

コールドスプレー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の実証実験

琉球大学 学生会員 ○山城慶 正会員 日和裕介, 下里哲弘, 有住康則
 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 小野秀一
 (株)横河ブリッジホールディングス 正会員 井口進, 曾我麻衣子 (株)横河ブリッジ 正会員 清川昇悟
 東京ファブリック工業(株) 正会員 木村雅昭, 橋都瑞城

1. はじめに

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管理が重要であり、耐久性に優れた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観点で有効である。鋼橋において最も一般的な防食法は塗装であるが、腐食部の重防食塗装への塗替えの場合、十分な防食機能を発揮するために、素地調整において現場ブラストを用いて錆を除去することが必要である。しかし、写真-1のように狭隘な施工条件となる桁端部などは十分な施工は難しい。本報では、コールドスプレー技術を応用し、錆を残置した状況を許容しながら金属皮膜を形成できる防食法として開発中のSmartZIC工法（以下、SZ工法）の基本性能として、鋼材及び塗装との密着性、促進試験下における防食性の検証及び腐食面への成膜性能について確認した。



写真-1 桁端部が腐食した鋼橋

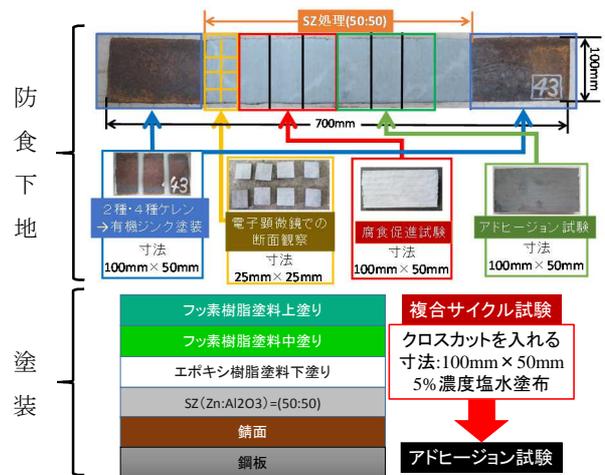


図-1 試験別供試体概要

2. SZ工法の基本性能検証

2-1. 供試体作成条件

図-1に供試体の作成条件と、評価試験の内容を示す。各試験条件を同一とするため、1枚板の腐食鋼板より試験体を作成した。SZ工法は亜鉛とアルミナの配合比率50:50とした。

条件	温度	湿度	時間
湿潤	35℃	90%	2h
乾燥	40℃	50%	6h

2-2. 試験方法

SZ皮膜の密着力はアドヒージョン試験で計測した。防食性検証は腐食促進試験を行い、図-2に示す条件を1サイクルとし、1日3サイクルで食塩水を日に一度塗布した。SZ工法116サイクル、有機ジンク95サイクル、フッ素樹脂塗装にはクロスカットを入れ252サイクルまで試験を行い、回収した。腐食促進試験後、走査電子顕微鏡(SEM)を用いた断面観察を行い、供試体の成膜・腐食状況を確認した。

図-2 複合サイクル試験機及び試験条件

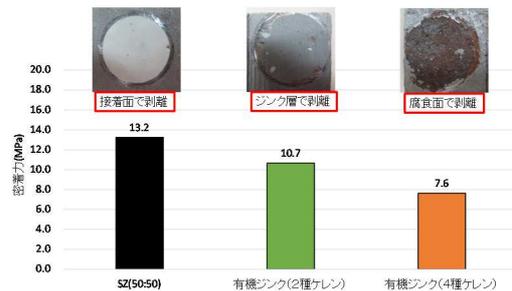


図-3 防食下地の密着力及び剥離面

2-3. 試験結果

(1) 腐食鋼材及び塗装との密着性

図-3に腐食鋼板とSZ皮膜及び有機ジンクの密着力試験結果を示す。SZ工法は有機ジンク(2種ケレン)よりも密着力が高いことを確認した。図-4に塗装とSZ皮膜の密着力試験結果を示す。促進試験無しでは、

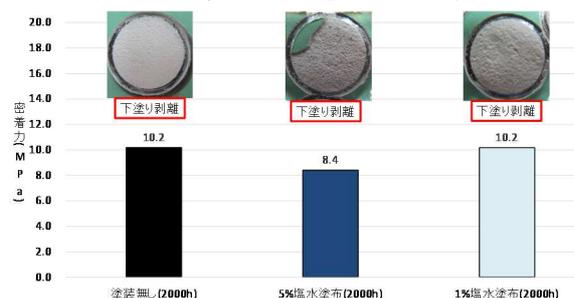


図-4 塗装とSZ皮膜の密着力及び剥離面

SZ 層-塗装界面での剥離が見られず、塗装との密着性は高い。促進試験を行った場合も、密着力と剥離面に変化は無く、塗装との密着性が維持されている。

(2)腐食促進試験

図-5 に示す SZ 工法及び有機ジンク(2 種ケレン)促進試験前の断面観察では、SZ 工法は、有機ジンクと同等の膜厚を確保できることを確認した。また、促進試験後の断面観察から犠牲防食による酸化部分が見られた。図-6 に塗膜上から鋼材に達するまでクロスカットを入れ、促進試験を行った結果を示す。カット部分からは錆ではなく、白い膜が確認された。断面観察を行ったところ、亜鉛のみが酸化しており、犠牲防食作用が確認された。

3. 配合別成膜性能検証

3-1. 供試体作成条件

図-7 に供試体の作成条件を示す。SZ 工法における亜鉛層の厚さは亜鉛の配合比率に、素地調整性能はアルミナの配合比率に依存する。そのため、配合比率は SZ 工法の成膜性能に大きく影響する。配合別の成膜性能を検証する際の試験条件を同一にするため、錆厚 100 μ m 程度の腐食鋼板から試験体を作成した。

3-2. 試験結果

図-8 にパウダーの配合比率別の SZ 層と腐食鋼板の密着力を示す。亜鉛・アルミナの配合比率が 60:40 までは、密着力が 30MPa 以上と非常に高い値を示すが、70:30 になると密着力は半減し、15MPa まで下がる。図-9 に配合別にまとめた亜鉛層厚の計測結果を示す。SZ 層の目標膜厚を一般外面の塗装使用の防食下地 75 μ m 以上²⁾の 100 μ m に設定したとき、目標値を達成するためには亜鉛の配合比率が 40%以上必要である。

4. まとめ

腐食した鋼材に対し、SZ 工法を適用するための基本的な性状試験を実施した。以下に結果を示す。

- (1)腐食鋼材との密着性は有機ジンク(2 種ケレン)以上である。また塗装との密着性も高く、促進試験後においても、密着力と剥離面は変化が無い。
- (2)成膜性及び防食性は有機ジンクと同等以上の成膜性がある。犠牲防食が確認できた。
- (3)SZ 配合別の試験結果より、亜鉛層を厚く成膜するためには亜鉛を 40%以上、密着力を確保するためにはアルミナを 40%以上にすることが必要である。

謝辞: 本研究は国土技術政策総合研究所の委託研究として実施したものである。ここに記して謝辞を表します。

参考文献: 1)清川昇悟ら: コールドスプレー技術で生成する金属皮膜を適用した高力ボルトの防食性能と機械的性質, 日本鋼構造協会, 鋼構造論文集, 第 22 巻(第 85 号), pp.133-141, 2015.3.

2)日本道路協会: 鋼道路橋防食便覧, 2014.3.

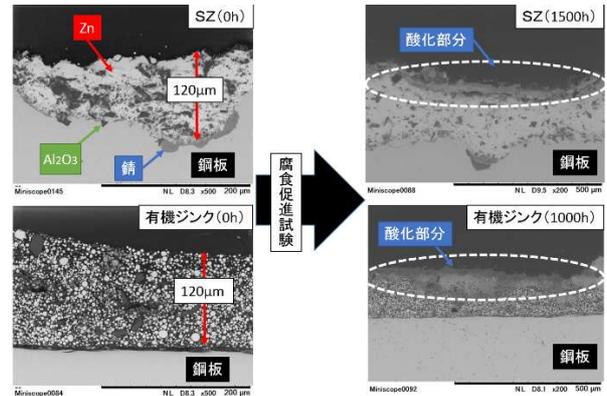


図-5 防食下地をみの促進試験

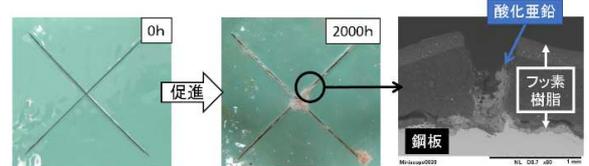


図-6 クロスカットを入れた促進試験

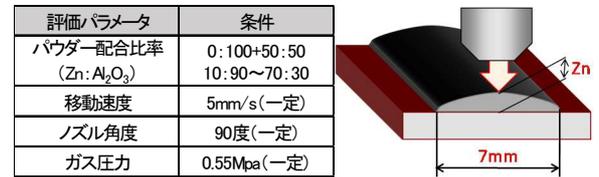


図-7 供試体作成条件

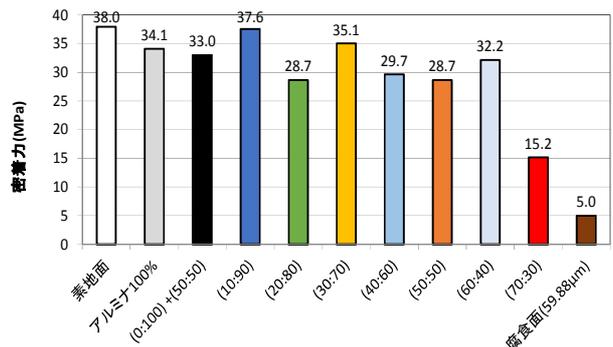


図-8 配合別密着力計測結果

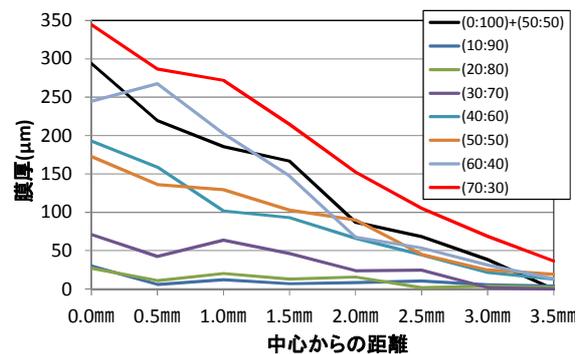


図-9 配合別の亜鉛層厚計測結果