# さび安定化補助処理された耐候性鋼橋梁についての一考察

土木研究センター　　正会員　○三浦正純

## １．はじめに

耐候性鋼は添加元素の働きにより緻密なさびが形成され、普通鋼に比べて腐食速度がやや遅いという特徴を持っており、これまでに多くの橋梁の構造部材として使用されている。しかし、初期の「流れさび」や「色むら」が目立つことから、さび安定化補助処理（以下、安定化処理）が施されることも多い。また、腐食速度抑制を期待してある種の安定化処理が採用される事例も見受けられる。

架設後長期間を経た耐候性鋼橋梁の状態については、裸使用については多数の報告があり、評価方法や維持管理方法についての調査・検討が行われている。しかし、安定化処理された耐候性鋼についての報告は非常に少ない。本稿では、安定化処理された耐候性鋼の腐食進行状態、外観変化の特徴を紹介し、安定化処理に対する考え方を整理した。

## ２．腐食進行の特徴

### (1) 層状さび

安定化処理では被膜下で腐食が進行し、被膜を押し上げるように成長するとされている。しかし、さびと被膜が混在し被膜上にもさびが形成されている事例も確認されている。従って、外観からは被膜が残存していないように見えても、さび内部に被膜が残存している場合が多い。内部に被膜が残存していると、さび成長に伴い脱落しようとする時に、被膜がバインダーとなって連続した層状で剥離するものと考えられる。裸仕様の場合においては、うろこ状さびが連続化し薄い層状に剥離することが稀にあるが、安定化処理の場合はその確率が高いと言える。このため、安定化処理橋梁の評価では、本来なら小片として脱落するはずのさびが連続した層として残存し、結果として悪い状態に見える（**写真-1**）場合あることに注意が必要である。

一方、このようなさびの残存が濡れ時間を長くする可能性があり、安定化処理における被膜の存在は、初期は腐食抑制として働くが、長期的には腐食を促進する役割を担う場合があることに注意しなければならない。このような層状に剥離するような環境においては、皮膜を除去することが腐食抑制に繋がる可能性がある。

**写真-1　フランジ上面の被膜剥離**

**写真-2　斑点状の腐食進行**

**写真-3　塗膜ふくれ（破裂）状の外観**

### (2) 電池形成

安定化処理被膜が存在すると、被膜の薄い部分など何らかの欠陥部を起点として腐食が進行し、さびは斑点状に発生（**写真-2**）する。その形態は、安定化処理の種類、被膜の厚さ、環境によって様々なものとなる。腐食環境がやや厳しい場合には、盛り上がったさびを形成することがある。盛り上がりの形状は、塗膜ふくれのように見えるもの（**写真-3**）、円錐形のこぶ状さび（**写真-4**）、いびつなこぶ状さびなどに分類できる。いずれにおいても共通しているのが、腐食部周囲に健全な安定化処理被膜が存在していることである。

被膜が存在している状態で腐食が開始すると、腐食進行部と被膜残存部で酸素濃淡電池が形成され、腐食部の速度は加速され、被膜残存部は防食された状態になっているものと考えられる。極端な事例が円錐形のこぶ

キーワード　耐候性鋼，さび安定化補助処理，腐食，さび外観，剥離さび
連絡先　〒111-0016　東京都台東区台東 1-6-4　タカラビル　（一財）土木研究センター　ＴＥＬ03-3835-3609

© Japan Society of Civil Engineers

状さびであり、こぶの高さの半分程度の深さで腐食が進行しているが、その周囲は全く腐食が進行していない。安定化処理ではこのような電池形成に対する注意が必要である。

## ３．景観に対する考え方

安定化処理に求められている機能としては、腐食初期の「さびむら」および「さび汁による汚れ」の抑制、すなわち景観対策が挙げられている。有機膜を被覆することで、初期の外観は均一なものとなる。この被膜は経年とともに下からのさびの押し上げによって剥落し、最終的には完全にさびに置き換わり、無被覆の場合と同じ状態になると言われてきた。しかし、現実には簡単にはさびに置き換わらず、被膜残存部と腐食進行部が混在した状態が長期間にわたって継続する事例（**写真-5**）がほとんどである。

安定化処理被膜の厚さを完全に均一にすることは不可能であり、一つの面のなかで僅かに薄い部分、厚い部分が存在し、さびむらの原因となっている（**写真-6**）。また、被膜欠陥部などを起点とし被膜下から斑点状に腐食が開始する事例が多い。このように、安定化処理された耐候性鋼における腐食（さび）は、必ず「むら」を伴って進行するため、初期の均一な（良好な）景観からしだいに「むら」が目立つものとなり、その状態（景観不良）が長期に亘って継続する。一方、裸使用の場合は、初期には「流れさび」や「色むら」が激しい（景観不良）。しかし、しだいに落ち着いた色調となり「むら」は目立たなくなる（良好な景観、**写真-7**）。

安定化処理には様々な製品があるが、景観対応として任意に着色できるというタイプも販売されている。ここでの着色の意味はどう考えれば良いのであろう。着色したとしても、安定化処理の考え方（被膜下で腐食がゆっくり進行する）からすると、しだいに錆（色）が表面に現れてくるはずであり、着色された色の中に茶色が混じってくることになる。従って、淡色で着色するとさびが非常に目立つことになるはずである。実際、景観仕様として白に着色された事例（**写真-8**）があり、結果としてさびが非常に目立っている。しかし、安定化処理の原理からすると予想（期待）していた状態であり、防食上は何ら問題ないと言える。景観対応として採用した管理者は、果たしてこのような状態になることを予想していたのだろうか。このように、耐候性鋼における安定化処理は、短期的な視点だけでなく、長期的な景観変化も考慮したうえで採用について検討することが必要である。

写真-4　円錐形のこぶ状さび

写真-5 安定化処理外観（40 年以上経過）

写真-6 施工に起因したさびむら

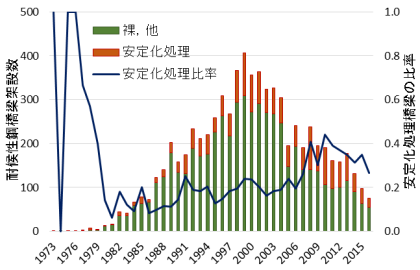


図-1 耐候性鋼橋梁架設数の推移

写真-7 裸使用の外観（12 年経過）

写真-8 白色被膜での腐食進行

## ４．おわりに

架設される耐候性鋼橋梁で安定化処理の比率（**図-1**）は 2008 年頃より急激に増加している。しかし、安定化処理の長期的な腐食挙動についての研究や追跡調査事例は非常に少ない。今後は、将来予測のための基礎的検討を進めるとともに、安定化処理の適用性についての議論を深めることが必要と思われる。

© Japan Society of Civil Engineers