DOI: 10.6653/MoCICHE.201710_44(5).0006

海岸防護

吳鴻業／國立臺灣大學水工試驗所兼任研究員

台灣四面環海，海岸防護工程昂貴，本文強調運用績效評估概念，完成整體多目標性的計劃區現況和未來五十年後狀況的可行性評估，以及運用風險和未確定性分析的概念和方法計算颱風暴潮位，考慮颱風控制參數的聯合機率，建立合成颱風，運用颱風暴潮和波浪的電腦數值模式，模擬暴潮偏差和波揚，並結合高潮位的發生機率，運用蒙地卡羅統計方法，推算暴潮偏差、波揚和設計暴潮位的重現期。雙颱、颱風和季風、颱風和強降雨的共伴效應，以及颱風漂砂模擬也可運用此概念和方法調加控制參數運算。

颱風暴潮、波浪、溢淹範圍和程度，以及海嘯的預警模式，包含其未確定性範圍和程度，應儘早建立，並配合通當的疏散計劃，以保障沿岸居民的安全和減少生命財產損失，如此便可建立一個軟硬體兼具的完整有效的海岸防護工作。

前言

台灣的海岸防護工程由來已久，並具有相當的基礎和成就，尤其最近自從海岸防護法成立之後，更積極從事各項相關的研究工作，成果豐碩。我僅就最近二、三年參與台灣幾項相關的工作和會議中，以及研讀相關報告中有些小小心得，並綜合我最近十年來在美國加州海岸防護、溼地復育、航道浚深，以及河川和海岸暴潮綜合洪水位計算等實務心得，在此和大家分享。本文將針對「海岸防護」工作中的規劃和其相關的技術概念提出一些淺見，以供討論和參考。

台灣四面環海，中間有中央山脈，東岸大部分為岩岸，腹地較小，西岸則多為沙灘平地，人煙稠密。在岩岸和沙灘間則包含了河口、離岸砂洲、潟湖、溼地、海港、漁港、航道、工業區、電廠和離岸風電場等多元化的自然景觀和人為建設。其間約有三分之一的海岸有海堤保護，其餘多為沙灘，較易受到災害，又因台灣每年約有八個颱風經過，其中約有四個登陸，所以容易造成暴潮侵襲、沙灘侵蝕、溢淹及地層下陷區的氾濫等災害。最近又因氣候變遷等自然異端因素，除了造成海平面上升以外，常會遭遇強度颱風、雙颱共伴、和強颱風強降雨等複合型的自然現象和災害，使得海岸防護工作需要有更周詳的規劃和考慮，並且應用世界上先進的概念，例如風險和未確定性分析。綜合實際測量、水工模型試驗、和電腦模擬等技術，邀請居民積極參加意見，在政府相關單位人員帶領下，將績效評估的概念和方法併入各方案的可行性研究中，以便有效應用有限資源，規劃出最大績效而又能被居民接受的方案。

此外，又因海岸區域工商業的迅速開發，土地利用的改變，緩衝地帶的減少，以及離岸風電的急速開發，使得一個有效的海岸防護工作必須儘早完成，以減少災害的擴大和損失。並且在我們多元化的海岸線中，由於人民對環保意識的抬頭和警覺，使得我們必須對河口、潟湖和溼地的生態和保育工作，儘可能地以多目標的防洪理念，一併納入海岸保護工作中規劃，才較易達到完整性。

最後，除了在硬體工程建設之外，在軟體上必須開發出一個完整準確的預警系統和一套對應措施，如此在颱風侵襲前、或海嘯抵達前，沿岸居民便儘可能完成防災措施，包含疏散到安全地區，以保障沿岸居民的生命財產安全，這是防災、減災工作中不可忽略的項目。

基於以上的緣由，本文將探討以下五項工作，藉以增強海岸防護措施及提升實際效果：(1) 風險和未確定性分析概念，(2) 績效評估概念，(3) 颱風暴潮位計算，(4) 沙灘侵淤計算，(5) 預警系統建立。

風險和未確定性分析概念

風險和未確定性分析概念應用在海岸防護工程已有廿多年的歷史（Yen & Tung, 1993; USACE, 1992），然而真正比較落實地去執行、計算、評估，則是最近十多年來的事情，例如美國在 Katrina 颶風造成重大災害之後，才決心徹底執行此種計算分析方式（USACE, 2006; USACE, 2013; Andes & Wu, *et al*., 2012; Lin, *et. al*., 2010）.

我們一般對風險的分析比較熟悉，例如在不同重現期的洪水位，亦即每年中不同洪水位的發生機率，或是平均多少年才會發生一次的洪水位，然而對計算出洪水位的準確度或可信度，往往僅用一個誤差值百分比或誤差範圍來表示，缺乏和風險發生率的結合，因此計算出的數值所代表的意義和範圍就比較有限，這多半是受到歷史重要事件資料缺乏及計算資源有限的限制。

如今一般重要的歷史事件已逐漸增多到 30 年／50 年，甚至 100 年的資料庫，而且電腦計算速度的加快，和資料儲存量的大增，使得電腦模擬和統計模擬的可行性增加很多，因此增進了我們在這方面的計算能力，並開始量化重要參數的未確定值範圍。假如我們在計算過程中能納入各控制參數值的可能範圍，及相關條件中各種不同程度的組合，如此我們計算出的數值將會包含更廣大的應用條件和範圍。例如在計算颱風暴潮時，除了考慮不同或然率的颱風路徑、暴風半徑、最大風速、前進速度、登陸位置和角度以外，也可考慮雙颱共伴效應，例如台灣 2017 年的尼莎和海棠雙颱，以及 1997 年的安珀和卡絲雙颱；颱風季風共伴作用，例如台灣 2008 年卡玫基颱風和西南季風，和美國的 Sandy 颶風和東北季風；颱風和強降雨同時發生，例如 2017 年美國德州的 Harvey 颶風所帶來的大水災；颱風的巨大暴風半徑和強大風速，以及二次登陸，例如 2017 年美國佛州的 Irma 颶風所造成的重大災害等極端情境，如此計算出的暴潮位重現期便會是一組曲線，並且在不同重現期將呈現出一個範圍的暴潮位，此範圍包含了各種可能發生的情境，以及其相對的或然率，並顯現出此數值的可信度範圍（confidence limit），具有統計量化的意義，而且比較真實地描敘出可能的結果。目前世界先進理論和實際的做法，都趨向於將風險和未確定性合併考慮分析。

台灣港灣界大部份都習慣於計算某個控制參數的極大值，或應用極大值來分析相關統計數字，實際上在氣候變遷的急遽影響下，單一參數的極大值不見得就是真正的極大值，也不見得會造成最大的災害，因此必須整體地去考慮整個事件中，可能受影響的各個參數的發生機率，在物理上可能有聯合發生的機率時，便可應用適合的電腦程式去模擬可能發生的結果，並納入風險的機率分析和模擬中，完整地呈現出在不同情境或重現期下，所求結果的不確定值或可信度值的範圍，如此會比單一的極大值結果有意義得多。此外，這個系統分析結果可提供給可行性分析中的績效評估，以落實替代方案的評估和選擇。圖 1 和圖 2 即是一個很鮮明的示意比較，傳統的單一曲線分析方法和應用風險和未確定性概念分析方法的不同之處。

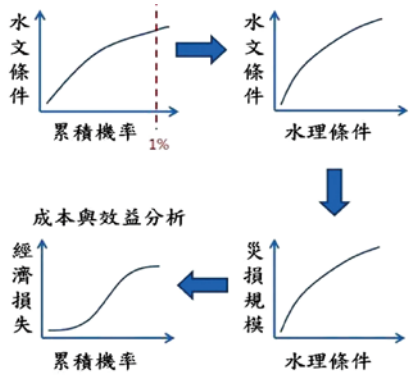

圖 1　傳統研究架構之分析方法

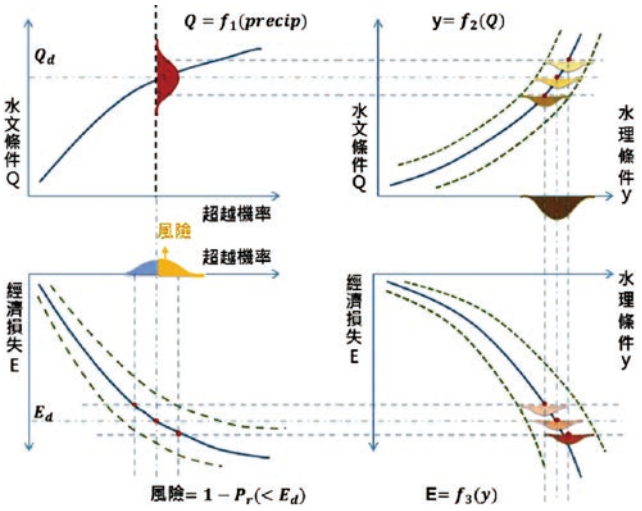

圖 2　不確定性架構下之分析規劃概念示意圖

績效評估概念

海岸防護工程都是比較昂貴的硬體工程，而且海上施工不易，可施工時程有限，耗時較長久，因此在決策上必須要依靠一個完整量化的績效評估系統，才能幫忙做最佳的選擇及有效分配有限的資源。此績效系統往往是應用於可行性評估中。

一個完整的可行性評估中，包含了計劃區的現況和相關功能效益估算，以及計劃完成後預期的功能效益估算，如此方可評估出該計劃所產生的額外功能效益，此種效益包含減少當地居民的死亡率和受影響人數、減少當地直接經濟損失和基礎建設損害、以及增加資訊的交換和防災預警資訊的提供，這些效益都將經過一個統一的轉換系統，將其轉換成當年的相等幣值，同時也將預估工程成本，如此便可估算出當年的績效值（效益／成本），此績效值將可做為決策者選擇計劃方案的參考依據。

一個完整有效的可行性規劃，除了主體工程以外，亦可包含附近的相關計劃，例如溼地復育計劃，美國加州舊金山南灣底矽谷區域的防洪計劃便包含了其沿岸鹽田的復育計劃（USACE, 2015），這是 50 ~ 100 年的復育規劃，將大片的鹽田區域逐漸引進南灣水域鹽份較低的海水，並規劃不同坡度的溼地和植背，如此希望在進行復育的過程中也能協助減少沿岸遭受暴潮和波浪的襲擊，此外，對主體防洪堤工程也能收到額外溼地復育整治的效益，這是一種多目標化的可行性規劃及整治效益。

台灣河川遭巨大颱風及強降雨襲擊之後，往往產生土石流，將大量泥砂帶往水霸或河川下游，除了產生大量地形變遷、泥砂淤積、橋樑斷毀之外，無形中也提供了河口及其沿岸額外的漂砂，若能於河道整治過程中，也考慮到周邊溼地可能需要補充的泥砂，以及河口沿岸沙灘所需養灘的砂源，如此亦可擴展整治河道工程的額外效益，而落實一個較為宏觀、實際及整體多目標性的可行性規劃和績效評估。

一個落實的績效評估系統不但要評估計劃區現況的績效，還必須評估五十年後狀況的績效（USACE, 2017），尤其在海平面有逐漸上升的趨勢下，如此才是比較實際的評估。例如五十年後計劃區狀況有某種程度的改變，以目前的設施條件，其可發揮的功能為何？計劃完成後，在五十年後的計劃區狀況下，其可發揮的功能又為何？如此便可估出五十年後的效益，這期間亦可用十年為間距，應用相同的邏輯，估算計劃區十年、廿年、卅年、四十年後的績效值，假如所得到的結果都是正面的，則代表此計劃的設計功能和可行性是值得肯定的。反之，便需要更努力地去修改、調整，以完成一個最大績效的規劃。

一個養灘工程的規劃更能看出現況條件改變後對規劃工程的影響，尤其在漂砂和地形變遷較劇烈之處，更須做分段性的評估，因為目前現況的起始條件將被 5 年或 10 年後的改變條件取代，而必須重新設定，以落實整治工程的績效評估。台南七股潟湖外海沙洲的侵蝕便是一個很明顯的實例，由於侵蝕速度很快，若準備保留住該片沙洲以提供其內部海域較多的保障，則必須有詳細分段性的漂砂和規劃工程的整體計算，例如每 5 年或 10 年計算其沿岸沙灘的變化量，包含現況及加入的防護工程潛堤的漂砂變化量，如此才能落實規劃工程的績效評估。

海岸防護硬體工程中一般是以築海堤、潛堤或養灘等工程為主，亦即為績效評估的項目，其設計參數包含暴潮位（堤高）、波浪、海流、漂砂優勢等，亦即為績效評估中的指標參數。以下將探討比較重要的颱風暴潮位和沙灘侵淤的計算。

颱風暴潮位計算

在海岸工程中，颱風暴潮位的計算幾乎是最重要的設計參數之一。暴潮位主要包含了天文潮位和暴潮偏差及波揚。台灣東海岸海底坡度較陡，水深較深，颱風能量較不易傳遞到整層大海水中，產生巨大的颱風暴潮偏差，所以其暴潮偏差主要來自颱風中心的氣壓差所造成的。然而因為颱風波浪較大，在毫無阻擋的太平洋中逐漸增大，當其在東部近岸破碎時，其額外波浪能量便轉換成水位堆高的波揚，這是主宰東岸暴潮位的重要因子。反觀台灣西海岸，海底坡度較平緩，水深相對較淺，颱風能量較易傳遞到海水中，推動近岸的整層海水，產生較大的暴潮偏差，及非常小量的波揚，所以暴潮偏差是西海岸暴潮位的重要因子。

暴潮位是一般海堤高度設計的重要參數之一，運用先進技術方法較能計算出合理正確的結果，以供設計參考。傳統暴潮位的計算，往往因為實測暴潮位年數

有限，資料不足，不容易估算出不同重現期準確的暴潮位，因而趨向於運用較保守的極端值統計曲線去推估不同重現期的暴潮位，而可能造成過高的設計值，當資源豐富時，此種保守的方法比較容易被接受，然而資源不夠分配時，卻可能是一種浪費。尤其最近因為電腦模擬逐漸被廣泛應用，所以過去四十幾年的颱風暴潮事件都被重新模擬，並估算環島的暴潮偏差，和應用有限的計算值推估暴潮位的重現期（經濟部水利署水規所，2014），建立了相關的基本資料庫，實在進步很大。然而所模擬的颱風事件都是曾經發生過的歷史事件，並未包含未來可能發生的颱風事件，因此在統計取樣上便有改善的空間，而且因為資料有限，所以也無法對不同重現期的暴潮位做未確定性分析。

暴潮偏差和波揚

依據風險和未確定性分析的觀念，我們可以應用颱風暴潮偏差和波浪的電腦模式，模擬計劃區域各種可能發生的「合成颱風」，如此便可建立一個比較完整的暴潮偏差和碎波引起「波揚」的資料庫。在合成颱風組成的參數中，分析出其各自的發生機率，例如：颱風路徑、最大暴風半徑、最大風速、颱風中心氣壓差、颱風前進速度、登陸地點和角度等，然後應用蒙地卡羅統計模擬方法，將各個合成颱風所造成的暴潮偏差和波揚模擬 500 年，並將結果放入資料庫，如此重覆 100 次取樣、模擬各種合成颱風，便可計算不同重現期的暴潮偏差和波揚，以及相關的不確定值範圍（經濟部水利署水規所，2016-2017; Andes & Wu, *et. al*., 2012）如此在較充分模擬資料補助下，及應用合理有效的統計分析方法下，便可求得可信度較高的結果。此外，在這個模擬架構中亦可同時加入雙颱共伴效應，颱風和季風合成效應，以及颱風和強降雨的合成效應，如此，計算出的數值將包含較完整的取樣條件和範圍，以及較大的未確定值範圍。

設計暴潮位

設計暴潮位在海堤高度設計上是一個很重要的參數，一般計算上往往是把計算出的不同重現期暴潮偏差加上認為較保守的大潮平均高潮位，求得該重現期的設計暴潮位（經濟部水利署水規所，2014），這是傳統做法的一種，也許比較固定，但可能缺乏彈性，不過很直接簡易，假如我們將計算出的暴潮偏差和波揚的發生機率，應用統計方法加上天文潮的發生機率（包含高、低和平潮），便可求得綜合暴潮位或暴潮位的自然發生機率。然而在設計上和取樣分析時，我們往往考慮到高潮位和暴潮偏差的結合，因為颱風暴潮事件發生於低潮時不易造成災害，而不被認定是個可以取樣的重要事件，因此只有篩選適當高潮位分佈的發生機率，再和模擬計算出的暴潮偏差和波揚發生機率結合，才能求得工程設計上所需的設計暴潮位的發生機率，這種可以量化評估的適當「設計暴潮位」的做法（經濟部水利署水規所，2016 ~ 2017），可能比應用「大潮平均高潮位」的固定數值，加上暴潮偏差和波揚發生機率的做法要有彈性和意義，而且也比較合理。

效益指標參數

當一個海堤的設計暴潮位選定後，其相關的越波水量和能量、溢淹水位高度和面積範圍、以及在溢淹區再產生的波高等，將是效益評估時的指標參數，因此在不同設計暴潮位選定下，將有不同效益指標參數的對應數值，依據這些數值和公認的同等值金額轉換表，便可在計劃區估算出可能減少的人命傷亡，受影響人數，直接經濟損失，和基礎建設損害同等值的金額損失，這將是興建此海堤的效益，加上該海堤工程費成本估算後，便可量化此海堤興建的績效，亦即（效益／成本）。

沙灘侵淤計算

沙灘侵淤問題基本上是由潮流、沿岸流和波浪的交互作用造成的，一般是應用計劃區域多年的波高、週期和波向發生的聯合機率，配合輸砂的運送率來推估輸砂數量、方向和優勢，如此便可約略估出沙灘的侵淤量和趨勢。

地形變遷模擬

較準確的沙灘侵淤計算是要依賴先進的三維漂砂輸送（Bever & Michael, 2013; Chou, *et al*., 2015）和地形變遷模式（Lin, *et al*., 2012），此種模式結合了三維的水理和二維的波浪模式，提供水體的動源，然後加上三維的漂砂傳送模式，包含漂砂沈降、再懸浮和水體的運動，將懸浮漂砂輸送到水體各處，當水體中的動量減弱時，漂砂便逐漸沈降，但是當波浪或海流動量增強時，海底的沈砂會再被揚起，隨海流傳送各處。

如此結合海流、波浪、和漂砂運動的模式，便可約略估算海域受到颱風波浪和流況作用下，其漂砂的傳輸狀況和對海岸線或海底地形造成的侵淤現象。

此外，還要配合相關的近岸水深地形測量，尤其在颱風來襲前後，和每年不同季節下的量測，如此模式才能有較好的驗證資料。因為海岸水域動力參數變化比較複雜，實測資料不易取得，所以這方面的計算不確定值範圍也不小。此外，這類計算所需的資源非常龐大，建議政府相關單位，積極鼓勵提倡在台灣本地研發此類模式，例如在台灣逐漸改善的 SUNTANS 模式（沈毅豪，2016），或改進不用付費的公開軟體模式，避免付出巨額的商業軟體費用，如此方可將有限資源做最有效的應用。

颱風漂砂模擬

一般季節性的海流和波浪的交互作用比較規律，因此其相關的輸砂量較易估算，然而颱風所造成的海流和波浪卻是比較複雜，而且每次產生的能量和造成的變化也遠大過季節性的變化，因此如何進行完整系統的模擬計算，實是一大挑戰。也許我們可以嘗試一個新的做法：亦即將季節性和颱風變化造成的漂砂量分開計算，然後再合成結果，例如我們可以先分析一年四季的季節性漂砂變化量，其次模擬颱風造成的變化量，然後將兩種變化量的結果加起來成為總變化量。合成颱風的模擬即是延續 3.0 節中的颱風暴潮位計算，因為該計算也同時估算出颱風影響下的流況，如此可連續模擬五年至十年的颱風影響，並重覆這個程序 50 ~ 100 次，便可得知其影響數量和不確定值範圍。這僅是初步估算結果，因為漂砂運動和地形變遷時序尚未考慮進去，其相關的電腦模擬資源非常可觀，有待往後的持續研究和發展。

績效指標參數

沙灘穩定的整治包含離岸潛堤、攔砂堤和養灘等方法，其績效的指標參數為沙灘回淤的面積和輸砂量，以及可能產生的遊憩價值，如此在不同的工程方法下，便可估算其回淤面積和遊憩價值，進而評估其績效。航道浚挖的泥砂實是一種重要的資源，亦可考慮提供給養灘的砂源，如果能善加利用此資源，則其績效將更可擴大（Bever, *et. al*., 2014, Lin, *et. al*., 2013）。

預警系統的建立

在海岸防護工作中，有關海嘯和颱風暴潮、波浪的預警是非常重要的，因為天災的力量往往是不容易抗拒的，所以一個完整的預警系統和疏散措施的建立是刻不容緩的，而且這也是防災、減災的一項必要工作。

海嘯的力量是非常巨大的，除了建在海邊的核電廠需要考慮此設計參數以外，一般的海事工程因為其發生的機率非常低，所以多不予以考慮，至於對沿岸居民的保護，則以預警系統取代之，這包含了在重要區域佈設觀測站，隨時傳送出相關的訊息，提供電腦模擬和分析之用，以瞭解此種災害抵達計劃區時的狀況和時程，並做為決策者的參考，包含是否啟動警報系統和疏散到高處的計劃，所以中央氣象局應建立此項完整系統，以確保沿岸居民的安全。

巨大颱風力量造成的海水倒灌，尤其在低窪或地層下陷區域更是重要，事前的預測結果可提供給疏散計劃，以減少受災的傷亡人數和財產損失，尤其大颱風加上強降雨和漲潮時，溢淹範圍和淹水高度都會加大，所以一個準確完整的預警疏散系統是必要的。

此項預警系統的不確定性分析也是非常重要的，因為目前的科技對颱風氣象預測參數的尺度和相關的準確性都有某個程度的未確定值，尤其對巨大颱風路徑的變化，其未確定值範圍可以包含幾個沿岸城市，因此比較完整的預警系統需要包含其合理的未確定性範圍，讓可能受影響區域的居民得以事先做好預防準備工作，此種預警系統的績效指標，包含降低傷亡人數和影響到的人數，以及減少商業和建築物的受損，尤其對降低居民直接影響的績效應是最大的。

結語

當我們建立了風險和未確定性分析，和績效評估現況和 50 年後狀況的概念，以及在防洪的可行性研究中融入溼地復育等不同多目標化的規劃理念和方案以後，便可將其應用到海岸防護工程的規劃項目和設計參數中，積極開發及應用先進的電腦程式和統計模擬方法，計算較完整的颱風暴潮偏差和波揚的重現期和未確定值範圍，以及較容易量化評估的「設計暴潮位」，和沙灘侵蝕量和範圍等結果，供海岸防護工程規劃的參考，以及協助決策者，較容易做出明確合理的替代方案選擇。

最後，政府相關單位應儘早建立一個完整正確的海嘯、颱風降雨、淹水預警系統和高效率的疏散對策，以確保沿岸居民生命、財產的安全。

參考文獻

1. Andes, L.F., F. Wu, J. Lo, M. L. MacWilliams, C. Liu, and R. Dean, Estimate of Coastal Flood Statistics for the Far South San Francisco Bay, International Conference for Hydroscience and Engineering, Orlando, Fl. 2012.
2. Bever, A. J. and M. L. MacWilliams, Simulating Sediment Transport Processes in San Pablo Bay Using Coupled Hydrodynamic, Wave and Sediment Transport Models, Marine Geology, 2013.http://Dix.doi.org/10.1016/j.margeo.2013.06.012
3. Bever, A. J., M. L. MacWilliams, F. Wu, L. F. Andes, and C. Conner, Numerical Modeling of Sediment Dispersal Following Dredge Material Placement to Examine Possible Augmentation of the Sediment Supply to Marshes and Mudflats, San Francisco Bay, USA, PIANC World Congress San Francisco, USA, 2014.
4. Chou, Y. J., R. C. Holleman, O. B. Fringer, M. T. Stacey, S. G. Monismith, and J. R. Koseff, Three-Dimentional Wave-Coupled Hydrodynamics Modeling in South San Francisco Bay, Journal of Computer & Geosciences 85 (2015) 10-21 (http://Dax.doi.org/10.1016/j.cageo.2015.08.010)
5. Lin, L., H. Li, F. Wu, and L. F. Andes, Littoral Transport Modeling for Ocean Beach and San Francisco Bight, Caifornia, 33rd International Conference on Coastal Engineering, Santander, Spain, 2012.
6. Lin, L., H. Li, F. Wu, L. F. Andes, Numerical Modeling of Coastal Dredged Material Placement Study at Noyo Harbor, Ca, Conference of International Society of Offshore and Polar Engineers, 2013.
7. Lin, N., K. A. Emanuel, J. A. Smith, and E. Vanmarcke, Risk Assessment of Hurricane Storm Surge for New York City, Journal of Geophysical Research, vol. 115, D18121, doi:10.1029/2009JD013630, 2010.
8. U. S. Army Corps of Engineers (USACE), Guideline for Risk and Uncertainty Analysis in Water Resources Planning, Vol. I and II, 1992.
9. U. S. Army Corps of Engineers (USACE), Risk Based Analysis for Evaluation of Hydrology/Hydraulics, Geotechnical Stability, and Economics in Flood Damage Reduction Studies, ER 1105-2-101, Washington, D. C., Revised January 2006.
10. U. S. Army Corps of Engineers (USACE), USACE Shoreline Study, 2013.
11. U. S. Army Corps of Engineers (USACE), South San Francisco Bay Shoreline Study - Monitoring and Adaptive Management Plan for Ecosystem Restoration (App. F), 2015.
12. U. S. Army Corps of Engineers (USACE), Preliminary Feasibility Study for South San Francisco Bay Shoreline Economic Impact Areas 1-10, Santa Clara Valley Water District, 2017.
13. Yen, B. C. and Y. K. Tung, Reliability and Uncertainty Analysis in Hydraulic Designs, ASCE, New York, 1993.
14. 經濟部水利署水利規劃試驗所，一般性海堤禦潮功能檢討（2014）。
15. 經濟部水利署水利規劃試驗所，海岸防護規劃不確定性應用研究（1/2）、（2/2 初稿），2016～2017。
16. 沈毅豪，淡水河流域及其出海口輸砂之三維數值模擬，國立台灣大學工學院應用力學研究所碩士論文（指導教授：周逸儒）（2016）。

參加 JSCE 2017 年會 @ 日本 九州

JSCE President Hisakazu OHISHI（中）及柯武德教授（左）

圓桌會議所有講者

擊鼓祈福

會場國旗飄揚