

放射光による鉄鋼腐食過程のその場観察(2)

In Situ Observation of Corrosion Processes on Iron and Steel Using Synchrotron Radiation(2)

山下 正人¹⁾、小西 啓之²⁾、土井 教史³⁾

Masato YAMASHITA¹⁾, Hiroyuki KONISHI²⁾ and Takashi DOI³⁾

¹⁾兵庫県立大学 ²⁾原子力機構 ³⁾住友金属工業

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、水溶液中で腐食反応を起こさせながら X 線回折(XRD)測定を行った。その結果、水溶液中のイオン種および鋼中の Al 含有量により腐食生成物の生成挙動が異なり、Al 含有量が増加すると、Al が複合したスピネル型 Fe 酸化物が生成することが明らかとなった。このことが鋼の初期腐食プロセスに影響を及ぼすと指摘できる。また、測定を実施しながら CCD カメラによる試験片表面の直接観察を行い、Al 含有鋼表面の腐食形態に二次元分布があることが判明した。

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、我国全体では年間約 3-4 兆円がその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。前回は Al 含有量 1, 8% の鋼材について実験を行ったが、今回は Al 含有量を増加させた 5, 14% Al 鋼について観察を行った。

2. 方法

塩化ナトリウムおよび硫酸ナトリウム水溶液膜で覆われた Al 含有鋼試験片 (Al=5, 14%) 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試みた。

3. 研究成果

いずれの場合も、乾湿繰り返しに伴い、比較的早期に Fe(OH)_2 , Fe(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。注目すべき点は、主要なピークを示す腐食生成物種が液膜中のイオン種と Al 含有量により変化することである。Al 含有量が増加すると、Al が複合したスピネル型 Fe 酸化物が生成する傾向にある。この Al 複合スピネル型 Fe 酸化物の生成が、塩化物環境での鋼の耐食性向上に寄与するものと推察される。また、本期には測定を実施しながら CCD カメラによる試験片表面の直接観察を行った。その結果、Al 含有鋼表面の腐食形態に二次元分布があることが判明し、放射光を走査しながら測定するプログラムを構築した。今後、これらの観察を継続する必要があり、Al に注目した実験を優先継続するように計画を修正する予定である。

4. 結論・考察

生成する腐食生成物種は液膜中のイオン種と Al 含有量に相関する。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 含有鋼の場合は Al 複合スピネル型 Fe 酸化物の生成により、 β - FeOOH の生成を抑制することが期待される。また、Al 含有鋼表面の腐食形態の二次元分布を継続的に観察する必要がある。