

## 電気化学的計測における電位の掃引速度が分極曲線の形状に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 森川 亮太 九州大学大学院 正会員 濱田 秀則  
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 九州大学大学院 学生会員 高橋 勝也

### 1. はじめに

鉄筋の不動態被膜の状態を把握する方法の1つとして、分極曲線の測定がある。しかし、従来の分極曲線の測定では、測定対象物を水に浸漬し、測定を行う必要がある。さらに、分極曲線の測定には40分程度必要とするため、現状では現場での測定には適していない。これらの問題を解決できれば、不動態被膜の状態を把握する非常に有効な手段になると考えられる。したがって、本研究では、分極曲線の測定を実構造物に適用するための基礎的研究として、電位の掃引速度が曲線形状に及ぼす影響を実験的に調べた。

### 2. 検討項目

表-1に、従来の分極曲線の測定法(掃引速度 50mV/min.)での不動態被膜のグレード判定基準<sup>1)</sup>を示す。電流密度が大きくなるほど、不動態被膜の状態はより破壊されていると判定されることを示す。

本研究では、図-1に示す、従来の分極曲線の測定方法(左図)をA法、2重対極センサーを用いた測定方法(右図)をB法と定義する。なお、本研究で用いた2重対極センサーは、携帯型腐食診断器(株)四国総合研究所製 SRI-CM-III)に付属のセンサーである。

本研究では、2重対極センサーを用いた測定について、表-1の基準が適用可能であるかを検討した。さらに、掃引速度の変化が、分極曲線に与える影響を明らかにするため、電位の掃引速度を50, 100, 200mV/min.と変化させ、測定を行った。

### 3. 実験概要

表-2にモルタルの配合を示す。本研究では、水セメント比を40, 50, 60%とし、単位細骨材量は一定とした。セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm<sup>3</sup>)を用い、細骨材として海砂(表乾密度:2.56g/cm<sup>3</sup>, 吸水率:1.56%), 鉄筋は普通丸鋼SR235φ13mmを用いた。

図-2に供試体の形状および寸法を示す。N60については、かぶり10mm、供試体寸法を150×150×50mmとし、N40, N50については、かぶり30mm、150×150×100mmとした。鉄筋は、N60の供試体については1体につき2本配置し、N40, N50の供試体については1体につき3本配置した。なお、打設面に近い方から鉄筋をNo.1, No.2, No.3とした。

打設後1日で脱型を行い、材齢7日まで水中養生した。その後材齢21日まで気中養生した後、塩化物イオンを一次元的に浸透させるため、打設面に直交する1面を除く5面をエポキシ樹脂により2度被覆した。材齢28日より乾湿繰返しを開始し、塩分を浸透させた。

表-1 不動態被膜のグレード判定基準<sup>1)</sup>

グレード	分極曲線の値	不動態の状態
グレード0	電流密度が一度でも100 μA/cm <sup>2</sup> を超えるもの	全く不動態がない
グレード1	電流密度が10~100 μA/cm <sup>2</sup> を超えるもの	若干は不動態がある
グレード2	電流密度が一度でも10 μA/cm <sup>2</sup> を超え、かつグレード1またはグレード3に含まれないもの	↑ 状 不 態 動 は 態 悪 被 く 膜 な の る
グレード3	電流密度が1~10 μA/cm <sup>2</sup> にあるもの	
グレード4	電流密度が一度でも1 μA/cm <sup>2</sup> を超え、かつグレード1, グレード2およびグレード3に含まれないもの	
グレード5	電流密度が1 μA/cm <sup>2</sup> を超えないもの	非常に良好な不動態がある

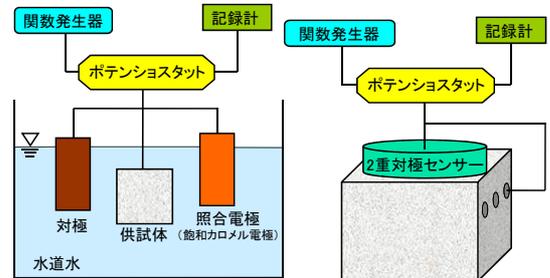


図-1 測定方法概念図 (A法およびB法)

表-2 モルタルの配合

配合名	かぶり (mm)	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )		
			W	C	S
N40	30	40	229	574	1508
N50	30	50	252	503	1508
N60	10	60	269	448	1508

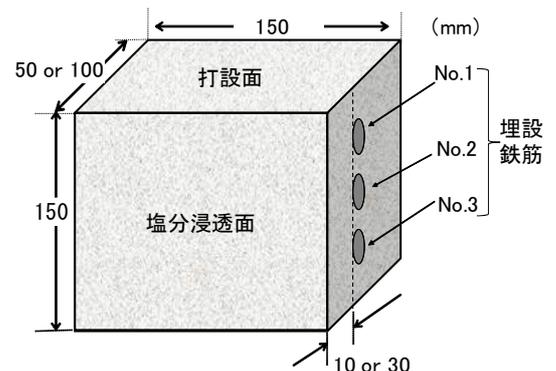


図-2 供試体の形状寸法

乾湿繰返しの方法は、乾燥5日、塩水浸漬2日を1サイクルとし、N40、N50は60サイクル、N60は20サイクル程度行った。なお、塩水の濃度はNaCl換算で10%とした。

分極曲線を測定した後、自然電位に戻るまでは時間を要するため、再度試験を行う際は24時間以上の間隔を空けて行った。なお、2重対極センサーの照合電極は、飽和塩化銀電極であるため、SCE(飽和カロメル電極)に補正した。

4. 結果および考察

本試験において、同一供試体内の鉄筋すべてにおいて同じ傾向を示した。よって以下では、最も打設面に近い鉄筋No.1についてのみ示す。

図-3に掃引速度50mV/min.で測定した時のA法とB法の分極曲線の比較を示す。図中の記号N40-1は、N40供試体の鉄筋No.1の結果であることを示す。多少の相違はあるものの、A法とB法とで分極曲線の形状はほぼ同じであった。よって、B法を、表-1の基準に適用できると考えられる。

次に、A法における掃引速度の影響を図-4に、B法における掃引速度の影響を図-5に示す。全ての供試体において、A法およびB法ともに掃引速度が大きいほど右側にシフトしており、不動態被膜の状態は、より破壊されている傾向に判定される。よって、掃引速度200mV/min.で分極曲線を測定した場合、掃引速度50mV/min.に補正する必要があると考えられる。

図-6にN40の鉄筋No.1における、掃引速度50mV/min.に対する、100、200mV/min.の電流密度の計測値結果を示す。掃引速度50mV/min.に対し、100、200mV/min.の電流密度の計測値はそれぞれ10%、40%大きかった。また、N50、N60も同様の傾向を示した。この関係を用い、掃引速度100、200mV/min.での測定結果を、掃引速度50mV/min.時の値に換算することが可能である。

5. 結論および今後の課題

- (1) 2重対極センサーを用いた場合(B法)の分極曲線は、従来の方法(A法)により求めた分極曲線とほぼ同様となった。
- (2) 掃引速度100、200mV/min.で測定を行った場合、掃引速度50mV/min.に対して、電流密度の計測値がそれぞれ10%、40%程度増加した。これらの関係より、掃引速度50mV/min.時の値に換算可能である。

【参考文献】

- 1) 大即信明：コンクリート中の鉄筋の腐食に及ぼす塩素の影響に関する研究、港湾技術研究所報告、pp.194-195、1985

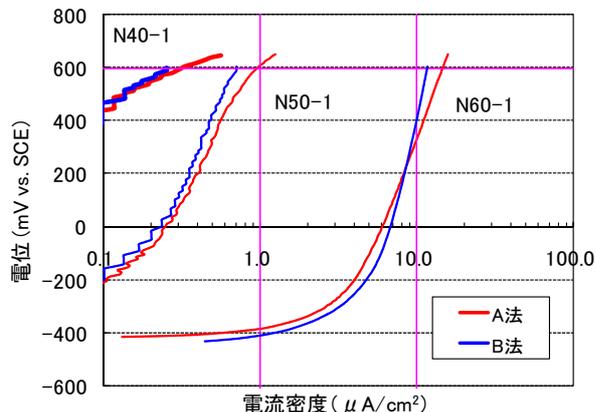


図-3 A法とB法の比較

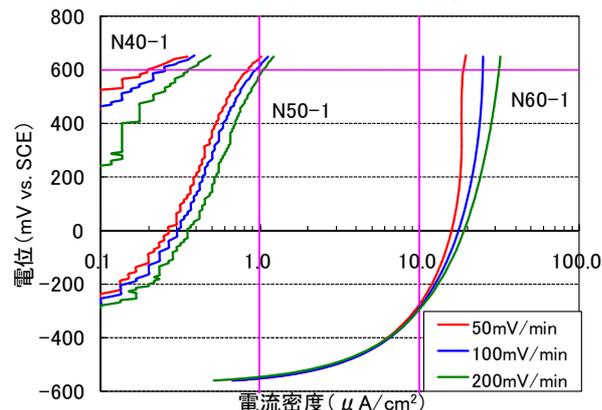


図-4 A法における掃引速度の影響

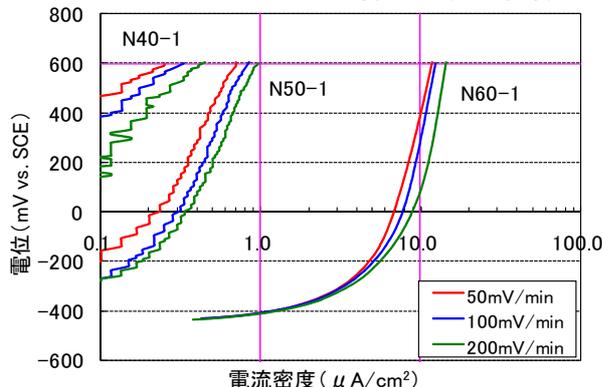


図-5 B法における掃引速度の影響

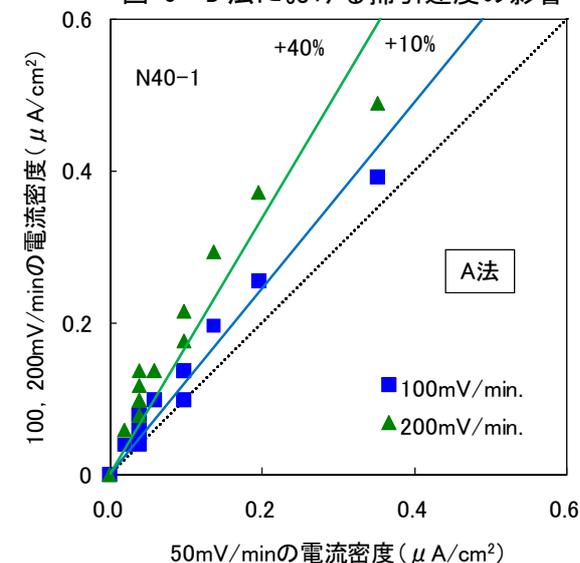


図-6 掃引速度50mV/min.に対する測定値