

3. 특집 : 냉동냉장시설 기준과 현황

선박 냉동장치의 장비와 기기 선정기준

Equipment Basis of Marine Refrigeration system



정재천

Jae-Cheon Jung

- (주)지이에스산업
- E-mail : jjc@gestechno.com

1. 소 개

선박 냉동장치 개요에 관한 기술상의 기준을 규정하는데 있어서 우선 언급되어야 할 사항은 적용되는 선박의 종류와 선박 냉동설비의 설계 및 장비에 대한 기준이 언급되어야 할 것이며, 선체관련, 방열설비의 설계도 동시에 검토 언급되어야 할 것이다. 그리고 선급에서 요구되는 규정에 만족하는 사양을 반영한 선박 냉동장치 시스템을 구상하는 설계가 이루어져야 한다.

이에 본고에서는 선박 냉동장치의 시공을 위한 장비의 일반기준과 기기의 선정기준에 대해 기술하고자 한다.

2. 장비의 일반기준

2-1 냉각 방식

2-1-1 팽창방식

냉매의 직접 팽창으로 냉각되는 직접 팽창식

(Direct expansion system)과 Brine을 냉각하여 대상물질을 냉각하는 간접 팽창식(Brine cooling system)의 방식이 있다.

2-1-2 냉각방식

Unit cooler를 이용해서 공기를 냉각순환하면서 대상물질을 냉각하는 Air-blast 냉각방식과 냉각 코일이나 Shelf 내에 냉매를 유동하여 대상물질을 냉각하고 동결실 내부의 공기를 팬(Fan)으로 강제 순환하면서 냉각하는 Semi-air blast 방식, 그리고 대상물질을 직접 접촉하여 동결시간을 최소화하는 방식인 접촉 냉동 방식 등이 있다.

2-1-3 증발방식

코일 내에 직접 팽창식으로 냉매를 공급하는 방식인 건식, 직접 팽창식과 만액식 증발기에 냉매액을 채워 Float 밸브 스위치에 의한 전자 밸브 개폐방식에 의해 제어하는 만액식, 증발기내에 다량의 액을 펌프에 의해 강제 순환시키는 냉매액 강제 순환식(액 펌프 순환식) 등의 방식이 있다.

2-2 제어방식

2-2-1 압축기의 용량조절제어

압력조절기, 온도조절기 등으로부터 압축기의 흡입 가스 압력, 온도 등을 감지하여 Unload 기구를 동작하는 제어방식이 있다.

2-2-2 어창온도 제어

(1) 자동 팽창밸브

흡입가스의 온도를 감지하여 팽창밸브의 개도를 조정하고 냉매 공급량을 제어하는 자동조절장치이다.

(2) 증발압력 조정밸브

증발압력을 검출하고, 개도를 자동 조절하는 기능으로서 냉매증발압력을 소정의 압력으로 제어한다.

(3) 온도조절기로서 고내온도를 감지하여 전자밸브를 개폐하여 냉매공급량을 조정한다.

(4) 온도조절기로서 고내온도를 감지하여 압축기 용량을 제어하여 증발 압력을 제어한다.

2-2-3 Brine 및 해수의 온도제어

(1) 자동 팽창밸브

흡입 가스의 온도를 감지하여 개도를 조정함으로써 냉매공급량을 제어한다.

(2) 증발 압력 조정밸브

증발압력을 감지하여 개도를 조정하여 냉매증발압력을 소정의 압력으로 제어한다.

(3) 온도조절기로서 Brine 온도를 감지하고 냉매급액 전자밸브를 개폐하여 냉매공급을 제어한다.

(4) 온도조절기로 Brine 온도를 감지하여 압축기의 용량을 제어하여 증발 압력을 제어한다.

(5) Brine의 빙결을 방지하기 위하여 Brine 온도나 냉매증발온도를 감지하여 급액 전자밸브, 증발압력 조정밸브의 개폐를 행하지 않고 냉매공급을 정지하거나 증발온도의 저하를 방지한다.

이 외에도 냉매유량제어, 흡입압력제어 등의 방식이 있다.

2-3 규격 및 검사

선박안전법, 어선법, 선급에서 규정하는 강선규칙의 방열, 압력용기, 냉동, 냉장검사규칙 등의 규

격에 적합해야 한다. 특히 냉동장치는 한국선급(Korean register of shipping)과 일본선급(Nippon kaiji kyokai) 외 관련선급 등에서 규정하는 냉장장치 등록검사를 받아야 한다. 그리고 완성시검사(RMC)와 제조중검사(*RMC) 등의 규정에도 적합하게 설계, 설비하여야 한다.

2-4 냉매

냉동기는 열기관의 반대작용을 하는 것이기 때문에 동작유체를 필요로 한다. 이 동작유체가 냉매이다. 냉매는 액화하기 쉬운 가스로서 냉동 사이클에서 액체나 가스가 되어 그 상태를 변화하는 것이다.

프레온 물질에 함유된 염소, 할로젠가스 및 메탄에 함유된 질소, 탄소가스, 아황산가스에 의한 성층권의 오존층(Ozone layer) 파괴방지를 위해 1987년 몬트리올 의정서에서 프레온 냉매를 규제하게 되었다.

CFCs계 냉매(R-11, R-12, R-113, R-114, R-115 등)는 이미 사용이 금지되었고, HCFCs계 냉매(R-22, R-123, R-124, R-401A, R-401B, R-402A 등)는 소비량이 제한되고 있다. 따라서 대체냉매의 개발과 대체냉매 및 자연냉매의 사용이 서서히 활성화되어 가고 있다.

중전에 사용한 R-11, R-502, R-12 등의 규제냉매는 R-134A로 대체되고, R-22의 대체냉매로서는 R-407C, R-410A, R-410B, R-507 등이 사용되며, R-502의 대체냉매로서는 R-402A,B, R-403A,B, R-404A, R-407A, R-407B, R-507 등이 있다.

2-5 냉동유

냉동기유는 냉동기의 고온측에서 적당한 윤활점도를 유지하는 성질이 있어야 하고, 장치내의 저온측에서는 유동성을 유지하는 성질이 있어야 한다.

특히 대체냉매 사용 시에는 냉매와 냉동기유의 혼합특성과 점도의 변화를 고려해서 냉동유를 선정해야 하며 냉동기 제조업체에서 추천하는 냉동유를 선정해야 한다.

3. 기기의 선정기준

3-1 압축기(Compressor)

3-1-1 소요 냉동 능력

실제 부하계산에 의해 산출된 열량 계산에 의한 기준을 냉동기의 운전시간과 냉각시간 등을 고려하여 소요 냉동능력을 산정한다. 이 때 선정된 냉동용량으로 압축기의 형식과 기종을 잘 선택하여야 하고 각 업체에서 제공하는 냉동 능력표를 참조한 후 선정토록 한다.

3-1-2 선정조건

(1) 응축온도(Condensing temperature)

항해해역 및 해수온도에 따라 표 1에 따라 선정한다.

(2) 증발온도(Evaporating temperature)

$$T_e = T - \Delta T$$

여기서, T_e 는 증발온도(°C), T 는 동결 및 어창의 온도(°C), ΔT 는 온도차(°C)(표 2)를 나타낸다.

3-1-3 압축기의 종류

〈표 1〉 응축온도 선정

해역	응축온도 [°C]		
	R-134a/ R-12	R-404A/ R-22	R-407C/ R-502
열대	40~45	38~45	38~40
연안	38~40	36~40	36~40
북양	30~35	30~35	28~30

〈표 2〉 증발 온도차

구분	ΔT
직접팽창식 GRID-COIL	8~15
건식 청·해수 냉각기	5~15
BRINE 냉각기	5~10
UNIT COOLER	8~10
CONTACT FREEZER	5

압축기를 형식에 따라 분류해 보면 왕복동식(Reciprocating) 압축기, 로터리(Rotary) 압축기, 스크루(Screw) 압축기, 원심식(Centrifugal) 압축기 등이 있으며, 증기압축 냉동 사이클에 있어서는 1단 압축, 2단 압축, 3단 압축 방식 및 2원 냉동 사이클 방식 등이 있으며, 적절한 냉매를 채택함으로써 냉각온도를 -60°C 이하까지 냉각 강할 수 있다.

3-2 응축기(Condenser)

해수냉각을 할 경우, 횡형원통다관식(Hori-zontal shell and tube type condenser)을 사용하며 응축기에서 제거하는 열량 Q_2 [kcal/h]은 증발기에서 흡수되는 열량과 압축일에 상당하는 열량이 된다.

$$Q_2 = Q + AL$$

여기서, Q 는 압축기의 능력(kcal/h), AL 은 압축기 일량을 나타내고, 압축기 일량은 압축기 동력(kW)×860이다.

혹은 응축기의 방열계수를 다음 식과 같이 계산할 수도 있다.

$$Q_2 = Q \times R_h$$

여기서, R_h 는 증가율(방열계수)을 나타낸다.

응축기의 방열 면적 A_c [m²]는 다음 식으로 계산된다.

$$A_c = \frac{Q_2}{K \times \Delta T}$$

여기서, K 는 열관류율(kcal/m²·h·°C), ΔT 는 응축온도와 냉각수와의 평균 온도차(°C)를 나타내고, K 와 ΔT 의 값은 각각 표 3과 표 4에 따라 선정한다.

냉각수의 유속은 일반적으로 냉각관이 동관일 경우는 최대유속을 1.2m/s, 냉각관이 알부라그관일 경우에는 최대유속을 2.4m/s로 설계한다.

<표 3> 열관류율 K [$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$]

냉매	냉각관 (mm)	냉각수 유속(m/s)					
		0.5	1.0	1.2	1.5	2.0	2.4
R-134a R-12	19.05Ø BSTF2	440	470	-	540	570	600
R-404A R-22	19.1Ø BSTF2 (Low Fin)	465	500		575	610	640
	19.1Ø BSTF2 (High Fin)	310	450		575	680	750
R-717	34Ø SGP	750	850	900	-	-	-
	42.7Ø SGP	720	835	890	-	-	-

<표 4> ΔT 값

해수온도	ΔT 최대값 [°C]		
	R-134a/ R-12	R-404A/ R-22	R-407C/ R-502
32 °C	8	8	6
28 °C	10	10	10
15 °C	3	13	11

3-3 증발기

증발기는 어선의 종류 및 목적에 따라 팽창방법 및 증발방법을 선정하는데 다음의 식에 따라 계산된다.

$$A_e = K \times \frac{\Delta T}{Q_e}$$

여기서, A_e 는 증발기의 냉각면적(m^2), K 는 열관류율($\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$) (표 5), ΔT 는 증발온도와 피냉각온도와의 평균온도차(°C), Q_e 는 증발기에서 받는 열량(kcal/h)을 나타낸다.

3-4 압력용기 및 기기류

3-4-1 고압수액기

고압수액기의 용량은 냉매 전충진량을 수용하는 크기의 용량으로 하고, 그 소요용적 V_R [ℓ]은 다음의 식에서 산정할 수 있다.

$$V_R = G_R \cdot V_e$$

여기서, G_R 은 냉매 전충진량(kg), V_e 는 냉매의

응축온도 35 °C 에 대한 비체적(ℓ/kg)을 나타낸다.

3-4-2 저압수액기

저압수액기의 용량별 설치를 선정함에 있어

(1) 셸(Shell) 외경 D_s [m]의 선정은 다음 식에서 구할 수 있다.

$$D_s = 2 \sqrt{\frac{1000 \times \pi \times u_s}{V_g \times Q_s}}$$

여기서, V_g 는 1000 kg/h 당 통과하는 gas량 (m^3/min)을 나타내고, 다음과 같다.

$$V_g = \frac{60(i_s - i_e)}{1000v}$$

여기서, i_s 는 흡입 가스의 엔탈피(kcal/kg), i_e 는 팽창밸브 전 액의 엔탈피(kcal/kg), v 는 냉매 가스의 비체적(m^3/kg)을 나타낸다.

(2) 셸 높이 H_s [m]의 선정

$$H_s = \frac{V \cdot \epsilon_1}{0.785} \times D_s^2$$

여기서, V 는 증발기내 용적, 흡입관용적(m^3), ϵ_1 은 V 에 대한 냉매 수용량의 비(0.2~0.3)로서 냉각방식, 증발기의 형상등을 고려 할 것, D_s 는 셸의 직경(m)을 나타낸다.

3-4-3 액 펌프

액 펌프의 용량선정은 다음 식에서 구할 수 있다.

$$V_p = 1000 \times F_p \times g \times Q_s$$

여기서, V_p 는 소요액 토출량(ℓ/min), F_p 는 배율(보냉용 3~4, 동결용 8~10), g 는 1000 kcal/h 당의 이론액순환량(ℓ/min), Q_s 는 냉동능력(kcal/h)를 나타내고, g 는 다음과 같이 계산된다.

$$g = \frac{1000 \times v_e}{60 \times (i_s - i_e)}$$

<표 5> 증발기의 열관류율 [kcal/m²·h·°C]

(a) 건식 직접 팽창관 (자연대류)

어창온도	R-404A/R-22		R-717	
	5°C	10°C	5°C	10°C
0°C 이하	6.5	9.0	8.5	11~12
-5°C 이상	5.5~5.8	8.0	8.0	10
-10°C 이하	5.3~5.5	7.8	7.5~7.8	9~9.5

(b) Brine식 냉각관(자연대류)

ΔT	5°C	10°C
K	10	13.5

(c) Unit cooler

(전면풍속 2.0~3.5m/sec, 냉각 Fin 부착된 경우)

어창온도	직팽식		브라인식	
	5°C	8°C	5°C	8°C
0°C 이하	12~20	18~25	22~25	25~30
-5°C 이상	9~12	10.5~16	11~16	14~20

(d) Semi air blast shelf 관

방식	R-404A		R-717	
	1.5m/s	2.0m/s	1.5m/s	2.0m/s
건식	10~14	14~16		
습식			15~18	18~20

(e) R-404A/R-22 건식 셸 & 튜브 형 Brine 냉각식

냉각관(mm)	ΔT	K
15.8~19.0	4.5	415
동관(물)	5	485
15.8~19.0	6	525
Brine탱크관	7	545
(해수 Brine)	8	560

(f) R-717 만액식 Brine 냉각기(Shell & tube식)

냉각관경(강관 mm)	ΔT (°C)	Brine 유속	Brine온도(°C)							
			-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	
외경 48.60 or 50.80	5	0.5	230	220	210	200	175	140	115	
		1.0	440~450	420	400	370~375	310~320	270	205	
	8	0.5	260	250	230	220	180	160	125	
		1.0	470~500	450~470	430~440	400	340~345	280	210~220	
외경 340	5	0.5	270	260	245	230	200	170	125	
		1.0	470~500	450~470	430~440	400	340~350	280~285	210~220	
	8	0.5	290	280	270	250	220	180	135	
		1.0	510~520	490~500	470~480	430~440	370~375	300~315	230~235	

(g) R-717 만액식 Brine 냉각기

냉각관경(강관,mm)	ΔT (°C)	Brine온도(°C)		
		+5	-7	-30
외경 190 (Inner Fin)	7	410	334	218
	8	400	300	200

(h) R-717 탱크형 Brine 냉각기(만액식)

냉각관(강관 mm)	유속(m/s)	물	Brine온도(°C)					
			0	-5	-10	-15	-20	-25
외경 32.70 48.60 50.80	0.3	370	390	280	265	250	230	215
	0.4	450	380	360	340	320	295	275
	0.5	540	465	445	420	390	365	335
	0.6	625	550	525	495	460	430	400
	0.7	705	620	595	565	525	485	450

여기서, v_e 는 액의 비체적(l/min), i_s 는 흡입가드의 엔탈피(kcal/kg), i_e 는 팽창밸브 직후의 포화액의 엔탈피(kcal/kg)를 나타낸다.

액 펌프의 전양정 H_t [kg/m^2]은 다음 식과 같다.

$$H_t = H_a + H_f + P_a$$

여기서, H_a 는 실양정(kg/m^2), H_f 는 저압손실(kg/m^2), P_a 는 여유도($1\sim3kg/m^2$)를 나타낸다.

3-4-4 해수, Brine 펌프 등

(1) 냉각수 펌프

냉각수 펌프의 용량은 응축기 및 압축기의 크랭크 케이스(Crank case), 실린더 헤드, 오일 냉각기를 냉각하는 수량을 필요로 한다. 소요유량은 다음 식에서 산정할 수 있다.

$$V_{pc} = \frac{Q_2}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta T_w} \times 1000$$

여기서, V_{pc} 는 냉각수 펌프 양수량(l/min), Q_2

는 응축열량(kcal/h), c_w 는 냉각수의 비열(kcal/kg°C), p_w 는 냉각수의 비중(kg/ℓ), ΔT_w 는 냉각수 출입구 온도차(°C)를 나타낸다.

(2) 냉각수 펌프의 전동기

$$M_p = \frac{p_w \cdot V_p \cdot H_t \cdot \phi_p}{6120 \times \eta_p}$$

여기서, M_p 는 전동기의 출력(kW), p_w 는 해수의 비중(1~1.03kg/ℓ), V_p 는 냉각수 펌프의 양수량(ℓ/h), H_t 는 냉각수 펌프의 전 양정(m), ϕ_p 는 여유율(1.1~1.2), η_p 는 냉각수 펌프의 효율을 나타낸다.

(3) Brine 펌프

$$V_{pb} = \frac{Q_1 \cdot \phi_p}{c_b \cdot p_b \cdot \Delta T_b} \times 1000$$

여기서, V_{pb} 는 Brine 펌프의 양수량(m³/h), Q_1 은 냉각부하(kcal/h), ϕ_p 는 여유율(1.1~1.2), c_b 는 Brine의 비열(kcal/kg°C), p_b 는 Brine의 비중(kg/ℓ), ΔT_b 는 Brine 냉각기의 Brine 출입구온도차(°C)를 나타낸다.

Brine 펌프의 전 양정은 Brine 펌프의 실 양정과 Brine관의 전저항의 합으로 산정한다.

3-4-5 송풍기의 풍량

송풍기의 풍량 V_f [m³/min]는 다음 식으로 구할 수 있으며, 동결용 송풍량은 air blast식일 경우 3~8m/s, Semi-air blast 방식은 1.5~3m/s를 기준으로 한다.

$$V_f = \frac{Q_1}{c_a \cdot \frac{1}{v_a} \cdot \Delta T \times 60}$$

여기서, Q_1 은 냉각부하(kcal/h), c_a 는 공기의 비열(kcal/kg°C), v_a 는 공기의 비체적(m³/kg), ΔT 는 공기 냉각기의 출구온도와 동결실, 어창공기의 온도차(°C)를 나타낸다.

3-4-6 유분리기

암모니아(R-717)용 유분리기의 선정에 있어서

셀의 가스 속도는 0.5~1m/s로 선정하고, 소요단면적은 다음 식에 의해 선정된다.

$$A_s = \frac{V_s}{u}$$

여기서, A_s 는 셀 내경 단면적(m²), V_s 는 셀 내 가스 통과량(m³/s), u 는 셀 내 가스 허용속도(m/s)를 나타낸다.

프레온용 유분리기 선정은 원심 분리식의 셀 내 가스 속도는 10~20m/s로 선정하고 Demister 식의 셀 내 가스 속도는 다음 식에 의한다.

$$U_{max} = F_d \sqrt{\frac{\rho_o - \rho_f}{\rho_f}}$$

여기서, U_{max} 는 최대가스속도(m/s), F_d 는 Demister 계수(0.108), ρ_o 는 유밀도(kg/m³), ρ_f 는 가스밀도(kg/m³)를 나타내고, Demister의 두께는 300mm 이내로 하고 유분리기의 셀 길이는 셀 내경의 2~3배로 한다.

3-4-7 액분리기

액분리기의 셀 길이는 셀 외경의 2~3배의 범위내로 선정하고 부하변동의 대소를 감안하여 셀 길이를 선정한다.

소요단면적은 다음 식에 의해 산출된다.

$$A_a = \frac{V_a}{u}$$

여기서, A_a 는 셀 내의 내경 단면적(m²), V_a 는 셀 내의 가스 통과량(m³/s), u 는 셀 내의 가스 허용속도(m/s)를 나타낸다.

3-4-8 중간냉각기

저단토출가스를 중간압력에 해당하는 포화온도부터 5~10°C 높은 온도까지 냉각할 수 있어야 하고 증발기에 보내지는 냉매 액의 냉각은 중간 압력에 해당하는 포화온도보다 5~10°C 높은 온도까지 과냉각 될 수 있도록 한다. 그리고 중간 냉각기로부터 흡입되는 고단 흡입가스의 액분리 능력을 가지고 있어야 한다.

암모니아(R-717)용 중간냉각기를 선정하는 기

<표 6> 제어기기 등

(1) 제어용기기 등의 적요

명칭	적요
저압압력 스위치 (Low press. s/w)	작동압력, 최대압력, 제어전압 접점수, 접점형식, 접점용량, 냉매의 종류
전자온도 조절기 (Temp. controller)	온도범위, 용도(비례 or ON-OFF), 제어전압, 주파수, 접점수, 접점형식, 접점용량
전자밸브 (Solenoid valve)	배관경, 온도차, 제어전압, 주파수, 냉매의 종류, 냉매의 상태(액 or gas)
압력조절밸브 (Press. control valve)	작동압력, 사용압력차, 능력, 냉매의 종류, 냉매의 상태 (액 or gas)
Thermostat	작동온도, 온도범위, 제어전압, 접점수, 접점형식, 접점용량
Float switch	제어압력, 접점수, 접점형식, 접점용량, 냉매의 종류
Float valve	사용압력, 사용압력차, 능력, 배관경, orifice경, 냉매의 종류
흡입압력 조정밸브	작동압력, 압력차, 능력, 냉매의 종류, 냉각방식(액 펌프 식, 건식, 만액식)
증발압력조정밸브 (EPR)	작동압력, 압력차, 능력, 냉매의 종류, 냉각방식
자동팽창밸브 (Auto expansion valve)	제어온도/압력차, 능력, 냉매의 종류, 냉각기 종류, 배관경
고압압력 차단스위치 (High press. s/w)	작동압력, 제어전압, 접점수, 접점형식, 접점용량, 냉매의 종류
유압압력 보호 스위치 (Oil press. s/w)	작동압력, 제어전압, 접점수, 접점형식, 접점용량, 냉매의 종류
수압압력 스위치 (Water press. s/w)	작동압력, 제어전압, 접점수, 접점형식, 접점용량, 냉매의 종류

(2) 압축기의 제어기기

제어 보호	명칭	적요
압축기 용량제어	고압 스위치, 전자밸브	흡입 gas의 압력을 검출하여 유압이나 gas압에 unload 기구를 동작
	온도 조절기, 전자밸브	흡입 gas의 압력을 검출하여 유압이나 gas압에 unload 기구를 동작
압축기 이상 고압보호	고압압력 차단 s/w	이상고압보호 전동기와 inter-lock
압축기 유압저하보호	유압압력 저하보호 s/w	유압저하보호 전동기와 interlock
압축기 윤활유 유온 이상 상승보호	Thermostat	윤활유 유온이상 상승보호 전동기와 inter-lock
냉각수 차수보호	압력 스위치	압축기 및 응축기의 냉각수의 차수 보호 전동기와 inter-lock

준은 관내 가스속도를 0.5~1m/s로 선정하고 냉매액과 냉각용 냉각관의 소요 전열 면적은 0.12m²/RT 정도로 개선한다.

프레온용 중간 냉각기를 선정할 때에는 관내의 가스 속도를 0.1~1m/s로 선정하고 냉각기의 열관류율은 다음의 식에 의해 계산한다.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{b}{\lambda} + \frac{f}{\lambda_f} + \frac{1}{a_i}}$$

여기서, K는 열과류율(kcal/m²·h·°C), a는 가스 측 열전달율(kcal/m²·h·°C), a_i은 액측 열전달율(kcal/m²·h·°C), λ는 냉각관벽 열전도율

(kcal/m·h·°C), λ 는 냉각관의 오염 열전도율 (kcal/m·h·°C), δ 는 냉각관벽의 두께(m), f 는 냉각관의 오염두께(m)를 나타낸다.

3-4-9 열교환기

액 냉매배관의 마찰손실 압력강하는 0.2kg/m^2 이하로 하고 필요 냉각면적은 압축기의 냉동능력 1000kcal/h 당 0.037m^2 (증발온도 $-5\sim 10^\circ\text{C}$), 0.1m^2 (증발온도 $-20\sim -5^\circ\text{C}$)를 기준하여 선정한다.

3-5 팽창밸브

팽창밸브의 선정은 냉각방식과 제어방식에 따라 적합한 형식의 팽창밸브를 선정해야 하는데 건식 팽창방식에서는 정압식이나 온도식 팽창밸브를 선정하고, 반만액식 및 만액식일 경우에는 Float식 팽창밸브를 선정한다. 팽창밸브의 형식 및 종류는 수동팽창밸브(manual expansion valve)와 자동팽창밸브(auto expansion valve)로 구분되는데, 자동팽창밸브는 정압식과 온도식으로 분류되고, 온도식 자동팽창밸브는 균압방식, 내부 균압형, 외부 균압형, 가스충전방식, 가스 충전식, 액 충전식 등이 있다.

3-6 제어기기

제어기기 등은 표 6에 명기된 사항에 따라 선정한다.

3-7 안전장치

이상 냉매 압력시에는 압축기를 정지할 수 있는 고압 차단장치가 설치되어야 하고 유압(油壓) 이상시에는 압축기를 정지할 수 있는 유압 보호장치를 설치해야 하며 압축기 및 응축기, 수액기에는 안전 장치 및 안전 밸브 등에서 분출되는 냉매 가스는 선외(船外)로 분출할 수 있도록 배기관이 설치되어야 한다.

3-8 제상장치

증발기의 제상은 원칙적으로 압축기의 분출가스, 해수(海水), 가열 Brine 등을 사용하여 제상한다.

(1) 압축기의 토출가스 방식

직접 팽창식의 건식 및 반만액식 증발기에 주로 사용한다.

(2) 해수(海水) 살수방식

Unit cooler에 주로 사용하며, 해수온도가 15°C 이하의 해역에는 가열 히터에서 약 $20\sim 30^\circ\text{C}$ 온도로 해수를 가열하여 증발기의 외표면에 직접 살수한다.

(3) 가열 Brine 방식

Brine식 냉각기에 사용하고, Brine은 약 $30\sim 40^\circ\text{C}$ 까지 가열하여 사용한다.

4. 결 론

선박용 냉동장치의 설계 및 설비에 있어서 가장 중요한 것은 대상 선박의 종류와 사용목적에 가장 적합한 냉동시스템을 설계하는 것이다.

냉동시스템이 정해지려면 기본적으로는 선박 냉동설계기준에 준한 냉동부하 계산이 이루어져야 하고, 이에 따른 적절한 장비의 선정이 잘 되어 설계 및 설비의 균형과 조화가 이루어짐으로써 목적하고자 하는 훌륭한 설계와 설비가 될 것이다.

이에 본고에서 언급한 장비와 기기의 기준은 가장 기본적인 사항을 소개한 것이지만, 각 장비의 선정기준과 제조업체에서 제시하는 기술사항 및 선정기준을 참조하여 더욱 보완된 설계가 이루어져야 할 것이다.