

羽田空港D滑走路の設置後 10 年が経過したステンレス鋼ライニングの防食性能

日鉄エンジニアリング（株） 技術開発研究所 正会員 ○佐藤弘隆

日鉄エンジニアリング（株） 海洋本部 関口太郎

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 能登谷健一

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 正会員 山田崇人

1. はじめに

羽田空港 D 滑走路は、栈橋部に初めて鋼製ジャケット式栈橋構造を適用した海上空港である¹⁾。D 滑走路栈橋部へのジャケット構造の適用にあたっては、100 年の供用を前提として防食性・維持管理性に留意した設計を行っており、飛沫・干満帯～海上大気部の鋼部材については、防食性や耐衝撃性に優れた耐海水性ステンレス鋼による金属ライニング²⁾を適用している(写真 1)。本報では、供用開始から約 10 年が経過した時点での耐海水性ステンレス鋼ライニングの防食性評価について報告する。



写真 1 D 滑走路のステンレス鋼ライニング

2. ステンレス鋼ライニングの概要

全てのジャケットレグの飛沫・干満帯～海上大気部にステンレス鋼ライニングを適用した。被覆対象面積は 11.4 万 m²である。ライニング材としては、耐海水性ステンレス鋼 SUS312L を選定し、耐食性に悪影響を与える高温酸化被膜が製造時（焼鈍時）に生成しない光輝焼鈍材を用いた。SUS312L シートの厚みは、加工性、耐衝撃性、経済性等を考慮して 0.4mm とした。鋼材への SUS312L シートの接合方法は、通常のアーク溶接ではシートがすぐに溶損してしまうため、インダイレクト抵抗シーム溶接を基本とし、耐食性上の弱点となりやすい溶接部の隙間構造を排除するため、ALLOY625 によるプラズマ溶接も併用して滑らかな形状の溶接ビードとした。また、全溶接線に対してリーク試験と浸透探傷試験（PT）、電解研磨処理を行った。

3. 維持管理概要

D 滑走路では設計時に 100 年間の維持管理計画が策定されており、栈橋部の鋼製ジャケットについては、予防保全の思想を導入している。ステンレス鋼ライニングの維持管理計画の概要を表 1 に示す。巡回目視点検を基本としているが、100 年間で 5 回、調査・計測やモニタリングを組み込むことで、定量的なデータから劣化度判定や劣化予測を行える計画となっている。維持管理データは全てデータベース化されており、劣化度判定や劣化予測結果に基づいて、継続的に維持管理計画見直しが可能となるシステムを構築している。

表 1 ステンレス鋼ライニングの点検、調査・計測、モニタリング項目

項目	内容	頻度
巡回目視点検	全レグに対して調査船上から遠望目視	1 年に 1 回
緊急点検	全レグに対して調査船上から遠望目視	洪水等により漂流物の衝突が懸念される場合
調査・計測	特定のレグに対して近接目視調査	5, 15, 30, 60, 90 年目
モニタリング	3 本のジャケットレグの飛沫帯・干満帯上部・干満帯下部・海中部に設置した暴露試験体を回収してステンレス鋼の板厚調査	5, 15, 30, 60, 90 年目

4. 10 年経過時点での評価

2020 年度の巡回目視点検結果を表 2 に示す。劣化度判定 a および b が損傷等により防食機能が低下した状態であるが、0 であった。劣化度判定 c は、ライニングに部分的な変形や軽微な腐食が認められた箇所である。

キーワード 海上空港、ジャケット構造、防食、ステンレス鋼ライニング
連絡先 〒804-8505 福岡県北九州市戸畑区中原 46-59 日鉄エンジニアリング（株） TEL 093-588-7153

表2 D滑走路のステンレス鋼ライニングの巡回点検結果(2020年度)

(劣化度判定 a:防食性能が著しく低下, b:防食性能が低下, c:変状あり, d:変状なし)

点検項目	劣化度判定			
	a	b	c	d
ジャケットレグの座屈, 変形, 亀裂, 損傷	0	0	0	1203
ステンレス鋼ライニングの変形, 損傷, 腐食	0	0	258*	945

※変形:200箇所, 軽微な腐食:68箇所(表中の数字はレグ本数であるため一部重複あり)

変形は漂流物等が衝突した痕跡と思われる(写真2)。軽微な腐食は、溶接部近傍におけるステンレス鋼自体の腐食であり、PTを合格するような奥行きのない小さな窪みで発生していると推測している(写真3)。D滑走路栈橋部は軒下構造であるため、この小さな窪みに飛来塩分が堆積し、窪み+溶接による耐食性低下+塩分濃縮+長時間の結露といった条件が重なって、隙間腐食が発生したと考えている。奥行きのない窪みであれば、腐食の進展に伴い隙間構造が解消される可能性があり、その場合は板厚方向への進展はごくわずかで済む。2020年度の腐食発生箇所数は2019年度の67に対して68とほとんど増えておらず、前年より腐食が進行していると判定された箇所も1箇所のみであったことから、腐食の発生や進行は収束しつつあると判断している。

モニタリング試験体の設置状況を写真4に示す。5年経過時に回収した試験体12枚の表面観察およびライニング内部の鋼材の観察を行い、ライニング材に腐食や摩耗等が認められないこと、および鋼材は健全であり環境遮断による防食機能が保持されていることを確認した。ライニング材の厚みを計測したところ、規定値0.4mmに対して0.42mm(公差内)であった。以上より、現時点では防食性能の低下は認められていない。

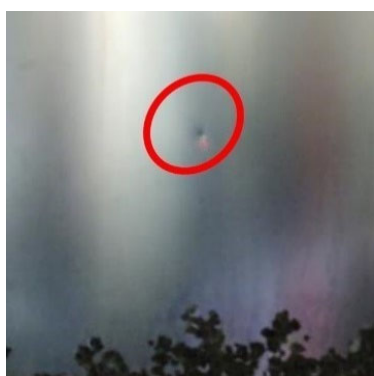


写真2 部分的な変形



写真3 溶接部近傍の軽微な腐食



写真4 モニタリング試験体(設置時)

5. 100年間の防食性能予測

ステンレス鋼ライニングが損傷して防食機能を損なう要因としては、①腐食による減肉、②漂流物の衝突による破損が考えられる。①については、溶接部の一部に軽微な腐食が認められるが腐食現象は収束しつつあり、②についてもこの10年で破損事例がないことから、いずれも可能性は低い。また、漂流物の衝突等により偶発的に破損し場合は、現地補修を行うことで防食機能を回復・保持可能である³⁾。そのため、現行の維持管理を継続することで、設計供用期間である100年の間、大規模な補修工事なしに防食機能を保持可能と考えられる。現時点におけるステンレス鋼ライニングの劣化曲線を図1に示す。

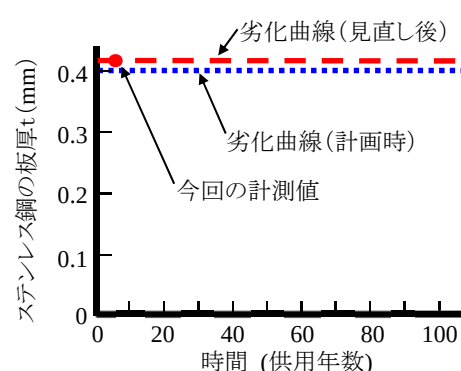


図1 ステンレス鋼ライニングの劣化曲線

6. おわりに

D滑走路栈橋部に適用した耐海水性ステンレス鋼ライニングは、設計供用期間100年の間、大規模補修工事を必要とせず防食機能を保持可能と考えられ、100年間のライフサイクルコストを低減できる防食工法である。

参考文献

- 1) 風野ら: “羽田空港D滑走路のジャケット工法技術～世界初のジャケット式空港～”, 新日鉄エンジニアリング技報, 1, p.6 (2010)
- 2) 佐藤ら: “海洋鋼構造物防食ライニングへの高耐食ステンレス鋼の適用開発”, 新日鉄技報, 377, p.34 (2002)
- 3) 佐藤ら: “海洋環境における耐海水性ステンレス鋼被覆補修部の耐久性”, 防錆管理, 55, p.49 (2011)