

第十二章 海洋環境下防蝕設計

12.1 適用範圍

本章所訂防蝕設計主要係針對海水、海風對構造物所引起之腐蝕而採取之設計對策。對於其他腐蝕來源之防蝕對策，不在規定範圍之內。

橋梁防蝕設計考量因素包括：材料之隔絕性、管理條件、結構型式、橋梁位置與海平面高度關係及排水設施等。

- (1) 材料之隔絕性：橋梁防蝕設計最主要者為隔絕鋼材與水份之接觸。其方式有(a)鋼材表面加保護層(如混凝土)，(b)鋼材表面加隔絕層(如油漆)。隔絕水分效果之設計應依橋梁週遭環境而異。
- (2) 管理條件：橋梁所採用之各項組件，應考量日後檢查、維修之方便性。
- (3) 結構型式：橋梁結構型式應以施工品質易於控制，且能避免濕氣聚集、鹽份附著為原則。
- (4) 橋梁位置：在路線經過水域或海水時，儘可能減少橋梁之曝露面積，以減少橋梁腐蝕的機會。
- (5) 梁底與海平面高度關係：橋梁跨越河川及海域，應考慮預留足夠梁底距水位之高度，特別是濱海或跨海橋梁需考慮潮汐作用下之最高水位，減少橋梁上部結構受浪潮潑濺及飛沫之影響。
- (6) 排水設施：橋梁上部結構應有適當的排水設施，以使雨水得以迅速排除。排水設施包括橋面洩水孔、排水孔、鋪面坡度等，且排水管理在結構體內部份愈短愈好。惟排水管若埋置於結構體內，仍應考慮維修需求。同時上部結構伸縮縫處應避免積水之可能，箱型梁內部應避免積水。

12.2 海洋腐蝕環境分區

依照橋梁所在環境位置，腐蝕環境可區分為海洋環境、工業環境、都市環境及鄉村環境。臺灣橋梁腐蝕現況以海洋腐蝕最為嚴重，本節以海洋環境來作規範。依海洋腐蝕環境可分為極嚴重、嚴重、中度及一般區域。

- (1) 極嚴重鹽害區：海水中飛沫區。

- (2) 嚴重鹽害區：離海岸300公尺以內之區域。
- (3) 中度鹽害區：離海岸300公尺至3公里以內之區域。
- (4) 一般區域：離海岸3公里以外之區域。

其中極嚴重鹽害區係指橋梁位於海水中，會受海浪飛沫影響之部份，如橋墩柱。至於未直接受海浪飛沫影響之部份，如橋面版則為嚴重鹽害區。若橋面版冬季需做撒鹽除冰，橋面則屬極嚴重鹽害區。

12.3 防蝕處理

防蝕方式之選用應考慮橋址所處腐蝕環境分區之位置，針對腐蝕之嚴重性，選擇最適用之方式。同時應考慮材料之最新發展，亦不限於使用單一之防蝕方法。設計者應就橋梁生命週期之觀點，選擇最適當之方式為之。

12.3.1 混凝土橋

混凝土橋之防蝕措施可從混凝土性能、鋼筋保護層厚度、鋼筋表面保護、混凝土摻料、混凝土表面塗料等方式處理。

1. 混凝土最大水膠比及最低混凝土強度

提高混凝土防蝕性能以增加混凝土緻密性為主，可從混凝土水膠比及混凝土強度來規範之。

表 12.1 混凝土最大水膠比及最低混凝土強度

	極嚴重鹽害區	嚴重鹽害區	中度鹽害區	一般區域
最大水膠比	0.4	0.4	0.45	0.5
最低混凝土強度 f'_c (kgf/cm ²)	350	350	280	245

為維持混凝土之施工性，於低水膠比混凝土澆置時，可添加適度之強塑劑。

2. 鋼筋保護層厚度

鋼筋保護層厚度依橋梁部位及所處腐蝕區域列於下表12.2：

表 12.2 位於不同海洋腐蝕區域中鋼筋最小保護層厚度

海洋腐蝕區域 橋梁部位	極嚴重鹽害區		嚴重鹽害區	中度鹽害區	一般區域
基礎、基樁	10		10	10	參考 7.1.5 節規定
柱、牆	10		7.5	7.5	
橋面版頂層筋	6.5		5	5	
橋面版下層筋	6.5		4	4	
箱梁底層筋	6.5		4	4	
「I」「T」梁、箱梁腹版 外露面	6.5		4	4	
緣石、欄杆	2.5		2.5	2.5	
混凝土面未直接曝露於 大氣、未與土壤或水接觸	主筋	4	4	4	
	箍筋	2.5	2.5	2.5	

註：單位為公分

3. 特殊保護措施

(1) 鋼筋表面保護

鋼筋表面處理可採用環氧樹脂或鍍鋅來增強抵抗腐蝕環境。環氧樹脂材料應符合ASTM A934之規定；鍍鋅鋼筋應符合CNS14771或ASTM A767/A-2006之規定。若使用環氧樹脂鋼筋或鍍鋅鋼筋，其受拉伸展長度、搭接長度、標準彎鉤之伸展長度應適度增加。

(2) 混凝土摻料

- a. 為達到混凝土密實性增加防水性，混凝土可填加卜作嵐材料或其他不影響混凝土基本性質之摻料，如爐石粉、煤灰、矽灰等。
- b. 混凝土中添加腐蝕抑制劑可減緩混凝土中鋼材腐蝕時間。腐蝕抑制劑之效能試驗依照ASTM G129-91之規定辦理。混凝土添加腐蝕抑制劑後，不應影響混凝土基本性質，其抗壓、抗彎強度依AASHTO M194之規定不得低於未添加者混凝土強度之90%。

(3) 混凝土表面處理

混凝土構件若長期直接受到水分滲入之影響時，可於混凝土表面施作適當防護措施以降低水分及氯離子之侵入。此種混凝土表面處理包含防水膜、表面塗封劑或滲透型塗封劑。

(4) 陰極防蝕

鋼筋混凝土結構可採用陰極防蝕工法作為保護鋼筋之方法之一，不論新建或使用中之橋梁構件均可應用陰極防蝕工法進行防蝕保護。陰極防蝕工法包括外加電流法與犧牲陽極法。外加電流不適用於預力混凝土構材。

鋼筋混凝土構造物處於腐蝕環境中可選取上述任一方法或多重方法互相配合使用。

12.3.2 鋼橋

鋼橋防制腐蝕工作之設計，除需注意鋼橋主要構造物外，對於附屬設施如排水設施、伸縮縫、支承等之防蝕工作，設計者亦應同時考慮。對於各構造物間之結合材料(如螺栓／鋼材)應選用電化學電位相近之材料，以減少電化學之反應。

鋼橋防蝕方式可從鋼構基材之選擇及鋼材表面處理兩方面著手：

1. 鋼構基材：鋼構基材可分為一般結構用鋼材(如ASTM A709、ASTM A36、A572等)及耐候鋼材(如ASTM A588，CNS 4620，JIS G3114等)。
2. 鋼材表面處理：鋼材之表面處理可分為油漆塗裝、熱浸鍍鋅、金屬鍍射等。

(1) 油漆塗裝

鋼橋油漆塗裝為最常用之防蝕方式，在不同海洋腐蝕環境分區及不同結構位置下可採用不同之塗裝系統，由主辦機關依需要選用之。

(2) 熱浸鍍鋅

- a. 熱浸鍍鋅前鋼材表面處理：鋼材之表面所附著之銲渣、油漬、油脂、浮鏽等附著物均需清除乾淨。噴砂處理後達SIS Sa 21/2級以上，表面應有適當粗糙度。
- b. 鍍鋅量依鋼板厚度而有不同，由主辦機關依需要規定之。
- c. 於工地接合部位應避免鍍鋅。
- d. 因熱浸鍍鋅而引致之構材變形，不可用加熱法校正。

(3) 金屬鍍射

- a. 金屬鍍射材料有鋅、鋁或鋅鋁合金。施工時係以鍍射槍同時將鍍射材料噴塗至鋼材表面，噴塗時應採電弧式鍍射噴塗，以防止鋼材變形或產生煙霧影響環境及作業安全。
- b. 鋼材之表面所附著之銲渣、油漬、油脂、浮鏽等附著物均需清除乾淨。鋼材表面噴砂處理後達SIS Sa 21/2級以上，表面應有適當粗糙度。