

行政院所屬各機關出國報告
(出國類別：其他)

參加「ISOPE 2012 國際海上工程研討會」 出國報告

服務機關：交通部運輸研究所

出國人：職 稱：主任

姓 名：邱永芳

出國地區：希臘羅德島

出國期間：民國 101 年 6 月 16 日至 101 年 6 月 26 日

報告日期：民國 101 年 9 月 6 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：27 含附件：無

報告名稱：參加「ISOPE 2012 國際海上工程研討會」

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

邱永芳/交通部運輸研究所/港灣技術研究中心/主任/04-26587101

出國類別：1.考察2.進修3.研究4.實習5.其他

出國期間：101年6月16日至6月26日

出國地區：希臘羅德島

報告日期：101年9月6日

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：海岸工程、風能、波能、再生能源。

內容摘要：

第二十二屆(2012年)海洋與極地工程國際研討會(2012-ISOPE)於6月17日到6月22日在希臘羅德島舉辦，與會人員超過千人。來自50個國家，發表論文超過200篇，論文的種類包括了海洋能源、再生能源、環境科技、海洋離岸構造物工程、海岸工程、水下探勘、大地工程、環境工程、地震工程及風險分析管理、北極圈之科技和工程技術等項，除此今年特別增加與重視新能源、再生能源、環境科技、離岸構架和水動力；本報告亦針對重要議題提出看法。我國有多位學者參與會議並發表文章，對於促進國際學術交流及吸取國外經驗有相當大的助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

第二十二屆(2012 年)海洋與極地工程國際研討會(2012-ISOPE)於 6 月 17 日到 6 月 22 日在希臘羅德島舉辦，與會人員超過千人。來自 50 個國家，發表論文超過 200 篇，論文的種類包括了海洋能源、再生能源、環境科技、海洋離岸構造物工程、海岸工程、水下探勘、大地工程、環境工程、地震工程及風險分析管理、北極圈之科技和工程技術等項，除此今年特別增加與重視新能源、再生能源、環境科技、離岸構架和水動力；本報告亦針對重要議題提出看法。我國有多位學者參與會議並發表文章，對於促進國際學術交流及吸取國外經驗有相當大的助益。

參加「ISOPE 2012 國際海上工程研討會」出國報告

目次

行政院及所屬各機關出國報告提要	I
摘要.....	II
一、目的.....	1
二、研討會會場與行程概述.....	1
三、研討會概述.....	4
四、會後心得.....	16
五、建議.....	24

【出席 ISOPE-2012 國際海上工程研討會出國報告】

參加研討會報告

一、目的

海洋與極地工程國際研討會，英文名稱 International Society of offshore and Polar Engineering. 簡稱 ISOPE。成立於 1989 年，為一個非營利之學術團體，原先以美國、蘇聯及挪威為發起國，成立至今共有超過 30 國家參加會員，以探討海洋工程、鑽油平台、海底油管、海域環境變遷、波壓力學、浮體運動、大地工程等所牽涉之工程問題，並以提升工程技術與學術交流為其成立宗旨。近年來舉辦多次研討會，並對外發行學術期刊，為國際海洋工程界之知名協會，多年來促進學術與工程交流，對工程界貢獻良多。

今年 ISOPE 協會於希臘羅德島舉辦第 22 屆年會及國際研討會，共約參加人數超過千人，合計參加發表的專家學者來自 50 個國家。本次會議超過 200 篇以上之論文發表，自 6 月 17 日到 6 月 22 日止共進行 6 天研討會。本年度研討會除傳統之研發主題外，更提出近期較多研發之題目，包括新能源、再生能源、離岸風力、海嘯發電、波浪發電，能獲此難得機會到希臘參加，除對海洋能源開發有較深入的理解未來世界發展潮流外，亦可對未來國家在海洋能源之發展上提出較佳之決策供政府參採，特此感謝林所長給予此次機會。

二、研討會地點與行程概述

(一) 研討會地點

本年度 ISOPE 年會開會地點係於希臘羅德島之 PaLace HoTEL。羅德島為希臘的第二大島，靠近土耳其，位於歐亞交界附近。往昔歐洲進入亞洲重要島嶼之一，因此，其當地文化具有海洋性格和多元性，亦是具有古老文明之古城，港灣與海岸各具有其歷史性與景觀優

美的特性。尤其羅德島市區中之古城內，保有了史前文明和古代城堡之博物館，當地建築特色，石子拼排路、咕啞石的城牆……等，羅德島是一個充滿文藝與漁村、農村特色之島嶼，很值得觀光旅遊。

(二) 行程概述

由於簽定出國較遲而使得在安排行程上稍有不理想之處，而且機票費用較長時間之預購貴很多。6月16日從桃園機場出國至香港轉搭卡達航空到卡達，再轉機至希臘雅典，到達時間為當地6月17日中午，於傍晚再轉機到羅德島辦理報到，18日早上參加開幕後隨即參加研討會。回程時由於班機安排不順無法訂到由雅典回國的機票，因適逢研討會結束後即為週末，改由土耳其之伊斯坦堡搭卡達航空至卡達轉香港回桃園機場，其間在土耳其即順道參訪伊斯坦堡。有關行程記要如下：

表一

研討會時程表

日期	地點	行程內容
101/06/16	桃園→香港	起程
101/06/17	香港→卡達→雅典→羅德島	起程，大會報到
101/06/18	羅德島	研討會
101/06/19	羅德島	研討會
101/06/20	羅德島	研討會
101/06/21	羅德島	研討會
101/06/22	羅德島→土耳其	會議結束
101/06/23	土耳其	休假旅遊
101/06/24	土耳其	休假旅遊
101/06/25	伊斯坦堡→卡達	休假旅遊，回程
101/06/26	卡達→香港→桃園	回程

三、研討會概述

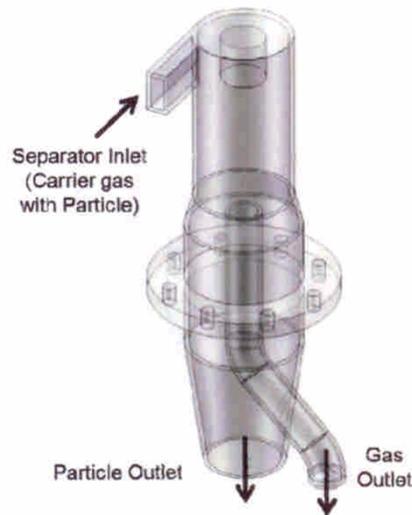
2012 年 ISOPE 國際研討會之論文種類主要包括傳統項目如：海洋離岸構造物工程、海岸工程、大地工程、海下開採、環境工程、水體動力學、地震工程、極地工程及風險分析管理等領域之現場觀測、理論研發及技術創新之研究成果發表。今年較往年著重的主要議題為新能源開發與創新術研發、再生能源、環境科技與工程技術、離岸構架、深海基礎和水動力、北極圈之科技和工程技術等，由此亦可見未來海洋的發展趨勢為能源開發與環境保育。茲將本年度發表之相關論文或創新技術與本所港研中心研究相關或未來發展有關之重要觀念簡述如下：

(一)低污染能源之開發技術

使用均勻穩定氣旋來分離煤氣化與微粒運用數值計算方式來推測，經實驗室試驗與數值計算結果之比較，發現在收集微粒和減除壓降上有很好的效果。氣旋分離器利用旋渦產生向心力將微塵從氣體中移除，由切綫方向進入而產生強力之旋轉流為其設計之特色，如圖 1 所示，在單一方向上之渠道內產生均勻氣旋來產生微粒與氣體分離，其具有體積小及容易安裝之好處，同時在一方向上來分離氣與微粒可有效減除出口與入口間之壓降，亦其他能耗或摩耗較小之故，本項新概念的裝置從數值分析的結果顯示在微粒之收集上可達 99.9% 而壓降可減到 30Pa 以下(進口與入口之壓差)，其分離效果非常良好，但本新概念之設計尚未經實際之運用，應進一步對現場裝置與實驗室之結果做比較分析，並比較其趨勢。

在臺灣火力電廠發電為主流之現況下，煤灰之空污染影響嚴重，以回饋金來解決人民的抗爭，雖降低對電廠運作的阻礙，但人民之健康應為最重要。港研中心位在臺中火力電廠之鄰，受煤灰之空污之影響很大，形成窗戶皆需二層以上，無法開窗戶吹自然風，儘能靠冷氣來解決夏季之炎熱，電費節省困難度似乎較其他區困難，此議題引我興趣此即為主因，期望台電公司能改善煤灰在臺灣各地之空染，尤其

臺中港區東北季風或夏季南風之影響甚巨，應儘快改善吸塵設備減低未來之抗爭，利用均勻氣旋分離氣體與微粒之技術應可供台電來參酌使用。



圖一 均勻氣旋分離器之模型圖

(二)天然氣水合物之開發

海洋中之天然氣水合物是一項很重要的能源來源，在 21 世紀或之前固態燃料為區域能源之主要供給來源，因大多數環境因素較有利於固態燃料，但海洋在近期亦逐漸被重視，尤其在頁岩中之開採技術之精進(深海中)。同時天然氣水合物被發現在大陸礁層蘊藏豐富，未來對石油的衝擊將更形加大有大部份取代的趨勢。此項能源的開採達商業化開採，應再針對水平開挖井之斷裂問題的多元處理方式和開採機具的引入與供給做進一步研究。

能源之開發是近期一直在進行期望突破傳統的固態燃料，而天然氣就成為平衡經濟與環境效益的首要燃料，尤其其蘊藏量豐富。頁岩內之天然氣近期因開採技術之進步，產量大增，可能具有替代石油之趨勢亦將造成石油價格維持穩定的一個重要因素。依據世界各國推估陸上天然氣水合物之含量約 10¹²~10¹⁴ 立方公尺，海上之含量約

1015~1016 立方公尺，亦即相差數百倍，蘊藏量依 IEC(國際能源組織)推估約為天然氣最大極限量的 40 倍，陸上天然氣水合物約估為年消耗量 12,000 倍，即可使用 12,000 年，如再開採海上天然氣水合物約可用 1,200,000~2,400,000 年，其蘊藏量相當驚人，值得進一步研發海下開礦技術來彌補石油與天然氣之不足。目前採礦方式以水平鑽掘井和複合井的方式來開採，生產方式即以熱氣或熱水灌入井內，來分離天然氣水合物而將天然氣排出方式，或以抗化劑注入井內來分離水合物的方式讓天然氣排出。分離海下固態天然氣水合物(甲烷冰)之技術尚須進一步研發，臺灣據海下探測發現在南部海域之大陸礁層內含有豐富的天然氣水合物，值得開採。中油之海域探勘應加強此技術之研發。

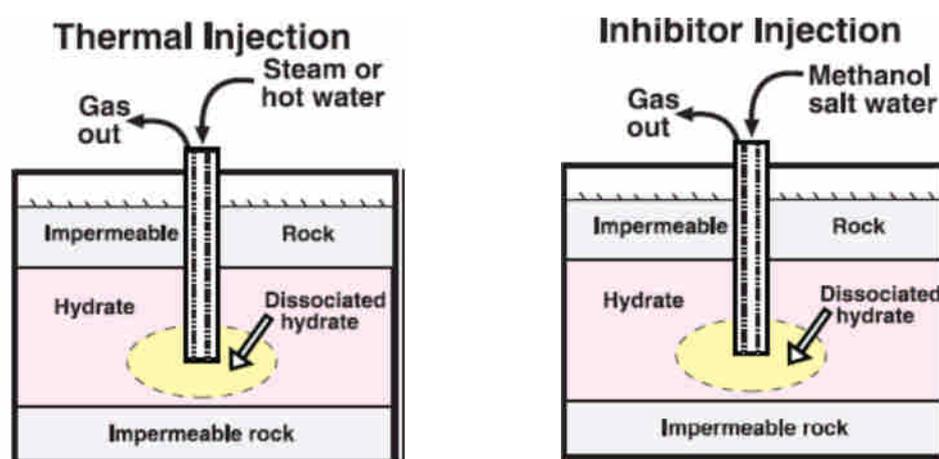


圖 2 天然氣水合物分離成天然氣之過程圖

(三)離岸風力發電系統之技術研發

再生能源的發展係全球能源需求中成長需求最大的一部份，其中風能的需求量之成長幅度平均為 30%之成長率，由於陸上可用之土地有限，陸上風場趨於飽和，離岸風場已是各國重要能源開發的方向，雖海上擁有巨大風力開發潛能，但離岸風力發電機必須在風力、波浪、海流等複雜的外力下運轉，同時海上安裝上需要大能量的吊裝船隊，因此風能對臺灣海島型國家來講雖具大的開發潛力，但因難度尚稱複雜與艱鉅。本次研討在討論離岸風場上可供參考之觀點說明如下：

(1) 風力發電機組之基礎和結構

臺灣可供離岸風力發電之海域以澎湖和臺灣西部海岸為最佳，但西部海岸砂質地型坡降很緩，潮差又大，風力發電機之基礎受波力、風力作用下，沖刷液化皆為其面臨困難之處。本研討會中提及基礎型式為單樁鋼管和三樁鋼管或複合平台式的基礎皆為常用的方式，單一大口徑鋼管樁在水平面上加入一個轉換構件將發電機台連接，這構件將風力與波力傳遞到海底下形成水平剪應力，估計本項設計僅能達高 25 公尺以內，較大水深時其大型構架式之複合基礎以三根式、四根式鋼管樁來支承桁架式的構架及風力發電機組，雖然這種型式可降低鋼管樁之長度但對水平剪應力亦不可忽視。

鋼管樁在砂質海岸較為適用(臺灣西部海岸)，但水平剪應力之減除即為破壞之主因之一，結構受力後之振動對砂質基礎產生液化而降低鋼管樁之表面摩擦阻力亦應特別注意之處，尤其臺灣西海岸坡度較緩，潮差大，施工機具與方法應特別注意。

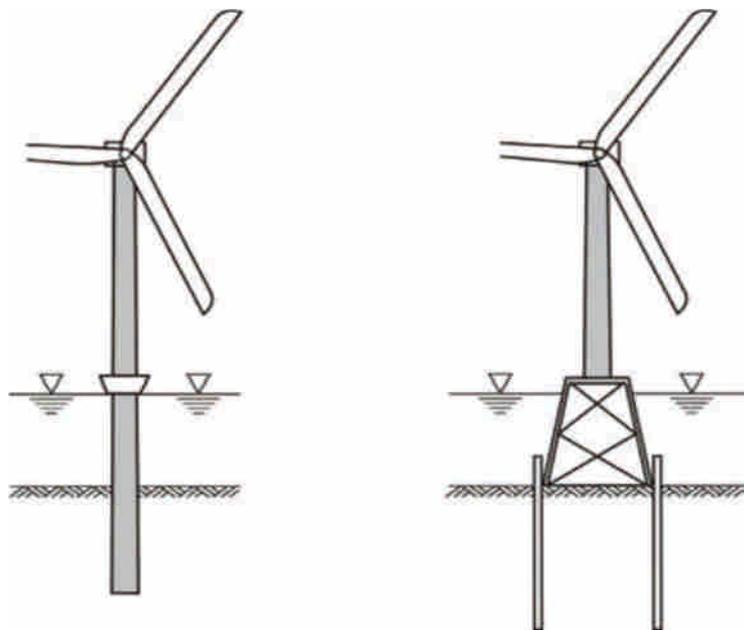


圖 3 單樁與複合平台示意圖

在波流交互區內構築離岸風力發電機，其基礎不僅受風力與波力之作用外，亦受流對圓形鋼管樁之沖刷影響，尤其渦流產生的沖刷深度更值得注意(因孔隙水壓力之增加)。振動亦會易於孔隙水壓力的極劇加大，促使有效應力與摩擦阻力降低，對於風力發電機之承載能力之維持值得特別注意，此種現象臺灣海岸特性皆存在。臺灣以往在臺灣海峽所打的鋼管樁觀測平台其全部承載之面積及重量與運動性皆遠小於離岸發電機，但除本所設置之觀測平台沒有倒塌外，其餘觀測單位設置之觀測平台皆突然倒塌無一幸免，本所曾對此一問題探討其原因，做相關防護設計，方能維持觀測運轉。此一現象本研討會亦論及，但振動之影響亦未有文章發表。

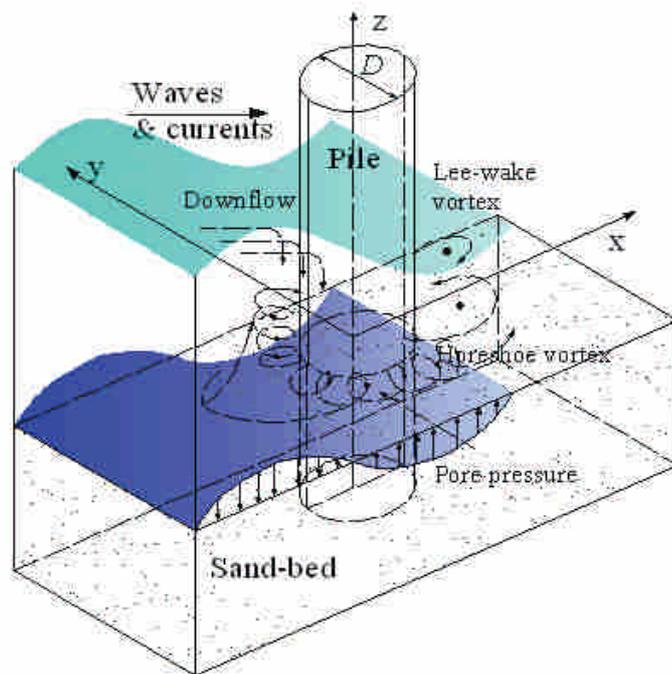


圖 4 波與流對樁基礎之沖刷圖

(2) 浮體系統之研發

離岸風力發電機如設置在深水區時其固定將是一件大工程，因此浮體系統之引用為其趨勢，亦是近期離岸風力之研發主題，一般採用浮體系統之風力發電機組平台一般超過 50m。臺灣目前對比較深海之外海離岸風力之發展計畫與研發較為少見，東部海岸離岸 2~3km 即水深超過 1000m 以上，西部海岸砂質地形超過水深 50 公尺即遠離海岸對風力發電機之維護管理將是無法負擔，因此近岸之離岸風力才是可用之場址。深海離岸風力之發展較可能實行在離島海域。

深海離岸風力平台其設置固定方式主要有張力支承平台 (TLP) 和張力支撐浮台 (TLB)，TLP 系統可從鑽油平台和天然氣生產平台獲得相關技術，TLB 目前之研發尚屬研究階段尚未有商轉之類似機構。

離岸浮體發電機組平台以張力支撐和錨碇纜繩系統之組合而成的系統是目前較新的構想。經由水工模型試驗和數值模擬解析結果發現，圓形浮台較方形浮台浮動反應較小，但兩者差異甚小，因此方型浮台亦是可接受。在數值模擬的風波交互作用下之浮動位移量與張力支撐和纜繩繫纜力吻合度很好，僅有因粘滯阻尼的影響而微大於實驗值。同時浮動風力發電機組平台已可成功對抗風波作用力，未來設計上可再尋求最佳的張力支撐和繫纜線之組合，張力支撐下之平台運動和受力會因加入錨線而減低。



圖 5 模型試驗圖

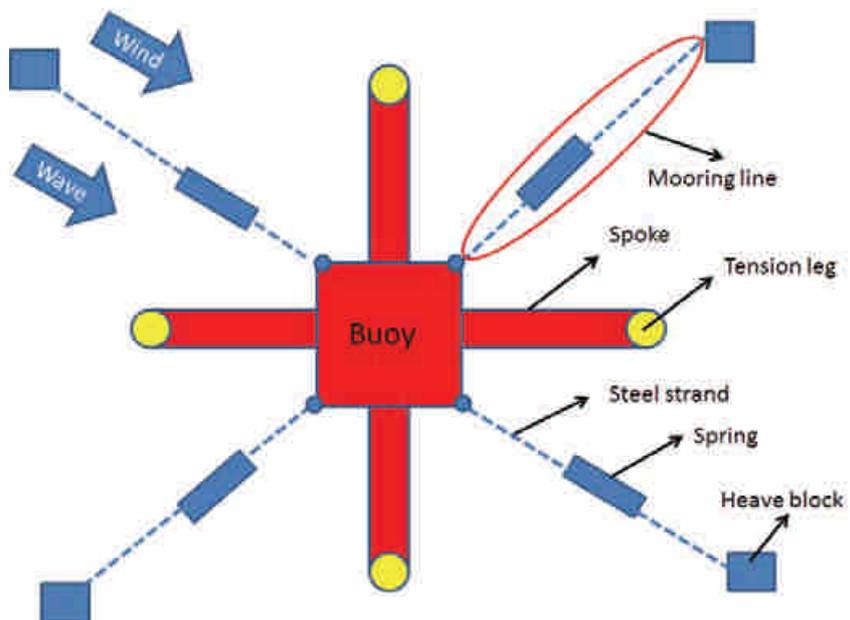


圖 6 張力支撐與繫纜系統之示意圖

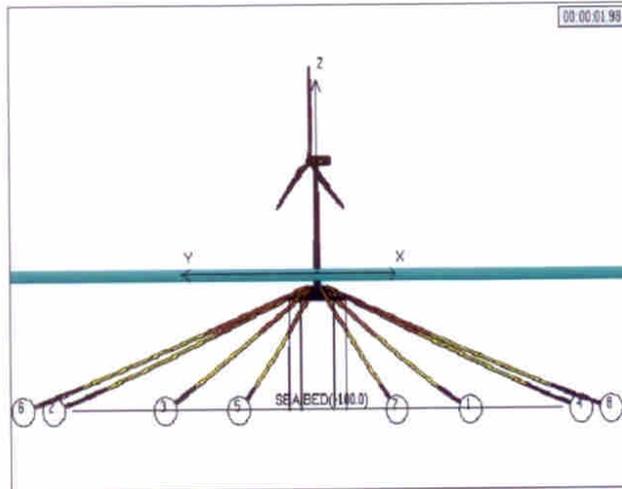


圖 7 系統組合圖

(四)海嘯發電技術

波能發電已快速成為新能源開發之方向，海嘯為一週期無窮長、波長大的波，因此應是波能的開發對象。海嘯從外海近入近岸時會產生很大的破壞力，如能借由波能轉化機構將海嘯動能轉化成能源，除可防災外亦成為新能源的來源。波能轉化器目前僅用於惡劣天候條件即暴風雨、颱風，實體波能發電機如 Pelamis 實體系統設置在外海 2km，近海系統如 Oyster 系統設置在離岸 500 公尺，但以上二種系統皆使用於波浪(長浪)之發電系統，針對海嘯能量的轉化成機械能的可行性尚須進一步探討，在水深 3,000 公尺振幅 1 公尺之海嘯進入近岸即可增至 4 公尺之振幅。近期研究對進入近岸的能量破壞如何推估，採用線性或非線性理論其結果甚有差異。在近岸海域介於線性與非線性效應之間，需有更多的研究在於非線性效應(尤其在海底床坡度和多波效應)，用於近岸的波能發電系統(WEC)之使用性。



圖 8 Pelamis 波能發電現地佈置圖

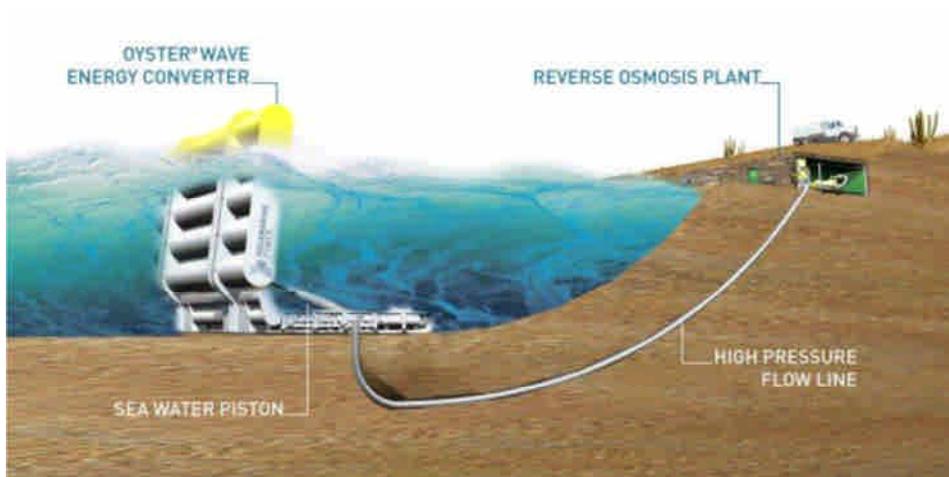


圖 9 Dyster 波能發電現地佈置圖

臺灣目前尚未見有海嘯發電的研究，如不以發電為主要考量而以防災的觀念來設置，或許在北臺灣或南臺灣核能電廠附近海域亦應有考量與注意，針對長浪消能或發電本所有相關研發，但海嘯更長之單一無窮長之長浪或許未來研發上應先行研究。

(五)波浪發電之研發

臺灣四周環海同時受長時間性的東北季風海象惡劣，反而形成發電之有利條件，目前對波浪發電之研究，僅試驗室之研發成果尚未有付諸現地運轉的系統。波浪特性和浮體結構特性在臺灣的研究成果

相當多已足夠應用，但針對發電機構之探討應是可研發之方向。

日本已提出一高效能波浪發電機正進行現地實體試驗，其主要應用迴轉力矩來做波浪發電，其裝置原理為利用陀螺儀的迴轉力矩旋轉飛輪，亦即利用波浪運動使浮筒轉動促使飛輪運動進而產生轉動發電機轉軸的動能，此系統完全為機械裝置，無需其他渦輪機和水力學系統。



照片 1 系統 1 型波力發電機



照片 2 系統 2 型波力發電機



照片 3 系統 3 型波力發電機

近期提出新的發電機構概念為利用磁力發電，亦即利用浮動波能以線性體發電為基石。此機構係組合水平圓柱體排列成扇狀，看起來像蜘蛛腳，每一圓柱體即為一個線性體發電機組，轉片在發電機組內前進與後退的往覆運動產生電能。一個組體以波浪的方向性分為八個方向，由中央平台向八個方向設置八個發電機組，將產生之電能集中收集在中央處理器，再輸送到岸上。以 10kw 線性體發電機其效能為收集波浪動能的 65.2%，這種蜘蛛狀的設備改進了原來的單一浮體，效率提高，容易安裝和維護。

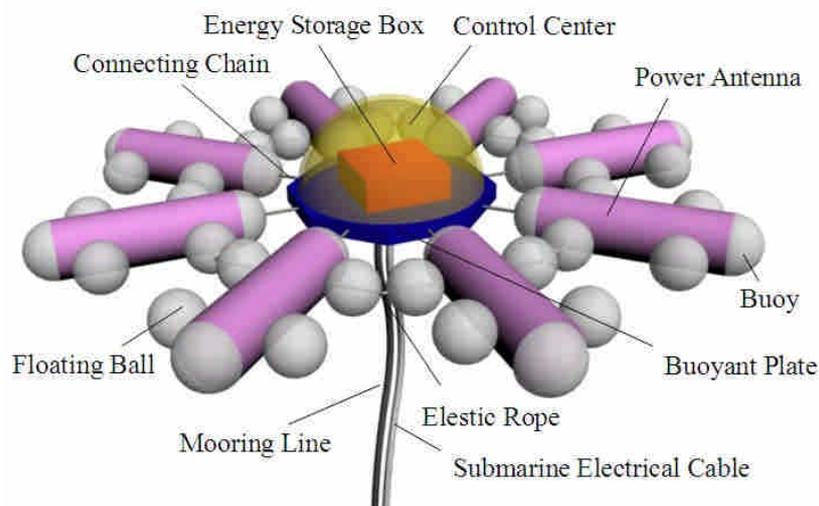


圖 10 水蜘蛛組合圖

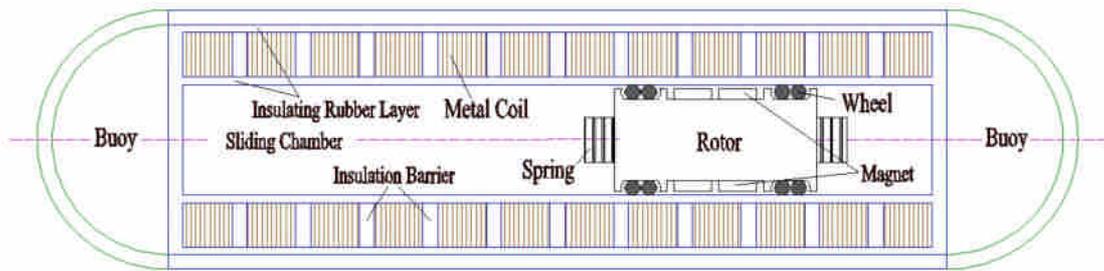


圖 11 電能產生機制圖

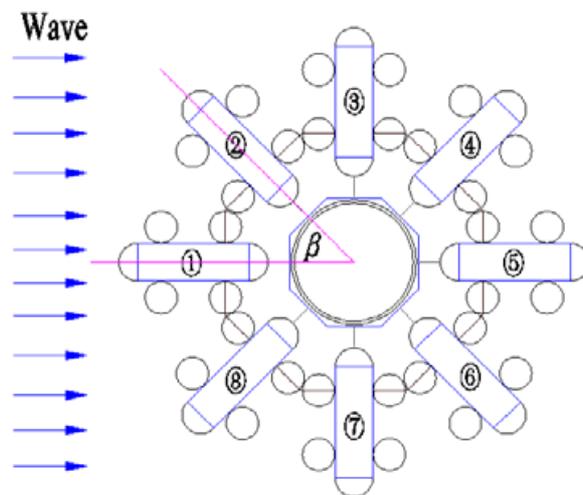


圖 12 平面佈置圖

(六)風力發電在臺灣之發展面臨問題探討

經由本次研討會獲知各國對離岸風力發電具有很深的期待，尤其離岸較遠處之海域風場較穩定與強勁，因此針對發電平台的深基礎化和穩定性之研發亦提出很多重要的研發成果。臺灣雖然亦提出 1000 台離岸風力發電之計畫與示範推行，現階段臺灣是否需要立刻的去做現場安裝之商業發電，其成效之評估如何，應更深入與明確。個人經國外學習的經驗與對臺灣海岸環境之理解提出以下之個人意見供參。

(1) 按裝平台與吊機

臺灣西部海岸海底坡度平緩，退潮時水深極淺，設備運送是否受水深之影響，應詳加評估。

(2) 運送材料碼頭之改建或使用

臺灣西部海岸之漁港皆受漂沙影響甚巨，港池水深皆淺，面積又狹小，運送發電機組或鋼管樁似乎使用上會有相當的困擾，應事先考量。

(3) 近岸航行問題

臺灣商船皆沿岸航行再入港為主，在離岸 3 海浬以外即為重要的航行水道，離岸風力發電機無法往較深海走，因此受限於近岸。

(4) 近岸地形變遷

大區域的鋼管樁陣列的佈設在近岸，對海流之影響甚巨，會造成地形沖淤之變遷，甚至對近岸侵蝕影響海岸構造物應特別注意海岸環境之影響性。

(5) 近岸水質改變

由於在近岸構築結構物會因波流對基礎之沖刷而將沙粒懸浮移動，如於近岸有海淡廠之抽水管線，對抽取之水樣會產生較高之懸浮載，對未來海淡廠之營運維護必將減低其處理效益，而增加處理維護成本，值得深思考量。

四、會後心得

本次研討會所在地為希臘羅德島，從臺灣到羅德島飛行時間很長又需多次轉機，從桃園機場先到香港轉卡達到雅典再轉希臘國內線到希臘第二大島羅德島，總共超過 24 小時的飛行。到達雅典時間為當地下午 1 時左右，再轉羅德島的飛機為下午 8 時，因其間有 7 小時的空檔，6 月 17 日到達雅典時正好是希臘要接受歐盟援助的緊縮金

融政策或不接受歐盟的金援而退出歐盟的全民公投日。出發前由媒體獲知希臘社會的動亂與旅遊風險的提高，因此引起我對希臘民主社會的成熟度和希臘在經濟危機時的社會現象特感興趣。利用轉機的空檔時間搭車進入雅典市區到憲法廣場，想看一看街頭運動的情況，人民與司法間集會遊行的衝突是化解或加劇，對人民生活是否影響……等。

(1) 雅典憲法廣場前衛兵交換

地鐵到達憲法廣場時正是紀念碑前之衛兵交接，衛兵穿著服裝很新奇，交接儀式看起來很中東味道，動作很像駱駝走路型像，但問不出其儀式之傳統含意或其由來如何？令人好奇。此交接儀式參觀人員很多，顯得傳統儀式對外國人的文化教育是相當有效的方式，亦可用為發展觀光旅遊的重要資產。



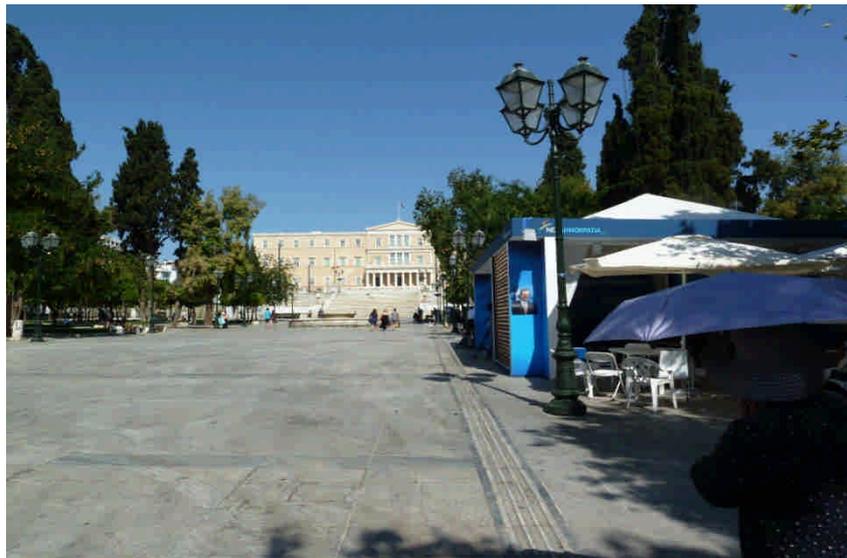
照片 4

(2) 民意表達

在雅典憲法廣場，沒有預期會有參與民主盛會的感覺，廣場上僅有電視轉播的棚子與簡單的佈置，沒有聚集人群與活動。廣場四周亦沒有拒馬或鐵絲網，只有佩帶武器的警察或看起來像鎮暴部隊的警察。鄰

近的觀光旅館內有各國的攝影與文字紀者休息聊天，或是交換採訪新聞吧。

全民公投沒有造成雅典市區的動亂或聚會活動，因為投票日是週日，聽說人民還是在海邊遊憩曬太陽民主的表現全在日常生活中展現。雅典市區沒有新聞報導的搶劫、不安、危險與不利觀光客遊憩的活動，但顯然國際對希臘社會不安的報導確實對觀光旅遊有相當的影響，遊客變少，外匯收入即少，間接影響人民生活。



照片 5



照片 6



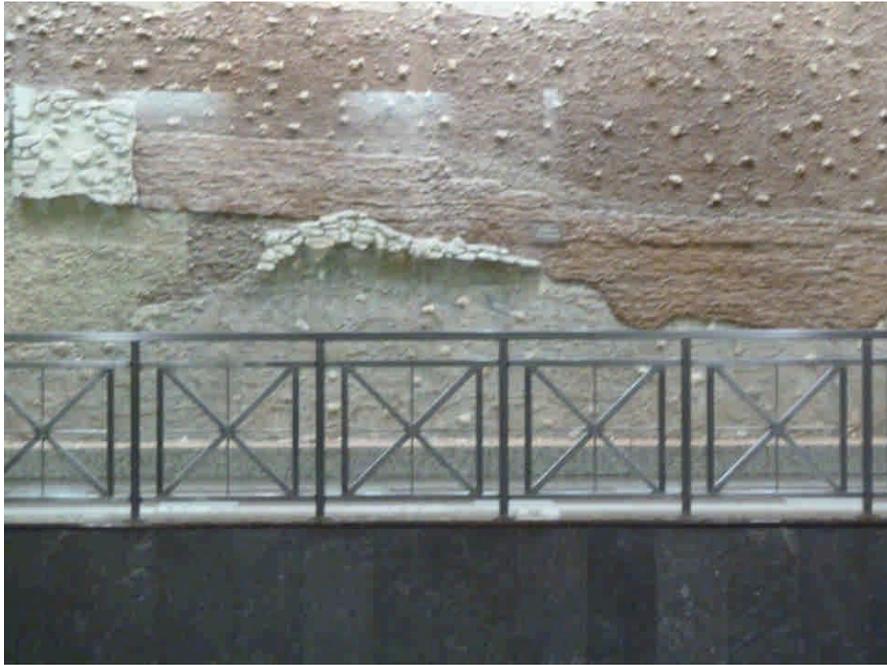
照片 7

(3) 古蹟保護與交通建設

從雅典憲法廣場之捷運站可發現建捷運(地下鐵)時，挖掘之地下車站位置正好為古蹟區，在車站內即可清楚看出考古後留下的場址和保護古蹟區之措施，並非摒棄交通建設而是共存，亦可讓民眾參觀亦達交通的便利，或許改線已無法成行之變通方法。此種方式應可做為我國在交通或經濟建設上之環境與文化古蹟融合之借鏡。



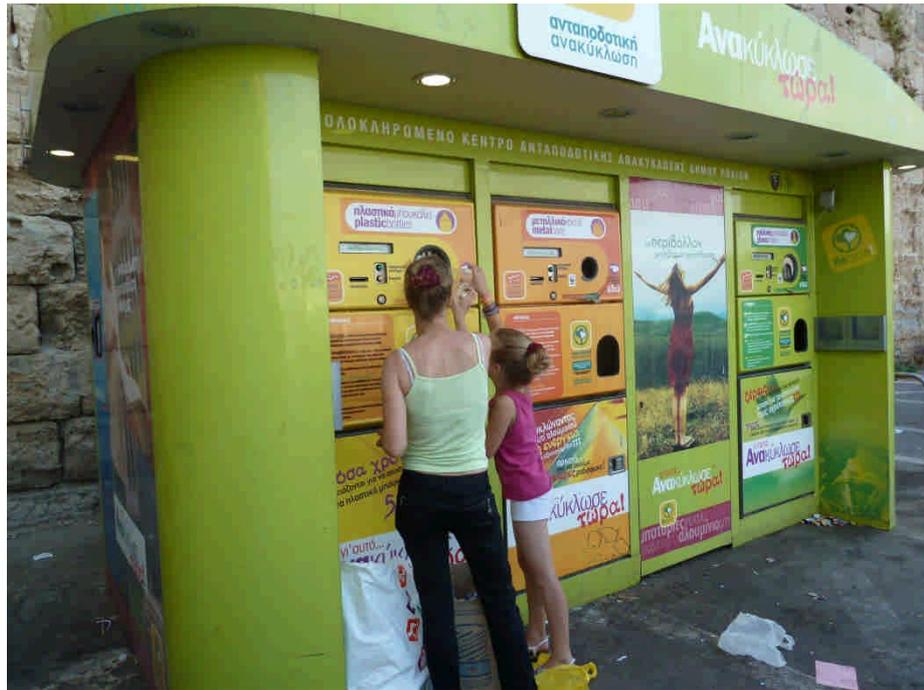
照片 8



照片 9

(4) 環境資源回收

羅德島為希臘土耳其間重要往來的島嶼，歷史文明古城。羅德島內古城和新城交接，各有風味，古城內外對環境的保護似乎沒有因為經濟不佳而顯得髒亂。在古城牆外可發現資源回收處，如瓶罐、塑膠的回收，而且是分類回收，同時只要把回收物資投進收集箱馬上可收取回饋現金，並非只要你將可回收資源投入收集筒而已，因此刺激很多人拿了瓶罐就回收處理，收集處之佈置漂亮且具教育性，很值得學習。



照片 10



照片 11

(5) 羅德島之觀光休憩

研討會從早上 9:30 到下午 4:00 就結束一天的研討，6 月份的羅德島在晚上 9:30 以後天才暗，因此有傍晚較長時間對島上之風光瀏覽。羅德島僅在市區海邊的旅館區與大飯店有觀光客外，其餘鄉下除老人與婦人外，留在羅德島的人口相當少，公路上幾乎沒有車子。羅德島除觀光服務業與農業外沒有其他工作機會，造成大量人口外移工作，農業的耕作因無年青的勞動力生產不僅農田荒廢，亦顯得蕭條。由此可見，觀光雖可收入但不足改善人民的生活，就業機會的提高才是根本之道，才會讓人民有家的溫暖生活。要有較多的工作機會，產業的根留最為重，臺灣如無法留住產業並發展本土精緻農業，就業機會的流失，亦是令人擔心的重要課題。

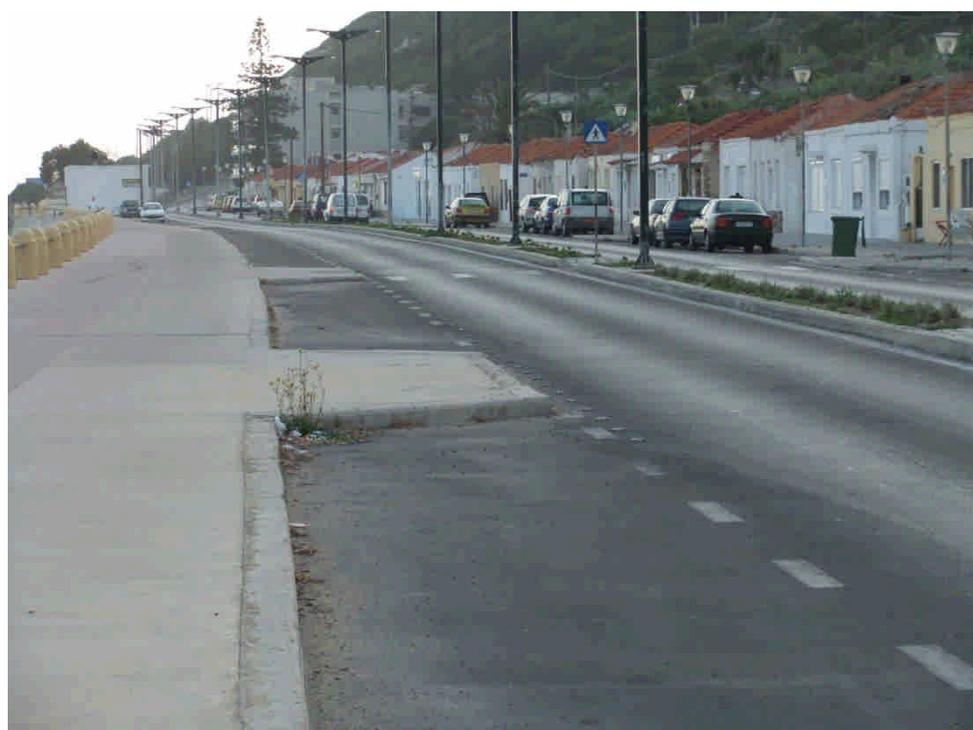
(6) 濱海公路的開發

在羅德島海濱休憩區之濱海公路僅一線道旁利用阻隔而保留停車空間，海灘雖皆為大礫石灘，但亦經人工鋪設的窄段沙灘，太陽下亦相當美麗。道路緩慢休閒化應是可參考的觀光道路作法。為防止海風對居住環境的影響，所有房子的建築正面皆不面向大海與我們的建築風格不一樣，相當有智慧，空污與鹽分不會直接入屋內。

羅德島公路環境繞全島，其中僅有少數橫跨二邊之聯絡公路，道路狹窄，交通標誌不明確，或許人口外流，產業蕭條的關吧，慎思。



照片 12



照片 13



照片 14

五、建議

- (1) 臺灣為一海洋國家，對四周海洋能源開發應為未來研發之重要議題。
- (2) 新能源如甲烷冰(海下固態天然氣水合物)臺灣南部大陸礁層海域蘊藏量豐富，應研發開採技術。
- (3) 海嘯之能量巨大造成嚴重破壞，研發針對海嘯型的特長波長之波能消滅達防災之目的，同時亦可做為近岸波浪發電的新能源。
- (4) 離岸風力發電計畫，應針對臺灣的海域地質與海床特性進一步研發其可行性與經濟性。
- (5) 空氣中之微粒污染量之處理技術除參考國外研究成果外應再研究，進一步提供煤灰微粒與空氣之分離，降低電廠鄰近之空污，維護國民身體健康。