遠洋참치漁業調査船「開發丸」의 高品質 참치凍結 시스템에 關하여

日 新 興 業 (株)
서울사무소장 蔡 榮 一*

1. 緖 論

最近의 遠洋漁業은 旣存漁場으로부터의 축출, 漁業費用의 上昇, 魚價問題 및 勞動力의 不足 等 그 經營環境은 매우 심각한 實情에 처해 있다.

여기서 遠洋漁業이 現狀況을 극복하고 今後의 維持發展을 기하기 위하여서는 省人·省力化와 省에너지를 始作으로 徹底한 漁業費用의 削減 및 漁獲物의 高品質化와 需要의 擴張 等 모든 對策이 必要한 때라고 생각된다.

遠洋참치延繩漁業의 合理化對策 推進案중에서 漁獲物의 高品質化와 省에너지 및 省人, 省力化의 技術 等에 있어서는 農林水産省의 省에너지 技術實用化促進事業에 依한 "漁獲物冷凍技術의 開發"이나 漁業新技術開發事業에 依한 "高品質참치凍結技術開發 및 海洋水産資源開發센터에 依한 "赤身참치漁場開發 및 製品開發調査"等 鹽化칼슘($CaCl_2$) Brine 凍結시스템 開發이 約 10年間에 걸쳐 推進되어 왔다는 것은 다 잘 아는 바와 같다.

그러나 지금까지의 凍結方式(管棚式流動空氣凍結法)에서는 참치의 表面에 龜裂生成이 일어난 적은 없었으나 低溫의 $CaCl_2$ Brine 凍結시스템에서는 凍結速度가 매우 빠르기 때문에 液體窒素凍結法과 같이 龜裂이 生成되어 高價인 "참치"의 商品價値를 잃어버리는 것이 問題視 되어 왔었다. 더욱 龜裂의 原因과 그 防止에 關하여 硏究한 結果 $CaCl_2$ Brine 凍結方式일 때는 魚體表面凍結이 매우 急速히 進行되기 때문에 굳게 얼은 表面은 以後 魚體內部의 凍結膨脹을 억지시키는 結果가 되어 膨脹壓에 相當하는 應力이 體內에 發生하여 內壓上昇에 依한 龜裂이 생기는 것을 알 수 있었다.

이러한 硏究結果에 依하여 魚體龜裂이 生成되기 以前에 內壓의 放散 또는 應力을 除去하여 주면 現在까지의 旣存 凍結方式보다 短時間內에 凍結을 할 수 있으며 더욱 省에너지 및 龜裂이 없는 高品質참치를 生産할 수 있다는 것이 實證되었기 때문에 이 시스템을 참치延繩漁船의 實船操業에서 豫想되는 여러가지의 경우(魚動·體重·體溫 또는 魚體模樣)일지라도 콤퓨터 制御에 의하여 個別的

* 日新興業(株) 副社長 小川 豊

으로 自動凍結處理(以下 最適凍結處理)가 可能한 世界에서 最初의 遠洋참치漁業調査船인 "開發丸"이 建造하게 되었다.

이러한 高品質의 참치凍結시스템이 今後 遠洋참치延繩漁業의 發展에 도움이 되었으면 하는 바이다.

2. 凍結시스템의 特徵

2-1. 凍結製品의 特徵

본 시스템은 凍結速度가 液體窒素噴霧凍結(-80 ~ -100°C) 方式과 같이 超急凍結方式이기 때문에 凍結製品의 氷結晶이 緻密하고 Drip이 적으며 또한 맛이 鮮魚맛과 別差異가 없는 것이 特徵이나 半面에 解凍이나 發色하는 데 時間이 必要하며 凍結中에 아무 조치도 하여 주지 않으면 龜裂이 생기기 쉬우며 傷處가 있으면 그 部位로 $CaCl_2$ Brine이 浸入하여 魚體效率이 低下하는 것이 缺點이라고 보여진다.

2-2. 凍結處理시스템의 特徵

본 시스템은 食品衛生法에 許可된(公定食品添加物) $CaCl_2$ Brine을 使用하여 지금까지의 凍結시스템에 比較하여 熱損失이 적으며 또한 熱傳達이 良好하기 때문에 凍結時間이 짧으며(空冷式의 約 1/2, 接觸式의 約 2/3) 省에너지(空冷式의 約1/2)가 되며 낮은 費用의 利點 이외에도 다음과 같은 特徵을 가지고 있다.

1) Brine 撒布式의 採用

$CaCl_2$ Brine 凍結시스템은 被凍結品을 Brine중에 浸漬시키는(浸漬式)과 被凍結品에 Brine을 撒布하는(撒布式)이 있으나 本船에서는

- 省人·省力化를 配慮한 連續式(Conveyer)을 適用
- 浸漬式의 경우 Brine 比重에 의한 魚體의 浮上壓 및 擦過 等의 經驗에 基準하여 Brine 撒布式을 採用하였다.

더욱 撒布式의 경우는 魚體各部의 Brine 接觸量과 그 均一化에 있어서는 Brine Pump 容量 및 Strainer와 Nozzle의 막힘에 萬全을 기하였다.

2) 魚體弔荷式의 採用

凍結中의 魚體姿態는 魚體를 天井에서 매달았을 경우(弔荷)와 棚上에 配列하는 경우(載置)가 있으나 본선에서는 上記와 같이

- 連續式의 適用
- Brine 撒布量의 經濟性
- 搬出入 및 洗淨 等의 作業性을 考慮하여 魚體弔荷式을 採用하였다.

弔荷式은 空冷式일 경우 魚體의 變形(마늘形)이 問題가 되었었으나 本 시스템의 경우는 變形이 생기지 않음이 確認되었다.

3) 氣中均溫式의 採用

$CaCl_2$ Brine 凍結시스템의 龜裂防止法에는 -15°C 程度의 Brine을 撒布 또는 浸漬할 경우(Brine 均溫式)와 低溫 Brine의 撒布를 中斷하고 -30°C 程度의 氣中(凍結區劃內)에 放置할 경우(氣中均溫式)가 있으나 본선에서는

- 시스템의 單純化
- Tank Space의 節減
- 連續式의 適用

等을 配慮하여 氣中均溫式을 採用하였다. 또한 氣中溫度는 -20 ~ 40°C에서 有效하다는 것이 確認되었다.

4) 最適凍結處理시스템 採用

$CaCl_2$ Brine 凍結의 龜裂防止에는 均溫處理를 凍結中에 하는 것이 必要視 되나, 漁獲物의 魚種, 體溫(漁場水溫) 및 體重이 다를 경우에는 이것을 凍結 또는 均溫處理를 魚體에 따라 個別的으로 手作業을 한다는 것은 事實上 困難하므로 본선에서는 凍結處理에 最小限으로 必要視 되는 上記의 3條件 (漁種·體溫·體重)을 凍結處理前에 區分 入力하여 凍結終了時까지 全自動最適凍結處理시스템을 採用하였다.

본 시스템에서는 理論的으로는 3스텝(一次凍結 → 均溫處理 → 2次凍結)이 可能하나 安全性을 더욱 높이기 위하여 5스텝(一次凍結 → 一次均溫 → 2次凍結 → 2次均溫 → 3

次凍結) 方式을 採用하여 魚體龜裂防止에 萬全을 기하였다.

5) 省에너지 시스템 採用

본선의 省에너지計劃의 一環으로서 $CaCl_2$ Brine 凍結시스템에 있어서는

- Over Hang式 R - 22用 VZ - 62型 高性能 二段壓縮機 採用
- 壓縮機自動發停에 의한 Brine 冷却溫度 一定 維持
- Brine Cooler의 電子制御에 의한 冷却效率 向上과 成績係數(COP)의 改善
- 電動式 By - pass弁 採用에 의한 自動弁 Header內의 Brine 압력을 適正하게 維持하는 點 등에 特別히 配慮하였다.

6) 省人·省力化 시스템 採用

본선은 처음부터 漁獲物의 弔脫荷, 搬出入 및 洗淨 等은 Trolly - conveyer外에 各種의 自動化 採用을 檢討하였으나 豫算關係로 實際로는 弔荷·搬出(入出庫) 및 洗淨 等에 있어서는 原則的으로는 手作業으로 하여야 하나 이번에는 特히 Monorail · 切換 Point · Hanger(Hook) 및 脫荷裝置 等을 採用하여 凍結作業의 省人·省力化를 기하였다.

3. 凍結 시스템의 詳細

본 System은 船尾樓甲板左舷側의 12區劃(圖 1)에 1區劃 3마리씩 計 36마리를 同時에 凍結시킬 수 있는 能力(約 3t/day)을 保有하고 다음과 같은 機能의 시스템과 裝置, 機器等으로 構成되어 있다.

3-1. Brine 冷却시스템

1) R - 22 二段壓縮機

型 式 : VZ-62RM, 冷凍能力 : 約 30RT, 60kW × 1

附屬品 : 高壓用壓力 Switch, 油壓保護 Switch, Jacket 冷却水用壓力 Switch, Unloader用 電磁弁, 始動 By-pass 電子弁, $CaCl_2$ Brine 溫度에 依한 自動發停裝置 等(寫眞1)

2) Brine Cooler

型 式 : 模型 圓筒多通路多管式

胴 徑 : 609.5mm, 有效長 : 2,400mm

冷却面積 : 58.8m² × 1

附屬品 : 電子膨張弁, 斷水用 및 氷結用壓力 Switch, 自動發停用 Brine 溫度調節器 및 溫度 Censor(寫眞2)

3) Brine Pump

型 式 : 模型渦卷式

容 量 : 75m³/H × 15kW × 1 (寫眞3)

4) 自動弁 Header

最適 凍結處理 시스템에 의하여 低溫의 Brine을 Brine 撒布裝置에 自動的으로 供給(凍結處理)과 停止(均溫處理)를 反復한다. (寫眞4)

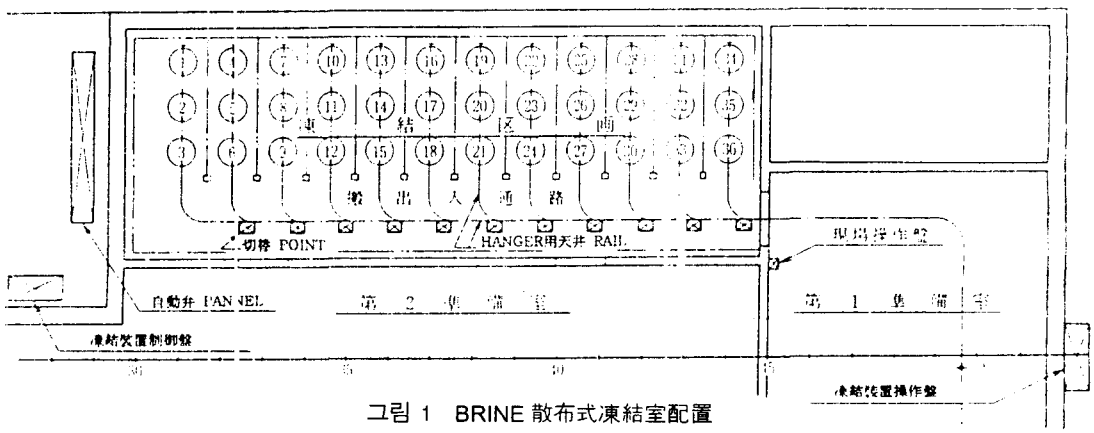
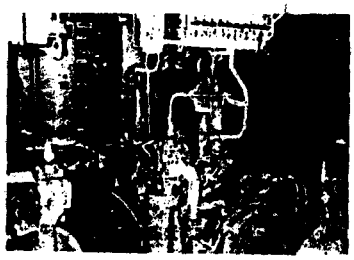
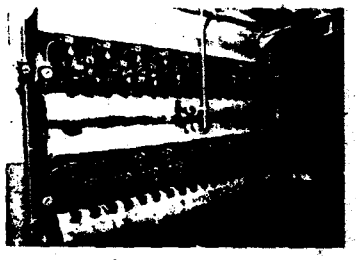


그림 1 BRINE 散布式凍結室配置

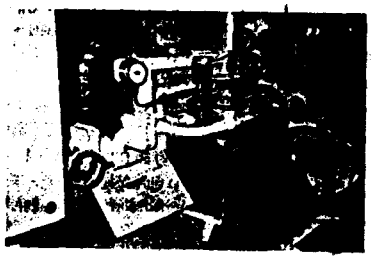


寫眞1 機關室의 VZ 62RM型
二段 壓縮機 및
膨張弁 Header



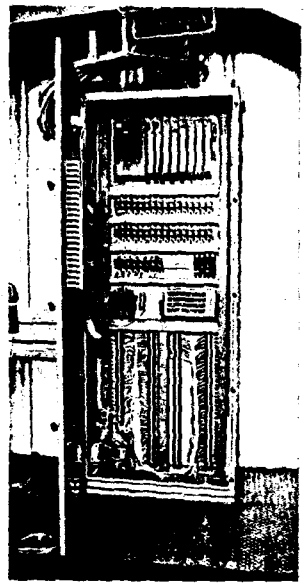
自動弁 Header

電子制御 Brine Cooler



寫眞2 機關室內에 設置된
電子制御 Brine Cooler

寫眞3 機關室內에 設置된
$CaCl_2$ Brine Pump



凍結裝置制御盤

寫眞4 自動弁 Room에 設置된
自動弁 Header 및
凍結裝置 制御盤