工學博士 學位論文

인간공학적 요소를 고려한 연안 선박의 선교 설계 및 배치에 관한 연구

A Study on the Design and Arrangement of Coastal Ship's Bridge on the Basis of Ergonomics Concept

指導敎授 朴 鎭 洙

2003年 2月

韓國海洋大學校 大學院
海事輸送科學科
河 源 宰

本 論文을 河源宰의 工學博士 學位論文으로
認准함.

委員長　工學博士　李德秀　印

委 員　工學博士　宋成玉　印

委 員　工學博士　李東燮　印

委 員　工學博士　金宗鎬　印

委 員　工學博士　朴鎭洙　印

2003年 2月

韓國海洋大學校 大學院
海事輸送科學科
河　源　宰

目　次

표 목차 ····· iv
그림 목차 ····· vi
약어표 ····· vii
Abstract ····· ix

제 1 장 서 론 ····· 1
1.1 연구의 배경 ····· 1
1.2 연구의 목적 ····· 5
1.3 연구의 방법 ····· 6

제 2 장 선교와 인간공학 ····· 8
2.1 선교의 정의 ····· 8
2.2 기술발달과 선교의 변천 ····· 9
2.3 국제협약과 선교 설비의 변천 ····· 10
2.3.1 새로운 항해장비의 도입 ····· 11
2.3.2 선박의 총톤수별로 요구되는 항해설비 ····· 14
2.3.3 항해장비의 성능기준 ····· 17
2.4 선교와 인간공학 ····· 21
2.4.1 인간공학의 정의 ····· 21
2.4.2 선교 설계와 인간공학 ····· 23

제 3 장 인적요소와 선교 ····· 26
3.1 국제해사기구의 인적요소 작업 ····· 26
3.1.1 일 반 ····· 26
3.1.2 인적요소에 대한 비젼, 원칙 및 목표 ····· 27
3.1.3 최소안전승무정원 ····· 27
3.1.4 피로 ····· 27
3.1.5 인적요소 작업반 ····· 28

3.2 선교설계의 인간공학적 접근 ····· 29
3.2.1 선교의 인간공학적 설계에 대한 국제해사기구의 접근 ····· 29
3.2.2 선교의 인간공학적 설계에 대한 IACS의 접근 ····· 37
3.2.3 선교의 인간공학적 설계에 대한 ISO의 접근 ····· 39

제 4 장 선교의 설계 ····· 41
4.1 선교의 형상 ····· 41
4.1.1 선교의 형상 ····· 41
4.1.2 선교의 시야 ····· 42
4.1.3 창문의 형상 ····· 46
4.2 워크스테이션의 배치 ····· 48
4.2.1 워크스테이션의 분류 ····· 48
4.2.2 워크스테이션의 기능 ····· 49
4.2.3 워크스테이션의 배치 ····· 51
4.2.4 워크스테이션별 설비의 종류 ····· 53
4.3 콘솔의 배치 ····· 61
4.3.1 콘솔의 배열과 치수 ····· 61
4.4 인간/설비 인터페이스 ····· 64
4.4.1 프로그램으로 작동되는 전자시스템의 정의 ····· 64
4.4.2 프로그램으로 작동되는 전자시스템을 이용한 항해장비의 설계상 원칙 65
4.4.3 자동화의 영향 ····· 66

제 5 장 연안선박의 선교 ····· 71
5.1 연안선박의 정의 및 현황 ····· 71
5.1.1 연안선박의 정의 ····· 71
5.1.2 연안선박의 현황 ····· 71
5.2 선교의 크기 ····· 74
5.3 선교의 배치 등에 관한 설문조사 ····· 76
5.3.1 설문 조사 ····· 76
5.3.2 설문 분석 ····· 78

5.3.3 현장 조사 ····· 87
5.4 선교의 인간공학적 설계 방안 ····· 90
5.4.1 콘솔의 설계 ····· 91
5.4.2 필요 콘솔의 수 ····· 93
5.4.3 선교의 폭과 콘솔의 배치 ····· 94
5.5 선교의 표준설계안 ····· 94
5.5.1 A 타입 선교 ····· 96
5.5.2 B 타입 선교 ····· 97
5.5.3 C 타입 선교 ····· 98
5.6 타당성 검증 ····· 100
5.6.1 검증 방법 ····· 100
5.6.2 전문가 패널의 구성 및 의견 ····· 102
5.7 연안선박용 표준선교 ····· 105
5.7.1 선교의 형상 및 콘솔의 배치 ····· 105
5.7.2 공통 고려사항 ····· 107

제 6 장 결 론 ····· 113

참고문헌 ····· 118

부록 ····· 122

表 目 次

<Table 1-1> Number of reductions in human errors by bridge automation ····· 3
<Table 2-1> Navigational equipment to be installed according to the ship's gross tonnage ····· 15
<Table 2-2> IMO performance standards for navigational equipment ····· 18
<Table 3-1> Analysis of paragraph 1 of regulation 15 of SOLAS chapter V ····· 30
<Table 3-2> Identification of essential information and controls required by the watch officer ····· 32
<Table 3-3> Automated functions, its components and systems of bridge ····· 35
<Table 3-4> Contents of ISO 8468 ····· 40
<Table 4-1> Kinds of workstations used for various navigational conditions ····· 50
<Table 4-2> Equipment for navigation and manoeuvring workstation ····· 53
<Table 4-3> Equipment for monitoring workstation ····· 56
<Table 4-4> Equipment for manual steering workstation ····· 57
<Table 4-5> Equipment for docking workstation ····· 58
<Table 4-6> Equipment for planning and document workstation ····· 59
<Table 4-7> Equipment for safety workstation ····· 59
<Table 4-8> Equipment for communication workstation ····· 60
<Table 4-9> Number of cognitive tasks in manual vs. automated shipboard functions ····· 68

<Table 5-1> Numbers of marine accidents according to the ship's gross tonnage (1997 - 2001) ····· 73
<Table 5-2> Numbers of collided ships according to the ship's gross tonnage (1997 - 2001) ····· 73
<Table 5-3> Numbers of marine accidents according to the causes (1997 - 2001) ····· 74
<Table 5-4> The average breadth of bridge by gross tonnage ····· 75
<Table 5-5> Number of responses ····· 77
<Table 5-6> Navigational equipment installed onboard ship ····· 79
<Table 5-7> Indicators installed onboard ship ····· 80
<Table 5-8> Communication equipment installed onboard ship ····· 80
<Table 5-9> Safety equipment installed onboard ship ····· 81
<Table 5-10> Engine controls installed onboard ship ····· 81
<Table 5-11> Other facilities provided onboard ship ····· 82
<Table 5-12> Shape of bridge front ····· 83
<Table 5-13> Opinion on the equipment arrangement in the bridge ····· 84
<Table 5-14> Opinion on the bridge environment ····· 85
<Table 5-15> Number of consoles according to the ship's gross tonnage ····· 93
<Table 5-16> Comparison of bridge breadth and console length(m) ····· 94
<Table 5-17> List of vibration ranges which should be avoided ····· 109
<Table 5-18> Recommended illumination of bridge ····· 110
<Table 5-19> Recommended color codes for system functions ····· 111

그림 目次

[Fig. 4-1] Minimum horizontal field of view ····· 42
[Fig. 4-2] 360˚field of vision ····· 43
[Fig. 4-3] Field of vision for navigation and manoeuvring workstation ····· 43
[Fig. 4-4] Field of vision for monitoring workstation ····· 44
[Fig. 4-5] Field of vision for docking workstation ····· 44
[Fig. 4-6] Field of vision for manual steering workstation ····· 45
[Fig. 4-7] Example of bridge window design ····· 47
[Fig. 4-8] Example of function areas ····· 52
[Fig. 4-9] Design of console for standing position ····· 62
[Fig. 4-10] Design of console for seated position ····· 63
[Fig. 5-1] Typical arrangement of equipment in the bridge ····· 86
[Fig. 5-2] Inside view of bridge showing arm rest at front window (built in 1988, GT 2,500 Class) ····· 87
[Fig. 5-3] Inside view of bridge showing stand-alone engine telegraph (built in 1988, GT 2,500 Class) ····· 88
[Fig. 5-4] Various safety panels installed on the wall without ergonomic concept ····· 89
[Fig. 5-5] Various GMDSS equipment without ergonomic concept ····· 89
[Fig. 5-6] The size of single console ····· 92
[Fig. 5-7] Bridge configuration and console layout type A ····· 97
[Fig. 5-8] Bridge configuration and console layout type B ····· 98
[Fig. 5-9] Bridge configuration and console layout type C ····· 99
[Fig. 5-10] Bridge configuration and console layout type D ····· 106

약 어 표

Abnormal Situation	비정상상태
AIS	Automatic Identification System 자동식별장치
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids 자동충돌예방장치
ATA	Automatic Tracking Aids 자동추적설비
ATOMOS	Advanced Technology to Optimize Maritime Operational Safety - Integration
Bridge	선교
Bridge wings	선교윙
CG/BDEA	IACS Correspondent Group of Bridge Design and Equipment Arrangement
Distress Situation	조난상황
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System 전자해도 표시 및 정보 장치
Echo Sounding Device	음향측심기
ECS	Electronic Chart System 전자해도시스템
Emergency Situation	비상상황
ENC	Electronic Navigation Chart 전자항해해도
EPA	Electronic Plotting Aids 전자플로팅장치
EPIRB	Emergency Position Indicating Radio Beacon 비상위치표시레이더비콘
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System 전세계해상조난및안전제도
GPS	Global Positioning System

IACS	International Association of Classification Societies 국제선급연합회
IBS	Integrated Bridge System 통합선교시스템
IEC	International Electromagnetic Committee 국제전기위원회
IMO	International Maritime Organization 국제해사기구
Irregular Condition	불규칙상태
ISM Code	International Safety Management Code 국제안전관리규약
ISO	International Standardization Organization 국제표준화기구
MEPC	Marine Environment Protection Committee 해양환경보호위원회
MSC	Maritime Safety Committee 해사안전위원회
Normal Condition	정상상태
PES	Programmable Electronic System 프로그램으로 작동되는 전자시스템
RDF	Radio Direction Finder 무선방향 탐지기
Safe Manning	최소안전승무정원
SOLAS 1974	International Convention for the Safety of Life at sea, 1974. 1974년 국제해상인명안전협약
STCW 1978	International Convention on the Standards for the Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers,1978 1978년 선원의 훈련, 자격증명 및 당직유지의 기준에 관한 협약
VDR	Voyage Data Recorder 항해기록장치
Wheel House	조타실

A Study on the Design and Arrangement of Coastal Ship's Bridge on the Basis of Ergonomics Concept

Weon-jae Ha

Department of Maritime Transportation Science,
Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

With the advancement of technology, the reliability and efficiency of marine instruments have been greatly improved over the years. However, the advancements in technology have yet to have much of an impact on reducing human errors which is the biggest contributing factor in the marine accidents. The ship safety is by no means an exception in this regard as the recent studies have found that the cause behind approximately 80% of all marine casualties can be directly or indirectly traced to human errors.

In order to devise feasible methods to prevent marine casualties caused by the human errors, this study will focus on the seldom-studied area among the human element - the ergonomic bridge design and arrangement of equipment on the bridge. The study will especially focus on the bridge design and the arrangement of equipment on the bridge of Korean coastal ships which constitute more than 90% of all marine casualties in Korea.

The International Maritime Organization(IMO), in the 2000 amendments to 1974 SOLAS, introduced Principles relating to bridge design, and arrangements of navigational systems and equipment and bridge procedures as Regulation 15, Chapter V. To support provision of the revised regulation V/15 of the SOLAS Convention, the Maritime Safety Committee(MSC), at its seventy-third session, adopted the MSC/Circ.982 'Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Layout' . However, as parts of MSC/Circ.982 are ambiguous or incomplete, member Governments are currently faced with the difficulties of adopting it into their national legislation.

Although it is well known that human element is behind approximately 80% of all marine casualties, it is difficult to find any conclusive statistics indicating the exact ratio of accidents caused by the faulty bridge design and arrangement of equipment on the bridge. Additionally, even in the marine casualty investigations, the focus is often on the officers' navigational errors rather than on the faulty bridge design and arrangement of equipment on the bridge.

Despite the fact that no conclusive statistics are readily available, it can be assumed that many accidents are direct or indirect result of not considering the ergonomics element in the bridge design and arrangement of equipment on the bridge. Although it is very difficult to prove such assumption in a quantitative manner, there is no doubt that the ergonomic bridge design and arrangement of equipment on the bridge play important role in preventing marine casualties.

In this study, the definition of bridge and its progression of change over time, the role and function of bridge, the definition of ergonomics and the grafting of ergonomics and bridge design were reviewed. Additionally, the studies and reviews undertaken by IMO on human element, and the ergonomic approach methodology and rules for bridge design developed by International Association of Classification Societies (IACS) and International Organization for Standardization (ISO) were confirmed. Furthermore, the result of studies undertaken by IMO, IACS, ISO and ATOMOS project were compiled to propose fundamental principles related to the bridge configuration and arrangement, workstation, location of console and man/machine interface, etc.

As a final step, the drawing review, questionnaire survey and field study on the bridge size and equipment, the arrangement of equipment and the bridge environment, etc. of Korean coastal ships - which constitute a large percentage of marine casualties - were carried out to examine and analyze problematic areas. Using such data as a basis, the type of equipment required on board and the number of consoles required to house such equipment were determined. Next, the determined equipment and consoles were compared with the total area of bridge to propose the totally enclosed bridge which encloses the bridge wing. With respect to the arrangement of consoles, three standard models of integrated console were chosen. The three consoles were then subjected to the expert opinion survey and questionnaire survey of expert panel to figure out advantages and disadvantages associated with each model. Upon completion of the survey, most appropriate configuration of bridge and arrangement of console were

proposed.

On the basis of opinions given by the panel of expert, the protruding front configuration of standard bridge were not considered for this study because it would hinder on deck cargo operations on small-sized ships like coastal ships presently operating in Korea.

For the installation of integrated console, taking the width of bridge and the length of console into consideration, this study found that ships between 500 to 3,000 gross tons should enclose bridge wing to secure necessary area. As for the ships of 3,000 gross tons and over, the study found that it is not necessary to enclose bridge wing since the width of bridge is usually large enough to accommodate the integrated console. Concerning the arrangement of console, the study has found that it is better to install the console one meter from the front window of bridge rather than installing it right against the front window, as this arrangement would allow for superior lookout, monitoring of activities on deck directly below and field of vision of 360°. The study also found that in order to eliminate the inconvenience of going around the console to check the navigational information during the lookout activity at the front window of bridge, the 1/3 of integrated console should be separated to create an opening passage of 800mm in width which would reduce the moving distance.

Finally the author wishes this study would help to enhance the safety of Korean coastal ships.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

기술이 발전됨에 따라 기계의 신뢰성과 효율성이 증진되고 있으나 인적과실은 사고의 원인으로 더욱 자주 거론되고 있다. 선박안전분야에서도 선박관련 해양사고의 약 80%가 직·간접적인 인적과실에 의한 것으로 밝혀지고 있다. 해난사고를 줄이기 위해서는 총체적인 접근이 필요하다. 즉, 하드웨어적인 선체, 기관, 설비들의 신뢰성이 확보되어야 함은 물론, 이를 운용하는 승무원들의 자질과 능력의 확보 등도 필수적이며, 이에 부가하여 선주의 안전에 대한 의식이 고취되어 무리한 항행 계획이나 부실한 정비계획을 지양하여야 하고, 각 국 정부는 항로설비, 항로정보 및 교통관제 등과 같은 인프라 구축에 노력하여야 할 것이다.

이 연구에서는 선박의 안전에 대한 총체적인 접근보다는 해난사고의 80%를 차지하는 인적요소 중에서 아직까지 잘 알려지지 않은 분야 즉, 선박의 모든 활동이 통제되고 감시되는 선교의 인간공학적인 설계 및 배치를 통하여 해난사고의 예방에 기여할 방법을 강구하고자하며, 특히 우리 나라 연안에서 발생하는 해난사고의 90% 이상을 차지하는 연안선박의 선교 설계 및 장비 배치를 중심으로 다루고자 한다.

지금까지의 선교 설계 또는 선교장비 배치에 관한 선행 연구로는 ;
이덕수(1997)[1]자동화선박 선교 레이아웃의 인간공학적인 설계에 관한 연구

에서 일인당직이 가능하도록 설계된 자동화 선박의 선교를 여러 가지 항해모드에서의 항해사의 선교 작업을 모델화하여 각 모드별로 사용되는 항해계기를 분석하여 항해용 주 콘솔의 레이아웃을 인간공학적인 측면에서 설계하기 위한 기준을 마련하였으며 이 기준들을 이용하여 배치상의 계기 상호간의 제약조건들을 구성하였으며 상호 대화적 조종패널 배치방법을 이용하여 콘솔상의 개개 장비들의 효율적인 배열을 제시하고 평가하였다. 또한 제약조건의 수정 및 첨가 등으로 개선된 배치 안을 작성하였으며 이 배치 안을 이용하여 실제 신조 자동화 선박의 선교에 사용되고 있는 항해용 주 콘솔의 레이아웃을 인간공학적 측면을 고려한 설계로 변경하였다.

H. Schuffel[2]은 그의 논문에서 100건의 해난사례를 분석하여 자동화선교가 사고방지에 기여하는 가를 검토하였다. 100건의 사고에 대하여 그 발생요인을 임무시스템 요소와 임무기능 요소를 메트릭스로 분류하였다. 그리고 각 요인의 발생이 자동화 선교에 의해서 영향을 받는가를 전문가를 이용하여 평가하였다. 분석결과에 의하면 100건의 사고 중에는 276건의 요인이 포함되어 있고 그중 209건의 요인은 인적과실에 의한 것이었다. 다른 요인으로는 기계적인 결함, 절차상의 실수 그리고 환경에 의한 원인이었다. 209건의 인적과실에 의한 요인 중 자동화를 시행하는 경우 <표 1-1>에서와 같이 162건이 줄어 드는 것으로 나타났다. 그리고 다른 부류에 속하는 요인은 자동화에 의해서도 크게 개선되지 않음을 알게 되었다.

결론적으로 정보처리기능을 자동화하는 것이 사고 방지에 효과적이라는 것이다. 다시 말하면 표에서의 기능을 인간이 실행할 때 발생하는 에러가 사고의 대부분을 차지한다는 것을 알 수 있었으며 선위추정이라고 하는 정보처리가 정신적 부담이 높고 이것을 항해사 자신이 수행하는 경우에는 항로로부

터 이탈량이 큰 것과 대응하는 결과이기도 하다. 따라서 이 논문에서는 정보 분석의 자동화와 기기의 최적배치가 항해사 부담을 감소시켜 항해의 안전성을 높이는 것에 효과가 있다고 하였다.

<Table 1-1> Number of reductions in human errors by bridge automation

Functions / Task	Perception	Info. processing	Info. storage	Handling	Others	Total
Voy. Planning	1	27	2	0	0	30
Voy. Execution	19	65	4	0	0	88
Communication	2	4	0	0	0	6
Monitoring Tasks	0	28	9	0	1	38
Total	22	124	15	0	1	162

Source : H. Schuffel, "The ship wheelhouse of nineties", Journal of Navigation Vol. 42, No.1

L. von Breda[3]는 전자해도와 항로예측에 의한 선박조종이라는 그의 연구에서 자동화의 레벨을 더욱 높여서 항로예측의 자동화가 조선에 주는 효과를 조사한 예가 있다. 이 연구에서는 레이더에서 목표항로와 예측항로가 연속으로 표시되는 경우(Path Predictor), 대지속력 벡터가 연속 표시되는 경우(Ground Velocity Vector) 및 목표항로만 표시되는 경우(Parallel Indexing)에 해당되는 3종의 정보를 항해사에게 주었을 때 각각의 조선정도를 비교하고 있다. 조선내용은 4만 DWT 컨테이너선을 15도, 30도, 45도, 75도, 105도의 변침을 포함하는 협수로를 항행하는 것이다. 실험결과 목표항로와 예측항로가 표시되는 경우가 현저히 높은 항행정도가 실현되며, 대지속력 벡터가 연속 표시되는 경우와 목표항로만 표시되는 경우에는 대각도 변침시 정도가 저

하되고 있음을 보여주고 있다. 이것에 비하여 목표항로와 예측항로가 연속 표시되는 경우에는 대각도 변침에서 정도가 높아 현저하게 차이가 난다. 이것은 소각도 변침같이 항해사가 사용하는 조선에 있어서는 항해사 지식으로서 그 운동이 숙지되어 있고, 어떤 경우도 정도에 큰 차는 생기지 않는다. 그러나 통상 사용하지 않는 대각도에 관해서는 항해사의 지식은 모자라고 그 지식의 부족을 보충하는 지원은 대단히 효과적이 되는 것이다.

IMO에서는 1974년 SOLAS의 2000년 개정에서 제5장의 개정을 채택하여 제15규칙에서 선교의 설계, 항해시스템의 설계 및 배치, 선교절차에 관한 원칙을 제시하였다. 또한 이 원칙을 만족하기 위한 지침으로 MSC/Circ.982로 채택하여 선교 설계를 위한 인간공학적 기준을 제시하고 있다. 그러나 제15규칙의 원칙을 준수하기 위한 지침으로는 부분적으로 불분명하거나 불완전한 면이 있어 각국에서는 이를 자국의 법령으로 수용하지 못하고 있다.

IACS에서는 이러한 현실적 적용상의 문제를 해결하기 위하여 특별작업반을 구성하여 선교 설계 및 배치에 있어 인간공학적인 기준을 제시하기 위해 노력하고 있다.

이상에서의 선행연구와 국제기구 및 단체들의 동향에서 볼 때 선행연구들에서는 콘솔의 설계 다시 말해서 각각의 기기 들을 어떻게 인간공학적으로 만들고 콘솔을 배치할 것인가 또는 자동화가 사고 예방에 어떤 영향을 주는지를 주로 많이 연구하였으며 국제기구 또는 단체들은 이러한 연구들을 실제 선박에 적용하기 위한 규정화 작업을 추진하여 왔다고 볼 수 있다.

이러한 일련의 연구와 동향들은 서로 관련이 있으나 각각 분리되어 수행 발전되어 왔으며 이를 전체적인 입장에서 재정리하고 여기에서 우리 나라 연안선박을 위한 선교의 설계 및 배치에 대한 기준을 제시하고자 하는 것이다.

1.2 연구의 목적

해양사고에서 인적요소가 차지하는 비중이 약 80%라는 것은 잘 알려진 사실이지만, 그 중에서 선교 설계 또는 선교 장비의 배치 잘못으로 인한 사고의 비율이 어느 정도인지에 대한 객관적인 통계는 찾아보기 어렵다. 또한 해난사고의 조사에 있어서도 주로 운항자의 과실 등에만 초점을 맞추어 조사할 뿐, 이러한 내용에 대해서는 보고된 자료가 거의 없다.

비록 객관적인 통계 자료는 없으나 선교의 설계 및 장비 배치가 인간공학인 요소를 고려하지 않았기에, 이러한 점이 직·간접적인 원인이 되어 사고에 이른 경우도 상당수 있을 것으로 추측할 수 있다. 물론 정량적으로 증명할 수는 없지만 사용자의 편의를 고려한 인간공학적인 선교의 설계가 해양사고 방지에 기여할 것이라는 것은 의심할 여지가 없다.

따라서, 이 연구에서는 선교 설계에 있어 인간공학적인 원칙과 개념을 정립하고 국제해사기구(IMO) 및 국제표준화기구(ISO)에서의 선교와 관련된 인간공학 분야를 바탕으로 개념적인 선교의 원칙을 검토하고, 실제 연안선박에 맞는 선교설계안을 제안함으로써, 우리 나라 연안에서의 해난사고 예방에 기여하고자 한다.

1.3 연구의 방법

이 연구는 인간공학을 적용한 선교 설계로 인적과실을 줄여 사고예방에 도움이 되고자 하는 것이 목적이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 연구의 방법으로 현재까지 개발 또는 발견된 인간공학적인 개념과 인체공학적인 연구를 조사·분석하여 선교설계에 인간공학 개념을 적용시키고자 한다.

이러한 과정에서 1974년 SOLAS의 2000년 개정 제5장의 선교 설계와 관련되는 규칙들을 심층적으로 분석하고 국제표준화기구(ISO) 및 선급들의 선교설계에 대한 규칙을 검토하여 일반적이고 적용 가능한 수준의 선교 설계 지표들을 발췌하고자 한다. 또한 선행연구에서 장점이 입증된 집약형 콘솔과 자동화의 이점을 도입하여 우리 나라 연안을 항행하는 연안선박들의 표준 선교설계와 필요한 지표들을 만들어 제안하고자 한다. 이하 각 장의 주요 내용은 다음과 같다.

제2장에서는 선교의 정의와 시대에 따른 변천과정, 선교의 역할과 기능, 인간공학의 정의와 선교설계에의 접목 등에 대하여 기술하였다.

제3장에서는 국제해사기구(IMO)의 인적요소(Human factors)에 관한 그간의 연구·검토 내용, 국제선급연합회(IACS) 및 국제표준화기구(ISO)를 중심으로 이루어지고 있는 선교설계에 대한 인간공학적 접근 방법과 규정내용을 정리하였다.

제4장에서는 국제해사기구, 국제선급연합회, 국제표준화기구 및 ATOMOS 프로젝트에서 이루어지고 있는 그간의 연구결과를 종합하여 선교의 설계 원

칙을 제시한다. 그 내용으로는 선교의 형상과 배치, 워크스테이션 및 콘솔의 배치, 인간-설비 인터페이스 등에 관한 일반적인 원칙을 제시하였다.

제5장에서는 우리 나라 연안 교통량의 대부분을 구성할 뿐만 아니라, 연안에서 발생하는 해난사고의 대부분을 차지하는 연안선박의 선교의 면적과 선교의 설비, 설비의 배치 및 환경 등에 관하여 도면검토, 설문조사 및 현장조사를 통하여 그 현황을 분석하여 문제점을 검토하였다. 이를 기초로 하여 연안선박에서 필요한 설비의 종류와 이를 수용할 콘솔의 개수를 정하고 선교 면적과의 비교를 통하여 소형 연안선박에는 선교를 선교윙까지 폐위하는 전체 폐위형의 선교를 제안하였다. 또한 선교 전면의 형상과 콘솔의 배치와 관련하여 3가지 표준 모델을 제안하여 이들의 장단점에 대한 전문가 패널의 의견을 설문조사법과 전문가의견법을 종합한 방법으로 검증하여 연안선박에 적합한 선교의 형상과 콘솔의 배치를 제시하였다. 한편, 선교의 환경과 관련해서는 국제기준에 따른 환경요건에 설문조사에서 밝혀진 연안선박의 현황을 감안하여 기준을 제시하였다.

제6장은 이 연구에서 도출된 결론에 대하여 기술하였다.

제 2 장 선교와 인간공학

2.1 선교의 정의

선교(Bridge)의 사전적 의미를 살펴보면, 선교를 선박의 항해 센터(Navigation center of a ship)[4]라고 간단하게 정의하기도 하지만, 좀더 구체적으로 설명된 내용을 보면 다음과 같다.

동력선의 상갑판(Upper deck) 상에 주로 횡방향으로 설치된 플랫폼으로, 선장과 당직 항해사가 항해를 수행하는 곳으로서 갑판 상에서 이루어지는 모든 업무를 관찰하고 통제하는 곳[5]으로 정의하고 있다.

또한, ISO에서는 「선교 (Bridge)란 선박의 조종 및 항해 업무가 수행되는 장소로서 조타실과 선교윙을 포함하는데, 조타실(Wheelhouse)은 선교의 폐위된 부분을 말하며, 선교 윙(Bridge wings)은 조타실 양쪽의 선측까지 연장된 부분을 말한다」[6]라고 정의하고 있다.

이러한 선교는 일반적으로 T자형 배치가 주류를 이루고 있다. 즉, 조타실이 가운데에 있고 양쪽으로 선교윙을 선측까지 배치하여 이·접안 및 계류시 선측을 관찰할 수 있도록 하고 있다. 창문의 배치도 빛의 반사를 방지하기 위하여 창문 상단이 선수쪽으로 튀어나오게 설치하는 등 이용자 편의를 고려하여 설계되고 있다.

2.2 기술발달과 선교의 변천

범선시대의 선교는 캔버스로 보호된 갑판상의 장소에 타륜과 컴퍼스 이외에는 다른 기기가 거의 없었으며, 이러한 선교의 모양은 60여 년 전까지 큰 변화가 없었다. 그러나 제2차 세계 대전 이후 새로운 기술이 상선에 도입되면서 선교가 지붕과 벽으로 둘러싸여 창문을 통하여 전방을 감시하게 되었다. 다시 말해 1940년대 후반에 상선에 레이더가 설치되기 시작되었고, 1950년대와 1960년대에는 기술발전에 따른 여러 가지의 장비들이 선교 내에 설치되어 이들 기기를 보호하기 위한 폐위된 공간이 필요하게 되었다.

이러한 항해장비들의 발명과 개발에 따라 선교의 설계도 영향을 받게 되었다. 또한, 선교가 폐위되면서 선교에는 더 많은 계기 및 기기들이 설치되었는데, 선박의 조타에만 사용되던 장소에서 측심기·선속계·항해설비 및 레이더 등이 설치되면서 선박의 눈과 귀가되는 종합 통제 센터로 변화되었다.

1960년대 말 ~1970년대 초에 접어들면서 선원 감축 문제가 선주와 운항자들의 최대 관심사가 되면서 적은 수의 선원으로 선박을 운항할 수 있는 설비들이 도입되게 되었다. 이러한 변화는 우선 기관실에서 시작되었다. 증기기관에서 디젤기관으로 바뀌면서 주요 기관 콘트롤을 선교로 옮기는 것이 가능하게 되어 무인기관실이 등장하였으며, 결과적으로 추진기 및 발전설비를 선교에서 원격 조정할 수 있는 기능이 강화되었다.

1970년대와 1980년대에는 자동조타 시스템이 도입되어 선박의 주 기능인 항해와 조종은 물론 기관조종 기능들이 모두 선교에서 선교 당직자에 의해

이루어지게 되었다.

또한 운송하는 화물의 종류가 다양해지고, 특히 전용선의 개념이 생기면서 액체화물을 운송하는 오일 탱커나 케미컬 탱커 등은 화물창 내의 상황을 감시하여야 할 필요성이 발생하였고, 이들 상황은 선교에 설치된 상황판에 표시되게 되었다.

이외에도 선내 화재감시를 위한 상황판과 각종 해도, 수로도서, 신호기 등이 비치되고, 설치되는 설비와 장비가 늘어남에 따라 이를 효율적으로 또한 인간공학적으로 배치하여야 할 필요성이 발생하게 되었다.

또 다른 변화는 컴퓨터 사용의 증가로, 컴퓨터 소프트웨어를 이용하는 장비들이 증가하고 이러한 기기들의 정보는 터미널을 통하여 이루어지게 되며, 이러한 상황에서 인간과 기계 즉 인간과 컴퓨터와의 관계에서 고려되어야 할 많은 문제들이 발생하게 되었다[7].

2.3 국제협약과 선교 설비의 변천

SOLAS에서의 항해장비 강제화 현황을 살펴보면, 1960년 SOLAS에서는 신호등(Signalling lamp), 무선방향탐지기(RDF)가 강제로 요구되고 있으며, 권고사항으로 수심 측심기(Depth sounding apparatus), 레이더(Radar), 비상위치표시 레이더 비콘(EPIRB)을 설치하여 이용할 것을 권고하고 있다.

1974 SOLAS에서는 레이더, 자이로컴퍼스(Gyro compass), 음향측심기(Echo sounding device) 등이 추가로 강제화 되었으며, 1983년 개정에서는

선박충돌예방장치(ARPA)가 강제화 되었다.

1990년대에는 전세계해상조난및안전제도(GMDSS)가 도입되어 통신사의 감소와 동시에 선교에는 각종 통신설비들이 설치되게 되었다.

2000년도에 들어서는 국제해사기구에서 항해설비에 대한 대폭적인 개정을 수행하였으며 그 주요 내용은 다음과 같다[8,9].

2.3.1 새로운 항해장비의 도입

선박자동식별장치(AIS), 항해자료기록장치(VDR), 전자해도표시 및 정보시스템(ECDIS), 음향수신장치(Sound reception system) 등이 새로이 도입되었으며, 그 외에도 전자플로팅설비(Electronic plotting aid, EPA), 자동추적설비(Automatic tracking aid, ATA)가 새로이 도입되는 장비이나, 전자플로팅설비는 레이더 화면상에 상대선박의 운동벡터를 표시하는 정도의 단순한 기기이며, 자동추적설비는 현행의 선박자동충돌예방장치(ARPA)와 역할이 동일한 것이나 그 기능이 선박자동충돌예방장치보다는 다소 단순화된 것이다.

1) 선박자동식별장치

선박자동식별장치(Automatic identification system, AIS)는 본래 항공용으로 개발된 것으로 1993년 영국 연안에서 발생한 유조선(Blair호)의 좌초 사고를 계기로 선박에의 도입이 논의되기 시작하였다. AIS는 선박의 충돌방지 및 선박교통관제를 목적으로 하며 선박명세, 선형, 위치, 항로, 선속 및 기타 항행안전정보의 송수신이 가능한 장비이다. 즉, 동일한 하나의 무선주파수 채널을 통하여 여러 가입자간에 상호위치보고 등의 데이터 통신이 가능하게 되는 장비로서, 동일채널을 2,250개의 시간 간격(time slot)으로 나누어 각 선박

에 할당하여 주어진 시간 간격으로 정보를 방송(broadcast)하면 다른 가입자들이 동시에 이를 수신한다. 또한 GPS 수신기를 통하여 수신되는 시간을 이용하여 정확한 동기를 유지하는 시스템이다.

방송방식(Broadcasting mode)을 이용하는 4S 선박자동식별장치가 국제해사기구 성능기준에 적합한 선박자동식별장치이며, GPS ⇔ AIS ⇔ ECDIS를 연계하여 사용할 때 그 효과가 극대화된다[10].

2) 항해자료기록장치

항해자료기록기(Voyage data recorder, VDR)는 비행기의 블랙박스에 해당하는 것으로 선박의 운항 중 각종 자료의 실시간 기록의 유지 및 관리를 위한 장치이다. 항해자료, 엔진의 상태, 운항정보, 기상정보 등을 신호변환장치가 인식할 수 있도록 디지털 신호로 변환하여, 주 시스템에 전송하고, 자료를 원하는 형태로 출력할 수 있게 한다. 1980년대 말 해양사고가 매우 많이 발생한 산적화물선 침몰사고가 논의의 시발이 되었으며, 1990년 초부터 본격적으로 논의되기 시작하여, 1994년 9월 발틱해에서 900여명의 인명을 앗아간 로로여객선 에스토니아호(Estonia) 전복사고를 계기로 여객선에의 탑재는 기정 사실화되어 있었다. 항해자료기록장치는 해양사고 조사를 통하여 추후 동일한 해양사고의 방지를 목적으로 설치되게 되었다[11].

항해자료기록장치의 성능요건은 1997년 11월 27일 IMO Res.A.861(20)으로 채택되었다. 동 결의에서는 항해자료기록장치가 갖추어야 할 주요 요건과 선내 비상전원에 관련된 사항들을 규정하고 있으며 기타 항해자료기록장치의 설계, 구조 및 시험은 IMO Res.A.694(17) 및 IEC 945에 따르도록 규정하고 있다.

3) 전자해도 시스템

전자해도시스템은 선박의 항해와 관련된 정보 즉, 해도정보, 위치정보, 선박의 침로, 속력, 측심자료 등을 종합하여 컴퓨터 스크린에 도시하는 시스템으로서 자선의 위치 확인, 최적 항로 선정, 좌초 및 충돌 예방조치를 신속하고 안전하게 수행하는 것을 보조하는 것이다. 전자해도와 관련하여 많이 사용되는 주요 용어를 IMO Res.A.817(19)을 참고하여 정리하면 다음과 같다 [12].

(1) 전자해도

GPS 등과 같은 항해장비로부터 선박의 위치정보와, 전자항해해도(Electronic Navigation Chart)로부터 해도정보를 표시하는 항해정보시스템으로서 적절한 백업장치가 비치될 때 이와 함께 SOLAS에서 요구하는 최신의 해도 비치 요건을 만족할 수 있는 것으로 본다.

(2) 전자항해해도(Electronic Navigation Chart)

정부의 권한을 위임받은 수로국에서 전자해도와 함께 사용되도록 발간되며 내용, 구성 및 형식을 표준화한 해도 데이터베이스로서 항해안전에 관한 모든 해도정보를 포함한다.

(3) 전자해도시스템(Electronic Chart System)

해도 데이터를 표시하기는 하나 국제해사기구의 전자해도 성능기준을 만족하지 아니하는 장비들의 일반 명칭을 말한다.

(4) 전자해도의 형식

전자해도에는 래스터해도와 벡터해도의 2가지 형식이 있다. 전자해도 성능기준인 Res.A.817(19)의 요건을 검토해 보면 벡터해도만이 국제해사기구 성능기준에 적합한 것으로 간주된다. 그러나 전 세계를 망라하는 벡터해도는 개발에 소요시간이 많이 걸리므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 결국 국제해사기구는 타협안으로 1998년 12월에 개최된 제70차 해사안전위원회에서 벡터해도가 커버하지 못하는 지역에서는 래스터해도의 사용을 허용하는 Res. MSC.86(70)을 채택하였다.

4) 음향수신장치

선교가 완전히 폐위된 선박의 경우 선교내부에서 기적 등 타 선박의 음향신호를 잘 들을 수 없으므로 항해당직중인 항해사가 음향신호를 듣고 또한 그 방향을 파악할 수 있도록 음향수신장치를 설치하도록 하였다. 음향수신장치의 요건은 Res. MSC.86(70) 부록 1에 규정되어 있다[13].

2.3.2 선박의 총톤수별로 요구되는 항해설비

국제해상안전인명 협약 제5장은 국제해상안전인명 협약의 다른 장과는 달리 모든 선박에 적용되며, 선박에 비치하여야 하는 항해장비는 총톤수에 따라 <표 2-1>과 같다[14].

<Table 2-1> Navigational equipment to be installed according to the ship's gross tonnage

Ships	Equipment
All ship	· a properly adjusted standard magnetic compass · a pelorus or compass bearing device · means of correcting heading and bearings · nautical charts and nautical publications · a receiver for a global navigation satellite system · less than 150 gross tonnage, a radar reflector · when the ship's bridge is totally enclosed sound reception system, · means to communicate heading information to the emergency steering position, if provided.
All ships of 150 gross tonnage and upwards and passenger ships irrespective of size	· a spare magnetic compass interchangeable · a signalling daylight lamp,
All ships of 300 gross tonnage and upwards and passenger ships irrespective of size	· an echo sounding device · a 9 GHz radar · an electronic plotting aid · speed and distance measuring device · a properly adjusted transmitting heading device
All ships of 500 gross tonnage and upwards	· a gyro compass · a gyro compass heading repeater, or other means, to supply heading information visually at the emergency steering position if provided; · a gyro compass bearing repeater, or other means, to take bearings, over an arc of the horizon of 360 degrees · rudder, propeller, thrust, pitch and operational mode indicators · an automatic tracking aid
All ships of 3,000 gross tonnage and upwards	· a 3 GHz radar or where considered appropriate by the Administration a second 9 GHz radar · a second automatic tracking aid
All ships of 10,000 gross tonnage and upwards	· an automatic radar plotting aid · a heading or track control system
All ships of 50,000 gross tonnage and upwards	· a rate of turn indicator · a speed and distance measuring device

Source : SOLAS Chapter V Regulation 19

여기서 특히 강화된 부분을 정리하면 다음과 같다.

1) 9 GHz 레이더 : 종전의 규정에는 탑재 대상 선박이 500톤 이상이었으나 SOLAS 2000년 개정협약에서는 300톤 이상으로 그 탑재 대상 선박이 강화되었다.

2) 자동플로팅설비 : 소형선박의 레이더에 부가기능으로 설치되며 수동직접 플로팅을 위한 것이다. 즉, 레이더 화면상의 물표를 처음 수동으로 플로팅 후에 일정시간이 경과한 후 다시 플로팅을 하면 물표의 벡타 표시가 화면상에 나타난다. 레이더 화면상에 최소한 10 개 이상의 물표를 플로팅할 수 있어야 하며 연속 플로팅 사이의 시간이 15분을 초과하면 플로팅 흔적이 사라진다. 전자플로팅설비의 성능기준은Res. MSC.64(67), 부록 4에 규정되어 있다.

3) 선속거리계 및 선수방위입력장치 : 반드시 대수속력을 표시할 수 있는 장비이어야 하고, 선수방위 정보 입력장치를 추가해야 한다. 선수방위 정보 입력장치는 300톤 - 500톤 사이의 선박에 설치되는 레이더, 자동플로팅설비 및 선박자동식별장치에 선수 방위정보를 입력하기 위한 장비로서 진방위를 제공할 수 있어야 한다. 그러나 500톤 미만의 선박에서는 자이로 컴퍼스가 요구되지 않음으로 전기적으로 구동되어 진방위를 제공할 수 있는 자기컴퍼스를 설치하여 자기감지기로부터 방위정보를 제공하거나, 그렇지 않으면 동 요건을 만족하기 위하여 자이로컴퍼스가 설치되어야 한다. 선수방위정보 입력장치의 요건은 Res. MSC.116(73)에 규정되어 있다

4) 자동추적장치 : 선박자동충돌예방장치와 역할이 동일한 것이나 그 기능이 선박자동충돌예방장치보다 조금 단순화되어 있을 뿐이다(Res. MSC. 64(67), 부록 4 참조). 단, 500톤 이상 선박에는 자동추적장치가 설치되므로 300톤 이상의 선박에 요구되는 전자플로팅설비를 설치할 필요는 없다.

5) 3 GHz 레이더 또는 두 번째 9 GHz 레이더 : 종전에는 10,000톤 이상의 선박에 레이더를 2대 요구하였으나 SOLAS 2000년 개정협약에서는 3,000톤 이상으로 강화되어, 2002. 7. 1일 이후에 건조되는 3,000톤 이상의 선박들은 레이더를 2대 이상 설치하여야 한다.

6) 선박자동충돌예방시스템 : 대수속력을 나타내는 속도계에 연결되어야 하고, 10,000톤 이상의 선박에는 선박자동충돌예방장치가 요구되므로 3,000 톤 이상의 선박에 요구되던 2대의 자동추적설비 중 1대는 설치하지 않아도 된다. 결국 10,000톤 이상의 선박은 선박자동충돌예방장치 레이더 1대 및 자동추적설비 레이더 1대를 설치하거나 또는, 선박자동충돌예방장치 레이더 2대를 설치하면 된다.

7) 침로 통제 시스템 : 미리 설정된 침로를 자동적으로 유지하도록 하는 것으로 종전의 자동조타에 해당하는 설비를 용어를 달리하여 표시한 것뿐이다.(Res. MSC.64(67) 부록 3 참조). 항로통제시스템은 선위, 선수방위 및 속력정보 장치들과 연결되어 선박의 조종성능 내에서 자동적으로 사전 설정된 항적을 유지토록 하는 장치이다. 항로통제시스템 안에는 침로통제 시스템을 포함할 수도 있다.(Res. MSC.74(69), 부록 2 참조).

2.3.3 항해장비의 성능기준

항해장비들은 워낙 기술 발전 속도가 빨라 IMO에서도 계속하여 성능시험기준이 바뀌고 있다. 국제해상안전인명협약에 따라 항해장비들은 주관청으로부터 형식승인을 받도록 규정하고 있기 때문에, 선박 건조 시에는 항상 가장 최신의 성능시험기준에 따라 시험되고 증명된 장비를 구매·탑재하는 것이 매우 중요하다. 또한 이러한 성능기준은 인간공학의 원칙을 따라 설계되고

제조되도록 규정하고 있으나, 선언적인 문구만 기재되어 있어 구체적으로 어떠한 인간공학적인 사항을 준수하여야 할지 규정되어 있지 않으므로, 이에 대한 국제해사기구의 작업이 계속되어야 한다고 본다. 중요한 항해설비들의 성능기준에 대한 국제해사기구의 결의 사항들은 다음 <표 2-2>와 같다.

<Table 2-2> IMO performance standards for navigational equipment

Equipment	IMO Resolution
Magnetic Compass	· Res. A.382(X)
Gyro Compass	· Res. A.424(XI)
Gyro Compass for high speed craft	· Res. A.821(19)
TMHDs	· Res. MSC.86(70) Annex 2 valid for equipment installed on or after 1 January 2000
Automatic pilots	· Res. A.342(IX) valid for equipment installed before 1 January 1999
Automatic steering aids (automatic pilots) for high-speed craft	· Res. A.822(19)
Heading control system	· Res. MSC.64(67) Annex 3 valid for equipment installed on or after 1 January 1999
Track control system	· Res. MSC.74(69) Annex 2 valid for equipment installed on or after 1 January 2000
Navigational Radar Equipment	· Res. A.222(VII) valid for equipment installed before 1 September 1984
Radar Equipment	· Res. A.477(XII) valid for equipment installed between 1 September 1984 and 31 December 1998

- To be continued -

Equipment	IMO Resolution
Radar Equipment	· Res. MSC.64(67), Annex 4 valid for equipment installed on or after 1 January 1999
Navigational radar equipment for high-speed craft	· Res. A.820(19)
Electronic chart display and information systems	· Res. A.817(19) Amended by MSC.86(70), Annex 4 : valid for equipment installed on or after 1 January 2000
Automatic radar plotting aids	· Res. A.422(XI) valid for equipment installed before 1 January 1997
Automatic radar plotting aids	· Res. A.823(19) valid for equipment installed on or after 1 January 1997
ECDIS Back-up requirements	· Res. MSC.64(67), Annex 5 valid for equipment installed on or after 1 January 1999
World-wide radio navigation system	· Res. A.815(19)
Shipborne receivers for use with differential Omega	· Res. A.479(XII)
Shipborne Decca navigator receivers	· Res. A.816(19)
Shipborne Loran-C and Chayka receivers	· Res. A.818(19)
Shipborne global positioning system receiver equipment	· Res. A.819(19)
Shipborne GLONASS receiver equipment	· Res. MSC.53(66)
Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment	· Res. MSC.64(67), Annex 2 valid for equipment installed on or after 1 January 1999
Shipborne combined DGPS/DGLONASS receiver equipment	· Res. MSC.74(69), Annex 1 valid for equipment installed on or after 1 January 2000

- To be continued -

Equipment	IMO Resolution
Echo-sounding equipment	· Res. A.224(VII)
Echo-sounding equipment	· Res. MSC.74(69), Annex 4 valid for equipment installed on or after 1 January 2001
Speed and distance indicators	· Res. A.478(XII) valid for equipment installed before 1 January 1997
Speed and distance indicators	· Res. A.824(19) valid for equipment installed on or after 1 January 1997
Rate-of-turn indicators	· Res. A.526(13) valid for equipment installed on or after 1 September 1984
Radar beacons and transponders	· Res. A.615(15)
Survival craft radar transponders for use in search and rescue operations	· Res. A.802(19)
Radar reflectors	· Res. A.384(X)
Integrated bridge system (IBS)	· Res. MSC.64(67), Annex 1 valid for equipment installed on or after 1 January 1999
Shipborne voyage data recorders (VDRs)	· Res. A.861(20) valid for equipment installed on or after 27 November 1997
Universal automatic identification system (AIS)	· Res. MSC.74(69), Annex 3 valid for equipment installed on or after 1 January 2000
Integrated navigation system (INS)	· Res. MSC.86(70), Annex 3 valid for equipment installed on or after 1 January 2000
Sound reception systems	· Res. MSC.86(70), Annex 1 valid for equipment installed on or after 1 January 2000

Source : IMO publication IMO-977E, Contents page v - vii

2.4 선교와 인간공학

2.4.1 인간공학의 정의

기기나 시스템을 개발하는 과정에서 인간공학이 필수적인 공학 분야로 인식되기 시작한 것은 1940년대로, 인간공학이 시스템이나 기기의 설계나 개발에 응용되어온 역사는 비교적 짧은 편이라 할 수 있다.

초기에는 기계 위주의 설계철학이 받아들여져 우선 기계가 존재하고 여기에 맞는 사람을 선발하거나 훈련을 통하여 인간을 기계에 맞추려고 하였다. 이것이 그 후에는 점차 인간 위주의 설계 관점으로 바뀌어 그 반대로 기계를 인간에 맞추려 하였다. 그러나 최근에 들어서는 시스템의 관점에서 인간과 기계를 적절히 결합시킨 최적 통합 시스템의 설계를 강조하게 되었으며, 시스템의 목표를 가장 효율적으로 달성하는 것을 지상목표로 하고 있다. 이것은 기계나 인간 각각의 상대적인 “재능”을 가장 효율적으로 살린다는 개념이지만 시스템의 궁극적인 통제는 본질적으로 시스템 내에 있는 인간이 하게된다[15].

Woodson[16]은 「인간공학이란 인간을 사용하기 위한 공학으로써 인간의 작업이나, 인간의 기계 작업을 가장 능률적으로 수행할 수 있도록 조작하는 장치의 각 요소의 설계를 말하는 것이고, 인간의 감각에 호소하기 위한 정보의 표시방식, 인간에 의한 조작이나 복잡한 인간-기계 계통의 제어법 등도 포함되어 있다.」라고 말했다. 「인간공학은 어떤 의미에서 인간을 사용하기 위한 공학이라고 생각할 수 있는데, 보다 구체적인 의미로 인간공학은 사람

의 감각적, 정신적, 신체적 및 그 외의 다른 속성을 인간의 작업과 작업환경에 적합하게 하는 것을 목적으로 하는 과학이다」라고 정의하고 있다.

한편, Dickons[17]는 인간공학을 「원칙적으로 워크스테이션 및 작업환경에 있는 사람의 연구이며 이것들은 수행되어야 할 작업의 요건과 작업을 수행하는 사람의 각자의 능력이나 한계에 가장 적합하여야 한다. 그러므로 인간공학의 연구는 인간과 사람을 통합개념으로 간주하여야 한다」라고 정의하였다.

그러나 인간공학은 한마디로 말하자면 “인간이 사용할 수 있도록 설계하는 과정”이며, 다음과 같이 세단계로 나누어 정의할 수 있다.

1) 인간공학의 초점은 인간이 만들어 생활하는 여러 국면에서 사용하는 물건, 기구 혹은 환경을 설계하는 과정에서 인간을 고려해 주는데 있다.

2) 이러한 인간이 만드는 물건, 기구 혹은 환경의 설계 과정에서 인간공학의 목표는 두 가지이다. : (1) 사람이 잘 활용할 수 있도록 실용적 효능을 높이고, (2) 이러한 과정에서 특정한 인생의 가치기준을 유지하거나 높이는데 있으며, 이것은 바로 인간복지에 대한 것이다.

3) 인간공학의 접근방법은 인간이 만들어 사람이 사용하는 물건, 기구 혹은 환경을 설계하는데 인간의 특성이나 행동에 관한 적절한 정보를 체계적으로 적용하는 것이다.

2.4.2 선교 설계와 인간공학

앞 절에서 살펴 본 바와 같이 인간공학을 인간의 특성을 고려하여 인간이 사용하기 편리하며 실수를 유발하지 않는 효율적인 기기나 시스템을 설계하는 과정이라고 풀이한다면, 바로 이러한 인간공학적인 개념을 도입하여 선교를 설계하고 선교의 장비를 배치한다면, 항해사나 선장 등과 같은 이용자가 효율적이고 편리하게 사용할 수 있을 것이다. 따라서 이 절에서는 선교를 설계함에 있어 반드시 고려해야 될 다음과 같은 6가지 관점[18]에서 인간공학의 이용 방안을 살펴보고자 한다.

1) 인간/기계 상호관계의 물리적인 면

인간/기계 상호관계의 물리적인 면은 크기, 모양, 색깔, 질감 및 조종간의 조작 방법 그리고 표시에 관련된 것으로, 인간/기계의 상호관계의 물리적인 면을 살펴보는 것은 특정 기계의 물리적인 성질과 작동의 용이함을 살펴보는 것이다. 표시는 아나로그 또는 디지털이거나, 정량적 또는 정성적일 수 있다. 그것은 흑백 또는 일부 색상이 있거나 또는 천연색일 수 있다.

2) 인간/기계 상호관계의 인식적인 면

인간/기계 상호관계의 인식적인 면은 표시된 정보의 이해와 지시의 이해를 고려하는 것이다.

선교 시스템을 작동하는 동안 너무 많은 정보의 부하가 있어서는 아니된다. 표시되는 정보의 양을 줄일 수 있도록 하여야 하며, 모니터에 표시되는 방법도 시험되어야 한다. 예를 들면, 제공되는 정보가 인식하기에 단순하다면, 표시된 정보의 더 완전하고 빠른 이해가 되는지 또는 실수의 발생이 적

어지는지를 확인하여야 한다.

3) 워크스테이션의 배치

워크스테이션의 배치는 선교의 배치 및 다른 종류의 기기들 사이의 관계와 선교에 있는 다른 가구들 및 다른 기기 부속품과의 관계를 고려하여야 한다는 것으로, 최근의 통합선교의 작업장 설계는 이와 같은 점이 고려된 여러 선급의 규칙에 따라 설계되고 있다. 또한 SOLAS (제5장 제15규칙)에서는 선박의 선교는 인간공학적으로 설계되고 배치되어야 한다고 규정하고 있다.

4) 물리적 환경

물리적 환경은 소음, 진동, 온도 및 조명 등을 고려하여야 하는데, 장기 및 단기간 영향을 미치는 불편한 정도의 진동은 선교구역에서는 제거되어야 하며, 소음은 최소한으로 유지하여야 한다. 워크스테이션의 밝기는 다른 주변 조명보다 훨씬 밝아야 하며 밝기를 조절할 수 있어야 한다. 기타 온도 및 습도 등 선교의 환경은 근무자가 활동하기에 쾌적하여야 한다.

5) 심리적인 환경

Piatelli와 Soncin은 신뢰성 및 효율성의 관점에서 작업자의 최적의 업무수행은 그가 혼란이나 과도한 육체적 또는 정신적 스트레스 없이 그 자신의 만족을 추구할 때 나타난다고 믿었다. 그것은 그가 무엇을 하는지(정보), 그가 할 수 있는지(능력) 그리고 할 가치가 있는 것인지(만족)를 알 때이다라고 하였다. 선박에서 자동화가 진행됨에 따라 선박의 조직에는 큰 변화가 발생한다. 이러한 조직의 변화가 작업만족도, 생산성 및 선상 생활에 관련된 다른 모든 사회적인 요소에 어떠한 영향을 미치는지 아는 것은 대단히 중요하다.

6) 업무설계, 선택 및 훈련

선교 시스템에서 업무 설계란 선교당직이 선박운항 관점에서 안전한지 그리고 효율적인지 그리고 당직자가 최적의 행동을 하는지 즉, 그가 무엇을 하는지 알고, 할 수 있는지 그리고 할 가치가 있다고 생각하는지의 여부를 파악하여 합리적으로 개선하고자 하는 것이다. 장기간동안 당직자가 최적의 업무를 수행하기 위해서는 업무에 대해 만족을 얻게 해야 한다. 당직자가 혼자 있을 때 무슨 일을 하는지 그리고 작업환경이 변함으로써 이것이 어떻게 영향을 미치는지를 파악하는 것은 중요하다.

이러한 작업들은 선원수의 감소, 작업장의 재설계 및 작업공간의 재배치로 변화해 왔다. 당직교대의 효과, 다시 말해서, 여러 가지 당직, 선원수를 감소한 상태 및 기관무인화선의 경우에는 당직자 한사람만이 야간에 깨어 있다는 것을 의미하는 것처럼 아직도 연구하여야 할 분야가 많이 있다. 이것은 그가 야간 당직 중에 나머지 선원들과 접촉할 수 없기 때문에 사회적인 문제를 야기할 수 있다는 것이다.

훈련에는 상선사관의 기본훈련과 특정 기기에 대한 훈련 등 두 가지의 주된 형태가 있다. 훈련에는 현대의 집약 선교시스템의 모든 시스템에 대한 지식을 포함하는 것이 바람직하다.

제 3 장 인적요소와 선교

3.1 국제해사기구의 인적요소 작업

3.1.1 일 반

국제해사기구에서는 해상안전을 위하여 크게 두 가지 방향으로 접근하고 있다. 첫째는 하드웨어적인 접근이고, 둘째는 소프트웨어적인 접근이다.

하드웨어적인 접근이란 선체강도 및 복원성, 기관과 전기설비, 그리고 각종 구명설비, 항해설비, 소화설비 등의 안전성과 신뢰성의 향상을 기하기 위하여 필요한 규정과 규칙을 제정, 개정하는 것을 말하며 대부분의 국제해사기구 규정이 이를 위주로 이루어져 왔다. 그러나 1970년 후반부터 인적요소에 대한 관심이 높아졌으며 인적요소를 위한 조치 다시 말하면 소프트웨어적인 측면에서의 접근을 강조하게 되고 이 분야에 대한 작업을 꾸준히 추진하여 왔다.

인적과실에 대한 대응책으로서 1978년에 STCW 협약을 제정하였고, 이후 1995년에는 선원의 능력과 자격기준을 대폭 강화하였다. 이는 인적요소의 중요성을 감안한 최초의 협약으로서 선원의 능력이 향상되면 해양사고를 줄일 수 있다고 생각한 것이었다.

1989년에 국제해사기구에서는 ISO에서 제정한 ISO 9000 시리즈의 품질시스템을 인용한 국제안전관리코우드(ISM Code)를 제정하여 선박의 안전관리는 선원뿐만 아니라 육상의 조직 및 최고경영자에게도 책임이 있음을 명확히 하였다. 또한 여러 상황에서 선원의 행동요령을 실제적으로 확인하도록 하였으며, 이후 1994년에는 SOLAS의 제9장으로 채택되어 1998년부터 강제화 하

였다. ISM Code의 시행이후 많은 해사 관계자들은 인적과실에 의한 해양사고가 현저히 줄어들 것으로 예상하였으나, 기대에 미치지 못하고 있다. 물론 우리 나라의 일부 해운선사에서는 일정 기간동안 해양사고의 감소로 보험료 부담이 적어지는 등 단기간 효과가 있었다는 보고는 있었지만, 세계적인 보고 내용으로 보아 인적과실에 대한 통계는 크게 변하지 않고 있다.

이상의 두 가지 협약 외에 국제해사기구에서 인적요소에 대하여 다음의 분야에서 작업을 계속하고 있다.

3.1.2 인적요소에 대한 비젼, 원칙 및 목표

IMO에서 이루어지는 모든 일들이 인적요소와 연관되어 인적과실을 줄일 수 있는 방향으로 협약의 제정 개정작업이 진행되도록 권고하고 있으며 이를 위한 비젼, 원칙과 목표를 설정하여 이를 준수하도록 하고 있다[19].

3.1.3 최소안전승무정원

안전한 선원의 수란 선박, 선원, 여객, 화물 및 해양환경 및 재산의 보호를 위하여 필요한 자격 있고 경험 있는 선원의 최소 수를 말한다. 이들 요건은 각국의 국내법으로 수용되어 선박의 크기, 항행구역에 따라 증서의 소지가 요구된다[20].

3.1.4 피로

전 세계적으로 인정된 피로의 정의는 없지만 선박운항에 관련된 모든 단체

들의 관심을 요청하고 있으며 IMO에서는 해상의 안전문화 발전과 관련 있는 이해당사자들의 피로 문제에 대한 이해와 취급을 위하여 피로경감 및 관리에 관한 지침을 개발하였다. 이 지침의 개발 이면에는 새로운 정보를 개발하지 않고 현존하는 것들을 조합하여 유용한 형태를 만들고자 하는 철학이 있었다. 정보의 개요는 피로에 연관된 잠재적 위험과 궁극적으로 선상에서 근무하는 인원들의 건강 및 안전에 관련된 것이다[21].

3.1.5 인적요소 작업반

해양사고에 있어서의 인적요소의 역할에 대한 작업반은 1991년 제59차 해사안전위원회 및 35차 해양환경보호위원회에 의해서 공식적으로 구성되었다. 인적요소는 해상안전 및 해양환경보호에 주요한 요인으로 작용함을 인식한 것에서 시작되었다. 작업반에서 거론되는 주제는 광범위하며 다양하다. 현재는 해양사고에 대한 인적요소의 역할에 국한되지 않고 있으며 통신작업을 통해 특별 작업을 수행하는 작업반이 있다.

공식안전성평가 작업반과 공동으로 추진하고 있는 일들이 많이 있으며 다음이 대표적인 일들이다.

국제안전관리규약을 통한 안전 경영, 기구의 인적요소 원칙 및 목표, 법령 작업에서 인적요소를 검토하도록 하는 인적요소 분석 절차 구성, 피로와 관련된 문제, 인적요소 분석에 있어서 용어의 분류, 선박운항과 관리에 관련된 연구의 검토 등을 추진하고 있다[22].

3.2 선교설계의 인간공학적 접근

3.2.1 선교의 인간공학적 설계에 대한 국제해사기구의 접근

IMO에서는 인적요소에 대한 소프트웨어적인 접근에 추가하여 소프트웨어적인 면에서 하드웨어적인 면을 가미한 인간공학적인 접근이 필요함을 인식하고, 선교의 설계와 배치에 인간공학적인 원칙을 지킬 것을 요구하게 되었다. 따라서 이와 관련되는 SOLAS의 관련 규칙들을 분석하여 실제적으로 어떻게 적용하여야 할 것인지 살펴보는 것은 이 논문에서 주장하는 바와 일치하므로 동 협약의 제5장의 규칙들을 분석하여 본다.

1) 선교설계 및 배치와 선교절차

선교설계, 항해시스템의 설계 및 배치, 선교절차에 관한 원칙(Chapter V Reg. 15)은 7개항으로 구성되어 있으며 주요 내용은 다음과 같다..

제1항은 “선교팀과 도선사가 상황을 완전히 파악하고 모든 운항상태에서 안전하게 선박을 운항시키기 위해 수행하여야 할 과업을 용이하게 하여야 한다.”로서 그 내용은 <표 3-3>과 같이 수행되어야 할 임무의 식별, 선교팀의 임무, 모든 운항상태 및 상황의 정의, 각기 다른 상태에서의 선교 인원배치의 식별로 구성되어있다.

<Table 3-1> Analysis of paragraph 1 of regulation 15 of SOLAS chapter V

Tasks required by paragraph 1	Details of task
Identification of basic tasks to be performed	· Route planning · Navigation · Traffic surveillance · Manoeuvring · Docking · Manual steering · Conning · Safety operations · Internal and external communication related to the tasks to be performed
Distribution of tasks for different bridge manning	· Watch officer : - Navigation - Traffic surveillance - Manoeuvring - External and internal communication related to safety in bridge operation · Rating, assisting the watch officer : - Visual look out · Navigator, assisting the watch officer (or watch officer assisting the captain) : - Navigation · Rating, replacing the automatic heading control : - Manual steering · Pilot assisting in safe navigation : - conning and determination of heading and speed
Indication of bridge manning under different operational conditions	· Examples of bridge manning for various conditions: - Normal: Day: Watch officer Night: + Rating - Irregular: Watch officer + assisting navigator - Abnormal: Watch officer + assisting navigator + look-out (+ helmsman) - Emergency: Captain + watch officer + assisting navigator + look-out (+ helmsman) (+ chief engineer/chief officer)

- To be continued -

Tasks required by paragraph 1	Details of task
Definition of operational conditions and situations	· Normal condition: When all shipboard systems and equipment related to primary bridge functions operate within design limits, and weather conditions or traffic, do not cause excessive operator workloads · Irregular condition: When external conditions cause excessive operator workloads. · Abnormal condition: When internal technical system failures require operation of basic back-up systems or when they occur during an irregular operating condition, or when the officer of the watch becomes unfit to perform his duties and has not yet been replaced by another qualified officer. · Emergency situation: When failure of internal ship systems, not affecting the ability of navigation or manoeuvring, or fire incidents occurs which need to be controlled and managed from the bridge. · Distress situations: When the ship has lost the navigating or manoeuvring capability

Source : IACS CG/BDEA Working Paper, "Clarification and Considerations"

제2항은 효과적이고 안전한 선교자원관리를 증진시키기 위하여 임무와 책임을 조직적으로 배분하고, 각기 다른 운항상태, 임무배분 및 임무수행에 적합한 기능적인 워크스테이션을 배치하고, 안전운항절차를 유지할 것을 요구하고 있다.

제3항은 선교팀과 도선사가 조종장치와 표시장치를 위한 표준화된 부호와 코드시스템을 사용하며 명백하고 모호하지 아니한 방법으로 제시된 필수적인 정보에 편리하고 계속적으로 접근할 수 있도록 하는 것에 대해 기술하고 있

으며, 이는 필수적으로 요구되거나 간주되는 정보 및 조종장치는 선교팀 및 도선사 각 개인에 의해 수행되는 임무의 형태와 중요성에 관련이 있기 때문이다. 당직사관의 임무와 임무 수행에 필요한 필수정보를 제공하는 설비, 항해임무 수행을 위해 작동되어야 할 설비, 주변 교통상황감시/충돌회피 임무 수행에 필수정보를 제공하는 설비 등의 종류는 <표 3-2>와 같다.

<Table 3-2> Identification of essential information and controls required by the watch officer

Task	Details
Navigation task performance	· Determine and plot the ship's position, course, track and speed · Effect internal and external communications related to navigation · Monitor time, course, speed and track, rudder angle, propeller revolutions and propeller pitch (when applicable) · Adjustment of pre-planned route during the voyage. · Analyse the traffic situation · Decide on collision avoidance manoeuvres · Alter course · Change speed · Carry out a change of operational steering mode · Effect internal and external communications related to manoeuvring · Monitor time, course, speed, track, propeller revolutions, thrust indicator (if equipped with thrusters), pitch indicator (if equipped with pitch propeller), rudder order, rudder angle and rate of turn · Monitor all alarm conditions on the bridge. · Monitor the ship's performance in relation to the waters and the pre-planned route on the electronic chart display · Carry out changes of input data to the navigational system · Monitor the performance of the automatic navigation in narrow waters by means of radar.

- To be continued -

Task	Details
Navigation task performance	· Equipment providing essential information - Gyro repeater - Rudder angle indicator - Depth indicator - Clock - Propeller RPM indicator - Pitch indicator (when provided) - Speed indicator - Rate-of-turn indicator.
	· Equipment to be operated - Navigation radar display and controls - Chart table and ECDIS back-up arrangement when provided - Relevant position-fixing systems (GPS, GLONASS Loran-C) - VHF unit - Whistle push button - Device for acknowledging watch monitoring warnings/alarms - Central alarm panel - Distance indicator
Traffic surveillance/ collision avoidance task performance:	· Equipment providing essential information - Propeller RPM indicator - Thrust indicator (when provided) - Pitch indicator (when provided) - Speed indicator - Wind direction and speed indicator (when provided) - Rudder angle indicator - Rudder order indicator (if the steering system is a follow-up system) - Rate-of-turn indicator - Gyro repeater - Depth indicator - Clock - Conning information display (when provided) - Alarm indicators (colours) - Means for reception of external sound

- To be continued -

Task	Details
Traffic surveillance/ collision avoidance task performance:	· Equipment to be operated - Radar display and controls - Automatic radar plotting aid (ARPA) - Electronic chart system/ECDIS, when provided - Propulsion control - Heading control or track control system (as required) - Manual steering with tiller override control - Steering mode selector switch - VHF unit - Whistle push button - Internal communication equipment - Emergency stop for propulsion machinery - Emergency stop for thruster(s) (when provided) - Device for acknowledging watch monitoring warnings/alarms - Central alarm panel.

Source : IACS CG/BDEA Working Paper, "Clarification and Considerations"

보조항해사는 당직사관의 항해임무 수행을 위해 필수정보를 제공하는 설비 및 수동조타 설비의 조작이 요구된다. 보조항해사는 다른 임무를 수행하면 안 된다. 조타수는 수동조타와 접안 워크스테이션과의 양방향 통신을 하며, 필수정보를 제공하는 설비는 자이로 리피터, 타각지시기, 자기컴퍼스, 선회율 표시기 등이고, 작동하여야 할 설비는 수동조타장치, 양방향통신장치이다. 도선사는 해역과 교통량에 따른 안전한 침로와 속력을 결정하고, 음향신호를 발신하며, 도선과 관련된 유효한 통신을 행하며, 침로, 타각, 선회율 프로펠러 회전수 피치, 속력 및 수심에 대한 정보를 지속적으로 확인해야 한다.

도선사에게 필수정보를 제공하는 설비는 자이로 리피터, 타각지시기, 프로펠러 회전수 표시기, 피치표시기, 속력계 등이고, 작동되어야 할 설비는 기적신호장치, VHF 등이다.

제4항은 자동화된 기능과 통합된 구성요소, 시스템 및/또는 하부시스템의 작동상태를 표시하는 것에 대해 기술하고 있다.

자동화된 기능, 구성요소 및 시스템 및 운항 상태표시는 <표3-3>과 같다.

<Table 3-3> Automated functions, its components and systems of bridge

Function	Contents
Automated functions	· Steering a set course · Plotting ships position in an electronic chart system · Steering along a planned route governed by ships position · Adjusting the speed according to ships position and preset values · Manoeuvring operations (Joystick)
Integrated components	· Heading control unit · Satellite positioning-fixing unit (GPS) · Electronic chart display unit (ECDIS) · Radar display unit · Track control unit · Speed control unit
Systems	· Track control system · Integrated navigation system
Indication of relevant operational status	· Positive indication when functioning in accordance with planned operations and system specifications: - Visual observations of key values - No warning or alarm · Early warning: - Reduced accuracy - Reduced reliability of performance · Alarm conditions: - System failure - Display freeze

Source : IACS CG/BDEA Working paper Clarification and considerations

제 5항은 선교팀과 도선사가 신속하고, 계속적이며 효과적인 정보 처리와 의사결정이 가능하게 하는 것에 대해 기술하고 있다. 평가와 의사결정에 요구되는 정보는 명확하게 표시되고 의사결정이 이루어지는 장소에서 이용가능하여야 한다. 이것은 지속적인 고려를 위한 적절한 행동에 대한 피드백과 최신화된 정보를 포함하여야 한다. 선교의 각 개인이 수행하여야 할 임무를 위한 정보와 설비는 상호 긴밀한 협조를 할 수 있도록 특정 워크스테이션에 위치하도록 배치하여야 한다.

제 6항에서는 선교팀과 도선사에게 피로를 발생하게 하거나 경계를 방해하는 선교에서의 과도하거나 불필요한 작업 및 조건 또는 주의 산만을 방지하거나 최소화하는 것에 대해 기술하고 있다. 선교팀의 경계를 방해하는 조건들로는 나쁜 작업환경, 의사결정에 필요한 정보가 넓게 퍼져서 위치, 작업장소의 기능적 조화 부족, 항해선교의 외부인 출입 등이다.

제 7항에서는 인원의 실수 위험을 최소화하고 실수가 발생하는 경우 감시 및 경보 체계를 통하여 탐지하며 선교팀과 도선사가 적절한 조치에 대해 기술하고 있다. 인간의 실수를 최소화하는데 필요한 요소로는 능력, 태도, 작업장의 기능성/정보이용가능성, 시스템 신뢰도/기계.인간 상호작용, 기술시스템의 배치 등이 있다. 또한 인간의 실수를 탐지하고 적절한 행동을 위한 적기의 경보는 다음을 포함한다.

첫째, 경보감시 및 전달장치, 둘째, 작동경보 및 경보상태에 대한 반응부족의 감시, 셋째, 인지되지 않은 경보를 자격 있는 사람에게 전달 등이고, 작동경보는 위험에 대한 적절한 행동에 필요한 시간으로 설정되어야 한다.

2) 승인과 검사 및 성능기준

항해시스템 및 설비 그리고 항해자료기록장치는 정부에서 정하는 성능기준에 의하여 승인 및 검사를 받아야 하며 이들 성능기준에서 인간공학적인 면이 고려되어야 함을 규정하는 것이 적절하다. 또한 성능기준의 개정에 따라 선박에 탑재하는 설비의 성능이 달라질 수 있으며 이에 대한 규정이 상세하게 정해져야 혼란이 없을 것이다[24].

3) 선교의 시야

항해선교의 시야에 대한 요건은 ISO 8468에서 시작하여 SOLAS 제5장 제22규칙으로 규정되어 있다. 이 규정의 목적은 선교는 충돌위험의 탐지와 눈에 보이는 물표를 이용한 수동조타를 위해 조타실 안에서의 적절한 시야가 제공되어야 하며, 안전한 접안을 위한 선교윙에서의 시야도 제공되어야 한다고 규정하고 있다[25].

3.2.2 선교의 인간공학적 설계에 대한 IACS의 접근

국제선급연합회(IACS)는 10개의 회원선급으로 구성되어 있으며 이들 선급이 전세계 선복량의 약 95%를 등록하고 있다. 국제선급연합회의 회원선급들은 1990년대 초부터 선급별로 선교설비 및 배치에 관한 규칙을 제정하여 시행하여오고 있다. 애초에 이러한 규칙들은 선교의 1인 당직을 염두에 두고 만들어졌으나 1996년 국제해사기구의 해사안전위원회에서 야간 일인당직을

금지하는 결의안을 채택한 후 동일한 사항에 대하여 개념을 바꾸어 선교의 설계와 배치에 인간공학적 개념을 도입함으로서 보다 능률적이고 효율적인 설계로 선박안전과 사고예방에 도움이 되도록 한다는 방침아래 국제해사기구에서 개정한 국제해상안전인명협약 제5장의 15규칙을 만족할 수 있는 지침을 만들기 위해 노력하고 있다.

선급별로 규정에는 차이가 있으나 대체적으로 다음과 같은 사항들이 공통적으로 포함되어 있다[26].

1) 일반

다른 설비규칙과 마찬가지로 선급등록을 받은 선박에 설비등록 신청이 있는 선교설비에 적용함을 언급함.

2) 항해선교 시스템의 검사

선급의 승인이 필요한 사항에 대한 상세한 기준, 선박용 재료, 기기들의 승인 및 인정기준을 정하고 있으며 조선소 및 해상에서의 시운전 방법에 대해 기술함.

3) 선교배치 및 작업환경

워크스테이션의 배치, 시야, 창문, 작업환경 등에 대하여 규정하고 있으며 근무자의 안전을 위한 사항도 추가되어 있음.

4) 항해설비

법적으로 요구되는 항해설비 및 항해의 안전을 위한 추가적인 설비의 비치를 규정하고 있으며 이러한 설비들의 승인규정과 전원에 대하여 상세히

언급하고 있다.

5) 사고예방시스템

근무자가 항상 깨어있는 것을 확인할 수 있는 시스템 및 근무자가 확인하지 않은 경보에 대한 조치사항을 추가하여 요구하고 있다.

3.2.3 선교의 인간공학적 설계에 대한 ISO의 접근

1987년에 선교의 배치와 관련 기기들에 대한 요건과 지침을 ISO 8468로 제정한 이래 1990년에 이를 개정하였으며 1999년에는 ISO 8468을 보완하는 ISO 14612를 제정하였다. ISO 8468의 제정당시 인간공학의 도입이란 언급은 없으나 대부분 인간공학의 원칙 하에서 규정을 제정하였다. 현재의 대부분 선교의 설계 및 배치에 관한 문서들은 ISO 8468의 영향을 받았다고 볼 수 있다. 여기에서 ISO 8468의 전체적인 구성은 다음과 같다[27].

1) 적용 범위

이 규격은 선교 구성, 선교 배열, 선교 장비 및 선교 환경에 대한 기본적인 기능요건을 명시한다. 이것은 선교설계가 비 통상적인 선교 배열에서 야기되는 혼란을 방지하고 안전항해를 위한 요건을 적절하게 제공하기 위해 개발되었으며 가능한 모든 기능요건을 충족시키는 방법과 해결방안에 대한 지침서를 마련하고자 한다. 선교 당직을 정기적으로 유지해야하는 선박에 적용되며 소형선박이나 특수한 설계의 선박에 이 규격을 적용하는데 물리적 제한 사항이 있을 경우에는 일반적인 원칙을 그대로 적용하고 있다.

2) 용어의 정의

용어의 정의에서 일반적으로 사용되고 있는 선교에 관련된 대부분의 용어에 대한 정의를 제공하고 있다.

3) 구성내용 : 구성내용은 <표 3-4>와 같다

<Table 3-4> Contents of ISO 8468

	Contents
Bridge Configuration	· Field of vision · Windows
Bridge Arrangement	· Location and interrelation of workstations · Location of instruments and equipment · Configuration and dimension of consoles
Bridge Equipment	· Bridge equipment · Instruments - Navigating - Manoeuvring - Communication · Illumination and individual lighting of instruments
Bridge Working Environment	· Good working condition for bridge personnel · Uncomfortable levels of vibration shall be avoided · Noise · Alarms · Lighting · Heating and ventilation · Surface · Interior
Safety of Personnel	· Free of physical hazards · Safety equipment carried on the bridge shall be clearly marked

Source : ISO 8468

제 4 장 선교의 설계

4.1 선교의 형상

4.1.1 선교의 형상

선교(Wheelhouse 또는 Bridge)는 선박의 조종 및 항해의 임무가 수행되는 장소로서 조타실(Wheelhouse)과 선교윙(Wing bridge)을 포함한다.

선교 윙은 조타실 양쪽의 선측까지 연장된 부분을 말하며, 조타실은 선교의 폐위된 부분을 일컫는다.

종래의 선교는 T자형 배치가 주류를 이루고 있다. 즉, 가운데 조타실이 있고 양쪽으로 선교윙을 선측까지 배치하여 접안 및 계류시에 선측을 관찰할 수 있도록 하였다. 창문의 배치도 빛의 반사를 방지하기 위해 상단이 앞쪽으로 튀어나오게 설치하는 등 인간공학적이고 미적인 면을 고려하여 설계되고 있으며, 선교윙까지 폐위하는 선박이 등장하고 있어 선교의 형상도 앞으로는 많이 달라질 것으로 예상된다.

조타실의 크기에 대하여 특별히 정하는 규정은 없고, 선박의 종류 및 총톤수에 따라 강제로 요구되는 설비와 운송하는 화물 등의 감시를 위해 임의로 설치한 기기들을 배치할 수 있는 면적이면 가능하다. 조타실의 천장 높이는 상부의 패널과 장치의 설치를 감안하여 설계되어야 한다. 선교 갑판 표면재로부터 천장 갑판 하부의 빔까지의 높이는 최소 2.25m가 되어야 하며, 갑판에서 천장 갑판에 설치된 장치의 하단까지의 높이는 개방된 장소, 통로 및

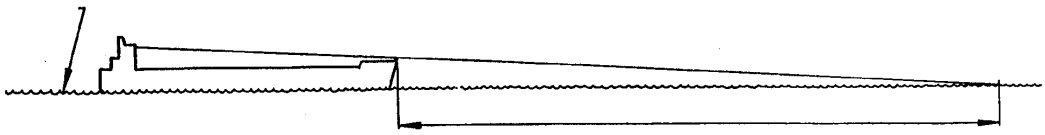
서 있는 워크스테이션에서 최소 2.1m가 되어야 한다[28]

전면 창문으로의 접근통로가 확보되어야 하며 위치의 폭이 두 사람을 수용하기에 충분하여야 한다.

4.1.2 선교의 시야

선교의 시야는 최소시계, 선박 주위의 시계, 항해 및 조종 워크스테이션, 감시 워크스테이션, 선교윙, 주 조타 장소, 맹목구간, 선측시야 등이 고려되어야 한다[29].

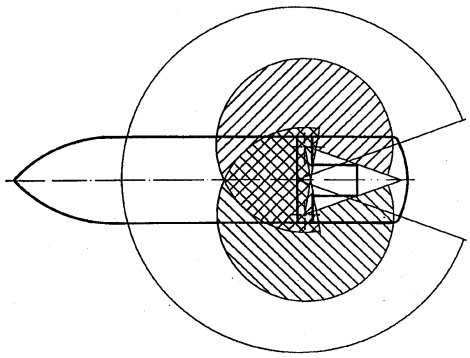
선교에서의 최소시계는 항해 및 조종 워크스테이션에서의 해면의 전망시야는 선박의 흘수, 트림 및 갑판 화물과는 상관없이 선수의 전망으로부터 양현 10°이내에서 선박 길이의 2배 또는 500m 중 작은 쪽의 거리까지 가려져서는 아니 된다.



[Fig. 4-1] Minimum horizontal field of view

Source : ISO 8468

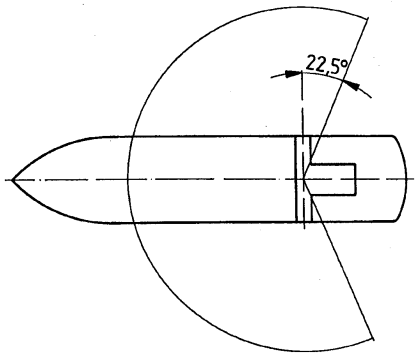
선박 주위의 시계는 폐위된 조타실 내에서 움직이는 견시자에게 선박 주위 360 °시계가 주어져야 한다.



[Fig. 4-2] 360°field of vision

Source : ISO 8468

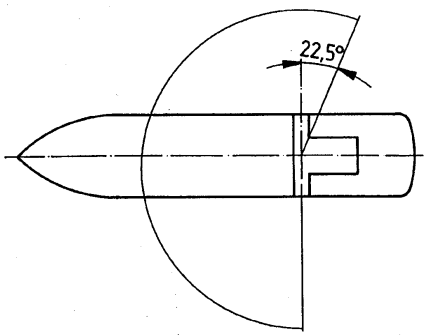
항해 및 조종 워크스테이션에서의 수평 시계는 225° 이상이어야 한다. 즉 전방에서 각 현 정횡후방 22.5°까지 범위를 포함하여야 한다.



[Fig. 4-3] Field of vision for navigation and manoeuvring workstation

Source : ISO 8468

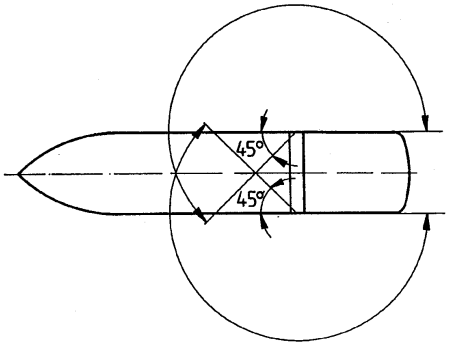
감시 워크스테이션의 수평시계는 좌현 선수에서 90°지점에서 전방을 거쳐 우현 정횡후방 22.5°까지 범위를 포함하여야 한다.



[Fig. 4-4] Field of vision for monitoring workstation

Source : ISO 8468

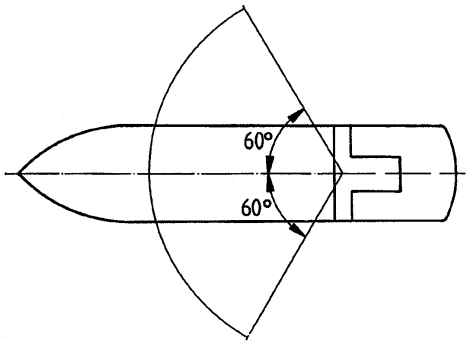
각 선교윙에서의 시계는 225°이상이어야 한다. 즉 반대현 전방 45°에서 전방을 지난 후 정선수에서 정선미에 이르는 같은 현의 180°의 범위를 포함하여야 한다.



[Fig. 4-5] Field of vision for docking workstation

Source : ISO 8468

주 조타장소(수동조타 워크스테이션)에서의 수평 시계는 정선수에서 각 현으로 60°까지의 범위를 포함하여야 한다.



[Fig. 4-6] Field of vision for manual steering workstation

Source : ISO 8468

맹목구역은 항해 및 조종 워크스테이션과 조종 위치로부터 안전한 견시에 영향을 미치지 않아야 한다. 항해 및 조종 워크스테이션으로부터 조타실 외부의 정횡 전방이 화물, 하역장치 및 다른 장애물에 의해 가려진 10°이상의 맹목구역이 있어서는 아니 된다. 맹목구역의 합계가 20°를 초과해서는 아니 된다. 두 맹목구역 사이의 가시구역은 최소한 5°이상이어야 한다. 정선수에서 각현 10°이내의 맹목구역은 5°를 넘어서는 아니 된다.

선측 시야는 선교윙으로부터 선측이 보여야 한다. 선교윙은 선박의 최대폭까지 밖으로 연장되어야 한다. 선측의 시야에 장애가 있어서는 아니 된다.

4.1.3 창문의 형상

전면창의 하부 틀의 높이는 항해 및 조종 워크스테이션 및 감시 워크스테이션에 앉아 있는 사람이 선수 끝을 볼 수 있도록 하여야 한다. 요구되는 시계 내에서 전면 창문의 하부 틀의 선교 갑판상 높이는 가급적 낮아야 한다. 하부 틀은 전방 시야에 방해가 되어서는 아니 된다.

전면 창문의 상부 틀은 선박이 황천 항해 중 피칭을 할 때 항해 및 조종 워크스테이션에서 눈 높이가 1,800mm인 사람이 서 있는 상태에서 전방수평 시야를 확보할 수 있어야 한다. 1,800mm 눈 높이가 불합리하거나 실행 불가능한 경우에는 눈 높이를 낮출 수 있으나 1,600mm 이상이어야 한다.

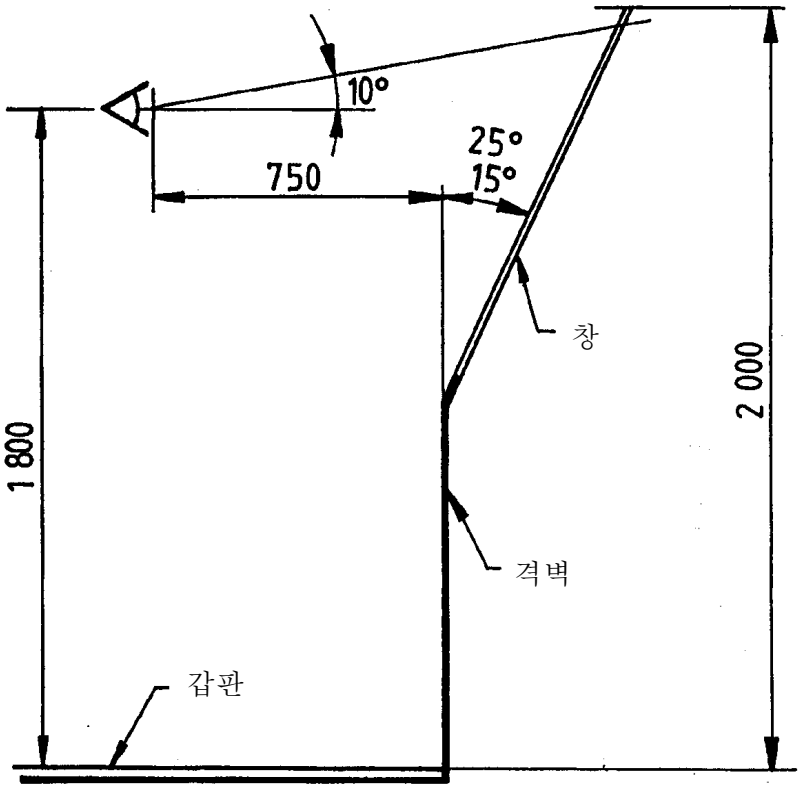
각 창문 사이 틀은 최소로 유지하여야 하며 중심선 또는 어떤 워크스테이션의 전면에 위치하여서는 아니 된다. 만약 창문 사이의 보강재를 덮어야 할 경우 이것이 조타실 내부의 어떤 장소에서의 시야에 추가의 장애가 되어서는 아니 된다.

선교 창문은 반사를 피하기 위하여 상부가 밖으로 10°이상 25°이내로 경사 되어야 한다. 선교윙 출입문의 창문은 예외로 할 수 있다.

이동 가능한 차광 막은 선명한 시야와 밝은 햇빛에서 반사를 피하기 위하여 색상변형이 최소가 되는 차광 막을 모든 창문에 부착하여야 한다. 그러한 스크린은 쉽게 이동할 수 있어야 하고 영구 설치하여서는 아니 된다.

유리의 특성은 편광 유리 또는 엷은 색깔이 입혀진 유리를 사용하여서는 아니 된다. 날씨와 상관없이 최소한 두 개의 창문을 통해 선명한 시야가 유지되어야 하며, 선교의 형상에 따라 추가의 창문에서 선명한 시야가 유지되어야 한다. 창문틀의 형상은 [그림4-7]과 같다[30].

(단위 : mm)



[Fig. 4-7] Example of bridge window design

Source : ISO 8468

4.2 워크스테이션의 배치

4.2.1 워크스테이션의 분류

워크스테이션은 기능에 따라 다음과 같이 분류된다[31].

1) 항해 및 조종워크스테이션

선박을 조종하는 주 워크스테이션으로 앉거나 선 작업위치에서 최적의 시야가 확보되고 통합된 정보가 제공되며 선박의 움직임을 고려하고 통제하기 위한 기기를 조종하는 장소

2) 감시 워크스테이션

앉거나 선 위치에서 조종 기기 및 주변 환경을 지속적으로 관찰할 수 있는 워크스테이션; 수명의 선원이 선교에서 작업하는 경우 항해사가 선장 및/또는 도선사를 위해 항해 및 조종 워크스테이션에서 물러나 조종이나 조언기능을 수행하기 위한 장소.

3) 수동조타 워크스테이션(조타수 워크스테이션)

조타수에 의해 선박이 조타되는 워크스테이션으로 법적 또는 기타 요구되거나 필요하다고 인정되는 경우에는 앉은 위치에서 작업할 수 있는 장소.

4) 접안 워크스테이션(선교윙)

선교윙에서 접안 작업을 하는 워크스테이션으로 항해사와 도선사(승선한 경우)가 내외부의 필요한 정보를 볼 수 있고 선박의 움직임을 조종할 수

있는 장소.

5) 계획 및 문서작업 워크스테이션

선박의 운항이 계획되는 워크스테이션 (예를 들어 항로 계획, 갑판 로그북 작성 등). 선박운항의 모든 사실이 결정되고 문서화되는 장소.

6) 안전 워크스테이션

감시를 위한 표시장치들과 안전에 관련된 기기 및 시스템들이 같이 위치한 워크스테이션

7) 통신 워크스테이션

조난 및 안전통신과 일반 통신을 위한 설비의 조작과 관리를 위한 장소.

4.2.2 워크스테이션의 기능

워크스테이션은 상기의 정의에서 언급하는 바와 같은 기본적인 기능을 가지고 있다. 선교에 설치된 설비에 따라 일부 워크스테이션은 서로간의 기능이 중복되는 부분도 있어 공동으로 이용하여야 할 설비도 있다. 여러 운항상태에서 이용되어야 할 워크스테이션의 종류는 다음 <표 4-1>과 같다[32].

<Table 4-1> Kinds of workstations used for various navigational conditions

Operational Condition	Waters				
	Ocean areas Coastal water	Narrow waters	Pilot waters		Harbours
			General	Confined	
Normal	W1	W1+W2	W1+W2*	W1+(W3)+ W8	W1+W3+ W4
Irregular	W1+W2	W1+W2+ W3	W1+W2*+ W3	W1+W2+ W3+W8	W1+W3+ W4
Abnormal	W1+W2+ W3	W1+W2+ W3+W8	W1+W2+ W3+W8	W1+W2+ W3+W8	W1+W2+ W3+W4
Emergency	W1+(W3)+W6 +W7	W1+(W3)+ W6+W7	W1+(W3)+ W8+W6+W7	W1+(W3)+ W8+W6+W7	W1+W3+ W4+W6+W7

* Used by pilot

WS = 워크스테이션

W1 : 항해 및 조선 워크스테이션

W2 : 감시 워크스테이션

W3 : 수동조타 워크스테이션

W4 : 접안 워크스테이션

W5 : 계획 워크스테이션

W6 : 안전 워크스테이션

W7 : 통신 워크스테이션

W8 : 조종장소(Conning position)

Source : IACS CG/BDEA, “Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement”, Ver. 2.0, p.10.

4.2.3 워크스테이션의 배치

항해 및 조종 워크스테이션은 가능한 한 중심선에서 우현 쪽에 위치하여야 한다.

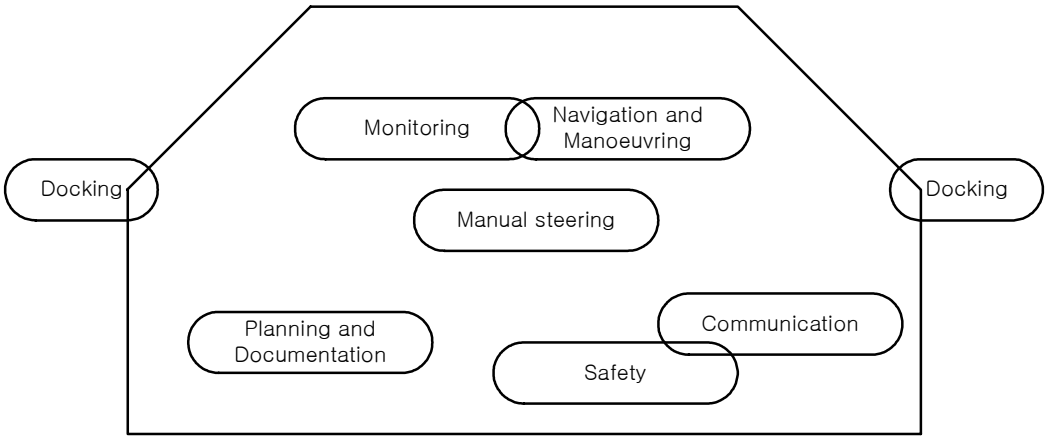
수동조타 워크스테이션은 선박의 중심선에 위치하는 것이 좋다. 마스트, 크레인 등에 의해 전방에 장애가 있는 경우 조타 장소는 전방 시야를 확보할 수 있도록 중심선에서 우현에 위치할 수 있다. 수동조타 워크스테이션이 중심선에서 떨어져 있는 경우에는 주간 및 야간에 사용할 수 있는 전방 표식과 같은 조타 참고표시를 하여야 한다.

감시 워크스테이션은 중심선에서 가까운 좌현에 위치하여야 한다.

선교윙에서의 통신은 접안 워크스테이션과 항해 및 조종 워크스테이션간의 거리가 10m 이상인 경우 두 워크스테이션간의 내부 통신이 가능하여야 한다. 내부 통신 시스템은 항해 및 조종 워크스테이션과 개방된 선교윙 사이에 이루어져야 한다. 두 개의 워크스테이션이 멀리 떨어진 경우에는 모든 운항상태에서 방해받지 않는 통신이 가능하여야 한다. 모든 명령/조치 통신 시스템은 양방향이어야 한다.

워크스테이션에서의 접근성 및 이동성은 선교윙에서 선교윙까지의 조타실을 가로지르는 장애물이 없는 통로가 확보되어야 한다. 그 통로의 폭은 최소 1,200mm 이상이어야 한다. 그리고 이웃하는 워크스테이션간의 거리는 그 장소에서 작업을 하지 않는 사람이 통행하는 데 방해를 받지 않도록 통로가 충

분히 확보되어야 한다. 서로 다른 지역의 워크스테이션간의 통로에서 자유로운 통행이 되기 위한 폭은 700mm 이상이어야 한다. 워크스테이션 운전지역은 워크스테이션의 일부이어야 하고 통로의 일부이어서는 안 된다. 또한 통로의 크기는 선교 전면 격벽 또는 전면 격벽에 위치한 콘솔이나 설치물로부터 선교 전면으로부터 떨어져 위치한 콘솔 또는 설치물까지 거리는 두 사람이 서로 지나갈 수 있을 정도로 충분하여야 한다. 전면 격벽과 콘솔사이에 통로가 있으면 그 폭은 최소 1,000mm가 바람직하지만 800mm 미만이어서는 안 된다[33].



[Fig. 4-8] Example of function areas

Source : MSC/Circ.982

4.2.4 워크스테이션별 설비의 종류

워크스테이션별 설치하여야 할 설비의 종류에 대하여 1974년 SOLAS의 2000년 개정 제5장 제19규칙에서 요구되는 설비를 기준으로 하여 분류하면 다음과 같다[34].

1) 항해 및 조종워크스테이션

다음 <표 4-2>는 항해 및 조종 워크스테이션의 기능을 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-2> Equipment for navigation and manoeuvring workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
	Mandatory			All ships
Check heading	Magnetic comp.[1)]			[1)] Readable from WS for manual steering
Take optical bearings	Pelorus Means of correcting heading and bearing to true		Magnetic compass	Arc of 360°
Positioning - manual - electronic[1)]	GPS Paper charts Chart table ECDIS w/backup arr.[1)]			[1)]Optional chart system.
Surveillance by hearing	Sound reception system	Sound direction		All ships w/ totally enclosed bridge
Communicate heading [1)] - manual - automatic[2)]	Telephone		[2)]Main gyro (optional)	[1)] To emergency steering pos. [2)]Optional Gyro repeater (located in steering gear comp.)

- To be continued -

	Mandatory			Ships >150gt
Spare comp.	Interchangeable magn. compass			Stored in bridge area
Communicate ship/shore	Signalling lamp			Readily available
External communication	VHF telephone			Compulsory (SOLAS Ch IV/4-1 + 17(f)
Traffic surveillance Navigation	Radar w/ electr. plotting aid (EPA)			9 GHz
Check keel clearance	Echo sounding device			
Check speed & distance	Speed & distance measuring device			Speed through the water
Transmitting heading [1)]	Transmitting heading device [2)]			[1)] Trans. to Radar/EPA and AIS [2)] Gyro req. for ships >500 gt.
Ship identification, tracking	AIS			Ref. Reg.19.2.4
	Mandatory			Ships >300gt.
Traffic surveillance Navigation	Radar w/ electr. plotting aid (EPA)			9 GHz
Check keel clearance	Echo sounding device			
Check speed & distance	Speed & distance measuring device			Speed through the water
Transmitting heading [1)]	Transmitting heading device [2)]			[1)] Trans. to Radar/EPA and AIS [2)] Gyro req. for ships >500 gt.
Ship identification, tracking	AIS			Ref. Reg.19.2.4

- To be continued -

	Mandatory			Ships >500gt.
Determine heading[1] Transmitting heading [2]	Gyro compass	Gyro heading repeater		[1] Also available to WS for monitoring [2] Trans. to Radar/ATA and AIS
Take bearings - arc 360°		2 gyro bearing repeaters [1]	Main gyro	[1] Location bridge wings.
Supply heading info to emerg. steering pos.		Gyro heading repeater [1]	Main gyro	[1] Located at emerg. steering position
Manoeuvring - rudder angle - propeller revs - thruster force + direction - operational mode		Rudder angle		Readable also from WSs for monitoring + manual steering
		Propeller revs (Pitch)		Readable also from WS for monitoring
		Thruster settings		
		Actual mode of use		When equipment offers diff. modes
Traffic surveillance	ATA[1]		Radar	[1] Replaces EPA
	Mandatory			Ships >3,000gt
Traffic surveillance Navigation	Radar w/ ATA			3GHz or 9GHz (Add a second radar w/ATA)
	Mandatory			Ships >10,000g.t.
Traffic surveillance	Automatic radar plotting aid (ARPA) [1]		Radar	[1] Replaces one ATA
Automatic steering	Heading or track control system			

- To be continued -

	Mandatory			Ships >50,000gt.
Monitor ship's turn		Rate-of-turn		To be read from WSs for monitoring + manual steering
Measure speed & dist. fwd + athwart	2-axis speed log			Over ground
	Chapter			
Internal com.	Auto tlph.			
External com.	VHF tlph.			

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, pp.15-16.

2) 감시워크스테이션

다음 <표 4-3>은 감시 워크스테이션의 기능을 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-3> Equipmentt for monitoring workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Monitor Steering		Gyro repeater Rudder angle Rate-of-turn	Main gyro	See WS for nav/man
Monitor Speed		Speed Revs. main eng.	Speed log	See WS for nav/man Pitch if relevant
Monitor time		Clock		
Give sound signals	Whistle control			
Acknowledge watch alarms	Ackn. button			Watch monitoring

- To be continued -

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Monitor alarms and warnings	Alarm panel			
Internal com.	Telephone			
External com.	VHF telephone			
Monitoring environment	Ctrls. for window wipers, washing & heating Binoculars			

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.17.

3) 수동조타 워크스테이션

다음 <표 4-4>는 수동조타 워크스테이션의 기능을 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-4> Equipment for manual steering workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Operating steering device	Wheel - tiller			
Monitoring compass heading		Comp. heading Gyro repeater	Magnetic compass Main gyro	
Communicate bridge wings	Handsfree talkback tlph.			

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.17.

4) 접안 워크스테이션

다음 <표 4-5>는 접안 워크스테이션의 기능을 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-5> Equipment for docking workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Manoeuvring operations	Main engine ctrl.[1]			[1]If installed
	Steering ctrl.[1]			
	Thruster ctrl.[1]			
Determine manoeuvring - Heading - Speed, - Steering, - Propulsion		Gyro repeater Speed Rudder angle Propeller revs. Pitch if relevant	Main gyro Speed log	
Monitor external conditions		Wind force & direction		
Communicate wheelhouse	Hands free talkback telephone			
Communicate tugs/pilot boats	VHF (point)			Ref. SOLAS Ch. IV/17(f)

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.17.

5) 계획 및 문서작업 워크스테이션

다음 <표 4-6>은 계획 및 문서 워크스테이션의 기능에 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-6> Equipment for planning and document workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Route planning	GPS Paper chart Chart table			
	Electr. chart			Optional

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.18.

6) 안전 워크스테이션

다음 <표 4-7>은 안전 워크스테이션의 기능에 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-7> Equipment for safety workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
Display alarm conditions		Remaining alarm indicators not available at WS for nav/man.		
Provide information, ctrls. and equipm. for safety management	Remaining safety controls not available at WS for nav/man. Internal telephone			Info about ship's safety systems and contingency plan to be available at the WS

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.18.

7) 통신 워크스테이션

다음 <표 4-8>은 통신 워크스테이션의 기능을 수행하기에 필요한 설비이다.

<Table 4-8> Equipment for communication workstation

	Equipment and means			
Tasks/Purpose	Equipment	Indicators	Related equip	Remarks
GMDSS	To be specified in relation to trading area			
Public correspondence				

Source : IACS CG/BDEA, "Draft IACS Standard for Bridge design and equipment arrangement", Ver. 2.0, p.18.

4.3 콘솔의 배치

4.3.1 콘솔의 배열과 치수

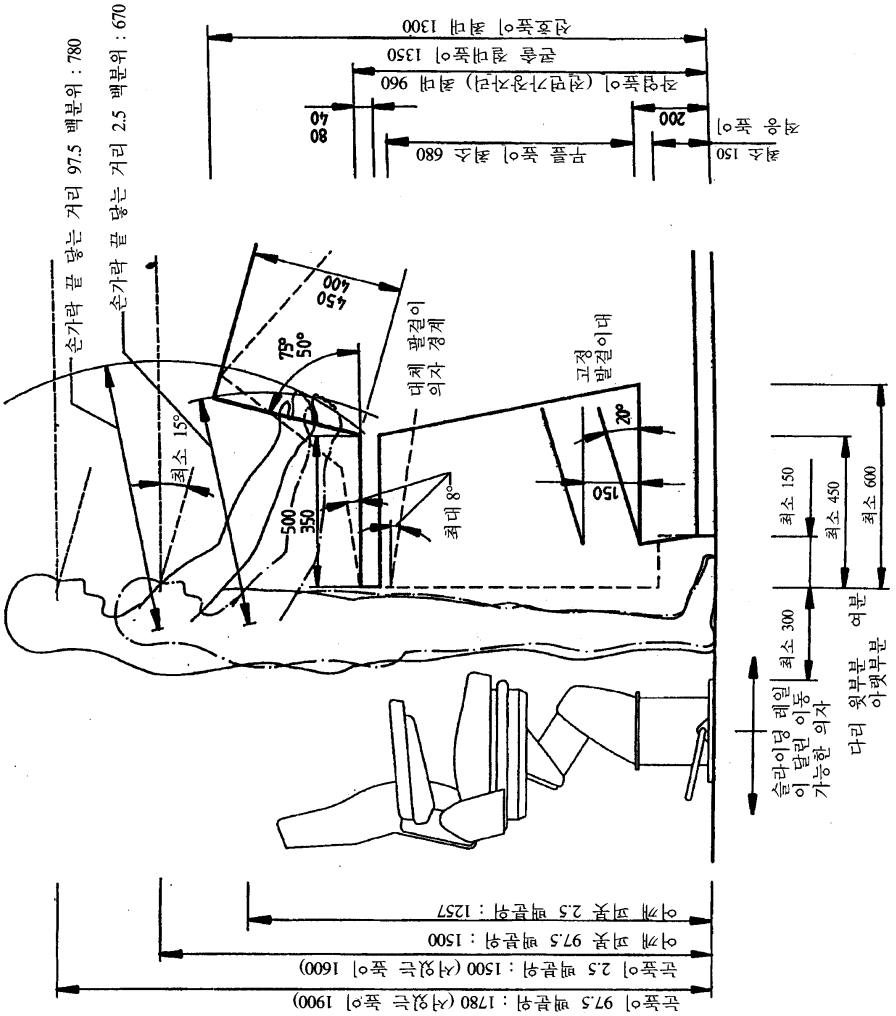
항해사는 정상적인 작업위치에서 항해와 조종을 위해 필요한 모든 계기와 조정장치를 사용할 수 있어야 한다. 인체 공학적 원칙에 따라 한 사람의 운전을 위해 설계한 콘솔의 폭은 1,600mm를 초과해서는 안 된다. [그림 4-9]와 [그림 4-10]는 운전자가 앉은 위치와 서있는 위치에서 사용할 콘솔의 배열과 치수를 보여준다. 콘솔의 단면도는 운전자의 97.5 와 2.5 백분위의 인체측정값에 맞추어져 있다. 콘솔의 높이는 전면창의 아래 틀의 높이는 워크스테이션에 앉아 있는 사람이 선수 끝을 볼 수 있도록 하여야 한다는 요건과 상충되어서는 아니 된다. 콘솔의 상부높이는 1,350mm를 초과해서는 안 된다.

콘솔은 정보 및 계측 계기와 조종장치로 나누어지는데, 정보 및 계측 계기는 원칙적으로 콘솔의 수직부분에 위치하고, 조종장치는 수평부분에 위치한다.

해도대는 해상교통을 위해 국제적으로 사용하는 모든 해도 크기를 수용할 수 있을 정도로 커야 한다. 또한 해도를 밝혀줄 조명시설도 갖추어야 한다.

즉, 해도대는 폭 1,200mm 이상, 깊이 850mm 이상, 높이 900mm 이상에서 1,000mm 이하이어야 한다. 또한, 테이블 깊이 보다 큰 해도를 수용할 수 있는 설비를 갖추어야 한다. 예를 들어 해도대 표면 전후 가장자리를 따라 10mm 정도의 틈을 두어야 한다[35].

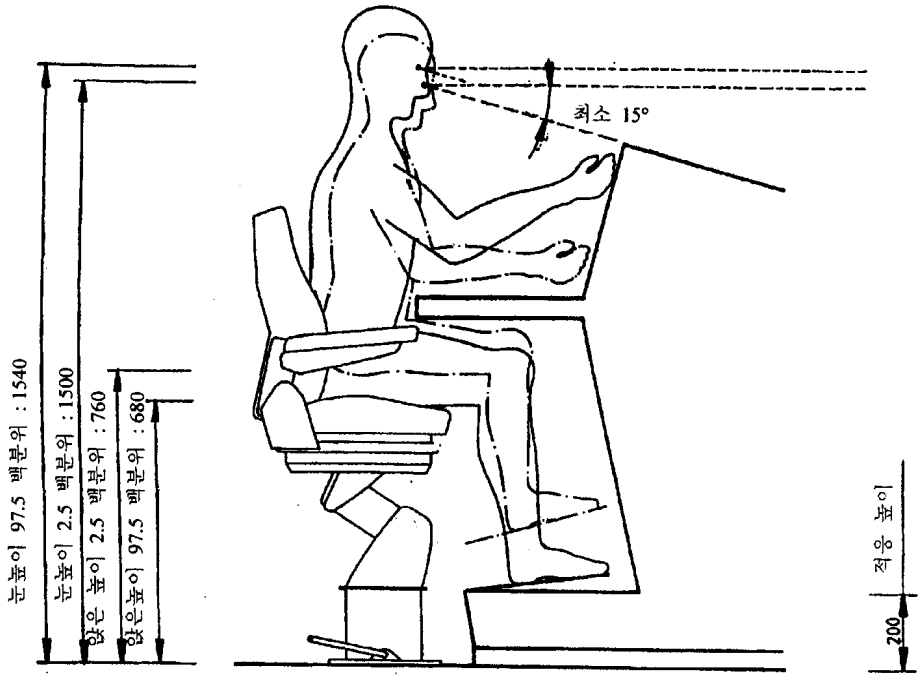
(단위 : mm)



[Fig. 4-9] Design of console for standing position

Source : ISO 8468

(단위 : mm)



[Fig. 4-10] Design of console for seated position

Source : ISO 8468

4.4 인간/설비 인터페이스

4.4.1 프로그램으로 작동되는 전자시스템의 정의

프로그램으로 작동되는 전자시스템은 한 개 또는 몇 개의 프로그램으로 작동되는 장치로 구성된 선내 시스템이며 조종, 안전 및 지속적 감시의 목적으로 입력장치와 출력장치에 연결되어 있다. 이 광의의 정의는 국제전기협회 1508-4 및 이와 유사한 국제선급연합회 지침서의 “컴퓨터를 이용한 시스템”과 동일하다. 운항 및 유지를 위한 인원들은 포함되지 않았지만 그들에 대한 요건으로 훈련의 필요성, 사용 지침/경보 및 수리 지침이다. 시스템의 전자프로그램 요소는 중앙처리장치 및 부속기억장치에 의한 전자 마이크로 장치를 포함한다. 이 장치들은 마이크로 프로세서, 미니 컴퓨터, 또는 스마트센서에 붙은 프로그램으로 작동되는 전자장치이다. 여러 개의 전자프로그램 요소가 프로그램으로 작동되는 전자시스템을 구성할 수 있으며 각각 다른 위치에 있을 수 있다.

입력/출력장치는 세 가지 주요 그룹으로 구성된다. 인간과의 상호작용기능, 외부장치 상호작용기능, 연결된 기기와 관련된 기능이다. 인간과의 상호작용기능, 외부장치 상호작용기능, 연결된 기기와 관련된 장치는 모든 감지기, 조종간 및 그와 관련된 전자프로그램 장치와의 연결 경로를 포함한다. 마찬가지로 인간과의 상호관계 장치는 입력장치(키보드, 트랙볼, 누름단추)와 출력장치 (화면표시장치, 경고등, 프린터)로 구성된다. 세 번째 그룹인 외부장치와의 상호관계는 인간과의 상호작용기능, 외부장치 상호작용기능, 연결된 기기의 일부분이 아닌 프로그램으로 작동되는 전자시스템과의 통신에 관련된 것이다. 이것들은 연계통신, 무선링크 또는 유선입력을 말한다[36].

4.4.2 프로그램으로 작동되는 전자시스템을 이용한 항해장비의 설계상 원칙

프로그램으로 작동되는 전자시스템을 이용한 항해장비의 잠재적 위험을 줄임으로서 이러한 장비를 선내에서 사용할 때 이익을 얻으려는 목적으로 이 논문에서는 선내에서 사용하기 위한 해상용의 개발과 사용에 대한 원칙들을 검토해 보고자 한다.

프로그램 요소를 포함하는 시스템은 전기기계식 시스템 및/또는 선원의 임무를 직접적으로 교체하는 것은 아니며 새로운 기술이 도입되는 것이다. 이 기술은 설비에 주어지는 작동의 복잡성이란 측면에서 이점이 있어 이것이 선교에서의 향상된 지속적 감시와 인력절감, 나아진 상황인식을 통해 효율성과 안전을 증가시키는 것이다. 그러나 다른 제품들과 마찬가지로 프로그램으로 작동되는 전자시스템 이용한 항해설비는 복잡한 제품이며 결함을 내재하고 있다. 이러한 결함들은 눈으로 보이지 않으며 법적 기준만으로는 확인하지 못하는 다양한 잠재하자를 해소할 수 없다. 이러한 관점에서 통합선교시스템은 아주 극단적이면서 가장 위험한 예가 될 수 있다. 그러나 불행하게도 소프트웨어에 기반을 둔 시스템의 신뢰성을 확신하게 하는 간단한 방법은 없다.

또한 선박의 관리, 지속적 감시 또는 조종에 있어 이러한 설비의 사용은 선박의 능력을 향상시키고 선원의 효율을 향상시키지만 선원과 선박사이의 소프트웨어라는 층을 만들어 놓았다. 네트워크의 사용증가로 인해 컴퓨터를 이용한 설비는 어느 정도 물리적으로 상호 연결된다. 또한 한 사람의 선원이 여러 시스템을 사용함으로서 상위 단계의 설비와 통합된다.

종래의 해상안전에 대한 접근 방법으로 선박의 시스템들은 상세한 법적기준에 의해 제조되고 운영되었다. 이들 기준들은 사고 또는 지난번 선박의 시

스템에서의 위험한 작동으로부터의 피드백으로 개발되었다. 이러한 접근 방법은 기술혁신이 느린 시대의 비교적 단순한 시스템에 적합하다. 그러나 요즘의 제조자나 사용자는 새로운 해결책으로 복합적인 혁신을 요구한다.

4.4.3 자동화의 영향

1) 일반

상선에서 자동화는 기계, 선교 및 화물 작업등 분야에 더욱 많이 사용되어지고 있다. 적절히 설계되고 훈련된 선원이 사용한다면 그러한 자동화는 운항 효율과 안전을 증진시키는데 도움이 될 것이다. 그러나 부적절하게 설계되고 훈련되지 않거나 훈련이 덜된 선원에 의해 자동화 설비가 운용된다면 사고의 원인을 제공할 것이다.

자동화기기의 부적절한 사용 또는 사용하지 않음으로 발생되는 사고는 드물지 않다. 1982년에서 1985년 사이에 일어난 100건의 사고에 대한 연구에서 설비에 대한 부정확한 지식이 사고에 35% 기여하였다는 것이 밝혀졌다.(Wagenaar and Groeneweg, 1987) 가장 빈번하게 언급되는 문제는 레이더의 잘못 사용 또는 미사용이다. 레이더는 1940년대부터 사용되어 왔으며 그때 이후 여태까지 이러한 정교하지 못한 기기를 사용하는 훈련을 항해사들에게 시키는데 어려움을 겪어 왔으며 역시 보다 새롭고 복잡한 선박자동충돌예방장치, 전자해도 또는 통합선교시스템을 교육시키는데도 문제가 있다.

적절한 기기 사용에 대한 지식만이 문제가 아니라 좋지 않은 설비의 설계가 항해사의 실수를 유인하는 경우가 있다. 동일한 연구(Wagenaar and Groeneweg, 1987)에서 사고의 1/3은 설비의 인적요소가 부족한 설계에 원인이 있음이 드러났다. 다시 말해 설비의 설계가 사고가 일어날 수밖에 없이

되어 있다는 것이다. 왜냐하면 인간 작업자의 필요에 대한 고려를 하지 않았기 때문이다. 설계자는 대체로 한가지의 임무가 다른 임무와 어떻게 연결되는지 이해하지 못하고, 한가지 임무를 자동화하는 것은 쉽다고 생각한다. 중요한 조종기능이나 정보가 하위 메뉴로 작성되어 밑에 묻히는 경우가 있으며, 정보가 제공되는데 방해요소가 있기도 한다.

2) 선박자동충돌예방장치와 전자해도의 항해사의 임무에 대한 영향

자동화가 도입되면서 선교의 세 가지 중요한 임무가 어떻게 변화하였는지 검토해보면, 첫째 충돌예방 (레이더와 그리스 펜 대 선박자동충돌예방장치), 둘째 항로계획(종이 해도 대 전자해도) 그리고 세 번째로 침로 유지(종이 해도 대 전자해도)가 그것이다[37].

자동화의 인지적 영향은 각기 다른 수준의 자동화에서 인간 항해사에게 부가되는 인지적 요구사항의 수와 종류를 비교함으로써 식별될 수 있다. <표 4-9>는 수동상태(그리스 펜과 레이더) 및 자동상태(선박자동충돌예방장치)에서 각각의 임무를 수행하는데 요구되는 인식적 반응동작의 횟수를 비교한 것이다. 인식적 임무는 세 개의 일반그룹으로 분류된다. 데이터 획득(화면을 감시하거나 물표를 탐지하는 임무), 데이터 처리(예: 물표의 플로팅 및 최근접 거리 계산) 및 데이터 해석(예 : 위험한 물표인지의 결정 또는 침로 변경에 대한 결정)

<표 4-9>의 상단에서 보듯이 선박자동충돌예방장치는 충돌회피와 관련한 데이터 처리는 거의 완전히 자동화되었다. 그러나 수십 개의 물표에 대한 트랙킹을 수행하는 선박자동충돌예방장치의 능력은 항해사가 데이터를 해석하고 충돌위험이 존재하는지를 결정하는데 인식적 요구사항을 증가시킨다. 그러므로 선박자동충돌예방장치가 설치된 경우 계산기능이 필요 없어지고 분

석하는 능력이 필요하게 된다. 이러한 변화는 해기사의 훈련과 자격요건에 반영되어야 한다.

전자해도는 <표 4-9>의 하단에서 보는바와 같이 침로 유지를 위한 항해사의 임무가 제거되었다. 그러나 전자해도가 종이해도와 비교하여 항로계획 임무를 경감시키는 것은 아니라는 것을 알 수 있다.(<표 4-9> 중간) 실제로 해도를 선택(계획, 확대 및 다시 그림)하는 전자해도의 특정 임무를 고려할 때 항로계획을 위한 종이해도 사용도 고려할 만한 일이다.

선박자동충돌예방장치는 물표를 자동으로 탐지하는 기능이 있으며 초기에는 이것이 항해사에게 많은 도움이 될 것으로 생각하였다. 그러나, 이 물표들이 해상 잡음이거나 기타 다른 해당되지 않는 것으로 밝혀진 너무 많은 물표들이 탐지되어 경보를 울렸다. 이러한 경우 인식분석에서는 물표를 채택함에 있어 선박자동충돌예방장치가 항해사보다 못하다는 것이라고 밝힌다. 항해사들은 선박자동충돌예방장치가 물표를 탐지하는 능력을 믿지 못하게 됨에 따른 업무부담이 증가함에 따라 선박자동충돌예방장치를 사용하지 않게 될 수 있다.

<Table 4-9> Number of cognitive tasks in manual vs. automated shipboard functions

Collision Avoidance				
	Data Aquisition	Data Handling	Data Interpretation	Total
Radar & Grease pencil	3	15	7	25
ARPA	3	3	6	12
Voyage Planning				
Radar & Grease pencil	1	9	6	16
ARPA	1	9	6	16
Track Keeping				
Radar & Grease pencil	1	6	1	8
ARPA	0	0	0	0

Source : Dr. Thomas. F. Sanquist, Evaluating Shipboard Automation p.4.

항로계획의 초기 단계에서 항해사에게는 항로 전체를 보여주는 대축척 해도가 유용하다. 이러한 것이 종이해도에서는 가능하지만 전자해도에서는 소축척의 해도를 연속적으로 보여주어 항해사의 인식능력이나 항로계획을 수행하는데 방해가 될 수 있다. 전자해도의 다른 문제점은 항해 주의사항 및 변침점을 입력하는 것이다. 종이해도를 사용하는 항해사는 항해 주의사항을 먼저 기재하고 그 다음에 변침점을 표시할 것이다. 그러나 전자해도에서는 이러함 기능이 반대로 되어야 한다. 다시 말해 변침점을 먼저 입력하고 컴퓨터가 항해 주의사항을 입력하게 된다.

3) 자동화 기기의 사용상 발생하는 실수

자동화는 두 가지 다른 인간 실수를 유발하는 경향이 있다. '순간적인 잊어버림'과 '실수'로 구분할 수 있으며, '순간적인 잊어버림'은 예를 들어 선

박자동충돌예방장치에서 충돌상황을 분석하기 위해 진방위 상태에서 상대방위 상태로 전환하는 것을 잊어버리는 것과 같은 것을 말한다. 전자해도 설계의 특성에 있어 '순간적인 잊어버림'의 가능성이 증가하는 원인은 화면의 크기이다. 전자해도 화면의 크기는 종래의 종이 해도보다 작다. 전자해도 상에서 해도를 보는 경우에는 해도의 적은 부분을 여러 번에 걸쳐 불러야 전체를 이해할 수 있게 된다. 이것은 해도를 열쇠구멍으로 들여다보는 것과 같아서 한번에 전체를 이해하기 어렵게 된다. '순간적인 잊어버림'과 달리 '실수'는 장비가 어떻게 작동하는지에 대한 잘못된 이해에 의해 발생한다. 상기에서 언급한 바와 같이 자동화의 이용은 해기사의 해당 기기에 대한 상세한 지식을 요구한다.

4) 훈련, 자격증명 및 설계를 통한 에러의 방지

에러는 향상된 설계와 현재의 훈련 및 자격증명의 개선을 통해 피할 수 있다. 이중에서 가장 좋은 방법은 인간 중심적인 장비의 설계이다. 이것은 설계에서 사용자의 능력을 잘 이해하여야 한다는 뜻이며 필요한 정보를 감추거나 사용자의 한계를 뛰어넘는 능력을 요구하여서는 아니 된다.

두 번째는 필수적인 지식과 기능에 대한 보다 나은 훈련과 시험을 통해 에러를 피하는 것이다. 학생들이 이론과 실기를 충분히 이해하도록 하여 공통적인 에러와 이에 대처하는 방법을 훈련하여 에러 발생의 가능성을 줄이는 것이 중요하다.

제 5 장 연안선박의 선교

5.1 연안선박의 정의 및 현황

5.1.1 연안선박의 정의

이 논문에서 언급하는 연안선박은 총톤수 500톤 이상 5,000톤 이하의 선박으로 한국연안을 기점으로 중국, 일본 및 동남아 인근을 상업적 목적으로 항행하는 선박을 말한다.

5.1.2 연안선박의 현황

우리 나라 선박의 등록현황을 살펴보면 일반선박(어선을 제외한 선박을 말한다)은 4,906척으로, 총톤수는 5,242,968톤에 이른다. 이 중 6급 항해사 면허증을 가진 선장 혼자 승무할 수 있는 총톤수 200톤 미만의 선박은 4,096척으로 전체의 83.5%에 달하며, 이 연구에서 언급하고 있는 선박인 총톤수 500톤 이상의 선박은 568척이다. 한편 이 연구의 대상이 되는 총톤수 500톤~5,000톤 사이의 선박은 435척이다.

선박에 승선하는 항해사의 수는 총톤수 200톤 미만에서는 선장 한사람, 총톤수 200톤 이상 총톤수 500톤 미만 선박과 총톤수 1,600톤 미만 선박은 항해사 1명이 추가되어 2명의 갑판부 직원이 승선하는데, 이들 선박은 선장이 한 당직을 맡거나 아니면 입·출항시나 좁은 수로 등에서만 당직을 서는 경

우가 대부분이다[38].

이러한 경우 선원들이 선교에서 당직을 서게 되는데 이들은 항해지식이나 선박의 조종 기술에 문제가 있을 수 있으며, 이러한 문제는 장비의 자동화를 통하여 이용방법을 편리하고 단순하게 하고 비상시에 대한 경보장치로서 어느 정도 해결이 가능할 것이다.

이들 연안선박이 중요하게 검토되어야 할 이유중의 또 다른 하나는 연안선박(국내 항행 선박)의 입·출항 회수가 외항선(국제 항해 선박)의 약 2배(192,296척)에 이른다는 점이다. 선박이 입·출항할 때에 사고의 개연성이 가장 높다는 점을 생각하면 이들 선박을 중요하게 다루어야 할 필요가 있다. 비록 이들 연안선박의 척당 평균 톤수는 외항선의 100분의 1에 불과하지만 이들이 우리 나라 연안 교통흐름의 주류를 이루는 선박이며, 이들의 사고율이 높다는 점을 간과해서는 아니 된다[39].

또한 연안 여객선의 안전운항 위협 요소에 관한 연구[40]에서 보듯이 장비 미비/노후로 인한 경우가 부정확한 기상정보, 불법어망/어로행위로 인한 위협에 이어 세 번째 중요한 위협요소로 나타난 점을 보면, 현대화된 장비의 설치 및 인간공학 개념을 도입한 장비의 배치가 안전운항에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

다음 <표 5-1>에서 보는 바와 같이 1997년에서 2001년 사이의 선박 총톤수 별 사고통계를 보면 총톤수 500톤 이상의 선박이 628척인데, 이 중 총톤수 500톤~5,000톤 선박의 사고 척수가 465척으로 74%에 이른다.

<Table 5-1> Numbers of marine accidents according to the ship's gross tonnage (1997 - 2001)

GT / Year	Less than 20	20~100 Ton	100~500 Ton	500~1,000 Ton	1,000~5,000 Ton	5,000~ 10,000 Ton	More than 10,000 Ton	Unknown	Total
1997	316	409	117	32	63	10	25	55	1,027
1998	318	357	92	29	62	16	15	47	936
1999	378	394	102	24	58	11	27	47	1,041
2000	254	318	72	31	62	10	12	21	780
2001	276	289	64	43	61	12	25	9	779
Total	1,542	1,767	447	159	306	59	104	179	4,563
(%)	33.8	38.7	9.8	3.5	6.7	1.3	2.3	3.9	100

Source : Korean Maritime Safety Tribunal, "Maritime Accident Statistics, 2002"

또한 <표 5-2>에서 보는 바와 같이 인적요소에 의한 사고의 대표적인 예라고 볼 수 있는 충돌사고의 경우, 총톤수 500톤 이상의 선박 448척 중 총톤수 500톤~5,000톤 선박이 334척으로 이 또한 75%에 이른다.

<Table 5-2> Numbers of collided ships according to the ship's gross tonnage (1997 - 2001)

GT / Year	Less than 20 Ton	20~ 100 Ton	100~ 500 Ton	500~ 1,000 Ton	1,000~ 5,000 Ton	More than 5,000 Ton	Un known	Total
1997	68	69	43	22	55	28	6	291
1998	75	72	51	22	43	16	6	285
1999	64	76	26	19	39	29	8	261
2000	50	69	45	17	37	19	3	240
2001	48	61	36	26	54	22	2	249
Total	305	347	201	106	228	114	25	1,326
(%)	23.0	26.1	15.2	8.0	17.2	8.6	1.9	100

Source : Korean Maritime Safety Tribunal, "Maritime Accident Statistics, 2002"

한편, 원인요소별 사고발생 현황을 보면 운항과실 (선교 당직자 및 선교에서의 임무를 제대로 하지 못함)로 인하여 발생하는 사고가 전체의 90%에 달하고 있다. 이 중에서 선교 설계의 잘못이 사고 발생에 미친 정도를 찾아내기가 어려운 것은 사실이지만, 장비의 설계와 제작, 배치 등에 인간공학적 면을 가미한다면 개선할 수 있는 부분이 있을 것으로 추측된다.

<Table 5-3> Numbers of marine accidents according to the causes (1997 - 2001)

Cause / Year	Operational Errors			Bad engine control	Force majeure	Others	Total
	Breach of Colreg, Not observance of statutory reg.	Not observance of general principles of navigation like lookout. position, heading, course, etc..	Others				
1997	36	90	12	3	-	3	144
1998	33	85	4	1	6	12	141
1999	32	95	2	-	1	1	131
2000	30	82	3	1	-	4	120
2001	36	75	5	1	3	2	122
Total	167	427	26	6	10	22	658
(%)	25.4	64.9	4.0	0.9	1.5	3.3	100

Source : Korean Maritime Safety Tribunal, "Maritime Accident Statistics, 2002"

5.2 선교의 크기

선박에서 선교의 면적을 결정하는 특별한 공식이나 방법이 있는 것은 아니고, 선교에 들어갈 장비의 종류와 크기에 따라 적절히 조정하여 결정하고 있

다. 장비의 종류는 사전에 거의 결정이 되지만 크기는 제조자에 따라 크게 차이가 나며 여기에서 조정의 문제가 발생한다. 대형선에서는 배치하여야 할 장비에 비해 넓은 공간을 확보할 수 있기 때문에 선교의 크기가 문제되는 경우는 없다. 선교면적의 평균값을 구하기 위하여 선급에 보관된 실선의 선교 도면을 이용하여 <표 5-4>와 같이 총톤수 별로 5척씩 선교의 길이와 폭에 대한 조사를 하였다.

<Table 5-4> The average breadth of bridge by gross tonnage

Class	GT	L	B	D	Bridge(L)	Bridge(B)
500 Ton Class	499	66.6	11.5	6.1	3.5	4
	499	51.45	9.8	4.4	3.6	5.4
	507	56.0	9.8	4.7	3.9	5.0
	510	45.1	12.0	5.3	7.3	5.1
	510	60.0	10.0	4.45	5.1	5.6
Mean		**55.83**	**10.62**	**4.99**	**4.68**	**5.02**
1,000 Ton Class	999	62.83	13.0	5.75	4.8	5.1
	1,017	63.6	13.0	4.1	3.0	4.1
	999	69.26	11.8	5.7	4.55	7
	999	72.01	12.0	5.6	4.5	7.2
	999	69.26	11.8	5.7	4.55	7.0
Mean		**67.39**	**12.32**	**5.37**	**4.28**	**6.08**
3,000 Ton Class	3,000	90.03	14.0	8.7	4.0	5.5
	3,012	84.9	15.6	8.0	5.95	7.5
	3,013	89.5	17.0	6.5	4.5	7.0
	2,994	92.7	15.8	9.85	6.5	8.6
	3,016	77.93	15.52	6.95	5.0	7.0
Mean	3,007.00	**87.01**	**15.58**	**8.00**	**5.19**	**7.12**
5,000 Ton Class	4,988	110.09	18.2	8.5	5.8	7.0
	5,004	91.4	17.0	12.0	4.5	7.0
	5,043	106.0	17.0	10.0	7.0	10.5
	5,106	113	18.4	9.0	5.5	7.5
	4,914	105.3	18.2	8.7	6.7	9.0
Mean		**105.15**	**17.76**	**9.64**	**5.90**	**8.2**

총톤수 500톤급 선박의 평균 선교 폭은 5.02m이며 총톤수 1,000톤급 선박은 6.08m, 총톤수 3,000톤급 선박은 7.12m이고, 총톤수 5,000톤급 선박은 8.20m이다. 감시선이나 연습선 등 특별한 용도의 선박은 필요에 의해 일반적인 선교의 폭보다 큰 경우도 있으나 이러한 경우는 제외하였다.

선폭과 선교 폭을 비교해 보면 선교 폭은 선폭의 약 절반 정도에 불과하다. 선교의 폭을 더 넓히기 위해서는 조타실을 포함하여 선교윙까지 전체를 폐위하여 선교로 이용하는 방안이 바람직할 것이다.

5.3 선교의 배치 등에 관한 설문조사

선교의 배치 및 설비와 환경에 대한 기본적인 조사를 실시하기 위하여 설문조사와 현장조사를 실시하였다. 설문조사에서는 총톤수별로 선교에 설치된 설비의 종류, 선교 배치의 문제점, 선교의 환경 등에 대한 질문으로 현재 연안선박들의 상황을 파악하였으며, 현장조사에서는 실선을 방문하여 선교의 장비 배치 등에 있어 인간공학적이지 못한 예를 조사하였다.

5.3.1 설문 조사

설문조사는 약 1주일간 한국해양수산연수원에 교육중인 선장 및 항해사와 선급 검사원들의 현장검사 시 선장과 항해사와의 면담을 통하여 총 55명에 대하여 실시하였다. 설문 항목은 일반사항, 선교의 설비, 선교의 크기, 선교의 형상, 선교의 배치, 선교의 환경, 장비의 위치 및 추가로 설치가 필요한 설비 등으로 구성하였으며, 일부 항목에 대하여는 보다 세부적인 사항을 추가하였

다. 설문의 구체적인 내용은 <부록 1>에 첨부하였다.

한편 수집된 설문지는 엑셀의 통계 분석 방법을 이용하여 각 항목에 대한 빈도를 구하였으며, 총톤수별 설비의 종류 및 선교의 면적에 대해서는 교차 통계분석을 실시하였다.

설문대상자를 선정함에 있어 가능하면 총톤수 500톤에서 5,000톤 사이의 선박에 승선하는 항해사를 대상으로 하여 연안선박의 문제점을 파악하고자 하였다. 응답자 중 일부는 선박에 처음 승선한 실습생도 포함되어 있었으나, 이들은 특정 선교에 익숙해지기 전의 사용자 입장에서 설문에 대답한 것으로, 이들의 의견을 반영할 필요가 있다고 판단되어 포함하였으며 응답자의 분포는 <표 5-5>와 같다.

<Table 5-5> Number of responses

GT / Officer	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
Captain	8	1	0	4	13
Chief Officer	8	6	2	4	20
Second Officer	4	0	0	4	8
Third Officer	0	2	0	1	3
Others	6	3	1	1	12
Total	26	12	3	14	55

5.3.2 설문 분석

1) 총톤수별 설비의 종류

총톤수별 설비의 종류는 크게 6가지로 구분하였다. 각 종류별 설비는 <표 5-6>에서 <표 5-14>까지와 같다. 총톤수 3,000톤에서 5,000톤 사이의 선박에 대하여는 설문 응답 대상수가 적어 설문으로서 신빙성에 문제가 있을 수 있으나 법적인 설비의 종류 및 실제 선박에 설치된 설비의 종류가 총톤수 5,000톤 이상의 선박과 비교해 볼 때 크게 다른 점이 없어 그대로 적용하기로 한다.

(1) 항해설비

총톤수에 따른 법정설비는 모두 비치하고 있다. 특히 레이더는 모든 선박이 설치하고 있는 기본적인 설비가 되었다. 그러나 법정설비 이외의 항해설비로서 ECDIS나 전자해도의 설치는 거의 없으나 대신 GPS Plotter는 특히 소형선에서 많이 설치하고 있다. 스피드 로그는 소형선박에서는 법적으로 요구되지 않고 또한 GPS로 역할을 대신할 수 있기 때문에 설치한 선박이 많지 않았다. 소형선에서 ARPA의 설치가 많지 않은데 이는 경제적인 문제뿐만 아니라 공간의 협소도 문제가 되는 것으로 판단된다. 따라서 ARPA보다는 성능이 떨어지지만 상대선의 거리 및 방위를 자동으로 추적하는 설비들이 현존선에 도입되도록 할 필요가 있다. 전체적으로 검토해보면 총톤수 5,000톤 이하의 선박에 있어 거의 모든 선박의 설비 종류는 대동소이하여 차이가 없는 것으로 판단된다. 일부 선박에서 마그네틱 컴퍼스가 없다고 응답한 것은 응답자의 실수로 판단된다.

<Table 5-6> Navigational equipment installed onboard ship

GT / Equipment	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
Radar	26	12	3	14	55
ARPA	8	6	3	14	31
ECDIS	7	1	0	2	10
GPS Plotter	20	11	0	2	33
Other ENC	2	0	0	0	2
GPS	23	11	3	12	12
Gyro	22	11	3	14	51
Magnetic Compass	25	12	3	14	54
Day Light Signal	20	12	3	13	48
Nav. Light Panel	25	11	3	14	53
Log	10	6	3	13	32
NAVTEX	20	10	2	11	43
Weather Fax	17	10	3	13	43
Echo Sounder	19	10	3	14	46
Sat. EPIRB	16	10	3	13	42
Radar Transponder	18	10	3	12	43
Auto. Nav. Sys.	9	7	2	9	27

(2) 계기판

연안선박에 설치된 계기들은 대형선과 크게 다르지 않다. 기본적인 계기들은 모두 설치하고 있으며 경사계의 경우 일부 선박이 비치하지 않은 것으로 나타났으나 선박의 안전상 크게 문제되지는 않는다고 판단된다. 계기판의 위치는 전방 창문의 상방에 위치하고 있는 것이 보통이나 일부 선박에서는 콘솔 상에 설치되어 있는 경우도 현장조사에서 확인되었다.

<Table 5-7> Indicators installed onboard ship

GT / Indicator	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
Barometer	24	12	3	14	53
Wind Speed and Direction	24	12	3	14	53
Rudder Angle	25	11	3	13	52
RPM	26	11	3	13	53
Clock	25	11	3	14	53
Clinometer	21	8	3	14	46

(3) 통신설비

GMDSS 설비는 선박이 항행하는 해역에 따라 일부 설비의 차이가 있으나 기본적으로 법적인 설비는 모두 갖추고 있다. GMDSS 설비를 갖추지 않았다고 응답한 것은 응답자중 GMDSS의 의미를 제대로 이해하지 못하고 응답한 것으로 추측된다.

<Table 5-8> Communication equipment installed onboard ship

	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
VHF	26	11	3	14	54
Telephone	25	11	3	14	53
Public Add. Sys.	22	12	3	14	51
GMDSS Equipment	16	10	2	12	40

(4) 안전설비

응답자중 탱커 승선자가 많아 화물창 감시장치에 대한 응답이 많이 나타난 것으로 보인다. 소형 연안선박에서 화재탐지장치가 설치되지 않은 선박이 많은 것은 문제점으로 지적될 수 있으며 이는 법적으로 보완하여야 할 것으로 보인다.

<Table 5-9> Safety equipment installed onboard ship

GT / Equipment	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
Cargo Tank Monitoring	12	9	2	5	28
Fire Detection Panel	14	11	3	14	42

(5) 기관조종

기관 조종 설비는 모든 선박 공통으로 기관무인화선이 아닌 경우에도 주기관 및 발전기에 대한 운전상태 확인을 위한 감시장치는 선교에 설치되어 있음을 보여준다.

<Table 5-10> Engine controls installed onboard ship

GT / Equipment	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
Telegraph	22	7	3	13	45
Main Eng. and Gen. Monitoring	22	11	3	10	46
Emerg. Fan Stop	18	9	3	11	41
Emerg. Pump Stop	15	9	3	9	36

(6) 기타설비

선교에서는 항해를 위한 설비의 설치뿐만 아니라 선교 근무자용 구명동의, 각종 신호탄류, 운전부자유 또는 흘수의 제한을 받는 등의 상황에서 사용하여야 할 형상물, 각종 항해용 도서, 쌍안경 수납대, 참고도서를 위한 책장 등이 선교 내에 설치되고 비치되어야 한다. 이러한 설비들은 선박의 크기와 상관없이 모든 선박들이 비치하고 있다. 커피준비대와 같은 것은 일부 소형선박에서는 책장 등에 불안하게 비치하고 있는 경우가 많은데 이는 안전하게 별도의 장소를 제공하여야 할 것으로 보인다.

<Table 5-11> Other facilities provided onboard ship

GT / Equipment	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
Life Saving Appliance	26	11	3	13	53
Shape	23	12	3	13	51
Colors	26	12	3	13	54
Nautical Publications	25	12	3	13	53
Coffee Table	19	9	3	11	42
Binocular draw	24	11	3	13	51
Book shelf	24	12	3	13	52

2) 선교 전면부의 형태

대부분 선박의 선교 전면부의 형태는 평면형으로 거주구역의 구조물과 동일선상에 있는 것으로 보여지며, 선교의 창문이 전체적으로 돌출된 형태

또는 선교 전면 중앙부가 돌출된 경우도 일부 있는 것으로 보인다.

<Table 5-12> Shape of bridge front

GT / Equipment	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses	26	12	3	14	55
In line with accommodation	16	6	2	9	33
Front Extrude	6	4	1	4	15
Front Center Extrude	0	1	0	0	1

3) 선교배치에 대한 의견

연안선박들의 선교 내에서 이동거리가 많다고 응답한 사람이 응답자 51명중 27명으로 절반 이상이었다. 그러나 계기판의 위치에 대해서는 49명중 37명이 문제가 없거나 거의 없는 것으로 응답하여 계기판은 대체로 정위치에 위치한 것으로 판단된다. 창문의 크기 또는 위치로 인한 시야의 문제는 50명중 14명이 문제가 있다고 대답하여 이는 지속적으로 해결되어야 할 것으로 보인다. 콘솔의 크기에 대하여는 49명중 8명만 크다고 대답하여 대부분 콘솔의 크기는 어느 정도 인체에 적합한 크기로 만들어지고 있음을 나타내고 있다. 선교의 면적에 대하여는 50명중 27명이 협소함을 느끼고 있다고 응답하여, 선교 면적이 협소함에도 이동거리가 많다고 응답하는 것은 선교내 설비의 배치에 문제가 있음을 보여주는 것으로 이에 대한 종합적인 검토와 개선책이 있어야 될 것으로 판단된다.

<Table 5-13> Opinion on the equipment arrangement in the bridge

Arrangement \ GT		500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses		26	12	3	14	55
Moving distance is long	Yes	8	5	0	4	17
	Partly Yes	5	1	1	3	10
	Little	7	0	2	3	12
	No problem	4	5	0	3	12
	Sub total	24	11	3	13	51
Location of indicator inappropriate	Yes	4	2	0	1	7
	Partly Yes	4	0	0	1	5
	Little	7	2	1	2	12
	No problem	9	7	2	7	25
	Sub total	24	11	3	11	49
Not sufficient field of vision	Yes	5	2	0	1	8
	Partly Yes	4	1	0	1	6
	Little	8	3	1	4	16
	No problem	7	4	2	7	20
	Sub total	24	10	3	13	50
Size of console is big	Yes	3	1	1	0	5
	Partly Yes	0	0	0	3	3
	Little	6	0	2	4	12
	No problem	14	9	0	6	29
	Sub total	23	10	3	13	49
Area of bridge is small	Yes	5	4	0	0	9
	Partly Yes	7	6	1	4	18
	Little	5	0	1	3	9
	No problem	6	1	1	6	14
	Sub total	23	11	3	13	50

4) 선교 환경에 대한 의견

선교 조명의 밝기 조절이 안 된다는 응답자는 49명 11명으로 아직도 22% 정도는 선교의 조명에 문제가 있는 것으로 나타났으며 선교의 온도 조절문제는 50명중 6명만이 안 된다고 응답하여 12%만이 문제가 있는 것으로 나타났다. 습도 조절은 44명중 27명이 조절이 안 된다고 응답하여 아직도 습도 문제는 관심을 많이 가져야 할 것으로 보인다. 통풍설비는 48명중 18명이 자연통풍에 의존하고 있다고 응답하였으며 불편할 정도의 진동과 소음을 느끼는 경우도 약 10% 정도인 것으로 나타나 개선이 필요한 것으로 보인다.

<Table 5-14> Opinion on the bridge environment

System \ GT		500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -	Total
No. of responses		26	12	3	14	55
Lighting controllable	Yes	17	7	3	11	38
	No	5	4	0	2	11
	Sub total	22	11	3	13	49
Air cond. & Heating	Installed	19	10	3	12	44
	Uninstalled	4	1	0	1	6
	Sub total	23	11	3	13	50
Humidity control	Installed	9	4	2	2	17
	Uninstalled	12	6	0	9	27
	Sub total	21	10	2	11	44
Ventilation	Installed	15	8	3	2	28
	Uninstalled	6	3	0	9	18
	Sub total	21	11	3	11	46
Uncomfortable noise	Yes	15	8	3	8	34
	No	6	3	0	3	12
	Sub total	21	11	3	11	46
Uncomfortable vibration	Yes	15	8	3	11	37
	No	6	3	0	1	10
	Sub total	21	11	3	12	47

5) 설비의 배치

[그림 5-1]은 전통적인 선교의 설비 배치를 나타내고 있다. 선교의 배치에 대한 설문조사의 응답 결과와 현장조사에서 수집된 자료를 종합해 보면, 최근에 건조된 선박을 제외하고 대부분 분산형 선교의 배치를 가지고 있으며 기관조종이나 주기관과 발전기의 운전상태를 나타내는 정도의 기관 감시장치가 선교에 설치되어 있다. 해도대는 대형선들에서는 선교 후방의 중앙부에 배치되나 연안선박들은 대부분 선교 면적의 문제로 왼쪽 또는 오른쪽 후방에 위치하고 있다. 자이로 리피터는 전방 중앙에 위치하는 것이 일반적이며 전방 창문 아래쪽에 VHF를 설치하여 전방 감시와 동시에 VHF 통화를 할 수 있도록 조치하고 있다. 구명동의 및 신호탄류는 주로 좌현 또는 우현에 별도의 서랍을 만들어 비치하고 있으며 위성 EPIRB 및 수색구조 무선 트랜스폰더는 좌우측 도어 근처의 벽에 설치되어 있다. 그 외 화재탐지제어반과 항해등전원배전반은 선교 후방 벽면에 설치되는 것이 일반적인 배치이다.

<table>
<tr><td></td><td>VHF</td><td></td><td></td><td></td><td>Gyro</td><td></td><td></td><td></td><td>VHF</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Radar</td><td>Radar</td><td></td><td></td><td>E/C</td><td>E/M</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>SART</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Sat.
EPIRB</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Steering
Gear</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Flags</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>LSA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Chart Table
Publication
Coffee Table</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" rowspan="2">GMDSS</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

[Fig. 5-1] Typical arrangement of equipment in the bridge

5.3.3 현장 조사

1) 전면 창문 앞의 팔걸이가 너무 높아 선교 전면을 관찰하기 곤란한 경우
(전면 팔걸이 높이 1,200mm) - 불편을 느낄 수 있는 정도의 높이

선교 당직사관의 주요 임무는 항해임무임으로 이 임무 중에는 <표 3-8>에서 나타난 바와 같은 여러 가지 임무를 수행하며 전방확인 등을 하여야 하나 키에 비하여 지나치게 높은 팔걸이로 인하여 앞으로 기대는 것이 매우 불편한 경우이다 [그림 5-2].

[Fig. 5-2] Inside view of bridge showing arm rest at front window
(built in 1988 GT, 2,500 Class)

2) 콘솔이 독립적으로 설치되어 있어 이동거리 많은 경우

선교 팀은 입·출항시에 가장 바쁘게 복잡한 임무를 동시다발적으로 수행하여야 하며, 기관 텔레그라프는 입·출항시에 주로 사용하는 설비이다. 따

라서, 이와 같이 자주 사용되는 설비는 한곳에 집중하여 배치함으로써 효율성과 안전성을 높일 수 있을 것이다. 그러나 [그림 5-3]에서 보는 텔레그라프의 배치는 단독으로 되어 있어 여러 가지의 업무를 동시에 처리해야 하는 선장(또는 항해사)에게는 불편한 배치이다. 특히 입·출항시에 선교에서 선장을 보좌할 수 있는 보조항해사가 없는 경우에는 선장의 실수를 유발할 수 있는 소지가 많다.

[Fig. 5-3] Inside view of bridge showing stand-alone engine telegraph
(built in 1988, GT 2,500 Class)

3) 각종 조종장치 및 표시반들이 정리되지 않은 상태로 배치

[그림 5-4]를 보면 항해등 표시반, 작업등 표시반 등이 무질서하게 배치되어 있어 식별이 곤란하고, 오 작동의 우려가 있다.

[Fig. 5-4] Various safety panels installed on the wall without ergonomic concept

4) 무질서하게 배치된 GMDSS 설비

[그림 5-5]를 보면 GMDSS 통신장비 등이 좁은 공간에 무질서하게 배치되어 있어, 개선의 여지가 있다.

[Fig. 5-5] Various GMDSS equipment without ergonomic concept

이 외에도 다음과 같은 문제점들이 발견되었다.

5) 선교 전면 창문과 콘솔과의 사이 간격이 800mm 미만으로 통행에 지장을 주는 경우

6) 선교 측면 도어에서 반대쪽 도어로 통하는 이동로에 레이더 등 콘솔이 있어 장애가 있는 경우.

7) 콘솔과 후방 해도대 사이의 간격이 800mm 미만으로 좁아 통행에 불편이 있는 경우.

5.4 선교의 인간공학적 설계 방안

앞 절에서 살펴본 바와 같이 우리 나라 연안선박의 선교는 대체적으로 선교의 면적, 선교내 설비의 배치, 워크스테이션의 개념이 부족한 설계, 콘솔의 비인간공학적인 설계 등으로 이동거리가 많으며, 사용이 불편하고 비효율적이다. 더구나 연안선박의 선교 당직자 수가 적은 것을 감안한다면 선교 당직자의 피로도 누적, 항해 자동화설비의 미비로 인한 견시에 대한 시간 할애 부족 등 사고유발 요인을 많이 가지고 있다. 따라서 이러한 요인들을 해결하는 방안으로 연안선박 선교에 배치하여야 할 설비들을 집약형 콘솔로 재정리하고 선교 면적에 적합하게 콘솔을 배치하였다. 그리고 이들의 장단점을 전문가들의 의견을 참고로 하여 선교의 형상 및 콘솔의 배치를 조정하여 연안선박에 적합한 이상적인 선교의 형상 및 콘솔의 배치를 제시하고자 한다. 이와 동시에 선교의 환경 문제에 대하여도 설문조사를 토대로 하여 필요한 사항을 제시한다.

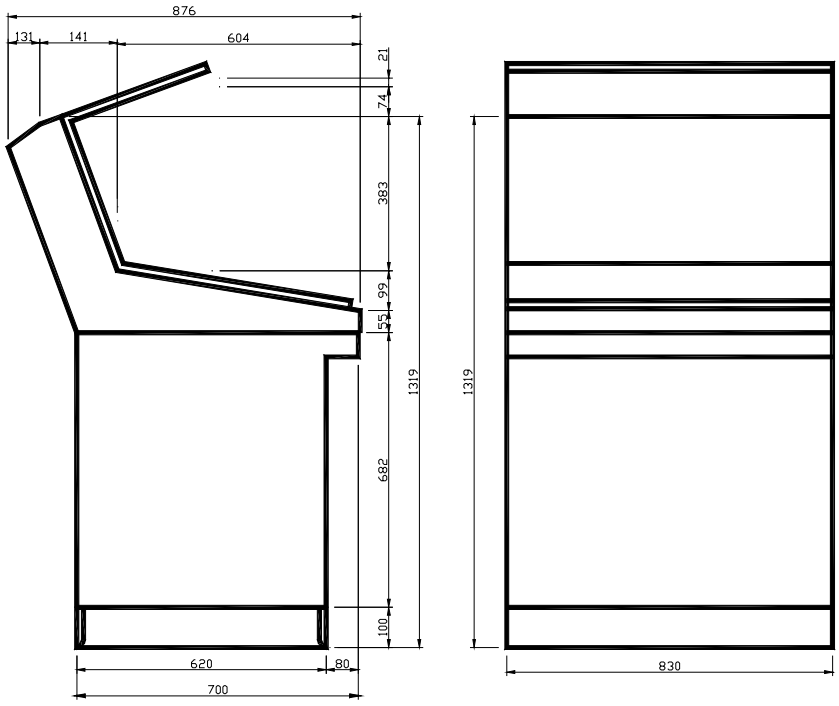
5.4.1 콘솔의 설계

콘솔은 선교에서의 특정 업무를 수행하기 위한 기기, 조종장치 또는 계기 등을 수용하는 것을 말하며 선교에서 필요한 이러한 콘솔들을 한 곳에 집중하여 배치하는 것을 집약형 콘솔이라고 한다. 콘솔은 그 위에 수용하는 항해기기 또는 설비에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

레이더콘솔, ARPA콘솔 및 ECDIS 콘솔은 설비의 크기가 하나의 콘솔을 구성할 수 있는 만큼 크기 때문에 독자적으로 하나의 콘솔로 구성된다. 항해정보 콘솔은 조타기 전방에 위치하면서 각종 선박정보를 디스플레이 하는 콘솔을 말한다. 여기에는 선속, 침로, 타각, 기관회전수 등을 표시하는 표시기와 선내전화, 기관 텔레그라프 등이 위치하게 된다. 따라서 항해정보 콘솔은 당직사관이 선박을 조종하는데 필요한 모든 정보를 한눈에 볼 수 있도록 중앙에 배치하고 있다. 기관조종콘솔은 기관조종을 위한 조종장치들을 모아 놓은 콘솔을 말하지만 실제로 연안선박에서는 기관의 원격조종장치라기 보다는 기관 텔레그라프가 주를 이룬다. 따라서 기관조종콘솔이 별도로 설치되는 것보다는 항해조종콘솔의 일부로 간주하여도 가능하다. 기관감시콘솔은 무인화 기관 선박의 경우 주기관 및 발전기와 기타 보조기관들의 운전상태를 나타내는 모니터가 장치된 콘솔을 말한다. 항해등 제어콘솔은 통상 선교 후방의 벽면에 붙여 설치하고 있으나 집약형 콘솔의 경우에는 이를 하나의 콘솔로 만들어 설치하는 것이 바람직하다. 만약 하나의 콘솔로 하는 것이 공간이용에 부적합한 경우에는 안전콘솔과 하나의 콘솔을 구성하여도 좋을 것이다. 통신콘솔은 GMDSS 설비를 위하여 설치하는 것으로 집약형 콘솔의 일부를 구성하는 VHF를 제외한 나머지 GMDSS 설비는 선교 후방의 적당한 장소에 설치하는 것이 좋다. 왜냐하면 GMDSS 설비는 통상 항해용으로 사용하는 것

이 아니기 때문이다. 상기의 기본적인 설비를 수용하기 위한 콘솔이외에도 스피드 로그, 측심기, GPS, 기상도 수신기, 무중신호 발신기, 선내시계, 자이로 등을 수용할 수 있는 추가의 콘솔이 필요하게 된다. 또한 해도대는 선교 후방 또는 중앙에 별도로 설치할 수도 있고 집약형 콘솔중 하나의 콘솔을 해도대 및 문서작성용으로 이용할 수 있다.

콘솔은 용도에 따라 여러 가지로 나누어질 수 있지만 하나의 표준 크기의 콘솔을 만들고 이 콘솔에 필요한 설비를 설치하는 것이 가능하게 된다. 이 연구에서는 다음의 콘솔을 표준 크기의 콘솔로 정하고 이를 기준으로 선교의 필요 면적 등을 검토하기로 한다.



단위 : mm

[Fig. 5-6] The size of single console

5.4.2 필요 콘솔의 수

선박에 설치하여야 할 콘솔의 숫자는 선박의 총톤수에 따른 법적 설비와 필요에 따른 설비를 포함하여야 한다. 앞 절에서의 설문조사를 기초로 기존 선박에 설치된 설비를 수용하기 위한 콘솔과 집약형 콘솔을 구성하면서 추가로 포함되는 콘솔의 종류와 수를 파악하여 보면 다음 <표 5-15>와 같다.

<Table 5-15> Number of consoles according to the ship's gross tonnage

GT / Console	500 - 1,000	1,000 - 3,000	3,000 - 5,000	5,000 -
Radar Console	○	○	○	○
Conning Inf.	○	○	○	○
Communication	○	○	○	○
Safety Console and Nav. Light	○	○	○	○
Steering Console	○	○	○	○
Others*	○	○	○	○
Chart Table	△	△	△	△
ARPA(ATA)	△	△	○	○
ECDIS (GPS Plotter)	△	△	△	△
Engine Monitoring	△	△	△	△
Total	7	7	8	8

△ : Recommended to install

* Others : Speed log, Echo sounding device, Fog signal, Weather facsimile, etc.

5.4.3 선교의 폭과 콘솔의 배치

다음 <표 5-16>은 <표 5-4>에서 총톤수별 선박의 평균 선폭과 선교의 폭을 인용하고, <표 5-15>에서 구한 총톤수별 필요한 콘솔의 개수에서 전체 콘솔의 길이를 구한 값을 비교한 것이다. 총톤수 500톤급 선박에서는 선교의 폭이 5.02m인데 비해 필요한 콘솔의 길이가 5.08m가 되어 선교의 폭이 좁은 것으로 나타나고 있으며, 총톤수 5,000톤급의 선박이라 하더라도 선교 폭에서 약 1.6m 정도의 여유밖에 없어 당직자의 활동 공간을 충분히 제공할 수 없는 형편이다. 이 표에서 알 수 있는 바와 같이 연안선박들이 집약형 콘솔을 채용하고자 하는 경우에는 전체적으로 선교의 폭이 부족하나, 선박의 폭은 여유가 있으므로 선교윙까지 폐위시키는 전체폐위형 선교의 채용이 필요하다.

<Table 5-16> Comparison of bridge breadth and console length(m)

	Ship's Breadth	Bridge Breadth	No. of Console	Single Console	Console Length
500 Ton Class	10.62	5.02	7	0.83	5.81
1,000 Ton Class	12.32	6.08	7	0.83	5.81
3,000 Ton Class	15.58	7.12	8	0.83	6.64
5,000 Ton Class	17.76	8.20	8	0.83	6.64

5.5 선교의 표준설계안

집약형 콘솔을 채용하게 되는 경우에는 항해 및 조종 워크스테이션, 감시 워크스테이션 및 조타 워크스테이션이 하나의 워크스테이션으로 이루어지게

된다. 이러한 워크스테이션의 구성에는 중앙에 조타기와 선박의 각종 정보를 알 수 있는 조종용 정보 콘솔이 위치할 것이며, 좌우로 법적 항해장비 및 자주 사용되는 무선설비 그리고 주기관 제어용 콘솔이 배치될 것이다. 또는 경우에 따라 이중 설치가 요구되는 설비는 좌우로 나누어 배치되게 될 것이다.

문서 및 계획 워크스테이션의 주 용도인 해도대로서의 역할은 해도가 ECDIS 또는 전자해도로 사용하게 됨으로써 별도의 해도대가 필요 없으나 로그북, 항로계획, Night order등을 위한 작업대가 필요하므로 이는 상기 콘솔중 하나를 이용하는 것이 좋다. 큰 크기의 해도를 보기 위한 해도대는 뒤쪽에 별도로 배치하여 도서 및 간행물용으로 같이 이용하여도 될 것이다.

통신 워크스테이션은 2002년 7월 1일자로 GMDSS 제도가 전면 시행되면서 모든 통신 설비는 선교에 비치하게 되어 반드시 설치되어야 하는 것이다. 이에 따라 선교 근무자가 항상 이용하여야 하는 VHF는 항해정보 콘솔에 설치하고 그 외 GMDSS 설비는 선교 후방의 적절한 곳에 설치하는 바람직하다. MF/HF 무선설비, INMARSAT 설비 등은 야간에 스크린의 빛이 항해에 방해가 되지 않도록 하는 조치가 필요하다.

안전워크스테이션은 선박의 종류에 따라 차이는 있으나 화재탐지패널, 화물창감시장치 등 선박의 안전에 필요한 표시반 및 조종장치가 설치되어야 하며 항해등 배전반, 수심측정기, 스피드로그, 선내시계조정기 등과 같이 하나의 콘솔을 이루는 것이 좋을 것이다.

기타 선교용 구명설비, 깃발, 형상물, 커피 및 음료대 등은 당직자의 통행에 방해가 되지 않는 선교 후방의 적당한 곳에 배치하면 될 것이다.

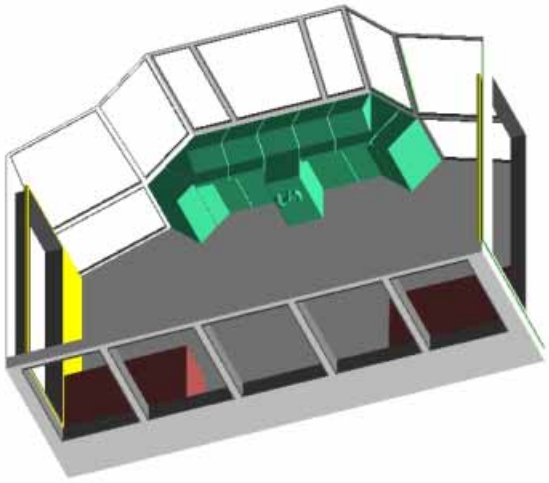
이와 같이 콘솔의 배치는 워크스테이션의 기능을 수행하기 위한 것이므로 기본적으로 워크스테이션의 기능에 따라야 한다.

이 연구에서는 연안선박들이 집약형 콘솔을 채용하기 위해서 전체폐위형 선교를 채택한다 것을 전제로 다음과 같은 3가지 표준 배치 방안을 제시한다. 다만, 전체적인 집약형 콘솔의 크기와 이들 콘솔을 선교에 어떻게 배치할 것인가에 대하여만 언급하며, 콘솔 상에 설비 및 조종장치 계기판을 어떻게 인간공학적으로 배치할 것인가에 대하여는 검토하지 않았다.

선교의 형상은 선교의 전면 창문의 중앙부가 선수방향으로 돌출되도록 하였다. 연안선박의 선교의 길이가 평균 5.0m인 것을 고려하여 선교 전면 창문을 돌출시켜 선교의 면적을 확보할 수 있도록 하였다. 총톤수 500톤급 선박의 선교 평균길이는 특별한 경우를 제외하면 4.0m 정도로 길이 방향도 상당히 짧은 것을 알 수 있다. 창문의 경우에는 그림에서 잘 나타나지는 않았지만 창문틀의 높이, 창문의 경사 등 국제기준에 적합하게 하는 것을 조건으로 하였다.

5.5.1 A 타입 선교

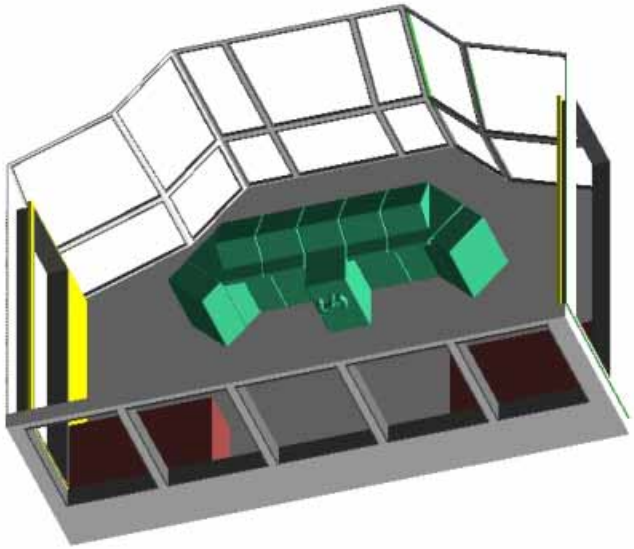
[그림 5-7]과 같이 집약형 콘솔을 선수 돌출부에 배치하여 선교의 길이가 짧은 단점을 극복할 수 있도록 하였다. 특히 총톤수 500톤급 선박에 유효할 것으로 판단된다. 이 경우 콘솔 하나의 길이가 880mm 정도이기 때문에 콘솔 앞에서 서 있거나 앉은 위치에서 최소 150mm 떨어져서 본다면 전체적으로 창문에서 1,030mm 후방에서 전방을 견시하여야 한다는 문제점이 있다. 또한 360° 방위를 측정할 수 있는 자이로 리피터의 전면 중앙부 설치가 곤란한 면이 있다.



[Fig. 5-7] Bridge configuration and console layout type A

5.5.2 B 타입 선교

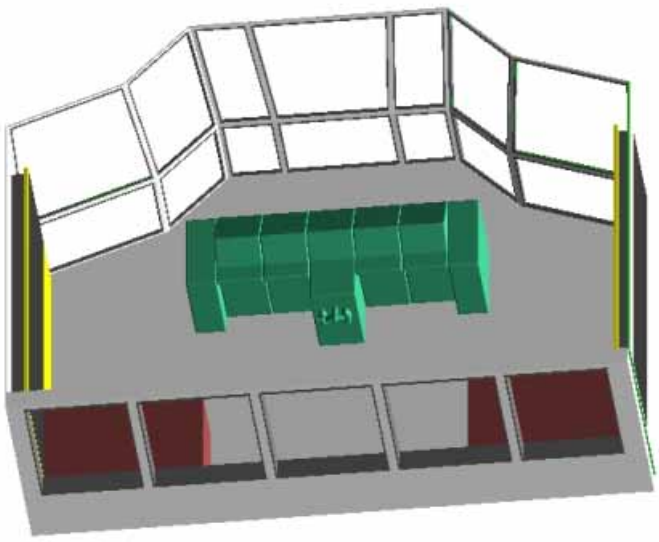
선교 중앙부에 콘솔을 배치하는 것으로 선교의 길이가 어느 정도 여유가 있는 경우에 설치할 수 있는 형태이다. A 타입에서의 콘솔을 전면 창문에서 1m 정도 떨어진 위치에 배치하는 경우로서 전면 창문에 대한 접근이 A 타입보다 용이하다. 그러나 콘솔의 전방을 지나다니는 사람에 의해 시야에 방해를 받을 염려가 있으며 조종장치의 조작, 선위의 확인 등을 위해 콘솔을 돌아다녀야 되는 불편함이 따를 수 있다.



[Fig. 5-8] Bridge configuration and console layout type B

5.5.3 C 타입 선교

B 타입 선교에서의 콘솔을 일자형으로 편 형태로 선교의 폭이 허용한다면 일자형 콘솔을 고려해 볼 수도 있다. B 타입보다 콘솔의 전체 길이가 길어지므로 선교 폭이 더 많이 필요하게되며 다른 장단점은 B 타입과 동일하도고 볼 수 있다.



[Fig. 5-9] Bridge configuration and console layout type C

5.6 타당성 검증

5.6.1 검증 방법

선교의 인간공학적인 설계에 대하여는 아직까지 연구 결과가 많지 않고, 더구나 선교의 인간공학적인 설계가 사고예방에 미치는 영향에 대하여는 연구된 바가 거의 없다. 물론 육상에서는 인간공학적인 고려에 의해 작업자의 부상의 횟수나 정도를 경감시키는 연구가 많이 진행되어 있지만, 선교의 설계와 배치에 대하여는 이러한 과거의 통계 등이 거의 없는 상태이다. 이와 같이 과거의 데이터가 없는 상태에서 선교배치의 타당성을 검증하기 위한 방법을 다음과 같이 구하였다.

앞 절에서 도면조사, 현장조사 및 설문조사를 통하여 얻은 결과를 바탕으로 세 가지 선교 표준설계 방안을 제안하였다. 이에 대한 검증은 정량적 방법 또는 정성적 방법으로 수행할 수 있다. 정량적 방법은 계량적인 모델과 데이터를 사용하여 검증하는 것으로 객관적이라 할 수 있지만, 그 사실만으로 반드시 정성적 검증보다 더 나은 방법이라 할 수 없을 뿐 아니라, 이 연구와 같은 인간공학적인 선교의 설계에 대하여 계량적인 모델과 데이터가 거의 없다는 점에서 정량적 방법을 사용하기는 어렵다. 따라서 정성적인 접근방법을 고려하였다.

정성적인 방법은 검증자의 개인의 능력에 크게 의존하며 동일한 상황에 대하여도 검증자에 따라 다른 결과가 나올 수 있다. 이와 같은 주관성으로 인하여 검증의 정확성을 객관적으로 평가할 수 없는 것이 정성적 검증법의 단

점이라 할 수 있다. 그러나 검증자의 판단이 전혀 멋대로 형성되는 것이 아니라 오랜 경험과 전문적인 지식을 바탕으로 하여 정보를 신중하게 검토한 끝에 판단을 내리는 경우에는 그 신뢰성이 한층 높아지는 것이다. 또한 정성적인 방법은 기술예측이나 데이터가 부족하거나 전혀 없는 경우, 또는 시간여유나 자금여유가 없을 때 주로 사용하고 있다[41]. 이와 같은 정성적인 검증법에는 델파이법, 설문조사법, 전문가 의견법 등이 있다.

델파이법은 여러 전문가의 판단을 조직적으로 수렴시켜 일치된 의견이나 예측을 도출하는 기법으로, 다수의 전문가로서 패널을 구성하여 이들 각자가 익명으로 예측을 조정자에게 회신하고, 집계된 회답을 다시 모든 참가자에게 피이드백 한다. 이와 같은 과정을 3~6회 반복하여 수렴된 예측을 얻는다. 이렇게 하는 것은 집단적 토의 결점이라 할 수 있는 영향력이 큰 인물에 의한 지배와 대세에 편승하는 경향을 없애기 위한 것이다. 단점으로는 편집결과의 피이드백 과정이 의견의 수렴을 강요하는 효과가 있을 수 있으며 패널의 규모나 구성에 따라서는 상당한 비용이 소요될 수 있다[42].

전문가 의견법은 한사람이 예측하는 것보다 여러 사람이 함께 의견을 교환하고 토의하여 예측을 하는 것이 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다는 가정에 기초를 두고 있다. 몇 사람의 패널을 구성하는 것은 델파이법과 같으나, 구성원간에는 예측에 관한 정보에 비밀이 완전히 개방되어 있는 상태에서 전문가들의 의견을 종합하여 예측하는 것이 다른 점이다[43].

설문조사법은 사용자로부터 직접 정보를 얻는 것이다. 설문조사를 실시하면 질적인 정보를 얻을 수 있으며 정성적 방법 중에서 가장 계량적이며 객관

적인 결과를 얻을 수 있다[44].

이 연구에서는 설문조사법과 전문가 의견법을 결합한 방법을 도입하였다. 먼저 전문가들에게 선박을 운항하는 항해사들로부터 설문조사로 파악한 현재의 선교에 대한 현황과 문제점에 대한 자료를 제공하고, 이들 설문조사에서 나타난 문제점 이외에 전문가들이 생각하는 문제점들과 이들 문제점을 해결할 수 있는 방안, 그리고 선교 전면 창문이 돌출된 경우의 장단점을 포함하여 저자의 3가지 표준 설계안에 대한 각각의 장단점을 전문가 설문조사의 방법으로 기술하도록 하였다. 전문가의 의견을 묻는 방법으로 모여서 의견교환을 한 것이 아니고 설문조사의 방법으로 수행하여 델파이법의 장점인 익명성을 보장하면서 전문가의 의견을 수렴하는 것은 전문가의견법의 장점을 채택한 것이다.

5.6.2 전문가 패널의 구성 및 의견

전문가 패널은 10년 이상의 승선경력을 가진 현직 선장과, 5년 이상 승선경력을 가지고 선급에 근무하면서 선박의 검사를 담당하고 있는 현장 검사원과 ISM 심사원, 총 10명으로 구성하였다.

전문가 패널의 의견을 2회에 걸쳐 종합한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 전문가들이 판단하는 연안선박 선교의 문제점으로는 선교 공간 협소, 계기 배치의 부적절, 선교 시야 확보 곤란 및 창문 크기가 적다는 것이 주를 이루었고, 선교 공간의 협소로 인한 해도실의 공간 부족과 설비들의 부적절

한 배치로 인한 이동거리의 증가를 언급하였다. 또한 VHF와 레이더가 서로 떨어져 있어 VHF 통화 시 레이더를 볼 수 없다는 의견이 제기되었으며, 위치 확인을 위하여 해도실에 있을 때 견시가 중단되는 되는 문제점과, 야간 항해시 해도실과의 조명차이를 지적하였다. 양하장치에 의한 시야 장애에 대한 문제점도 제기되었다.

2) 위에서 언급된 문제점을 해결하기 위한 방안으로는 선교의 크기를 규정으로 정하여야 한다는 의견과, 선교의 전면과 좌우를 유리로 대체하는 것이 좋다고 하였으며, 레이더 등 항해계기들을 집약형으로 설계하거나 또는 VHF를 레이더 근처에 배치하는 등, 설비와 계기를 적절히 배치하여 이동거리 및 기기에 접근하는 거리를 줄여야 한다고 주장하였다.

또한, 선교 전면을 돌출시켜 돌출된 부분에 집약형 콘솔을 배치하는 경우 뒤쪽 공간을 이용하고, 해도대를 집약형 콘솔에 가깝게 위치시켜 접근이 용이하도록 할 수 있음을 제안하였다. 한편, 시야장애는 선교를 선측까지 연장하여 해결할 수 있음도 제안하였다.

3) 연안선박에서 선교 전면 중앙부가 돌출된 선교의 장단점에 대한 질문에 대하여, 장점으로는 보다 넓은 시야가 확보되고, 선교 뒤쪽 공간 확보가 용이하다고 하였다.

한편, 단점으로는 각종 기기 조작의 불편 및 표시장치 읽기가 어려움이 있으며, 화물창과의 위치 고려시 설계가 용이하지 않음을 지적하였고, 정횡 후방의 시야 확보가 곤란한 것으로 지적되었다.

4) A 타입 선교의 장단점에 대하여 장점으로는 이동거리 단축으로 기기

조작의 신속성 확보 및 지속적 견시가 가능함과, 견시와 동시에 계기판 보기에 편리하며 일인 당직시 모든 것을 한꺼번에 처리 가능하다고 하였다. 또한 콘솔 후방 공간 활용이 가능하여 선교에서의 활동이 용이하게 될 수 있다고 하였다.

단점으로는 전방 견시가 곤란하다는 의견이 있어 장점과 일부 상충되는 의견이 있었으며, 계기판 불빛에 의한 시야 방해 가능성과 창문 앞쪽에서 좌우로 자유롭게 이동하면서 견시를 할 수 없는 것과, 본선과 가까운 거리에 있는 물표나 장애물을 끝까지 견시하기 곤란하다고 하였다. 또한 갑판상에서 이루어지는 상황을 관찰하기가 곤란하다고 하였다.

5) B 타입 선교의 장단점에 대하여 장점으로는 콘솔앞 공간이 확보되어 견시가 용이하고, 야간에 콘솔의 조명으로부터 방해를 받지 않으며, 창문 가까이 에서 선교 밑부분 갑판상을 관찰하기가 용이하여 시야 확보에서 A 타입보다 유리할 것으로 판단하였다.

단점으로는 위급시 혼자 당직이 불가(견시 및 타작동 동시 불가)함과, 항해계기를 확인하기 위하여 자주 이동하는 불편이 있으며, 공간활용이 곤란하고 기기 조작중 견시가 필요한 경우 콘솔을 돌아서 나가야 하는 불편을 없애기 위하여 집약형 콘솔의 중간에 통로를 두는 분리형이 바람직함을 제시하였다. 응급 조작이 잘못될 가능성과 견시하는 동안 각종 계기 표시장치를 읽을 수 없고 즉각적인 조치가 곤란함도 지적되었다.

6) C 타입 선교의 장단점에 대하여 장점으로는 B 타입과 동일하다는 의견과, 콘솔의 조명으로부터 독립되어 야간 견시에 지장이 없음을 제시하였다.

단점으로는 B 타입 선교와 같은 문제점이 있으며 콘솔의 길이가 길어

져 항해 설비의 사용시 이동이 더 많아지고 사용하는데는 부적절한 형태로 인식하였다.

5.7 연안선박용 표준선교

5.7.1 선교의 형상 및 콘솔의 배치

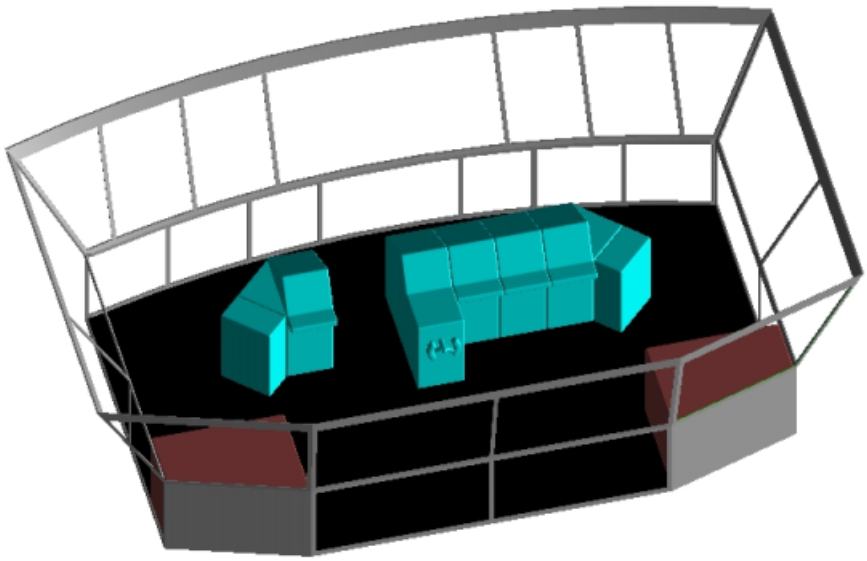
이 절에서는 연안선박용 표준선교를 설계함에 있어 선교의 형상과 콘솔의 배치에 대하여 다음과 같은 원칙을 제시한다 ;

1) 선교 전면이 선수쪽으로 돌출되는 형상은 대부분의 소형 연안선박에서 갑판상 화물작업에 방해가 될 우려가 있다. 따라서 선교 전면은 돌출형이 아닌 부드러운 곡선으로 처리하되 거주구역 전면보다 튀어나오지 않도록 하는 것이 좋다. 대형선에서는 선교의 높이가 높아 화물작업에 영향을 받지 않으나 소형 연안선박에서는 선교의 높이가 낮아 육상 또는 본선의 하역장치에 의한 작업에 영향을 받을 수 있음을 고려하여야 한다.

2) 선교내 집약형 콘솔의 채택에 있어 선교 폭과 필요한 콘솔의 길이를 고려할 때, 총톤수 500톤에서 3,000톤 사이의 선박은 선교윙까지 폐위하여 필요한 선교 면적을 확보하여야 하며, 총톤수 3,000톤 이상의 선박에서는 비교적 넓은 선교 면적을 확보할 수 있으므로 반드시 선교윙까지 폐위하여야 할 필요는 없다.

3) 콘솔의 배치는 선교 전면에 밀착하는 방안보다는 선교 전면에서 1m 정도 떨어져 설치하는 것이 좋다는 결론이다. 이는 우리 나라 항해사들이 감성적인 면에서 선교 창문 가까이에서 견시를 하는 것이 보다 확실한 방법이라고 생각하고 있는 것으로 판단되며, 견시 위치에서 항해계기에서의 정보를 신속하게 획득하기 위하여, 집약형 콘솔의 전체 일체형보다는 분리형으로 하여 중간에 항해사들이 다닐 수 있는 통로를 만드는 것이 좋다.

4) 선교의 길이는 연안선박에서도 크게 문제되지는 않을 것으로 판단된다. 따라서 연안선박에 요구되는 선교의 크기는 폭 8m, 길이 4.5m 이상이어야 한다. 콘솔은 선교 전면으로부터 1m 떨어져 배치하고, 일체형 콘솔보다는 중간에 80cm의 통로를 두는 배치가 가장 이상적이다.



[Fig. 5-10] Bridge configuration and console layout type D

5.7.2 공통 고려사항

1) 선교의 시야

폐위된 선교에서 시야는 모든 워크스테이션에서 최적의 시야를 확보하여야 한다. 접안시 선측과 부두를 동시에 관측하기 위하여 폐위된 선교는 선측의 최대 폭까지 연장되어야 하며, 필요한 지시기와 표시기를 이용할 수 있어야 한다. 종래의 선교윙에 해당하는 부분의 전면 창문을 통한 시야도 선교 근무자에게 방해받지 않는 시야를 제공하여야 한다.

콘솔에서 뒤를 볼 때 화장실과 연돌을 일직선상에 위치시켜 후방 시야의 차폐구간을 최소로 하여야 한다. 가능한 한 연돌의 지름을 적게 하고 필요하다면 연돌의 해당 부분을 투명한 재료를 사용하여 시야를 확보하는 것이 좋다.

2) 창문

전체 폐위 선교는 전체가 창문으로 배치되어 선교에서 360° 관찰에 문제가 없어야 한다. 가능하면 크기가 큰 유리를 이용하여 창문틀 부분을 최소화할 수 있도록 하여야 한다. 현재 기술적으로 2.5미터에서 3미터 정도의 창문이 가능하다. 바닥에서 천장까지 창문으로 처리하는 경우에는 수평으로 중간 부분에서 나누어 줄 수 있다.

3) 접근로

아래 갑판에서 선교로 통하는 통로는 선교의 후방으로 연결되는 통로계단이어야 하며 출입문으로부터 콘솔 사이에 장애물이 있어서는 아니 된다.

선교 후방에 위치하고 있는 화장실, 책장 등으로 인해 선교 내에서 이동하는데 방해받지 않도록 하여야 한다. 연안선박에서도 가능하면 이들 통로가 최소 800mm는 되어야 한다.

4) 온도

계절 또는 기후조건에 적절한 옷을 입은 상태에서 가벼운 작업을 수행하기에 효과적인 온도의 적절한 범위는 온화한 기후 또는 하절기일 때 21℃ 내지 27℃이고 쌀쌀한 기후 또는 동절기일 때 18℃ 내지 24℃이다. 연안선박에서도 대부분 냉난방 시설이 설치되어 있으나 이러한 요건을 만족할 수 있도록 조절할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

5) 습도

습도는 20% 내지 60% 사이를 유지되어야 하지만 40%에서 45%를 유지하는 것이 바람직하다. 21℃에서 대략 45%의 상대습도가 유지되어야 한다.

6) 통풍

충분한 정도의 공기의 흐름이 당직자에게 공급되어야 한다. 공기의 흐름은 선교내의 온도에 따라 달라질 수 있으며 온도가 18。C에서 23。C인 경우 공기의 흐름은 0.3m/s - 0.5m/s이어야 한다. 폐위된 구역에서의 공기 순환 비율은 시간당 6회 공기가 교환되는 것이 권고된다.

7) 소음

작업장 소음레벨은 통상적인 육성, 전화, 무선통신에 방해되지 않고 피로 또는 신체적인 상처를 야기하지 않으며 전체 시스템의 효능을 저하시키지

않는 수준에서 유지되어야 한다.

8) 진동

선교에서 불편한 정도의 진동은 피해야 한다. 선교에서의 진동은 선교작업자가 자신의 역할에 방해를 받거나 건강상의 위험에 처하지 아니하는 정도까지 제거되어야 한다.

다음 표는 피해야하는 진동범위를 나타낸다.

<Table 5-17> List of vibration ranges which should be avoided

Range	Effect
0.1 ~ 0.5 Hz particularly ca. 0.25 Hz	Motion sickness
1.5 ~ 30 Hz particularly 10 ~ 25 Hz	Vision blur
10 ~ 20 Hz	Involuntary increase in muscle tone, leading to difficulty in controlling posture and movement
합계 : 0 ~ 30 Hz Major source of problems	Magnitude of effects depends upon vibration amplitude

Source : DNV, Rules for Nautical Safety Section 3, July 1991

9) 조명

항해중이거나 정박중, 주간 및 야간에 선교 임무를 원활히 수행하게 할 수 있는 적당한 조명이 제공되어야 한다. 워크스테이션은 주변보다 높은 밝기가 가능해야한다. 또한 창문 및 갑판 상에 불빛반사가 발생하지 않도록 주

의 해야한다. 이를 위해서는 작업구역과 주변구역과의 조도 차이가 크지 않도록 해야하며, 간접적 눈부심을 최소화하기 위하여 반사가 되지 않는 표면이 사용되어야 한다. 조명장치는 기기와 조종장치에서 요구되는 것과 같이 당직자가 조명 강도 및 방향을 조정할 수 있어야 한다.

당직자가 선교의 각기 다른 구역에서 요구되는 밝기와 방향 혹은 개별 계기와 조절장치의 필요에 의해 조명을 조정할 수 있게 조명시스템에서의 원활한 유연성이 필요하다. 다음 표는 일반적으로 권장하는 밝기의 목록을 보여준다.

<Table 5-18> Recommended illumination of bridge

Place	Colour/illumination
Bridge adjacent offices, Day	White, continuously variable from 0 to at least 500 Lux
Bridge, night	Red, continuously variable from 0 to 20 Lux
Adjacent corridors and rooms for noisy equipment, night	White, continuously variable from 0 to at least 300 Lux
Adjacent corridors and rooms, night	Red, continuously variable from 0 to 20 Lux. Automatic door switches should be fitted
Obstacles	Red, spotlight, continuously variable from 0 to at least 20 Lux
Chart table, day	White, floodlight, continuously variable from 0 to 1,000 Lux, White, spotlight, continuously variable from 0 to 100 Lux
Chart table, night	Combined red and white, floodlight, with each colour continuously variable from 0 to 20 Lux,. Combined red and white, spotlight, with each colour continuously variable from 0 to 20 Lux,.

Source : ISO 8468 paragraph 7.5

10) 표면

선교 표면 마감재는 구조물 배치 및 환경 설계의 일부분으로 간주하여야하며 눈부심이 생기지 않아야 한다. 불빛이 생기지 않게 하기 위하여 갑판, 격벽, 콘솔, 창문 주위 및 아래에는 광택이 없는 재료로 마감하여야 한다.

조타실, 선교윙 및 선교 상부 갑판은 미끄러지지 않는 표면처리를 하여야 하며 모든 표면은 통상적인 환경에서의 마모를 견딜 수 있어야 한다.

11) 색깔

색깔은 전체적으로 안정감을 주어야 하며 반사를 최소화할 수 있도록 선택되어야 한다. 밝은 색은 사용되어서는 아니 되며 어둡거나 중간정도의 초록색이 권고된다. 다른 방법으로 푸른색이나 갈색이 사용될 수도 있다.

기능과 신호 색깔 코드는 ISO 2412의 지시기 불빛의 색깔에 따르며 다음 표는 시스템 기능에 대한 색깔 코드의 권고이다.

<Table 5-19> Recommended color codes for system functions

Function	Color code
Danger, Alarm, Emergency, Stop, Off	Red
Attention, Abnormal condition, Warning	Yellow
Safety, Start, On	Green
Indication	Blue, Grey, White

Source : DNV, Rules for Nautical Safety Section 3, July 1991

12) 근무자 안전

선교내부, 신교윙, 상부선교갑판은 미끄럼방지표면이어야 하고, 근무자에

게 상처를 줄 수 있는 날카로운 가장자리나 돌출물이 있어서는 안 된다.

그리고 악천후 속에서도 근무자가 안전하고 움직이거나 서있을 수 있도록 충분한 손잡이 또는 핸드레일이 설치되어야 한다. 계단 개구의 보호는 특별히 고려하여야 한다.

또한 선교에 보관하는 모든 안전장비는 뚜렷하게 표시되어야 하고 접근이 용이하고 보관위치를 쉽게 식별하게 표기되어야 한다.

제 6 장 결 론

해난사고의 원인 중 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것이 인적요소라고 하지만, 사고의 조사에서 선교 당직자가 졸았는지, 실수인지, 기기의 사용법을 몰라서인지, 기기가 주는 정보를 정확하게 이해하지 못해서인지 또는 기기의 설계와 배치가 인간공학적으로 이루어지지 않아 실수를 유발할 수 있는 여지가 있었는지 등의 실질적인 인적요인에 대하여 접근할 수 있는 방법은 현실적으로는 대단히 어렵다. 다만, 이러한 여러 가지 사정들이 사고에 직·간접적인 원인을 제공하였을 것으로 추정될 뿐이다. 따라서 이 연구에서는 선교의 설계 및 배치에 인간공학적 개념을 도입함으로써 사고 예방에 기여하고자 하였으며, 특히 우리 나라 연안의 주 교통을 이루며 사고가 많은 연안 선박의 표준 선교 설계안을 제시하였다.

제2장에서 선교란 선박의 조종 및 항해업무가 수행되는 장소로써 조타실과 선교윙을 포함한다는 정의와, 이러한 선교가 기술발전과 SOLAS의 개정에 따라 무선방향탐지기, 레이더 등이 선교에 설치되었다. 1983년에는 ARPA가 선교에 법정설비로 탑재되었으며, 최근 2000년 개정에서는 AIS, VDR을 비롯하여 ECDIS를 도입하는 등 선교 설비의 변화를 추적하여 분석하였다. 인간공학이란 인간이 만들어 생활하는 여러 국면에서 사용하는 물건, 기구 혹은 환경을 설계하는 과정에서 인간을 고려하는데 있다는 개념을 선교에 적용함에 있어서의 6가지 관점, 즉, 인간/기계 상호관계의 물리적인 면과 인식적인 면, 워크스테이션의 배치, 물리적 환경, 심리적 환경 및 업무설계와 훈련에 대한 원칙적인 면을 확인하였다.

제3장에서는 IMO의 인적요소에 대한 활동중 1974년 SOLAS의 2000년 개정 제5장 제15규칙에 대한 상세한 분석으로 선교팀의 임무와 임무를 수행하기 위해 필요한 항해설비 및 정보제공 설비를 분류하고, 이들을 선교내에 인간공학적으로 배치하기 위한 기초작업을 하였다. 또한 IACS 및 ISO에서의 선교 설계와 배치에 대한 규정의 내용을 확인하였다.

제4장에서는 ISO 8468과 MSC/Circ.982의 규정 내용과 IACS에서의 특별작업그룹의 작업내용을 기초로 하여 선교의 형상, 선교의 시야, 창문의 형상, 워크스테이션의 배치, 기능 및 설비의 종류에 대하여 연구하고 기준을 제시하였다.

제5장에서는 도면조사를 통하여 우리 나라 연안선박의 선교의 크기가 총톤수 500톤급 선박에서는 가로 x 세로가 평균 5.02m x 4.68m, 총톤수 1,000톤급 선박이 6.08m x 4.28m, 총톤수 3,000톤급 선박이 7.12m x 5.19m이며, 총톤수 5,000톤급 선박이 8.2m x 5.9m임이 알려졌다. 이들 연안선박에 필요한 설비 등을 수용하는 집약형 콘솔의 길이와 선교 폭을 비교할 때 총톤수 500톤에서 3,000톤급 선박에서는 선교 폭이 집약형 콘솔을 수용하기에 충분하지 못함이 확인되어, 선교윙까지 폐위하는 전체폐위형 선교의 채택이 필요한 것으로 검토되었다

설문조사 결과, 연안선박에 설치하고 있는 항해설비는 법적으로 요구되는 설비 정도이며, 레이더를 추가로 설치하는 정도에 머무르고 있다. 선교내 설비의 배치와 관련하여 선교 면적의 협소로 인하여 불편을 느끼고 있는 응답자가 전체 50명중 27명이었으며, 선교내 이동거리가 많다고 대답한 응답자가

51명중 27명으로 면적이 협소함에도 이동거리로 인한 불편을 느끼는 것은 선교 배치에 많은 문제가 있음을 나타내고 있었다. 선교의 환경과 관련한 응답에서는 대부분 필요한 조명, 냉난방, 통풍, 습도조절, 진동, 소음 등에 대한 조치가 있다고 하였으나 일부 개선이 필요한 것으로 나타났다.

현장조사에서는 선교 전면 팔걸이의 높이가 1.2m에 달해 전면 갑판의 관찰이 곤란하거나 불편한 경우, 기관 텔레그라프가 독립 콘솔로 분리되어 있어 입·출항 업무시 선교팀의 인원수가 적은 연안선박에서 작업부하를 가중시키는 경우, 그리고 안전설비들이 벽면에 무질서하게 설치된 경우 등을 확인하고 이들을 집약형 콘솔로 일괄 수용할 필요성이 있음을 확인하였다.

이러한 도면조사, 설문조사와 현장조사를 통하여 우리 나라 연안선박 선교의 문제점을 확인하고, 이들을 개선할 수 있는 선교의 형상과 배치를 위해 3가지 표준 선교(안)을 제시하였다. 선교의 형상은 세 가지 선교 모두 선교 전면 중앙 창문을 거주구역 전면보다 앞으로 돌출되게 하는 전면 중앙돌출형과 선교윙까지 폐위하는 전체폐위형을 제안하였다. 선교내 콘솔은 선행연구들에서 장점이 입증된 집약형 콘솔을 3가지 형태로 배치하였다. A 타입은 칵-핏형의 집약형 콘솔을 돌출된 전면 창문에 밀착시켜 배치하였으며, B 타입은 동일한 콘솔을 전면 창문에서 1m 정도 떨어져 배치하였고, C 타입은 집약형 콘솔을 일자형으로 선교 중앙에 배치하였다.

상기 선교의 형상과 3가지 콘솔의 배치에 대한 타당성을 검토하고자 전문가 패널을 이용한 설문조사법과 전문가의견법을 이용하여 확인하였다. 전문가 패널의 의견을 집약한 결과, 선교의 형상에 있어 선교가 거주구역보다 전

면으로 돌출되는 경우 선교면적의 활용과 견시에는 유리한 점이 있으나, 갑판 하역작업 등에 방해 요인이 될 수 있어 돌출형보다는 거주구역 전면과 동일한 평면으로 부드러운 곡선을 채택하였다. 콘솔의 배치는 B 타입의 배치를 기준으로 하고, 콘솔의 왼쪽에서 1/3 지점에 800mm 정도의 통로를 설치하여 전면 창문에서 콘솔로의 이동을 자유롭게 하였다.

이상과 같이 이 연구에서는 연안선박에서 채용하여야 할 선교의 형상, 선교 내 콘솔의 배치를 제시하였다. 그러나 선교에서 많이 사용되고 있는 컴퓨터를 이용하는 설비에 대한 인간/컴퓨터의 상호관계에 대하여 깊이 있게 검토하지 못하였다. 육상 산업계에서는 이와 관련된 연구 실적이 많이 나와 있지만 해상 상태에서의 내구성과 해기사의 특성을 고려한 연구가 필요하다고 본다. 또한 선교 환경의 문제에 대하여는 실측자료를 기준으로 한 연안선박에 맞는 새로운 기준을 정립할 필요가 있다.

우리 나라 연안선박 승무원의 자질문제, 장비의 낙후 등을 감안할 때 연안선박들에 대한 자동화 설비의 강제화는 대폭 강화되어야 한다. 다시 말해서 대형선에서 요구되는 ECDIS, ARPA 등의 성능기준과 유사한 GPS Plotter, EPA등을 비롯하여 AIS, ATA등의 설치가 필요하다. 이들 장비는 항로이탈을 방지하고 상대선의 동정을 파악하는데 있어 승무원들의 노력을 줄일 수 있는 가장 유용한 설비가 될 수 있기 때문이다.

1974년 SOLAS의 2000년 개정에 의하면 2002년 7월 1일부터 건조되는 선박의 선교는 제5장 제15규칙에서 정하는 원칙이 적용되어야 하지만, 아직까지 명확한 지침이 개발되지 않았다. MSC/Circ.982가 이를 위한 지침으로 채

택되었지만 일부 내용상 적용하기 어려운 부분으로 인하여 각 국 정부에서는 이의 강제 적용을 유보하고 있는 입장이다. 따라서 현실적으로 선박에 적용하여야 할 규정이 없는 현실에서 이 논문이 어느 정도 해결책을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 이덕수, "자동화선박 레이아웃의 인간공학적 설계에 관한 연구", pp.123 - 124. 1997. 8.
2. H. Schuffel, "The Ship Wheelhouse of the Ninties", Journal of Navigation Vol. 42, No. 1
3. L. von Breda, "Ship Control with Electronic Chart and Path Prediction", MARSIM & ISCM '90 논문집
4. Branch. A.E. : "Dictionary of Shipping, International Business Trade Terms and Abbreviations", London, Witherby & Co., 1995
5. Kemp P. : "The Oxford Companion to Ships and the Sea", Oxford, Oxford University Press, 1994
6. ISO 8468, "Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines"
7. Barry Morgan, "Thirty years view from the Bridge", A Special supplement to the Naval Architecture (RINA), pp.25-30., 2002.
8. 하원재, 국제해사기구 제45차 항해안전소위원회 회의 참가보고서
9. 오병열, 국제해사기구 제46차 항해안전소위원회 회의 참가보고서
10. 한길용, 옥경석, 강성진, 김창제, 『Mandatory Carriage Requirements of New Navigational Instruments (Revision of SOLAS Chapter V)』, 한국항해학회지 제22권 제1호, 1998. 3, p.33.
11. 한길용, 옥경석, 강성진, 김창제, 『Mandatory Carriage Requirements of New Navigational Instruments (Revision of SOLAS Chapter V)』,

한국항해학회지 제22권 제1호, 1998. 3, p.37.
12. 한길용, 옥경석, 강성진, 김창제, 『Mandatory Carriage Requirements of New Navigational Instruments (Revision of SOLAS Chapter V)』, 한국항해학회지 제22권 제1호, 1998. 3, p.36.
13. Resolution MSC.86(70) Annex 1, 1998
14. 1974 SOLAS 2000 Amendment Chapter V Regulation 15
15. 박경수, 『인간공학』, 영지문화사, pp. 4-5, 1990
16. Woodson W.E. & Conover D.W. "Human Engineering Guide for Equipment Designers", University of California Press, 1964
17. K. P. Dickens, "Ergonomics of Bridge Design and Operation" Maritime Division Southhampton institute of Higher Education, 1993
18. Mccormick E. "Human Factors in Engineering and Design" 4th edition), McGraw-Hill, Inc., 1976
19. IMO 총회 결의 850(20), 1997
20. IMO 총회 결의 481(XII), 1981
21. IMO 총회 결의 772(18), 1993
22. IMO Home Page Human element, 2002
23. IACS CG/BDEA Working paper D0c.4 Ver. 2.0, 2002
24. 1974 SOLAS 2000 Amendment Chapter V Regulation 18
25. 1974 SOLAS 2000 Amendment Chapter V Regulation 22
26. 일본선급, 『Rules for Navigation Bridge Systems』, chapter 1 to chapter 5, 2002.
27. ISO 8468 Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines

28. ISO 8468 Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines
29. ISO 8468 Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines
30. ISO 8468 Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines
31. MSC/Circ.982, "Guidelines on Ergonomic Criteria for bridge equipment and layout", 2000. 12.
32. IACS CG/BDEA Working paper Doc.3 Ver. 2.0, 2002.
33. MSC/Circ.982, "Guidelines on Ergonomic Criteria for bridge equipment and layout", 2000. 12.
34. IACS CG/BDEA Working paper Doc.3 Ver. 2.0, 2002.
35. ISO 8468 Second edition 1990 Ship's bridge layout and associated equipment - Requirements and guidelines
36. ATOMOS II Task 2.5 Programmable System Development Guidance
37. Dr. Thomas F. Sanquist, Dr. John D. Lee, Dr. Marvin C. MacCallum, Dr. Anita M. Rothblum, "Evaluation Shipboard Automation : Application to Mariner Training, Certification and Equipment Design", NTSB Forum on Integrated Bridge System, 1996.
38. 김상수, "선박충돌사고의 원인조사 및 분석방법에 관한 연구", p.24, 2000. 2.
39. 나송진, "해도의 사용실태 조사와 개선방안에 관한 연구", p.22, 2000. 2.
40. 한국해운조합, "연안여객선 안전운항기준에 관한 연구" p.2-76. 1997
41. 임석현, 『생산·운영관리』, 삼영사, pp.347 - 348, 1997. 7.

42. 임석현, 『생산・운영관리』, 삼영사, p.349, 1997. 7.
43. 이병천, 신호균, 김정태, 이창선, 『생산운영관리론』, 형설출판사, p.128, 2000. 2.
44. 임석현, 『생산・운영관리』, 삼영사, p.351, 1997. 7.

부록

인간공학적 선교설계를 위한 설문조사

안녕하십니까?

오늘도 불철주야 해상에서 수고하시는 선장님 이하 항해사 여러분 안녕하십니까?

선교는 예로부터 선내에서 가장 중요한 장소로서 그 중요성은 새삼 말할 필요가 없습니다. 그러나 비교적 크기가 적은 선박들은 선교의 면적에서부터 시작하여 여러 가지 열악한 상태를 내재하고 있습니다. 가장 교통량이 많은 해역을 중심으로 운항하고 있음에도 불구하고 대형선에서 누리고 있는 여러 가지 자동화 설비의 장점을 이용하지 못하고 있으며 선교내의 설비도 대형선에 비하여 열악한 형편입니다.

이러한 여러 가지 사항을 개선하기 위하여 현실적인 문제들을 파악하고자 합니다.

번거로우시지만 약간의 시간의 할애하여 설문에 응해 주시기 바랍니다.

감사합니다.

2002년 6월

다음의 내용을 읽으시고 해당하는 사항에 x 표 또는 알맞은 내용을 기재하여 주시기 바랍니다.

1. 일반사항

번호	질문내용	응답 기재란
1	귀하의 직책은?	선장( ), 일항사( ), 이항사( ), 삼항사( ), 기타( )
2	귀하의 승선경력은?	( )년
3	현재 승선중이거나 가장 최근에 승선한 선박의 선종	일반화물선 ( ), 유조선( ), 케미칼 탱커( ), 벌크선( ), 컨테이너선( ), 기타( )
4	상기 선박의 항로는?	우리 나라 연안( ) 우리 나라 - 일본 ( ) 우리 나라 - 일본 - 중국 ( ) 우리 나라 - 동남아 ( ) 전세계 ( )
5	상기 선박의 총톤수는?	500톤 - 1,000톤( ) 1,000톤 - 3,000톤( ) 3,000톤 - 5,000톤( ) 5,000톤 이상( )
6	상기 선박의 L x B x D	길이( )m 폭( )m 깊이( )m

2. 선교에 설치된 설비를 확인하여 주십시오.

1. 항해설비	레이더□ ARPA□ 전자해도(ECDIS□ , GPS Plotter□ , 기타□) GPS□ 자이로□ 마그네틱컴파스□ 주간신호등□, 항해등배전반□ Log□ NAVTEX□ Weather Fax□ Echo Sounder□ 위성EPIRB□ Radar Transponder□ 자동항법장치□
2. 계기판	기압계□ 풍향풍속계□ 타각지시기□ 엔진회전수표시기□ 시계□ 선회율표시기□ 경사계□
3. 통신설비	VHF□ 선내전화□ 선내방송□ GMDSS 설비□ 2182KHz 수신기□
4. 안전설비	화물창 온도/압력표시반□ 화재탐지경보반□ 선내 수밀문 개폐표시기□
5.기관콘트롤	텔레그라프□ 주기관 운전기□ 기관실통풍비상정지□ 펌프비상정지□
6. 기타설비	구명설비□ 형상물□ 깃발□ 수로지 및 간행물□ 커피준비대□ 쌍안경 수납대□ 책장□

상기 이외에 설치된 기기나 계기판 등이 있으면 기재해 주시기 바랍니다.
( )

3. 선교에 대한 질문

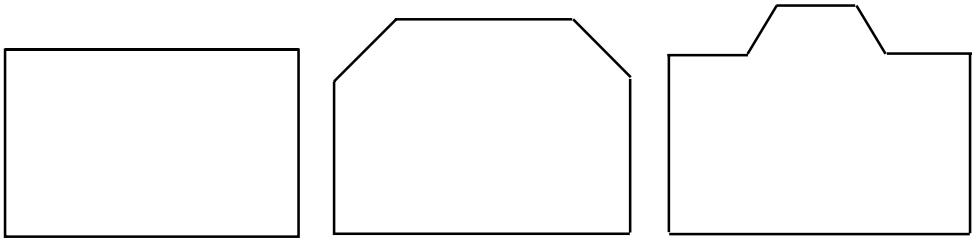
3.1 귀선 선교의 개략적 크기 : 가로 ( )m 세로( )m

3.2 선교 전면부의 형태 :

① 선교 전면 유리창이 거주구역과 동일 평면상이다.

② 선교 전면 유리창 전체가 선수방향으로 튀어나와 있다

③ 선교 전면 유리창의 중앙부만 선수방향으로 튀어나와 있다.



3.3 선교 설비 배치에 대한 귀하의 생각은?

	그렇다	다소 그렇다	보통	문제 없다
1. 레이더, 해도대, 엔진조정등을 위한 설비들이 서로 떨어져 있어 필요시 이동거리가 많아 불편하다. 연안항해시 물표확인, 위치확인, 기관운전등 여러 가지 업무가 한꺼번에 발생하는 경우에도 이러한 설비들이 서로 떨어져 있어 불편하다.	□	□	□	□
2. 타각지시기, 엔진회전수표시기등 각종 계기의 위치가 부적절하여 쉽게 확인할 수가 없다.	□	□	□	□
3. 당직사관이 상대선의 동태를 확인하는데 창문의 크기가 작거나 위치가 부적절하여 선박조종을 위한 시야 확보가 어렵다.	□	□	□	□
4. 기기의 크기가 커서 발판을 놓아야 높이가 맞는다	□	□	□	□
5. 선교의 면적이 협소함을 느낀다	□	□	□	□

3.4 선교의 환경에 대한 귀하의 의견은?

	된다	일부 가능	안된다 없다
1. 조명장치는 밝기가 조절됩니까?	□	□	□
2. 선교에 냉방 및 난방이 가능합니까?	□	□	□
3. 선교의 습도를 조절할 수 있는 장치가 있습니까?	□	□	□
4. 선교에 온도조절을 위한 냉방이나 난방장치 외에 공기의 순환을 위한 통풍장치가 있습니까?	□	□	□
5. 선교에서 근무하는 동안 불쾌함을 느낄 정도의 소음이 있습니까?	□	□	□
6. 선교에서 근무하는 동안 불쾌함을 느낄 정도의 진동이 있습니까?	□	□	□
7. 선교의 바닥이나 벽면은 빛이 반사되는 재질입니까?	□	□	□

3.5 선교내 설비의 위치와 개략적인 크기를 간략하게 표시해 주십시오.
(설비의 내용은 제2항의 항목을 참조하시기 바랍니다.)

(예)

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>자이로</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="3">레이더</td><td rowspan="3">알파</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">텔레그라프</td><td rowspan="3">기관조종</td><td></td><td rowspan="4">구명설비, 깃발</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">조타기</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2" rowspan="3">GMDSS 설비</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3" rowspan="2">해도대</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

4. 현재 보유하고 있는 설비 외에 추가로 설치하는 경우 항해에 도움이 되겠다고 생각되는 설비를 기재하여 주십시오. (시중에서 이용 가능한 것 모두 포함)

( )

전문가 질문

□ 별첨의 연안선박 사관들이 현재 선교에 대하여 대답한 내용을 검토하신 후 다음사항에 대하여 답변해 주시기 바랍니다.

* 이 설문에서는 우리 나라 연안선박을 대략 500톤에서 5,000톤 정도 사이의 선박으로서 우리 나라 연안에서 동남아 항로정도를 운항하는 선박이라고 정의합니다.

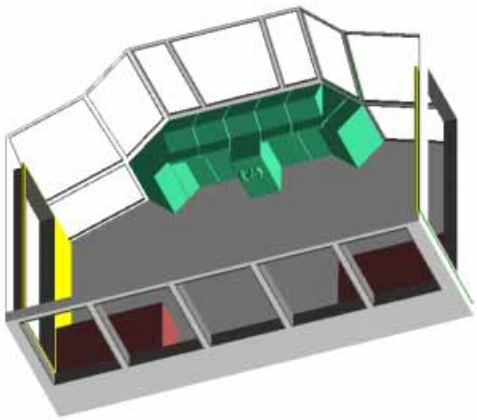
1. 연안선박 사관들이 느끼는 현재 선교에 대한 문제점 이외에 이들 선박의 선교의 형상, 설비의 종류 및 배치와 관련하여 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?

2. 상기에서 언급된 문제점을 해결하기 위한 방안을 제시하신다면 어떠한 방법이 좋다고 생각하십니까?

3. 연안선박에서 선교 전면 중앙부가 돌출된 선교의 형태를 채용한다면 어떠한 장점과 단점이 있다고 생각하십니까?

4. 연안선박의 선교내 콘솔의 배치에 있어 다음 세 가지 타입에 대하여 각각의 장점과 단점을 말씀해 주시기 바랍니다.
   (콘솔은 집약형으로서 연안선박에 요구되는 항해설비와 항해 및 조종에 필요한 각종 계기와 표시반이 적절히 설치된 것을 조건으로 합니다.)

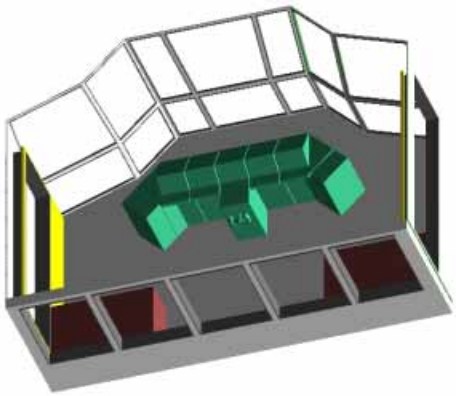
4.1 A 타입 선교 : 콘솔이 돌출된 전면 창문에 밀착되어 배치된 형태



장점 :

단점 :

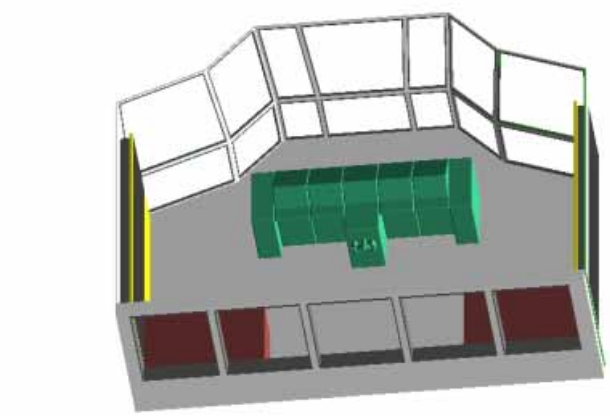
4.2 B 타입 선교 : 콘솔이 전면 창문에서 일정거리 떨어져 있는 경우



장점 :

단점 :

4.3 C 타입 선교 : 콘솔이 전면 창문에서 일정거리 떨어져 있는 상태에서 콘솔이 일자형을 배치된 형태



장점 :

단점