

VTS 시스템 사용자 요구사항 분석을 통한 관제장비의 최적배치 방안

† 김석재* · 이정진** · 장은규*

† * 한국해양수산연수원 교수, ** (주)마린전자 부설연구소 선임연구원

요 약 : 우리나라는 항만운영의 효율성 및 선박 안전운항을 위하여 1993년 포항을 시작으로 전국 18개의 VTS 시스템을 설치 운영하고 있으나, 최근 선박 교통량의 증가와 더불어 해양사고의 증가 원인으로 인적요인에 대해 연구 필요성이 대두되고 있다. 특히 해상교통관제 업무는 고도의 주의력과 예측능력을 요구하므로 이를 저해하는 인적요인을 분석 및 관리할 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서는 VTS 관제실의 근무환경에 대해 설문조사를 통한 요구사항 분석과 함께 현장조사를 시행하여 분석함으로써 VTS 관제장비 및 관제석의 최적 배치방안을 제시하여 최상의 해상교통관리 체제 구축에 대하여 고찰해 보았다.

핵심용어 : 해상교통관제(VTS) 시스템, 관제실, 인적요인, 설문조사, 영상표시단말기(VDT) 증후군, 전자과, 소음, 조도, 인간공학적 VTS 시스템, 관제석 구성, 모니터 구성.

한국해양연구원

2016년 한국해양과학기술협의회 춘계공동학술대회

VTS 시스템 사용자 요구사항 분석을 통한 관제장비의 최적배치 방안

2016. 05. 19

한국해양수산연수원 교수 김석재
(주)마린전자 부설연구소 선임연구원 이정진
한국해양수산연수원 교수 장은규

MECys

한국해양연구원

1. 서론

연구의 필요성과 내용

- 연구의 필요성
 - 우리나라는 항만운영의 효율성 제고와 선박의 안전운항 확보를 위하여 1993년 포항을 시작으로 부산, 인천항 등에 전국 18개 해상교통관제시스템(VTS)을 설치·운영하고 있음
 - 최근 선박 교통량 증가와 함께 해양사고 원인의 90% 이상을 차지하는 인적요인에 대한 심층 연구 필요성이 대두되고 있으며, 해상안전의 핵심역할을 하는 해상교통관제는 고도의 주의와 예측능력을 요구하여 이를 저해하는 인적요인을 분석 및 관리 필요성이 있음
 - 해상교통관제 업무의 근무환경을 설문조사를 통하여 분석하고, 관제실의 현장상황을 표본조사하여 VTS 관제장비 및 관제석의 최적 배치방안을 제시함으로써 최상의 해상교통관리 체제를 구축하여 해양사고를 방지하는데 연구의 목적이 있음
- 연구의 내용
 - 관제석 배치에 대한 관제사의 설문조사 분석
 - 관제실 현장조사 분석
 - 관제사 직업군의 VDT 증후군
 - 최적의 관제석 배치 방안 제시

MECys

한국해양연구원

2. 관제사 설문조사 결과

소음

✓ 소음으로 인한 관제업무의 영향
관제실 내에서 발생하는 소음에 대해 어떻게 느끼는지에 대한 설문은 64%가 가끔 방해됨을 받는다. 22%가 자주 방해됨을 받는다고 응답하였음. 소음을 발생시키는 주요 원인은 VHF 통신 소음이 63%, VTS 장비 소음이 12%, 사립간 대화 9%, VTS 시스템 경고음이 7% 순으로 나타났다.

관제실 내에서 발생하는 소음에 대해 어느 정도로 방해받습니까?

가끔 방해됨을 받는다	64%
가장 방해됨을 받는다	22%
당연하다	13%
전혀 방해됨을 받지 않는다	1%

VTS연립별 발생소음 영향도

MECys

한국해양연구원

2. 관제사 설문조사 결과

조명

✓ 주간 햇빛 자광
관제실내 주간의 햇빛 자광에 대해서는 41%가 만족한다는 의견을 응답하였으며, 55%가 블라인드 또는 변형으로 주간 햇빛 자광이 필요하다고 응답하였음.

✓ 야간 조명
야간 조명은 46%가 만족하고 있으며, 39%는 광도조절 기능이 필요하다고 응답하였음. 야간의 관제석 개별 조명 또한 62%의 관제사가 필요하다고 응답하였음.

MECys

† 대표저자 : 정희원, kimsj@seaman.or.kr
* sirius46@daum.net
** jjlee@mecys.com

한국형해빙민원희

2. 관제사 설문조사 결과

설문조사 결론

- ✓ 현재 VTS 센터의 관제 시스템이 제작각 구성되어 있으며, 이는 각 센터마다의 고유한 특성을 반영하고 있음. 그러나 구성에 따른 관제사들의 만족도와 불만족도의 편차가 크고, 공통의 관제 업무 범위에서는 관제적 매치를 통하여 구성할 필요가 있음.
- ✓ 관제시스템은 아직도 수동적이며 사용자 친화적인 유저 인터페이스를 지원하지 않고 있지 않아, 젊은 관제사들의 스마트하고 유틸리티적인 생활 환경을 고려한 스마트한 관제시스템으로 변경이 필요함.
- ✓ 많은 관제사들이 PORT-MIS 사용에 불만을 가지고 있음. 이는 지방 항만공사가 존재하지 않는 항만 VTS 센터의 경우 관제사의 업무 범위이며, 항만청 항만공사, VTS 관제센터 3기관이 공동으로 사용하는 시스템으로, 관제사의 입장에서 는 불필요한 업무가 포함되어 있음.
- ✓ 50대 이상의 중장년층이 관제모니터 구성과 해상도에 불만이 많은 이유는 시력 저하가 원인임.
- ✓ 현재 관제탁의 길이는 1.8m이며, 대부분의 관제사들이 만족하는 것으로 나타났으나, 165cm 이상의 관제사 중 일부 관제사들이 관제탁의 길이가 짧다고 느끼는 것으로 나타남.
- ✓ 현재 관제탁의 폭은 60cm이며, 대부분의 관제사들이 만족하는 것으로 나타났으나, 170cm 이상의 관제사 중 일부 관제사들이 관제탁의 폭이 좁다고 느끼는 것으로 나타남.
- ✓ 현재 관제탁의 높이는 75~78cm이며, 대부분의 관제사들이 만족하는 것으로 나타났으나, 180cm 이상의 관제사들이 관제탁의 높이가 낮다고 느끼는 것으로 나타남. **! 관제시스템 배치의 일원화 필요**

한국형해빙민원희

2. 관제사 설문조사 결과

설문조사 결론

- ✓ 85%의 관제사들이 관제실내에서 발생하는 소음에 의해 업무에 방해받고 있다고 느끼고 있으며, 특히 부산항, 진도 항만 VTS 센터에서 가장 많은 영향을 받고 있는 것으로 나타남. **! 소음 측정 필요**
- ✓ 주간/ 야간 자광시설의 경우, 응답자의 50%가 현재 시설에 만족한다는 의견이었지만, 인천 VTS 센터의 근무자들은 번 형으로 자광 또는 불라인드로 자광이 필요하다고 대부분의 근무자가 응답하였음. **! 조도 측정 필요**
- ✓ 90%의 관제사들이 VTS 센터내의 전자파 영향이 심하다고 느끼는 것으로 나타남. 전자파와 건강 상태와의 상관 관계를 묻는 설문에는 95%가 전자파로 인해 특정 질병에 노출되어 있다고 생각할 정도로 관제사들이 전자파를 매우 심각하게 생각하고 있는 것으로 나타남. **! 전자파 측정 필요**
- ✓ 해상교통관제사들에게 가장 필요한 시설은 휴식과 대기 공간인 것으로 나타남. 관제서는 고대 원강 공동으로 사용 하는 공간이므로 개인의 휴식과 대기를 위한 공간이 아니며, 관제사가 관제 외의 머무르는 시간에 잠시 쉴 수 있는 휴 겹실이 매우 부족한 것으로 나타남. **! 공간의 재구성 필요**

한국형해빙민원희

3. 관제실 현장조사 결과

현장조사 장비 SPEC

소음 측정기	전자파 측정기	조도 측정기
 <p>모델명: AS-B14</p> <p>측정범위: 20-130 dB</p> <p>측정정도: ±1.5dB</p> <p>주파수범위: 31.5Hz - 8.5kHz</p> <p>측정종류: A.C. Weight</p> <p>동작분: Slow, Fast</p> <p>MICROPHONE: 전직렬전압 마이크로폰</p> <p>출력: 0.05Vrms, 10mA/100mA</p> <p>사용온도범위: 5~40°C, 10~85%(RH)RH</p> <p>전원: 9V Battery</p> <p>크기, 무게: 57 (H) x 148 (W) x 62 (D) mm, 1.13kg</p>	 <p>모델명: 프리필드 100NE</p> <p>측정범위: 전기장 0~9999V/m</p> <p>자기장 0.1~99.9mG</p> <p>주파수범위: RF 마이크로파 0.01~100MHz</p> <p>주파수 가중치: 30MHz AVERAGE</p> <p>RF 마이크로파 0.0002~30MHz SLOW</p>	 <p>모델명: Lux meter M30201</p> <p>측정 범위: Lux 200~200000 Lux</p> <p>측정 단위: 20~20000 Foot-Candle</p> <p>정확도: ±2%</p>

한국형해빙민원희

3. 관제실 현장조사 결과

부산항 VTS 현장조사 결과

- ✓ 일반 근무환경 조사 결과
 - 관제사 고대시 대기실의 부재로 불편을 토로함
 - 관제서 내 개인 사용함의 부재
 - 관제사들의 개인적인 서류작업 공간이 부재함
 - 남자 휴게실 내 개인 사용함 비치
 - 남자 휴게실 내 2중침대 4개
 - 남자 화장실 2개소
 - 여자 휴게실 및 여자 휴게실 내 여자화장실 존재
- ✓ 관제서 환경 조사 결과
 - 관제실 내의 소음, 조도, 전자파를 측정하기 위하여 각 관제서의 **관제사 위치**에서 측정하여 관제물 기계 장비에서 발생하는 유해요소가 관제사에게 미치는 영향을 파악함

항목	전자파 (dBm)	조도 낮/밤 (lx)	평균소음 낮/밤 (dB)	관제서 소음 낮/밤 (dB)	자기장 (mG)
소치	0	630/440	52/48	92/76	0
항목	전자파 (dBm)	조도 낮/밤 (lx)	평균소음 낮/밤 (dB)	관제서 소음 낮/밤 (dB)	자기장 (mG)
소치	0	195/287	52/50	73/76	0
항목	전자파 (dBm)	조도 낮/밤 (lx)	평균소음 낮/밤 (dB)	관제서 소음 낮/밤 (dB)	자기장 (mG)
소치	0	213/340	53/51	73/76	0
항목	전자파 (dBm)	조도 낮/밤 (lx)	평균소음 낮/밤 (dB)	관제서 소음 낮/밤 (dB)	자기장 (mG)
소치	0	370/540	53/42	72/65	0

한국형해빙민원희

3. 관제실 현장조사 결과

현장조사 결론


- ✓ 소음
 - 일반적으로 50dB이상의 음압을 소음으로 정의.
 - 관제실의 모든 공간에서 항상 50dB에 근접하거나 그 이상의 소음에 의한 영향을 받고 있는 것으로 측정 됨
 - 관제 통신이 없는 환경에서 평균적으로 48dB정도의 소음이 항상 발생 함.
 - 관제 통신이 발생하는 상황 하에서 적게는 70dB에서 많게는 90dB에 달하는 소음이 발생하는 것으로 측정 됨
 - 70dB이상은 경우에 따라서 심장마비등을 불러 일으킬 수 있는 고 소음임
 - 특히 부산항 VTS센터에서 관제 통신이 없는 환경에서 가장 많은 소음을 발생시키는 장비는 관제서 후면의 PC Fan 소음
- ✓ 전자기파
 - 대부분의 공간에서 일반 자연상태의 자기장과 같은 정도인 0.5mG가 측정 됨.
- ✓ 결론
 - 소음 이외의 측정값에서 기준을 벗어나는 부분은 보이지 않았음
 - 소음은 확실히 문제가 있는 수준으로 측정 됨
 - 부대 편의시설이 각 VTS센터별로 편차가 있음

한국형해빙민원희

3. 관제실 현장조사 결과

현장조사 결론


- ✓ 소음
 - 일반적으로 50dB이상의 음압을 소음으로 정의.
 - 관제실의 모든 공간에서 항상 50dB에 근접하거나 그 이상의 소음에 의한 영향을 받고 있는 것으로 측정 됨
 - 관제 통신이 없는 환경에서 평균적으로 48dB정도의 소음이 항상 발생 함.
 - 관제 통신이 발생하는 상황 하에서 적게는 70dB에서 많게는 90dB에 달하는 소음이 발생하는 것으로 측정 됨
 - 70dB이상은 경우에 따라서 심장마비등을 불러 일으킬 수 있는 고 소음임
 - 특히 부산항 VTS센터에서 관제 통신이 없는 환경에서 가장 많은 소음을 발생시키는 장비는 관제서 후면의 PC Fan 소음
- ✓ 전자기파
 - 대부분의 공간에서 일반 자연상태의 자기장과 같은 정도인 0.5mG가 측정 됨.
- ✓ 결론
 - 소음 이외의 측정값에서 기준을 벗어나는 부분은 보이지 않았음
 - 소음은 확실히 문제가 있는 수준으로 측정 됨
 - 부대 편의시설이 각 VTS센터별로 편차가 있음


한국형해당면학회 

4. 영상표시단말기(VDT) 중후군

영상표시단말기(VDT) 중후군

- ✓ 영상표시단말기(Visual Display Terminal, VDT) 작업 근로자 작업관리지침
 - 고용노동부에서 1997년에 제정함.
 - VDT 근로자란 시각정보를 화면으로 표시하는 단말기를 사용하여 근로하는 작업자를 말함.
- ✓ 정의
 - VDT 중후군이란 VDT(Visual Display Terminal)를 오랜 기간 취급하는 직업자에게 발생하는 근골격계질환, 안과질환, 청각기 등에 의한 피부발진, 정신적 스트레스, 전자기파와 관련된 건강장해 등을 모두 칭함.
- ✓ VDT 중후군 증상
 - 모니터를 바라볼 때 목덜미의 통증, 키보드의 위치에 따른 어깨 경직과 팔을 지지하는 팔꿈치의 피로, 앉은 자세의 부적절함으로 허리 통증을 유발
 - PC의 전자파로 피부염이 생기기도 하며, 두통과 눈의 피로, 육체적 장애뿐만 아니라 가슴이 답답하고 어지러운 등 심리적인 장해를 발생시킴
 - 장시간 휴식없이 컴퓨터 작업을 하게 되면 중립, 안구건조증, 시력감퇴, 호르몬조정장애 등을 유발할 수 있다.
 - 뒷머리, 목, 어깨, 팔, 손 및 손가락의 어느 부분 혹은 전체에 얼지 결림, 저림, 아픔 등의 불편함이 나타나는 것을 말한다.

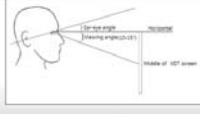



한국형해당면학회 


5. 인간공학적 VTS 관제장비 배치

인간공학적 VTS 시스템 설계

- ✓ 관제석 구성
 - 모니터의 구성은 관제용 모니터 2대, CCTV용 모니터 1대로 구성
 - CCTV용 모니터는 분할 화면으로 구성하여 상시 감시
 - CCTV용 숫자 패드 키보드를 별도로 두어 필요시에 의해 Channel을 키보드로 선택하여 전체 화면으로 볼 수 있도록 구성.
 - 모니터를 제외한 나머지 구성은 동일하며, VHF, 전화기, 관제일지는 필수로 구성
 - Port-Misc의 경우 선택적으로 구성할 수 있음.
- ✓ 모니터 구성
 - 높이는 수평을 기준으로 10~15° 정도 아래에 위치하도록 해 화면을 주시하는 시선의 높이가 10~15° 야릇방향을 주시해야 함.
 - 모니터와의 거리는 50cm를 중심으로 40~70cm거리로 해 작업거리로 인한 피로를 줄이는 것이 좋음







한국형해당면학회 

5. 인간공학적 VTS 관제장비 배치

인간공학적 VTS 시스템 설계

- ✓ 의자
 - 의자는 안정감이 있어야 하며 이동 회전이 자유로운 것으로 하되 미끄러지지 않는 구조일 것
 - 팔걸이를 사용하여 앉거나 일어설 때 몸을 지탱할 수 있어야 함.
 - 좌판은 폭이 40~45cm가 적합하며 깊이는 38~42cm가 적합함. 경사는 앞으로 미끄러지지 않도록 수평 4~5도 경사로 전면을 높게 위치해야 함.
 - 등받이와 좌판의 각도는 90~120도. 원하는 위치에 고정되어야 허리 부담이 감소함.
 - 척추의 S자 형태에 적합한 넓은 허리지지대를 포함하여야 함.
 - 바닥 면에서 앉는 면까지의 높이는 눈과 손가락의 위치를 적절하게 조절할 수 있도록 적어도 35센티미터 이상 45센티미터 이하의 범위에서 조정이 가능할 것
 - 높이 및 각도의 조절이 가능할 것
- ✓ 온도도
 - 관제실 안의 온도를 18도 이상 24도 이하, 습도는 40퍼센트 이상 70퍼센트 이하를 유지.





한국형해당면학회 

5. 인간공학적 VTS 관제장비 배치

인간공학적 VTS 시스템 설계

- ✓ 키보드 및 마우스
 - 조작위치를 조정할 수 있도록 이동이 가능할 것
 - 키보드의 경사는 5도 이상 15도 이하, 두께는 3센티미터 이하로 할 것
 - 키보드와 키 윗부분의 표면은 무광택으로 할 것
 - 관제 시 손목을 지지해 줄 수 있도록 책상의 물면과 키보드의 사이는 15센티미터 이상을 확보하고 손목의 부담을 경감할 수 있도록 적절한 받침대(패드)를 이용할 수 있을 것
 - 마우스는 쥐었을 때 작업자의 손이 자연스러운 상태를 유지할 수 있을 것
- ✓ 조명
 - 조명은 직접적으로 스크린에 반사되거나 일어나지 않도록 조정에 커버를 제작하여 사용해야 함.
 - 300룩스(Lux) 이상 500룩스 이하
 - 작업실내의 창, 벽면 등을 반사되지 않는 재질로 하여야 하며, 조명은 화면과 영상의 대조가 심하지 않도록 하여야 함.
 - 조명의 위치는 빛이 작업화면에 도달하는 각도는 화면으로부터 45° 이내일 것
 - 창문에는 차광막 또는 커튼 등을 설치하여 직사광선이 화면, 서류 등에 비치는 것을 방지하고 필요에 따라 인체든지 그 밝기를 조절할 수 있도록 하여야 함.




한국형해당면학회 

6. 결론

인간공학적 VTS 시스템 설계

- ✓ 관제사 설문조사 결과
 - 관제시스템 배치의 알맞은 필요
 - 소음, 온도, 전자파 측정 필요
 - 공간의 재구성 필요
- ✓ 관제실 현장조사 결과
 - 알소음 : 평균적으로 48dB정도, 관제 통신이 발생하는 상황 : 70dB ~ 90dB의 소음 발생
 - 전자기파 및 조도는 만족되는 환경 (주간에 차광시임)
- ✓ VDT 중후군
 - VDT(Visual Display Terminal)를 오랜 기간 취급하는 직업자에게 발생하는 근골격계질환, 안과장해, 피부발진, 정신적 스트레스, 전자기파와 관련된 건강장해 등을 말함.
- ✓ 인간공학적 VTS 관제장비 배치
 - 관제석 및 모니터의 구성
 - 책상, 의자, 키보드 및 마우스, 온도 및 습도, 조명 등 관제실 환경



한국형해당면학회 

Q & A

감사합니다!



본 연구는 2015년도 "해상교통관제사 직무분석 및 인적요인 관리방안 연구 용역" 결과의 일부이며, 연구를 지원해 주신 해양경비안전본부에 깊은 감사를 드립니다.

