

## 연근해 어선용 활어조 냉각장치의 성능특성

한인근 · 이호생\* · 김재돌\*\* · 김흥윤\*\*\* · 윤정인\*\*\*\*

(주)AR, \*부경대학교 대학원, \*\*동명대학, \*\*\*여수대학교, \*\*\*\*부경대학교  
(2000년 12월 13일 접수)

### Performance Characteristic of Live Fishing Tank in Cooling Apparatus inshore Fishing Boat

In-Geun Han, Ho-Saeng Lee\*, Jae-Dol Kim\*\*,  
Heung-Yun Kim\*\*\* and Jung-In Yoon\*\*\*\*

AR Engineering Co. Ltd., \*Graduate School, Pukyong National University

\*\*Dongmyong College, \*\*\*Yosu National University, \*\*\*\*Pukyong National University

(Received December 13, 2000)

#### Abstract

A fundamental study on the cooling apparatus inshore fishing boat and its operation characteristics in sea water cooling system were performed experimentally. The circumstance is giving the blow against fisherman with incoming-decreasing and the difficulty of crew's supply and demand and management. In addition, the depression of the external situation such as the plan of EEZ(Exclusive Economic Zone) proclaim is forcing them into improving their fishing condition. By this international and domestic surrounding, the development of a cooling apparatus inshore fishing boat is demanded sincerely. We investigated load characteristics as the pilot plant operation characteristics estimation which is based on the development of cooling system and optimum cooling apparatus inshore fishing boat. These results provide useful informations which are applicable to an actual design and show the possibility of application to other fields.

#### 서 론

최근 연근해 어장의 황폐화와 EEZ(배타적 경제 수역)선포에 따른 연근해 어장의 상실로 어획량이 급속히 감소하고 있다<sup>1-2)</sup>. 특히, 10톤 이하의 소형 연안 조업선으로 생계를 유지하는 영세 어민들의 경우에는 이와 같은 주변 환경들의 변화로 엄청난 고통에 직면하고 있어 생활안정 및 소득증대에 대한 대책이 필요하다.

현재 어획물의 선도 유지를 위해 10톤 이상의 중대형 선박에서는 해수와 육상빙을 50 : 50으로 하여 어획물을 저장 운반하는 수빙식이나 주엔진으로부터 동력을 공급받아 해수 냉각이나 제빙 시스템을 가동하여 어획물의 선도나 활어조에 이용하여 선도 유지 및 활어의 생존율을 높여 소득을 높이고 있다. 그러나 10톤 이하의 소형 연안 조업선의 경우에는 해수 냉각시스템이 갖추어져 있지 않고, 활어조 내의 바닥에 여러 개의 환수공을 설

치하여 해수가 자연 순환되게 하거나 활어조에 얼음을 넣어 활어의 생존율을 높이고 있다. 그러나, 수온이 높은 하절기나 어획물이 많은 경우, 또는 조업기간을 늘려 조업하고자 할 경우에는 상기의 방법에는 한계가 있어 활어의 생존율을 높일 수 있는 별도의 장치가 필요하다. 그러나 10톤 이하의 소형 선박에서는 선박의 구조상 발전기가 탑재되어 있지 않고, 냉각시스템을 주엔진에 부착할 경우 주엔진을 계속적으로 운전해야 함으로 엔진 수명의 감소를 초래할 수 있다. 또한 냉각시스템 설치장소 등에 문제가 있어 지금까지 해수 냉각시스템이 설치되지 않고 있어 새로운 방식에 의한 설치의 필요성이 요구되고 있다<sup>3-4)</sup>. 어획물이 시장에서 거래될 때, 활어상태인가 아닌가는 가격면에서 엄청난 차이가 발생되고 있다. 따라서 상기의 문제점들을 해결하면서 10톤 이하의 소형 선박에 설치 가능한 별도의 엔진 구동 패키지형 활어조 해수냉각시스템의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 현재 해수냉각시스템이 설치되어 있지 않는 10톤 이하의 소형 연안 조업선에 탑재 가능한 별도의 엔진 구동형 소형 패키지 해수냉각시스템을 개발하여 어민들의 생산성 향상에 기여하고자 하였다.

## 실험장치 및 방법

### 1. 실험장치

10톤 이하의 소형 선박에 있어 냉각장치를 주

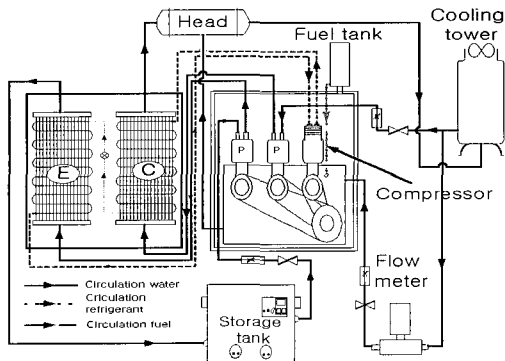


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

엔진 동력으로 압축기를 구동할 경우에는 주 엔진의 부하증대나 수명단축 등에 문제를 야기시킬 수 있다. 따라서 주엔진과는 별도의 동력장치로 해수냉각시스템을 구동해야 한다. Fig. 1은 10톤 이하의 소형 어선용 활어조 냉각시스템을 선박에 설치할 경우의 개략도를 나타내며, Fig. 2는 본 연구에서 제안한 냉각시스템의 개략도를 나타낸다. 본 시스템에서는 압축기의 구동 동력원으로 10HP급 디젤엔진을 이용하였다. 그리고 엔진으로부터 발생된 동력을 압축기로 전달하기 위해서 압축기 좌측에 풀리를 설치하였으며, V-Belt를 통하여 동력을 전달할 수 있도록 하였다.

Fig. 3은 구동엔진과 압축기 구동 풀리를 나타내며, 구동엔진은 연료의 단가를 고려하여 가솔린 엔진대신 디젤엔진을 선정하였다. 본 시스템에서 필요로 하는 구동동력을 얻으면서 연료를 경유로 사용할 수 있는 디젤엔진은 현재 국내에서 생산되

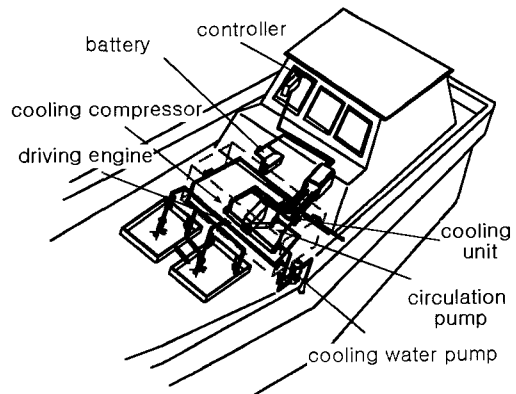


Fig. 2. Schematic diagram of live fish tank in refrigerant system.

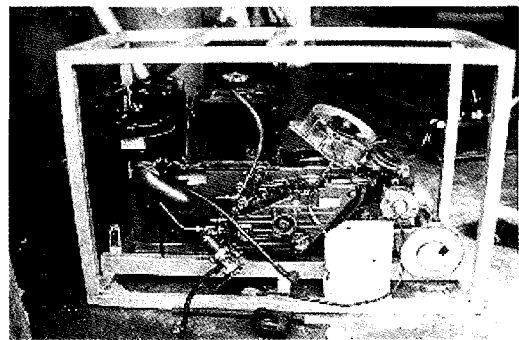


Fig. 3. Driving engine and compressor frame.

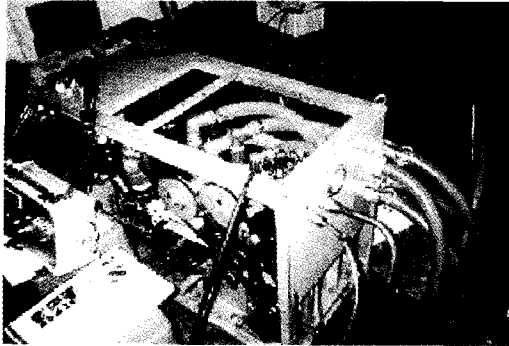


Fig. 4. Packaged sea water chiller.

는 엔진 중 최소 용량의 것을 선정하였다.

냉각장치는 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 증발기와 액분리기, 수액기, 관찰장, 여과기 등의 부속 기기들로 구성하였다. 그리고 온도, 압력, 유량 측정을 위한 계측기기로 구성되어 있으며, 각 기기들은 동관으로 연결되어 있다. 실험에 있어서는 각 조건변화에 따라 응축기 입출구, 어창, 증발기 입출구, 압축기 입출구 등의 온도와 압력을 측정하였으며, 측정된 온도는 다채널 온도기록장치 [DR230 30CH]를 통해 PC로 전송하였다.

응축기는 2RT급 수냉식 셸앤튜브식으로 제작하였으며, 원통의 양단에 설치된 경판에 다수의 냉각관을 설치하고, 그 내부에 냉각수를 펌프로압송하여 관 외면에서 냉매가 응축되는 방식으로 설계하였다. 응축기의 응축능력 계산은 냉각수 입출구에 열전대를 설치하여 입출구 온도를 측정하였고, 유량을 측정하기 위해 수유량계[4~40 l/min]를 설치하여 계산하였다.

증발기는 2RT급 전식 코일형 증발기를 사용하였으며, 관내로 냉매가 흐르고, 관외의 외측에 냉수가 흘러 냉각이 되도록 설계하였다. Fig. 4는 구동엔진 및 냉각시스템이 일체화된 패키지 해수냉각시스템을 나타낸다.

## 2. 실험방법

실험은 크게 두 가지로 나누어서 실시하였다. 첫 번째는 어창 내 온도를 16°C로 유지하면서 응축기와 증발기의 냉각수 및 냉수의 온도와 유량을 변화시켰으며, 또한 압축기의 회전수를 변화시키면서 실험을 하였다. 그리고 두 번째는 어창내 온

Table 1 Experimental conditions

Parameter		Range
		Step
Refrigerant		R-134a
Storage Temp. [°C]		16
Compressor speed [rpm]		2000~2500
		250
Flow rate [kg/s]	Cooling water	20~40
		10
	Chilled water	20~40
		10
Inlet Temp. [°C]	Cooling water	22~26
		2
	Chilled water	22~26
		2

도가 20°C에서 16°C까지 떨어질 동안에 시스템 전체의 특성을 실험하였다. 즉, 원하는 냉수온도를 얻는 데까지 압축기 회전수와 해수인 냉각수 온도를 변화시키면서 연료소비량과 냉동능력 및 시스템의 성능계수를 파악하여 실제 적용시 및 운전시의 최적 설계 자료를 얻고자 하였다. Table 1은 실험조건을 나타낸다.

## 실험결과 및 고찰

Fig. 5는 압축기 회전수를 파라미터로 냉각수 온도변화에 따른 냉동능력의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 압축기 회전수가 증가하고, 냉각수 온도가 낮아짐에 따라 냉동능력은 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 압축기 회전수가 증가함에 따라 증발기로의 냉매순환량이 증가하고, 냉각수 온도가 낮아짐에 따라 냉매의 과냉각도가 증가하기 때문으로 판단된다.

Fig. 6은 냉각수 온도를 파라미터로 압축기 회전수 변화에 따른 냉동능력의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 압축기 회전수가 증가함에 따라 냉동능력은 증가하지만 냉각수 온도가 높을수록 냉동능력은 감소하는 것으로 나타났다. 이것은 냉매순환량의 증가 및 냉매의 과냉각도의 감소에 따른 결과로 판단된다.

Fig. 7은 냉각수 온도를 파라미터로 압축기 회전수 변화에 따른 구동엔진의 연료 소비량의 변화

를 나타낸 것이다. 그림에서 압축기 회전수가 증가함에 따라 순환냉매량이 증가하고, 이에 따라 구동엔진의 소요일량은 증가하게 된다. 또한 냉각수의 온도가 증가할수록 냉매의 응축온도가 증가하여 연료의 소비량이 증가하는 것으로 판단된다.

Fig. 8은 증발기 냉수온도와 유량이 일정할 때, 응축기 냉각수 유량을 파라미터로 압축기 회전수 변화에 따른 장치의 성능계수를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 냉각수 유량과 압축기 회전수가 증가할수록 장치의 성능계수는 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이것은 냉각수 유량이 많아질수록 응축기내 냉매의 과냉각도가 증가하여 냉동효과

가 증가하게 된다. 또한 Fig. 5에서도 언급한 바와 같이 압축기의 회전수 증가는 증발기내로의 냉매 순환량을 증가시켜 냉동능력이 증가됨으로서 장치의 성능계수는 증가하는 것으로 나타났다.

Fig. 9는 냉각수 온도 및 압축기 회전수 변화에 따른 시스템의 성능계수를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 냉각수 온도가 높아짐에 따라 또한, 압축기의 회전수가 감소함에 따라 장치의 성능계수는 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이는 냉각수 온도가 증가할수록 팽창밸브 직전 냉매의 과냉각도가 감소되고, 압축기 회전수가 감소할 수록 증발기 내로 냉매순환량의 감소에 기인하는 것으로 판단된다. Fig.

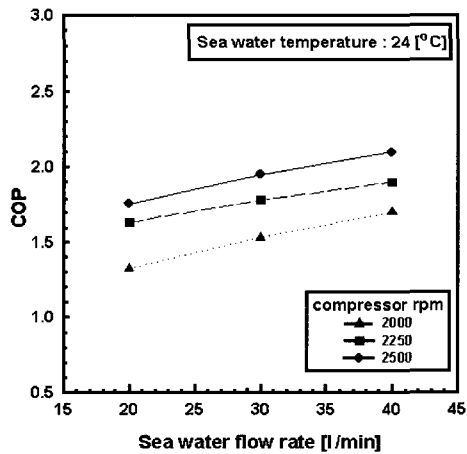


Fig. 5. Effect of sea water flow rate on Coefficient of Performance(COP).

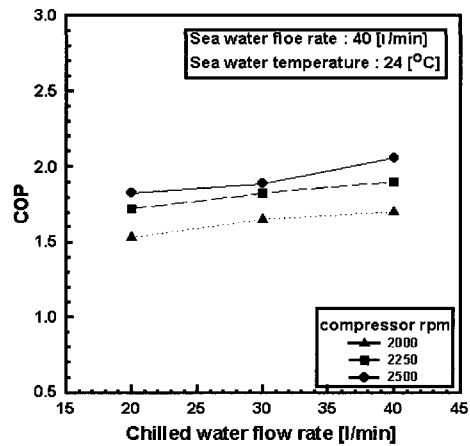


Fig. 7. Effect of chilled water flow rate on COP.

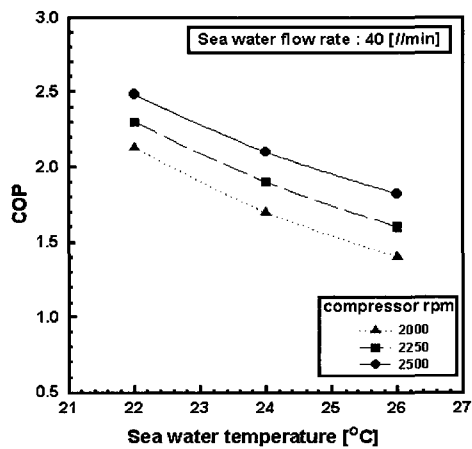


Fig. 6. Effect of sea water temperature on COP.

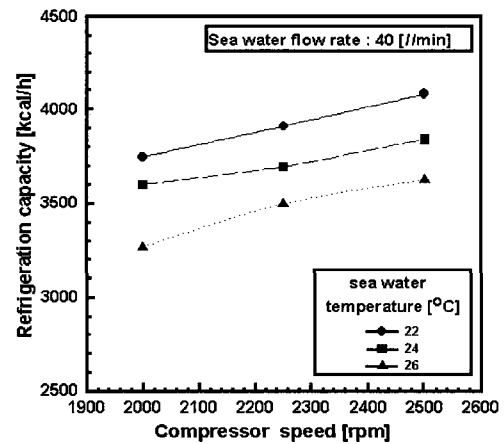


Fig. 8. Effect of compressor speed on refrigeration capacity.

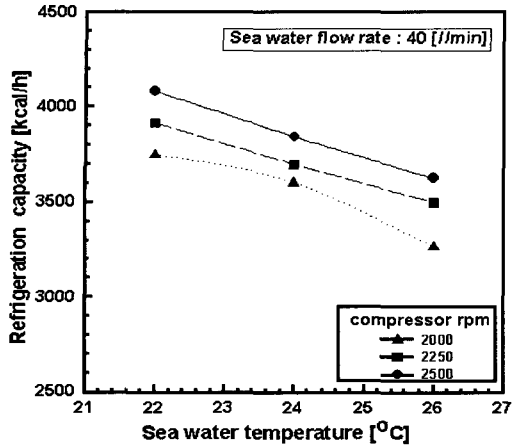


Fig. 9. Effect of sea water flow rate on refrigeration capacity.

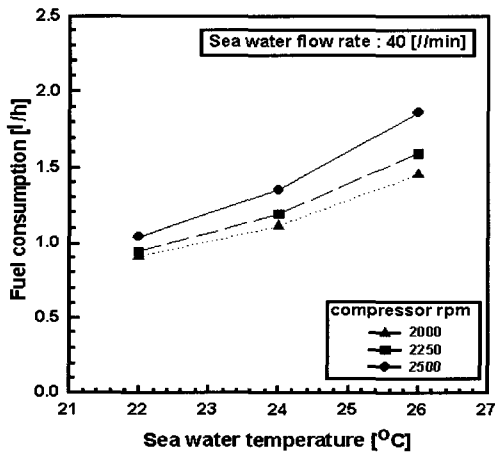


Fig. 10. Effect of fuel consumption on sea water temperature.

10은 증발기로의 냉수 유량을 파라미터로 압축기 회전수에 따른 장치의 성능계수 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 냉수 유량이 증가함에 따라 성능계수의 증가는 미소하지만 압축기 회전수가 증가함에 따라서는 큰 증가폭을 나타내고 있다.

### 결 론

별도의 엔진 구동형 소형 패키지 해수냉각시스템을 개발하기 위하여 압축기 회전수와 냉각수 유량 및 온도, 냉수 유량을 파라미터로 장치의 운전

특성을 파악한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 압축기 회전수와 증발기의 냉수 및 응축기의 냉각수 유량이 증가할수록 장치의 냉동능력은 증가하였으며, 압축기 회전수 및 냉각수 온도가 증가할수록 구동엔진의 연료소비량도 증가하였다.
- (2) 압축기 회전수와 냉각수 및 냉수의 유량이 증가할수록 냉각시스템의 성능계수는 증가하였으며, 냉각수 온도 및 압축기 회전수가 감소함에 따라서는 감소하였다.
- (3) 별도 엔진 구동용 소형 해수냉각장치 개발 및 운전조건 변화에 따른 시스템의 특성과 운전조건변화의 상관관계를 파악할 수 있었으며, 시스템의 상용화 설계를 위한 기초자료를 얻을 수 있었다.

### 후 기

본 연구는 해양수산부 수산특정과제(1999~2001년)의 연구비지원으로 이루어졌으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

- 1) Jung, H. M.(1998) : Study on flow characteristic in a nursery for optimum circumstance, Korea Research Foundation, 20~23.
- 2) Kim, K. H.(1996) : Development of live fishing tank in cooling system a fishing boat, Korea Deep Sea Fisheries Association, 150~178.
- 3) Han, I. G., Yoon, J. I., et al.,(2000) : Proceedings of the Korean Autumn Societies on Fisheries Science 2000 Autumn Joint Meeting, Cheju-do, 58~59.
- 4) ASHRAE Handbook Fundamentals(1995) : Thermophysical Properties of Refrigerants, Chapter 19.