

蘇澳供水水質腐蝕性之調查及改善研究報告

Corrosion study on Shu AO Distribution system

林建財*李志強**撰

壹、前言

隨著工業的高度開發，與環境保育工作相似地，有關腐蝕（corrosion）問題，才逐漸受到重視。依據有關統計，美國工業界每年消耗在腐蝕方面的費用年逾一千億美元，美國亦因此而成立了「腐蝕學會」且擁有近千名的研究會員。其每年全國各供水系統因腐蝕所造成的損失約達七億美元。

鄰國的日本，由於自來水原水水質常具腐蝕性，在配水設施之管理上為謀求穩定保持供水水質、水量、水壓，以及設施之使用年限，避免因腐蝕而發生水質異常與設施使用年限之縮短，故有關腐蝕對自來水的影響，經常有文獻的發表，並深獲重視。

台灣的各類腐蝕損失，因受海島型氣候影響以及一般人防蝕觀念淡薄，因此據工業技術研究院材料所的防蝕專家估算，台灣的腐蝕損失，每年約佔國民生產毛額的百分之五左右，每年損失金額高達一千億台幣，高於美、日甚多。

據統計，台灣有十分之一的面積受鹽份腐蝕的影響，鹽蝕最著名的例子就是澎湖跨海大橋。目前要投資二、三千萬元整治，並有另造新橋之議；而電化鐵路高壓線已受鹽蝕影響，對此種有如無形殺手腐蝕的防制工作，通常每投資一元，即可減少一百元的腐蝕損失。

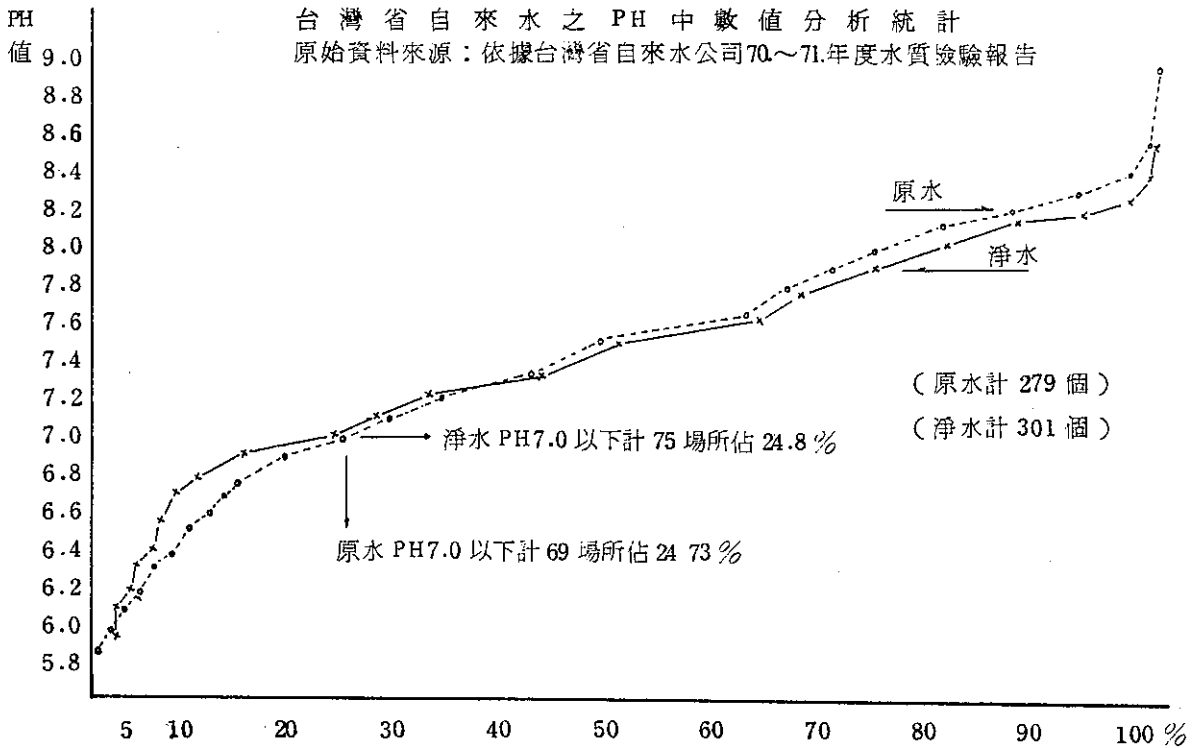
貳、本省自來水腐蝕性概況

有關針對本省自來水腐蝕問題之探討，已漸獲得重視，依據七〇～七一年本公司水質檢驗報告予以統計分析結果，發現全省十一個區管理處所屬不同淨水場之二七九個原水與三〇一個清水，水質PH中數值在7.0以下者，分別達六十九及七十五場所（詳如附件一、二統計分析表）其所佔比例高達24.73%~24.8%（如下圖一），而六十九年至七十年水質PH中數值7.0者以下者，在全省二八八處中佔五十九處，其所佔比例亦高達20.48%，另據本處六十八~七十三年度所有檢修漏件數中，因腐蝕原因而漏水者，佔所有件數之7.48%，佔檢修水量之5.38%；因此，本省自來水的腐蝕問題，顯然是一項不容忽視的問題！由於供水之PH值、鹼度及硬度均低的水質將具有腐蝕的傾向，而其實際所引起之腐蝕情況及對系統之各種影響，亦缺乏進一步之探討，極待吾等自來水從業人員之重視，設

*林建財：台灣省自來水公司第八區管理處蘇澳營運所主任

**李志強：台灣省自來水公司第八區管理處工程員

法予以瞭解並予有效抑制，以提高供水品質，維護供水安全，並延長系統設施使用年限，降低營運成本，藉收企業化經營之效益。



參、蘇澳供水水質腐蝕性與設施腐蝕情況

一、72.9.~73.9. 蘇澳淨水場清水水質

採樣日期	鹼度		游離碳酸	P H 值	溶解固體量	總硬度	鈣	鎂	氯鹽	硫酸鹽	氟鹽	蘭氏指數 S I
	碳酸	氫碳酸										
(72)9.30	0	73.8	7.2	7.2	170	122	36.4	7.0	8.1	12	0.01	-0.8
(72)12.28	0	75.7	24.5	6.8	187	133	30.9	13.6	6.6	44	0.13	-1.26
(73)3.27	0	66.0	4.2	7.5	163	112	23.2	13.2	6.3	38	0.07	-0.74
(73)6.26	0	59.2	15.5	6.9	143	119	32.3	9.3	7.6	40	0.05	-1.25
(73)9.24	0	73.8	18	6.9	166	121	36.6	7.2	7.1	38	0.05	-1.09

三供水設施腐蝕情況：

- (一)本系統由於水質穩定(詳如附件三、四歷年水質檢驗記錄及附件五蘇澳系統簡圖)，故只要適量加氯約 1PPM 則無其他任何水質疑慮。民國七十三年初，本所(蘇澳營運所)實施配水池維護，發現建造於民國四十九年位於砲台山上之四〇〇噸配水池，水泥池壁嚴重腐蝕，造成砂粒之析離，並引起數處蝕洞，經予實施漏水試驗，其每日漏水量達七五〇噸，若未能迅速處理，除由於嚴重漏水，因而增加動力費、藥品費等之淨水成本外，並影響供水品質及將因配水池壁嚴重蝕損，破壞水池壁混凝土之耐久性並影響水池結構安全，嚴重時，甚或造成安全顧慮，影響所及至深且鉅；故迅速停用並將蝕洞填修及將池壁腐蝕面剷除烘乾後，以環氧樹脂(Epoxy)塗佈二度完成止漏。
- (二)南方澳供水區內南安路一帶，七十二至七十三年間，每當蘇南公路管線因需停水，改由蘇澳港管線調節供水時，即有用戶反映給水中挾帶細砂之情形，雖經實施管線沖洗排砂，但仍無法遏止細砂之湧現，故經深入探討結果，發現與配水池水泥腐蝕情況屬同一原因一由於水質偏酸性所導致的腐蝕現象。民國六十五年間配合蘇澳港一期擴建所埋設於蘇澳港碼頭內二〇〇m/m 鑄鐵管水泥襯裡受到腐蝕已使原來之水泥襯裡厚度約為 4 m/m，因腐蝕不堪目前僅剩 2.8 m/m，且因砂粒之析離，造成商船加水時，砂粒沈積於艙底，並且由於砂粒造成計量用水表失靈故障，除因水量短計而影響營收外，亦因水表的一再故障而增加汰換工資與修表費用，增加營運成本甚鉅；若未迅予抑制，而任水泥襯裡之析離流失，最後將造成紅水的出現與管線的全面敗壞，尤以蘇澳港管線均配合沈箱按放，亦無法全面抽換更新，故對腐蝕性之抑制，實有燃眉之急也！
- (三)七十三年十一月五日海軍中正基地之供水，正式由本公司予以接管營運，惟接管後，供水不數日，基地官兵對供水水質中因挾帶有細砂而深感不滿；經於七十四年五月十八日實際自該基地指揮部水栓取樣，其含砂量達 25mg/l，經予深入了解，發現該基地於民國六十三、六十四年間所施工之鑄鐵管內水泥襯裡亦發生嚴重腐蝕情況，由於本公司改善工程施工之完成，供水區水壓自改善前 1.2 kg/cm²提高至目前之 2.5 kg/cm²，致引起未抽換管線內所析離沈積於管底砂粒的流出，且其原有三〇〇〇噸配水池亦發生嚴重腐蝕與漏水，情況極端嚴重，難對伸縮縫部份予以施工止漏，但對蝕損之池壁並未予有效改善，故目前漏水量約每日二〇〇餘噸。目前，雖對該基地供水區全面性排砂洗管，但若未對腐蝕原因在治本上予以抑制，仍無法獲得根本上之解決。尤其目前由軍方所負擔二八〇〇萬改善經費，由於港區碼頭均屬以沈箱填海所建人工港埠，為防因不均勻沈陷引起管線破漏，因此無法改埋 PVC 管，仍埋以展性石墨鑄鐵管，若對水質無法促成酸鹼的平衡，則不出數年，目前所埋管線水泥襯裡，將重蹈水泥襯裡腐蝕之覆轍！因此，仍針對本系統之各項事實情況，著手研究並謀改善因應，藉維供水水質之正常。

肆、適用於蘇澳系統抑制腐蝕措施研究與經濟分析

一、氣曝作業之研究

(一)原水中二氧化碳與 pH 值的關係：

在地下水，二氧化碳普遍高量存在是造成 pH 值偏低的關鍵所在

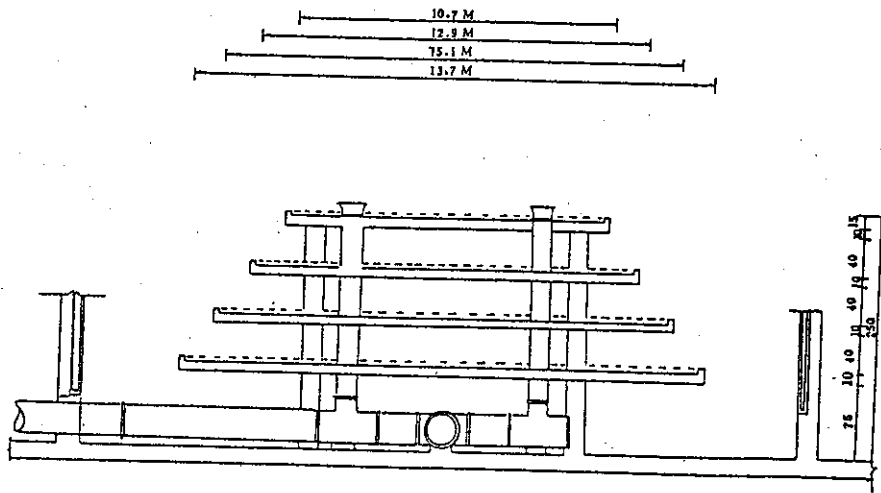
$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$



由上式，吾人可以很明顯地知道，二氧化碳存在量是構成地下水腐蝕性之關鍵所在，因此，利用氣曝而去除二氧化碳以提升水的 pH 值是很普遍的操作。二氧化碳在所有自然界的水中即是一種普遍存在的成份，它可經由空氣中的吸附而進入水表面，但當水中的二氧化碳的部份壓力超過空氣中時，二氧化碳便極易從水中進入空氣中，因此，吾人可由氣曝作業中，使二氧化碳獲得去除一部份，對於 pH 值的提高，將可獲得極大的改善。

(二) 實際運作與獲得之改善

經以蘇澳系統經加氣消毒後之清水，在末進入清水池前，於清水池頂經如下圖三高 2.5 公尺，四層氣曝塔後，於配水管網內所取水樣檢驗結果如表一。



(圖三) 氣曝塔詳圖

清水經氣曝後水質結果比較表

表 一

日期			編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯 型 PPM	硫酸鹽 PPM	溶 解 固體量 PPM	鈣 PPM	蘭氏 指數 (SI)	處理程序
年	月	日										
74	4	20	1	21.5	59.9	6.5	6.1	24.2	127	28.1	-1.75	原水+氯
74	4	20	2	21.5	59.9	6.9	6.1	24.2	127	29.1	-1.34	原水+氯+氣曝

(二) 檢討與成本計算：

經由氣曝作業，pH雖由原來之6.5提高到6.9，但蘭氏指數僅由未氣曝水之一1.75提高至氣曝後之一1.34，仍為未飽和具腐蝕性之水質。

由於運用氣曝作業而增加操作揚程自52 M提高至55M，於七十四年元月十五、十六、十七，三日實際以經氣曝塔增加揚程運作與未經氣曝塔運作之耗電量記錄結果如下：

		經氣曝塔 時間：元月15日 17:00 至 元月16日 11:00	未經氣曝塔 時間：元月16日 17:00 至 元月17日 11:00
耗電量		$(2356.2 - 2350.2) \times 300$ 倍 = 1800 KWH	$(2365.7 - 2359.7) \times 300$ 倍 = 1800 KWH
出水量	60 HP	$694934 - 692112 = 2822 M^3$	$699593 - 696519 = 3074 M^3$
	40 HP	$639628 - 637673 = 1955 M^3$	$643679 - 640720 = 2959 M^3$
	合計出水量	4777 M ³	6033 M ³
單位耗電量		$1800 \text{ KWH} / 4777 \text{ M}^3$ = 0.377 KWH/M ³	$1800 \text{ KWH} / 6033 \text{ M}^3$ = 0.298 KWH/M ³

單位耗電量增加： $0.377 \text{ KWH} - 0.298 \text{ KWH} = 0.079 \text{ KWH}$

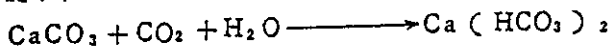
單位成本增加： $1.531 \text{ 元} \times 0.079 \text{ KWH} = 0.120 \text{ 元} / M^3$

以本系統每日出水量7,000 CMD計，其增加動力費為 $7,000 \text{ CMD} \times 0.12 \text{ 元} / M^3$
= 840 元

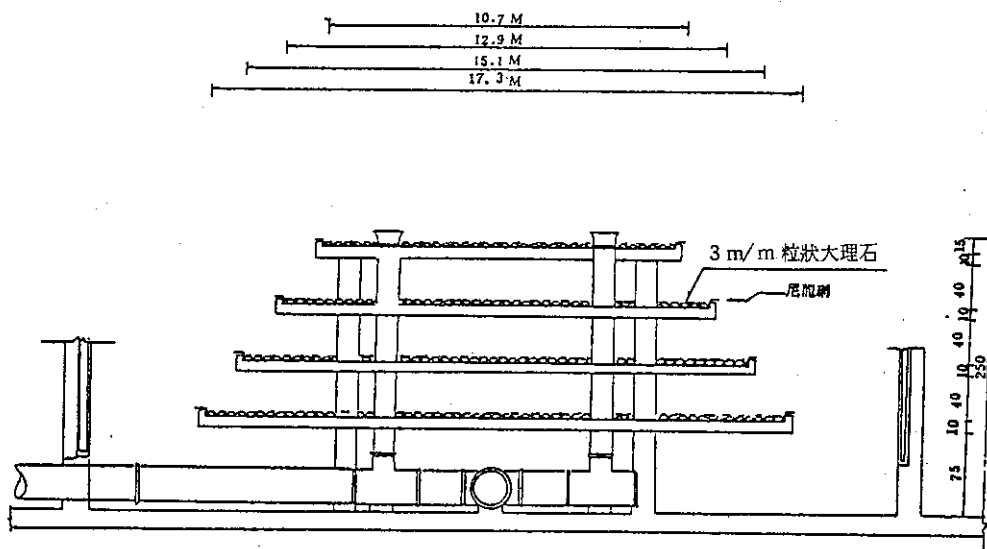
每月成本為 $840 \text{ 元} \times 30 \text{ 天} = 25,200 \text{ 元}$

三、氣曝並以CaCO₃過濾作業

(一) 按以粒狀大理石來調整侵蝕性水質是很好的辦法，因為大理石之主要成分為CaCO₃，能中和CO₂使pH因之提高，其反應式如下：



由於濾石材料愈細，表面積愈大，與水接觸的面積也愈多，因此，其交換速度也愈快，據實驗，粒徑0.5~1%，1~2%，2~3%。其對應交換速度為1~2.3~3.7，經於氣曝塔盤面存貯厚3 Cm之3% CaCO₃（詳如圖四），經由氣曝及經上述濾料過濾結果，於供水區內所測得水質PH值為7.6，其處理前後水質比較，詳如表二。



(圖 四)

表 二

日期			水溫	鹼度	P H	氯鹽	硫酸鹽	溶解固體量	鈣	蘭氏指數 (SI)	處理程序
年	月	日	° C	PPM		PPM	PPM	PPM	PPM		
74	4	20	21.5	59.9	6.5	6.1	24.2	127	28.1	-1.75	原水+氣
74	4	21	21.5	122	7.7	7.6	46.2	187	37.2	-0.13	原水+氣+氣曝+過濾 (大理石)

□ 檢討與成本計算：

1. 經由氣曝並經大理石粒過濾已令供水水質之蘭氏指數由 -1.75 可以提高至 -0.13，已趨近飽和目標。

2. 成本計算：

① 動力費： $7,000 \text{ CMD} \times 0.12 \text{ 元}/\text{M}^3 \times 30 \text{ 天} = 25,200 \text{ 元}$ (每月)

② 濾石費：大理石濾料每噸 800 元

預計使用半年，每月為 135 元

本項作業成本每月為 25,335 元。

三、氣曝加 CaCO_3 、 MgO 之過濾作業

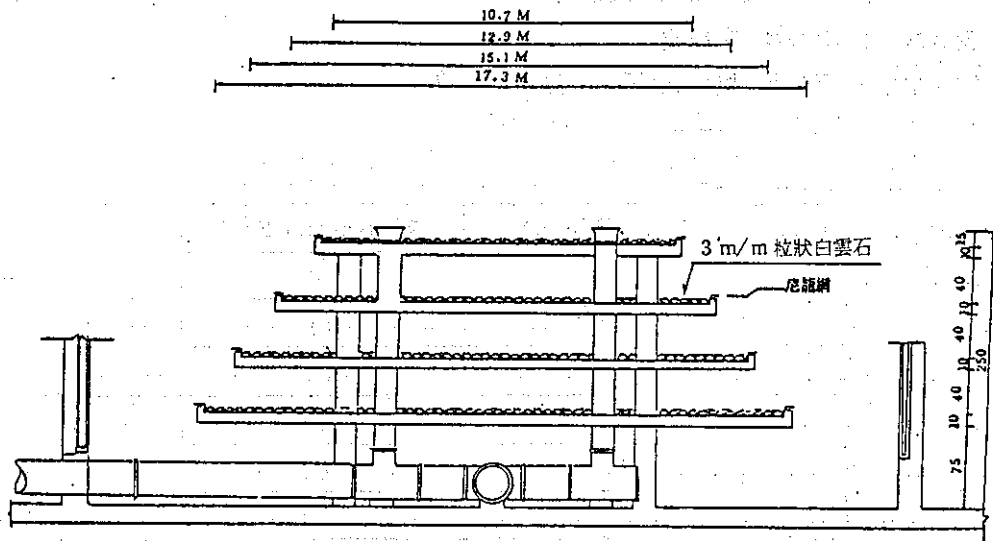
(一) 為腐蝕抑制初期，使水質成為過飽和溶液，以利析出之 CaCO_3 可以在管壁形成保護膜，以便遏止以往的腐蝕狀態，同時，由於前述作業二，以氣曝並加大理石過濾之作業其蘭氏指數為 -0.13 仍未能符合需求，經研究，利用蘇澳地區所產白雲石 (CaCO_3 、 MgO) 它與 CO_2 之反應速度比大理石快 5~10 倍之特性，作為濾料，其成分如下：

CaCO₃ 72 %
 MgO 22 %
 MgCO₃ 3 %
 Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂ 3 %

其反應式如下：



仍更換多盤式氣曝塔內之原置大理石濾料，改以白雲石濾料（詳如圖五及照片十七、十八）



(圖五)

經由實際操作，水質經氣曝並經 3 % 濾料過濾結果，於供水區內測得 PH 為 7.8，其處理前後水質比較，詳如表三。

表三

日期			水溫	鹼度 PPM	pH	氯鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶解 固體量 PPM	鈣 PPM	蘭氏 指數 (SI)	處理程序
年	月	日									
74.	4.	20.	21.5	59.9	6.5	6.1	24.2	127	28.1	-1.75	清水 (原水+氯)
74.	4.	20.	21.5	59.9	6.9	6.1	24.2	127	29.1	-1.34	原水+氯+氣曝
74.	4.	21.	21.5	122	7.7	7.6	46.2	187	37.2	-0.13	原水+氯+氣曝 +大理石過濾
74.	4.	24.	21.5	150	7.8	6.6	29.8	168	34.4	+0.03	原水+氯+氣曝 +白雲石過濾

□ 檢討與成本計算：

1. 原供水水質蘭氏指數為 -1.75，pH 值為 6.5，經由多層氣曝並經白雲石之過濾，其 pH 值已提高至 7.8，蘭氏指數提高至 +0.03，已達飽和目標，應能符合防蝕要求。

2. 成本計算：

① 動力費：25,200 元/月

② 濾石費：白雲石濾料每噸 2,600 元

預計使用半年，每月為 435 元

本項作業成本每月為 25,635 元。

四 於清水中加 NaOH 之作業

(-) 清水中加 NaOH 以中和 CO₂，提高 pH 值



在水溫 15 °C，清水 pH 值為 6.5 時，經由實際試驗結果如表四

表 四

清 水 (ml)	添加NaOH(mg)	添加NaOH(PPM)	P H 值
1000	100	100	> 8.5
2000	100	50	> 8.5
3000	100	33	8.3
4000	100	25	7.3
4500	100	22	7.2
5000	100	20	7.0

加 NaOH 33 PPM，經水質試驗結果如表五

表 五

編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯 鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶 解 固 體 量 PPM	鈣 PPM	蘭氏指數 (SI)	處 理 程 序
1	21.5	59.9	6.5	6.1	24.2	127	28.1	-1.75	原水+氯
2	21.5	149	8.3	6.1	25.6	244	26.7	+0.4	原水+氯+NaOH (33 PPM)

(-) 中正港水源清水中加 NaOH 36 PPM，經水質試驗結果如表六

表 六

編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯 鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶 解 固 體 量 PPM	鈣 PPM	蘭氏指數 (SI)	處 理 程 序
1	22	107	6.6	10.1	26	145	38.0	-1.26	原水+氯
2	22	131	8.0	6.6	22.6	162	38.7	+0.24	原水+氯+NaOH (36 PPM)

(一) 成本計算：

每日出水量 7,000 CMD，所需 NaOH 量 = 7000 CMD × 33 PPM = 230 kg

98 % NaOH : 230 kg × 20 元 / kg = 4,600 元

72 % NaOH : (230 kg × 14.5 元 / kg) ÷ 0.72 = 4,765 元

45 % NaOH : (230 kg × 7.5 元 / kg) ÷ 0.45 = 3,833 元

以上以選用 45 % NaOH 最廉。其每日需藥品費高達 3,833 元，每月成本為 114,990 元。

五、於清水中加消石灰 (Ca(OH)₂) 之作業

(一) 蘇澳水源清水

1. 選用淨水用消石灰 (Ca(OH)₂)，純度 90%，加入清水中以提升 pH，水質試驗及檢驗結果如表七、表八所示。

表 七

清 水 (ml)	添加 Ca(OH) ₂ (mg)	添加 Ca(OH) ₂ (PPM)	pH
1000	100	100	> 8.5
2000	100	50	> 8.5
3000	100	33.3	8.5
3500	100	28.6	8.2
4000	100	25	7.8
4500	100	22.2	7.5
5000	100	20	7.3

表 八

編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶解固體量 PPM	鈣 PPM	蘭氏指數 (SI)	處 理 程 序
1	23	43.9	6.5	6.8	30.0	152	30.2	-1.84	原水 + 氯
2	23	45.9	8.2	6.8	19.8	183	40.8	+0.01	原水 + 氯 + Ca(OH) ₂ 28.6 PPM

2. 選用消石灰 (Ca(OH)₂)，純度 65%，加入清水中，水質試驗及檢驗結果如表九、表十所示。

表 九

清 水 (ml)	添加 Ca(OH) ₂ (mg)	添加 Ca(OH) ₂ (PPM)	pH
1000	100	100	8.5
1300	100	76.9	8.3
1500	100	66.7	8.2
2000	100	50	7.8
2500	100	40	7.3
3000	100	33.3	7.0

表十

編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶解 固體量 PPM	鈣 PPM	蘭氏 指數 (SI)	處理程序
1	23	43.9	6.5	6.8	30.0	152	30.2	-1.84	原水+氯
2	23	39.9	8.2	6.8	20.2	169	36.6	0	原水+氯+Ca(OH) ₂ 76.9 PPM

(一)中正港水源

選用淨水用消石灰 (Ca(OH)₂)，純度 90%，加入清水中，其水質試驗及檢驗結果如表十一、十二。

表十一

清水 (ml)	添加Ca(OH) ₂ (mg)	添加Ca(OH) ₂ (PPM)	pH
1000	100	100	78.5
2000	100	50	8.5
3000	100	33.3	8.1
3500	100	28.6	7.8
4000	100	25	7.5
5000	100	20	7.1

表十二

編號	水溫 °C	鹼度 PPM	pH	氯鹽 PPM	硫酸鹽 PPM	溶解 固體量 PPM	鈣 PPM	蘭氏 指數 (SI)	處理程序
1	24	97.8	6.4	11.5	31.6	152	39.6	-1.47	原水+氯
2	24	114	8.1	11.5	22.8	188	48.3	+0.08	原水+氯+Ca(OH) ₂ 28.6 PPM

(二)成本計算

1.蘇澳水源

a、選用Ca(OH)₂ (90%)，加入清水中

$$\text{每日所需 Ca(OH)}_2\text{-量} = 7,000 \text{ CMD} \times 28.6 \text{ PPM} = 200 \text{ kg}$$

$$\text{每日費用} = 200 \text{ kg} \times 3.1 \text{ 元/kg} = 620 \text{ 元}$$

$$\text{每月費用} = 620 \text{ 元} \times 30 = 18,600 \text{ 元}$$

b、選用Ca(OH)₂ (65%)，加入清水中

$$\text{每日所需 Ca(OH)}_2\text{-量} = 7,000 \text{ CMD} \times 76.9 \text{ PPM} = 538 \text{ kg}$$

$$\text{每日費用} = 538 \text{ kg} \times 2.6 \text{ 元/kg} = 1398.8 \text{ 元}$$

$$\text{每月費用} = 1398.8 \text{ 元} \times 30 = 41,964 \text{ 元}$$

由以上可知，提升 pH 值至所要求，於選用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (90%) 時，每月僅需 18,600 元為最廉。

2. 中正港水源

選用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (90%) 加入清水中 (pH 達所要求)，

每日所需 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之量 = $2000 \text{ CMD} \times 28.6 \text{ PPM} = 57.2 \text{ kg}$

每日費用： $57.2 \text{ kg} \times 3.1 \text{ 元/kg} = 177.32 \text{ 元}$

每月費用： $177.32 \text{ 元} \times 30 = 5319.6 \text{ 元}$

伍、定案計劃

方案	作業方式	水質狀況		增加之成本比較 (以每日出水量 7,000 CMD 計)
		pH	蘭氏指數	
	未經抑制作業之淨水	6.5	-1.75	
1.	淨水 + 多盤式氣曝	6.9	-1.34	25,200 元/月
2.	淨水 + 多盤式氣曝 + 大理石過濾	7.7	-0.13	25,335 元/月
3.	淨水 + 多盤式氣曝 + 白雲過濾	7.8	+0.03	25,635 元/月
4.	淨水 + NaOH (33 PPM)	8.3	+0.4	114,990 元/月
5.	淨水 + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (28.6 PPM)	8.2	+0.01	18,600 元/月

一經由以上作業，並予以分析結果，以方案 3、4、5 能達到水質要求，但以方案 5 淨水加滑石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 之方式，其成本最廉，較符合經濟原則，故採行第五案。

二中正港供水區之水質改善計劃，欲謀求由 PH 6.4，蘭氏指數 -1.47 之嚴重腐蝕狀況予以調整至 PH 7.8，蘭氏指數為 +0.08，則 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加量為 28.6 PPM，每月成本計 5,319.6 元。

陸、結論與改進計劃

本系統 80 m / m ~ 350 m / m C I P 管線計達 23,500 公尺，其管線水泥襯裡被腐蝕約年達二〇六八公斤之多，為維護本系統供水之正常性與將來的耐久性，避免由於水質具腐蝕性，造成各項供水設施之腐蝕與敗壞，更由於砂粒脫落而影響計量表嚴重不感量以致減少營收，改進作業之施行更具必要性。

蘇澳系統供水水質腐蝕之改進作業：

一、中正港供水部份：

(一)經由操作了解，中正港供水區於歷次操作制水閘時，若急速啓開，則將造成沈積於管中砂粒之激盪並迅將砂粒流進配水支管，造成用戶用水時砂粒之湧現，故制水閘目前已掌握緩緩啓閉之操作，執行效果極為良好。

(二)應行於中正港供水區幹管最低點裝設排泥閘設施，以排除久積管中之砂粒，經施工設置完成後，效果良好。

(二)在排泥閥未裝設前，已分段取下各大口徑用戶水表後，進行洗管，以大量水進行抽（排）水，經實施後效果極佳，短期內砂粒湧現之情形大為降低。

(四)為免近期内施工之各口徑 C I P 及 D I P 再相繼遭受腐蝕，應由水質穩定改善措施著手，定案計劃中以消石灰來提升 PH 值。

二、蘇澳供水部份：

(一)為排除蘇澳供水區內因管線腐蝕已剝蝕砂粒，須於適當地點增置排泥閥，經施工設置完成後，效果良好。

(二)為維持供水區內適當水壓，避免因水壓過高流速太大，增加管線水泥襯裡沖蝕，應於蘇澳港及蘇澳供水區內增置減壓閥，俾設定並控制適當水壓，經施工設置完成後，水壓自施工前之 $4.0\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 5.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 降為目前穩定之 $2 \sim 3\text{kg}/\text{cm}^2$ ，水壓之降低，同時對減少水量漏失也有相當大的效益。

(三)應由改善定案計劃中所述，獲得足夠經費，辦理水質改善，目前正作業中。

(四)有關受腐蝕之蘇澳港 $300\text{ m} / \text{m} \sim 150\text{ m} / \text{m}$ C I P 管線洗管，所需經費約三百萬元，正進行相關作業中。

柒、建議事項

一、維護水質安全及供水之正常與供水設施之耐久性，對具腐蝕性水質之地區，實施抑制作業具有絕對的必要性，應獲得各階層管理單位之重視。為獲得上述目標，所投注的措施，不應以目前成本之著眼點，而探究抑制腐蝕之當否？，因為維護水質之正常都與經濟成本相逕庭。

二、請各水質管理單位迅速由水質分析作業上，全面探討各系統水質穩定狀態，以期及早發現腐蝕傾向，早謀抑制對策。

三、供水系統腐蝕與抑制效果，均非短期內所能見及，因此，水質檢驗項目應增加 SI（飽和指數），俾藉由長期追蹤分析，對腐蝕或結垢之傾向有所明瞭，而得早日謀求抑制對策。

四、為抑制腐蝕所施予水質長期持續性之調整作業，不如對新設供水設施施予防蝕處理來得經濟有效，因此，對新設供水系統，其水質是否其腐蝕性，尤應做深切分析瞭解，對具腐蝕傾向水質之系統，對管件之選擇應避免使用石棉管、水泥管或具水泥襯裡管件，而改以 P V C 管，假若無法避免選用前述管件時，其內壁襯裡應加環氧樹脂處理，藉以獲得被覆。

五、對水質具腐蝕傾向之系統，配水池及淨水設施應比照如上所述管件之處理，尤以配水池應具抗蝕性之被覆物，最好能在新建之時即著手進行。

六、經本調查研究亦獲知，同一管線上由於水泥襯裡施工材質之不同而有不同程度之腐蝕狀況，因此，對水泥襯裡施工材質應嚴予督促，以提高品質。

捌、尾語

供水系統之腐蝕，乃牽涉水質穩定與供水操作設施持久性及攸關營收和商譽之重點問題；深受地區性水源之影響，因此，類似蘇澳系統之腐蝕狀況可能亦在其他採地下水源 PH 值偏低，酸鹼度無法平衡，以致蘭氏指數為負數之系統發生，亟待獲得各自來水從業先進之注意及關懷！

台灣省自來水原水部份各淨水場 pH 值統計分析表 (70~71 年度)

附件 1

區別	pH 中 數 值														
	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	
一區								淡水第二		淡水第一		新山		安樂、六堵 安樂、中壢	
二區	大園7號井		大園1號井		林口3-6 號井 大園9號井	泰山3井 林口1.2號 佳安		大溪	泰山1.2井	泰山4號井			泰山6-2 井	泰山6-3 井	
三區		三溪 洗井	水美			四湖				頭前溪1井	第竹第一 涌 五里 頭前溪三井 頭前溪二站	湖口 苗栗第二	苑林、中 山 仁愛、 沿河、 二號 龍區 苗栗第一 苗栗3-1 3-2 3-3 3-4 大湖二井	二號、興潭 員山東	
四區		大社	外埔 嘉和新佳 兩處	忠義	新莊 營盤口	八里 港尾 振興	龍井 孫峰 埔里第三				神岡、東勢 坑口 潭底第一、 二、 三四	大湖 潭底 埔里第二	名間 東光 埔里第五	葉寮	
五區												斗六	大林第二	梅林	溪脚
六區														二溪	
七區		仁美一號	仁美二號											小坪	梅潭
八區									洲頭	大進 蘇澳	大溪 廣興一、 二、 三				深潭
九區									第二 (瑞區)						
十區															
十一區		田中	第一 (員林)					第一(彰化) 社頭		第一(北斗)	第二(彰化)	第三(彰化) 永靖	永靖	福興	
合計	1	4	8	1	4	7	3	4	3	6	19	9	20	13	
總百分比	0.3	1.7	4.6	5.0	6.5	9.0	10	11	12.5	15	21.5	24.73	31.89	36.5	

台灣省自來水原水部份各淨水場 pH 值統計分析表 (70~71 年度)

附件 1

區別	pH 中 數 值													
	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	9.0
一區		員林	烏來	坪林			汐止第一 九份					汐止第二		
二區			泰山二號井	石門、復興 龍潭	板新									
三區	鹿窟 明德	新埔	富興、上坪	北埔、五峰 內灣、南庄 九芎坪、 七十分一號、 二號 通霄4、 1.3、 通霄										
四區	烏日、田中 魚池、大甲 石龜、福山	鹿寮 埔里第一	美人山、竹山 鳳凰	仁里、德化 鹿寮	台中工業區 社子口	梨山、明潭 勝社	鹿谷	信義						
五區		永光	大寮第一	斗南第二 虎尾 虎尾第二	大埤 坑庄 元長	桶口 新橋	嘉大 秀忠 北港第二	公路、新港 六脚、西溪 北港第一 水林	民雄、與中 新寮、二崙 麥寮	西港、阿婆 馬光、古西 四湖 三崙崙	朴子	水上、中埔 竹崎、大埔 吳鳳		
六區			新巷	大內	南北	楠王		山上	潭頂、與山頭			白河		
七區	鳳山、崙山 雙溪 恒春二號	手巾寮	旗山、高樹 港西、崙東	崙公園 恒春二號	屏東	港南 林邊	田寮、北溪 南和	高溪第二		萬公八號 甲仙	成功、興仁 萬公七號 十號	東港	萬公十三號	
八區	南港	柑仔坑												
九區		新秀 南翠	水窟	長英、豐田 光復 玉里第三 水源	柴港 瑞西	麻駕	北埔 新豐 北林	和平、吉安 溪口、鳳林 大富、瑞隆	西林 第一(瑞隆) 富源	富世 鳳里 富里 竹田	玉里第一 水源 池福		豐溪	美崙
十區			瑞豐	初鹿 池南	大武	卑南 安朔 蘇水	鹿野 壽藏 永康	和盛、大溪 武寮 桃寮	鹿港、海濱 瑞頂、南田 麟山、金崙 長溪	知本				
十一區	第二 (員林)		溪湖、鹿港 第二(北斗)	二林										
合計	14	9	18	31	12	14	13	19	17	13	7	7	2	1
總百分比	41.5	44.8	51.25	62.3	66.6	71.6	76.3	83.1	89.2	93.9	96.4	98.9	99.6	100

台灣省自來水清水部份各淨水場 pH 值統計分析表 (70~71 年度)

附件 2

區別	pH 中 數 值													
	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3
一區									第一(淡水) 第二(淡水) 第三(淡水) 第二	二坪	新山 中崙子 中崙子 二坪	萬里	暖暖 安樂 六堵	員山
二區							林口	佳安	泰山		大園		板新、龍潭 大溪	石門
三區	三寮(深井) 三寮(深井) 水美		九湖		四湖			金山	第一(新竹) 頭前溪	清雅 日南	竹北 南口 第二(苗栗) 第三(苗栗)	二區、員山 三區、河二 號井 第一(苗栗) 1號中大湖 大湖、萬里	明裡	新埔 峨眉
四區	台賀五村 忠義 公路	明秀 龍井(山 頂區)	四民	台中	西屯 大雅 清水	北屯 車功 大里	外埔		西屯、 頭天、 永和、 南岡	頂古、 坑口、 新佳 平	石岡 大肚 甲中 第四(草屯)	新高、 新岡 第一(草屯) 第二(草屯) 第三(埔里) 第一(埔里) 第二(埔里) 第一(埔里) 第二(埔里) 第一(埔里) 第二(埔里)	南屯 美人山 第二(草屯) 第三(埔里) 延平	八堡聚 振興 聚興 第二(埔里) 魚池 竹山
五區											第二(大林) 北六 第一(斗南)		梅林	石龜 梅山
六區											頭社	二溪		新營
七區		三和						獅頭	小坪	廣興(屏東)			岡山 廣興(岡山) 泰山	進清湖 西甲(一) 西甲(二) 鳳山、 鹿山 萬坪、 港西
八區								風安 蘇澳口		加頭、大溪 廣興(四) 廣興(四)			員山	
九區											枕山		第二(龍溪)	福西
十區											瑞穗			
十一區	田中				第一(員林)			第二(彰化)		第一(北斗) 新頭	第一(彰化)		和美	第三(彰化) 龍興
合計	7	3	2	1	5	3	2	4	10	18	20	17	20	23
累進 百分比	24.3	31.3	33.9	34.3	39.9	42.9	44.6	48.6	58.6	68.6	78.6	85.6	95.6	100

台灣省自來水清水部份各淨水場 pH 值統計分析表 (70~71 年度)

附件 2

區別	pH 中 數 值												
	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
一區	野柳	坪林	(汐止)第一 金山	烏來			九份						
二區	板新(橋林) 板新(橋社)	板新(橋狀) 板新(橋社)	(復興) 員興										
三區		北埔、富興 上坪、七份 兩庄	內灣、九芎 五峰 新庄 4 號井										
四區	鹿尾、六溝 仁里、卓蘭 東勢	台中、 龍潭 村子口、 鹿潭 水里、瑞竹	霧峰	太平頂	鹿谷	梨山	信義 日月潭						
五區		金岡	第一(大林)	溪脚 第二水源 (虎尾) 元長	廣口 第二(斗南) 永光 第一水源 (虎尾)	六脚 新橋	公館、 新港 村子、 大甲 古坑、 土庫 與中 (北港第一)	綠水、 水上 阿里山 兵遊 水林、 慈恩 西坑、 二寮 寮寮、 番薯 二寮、 第二(北港)	竹崎 嘉太 西四湖	中埔 大埔 馬光	員興		
六區	深頂 大內		山上、 白河 南北		烏山頭 楠王								
七區	手巾寮 英漢	橫口 林邊五號 四春	樟置 田寮	合公橋 成幼 (石碇) 2 號井	屏東 北港 南和	六龜 新成林	早仙	麟潭 石門	三港 竹坑			佳義	文樂
八區	天定埤、 潭寮	柑仔坑											
九區	新秀 南華	雙田 水頭 光復	泉美、 崇德 大里 第三水 源		溪湖、 北港 吉安、 雙寮、 北港 西林 第一(鹿 耳潭) 直潭	北港 官寮 溪里	官寮 溪里	池頭 當里 竹田				豐源	
十區		初鹿 地上	官岡 安湖	卑南 大武	鹿野 聚水 寮源	利源、 永順 大溪 大溪里、 大溪	新山、 溪頂 山、 溪頂 金湖、 坑源	知本 南田					
十一區	第二(員林) 鹿港、 鹿口	永靖			溪口 第二(北斗) 二林								
合計	19	23	23	13	22	15	22	17	6	3	2	1	1
累進 百分比	50.1	58.6	66.2	70.5	77.8	82.7	90	95.6	97.6	98.6	99.3	99.6	100

