

어선 방열설비의 시공기준

한국어선협회 기술개발부
주임 기술원 나 형 진

1. 서언

최근 어촌의 인력부족, 수산자원의 고갈 등으로 수산업계에 많은 어려움이 있는바, 어획물의 선도유지가 요구되고 이에따라 어선의 방열설비, 냉동설비 등을 필요로 하게 되었다.

본고는 어선의 종류, 어획물의 종류에 따른 방열설비 시공기준을 기술하였으며 조금이나마 시공에 보탬이 되었으면 한다.

어선의 어창, 동결실 등의 방열설비의 기본설비는 원칙적으로 다음에 따른다.

(단, 기본조건이 특별히 지정되어 있는 경우에는 제외한다.)

선각구조, 재료의 경년변화(age effect) 및 시공방법 등이 고려되지 않으면 안된다.

$$\delta_i = \frac{\lambda_i(T_i - T_s)}{\alpha_s(T_s - T_a)}$$

δ_i : 방열두께 (m)

λ_i : 방열재의 열전도률 (Kcal/mh $^{\circ}$ C)

α_s : 표면의 열전달률 (Kcal/m 2 h $^{\circ}$ C)

T_i : 내부온도 ($^{\circ}$ C)

T_a : 외기온도 ($^{\circ}$ C)

T_s : 표면온도(노점온도 $^{\circ}$ C)

- 방열내에 frame beam이 있는 경우, 이것들의 방열 cover는 어창의 온도에 따라 표1-2의 두께를 기준으로 한다.

2. 어창방열 설비의 기본조건

가. 어창방열 두께의 결정

- 어창 등 냉각을 행하는 구획의 방열 두께는 어업종류 구조 및 온도 등에 대해 표2-1의 값으로 한다.
- 방열의 두께를 계산에 따라 구하는 경우 다음 산식을 사용하고 또한

표 2-1 프레임 등의 커버

(단위 : mm)

유지온도 $^{\circ}$ C	-20~-25	-30~-35	-40~-45	-50~-55
두께	25	50	75	100

표 2-2 어창의 방열두께

(단위 : mm)

항	목	유지온도	바	다	천	정	측	벽	전	벽	후	벽
원 양 참 치	냉 장	- 45℃	120		175		175		150		175	
	냉 동	- 50℃	50		200		200		200		200	
근 해 참 치	빙 장	- 5℃	50		65		75		50		75	
원양다랭어	냉 장	-40℃	120		145		150		120		145	
근해다랭어	빙 장	- 5℃	50		65		75		50		75	
원 양 저 인	냉 장	- 30℃	100		155		130		125		175	
	냉 동	- 35℃	50		175		150		150		155	
근 해 저 인	냉 장	- 25℃	100		150		100		100		150	
	냉 동	- 3℃	50		75		75		50		75	
연 어 , 송 어	냉 장	- 25℃	100		150		100		100		150	
	빙 장	- 3℃	50		75		75		50		75	
공 치 봉 수	냉 장	- 25℃	100		150		100		100		150	
	냉 장	- 3℃	50		75		75		50		75	
오징어채낚기	냉 장	- 25℃	100		150		100		100		150	
원 양 선 망	냉 장	- 30℃	120		150		130		125		165	
근 해 선 망	빙 장	- 3℃	50		75		75		50		100	
운 반 선	대 형	- 30℃	150		125		125		100		125	
	소 형	- 30℃	120		155		130		125		175	
새 우	냉 장	- 25℃	100		150		100		100		150	
고 등 어 낚 시	빙 장	- 3℃	50		75		75		50		75	

- * 1) PU : polyurethan foam
2) 해수온도 32℃이하, 외기온도 35℃이하

나. 어창방열 재료의 요건

어창방열 재료의 요건은 어업종류, 선체 구조 및 온도 등에 따라 아래와 같다.

- 1) 0℃에서 열전도율이 0.04Kcal/mh℃ 이하이고 비중이 0.2 이하일 것.
- 2) 다음의 온도 범위내에서 방열 성능에 악영향을 미치거나 변질 또는 변형을 일으키지 않을 것.
 - 직사광선에 직접 노출된 강판에 접한 부분 : -50℃~85℃
 - 기타부분 : -50℃~65℃
- 3) 방습성이 클 것. 즉 흡수율이 적을 것.
- 4) 불연성 또는 난연성이고 화재의 경우 유독성 가스 등을 발생하지 않을 것.

- 5) 경년변화(age effect)가 적은 것.
- 6) 하역용 hatch하부에 사용하는 경우 적당한 강도를 가질 것.
- 7) 취급이 간단하고 시공이 용이할 것.

다. 어창 방열설비의 구조

어선의 어창, 냉동실 등의 방열설비의 구조는 어업종류 및 그것들의 보관방법에 대해서 각각 다음에 따른다

- 1) 창내에 해수, brine등이 차있는 경우
 - (a) 내장은 강판이고, 외판과의 metal touch를 피하기 위해 목재근태 등을 넣어 취부할 것.
 - (b) 완전히 수밀구조로 하고 창내 액체

의 등요에 따른 충격에 견딜 수 있는 강도를 가질 것.

- (c) 방열재는 가능한한 polyurethan foam을 현장 발포할 것.
 - (d) 발포구, 내부구획, 공기구멍은 균일하게 발포가 되도록 구조를 갖출 것.
- 2) 냉동, 냉장품만을 적재하는 경우
- (a) 내장은 내수합판으로 하고 방부제를 충분히 도포한 목재근태 등을 넣어 취부할 것.
 - (b) 내장목재는 seal재, corking재 등으로 기밀을 시킬 것.
 - (c) 방열재로 우레탄 현장발포를 사용하는 경우는 강판내장의 경우와 마찬가지로 균일한 발포가 되도록 구조를 갖출 것.
 - (d) 성형보온판을 사용하는 경우 보온판의 이동이나 틈새가 없도록 할 것.
 - (e) 기관실벽 등 방열시공후 용접공사 등의 필요성이 있는 곳은 glass wool, 석면 등의 대체시공을 강구할 것.
 - (f) 현측부 및 연료tank 등에 인접한 곳은 공소가 있는 구조로 하고 그 공소는 일반적으로 현측부는 30~80mm, 연료 탱크는 15~50mm로 할 것. (단, 탱크벽에 유밀피복이 시공되어 있는 경우에는 공소를 설치할 필요가 없다.)
 - (g) 공소는 공기의 대류가 이루어지지 않는 구조로 하고 결로수가 직접 방열재에 침입하지 않도록 하부에 적절한 gutter way를 설치할 것.

3) 기타 방열구조

- (a) 어장간 격벽, 동결실과 어장간의 deck plate등 양면이 초저온 냉각이 되는 경우에는 강판의 저온취성을 고려하여 내저온 강판을 사용할 것.

- (b) 적재물의 하중에 대하여 충분한 강도를 유지하는 구조로 하며 특히 hatch하부는 국부하중에 견딜수 있는 구조로 할 것.

- (c) 천정의 Hanger bolt, 냉매 pipe 지지금물 등은 목재근태를 끼워넣어 취부하도록 하고 외판, 갑판 또는 격벽에 접촉하지 않도록 한다. 또 내장재 볼트의 관통부에는 각각 plywood 등으로 제작한 와셔를 적절히 끼워넣을 것.
- (d) 냉매관, 전선관, 청해수관 등의 관통부는 외부와의 metal touch를 최소화 하기 위해 목재box 등으로 싸고 내부에는 urethan발포를 할 것.
- (e) Bilge well에는 방열을 시공하거나 방열뚜껑을 설치할 것.
- (f) Manhole 주위에는 coaming을 설치하고 방열설비가 용이하게 설치될 수 있는 구조로 할 것.
- (g) 창내 pillar에는 모두 목재 cover를 설치하고 hatch coaming과 접하는 곳은 rubber packing 등으로 기밀시킬 것.
- (i) 기타 외부 출입구는 외기 침입을 방지하도록 적절한 조치를 취할 것.

라. 어창 방열설비의 방법

어선의 방열설비의 방법은 원칙적으로 다음에 따른다.

1) 방습을 필요로 하는 경우나 장소

- (a) 각 어창간 사절방열벽에 강벽이 없는 경우에는 방습대책을 실시할 것. 단, 인접어창이 항상 같은 온도로 유지되는 경우에는 방습이 필요없다.)
- (b) 성형 보온판 등에 흡습성의 방열재를 사용하는 경우, 공소부의 결로수가 침투되지 않도록 방습대책을 실시할 것.

- (c) 완전 수밀이 아닌 내장구조의 경우 흡습성의 방열재를 사용하는 경우에는 방습대책을 실시할 것.
- (d) 창내의 세척이 빈번한 경우에는 바닥 및 측면 윗부분에 방습대책을 실시할 것.
- (e) 천정의 관통부에는 상부로부터의 누수방지를 위해 방습대책을 실시할 것.

2) 방습구조

- (a) 각 어창간 사절벽의 방습은 유지온도가 높은 쪽 내장의 방열재 사이에 방습재를 삽입할 것. (단, 각 어창의 유지온도가 일정하지 않은 경우에는 양면에 시공하도록 할 것.)
- (b) 공소부의 결로수는 하부의 gutter way를 통해 창외 또는 bilge well 등으로 유도할 것.
- (c) 완전 수밀이 아닌 내장구조의 방습

은 내장 방열재의 사이에 방열재를 삽입할 것.

- (d) 세척이 빈번한 곳의 바닥 및 벽면 상부는 내장전면 또는 목지부에 FRP coating등을 실시할 것.
- (e) 수직 관통부는 관통 상부에 적당한 coaming을 설치하고 cement mortar마감을 할 것.

3. 어창 방열설비의 재료

어선에 사용하는 방열재 및 방습재는 원칙적으로 하기에 따른다.

(단, 특별히 지정되어 있는 경우에는 제외한다.)

가. 방열재

어선에 사용하는 방열재의 종류 및 특성은 표 2-1과 같다.

표 3-1 방열재의 종류 및 특성

번호	명칭 항목	poly styrene foam	glass wool	poly urethan foam	rock wool	염화vinyl foam
1	원료	poly styrene 수지	glass		석회	vinyl
2	외관	판	판(roll)	판	판	판
3	밀도(g/cm ³)	0.016~0.03	0.008~0.12	0.025~0.050	0.1~0.35	0.03~0.15
4	열전도율 (Kcal/mh℃)	0.03~0.039	0.038~0.057	0.022~0.025	0.039~0.047	
5	평균온도(℃)	30±5℃	70±5℃	30±5℃	70±5℃	
6	최고사용온도(℃)	70	300	100	400~700	70
7	최저사용온도(℃)	-70	-70	-70	-70	-70
8	흡수율 (g/100cm ³)	1~1.5				
9	흡습성	없음	섬유간에 흡습	거의없음	적음	거의없음
10	연소성	가연(난연성도 있음)	불연	가연(난연성도 있음)	불연	난연
11	내약품성	불량(약산, 약알칼리 염류에는 안정)	양호	양호	양호	비교적 양호

나. 방습재

어선에 사용하는 방습재의 종류 및 특성은 표 2-2에 기준한다.

표 3-2 방열재의 종류 및 특성

번호	명칭		vinyl film	poly ethylene film	asphalt roofing	FRP
	항목					
1	원	료	vinyl	poly ethylene	asphalt roofing	glass 섬유 plastic
2	외	관	film 형태	판 (roll)	종이형태	판 형태
3	비	중	1.23~1.35	0.008~0.12	* 중량600g/m ²	1.4~1.8
4	열 전 도 율 (Kcal/mh℃)			0.036~0.057	0.04	0.16~0.28
5	최고사용온도(℃)		(가소제에 따름) 약 90	300	약 80	약140
6	최저사용온도(℃)		가소제에 따름	-70		- 50 이하
7	흡 습 성		없 음	섬유간에 흡습	거 의 없 음	없 음
8	연 소 성		자기 소화성	불 연	가 연	가 연
9	내 유 성		양 호	불 연	양 호	양 호
10	두께(mm)		0.07이상	양 호		

- * 1) asphalt roofing은 35kg품으로 하였음.
- 2) FRP는 적층재 등에 따라 특성이 변화한다.

다. 내장판

어창의 방열설비에 사용하는 내장판의 재료 등은 표 3-1에 따른다.

표 3-2 방열재의 종류 및 특성

내 장 판	어창의 종류	내장판 의 종 류	내장판의 두께(mm)				비 고
			바닥	측벽, 격벽		천정	
				수밀구조	기타		
판	활어창, brine, 예냉, 냉해수창	강 판	6	6	4.5	6	합판을 사용하는 경우에는 1급으로 한다.
		합 판	22	12	12	9	
		합 판	22	12	12	9	
밀 판	방열 시공의 종류		밀판의 종류		밀판의 두께(mm)		
	현장 발포의 경우		합 판		9		
	성형 보온판의 경우				4.5		

- * 1) 근태 및 밀판에 목재를 사용하는 경우 방부처리를 할 것.
- 2) 목재는 충분히 건조한 것으로 하고 또한 부패하거나 손상이 없을 것.
- 3) 방열설비에 사용하는 못, bolt 등 금속류는 아연도금 등 적당한 방식처리를 할 것.

4. 어창 방열설비의 시공

어선의 어창, 동결실 등의 방열설비 시공은 원칙적으로 다음에 따른다.

(단, 시공이 특별히 지정된 경우에는 제외된다.)

가. 어창 방열설비 시공의 요건

어창, 동결실 등의 방열설비 시공의 요건은 아래와 같다.

- 1) 방열설비의 재료 및 두께는 사용목적에 적합한 것으로 할 것.
- 2) 방열재를 충전할 때 공소가 없도록 할 것.
- 3) 선체의 진동, 동요에 따라 밀판 및 방열재 등의 헐거워짐이 없도록 할 것.
- 4) 방열설비는 방습을 충분히 고려한 것으로 할 것.
- 5) 방열시공 후 용접 등 화기를 사용하는 곳은 화기를 사용함에 문제가 없도록 할 것.

나. 각종 어창 방열설비의 시공

- 1) 현장 발포식 방열
 - (a) 발포제가 균일하게 발포될 수 있도록 목재 근태 테두리 구조로 할 것.
 - (b) 목재 근태 테두리의 거리는 750mm 이하로 하고, 선체구조 부재의 못, bolt, nut 등은 견고히 고착시키며, 현장 발포제의 발포압력에 따라 외장판이 변형하지 않는 강판 구조로 할 것.
 - (c) 마무리판이 강판인 경우 선체구조부에 metal touch가 되지 않도록 할 것.
 - (d) 마무리판 공사 완료 후 현장 발포 주입공에 따라 순차적으로 발포를 시공할 것.

(e) 발포제 주입은 하부 block의 상부부터 주입하고, 다음에 상부 block로 이동 주입하도록 할 것.

(f) 현장 발포공사 완료 후 주입공은 확실하게 plug로 막을 것.

마무리판이 내수합판인 경우는 발포제 주입공을 동일 합판재의 putty로 밀봉시킬 것.

(g) 현장 발포공사에는 유해 GAS 등이 발생하므로 충분한 환기에 주의하여 공사를 시공할 것.

2) 성형 보온판식 방열

(a) 방습층의 모서리 및 선체구조 부재의 접합부, 관통부는 특히 유의하여 시공할 것.

(b) 방열재의 시공 두께가 75mm를 넘는 경우 되도록 2층으로 나누어 시공하고 또한 중, 횡방향의 단절부가 한곳에 생기지 않도록 할 것.

(c) 선체 구조부에 취부되는 목재 근태 테두리는 견고한 못, bolt, nut 등의 금물로 취부하고, 선박의 동요 등에 헐거워짐이 발생하지 않도록 할 것.

3) 수압을 받는 어창의 방열

위의 1), 2) 외에 하기에 따른다.

(a) 목재 근태를 끼워넣을 bolt로서 강판에 취부되어 있는 경우 목재 근태의 밀착을 양호하게 하여 bolt부에 무리한 내부응력이 발생하지 않도록 할 것.

(b) 강판의 seam, butt에는 반드시 back bead를 예상하여 양호한 용접이 진행되도록 할 것.

(c) 구석에는 2층으로 당금하는 것이 바람직하다.

(d) 강판 내장공사 및 현장 발포공사 종료 후 sand blast하고 epoxy제 도료를 도포한다.

4) 일반 어창의 방열

상기 1), 2) 외에 하기에 따른다.

- (a) 목재 근태는 수금 또는 선체의 골재에 anchor bolt에 확실히 취부하고 내장재와 밀착하는 면을 양호하게 사상하도록 할 것.
- (b) 근태 및 내장의 취부 구조는 구석부분의 고착에 헐거워짐이 생기지 않도록 시공에 주의할 것.
- (c) 선반, 칸막이 등의 지지재는 내장판을 파괴하지 않도록 고려하여 고착을 할 것.
- (d) 상기 공사 종료후, phenol 수지 도료를 도장사양에 의거 도장할 것.

다. 방습의 시공

- 1) 방습재의 접합부는 접착이 완전하게 되도록 시공할 것.
- 2) 구석진 부분, 관통부 등은 방습재의 연속성에 유의하여 시공할 것.
- 3) 공사중에 파손, 찢어짐 등이 없도록 시공한다.

라. 방열재 취급상의 주의사항

- 1) 방열재의 흡습은 방열성능을 감퇴시키므로 시공직전까지 절대 흡습되지 않도록 보관 관리할 것.
- 2) 시공전에 시공면을 깨끗이 할 것. 특히 시공면에 물, 기름 등이 남아 있을 경우 방습재의 접착 불량에 생기

므로 충분히 오염물질을 제거하고 건조시킬 것.

- 3) 시공면의 이물질은 제거하고 가능한 평활하게 할 것.
- 4) 방열공사 시공중에는 화기에 유의하고 특히 접착제는 가연성 물질이 있으므로 인화에 충분히 주의할 것.
- 5) 방습처리된 보온재의 방습층을 파손하지 않도록 취급에 신중할 것.
- 6) 현장 발포 공사의 고려할 점은 환기에 유의하고 작업자는 유해가스등의 흡입을 방지하도록 호흡보호구를 착용토록 할 것.

마. 어창 방열설비의 검사

어선의 어창 동결실 등의 방열설비의 검사 및 시험은 원칙적으로 다음에 따른다. (단, 검사 및 시험에 대해 특별히 지정한 경우에는 제외한다.)

1) 시공중 검사

방열설비에 사용되는 재료, 두께 및 구조 등은 각각 표 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1에 적합하도록 해야 한다.

2) 완성검사

어창 방열설비의 성능은 각각의 구분에 대해 표 4-1에 적합하고 또한 각부에 이상이 없도록 할 것.

표 4-1 완성검사

	어창의 종류	시 험 방 법	기 준
기 밀 시 험	수압을 받는 어창	방열설비내에 압력이 0.04/cm ² 의 공기를 봉입한다.	압력이 0.04kg/cm ² 에서 0kg/cm ² 까지 내려가는 시간이 4분 이상으로 한다.
	기타 어창	사용액, 또는 해수를 채운다.	6시간 이상 경과후 수면의 강하 정도에 따라 기밀을 확인한다.
	기타 어창	방열설비내에 압력이 0.03kg/cm ² 의 공기를 주입한다.	공기의 누출이 현저하지 않도록 한다.

구 분		냉 각 온 도(℃)			비 고
냉 각	공기 냉각식의 경우	-30 ~ -55			무부하 상태에서 24시간이내에 냉각하도록 할것.
	FLAT TANK식의 경우	-25 ~ -35			
	BRINE 침적식의 경우	-17 이하			
	예냉창, 냉해수 제조창의 경우	0이하			12시간내에 냉각하도록 할것.
시 험 창	구분	동 결 어 창	빙장을 주요하는 어창	기 타 어 창	a) 공하상태에서 48시간이내 에 냉각하도록 할것.
	해수온도 30℃이상의 해역에서 조업 또는 항행하는 어선	-25 ~ -50	+3 이하	-5이하	b) 선체의 폭로갑판면에 이슬 이나 서리의 발생이 없도록 할것.
	기타어창	-20~ -35	+5이하	-3이하	c) 어창내 동일층의 온도차가 3℃이상 되지 않도록 할것.
방 열 효 력 시 험	시험 시작시 온도(℃)	온도 상승률(FH)의 값			비 고
	-46 이하	3 이하			$FH = \frac{Td}{t \times Tf} \times 100$ FH : 온도상승률 (%/h) Td : 온도 상승량 (℃) t : 시간 (h) Tf : 초기 온도차(℃)
	-25 ~ -45	5 이하			
	-24 이하	7 이하			

※ 참고문헌

- 1) 어선 냉동설비 시공기준(일본 어선협회 발행)

5. 맺음말

어선의 방열설비시공은 어창의 구조와 어획물의 종류에 따라 달리 하므로 방열설비시공시에는 방열 및 방습재와 내장판재료를 어창의 구조에 따라 적절하게 시공하는 길만이 방열효과를 최대한 얻을 수 있는 방법일 것이다.

간첩신고 빠짐없이
국가안보 빈틈없이