

鉄筋コンクリートの電気防食における鉄筋のカソード分極特性の温度依存性に関する検討

東北大学 学生会員 ○佐藤 唯 正会員 皆川 浩 久田 真
 住友大阪セメント(株) 正会員 鹿島 篤志 山本 誠 若杉三紀夫

1. 研究の背景と目的

海水飛沫や凍結防止剤、海砂の使用などによる塩害が問題となっている今日、環境によっては他工法と比較して再劣化のリスクが小さい電気防食の需要が高まっている。設計段階で防食効果を予測する上で陽極のアノード分極特性、鋼材のカソード分極特性を把握することが必要であることは分かっているが¹⁾、これらは湿度など様々な要因によって変化するため²⁾、未だ不明確な点が多い。本研究では、温度が鉄筋のカソード分極特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準

本研究では、温度と鉄筋の腐食グレードを実験要因とした。温度は 5℃、10℃、20℃、30℃、40℃の5水準、腐食グレードはA～Dの4水準とした。また、コンクリート中の塩化物イオン量は表-2に示すように鉄筋の腐食グレードに応じて0.0、1.2、2.5 kg/m³とした。

2.2 供試体概要

供試体の概要を図-1に、コンクリートの配合を表-1に示す。鉄筋はD13の異形鉄筋をあらかじめ電食によって各腐食グレードの腐食状態に調整したものを使用した。なお、各グレードに調整した腐食による質量減少率を表-2に示す。陽極材はチタンメッシュ陽極を用いた。コンクリートを打設した翌日に脱型し、20℃環境下にて水中養生させ、脱型からの材齢で60日後に試験環境へ移設した。

2.3 実験方法

(1) 温度の調整方法

各配合、各腐食グレードの供試体を1体ずつ、さらに別途作製した熱電対を埋設した同配合、同寸法の供試体を恒温槽に設置し、恒温槽内の温度を変化させた。なお、湿度は常にR.H.90%以上とした。

(2) カソード分極試験方法

公称直径から算出される鉄筋表面積辺りの電流密度を変化させてカソード分極試験を行い、分極量100mVを達成するまでに約4回、分極量250mV近傍を達成す

表-1 示方配合

供試体	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	AE 剤
OPC	50	4.5	43.0	169	338	765	1103	0.085
HPC	40	4.5	43.1	169	423	735	1055	0.106

表-2 鉄筋の腐食グレード

腐食グレード	鋼材の腐食状況	塩化物イオン量	質量減少率 (%)	
			OPC	HPC
A	施工時の状態を保ち腐食なし	0.0kg/m ³	0.1	0.1
B	部分的に浮き錆あり	1.2kg/m ³	1.3	1.4
C	表面の大部分に腐食あり	2.5kg/m ³	8.9	6.1
D	鉄筋の全周にわたり断面欠損	2.5kg/m ³	11	8.8

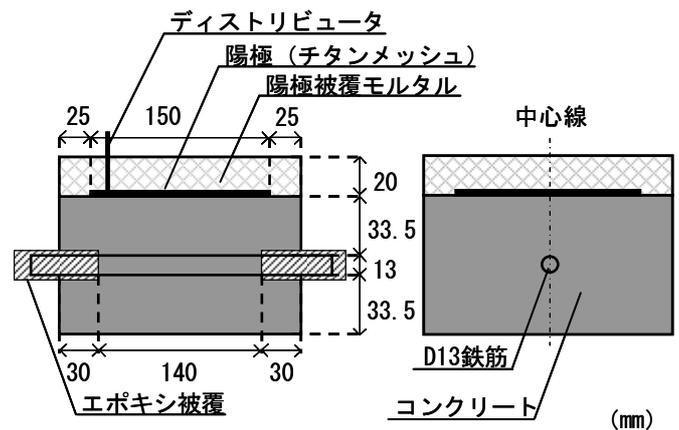


図-1 供試体概要

るまでに約4回の測定を実施した。また測定時の室温は、供試体を保管した恒温槽内の温度と同一に調整し、その温度を保持したままカソード分極試験を実施した。

3. 実験結果及び考察

3.1 みかけのカソード分極抵抗の温度依存性

本研究では図-2に示すようにカソード分極曲線を二直線近似することで二つのみかけのカソード分極抵抗を算出した。定量的に曲線を直線近似するために、各直線における相関係数の二乗値の和が最大となるように近似直線を決定した。このようにして得られた二つのみ

キーワード 電気防食, カソード分極抵抗, 防食電流密度, 温度, アレニウス則

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院土木工学専攻 TEL022-795-7430

かけのカソード分極抵抗を R_A および R_B ($\Omega \text{ m}^2$) とする。なお、本研究ではアレニウス則を参考にして、 $\log(1/R_A)$ 、 $\log(1/R_B)$ と絶対温度 (T , [K]) の逆数の関係について考察する。

図-3 より、相関係数の低い直線も見られるが概ね $\log(1/R_A)$ または $\log(1/R_B)$ と $1/T$ は負の比例関係になることがわかる。相関係数の低い理由としては、本研究におけるみかけのカソード分極抵抗の算出方法自体が近似によるものであること、自然電位およびインスタントオフ電位の測定誤差などが考えられる。また、腐食グレードと図-3 中の直線の勾配との間には明確な関係が認められないことから、カソード分極抵抗の温度作用の感受性は腐食程度以外の要因の影響もある可能性がある。

3. 2 100mV シフトに必要な防食電流密度の温度依存性

本研究では、カソード分極曲線より、100mV の鉄筋分極量を達成した前後の二点間の勾配より、100mV の分極量を満足するために必要な電流密度を算出し、これを100mV シフトに必要な防食電流密度 (i_{100} , [mA/m^2]) と定義した。得られた i_{100} について図-3 と同様のプロットを行った結果を図-4 に示す。

図-4 より、相関係数の低い直線も見られるが概ね $\log(i_{100})$ と $1/T$ の間には負の比例関係が確認できる。また、みかけのカソード分極抵抗の場合と同様に、腐食グレードと図-4 中の直線の勾配との間には明確な関係は認められなかった。

4. まとめ

以上の検討より、みかけのカソード分極抵抗の逆数および 100mV シフトに必要な防食電流密度の対数値と絶対温度の逆数の値との間には、ほぼ負の比例関係が認められ、温度変化がカソード分極特性に及ぼす影響をアレニウス則を用いて評価できる可能性を示した。なお、本研究の環境条件に関する実験要因は限定的であるため、さらに多くのデータを収集する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 皆川浩ほか：有限要素法による鉄筋コンクリート電気防食の電流分布に関する検討、「コンクリート構造物の長期性能照査支援モデル」に関するシンポジウム，Vol.JCI-C64，pp.351-356，日本コンクリート協会，2004
- 2) 青山敏幸ほか：電気防食を適用した鋼材のカソード分極挙動に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.1363-1368，2009

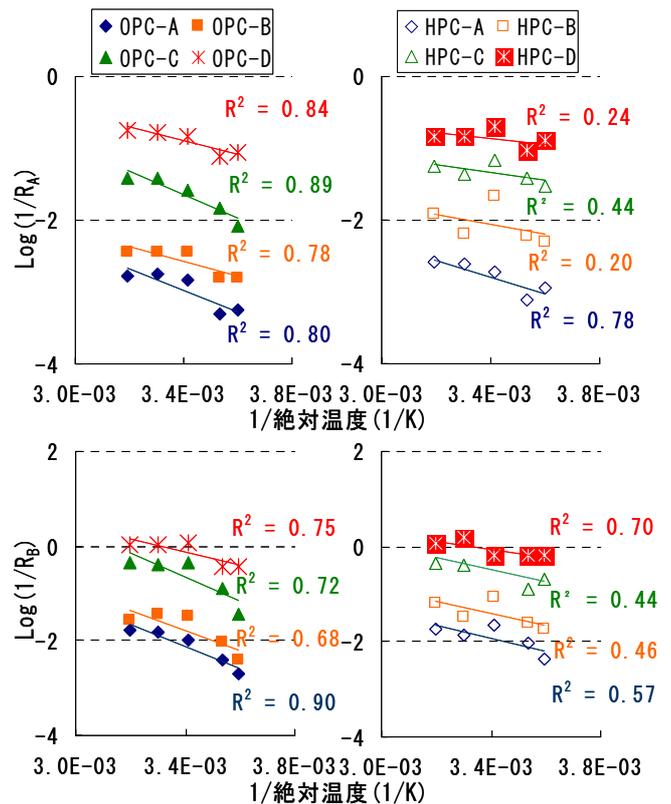
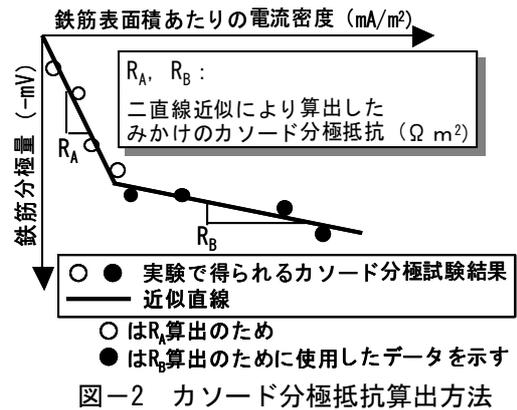


図-3 分極抵抗におけるアレニウスプロット

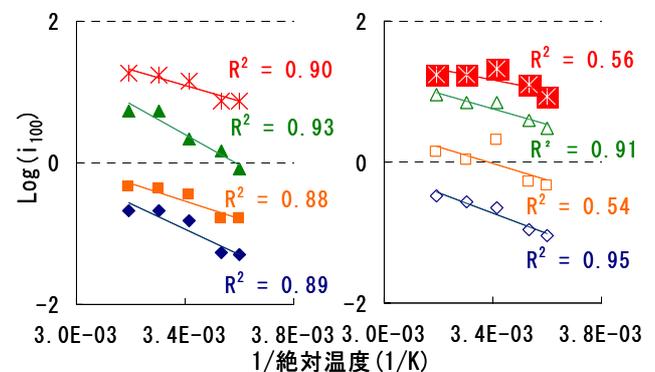


図-4 防食電流密度におけるアレニウスプロット