

さび鋼板面に溶射したCS亜鉛/アルミナパウダーの電気化学的反応特性

構造工学研究室 島 孝仁

1. 序論

鋼橋における一般的な防食法は塗装であるが、素地調整において錆を完全に除去する必要がある。しかし、鋼桁端部(写真-1)のような狭隘部では、十分なケレン作業は困難であり、少量の錆が残存してしまい塗装後の腐食の早期再発が問題となっている。本研究では、少量の錆を許容しつつ強靱な犠牲防食皮膜を形成することが可能である現在開発中の新しい防食工法のColdSpray(以下、CS)工法¹⁾(図-2)について、鋼材さび面に対する防食性能を明らかにすることを目的とする。今回、CS処理した腐食鋼材の防食性能を電気化学的手法により検討した。



写真-1 桁端部が腐食した鋼橋

2. 試験方法

2.1 CS処理した試験体作製

本試験では、無腐食鋼材(普通鋼ブラスト処理、寸法：150×40×6mm)、実腐食鋼材(普通鋼、初期錆厚：250 μ m、寸法：150×40×6mm)を用いた。初期錆厚がCS工法の防食性に及ぼす影響について検討するために実腐食材に関しては、ケレン無(錆厚平均：250 μ m)と3種ケレン(カップワイヤブラシ使用、錆厚平均：100 μ m)とした。これらの鋼材に対しCS施工を実施し、CS処理鋼材を作製した。なお、CS粉体は亜鉛とアルミナの混合粉体(重量配合比6:4)を用いた。

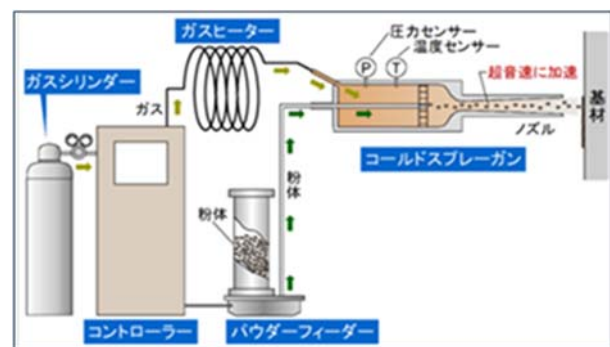


図-2 CS工法概略図

2.2 比較材(無機・有機ジンク、亜鉛めっき)

CS処理鋼材と同様に、実腐食材に対してケレンを行わずに塗布した試験体(以下有機ジンク(ケレン無))と3種ケレン(以下、有機ジンク(3種))、無機ジンク、溶融亜鉛めっきを本試験に使用した。



写真-3 自然電位測定用試験片

2.3 腐食促進試験

各試験体に対し、乾湿繰り返しの複合サイクルによる腐食促進試験を実施した。複合サイクル条件は、5%濃度食塩水を塗布後、温度35 $^{\circ}$ C・湿度90%の湿潤条件(2h)、温度40 $^{\circ}$ C・湿度50%の乾燥条件(6h)を1サイクル(計8h)とし、3サイクル(計24h)毎に5%濃度食塩水を繰り返し塗布した。試験期間は0、8、28日とし、それぞれの期間で試験体を回収した。

2.4 評価・分析方法

(1) 腐食状況観察

CS処理鋼材、比較材の腐食状況を確認するために外観観察を実施した。CS処理鋼材、比較材の成膜状況と腐食状況の詳細を確認するためにSEM断面観察を実施した。

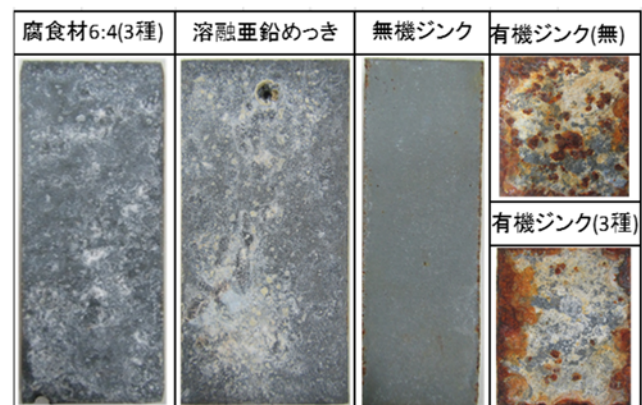


図-4 腐食外観状況(試験期間：28日目)

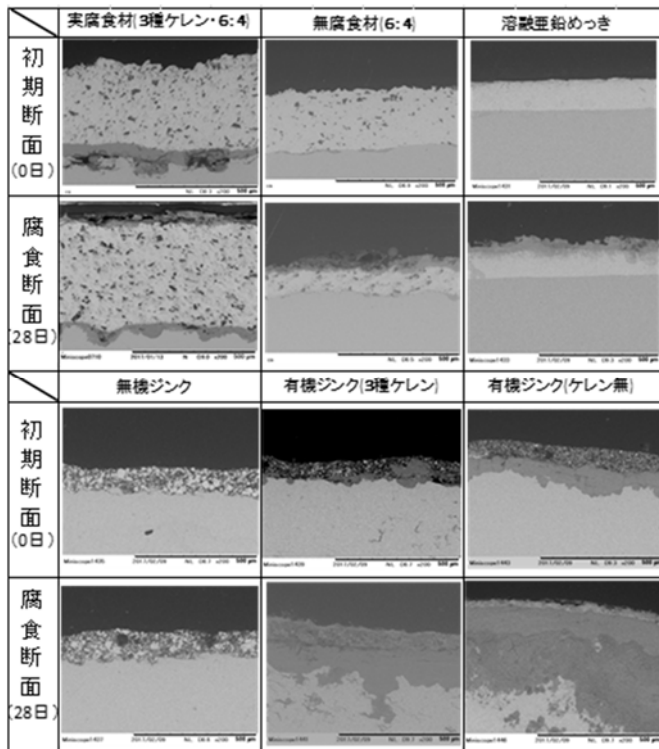


図-5 SEM断面観察結果

(2) 自然電位測定

CS 処理鋼材、比較材の防食性能を把握するために、自然電位測定を実施した。回収した各試験体に対し、電位測定用試験片（写真-3）を作製し、3wt%NaCl 溶液中（大気解放条件、室温平均 20℃）にて約 20min 浸漬後の自然電位を測定した。なお、参照電極は銀塩化銀電極（SSE）を用いた。

3. 試験結果

3-1. 腐食状況

試験期間 28 日目の腐食外観を図 4 に示す。有機ジंक（3 種ケレン）は 28 日経過後、赤さびの発生が多く確認できる。それに対して実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）は、赤さびの発生が確認されず外観良好であった。熔融亜鉛めっき、無機ジंकも同様に、28 日経過後においても赤さびの発生はなく、外観良好であった。実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）はさびが残存していても防食性良好であった。

3-2. SEM 断面観察

SEM 断面観察結果を図 5 に示す。

実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）の 28 日経過後の腐食断面を確認すると、0 日の残存さびは進展しておらず、CS 皮膜により腐食を抑えていることがわかる。一方、有機ジंक（3 種）は初期（0 日）のさびが 28 日経過後、大きく進展していることから残存さびがある場合、防食性が減少してしまうことがわかる。無機ジंक、熔融亜鉛めっきは、28 日経過後に関しても、素地鋼材にさび

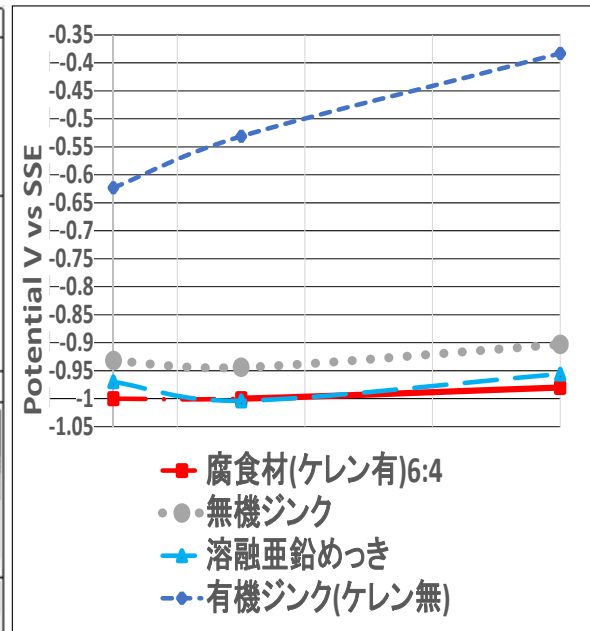


図-6 自然電位測定結果

は確認されず、防食性能が高いことがわかる。実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）と熔融亜鉛めっきの表面上に亜鉛の腐食生成物が確認でき、亜鉛の犠牲防食作用が働いていると考えられる。

3-3. 自然電位測定

自然電位の測定結果を図 6 に示す。腐食試験前（0 日目）では、有機ジंक（ケレン無）以外のいずれの試験体においても自然電位が約 -1.0V vs. SSE であった。これは、亜鉛の自然電位と概ね一致していることから、実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）に関しても、鋼材さび面において CS 工法により亜鉛の犠牲防食皮膜が形成されているものと考えられる。実腐食材（3 種 CS 処理 6：4）の 28 日経過後では約 -0.98V vs. SSE となっていたが、有機ジंक（ケレン無）では、28 日経過後は約 -0.40V vs. SSE と自然電位が大きく貴下していたことから、CS の方が防食性に優れていることが示唆された。

4. 結論

本研究の結果をまとめると以下のとおりである。

- ・ (1) 自然電位の観点から CS は無機ジंक・熔融亜鉛めっきと同等の犠牲防食効果が期待できることが確認された
- ・ (2) 実腐食材の場合、有機ジंकより CS6：4 の方が、防食性に優れていることが示唆された。

参考文献：1) 山城, 下里ほか：腐食面に対する SmartZIC 工法の適用性に関する研究, 土木学会西部支部沖縄会第 5 回技術研究発表会, 2016. 3