

Cold Spray 工法を用いた鋼橋桁端部の腐食面に対する防食処理技術に関する研究

構造工学研究室 山城慶

1. 序論

鋼橋の損傷事例は鋼材の腐食損傷が最も多く、既設鋼橋のメンテナンスにおいて、防食機能の維持が重要であり、高耐久な防食工法はライフサイクルコストの低減と橋梁の長寿命化の面で有効となる。しかし、写真-1 に示す桁端部のような狭隘な場所での十分な施工は困難となる。そこで本研究では、強固な密着力を持つ金属皮膜形成が可能な Cold Spray 技術を用いることで、残留した錆を許容しつつ強靱な防食皮膜を形成できる現在開発中の新しい防食工法(CS 工法)について、鋼橋への適用範囲と現場適用性を検証することを目的とする。図-1 に、検証項目を示す。前年の研究¹⁾より、CS 工法は十分な防食性能を確認しており、本研究は、腐食鋼橋での現場施工を想定し、腐食面での性能検証を行い、得た結果を施工要領素案とし、実腐食鋼橋に対して試験施工を行い、現場適用性を確認する。



写真-1 桁端部が腐食した鋼橋

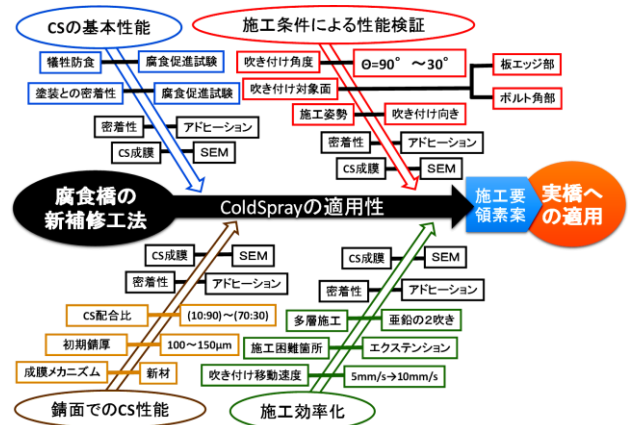


図-1 試験全体概要

2. 試験方法

写真-2 に CS 施工風景を示す。試験体は写真-3 に示す CS 装置を用いて、亜鉛・アルミナの混合パウダーを初期錆厚 100 μm 程度の腐食鋼板に対して施工し作成した。CS 工法の性能評価は、密着力・成膜性能により行った。密着力は、10mm ドリーを用いたアドヒージョンテストによる密着力測定試験、成膜性能は卓上走査顕微鏡(以下、SEM)を用いた断面観察により防食皮膜の膜厚を計測した。



写真-2 CS 施工風景



写真-3 CS 装置

3. 試験結果

3-1. 耐久性能と防食性能を両立可能な配合検証

防食皮膜形成時に、亜鉛は犠牲防食効果、アルミナは素地調整の役割を持つ。そこで腐食鋼板に対し、成膜性能と密着力を満足する亜鉛・アルミナの配合比率を確認するために、亜鉛・アルミナの配合比率を(10:90)~(70:30)まで変化させて施工し、それぞれの配合の性能を評価した。図-3 に密着力試験、図-4 に断面観察による亜鉛膜厚及び除錆率の測定結果

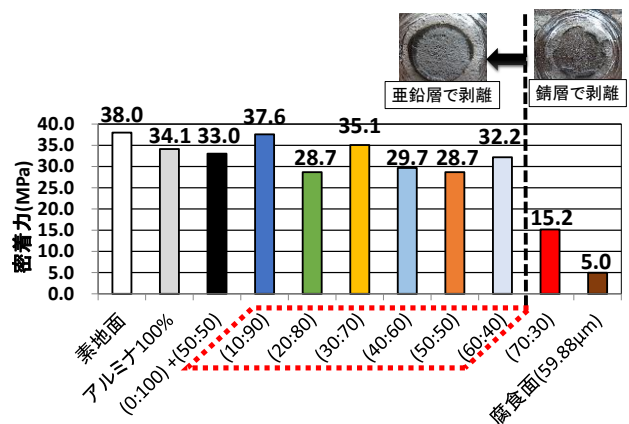


図-3 配合別密着力測定試験結果

を示す。アルミナ比率が 40%以下となると除錆率と密着力が急激に低下することを確認し、目標膜厚を一般外面の塗装仕様の防食下地 75 μm 以上²⁾の 100 μm に設定したとき、亜鉛皮膜を 100 μm 以上成膜するためには亜鉛の配合比率が 40%以上必要であることを確認した。

3-2. 防食皮膜厚を確保可能な施工角度の検証

施工時の角度による成膜性能への影響を把握するために、施工角度を 90 度～45 度まで変化させて施工し検証を行った。図-5 に角度と亜鉛膜厚の減少率の関係を示す。配合による角度への影響は見られないことを確認した。また、施工角度が 70°の時点で膜厚は半減し、45°ではほとんど成膜 0%に近い値を示すことを確認した。

4. 腐食鋼橋への試験施工

図 1 に示した項目に対し検証実験を実施し、実腐食鋼橋への施工要領素案として取りまとめ、実腐食鋼橋に対して試験施工を行った。写真-4 に示す CS 施工は、橋架の腐食が発生しやすい桁端部(端部より 2.5m 範囲)の下フランジを対象として行った。図-6 に CS 施工前のさび厚と施工後の平均亜鉛膜厚を示す。施工後の亜鉛膜厚は、目標である 100 μm を超える膜厚の確保を確認した。施工後の下フランジ上面に対して行った密着力測定試験の試験結果を表-1 に示す。ほぼ 20MPa 以上の密着力を確保しており、現場適用性を確認した。

5. まとめ

CS 工法の腐食鋼橋への適用性を検証することを目的に現場施工を想定した性能検証を行い、得られた結果を施工要領素案として取りまとめた。また、実橋梁への試験施工後に行った密着力計測と亜鉛膜厚計測より、検証試験と同等の性能を現場でも発揮する事を確認した。

参考資料

- 1) 水流、下里ほか：腐食面に対する SmartZIC 工法の防食性に関する実験的研究、土木学会西部支部沖縄会第 4 回技術研究発表会、2014.
- 2) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧、2014.3.

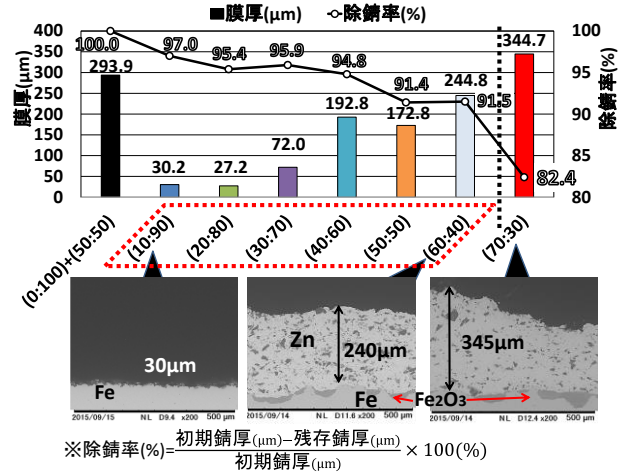


図-4 配合別亜鉛膜厚及び除錆率

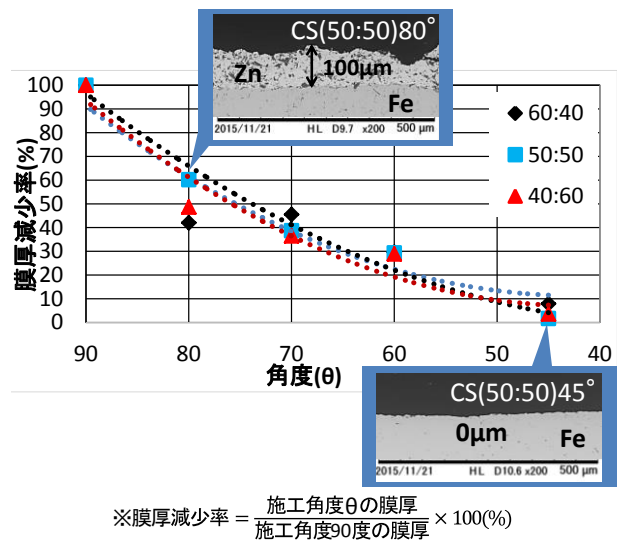


図-5 角度と膜厚減少率



写真-4 施工後の桁端部

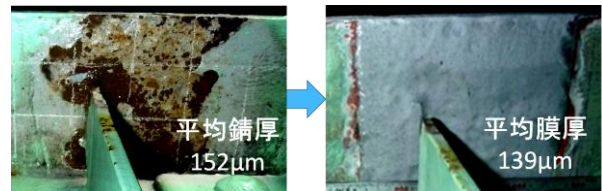


図-6 CS 施工前の平均錆厚と施工後の平均亜鉛膜厚

表-1 実橋での密着力測定試験結果

対象桁	密着力(MPa)			平均(MPa)
	1個所目	2個所目	3個所目	
G4山側	28.90	28.93	27.90	28.6
G4海側	13.51	20.71	19.25	17.8
G5山側	22.60	20.30	20.87	21.3