



模組運輸實務簡介

中鼎工程股份有限公司建造後勤支援部工程師 / 許家輔

關鍵字：重件船、穩定傾斜角度、海事保險鑑定

摘要

隨著全球經濟的急速流動及市場型態的變化多端，已開發國家之勞動成本已逐年提高，於當地執行之傳統工法（stick built）的建造管理模式已不符合現代之經濟趨勢與成本效益。為克服此產業之結構特性與追求客戶利潤最大化，建造工程之模組化的執行方式便於焉而生。模組需由模組預製廠（Module Fabrication Yard）先進行預製，之後藉由自走式模組化運輸車（Self-Propelled Modular Transporter, SPMT）及重件船（Heavy Transport Vessel, HTV）的運送至指定地點。此運輸過程需要大量的協調與確實的工程監督方能使整體運輸工作順利進行，本文就實務層面之角度切入，確切地說明模組運輸執行過程中需要考量的要素與可能的風險。

一、前言

模組運輸之實務層面可概分為內陸運輸及海洋運輸。再進一步地細分，模組的

內陸運輸涵蓋了模組預製廠運送至出貨港（Port of Loading, POL）及卸貨港（Port of Discharge, POD）運送至工廠或工地，而模組之海洋運輸的範圍則是從出貨港到卸貨港這段區間。各個運輸階段皆面臨不同的風險與危害考量，其中尤以海洋運輸期間的風險為最大，因此模組整體之施工品質監督便不能鬆懈馬虎。

本文針對模組在各段運輸區間中之實際運輸上應注意哪些工程考量及檢查重點做一簡介與經驗分享，以確保模組運輸在實務上能安全且如期、如質地運送至指定的地點。

二、模組之內陸運輸

（一）模組於模組預製廠運送至出貨港

當一模組於預製廠完成組裝後，為了要越洋渡海到他國交貨，則必須讓該模組藉由內陸運輸的方式運送至出貨港的重件船（Heavy Transport Vessel, HTV）上。就現階段各模組預製廠的規模而言，其均備有專

屬之重件碼頭以利運送模組之重件船靠泊。因此在選定模組預製廠時，傾向以備有其專屬之重件碼頭的模組預製廠為第一優先。近年模組發展之重量動輒2000噸以上且尺寸特殊龐大，因此重件船之船型（如尺寸及吃水深等）也相對提高，所以重件船必須和模組預製廠之重件碼頭的容許停靠條件做詳細比對，以選擇能夠停靠之重件船舶。

模組預製完成後便利用SPMT執行內陸運輸之任務。對於不同尺寸的模組，其所對應的SPMT之組合也不盡相同。對於SPMT在內陸運送模組時可參考以下幾點做進一步地評估：

1. SPMT之軸荷重（Axle load）不得超過地面承載力（Ground Bearing Pressure，GBP）：

在規劃模組之內陸運輸路徑時，必須調查該路徑上之地面承載力大小以確保模組在內陸運輸時不會破壞地表面而影響運輸工作的進行。而軸荷重經計算後若發現大於運輸路徑上之地面承載力時，則可以利用SPMT兩併或三併等併接方式增加其受力面積以降低軸荷重值。若環境及機械因素仍未允許模組之內陸運輸乘載，則最終可藉由地質改良或是鋪設鐵板、鋼板墊材（Steel spreading mat material）、臨時橋板（Ramp）等材料以增強GBP的容許值。

2. 模組內陸運輸之穩度

模組內陸運輸必須考量運輸之穩度以避免運輸時翻覆。其主要有兩項因素需考量：

- (1) 穩定之傾斜角度（Tipping Angle）

當模組置放於SPMT上時，需先定義複合重心（Combined Center Of Gravity，

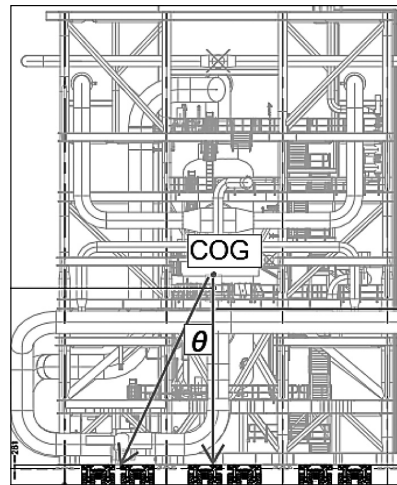


圖 1 模組運輸時之 Tipping Angle

COG) 之位置，也就是考慮模組重心及SPMT之重心兩者合成之重心位置。該點和SPMT之Axle line外側（外軸線）所連之線和垂線之夾角是為傾斜角度，如圖1所示。此角至少要大於7度，才能確保模組在內陸運輸的時候不會翻覆。

- (2) 油壓懸掛支撐系統（Hydraulic Suspension point support system）

SPMT承受載重之油壓懸掛支撐系統可依照運輸之需求與載重力學特性分為三點懸掛及四點懸掛兩者如圖2所示。依照模組之設計重心高度來決定其所使用之SPMT要用何種懸掛方式來做內陸運輸。

圖2下方之三點支撐可看出各油壓系統組的中心之連線可構成三角型，其中圓形為模組之重心投影，此三角形為油壓懸掛系統可調控之範圍，故模組重心之投影必須要在此三角形內。藉由不同品牌之SPMT及懸掛系統的選擇，會得到不同的內陸運輸之穩度

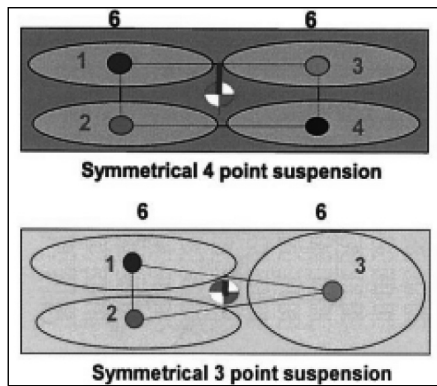


圖 2 SPMT 之三點懸掛與四點懸掛系統示意圖

面積 (Stability Area)，因此可觀察出四點懸掛系統之 Stability Area 較大，對模組運輸之重心而言較為穩定。但要注意的是，四點懸掛系統只適合於平坦之陸地運輸，若遇到地面崎嶇不平或是有陡坡之陸地時，四點懸掛在不平整之道路上可能會有一點是屬於懸空狀態，這時整個系統雖然設定為四點懸掛，但是卻只有三點受力，穩定面積便瞬間縮小成三角形，模組之運輸重心頓時可能已接近穩度面積的邊界點，此時極易造成模組的翻覆。因此要決定模組運輸的油壓懸掛系統必須考量模組之重心、力學系統之平衡特性及外在環境因素等等，以達成模組在內陸運輸時的穩度品質。

3. 模組之結構整體考量

一般傳統工法之建造方式為於固定之基樁往上搭建，並沒有結構整體運輸之移動問題。由於模組需要進行長途運送，因此結構設計必須考量模組運輸的設計規範。另外模組之重量極大，加諸於 SPMT 時也須考量 SPMT 本身受力的變位情形，以防止模組在運輸時 SPMT 發生破壞而無法繼續進行運

送。若部分構件於模組中有延伸出模組鋼構外之情況如管線膨脹迴管 (Expansion Loop) 或重件設備之突出部等情況，則需針對該設備或管線本身之延伸段做局部應力分析，判斷其在運送的過程中是否會因自身重量而造成撓曲 (deflection)，若其撓曲已超出容許值，則須設計臨時鋼構支撐 (bracing) 以增強結構整體在運輸時的強度 (strength) 與勁度 (stiffness)。

4. SPMT之一致性

由於模組尺寸極大，光用一併之 SPMT 來做內陸運送穩度不高。一般較常遇到的情形是採用多併之方式來運送模組。為了控制模組內陸運輸之協調及穩定，SPMT 應擇用同一廠家來做運輸使其風險降低，因為各個品牌之 SPMT 在油壓性能及電性系統皆不相同，選用同樣類型之 SPMT 做組裝能高度掌握潛在的風險。另外，在運送的過程中，須時刻保持縱向及橫向高程之一致性，若 SPMT 運送時之平面因油壓系統協調不當而導致超出允許傾斜度 (Allowable tilts) 時，則模組極易翻覆，不可不慎。

5. 模組運輸路線探勘 (Route survey)

模組從預製廠運送至出貨港之路線必須先做事先調查。模組之尺寸必須先做釐清與確認，並在計劃中之內陸運輸路線做勘查後決定運輸之長寬高限制，隨後發展模組之最終之尺寸 (module envelope)。若模組尺寸之重要性較高，則內陸運輸上之障礙物須予以拆除或改向，如路燈之高度若和模組尺寸有所衝突，則可藉由轉向或拆除的方式予以解除運輸限制，抑或是既有建築物及道路轉彎半徑之限制影響模組運輸，則可藉由拆除障



圖3 模組繫固於SPMT之實際情況(左前鋼構上)



圖4 模組藉由LOLO方式上船[1]

礙物及道路拓寬之土木施工讓模組內陸運輸順利進行。內陸運輸途徑上之道路平坦度也要予以調查，對於斜坡超過5度之路線須進行道路整平或更改路線。

6. 模組與SPMT之間的綁紮繫固 (Lashing) 工作

模組裝載於SPMT後須安裝臨時固定之繫固材料，如圖3所示。模組的情況則利用臨時性之鍊條 (Chain block) 並施予應力將模組固定於SPMT上，以增強模組在內陸運輸時之穩定性。若經由運輸計算而需要其他繫固之補強工作，則要另外評估與施工。

(二) 模組於出貨港上船

運送模組之重件船抵達模組預製廠之出貨港後，模組便要進行內陸運輸之任務。兩項作業的時間安排需要運輸單位密切聯繫與協調溝通方能使運輸作業在時程上進行順利，不造成任何延誤。由於重件船在其租船合約上有延滯費等費用問題，因此重件船抵達出貨港時，模組本身應已具備所有內陸運送條件進行運輸了。不可諱言地，模組於出貨港上船是整個模組運輸過程裡面最危險也



圖5 模組藉由LOLO方式上船[1]

最容易發生意外的期間。而模組從重件船卸貨至卸貨港也可參考模組上船時之情況，因此模組運送上船的動作極為重要。一般模組運輸上船可以分為LOLO (Lift On-Lift Off) 及RORO (Roll On-Roll Off) 兩種情況：

1. LOLO (吊裝)

其方式是利用重件船上之重件吊桿 (Geared crane) 進行吊裝模組至重件船上。操作方式為先藉由SPMT運送模組至LOLO重件船邊後，再進行吊掛之作業如圖4及圖5所示。



圖 6 模組藉由 RORO 方式裝貨上船（模組介於碼頭與重件船之介面中間，底下為 Ramp）



圖 8 出貨港海象不佳時之波浪起伏



圖 7 模組滾裝上船後之情形（Ramp 已移除）

2. RORO（滾裝）

其方式是為利用SPMT運輸模組及運用設計強度足夠之臨時橋板滾裝運送模組至船上或滾裝卸貨下船之工作方式，如圖6及圖7所示。

模組於出貨港上船時應注意以下幾點事項進行風險評估及運輸計算：

1. 天氣預測計劃（Weather Forecasting Plan）

在執行模組運送上船之任務前，需要先做好天氣預測計劃。若天氣預報所提供之風

速、風向與海象不符業主所規定之運輸規範時，則當日之模組運輸工作便不得進行。因為海象惡劣或出貨港之風速過大均會造成岸邊海浪起伏劇烈造成重件船隨著浪潮起伏而影響了模組運送時的安全與穩定度。海象不佳時之海面情況如圖8所示。

除了天氣預測計劃要做好準備以外，若是在風平浪靜的條件下運送也需要考量日落的時間與當日潮汐水位的時程與潮差。因為在運送的過程中需要隨時注意SPMT機具的運作是否故障及模組當下的結構情形，而夜間視線較為不良且操作人員精神較不易集中，所以夜間運送時容易發生事故危害。因此需先瞭解運送當日之日落時刻，由該時間點返回推算模組於白天運送上船的時間。另外，潮汐的時間點也至關重要，運送模組上船時之時間點要在漲至大潮的時候進行，並預估大潮之持續時間，模組需在該時間段內運至重件船上。若模組運送到一半時（如SPMT一半在重件船上的甲板，另外一半在岸邊的碼頭）遇到退潮的情況，則必須當機立斷是否要繼續上船或是把模組退回岸邊，若潮差的影響大於重件船之艙壓調節能力（Ballast

capacity)，則模組會在運送時失去平衡而翻覆。由此可見，模組運輸必須詳細考量自然天氣及時間環境等問題。

2. 重件船舶之吃水深度及出貨港之裝貨條件

在選定重件船時須考量其裝載模組後的吃水深度，並把該資料和模組預製廠出貨港的碼頭參數做相互比較，用以判斷能否停靠該港。而模組預製廠之出貨碼頭公司應定期檢查其港口自然情況，判斷其港底是否有淤積之垃圾或泥汙，並用以更新其出貨港裝貨條件的參數。一般模組之出貨港口之碼頭資料應於3年以內，用以符合現況之運輸條件。若重件船之吃水深度和出貨港的水深有所衝突時，須提前決定是否更換重件船之船型噸位或藉由模組預製廠之發包進行碼頭清淤（Dredging）之工作。另外，出貨港的港口水面要處於“Sheltered water”的狀態，也就是沒有過多的起伏，為一平穩海面之情形。

3. 重件船之靠泊計畫（Approaching Plan）

重件船駛進至模組預製廠之出貨港前須提供一整體的靠泊計畫，此計畫之具體內容包含了重件船要以什麼樣的方式進港，需要幾艘拖船（Tug boat）配合使重件船順利靠泊。以滾裝模組運送為例，若重件船到港時，模組之內陸運輸條件尚未建立，則重件船會以平靠的方式先行靠泊，待模組進行內陸運送時再改以尾靠的方式迎接模組上船。圖9顯示某一模組預製廠與重件船討論之靠泊計畫。圖10為兩艘拖船協助重件船進行尾靠之俯視照片。

4. 重件船之繫泊計畫（Mooring Plan）

模組靠泊後需要利用繫泊纜繩（Mooring

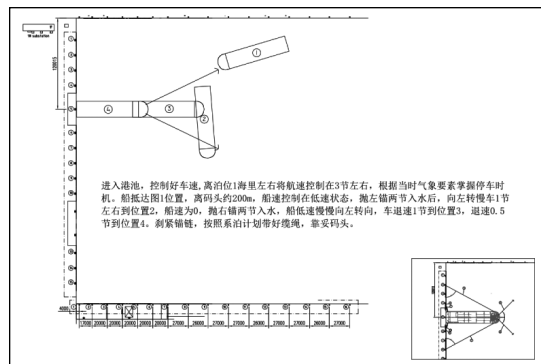


圖 9 重件船之靠泊計畫



圖 10 兩艘拖船協助重件船尾靠示意圖

line) 網綁於繫船柱（Bollard）上以固定重件船在港邊之位置。出貨港之繫船柱位置及數量需在運輸前做調查，因為港口繫船柱條件會影響到繫泊的配置方式，不同的繫泊角度對於重件船會有不同的拉力，尤其在模組上船的時候尤須注意該拉力是否會造成繫泊纜繩或繫船柱之降伏破壞。因此，繫船柱的降伏強度資料也是需要參考的項次，以免模組在運輸時超出其降伏強度而造成運輸風險。

考慮繫泊及繫船柱之計畫稱為繫泊計畫（Mooring Plan），而牽涉到繫船柱（Bollard）之結構計算則稱為繫船柱計算書（Bollard

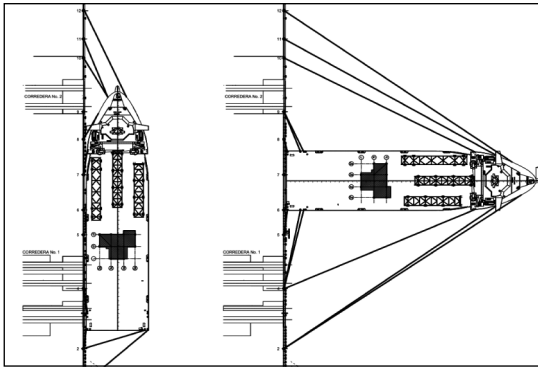


圖 11 重件船之繫泊計劃 (含平靠 (左) 及尾靠 (右) 兩種情況)



圖 12 岸邊之碰撞墊示意圖 (黑色部分)

calculation)。此兩項計畫均需於運輸前考量。圖11為某一重件船於模組預製廠之出貨港口的繫泊配置圖。

5. 重件船之艙壓水計算 (Ballast Calculation)

模組經由SPMT運送至船上為模組運輸實務上最重要的階段。一般若無特殊情況，模組滾裝運輸至船上可以概括性地分為四個子階段，分別是模組及SPMT兩者依照艙壓步驟已25%上至船上、50%、75%及100%上至重件船上。

在重件船上配置有各個艙壓水空間，可以藉由艙壓泵浦 (Ballast Pump) 調整各艙壓之水位，藉以調整重件船的姿態。當SPMT上方之模組逐步地裝載到甲板上時，船的姿態必須適時地調整以改變整體之浮力中心，用以讓整體的靜力矩達成平衡，才不會造成單邊力道過高而翻覆。因此在實務操作上，當模組運上船25%的時候，將停止運輸，待運輸船之艙壓水調整完畢，達成穩定平衡後，遂再進行模組之運送。如此程序重複操作，直到模組及SPMT已經整體全部上到重件船的

甲板上。由此可見，模組運送至船上無法一氣呵成的，必須循序漸進，逐步調整。另外如先前所提，在模組滾裝運輸時也必須謹慎考量天氣預測計劃與潮汐水位，並於運輸前決定當重件船之船艙高程離碼頭岸邊多高時，模組滾裝作業方能開始進行。而當模組以吊裝的方式吊掛上船時，同樣也是需要艙壓水的調整以控制重件船在吊掛模組時的姿態以達成穩定平衡。而在操作艙壓水平衡的時候，船長會要求與此行動不相干之人員下船至岸邊以策安全。

上述所提之艙壓水操作是依據艙壓水計算來做操作，此項目在模組運輸上扮演關鍵的角色。為了提高模組運輸時之效率及安全性，一艘重件船之艙壓泵浦的艙壓調節能力是考慮的要件。

6. 模組運送上船之臨時橋板考量

出貨港與重件船之間是沒有直接接觸的，如果直接接觸則會造成模組船艙結構之損傷。因此在出貨港岸邊會設置碰撞墊 (Fender) 如圖12所示 (部分模組運送用之



圖 13 駁船上配有碰撞墊示意圖



圖 15 臨時橋板置於港口岸邊並與重件船銜接之情形

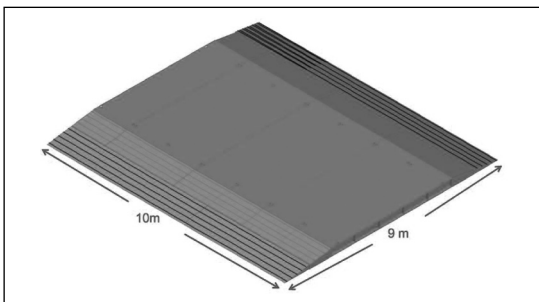


圖 14 臨時橋板示意圖 (L 10m x W 9m)

駁船 (Barge) 亦會在其船艙裝設Fender) 如圖13所示以消除兩者之間的碰撞力。但是如此設置則會造成重件船和岸邊碼頭有一定的間隙，因此在滾裝運輸模組上船的時候，必須要利用臨時橋板來彌補與克服此空隙如圖14所示。

模組運輸之臨時橋板不能隨便選用，必須考量其結構強度在運輸過程中是否足夠，該臨時橋板一端扣接於碼頭上，另一端則焊接在船的甲板上。此動作是要確保模組在臨時橋板上之運輸不會造成臨時橋板錯動而導致運輸失敗。依照預製成本之優劣來決定該臨時橋板是要由船公司或是模組預製廠來提

供，一般實際操作上在出貨港把模組運送上船後，臨時橋板會跟同著模組一起運送至卸貨港，其目的在於卸貨港卸貨模組時亦可重複使用。如此在卸貨港那端則可省去臨時橋板的製作成本。

由圖15可以觀察出，某些重件船上配備有可降式之臨時橋板提供SPMT滾裝上下船用。另外，部分碼頭之外緣段有可能會遇到為類似懸臂式之結構，底下並無樁基礎做支撐，因此其抗壓強度比有樁基礎之碼頭範圍來的低，這時則可藉由SPMT之併排方式或是增強臨時橋板的面積來降低模組對地載重值，以致於在運輸的途中能不破壞到碼頭本身的結構。

7. 模組上船後之配艙計劃 (Stowage Plan)

若一艘重件船裝載兩個以上之模組，則模組在甲板上之配置就需要做進一步的規劃。例如較重之模組應置放於船體的中心，以減少艙壓調節時之負擔與風險，另外，由於模組運送至船上後需要進行海上繫固 (Sea fastening) 之工作，此海上繫固的設計需求須經由程式計算來決定繫固的位置點。若模

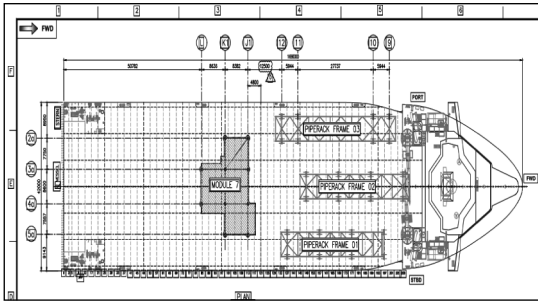


圖 16 某一重件船之配艙計劃圖

組置於甲板的位置太靠近船邊或彼此之間太過擁擠，則可能導致空間不足以施做海上繫固的工作，這時船公司則需要重新規劃模組的配艙計劃。

每艘重件船均有其龍骨結構，依據龍骨之主結構分配的位置來決定模組擺設的方位，以使載重能作用在主結構桿件上。由於配艙計畫顯示各模組於甲板上配置的位置與方向，因此SPMT在做內陸運輸時就需要先考量到運送的先後順序及模組的轉向，如此才能在出貨港節省許多不必要的調整時間，使得整體內陸運輸能夠做到一次到位。

由圖16之配艙計劃可以看出，置放於中間之模組是較重之化學製程模組，右側三座為管架模組，重量較輕，因此置放於側邊，也代表當SPMT進行內陸運輸的時候，右側三架管架模組要先上船。

（三）模組於卸貨港下船

藉由模組於出貨港之裝貨經驗，重件船於卸貨港之卸貨則較容易進行。但由於卸貨港的碼頭條件和出貨港不同，因此卸貨港之繫泊計劃和艙壓水計劃則需要依照卸貨港之條件限制進而重新提出計劃與計算。由於

出貨港及卸貨港相隔遙遠，甚至為不同的國度，因此在SPMT的使用上則需要確保裝貨時之條件與卸貨時之條件保持一致，其他相關操作如同模組於出貨港時之情況說明。另外，一般模組預製廠均備有其模組出貨碼頭，而卸貨港通常是靠近工地抑或是一些散貨港（Break Bulk port），此種情況可能需要於工地附近建造臨時性之碼頭卸載設施（Marine Offloading Facility, MOF）以供模組進行卸貨。其工程浩大，不在此贅述。因此模組運達MOF卸貨港的日期須盡早確認，並由此反推MOF碼頭要於何時開始動工。

（四）模組於卸貨港運送至工廠或工地

卸貨港的選定要考慮到模組卸貨後運送至工地之內陸運輸的便利性及可行性。卸貨港一般選在工地附近，且其位址須能夠進行模組之內陸運輸。通常必須進行模組專屬之運送道路（Heavy Haul Road, HHR）施工，若是既有道路則進行拓寬並夯壓，若無現有道路情況則進行混凝土灌漿及AC鋪設。若新增之模組運輸道路途經既有公路或是建築，則需進行道路使用申請及運輸計劃規劃，充分與當地政府溝通協調，並於半夜進行道路管制，運送模組至工地安裝（如圖17所示）。



圖 17 管架模組於夜間在 HHR 道路運輸實況



(五) 現場模組內陸運輸執行策略實務

在模組內陸運輸之實際操作前需要先行定義「可行/不可行判斷標準 (Go/No Go Criteria)」。藉由此標準來決定當下之模組內陸運輸條件是否充足。判斷條件如：模組裝載於SPMT之前是否已進行秤重測試、當天之天氣情況是否能容許模組進行內陸運輸（如風速限制及能見度條件等）、模組預製廠內之碼頭潮汐情況、拖船之數量及業主是否同意等考量，如此繁瑣之程序之目的就是在確保整體內陸運輸之風險已降至最低。

三、模組之海洋運輸

(一) 出貨港之施工內容

當模組運送上重件船後，需要進行海上繫固之工作以確保模組在海上運輸時不會移動而造成損傷。模組之海上繫固的方式需要經過過程式的計算以設計其型式與繫固強度。不同規模的模組大小其海上繫固的方式也就不同，而此考量也進而影響重件船隻的選用。

1. 模組之海上繫固

在模組運送至船上前，可視情況決定是否須先於重件船上之甲板安裝格床支承 (Grillage) 如圖18所示，可利用叉車 (Fork Lift) 先行把需要施作的格床支承放置於甲板上之設計位置，之後再進行定位與焊接的動作。重件船之甲板要平整，不能因為甲板平整度不夠而造成格床支承與甲板之間有所間隙，進而影響模組垂直載重力量的傳遞。

當SPMT運送模組至甲板船上，格床支承若先行安裝，則在設計上需要考慮到SPMT的



圖 18 模組下方之格床支承實況



圖 19 模組於重件船上之海上繫固

運輸動線，若部分格床支承或是繫固材料和SPMT運送模組的路徑有所衝突時，格床支承應先予以暫停安裝，待SPMT運送模組至甲板後，再進行格床支承的安裝，只是因為甲板之空間已經擠滿模組的結構，因此施工較為不易。

當格床支承已安裝完畢後，SPMT便可藉由油壓系統降低其高度，把模組放置於格床支承上 (Jacking down)，當模組各乘載點均放置妥當後，SPMT便依照原來的路徑撤出。這時開始安裝海上繫固的工作，以確保模組在甲板船上已經繫固固定。海上繫固情形如圖19。



2. 非破壞性檢測

海上繫固之焊接工作完成後，需進行非破壞性檢測（Non-Destructive Testing，NDT），一般進行PT或MT探測，以檢驗各繫固點焊道上之品質，另外也需檢查焊道厚度是否符合圖面之要求。

（二）出貨港運送至卸貨港

海運時之船舶穩定度（Vessel Stability）影響重件船在海運時之性能，如同在陸地運輸時之SPMT，亦須考量其穩定度對運輸之影響。穩定度計算必須依照IMO所提及之規範進行分析，在該航線下之海況及考量船舶結構之性能等情況下計算模組海運之穩定度。

模組之外在的繫固施工品質確保完成後，使得出航，但是模組之內在繫固若不完全，如模組內之管線或是閘體因沒有牢固在鋼構上或是平台隔柵板上，則可能會因海運時之加速度而造成鬆脫而破壞，因此模組之內在繫固固定（Internal Sea fastening）也是重要的一環。而重件船之船員需定期檢視模組於海運途中之情形，若有發現損傷及鏽蝕（因為海風或雨水的影響）等問題須予以回報，並盡快探討有無實際執行之策略以解決此問題。

（三）卸貨港之施工內容

當重件船運送接近至卸貨港時，內陸運輸用之SPMT要準備齊全，並於重件船靠泊後駛至甲板上，準備裝載模組下船。為了節省使用卸貨港碼頭之時間，需先切除影響SPMT運輸動線及固定於模組之海運繫固構

件，而格床支承及其他較為次要之繫固構件可待模組運輸至岸邊後，再進行一次性的完整切割。或是整艘重件船運送至其他碼頭再進行最後的切除，把剩餘的格床支承及海運繫固構件移除，並把甲板恢復成之前之平整情況。

四、海事保險鑑定與模組運輸

（一）國內與國外海事保險鑑定公司概况

由於模組之價值動輒幾百萬美元，亦是一個專案成敗之關鍵，因此需要把運輸上之風險降至最低，以減少巨大的損失。若重件船不幸沉入海底亦或是模組在運輸途中翻覆毀損，一個專案不光只是損失模組的價值，更會因為整體專案的進度而被罰以巨額的罰款，也影響了一家公司的名聲。因此模組的運送需要進行投保，而保險公司為了降低自己的風險，則會請第三方認證（Third Party）屬性的海事保險鑑定公司（Marine Warranty Survey Company，MWS）來做最後的工程評估與風險管控。以一個專案進行之模組運送為例，當內陸運輸公司及船公司都已經檢查其施工品質後，須藉由檢驗點之檢驗表（Check List of Check Point）進行最後確認，而最終之檢查則交由海事保險鑑定公司做逐步分析與授權。若有工程要素不符合海事保險檢查員（Marine Warranty Surveyor）之要求或其規範，則必須立刻修正完畢後請檢查員複檢。目前由於國內致力於發展綠色能源而拓展離岸風電市場，使得許多歐洲廠家紛紛進入我國規劃建設風力發電設備，使得國內保險業者及工程公司對於MWS相關資訊有進一步的認識與瞭解。



(二) 海事保險鑑定執行策略與因應之道

由於模組運輸之時程向來緊迫，且碼頭時常需要排船，所以重件船之靠泊時間在商業條件下是有所限制的，另外，重件船之業務也相當繁重，如何讓所有關於模組運輸之工程條件均達成海事保險檢查員之同意允許出航的情況下亦是一大挑戰。因此，關於模組運輸之相關計算書及運輸計畫（Method Statement, or so called transportation plan）需適時提送給MWS公司以讓其檢查員審查並提供其意見，由於模組運輸的工作牽涉之工作單位範圍甚廣，因此需要整合檢查員對於不同工作單位之工程問題，並依序、依類別、依問題之輕重緩急尋求解決之道。而現場運輸工作前，需經由檢查員按照其經驗、國際規範及貨主要求做最後確認，因此檢驗點時間的安排便特顯需要管控的經驗。而船方、模組預製廠、貨主及內陸運輸公司之溝通協調也須得到檢查員之認可方能使模組運輸順利進行。

(三) 常見海事保險鑑定應用於模組運輸時之要點

海事保險鑑定檢查員的任務就是要確保模組運輸整個環節都不能出錯，以防止模組運輸任務的失敗。從最一開始之重件船的選定，檢查員亦需要執行船之適航性（Suitability Check）予以認可該船是符合承載運模組的條件與性能，另外，模組結構與船舶結構於海運運輸時之應力分析亦是海事保險鑑定不可或缺的檢查要素之一，畢竟海事保險鑑定顧名思義，為著重在海洋運輸之層面，因此對於海運時模組之穩定性計算

與加速度對於結構的影響是極其看重的。另外，海上繫固的品質良窳亦關乎模組海運時是否會發生變位而損壞，因此MWS對於海上繫固的現場焊接品質之要求是極其嚴格的。

五、結論

以上所述為模組運輸在實際操作之上簡易說明。由此可見，模組運送對於一個執行之專案而言是至關重要的，若其成功執行，也就代表著此一專案已經完成一重要的里程碑。從先前之模組結構設計到商業層面之重件船安排，整個模組運輸牽扯到的範圍是極廣且極深的，如何整合、協調、溝通、釐清各個工程介面與各承包商間之關係是推動模組運輸之進度、提升模組運輸之品質不可或缺的要件。整個模組運輸的執行工作需要大量先前的準備與前瞻性的安排，才能滿足未來客戶之要求與工程團隊的期待，以提升專案之執行效率並創造工程之指標性成就。

參考文獻

1. Carmen Gonzalez, “Gigantic and meticulously organized overseas transport for Total’s OPTARA project”, p.2, Oct. 2014.