



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](#)

공학석사 학위논문

선박 조우 상황에 대한 적정 관제 개입시기에 관한 기초연구

**A Basic Study on guideline to proper control time
on each ship's encounter situations**



지도교수 박 영 수

2015 년 7 월

한국해양대학교 대학원

해양경찰학과

박 상 원

본 논문을 박상원의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장 공학박사 박진수 (인)

위원 공학박사 이은방 (인)

위원 공학박사 박영수 (인)

2015년 7월

한국해양대학교 대학원

목 차

List of Tables	iv
List of Figures	v
Abstract	vi
1. 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 내용 및 방법	3
2. 해상교통관제 및 위험도 평가 모델의 고찰	5
2.1 해상교통관제의 정의	5
2.2 VTS의 관제를 위한 권한·절차 및 서비스 조사	6
2.2.1 통항관제를 위한 VTS의 3가지 권한	6
2.2.2 VTS의 일반적 관제절차	7
2.2.3 VTS의 3가지 제공 서비스	8
2.3 선박조우 상황의 위험도 평가모델	10
2.3.1 평가모델 적용의 필요성	10
2.3.2 해상교통 위험 평가 모델	11
3. 부산항 VTS 관제구역 부근 교통현황 조사 분석	15
3.1 우리나라 항만의 선박 입·출항 현황 조사 분석	15
3.2 우리나라 항만의 해양사고 조사 분석	17
3.3 부산항 VTS 관제구역 부근 지리적 환경 조사	20
3.4 부산항 VTS 부근 해역 해상교통 흐름 분석	20

4. 부산항 VTS 관제구역 부근 위험상황의 관제개입시기 조사 분석	22
4.1 부산항 VTS의 관제현황 조사 분석	22
4.1.1 부산항 VTS의 관제구역	22
4.1.2 부산항 VTS 관제사 당직 주기 조사	24
4.1.3 부산항 VTS 관제사 당직 중 위험 발생상황 설문조사	25
4.2 위험상황 식별을 위한 부산항 VTS 교신 분석	28
4.2.1 선박이 VTS를 호출한 경우의 교신분석	30
4.2.2 VTS 및 선박 간 교신내용 빈도 분석	33
4.2.3 선박 간 교신내용 빈도 분석	34
4.3 위험조우상황의 관제개입 시기 조사 분석	36
4.3.1 위험도 평가를 통한 관제개입 시기 분석	36
4.3.2 조우상황별 관제개입 시기 분석	42
4.3.3 관제개입 시기의 가이드라인 제공	47
5. 결 론	48
참고문헌	50
부 록	52

List of Tables

Table 1	Service and Monitoring of INS	9
Table 2	Navigation risk assessment model	11
Table 3	Numbers of vessels by ship's types for 5years	16
Table 4	Numbers of marine accidents by waterways (recent 5year)	19
Table 5	Area and report line of Busan VTS	22
Table 6	Busan VTSO's period of day watch	24
Table 7	Busan VTSO's period of night watch	24
Table 8	Numbers of dangerous situations during day watch by career	26
Table 9	Numbers of dangerous situations during night watch by career ·	26
Table 10	VTS Communication category	29
Table 11	Communication times in 3days via VHF CH.12	30
Table 12	Number of communication on survey period (Vessel→VTS)	32
Table 13	Number of communication on survey period (VTS→Vessel)	33
Table 14	Number of communication on survey period (Vessel↔Vessel) ...	35
Table 15	Result of risk assessment	41
Table 16	Risk assessment on head on situation	43
Table 17	Risk assessment on overtaking situation	44
Table 18	Risk assessment on crossing situation	45

List of Figures

Fig. 1 Flow of Study	4
Fig. 2 VTS control procedures	7
Fig. 3 Calibration table of the PARK Model	13
Fig. 4 Number of ships going in/out for 5years	17
Fig. 5 Position of marine accident by waterways (recent 5year)	18
Fig. 6 Traffic flow near in Busan port (1day)	21
Fig. 7 Area(yellow) and report line of Busan VTS	23
Fig. 8 Number of dangerous situation on VTSO's watch	25
Fig. 9 Prediction ways of ship's closed situation	27
Fig. 10 Communication type analysis on survey period (Vessel→VTS)	31
Fig. 11 Communication type analysis on survey period (VTS→Vessel)	34
Fig. 12 Communication type analysis on survey period (Vessel↔Vessel) ..	35
Fig. 13 Risk values, CPA and Range on control starting time	38
Fig. 14 Risk values, CPA and Range on contacted with vessels	40
Fig. 15 Risk assessment on encounter situation	46

A Basic Study on guideline to proper control time on each ship's encounter situations

Park, Sang Won

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

Abstract

Korea's world seaborne trade has been continuously increasing as the maritime shipping is actively developing due to a geographic characteristic. Also, increased demand of water leisure activities by the rise of GDP(Gross Domestic Product) and increased numbers of fishing vessels made the marine traffic volume increase gradually. Especially around the marine traffic control areas, marine traffic flow is complicated by the ships that are entering, departing and crossing. And this results in bigger danger of marine accidents.

In order to decrease these dangers of marine accidents and secure safety of marine traffic, VTS(Vessel Traffic Service) services are being provided in Korea, where there are 18 VTS centers being operated in ports and on the coasts.

Despite the continuous efforts by VTS, annual average of marine accidents were 161.4 in recent five years(2010~2014) in the control areas and they are continuously increasing in these areas. Especially, lots of marine accidents occur in the areas of Busan VTS accounting for 29.6% of the total.

Meanwhile, guidelines of control procedures are set on the VTS control according to IALA VTS Manual and Public Order in Open Ports Act of Korea. However, there are no guidelines about control orders and avoiding methods since these can't be applied uniformly depending on the ships' encountering situations while controlling. So, even on similar traffic situations, orders of the VTS center are being proceeded differently depending on the VTS officers in charge of this. This is why it is desperately needed to prepare guidelines for the time of avoidance on each encountering situations.

Therefore, this paper is intended to provide guidelines for the time of control on each encountering situations by using PARK model based on the consciousness of ship operators in Busan Port where there are lots of dangerous elements lurking in marine traffic.

Firstly, the result of survey aimed at Busan VTS officers about the occurrence of dangerous situations while on duty showed that they felt average of 7.8 times of danger at daytime and 6.6 times of that at night. And by each duty time, they felt the dangerous traffic situations at every 15 minutes during daytime and every 18 minutes at night.

Secondly, the control channels of VTS were watched for three days to distinguish dangerous situations in the vicinity of Busan Port. There were total 2,965 communications and the analysis showed that the percentage of the matters related to the encountering of ship is in total of 22%

Thirdly, in order to check the risk among vessels at the time during the duty of the VTS officer, there were four derived elements which are the time of order or advice by the VTS officer intervening in the communications about the ships' encountering situations, CPA in case of sailing after deciding the sailing methods by the communications among ships, the distance at the first communication and the risk showed by PARK Model. The derived risks were classified under ships' encountering situations.

Lastly, after analyzing the risk of PARK Model derived from three days of the investigation by each encountering situations, this paper suggested a guideline for the appropriate time for control.

KEY WORDS : VTS 해상교통관제; Marine traffic 해상교통; VTS communication VTS 교신; 위험도 분석 Risk analysis.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라는 지리학적 특징으로 해상운송이 활발하게 발달함에 따라 해상 물동량이 지속적으로 증가하고 선박 크기도 대형화되어가는 추세이다. 또한, 국민소득증대에 따른 해양레저의 수요증가와 더불어 어선의 활동범위 확대 등으로 인해 해상교통량은 점점 증가하고 있다. 특히, 항만 및 접근 수역에 지정되어 있는 해상교통관제구역 주변은 입·출항 및 횡단 선박으로 인해 해상교통흐름이 복잡하고 각종 항만개발사업에 따른 공사 작업선과 예부선의 운항이 증가하여 해양사고의 위험이 더욱 크다.

이러한 해양사고 위험을 감소시키고 선박통항의 안전과 효율성을 증진하기 위하여 우리나라에서는 해상교통관제(Vessel Traffic Service, 이하 VTS) 서비스를 1993년 1월부터 포항항에서 시작하였다. 현재는 경인항 및 아라뱃길의 경인 VTS까지 우리나라 항만 15개소, 연안 3개소에 설치·운영하고 있다. (해상교통공학, 2013).

그러나 최근 5년간(2010~2014년) 관제구역내 연평균 161.4건의 해양사고가 발생하여(해양안전심판원, 2015) 관제구역내의 사고는 지속적으로 발생하고 있다. 이에 정부는 2017년까지 해양사고를 30% 감소하는 대책을 마련하는 등 노력을 하고 있다. 또한 해상교통관제서비스 현대화, 해양안전 정보시스템의 고도화, 항로표지 설치 확대, 고정밀도 연안해도 작성 등의 다양한 해상교통 안전시설에 대한 투자가 이루어지고 있으며, 지속적인

관련투자가 이루어질 예정이다(김수엽 등, 2013).

하지만 해양사고는 한가지 요인의 영향으로 발생하는 것이 아니라 여러 가지 요인이 복합적으로 연결되어 일어나는 것으로, 시설 등 주변 환경의 개선뿐만 아니라 실제 관제를 담당하고 있는 관제사, 즉 인적요소의 개선도 필요하다.

한편, VTS 관제는 IALA VTS Manual 및 우리나라 개항질서법에 따라 관제절차의 가이드라인이 설정되어 있다. 하지만 관제 운영 시 선박 조우 상황별로 관제 지시와 피항방법에 대한 것은 일률적으로 적용할 수 없어, 이에 관한 가이드라인이 없는 실정이다. 그러므로 유사한 교통의 상황에서도 관제실의 지시는 담당하는 관제사에 따라서 상이하게 진행되고 있어 선박운항자의 입장에서는 간혹 의아한 정보를 제공 받는 경우가 있다. 이에 조우상황별 피항 시기에 관한 가이드라인 마련이 절실하다.

본 연구는 관제사의 조우상황별 피항시기에 관한 가이드라인을 제시하기 위하여 부산항의 VTS 교신을 분석하여, 관제사가 느끼는 위험한 상황을 찾아내고 이를 선박 충돌위험도를 정량적으로 평가할 수 있는 모델을 이용하여 비교 분석하였다.

VTS의 효용성에 관련해서는 해양사고를 분석하여 안전성을 제고한 연구(김영습, 2009), VTS 교신량 분석을 통한 효용성 증진에 관한 연구(박성우, 2012), VTS 관제사의 최소안전거리에 관한 연구(김종성, 2013) 등이 있었으나, VTS의 교신과 선박충돌위험도를 분석하여 조우상황별 피항 시기에 관한 가이드라인을 제시한 연구는 없어 이를 이번 연구를 통해서 제시하고자 한다.

본 연구의 목적은 관제사와 선박이 개입한 선박 간의 조우상황을 식별하고 식별된 조우상황에 대하여 관제사가 개입한 교신의 시작시점을 위험

도 평가를 실시하여 도출된 값을 이용해 관제 시기에 대한 정량화된 가이드라인으로 제시하는 것이다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 우리나라의 VTS 중에 최근 5년간(2010~2014년) 가장 많은 선박이 입·출항한 (223,144척, 전국의 37.5%) 부산항 해역을 대상으로, 3일간 부산항 VTS의 VHF 교신을 분석하여 위험 조우상황을 식별한다. 이는 입·출항이 많은 해역이 해상교통이 복잡하여, 상대적으로 입·출항이 적은 해역보다 위험 조우상황을 많이 식별 할 수 있기 때문이다. 식별된 위험 조우상황에 관제사가 관제에 개입한 시점을 확인하여 우리나라 선박운항자의 위험의식을 기반으로 한 선박 충돌위험도 모델(PARK 모델)을 이용하여 위험도를 도출하고자 한다. 도출된 위험도는 관제 시기에 관한 가이드라인으로 제시한다.

본 연구는 총 4장으로 나누어져있으며, 제1장에서는 연구의 배경, 목적, 내용 및 범위에 대하여 기술하였고, 제2장에서는 본 연구의 대상이 되는 해상교통관제 및 충돌위험도 모델을 이론적으로 고찰하고, 특히 전국에서 입·출항 선박이 가장 많고, 해양사고가 가장 많이 발생한 부산항 VTS를 소개하였다. 제3장에서는 위험 조우 상황을 식별하기 위해 3일간 부산항 VTS의 선박 간의 교신내용을 분석하였으며, 이를 PARK 모델을 이용하여 관제사 개입시기를 조우상황별 위험도 값으로 도출하였으며, 제4장에서는 도출된 위험도 값을 적정 관제시기의 가이드라인으로 제시하여 결론을 도출하였다.

Fig. 1은 연구의 흐름을 나타낸다.

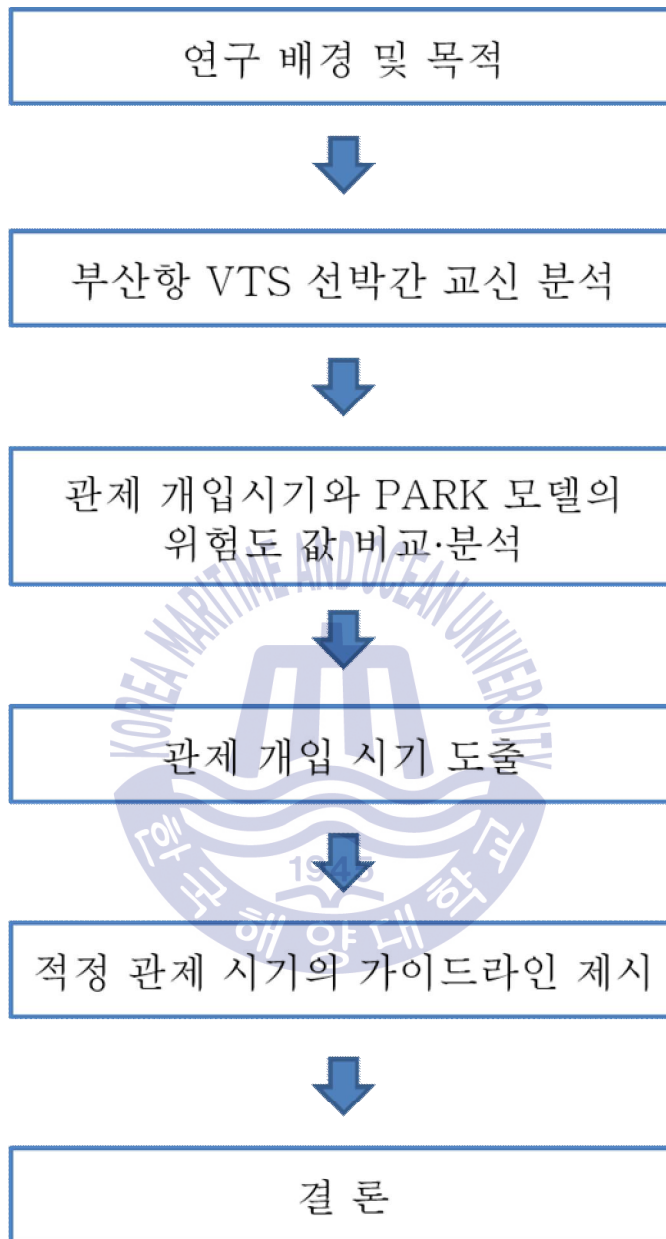


Fig. 1 Flow of Study

제 2 장 해상교통관제 및 위험도 평가 모델의 고찰

2.1 해상교통관제의 정의

국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 ‘IMO’ 라 한다.)는 해상교통관제(Vessel Traffic Services, 이하 ‘VTS’ 라 한다)를 ‘선박통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위하여 주무관청(Competent Authority)이 제공하는 서비스로, 이러한 서비스는 VTS 구역 내에서 일어나는 교통상황과 상호작용하여 대응할 수 있어야 한다.’로 정의하고 있다(IMO, 1997). 한편, SOLAS 제5장 12규칙에는 ‘VTS는 해상에서의 인명의 안전, 항해의 안전과 효율성에 기여하고, 해상교통이 야기할 수 있는 유해한 환경으로부터 해양환경, 인접 해안, 작업장 및 연안 해상설비를 보호하는데 기여한다.’라고 규정하고 있다(SOLAS, 1974).

국제항로표지협회(International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 이하 ‘IALA’ 라 한다)에서는 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 요구하고 있다. 이는 VTS가 제대로 기능하기 위해서는 선박과의 상호작용이 필수조건임을 밝히고 있는 것이다(IALA, 2012).

우리나라는 해사안전법 제2조(정의)에서 ‘선박교통의 안전 및 효율성을 증진하고 해양환경과 해양시설을 보호하기 위하여 선박의 위치를 탐지하고 선박과 통신할 수 있는 설비를 설치·운영함으로써 선박의 동정을 관

찰하며 선박에 대하여 안전에 관한 정보를 제공하는 것' 이라 정의하고 있다.

VTs를 운용하는 이유는 IMO, SOLAS협약, 우리나라 해사안전법의 정의에서 볼 수 있듯이 '항해의 안전과 효율성 증진, 해상에서의 인명 안전 및 해양 환경의 보호' 를 위한 것이라 할 수 있다.

2.2 VTs의 관제를 위한 권한 · 절차 및 서비스 조사

2.2.1 통항관제를 위한 VTs의 3가지 권한

초기의 VTs 역할은 Radar, AIS, VHF 등을 비롯한 각종 통신장비를 통한 정보수집으로 선박의 안전운항을 위한 정보제공에 국한되었으나, 해상교통의 폭주, 위험화물의 증가와 잠재적인 환경오염의 위협으로 인하여 항만의 안전 또는 항만의 효율성 제고 측면에서 적극적인 통항 관제를 실시하고 있다. VTs는 다음과 같은 3가지 방법으로 서비스구역 내에서 당해 선박에 대하여 그 권한을 행사할 수 있도록 가이드라인이 마련되어 있다.

(1) 정보 · 조언(Information · Advisory)

정보는 해상교통 안전을 위하여 필요한 경우나 선박에서 요구하는 경우에 항행안전을 위하여 다른 선박의 항행 의도 및 식별, 위치보고, 항로 및 기상조건, 선박통항의 위험요소 등 필요한 정보를 제공하는 것을 말한다.

조언은 해상교통관제 운영자가 보유하고 있는 지식 · 경험 및 정보를 토대로 본선 안전운항에 참조될 사항을 제공하는 것을 말한다. VTs 운영의 대부분은 조언이며 선박통항상황에 대한 예측능력을 보유하여 선박의 안전 항해를 유지한다.

(2) 권고(Recommendation)

권고는 가급적 따라주기를 바라는 적극성을 가진 조언을 말하며, 제한 수역 또는 협수로에서 사용한다. VTS는 어떤 조치가 필요하다고 결정하게 되면 선장 또는 도선사에게 감속, 변침, 정선 등과 같은 조치를 권고한다.

(3) 특수한 지시·명령 (Specific Direction·Order)

지시는 법규 또는 규정에 명시되어 있는 사항을 따르도록 하는 것과 명백한 사고위험에 처할 우려가 있는 경우 시정 또는 안전조치를 요구하는 것을 말한다.

VTS가 잠재적으로 위험한 상황을 피하기 위하여 구체적인 조치가 필요하다고 결정될 경우에 행사하는 권한으로 적극적인 통제는 상기의 방법과는 다르며, VTS가 선박운항자에게 어떤 지시를 내리는 것이다. 즉, 특별한 조타 지시에 의한 침로변경, 엔진의 사용지시에 의한 속도 조절 등과 같은 것이다.

2.2.2 VTS의 일반적 관제절차

관제구역 내에서 관제사는 효율적인 교통관제 업무를 수행하기 위하여 관제상황에 따라 Fig. 2의 절차로 관제를 시행한다.



Fig. 2 VTS control procedures

관찰확인은 관제구역에서 운항하는 선박을 모니터링 하는 것을 말한다.

정보제공은 관제센터에서 필요하다고 인정하거나 선박에서 요구할 경우에 항행 안전을 위하여 다른 선박의 항행 의도 및 식별, 위치보고, 항로 및 기상조건, 선박통항의 위험요소 등 필요한 정보를 제공하는 것을 말한다.

조언은 해상교통관제 운영자가 보유하고 있는 지식·경험 및 정보를 토대로 본선 안전운항에 참조될 사항을 제공하는 것을 말하며, 권고는 가급적 따라주기를 바라는 적극성을 가진 조언을 말한다.

지시는 법규 또는 규정에 명시되어 있는 사항을 따르도록 하는 것과 명백한 사고위험에 처할 우려가 있는 경우 시정 또는 안전조치를 요구하는 것을 말한다. VTS 관제구역 내에서 항행하는 선박이 입·출항 항로나 정박구역을 이탈할 우려가 있거나 위험구역으로 접근, 선박 상호 간 접근 또는 항법위반 등으로 위험이 예상될 경우에는 침로나 속력 등을 변경하도록 권고 또는 지시할 수 있다. 이때 선박의 안전 운항을 위한 선장의 권한은 침해할 수 없다. 이와 같이 관제의 절차 및 권한은 마련되어 있지만, 구체적인 관제 지시의 시기, 침로·속력, 교통흐름의 변경에 대한 지시 등의 관제운용에 대한 표준화된 가이드라인은 국제적·국내적으로는 마련되어 있지 않은 실정이다.

2.2.3 VTS의 3가지 제공 서비스

IMO와 IALA에서는 VTS가 제공하는 서비스를 정보서비스, 항해지원 서비스, 통항관리 서비스로 구분하고 있다(IMO Res. A. 857 - Guidelines for VTS).

(1) 정보 서비스 (INS / Information Service)

정보 서비스는 VTS 서비스구역내의 주변상황, 교통현황에 대한 정보를 적시에 제공하여 선박의 항해의사결정을 지원하기 위한 서비스이며, 시간·장소에 알맞게 제공되어야 하는 Table 1의 내용을 말한다.

Table 1 Service and Monitoring of INS

구분	제공되는 서비스	모니터링
내용	교통정보 항행정보 수문학적 정보 / 기상정보	교통상황 운항하고 있는 선박 접안하고 있는 선박 정박하고 있는 선박

정보 서비스에서 제공되는 구체적인 서비스는 다음과 같다.

- 선박의 위치, 의도 및 목적지
- VTS 서비스구역과 관련된 정보의 수정과 변경
- 항행과 관련된 기상, 수로, 항로고시, 항로표지, 교통혼잡, 조종성능 제한 등 잠재적 위험을 가진 선박들에 대한 정보

(2) 항행지원 서비스 (NAS / Navigational Assistance Service)

항행지원 서비스는 선박의 항해의사결정을 지원하고 특히, 시정제한, 기상악화 시에 도움을 주기 위한 서비스로 이는 통상 전문가의 조언이 포함되어 제공되는 것으로 다음과 같은 정보를 제공한다.

- 선박의 올바른 침로와 속력
- 항로 및 변침점과 관련된 위치
- 주위 선박의 위치, 식별 및 의도

이는 단순한 정보제공의 INS와는 달리 선박 운항에 있어서 실제 운항자의 항행 의사결정을 지원한다는 것이 큰 차이점이다.

(3) 통항관리 서비스(TOS / Traffic Organisation Service)

통항관리 서비스는 VTS구역 내 선박 통항량이 집중되거나 통상적인 교통흐름의 효율적인 이동계획 등과 다른 선박의 교통에 영향을 미치는 특수한 상황에서 혼잡이나 위험한 상황을 예방하기 위하여 교통을 관리하고

미래의 통항을 예측하는 서비스이다.

2.3 선박조우 상황의 위험도 평가모델

2.3.1 평가모델 적용의 필요성

해상교통은 해상을 항행하는 선박, 선박을 운항하는 선박운항자, 선박과 운항자를 둘러싸고 있는 주위환경의 요소로 구성되어있다. 선박이 대양항해에서 연안항해 및 항만의 입·출항으로 주위 환경이 바뀔에 따라 타선과의 마주침이 빈번하고 섬과 방파제 등에 의한 지형조건으로 선박의 움직임의 제약이 커짐으로써 해양사고의 잠재적 위험이 높아진다.

이러한 해양사고를 예방하기 위해서는 선박의 설비를 개선, 선박운항자의 자격요건 및 교육 강화, 나아가 선박이 제대로 항해를 할 수 있도록 항로의 설계 및 항로표지와 같은 선박을 둘러싸고 있는 주변 환경을 보강하는 것을 생각해 볼 수 있다.

하지만, 해양사고를 발생시키는 원인은 다양하게 나타나기에 이를 예상해서 사고에 대처하기란 쉽지 않다. 특히, 해상교통 흐름의 관제를 담당하는 관제사에 대한 관제운용 가이드라인이 설정되어 있지 않아 관제사마다 각각의 조우상황별 위험에 대하여 주관적인 기준으로 평가하여 조치한다.

관제사는 선박운항자를 둘러싸고 있는 주위환경 중 중요한 요소이다. 또한 관제사의 지시에 따라 선박 통항에 커다란 영향을 미치고 있다. 선박의 기본적인 정보를 바탕으로 하여 관제사의 경험이나 경력에서 나오는 노하우를 기반으로 관제하기 때문에 관제사마다 통항선박의 조우상황에 따른 위험기준은 다르다. 이때, 관제실에서 선박운항자의 위험정도를 사전에 파악하여 제공한다면 선박에게 적절하고 납득 가능한 관제 지시가 될 것이다. 이 논문에서는 관제사의 주관적인 위험도 기준을 제공하고, 관제시기를 적절하게 제시하기 위하여 PARK 모델과 같은 해상교통평가

모델을 적용하였다.

현재까지 항행위험도를 정량적으로 평가하는 방법은 Table 2와 같이 교통현상 평가모델, 조선 곤란성 평가모델, IALA 평가모델 등으로 구별할 수 있다(국토해양부, 2011). 교통현상 평가모델은 선박운항자가 아닌 제3자의 눈으로 항로의 환경요소를 측정하여, 그 값을 평가지표로써 활용하는 방법이다. 조선 곤란성 평가모델은 선박운항자에게 가해지는 조선 곤란성이 높아질수록 그 환경에서 운항하는 선박의 항행에 위험도가 잠재한다는 이론을 바탕으로 선박운항자가 주관적으로 느끼는 위험감을 평가지표로 활용하는 방법을 말한다. IALA 평가모델은 교통조건과 항로조건이 프로그램에 입력되면 충돌 및 좌초 확률을 정량적으로 표시하는 모델과 항로를 이용하는 전문가 그룹에 의해 항로의 위험을 정성적으로 평가하는 모델로 구분된다.

Table 2 Navigation risk assessment model

구 분	항행 위험도 평가 모델
교통현상 평가 모델	선박조우 빈도 평가모델
	피항조선 빈도 분석모델
	항로 혼잡도 평가모델
조선 곤란성 평가모델	SJ 모델
	BC 모델
	ES 모델
IALA 평가모델	IWARP 모델
	PAWSA 모델

2.3.2 해상교통 위험 평가 모델

이번 연구에서는 우리나라의 실제 연안해역을 항해하는 선박운항자가 느끼는 위험도를 대상으로 하여 구현된 식(1)과 같은 위험도 평가 모델 PARK(The Potential Assessment of Risk)모델을 이용하고자 한다(Nguyen, 2014). 이 모델은 선박 운항자의 의식을 기반으로 한 정량 모델이므로, 관

제사에게 정보를 받는 선박운항자의 위험의식 기준에 부합하는 위험도를 제시할 수 있다고 판단하여 이용하고자 한다.

이 모델은 본선의 선박 종류(type), 톤수(ton), 선박길이(length), 선박 폭(width), 타선이 접근하는 각도(crossing factor) 및 방향(side factor), 항내 및 항외, 선박 간 속도 차이, 선박간 거리, 운항자의 경력, 직급, 면허가 고려되었다.

$$Risk = 5.081905 + (T_p + T_f + L_f + W_f + C_f + L_{of} + P_f) + (0.002517L + C_f + S_f + Hi/o + S_p - 0.004930S_d - 0.430710D) \quad (1)$$

여기서, T_p : own ship's type factor

T_f : own ship's ton (GT) factor

L_f : own ship's length (m) factor

W_f : own ship's width factor (m)

C_f : own ship operator's career factor

L_{of} : own ship operator's license factor

P_f : own ship operator's position factor

L : target ship's LOA (m)

C_f : approaching crossing factor of target ship

S_f : approaching side factor of target ship

Hi/o : in/out harbor factor of own ship

S_p : speed (kt) factor between ships

S_d : speed (kt) difference between ships

D : distance between ships (NM)

위의 식(1)에서 계산된 위험도 값은 다시 최근접거리(CPA), 최근접시간(TCPA) 및 타선의 전장을 이용하여 Fig .3과 같이 필터링한다. 본 논문에서는 필터링 된 값과 식(1)에서 계산된 값 중 낮은 값을 PARK 모델 위험도 값이라 하여 이용하였다.

최종적으로 도출된 PARK 모델 위험도 값 중에서 1~3은 안전하다고 식별된 상황, 3~5은 안전하지도 위험하지도 않은 상황, 5이상은 위험한 상황으로 구분하여 판단한다.

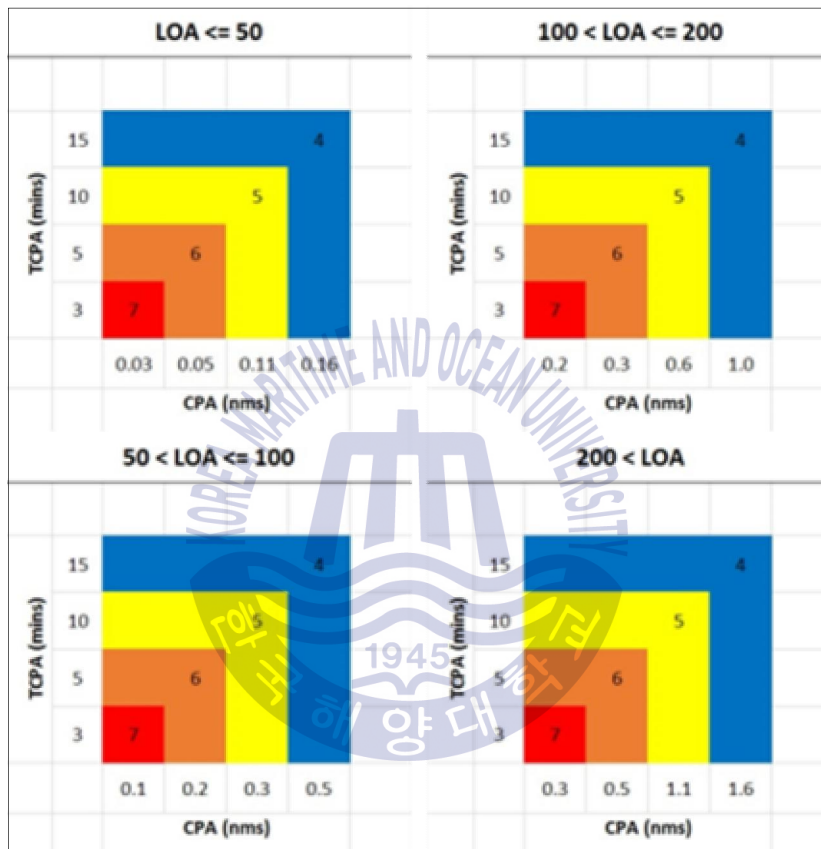


Fig. 3 Calibration table of the PARK Model

예를 들면, 선박의 길이가 100m, 톤수가 4,000톤, 폭이 20m, 속력이 10kts, 컨테이너선박의 2급 면허를 지닌 경력 3~5년의 일등항해사 당직시간에 전장 120m의 선박이 선수에서 마주치는 형태로 좌현 15kts로 3마일 떨어진 항외에서 다가올 때의 주관적 위험도는 다음과 같이 계산된다. (단, 이 상황의 타선과의 CPA는 1.0NM, TCPA는 15분임)

$$\begin{aligned}
 Risk = & 5.081905 + (-0.093240 - 0.335320 - 0.533920 - 0.2892 + 0.109177 \\
 & - 0.064230 + 0.176755) + (0.002517 \times 120 + 0.468465 + 0 + 0 - 0.056520 \\
 & - 0.004930 \times 2 - 0.430710 \times 3) = 3.520442
 \end{aligned}$$

다음으로 CPA, TCPA 및 선박길이에 의한 필터링 된 값은 4.0이다. 이 중에서 낮은 3.520442가 최종적으로 PARK 모델 위험도가 된다.



제 3 장 부산항 VTS 관제구역 부근 교통현황 조사 분석

3.1 우리나라 항만의 선박 입·출항 현황 조사 분석

최근 5년간(2010~2014년) 입·출항한 선박을 해운항만물류정보센터 자료를 통하여 선종별로 조사하였다(SPDIC, 2015). 선종은 일반화물선, 컨테이너선, 석유제품운반선, LNG선, LPG선, 벌크선, 여객선, 자동차운반선, 어선, 기타선박까지 총 10종으로 나누어 Table 3과 같이 조사하였으며, 이를 바탕으로 Fig. 4와 같이 나타내었다. 이 중 석유제품운반선에는 원유제품 운반선을 포함하였으며, 기타 선박은 예선, 도선선, 군함, 경찰선, 신조선을 포함하였고, 여객선은 화객선, 국제카페리를 포함하고 있다.

최근 5년간 항구별 입·출항 선박 척수 분석 결과 부산항 223,144척, 울산항 93,862척 순으로 선박이 입·출항 하여, 부산항이 전체의 37.5%의 입·출항을 차지할 정도로 많은 선박이 입·출항하는 것으로 조사되었다. 또한 선박종류로 분류하면 최근 5년간 부산항에 입·출항한 위험물운반선(석유제품운반선, LNG선, LPG선)이 45,582척으로 부산항을 입·출항하는 선박 전체의 20.4%를 차지하고 있어 상당 비율의 위험선박이 입·출항하는 것으로 조사되었다. 어선은 5,394척(2.41%)으로 부산항 입·출항하는 선박에 대해서는 낮은 비율이지만, 전체 어선이 입·출항하는 항구로 분석하면, 부산항은 어선이 입·출항하는 항구 전체 85.2%를 차지하고 있다. 어선은 전체 충돌사고 중 관련된 충돌사고가 약 80퍼센트를 차지하고 있어 잠재적 위험요소를 지니고 있다(오지현 등, 2014). 이는 부산항을 입·출항하는 많은 선박으로 교통이 복잡할 뿐만 아니라, 위험물운반선이나 어선 입·출항으로도 위험에 노출되어 있는 것으로 볼 수 있다.

Table 3 Numbers of vessels by ship's types for 5years

(단위 : 척)

선종 항구	일반 화물 선	컨테 이너 선	석유 제품 운반 선	LNG 선	LPG 선	벌크 선	여객 선	자동차 운반 선	어선	기타	합계
동해	4,552	89	1,457	0	0	2,594	679	17	732	1,103	11,223
포항	11	0	1,635	0	0	515	68	0	2	927	3,158
울산	10,980	8,663	46,307	23	5,549	2,068	12	3,684	5	16,571	93,862
부산	30,027	71,729	44,753	43	786	5,396	16,085	2,299	5,394	46,622	223,144
마산	7,630	948	5,029	0	0	734	3	1,759	19	19,210	35,332
광양	12,504	18,293	3,376	240	16	4,224	114	1,546	1	4,784	45,098
제주	5,066	46	2,394	0	998	840	185	16	9	1,112	10,666
완도	3,745	1	307	0	1	1,890	319	682	1	3,315	10,261
목포	813	44	1,717	0	4	676	437	11	1	3,688	7,391
군산	5,092	979	4,194	1	2	1,034	747	1,802	0	4,290	18,141
대산	630	1,079	12,493	6	4,031	82	2	1	1	1,544	19,869
평택	13,361	3,832	4,713	1,018	696	2,583	2,545	4,169	2	6,298	39,217
인천	16,838	11,161	11,466	997	1,870	3,380	6,909	2,726	163	21,816	77,326
합계	111,249	116,864	139,841	2,338	13,953	26,016	28,115	18,712	6,330	131,280	594,688

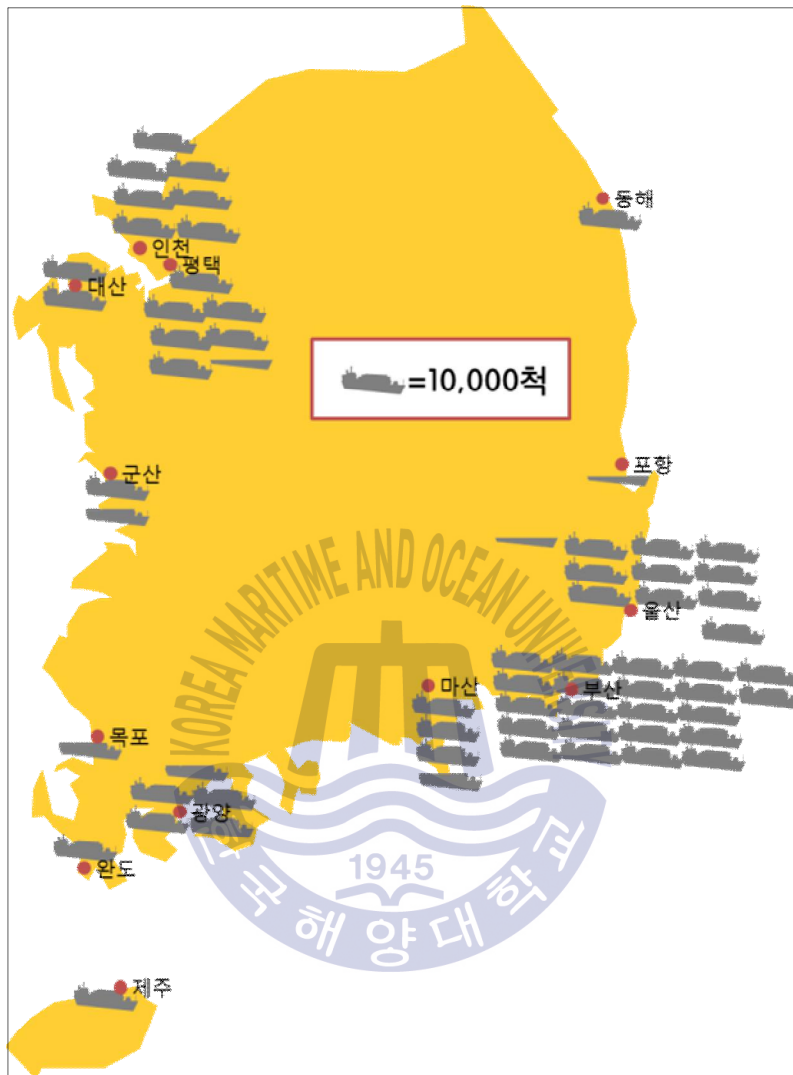


Fig. 4 Number of ships going in/out for 5years

3.2 우리나라 항만의 해양사고 조사 분석

해양안전심판원에 접수, 조사된 사고를 대상으로 최근 5년간(2010~2014년)의 해양사고 발생위치를 Fig. 5와 같이 조사하였으며, 해양사고 발생

건수를 Table 4와 같이 조사하였다(해양안전심판원, 2015).

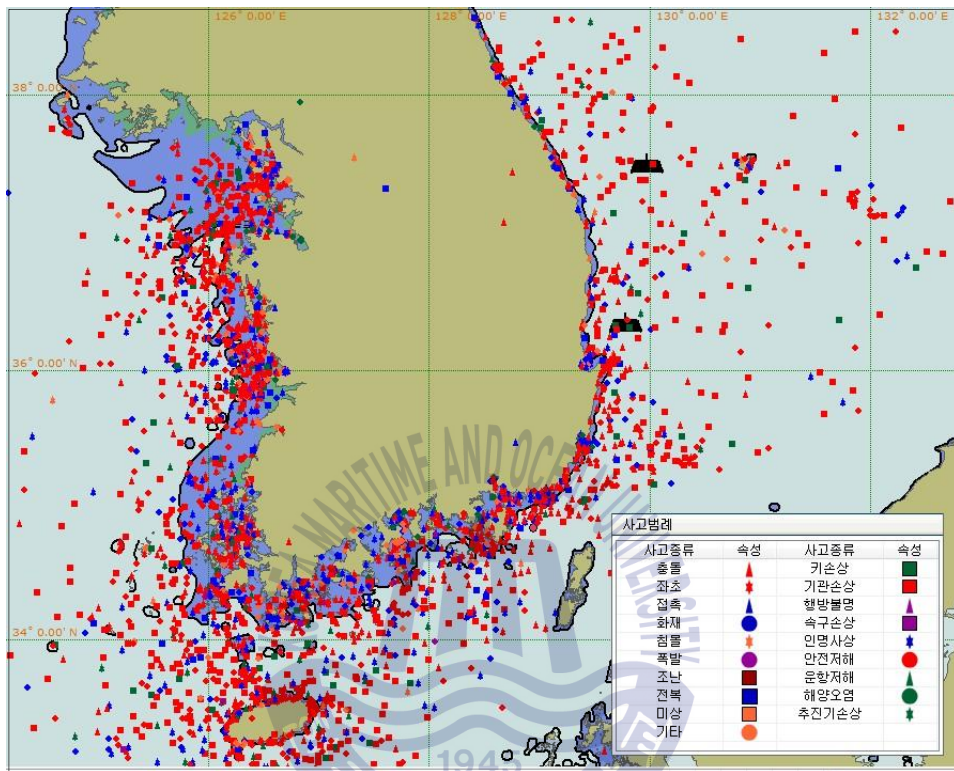


Fig. 5 Position of marine accident by waterways (recent 5year)

Table 4 Numbers of marine accidents by waterways (recent 5year)

(단위 : 척)

연도 항구	2010	2011	2012	2013	2014	합계	비율
인천항	28	39	21	12	14	114	14.1%
동해항	10	5	4	4	5	28	3.5%
울산항	26	16	19	19	25	105	13.0%
부산항	75	40	44	35	45	239	29.6%
부산-거제	1	1	-	-	1	3	0.4%
마산항	10	4	9	8	7	38	4.7%
통영항	17	14	14	3	3	51	6.3%
여수항	7	8	17	13	6	51	6.3%
제주항	7	4	8	-	7	26	3.2%
목포항	6	15	17	9	15	62	7.7%
군산항	26	15	17	6	12	76	9.4%
대산항	-	-	4	4	1	5	0.6%
평택	-	-	1	7	1	9	1.1%
합계	213	161	171	120	142	807	100%

조사 결과 연평균 161.4건의 해양사고가 우리나라 항만부근에서 발생하고 있으며, 특히 부산항은 Table 4와 같이 가장 많은 해양사고가 발생하였다. 이는 연간 가장 많은 선박이 통항하기 때문으로 보이며, 선박의 교통량이 많을수록 해양사고에 대한 위협에 노출되어 있다는 것을 알 수 있다.

3.3 부산항 VTS 관제구역 부근 지리적 환경 조사

부산항은 우리나라 남동 측에 위치하고 연평균 기온이 약 14℃ 정도로 우리나라 전체에서 보면 온화한 편이다. 연 강수량은 대체로 1,400mm~1,500mm로 우리나라에서 많은 편이며 주로 6~8월에 비가 많이 내린다. 특히 7~9월에는 태풍이 종종 지나가므로 주의가 요망된다.

부산항은 1일 2회의 창조와 낙조가 일어나는 조석형태로 조차는 비교적 작고, 조류 중 창조류는 대체로 동쪽에서 서쪽으로 낙조류는 대체로 서쪽에서 동쪽으로 흐른다.

부산항 부근의 해역은 북태평양 서부를 따라 북상하는 해류, 즉 쿠루시오가 분리되어 대한해협을 지나 동해로 유입되는 길목이다.

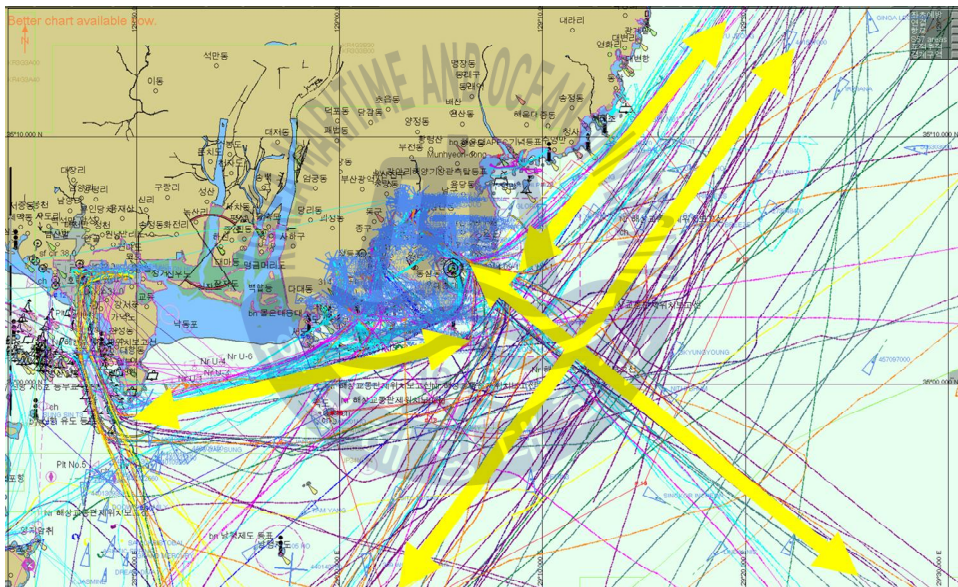
항행환경은 해상의 크고 작은 섬들과 노·간출암이 많으며 연안 곳곳에 정치어망이 산재해 있어 주의가 필요하다. 오륙도의 등대섬 남쪽 약 320m에는 수중폭발물이 있으며, 목도서측 약 400m에는 수심 5.4m의 암초가 있고, 동쪽에는 11~17m의 암초군이 있다. 그리고 지심도 북단 전면 0.9m의 간출암, 태종대 등대 남동쪽 및 남서쪽 약 5km, 서도 남서쪽 약 5.6km, 가덕도 남단의 동두말에서 남동쪽 약 1.8km에는 침선이 존재한다. 또한, 남형제도 북북동쪽 약 0.7km에 수심 10.8m, 또 약 1.9km에 수심 16m의 암초가 존재한다.

3.4 부산항 VTS 부근 해역 해상교통 흐름 분석

부산항 부근의 통항 패턴은 Fig. 6과 같이 4개의 주요 통항로를 살펴볼 수 있다. 부산북항과 일본을 이동하는 선박의 통항로, 부산항을 지나 울산항 방향으로 올라가거나 남해안 방향으로 내려오는 통항로, 울산항과 부산항 사이의 통항로, 가덕도와 부산항사이에 선박의 통항로로 주요 4개의 통항로를 볼 수 있다. 이 중에서 특히, 항만입구로 접근하는 접근수로에 교차되어 횡단하는 선박의 조우가 많은 편이다(남해지방해양경비안전

본부, 2014). 다양한 조우상황이 부산항 접근수로 근처에서 발생하고 있어 조우상황에 따른 관제 지시 시기 등에 대한 가이드라인 마련이 절실하다.

이와 같이 부산항은 우리나라 항만 중에서 가장 많은 선박이 입·출항하고 있으며, 이 중 위험물운반선이나 어선의 입·출항이 많다. 또한 해양사고도 가장 많이 발생하고 있으며, 다양한 조우상황이 접근수로에 발생하고 있어 많은 위험에 노출되어 있다. 이에 이 논문에서는 부산항을 대상으로 하여 조우 상황별 적정 관제 지시 시기에 관한 가이드라인을 제시하고자 한다.



(Source : 부산권해역 VTS 체계개선 기본조사설계 용역)

Fig. 6 Traffic flow near in Busan port (1day)

제 4 장 부산항 VTS 관제구역 부근 위험상황의 관제개입시기 조사 분석

4.1 부산항 VTS의 관제현황 조사 분석

4.1.1 부산항 VTS의 관제구역

부산항 VTS의 관제구역은 운항하는 선박의 교통 질서유지 및 안전유도를 위해 관제범위 내에서 섹터와 통신주파수(채널)를 나누어 관제를 실시하고 있다.

부산항의 관제 구역 및 진입보고선은 Table 5 및 Fig. 7과 같다(부산지방해양항공청, 2014).

Table 5 Area and report line of Busan VTS

구분	부산 북항해상교통관제센터
관제 구역	다음 지점을 순차적으로 연결한 선내의 수면 (1) 물운대 남단 (2) 목도 (34° 58'49"N 128° 59'25"E) (3) 34° 50'30.7"N 129° 02'30.1"E (4) 34° 56'00"N 129° 15'00"E (5) 35° 05'00"N 129° 20'00"E (6) 동암 (35° 11'48"N 129° 13'45"E)
진입 보고선	목도선 : 물운대 남단에서 목도정상을 잇는 선 남측선 : 목도정상에서 35-00-11.3N 129-09-51.9E을 잇는 선 동측선 : 35-00-11.3N 129-09-51.9E에서 35-05-11.2N 129-14-51.7E을 잇는 선 북측선 : 35-05-11.2N 129-14-51.7E에서 동백섬 정상을 잇는 선 생도선 : 35-03-08.3N 129-05-31.4E에서 34-59-38.7N 129-05-47.7E을 잇는 선

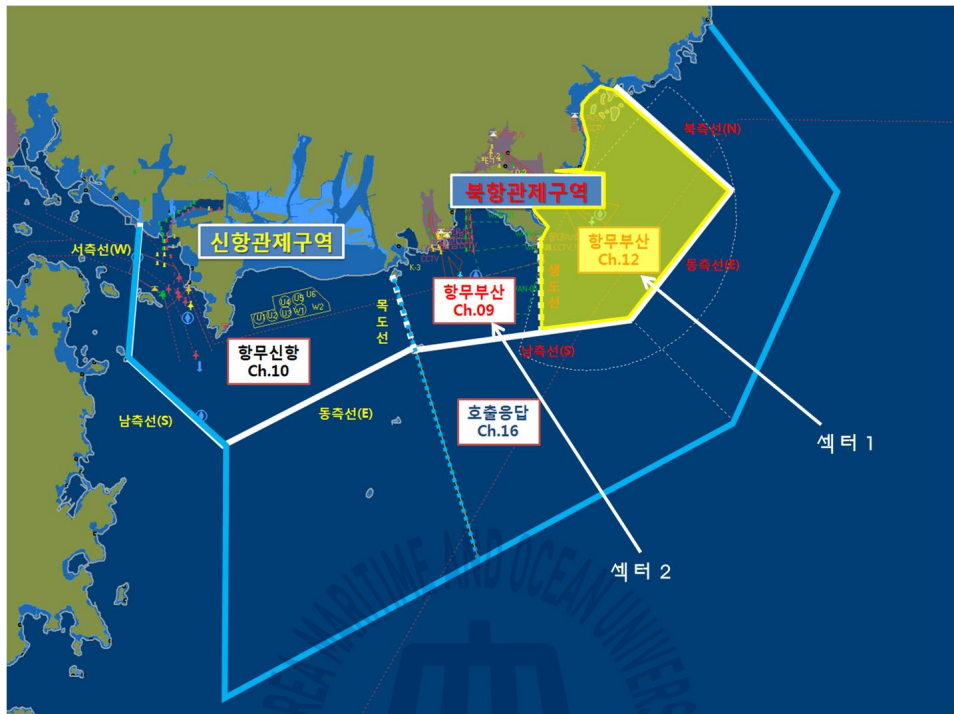


Fig. 7 Area(yellow) and report line of Busan VTS

해상교통관제절차에 따라 관제구역에서 항해하거나 이동하는 선박을 대상으로 관제를 실시하고 있으며 교통관제의 대상선박은 다음과 같다.

- 국제항해에 취항하는 선박
- 총톤수 300톤 이상의 선박(단, 내항어선은 제외)
- 해사안전법 제2조, 제6호에서 정한 위험물운반선
- 예인선열의 길이가 200m 이상일 경우의 예인선
- 여객선
- 공사작업 중인 예부선
- 선박길이 45m 이상의 어선

관제대상선박은 관제구역 내에서 선박동정보고¹⁾를 관제센터에 보고하고 그 관제 지시에 따라야한다.

1) 통과보고, 입항보고, 출항 및 이동예보, 출항보고, 이동보고 등

4.1.2 부산항 VTS 관제사 당직 주기 조사

관제사가 당직시간에 느끼는 위험빈도 및 위험을 확인하는 방법을 살펴 보기 위하여 부산항 VTS 관제사의 당직 주기를 살펴보았다. 당직은 크게 주간당직과 야간당직으로 나뉜다. 주간당직은 09:00부터 시작되며, 1시간 30분씩 18:00까지 이어진다. 각 섹터별 주간당직의 주기는 Table 6과 같다.

Table 6 Busan VTSO's period of day watch

시간	0900-1030	1030-1200	1200-1330	1330-1500	1500-1630	1630-1800
섹터1	A	D	C	F	B	E
섹터2	B	E	A	D	C	F
섹터3	C	F	B	E	A	D

야간당직은 18:00부터 시작되며 1시간 ~ 1시간 10분씩 익일 09:00까지 이어진다. 각 섹터별 야간당직의 주기는 Table 7과 같다.

Table 7 Busan VTSO's period of night watch

시 간	1800 - 1910	1910 - 2020	2020 - 2130	2130 - 2240	2240 - 2350	2350 - 0100	0100 - 0200	0200 - 0300	0300 - 0400	0400 - 0500	0500 - 0600	0600 - 0700	0700 - 0800	0800 - 0900
섹터 1	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
섹터 2	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A
섹터 3	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B

당직근무를 마친 관제사는 관제운영석에서 나와 별도의 행정업무를 하거나 휴식을 취하며, 통상 10~15분전에 준비하여 당직교대를 한다.

4.1.3 부산항 VTS 관제사 당직 중 위험 발생상황 설문조사

관제사가 당직시간에 느끼는 위험상황 발생 빈도 및 위험을 확인하는 방법을 살펴보기 위하여 부산항 VTS 관제사 18명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

(1) 근무시간 중 선박이 근접하여 야기되는 위험한 순간

Fig. 8은 VTS 관제사들이 근무시간 중에 관제 구역 내 선박이 근접하여 야기되는 위험 조우 상황 발생의 횟수를 조사하여 나타낸 그래프이다. 위험 조우 상황은 관제 당시에 선박이 근접하여 충돌의 위험이 있는 순간을 의미한다.

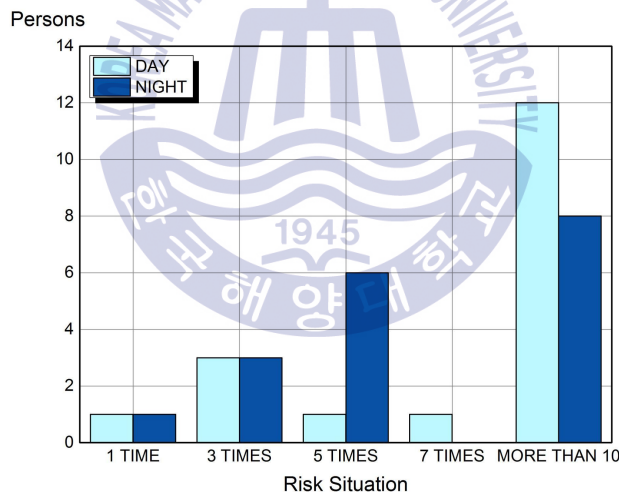


Fig. 8 Number of dangerous situation on VTSO's watch

VTS 관제사들의 근무시간은 주간은 09:00~18:00 (9시간)이며, 야간은 18:00~익일 09:00 (15시간)이다. 당직시간 중에 선박이 근접하여 야기되는 위험한 순간은 관제사 한 사람별로 주간에는 평균 7.8회²⁾, 야간에는 평균

2) (위험도 횟수 × 각 위험도별 응답한 인원수) / 총 응답한 관제사 수

6.6회로 조사되어 한 관제사의 당직시간 별로 주간에는 평균 15분마다, 야간에는 평균 18분마다 위험한 교통 상황이 발생하고 있는 것을 알 수 있다.

업무의 익숙한 정도에 따라 느끼는 위험도가 상이한 것으로 판단되어 관제 경력별로 답변한 위험발생 상황의 횟수를 구분하여 Table 8, Table 9로 나타내었다.

Table 8 Numbers of dangerous situations during day watch by career

(단위 : 명)

경력 위험횟수	5년미만	5~10년	10~15년	15~20년	20년이상	합 계
1회	1	-	-	-	-	1
3회	2	-	-	-	1	3
5회	-	-	-	-	1	1
7회	1	-	-	-	-	1
10회	5	4	3	-	-	12
합 계	9	4	3	0	2	18

Table 9 Numbers of dangerous situations during night watch by career

(단위 : 명)

경력 위험횟수	5년미만	5~10년	10~15년	15~20년	20년이상	합 계
1회	1	-	-	-	-	1
3회	2	-	-	-	1	3
5회	3	1	1	-	1	6
7회	-	-	-	-	-	0
10회	3	3	2	-	-	8
합 계	9	4	3	0	2	18

관제 경력이 5년 미만의 경우에는 주간이나 야간당직시간에 선박이 근접하여 느끼는 위험도가 1회에서 10회까지 다양하게 분포하고 있는 것으

로 나타난다. 반면에 5년 이상의 관제사는 대부분 10회 이상이라 답하고 있다. 이는 관제 경력이 늘어날수록 선박통항의 위험요소를 더욱 잘 숙지하고 있어 관제 경력이 적은 관제사보다 훨씬 많은 위험을 인지하고 있기 때문인 것으로 보인다.

(2) 선박의 근접상황 예측 방법

Fig. 9은 관제구역내 관제사가 선박 간에 근접하는 위험한 상황을 인지 또는 예측하는 방법을 나타낸 그래프이다.

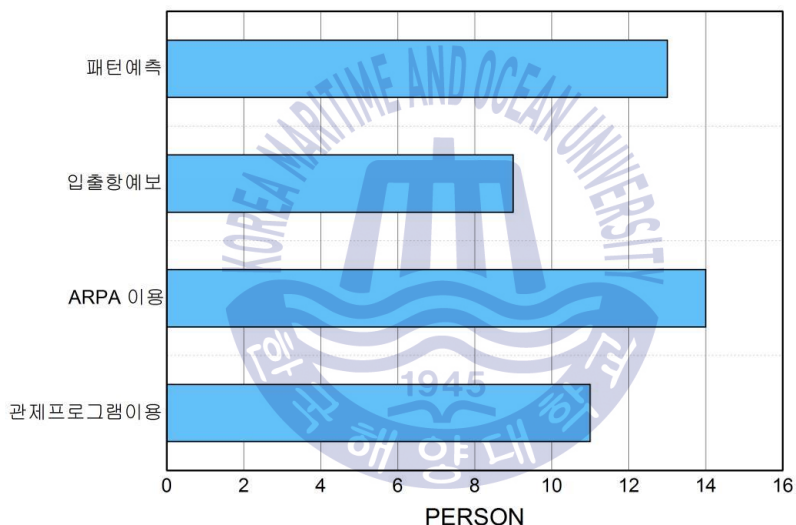


Fig. 9 Prediction ways of ship's closed situation

관제사의 23.4%는 관제프로그램 내의 CPA 및 TCPA를 통해, 27.7%는 경험에 의한 패턴에 따라, 19.1%는 선박의 입·출항 예보를 통해, 29.8%는 레이더 ARPA(Automatic Radar Plotting Aids) 기능을 통하여 선박이 근접하는 상황을 예측하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 선박 근접상황의 위험도 예측을 수신된 정보를 바탕으로 관제사의 경험을 더하여 판별하는 방법이므로 표준화되지 않은 주관적인 판별법이라 할 수 있다.

4.2 위험상황 식별을 위한 부산항 VTS 교신 분석

Inoue(1973)는 관측조사 기간에 관한 통계에서 모집단의 대표성을 갖기 위해서는 최소 3일 이상 7일 정도의 조사기간이 필요한 것으로 제시하였다. 이를 바탕으로 하여 본 연구는 부산항 부근 통항선박의 위험한 조우 상황을 식별하기 위하여 2015.4.6.(월) 08:00부터 2015.4.9.(목) 08:00까지 3일간 부산항 VTS의 VHF 채널 12번을 청취하였다.

부산항 VTS의 VHF 채널 12번은 생도선(35-03-08.3N, 129-05-31.4E에서 34-59-38.7N, 129-05-47.7E를 잇는 선)과 북측선(35-05-11.2N, 129-14-51.7E에서 동백섬 정상을 잇는 선) 사이의 구역으로 부산 북항의 입·출항과 부산항에서 울산항으로 올라가는 항로가 서로 교차하는 지역으로 교통흐름이 복잡한 곳이다(남해지방해양경비안전본부, 2014).

VHF 채널 12번의 교신내용은 선박에서 VTS를 호출하는 경우, VTS에서 선박을 호출하는 경우, 선박과 선박끼리 호출하는 경우로 3가지로 분류하였다. 그 중 선박에서 VTS를 호출하는 경우는 출항보고, 입항보고, 이동보고, 도선사보고, 투(양)묘 보고, 통과보고, ETA 통보, 통항 확인, 의도보고, 기타 10개의 항목으로 세분화했다. VTS에서 선박을 호출하는 경우는 관제 개입, 감도체크, 의도확인, 정보알림, 선박확인, 채널변경, 기타 7개의 항목으로 세분화했다. VHF 채널 12번상에서 선박과 선박사이의 교신은 통항관련, 채널변경, 잡담, 기타 4개의 항목으로 세분화했다. Table 10은 3일간 세분화한 항목의 교신내용을 분류한 항목이다.

Table 10 VTS Communication category

교신방법	교신내용	세부내용
선박→VTS	출항보고	출항 예보를 포함한 선박이 출항 시 VTS에 보고하는 사항
	입항보고	입항 예보를 포함한 선박이 입항 시 VTS에 보고하는 사항
	이동보고	계류지에서 다른 계류지로 이동 시 VTS에 보고하는 사항
	도선사보고	PILOT Boat에서 도선사의 승하선에 관련하여 보고하는 사항
	투(양)묘 보고	묘박지에서 선박이 투(양)묘 시 VTS에 보고하는 사항
	통과보고	선박이 보고라인을 통과하면서 VTS에 보고하는 사항
	ETA 통보	선박이 입항 1시간 전에 도착예상시간을 VTS에 보고하는 사항
	통항확인	선박 입 · 출항 전에 입 · 출항 현황을 VTS에 확인하는 사항
	의도보고	선박이 통상적인 패턴과는 다르게 운항할 때 VTS에 보고하는 사항
	기 타	소음으로 인한 청취 불가 사항
VTS→선박	관제 개입	선박의 통항에 관련되어 조언/권고나 지시(관제절차 3,4단계)
	감도체크	교신 감도가 좋지 않을 때 감도를 확인하는 사항
	의도확인	선박이 통상적인 패턴과는 다르게 운항할 때 VTS가 확인하는 사항
	정보알림	교통상황이나 기상 등의 정보를 VTS가 제공하는 사항
	선박확인	잡히지 않는 선박에 대하여 확인하고자 하는 사항
	채널변경	관제섹터 통과 후 채널을 변경하라고 지시하는 사항
	기 타	소음으로 인한 청취 불가 사항
선박↔선박	통항관련	선박간에 통항 방법에 관하여 교신하는 사항
	채널변경	선박간에 관제채널로 교신 후 채널을 이동하는 사항
	잡 답	선박간에 관제채널로 잡답을 하는 사항
	기 타	소음으로 인한 청취 불가 사항

부산항 VTS의 VHF 채널 12번에서 이루어지는 교신의 종류, 교신 빈도, 위험 상황 발생 등을 확인하기 위해서 2015.4.6.(월) 08:00부터 2015.4.9.(목) 08:00까지 3일(72시간)간 교신을 분석하였다. 3일 동안 부산항 VTS의 VHF 채널 12번에서 이루어진 교신헌수는 Table 11과 같다.

Table 11 Communication times in 3days via VHF CH.12

(단위 : 건)

Day Contents	1day	2day	3day	Total
선박→VTS	739	702	787	2,228
VTS→선박	143	132	149	424
선박↔선박	93	102	118	313
Total	975	936	1,054	2,965

3일 동안 총 2,965건의 교신이 있었으며, 시간당 41.1건이 있는 것으로 조사되었다. 교신내용은 교신 주체에 따라 선박이 VTS에게 보고한 사항, VTS가 선박을 호출한 사항, 선박 간 교신한 사항으로 크게 3가지로 분류하였다. 이 중 선박이 VTS에게 보고한 사항이 2,228건으로 75.14%로 대부분을 차지했다.

4.2.1 선박이 VTS를 호출한 경우의 교신분석

3일간 선박이 부산항 VTS를 호출한 경우 교신내용을 살펴보면, 관제구역 입·출항 또는 관제구역 내에서 이동하는 선박이 기본적으로 보고해야하는 입·출항 관련보고, 통과보고 및 이동보고가 1,336건으로 전체 교신의 59.8%를 차지했다. 선박 조우관계에 관련한 호출은 통항확인, 의도보고가 있었으며 총 138건으로 전체 교신의 6.19%를 차지했다. 시간대로 보면 교신이 가장 많았던 시간대는 16:00~18:00로 269건의 호출이 있어, 1

분에 2.2건의 호출이 있었던 것으로 분석되었다. Fig. 10은 3일간의 VTS 교신을 각 시간대별로 나타낸 그래프이며, Table 12는 이를 표로 나타낸 것이다.

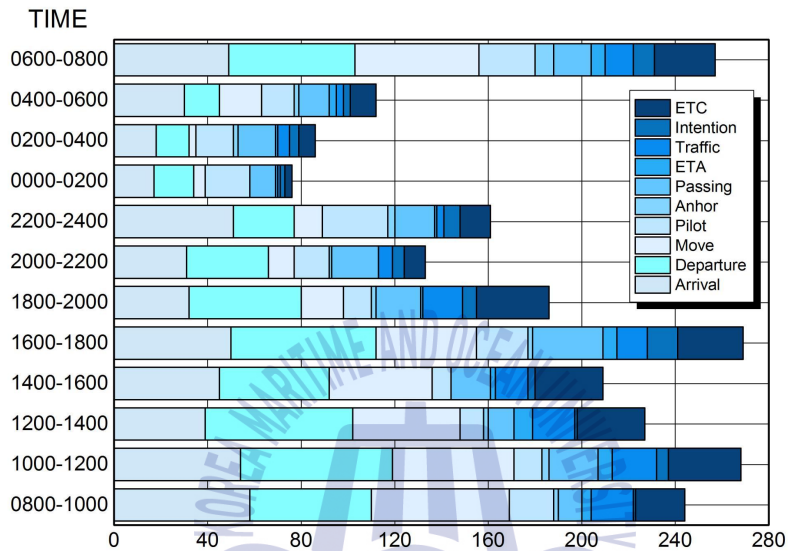


Fig. 10 Communication type analysis on survey period (Vessel→VTS)

Table 12 Number of communication on survey period (Vessel→VTS)

(단위 : 건)

시간	출항보고	입항보고	이동보고	도선사보고	투(양)묘보고	통과보고	ETA통보	통항확인	의도보고	기 타	합계
0600-0800	49	54	53	24	8	16	6	12	9	26	257
0400-0600	30	15	18	14	2	13	3	3	3	11	112
0200-0400	18	14	3	16	2	16	1	5	4	7	86
0000-0200	17	17	5	19	0	11	1	1	2	3	76
2200-2400	51	26	12	28	3	17	1	3	7	13	161
2000-2200	31	35	11	15	1	20	0	6	5	9	133
1800-2000	32	48	18	12	2	19	1	17	6	31	186
1600-1800	50	62	43	22	2	30	6	13	13	28	269
1400-1600	45	47	44	8	0	17	2	14	3	29	209
1200-1400	39	63	46	10	2	11	8	18	1	29	227
1000-1200	54	65	52	12	3	21	6	19	5	31	268
0800-1000	58	52	59	19	2	10	4	18	1	21	244
합계	416	446	305	180	25	191	35	111	58	217	1,984

4.2.2 VTS 및 선박 간 교신내용 빈도 분석

3일간 부산항 VTS가 선박을 호출한 경우 교신내용을 살펴보면, 선박조우에 관련된 호출인 관제 개입과 의도확인이 239건으로 전체 56.3%를 차지했다. 교신시간대별로 살펴보면 3일간 부산항 VTS가 선박을 호출한 경우가 가장 많았던 시간대는 18:00~20:00로 60건의 호출이 있어, 1분에 0.5건의 호출이 있었던 것으로 분석되었다. Table 13은 3일간의 각 시간대별로 VTS가 선박을 호출한 교신내용을 나타낸 표이며, Fig. 11은 이를 그래프로 나타낸 것이다.

Table 13 Number of communication on survey period (VTS→Vessel)

(단위 : 건)

시간	관제 개입	감도 체크	의도 확인	정보 알림	선박 확인	채널 변경	기타	합계
0600-0800	33	0	3	9	5	1	5	56
0400-0600	5	0	0	6	3	0	3	17
0200-0400	3	0	1	1	1	1	0	7
0000-0200	10	0	1	7	1	1	0	20
2200-2400	20	0	1	7	3	0	1	32
2000-2200	15	0	5	3	1	0	7	31
1800-2000	29	0	5	8	9	2	7	60
1600-1800	27	0	4	5	10	2	6	54
1400-1600	11	0	1	7	6	0	2	27
1200-1400	14	0	4	7	7	3	3	38
1000-1200	26	3	2	10	1	2	4	48
0800-1000	14	1	5	7	3	1	3	34
합계	193	3	27	70	47	12	38	390

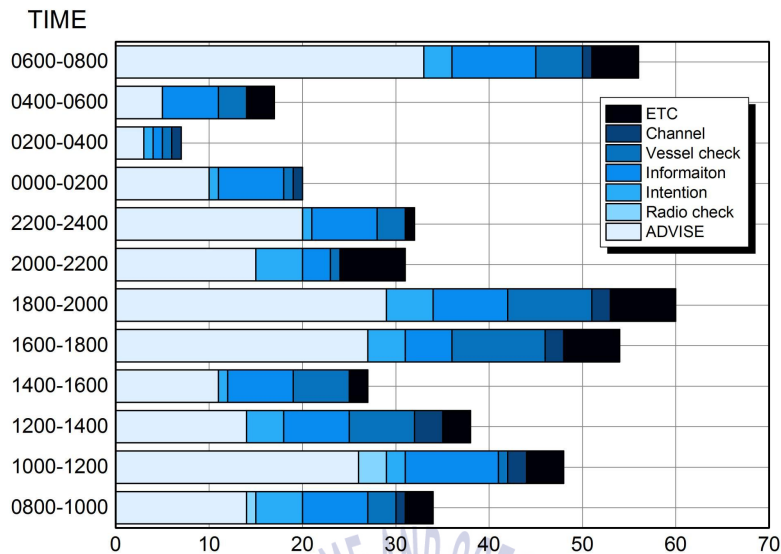


Fig. 11 Communication type analysis on survey period (VTS→Vessel)

4.2.3 선박 간 교신내용 경우 교신분석

3일간 VTS 관제채널에서 선박 간 호출한 경우 교신내용을 살펴보면, 선박조우에 관련된 호출인 통항관련이 276건으로 전체 90.4%를 차지했다. 교신시간대별로 살펴보면 3일간 선박 간 교신이 가장 많았던 시간대는 16:00~18:00로 41건의 교신이 있어, 1분에 0.34건의 호출이 있었던 것으로 분석되었다. Table 14는 3일간의 각 시간대별로 VTS가 선박을 호출한 교신내용을 나타낸 표이며, Fig. 12는 이를 그래프로 나타낸 것이다.

관제구역 내에서 부산항 VTS 채널로 선박끼리 교신하는 내용은 관제사들도 청취할 수 있으므로, 이는 관제절차 1단계인 관찰 확인의 일환으로 볼 수 있다. 그러므로 선박의 교신이 통항관련인 경우, 관제사가 교신한 내용이 당시 교통상황에서 적합하다고 판단이 된다면 따로 관제에 개입을 하지 않고 그 상황을 지켜볼 수 도 있다.

Table 14 Number of communication on survey period (Vessel↔Vessel)

(단위 : 건)

시 간	통항관련	채널변경	잡담	기타	합계
0600-0800	23	0	1	4	28
0400-0600	16	1	1	0	18
0200-0400	18	0	1	0	19
0000-0200	7	0	1	0	8
2200-2400	23	2	1	0	26
2000-2200	20	0	1	1	22
1800-2000	29	3	1	0	33
1600-1800	37	1	3	1	42
1400-1600	18	1	2	2	23
1200-1400	29	0	2	0	31
1000-1200	27	0	1	0	28
0800-1000	29	3	3	0	35
합계	247	8	15	8	278

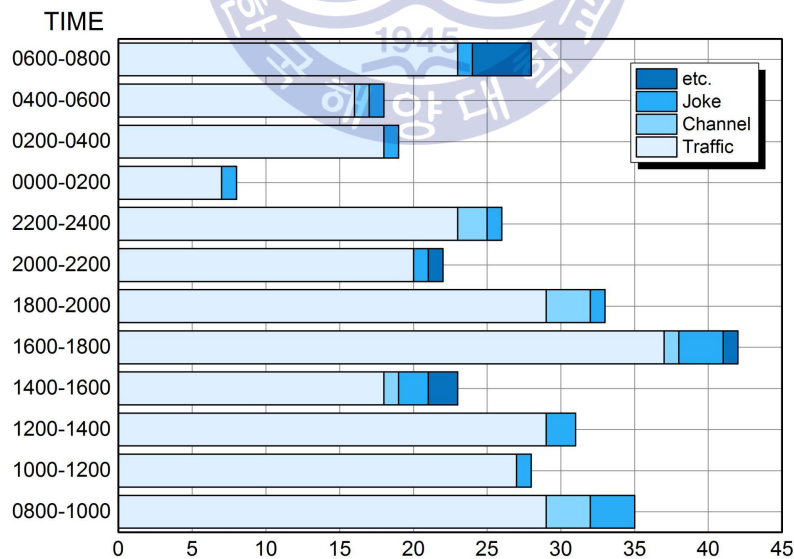


Fig. 12 Communication type analysis on survey period (Vessel↔Vessel)

3일간의 부산항 VTS의 VHF 채널 12번을 3가지 유형으로 분류하여 분석한 결과, 선박이 VTS를 호출하는 경우는 입·출항 관련보고, 통과보고, 이동보고 1,336건으로 전체 교신의 59.8%를 차지하여, 선박이 관제구역 내에서 항행하면서 기본적으로 보고해야하는 사항들을 주로 교신하는 것으로 조사되었다. VTS가 선박을 호출하는 경우는 VTS의 관제 개입과 의도확인이 239건으로 전체 56.3%를 차지하여, 원활한 교통 흐름을 위하여 관제사가 정보제공, 조언, 지시 등을 실시하는 교신이 주로 이루어지는 것으로 조사되었다. 선박과 선박 간에 서로 호출하는 경우는 통항관련 교신이 276건으로 전체 90.4%를 차지하여, 대부분의 선박이 자신의 교통흐름과 관련된 상대선과의 교신내용이 주를 이루는 것으로 조사되었다.

4.3 위험조우상황의 관제 개입시기 조사 분석

관제사가 선박을 관제하는 시점의 선박 간의 위험도를 확인하기 위하여 관제사가 선박 간의 조우상황에 관하여 교신에 개입하여 지시/조언을 하는 시점(관제절차 4단계)과 선박 간에 교신을 하여 통항방법을 결정하여 통항하는 경우(관제절차 1단계), 선박이 최초 타선박과 교신하는 시점을 식별하여 이 시점의 PARK 모델에 의한 위험도, 교신실시의 최초거리와 CPA를 도출하였다.

선박이 VTS를 호출한 상황에서 선박 간의 통항에 관련된 사항은 통항 확인, 의도보고가 있었다. 이는 선박의 직접적인 조우관계가 발생한 사항이 아니라 단순 확인이었으며, 직접적인 조우관계가 발생한 상황에 대해서는 VTS의 지시 부분으로 분류하였으므로 선박이 VTS를 호출한 경우는 위험도 평가에서 제외하였다.

4.3.1 위험도 평가를 통한 관제 개입시기 분석

(1) VTS의 선박 관제 개입시기 조사

3일간 VTS가 선박을 호출하여 관제 개입을 실시한 207건의 통신 중 선박과 선박 간에 직접적인 통향이 있었던 60건에 대하여 교신시점의 PARK 모델에 의한 위험도, 교신실시의 최초거리와 CPA를 도출하였다. Fig. 13은 각 교신시작 시점마다의 PARK 모델에 의한 위험도, 교신실시의 최초거리, CPA를 나타내는 그래프이다.

3일간 VTS가 직접적인 통향에 관련된 선박에 관제 개입을 한 경우 위험도 4.16에서 선박과의 거리 1.4NM에서 CPA 0.4NM에서 실시하는 것으로 분석되었다.



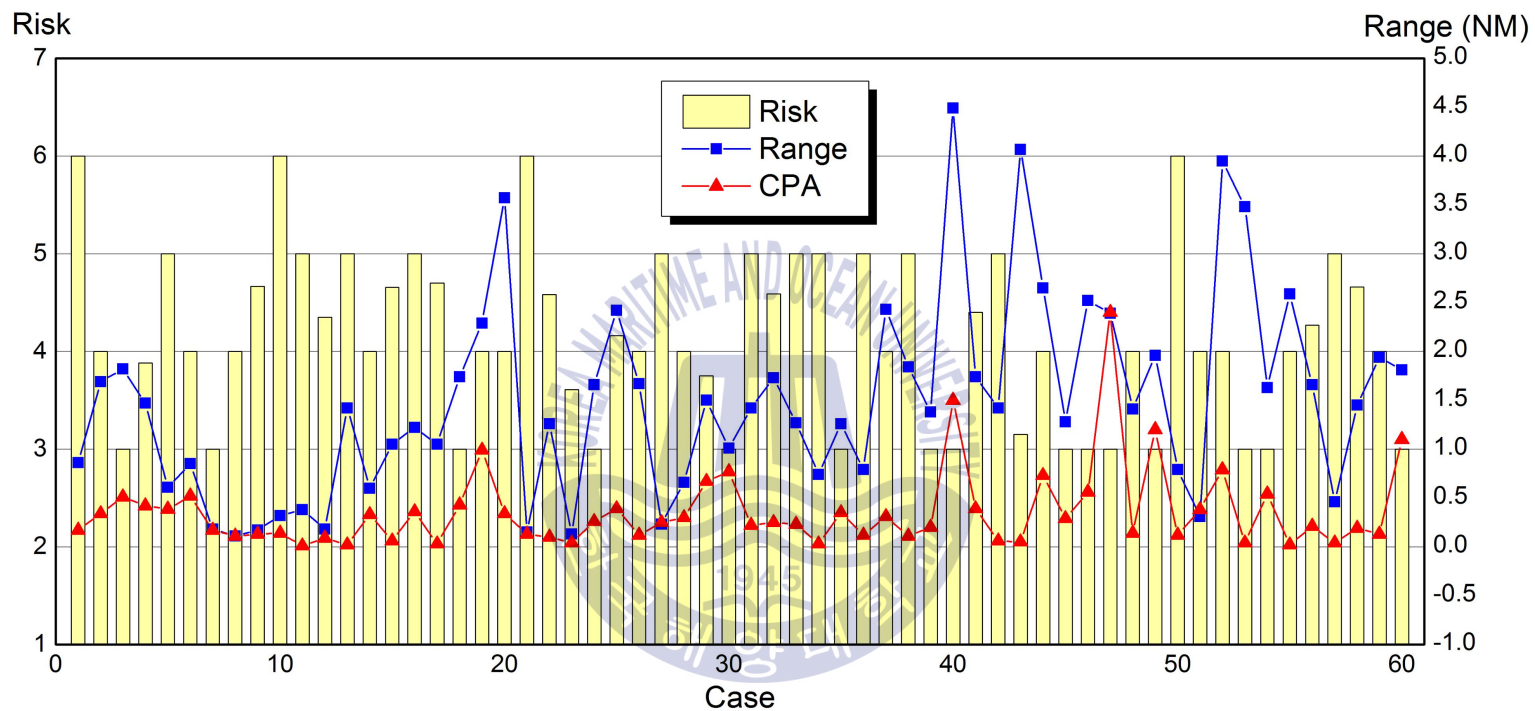


Fig. 13 Risk values, CPA and Range on control starting time

(2) 관제채널 내에서 선박 간 호출 시기 분석

3일간 관제채널 내에서 선박 간 통항에 관련하여 실시한 276건의 통신 중 선박과 선박 간의 직접적인 통항이 있었던 60건에 대하여 교신시점의 PARK 모델에 의한 위험도, 교신실시의 최초거리와 CPA를 도출하였다. Fig. 14는 각 교신시작 시점마다의 PARK 모델에 의한 위험도, 교신실시의 최초거리와 CPA를 나타내는 그래프이다.

3일간 관제채널 내에서 선박간의 직접적인 통항에 관련하여 교신을 한 경우 위험도 4.34에서 선박과의 거리 1.34NM에서 CPA 0.22NM에서 실시하는 것으로 분석되었다.



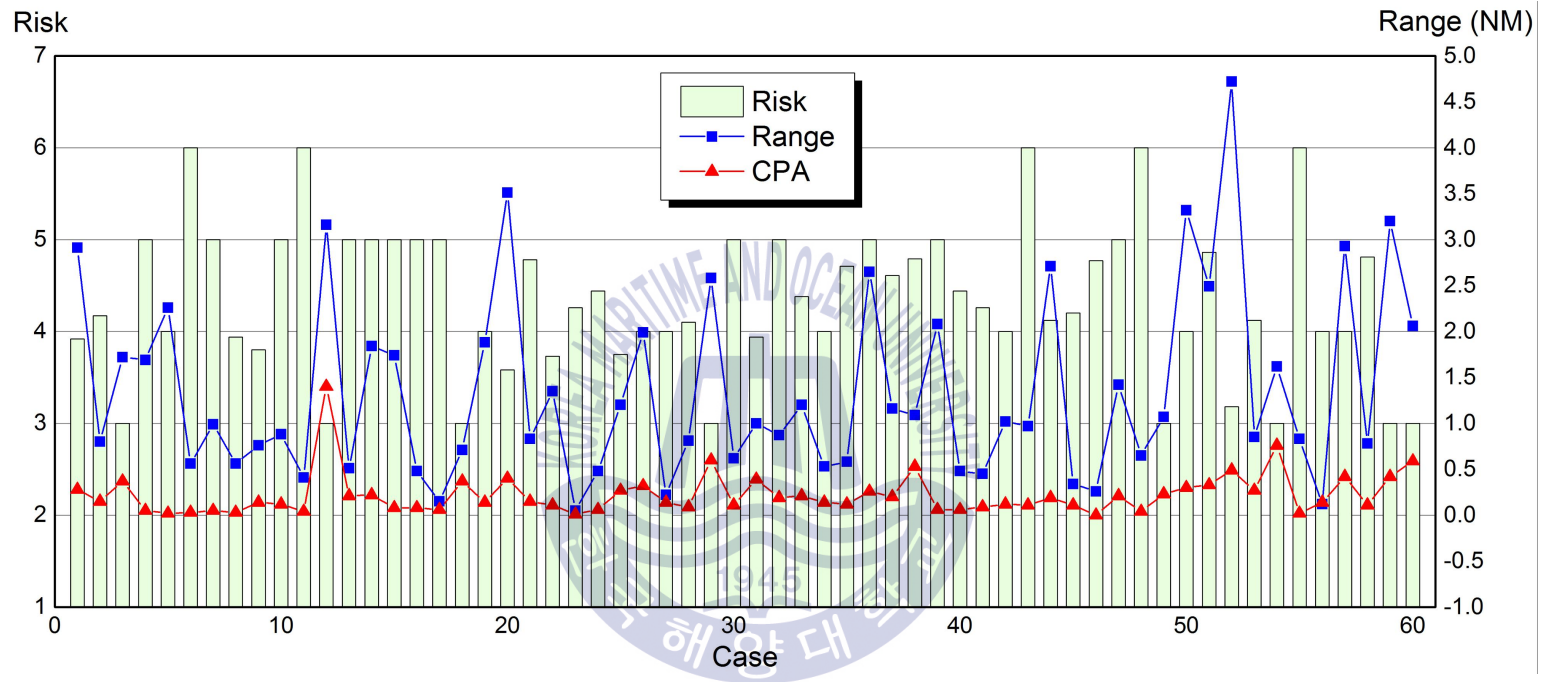


Fig. 14 Risk values, CPA and Range on contacted with vessels

(3) 3일간 선박조우의 위험도 평가 비교 분석

Table 15는 3일간 교신분석을 통한 관제시점별, 선박과 교신시작 시점별 위험도, 교신거리, CPA를 나타내는 표이다.

Table 15 Result of risk assessment

	VTS의 지시 권고			선박간의 교신		
	Risk value	Range (NM)	CPA (NM)	Risk value	Range (NM)	CPA (NM)
1day	4.44	1.03	0.27	4.40	1.25	0.19
2day	4.14	1.24	0.30	4.35	1.19	0.23
3day	3.90	1.94	0.44	4.26	1.59	0.24
3일간 평균 위험도	4.16	1.40	0.34	4.34	1.34	0.22

3일간 평균적으로 VTS의 권고 및 지시는 PARK 모델에 의한 위험도 4.16에서 거리는 1.4NM 밖에서 CPA 0.34NM일 때 실시되었다. 선박 간의 교신은 위험도 4.34에서 거리는 1.34NM 밖에서 CPA 0.22NM 일 때 실시되었다.

관제절차상으로는 VTS의 관찰 확인이 가장 먼저 실시된 후 마지막으로 권고나 지시를 실행한다. 하지만, VTS의 교신을 분석한 결과 선박과 선박 간의 교신은 VTS의 권고나 지시하는 시기보다 위험도가 좀 더 높을 때, 그리고 선박 간 거리가 좀 더 근접하였을 경우, CPA가 더 가까운 거리에서 실시됨을 알 수 있었다. 선박 간의 직접교신 60건 중 16건(26.6%)은 이미 VTS 관제사가 지시한 사항에 대하여 재확인 하는 상황으로 확인 되었으나, 나머지 44건(73.3%)은 VTS의 개입 없이 선박 간에 먼저 통항에 관련한 교신을 실시한 것으로 분석되었다. 이는 4.1.3에서 언급한 부산항

VTS 관제사를 대상으로 한 설문조사 중 위험상황을 예측할 때 27.7%의 관제사가 패턴예측을 이용한다고 하여, 관제사가 선박들의 패턴을 파악하여 직접개입이 아닌 관찰을 통해서 관제를 실시한 것으로 보인다.

4.3.2 조우상황별 관제 개입시기 분석

선박의 조우상황별로 선박운항자가 생각하는 위험도가 다르다(국토해양부, 2011). 이를 관제사에게도 적용하여, 조우상황별 해상교통 위험을 평가하기 위하여 이를 세분화 하여 분석하였다.

(1) 정면으로 마주보는 경우

정면으로 마주보는 경우는 충돌의 위험이 내포되도록 2척의 선박이 서로 반대되는 침로 또는 거의 반대되는 침로에서 마주치는 경우를 말한다(윤점동, 1977). 3일간 VTS가 직접적인 통항에 관련된 선박에 관제 개입을 한 경우 선박이 정면으로 마주보는 상황은 총 16건으로 전체의 26.6%로 분석되었다. Table 16은 정면으로 마주치는 상황의 위험도 평가를 나타낸다.

Table 16 Risk assessment on head on situation

Case	위험도	교신거리(NM)	CPA(NM)
1	6.00	0.86	0.17
2	5.00	0.61	0.38
3	4.66	0.17	0.13
4	6.00	0.32	0.14
5	4.00	0.6	0.33
6	4.65	1.05	0.06
7	3.00	1.66	0.26
8	4.16	2.42	0.39
9	5.00	1.42	0.22
10	4.00	2.43	0.31
11	5.00	1.42	0.06
12	3.15	4.06	0.05
13	3.00	1.28	0.29
14	3.00	3.48	0.04
15	4.00	2.59	0.02
16	4.00	1.94	0.13
Average	4.29	1.64	0.19

마주보는 상황일 경우 평균 위험도 4.29에서 상대 선박과 거리 1.64NM에서 CPA 0.19NM에서 VTS가 개입한 것으로 분석되었다.

(2) 추월하는 경우

추월하는 경우는 다른 선박의 정횡 후 22.5도에서 타선에 접근하는 조우관계를 말한다(윤점동, 1977). 3일간 VTS가 직접적인 통항에 관련된 선박에 관제 개입을 한 경우 선박이 추월 및 추월을 당하는 상황은 총 8건

으로 전체의 13.3%로 분석되었다. Table 17는 추월 상황의 위험도 평가를 나타낸다.

Table 17 Risk assessment on overtaking situation

Case	위험도	교신거리(NM)	CPA(NM)
1	3.00	0.18	0.17
2	4.00	0.11	0.11
3	5.00	0.38	0.01
4	4.35	0.18	0.09
5	3.61	0.13	0.04
6	4.00	0.66	0.3
7	3.00	1.38	0.2
8	5.00	0.46	0.04
Average	4.00	0.44	0.12

마주보는 상황일 경우 평균 위험도 4.00에서 상대 선박과 거리 0.44NM에서 CPA 0.12NM에서 VTS가 개입한 것으로 분석되었다.

(3) 횡단하는 경우

횡단하는 경우는 추월하는 경우와 마주치는 경우를 제외한 경우, 충돌의 위험이 생기는 진행선간의 조우관계를 말한다(윤점동, 1977). 3일간 VTS가 직접적인 통항에 관련된 선박에 관제 개입을 한 경우 선박이 횡단하는 상황은 총 36건으로 전체의 60.0%로 분석되었다. Table 18은 횡단하는 상황의 위험도 평가를 나타낸다.

Table 18 Risk assessment on crossing situation

Case	위험도	교신거리(NM)	CPA(NM)
1	4.00	1.69	0.34
2	3.00	1.82	0.51
3	3.88	1.47	0.42
4	4.00	0.85	0.52
5	5.00	1.42	0.02
6	5.00	1.22	0.36
7	4.70	1.05	0.03
8	3.00	1.74	0.43
9	4.00	2.29	0.99
10	4.00	3.57	0.34
11	6.00	0.15	0.13
12	4.58	1.26	0.1
13	4.00	1.67	0.12
14	5.00	0.23	0.25
15	3.75	1.5	0.67
16	3.00	1.01	0.77
17	4.59	1.73	0.25
18	5.00	1.27	0.23
19	5.00	0.74	0.03
20	3.00	1.26	0.35
21	5.00	0.79	0.12
22	5.00	1.84	0.11
23	3.00	4.49	1.5
24	4.40	1.74	0.39
25	4.00	2.65	0.73
26	3.00	2.52	0.56
27	3.00	2.39	2.4
28	4.00	1.41	0.14
29	3.00	1.96	1.2
30	6.00	0.79	0.12
31	4.00	0.31	0.38
32	4.00	3.95	0.79
33	3.00	1.63	0.54
34	4.27	1.66	0.21
35	4.66	1.45	0.19
36	3.00	1.81	1.1
Average	4.11	1.65	0.48

(4) 조우상황별 비교 분석

3일간 VTS가 직접적인 통항에 관련된 선박에 관제 개입을 한 경우 조우상황별로 분석한 결과는 Fig. 15와 같다.

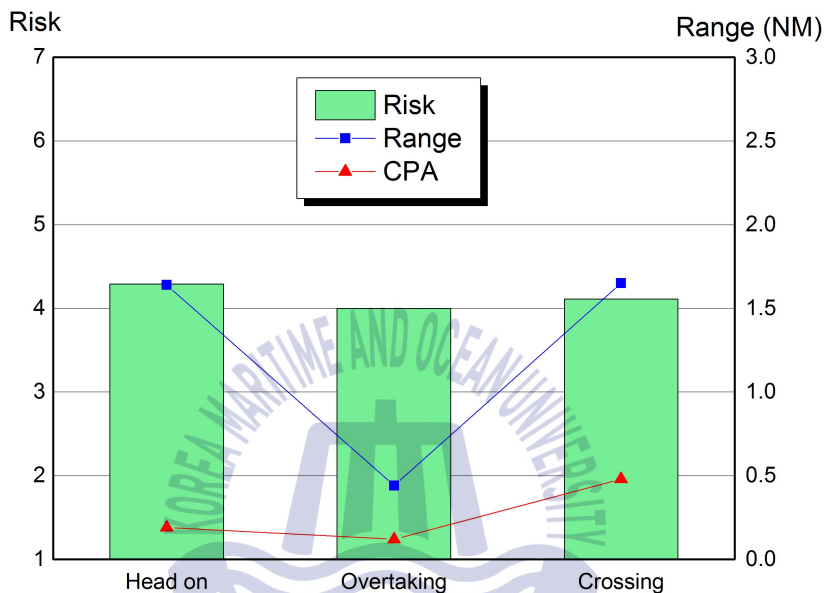


Fig. 15 Risk assessment on encounter situation

정면으로 마주보는 상황이 가장 높은 위험도를 나타냈으며, 교신거리는 추월하는 상황이 가장 낮은 것으로 분석되었다. CPA는 횡단하는 상황이 가장 높은 것으로 분석되었다. 지금까지 널리 알려진 CPA를 기초로 위험도를 평가할 수 있다고 하였지만, 여기에서 제시된 것과 같이 CPA와 PARK 모델의 위험도가 일치하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이는 CPA에 따라 위험도를 일률화 할 수 없다는 것을 반증한다. 본 논문에서 사용한 평가 모델은 위험도가 선박운항자의 의식이 반영되어 있기 때문에 횡단하는 경우는 CPA가 0.48NM로 가장 높지만, 정면으로 마주보는 상황(위험도 4.29)보다 위험도는 낮은 것이다(위험도 4.11). 실제 해상에서 많은 선박의 피항 관제는 선박의 CPA 이외에도 선박조우상황 등을 포함하여 고려해야

할 요소가 많을 것으로 사료된다.

4.3.3 관제 개입시기의 가이드라인 제공

PARK 모델에 의한 평가치와 관제사의 관제 개입시간을 비교하여 평균 위험도 4.16에서 관제사는 관제 개입을 시작하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 관제사의 개입시기를 선박 간의 조우관계별로 나누어 분석하였다.

분석한 내용을 바탕으로 조우관계별 위험도의 평균값을 이용하여 정면으로 마주보는 경우는 위험도 4.29, 추월하는 경우는 위험도 4.0, 횡단하는 경우는 위험도 4.11로 VTS의 적정관제 시기에 관한 가이드라인을 설정하였다. CPA 및 교신거리는 복합적인 요소가 고려되지 않고 그 존재로 값이 결정되는 반면, PARK 모델은 해상교통의 요소들이 위험도 속에 포함되어 있어, 가이드라인은 PARK 모델의 위험도 값을 이용하여 제시한다.



제 5 장 결 론

3면이 바다로 둘러싸인 지리적인 요인으로 인하여 우리나라는 해상운송이 발달하고 있으며, 이로 인한 해상 물동량 증가로 인하여 해상교통량 및 선박크기가 증가하고 있다. 특히, 부산항의 경우 최근 5년간(2010~2014년) 입·출항 선박(223,144척)이(PORTMIS) 전국의 37.52%를 차지할 정도로 가장 많았으며, 해양사고도 239건, 전국의 29.6%로 가장 많은 사고가 발생하였다. 이렇듯 지난 5년간 가장 통항량이 많고 해양사고가 많이 발생했던 부산항 VTS를 대상으로 당직 중 위험한 순간의 횡수를 확인하고자 설문조사를 실시했다. 그 결과, 근무시간(2시간단위) 중에 선박이 근접하여 야기되는 위험한 순간은 주간 평균 6.3회 야간 평균 5회로 조사되어, 주간에는 평균 19분마다 야간에는 평균 24분마다 위험한 교통 상황이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

따라서 본 연구에서는 많은 해상교통 위험요소가 잠재하는 부산항을 대상으로 선박 상황별 적정 관제시기를 제안하기 위하여 부산항 부근의 선박 위험도를 평가하였다. 이를 위하여 3일간 부산항의 선박↔VTS간, 선박↔선박 간 VTS 교신을 분석하여 선박간의 조우상황을 식별하였다. 식별된 조우상황 중 통항과 직접적으로 관련 있는 상황을 충돌위험도 모델을 이용하여 위험도 분석을 하였다. 도출된 충돌위험도를 조우상황별 위험도로 분류하여 VTS 관제사에게 적정 관제 개입시기에 관한 가이드라인으로 제시했다.

본 연구의 결론을 정리하면 아래와 같다.

- (1) 부산항 VTS 교신 분석 결과, 선박 조우 상황에 대한 교신이 전체의

22%를 차지하고 있다.

(2) 당직관제사의 교신을 하는 방법 및 시기는 다르지만, 3일간 평균적으로 VTS의 권고 및 지시는 PARK 모델에 의한 위험도 4.16에서 거리는 1.4NM에서 CPA 0.34NM일 때 실시되었다. 선박간의 교신은 위험도 4.34에서 거리는 1.34NM에서 CPA 0.22NM 일 때 실시되었다. 이는 관제 절차상 권고 및 지시가 가장 마지막 단계에 해당하지만, 각 선박에서는 VTS의 권고나 지시를 혹은 타선박의 보고를 듣고 이차 확인의 수단으로 타선박과 교신을 하는 경우가 26.6%를 차지했다. 나머지 44건(73.3%)은 VTS의 개입 없이 선박 간에 먼저 통항에 관련된 교신을 실시한 것이며, 이는 VTS가 직접 개입하지 않고, 교통의 흐름에 따른 선박의 패턴으로 예상하여 관찰하는 경우나 관제 개입 없이 선박 간에 직접 교통흐름을 정리하는 상황도 있었다.

(3) 3일의 조사기간 동안 관제사가 관제를 개입했던 60건의 상황을 조우 상황별로 분류한 결과 정면에 마주치는 상황에서는 4.29, 추월상황에서는 4.0, 횡단하는 상황에서는 4.11의 위험도에서 교신을 시작한 것으로 분석되었다.

(4) 본 논문에서 3일간의 조사로 도출된 PARK 모델의 위험도를 조우상황별로 분석하여 이를 적정 관제 시점에 대한 가이드라인으로 제시하였다.

향후 연구과제로는 PARK 모델에서 나타난 위험도와 실제 관제사들이 생각하는 위험도를 설문조사를 통하여 비교 분석 후 이를 모델에 적용하여, 모델의 정확도를 높여 우리나라 관제사의 안전 의식이 반영된 모델이 개발되어야 할 것이다.

참고문헌

- 국토해양부, 한국해양과학기술진흥원, 2011. *해상교통안전성 평가모델 기술개발 최종보고서*.
- 김봉현, 2015. *VTS 통신 분석을 통한 해상 위험 요소 식별에 관한 연구*. 석사학위논문. 부산:한국해양대학교.
- 김수엽, 김은우, 이진우, 김혜주, 2013. *해양교통안전시설의 경제적 효과분석에 관한 연구*. 한국해양수산개발원
- 김영습, 송재욱, 2009. *부산항 해양사고 원인분석을 통한 VTS 안전제고 방안*에 관한 연구. 한국항해항만학회지, 33(8), pp. 525~530.
- 김종성, 2013. *VTS 관제사의 최소안전거리에 관한 기초 연구*, 해양환경안전학회지, 19(5), pp. 476~482.
- 남해지방해양경비안전본부, 2014. *부산권해역 VTS 체계개선 기본조사설계 용역*, 부산:남해지방해양경비안전본부
- 박성용, 2008. *VTS 관제사의 업무량 측정을 위한 교통량 분석에 관한 연구*. 석사학위논문, 부산:한국해양대학교.
- 박성우, 조한남, 서승현, 2012. *VTS 교신효율 증진을 위한 24시간 교신분석*. 2012년 한국항해항만학회 공동학술대회, pp. 545~547.
- 박진수, 박영수, 이형기, 2013. *해상교통공학*. 다솜출판사. p. 218
- 부산지방해양항만청, 2014. *부산지방해양항만청 해상교통관제운영규정*.
- 손휘동, 2004. *부산신항 VTS서비스 범위에 관한 연구*. 석사학위논문. 부산:한국해양대학교.

오지현, 김광일, 정중식, 박성용, 2014. 어선항적에 기초한 위험성 분석에 관한 연구, 한국항해항만학회 춘계학술대회. pp. 323~325

윤점동, 2000. 국제해상충돌예방규칙 및 관련된 국내법규해설

해양수산부, 2012. 해상교통관제백서

해양수산부(항만운영과), 2010. 개항질서법 시행규칙.

해양안전심판원, 2015. 해양사고현황.

해운항만물류정보센터, 2015. 선박입출항실적 통계 [Online] Available at : <http://www.spdic.go.kr> [Accessed 11 Feb 2015]

IALA, 2012. IALA VTS Manual

IMO, 1997. Guidelines for vessel traffic services

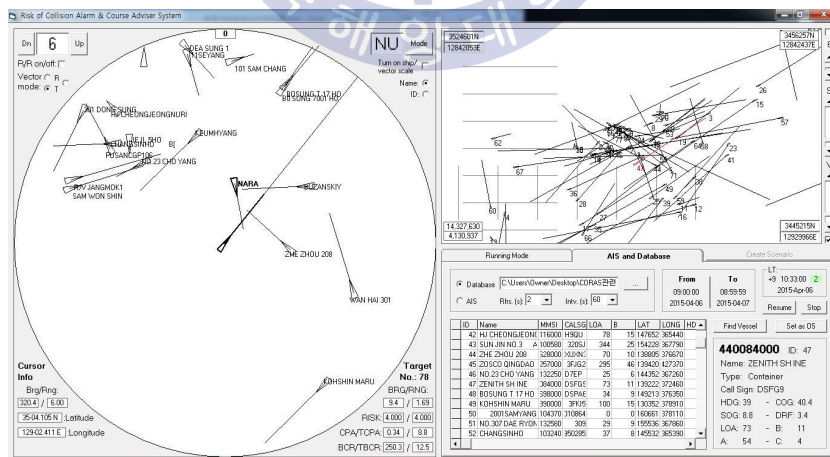
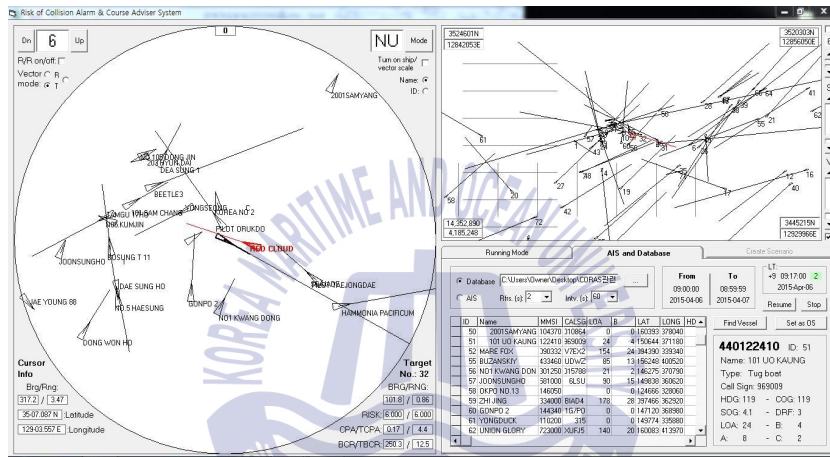
Inoue, K., 1973. Detection Days and Level of Marine Traffic Volume, Japan Institute Navigation, No. 50, pp. 1~8.

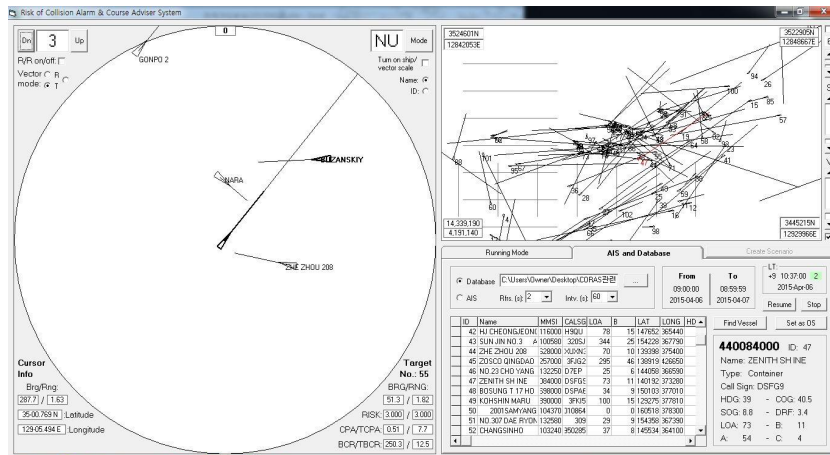
Nguyen, X. T., 2014, A Study on the Development of Real Time Supporting System (RTSS) for VTS Officers. Ph D. thesis, Korea maritime and ocean university.

부 록

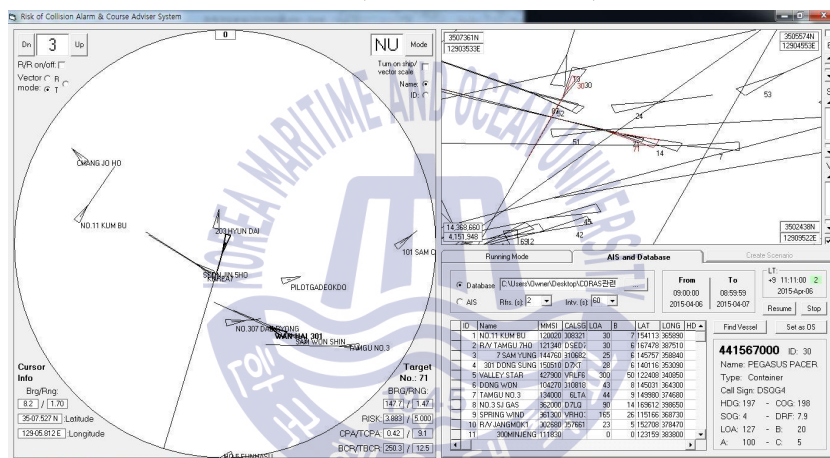
PARK 모델의 위험도를 표시하는 ‘CORAS’ 프로그램을 이용하여 VTS의 관제개입 상황(60건), 관제채널에서 선박 간 호출한 상황(60건)의 위험도를 도출하였음

□ VTS 관제개입 상황 중 직접적인 조우관계의 상황

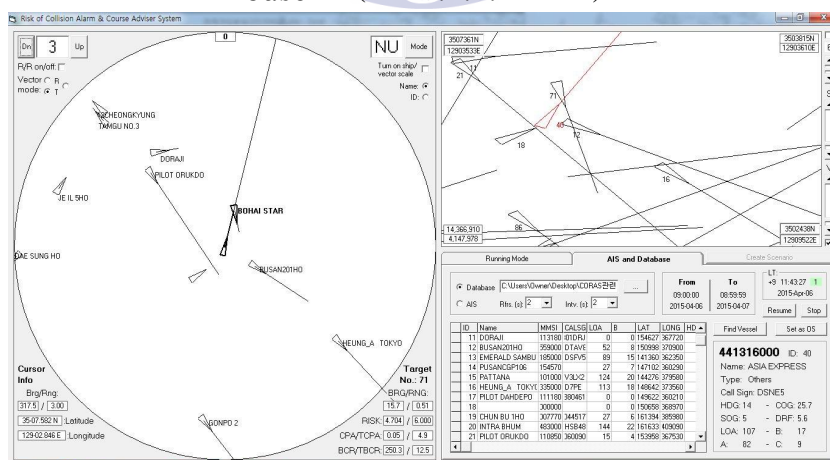




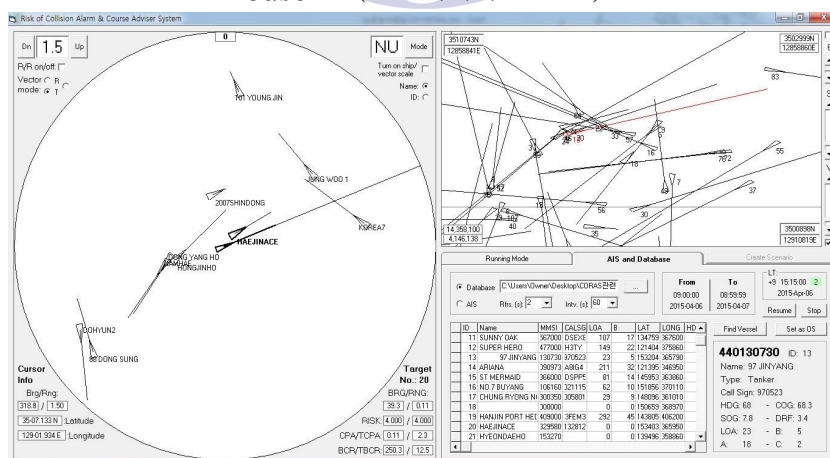
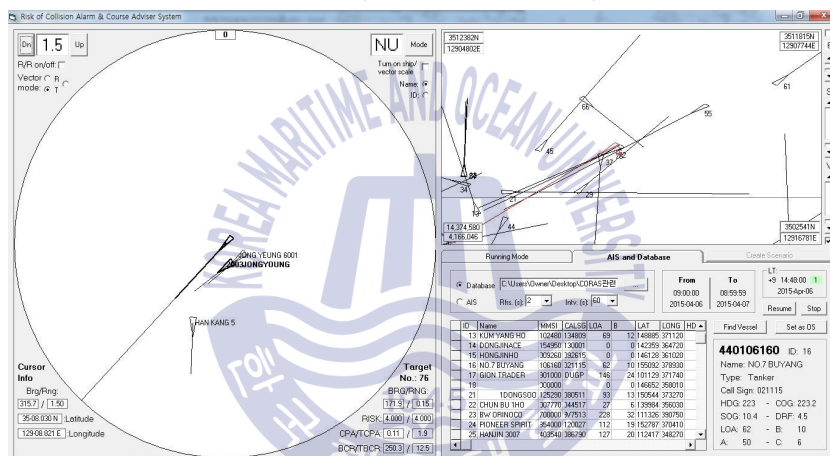
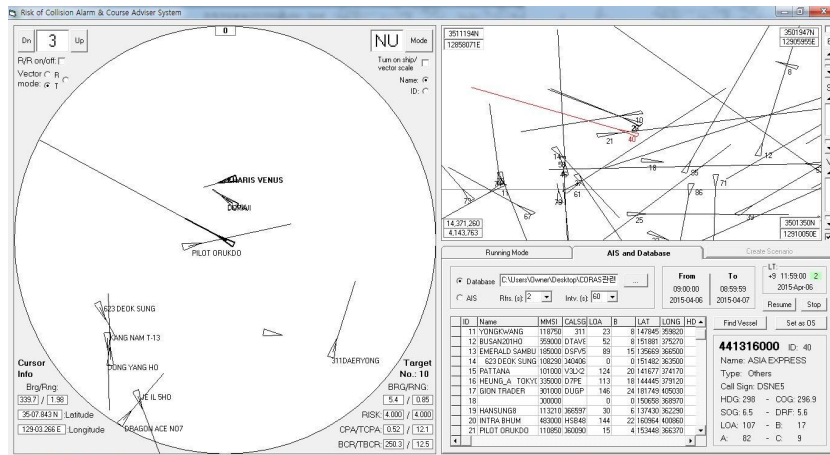
Case 3 (2015.4.6. 10:37)

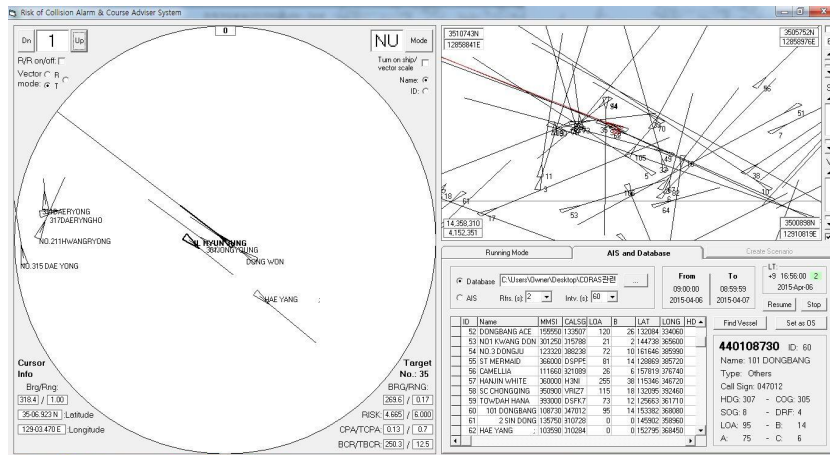


Case 4 (2015.4.6. 11:11)

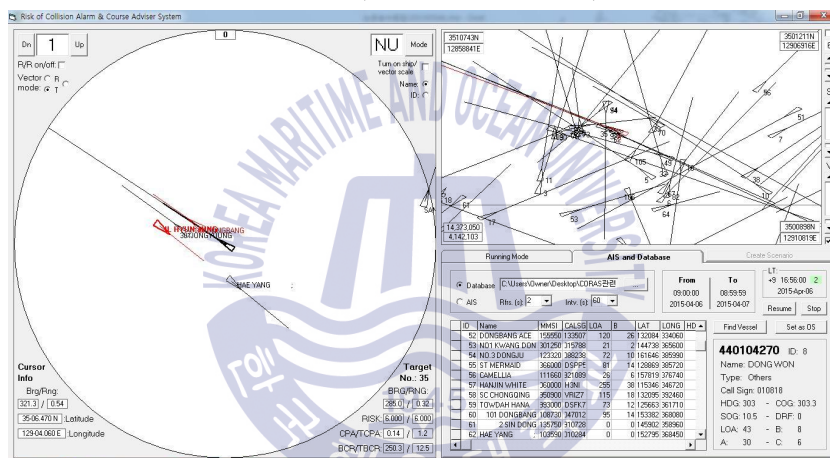


Case 5 (2015.4.6. 11:43)

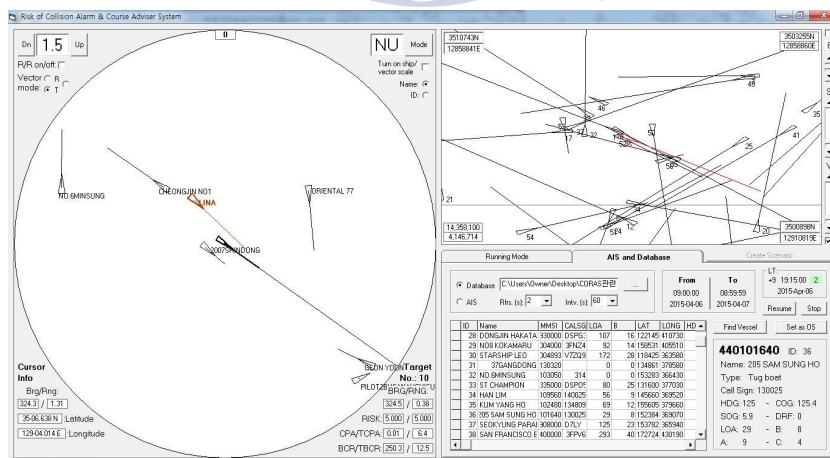




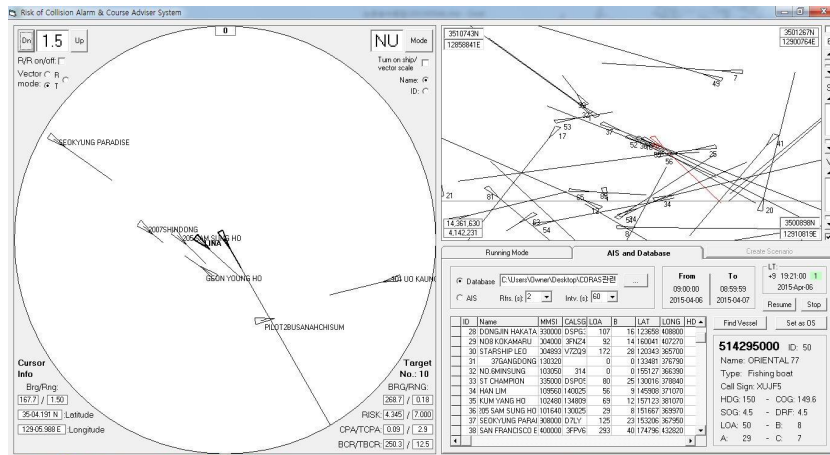
Case 9 (2015.4.6. 16:56)



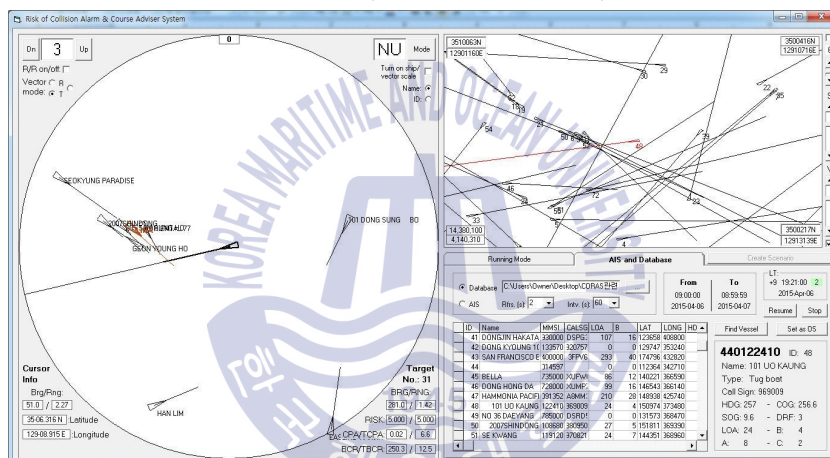
Case 10 (2015.4.6. 16:56)



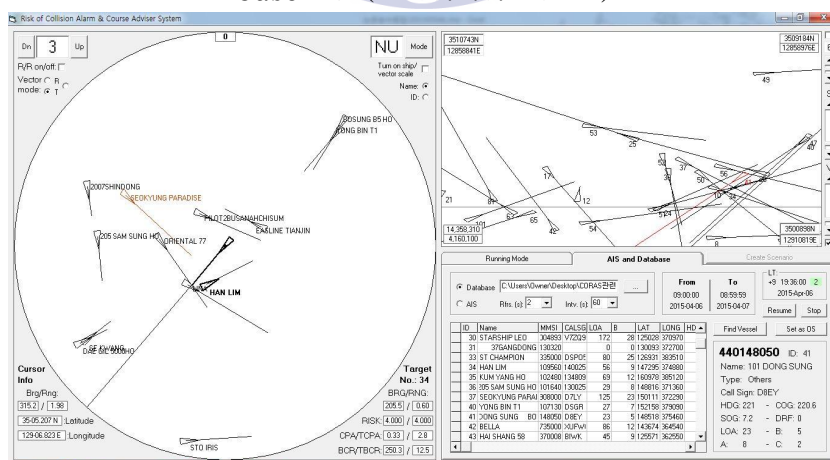
Case 11 (2015.4.6. 19:15)



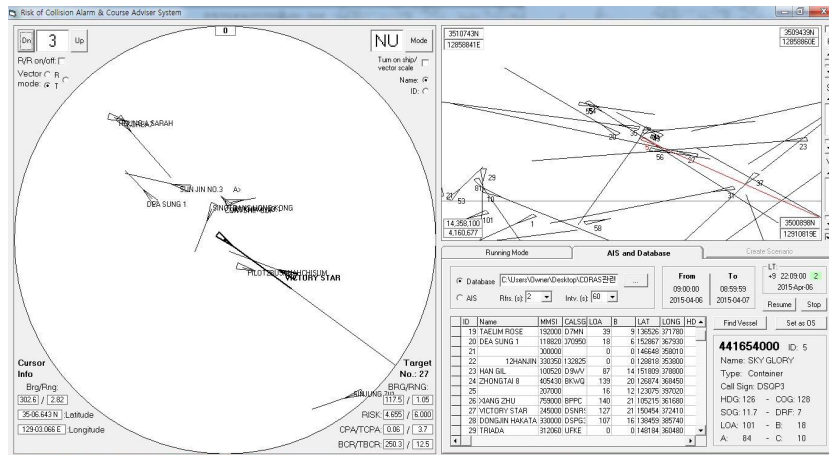
Case 12 (2015.4.6. 19:21)



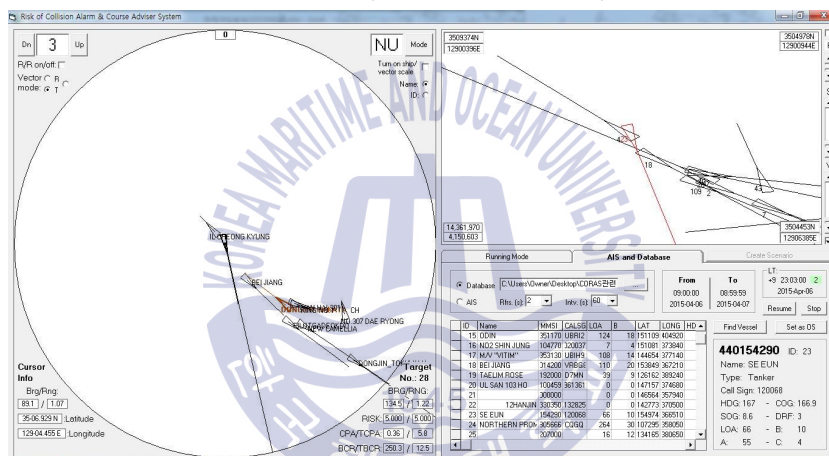
Case 13 (2015.4.6. 19:21)



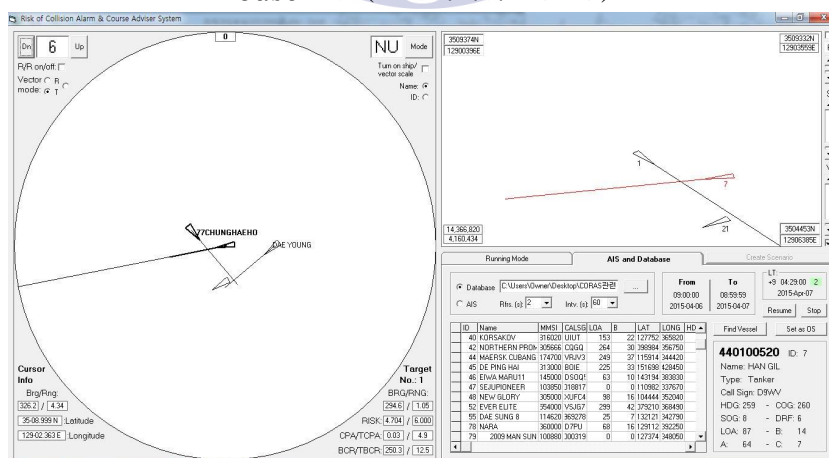
Case 14 (2015.4.6. 19:36)



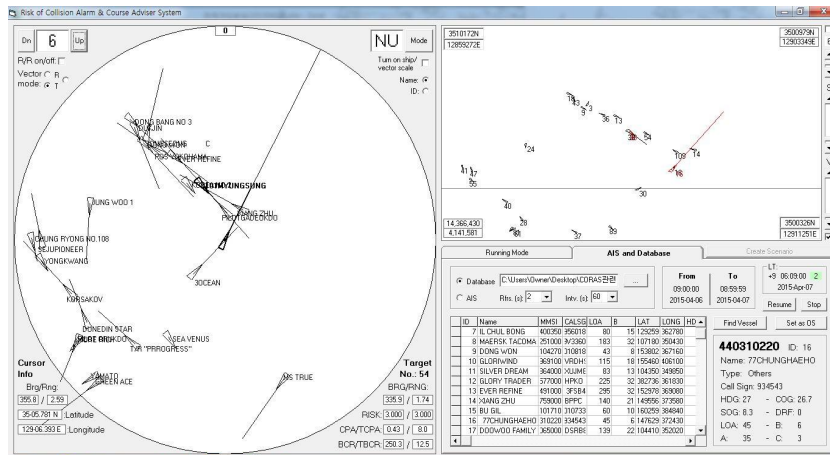
Case 15 (2015.4.6. 22:09)



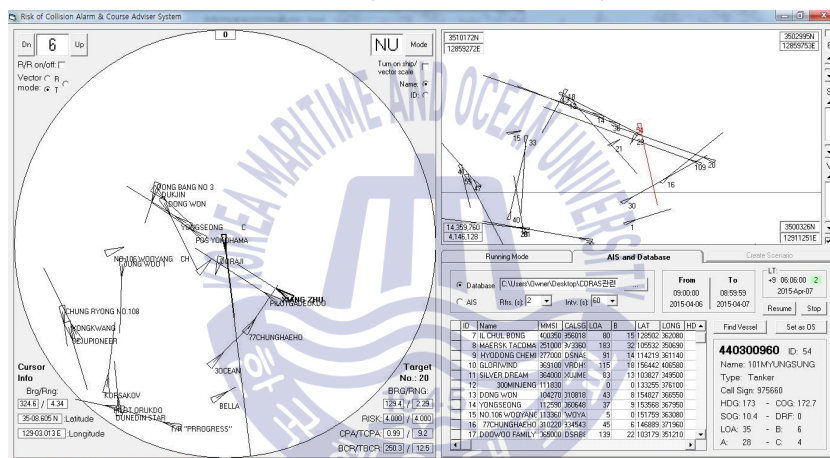
Case 16 (2015.4.6. 23:03)



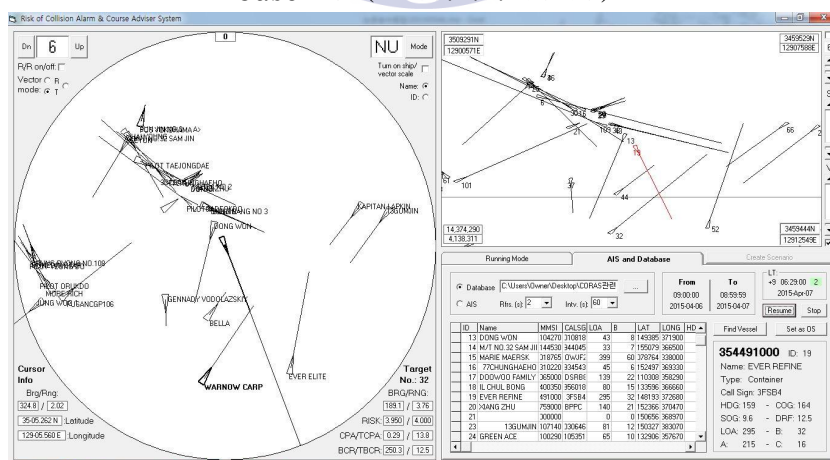
Case 17 (2015.4.7. 04:29)



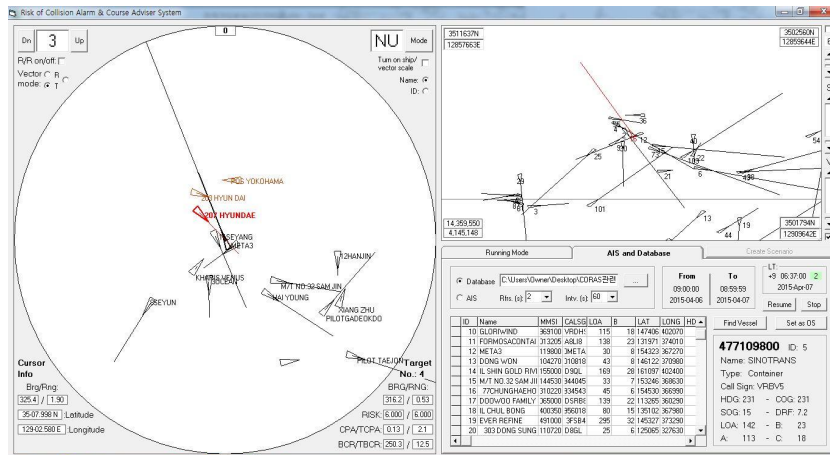
Case 18 (2015.4.7. 06:09)



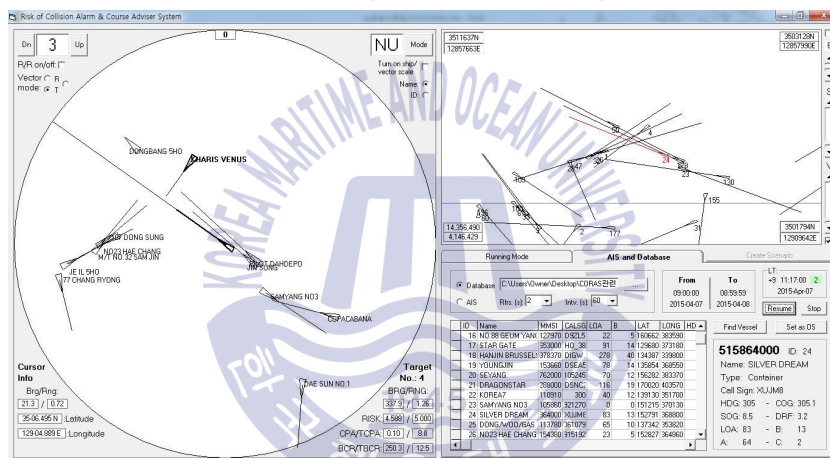
Case 19 (2015.4.7. 06:06)



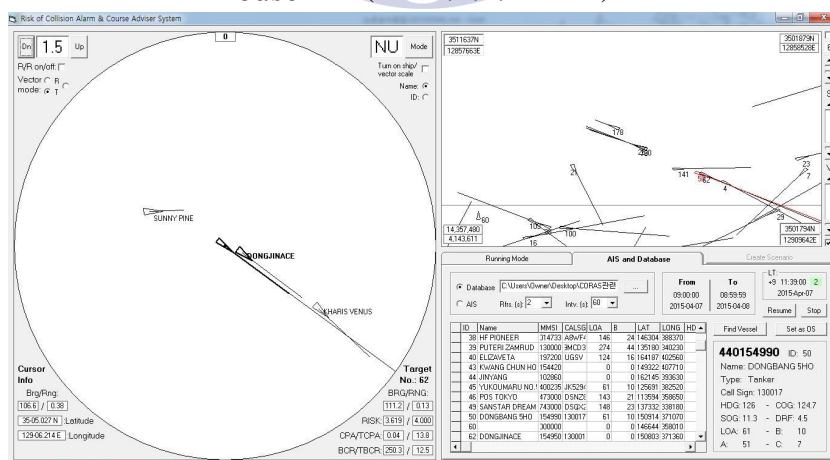
Case 20 (2015.4.7. 06:29)



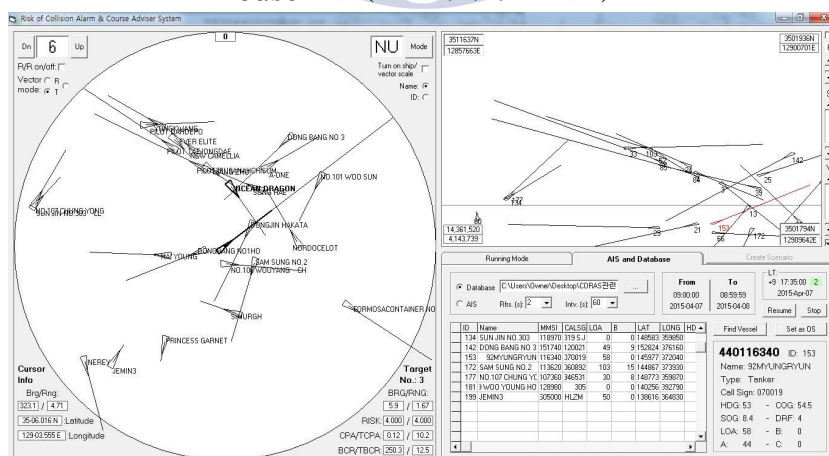
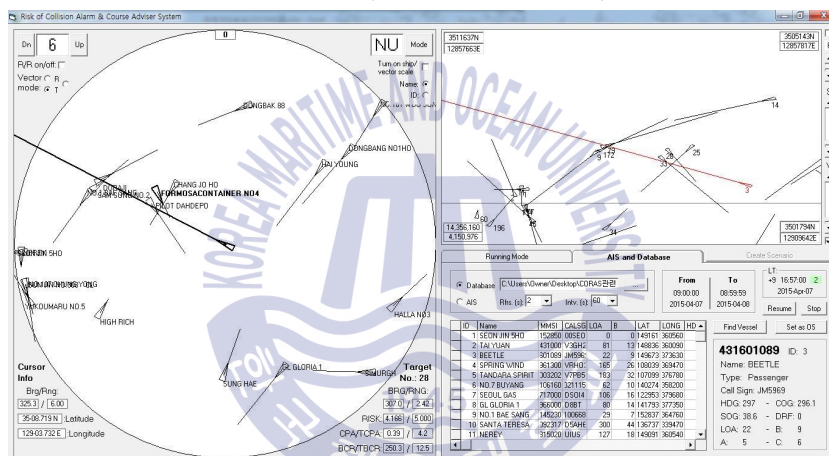
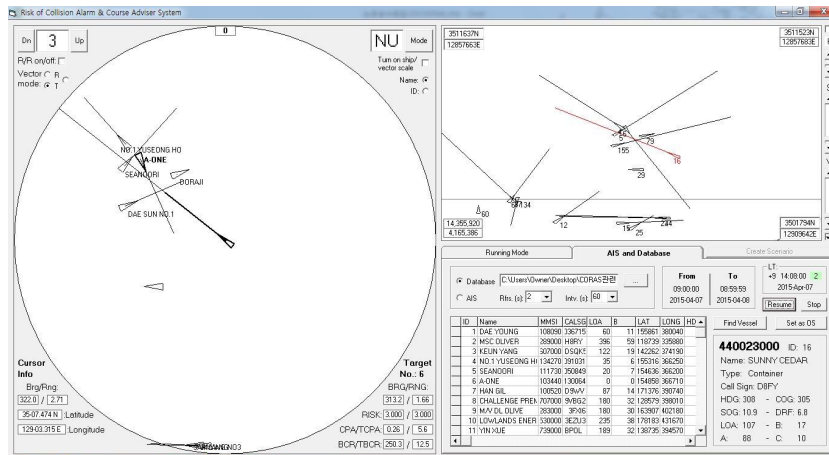
Case 21 (2015.4.7. 06:37)

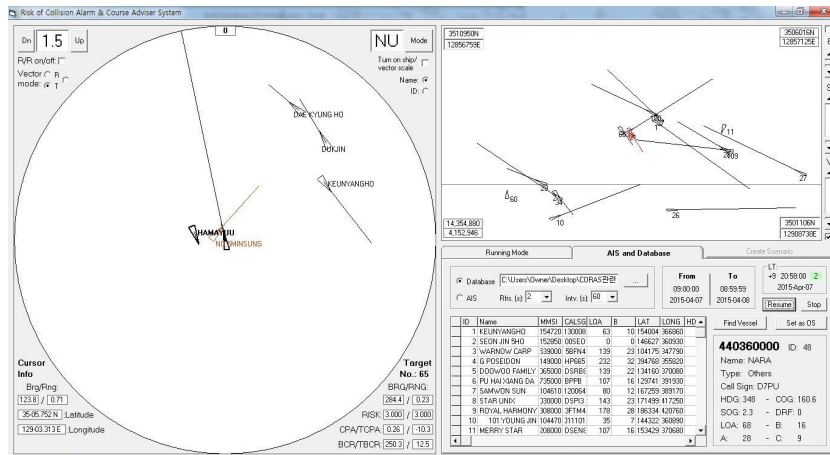


Case 22 (2015.4.7. 11:17)

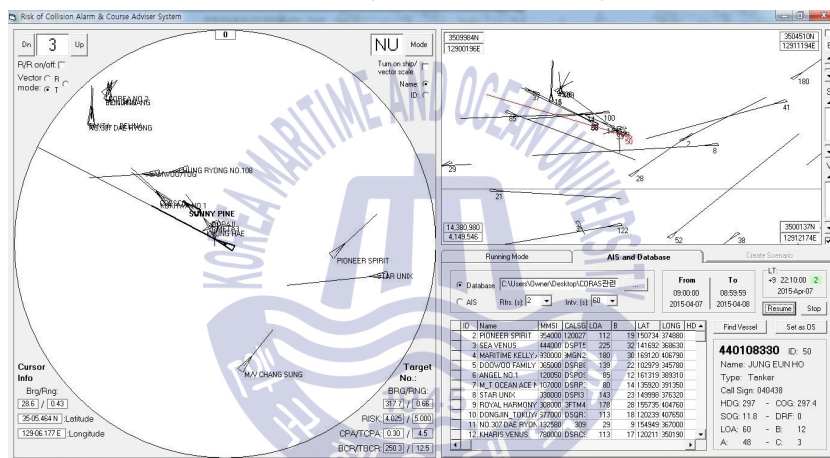


Case 23 (2015.4.7. 11:39)

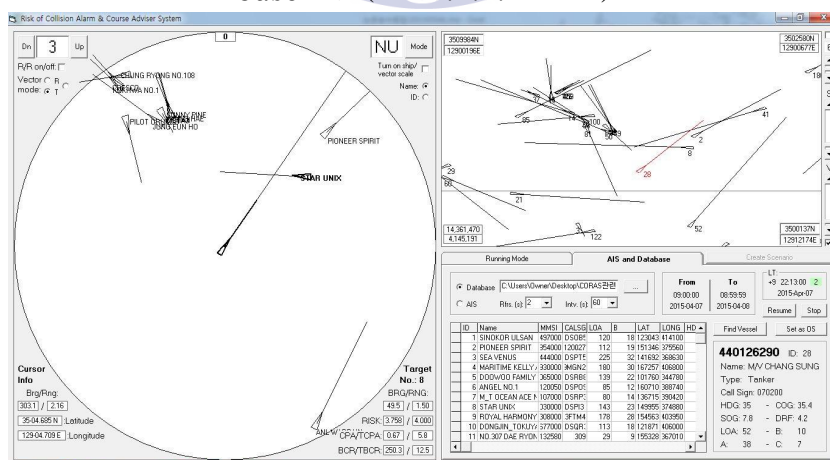




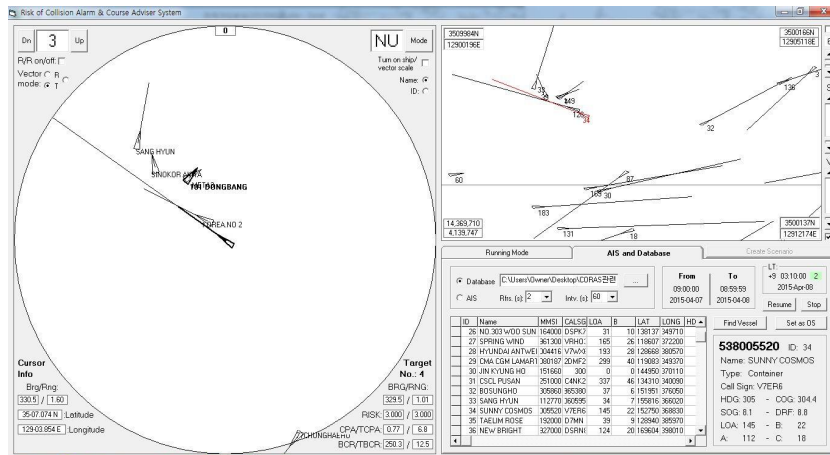
Case 27 (2015.4.7. 20:58)



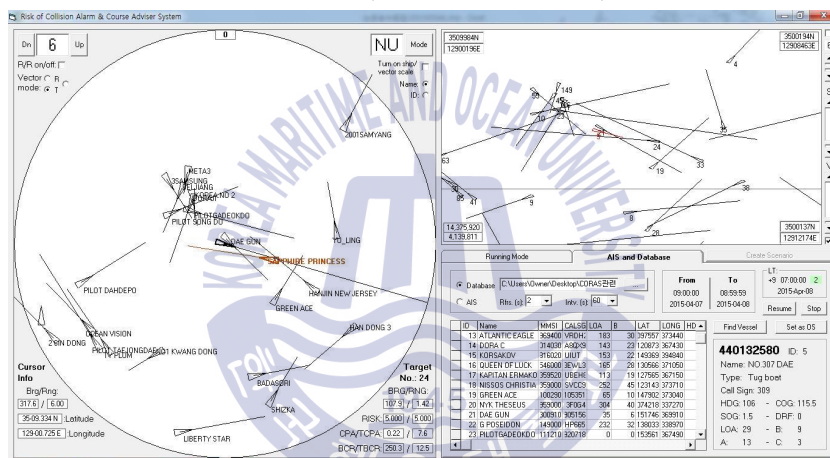
Case 28 (2015.4.7. 22:10)



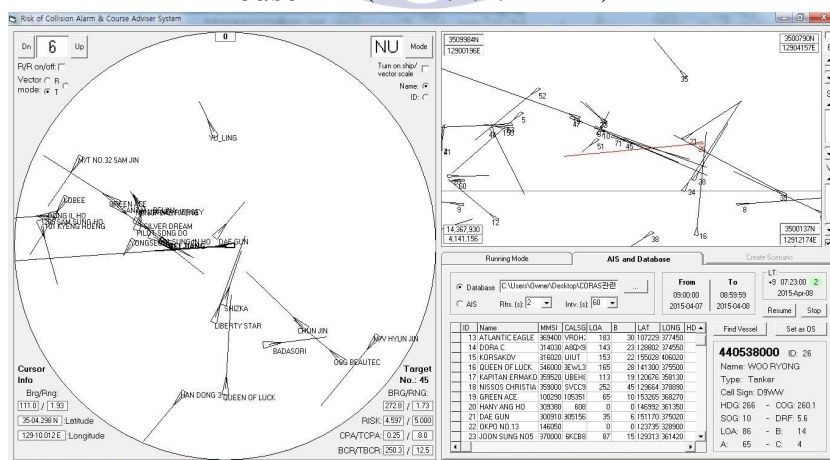
Case 29 (2015.4.7. 22:13)



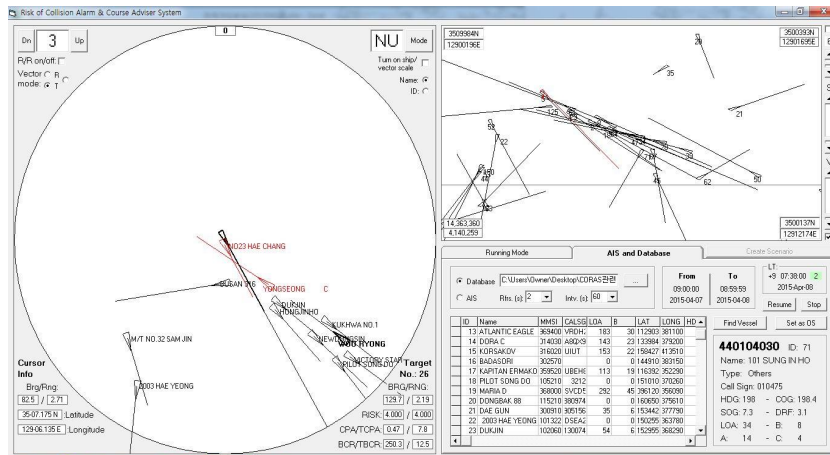
Case 30 (2015.4.8. 03:10)



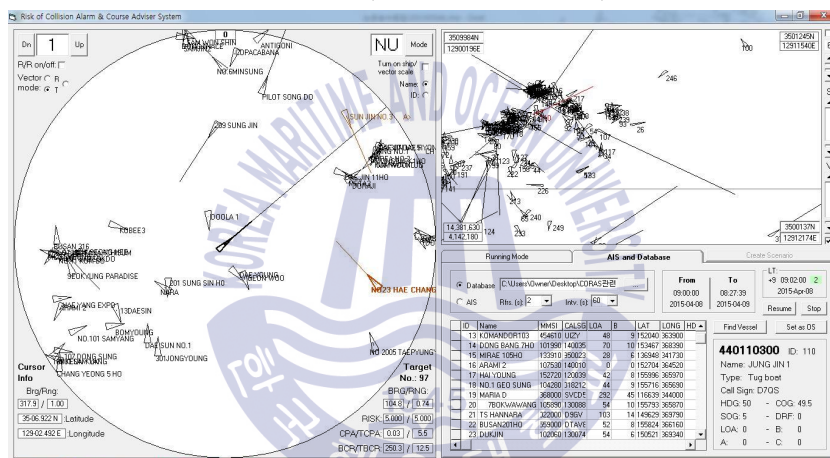
Case 31 (2015.4.8. 07:00)



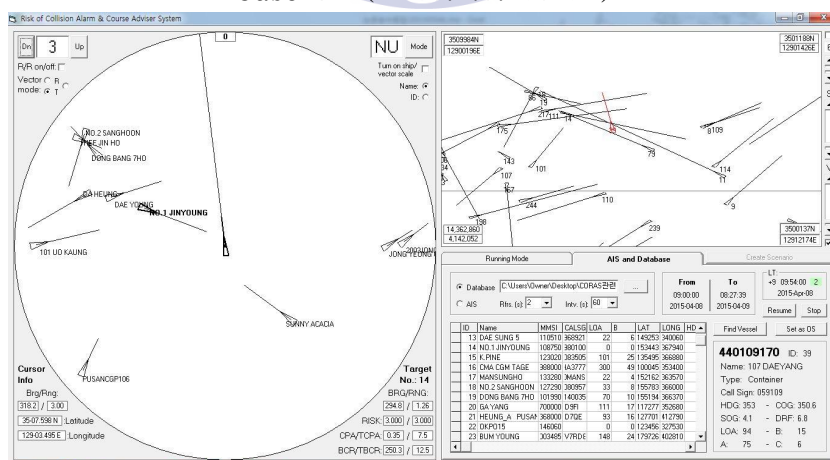
Case 32 (2015.4.8. 07:23)



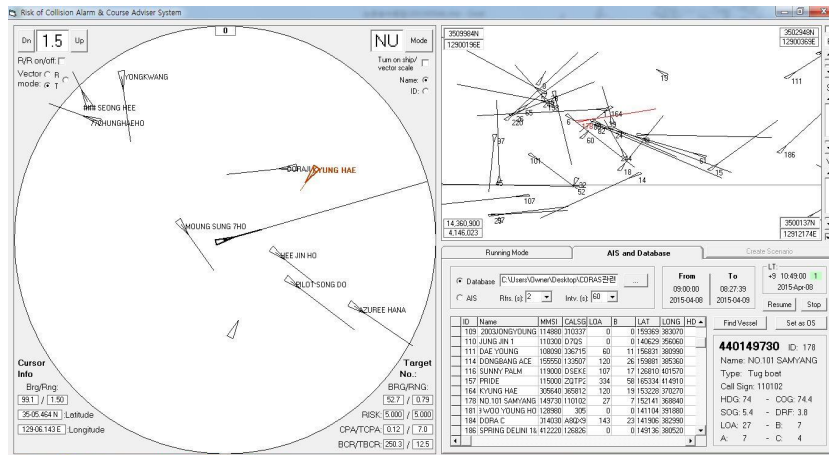
Case 33 (2015.4.8. 07:38)



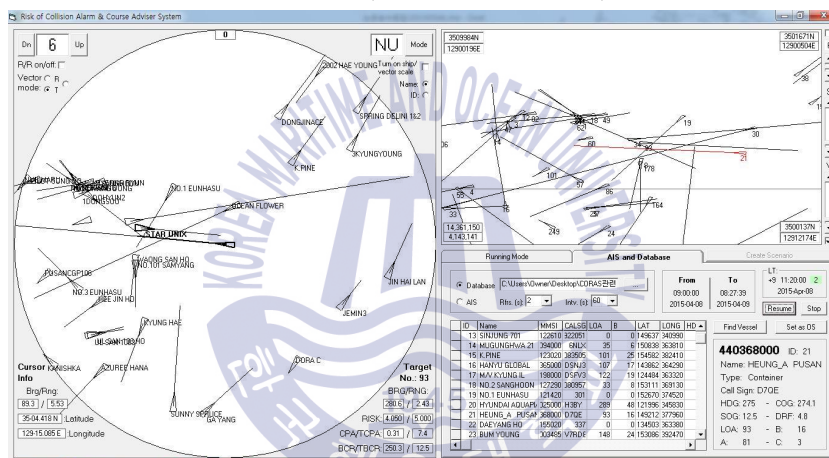
Case 34 (2015.4.8. 09:02)



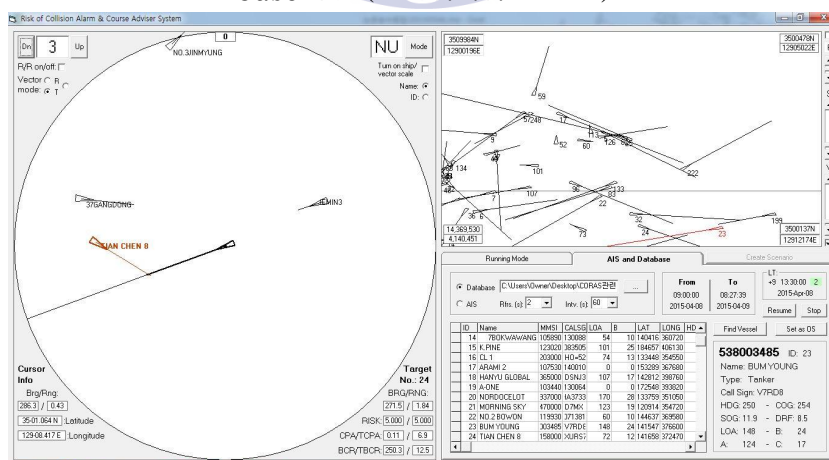
Case 35 (2015.4.8. 09:54)



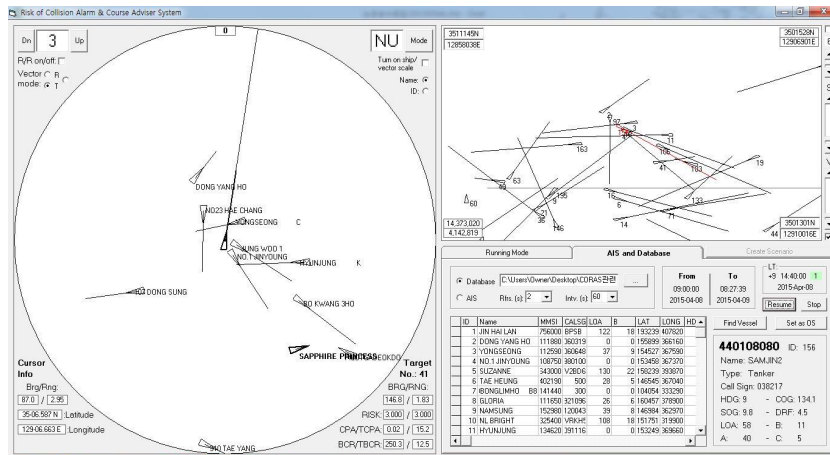
Case 36 (2015.4.8. 10:49)



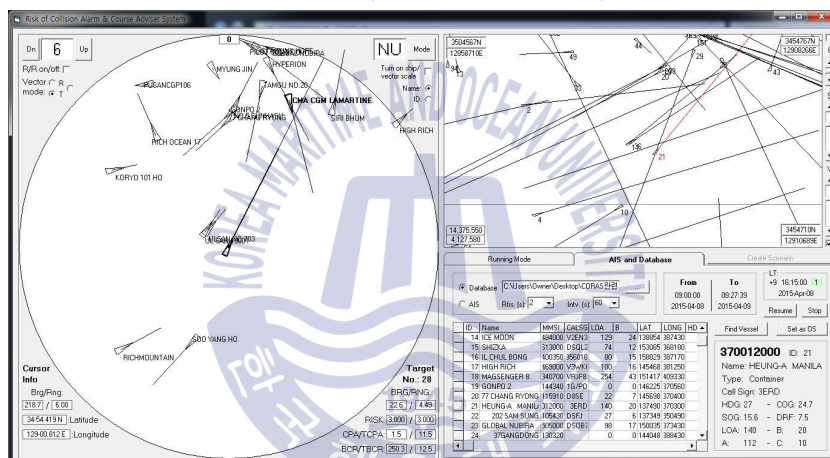
Case 37 (2015.4.8. 11:20)



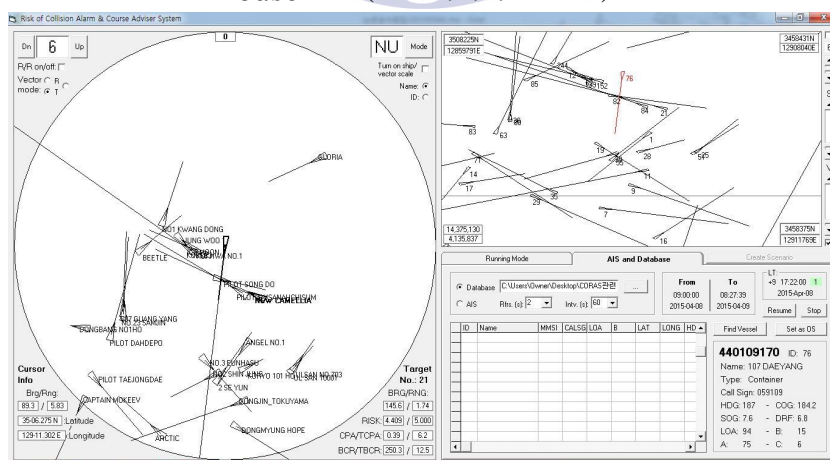
Case 38 (2015.4.8. 13:30)



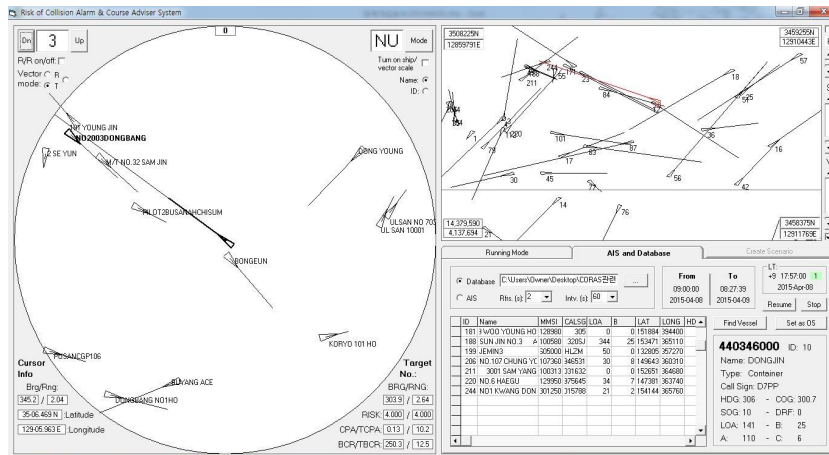
Case 39 (2015.4.8. 14:40)



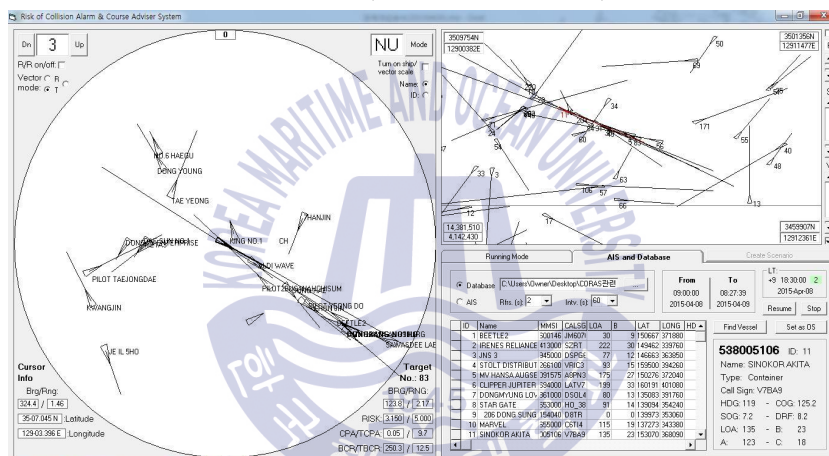
Case 40 (2015.4.8. 16:15)



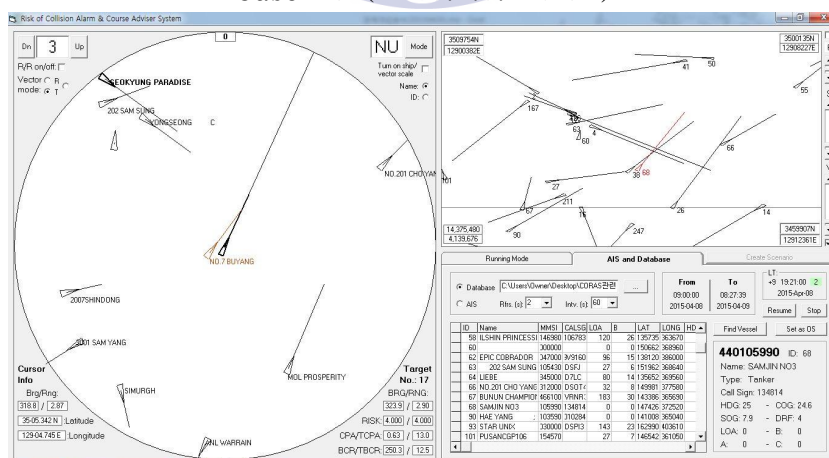
Case 41 (2015.4.8. 17:22)



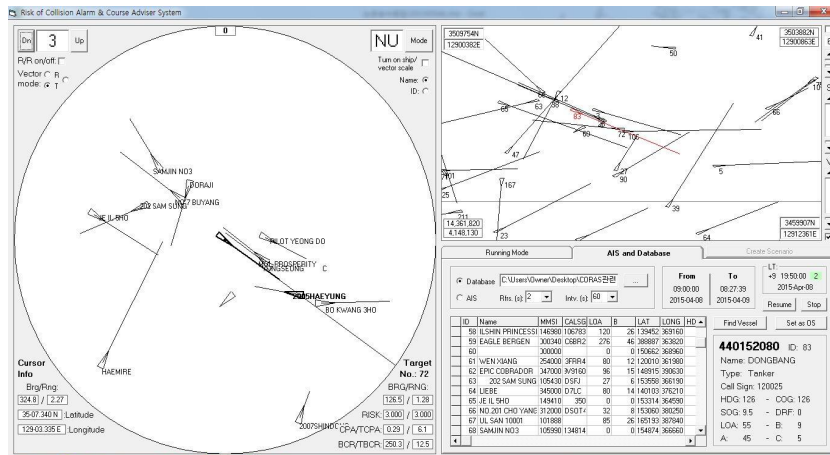
Case 42 (2015.4.8. 17:57)



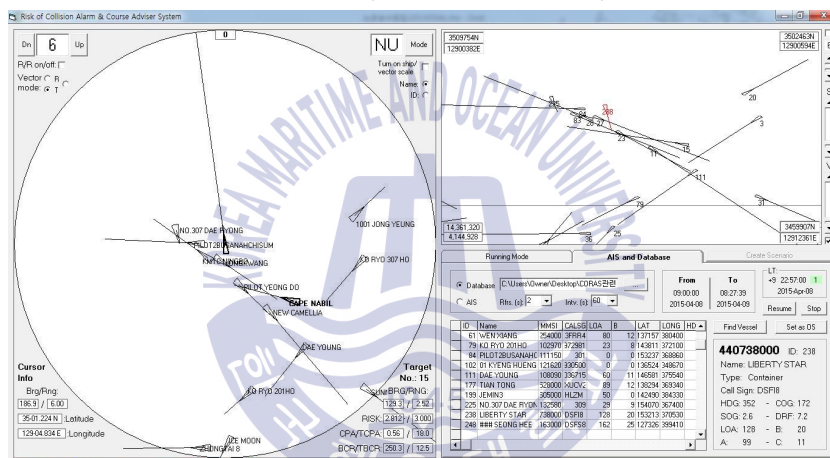
Case 43 (2015.4.8. 18:30)



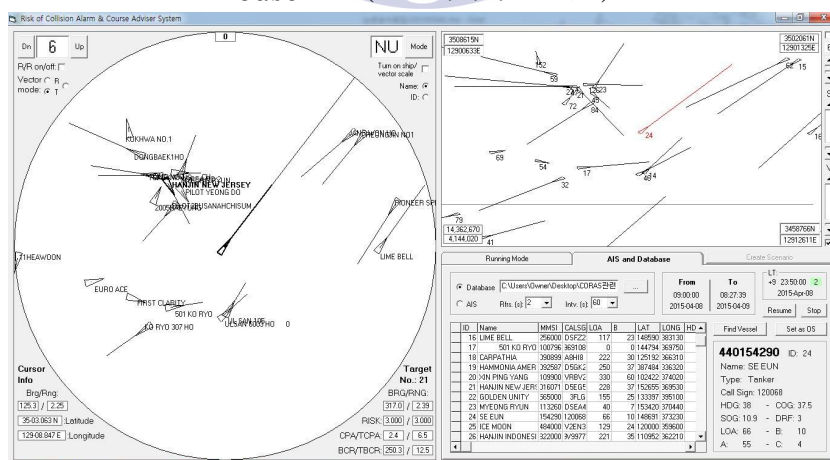
Case 44 (2015.4.8. 19:21)



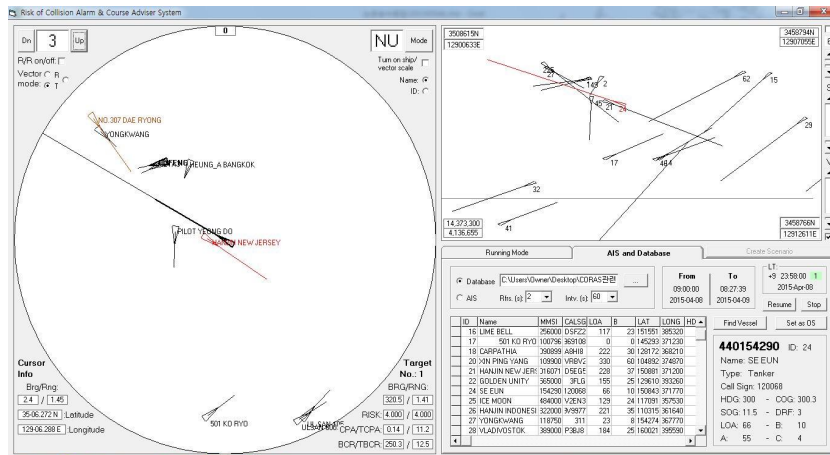
Case 45 (2015.4.8. 19:50)



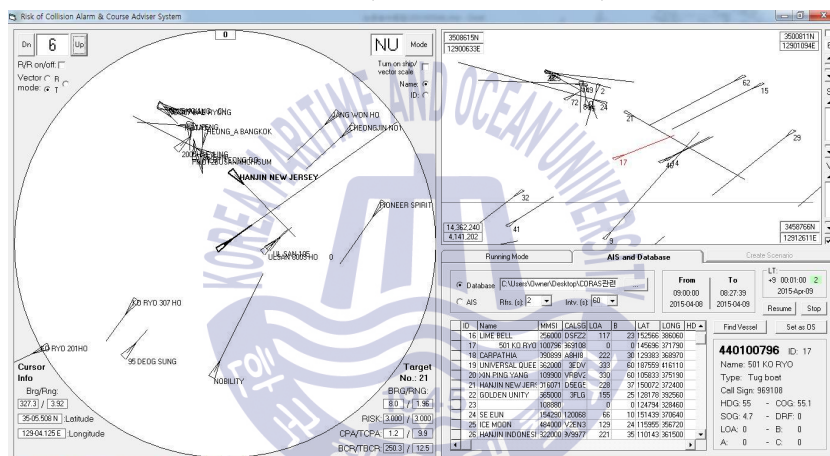
Case 46 (2015.4.8. 22:57)



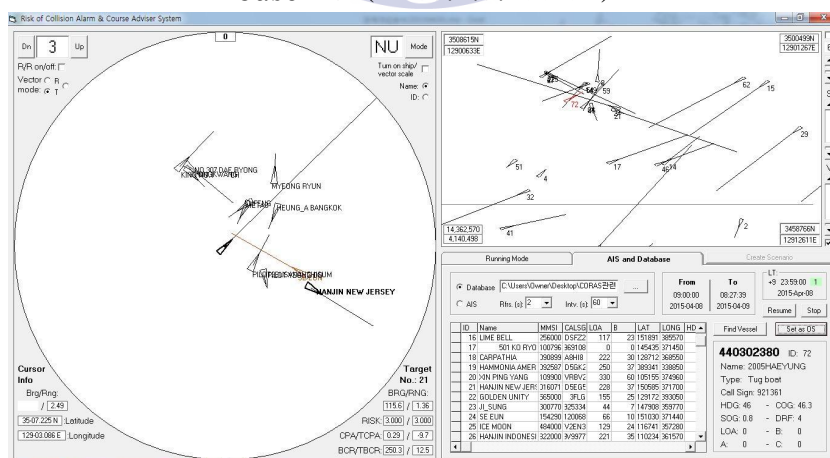
Case 47 (2015.4.8. 23:50)



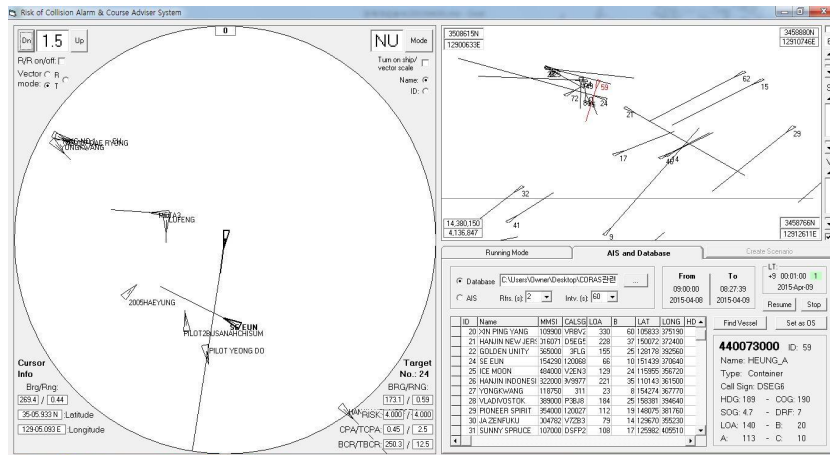
Case 48 (2015.4.8. 23:58)



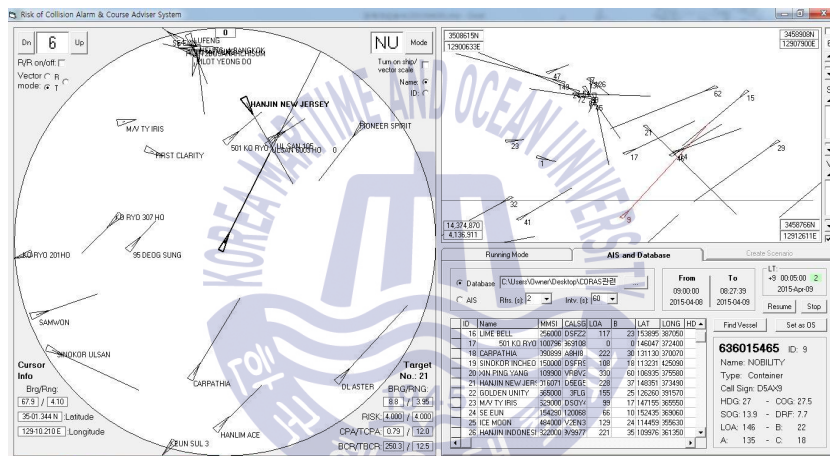
Case 49 (2015.4.9. 00:01)



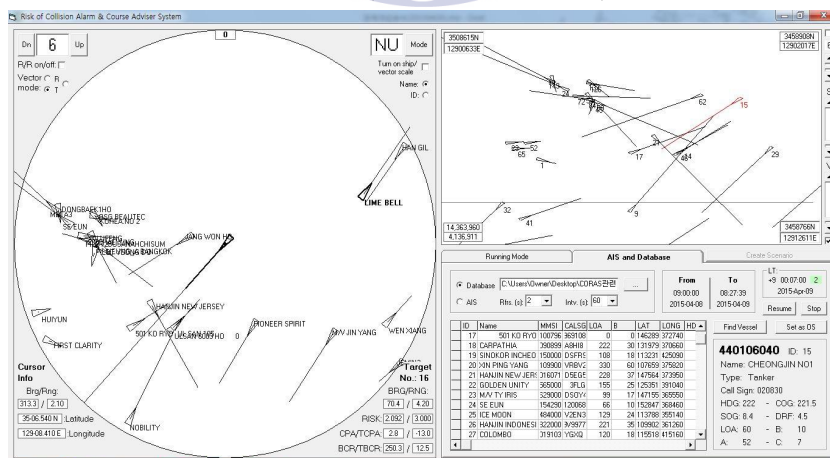
Case 50 (2015.4.8. 23:59)



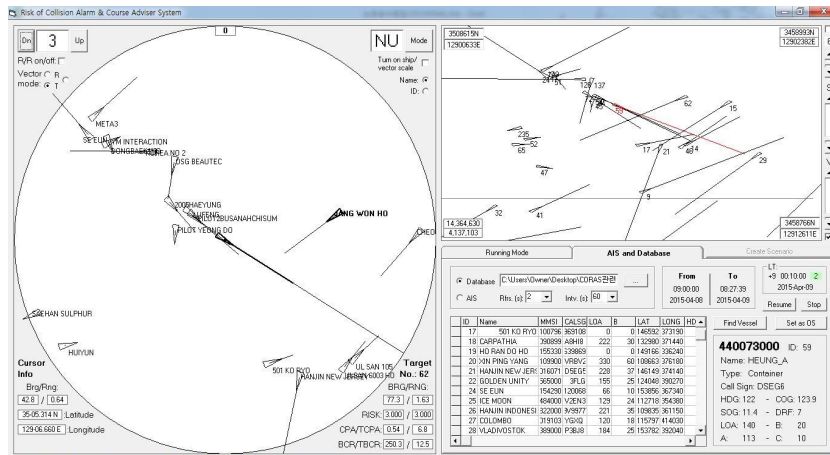
Case 51 (2015.4.9. 00:01)



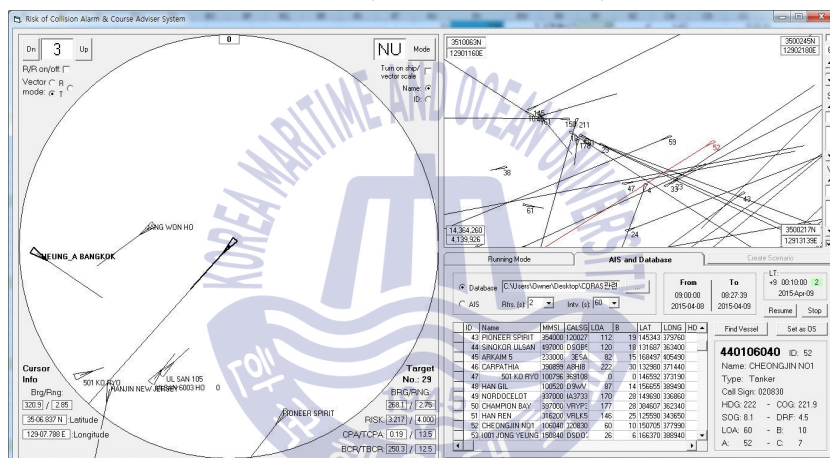
Case 52 (2015.4.9. 00:05)



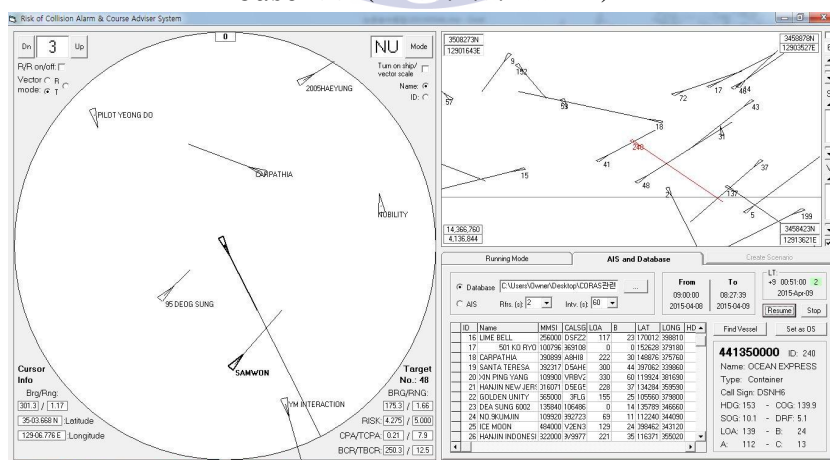
Case 53 (2015.4.9. 00:07)



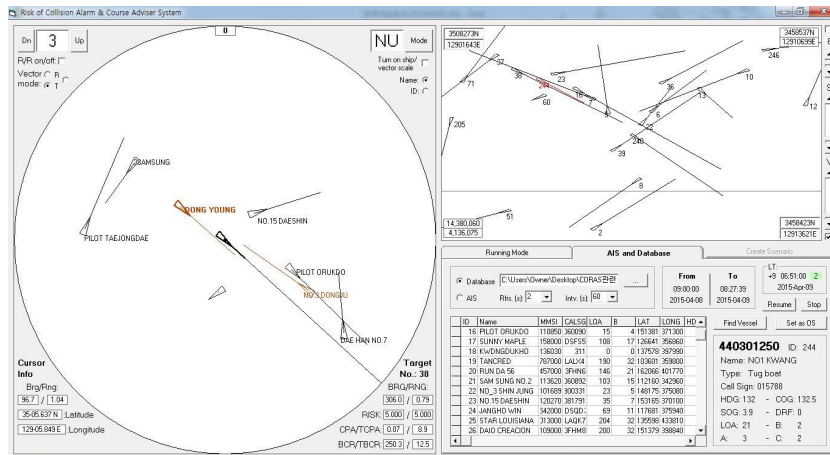
Case 54 (2015.4.9. 00:10)



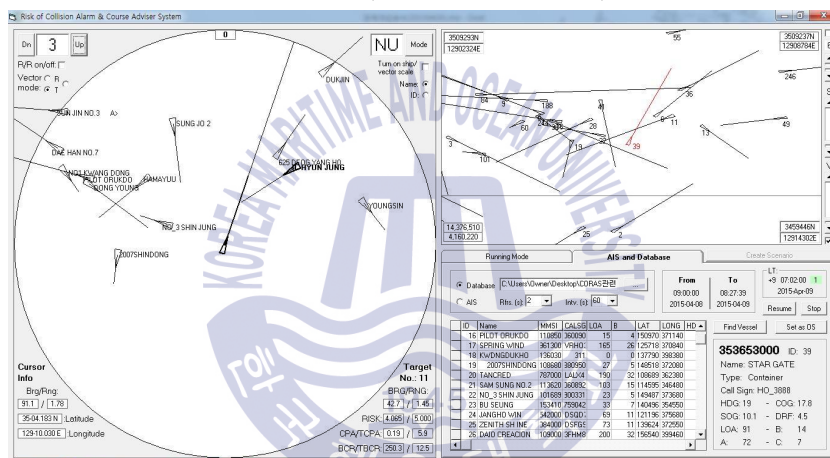
Case 55 (2015.4.9. 00:10)



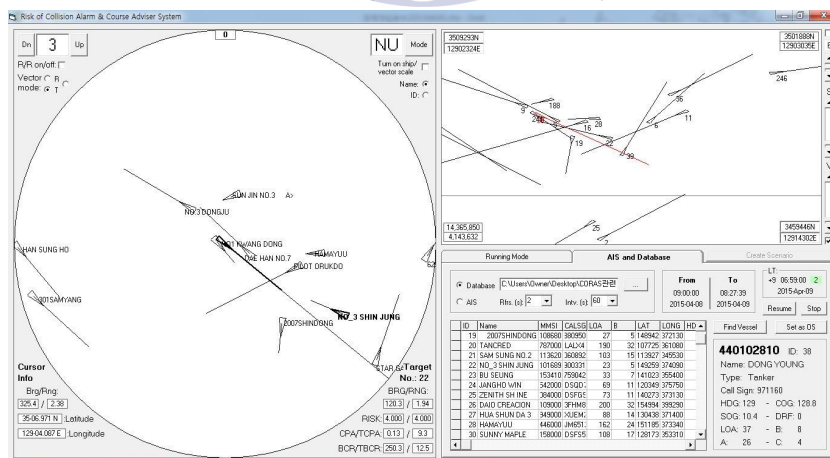
Case 56 (2015.4.9. 00:51)



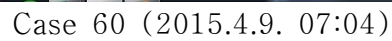
Case 57 (2015.4.9. 06:51)



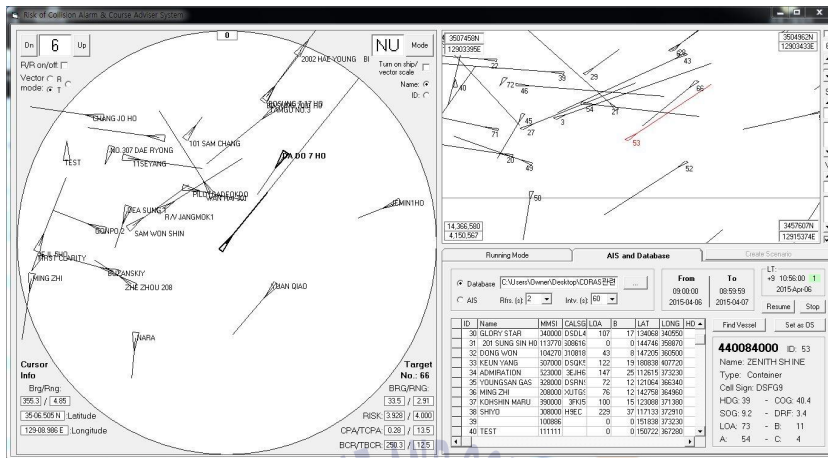
Case 58 (2015.4.9. 07:02)



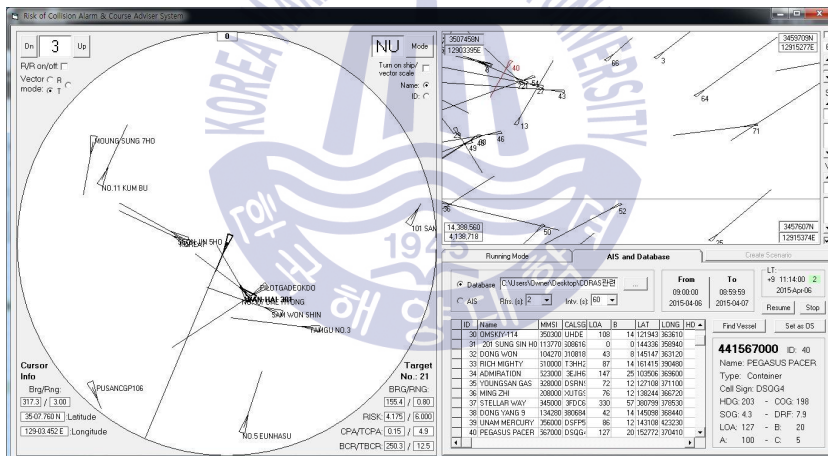
Case 59 (2015.4.9. 06:59)



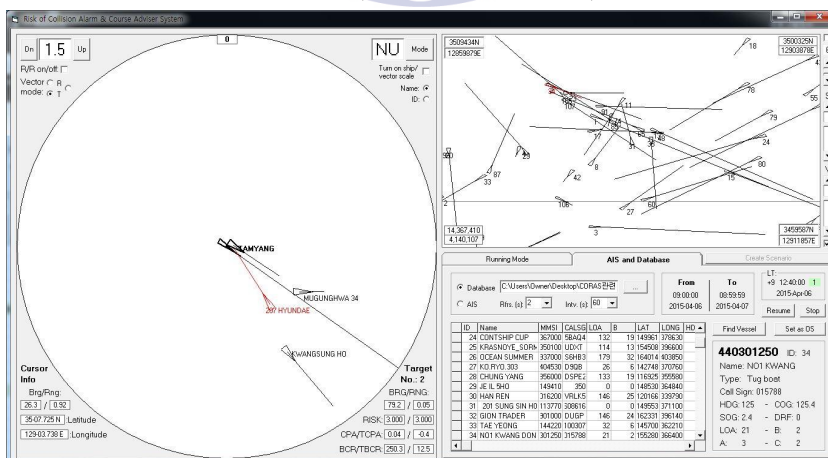
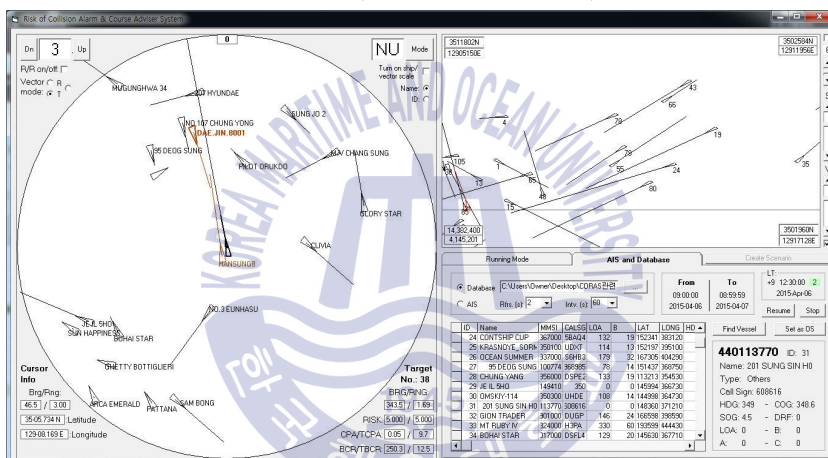
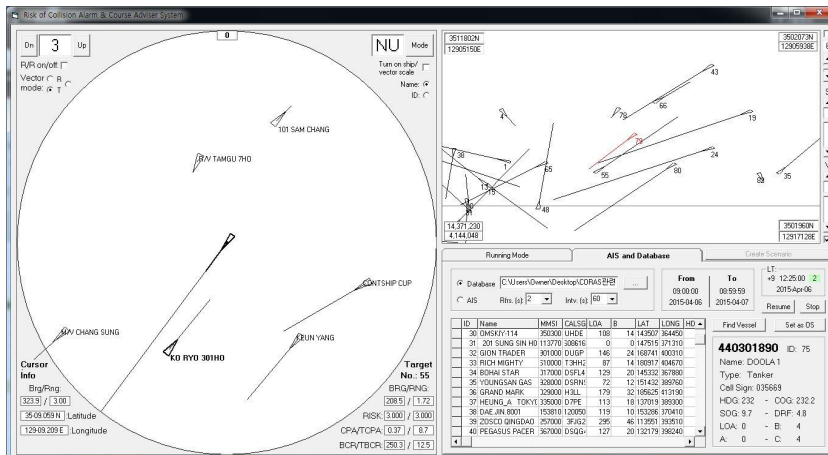
□ 관제채널 내 선박 간 호출 상황 중 직접적 조우관계의 상황

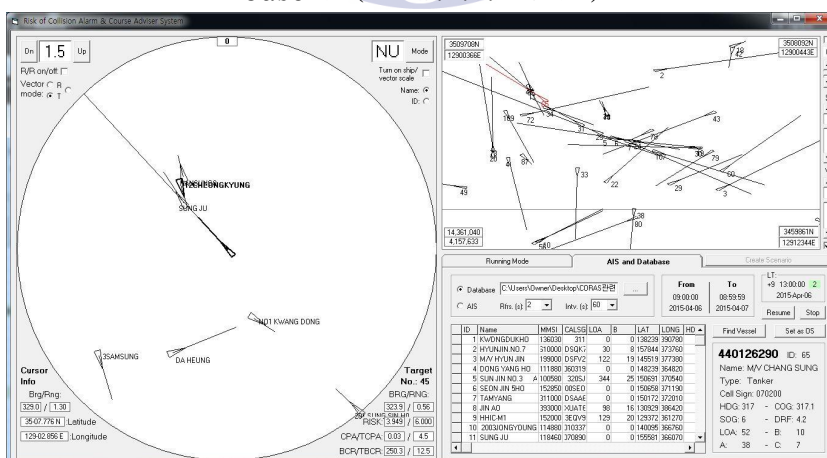
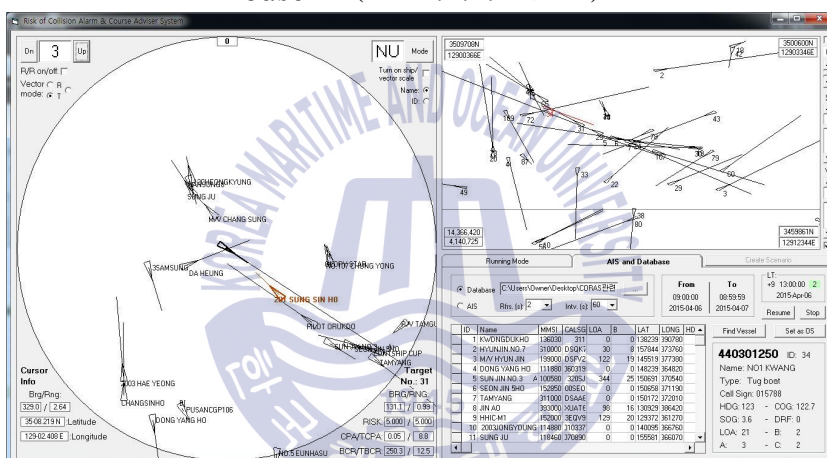
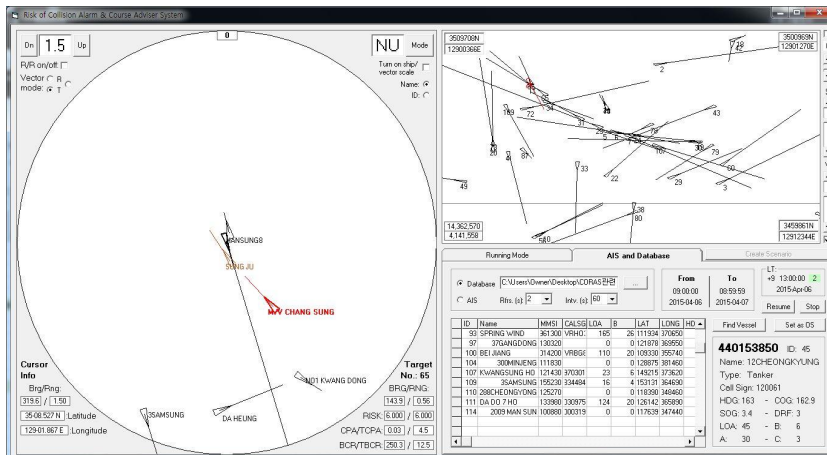


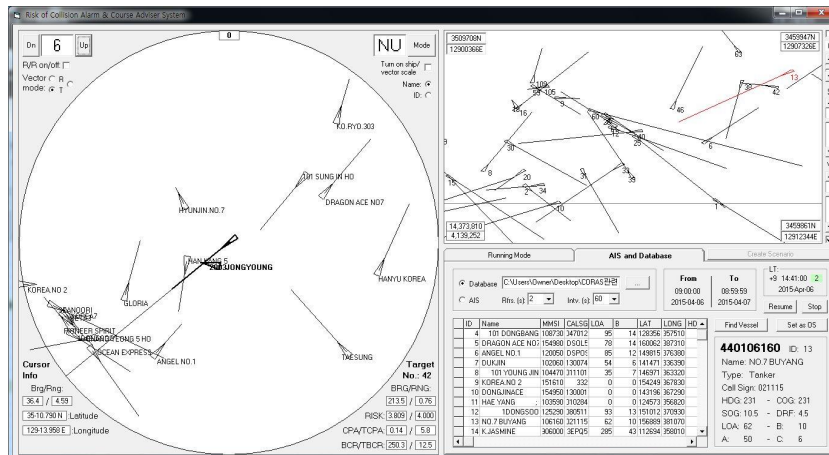
Case 1 (2015.4.6. 10:56)



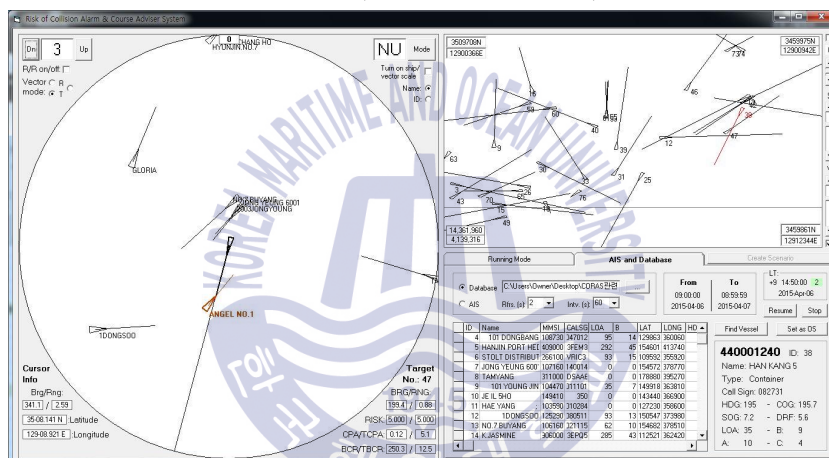
Case 2 (2015.4.6. 11:14)



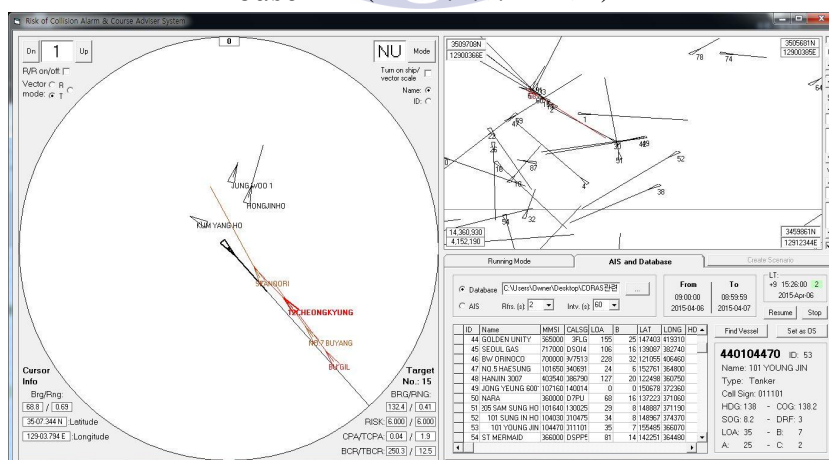




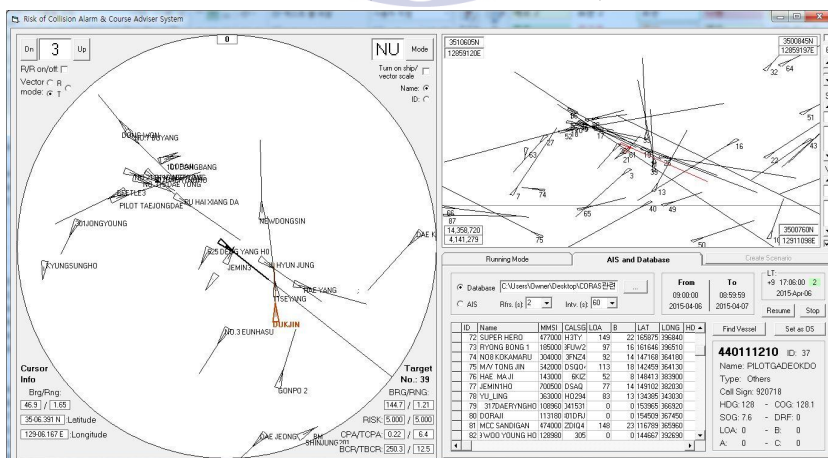
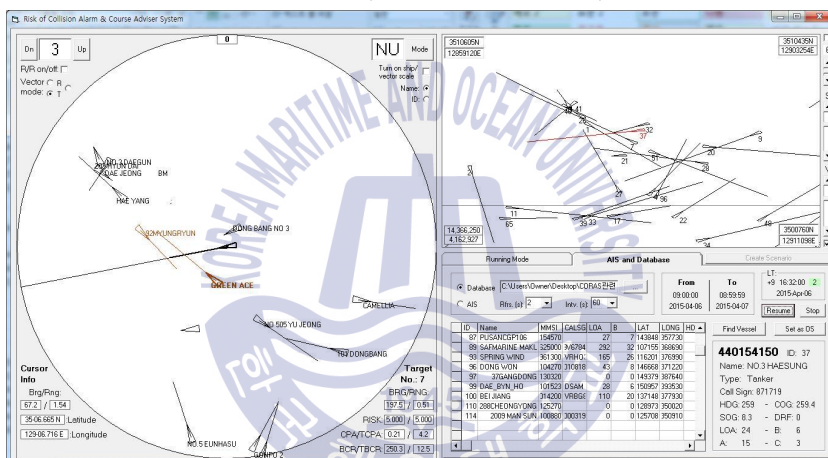
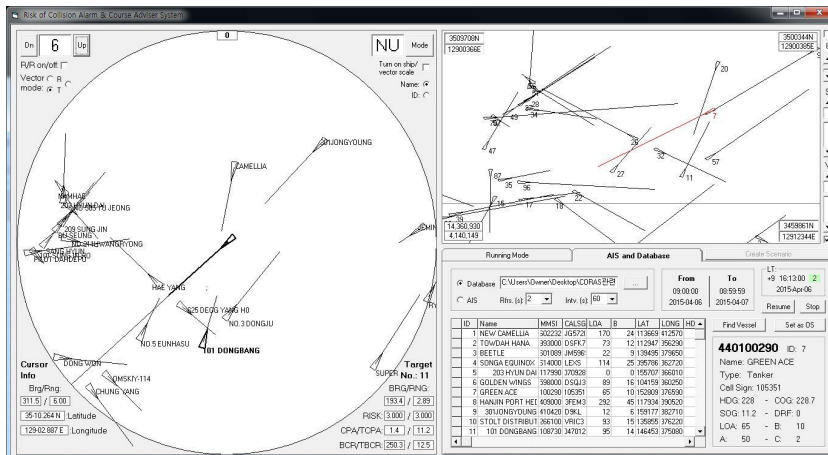
Case 9 (2015.4.6. 14:41)

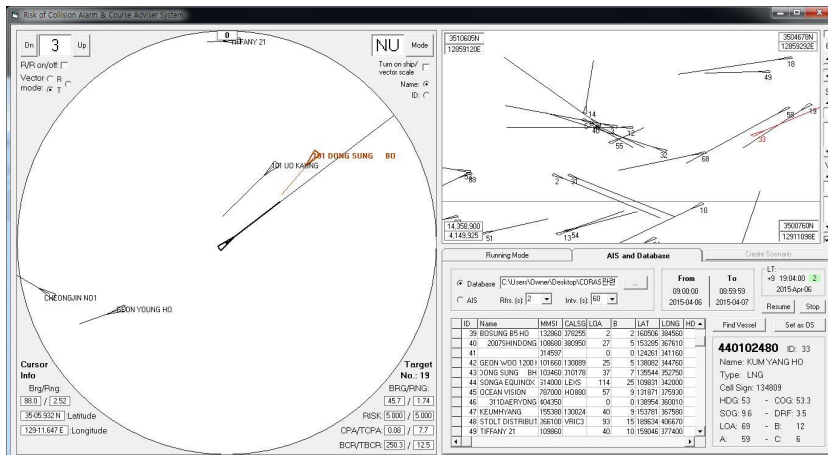


Case 10 (2015.4.6. 14:50)

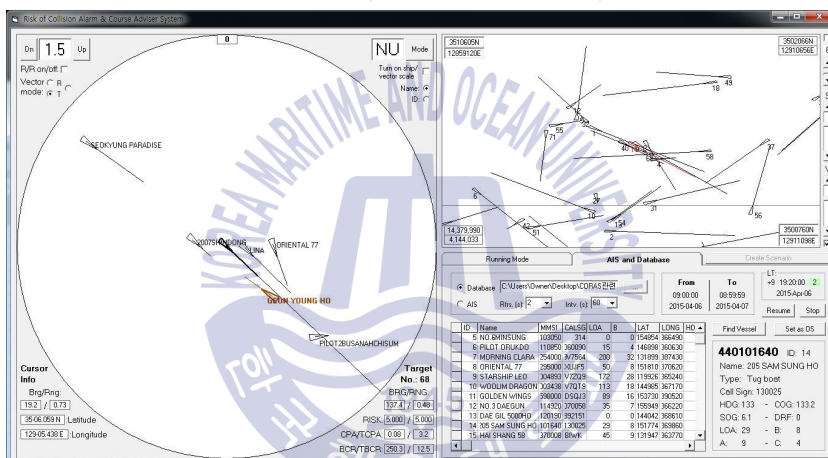


Case 11 (2015.4.6. 15:26)

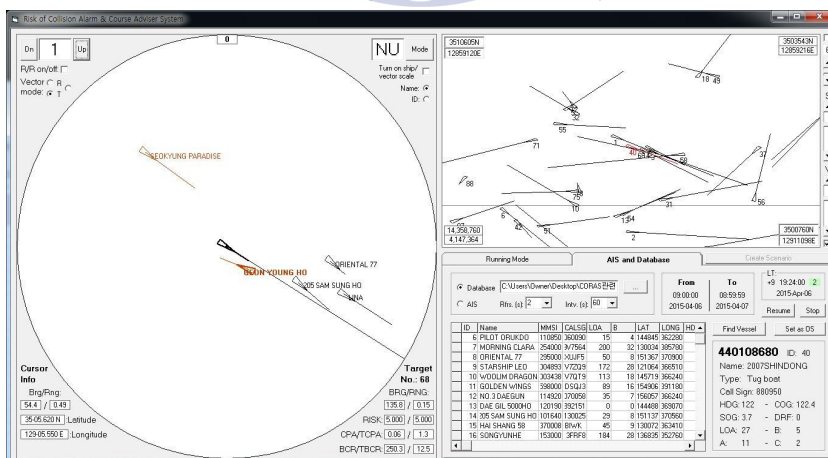




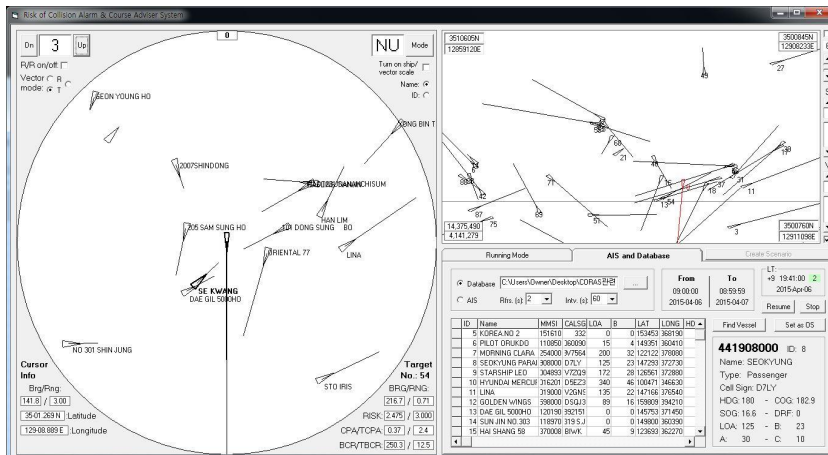
Case 15 (2015.4.6. 19:04)



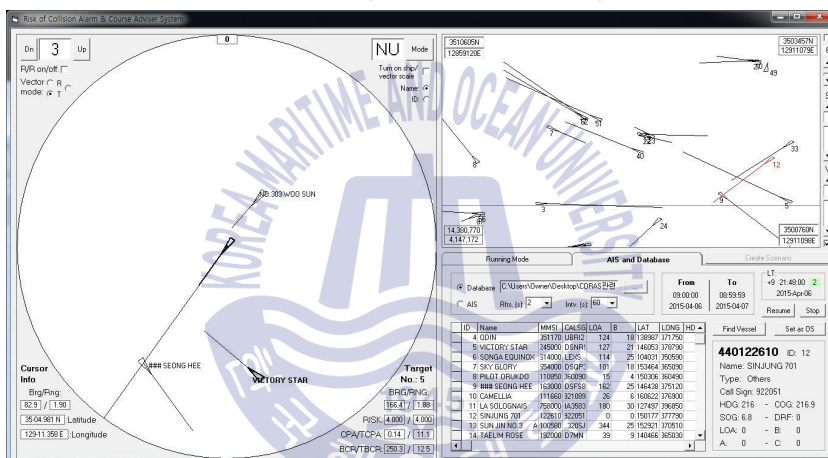
Case 16 (2015.4.6. 19:20)



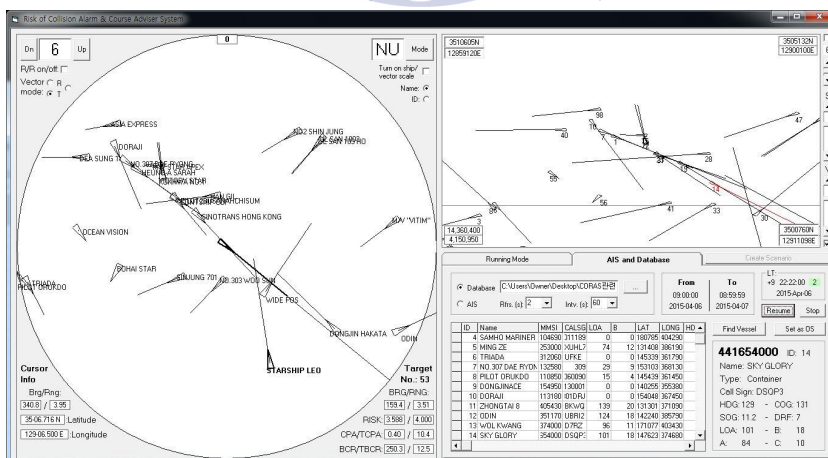
Case 17 (2015.4.6. 19:24)



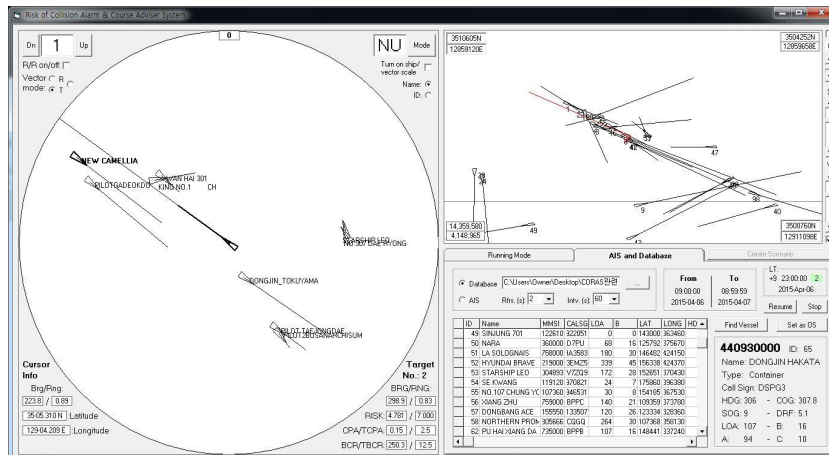
Case 18 (2015.4.6. 19:41)



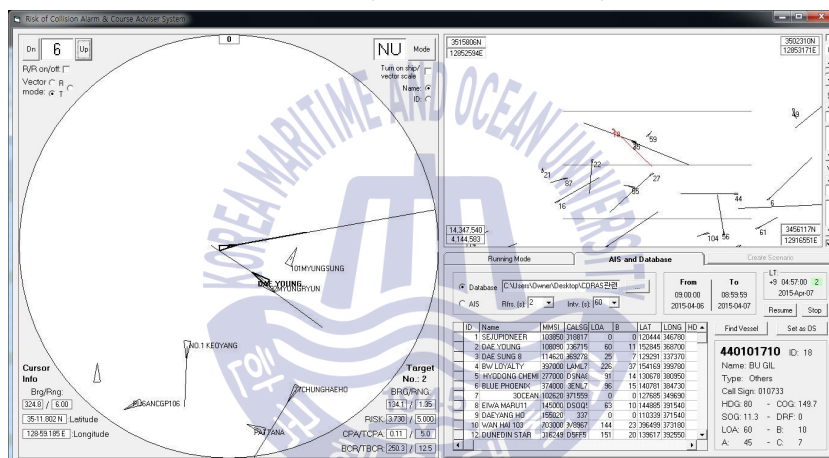
Case 19 (2015.4.6. 21:48)



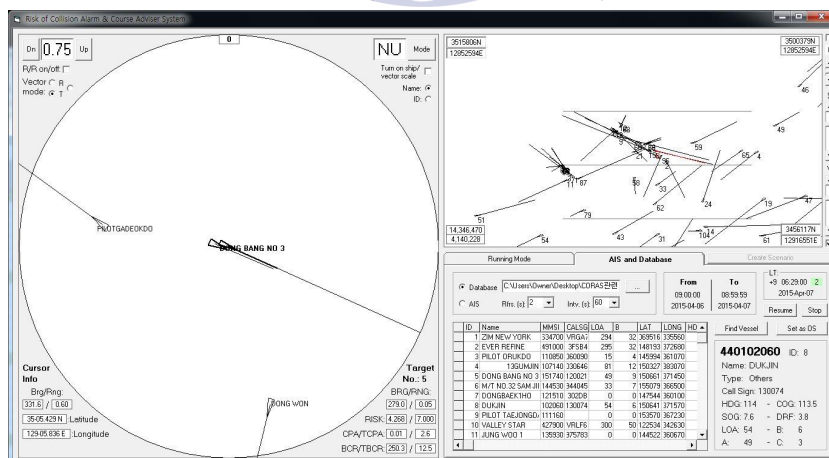
Case 20 (2015.4.6. 22:22)



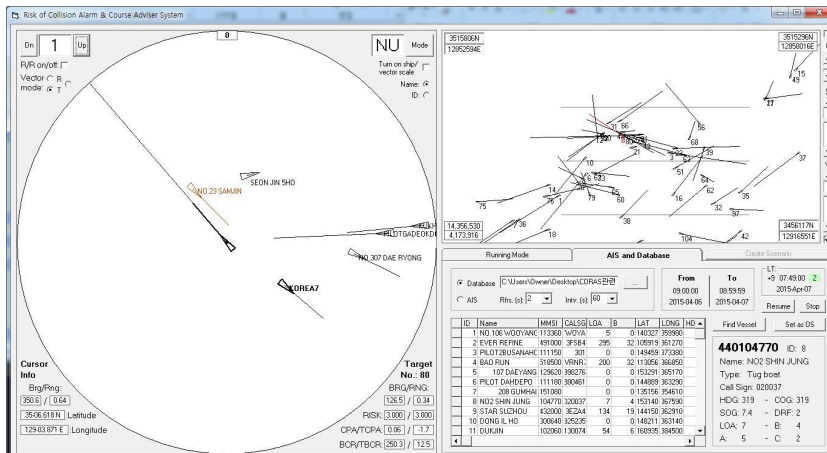
Case 21 (2015.4.6. 23:00)



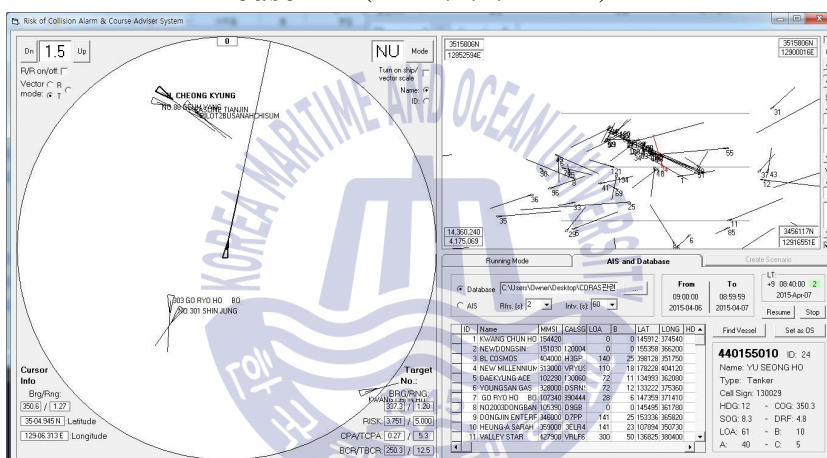
Case 22 (2015.4.7. 04:57)



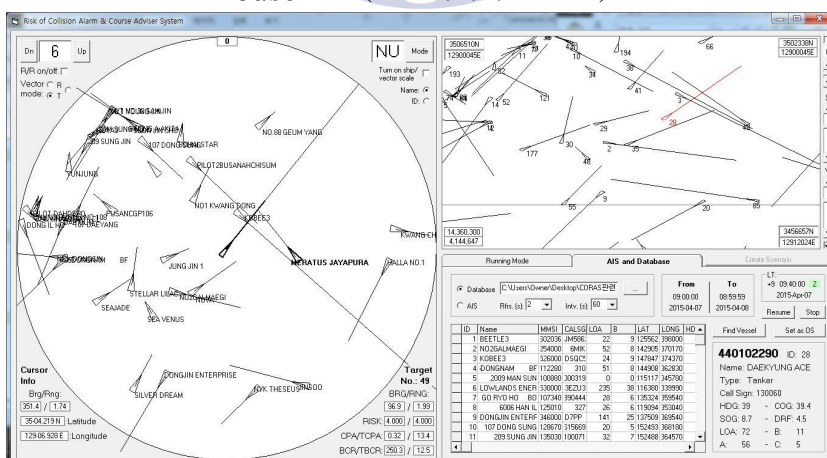
Case 23 (2015.4.7. 06:29)



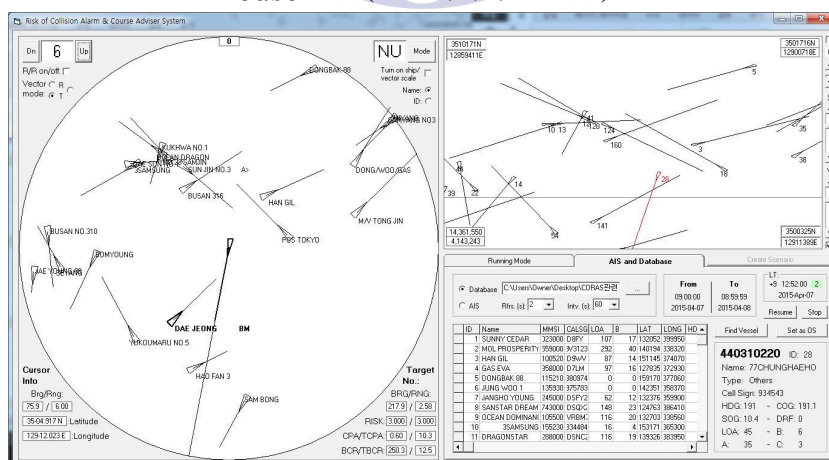
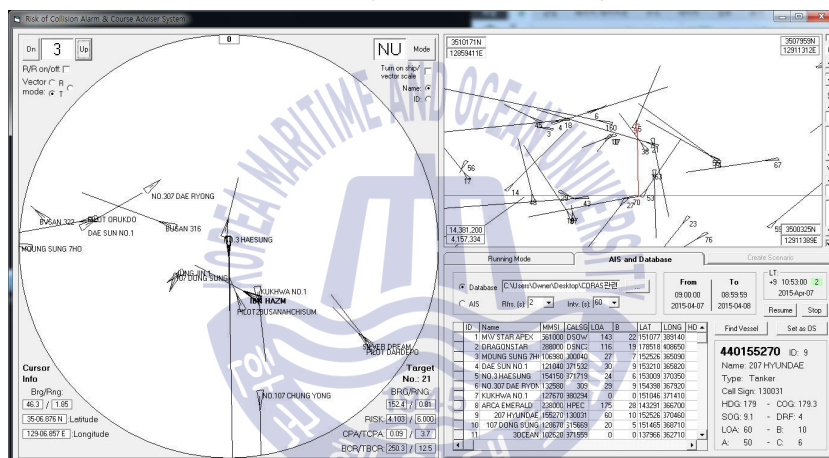
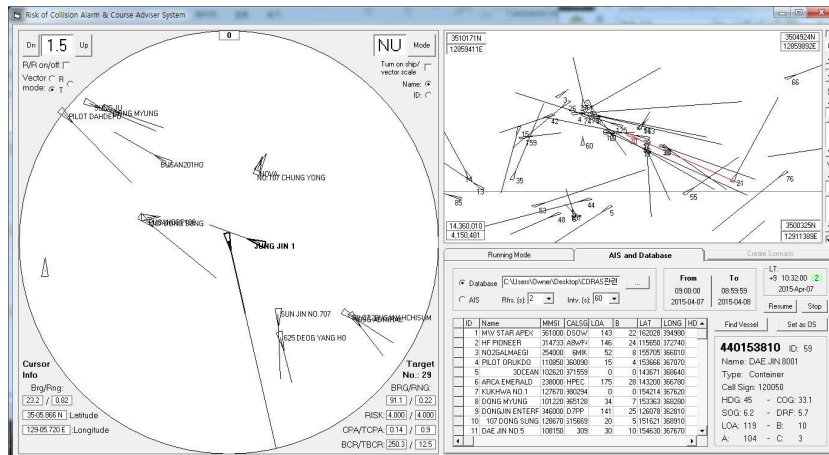
Case 24 (2015.4.7. 07:49)

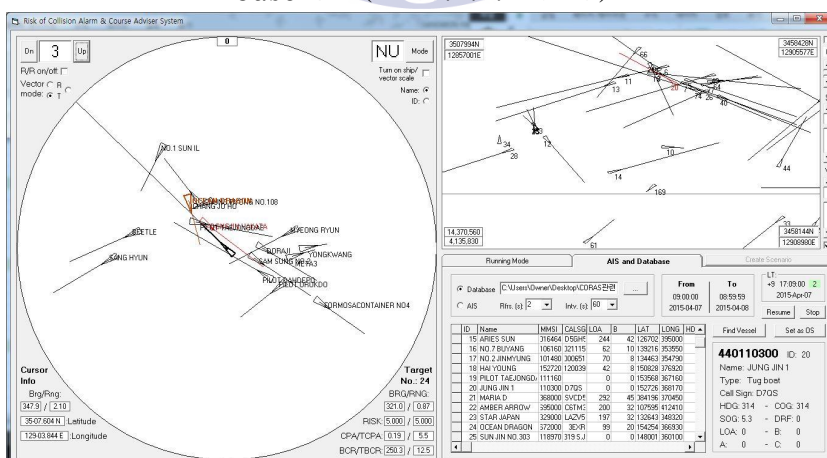
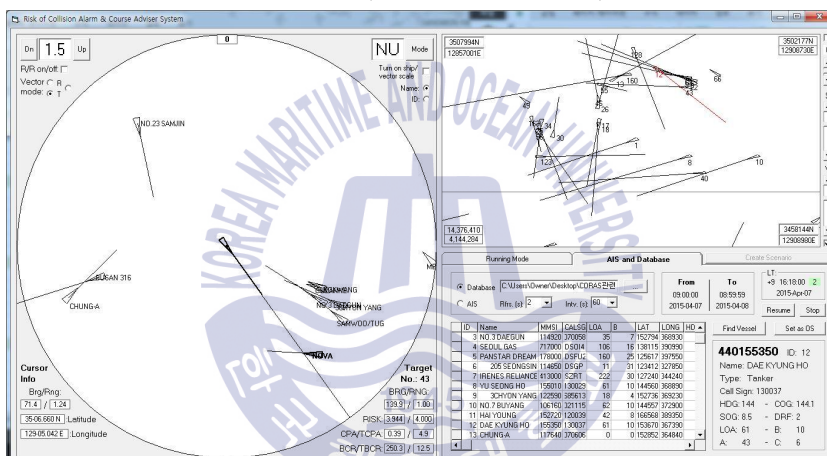
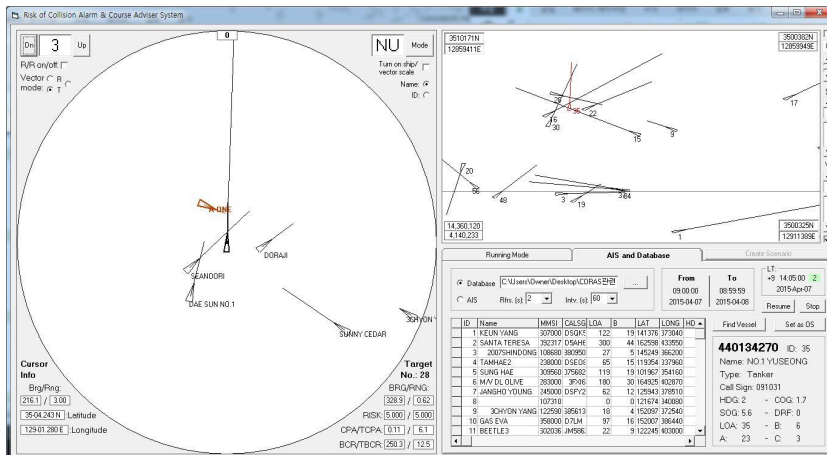


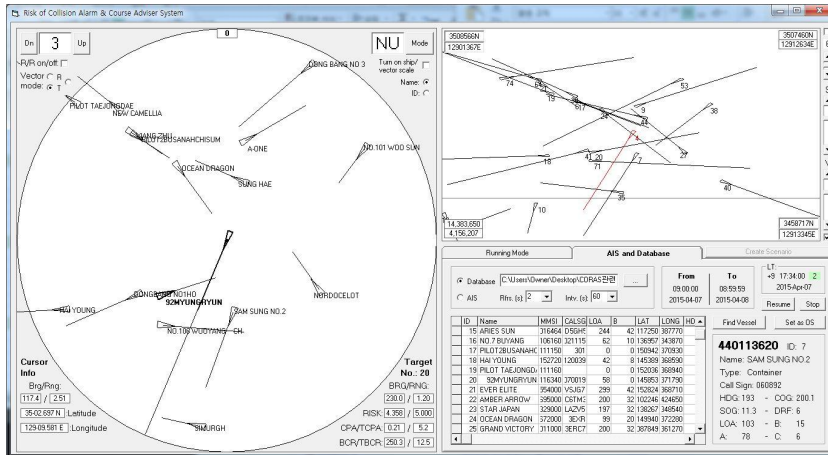
Case 25 (2015.4.7. 08:40)



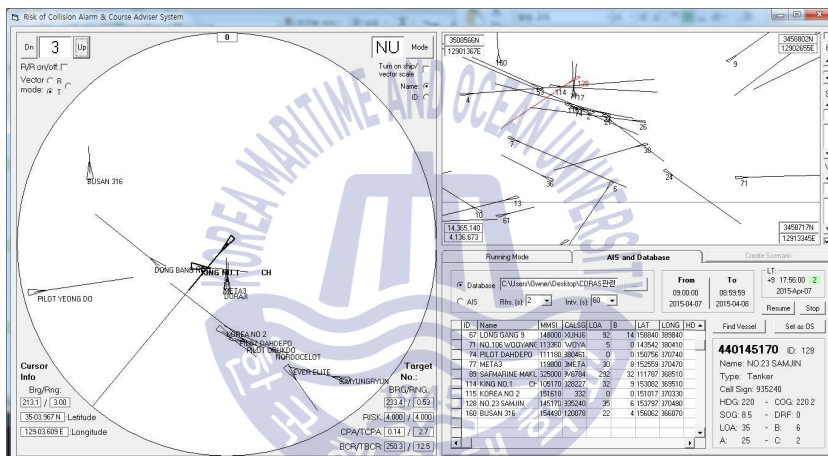
Case 26 (2015.4.7. 09:40)



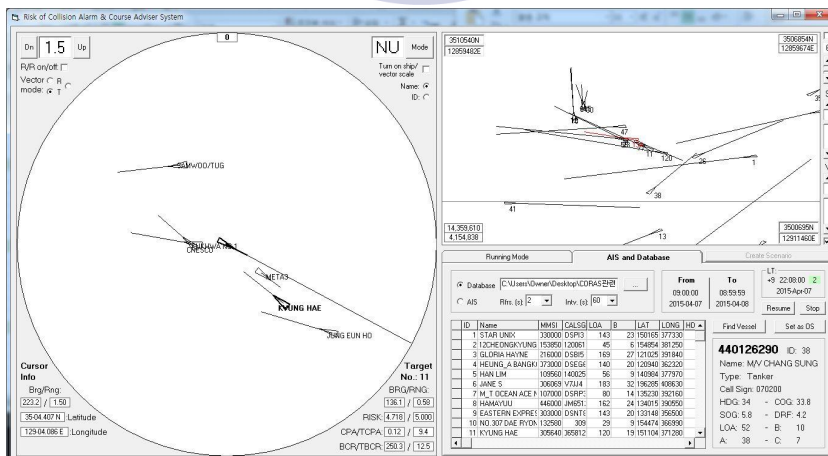




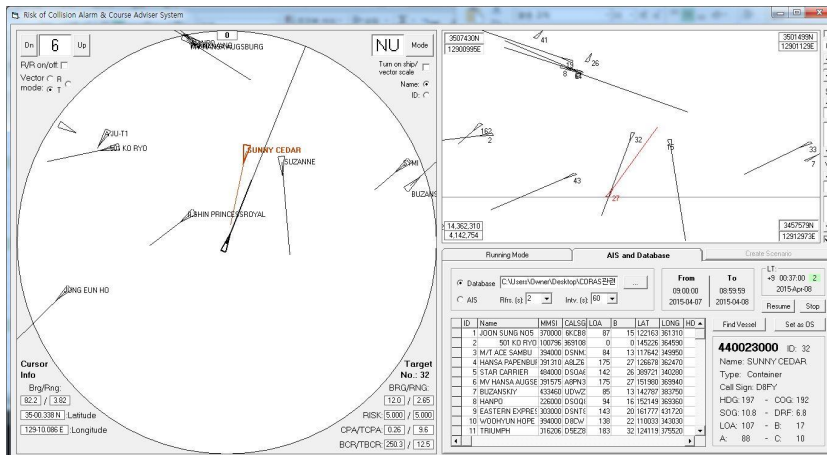
Case 33 (2015.4.7. 17:34)



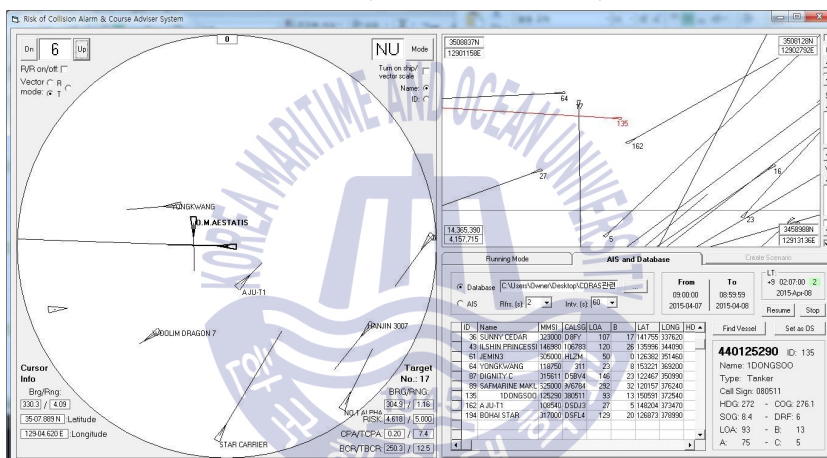
Case 34 (2015.4.7. 17:56)



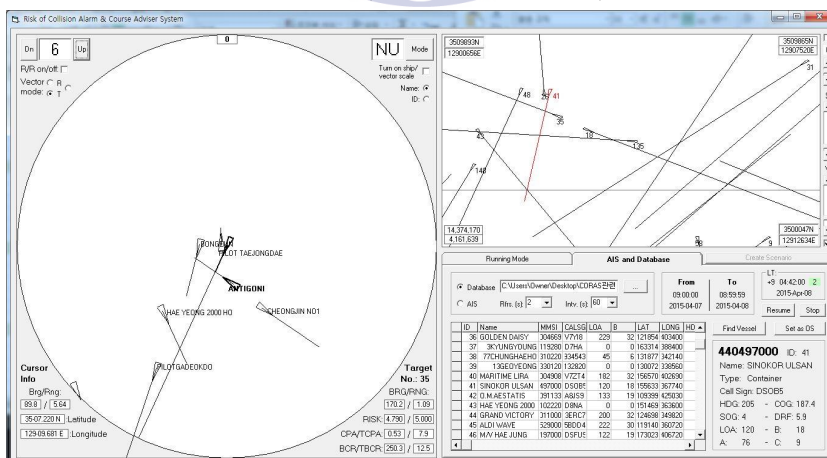
Case 35 (2015.4.7. 22:08)



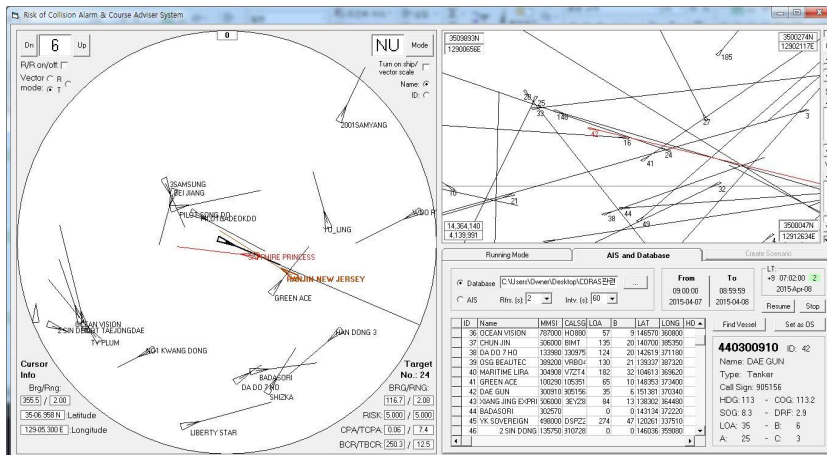
Case 36 (2015.4.8. 00:37)



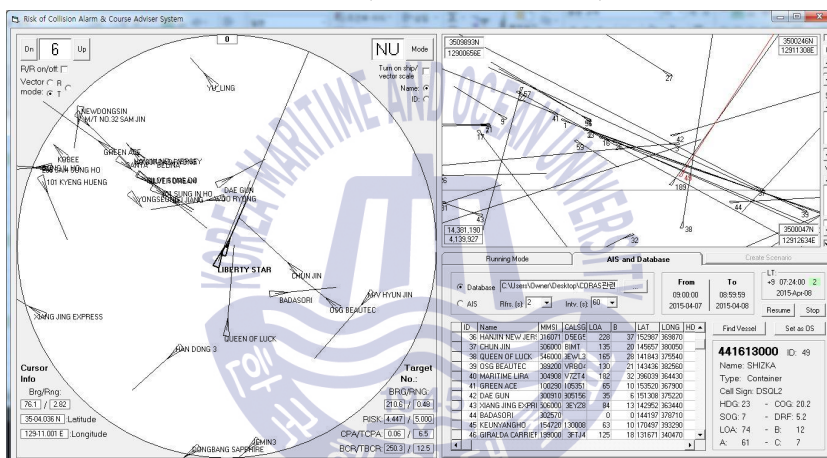
Case 37 (2015.4.8. 02:07)



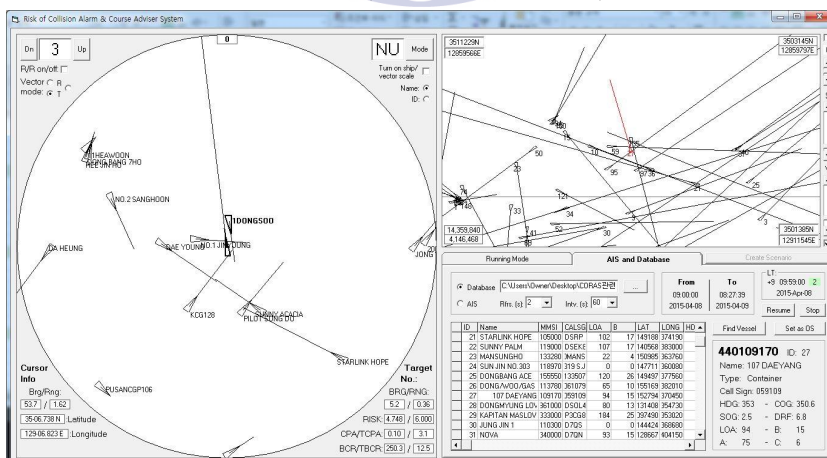
Case 38 (2015.4.8. 04:42)



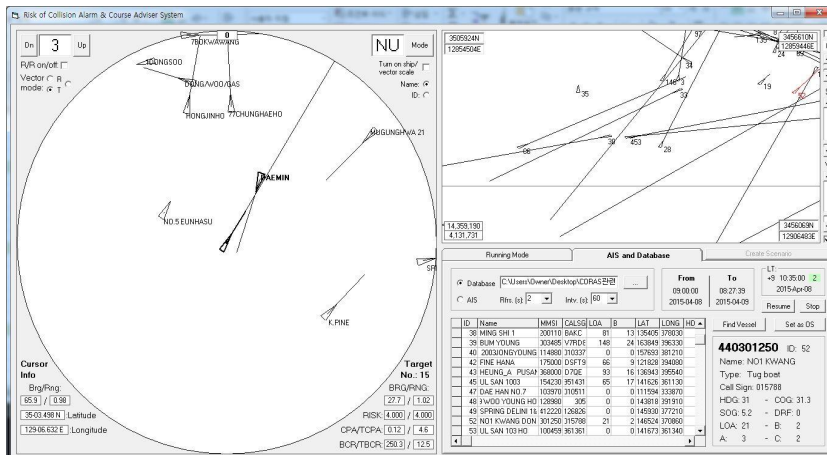
Case 39 (2015.4.8. 07:02)



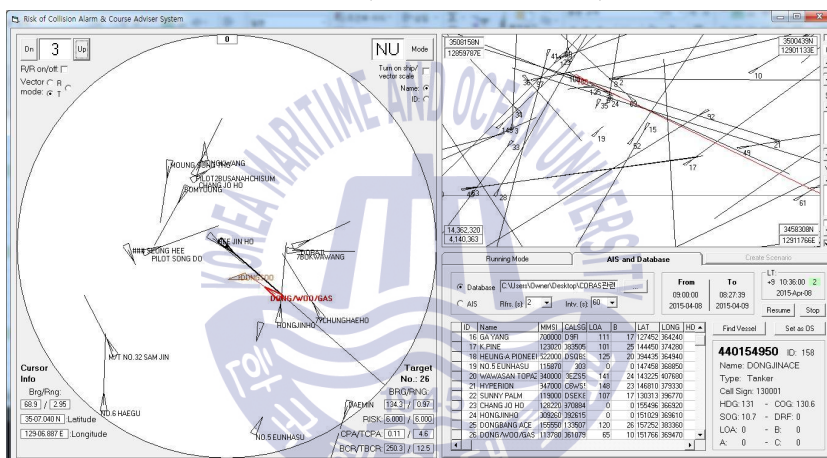
Case 40 (2015.4.8. 07:24)



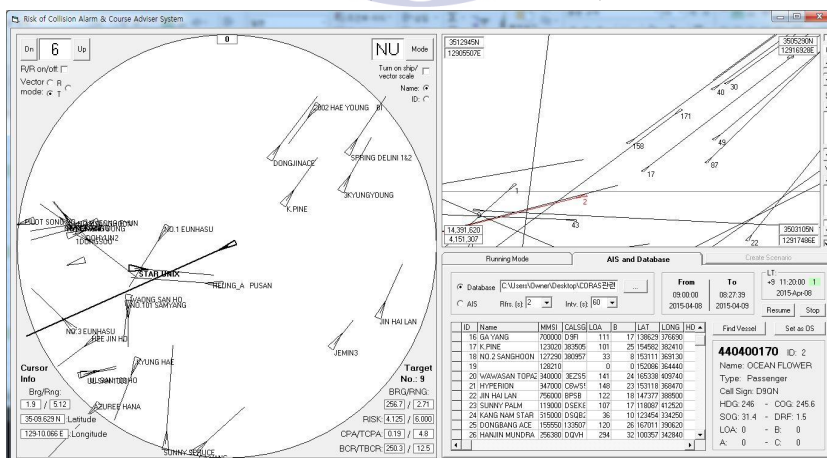
Case 41 (2015.4.8. 09:59)



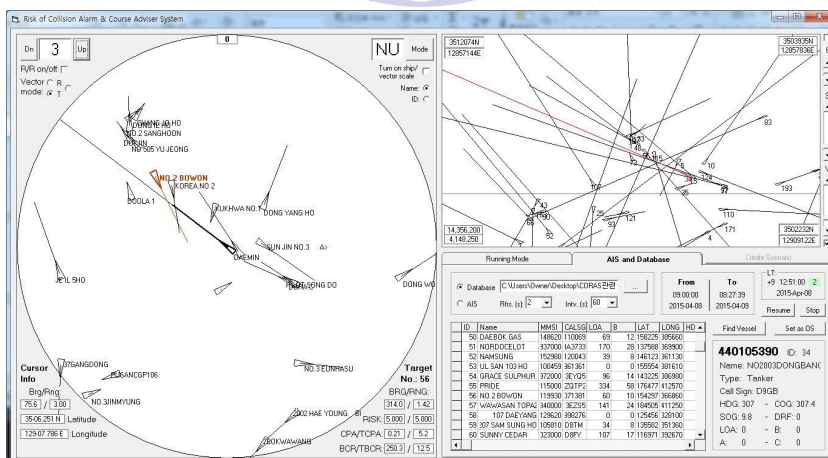
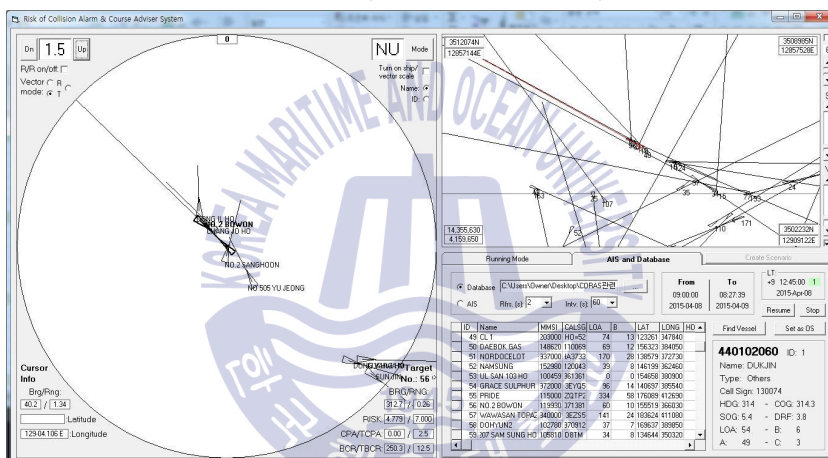
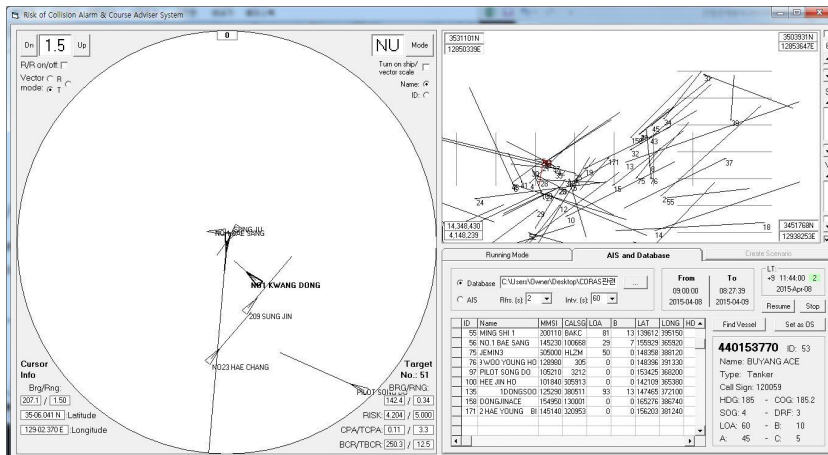
Case 42 (2015.4.8. 10:35)

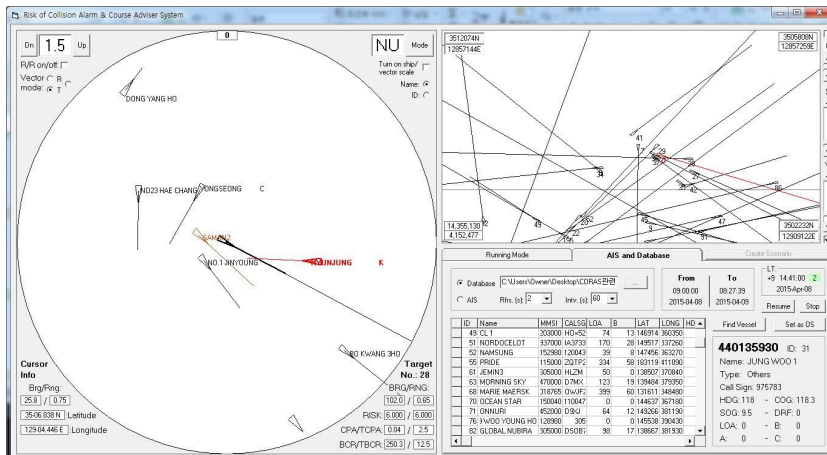


Case 43 (2015.4.8. 10:36)

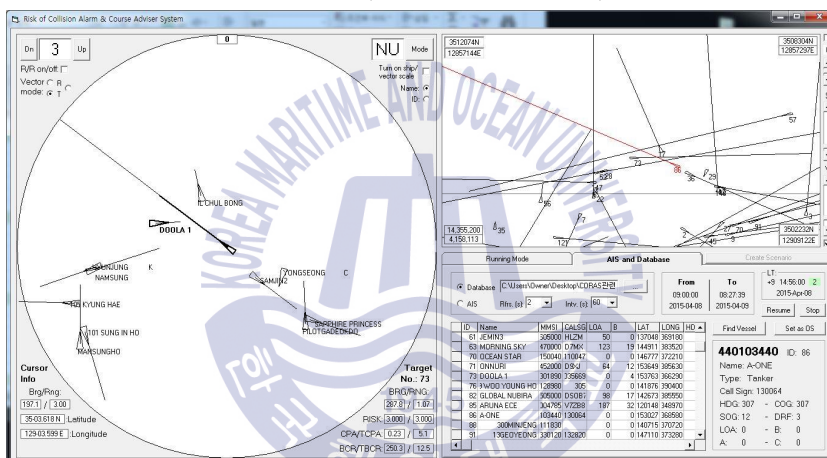


Case 44 (2015.4.8. 11:20)

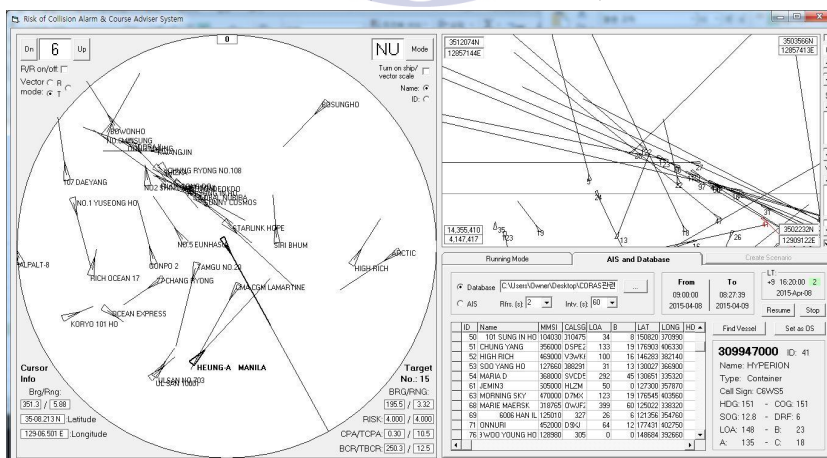




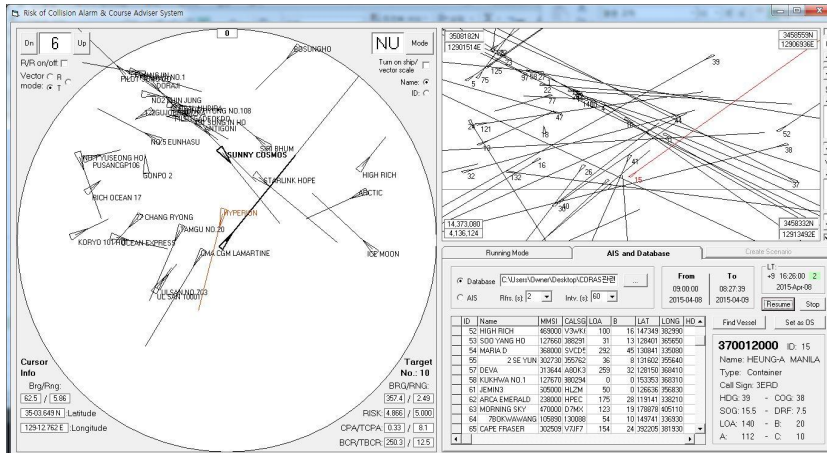
Case 48 (2015.4.8. 14:41)



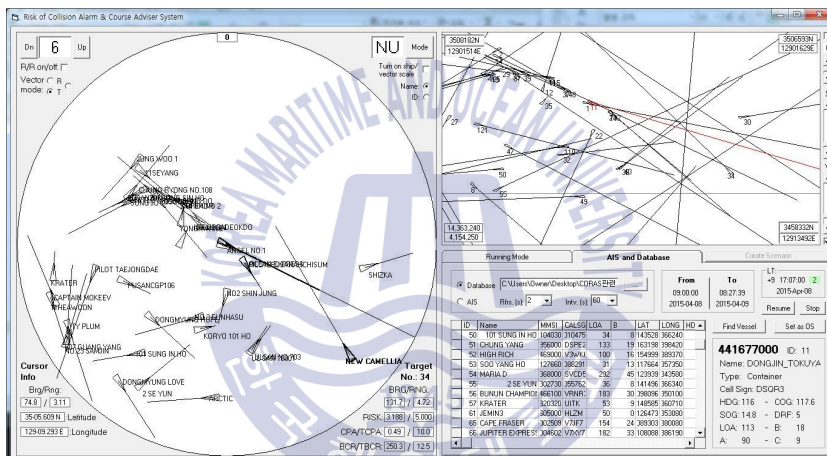
Case 49 (2015.4.8. 14:56)



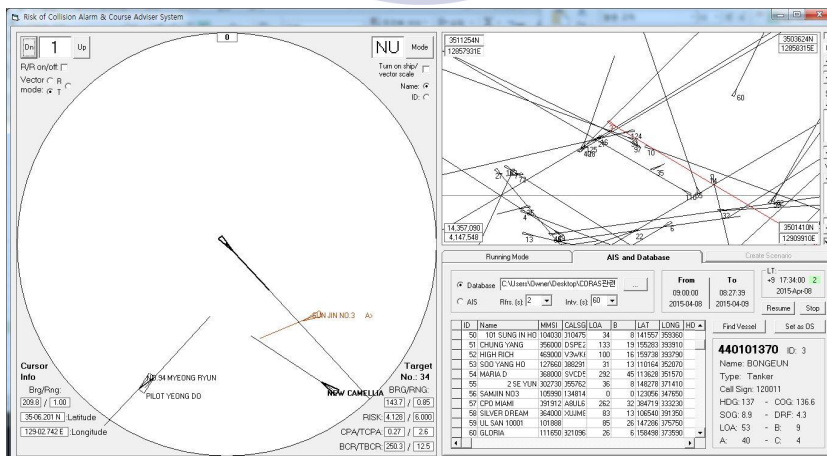
Case 50 (2015.4.8. 16:20)



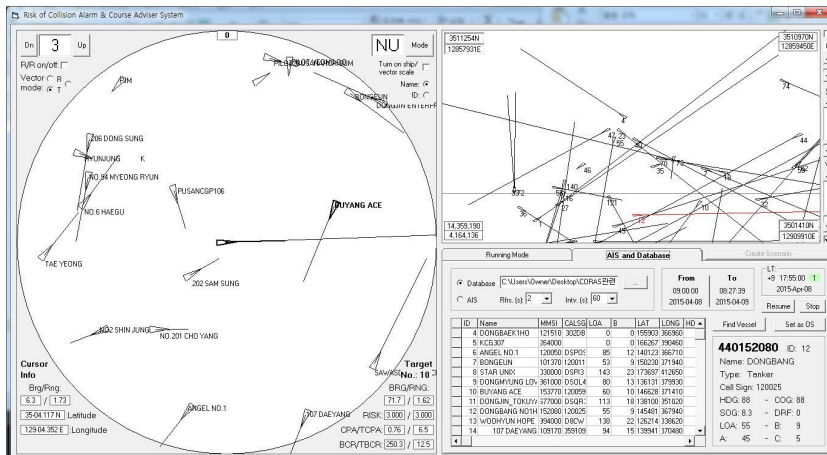
Case 51 (2015.4.8. 16:26)



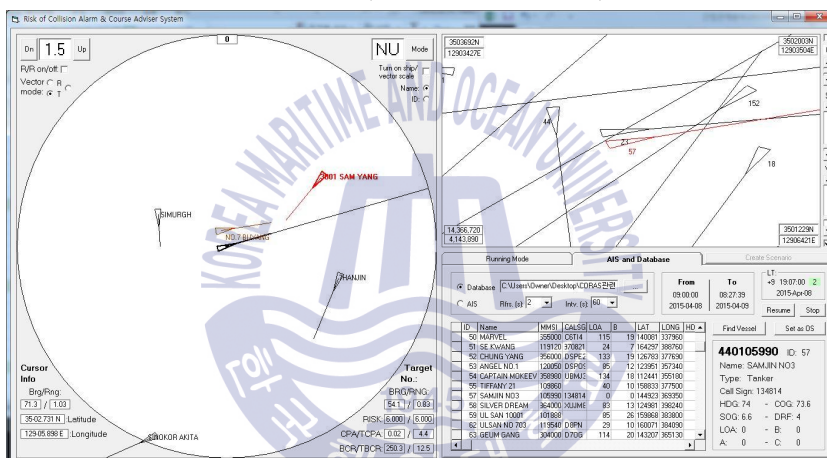
Case 52 (2015.4.8. 17:07)



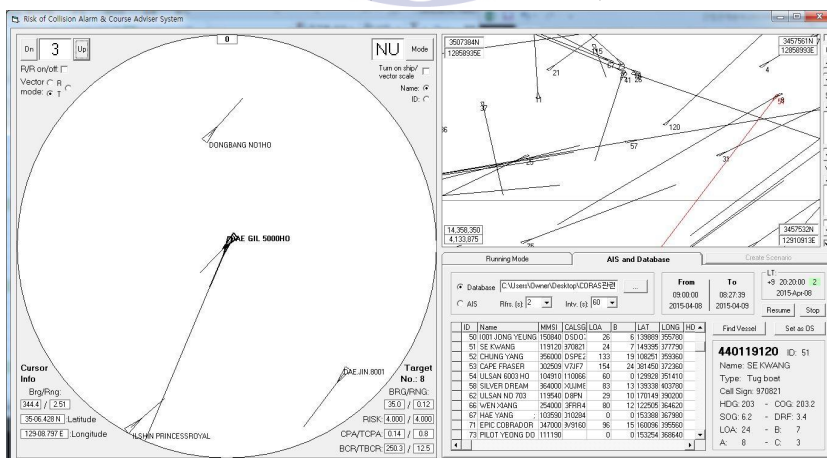
Case 53 (2015.4.8. 17:34)



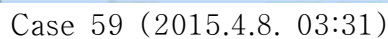
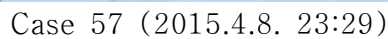
Case 54 (2015.4.8. 17:55)

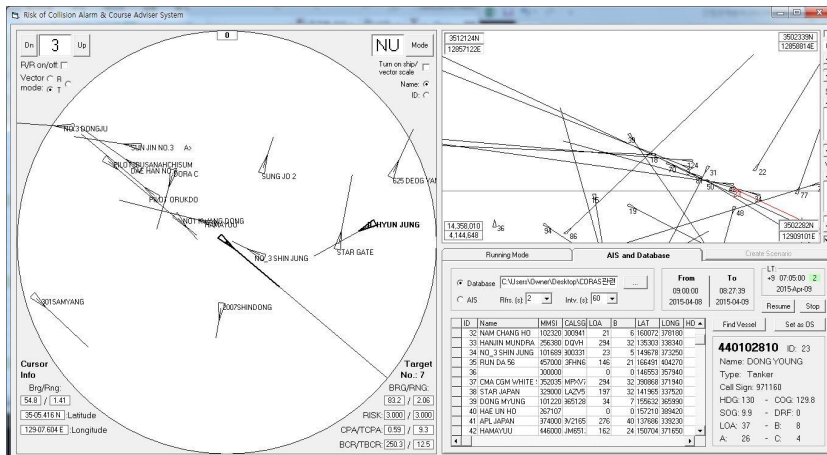


Case 55 (2015.4.8. 19:07)



Case 56 (2015.4.8. 20:20)





Case 60 (2015.4.9. 07:05)

