

防止海岸侵蝕柔性保護工法現地實驗研究

詹錢登 國立成功大學水利及海洋工程系

計畫編號：NSC-99-2622-E-006 -001-CC1

一、摘要

為了保護海岸避免海岸侵蝕，以往大多採用剛性保護工法，但是通常此類工法的建置成本較高，工時較長，有時功能不如預期，或有礙於自然景觀，而且不容易遷移。本先導型產學合作研究計畫提出創新的海岸柔性保護工法，並經由現地實驗研究，探討所提工法的可行性，期能建立成本低、施工易、效果好的海岸柔性保護工法。現地實驗研究在台南市雙春海岸北端進行，在海岸低潮位線附近，分3年安裝3座長約50公尺的柔性攔截網，每座間距約50公尺。每座柔性攔截網的兩端用三角形不銹鋼鋼索石籠或水泥排樁當作固定端，中間架設減能柔性攔截網，當海水通過此柔性攔截網時，因能量減少致使水流中部分泥沙落淤。本文總結報導三年計畫之研究成果。經過三年的現地實驗顯示本研究所建立之柔性攔截網工法確實有消減波浪能量、促使泥沙落淤、防止海岸侵蝕及達到保護海灘之功效，而且成本較低廉，施作簡單快速，值得加以推廣應用。

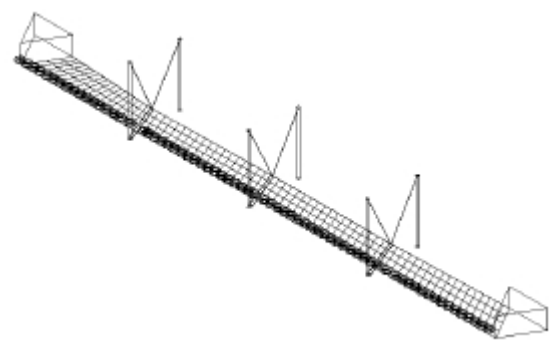
二、計畫說明

台南市北門區雙春海岸北端長年面臨海岸侵蝕問題，政府相關單位曾經使用不同方法，來防止海岸侵蝕問題，但效果有限。本研究提出柔性攔截網創新工法，選擇在雙春海岸北端(圖一)進行三年期現地實驗研究(2008年8月1日至 2011年7月31日)，探討柔性攔截網消減波浪能量、促使泥沙落淤及防止海岸沖蝕之功效。本研究柔性攔截網(圖二)主要元件包括攔截網、環圈堆、水泥樁、彈簧柱、地籠及三角型石籠。

攔截網具有多孔隙及柔軟特性，可減緩波浪能量及水流速度，進而促使泥沙落淤。本計畫第一年先在雙春海岸北端海灘施作攔截網50公尺長，平行於海岸；第二年及第三年分別再增加施作50公尺，總計150公尺長。現地實驗觀測項目，包括波浪衝擊攔截網情形、攔截網結構體之穩定性及抗蝕性、海灘沖淤情形、攔截網鄰近海灘高程測量、海灘淤沙粒徑調查、海岸防風林淤沙情形。



圖一 本研究海岸柔性保護工法現地實驗位置
(台南市雙春海岸北端)



圖二 本研究柔性攔截網海岸保護工法示意圖

三、研究成果

第一座柔性攔截網已於2009年6月完成現地施工，完工後不久即經歷蓮花颱風及莫拉克颱風之考驗，颱風後保護工法主體結構仍然完整，沒有受到損壞。就其設置後之沙灘地形而言，攔截網附近區域地形皆有抬升現象，泥砂落淤量約0.6到1.0公尺，達到保護海岸目的。第二座柔性攔截網(圖三)佈置位置與第一座佈設位置相距50公尺處，並向海側位移5公尺，在裝置上改善第一期之缺點，於2010年5月17日完工。第二座柔性攔截網的編製材料，考量不鏽鋼索SUS304含有少量鐵質，會有生鏽之疑慮，因此改以尼龍單絲繩取代不鏽鋼索。另原先柔性葉片環圈及減能網上的不鏽鋼葉片，因為容易折斷，改以長約20公分的不鏽鋼索條取代，並將不鏽鋼索條撥解開成扇形，以增加其對水流之阻力。現地觀測範圍在柔性攔截網周圍約2公頃，觀測期間經歷多場颱風之考驗。現地觀察結果顯示，當波浪通過攔截網後，產生碎波，波浪能量消減，泥沙有落淤現象(圖四)，最靠近攔截網後側淤沙效果最明顯，泥沙落淤高度約0.5到0.8公尺。颱風期間，波浪及水流較強，海灘有侵蝕現象，但是颱風過後海灘重新淤積。顯示柔性攔截網的佈置確實能夠達到泥沙落淤及穩定沙灘之效果。

第三年計畫進行安裝第三座攔截網，其與第二座位置之距離，原先規劃為50公尺，但是因為其間有蚵架存在，為避開該蚵架佈設位置改成相距60公尺處，並向大海側位移10公尺，與第一座相比較第三座攔截網位置向大海側位移15公尺。第三座攔截網於2011年4月完成，裝置上亦再次進行調整，將原先兩側固定柔性攔截網之三角形石籠，改以不同高度之固定樁取代，以利於未來應用於更深海域上施做。因為三角形石籠需要填置總數約40立方公尺的卵石來固定柔性減能網，這種方式在安裝時必需使用挖土機，而且必須

與潮汐配合才可以施工，施工時間甚短而且挖土機也不能浸泡於深水處施工，為改善此缺點，第三座攔截網安裝時，在其兩端處各以5支水泥樁取代原先之三角形石籠，每支水泥樁連結一條不鏽鋼鋼索，用以固定柔性攔截網。為了便於在水深較深的海灘區施工，本研究使用一個類似瞭望台之框架，施工時可置放於不同處，協助吊裝水泥樁及其他元件，方便在海水中進行柔性攔截網結構之安裝。

第三年計畫已完成三次光波地形量測，分別在2011年4月10日、2011年7月13日及2011年8月13日進行，量測範圍圍繞攔截網四周。圖五顯示海灘淤砂現象明顯。比較第三年計畫2011年4月10日(第一及二座攔截網已完成安裝，但第三座尚未安裝)和第二年計畫2010年4月17日(第一座攔截網已完成安裝，但第二座尚未安裝)之地形，結果顯示量測範圍內(長402公尺×寬140公尺)泥沙平均淤積高度約0.35公尺。比較2011年7月13日(第三座攔截網已完成安裝)和2010年4月17日之地形量測結果，顯示量測範圍內(長433公尺×寬140公尺)泥沙平均淤積高度約0.37公尺。比較2009年5月17日(尚未安裝柔性攔截網)及2011年8月13日(已經安裝3座柔性攔截網)之地形，結果顯示量測範圍內(長383公尺×寬166公尺)泥沙平均淤積高度約0.73公尺。圖六比較海岸柔性攔截網安裝前及安裝後四周海灘地形。淤落泥砂厚度以靠近陸地處較少，靠近海洋側較厚，在柔性攔截網支架附近淤積厚度約達1公尺。

研究成果顯示佈置柔性攔截網確實能夠達到泥沙落淤及穩定沙灘之效果。此外，現地觀察也發現柔性攔截網促使海灘回淤後，海浪所帶來之竹子、木頭或是漂流物，在颱風時期被暴潮推向沙灘最上緣，與海水落淤之砂或風帶來之砂，互相結合逐漸形成一自

然土堤，且因強風不斷將砂吹至此自然土堤，其整個土堤由北往南逐漸升高尤其靠近南側防風林內形成之土堤達2公尺高。原先為定砂而種植的馬鞍藤，又逐漸蔓延覆蓋其上，形成一自然海堤，此自然海堤，越往南側愈為明顯。



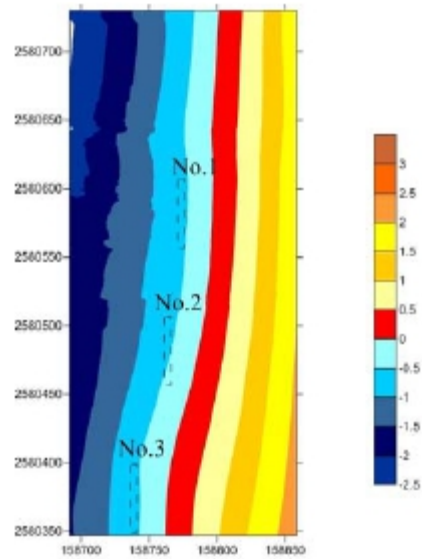
圖三 第二座海岸柔性攔截網(2010/5/29)



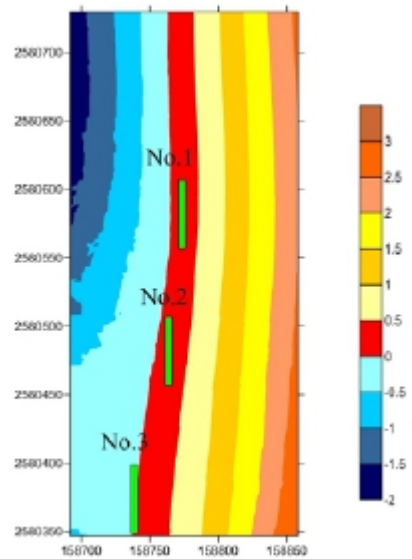
圖四 第二座海岸柔性攔截網施作後海灘淤砂情形(2011/10/30)



圖五 第三座海岸柔性攔截網施作後海灘淤砂情形(2011/09/26)



(a) 柔性攔截網安裝前地形(2009/05/17)，虛線小長方塊表示柔性攔截網預訂安裝位置。



(b) 三座柔性攔截網安裝後地形(2011/09/25)，綠色小長方塊表示攔截網安裝位置。

圖六 比較海岸柔性攔截網安裝前及安裝後四周海灘地形，比較結果顯示攔截網前側(面向海)泥沙落淤約0.7至1.0公尺，後側(面向陸地)泥沙落淤約0.4至0.6公尺。

四、技術特點說明：

- 建造成本較低：一般剛性海岸保護工法的費用高，本研究柔性攔截網工法的成本明顯較為低廉。
- 施工較快速：本研究柔性攔截網海岸保護工法所需原件之製作約需兩個月時間及現場安裝施作大約需一個月時間，合計約三個月即完成50公尺長的柔性攔截網製作及安裝。必要時，原件製作時間可以再縮短。顯示本研究提工法較為簡單及快速。
- 可變化性：不鏽鋼彈簧柱可變性，能夠有效吸能，可隨波浪溯升而伸縮移動，增加消減波浪能量效果，藉由伸縮變形將能量降到最低。本柔性攔截網海岸保護工法除了容易安裝之外，萬一需要調整位置或遷移時，也比較容易。
- 高耐久性：不鏽鋼索或尼龍單絲繩及輪胎橡膠等材質均具有耐久性，不易因海水侵蝕或銹蝕作用而損壞。
- 減能及淤砂效果好：波浪通過攔截網及環圈堆時，造成紊流現象，破壞波浪流況，而柔性與軟性吸能，可明顯促使泥沙落淤效果，保護海灘，使已經受到侵蝕的海灘恢復原本之樣貌。
- 多孔性結構：以攔截網概念加上多孔隙結構設計，造成減能，使泥沙落淤，又不至於完全阻斷水流。
- 環境衝擊低：水泥樁高度可以降低高度，輪胎表面會依附生長一層綠藻，而且部分攔截網結構體會因淤砂而埋入海灘中，可儘量降低對環境衝擊，維持生態景觀。

五、技術推廣及運用價值：

本研究開發之柔性攔截網工法係為減能而設

計，先設法於惡劣環境下立足，然後利用減能網來消減水流或波浪之能量，促使泥沙落淤，防止侵蝕，達到保護河床或海灘之效果。本研究開發之柔性攔截網工法可以用於(1)海岸保護、(2)河岸保護(設置於河道凹岸處，防止河水沖蝕堤腳)、(3)河道橋墩保護(曾經在曾文溪曾文二號橋 P5 橋墩實驗過，效果很好)，也可以用於(4)攔擋土石流防治土石流災害(曾經於南投縣水里鄉三廊坑溪上游設置，土石流攔檔效果很好)。本研究開發之柔性攔截網工法建材成本較低、施工簡單快速、具有柔性工法概念，柔性攔截網的結構可以隨著海浪來的方向轉動，攔截網具有伸縮特性及破浪功能，因此能夠消減波浪能量，促使泥沙落淤；同時本產品使用廢輪胎，將廢輪胎再利用，具有環保概念。因此本產品相較於傳統工法，具有競爭力值得推廣。整體而言，本研究開發之柔性攔截網海岸工法在西部雙春海岸實驗結果顯示效果良好，是否適用於東部坡度較陡的海岸，則有待進一步之研究探討。本研究開發之柔性攔截網減能技術已經技術移轉給合作廠商進行推廣使用。

作者簡介



詹錢登

國立成功大學水利及海洋工程
系教授兼主任

美國柏克萊加州大學土木工程
博士

專長：水利工程、海岸工程、
水土保持、土石流

電話：(06) 2757575 轉 63251

傳真：(06) 2741463

cdjan@mail.ncku.edu.tw