

# 興達電廠卸煤系統改善計畫外海卸煤碼頭及 連絡棧橋新建工程

陳吉紀<sup>1</sup> 張文欽<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宇泰工程顧問有限公司 董事長 (土木/結構 技師)

<sup>2</sup> 宇泰工程顧問有限公司 協理

## 一、前言

台灣電力股份有限公司興達火力發電廠目前共設置四部燃煤機組，總裝置容量為 210 萬瓩，全年燃煤需求量約達 600 萬公噸。現行供煤系統係煤輪由高雄港大林#111 專用碼頭泊靠卸煤後，再由#112 碼頭裝駁船，利用三艘 10,000 噸級駁船轉運至 24 海浬處之興達電廠外海駁船碼頭卸料進電廠（詳圖 1）。由於現行供煤系統已使用近 20 年，面臨運維成本過高（每年運輸費用達 4.7 億元，另含高雄大林及興達電廠兩端裝卸煤設施之維護成本，則超過 8 億元），卸煤碼頭、駁船及裝卸設備等設施趨於老舊，及夏季受西南氣流及颱風影響，運煤量不足約 20~40 萬噸，必須利用冬季期間進儲燃煤，衍生利息損失不貲，不具經濟效益，難與民營 IPP 電廠競爭。

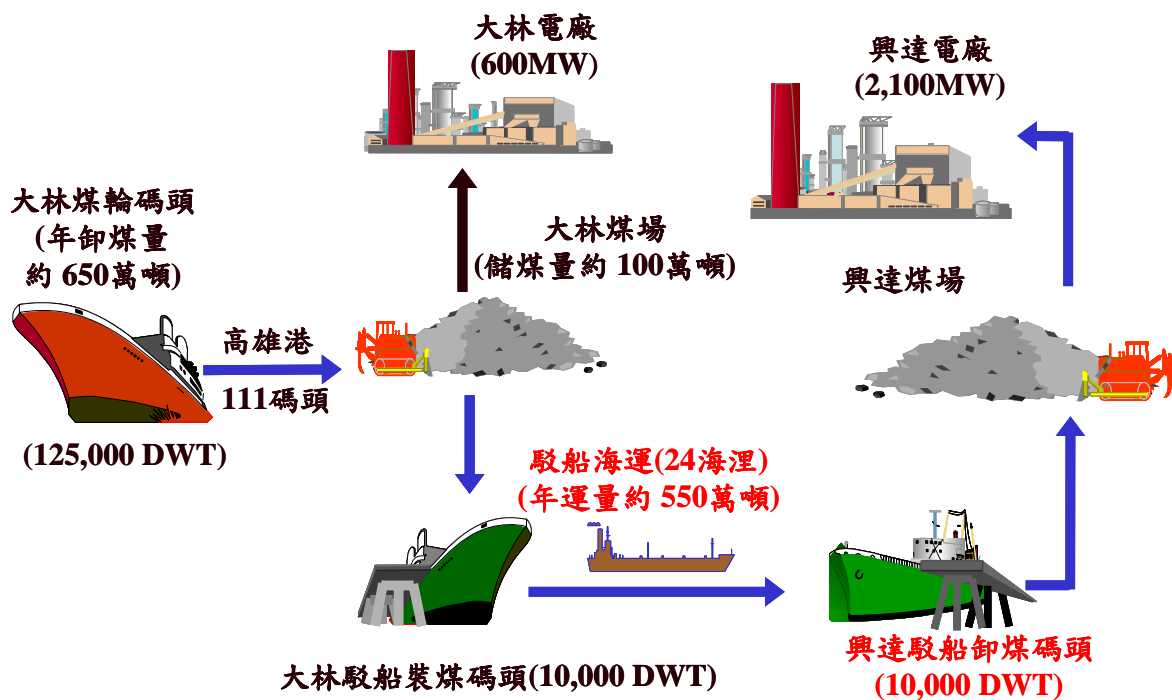


圖 1 興達電廠現有供煤系統流程圖

鑑此，台灣電力股份有限公司遂於 92 年報奉經濟部同意實施「興達電廠卸煤系統改善計畫」（以下簡稱 本計畫），決定在興達電廠外海 1.8 公里無遮蔽海域處興建一席深水碼頭，供國際航線大型煤輪直接靠泊卸煤（詳圖 2、圖 3、圖 4、圖 5）。同時配合興建中之室內煤倉，藉此更新改善興達電廠卸煤系統，使興達電廠之供煤系統更具穩定性與經濟效益。



圖 2 興達電廠、室內煤倉、外海卸煤碼頭及連絡棧橋 3D 影像模擬圖

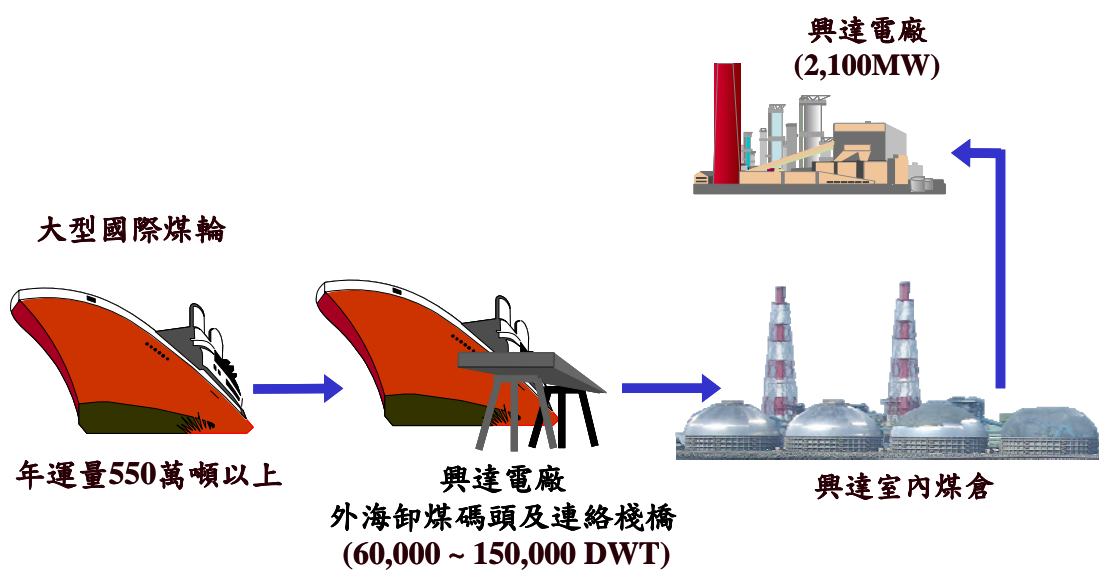


圖 3 本計畫完成後興達電廠之供煤系統流程圖

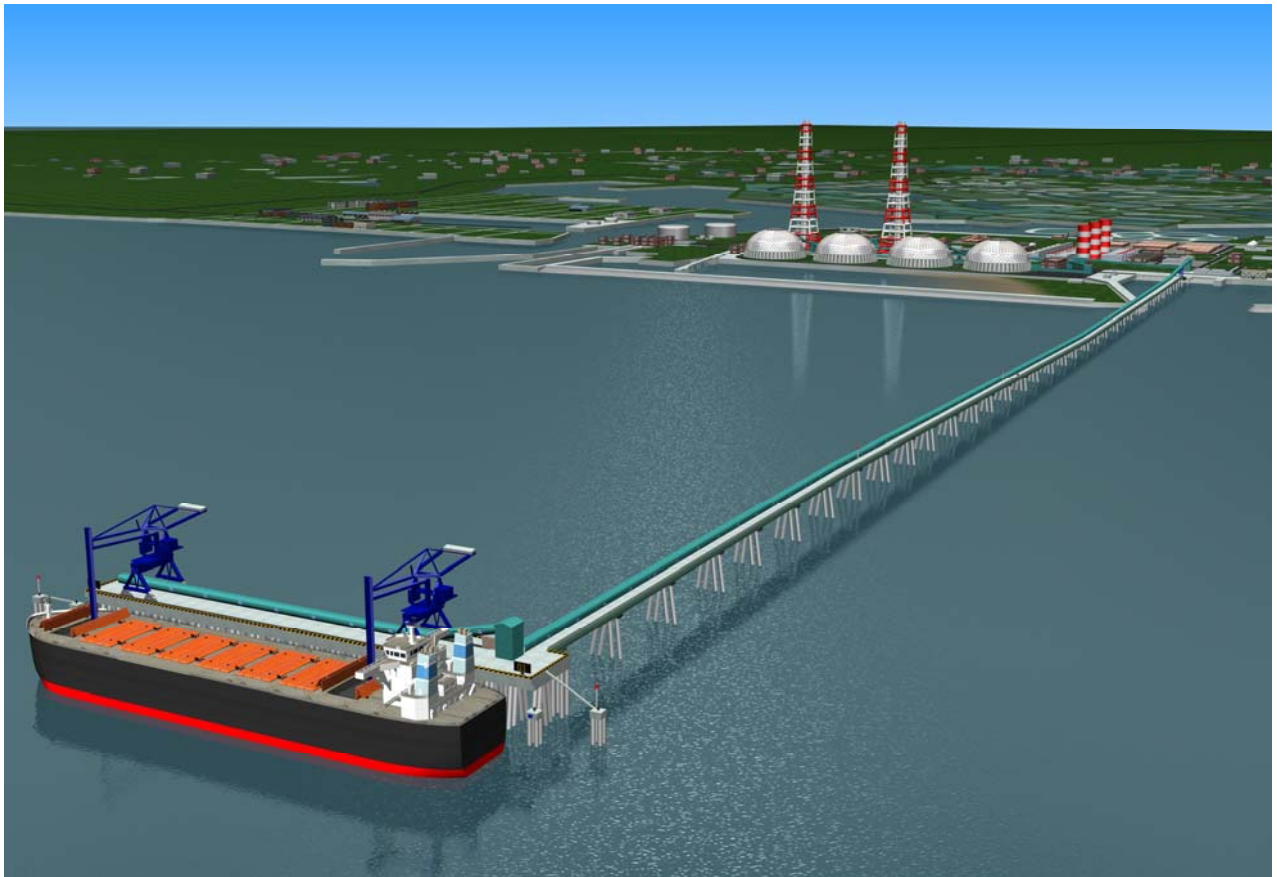


圖 4 興達電廠外海卸煤碼頭及連絡棧橋 3D 影像模擬圖  
(遠處四個銀白色半圓型結構物為室內煤倉)



圖 5 興達電廠外海卸煤碼頭及連絡棧橋 3D 影像模擬圖(近景)

## 二、規劃設計作業面臨挑戰

「興達電廠卸煤系統改善計畫外海卸煤碼頭及連絡棧橋新建工程」(以下簡稱本工程)係為本計畫 7 個主要工程/採購標案中之最重要主體港灣工程。其目標為 28 個月內完成於興達電廠外海 1.8km 處興建乙席 310m 長、水深-17m 外海深水卸煤碼頭，並以全長 2,190m (寬 15m) 連絡棧橋與興達電廠連接、供裝設 2 部 2,000TPH 連續式卸煤機、2 條 4,000TPH 輸煤皮帶機系統及機電儀控設備...等，以利 60,000~150,000 DWT 大型國際煤輪可以直接泊靠。

該工程不僅為國內首例無遮蔽外海海域構建大型深水碼頭，國外相關案例亦不多見。外海卸煤碼頭之規劃設計不僅需滿足大型國際煤輪 (60,000 DWT~150,000 DWT) 靠泊需求，更需考量外海結構物於施工及營運期間可能受到颱風 (強風、巨浪)、強震...等自然條件之不利影響。同時，亦需在短短 28 個月內完成本項主體港灣工程 (310m 外海深水卸煤碼頭、2,190m 連絡棧橋、3 座獨立繫纜樁叢、10 座獨立靠船樁叢...等)，以利後續 2 部 2,000TPH 連續式卸煤機、2 條 4,000TPH 輸煤皮帶機系統、機電儀控..等設備進場安裝施工測試、使得主辦機關可以達成在 97 年底正式營運之計畫目標。

由於本工程係在無任何遮蔽之外海開放海域構建大型深水卸煤碼頭及連絡棧橋，施工期間及營運期間將直接面臨強震及颱風帶來之巨浪、海流、強風等衝擊，其設計與施工面臨之挑戰係一般港內碼頭 (有防波堤遮蔽、水域靜穩度良好) 無法比擬。故進行規劃設計作業時必須格外慎重，以確保外海卸煤碼頭結構物本身及其上方之裝卸設備 (卸煤機/輸煤皮帶機系統) 不致受颱風、強震侵襲而損壞，致使電廠無法運轉。本工程在規劃設計作業階段面臨之挑戰計有：

- (1) 10 個月完成所有調查試驗模擬分析及規劃設計作業、28 個月完成 310m 外海卸煤碼頭、2,190m 連絡棧橋及 13 座靠船/繫纜樁叢之施工建造。
- (2) 外海結構物 (卸煤碼頭及連絡棧橋) 及卸輸煤設施 (卸煤機、輸煤皮帶機、轉運塔...等) 在颱風 (100 年迴歸期) 及強震 (地表加速度值  $Z=0.33g$ ) 侵襲下之安全性。
- (3) 外海卸煤碼頭可營運天數之確保，以滿足每年至少 600 萬噸燃煤進口需求；同時可提供 6 萬噸~15 萬噸之煤輪進港泊靠卸煤。
- (4) 無遮蔽外海開放海域之施工困難性克服、施工精度控制、施工品質控管及外海海上高空作業施工安全性提昇。
- (5) 工程預算控制、克服近年來物價不斷上漲之不利因素。(註：營建物價總指數 94 年 8 月發包時已較預算編列之 91 年元月暴漲 21.5%、鋼價暴漲 85.3%)
- (6) 外海結構物之耐久性 (混凝土構造物及鋼構造物在完工後營運期間對於波浪飛沫產生之鹽害腐蝕防治能力)



### (7) 生態環境衝擊降低與保育

總而言之，本工程設計作業最大挑戰即在施工技術性及施工精度、縮短工期、品質控管、降低成本（消除鋼材、油價、砂石...等營建物價不斷飛漲之不利因素）、生態環境保育...等課題間取得最佳之平衡設計。

## 三、各項調查模擬試驗分析及規劃設計作業基準

本工程於進行細部設計作業前，以 6 個月時間執行了下列調查試驗模擬分析作業，以確保後續港灣工程細部設計作業之正確性與整體計畫之可靠性。

- (1) 地形水深測量（multi-beam 多音速水深測量系統，共約 2,000 公頃）及地質鑽探調查（共 56 孔、總進尺 2,642m、最深達海床下 72m）
- (2) 海流數值模擬分析
- (3) 快時（Fast Time）及真時（Real Time）操船模擬
- (4) 暴潮位推算、颱風波浪推算、碼頭前設計波高推算
- (5) 泊靠後船體運動數值模擬分析（Ship Motion Simulation Analysis）
- (6) 波浪、潮流對基樁之作用力（3D 受力）分析
- (7) 漂砂及地形變遷數值模擬與水工模型試驗

配合電廠營運壽年、外海卸煤碼頭及連絡棧橋之設計壽年採 50 年。同時考量電廠設施之於民生國防之重要性，將設計地震力提高一級為地震甲區，地表加速度值  $Z=0.33g$ 。另設計颱風波浪則按歐、美、日各國外海構造物設計規範（如 API、BS、EAU、JSCE...等）之規定，採 100 年迴歸期。這些嚴苛設計基準與條件對國內港灣海洋工程界而言，係屬首次之挑戰。

尤其是外海結構物受波浪、潮流受力分析機制相當複雜，故基樁 3D 波力分析作業對本工程而言更是成敗之最大關鍵。因為在推算作用於海中結構物之最大總波力時，需考慮水分子之水平速度  $u$  與加速度  $du/dt$  間之相位差、波浪作用條件、結構物表面粗糙度...等等。就本工程外海卸煤碼頭之複雜結構（註：複數基樁與斜樁之互制效應）而言，其基樁受力分析更是複雜；因在同一波浪相位角下、不同樁體所受之波力將會有所不同，不同波浪相位角下結構物之總波力亦有所不同（詳下圖 6 所示）。

因此，如何在不同入射波向之颱風波浪及不同相位角下，分析出外海卸煤碼頭所受之最大總波力與各基樁所受之最大波力與彎矩、將是本工程在規劃設計作業階段最大之難題與挑戰。

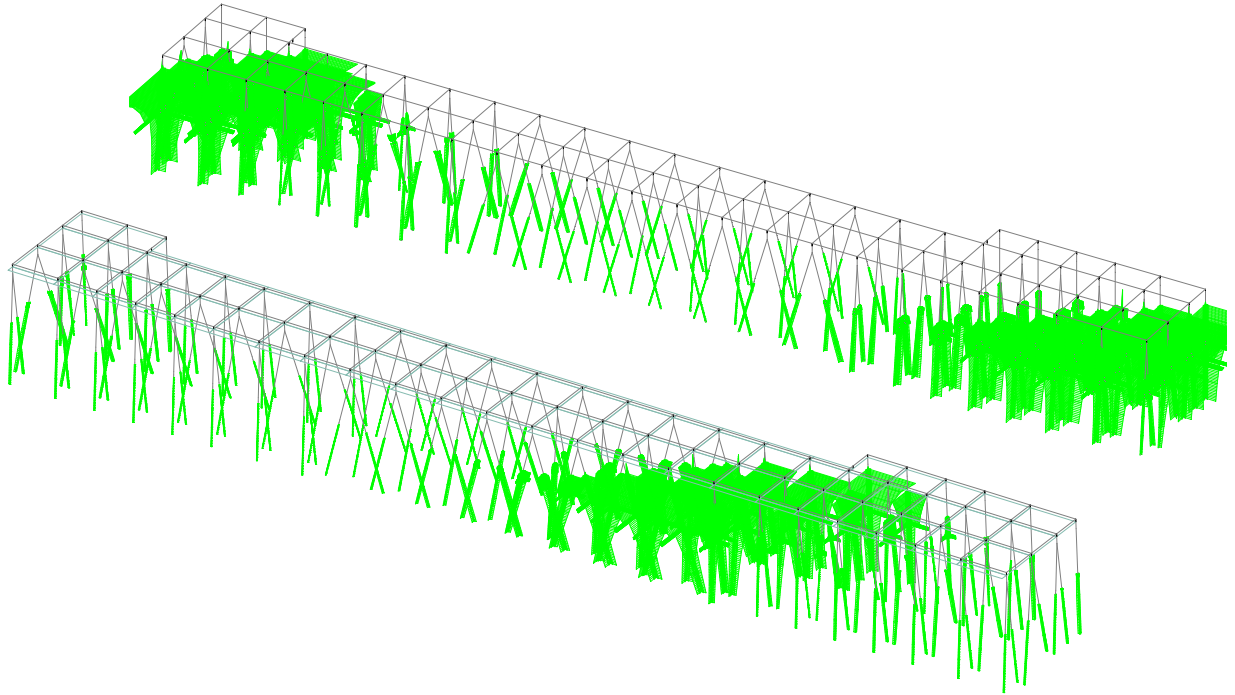


圖 6 不同波浪相位角下外海卸煤碼頭受力分析圖  
(波向 SSW(220 度)、Hmax = 14.0m、相位角 = 0 度(上圖) 110 度(下圖))

#### 四、全預鑄工法應用於興達電廠外海卸煤碼頭

目前國內各港口之深水碼頭多採用基樁棧橋式結構斷面，由於施工地點位於港口內，碼頭下方護坡均多已開挖成水域，故碼頭上部結構如基樁之樁帽、主梁構、面版、防舷材基座...等等則多採場鑄混凝土施工方式。即使近年來國內碼頭工程陸續採用預鑄工法，但受限於國內營造廠商基樁打設之精度，也僅有碼頭面版(厚度 20~30cm 不等)採用陸上預鑄工法施作、至於碼頭其他上部結構仍採用場鑄工法。

國外碼頭工程採用全預鑄工法之案例甚多，也確實可以達到降低施工成本、提高混凝土施工品質、縮短工期之顯著成效。然全預鑄工法能否有效應用於碼頭工程之最主要關鍵為承商對於基樁打設精度之控制必需相當精確，否則碼頭上部結構之相關預鑄混凝土構件即可能因基樁打設偏差過大，而發生無法順利吊裝連接情事；甚或必須遷就基樁打設偏差後，進行碼頭上部結構預鑄構件之修正設計與製造施工。

本工程於規劃設計階段，即朝全預鑄工法之思維方向前進，期能縮短工期、提高海上施工品質。設計單位在擁有國外實際設計施工案例與經驗，並徵詢歐、美、日、韓等國專業施工廠商之實務施工經驗與建議後，決定將本工程之外海深水卸煤碼頭與連絡棧橋，首度採用全預鑄工法進行設計與施工。碼頭上部結構之所有構件

如樁帽、橫梁、縱梁、軌道主梁、碼頭面版、靠船樁叢、繫纜樁叢...等均採陸上預鑄製作，海上運輸及吊裝，最後再以現場打設梁柱間接頭混凝土及面層 25cm 混凝土將所有構件加以連結。其 3D 結構透視詳圖 7。

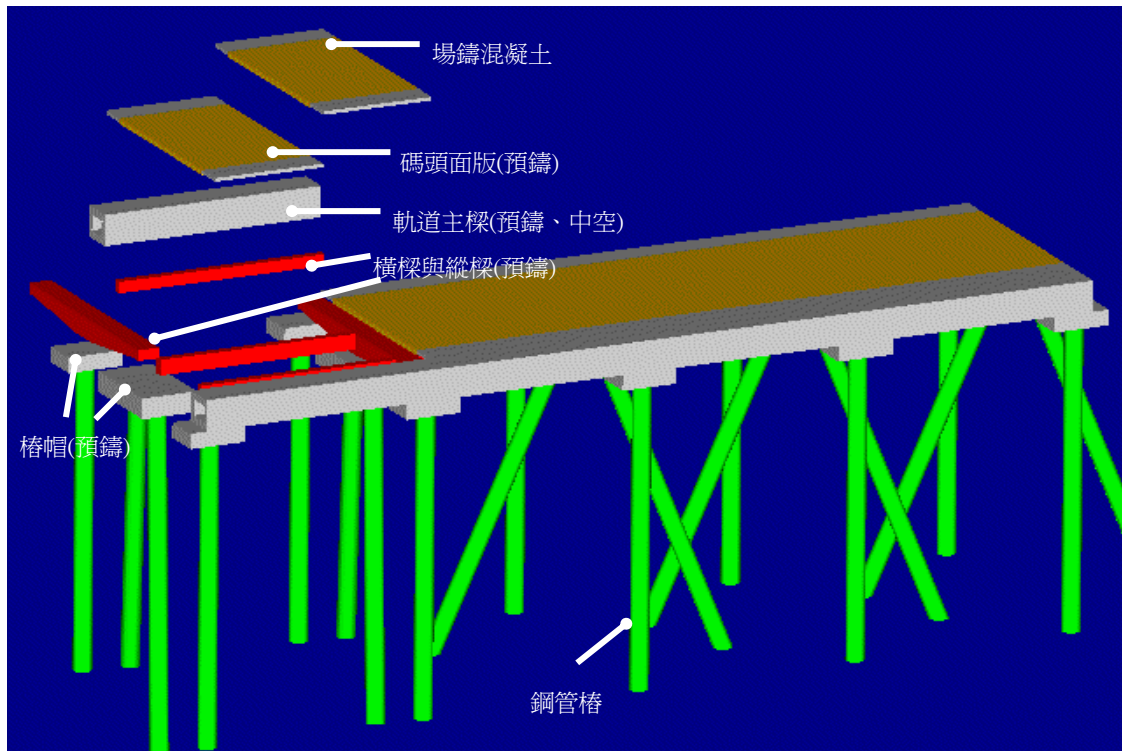


圖 7 興達電廠外海深水卸煤碼頭全預鑄工法 3D 結構示意圖

## 五、外海卸煤碼頭及連絡棧橋設計成果概要

本工程外海深水卸煤碼頭長 310m、水深-17.0m、寬 27m、南北兩側配合設備空間需求加大為 35m、設置 2 處錨碇加強區供卸煤機維修使用。另加設 10 座靠船樁叢 (BD, Breasting Dolphin) 及 3 座繫纜樁叢 (MD, Mooring Dolphin) 均採獨立結構設計，供 6~15 萬噸大型煤輪泊靠時，可以直接吸收船舶靠岸衝擊力。

由於設計颱風波浪採最高標準之 100 年迴歸期，外海碼頭區最大設計波峰高度達 13.85m，為避免波浪對碼頭產生上揚力及衝擊力，碼頭高程訂為 +17.0m、碼頭下方距最大波峰仍約有 1.15m 餘裕。大型煤輪滿載進港時乾舷低，為利繫纜作業，13 座繫纜樁叢/靠船樁叢面版頂部高程適度予以降低至 +4.65m~+7.0m，同時均設置有快速解纜鉤系統 (Quick Release Hook System)，以配合煤輪滿載進港時可以成功泊靠於防舷材上及完成繫纜作業。其平面圖及立面圖詳圖 8 及圖 9。

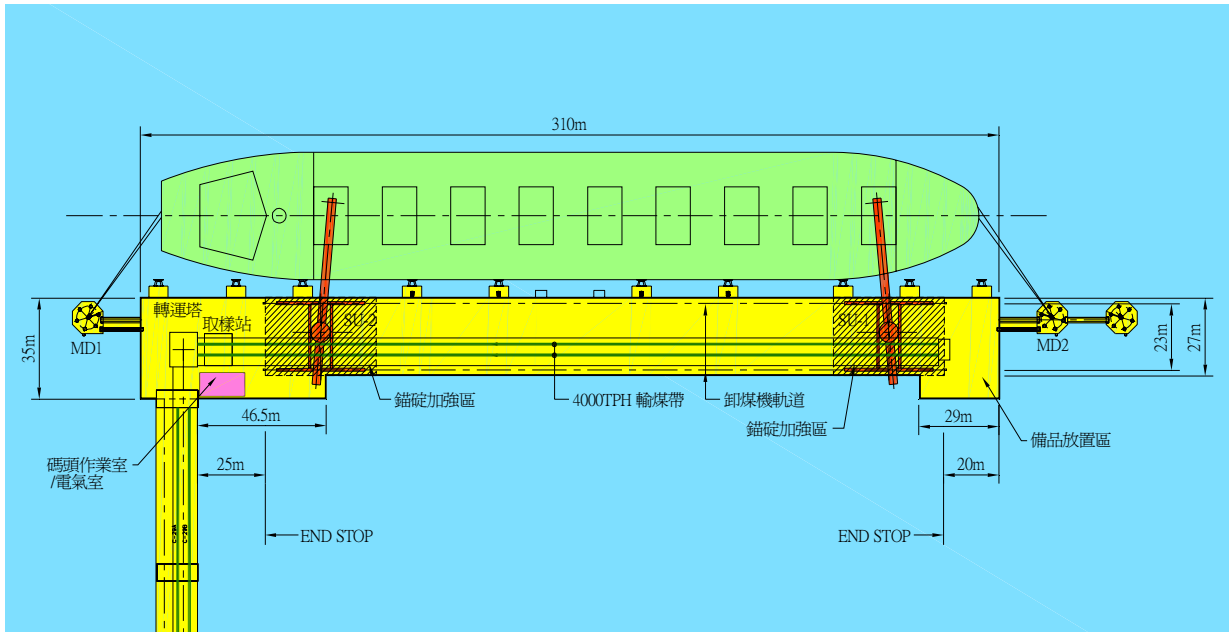


圖 8 外海深水卸煤碼頭平面配置圖

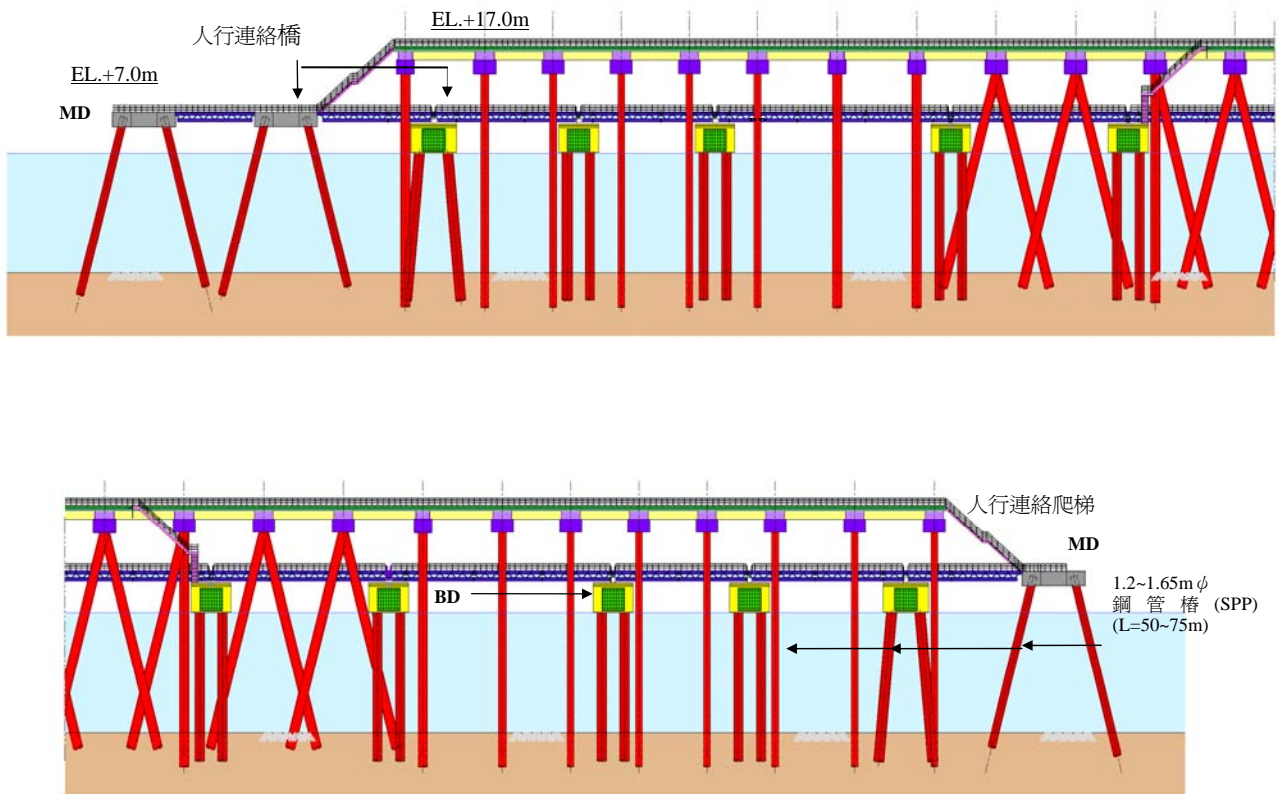


圖 9 外海深水卸煤碼頭立面圖

卸煤碼頭下部結構由 212 支鋼管樁(Steel Pipe Pile, SPP)組成，總長度 14,370m。鋼管樁材質配合 100 年迴歸期設計颱風波浪及強震區之嚴苛設計條件，由一般港內碼頭慣用之 SS400 鋼材提高至 SS490(A572 Grade50)鋼材，以抵抗外海之波浪產生之巨大浪力。鋼管樁間距 14.0m，錨碇加強區鋼管樁間距為 12.0m；斜樁斜率 1:3.5、



樁長 75m、樁徑 1.5m、壁厚 30mm，單樁最大淨重量約達 93T，主要提供水平外力支撐，最大設計軸力達 913.5T。另軌道樁採用 2 根樁徑 1.2m、樁長 68m、壁厚 28mm、斜率 1:20 之斜樁組，主要提供卸煤機操作及防颱錨碇時所需之承载力，結構斷面詳下圖 10。依整體結構分析結果，為克服颱風波浪及地震引致水平作用力造成碼頭結構變位，卸煤碼頭經過精細分析與調整，各斜樁組方向之斜率及方向均不一、得以有效減少斜樁組配置數量，降低成本。

另 10 座靠船樁叢(BD)由 4 支樁徑 1.65m、壁厚 34mm、長度 65m 之鋼管直樁構成下部結構；3 座繫纜樁叢(MD)則由 6 支樁徑 1.2m、壁厚 28mm、長度 50m 之斜樁(斜率 1:3.5)組成。

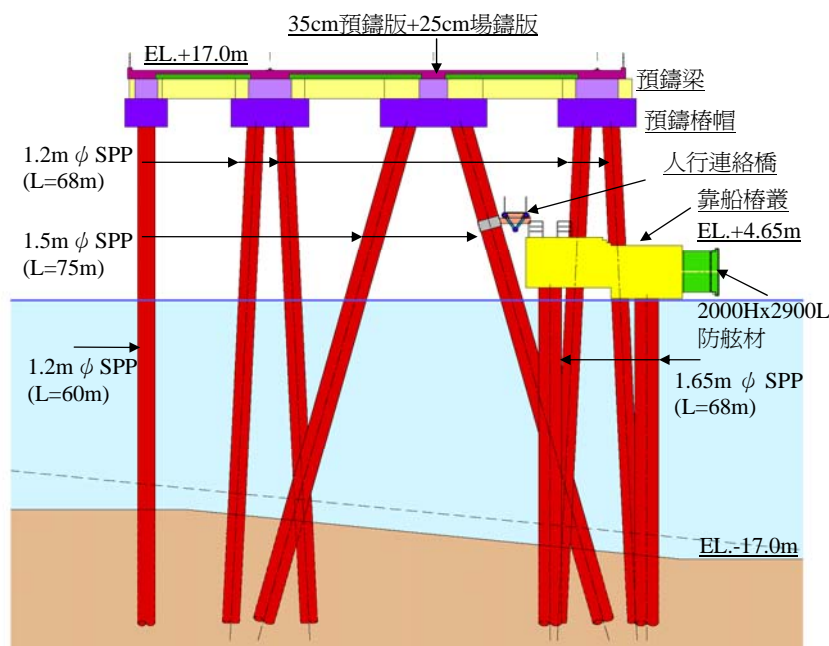


圖 10 外海深水卸煤碼頭結構斷面圖

由於卸煤碼頭上方設有 2 部卸煤機、輸煤皮帶機、轉運塔、碼頭作業室...等等卸輸煤機械及儀控設備系統，碼頭上部結構需進行配合卸煤機軌道基礎、輸煤皮帶機基礎、碼頭作業室/機電/儀控...等設施之基礎及相關管路(電力、電信、給水、訊號...)...等等之預埋件與基礎螺栓埋設作業，故碼頭上部結構面層 25cm 改採場鑄混凝土施工、以利將基礎錨碇設施、預埋管路與所有吊裝完成之碼頭預鑄構件連結成一整體結構。

透過模組化預鑄混凝土構件之設計，將全長 310m 之外海深水卸煤碼頭簡化為 283 個預鑄構件及面層 25cm 混凝土組成，另外 13 座繫纜樁叢(MD)及靠船樁叢(BD)亦採預鑄式工法施工。全長 2,190m 連絡棧橋則由 35 座跨度 60m 箱型鋼橋(尺寸 6.0m x 15.0m x 2.0m、不含橋面版重量約 406T)、及 3 座跨度 30m 箱型鋼橋(尺寸 30.0m x 6.0m x 1.5m，不含橋面板重量約 78T)組成。橋墩帽梁尺寸為 13.5m x 7.4m x 2.4m、

重量約達 550T，原設計亦採預鑄工法，惟因預算因素、招標時改為場鑄施工工法。然施工承商為縮短工期，9 座橋墩帽梁仍採用預鑄工法施工，在短短 2 個月內就完成 9 座預鑄化橋墩帽梁之製作與吊裝作業，節省至少 2 個月以上之工期。

總計在採用全預鑄工法設計與施工後，本工程之外海卸煤碼頭及連絡棧橋之龐大工程量體將被減縮至 387 支鋼管樁及 343 個各式尺寸預鑄構件（詳下表 1）。如此一來，工程數量大幅縮降之成果，伴隨著就是工程期限之大幅縮短，與國內外相關外海橋梁工程或港內碼頭工程相較下，即可明顯看出全預鑄工法對於縮短施工期限之顯著成效（詳下表 2）。

由於外海卸煤碼頭之上部結構所有 283 個構件（鋼管基樁樁帽、橫梁、縱梁、軌道主梁、面版）、13 座繫纜樁叢及靠船樁叢、9 座連絡棧橋橋墩帽梁，均採用預鑄工法設計施工。使得超過 80 % 以上之混凝土工程改為陸上預鑄施工及海上運輸吊裝作業，將所有原應在危險性甚高之外海高空（高度+17.0m）組模、彎紮鋼筋、澆置混凝土之作業，全數移至岸上進行，透過良好且安全之施工環境，讓所有混凝土預鑄構件獲得更佳之製作與養護，對於本工程施工品質之確保及降低外海海上高空組模施工作業之危險性，確有其顯著且正面之功效。

表 1 興達電廠外海卸煤碼頭及連絡棧橋各式預鑄構件尺寸重量表

工程項目	數量	最大尺寸	最大重量	備註
鋼管樁	387 支 23,021m	48~75m 壁厚 28~34mm	單樁 93 T	全樁海上打設
碼頭預鑄版	66 塊	12.7 x 9.3 x 0.35 m	100 T	海上吊裝
碼頭預鑄梁	137 支	11.4 x 3.0 x 1.4 m	105 T	海上吊裝
碼頭預鑄樁帽	80 座	5.0 x 3.9 x 2.0 m	107 T	單孔/雙孔
靠船樁叢(BD)	10 座	11.8 x 8.0 x 3.8 m	780 T	海上吊裝
繫纜樁叢(MD)	3 座	11.1 x 11.1 x 2.2 m	600 T	海上吊裝
連絡棧橋帽梁	9 座(預鑄)	13.5 x 7.4 x 2.4 m	550 T	餘 29 座場鑄
連絡棧橋 箱型鋼橋	35 座	60.0 x 15.0 x 2.0 m	406 T	海上吊裝
	3 座	30.0 x 6.0 x 1.5 m	78T	

表 2 國內外相關外海橋梁與港內碼頭工程施工期限比較表

工程名稱	工程規模	施工期限	施工地點
興達既有卸煤棧橋	碼頭 60.5m (水深-8.5m) 連絡棧橋 910m (寬 6.4m)	23.5 個月	外海
澎湖跨海大橋	2,478m (寬 5.1m)	5 年 10 個月	外海
日本明石跨海大橋	39,11m	10 年	內灣
高雄港 107 號碼頭	碼頭 365m (水深-16.5m) 1 座繫靠樁叢	22 個月	港內
台北港 N3 碼頭	碼頭 385m (水深-15.5m)	28 個月	港內
本工程	碼頭 310m (水深-17.0m) 連絡棧橋 2,190m (寬 15m) 13 座繫纜／靠船樁叢	28 個月	外海

## 六、外海卸煤碼頭施工精度掌控

本工程採用預鑄混凝土構件之施工方式、最大之挑戰係打樁施工船機在外海無遮蔽海域施工環境下，受風、浪、流之影響，必需控制鋼管樁打設精度在±10cm 以內。此一海上鋼管基樁打設精度要求與一般在港內碼頭施工要求精度相同。同時考量鋼管樁焊接作業品質與施工效率，設計時採用全樁陸上完成組焊，再以海上運輸打設作業。如此之設計施工方式，對於口徑超大（樁徑 1.2m ~ 1.65m）且超長（60m~75m）之鋼管樁海上打設作業，且於在外海惡劣嚴苛施工環境下，要達成設計要求之±10cm 以內之施工精度，讓所有預鑄混凝土構件能順利完成吊裝作業，對參與本工程之所有規劃設計人員及施工廠商之工程專業人員而言，是最嚴竣之挑戰，也是全預鑄工法應用於外海深水碼頭能否順利成功之最主要關鍵。

特別是針對 2 孔斜樁之預鑄混凝土樁帽、4 孔斜樁之連絡棧橋預鑄混凝土橋墩帽梁、4 孔斜樁之預鑄靠船樁叢(BD)、及 6 孔斜樁之預鑄繫纜樁叢(MD)之吊裝作業，對於鋼管樁打設精度之要求更是嚴竣。

由於外海卸煤碼頭位於離岸 1.8 公里之開放海域，已遠遠超過一般測量作業所能達到之最遠距離，海中亦無任何參考座標或測量點，因此設計單位為解決此一海上鋼管基樁打設精度之難題，在設計階段即考量採用 DGPS 定位系統來進行鋼管樁海上打設之定位作業（詳下圖 11），同時利用連絡棧橋橋墩作為臨時測量平台（詳下圖 12），對外海結構物之施工定位精度進行複核，使得鋼管樁打設精度能達成設

計要求，更利於後續各式預鑄構件之吊裝作業。所有 387 支鋼管樁打設完成後，其與設計值之偏差量平均僅約 8.0cm、顯見海上打設鋼管樁之精度確可滿足設計需求。

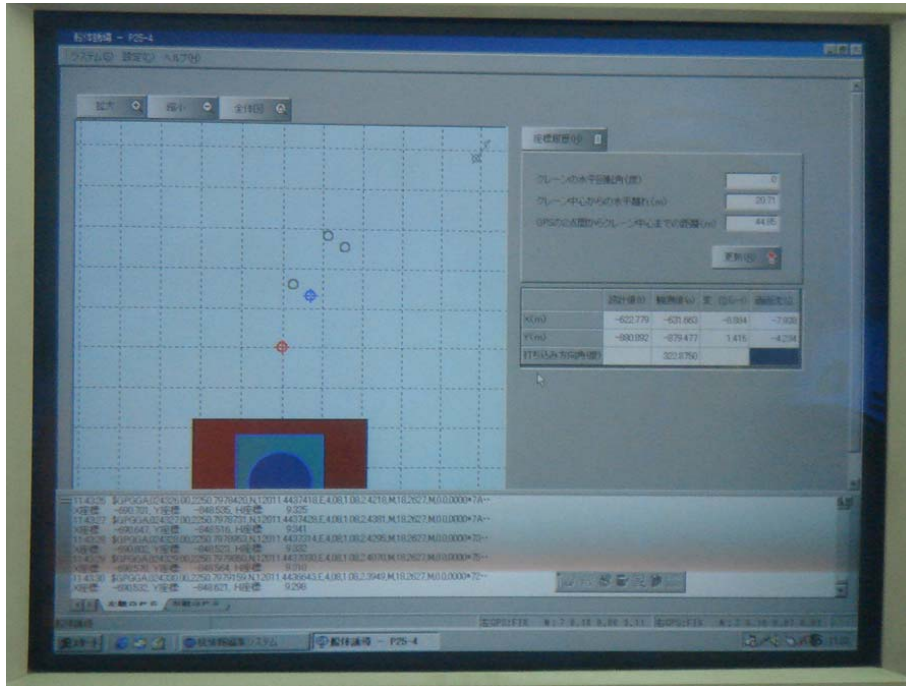


圖 11 外海鋼管樁打設作業 DGPS 定位系統（藍色：設計樁位、紅色：目前樁位）



圖 12 連絡棧橋橋墩供作臨時測量平台

本工程主力施工船機為起重荷重達 1,800T 之第一豐號（詳圖 13），該船機係由日本動員來台，屬全迴旋海上打樁起重船機，其施工導架高度近約百米，最大打



樁樁徑可達 2.2m。第一豐號為專業之海上打樁起重船機，且已於日本境內及國外完成數十件大口徑海上鋼管樁之打設作業，該施工船機團隊所有成員之施工經驗均相當豐富；加以該船機動員來台前，承商之工程專業人員已充份蒐集興達工區之氣象資料、地質資料...等，完成鋼管樁海上打設作業計畫（含打設順序、時間、錘擊能量、擊數、承载力預判...等等），故本工程之海上鋼管樁打設作業相當順利，打設過程中亦未發生任何特殊事故。

所有鋼管基樁之承载力經兩組海上鋼管基樁之靜載重試驗成果驗證，在試驗樁未降伏前，其極限承载力已達 1,650T，已可能滿足最大設計軸力 913.5 T（短時）及其所需安全係數，且所有鋼管樁經動力打樁公式核算後，其短時之安全承载力係數平均值達 2.5（規範要求 1.5）。



圖 13 本工程主力施工船機 1,800T 第一豐號海上斜樁打設實景

1,800T 第一豐號配合另一艘 550T 海上打樁起重船機(協榮 88 號、吊重 550T)，自 95 年 6 月 24 日打設第 1 支鋼管樁起，至 96 年 3 月 20 日完成所有 387 支鋼管樁之打設作業，施工期總計為 270 日曆天，平均每個日曆天打設 1.43 支鋼管樁。然扣除颱風（註：本工程於 95 年及 96 年施工期間共遭遇 7 次颱風侵襲）、西南湧浪、強風...等等無法海上施工天數，實際海上打樁施工天數僅為 120 天，平均每天可打設 3.25 支鋼管樁，兩組施工船機每天打設鋼管樁最高紀錄為 10 支。

外海卸煤碼頭及連絡棧橋總計 283 個預鑄構件、13 座預鑄化繫纜樁叢及靠船樁叢、9 座預鑄化橋墩帽梁及 38 座鋼橋，於完成所有 387 支海上鋼管樁打設作業後，在短短 4.5 個月內即順利完成所有預鑄構件吊裝作業（註：97 年 8 月 1 日完成最後

一支 30m 鋼橋吊裝作業、詳圖 14、圖 15)，且無任何一個預鑄化構件需進行變更設計或調整製作尺寸。此一施工效率確實驗證設計單位採用創新設計工法冀望達成之最重要目標--縮短工期。

此外，外海卸煤碼頭所有預鑄構件吊裝完成後，其碼頭控制點座標僅較設計值偏差 5.8cm，對於在外海 1.8 公里無遮蔽且無任何測量參考點之惡劣施工環境下，如此之施工成果除證明承包商之優異施工能力與品質外，更顯見設計單位採用之全預鑄化工法應用與碼頭工程所冀望達成之成效--施工品質與施工精度控管。



圖 14 本工程連絡棧橋預鑄化橋墩帽梁吊裝作業（13.5 x 7.4 x 2.4 m、重 550T）



圖 15 本工程 60m 鋼橋海上吊裝作業(重 406T)

## 七、結 論

本工程興建之外海深水卸煤碼頭為國內首例、採用全預鑄工法應用於國內港灣碼頭工程亦為首例，屬一創新設計構想與施工法。本工程開工後第 8 個月完成打設海上第一支鋼管樁，開工後 20 日曆月完成 2,190m 連絡棧橋及外海 310m 卸煤碼頭之連接作業，將所有海上作業項目變成陸上施工，其施工效率之高，於國內外相關港灣海洋工程均屬罕見。

本工程已於 97 年 4 月 15 日順利完工（詳圖 16）。本工程完工後除可確立國內首座外海深水卸煤碼頭案例外，更可由施工過程與進度驗證在外海無遮蔽海域構建卸煤碼頭之施工性無任何困難，且施工精度亦能符合設計需求。同時也驗證設計單位採用之碼頭全預鑄工法、60m 大跨度箱型鋼橋、橋墩帽梁預鑄工法....等創新設計理念與施工法，確實可收達成縮短工期、品質控制、降低成本、減少施工風險...等等成效。

也正因設計單位及所屬團隊之豐富港灣海洋工程經驗與卓越專業技術能力，於本工程之規劃設計採用多項創新設計理念與施工法，使得本工程在 96 年度行政院公共工程委員會舉辦之公共工程金質獎首度成立之設計品質獎參選活動中，一舉打敗數十件全國各類參選工程設計案（含土木、交通、橋樑、隧道、水庫、水利、港灣、海岸、建築、設施、生態工程...等），獲得所有評審委員青睞，評選為全國惟一之特優獎項（詳圖 17）。此項特殊榮耀不僅歸屬於參與本工程之所有成員，更是國內港灣海洋工程界之最大榮耀。

## 謝 誌

『興達電廠卸煤系統改善計畫』自 93 年 5 月正式執行以來，承蒙台灣電力股份有限公司核能火力發電工程處、興達施工處、電源開發處...等等各級長官之指導，及本計畫各協辦單位與施工團隊之戮力合作，方能於 96 年 12 月 21 日獲頒公共工程金質獎設計品質獎特優之殊榮，更為國內港灣工程界締造新的工程狀舉與樹立新的里程碑，謹致謝忱。

## 後 記

本文相關內容已獲刊載於 96 年 11 月 29 日~30 日之第 29 屆海洋工程研討會、現代營建第 341 期(97 年 5 月)、海洋及水下科技季刊第十八卷第一期(97 年 4 月)、台灣混凝土學會會刊(混凝土科技)第二卷第二期(97 年 4 月)等相關研討會及期刊，特此說明。





圖 16 外海卸煤碼頭及連絡棧橋完工照片



圖 17 本工程獲頒全國惟一之公共工程金質獎設計品質優良獎特優