

橋梁用耐候性鋼材の異常さび層の健全性評価

State analysis of rust layers of weathering steels of bridges

中山 武典¹⁾ 大沼 正人²⁾ 大場 洋次郎²⁾ 若林 琢巳³⁾ 笹川 薫³⁾ 鈴木 淳市⁴⁾

Takenori NAKAYAMA Masato OHNUMA Yojiro OBA Takumi WAKABAYASHI

Kaoru SASAKAWA Jun-ichi SUZUKI

¹⁾神戸製鋼 ²⁾物材機構 ³⁾コベルコ科研 ⁴⁾原子力機構（現在、CROSS）

（概要）

実橋梁より採取した異常さびを用いて、水濡れなどとの関連で、中性子散乱スペクトルを測定した。その結果、中性子散乱実験では、保護性や水濡れの影響を感度よく、検出できることがわかり、鋼材さびの健全性評価やさびの保護性機能発現メカニズム究明のツールとして有用であることが示唆された。

キーワード：橋梁、耐候性鋼、生成さび、さび健全性、さび構造、水濡れ、中性子小角散乱

1. 目的

橋梁等に幅広く使用されている耐候性鋼は、普通鋼に Cu や Ni、Cr 等を微量添加した低合金鋼であり、大気中で緻密なさび層が鋼表面に形成することから、塗装を行わず裸のまま使用可能である。しかしながら、飛来塩分や水分の影響によっては、さびの保護性が発揮されないことがあり、さび層の健全性評価法の策定が望まれている。さび層の保護性機能は、さび粒子の寸法・形状、あるいはさび層中のボイドや欠陥などが関係するとともに、大気中の水分（結露や雨水による濡れ）の影響が考えられることから、その評価やメカニズム究明には、中性子小角散乱が有効手段の一つと考えられる。そこで、本研究では、その基礎検討の一環として、実さびを用いて、水濡れとも関連させて、中性子小角散乱の測定を試みた。

2. 方法

供試材として、耐候性鋼製の実橋梁から採取した 2 種類の実さび（うろこさび／小片状、層状さび／塊状）を用いた。実さび試料の一部は粉碎により粉末化した。粉末試料は、石英セルに挿入し、真空乾燥処理（6 時間以上保持）と湿潤処理（軽水または重水飽和蒸気中で 6 時間以上保持）を行い、SANS-J-II ($\lambda=6.5\text{\AA}$) で散乱プロファイル形状の変化を調べた。測定中はセル上部をシールしてセル内の湿度条件変化を抑えた。測定時間は異なる試料－検出器間距離の 3 条件について 3 時間とした。採取まま試料についても、粉末試料と同等な方法で乾燥・湿潤させて、同様の測定を行った。

3. 研究成果

図 1 に実さび粉末試料の散乱プロファイルを示す。うろこさび、層状さびのいずれも、乾燥状態ではサイズ分布幅が広く、ギニエ領域がやや不明瞭であるが、 1nm^{-1} 付近に明瞭な屈曲が見られ、おそらくは柱状である粒子の断面直径が数 nm スケールであることを示唆している。さらに、湿潤（重水処理）させた試料においては 1nm^{-1} 前後で大きな散乱強度の変化が見られ、D の取り込みが主として 50nm 以下のナノ構造により生じていることが予想される。2 種類の実さびの比較では、うろこさびが層状さびよりも若干数ナノサイズの微細結晶が多く、かつ重水を吸う傾向にあるように見受けられる。図 2 に層状さびの採取まま（塊状）の散乱プロファイルを示す。図 1 の粉末実さび試料と比較してもギニエ領域がほとんど観測されず、より広いサイズ分布であると考えられる。しかしながら湿潤状態（重水処理）と乾燥状態で強度差が生じる q 領域は粉末試料と変わらない。また、軽水による湿潤処理では、強度は反対に上昇傾向となった。これは、重水と軽水の散乱長密度の違いによるものと考えられる。

4. 結論・考察

中性子小角散乱実験では鋼材さびの健全性を反映した散乱スペクトルが得られることがわかった。現在プロフィールの詳細解析、粉末試料については SAXS による追試を行っている。これらの基本情報を基に、実用上重要な塊ま試料の乾燥・湿潤実験を進め、さび形成過程の詳細説明を進める。強い透過力の中性子はこの目的に最適であり、今後はさらに実際の環境に近づけるためにも1週間程度の連続試験を可能とするような実験形態の採用を希望する。

5. 引用(参照)文献等

- 1) 中山ら：ふえらむ、10 (2005) 932-939.
- 2) 中山ら：日本鉄鋼協会・産発プロジェクト展開鉄鋼研究報告概要集、p. 84-88、2009年3月.

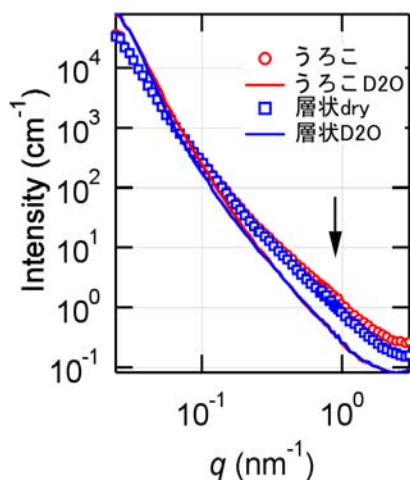


図1 実さび粉末試料（うろこさび、層状さび）の中性子散乱スペクトル

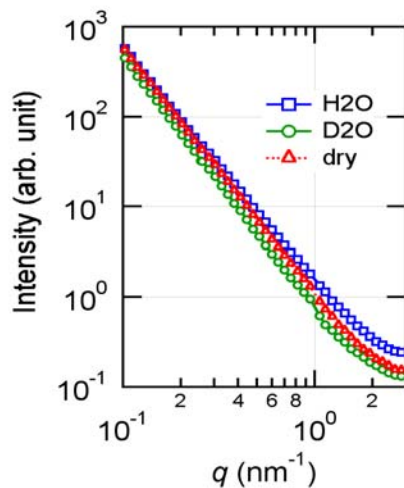


図2 実さび採取まま試料（層状さび、塊状）の中性子散乱スペクトル