
부산항 해상교통관리 서비스 개선에 관한 연구

윤정수 · 이은방

A Study on the Enhancement of Pusan Port Traffic Management Service

Jeong-Su Yun · Eun-Bang Lee

Abstract

Pusan Port as a world leading port puts its all effort in bring ocean going vessels and securing their traffic route by providing them information related marine safety and traffics through PTMS(Port Traffic Management Service Center). During two years of its operation, statistics of marine traffic accidents showed that many dynamic casualties such as collisions, groundings, and rammings has been decreased. However, due to increasing cargo volume, limited water area and unpredictable weather condition, potential risks still exist high.

In this paper, in order to maximize the efficiency of PTMS and to reduce various risks in port management, we examine risk factors over operational results and experiences, and propose reasonable operational methods of PTMS.

1. 서 론

최근 우리나라 상선대의 급속한 증가와 연안어업의 발달로 인하여 한국연안에서의 해상교통밀도가 지속적으로 증가하고 있으며, 외향적 경제발전전략으로 인하여 주요 공업지역이 임해에 집중하게 되어 특정해역의 해상교통량이 급증하고 있다. 이러한 해상교통량의 급속한 증가는 해난 사고의 직·간접적인 원인이

되어 귀중한 생명과 재산손실은 물론 해양환경을 크게 위협하게 됨에 따라 해상교통에 있어서 경제논리에 부가해서 안전논리가 요구되고 있다.

특히 교통량이 폭주하는 항만에서 입출항 선박들의 안전사고로 인한 재산 및 인명피해와 더불어 해양환경오염은 전 세계적으로 심각한 문제로 대두 되고 있다. 이와 같은 문제를 해결하여 항만을 물류기지로서 기능을 유지·보호

* 해양수산부 항만교통정보센터 관계관

** 한국해양대학교 해양경찰학과 부교수

하기 위하여 실행되고 있는 대책으로 PSC(Port State Control)와 VTS(Vessel Traffic Service)를 들 수 있다. PSC는 선박의 각종 설비와 선원의 자질 등의 결함에 대한 점검을 통하여 선박의 안전운항 및 해양오염방지에 관한 기준 미달선을 추방하고자 하는 예방적인 해상교통 안전관리제도이다. 반면 VTS는 하드웨어적인 시스템을 활용하여 선박안전운항 및 준법 향배 여부를 감시하고 필요시 선박들의 통항을 관리하고 항행안전정보를 제공하는 실시간 해상교통 안전관리 행위라 할 수 있다

세계 각 국은 해양사고의 대부분이 해상 교통이 밀집되어 있는 항만이나 항만 진입로 부근 혹은 항구의 인근 수역에서 빈번히 발생하고 있으므로 이 지역에 대해서는 집중된 교통관리의 필요성이 제기되어 해상교통관제(VTS) 제도를 도입하고 있다. 본격적인 감시 장치를 가진 VTS는 1948년 리버풀에서 시작되었으며 1960년대 유럽으로 급속도로 전파되었다. 그 후 북아메리카에서 설치되었고 1980년대에는 세계적으로 보급되었다. 우리나라에서도 VTS는 1993년 포항을 시작으로 여수/광양항, 울산항, 마산/진해항, 인천/평택항, 대산항, 부산항, 목포항, 군산항, 동해항, 제주항 등 전국 11개 항만에 설치가 완료되어 운영되고 있다. 1999년부터는 VTS에서 PTMS(Port Traffic Management Service)로 개칭되어 운영되고 있으며 전 연안 해역에서 관제 서비스를 확대 제공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

특히, 부산항은 국내 최대 무역항으로 경제, 정치, 군사적인 면에서 그 중요도가 날로 증대되고 있어 국고 75억을 투자하여 1996년부터 2년간의 공사 기간을 거쳐 1998년 12월에 완공된 최첨단 설비를 갖춘 PTMS가 운영되고 있다. 연간 90,000 여척의 입출항 선박에 선진화된 해상

교통 관제서비스를 제공하여 안전유도 체제 확립, 항만운영시설의 회전율 증대와 선박·화물의 유통촉진, 선박 입출항 정보의 신속·정확한 전파체제 구축으로 대민 서비스 향상을 위해 노력하고 있다.

해상교통관제 분야에서는 VTS의 설치와 운영 효율화에 대한 연구는 조사·문헌 연구를 중심으로 활발히 이루어지고 있으나 관제서비스의 현장의 데이터와 경험을 바탕으로 업무를 평가하고 분석하여 관제서비스의 품질 향상에 관한 연구는 미진한 상태이다. 우리나라에서 선박관제제도를 운영한지 7년 가까운 시간이 흘러갔다. 이 기간동안 쌓은 경험과 실적을 바탕으로 선박관제제도의 역할을 재조명하고 보다 나은 양질의 관제서비스 제공을 위한 연구와 노력이 필요하다.

부산항에서 2년간의 PTMS를 운영하면서 경험적인 많은 노하우가 축적되었고 그 효과 면에서도 해상교통안전, 선박운항효율, 항만운영효율, 대민서비스 등에서 가시적인 결과가 나타나고 있다. 한편 부산항 주변의 관제환경의 변화와 이용자의 기대욕구의 증대에 따라 더욱 다양한 정보제공을 통한 PTMS의 역할에 기대가 모아지고 있다. 따라서 부산항이 위상에 걸 맞는 안전하고 효율적인 첨단항만으로 자리 잡기 위해서는 항만의 지리적인 특성과 선박 교통의 흐름에 적합한 관제 서비스에 대한 품질 향상이 요구되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 부산항 해상교통관제 서비스의 품질향상을 목적으로 첫째, 그 동안 부산항 PTMS센터에서의 얻은 현장운영경험을 바탕으로 운영실적을 분석하여 해상교통관제 효과를 평가함으로써 정량적인 해상교통 관제제도의 가치를 추정하고자 한다. 둘째, 부산항내의 관제 위험요소를 분석하고 해난사고의 변화 추이를

분석하여 관제 서비스의 개선방안을 모색하고자 하며 셋째, 해상교통관제 서비스 관련자 즉, 선박운항자, 도선사, 해상교통관제사의 경험과 의견을 종합하여 관제서비스의 품질향상 방안을 제안하고자 한다.

II. 부산항만 교통정보센터 현황

2.1 PTMS의 개요

국제해사기구(IMO)는 VTS(Vessel Traffic Service)를 “항해상의 안전, 선박교통의 효율성 및 환경 보호를 증진시키기 위하여 주관청(Competent Authority)에 의해 제공되는 서비스를 말하는 것으로, 이 서비스는 선박교통과 정보를 교환할 수 있는 능력과 VTS 영역 내에서 발생하는 교통상황에 대응할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 한다”고 되어있으며, VTS를 설립하는 목적은 “해상에서의 인명을 보호하고, 항해의 안전과 효율을 향상시키고 해양환경과 해운기반을 보호하는 것”으로 정의하고 있다. 부산항도 해상안전과 환경보호에 대한 국제적인 관심에 부응하고 선진항만으로 발전하기 위하여 PTMS의 운영목적은 항만교통정보시스템 과학화로 해상충돌 예방 및 해양환경오염방지, 항만 시설 회전을 중대와 선박대기시간 단축으로 항비, 물류비 절감 및 항만 이용자에 대한 항만운영정보 적시제공으로 기업활동의 예측성 부여에 두고 있다.

부산항 항만교통정보센터는 1962년 부산지방 해무청 항무통신소로 업무를 개시하였으며 통신수단은 SSB, 중단파 송수신기로 여객선 위치 보고를 수신하는 업무를 주로 하고 근무자는 통신사 8명으로 구성되었다. 1978년에 입출항 선박들에 대한 해상교통관리를 강화하고자 항장

제도(Harbour Master)를 도입하여 1급 항해사 선장 출신을 항장으로 하고 BCTOC에서 예산을 지불한 별도의 조직을 운영하였다. 기존의 항무통신실은 여객선으로부터의 위치통보를 수신하는 업무를 담당하고 항장실은 종래의 항무통신소에서 하던 선박의 입출항을 통보 받는 이원화된 조직으로 운영되다가 1986년 기존 항만관제실로 재통합되었다. 이후, 1981년에는 항만관제실(Port Control)로 바뀌고 근거리 통신망인, VHF를 사용하여 선박 위치를 확인하는 기본적인 관제 개념을 도입하기 시작하면서 여객선 위치수신업무에서 한 단계 발전하였다. 정부의 해양오염방지대책의 일환으로 해상교통관제장비의 현대화 계획에 따라 1996년부터 1998년까지 2년여의 노력 끝에 현재 조도에 최첨단 VTS 시스템을 설치하여 1998년 12월 항만 관제실이 개소하게 되었다. 그리고 그 명칭도 종래의 입출항 선박의 관제(Control)라는 규제, 통제업무보다는 선박교통과 항만정보를 제공하고 서비스 업무를 강화하고자 1999년 항만교통정보센터(PTMS)로 개칭하여 운영되고 있다. 근무자도 총 19명으로 증원이 되어 항행선박, 정박선박들에게 중요한 교통정보뿐만 아니라 기상정보를 포함한 항해관련 제반 정보를 제공하여 선박의 안전에 크게 기여하고 있다. 또한 선박업무와 관련된 선주, 대리점 및 기타 항만 운송 부대사업자에게 선박운항정보를 정확하게 제공하여 그들의 경제활동이 원활해지도록 선진화된 해양서비스행정을 펼치고자 노력하고 있다.

PTMS의 조직은 관할 조직, 운영조직, 지원조직으로 <Fig. 1>과 같이 구성되어 있다. 근무형태는 현재 team제로 운영되며 팀별 선임 운용요원 1명, 운용요원 3명, 정비 1명 총 5명으로, 3팀이 3교대로 근무를 하고 있다.

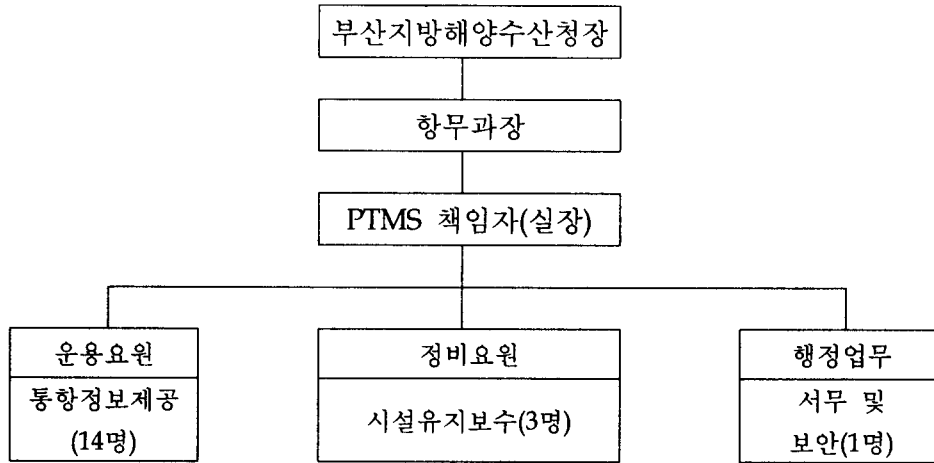


Fig. 1 Pusan PTMS Structure Tree

2.2 제공서비스

PTMS는 지리적 범위(geographical area), 교통 밀도와 패턴(traffic density and pattern)을 고려하여 정보서비스(Information service), 항행

원조서비스(Navigational assistance service), 교통관리서비스(Traffic Organisation Service)와 같은 기본 서비스를 제공한다. <Table 1 >은 이들 기본서비스의 내용을 나타낸다[1].

Table 1 Three Basic Services supplied by VTS

서비스 종류	관련내용
정보서비스 (Information service)	<ul style="list-style-type: none"> · 선박의 위치, 의도와 목적지 · VTS 관제영역과 관련하여 공표된 정보내용의 개정이나 변경된 내용 (범위, 절차, 무선 채널 또는 주파수, 보고 지점 등) · 기상과 수리적 상태(meteorological and hydrological conditions), 항행통보, 항로표지의 상태, 교통 혼잡, 다른 선박들의 항행에 제한을 줄 수 있는 조종에 제한을 받는 특수 선박들, 어떤 잠재적인 장애 물들과 같이 선박들의 항행에 영향을 미치는 변수
항행원조서비스 (Navigational assistance service)	<ul style="list-style-type: none"> · course and speed made good by a vessel · 항로축(fairway axis)과 way-point에 대한 상대 위치 · 주변 교통의 위치들, 선명도와 항행의도 · 개별 선박들에 대한 경고
교통관리서비스 (Traffic Organisation Service)	<ul style="list-style-type: none"> · 이동의 우선순위 · 공간의 할당 · 이동의 강제보고 · 준수해야할 항로의 설정 · 준수해야할 선속 제한 · VTS에 의해서 필요하고 적절하다고 생각되는 조치들과 관련한 교통 정리 시스템(system of traffic clearance)의 운영과 설립 · VTS 항해 계획서(sailing plans)

2.3 시스템 구성

부산항 PTMS시스템은 부산항 해역내의 해상교통의 흐름을 효과적으로 추적, 식별할 수 있도록 <Table 2 >과 같은 시설들로 구성되어 있다.

서비스 구역과 시스템 배치도는 <Fig. 2 >와 같이 레이더 site가 영도, 조도, 감천항, 남항, 용호동에 설치되어 총 5개소가 설치되어 있고, 구덕산에 M/W중계소가 설치되어 있다. PTMS 센터는 조도에 자리 잡고 있고 감천 및 남항 레이더 site는 센터와 직접 M/W로 연결되고, 영도 site는 65K bite 전화선으로, 용호 site는 구덕산 중계소의 M/W를 통해서 센터와 연결된다.

장비는 노르웨이의 Konsberg Norcontrol System A.S사의 VTS 5060 시스템이 설치되어 있다[2].

Table 2 Composition of PTMS System

장치명	역할
방향탐지기	선박의 식별
레이더	선박의 위치확인 및 추적
CCTV	레이더 탐지불능 지역의 감지 및 선명을 확인
VHF통신기	선박과의 통신
컴퓨터	정보센터의 자료처리
기상 및 조수관측기	기상 및 조수관측
M/W시설 또는 동축케이블시설	레이더 신호전송
자료보관 장치	정보보관



Fig. 2 PTMS service area and location of 5 Radar sites

Ⅲ. 운영 실적 분석

3.1 운영실적

부산항 PTMS 운영실적은 크게 안전관련업무와 항만운영관련업무로 대별될 수 있다. 안전관련업무로는 위치 통보와 관련된 통신, 통항선박 정보제공, 위험물 선박에 대한 통항관리, 기상특보 발효시 정보제공, 입항선박 순차제 실시, 사고 선박에 대한 긴급 조치 업무, 미보고 선박 확인 및 조치, 시정제한시의 통항 관리, 태풍경보시 피항선박에 대한 조치 등이 있으며 1999년 한해동안 총 10만여 건, 매월 평균 9,000 여건으로 총 업무의 80%를 차지하며 점차 늘어나고

있는 추세이다.

PTMS 센터가 운영을 시작한 지 2년이 경과되면서 선박 운항자의 적극적인 참여를 통하여 미 통보 선박에 대한 관리 업무는 점차 줄어가고 통항정보 제공 업무가 크게 늘어나고 있다. 항만운영관련업무로는 Port MIS 처리, 선석관련 정보제공 업무가 있으며 정확히 항만 운영업무와 안전업무를 구분하기는 쉽지 않다. 항만운영업무라고 정확히 분류할 수 있는 PORT-MIS 처리업무는 주로 입항선박의 각종 세금이나 선석 등 항만물류와 관련되어 있는 업무로서 입출항 시간의 입력, 이동장소나 이동시간의 전산 입력에 치우쳐 있다. 1999년 한해에 99,369건으로 센

Table 3 Results of PTMS Work Related Port Operation in '99

업무구분 / 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
선박관제	7,877	7,273	8,283	8,410	8,943	8,603	8,270	8,290	7,785	8,668	8,498	8,469	99,369
교신횟수	13,602	12,674	14,190	15,006	15,618	15,043	14,883	14,670	13,859	15,222	14,389	15,182	174,338
월계	21,479	19,947	22,473	23,416	24,561	23,646	23,153	22,960	21,644	23,890	22,887	23,651	273,707

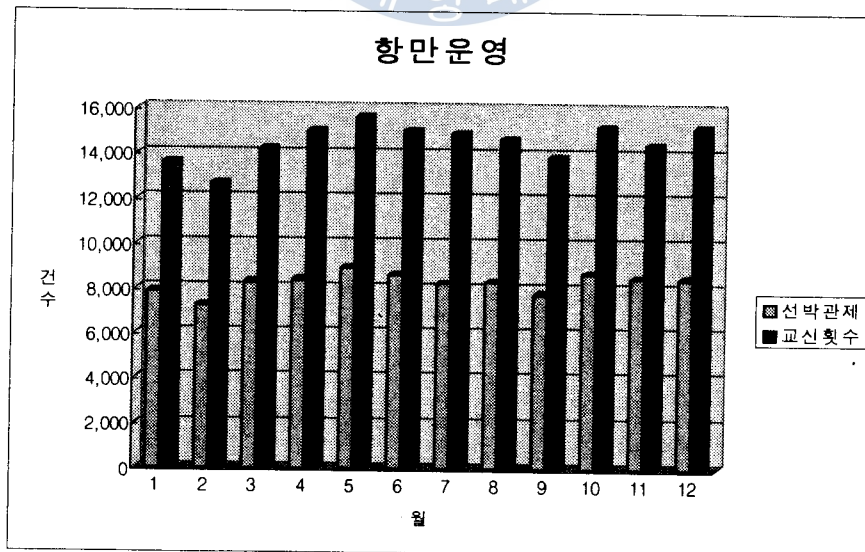


Fig. 3 Results of PTMS Work Related Port Operation in '99

Table 4 Results of PTMS Work Related Vessel Traffic in '99

업무구분/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
기상정보	103	177	146	105	73	70	76	65	79	84	57	55	1,090
시차제운용	84	65	54	59	63	45	67	76	33	31	34	35	646
위험물선박관리	45	50	45	23	30	23	27	29	11	10	21	12	326
사고접수및전파	12	2	11	12	6	4	2	8	8	11	17	3	96
미보고선박확인	47	45	71	73	76	79	73	100	68	80	77	71	860
누 계	291	339	327	272	248	221	245	278	199	216	206	176	3,018
관제통신	7,877	7,273	8,283	8,410	8,943	8,603	8,270	8,290	7,785	8,668	8,498	8,469	99,369
총 계	8,168	7,612	8,610	8,682	9,191	8,824	8,515	8,568	7,984	8,884	8,704	8,645	102,387

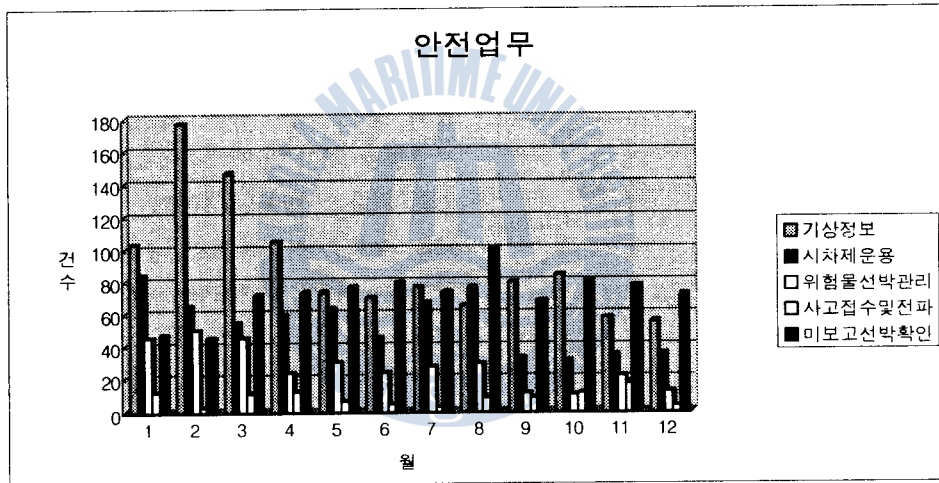


Fig. 4 Results of PTMS Work Related Vessel Traffic in '99

터 업무의 30%를 차지하고 있다. 매년 입항선박의 척수에 비례하여 점차 늘어나는 추세이다.

부산항의 통과선박을 유치하기 위한 정책의 일환으로 남 외항에 입항하여 급수, 급유, 선식을 공급받기 위하여 입항하는 선박이 대폭 늘어났으며, 이러한 선박의 입항여부 확인이나 위치 확인과 관련된 업무도 늘어나고 있는 실정이다. <Table 3>, <Fig. 3>는 1999년도 월별 항만운영 관련업무 실적이고 <Table 4>, <Fig. 4>는 1999년도 월별 안전관련 업무실적이다.

3.2 부산항의 해난사고 추이분석

PTMS의 운영효과를 분석하기 위하여 설치전인 1996년, 1997년과 설치후인 1999년에 부산항내와 부산항 항계 부근 10마일 이내 해역 내에서 발생한 해난사고의 총 발생건수와 사고내역을 조사하였다. 1998년은 시험운영 기간이 6개월 포함되어 있어 조사기간에는 포함시키지 않았다. 3년의 사고현황을 비교하여 사고 추이를 분석해보면 <Table 5>, <Table 6>과 <Fig. 5>와 같다.

<Table 5>는 1996, 1997, 1999년도에 발생한

사고이고, <Table 6>은 총사고 및 주요사고의 증감 추이다. 사고 유형은 PTMS의 영향을 크게 받는다고 볼 수 있는 충돌, 침몰, 좌초, 전복, 접촉 등의 중대한 사고와, 센터의 영향을 덜 받는다고 볼 수 있는 표류, 침수, 오염, 화재사고, 환자발생 및 타 기관에서 요청한 출항 통제선박의 도주 등으로 분류하였다.

Table 5 Statistic of Maritime Casualties "With and Without" VTS

사고 유형	1996년	1997년	1999년
충돌	5	3	1
침몰	5	6	0
좌초	3	7	0
전복	1	1	2
접촉	11	12	13
표류	14	11	4
침수	1	0	1
오염	4	3	3
화재	4	4	2
환자	10	10	5
타기관협조	1	0	8
계	59	57	39

Table 6 Total Change Rate of VTS Addressable Accidents

연도	'96	'97	'99
총사고	59	57	39
증감율	-	-3	-31
주요사고	26	30	18
증감율	-	+15	-40

년도별 사고 통계를 보면 '96년도에는 총 59건, 97년도에는 57건이 발생하였고 센터가 운영을 개시한 이후 시기인 '99년도에는 총 39건이 발생하여 해난사고가 평균하여 31% 감소하였다. 사고 유형에 있어서도 VTS의 영향을 비교적 많이 받는 충돌, 침몰, 좌초, 전복, 접촉사고가 년도별로 각각 26건, 30건, 18건 발생하였고, 사고의 비율은 1996년, 1997년, 1999년 각각 44%, 52%, 46%로 분석되었다. 주요사고는 VTS가 운영되기 전인 97년보다 운영후인 99년도에는 40%가 감소하여 충돌, 침몰, 좌초 등 중대사고의 비중이 현격히 낮아졌음을 알 수 있고 설치

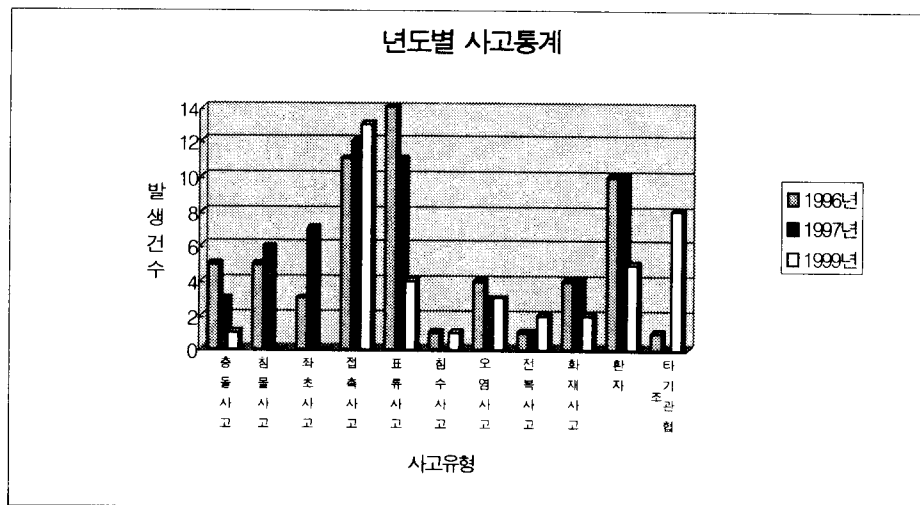


Fig. 5 Total Volume of Vessel Traffic Accidents

후인 99년에는 침몰이나 좌초사고가 발생하지 않았음은 특히 주목할 만하다. 사고 장소는 항계 주위나 항계의 인근 해역에서 대형사고가 많이 발생하였고, 접촉사고의 경우 남 외항 정박지에서 많이 발생하였다. 계절별로는 동절기에 사고율이 높았으며, 대형사고가 집중적으로 발생한 시기는 태풍의 내습기였다.

사고율에 큰 변화가 없는 접촉사고는 주로 남 외항에서 발생하였으며 그 주된 원인은 기상악화로 인한 주묘로 나타났다. 남 외항 묘박지의 경우 방파제가 없는 Open Sea에 위치해 있고 급류, 급수 등 선용품 보급을 위하여 입항하는 통과선박의 수가 지속적으로 증가하고 있으며 운영방식에 있어서 집단묘지라는 특성에 따라 기상 악화 시 접촉사고의 발생 개연성이 높다 하겠다.

IV. 항만교통정보센터 운영효과 분석

4.1 운영효과 평가

평가 방법에는 VTS이용자 그룹의 설문조사법, 초기투자비 대비 수익평가법, 교통안전 환경평가 등이 있으나, 본 논문에서는 부산항 VTS의 영향이 미칠 수 있는 항계내의 해역과 항계 10마일 이내의 수역에서 발생한 해난사고를 중심으로 VTS 설치전과 설치후의 해난사고 변화추이를 중심으로 부산항 PTMS의 운영효과를 분석해 보고자 한다.

본 평가방법을 택하게 된 이유로는 VTS의 설치목적이 IMO의 VTS지침과 같이 관할 수역내의 선박의 통항 안전에 있으므로 그 운영이 해난사고 방지라는 1차 목적에 얼마나 충실했는지를 가장 쉽게 평가해 보는 방법이기 때문이다.

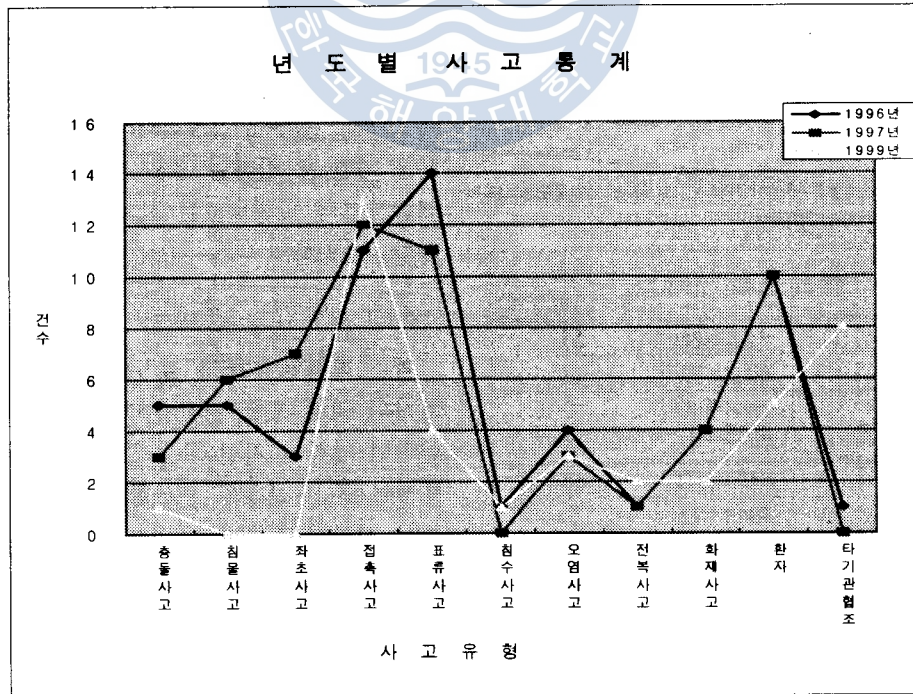


Fig. 6 Change Rate of Vessel Traffic Accidents Type

해난사고의 특징은 육상교통과는 달리 사고가 한번 발생하면 선박운항자 자신의 육체적, 정신적인 피해는 물론이고 선박의 침몰, 오염사고의 발생등 대형사고로 이어지며 구조나 사고 수습에 엄청난 대가를 치를 뿐만 아니라 구조나 사고 수습 자체가 불가능할 경우도 자주 발생한다. 그래서 발생한 해난사고를 중심으로 부산항 PTMS 센터의 운영효과를 평가함으로써 해양중심의 해난사고 예방에 근접해보고자 한다. <Fig. 6> 은 with and without VTS일 때 해난사고의 종류별 변화추이를 표시한다.

4.1.1 해난사고 발생의 절대적 감소 효과

다른 항만의 경우 VTS가 설치되어 초기에는 개항장내의 해역만을 관할하다가 그 운영효과가 인정되면서 점차로 항계 주위까지 확대되었고, 유럽의 경우 연안까지 그 영역을 점차 광역화되어 가고 있는 추세이다. VTS의 기여도는 교통의 밀집도와 연안 교통량에 따라서 크게 달라질 것이나 관할 해역내에서 사고와 교통량이 많을수록 그 효과는 클 것으로 예측할 수 있다.

Table 7 Statistic of Maritime Casualties in Various Ports(1991-1996)

항만/합계	항내	항외	합계	비율 (%, 항내/합계)
부산	113	93	206	55
군산/보령	13	60	73	18
목포/완도	8	179	187	4
제주	17	75	92	18
여수/광양	21	100	121	17
마산/진해	2	70	72	3
인천/대산/평택	49	73	122	40
울산	20	36	56	36
포항	6	39	45	13
동해/목호	6	60	66	10
합계	255	785	1040	25
		1040		

<Table 7>는 대상기간을 1991년부터 1996년까지 5년으로, 대상해역은 연안 20마일 이내로 하여 주요 항구별 해난 발생 현황을 작성한 것이다. 이 표를 분석해보면 항외에서 발생한 사고가 항내에서 발생한 사고에 비하여 전체적으로 3배에 이르고 있음을 알 수 있으며, 부산항은 오히려 항내에서의 사고건수가 항외에서 보다 많이 발생하였고, 인천/평택/대산항과 울산항에서도 항내사고건수의 비율이 평균치보다 훨씬 높은 현상을 보이고 있다[8].

부산항은 다른 항만과 비교하여 항내에서 사고율이 훨씬 높아 위험도가 아주 높은 항만의 하나에 해당하므로 VTS의 운영효과는 크게 나타날 수 있을 것이다. 부산항에 VTS가 설치되기 전인 1996년, 1997년과 설치후인 1999년을 비교하였을 경우 사고가 크게 줄어들었음을 알 수 있었다. 기준 기간 1년(1999) 동안의 짧은 운영기간의 통계로는 신뢰성이 부족할 수도 있으나 부산항의 항만내 사고율이 높은 점과 VTS특성과의 상관관계를 고려하고 장차 시간이 경과함에 따라 PTMS 운영경험이 축적되어 운영적 효과를 기할 수 있다는 점을 감안하면 부산항부근 해난사고의 발생빈도는 크게 낮아질 것으로 예측할 수 있다.

4.1.2 항만 효율 증대

과거 최첨단 VTS가 설치되기 전에는 기상 악화시의 외항 도선 지점에서 도선의 어려움으로 인하여 입항이 지연되는 사례가 있었으나, 설치 후에는 본선 선장의 부산항 처녀입항으로 인한 본선 선장의 거부가 아니라면 도선사와 협조하여 방파제 부근까지 선박을 안내하고 도선사를 승선케 함으로서 기상 악화시의 입항 지연 빈도나 시간이 줄어들었다.

그리고 안개로 인하여 시정이 극도로 제한되었을 경우 과거 구형 Radar와 VHF만을 사용하

여 관제하였을 때는 순차 입출항은 위험도가 높아 입출항을 전면 금지 할 수밖에 없었고, 부두 운영은 농무가 사라질 때까지 중지 할 수밖에 없었다. 그러나 VTS설치 후에는 시간은 지연되지만 순차 입출항을 실시하여 본선의 운항계획에 큰 차질이 초래되지 않도록 하고 있으며, 항만운영도 지속적으로 이루어 질 수 있도록 함으로서 부두 운영 효율을 증대시키고 있다. PTMS 운영으로 인한 경제적 효과를 가시적인 통계나 데이터로 산출해 내는 데는 한계가 있지만 5세계의 선진 항만으로서 이미지 상승효과와 항만운영의 효율성이 향상되었다고 볼 수 있다.

4.1.3 해양 행정 서비스의 신뢰감 증대

대형 외항선의 경우에서부터 소형 예부선 작업선에 이르기까지 부산항을 입항하는 선박은 가장 먼저 센터와 교신으로 부산항과 접하게 되므로 부산항의 이미지와 신뢰성에 PTMS센터가 큰 영향을 줄 수 있다.

VTS가 설치되기 전 항만행정서비스의 1차 이용자인 선박운항자가 선박 통항에 관한 질의를 하였을 경우 구형 레이더만으로는 제공할 수 있는 정보가 제한적일 수밖에 없었다. 그러나 설치 후에는 각종 첨단 장비를 통해서 정보를 수집하고 통항에 관한 정확한 정보를 신속히 제공함으로써 해양행정 서비스에 관한 신뢰감 증대는 물론, 해양안전에 관한 인식의 증대에도 크게 기여하고 있다. 또한 유관기관 및 단체, 해운업체와의 협조나 서비스 제공에 있어서 선박이동이나 선박관련 제반 사항에 대한 민원에 대해서

서 관제요원, 선박운항자 및 도선사를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 항내 교통안전 측면에서 놀랍게도 99%가 개선되었다고 응답하였으며, 그 중에서 52%가 많이 개선되었다고 응답하였다[8]. 부산항의 해난사고는 설치전인 1996년, 1997년 평균 사고 발생건수 58건에 비해 설치후인 1999년도에는 19건이 줄어 32%나 감소하였고 주요 사고인 충돌, 침몰, 좌초, 전복, 접촉사고가 40%가 감소하여 실제로 그 효과를 체감할 수 있으며 설문조사와 일치함을 알 수 있다. 또한 <Table 7>의 해양사고 종류별 VTS 사고 예방효과에 대한 연구의 결과와도 접촉사고를 제외하면 유사한 사고예방 효과가 나타남을 알 수 있다.

Table 8 VTS effectiveness to prevent accidents [9][10]

사고의 종류	사고 감소율(%)
충돌	49.8
좌초	46.7
접촉	35.9
침몰	20.9

<Table 9> 미국의 해역별 VTS의 사고 예방효과와 비교하여도 부산항의 교통관제 효과가 크게 나타남을 알 수 있다.

Table 9 Casualty Analysis of selected Waterways (ECKER W.J.)

Study Area	Percent VTS Preventable

여 관제하였을 때는 순차 입출항은 위험도가 높아 입출항을 전면 금지 할 수밖에 없었고, 부두 운영은 농무가 사라질 때까지 중지 할 수밖에 없었다. 그러나 VTS설치 후에는 시간은 지연되지만 순차 입출항을 실시하여 본선의 운항계획에 큰 차질이 초래되지 않도록 하고 있으며, 항만운영도 지속적으로 이루어 질 수 있도록 함으로서 부두 운영 효율을 증대시키고 있다. PTMS 운영으로 인한 경제적 효과를 가시적인 통계나 데이터로 산출해 내는 데는 한계가 있지만 5세계의 선진 항만으로서 이미지 상승효과와 항만운영의 효율성이 향상되었다고 볼 수 있다.

4.1.3 해양 행정 서비스의 신뢰감 증대

대형 외항선의 경우에서부터 소형 예부선 작업선에 이르기까지 부산항을 입항하는 선박은 가장 먼저 센터와 교신으로 부산항과 접하게 되므로 부산항의 이미지와 신뢰성에 PTMS센터가 큰 영향을 줄 수 있다.

VTS가 설치되기 전 항만행정서비스의 1차 이용자인 선박운항자가 선박 통항에 관한 질의를 하였을 경우 구형 레이더만으로는 제공할 수 있는 정보가 제한적일 수밖에 없었다. 그러나 설치 후에는 각종 첨단 장비를 통해서 정보를 수집하고 통항에 관한 정확한 정보를 신속히 제공함으로써 해양행정 서비스에 관한 신뢰감 증대는 물론, 해양안전에 관한 인식의 증대에도 크게 기여하고 있다. 또한 유관기관 및 단체, 해운업체와의 협조나 서비스 제공에 있어서 선박이동이나 선박관련 제반 사항에 대한 민원에 대해서 디지털화된 정확한 정보를 제공함으로써 부산항 종합 정보센터로서의 기능을 수행하고 있다.

4.2 평가의 비교

VTS를 먼저 실시한 포항, 울산 및 여수항만에

서 관제요원, 선박운항자 및 도선사를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 항내 교통안전 측면에서 놀랍게도 99%가 개선되었다고 응답하였으며, 그 중에서 52%가 많이 개선되었다고 응답하였다[8]. 부산항의 해난사고는 설치전인 1996년, 1997년 평균 사고 발생건수 58건에 비해 설치후인 1999년도에는 19건이 줄어 32%나 감소하였고 주요 사고인 충돌, 침몰, 좌초, 전복, 접촉사고가 40%가 감소하여 실제로 그 효과를 체감할 수 있으며 설문조사와 일치함을 알 수 있다. 또한 <Table 7>의 해양사고 종류별 VTS 사고 예방효과에 대한 연구의 결과와도 접촉사고를 제외하면 유사한 사고예방 효과가 나타남을 알 수 있다.

Table 8 VTS effectiveness to prevent accidents [9][10]

사고의 종류	사고 감소율(%)
충돌	49.8
좌초	46.7
접촉	35.9
침몰	20.9

<Table 9> 미국의 해역별 VTS의 사고 예방효과와 비교하여도 부산항의 교통관제 효과가 크게 나타남을 알 수 있다.

Table 9 Casualty Analysis of selected Waterways (ECKER W.J.)

Study Area	Percent VTS Preventable
Delaware Bay	29%
Chesapeake Bay	28%
Tampa Bay	33%
Gulf Intracoastal waterway West	
Miles 50 - 130	28%
Miles 260 - 290	40%
Average Preventable Accidents	32%

V. 해상교통관제 서비스 품질향상 방안

5.1 해상교통관제 환경분야

부산 북항은 연간 7만여척, 감천항에는 연간 17,000여척의 선박이 입출항 하고 있고, 감천항은 대형 컨테이너뿐만 아니라 수산물 물류기지로서 외국어선이나 연안어선들이 이용하는 횡수가 점점 늘어나고 있다. 부산항을 이용하는 선박들의 이용 항로를 살펴보면 북항을 이용하는 선박과 감천항, 다대포항을 이용하는 선박으로 크게 구분 할 수 있는데 감천항의 경우, 과거에 현대화되기 전까지는 복잡하지 않았으나 5000TEU급 대형 컨테이너선이 기항 할 수 있는 대형 항만으로 성장한 지금은 혼잡도를 상당히 증가되었다.

특히 감천항 입구의 혼잡도는 부산항 특정해역을 통과하여 북상하는 선박, 남하하는 선박들과 어선, 컨테이너선박, 다대포에 기항하는 대형 여객선까지 가세하여 혼잡도는 아주 높아지고 있다. 따라서 북항, 감천항, 다대항의 입구부근에 Roundabout 방식의 권고항로나 지정항로를 설정하여 교통량 흐름을 관리한다면 혼잡도는 낮출 수 있을 것이다.

부산 북항은 대형선박의 입출항은 많으나 이용선박들의 해상교통에 관한 인식이 높아 센터 운영에 능동적으로 참여함으로써 감천항에 비하여 비교적 교통안전성이 높은 편이다. 이에 비하여 감천항이나 다대포 바깥쪽해상은 개항 질서법상 PTMS 서비스 제공이 되지 않는 연안 소형어선들의 입출항이 잦아 혼잡도가 높은 편이다. 현재의 특정해역을 현재의 부산항 교통량 흐름에 따라 재조정할 필요가 있으며 부산항을 통과하여 북쪽으로 항해하는 선박, 남하하는 선박, 북항 입항선박, 감천, 다대포 이용선박, 조업

어선들의 입출항 항로를 고려하고 혼잡도를 낮출 수 있는 방향으로 특정해역을 재조정하고 필요하면 항로 지정 방식도 채택해야 될 것이다.

서도, 생도 오류도 해운대를 잇는 선과 그 지점에서 10마일 지점까지 부채살처럼 특정해역을 지정하고 항로지정방식은 목도와 해운대를 기점으로 하고 조도 방파제에서 5마일, 10마일 떨어진 지점을 연결하여 각각 2.5마일씩 항로폭을 지정한다면 통과선박이나 입출항선박에게 규칙성을 부여할 수 있을 것이다. 부산항의 위치통보선은 북측선, 동측선, 남측선, 서측선으로 되어 있고 선박이 부산항에 입항할 경우 위치통보선을 통과할 때 2차 통보를 하도록 되어 있다. 입출항 선박이 물리는 시간에는 VHF-DF로도 본선을 모두 식별하기가 쉽지 않다. 그래서 레이더나 시각으로 확인하기 쉬운 일정한 위치를 기준으로 통보토록 한다면 운영자가 쉽게 본선을 식별하여 추적 물표에 입력할 수 있을 것이다.

5.2 운영조직분야

PTMS 센터의 주요 업무 중 항만물류와 관련된 업무가 PORT-MIS에 입항, 출항 및 이동시간을 입력하는 업무이다. 이것은 선박의 정박료 및 접안료등 각종 항만 사용료의 기초자료로 활용되어지고 있으므로 정확성이 특히 요구된다. 입항 선박이 입항하여 접안하면 그 선박의 세금계산을 위하여 입항시간과 접안부두를 입력해야만 한다. 연간 9만 여건, 월 8천 건의 입출항 사실을 입력한다는 것이 센터운영자에게는 커다란 부담이 되고 있다.

센터 운영의 주된 목적은 해상교통의 안전이며, 부산항은 특히 통항정보 제공, 레이더 감시 등 안전분야의 업무가 방대하고, 운영효율을 극대화하기 위하여 부산항 특성에 맞는 운영기술

개발에 더욱 박차를 가해야 한다. 현재의 PORT-MIS의 프로그램이 DOS운영체제로 작동되기 때문에 시간지연은 물론 데이터 입력시간이 많이 소요되고 데이터 저장을 위하여 시스템을 중지해야 하기 때문에 작업에 지장을 초래하고 있다. 멀티로 데이터 입력이 가능하고 자료의 전송이 용이한 Window 운영체제로의 프로그램 개발이 필요하다. 가능한 한 Port-MIS 입력 업무로 인해 주업무인 해상교통관제 서비스 업무가 소홀해지지 않도록 운영의 개선이 요구된다. 또한, 해상교통안전법상 특정해역의 관리와 거대선 등의 통과 보고가 해경에서 관할토록 되어 있어 부산항을 이용하는 선박이 이중으로 보고를 해야하는 불편함과, 보고로 인한 항해 집중력 결여로 항행 안전이 저해될 위험이 제기되고 있으므로 보고와 관리체계를 일원화할 필요가 있다. 또한 부산항 특성에 맞는 운영기법 개발이나 소프트웨어 설계 등으로 안전 환경 개선에 노력을 경주해야 한다.

한편 전문 지식과 경험을 갖춘 운영요원의 확충과 더불어 고도의 관제서비스 제공이 가능한 전문 교육할 수 있는 교육체계의 구축과, 관제관의 전문성과 책임에 부합하는 대우와 근무체계가 시급하다.

5.3 시스템분야

VTS의 특징은 레이더를 비롯한 여러 가지 첨단장비를 이용하여 광대한 정보를 한곳에서 수집하고 디지털화하여 정확한 정보를 가공하는데 가장 큰 장점을 가진다. 선박들에게 통항 정보의 제공이 음성통신에만 의존하여 전체 부산항 상황에 신속히 대응할 수가 없다.

데이터 전송기술과 통신 기술을 활용하여 이상적인 SHORE-TO-SHIP의 실현을 위해 현재까지의 음성전송 방식을 더욱 개발하여 데이터 전

송이나 모니터 화면 전송으로 확장하고 자동식별장치(AIS) 등과 연계하여 선박운항자 및 관제관이 전체 선박이동 상황을 잘 파악 할 수가 있도록 시스템의 보완이 요구된다[11].

5.4 의사 결정분야

태풍의 내습 등 자연환경의 갑작스러운 변화에 따라 항해 위험이 커지거나, 화재나 오염 등 긴급 비상사태 발생시에 대비하여 조직력을 발휘할 수 있는 의사결정시스템이 필요하다. PTMS 센터는 기상, 조수, 근거리 통신망, 원격 감시가 가능한 레이다 시설 등으로 모든 정보가 집약되어 종합상황실 역할을 수행하고 현장을 보면서 직접 지휘하기에는 가장 적합한 환경을 가지고 있다. 악천후가 예상되거나 화재나 오염 사고 등 각종 대형사고 발생시 대처할 수 있도록 PTMS 센터 중심으로 비상대비계획(Contingency Plan)을 수립하고 소방정과 해경 함정의 협조 체계 구축하고 선사, 대리점, 도선사협회, 각 부두 운영회사, 어촌계 및 수협 등과 유기적으로 협조를 받을 수 있는 근거와 제도가 마련되어야 한다.

5.5 관련규정 및 법규분야

부산항은 특정 해역내에 입출항 선박이나 통과선박이 과다하게 밀집되어 위험이 큰 항만으로 분류될 수 있다. 기술의 발달이 급속히 이루어져 해상교통안전의 필요성이 증대되어 VTS도 그 관할 해역의 범위가 항계 바깥까지 점차 확대되고 있다. 그러나, 현행 PSMS는 개항질서법 제 28조, 해상교통안전법 제 45조에 근거하고 있으나 해상교통안전법의 제 45조는 지방청장에게 위임되지 않아 PTMS 관할범위를 항계내로 국한할 수밖에 없도록 되어 있다[12].

증대되어 가는 PTMS 역할이나 짧은 운영기간임에도 불구하고 해상교통안전에 기여한 점을 감안하여 해상교통안전법의 개정이 시급하다. 부산항은 5개소에 설치된 레이더 site로 항계의 10마일 수역까지 감시가 가능하며 그 영역도 해운대에서 목도 부근까지 해당한다. 부산항은 항내에서는 항로의 길이가 짧아 위험도가 낮으나 항계 부근이나 항계 인근수역에서 위험이 훨씬 높은 특성을 가지고 있다.

항만은 해안선을 따라서 용호항부터 다대포항까지 부채살처럼 펼쳐져 발달되어 있고 그에 따라 수역도 광범위하게 펼쳐져 있다. PTMS 역할도 부산항 특성에 맞게 항내는 물론이고 항계 내 수역 및 인근수역까지의 교통안전에 지대한 역할을 하고 있다. 해상교통안전법을 개정 하면 선박운항자들이 좀 더 적극적으로 참여 할 것이고, 종합적인 교통행정서비스로 부산항 해상교통안전은 더욱 개선될 것이다.

부산항은 감천항이 수산종합유통센타로 발전 육성됨에 따라 원양 어선이나 연안어선들의 출입항이 빈번하고, 연안어선들의 경우 동해안에 어장 형성시 일시에 감천항이나 다대포에서 조업차 출항하거나 귀항하는 특성을 가지고 있어 북항, 감천항, 남항에 입항하는 선박이나 출항하는 대형선박과 조우하게 되어 통항의 안전에 지장을 초래하는 사례가 빈번하다. 그리고 기상악화시 진해로 피항하지 않고 북항 5부두 물양장으로 거의 대부분의 어선들이 입항하게 되고 조도 서측 방파제 대형선 출항항로로 입항하게 되어 큰 혼란을 초래하고 있다.

특히 부산항은 연안어선이 항입구에서 불규칙하게 항행하고 항로와의 근접항행으로 인하여 대형선박의 항해에 위험을 조고 있으나 현행 개항질서법 제 28조에는 연안어선의 경우 법 적용에서 제외되어 있기 때문에 부산항 해상교통

관제에 위험요소로 작용하고 있다. 연안어선의 경우도 개항질서법 제 28조를 개정하여 연안어선도 PTMS에 참여토록 규정하고 필요할 뿐만 아니라 VHF등 필요한 장비를 설치를 지원하여 청수의무를 준수하게 함으로 부산항의 안전사각지대인 어선에 의한 대형사고의 위험성을 감소시킬 수 있을 것이다[13].

VI. 결 론

본 논문에서는 부산항 PTMS의 관제실적을 바탕으로 2년간의 운항효과를 평가하고 부산항의 관제영역 내에서의 해난사고의 변화와 해상교통 관제환경변화를 분석하였다. 또한 선박운항자, 도선사 등의 해상교통관제 정보의 이용자의 불편사항이나 요구를 조사하여 분석하였다. 그리고 다년간 해상교통관제 경험이 풍부한 현장 관제사들의 관제현장에서의 애로점이나 의견 등을 종합하여 부산항의 특성에 맞는 관제메카니즘 고찰하고 PTMS의 운영효율화 방안을 검토하였다.

본 연구에서는 위와 같은 문헌연구와 조사·관측연구를 통하여 다음과 같은 연구 결과를 얻었다.

첫째, 부산항 해상교통관제 서비스가 시행되기 전과 시행후 각각 1년간의 관제 영역에서 발생한 해난사고의 변화차이를 분석한 결과 PTMS의 해난사고의 예방 측면에서의 기여도는 충돌사고 64%, 침몰사고 100%, 자초사고 100% 등이 현격히 감소하는 효과가 평가되었다.

둘째, 부산항내의 지리적 특성에 적합한 해상교통관제 관제 서비스 품질 향상방안으로 다음 사항을 제안하였다.

- ① 부산항 주위 해상교통관제 위험요소들을 효과적으로 관리하기 위해서는 울산, 포

항, 마산 등의 PTMS의 실시간 정보교환 시스템이 필요하다.

- ② 연간 90,000척 이상 관제대상 선박과 관제 영역을 통과하는 선박들에게 정확한 양질의 관제서비스를 제공하기 위해서는 선박의 자동인식이 요구 되고 있으며 이를 위해서 AIS기반 VTS의 설치가 시급하다.
- ③ 관제 혼잡도를 해소하기 위해서 위치보고 시점을 1차(사전보고), 2차(진입보고)로 나누어 사전에 필요한 정보를 공유하도록 하며 소형선박의 무질서한 관제 영역의 통과를 제한해야한다.
- ④ 운영요원의 체계적인 교육 및 연수 프로그램을 개발하고 운영요원의 업무 만족도의 향상을 위해서 현업수당을 정착하고 현실화가 필요하다.
- ⑤ 관제위험을 최소화하기 위해서 의사 결정 시스템을 구축하고 비상대비 계획의 수립 및 훈련이 필요하다.
- ⑥ 해상교통관제의 효율화를 위하여 관련 법규를 정리하고 법 집행의 실효성을 거두기 위해서 해양경찰청, 해양수산부, 해군, 세관, 소방서 등의 유기적인 협조체제를 구축이 필요하다.

부산항내의 관제서비스의 시행기간이 2년 정도로 데이터가 부족하고 데이터가 여러 환경에 독립되지 못하여 정량적인 PTMS의 평가에는 한계가 있었다. 또한 해상교통관제 서비스의 관련 당사자들의 출신, 경력, 직위 등에 따라 다양한 의견 청취가 시간상 어려움으로 충분하지 못하였다. 앞으로 장기간의 데이터 축적과 경영 분석기법을 활용한 PTMS의 정량적인 효과의 평가는 미래의 연구과제로 수행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] IALA Vessel Traffic Service Manual, May 1998, IALA Recommendation V-103, p25-26
- [2] Kongsberg, Norcontrol. Vessel Traffic Management System for Pusan MOMAF, Technical Quotation, Vol.1.4, 1996
- [3] VTS Operator Training Manual, Part 2
- [4] 해운항만청, 부산 항만 및 마산 가덕 해역 시스템 설치 용역 설계 '95. 12 p124-140
- [5] Kongsberg, Norcontrol. Vessel Traffic Management System for Pusan MOMAF, Technical Quotation, Vol.1.4 Q960274/20-Nov-96 p 2.
- [6] Pusan PTMS Guide, 부산지방해양수산청, 1999.
- [7] 항행위험해역에 대한 해상교통 환경평가용역보고서, 2000, 3 해양수산부 p175-188.
- [8] VTS 시스템 설치 2단계 기본설계 용역 보고서, '98. 10. 해양수산부, p234.
- [9] Park J. S. "Marine Traffic Engineering in Korean Coastal Waters", Ph.D. 1994.
- [10] 박진수, Quantification of The Effectiveness of Vessel Traffic Services, 해양안전학회지, 제1권, 제1호 p.84.
- [11] 박성태, 이은방, 해상교통관제 정보망 구축에 관한 연구, 해양안전 학회 추계학술발표회, 1999 p30.
- [12] 임동철, 최상환, 해상교통단속법규의 실효성제고에 관한 연구, 한국해양대학교 대학원논문집, 제20편, p851.
- [13] 홍순배, 울산항항만교통정보센터의 당면과제 및 발전방향, 해난 심판원, 해양안전, 1999, 12 p.110.

