

強化塑膠 理論與實務

注川生 譯著
劉 虎

M. W. Gayford 原著

REINFORCED PLASTICS

Theory and Practice

國立編譯館主編
中央圖書出版社發行

國立編譯館主編

強化塑膠-理論與實務

版權所有◆翻印必究

實價新台幣壹佰貳拾元整

行政院新聞局出版事業登記證
局版台業字第〇九二〇號

原著者：M. W. Gaylord

譯著者：劉

發行所：林

出版者：中央

發行所：中央

台北市衡陽路二十二號

電話：三三一五七二六
三七一八九九三

郵政劃撥帳戶：九一四號

印刷所：聯和印製廠有限公司

台北市寶興街二十一號

中華民國七十年十一月初版

編號：2666

原 序

“強化塑膠”的第一版本來是爲了一些特定的目標所寫的：就是幫助工程師、建築師、以及構製強化塑膠的廠商和他們在工業界的同伴能正確的使用和應用強化塑膠材料（RP）。

由本書的第一版所得的經驗指出，這本書對其他的一些人或團體也很有價值。它已經被一些大學、技訓學校、以及教育機構採用做爲教材。某些銷售強化塑膠產品的公司的售貨員，也發現本書中所提供的資料非常有用。

一般來說，本書中的討論，多限於用玻璃纖維強化聚酯樹脂系統所組成的強化塑膠材料；而其最終的產品也多是積層件的形態。

本書還有意讓讀者能夠利用書中所提供之有關強化塑膠（熱固型之塑膠）的基本原理及資料，來幫助他設計產品、針對最終用途的需求選擇材料、指定材料的規格、決定其正確的最終應用、使用強化塑膠材料來做維護及修補的工作，以及利用強化塑膠材料比其它傳統材料優越的性能。

譯者序

強化塑膠在國內乃一新興之工業，而且在現階段是以玻璃纖維強化聚酯樹脂為主。本書之重點即在說明以聚酯系統為主之強化塑膠的各種觀念技術與應用。書中有許多應用之實例與圖片，可以給國內工商界帶來許多開發新產品的觀念，例如，電工用的強化塑膠安全梯及載人籃，FRP絕熱浪板、專用電話的箱板以及許多的機械附件等等。

強化塑膠不僅在商場上具有很大的潛力，就是在工廠的維修工作方面也佔有相當重要的地位，例如化工管道的損壞若用強化塑膠來修補真是省錢又省力。本書對於這方面的應用及技術敘述的非常詳細。

另外，本書非常可貴的一點，就是非常注意工業安全工作，對於使用強化塑膠的工廠來說，這方面的資料是相當重要的，盼望讀者能多加注意。

目錄

原 序

譯者序

第一篇 理論

第一章	什麼是強化塑膠	3
第二章	接納與應用情況	6
第三章	腐蝕問題的考慮	27
第四章	強化塑膠的製作	32
第五章	樹脂及樹脂系統	38
第六章	強化材料	57
第七章	模造系統	83
第八章	設計準則	88
第九章	機械、電及物理性質	92

第二篇 實務

第十章	選擇供應廠商	105
第十一章	採購的規格	107
第十二章	檢驗	114
第十三章	工場實務	116
第十四章	硬化實務	119
第十五章	硬化系統	122
第十六章	積層厚度	126
第十七章	製作一件簡單的手積之積層件	131
第十八章	製模	136
第十九章	輪廓積層件之製作	143
第二十章	導管的現場修補	146
第二十一章	構製實務塑膠材料的修補	150
第二十二章	構製實務	153

IV 目 錄

第廿三章	黏着實務.....	172
第廿四章	安全實務.....	175
第廿五章	維修小組.....	179
第廿六章	人員的選用.....	183
第廿七章	人員的訓練.....	186
第廿八章	一個強化塑膠的維護工場	189
第廿九章	費用紀錄.....	191
附 錄		195
參考讀物		207
索 引		209

第一篇

理論

第一章 什麼是強化塑膠

本書所述之強化塑膠(Reinforced plastics)，係指以熱固型樹脂及補強材料所直接組合之一種複合材料(Composite material)或積層件(Laminate)而言，除非有特殊敘述，本書所述之樹脂系統均指不飽和聚酯樹脂系統，強化材料則為玻璃纖維。當然環氧樹脂或其他經由催化劑或硬化劑之加入而產生硬化之熱固型樹脂系統及其他類之補強材料，皆可使用以製作強化塑膠積層件，本文所述之積層件，其意包括所有類型之強化塑膠，外型如實心圓棒、管道，或結構外形如角型、槽型、工字樑型、架構用平板、或任何特殊用途之不規則外形皆是。積層件之製作，可由手積法(Hand lay-up method)，機器方法，或兩者混合使用以製作之。結構件(Structure)一詞，一般係指由一件或多件之積層件所組合而成之一完整工件。積層件之各種製作方法，將在本書第四章討論之。

設計者或製作者可以設計並製作一些強化塑膠積層件，它的機械性質在任何預期之方向可被預知並獲得控制。經由就期望之最終使用性質，仔細選擇其樹脂系統，同時由成品之型態，決定補強材料之組成及排列方向，可達到預期控制機械性質的目的。在用機械方法製造積層件，尤其是以纏絲法(Filament winding)及連續拉擠成型法(Continuous pultrusion)製造時，由於強化纖維的排列方向可被嚴格控制，將使其製造完成之積層件性質均一，與手積法相比較，此積層件的可再製性(Reproducibility)大為提高。

使用樹脂及玻璃纖維以製作複合材料產品，設計者或生產廠家可以不必受傳統的天然材料的物理及機械性質所限制。

在短短的強化塑膠商用歷史中(約始自1946年)，尚未發現

4 第一篇：理 論

如用其他材料作為加強塑膠所常提出的要求加諸於斯，經驗告訴我們，每一種材料都有其本身特殊的性質及使用目的，雖然，強化塑膠材料已經成功且廣泛的在很多方面有所應用，但吾人並不能就此認為其雜亂而無所選擇的使用以取代他種材料為正確。因此，強化塑膠材料已錯誤使用，決不能說可以無限制的使用。

以下的數條指南，有助於決定對某一特殊應用目的，玻璃纖維強化塑膠是否為一合適的材料。

優點

1. 對大而複雜外形的物件，修補或換置都可輕易生產或製作。
2. 以機器生產方法製造之積層件產品，具有均一之物理、機械及電氣性質。
3. 與其他絕大多數之材料比較，玻璃纖維強化塑膠材料在設計方面有較大之自由度。
4. 具有最高之強度 - 重量比。
5. 具有極大之彈性及韌性，且不會像金屬材料般有凹痕存在。
6. 除具有良好耐風化特性外，塑膠強化材料極不易被腐蝕，此類材料對多種化學藥品及黴(Mold)、菌(Fungus)類，具有抵抗性。
7. 玻璃纖維強化塑膠 (GRP) 之電絕緣性及絕熱性均佳。

缺點

1. 無法在較高溫度 (超過400 °F) 之環境下使用。
2. 與某些金屬材料比較，其剛度 (Rigidity) 不是很高。
3. 以手工製作之積層件性質，難以期望其每件之性質均一。
4. 原始材料之成本相當高；但由於機器設備之費用較低，且不需熟練技工之操作，故其總和之成本得以降低。
5. 某些積層生產過程與金屬製品之成形過程比較，較為緩慢。

強化塑膠在下列因素涉入時，宜慎重考慮使用之：

1. 環境條件顯示一般之傳統材料無法提供預期之使用壽命。
2. 電絕緣性或絕熱性被需要時。
3. 當可能有衝擊損害，而以一般傳統的方法予以修補受到

限制時。對強化塑膠材料而言，其修補方法簡單有效，僅在其破裂邊緣予以砂光，然後再粘着或貼補即可。

4. 當換置件重量因清潔、不能接近的狀況或操作停機時間而使裝設費用額外提高時。
5. 重量和 / 或強度之保持有問題時。
6. 需要顏色時。對於強化塑膠的顏料可以直接加入樹脂系統，以提供希望之顏色並且節省油漆的費用。當液體的流動情況或液體之水平高度需被注視時，半透明之積層件可使目視控制較為容易。
7. 複雜的外形或繁雜的細節，在使用一些較傳統的材料加工而發生嚴重問題時。
8. 當設計更改被預期會常發生時。
9. 當使用其他材料之模具或設備費用極高，或導致交貨之遲緩時。
10. 當一個單強化塑膠模子可取代其他材料製作之整套裝配模子時。
11. 預期之生產量為限額時。（可高至 50,000 單位）。

顯然的，上述之標準有一些適用於製作及生產過程，而對一般並非重覆操作類型之可能每天使用補強材料的人，則並不重要。對每天之使用者而言，什麼是考慮評估強化塑膠材料應用的重點特徵呢？茲簡述如下：

1. 可輕易製造簡單及複雜外型的物件及結構件。
2. 與換置原始材料相比較，是一種迅速修理方法。
3. 重量輕。
4. 裝量簡便。
5. 切削性。
6. 高強度 - 重量比。
7. 極佳之成本 - 性能比。
8. 最低熱轉移或熱損失（絕熱效應）。
9. 非傳導性（電絕緣）。
10. 裝設以後甚少或無需保養。
11. 生產或操作無污染。
12. 長使用壽命。

第二章 接納與應用的情況

強化塑膠被接納及應用之實際情況，可由所展示之產品圖片說明之。自從 1946 年始，強化塑膠材料幾乎侵入人類生活的每一領域，舉凡休閒及運動器材、運輸、建築結構、國防、以至太空的探險皆是。強化塑膠工業，無疑地，由於在美國國防及太空機構的支助下，不懈的努力研究及發展才能有長足之進步及改進。反過來說，強化塑膠也對上述的非商業用途已提供助益。

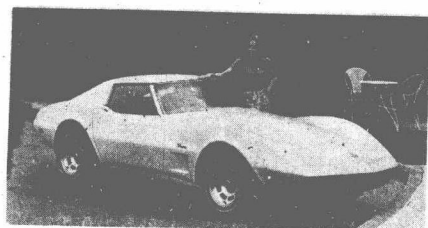
工業界廣泛接納強化塑膠材料的理由如下：1. 具有廣泛之化學藥品抵抗能力；2. 良好的機械性質；3. 有適用之設計規範，以確保設備之可靠性；4. 成本花費日趨減低；5. 優異之成本 - 效能比率，6. 數年來，使用裝置的經歷令人滿意。

到底有那些應用已支持了強化塑膠之使用及被接納呢？

25 年來的使用效能及應用情況，使得在遊樂船艇方面的消費者，廣泛接納使用強化塑膠材料。



MFG fishin' Caprice, 18 英尺 2 ½ 英寸長之外弦艇，由玻璃纖維強化聚酯樹脂製成。(Molded Fiber Glass Boat Company Union City, pa.)



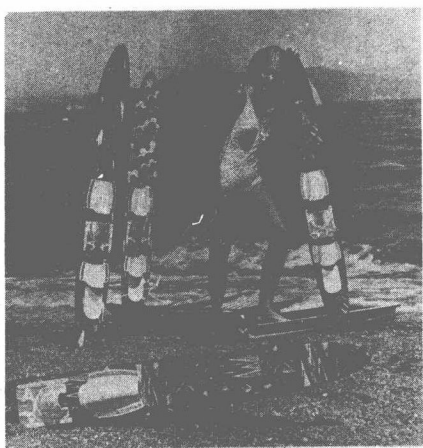
Corvette，真正美國生產之唯一跑車，已在公路上馳騁了 22 年，本圖為 1974 年，外形修改，以增進其公路行駛及耐用性後之新貌，其玻璃纖維強化之車體，仍為其自 1953 年開始使用以來的一大特色 (Chevrolet Motor Division, General Motors Corporation)

娛樂方面

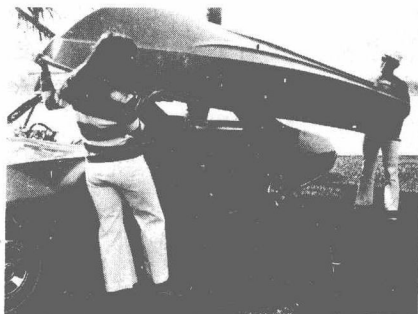
在休閒娛樂活動方面，因強化塑膠材料具有方向性強度的優點，而被應用於製作：釣魚桿、弓箭、高爾夫球桿、以及曲棍球桿。強化塑膠材料的結構性強度特性及重量輕特點，亦使其應用於製造：獨木舟、高爾夫球車、雪車、活動房車、撐竿跳竿、滑水板、滑雪屐以及衝浪板。其他之應用，包括：防護頭盔（賽車及棒球用），跳水板以及其他類之游泳池設備、和遊樂場構造。



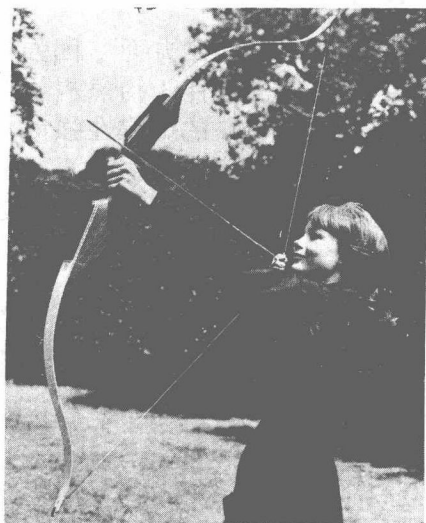
使用由 Koppers 公司提供之聚酯樹脂 American Insulator Corporation 製造出曲棍球桿把柄。紐約州中印地安保留區的印地安人，正將把柄套入桿上，使其可供應用。



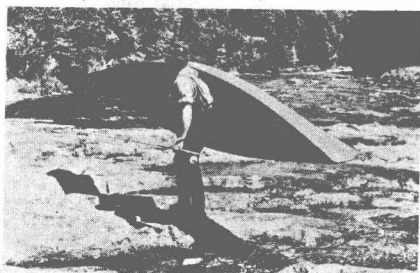
模壓製成之玻璃纖維強化聚酯樹脂滑板，有雙重設備，可供滑水及滑雪之用，玻璃纖維平底水橈，可供滑水之用。這些重量輕之裝備由 Kimball-Schmidt, Inc. San Rafael, Ca. 製作，使用 Koppers Company 的特殊配方聚酯樹脂。



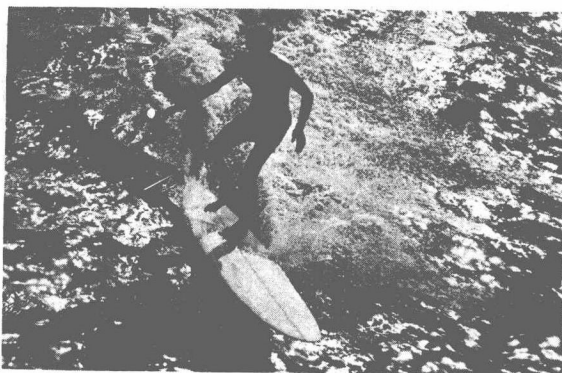
Sears 公司出品之玻璃纖維強化塑膠材料所製造之12英尺遊樂釣艇，由 Fiber Glass Boat Company, Union City,pa 所模造，兩人即可輕易從車頂抬下水。(Owens-Corning Fiberglas Coration)



(Air Products and Chemicals,Inc.)



Old Town 公司出品之兩人操作型獨木舟，其設計為供兩人乘浮，而一人即可輕易搬動之。(Old Town Canoe Company, Old Town,Me.)



強而質輕之強化塑膠衝浪板，對以往僅被夏威夷地區所喜愛之衝浪運動，而目前已被廣泛喜愛，有所貢獻。(Camerique photo)



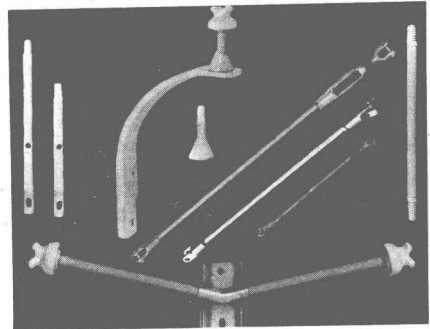
Xplorer 307 型房車，特色為其車身結構，廣泛使用玻璃強化塑膠材料。(Xplorer Motor Home Div., Frank Industries, Inc., Brown City, Mi)

電方面的應用

強化塑膠材料良好的電絕緣性，由下列各應用而展示出來，如：電機及電子設備護罩、印刷電路板、供電事業所使用之“硬體”(Hardware)，包括：拉線耐拉絕緣器、開關控制桿、熱桿、及傳動開關組件等。其他方面之應用包括：梯子、載人籃、採櫻桃架及扶柄。強化塑膠材料所製造之電纜托架，使用於腐蝕性環境中也已證明其可用價值。



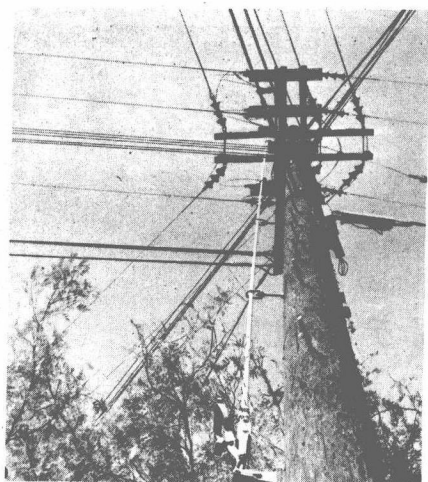
安全第一！由 R.D.Werner Co., Inc., Greenville, Pa. 推出之可伸縮 7500 級玻璃纖維梯，此一玻璃纖維強化聚酯樹脂結構的伸縮梯，強度高、重量輕、抗腐蝕，而且不會腐朽及扭曲。它可保持其優異的電絕緣性質，由於不吸收濕氣之故。



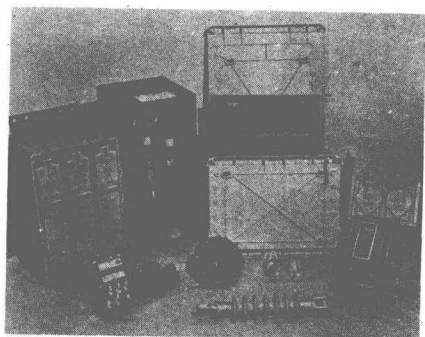
強化塑膠組件，及架空線硬體、對供電設備工業美化之增進，助益甚大。除了優異之介電特性外，強化塑膠可在降低其外形及重量下，提供足夠之強度。其具有抗腐蝕能力，平滑、堅硬之表面，同時可抵抗雜質的附着。多數供電設施公司，均利用強化塑膠材料之優點製作零組件，以甚至更低的價格，提供更佳的服務。



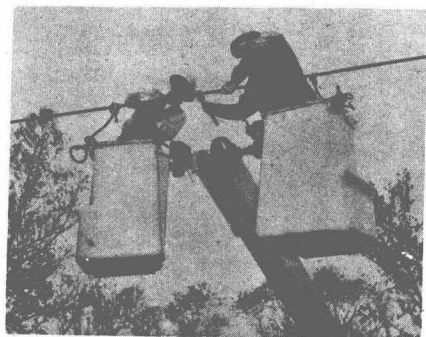
這種“載人籃”係使用於高處之電工操作及樹木修剪。



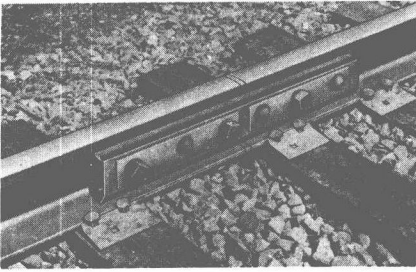
使用強化塑膠材料之開關控制桿，表現其改善之外觀，並且減低成本。



電氣設備之例子，表現出使用強化塑膠材料的多元性，以及成本效益。電氣製造廠商指出，設計之自由度，可靠性增加，裝配成本減低，為現有以及新發展之產品中考慮使用FRP材料的主要原因。(Owens-Corning Fiberglass Corporation).



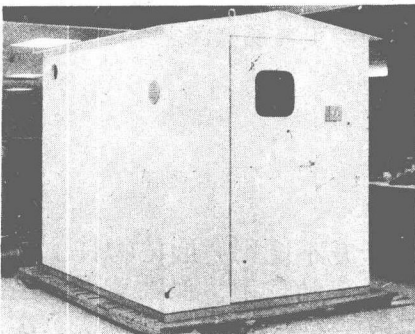
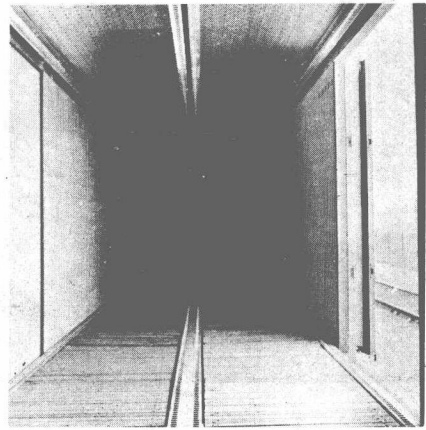
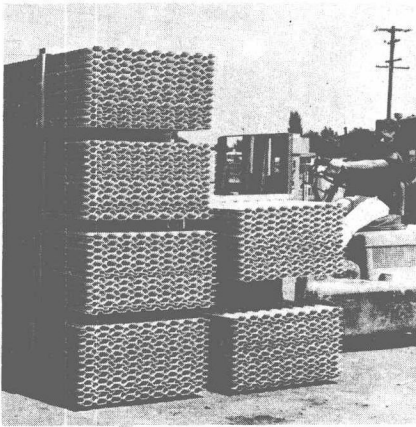
工人赤手工作于 138,000 伏特的高壓電線上，由玻璃纖維強化塑膠材料之籃框支持及保護之。(Hofan Corp. and Owens-Corning Fiberglass Corp.)



訊號系統之絕緣鐵路路軌接頭，由單方向之玻璃纖維強化增厚密度之木質積層板而製成。(Permail, Inc., Mount Pleasant, pa.)

絕熱應用方面

強化塑膠之絕熱性質已使其成為製作車輛運輸、鐵路冷凍車廂、及全天候遮蔽蓬之理想材料。



玻璃纖維強化塑膠材料之全天候遮蔽蓬。
為一片式模造結構，由 Warminster Fibreglas Company, Fischer & porter Company, Southampton, pa. 之分支機構製造。