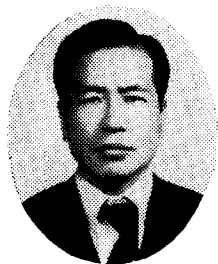


製鹽工場을 다녀와서

(이온 交換膜式 械機製鹽)



大地用役株式會社 副社長

朴 相 國※

1. 序 言

우리 日常生活에 必須로 하는 調味料에 包含되는 食鹽, 化學製品에도 附帶되는 工業用鹽, 其他 用途로 消費되는 諸般鹽들이 過去에는 全量 海水를 蒸發시켜 生産되는 天然鹽에 依存하여 왔다. 그런데 이 大部分 또는 全량이 우리나라에서는 西海岸에 位置한 廣大한 地域의 鹽田에서 蒸發 生産되는 海水鹽으로서 近來에 이 鹽이 食用으로 使用되는 境遇 漸次 많은 問題點을 惹起시키고 있다. 가장 普遍的으로 알 수 있듯이 人口의 增加로 因한 江流域 地方에 따른 海邊의 汚染, 工場의 增加에 따른 廢水의 流入, 農事의 現代化에 따른 殺虫劑의 散布 및 消毒으로 우리가 鹽生産에 所要로 하는 海水에는 必要로 하지 않는 異物質의 含有量이 急增하고 있는 實情에 있다. 이것을 좀 더 具體的으로 생각하여 보고 나아가서 隣接國인 日本의 鹽生産境遇 등을 알아보면 다음과 같다.

國內 食用鹽의 大宗을 이루는 國產天日鹽이 純度 80% 程度의 低質이고 非衛生的이며 有害할 뿐만 아니라 生産時期와 流通構造面으로 볼 때에 相當히 不合理하여 需給에도 커다란 蹉跌을 惹起시키고 있는 實情에 있고 特히 우리나라 사람들의 主宗食品인 김장, 간장, 된장, 其他, 家庭에 利用되는 食用鹽의 境遇 大量의 水

分(10%) 含有量以外에도 黃酸마그네슘(1.28%) 鹽化마그네슘(2.05%), 鹽化칼륨(0.37%), 黃酸칼슘(0.39%)等 人體에 癌을 誘發할 수도 있는 極히 有害한 不純物質을 含有하고 있으며 甚至於는 致命의 極藥인 砒素(As)까지 含有하는 境遇도 있으므로 鹽生産의 方法은 近代化가 必然의 事實로 나타나고 있다. 우리나라 天然鹽의 大部分이 濁度 10 ppm이상인 西海岸의 汚染海水를 原料로 生産되고 있기 때문에 以上에서 보는 바와 같이 有害不純物의 含有가 莫大할 뿐만 아니라 國土가 陝少한 우리나라의 與件下에서 볼 때 繼續 天日鹽의 鹽田(現在 統計로는 總産面積의 2.3% 程度라 함)을 維持確保하여 生産한다는 것은 限界點에 到達된 것으로 看做될 수 있다. 또한 生産時期를 考慮할 때 自然의 日光에만 依存하여야 하는 鹽田이 生産絶頂期인 夏節에 雨期를 當하는 境遇 및 海溢等の 自然條件에 많은 制約을 받고 있는 것도 事實이다. 이에 따라서 生産時期와 國民이 需要로 하고 있는 時期와의 差異가 일어나 需要供給의 不一致로 經濟的인 脆弱點을 안게 되므로 近代化된 製鹽方式 即 日本의 境遇와 같이 製鹽工場을 建設하게 되었던 것이다. 日本도 우리나라와 如히 國土는 陝少하고 農地의 絶對面積은 넓혀야 하겠기에 製鹽方法도 여러 方法으로 研究生産中이며 우리나라는 그 中の 가장 進歩되고 現代化된 方式을 採擇한 것이라 하겠다.

※ 電氣技術士(發送配電)

2. 製鹽工場

- (1) 會社名：株式會社 韓洲
(舊 株式會社 石油化學支援工團)
- (2) 位 置：慶南蔚山市夫谷洞 625
(蔚山石油化學工業園地內)
- (3) 規 模：
가. 工場敷地：15,000坪
나. 生産量：食用鹽 150,000 ton/年
- (4) 事業目的：
가. 高純度(99.5%이상)食用鹽의 生産供給을 통한 國民保健에의 寄與
나. 食用鹽 需給의 圓滑化와 需要增加에 對備함.
- (5) 所要資金：
가. 內資：81億원
나. 外資：40億원
計：121億원
- (6) 建設期間
着工：1977. 11. 15
竣工：1979. 11. 16
(計劃 및 設計期間 除外)
- (7) 生産方式：이온交換膜式 機械製鹽
- (8) 所要機資材의 國産化率：約 42%

3. 機械製鹽工場 建設에 따른 利點

以上の 諸搬條件에 따른 國家施策의 一環으로 經濟長官 懇談會의 議決까지 거쳐 建設된 同工場에 寄與하는 바는 아래와 같다 할 수 있다.

(1) 國內 食鹽의 主宗인 天日鹽은 純度가 낮고 特히 西海岸의 鹽田密集地域의 海水汚染度가 높아 原料海水로서 非衛生的이므로 國民保健衛生上 莫大한 問題點이 있으나 同工場이 99% 以上の 高純度 食用鹽을 生産供給하고 있으므로 國民 保健衛生增進에 크게 寄與한다고 할 수 있다.

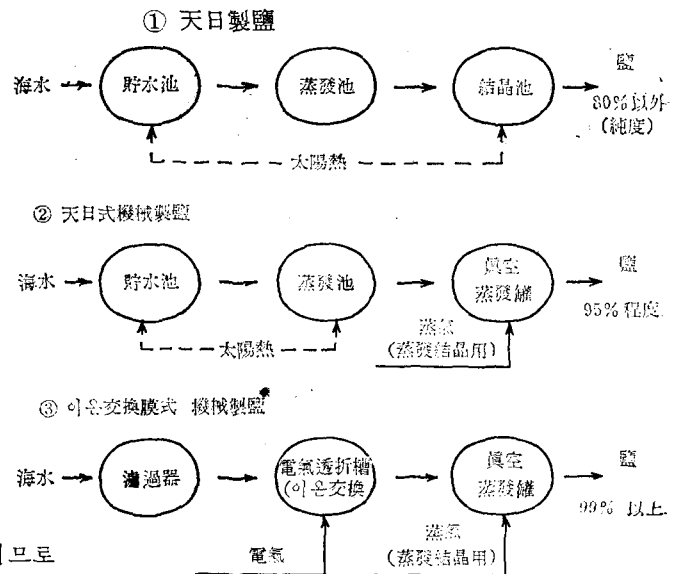
(2) 鹽의 生産期(4月~10月)와 盛需期(11月~3月)의 不一致로 季節의 需給不均衡에 따른 莫大한 備蓄量을 隨伴하고 있으나 同工場은 年中 無休로 全天候生産이 可能하므로 食用鹽의 需要調節과 價格安定에 寄與할 뿐만 아니라 非常時를 對備한 莫大한 量의 鹽 備蓄의 必要性이 除去

될 수 있음.

(3) 國內製鹽業界의 零細性으로 因한 生産性 低下와 季節的 需給不均衡과 關聯한 流通構造上의 問題點이 있고, 天日鹽 品質이 鹽田마다 差異가 있어, 品質檢査 및 製品規格化가 어려우나 機械製鹽은 規格의 單一化와 多量生産에 依한 流通構造上의 問題點을 改善할 수 있음.

(4) 廣大한 鹽田敷地를 漸進的으로 農地, 工場敷地, 宅地等 他用途로 轉換이 擡頭되고 있으므로 鹽田을 全然使用치 않는 同工場建設로 鹽田 및 附帶施設敷地의 效果의인 轉換活用이 可能하고 農地可能鹽田의 農地化로 食糧增産에 크게 寄與한다고 볼 수 있음(現在로 보아서 約 三萬 ha의 敷地를 農地로 轉用可能하다고 봄).

4. 이온交換膜式 機械製鹽과 海水에 依한 製鹽方式에 따른 簡易工程比較



5. 이온交換膜式 機械製鹽工程

이온 交換膜式 機械製鹽工程은 日本의 旭化成, 旭硝子, 德山曹達等의 三個社가 各其 特許를 所有하고 있고 이온 交換膜 透析槽의 給液方式 蒸發罐의 給液方式等에 多少의 差異는 있으나 大概 類似한 形態이다. 工程은 (圖-1)과 如히 海水處理工程, 海水濃縮工程, 蒸發結晶化工程 및 乾燥 包裝工程의 4個工程으로 分類할 수 있으며 各工程別 特徵은 아래와 같다.

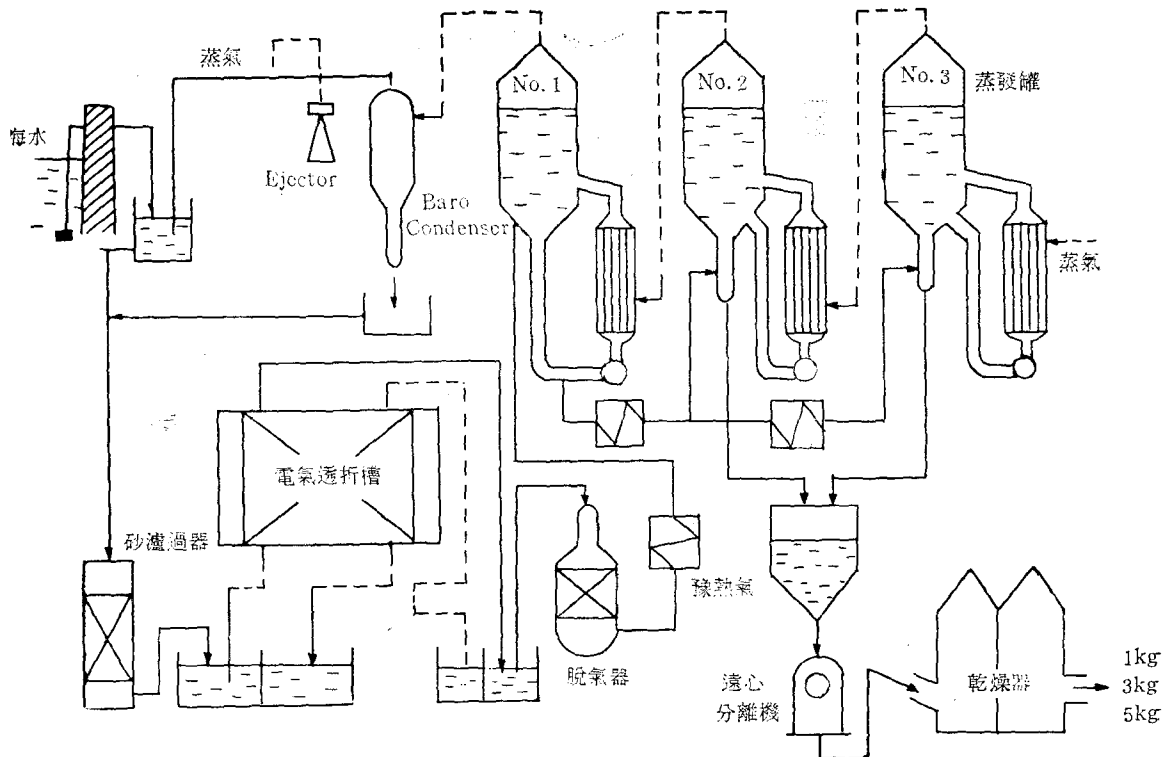


圖-1

(1) 海水前處理工程

海水前處理工程은 電氣透析槽에 海水를 供給하기 前에 電氣透析槽에 發生하는 障礙를 除去하기 爲하여 事前處理를 取하는 工程으로서 大體로 原料海水를 Barometric Condenser의 冷却水로 使用하므로써 昇溫시키고 急速砂濾過器에 依하여 濁度を 低下시키는 工程이다.

現在 우리나라 東海岸의 海水의 濁度は 約 5 ppm 程度이므로 이것을 砂濾過器로서 急速濾過시켜 電氣透析槽入口에서의 濁度の 平均値를 0.3ppm 以下로 低下시켜야 한다. 萬若 高濁度の 海水가 電氣透析槽에 供給될 境遇에는 電場에 依하여 帶電混濁粒子가 膜面으로 電氣的 移動을 行하게 되므로 膜面に 附着하게 되며 이런 現象이 反覆됨에 따라 局部的으로 脫鹽室의 閉鎖現象(脫鹽室의 間隔은 普通 7.5mm程度임) 및 液流動의 不均一으로 因하여 部分的으로 水分解를 일으켜 水酸化마그네슘의 發生과 Cell電壓의 急激한 上昇이 發生하여 膜에 極甚한 損傷을 주게 되어 透析不能한 狀態로 될 憂慮가 있다. 따라

서 濁度は 可能的 限界까지 낮추어야 하며 이를 爲하여 Resin Filter라는 2次濾過器를 使用한다. Resin Filter는 Acrylonitrile Styrene의 複合體 微粒子 球狀物質로 圓筒形(外徑 7cm, 길이 1m 程度)의 熱處理 結晶한 것을 多數 密閉器內에 裝填하고 筒의 外部에서 pump로서 海水를 浸透시켜, 濾過海水는 圓筒의 中心部에서 採取하는 것으로 相當한 濁度の 低下를 바랄 수 있다. 또한 어느 面에서는 이 Resin Filter가 高濁度海水의 流入에 對하여 安全裝置와 같은 役割을 한다고 볼 수 있겠다.

한편 電氣透析時 濃縮效果는 給液時의 溫度에 큰 影響을 받는다. 一般的으로 電流密度가 一定한 條件下에서 水溫이 높으면 鹹水採取量(以下 採鹹量이라 한다)이 增加하고(圖-2 參照), 溶液의 電氣抵抗이 減少되어서 濃縮에 要하는 電力 量도 減少한다.

海水의 溫度는 季節에 따라 周期的으로 變動하고 同一季節에 있어서도 氣象이나 海流, 取水 條件等에 따라 變하므로 電氣透析裝置의 濃縮效

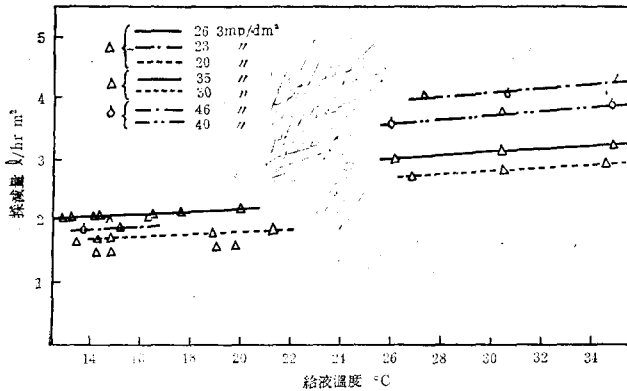


圖-2. 給液溫度及採鹹量의 關係

果는 위의 같이 海水溫度의 變化, 特히 季節의 影響을 받는 關係上 이온 交換膜式 製鹽工程에서는 Barometric Condenser에 昇溫된 海水를 使用하므로써 電氣透析時 所要電力量을 低減시킬 수 있고 水分解現像이 적어지므로 電流密度의 增大가 可能하고 透析裝置의 生産效果도 向上시킬 수 있다.

(2) 海水濃縮工程

海水濃縮工程은 濾過器에서 濾過된 低濁度의 海水를 電氣透析槽(electrodialyzer)로 濃縮시키는 工程으로서 電氣透析槽는 電氣分解——電氣透析(electrodialysis)——에 依한 簡單한 原理로서 高純度의 濃縮鹹水(brine)을 얻는 特殊한 設備이다.

여기 特記할만한 事項은 이온 交換膜의 選擇의 透過性(permeability)에 依하여 鹽中의 不純物의 原因이 되는 Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{-2} , Pb , Cr , Hg , Cd ... 등을 通過시키지 않으므로, 不純物이 含有되지 않은 高純度의 濃縮海水를 生産할 수 있다는 點이다. 이러한 이온 交換膜의 特性에 對하여는 後에 다시 說明하겠다.

電氣透析에 依한 濃縮設備는 크게 電氣透析槽와 電源供給設備로 區分할 수 있다. 電氣透析槽는 一雙의 陽陰電極間에 陽이온膜과 陰이온膜을 交互로 配置하여 隔番으로 脫鹽室과 濃縮室이 形成되도록 한 構造로서 普遍的으로 2個의 形式이 있다. 그 하나는 膜과 膜사이의 中央部에 開孔部를 가지는 후페임(frame)을 넣고 兩端에서 密着시키는 締付型(filter press type)으로서 同社가 選擇使用中에 있는 型이고, 다른 하나는 直

接膜과 膜의 끝을 붙여서 內部가 濃縮室의 構造가 되도록 袋狀으로 하여 水槽內에 並列로 多數 配列하여 만든 水槽型(unit cell type)을 말한다. 이들 兩形式의 特徵을 簡單히 說明할 수는 없지만 各其 考案된 基本理由는 다음과 같이 說明할 수 있을 것 같다. 即 締付型에 使用되는 膜은 表面이 美麗하므로 Frame으로서 壓着시키면 濃縮室 或은 脫鹽室의 密度를 保持할수 있는 反面, 膜과 膜, 또는 膜과 Frame間의 接着이 困難하며 水槽型裝置의 膜은 膜의 芯材로서 合成油脂의 布를 使用하고 여기에 이온 交換樹脂를 塗布하는 方法으로 膜을 製作한 關係上 表面에 凹凸이 있기 때문에 Frame이 密着되지 않으므로 水의 密度維持가 困難한 反面, 膜과 膜, 膜과 Frame間의 接着이 比較的 容易하고 締付型膜에 比하여 可撓性이 豊富하다 할 수 있겠다.

이와같이 膜의 物理的 特性인 表面狀態가 큰 影響을 주고 있기 때문에 膜의 製作者는 獨自의 方法으로 開發에 努力하고 있으며 이온 交換膜의 特性이 適應되는 方式의 透析 裝置가 研究開發되고 있다. 그러나 現狀態로 보아서는 膜의 性質形成보다는 裝置의 難易性을 勘案한 形式에 置重할 것으로 보인다. 以上の 두가지로 大別된 形式의 透析槽가 있지만 海水가 濃縮되는 過程은 類似하므로 締付型透析槽(同工場이 締付型을 選定하였으므로 以下에서는 締付型만을 가지고 論한다)에 依한 海水濃縮過程 및 構造를 說明하여 보겠다.

前述과 如히 透析槽는 膜群과 電極으로 나눌 수 있다. 膜群은 透析裝置의 1個의 組立單位인 同時에 給液單位이고 그 自體가 다른 膜群과 互換性을 가지는 構造로서 되어 있다. 膜群은 普通 陽, 陰이온 膜 各 1枚와 脫鹽室, 濃縮室, Frame 各 1枚를 가진 1膜對雙(Cell)을 300對程度 積層하여 一羣으로 하며 이것을 兩斷하여 電氣絶緣을 爲한 고무環(rubber ring)을 裝置한 鐵板과 턱박클(turn buckle)로서 締付한 것이다. 이 300對에 對하여 一貫 給液되는 排液連通孔(內部水路)이 設置되어 下端에서 給液되고 上端에서 排出하게 된다. 即 給液은 脫鹽室 下部에서 이루어지고 脫鹽室은 溶液層의 電氣抵抗을 減少시키기 爲하여 通常 1mm 以下로 設計되어

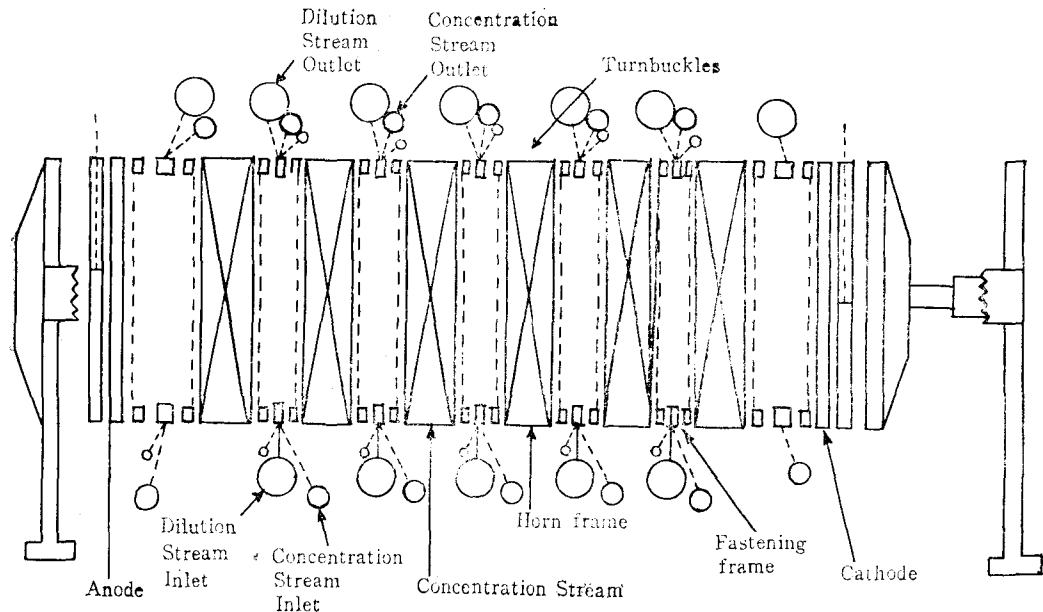


圖-3. 電氣透析槽의 構造

있다. 膜間隔을 均一하게 保持하고 脫鹽液의 流出을 均一하게 分散시키기 爲하여 스페서(spacer)가 使用되며 스페서의 두께는 약 0.7~0.8 mm, 網 2~3 mm, 外徑 0.2~0.3 mm 程度의 Polyethylene製의 斜交網으로 溶液이 서로 交錯되어 Strand를 따라 흐르게 되며 均等하게 扇狀으로 分散되는 關係上 死角이 거의 생기지 않는 特徵이 있다.

이와 같이 均一하게 分散된 溶液은 5cm/sec 程度의 速度로 脫鹽室 上部로 上昇되며 이 上昇期間에 電氣적으로 帶電된 이온 交換膜에 依하여 一價이온만이 選擇透過되어 濃縮室에서 濃縮된다. 濃縮室의 構造는 脫鹽室과 類似하고 生成된 鹹水를 採取하는 것이 可能하도록 鹹水가 外部 或은 脫鹽室로 漏洩되지 않아야 하며, 그와 反對의 現象 即 脫鹽液이 濃縮室로도 漏込되지 말아야 한다. 鹹水가 漏洩되면 直接電流의 效率低下를 招來하게 되고, 脫鹽液이 濃縮室로 漏込되면, 外狀電流效率은 增加하나 採鹹濃도가 크게 低下된다.

이온 交換膜에 帶電을 시키기 爲하여는 Graphite로 된 陽極과 Stainless steel의 陰極으로 製作된 整流器로 良質의 直流電流를 現在供給하고 있다.

以上과 같이하여 一臺의 Press 兩端에 設置된 陽, 陰極間에 普通 6個의 膜群이 設置되어 (圖-3)과 같은 透析槽가 構成된다.

위의 方式으로 透析槽가 數個配列되어 透析이 行하여 지며 透析槽의 給液方式으로는 (圖-4)에서 보는 바와 같다.

① 原料海水가 透析槽를 1회만 通過하는 一過流方式

② 脫鹽液의 一部를 다시 原料海水와 混合하여 再給液하는 循環給液方式

③ 一過流하는 透析槽를 몇個 直列로 接續한 多段給液方式

④ 多段給液을 一個의 透析槽로 行하는 直列流動方式

등의 4가지 方法을 들 수 있다.

(3) 蒸發·結晶工程

이온 交換製鹽工程에서는 濃縮鹹水의 蒸發結晶 化工程과 海水濃縮工程을 立體的으로 聯關한 經濟性側面을 考慮할 必要가 있다. 即 蒸發結晶 化工程에서 所要로 하는 多量의 蒸氣熱에너지와 海水濃縮工程에서 必要로 하는 莫大한 電氣에너지를 効果적으로 作用시켜 經濟性を 어떻게 向上시키느냐 하는 問題이다. 이를 目的으로 하여 製鹽工場에서는 附隨적으로 背壓터빈 發電機와

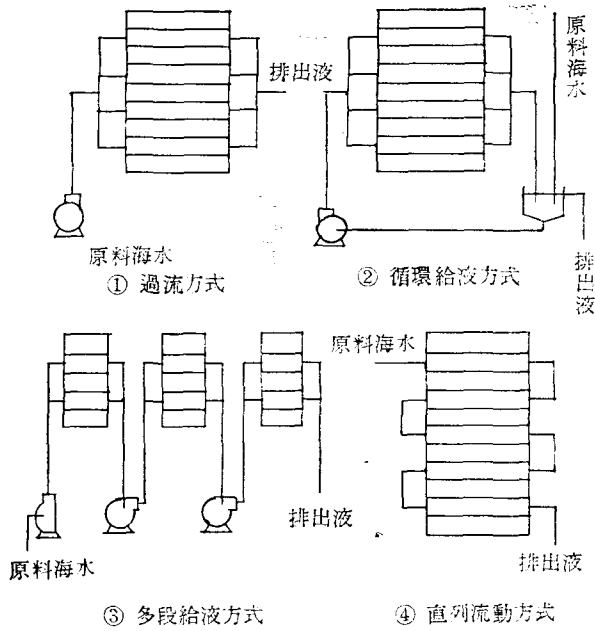


圖-4. 給液方式

보일러設備를具備하는 것이 通例로 되어 있다.

여기서 (株)韓洲의 境遇를 暫間 紹介하면 同社는 蒸發結晶工程에서 必要로 하는 低壓 press蒸氣 (15萬屯規模의 境遇: 4.2 ton/hr)를 自家發電設備에서 供給하고 있어 相當한 副產電力을 回收하고 있으며 이를 海水濃縮工程의 電力需要에 充當하므로써 莫大한 熱效率의 改善은 勿論 國家의인 次元面에서 에너지節約에 크게 寄與하고 있다. 이로 因하여 年產 150,000屯規模에 必要로 하는 發電設備費에 所要 經費 約40億원을 節約하고 있는 셈이 되며 製品의 原價도 自然低下 되는 것이다.

蒸發結晶化工程은 濃縮鹹水를 低壓蒸氣로 蒸發濃縮시켜 固形食鹽을 製造하는 工程으로서 鹹水의 脫氣, 豫熱, 加熱 및 濃縮結晶化의 段階로 나누어진다. 海水濃縮裝置에서 濃縮된 鹹水는 Scale 問題의 하나인 Alkali scale의 附着을 防止하므로써 長期無洗罐 連續運轉을 可能하게 하며 濃縮鹹水에 鑛酸을 添加하여 pH를 3.8 程度로 낮추어 殘留되어 있는 알카리 스케일 生成物質을 完全히 分解한 後, 減壓脫氣, 脫炭酸操作을 行한다.

脫氣된 鹹水의 豫熱은 蒸發罐에서 排出되는 Drain이나 蒸氣의 廢熱을 利用 供給液으로 回收

하여 熱效率을 높이는 것을 主目的으로 하고 있다. 多重效用方式에서 効用量과 操作條件이 定하여지는 境遇 그 發效率을(蒸發効率) 支配하는 것은 豫熱溫度이다. 過去 天日式 機械製鹽에서 濃縮減水에 多量의 Scale 成分이 包含되어 있어 豫熱器의 設計時에 Scale 附着防止, 除去方法等을 考慮하였으나 此工程에서는 Scale로 因하여 惹起되는 問題가 解消되므로써 任意로 豫熱方法을 擇하여 設計할 수 있는 것이 特徵이다. 豫熱된 蒸發·結晶化가 이루어지는 蒸發罐은 從來에는 標準型蒸發罐(強制循環 Calandria式 結晶罐)이 使用되었으나 여기서는 蒸發量이 크므로 外部加熱型 三重效用眞空 蒸發罐을 採擇하였다.

蒸發罐은 加熱部와 結晶部로 構成되는데 加熱器는 縱型長管式으로서 하였으며 小口徑이고, 材質은 耐蝕性이 강한 알미늄黃銅製의 길이가 긴 모양으로 하여 傳熱管으로서 役割을 하게 하고 있다. 結晶罐은 Stainless clad steel을 使用하므로써 蒸發結晶時 鹽에 依한 腐蝕 및 結晶罐內面에 鹽의 結晶이 附着成長하는 Salting-up 現象을 防止할 수 있게 하여 長期間 無洗滌運轉을 可能토록 하였다. 蒸發罐에서의 蒸發終了點은 kcl(鹽化칼륨)이 析出되기 바로 直前의 溫度를 말하게 되며 罐內의 眞空은 Barometric condenser로 維持되도록 하고 있다. 復水器로서 Barometric condenser를 使用하는 理由는 前述한바와 같이 原料海水의 溫度上昇을 시킬 수 있으므로 熱效率을 相當히 높일 수 있다는 點이다. 이리하여 蒸發結晶된 Slurry(半結晶體)를 結晶罐 밖으로 抽出하는 境遇, 罐內母液(Mother Liquor)과 다시 混合되지 않기 爲하여 結晶罐下部에 Slurry 沈降筒을 設置하고 이 筒內에 飽和鹹水(Saturated brine)를 注入하여 沈降鹽의 流動層을 形成시켜 Slurry中の 母液을 飽和鹹水와 置換시키는 “液動層에 依한 置換採鹽方式”을 取하고 있다. 또한 간수(bittern)은 比重差로 因하여 鹹水가 蒸發罐을 強制循環하는 동안 除去되도록 하고 있으며 이와 같이 結晶罐을 通過한 거친 Slurry는 約 50%의 鹽과 田液으로서 乾燥工程으로 送出된다.

(4) 乾燥·包裝工程

蒸發結晶罐을 거쳐나온 Slurry는 固體와 液體

가 共存하는 狀態로 이를 分離하기 爲하여는 機械的인 方法으로 脫水하고 相變化에 依한 分離法으로 乾燥過程을 거치게 된다. 食鹽의 脫水方法에는 眞空濾過를 利用하는 것과 遠心脫水法이 使用되고 있다. 遠心脫水는 脫水度는 優秀하나 結晶이 粉碎되는 短點이 있어 最近에는 에너지節約 등의 問題點을 考慮하여 連續自動化 遠心分離方法으로 改良利用하고 있으며 鹽脫水の 境遇이 方法을 利用하여 4~5% 線까지 低下시키고 있다.

食鹽의 乾燥에는 氣流乾燥裝置(Barometric conveying dryer)와 流動層 乾燥冷却裝置(Fluidized bed type dryer with cooling compartment)가 利用되고 있지만 氣流乾燥裝置는 結晶의 破碎가 若干있고 乾燥罐內에 鹽이 附着하여 定期的으로 除去하여야 하는 등의 缺點이 있으므로 여기서는 流動層 乾燥裝置를 使用토록 하였다. 이 裝置는 本體, 送風機, 空氣加熱器, Cyclone, 原料供給 등의 段階로 構成되어 있으며 어느 程度의 熱回收가 可能하고 結晶의 破碎가 거의 없을 뿐만 아니라 結晶의 分離가 容易하며 運轉操作이 簡便하고 鹽이 附着되지 않는 利點 등이 있다. 이 乾燥機를 거친 食鹽의 水分은 0.1% (wet basis) 程度의 高純度 精製鹽으로서 貯藏槽에 蓄積된後 包裝에 들어가게 된다.

包裝過程은 疎忽히 생각하기쉬우나 現代는 에너지節約이란 큰 問題를 생각하여야 하므로 합부로 取扱할 수 없는 것이 마지막의 工程이라

하겠다. 現在 同工場은 製品의 單位로서 1kg 3kg, 25kg의 3種으로 하고 있으며 包裝材는 polyethylene film을 使用하고 있다. 包裝은 各區分에 따라 自動計量토록 되어 있으며 運搬에 便利하도록 Conveyer를 利用 包裝別로 集積되게 되어 있다.

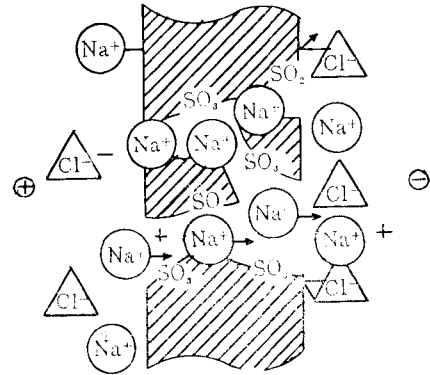


圖-5. 이온交換膜의 構造

6. 이온 交換膜의 特性 및 海水濃縮原理

(1) 이온交換膜의 概要

이온交換膜은 三次元網狀構造를 가진 高分子의 膜으로서 그 大部分이 Styrene系 共複合體인 均一質系膜으로 Sulfon 酸基 或은 四級 Amine 基와 같은 強解離性基를 固定基로서 保有하고 있으며 (圖-5)와 같은 構造를 가지고 있다.

電場의 作用에 依하여 細孔內의 固定이온과反

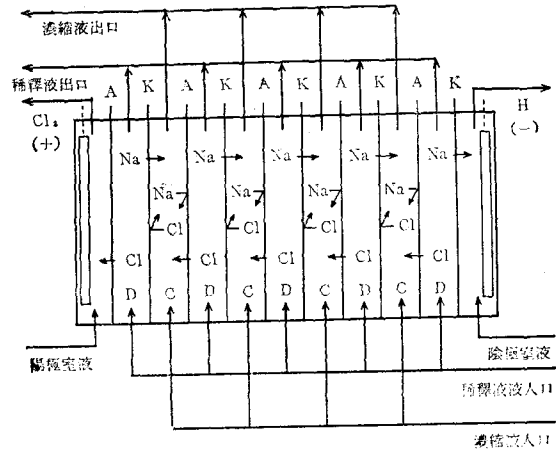
記 號	C M V	A M V	A S V
種 類	強酸性 陽이온交換膜	強鹽基性 陰이온交換膜	強鹽基性 陰이온交換膜 (1價陰이온選擇性)
두께(mm)	0.11~0.15	0.11~0.15	0.11~0.15
含水率(%)	18~20	18~20	18~20
固定이온濃度(meg/g)	1.5~1.8	2.0~2.3	2.0~2.3
比 抵 抗(Ω-cm)	180~240	170~230	230~320
面積 抵 抗(Ω-cm)	2.0~3.5	2.0~3.5	3.0~4.5
輸 率 t Na ⁺	> 0.91	—	—
t Cl ⁻	—	> 0.93	> 0.95
t SO ₄ ²⁻	—	—	> 0.008
破 裂 強 度(kg/cm ²)	3~5	3~5	3~5

(表-1) 이온交換膜性質의 例

- 註 ① 靜的輸率(0.5N/1.0N NaCl 溶液의 膜電位에 依함)
 ② 動的輸率(海水 25°C, 2A/dm²)
 ③ Muller法에 依함.

對符號의 이온을 選擇的으로 透過시키고 同符號의 이온을 反發하여 透過시키지 않는 性質이 있다. 選擇透過이온의 帶電의 極性에 따라 陽이온 交換膜, 陰이온 交換膜으로 大別된다. 現在 實用化되고 있는 이온交換膜性質의 一例를 나타내면 表-1과 같이 된다. 表에서 보면 膜은 水溶液中에서 安定性 許容範圍內에서는 輸率 및 導電率等의 電氣 化學的性質이 거의 上限에 達하고 있다고 볼 수 있다. 普通 膜의 크기는 0.5~1m²或은 그 以上으로서 機械的強度의 向上을 爲하여 合成纖維의 布를 補強材로 利用하는 境遇가 많다.

(2) 이온交換膜式에 依한 海水濃縮의 原理 (圖-6)에서 보는 바와 같이 陽이온交換膜과 陰이온交換膜을 交互로 積置配列하고 그 사이에 海水를 流入시켜 直流의 電流를 通過시키면 海水中の Na⁺ 이온은 (-)極을 向하여 移動하며 陽이온交換膜은 通過하지만 陰이온交換膜에 依하여서는 遮斷當한다. 反對로 Cl⁻ 이온은 陰이온 交換膜은 通過하지만 陽이온交換膜에 依하여서 遮斷된다. 이렇게하여 이온交換膜사이의 海水는 交互로 濃縮된 部分(C室)과 稀釋된 部分(D室)이 生成된다. 여기서 C室의 液을 收據利用하면 “海水濃縮에 依한 食鹽製造”過程이 되고, D室의 液을 利用하면 “海水의 淡水化(脫鹽化)”가 되는 것이다.



(圖-6) 이온交換膜法의 電氣透析原理

그런데 濃縮이나 脫鹽時 이온의 移動效率과 電流密度는 높고 消費電力은 적어야 하므로

- (가) 選擇透過이온의 輸率이 높아야 하고
- (나) 물 및 鹽類의 擴散에 依한 移動은 적고
- (다) 電氣抵抗이 적어야 하며
- (라) 機械的強度는 높아야 하고
- (마) 化學的으로 安定

되어야 한다는 것을 考慮하여야 한다.

(3) 製鹽方式別 鹽의 性分比較

參考로서 鹽의 性分에 對하여 國立科學技術研究所(KIST)에서 分析한 性分表를 보면 아래와 같다.

成分	鹽 別		天日式 機械鹽	이온交換膜式機械製鹽
	天 日 鹽			
	韓 國	臺 灣		
鹽化나트륨(NaCl)	81.5%	95%	96% 以上	99.5%
鹽化마그네슘(MgCl ₂)	2.05	} 1.0	<0.5	—
黃酸마그네슘(MgSO ₄)	1.28		<0.2	—
鹽化 칼 륨(KCl)	0.37		<0.1	—
黃酸 칼 슴(CaSO ₄)	0.39		<0.3	—
不 溶 物 質(insoluble)	1.09		—	—
水 分(H ₂ O)	11.9	4.0	<2.7	0.5

(表-2) 鹽 成 分 比 較 表

7. 結 言

以上 이온交換膜式 機械製鹽에 對하여 大略살펴본 結果에 따라 앞으로 研究하고 開發할 點을 筆者가 列擧하면

(1) 우리나라의 狹小한 土地 與件으로 볼 때

반드시 第二, 第三의 製鹽工場建設은 不可避한 것으로 判斷된다. 또한 日本이나 東南亞他地域의 例로서도 天日鹽은 暫次 使用치 않게 될 것이므로 이의 Plant 建設을 完全 國產化하는 것도 時急한 問題라고 생각된다.

(2) 이온交換膜式 機械製鹽을 採擇하게 될 境

遇交換膜이나 그의 部品들은 現在日本에서 輸入되고 있으며 우리가 製作할 境遇 技術上的 問題 및 質의 差異가 甚하여 利用 못하는 實情이므로 將次工場擴張이나 建設에 對備하여 이의 開發이 緊急히 期待된다.

(3) 世界人口의 增加 趨勢 및 高度의 工業化 成長에 따라 他의 여러나라도 製鹽工場의 建設이 附隨될 것이므로 既히 建設된 工場을 標本으로 하여 좀더 研究開發하고 發展시켜 Plant輸出에도 우리나라가 一翼을 擔當하였으면 하는 希望이 懇切하다.

(4) 現在 大產油國들이 不毛地나 砂漠에 多數 位置하고 있으므로 그들은 經濟적으로는 餘裕가 있으나 물은 不足한 實情에 있다. 上記한 製鹽工場에서 우리는 海水에서 鹽을 抽出하여 使用하고 있으나 이것을 逆으로 利用한다면 물

을 排出할 수 있으므로 此工場의 性格을 잘 研究하면 產油國의 低廉한 電力費로서 물을 生産할 수 있으므로 그 Plant建設을 擔當하여(現在는 大部分 日本이나 他國에서 擔當建設하고 있음) 外貨의 所得을 期待할 수 있으리라 본다. 勿論 이렇게 하여 抽出된 물은 食用으로는 不適合하겠으나 工業用水, 工事建設用, 或은 機械의 冷却水等으로는 利用할 수 있으므로 中東이나 其他 產油國의 近代化를 바라볼 때 全혀 어두운 面만 있다고 할 수는 없을 것이다.

여러분들의 많은 研究와 努力으로 이 方面에도 많은 發展과 希望을 두시기 바라며 끝으로 原稿의 資料를 提供하여 주신 株式會社 韓洲 製鹽事業部에 深甚한 謝意를 표하며 會社에 無窮한 發展을 祈願하는 바이다.

寄稿歡迎

本誌의 內容을 더욱 充實하게 하기 爲하여 會員들이 相互理解할 수 있는 掲載內容으로써 隨筆, 紀行文, 社會相 또는 見聞記, 生活科學技術, 感想文, 其他 經濟에 關한 原稿 等を 다음과 같이 寄稿하여 주시기 付託합니다.

- 1) 200字 原稿紙를 使用하고 題目과 姓名은 國漢文 및 英文으로 記載하여 주시기 바랍니다.
- 2) 筆者의 寫眞 一枚와 本文 記事와 關係있는 寫眞 및 圖解를 添付하여 주시기 바랍니다.
- 3) 採擇된 原稿에 對해서는 所定の 稿料를 드리겠습니다.
- 4) 提出期間: 隨時로 接受함.
- 5) 보내실곳: 韓國 技術士會 事務局 編輯室

서울特別市 江南區 驛三洞 山 76-561

과학기술회관 609호

電話 56-5875