

最近의 참치漁船 凍結裝置

(空氣冷却式 凍結裝置<管棚式>)

日新興業(株)工務設計

正 藤 浩 一*

1. 緒 論

管棚式凍結裝置란 空氣凍結裝置 中에서도 普遍化된 經濟的인 裝置로서 從前부터 가장 많이 使用되어 왔으며 現在도 참치漁船이나 “오징어”잡이 漁船의 凍結裝置로서 大部分의 漁船에 많이 採用되고 있다.

이는 現在까지도 管棚式凍結裝置가 다음과 같은 장점을 가지고 있으며 아직까지도 이에 대응할 만한 裝置가 出現하지 않고 있기 때문이라고 생각된다. 이 裝置의 一般의 인 特徵은 다음과 같다.

- 構造가 簡單하다.
- 蒸發器와 物品의 收容棚이 兼用으로 되어 있다.
- 一時的인 大量의 物品도 收容이 可能하다.
- 凍結物의 크기 및 形狀의 制約이 적다.
- 蒸發器의 着霜에 衣한 冷却能力의 低下가 比較的 적다.
- 冷却變動이 적다.

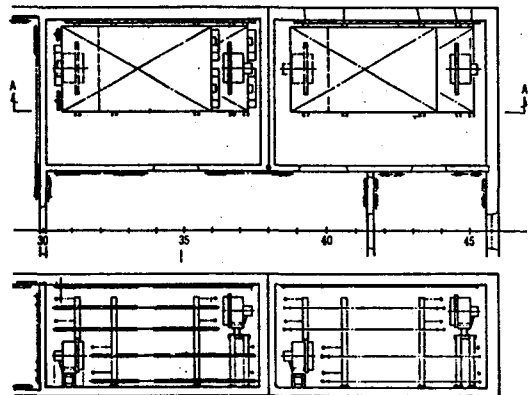
또한 從前式(鋼管式) 管棚凍結裝置에는 다음과 같은 缺點도 있다.

- 設備重量이 크다.
- 冷媒가 多量 必要하다.
- DEFROST(除霜)作業에 時間과 수고가

따른다.

- 物品의 形狀에 의하여 收用量이 적어진다.
- 凍結品의 入出庫作業의 省力化를 기대할 수 없다.

그러나 이와 같은 缺點도 Al合金製管棚이 開發됨에 設備重量의 輕減, 冷媒量의 減量, DEFROST時間의 短縮 등이 同時에 實現되었으며, 凍結品의 入出庫作業의 省力化도 最近 참치漁船에는 LIFTER가 開發되어 實用化에 들어가 있는 段階에까지 到達해 있다. 또한 참치漁船과 같이 2晝夜 凍結Cycle일 境遇에는 凍結後半의 不必要한 送風機動力 및 發熱에 의한 冷凍能力



A-A 斷面

圖1 참치漁船管棚構造

* 譯) 日新興業(株) 서울事務所 所長 蔡榮一

損失을 輕減시키기 위하여 送風機의 回轉制御에 依한 省ENERGE化도 實用化되고 있다.

(送風機: POLE CHANGE TYPE - 4극/8극 -)

最近의 참치漁船 / "오징어"채낚기漁船에 採用되고 있는 管棚式凍結裝置의 特徵에 關하여 記述하고자 한다.

2. 참치漁船의 管棚式 凍結裝置 概要

最近의 참치선 管棚式凍結裝置는 圖表1에서 보는 바와 같이 構造면에서는 變化가 없으나 凍結室의 配置나 COMPONENT PARTS로서의 冷却管의 材質 및 凍結 FAN의 性能과 電子膨脹弁의 開發 등이 이루어지고 있다.

가. 管棚의 構造 및 配置

大型참치漁船의 凍結管棚의 構造는 圖表1에서 보는 바와 같으며, 그 配置는 圖表2에서 보여 주는 바와 같이 4室4棚方式은 大部分 採用되고 있는 實情이다. 從前에 많이 採用되어 왔던 2室4棚方式은 最近에는 거의 자취를 감추어 버렸으며 참치의 凍結時間은 魚體의 大小·魚體의 表面風速 및 室溫 등에 의하여 差異가 있으나 圖表3에서 보여 주는 바와 같이 揚繩時間 및 物品의 入出庫時間을 고려하면 2晝夜가 必要하다. 最近의 참치漁船이 4室4棚式을 全面的으로 採用한다는 것은 다음과 같은 長點이 있기 때문이라고 生覺된다.

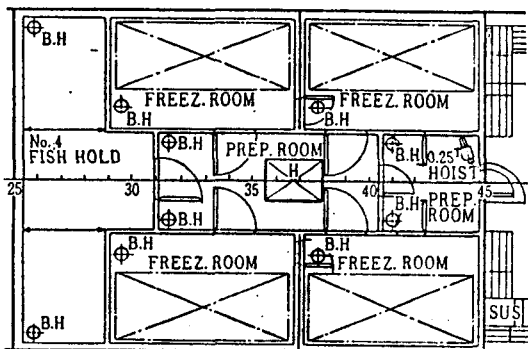


圖2 참치漁船 凍結室 管棚配置

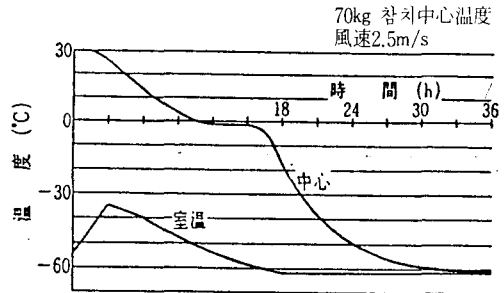


圖3 참치凍結 "시뮬레이션"

- 各 凍結室마다 單獨冷却이 可能하기 때문에 2晝夜凍結이 必要한 참치漁船에서는 4室을 臨機應變의으로 使用할 수 있다. 예를 들자면 揚繩은 12時間程度가 所要되기 때문에 揚繩前半의 漁獲物을 1室(첫번째 室)에 入庫시키고, 揚繩後半의 漁獲物은 2室(두번째 室)에 入庫시킴에 따라 圖4에서 보여 주는 바와 같은 凍結CYCLE이 可能하여 저 36~39時間의 凍結時間을 確保할 수 있게 되었으며, 또한 漁獲物이 極히 적을 때는 1室만을 使用하여도 充分하며 大魚時는 3室을 使用하는 등 臨機應變의 對應이 可能함을 말한다.

- 凍結管棚의 長이가 短縮되고 棚幅이 넓어졌으므로 魚體表面風速을 크게 얻을 수 있고 從前보다 平均的으로 凍結時間을 短縮할

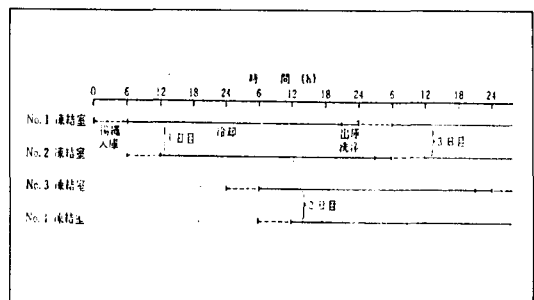


圖4 凍結室使用 CYCLE 例

수 있게 되었다.

나. 凍結用管棚 COIL(冷却器)의 特徵

凍結用棚COIL은 從前부터 外面亞鉛 鍍金 한 鋼管으로 SECTION COIL 形態로 製作하여 使用되어 왔으나 最近에는 거의 全般的으로 圖5에서 보여 주는 바와 같이 Al 合金製의 管棚을 使用하도록 했다.

Al 合金製管棚의 特徵은 다음과 같다.

- 冷却面積의 增大

從前에 使用해왔던 鋼管製와 比較하여 約 62%의 冷却面積이 增大되었다.

- 冷却面積이 增大됨에 따라 壓縮機의 蒸發溫度가 上昇되며 成績計數도 또한 上昇됨에 따라 省ENERGE效果를 得할 수 있게 되었다.

- 重量輕減

從前에 使用하여왔던 鋼管製의 管棚과 比較하여 重量이 約25% 程度가 輕減된다.

魚體2톤 收容의 管棚이 1室當 約1.2톤이 輕減되므로 室4個를 綜合하면 約4.8톤이 준다.

- 低溫脆性이 없다.



圖5 참치 漁船 Al 冷藏管(天井)

鋼管材料는 低溫化됨에 따라 低溫脆性에 의하여 強度가 劣化되나 Al 合金은 低溫脆性이 없고 低溫(-120°C程度까지)이 될 수록 強度가 增減된다.

- Al 合金製는 押出成型品이므로 表面이 圓滑하고 衛生的이다. 또한 Al 合金製管棚은 實用化된 후 約15년以上 使用 實積이 있으며 腐蝕 등의 결점은 아직 發生되지 않고 있다.

다. "POLE CHANGE"型 凍結FAN 採用

凍結FAN의 回轉數를 極數(POLE)變更에 의하여 2段階로 切替可能하게끔 한 것이다. 回轉制御의 目的은 참치 漁船의 境遇에 前述한 바와 같이 2晝夜凍結이 必要해짐에 따라 凍結FAN은 凍結中 連續運轉을 하게 된다. 따라서 凍結이 進行함에 있어 凍結FAN負荷가 全 凍結負荷에 點하는 比率이 增大되어 凍結末期에는 50~60%나 點하는 狀態가 된다.

참치의 凍結에서 매우 重要한 것은 冷却開始에서 最大永結晶生成帶 通過時間까지를 短縮시키는가가 物品生産에 큰 影響을 미치며 이 時間短縮에 最大로 影響을 주는 것이 魚體의 表面風速이며 그 다음이 凍結室溫이다. 魚體中心溫度가 最大永結晶生成帶를 通過해 버리면 凍結참치의 高級化에 끼치는 風速의 影響은 매우 적어지므로 이 時點以後에 凍結FAN의 回轉制御를 하여 FAN의 回轉數를 高速에서 低速으로 切替하여줌

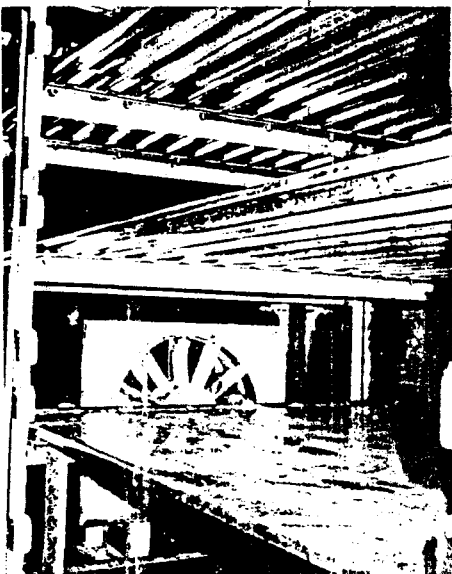


圖5 凍結室 Al 管棚設置圖

으로써 FAN負荷를 約1/5로 減少시켜 省ENERGE를 기할 수 있다.

라. 電子膨脹弁에 의한 冷媒流量制御

終前부터 참치漁船凍結用 管棚에 最適하다고 하여 지금까지 使用되어 왔던 溫度式自動膨脹弁 대신에 最近에는 電子式膨脹弁이 全面的으로 採用되어지고 있다. 참치漁船의 凍結裝置는 入庫時부터 出庫時까지의 폭넓은 溫度變化, 出庫에 의하여 入庫期의 急激한 溫度變化 및 入庫時와 凍結末期의 큰 負荷變化 등 매우 荷酷한 條件下에 놓여져 있다. 圖6은 凍決壓縮機의 能力變化에 대하여 膨脹弁의 追從範圍를 提示한 例이다. 보통 溫度式自動膨脹弁의 容量選定은 最終 溫度時의 能力에 맞추어 選定하고 있으나 急激한 負荷變動 및 溫度變化에 대해서는 이보다 높은 高溫時에는 能力不足이 되어 冷却速度가 늦어진다. 이 때문에 手動膨脹弁을 使用하여

補充하거나 또는 自動膨脹弁의 過熱度調整을 알맞게 再調整하여 줄 必要가 있다. 이와 같은 不便함을 最近에 開發된 電子式膨脹弁이 解消하여 주었으며 電子式膨脹弁의 代表的인 特徵은 다음과 같다.

- 폭넓은 追從性

圖6에서 보는 바와 같이 弁能力은 100 ~ 10%의 範圍에서 自動追從을 한다. 急激한 負荷變動에 對해서도 制御範圍가 넓기 때문에 항상 適正한 冷媒率을 供給할 수 있다.

- 항상 適正한 冷媒를 供給할 수 있기 때문에 冷却COIL의 能力을 100%가까이 發揮할 수 있으며 冷却速度가 迅速해진다.

- 冷媒의 역류걱정이 없다.

上記한 바와 같이 항상 適正한 制御가 이루어지기 때문에 負荷變動 및 熟練度에 의한 調整失手 등으로 인하여 發生되는 역류의 問題는 解消되었다고 본다.

- 操作이 簡單하다.

電子式膨脹弁의 調整은 初期의 다이얼에 의한 數值調整만으로 充分하며, 冷却途中의 狀態도 制御機의 表示 등에 의하여 確認이 可能하다. 따라서 從前과 같이 溫度式自動膨脹弁과 같이 熟練度에 의한 調整이 不必要해졌으며 어느 누구라도 同一한 冷却運轉을 할 수 있게 되었다.

以上에서 몇 가지의 特徵을 記述하여 보았으며 最近에 建造되는 참치漁船에 大部分 採用되고 있으며 또한 그 成果도 立證되고 있다.

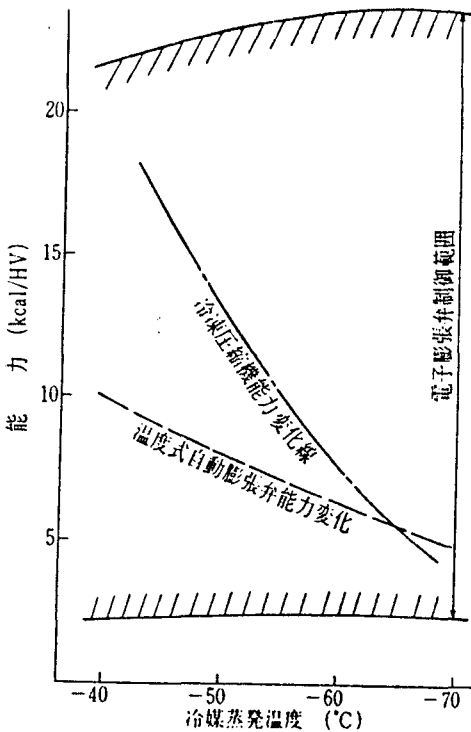


圖6 膨脹弁變化線圖

마. 凍結品の 入出庫 省力設備

참치漁船凍結用管棚의 凍結物品入出庫는 現在 50°C ~ 60°C의 超低溫下의 가혹한 勞動環境속에서 手動으로 作業하고 있는 實情이다. 이 가혹한 作業을 改善하기 위하여 最近에는 省力化된 機械를 設備한 漁船도 出現하고 있다. 이 機械는 長方形의 TABLE狀態로 된 臺를 管棚前面에 取付하여 電動驅動에

의하여 TABLE을 上下로 移動시켜 참치의 入庫를 행하는 作業機械이다.

3. 大型오징어채낚기漁船

293~350톤급의 大型 오징어채낚기漁船의 凍結裝置는 2隻의 FLAT TANK(CONTACT-FREEZER方式) 裝備船을 除外하고는 全船管棚式SEMI-AIR BLAST 凍結裝置를 採用하고 있다. 오징어채낚기漁船은 操業이 始作되면 一時的으로 多量漁獲이 되기 때문에 凍結品 收容能力이 大規模인 凍結裝置를 裝備하고 있다. 다음에는 最近에 建造된 大型오징어채 낚기 漁船의 管棚式SEMI-AIR BLAST 凍結裝置에 관하여 紹介하고자 한다.

가. 管棚의 收容規模

오징어는 7.5kg의 亞鉛鍍鐵板製 또는 PLASTIC製의 凍結PAN에 約8.0kg의 物品을 넣어 凍結을 하고 있다. 全管棚의 冷凍

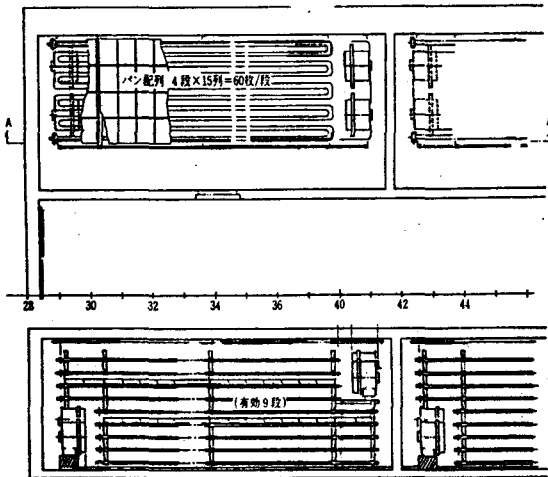


圖7 大型 오징어채낚기船 管棚構造

PAN收容量은 約3,200~4,000枚이며 凍結室溫度는 -40°C 로서 2回/日의 凍結을 하기 때문에 日産凍結能力은 50~60톤 程度가 된다.

나. 管棚의 構造와 配置

凍結室管棚의 構造는 圖7과 같으며 幅과

길이는 冷凍PAN치수에 맞추어 計劃되고 있다. (冷凍PAN치수 : 길이 × 폭 × 높이 : $470 \times 320 \times 92$)이는 폭과 길이에서 餘裕가 너무 많으면 船體의 ROLLING, PITCHING에 의하여 冷凍PAN의 動搖로 “오징어”가 쏟아지기 때문이다. 또한 管棚의 上下 PITCH는 凍結品의 크기가 規格品이 되기 때문에 收容量을 최대한 크게 하기 위하여 施工可能條件의 最少PITCH로 잡아 9~10段으로 計劃되고 있다. 管棚의 材質에 關하여는 다음과 같은 理由로 鋼管製를 많이 使用하고 있다.

- 段數가 많기 때문에 冷却面積을 鋼管製品으로도 充分히 確保할 수 있다.
- 凍結溫度가 比較的 높다.
- 段數가 많기 때문에 알루미늄 材質로 하기에 是 施工上 價格差가 크다.

오징어채낚기漁船에 凍結棚으로 使用되는 鋼管製 冷凍PAN을 使用하는 凍結이 되기 때문에 참치漁船凍結棚에 使用되는 鋼管製管棚과 같이 棚上面에 亞鉛鐵板을 깔지 않고 使用하는 것이 一般的이다. 이를 比率로 보면 알루미늄 管棚을 採用하고 있는 漁船은 約 10%에 不過하다. 管棚의 配置는 圖9와 같으며 一般的으로 大型오징어채낚기 漁船에서는 6室6棚 또는 9室18棚式을 많이 採用하고 있다. 6室6棚일 境遇에는 棚幅이 넓어 冷凍PAN의 出入庫時에 作業上 어려운점이 많으나 9室18棚을 採用하는 것은 6室6棚式의 不便함을 解消하기 위하여 改善에 많은 努力을 한 方式이다. 6室6棚式은 物品出入庫時 特殊 工具를 使用하여야 하는 번거로움이 있다.

다. 凍結FAN 및 自動膨脹弁

凍結FAN의 型式 및 臺數는 管棚의 幅에 의하여 정해지며 , 6室6棚式은 4臺/棚, 9室18棚式을 2臺/棚로 設置하여 各段에 平均的인 風速을 得할 수 있도록 고려되고 있다. 또한 凍結時間도 凍結1回當 9~10時間으로 比較的 짧기 때문에 SPEED UP한 FAN을 使用하고

있다.

自動膨脹弁에 있어서는 部分的으로 電子膨脹弁을 採用하고 있는 漁船도 있으나 管棚의 大型化 傾向에 따라 使用數量이 大幅的으로 많아지고 價格 또한 上昇되기 때문에 大部分의 漁船은 從前부터 實積이 있는 溫度式 自動膨脹弁을 使用하고 있는 實情이다.

凍結室全體配置 (6室6棚의 例)

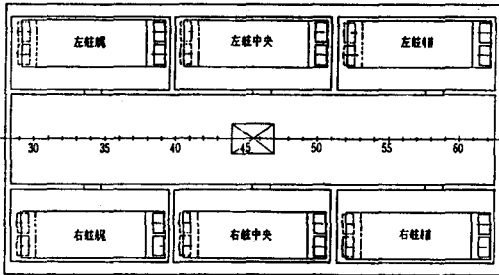


圖8 大型오징어 채낚기 漁船管棚配置(A)

凍結室全體配置 (9室18棚의 例)

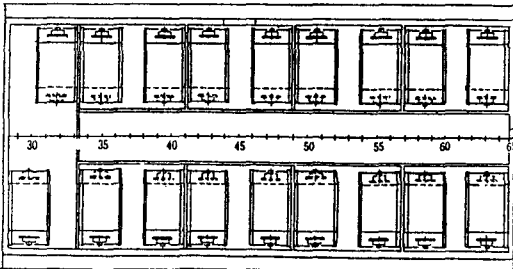


圖8 大型오징어 채낚기 漁船管棚配置(B)

<참치獨航船의 壓縮機 使用 例>

- 圖9-A/B參照
- 當日 漁獲하여 收容한 凍結室은 반드시 單獨壓縮機로서 冷却運轉을 할 것.
- 大漁일 境遇에는 圖9-A의 1, 2와 같이 單獨運轉을 하여 可能한 長時間에 걸쳐 凍結을 하여 줄 것.
- 漁獲量이 적거나 大型일 境遇에도 圖9-B의 ③, ④와 같이 長時間凍結을 하여 줄 것.

<凍結FAN 取扱上 注意事項>

- 凍結FAN用 MOTOR는 過負荷防止用으로 熱感知器가 取付되어 있으나 熱感知器의

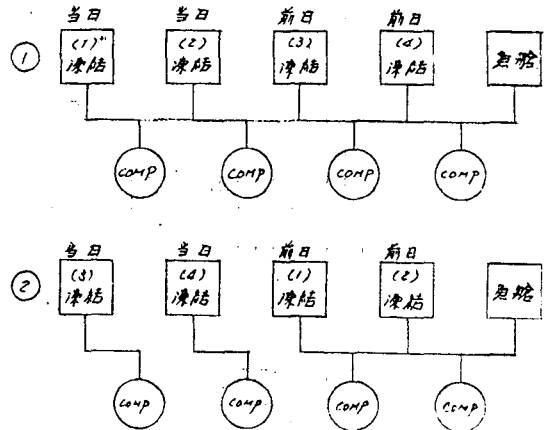


圖9 壓縮機와 凍結室 使用 例(A)

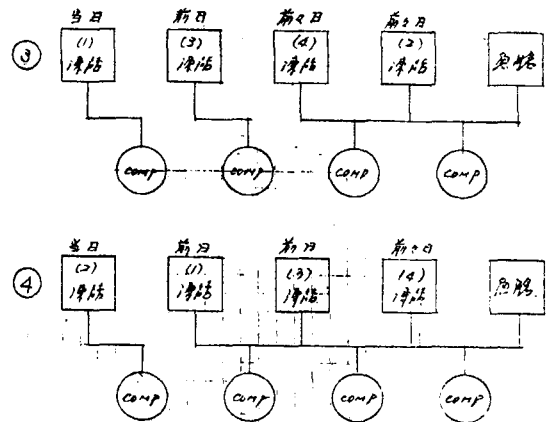


圖9 壓縮機와 凍結室 使用 例(B)

設定値는 低溫時의 溫度로 設定이 되기 때문에 常溫狀態에서 運轉을 하면, 感知器로서 MOTOR의 保護를 할 수 없기 때문에 常溫狀態에서 長時間 連續運轉을 피해야 한다.

- POLE CHANGE型 凍結FAN의 注意事項

a) 高速(4P)에서 低速(8P)으로 切換時는 高速時의 FAN이 完全히 停止한 後에 低速으로 切換하여야 한다.(高速停止後 約30秒뒤에 低速運轉으로 切換)

b) 高速에서 低速으로의 切換時期는 揚繩後, 凍結室門을 닫고나서 最低24時間 經過後에 切換하여 주십시오.

〈凍結FAN 明細〉

型 式	明細(AC220V × 60Hz)	定 格 電 流 值 (A)			
		4P		8P	
NF - 2S 型	1.5kW × 4P × 180m ² /mm	+15° C	6.2	/	
		- 60° C	7.4		
NF - 2SP型	1.5/0.37kW × 4/8P × 180/90m ² /mm	+ 15° C	6.4	+ 15° C	2.8
		- 60° C	7.6	- 60° C	3.3
NF - 3SP型	2.2/0.5kW × 4/8P × 220/110m ² /mm	+ 15° C	9.2	+ 15° C	3.9
		- 60° C	11.0	- 60° C	4.6

4. 結 論

지금까지 最近의 참치漁船 및 大型오징어 채낚기漁船의 凍結室管棚式 SEMI-AIR BLAST 凍結裝置에 關하여 記述하여 보았으나 今後의 課題로서 2~3가지 後述하고자 한다.

○ 참치漁船에 있어서는 凍結室管棚 重量의 輕減化, 冷却效率의 上昇 및 冷却의 自動化 등 여러가지 進歩가 보여지고 있으나, 漁獲物의 搬入積載 및 搬出에 있어서는 魚體昇降을 LIFTER使用에 의한 省力化가 겨우 實現된 實情이며 作業環境의 改善에는 아직 요원한 狀態이다. -50° C ~ -60° C나 되는 超低溫下에서의 作業環境은 乘務員(船員)의 高齡化를 生覺한다면 改善되지 않으면 안된다고 生覺된다. 하루아침에 全凍結作業을 ROBOT化한다는 것은 無理라고 生覺되지만 超低溫室內에서 作業은 없어져 주었으면 한다. 따라서 魚體를 損傷시키지 않은 SOFT-CONVEYER, 可動式管棚 및 魚體의 自動固定裝置 等の 開發이 要望되는 바이다.

○ 大型오징어채낚기 漁船에 있어서는 船體의 安全性을 보아서도 Al合金製管棚을 採用함에 있어 大幅的인 重量輕減 및 乘務員 全員에 의한 漁獲物處理作業中の 機關室 無人化를 위한 冷凍裝置 安全運轉對策으로서 電子膨脹弁의 採用을 권하고 싶다. 또한 3,000~4,000매에 달하는 冷凍PAN의 搬出入作業面도 省力化裝置의 開發이 早速히 開發됨을 要望하는 바이다.

凍結잡치 시물레이션 (中心溫度·風速·室溫關係)

