

# 해상충돌방지 및 원활한 교통흐름을 위한 VTS관제의 중요성

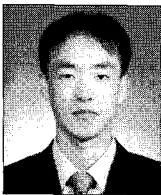
## Importance of VTS for prevention of ship collision and smooth marine traffic



**김 원 옥 >>**  
한국해양대학교  
실습선 한나라호일등항해사



**박 영 수 >>**  
한국해양대학교  
운항훈련원 교수



**김 종 성 >>**  
한국해양대학교  
운항훈련원 교수

해상의 교통흐름을 복잡하게 만들었다. 특히, 주요 항만 인접해안, 협수로 및 주요 통항로는 더욱 복잡한 교통흐름을 보여주고 있다. 이에 어느때 보다 선박에 의한 해양사고 발생 가능성이 높아졌다. 이 연구에서는 해양사고가 생길 가능성이 가장 높은 해역에서의 원활한 교통흐름과 안전운항을 위해 우리나라 뿐만 아니라 전 세계적으로 설치 운용중인 VTS 시스템에 대해 고찰 하였다.

**핵심용어** : VTS (VesselTraffic Service), 협수로 (Narrow channel)

### 1. 서론

우리나라의 경우 삼면이 바다로 둘러싸인 지정학적인 이유 때문에 수출·입 물동량의 99.8%를 해상 운송에 의존하고 있다. 그리고 육상교통의 정체 등으로 인하여 연안을 이용하는 화물수송 분담률 또한 높아져 연안항로를 항해하는 선박이 급격히 증가하고 있다. 그리고 선박의 대형화, 고속화 및 선복량 증가도 과거

### 요지

근래에 해상물동량의 증가로 선박에 의한 해상운송이 늘어나면서 우리나라 연안뿐만 아니라 전 세계

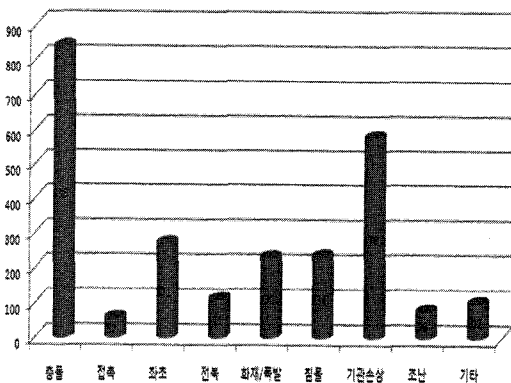
에 비해 해상교통이 복잡하게 하는 요인이 되었다. 해상교통의 복잡함은 선박충돌 등 해양사고를 발생시킬 가능성이 있으며 선박충돌은 사고 후 2차적 결과 즉, 인명상해, 선박자체손실 및 유류 유출로 인한 해양오염 등 여러가지로 나타난다.

이에 해상교통의 원활한 흐름유지, 선박에 의한 해상교통사고 예방및해상환경보호등을위해전세계적으로선박교통관리제도(VTS :VesselTraffic Service)가 도입되어 운용중이다. 이 연구에서는 우리나라 연안의 해상교통흐름에 대해 살펴보고 안전한 항해를 위한 선박교통관리에 대해 고찰 하고자 한다.

## 2. 해상교통의 복잡성

### 2.1 개요

이 절에서는 2007년도 추계 해양안전학회지 발표 논문인 “우리나라 남해안 주요항만 접근해역 위험도 분석 방안 연구”를 인용하여 남해안의 해상교통흐름에 대해 설명한다. 우리나라 남해안에는 남해안 해역과 접하고 있는 부산항을 비롯하여 여수·광양항, 울산항, 목포항이 자리를 잡고 있다. 또한, 우리나라에서 가장 교통량이 복잡한 해역에 설정되어 있는 특정해역 5곳 중 부산항 접근해역, 여수·광양항 접근해역,



〈그림-1〉 최근 과거 5년간(2002~2006)의 해양사고 통계 (해양안전심판원)

울산항 접근해역의 3곳이 남해안 지역에 집중되어 있다. 이에 해상교통흐름의 복잡성으로 선박조종자는 조종의 어려움을 받게되고 이에 선박의 충돌사고로 이어지게 될 가능성이 존재한다.

선박에 의한 해양사고는 크게 8가지로 나누며 최근 과거 5년간(2002년~2006년) 해양사고를 정리하면 〈그림-1〉과 같다.

각 항만의 입출항척수를 비교하기 위하여 해양수산부 PORT-MIS자료(해양수산부, 2006)를 이용하여 2006년의 일주일(7일)간의 입항선박 데이터를 각 항만(VTS)별 시간-톤수 그룹별로 입항척수 현황을 분석하면 〈표 - 1〉과 같다

〈표 - 1〉 각 항만의 입항척수

항만	7일간 총 입항척수	시간당 평균 입항척수	시간당 최고 입항척수
인천	373척	15.5척	32척
평택	110척	4.6척	15척
대산	99척	4.1척	15척
군산	85척	3.5척	10척
목포	191척	8.0척	26척
여수/광양	521척	21.7척	45척
마산	404척	16.8척	58척
부산신항	70척	2.0척	10척
부산	941척	39.2척	58척
울산	501척	20.9척	38척
포항	186척	7.8척	17척
동해	152척	6.3척	27척
제주	75척	3.1척	14척

〈표-1〉에서 시간당 평균 입항척수를 보면 부산(39.2척)→ 여수/광양(21.7척)→ 울산(20.9척)→ 마산(16.8척)→ 인천(15.5척)항 순이었으나, 시간당 최고 입항척수를 보면 부산→ 여수/광양→ 마산→ 울산→ 인천항 순으로 조사되었다. Table 1과 같이 남해안에 인접하고 있는 해역의 항만(마산, 부산신항 제외)의 입항척수가 전체 58.1%를 차지하고 있을 정도로 남해안에 인접하여 위치하고 있는 항만의 입출항 선박이 많음을 알 수 있다.

〈표 - 2〉 환경 스트레스치와 선박조종자의 허용기준

조선자 위험감	내 용	조선환경 스트레스	판 단		설 명
0	매우안전	0 ~ 500	안전 (Negligible)	허용 가능	어느 쪽을 향하여도 매우 안전하다고 느끼는 상태에서 안전과 위험의 어느 쪽도 아니라고 느끼는 상태까지의 범위
1	안전				
2	조금 안전	500 ~ 750	안전한계 (Marginal)		안전과 위험의 어느 쪽도 아니라고 느끼는 상태에서 조금 위험을 느끼는 상태까지의 범위
3	어느 쪽도 아님				
4	조금 위험	750 ~ 900	위험 (Critical)	허용 한계	조금 위험을 느끼는 상태에서 위험을 느끼는 상태까지의 범위
5	위험	900 ~ 1000	매우 위험 (Catastrophic)	허용 불가	위험을 느끼는 상태에서 위험을 느끼는 상태까지의 범위
6	매우 위험				

2.2 남해안 인접해역 주요항만의 위험도 분석

남해안에 인접하고 있는 부산항 인접해역, 울산항 인접해역, 여수광양 인접해역, 목포인접해역의 위험도를 파악하기 위하여 각 해역에 대한 교통흐름 조사 결과를 기초로 하여 해상교통류 시뮬레이션을 실시하여 선박교통흐름을 재현한 각 선박에 대하여 환경스트레스 모델(Kinzo Inoue, 2000)을 적용하여 각 해역의 위험도를 파악하고자 한다. 이 연구에서 적용된 평가모델인 환경스트레스 모델의 개념은 아래와 같다.

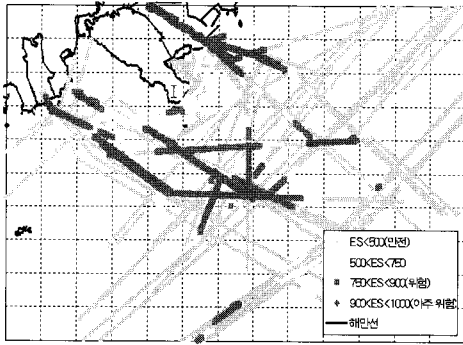
환경스트레스 모델은 본선을 둘러싸고 있는 주변 환경을 조선환경과 교통환경으로 구분하고, 이 두 환경이 선박조종자에게 가해지는 부하의 정도를 정량적으로 평가하기 위해 개발된 모델이다. 이 모델은 조선환경과 교통환경이 선박조종자의 행동을 제약할 때, 선박조종자에게 가해지는 부하의 크기를 행동 제약에 따른 조선 곤란감에 기초하여 정량화하였다.

주어진 환경에서 잠재하는 위험이 가시화 되어 정량적으로 표현된, 선박조종자가 받는 환경스트레스의 크기를 「환경스트레스 값」이라 한다. 환경스트레스 값은 지형이나 시설물 등 조선환경에 기인하는 스트레스의 크기인 「조선환경스트레스 값(ES value for Land, ESL치)」, 타 선박에 기인하는 스트레스의 크기인 「교통환경스트레스 값(ES value for Ships, ESS

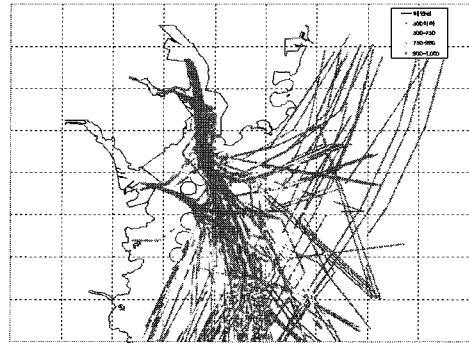
치)」으로 구성되며, 두 스트레스 값을 종합하여 「종합 환경스트레스 값(Aggregation of ES value, ESA치)」이라 한다. 이 연구에서는 행사관련 선박군만을 고려하기 때문에 ESS치를 사용한다. 환경스트레스 값과 선박 운항자의 허용기준에 대하여는 참고문헌(Kinzo Inoue, 2000)에 명시되어 있다. 〈표 - 2〉는 환경이 선박조종자에게 가하는 부하의 크기를 정량화하여 환경요소가 조선곤란성에 어느 정도 영향을 주는가를 지표로서 표현하였다.

〈그림 - 2〉 ~ 〈그림 - 5〉에서 보는바와 같이 자연 조건, 지형조건, 시설조건 등과 같은 조선환경에 의해 제약을 받는 조선수역은 선박조종자의 행동을 제약하는데, 이때 선박조종자가 느끼는 곤란도를 정량화한 것이 조선환경스트레스 모델이다. 한편, 다른 선박의 교통흐름과 같은 교통환경이 조선상의 행동을 제약하게 되는데, 이 때 선박조종자가 받는 조선부담의 크기를 정량화한 것이 교통환경스트레스 모델이다.

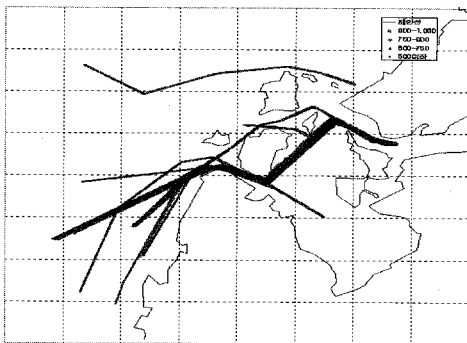
이와같이 남해안의 해상교통의 흐름을 파악하여 선박조종의 어려움을 검토한 결과 대부분의 항만에서 어려운 것으로 나타났다. 이에 우리나라 및 외국에서는 교통흐름을 원활하게하여 해상교통안전을 성취하기 위해 선박교통관리제도를 설치 시행하고 있다.



〈그림 - 2〉 부산항의 교통환경 스트레스



〈그림 - 3〉 울산항의 교통환경 스트레스



〈그림 - 4〉 목포항의 교통환경 스트레스



〈그림 - 5〉 광양항의 교통환경 스트레스

### 3. VTS 시스템

#### 3.1 개요

VTS 시스템은 1948년 영국 리버풀에서 레이더와 VHF를 이용하여 운용되었고 그 결과 선박통항서비스의 대만유효성이 주목을 끌게 되었다. 1955년 IALA (International Association of Lighthouse Authorities) 스웨덴 총회에서 폭넓은 토론을 거친 후 1980년 IALA 도쿄 총회에서 IALA 산하에 VTS 위원회가 설립되었다. VTS 위원회의 권고에 따라 IMO 결의 A.578(14, Dec. 1985)에서 VTS Guideline이 성립되어 각 가맹국에 VTS Guideline 성립을 널리 권고하였다.

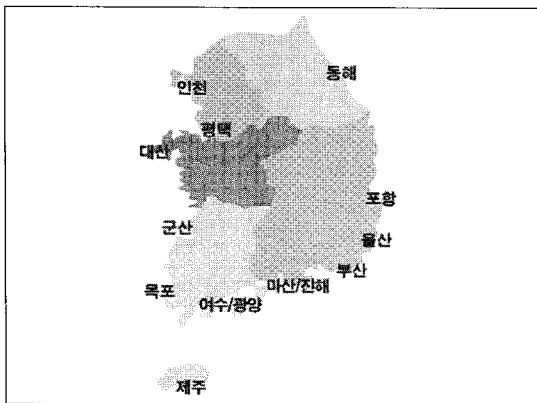
1997년 12월에 새로 채택된 IMO 결의서

A875(20)에 의하면 VTS를 “선박교통의 안전과 운항 능력 향상, 환경보호를 목적으로 해상교통과 상호 관련하여, 그 해역의 교통상황에 적절히 대응하는 능력을 가져야 한다.”고 정의하고 있다. IALA는 이 권고안을 수용하여 1998년에 “IALA Vessel Traffic Service Manual”을 발간하였다. 현재 각국은 해상교통환경 개선과 해양안전 확립을 위해 많은 노력을 하고 있지만, 크고 작은 해양사고는 여전히 발생하고 있다. 이러한 해양사고를 감소시키기 위하여 해운선진국들은 이미 20세기 중반부터 VTS 시스템을 도입하여 현재는 총 500여 항만에서 VTS 시스템을 운영하고 있다.

특히, 우리나라 연안해역은 지형적으로 크고 작은 섬과 암초가 산재해 있고, 조수간만의 차가 심한 협수로로 구성되어 있으며 빈번한 해무의 발생으로 항상 해양사고의 발생요인이 되고 있다. 더구나 선박의

대형화, 고속화 추세에 더불어 유조선 등 위험화물 운반선 또한 지속적으로 증가 추세에 있다. 따라서 1993년 포항항을 시작으로 총 14개 항만에 11개의 시스템을 설치하여 원활한 해양교통유지와 해양사고 감소를 위해 해상교통관제소가 설치되었으며 1999년부터 운용되고 있다.

〈그림 - 6〉은 우리나라 각 항만별 VTS 시스템 구성을 나타내며 주요 임무는 다음과 같다.



〈그림 - 6〉 운용중인 우리나라의 VTS 관제항만

- 가) 입·출항 선박 및 운항 선박의 동정 파악
- 나) 선박통항에 대한 항행안전 정보제공
- 다) 해상기상 및 항만운영에 관한 정보제공
- 라) 항만이용자 및 관련기관과의 정보제공
- 마) 도선, 정박지 및 선석 지정에 관한 정보제공
- 바) 항계내 해상교통질서 유지에 따른 안전사고 예방
- 사) 해양안전사고 및 긴급상황 발생시 신속한 초동 조치 및 상황전달

### 3.2 외국 운용 사례

#### 3.2.1 일본

일본은 각지에 크게 두 종류의 VTS 시스템을 운영함으로써 해상교통안전을 추구하고 있다.

해상교통센터 (MTASC : Maritime Traffic Advisory Service Center)는 연안 고성능 레이더를 이용하여 항행 선박에 상대선의 동향 및 기상상황 등

항행에 필요한 정보를 제공한다. 즉, 항행원조와 관제업무를 동시에 실시하고 있다.

항내교통관제실 (PTCO : Port Traffic Control Office)은 항만의 효율을 높이기 위하여 해상교통 정보 제공과 항내 교통 관제를 행하고 있다. 일본의 해상교통센터 및 항내교통관제실 설치 운용항만은 〈표 - 3〉과 같다.

〈표 - 3〉 일본의 MTASC & PTCO 시스템

MTASC	PTCO	
동경만	쿠시로하버	요코하마
	카와사끼	동경
나고야항	우라야스	치바
	사데가하라	고베
오사카만	오사카항	오사카하버레이더
비산세토	시모즈이	히비
쿠로시마해협	쓰시마	와카마쯔
	다이바바나	히노야마
칸몬해협	아사	

#### 3.2.2 영국

영국 VTS 시스템의 경우 도버해협과 같은 중요한 해역은 중앙부처인 교통부 산하의 MCA (Maritime and Coastguard Agency)에서 운영하지만, 테임즈강에 대한 항행 관제는 런던 항만청이 운영한다. 즉, 중요해역을 제외한 대부분 항만 VTS는 항만당국이 운영하고 있다. MCA는 과거에 MSA (Maritime Safety Agency)와 HMCG (Her Majesty's Coast Guard)로 구분되어 있던 두 기구를 합병하여 신설된 기구로 Southampton에 본부를 두고 있다.

그러나, Southampton항만의 경우에는 ABP라는 민영화된 기업이 항만 운영권 및 VTS 운영권을 가지고 운영하는 경우도 있다. 즉, 영국은 중앙부처, 항만 당국 및 민간기업에 의해 다양한 방법으로 운영되고 있다. 도버해협 VTS는 국제 수로인 도버 Strait를 관리하기 위한 것으로 특히 도버해협 내에 있는 통항 분리항로 (TSS : Traffic Separation Scheme)의 준수를 도려하고 감시하기 위한 것이다. Dover TSS

는 세계에서 처음 도입되었을 뿐만 아니라, IMO에 의해 최초로 채택된 TSS이다. 이에 따라 국제해상충돌방지규칙 (COLREG : Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea)에 TSS에 관한 새로운 조항(Rule 10)이 추가되는 계기가 되었다. Dover TSS는 영국과 프랑스 양국에 의하여 관리되고 있는데 프랑스는 북동항로(NE Lane)를 영국은 남서항로(SW Lane)를 관리하고 있다.

### 3.2.3 캐나다

캐나다의 VTS관련법령은 “Vessel Traffic Services Zones Regulations” 이며 설치목적은 해양환경보호 및 통항선박의 안전과 효율성 증진이다. 캐나다의 경우에는 거의 전 연안을 관리하는 해상 교통 감시 및 관리체제를 구축하고 있는 대표적인 국가로서 북극지역, 동부해안, 서부해안, St. Lawrence 등의 해역에 대해서는 정부가 직접 운영하는 해상 교통 관리센터를 두고 있다. 특히, 캐나다 서해안의 경우, Tofino VTS에서 고성능 Radar를 이용한 연안 VTS를 운영하고 있으며, 캐나다의 Tofino VTS와 Vancouver Traffic과 미국의 Seattle Traffic이 합동 VTS (Cooperative VTS, CVTS)를 운영하며 국가간의 공조 체제에 모범이 되고 있다.

그리고 해상교통관제를 MCTS (Marine Communications and Traffic Service)로 명명하여 운용 중에 있으며 설치된 항만은 <표 - 4>와 같다. VTS Zone에 들어오는 총톤수 500톤 이상의 선박은 VHF 통신을 이용하여 24시간 전에 반드시 참여하도록 하고 있으며 VTS는 다음과 같은 기능을 가져야 한다고 규정하고 있다.

- 가) 관제대상 선박에 정보 제공
- 나) 선박과 VTS간의 교통 및 항해안전 관련 정보 교환
- 다) 캐나다 수역으로 진입, 이탈 및 항행하는 선박에 대한 요구사항 해결
- 라) 원활한 교통 흐름을 위한 선박의 이동 조정

<표 - 4> 캐나다의 MCTS 시스템

MTASC	
Placentia Bay	Bay of Fundy
St. John's	St. Lawrence Waterway
Port aux Basques	Vancouver
Halifax	Tofino
Strait of Canso and Eastern Approaches	Prince Rupert
Northumberland Strait	Northumberland Strait

### 3.2.4 독일

현재 운영되고 있는 VTS 센터는 13개소로서 길이 50미터 이상 선박 및 위험화물 운반선박에 대해 관제를 실시하고 있으며 수행업무는 다음과 같다.

- 가) 통항상황 및 통항규정 정보 제공
- 나) 특수한 상황에서 도선사의 조언 제공
- 다) 수색 및 구조 활동

<표 - 5> 독일의 VTS 시스템

North Sea Coast	Baltic Sea	CoastKiel Canal
Knock(Emden)	Travemunde	NOK 1 (Brunsbüttel)
German Bight		
Wilhelmshaven	Wismar	
Bremerhaven	Warnemunde	NOK 2 (Kiel-Holtenau)
Bremen		
Cuxhaven	Stralsund	
Brunsbüttel		

### 3.2.5 기타

가) 프랑스 : 프랑스 VTS 운영 주체는 2원화 되어 있다. 중앙정부는 주로 대양을 대상으로 영불해협을 포함하여 5개 해역을 직접 관리한다. 그리고 각 항만 당국이 운영하는 VTS는 항내, 출입항로 및 부두를 관리한다. 항만 내 VTS 업무도 중앙부서의 고유 업무로 되어 있었으나, 항만관리주체를 중앙정부와 별도의 조직으로 설립하여 항만의 관리를

위임하고 있다.

- 나) 호주 : Botany Bay에 연안 VTS 운용
- 다) 스페인 : 지브롤터 해협에 TARIFA VTS 운영
- 라) 스웨덴 : Gothenburg항 인접수역에 광역 VTS 시스템 운영
- 마) 홍콩 : 항만을 비롯한 인접수역에 대한 광역 VTS 시스템 운영
- 바) 싱가포르 : 항만을 비롯한 싱가포르 해협 및 인접수역에 대한 광역 VTS 시스템을 운영

이상, 거의 모든 해운선진국에서는 선박에 의한 해양사고 방지 및 원활한 해상교통 흐름을 위해 VTS 시스템을 설치 운용중임을 알 수 있었다.

### 3.2.6 VTS 시스템 설치에 따른 기대효과

참고문헌(김상환외, 인천항 VTS의 효율적인 운영 방안)에 관한에 따르면 응답자의 61.2%가 충돌, 좌초 및 접촉 등 해양교통사고의 예방에 효과가 있다고 답변하였다. 각 분류별로는 전체 선박운항자의 61.8%, 관제실 61.5% 해운회사 53.7%가 해양교통사고의 예방에 효과가 있다고 답변하였다. 직책별로는 선장이 77.8%, 항해사가 58.9%로 나타났다. 이는 VTS 관제수역에서는 대부분 선장이 직접 조종을 하기 때문으로 판단된다. <표 - 6>은 해양교통사고예방을 구체적으로 구분하여 정리한 내용이다.

내용항목응답수(%)해양교통사고 예방충돌79.1% 좌초11%접촉15%침몰2% <표 - 6> VTS 시행시 기대되는 예방 효과

<표 - 6> VTS 시행시 기대되는 예방 효과

내용	항목	응답수(%)
해양교통사고 예방	충돌	79.1%
	좌초	11%
	접촉	15%
	침몰	2%

## 4. 결론

이 연구에서 살펴본 결과 선박의 대형화, 고속화 및 선복량 증가로 해상교통이 상당히 복잡해 졌음을 알았다. 그리고 선박조종자의 조종곤란도를 정량적으로 검토하는 환경스트레스 모델을 사용하여 확인한 결과 우리나라의 남해안에 위치한 항만 및 인접항로에서 조종이 어려운 것으로 나타났다.

선박의 교통 흐름이 거의 없는 대양을 항해를 할 경우에 비해 복잡한 연안을 항해할 경우 조종 난이도가 높아지는 것은 당연하다. 그러나 복잡한 해안 및 항만 입출항을 위해서는 필연적으로 교통이 복잡한 곳을 항해 하여야 한다. 이러한 경우 체계적인 교통관제는 필수적이다. 교통관제 없이 항만 입출항 혹은 협수로 항해가 이루어진다면 특정지역 및 시간에 편중될 가능성이 있으며 이는 사고를 촉진시키는 계기가 될 수 있다. VTS 시스템은 해양사고를 줄이고 원활한 해상교통 흐름을 유지하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 박영수, 2007, 우리나라 남해안 주요항만 접근해역 위험도 분석 방안 연구, 해양안전학회지
2. 김원욱, 2003, VTS 시스템의 확장 및 개선에 관한 연구, 한국해양대학교 석사학위논문
3. 김상환·박진수, 1998, 인천항 VTS의 효율적인 운영방안에 관한 연구, 해사산업연구소논문집
4. 해양안전심판원, 2007, 해양사고통계