

# 地下水 淨水處理 研究 實驗

서울特別市 九宜水源地事務所長

黃 柄 洙

## 1. 水質現況

本 地下水 淨水處理 研究 實驗 對象地域은 忠清南道 大田市 中區 炭坊洞으로서 研究期間은 83.4.1 ~ 5.20 까지 50 日間에 걸쳐 實施하였다.

이 地域의 既 使用中에 있는 地下水層의 地質은 飽和帶水層으로서 石炭岩과 花崗岩地帶의 溶解性 炭石이 埋藏炭酸가스를 含有한 地下水인 것으로 思料되며 遊離炭酸을 多量 含有함으로써 無機物質 溶解 力量이 크며 普通 地下水의 化學的 性質은 浸透 通過한 地盤 性質의 影響이 크다. 또한 地盤의 炭酸石灰가 많을 때는 역시 炭酸硬度가 높아질 수도 있다.

칼슘 및 마그네슘 등 重炭酸鹽, 鹽化物, 黃酸鹽은 硬度를 높혀 줄뿐 아니라 無機質을 溶解시키는데 그 順序는 1 段階 岩石地層에서 鹽化物이 溶解한 다음 알칼리金屬類인 黃酸鹽, 칼슘, 마그네슘의 炭酸鹽과 鐵分 및 鎂강化合物이 溶解되는데 本 地下水의 경우 地下에서 地上으로 나와 數時間이 經過하면서 淨遊膜 및 溶解中間狀態인 콜로이드(膠質)狀態가 發生하는데 그 原因은 다음과 같다.

첫째 Bentonite(粘土) 및 珪土의 微量의 粒子가 混入되어 稀薄한 灰褐色 또는 灰白色이 나타나고

둘째 鐵分이 0.3 ppm 檢出되어 다른 地下水에 比하여 많으며 透明하더라도 時間이 經過함에 따라 空氣와 接觸하여 沈澱物 및 浮遊物이 發生함은 重炭酸第 1 鐵 形態로 存在 하고 있는데 起因되며

셋째 遊離炭酸이 32 ppm 以上으로서 他 地下水보다 많고 pH가 6.4로 낮아 炭酸칼슘 被膜 形成이 안되며 腐蝕性이 強하여 水道施設인 콘크리트構造物, 모르터 라이닝管, 亞鉛白管 및 鋼管 등의 老化 및 腐蝕을 促進하여 水質을 懸濁하게 한다.

또한 水質의 炭酸硬度 如何에 따르며 一部 保存의 必要量인 從屬性遊離炭酸과 沈蝕性遊離炭酸으로 分離되는데 沈蝕性遊離炭酸이 많으면 溶解酸素가 減少하면서 生物活動을 急進시키면서 炭酸石灰를 重炭酸石灰로 溶解시켰다가 점차 地上에서 時間이 經過함에 따라 空氣와 接觸한 遊離炭酸은 化學反應에 의하여 重炭酸鹽은 炭酸鹽으로 되고 칼슘 및 마그네슘重炭酸鹽은 炭酸칼슘 및 水酸化마그네슘으로 沈澱物이 생기면서

水質이懸濁과浮遊膜現象을 일으키는 것으로判斷된다.

넷째 地下水의 水温과 地下水溫 變化에도 原因이 있으며

다섯째 有機物質과 窒素化合物이 地下水로서 多少 많은데에도 影響이 크다고 判斷된다.

## 2. 淨水處理 實驗方法

淨水處理方法에 의한 除去物質은 다음 表-1과 같다.

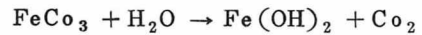
一般的으로 前鹽素處理 目的은 酸化力이 강한 酸化劑인 鹽素로서 水中에 動植·微生物 및 藻類 등을 除去하며 또한 殺菌作用과 鐵分 및 망간을 除去하는데 使用하며, 接觸酸化法인 曝氣處理 目的은 臭氣, 遊離炭酸, 鐵, 망간 및 有機物質을 除去하고 酸素를 復活시키는 方法으로서 曝氣方式은 噴水式, 空氣吹入式, 瀑布式 및 接觸式 등이 있으며 특히 地下水에 鐵 및 망간 그리고 遊離炭酸 등이 多量 含有하여 溶存酸素가 結合狀態인 경우 曝氣에 의하여 炭酸가스를 接觸酸化시켜 除去하는데 效果가 크며 同時에 酸素를 供給하여 可溶性鐵分化를 하는데 溶解存在第1鐵이온 및 콜로이드狀의 鐵化合物을 曝氣에 의하여 酸化第2鐵鹽으로 析出 후 凝集 沈澱 除去하는데 二酸化炭素中 遊離炭酸을 二次化學處理로서 알카리劑를 注入 中和 沈澱 除去한다.

보통 曝氣時 空氣와 水滴 接觸時間은 2秒間이면 理想的이며 水中에 遊離炭酸을 除去 pH를 上昇시키면서 물에 空氣中의 酸素를 供給, 溶存된 鐵을 酸化시킨다.

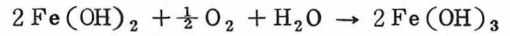
보통 地下水의 鐵은 水中에 溶存, 重炭酸第1鐵은 曝氣에 의하여 炭酸第1鐵이 생기며



이것이 加水分解되어 水酸化第1鐵이 생기며



이 水酸化第1鐵은 바로 酸化되어 難溶性水酸化第2鐵이 생기면서 沈澱池에서 沈澱除去시키게 된다.



알카리劑 處理方法은 一般的으로 遊離炭酸이 많을 때 또한 pH 및 알카리度 硬度가 낮을 때 이 方法을 使用하며 遊離炭酸이 20 ppm 이상일 때 알카리劑를 注入, 遊離炭酸을 中和作用에 의하여 沈澱除去하며 또한 pH를 알카리性으로 높혀 防蝕과 알카리性 水質을 保存하는데 큰 目的이 있다.

알카리劑로서는 水道用消石灰, 水道用소다灰 및 液體苛性소다를 使用하며, 遊離炭酸 除去 目標値는 水質中에 侵蝕性 遊離炭酸이며 물에 溶存되어있는 炭酸가스이다.

그리고 從屬性 遊離炭酸은 水中에 어느정도 量 이상의 重炭酸鹽을 析出하지 않도록 하는데 必要한 量의 重炭酸鹽 以上の 存在量은 沈蝕性 遊離炭酸量으로서 本 地下水의 遊離炭酸은 35 ppm 中 5~6 ppm의 沈蝕性 遊離炭酸만을 除去 目標量으로 決定 알카리劑 注入을 한다면 理想的으로 處理가 可能하다고 보았다.

侵蝕性 遊離炭酸 1 ppm을 除去하는데 必要한 알카리劑 注入率(ppm)은 다음 表-2와 같다.

〈表-1〉 淨水處理方法에 의한 除去物質

處 理 方 法	除 去 物 質
前 鹽 素 處 理	Fe, Mn, No <sub>3</sub> -N
曝 氣	Co <sub>2</sub> , Fe, Mn, 有機物, 酸素復活, 浮遊膜形成防止, 沈澱物形成防止
알카리劑 處 理	Co <sub>2</sub> (侵蝕性遊離炭酸), 總硬度, 浮遊膜形成防止
沈 澱	Fe, Mn 등 有機物除去
濾 過	細菌 및 無機質 除去
後 鹽 素 處 理	殺菌 (一般細菌, 大腸菌群)

(表 - 2) 알칼리劑 注入率

消石灰 (CaO 72%)	소다灰 (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 99%)	液體苛性소다 NaOH	
		45 %	20 %
0.88 ppm	2.43 ppm	2.02 ppm	4.55 ppm

本地下水淨水處理實驗을 정밀하게 施行하기 위하여 簡易淨水處理裝置 (Pilot Plant) 를 製作 設置하고 處理方法 및 各 工程別로 處理 水質試驗을 併行 實施하면서 別表 水質데이터와 같이 면밀하고 正確한 水質데이터와 處理技術別로 比較 檢討 分析和 試料를 靜置保管狀態에서 長時間 觀察下에 實驗을 行하였다.

3. 地下水 淨水處理別 水質데이터  
(省 略)

4. 淨水處理別 水質 比較 檢討  
(省 略)

5. 結 論

實驗結果에 의하여 地下水中에 含有되어있는 鐵分, 遊離炭酸, 黃化物, 鹽化物, 重炭酸鹽 등을 除去하고 浮遊膜 및 異物質 發生을 防止하는데 가장 效果의인 淨水處理方案으로 濾過處理方法 外에 17種의 處理方式別 및 處理過程別로 分離實驗을 實施 地下水로서 淨水處理 效果가 큰 接觸酸化 및 알칼리處理方法을 擇하게 되었다.

이 方法은 地下水中에 溶存하고 있는 鐵分인 重炭酸第1鐵을 코크스層을 通過하면서 酸化하여 第2鐵鹽인 水酸化第2鐵로 되어 沈澱시키게 되며 또한 동시에 遊離炭酸, 黃化物, 鹽化物, 망간 등을 除去시키는데 效果가 클뿐 아니라 鐵分은 Humin 酸과 結合 콜로이드鐵狀일때도 酸化力에 의하여 除去가 가능한 코크스接觸酸化 曝氣過程이다.

다음 過程은 水中의 溶存된 칼슘 및 마그네슘 등 重炭酸鹽, 鹽化物, 黃酸鹽, 珪酸鹽, 등을 알칼리劑를 注入, 中和, 沈澱시키는데 效果가 크며 또한 水素이온 濃度인 pH를 上昇시킴으로써 水質을 安全化시키는 效果의인 手段이다.

沈澱過程은 前過程曝氣에서 酸化不溶性物인 水酸化第2鐵을 沈澱시키면서 또한 遊離炭酸 除去에 따른 重炭酸鹽 및 無機質을 中和 沈澱作用을 하는데 必要한 施設이며 沈澱滯留時間은 3時間을 주어야 할 것이다.

알칼리劑는 消石灰(72%)를 3 ppm과 5ppm씩 別途 注入하여 各各 效果를 觀察한 바 除去率 등 效果가 거의 같으므로 3~4 ppm을 注入하면 좋다고 보겠다.

또한 液體苛性소다(NaOH) 濃度 45% 液을 8~10 ppm, 소다灰(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 99%는 10~12ppm을 注入하면 되겠으나 3種의 알칼리劑中 消石灰가 가장 效果가 크고 藥品費가 低廉하다.

다음은 濾過過程으로서 實驗은 緩速濾過裝置로 行하였으며 濾材는 모래, 粒狀活性炭, 안트라사이트를 使用하였으며 濾過層은 모래, 모래와 粒狀活性炭, 모래와 안트라사이트의 3種으로 區別 實施하였으며 處理 效果는 역시 우수하였다. 3時間 滯留沈澱池 水質을 보아 현재 狀態에서는 二重處理할 必要性이 없다고 思料되며 마지막 處理過程이 鹽素處理인데 鹽素注入 目的은 첫째 殺菌, 消毒으로서 淨水處理過程에서 人爲에 의한 汚染의 憂慮가 있으며, 둘째는 處理場(深井) 周圍環境이 農村住宅街와 營內에 位置하고 있어 空氣汚染 및 飛散 粉塵에 의한 汚染 가능성이 있어 長期的 眼目으로 보아 地下水가 汚染될 可能性이 豫想됨으로 鹽素로 消毒處理를 하여야 하며 注入量은 鹽素要求量 0.8ppm을 包含하여 管末遊離殘留鹽素 0.2~0.4 ppm을 維持하기 위하여는 總 1.3 ppm을 注入하면 될 것이다.