

利用超音波換能器技術處理溫泉管線中碳酸鹽結垢之可行性研究

萬孟璋¹ 甘其銓² 謝明裕³ 莊世享⁴ 劉泰麟⁵ 郭弘毅⁶

¹嘉南藥理科技大學環境與科學系 助理教授 ²嘉南藥理科技大學環境與科學系 助理教授

³嘉南藥理科技大學環境與科學系 碩士研究生 ⁴水工社企業有限公司 總經理

^{5,6}嘉南藥理科技大學環境與科學系 專題研究生

摘要

台灣地區天然條件相當豐富，造就了珍貴的溫泉資源，其溫泉泉質種類繁複不一，但大致可分為以氯離子為主的氯化物泉、以碳酸根離子為主的碳酸氫鹽泉、以硫酸根離子的硫酸鹽泉，其中又以含碳酸根離子成份的泉質，為主要之溫泉成份。而溫泉水在管線輸送之過程，容易因富含礦物質之泉質造成管線、儲存設備結垢之情形，若長時間不處理維護，即可能導致管線爆裂、腐蝕、棄置、泉質惡化等相關問題，造成人力資源浪費、增加經營成本。而目前最常見之結垢抑制辦法為添加複磷酸鹽類，作為結垢物之抑制、清除，但由於其成份含有氮、磷，一旦排入水體，亦會造成水體負擔，影響生態平衡。緣此，本研究以物理性之方式處理溫泉管線結垢的問題，利用超音波技術所產生之物理性效應，在不同反應條件下，進行一系列之實驗及可行性之探討。本實驗之設計以人工調配之模擬溫泉水樣(含過飽合之鈣離子及碳酸氫離子)，設定在不同溫度及流速下，運用超音波換能器處理，觀察系統中水樣之 pH 值變化，作為判斷在不同參數設定下結垢與否之依據；此外，將實驗（反應）前後之水樣，進行鈣離子濃度之分析，並依其量化數據探討該技術應用於溫泉結垢抑制之效果。

模擬溫泉水樣結垢機制分析結果顯示，水樣在高溫及高循環流速之影響下，陰陽離子較易以離子態存在，減緩結垢物沉澱及生成之機率。此外，在使用超音波換能器之條件下，其物理性震盪所產生之疏密波，引發空穴效應，進而增加水中對鹽類之溶解度，使水中之陰陽離子在多數實驗條件下，保持離子狀態，進而減緩其結合物之生成，達到抑制、清除溫泉管線中結垢物之成效。

關鍵字：溫泉、超音波換能器、結垢、碳酸鹽

Abstract

There were three types of hot spring water in Taiwan, including chlorine salt type, carbonate type and sulfate salt type. When the hot spring water was delivered by pipeline system, the carbonate was easily precipitated in the pipeline and storage system, which considered as an essential problem for the owners of hot spring industry. These scaling problems corroded and damaged the pipes, leading the potential explosion problems. The major treatment methods were adding the chemical agents that contained the phosphorous and nitrate to inhibit the scaling, which caused the serious