

## 인간공학적 Bridge Conning Display 설계에 관한 연구

양영훈· 이봉왕· 유재문\*\*· 이창민\*

\* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

\*\* 충남대학교 선박해양공학과

### A Study on the Design of Ergonomic Bridge Conning Display

Young-Hoon Yang\* · Bong-Wang Lee\* · Jae-Moon Lew\*\* · Chang-Min Lee\*

\* Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering/KORDI

\*\* Chung Nam National University

**요 약** : 기술의 발전에 따라 다양한 항해 계기들이 개발되고 있으나, 인간 과실에 의한 해양사고는 지속적으로 발생하고 있다. 따라서 사고를 감소시키기 위해 항해 장비들을 인간공학적으로 배치하고 설계하는 것이 관심의 대상이 되고 있다. 이러한 흐름에 각 국의 선급 및 해운 관련 기구에서는 인간공학적 개념을 적용한 통합선교시스템(Integrated Bridge System : IBS)에 대한 규정을 마련하고 있으며, IBS는 인간 과실로 인한 해양사고를 감소시키기 위한 설계와 정보의 제공을 중심으로 발전 할 것으로 예상된다. IBS의 일환으로, 선박 운항 시 항행정보를 하나의 모니터에 보여주는 Conning Display는 선교 근무자가 필요한 정보를 얻기 위해 취하는 부수적인 행동, 시간 등을 단축시킨다. 그러나 Conning Display 설계에 있어 표준화된 규범이 없으므로 객관적 연구가 필요한 실정이다. 본 논문에서는 설문조사와 스케치 기법, 휴리스틱 평가 등의 방법들을 통해 Conning Display의 인간공학적 설계를 위한 요소를 추출하였다. 이를 바탕으로 새로운 Conning Display를 제작하여 기존 Conning Display와 비교, 평가 실험을 실시하였다. 본 논문의 결과를 통해 향후 더 나은 Conning Display를 설계, 개발하는데 있어 인간공학적 지표를 제시하고 하나의 표본으로 사용될 수 있을 것이라 사료된다.

**핵심용어** : 인간공학, 통합선교시스템, Conning Display, 디스플레이 설계, 인간공학적 설계

**ABSTRACT** : According to the development of technology of the navigational equipments, many bridge equipments have been improved, however, marine accidents by human error have not been reduced. Therefore, a matter of primary concern is focused on whether bridge equipments of ships are ergonomically arranged to reduce errors due to human factors. As part of a design of IBS(Integrated Bridge System) standard, rules of the conning display to save time and additional movements to obtain important informations of a ship should be established as soon as possible. In the present study, ergonomic design factors for the conning display are studied through the survey of related works, heuristic evaluations, sketch method tests as well as questionnaires. Using these factors, new conning display was designed and the ergonomic indices were evaluated by comparing tests of the existing conning displays. It is found that the designed conning display obtained high ergonomic index showed better performance, therefore, the ergonomic index studied in the present paper can be used as a useful design standard in the conning display design procedures.

**KEY WORDS** : Ergonomic, Integrated Bridge System, Conning Display, Display Design, Ergonomic Design

### p1. 서 론

최근까지 선박의 설계 및 건조 기술의 눈부신 발전과 더불어 선박에서 사용하는 각종 장비의 신뢰성과 효율성이 증가하고 있으나, 여전히 지속적으로 크고 작은 해양사고가 발생하고 있다. 국내 해양사고 조사 결과 약 75%가 직접 또는 간접적인 인적과실에 의한 것으로 밝혀졌다(김 등, 2004). 국내외적으로 인간과실로 인한 사고를 감소시키기 위해 다각적인 관

심과 노력을 기울이고 있으며 선박과 관련된 제도적 부분과 육상 조직의 지원체제 등과 더불어 선박에서 이용되는 설비가 얼마만큼 작업에 용이하고 실수를 줄일 수 있도록 설계되었는지가 관심의 대상이 되고 있다. 이러한 흐름에 부응하여 각 국의 선급 및 해운관련 기구에서는 인간공학적 개념을 적용하여 설계된 통합선교시스템(Integrated Bridge System : IBS)에 대한 규정을 마련하였다(하 등, 2002).

본 논문에서는 현재 다각적으로 진행되고 있는 IBS의 일환으로, 각종 항해장비 중 선박 운항 시 항행 정보를 하나의 모니터에 보여주며 선교 근무자에게 필요한 정보를 얻기 위한 행동 및 시간 등을 단축시키는 Conning Display에 대하여 인간공학적 개념에 대한 문헌 조사 및 설문조사, 스케칭 기법

\* 대표저자 : 정희원. mmu77@moeri.re.kr 042)868-7907

\* 정희원. neoyilin@moeri.re.kr 042)868-7206

\*\* jmlew@cnu.ac.kr 042)821-6621

\* cmlee@moeri.re.k 042)868-7263

등을 사용하여 항해사의 관점에서 인간공학적 Conning Display를 디자인 하였으며, 기존의 상용화 된 Conning Display와 수행능력을 비교하는 실험을 실시하였다.

## 2. 인간공학적 선교 설계 동향

컴퓨터 기술의 급속한 발달로 선교의 각종 항해계기에는 컴퓨터 프로그램이 사용되고, 이러한 프로그램들은 승무원의 조작으로 데이터를 입력, 제어, 출력 하게 된다. Table 1은 선교내의 각종 계기들에 필요한 하드웨어, 소프트웨어의 일반적인 요건을 설명하고 있다.

Table 1 Hardware & Software General Condition

하드웨어의 일반요건	소프트웨어의 일반요건
<ul style="list-style-type: none"> <li>전압변화, 실내온도변화, 진동, 습기, 전자파 방해 및 일상적인 충격에 견딜 수 있도록 설계.</li> <li>문제발생시 내부 부속품을 용이하게 교체.</li> <li>부속품은 쉽고 안전하게 취급.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발, 설치 및 후속 변경의 각 단계는 정해진 절차를 따름.</li> <li>시스템의 모든 기능, 중요 조항 기능, 성능 등 비상 상황 및 고장 상황에서 프로그램의 내용, 데이터 변경은 절차에 따라 이루어짐.</li> </ul>

선교에서 작업 중인 승무원과 소프트웨어, 하드웨어 사이에서 가장 중요한 문제는 승무원과 조종 장치와의 상호관계이다. 이러한 관계를 고려하여 설계된 선교는 승무원의 주의집중, 작업의 융통성, 조종의 정확성을 높게 하여 안전운항을 증진시킨다. 따라서 인간공학적인 선교는 첫째, 선교에서 사용되는 기기들의 설계 시 데이터의 입력이나 정보이용이 인간의 실수를 줄일 수 있도록 고려되어야 하며, 이러한 계기들 간의 상호 작동관계도 고려되어야 한다. 둘째, 이러한 기기들과 사용자간의 상호관계를 고려하여 배치 및 화면표시장치를 설계하여야한다. 셋째, 선교에서 선박의 조종, 주변 상황감시 및 선내 제반 상황의 감시 및 통제가 이루어지도록 선교형상, 콘솔배치 및 선교환경이 인간공학적으로 고려되어야 한다(하 등, 2002). 이러한 선교는 자동충돌예방장치(Automatic Radar Plotting Aids : ARPA) 및 전자해도(Electronic Chart Display and Information System : ECDIS) 등과 선박조종에 필요한 정보를 집중화한 장치들로 통합되어 한사람이 운항하기에 적합하게 설계되어야 한다. 이러한 움직임은 제46차 IMO 항해 안전 소위원회에서 IBS에 대한 항해계기들의 정보 통합 필요성을 논하였으며, 국제선급협회(International Association of Classification Societies : IACS) 및 미국선급(American Bureau of Shipping : ABS), 노르웨이 선급(Det Norske Veritas : DNV) 등에서 IBS에 대한 설계 규정을 제정하였다.

그 내용을 살펴보면, 첫째, IBS는 선교 승무원 및 도선사 등이 선박의 모든 운항 상황에 대하여 안전 운항을 할 수 있도록 하여야 하며, 선교의 여러 항해 계기들은 그 내용을 선교 작업자에게 명확히 인식시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 둘째, 선교 승무원과 도선사가 신속하게 의사결정을 하고, 효과적으로 정보를 처리를 할 수 있어야 한다. 셋째, 경계를 방해하거나 선교 근무자의 피로를 일으키는 요소들을 최소화시켜야 하며 불필요한 작업을 하지 않도록 하여야 한다. 넷째, 경보 시스템 및 선교의 잘못된 상황을 감지시켜주는 장치를 통하여 선교 근무자가 실수 할 수 있는 행동에 대한 위험을 최소화시킬 수 있어야 한다. 이러한 IBS 개발 및 적용은 강제 사항이 아닌 권고 사항으로 SOLAS에서는 규정하고 있으며, IBS 설계를 한 선조선의 수는 점점 증가하고 있는 추세이다(MSC, 2000).

## 3. Bridge Conning Display 설계 동향

Fig. 1은 일반적인 IBS의 모습을 보여 주고 있다. 최신의 선교시스템은 해양사고의 여러 요인 중 인적요인을 감소시키기 위한 인간공학적 개념으로 설계되고 발전될 것이다.

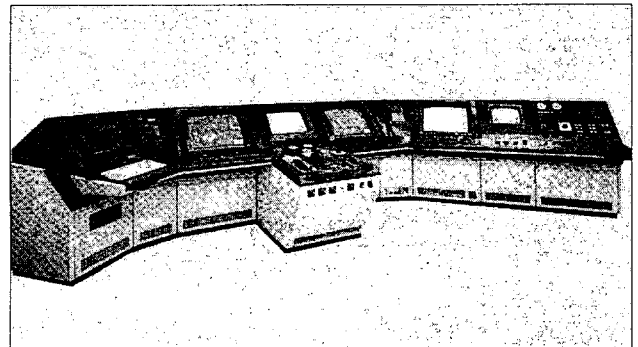


Fig. 1 Integrated Bridge System

최근 IBS의 개발과 함께 선교의 여러 항해계기와 각종 화면표시장치도 인간공학적 설계 개념을 적용하여 기기의 형상 및 배치에 관한 인체 측정학적 연구의 필요성을 논하고 있다(하 등, 2002). DNV의 기술 보고서에 따르면 선박의 정보를 선교 근무자에게 전달해주는 Conning Display는 안전 운항을 우선적으로 수행할 수 있는 정보로 구성되어야 하며, 대양 항해나, 연안, 항만 내에서의 조종 시에도 필요한 정보를 보기 쉽게 제공해야 한다고 보고하고 있다. 또한 적절한 그래픽의 사용과 자선 모양의 그림 위에 데이터를 적절히 보여 줌으로써 선교 근무자가 보기 쉽도록 해야 한다고 보고하고 있다. Table 2는 DNV 기술 보고서에 나와 있는 Conning Display에 필요한 정보를 나타내고 있다. 여기에 제시된 Conning Display에 필요한 정보로는 ①외부 자연 환경에 대한 정보로써 수심과 바람정보, ②선체 기울기에 관련된 종경사 및 횡경

사(trim & hee), ③엔진 및 프로펠러에 대한 정보, ④항로, 트랙, 침로와 관련된 off course나 off track, ⑤목표지 정보에 대한 ETA(Estimated Time of Arrival)나 TTG(Total Distance to Go) 그리고 ⑥침로유지와 항로 유지 관련 정보인 선수방위, ROT(Rate of Turn), 코스, 표류각(drift angel) 등이 있다. 즉, Conning Display는 항행과 관련된 전반적인 데이터를 한 화면으로써 승무원에게 보다 빨리 정보를 제공하기 위한 목적을 가지고 있다고 하겠다(DNV, 2003). 그리고 이러한 Conning Display에 필요한 정보와 함께 ABS에서는 Conning Display의 위치를 IBS 중앙에 배치하여 선교 근무자가 신속히 정보를 볼 수 있도록 규정하고 있으며, 대부분의 IBS에서도 중앙에 Conning Display를 배치할 것을 명시하고 있다(ABS, 2000).

Table 2 Navigational Information of Conning Display(DNV)

Navigational Information of Conning Display	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Heading</li> <li>▪ Speed</li> <li>▪ Rudder Angle</li> <li>▪ Water Depth</li> <li>▪ Thruster Indications</li> <li>▪ Operational Status of Propulsion</li> <li>▪ Propeller Revolution</li> <li>▪ Winch Load(force, wire length etc.)</li> <li>▪ Wind Indication etc.</li> </ul>
---	--

Fig. 2는 현재 상용화 되고 있는 IBS에서의 Conning Display를 보여준다.

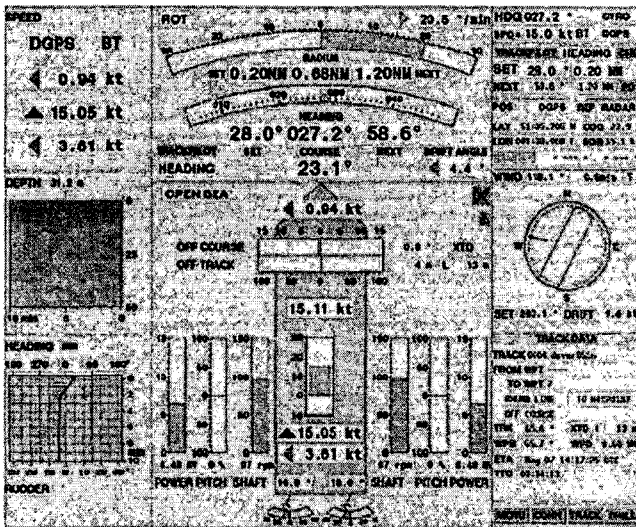


Fig. 2 A Company's Conning Display

#### 4. 인간공학적 Bridge Conning Display 설계

본 연구에서는 인간공학적 Bridge Conning Display를 설계하기 위하여 항해사를 대상으로 한 설문 조사 및 휴리스틱 평가, 스케치 맵 기법 등을 사용하여 항해사의 관점에서 설계된 Conning Display 연구에 초점을 맞추었으며, 인간공학 문헌들을 통하여 Display의 설계원리 등을 알아보았다.

##### 4.1 설문조사

해상에서 선박을 운행하는 항해사의 관점에서 Conning Display에 필요한 정보를 알아보기 위하여 항해사 10명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문대상자의 승선 경력은 4~15년 정도였으며 1, 2, 3급 항해면허를 소지하고 있었다. 설문 내용은 항해사의 관점에서 Conning Display에 필요한 정보가 어떠한 것들이 있는지 설문하였으며 Table 3은 설문에 응답한 정보를 보여주고 있다.

Table 3 Information of Conning Display (Questionnaire)

Conning Display에 필요한 정보	응답 수
조타기 및 타각 지시기 관련 정보	9
Rate of Turn(ROT)	9
RPM	5
선속	10
수심	7
선수방위	8
풍향/풍속	7
선위	8
Drift Speed	5

Table 3의 내용 이외에도 시간 및 선위, 항로와 관련한 정보 등이 필요하다는 소수 의견도 있었다.

##### 4.2 휴리스틱 평가

휴리스틱 평가는 전문가 평가로써 기존의 연구 결과 및 경험을 바탕으로 시스템을 설계하는 방법 가운데 많이 사용되고 있는 평가 방법이다. 전문가의 선정에 있어서 4~5명의 전문가로 구성하며 사용성 평가나 문제점을 제기하여 제품 평가에 효율적으로 평가를 할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 승선 경력 7~15년 정도의 항해사 5명에게 기존의 Conning Display를 보여준 후 이에 대한 의견을 인터뷰를 통하여 알아보았으며 기존의 상용화 되고 있는 Conning Display에 대한

여 불필요한 정보가 많으며 한눈에 보기 어렵고 무분별한 약어의 사용으로 어떤 정보를 나타내는지 알기 어렵다고 하였다. 또한 부적절한 회화적 표현으로 정보가 주고자 하는 의미를 파악하는데 어려움이 있는 것으로 평가를 하였다. 따라서 Conning Display를 설계할 때 정보의 양을 제한 할 필요가 있으며, 승선 경험이 없는 선교 근무자도 쉽게 정보들을 인식할 수 있도록 설계해야 한다는 의견을 제시하였다.

### 4.3 스케치 맵 기법

스케치 맵 기법은 자신의 지식을 자유스럽게 스케치로 표현하는 기법으로 종이나 펜들을 이용하여 표현할 수 있다. 본 연구에서는 목포해양대학교 실습선의 선장 및 항해사 5명을 대상으로 스케치 맵 테스트를 실시하였으며 자신이 생각하는 Bridge Conning Display를 스케치하도록 하였다. 테스트 결과 화면 중앙에 선박모양의 형상을 배치하고 중앙 상단에는 선수 방위 및 코스와 관련한 정보를 기입하였으며 풍향, 풍속은 선박모양의 형상에 화살표 및 숫자를 사용하여 나타내었다. 각 정보들 간의 구역을 나누어 눈에 잘 띄도록 하였으며, 기존의 Conning Display 보다 정보의 양을 줄여 스케치 하였다. 본 논문에서는 이러한 일반적인 스케치 경향을 살펴본 후 인간공학적인 Conning Display를 설계하는데 있어서 참고로 하였다. Fig. 3은 스케치 테스트에 참가한 피실험자의 스케치 예를 보여주고 있다.

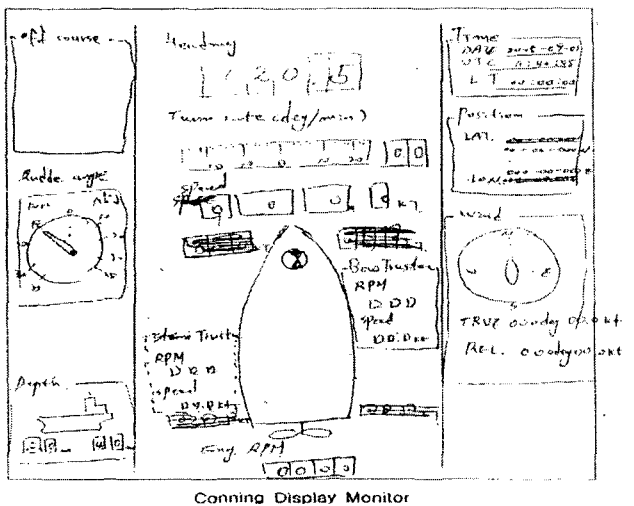


Fig. 3 Example of Sketch Map Test

### 4.4 정보표시화면 설계에 관한 문헌 조사

Display를 설계하는데 있어 문헌을 통한 사례를 분석하여 보면 두 가지로 구분할 수 있다. 우선 Display 되는 정보들 간의 배열에 대한 것이고 다른 하나는 그 정보들을 나타내는 방법(가독성)에 관한 것이다. 우선 정보들의 표시 방법에 관해 살펴보면, 단어들만을 보게 되는 경우, 대문자가 소문자에 비

해 더 쉽게 인식된다. 그러나 문장인 경우에는 대문자와 소문자를 같이 혼용하는 것이 가장 쉽게 지각 된다(Vartabedian, 1972; Tinker, 1955).

일반적으로 Display에는 축약된 단어보다는 전체 단어가 사용되어야 한다. 축약이 사용되어야 하는 경우에는 일관적인 규칙을 사용하는 것이 가장 좋은데, 이 경우 어떻게 축약할 것인가를 결정하는데 항상 동일한 변형 규칙이 사용되는 것이 바람직하다. 단어를 축약할 경우에는 절단형으로 단어를 축약하는 변형 규칙이 가장 좋다. 절단형의 축약은 reinforcement를 "rein"로 생략하는 경우처럼 단어의 첫 몇 자들만을 제시하는 것이다(Norman, 1981; Moses et al., 1981).

선행 연구들에 의하면 그림으로 된 친숙한 대상들은 단어 들만큼 빨리 이해될 수 있다. 더구나 친숙한 대상들은 의미적 혹은 상징적 부호화뿐만 아니라, 아날로그의 공간적 이미지로 재인되고 또 기억 속에 저장된다. Display 설계 시 이러한 그림, 아이콘들이 보편적이면서 언어에 얽매이지 않는다는 점을 조합한다면, Display 요소들로서 그림을 사용하는 것은 이상적 일 수 있다. 이러한 이유 때문에 고속도로 표지판이나 빌딩 사인, 컴퓨터 디스플레이와 같은 응용 장면에서 회화적 아이콘들의 사용이 증가하고 있다(Wickens, 1992; Potter and Faulconer, 1975).

Display 되는 정보들 간의 배치와 관련된 연구는 항공기, 자동차, 원자력 발전소 등에서 많은 연구가 이루어져 왔다. 원자력 발전소의 경우 작업자가 필수적으로 감시해야 하는 기기는 약 35개 정도이고, 항공기의 경우 정규적인 작동을 하는 상황에서도 조종사들이 감시해야 할 기기는 약 7개 정도이다. Wickens등(1997)은 이러한 여러 Display 설계에서 중요한 문제는 Display의 배치 형태를 결정하는 것으로 보고하였다. Display의 배치원리에 대해 살펴보면 다음과 같다(Wickens et al., 1997).

1) 관련성의 원리(Principle of Display Relatedness)와 사용 순서의 원리(Sequence of Use)  
 관련되어 있는 Display들 혹은 순차적으로 사용되는 Display의 쌍들은 서로 가까운 곳에 배치되어야 한다. 어느 한 지시계의 목표값과 실제값을 모두 제시해야 하는 경우처럼 Display들은 서로 관련되어 있기 때문에 순차적으로 보아야 하기 때문이다.

#### 2) 일관성의 원리(Principle of Consistency)

기억과 주의와 관련되어 있다. 만일 Display들과 Display 안의 항목들이 항상 일관적으로 동일한 공간상의 위치에 제시될 수 있다면, 항목들이 어디에 위치해 있는가에 대한 우리의 기억이 유용하게 활용될 수 있을 것이고, 또한 기억은 우리가 필요로 하는 항목을 찾는 데 쉽고, 자동적으로 선택적 주의를 이끌 수 있다.

3) 자극-반응 부합성 원리(Principle of Stimulus-Response Compatibility : S-R Compatibility)

연합되어 있는 Display와 제어 장치들이 공간적으로 서로 근접해야 한다는 것과 Display의 운동 방향과 제어장치의 작동 방향이 부합되어야 한다는 것을 의미한다.

4) 혼잡성 회피의 원리(Principle of Clutter Avoidance)

Display의 모든 정보들은 작업자에게 혼잡하지 않게 정보를 제공하는 것을 의미한다.

최근의 컴퓨터기반의 Display들은 상황에 따라 다양하게 Display들의 배치를 바꿀 수 있기 때문에 다양한 그래픽 형태로 나타내기도 한다. 그러나 Display 배치에 유연성을 첨가하기 위해서는 세 가지 중요한 설계 가이드라인들을 고려해야 한다. 첫째, 여러 배열 방식 중에서 어떠한 배치가 현재 사용되고 있는지에 대해 인식할 수 있도록 하여 사용자들이 배열 방식에 대해 분명하게 알 수 있도록 해야 한다. 둘째, 모든 형태들에 걸쳐 일관성을 찾을 수 있다면 이것을 구현할 수 있도록 해야 한다. 마지막으로, 설계자들은 지나치게 많은 유연성을 제공하는 것을 자제해야 한다. Display 설계가 일관적이면 특정한 상황에서 정보가 최상의 위치에 제시되지는 않더라도 사용자의 기억에 필요한 정보를 빨리 찾을 수 있도록 주의를 이끌 수 있다.

### 5. 인간공학적 Bridge Conning Display 제안

Conning Display에 필요한 정보를 묻는 설문조사와 스케치 맵 테스트, 기존의 Conning Display에 대한 휴리스틱 평가, 문헌조사 등을 통하여 두 가지의 인간공학적 Conning Display를 제안하고자 한다. Fig. 4, 5, 6은 본 연구에서 제안한 Conning Display를 보여주고 있다. Fig. 4는 연안항해, 대양항해 등의 구분 없이 하나의 화면에 보여주는 Display와 Fig. 5, 6은 대양항해와 연안항해 시 보여주는 Display를 구분하여 나타낸 화면으로 구성하였다.

전체적인 특징을 살펴보면 불필요한 정보를 제거하고 필요한 정보만을 보여주기 위하여 화면에 보여주는 정보는 설문조사를 통하여 얻은 결과를 바탕으로 구성하였다. 배경색은 야간 항해의 눈부심을 방지하기 위하여 어두운 색으로 설정하였으며, 숫자로 표현되는 부분은 눈에 잘 띄게 하기 위하여 검은색 바탕에 노란색 숫자로 표현 하였다. 단어는 대문자를 사용하였고 약어들의 사용을 자제하여 Conning Display를 처음 접한 사람도 쉽게 어떤 정보를 보여주는지 알게 하였다. 스케치 맵 테스트 결과에 따라 화면 중앙에 선박모양의 형상을 배치하였으며 그 주위에 화살표 모양으로 Drift 및 선속을 표시하여 회화적으로 실제와 가깝게 움직이는 부분을 표시하였다. 각 정보들의 표현 방법도 스케치 맵 테스트 결과의 일반적인 경향을 따랐다. 붉은 색 계통의 색상의 사용을 자제하여 강한 경고의 이미지를 인식시키지 않도록 하였다.

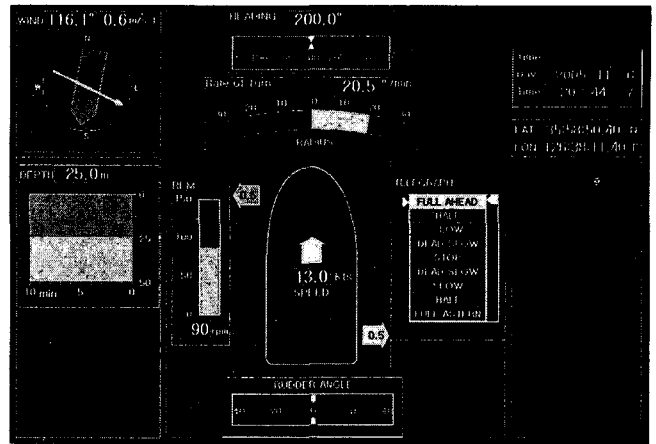


Fig. 4 Proposal Conning Display A

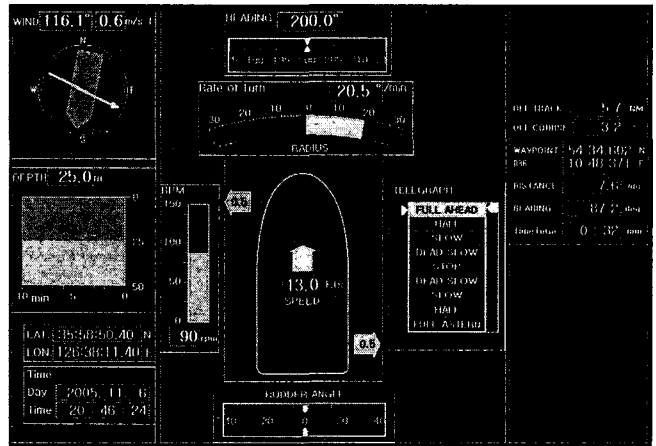


Fig. 5 Proposal Conning Display B1(Open Sea)

Fig. 5에는 ETA 및 변침점(Waypoint) 등의 항로와 관련한 정보를 추가하여 Fig. 6과 구분하였으며, 선위 및 시간 정보를 좌측 하단의 화면에 배치하여 우측 화면의 숫자 나열에 의한 혼잡을 피하였다.

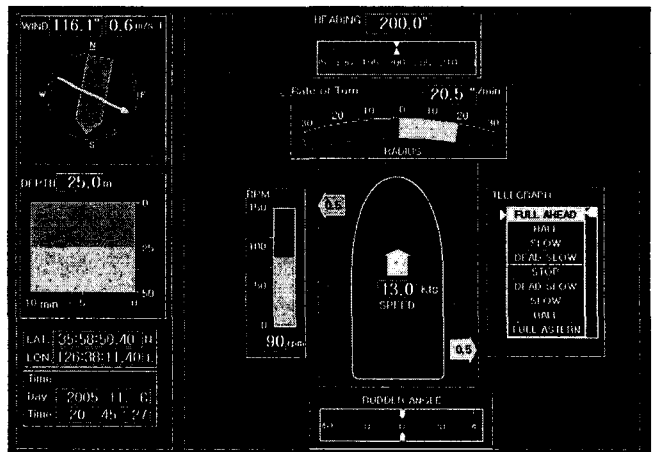


Fig. 6 Proposal Conning Display B2(Coast Sea)

Fig. 6에는 입출항 운항 정보를 위하여 항로와 관련한 정보를 삭제하였으며, 선박 조종 및 선체 운동과 관련한 부분을 확대하여 배치하였다.

### 6. 실험 및 평가

본 연구는 항해사의 관점에서 설계된 인간공학적 Bridge Conning Display를 설계하기 위하여 수행되었다. 이와 관련하여 기초 자료를 기반으로 두 가지의 Conning Display를 제안하였으며 기존의 5개 회사의 Conning Display와 수행능력을 비교평가 하였다.

#### 6.1 실험 방법

피 실험자는 선박 운항 경험이 있는 목포해양대학교 4학년 학생 10명으로 구성하였다. 충돌 회피와 관련한 시나리오 3개를 설정 한 후 5개 회사의 Conning Display와 제안한 두개의 Conning Display를 보고 적절한 충돌회피 동작을 작성토록 하였다. 5개 회사의 Display를 D1~D5로 구분하였으며 제안한 Display를 A, B(B1, B2포함)로 표기하였다. 먼저 D1 Display를 20초간 탐색한 후 첫 번째 시나리오의 답안을 작성하게 하였으며 다시 D2 Display를 20초간 보게 하여 답안을 작성토록 진행하여 각 시나리오 마다 7개의 답안을 작성하게 하였다.

실험이 진행 되면서 각 Display마다 답안을 작성하는 시간을 측정하였으며 20초간 보았던 Display가 기억이 나지 않아 답안을 작성하지 못하였다면 그 Display를 10초간 다시 보여 주어 답안을 작성하게 하였다. 이 때 Display를 다시 본 횟수를 측정하였다.

실험이 종료 된 후 Likert Scale 5점 척도를 사용하여 각 Display에 대한 주관적 평가를 실시하였다.

#### 6.2 실험 결과

Fig. 7, 8, 9는 각 시나리오에 따라 제공한 Display를 본 후 답안을 작성한 시간의 평균을 나타내었다. 실험 결과 3가지의 시나리오 모두 5개 회사의 Display(D1~D5)보다 본 연구에서 제안한 A, B Display에서 답안을 작성하는 시간이 적게 걸렸다. 위 결과를 토대로 ANOVA 통계 분석을 실시하였다. 각 시나리오별로 5개 회사의 Display(D1~D5)의 결과와 제안한 A, B Display의 결과를 각각 비교 분석하였다. 분석 결과 시나리오 1의 경우 Table 4에서 보는 바와 같이 Display D1, D2, D3, D4는 유의수준 0.05에서 유의하였으나, D5는 Display A, B 결과에 대하여 유의하지 않았다. Table 5의 시나리오 2의 경우 D1, D2, D4, D5는 유의수준 0.05에서 유의하였으나 D3은 Display A, B 결과에 대하여 유의하지 않았다. Table 6의 시나리오 3의 경우 D1, D2, D3, D4는 유의수준 0.05에서 유의하였으나, D5의 경우 A Display의 결과와 비교하였을 때 유의하지 않았다.

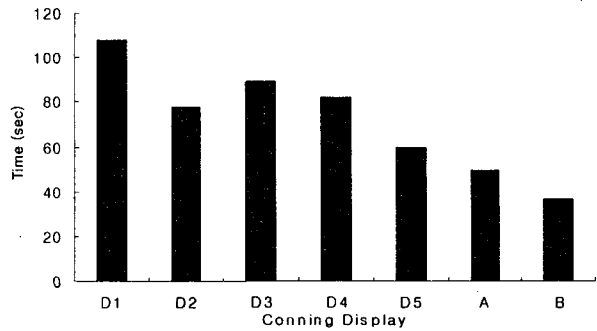


Fig. 7 Average Answered Time of Scenario 1

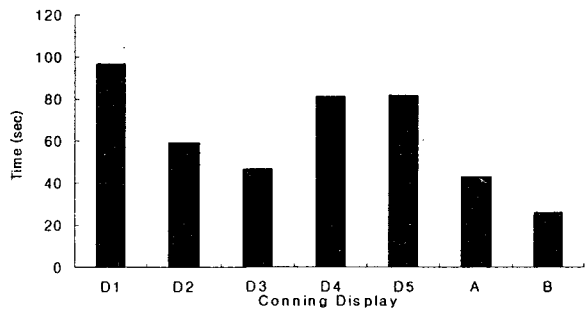


Fig. 8 Average Answered Time of Scenario 2

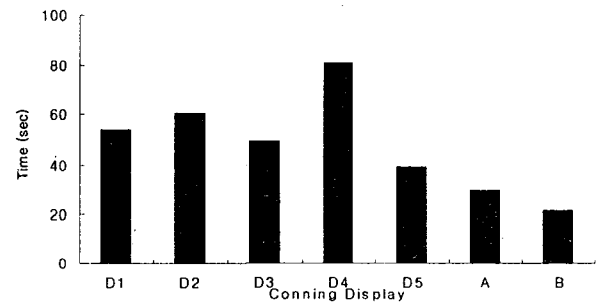


Fig. 9 Average Answered Time of Scenario 3

Table 4 The Result of P-Value to Scenario 1

Display	제안한 Display	P-Value
D1	A	0.001*
	B	0.000*
D2	A	0.008*
	B	0.000*
D3	A	0.011*
	B	0.001*
D4	A	0.021*
	B	0.001*
D5	A	0.674
	B	0.152

Table 5 The Result of P-Value to Scenario 2

Display	제안한 Display	P-Value
D1	A	0.010*
	B	0.001*
D2	A	0.049*
	B	0.000*
D3	A	0.918
	B	0.079
D4	A	0.000*
	B	0.000*
D5	A	0.001*
	B	0.000*

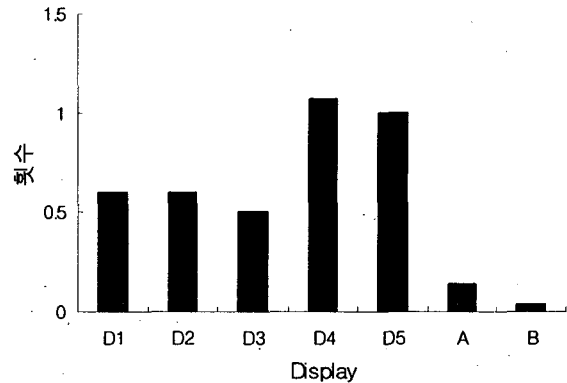


Fig. 10 Review Time of Conning Display

Table 6 The Result of P-Value to Scenario 3

Display	제안한 Display	P-Value
D1	A	0.000*
	B	0.000*
D2	A	0.000*
	B	0.000*
D3	A	0.019*
	B	0.001*
D4	A	0.000*
	B	0.000*
D5	A	0.017
	B	0.006*

6.3 리커트 척도 이용한 주관적 평가 결과

본 연구에서는 실험과 함께 제공한 5개 회사의 Display와 제안한 2개의 Display에 대하여 1부터 5까지(1: 매우 부적절, 2: 부적절, 3: 보통, 4: 적절, 5: 매우 적절) 5점 척도로 구성된 리커트 척도(Likert Scale) 주관적 평가를 실시하였다. 색상 및 정보의 배치, 알기쉬움, 적절한 회화적 표현 등을 평가하는 10개의 문항으로 구성하였으며, 평가 결과 본 논문에서 제안한 Display A, B에서 평균 4점 이상의 점수를 받았다. Fig. 11은 리커트 척도 주관적 평가의 평균 점수를 보여주고 있다.

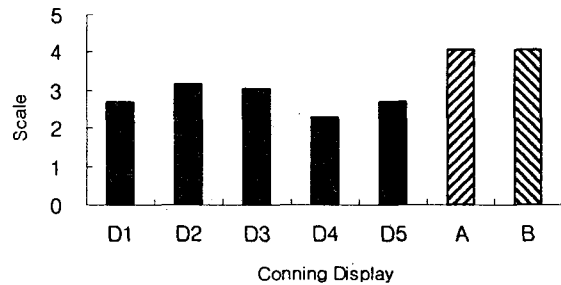


Fig. 11 Likert Scale Evaluation

답안 작성 중 20초간 보여준 Display의 내용이 기억이 나지 않아 다시 Display를 본 횟수도 본 연구에서 제안한 A, B Display에서 횟수가 적게 나왔으며 통계분석 결과도 유의수준 0.05 이하로 유의하였으며, Table 7은 시나리오 3에 대하여 다시 본 횟수를 제안한 Display A, B와 비교하여 통계 분석한 것을 보여주고 있다. 이것은 피 실험자들에게 짧은 시간 내에 5개 회사의 Conning Display보다 제안한 A, B Display에서 보여주는 향해 정보들을 오랫동안 기억한 것을 보여주고 있다. Fig. 10은 시나리오 3개를 진행하면서 10초 동안 제공한 Conning Display를 다시 본 횟수에 대하여 평균을 나타내고 있다.

Table 7 Example of P-Value to Scenario 3 (Review Time)

Display	제안한 Display	P-Value
D1	A	0.001*
	B	0.001*
D2	A	0.003*
	B	0.003*
D3	A	0.011*
	B	0.011*
D4	A	0.000*
	B	0.000*
D5	A	0.000*
	B	0.000*

7. 결론

본 연구에서는 인간공학적 Bridge Conning Display를 설계하기 위하여 향해사를 대상으로 한 설문 조사 및 휴리스틱 평가, 스케치 맵 기법 등을 사용하여 향해사의 관점에서 설계된 Conning Display에 초점을 맞추었고, 인간공학 문헌들을 통하여 Display의 설계원리 등을 알아보았다. 이를 기반으로 두 가지의 Conning Display를 제안하였다.

5개 회사의 Conning Display와 시나리오 기반의 수행능력 비교 평가 실험에서 본 논문에서 제안한 Display가 다른 Display보다 신속하게 대응방안을 작성하였다. 통계 분석 결과 기존 5개 회사의 Conning Display에 대하여 제안한 Display가

대부분 유의수준 0.05이하의 유의한 결과를 보였으며 반복해서 Display를 보는 횟수도 적었다.

이러한 분석 결과를 통하여 본 연구에서 제안한 Conning Display가 짧은 시간 안에 선교 근무자에게 정보를 입력시키고 기억시킴으로서 필요한 정보를 얻기 위해 취하는 부수적인 행동, 시간 등의 정보 접근 발생 비용(시간 등)을 줄일 수 있는 Display라고 판단된다.

Likert Scale를 이용하여 색상 및 정보의 배치, 알기쉬움, 적절한 회화적 표현 등에 대한 주관적 평가에서 5개 회사의 Conning Display보다 제안한 Display가 좋은 평가를 받았다.

향후 연구에서는 항해 전문가를 대상으로 선박운항 시뮬레이터를 이용한 Conning Display 수행능력을 측정할 예정이며 더 나은 Conning Display를 설계, 개발하는데 있어 인간공학 적 지표를 제시하고 하나의 표본으로 사용될 수 있을 것이라 생각된다.

## 후 기

본 연구는 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양위해도 통합관리시스템 기반기술개발 및 한국과학재단의 우수연구센터 지원과제(R11-2002-104-08003-0)와 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구 결과 중 일부임을 밝히며, 자발적으로 실험에 참여해준 목포해양대학교 학생들에게 감사드린다.

## 참 고 문 헌

[1] 김홍태 · 양찬수 · 박진형 · 이종갑(2004), 인적요인측면에서의 해양위해도 저감, 대한조선학회, 2004년도 추계학술대회 논문집, pp. 816-821.

[2] 하원재 · 나송진 · 심상수 · 이형기 · 정재용(2002), 인간공학 적 선교설계에 관한 기초연구, 해양환경안전학회, 제8권 제1호, pp. 53-59.

[3] ABS(2000), Bridge Design and Navigational Equipment /System, pp. 9-31.

[4] DNV(2003), Bridge Design Offshore Service Vessels, NAUT-OSV, pp. 39-41.

[5] Moses F.L. & Ehrenreich S.L.(1981), Abbreviations for Automated Systems, Proceeding of the 25th Annual Meeting of the Human Factors Society, pp. 132-135.

[6] MSC/CIRC.982(2000), Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Lay, pp. 18-21.

[7] Norman D.A.(1981), The Trouble with UNIX, Datamation Vol. 27(12), pp. 139-150.

[8] Potter M.C & Faulconer B.A.(1975), Time to Understand Picture and Words, Nature, Vol. 253, pp. 437-438.

[9] Tinker M.A.(1955), Prolonged Reading Tasks in Visual Research, Journal of Applied Psychology, Vol. 39 pp. 444-446.

[10] Vartabedian A.G.(1972), The Effects of Letter Size, Case and Generation Method on CRT Display Search Time, Human Factors, Vol. 14, pp. 511-519.

[11] Wickens C.D.(1992), Engineering Psychology and Human Performance(2nd ed.), New York, Harpercollins, pp. 281-303.

[12] Wickens C.D., Vincolo M.A., Schopper A.W., Lincoln S.E.(1997), Computational models of human Performance in the Design and Layout of Control and Display, Wright-Patterson, pp. 264-306.

원고접수일 : 2005년 11월 9일

원고채택일 : 2005년 12월 9일