

橋梁用耐候性鋼材の生成さび層の評価

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、GROSS)

(概要)

人工 β -Fe_{00H}さびを用いて、生成さびの形態・性状や水濡れなどの影響について、中性子散乱実験で調査した。その結果、中性子散乱実験では、さびのサイズ評価を定量的に行うことができ、その結果はTEM観察結果と一致した。また、さび構造との関連で、乾燥・湿潤実験の影響を検出できることがわかった。以上から、中性子散乱法は、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ポ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、人工さびを用いて、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、Ti添加 β -Fe_{00H}人工さび(Ti/Fe比:0, 0.001, 0.05(いずれも粉末状))を用いた。これらさび試料は、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。

3. 研究成果

図1にTi量の異なる人工 β -Fe_{00H}さびの乾燥状態および湿潤状態(重水処理)での散乱プロファイルを示す。散乱プロファイル形状はTi/Fe=0では円柱状粒子からの散乱の特徴である q^{-1} の強度依存性が出現する。円柱粒子の形状因子を用いたフィッティングから求めた粒子サイズ($L\sim 130\text{nm}$, $D\sim 26\text{nm}$)はTEM観察結果とよく一致する。Ti量の増加に伴い、形状は等方的形状に向かい、Ti/Fe=0.05では直径10nm程度の球状粒子でフィッティングできる。いずれの試料においても湿潤処理すると、ギニエ領域の出現位置と形状は変わらないが、その強度は大幅に低下する一方で、ギニエ領域よりlow-q側の強度は上昇する。

4. 結論・考察

中性子小角散乱実験では人工さびのサイズ評価を定量的に行うことができ、その結果はTEMによる実験結果をよく再現した。乾燥・湿潤実験では散乱プロファイルに明確な変化が生じた。強度変化は、①含水によるさび粒子サイズ変化と②コントラスト変化の可能性が考えられるが、

2010A で報告した実さび塊状試料での湿潤実験で、軽水と重水で強度変化の向きが逆転傾向を示したことから、②の可能性が高い。現在プロファイルの詳細解析、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、実用上重要な塊まま試料の乾燥・湿潤実験を進め、さび形成過程の詳細解明を進める。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.

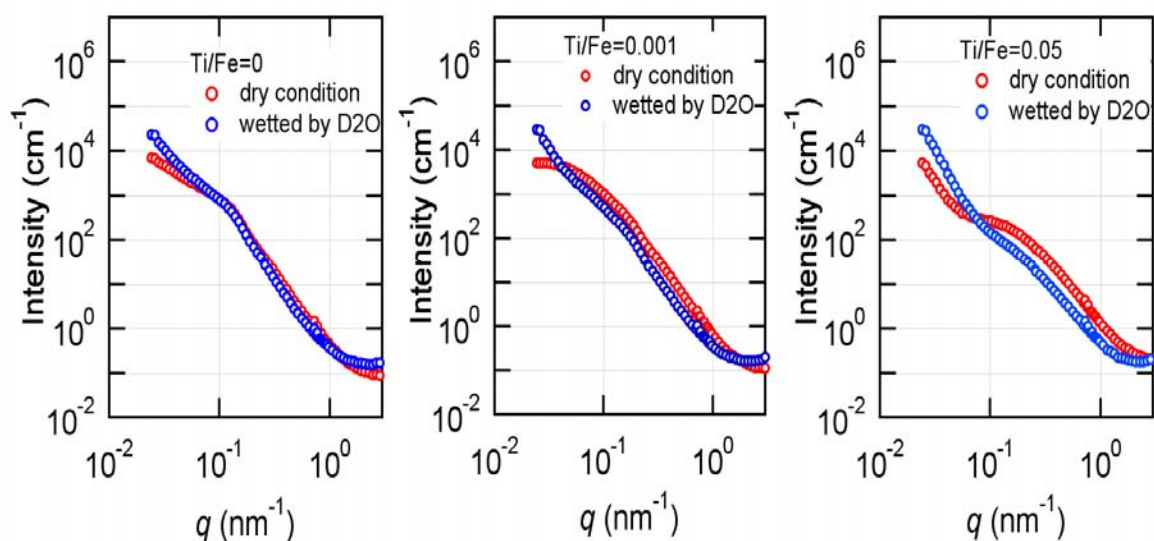


図1 Ti量の異なる人工β-FeOOHさびの中性子散乱スペクトル