


規範類別		規範編號
土木類		FGES-T-CMA31

碼頭鋼管(板)樁防蝕規範

廠商專用

制訂日期	2013 年 07 月 24 日	制定部門	總管理處規範組
修訂日期	年 月 日	修定版次	第 00 次

目 錄

章 頁
別 次

第一章 總則

1.1 目的	1-1~ 1
1.2 適用範圍	1-1~ 1
1.3 法規標準及參考文獻:	1-1~ 1

第二章 設計

2.1 概論	2-1~ 1
2.1.1 調查與規劃	2-1~ 1
2.1.2 腐蝕成因	2-1~ 3
2.1.3 防蝕方法	2-3~ 6
2.2 塗覆裝防蝕	2-7~ 7
2.2.1 塗裝保護	2-7~ 11
2.2.2 金屬熱熔射	2-11~13
2.2.3 防蝕帶包覆	2-13~14
2.3 陰極防蝕	2-13~15
2.3.1 犧牲陽極法:	2-16~18
2.3.2 外加電流法	2-19~22

第三章 請購

3.1 選用原則	3-1~ 1
3.2 請購規範	3-1~ 1

第四章 施工

4.1 施工流程	4-1~ 11
4.2 保固須知	4-12~12
4.3 定期檢修	4-12~13
4.4 增建拆除	4-13~13
4.5 安全衛生	4-13~13

第五章 檢驗

5.1 防蝕電位檢測	5-1~ 1
5.2 維護與檢查	5-1~ 1
5.3 碼頭防蝕裝置管理	5-2~ 5

附錄

附錄 A 參考規範及文獻	A-1~ 2
附錄 B 塗裝工法	B-1~ 13
附錄 C 包覆防蝕帶及護殼法	C-1~ 4
附錄 D 犧牲陽極法	D-5~ 8
附錄 E 外加電流法	E-1~ 6
附錄 F 請購規範	F-1~ 16
附錄 G 施工品質檢查單	G-1~ 6
附錄 H 勞工安全衛生	H-1~ 6

第一章 總則

1.1 目的

為使本企業碼頭鋼管(板)樁防蝕工程施工方法及檢驗作業有共同規範憑以遵循，特訂定本規範。

1.2 適用範圍

適用於台塑企業海事工程鋼管(板)樁防蝕工程施工及檢驗。

未載明及細部設計須依政府法規及相關公認協會規範執行。

規範僅界定原則，並標明應避免之異常，實務作業廠商須依業主要求施作。

規範列及之附錄範例僅供參考，作業時應綜合業內最新資訊及法規從嚴修正。

規範詳述經評核後企業內採用實例多及耐用年限較佳者，其餘受限於特殊施工設備、海域環保、區域防火管制等難以運用之工法僅予概述。

表列各數值常為平均值或最低要求值。

1.3 法規標準及參考文獻:

- (1) 港灣結構物設計基準研究-碼頭設計基準研訂及說明草案-交通部。
- (2) 「鋼筋混凝土工程規範」-台塑企業。
- (3) 「大地工程工程規範」-台塑企業。
- (4) 「陰極防蝕工程規範」-台塑企業。
- (5) 「電氣工程規範」-台塑企業。
- (6) CNS 中華民國國家標準。
- (7) 交通部運輸研究所港研中心
- (8) 中華民國防蝕工程學會
- (9) JTS153-2008 海港工程鋼結構腐蝕技術規範- RPC 交通部

其餘詳附錄 A

第二章 設計

2.1 概論

2.1.1 調查與規劃

港灣鋼鐵構造物防蝕除需對環境條件完整調查外，尚須合理規劃設計與維護。施工完成後防蝕工程之檢測維修主在保持良好機能。中長期維護管理藉由檢測（定期檢測、專案檢測）與環境調查掌握劣化程度。

2.1.2 腐蝕成因

鋼鐵材料的腐蝕主要由化學或電化學因素引起，已知類型有：直接氧化腐蝕、均勻腐蝕、伽凡尼腐蝕、穿孔腐蝕、間隙腐蝕、應力腐蝕、延晶腐蝕、浸蝕腐蝕、空洞腐蝕和磨擦腐蝕等。

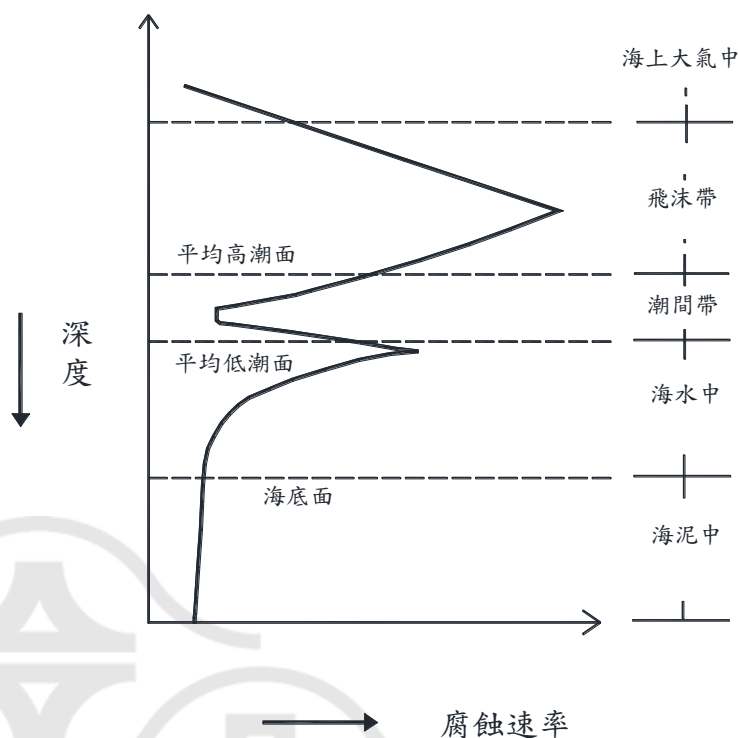
金屬類腐蝕形態，可概分為化學腐蝕及電氣化學腐蝕。

1. 化學腐蝕：（不與外皮膜起化學反應，不發生電流作用）
 - A. 金屬與氣體反應：揮發性氧化物或化合物，如鐵或鋁與氯氣之反應。
 - B. 金屬與液體之反應：
 - C. 金屬對非水溶液之溶解，例如：鉛(Pb)對四氯化碳(CCL₄)之溶解。
2. 電氣化學腐蝕：可(不可)區分陽極與陰極兩類
 - (1) 陽極與陰極不可區分之腐蝕（非電解腐蝕）如：
 - A. 水溶液中之均勻腐蝕。
 - B. 非水溶液中之全面腐蝕。
 - C. 溶解氯鹽中之全面腐蝕。
 - (2) 陽極與陰極可區分之腐蝕（電氣腐蝕）。

港灣構造之腐蝕因子甚多，在海域中除季節之水溫明顯差異外，鹽度、酸鹼度亦會在某範圍內變化，溶氧量等值則顯示污染狀況，均應納入考量。

碼頭鋼樁依浸入海水深度之腐蝕分佈，由上而下腐蝕速率分為

1. 大氣區與飛沫區
2. 高潮位與低潮位間之潮間帶
3. 最低潮位以下之海水區及海泥區



鋼材於海中依浸入深度之腐蝕速率圖

2.1.3 防蝕方法

1. 概要

塗覆裝工法材質分類

塗覆裝工法為鋼材隔絕式保護，應用於潮間帶、飛沫帶、海上大氣部位，亦有延伸至海中、海泥區者，常與陰極防蝕法併用，可用於新建結構或用於修護舊構造。

海岸結構物鋼材塗覆裝材料，依化學性質可分為下列三種：

無機物覆蓋、面層塗裝、有機物覆蓋

(1) 無機物覆蓋面層

無機物覆蓋面層以水泥砂漿覆蓋及金屬覆蓋為主。

水泥砂漿覆蓋法包含鋼筋混凝土覆蓋方式，可採拆模或不拆模方式，不拆模保護法採用高氣密水密性及耐蝕性良好輕質材製成外模，如 FRP 等。

(2) 面層塗裝

塗裝適用於施作保護面積廣大或形狀複雜之構造，防蝕效果依選用塗料的正確性、漆料種類、表面處理、塗裝系統、膜厚、品質控制、長期環境條件等而有明顯差異。

一般常用之塗裝材料如下：

- 厚膜型鋅系油漆+環氧樹脂塗料
- 厚膜型鋅系油漆+焦油環氧樹脂塗料

. 阻水性雲母薄片塗料

(3) 有機物覆蓋面層

有機物覆蓋塗裝採高膜厚約2-10mm，其防蝕性、耐衝擊性及耐磨損性均甚佳，常與陰極防蝕併用。一般之有機物覆蓋面層如下：

- . 聚乙稀覆蓋面層(Polyethylene Lining)
- . 樹脂膠覆蓋面層(Resin Mortar Lining)
- . 玻璃纖維強化塑膠覆蓋面層(Fiberglass Reinforced Plastic Lining)
- . 厚膜無溶劑型樹脂覆蓋面層
- . 水中硬化型樹脂覆蓋面層
- . 防蝕帶覆蓋法
- . 其他有機物覆蓋法尚有橡膠覆蓋法等。

工法之選定:塗覆裝工法須考慮各種工法特性，做數值化環境調查並檢討

- (1) . 環境條件(大氣腐蝕、海水、裝卸物)
- (2) . 防蝕範圍. 耐用年限
- (3) . 維護管理(定期、緊急作業)
- (4) . 施工條件(人員、機具、船舶)
- (5) . 工期. 工程費

如為結構物改修，則除上述事項另須充分調查：

- (1) . 腐蝕量(腐蝕程度)及舊塗裝之惡化狀況
- (2) 原設計條件與新工法、新材料匹配及作業干擾

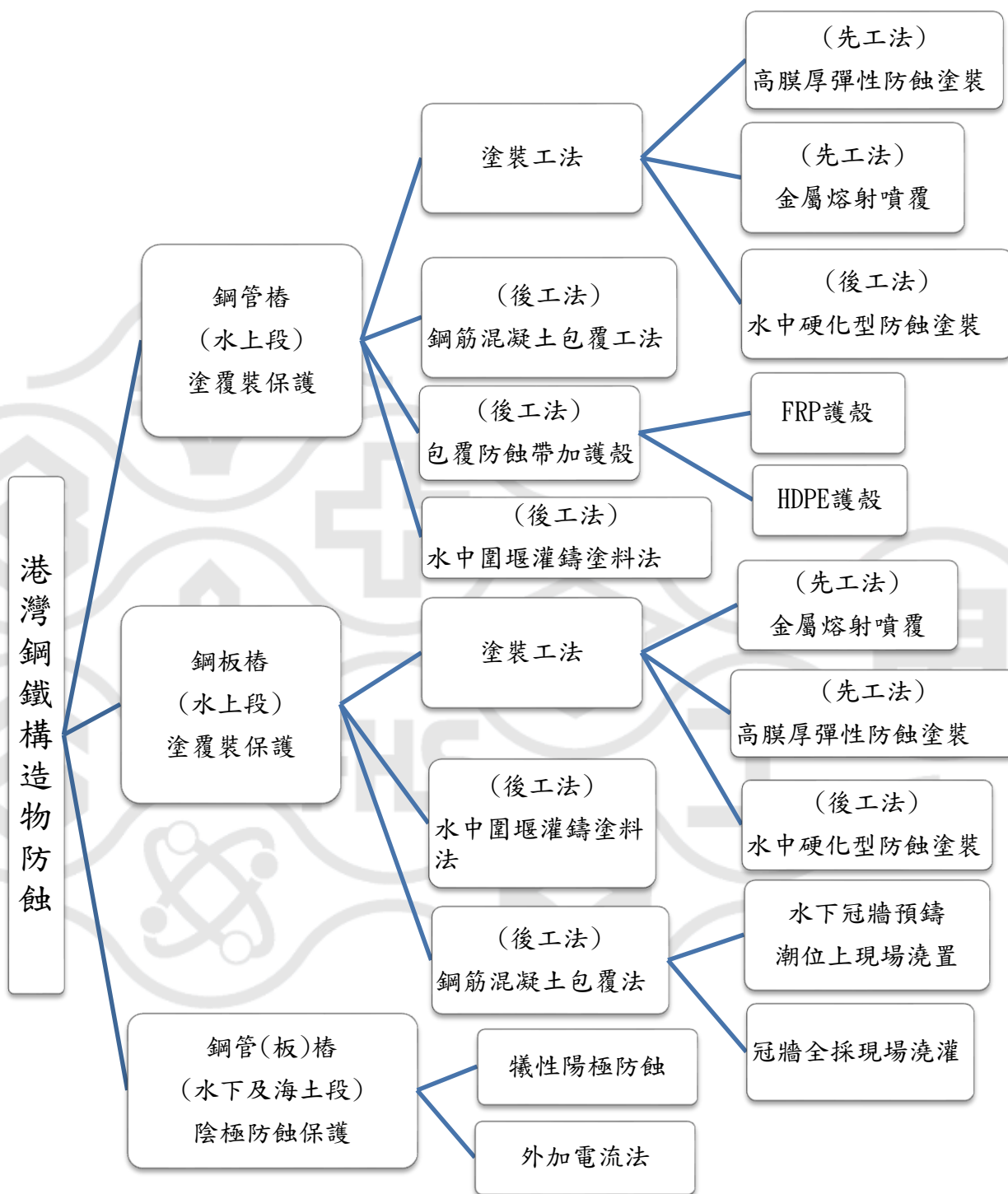
港灣鋼構造物若採用塗裝與陰極防蝕並用防蝕，為防止過大的保護電流導致塗膜劣化或剝離，防蝕電位應控制在-800~-1100 mV (vs. Ag/AgCl/seawater) 之間，並選用耐陰極剝離及耐久性的塗裝系統。

塗覆裝工法依施作在打樁前後分為先工法及後工法。

陰極防蝕工法依電流類型可分為犧牲陽極及外加電流法。

港灣工程防蝕方法如附表

- (1) 基本防蝕耐用年限以不低於20年為原則，如維修改建受限，則應加高至25~40年以上為設計基本要求。
- (2) 海岸地區適用之防蝕工法以採用塗裝或包覆加護殼與陰極防蝕為主。塗裝工法，在打樁前施工概稱先工法，打樁後施工稱後工法。
- (3) 陰極防蝕工法依電流類型可分為犧牲陽極與外加電流法。
- (4) 在海中塗覆裝時，須注意材料之耐久性，及施工、運轉時對漂流物撞擊之防護，且塗覆裝工法在設計時應對塗覆裝材料之劣化或損壞等預加餘裕估計。
- (5) 某些塗覆裝部份之水下之劣化損壞，雖可暫由陰極防蝕工法彌補，仍應儘速依工程特性修護。
- (6) 鋼材腐蝕受多重環境條件影響，難以作定量式精確估算，而防蝕效果及耐久性主要受環境及使用方式影響，對防蝕材務須作定期檢查，若發現異常，須立即採必要之修護措施，以保持良好之防蝕保護。
- (7) 金屬熔射噴覆須注意微粒回收，及對人員健康、環境保護等政府相關限制，並規劃熱源施工安全。
- (8) 金屬熔射採用之噴塗材料建議採如鋁鎂鋅等多金屬系，取其互補及防護膜生成而不採單一金屬。
- (9) 鋼樁採後工法時，表面海生物吸附緊密，初期雖可減緩腐蝕(由多種好氧微生物協同作用)，但隨著海洋微生物膜增厚導致厭氧腐蝕出現，反而加速腐蝕。且附生難以均勻，保護有限，施作防蝕前均應清除。



2.2 塗覆裝防蝕

- (1) (先工法)高膜厚彈性防蝕塗裝
- (2) (後工法)水中硬化型防蝕塗裝
- (3) (後工法)包覆防蝕帶加護殼

2.2.1 塗裝保護

高膜厚彈性防蝕塗裝與水中硬化型防蝕塗料

表面預處理

- (1) 鋼結構在塗裝前須進行表面預處理。
- (2) 設計圖文應明訂表面處理要求，表面清潔度和表面粗糙度應明確規定。
- (3) 鋼結構除銹處理前，應清除焊渣、邊刺和飛濺附著金屬物等，並洗除金屬表面油脂和其他污物。
- (4) 塗裝前的除銹等級除應符合：
 - 先工法 陸上施工 Swedish Standard-05-5900 Sa2½(噴珠、噴砂)
 - 後工法 水中施工 Swedish Standard-05-5900 ST2(噴砂及工具刮鏟)
(SIS-05-5900-1967/ISO-8501-1-1988)
- (5) 以先工法噴塗前，如鋼管樁內側需焊接內耳或外耳以鎖接碼頭面板施工架時(外耳須不影響打樁)，應在噴塗前施工完成，不可噴完刮漆事後補焊。

A. 除銹清潔度

最低等級要求應符合下表規定。重要工程主要鋼結構最低等級應提高一級。

表 2.2-1 不同塗料表面清潔度的最低要求

塗料品種	表面清潔度最低等級	
	噴射或拋射除銹	手工或動力工具除銹
金屬熱熔射層、富鋅漆	Sa2½(熱噴鋁塗層及無機富鋅塗層為 Sa3)	不允許
環氧瀝青漆、聚氨酯漆	Sa2	St3

表 2.2-2 不同標準表面處理方法與清潔度對照表

項目	NACE	SSPC	ISO 8501-1
非磨料清理			
溶劑清洗	-	SSPC-SP1	
手動工具清理	-	SSPC-SP2	St2 或 St3
動力工具清理	-	SSPC-SP3	St2 或 St3
動力工具清理至裸露鋼板	-	SSPC-SP11	-
火燄除銹	-	SSPC-SP4	F1
酸洗	-	SSPC-SP8	-
磨料清理			
出白金屬	NACE#1	SSPC-SP5	Sa3
近於出白金屬	NACE#2	SSPC-SP10	Sa2½
商業級	NACE#3	SSPC-SP6	Sa2
刷除銹級	NACE#4	SSPC-SP7	Sa1
工業級	NACE#8	SSPC-SP14	
水噴射標準	NACE#5	SSPC-SP12	-
混凝土表面處理標準	NACE#6	SSPC-SP13	-

B. 表面粗糙度

塗裝系統和塗層厚度按下表選取，且不宜超過塗裝系統總乾膜厚度的 1/3。

表 2.2-3 表面粗糙度選擇範圍

塗裝系統	常規防腐塗料	厚膜型重防腐塗料	金屬熱熔射
塗層厚度 (μm)	100~ 250	400~ 800	100~300
表面粗糙度 (μm)	40~70	60~100	40~85

先工法在陸上施工需先以手工噴砂除銹後，才得以自動噴珠機除銹，不得於自動噴珠處理後再進行手工噴砂處理。噴(珠)除銹標準為 SIS 標準 Sa 2½級，經噴砂(珠)後表面、轉角及死角處之附著物，須用壓縮空氣吹淨或鋼刷刷除。

噴砂(珠)作業完成，應在當天四小時內，即噴塗底漆；因故未能噴塗底漆者，隔天應重新再噴砂(珠)處理後，始得進行底漆噴塗。

塗層保護

- (1) 防腐蝕塗料宜選用工程實績多時效長，綜合性能良好之產品，選用新產品應進行技術論證和實驗、現地公開性測試。
- (2) 同一塗裝匹配的底、中、面漆宜選用同一廠家產品，不得任意混摻。
- (3) 塗料應有完備的材質證明，及原廠出貨進出口證明。
- (4) 塗料應符合塗裝環境施工條件。
- (5) 大氣區採用的防腐蝕塗料應具有良好耐候性。塗層系統可按下表選用。

表 2.2-4 大氣區塗層系統

設計使用 年限(a)	塗料組合方式			平均塗層厚度 (μm)
10~20	組合 方式	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧雲鐵防銹漆	100
		面層	聚氨酯漆、丙烯酸樹脂漆、 氟碳塗料	100~150
	同種匹配		聚氨酯漆、丙烯酸樹脂漆、 氟碳塗料	300~350
5~10	組合 方式	底層	富鋅漆	50
		中間層	環氧雲鐵防銹漆	80
		面層	氯化橡膠漆、聚氨酯漆、丙 烯酸樹脂漆	80~120
	同種匹配		氯化橡膠漆、聚氨酯漆、丙 烯酸樹脂漆	220~250

(6) 飛沫帶和潮間帶採用的防腐蝕塗料應能適應乾溼交替變化，並應具有耐磨損、耐沖擊和耐候性。塗層系統依下表選用。

表 2.2-5 飛沫帶和潮間帶塗層系統

設計使 用年限 (a)	搭配塗料名稱			平均塗層厚度(μm)
10~20	組合 方式	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧樹脂漆、環氧雲鐵防銹漆	300
		面層	厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、丙烯酸 樹脂漆	100~125
	同種匹配		厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、丙烯酸 樹脂漆、環氧瀝青漆	450~500
5~10	組合 方式	底層	富鋅漆	40
		中間層	環氧樹脂漆、聚氨酯漆、氯化橡膠 漆	200
		面層	厚膜型環氧漆、氯化橡膠漆、聚氨 酯漆、丙烯酸樹脂漆	75~100
	同種匹配		厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、氯化橡 膠漆、環氧瀝青漆	300~350

(7) 水下區和潮間帶採用的防腐蝕塗料應能與陰極保護搭配，具有較好的耐電位性和耐鹼性。水下區的塗層系統可按 2.2-6 表選用。

(8) 設計使用年限 20 年以上的防腐塗裝採用重防腐塗層，塗層系統可參照表 2.2-7 選用。

(9) 設計使用年限 30 年以上的防腐應根據塗裝搭配、技術要求和環境適應性分析確定，可選擇

包覆厚度大於 1mm 耐腐蝕合金

包覆厚度大於 5mm 的熱塑性聚乙烯複合包覆層

包覆厚度大於 3mm 的環氧玻璃纖維包覆層

包纏礦脂膠帶防腐系統。

表 2.2-6 水下區塗層系統

設計使用年限 (a)	搭配塗料名稱			平均塗層厚度 (μm)
10 ~20	組合 搭配	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧樹脂漆、聚氨酯漆	250~300
		面層	厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、氯化橡膠漆	125
	同品種搭配		厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、環氧瀝青漆	450~500
5~10	組合 搭配	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧樹脂漆、聚氨酯漆、氯化橡膠漆	150
		面層	厚膜型環氧漆、氯化橡膠漆、聚氨酯漆	75~100
	同品種搭配		厚膜型環氧漆、聚氨酯漆、氯化橡膠漆、環氧瀝青漆	300~350

表 2.2-7 設計使用年限 20 年以上的塗層系統

環境區域	搭配塗料名稱			平均塗層厚度 (μm)
大氣區	組合 搭配	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧雲鐵塗料、環氧玻璃鱗片塗料	350~400
		面層	氟碳塗料	100
飛沫帶、 潮間帶、 水下區	組合 搭配	底層	富鋅漆	75
		中間層	環氧雲鐵塗料	400
			環氧玻璃鱗片塗料	350
	面層	環氧重型防腐塗料、厚膜型聚氨酯塗料、厚膜型環氧玻璃鱗片塗料	250~300	
	同品種底面層 搭配		環氧重型防腐塗料	800
			厚膜型聚氨酯塗料	800
厚膜型環氧玻璃鱗片塗料			700	

(10) 設計使用年限 10 年以上的防腐蝕塗層性能應符合表 2.2.8 的規定。

表 2.2-8 設計使用年限 10 年以上的防腐蝕塗層性能

性能	要求標準	規範及試驗法
膜厚檢查	每件至少三處，每一處量測 5 點，任一點均不小於要求厚。	ASTM D1005
耐鹽霧 (h)	4000 Hr，需優於 ASTM D714 之 6F 要求	《鹽霧試驗法》 ASTM B117
耐老化 (h)	2000 Hr 無顯著色差或粉化	《耐候性試驗》 ASTM G154)
耐濕熱 (h)	4000 Hr 表面無起泡、粉化、裂痕、鏽斑	《抗濕性試驗》 ASTM D2247 或 JIS 5400
附著力	大於 5.6J(0.57Kgf-M)	《漆料附著試驗》 ASTM G14
耐電位 (V)	-1.20	《海域鋼構造防蝕》 NACE SP0176

- 註：1. 耐電位指標為相對於銀／氯化銀電極
2. 當採用外加電流陰極保護時搭配塗層耐陽極電位為-1.50V。

2.2.2 金屬熱熔射

- (1) 金屬熱熔射保護系統應包括金屬噴塗層和封閉層，需符合 NACE No. 12/ AWS C2. 23M/ SSPC-CS 23. 00 ANSI/AWS C2. 18, Guide for the Protection of Steel with Thermal Spray Coatings of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites. 規定，且複合保護系統包括塗層。
- (2) 金屬熱熔射方法可採用氣噴塗或電噴塗法。
- (3) 採用金屬熱熔射的鋼結構表面必須進行噴珠或噴砂處理，表面清潔度和表面粗糙度應符合第 2. 2. 1 節的規定。
- (4) 熱噴塗金屬絲應光亮、無銹、無油、無折痕，金屬絲直徑宜為 2. 0mm 或 3. 0mm。
- (5) 熔射用金屬材料應符合表 2. 2-9 及表 2. 2-10 的最小厚度規定。
 - A. 鋅應符合現行國家標準及 ASTM A90M 中規定的 Zn99. 99 的質量要求。
 - B. 鋁應符合現行國家標準及 ASTM A428M 中規定的質量要求。
 - C. 鋅鋁合金的金屬組成應為鋅 85%~87%，鋁 13%~15%。鋅鋁合金中鋅應符合現行國家標準及 ASTM A90M 中規定的 Zn99. 99 的質量要求，鋁應符合現行國家標準及 ASTM A428M 中規定的質量要求。
 - D. 鋁鎂合金的金屬組成應為鎂 4. 8%~5. 5%，鋁 94. 5%~95. 2%。
 - E. Ac 鋁的金屬組成應為錒 0. 1%~0. 3%，鋁 99. 7%~99. 9%。
- (6) 採用金屬熱熔射層的鋼結構件應與未噴塗構件電絕緣或對未熔射部位實施陰極保護。
- (7) 封閉劑應具有較低的黏度，並應與金屬塗層具有良好的相容性。塗層塗料應與封閉層有相容性並應有良好的耐蝕性。
- (8) 金屬熱熔射系統可參照下表匹配選用。

表 2. 2-9 大氣區金屬熱熔射系統

設計使用年限 (a)	熔射系統	最小局部厚度 (μm)
≥20	噴鋅+封閉	250+60
	噴鋁+封閉	200+60
	噴 Ac 鋁+封閉	150+60
	噴鋅+封閉+塗裝	250+30+100
	噴鋁+封閉+塗裝	200+30+100
	噴 Ac 鋁+封閉+塗裝	150+30+100
10~20	噴鋅+封閉	160+60
	噴鋁+封閉	120+60
	噴 Ac 鋁+封閉	100+60
	噴鋅+封閉+塗裝	160+30+100
	噴鋁+封閉+塗裝	120+30+100

	噴 Ac 鋁+封閉+塗裝	100+30+100
--	--------------	------------

表 2.2-10 飛沫帶、潮間帶金屬熱熔射系統

設計使用年限 (a)	熔射系統	最小局部厚度 (μm)
≥ 20	噴鋁+封閉	250+60
	噴 Ac 鋁+封閉	200+60
	噴鋁+封閉+塗裝	250+30+100
	噴 Ac 鋁+封閉	200+30+100
10~20	噴鋁+封閉	150+60
	噴 Ac 鋁+封閉	150+60
	噴 Ac 鋁+封閉+塗裝	150+60+100
	噴鋁+封閉+塗裝	150+30+100
5~10	噴鋁+封閉	100+30
	噴 Ac 鋁+封閉	100+30
	噴鋁+封閉+塗裝	100+30+60
	噴 Ac 鋁+封閉+塗裝	100+30+60

- A. 熱熔射材料宜選用鋁、鋁合金或鋅合金。
B. 腐蝕嚴重和維護困難的部位應增加金屬塗層的厚度。

(9) 金屬熱熔射方法

1. 火焰熱噴覆：
2. 電弧熱噴覆：
3. 高速火焰熱噴覆 (High Velocity of Oxy-Fuel, HVOF)：
4. 電漿熱噴覆：電漿熱噴覆層形成的步驟為

(10) 金屬熱熔射的防蝕應用

可應用在鋼結構與鋼筋混凝土結構，鋼結構防蝕是用熱噴覆層之陰極保護與阻絕腐蝕因子的特性進行基材保護，而鋼筋混凝土則是用熱噴覆層做混凝土表面的陰極保護。

鋼結構金屬熱熔射材有鋅、鋁與鋅鋁合金等

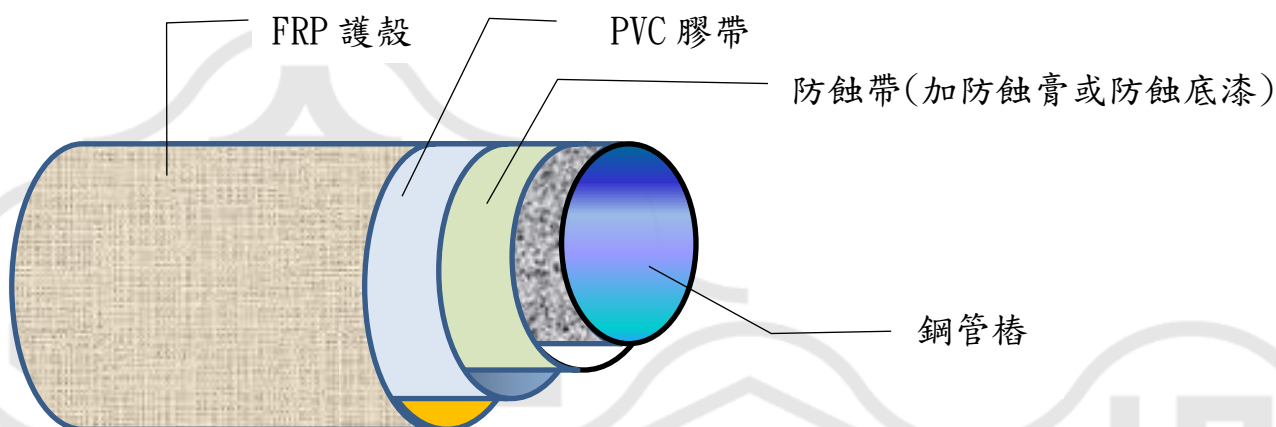
2.2.3 防蝕帶包覆

防蝕帶包覆法即玻璃纖維增強樹脂板和礦脂防蝕法

(1)說明：

以礦脂為主成份的石蠟基化合物中添加生鏽抑制劑製成的石蠟浸濕不織布，經加工成帶狀和板狀的防蝕材，用以被覆鋼管樁或鋼板樁的表面為保護防蝕，使其不受腐蝕環境的影響，為提高耐久性，防止波浪和漂流物等外力沖擊，裝上玻璃纖維樹脂板覆蓋作為保護層。

(2)防蝕被覆層的標準構成圖

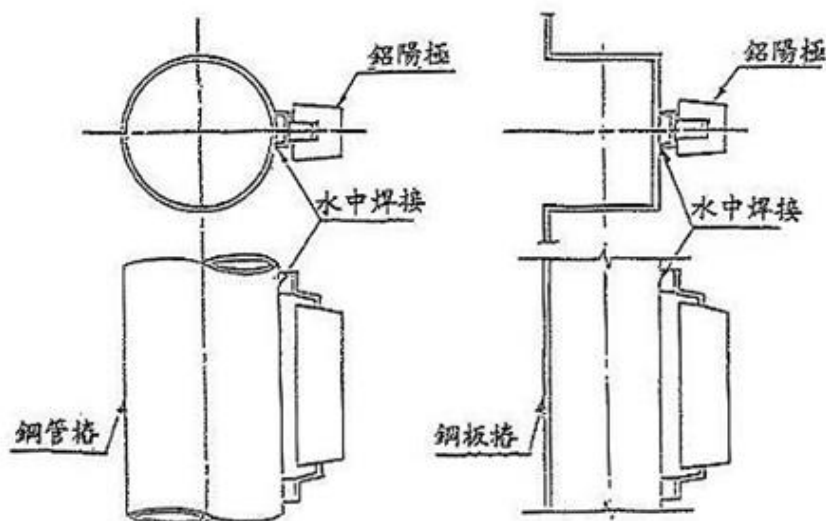


2.3 陰極防蝕

陰極防蝕常用工法:(1)犧牲陽極法，(2)外加電流法。

犧牲陽極法主要是利用高負電位金屬為陽極，與被保護金屬於介質中聯結，形成一電化學電池，陽極會在反應中被犧牲消耗，而鋼樁(陰極)會因此而受保護。

外加電流法則是用外部電源提供陰極與陽極之間的電位差，電流從陽極經過海水或海底土到達鋼板(管)樁表面，再經導線回到電源，使鋼板(管)樁成為陰極受到保護。



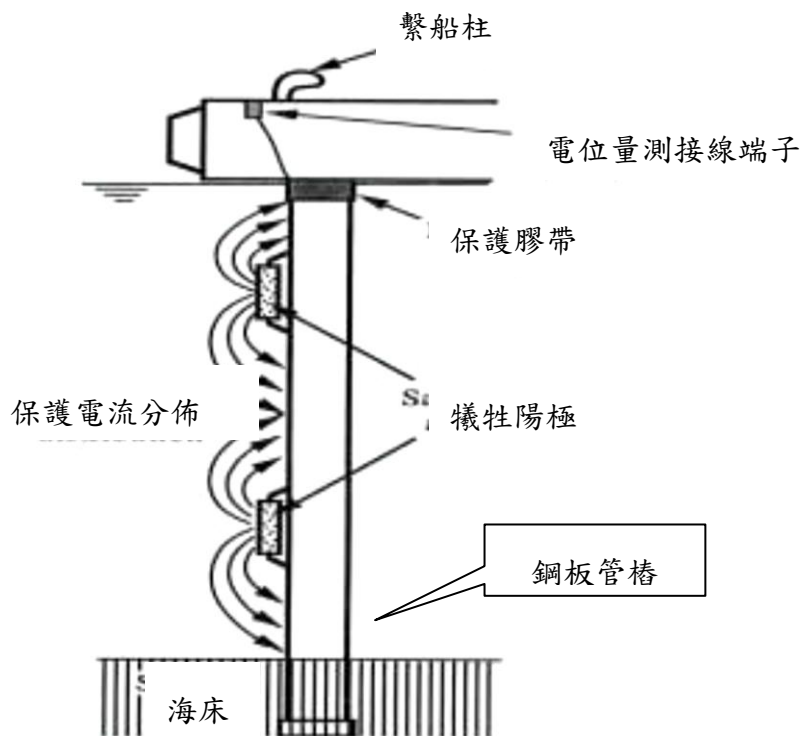


圖2.3-1 碼頭鋼板(管)樁_犧牲陽極法

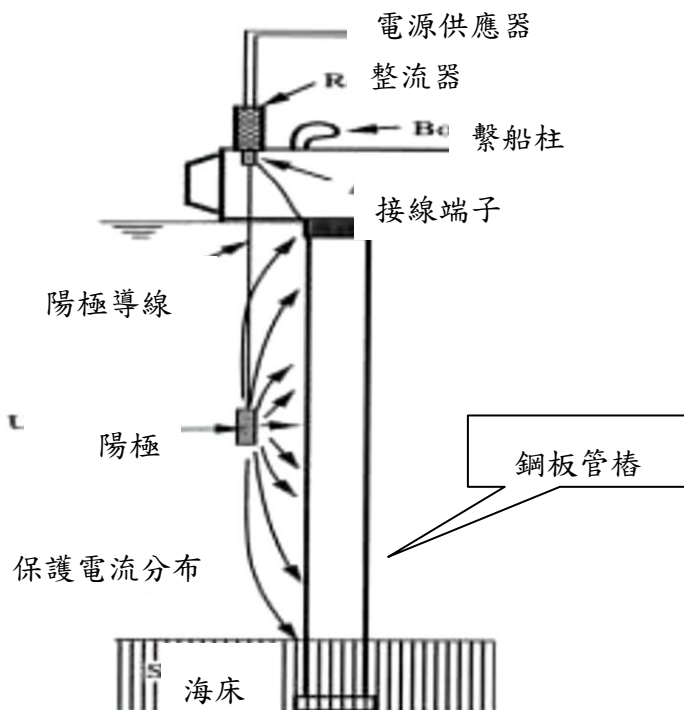


圖 2.3-2 碼頭鋼板(管)樁_外加電流法

2.3.1 犧牲陽極法:

碼頭鋼管(板)樁陰極防蝕適用範圍:

- (1)適用於碼頭鋼管樁、鋼板樁等港灣鋼構造物之陰極防蝕工程規劃、設計、施工及檢驗、養護。
- (2)保護方式係採犧牲陽極法(Galvanic-Method System)，以電位較被防蝕體(鋼製港灣結構物)為高之金屬鋁合金陽極(Aluminum alloy anode)，在海中利用二者間電位差，以小電流達到大表面積防蝕。
- (3)陽極材料依設計圖安裝於被防蝕體(鋼材)上。犧牲陽極料將因保護電流之輸出逐漸消耗而讓鋼材防蝕。

(4)鋼管樁及鋼板樁安裝:

(a)防蝕體為鋼管樁時，一般不將陽極塊先行銲接於鋼管預定位置再予以打樁，不僅因海床尚未浚挖，防蝕塊易遭土石擠落無法達於設計深度，且受打樁之樁體震動伸縮及直斜樁導架限制並影響樁承載，故常為鋼管樁打設完成拋石整坡後於海中指定位置銲接，鋼樁護坡拋石如採入水貼底斗拋或網拋則可於拋石之前施作。

(b)被防蝕體為鋼板樁時，須待打設完成，以水中電銲將陽極塊按設計圖所定位置焊牢於鋼板樁海側凸面上。施工須符合 AWS D3.6-2010 水中焊接規定。

(5)鋼管樁電位連接:

為統一犧牲陽極使用年限及保護電位，克服形狀、埋土深、面積及位置差異，鋼樁間應予串接平衡；而鋼板樁因扣筍相連，較能控制電位平衡。

鋼管樁常於樁內用導線或鋼筋連接於共同導體，使用鋼筋電焊時，採 D25 筋，須注意不可僅用點焊連接，應磨除鏽蝕、去除油污後滿焊 100mm 至少兩處以上，焊腳需 5~7mm，如鋼管採塗料保護須注意電焊時機，避免漆料或保護熔損。

陰極防蝕工法

(1) 適用範圍 陰極防蝕工法之適用範圍，以平均低潮位以下為原則。

(2) 防蝕電位 應用陰極防蝕工法時，其參考防蝕電位如下

- 飽和甘汞電極 -770mV
- 人工海水氯化銀電極 -780mV
- 飽和硫酸銅電極 -850mV

(3) 防蝕電流密度

防蝕電流因環境的改變會有很大之變化，故須選擇適當之值。

(4) 防蝕率

表 2.3-2 陰極防蝕工法之防蝕率

海水浸水率(%)	防蝕率(%)
0~40	40以下
41~80	41~60
81~99	61~90
100	90以上

5. 陽極材料及其檢驗方法

海水中使用之陽極材料選用可參考

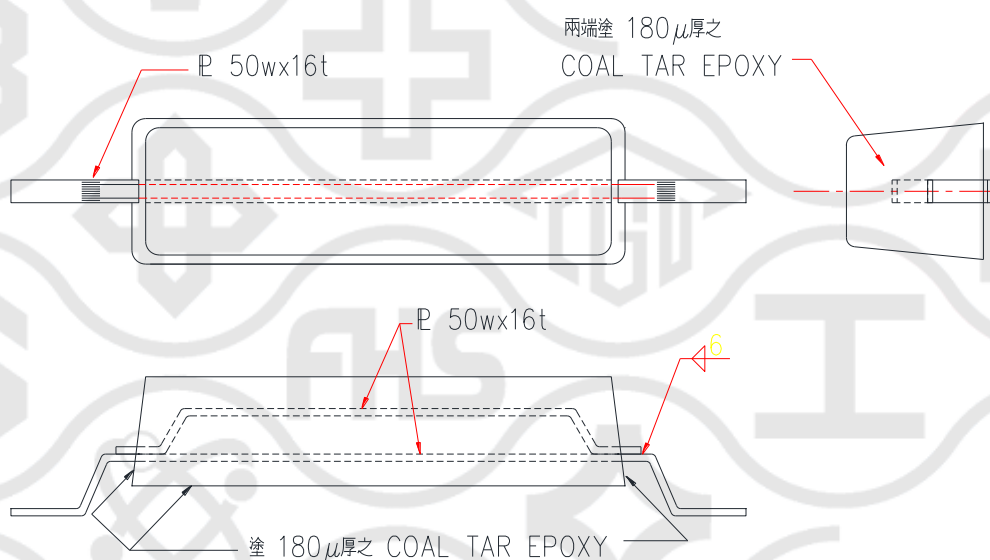
CNS 13519「陰極防蝕用鋅合金犧牲陽極」

CNS 13520「陰極防蝕用鋁合金犧牲陽極」。

陽極材料之性能檢測則可參考

陽極材料品質要求：

- (1) 陽極材料由承攬廠商供料或由施工廠商帶料，均須持有原廠之材質證明書及檢查成績書正本，其品質須符合前頁電氣特性與化學成份。
- (2) 鋁合金陽極外觀官感檢查，表面裂縫容許寬度 1 mm，長度 50 mm 以下，深度不得大於合金包覆蕊鐵厚度之半。
- (3) 陽極材料交貨於現場時，須由檢查課人員會同廠商抽樣送往公立機構檢驗，其試驗內容應包括每只陽極之尺寸、重量以及化學成份、電氣特性之確認，未符合規定標準時應視同不合格。
- (4) 長條陽極塊在兩端軸心骨架伸出處及背側需塗布 180 μ 厚之 COAL-TAR EPOXY 遮斷近距通路。
- (5) 圖面所示之陽極塊重量為鋁合金重量，不含型鋼及圓筋鐵蕊等重量，所示之型式及方式僅供參考，廠商若自行設計樣式，其效能應經驗證不低於設計圖要求型式。



2.3.2 外加電流法

1. 外加電流式陰極保護使用的陽極材料與犧牲陽極不同，應採不溶性或消耗率低的合金。在海中使用鈦鍍白金(platinized titanium)或鈦基材外覆金屬氧化物(titanium coated with the mixture of noble and non-noble metal oxides)等陽極。
2. 陽極配置間隔以保護構造物獲得均等電位為原則。
3. 直流電電源電壓應在控制在60V以下。並符合CNS 規範要求。
4. 為防止雜散電流腐蝕，鋼板樁或鋼管樁間須使用適當的鋼棒或導線相連使被保護體電流連通。
5. 電位測試端子配置，以50m~100m間隔為原則，並考慮維護便易性。

除須慎密規劃設計、發包採購、施工、長期巡檢、緊急搶修、管理等須妥善規劃，運作中須注意迷失電流(船舶、碼頭設施)、施工失誤等影響條件，及時處理，尤須注意外加電流防蝕系統供電設備及線路可能發生斷路或漏電，甚至影響其他非屬同類工法而串接之港工構造物。

碼頭在設備接地不良、船舶卸貨或進行電焊維修時，常產生迷失電流並經由船殼或海水傳導至鋼板樁等金屬結構加速局部腐蝕，設計、施工、操作、維護時均應審慎。

陰極防蝕選定須考慮被保護構造物的尺寸、結構與環境。碼頭設施過去多採用外加電流式陰極保護，因犧牲陽極新材料的開發及防蝕性能提高，目前多採用犧牲陽極式陰極保護；但在水質變化大的河口或流速較大區域，外加電流式陰極保護系統可併入考慮。

6. 設備需求

6.1 整流器：

整流器規範內容包括設計、製造、檢驗及測試之最低要求。

安裝整流器時電源的輸入端必須安裝電磁開關及漏電斷路器，不可直接將交流電源引入整流器之電磁開關內。整流器安裝時應注意交流電源及其他電力線避免電擊。

(1) 標準與法規：

變壓整流供電器的設計、製造、及測試必須符合下列標準與政府最新版法規：

- A. 中國國家標準(CNS)。
- B. 美國電機製造協會(NEMA)。
- C. 美國國家工業標準(ANSI)。
- D. 美國電機及電子工程師協會(IEEE)。

(2) 適用範圍：

- A. 負載性能：連續性負載。

- B. 裝置場所：室外。
- C. 海拔高度：1000 公尺以下。
- D. 周圍溫度：最高 40°C，最低 5°C，平均 30°C。
- E. 相對濕度：最大 90%。

(3) 變壓整流供電器：

A. 一般要求

a. 系統

- (a) 整流方式：依照工程實際需求設計。
- (b) 散熱方式：依照工程實際需求設計。
- (c) 框架型式：屋外耐候型不銹鋼箱體。
- (d) 控制方式：電壓調整式、定電壓式、定電流式、定電位式、定極化電位式等五種。

b. 交流側：以下為電壓調整式，較少採用

- (a) 交流側使用一乾式變壓器，詳供電器系統圖之規定。
- (b) 變壓器之二次側應附粗調及微調，分接頭切換器為螺帽銷合型，跨接銅板厚至少為 1.5mmt，切換定位後接點須完全銷合固定。
- (c) 變壓器在滿載運轉下 其功率因數不得低於 95%。
- (d) 變壓器之阻抗、噪音程度、短路額定、絕緣特性、溫昇等須符合 CNS 598 C4010 之規定。

c. 直流側

- (a) 在額定電壓不超過規定溫昇下，整流供電器之載流能力應如所附變壓整流供電器規格表之規定。
- (b) 整流供電器之電壓調整率不得超過 10%，滿載運轉下效率不得低於 70%。

d. 其它部份

- (a) 電錶：變壓整流供電器所裝置之電錶均為盤用廣角型。有交直流電源用電壓表、直流負載用電壓表及電流表各一只，其精確度誤差不得大於 2.5%。
- (b) 開關：交流電源側裝置漏電斷路器及電磁接觸器，直流負載側應設無熔絲開關。
- (c) 電源指示燈：電源指示燈乃為顯示電源正常供電而設，交流和直流電源指示燈。
- (d) 接線端子：為使配結線容易進行，需分別裝設交流輸入側端子、直流輸出側端子、接地端子等。
- (e) 避雷器、突波吸收器：為防止雷擊或異常電壓對變壓整流供電器產生傷害，於交流電源側加裝避雷器及直流負載側裝設突波吸收器。

B. 構造

- a. 變壓整流供電器箱體以耐鹽害不銹鋼材質(如 316L)加指定色澤烤漆為主，其座底基礎槽鐵及固定支架槽鐵皆應為不銹鋼槽鐵。箱體為屋外防風雨型構造，並備有附鎖把手及不易變質、破裂、耐久不模糊之透明材料為檢視窗，以便視察裝於內箱之電流表、電壓表及指示燈。
 - b. 變壓整流供電器之骨架應牢固足以支撐整體重量，外殼銅板採用 2.0mm 厚以上耐鹽害不銹鋼板，經機械成型再電焊組合而成，其內部固定支架應可須能承載器具重量。
 - c. 箱體之製作須考慮通風和散熱對流。
 - d. 電纜或電線由底部引進，須預留適當空間以供接線。變壓整流供電器外層箱門內側應附卡片框，卡片應以不易變質退色之材料製作，繪製供電器接線圖。
 - e. 變壓整流供電器箱外需有不銹鋼名牌和編號，名牌上應標示項目：
 - (a) 用途：陰極防蝕外加電源用
 - (b) 交流電源輸入：相數、頻率、額定容量、額定電壓、額定電流。
 - (c) 直流電源輸出：額定電壓、額定電流、電壓調整範圍、粗調、微調。
 - (d) 總重量。
 - (e) 製造廠名稱總重量。
 - (f) 製造年月
 - (g) 製造號碼。
 - f. 變壓整流供電器內部結線應採耐久不易變質之 CABLE MARK 標明線號且整齊固定。
 - g. 外加電流陰極保護應用于有易燃易爆氣體的環境中時，電源和檢測設備應設置防爆裝置；各種接線點應進行絕緣密封，並置於密閉的接線盒中；所有電纜應敷設於電纜套管中，不得有外露點。危險區域的劃分、儀器設備防爆等級要求和安裝位置，應滿足現行國家標準及企業電氣規範要求。
- (4) 驗收及其它規定：變壓整流供電器主要驗收項目乃包括下列各項。
- A. 構造檢查：確認尺寸是否合於設計圖文、構造、材料、接點是否良好。
 - B. 變壓整流供電器之調整及效率試驗。
 - C. 變壓整流供電器之絕緣試驗。
- (5) 工程圖說資料：所有工程圖說與資料應以中文說明，單位採公制並註明設制編號提供業主審核並作為驗收依據。
- A. 訂購後應提供主工程圖說與資料：承製廠商於製造前除填提供完整規格表外，並須提供下列圖面和資料送業主審核(或參考)。廠家所送圖說與資料中如有與要求相抵觸者須特別列明，先經原請購單位複查認可以作為修改規格之依據，否則仍應以原請購規範及規格表作為驗收基準。
- a. 有關之結構平面圖與立面圖

- (a) 變壓整流供電器外型圖
- (b) 設備之尺寸
- (c) 導管引入位置和尺寸
- (d) 基礎螺絲位置
- (e) 接地端子位置
- (f) 設備之重量

b. 接線圖

接線圖應詳繪變壓整流供電器、各種儀錶、開關及其它器具元件等，並根據有關規定標註符號。

c. 材料表

材料表應詳列各種設備或元件之數量、規格、型式和製造廠家品名編號。

B. 交貨前製造廠商須提供下列資料：

- a. 確認圖面。
- b. 檢查和測試之保證書。
- c. 運輸和安裝指導說明書。
- d. 操作和維護指導手冊。
- e. 出場證明及上游原材料供應證明。

(6)保證：變壓整流供電器自交貨驗收日起需保證五年。在正常使用下如有任何因製造或品質不良而耗損或故障時，廠商須負責免費修理。

註：定電壓式以上等級之整流器為電子自動控制式，規範可比照以上說明，僅交流側及直流例之控制系統為自動控制迴路定位式，需預埋參考電極，而定極化電位內則設一自動斷電器。

7.2 陽極材料規格及埋設：

7.2.1 外加電流法之陽極種類：

- (1)高矽鑄鐵
- (2)磁性氧化鐵
- (3)石墨電極
- (4)鉛銀合金
- (5)鈦鍍白金
- (6)鈦鍍 MMO

材料、工法另詳附錄F

第三章 請購

3.1 選用原則

鋼管(板)樁在海中及海土段常採陰極防蝕保護，水上段之高低潮間及飛沫區介質條件並不均勻而難以傳導，需採塗覆裝隔絕式保護來防蝕及防止波浪、外物衝蝕。經濟性及施工性較佳應優先採用工法如下：

- (1) (先工法)高膜厚彈性防蝕塗裝。
- (2) (後工法)水中硬化型防蝕塗裝。
- (3) (後工法)包覆防蝕帶加護殼。
- (4) 犧牲陽極防蝕。

3.2 請購規範

提供常用工法之請購規範，拆分四項，其餘工法應參考本規範基本原則訂立細節。

- (1) (先工法)高膜厚彈性防蝕塗裝。
- (2) (後工法)水中硬化型防蝕塗裝。
- (3) (後工法)包覆防蝕帶加護殼。
- (4) 犧牲陽極防蝕。

請購項目應由設計、施工、使用單位綜合港區特性及運轉後不利因子調整，以滿足現地環境保固年限需求。表單範例詳附錄F。

第四章 施工

4.1 施工流程

1 鋼管樁防蝕施工工法

先工法 ---- 高膜厚彈性防蝕塗裝系統，材料、工法 詳附錄B。

後工法 ---- (1). 包覆防蝕帶加FRP護殼工法，材料、工法 詳附錄C。
(2). 水中硬化型金屬防蝕塗料，材料、工法 詳附錄B。

2 鋼板樁防蝕施工工法

先工法 ---- 高膜厚彈性防蝕塗裝系統，材料、工法 詳附錄B。

後工法 ---- (1). 水中硬化型金屬防蝕塗料，材料、工法 詳附錄B。
(2). 鋼筋混凝土包覆，材料、工法 另詳鋼筋混凝土規範。

3 碼頭鋼管(板)樁陰極防蝕

(1)犧牲陽極法，材料、工法 詳附錄D。

(2)外加電流法，材料、工法 詳附錄E。

4. 施工品質檢查單 詳附錄 G

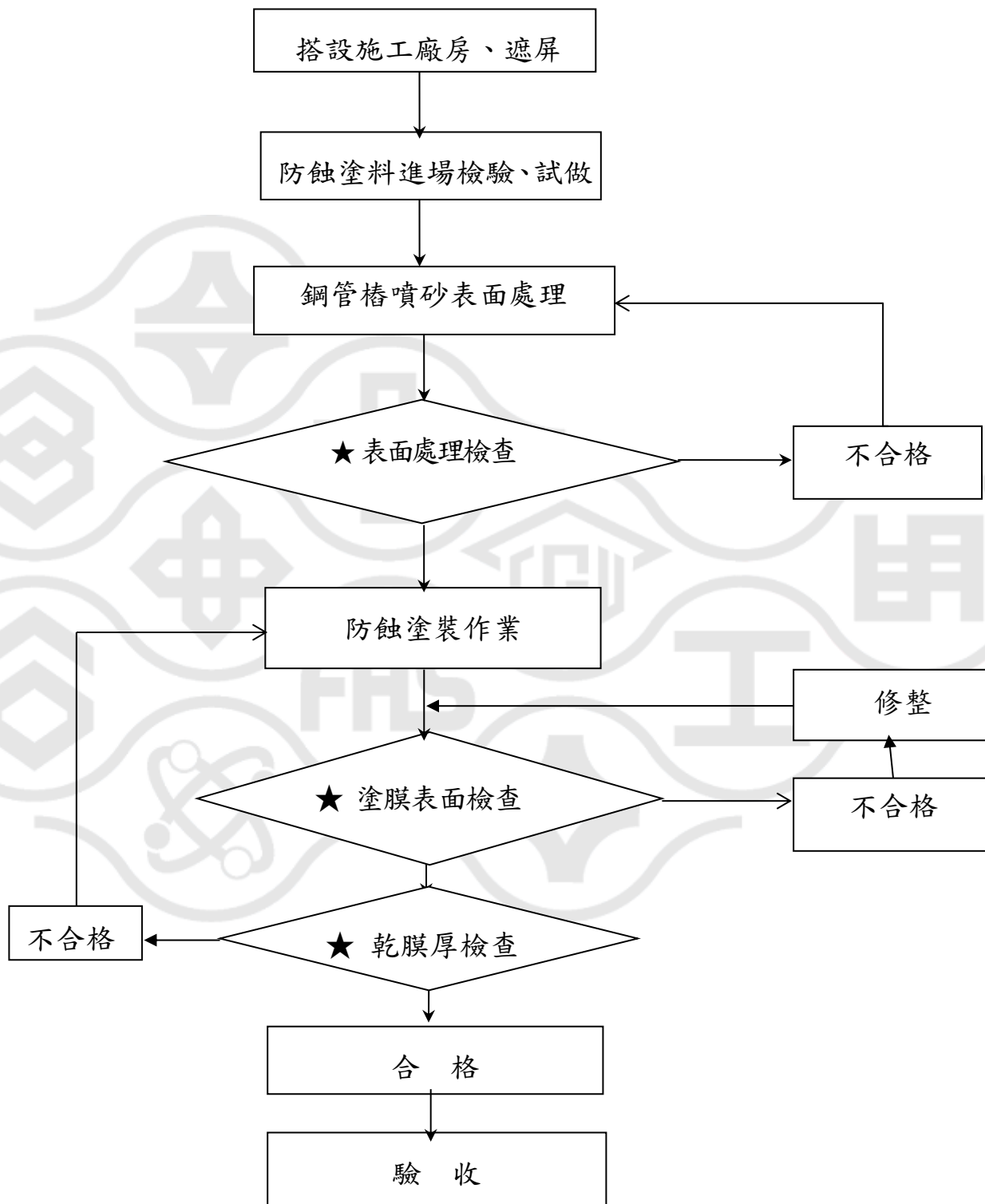
5. 勞工安全衛生要求 詳附錄 H

鋼管樁施工工法

先工法 ---- 高膜厚彈性防蝕塗裝系統

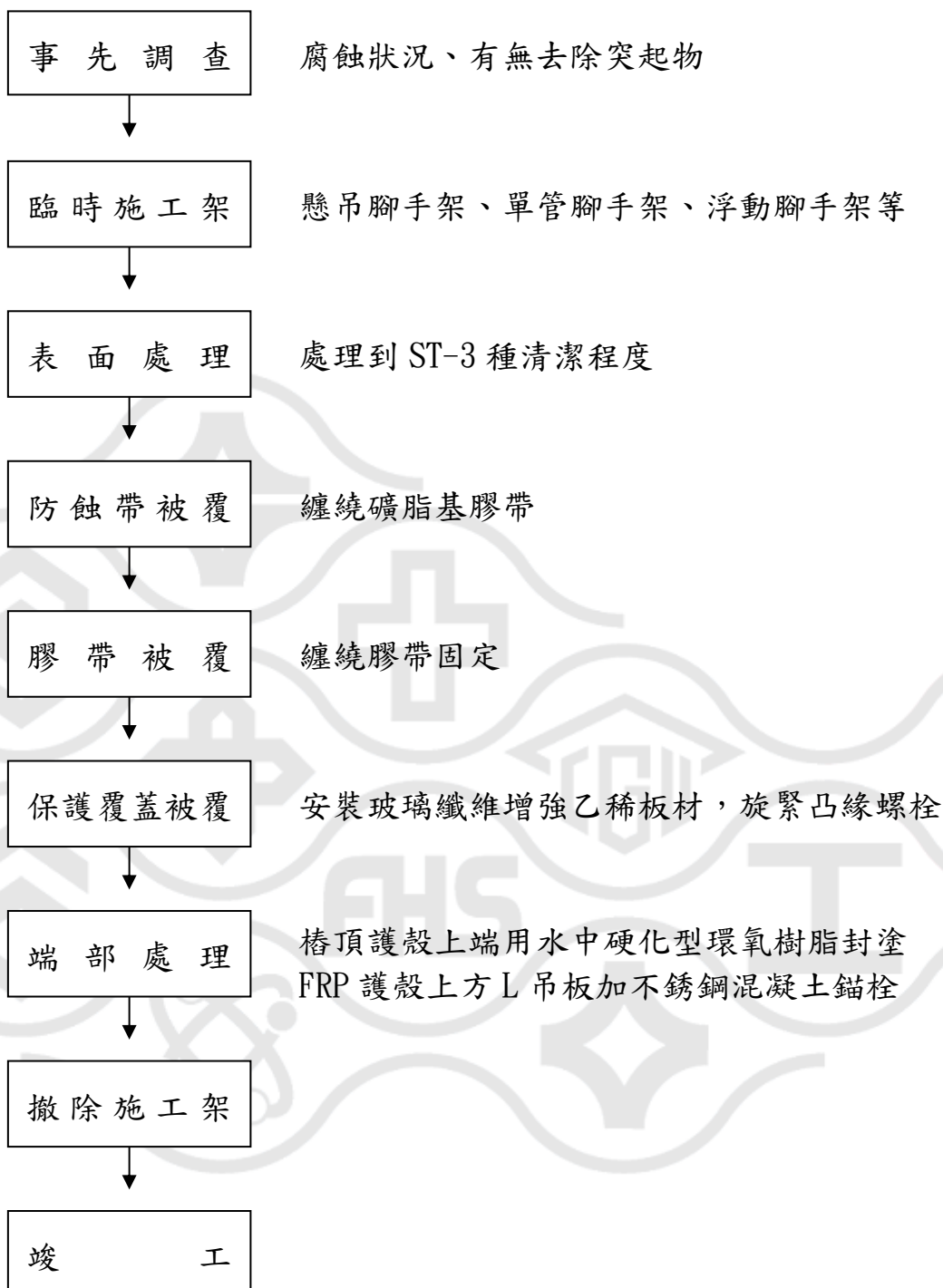
鋼管(板)樁防蝕塗裝作業流程圖

★檢查點



後工法 ---- 包覆防蝕帶加 FRP 護殼工法

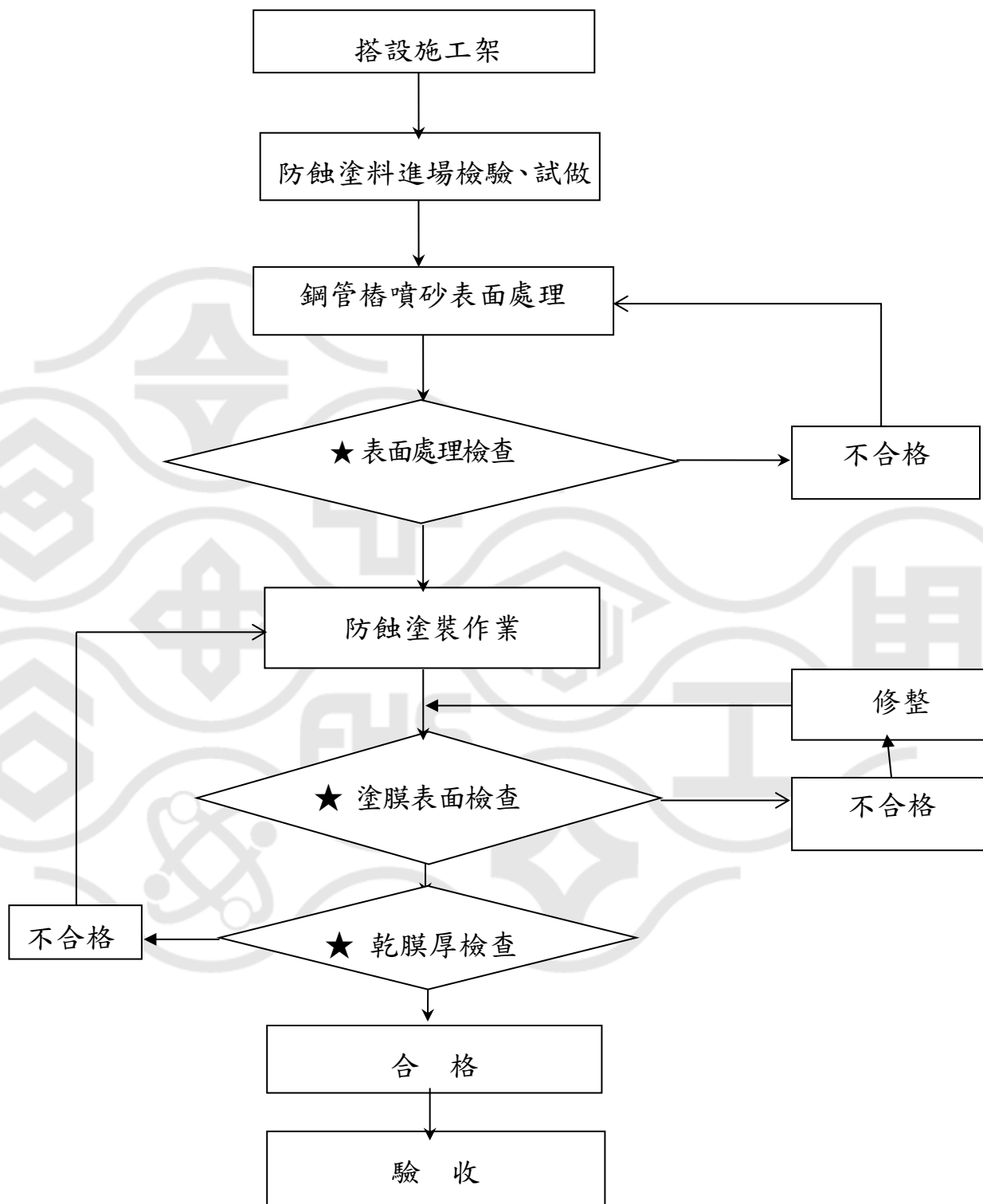
玻璃纖維增強樹脂半圓護殼和礦脂防蝕帶(鋼管樁)



後工法 ----水中硬化型金屬防蝕塗料

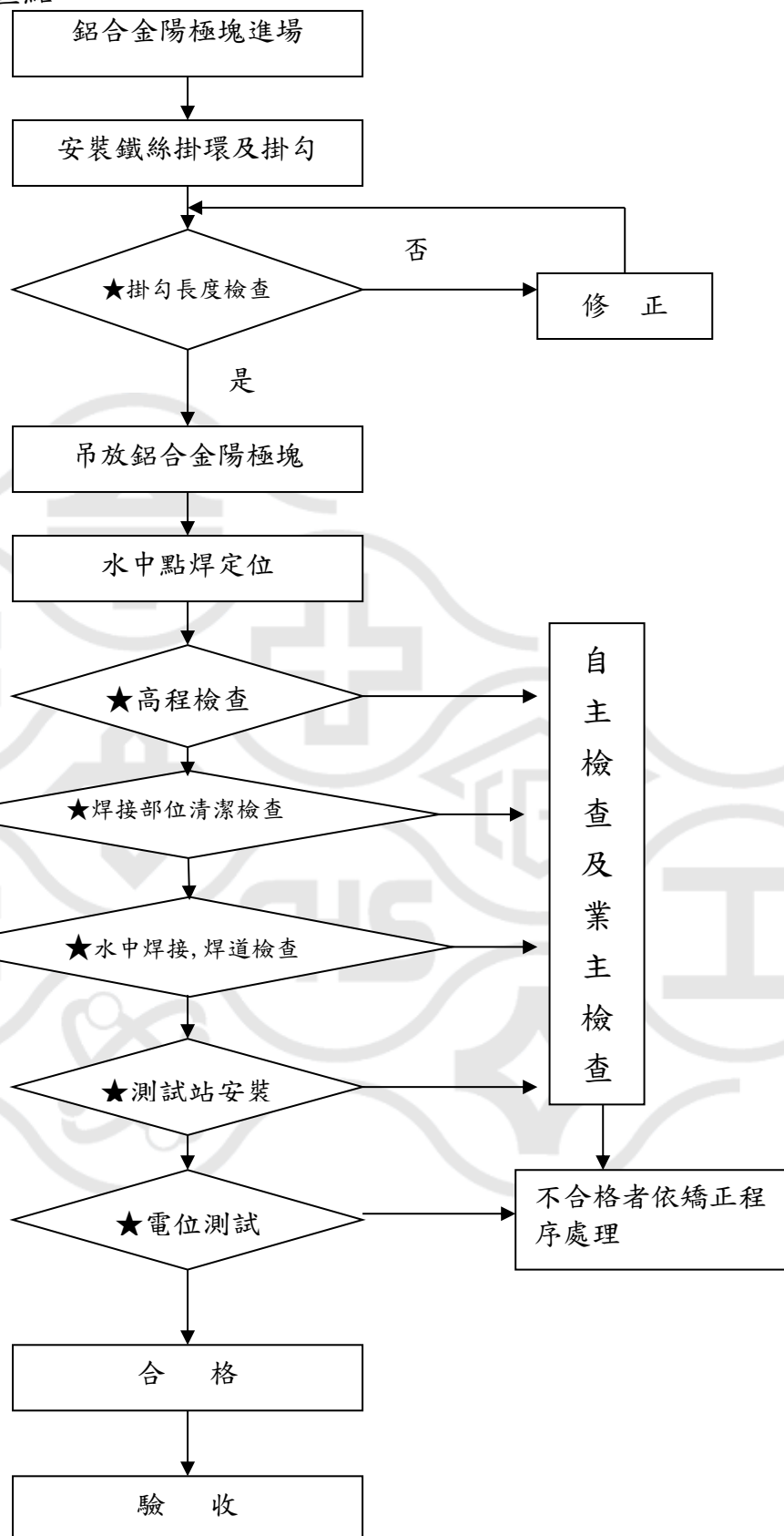
鋼管(板)樁施工流程圖

★檢查點



鋁合金陽極塊安裝作業流程圖

★檢查點



碼頭鋼管(板)樁陰極防蝕施工

陽極防蝕塊及附屬設備裝設：

(1)施工前 工具箱會議等均應依企業勞安規範執行：

- (a)由監工或主管依圖面，施工範圍、品質標準、進度及其他危險環境應注意事項，向廠商及工地負責人說明。
- (b)廠商應進行現場工作安全自主檢查，並檢查工具、裝備明細、施作細節、進度表並提供潛水伏、水陸銲工等檢查資料送業主監工複查。

(2)工作人員要求：

- (a)潛水伏須有內政部認定異常壓力作業、訓練、工安管理合格結訓證明者，年齡須50歲以下，身體健康者。
- (b)水中電銲人員除遵守上列規定，並須為擁有選訓水下銲，切割課程作業合格證明者。
- (c)海中作業期間，潛水伏必須具良好健康狀況，監工可拒絕身體狀況不佳者下水，例如：感冒、流血、外傷、高(低)血壓及酗酒、精神狀況不佳者等。
- (d)潛水伏岸上助手必須具備(a)項條件，但其他陸上支援人員不在此限。
- (e)全部進入工作區之廠商人員均需參加平安意外或勞工保險。

(3)準備工作及工具、人員：

(a)準備工作及工具

(a-1)潛水用具

項次	名稱及規格	數量
1	5HP 低壓空氣壓縮機	一台
2	潛水衣及面罩(1tooker TYPE) (另須準備一套供監工人員使用)	若干 套
3	水中通訊裝置	若干 套
4	水中照相機，防水照明燈 110V 200W	若干 套
5	急救設施，如緊急輸氧器、止血帶(連割傷或咬傷)、救生圈等。	若干 套

(a-2)銲接用具

項次	名稱及規格	數量
1	電銲機：可搬式引擎電焊 直流 300A 陸上用電焊機 交流 60A	若干 台
2	焊具：Holder 及面具等 水陸用	若干 套
3	焊條： 水陸用	各 若干

- (a-3)工作船：可載重 1,000Kg 以上一艘
- (a-4)消耗油料等(汽油，機油等)一式
- (a-5)測厚儀(鋼管樁厚度測定用超音波式水中用)一套
- (a-6)其它包括：
 - a. 汎用工具(夾鉗)
 - b. 浮筒___只
 - c. 皮尺(30M), 鋼尺(2M)
 - d. 尼龍繩 (粗. 細等各若干)
 - e. #10 鐵絲或可吊用 1~2 T 重之鏈條若干條(兩端附吊鈎)
 - f. 白漆及刷子
 - g. 其他消耗品
- (b)工作人員(需)
 - (b-1)潛水人員兼焊接工 依合約規定
 - (b-2)潛水助理人員 依合約規定
 - (b-3)普通工 依合約規定

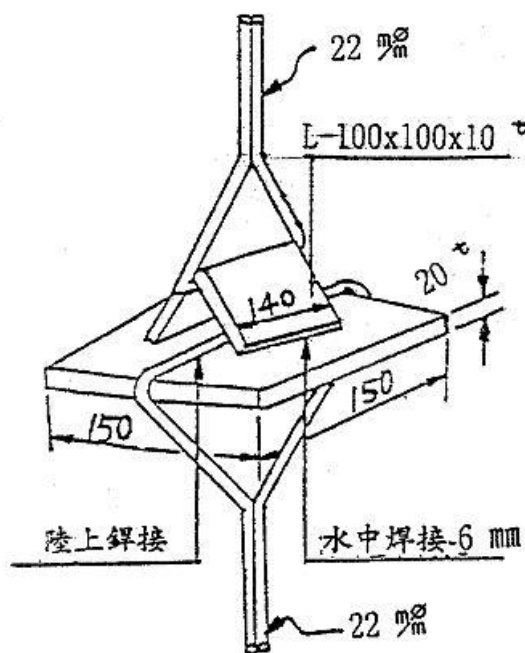
陽極安裝程序：

陽極裝置程序依照施工圖面及施工要領施工、安裝。

- (1)先在碼頭邊上以油漆依規定間隔做記號或編號，確定陽極安裝位置。
- (2)陽極規格依其被防蝕設備而異，在施工前依圖樣核對型式尺寸及數量。
- (3)鋁陽極表面依圖面要求塗焦油環氧漆，表面須先清潔後始可油漆，油漆道數及厚度須合乎規定。
- (4)陽極鐵蕊不可因搬運或疊放等原因變形、彎曲，施工前須檢驗並矯正平整，以便下水後能密貼在鋼管(板)樁上。務必在陽極未下水前在陸上完成。
- (5)除海水中陽極材料填角銲接於鋼管(板)樁為水中銲接外，其它必要組銲作業均須於陸上完成。
- (6)海中陽極組銲應先依圖說於鋼管(板)樁上端設立足夠強度之錨栓(組銲)支撐臨時掛勾，其強度須承受鋁陽極吊掛及照明燈具及其他吊掛重量。
- (7)水中銲接前，用一條 5/8" 鋼棒點銲接於鋼樁頂端，使電銲機之接地線能導通至每一鋼樁上，以便水中銲接。
- (8)鋁陽極由陸上運送至海中，須視陽極規格、重量挑選合適鋼索及滑輪組，或用吊車吊下至指定位置，在海上用工作船或浮筒運搬陽極至鋼樁前，利用臨時掛勾協助陽極吊至銲接位置，定位後且由潛水伏在水中點銲固定。
- (9)鋁陽極安裝位置允許誤差：
 - 鋼板樁誤差上、下位置 ± 400 mm 內；左右位置誤差 ± 100 mm 內。
 - 鋼管樁誤差上、下位置 ± 400 mm 內；左右位置誤差 $\pm 2^\circ$ 內。
- (10)鋁陽極於陸上應先油漆編號於預定焊道旁，安裝完成後，依焊道編號序逐一拍照做紀錄(含何人施焊..等)，每週繳驗紀錄。

電銲施工要領：須符合 AWS D3.6-2010 水中焊接規定。

- (1) 陸上銲接作業依企業主制訂相關之基準實施。
- (2) 水中銲接作業，應由廠商於施工前將銲接程序(WPS)送交給業主監工單位審查，廠商應選擇具有工作經驗且持有証照銲工，經監工或其主管監督下銲製試片一塊，送公立檢驗機構或業主認可之檢驗單位做銲接程序檢定(PQR)認可，而 WPS 及 PQR 送業主簽認內容主為拉力試驗，試片大小規格如圖三，兩端以 4 噸之力向外拉，電銲處能不斷裂為合格。(水中銲接僅做填角銲)



單位：mm，

- (3) 電銲機應使用發電式直流電弧電銲機或整流式直流電弧電銲機，並以逆極性(銲條正極)施工為原則，應經業主勞安單位檢查認可後始允使用。
- (4) 電銲條應使用 ILMENITE 系(電解鋁/鈦鐵)銲條，其成份如下：

SiO ₂	TiO ₂	MnO	FeO	MgO	Al ₂ O ₃	CAO
23-28%	10-18%	10-19%	7-25%	1-8%	3-9%	4-8%

物性. 強度方面須合乎 CNS. E4301(JIS D 4301)規定以上。

- (5) 銲條一般選用 4 m/m 與 5 m/m，其銲接條件為：
 - (a) 當使用 4 m/m 時，電壓應為 25V，電流 120-180 A 間。
 - (b) 當使用 5 m/m 時，電壓應為 27V，電流 170-250 A 間。
- (6) 鋁陽極施銲時銲道要求：
 - (a) 鋼板樁：腳長 6 m/m 以上 喉厚：4.2 m/m 以上
 - (b) 鋼管樁：喉厚 8 m/m 以上 長度：每端兩邊各 140 m/m 以上
 - (c) 測試裝置部份：喉厚 8 m/m 以上 長度：每端 140 m/m 以上

- (7) 鋁陽極電鍍前應先將鋼管(板)樁表面刮除乾淨，必要時業主由派遣潛水俠檢驗認可後始可鍍接，鍍接必須牢固確實。鍍接表面應力求平整均勻不得凹凸不平，夾有孔隙存在。
- (8) 水中包括電鍍等作業應以安全第一為原則，須在監工、及勞安人員監督下作業，未經同意下水之鍍接須剷除重做。損失概由承商負責。

電位測試盤(箱)組裝：

電位測試箱通常於電氣組件多(如外加電流法)時使用，鋼(管)板則常直接以鋼棒引接於碼頭面版上，僅設立不銹鋼電位測試盤。

- (1) 電位測試箱材貨採用鐵鏈蓋，內以 16φ 鋼圓棒連接鋼管樁鍍接。
- (2) 安裝位置、數量依圖面要求規定實施。
- (3) 電位測試箱埋設應與碼頭 RC 面平齊並加鏈條，完工後鐵材表面須塗裝黑色 EPOXY 油漆二道。漆膜厚度須達規定要求以上。

水深電位成績測試

碼頭上約 4M 間隔做一點並做記錄提交業主，做為判定依據。任一點未達到防蝕電位，廠商均應負責查出原因，並予以補救至測試合格為止。

竣工後檢查：

- (1) 鋁陽極鍍接安裝完成後，由業主指定編號位置，要求廠商做水中攝影或錄影，數量需合約範圍取所裝置數作檢查，特殊狀況時經業主書面同意則最少約 5-10%，水中照相品質、照明度必須能充份顯示，否則應予重照。必要時，不得拒絕會同業主所屬的潛水俠實地檢查。
- (2) 陽極塊應分區分段安裝，已完成之區域於安裝完成 10 天後，每隔 15 天做電位測試 1 次，並紀錄電位值。全部陽極按裝完成經 4 星期後，廠商應會同業主檢查，做水面、中央及底部三處不同之檢驗。
- (3) 防蝕效果認定可用防蝕電位為準，即各測試點之電位必須更高負值於飽和甘汞電極基準-770 mv，人工海水氯化銀電極基準-780 mv 或飽和硫酸銅電極基準-850 mv，達-100~300mV 才能判定合格(如-1000 mv)。
- (4) 防蝕工程完工之日起至責任施工保固期內，廠商應會同業主人員測試電位，前三年之第一年內每三個月一次，翌年起每六個月一次，第四年起每年一次，並作成紀錄及檢測成果附報告 8 份提交業主核備，若發現防蝕效果低落，其原因為陽極塊品質不良或因施工不佳導致失效或陽極塊脫落時，則廠商應即無償重新換裝至檢驗合格為止並提送修復記錄。
- (5) 上述施工條件訂立合約時，廠商應提供保證票據作為承攬擔保，不會同檢驗或施做差防蝕失效拒不修補均視為違約，一律依約追訴。

水中圍堰灌鑄塗料(或灌注)法：

(1)說明：

水中圍堰灌鑄塗料法係以可拆式之活動圍堰將鋼管樁潮間帶範圍密封成隔離環境，再抽乾海水，使工作區成為乾式環境，不受波浪影響後，進行噴砂、藥劑表面清洗、吹乾、塗料(灌注)等程序。

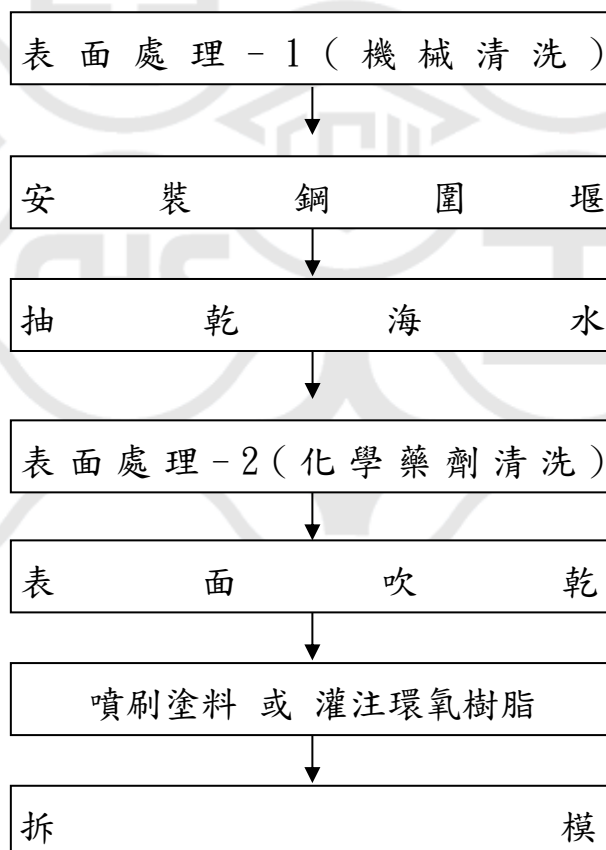
因鋼管樁直斜交錯，圍堰在碼頭面板構築後已難吊裝，僅能用浮筒搬運，空間受限，傾斜灌注上下端處理等均有困難，工期長且難掌握，故常用於鋼板樁岸壁式碼頭。

因在密閉環境中進行，而且塗料之灌注係採低壓注入，洩漏少，符合港域環保要求。

塗料層一般厚度達10mm，故可以承受漂流物、湧浪及船舶靠岸時因擲繩索或絞鍊等所產生之碰撞。

採用特殊塗料可與鋼管緊密結合，提供一長期有效之防蝕保護層。

(2)施工流程：



(3)施工方法說明：

(a)表面處理-1(機械清洗)

以高壓水(WATER JET)將附著於鋼管樁表面的蜆殼、鏽片、雜物及混凝土渣等徹底除淨至 SWEDISH STANDARD 05 5900 ST3 之程度。

(b)安裝鋼圍堰

將鋼圍堰鑄模依圖示方式安裝，固定於鋼樁之預定塗裝段，使其成為密閉之工作環境。

(c)抽乾海水

以幫浦將不鏽鋼模由的海水抽乾。

(d)表面處理-2(化學藥劑清洗)

以幫浦將化學清洗劑注入鋼模內循環清洗，使鋼管表面成為完全潔淨無鏽且易於與防蝕塗料層 100%緊密結合。

(e)表面吹乾

將空氣打入鋼模內至所有水分排出，使鋼模內成為乾燥施工環境。

(f)噴刷塗料或灌注環氧樹脂

噴刷塗防蝕漆料或將防蝕塗料以幫浦注入鋼模內，使其完全填滿鋼模內壁與鋼管樁表面間之所有空隙。

(g)拆模

不論噴塗或灌注，均待防蝕塗料達到硬化後，立即清理施工架避免雜物、漆料落入海中後，即可將鋼模移至其他之鋼樁使用。

4.2 保固須知

塗料及防蝕帶包覆類

1. 工程單位對塗料、防蝕帶或陽極塊、護殼生產廠商列明之保固除外條款(不保固者)應審慎研討，以確保達到設計上預定之保固年限。
2. 在保固期間內，由業主使用部門與工程單位(甲方)、承攬廠商(乙方)、或加入製造商(丙方)，各方定期檢查腐蝕狀況，於自然發生情況下，缺陷已超過允許範圍時，乙(丙)方應共同無償連工帶料負責補修；不履約保固時，除應會請採購部門協同處理，並依法追訴求取賠償，其理賠上限依合約規定處理。
3. 三方定期檢查腐蝕狀況之時間，自完工驗收保固書簽准生效日起算每3年為一周期，超過12年則每2年檢查一次，餘類推，以保固15年為例，於第3、6、9、12、14、15年執行會同檢查。
4. 鋼樁鏽蝕比例以ASTM D610與SSPC-VIS 2檢驗方式為準。
5. 噴漆(或熔射金屬)及塗料、防蝕帶或陽極塊、護殼等尚未使基材鋼料有明顯鏽蝕而保護層卻已發現缺陷時，缺陷檢查之方式可比照油漆規範及ISO 4628標準，以標準試片及肉眼比對方式進行判定。區分為5項:生鏽，起泡，龜裂，剝落，粉化。
6. 缺陷面積全數加總(分子)除以總面積(分母)，所得值為缺陷率，鋼管樁採10M×10M或獨立樁叢(15支以內者全部需要)計列，板樁以左右延伸各10M篩檢，缺陷率<3%時，由保固廠商進行局部處理，缺陷率≥3%時，由保固廠商對該案承攬範圍進行全面處理。
7. 保固廠商進行處理時，須先用鋼刷或噴砂清除膨鏽後，依原始用料以同色系相容之保護漆膜塗補。
8. 保固期間廠商經書面通告7天後仍拒絕會檢、拒絕修復缺陷、或蓄意拖延時，均以違約處理，緊急時甲方得先行雇工處理，費用自保固費用內扣除。
9. 材料製造廠於保固書中常限定訴賠責任僅限於該案銷售開立之發票金額，即任何狀況下，理賠上限僅在保固書涵蓋範圍之原始發票扣除稅金後之金額內，亦無附屬之風險承擔等；應由設計及使用單位於發包採購前審慎議定原則，確保公司權益。

陰極防蝕類-犧牲陽極與外加電流法

完工日起至責任施工保固期內，廠商應會同業主人員測試電位，前三年之第一年內每三個月一次，翌年起每六個月一次，第四年起每年一次，並作成紀錄及檢測成果附報告8份提交業主核備，若發現防蝕效果低落，其原因為陽極塊品質不良、施工不佳導致失效或陽極塊脫落及外加電流設備失效故障時，則廠商應即無償重新換裝至檢驗合格為止並提送修復記錄。

4.3 定期檢修

鋼樁維護管理

在結構物使用年限內，對鋼材之腐蝕狀況及防蝕保護材現狀均須定期加以檢查，並確認是否已脫離原設計假設條件。

由於腐蝕而使鋼材的強度降低至不能達到所須之強度前，即應加以修護，修護方法可採局部修護構件或修護結構系統兩種。

腐蝕修護之流程如前節所示，修護所採用之設計條件以原設計條件為基準，但須考慮設施之利用狀況與周邊環境之變化，被腐蝕鋼材之殘餘強度依據腐蝕調查結果之斷面性能與材料之容許應力複算，斷面性能可採用平均之鋼板厚度，但在腐蝕面凹凸嚴重成片剝離或有蛀蝕穿孔時，須以實際情況估算鋼板厚度。

4.4 增建拆除

1. 碼頭增建加蓋應研討對管(板)樁防蝕系統設立臨時區隔物以免撞落陽極塊或因發電機散失電流等造成鄰接構造腐蝕毀損失效，如無法避免則應一併規劃修復及臨時保護設施。
2. 碼頭銜接段拆除與接續時，防蝕系統等均應綜合原構造物之條件一併修改，不可僅依新設部分考量。
3. 增改建應依 MOC(製程變更管理)等由使用單位會請原設計(工程負責部門)做複核，不得任意裁切或接續防蝕構件，造成結構安全問題。

4.5 安全衛生

JSA 作業安全分析

為確保人員、施工安全衛生管理，施工前施工廠商應對潛藏危險做完整模擬並制定對策，與監造、環安衛、使用單位充分溝通，經業主審議核可後須將作業程序文件化、標準化，編訂管制及檢查作業程序，徹底執行，隨時糾正錯誤，防止職災發生。

執行安全衛生管理過程均應予以紀錄，並詳細查核所有作業標準、使用方法及注意事項。

乙方每日上工前，須召開各分項作業之預知危險活動 (KY) 及工具箱會議 (TBM)，由領班 (或工作場所負責人、工安人員、作業主管) 在施工現場召集參與作業勞工，確實就其作業場所之工作環境、具體告知危害因素及應採取之安全衛生措施詳加說明，並留存紀錄備查。

基本程序及檢查表詳附錄 G。

第五章 檢驗

5.1 防蝕電位檢測

5-1-1 測試鋼管(板)樁防蝕電位：確保防蝕體與陽極間之電位能維持在標準防蝕電位區間內並呈穩定狀態。

5-1-2 測試工具：

(1)高阻抗電晶體直流電壓計。

(2)飽和甘汞電極(S.C.E)。

5-1-3 測試位置標定，應按實際狀況記錄圖上

5-1-4 測試流程、人員編組輪值及預訂進度表。

5-1-5 測試紀錄表：

項次	測試箱編號	測試箱位置	整流器記錄			
			測驗記錄			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
測試結果						
測試人員						
主管核示						

5.2 維護與檢查

5-2-1 防蝕電位調整：

(1)防蝕電位應低於 $-0.77V(S.C.E)$ 之高負值，若防蝕電位未低於上述標準，則應調整整流器輸出電流量，使鋼材上任一點皆能達到此標準值，但不能低於 $-2.5V$ ，以免損壞塗料。

(2)防蝕電位測量方法乃電位計正極接被測物，負極接參考電極，電位計須使用高內電阻電位計。(陽極電子流出-負極，陰極電子流入-正極)

5-2-2 外加電流法防蝕系統檢查週期：

- (1)整流站每三個月檢查並清理一次，內容包括：
 - (a)記錄 AC 電壓，DC 電流、電壓值。
 - (b)檢查整流器所有電器接點，若有鬆動應鎖緊並上接點清潔劑。
 - (c)整流器內、外部清潔及油漆補修。
 - (d)陽極電阻量測並記錄。
- (2)陽極電位測量每六個月測量一次，並記錄電位值。
- (3)臨時檢查，颱風後或有異狀時。

5-2-3 問題及解決辦法：

- (1)介質問題:如為介質差異過大應暫停後(或降低整流器運轉)再量測。
- (2)外部 AC 電流中斷可用三用電錶量測，若無電壓應儘速做電力修護。
- (3)陽極損壞(斷損)，輸出不良或電阻數高，應更新陽極。
- (4)整流器一般常發生之故障：
 - (a)變壓器線圈斷損。
 - (b)保險絲斷損或 NFB 跳開。
 - (c)整流子損毀。應更換零件並檢測是否漏電。
- (5)整流器迴路斷損。應改配新線或修護斷線處。
- (6)電流、電壓表頭故障或指示不正確。應更換或重新校準。

5.3 碼頭防蝕裝置管理

5-3-1 間隔：

外加電流法維護管理須於每隔六個月定期檢測測定鋼樁電位。

5-3-2 電位測定方法

碼頭鋼樁外加電流法要測驗電氣防蝕效果應測定電位。依照工程設計外至少要分區測定 9 點。測定用端子檢視是否業主及設計圖要求預埋妥當。測試位置在海面(-2M)，海床面及中間三處部位，每六個月檢測一次。

- (1)測試儀器：電晶體或 DC 電壓計及飽和甘汞電極。
- (2)儀器之調整及操作方法：
 - (a)將飽和甘汞電極之導線接於儀器之 (+) 端，被測定對象之導電線則接於 (-) 端。
 - (b)將和甘汞電極放入海水不同深度中量測其電位並記錄。

5-3-3 測定結果之判斷：

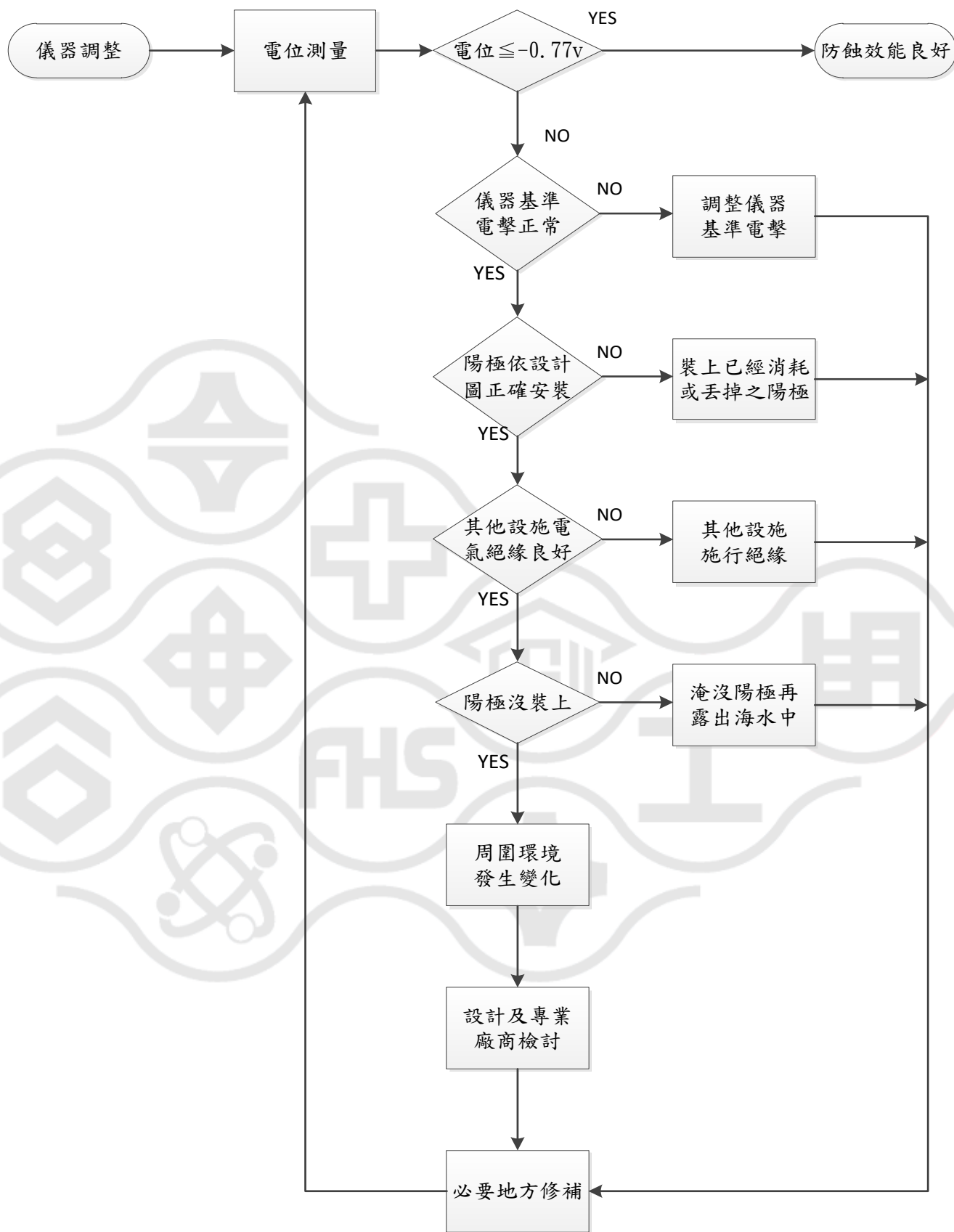
鋼鐵在自然環境下之自然電位是-0.45V~0.60V，防蝕電位則應保持在-0.77 V 以下，如在-0.77V 以下，即表示合格，如果所得結果較-0.77V 高表示防蝕電位不夠，應按程序調查原因並採取適當措施。

5-3-4 電位不足之原因及其應採措施：

如果防蝕效果不良則按下列序解析：

說明：

1. 如電位測量結果任一點電位在 $-0.77V$ 以上時應判定不合格，須予追究。
2. 測定所用之儀器是否正確？：飽和甘汞電之氣之化鉀 (KCI) 飽和溶液如果有不足時，用多量之氯化鉀(KCI)飽和蒸餾水，將此溶液由拆下電極先端螺絲蓋灌入。測定電位用是焊於鋼管樁上，焊接是否良好須查明，可量其電阻判定。如焊接不良導電不佳則須重焊，量測用電線須絕緣包覆良好，不能有損傷致接地漏電。
3. 陽極視是否再指定處裝妥？：要查明陽極是否已脫落或接觸不良。可能為漂流物等或船體撞擊所致，或因長時間振動引起焊接裂開。如有則應立即補焊。如電極已消耗則換新。
4. 是否與其他設備保持絕緣？：有本身構造物之增設或附近有新設其他構造物時，有沒有與原構造物相接觸致使防蝕電流之一部份流失。故必須做絕緣措施。如果無法絕緣時此新增之構造物亦必須施予防蝕作業，應與專家們商討。
5. 陽極是否被淤泥掩埋：安裝時應露在海中之陽極潮汐淤泥移動致被埋於泥中時，則會引起電流量不足，應設法浚渫淤泥使陽極露出，或另補陽極。並請設計單位複算數量。
6. 環境變化：如調查及補救後防蝕電位仍不合格時，環境變化影響腐蝕因素需澄清。介質成份(海水 Cl^- 離子濃度, S 離子濃度, COD 等)。海水之比電阻、水溫、流速…等，應量測比對這些因素再判別選用有效措施。
7. 設立大氣腐蝕及環境腐蝕試片供比對：試片是要確認構造物施行電氣防蝕後之效果，並檢驗周圍環境腐蝕。試片安放後，6 個月及 1 年定期收回檢驗。每套試片有 2 個鋼製試片以每隔 3 公尺共 3 組裝在絕緣電線上。視測定位置深度決定電線長度，每組試片先應標明編號以資識別。收回之試片如海生物附著應小心除去不得損傷試片。表面清除後清水洗淨並完全乾燥，送化驗室測損失重量並計算腐蝕率及指標做後續維護之依據。



5-3-5 緊密極化電位量測

常用防蝕標準：

- (1). 鋼鐵對飽和硫酸銅參考電極之電位需達 -850mV 。
 - (2). 施行陰極防蝕控制時，結構物電位須由原來的電位值向負方向移動 300mV 以上。
 - (3). 施行陰極防蝕控制後，結構物極化電位須向負方向移動 -100mV 。
- 後兩項對防蝕效果判定較準，但實際檢測方法則較難，因此常以鋼鐵電位維持在 -850mV 以下高負值為主。但此方式僅能作現場操作初步研判，缺乏全面性及無法目測各點狀態，故常採緊密極化電位量測以求取更準確的電位值。

附錄

附錄 A 參考規範及文獻

引用之法規標準、參考文獻及廠商型錄..等，商標、智財權皆屬各所有權人擁有。
本規範僅供企業內部工程使用，嚴禁任何人員、單位對外發售。

參考規範、文獻及廠商型錄

NACE National Association of Corrosion Engineering

RP-0169-92 Control of External Corrosion on Underground Or Submerged Metallic Piping Systems

RP-0170-93 Protection of Austenitic Stainless Steels and Other Austenitic Alloys from Polythionic Acid Stress Corrosion Cracking During Shutdown of Refinery Equipment

RP-0193-93 External Cathodic Protection of On-grade Metallic Storage Tank Bottom

RP-0285-95 Control of External Corrosion on Metallic-Buried, Partially Buried or Submerged Liquid Storage Systems

RP-0290-90 Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Atmospherically Exposed Concrete Structures

RP-0572-95 Design, Installation, Operation and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds

RP-0675-88 Control of Corrosion on Offshore Steel Pipelines

濕式噴砂 SSPC-TR 2/NACE 6G198

NACE SP0490-2007 Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings

SSPCTM0304-2004 Offshore Platform Atmospheric and Splash Zone Maintenance Coating System Evaluation

犧牲鋅陽極 ASTM F1182 Standard Specification for Anodes, Sacrificial Zinc Alloy

“陰極防蝕用鎂合金犧牲陽極”，CNS-13518，H3163，1995/4，中華民國/經濟部標準檢驗局。

”陰極防蝕用鋅合金犧牲陽極”，CNS-13519，H3164，1995/4，中華民國/經濟部標準檢驗局。

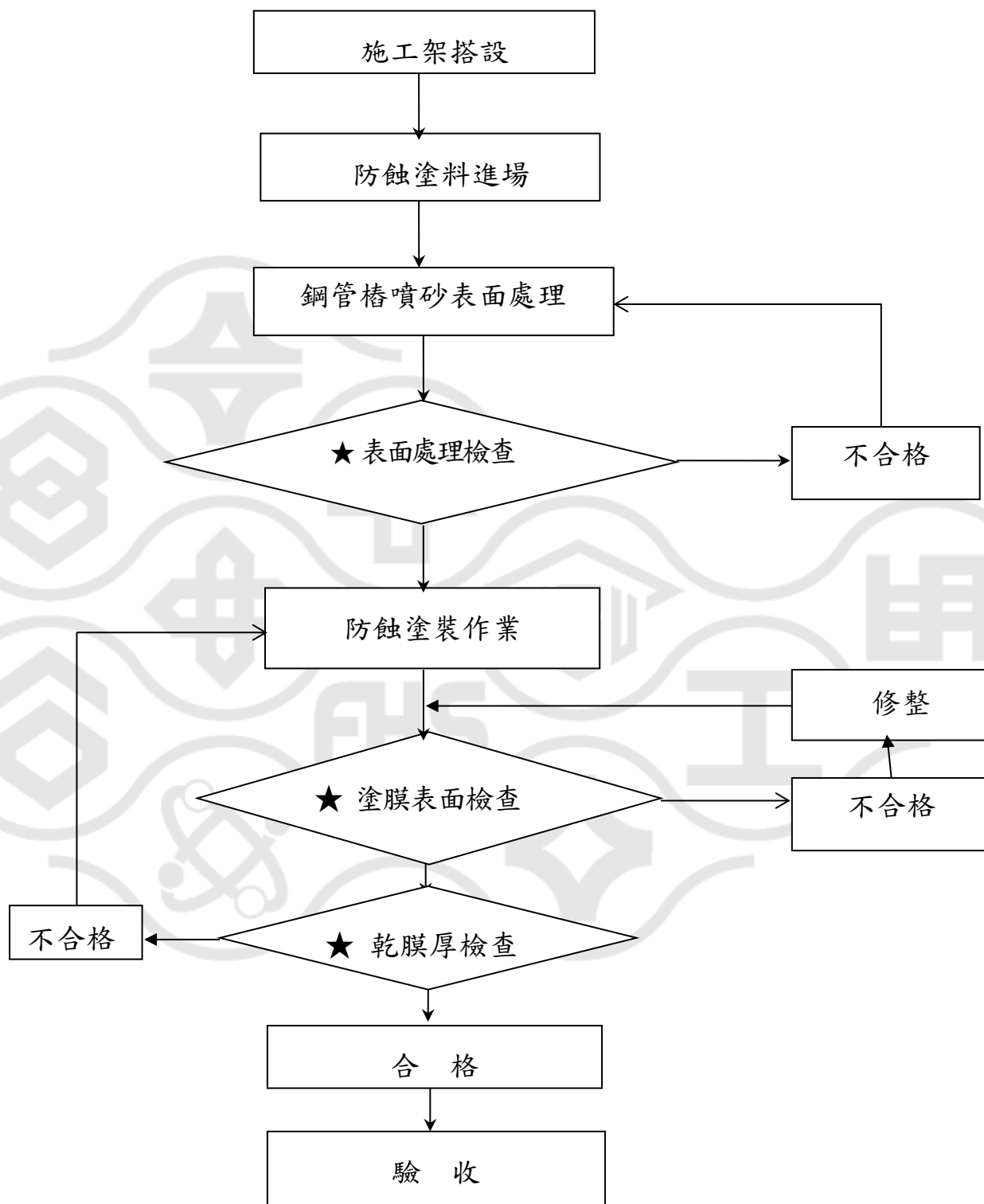
- “陰極防蝕用鋁合金犧牲陽極” ，CNS-13520，H3165，1995/4，中華民國/經濟部標準檢驗局。
- “陰極防蝕犧牲陽極性能檢驗法” ，CNS-13521，H2118，1995/4，中華民國/經濟部標準檢驗局。
- “港灣設施之技術基準·同解說(改訂版)” ，日本運輸省港灣局監修，日本港灣協會，1989/2。
- “海域中土木鋼構造物之電氣防蝕設計指針(案)·同解說” ，日本建設省土木研究所，1991/3。
- “Cathodic Protection Design” ，DNV RP-B401，Det norskeVeritas，1993。
- “Cathodic Protection, Part1. Code of Practice for Land andMarine Applications” ，BSI-BS 7361，British Standard，1991。
- “Corrosion Control of Steel Fixed Offshore PlatformsAssociated with Petroleum Production” ，NACE- RP0176，NACE International，1994。
- 陰極防蝕工程手冊，化學工業出版社，中國大陸，1998。

附錄 B 塗裝工法

先工法 ---- 高膜厚彈性防蝕塗裝系統

防蝕塗裝作業流程圖

★檢查點



1 施工說明書

1.1 水面上防蝕塗裝作業：

(1) 施工步驟

- A. 事前準備-噴砂及噴塗作業前，須於作業區域範圍內掛設防塵網，並於海面上圍繞攔油索始可施工。
- B. 水面上鋼管樁之防蝕塗裝，表面以噴砂處理，且不得有油脂現象。
- C. 結構體表面噴砂處理完成，經檢查合格後，立即進行第一道防蝕塗裝作業，如無法立即施作，須於塗裝前將再做處理。
- D. 水面上塗裝作業至少分為三道，相鄰兩道塗料顏色不得相同，每道塗裝完成後，應通知工程師檢查。
- E. 水面上鋼管樁之防蝕塗裝，採用「無公害環氧樹脂水中塗料」(_____噴塗型防蝕塗料)；水面下鋼管樁之防蝕塗裝，使用「無公害環氧樹脂水中塗料」(_____，水中硬化型，以手工塗敷)。

(2) 作業需知

- A. 當風速達五級(8m/秒)以上時，不宜進行塗裝作業，因造成塗料大量損耗外，塗料大量飛散亦會嚴重污染海面且不易控制。
- B. 施工期間應備妥防污、除污設備，防止或清除因防蝕塗裝所產生的污染。

1.2 潮間帶使用膠筏半乾式防蝕塗裝作業：

(1) 施工步驟：

- A. 潮間帶使用膠筏半乾式防蝕塗裝作業
- B. 作業前使用動力船筏將膠筏拖至作業位置，依鋼管樁形式排列後，再以活動跨板將膠筏連結固定。
- C. 陸上備料人員將該日欲使用之塗料數量，先行搬運至該區作業平台上分散堆置。
- D. 在滿潮時間隨潮汐之退潮期間進行噴砂除銹作業，並於開始漲潮前進行第一道塗裝(需經工程師認可後方得進行塗裝作業)，隔日再隨潮汐以鏟敷方式進行第二道及第三道防蝕塗料塗裝。
- E. 防蝕塗裝經工程師檢驗合格後，再行拆除膠筏拖出樁群移位。

(2) 作業需知

- A. 施工人員應注意鋼管樁及膠筏擠壓傷害。
- B. 施工人員須穿著救生衣或防寒衣，方可下膠筏進行作業。
- C. 工作期間嚴禁飲用含酒精之酒類或飲料。
- D. 身體不適或精神狀況不佳之人員，嚴禁其下至海面上之膠筏作業。
- E. 作業須於海象良好時施工，當浪高超過 50 公分時作業人員無法安穩站立於膠筏上作業。
- F. 因膠筏面積僅 75 cm寬，同一膠筏上之作業人員不可超過 2 人。
- G. 岸上人員需注意海上船隻進出情形，當港務局之拖船進出港時，須連絡膠筏上之施工人員立即停止作業，以免長浪造成膠筏翻覆或人員重心不穩而落海。所有塗裝用之塗料需堆置於工作平台上，攪拌完成後再吊至膠筏上供噴塗人員使用。

1.3 水面下防蝕塗裝作業：

(1) 施工步驟：

- A. 事前準備-塗裝高程量測用標尺及表面處理工具準備。
- B. 使用動力船筏拖曳無動力膠筏載運塗料及潛水員至施工位置。
- C. 由陸上工用標尺抵至碼頭面結構底部量測長度，再由潛水員於水下畫出施作高程記號後，開始水下塗裝作業。
- D. 防蝕塗料由膠筏上之陸工攪拌完成後，交給潛水員於水下塗裝。
- E. 於表面處理完成及塗裝完成等階段進行水中照相後，照片送交監造單位審核存查。

(2) 作業需知

- A. 供氣用之空壓機氣體須經空氣過濾器、高壓空氣管送到潛水員個人水下呼吸器。
- B. 潛水員視工作性質情況調整增減個人潛水裝備(鉛帶、面鏡、蛙鞋、照明燈具…等)。
- C. 開啟送氣閥，潛水員檢查呼吸器氣體出氣量並適當調整。
- D. 依水下工作性質攜帶適合工具。
- E. 確定氣體供應無匱乏、工具攜帶完整並找尋適當下水地點。
- F. 下水後隨時警覺氣體供應狀況並使用適當工具進行水下作業。
- G. 水面工作人員須注意航行船隻來往、潛水員氣泡位置、高壓空氣管的鬆緊。
- H. 二名以上潛水員一起工作時，須注意彼此的高壓空氣管不可糾結一起。
- I. 潛水員在水下使用手語或文字板互相溝通。
- J. 水下海生物多有劇毒，如水母、海羽毛、螺類…等須注意閃避，不可撿拾。

1.4 防蝕塗裝之施工平台架搭設

(1) 本施工平台架搭設，須配合結構平台的施工，在組立模板時，即已預埋懸吊工作平台架所需之吊件。

(2) 施工平台架材料，使用 C 型鋼及菱形鋼網焊製成工作平台架，懸吊平台之繩索使用直徑 8 mm 或以上之鋼索，連接吊件及鋼索之材料採用直徑 5 分之不銹鋼吊環。

(3) 施工平台架之寬度，依照鋼管樁間距大小製作，從 60 cm 至 150 cm 不等。

(4) 施工平台架搭設方式：

- A. 駕駛工作船筏於滿潮時間，進入混凝土平台下方，將預先準備之吊環旋進預埋吊件內鎖緊，再將鋼索懸掛至吊環上。
- B. 將預製完成之工作平台架綁上浮筒，使用起重機把工作平台架吊掛至海面，交由海面上等候之船筏待滿潮時間，拖行至吊掛位置，以 6 米為一間距繫上鋼索，然後將工作平台架升至定位。

C. 在欲施作範圍之工作平台架懸掛完成後，從混凝土平台上方將 C 型鋼及跨板，傳遞至工作平台架上，以 C 型鋼串聯搭成大四方形圍繞鋼管樁四周，依鋼管樁之排列橫向及縱向相連接後，鋪上跨板調整間距後，完成棋盤網狀式的施工平台架搭設。

D. 施工平台架上，欄杆部份以 $\phi 5$ 分之尼龍繩圍繞外圍綁牢，並藉以做為安全母索，以利施工時安全帶之使用。

(5) 工作平台架移位及拆架

A. 防蝕塗裝作業完成檢驗後，把工作平台架連結固定的跨板收放至工作平台架上，再將工作平台架降於海面上，並拆掉吊索後，以船筏拖至下一單元安裝，其安裝方法同 3. 現場搭設之作業程序。

B. 本工程之防蝕塗裝作業於全部完成，並檢驗合格後，依移位方式將工作平台架降於海面，再以船筏將其拖至岸邊吊起運離。

2 施工方法與步驟

2.1 防蝕保護施工方法

(1) 塗料進場時，承商應通知業主及監造單位依有關規定實施材料取樣送驗，塗料經檢驗合格後方可使用。

(2) 依據塗料說明書之有關規定施工。(噴塗作業應選用適當之機具如無氣噴塗機之壓縮比為 60:1 或更大，空氣壓力達 5-6kg/cm²，噴嘴尺寸為 0.035" ~ 0.045" 等)

(3) 主劑與硬化劑須按塗料製造廠商規定之比例混合，使用電動攪拌機攪拌均勻混合後備用。

(4) 嚴格遵照塗料製造商所規定之混合可用時間(POT-LIFE)，在有效使用時間內完成塗裝作業，否則須將所剩餘之塗料棄置，不可再使用。

(5) 塗料之主劑與硬化劑在攪拌混合過程中，不可混入海水或淡水。

(6) 為了能充分發揮塗膜之密著性和防蝕性，必須徹底做好噴砂表面處理後，再進行塗裝作業。

(7) 為加強第一道塗膜與被塗物間之附著性，第一道塗裝儘量以薄塗為宜。

(8) 防蝕塗裝作業，應於海象良好時施工，或波高在 50 公分以下時進行。

2.2 防蝕保護施工步驟

(1) 需配合業主之浚挖工作完成始可進行防蝕塗裝工作，計算出防蝕塗裝數量，並備妥所需材料、施工機具、人員設備，經監造單位檢查合格後施工，承攬廠商並負完全責任。

(2) 結構體表面之除污及塗裝，須備妥熟諳水性且具職業潛水執照之施工人員，做好安全防護措施，施工時應有合格救生人員參與工作，並經監造人員檢查無誤後，始可施工。

(3) 結構體塗裝範圍表面之銹皮、漆膜、污物及油脂，應依據其性質，選擇適當之機具或工具清除，且不得傷及結構體本體。

(4) 水面上鋼管樁之防蝕塗裝，表面以噴砂處理，其清潔度需達 SIS Sa2½ 標準，且不得有油脂現象。噴砂表面處理後，需經工程師認可後方得進行塗裝作業。

(5) 潮間帶鋼管樁之防蝕塗裝，使用膠筏隨潮汐半乾式作業，表面以噴砂處理，其清潔度需達 SIS Sa2½ 標準，且不得有油脂現象。噴砂表面處理至低潮位後，於開始漲潮前進行第一道塗裝(需經工程師認可後方得進行塗裝作業)，隔日再隨潮汐以鏟敷方式進行第二道及第三道防蝕塗料塗裝。

(6) 水面下之表面清除鬆動的鐵銹、泥土、油漬或其他污垢，以電動工具處理至 SIS St3 標準或以手工具處理至 SIS St2 標準，對於鐵銹嚴重之表面需用噴砂方式處理至 SIS Sa2½ 標準。(表面處理後，將依自主檢查程序實施自主檢查，並依規定數位照相存檔。)

(7) 結構體表面噴砂處理完成，經監造單位檢查合格後，須立即進行防蝕塗裝作業，如無法立即施作，須於塗裝前將再做處理。

(8) 塗裝前須經業主確認塗料顏色後，始可進行塗裝作業。

(9) 水面上塗裝作業至少分為三道塗裝，相鄰兩道塗料顏色不得相同，每道塗裝完成後，應通知工程師檢查。塗膜總厚度以平均 5mm，最低膜厚 4.5mm 為原則。

(10) 承攬廠商將備妥防塵網、攔油索及吸油棉等防污、除污設備，防止或清除因防蝕塗裝所產生的污染。

(11) 水面上鋼管樁之防蝕塗裝，採用「無公害環氧樹脂水中塗料」[例如：潮間帶防蝕塗料(噴塗型)，分三道塗裝]，平均總乾膜厚度為[例如：5000 μ m](含)以上。

(12) 水面下鋼管樁之防蝕塗裝，所使用「無公害環氧樹脂水中塗料」是例如：水中被覆，以手工塗敷，平均總乾膜厚度為[例如：5000 μ m](含)以上。

(13) 潮間帶鋼管樁之防蝕塗裝，使用膠筏隨潮汐半乾式作業，所使用「無公害環氧樹脂水中塗料」是[例如：防蝕塗裝(噴塗型)，分二道鏟敷，平均總乾膜厚度為 5000 μ m(含)以上]。塗裝完成後，最低總乾膜厚度須以[例如：4500 μ m](含)以上為原則。

(14) 塗裝後依自主檢查程序實施自主檢查，並依規定鋼管樁以數位照像，每支樁至少 4 張照片，並提送電子檔交業主監造單位存查。

A. 塗膜表面狀態應無垂流、起泡、裂縫、剝離等不良現象。

B. 使用膜厚計檢測塗膜厚度應達標準。

(15) 鋼管樁潮間帶以上部份，於防蝕塗料噴塗完成總乾膜厚度達 5000 μ m(含) 以上後，再噴塗一道 NO.722 透明優麗漆(N 型不變黃)，乾膜厚度為 25 μ m(含) 以上，以作為抗紫外線之防護用。

(16) 如未達規定標準，將依防蝕塗裝作業流程圖做改善處理。

2.3 防蝕塗裝預埋吊件

(1) 埋設位置

A. 圍堰桶安裝使用部分，埋設於鋼管樁兩側各一只，距離樁緣約 30 cm 處。

B. 工作平台架使用部分，埋設於兩排鋼管樁中間，每 6m 各兩只。

(2) 固定方式

A. 吊件內牙螺栓之塑膠套，使用 4 支 2" 鐵釘固定於模板底模。

B. 將預先焊好鋼筋之內牙螺栓插入塑膠套，再把錨定鋼筋用鐵線固定於主結構鋼筋上。

(3) 吊掛作業

- A. 土木工程拆模及抽砂完成後，先將凸出混凝土面之鐵釘切除，再把不銹鋼吊環旋入預埋吊件內。
- B. 圍堰桶安裝及工作平台架搭設，使用鋼索勾掛於吊環上，另一端固定於工作平台架，使其懸掛於海面上之適當高度。

(4) 預埋吊件防銹蝕處理

- A. 防蝕塗裝作業之同時，將吊環及混凝土接觸面塗滿防蝕塗料。
- B. 待防蝕塗裝完成工作平台架拆除後，讓不銹鋼吊環留於原處不拆，如此一來預埋吊件不會與空氣接觸，再來不銹鋼吊環不會造成銹蝕，因此不會影響到主結構鋼筋。

2.4 防蝕塗裝之施工平台架搭設

(1) 本施工平台架搭設，須配合土木 RC 板結構工程的施工，在組立模板時，即需預埋懸吊工作平台架所需之吊件。

(2) 施工平台架材料，使用 C 型鋼及菱形鋼網焊製成工作平台架，懸吊平台之繩索使用直徑 8 mm 或以上之鋼索，連接吊件及鋼索之材料採用直徑 5 分之不銹鋼吊環。

(3) 施工平台架之寬度，依照鋼管樁間距大小製作，從 60 cm 至 150 cm 不等。

(4) 施工平台架搭設方式：

- A. 駕駛工作船筏於滿潮時間，進入混凝土平台下方，將預先準備之吊環旋進預埋吊件內鎖緊，再將鋼索懸掛至吊環上。
- B. 將預製完成之工作平台架綁上浮筒，使用起重機把工作平台架吊掛至海面，交由海面上等候之船筏待滿潮時間，拖行至吊掛位置，以 6 米為一間距繫上鋼索，然後將工作平台架升至定位。
- C. 在欲施作範圍之工作平台架懸掛完成後，從混凝土平台上方將 C 型鋼及跨板，傳遞至工作平台架上，以 C 型鋼串聯搭成大四方形圍繞鋼管樁四周，依鋼管樁之排列橫向及縱向相連接後，鋪上跨板調整間距後，完成棋盤網狀式的施工平台架搭設。
- D. 施工平台架上，欄杆部份以 ϕ 5 分之尼龍繩圍繞外圍綁牢，並藉以做為安全母索，以利施工時安全帶之使用。

(5) 工作平台架移位及拆架

- A. 防蝕塗裝作業完成檢驗後，把工作平台架連結固定的跨板收放至工作平台架上，再將工作平台架降於海面上，並拆掉吊索後，以船筏拖至下一單元安裝，其安裝方法同 1.4 節現場搭設之作業程序。
- B. 本工程之防蝕塗裝作業於全部完成，並驗收合格後，依移位方式將工作平台架降於海面，再以船筏將其拖至岸邊吊起運離。

3 施工區規劃

3.1 施工範圍：

(1) 鋼管樁潮間帶防蝕塗裝

(2) 鋁合金防蝕塊水下安裝

3.2 施工區規劃

(1) 材料存放區

所有材料進場時，依業主指定地點堆置。

(2) 施工機具擺設位置

施工時所用機具設備，如發電機、空壓機、無氣噴塗機及電焊機等，放置於施工區域內之岸上，以不妨礙工區內其他承包商之作業為原則，並依業主規定方式擺設。

(3) 鋼管樁潮間帶防蝕塗裝施工區

鋼管樁潮間帶塗裝作業分水面上及水面下兩個作業區，兩項作業不可在同一單元內作業，其施工區域之劃分，如分項作業預定進度表所編排方式分區作業。

4 施工機具

表 1 主要機具設備

項目	機 具 設 備 名 稱	單位	數量	備 註
1	工作平台架(寬 60cm~150cm)	組	80~120	塗裝作業平台
2	圍堰桶(乾式工法)	組	12~16	塗裝作業圍堰用
3	潛水用空壓機組	組	2~4	潛水作業用
4	水中電焊機組	組	2	水中電焊用
5	動力作業管筏	艘	2~3	海上作業、 檢查行動工具
6	水上工作平台	座	1~3	海上作業平台
7	陸上、水中照明設備	組	2	作業時照明用
8	陸上、水中數位相機	台	2	檢查照像存證
9	工程用空壓機組	台	2~3	鋼管樁表面處理用
10	噴砂除銹設備組(含桶.軟管.鐵管等)	組	4~6	噴砂除銹用
11	無氣噴塗設備組(含噴槍.漆管等)	組	2~4	噴塗作業用
12	吊卡車	輛	1	起重、搬運用
13	堆高機(3噸)	輛	1	起重、搬運用
14	測膜厚計	台	1~2	量測乾膜厚度用

5 品質管理標準

表 2 防蝕塗裝品質管理標準

防蝕塗裝 品質管理標準							
作業項目	管 理 要 領						管理記錄
	管理項目	管理標準	檢查時機	檢查方法	檢查頻率	不符合標準之處置方法	
塗裝前	鋼管樁表面處理	水面上鋼鐵面達 SIS Sa2½	該階段完成	目視檢查 (水中)照相	鋼管樁:每支拍攝 2 張 (水面上1張,水面下1張)	再處理	自主檢查表
		以電動工具處理至 SIS St3 標準或以手工具處理至 SIS St2 標準,對於鐵銹嚴重之表面需用噴砂方式處理至 SIS Sa2½ 標準。					
塗裝後	塗膜表面狀態	無垂流、起泡、裂痕、剝離等不良現象	待塗膜硬化後	目視檢查 (水中)照相	鋼管樁:每支拍攝 2 張 (水面上1張,水面下1張)	再修整	自主檢查表
	塗膜厚度	平均≥5 mm 最少≥4.5 mm	待塗膜硬化後	膜厚計檢測(陰幹鋼管樁處之檢測)	鋼管樁:每支共取 4 點 (水面上取2點平均,水面下取2點平均)	再塗佈加厚	自主檢查表

6 材料與施工檢驗程序

6.1 材料運送與儲存

- (1) 塗料應以製造廠之原包裝運達工地，容器上應附有標籤，載明規格、材料、廠牌、產品編號及生產、有效期限。
- (2) 搬運時應防止容器碰撞、破損，運送至現場的產品應完好無缺。
- (3) 運至工地之塗料應儲存於清潔、乾燥、通風良好之場所。
- (4) 防蝕塗料及其相關製品儲放場所應有防止火災發生之完善措施。
- (5) 廠商應確保防蝕塗料於施工時仍在有效期限內，超過有效期之塗料不得使用，並即以新品補充後，運離工地。

6.2 材料檢驗

(1) 防蝕塗裝材料之檢驗應由承攬廠商會同業主工程師取樣，送請合格檢驗機構試驗；材料進廠時每批次(Lot No)製品取二樣品送驗，同批中有任何1組不合格，則加倍取樣再行送驗，若仍有任何1組不合格，即判定為不合格製品，同屬該批次製造之成品拒收，另行更換新品重驗，檢驗費及工期由承攬廠商自行負責。

(2) 委辦試驗之合格檢驗機構為公立機關、金屬工業中心、財團法人工業技術研究院 工業材料研究所、學術機構及經過中華民國實驗室認證體系認可之機構(只限於通過認證之項目並出具認可標誌之檢驗報告)。

(3) 防蝕塗裝材料之檢驗方法。

表 M.3 防蝕塗裝材料之檢驗方法

項目	試驗方法
**鹽霧試驗	ASTM B117
**抗拉強度	ASTM D638
**彎曲強度	ASTM D790
**壓縮強度	ASTM D695
**彈性率	ASTM D790
**拉拔試驗	ASTM D4541

(4) 除必需加工製成成品之材料可於運進工地前檢驗外，其餘各項材料之檢驗均應運至工地後再行抽樣檢驗。

6.3 現場品質管制

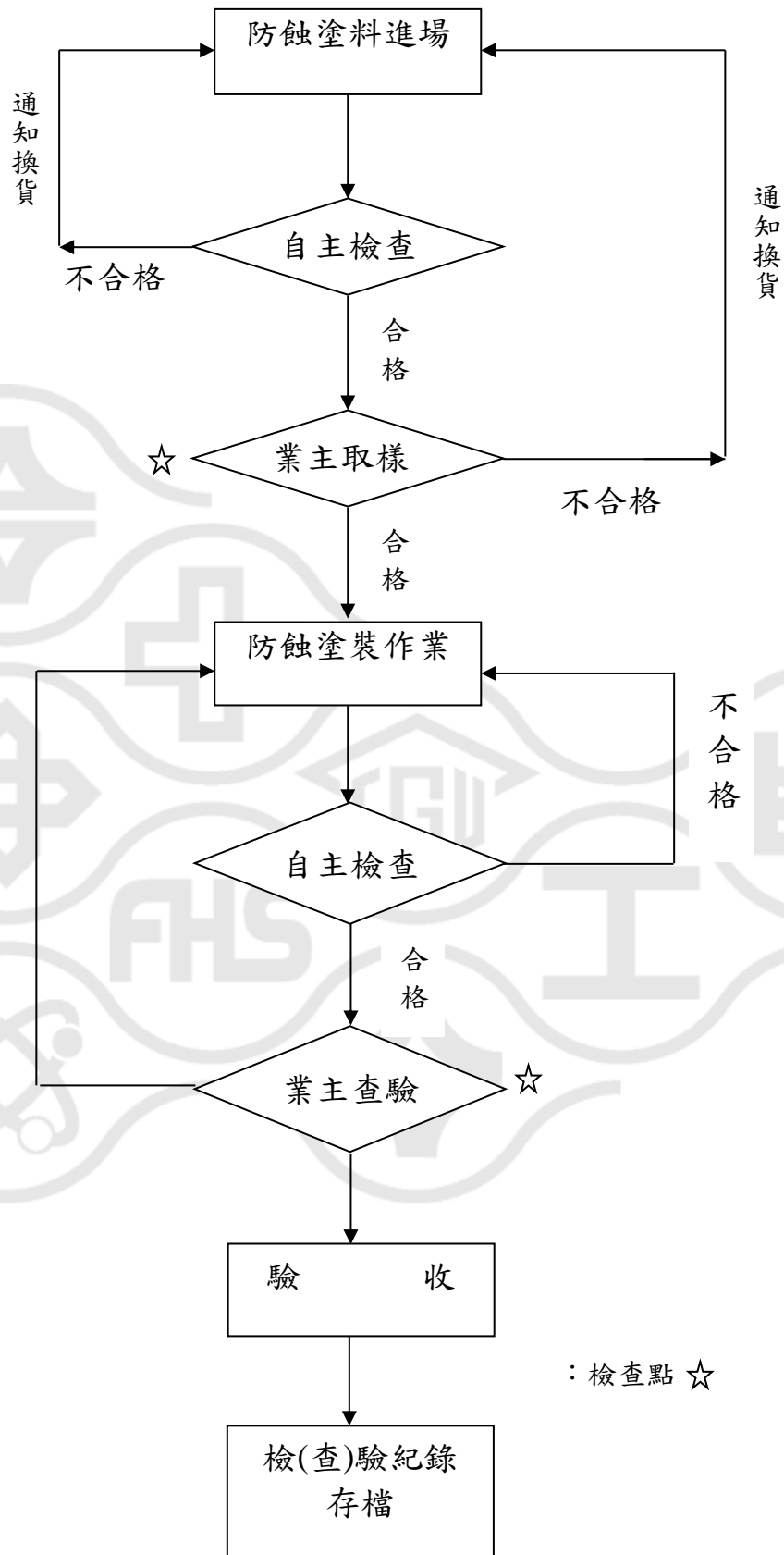
(1) 施工期間承攬廠商將進行(水中)照相，並提送照片及電子檔案各三份，供業主存參；全部之鋼管樁均需編號照相，鋼管樁每支至少4張，拍攝內容包括鋼料表面處理、塗裝前及塗裝後實況，照片上將標示位置、編號以利查核並為驗收之用。倘由於海水污濁度造成照片不清，不能提供業主工程師查核驗收，則會同業主工程師另行會同檢驗。

(2) 目視檢查防蝕塗裝表面不得有垂流、起泡、裂縫、剝離等不良現象，塗膜厚度以膜厚計檢驗，塗膜總厚度以平均5mm，最低膜厚4.5mm為原則，若檢驗不合格，廠商將負全責查明原因並予改善，至業主工程師認定合格後始認為完工。

(3) 保固期內，廠商至少應會同業主工程師追蹤調查，第一年內每三個月一次，翌年起每六個月一次，並作成紀錄提交業主工程師作為判定防蝕效果之依據。

(4) 防蝕效果：若有任何位置目視表面有垂流、起泡、裂縫、剝離等不良現象，即判定為未達防蝕效果，廠商應負責查明原因並予以改善，若無法改善則不良部分將拆除重做。

6.4 材料檢驗與現場品質管制流程圖



7 自主檢查表

7.1 自主檢查之訂定與執行

(1) 承攬廠商依據施工規範所定，為落實施工品質管理制度，訂定各項施工自主檢查表，註明工程作業過程重點及最可能發生問題的項目，由品質管理員按表逐進行檢查，如有缺失不合格之處，應令施工人員依規定時間內改善至符合標準。

(2) 各施工項目完成時，由承攬廠商之施工領班自行初步檢驗，再由品質管理員依各項施工自主檢查表逐項檢驗，作成紀錄並報請監造單位依計劃書之自主檢查表逐項檢驗，並將紀錄整理存檔，已達成合約品質之要求。

(3) 各項自主檢查完成時，檢查人員必須簽章並註明日期及時間。

7.2 自主檢查表

(1) 防蝕塗裝自主檢查表

(2) 鋁合金陽極塊安裝自主檢查表

8 不合格品之管制

8.1 不合格品之認定：凡使用於本工程之所有材料及施工過程中，有以下之情形者，既為不合格品；

(1) 施工過程中由自主檢查，發現有瑕疵或不堪使用者。

(2) 承攬廠商內部品質稽核時，發現有瑕疵或不堪使用者。

(3) 業主施工檢驗及各種查核，發現有瑕疵或不堪使用者。

8.2 不合格品之處理及管制

施工過程中發現不合格之工程材料及施工作業項目處理如下：

(1) 工程材料部分於進場時，發現不合格者，予以拒收並要求重新交貨。

(2) 施工作業項目於施工過程中，有發現不合格時，馬上令施工人員立即或限期改善至符合規範之要求為止。

(3) 工程材料未免遭誤用，材料於檢驗後，有發現不合格品時，應隨即移至不合格區，予以明顯標示不合格品、禁止使用等字樣，並以警示帶隔離避免誤用。

(4) 不合格品之登錄、管制及處置記錄，由品質管理員製檔保存備查

9 矯正與預防措施

9.1 實施目的：

- (1) 為消除實際或潛在之不符合原因，不論問題大小，均應做適當的處理並記錄，以確保有效執行。
- (2) 凡因材料、施工瑕疵之工程缺失，或對發生或可能發生之工程事故作矯正及預防措施。

9.2 矯正措施：

- (1) 經列為施工缺失或工程缺失者，應即採取改善補救措施，並儘速派員進行作業，於改善後由品質管理員複驗，並記錄檢查結果經評估合格後，始可結案存檔，若不合格時應再執行改善直至檢驗合格為止。

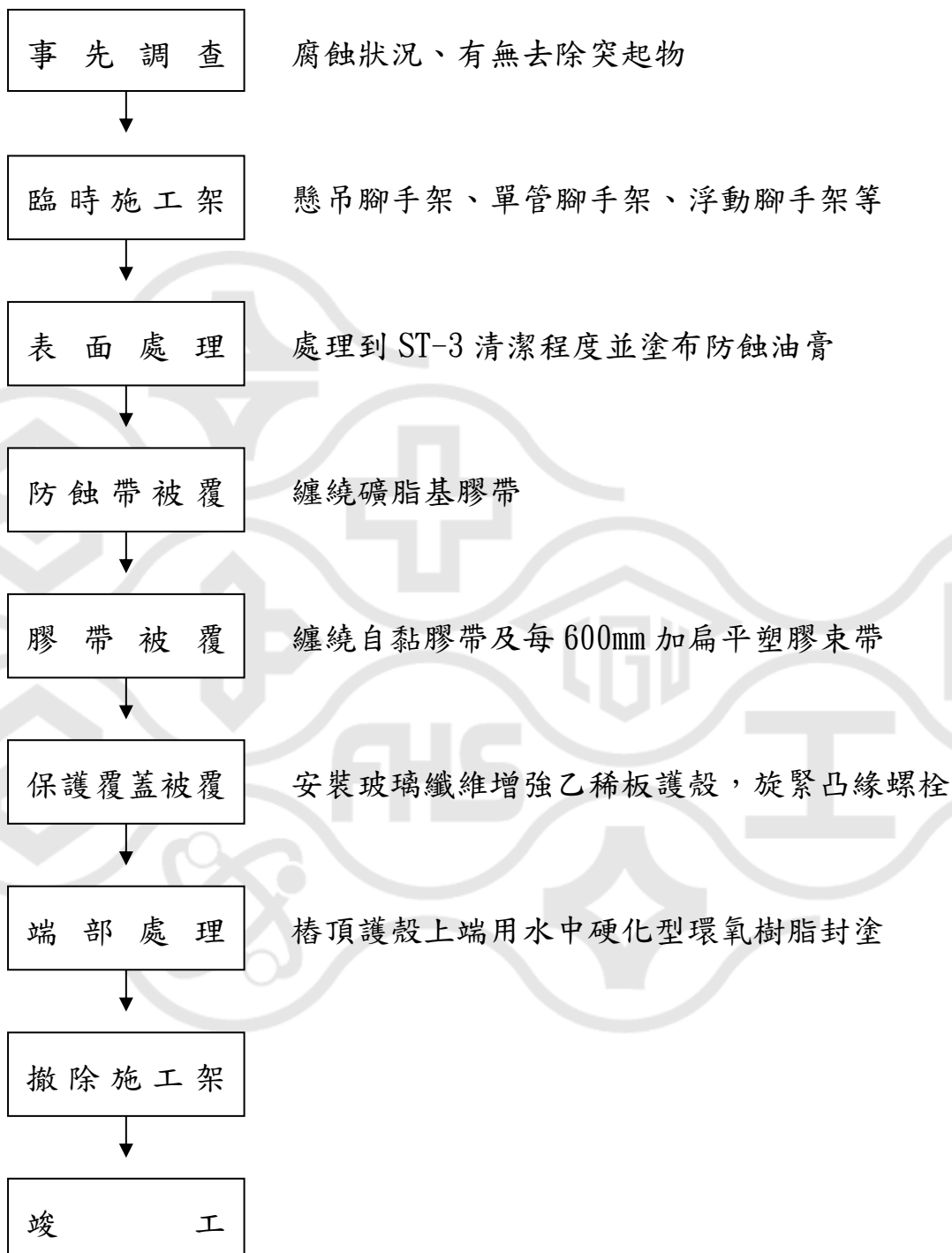
9.3 預防措施：

- (1) 對不合格發生之原因，採取適當措施，以防止同樣缺失再發生。

附錄 C 包覆防蝕帶及護殼法

後工法 ---- 包覆防蝕帶加 FRP 護殼工法

採玻璃纖維增強樹脂半圓板和礦脂防蝕帶



鋼管樁包裹防蝕

1. 材料

(1) 防蝕帶 (Marine Piling Tape 或同級品)

- A. 成份：鋼管樁潮間帶表面防蝕帶採冷包型中性石油脂(Petrolatum)為基材，內襯化學合成纖維(Synthetic Fiber)製成。厚度：平均1.30 mm
- B. 重量：平均1.62 kg/m²
- C. 撕斷強度(Breaking Strength)：20 kg/50mm 寬或10 kg/25mm 寬。
- D. 降伏延伸率：大於10%
- E. 耐陰極電壓：雙層15 KV 以上
- F. 黏著性：大於1.0 kg/25mm 寬。

(2) 保護面層 (Fiber-Glass Plastic FRP 保護套)

- A. 成份：FRP 之聚酯樹脂含量 $\leq 50\%$ ，玻璃纖維含量 $\geq 50\%$ ，其樹脂需符合 CNS 9715 之規定，而補強物需符合 CNS 7398、7401 及 8428 之規定。
- B. 厚度：3mm ± 0.1 mm
- C. 軸向張力強度：600 kg/cm² 以上 (ASTM D638)
- D. 環向張力強度：1400 kg/cm² 以上 (ASTM D2290)

2. 施工程序

(1) 表面清理：使用高壓水或鋼刷將鋼管樁表面附著的蜆殼、剝落漆片、銹片，徹底除淨至 SSPC-PC-2 以上之程度。

(2) 依設計圖位置予鋼管樁上安設固定箍，並確實鎖緊。

(3) 包覆防蝕帶

- A. 於固定箍上端之鋼管樁表面，塗佈防蝕底劑，其用量不得少於400g/m²。
- B. 自固定箍之上端開始向上纏繞防蝕帶採取螺旋形纏繞方式進行，每圈之重疊寬度為防蝕帶寬度之55%，亦即雙層包覆。
- C. 包覆防蝕帶時使用適當之拉力，一面纏繞並同時以手撫平施壓，以確保防蝕帶能緊貼鋼管表面，不得有水份與氣泡殘留。
- D. 兩卷防蝕帶搭接時，至少要有15cm 的搭接長度。

(4) FRP 保護套組合及安裝

- A. 保護套採用3mm 厚以上之FRP 製成。
- B. 兩片FRP 對開，其寬度必須能確保將鋼管樁環繞一圈，沒有任何露間隙且可以確實束緊為原則。
- C. FRP 保護套之兩側，依圖示間距，分別預留螺栓孔。
- D. 以100 mm 寬之自粘性PVC 膠帶，將已包裹之防蝕帶先行固定。
- E. FRP 保護套安裝時，應使其緊貼PVC 帶面，而後使用螺栓、螺帽旋緊，不得有鬆脫之情況發生。
- F. FRP保護套之上部須焊以固定箍，並塗以防蝕材料，以防止FRP保護套受浪力而上下運動。

G. 上端固定設施安裝完成後，以鋼刷清除S. P. P. 至梁底間及S. P. P. 與梁底交接處外緣10cm 範圍之混凝土面，再以塗佈方式，塗覆如MITSERON B500 5m/m 厚或等厚之水中硬化型epoxy 或同級品。

3. 檢驗：

- (1) 廠商於投標時須提供材料之化學成份及物理性質之檢驗證明。
- (2) 廠商提送之FRP 保護面層，如經抽驗發現其樹脂非採用Polyester Resin 系時，則該批次之FRP 不予驗收。
- (3) 材料進場時，應提供材料進出口證明，同時每批次抽 5 組送驗，抽驗之材料由廠商提供且費用已包含於合約總價中，檢驗費用則由業主負擔。
- (4) 每批次送驗之材料如有 2 組或以上不合格者，則該批次視為不合格，不予驗收。若僅有 1 組不合格，且其誤差值不大於5%時，則該批次材料視為合格。

4. 計價以每平方公尺計，單價包括所有材料、人工、機具和一切直接、間接費用等均屬之。

5. 保固：本章工作項目應併同本體工程依法執行至少15 年之保固。

保固期前三年每年由承包商會同本企業工程師做鋼管樁防蝕之外觀全面檢驗一次。第12年起至保固期到期止每2年一次。於保固期限內若防蝕發生任何損壞或因而導致鋼管樁銹蝕，廠商應立即依保固責任無償修復。

檢驗方式除各次全面外觀檢驗外、另在完工後第三年、第六年、第九年、第十二年、第十四年、第十五(共六次)進行內部銹蝕抽樣檢驗(破壞檢驗，即刮除防蝕層但不可損傷鋼管樁)，檢驗範圍為每次共2組。

抽驗若發生鋼管樁銹蝕或防蝕層脫落等不合格情況時，須繼續以累計方式檢驗，累計方式請各報價廠商提供，以上檢驗完畢時不合格區域由承包廠商立即依原系統重新施做。以上檢驗數量均包含於總工程費內，不另計價。

但承商需另列項目(載明檢驗量及費用)列入報價，以利日後檢驗量追加減計價。

6. 施工腳手架及注意事項

A. 事先調查

事先調查約主要項目如下：

- (a) 鋼管樁的外徑
- (b) 上部混凝土底面的水平狀態
- (c) 有無突起物
- (d) 腐蝕狀況

B. 暫設腳手架

配合施工對象設施的構造和防蝕範圍暫設適當的腳手架。

一般使用如下腳手架同時利用潛水和水上兩種作業方法進行暫設。

- (a) 懸吊腳手架：利用鏈條和腳手板等進行暫設。

- (b)單管腳手架：利用腳手管和腳手板等進行暫設。
(c)浮動腳手架：把浮體和腳手板組合起來進行暫設。

C. 基底處理

用手工工具(刨鏟、刮板、鋼絲刷)或動力工具(鑿、防鏽鏟、砂輪)等，在規定範圍內去除鋼材表面的海中生物或疏鬆鏽層，把基底處理到三種清潔程度。

D. 防蝕材料被覆

留出規定的重疊餘量繞上第一層的膠帶和第二層的防蝕帶並充份按壓纏繞帶表面。纏繞作業時，要在帶子上施加適當的拉力，使其與鋼材表面之間不留氣泡。

E. 保護覆蓋被覆

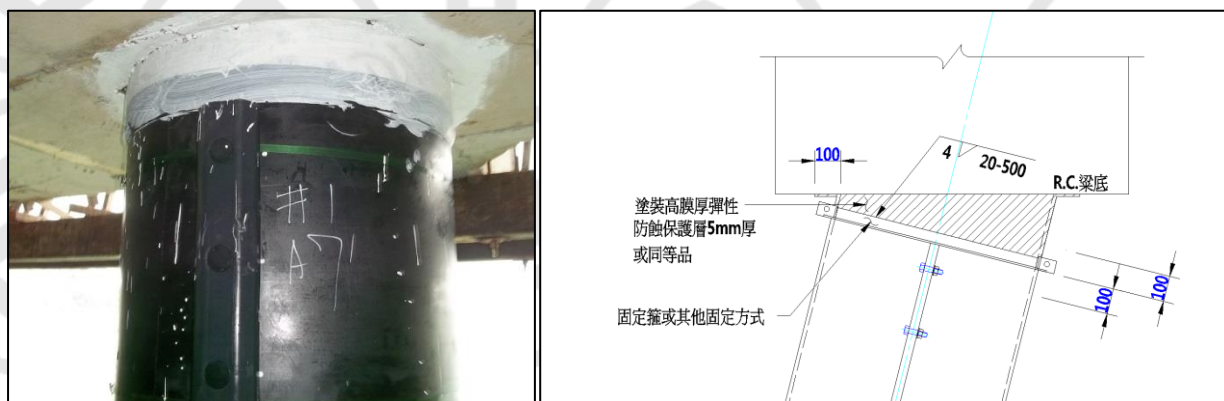
覆蓋要用耐蝕性螺栓、螺帽旋緊、固定凸緣部份，使其被覆表面充份貼緊成一整體。

F. 端部處理

覆蓋材料的上端和上部混凝土的配合部份要用水中硬化型環氧樹脂密封或依設計方式密封。

G. 撤除腳手架

竣工後，各部份檢查合格獲得批准，即可撤除腳手架。



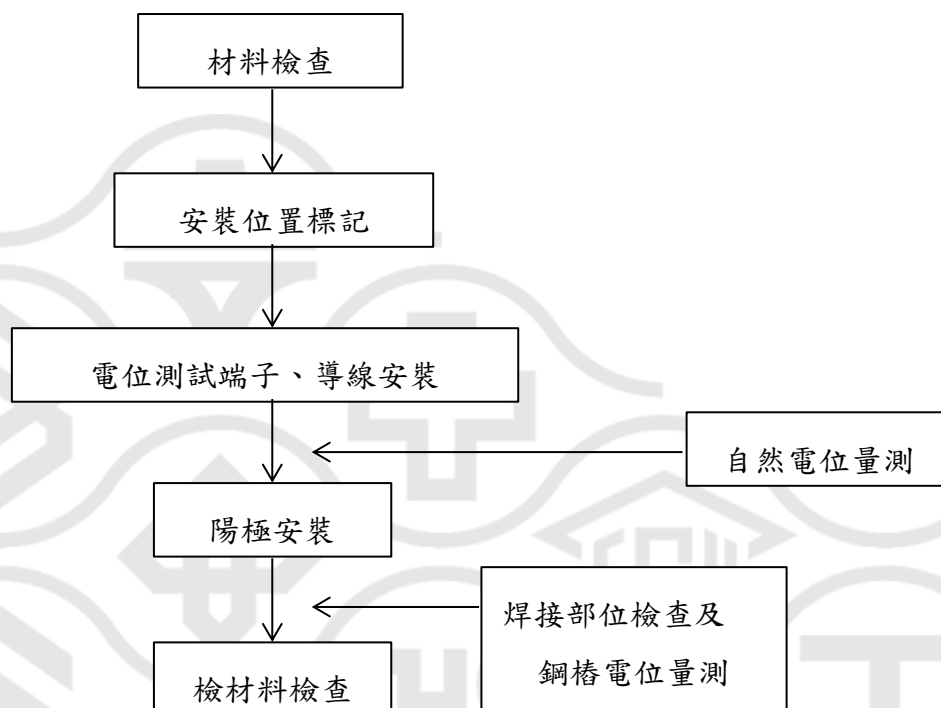
樁頂水中塗料

附錄 D 犧牲陽極法

鋼板(管)樁碼頭 犧牲陽極法

1.1 犧牲陽極安裝

犧牲陽極可採用水中焊接法或螺栓固定法安裝。施工步驟如下：



1.1.1 材料檢查

施工前須進行材料數量確認，尺寸、質量之抽樣檢查。

施工前進行之檢查作業包括材料數量確認，尺寸、質量抽樣檢查；各陽極的形狀尺寸容許範圍在+ 5%以內、質量容許範圍在 2%以內。抽檢數量宜為 50%。

1.1.2 安裝位置標記

依照圖面設計，於鋼構造物上標示陽極與電位測試端子安裝位置。

犧牲陽極應均勻的佈置於被保護結構設施上，且第一塊犧牲陽極頂端應低於平均低潮位下 30 cm。對鋼板樁而言，原則上以每 2~8 支板樁為一單位，配置在鋼板樁凸部；若不得已需安裝在凹部，則電位分布不均的問題應加注意。對鋼管樁而言，每支樁須裝置一塊以上；

但無法安裝陽極塊時不在此限，在此條件下，各鋼管樁之間須使用適當尺寸的鋼棒或導線相連接，使被保護體電連通。

固定位置電位測試端子配置，以 50 m ~ 100 m 間隔為原則。

1.1.3 電位測試導線安裝

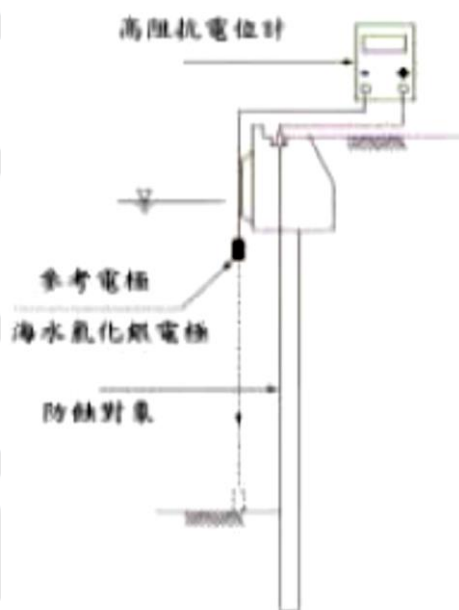
將導線焊接至鋼構造物上，並在焊接處加以密封防水

1.1.4 陽極安裝

在標示的位置安裝陽極。安裝時，以起重機或人力方式將犧牲陽極吊至設計水深，以水中焊接或螺栓固定方式將陽極固定於鋼構造物上。焊接前須將焊接處表面的海生物與浮鏽去除，焊接後須將殘渣去除，目視檢查焊接狀況並照相確認之。

1.1.5 電位量測

將鋼構造物的電位測試導線接於電位計“+”端，海水氯化銀(Ag/AgCl/seawater)參考電極接於電位計“-”端，量測電位。如下圖示意。



1.2 系統驗收

1.2.1 防蝕性能驗收

被保護構造物之防蝕電位值，須達到-800 mV (vs. Ag/AgCl/seawater)或更“負”之標準。

1.2.2 書面資料

陰極防蝕系統驗收完成後，必須保存設計、安裝、操作、和維護手冊圖文資料等紀錄和文件。

1.2 犧牲陽極式

犧牲陽極式陰極防蝕系統驗收完成後，須保存相關紀錄和文件。

系統設計、安裝、操作、和維護手冊需包含以下資料。

(1) 設計和安裝

陽極材料

陽極安裝

導線、導管

被保護構造物電通性與連接方法

犧牲陽極塊、負極接點與電位量測端子位置

施工日期和時間(說明安裝問題和解決方法)

(2) 操作和維護手冊

手冊應包含系統操作所需的資料。包括：詳細圖說、使用材料性能資料、檢測結果數據等：

A. 操作

系統說明、裝設時間、作用原理

防蝕電位標準

執行檢測的步驟、位置、接點、監測結果之判斷

系統監控—檢測步驟之檢查表與保存之記錄清單

B. 維護

所有設備安裝的技術資料

日常維護和操作的指引，包括檢查步驟、診斷與接線圖

陽極製造商詳細資料和備用品清單

陽極更新程序，包括使用材料與工具資料

1.3 系統維護及管理

1.3.1 陰極防蝕的維護管理應依據維護管理計畫確實執行。

1.3.2 檢查頻率

檢查頻率進行維護管理，但當一般檢查發生問題時須立即進行詳細檢查。

維護管理分為一般檢查與詳細檢查。一般檢查的項目為電位量測；詳細檢查為目視檢測、電位量測與陽極調查。一般檢查之頻率為完工驗收後第一年每季一次，之後，每年進行一次檢查；詳細檢查為每五年一次。

1.3.3 一般檢查

電位量測

一般檢查的電位量測為沿碼頭法線方向，以50 m~100 m 間隔，使用海水氯化銀參考電極與電位計，沿構造物深度方向以1 m或適當的間隔進行電位量測。若碼頭上已設置固定電位測試端子，則於端子位置進行量測。

1.3.4 詳細檢查

目視檢測

派遣潛水夫於水下進行近距離目視檢查，注意構造物與犧牲陽極塊是否有任何損壞、腐蝕或變化的位置及其程度。

量測電位

以檢測率20%以上為目標，沿碼頭法線方向每3 m ~ 5 m 進行被保護構造物之電位量測，在棧橋式碼頭之鋼管樁則以前列樁為檢測對象。構造物深度方向，以1 m 或適當的間隔進行電位量測。

犧牲陽極調查

犧牲陽極調查是針對陽極安裝情形與陽極消耗量等相關事項進行調查。陽極安裝情形係指陽極安裝數量的確認，陽極消耗量則是選擇陽極數量之5% ~ 10% 進行調查，由潛水夫水下量測陽極尺寸，或切斷陽極蕊心移至陸地上秤重，計算陽極消耗量及剩餘使用年限。秤重完成後，再將陽極安裝回原位置。

1.3.5 防蝕性能標準

被保護構造物之防蝕電位值，至少須達到-800 mV (vs. Ag/AgCl/seawater)之標準。

1.3.6 防蝕效能評估

依據電位量測及陽極調查結果進行陰極防蝕效能評估。

電位測定結果如在防蝕保護電位-800 mV (vs. Ag/AgCl/seawater)以下(高負值，例如-900 mV)，則被保護構造物維持防蝕狀況；若電位在-800mV 以上(低負值，例如-650mV)時，則其部份保護不足，須做詳細檢查。應比對前次檢查結果探查原因，擬訂對策立即改正。

1.3.7 書面資料

設計、安裝、操作、和維護手冊資料等相關紀錄和文件依 4.9 與 4.10 節建立、記錄，並妥善保管

附錄 E 外加電流法

外加電流法(海水)設計

5.2 交流電源

採用外加電流式陰極保護系統時，現場若有 AC 供電電源，則應提供單相110/220 volt 或三相220/480 volt 的電壓，且交流頻率為60 Hz。交流電源線路應符合配電規則。

電源供應的責任範圍與線路配置，應符合國內電力相關法規規定。交流電源之相位和電壓等條件，應視電源取得之方便性、安全性、與可靠性而定。

5.3 整流器

採用外加電流式陰極保護系統時，整流器的總輸出電流值和電壓量應滿足陰極防蝕系統所須的電流量；且整流器運轉時，必須可在最大輸出的情況下持續操作。

5.4 電氣箱：

整流器應裝設在可耐天候的電氣箱內，以防止灰塵、水分、及鹽分入侵。電氣箱應設於安全地方，並配置輕便鎖。所有整流器電氣箱可共用一鑰匙開啟。

5.5 控制和連接：

每一台整流器的輸出應包括下列元件：

- (1) 輸出控制分設 AC 側開關及 DC 側開關，且設置 AC 電源供應“on”指示燈、DC 電力輸出“on”指示燈。
- (2) 主電源應配置適當的漏電斷路器，以提供短路和過熱保護。
- (3) 每一輸入和輸出單元應配置電流表和電壓表，並裝設熔絲斷路器保護。各熔絲應標明電路名稱與額定容量，並貼上標籤。

有鑑於陰極防蝕系統接線錯誤將會造成鋼構造物的嚴重腐蝕，因此，整流器正負端應指定並採用不同尺寸的接線端子，以防止接線錯誤。端子應清晰標示“+陽極”和“-鋼構造物”。

5.6 電子元件

所有電子元件均應鍍錫或在試車後以防水矽膠包覆。整流器在滿載情況下須可連續操作。整流器之 AC 側須加裝避雷保護裝置，而 DC 側則須加裝漣波濾波器。

5.7 整流器檢測

整流器的各項要求於出廠前必須依照合約規定，在滿載狀況下進行測試，並於現場裝設後檢測其漣波率，以驗證整流器功能符合要求。

5.8 導線

所有導線應為銅導體，蕊線以絕緣包覆，並以顏色和編號區別。

(1)DC 導線

DC 導線為整流器正端至陽極與整流器負端至鋼構造物間的導線。視通過電流大小，選用適當截面積的銅導線；不論導線為單蕊或多蕊，均須絕緣，並以顏色區分正電導線和負電導線。導線尺寸通常介於 2.5 ~ 16 mm²，其絕緣包覆為 PVC、HDPE、XLPE 或其他材質。

(2)參考電極導線

參考電極使用的導線應符合耐鹽耐蝕的規定。

(3)導線保護

導線應裝設於導管內，或採取其他適當的保護措施。導管採用 PVC 管或鋼套管。進出導管的線路最終須由接線箱連接。

5.9 數位伏特計

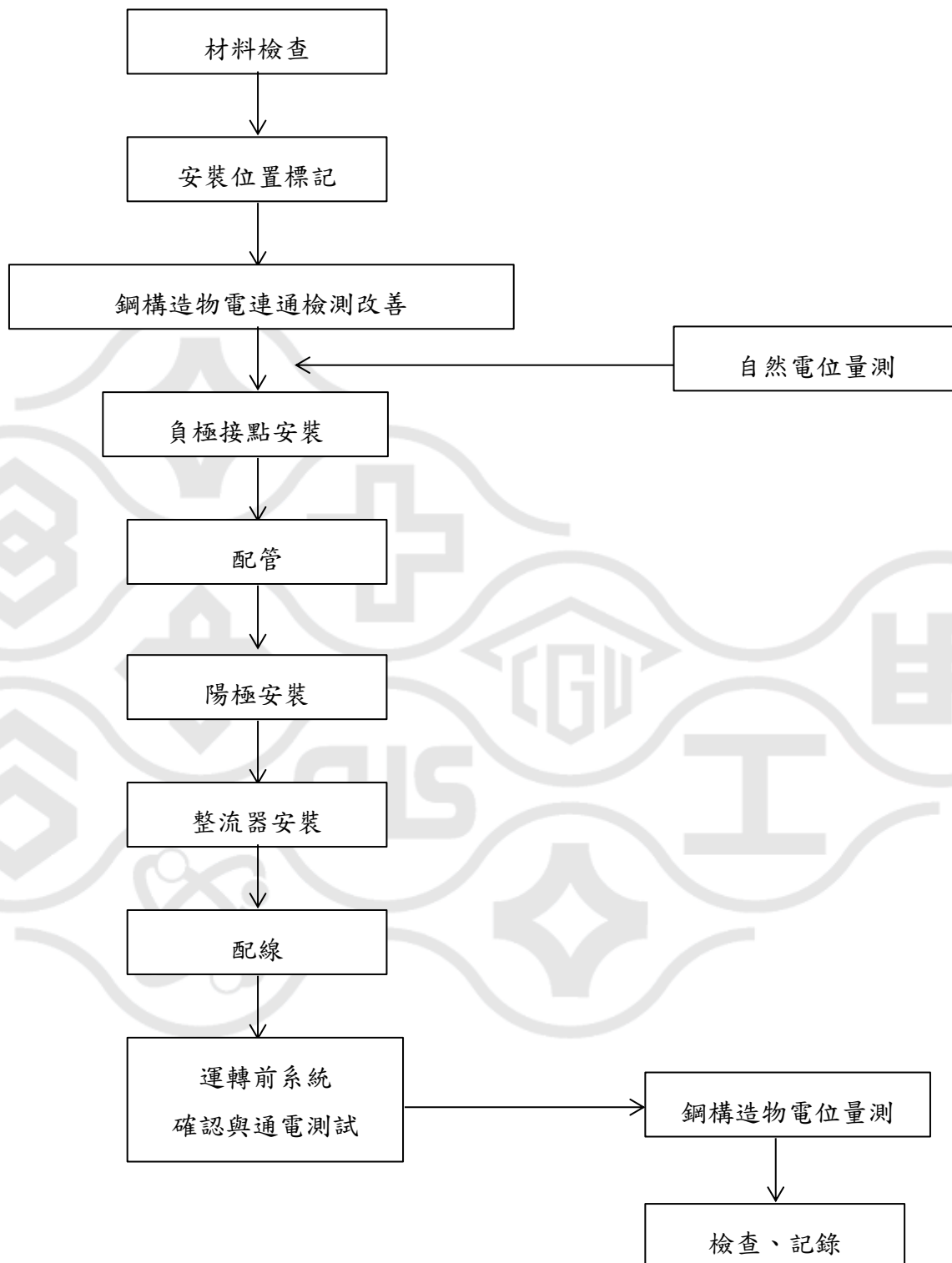
陰極保護系統之防蝕效果須使用數位伏特計與參考電極來量測鋼構造物電位。使用的數位伏特計(DVM)，輸入阻抗值至少為 1 Mega-ohm，解析度至少為 1 mV。

5.10 參考電極

參考電極通常採用海水氯化銀(Ag/AgCl/seawater)參考電極，應具有出廠證明，詳列參考電極類型、理論電位、和相對於其它標準電極之測試電位。

6. 外加電流式安裝

6.1 施工步驟：



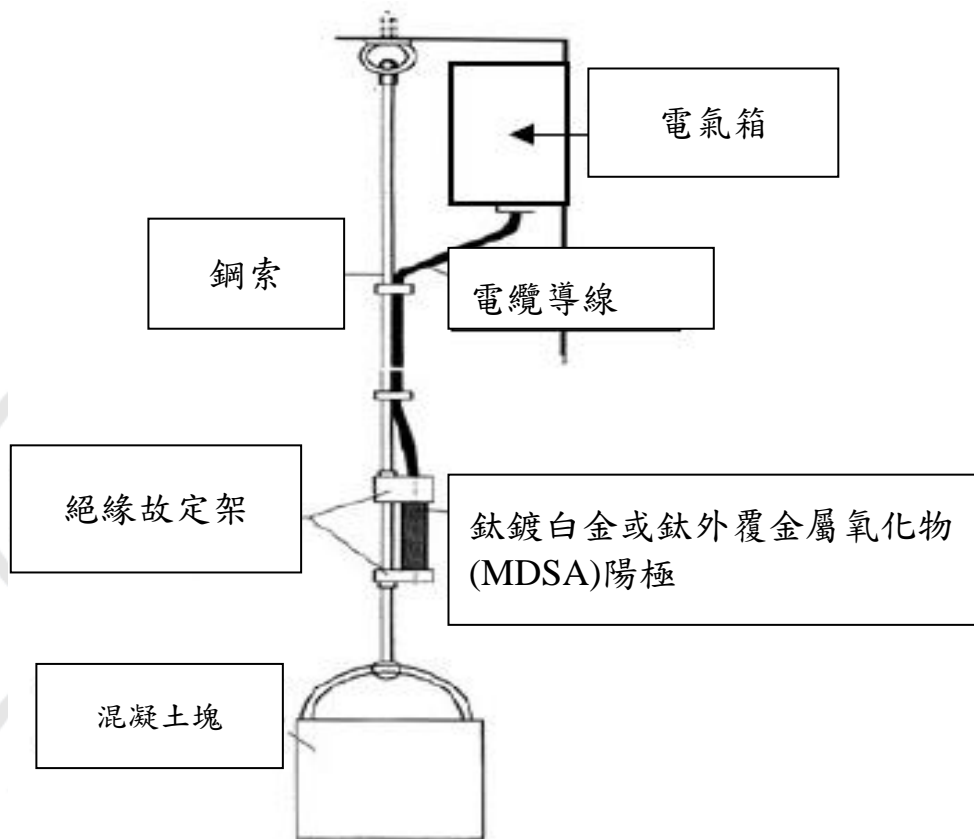
6.2 材料檢查

施工前須進行材料數量確認，尺寸、質量之抽樣檢查。

6.3 鋼構造物電連通改善

鋼板樁或鋼管樁間須使用適當尺寸的鋼條或導線相連接，使被保護體電連通，即電阻值低於1 ohm。

6.4 陽極安裝



陽極與被保護構造物間距離至少相距 1.5 m 以上；當其間距離增加，雖然保護電位可均勻分布，但亦會造成電纜壓降的增加，且容易對相鄰構造物產生雜散電流干擾。

6.5 負極排流及電位測試導線安裝

依照圖面設計位置，將負極排流及電位測試導線焊接於鋼構造物上，並在焊接處加以密封防水

6.6 整流器安裝

整流器應裝設於圖示位置的電氣箱內。整流器的所有金屬零件，應使用連接器與現有接地系統相連接，或依照國內電工法規規定和標準，設計獨立的接地系統。

6.7 導線安裝

所有導線包括AC 電源線、DC 電源線等，應置於導管內，且導線接續僅限於接線箱內接續，線路長度須適當配置。若發現導線絕緣損壞或線路打結，應立即更換。陰極防蝕系統測試前，所有DC 線路和儀錶線路應進行電連通和極性

(polarity)測試，避免線路接錯或短路。配線施工應依照國內電工法規規定和標準裝設。

6.8 運轉前系統確認與通電測試

系統運轉前應先進行測試，以確保所有構件安裝、連結迴路均已正確的配線、連接、和標示；並檢測各迴路之電流通性。通電測試應設定整流器輸出值為設計保護電流量之20%，使用適當的伏特計和參考電極，量測鋼構造物電位變化方向，以確定DC 輸出的正確極性。

6.9 完工檢查

完工時，除了對工程紀錄照片等進行檢查外，亦須進行構造物的防蝕電位量測。

1. 確認是否依據設計圖施工。
2. 確認被保護構造物防蝕電位值是否為-800 mV (vs. Ag/AgCl/seawater) 或高負值 (例如-1000 mV)。

7. 系統驗收

7.1 外加電流式

外加電流式陰極防蝕系統驗收完成後，須保存相關紀錄和文件。

系統設計、安裝、操作、和維護手冊需包含以下資料。

1. 設計和安裝

陽極材料

陽極安裝

導線、導管與接線箱

被保護構造物電通性與連接方法

負極接點與電位量測端子位置

電源、接地、與固定方式

施工日期和時間(說明安裝問題和解決方法)

整流器之電壓與電流的最大容許值

2. 操作和維護手冊

手冊應包含系統操作所需的資料。包括：詳細圖說、電路圖、使用材料性能資料、試驗結果數據、與操作程序等：

A. 操作

系統說明、裝設時間、作用原理

防蝕電位標準

電源系統之詳細資料、額定值、固定構件、保護系統、接地、控制等

系統操作方法、調整時機、控制功能、操作限度、關閉和重新通電程序
執行量測的步驟、位置、接點、監測結果之判斷

系統監控－建議試驗方案、完成標準試驗之步驟檢查表、需保存之記錄清單

B. 維護

所有設備安裝的技術資料

日常維護和操作的指引，包括故障檢查步驟、診斷、整流指引和接線圖

製造商詳細資料和備用品清單

陽極更新程序，包括使用材料與工具資料



附錄 F 請購規範

僅針對常用規格舉例，其餘本規範未註明、非常用及特殊狀況由設計、預算、施工、運轉、維護、工安單位等參考相關規範訂立

各項規格均為連工帶料方式，包含材料提供、安裝之所有工料，施工所需之一切工料，未載明於表內或圖說、招標文件者，廠商應秉持專業自行填寫所有必要事項，並於報價時提出供業主審查，以完全合乎業主使用及年限要求，得標後不允許以表中要求缺漏或圖文不明等任何理由要求追加費用或工期。

高膜厚彈性塗料(先工法)

防蝕帶外覆 FRP 護殼(後工法)

水中硬化型金屬防蝕漆(後工法)

犧牲陽極防蝕

採高膜厚彈性塗料(先工法)需特別注意:鋼管樁與鋼板樁穿越土石層均有高摩擦，輸儲吊運間均應避免管(板)樁大幅變型造成脫層，另板樁打擊產生高熱，接樁處須注意施工後修補。

各項請購規格僅供參考，實際選料請購規範應由設計單位嚴謹評估，並驗證實績或現地測試:

(範 例) 高膜厚彈性塗料請購規範

工程編號 _____ 施工地點 _____
 工程名稱 _____ _____

(頁數：1/3)

台塑企業營建工程		高膜厚彈性塗料請購規範		請購單編號： 頁數：1/3	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
A	材 料				
1.	構造型式： <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁				
	形狀規格： 如附圖 _____				
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____層				
	總膜厚： <input type="checkbox"/> 4500 μ m 乾膜厚				
	保固年限： <input type="checkbox"/> 5 年, <input type="checkbox"/> 10 年, <input type="checkbox"/> 15 年, <input checked="" type="checkbox"/> 20 年以上				10 年(含)以下僅允用在臨
	工期依業主排定之進度要求，於打樁前噴塗完成供貨				時性構造或暫時性搶修。
2	底漆規格： <input checked="" type="checkbox"/> 高膜厚聚氨基甲酸酯塗裝 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 灰				理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ μ m				_____ m^2/L _____ Kg/m^2

	第二層漆規格： <input checked="" type="checkbox"/> 高膜厚聚氨基甲酸酯塗裝 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 藍				理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ μ m				_____ m^2/L _____ Kg/m^2

	第三層漆規格： <input checked="" type="checkbox"/> 高膜厚聚氨基甲酸酯塗裝 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 黑				理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ μ m				_____ m^2/L _____ Kg/m^2
	<input checked="" type="checkbox"/> 抗 UV _____				最外層需耐紫外線及日照
3	施工前提供施工計畫書，經認可方可施工				
4	符合塗料檢驗要求，細項如第 3/3 頁。				
5	提出原廠塗料出貨及檢驗證明。				
6	專利產品提供原廠授權文件				
7	包含運輸裝卸上下費用，及完整運送保護防刮損。				
8	包含稅捐及各類規費。				
9	包含施工中抽驗及噴塗試片送實驗室作完整實驗費用				
10	含保固期內會同檢驗及及時修補之費用				

廠 商： _____ 報價負責人： _____ 報價日期： _____

廠商報價須知：

- 請依本規格項目與品質標準報價，不足項目處應秉持專業填寫，以便評比。
- 廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「」；不同者請於「否」欄打「」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。 _____

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

台塑企業營建工程		高膜厚彈性塗料請購規範		請購單編號： 頁數：2/3	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
B	施 工(打樁及碼頭面板構築完成均依合約價補漆)				補漆用_____
1.	表面處理： <input type="checkbox"/> 噴珠 <input type="checkbox"/> 噴砂 <input type="checkbox"/> 密閉廠房 <input type="checkbox"/> 遮屏				嚴禁露天或雨期施作
	等級： <input type="checkbox"/> Sa2.5 級 <input type="checkbox"/> 4 小時內上漆				
2	預熱處理： <input type="checkbox"/> 噴珠 <input type="checkbox"/> 噴砂 <input type="checkbox"/> 密閉廠房 <input type="checkbox"/> 遮屏				
3	粗糙度：40~75 μm <input type="checkbox"/> _____ μm				太粗易覆蓋氣泡
4	濕度：85%以下，溫度 5°C 以上，高於露點 5°C 以上				
5	厚度均勻，無裂紋，皺痕，粉化，垂滴，針孔，剝離				
6	作業中每樁檢側，每 2M 分上下左右測 4 點，並製作詳細記錄				
7	總厚度平均值需達到規範 98% 以上，任一點均不得低於要求值的 85%，超過之膜厚最高僅可用 110% 計算				
8	不合格處，5M 內無條件刨除重做				
9	依圖說補漆樁深標尺(供打樁紀錄)，刻度每 50cm，註明由樁尖起算每米數字，最上 5M 每 50cm。				註明樁號
C	保固：				
1	保固年限： <input checked="" type="checkbox"/> 20 年 <input type="checkbox"/> _____				
	①檢測次數： <u>8</u> 次，前 12 年每 3 年一次，其後 2 年一次				第 3,6,9,12,14,16,18,20 年
	②非廠商因素之外力毀損依合約價加減物價指數修護				以政府公布資料為準
2	於保固期間內，產品有下列情況，均需修復				
	①剝離及孔蝕者需噴除重作(水中修補材)				
	②銹蝕或表面塗料起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以上者需換新至最低潮位下				
	③銹蝕或表面塗料起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以下則需將該面積修復				方型修護,每 20cm 方格
	④其他影響結構安全需修復者				
D	付款條件				
	安裝後經驗證合格分_____次付款，付款率____%				補漆數量依現場實作
	無動員費及材料墊付，以實際安裝完成率付款。				實算
	保固應附銀行保證函，金額不低於承攬總價 <u>40</u> %				
	保固金依會驗檢測次數分批等比例，期滿無息退還				

廠 商：_____ 報價負責人：_____ 報價日期：_____

廠商報價須知：

- 1.請依本規格項目與品質標準報價。
- 2.廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「 \checkmark 」；不同者請於「否」欄打「 \checkmark 」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。

設計使用年限 10 年以上的防腐蝕塗層性能 頁數：3/3

性能	要求標準	規範及試驗法
膜厚檢查	每件至少三處，每一處量測 5 點，任一點均不小於要求厚。	ASTM D1005
耐鹽霧 (h)	4000 Hr，需優於 ASTM D714 之 6F 要求	《鹽霧試驗法》 ASTM B117
耐老化 (h)	2000 Hr 無顯著色差或粉化	《耐候性試驗》 ASTM G154)
耐濕熱 (h)	4000 Hr 表面無起泡、粉化、 裂痕、鏽斑	《抗濕性試驗》 ASTM D2247 或 JIS 5400
附著力	大於 5.6J(0.57Kgf-M)	《漆料附著試驗》ASTM G14
耐電位 (V)	-1.20	《海域鋼構造防蝕》 (NACE SP0176)

註：1.耐電位指標為相對於銀／氯化銀電極

2.當採用外加電流陰極保護時搭配塗層耐陽極電位為-1.50V。

(範 例)水中硬化塗料請購規範

工程編號 _____ 施工地點 _____
 工程名稱 _____ _____

(頁數：1/3)

台塑企業營建工程		水中硬化塗料請購規範		請購單編號： 頁數：1/3
請購規格		是	否	如為否時，請說明
A	材 料			
1.	構造型式： <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁			
	形狀規格： 如附圖 _____			
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ 層			
	總膜厚： <input type="checkbox"/> 5350 μ m 乾膜厚			
	保固年限： <input type="checkbox"/> 5 年, <input type="checkbox"/> 10 年, <input type="checkbox"/> 15 年, <input checked="" type="checkbox"/> 20 年以上			10 年(含)以下僅允用在臨
	工期依業主排定之進度要求，於打樁前噴塗完成供貨			時性構造或暫時性搶修。
2	底漆規格： <input checked="" type="checkbox"/> 水中硬化型金屬底漆 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 灰 _____			理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ 150 μ m			_____ m^2/L _____ Kg/m^2

	第二層漆： <input checked="" type="checkbox"/> 水中硬化型金屬防蝕面漆 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 白 _____			理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ 5000 μ m			_____ m^2/L _____ Kg/m^2

	第三層漆： <input checked="" type="checkbox"/> 聚氨基系耐候保護漆 <input checked="" type="checkbox"/> 顏色 藍 _____			理論塗佈量：
	塗漆長度： <input type="checkbox"/> _____ M _____ 200 μ m			_____ m^2/L _____ Kg/m^2
	<input checked="" type="checkbox"/> 抗 UV _____			最外層需耐紫外線及日照
3	施工前提供施工計畫書，經認可方可施工			
4	符合塗料檢驗要求，細項如第 3/3 頁。			
5	提出原廠塗料出貨及檢驗證明。			
6	專利產品提供原廠授權文件			
7	包含運輸裝卸上下費用，及完整運送保護防刮損。			
8	包含稅捐及各類規費。			
9	包含施工中抽驗及噴塗試片送實驗室作完整實驗費用			
10	含保固期內會同檢驗及及時修補之費用			

廠 商： _____ 報價負責人： _____ 報價日期： _____

廠商報價須知：

- 請依本規格項目與品質標準報價，不足項目處應秉持專業填寫，以便評比。
- 廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「」；不同者請於「否」欄打「」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。 _____

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

台塑企業營建工程		水中硬化塗料請購規範		請購單編號： 頁數：2/3	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
B	施 工				
1.	表面處理： <input type="checkbox"/> 噴珠 噴砂 密閉廠房 遮屏 等級： <input type="checkbox"/> Sa2.5 級 <input type="checkbox"/> 4 小時內上漆				嚴禁露天或雨期施作
2	預熱處理： <input type="checkbox"/> 噴珠 噴砂 密閉廠房 遮屏				
3	粗糙度：40~75 μm <input type="checkbox"/> _____ μm				太粗易覆蓋氣泡
4	濕度：85%以下，溫度 5°C 以上，高於露點 5°C 以上				
5	厚度均勻，無裂紋，皺痕，粉化，垂滴，針孔，剝離				
6	作業中每樁檢側，每 2M 分上下左右測 4 點，並製作詳細記錄				
7	總厚度平均值需達到規範 98% 以上，任一點均不得低於要求值的 85%，超過之膜厚最高僅可用 110% 計算				
8	不合格處，5M 內無條件刨除重做				
9	依圖說補漆樁深標尺(供打樁紀錄)，刻度每 50cm，註明由樁尖起算每米數字，最上 5M 每 50cm。				註明樁號
C	保固：				
1	保固年限： <input checked="" type="checkbox"/> 20 年 <input type="checkbox"/> _____				
	①檢測次數： <u>8</u> 次，前 12 年每 3 年一次，其後 2 年一次				第 3,6,9,12,14,16,18,20 年
	②非廠商因素之外力毀損依合約價加減物價指數修護				以政府公布資料為準
2	於保固期間內，產品有下列情況，均需修復				
	①剝離及孔蝕者需噴除重作(水中修補材)				
	②銹蝕或表面塗料起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以上者需換新至最低潮位下				
	③銹蝕或表面塗料起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以下則需將該面積修復				方型修護,每 20cm 方格
	④其他影響結構安全需修復者				
D	付款條件				
	安裝後經驗證合格分 _____ 次付款，付款率 _____ %				
	無動員費及材料墊付，以實際安裝完成率付款。				
	保固應附銀行保證函，金額不低於承攬總價 <u>40</u> %				
	保固金依會驗檢測次數分批等比例，期滿無息退還				

廠 商：_____ 報價負責人：_____ 報價日期：_____

廠商報價須知：

- 請依本規格項目與品質標準報價。
- 廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「 \checkmark 」；不同者請於「否」欄打「 \checkmark 」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。

設計使用年限 10 年以上的防腐蝕塗層性能 頁數：3/3

性能	要求標準	規範及試驗法
膜厚檢查	每件至少三處，每一處量測 5 點，任一點均不小於要求厚。	ASTM D1005
耐鹽霧 (h)	4000 Hr，需優於 ASTM D714 之 6F 要求	《鹽霧試驗法》 ASTM B117
耐老化 (h)	2000 Hr 無顯著色差或粉化	《耐候性試驗》 ASTM G154)
耐濕熱 (h)	4000 Hr 表面無起泡、粉化、裂痕、鏽斑	《抗濕性試驗》 ASTM D2247 或 JIS 5400
附著力	大於 5.6J(0.57Kgf-M)	《漆料附著試驗》ASTM G14
耐電位 (V)	-1.20	《海域鋼構造防蝕》 (NACE SP0176)

註：1.耐電位指標為相對於銀／氯化銀電極

2.當採用外加電流陰極保護時搭配塗層耐陽極電位為-1.50V。

(範 例) 犧牲陽極(鋁合金陽極塊) 請購規範

工程編號 _____ 施工地點 _____
 工程名稱 _____ _____

(頁數：1/3)

台塑企業營建工程		鋁合金陽極塊 請購規範		請購單編號： 頁數：1/3	
請購規格		是	否	如為否時，請說明	
A	材 料				
1.	構造型式： <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁				
	形狀規格： 如附圖及附表 _____				
	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg				
	保固年限： <input type="checkbox"/> 5年, <input type="checkbox"/> 10年, <input type="checkbox"/> 15年, <input checked="" type="checkbox"/> 20年以上				
	工期依業主之進度要求，隨時配合相關時程施工				
2	原廠之材質證明書及該批次成品品質試驗合格書正本， 品質須符合附表之電氣特性與化學成份。				
3.	交貨之鋁合金陽極外觀檢查，表面裂縫容許寬度 1 mm， 長度 50 mm 以下，深度不得大於合金包覆蕊鐵厚度之 半。				
4	交貨時由監工會同廠商抽樣送往公立機構檢驗，試驗內 容應包括每只陽極之尺寸、重量、化學成份、電氣特性 等，不符合規定標準時應視同不合格，並無條件同意退 貨改善。				
	抽樣率為 <u>0.5</u> %/每批,且不得少於 3 只				
5	長條陽極塊兩端軸心骨架伸出面及背側需塗布 180 μ 厚 之 COAL-TAR EPOXY。				
6	圖面標示之陽極塊重量為鋁合金重量，不含各式鐵蕊等 重量，圖示型式及方法僅供參考，廠商若自行設計樣 式，其效能應經驗證不低於設計圖要求型式。				
7	電位測試盤 <input type="checkbox"/> ST，含施工連結及測試				

廠 商： _____ 報價負責人： _____ 報價日期： _____

廠商報價須知：

- 1.請依本規格項目與品質標準報價，不足項目處應秉持專業填寫，以便評比。
- 2.廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「 \checkmark 」；不同者請於「否」欄打「 \checkmark 」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

台塑企業營建工程		鋁合金陽極塊 請購規範		請購單編號： 頁數：2/3	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
B	施 工				
1.	焊接前表面處理： <input type="checkbox"/> 手工 氣動工具 _____				
	等級： <input type="checkbox"/> ST3 級 <input type="checkbox"/> 海生物完全去除				
2	檢驗： <input type="checkbox"/> 焊工水中試焊 表面處理試做 _____				
3	證照：潛水 _____ 級 <input type="checkbox"/> _____ 年工作經歷 _____ 人				
4	施工前提供施工計畫書，經認可方可施工				
5	符合政府機關及企業之勞安要求(含 JSA 等施工前分析)				
6	提出施工過程記錄，含每樁相片及水下編號。				每組
7	專利產品需提供原廠授權文件，相關費用應含於報價。				
8	包含運輸裝卸上下費用，及完整運送保護防刮損。				
9	包含稅捐及各類規費。				
10	包含施工中抽驗及隨機採樣送實驗室作完整實驗費用				3 次為限/500 只
C	保固：				
1	保固年限： <input checked="" type="checkbox"/> 20 年 <input type="checkbox"/> _____				
2	①完工日起三年內，廠商應會同甲方測試電位值次， (測試位置由業主指定)，第一年內每三個月一翌年 翌年起每六個月一次，第四年起每年一次，並作成紀錄 及提交業主核備，若有防蝕效果差而原因為品質不良 或因施工不佳導致失效或陽極脫落，則廠商應立即無 償重新換裝至檢驗合格為止。				檢測成果附報告 8 份
	②其他影響結構安全需修復者 配合修復				
D	付款條件				
	陽極全部安裝完工後尚須測試三年，安裝後經驗證合 格分 _____ 次付款，付款率 _____ %，測試不合格， 乙方應無償換新，所餘 _____ %，驗收合格後付清。 無動員費及材料墊付，以實際安裝完成率付款。 保固應附銀行保證函，金額不低於承攬總價 40 % 保固金依會驗檢測次數分批等比例，期滿無息退還				

廠 商：_____ 報價負責人：_____ 報價日期：_____

廠商報價須知：

- 請依本規格項目與品質標準報價。
- 廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「√」；不同者請於「否」欄打「√」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。

頁數：3/3

海水中使用之陽極材料選用可參考

CNS 13519「陰極防蝕用鋅合金犧牲陽極」

CNS 13520「陰極防蝕用鋁合金犧牲陽極」。

陽極材料之性能檢測則可參考

CNS13521「陰極防蝕用犧牲陽極性能檢驗法」。

犧牲陽極金屬材料：

(1) 鋁合金陽極之電氣特性：

陽極開路電位(-V) 任選一種	有效電位差 (V)	理論發 生電量 (Ah/g)	電流效率 (%)	有效電量 (Ah/g)	消耗率 (kg/A.Yr)
(S. C. E.) ≥ 1.10 Cu/CuSO ₄ ≥ 1.15 Ag/AgCl/Seawater ≥ 1.10	0.25	2.9	>90	>2.6	<3.4

(2) 犧牲陽極鋁合金之組成：可任選一種
重量百分比(%)

種類	Zn	In	Sn	Mg	Cu	Fe	Si	Ca	others	Al
1	0.05~ 10.0	0.005 ~0.05	<0.02	1.0~ 3.0	<0.01	<0.13	<0.1	<0.02	<0.02	餘數
2	1.0~ 10.0	0.01~ 0.04	0.005 ~0.15	0.1~ 6.0	<0.01	<0.1	<0.08	0.005~ 0.05	<0.02	餘數

註： Hg 及 Cd 均應 ≤ 0.0001 ，others 係指除上述金屬含量及不包括鋁之外之金屬之總和量

(範 例) 防蝕帶外覆 FRP 護殼 請購規範

工程編號 _____ 施工地點 _____
 工程名稱 _____ _____

(頁數：1/6)

台塑企業營建工程		防蝕帶外覆 FRP 護殼 請購規範		請購單編號： 頁數：1/2	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
A	材 料				
1.	構造型式： <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁				
	形狀規格： 如附圖及附表 _____				
	防蝕帶	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	防蝕膏	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	鐵箍	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	不銹鋼箍	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	不銹鋼螺栓	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	工程螺栓	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			Nylon 66
	FRP 護殼	數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	FRP 護殼上方 L 吊板加不銹鋼混凝土錨栓				
		數量： <input type="checkbox"/> _____ ST _____ kg			
	保固年限： <input type="checkbox"/> 5 年, <input type="checkbox"/> 10 年, <input type="checkbox"/> 15 年, <input checked="" type="checkbox"/> 20 年以上				10 年(含)以下僅允用在臨
	工期依業主之進度要求，隨時配合相關時程施工				時性構造或暫時性搶修。
2	原廠之材質證明書及該批次成品品質試驗合格書正本，				
3	施工前提供施工計畫書，經業主認可方可施工				
	須完整包含工程作業所需要項(材料,機具,人員..)				
4	符合防蝕帶及 FRP 殼檢驗要求，如第 3/3 頁。				
5	符合政府機關及企業之勞安要求(含 JSA 等施工前分析)				
6	提出施工過程記錄，含每樁相片及水下編號。				每組
7	專利產品需提供原廠授權文件，相關費用應含於報價。				
8	包含運輸裝卸上下費用，及完整運送保護防刮損。				
9	包含稅捐及各類規費。				
10	包含施工中抽驗及隨機採樣送實驗室作完整實驗費用				3 次為限/500 只

廠 商： _____ 報價負責人： _____ 報價日期： _____

廠商報價須知：

- 1.請依本規格項目與品質標準報價，不足項目處應秉持專業填寫，以便評比。
- 2.廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「√」；不同者請於「否」欄打「√」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。 _____

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

台塑企業營建工程		防蝕帶外覆 FRP 護殼 請購規範		請購單編號： 頁數：2/6	
請購規格			是	否	如為否時，請說明
B	施 工				
1.	表面處理： <input type="checkbox"/> 手工 氣動工具 _____				含完整搭架,上下樓梯
	等級： <input type="checkbox"/> ST3 級 <input type="checkbox"/> 海生物完全去除				須能容許業主隨時進
2	檢驗： <input type="checkbox"/> 焊工水中試焊 表面處理試做 _____				入檢查
3	證照：潛水_____級 <input type="checkbox"/> _____年工作經歷 _____人				
4	濕度：85%以下，溫度 5°C 以上，高於露點 5°C 以上				
5	厚度均勻，無裂紋，皺痕，粉化，垂滴，針孔，剝離				
6	作業中每樁檢側，每 2M 分上下左右測 4 點，並製作詳細記錄				
7	總厚度平均值需達到規範 98% 以上，任一點均不得低於要求值的 85%，超過之膜厚最高僅可用 110% 計算				
8	不合格處，5M 內無條件刨除重做				
9	依圖說補漆樁深標尺(供打樁紀錄)，刻度每 50cm, 註明由樁尖起算每米數字，最上 5M 每 50cm。				註明樁號
C	保固：				
	(1)保固年限： <input checked="" type="checkbox"/> 20 年 <input type="checkbox"/> _____				
	①檢測次數： <u>8</u> 次,前 12 年每 3 年一次,其後 2 年一次				第 3,6,9,12,14,16,18,20 年
	②非廠商因素之外力毀損依合約價加減物價指數修護				以政府公布資料為準
	(2)於保固期間內，產品有下列情況，均需修復				
	①剝離及孔蝕者需噴除重作(水中修補材)				
	②銹蝕或鋼樁表面起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以上者需換新至最低潮位下				
	③銹蝕或鋼樁表面起泡、剝落面積達 ASTM D610 規定、所列圖示 10% 以下則需將該面積修復				方型修護,每 20cm 方格
	④其他影響結構安全需修復者				
D	付款條件				
	安裝後經驗證合格分 _____ 次付款，付款率 _____ %				
	無動員費及材料墊付，以實際安裝完成率付款。				
	保固應附銀行保證函，金額不低於承攬總價 <u>40</u> %				
	保固金依會驗檢測次數分批等比例，期滿無息退還				

廠 商：_____ 報價負責人：_____ 報價日期：_____

廠商報價須知：

- 1.請依本規格項目與品質標準報價。
- 2.廠商報價規格與本表所列品質標準相同者，請於「是」欄打「√」；不同者請於「否」欄打「√」，並請於「說明」欄內詳填可製供之規格。

規格說明

1. 材料

(1) 防蝕帶 (Marine Piling Tape 或同級品)

1 成份：鋼管樁潮差帶表面防蝕帶採冷包型中性石油脂(Petrolatum)為基材，內襯化學合成纖維(Synthetic Fiber)製成。

厚度：平均 1.30 mm

2 重量：平均 1.62 kg/m²

3 撕斷強度(Breaking Strength)：20 kg/50mm 寬或 10 kg/25mm 寬。

4 降伏延伸率：大於 10%

5 耐陰極電壓：雙層 15 KV 以上

6 黏著性：大於 1.0 kg/25mm 寬。

(2) 保護面層 (Fiber-Glass Plastic FRP 保護套)

1 成份：FRP 之聚酯樹脂含量 ≤ 50%，玻璃纖維含量 ≥ 50%，其樹脂需符合 CNS 9715 之規定，而補強物需符合 CNS7398、7401 及 8428 之規定。

2 厚度：3mm-0,+1.5mm

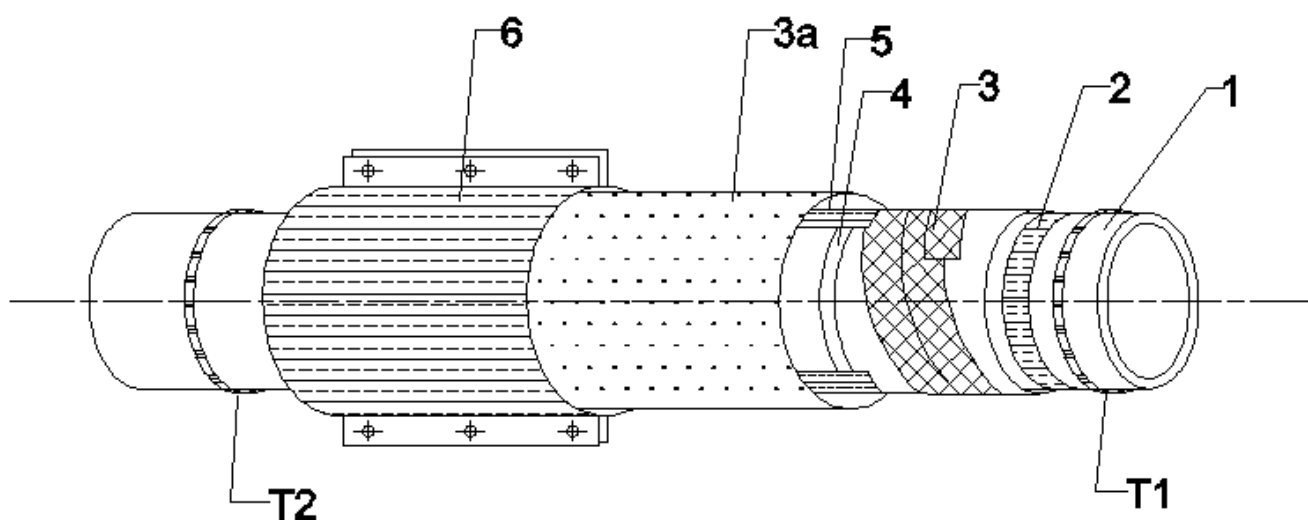
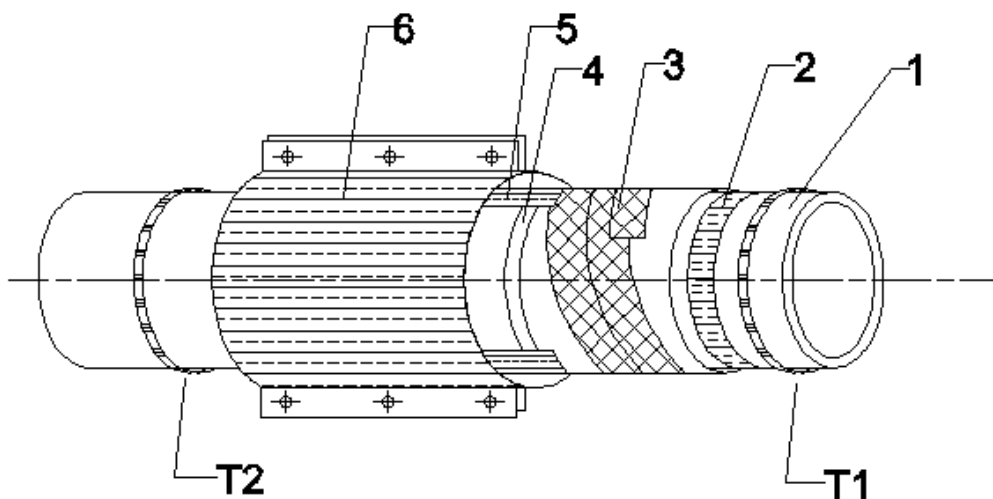
3 軸向張力強度：600 kg/cm² 以上(ASTM D638)

4 環向張力強度：1400 kg/cm² 以上(ASTM D2290)

鋼管樁包覆工法各部組成

分標準型包覆(上圖)及加設緩衝墊層(下圖)兩種型式

1. 鋼管樁本體;
2. 底層防蝕膏;
3. 礦物脂類防蝕帶;
- 3a 緩衝墊層;(視需求選用)
4. PVC 自黏膠帶(視現況加 HDPE 束帶;)
5. 接合處擋片;
6. 護殼;
- T1 上固定箍;
- T2 下固定箍;



護殼型式(除設計特別註明外，均採 FRP)

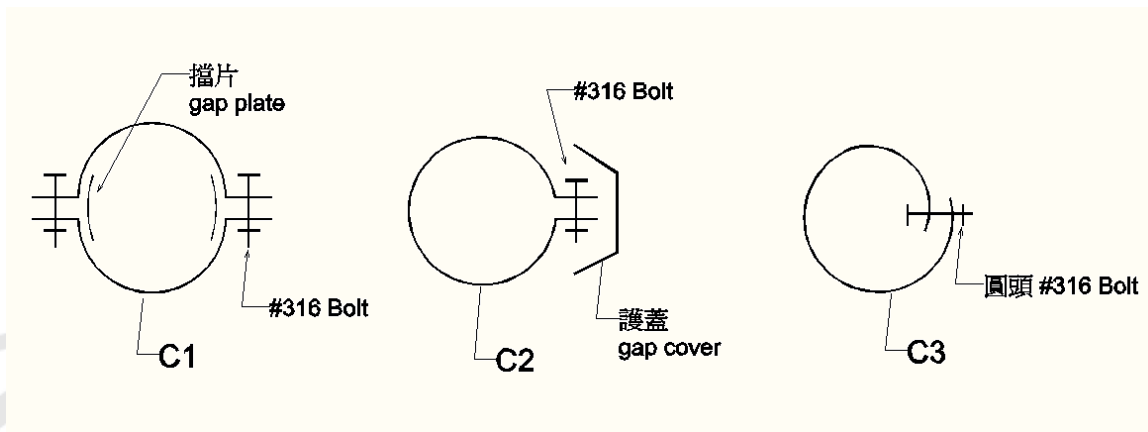
頁數：5/6

兩片 FRP 對開，其寬度必須能確保將鋼管樁環繞一圈，沒有任何外露間隙且可以確實束緊為原則，如有間隙，每一開口均需於內側加設擋片。

C1 半圓雙片式護殼：兩個開口。

C2 全圓單片式護殼：單一開口，如有間隙加內擋片(或外護蓋)。

C3 全圓單片式護殼：開口處交叉疊蓋，注意護殼內側與防蝕帶接觸之螺栓頭須為圓形。



施工步驟簡述：

- 用高壓水刀及手工工具如刨錘、刮板、剪和動力工具鑿子清除附著在鋼管樁 1 表面的海生物和浮鏽至 ISO8501-1 標準 ST3 級(SSPC-SP2)。
- 管頂與混凝土接觸段先塗覆水中固化漆完整下至防蝕帶包覆區至少 20cm，半圓上固定箍 T1(#316)及下固定箍 T2(碳鋼加柏油塗覆)安裝鎖緊。
- 用檢驗合格礦物脂類防蝕膏 2，將其定量均勻塗敷在鋼管樁 1 表面，同時將孔蝕產生的凹凸部位用防蝕膏填充至平整，用量不得少於 400g/m²。
- 由下而上用礦物脂類摻防蝕帶 3 帶狀重迭覆蓋每圈 55%以上，即雙層包覆，前後兩卷防蝕帶搭接至少 15cm 的螺旋纏繞方式包覆鋼管樁，束力務須均勻，不可忽鬆忽緊而產生滑溜。
- 用手按壓帶狀的礦物脂類防蝕帶 3 表面以將內部的殘留空氣和海水擠出，並貼附平整，使防蝕帶 3 與鋼管樁 1 表面緊密接觸，並用 10cm 寬 PVC 自黏膠帶 4 將防蝕帶 3 由上而下全面包覆束緊，必要時每隔 100cm(max.)束紮一道 2.54cm 寬 HDPE 束帶(水下泥濁或浮油使 PVC 帶束制不良時)。
- 可以預先用黏合劑發泡聚乙烯或發泡聚氨酯的泡沫塑膠材料的片材或者乙 烯丙烯或聚氨酯的橡膠的緩衝墊層 3a 黏貼在護殼 6 的內面，嚴禁採用發泡吸水材料替代。
- 護殼 6 的兩側具有固定用法蘭，在該法蘭的結合位置處，黏接 FRP 或 HDPE 擋片 5(寬度 30cm 的圓弧狀板件)，位置對正開口平均往兩側延伸。
- 將不飽和聚醃樹脂中摻加玻璃纖維強化成的 FRP 護殼 6 安裝在包覆好檢查合格之螺旋帶狀防蝕帶表面上。
- 護殼 6 固定用法蘭的結合部位用不銹鋼、銅合金等耐腐蝕性能好的螺栓 螺帽上中下固定，其餘無日照處可用工程塑膠螺栓。
- 在護殼的上下端部 10cm 範圍內及固定箍間隙補填堵水中固化性環氧樹脂，

防止從浪力自上下端灌入沖損防蝕包覆本體。

材料抽驗：

頁數：6/6

- A. 廠商於投標時須提供材料原廠化學成份及物理性質之檢驗證明。
- B. 廠商提送之 FRP 保護面層，如經抽驗發現其樹脂非採用 Polyester Resin 系時，則該批次之 FRP 不予驗收。
- C. 材料進場時，應提供材料進出口證明，同時每批次抽 5 組送驗，抽驗之材料由廠商提供且費用已包含於合約總價中，檢驗費用則由業主負擔。
- D. 每批次送驗之材料如有 2 組或以上不合格者，則該批次視為不合格，不予驗收。若僅有 1 組不合格，且其誤差值不大於 5% 時，則該批次材料視為合格。

計價：

以每平方公尺計，單價包括所有材料、人工、機具和一切直接、間接費用等。

各項請購規格僅供參考，實際選料請購規範應由設計單位嚴謹評估，並驗證實績或現地測試：

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

附錄 G 施工品質檢查單

檢查項目：

鋼管(板)樁施工品質檢查單 (Check List)

檢核日期： 年 月 日 1/1

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位			
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量			
規章編號		FGES-T-CMA31		檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱			
規章編號		FGES-T-CMA31		檢核部門		檢核人員名稱		本單編號			
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31					細目代號	異常點數	檢 查 結 果			異常說明及處理結果	
項	項	檢	檢	YES			NO	N/A	預		修
目	次	查	查				定	訂	際		
		項	基				完	完	完		
		目	準				成	成	成		
							日	日	日		
一、塗料檢驗	1	耐候性試驗	暴露 <input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 2000 <input type="checkbox"/> 3000 小時，粉化程度符合 ASTM D4214 之 8、10 級標準： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	01	4						
	2		光澤度折損小於 ASTM D523 之 20%(環氧樹脂及氟碳面漆)： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	02	2						
	3		色度改變不得超過 ASTM D2244AZ 4NBS units (PVDF 及 SMP 面漆)： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	03	2						
	4	抗濕性試驗	ASTM D2247 暴露 <input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 2000 <input type="checkbox"/> 3000 小時，表面無起泡、龜裂、起皺或腐蝕，結果為 10： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	04	2						
	5	抗污染性試驗	以 10% 碳黑溶液，烘烤 80°C x 1 小時，不得超過 ASTM D2244 色差值 2.0： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	05	2						
	6	鹽霧試驗	暴露 <input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 2000 <input type="checkbox"/> 3000 小時，表面無起泡跡象或 1/16" 交叉紋無起皺龜裂現象： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	06	4						
	7		表面無起泡，且符合 ASTM D1654 表 2 之 10 級標準： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	07	4						
	8	耐磨性試驗	ASTM D968 落砂實驗至少 200 公升整落砂磨損，在露出鍍鋅層鋼板前通過 60 公升之砂漏： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	08	3						

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門
↓ 委託部門 (影本)
↓ 承攬廠商 (影本)
↓ 監工部門 (影本)
↓ 檢核部門 (影本)

承攬商：

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31) 廠處長： 主管： 經辦：

鋼管樁施工品質檢查單 (Check List)

檢查項目：

檢核日期： 年 月 日 1/1

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位		
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量		
規章編號	FGES-T-CMA31	檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱		本單編號		
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31					細目代號	異常點數	檢查結果			異常說明及處理結果
項目	項次	檢查項目	檢查基準	YES			NO	N/A	預定完成日期	
二、先工法	1	表面處理	SSPC-SP10(或 SIS Sa 2½_級以上) 粗糙度須達 75 μm : <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	01	4					
	2	底漆塗裝	噴砂後 2 小時以內立即進行底漆塗裝工作： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	02	4					
			乾膜厚約為 _____ μm : <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	03	4					
	3	面漆塗裝	底漆塗裝後 2 天內，進行面漆塗裝工作： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	04	2					
			完成全部塗裝後，乾膜厚厚度共計 _____ mm 以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	05	4					
	4	針孔測定	須耐 5000 伏特以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	06	2					
5	鋼管樁運送	塗裝完成後 7 天以上待漆面完全乾硬厚，方可將所塗裝完成之鋼管樁運至現場，供後續之打樁之用： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	07	2						
6	補漆	塗膜若有損傷或為配合施工需要所預留未塗裝處，需於施工完成後在水中另行補漆，補漆所用之塗料： _____ <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> _____	08	4						

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門 (委託部門(影本) 承攬廠商(影本) 監工部門 (檢核部門))

承攬商：

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31)

廠處長：

主管：

經辦：

鋼板樁施工品質檢查單 (Check List)

檢查項目：

檢核日期： 年 月 日 1/1

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位			
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量			
規章編號	FGES-T-CMA31	檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱		本單編號			
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31					細目代號	異常點數	檢查結果			異常說明及處理結果	
項次	檢查項目	檢查基準	YES	NO			N/A	預定完成日期	修訂完成日期		實際完成日期
二、先工法	1	表面處理	SSPC-SP10(或 SIS Sa 2½_級以上) 粗糙度須達 75 μm : <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	01	4						
	2	底漆塗裝	噴砂後 2 小時以內立即進行底漆塗裝工作： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	02	4						
			乾膜厚約為 _____ μm : <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	03	4						
	3	面漆塗裝	底漆塗裝後 2 天內，進行面漆塗裝工作： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	04	2						
			完成全部塗裝後，乾膜厚厚度共計 _____ mm 以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	05	4						
	4	針孔測定	須耐 5000 伏特以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	06	2						
5	鋼板樁運送	塗裝完成後 7 天以上待漆面完全乾硬厚，方可將所塗裝完成之鋼管樁運至現場，供後續之打樁之用： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	07	2							
6	補漆	塗膜若有損傷或為配合施工需要所預留未塗裝處，需於施工完成後在水中另行補漆，補漆所用之塗料如 _____ : <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	08	4							

承攬商：

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31) 廠處長：

主管：

經辦：

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門 (委託部門) 承攬廠商 (影本) 監工部門 (檢核部門)

鋼管樁施工品質檢查單 (Check List)

檢查項目：

檢核日期： 年 月 日 1/2

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位		
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量		
規章編號	FGES-T-CMA31	檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱		本單編號		
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31					細目代號	異常點數	檢查結果			異常說明及處理結果
項目	項次	檢查項目	檢查基準	YES			NO	N/A	預定完成日期	
三、後工法(包覆防蝕帶加FRP護殼)	1	表面處理	使用高壓水柱將鋼管樁表面附著的蜆殼、剝落漆片、銹片徹底除淨至 SPPC ST-2 以上之程度： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	01	4					
	2	固定箍	按照設計圖標示位置(防蝕帶包覆之最低點)，於水中先以不銹鋼螺栓鎖緊，再以點焊方式固定於鋼管樁上。： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	02	4					
			依鋼管樁直徑所定製成之兩個半圓形固定鋼箍： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	03	4					
	3	防蝕帶	固定箍之上緣由下向上纏繞包覆防蝕帶： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	04	2					
			包覆採取螺旋形纏繞方式進行，每圈之重疊寬度為防蝕帶寬度之 55%： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	05	4					
			包覆防蝕帶時使用適當之拉力，以確保防蝕帶能緊貼鋼管表面： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	06	2					
			搭接時至少要有 150mm 的搭接長度： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	07	2					
			再以 150mm 寬之自黏性 PVC 膠帶，固定住已包裹完成之防蝕帶： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	08	4					
承攬商：										

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門 (委託部門(影本) 承攬廠商(影本) 監工部門 (檢核部門))

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31) 廠處長：

主管：

經辦：

鋼管樁施工品質檢查單 (Check List)

檢查項目：

檢核日期： 年 月 日 2/2

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位			
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量			
規章編號	FGES-T-CMA31	檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱		本單編號			
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31				細目代號	異常點數	檢 查 結 果			異常說明及處理結果		
項目	項次	檢查項目	檢查基準	YES	NO	N/A	預定完成日期	修訂完成日期		實際完成日期	
三、後工法(包覆防蝕帶加FRP護殼)	4	FRP 外護層	採用 3mm 厚之 FRP 夾片，其玻璃纖維含量 50% 以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	09	4						
			事先於兩側預留螺栓孔，固定螺栓採用工程塑膠 NYLON-66 製品，以確保使用期限內絕不生銹： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	10	4						
			鋼管樁上部之四週，以每 90 度安裝一個以 SUS316 材質製成之 L 型槽鐵，並固定於鋼管樁上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	11	4						
	5	上固定端塗料	鋼管樁與上部 RC 結構接合處以鋼刷清理外緣 10cm 範圍內之混凝土渣： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	12	2						
			先包覆雙層防蝕帶再另包覆一層同材質之塗裝型防蝕帶，並以乙烯樹脂面漆塗敷於塗裝型防蝕帶表層之纖維布及 RC 面上，待結合硬化後，即形成堅固防蝕保護層： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	13	4						
			總塗料層厚為 5.0mm(雙層防蝕帶厚度=1.3mm×2=2.6mm，單層 _____ Tape 厚度=1.7mm 加上樹脂面漆後之總厚度為 2.4mm)： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> _____	14	2						

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31)

廠處長：

主管：

經辦：

承攬商：

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門 (影本) 委託部門 (影本) 承攬廠商 (影本) 監工部門 (檢核部門)

鋼管(板)樁施工品質檢查單 (Check List)

檢查項目：

檢核日期： 年 月 日 1/1

工程編號		承攬廠商		工程部門代號		工程部門名稱		檢核部位					
工程名稱				監工人員代號		監工人員		數量					
規章編號	FGES-T-CMA31	檢核部門		檢核部門代號		檢核人員名稱		本單編號					
檢查內容及判定基準：1. 設計規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31 2. 施工規範： <input type="checkbox"/> FGES-T-CMA31					細目代號	異常點數	檢 查 結 果			預定完成日期	修訂完成日期	實際完成日期	異常說明及處理結果
項目	項次	檢查項目	檢查基準	YES			NO	N/A					
四、後工法(水中硬化型金屬漆)	1	表面處理	使用高壓水柱將鋼管樁表面附著的蜆殼、剝落漆片、銹片施工清潔度標準以達到表面 Sa2½ 之程度： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	01	4								
	2	底漆(Primer)塗裝	塗裝前鋼板樁表面處理與 Sa2½ 標準板作比對，檢查合格後 24 小時內進行底漆(Primer)塗裝作業： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	02	4								
			底漆乾膜厚度為 _____ μm： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	03	4								
	3	面漆(TOP Coated)塗裝	底漆塗裝完成 7 日內行面塗裝作業： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	04	2								
			面漆分為中層白色 _____ 及面層黑色 _____ 共二次塗裝作業： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	05	4								
			每層面漆塗裝作業乾膜厚度須達 850 μm，兩次塗裝乾膜厚度達 _____ μm 以上： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	06	2								
			製作每樁紀錄，含相片，電子檔，及會驗，： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	07	4								
												承攬商：	

註：填單前請詳讀規範(編號 FGES-T-CMA31)

廠處長：

主管：

經辦：

一式二聯：
① (檢核部門) 監工部門 (自存)
② (檢核部門) 監工部門 (影本) ↓ 委託部門 (影本) ↓ 承攬廠商 (影本) ↓ 監工部門 (影本) ↓ 檢核部門

附錄 H 勞工安全衛生

JSA 作業安全分析

為確保人員、施工安全衛生管理，施工前施工廠商應對潛藏危險做完整模擬並制定對策，與監造、環安衛、使用單位充分溝通，經業主審議核可後須將作業程序文件化、標準化，編訂管制及檢查作業程序，徹底執行，隨時糾正錯誤，防止職災發生。

執行安全衛生管理過程均應予以紀錄，並詳細查核所有作業標準、使用方法及注意事項。以下為基本程序(I)~(III)及檢查表

安全作業標準程序 (I)

作業種類：碼頭鋼管樁防蝕塗裝作業

作業名稱：防蝕保護材料配置作業

作業方式：協同作業

使用器具：卡車、電動攪拌機

防護器具：安全帽、口罩、護目鏡、救生衣、橡皮手套、安全帶

工作步驟	工作方法	不安全因素	安全措施	處理方式	嚴重等級
塗料進場	車輛運輸。	車禍意外	駕駛人休息充足。 車輛出發前檢查。 合格之運輸公司。	1. 通知警方處理。	一般
施工前 TBM	人員身體與精神狀況檢查。 個人防護具檢查。 告知工作環境、緊急應變、工作說明、工作分配。	精神與體力不佳易出意外。 未依規定或所屬工項配戴個人防護具。 不清楚工作危險因子。 酒精性飲料	精神與體力不濟者當日不予指派工作。 依工作項目確實檢查 安全告知單簽名。 於工作場所張貼工作安全守則。	禁止工作。 馬上予以糾正。 確實告知當日危險因子。	一般
塗料混合	使用電動攪拌機拌合。	感電。 有機溶劑中毒。	手工具經 CIRT 檢驗合格。 配電盤裝設漏電斷路器。 設置 20P 滅火器。 每日檢點。 有機溶劑作業主管在場。 注意通風。	漏電斷路器運作後，馬上通知合格電工進行檢查，不得擅自接電。 啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。	嚴重

乙方每日上工前，須召開各分項作業之預知危險活動 (KY) 及工具箱會議 (TBM)，由領班 (或工作場所負責人、工安人員、作業主管) 在施工現場召集參與作業勞工，確實就其作業場所之工作環境、具體告知危害因素及應採取之安全衛生措施詳加說明，並留存紀錄備查。

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

安全作業標準程序(II)

作業種類：碼頭鋼管樁防蝕塗裝作業

作業名稱：水上工作平台搭設作業

作業方式：協同作業

使用器具：動力膠筏、吊車、手動絞盤

防護器具：安全帽、護目鏡、救生衣、救生圈、安全帶

工作步驟	工作方法	不安全因素	安全措施	處理方式	嚴重等級
施工前 TBM	人員身體與精神狀況檢查。 個人防護具檢查。 告知工作環境、緊急應變、工作說明、工作分配。	精神與體力不佳易出意外。 未依規定或所屬工項配戴個人防護具。 不清楚工作危險因子。	精神與體力不濟者當日不予指派工作。 依工作項目確實檢查安全告知單簽名。 於工作場所張貼工作安全守則。	禁止工作。 馬上予以糾正。 確實告知當日危險因子。	一般
陸上預組	浪板與工作台架焊接。	感電。	電焊機經 CIRT 檢驗合格並設置漏電斷路器。 配電盤裝設漏電斷路器。 設置 20P 滅火器。 每日檢點。	漏電斷路器運作後，馬上通知合格電工進行檢查，不得擅自接電。 啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。	嚴重
海上平台組裝	吊車將工作台架吊至動力膠筏上。 膠筏移動至預定架設地點利用手動絞盤拉昇工作平台。 拉設固定鋼索。 膠筏回航。	吊車翻覆、吊掛物掉落。 人員落海。	合格吊車、有證照之指揮手與操作手。 人員穿著救生衣。 膠筏人員隨時警戒。 注意即時海象。	啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。	嚴重

乙方每日上工前，須召開各分項作業之預知危險活動 (KY) 及工具箱會議 (TBM)，由領班 (或工作場所負責人、工安人員、作業主管) 在施工現場召集參與作業勞工，確實就其作業場所之工作環境、具體告知危害因素及應採取之安全衛生措施詳加說明，並留存紀錄備查。

安全作業標準程序(III)

作業種類：碼頭鋼管樁防蝕塗裝作業

作業名稱：水上工作平台噴砂塗裝作業

作業方式：協同作業

使用器具：動力膠筏、空壓機、備用氣槽、空氣輸送管、風速計

防護器具：安全帽、護目鏡、救生衣、救生圈、潛水衣、潛水面罩、橡皮手套

工作步驟	工作方法	不安全因素	安全措施	處理方式	嚴重等級
事前準備	尋找具職業潛水證照之施工人員。	證照過期。 冒名頂替。	檢查發証單位及有限期限。 配合勞健保再次檢查。	1. 不合格者不予任用。	輕微
施工前TBM	人員身體與精神狀況檢查。 個人防護具檢查。 告知工作環境、緊急應變、工作說明、工作分配。	精神與體力不佳易出意外。 未依規定或所屬工項配戴個人防護具。 不清處工作危險因子。	精神與體力不濟者當日不予指派工作。 依工作項目確實檢查安全告知單簽名。 於工作場所張貼工作安全守則。	禁止工作。 馬上予以糾正。 確實告知危險因子。	一般
噴砂	作業人員以空壓機噴砂清潔鋼管樁表面。	人員落海。	人員穿著救生衣。 船筏人員隨時警戒。 注意即時海象。	啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。	嚴重
(水面上)噴塗	作業人員以空壓機噴塗鋼管樁。	人員落海。 有機溶劑中毒。	人員穿著救生衣。 船筏人員隨時警戒。 風速達8m/s(5級風)以上時即刻停止作業。 有機溶劑作業主管在場。 注意通風。	人員稍有不適，應即刻休息並觀察後續狀況。 啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。	嚴重
(潮間帶)鏟敷	作業人員利用船筏手工鏟敷鋼管樁。 水下一公尺部份由潛水夫手工塗佈。	人員落海。 船筏翻覆。 氧氣不足。	人員穿著救生衣。 船筏人員隨時警戒。 浪高50m以上時即刻停止作業。 專人監視戒護。 設置預備氣槽。 氣管不得糾結。	啟動緊急應變計畫，即刻送醫處理。 啟動備用空壓機。 立即通知潛水員上浮。	嚴重
作業結束	人員清點。 下班簽退。	人員失聯。 未確實簽退。	設置上下班打卡制度。 未確實簽到簽退者應予以罰款警惕。	確定人員失蹤，即刻啟動緊急應變計畫，尋找該員。	嚴重

現場工作安全自主檢查表

NO.

工程名稱：碼頭鋼管樁防蝕保護工程		檢核結果／檢核日期					
預知危險自主檢查事項	月/日	/	/	/	/	/	/
1. 警示標誌設置妥當嗎？夜間燈號？反光片？							
2. 作業船艇及潛水裝備操作妥當嗎？							
3. 施工區域設備運轉狀況都瞭解嗎？							
4. 作業環境及施工人員位置是否安全？							
5. 施工設備架設及搬運是否安全？							
6. 施工時會否影響其他工程作業？							
7. 作業船艇上是否備有救生及通訊設備？							
8. 水下作業是否為小組作業？							
9. 海象及潮間帶對作業是否有影響？							
10. 目前風速與浪高是否正常？監測設施？							
11. 電焊機發電是否正常？							
12. 電纜線接頭是否鬆脫？							
13. 接地線焊接是否牢固？							
14. 電焊把手防水是否確實？							
15. 有無其他危險？鄰近船舶進出湧波？							
缺失改善：							
檢查員簽章							

本表由現場作業人員自行檢核，檢核結果欄有做安全措施時打√，未做安全措施時打X，並註明原因。

工地主任

安環管理員

台塑企業規範
碼頭鋼樁防蝕規範

請購規範條文內含安裝者，需附勞工安全衛生確認表

項次	說 明	廠商確認		
		是	否	說 明
1	承攬商之工作人員必需遵守「勞動基準法」、「勞工安全衛生法」、「勞動檢查法」及環境保護、消防等相關法令，並需遵守本企業「承攬商安全衛生管理規定」及有關之各項規章。			
2	承攬商應依法設置勞工安全衛生管理單位或人員，並依規定向工檢機構申報，若有異動時，應辦理變更申報，設置及變更報備文件「勞工安全衛生管理單位(人員)報備書」影本應送業主監工部門備查。			
3	承攬商於承攬工程施工作業期間，工地負責人或所指派之勞工安全衛生管理人員必須長駐工作場所(工地)，負責監督、執行、查核所有安全衛生管理工作及安全衛生自動檢查，並接受業主監工部門及安全衛生管理部門之督導。			
4	承攬商應確實依法執行安全衛生自動檢查，檢查結果應以「安全衛生自動檢查記錄表」記錄，並予整理歸檔管理及備查，檢查異常事項應確實完成改善，業主得予調閱「檢查記錄」，查核自動檢查執行情形。			
5	承攬商工地負責人及安全衛生管理人員於工程開工作業前，應接受業主監工部門之「安全告知」，充分瞭解廠區各項安全衛生規定及施工場所之工作環境、可能危害因素、應採取之安全衛生措施，且必需於「施工作業安全告知單」親自簽名及簽寫安全告知日期，經承攬商簽認之「施工作業安全告知單」由業主監工部門送廠區工安室審核，並輸入電腦管制，未完成「安全告知」簽認者，管制暫不予支付工程款。			
6	承攬商工作人員初次進入工作場所前，工地負責人或勞工安全衛生管理人員應於業主之「安全告知」詳實轉告，並確認每一位工作人員均已充分瞭解，始可准予進入工作場所作業。工作場所環境有變動時，應適時告知工作人員，業主得查核「安全告知」執行情形。			
7	承攬商工作人員初次入廠前，應接受業主工安室安排之安全衛生教育訓練，不得拒絕，以查核承攬商「安全告知」及教育訓練執行情形，並確認每一位工作人員均已充分瞭解業主之「安全告知」。教育訓練後，經測驗及格方可取得「入廠證」入廠作業。			
8	承攬商應依法令「共同作業」之規定，於其承攬之工程開工時，組成或加入「安全衛生協議組織」，並遵守協議規定及執行協議組織決議事項。其發生之安全衛生管理相關費用由安全衛生協議組織會議自行議定，應內含予本案報價，不再另外追加。			
9	業主直接發包有「共同作業」之承攬商，由業主予以組成「安全衛生協議組織」並擔任或指定承攬商擔任負責人；承攬商招募之再承攬商，應由承攬商自行組成「安全衛生協議組織」並擔任負責人。			
10	從事法定危險性機械、設備(如起重機、吊車等)或特殊作業之操作人員、工作船駕駛人員，必須取得法定之「操作證照」始可執行操作工作，證件應隨身攜帶並接受檢查。			
11	承攬商使用法定危險性機械、設備(如起重機、吊車等)具「檢查合格證」，且「檢查合格證」不得逾有效期限，「檢查合格證」影本應貼示於駕駛座玻璃窗或其他明顯處以供查核。			
12	報價前需詳閱並確實明瞭本企業「承攬商安全衛生管理規定」相關內容及要求配合事項(詳細資料可逕向工程部門索閱)，相關工地安全及衛生管理必要費用應一併含於報價內。			



企業內部工程作業文件

版權所有 翻印必究