

VTS관제사의 최소안전거리에 관한 기초 연구

김종성*†

* 한국해양대학교 해사대학 선박운항과

A Basic Study on the VTS Operator's Minimum Safe Distance

Jong-Sung Kim*†

* Department of Ship Operation, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

요 약 : 본 연구에서는 우리나라 각 항만 VTS에서 근무하고 있는 현직 관제사들을 대상으로 관제 구역 내에서 선박의 안전한 운항을 위해 선박과 선박 사이 및 선박과 육지(장애물)와의 최소 안전거리를 조사하여 VTS 관제의 효율성을 제고하는데 그 목적이 있다. 이러한 안전한 선박 통항을 위한 기초 자료를 제시하기 위해 우리나라 각 항만 VTS 관제사들이 관제하는 안전이격거리를 각 VTS 센터별, 개인별로 설문 조사 및 분석을 하고 실습선을 이용하여 선박 통항이 밀집되어 있는 싱가포르와 말라카 해협에서의 관제 거리를 서로 비교하여 VTS 관제 사간의 최소안전거리에 어떠한 차이점이 있는지를 조사하였다. 설문조사 결과 같은 VTS 소속임에도 불구하고 개인별로 관제하는 최소안전거리에는 많은 차이가 있고 전체적으로 해안선이 완만한 동해항의 경우 관제 안전거리가 타 항만보다 컸으며 해안선이 복잡하고 어선 및 여객선의 입출항이 잦은 목포항이 관제 안전거리가 가장 짧음을 확인할 수 있었다. 또한 동일한 VTS에 근무하는 관제사들이 정형화된 관제 방법에 따라 관제를 할 수 있도록 항만의 자연조건이나 교통량에 적합한 모듈(Module)을 개발할 필요성이 필요하며 향후에는 표준관제절차 수립을 위한 전문가 집단의 충분한 논의가 있어야 할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 최소안전거리, 관제 구역, VTS 센터, VTS 관제사, 표준관제절차

Abstract : This study aims to enhance the effectivity of VTS(Vessel Traffic Service) control by investigating the minimum safe distance between vessel and vessel, vessel and land(obstacle) for the vessel's safe navigation within the VTS control area. In addition, to suggest basic data for the safe navigation, this study has done survey and analysis to each VTS center, and individual on the minimum safe distance to VTS operators of each ports of Korea. Through ocean voyage by training ship, Singapore and Malacca strait's congested vessel traffic zone's control distance was compared and investigated the difference on safe distance by the different VTS operators. As a result, there was huge difference of minimum safe distance between the VTS operators belong to the same center. Over all, the port with gentle coastline, like donghae, the safe distance was wider than the other port. On the other hand, port with complex coastline and frequent entry and departure of the vessel, like mokpo, the safe distance was the shortest of all. Therefore, development of module suitable to port's natural conditions and traffic volume's necessity is required, for the operators affiliated to the same VTS center control according to formal method. Lastly, the full discussion by the expert group about establishment of standard control procedure in the future should be considered as well.

Key Words : Minimum safe distance, Control area, VTS center, VTS operator, Standard control procedure

1. 서 론

해상에서 선박은 여러 가지 다양한 위험에 노출되어 있으며, 그러한 결과로써 충돌, 접촉, 좌초, 화재·폭발, 침몰, 기관손상, 조난, 시설물 손상, 인명사상, 안전운항 저해, 기타의 해양사고를 발생시킨다(Lee, 2011). 이러한 해양사고는 지속

적으로 발생하고 있으며, 이는 소중한 인명의 손상과 재산상의 손실뿐만 아니라 심각한 해양환경 오염 피해를 유발하고 있으며, 이러한 유발 요인으로는 해상물동량 증가 및 교통 환경의 복잡화에 따른 해양사고 발생 개연성 및 사고의 증가가 그 주요한 요인이다(Kim, 2011). 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO)에서는 각국의 주관청으로 하여금 해상교통이 야기할 수 있는 유해한 영향으로부터 연안해상설비와 해상작업위치, 근접해안지역, 해

† kjsung@hhu.ac.kr, 051-410-4471

VTS관제사의 최소안전거리에 관한 기초 연구

양환경의 보호, 항해의 효율성과 안전, 인명의 보호를 위해 필요한 지역에 해상교통관제제도(Vessel Traffic Service, 이하 VTS)를 도입할 것을 의무화하고 있다. 또한 IMO는 VTS를 이용하여 관제구역내의 통항선박에 대하여 위험 정보나 주변 교통상황에 대한 정보를 제공함으로써 통항상의 안전과 원활한 교통흐름을 달성하도록 요구하고 있다(IMO, 1997). 우리나라에서는 1993년 1월부터 포항항을 시작으로 현재 16개 구역에서 항만 VTS 및 연안 VTS를 운영하고 있다. 선행 연구에 의하면 VTS는 충돌, 좌초, 접촉 등의 교통관련사고 예방에 큰 역할을 담당하고 있는 것으로 알려져 있다(Kuroda and Kita, 1990).

Table 1에서 보는 바와 같이 도버 해협을 통과한 후의 충돌사고 건수를 비교해보면, 모든 충돌사고의 경우 69건에서 53건으로 약 23%가 감소하였고, 마주치는 상황의 충돌사고는 50건에서 32건으로 약 36%가 감소하였다.

또한 레이더를 이용한 VTS가 설치된 후와 TSS만 설치된 시기를 비교해 보면 사고 예방효과가 훨씬 높아졌음을 알 수 있다. 특히 VTS 도입 후 통항로상에서의 충돌사고는 5년 동안 11건이었으나, 마주치는 상태의 사고는 단 1건에 불과하였다는 것을 알 수 있으며(Johnson, 1978), 우리나라의 경우 2005~2010년 사이 VTS설치 전·후 5년간 사고 발생 건수를 비교한 결과 선박사고가 VTS 설치 전 116건이었으나 VTS 설치 후에는 79건으로 약 23% 감소하였다 한다(Etoday, 2010).

Table 1. The effectiveness of accident prevention for england dover strait

	Before TSS installation (1962~1967)	After TSS installation (1967~1972)		After TSS + VTS installation (1972~1977)	
	All water	All water	Traffic lane	All water	Traffic lane
All collision accident	69	53	32	24	11
Head-on collision accident	50	32	16	7	1

현재 운용중인 VTS center에서는 VTS 관제사들이 각자의 당직 시간에 선박을 운항하는 선박운항자들처럼 각자의 주관적인 지식 및 경험을 바탕으로 관제구역내의 선박을 통제하고 있다.

본 연구에서는 우리나라 각 항만 VTS center에서 근무하고 있는 현직 관제사들을 대상으로 VTS 관제 구역 내에서 선박

의 안전한 운항을 위해 선박과 선박 사이 및 선박과 육지(장애물)와의 최소 안전거리를 조사하여 VTS 관제의 효율성을 제고하고 안전한 선박 통항을 위한 기초 자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

2. VTS 관제사의 최소안전거리에 관한 의식 조사

2.1 선행 연구 고찰

선박을 운항하는 선박운항자들은 자신의 주관적인 판단 하에 상대 선박과의 최소안전거리를 두고 운항을 하고 있는데 이에 대한 최근의 연구로는 선박운항자의 안전의식을 바탕으로 선박운항자의 주관적 위험도를 조사 통계 분석하여 선박의 상황별로 정량화된 위험도를 제시한 연구(Park et al., 2010)와 선박운항자가 운항 중 처해 있는 상황에 대하여 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도 인식에 대한 모형개발을 위한 것으로 해상위험도에 영향을 주는 요인들에 대한 연구를 들 수 있다(Heo et al., 2012).

선박운항자를 대상으로 한 최소안전거리에 대한 연구는 있지만 관제사들이 해당 VTS 구역에서 관제하는 최소안전거리에 대한 연구는 아직까지 없는 실정이다.

2.2 외국 사례 분석

외국의 VTS 관제사들은 어떠한 기준을 가지고 선박과의 최소안전거리를 관제하는 지 조사하기 위해 본 연구에서는 ‘H’ 대학 실습선 ‘한바다’호의 원양 항해 실습 중 선박 통항량이 가장 많은 싱가포르(Singapore) 및 말라카(Malacca) 해협을 왕복 운항하면서 ECDIS(Electronic Chart Display and Information System)와 Radar 및 AIS를 이용하여 최소안전거리를 조사하였다.

약 120시간 항해를 하면서 조사를 한 결과 VTS 관제사들이 선박과 선박간의 거리 및 육지 해안선과의 안전거리에 대해서 관제하는 특별한 기준을 확인 할 수는 없었다. 도선사 승선 또는 항로를 횡단하는 등의 특별한 경우를 제외하고는 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 대부분 1~2 cable(1 cable = 약 185 m)의 범위에서 선박들이 항해를 하고 있었으며 VTS 관제사들은 도선사를 승선시키거나 접안 및 수속을 위해 항로를 횡단하여 검역 묘지로 접근하는 경우 미리 다른 항로에서 접근하는 선박의 동향을 알려준다든지 또는 도선사가 하선을 위해 선박의 속력을 줄이는 과정에서 선박이 도선사 하선 후 항해 도중 예상되는 선박 조우 상황 등에 대해서 미리 정보를 알려주는 정도에 그쳤다. 이는 싱가포르 및 말라카 해협의 특성상 선박 통항량이 매우 빈번하고 항로가

협소하여 선박운항자들이 타 선박과의 최소안전거리를 대 양 또는 항로가 넓고 선박 통항량이 적은 지역을 향해할 때 보다 작게 두고 항해하기 때문인 것으로 사료된다.

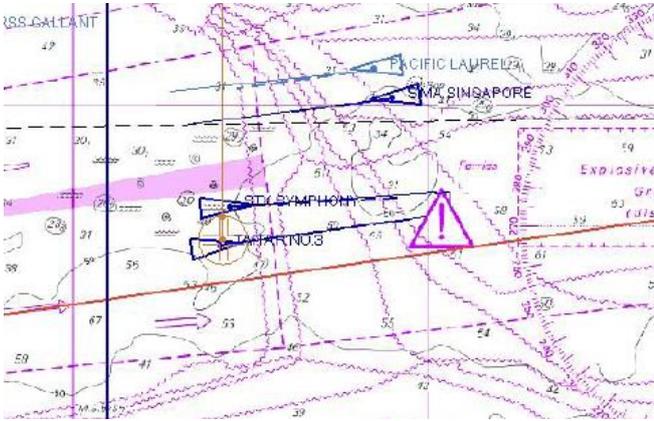


Fig. 1. Example of control distance by singapore vts-1.



Fig. 2. Example of control distance by singapore vts-2.

2.3 VTS 관제사 최소안전거리 조사 방법

본 연구는 현장에서 근무하고 있는 국내 항만 VTS 관제사들을 대상으로 관제 구역 내에서 선박과 선박간의 최소안전거리, 선박과 육지(장애물) 그리고 각 항만이 지니고 있는 자연환경에 따른 관제 거리, 선박의 크기에 따른 관제 거리와 관제시 느끼는 위험 사항에 대해 설문조사를 실시하였다.

본 연구에서는 VTS 관제사들의 최소안전거리를 분석하기 위해 각 VTS center에서 근무하는 관제사들을 대상으로 8개 VTS center에서 총 68부의 설문지를 회수하여 분석하였다.

2.4 설문지 구성 내용

설문지는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 본선의 선박길이는

100m로 일정하고 VTS 관제사가 관제하는 선박 길이별(70, 100, 200, 300 m)로 선박 전·후 및 좌·우 정횡거리, 본선과 육상(장애물)과의 관제거리 및 시정이 양호한 경우의 주·야간 선박 및 육지(장애물) 관제거리, 시정이 2마일이하로 제한된 경우의 주·야간 선박 및 육지(장애물) 관제거리, 타 선박과 육지쪽으로 가까워지는 경우의 조류(본 연구에서는 3 kts 이상)와 타 선박과 육지(장애물)쪽으로 가까워지는 경우의 풍속 15 kts를 가정하여 각각 본선 선박의 길이를 1L으로 하고 관제하는 상대적인 길이를 cable(0.1 mile) 단위로 기입하도록 하였다.

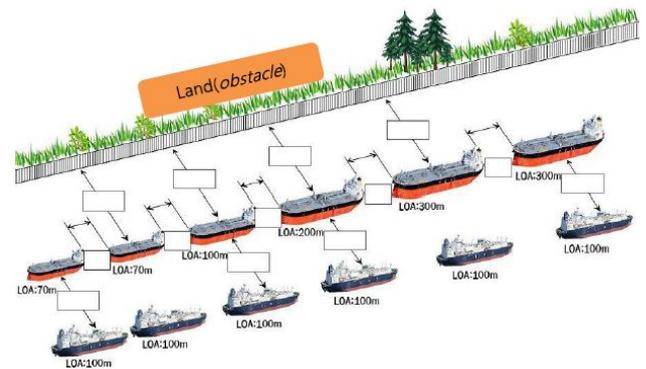


Fig. 3. Contents of questionnaire.

3. VTS 관제 최소안전거리 분석

VTS 관제사가 관제하는 선박 길이별, 육상(장애물)과의 최소안전거리를 조사하기 위해 설문조사를 실시하였다. 이러한 설문분석을 통해 VTS 관제사가 관제하는 각종 요소들에 대한 실제 최소안전 관제거리를 분석하고자 하였다.

3.1 설문대상자의 일반적 사항

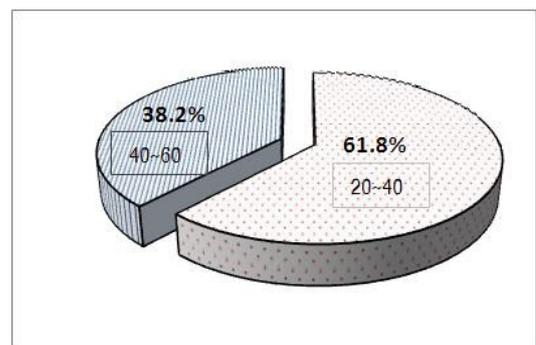


Fig. 4. Age of those surveyed.

VTS관제사의 최소안전거리에 관한 기초 연구

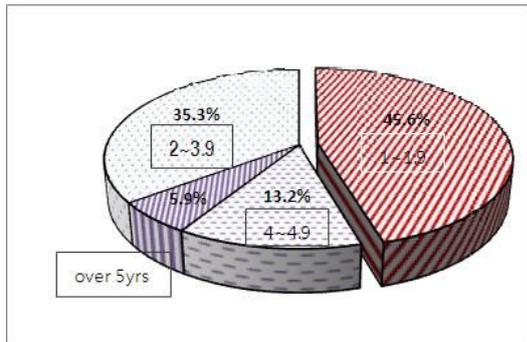


Fig. 5. Career of vts control.

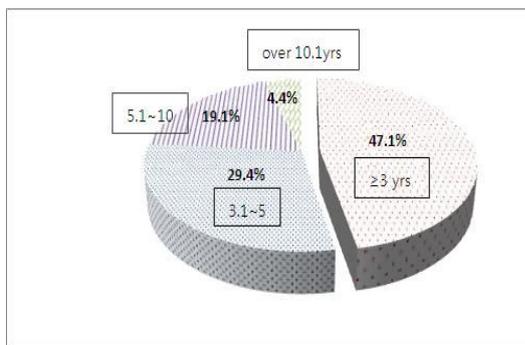


Fig. 6. Career of on-board experience.

본 연구를 위해 설문에 답한 설문대상자들의 일반적 특성을 살펴보면 Fig. 4에서 보는 바와 같이 전체 설문대상자 중 20~40대 연령층이 47명으로 61.8%, 40~60대가 29명(38.2%)이었다.

설문 대상자의 관제 경력을 살펴보면 Fig. 5에서 보는 바와 같이 1~2년 45.6%, 2~4년 35.3%, 4~5년이 13.2%였으며 5년 이상은 5.9%로 조사되었으며, VTS 관제사들의 승선 경력을 살펴보면 Fig. 6에서 보는 바와 같이 3년 미만이 47.1%, 3년 초과 5년 이하가 29.4%, 5년 초과 10년 미만이 19.1% 그리고 10년 이상이 4.4%를 차지하였다.



Fig. 7. No. of cert. holder.

설문 대상자의 보유 면허를 살펴보면 Fig. 7에서 보는 바와 같이 항해사 2급이 설문 대상자 중 29명으로 가장 많고 그 다음으로 항해사 3급이 20명으로 뒤를 따르고 있으며 통신사 3급, 2급, 1급 순으로 나타났는데 이는 해양대 출신이면서 승선 경력을 가지고 VTS 관제사로 근무하는 있는 현재의 추세를 반영하는 것이라 할 수 있다.

3.2 VTS 관제사 일반 설문 분석

VTS 관제사들에게 관제시 느끼는 위험에 대해 설문조사한 결과 Table 2 및 Table 3과 같다. Table 2는 관제시 가장 주의가 많이 요구되는 선종은 대부분 예부선과 어선으로 꼽았으며 평택항의 경우에는 여객선이 가장 주의가 많이 요구된다고 답했다.

Table 3. Vessel which need caution when controlling(kind)

	Vessel which need caution when controlling(kind)			
	more attention(%)		attention(%)	
Jindo	tug&barge	47.8	fishing boat	30.4
Pyeongt'k	passenger	33.3	tug&barge	33.3
Masan	tug&barge	35.7	fishing boat	28.6
Donghae	tug&barge	31.3	etc	25.0
Daesan	tug&barge	35.7	fishing boat	35.7
Mokpo	fishing boat	46.7	tug&barge	46.7
Busan	tug&barge	23.1	fishing boat	23.1
Incheon	tug&barge	43.8	fishing boat	25.0

Table 4. Vessel which need caution when controlling(size)

	Vessel which need caution when controlling(size)			
	more attention(%)		attention(%)	
Jindo	60 m	31.9	350 m	23.6
Pyeongt'k	285 m	31.8	350 m	31.8
Masan	60 m	43.3	80 m	20.0
Donghae	60 m	35.7	80 m	21.4
Daesan	350 m	55.6	285 m	22.2
Mokpo	350 m	41.8	285 m	21.8
Busan	350 m	32.3	285 m	27.7
Incheon	350 m	22.5	268 m	22.5

Table 3에서는 관제시 선박 크기별로 가장 주의가 요구되는 선박은 진도와 마산 동해의 경우 어선의 크기인 60 m 정도의 선박이 가장 주의가 요구된다고 답했으며 나머지는 대부분 대형 컨테이너선이나 VLCC와 같은 350 m 정도의 선박

이 관제시 가장 위험도가 높다고 응답하였다.

이외에도 설문조사에서는 관제시 위험요소와 위험 조우 관계의 순서를 조사하였다. 관제시 위험요소에 대해서는 약 80%이상이 선박의 조우 관계를 가장 관제시 위험한 요소라고 답했으며 이 밖에도 선박 사이의 거리, 선박의 속력이라는 답이 있었고 동해의 경우에는 기상이라는 답변도 있었다. 또한 선박 사이의 조우 관계 중 관제사들이 가장 주의할 요하는 것은 교차(crossing)관계가 압도적으로 많았으며 다음으로 마주치는(head-on situation) 경우라고 답하였다.

3.3 자연환경에 따른 관제 거리 비교

VTS 관제사가 관제하는 육지 또는 해안선(장애물)과의 최소안전거리를 환경조건에 따라 구분해보면 Fig. 8과 같다. 주간은 시정이 양호하고 바람 및 조류가 거의 없는 상황을 표준으로 하고 야간, 시정이 제한된 경우, 야간에 시정이 제한된 경우, 타 선박 또는 육지(장애물)쪽으로 가까워지는 바람과 조류를 있을 때를 가정하여 설문한 결과 전체적으로 동해 VTS가 가장 큰 안전거리를 두는 것으로 조사되었고 목포 VTS의 경우 가장 작은 안전거리를 두는 것으로 조사되었다. 그러나 이 결과를 보면 해안선이 완만한 동해항이 안전거리를 많이 두고 있고 반대로 목포항처럼 해안선이 복잡하고 관제하는 범위가 더 넓으며 어선 및 여객선의 입출항이 많은 곳이 상대적으로 적은 안전거리를 두는 것은 VTS 관제가 어떤 정형화된 기준을 가지고 관제가 되고 있는 것이 아니고 해당 항만의 해안선, 항로, 통항선박 종류 등의 영향으로 관제를 하기 때문으로 사료된다.

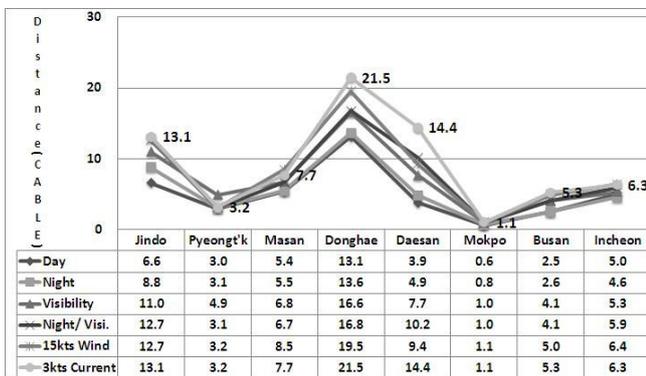


Fig. 8. Control distance off shore or shoreline.

Fig. 9는 선박간의 정형 거리 관제를 보여준다. 육지 또는 해안선과의 안전거리는 다른 항목의 경우와 유사하게 동해항의 경우 주간 8.4, 야간 8.6, 시정 제한시 14.3, 야간에 시정이 제한되었을 경우 14.9, 바람이 불어 육지나 타 선박쪽으로 가까워질 경우 16.0, 마지막으로 조류가 있어 육지나 타

선박쪽으로 가까워질 경우가 19.1 cable로 조사되었다. 목포항의 경우에는 주간 0.6, 야간 0.8, 시정 제한시와 야간에 시정이 제한되었을 경우 1.0 그리고 바람이 불거나 조류가 있어 육지나 타 선박쪽으로 가까워질 경우 1.1 cable로 가장 작게 조사되었다.

마지막으로 VTS 관제사는 관제 구역에서 관제하는 선박의 전후거리의 설문결과를 Fig. 10과 같다. 선박간의 전후 관제 거리 역시 동해항이 주간 9.1, 야간 11.0, 시정 제한시 16.7, 야간에 시정이 제한되었을 경우 17.3, 바람이 불어 육지나 타 선박쪽으로 가까워질 경우 10.5, 마지막으로 조류가 있어 육지나 타 선박쪽으로 가까워질 경우가 16.2 cable로 가장 크게 조사되었으며, 마찬가지로 목포항이 1.6에서 3.1까지로 가장 작은 관제 거리를 두는 것으로 조사되었다.

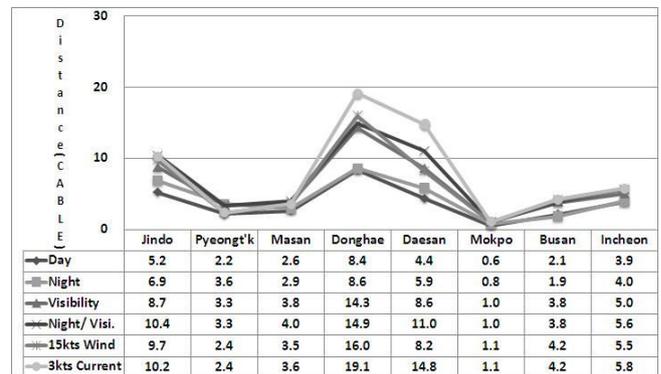


Fig. 9. Control abeam distance between vessels.

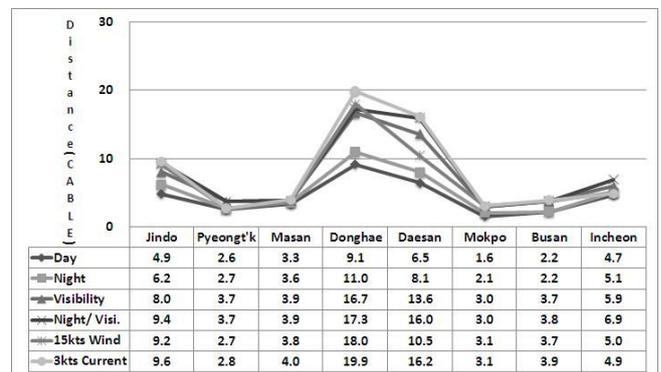


Fig. 10. Control fore & aft distance between vessels.

3.4 관제사별 관제 안전거리 분석

VTS 관제사가 주어진 자연 환경에서 관제 구역 내 선박과 선박간의 정형 및 전후 거리 그리고 선박과 육지 또는 해안 경계선(장애물)과의 관제 안전거리는 Fig. 11에서와 같이 각 VTS center 별로 그리고 관제사 개인별로 차이가 많이 났으며 진도 VTS의 경우 최대 및 최저 관제 거리가 36.7케이블

VTS관제사의 최소안전거리에 관한 기초 연구

로 조사되었고 목포항은 3케이블로 나타났다. 또한 해안선이 완만한 동해항의 경우 전체적으로 관제 안전거리를 많이 두고 있었으며 해안선이 복잡하고 어선과 여객선의 입출항이 많은 목포항이 가장 작은 안전거리를 두고 관제하는 것으로 조사되었다.

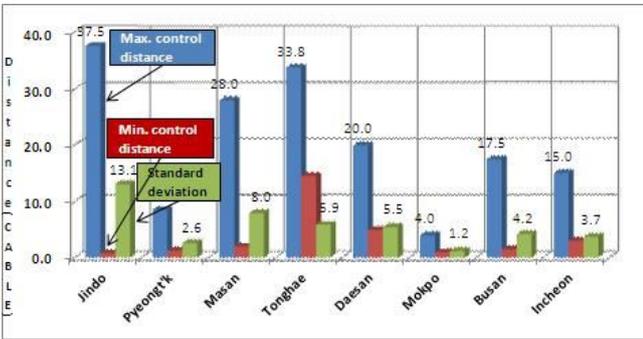


Fig. 11. Control distance of each vts center operator.

3.5 선박 크기에 따른 관제 거리 비교

VTS 관제사는 선박 크기에 따라 관제 거리를 달리하고 있다. Fig. 12는 선박 크기에 따른 선박간의 전후 관제 거리를 분석한 것이다. 선박 크기에 따른 선박과 선박간의 전후 관제 거리는 동해, 대산, 진도, 인천, 마산 부산, 평택, 목포의 순으로 관제 안전거리를 두는 것으로 조사되었으며 선박의 크기가 클수록 안전거리를 더 두는 것으로 분석되었으며 앞서 자연 환경에 따른 관제 안전거리와 유사하게 선박 크기에 따른 선박간 전후 거리도 동해항이 가장 크고 목포항이 가장 작은 것으로 조사되었다.

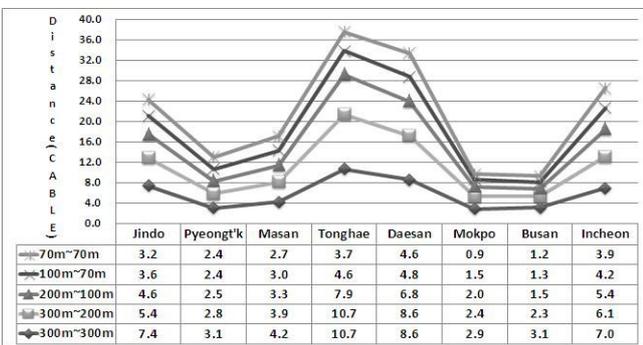


Fig. 12. Fore & aft control distance between vessels depending on ship size.

또한 VTS 관제사는 선박 크기에 따라 선박간 전후 거리와 마찬가지로 육지 또는 해안선과의 거리도 관제를 한다. Fig. 13을 살펴보면 모든 VTS center에서 관제사는 선박의 크기가 클수록 육지 또는 해안선과의 안전거리를 크게 두고

있는 것으로 조사되었고 선박 크기에 따른 선박간의 전후 관제 거리와 비슷하게 동해항이 가장 큰 안전거리를 두고 있으며, 목포가 가장 작은 안전거리를 두는 것으로 분석되었다.

마지막으로 본선의 길이를 100 m로 기준을 정하고 VTS 관제 구역 내 교행하는 선박의 길이를 각각 70, 100, 200 그리고 300 m로 하였을 때 Fig. 14에서 보는 바와 같이 관제하는 정형 거리의 경우에도 동해항이 가장 크고 목포항이 가장 작은 것으로 조사되었다.

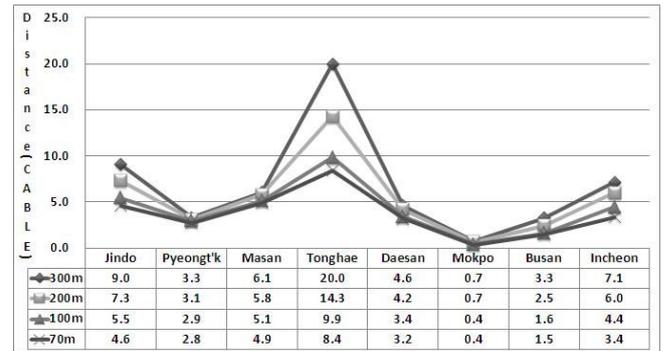


Fig. 13. Land or shoreline control distance depending on ship size.

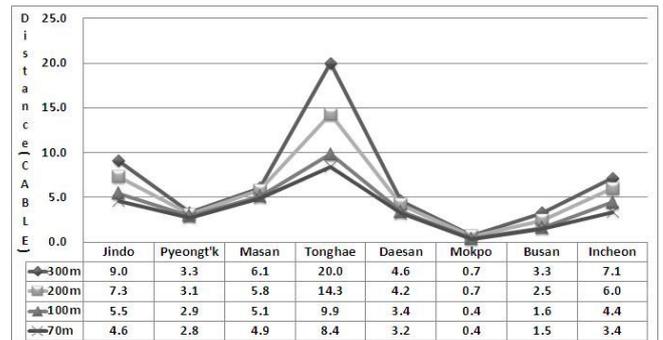


Fig. 14. Abeam control distance of 100m vessel.

4. 결론

해상교통관제 서비스는 선박의 폭주, 위험화물의 증가와 잠재적인 해양오염의 위험 등에서 항만의 안전 또는 항만운영 효율성을 제공하기 위해 실시하는 통항서비스로 VTS 구역 내에서 주변상황 및 해상교통상황에 관한 정보를 적시에 선박에 제공하여 선박에서 선장 및 항해사가 항해의사 결정 과정에 있어 VTS 정보서비스 등을 참조하여 충돌, 좌초 또는 좌주와 같은 해양사고로부터 안전한 해상교통 운항에 많은 도움을 받고 있는 것이 사실이다.

이 연구는 우리나라 각 항만 VTS에서 근무하고 있는 현

직 관제사들을 대상으로 관제 구역 내에서 선박의 안전한 운항을 위해 선박과 선박 사이 및 선박과 육지(장애물)와의 최소 안전거리를 조사하여 VTS 관제의 효율성을 제고하고 안전한 선박 통항을 위한 기초 자료를 제시하고자 하며 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 전체적으로 해안선이 완만한 동해항의 경우 관제 안전거리가 타 항만보다 컸으며 해안선이 복잡하고 어선 및 여객선의 입출항이 잦은 목포항이 관제 안전거리가 가장 짧았다.

(2) 관제사들은 관제구역 내 선박의 크기가 대형선일수록 그리고 어선들에 대해서 가장 주의를 요구한다는 것을 알 수 있었다.

(3) 동일한 VTS에서 근무하는 관제사들일지라도 관제 안전거리에 차이가 많이 난다는 것을 알 수 있었다. 이는 관제시 관제사들이 어떤 정형화된 관제 방법에 따라 관제를 하는 것이 아니고 해당 항만의 해안선, 항로의 형태 및 통항 선박의 종류에 따라 관제를 하고 있기 때문이라고 사료된다. 따라서 동일한 VTS에 근무하는 관제사들이 정형화된 관제 방법에 따라 관제를 할 수 있도록 항만의 자연조건이나 교통량에 적합한 모듈(Module)을 개발할 필요성이 있다.

추후에는 표준관제절차 수립을 위한 전문가 집단의 충분한 논의가 있어야 할 것으로 사료된다.

national university, pp. 1-3.

- [8] Park, Y. S., J. Y. Jeong and J. S. Kim(2010), "A Study on the Minimum Safety Distance between Navigation Vessels based on Vessel Operator's Safety Consciousness", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 16, No. 4, pp. 401-402.

원고접수일 : 2013년 07월 05일

원고수정일 : 2013년 08월 21일 (1차)

2013년 08월 30일 (2차)

게재확정일 : 2013년 10월 25일

참 고 문 헌

- [1] Etoday(2010), "Decreased vessel accidents 23 % after installation of VTS", Newsview, <http://www.EToday.co.kr/news/section/>
- [2] Heo, T. Y., Y. S. Park and J. S. Kim(2012), "A Study on the Development of Marine Traffic Risk Model for Mariners". Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 30, No. 5, pp. 91-100.
- [3] IMO(1997), Guidelines for Vessel Traffic Services, Res. A857(20), pp. 1-2.
- [4] Johnson, D. R.(1978), "Recent Trends in Navigation Safety in the Dover Strait". Proc. of 3rd international symposium on marine traffic service, Liverpool, U. K.
- [5] Kim, J. S.(2011), "A Study on the proper Safe Distance between Navigating Vessels", M.S. thesis, Mokpo maritime university, pp. 1-2.
- [6] Kuroda. K. and H. Kita(1990), "Safety Assessment of waterway network in bay area", proc. of 27th international navigation congress, Osaka, Japan, p. 3.
- [7] Lee, H. K.(2011), "Development of marine traffic supporting system through ES model for vts", Ph. D. thesis, Pukyong