

酸化性環境から還元性環境への遷移期間におけるコンクリート中鋼材の腐食機構

早稲田大学 学生会員 ○朝瀬康平
 早稲田大学 学生会員 金子聡志
 早稲田大学 正会員 関 博
 石川技術士事務所 石川光男

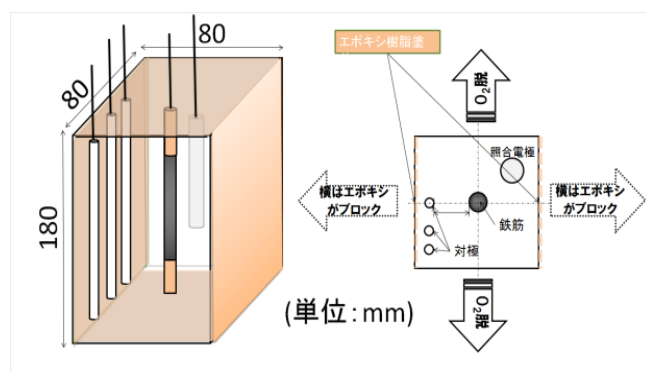
1. はじめに

低レベル放射性廃棄物のうち比較的放射能レベルの高い廃棄物は、深さ 50～100m の地中にコンクリート構造物を建設して埋設する余裕深度処分が検討されている。このような環境下で長期耐久性を検討するときに、埋設後のコンクリート中鋼材の腐食機構を明らかにすることが重要である。そこで本研究では、最高温度 50℃、酸化性（埋設初期の約 100 年間）～還元性（その後数万年間）と予想される処分環境下において、研究例のない酸化性～還元性への遷移期間における鋼材の腐食機構を解明するために実験的検討をおこなった。

2. 実験概要

2.1 供試体の諸元

供試体の形状と寸法を図－1 に示す。供試体は No.1～No.6 の 6 体を用意し、両端にエポキシ樹脂塗装によるコーティングを施した鉄筋(φ10×160mm みがき丸鋼)を供試体の中央に配置した。また、No.3～6 には鉛照合電極と白金対極を供試体中に設置した。なお、供試体 6 体のうち、No.1 は乾湿繰返し試験後の腐食状況の観察のため、No.2 と No.5 は浸漬試験後の腐食生成物を調査するために破壊した。



図－1 供試体の形状と寸法

2.2 実験条件

低温恒温高湿装置を用いて約 1 ヶ月間の乾湿繰返し試験を行った。その後、真空デシケータ内でコンクリート中の酸素をアルゴン脱気し、各供試体に所定の酸素濃度(No.3～No.6 の順に 6,1,0.1,0ppm)の水溶

液を注入して、コンクリート中の酸素濃度を調節した。その後すぐ還元性環境を模擬した実験装置に移して 37 日間浸漬した。実験装置内は 50℃、溶存酸素濃度 0ppm の水溶液が循環するよう調整した。

2.2 実験方法

2.2.1 自然電位(腐食電位)の測定

試験中の鋼材の自然電位を測定した。乾湿繰返し試験後の自然電位を表－1、浸漬試験時の自然電位を表－2 に示す。

表－1 乾湿繰返し試験後の自然電位

	No.3	No.4	No.5	No.6
E_{cor} (V vs.CSE)	-0.24	-0.22	-0.28	-0.22

表－2 浸漬試験時の自然電位

	No.3	No.4	No.5	No.6
E_{cor} (V vs.CSE)	-0.96	-0.96	-0.96	-0.84

2.2.2 アノード分極特性の測定

アノード分極は、浸漬試験終了直前にポテンショスタットを用いて、電位挿引速度を 10mV/min として行った。

2.2.3 腐食生成物の解析

浸漬試験後に鉄筋表面に付着していた腐食生成物を、表面観察および X 線回折により同定した。

キーワード：余裕深度処分、腐食速度、還元性

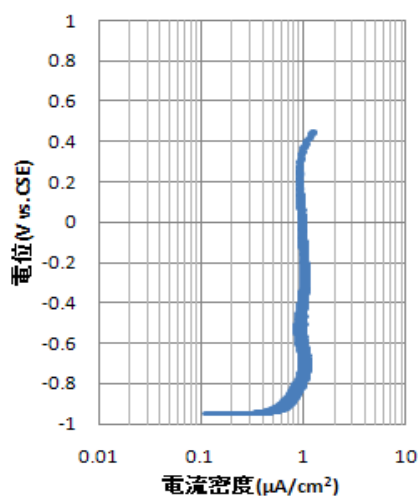
連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

TEL：03-5286-3407 FAX：03-3208-8749

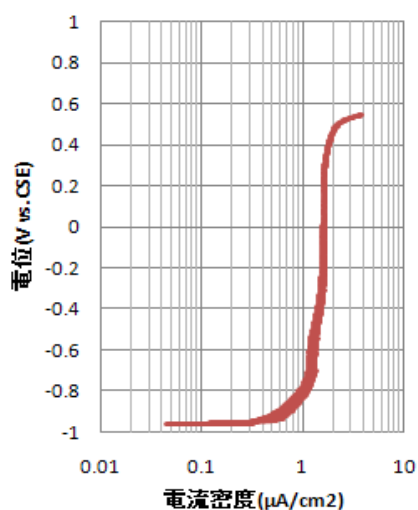
3. 実験結果と考察

3.1 アノード分極特性

浸漬試験終了直前における No.3 と No.4 のアノード分極曲線を図-2 に示す。両供試体共に不動態域にあるため、その腐食速度は安定して小さいことがわかる。また、表-2 および図-2 から、鋼材の自然電位は非常に卑な値になるが、これは浸漬試験において溶液中を極低酸素濃度にしたことで鋼材周囲の酸素が徐々に減少して、カソード反応および腐食反応が抑制されたためと考えられる。



1) No.3(O₂ 濃度 6ppm)



2) No.4(O₂ 濃度 1ppm)

図-2 アノード分極曲線

3.2 腐食生成物

浸漬試験後の No.2、No.5 の炭素鋼の外観写真を図-3 に示す。No.2 からは局部的に赤錆のようなもの

が確認出来たが、No.5 からは明瞭な腐食生成物は確認出来なかった。また、X 線回折結果を図-4 に示す。No.2、No.5 共に主成分は大気中において生成される α -Fe₂O₃ と Fe₃O₄ であることが判明した。しかし、Fe₃O₄ に関しては遷移期間における主反応として想定していた $\text{Fe}^{2+} + 4\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{Fe}_3\text{O}_4$ (酸化被膜の還元) により生成されたのかは判断できなかった。



図-3 No.2 (左) と No.5 (右) の脱錆前の外観図

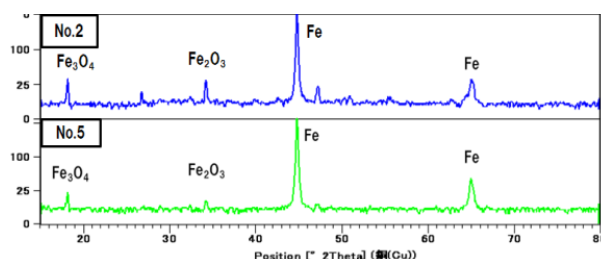


図-4 No.2 (上) と No.5 (下) の X 線回折結果

4. まとめ

今回の実験からは、遷移期間と想定している状況下において主反応として酸化被膜の還元が生じるのかを判断できなかった。今後の実験においては、乾湿繰返し試験後および浸漬試験後などで段階的に精密な皮膜分析を行うなどの必要性が挙げられる。

なお、本実験は科学研究費補助金（基盤研究(c21560491)）によって実施したものであることを付記する。

5. 参考文献

- 1)原子力環境整備促進・資金管理センター：還元性環境での金属腐食に起因するガス発生量評価
- 2)小林一輔：コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ 3 鉄筋腐食の診断