

港湾鋼構造物防食・補修マニュアル（2022年版）の改訂のポイント

岩崎 和弘*・諏訪 弘明**・稲田 勉***

* 前（一財）沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

** （一財）沿岸技術研究センター 調査部 研究員

*** （一財）沿岸技術研究センター 調査部 調査役

港湾鋼構造物の設計、施工及び維持管理に従事する者に、防食全般及び補修対策工について技術的な情報を提供するものとして、昭和 61 年度に初版、その後の技術基準類の改訂や技術の進歩に対応して、平成 9 年、さらには平成 21 年に改訂版のマニュアル（以下、旧マニュアルとよぶ）が刊行されている。

本マニュアルは、港湾の施設の技術上の基準・同解説、維持管理ガイドライン類、維持管理マニュアルの参考図書として位置づけられており、前述の基準、ガイドラインに沿うとともに、国際基準に配慮することを方針として改訂したものである。ここでは、本マニュアルの改訂方針、構成、主な改訂内容を紹介する。

キーワード：港湾鋼構造物、防食、補修、維持管理、マニュアル改訂

1. はじめに

平成 25 年度に港湾法など関係法令の改正が行なわれ、適切な維持管理に必要な施設点検の規定等が法令に位置づけられるとともに、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」、「港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン」を策定される等、戦略的な維持管理・更新に向けた取り組みが進められている。また、平成 30 年 5 月には、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、平成 30 年 7 月には「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」が改訂された。本マニュアルは、「港湾の施設の技術上の基準」に従って防食工法を施す新設の鋼構造物、あるいは既に防食工の施された既設の鋼構造物を対象としているものであり、技術基準類等の改訂や技術の進歩に対応して内容を改訂する必要がある。

これらの動向を踏まえ、学識者をはじめとする専門家で組織する「港湾鋼構造物防食・補修マニュアル（2022年版）改訂検討委員会」（委員長 横田 弘北海道大学名誉教授）を発足させ、港湾鋼構造物防食・補修マニュアルの改訂作業を行った。

2. 本マニュアルの改訂方針

本マニュアルの改訂方針を以下に示す。

- 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（平成 30 年 5 月）改訂に沿う
- 「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」（平成 30 年 7 月）改訂に沿う
- 「港湾の施設の点検診断ガイドライン」（平成 26 年 7 月、令和 2 年 3 月一部変更）、「港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン」（平成 27 年 4

月、令和 2 年 3 月一部変更）に沿う

- 国際基準に配慮する
- 現状の技術レベルで見直す

3. 本マニュアルの構成

港湾鋼構造物は海水に接し、潮位の変動や波しぶきを受けるといった環境下にあることから、陸上の鋼構造物とは異なる厳しい腐食特性を示すため、古くから腐食メカニズムの解明およびさまざまな防食工法の検討がなされてきた。

鋼材の腐食を抑止することで港湾鋼構造物の性能を要求水準以上に維持するために必要となる防食工法の選定、設計、施工と計画的な点検診断および対策について取りまとめた。

旧マニュアルと同様に本編（第Ⅰ部、第Ⅱ部、第Ⅲ部、第Ⅳ部）と付属資料から構成されている。

第Ⅰ部 総論

- 第Ⅱ部、第Ⅲ部及び第Ⅳ部の内容を理解するための最小限必要な腐食の原理ならびに海洋環境下での腐食特性

第Ⅱ部 防食工法の設計・施工

- 電気防食工法、被覆防食工法の種類及び適用する防食工法の選定と設計・施工

第Ⅲ部 防食工の維持管理

- 防食工の維持管理計画、点検診断（劣化度判定）
- 防食工の補修

第Ⅳ部 無防食の鋼構造物に対する性能評価と補修

- 無防食の鋼構造物に対する性能評価
- 鉄筋コンクリートを用いた補修
- 鋼板を用いた補修
- 安全対策

(3) 被覆防食工法の設計・施工 —工場被覆編— の再整理

1) 塗装工法の設計・施工

海洋エポキシガラスフレーク塗装系を海洋厚膜エポキシ塗装工法に統合した(表-1参照)。

2) 重防食被覆工法の設計・施工

ポリエチレン被覆を適用できる対象鋼部材を変更した(表-1参照)。

3) 超厚膜形被覆工法の設計・施工

海洋暴露試験において防食性が確認された期間を35年に更新した(表-1参照)。

なお、耐候性上塗りの適用により期待される防食上の耐用年数の延長期間を別途追記した。

4) 耐食性金属被覆工法の設計・施工

耐食性金属被覆工法に厚板クラッド鋼を追記した(表-1参照)。

(4) 被覆防食工法の設計・施工 —現地被覆編— の再整理

1) 被覆防食工法全般

海洋暴露試験において防食性が確認された期間を追記した(表-1参照)。

2) 鉄筋コンクリート被覆工法の設計・施工

鉄筋コンクリート被覆工法を防食工法の適用範囲に含めた(表-1参照)。ただし、鋼部材の力学性能の回復を期待する場合に適用される「鉄筋コンクリート被覆工法」に関する設計および施工の詳細は、第IV部の無防食の鋼構造物に対する性能評価と補修に記載した。

3) ペトララタム被覆工法の設計・施工

旧マニュアルでは保護カバーの仕様のみの記載となっていたため、ペトララタム系防食材の仕様例を追記した。また、現在適用されている保護カバーと過去に適用実績がある保護カバーの区別を行い、保護カバー選定時の利便性を図った。

素地調整の説明において、表-2に示す「素地調整グレード」に写真-1に示す「素地調整面の外観例」を掲載して視覚的に判別できるようにした。また、既設被覆材がある場合の素地調整について素地調整後に残存皮膜がある状態でペトララタム被覆を行っても、防食性能上の問題は生じないことを記載した。

表-2 標準的な素地調整

素地調整グレード	
ISO	SSPC
St2 以上	SP2~SP3



写真-1 素地調整面の外観例*

※ISO8501-1においても素地調整面の外観例が示されているので参考にしてよい。

(5) ISO12944における腐食環境区分改定の反映

防食塗装に関する国際規格 ISO12944 の改訂内容を反映した(表-3参照)。

表-3 ISO 12944 における大気中の腐食環境区分と鋼材の腐食速度

腐食環境区分	鋼材の腐食速度*1
C1	very low ≤ 1.3 μm
C2	low 1.3~25 μm
C3	medium 25~50 μm
C4	high 50~80 μm
C5	very high 80~200 μm
CX	extreme 200~700 μm

*1 最初の1年間の減肉量

(6) 電気防食の設計・施工の再整理

1) 防食電流密度の考慮すべき因子の再整理

防食電流密度の考慮すべき因子を、①清浄海域と汚染海域の区分、②高潮流海域、③高波浪海域、④海底土中部、石積中部、背面土中部、⑤長期無防食期間によるさび層の影響、⑥被覆防食及び上部コンクリートの影響に分類して内容を整理した。

2) 港湾鋼構造物の背面土中部の防食対策例

港湾鋼構造物の背面土中部は、海側に比較して通常腐食速度が小さいことから、一般に、電気防食等の防食工法が適用されることは少ないが、特殊な環境で大きな腐食速度を示す場合には対策が必要である。この具体例として、タイロッドと控え杭等を防食対象として外部電源方式の電気防食を適用した事例や、タイロッドのリングジョイントとターンバックルを防食対象として小型のアルミニウム合金陽極を設置している事例を追記した。

3) 防食率・腐食速度

防食率は対象環境での防食率の実態を踏まえて適切な値を設定する必要がある旨に修正した。また、防食率を直接的に求められない場合においては、防食時の腐食速度を用いて電気防食の効果を評価することができることを追記した。

4) 清浄海域におけるさびの還元電流に係わる初期防食電流密度の設定

清浄海域におけるさびの還元電流に係わる初期防食電流密度の係数の参考値を表-4に示した。

表-4 さびの還元電流に係わる初期防食電流密度の係数の参考値

無防食期間が3年以内の鋼材	係数：1.0	
無防食期間が3年を超えた鋼材	陽極耐用10年設計の場合	係数：1.2
	陽極耐用20年設計の場合	係数：1.15
	陽極耐用30年設計以上の場合	係数：1.1

*表は清浄海域における参考値であるが、汚染海域においても同様としてよい。

4.3 防食工の維持管理に関する改訂内容

- (1) 点検診断ガイドライン、維持管理技術マニュアル等の記載内容の反映

表-5に示す「点検診断施設の設定の考え方」を追加して点診断分類を整理した。

表-5 点検診断施設の設定の考え方

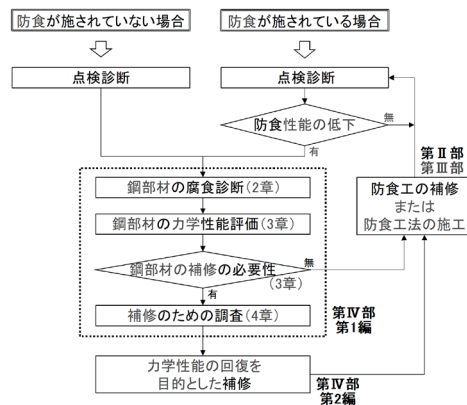
	設定の考え方
通常点検診断施設	重点点検診断施設以外の技術基準対象施設
重点点検診断施設	当該施設の損壊に伴い、人命、財産又は社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある施設のうち、以下の例を参考に、変状の進行の程度を勘案して総合的に決定（重要度が高いと考えられる施設例） (i) 経済活動に重大な影響を及ぼす施設（幹線貨物輸送施設、危険物取扱施設、主要な航路に面する特定技術基準対象施設等） (ii) 防災上重要な施設（耐震強化岸壁、津波防波堤等） (iii) 損壊が人命に重要な影響を及ぼす施設（旅客が使用する施設等）

- (2) 劣化損傷事例の写真の追記
「劣化度に応じた各部材の変状事例」に劣化損傷事例の写真を追記した。
- (3) 点検業務の省力化等に資する新技術の追記
ICT等を活用した点検診断における新技術の適用事例を「港湾の施設の点検診断ガイドライン」を参考に追記した。
- (4) 電気防食（流電陽極方式）における初回点検時の防食効果の判定の修正、追記
初回点検時の防食効果の判定電位を-800mVでなく-780mVに修正した。また、建設後、無防食状態にあった鋼構造物の場合は防食電流が定常値に達するまでの時間を長く要することを追記した。
- (5) 被覆防食工の詳細点検方法について追記
詳細点検の方法に「電気化学インピーダンス測定」を追記した。
- (6) 耐食性金属被覆工の点検診断項目について追記
異種金属接触腐食の防止の確認のため、電気防食の電位測定を1~2年で行うことを推奨した。また、点検診断項目に「耐食性金属の肉厚測定」を追記した。

4.4 無防食の鋼構造物に対する性能評価と補修に関する改訂内容

- (1) 実務の流れに沿った手順の解説
鋼部材の腐食診断～力学性能の評価～補修の要否判定までを図-2に示し、実務の流れに沿った手順で解説した。
- (2) 補修に使用する鋼板および溶接部の特性値に関する根拠の再整理
付属資料に示す現場水中溶接強度の低減率70%の根拠に関する解説を修正した。また、「湿式水中溶接

試験例」の考察も修正した。



注）本編は、図中の破線枠内について記述する。

図-2 本マニュアルにおける「無防食の鋼部材の力学性能に対する評価・補修の要否判定」の位置付け

4.5 付属資料に関する改訂内容

旧マニュアルの付属資料をブラッシュアップすると共に「各機関により実施された海洋暴露試験の概要」を追加した。

5. おわりに

改訂作業は、令和2年から4年にかけて、(一財)沿岸技術研究センターと、民間20社で組織される防食・補修工法研究会との共同研究として進められ、学識者および関係行政機関の関係者等からなる委員会および幹事会を設立して、一段と実用性の高いマニュアルとすることを念頭に、審議検討を重ねたものである。本マニュアルが港湾鋼構造物の防食・補修に係る維持管理担当者等の一助になれば幸いである。

謝辞

本マニュアルの改訂にあたり、港湾鋼構造物防食・補修マニュアル(2022年版)改訂検討委員会(委員長:横田 弘 北海道大学名誉教授)の各委員、国土交通省港湾局および港湾空港技術研究所の関係者、港湾鋼構造物の防食・補修等に関するワーキングの執筆者から貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：港湾の施設の技術上の基準・同解説，平成30年5月
- 2) 国土交通省港湾局：港湾の施設の点検診断ガイドライン，令和2年3月一部改訂
- 3) 国土交通省港湾局：港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン，令和2年3月一部改訂
- 4) (一財)沿岸技術研究センター：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，平成30年7月