

放射光による鉄鋼腐食過程のその場観察(3)

In Situ Observation of Corrosion Processes on Iron and Steel Using Synchrotron Radiation(3)山下 正人¹⁾、小西 啓之²⁾Masato YAMASHITA¹⁾ and Hiroyuki KONISHI²⁾¹⁾兵庫県立大学 ²⁾原子力機構

本研究では、耐食性改善が期待できる合金元素である Al を含有した鋼材の腐食プロセスを明確にするため、塩化ナトリウム水溶液下で腐食反応を起こさせながら X 線回折測定を行った。その結果、Al 含有量を高めた場合は表面に生成する腐食生成物が α -(Fe, Al)OOH 主体であり、この α -(Fe, Al)OOH が耐食性向上に重要な役割を果たしていると考えられる。

キーワード：放射光，腐食，さび層，鉄鋼，Al

1. 目的

鉄鋼材料は高強度，加工性，リサイクル性などの特徴を持ち，大型建造物などの社会資本をつくる上で不可欠な構造用材料である。一方，鉄鋼材料には腐食しやすいという欠点があり，世界的に危惧されている橋梁の崩落事故に代表される鋼構造物の破壊に繋がりがねない重大な問題である。我国全体では年間約 3-4 兆円が腐食対策のために投じられ，耐食性材料の開発はますます重要視されている。本研究では，Cr や Ni 等既知の耐食性向上合金元素および Al 等の耐食性改善が期待できる新たな合金元素が，鉄鋼の腐食プロセスおよび腐食機構に及ぼす影響を明確にするため，水溶液中で腐食反応を起こさせながら X 線回折(XRD)測定を行い，鋼/水溶液界面での電気化学反応に伴う腐食生成物の生成プロセス観察することを目的とする。今回は Al 含有量を増加させた 14%Al 鋼について観察を行った。

2. 方法

Al の効果を強調するために，溶製した鋼のうち最も Al 含有量を高めた 14%Al 含有鋼試験片を用いた。塩化ナトリウム水溶液膜で覆われた Al 含有鋼試験片を，腐食反応その場測定セルへ導入する。セル内の湿度を周期的に変動させ，湿潤・乾燥サイクルを繰り返しながら腐食生成物生成プロセスをその場 XRD 観察した。腐食現象の進行が比較的速いと予想されるため，比較的高速な構造変化が簡単に追跡できる，エネルギー分散型回折法を選択した。今回の実験では SPring-8 の偏向電磁石ビームライン BL14B1 を使用した。また，CCD カメラによる試験片表面の直接観察を行った。

3. 研究成果

乾湿繰り返しに伴い，比較的早期に $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が生成し，その後 FeOOH ， Fe_3O_4 が支配的になる傾向が認められた。乾湿繰り返しが進むにつれてより明確な回折ピークが得られるようになる。

これまでに実施してきた Al を含有しない鋼の場合，塩化物環境では β - FeOOH が優先生成するが，今回の試験片では主として α - FeOOH が生成し， β - FeOOH の生成はほとんど認められなかった。すなわち，Al 添加量を増加させた場合， α - FeOOH の生成が促進される。また，Al 添加により α - FeOOH の回折ピークが面間隔の広い側にシフトする傾向がみられる。このことから，Al は α - FeOOH に含有されており， α -(Fe, Al)OOH を生成するものと考えられる。

CCD カメラによる試験片表面の直接観察を行った結果，Al 含有鋼表面の腐食形態に二次元分布があることが確認されたが，放射光を走査しながら測定することにより，いずれの位置でも α -(Fe, Al)OOH の生成が主体であり，この α -(Fe, Al)OOH が耐食性向上に重要な役割を果たしていると考えられることができる。

4. 結論・考察

鋼中添加元素としての Al の効果により，生成する腐食生成物は α -(Fe, Al)OOH が主体となることが明らかとなった。耐食性向上の観点からは，塩化物イオン含有条件で優先生成する β - FeOOH の生成抑制が重要となるが，Al の効果により α -(Fe, Al)OOH が優先生成し， β - FeOOH の生成を抑制することが期待される。