

中鋼導入鳳山溪都汙再生水計畫

——珍惜水資源，中鋼善盡企業社會責任！

／WSS 鄭凌峰

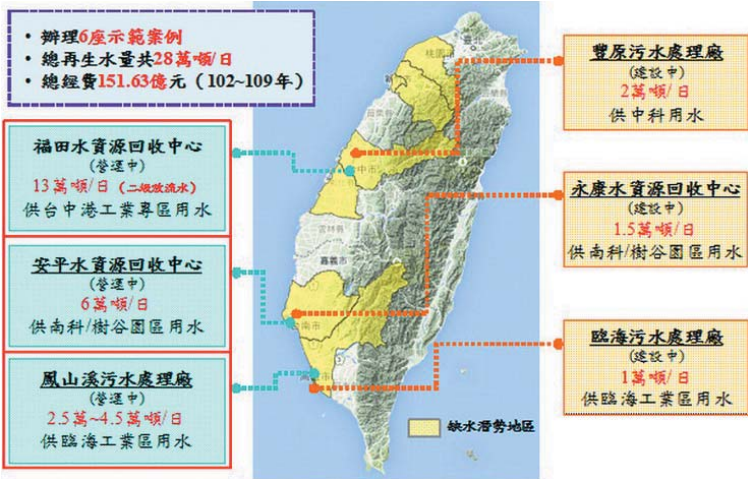
全球氣候變遷影響下，臺灣地區旱澇不均現象日益明顯，民國九十八年莫拉克颱風連日豪雨引發八八水災重創大高雄地區及民國一〇四年南部地區遭逢大旱致使高雄地區進入第二階段限水，減量供水10%，均突顯出大高雄地區長期以來水資源不足、供水情況不穩定的窘境。由於水庫開發不易，新興水源例如都市汙水再利用或海水淡化等替代方案，就成為政府規劃填補地面水源缺口的重要選項，政府在開發替代水源政策上優先推動都市汙水回收。

全球都市汙水再生利用量前十名之國家包括美國、中國、墨西哥、埃及、沙烏地阿拉伯、敘利亞、西班牙、以色列、義大利及日本等國。其中除義大利及日本外，其它八個國家之都市汙水再生用水量都已超過100萬GPD (M³/Day)，顯示已有相當多國家將再生水作為重要之水資源，尤其以缺水國家如以色列、中東及

部分美國各州等，由此可知水再生利用已為國際間水資源永續發展之趨勢。同時隨著城市化的發展，人口規模與水資源之間的矛盾日益尖銳，循環經濟理念的提出，可以很好地解決資源稀缺和需求加大之間的矛盾。我國現階段水資源政策，乃以水資源多元化供應，新興水資源中，因廢、汙水之再生利用具水質水質水量穩定、不受氣候影響等優勢，已然成為優先發展之項目，故經濟部水利署於民國一〇〇年訂定「民國一二〇年供應再生水120萬GPD，占公共給水量之10%」的政策目標並規劃執行，以期建立國內水資源永續利用之環境。

本公司積極配合政府公共汙水處理廠

部分美國各州等，由此可知水再生利用已為國際間水資源永續發展之趨勢。同時隨著城市化的發展，人口規模與水資源之間的矛盾日益尖銳，循環經濟理念的提出，可以很好地解決資源稀缺和需求加大之間的矛盾。我國現階段水資源政策，乃以水資源多元化供應，新興水資源中，因廢、汙水之再生利用具水質水質水量穩定、不受氣候影響等優勢，已然成為優先發展之項目，故經濟部水利署於民國一〇〇年訂定「民國一二〇年供應再生水120萬GPD，占公共給水量之10%」的政策目標並規劃執行，以期建立國內水資源永續利用之環境。



圖一：公共汙水處理廠放流水回收再利用規劃示範案（摘自行政院公共汙水處理廠放流水回收再利用推動情形說明）

放流水回收再利用示範推動方案，在內政部營建署、經濟部水利署和工業局與高雄市政府長期的合作推動下，於民國一〇五年正式啓動我國首例，都市汙水處理廠轉型為再生水廠建設計畫，將高雄市鳳山溪汙水處理廠的放流水，再生產製潔淨的再生水，供應臨海工業區的中鋼公司、中鋼鋁業作為製程工業用水。預計一

〇七年九月前每日供應5.5萬噸的再生水，本公司每日可導入2.5萬噸再生水，而中鋁每日使用約一千噸再生水。一〇八年九月前再生水廠產能擴充到每日4.5萬噸時，本公司每日將可導入1.5萬噸再生水。

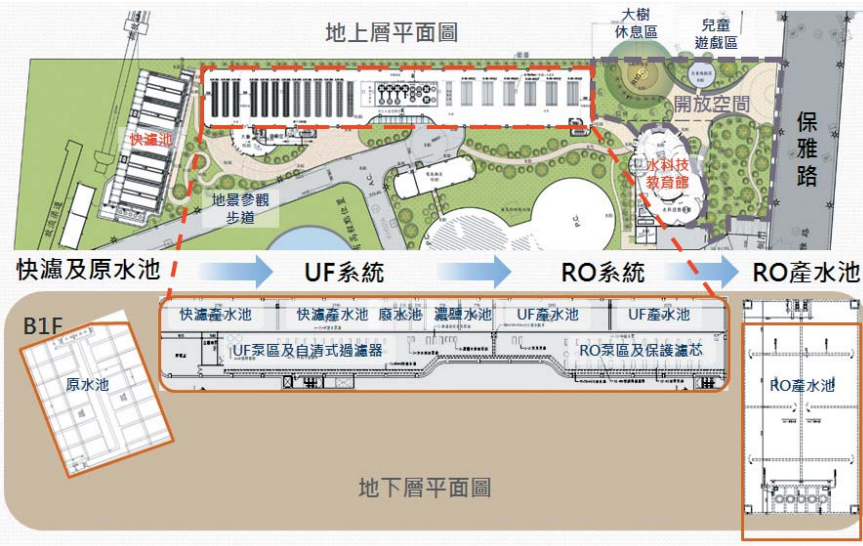
鳳山溪汙水處理廠放流水再生之推動，溯自民國九十七年起由水利署水利規劃試驗所開始著



圖二：一〇二年簽訂合作意向書記者會時左起中鋁蘇韋人董事長、中鋼鄭若齊董事長、營建署許文龍署長、內政部李鴻源部長、經濟部張家祝部長、高雄市李永德副市長、水利署楊偉甫署長等合影（內政部營建署提供）

手調查與規劃，並於民國一〇〇年提出完整的先期規劃構想，民國一〇一一年起經濟部與內政部共同合作，將鳳山溪再生水廠案列為內政部營建署規劃全臺六個示範廠之一（如圖一），由內政部以下水道設計畫投入經費，終於使得本案在公務預算的支持下，逐漸具體明朗化。民國一〇二二年十一月三十日經濟部、內政部與高雄市政府，三方共同簽訂合作意向書，並邀當時中鋼鄒若齊董事長出席觀禮（如圖二），歷經四年的再生水供需雙方媒合，確認由高雄市政府以促進民間參與的興建、移轉、營運（BOT）模式，負責辦理再生水經營業務招商作業，再售水予臨海工業區服務中心，工業區再分配予區內中鋼、中鋼鋁業等用戶。

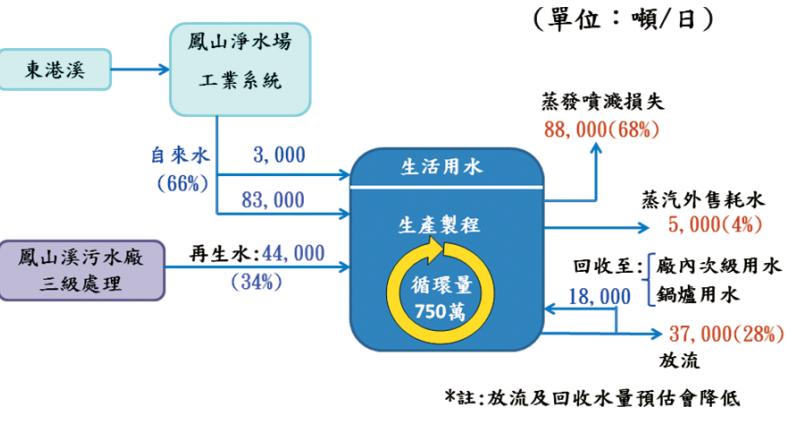
本案由高雄市政府與藍鯨水科技股份有限公司於民國一〇一五年八月廿二日正式簽約，並於同年十二月十五日辦理開工動土典禮，鳳山溪都汙再生水廠規劃在既設的鳳山溪汙水處理廠一／二級處理設施外，再增建三級處理設施（如圖三，面積約



圖三：鳳山溪廢水處理再生水廠設施配置（摘自高市水利局鳳山溪汙水處理廠放流水回收再利用案計畫簡報）

項次	水質檢測項目	單位	標準限值
1	溫度	℃	15~35
2	比導電度 (EC)	μS/cm	<100
3	pH	-	5.5~8.0
4	濁度	NTU	<0.2
5	懸浮性固體 (SS)	mg/L	<3
6	總有機碳 (TOC)	mg/L	<5
7	硬度 (TH)	mg/L as CaCO ₃	<20
8	氨氮	mg/L	<0.5

圖四：鳳山溪都汙再生水水質標準（摘自鳳山溪處理工廠再生水用水契約）



圖五：本公司預估民國一〇八年

（單位：噸/日）
*註：放流及回收水量預估會降低

約0.8公頃），其中含：原水池、快濾池、自清式過濾器、UF及RO處理系統，RO水池及教育館等。為使三級再生水廠能順利運轉，還包含汙水處理設施優化工程，如：曝氣沉砂、浮渣處理、汙泥處理及去氮功能之AO生物處理系

統等之優化，以確保後段三級再生水廠能獲得穩定的進流水質。另輸水管線由鳳山溪汙水處理廠到臨海工業區（全長約0.6公里）以及工業區內配水管線（全長約1.6公里），管線總長度約1.6公里。另外，由於鳳山溪都市汙水再生利用的規劃是以CIP+DPO雙膜法的處理單元，因而再生水水質優於自來水，導電度及硬度皆較低，可節省中鋼廠內後續原水處理及產製純水等生產成本，如圖四。

雖然目前再生水水價仍略高於處理水（一）水價，但若考慮臺灣自來水水價長期偏低，各界對於自來水價合理調漲逐漸有一定程度的共識，導致未來自來水價大幅提高或針對用水大戶開徵耗水費的可能性大增，長期來看取得部分再生水水源仍有其利基存在。

有鑒於臺灣傳統水資源的開發與調度不易，尋求替代水資源勢在必行，而都市汙水處理廠放流水再生供應產業用水，已被水利署列為重要水資源開發的一環。未來鳳山溪再生水廠完工，高雄市將成為全臺首座擁有穩定供應再生水的城市，不僅可減緩高雄地區的用水壓力，增進水資源調度彈性，確保產業穩定營運外，亦可作為全臺水資源再生利用之重要參考，並帶動再生水相關產業鏈之發展。

本公司現有水系統為單一水源，使用來自鳳山淨水場的工業用水，稱為原水 (Raw Water, RW)。由於RW的硬度高不利於冷卻使用，須經石灰軟化系統處理降低其硬度，經過此處理的水稱為處理水 (Treated Water, TW)，TW即配管輸送供全廠製程補水及生活用水使用。全廠飲用水係將RW再經過RO逆滲透過程再送至各飲水機過濾後供同仁使用；供應給行政區，包含餐廳及宿舍等區之生活用水為另外一個獨立系統，水源為RW。在引進再生水後，此RO飲用水系統與行政區供水系統皆不受影響，仍維持使用，並無改變，預估民國一〇八年導入鳳山溪都汙再生水後，本公

司用水平衡詳如圖五所示。

本公司在引進再生水後，從原本的單一水源變成兩種不同水質的雙水源，對上述供水系統自然會造成影響。應該如何妥善使用都汙再生水呢？最簡單做法當然就是直接將再生水併入現有臺水供水管網，供全廠製程補水及生活用水使用。但考量法規面，雖然再生水已處理至B2水等級，但為了符合「一〇五年新制訂的「再生水資源發展條例」法規規定：再生水不得直接食用進入人體

要求，故不宜將再生水併入現有臺水系統。另一方案是評估新設一再生水水管網給特定客戶製程使用的可行性，由於再生水量

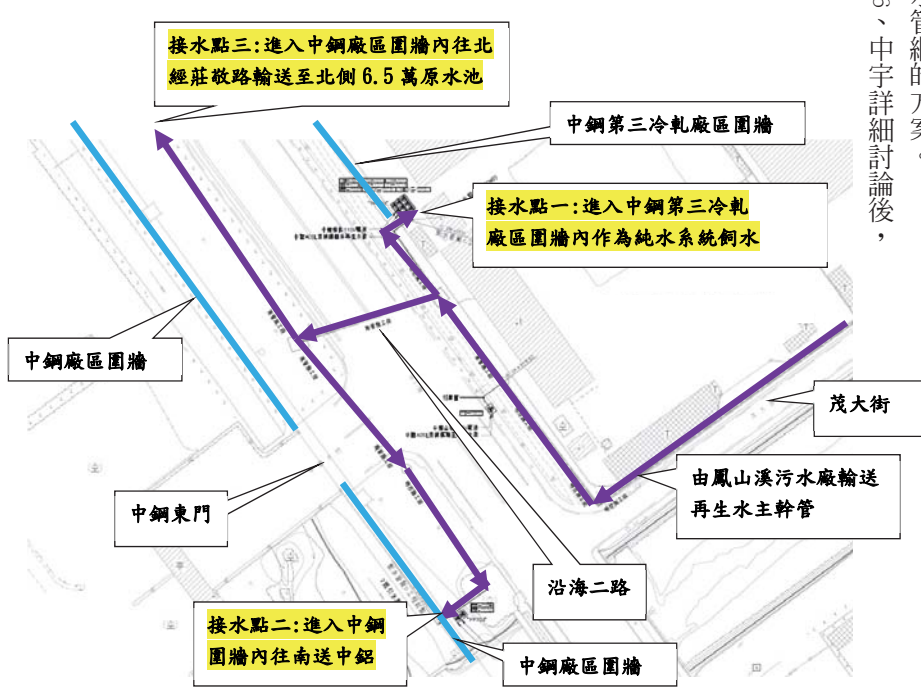
大，很難找到可適切匹配的單位，各用水標的用水變化大，未來運轉調度上恐怕相當複雜，同時缺乏足夠容量的水池當緩衝暫存，再加上因主管徑尺寸大 (800mm)，配管空間及施工難度需額外設計等，綜合考量後決定不採取新設再生水管網的方案。

經與E&C、中字詳細討論後，決定規劃配置全廠新生活用水管網，

供應全廠生活用水所需，水源為臺水自來水與目前相同並無改變，同仁可安心使用。同時再生水將併入公司現有北站蓄水池與臺水原水相混，此股水透過現有管網當做全廠製程冷卻水補水用。需要特別提醒的是在使用再生



圖六：鳳山溪都汙再生水進水管線 (鄭凌峰攝)



圖七：鳳山溪都汙再生水中鋼進水管線規劃圖

水後，其「水即一般綠色水管事實上臺水的原水加上再生水的混合，用來當製程冷卻水補充水使用，不建議當生活用水，如洗手，洗臉，漱口等用。生活用水請使用塗天藍色的新生活用水管網。

依再生水水質標準及使用遵行辦法規定，再生水供水管線外露部分以紫色標示以作為區分，再生水管材質為HDPE高密度聚乙烯管，由於添加碳黑抵抗紫外線照射，故管線主體底色為黑色，並於四個象限以紫色線條標示，如圖六所示，並於管線上以RCM (Re Claimed Water) 縮寫標示。目前鳳山溪都汗再生水由工業區區內配水管線沿茂大街及沿海路輸送至第三冷軋門口，其中規劃進入中鋼有兩個標的：(1)接水點一：10吋管線送至第三冷軋水場純水系統作為飼水(2)接水點三：32吋管線送至北側6.5萬噸原水池與自來水混合作為製程用水及另外(3)接水點二：由東門南側引接一條6吋管至東南角坑道前交中鋁引接，整體中鋼再生水進水管線規劃詳如圖七。其中10吋管線送至第三冷軋水場段已經完成，另外配管至公司水池與中鋁段預計一〇七年六月三十日前完

成管線配置。

至民國一〇八年八月底前，鳳山溪都汗再生水終期的進水量為每日4.4萬噸，北站原水池再生水與自來水的相混比例約2:1，即再生水4.4萬噸，自來水2.2萬噸，未來使用再生水後北站的原水在枯水期水質總硬度約100ppm，豐水期水質總硬度約60ppm，故開始導入再生水後原來北站的「石灰軟化系統將視情況予以停用，可降低用水成本。而水質pH方面，因考慮再生水接近9左右，以上述比例相混合時供水pH會稍微偏低，故規劃於北站原水池旁增一組加鹼系統，以適量提供鹼度，可避免未來北側管網系統增加腐蝕的風險。

為建置廠內獨立生活用水系統，除將北側既有25,000噸原水池 (VC-108A) 整修後分隔為17,800噸原水池 (編號VC-108A) 及7,200噸生活用水儲水池 (編號VC-109) 兩獨立水池外，另增加四臺生活用水供水泵浦，可經由泵浦加壓輸送至全廠各用水點，供水泵採雙電源供應規劃以確保供水穩定。廠內新增生活用水管線規劃分為A、B、C、D、E五區，8吋主管線至各廠TOP點由公用設施處E主導建置，TOP點至各用水點由各現場轄區單位負責建置，預計一〇七年六月三十日前陸續分區連接 (TIE IN) 完成供水。以臺水自來水水源供應全廠所有生活用水，管線顏色以比照臺

水自來水管線的天空藍作為區分，如圖八所示，並於管線上以PW (Potable Water) 標示，並與未來原「管網已混入部分再生水的製程用水完全獨立分開，以滿足廠內同仁生活用水需求。

在使用再生水計畫上，除了目前進行中的鳳山溪都汗再生水案，另外配合營建署及高市府正規劃之臨海都汗再生水計畫，中鋼亦提出每日二萬噸的使用意願書，目前規劃一〇六年八月將簽署合作備忘錄 (MOU)，預計一一〇年可完成供水。屆時中鋼再生水的使用量可提高至每日6.4萬噸，約佔整體總水量的二分之一，可進一步擴大使用再生水的綜效。

水資源是一貫作業鋼廠的命脈，中鋼從單一自來水水源，朝多元水源之策略發展，除可降低對自來水依賴，以期降低停限水導致減產甚至損壞設備之風險，並可增加臺水調度部分東港溪水源支援民生用水的空間。本公司率先配合國家開發新興水資源政策，成為全臺第一個大量使用都汗再生水的企業，展望未來我們仍將持續努力，穩定生產用水，實踐循環經濟，善盡社會企業責任，創造和諧共贏的局面。



圖八：中鋼廠內新增獨立生活用水管網 (鄭凌峰攝)