

平成 27 年 8 月 31 日

平成 27 年 8 月度情報発信 No. 63

㈱材料・環境研究所 代表取締役 長野博夫

平成 27 年 6 及び 7 月は酷暑の日々が続きました。熱中症に対する注意がテレビや新聞より頻繁に喚起されました。暑い最中、健康維持は大変気を使う必要がありますが、学生においては、じっくり勉強できる季節でもあります。この年になっても、当時勉強した風景を鮮明に思い出します。夏は大変暑いけれども、まとまった勉強をして、成果を出すには大切な時期かと思えます。

経済面においては、日本経済は円安と原油安で好調ですが、8 月末に差し掛かった 1 週間では、中国の株安が世界同時株安のきっかけとなりました。今後、日本経済においては、米中の経済動行如何により、その影響を少なからず受けるものと思われれます。

来年 1 月 27-30 日、インドで開催される第 17 回 APCCC(アジア太平洋腐食防食国際会議)に広島工業大学の王教授が弊社との共同研究の結果を報告予定です。タイトルは、「塩化物溶液を主体とした凍結防止剤の開発」で、今後凍結防止剤に求められる鋼板への防食性について言及するものです(添付資料 1)。コンサルティング及び研究開発を目指す弊社の業務一端として、国際会議に発表できる成果につながったことに満足です。今後も、研究開発面で成果を出すように努力していきます。

(1) 特記事項

- ① (公社)大阪技術振興協会理事会(大阪、7/3)
- ② (公社)大阪技術振興協会主催の技術士国家試験受験セミナー、基礎科目-材料について講義(神戸、7/4)
- ③ 関西大学春名研究室で、腐食防食学会関西支部主催の第 8 回腐食・防食セミナーの講師集会(関大、7/7)
- ④ S 社来社、高温腐食対策材料について打ち合わせ(弊社、7/9)
- ⑤ (公社)大阪技術振興協会創立 50 周年記念行事に出席(大阪、7/11)
- ⑥ W 社来社、屋根用釘の腐食問題で打ち合わせ(弊社、7/11)
- ⑦ 日本防錆技術協会 日本技術学校で出題した答案 330 枚の採点(7/30)
- ⑧ P 社と高抵抗環境下の電位差腐食発生の可能性を検討し、計算式により予想した。
- ⑨ (公社)大阪技術振興協会隔月発行の情報誌の「技術の話題」に投稿(添付資料 2)
- ⑩ 法律事務所で屋根釘の腐食問題で打ち合わせ(大阪、8/25)
- ⑪ 塗装の劣化を修復する際のさびの残存する鋼板の塗装性の文献紹介(添付資料 3)

(2) 特記事項の内容説明

① 国際会議論文「塩化物溶液を主体とした凍結防止剤の開発」のデータの一部。発表論文のうち、凍結防止剤に添加する $MgCl_2$ と Na_2HPO_4 の腐食抑制効果の一例を示す。これらの薬品添加により、鋼板のさび発生量が著しく減少する（添付資料 1）

② 「技術の話題」の原稿作成。タイトルは、インフラストラクチャ長寿命化のための腐食・防食技術で、鋼構造物の老朽度の調査方法について紹介し、一部提言を行った（添付資料 2）

③ 文献紹介

坂本、貝沼、小林：塗装前の炭素鋼基材のさび性状と塗装耐久性の関係に関する基礎検討、材料と環境、64、307-310（2015）。内容は、さびをワイヤブラシをかけた後、表面に残存するさびと塗装の密着性を調査した。添付写真示す明るいさびの塗装密着性は良く、一方、暗いさびの塗装密着性は悪い。後者のさびは、レピドクロサイト（ γ - $FeOOH$ ）とマグネタイト（ Fe_3O_4 ）から出来ている。

（添付資料 3）

以上

*****添付資料*****

（添付資料 1）

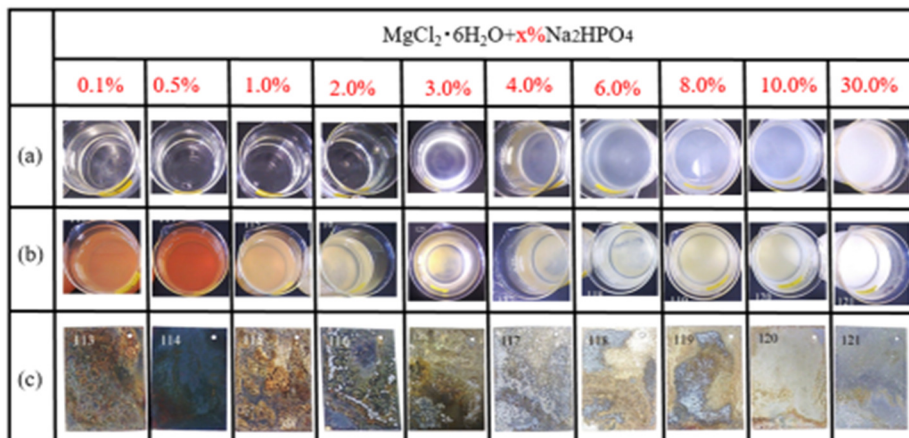


Figure 11: Fig.11 Appearance of solutions of 3.0% ($MgCl_2 \cdot 6H_2O + x\%Na_2HPO_4$) before (a) and after (b) wet and dry cyclic corrosion, and specimens after wet and dry cyclic corrosion without removing rust.

図11. 凍結防止剤溶液中の鋼板の腐食状況。(a) 腐食試験前の溶液の透明度、(b) 乾湿繰り返し試験後の試験溶液の色
(c) 試験後の鋼板のさび抑制状況。凍結防止剤の成分は $MgCl_2 + Na_2HPO_4$ 。

（添付資料 2）

インフラストラクチャ長寿命化のための腐食・防食技術
技術士（金属部門） 長野博夫

1. はじめに

現在、わが国において橋梁、鉄塔、高速道路などの老朽化が問題になっている。国及び自治体の関係部門では、橋梁の老朽化に関する

る点検及び長寿命化の対策について種々の対策が提言され、可能な範囲で修復工事が実行されている。

鋼構造物の期待寿命は目的により異なる。化学プラントでは製造設備が日進月歩であることから10～20年、木造建築は30～50年、原子力発電プラントは40～60年、橋梁及び海洋構造物は100年位とされる。

2. 鋼構造物の老朽化

鋼構造物の代表格である橋梁の点検技術とメンテナンスについて述べる。橋梁は主に普通鋼、亜鉛メッキ鋼、耐候性鋼高張力鋼（鉄に合金元素として0.5%Cu-0.5%Ni-1%Crを添加したもの）が裸材のまま、或は塗装して使用される。橋梁に見られる劣化現象には雨水や結露水が関係し、腐食、疲労・腐食疲労、脆化が長期間使用中に見られる。腐食の場合は大気腐食で、海岸近くでは海塩粒子が飛来してくるために腐食が最も大きく、次にNO_x、SO_xにより促進される工業地帯での腐食、都市部での腐食と続き、田園地帯での大気腐食は最も小さい。

高張力鋼の一種である耐候性鋼は、普通鋼に比べて格段と優れた耐候性を有する。普通鋼には、鋼表面にさびとして茶色の γ -FeOOHを生ずる。さびの防食性は期待できなく、むしろ腐食を促進する。写真1に大気腐食程度をインデックスで示す。インデックス1及び2では、腐食劣化度が大きい。インデックス3～5では、防食的なさびに覆われているので、外観上腐食の程度は許容できる程小さい。耐候性高張力鋼には α -FeOOHからなる茶褐色の微細粒さびが生じる。このさびが表面を覆うと、腐食はほぼ停止する結果、耐候性鋼製の橋梁においては、日本各地、海浜地帯を除いて100年間無塗装で使用可能と認定されている。

3. 腐食点検技術

鋼構造物の修復に先立ち、長期使用による劣化状況を知るために点検する必要がある。点検技術には、種々の方法が採用されている。

- 1) 目視或は外観写真による外面状況を把握。大掛かりには点検車等を使用する。
- 2) 非破壊検査による劣化度の把握
 - ① 超音波厚さ計による肉厚減少度の測定
 - ② 超音波パルスによる構造物内部傷の超音波探傷法
 - ③ 鋼などの強磁性体表面部欠陥を検出する磁粉探傷法
 - ④ 表面欠陥を探し出す染色浸透探傷法
 - ⑤ コンクリート内の鉄筋の位置や部材のき裂・空隙・異物などの内部欠陥を探し出すX線透過法

4. 新しい点検技術

鋼表面を覆うさびは、鋼が風雨に曝される過程で、さびの厚さ、さびインデックス、さびの構造が常に変化している。すなわち、さびは【生きている】。したがって、表面に出来ているさびが防食的か、或は非防食的かを知ることは、鋼構造物の寿命予測及び寿

命延長の対策をとる上で非常に大切である。今後推奨される鋼構造物の耐食安全性診断技術として、

- ① 現場採取によるさびの X 線回折によるさびの構造解析
- ② 薄膜 水存在下のその場 (in situ) での電気化学的測定により、橋梁の腐食電位、抵抗や腐食電流から腐食速度を知る。
- ③ 一般に鉄構造物の防食のために使用されている塗料は、鋼を水などの腐食性環境から遮断することにある。しかし、このような防食機構に基づく塗料は、水が浸透し塗膜下の鋼にさびが発生し、遅かれ早かれ塗膜破剥離、再塗装を余儀なくされる。したがって、塗料が塗布された鋼構造物においては耐食性のその場測定が大切である。

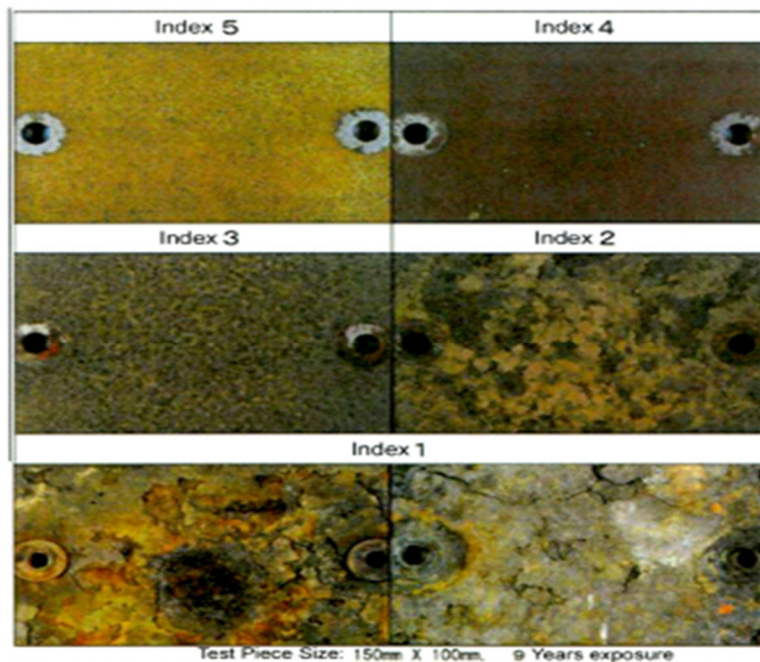


図 1. 鋼の大気腐食により生成するさびのインデックス 1) インデックス 1 及び 2 : さびの防食性無し
インデックス 3 ~ 5 : さびの防食性有り

5. 新しい修復手法

- ① 裸使用の耐候性鋼においては、橋梁各部位のさびインデックスを調査する。

その場観察で、薄膜水下での腐食電位などを測定し、耐食性の安全性を確認する。耐食性安全性が確認できない場合は、しかるべき防食対策を施す。

- ② 普通鋼の塗装橋梁或は亜鉛メッキの塗装橋梁においては、裸鋼板同様、その場での電気化学的測定により、【生きた塗膜】の状況を把握して新たな塗装の可否を決める。最近開発された塗料には、水が塗料内部に浸入してきた際、下地の鋼と塗膜の総合作用により、防食性さびを形成させることにより腐食を遮断し、塗膜剥離を防止し、構造物の寿命延長を図るものが販売されている。

6. おわりに

鋼構造物、橋梁、鉄塔、高速道路などは大気環境下で長期間使用する間に、大気腐食による鋼材の減肉、疲労・腐食疲労、脆化などにより劣化する。この劣化の現状把握と対策の実施において、構造物のその場測定的重要性を紹介した。

参考文献 1. 原修一：博士論文 耐候性橋梁におけるさび層の保護性と信頼性向上に関する研究（2008年）

（添付資料3）

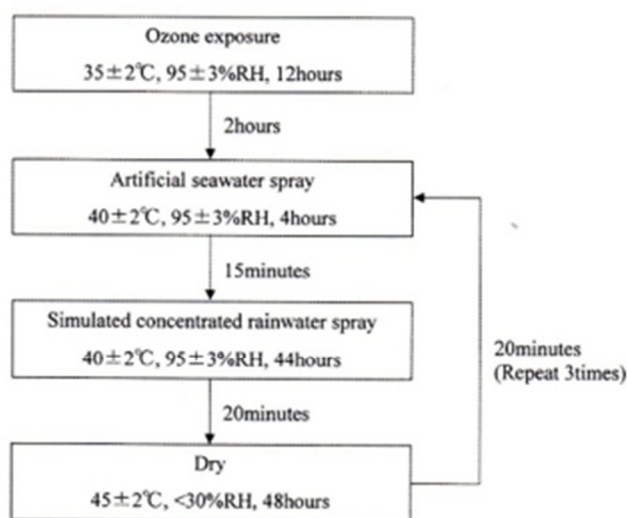


Fig. 1 Test cycle of RTRI combined cyclic corrosion test

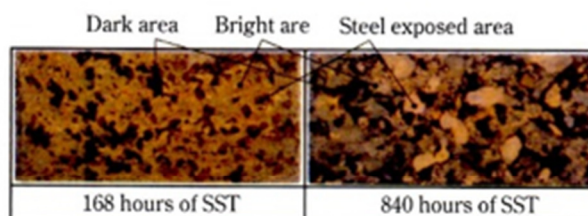


Fig. 2 Corroded steel plate after wire brushing

図2. SST(塩水噴霧試験試験)で発生したさびをワイヤでブラッシングした鋼板表面の状態