

## 国土技術開発賞 二〇周年記念大賞受賞

## ジャケット式栈橋の長期防食システム

第12回（平成22年）国土技術開発賞 優秀賞受賞  
（第4回ものづくり日本大賞受賞）

〔受賞者〕日鉄エンジニアリング株式会社※／JFEエンジニアリング株式会社

〔本稿執筆者〕日鉄エンジニアリング株式会社 ※旧：新日鉄住金エンジニアリング株式会社

建築・鋼構造事業部 橋梁商品部 藤川 敬人

海洋事業部 プロジェクト部 関口 太郎／国内営業部 片山 能輔

「国土技術開発賞 二〇周年記念賞」は、国土技術開発賞創設20周年を記念し、第1回～第19回に表彰した技術の中から、特に優れ今後の建設技術開発分野の模範となる技術を表彰したものです。厳正な審査の結果、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞8件、国土技術開発賞 二〇周年記念創意開発技術大賞8件が表彰されました。

詳しくは、<http://www.jice.or.jp/review/awards> をご覧ください。

以下に、国土技術開発賞 二〇周年記念大賞を受賞した「ジャケット式栈橋の長期防食システム」を紹介합니다。

## 1. はじめに

沿岸域に設置される鋼構造物は、厳しい塩害環境に加えて、海上、海中での点検・補修作業が陸上に比べて容易でないことから、特に長期耐用が期待でき、ライフサイクルコスト（以下、「LCC」という）に優れた防食技術の確立が求められている。ジャケット式栈橋は港湾施設を中心に利用されており、工場での製作段階において薄板の高耐食性金属で鋼管を覆うことにより、ジャケット栈橋に適用可能な長期耐久性が期待できる防食工法を開発した。また、橋梁で一部実績のある除湿による防食システムについても、平面的な広がり

を有するジャケット式栈橋への適用を図った。これらの長期防食システムは、平成22年に完成した東京国際空港D滑走路において大規模に適用され、その後も港湾施設や陸上施設にも適用対象を広げている（写真-1）。本稿では本技術の概要と、第12回国土技術開発賞受賞後の技術の改良と適用の広がりについて報告する。



写真-1 東京国際空港D滑走路外観  
（柱部分がステンレス鋼ライニング、床部分がカバープレート）

## 2. 長期防食システムの概要

本技術は、適用する腐食環境によって、耐海水性ステンレス鋼ライニング工法と、チタンカバープレート工法+大空間桁内除湿システムに大別できる。

(1) 耐海水性ステンレス鋼ライニング工法

最も腐食環境が厳しい干満・飛沫帯には、構造用鋼管の表面を海洋環境での耐食性に優れた耐海水性ステンレス鋼の薄板で覆う、耐海水性ステンレス鋼ライニング工法を開発した。使用するステンレス鋼は一般のステンレス鋼（SUS304系、SUS316L系）に対して耐孔食性や耐隙間腐食性を向上させたSUS312Lを選定した。材料の耐食性が優れているため腐食代を見込む必要はなく、ライニング材料は0.4mmの薄板を採用して初期コストを低減させている。耐衝撃試験によって、従来の有機ライニング工法と比べて、漂流物などによる耐衝撃性にも格段に優れていることを確認している。薄板ステンレス鋼の溶接施工法としては、従来のアーク溶接で生じる溶損を避けるために、インダイレクトシーム溶接を適用し、重ね部の隙間を塞ぐ目的として、プラズマ隅肉溶接を併用して、溶接部の高耐食性を図った。

これらの溶接が可能な自動溶接機および周辺施工技術を開発することにより、安定した品質で低コスト、大量生産への対応が可能となった。

(2) チタンカバープレート工法+大空間桁内除湿システム

コンクリート床版を支持する鋼桁の下面および外周全体に、雨水や塩分の浸入を防止するカバープレートを設置し、床版とカバープレートで覆われた内部空間の相対湿度を除湿システムにより低減することによって、鋼桁の塗装寿命を大幅に延長する工法である。

カバープレートは、外面にチタンの薄板（0.35～0.4mm）を配置して耐久性を高めた金属サンドイッチパネルを用い、軽量で風荷重、作業荷重に耐えうる強度、剛性を有している。パネル間の目地は振動に追随し、施工性に優れ、一定の気密性を有する構造となっている。航空機や車両が走行するコンクリート床版の下面を塩害から守り、耐久性を向上させる効果も期待できる。チタンカバープレートは作業足場としての強度、剛性、歩行性を有しており、上部工の維持管理性の向上が

図れる。

除湿システムは、内部空間に設置した除湿機、送風機と乾燥空気を送気する配管等で構成され、内部空間の相対湿度を50%以下に管理可能な自動運転機能を有している。配管と乾燥空気の吹き出し口の工夫により、内部空間が一様な湿度となるように工夫されている。内部空間の相対湿度は温湿度センサーによって計測され、所要の相対湿度を上回った場合に、該当する除湿機、送風機が運転を開始する（写真-2）。また、除湿機の稼働状況や温湿度の変化を監視するモニタリングシステムも併せて開発した。



写真-2 チタンカバープレート内面と除湿配管

### 3. 耐海水性ステンレス鋼ライニング工法の適用

耐海水性ステンレス鋼ライニング工法は、2000年のジャケット工法技術マニュアル（沿岸技術研究センター）発刊以降は、官民含めた多くの港湾施設で適用されている。

大井コンテナふ頭新5バースでは、干満・飛沫帯の鋼管の他、海上大気部の上部桁にも適用し、1.5mm厚の薄板を冷間曲げ加工した上で、ティグ溶接（GTAW）により施工している（写真-3）。大阪港夢洲トンネル（夢咲トンネル）立坑壁面でも同様の実績がある。

最近では、岸壁施設の耐震化、クルーズ船受入、国際バルク戦略等の需要に呼応して港湾施設

でのジャケット構造の実績例が特に増加し、LCCに優れた長期防食工法として標準的に適用されている（代表的な適用例を表-1に示す）。



写真-3 東京港中央防波堤外側地区 16 m 岸壁

表-1 耐海水性ステンスライニング工法適用例

No.	発注年	施設名称	発注機関
1	1997年～98年	南風泊漁港防波堤	長崎県高島町
2	2001年	大井ふ頭新5バース	(財)東京港埠頭公社
3	2002年	大阪港夢洲トンネル立坑	国土交通省近畿地方整備局
4	2007年～10年	東京国際空港D滑走路 棧橋部	国土交通省関東地方整備局
5	2012年	東京港中央防波堤外側地区 16 m 岸壁	国土交通省関東地方整備局
6	2015年～17年	釧路港西港区 14 m 岸壁	国土交通省北海道開発局
7	2016年～18年	13号地新客船埠頭クルーズ 船バース	東京都
8	2017年～18年	水島港玉島地区 12 m 岸壁	国土交通省中国地方整備局
9	2018年	博多港中央埠頭クルーズ 船バース	国土交通省九州地方整備局

## 4. カバープレート工法の改良と陸上施設への適用

### (1) 道路橋への適用

カバープレート工法は、東京国際空港D滑走路工事以降に橋梁分野で技術改良と適用拡大が図られている。道路橋は、平成26年7月施行の国土交通省省令で5年に1度の頻度で近接目視点検が基本となった。カバープレート工法は、適用橋の防食性と維持管理性を飛躍的に向上させ、特に腐食環境の厳しい場所や維持管理の難しい跨線橋、跨道橋などを中心にニーズが高まり、施工実績も増加している。橋梁分野では、種々の呼称が用いられており、防食機能を重視した飛来塩分防護

板・防塩板等の他、足場機能に重点をおいた恒久足場・常設足場などがある。日本鋼構造協会(JSSC)鋼橋の強靱化・長寿命化研究委員会の「鋼橋の腐食・耐久性研究部会」では、「防食」、「点検・メンテナンスデッキ」、「景観」などの多種多様な性能を有することから、あらためて「多機能防食デッキ」と定義した（以下、「多機能防食デッキ」という）。写真-4に道路橋への適用例を示す。



足場機能を主目的に跨線橋に適用  
塗装ステンレス仕様全面タイプ多機能防食デッキ



防食機能を主目的に沖縄地区の海浜橋に適用  
チタン仕様全面タイプ多機能防食デッキ



防食・足場機能を目的に海浜部少数桁橋に適用  
塗装ステンレス仕様桁間タイプ多機能防食デッキ

写真-4 道路橋への適用例

東京国際空港D滑走路工事以降の道路橋での多機能防食デッキ適用には、次の3つの技術進展

があった。

① 内部除湿の省略

平成 15 年完成の初適用橋である君津製鉄所構内橋での鋼材曝露試験の結果などからも、内部空間は箱桁内部と同等以上の防食性が確保できることが確認されている。写真-5 に内部空間で曝露した普通鋼裸材の 10 年間のさび進展状況を示す。計測の結果、鋼材の腐食減耗量は 1 μm/年以下であることが確認された。

② 塗装ステンレス仕様の追加

腐食環境に応じた廉価仕様として塗装ステンレス仕様も開発し、市街地橋梁に求められる景観性確保にも適用できるようになった。

③ 桁間タイプの開発

桁下の建築限界条件の厳しい橋や少数主桁橋には、主桁間のみ部分適用するタイプも開発され

た。

(2) 道路橋での経済的効果

図-1 に①多機能防食デッキを適用しない基本ケースと②多機能防食デッキを部分適用したケース、③多機能防食デッキを全面適用したケースの LCC と点検法の比較を示す。グラフのとおり、多機能防食デッキの適用により、LCC は確実に縮減でき、維持管理作業の安全性や確実性の向上も図られる。その他の多機能防食デッキ適用のメリットとして、床版コンクリート剥落などによる第三者被害防止対策としても注目されており、多機能防食デッキ適用による経済的なメリットは非常に大きい。

5. おわりに

社会資本の老朽化に伴う維持管理費用の増大が大きな懸念事項となっており、新設土木構造物についても LCC の低減に向けた取り組みが各所で進められている。本稿で報告した技術が将来の社会資本の適切な維持に貢献できれば幸いである。

最後に、本技術の開発と実現にご協力いただいた多数の関係者の皆様に感謝申し上げます。

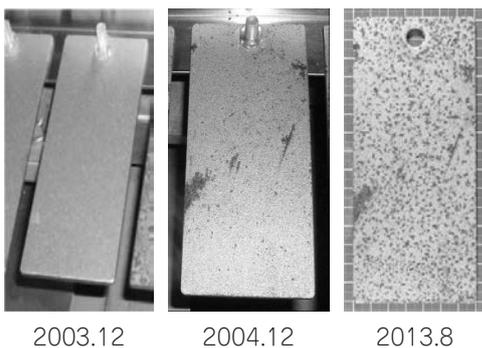
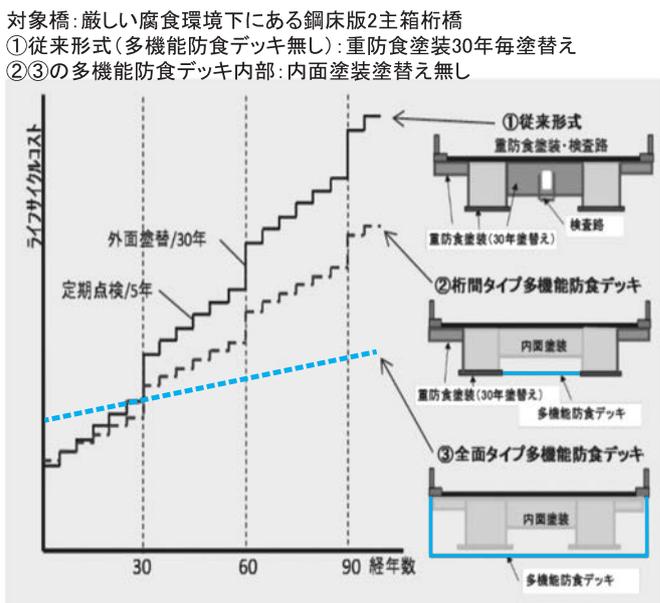


写真-5 試験片の腐食変化



橋梁点検車・仮設吊足場による点検



多機能防食デッキによる点検

図-1 多機能防食デッキ有無によるライフサイクルコストと点検法の比較