

JCRR



台灣地區玻璃纖維漁船之研究與改進

STUDIES AND IMPROVEMENT OF
FRP FISHING BOAT DESIGN IN
TAIWAN AREA

中國農村復興聯合委員會

漁業專輯第23號

計劃	執行	人	黃	正	清
計劃	研究	員	陸	磐	安
			李	哲	元
			江	英	智
			黃	正	清



中華民國台北市
民國六十五年十二月

序 言

在大有為政府之輔導及漁業界與造船界之共同努力下，近十年來我國建造了甚多漁船，成爲世界上有名之水產國家。

如從船舶材質言之，包括有鋼船、木船、玻璃纖維強化塑膠（FRP）船及鋼骨水泥船等，其中建造噸級較日本爲大而雄據東南亞者乃FRP船與鋼骨水泥船，惟此二類船皆耗費許多工時，依靠低廉之工資建造，但我國經濟形態已由開發中國家進入高開發國家，工資已提高而遠超韓國等國甚多，因此爲仍能在國際間爭一席之地須從物料管理及技術改進上降低經營成本才能與工資低廉之開發中國家競爭。

其次從歷史言之，我國造船發軔於春秋戰國時期，在魯襄公十四年至二十四年間之以建造木舟爲舟師供水戰之用爲始，迄今有二千五百多年之悠久歷史，爲世界上發展造船最早之國家，身爲炎黃子孫，須將悠久之優點配合現代工藝之進步，勵精發揚，自不諱言。

以鄰近之日本而言，彼鑑于FRP爲複合材料之一種，其歷史尙短，與一般塑膠材料有異，尙待研究改進之處頗多，故成立FRP協會、FRP漁船研究會等積極發展，雖如此但初期建造之船舶（包括漁船）仍接連發生許多事故。而我國則因業者資金人才皆不充足，多採用廉價人工，非精良技術之手積法，以致部份廠商爲獲取利潤不顧信譽，不依管理及實驗理論粗製者，亦有業者在技術上及環境上遭遇到難題不能有效改善，發展緩慢，無法突破技術上之頸瓶現象等。爲此農復會擬定本計劃以引起國內有關單位及人士的注意，實爲明智之見，本報告內容包括：

- (1) 船用玻璃纖維，樹脂及硬化劑等之特性與混合比。
- (2) 調查並分析台灣現有FRP漁船性能船型以研究之。
- (3) 造FRP漁船船廠設施及其注意點。
- (4) FRP船船體結構問題等。

又在工作進行期間欣逢中華民國玻璃纖維強化塑膠技術協進會成立，深蒙對本計劃重視鼓勵，無任感謝。

本報告之完成，因時間短促，需繼續研究之處尙多，再加作者學識、經驗有限，疏漏之處在所難免，希各界先進不吝指正，毋慙感幸。

作者識

民國六十五年十一月
於國立成功大學

目 錄

台灣地區玻璃纖維漁船之研究與改進

第一章 FRP 概論

- 1-1 FRP簡介
- 1-2 FRP船之特點與適用性

第二章 FRP 船用原料之選擇

- 2-1 原料之簡介
- 2-2 玻璃纖維
 - 2-2-1 玻璃纖維之種類
 - 2-2-2 FRP船用玻璃纖維近年來之進步與未來展望
 - 2-2-3 玻璃纖維基材之貯存
- 2-3 樹 脂
 - 2-3-1 樹脂之種類與功用
 - 2-3-2 膠殼用樹脂
 - 2-3-3 積層用樹脂
 - 2-3-4 大型FRP用樹脂之性能要求與研討事項
- 2-4 副資材
 - 2-4-1 副資材之種類與簡介
 - 2-4-2 重要副資材之研討（顏料、填充劑、聚酯油灰）

第三章 FRP 船廠之設備與環境

- 3-1 概 論
- 3-2 有關員工之安排
- 3-3 艙裝工作
- 3-4 模造成形工場
- 3-5 其他注意事項
- 3-6 結 論

第四章 本省地區之FRP漁船

- 4-1 FRP漁船之設計程序
 - 4-2 FRP漁船船型與穩定性
 - 4-3 FRP漁船設計及選擇船型應考慮事項
 - 4-4 FRP船各種建造法之簡介
 - 4-5 臺灣地區FRP船廠
 - 4-6 臺灣地區現有FRP漁船及其性能
 - 4-7 FRP船玻璃纖維積層板組合之結構分析
 - 4-8 各國FRP船結構規程之比較與研討
- 謝 詞
參考文獻

附 錄

日本海事協會（NK）玻璃纖維強化塑膠船建造規則（案）

第一章 FRP 概論

1-1, FRP 簡介

FRP 一詞係取自 Fiberglass (玻璃纖維)、Reinforced (強化)、Plastics (塑膠) 等字的首字母而稱呼者。在英國為強調其含有玻璃成份亦稱為 GRP，其定義為「利用玻璃纖維為加強物，以低壓熱硬化性樹脂積層成爲型品者」。作爲造船用材之 FRP 係採用不飽和聚酯樹脂，於玻璃纖維席或編紗束之織物狀玻璃纖維材上塗浸混加硬化劑觸媒之樹脂，利用人工在母模上積層使在常溫下硬化者，有手積法及噴佈法兩種施工方式。小型船之 FRP 其玻璃與樹脂之重量比約爲 3:7 至 4:6 左右，FRP 成形品中玻璃含量較多者，強度較大，爲高級 FRP。

FRP 從其製造過程言之，爲塑膠之一種，除強度外，其他性質均類似塑膠，其內部含有 30~50% 之玻璃故強度較一般之塑膠高出甚多而類似金屬物，因此俗語亦稱爲「塑鋼」。爲一種新形之複合材料 (Composites Materials)。

FRP 之主要特點可由其強度及成型性分別言之。如將 FRP 與造船用木材，鋁，鋼材比較之即可看出 FRP 比同重量鋼材強度大而略遜于鋁，亦即輕而強度大爲其特長，但彈性係數却很低，易於變形，而由另一方面言之却能吸收外力所加之能量使無產生永久變形及破損之虞。因此 FRP 船若碰撞或觸礁擱淺時船體殼板不易破裂。

以 FRP 之應力—應變曲線與鋼材及鋁比較之，如圖 1-1 所示，由開始受力以迄破壞爲止略成直線關係爲其特點。

成型性則指將無定向玻璃纖維與液狀樹脂混合在模上積層產生化學反應硬化成吾人所需之 FRP 船體者，與一般之木船、鋼船、採購船材 (木板、鋼板)、型材等加以裁割，彎曲加工後用焊接法或以螺栓，鉚釘組合者殊有不同。FRP 造船廠因兼備材料製造工廠 (如鍊鋼廠) 之工作，其技術對材料及船體強度之影響非常巨大。因此 FRP 造船廠不同於一般鋼、木造船廠，宜將船舶之形狀統一，大量建造同型船舶以節省工時並縮短建造時間。欲建造 FRP 船必須具備與船體同大小之模型，故在初期訂約，計劃或建造之時應慎重考慮，不可隨訂單貿然改變形狀建造，船廠應發展一套優良之船型，以便船東能自既有之模型中加以選擇而獲得最佳性能之船隻。

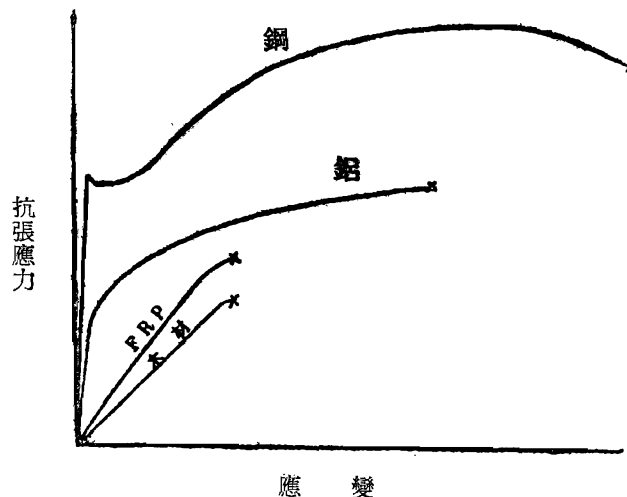


圖 1-1 鋼、鋁、FRP 與木材之應力—應變關係

表1-1 各種材料比較

材 料 名		比重	抗張強度 kg/mm ²		抗張彈性係數 kg/mm ²		抗 張 比 強		比 彈 性 係 數	
			方向	∥	⊥	∥	⊥	∥	⊥	∥
木 材	檫 木	0.69	13.0	1.25	1,200	125	20.8	1.80	1,740	181
	紅 松	0.52	14.0	0.4	1,150	65	26.9	0.77	2,210	125
	杉	0.38	9.0	0.25	750	30	23.7	0.66	1,970	79
鋼	SS 41	7.85	4.1		21,000		5.21		2,670	
鋁	56S	2.8	22		7,200		7.86		2,570	
		方向	∥	<	∥	<	∥	<	∥	<
F	玻璃纖維紗席	1.6	8.6	8.4	850	910	5.87	5.25	531	562
R	玻璃纖維紗束	1.7	26.9	7.65	1,980	1,100	18.4	4.50	1,162	647
P	紗席與紗束混合	1.7	19.2	7.88	1,199	651	11.3	4.63	705	383

註(1) 取自日本木材工業手冊。

(2) ∥ 係指纖維方向。 ⊥ 為纖維成直角方向。 < 係指纖維成45°方向者。

1-2, FRP船之特點與適用性

一般所稱之船舶，係指能裝載人或貨物在水面或水中航行者。近世海運各國為保障海上航行之安全，均制定船舶安全之法規以資維護，因此船舶構造必須強固，各項設備必須齊全完善以保障航行時船舶、人員與所載貨物之安全。而船舶依其建造材質之不同有鋼船、木船、FRP船、鋼骨水泥船等之分。如何選用適當之材質為有關人士亟需瞭解者，茲將FRP船之特點列述如下：

(1) 以同一總噸數比較之，FRP船較木船、鋼船、水泥船為輕。因木船受木材材質之不均勻性及接縫強度低弱之限制必須將船材寸法予以加大，而鋼船則因鋼板易腐蝕須加厚以留餘裕，均易使船體增加重量，而FRP船則毋須考慮此種因素。

尤其木船下水後木材會吸水，逐年增加重量，而FRP船則無是項缺點，且如以同樣大之空間裝載等重之貨物時船體較輕者在同樣馬力下其船速較快。

(2) 船體無接縫成為整體，故強度增大而不漏水，船體不隨年代而產生舢垂等現象，再如碰撞碼頭時無類似木船結構鬆動現象，其破損處亦僅限於局部易於檢修。

(3) 防熱性及振動減衰性良好，故魚艙之防熱設備可簡化。

(4) 無腐蝕或腐朽性，不似木船易被蟲蛀蝕，且剷除附于船殼之附着生物亦容易。

(5) 保養、修理及有關費用較低。

(6) 耐用年數較高，增加船隻之實際收益。

(7) 其他。

至於適於採用FRP為材料之船隻如下：

(1) 常繫泊於水質污染處之船舶。

(2) 須依賴較高速度而換取效益之船舶：如交通艇、巡邏艇及曳釣漁船等沿海漁業用船。

(3) 需輕量者，如子船（搭載船）、交通艇。

(4) 同一船型船舶需要大量生產者。或急須建造之船舶。

(5) 在無法獲得大動力（電源）或造船用木材（如天然曲材等）以及無熟練造船技術員工之處，可建造FRP船。

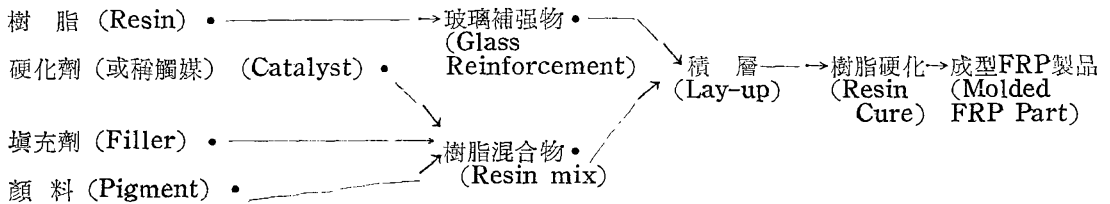


圖 1-2 FRP製品之製造流程圖

第二章 FRP 船用原料之選擇

2-1 原料之簡介

船及一般 FRP 製品，除特殊者以外係由經表面處理（如Silane處理）之玻璃纖維與聚酯樹脂等混塗積層作成。最近由於科學之進步FRP強化材除玻璃纖維外尚有碳纖維（Carbon Fiber）及新的纖維表面處理法，惟皆因價格高昂，尚難大量推銷。

FRP成型用材料，其主要者有下列各項

玻璃纖維（玻璃纖維紗席 Glass Mat，紗束布 Roving Cloth，玻璃布 Glass Cloth，面層席 Surfacing Mat，紗束 Roving 等）。

聚酯樹脂〔膠殼用樹脂，積層（疊層）用樹脂等〕。

副資材（觸媒，顏料，填充劑，其他添加劑，脫模劑，芯材，木材，金屬材料等）

2-2 玻璃纖維

2-2-1 玻璃纖維之種類

(1) 玻璃纖維有長纖維，連續短纖維及短纖維等，而在 FRP 中使用者為長纖維。長纖維與短纖維從其玻璃原料至玻璃纖維製造過程及性能皆不同。如視玻璃席及紗束外觀係由較短之纖維製作而認其為短纖維，或因紗束係由較長之纖維織成而視為長纖維則皆為錯誤。茲將各種玻璃纖維之特徵列述如下：

長纖維絲——强度高，延伸率小，在纖維中其彈性係數大，無降伏點且彈性回復率為 100%，吸衝擊能大，電氣絕緣性佳（E型玻璃），耐酸性亦佳（C型玻璃）。

短纖維絲——絕熱效果佳，吸音性能優良，壓縮復原性良好，耐震及耐衝擊性佳。

製成玻璃纖維之原料玻璃有下列各種：

E 玻璃：一般的FRP及電氣絕緣用無鹼玻璃（Non-alkali）。

C 玻璃：耐酸用低鹼性（約10%以下）玻璃。

A 玻璃：含鹼（約10%以上）玻璃。

S 玻璃：抗張强度高之玻璃。

由上述可知，要注意選擇適合 FRP 製品之材料，不可隨便購買，在某段期間市面上缺貨時會有部份廠商隨便購買不當之材料使用而影響產品品質，尤其 FRP 成品用目視實難以判斷其優劣，故須謹慎注意。

(2) 玻璃纖維製品

我國製造玻璃纖維廠商有中央玻璃纖維公司與大來公司，計製造玻璃纖維股段(Chopped Strand)，紗席(Chopped Strand Mat)，紗束(Roving)及編紗束(Woven Roving)等其餘產品尙需依賴進口。其中中央玻璃纖維公司製造之紗席EM-300, EM-450, EM-600, 編紗束EWR-33, EWR-55, EWR-800, 紗束ER-2310等皆為經英國勞氏驗船協會檢驗合格認可者。

FRP船建造用玻璃纖維基材其積層成型法迄今仍採用手積法(Hand Lay-up Method)或噴佈法(Spray up Method)故僅列述下列數種

(甲) 玻璃纖維紗席 (Chopped Strand Mat)

一般簡稱為玻璃紗席(Glass Mat)係將玻璃纖維紗股(Strand)或紗束(Roving)剪為適當長度(普通為5cm)不定向而均勻地重疊於平面上並以結合劑粘成席狀者，因強度無方向性，故成

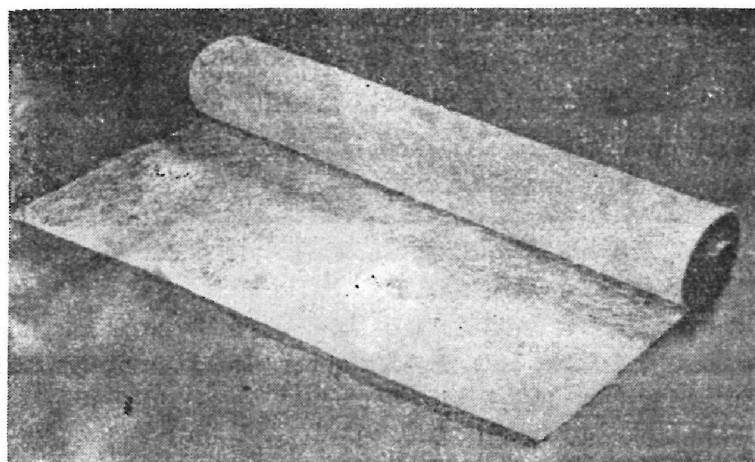


圖 2-1 玻璃纖維紗席 (Chopped Strand Mat)

為厚度較厚之FRP產品中最經濟之基材。玻璃紗席之編號係按每平方公尺(m^2)之單位重量以公克(g)表示之。例如EM 450即表示其標準單位重量為 $450g/m^2$ ，〔以盎司(Ounce)列示者係指每平方英尺(ft^2)之單位重量。〕最常用者為 $450g/m^2$ ， $600g/m^2$ 通常以M表示之。

玻璃紗席之成型性及積層(塗)板之特點可依其優、劣點來討論之。

優點：①較玻璃織布基材低廉，能使積層厚度較厚。

②積層板之機械性質略成等向性。

③可浸含較多量之樹脂，水密性能較好。

④層間黏性良好，可插入玻璃織布間積層之。

⑤光磨(Sanding)所致之強度低落程度較玻璃織布為少。

⑥紗股為非連續性，致使破損時之損傷面積小。

⑦直接在膠殼層積層時其基材不易使膠殼面凹凸不平。

缺點：①積層板之強度較玻璃織布為低。

②基材本身之重量分佈較不均勻。

③成型中纖維易流露。積層板之厚薄亦不均勻，玻璃含量及強度參差不齊。

④在浸漬狀態時其基材形態易于鬆散。

(乙) 編紗束 (Woven Roving)〔紗束布 (Roving cloth)〕

編紗束係以玻璃纖維紗束平織而成者，為用於手積法而生產者。強度較大，可將較厚之FRP成

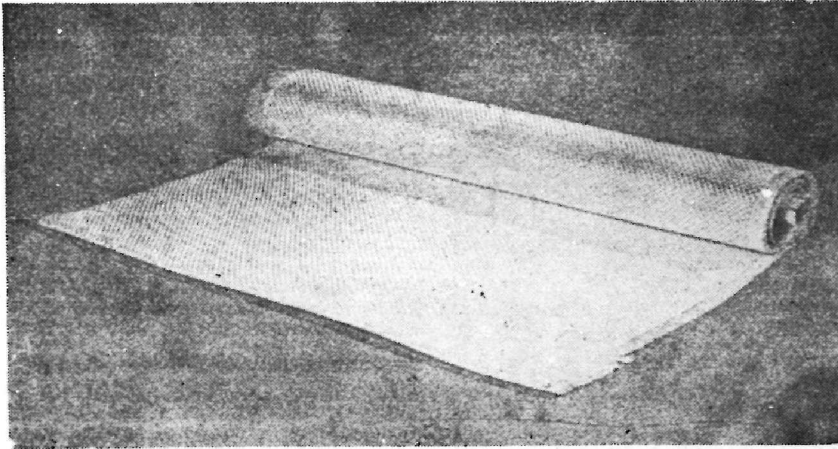


圖 2-2 玻璃纖維編紗束 (Woven Roving)

型品（模造物）積層至均勻之厚度，為船舶、槽櫃等需要強度之大型模造物不可缺之最經濟之基本材料。其編號係依每平方公尺（ m^2 ）之單位重量以公克（g）表示之（以盎司 Ounce 列示者係指每平方碼 Yard 之單位重量），通常最常用者為 $600g/m^2$ 及 $800g/m^2$ ，其符號通常用 WR 或 R 表示，其成型性及積層板之特點如下：

優點：①積層板之強度大。採用連續紗股故抗張強度及耐衝擊性特大。

②基材本身之重量分佈均勻，積層板之強度及厚度參差不齊之現象較少。但較玻璃纖維布有方向性。

③玻璃含量較高，單位重量價格較玻璃纖維布為廉。

④在浸漬狀態下基材之形態不易鬆散。

缺點：①積層板之強度完全為異向性。

②各層間之黏結接着性低劣。水密性能差。

③纖維目粗大故模面之相反面凹凸較大，壓縮強度較差。

④光磨時強度易低落，模造成型品破損時之損傷面積大。

註：歐美各國所稱之 Woven Roving 我國稱為編紗束，而日本卻稱為（ロービングクロス Roving Cloth），吾人翻譯為紗束布。

（丙）玻璃纖維布 (Glass Cloth)

玻璃纖維布係以照紗股原狀或照所定大小檢撚之玻璃纖維紗條（Yarn）編織成各種規格之長纖維產品，普通作為表面加工材或膠殼層之內裏材。

玻璃纖維布之編號係按每平方公尺（ m^2 ）之單位重量以公克（g）表示者，（以盎司 Ounce 列示者係指每平方碼 Yard 之單位重量）其符號通常用 C。

例如：日東紡 ECL-13250VX 單位重量為 $253.2g/m^2$ ，寬度 1000mm。

（丁）面層席，透明席 (Surface Mat)

幾乎不負擔 FRP 強度者，為高度細絲化學纖維性玻璃製成之極薄玻璃席，使 FRP 成型品產生一平滑之表面，或作為膠殼與背層間之緩衝層及樹脂過多之耐腐蝕層，能提高耐水性，耐風化性等，使用範圍廣泛。其編號係依每平方公尺（ m^2 ）之單位重量以公克（g）表示者（以盎司 Ounce 列示者係指每平方碼之單位重量），其符號通常用 SM 或 SF。

例如：日東紡 EMRN-30P-140 單位重量為 $30g/m^2$ 寬度 1040mm，結合劑 (Binder) P 聚酯 (Polyester)

備註：1. 紗席之英制與公制間之重量換算式為 $\text{oz}/\text{ft}^2 \times 300 = \text{g}/\text{m}^2$

例如 $1\frac{1}{2}\text{oz}/\text{ft}^2$ 紗席等於 $450\text{g}/\text{m}^2$ 紗席

2. 編紗束（紗束布）之英公制間之重量換算式為 $\text{oz}/\text{yard}^2 \times 34 = \text{g}/\text{m}^2$

例如 $24\text{oz}/\text{yard}^2$ 編紗束等於 $810\text{g}/\text{m}^2$ 編紗束

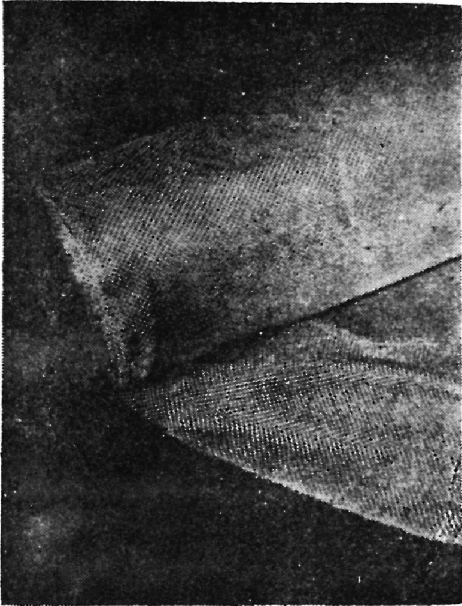


圖 2-3 玻璃纖維布 (Glass Cloth)



圖 2-4 玻璃纖維之面層席 (Surface Mat)

(戊) 紗束 (Roving)

玻璃紗束係自玻璃纖維紗股中檢取適當股數（通常為60絲條）拼為一束，捲成一定大小之圓筒形。因其沿長度方向之抗張強度甚大，故多用於棒狀成型品，管類及釣竿等。並使用於預形物（Preform）、手積法、纏絲法等。除上述使用目的以外，並被廣泛應用於FRP模造時接縫間隙之填充，角隅處之填充，管類安裝等處。

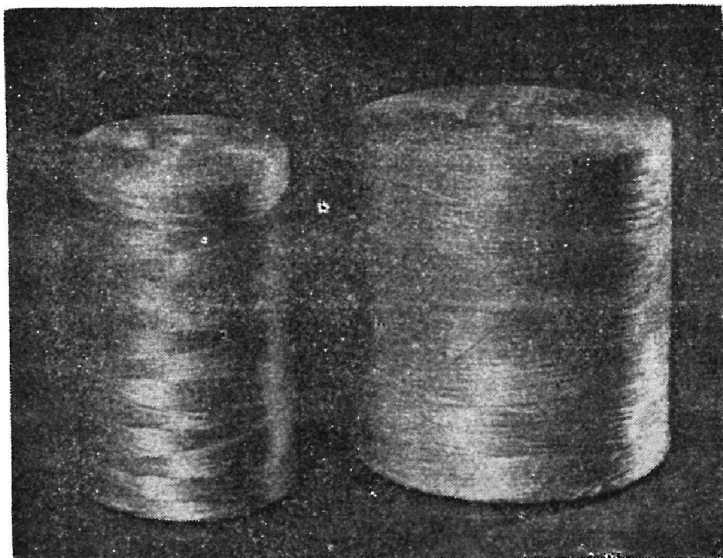


圖 2-5 玻璃纖維紗束 (Roving)

(己) 玻璃纖維股段 (Chopped Strand)

將玻璃纖維紗股或紗束裁剪成一定長度 (50, 25, 13, 6mm) 之股段謂之。可作為 FRP 之填充材，及用於預混物法 (Premix Process)，亦可摻入聚酯油質中使用。

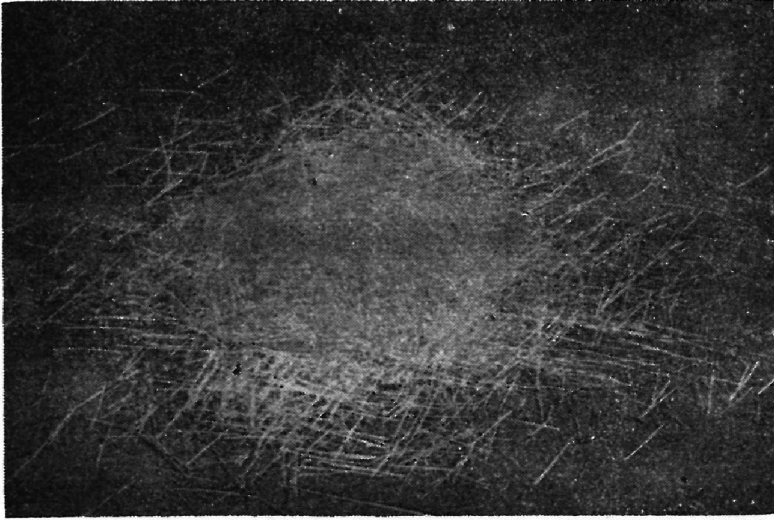


圖 2-6 玻璃纖維股段 (Chopped Strand)

(辛) 其他

以提高積層模造效率為目的而發展之新形加強材，或為增加結構強度而改良之新纖維刻正在研究中。

- (3) FRP 船模造成型時多將上述之紗席，編紗束兩底質基材組合排列以彌補各種纖維之缺點。因此亟須體認各種玻璃纖維基材之特徵，選取最佳組合配方以獲得最高效果。如圖 2-7 所示雖為同樣組合之積層板但因所加負荷方向之不同所得之強度亦大為變化，充分表示玻璃纖維基材組合設計之重要性。且由此圖可知，較玻璃紗席之抗張強度大之玻璃編紗束配置在受抗張應力側 (如 A) 時能發揮其特點：

	玻璃纖維基材組合	負荷之施加方向	彎曲強度 (kg/mm^2)
A			25.7
B	----- M600 ————— R580		14.3

圖 2-7 MR 組合積層板之彎曲強度

FRP 積層板之強度隨玻璃纖維基材之組合，玻璃含量率，成型條件等而異，其範例可參照美國海軍艦艇結構用FRP規範之MIL-P-17549C。

表 2-1 MIL-P-17549C 之強度要求值

試驗種類	條件	單位	1級品	2級品	3級品	4級品	5級品	W級品
彎曲強度	標準	kg/mm ²	35.2	26.0	21.8	16.2	12.7	22.5
	濕潤	"	31.6	23.2	19.0	14.1	10.5	20.4
彎曲彈性係數	標準	"	1,758	1,406	1,019	773	503	1,160
	濕潤	"	1,617	1,265	879	696	541	1,055
抗張強度	標準	"	26.0	19.7	14.1	9.8	6.8	24.6
壓縮強度	標準	"	23.2	17.6	14.8	12.0	11.2	12.7
	濕潤	"	19.7	16.2	13.4	10.5	9.8	12.0
空洞率	—	% (最大)	1.5	2	3	4	5	4
樹脂含有率	—	%	35~43	42~52	49~50	55~65	65~75	45~55

2-2-2 FRP船用玻璃纖維近年來之進步與未來展望

FRP 用之玻璃纖維在此十年來由於製造技術上採用直接熔化 (Direct Melt) 法後有顯著之進步及發展，但 FRP 船之主要成形法仍為手積法及噴佈法放在此十年間，導致使用在此方面之玻璃纖維似無顯著之進步。今後可能如歐美從作業環境問題及省力化觀點採用樹脂噴注成形法或使用含浸材之半機械化成形法等。茲擇其重要者列述如下：

(1) 噴佈用紗束 (Roving for Spray-up)

近年來由於布司孔 (電熱罐孔 Bushing Hole) 數之增加，不由紗頭或產量平行纏繞之紋股數表示而以紗束編號 (g/km) 表示。昔時之60紗頭 (Ends Roving) 紗束以2310g/km表示。其絲徑亦不限定為10微米 (邁克隆 micron)，而可至13微米，改良重點置於集束性之加強，樹脂脫泡含浸性之改良及防止產生白化現象為主。

從帶電性言之，MCC (Methacrylate Chromic Chloride) 系較普遍，但有機珪素化合物系亦漸趨實用化。

(2) 紗蓆 (Chopped Strand Mat)

近年來無顯著之進步或變化，大部份之努力均從事於品質之均勻，及作業性之改良。近年來為使造船工數減少絲徑亦有增大至13微米，單位重量有達至900g/m²者。

(3) 編紗束 (Woven Roving)

近年來之努力以提高含浸性為主，尤以 OCF 公司新發展之製品為然，以往之編紗束經改良處理後使用於英國海軍 FRP 掃雷艇，發現其抗剪度強增加甚多。

(4) 玻璃纖維基材之配合組成

FRP 船等大型成形品為節省積層工數或採用機械化積層，可預先將玻璃纖維紗蓆與編紗束粘貼而在市面上販賣，例如美國之 Fabmat, Duomat, 日本之 Marine Mat, Combination Mat 等即是也，但價格仍高尚未普遍使用。另美國 Seemann Plastic 公司亦發展一種在二層玻璃布中夾粘紗束做為一方向強化材 (C-Flex Planking)。

2-2-3 玻璃纖維基材之貯存

玻璃纖維亦如同樹脂不能貯存過久，否則易吸濕氣等而使紗席之纖維絲易于脫落或折斷，含浸樹脂性能低落，不易脫泡等現象。使施工作業性差妨礙積層工作之效率，因此應避免同時大量購入而貯存一年以上時間。

2-3 樹 脂

2-3-1 樹脂之種類與功用

FRP 船使用之樹脂多係不飽和聚酯樹脂，由於其用途之多樣及為能適合不同性質之要求，其組成配合有多種變化。簡言之乃多元醇（polyols）與多鹽基酸（含飽和及不飽和酸）行縮合反應而得之聚合物，溶於乙烯基單體（Vinyl Monomers，如苯乙烯單體）而成，但從施工要求（如不受形狀大小之限制，常溫下能自由成型）及成本價格言之，目前尙未有勝過聚酯樹脂（Polyester Resins）者，故聚酯樹脂在FRP船中被廣泛採用。

樹脂在FRP中之主要功用下列數項

- ①粘結玻璃纖維與玻璃纖維補強物材料。
- ②保護FRP纖維表面。
- ③使FRP具有耐水及耐化學品之特性。
- ④改變FRP物性及耐熱性質。

聚酯樹脂（Polyester Resin）則按其特性及用途可分成下列數種類型：

- ①一般成型用樹脂。
- ②耐候性及耐光性樹脂。
- ③耐化學品（耐藥品性，耐蝕性）樹脂。
- ④耐熱性樹脂。
- ⑤自熄性樹脂（難燃性樹脂）。

上列樹脂如按作業方式分類之則又可分為

- | | |
|-------------------|------------------------------|
| ①手積（Hand Lay-up）用 | ②噴佈積層（Spray-up）用 |
| ③膠殼（Gel coat）用 | ④製模用 |
| ⑤冷壓（Cold Press）用 | ⑥纏絲法（細絲纏繞法Filament Winding）用 |
| ⑦其他 | |

由上可知聚酯樹脂種類非常多，須依 FRP 成品所需特性及適合加工性加以選擇適當之樹脂以提高作業性。

2-3-2 膠殼用樹脂

以手積法，噴佈法或其他方式積層成型前在模子表面塗佈0.3~0.5mm厚度之樹脂予以膠結硬化，並在其上面佈置玻璃纖維及聚酯樹脂積層成一整體 FRP 成品，故其接觸于模子之表面有一層不含玻璃纖維之樹脂層即為膠殼。使用膠殼之目的為

- ①保護 FRP 製品——由於表面有膠殼層，對輕傷可止於此層而不傷及作為加強材之玻璃纖維保護補強層。
- ②提高耐水及耐化學品性——由於表面無玻璃纖維露出之故，可使水份及藥液無法浸透而提高製品之耐水及耐化學品性。
- ③提高耐候性——膠殼用樹脂較一般積層成型用樹脂有耐候性，故其製品之耐候性得以提高。
- ④美觀——使FRP成型品不經加工亦能有美觀而光滑之表面。

附註：膠殼之施工良好與否對製品之價值影響很大，必須由熟練技工施工。

膠殼用樹脂有一般用、製模用、耐化學品用、耐熱用等數種，隨用途而選擇。其特性為能使緊接之玻璃纖維能確實粘着，係一種非空氣硬化性樹脂，通常呈透明顏色。

製模用之膠殼用樹脂較一般用者稍有不同，其特性為

- ①表面硬度大——不易損壞。
- ②韌性較高——能耐衝擊。
- ③耐藥品性良好——表面不易粗糙。
- ④收縮性小——可保持母模尺寸準確。

2-3-3 積層（疊層Laminate）用樹脂

以手積法造船時使用之積層用樹脂亦可分為一般成型用及模子用，如燃油櫃等處使用者可用一般成型用樹脂摻加難燃劑使具有自熄性。

製模用樹脂較一般成型用樹脂耐藥品性佳且收縮性小。

聚酯樹脂之最大缺點乃受空氣中之氧氣影響後其硬化會受妨礙，在以硬化劑與促進劑使樹脂硬化之際，樹脂易於與空氣中之氧氣結合，使樹脂之硬化停止致積層或塗佈表層殘留低分子量之聚合物成粘濕狀。為彌補此缺點在樹脂內添加適量之石蠟（Paraffin Wax）則於硬化之際在積層面或塗佈面會產生一薄層之石蠟隔斷樹脂與空氣中氧氣之接觸使硬化得以完成於乾燥狀態，故一般對添加石蠟類之聚酯樹脂稱為空氣硬化性（Air Cure Type）或空氣乾燥性（Wax Type）樹脂。空氣硬化劑之添加量隨廠商產品而略有差異，但其添加量與樹脂之重量比為2~6比100，此外改變不飽和醇酸（Alykid）配方亦可具有空氣硬化性（但環氧樹脂Epoxy Resins本身有自行硬化，不受空氣中氧氣影響之特性）。空氣硬化樹脂一般使用在積層、粘接、塗裝之最外層等樹脂須完全硬化處，一旦採用此類樹脂硬化後如欲再積層、粘接、塗裝等時須將硬化層充分光磨除去蠟層並使層面粗糙以保層間之密着性，否則受衝擊力後各層間易引起剝離。

與上述相反並無添加石蠟類之樹脂謂之非空氣硬化性或非空氣乾燥性樹脂（Non-wax Type, Non-paraffin Type, Wax Free Type等）而加以區別。

至於手積法或噴佈法用樹脂，在使用時僅加促進劑者稱為二液型，一般FRP船用聚酯樹脂係屬於二液型，與此不同而於使用時添加促進劑與硬化劑混調者稱為三液型。三液型普通亦係先加促進劑與樹脂充分混調後再加硬化劑。聚酯樹脂中添加硬化劑與促進劑後由液狀開始膠化成固體，其作用過程係完成35~40%聚合反應階段後開始膠化至反應進行至40~50%時固化，到達95%以上之聚合反應才能發揮完全性能或固態。

註：硬化與化學硬化（Cure）常被混用，但嚴格言之，外觀上由液狀變為固體之變化謂之硬化，而由化學聚合反應導致硬化者謂之化學硬化（Cure）。

聚酯樹脂在常溫下硬化時，首需考慮其施工時限（Pot Life 亦稱可使用時間或作業壽命）。此施工時限係指將觸媒及促進劑加入樹脂後保持一低至足以用加工之程度（即至膠狀）的時間。影響此施工時限之主要因素為樹脂種類、促進劑及硬化劑（觸媒）種類與使用量，及周圍溫度等。此外，濕度，貯藏時間及光線亦有影響。

如圖 2-8 A)所示，硬化劑添加量與施工時限之關係在某一範圍內成陡峭曲線，但超出此範圍後施工時限不僅未能減縮反而引起副作用產生缺陷。

觸媒量，促進劑量，溫度與可使施工時限間之關係可按下列實驗式表示之

$$\text{施工時限 (Pot Life)} = C [\text{觸媒量}]^{-\frac{4}{3}} \cdot [\text{促進劑量}]^{-\frac{2}{3}} \cdot \frac{T}{30}$$

但 C 為依樹脂而決定之常數， 促進劑：鈷鹽 (%)
觸媒為 MEKPO (%) 溫度：T (°C)

一般情形下，如將溫度提高 10°C 時施工時限約可縮短一半。而MEKPO比Co多一倍之影響力。

二液型樹脂時，施工時限 = C [觸媒量] $^{-\frac{4}{3}}$ $\cdot 10^{-\frac{30}{r}}$ 為較簡便之實驗方程式

在FRP積層作業中除施工時限外尚有須特別考慮之另一因素稱為玻璃席施工時限 (Mat Life)，此係指將添加硬化劑，促進劑之樹脂敷塗于玻璃纖維席起至無法施予浸滲、脫氣等工作之時限，換言之亦即玻璃纖維席浸滲樹脂後，樹脂膠化之時間。與一般所言之作業壽命不同。

玻璃席施工時限除與作業壽命受相同之影響外，尚隨玻璃纖維之品質 (隨廠牌而異) 及貯藏保管條件而異。

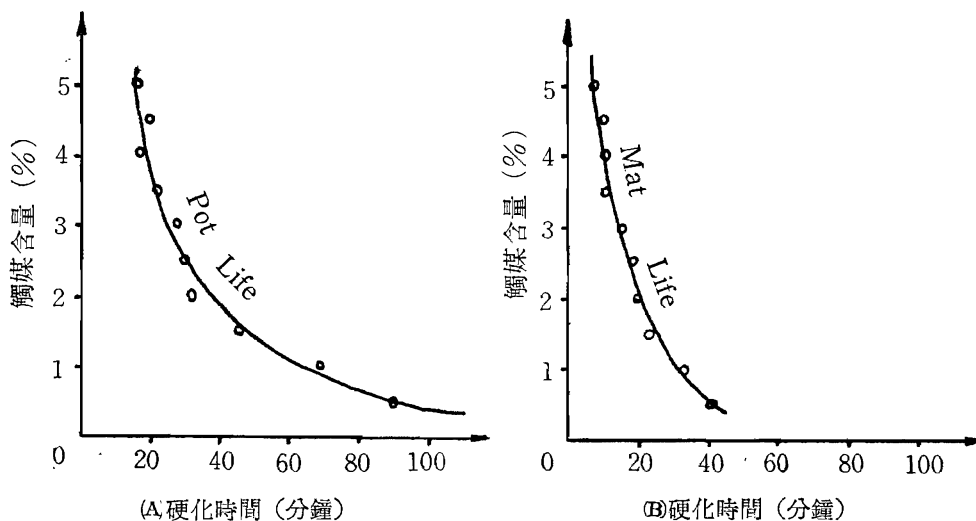


圖 2-8 樹脂之作業壽命 (Pot Life) 及玻璃纖維席之施工時限 (Mat Life)

玻璃席施工時限與硬化劑添加量之關係如圖 2-8(B) 所示，亦需如作業壽命選擇適合之樹脂，調整硬化劑之添加量以控制之。

玻璃席施工時限 (Mat Life) 與作業壽命在溫度 15°C 以下時變為緩長，樹脂之硬化不易促進，如遇及寒冷期皆需保持工作地點溫度在 15°C 以上。

樹脂如未完全硬化時無法發揮其特性。硬化不完全時 FRP 之強度及耐久性低落，不僅易受負荷及衝擊力損壞，且隨時日之增加繼續硬化時對 FRP 船體會產生變形之不良影響。

鑑定樹脂硬化之程度，可由下列方式判斷之：

- (1) FRP 之彎曲強度，將加熱後硬化與無硬化者分別測定比較。硬化不足時可以加熱後硬化而大幅度提高彎曲強度。
- (2) 測查 FRP 之彎曲強度與抗張強度之比例。硬化不足者彎曲強度較抗張強度顯著地減小。
- (3) FRP 硬度用巴可氏硬度儀 (Barcol Impressor 型式 GYZ-J-934-1) 測定，一般言之，其巴可氏硬度須在 40 以上。
- (4) 如係經驗豐富之人士可用下列簡便之方式測其硬度：
 - ① 用一角之鋁幣刮看能否使 FRP 損傷。
 - ② 用一元銀幣輕敲時有無發出清脆之金屬音。

由下表可知為能發揮 FRP 之特性，加熱後硬化之效果很大，英國勞氏驗船協會頒佈之 FRP 漁船暫定規則中規定積層後于作業場所保藏 24 小時以上之加熱後硬化 (After Cure) 條件之參考值如下：

(加熱) 後硬化溫度 (°C)	30	40	50	60
(加熱) 後硬化時間 (小時)	30	16	10	6

除上述外對膠化及硬結應注意事項為液狀聚酯樹脂之性質並不穩定。在正常室溫下貯放時間過久時，常凝結成橡膠狀，其時間隨樹脂之品種而異，溫度超過 25°C 時貯存年限將大為縮短。普通應置于黑暗而設有冷氣控制室溫在 20°C 處（約可貯存六個月至一年）。在積層時，切勿將樹脂硬化所加之觸媒與促進劑直接相混合，不僅如此二者之容器亦不可混加使用，因反應劇烈，易造成爆炸災害。

以手積法建造 FRP 船其硬化劑用 MEKPO，硬化過程會產生熱量，促進劑則用鈷 (Co) 溶液。

膠殼樹脂施工前之粘度為 7~30 泊 (Poise 25°C 時) 搖變性為 3.5~6.0 (25°C) 硬化特性 20~60 分鐘/25°C，摻入 MEKPO 1%。

積層樹脂粘度依工作及施工場地溫度而定，大約為 4~7 泊 (poise)，夏天為 7~10 泊，冬天為 2~3 泊。硬化時間小型物 20~30 分鐘 (摻混 MEKPO 1%)，大型物為 50~60 分鐘 (摻混 MENPO 1%)

樹脂硬化時空氣中之氧氣有阻止其變化之傾向，所以硬化時必須設法遮斷空氣，其防止方法係在最後一層積層時加入 0.05~0.2% 之蠟 (Wax)，但切實注意，在積層未完之中間層樹脂內使用混入蠟者，硬化後使用時受衝擊即易剝離。

一般積層時玻璃纖維與樹脂之配合比例如下：

玻璃纖維		樹 脂
面層蓆 (Surface Mat)	30g/m ²	600g/m ²
紗布 (Cloth)	200	250
紗蓆 (Mat)	300	800
	450	1000
	600	1200
編紗束 (Woven Roving)	800	1500

因此一般所謂積層就是依上述比例在玻璃纖維上加塗樹脂，用特殊工作方法處理使樹脂與玻璃纖維完全浸融硬化成 FRP 者，其過程中雖觸媒摻加量相同如室溫愈高硬化時間亦愈短。但不得將室溫隨意改變以免影響成型品質。曾經有些業者貪圖包工利潤在樹脂內摻加大量丙酮使樹脂變稀以利塗層，結果影響品質，產生剝離現象。

2-3-4 大型 FRP 產品所用樹脂之性能要求與研討事項

大型 FRP 產品，尤其是船舶，使用之樹脂必須能適合前述之各種條件，此外因船舶在海中航行時浸在水中反覆承受不規則負荷，故將來發展之途徑上最迫切要求者乃耐疲勞性者，防止船體受外界負荷而發生微裂，及防範強化材與樹脂界面之剝離等。故大型 FRP 產品用樹脂之綜合要求性質乃：

- (i) 硬質且具備約 5% 之延伸率而樹脂本身之機械強度大。
- (ii) 與強化材間之粘接性良好。
- (iii) 收縮率非常小，在常溫下能硬化。
- (iv) 含苯乙烯 (Styrene) 量在 10% 以下。
- (v) 耐疲勞性強，吸水率小而耐水性大。
- (vi) 最好是一種空氣硬化型。且為難燃性，及發煙性小者。
- (vii) 耐候性比現在之聚酯樹脂要好。

(viii) 低粘度且作業性良好者。

此外並希望價格能降低，減少苯乙烯揮發濃度與臭氣使工作環境得以改善。

2-4 副資材 (或稱輔助材)

2-4-1 副資材之種類與簡介

建造 FRP 船使用之材料除玻璃長纖維及聚酯樹脂外尚有各種繁多之副資材，例如促進樹脂硬化所必用之硬化劑，亦有依目的及船舶建造法之要求而選用之物料。前將一般常用者列於下表。

表 2-2 副資材一覽表

分類	品名	內 容	備 註
1	硬化劑 (觸媒)	過氧化丁酮(MEKPO)* (Methyl Ethyl Ketone Peroxide)	一般市面上販賣者，係經調稀為55%溶液者，有各種商品名稱，為危險品，須注意保管。
	促進劑 (Accelerator, Promoter)	六氧化甲酸鈷*	一般市面上販賣者係以含6%鈷金屬之溶液供用。亦有調薄稀釋使用者。
	抑制劑，硬化延遲劑 (Inhibitor)	醌(Quinone)類等多種	為一種遲滯化學反應之物質，對延長樹脂之作業壽命有效，但一般情況不使用，如使用時須與製造廠商研討決定。
	空氣硬化劑	Paraffin-styren-monomer	在非空氣硬化性樹脂內添加約2%即可成為空氣硬化性樹脂。
	着色劑	Best Colour	聚酯樹脂用。添加于樹脂內之份量不能超過規定指示量。須為着色力，隱蔽力，及耐光性良好者。
	填充劑，填料 (Fillers)	碳酸鈣、滑石粉、硅藻土、玻璃粉、硫酸鋇等	主作為填料，聚酯油灰用，為一種摻入塑膠混合物以降低成本改變機械性能，作為色調基礎等用途之副資材，但不得代替積層用樹脂而使用。
	樹脂調薄稀釋劑	Styren-monomer*	添加於樹脂內之份量約5%以下。一般情況不必添加。
	洗滌溶劑	丙酮(Acetone)* 調薄劑(Thinner)* 等	清洗積層工具及容器用。
2	成型用芯材	硬質胺基甲酸乙酯、硬質壓克力泡沫體等	泡沫體比重為0.03~0.05，且能耐苯乙烯及加工性良好者。
	結構用芯材 (主作為夾心 (Sandwich)結構者)	硬質氯化泡沫塑膠等 巴沙木(Balsa)	泡沫體之比重0.1左右 如係類似氯化泡沫塑膠等無耐苯乙烯性者，積層前在芯材表面施以耐膨潤處理。(以無含蠟積層用樹脂內摻加硬化劑後敷塗芯材表面予以硬化者) 出產在南美洲之廣葉樹，比重輕(約為0.12)，質軟柔而抗彎模數佳，但保存性劣。
	浮力材	泡沫塑膠 (各種獨立氣泡型)	現場發泡以板狀或塊狀體填充。苯乙烯泡沫體(俗稱保利龍)耐油性低劣且引火性高，須注意防範。
3	夾板(Plywood)	船用夾板 防水夾板	須為充分乾燥者且製造時粘接劑係採用酚樹脂而耐水性良好者。
	木材	柳安、阿匹頓、檜、米松、檜、樺木等	予以充分乾燥，且表面經木器用底漆(Wood Sealer)處理者。
	防舷材，防磨材	硬質橡膠、木材、塑膠 高密度發泡體、鋁	可依適當之方式安裝于FRP船體。

分類	品名	內容	備註
3	合成纖維布	乙烯或聚合丙烯等之纖維布或非纖維布	以增加耐磨性為目的而使用于表面層，對樹脂之合浸性良好，對角隅等處施工亦易。
4	聚酯填料油灰 (Polyester Putty)	表面加工用塗裝底料用	主要用途為成型模，市面上販賣者有專用品。
	光飾底漆 (Surfacer)	層塗用	做為塗料之底漆，為一種使其表面易用砂紙光飾而所做之塗料，研磨性良好，而以毛刷或噴霧法塗佈。
	塗料(1)※	無膠殼層之船體外表面塗裝用、成型模（主要為木模）表面加工用	一般最常使用者為二液型聚氨基甲酸乙酯系塗料，此塗料為NY型。（耐變黃性）
	塗料(2)	內部塗裝用	與FRP之粘着性須良好且具有耐水性者。
	船底塗料※ (船底漆A/F)	船底防污漆	須與FRP之粘着性良好者，亦有專為FRP船使用者。
5	止滑材	砂，硅砂，木粉，合成纖維布（編織目粗大者）	主用于甲板表面，視船之用途而有各種規範但應留意其耐久性。
	光滑劑 (Polishing Compound)	分為粗，中，細，極細等品級	在成形模子及成型品之表面予以研磨加工用者。
	脫模劑 (離模劑) (Release Agent)	<p>為一種塗佈薄膜于模面使保持樹脂與模子不粘結者，模造法不同所用脫模劑亦異，選用時宜檢討其適應性</p> <p>聚乙烷醇 (PVA) 溶液 一般市面上販賣者已着色。</p> <p>蠟質系 對苯乙烯 (Styrene) 為不活性，且對反應熱安定者，對膠殼用樹脂及 PVA 脫模劑間不易粘攏及妨礙脫模者。</p> <p>矽質系 適用於量產模子。</p>	

2-4-2 重要副資材之研討

(1) 顏料（着色劑）及其使用法

顏料之使用，不能超過所欲達成色彩或阻光度所需份量。適當之聚酯顏料糊，最高可達樹脂重量之10%，其中某些顏料可延長膠化時間，有些顏料則反是。使用前須與製造廠商研討採用其推薦品，本省造船廠為使積層成形品美觀成白色起見常參加太白粉，但據作者經驗認為不能參加過多，（正常情況為10%以下）否則成品易變為硬脆。

(2) 填充劑（填料）

近年來模造技師對某些施工方面允許使用填充劑來改善玻璃纖維強化塑膠之性能並減低成本，但有些 FRP 工廠開創初期即使用粗糙石灰粉為填充劑以貪圖更多之利潤，而使 FRP 產品之機械性能低劣。作者認為應儘可能避免使用，如要使用亦儘可能保持填充劑含量於最低限度，並選用品質優良之礦質填充劑，據作者調查結果目前本省造船廠使用之填充劑中最佳者乃挪威產之多白粉 [Mycrodo, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]

(3) 聚酯油灰 (Polyester Putty) 之製作與用法

聚酯油灰在 FRP 船及其他 FRP 製品上之使用範圍非常廣泛，其煉製法係在空罐或空桶中放入滑石粉 (Talk Powder) 及聚酯樹脂各 5kg (同 50% 比例)，並在電鑽頭上插裝攪拌器攪煉，在夏季裡每公斤樹脂加 1cc 之促進劑（以鈷肥皂為基本者），冬季則再加 2cc 混合。

聚酯油灰如未混加硬化劑則不硬化，普通一次以5kg~10kg 或20kg~40kg之量，視使用量滴加使用之，其混加量為每300g之聚酯油灰配加硬化劑夏季為3~4cc，春秋季為4~5cc，冬季為5~6cc，配加硬化劑後20~30分即開始硬化，故須即刻開始使用。聚酯油灰過硬時須添加少量之聚酯樹脂，如過于軟化則添加白粉。

目前台灣地區 FRP 造船廠使用者有滑石粉與聚酯樹脂混合製成者，亦有輕質碳酸鈣及滑石粉各一半混摻後與聚酯樹脂混合者，如只用輕質碳酸鈣則油灰流墜性稍大，此些油灰目前台灣地區造船廠多不伴摻玻璃纖維碎屑，因此俟其硬固後接觸面易產生裂縫，依作者之建議可將廠內裁剪玻璃纖維時之碎屑混入油灰中，則強度將增加很多，在艙壁與殼板接合處須以此方式施工較佳，但若塗敷油灰面需磨光時則不必加玻璃纖維碎屑。

第三章 FRP 船廠之設備與環境

3-1 概 論

要使 FRP 船之品質能合乎標準，船殼的模造工作應有適當的工作環境。有了理想的環境，樹脂才能充分接合而獲致最高之強度。但儘管如此，我們却不能期望所有的工場都有相同的環境，必須依各工場不同的佈置情形，不同的製造方式以及不同的氣候狀況而作不同的規劃和要求。以下就說明一般工場環境的標準，並介紹一些實際工廠的情況以便於瞭解。

塑造工場可分為兩個部門，第一是塑造部門，包括模造工場以及其附屬工場和存放樹脂、加強材的倉庫。第二是艙裝部門，包括艙裝工場、木工工場、機裝工場、以及儲存油漆及一般物品的倉庫等。有些船廠只負責建造船體部份而將完成後的空船殼交由船東自行負責艙裝。此類小規模之船廠甚多，而 FRP 成品之強度問題亦與塑造部門之環境有較密切之關係，有鑑於此，我們在此將僅就塑造部門的工場環境做一個討論。

某些 FRP 船廠所在地之溫度、濕度及其他天候情況恰可使塑造成形工作在不密封的室內進行，甚至於可在露天的地方進行。我們此處所指的工場環境並不預備談這些特殊的情形，而係特別針對必須在建築物內進行模造工作之 FRP 船廠而言。通常，塑造工場的佈置係依製造工作方式之不同而定，例如有些船廠採用一系列分開的廠房，類似生產線的方式，但此僅適行於修整和後硬化工作（Postcuring Operations）（所謂後硬化即將硬化樹脂暴露於較其硬化溫度為高之環境中，不加任何壓力而使其完全硬化，並增進其最終強度之一種工作。）而不適用於塑造大型船體的工廠。

台灣早期的塑膠船工業是靠幾家經營遊艇製造的船廠率先發展，這些工廠由原先的舊廠棚改建為模造工場，經過多次的試驗和失敗，終於獲致了成功，並由此得到了許多經驗。但近年來這些早期的工廠很少改進他們的廠房，仍停留在原先的狀況下造船。倒是自從許多製造樹脂的工廠提供了完整的技術協助資料及售後服務後，一般的造船業者已可很容易地知道如何將原有的船廠作最小的變更而開始建造 FRP 船，所以很多新興的船廠反而擁有較新和較完善之設備。

3-2 有關員工之安排

FRP 工廠必須有足夠而有能力從事高品質生產之管理人員及從業人員，在一個小型 FRP 船廠中，模造工的人數雖然非常少，但仍然須要領班在場安排及指導，如果沒有領班則將使工作產生混亂或產生不合格之產品。以一個每週可造一艘10公尺長船體的船廠為例，其工作人員之編制約如下面所列人數：

- | | |
|------|----|
| ①領班 | 一人 |
| ②模造工 | 三人 |
| ③攪拌工 | 一人 |
| ④雜工 | 一人 |

要注意的是，使用樹脂前的準備工作必須指派專人負責監督，寧可多花少許額外的工資而不要使大量的材料浪費於無形。事實上很多工廠已了解這件事的重要性。在一般情況下，由領班從事攪拌工作而由模造工添加觸媒。所有樹脂的分類及工廠設備的清潔工作最好均由一專人負責。在使用噴佈積層法（或稱噴霧法 **Spray-up**）之廠內，應訓練一批對此種設備很內行的人以代替一般的操作員。千萬不可將積層工作外包給他人，不管理以致承包工人為易於施工而參加過量之丙酮，不照規定施工影響品質。

3-3 艤裝工作

船體在模造完成後必須在模造工場停留一段充分的時間供硬化後才能够移開，故船廠必須準備足夠的空間讓其停留而不影響到新船的繼續模造，尤其對建造很多數量船體的工廠而言，此點尤其重要。

如果艤裝部門和模造工場相鄰，則必須謹慎地預防其對模造工場空氣之污染。同樣地，如果在模造工場內進行艤裝工作，則割切、砂磨以及其他材料的加工只能在吸塵設備合於要求的工場內進行。

3-4 模造成形工場

一、場房的建造

模造工場通常是由一棟或數棟大工廠組成，也可能是彼此分開的建築物。外壁由磚、石棉、水泥板或其他各種能適應多種氣候的材料建造而成，再加上由鋼材、混凝土或木材構成的骨架。由於外壁必須具有絕緣的性質，所以常採用空心磚之結構，此等材料現已非常普遍。屋頂通常以石棉、水泥板覆蓋，由類似牆壁的構架支撐。也有人使用鋼質浪板的，但無法隔絕太陽的熱，也無法防止熱量向外發散或水滴在上面凝結。故使用鋼質浪板做屋頂時須有良好的絕熱材料加以覆蓋（如噴佈聚氨基甲酸泡沫絕熱材）。但鋁板有良好的熱反射性質，故選擇鋁板做屋頂材料時，不須考慮到絕熱之設施。另一方面，為了裝置滑車以便將船體從模中取出移到其他地方，屋頂的高度要足夠且縱樑應當妥善地加強之，以便承受預期的負荷。

寒帶地方的工場一般都被包在另一棟建築物裡頭，形成內外兩層建築，內層建築物可以不必有太堅固的結構，牆壁可用便宜的材料，再以木板或鋼架支撐即可。屋頂也可使用相同的材料建造，如高度許可，可將此屋頂降低，作成天花板的形式，以減少工場空間，節省加熱的費用，此種構造在特別大型的建築物上尤其常用。舉例來說，一個小艇庫要加熱並維持在規定的標準，須要花很多錢，這時，倉庫的設備就必須採用上述的構造。在這種情況下，裡面的建築物通常用双重塑膠板固定在木材或鋼管構成的骨架上，並在有危險的地方套上夾板或鐵絲網的防護裝置。此種設計並不須擴充照明的設備，不但具有伸縮性而且相當經濟。工場內可以用相同構造的牆壁予以再分隔，但不能將空間隔得太小，分隔太多時會使模造空間不夠，同時勢力的控制或工人的調配也會發生困難。

工場的地板要採用防溼防塵的材料，以防止由地裡蒸發上來的水汽，並避免清洗工場時水份的滲透，因兩者均會增加工場內的濕度。有的工場採用混凝土預鑄的石板或石瓦一層層地鋪在泥土上，但此種做法難以保持清潔，因髒東西會塞進各層石板之間。所以也有人使用木材做地板，但須要在下面墊一層防濕材料以防木板受潮腐朽。鋪地板時必須使接縫完全密合，再填以防塵及防濕的填料。如果工場在樓上，而樓下的部份又非常冷，則地板就必須鋪上木板。在歐洲有些曾經造過木船的船廠，仍保留著圓材地板（即以一根根圓木相靠而成地板。）這種做法完全不合乎規定，因所有工作時削下來

的雜屑或廢料置於地板上時，就會滲入圓木間的孔隙而使得地板下的加熱管失去加熱的作用，在台灣或熱帶的船廠雖然不需要用加熱管，但若設置如此的地板也是不理想的，因為由於地板之不平坦，會使員工在工作時有絆倒之虞，以致人員受傷或船隻受損。作者建議在本省採用粗面混凝土地板較好而易於清掃且不易滑倒。

窗戶及門應儘量地密合，以防風雨之侵入，尤其是在曝露位置的工場，所有的窗戶要能防止風雨吹入及防止熱量之散失。以石棉水泥板建造的部份在板的接縫以及地板之接合處均須灌以油灰、礦物纖維及纖維板等物質。以免萬一因漏雨而濡濕玻璃纖維或聚酯樹脂時引起 FRP 不硬化或使原料無法使用招致莫大之損失。

二、絕熱設施

絕熱材料之功用在於幫助加熱或空調系統維持工場適當的工作溫度，而且當機器暫停時能限制溫度的降低或升高。至於絕熱材料種類和性質的標準應該如何呢？各國驗船協會似乎沒有硬性的規定，考其因是由於各國驗船協會已規定工場必須維持的工作溫度，所以毋庸再規定絕熱材料之性質及種類，如果絕熱材料不良將使加熱及空調設備增加，自然是不划算的。

在氣候較溫和的地方，使用空心磚或鐵浪板、石棉水泥浪板等建造的牆壁已足敷使用，本省目前的 FRP 船廠便大多採用浪板的牆壁。但在較冷地區之船廠必須使用絕熱材料，以免因氣候之寒冷而影響模造物之性能。而在嚴寒地帶之船廠，就須考慮前述的建築方式了。有一點要特別注意的是，在非常熱的地帶也要使用絕熱裝置，目的是能遮擋強烈的太陽熱度，此等材料大多是能反射熱度的材料（如鍍箔絕熱板、鋁浪板等），作者在此特別建議本省的 FRP 船廠使用此種絕熱材料做為工場之外殼，以防止台灣地區夏季之烈日影響船隻之品質。

另外一種方法可使工場在寒冷或炎熱之氣候下均能保持一定之室溫，不過此種方式較為麻煩，其做法是在石棉水泥板、礦物纖維、聚苯乙烯等建造的牆中留有密封的空氣室，屋頂亦可如此留著密封的空氣室，如此可防止由於陽光的照射而引起的溫度升高或冬天所引起的熱散失。誠為一舉兩得之良策。

模造工場每堵牆及屋頂所使用絕熱材料之種類及數量除了要考慮鄰近之建築物情況外還要依其對寒冷季風及夏日炎陽之吹射程度而定，同時窗戶、天窗以及所有門戶都須加以絕熱。

下表是各種牆壁材料傳熱速率的大約數值， U_1 及 U_2 代表工場內外空氣溫度差所造成之熱傳速率：

表 3-1 各種不同材料之熱傳速率

材	料	U_1	U_2
(1)	鐵浪板	7.325	1.50
(2)	鐵浪板附以 1 吋厚之石棉	1.074	0.22
(3)	石棉水泥浪板	6.836	1.40
(4)	以上材料加 $\frac{1}{2}$ 吋纖維板並留空氣室	1.514	0.31
(5)	混合石棉水泥板	2.783	0.57
(6)	4 $\frac{1}{2}$ 吋磚牆	3.125	0.64
(7)	9 吋磚牆	2.295	0.47
(8)	11 吋磚牆	1.563	0.32
(9)	11 吋空心牆	1.416	0.29
(10)	6 吋柏油面混凝土	3.125	0.64
(11)	玻璃	4.883	1.00

註： U_1 之單位為Kcal/m²/hr/°C，而 U_2 之單位為Btu/ft²/hr/°F。

三、加熱系統

在最冷的天氣時，模造工場的溫度要靠加熱設備來維持定值，通常存放船體最適宜的溫度是在 $18^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 之間，但在夜晚時，這個要求不容易達到，所以有人退而求其次認為如果不低於 16°C 之室溫仍可算合於規定。冬天工場在下班後或假日不開工時，氣溫仍可能降到 10°C 以下，故一旦要開工時，必須先將加熱設備開動，使室溫恢復正常才不致於在潮濕的空氣中工作。

加熱設備的種類和型式很多，但沒有一種是十全十美的，有人使用低壓蒸汽系統及熱水系統，這是由主鍋爐加熱，然後藉著牆上及屋頂的熱傳播裝置將熱散播到室內，這種系統加熱很均勻且易控制，但加熱速度太慢。所以有人用燃油空氣加熱器，熱空氣可直接從加熱器進入工場，或者經由通貫全工場的管路將熱空氣均勻放出。連帶的設備有一條循環管，經由一個濕式濾清器從空調系統及吸塵系統吸取空氣。這一型的設備與其用一大型裝備不如用兩個較小的單元設備彼此連接，如此對季節的變化，及機器之性能較具適應性。熱空氣系統較水及蒸汽系統便宜且較易安置。然而它之加熱速度雖很快，熱量之散發却不很均勻。有些工場用固定的電熱器作為主系統的輔助加熱器，或用於主系統熱氣無法到達的地方。

在工場較冷之部份及門上應裝置加熱盤及空氣導管出口以便補充過度散失的熱量，同時能够使熱均勻地散開。另一方面為避免熱空氣直接接觸到船體，引起苯乙烯過度蒸發，必須裝置風扇加熱器及空氣導管出口。

冬天外界溫度經常在臨界值（ 16°C ）以下的地方或建築物材料無法常保持內部溫度在一標準以上的地方，如果主加熱系統發生故障，必須有一緊急加熱方法可供使用，這可如前所述以數個小機器代替一個大機器，或使用固定式及移動的電爐，做為故障排除以前的應急設施，在緊急加熱系統開放時可用塑膠布覆蓋船體以使溫度不致很快地降到臨界溫度以下。

加熱系統之溫度通常採用自動控制方式，但亦可由專人負責控制，在工場中應備有溫度計、濕度計等，這些計器最好置於固定的地方，使用時不必以手去觸摸，以免沾在手上的樹脂黏在計器上，使計器失效。

四、空氣調節系統

在熱帶地區，溫度常超過 22°C 以上（本省夏季便如此），此時可在工場內裝設空氣調節系統，使冷空氣均勻散佈在模造區域以降低溫度，冬天則正好利用以加熱。在溫帶地區夏天也可能超過臨界溫度，此時屋頂的熱空氣可由吸氣風扇或吸塵器排除，亦可將外界冷空氣吸入吹過工場，但不要使吸風或送風機所送來的空氣流過正在模造的船體，以免引起苯乙烯過度蒸發。

五、濕度之控制

如果模造工場之相對濕度超過 $65\%\sim 70\%$ ，則玻璃纖維可能吸收濕氣，而影響到以後船殼的強度成為硬化不良與白化之原因。故濕度太大時要使用濕度調節器配合通風或加熱系統以降低濕度，但在較不嚴重之區域，則使用熱空氣加熱系統及送風機即可。一天當中，有某些時刻（如早晨）濕度最高，必須在開工前就打開送風機以調節濕度，並藉此清淨空氣中之灰塵。

大多數 FRP 之船廠都沒有注意到濕度的問題，很少有人裝濕度計或乾濕球溫度計以從事必要的檢查。較大型之工廠可能比較注意及此。

通常要記錄工場內之濕度必須裝置一種溫、濕度自動記錄器（如圖 3-1），一次能記錄工場一週來之濕度及溫度，本省屬海島型地理環境，溫差很大，而且濕度

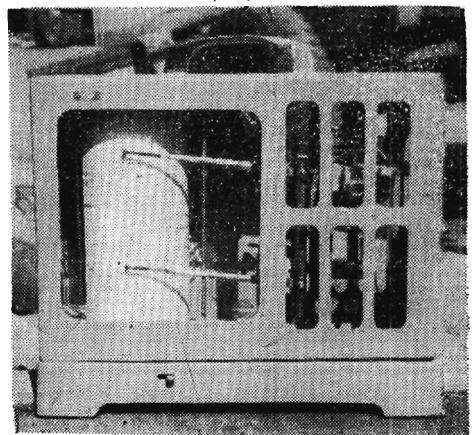


圖 3-1 溫濕度自動記錄儀器

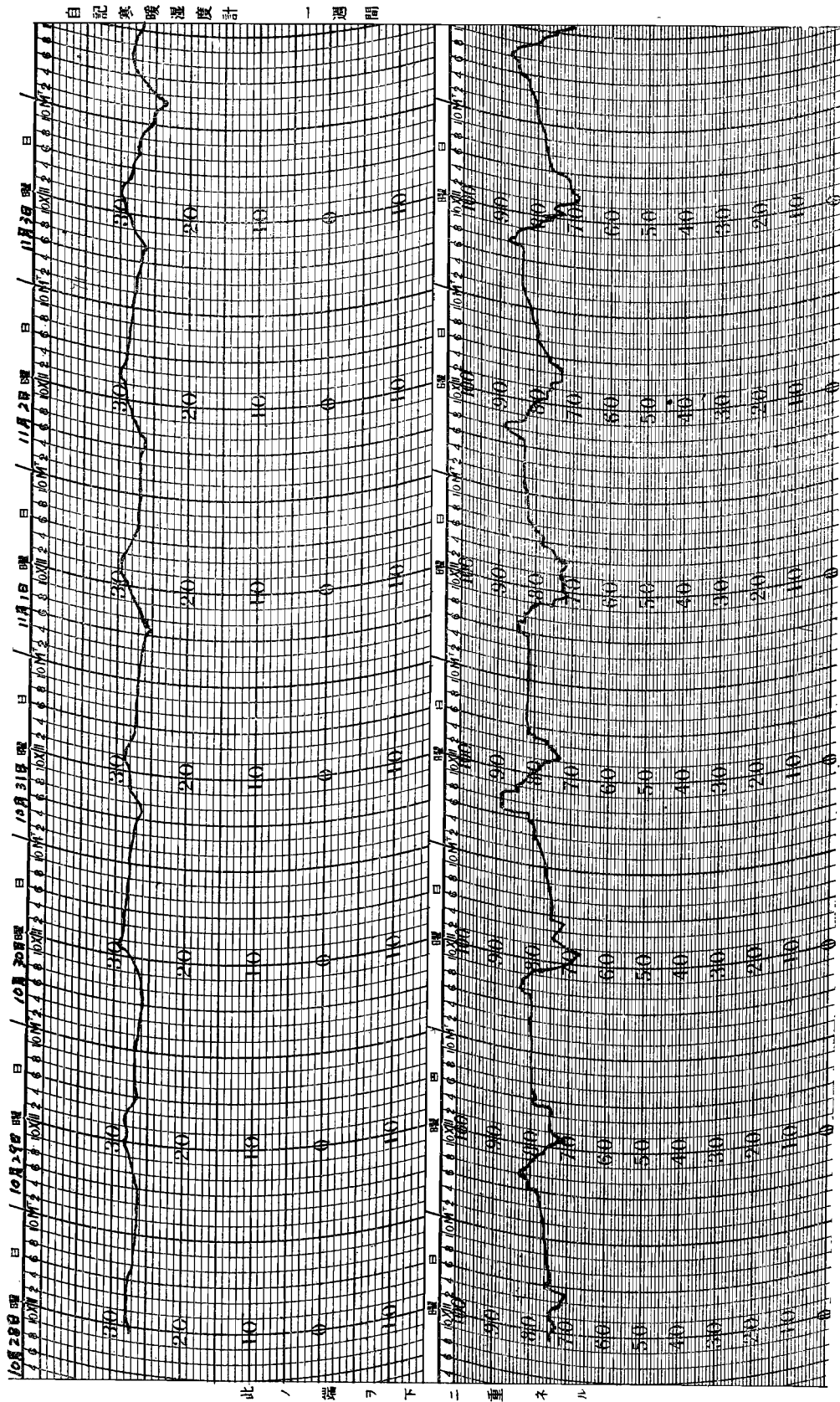


圖 3-2 溫濕度記錄圖 (民國65年10月28日~民國65年11月3日於台南某造船廠)

也很高，因此對於溫濕度之控制若不注意，勢將導致產品強度發生問題。作者於六十五年十月至十一月間曾在台南市某造船廠連續記錄溫度和濕度，發現本省南部之氣溫偏高，而濕度也較標準為高，FRP工場模造船殼時之標準溫度為 $16^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ ，而所記錄之溫度却為 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，標準濕度為 $65\%\sim 70\%$ ，而記錄所得為 $70\%\sim 90\%$ ，在夏天溫度可能更高，又易於下雨濕度變化亦大，所以依本省之溫、濕度情況分析，工場必須有上述足夠的設備，才能確保品質之優良。至於相對濕度之計算法，可先分別求出乾、濕球溫度，然後在熱力學濕度特性曲線圖表 (Psychrometric Chart) 上查得相對濕度為若干。

六、通風及吸塵

工場內的空氣應避免含有臭氣及灰塵，以保持舒適而有效率的工作狀況。當模造工作連續進行6~8小時之後，約有5%左右之苯乙烯蒸發。臭氣比空氣重，必須抽到屋頂再行排出，而屋頂越高，所需之空氣交換量便愈少。通風系統一般是沿著屋頂安裝幾個排氣風扇而成，在炎熱之氣候裡，可排除太陽熱。在噴佈區域必須裝設足夠的通風機，而且最好是單獨隔開的區域。通風機不要太靠近模造船殼，以免引起過度的蒸發。而過多的通風設備會使加熱及空調設備之負荷增加。砂磨或整修的地方，必須使用類似吸塵器之設備以便從工作人員身上除去膠屑。門窗不可用來通風，以免帶入灰塵或使得溫濕度不合標準。

灰塵會妨礙 FRP 船殼之接合，故必須依照工場內由於整修、木料加工等所增加之灰塵量設置適量的通風機，亦可使用塑膠彎管將灰塵吸出。模造工場若無吸塵設備，應避免兼營整修 FRP 或砂磨之工作。

普通建造小型船舶時之吸塵裝置以3馬力左右移動式之機械較好，至於大量生產或建造大型船舶時則用5馬力以上者並以軟式吸管吸塵兼清掃。

七、照明設備

在模造工場必須有足夠的照明，一般均利用自然光與電燈。冬天氣溫低時廠房受風面的窗戶及天窗將增加熱的散失量，所以最好使用雙層的玻璃以減少此種損失。另一方面使用雙層玻璃也可以防止光直接照射到模造物上面而導致過早膠結 (Gelling) 及苯乙烯的過度蒸發。通常雙層玻璃的實際做法是使用透明塑膠板裝在可移動的框上，或如窗簾般蓋在窗上。不使用時可移開，但也有人使用有色玻璃代替塑膠板。有些工場在夏天時只將窗戶及天窗塗以白色，但在陰天時效果不佳。

目前最有效的方法是使用半透明的保麗板取代窗玻璃，由於它優良之絕緣性，在某些情況可免用雙層玻璃。

在燈光方面，積層作業面之照度須為150 lux 以上並避免陽光直射，從前大部份工場皆使用螢光燈掛在模子的正上方，後來發現螢光燈紫外線的含量和太陽直射的效果相同會影響樹脂的膠化，故以使用白熾燈較為理想。

八、電力及壓縮空氣系統

電力之需求量依使用之設備而定，但須使電纜導管儘量短，短的導管可使設備操縱較易，也可使工場地板較乾淨，減少工作之障礙。非經常使用之電纜及導管應收捲起來掛在裝載鈎上，不要使之延伸在地上。

在主要設備失效時必須有足夠的插座供急用電熱器或空氣調節器使用。噴佈積層設備必須有專用的空氣壓縮機從模造工場吸取空氣，因為從主工場送出之空氣濕度可能太高。

3-6 其他注意事項

(1) 空氣壓縮機應置於工場外邊能遮風雨之小房子中，如此夏天可避免馬達溫度過高，影響室溫，又可防範空壓機吸進纖維屑或灰塵增加空壓機氣缸或活塞環之磨耗。

(2) 應設置材料保管場所，將聚酯樹脂、丙酮、硬化劑調薄劑以及其他塗料等屬於危險品之物貯存於冷暗之危險品倉庫。此倉庫之外壁宜用混凝土加強磚造，地面為混凝土，梁為鐵架，出入口為金屬

製品並設置避雷針，且須為遠離其他建築物之獨立平房。屋頂不能過低以防止倉庫內溫度提高及樹脂變質。

(3)須設置消防設備（包括危險品倉庫），嚴禁煙火，消防器材儘可能多購置，並定期檢視，通常液化二氧化碳滅火器及粉沫化學滅火器較有效。

(4)須於積層作業場地隔離之處另設置玻璃纖維裁剪室置放裁剪台及棚架。

(5)促進劑與硬化劑宜分開在各獨立冷暗室內貯存，所盛溶液之容器亦應使用推荐品，且切忌混合使用。

(6)樹脂調配處最好設在另有耐火性之房室，內設調配台，重量秤量計等。

(7)洗滌室，清洗積層工具與計秤器具須在另隔離之房室，並注意排氣。電氣器具須採用防爆型。

(8)庫房每次供給之樹脂材料，必須儘量少，尤其溶劑（含硬化劑、促進劑等）最多僅能供給一工作輪班額或一天工作所需量。

(9)混合樹脂用過之紙杯變硬者或廢樹脂應予拋棄焚化，防止公害。

(10)必須準備防護工作衣，手套及面具，張貼警覺式告示及標語。

(11)要有良好之盥洗設備，俟工作完畢後沖洗淋浴。進入廁所前必須徹底洗淨雙手。洗眼器、洗眼液等必要藥品須存備。

3-6 結論

FRP 船殼及內部構造之強度是否足夠，端視員工之工作技術以及工場環境之優劣而定，（據作者試驗及依外國文獻之記載，同樣玻璃纖維之配合組成在不同濕度及溫度下所得之強度等性能差異頗大，而員工之工作技術優劣亦有同樣之現象。）目前國內之 FRP 工業正方興未艾，FRP 船廠之經營者應注意到優良之品質為銷售競爭之最佳後盾，要使產品有足夠之結合強度，須妥善地整頓及改善自己的場地及設施，以上之說明及所舉的例子皆有值得借鏡之處，如能對本省之 FRP 船廠有所補益，則本文之目的即已達到。

第四章 本省地區之 FRP 漁船

4-1 FRP漁船之設計程序

船舶設計非僅指圖樣設計，而係指根據船東之具體要求，依照一定次序及方法著手設計(如圖4-1) 將其結果，繪列於圖面及建造規範之一切步驟。茲將 FRP 漁船基本設計之檢討要點次序列示于流程圖(圖4-2)

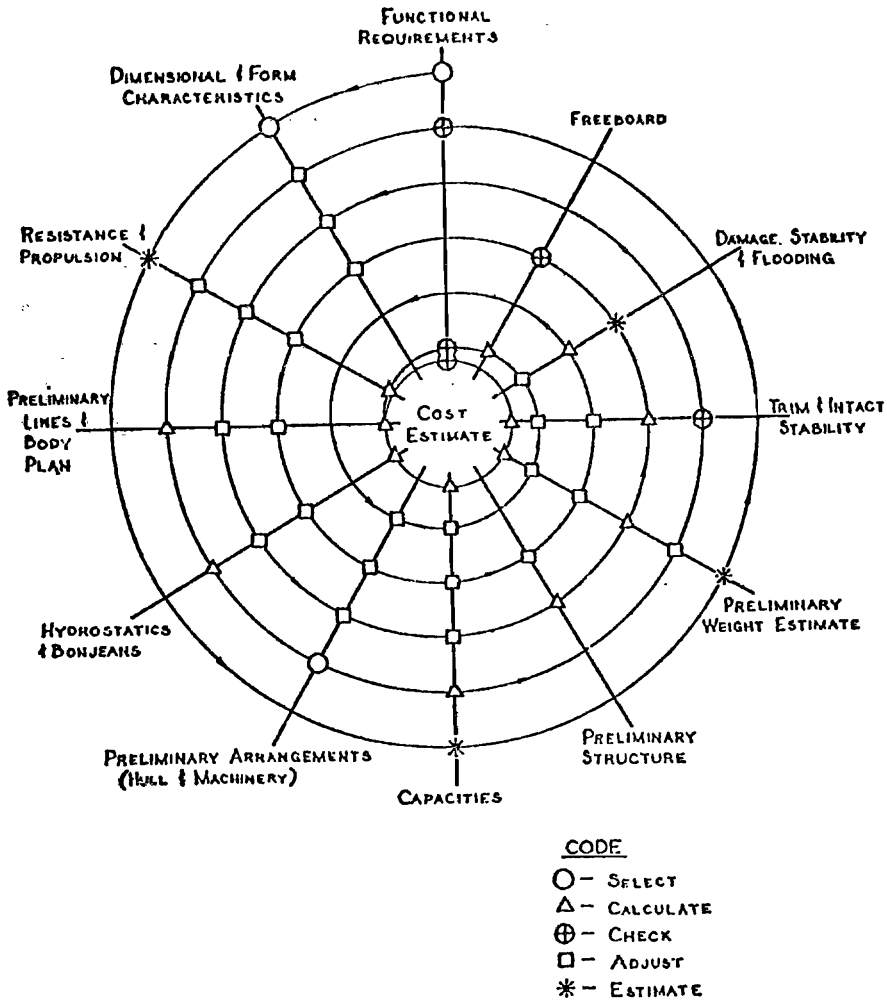


圖 4-1 設計程序

檢討及考慮要點：

- ①考慮B/D是否適當
- ②注意總噸位是否符合規定及船東要求
- ③採用單板實心結構或採用三明治式夾心結構須深思
- ④考慮縱材及桁材之強度以及甲板及上部結構對重心之影響
- ⑤決定是否使用高速柴油機，並決定推進方式及各種機器之帶動方式
- ⑦漁撈機器佈置及其重量與重心位置，對船舶整體之重心上昇率。
- ⑧魚艙裝載量是否過多，漁具規模是否過大。
- ⑪肥瘦係數是否適當（穩定、推進、適航性能及操縱性能）浮心位置、水線面積是否適當船艙舷弧、舷緣外傾形狀等預留浮力、橫搖週期等
- ⑭檢討穩定及適航性能
檢討推進及操縱性能
檢討漁撈及居住性能
前後及上下各重量之重心位置與俯仰差
- ⑮GM、乾舷、俯仰差及俯仰調整法、橫搖週期、橫傾斜角、預留浮力、油水櫃位置、機械重量、壓載、艏龍骨、箱形龍骨、艏鰭(Skeg)、一般配置
- ⑰肥瘦度、船舶艏形狀、頂風浪及受從浪時之舷弧、舷緣外傾、船艙之預留浮力、俯仰差、舷牆高度等。
- ⑱船艏形狀與航向穩定性、俯仰差、水面上及水面下之側面積比、艏鰭、箱形龍骨與迴旋性、舵形式。
- ⑲肥瘦係數與整個船型、俯仰度及螺旋沉沒深度、螺旋前部之船型、選擇螺旋。
- ⑳縱搖週期、橫搖週期、橫向傾斜角、船艙波浪湧入及排水問題、舷牆高度、漁撈作業之指揮及安全性、難易性。
- ㉑縱搖、橫搖
通風、換氣、溫度、照明、振動與噪音

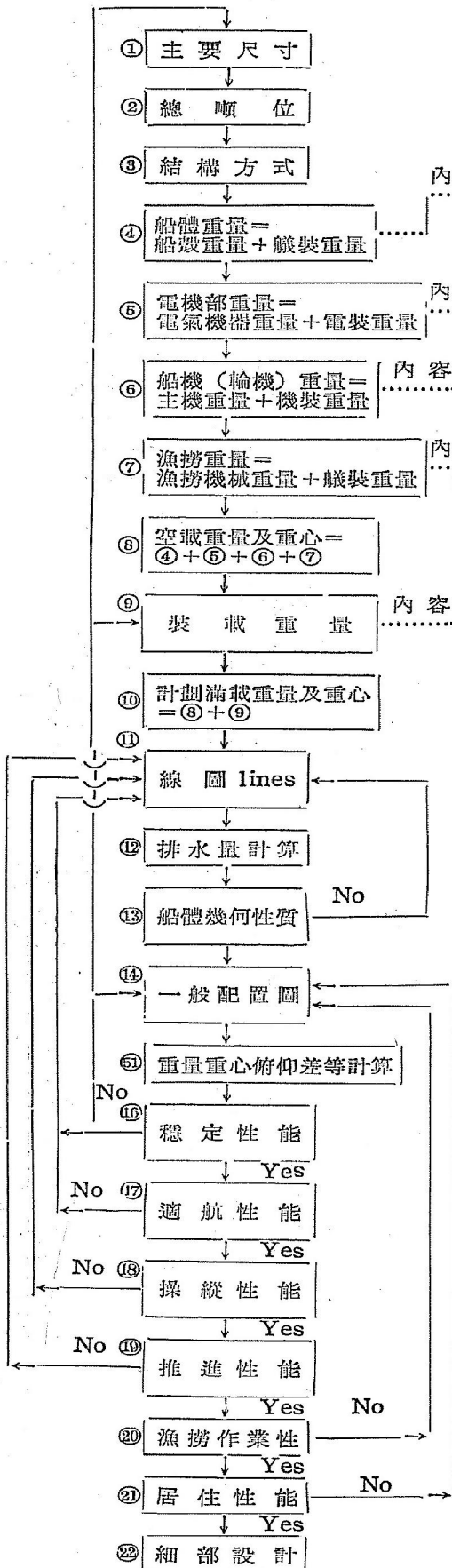


圖 4-2 漁船基本設計流程圖

4-2 FRP漁船船型與穩定性

往昔建造之鋼製及木製漁船，由於材質不同而產生之船體重量差異不大。故決定船型時，除了結構及施工上之主要差異外對船型毋須過份考慮其材質差異點而僅靠長年累積之經驗決定之即可。

受上述因素之影響，台灣地區 FRP 漁船泰半仍依照傳統之木製漁船船型建造，完全把 FRP 船之特點忽略，但因 FRP 船之輕載排水量遠較鋼船或木船減輕數成之多，故若船型不變則建造時其安全性及經濟性須特加考慮，否則所造出之漁船易發生不適合漁撈作業及收益性低之現象。為避免產生此類問題，必須在 FRP 漁船設計建造時依木國船舶法規等詳加考慮研討後選擇能滿足使用條件之各種漁船船型，依據作者們之調查，台灣地區漁船首需注意不得超載或過于快速航行，以防穩定性發生問題而易引起海難事故。

因 FRP 漁船一般皆係較小型，茲按漁船之作業方式及氣象海況列成下表：

甲種漁船	其作業地區遠在以最高速率航行 3 小時尙未能到達最近避風港口之小型漁船其逆風所遇風速估算約為 15m/sec。
乙種漁船	由避風港口以最高速不需航行 3 小時即能到達作業海域之小型漁船或由根據地以最高速率航行 2 小時以上海域作業者，其逆風所遇風速為 10m/sec。
丙種漁船	上述甲、乙種漁船以外之漁船。

上述此類船之長寬比 (L/B) 為 4.7~3.5，長深比 (L/D) 為 11.0~8.5，寬深比 (B/D) 為 2.8~2.0 者。則小型漁船所需之乾舷量如下表：

表 4-1 (a)

種類 D(m)	乾 舷 (cm)		
	甲 種 漁 船	乙 · 丙 種 漁 船	
		從 事 網 漁 業 者	其 他
0.60	15	10	8
0.70	16	11	9
0.80	18	12	10
0.90	20	13	11
1.00	21	13	12
1.10	22	14	13
1.20	23	14	13
1.30	25	15	14
1.40	26	15	14
1.50	27	16	15
1.60	28	16	15
1.70	30	17	16
1.80	31	17	16

註：D 為船深

小型漁船補給完畢滿載準備出港狀況時之定傾高度 GM，必需大於表 4-1(b)規定值或船寬之 6% 選取兩者之較大值為準。

①此表中船寬與船深比 (B/D) 異於 2.20 時可依 B/D 之修正值由表 D 讀得值修正其定傾高度 GM。如 B/D 超過 2.8 時以 2.8 計算。至於船寬 B 及 F_b/D 值異於表列值時其 GM 及修正值可用補插法求之。

②如果漁船具有 50% 以上之隆起甲板時前款所列 B/D 式之分母 D 應依下式之 D_H 計算之。

$$D_H = D + \frac{h \times \ell}{L}$$

式中 D 為船深 (m)，L 為船長 (m)，h 為隆起甲板之高度 (m)， ℓ 為隆起甲板之長度 (m)

表 4-1 (b) 橫向定傾穩定高度

B(m)		GM 橫 向 定 傾 高 度 (cm)							
		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	
種類	F_b/D								
甲 種 漁 船	0.100	16	21	26	31	36	41	46	
	0.125	14	19	24	30	34	38	43	
	0.150	14	18	23	27	32	36	41	
	0.175	13	17	22	26	31	35	40	
	0.200	13	17	21	25	29	33	37	
	0.225	12	16	20	24	28	32	36	
	0.250	12	16	20	23	27	31	35	
	0.275	12	15	19	23	27	31	35	
	0.300	11	15	19	23	27	30	34	
乙 種 漁 業 者	從 事 網 漁	0.100	13	18	22	27	31	36	40
		0.125	12	16	20	24	28	32	36
		0.150	11	14	18	21	25	28	32
		0.175	10	13	16	19	22	25	28
		0.200	9	12	15	17	20	23	26
		0.225	8	11	13	16	18	21	23
		0.250	7	10	12	14	17	19	22
		0.275	7	9	11	13	16	18	20
	0.300	6	8	10	12	14	16	18	
丙 種 其 他	0.100	11	14	18	21	25	28	32	
	0.125	10	13	16	19	22	25	28	

漁 船	漁	0.150	9	12	15	17	20	23	26	
		0.175	8	11	13	16	18	21	23	
		0.200	7	10	12	14	17	19	22	
		0.225	7	9	11	13	16	18	20	
	船	船	0.250	6	8	10	12	14	16	18
			0.275	6	8	10	11	13	15	17
			0.300	5	7	9	11	13	14	16
備 考										

表 4-1 (c)

B/D 之 修 正 值 (cm)							
B (m) \ B/D	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
2.00	-3	4	-5	-6	-7	-8	-9
2.20	0	0	0	0	0	0	0
2.40	3	4	5	6	7	8	9
2.60	6	8	10	12	14	16	18
2.80	9	12	15	18	21	24	27

若假定船舶傾側後其甲板邊緣沒入水中時之角度不得超過12度以確保適當乾舷則

$$GM \geq \frac{M_F}{\Delta_F \times \tan 12^\circ} \dots\dots (m) \dots\dots (4-1)$$

但 M_F 係因漁撈作業而產生之傾側力矩 (t-M)

Δ_F 為漁撈作業狀況下之船舶排水量 (t)

另在漁撈作業情況下亦能保持安全之穩度為

$$GM \geq \frac{M_F \times B/2}{\Delta_F \times F_{bF}} \dots\dots (4-2)$$

上式中之 F_{bF} 為作業時之 FRP 船最低乾舷 (m)

近年來由於 FRP 船之船速大幅度增加，因此急速迴旋時易引起大角度傾斜，為滿足此種情況 FRP 船之穩定性

$$GM \geq \frac{k}{\Delta \tan \theta_r} \left\{ \frac{\Delta}{9.8} \times \frac{U^2}{R} \times (n - F(f - n)) \right\} \dots\dots (4-3)$$

上式中 k 為依船型所作之修正係數，如無類似船資料則以 1.0 計之

θ_r 為穩定迴旋時之船速 (m/sec)

R 為穩定迴旋時之估算迴旋半徑 (m)

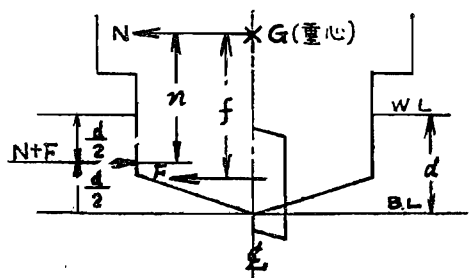


圖 4-3(a) $N = \frac{\Delta}{9.8} \times \frac{U^2}{R} \dots\dots$ 離心力

n 為船體重心與橫側水壓中心之垂直距離 (m) $n = KG - \frac{d}{2}$

d 為模吃水 (基線上) (m)

f 為船體重心至舵壓中心之垂直距離 (m)

F 為加於舵上之水壓左右方向分力 $F = -\frac{1}{2} \times \frac{1.025}{9.8} \times A_r \times U^2 \times C_L$

A_r 為舵面積 (m²) C_L 為舵力係數，一般情形為 1.5

4-3 設計及選擇船型應考慮事項

(一) 噸位與主要尺寸之問題

依據船舶法規定一般所稱小船，為總噸位未滿五十噸之非動力船舶或總噸位未滿二十噸之動力船舶。其主管單位為小船所在地之航政主管機關，未設置航政機關之地區則由當地地方政府為管理機關。其噸位丈量及檢查悉依小船管理規則辦理。至於超過 20 噸以上之動力船舶則係丈量規則，船舶檢查規則及其他有關之船舶法及漁業法規等管理。惟我國目前尚無 FRP 船之規則，至今仍比照上述法規內鋼船木船規定辦理，由於 FRP 船之肋骨剖面尺寸等不同於鋼、木船 (略小) 故在同 $L \times B \times D$ 下噸數顯得略大。因此決定主要尺寸時須慎重考慮，例如台灣地區規定 80 噸級以上之船舶須配置無線電設備或有時會限制 50 噸級單拖漁船之建造，對此等因素，須詳加注意，以控制所造漁船之噸數。

(二) 減輕船殼重量與 B/D 之關係

FRP 雖較木材之強度大，但相反地材料價格亦較高昂，故須充分有效設計否則易造成船體較木船重，造價反而更貴，甚至發生須減速航行減少裝載以彌補其惡劣性能之情形。故在強度許可範圍內應儘可能建造較輕之船舶。但通常 FRP 漁船之船東對船上之艙裝品如漁撈機械類漁具等之重量並不因材質不同而有所改變，甚者更因船殼較輕而儘量利用以加載重物，以致重心相對提高。原則上應設法徹底減輕甲板上裝載之各種艙裝品重量，必要時在船底置放永久性壓載物或設置壓載櫃。此外 FRP 船之上甲板梁及甲板至目前為止採用木材者仍佔多數，此亦為目前 FRP 船重心較高之一因。今後如何減輕此些結構船材尺寸為造船工程師更需進一步研究之問題。

依目前情況看來，造船工程師多將 B/D 值增大以改善重心提高之問題，但如此則船深變淺導致乾舷不足。故在不十分影響作業及速率性能下將船型做成較肥胖或將船艙部與機艙甲板升高，增加預留浮力 (Reserve Buoyancy)。B/D 值在平水域船得大於 3.0，但航行於有風浪之海面之船隻則必須使 B/D 在 2.5~2.7 以下方可。

由船舶理論或力學觀念得知，如船舶在輕載與重載下承受同等傾側力矩時輕船較重船易于傾側，

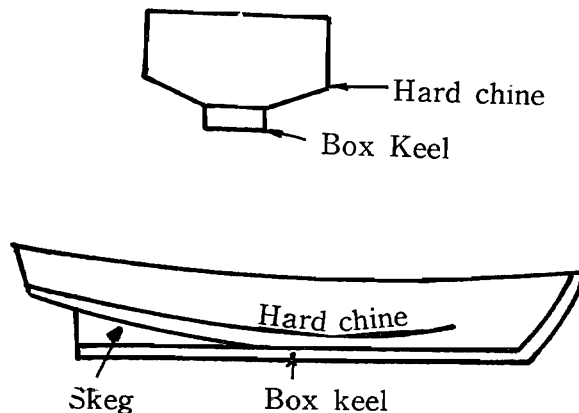
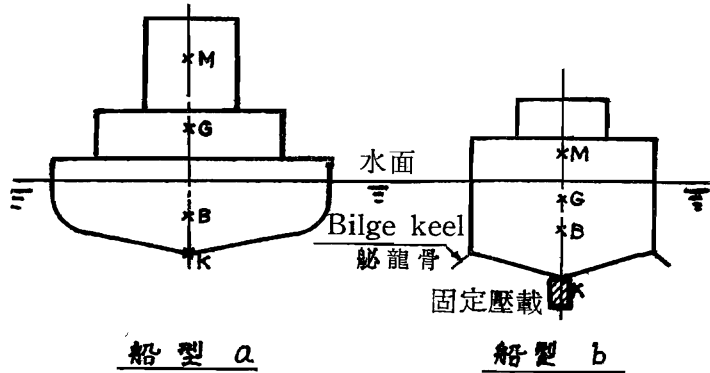


圖 4-3(b) 船型說明圖

此乃因 $\tan \theta = \frac{\text{傾側力矩}}{\text{船舶排水量} \times GM}$ θ 為橫向傾側角

故若在 θ 角一定及傾側力矩相同時 $\Delta_s \times GM_s = \Delta_w \times GM_w = \Delta_f \times GM_f$ (其中 Δ 代表排水量而 s.w.f 分別代表鋼、木材及FRP)

故在安全性能相同之條件下，排水量輕之FRP船，GM 值須增大。但GM高之船在波浪中之週期過短，乘員易疲乏感覺不舒服，需設法降低KG值，採用角型船緣 (Hard Chine)，龍骨龍端 (Skeg)，箱形龍骨 (Box Keel) 等動搖減衰性高之船型，(如圖 4-3) 使用此種船型非但動搖程度較小，且可減少受風壓之影響，但其操縱性能則略差。而且角型漁船如選擇良好船型並不會減低速率，故 FRP 漁船，尤其是小型漁船最低限度艙部也應採用角形剖面。



圖中 M: 定傾中心 Metacenter
 G: 重心 Center of Gravity
 B: 浮心 Center of Buoyancy
 K: 基線 Base Line

圖 4-4 二種船型艙剖面之比較

表 4-2 船型 a 與船型 b 各種性能比較

	船 型 a	船 型 b
船寬乘船深之值及排水量	相 同	相 同
船寬	大	小
船深	小	大
乾舷	低	高
船底型式	圓 型	角 型
吃水	淺	深
重心	易提高	一般情形下雖無壓載其重心亦低
GM	GM 值不大時在橫波中之安全性低劣	GM 雖較小，但在橫波中安全性仍佳
橫搖週期	短	長
橫搖角度	大	小
風壓偏流	大	小
波浪中海水湧入甲板之可能性	大	小
波浪中之航向穩定性	惡 劣	良 好
乘船感覺	不 舒 服	舒 服

若將FRP漁船與從前之木船比較以決定B/D時可用下述理論：

先假設 FRP 漁船與木製漁船在靜水受同等外力T於舷側垂直下方則，兩船之傾斜角欲相等之條件為

$$\tan \theta = \frac{T \times B_F / 2}{\Delta_F \times GM_F} = \frac{T \times B_W / 2}{\Delta_W \times GM_W} \dots\dots\dots (4-4)$$

式中w代表木船，F代表FRP，Δ為排水量

由船舶理論得知

$$GM = KB + BM - KG \\ \doteq \alpha_B d + \alpha_M \frac{B^2}{d} - \alpha_G \cdot D \dots\dots\dots (4-5)$$

上式中之α_B，α_M，α_G等係數代表隨船型及重量佈置而決定之常數

d 為平均模吃水（或稱型吃水 Molded Draft）

D 為模深（或稱船舶型深 Molded Depth）

又因 Δ = L × B × d × C_b × ρ ρ = 海水比重 = 1.025

C_b = 船舶吃水線以下之方塊係數（Block Coefficient）

若 兩船皆為類似船型之小型漁船，根據本省FRP漁船實況統計

可得 d ≐ 0.85D α_G ≐ 1.0
α_M ≐ 0.105 α_B ≐ 0.6 代入4-5式得下列經驗式

$$FRP \text{ 漁船所需之定傾高度值 } GM \geq 0.1235D \left\{ \left(\frac{B}{D} \right)^2 - 2.5 \right\} \dots\dots\dots (4-6)$$

（上述4-3式，如遇及裝載少而吃水少於0.85D時可酌情減少GM值）

(三) 壓載問題

為降低重心及保有足夠之定傾高度（GM），普通皆置放固定壓載物或裝壓載水。但裝壓載水僅能適合特殊船型，因為裝海水後清洗工作麻煩，一般船員不願如此做，故除非必要外多不採用，依我國以往之船型觀之，船底採用箱形龍骨形者，內部放鐵塊或混凝土可降低重心甚多，但有些船廠或船東會將壓載物裝得過重，而使乾舷不足，或在裝置固定壓載物後，又將其拆除以增加載重，招致更大危險，故仍以設法減輕甲板上部裝備為最佳良策。

(四) 推進性能之考慮

首先選擇適合其速率之船型，一般船舶按其速率可分為滑航型、半滑航型、排水量型，據作者調查台灣地區之FRP漁船仍為排水量型最多，其佛勞數（Froude Number）Fn 在 0.2~0.45 範圍內，此類船宜採用細長船型及圓型剖面並將其艏艉部做成較瘦型，（但台灣地區 FRP 船其艏艉部仍肥大而艏部面略成直角型）。

此外 (甲) $L/\sqrt{\lambda}$ 值愈大，船速可愈高。
(乙) C_P值愈小，船速可愈高。
(丙) 浮心位置應在水線長度中央之前後數 percent. 以內。

漁船之Fn數	{	F _n < 0.4.....排水量型（中、低速漁船）
		0.4 < F _n < 0.8... 半滑航型（高速漁船）
		F _n > 0.8.....滑航型

(丁) 水線之艏入水角愈小，對船速愈有利。

(五) 螺旋槳之選擇

選擇FRP船之螺旋槳推進器時務須注意下列事項：

(甲) 不得以設計鋼、木船時所得之螺旋槳安裝于 FRP 船，應依 FRP 船實際營運時之排水量等因素計算決定之。

(乙) 因 FRP 船船體重量較輕，艏吃水可能較鋼船、木船淺，務必使螺旋槳軸心在水面下之距離

遠超過螺槳直徑以上，為防止螺槳發生空蝕現象 (Cavitation)，螺槳拱 (Screw Aperture) 間隙要充分足夠，尤其舵柱至船尾端距離過長或螺槳葉尖端至其上方殼板之間隙過小時易因主機及螺槳之轉動，波浪之衝擊等導致艤部產生激烈之振動。為防範此現象，舵柱至船尾端之距離長度不得超過船舶垂標間長度 (LBP) 之 18%，並將該部份之外殼板加厚，內部增設縱通材加強，以及使螺槳葉片尖端至外殼板間隙為螺槳直徑之15%以上。

圖4-5為本省某一 FRP 漁船螺槳空蝕之嚴重情況，(僅使用半年多之情況)。此乃由於艤部螺槳拱各部間隙過小再因裝置防蝕鋅板方法錯誤以致無「接地」導致船殼成絕緣體，使螺槳斑蝕 (Corrosion)。

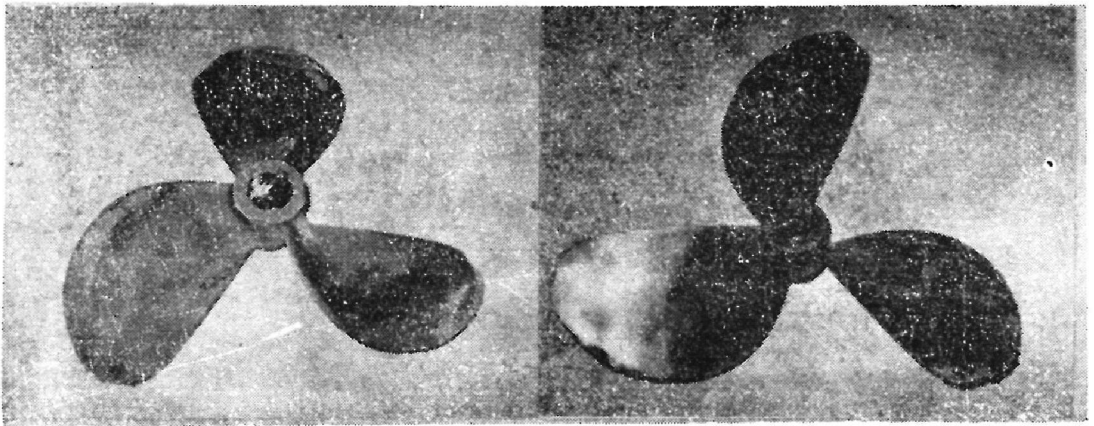


圖 4-5 FRP 漁船螺槳空蝕情況

六) 主機之選用

佛勞數低時性能優良之船在高佛勞數並不一定仍為優良。故在低速船安裝大馬力引擎以提高船速反而易使經營效益更差，必須尋求阻力小而經濟之最佳船型。尤其高速船稍增重量或變化俯仰差時很敏感的會受影響而增加壓力。故船體結構、艤裝及重心前後位置之調整要慎重考慮，依作者之經驗在艤部安裝襟翼 (Flap) 後普通船速可略增 (有增加至0.5節者)。至於選用主機應依下列原則：

- (甲) 在使用目的上希望船體輕者，宜採用小型輕量之中、高速引擎。
- (乙) 為避免產生不利之船舶振動，勿選用不平衡及起振力大之引擎。
- (丙) FRP 船等船殼輕者若引擎重量愈大，其俯仰調整愈困難，必須慎重檢討機艙前後位置。

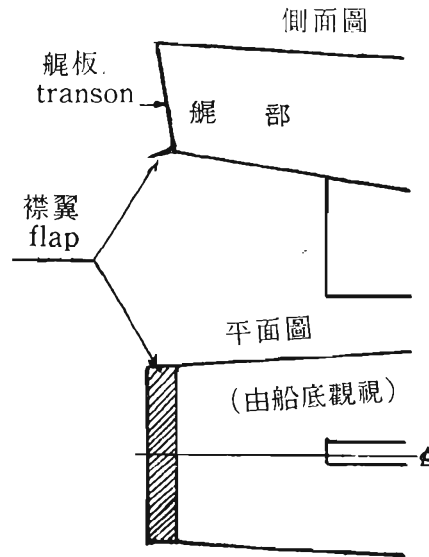


圖 4-5 艉板與襟翼之說明圖

(七) 船體振動問題

FRP 船較鋼船、木船易引起激烈振動，此乃因 FRP 船為整體無縫者，不似木船可採用大尺寸木材增加重量又有接縫可減震，鋼船則因鋼板重而可減震吸音。反之 FRP 則無接縫，殼板厚度又較薄（因 FRP 之強度大之故），尋求防振對策甚為困難，一般情形下產生振動主因乃引擎調整不當，安裝不良，推進軸撓曲，螺槳不平衡，機座剛勁度不足，船體加強不足等；故為減少振動，除改善上述原因外，應

(甲) 採用高速輕量而平衡良好之引擎，缸數以六缸為宜。

(乙) 引擎重量宜平均分佈于整個機艙底部。

(丙) 在適當處安裝甲板支柱，舷牆支柱等以防止共振現象，另在機艙或其他艙內增設大肋骨以增加橫向剛勁度。

(丁) 如無法改善振動時，改變螺槳直徑，葉片數目及引擎迴轉數亦可減少振動現象。

對噪音之影響須在設計時即考慮防範，在室內粘裝玻璃綿等以減少噪音。

(八) 電解腐蝕之防範

FRP 船之船體為一種良好之電氣絕緣體，故螺槳及推進軸等金屬部份易產生電解腐蝕，須在螺槳週圍安裝防蝕鋅板並配導纜 (Lead Cable) 至軸系、軸架等處。且 FRP 船會使無線電產生較多之雜音，故宜配大件有效之接地裝置以防止之。此外 FRP 船在雷達映像幕上不甚明顯應裝雷達反射器 (Corner Reflector) 以防止視線不良時與他船碰撞。

因此 FRP 材料使用在船舶時尚有許多細節問題，有待吾人繼續研究。

(九) 防止浸水問題 (Floodable Problem)

如船內大量浸水時易成為船舶之致命傷，FRP 船亦不例外，雖然 FRP 船較木船結構強，但為防範浸水起見須加大殼板厚度及增加水密艙區以防止海難，另在惡劣天候時易從各開口（如艙口，門扉等）進水務須採用堅固之水密結構。

(十) 防磨耗問題

FRP 材料耐磨性較差，在船體防舷材外面，舷牆頂部、漁具摩擦處必須安裝易于拆換之耐磨耗材。

(四) 防火問題

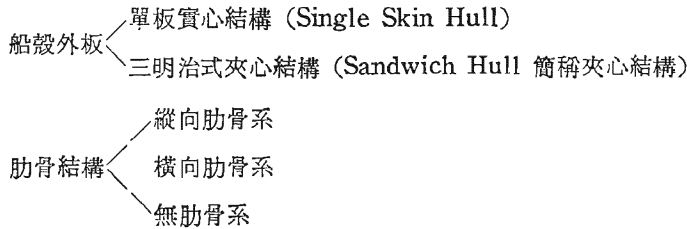
FRP 材料雖不易燃燒，但其本質仍為可燃材料，如採用難燃性（亦稱為自行消火性）樹脂則不易燃燒。但如燃油大量漏出引起大火災則非但 FRP 連鋁合金船亦將熔解而鋼船則彎曲損壞。因此須注意火燭且在未成大火前滅火。如機艙起火可將天窗及機艙口門扉關閉隔絕空氣冷靜處理則必可化險為夷。

小型FRP船之燃油重力櫃常使用 FRP 製品但因機艙為最易發生火災地區，此重力櫃應改用鋼製品，其液面指示計玻璃亦應適當保護之，且其溢流之油亦不可直接潑濺主機排氣管或配電盤；以上皆為重要之防火措施。

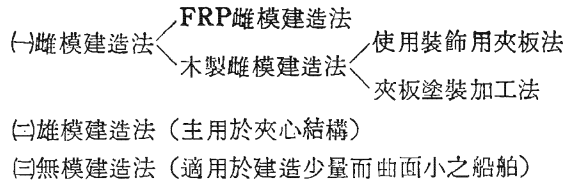
4-4 FRP 船各種建造法之簡介

(1) FRP 船之理想設計，應依能發揮 FRP 之長處，流線型曲線，美雅之色彩及經濟性（成本等）等因素而選擇其最佳成形法。其法計有

(甲) 依結構分類



(乙) 依工作法分類



(2) 一般建造次序

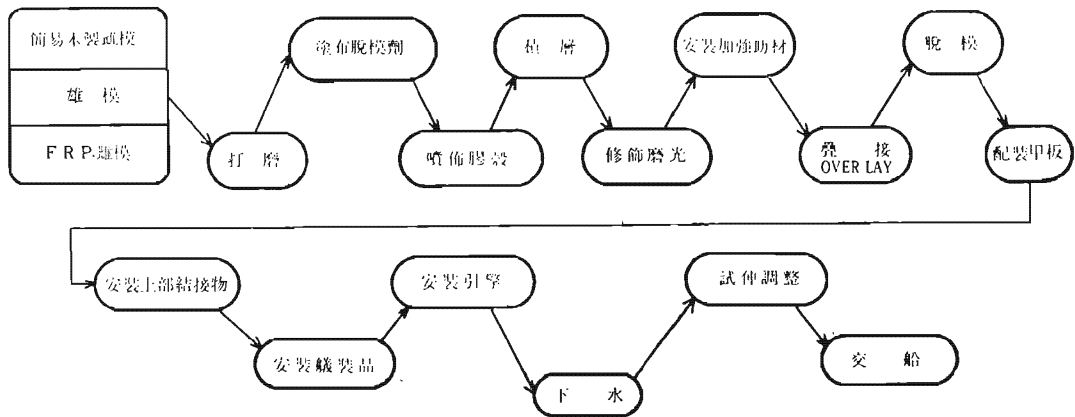
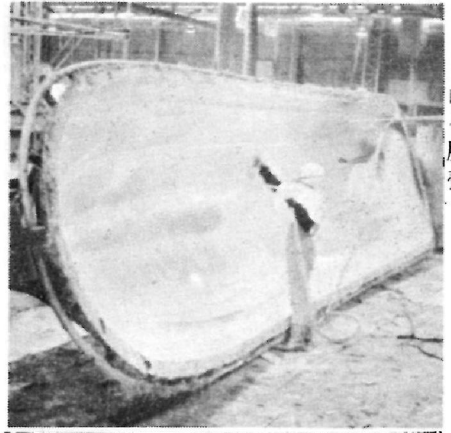


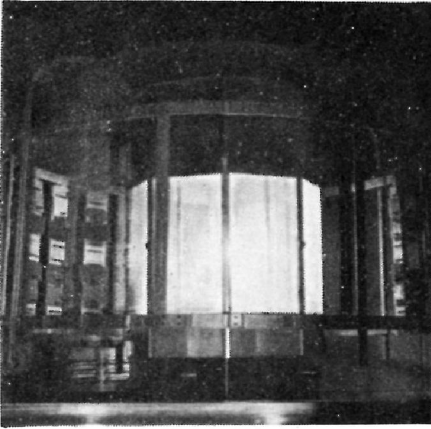
圖 4-7 建造次序



FRP材料試驗



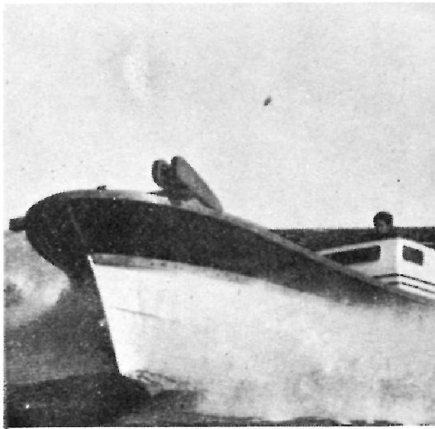
噴佈膠殼



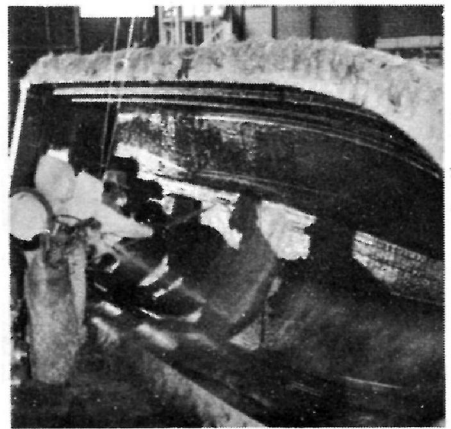
耐久試驗



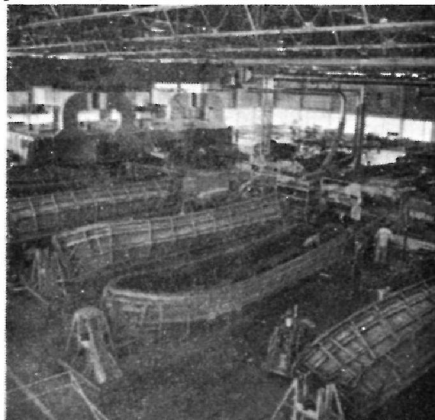
膠殼硬化↓噴佈後之膠殼
以暖風吹過使之硬化



試俾



噴佈積層



準備模子



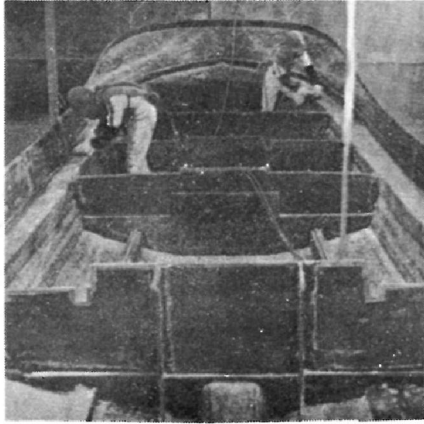
手積層



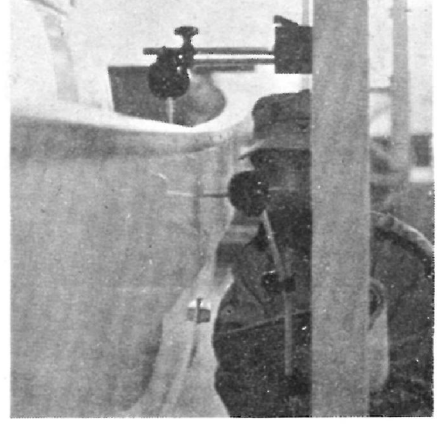
壓滾脫泡



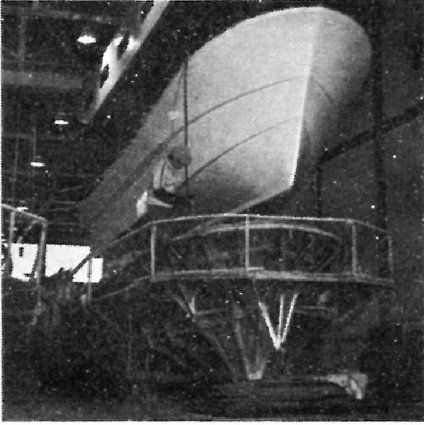
鐵裝



內部磨整修飾



完竣檢驗—撓曲度試驗



脫模



出廠



甲板與船殼粘接



下水

表 4-3 FRP 船建造工程表

名稱	程序及注意事項	概略工數			備註
		3噸型	5噸型	20噸型	
計劃	<p>用途：漁船（漁業種類、船型等，如延繩釣、單拖、……等）遊艇，其他</p> <p>$L \times B \times D =$ 主要尺寸之決定</p> <p>總噸位 = 量噸甲板下之容量 + 量噸甲板上各甲板間之容量 + 上甲板上圍蔽處所 + 艙口噸數超過總噸數千分之五部份之噸數。小船裝有甲板者係以甲板下之容量加甲板上圍蔽處所之容量以 2.83 立方公尺為一噸計得者。</p> <p>馬力 = 計劃速率 (Knot) 及依照定型規則決定 (包括最低速率最低馬力等)。</p> <p>預算船體價格 (最好以無追加工程為原則)</p> <p>空氣壓縮機、噴槍 (Spray Gun)、吸塵機、風道軟管 (Duct Hose)、熱風器、噴佈機 (樹脂塗佈機 Spray-up Machine)、電動工具、其他。</p>				
設計	<p>船級或採用法規：一 FRP 漁船構造規則 (勞氏 LR、日本 NK 及小型 FRP 漁船建造基準 (案)、我國小船管理規則、丈量規則、檢查規則、船舶法等。</p> <p>一般總佈置圖、結構圖、線圖 (船線坐標)、舢剖面圖、船殼結構圖 (玻璃纖維組合)、艙壁結構圖、機座結構圖、舵及艙架結構、舢剖面之 I/y 計算、靜水曲線圖、主機圖、推進器設計圖等。</p>				
材料訂購	由一般總佈置圖及各種結構圖、分門別類作成採購案、包括簡易雌模資材、FRP 材料、木材締緊用螺栓、FRP 用機械工具、電氣用品、配管、引擎、船體艙裝、塗料、法定備品類等 (國外採購品宜趁早)				依據圖樣計算訂製規範
進庫	FRP 原料等存儲於無濕氣處，危險品另存于危險品倉庫，木材須予以乾燥，物品做進庫前檢查，驗收時注意有無破損或不足。				
出庫	材料等之出庫須憑依出庫領料單 (或傳票)，若領料數量不準確時船舶下水後將無法計算其船體成本				
放樣	簡易雌模肋骨放樣係扣減裝飾用夾板厚度，而放樣用夾板一般非杉木而為 3mm 夾板，(模板採用夾板時不易變形，可得正確尺寸之成品，在夾板上落樣造模後可重疊保管，將來如須用時可將落樣夾板取出核對)	3	4	10	
製作簡易雌模	組合肋骨，按裝縱材，粘貼聚酯夾板須注意不得留有縫隙，建造數僅一艘時用易于脫模方式，建造數艘時則用分段型。	15~20	20~25	50~60	
雌模縫緣、隅角部份塗填聚酯油灰	船體有角隅處須充分使圓 (R) 時注意聚酯油灰填充及磨光法，為不使裝飾夾板污穢，須先貼紙後再行塗填油灰，模子若用塗裝用聚酯油灰較易于磨光。	1	2	4	3~5噸型 2人需 3~5小時 20噸型 3人時需 3~4時
腳踏架	簡易雌模內吊架之高度及寬度影響其作業效率，船舷外邊之踏架則以能搬運樹脂，玻璃纖維及能向船內作業之高度 (內側吊架與雌模之間隔在手積法時為 30cm，噴佈法為 40cm)	1	1	3~5	3~5噸型 3人時需 2~3小時 20噸型 5人時需 3~5小時
脫模劑之塗佈	塗磨蠟 (塗蠟二次，磨光二次)，塗模油灰及脫模劑 (塗一次)。	1	1	3	3~5噸型 3人需 1~2小時 20噸型 3人需 3~4小時

塗佈膠殼	塗佈前須與製造廠商研討後施工，每平方公尺噴佈500g左右，空氣壓縮機為1馬力以上。	0.5	1	2	3~5噸 3人需 1~2小時 20噸 3人需3~4 小時
玻璃纖維剪裁	具備剪裁台（須配合紗席寬度），依船體結構玻璃纖維組合圖配合其搭接（Lap）剪裁，裁剪好之玻璃纖維可存放離工地不遠處並注意不得使纖維受潮濕或污染。	1	2	5	3~5噸 3~4小時 20噸 4人需6~8 小時
FRP 船殼之積層	船殼積層時注意當天工作量，作業工程及促進劑硬化劑摻加量、硬化時間等，積層時注意不得有氣泡、含浸不良、硬化不全等現象，保持廠內正確之溫度及濕度，作業施工人員要多，務必在右欄規定日數內完成積層工作。	12~14	20~25	70~80	3噸者12~14人 需1天 5噸者12~14人 需2天 20噸者12~14人 需7天
縱通材	以木材為芯材時須充分乾燥，剖面大小須參照勞氏規則，並依船之種類考慮縱向強度問題。	1	1	3~5	
肋骨	以 FRP 搭接積層隨船之大小而不同，須參照勞氏規則（LR）及有關法規。	3	5	12~15	3~5噸船3~5人 時需1天 20噸船5人時需 2~3天
艙壁	BHD 用防水夾板覆包FRP時宜在船體按裝前施工，防水（或耐水）夾板須選船用一級品。	5	5	15~20	
梁肘板	隨船大小而有差異，木材須覆包 FRP。	3	4	8	
漁艙	漁艙防熱設備俟船殼積層後，內側以聚氨基甲酸酯發泡體（烏利坦泡沫）或塑膠泡沫片粘貼再用 FRP 覆蓋積層，其防熱設備厚度視漁撈作業天數及冷凍溫度而定。	3	5	15~25	
機艙	引擎及輔機台之結構需參考其適合性選用之，橫向加強材施工前注意不得妨礙污水孔或配管工作，燃料油櫃在甲板按裝前固定。	5	8	20~25	
按裝船梁	按裝甲板前須先將甲板下之艙內工作完成，如事後施工不易，橫梁用木材其間距與肋骨間距相同，間距大者剖面模數要大。	3	6	20	
繫纜柱（Bitt）	艙艙之繫纜柱按裝時要考慮加強問題。	1	2	5	
脫模	按裝甲板前或按裝後均可，但小型作業船則於裝配肋骨前先用脫模後再重新放入模內後纜裝。或者放在支撐台架上防止 FRP 船體變形後再行纜裝。	1~2	2	4~5	
艙艙尖艙	艙艙尖艙內之塗漆工作應在裝配甲板前完成，否則不易工作且工作效率低。	2	3	12	
防舷材	按裝在甲板下者須在裝配甲板前施工較理想，但甲板上之防舷材則於脫模後裝配。	2	2	10	
甲板	防水（耐水）夾板上覆蓋 FRP 積層，作為甲板內側者僅漁艙部分需 FRP 積層，其他部分之內面則不需，甲板表面之 FRP 硬化後用毛刷塗佈有色聚酯。色彩宜用淡色（以白色為主體之中間色）如用濃色漁艙內溫度易上昇。	2	2	10	
艙口、圍緣	圍緣按裝時小心注意，此結構常會發生應力集中現象，並要保持水密性，隅角之半徑應為板厚之5倍以上並應增加積層厚度。	2	3	10	
甲板覆蓋（Deck Covering）	甲板表面覆蓋 FRP 積層，止滑部份用玻璃纖維布在最外面積層。	3	4~6	10~15	
舷牆肋骨（加強部）	舷牆肋骨支柱以柳安木作芯材外面覆蓋 FRP 積層（以MMRM 覆蓋積層，柳安木要充分乾燥）	2	3	6	
扶手之按裝	參考各種結構方式選用。	5	8	15	

機 艙	機艙圍壁有 FRP 單板實心結構及耐水夾板覆蓋 FRP 者，若使用 FRP 單板實心結構須在內側配裝防熱設備。	1	2	7
操舵駕駛室	操舵駕駛室之 FRP 積層應俟門窗完工後才能施工。	1	2	15
甲板、橋樓塗裝	FRP 覆蓋表面後着色塗裝，甲板若鋪砂止滑時，易損傷漁獲物。	1	1	8
廚房及報務室	廚房注意防火，報務室配防熱設備使儀器類不因潮濕而生銹。	1	2	4
甲板艤裝	甲板裝具、起錨機、滾輪、揚繩機等漁撈機器及其他。	2	2	30
室內艤裝	床鋪及其他（包括漁艙），單板實心結構船之船員寢室須配裝防熱設備	2	4	25
操舵室艤裝	操舵輪、羅經、雷達、羅遠、漁群探測器等	2	3	25
機艙艤裝	引擎主軸看中工作及機器之固定、按裝軸系、輔機、冷凍機、污水泵及其他	2	3	28
配管艤裝	引擎管路、污水管路、燃料油櫃及淡水櫃之配管、雜用水配管、煙囪之防熱（用石棉捲繞後敷釘鋁箔）。	2	3	30
電氣艤裝	安裝室內燈，航海燈，航海儀器（如漁探，雷達）等。	2	2	20
舵及推進器	推進器及舵之安裝。	1	1	3
塗 裝	膠殼之補修、勘劃吃水線、船名及髹漆船底塗料等。	2	3	10
船體移動	移動前須做 FRP 船之結構試驗（測定船底之撓曲度）但20噸以下之船不須測定。	3	6	10
下水準備工作	海底閥鎖緊，格蘭泊緊鎖緊，檢視螺栓螺帽等看是否鎖緊。	1	1	2
下 水	檢視船內有無進水及泌水量之多寡。	1	2	4
試俾（預試）	檢查引擎之振動狀況、管路有無漏洩、電線是否有短路，並做傾斜試驗。	1	1	3
海上公試	測定船舶性能及速率時須記錄乘船人數、裝載燃料量漁具淡水量等。	1~4	1~4	3~6
剩餘工程	未完工程，及需改正部分等。	1	2	4
交 船	由船廠交給船東應配之備品、屬具及有關文書。			
		工數合計		
		105~115工	160~172工	550~605工

採用手積法時3噸型船需105~115工，3人施工則需32~40天，4人需26~30天，5人需21~24天
5噸型船需160~172工，3人施工則需53~60天，4人需40~44天，5人需32~35天
8噸型船需250~300工，5人施工則需50~60天，8人需31~38天，10人需25~30天
20噸型船需550~650工，5人施工則需110~121天，8人需39~75天，10人需55~61天
採噴佈法時FRP積層工數可減少30~40%（不包括安裝機械及艤裝工數）

上述工數為概略數，視FRP工人技術熟練程度、工廠設備、季節、船舶大小、員工性別及其他條件而定，各造船廠間之工數可能有10~20%之變化。

4-5 台灣地區FRP造船廠

臺灣地區建造FRP船之船廠甚多，其中以造遊艇者較多，計有中華、五洋、克成、建華、大橋、大舟、越興、陳振吉、裕有、信興、海群、亞美、中美、國森、鄧墾、南海、五洲、南台、新生、聯合、新昇發、振興、海和、大洋、大立等。民國65年起增加豐國、新高等廠，造漁船者則有新生、南台、建華、越興、新昇發等，民國65年起又增海戎等廠。至於做漁筏或木船包覆FRP者則有高雄海專、南台、新生等。

表 4-4 臺灣地區66年元月以前各FRP造船廠一覽表

造船廠	主持人	代表	地	址
五洋實業股份有限公司	林蔡淑如	凌天來	工廠：基隆市和平島平一路77號 公司：台北市德惠街2號	TEL: 557548 TEL: 22033
昇隆造船股份有限公司	張有生	沈仁賢	台北縣石門鄉富基村楓林17之1號 TEL: 石門57•67	
克成企業股份有限公司	董克書	陳畏三	工廠：台北縣三芝鄉海尾村二鄰南勢崗10號 公司：台北市通化街170巷14號二樓	TEL: 7218508 7218494
建華五金木工製 造廠有限公司	李永法	傅文雷	工廠：台北縣五股鄉集福村獅子頭12之1號 公司：台北市南京東路二段86號三樓	TEL: 5417963 TEL: 5415700
大橋遊艇工廠有限公司	陳朝讚	同左	工廠：台北縣八里鄉龍源村獅子頭12之1號 公司：台北市重慶北路三段257巷14號	TEL: 5920112 5919405
大舟企業有限公司	陳上川	同左	工廠：右北縣八里鄉龍源村頂寮14之8號 公司：台北市重慶北路三段257巷14號	TEL: 5920112 5919405
越興實業有限公司	陳春煙	同左	工廠：台北縣八里鄉龍源村獅子頭12之3號 公司：台北市長安東路二段51號之1號	TEL: 5514171
寶島遊艇股份有限公司	陳月英	陳溪泉	工廠：台北縣八里鄉龍源村獅子頭12之1號 公司：台北市長安東路二段51之2號	TEL: 5119582
陳振吉造船廠有限公司	陳煌輝	陳振吉	工廠：台北市士林區福安里1之4號 公司：台北市環河北街293號	TEL: 5518450
喬意企業有限公司	賴墨梅	江憲男	工廠：台北縣新店鎮安康路二段101號 公司：台北市新生南路三段13號	TEL: 9211868 9212868 7713894
裕有實業有限公司	杜其駿	同左	工廠：台北縣新莊鎮化成路135巷6號 公司：台北新昌吉街50巷11號四樓	TEL: 5414930 51 9019
信興造船廠有限公司	張秋波	同左	台北縣淡水鎮鄧公里鼻頭街6號 TEL: 6212895 6212477	
海群遊艇工業有限公司	鍾肇域	同左	工廠：台北縣八里鄉龍源村頂寮路3之4號 公司：台北市松江路78巷8號二樓	TEL: 557081 5510851
中美遊艇工業股份有限公司	簡西湖	楊自	工廠：台北縣三芝鄉海尾村四鄰海尾14之2號 公司：台北市長安東路一段9號	TEL: 5815211
國森企業股份有限公司	陳里章	陳標山	工廠：台北縣土城鄉頂埔65號 公司：台北市泉州街43號	TEL: 3310077 3310055
碧海實業股份有限公司	齊道旁	同左	工廠：桃園平鎮工業區121號 公司：台北市中山北路一段82號十樓	TEL: 5514349
鄧墾遊艇有限公司	鄧墾	李自震	台北縣八里鄉烏山頭29之8號 TEL: 71	
南海造船廠	方特群	同左	蘇澳鎮南寧里造船巷6號 TEL: 蘇澳525	
五洲造船股份有限公司	方施希滂	同左	蘇澳鎮南寧里造船巷一號 TEL: 蘇澳525	
南台造船股份有限公司	吳金允	同左	台南市新南街174號 TEL: 227659 229377	
新生造船股份有限公司	黃國珍	阮振明	台南市西區新南街182號 TEL: 250945 226059	
聯合造船廠有限公司	黃聯進	同左	高雄市旗津區中洲二路154號 TEL: 556785 557545	
新昇發造船股份有限公司	黃林玉英	黃明正	高雄市旗區南汕里中洲二路464號 TEL: 554047 572182	
振興造船工業有限公司	張立永	趙滔	工廠：高雄縣林園鄉北汕村中正路42之1號 公司：台北市敦化南路1號701室	TEL: 750268 7814784
海和造船廠	許資和	同左	高雄縣茄萣鄉福德村漁港路19號 TEL: 茄萣局100	
大洋遊艇企業股份有限公司	劉萬詞	陳楹波	高雄縣林園鄉中門村海墘路60號	TEL: 642422
大立高分子工業股份有限公司	吳德義	黃伯駿	高雄縣仁武鄉竹後村永宏巷10號 TEL: 361311~3	
新高造船廠	劉萬詞	同左	工廠：高雄市旗津區中洲 公司：高雄市鼓山區濱海二街70號	TEL: 572831 556128
豐國造船股份有限公司	蔡文賓	蔡芳太	工廠：高雄市旗津區中洲 公司：高雄市鼓山區濱海一路71號	TEL: 561201~3 572665

4-6 台灣地區現有FRP漁船及其性能

截至民國六十四年底台灣所有動力漁船共壹萬貳仟餘艘，其中大部份為鋼船及木船。而FRP漁船在台灣係于民國57年由中國農村復興聯合委員會（簡稱農復會）之積極推動下進行，計在民國57年建造FRP漁筏九艘，58年20噸級FRP漁船四艘，60年12噸級二艘，30噸級二艘，45噸級一艘，61年45噸四艘，30噸級二艘，62年30噸級四艘，45噸級六艘（包括華南造船廠承造之52噸級「義合發3號」釣船一艘）。業者自辦者有新昇發承造140噸級「飛騰」1號、2號、11號、21號、31號等五艘等單艘作業双桁蝦拖網漁船（其中1號為台灣型單船蝦拖，其餘為佛羅里達型），63年建造FRP漁船十七艘。36噸級四艘，33噸級一艘，民國64年木質漁船包覆FRP者四艘。FRP漁筏七艘。民國65年農復會推廣指導下木質漁船包覆FRP者廿三艘。FRP漁船十八艘。10噸級漁船三艘。36噸級二艘另業者自行建造者亦有數艘，已為我國FRP漁船工業奠定基礎。茲將本省部份已建造FRP漁船主要尺寸與圖片列述如下：

表 4-5(a) 台灣地區各FRP造船廠59年至65年所造FRP漁船一覽表

船名	主要尺寸	船主	噸數	馬力	開工完工日期	船廠
祥瑞號	(3.94)×1.57×0.7	郭山衛	0.9	4	59.10.30~59.12.30	新生
協和發11號	(12.3)×3.94×1.85	薛學文	30	100	60. 9.20~60.11. 3	"
" 12號	"	"	"	"	60. 9.30~60.11. 3	"
勝福祥	(11.39)×3.43×1.55	周品	20	60	60.12.26~61. 2. 6	"
" 順	"	林福仁	"	75	61. 1.15~61. 3.30	"
新大慶1號	(12.72)×3.94×1.85	曾克正	30	125	61. 6.20~61. 8.20	"
" 2號	"	"	"	"	61. 7. 5~61. 8.20	"
裕合發1號	"	黃士銘	"	"	61. 8.15~61.11. 8	"
" 2號	"	"	"	"	61. 9. 5~61.11. 8	"
惠滿吉1號	(12.9)×4.06×1.85	秀靖廉	"	"	61.12. 1~62. 4.20	"
" 2號	"	"	"	"	61.12.27~62. 4.20	"
進成發11號	"	薛慶龍	"	"	62. 1.29~62. 4.21	"
" 12號	"	"	"	"	62. 4.24~62. 4.23	"

明豐號	"	許秋木	"	"	62. 3.23~62. 7.24	新生
盈發 201號	[13.33]×4.44×1.97	楊釜閩	36	150	62. 3.19~62. 7.13	"
" 202號	"	"	"	"	62. 5.14~62. 7.20	"
寶富號	"	郭國	"	"	62. 6.22~62.10.24	"
勝富號	"	吳大	"	"	62. 7.27~62.10.24	"
新滿勝號	[13.15]×4.39×1.81	吳義雄	"	"	62. 6.21~62.11.14	"
合"號	"	薛水吉	"	"	62. 9.11~63.11.14	"
惠魁源號	[12.9]×4.24×1.82	曾天德	38	"	62.12. 7~63. 5. 7	"
進"號	"	曾惠	"	"	63. 1. 8~63. 5. 7	"
協建亨號	[13.33]×4.44×1.97	郭進壽	35	"	62.10.23~63. 6. 5	"
瑞盈翔1號	[13.21]×4.46×1.82	曾克正	45	200	63. 2.26~63. 7.18	"
" 2號	"	"	"	"	63. 3.28~63. 7.18	"
友誼號	(16.12)×12.94×3.63×1.70	外交部海外 技術委員會	23	110	63. 9. 5~63.11.30	"
明春11號	(18.78)×14.48×3.92×1.82	郭聰明	36	150	65. 3.18~65. 7.12	"
" 13號	"	"	"	"	65. 4.20~65. 7.12	"
金富山號	(19 26)×14.6×3.94×1.85	曾滿	"	"	65. 5. 1~65. 7.22	"
合富山號	"	曾明我	"	"	65. 5.22~65. 7.22	"
堅源1號	"	陳月雲	"	"	65. 3. 3~65. 8.21	"
春陽 132號	"	陳海上	"	160	65. 7.15~65.10.28	"
" 136號	"	陳傑	"	"	65. 8.10~65.10.28	"
登滿財1號	"	鄭環合	"	"	65. 7.20~65.11.18	"

" 3號	(19.26)×14.6×3.94×1.85	趙朝琴	36	160	65. 8.15~65.11.18	"
進拱榮126號	(19.9)×14.66×3.8×1.8	陳水木	35	150	64. 9 6~65. 1.30	南台
" 127號	"	"	"	"	"	"
惠豐 1 號	(20)×14.7×3.85×1.85	薛金山	37	150	65. 1.20~65. 4.20	"
" 2 "	"	"	"	"	"	"
金勝 226號	(19.9)×14.66×3.8×1.8	曾春福	35	165	65. 3.10~65. 7.10	"
金勝 228號	"	曾添枝	"	"	"	"
合春吉 1 號	(19.9)×14.66×3.8×1.8	薛義勝	35	150	62. 5.25~62.10.21	"
" 2 "	"	"	"	"	"	"
鑫 富 滿	(21.23)×5.3×2.07×1.2	洪天鉗	50	150	59.7 ~59.10	"
進春滿 1 號	(19.9)×14.66×3.8×1.8	薛溪海	35		65. 1.20~65. 4.20	"
進春滿 2 號	"	"	35		"	"
進 光 榮	(20)×14.70×3.85×1.85	林清風	37		65. 3.10~65. 7.10	"
合 光 榮	"	吳玉珍	37		"	"
新益祥11號	19.80×5.45×2.60		90	230	62. 5. 1~62. 9.30	得益
義合發 3 號	18.00×4.60×2.10	賴枝萬	52.7	135	61年	華南

註：[]中之尺寸為龍骨長

其餘尺寸為 $(L_{0A}) \times L_{BP} \times B \times D$

表 4-5(b) 幾種典型FRP漁船之性能表

噸 級			36 噸 級	50 噸 級	100 噸 級
性 能					
總	長	m	19.25	21.23	26.80
法	長	m	14.60	18.20	23.00

寬 度	m	3.94	5.30	5.46
深 度	m	1.85	2.07	2.42
吃 水	m	1.50	1.70	2.05
滿 載 排 水 量	噸	45	75	110
馬 力	HP	150	150	280
最 大 速 度	kt	11.5	10	10
漁 艙 容 積	m ³	30	42	128.55
油 艙 容 積	m ³	11	19	50.32
水 艙 容 積	m ³	2	3	9.92
船 員 人 數	人	8	8	15

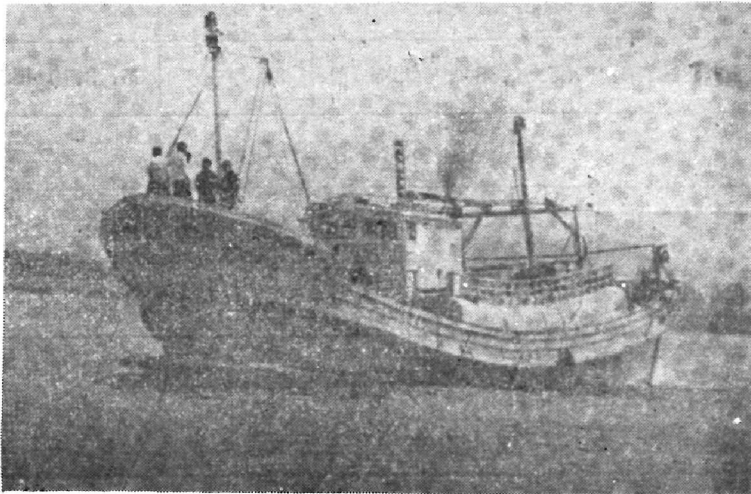


圖 4-8(a) 南台造船廠所造50總噸級FRP漁船“鑫富滿號”



圖 4-9(a) 新生造船廠製造20總噸級FRP漁船“勝福祥”

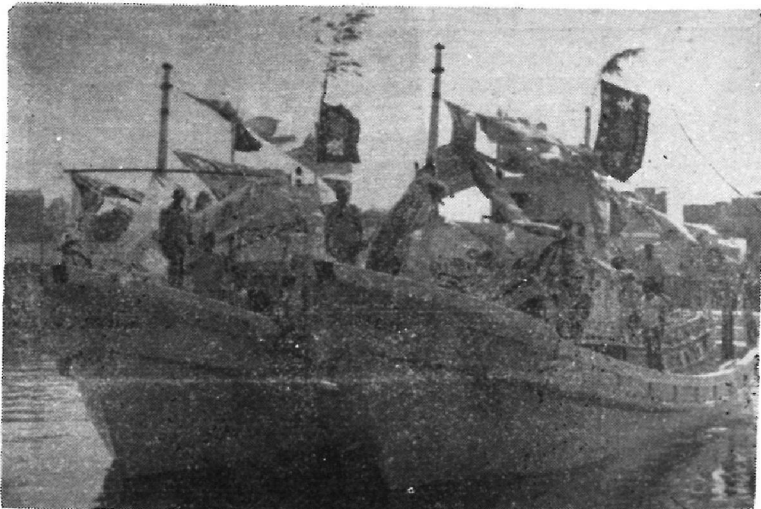
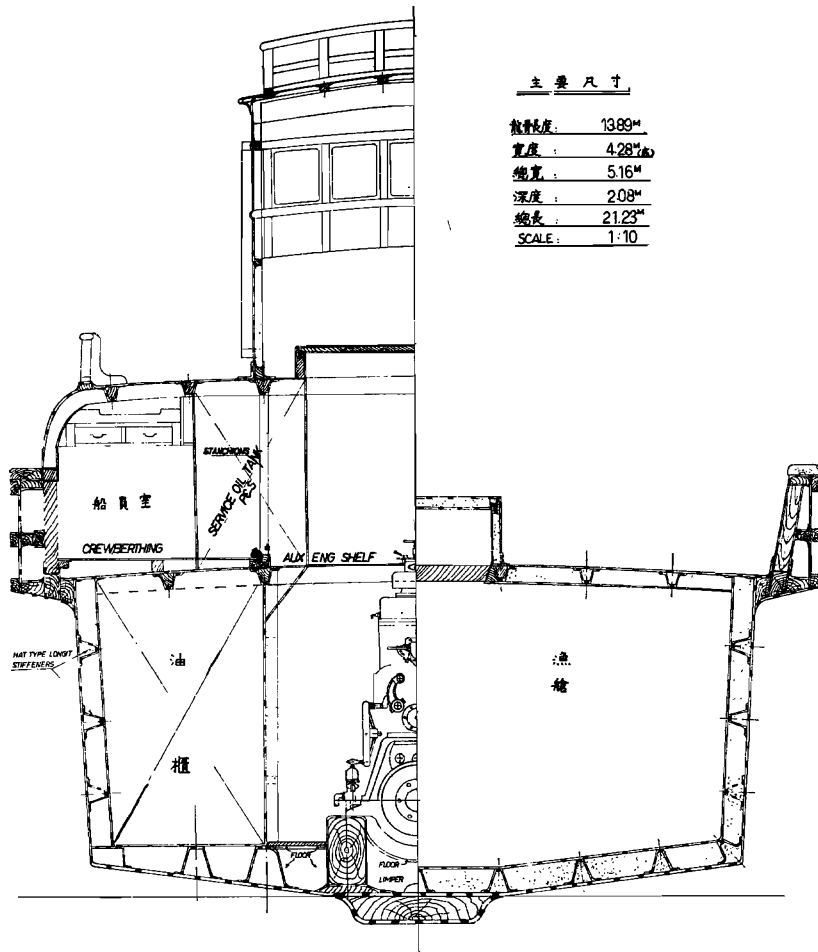


圖 4-9(b) 新生造船廠製造36總噸級FRP漁船“新滿勝”及“合滿勝”



主要尺寸

總噸位:	13.89 ^M
寬度:	4.28 ^M
總寬:	5.16 ^M
深度:	2.08 ^M
總長:	21.23 ^M
SCALE:	1:10

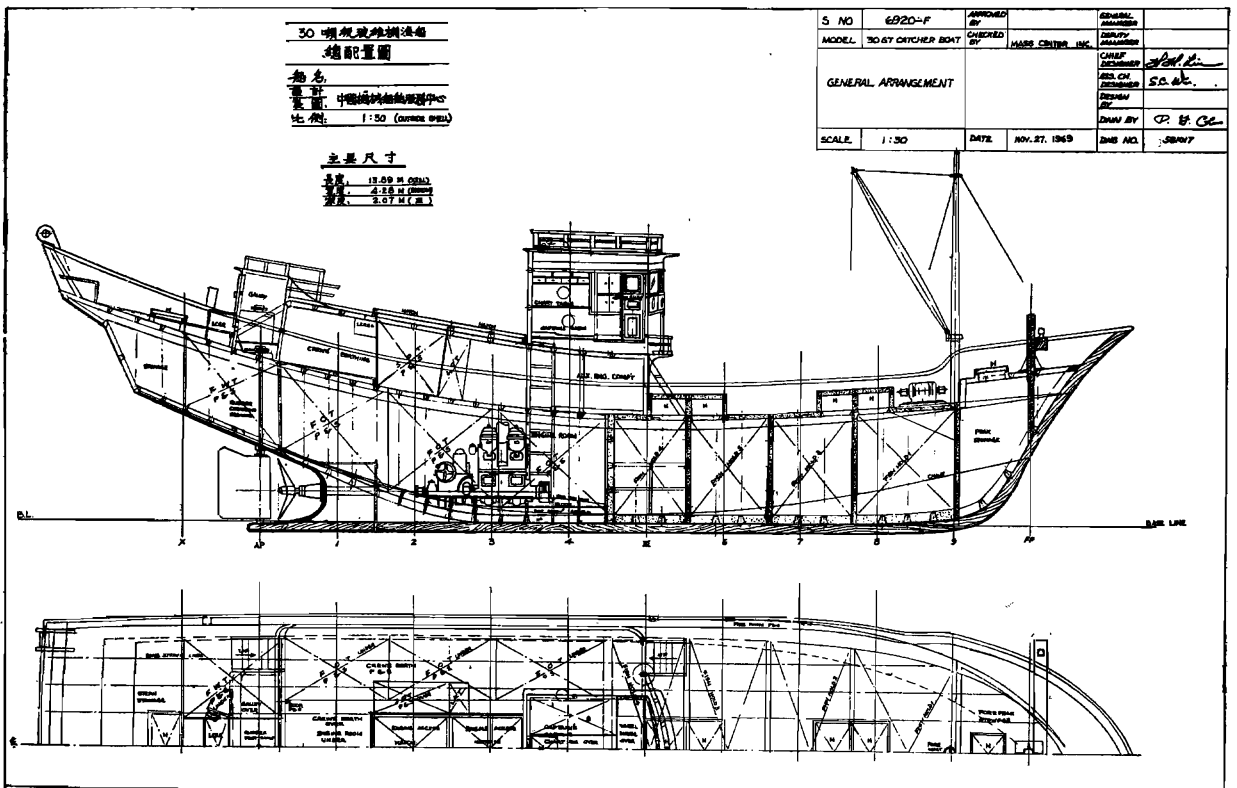


圖 4-10 30 總噸級 FRP 漁船之中央斷面圖及一般配置圖

36噸級FRP漁船傾斜試驗報告及重心重量計算書

一、試驗時之一般狀況：

船隻類型	36噸級FRP中著網漁船
船名	登滿財參號
主要尺寸	$L_{0A} \times L_{BP} \times B \times D \times d = 19.26^M \times 14.60^M \times 3.94^M \times 1.85^M \times 1.50^M$
試驗時間	中華民國65年11月18日下午5時
試驗地點	台南運河邊船廠裝碼頭
天氣	多雲
水面狀況	平靜
風向及風力	西北風，微風
水之比重	1.022
氣溫	19°C

二、試驗時之吃水：

	吃 水 標 之 吃 水			垂 標 吃 水
	左 舷	右 舷	平 均	
艏	0.365 ^M	0.355 ^M	0.36 ^M	$d_{FP} = 0.30^M$
艉	1.357 ^M	1.343 ^M	1.35 ^M	$d_{AP} = 1.34^M$
平 均				$d_M = 0.82^M$
總俯仰差(包括原設計俯仰差)				1.04 ^M (艉俯)
實際俯仰差				0.06 ^M (艏俯)

三、船隻建造狀況：

船體：已完工

輪機：已完工

裝備：已完工

艙裝：已完工

排水量 KB \times B (面積及KB擱量自鹿琴曲線)							
	面積 (A) m ²	S.M (S)	(A) \times (S)	LEV. (L)	(A) \times (S) \times (L)	KB(Y) m	(A) \times (S) \times (Y)
AP	0.163	1	0.163	5	0.815	0.735	0.120
1	1.605	4	6.420	4	25.680	0.562	3.608
2	2.856	2	5.712	3	17.136	0.420	2.399
3	3.185	4	12.74	2	25.480	0.380	4.481
4	3.103	2	6.212	1	6.212	0.460	2.858
5	2.863	4	11.452	0	0	0.520	5.955
6	2.160	2	4.320	-1	-4.320	0.580	2.503
7	1.285	4	5.140	-2	-10.280	0.630	3.238
8	0.559	1½	0.839	-3	-2.516	0.650	0.545
8½	0.300	2	0.600	-3½	-2.100	0.700	0.420
9	0.143	1		-4	-0.572	0.710	0.102
9½	0.025	2	0.050	-4½	-0.225	0.670	0.034
FP	0	½	0	-5	0	0	0
			$\Sigma AS=53.791$		$\Sigma ASL=55.310$		$\Sigma ASY=26.266$

$$\text{型排水量} = 1/3 \times L/10 \times \Sigma AS \times 1.022 = 26.75 \text{ 呎}$$

$$KB = \Sigma ASY / \Sigma AS = 0.488^M$$

$$\times B = \Sigma ASL / \Sigma AS \times L/10 = 1.501^M \text{ aft}$$

KM _T		TPC		(½B量自 ¼c 線圖)		
	½B m (B)	S.M. (S)	(B) × (S)	(B) ²	(B) ² × (S)	
AP	2.040	1	2.040	8.490	8.490	
1	2.100	4	8.400	9.261	37.044	
2	2.090	2	4.180	9.129	18.258	
3	2.043	4	8.172	8.527	34.108	
4	2.000	2	4.000	8.000	16.000	
5	1.955	4	7.820	7.472	29.888	
6	1.820	2	3.640	6.029	12.058	
7	1.602	4	6.408	4.111	16.444	
8	0.945	1½	1.418	0.844	1.266	
8½	0.571	2	1.142	0.186	0.372	
9	0.308	1	0.308	0.029	0.029	
9½	0.043	2	0.086	0	0	
FP	0	½	0	0	0	
			ΣBS=47.614		ΣB ² S=173.957	

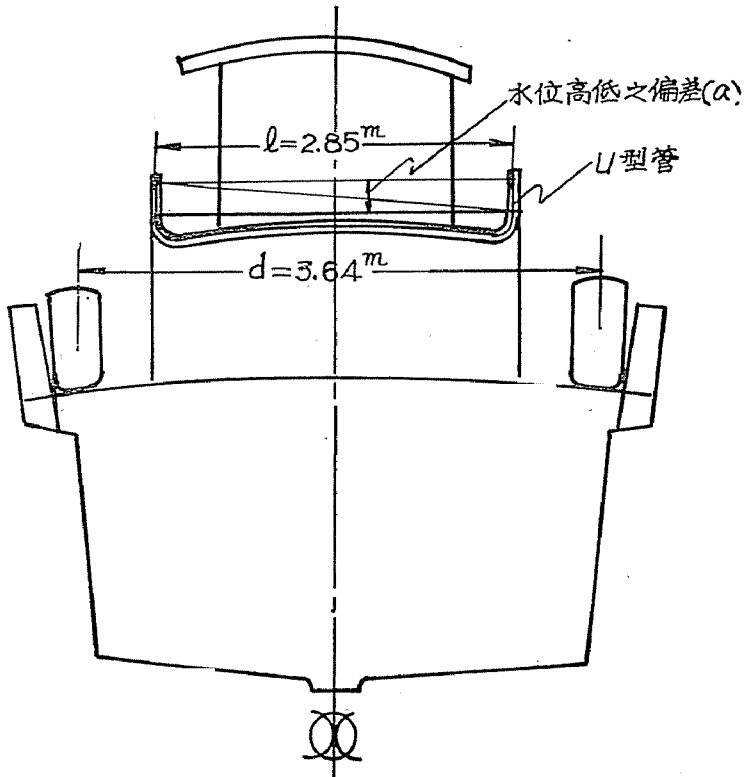
$$BM_T = \Sigma B^2 S \times 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{\Sigma AS} = 2.156^M$$

$$KM_T = KB + BM_T = 2.644^M$$

$$A_w = \Sigma BS \times \frac{2}{3} \times \frac{L}{10} = 46.344^M$$

$$TPC = A_w \times \frac{1.022}{100} = 0.474$$

試驗時重心之位置



移動次序		1	2	3	4
移動情形	(S) (P)	● ○	● ○	● ○	● ○
移動重量, W,	(Tons)	0.4	0.4	0.4	0.4
移動距離, d,	(Meters)	3.64	3.64	3.64	3.64
傾斜力矩, W×d,	(Ton-Meter)	1.456	1.456	1.456	1.456
U型管中水位偏差異, a,	(Millimeters)	146	145	148	143
Tanθ (或θ), a/ℓ	(ℓ = 2.85 ^m)	0.051	0.051	0.052	0.050
排水量×tanθ, Δ×θ	(Tons)	1.364	1.364	1.391	1.338
G ₀ M, W×d/Δ×θ	(Meters)	1.067	1.067	1.047	1.088
G ₀ M平均值	(Meters)	1.067			

因油水櫃非全空即全滿，故無自由液面效應產生，

$$\therefore G_0M = GM = 1.067^m$$

$$\sin\phi = T/\sqrt{L^2 + T^2} = 0.004109$$

$$\cos\phi = L/\sqrt{L^2 + T^2} = 0.999992$$

$$BG = BM_T - GM = 2.156 - 1.067 = 1.089^m$$

$$KG = KB + BG \cos\phi = 1.577^m$$

$$\cancel{K}G = \cancel{K}B - BG\sin\phi = 1.497^m \text{ (aft)}$$

空載時重心之位置

項 目	重 量 T	XG (M)		力矩 (T-M)		KG (M)	力 矩 (T-M)
		Fore	Aft	Fore	Aft		
試驗時船之情況	25.750		1.497		40.045	1.577	42.185
傾斜船身之重物	-0.800	1.800		-1.440		2.700	-2.160
試驗記錄員 (三人)	-0.180	1.100		-0.198		3.000	-0.540
搬移重物工人(四人)	-0.240	1.750		-0.420		3.150	-0.755
油	-1.600		0.750	-1.200		1.000	-1.600
水	-2.000		6.200		-12.400	1.200	-2.400
合 計	21.930		1.200		28.503	1.575	34.544

註：“-”號代表欲扣除之重量

輕載排水量	T	21.930
相當吃水, $d_{corr.}$	M	0.720
XG	M	1.300Aft
XB	M	1.550Aft
XF	M	1.510Aft
$(BG)_L$	M	0.250
KB	M	0.450
KM	M	2.730
KG	M	1.575
GM	M	1.155
TPC	T	0.440
MTC	T-M	0.335
艏吃水	M	0.239
艉吃水	M	1.205
平均吃水	M	0.737
俯仰差	M	0.936
全 深	M	1.850
乾 舷	M	1.113
KG/D		0.851

$$\text{俯仰差} = \frac{\Delta \times (BG)_L}{MTC \times 100}$$

$$= \frac{21.930 \times 0.250}{0.335 \times 100}$$

$$= 0.164_M \text{ (艏俯)}$$

自基線量起之吃水

$$d_f = d_{corr.} + \frac{L/2 + XF}{L} \times T$$

$$= 0.720 + \frac{7.300 + 1.510}{14.600} \times 0.164 = 0.819_M$$

$$d_a = d_{corr.} - \frac{L/2 - XF}{L} \times T$$

$$= 0.720 - \frac{7.300 - 1.510}{14.600} \times 0.164 = 0.655_M$$

實際航行吃水

$$d_f = 0.819 - 0.550 = 0.239_M$$

$$d_a = 0.655 + 0.550 = 1.205_M$$

$$\left. \begin{array}{l} d_f = 0.239_M \\ d_a = 1.205_M \end{array} \right\} d_m = 0.737_M$$

初俯仰差 = 1.100^M (艏俯)

總俯仰差 = 0.935^M (艏俯)

乾舷 = 1.850 - 0.737 = 1.113^M

4-7 FRP船玻璃纖維積層板組合之結構分析

(1) 玻璃纖維組成係指採用何種種類之纖維如何配合而積層者。隨纖維配合方式之不同而積層（塗）板之強度、表面光滑度及厚度、玻璃含量（玻璃纖維含于FRP中之百分率%）等皆有變化。

造船時需依船舶之使用目的以決定配合情形，如欲減輕船殼重量，或欲使殼板厚度增加以提高耐磨性與剛勁度，或為易于打光磨亮使表面美觀等，皆須視情形決定其纖維之組合方式以達到所要求之目的。

決定玻璃纖維組成時應考慮事項，經試驗及使用結果如下所示：

(A) 緊接于膠殼層 (Gel Coat) 後之積層用玻璃布 (Glass Cloth) 施工時雖FRP船殼能加強而耐衝擊，但在積層時易殘留空氣氣泡使脫模後遺有氣孔或船殼脫模後膠殼表面露出玻璃布目，故在積層時須小心留意之（漁船不常使用此類玻璃布，此法僅用于遊艇）。

(B) 緊接于膠殼層後以玻璃纖維紗席積層者：例如漁船、遊艇之積層一般情況係以玻璃纖維紗席 (Mat) 開始積層，尤其最初第一層積層時要特別注意除去空氣氣泡，此時玻璃纖維紗席布目雖不露出膠殼表面，但若緊接紗席後即配敷編紗束 (Woven Roving) 積層而脫模時亦常發現在膠殼表面露出編紗束之布目，故漁船之玻璃纖維船殼板積層結構依作者試驗結果應採用Gc+M+M+R+...似較妥善（其餘理由見下款）

(C) 僅以強度論之，則編紗束約為紗席之二倍，（實際上再考慮彎曲、剪力、厚度等因素則不同），但在膠殼層後立即以編紗束積層時，在膠殼表面易露出編紗束布目而顯得不雅觀，故編紗束宜配放在紗席後。又若將編紗束連續積二層以上，在受到衝擊力時，編紗束與編紗束層間易產生剝離現象，故必須在編紗束與編紗束間夾數層紗席。積層結構之最後層若採用編紗束積層時對外側衝擊承之受能力較強，但漁船艙內之肋骨、艙壁等處做二次積層時為使表面粘着性良好須用砂紙打磨，此時易將編紗束中之紗束磨斷而減低強度，且漁船常在艙內放水或水，此時紗束易因毛細現象吸水而減低強度，故遇及此種作用處最後一層積層宜採用紗席。

(D) 在機艙內之獨立水、油櫃，其與水、油接觸之內面最初積層宜從適於做油密結構之紗席開始，最外面層（靠機艙側）宜採用玻璃含量高之耐火層（依作者試驗結果可採用 #830~900之編紗束）或填充無機物等，其中間之結構層用來保持該艙櫃之強度，如為提高防火性可在最外面一層編紗束積層時在樹脂內添加氫氧化鋁等。

(E) 在肋骨、艙壁、甲板或其他處所為使玻璃纖維紗束不露出表面層，應儘可能將編紗束夾在紗席間。

(F) 如僅採用紗席製成之積層結構板，其厚度太大而成品之重量亦太大，宜採用紗席與編紗束之合成結構使強度提高而重量減輕。

(G) 在決定製品之玻璃纖維層及結構方式時需考慮各種玻璃纖維之價格及使用量等經濟因素。

(H) 船舶噸位超過二噸以上者，如因作業人員之關係一天內無法完成船殼積層時需考慮選用最佳玻璃纖維之組成施工。

(I) 考慮磨耗性時可使用紗席以增加厚度或添加合成纖維。

(J) 為使船體具有足夠之縱向強度，在積層時應避免纖維發生皺曲，儘量增加長度，減少積層之接縫數，並適當挪移接縫位置，使橫縫錯開，避免重疊在一起，以保持 FRP 積層強度之物性均勻。

(K) 在研究玻璃纖維疊層之配合組成時須考慮船殼積層厚度問題，一般在計算 FRP 疊層之強度時須先計算整個疊層纖維之總重量。以往計算時，紗席僅以其本身重量計入，而編紗束則以其本身重量之兩倍計入，其理由是站在抗張強度之觀點而言，編紗束較與其等重之紗席約大一倍以上，如此計算可使層數減少，並減低施工天數，但由撓曲問題之觀點言之，此種計算方式是不適當的，因為厚

度不够，易使船體在風浪中承受反覆負荷時，會因撓曲現象而引起夾層間剝離或外板裂離現象，因此作者希望我國之玻璃纖維製造廠能生產#900紗席，並將纖維徑改成13邁可隆，以降低成本，如此船廠及纖維製造廠双方皆可獲利。

(2) FRP之玻璃含量與厚度

玻璃纖維內摻合樹脂積層時，玻璃纖維與樹脂之百分比及厚度，經試驗結果如下：

表. 4-6

玻璃纖維		玻璃纖維編紗束 (g/m ²)		玻璃纖維布	玻璃纖維紗席 (g/m ²)		
玻璃含量	樹脂含量	#600(570~620)	#800(830~900)	#250	#380	#450	#600
25 %	75 %				1.08m/m	1.3m/m	1.71m/m
30 "	70 "	1.36m/m	1.9m/m	0.5m/m	0.87	1.03~1.05	1.37~1.42
35 "	65 "	1.13	1.6	0.42	0.77	0.86	1.14
40 "	60 "	0.96	1.35	0.36	0.61	0.73	0.97
45 "	55 "	0.82	1.16	0.31	0.53	0.63	0.83
50	50 "	0.72	1.0(0.94)	0.271	0.46	0.54	0.72

註：1. 玻璃纖維紗席使用於船殼積層時其成品之玻璃含量約為23~33%，平均值在30%左右。

2. 玻璃纖維編紗束同樣使用於船殼積層時，其成品之玻璃含量在45~53%之間，平均值約為50%左右。

3. 玻璃纖維布之玻璃含量為45~50%左右。

4. 以上所指之玻璃含量皆指重量比，而非體積比。

5. 積層工作人員熟練後浪費之樹脂較少而玻璃含量自然增多。

(3) 積層後之FRP製品厚度概計如下：

參考例	M	玻璃纖維紗席	Glass Mat	#450
	R	玻璃纖維編紗束	Woven Roving	#600
	Gc	膠殼	Gel coat	(厚度約0.5m/m)

設玻璃纖維積層結構組成爲 Gc MMR MMRM時

其強度計算法爲 $450 \times 5 + 600 \times 2 = 3450g$

往昔計算法爲 $450 \times 5 + 600 \times 2 \times 2 = 4650g$ 此法不合理

M#450 玻璃含量30%時厚度 約1.03m/m

R #600 玻璃含量45%時厚度 約0.82m/m

得 M $1.03m/m \times 5 + R0.82 \times 2 = 5.15 + 1.64 = 6.8m/m$

再加膠殼厚度0.5m/m得此積層後之結構厚度爲7.3m/m。

實際上，依據作者在現場計測船殼厚度結果，上緣部份樹脂較少而下緣則由於積層時樹脂向低處流，故厚度較大，使上緣與下緣之厚薄不均，玻璃含量亦不均勻，務須在積層時注意塗敷以求其均勻。

(4) 玻璃纖維與所需樹脂之概算

方法：①由船殼表面積計算玻璃纖維基材面積

②乘以積層疊數 (No. of ply)

③推算玻璃含量百分率

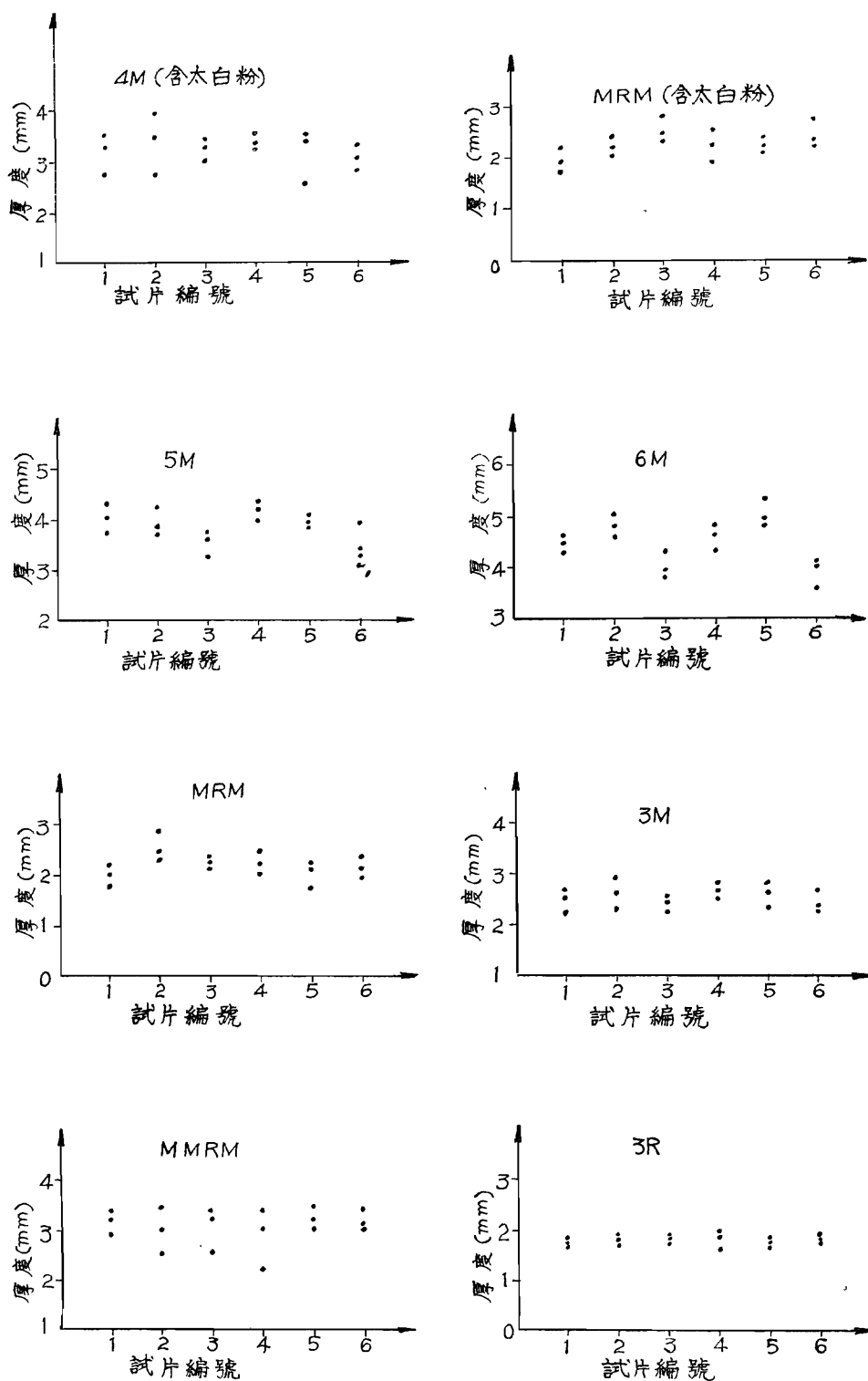


圖 4-11 FRP積層板抽樣量測厚度之比較圖

上述之①項可由 $\text{浸水表面積} = 1.73Ld + \frac{\Delta}{d}$ 計算（漁船專用公式），式中L為船長，d為吃水

再加10%至20%左右作為疊層搭接（Overlap）之補充。

例如M600三層及R600一層之積層，其面積有10m²加上疊層搭接率20%則成為面積12m²，

故需要 紗席 M 600g/m² × 12m² × 3層 = 21.6kg

編紗束 R 600g/m² × 12m² × 1層 = 7.2kg

玻璃纖維總重量為28.8kg

如欲玻璃含量百分率為30%，則所要之聚酯樹脂為 $28.8 \times \frac{70}{30} = 67.2\text{kg}$

4-8 各國FRP船舶結構規程之比較與研討

(I) 我國 FRP 造船廠目前設計基準雜亂而毫無標準可言，遊艇業泰半依賴外國供應圖樣而漁船業除依據外國參考圖樣外，施工規範却參考Gibb & Cox Inc. 出版之 Marine Design Manual for Fiberglass Reinforced Plastics 一書。實際上世界各國對 FRP 船之規範尚無多，漁船中歷史最悠久而被廣泛採用者為英國勞氏 FRP 漁船構造規則（1965年刊行），而近年來在挪威船級協會訂定公佈之 FRP 船及FRP艇（1972年）詳細結構規則，德國驗船協會（GL. 漢堡）亦以新思考法訂定 FRP 救生艇及作業艇（9m以下者）之構造規範，英國貿易部BOT訂定了FRP救生艇規則，而日本海事協會（NK）亦于1975年底訂定FRP船規則（案）。

實際上 FRP 船目前正在建造或已建造之船長多在3m~25m之間，且其結構方式依用途、作業方式等而變動甚大，較木船、鋼船難於訂定其標準規格，在此種情形中，FRP 船於無標準結構規範下大量製造且有日漸大型而高速之趨勢。

目前 FRP 船之檢驗仍依圖說目視檢查，僅有部份造船廠作材料試驗，至於船體完竣時之縱向強度試驗幾乎尚未實施。直至最近部份造船廠有鑑於此曾向成功大學洽議進行此項工作，此種船體完竣時之縱向強度試驗（圖4-12為撓曲度試驗），目前僅施行於 FRP 船，其目的乃在於防止粗濫之施工，以確保船隻結構性能之優良，但隨船舶之大型化此類試驗已日漸困難，其實此試驗僅能測知船舶整體之縱向強度（至少目前尚無比此更適當之方法）但對橫向強度及船首，船底等局部強度則無法測定（尤以高速時之船底拍擊及強大馬力之振動為然）。因此船東或造船廠除依據勞氏結構規範外多以其製造及使用經驗對整船或局部再加以補強，造成 FRP 船船殼重量逐漸增加之情形。

以現況而言，若僅調查整理現有 FRP 船實難以得到最佳結構尺寸，必須比照同一尺寸之木船鋼船再參照FRP之基本強度，將現有 FRP 船之設計、建造、營運實績加以整理，方為決定最佳結構尺寸之重點。

表 4-7 FRP 船結構船材尺寸決定法之比較

規 範	外 殼 板	防撓加強肋材	備 註
勞氏 FRP 漁船暫定規範 (1965)	以船長 L (m) 為基準因數，用玻璃纖維紗席 (mat) 重量 (g/m ²) 表示之 (表1,2)	依據船之尺寸，用 Z (cm ³) 表示之 (表3,4)	使用紗席以外之強化材或與標準強度值相異之紗席積層 (塗) 板時可做適當的修正 (403) 計算防撓加強肋之面材剖面積時以抗拉彈性係數修正之 (1004)；面材剖面積與防撓加強肋深度間設有 Z 之圖表 (表19)
德國驗船協會 FRP 救生艇及作業艇 (1972)	以船長 L (m) 為基準，用拉張負荷 (kg/cm ²) 表示 (表1a, 1b)	依據船之尺寸，用彎曲力矩 (Mb, cm-kg) 表示 (表4a, 4b)	拉張負荷 (Reisslast) 為積層 (塗) 板之抗拉強度 (kg/cm ²) × 厚度 (mm) × 0.1 (對各種玻璃纖維組成配合列有一覽表) (表2) 列有以防撓加強肋材及積層組成配合有關之 Mb 表 (表5)

挪威 FRP 船 (1972)	L(m), D(m), S (肋骨間距, m) d (吃水, m) 用 t 以數式表示船剖面船底外板之剖面積, 依 L, B, D 用數字式表示	l (肋骨跨距, m) s (肋骨間距, m) h (負荷高度, m) 為 L, D 之函數用 Z (cm ²) 以數字式表示	以紗蓆為主體 (抗張強度 900kg/cm ² , 彎曲強度 1200kg/cm ²) 紗蓆以外之纖維材其厚度修正係數 $F = 0.5 \left(1 + \frac{1200}{\sigma_b} \right)$ 剖面模數之修正係數 $F = \frac{900}{\sigma_t}$ (第 2 章, 第 3 節 B12)
日本 FRP 小船工構造標準 (1973)	依船底所承受之水壓及縱向強度之計算而決定 (4.2.1)	依作用於船殼外板之水壓而計算 (4.2.7)	以 R 佔 M 之 $\frac{1}{2}$ 以上混合之玻璃纖維組成配合者作為標準 (標準強度表) 船材尺寸係依 1m ² 之玻璃纖維合計重量 (g) 而決定。 (4.1.1)
日本小型 FRP 漁船建造基準案 (FRP 漁船研究會) (1970)	以 L 為依據, 指定玻璃纖維組成	以 L 為依據, 指定尺寸及玻璃纖維組成	尺寸決定依據英國勞氏驗船協會並舉例說明, 對建造應注意事項特別考慮謹慎處理 (包括設備, 技術人員, 一般通則)

英國勞氏驗船協會 (L.R), 挪威驗船協會 (N.V), 皆以紗蓆積層板作為標準, 但其表示法在前者以玻璃纖維單位重量表示之, 後者以厚度表示之。採用 LR 規則而使用紗蓆以外之基材時其換算法頗有問題, 尤其對 MR 混合組成較多之 FRP 船求其船材尺寸不一定很適用。NV 則用算式直接計算所需厚度及剖面模數, 對紗蓆以外之材料依積層板強度乘以換算係數即可。如具備有常用積層結構組成之強度時此法易于計算。

GL 則以拉張負荷 (Reisslast) 值導算之。此值乃表示單位寬度 (cm) 積層板之拉張負荷者, 不僅有厚度且適用於強度較低之紗蓆積層板或强度高而厚度薄之編紗束積層板。

日本小船工 FRP 構造標準, 雖述明係依強度計算決定船材尺寸但未將應採用之計算式, 材料強度設計值 (含安全率) 列明表示之。

日本 FRP 漁船研究會第三分科會所釐訂之小型 FRP 漁船建造基準案之重點置於建造應注意事項, 而對船材尺寸則依據英國勞氏驗船協會 LR 頒佈之估算值。

(2) 玻璃纖維紗蓆與編紗束換算重量之研討

依據拉張負荷之理論根據, 編紗束換算為紗蓆之比率, 若依照部份人員利用 LR 規則內之強度增加率 $R/M=2.0\sim 2.3$ 計算之則顯然須另行考慮其他因素, 應再乘以厚度之增加率 (產生同一重量 M 與 R 之厚度比, 及玻璃含量率之差)。

從 LR 漁船規則 901 條款查得

600 Mat 玻璃含量 (GC) = 30% 厚度 (t) = 1.40mm, $\sigma_t = 10\text{kg/mm}^2$

830~900g Woven Roving, 玻璃含量 (GC) = 50% 厚度 (t) = 0.94mm $\sigma_t = 23\text{kg/mm}^2$

故 強度增加率 $\frac{23}{10} = 2.30$

厚度增加率 $0.94 \times \frac{600/355}{1.40} = 0.47$

求出編紗束與紗蓆間之換算率應為 $2.30 \times 0.47 = 1.08$ 才合理

為簡便計, 設換算率為 1.0 (即採用玻璃總重量表示法), 則與從前之紗蓆換算重量 $\Sigma (M+2R)$ 之差異比較結果如下表所示。

表 4-8 各種玻璃纖維基材組成的積層板之比較

劃分	玻璃纖維組成	厚度 mm	抗張強度 kg/mm ²	拉張負荷 kg/cm	玻璃總重量 g/m ²	換算為紗蓆之重量 g/m ²
4000g 級	MRMMRM	4.8	14.8	710	2930	4120
	ⓂRⓂRⓂ	4.9	14.2	695	2690	4120

	MRM \textcircled{M}	4.2	15.9	667	2740	4130
	$\textcircled{M}\textcircled{M}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}$	5.3	12.0	636	3210	4020
4500 g 級	MMRMMRM	5.7	16.5	940	3410	4570
	M \textcircled{R} M \textcircled{R} M	4.2	17.5	735	2970	4590
	$\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}$	5.9	15.9	938	3560	4720
	$\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}$	4.6	18.9	869	3190	4580
6000 g 級	$\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}$	6.0	19.0	1140	4140	5880
	MRMRM \textcircled{R} M	5.2	20.2	1050	3770	5740
	MRM \textcircled{R} MRM	5.1	18.7	953	3770	5740
	$\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}\textcircled{R}\textcircled{M}$	6.1	17.6	1074	4220	6190
	MRMRMM \textcircled{R} M	5.9	18.2	1073	4220	6190
紗 席※	7M	7.35	10	735	3150	3150
	8 \textcircled{M}	11.2	10	1120	4800	4800
編紗束※	4R	2.69	23	619	2320	4640
	6R	4.04	23	929	3480	6960
	3 \textcircled{R}	2.82	23	649	2430	4860
	6 \textcircled{R}	5.64	23	1298	4860	9720

註：1.表中M代表 450 Mat， \textcircled{M} 代表 600 Mat，R代表 580Woven Roving， \textcircled{R} 代表 810Woven Roving

2.拉張負荷 (kg/cm) = 厚度 (mm) \times 抗張強度 (kg/mm²) \times 10

3.※係依英國勞氏驗船協會FRP漁船規則901條規定。

若依照從前使用計算值，則如圖 4-13 曲線所示，編紗束（或紗束布）換算為紗席重量結果其拉張負荷較低，致使混合積層板之強度亦參差不齊。但若以之與玻璃總重量比較（如圖4-14）則此種參差不齊之現象可減少。如再用1.08之換算率計算之則更趨於均勻。

如以板殼所受之彎曲負荷（Biegelast）論之，因其量為 $\sigma_b \times t^2$ （ σ_b 為彎曲強度）其換算率如表4-9 所示比1 更小。

由上述可知 FRP 漁船構造中使用紗束布（或編紗束）計算所獲之優點如下：

普通如換算率以 1 計算時在紗席中混加紗束布（或編紗束）之益處為

（甲）厚度減少。（乙）重量減少。（丙）耐衝擊性強，並可阻止夾層內之裂紋（Crack）傳播。
。（丁）具有直交異向性。

缺點為：（甲）彎曲剛勁度較強度減少甚多。（乙）MR 之間或 RR 之間易引起層間剝離（脫裂）。（丙）浸融不良，易含氣泡。

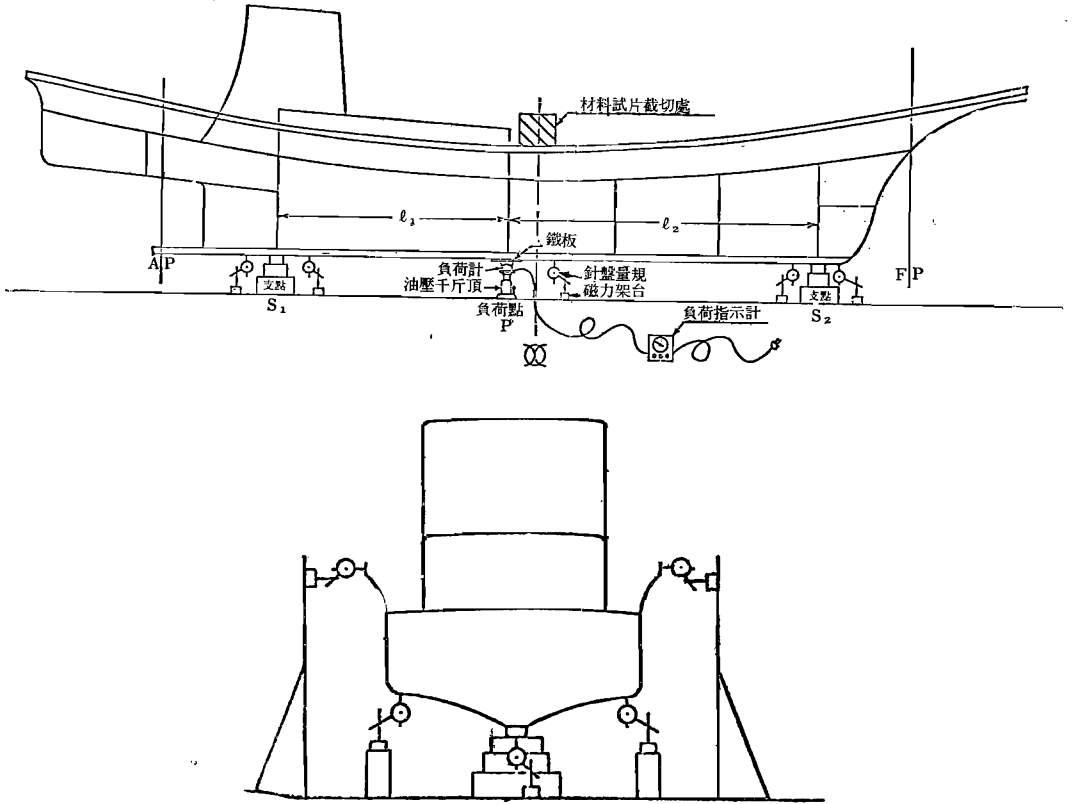


圖 4-12 船體縱向強度試驗之一（撓曲度試驗）

二點支持間 (S₁~S₂) 距離 (ℓ)

ℓ 須為 L_{FP} × 0.6 以上 (ℓ = ℓ₁ + ℓ₂)

試驗負荷 (P) (對排水量型船舶言之)

P = (滿載重量) - (輕船重量)

撓曲度容許範圍 (等分佈負荷之時)

龍骨撓曲度 ℓ/500 以下 (小船要求值為 $\frac{\ell}{1000}$)

船深變形量 ℓ/500 以下 (")

船寬變形量 ℓ/250 以下

※試驗負荷 (P)

$$M = \frac{W \cdot L}{C}$$

$$P = \frac{M \times \ell}{\ell_1 \times \ell_2} \times 0.8$$

C 值一般情形取 20

大型船舶得為

25~30

W: 滿載排水量

L: 水線周長

ℓ₁: S₁~P 之距離

ℓ₂: S₂~P 之距離

撓曲度試驗所須儀器及工具

- 針盤量規 (Dial Gauge) 7~10 個
- 磁力架台 (Magnetic Stand) 7~10 個
- 壓縮型負荷計 (Load Cell) 1 台
- 負荷指示計 (Load Indicator) 1 台
- 油壓千斤頂 (Oil Jack) 1 台
- 鐵板 (厚板) 數塊
- 卷尺 1 只
- 筆記用具 1 套

※地板必須為堅固之混凝土

※測定時小心留意防範測驗船傾覆

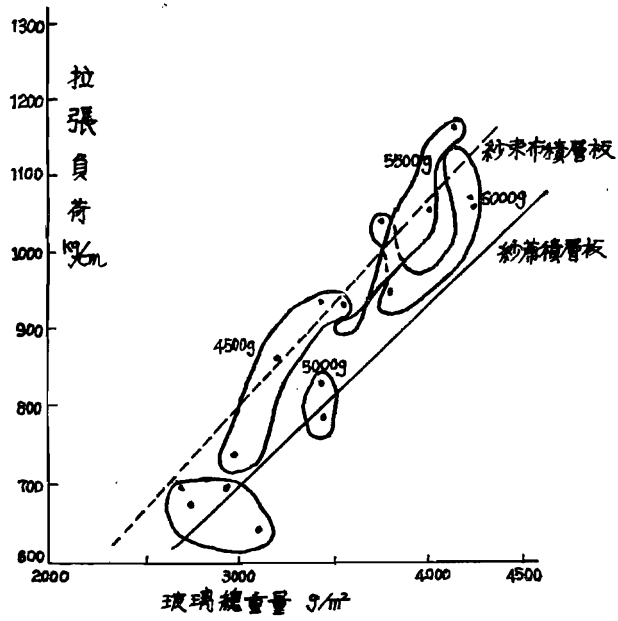


圖 4-13 紗束布換算為紗蓆重量時與拉張負荷之關係

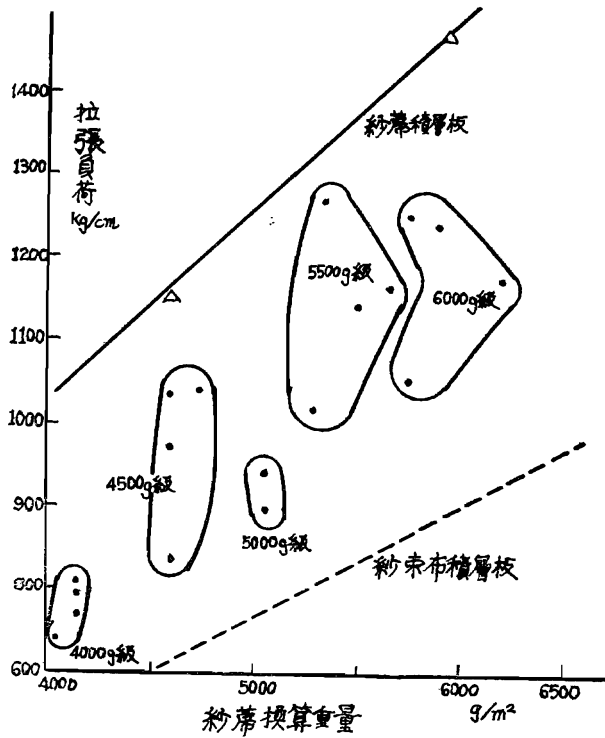


圖 4-14 玻璃纖維總重量與拉張負荷之關係

表 4-9 Reisslast 與 Biegelast

基 材	比 重	玻 璃 含 量 率 %	t mm	σ_t kg/mm ²	Reisslast $\sigma_t \cdot t$ kg/mm ²	換 算 為 紗 席 厚 度 mm	換 算 為 紗 席 重 量 g/m ²	加 倍 率
M 450	} 1.42	30	1.03	} 10	10.3	1.03	450	1.0
M 600			1.37		13.7	1.37	600	1.0
R 570	} 1.64	50	0.71	} 23	16.7	1.64	716	1.25
R 860			1.01		23.23	2.32	1020	1.19
基 材	比 重	玻 璃 含 量 率 %	t	σ_b kg/mm ²	Biegelast $\sigma_b \cdot t^2$ kg	換 算 為 紗 席 厚 度 mm	換 算 為 紗 席 重 量 g/m ²	加 倍 率
M 450		同 上		} 15	15.91	1.03	450	1.0
M 600					28.15	1.37	600	1.0
R 570			} 19	9.58	0.80	350	0.62	
R 860				19.38	1.14	500	0.58	

註：據英國勞氏驗船協會對紗束布（編紗束）與紗席間之換算解釋，認為不能單純地規定出紗席換算率之因乃由於紗席積層與紗束布積層之彈性係數不同，須以紗席積層板比較其彎曲時之等價剖面模數而決定玻璃纖維組成。

謝 詞

本研究計劃的完成，首先要感謝農復會漁業組闕壯狄組長，許君復技正之鼓勵與贊助並蒙

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| (1)台灣省漁業局 | (2)新生造船公司阮振明總經理及全體員工 |
| (3)南台造船公司吳董事長、吳經理及林工程師 | (4)大立高分子公司黃伯俊經理及造船部員工 |
| (5)竹內化成株式會社竹內寅榮社長 | (6)中華民國玻璃纖維強化塑膠技術協進會 |
| (7)中央玻璃纖維公司 | (8)日本FRP漁船研究會 |
| (9)日本海事協會 | (10)英國勞氏驗船協會高雄辦事處張思聰驗船師 |
| (11)國立成功大學化工系，機械系及總務處 | |

等各單位及先生們提供許多珍貴資料及協助，得以完成。尤其竹內社長遠從日本航寄資料，協助購買器材及連絡事項，以及許多造船廠不吝許多勞力資金配合試驗，在此致最誠摯之謝意。惟此項工作鉅大，題中尚有許多需進一步研究解決或未盡完善之處，還祈海內外先進不吝指教，無任感激。

參 考 文 獻

1. Provisional Craft Rules for The Application of Glass Reinforced Plastic to Fishing, Lloyds' Register of Shipping
2. Marine Design Manual for Fiberglass Reinforced Plastics Gibbs & Cox Inc,
3. Fiber Glass —Projects and Procedures Gerald L. Steele
4. Safety Standard for Small Craft, American Boat & Yacht Council, Inc,
5. 玻璃纖維船建造概說 中國驗船協會叢書
6. 玻璃纖維補強塑膠之應用 張志純編著 徐氏基金會出版
7. 玻璃纖維及超級塑鋼大全 張志純譯 徐氏基金會出版
8. FRP 船建造說明書 竹內化成株式會社
9. 強化プラスチック船規則(案) (財)日本海事協會
10. 玻璃纖維強化塑膠(FRP)工業 中央玻璃纖維股份有限公司編印
11. FRP船技術に関する手引書 財團法人日本小型船舶工業會
12. FRP船技術指導書 技術編 管理編 日本小型船舶工業會
13. 強化プラスチック船の工法と應用 田中勤著 舵社
14. 強化プラスチックボート 戶田孝昭著 天然社
15. FRP漁船研究會ニュース 日本FRP漁船研究會
16. 強化プラスチックス 財團法人強化プラスチック技術協會
17. 漁船 日本漁船協會
18. FRP—生產技術— 竹鼻三雄監修
19. 台灣地區50噸級單拖漁船海難研究 農復會漁業專輯第20號
20. FRP漁船(建造と使用法) 竹鼻三雄，土屋孟著 水產社出版
21. Fiberglass Reinforced Plastic by Ralph H. Sonneborn, Albert G.H. Alton S. Heysen

日本海事協會 (N K)

玻璃纖維強化塑膠船建造規則 (案)

第一章 總 則

1.1 通 則

1.1.1 適用對象

- 1. 本規則及其附表,係適用於向本會入級登錄之玻璃纖維強化塑膠製船舶(以下簡稱爲 FRP)
- 2. 本規則之規定,適用於航線未受限制而船長在 50m 以下,普通形狀之 FRP 船,並具有正常之主要尺寸比者。
- 3. 以限制航線之條件而入級登錄之 FRP 船,其構造艙裝及主要尺寸,視其條件得以酌情參照考慮辦理。
- 4. 本規則適用於玻璃纖維加強材與不飽和聚酯樹脂,以手積層法或噴佈積層法(Spray-up Method)成形之 FRP 船。

1.1.2 適用對象以外者

對船型特殊、構造特殊、主要尺寸特殊或運搬特種貨物之 FRP 船及與 1.1.1—4 款規定不同之原料或成形法而建造之 FRP 船,則須經本船級協會另予特別考慮。

1.2 船級登錄入級

1.2.1 一 般

船舶入級,係依入級登錄規則、

1.2.2 船級符號

- 1. 入級船舶之等級標準符號標記須依下列規定
 - (1) 依經本會認可之計劃,從製造中即受本會驗船師之船級檢查而製造之船體與艙裝或船機。

船體及艙裝NS* (FRP)
船 機MNS*
 - (2) 裝造後,再受本會驗船師之檢查,其結構及現況良好,經本會認可之船體及艙裝或船機

船體及艙裝NS (FRP)
船 機MNS
- 2. 以限制航線之條件而入級認可之船級,或認可以適應特殊用途目的而計劃建造的結構以及艙裝之船舶船級,須以前揭—1.款之規定符號標記之。

1.3 定 義

1.3.1 適用性

本規則所用之定義,除特在各章款另予詳訂者之外,悉依本章之規定。

1.3.2 船 長

船長(L)者,係在所設定之滿載載重線上,自艏材前端至舵柱後側之水平距離,如無舵柱者,則量至舵桿中心,其單位以公尺(m)計。

1.3.3 船 寬

船寬(B)者,係在船艙最寬部份之兩舷船殼外板間之水平距離,其單位以公尺(m)計。

1.3.4 船 深

船深 (D) 者，係指在船長 L 之中央，自船底殼板之下面至船側最上層全通甲板上面之垂直距離，其單位以公尺 (m) 計。

1.3.5 船舶強度上之深度

船舶強度上之深度 (D_s)，係自船底殼板之下面至作為強度甲板之船艙甲板，如無船艙甲板則依上款有船艙以外之乾舷甲板，此二者皆於船側至上甲板上面之垂直距離。其單位以公尺 (m) 計。

1.3.6 船艙部

船艙部，除另有規定外，悉指艙部 0.4L 間以內之部份。

1.3.7 船艙部

船艙部，係指自船艙艙兩端 0.1L 以內之處謂之。

1.3.8 滿載吃水線

滿載吃水線，在有滿載吃水標誌之船，係指夏季設計滿載吃水線，如無滿載吃水標誌之船則指計劃最大吃水時之吃水線。

1.3.9 滿載吃水

滿載吃水 (d) 者，係在船長 L 之中央，自船底殼板之下面測至滿載吃水線之垂直距離，其單位以公尺 (m) 計。

1.3.10 乾舷甲板

—1. 乾舷甲板，一般情形下係指最上層之全通甲板。但最上層全通甲板之暴露部具備無常設閉鎖裝置之開口時，或在該層甲板下方之船側備有無常設水密閉鎖裝置之開口時，則以該層甲板直下之全通甲板謂之。

—2. 乾舷甲板在非連續全通之 FRP 船，則依暴露甲板之最下線及特上面之甲板平行延長線視為乾舷甲板。

1.3.11 強度甲板

船長的某段之強度甲板，係指在該處外板有伸延至最上層之甲板謂之。但除低船艙外，在縱強度被認為無效之船艙處，則依該船艙甲板正下方之甲板視為該處之強度甲板。且在設計上，被視為縱向強度上有效之船艙甲板處亦可將該船艙甲板正下方之甲板作為強度甲板。

1.3.12 方塊係數

方塊係數 C_b 者，係滿載吃水線以下之排水容積以 L · B · d 之值所除得之商值。

1.3.13 玻璃纖維紗蓆 (Chopped Strand Mat)

玻璃纖維紗蓆 (以下簡稱爲紗蓆) 係將無鹼玻璃之股段或紗股裁切成適當長度，不定向而均勻重疊於平面上並以結合劑粘成蓆狀者。

1.3.14 玻璃纖維紗束布 (Glass Roving Cloth)

玻璃纖維紗束布 (以下簡稱紗束布)，係將具有適當纖維徑之無鹼玻璃單纖維細絲配成適當股數之玻璃纖維紗股塗佈集束劑但不經撿擦而拼爲一束或將紗束紡織成平織或羽耳織物者。

1.3.15 液狀不飽和聚酯樹脂 (Unsaturated Polyester Resins)

液狀不飽和聚酯樹脂 (以下簡稱爲樹脂液) 係由不飽和多元羧基酸與多元醇經酯化反應得出不飽和聚酯後溶解於含苯乙烯基單體做成之熱硬化性樹脂者。

1.3.16 膠殼 (Gel Coat)

膠殼係可兼使 FRP 船體表面美觀及具備保護作用之樹脂層。

1.3.17 填充劑

填充劑 (亦稱填料) 者，係改善製品之物性所混加之有機質或無機質之藥劑。

1.3.18 觸媒 (硬化劑)

觸媒者，係作為促使樹脂硬化反應之藥劑。

1.3.19 促進劑

促進劑者，係樹脂在常溫硬化之際，分解觸媒促進硬化反應之藥劑。

1.3.20 積層（疊層 laminate）

積層者係將具有重量之玻璃纖維補強材一層層重疊，同時以樹脂加以浸塗硬化之作業，或者底層（或下層）之硬化尚未完全前，在其上面加以重疊連續成形法，亦稱為濕潤積層法（Wet on Wet）

1.3.21 接着（粘着）

接着者，係指已開始硬化之二積層品間之乾式接着（Dry on Dry）及已硬化之積層品加以搭接積層者（亦稱濕乾積層 Wet on Dry）。

1.3.22 配合比

配合比，係指樹脂與觸媒及促進劑之參加使用重量比。

1.4 有關船體構造及艙裝之通則

1.4.1 鋼船規則之參照

在本章內未規定事項，悉須符合鋼船規則內有關各編章程之一般規則。

1.4.2 同等效力

不適合本規則規定之船體結構、艙裝、配置及其尺寸，而經本會認可認為具有適合本會本規則同等效力者，得視為適合本規則。

1.4.3 穩定性能

本規則之規定係依 FRP 船在任何使用狀況下皆能保持適當之穩定性能而訂定者。因此本會對 FRP 船之製造者及船長（Captain）強調 FRP 船建造及使用上須特別注意以確保穩定性能。

1.4.4 旅客船

旅客船之結構、艙裝、佈置及其尺寸，除悉依本規程規定外，對其設計要點有關事項須予以慎重考慮。

1.4.5 漁船

漁船結構艙裝、佈置、及其尺寸，尚需符合第19章之規定。

1.4.6 高速艇

半滑航型（Semi-planning）或滑航（Planning Boat）型等輕量構造高速艇之結構、艙裝、佈置及尺寸等仍須經本會予以適當之認可。

1.4.7 結構尺寸等

—1. 本規則所規定之結構尺寸，係針對以玻璃纖維紗蓆（Chopped Mat）及紗束布（Roving Cloth）構成之玻璃纖維補強材成形物，且具有下述(1)至(4)項強度的以 FRP 成形之 FRP 船而規定者，但不包括膠殼在內。

- | | | |
|-----------------|---|-----------------------|
| (1) FRP 抗張強度 | ； | 10kg/mm ² |
| (2) FRP 之抗拉彈性係數 | ； | 700kg/mm ² |
| (3) FRP 彎曲強度 | ； | 15kg mm ² |
| (4) FRP 之彎曲彈性係數 | ； | 700kg/mm ² |

—2. 建造比前—1. 款規定之 FRP 強度較強之 FRP 船時，可將本規程規定之結構尺寸乘以以下述(1)及(2)款規定之係數。

- (1) 對板厚，可乘以依下式計得之值。

$$\sqrt{\frac{15}{\sigma B}}$$

式中之 σ_B 為 4.4.3 款規定之 FRP 彎曲強度 (kg/mm²)

- (2) 對剖面模數，可乘以依下式計得之值。

$$\frac{10}{\sigma_T}$$

式中之 σ_T 為 4.4.3 款規定之 FRP 抗張強度 (kg/mm²)

- 3. 本規程規定之剖面模數，除另有規定外，均以包括腹板之各側面連同 150mm 寬度 FRP 板之值。

1.4.8 玻璃纖維強化材重量與積層板之厚度

- 1. 紗蓆及紗束布每一層之相當積層厚度，可依照下式計算值

$$\frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \gamma_R} \quad (\text{mm})$$

W_G 為紗蓆及紗束布單位面積重量 (g/m²)

G 為積層板之玻璃含有率 (重量比) (%)

γ_R 為硬化樹脂之比重

γ_G 為紗蓆或紗束布之比重

- 2. 前一1.款所述之玻璃含有率 (G) 之值，希望使用實際積層板各層之相當值，但亦不妨使用積層板全體之平均玻璃含有率。

- 3. 前一1.款所述之玻璃纖維比重 (γ_G) 除有他故外，可依 2.55 之規定值計算厚度。

- 4. 前一1.款所述之硬化樹脂比重 (γ_R) 可依 1.25 之規定值計算之，但以增加重量之目的將填充劑混加樹脂液內者不在此限。

- 5. 玻璃纖維紗蓆或紗束布以外之強化材積層厚度，悉須經本會認可方可。

第二章 船級檢驗

2.1 製造中之船級檢驗

2.1.1 一般

製造中之船級檢驗，係對船體、船機（輪機）、艙裝及各種裝置之構造、材料及其尺寸並其成形工程予以詳細之檢驗以確定各部份是否符合各章程之規定。

2.1.2 送核之設計圖及文書

欲接受製造中之船級檢驗者，通常應於成形建造工程開始以前，檢送包括下列(1)至(11)款項之設計圖樣及文書，經本會核定。

- (1) 使用原(材)料表。
- (2) 舢剖面圖，舢線縱向剖面圖及甲板結構圖。
- (3) 船艙艙部結構詳細圖及船艙艙材結構圖。
- (4) 艙壁結構圖。
- (5) 一般佈置圖。
- (6) 主機座及其他主要輔機之基座結構圖。
- (7) 艙口、艙口蓋結構圖及閉鎖裝置圖。
- (8) 舵結構圖及操舵裝置圖。
- (9) 積層施工圖及接縫詳細圖。
- (10) 鋼船構造規範 B 編第 2 章 2.1.2—1(2) 規定之有關船(輪)機圖樣及資料。

(II) 其他本會認為需要之設計圖及文書。

2.1.3 參考用圖樣及文書之送核

—1. 接受製造中之船級檢驗時，除 2.1.2 規定需送核之圖樣及文書外，下列各款所述之參考用圖樣及文書亦需提送審核。

- (1) 施工規範書。
- (2) 第四章規定之 FPP 材料試驗成績書。
- (3) 第五章規定之施工作業程序書。
- (4) 有關結構強度之計算及資料。
- (5) 如經指定須勘劃滿載吃水線時，須依鋼船規範 B 編第二章 2.1.3—1(4) 所規定之圖樣及文書。

—2. 其他經本會認為需送核者，得須提出前一 1. 款所規定以外之圖樣及書類。

2.1.4 施工中之檢驗

—1. 製造中之船級檢驗，係指從開始成形以迄完竣為止之工程間，所有施工中之檢驗。

—2. 有關船殼工程之施工須經本會驗船師會同檢驗之時期，如下所列

- (1) 依第四章規定舉行 FRP 材料試驗時
- (2) 在成形工程中經本會指定時
- (3) 依第四章規定舉行 FRP 強度試驗時
- (4) 成形品之接合時期（如外板與甲板之接合等）
- (5) 對在其他地方製造之部品等
- (6) 舉行水壓試驗及水密試驗時
- (7) 海上公試時
- (8) 其他經本會核定須要者

—2. 艙裝品及船機有關工程之檢驗期，係依鋼船規則 B 編第二章 2.1.4 之規定。

—3. 前一 1. 款及—2. 款所揭示之檢驗期，除海上公試外，可依製造廠之設備、技術及品質管理之實況，得以增減。

2.1.5 縱向彎曲試驗

如本會認定需要時，得要求實施 FRP 船之縱向彎曲試驗。但其縱向彎曲試驗之方法須依本會之規定。

2.2 製造後之定期檢驗等

2.2.1 定期檢驗

製造後之定期檢驗及中間檢驗，得依鋼船規範 B 編之規定辦理。

2.2.2 臨時檢驗

符合鋼船規範 B 編第一章 1.1.9 之規定條件時，須施行臨時檢驗。

第三章 工廠設施

3.1 通 則

3.1.1 適用範圍

建造 FRP 船之工廠及其設備，須依本章之規定。

3.1.2 工 廠

經本會認可登記入級之 FRP 船，必須在經本會認可之工廠建造。

3.1.3 檢驗及認可

欲須本會認可之工廠，須提出其成形工場之設備及原料之保管設備等詳細資料並受本會之檢查。

3.2 積層工廠

3.2.1 積層工廠之構造及佈置

- 1. 積層工廠，為使積層作業中能與其他作業有所區別，須予以適當的劃分成數室區或隔屏之構造。
- 2. 積層工廠，須能防止促間隙進入風、灰塵及濕氣等之構造。
- 3. 積層工廠之設備及佈置，須考慮原料之保管使用及積層過程等而予以合理化者。

3.2.2 換氣裝置

積層工廠內，為避免對積層品之硬化發生惡劣影響，須配置適當之換氣裝置。

3.2.3 溫度調節裝置

積層工廠須配設溫度調節裝置，使在積層作業中使用樹脂時能維持適當正常之室溫。

3.2.4 相對濕度

- 1. 積層工廠在積層作業中，須保持相對濕度在 80% 以下。
- 2. 必要時須設置適宜之除濕設備。

3.2.5 遮蔽設備

積層工廠之天窗、側窗須設置適當之遮蔽設備，以防止日光直接照射積層品。

3.2.6 集塵設備

積層工廠，須設置適宜之集塵裝置，以便排抽積層作業時所產生之灰塵（Dust）。

3.3 原料保管設施

3.3.1 保管設施

原料保管設施之設備及佈置，須以能保管及合理使用原料為原則。

3.3.2 樹脂等之保管場所

樹脂、觸媒及促進劑之保管設施，須在冷暗處。

3.3.3 玻璃纖維基材之保管場所

玻璃纖維基材，須在清淨而乾燥之環境保管。

第四章 材料

4.1 通 則

4.1.1 適用性

本章規定之船殼材料，係針對 FRP 及其原料者，至於金屬材料悉依鋼船規範 K 編之規定。

4.1.2 一 般

- 1. FRP 船使用之原料，須在本會驗船師會同之下舉行試驗及檢查，並經合格者。
- 2. FRP 積層用樹脂使用 4.3.2 款規定以外之樹脂時，須經本會認為適宜者方能使用。
- 3. FRP 強化材使用 4.3.5 及 4.3.6 款分別規定之紗席及紗束布以外之強化材時，亦須經本會認為適宜者方能採用。

4.2 認可等事項

4.2.1 原料之認可

—1. 如製造者要求申請時，本會得不拘 4.1.2—1 款之規定，對下述(1)至(4)須之原料，調查其使用材料、製造方法、廠內檢查標準及品質管理等，且對本會指定之試片施以試驗及檢驗，其結果如合格則視為認可材料。

- (1) 膠殼用樹脂
- (2) 積層用樹脂
- (3) 玻璃纖維強化材
- (4) 夾心 (Sandwich) 結構用芯材 (Core)

—2. 對經本會認可之原料各給予認可編號並公佈之，而製造廠商則須在原料上表記該認可編號。

4.2.2 認可之連續

如欲繼續認可之製造廠商，應於一年以內，依下述 (1) 及 (2) 款之規定，向本會申請接受定期檢查。

- (1) 使用材料、製造方法、廠內檢查標準及品質管理等之調查。
- (2) 本會指定之試驗及檢查。

4.2.3 認可之取消

經本會查明，原認可材料品質若有下述(1)至(3)之情形時，取消原認可，並公佈之。

- (1) 使用材料，製造方法，廠內檢查標準及品質管理等，較認可時低劣，且被認為不適於使用。
- (2) 不能通過規定之定期檢查。
- (3) 無接受規定之定期檢查。

4.2.4 認可材料之試驗及檢驗

- 1. 經認可之原料可不經本會規定之試驗及檢查。
- 2. 製造廠商對製品須實施應做之試驗及檢查，並向本會提出試驗結果之成績報告書。

4.2.5 FRP 材料試驗之省略

- 1. 本會可依製造者之要求，不依 4.4.2 款之規定，調查 FRP 之使用原料、製造方法、廠內檢查標準、品質管理等，經本會認為適當者，可省略 FRP 材料試驗。
- 2. 前一1.款規定之 FRP 材料試驗能予以省略之 FRP，係指經本會認可具有符合 4.4.3 規定之 FRP 材料試驗及檢查成績證書之 FRP 及同一工廠、同一積層、同一成形法成形之 FRP 者。

4.3 原料等

—1. FRP 採用之膠殼用樹脂必須在本會驗船師會同下，舉行試驗及檢查，以確定必須具有表4.1所列之標準值者。

—2. 表 4.1 所列之膠殼用樹脂之粘度、搖變度、膠化時間、巴可爾 (Bacol) 硬度及延伸率之試驗方法須依本會認可之適宜方式。

—3. FRP 船使用之膠殼用樹脂延伸率，必須較積層用樹脂延伸率為大。

表 4.1 膠殼用樹脂之標準值

試驗項目	標準值
粘度 (泊 Poise)	7~30
搖變度	3.5~6.0
膠化時間 (分)	10~60

巴可爾硬度	30以上
伸延率(%)	1以上

備註：巴可爾硬度 Barcol hardness 及伸延率係依法型板試驗片測定者

4.3.2 液狀不飽和聚酯樹脂（樹脂液）

—1. 採用於 FRP 船船殼結構用之低壓積層用樹脂液，需在本會驗船師會同下舉行試驗及檢查，而符合表4.2及表4.3之規定者。

—2. 表 4.2 所示之樹脂液粘度、搖變度及膠化時間之試驗方法，須以經本會認可之適當方法測試之。

—3. 表 4.3 所列樹脂液之注型板及積層板等各試驗片之巴可爾硬度、吸水率、彎曲強度、彎曲彈性率、抗張強度、抗拉彈性率及抗拉延伸率等之試驗方法，須以經本會認可之適當方式測試之。

表 4.2 樹脂液之標準值

試驗項目	標準值
外觀	無異狀
粘度(泊, Poise)	1~10
搖變度	1.2~5.0
膠化時間(分)	6~80

備註：指定值由買賣雙方依表中之標準值內選取適當值商議決定之。

表 4.3 注型板及積層板之樹脂液標準值

	注型板	積層板
巴可爾硬度(以上)	35	40
吸水率(%以下)	0.3	0.5
彎曲強度 (標準狀態) (kg/mm ² 以上)	7.5	12.5
彎曲彈性率 (" " ") (" " ")	300	600
抗張強度 (" " " ") (" " ")	3.0	6.0
抗拉彈性率 (" " " ") (" ")	300	600
抗拉延伸率 (" " " ") (" ")	1.0	—

備註：(1) 注型板係僅將樹脂液硬化者

(2) 積層板係依4.3.5規定之EM450玻璃纖維紗席三層用樹脂積層者

4.3.3 填充劑

為提高 FRP 耐磨性、耐火性等特性經使用人員新參加之填充劑，須將其使用目的、填充劑之種類及使用量等資料向本會提出。

4.3.4 觸媒及促進劑

觸媒及促進劑之種類及使用量，須適合於積層用樹脂及膠殼用樹脂之種類者，且慎重選擇能使硬化時間適當及局部發熱量不增大者為限。

4.3.5 玻璃纖維紗蓆 (Chopped Strand Mat)

—1. FRP 船體結構使用之紗蓆，須在本會驗船師會同下，依照規定舉行各種試驗及檢查，而合格者。

—2. 紗蓆依其 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 之質量，有如表4.4所列示之種類。

—3. 紗蓆之公稱係依表示紗蓆之標記及紗蓆每平方公尺 (m^2) 之標準質量按下列次序組合者。

表示紗蓆之符號 (EM)	紗蓆每平方公尺 (m^2) 之標準質量 (g/m^2)
--------------	--

—4. 紗蓆以目視或手觸法查驗，不得有使用時會產生障礙之結合劑附着纏捲突出物、皺曲、索股之結合不良或污穢等之缺陷。

—5. 紗蓆之結合劑附着率須為10%以下。但結合劑附着率之測定方法則須依本會認可之方式。

—6. 紗蓆 $900\text{mm} \times 900\text{mm}$ 面積之相當質量、寸法及每捲質量須符合表4.5之規定。若寬度及每一捲之長度已經雙方當事者洽議同意者則可不依表4.5之值，但此時寬度、每一捲之長度及每一捲之質量等之容許差須經本會認可。

表 4.4 紗蓆之種類

種 類	$1\text{m} \times 1\text{m}$ 之標準質量(g/m^2)
EM 380	380
EM 450	450
EM 600	600

表 4.5 紗蓆之寸法及每一捲質量

種 類	寬度 (mm)		一捲長度(m)		(900mm×900mm)之質量		一捲質量 (kg)	
	寸法	容許差	寸法	容許差	質量(g)	最大偏差率 (%)	質量	容許差
EM 380			60	+0.5	308		42.4	±2.1
EM 450	1860	± 5	50		365	10以下	50.2	±2.5
EM 600			60	- 0	486		55.8	±2.8

備註：最大偏差率 (%) 之算出方法須經本會認可。

—7. 將液狀聚酯樹脂注入紗蓆積層 (塗) 板 (以下簡稱紗蓆積層板) 之彎曲強度應符合表 4.6 之規定，其彎曲試驗之方法須依本會認可之方法：

表 4.6 紗蓆積層(塗)板之彎曲強度

條 件	聚酯樹脂 (Polyester) 積層 (塗) 板之彎曲強度(kg/mm^2)
標 準 狀 態	12.5 以上
濕 潤 狀 態	10.5 以上

備註：紗蓆積層 (塗) 板之玻璃含有率為 $30 \pm 3\%$ ，各積層塗層數則如下所述：

EM 380...四層，EM 450...三層，EM 600...二層。

4.3.6 玻璃紗束布 (Glass Roving Cloth 簡稱紗束布 Roving Cloth)

- 1. FRP 船體結構用之紗束布，須在本會驗船師會同下，依照規定舉行各種試驗及檢查合格者。
- 2. 紗束布依其每平方公尺 (m^2) 之標準質量，有表4.7所示之二種。
- 3. 紗束布之公稱係依表示紗束布之標記及紗束布每平方公尺 (m^2) 之設計質量組合而稱呼之。但設計質量係於標準質量增減 10 %之範圍內，由買賣雙方當事者協議決定之。

表示紗束布之標記 (ERC)	設計質量 (g/m^2)
----------------	------------------

- 4. 紗束布以目視法或手觸法檢驗，而不得有對使用上會產生有害之污穢、纏捲、織鬆、折皺等缺陷。
- 5. 紗束布，其相當900mm×900mm面積之質量，編織寬幅及每一捲長度等均須符合表4.8之規定。
- 6. 用液狀樹脂注入紗束布之積層（塗）板（以下簡稱紗束布積層板）之彎曲強度須符合表 4.9 之規定。且其彎曲試驗方法須經本會認可。

表 4.7 紗束布之種類

種 類	標準質量 (g/m^2)
ERC 580	580
ERC 810	810

表 4.8 紗束布900mm×900mm單位面積相當質量及一捲之寸法

種 類	900mm×900mm相當質量 (g)		長度 (m)		編織寬幅(mm)	
	質 量	最大偏差率 (%)	長度	容許差	寬 幅	容許差
ERC 580	設 計 質 量	5 以下	30或	-0	1000	+15
ERC 810	×0.81		50			-0

備註：(1) 原則上，長度以表4.8及其整數倍。但容許差為-0m。

(2) 寬幅原則上依表4.8，但得按雙方當事者之洽議適當決定之，但其容許差為 $\begin{matrix} +15 \\ -0 \end{matrix}$ mm

(3) 最大偏差率之算法，須依本會認為適當之方式。

表 4.9 紗束布積層(塗)板之彎曲強度——

狀 態	聚酯積層(塗)板之彎曲強度
標 準 狀 態	22.5kg/mm ² 以上
濕 潤 狀 態	20.5kg/mm ² 以上

備註：紗束布積層塗板之玻璃含有率為50±5%，各積層塗層數則如下所述：

ERC 580…四層，ERC 810…三層。

4.3.7 芯 材 (Core)

- 1. 作為夾心結構用芯材之蜂巢 (Honeycomb) 芯材 (有紙質蜂巢，玻璃纖維蜂巢，或金屬製蜂巢)、泡沫塑膠、巴沙木 (或稱白塞木 Balsa) 等均須用本會認可者，並須具有足夠之面壓強度、

剪力強度及耐蝕性者。

—2. 將夾板做成以 FRP 兩皮層包粘夾緊之結構者，夾板須採用具有耐水性且充分乾燥並經適當之處理能增進與樹脂間之黏着性者。

—3. 作為肋骨、縱通材等成形用芯材之硬質泡沫塑膠需為耐油、耐聚酯、耐火之塑膠發泡體者，並與聚酯樹脂之粘着性良好者。

4.3.8 木 材

—7. 木材須無節瘤、無斜向纖維、腐朽及其他顯著之缺陷者，且須具備適合其使用目的之性質。

—2. 木材須充分乾燥。

4.4 FRP

4.4.1 FRP 之機械性質

除 FRP 膠殼外之船體結構強度，須較 1.47 款規定值為大。

4.4.2 FRP 之試驗及檢查

FRP 船船體結構使用之 FRP，在本會驗船師會同下，實行 4.4.3 款規定之 FRP 材料試驗及 4.4.4 款規定之 FRP 強度試驗。

4.4.3 FRP 材料試驗

—1. FRP 材料試驗係指於 FRP 船建造前所實施之 FRP 試驗及檢查。並須依 FRP 船船體結構使用之 FRP 同一工廠，同一積層構成（但不包括膠殼）及同一成形法成形之積層（塗）板採取試片，做下述(1)至(7)項之試驗及檢查，但其試驗方法須經本會認可。

- (1) 成形厚度
- (2) 巴可爾硬度 (Barcol Hardness)
- (3) 玻璃纖維含量率 (重量比)
- (4) 彎曲強度
- (5) 彎曲彈性率
- (6) 抗張 (拉) 強度 (Tensile Strength)
- (7) 抗拉彈性率

—2. 試驗 FRP 時最低限度應從下述(1)至(3)項結構船材之 FRP 採取試片試驗。若其他船材之 FRP 依 1.4.7—2 款規定對結構尺寸予以修正時亦須做 FRP 材料試驗

- (1) 船殼底板
- (2) 船側外板
- (3) 上甲板

—3. FRP 材料試驗後，應將包括標明下列(1)至(10)項之材料試驗報告向本會提出

- (1) 積層用樹脂液及強化玻璃纖維之品名
- (2) 填充劑之品名及混合量
- (3) 觸媒及促進劑之種類及使用量
- (4) 成形法及成形條件
- (5) 試片之採取方向
- (6) 試片之成形年月日及試驗日期
- (7) 試驗地點及該地點之環境條件
- (8) 試驗機之型式
- (9) 試片之形狀及尺寸
- (10) 試驗結果。

—4. 提供 FRP 材料試驗之試片數量除另有規定外，一般情形為 5 片，試驗成績值係由此 5 片試片試驗值內選較小之三個試驗值取其算術平均值。

4.4.4 FRP 強度試驗

—1. 所謂 FRP 強度試驗者係指 FRP 船建造後實施之試驗及檢查。從實際 FRP 船體採取試片或從具有同等效果之積層塗板採取之試片照下述(1)至(6)項目試驗及檢查。但其試驗方法及試片之採取位置須經本會指定認可者

- (1) 成形厚度
- (2) 玻璃纖維含量率（重量比）
- (3) 彎曲強度（撓曲強度）
- (4) 彎曲彈性係數（或稱撓曲彈性模數）
- (5) 抗張強度（或稱抗拉強度）
- (6) 抗拉彈性係數（或稱抗拉彈性模數）

—2. FRP 強度試驗結果，須照 4.4.3—2 款規定項目加以標記，作為 FRP 強度試驗成績報告書向本會提出。

—3. FRP 強度試驗之試片數量及試驗值之計算法須依 4.4.3—4 款之規定辦理。

第五章 成形施工法

5.1 一般

5.1.1 適用範圍

本章之規定適合 FRP 以手工積層法（手積法 Hand Lay-up Method）或噴佈積層法（Spray-up Method）施工者，若採用其他方式成形時須經本會認可。

5.1.2 成形施工之管理

FRP 之成形，須在經驗豐富之技術人員監督下施工。

5.1.3 成形品之硬化

未充分硬化之成形品不得放置在有礙硬化條件之環境下。倘若成形品之硬化擬以加熱方式促進時須經本會認可。

5.1.4 成形品之支撐

脫模後為防止已造成形品之翹曲，須用適當之構造或方法支撐之。

5.1.5 配方（配合比）

觸媒及促進劑之配合比，應以考慮積層室之溫度，濕度等之環境條件及樹脂之施工時限（或稱作業壽命 Pot Life）與紗蓆硬結時限（或稱玻璃纖維紗蓆施工時限 Mat Life），選擇能得到良質 FRP 之適當配方。

5.1.6 施工要領

—1. 成形工作前，應事先依照下揭(1)至(4)款項目詳細檢討其作業施工次序後施工之。

- (1) 積層工廠之環境條件與其調整方法及硬化時間。
- (2) 作業施工方法及預定作業工程程序。
- (3) 玻璃纖維原料之種類，剪裁方法，重疊搭接法，端部處理及層數
- (4) 液狀樹脂之種類，使用量，一次調合量及調配方法

—2. 有關前—1.(2)款規定之作業施工方法及預定作業工程程序等須另做成「作業施工要領書」向

本會提出。

5.1.7 環境條件

- 1. 積層作業，須在積層工廠內指定之積層場施工。
- 2. 積層場內之垃圾，灰塵及有害氣體須儘可能排抽之。

5.1.8 脫模劑

脫模劑，須俟模子清掃乾淨後塗佈均勻，並嚴防塗佈面粘着塵埃等。

5.1.9 切斷面

積層塗板之切斷面，須將玻璃纖維補強材以樹脂塗包，並注意勿使玻璃纖維剖面露出。

5.1.10 結構船材之成形及粘着

結構船材，在船殼所定層數內，其積層尚未充分硬化時應予以整體成形為本會所推薦者。但亦可將結構船材另行成形後再與船殼粘接。

5.2 膠 殼

5.2.1 膠殼之塗佈或噴佈

- 1. 膠殼，應均勻塗佈或噴佈。
- 2. 膠殼厚度，應精確控制，一般標準為0.5mm左右。

5.3 手工積層法 (Hand Lay-up Method)

5.3.1 第一層之積層

以膠殼作為內裏底層之玻璃纖維補強材料應充分浸漬脫泡，且積層須于同一工程內施工。

5.3.2 玻璃纖維補強材料之接縫

玻璃纖維補強材料，應盡量減少接縫佈列之。又其搭接須超伸50mm以上，相鄰層間除受工程上障礙外其搭接中心距離需大於100mm以上。

5.3.3 脫 泡

積層時，玻璃纖維須充分浸漬後用脫泡滾子或漆刷等除去氣泡。但過度壓抑擠出樹脂亦非良策，應保持適當玻璃含量率。相反地若樹脂過多則仍需除去過多之樹脂。

5.3.4 玻璃含量率

積層時，玻璃含量率（重量比）在紗蓆約為30%，紗束布則係以50%作為標準值，局部樹脂過多或樹脂缺乏皆不佳，應施工至厚薄均勻。

5.3.5 積 層

原則上積層時，在底層尚未完全硬化前即應施行次層之積層。對較厚外板之積層，如無法連續施工時在其隔間之層不得使用含有石臘之樹脂液，且不得殘餘樹脂層。

5.3.6 最後表層之積層

最終層之積層，使用含有石臘樹脂等作為隔遮空氣之有效措施，

5.4 噴佈 (Spray-up Method) 法

5.4.1 定 義

噴佈法，係將樹脂及玻璃纖維強化材料用噴佈裝置，於模面上形成浸漬成品之積層方法。

5.4.2 噴佈裝置

- 1. 噴佈裝置須經本會認可。
- 2. 噴佈裝置，須能將 FRP 成形品之玻璃含量率及特性等均質分佈者。
- 3. 由噴佈裝置成形者，須由熟練之成形技術人員負責施工。

5.4.3 主要船材結構之成品

船殼主要結構船材之紗蓆部份以噴佈法成形時，須經本會認可。

5.5 泡沫材作為芯材之夾心結構成形模造

5.5.1 芯心之端緣接合

夾心結構之芯材暫時用釘接固時，不得有將釘打入後之凹痕，嵌接位置高低參差不平或留有痕跡等缺陷，且芯材相互間不可保留有1mm以上貫通之間縫。

5.5.2 芯材之表面處理

暫時粘固之芯材，在 FRP 積層前須施以聚合底處理，而其表面視需要亦應做表面處理。

5.5.3 磨光修飾

夾心結構表面為完工加工而須磨光修飾時必須特別小心，不能使表面之玻璃纖維有顯著之損傷。

5.6 脫 模

5.6.1 脫模作業

- 1. 脫模工作時必須慎重，以避免對船殼產生有害或永久變形之損傷。
- 2. 脫模後宜用較廣潤之面積支撐船殼，使所受之力能平均分佈保持船型以免局部變形。

5.7 粘結接合及固着

5.7.1 接 合

- 1. 粘結接合係將接合面之油脂類塵埃等完全除去，用砂紙等將模造物之表面粗糙化，露出玻璃纖維後施工。至於已硬化積層品間之粘結接合則將浸濕之紗蓆夾緊後施工。
- 2. 接合時須特別注意其接合強度不得產生有不連續情形。

5.7.2 固 着

- 1. 成形板互相結合或成形板用螺栓等五金類安裝固定者可藉機械緊定法。此時所使用之螺栓、鉚釘、螺牙等五金裝具須能耐海水且已有適當之防蝕措施者。
- 2. 機械固着時盡可能與成形板成直角方向鑽孔固定，並在此孔穴塗佈樹脂液。

5.7.3 螺栓 (Bolt)

- 1. 螺栓孔之中心至成形板邊緣之距離必須大於螺栓孔徑之三倍以上，且螺栓孔間之距離須為孔徑之三倍以上。
- 2. 螺栓要締緊時，在成形板面須加墊圈 (Washer)。

5.7.4 夾心板之固着

以發泡材做為芯材之夾心板鑽孔使用螺栓、螺牙、鉚釘等固定時，須在芯材部份埋設已施以防腐處理之木板或夾板。

5.7.5 水密結構部份

要求水密處用螺栓扣件固定時，須予以適當處理以保水密性。

5.7.6 螺 牙

用螺牙作為成形板之固着接合時須經本會認可。

5.8 接合接縫

5.8.1 L型及T型接縫

- 1. 結構各部之L型及T型接縫，一般情形須為如圖5.1所示之形式。
- 2. 前述—1 款規定之L型及T型接縫，須在現場用玻璃纖維積層層施工之。又作為強化材者，原則上須兩面皆積層塗佈之。但遇及二面積層實有困難時，得將單面之補強材重量適當增加而接合之。

- 3. L型及T型接縫施工時，應注意避免由於過度之硬化而發熱產生應變之現象。
- 4. 機座縱桁梁、艙壁等承受相當大之負荷或有振動之各部用材接合時，宜採用如圖 5.2(a)所示在積層塗板上張貼補強材後置放結構用材之法。
- 5. 前揭—4款以外，亦即以無承受重大負荷或振動之各部用材接合時可依照圖5.2(b)所示，結構用材與積層塗板間夾置泡沫塑膠或如圖 5.2(c)所示填充樹脂油灰 (Putty) 于角隅部然後再充分積層使與結構用材接合之法。

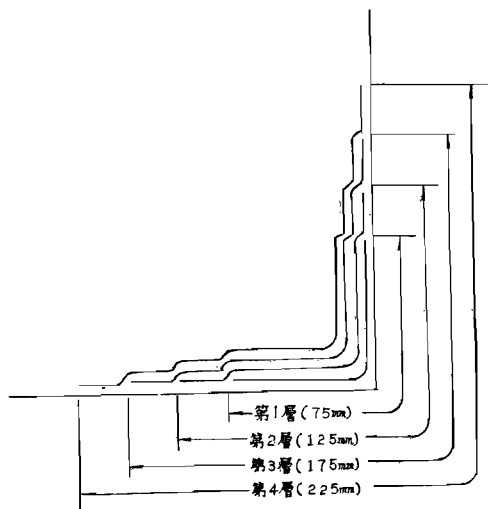


圖 5.1 L型及T型接縫

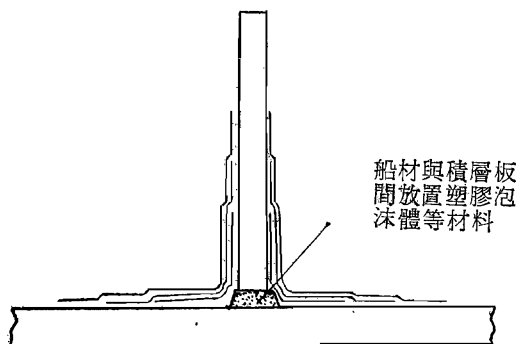


圖 5.2 (b)

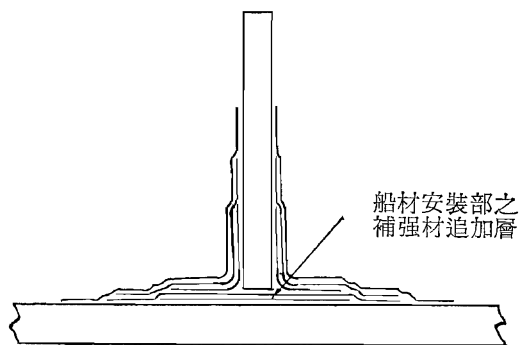


圖 5.2 (a)

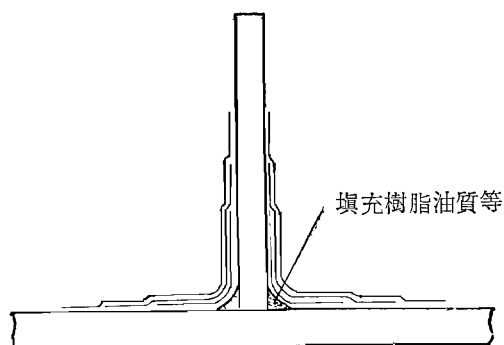


圖 5.2 (c)

第六章 縱向強度

6.1 縱向強度

6.1.1 船體橫剖面之剖面模數

FRP船之艏部0.4L間之船體橫剖面模數，須大於自下式所計得者。

$$(0.4L+72.4)L^2B(C_b+0.7) \quad (\text{cm}^3)$$

於此 C_b 為FRP船之方塊係數

6.1.2 L/D 之限制

FRP船之L/D之比，不得小於自下式計得之值；

$$\text{單底結構船} \cdots \cdots \cdots 9 \times 10^{-3} E$$

$$\text{二重底結構船} \cdots \cdots \cdots 10.7 \times 10^{-3} E$$

於此E為依4.4.4款規定FRP強度試驗之抗拉彈性係數 (kg/mm^2)

6.1.3 船體橫剖面模數之計算法

船體橫剖面模數之計算，須依下述(1)至(4)款之規定。

(1) 強度甲板之剖面模數，係將該船體橫剖面之水平中性軸之慣性矩除以由該軸至船側強度甲板樑頂面之垂直距離所得之商值。至於船底之剖面模數 (Section Modulus)，則為將上記之剖面慣性矩用中性軸至龍骨頂面之垂直距離除後所得之商值。

(2) 凡強度甲板以下之縱通船材，在艏部0.5L以內為連續不斷之縱通構件者，均應計入之。

(3) 若船材為木材時將其剖面積與該木材及 FRP 之抗拉彈性係數之比值相乘之後計入之。此比值于柳安木材係為1.0，柳安夾板為0.8，但夾心結構板之芯材在縱向強度計算上不得計入。

(4) 面積之單位為 mm^2 ，距離長度之單位為m。

6.1.4 強度之連續性

縱向強度船材，其結構需具有良好之強度連續性者。

第七章 船殼板

7.1 通 則

7.1.1 適用性

- 1. 本章所規定之船體外殼板之結構尺寸，均以船殼板為單板實心結構之 FRP 而訂定者。
- 2. 船體外殼板採用夾心結構之 FRP 時，其結構尺寸須經本會另予特別考慮認可。

7.2 龍 骨

7.2.1 結構尺寸

- 1. 龍骨須為由艏端至艉端連續之結構。
- 2. 龍骨之寬度及厚度，應隨其全長保持下式所得值以上之尺寸。且其厚度絕對不得小於鄰接之船底殼板厚度。

$$\text{寬度：} \quad 530+14.6L \quad (\text{mm})$$

$$\text{厚度} \quad 9+0.4L \quad (\text{mm})$$

- 3. 龍骨結構採用帽蓋 (Hat) 型時須選用適當之芯材。

7.3 艏部船殼板

7.3.1 船側外板

船側外板厚度，須較次式計得值大，

$$17.3S\sqrt{D} \quad (\text{mm})$$

$$S \text{ 爲肋骨間距} \quad (\text{m})$$

7.3.2 舷側厚板

舷緣 (Gunnel) 部之殼板，其厚度須爲船側外板規定厚度之 1.1 倍以上，其增厚範圍須 0.2D 以上。

7.3.3 船底殼板

船底殼板厚度，不得小於自下式所計得者：

$$17.6S\sqrt{D} \quad (\text{mm})$$

$$S \text{ 爲肋骨間距} \quad (\text{m})$$

7.4 船艙部船殼板

7.4.1 船艙部船殼板之厚度

船艙部船殼板之厚度得爲艏部船殼板厚度之 85%。但承受螺槳推進器水壓等局部負荷時須適當加強。

7.4.2 船部船底殼板補強部

船部船底補強部，係指下述(1)及(2)款所揭示位置前方之船底平坦部份。但所謂之船底平坦部係指于各剖面所測之船底傾斜角 (參照圖 7.1) 在 75 度以上之船底。

(1) V/\sqrt{L} 在 1.5 以下者.....0.25L

(2) V/\sqrt{L} 超過 1.5 者.....0.3L

但，V 爲船速 (單位爲節 Knot)，指船底潔淨未污損之情況下，於夏季載重吃水及推進機之最大連續定額負荷時，航行於平靜海面時之速率。

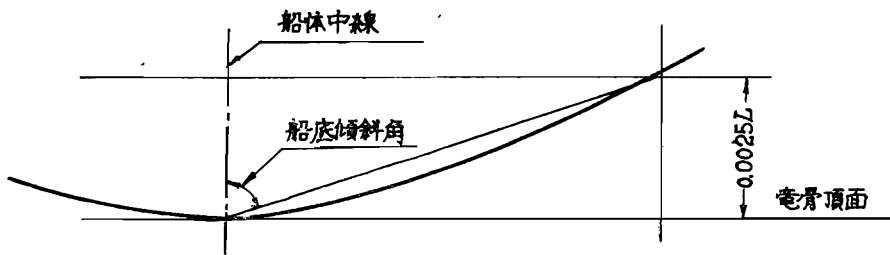


圖 7.1 船底傾斜角

7.4.3 船底加強部之殼板

—1. 船底加強部之殼板厚度，不得小於自下式計得者：

$$CS\sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

C = 係數，由表 7.1 所列之常數查得。但 α 爲表中之中間值時以內插法求之，

S = 肋骨間距及桁板或縱通殼板防撓加強材之間距中，取較小者之值 (m)

表 7.1 C 值

α	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0 以上
C	5.33	5.98	6.37	6.62	6.75	6.81

α 爲肋骨間距及桁板或縱通殼板防撓加強材之中擇其較大間距 (m) 用 S 除得之商值。

—2. 經本會認可艙吃水充分之 FRP 船，得以酌情減少前—1款規定之板厚。

7.5 船艙側部之外板

7.5.1 外板厚度

- 1. 船艙甲板視為強度甲板時，船艙側部外板厚度，不得小於位於該處之船側外板厚度。
- 2. 船艙甲板視為強度甲板時，必須符合下述(1)及(2)之規定。
 - (1) 由艙至 $0.25L$ 間之船艙側部外板厚度，不得小於該處之船側外板厚度。
 - (2) 前(1)款以外處之船艙側外板厚度，應為該處船側外板厚度之 0.8 倍。

7.6 外板局部加強

7.6.1 艙壁等之下緣列板

艙壁及側內龍骨與外板接連之接縫處為避免產生硬點 (Hot Spot)須按 5.8.1—4或—5款所示方法施工之。

7.6.2 錨鏈筒等處之加強

錨鏈筒等處，應予以適當加強。又與錨有碰撞接觸之虞之外板，應視其所需予以補強之。

第八章 甲 板

8.1 通 則

8.1.1 通用性

- 1. 本章規定係由 FRP 成型之甲板結構尺寸而訂定者。由木甲板等其他材料構成之甲板尺寸等事項須另經本會審核認可。
- 2. 本章規定之甲板結構尺寸，悉依甲板為單板實心構造之 FRP 而訂定者，如甲板採用夾心構造之 FRP 時尚需經本會另審核認可。

8.1.2 甲板之水密

除經本會認可者以外，甲板必須為水密結構。

8.1.3 甲板之連續性

上甲板成階梯式時，須將兩甲板緩緩傾斜接續或將構成各層甲板之各構件船材相互延伸，有效接合，以確保強度之連續。

8.2 甲板之最小厚度

8.2.1 上甲板厚度

- 1. 縱向構造系之上甲板厚度，不得小於自下列各式計得之厚度值。
 - (a) 由艙起至 $0.25L$ 間之上甲板

$$20S \quad (\text{mm})$$
 - (b) 由艙起至 $0.2L$ 間之上甲板

$$18.2S \quad (\text{mm})$$
 - (c) 前述 (a)，(b) 款以外之上甲板

$$19S \quad (\text{mm})$$

S 為縱通樑之間距 (m)

—2. 橫向構造系之上甲板厚度，不得小於由下列各式計得之值；

- (a) 由艙至 $0.25L$ 間之上甲板
 $26.1S$ (mm)
- (b) 由艙至 $0.2L$ 間之上甲板
 $22.4S$ (mm)
- (c) 前述 (a)，(b) 款以外之上甲板
 $24.4S$ (mm)
- S 為橫樑之間距 (m)

8.3 甲板之局部加強

8.3.1 大開口處之補強

- 1. 大開口部之角隅 (Corner)，其板厚應適度增加。
- 2. 所有開口之角隅均應充分修圓之。

8.3.2 開口之位置

由甲板舷緣端至開口之距離必須為開口直徑之 1.5 倍以上，若此距離不符上述規定時，需施以適當之加強。

8.3.3 有可能磨損之甲板

有被重量物磨損之虞之甲板，須將甲板增厚或加以被覆，作適當之保護。

8.3.4 支撐重量物之甲板

裝載甲板艙裝品或其他重物之部份甲板，應予以加厚或適當加強之。

第九章 肋 骨

9.1 一 般

9.1.1 適用範圍

- 1. 本章係規定由 FRP 成形板構成之肋骨結構尺寸。
- 2. 具有特別長大之船艙或大艙口之 FRP 船，須增加肋骨尺寸，或增設加強大肋骨等方法而適當增加船體之橫向防撓性。

9.1.2 構成深水櫃之部份肋骨

構成深水櫃之部份肋骨，須具有將該肋骨作為深水櫃艙壁防撓加強材之強度者。

9.1.3 對櫃頂板水密之考慮

肋骨不得穿過水櫃或油櫃之頂部而延伸之。但如具備有效之水密或油密結構措施，經認可者不在此限。

9.1.4 螺旋槳艙部份之肋骨

螺旋槳艙部份之肋骨結構及其尺寸，須經本會認可。

9.2 結構方式

9.2.1 肋骨之結構方式

- 1. 肋骨之結構應小心注意以避免發生橫倒。
- 2. 長度較小之船，得採用殼板造成凹凸一體構造成形之肋骨結構。

9.2.2 肋骨芯材

- 1. 芯材採用木材時須選充分乾燥而無白木質，並用 FRP 包裹成形後亦不產生蒸腐者。
- 2. 芯材採用塑膠發泡材時，應為非吸濕性材質者。

9.3 肋骨間距

9.3.1 肋骨間距

- 1. 肋骨間距以500mm為標準值。
- 2. 艙艙及艙艙壁與由艙算起0.2L間之肋骨間距不得超過500mm。

9.3.2 肋骨間距特大時之考慮事項

肋骨間距超過750mm時，對船體主要結構船材之構造及尺寸須另行特別慎重考慮。

9.4 艙內肋骨

9.4.1 定義

艙內肋骨者，係指由艙艙壁至艙艙壁間之上甲板下肋骨，並包括機艙內部者。

9.4.2 艙內肋骨之尺寸

- 1. 由艙算起0.15L處與艙艙壁間之艙內肋骨剖面模數須大於白下式計算所得之值；

$$32Shl^2 + 25 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 S 為肋骨間距 (m)

l 為從內底板或從單底肋板之船側頂面至上甲板樑頂面之垂直距離 (m)，在由艙算起 0.25L 處後方之肋骨通常在艙部量測，而對艙算起 0.25L 處與艙算起 0.15L 處間之肋骨則于從艙量至 0.25L 處量測。

h 為在每個 l 測定點，從 l 之下端至龍骨頂面上 D 點之垂直距離 (m)。

- 2. 由艙算起至 0.15L 處與艙尖艙間之艙內肋骨剖面模數，須大於自下式計得之值；

$$37.5Shl^2 + 25 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 S, h 及 l 照上述—1 款之說明規定。但 l 係從艙算起至 0.15L 處量測者。

9.4.3 船側縱通肋骨

- 1. 配置於上甲板下之船側縱通肋骨剖面模數，在艙部須較下式計得值為大。

$$48Shl^2 + 25 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 S = 縱向肋骨間距 (m)

h = 從肋骨至龍骨頂面上 D 點之垂直距離 (m)。但其距離小於 $0.3\sqrt{L}$ (m) 時以 $0.3\sqrt{L}$ (m) 為準。

l 為橫向艙壁間之距離，又若設有大肋骨時以大肋骨之間隔或橫向艙壁與大肋骨間之距離為準，此距離應包括端部固着部。

- 2. 在艙部之前後段，縱通肋骨之剖面模數可逐漸遞減，至船艙艙端處得為前述—1 款規定算出值之 85%。但由船艙至 0.15L 處與船艙艙壁間，則不得小於前述—1 款規定算出之數值。

9.4.4 大肋骨

船側採用縱向結構系時，大肋骨之設置間隔，以不超過約 2.4m 之範圍為準，但其結構及尺寸需經本會認可。

第十章 船底構造

10.1 一般

10.1.1 適用範圍

1. 本章規程主要係針對單底構造而訂定者。
2. 船底之一部分或全部採用二重底時，除須依10.6條款之規定外，對於各部船材之結構須特別注意。

10.2 中線內龍骨

10.2.1 結構及尺寸

1. 中線內龍骨，應儘可能伸展達艏艙壁至艉艙壁間。
2. 中線內龍骨腹板(Web)厚度須較下式計得值為大。但艏部之前後段得逐漸遞減其剖面積，至艏艉端處得為艏部之0.85倍。
$$0.4L+4.7 \quad (\text{mm})$$
3. 面材之寬度及厚度分別須較下式計得值為大。但艏部以前及以後部份，可逐漸遞減其剖面積，至艏艉端得為艏部之0.8倍。
$$\begin{aligned} \text{厚度；} & 0.4L+4.7 \quad (\text{mm}) \\ \text{寬度；} & 4L+30 \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$
4. 腹板須伸展至肋板上端
5. 主機艙內，中線內龍骨之腹板及面材厚度，須為前揭—2款及—3款所規列之1.25倍以上。

10.3 側內龍骨

10.3.1 佈置

於肋板上面所測船寬超過 4m時，須于適當間隔內設列側內龍骨。

10.3.2 結構及尺寸

1. 側內龍骨腹板部之厚度，在艏部不得小於由下式計得者，但在艏艉部其厚度得為艏部規定厚度之0.85倍。
$$0.3L+3.5 \quad (\text{mm})$$
2. 側內龍骨面材(Face Bar)之厚度須較腹板(Web)為厚，其寬度應大於由次式計得之值，但在艏艉部其剖面積得為艏部之0.9倍。
$$3.2L+24 \quad (\text{mm})$$

10.3.3 主機艙內

主機艙內，側內龍骨之腹板及面材之厚度，須大於10.2.1款所規定中線內龍骨之腹板及面材厚度。

10.4 肋板

10.4.1 佈置及尺寸

1. 底肋板應裝配於每一肋骨處，其尺寸不得小於依下式計算之值；
$$\begin{aligned} \text{于船底中線處之肋板深度} & 62.5B \quad (\text{mm}) \\ \text{肋板厚度} & 0.4L \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$
2. 艏部 0.5L以外之前後段，可逐漸減少肋板厚度，至艏艉端處得為前揭—1款所規定值之90%。但艏船底扁平部不在此限。

—3. 主機及推力軸承座下之底肋板，應增加其深度，並採用堅牢之結構，且其厚度應較中線內龍骨腹板為厚。

—4. 鍋爐下之底肋板，其厚度須較舭部肋板厚度予以適當增加。

10.4.2 肋板剖面模數

—1. 肋板上緣所設置之面材厚度，須較該處肋板厚度為大。

—2. 肋板剖面模數須在下式計算值以上

$$15.4SDB^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 $S =$ 肋板間距 (m)

—3. 主機座下之肋板剖面模數，應按前揭—2款規列者之二倍以上。

10.4.3 艙壁處之肋板

構成艙壁最下列板之肋板，除依本章規程外，尚需符合第十三章水密艙壁或第十四章深艙艙壁之規定辦理之。

10.5 船底縱向肋骨

10.5.1 結 構

縱向肋骨須為連續不斷之結構，或設法固著其端部使仍具有效的抗彎抗張（拉）強度。

10.5.2 間 距

縱向肋骨間距之標準值為500mm。

10.5.3 縱向肋骨剖面模數

船底縱向肋骨之剖面模數，須不得小於下式所計得者，

$$48Shl^2 + 25 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 $l =$ 肋板間之距離 (m)

$S =$ 縱向肋骨間距 (m)

$h = d$ 或 $0.66D$ ，以其大者為準

10.6 二重底

10.6.1 一 般

—1. 船底之一部份或全部作為二重底構造時，其結構船材之尺寸，須依10.6.2至10.6.6款之規定辦理。

—2. 測深管之下部均應裝以適當厚度之承擊板或施以其他等效措施，以防止被測深桿撞損。

—3. 水密桁板及肋板板厚與裝於該肋板之防撓加強材之尺寸，除悉依該當之桁板及肋板規定外，尚須依據深艙規定。

—4. 裝載淡水與裝載油之艙櫃間應以具油密結構之堰艙隔開。

10.6.2 中線桁板（中線縱梁）

—1. 中線縱梁應盡可能向前後伸延。

—2. 中線桁板厚度，應依10.3.2之規定辦理。

10.6.3 側縱桁板（側縱梁）

—1. 中線桁板與船側之距離超過4m時，每隔約2m之間應配以側桁板。

—2. 側桁板之厚度，應照10.3.2之規定辦理。

10.6.4 肋 板

—1. 每一肋骨處須配裝肋板

—2. 肋板尺寸，依10.4.1之規定計算之。

—3. 肋板為 FRP 單板實心構造時，每隔適當距離須在肋板上裝設防撓加強材。

- 4. 構成艙壁下列板之肋板，除依本章規程外，尚需符合第十三章水密艙壁及第十四章深艙規定。

10.6.5 內底板

- 1. 內底板之厚度應較下式計得者為大。

$$11.5S\sqrt{d} \quad (\text{mm})$$

於此 S 為肋板間距 (m)

- 2. 內底板，須與船側外板及艙壁等牢接。

10.6.6 縱向肋骨

- 1. 船底縱向肋骨結構寸法及間距，須依10.5.1，10.5.2及10.5.3之規定。
—2. 設置于內底板之縱向肋骨結構寸法，須經本會認可。

10.7 艙底部結構之加強

10.7.1 加強範圍

艙底加強部係指7.4.2款所規列之範圍。

10.7.2 結構

艙底加強部之肋板，側內龍骨或側桁板及中線內龍骨，或中線桁板之尺寸須予以適度增加。

第十一章 梁

11.1 梁

11.1.1 橫梁之佈置

原則上橫梁應裝配於每一肋骨上。

11.1.2 拱高 (梁矢 Camber)

露天甲板之拱高推薦值為 $\frac{B}{50}$

11.1.3 梁之剖面模數

梁之剖面模數，須大於自下式所計得之值：

$$Cshl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 l = 由梁腋板內緣至其最近甲板支撐線之水平距離 (m)，或相鄰甲板支撐線間之水平距離 (m)，但除開艙艙部以外之上甲板若其距離小於 0.25B 時以 0.25B 計之。
至於上甲板之艙艙部及船艙甲板，若其距離小於 0.2B 時以 0.2B 計之。

S = 梁之間距

C = 依下款所規定之常數

外板與最近甲板支撐線間之橫梁及縱通梁……………23

其他橫梁……………19

h = 依11.1.4所規定高度 (m)

11.1.4 h 值

- 1. 裝載貨物及倉庫品之甲板，其 h 值依下列(1)至(4)款規定辦理。
(1) h 為在船側所量得之自該甲板至其正上方甲板間之實際高度 (m)。
(2) 甲板裝載特別重之貨物時，h 為單位面積甲板承受貨物重量 t/m² 之 1.4 倍，或依下述—2

款規定值，選取其較大值以上之數值。

- (3) 在甲板梁上吊載冷凍肉或其他貨物時，須視其重量酌情增加 h 值。
- (4) 對裝載較輕貨物之甲板， h 值可酌情減少。

—2. 對前一1.款所揭示者以外之甲板， h 視甲板種類採用依下述(1)及(2)款所列公式計算值以上之值。

- (1) 露天甲板
 - (a) 上甲板..... $0.02L+0.76$
 - (b) 船艙甲板..... $0.02L+0.46$
 - (c) 上述以外之船艙甲板..... $0.01L+0.61$
- (2) 船艙內之上甲板..... $0.01L+0.61$

11.1.5 端部之固着

梁與肋骨係利用腋板連結之。且其腋板之搭接長度應為9.4.2款規定 l 之 $\frac{1}{8}$ 以上。

11.1.6 深艙頂部梁

設于深艙頂板之甲板梁，其結構尺寸除依本章規程外，尚須符合將其甲板視為深艙壁時之艙壁防撓加強材之規定。

11.1.7 對特別支撐大重量物之甲板梁

對支撐甲板纜裝品，其他重量物之甲板梁須予以適當之加強。

11.1.8 特設加強梁

特設加強梁須於每隔 2.4m 之範圍內裝設一根。但其結構尺寸須經本會認可。

第十二章 甲板下縱桁及梁柱

12.1 甲板下縱桁（縱梁 Deck Girder）

12.1.1 配 置

—1. 須將甲板梁加以適當支撐之處，應裝以具有本章規程所列甲板下縱桁或有同等以上效果之結構。

—2. 船桅、吊桿柱、艙面機械或其他集中重載負荷之處，應視其需要增裝甲板下縱桁等。

12.1.2 桁之結構

甲板下縱桁之深度在二艙壁間須保持定值，且須為能抗拒外力，十分堅牢之剛性結構。

12.1.3 桁之剖面模數

桁之剖面模數，須不得小於自下式計算者，

$$27bh l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 b = 由桁至其左右之桁或深腋板內端之各段中心間之跨距 (m)。

h = 對支撐梁，按11.1.4款所定之高度 (m) 決定。

l = 桁支點間之距離 (m)

12.1.4 端部之支撐及連結

—1. 甲板下縱桁端部應以艙壁防撓加強材充分予以支撐，且此艙壁防撓加強材本身也應予適當增強之。

—2. 甲板下縱桁相互間，或甲板下縱桁與縱通艙壁，在橫向艙壁等處成為不連續結構時，最低限度須搭接 (Overlap) 一肋骨間距以上。

12.2 梁 柱

12.2.1 適用範圍

- 1. 支撐甲板梁之梁柱，須符合本章規定。
- 2. 梁柱須為鋼製品。

12.2.2 集中負荷下之梁柱

甲板室端及角隅、機艙內、部份船艙之兩端及重負荷集中之下端須設梁柱或其他適當方法，作特別支撐結構。

12.2.3 圓筒形梁柱

- 1. 圓筒形梁柱外徑，須不得小於由下式計得者或50mm，以大者為準。

$$18.3 \frac{shb}{t} + 10.6l + t \quad (\text{mm})$$

於此 l = 構成梁柱之板厚 (mm)

S = 由該梁柱至前後梁柱或至艙壁之各段中心間之距離（選其大者為準，其單位為m）。但甲板縱桁用有效之腋板與艙壁牢接時，梁柱與艙壁間段之距離可酌予減短。

b = 由該梁柱至其左右梁柱或腋板內緣之各段間之中心距離 (m)。

h = 對該甲板依照12.2.4款所訂列之高度 (m)

- 2. 構成圓筒形梁柱之板厚，須較下列計得者為大。但設置在居住艙區之梁柱得酌情略予減少。

$$0.022d_p + 4.6 \quad (\text{mm})$$

於此 d_p 為梁柱之外徑 (mm)

12.2.4 h值

12.2.3 所訂定之 h 值需依下揭(1)至(3)項之規定辦理

(1) 用以裝載貨物及倉庫品之甲板係依至其正上方甲板之舷側量得高度 (m)。但裝載特重貨物時以不得小於表示甲板單位面積上所定之貨物重量 t/m^2 表示數值之1.4倍計之。若裝載特別輕之貨物則可酌情減少之。

(2) 專做為居住艙區，或充當航行業務之甲板及長甲板室之頂部則為1.8。

(3) 露天甲板則比照下揭 (a) 至 (c) 款規定辦理之。但裝載木材或其他貨物時應以表示單位甲板面積上貨物重量 t/m^2 值之1.4倍以上之值計算之。

(a) 由艙起0.25L間之上甲板…………… $h=4.5$

(b) 由艙起 0.2L間之上甲板…………… $h=3.6$

(c) 上述 (a) 及 (b) 以外之上甲板…………… $h=2.6$

第十三章 水密艙壁

13.1 水密艙壁之位置

13.1.1 艙艙壁 (防並艙壁)

每一船舶，於自滿載吃水線艙材前端起0.05L (m) 與0.08L間之處，須設置艙艙壁。

13.1.2 艙艙壁

- 1. 每一船舶應在適當位置設置艙艙壁。
- 2. 艙軸管套須置於艙艙壁或其他適當結構之水密艙區內。

13.1.3 機艙艙壁

機艙前後端應設置水密艙壁。

13.1.4 艙壁高度

13.1.1至13.1.3款所規定之水密艙壁高度，除依下揭(1)至(3)款規定者外，必須伸展至上甲板。

(1) 低艙艙或低艙艙之船舶，其水密艙壁高度須達低艙艙甲板或低艙艙甲板。

(2) 在艙艙內設有可通至乾舷甲板上之無閉鎖開口者，或設有長度超過 0.25L 以上之長艙艙時其艙艙壁應伸展至其艙艙甲板。但其延長部若不超過13.1.1款規定之距離範圍內者得做成階梯狀，且可將此延長部做成風雨密構造。

(3) 艙艙壁，可將上甲板以下及滿載吃水線以上之甲板，與該艙艙壁及艙艙部合圍成水密結構，並將其高度止於該甲板。但須在該艙艙壁正上方或其附近設置伸展至上甲板之深大肋骨或部份艙艙壁，作有效保持船體之橫向強度及橫向防撓性之剛度。

13.1.5 錨鏈艙 (Chain Locker)

—1. 設於防碰艙壁後方之錨鏈艙應使之水密，艙內並應設置用泵排水之有效設施。

—2. 于錨鏈艙內，沿舢線須設屏隔艙壁。

13.2 水密艙壁之結構

13.2.1 艙壁板厚度

艙壁板之厚度，不得小於依下式計得之厚度

$$12.4S\sqrt{h} \quad (\text{mm})$$

於此 S = 防撓 (加強肋) 材之間距 (m)

h = 自艙壁板下緣至船體中線上甲板頂部之垂直距離 (m)。但在艙艙壁則依上述值之1.25倍計之。

13.2.2 艙壁防撓材 (或稱加強肋)

—1. 防撓材之兩端以腋板有效連接時，其剖面模數不得小於自下式所計得者：

$$20shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 l = 防撓材支點間之全長 (m)，在其端部包括牢接之踵部間長度。但如裝有深大之防撓加強桁時則係自端部連接之踵部至其最近之防撓桁之距離，或防撓桁間之距離。

h = l 之中央量起至船體中線處之上甲板垂直距離之0.8倍加上1.2m者 (m)。但在艙艙壁則依上記值之1.25倍計之。

S = 防撓材間距 (m)。

—2. 防撓材之端部予以切角 (Snip) 時，防撓材之剖面模數須為前述—1款計得之值之二倍以上。

13.2.3 支撐防撓材之防撓桁

支撐防撓材之防撓桁須將桁板牢接於艙壁板，其剖面模數不得小於自下式計得者：

$$34shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 l = 桁之全長 (m)，包括端部之連接長度。

S = (深樑或大肋骨) 防撓桁板所支撐面積之寬度 (m)。

h = 自 S 之中央量起，至船體中線上甲板之垂直距離之0.8倍加上1.2m者 (m)。但在艙艙壁則依上述值之1.25倍計之。

第十四章 深 艙

14.1 通 則

14.1.1 定 義

深艙者，係在船艙內或甲板間隔開構成船體結構一部份之艙櫃，內裝載水、燃料油或其他液體者謂之。對特別表示裝運油料之艙櫃者稱謂深油艙。

14.1.2 “接地”

艙櫃內金屬製品部份及管路系統須予以有效之“接地”。

14.1.3 通用範圍

一1. 凡所有水密屏隔艙壁、艙壁及積載引火點在 65°C 以下油料之深油艙以外之船艙或甲板間之所有深水艙結構悉依本章規程。且若係兼作水密艙壁部分則尚須依水密艙壁之規定。

一2. 裝載引火點在 65°C 以下液體油之深油艙結構，須為本會認可之結構。

14.1.4 深艙內之屏隔艙壁

一1. 深艙須為適當大小，在艙內為適應航行情況及液體貨物裝載或排油之際之穩度要求。應裝設適當數的縱向屏隔艙壁。

一2. 淡水櫃，燃油櫃及其他航行時不保持滿載之深艙，為減少作用於結構材之動應力，于最低限度應按所需增裝艙壁或裝配深制水板 (Swash Plate)。

一3. 前一2款規定難以適用時，須對本章所列訂之寸法及佈置，應加以增厚及修改。

14.2 深水艙艙壁

14.2.1 適用範圍

構成深水艙艙壁及深水艙圍壁之甲板等結構，除按本章規定外，尚須比照水密艙壁規定之結構辦理。

14.2.2 艙壁板之厚度

艙壁板厚度，須大於下式計得者；

$$15S\sqrt{h} \quad (\text{mm})$$

於此 S = 防撓材間距 (m)

h = 艙壁板下緣至艙櫃頂板上，溢流管頂端 $\frac{1}{2}$ 處之距離 (m)。

14.2.3 防撓材

一1. 防撓材之剖面模數，須較自下式計得者為大；

$$36shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 S 及 l 依 13.2.2 款之規定

h 為由 l 之中央量至艙櫃頂板上，溢流管頂端 $\frac{1}{2}$ 處之距離 (m)。

一2. 防撓材兩端須用有效之腋板牢接。

14.2.4 防撓桁

以防撓桁支撐肋骨及防撓材者，其剖面模數不得小於自下式所計得者：

$$37shl^2 \quad (\text{cm}^3)$$

於此 l = 桁之全長 (m)，包括端部連接長度。

S = 桁所支撐面積之寬度 (m)。

h = 為垂直距離，係自 l 之中央量至艙櫃頂板上，溢流管頂端 $\frac{1}{2}$ 處之距離 (m)。

14.2.5 深艙頂部及底部之結構船材

構成深艙頂部及底部之結構船材寸法，應比照作為同一位置之深艙艙壁以符合本章規程。但上項寸法不得小於該處甲板等所需之寸法。另深艙頂板厚度應依14.2.2計得規定值加厚1mm以上。

14.3 深艙之設施

14.3.1 通水孔及通氣孔

深艙內各船材均應備置適當之通氣孔，使空氣或水不滯積於艙櫃內部。

14.3.2 堰艙 (Cofferdam)

- 1. 深油艙周圍，有洩油之處處，均應備置適當之堰艙、洩油道及滴盤等。
- 2. 船員室及旅客艙室不得設置於鄰接燃油櫃艙壁或頂板處，此些艙區間應充分通風且置堰艙予以隔離，而此堰艙之寬度至少須足以供人出入。但油櫃頂無開口且在其上面裝有38mm以上之不燃性絕熱墊材時頂部之堰艙可省略之。
- 3. 深油櫃與貨艙之分界艙壁，應在貨艙之一面餘留適當之空間，裝上間距墊材，並沿壁腳佈置適當之洩油道。
- 4. 深油櫃艙壁周圍之連接全採用角鋼時，前—3款所揭示之間距墊材除本會認為必要者以外可省略之。

14.3.3 其他規定之參照

10.6.1—4款之規定亦適合深油櫃。

第十五章 機 艙

15.1 一 般

15.1.1 通則性

有關機艙之結構及佈置，除依本章規程外，尚需符合各章有關規則。

15.1.2 加 強

機艙應以特設大肋骨，特設加強梁及梁柱或其他適當有效之佈置以加強之。

15.1.3 機艙及軸系等之支撐結構

船機及軸系等均應全部加以有效之支撐，且其附近之結構須充分加強之。

15.1.4 逃生設備

在主機室，應備有從機艙圍壁設置之進出口及引導至此進出口之鋼製梯能逃生之設備一組以上。

15.2 主機下部之結構

15.2.1 主機下部之結構

—1. 安裝主機用之縱桁梁對主機台言之必須有足夠之長度，且其形狀不得有急劇之變化使結構產生不連續之現象。

—2. 為使縱桁梁在橫方向有足夠之強度及剛性，需將肋骨及腋板有效連接支撐並加強之。

—3. 安裝不平衡慣性力或不平衡慣性矩特大之船機時縱桁必須具備足夠之強度與剛性。

—4. 安裝用基座螺栓，因締緊負荷使剛性降低宜用適當長度螺栓桿並配止轉裝置。

—5. 安裝受氣缸側壓引起起振力大之引擎時，應將縱桁與肋骨及腋板連接使具有有效之剛性，以防艙因水平方向之振動產生共振現象。

—6. 縱桁腹板為增加承受壓縮剛性及彎曲剛性雖得採用木材與FRP夾配之結構，但此時FRP與木材及木材與船底積層材之間必須有效粘接。

—7. 縱桁與船底積層材，肋骨與腹板及其相互間之接合必須以足夠之紗束布 (Roving Cloth) 兩面T型接層，且接層寬度亦須足夠。此紗束布之纖維方向不得與接合線成斜方向。

第十六章 艙口、機艙口及其他甲板開口

16.1 一般

16.1.1 通則

—1. 本章規程係對免受國際載重線規章之FRP船所訂定者，凡接受該條約規程之FRP船則必須符合及遵守該條約之規定。

—2. 具備有很大乾舷之FRP船，經本會認為無妨者可酌情適當放寬本章規程。

16.2 艙口

16.2.1 艙口緣圍之高度

艙口緣圍在甲板頂面上之高度，須大於表16.1規定者。

16.2.2 木製蓋板

木製蓋板須依下揭(1)至(3)之規定。

(1) 木製蓋板經加工完竣後之厚度須較下式計得值為大。倘在上面裝載貨物艙口之木製蓋板，其甲板間高度超過2.6m或艙口上裝載貨物之單位面積重量超過 $1.8t/m^2$ 時應按其比例適當加厚，但在任何情況下，其厚度至少應為60mm。

$$40 S \quad (\text{mm})$$

於此 S 為艙口梁之間距 (m)

(2) 木製蓋板之材料，應選用良質，木脈順通，無有害節瘤、白木質及裂紋者。

(3) 木製蓋板之兩端均應以鍍鋅鋼板帶保護之。

表 16.1 艙口緣圍高度

艙口位置		$L < 20m$	$20m < L \leq 30m$	$L > 30m$
露天艙口	在上甲板者	380mm	450mm	600mm
	在艙部 $0.25L$ 間以內之船艙甲板上者	380mm	450mm	600mm
	在上欄以外之船艙甲板上者	300mm	300mm	450mm
非露天艙口	在無密閉船艙內之甲板上而非下欄所列述者	380mm	380mm	450mm
	在前端無艙壁的船艙內之甲板上者	380mm	450mm	600mm

註：艙口位於上甲板下之甲板，或壁端無開口船艙內之上甲板，及密閉船艙內主甲板上者，其緣圍高度均得以酌減或與甲板上平齊。

16.3 機艙口

16.3.1 開口之大小

機艙口應盡可能開小。

16.3.2 設于露天甲板之機艙口圍壁

- 1. 上甲板及船艙甲板上之露天機艙口，應以堅固之圍壁及頂板作有效之封閉。
- 2. 機艙緣圍在甲板頂面上之高度，須高於表16.2規定者。
- 3. 圍壁之高度，除另有規定外，不得低於舷牆高度。
- 4. 露天機艙口圍壁不得開設出入口。

表 16.2 機艙口緣圍高度

機 艙 口 圍 壁 之 位 置		$L \leq 20m$	$20m < L \leq 30m$	$L > 30m$
露 機 艙 口	在上甲板者	380mm	450mm	600mm
	在低艙艙甲板上者	380	450	450
	前欄以外之船艙甲板者	300	300	380
非 露 機 艙 口	在無密閉船艙內之甲板上者，但下欄所述者不包括在內	380	380	380
	在前端無艙壁船艙內之甲板上者	380	450	600

16.3.3 設于遮蔽處之機艙圍壁

機艙口圍壁開設出入口時，其門扉必須為堅牢者。

16.3.4 附屬裝具之安裝位置

在機艙口圍壁頂部裝設之天窗其構造應結實，又在暴露位置露天甲板之煙囪及通風筒緣圍應盡可能設置於高位置。

16.4 升降口及其他甲板口

16.4.1 人孔 (Manhole) 及平甲板口

在乾舷甲板及船艙甲板露天部或密閉船艙以外其他船艙內所裝之人孔及平甲板口，應以堅固之水密蓋關閉之。

16.4.2 升降口

- 1. 乾舷甲板上之升降口，應以密閉船艙或以具有同等強度及風雨密性之甲板室或升降口道防護之。
- 2. 位于暴露船艙甲板上之甲板室頂部之升降口，且可供通往乾舷甲板下或密閉艙內之場所者，均應以有效之甲板室或升降口室防護之。
- 3. 前—1及—2款項之甲板室或升降口道之門，須設經本會認可之門扉。
- 4. 前—1至—3款項之升降口道之門扉，其門檻在甲板頂面上之高度，須為表16.3所規定者以上。

表 16.3 升降口道之門檻高度

進 出 口 位 置	$L \leq 20m$	$L > 20m$	備 註
由暴露部直接通往上甲板下場所之升降口道	380mm	450mm	
低艙艙後端壁之出入口室	380	450	
內部有開口通往上甲板下場所之甲板室	300	380	但甲板室內之開口須設有高230mm之門檻或緣圍
密閉船艙端之艙壁	300	380	
船艙甲板上之升降口道	230	230	

16.4.3 裝貨空間之開口

位於裝貨艙區之所有出入口及其他開口，應均有在火災時能從外界開啓及緊閉之裝置。

第十七章 舷牆、欄杆 (Guardrail)、排水設備、舷側開口、舷窗、通風筒及通道

17.1 一般

17.1.1 一般

—1. 凡接受國際載重條規章之 FRP 船，其舷牆、欄杆、排水設備、舷側開口、舷窗、通風筒及通道之佈置與結構須符合該條約規章之規定。

—2. 凡前一1.款規定以外之 FRP 船須經本會認可，但本會仍慎重推薦採用該條約規章之規定。

第十八章 船機 (輪機)

18.1 通 則

18.1.1 適用範圍

本章規程係對原動機、軸系裝置、輔機及管路裝置等部分加以訂定者，本章未規定之電氣設備等有關船舶機械之各種事項，原則上仍需依照鋼船規範內各編有關規則。

18.2 原動機、動力傳動裝置及推進軸系裝置

18.2.1 內燃機之材料

內燃機組合部品中於表18.1所列有○符號者，其使用材料需符合鋼船規範K編規定之規格。但定額出力在 500 PS (公制馬力) 以下之輔助內燃機不在此限。且對船長未達 30m 之船舶，得使用經本會認可之其他適當之材料。

表 18.1 適用K編規則之部品

部 品 名 稱	氣 缸 直 徑	
	200mm以下者	200mm以上者
1 曲 軸	○	○
2 聯軸節及聯軸節螺栓 (Coupling Bolt)		○
3 活塞桿		○
4 連 桿		○
5 繫緊螺栓 (Tie Bolt)		○
6 渦輪增壓機(過給機)之透平圓盤 (Turbine Disc), 透平葉輪, 鼓風器輪及鼓風器軸 (Blower Shaft)		○

18.2.2 主機之安裝

- 1. 主機除小馬力者以外，須以具備足夠強度及剛性之鋼製機座安裝於船底縱桁上。
- 2. 受不平衡慣性力或不平衡慣性力矩較大之引擎或由於氣缸側壓引起起振力大之引擎安裝時其鋼製機座應配合主機有足夠之長度且左右機座應連結成一體構造以增加強度及剛性。
- 3. 連接於FRP縱桁之主機座板，在通常運轉情況下主機座之溫度對FRP潛變(Creep)特性有惡劣影響時應在主機座板或主機座與FRP縱桁間予以有效之絕熱設施。
- 4. 主機或主機座與FRP縱桁安裝時應特別慎重考慮，勿使受重量及繫緊力量引起過度之潛變。

18.2.3 內燃機之排氣渦輪增壓機

裝備有排氣渦輪增壓機之引擎，須設有該增壓機故障時船舶亦能操舵在最低出力下繼續航駛之裝置。

18.2.4 內燃機之起動裝置

- 1. 內燃機引用壓縮空氣之起動裝置，須依鋼船規範F編13.1.1及本章18.3.7之規定。
- 2. 利用電瓶起動主機之船舶，最少需裝設二組起動電瓶。其電瓶總容量需在30分鐘內能連續多次起動引擎而無需充電，其起動次數係按鋼船規範F編13.1.1—2款規定之空氣起動次數。但採用小出力之內燃機作為主機之船舶，其起動電瓶可為一組。又倘若引擎係以人力起動者本款規定不適用。

18.2.5 內燃機之冷卻裝置

內燃機之冷卻裝置，除下述(1)至(4)款之規定外，尚需符合本章18.3.4款之規定。

- (1) 冷卻水或冷卻油之排出管，均需具備溫度表。
- (2) 兩氣缸或更多氣缸之引擎，均需具備有效之設施，俾調節各氣缸及活塞使其冷卻均勻。
- (3) 水套(Water Jacket)及冷卻水管之最低處，均需裝置放水設備，另在通至水套之主水管上需裝置洩壓閥，以洩放超高之壓力。
- (4) 冷卻水或冷卻油需儘量能自冷卻區間之最高位置處排出。
- (5) 小型船及小出力之輔助內燃機，不適合採用前述(1)至(3)款之規定。

18.2.6 動力傳動裝置

傳達動力給予船舶推進裝置或具重要用途之輔機之動力傳動裝置，須依鋼船規範D編第四章之規定。但傳遞馬力在150 PS以下者，不受此限。

18.2.7 軸系裝置

- 1. 軸系裝置須依鋼船規範D編第五章之規定辦理之。但以額定出力在150 PS以下之柴油引擎作為主機之船舶，可免送扭力震動計算書。
- 2. 推力軸、中間軸、艙軸、聯軸節(Coupling)、聯軸節螺栓以及螺旋槳之材料等均需符合鋼船規範K編之規定。但船長未逾30m之船舶得用經本會認可之其他適當材料。

18.3 輔機及管路裝置

18.3.1 材 料

用於鋼船規範F編 1.1.8款規定之第一類管路系統之閥，旋塞及管子配件，須採用符合鋼船規範K編規定之材料。但船長未逾30m之船舶得採用經本會認可之適當材料。

18.3.2 海水吸入閥及船外輸出閥

- 1. 由船外吸入海水之管路或將海水排出船外之管路必須與照鋼船規範F編 3.1.1款規定之閥或旋塞連接之。但長度未逾30m之船舶，若其船外輸出管之開口設在滿載吃水線上方並經本會認可者得不與輸出閥或輸出旋塞連接之。
- 2. 海水吸入閥或海底門之船外吸入口應加裝過濾板，此過濾板之孔穴面積最少要有海水吸入閥吸口面積之2倍以上。

18.3.3 艙水管裝置及壓艙水系統

- 1. 位於機艙及軸道之艙水吸引管，應在機艙地板易於接近之處設置易於拆動開閉之附蓋泥箱（Mud Box）。且由泥箱之吸引側連接直管至艙水井。但安裝於艙水吸引管端之泥箱可以用污水過濾箱（Rose Box）替代之。
- 2. 船舶按其船長，必須具備表18.2所規定之艙水泵，並佈置成能由艙水吸引主管吸排。

表 18.2 艙水泵數

船舶長度	動力泵		手搖泵	摘 要
	主帶動	機獨立 泵動力		
25公尺以下者	1部	—	1部	非旅客船且僅限以經本會承認者，得省略主機帶動泵。
25公尺以上者	1部	1部	—	得以手搖泵二部替代主機帶動泵一部。船長未逾30m之非旅客船，若安裝獨立動力泵有困難時考慮其餘泵之能量，配管等而得以省略獨立動力泵。

- 3. 由獨立動力帶動之壓艙泵，衛生泵，雜用泵等與主艙水管適當連接者，此些泵得視為前一2.款規定之艙水泵。
- 4. 前一2.款規定由獨立動力帶動之艙水泵應為能即刻使用之自行注水型或其他注水型泵，但其配管能使艙水泵吸引海水時，該泵得不採用自行注水型或其他注水型泵。
- 5. 艙水吸引主管，須使用其內徑不小於下述(1)至(3)款計算所得直徑者。至於艙水吸引管內徑則須符合鋼船規範 F 編 6.1.12 之一 2. 至 8. 之規定。

- (1) 船長小於25公尺者

$$d = 1.22 (L - 10) + 10$$

- (2) 船長25公尺以上至35公尺者：

$$d = 2.67 (L - 20) + 15$$

- (3) 船長超過35公尺以上者：

$$d = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25$$

於此；d = 艙水吸引主管或艙水直接吸引管之內徑（mm）。

L, B及D分別代表船長，船寬及船深（m）。

- (4) 除前列(1)(2)及(3)款規定外，航行於國際航線之船舶其d值不得小於60mm，非航行於國際航線之船舶而船長超過35m以上者，其d值不得小於50mm。

- 6. 船長在35公尺以上之船舶，其各水密艙區之艙水吸引支管須採用鋼船規範 F 編 6.1.12—1.(2) 式計得之內徑。

- 7. 艙水直接吸引管之裝設雖可省略，但其配管須能將機艙之艙水直接排出。

18.3.4 冷却水管系

- 1. 帶動主機及船舶推進所需輔機之原動機，其所需之冷却水泵須依鋼船規範 F 編 9.1.1 之規定，但長度未逾30公尺之船舶，航行平水區域之船舶或適合表18.3所規定款項之船舶得將主機備用冷却水泵省略之。

- 2. 船長25公尺以上之船舶主機，直接用海水冷却時，海水吸入閥與海水冷却泵間要裝過濾器，此過濾器在清潔時亦應可供應過濾海水給主機使用。

表 18.3

非國際航線而係 航行沿海水域之 船舶	多軸船而各軸系均備有主機，且每部主機均備有冷却水泵者
	一軸系而可單獨帶動軸系之主機有二部以上，且每部主機均備有冷却水泵者

18.3.5 潤滑油管系

主機、推進軸系及其動力傳遞裝置，船舶推進上必須之輔機或帶動該輔機之原動機等所需之潤滑油泵須依鋼船規範 F 編 10.1.2 之規定辦理之。但航行平水水域之船舶或適合表 18.4 所列款項之船舶得省略主機、軸系、動力傳遞裝置、輔機及帶動輔機之原動機等之備用潤滑泵。

表 18.4

非國際航線而係 航行沿海水域之 船舶	多軸船而各軸系均備有主機，且每部主機均備有潤滑油泵者
	一軸系而可單獨帶動軸系之主機有二部以上，且每部主機均備有潤滑油泵者
	引擎內藏備潤滑油泵且起動時毋需另行給油者

18.3.6 引火點（依密閉試驗方法者，以下同）高於 65°C 燃料油之燃油管系

—1. 航行國際海域之船舶，若採用具有燃料油供應泵之主機，及帶動船舶推進內燃輔機者須設置適當之設施以便萬一燃料油供應泵發生故障時亦不妨礙其航行。

—2. 有關燃料油輸送泵之規定悉依鋼船規範 F 編 11.1.6—1 款之規定辦理。但主機馬力在 500 PS 至 1000 PS 者，其中之一部得使用手搖泵。另主機之馬力在 500 PS 以下時選擇動力泵或手搖泵中之任一項即可。

—3. 船內之艙櫃可互用為裝載燃油或壓艙水者，其管路之佈置當使壓艙水泵在抽排一艙之壓載時仍能以燃油泵抽排其他艙區之燃油。但其澄清櫃（Settling Tank）或常用油櫃（Service Tank）在通常之航行狀態，其容量能維持六小時正常使用而不需補充時得不受上述規定之限制。

—4. 除二重底櫃外之燃油櫃，其吸引燃油管路在艙櫃壁處須安裝停止閥或旋塞。但安裝於艙櫃壁之閥或旋塞則須依鋼船規範 F 編 21.9 款之規定辦理。

又該閥及旋塞在主機艙或鍋爐室內時，此些閥及旋塞須能直接閉鎖，並在該艙區之外易於到達之處加設一搖控閉鎖裝置且在該控制位置及搖控位置應能檢視該閥及旋塞是否關閉。

—5. 不用船體結構部份來構成之澄清油櫃或常用油櫃之構造，須依鋼船規範 F 編 11.1.8 之規定，但其容量在 100ℓ 以下之油櫃其鋼板厚度得減為 3mm 厚。

—6. 引火點高於 65°C 之燃料油櫃，使用玻璃製油面計時，須按下述(1)及(2)款之規定。

(1) 油面計使用之玻璃係平型而耐熱性者，且對從外部所加衝擊有防護裝置之構造。

(2) 油面計玻璃表下端之閥及旋塞應能自動關閉者。

18.3.7 壓縮空氣管系

—1. 主機起動採用壓縮空氣之船舶，其需具備之主空氣櫃須依鋼船規範 F 編 1311—1 款之規定。但非國際航線且以小出力之內燃機為主機之船舶，其主空氣櫃得為一個，又若引擎係人力起動者不受上述規定之限制。

—2. 主機起動採用壓縮空氣之船舶，其需具備之主空氣壓縮機須依鋼船規範 F 編 13.1.1—3 款之規定。但小出力引擎其氣缸內備有充氣閥者其充氣閥可作為主機帶動之空氣壓縮機。又在小出力主機

之船舶，可在鋼船規範 F 編 13.11—3 款規定應具備之空氣壓縮機中，選其中一部以手動壓縮機替代之。另在平水航域航行船舶則僅備一部即可。

18.3.8 排氣管系

排氣管穿過以 FRP 成形之結構物或佈置在其近處時，須注意結構物以免因過熱而損傷，應敷設有效之絕緣包覆物，或在必要處所加以冷卻。

18.4 以汽油為推進用內燃機燃料油之船舶

18.4.1 適用範圍

以汽油作為推進用內燃機燃料油時之引擎構造及設備除依本 18.4 款之規定外，尚須符合鋼船規範 D 編 3.1.15 及 F 編 11.2 款之規定。

18.4.2 旅客船使用之燃油

使用引火點低於 43°C 燃油之內燃機，不可採用為國際航線旅客船之固定設備及從事航行國際航線船舶之緊急發電機用引擎。

18.4.3 燃油櫃裝設位置

燃油櫃不能設置在機艙內。

18.4.4 燃油櫃之構造

- 1. 燃油櫃須自船體結構另行獨立者。
- 2. 燃油櫃須為金屬製品。
- 3. 燃油櫃除清掃用旋緊式塞頭等外，不得在側壁或底部設有開口。
- 4. 燃油櫃通氣管之出口處，應裝一適當之防止回火用金屬網。

18.4.5 燃料油管系

燃料油供給管須能伸縮自如。

18.4.6 換氣設備

- 1. 置放內燃機之艙區，為防止爆發，須具備有足夠能力之排氣式機械通風裝置。
- 2. 排氣導風道 (Duct) 須引設至機艙較低處。

18.4.7 對起動注意事項

在內燃機操作場所，應在該置放內燃機之艙區設有“須充分換氣後起動”之標誌。

18.5 “接地”

18.5.1 一般金屬物之“接地”

因靜電及電磁誘導等而有帶電之處之金屬性結構物及機器之被覆均應作有效之接地。但無人體直接碰觸之處者不在此限。

18.5.2 燃油櫃及燃油管等之接地

金屬製燃油櫃及燃油管均應作有效之接地。使用 FRP 製燃油櫃時，安裝於油櫃之閥與人孔蓋等金屬物及燃油管須作與電氣之有效連接並“接地”之。

18.6 試驗

18.6.1 內燃機部品等之水壓試驗

內燃機零件部品及附屬機器之水壓試驗，需按鋼船規範 D 編 3.1.16 款之規定實施。但電氣點火式引擎或小出力柴油機經本會認為無需者得按其實情省略之。

18.6.2 輔機之試俾

輔機之試俾需按鋼船規範 F 編 17.1.2 款規定舉行之。但除秘水泵以外之泵可經核准而免除在製造工廠之廠試。

第十九章 漁 船

19.1 通 則

19.1.1 通用範圍

漁船之結構及設備，除須依照本章規程外，尚須符合各章規定之一般規則。

19.2 結構及設備

19.2.1 設置於上甲板上之燃油櫃及活魚槽

- 1. 主機用燃油櫃設置於上甲板以上之位置時，其容量須少於所有燃油櫃總容量之 $\frac{15}{100}$ 。
- 2. 燃油櫃或活魚槽設置於甲板上時，應繫緊固定。

19.2.2 寬度較潤之魚艙

艙寬超過船體最寬處之肋骨外面至板反舷肋骨外面之水平距離 $\frac{1}{2}$ 之漁船，為防止魚船內漁獲物之移動，沿艙艙方向須設置隔艙板。

19.2.3 載貨門

除運搬漁船及特殊漁船外其餘漁船不得在舷側開設載貨門。

19.2.4 舷 牆

舷牆高度不得超過 1.1m，但在各舷牆柱或防撓材間之舷牆頂部開設充分面積之無蓋開口時不在此限。

19.2.5 釣魚台或突出甲板

設于漁船舷側之釣魚台或突出甲板，其構造須為排水良好者。

19.2.6 防止火災

靠近灶 (Range)、爐 (Stove) 及煙筒等之木製天花板、側壁、地板等有引起燃燒之虞者，須有適當防止燃燒之設施。

19.2.7 開口緣圍

將開設于暴露上甲板或船艙甲板之艙口，機艙口、出入口、天窗、通風筒等開口及甲板口加以圍蔽之甲板室，得不受第十六章規定之限制，緣圍高度另依照表19.1規定之高度以上。但位於不直接承受波浪衝擊之處者不受此限。

表 19.1 甲板上緣圍高度

漁 船 類 別	甲板上緣圍高度 (mm)
第一種漁船或捕鯨船	150
第二種或	230
L < 25m	
第三種	300
L ≥ 25m	

[註] 日本第一種漁船、第二種漁船或第三種漁船係指按其作業限制分類為第一種、第二種或第三種漁船者。詳情請閱作者編著之漁船與船藝 (徐氏基金會出版)。

19.2.8 艙口閉鎖裝置

艙口應備有堅牢之蓋板或覆蓋，且應具有能牢固密閉之艙蓋覆布及締緊裝具。

19.2.9 機艙口圍壁之高度

露天上甲板或船艙甲板之機艙口，其圍壁高出甲板之高度須超過表19.2規定高度以上。

表 19.2 機艙口圍壁高度

漁 船 類 別		從甲板上量起之圍壁高度
第一種漁船或捕鯨船		450
第二種漁船或	L < 25m	600
第三種漁船	L ≥ 25m	900

19.2.10 機艙口圍壁開口之閉鎖裝置

露天甲板上機艙口圍壁之天窗、出入口、其他開口均應備有覆蓋或蓋板及艙蓋覆布及適當之繫緊裝置，或水密之設施。

行政院農委會圖書室



0014474