

低レベル放射性廃棄物処分施設のコンクリート中鋼材の分極試験による腐食速度の検討

清水建設(株) 正会員 ○杉橋直行 高橋圭一 矢ノ倉ひろみ  
 日本原燃(株) 正会員 庭瀬一仁 工藤 淳  
 (株)ニュージェック 正会員 枝松良展

1. はじめに

「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方」平成22年制定では、①放射性物質の廃棄物埋設地から生活環境への移行を安全上支障のないレベル以下になるように抑制すること、②人工バリアの構成部位が有する低透水性、低拡散性、収着性、低溶出性、その他の特性に着目して長期的な状態を設定すること、が定められ、余裕深度処分施設に適用されるとともに、既に操業中の浅地中処分施設(ピット処分)についてもこの考え方を適用することが示された。ここで示された諸特性の長期状態設定には、人工バリアとなるコンクリートピット中の鉄筋の腐食膨張によるひび割れなどの影響が大きいと考えられている<sup>[1]</sup>。このようなコンクリート中の鋼材の腐食膨張によるセメント系人工バリアの状態評価を行うには、長期における腐食速度等のパラメータを決定する必要がある。さらに既報<sup>[2]</sup>では、低レベル放射性廃棄物処分施設のコンクリートピットの細孔溶液を高圧抽出、組成分析し、この模擬溶液中で鋼材の分極試験を実施して腐食速度の検討を行った。この結果、図-1に示すような分極曲線を得て、腐食速度  $0.2 \mu\text{m/y}$  (換算値  $\approx 0.02 \mu\text{A/cm}^2$ ) 程度という設定を試みた。しかし、アノード分極時の応答電流の変動が大きく、腐食速度の設定にばらつきを有していた。このため、ここでは腐食速度設定の精度や説明性の向上を目的として、これらのばらつきの解消や分極に影響を与えると考えられる各種要因について検討を行った。本報はこれらの検討結果について報告するものである。

2. 試験方法と水準

実際のコンクリート中鉄筋の状態を模擬するために、分極試験を実施する鉄筋は事前にコンクリートの模擬細孔溶液に浸漬した。模擬溶液は、既報<sup>[2]</sup>のとおり浅地中処分施設のコンクリートピット供試体の細孔溶液を高圧抽出し、その抽出溶液の成分分析の結果と同等になるように試薬を調整して作成した。分極試験には、前報のように①外部電源により電位を制御してある電位における瞬時の応答電流を得る動電位法と、②同様に電位を制御するものの、ある電位で一定時間保持して安定した後の応答電流を得る定電位ステップ法とがある。本実験では、定電位ステップ法を用いることとして、事前に検討した図-2等を参考に  $50\text{mV}$  シフトする毎に電位を  $50$  分間にわたり保持するような電位掃印速度を  $1\text{mV/分}$  として、分極試験を行った。分極試験の試験水準を表-1に示す。分極試験の水準は、①掃印速度は応答電流密度の精度や説明性への影響、②事前浸漬期間は不動態皮膜の生成状態へ影響することなどから、前報などを参考に決定した。

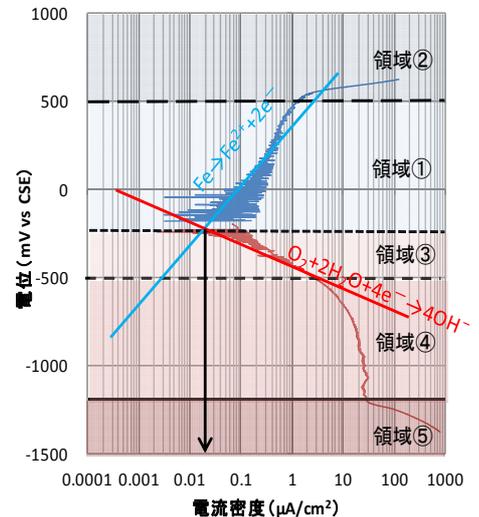


図-1 分極曲線<sup>[2]</sup>

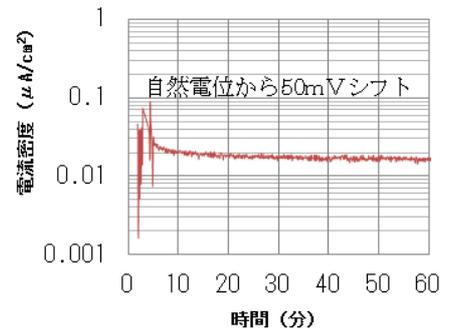


図-2 応答電流密度の時間変化

表-1 分極試験の水準

掃印速度(mV/分)	事前浸漬期間(日)
1	7
	15
	30
5	15
10	15

キーワード 余裕深度処分施設、浅地中処分施設、腐食速度、ひび割れ、低レベル放射性廃棄物

連絡先 〒105-8007 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株)土木技術本部 TEL 03-3561-3919

### 3. 試験結果と考察

分極試験の事前に浸漬した日数（事前浸漬期間）と自然電位の変化を図-3 に示す。自然電位は、浸漬直後は-350 (mV vs.CSE) 程度であり、その後5日程度まで貴な方向へシフトして5日目程度以降は-250(mV vs.CSE)程度を維持している。このような浸漬後の挙動は、不動態皮膜が比較的短い時間で形成されたことを示しているものと考えられる。

分極曲線におよぼす模擬溶液への事前浸漬期間による影響を図-4 に示す。既報の動電位ステップ法により取得した分極曲線に比較してアノード分極による応答電流密度のばらつきが小さく、アノード分極曲線はトリリニアな曲線となることが分かった。初期のアノード分極曲線の傾き図中①は高アルカリ環境下で生成した不動態皮膜下での腐食促進状態と想定される。さらにその後、図中②では応答電流密度が電位をシフトしても一定値となるほど傾きが非常に大きくなる。これはアノード分極によって酸化性被膜が生成し、自然電位の状態と相違するような不動態化が生じたと考えられる。初期の不動態皮膜下の腐食①から分極により生じた不動態化②の状態に移行するのに必要となる電位シフト量は、事前浸漬期間が長期になるほど大きくなっている。事前浸漬期間が長期になるほど自然電位の状態の不動態皮膜が安定し、①から②に移行するのにより大きなエネルギーが必要となる現象を計測できているものと想定できる。初期の不動態皮膜下における腐食速度は、事前浸漬期間によらず  $0.2 \mu \text{ m/y}$  ( $0.02 \mu \text{ A/cm}^2$ ) 程度であることが確認できた。

分極曲線におよぼす掃印速度による影響を図-5 に示す。掃印速度  $1 \text{ mV/分}$  と  $5 \text{ mV/分}$  においては、前述と同様に腐食速度は  $0.2 \mu \text{ m/y}$  程度となった。一方、掃印速度を  $10 \text{ mV/分}$  とすると、掃印速度を  $5 \text{ mV/分}$  のアノード分極の傾きが1回目変わった後の傾きと合致するアノード分極曲線が分極当初から現れる。掃印速度が速すぎて、初期の不動態下における腐食速度を計測できていないと考える。初期の不動態皮膜下における腐食速度を厳密に計測するためには、掃印速度は  $5 \text{ mV/分}$  程度以下にする必要はあると考えられた。

従来の文献調査では、酸化環境で  $1 \mu \text{ m/y}$  程度以下の腐食速度と設定<sup>[2]</sup>しており、これらの保守性を検証する結果がえられた。今後は溶存酸素の影響を検討し、還元性環境における腐食速度の検討を行う予定である。

#### 参考文献

- [1]杉橋直行ほか：余裕深度処分施設におけるセメント系人工バリア内の鋼材腐食に関する一考察，土木学会第63回年次学術講演会講演概要集，2008.
- [2]杉橋直行ほか：低レベル放射性廃棄物処分施設のコングリート中鋼材の腐食速度に関する実験的検討，土木学会第66回年次学術講演会講演概要集，2011.

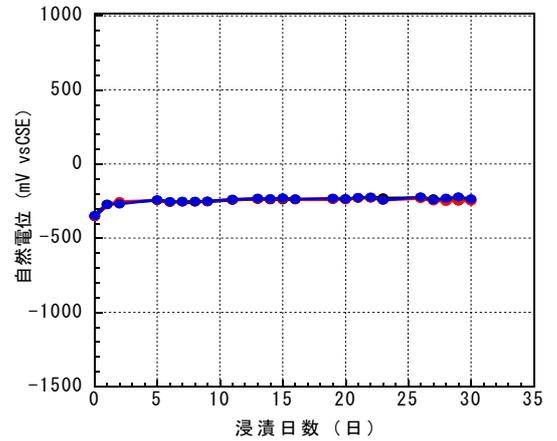


図-3 事前浸漬期間と自然電位

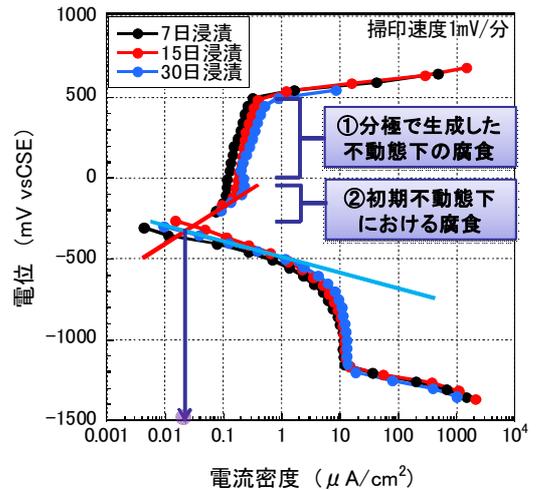


図-4 分極試験結果（浸漬期間の影響）

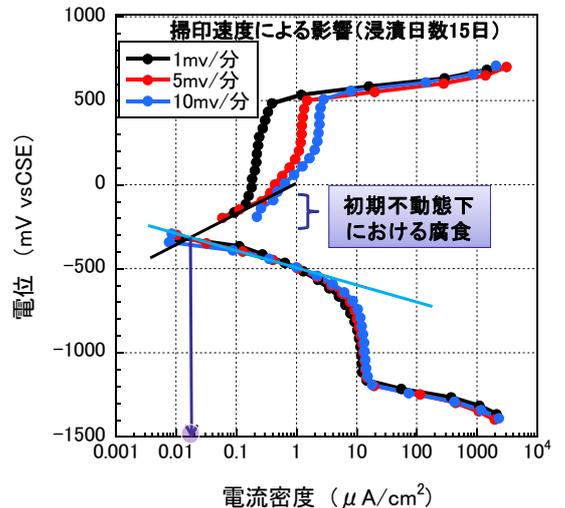


図-5 分極試験結果（掃印速度の影響）