

新科學文庫

編纂者

(常務) 周道濟博士 (主編) 王雲五教授
易希陶博士 李熙謀博士 楊樹人教授

耐腐蝕塑膠鋼

Brian Parkyn 著

張志純 譯

臺灣商務印書館發行



新 學 文 庫

編纂者

(常務) 周道濟博士 (編主) 王雲五教授
易希陶博士 李熙謀博士 楊樹人教授

耐 腐 蝕 塑 膠 鋼

Brian Parkyn 著

張志純 譯

臺灣商務印書館發行

新科學文庫

編纂者

(常務) 周道濟博士 (主編) 王雲五教授

楊樹人教授 李熙謀博士 易希陶博士

耐腐蝕塑膠鋼

Chemical Resistance, Crystic Monograph No. 1

冊 一

版權所有 · 翻印必究

定價新臺幣十二元

中華民國六十一年四月初版

原著者 Brian Parkyn

譯述者 張志純

發行者 臺灣商務印書館股份有限公司

印刷及發行所

臺北市重慶南路一段三十七號
臺灣商務印書館股份有限公司

登記證：內版臺業字第〇二三號

序

余於民國二十一年秋，本館經一二八之劫，創深痛鉅，停業復業以後，爲主編自然科學小叢書三百種，嗣以其全部納入於萬有文庫二集，期藉該文庫之普遍性，以達大衆化之目的；蓋科學足以救國，盡人而知。本館忝爲歷史最久規模最大之出版家，於此殆責無旁貸也。

三十餘年後，余在臺重主本館，先後重編重印原在上海出版之鉅籍多種；其中萬有文庫薈要，並曾納入自然科學小叢書約三十種。稍後，創編人人文庫，亦陸續選輯該叢書之較通俗者若干冊。然終覺第二次世界大戰以後，自然與應用科學兩方面均有長足之進步，其領域亦日新而月異。僅將三十年前編印之自然科學圖籍重新校印，不足以饜國人之需求也。自今歲始，廣搜歐美新編印之自然與應用科學小冊，足以發揚新科學者，先後將美國通俗科學作家 Isaac Asimov 教授主撰之 *The New Intelligent Man's Guide to Science* 十餘專題，及 Bruce F. Kingsbury 主編之 *Science Study Series* 文庫五十餘小冊；以其內容皆闡明戰後新科學，而通俗易曉之故。經即延攬李熙謀、易希陶兩博士，分別就物理科學與生物科學慎選專家從事譯校，同時組織新科學文庫編纂委員會，除李、易二君外，並由本館編審委員會同人楊樹人、周道濟二君與余共同參加。每次舉行編纂

會議，對於譯校之人選，編印之體例，咸三注意焉。第一期譯印之書，以六十種爲目標，擬於民國五十九年六月以前陸續出版。

本文庫取材方面，除以上述兩種集刊文庫爲基礎外，更廣求歐美新刊名著性質相類者，相繼譯印。其原入自然科學小叢書諸書，具有恒久價值者，經詳加校訂後，亦得加入。又其他新著譯加入者，首推留美學人蕭之的教授所譯之紅的巨人與白的矮子，成爲本文庫前期出版之一書。第一期六十種出版後，每星期內擬續出一冊，期於二三年內使新科學文庫達成二百種之數，則於新自然科學與應用科學各重要論題，大體具備矣。

我國留外學人及研究人士，以專攻自然及應用科學者爲多，除能以其合乎本文庫之著作加入外，如就接觸所及，認爲適當之西文原著隨時推薦於本館，以供譯印，亦同受歡迎。又國內教授及研究生，對於新科學之著作漸多，能惠予加入於本文庫，固同拜嘉賜也。

茲當本文庫開始印行之時，謹述經過，並對海內外學術界，致其深切之期望。

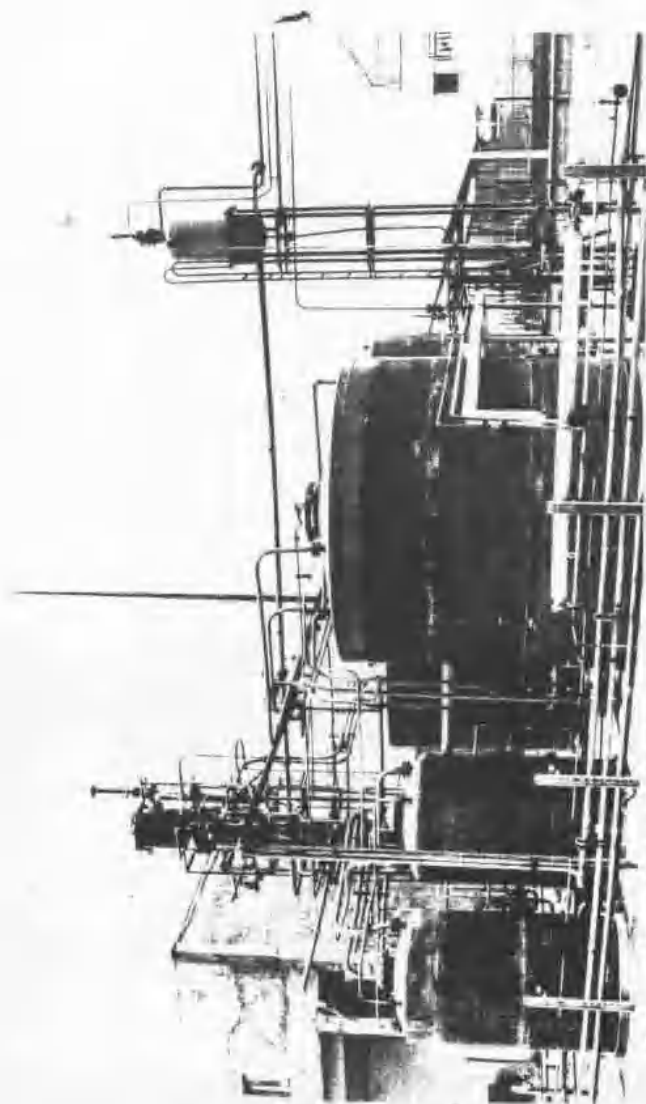
中華民國五十八年十月三日王雲五識

序 言

玻璃纖維補強塑膠 (Fibreglass Reinforced Plastics, FRP) 俗稱塑膠鋼，為近代工業界之寵兒，漸有取代一部份金屬設備之趨勢。尤其在製造 FRP 化學工廠裝置，儲槽、管道、槽車、等等，聚酯樹脂 (Polyester Resins) 之使用，因其能耐化學腐蝕及對風化作用穩定，迅速擴展至世界每一角落，本書即係為介紹此種樹脂而撰寫，並特別以克利蒂樹脂 (Crystic Resins) 為例，說明其一般性能，規格，及與金屬製品之比較，以供工業界及有關人士之參考。

本書所用單位，為國際制度 (Système International, S. I.)；該制度係 1954 年第十屆通用度量衡會議決議採用並經國際標準組織 (International Organization for Standard, ISO) 所贊助者。力 (Force) 之單位為牛頓 (New ton, N)，其定義為能使一氂之質量加速每秒 1 米/秒之力。應力 (Stress) 之定義為每單位面積之力；其適當之單位，故為 N/m^2 ，而 1 psi 約等於 $7 kN/m^2$ 。實用上，以大一百萬倍之單位，較為便利，即 MN/m^2 ，或 N/mm^2 。強度係以 MN/m^2 或 N/mm^2 表示。彈性係數係以 GN/m^2 即 $10^9 N/m^2$ 或 $10^9 N/mm^2$ 表示。

Handwritten: $Handwritten: 10^9$



原具：鹽酸及鹽基氯化物用高耐 FRP 槽槽係以
Crystic 聚酯樹脂製造者。

目 錄

序 言

第一章	概述	1
	第一節 對化學腐蝕抵抗力	1
	第二節 耐化學腐蝕之重要性	1
	第三節 化學工廠	2
	第四節 管道	2
	第五節 儲槽	3
	第六節 槽車	6
	第七節 農業	6
	第八節 容器	7
	第九節 地板	7
	第十節 造船	7
第二章	化學侵蝕之性質	10
	第一節 風化作用	10
	第二節 酸蝕	10
	第三節 鹼蝕	11
	第四節 水蝕	11
	第五節 一般腐蝕	12
	第六節 局部腐蝕	12

	第七節 晶粒間腐蝕	12
	第八節 應力腐蝕	13
	第九節 通電流腐蝕	13
	第十節 大氣腐蝕	13
	第十一節 對塑膠之化學侵蝕	14
	第十二節 對FRP之化學侵蝕	15
	第十三節 化學侵蝕之速率	16
第三章	達成耐腐蝕之方法	20
	第一節 用單一材料之構造	20
	第二節 複合構造	21
	第三節 油漆	22
	第四節 金屬護膜及電鍍	22
第四章	傳統材料之化學抵抗力	26
	第一節 鑄鐵	26
	第二節 軟鋼	27
	第三節 不銹鋼	27
	第四節 鋅	28
	第五節 銅	29
	第六節 鉛	30
	第七節 鋁	30
	第八節 鎳	33
	第九節 鉑	34
	第十節 陶質	34
	第十一節 木材	35

第十二節	玻璃	35
第五章	塑膠材料之化學抵抗力	37
第六章	成本績效	40
第七章	設計之重要性	47
第一節	一般概念	47
第二節	剛勁	52
第三節	FRP 三種使用方式	53
第四節	應力腐蝕	55
第五節	安全係數	57
第六節	普通缺失	57
第七節	針孔	57
第八節	開裂	57
第九節	星狀裂紋	58
第十節	淋蝕	58
第八章	耐化學腐蝕之克利蒂樹脂	67
第一節	材料之選擇	67
第二節	施工時限	69
第三節	另一常溫硬化系統	72
第四節	試驗方法	73
第五節	試樣調製法	74
附錄	作業指南	90
(一)	補強塑膠使用最廣之六大類型樹脂	90
(二)	耐蝕疊層之表面系統	92

(三) 耐蝕疊層之構造系統	94
(四) 常用樹脂之耐化學侵蝕性	96

索 引

第一章 概 述

第一節 對化學腐蝕抵抗力

真正不活性物質甚少。除不活性氣體及若干貴金屬外，所有材料均能受化學侵襲而腐蝕。尤有進者，即使一種材料可抵抗一特別化學環境，如溫度或壓力變更，其可能被嚴重腐蝕或甚至被摧毀。

反之，頗少材料具有如斯活性，使其在一切化學環境中崩潰。例如，鐵，於空氣之存在下，可被水腐蝕，且於高溫時在蒸汽之存在下完全摧毀。然不受油類及溶媒之影響。橡皮對水有高度之抵抗力，但很快為油類及溶媒侵襲。

因此，對腐蝕及化學侵襲之抵抗力，係相對性者。如稱某種材料有化學方面的抵抗力，殊無意義可言。例如，能以描述該材料為能抵抗 20% 硫酸至 90°C，即知其在該化學及物理環境內能抵抗化學腐蝕，但不一定在任何環境內如此。誠然，若干材料較其他材料能抵抗更廣幅度之化學及物理環境，因而吾人概略稱之為在化學方面有抵抗力，但此一「概括論定」，有時常引入迷途。

第二節 耐化學腐蝕之重要性

溯自人類歷史黎明時期所有建造房屋，橋樑，及船隻用

材料，必得對二種最普通之化學環境——空氣與水——及一切氣象變遷所產生之週圍溫度，氣壓，及太陽輻射等物理環境，有相當抵抗力。雖然，嚴格言之，此係一種化學腐蝕抵抗力，惟一般均稱之為耐風化作用及耐水性，因此不在本書討論之範圍內。

不過，隨工業化之進展，吾人對能以抵抗空氣與水以外之廣幅度化學環境及往往相當高之溫度與氣壓的物理環境之材料的需要，日益增加。此乃本書之主題，尤其是研究大量使用以適應此等特殊要求之補強塑膠的重要性。此種對化學腐蝕抵抗力之主要應用，為化學工廠，管道，儲槽，槽車，農業機械及貨櫃等之構築，當在下文略述之。

第三節 化學工廠

構築化學工廠之材料，必須其強度足以支持不變形，及使化學製造順利進行，而無構材干擾化學反應或被作業用化學品影響之虞。該工廠往往需在高溫及高壓下作業，有時，作業狀況變化甚速。此外，包圍一化學工廠之大氣，可能受污染，並引起設備外表之腐蝕，使選用適當材料之需要，較在清潔大氣中作業者更大。

第四節 管 道

目前，管道所用之材料，範圍甚廣，包括軟鋼，不銹鋼，銅，鉛，水泥，黏土，其他陶器，及多數塑膠材料如 PVC，聚乙烯及塑膠鋼(FRP)等。材料之選擇，部份取決於通

過該管道之流體之化學性質，部份取決於實際系統之性質及最後裝置之總成本。

一般，管道系統有下列數種：

- 1 水，氣體，廢水，及油之地下管；
- 2 化學品，氣體，及水之架空管；
- 3 完全或部份浸入溶媒及其他液體中者；及
- 4 必須抵抗高壓或極高溫度者。

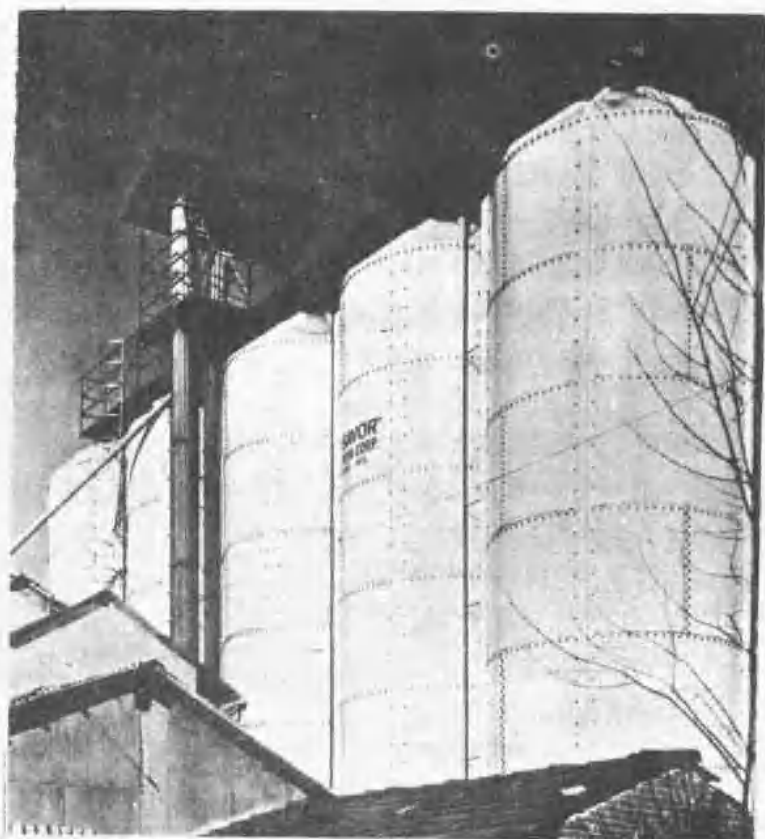
此等狀況可能單獨發生或數種并存。

第五節 儲 槽

儲槽不僅廣泛用於化學工廠，並且用於地下或地上設施中燃料油，汽油，及水之儲存。決定最適當構材之先，必須考慮下列諸因素：

- 1 待儲存之材料的化學性質；
- 2 土壤及大氣腐蝕作用；
- 3 槽內產生之壓力；
- 4 溫度變化；及
- 5 與儲存量有關之強度及設計顧慮。

迄今，儲槽中大多數係用軟鋼建造者。其乃在結構上強韌，價廉，並有足夠之化學腐蝕抵抗力以儲存多數材料。甚至在儲存腐蝕軟鋼之水時，其腐蝕率不足以導致大量金屬之損失以影響槽之強度，除非使用若干年後，或有可能。在另一方面，鋼料甚重，且常需藉油漆以防止其被大氣之侵襲，由於某種土壤含有能腐蝕金屬之局部高酸度，故埋入地下時



挿圖1. FRP 飼料倉・係用
Crystic 聚酯樹脂模造者。

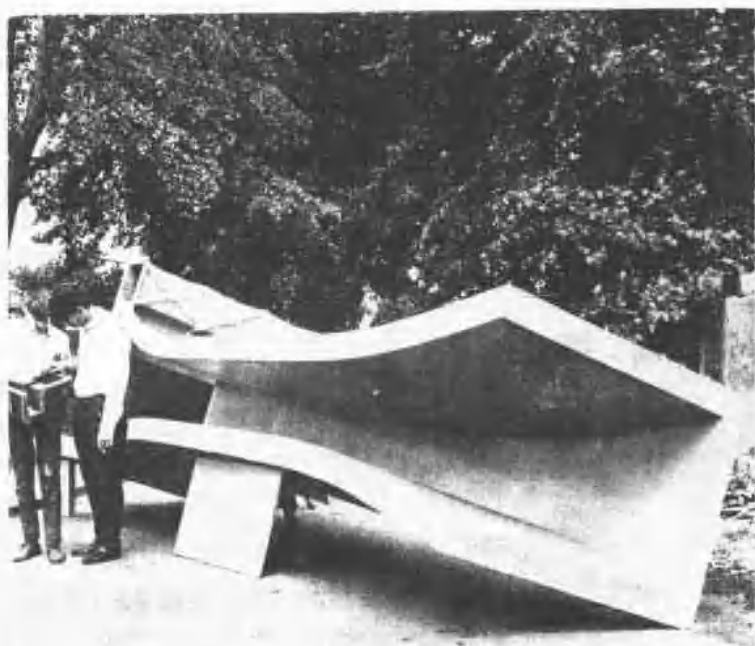


插圖 2. 烟氣流量測定用 FRP 烟道，係用
Crystic 189 模造，體積為 $6.5 \times 1 \times 5$ 米

，亦需予以保護。

不銹鋼可抵抗水之腐蝕（生鏽），故廣泛用以代替軟鋼，尤以在化學工廠中為然，但其較高成本，頗限制其使用。

儲槽可用軟鋼製，另加一耐化學腐蝕之襯裏，以形成一種複合構造。如斯，一層玻璃質襯，或一環氧樹脂，聚酯樹脂，或PVC等之襯裏，大為擴大軟鋼槽之用途。此一複合構造系統，在第三章詳述之。

第六節 槽 車

在若干方面，適用於靜止式儲槽之標準，亦適用於運輸材料用移動式槽。不過，其他因素，亦頗重要。第一，需要較高強度以抵抗車輛及其所盛材料之運動產生之應力。第二，為重量問題，對一槽車言，變得一主要的經濟因素。

可能需在槽內，建造阻板，以減少槽內液體之湧激。此外，應考慮槽內所盛材料之運動引起之靜電電荷之疏散，如槽之表面係用電介質材料製成而如盛油類或溶媒時，此點特別重要。

槽車容器係用不銹鋼，軟鋼，鋁，及FRP製。亦可使用加一層玻璃或塑膠襯裡於軟鋼上之複合構造製之。

第七節 農 業

農業由於腐蝕作用，每年遭受無數之損失。此點一部份由於戶外機器設備之生鏽，亦因土壤腐蝕所致。除此之外，化學肥料，農藥，及除草劑等之廣泛使用，產生一年代前農人