 높은 것으로 분석되었다.

### 3.2.3 구역별 통항선박 밀집도 및 해양사고 조사

통항선박 및 해양사고 조사 분석을 위하여 Fig. 11과 같이 VTS 설치해역을 기초로 서해안 및 남해안, 동해안 항만 및 연안 해역을 3~4개권으로 각각 나누어 설정하였다.

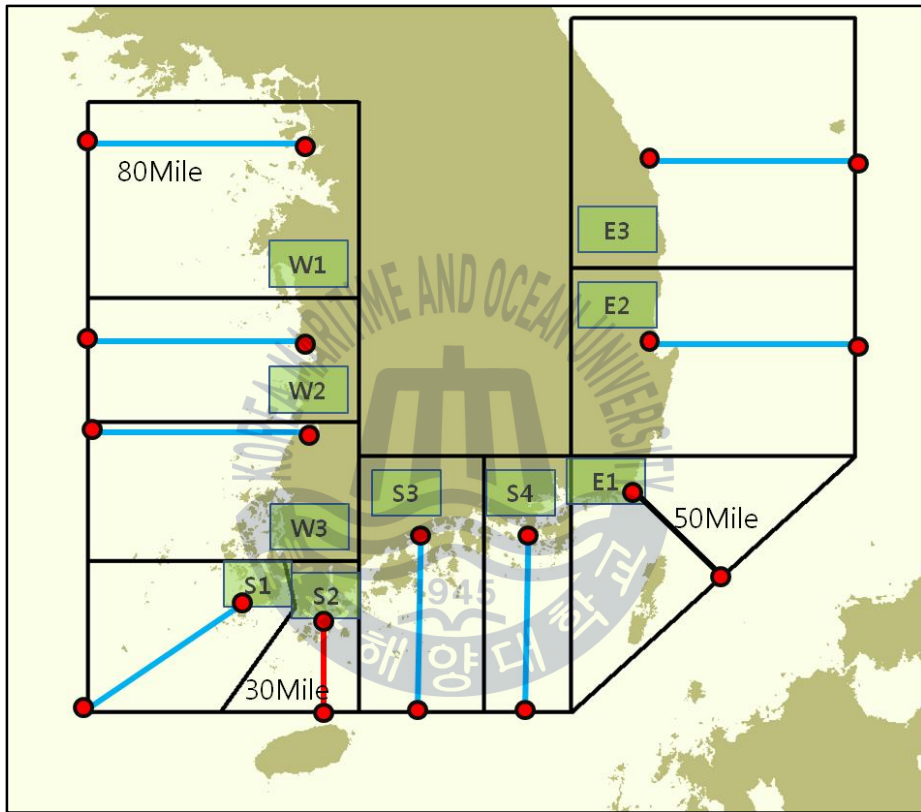


Fig. 12 The entire areas of classification pictures

#### (1) 서해안 구역 구분

구역 구분은 연평도 밀단 ~ 안면도 끝단(W-1), 안면도 끝단 ~ 변산반도 끝단(W-2), 변산반도 끝단 ~ 진도 VTS 관제구역(W-3) 해역 3개권으로 구분하여 비교하고자 한다.

## (2) 남해안 구역 구분

남해안 구역 구분도 현재 진도 VTS 관제범위를 기초로 하여 이미 설정된 진도해역(S-1), 진도 VTS 관제구역~ 완도 VTS 관제구역(S-2), 완도 VTS 관제구역 ~ 소리도와 옥지도 중간지점(S-3), 소리도와 옥지도 중간지점 ~ 거제 옥포(S-4) 해역으로 4개권으로 구분하고자 한다.

## (3) 동해안 구역 구분

동해안 구역 구분도 거제 옥포 ~ 울산 간절곶(E-1), 울산 간절곶 ~ 후포항(E-2), 후포항 ~ 속초(E-3) 해역으로 3개권으로 구분하고자 한다.

구분된 구역을 기준으로 하여 2011년 5월 23일부터 29일까지의 1주일의 교통흐름은 Fig. 12와 같다. 하지만, 이 교통흐름으로는 전체 교통량을 식별하기 어려우므로, 매일 08:00 ~ 08:20의 선박 통항량을 조사하여 교통량 분포를 조사한 결과이다.



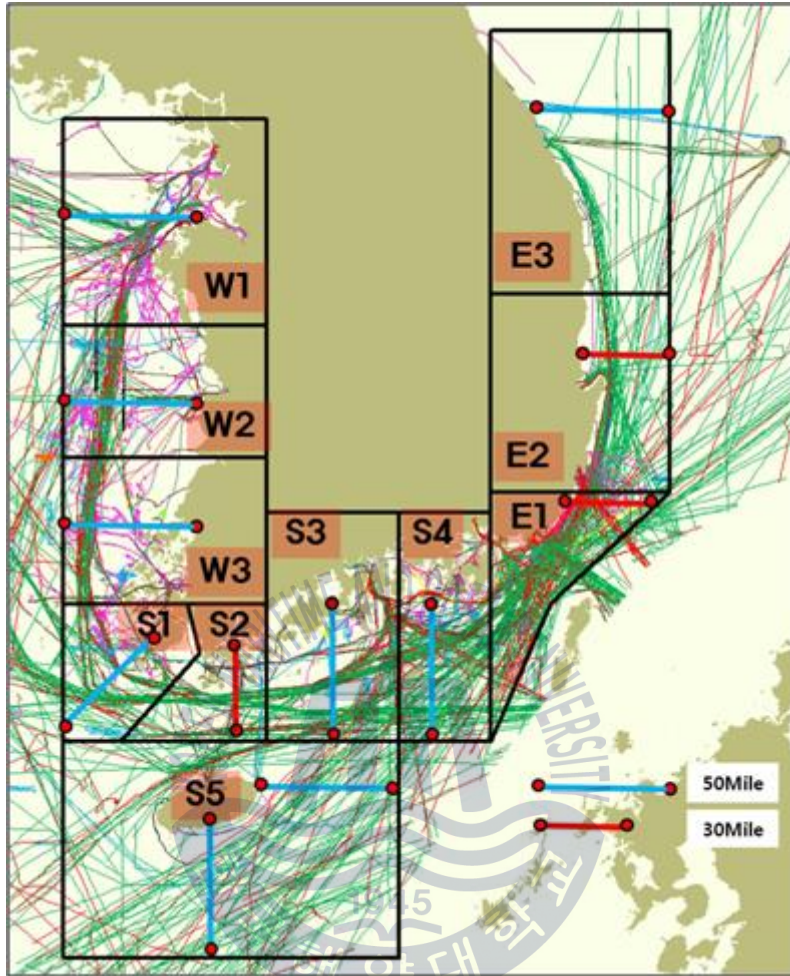


Fig. 13 A week of traffic's flows per zone

(1) 서해안

서해안의 연평도 밑단에서 안면도 끝단의 요일별 선박 빈도수는 Table 3과 같다.

**Table 3** Day of the week's frequency distributions of vessels (W-1)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	115	54	18	5	255	447
화요일	113	54	21	4	266	458
수요일	92	57	15	6	257	427
목요일	95	57	17	5	247	421
금요일	125	59	18	6	266	474
토요일	110	55	22	2	322	511
일요일	108	59	11	5	316	499
합계	758	395	122	33	1929	3237

서해안의 안면도 끝단에서 변산반도 끝단의 요일별 선박 빈도수는 Table 4과 같다.

**Table 4** Day of the week's frequency distributions of vessels (W-2)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	21	9	9	1	116	156
화요일	21	8	12	1	106	148
수요일	19	12	9	1	78	119
목요일	32	6	9	1	58	106
금요일	16	5	8	1	61	91
토요일	26	7	9	1	85	128
일요일	22	5	11	1	94	133
합계	157	52	67	7	598	881

서해안의 변산반도 끝단에서 진도 VTS 관제구역의 요일별 선박 빈도수는 Table 5과 같다.

**Table 5** Day of the week's frequency distributions of vessels (W-3)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	26	7	21	0	105	159
화요일	24	13	21	0	104	162
수요일	29	6	22	0	101	158
목요일	28	14	19	0	113	174
금요일	18	9	21	0	109	157
토요일	24	10	22	0	112	168
일요일	26	9	22	0	109	166
합계	175	68	148	0	753	1144

(2) 남해안

남해안의 진도 VTS 관제구역의 요일별 선박 빈도수는 Table 6과 같다.

**Table 6** Day of the week's frequency distributions of vessels (S-1)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	27	9	4	0	40	80
화요일	30	4	5	0	37	76
수요일	21	12	5	0	38	76
목요일	19	8	6	0	39	72
금요일	25	11	5	0	33	74
토요일	30	11	6	0	40	87
일요일	38	12	5	0	43	98
합계	190	67	36	0	270	563

남해안의 진도 VTS 관제구역에서 완도 VTS 관제구역까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 7과 같다.

**Table 7** Day of the week's frequency distributions of vessels (S-2)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	18	4	19	0	18	59
화요일	27	3	22	0	21	73
수요일	12	5	22	0	24	63
목요일	10	2	18	0	25	55
금요일	16	3	22	0	18	59
토요일	24	1	21	0	19	65
일요일	29	0	20	0	16	65
합계	136	18	144	0	141	439

남해안의 완도 VTS 관제구역에서 소리도와 옥지도 중간지점까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 8과 같다.

**Table 8** Day of the week's frequency distributions of vessels (S-3)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	66	67	15	0	122	270
화요일	64	58	14	0	134	270
수요일	60	61	19	0	135	275
목요일	66	64	16	0	118	264
금요일	73	70	18	0	127	288
토요일	74	64	20	0	141	299
일요일	75	59	16	0	127	277
합계	478	443	118	0	904	1,943



남해안의 소리도와 욱지도 중간지점에서 거제 옥포까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 9과 같다.

**Table 9** Day of the week's frequency distributions of vessels (S-4)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	50	24	9	0	182	265
화요일	68	24	11	0	198	301
수요일	76	37	8	0	208	329
목요일	69	26	8	0	198	301
금요일	60	31	11	0	176	278
토요일	66	31	13	0	214	324
일요일	80	37	12	0	182	311
합계	469	210	72	0	1,358	2,109

(3) 동해안

동해안의 거제 옥포에서 울산 간절곶까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 10과 같다.

**Table 10** Day of the week's frequency distributions of vessels (E-1)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	169	66	7	0	204	446
화요일	154	70	6	0	214	444
수요일	166	89	6	0	213	474
목요일	155	73	9	0	208	445
금요일	158	74	8	0	238	478
토요일	173	73	8	0	214	468
일요일	154	61	7	0	184	406
합계	1129	506	51	0	1475	3161

동해안의 울산 간절곶에서 후포항까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 11과 같다.

**Table 11** Day of the week's frequency distributions of vessels (E-2)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	132	76	2	9	132	351
화요일	126	85	4	9	112	336
수요일	127	68	1	9	133	338
목요일	137	66	1	9	123	336
금요일	140	70	1	9	119	339
토요일	154	83	1	7	137	382
일요일	154	72	1	9	108	344
합계	970	520	11	61	864	2,426

동해안의 후포항에서 속초까지의 요일별 선박 빈도수는 Table 12과 같다.

**Table 12** Day of the week's frequency distributions of vessels (E-3)

(단위 : 척)

종류 조사일	화물선	탱커선	여객선	파이롯트선	기타	합계
월요일	31	2	6	1	25	65
화요일	35	3	6	2	29	75
수요일	27	1	6	2	27	63
목요일	37	2	6	2	25	72
금요일	35	2	6	2	20	65
토요일	39	1	6	2	24	72
일요일	43	2	5	2	24	76
합계	247	13	41	13	174	488

구분된 구역을 기준으로 하여 2011년 5월 23일부터 29일까지의 1주일의 교통 관련 해양사고 전체 건수는 살펴보면 Table 13과 같다.

**Table 13** Investigation periods of marine accidents of vessels' and variations' numbers

(단위 : 척)

종류		해양사고 빈도-충돌	해양사고 빈도-접촉	해양사고 빈도-좌초	선박 통항량
서 해 안	W-1	66	1	17	3,237
	W-2	19	5	1	881
	W-3	26	1	3	1,144
남 해 안	S-1	22	2	1	563
	S-2	15	1	1	439
	S-3	27	2	3	1,943
	S-4	43	1	0	2,109
동 해 안	E-1	53	10	2	3,161
	E-2	40	0	8	2,426
	E-3	20	0	6	488
합계		331	23	42	16,391



### 3.2.4 구역별 통항선박 밀집도 및 해양사고 비교분석

해양사고 발생 빈도 및 선박통항빈도를 항내 및 항외로 구분하여 Table 14와 같이 정리했으며, 이를 기초로 교통관련 사고지수와 충돌사고지수를 계산했다. 단, 항만 VTS 관제구역 안에서 발생한 사고나 선박통항은 항내로 구분했으며, 이외의 구역에서 발생한 사고 및 선박통항은 항외로 구분하여 계산했다.

**Table 14** Investigation periods of frequency distributions of vessels' numbers

해역		종류	해양	해양	해양	선박	항만내	항행선	교통관련	충돌
			사고	사고	사고					
			충돌	접촉	좌초	량	[E]	[F]=	[A+B+C]	지수
			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[D]-[E]	/[F]	[A]/[F]
서 해 안	W-1	항내	37	7	2	2,012	1,398	614	0.074	0.060
		항외	32	12	0				0.071	0.052
	W-2	항내	5	0	3	477	175	302	0.026	0.016
		항외	15	2	2				0.062	0.049
	W-3	항내	6	1	0	713	285	428	0.016	0.014
		항외	22	3	1				0.060	0.051
남 해 안	S-1	항내	0	0	0	338	0	338	0	0
		항외	30	1	2				0.097	0.088
	S-2	항내	5	0	1	308	93	215	0.027	0.023
		항외	9	1	1				0.051	0.041
	S-3	항내	9	0	1	1,315	869	446	0.022	0.020
		항외	28	4	1				0.074	0.062
	S-4	항내	11	0	1	1,403	410	993	0.012	0.011
		항외	38	0	0				0.038	0.038
	S-5	항내	2	1	1	484	60	424	0.009	0.004
		항외	25	8	0				0.077	0.058
동 해 안	E-1	항내	28	1	10	2,304	1,530	774	0.050	0.036
		항외	22	0	1				0.029	0.028
	E-2	항내	15	3	0	1,846	1,428	418	0.043	0.035
		항외	27	5	0				0.076	0.064
	E-3	항내	6	3	0	324	229	95	0.094	0.063
		항외	18	2	0				0.210	0.189
합계	항내	124	16	19			5,047	0.031	0.024	
	항외	266	38	8				0.061	0.052	

교통관련 해양사고 발생빈도는 W-1, E-1, S-4, E-2의 순으로 높았으며, 정박선을 포함한 선박통항량은 E-1, W-1, E-2, S-4의 순으로 높았으며, 정박선을 제외한 항행선박량은 S-4, E-1, W-1, S-3가 높았다. 항행선박통항량과 교통관련사고를 이용하여 지표화한 교통관련사고 지수를 살펴보면 E-3, S-1, S-5, E-2 순으로 높았다. 또한 항행선박과 충돌사고를 이용하여 지표화한 충돌사고지수를 살펴보면 E-3, S-1, E-2, S-3순으로 높았다.

이 표에서 우리나라에 설정된 구역 전체의 VTS 관제범위를 제외한 항외 해양사고 평균은 28.3건이며, 항외 평균 통항척수는 459척, 교통관련 사고지수는 0.032(충돌관련사고지수 0.027)로 조사되었다.

이러한 평균을 이용하여 11개 구역을 대상으로 평균보다 높은 해양사고 및 통항척수 빈도가 있는지를 Table 15와 같이 분석하여 연안 VTS의 운영이 필요한 해역 및 이미 설치된 지역은 타당성을 확인 하고자 한다.

**Table 15** Each of the marine accidents and numbers of vessel traffics' comparison of average values analysis

종류	해역		해양사고 충돌	해양사고 접촉	해양사고 좌초	교통관련사고 [a]	사고관련 평균 분석지수 [a]/[b]	항행선 [c]	항행선 관련 평균 분석지수 [c]/[d]	교통관련 사고지수 [e]=[a]/[c]	교통사고 지수 평균 분석지수 [e]/[f]
	해역	항외									
서해안	W-1	항외	32	12	0	44	1.55	614	1.33	0.071	0.93
	W-2	항외	15	2	2	19	0.67	302	0.68	0.062	0.81
	W-3	항외	22	3	1	26	0.91	428	0.93	0.060	0.78
남해안	S-1	항외	30	1	2	33	1.16	338	0.73	0.097	1.27
	S-2	항외	9	1	1	11	0.38	215	0.47	0.051	0.67
	S-3	항외	28	4	1	33	1.16	446	0.97	0.073	0.96
	S-4	항외	38	0	0	38	1.34	993	2.16	0.038	0.5
	S-5	항외	25	8	0	33	1.16	424	0.92	0.077	1.01
동해안	E-1	항외	22	0	1	23	0.81	774	1.68	0.029	0.38
	E-2	항외	27	5	0	32	1.13	418	0.91	0.076	1
	E-3	항외	18	2	0	20	0.70	95	0.21	0.210	2.76
평균	항외	28.36[b]				-	459 [d]	-	0.076[f]	-	

교통관련사고가 평균보다 높은 해역은 사고관련 평균분석지수를 통하여 알 수 있듯이 W-1, S-4, S-3, S-4, S-5, E-2의 순으로 나타났으며, 통항하고 있는 선박 척수는 S-4, E-1, W-1 순으로 평균보다 높은 수치를 보였으며, W-1이 해양사고 발생빈도 및 선박통항빈도를 통한 각종 지수에서 높은 위험도를 나타내고 있었으며 S-4, S-5가 그 다음으로 항행선 및 해양사고가 많이 발생하고 있었고, E-2, E-1, E-3, S-1, W-3가 다음으로 해양사고 발생빈도 및 선박통항빈도 등이 높은 것으로 나타났다. E-1, E-3, S-1, W-3가 다음으로 해양사고 발생빈도 및 선박통항 빈도 등이 높은 것으로 나타났다.

통항척수가 평균보다 월등히 높고 사고발생 빈도가 높은 해역으로 분석되고 있는 W-1(경인권역)에 우선적으로 연안 VTS의 도입이 필요할 것으로 판단되며, 통항선박이 많아 잠재적인 해양사고의 발생위험이 높은 E-1(신항/부산/기장)과 E-2(울산, 포항권역)도 우선적으로 연안 VTS의 도입이 필요하다고 판단된다. 단, S-1(진도권역), S-3(여수권역), S-4(통영권역)은 사고관련 지수, 선박통항지수는 높으나 이미 연안 VTS의 도입이 완료되어 적절한 설치 순위로 사료된다.

### 3.4 VTS 설치 효과 필요성 제시

#### 3.4.1 해양사고 피해액 대비 설치효과 사례연구

VTS는 우리나라 연안에 설치된 이후 연안에서의 해양사고 예방에 있어 크게 기여하여 왔음을 알 수 있다. Table 16과 같이 지난 1988년 2월 경북 포항 근해에서 침몰한 경신호(유조선, 995톤)와 1995년 7월 여천군 소리도에 좌초된 씨프린스호(유조선, 144,567톤)의 사고는 직접적인 피해와 함께 엄청난 충격이었다.

VTS 설치 이후 크고 작은 해양사고는 다소 발생하였으나, 상기의 경우처럼 커다란 유류오염 사고는 발생하지 않아 VTS 설치에 따른 투자효과는 어느 정도 거두었다고 볼 수 있다.

**Table 16** Oil pollution accidents' damages

구 분	씨프린스호 사고	경신호 사고
사고일시	1995.7.23	1988.2.24
사고종류	좌초사고	침몰사고
유류적재량	88,481 kl	2,560 kl
기름 유출량	5,035 kl	1,960 kl
오염범위	·해상 - 127마일 ·해안 - 73km	인근어장 - 169개소 피해
피해액	443억(어민 산정)	130억원(추정) · 잔존유 장비개발 - 30억원 · 잔존유 제거비용 - 100억원
환경피해	· 바지락 - 70% 감소 · 전복 - 56% 감소 · 저서생물종 - 48종 감소	잔존유 유출시 인근해역 오염 및 어장 피해 심각

(Source : [http://www.alrim.org/faq\\_education/17324](http://www.alrim.org/faq_education/17324))

유조선 씨프린스호 사고 이후 여수, 광양항에 설치된 VTS는 초기 투자비용이 약 29억원이었고, 매년 유지보수비로 약 2억원이 부담됨에 따라 약 43억원(29억+14억)이 투입되었다. 또한, 포항항의 경우 초기 투자비용 9억원과 확장 등에 쓰인 비용을 합치면 약 21억원이 소요되는 등 유지보수비를 합쳐 총 30억원이 투입되었다.

이러한 수치에서 볼 수 있듯이 해양사고로 인한 피해액의 1/10을 투입하여 직접적인 유류오염사고 예방은 물론 크고 작은 충돌, 침몰, 좌초 등의 해양사고를 예방하였으며, 안개로 인한 시계제한 시 및 항해장비 고장 시 안전한 선박 입출항 유도, 해양사고 발생 시 신속한 지원 등으로 피해액의 감소 등에 기여한 편익은 단순한 금액으로 산정하기가 힘들다.

### 3.4.2 기타 연구와의 VTS 설치 효과 비교 분석

VTS 효과를 추정하기 위하여 선박운항자 및 정부관계자, 전문가 등을 대상으로 설문조사를 통하여 분석한 연구(박진수, 1994)는 Functional Block Diagram을 이용하여 분석한 각 원인요소들의 Effect Level과 설문조사를 통하여 구한 사고 예방 지수를 결합하여 최종적으로 VTS의 효과를 판단하였다. 그 결과는 Table 17과 같이, 충돌사고를 50%, 좌초사고를 47%, 접촉사고를 36%, 침몰사고를 21%정도 감소시킬 수 있는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

**Table 17** By installing the VTS, expectations in reduction ratios of marine accidents

사고 종류	충돌	좌초	접촉	침몰	합계
감소율	-0.498	-0.467	-0.359	-0.209	-0.457

이번 연구에서 분석된 VTS 설치로 인한 해양사고 저감율(39.4%)을 진도 연안 VTS(S-2)의 설치연도(2006년)의 5년 전·후의 해양사고와 비교하여 적용하면 Table 18과 같다.

**Table 18** By installing the VTS, expectations of reduction rates of marine accidents

		항만 VTS	진도 연안 VTS	
			설치 전 해양사고(5년전)	설치 후 해양사고(5년후)
감소율	39.4%		67건	25건
		62.7% 감소효과		

항만 VTS의 저감율(39.4%)과 선행연구의 예방지수(45.7%)와 비슷하게 해양사고를 감소시킬 수 있는 것으로 분석되었다.



## 제 4 장 결 론

이 연구에서는 선박 교통량이 밀집하는 항만 및 항만 주변에서의 사고 예방 및 효율적인 항만 운영을 위하여 도입하여 운영 중인 VTS의 효과를 분석하여 VTS 시설 설치 운영의 타당성을 해양사고 발생율을 중심으로 조사, 분석하여 확인하고자 하였다.

VTS 시설 설치 운영 이후 해양사고의 증감 정도를 살펴 본 결과 VTS 설치 이후 현재에도 지속적으로 해양사고가 발생하고 있다. 하지만 이는 통항 선박량 증가, 지리적 조건여유 수역 협소 등으로 복잡해져서 사고가 지속적으로 발생하고 있는 것으로 보인다.

선박의 대형화, 고속화, 선복량 증가 등에 따라 해양사고는 지속적으로 증가하고 있으나, 선박 교통량이 밀집하는 항만 및 항만 주변에서의 해양사고는 감소 추세를 보이고 있다. 이는 해상교통관제시스템이 항만 및 연안에서의 선박 교통 안전에 기여하고 있으며, 선박의 교통 흐름을 효율적으로 관리함으로써 항만운영의 효율성도 높이고 있는 것으로 분석 된다. 연구의 결론을 종합하면 다음과 같다.

(1) VTS의 기본적인 개요를 검토 하면서 VTS의 기능과 구성요소에 대하여 확인하고, VTS로 예방 가능한 해양사고에 대하여 조사하였다.

(2) 항만 VTS 서비스 전·후 해양사고 저감율을 살펴보았다. VTS 서비스 개시 전 해양사고는 평균 126.6건이 발생하였으며, 서비스 개시 후 해양사고는 76.8건이 발생하여 해양사고 저감율을 평균 39.3%로 VTS 설치에 따른 해양사고

감소를 확인하였다.

(3) 최근 5년간 우리나라 관제 구역 부근의 해양사고 및 통항 선박 밀집도를 비교·분석한 결과 W-1(경인권역), E-1(신항/부산/기장), E-2(울산, 포항권역)에 우선적으로 연안 VTS의 도입이 필요할 것으로 판단되며, S-1(진도권역), S-3(여수권역), S-4(통영권역)은 사고관련 지수, 선박통항지수는 높으나 이미 연안 VTS의 도입이 완료되어 적절한 설치 순위로 사료된다.

(4) 선행 연구에서 연안 VTS 설치에 의한 사고 저감 예상율은 45.7%였으며, 실제 진도 연안 VTS의 최근 5년간의 해양사고를 분석한 결과는 62.7% 사고를 저감한 것으로 분석되었다.

경제 발전에 따른 항만 물동량 증가와 이로 인한 선박량 증가, 선박의 고속화, 대형화로 해양사고가 증가할 수밖에 없음에도 불구하고 VTS 설치에 따른 해양사고 감소에 대한 기여도 높게 나타난다.

자국 내 해양사고 감소를 위해서는 현재 주요 대형 항만과 일부 연안 해역만을 대상으로 하는 해상교통서비스 해역을 전체 연안 해역으로 확대하고 나아가서 EEZ내의 모든 해역으로 확대하는 것이 필요하다.

또한 각 해역별 특성에 맞는 해상교통서비스 제공은 물론, 해상치안, 수색구조 및 유류오염방제활동 등과의 업무 통합 또는 연계를 통하여 전반적인 해상 안전을 증진할 수 있도록 VTS를 발전시킬 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 국민안전처, 2015. 전국 VTS 센터 현황 [Online] Availabel at : <http://www.vtskorea.info/>  
[Accessed 20 Jul 2015]
- 해양수산부, 1980~2014. 해양수산 통계연보
- 알림오알지, 2011. 유조선 침몰사고로 인해 바다가 오염된 경우 [Online] Availabel at :  
[http://www.alrim.org/faq\\_education/17324](http://www.alrim.org/faq_education/17324) [Accessed 5 Jun 2015]
- 박성호, 2006. 부산항 VTS의 효율적인 운영방안에 관한 연구. 석사학위논문. 부산:한국해양대학교
- 박진수, 박영수, 이형기, 2006. 최신해상교통공학. 한국해양대학교 해사도서출판부.
- 박진수, 박영수, 이형기, 2011. 해상교통공학. 다솜출판사.
- 법제처, 2011. 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률 제 2조
- 손취동, 2004. 부산신항 VTS 서비스 범위에 관한 연구. 석사학위논문. 부산:한국해양대학교.
- 해양경찰청, 2011. 연안VTS 확대·구축 타당성에 관한 연구용역
- 해양수산부, 2004. 해상교통관제 안내서
- 해양수산부, 2012. 해상교통관제백서
- IALA, 1998. IALA Recommendation V-102
- IALA, 2012. IALA VTS Manual
- IMO, 1997. Guidelines for vessel traffic services, Res. A857(20)
- Park J. S., 1994. Maritime Traffic Engineering in Korean Coastal Waters. Ph D. thesis, University of Plymouth.