

선박 HVAC 효율 증가를 위한 변풍량 방식 공기조화 연구

강영민* · 김민욱** · 장재희** · 김희망*** · † 오진석

*한국해양대학교 수중운동체특화연구센터, **한국해양대학교 대학원, ***한국해양대학교 전기전자공학부, † 한국해양대학교 기관공학부 교수

VAV Air Conditioning Research for Ship HVAC Efficiency

Young-Min Kang* · Min-Wook Kim** · Jae-Hee Jang · Hui-Mang Kim *** † Jeon-Seok Oh

* Underwater Vehicle Research Center, Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

** Graduate School, Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

*** Division of electric-electronic, Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

† Professor, Korea Maritime & Ocean University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 최근 물동량 하락으로 인해 선박의 에너지 절감에 대한 선주들의 관심이 모아지고 있다. 선박용 HVAC은 선박 구조상 거주구역이 수밀형 창문으로 구성되고 폐쇄적이기 때문에 승무원의 쾌적한 환경 조성을 위해 사용된다. 또한 생활수준의 향상과 더불어 승무원들의 쾌적함에 대한 요구는 더욱 강해지고 있어 HVAC의 기능 향상이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 변풍량 방식의 선박용 HVAC 구조를 사용하여 HVAC 제어기능 향상 및 에너지를 절감할 수 있는 방법을 제시한다.

핵심용어 : 선박용 HVAC,, 변풍량 방식, 에너지 절감

Abstract : In recent years, attention of ship owners for the energy saving of the vessel is being collected due to the volume decline. Ship accommodation consists of watertight type windows and is closed, Ship HVAC is used to promote a comfortable environment for the crew. In addition requirements for comfort of the crew is getting stronger with the improvement of living standards, there is a need for HVAC improvements. In this paper, propose method to save energy and improve HVAC controls by using the HVAC structure of the variable air volume.

Key words : Ship HVAC, Variable air volume, Energy saving

1. 서 론

최근 물동량 하락으로 인해 선박 에너지 절감에 대한 선주들의 관심이 모아지고 있다. 물동량이 많았을 때에는 대량의 화물을 빠른 시간 내에 운송하였지만 최근에는 최대한 적은 에너지를 사용하여 화물을 운송한다. 에너지 절감을 위해 HVAC에서 소모되는 전력을 감소시켜 선박에서 사용되는 에너지를 절감할 수 있다.

선박용 HVAC은 선박 구조상 거주구역이 수밀형 창문으로 구성되고 폐쇄적이기 때문에 승무원의 쾌적한 환경 조성을 위해 사용된다.[1] 또한 생활수준의 향상과 더불어 승무원들의 쾌적함에 대한 요구는 더욱 강해지고 있어 HVAC의 기능 향상이 필요하다.[2]

따라서 HVAC의 성능 개선 및 사용되는 에너지를 절감하는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이를 위해 본 논문에서는 변풍량 방식의 선박용 HVAC 구조를 제안하여 에너지를 절감할 수 있는 방법은 제시한다.

2. 선박용 HVAC

선박용 HVAC은 승무원에게 쾌적함을 제공하고 승무원의 생활에 필요한 공기를 거주구역에 공급한다. 또한 화재 등 비상시에 대비해 방화댐퍼를 이용하여 덕트의 공기흐름을 차단한다. HVAC은 AHU(air handing unit)와 덕트, 댐퍼, 팬 등으로 구성된다. 그림 1은 선박에서 사용되는 AHU의 그림이다.

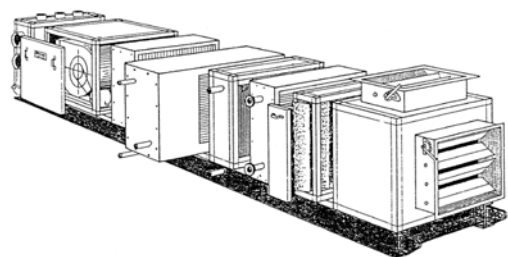


Fig. 1 AHU(Air Handling Unit) for ship

* 주저자 : doll7942@gmail.com 051)410-4866

* 공동저자 : kmw7190@naver.com, j_seulbi@naver.com, heei91@naver.com 051)410-4866

† 교신저자 : ojs@kmou.ac.kr 051)410-4283

선박에서 HVAC를 사용하기 위해서는 파도에 의한 롤링 및 피칭, 해수에 의한 부식, 급변하는 기상조건, 유지보수의 용이성, 부품의 콤팩트화 등 육상용과 달리 고려하여야 할 특성들을 가지고 있다 [2]. Table 1에서는 선박용 HVAC의 일반적인 구성요소를 보여주고 있다.

Table 1 Composition of ship HVAC

장비 분류	세부요소
Damper	Modulation, Isolation
Fan	Supply, Return
AHU	Humidifier, Cooling, Heating, Fan, Filter, Sound trap
Cooling system	Chiller
Heating system	Steam, Electric

일반적으로 선박의 HVAC는 중앙단일덕트방식을 사용한다. 중앙단일덕트방식에서 AHU는 2대가 설치되며 사용 시간에 따라 번갈아가며 구동한다. AHU에는 혼합 유닛, 필터, 가습기, 히팅, 쿨링, 팬, 소음기 등이 선박의 설계사양에 따라 포함된다. 덕트는 선박에 따라 다르나 거주구역에 최소 풍량 이상으로 공기를 공급할 수 있도록 설계된다. 거주구역의 위치에 따라 덕트의 길이가 길어 유량이 충분하지 못할 경우 덕트에 추가적으로 팬이 설치된다. 또한 개별적인 환기를 위해 개별 덕트가 사용될 수 있다. 댐퍼는 풍량을 제어하는 풍량댐퍼와 방화를 위한 방화댐퍼가 사용된다. 그림 2에서는 선박에서 사용되는 HVAC의 구성도를 나타내었다.

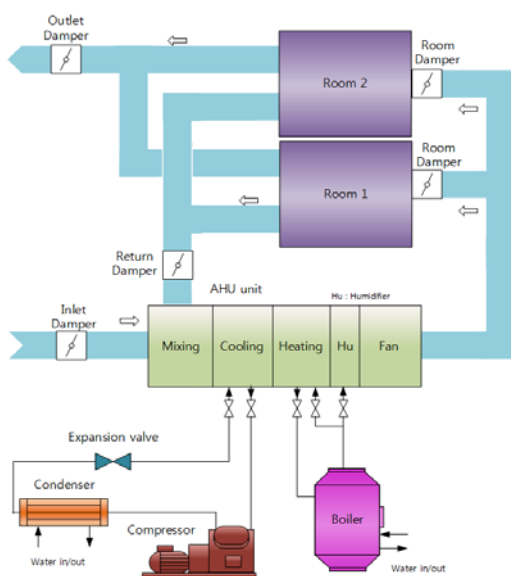


Fig. 2 Diagram of HVAC for a merchant ship

HVAC 구조는 외부공기가 입구를 통해 들어와 AHU를 통과하여 방들로 이동한다. 입구덕트, 순환덕트, 출구덕트에는 풍량 댐퍼가 달려 있어 일정한 비율로 고정된다. 순환덕트와 출구덕트는 별개로 구성된다. 거주구역 온도는 일정 온도로 제어되며 공기 냉각은 위해 압축기, 응축기, 팽창 밸브를 거쳐 증발기를 통해 공기를 냉각한다. 냉각량은 공기온도에 따라 컴프레서가 on/off 제어된다. 공기 가열과 가습은 밸브의 개도를 통해 증기의 공급량을 제어하며 온도가 상승할 경우 상대 습도가 낮아지기 때문에 가열과 가습을 같이한다. AHU 팬은 on/off 제어를 하며 압력이 높을 시, 팬을 정지한다.

개별 승무원의 방 입구덕트에는 수동댐퍼가 달려 있어 승무원이 임의로 풍량을 조절할 수 있다.

3. 변풍량 방식을 적용한 선박용 HVAC

선박에서는 신선 공기량과 방 온도, 습도를 만족시키기 위해 HVAC이 사용된다. 기존 선박에서는 정풍량 방식으로 거주구역의 온도 제어를 위해 가열량 및 냉각량을 조절하였으나 미미한 온도차에도 난방과 냉방을 하여 에너지가 낭비되거나 온도차 허용범위를 높혀 승무원의 쾌적한 환경 조성에 어려움이 있었다. 또한 중앙 AHU에서 각 방들까지의 덕트길이가 달라 방마다 온도차가 나서 승무원들에게 쾌적한 환경을 제공하지 못하였다. 제안하는 선박용 HVAC은 변풍량 방식(variable air volume system)을 사용하여 풍량을 조절함으로써 HVAC 성능 향상 및 사용되는 에너지를 절감할 수 있다. 그림 3은 변풍량 방식을 적용한 선박용 HVAC 그림이다.

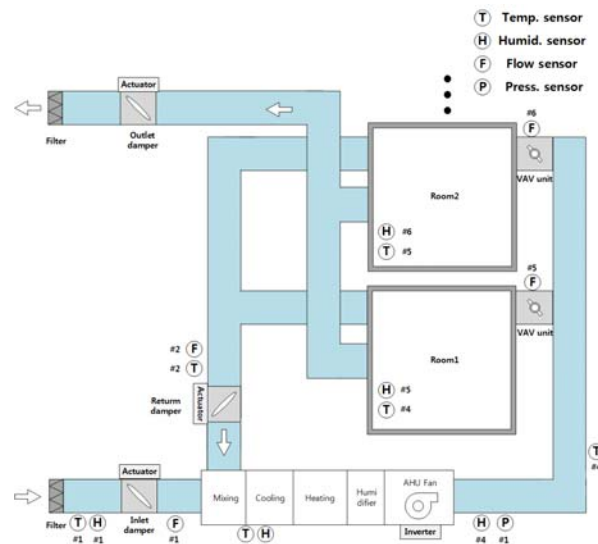


Fig. 3 Diagram of VAV HVAC system for a merchant ship

제안하는 변풍량 방식의 HVAC은 입구, 출구, 순환 댐퍼에

액추에이터를 사용하여 온도차에 따라 댐퍼의 개도를 먼저 제어하여 난방과 냉방 빈도를 낮추어 에너지를 절감한다. 또한 방별로 VAV unit을 사용하여 온도와 풍량에 따라 댐퍼개도를 조절함으로써 방별로 거리나 방내부의 발열에 따른 온도차가 발생하지 않도록 제어하여 승무원의 쾌적감을 향상시킨다. 또한 방내부에 적외선 센서를 설치하거나 작업시간을 설정하여 방이 비었을 시, VAV unit의 개도를 최소화함으로써 에너지를 절감할 수 있다. 팬에서는 인버터를 사용하여 댐퍼나 VAV unit의 개도의 변화에 관계없이 일정한 압력으로 공기를 공급할 수 있도록 제어한다. 난방 및 냉방, 습도는 온도 센서 및 습도센서 값에 따라 통합적으로 제어기에서 제어한다.

The Society Of Air-Conditioning And Refrigerating Engineers Of Korea lectures and other publications, pp. 49-83.

- [2] Yoon, J. I., and Lee, H. S., Choi, J. H.(2008) "Basic Planning of Ship HVAC", Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 32, No. 8, pp. 1110-1115.
- [3] Yoon, J. I. Kim, J. D. "Refrigeration and Air Conditioning Engineering", munundang, 2002

4. 에너지 소비량 산정방안

HVAC은 일반적으로 공조/열원/반송 시스템으로 구성된 기계설비를 사용한다. 이 중 가장 큰 에너지를 소비하는 것은 열원을 담당하는 냉동기이며 난방기, 팬 순으로 에너지를 사용한다. 이 중 냉동기 및 난방기 출력에 동작시간을 곱하여 소비 에너지를 산정할 수 있으며 팬은 상사법칙에 따른 출력량과 동작시간을 곱하여 에너지 소비량을 산정할 수 있다. 기존 정풍량 방식의 선박과 변풍량 방식의 에너지 소비량을 비교하였을 때, 댐퍼 액추에이터 및 인버터의 전력을 감당하여도 냉방기 및 난방기의 운전시간 감소, 팬의 운전 속도 감소에 따라 에너지가 절감될 것이라고 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 선박에서의 HVAC을 분석하였으며 정풍량의 중앙단일덕트방식이 가장 많이 쓰이는 방식임을 확인하였다. 또한 선박 HVAC의 성능향상과 에너지 절감을 위해 변풍량 방식의 HVAC 및 제어방안을 제안하였으며 이에 따라 에너지 소비량 산정방안을 검토하였다. 추후 실험 및 연구를 통해 실제 절약되는 에너지 소비량을 구할 필요가 있다.

후 기

본 연구는 미래해양기술개발 사업의 ‘그린선박용 EMS 개발’ 및 한화탈레스의 ‘CODOG/CODLOG 추진 및 추진보기 계통 시뮬레이터 개발’ 연구 지원으로 수행된 연구결과입니다.

References

- [1] Jung, Y. W.(2005), "Marine Air Conditioning Systems",