

# 해양사고 통계분석을 통한 VTS 개선방안에 관한 기초연구

이형기\* · 장성록\*\* · 박영수†

\*, † 한국해양대학교 운항훈련원 교수  
\*\* 부경대학교 안전공학과 교수

## A Fundamental Study on Advanced VTS System through Statistic Analyzing Traffic Accidents in VTS area

*Hyong-Ki Lee\* · Seong-Rok Chang\*\* · Young-Soo Park†*

*\*, † Sea Training Center, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea  
\*\* Department of Safety Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea*

**요 약** : VTS의 관제 범위에서 발생한 교통관련사고 분석은 VTS의 개선방향 검토에 중요한 기초 자료를 제공할 것으로 기대되나 현재까지의 연구는 미흡한 실정이다. 분석은 최근 6년(1999-2004년)간의 해양안전심판재결서와 VTS 센터별 자료 및 Port-MIS 자료를 이용하여 이루어졌다. 연구결과, 1) 교통관련사고의 통제 및 VTS의 개선 방향을 검토할 필요성을 확인하였다. 2) 교통관련사고의 경우 관제여부에 따라 사고원인과 시정상태, 충돌사고의 상대선 인지거리 및 인지지체원인에 차이가 발생함을 통계적으로 확인하였다. 3) VTS의 지원은 충분한 시간 전에 적극적이고 지속적으로 이루어져야 하며 04-08시 시간대에 강화되어야 함을 확인하였다. 4) 사고예측모형을 통해 관제선박의 교통관련사고는 일평균 교통량에 큰 영향을 받고 있으므로 VTS 운영자가 사고의 위험성이 높은 선박을 우선적으로 식별하여 관련 정보를 신속하고 적극적으로 제공할 수 있도록 지원하는 시스템을 구축하여야 한다.

**핵심용어** : 선박교통관리제도, 해양사고, 교통관련사고, VTS 관제선박, VTS 비관제선박

**Abstract** : Although it is expected to provide fundamental data for advanced VTS system by analyzing traffic accidents in VTS area, there is no quantitative analysis to find it. In this research, it is examined and analyzed marine casualties records(1999-2004), data of Port-MIS and data of each VTS center. The results of this research are as below. 1) It is necessary to reduce traffic accident and to improve VTS operating system. 2) It is discovered for statistical discrepancy between vessels controlled by VTS and vessels not controlled by VTS in accident cause, visibility, perception distance and cause of late perception in collision accidents 3) It is necessary for VTS assistance to be positive and to made in ample time consecutively. 4) As the result of traffic accident prediction model, it is necessary to develop a system improving VTS operators' ability to identify dangerous ships.

**Key words** : VTS, Marine casualties, Traffic accident, vessel under control of VTS, vessel not under control of VTS

## 1. 서 론

최근 10년간(1998-2007) 우리나라의 해양사고는 항만 및 진입로에서 14.6%, 근해에서 65.6%의 비율로 발생한 것으로 보아 항만 및 근해 지역은 제한된 공간에 선박의 교통이 집중됨으로써 해양사고의 위험이 높다고 할 수 있다.(해양안전심판원, 1998-2007) 이러한 해양사고를 예방하기 위하여 국제해사기구(IMO)에서는 각국 정부에게 해상교통량 또는 해양안전도를 위협하는 위험도를 판단하여 필요한 지역에 선박교통관리제도(Vessel Traffic Service, 이하 VTS)를 도입할 것을 의무화하고 있다. 또한, VTS가 관제구역내의 통항선박에 대하여 위험 정보나 주변 교통 상황에 대한 정보를 제공함으로써 통항상의 안전과 원활한 교통흐름을 달성하도록 요구하고 있다.(IMO, 1997)

VTS의 사고예방효과에 관한 선행연구 결과 VTS는 충돌, 좌초, 접촉 등의 교통관련사고(Traffic Accident) 예방에 큰 역할을 담당하고 있는 것으로 알려져 있다.(Johnson, 1978; Kuroda et al, 1990; Canada Coast Guard, 1991; 박 외, 2005) 이러한 예방 효과를 바탕으로 VTS는 선박자동식별장치(Automatic Identification System, AIS) 및 장거리 자동식별장치(Long Range Identification Tracking) 등의 장비 및 기능의 발달을 이용하여 더욱 확대 운영될 것으로 예측된다. 즉, 광역관제 및 적극관제를 실시하고, 선박에게 폭 넓은 항행안전정보를 제공하며, 선박위치추적 정보를 관계부처, 업·단체 및 해운 분야간에 공유함으로써 해상안전 및 해운활동에 대한 통합 관리를 구현하려는 움직임이 그것이다.

우리나라에서도 1993년 1월부터 포항항을 시작으로 현재 15

\* 대표저자 : 이형기(중신회원) hyongki@hhu.ac.kr  
\*\* 공동저자 : 장성록(준회원) srchang@pknu.ac.kr  
† 교신저자 : 박영수(중신회원) youngsoo@hhu.ac.kr

개 구역에서 항만 VTS 및 연안 VTS를 운영하고 있으며 차후 관제 해역의 범위가 연안해역으로 확대하면서 광역관제체제를 구축할 것으로 예상되고 있다.(해양수산부, 2007)

이러한 시점에서 우리나라의 VTS의 관제 범위에 있는 항만 및 진입로에서 발생한 해양사고를 분석하는 것은 사고의 원인으로 대부분을 차지하고 있는 항해자의 인간과실을 예방하는 수단으로서 VTS의 개선방향 검토에 유용할 것으로 판단된다. 또한 이러한 연구 결과는 차후 VTS의 확대 운영과 관련된 논의에 중요한 기초 자료를 제공할 것으로 기대된다.

VTS의 운용 개선을 통한 해양사고의 예방은 시스템적인 지원을 통해 적절한 대비책을 수립하는데 용의하고 선박 승무원의 인간과실을 예방하는데 효과적일 것으로 판단되나 이에 관한 체계적인 연구는 현재까지 진무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 총 15개의 VTS 관제구역 중 최근 운용을 시작한 완도, 진도, 부산 신항을 제외한 12개 항만 및 진입로에서 발생한 교통관련사고를 VTS 관제선박(G/T 300 이상)과 비관제선박(G/T 300 미만)으로 비교하여 분석함으로써 VTS의 운용상 개선점을 조사하였다. 또한 교통관련사고의 사고예측모형을 통해 VTS 관제 업무 개선을 위해 통제되어야 할 요소를 식별하고 개선에 필요한 기본 방향을 검토하였다.

분석은 심판이 완료된 최근 6년(1999-2004년)간의 해양안전심판재결서를 바탕으로 이루어 졌으며 분석을 위해 통계프로그램(SPSS 13.0)을 이용하였다. 교통량, L<sup>2</sup> 척수, 위험물 운반선 척수 등은 2006년 11월 1일부터 11월 7일까지 해운항만물류정보 센터 공식 통계자료인 Port-Mis자료를(해운항만물류정보센터, 2006)이용하였고 VTS 센터의 교신량은 2007년 4월 20일에서 23일까지 각 VTS 센터별로 조사하였다.

## 2. VTS 관제구역의 해양사고 조사

최근 6년(1999~2004) 동안 VTS 관제구역내에서 발생한 해양사고는 총 282건으로 선박 척수로는 386척이 관여되었다. Table 1과 같이 VTS의 운영 개선을 통하여 예방효과가 큰 교통관련사고(충돌, 좌초, 접촉)의 발생비율은 76.7%(296척)로 VTS 관제구역의 해양사고에서 큰 비중을 차지하고 있다.

Table 1 The number of marine casualty in VTS area

사고 항구	충돌	접촉	좌초	화재/ 폭발	전복/ 침몰	기기 손상	인명 사상	기타	일평균 교통량
인천	42	6	1	2	8	2	3	0	293.14
평택	0	1	0	0	0	0	0	0	73.00
대산	0	0	1	0	0	0	0	0	35.14
군산	12	5	5	3	7	0	1	0	30.43
목포	14	2	0	5	4	0	2	0	102.86
여수	14	5	1	2	3	0	4	0	234.71
마산	37	0	6	1	3	0	0	1	134.43
부산	57	2	3	4	9	1	1	0	408.86
울산	32	1	4	5	2	0	5	0	208.29
포항	17	0	2	1	4	0	1	0	144.0
동해	14	1	2	1	0	1	3	0	48.29
제주	6	1	2	0	0	1	0	0	36.29

교통관련해양사고는 부산을 비롯한 인천, 울산, 마산 등의 대형 항구에서 많이 발생한 것으로 나타났다. 이러한 교통관련사고는 Pearson 상관분석 결과 해당 항구의 일평균 교통량과 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.(P = 0.001 < 0.05, 상관계수 : 0.836)

Table 2와 같이 VTS 관제구역내에서 발생하는 해양사고로 인한 사망은 52명, 행방불명 81명, 부상 51명 등 총 249명이며 이중 교통관련사고로 인한 사상자 비율은 77.9%(194명)에 이르러 교통관련사고의 통제를 통한 인명의 보호가 시급한 실정이다.

Table 2 The number of death, missing and injury of marine casualty in VTS area

사고 사상	충돌	접촉	좌초	화재/ 폭발	전복/ 침몰	기기 손상	인명 사상	기타
사망	39	1	0	8	13	0	18	0
행방불명	7	0	0	1	1	0	1	0
부상	122	25	0	5	1	0	7	0

Table 3의 톤수별 해양사고 현황을 통해 VTS 관제구역내에서 발생한 관제선박의 교통관련사고의 발생비율은 84.3%는 비관제선박(72.6%)에 비해 높으며 이는 VTS의 개선을 통해 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3 The tonnage classification of marine casualty in VTS area

톤수	충돌	접촉	좌초	화재/ 폭발	전복/ 침몰	기기 손상	인명 사상	기타
<20	65	1	7	10	12	1	3	0
20-100	59	2	6	5	19	2	6	0
100-300	33	7	3	5	3	1	2	0
300-500	8	2	0	0	0	0	1	0
500-1000	31	1	3	1	3	1	2	0
1000-5000	25	6	6	2	2	0	4	0
5000-10000	13	1	0	0	1	0	2	1
>10000	11	4	2	1	0	0	0	0

Table 4 The time of marine casualty in VTS area

시간대	충돌		접촉		좌초	
	관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제
00 - 04	13	10	1	1	2	3
04 - 08	26	58	2	3	2	4
08 - 12	12	26	2	1	3	0
12 - 16	10	21	5	2	2	3
16 - 20	15	26	2	2	1	4
20 - 24	12	16	2	1	1	2

Table 4는 교통관련사고의 발생 시간대별 분류이다. 관제여부에 따른 발생시간의 차이를 확인하기 위하여 교차분석(Chi-square test)을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이를 발견하지 못하였으나( $P = 0.378 > 0.05$ ) 04-08시의 관제선박의 교통사고 발생율이 다른 시간대에 비하여 거의 2배에 이르는 것으로 볼 때 이 시간대의 VTS 지원을 더욱 강화할 필요가 있다.

Table 5는 교통관련사고의 원인별 분류이다. 관제여부에 따른 사고원인의 차이를 확인하기 위하여 교차분석(Chi-square test)을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이를 발견하였으며( $P = 0.00 < 0.05$ ) 관제선박은 비관제선박에 비해 경계소홀의 비중은 줄었으나(40.2% / 61.7%) 기술지식부족(13.1% / 4.9%) 및 의사소통실패(9.0% / 1.9%) 등의 비율이 크다는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과를 통해 VTS의 지원이 적극적이고 지속적이며 정확하게 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 5 The cause of marine casualty in VTS area

원인	종류	충돌		접촉		좌초	
		관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제
경계소홀/부주의		74	147	3	7	3	10
선위확인소홀		6	3	0	4	8	12
기술·지식부족		1	6	11	4	3	3
규정미준수		1	24	1	1	2	2
의사소통실패		16	5	2	0	0	0
기기고장		2	8	2	0	1	0
정비소홀		3	6	2	0	1	1
출항준비소홀		1	4	1	0	2	1
기상영향		4	1	2	1	3	0
안전관리미흡		4	6	6	4	5	6
기타		0	0	0	0	0	0

Table 6은 교통관련사고의 시정별 분류이다. 관제여부에 따른 시정별 차이를 확인하기 위하여 교차분석(Chi-square test)을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이를 발견하였으며( $P = 0.00 < 0.05$ ) 관제선박(39.6%)은 비관제선박(13.5%)에 비해 시계가 제한된 상태에서 사고가 많이 발생하고 있으나 눈으로 상호 식별이 가능한 상태에서의 교통사고 발생율이 60.4%로 제한된 시계 상태의 1.5배에 이르는 것을 볼 때 VTS 지원이 시정과 상관없이 지속적으로 이루어져야 함을 알 수 있다.

Table 6 The visibility of marine casualty in VTS area

시정	종류	충돌		접촉		좌초	
		관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제
시계제한		37	21	2	2	3	0
시계양호		51	132	9	3	4	11
기상악화		0	2	0	0	0	0

Table 7은 충돌 사고를 일으킨 선박이 상대선을 처음 인식한 거리와 그렇게 된 원인과의 관계를 보여준다.

관제여부에 따른 상대선 인식 거리에 대한 변화를 확인하기 위하여 교차분석(Chi-square test)을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있으며( $P = 0.00 < 0.05$ ) 충돌직전에 이르러서야 상대선을 발견하는 비율이 관제선박(38.6%)이 비관제선박(70.7%)에 비해 현저히 낮음을 확인할 수 있었다. 그러나 관제선박의 충돌사고에 있어서 77.2%의 선박이 타 선박을 1해리 이내에서 최초로 인식하는 것으로 나타나 VTS의 지원이 충분한 시간을 갖고 이루어져야 함을 확인하였다.

관제여부에 따른 상대선 인식의 지체원인에 대한 차이를 알아보기 위해 교차분석(Chi-square test)을 실시한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있으며( $P = 0.002 < 0.05$ ) 관제선박(80.7%)이 비관제선박(66.0%)에 비해 경계 태만의 경우가 많으므로 VTS의 지속적인 지원이 필요함을 확인하였다.

Table 7 The distance of acknowledge and the cause in collision accidents

원인	인지거리	충돌직전		< 1'		1-2'		2-5'		>5'	
		관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제	관제	비관제
선교이탈		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
타업무종사		3	33	3	5	0	1	0	0	0	0
경계태만		26	68	28	21	8	6	4	4	1	0
졸음		2	1	0	0	1	0	3	2	0	0
정확한 인지		1	1	1	0	1	2	1	2	0	1

### 3. 교통관련사고 예측모형

해양사고는 다양한 원인에 의해 발생하고 그 대부분은 운항자의 인간과실에 의해 기인한다고 알려져 있다. 그러나 이러한 인간과실을 예방하기 위해 VTS의 지원이 이루어 졌으며 선행 연구를 통하여 VTS의 지원은 교통관련사고 예방에 효과가 크다는 것이 확인되었다.

이 장에서는 이러한 결과를 바탕으로 관제구역을 항행중인 선박을 지원하기 위한 VTS센터의 해상교통 관제업무에 지장을 초래할 내용을 독립변수로 하고 관제선박(G/T 300 이상) 및 비관제선박(G/T 300 미만)의 교통관련사고를 종속변수로 하여 회귀모형을 구축함으로써 VTS 지원 업무 개선을 위해 우선적으로 통제되어야 할 요소들을 확인하고자 한다.

#### 3.1 독립변수의 선정

##### 1) 일평균 교통량

VTS 운영자가 효과적으로 선박을 지원하여 안전을 확보하기 위해서는 항만을 운항하는 선박 척수가 적절해야 할 것이고 항구별 교통관련사고와 일평균 교통량 사이에는 높은 상관관계

를 가지는 것으로 분석 되었다. 따라서 독립변수로써 입항선박 및 출항선박 척수와 항내에서 화물 적·양하를 위하여 부두를 이동하는 선박 등의 척수 등의 일평균 교통량을 파악하기 위하여 공식통계자료인 Port-MIS자료를 이용하여 분석하였다.

Table 8의 일평균 교통량은 2006년 11월 1일~11월 7일까지 7일간의 데이터가 이용되었다.

2) 일평균 입항 L2 척수

입항 선박의 크기를 고려한 입항 교통량을 L<sup>2</sup>환산계수를 이용하여 분석함으로써, 각 항만별로 대형선박의 입항에 따른 교통관련사고의 변화 유무를 확인할 수 있다. L<sup>2</sup>환산계수는 Table 8과 같이 통상적으로 1,000톤, 전장이 70미터를 표준선으로 정하고 이것을 1로 하여 환산 계수를 취해서 적산하는 것이 일반적이다.(박 등, 2008)

Table 8의 일평균 L<sup>2</sup> 척수는 2006년 11월 1일~11월 7일까지 Port-MIS에 저장되어 있는 입항선박을 기초로 계산되었다.

3) 일평균 위험물 운반선 입항 척수

위험물 운반선이란 석유제품 운반선, 케미칼선, 유조선, 급유선, LPG 운반선, 원유운반선을 말하며 VTS센터의 관제구역을 통항하는 선박 중에서 위험화물 운반선이 있을 경우 안전운항을 위한 특별한 주의가 필요하기 때문에 추가적인 관제노력을 기울여야 한다. 이러한 선박은 해양사고 발생 시 엄청난 재난(해양오염)을 유발시킬 수 있으므로, 타 선박에 비해 높은 강도의 관제서비스를 제공하여야 하므로 VTS 운용자가 그 선박에 집중함으로써 다른 선박의 관제에 소홀해져 사고로 연결될 가능성이 있다.

Table 8의 일평균 위험물 운반선 척수는 2006년 11월 1일~11월 7일까지 Port-MIS에 저장되어 있는 입항선박을 기초로 계산되었다.

4) 일평균 교신량

VTS관제사의 교신내용은 출입항보고 및 항내이동보고, VTS 보고라인 통과 보고 등과 같은 각종 보고를 행하는 기본 교신, 항행하는 선박의 통항안전을 위한 안전교신, 그리고 기상과 항행정보 등의 각종 안내방송 등으로 분류된다. 이와 같은 교신량이 증가할수록 VTS운영요원이 효과적인 관제업무를 진행하는데 지장을 초래하여 사고로 연결될 가능성이 있다.

일평균 교신량은 2007년 4월 20일에서 23일까지 VTS 센터의 교신량 데이터를 기초로 계산되었다.

5) 단위 관제 면적

관제 면적은 해당 VTS 관제구역의 면적을 계산하고 관제 구역 내에 어항이 존재하는 경우에는 어항의 항계 내 면적을 빼고, 만일 섬이 존재하면 그 면적을 뺀 넓이를 계산하였다.

관제지역이 넓어지면 주시하고 감시하고 통제하여야 하는 관제범위가 늘어남으로서 적절한 관제업무 수행에 차질을 가져올 수 있어 사고의 가능성이 높다. 이러한 이유로 각 VTS 센터

에서는 관제지역을 분할하여 관리하고 있는데 단위 관제 면적이란 총 관제 면적을 섹터수로 나눈 값을 의미한다.

Table 8 The data of traffic accidents in VTS area

구분 항구	교통관련 사고 (≥300T)	교통관련 사고 (<300T)	일평균 교통량	입항 L2 척수	입항 위험선 척수	일평균 교신량	단위 관제 면적
인천	25	24	293.14	120.59	10.29	886.33	188.0
평택	1	0	73.00	58.46	4.71	243.00	46.0
대산	1	0	35.14	38.21	10.86	219.33	271.0
군산	4	18	30.43	34.07	3.71	266.33	119.0
목포	1	15	102.86	29.09	3.86	610.00	84.0
여수	15	5	234.71	192.71	43.43	978.67	172.5
마산	8	35	134.43	45.86	9.14	520.00	325.0
부산	31	31	408.86	343.39	28.00	1251.33	128.0
울산	14	23	208.29	145.80	43.29	2087.67	128.0
포항	4	15	144.00	40.43	6.14	318.33	363.0
동해	5	12	48.29	30.14	5.43	246.00	449.0
제주	4	5	36.29	11.90	2.71	220.67	128.0

3.2 교통관련사고의 예측모형

VTS 관제구역내에서 발생한 VTS 관제선박(G/T 300 이상)의 교통관련사고수를 종속변수로 하고 일평균 교통량, 일평균 입항 L<sup>2</sup> 척수, 일평균 위험물운반선 입항 척수, 일평균 교신량, 단위관제 면적을 독립변수로 선정하였다.

종속변수와 독립변수에 대하여 Pearson 상관분석을 실시한 결과 표 9와 같이 일평균교통량, 입항 L<sup>2</sup> 척수, 일평균 교신량만이 통계적으로 상관관계(P < 0.05)가 있음을 확인하였으므로 입항 위험선 척수 및 단위관제면적은 독립변수에서 제외하였다.

Table 9 The result of correlations for vessel controlled by VTS

종속변수	독립변수	일평균 교통량	입항 L <sup>2</sup> 척수	입항 위험선 척수	일평균 교신량	단위 관제 면적
	교통관련 사고 (G/T 300 이상)	상관계수	.946	.880	.567	.654
	유의수준	.000	.000	.055	.021	.667

종속변수와 독립변수가 모두 등비척도이며 산점도 및 분산분석(P = 0.000 < 0.05), Shapiro-wilk을 통한 정규성(P = 0.353 > 0.05)검증, Fig. 1과 같이 잔차의 등분산 여부를 확인하였으므로 예측 모형의 구축에는 다중선형회귀분석을 이용하였다.

독립변수들 간의 다중공선성, 즉 독립변수가 상호간에 촉매작용을 하여 각각의 독립변수가 종속변수에 미치는 영향보다 훨씬 높은 영향이 미치는 지 여부를 확인한 결과 다중공선성은 없는 것으로 확인(VIF < 3 이하)되었다.

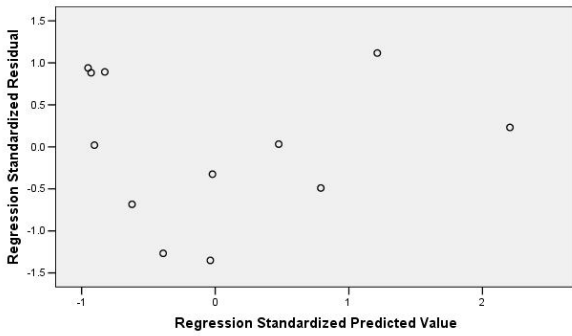


Fig. 1 The graph of Standardized Residual

일평균교통량, 입항 L<sup>2</sup> 척수, 일평균 교신량의 독립변수와 VTS 관제선박의 교통관련사고에는 선형회귀모형이 존재하는 것을 분산분석을 통해 확인(P = 0.000 < 0.05)하였고 이들 독립변수로 종속변수를 설명율은 85.9%이며 회귀식을 통한 예측모형은 다음과 같다.

$$N_{TA} = -1.753 + 0.071 X_1 + 0.012 X_2 + 0.000 X_3 \quad (1)$$

N<sub>TA</sub>: VTS 관제선박의 교통관련사고 건수(년간)

X<sub>1</sub>: 일평균 교통량

X<sub>2</sub>: 일평균 입항 L<sup>2</sup> 척수

X<sub>3</sub>: 일평균 교신량

상기 예측모델의 독립변수 계수값을 통해 일평균 입항 L<sup>2</sup> 척수나 일평균 교신량(SPSS는 소수점 3자리까지만 제공하므로 소수점 4자리 이하의 계수값을 가짐)은 VTS관제선박의 교통관련사고 건수에 미치는 영향이 아주 미미함을 알 수 있다. 따라서 독립변수의 영향력을 확인하기 위하여 단계별 회귀방법을 실시하였다.

단계별 회귀(Stepwise Regression)는 종속변수에 영향력이 큰 독립변수를 찾기 위해 이용되는 방법으로 최소한의 독립변수로 최대의 효과를 얻을 수 있는 이점이 있다. 즉, 종속변수에 기여도가 가장 높은 독립변수를 먼저 선택하고 통계적으로 유의한 나머지 변수중에서 기여도가 높은 순서대로 모형에 추가하는 방법이다.

단계별 회귀를 통해 최적변수를 선택한 결과 일평균 교통량만이 선택되었으며 일평균 입항 L<sup>2</sup> 척수(P = 0.667 > 0.05), 일평균 교신량(P = 0.918 > 0.05)은 통계적으로 유의하지 못하여 단계별 회귀모형에서 제외되었다.

단계별 회귀모형에서 일평균 교통량을 통해 VTS관제선박의 교통관련사고를 설명할 수 있는 비율은 88.4%이며 회귀식을 통한 예측모형은 다음과 같다. 이러한 결과를 통해 VTS관제선박의 교통관련사고는 일평균 교통량에 절대적인 영향을 받고 있으므로 이러한 사고를 예방하기 위해서는 일평균 교통량이 많은 VTS 관제구역에 우선적인 지원이 이루어져야 한다는 사실을 확인하였다.

$$N_{TA} = -2.035 + 0.079 X_1 \quad (2)$$

N<sub>TA</sub>: VTS 관제선박의 교통관련사고 건수(년간)

X<sub>1</sub>: 일평균 교통량

## 2) 비관제선박(G/T 300 미만)의 교통관련사고

VTS 관제구역내에서 발생한 VTS 비관제선박(G/T 300 미만)의 교통관련사고수를 종속변수로 하고 일평균 교통량, 일평균 입항 L<sup>2</sup> 척수, 일평균 위험물운반선 입항 척수, 일평균 교신량, 단위관제 면적을 독립변수로 선정하였다.

종속변수와 독립변수에 대하여 Pearson 상관분석을 실시한 결과 표 10과 같이 통계적으로 상호간의 상관관계(P > 0.05)가 없음을 확인하였다. 즉, 비관제선박의 교통관련사고는 관제사의 업무지원에 영향을 주는 요인들과 관계없이 발생하고 있는 것으로 별도로 그 원인 요소를 찾아야 할 것이나 이 연구의 기본 목적은 아니므로 생략한다.

Table 10 The result of correlations for vessel not controlled by VTS

독립변수		일평균 교통량	입항 L <sup>2</sup> 척수	입항 위험선 척수	일평균 교신량	단위관제 면적
교통관련 사고 (G/T300 미만)	상관계수	.574	.398	.170	.474	.121
	유의수준	.051	.200	.598	.120	.707

## 4. 결 론

우리나라의 항만 VTS 및 연안 VTS는 현재 15개 구역에서 운영되고 있으며 차후 관제해역의 범위가 연안해역으로 크게 확대하면서 광역관제체제를 구축할 가능성이 커지고 있는 실정이다. VTS는 교통관련사고(충돌, 좌초, 접촉)의 예방에 큰 역할을 담당하였으나 VTS의 운용 개선을 통하여 예방효과를 더욱 높일 수 있을 것으로 판단된다.

이 연구는 항만 및 진입로에서 발생한 교통관련사고를 VTS 관제대상선박을 비관제대상선박과 비교하여 분석하여 VTS의 운용에 있어 개선되어야 할 내용을 조사하였다. 또한, 교통관련 사고에 영향을 미치는 변수를 VTS 관제사의 지원업무를 중심으로 선정한 후 통계적 방법론을 활용한 사고예측모형을 개발함으로써 VTS 관제 업무에 영향을 주는 요소를 식별하고 개선을 위해 필요한 기본 방향을 검토하였다.

1) VTS 관제구역의 해양사고에서 교통관련사고(충돌, 좌초, 접촉) 비율은 76.7%로 사고의 대부분을 차지하고 있으며 이러한 사고로 인한 사상자의 비율이 전체 인명 사상자의 77.9%에 이므로 교통관련사고의 통제가 시급히 강화되어야 할 필요가 있다. 특히, VTS 관제선박(84.3%)이 비관제선박(72.6%)에 비해 교통관련사고의 비율이 높은 것을 고려할 때 VTS의 개선방향을 연구할 필요가 있다.

2) 교통관련사고의 경우 관제여부에 따른 발생시각(P = 0.378

> 0.05)의 차이는 없었으나 사고발생원인( $P = 0.00 < 0.05$ ), 시정상태( $P = 0.00 < 0.05$ ), 충돌사고의 상대선 인식거리( $P = 0.00 < 0.05$ ), 충돌사고의 상대선 인식지체원인( $P = 0.002 < 0.05$ )에 통계적인 차이가 발생하였다. 이러한 결과를 통해 VTS 지원은 시정에 관계없이 지속적이고 적극적으로 충분한 여유시간을 가지고 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 04-08시 시간대에 특히 강화되어야 한다.

3) VTS 관제선박의 예측모형을 통해 교통관련사고는 일평균 교통량에 절대적인 영향(88.4%)을 받고 있음을 확인하였다. 그러나 교통관련사고를 줄이기 위하여 교통량을 통제한다는 것은 현실적으로 어려우므로 VTS 관제업무 개선의 기본방향은 VTS 운영자가 사고의 위험성이 높은 선박을 우선적으로 식별하여 관련 정보를 신속하고 적극적으로 제공할 수 있도록 지원하는 시스템을 구축하는 방향으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 후 기

이 연구는 국토해양부 신개념 인적사고 예방 및 관리기술 개발의 연구결과의 일부임

## 참고문헌

- [1] 박성용, 박진수, 강정구, 박영수(2008), “교통량 분석을 통한 항만 VTS 관제사의 업무량 평가”, 한국항해항만학회지 제 32권 제8호, pp.569~576.
- [2] 박진수, 이형기, 박영수(2005). (최신) 해상교통공학. p.231. 다솜출판사.
- [3] 해양수산부(2007), 해상교통관제체제의 효율적 운영을 위한 기반연구용역, 2-63~67.
- [4] 해양안전심판원(1998-2007), 해양사고 통계, <http://www.kmst.go.kr>
- [5] Canadian Coast Guard(1991). 1991 VTS Update Study. Ottawa, Canada.
- [6] IMO(1997), Guidelines for Vessel Traffic Services, Res. A857(20).
- [7] Johnson D. R.(1978). Recent Trends in Navigation Safety in the Dover Strait. Proc. of 3rd International Symposium on Marine Traffic Service. Liverpool, UK.
- [8] Kuroda K & Kita H(1990). Safety Assessment of Waterway Network in Bay Area. Proc. of 27th International Navigation Congress. Osaka, Japan.

---

원고접수일 : 2009년 9월 21일  
심사완료일 : 2009년 10월 7일  
원고채택일 : 2009년 10월 15일