

環境の季節変動が電気防食工法の電流分布性状と分極性状に及ぼす影響

東北大学 学生会員 ○ 高島 あゆみ
東北大学 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

電気防食工法の設計段階で防食効果を予測する際に、鉄筋の分極特性を適切に把握することが必要である¹⁾。しかし分極特性は、鋼材の腐食程度や構造物の供用環境、温度などにより変動するため²⁾、未だ不明確な点が多い。また防食効果への影響が大きい防食電流の分布について、実寸大供試体を用いて定量的に評価した事例は少ない。そこで本研究では、港湾栈橋のRC梁を模擬した実寸大供試体を用いて、環境の季節変動が鉄筋の電流分布性状と分極性状へ及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要および実験要因

供試体は大井コンテナ埠頭における栈橋のRC梁を模擬しており、その形状及び寸法、鉄筋番号を図-1に示す。使用セメントは普通ポルトランドセメントでW/C=60%、スランブ=8.0 cm、空気量=4.5%、単位水量W=162 kg/m³である。供試体上部200 mmにはCl⁻量10 kg/m³となるように練混ぜ水にNaClを混入し打設した。主筋、スターラップは分割鉄筋とし、それぞれD29、D16を使用した。陽極材はチタンリボンメッシュとチタンメッシュを使用し、図-2の位置に設置した。また実験要因は分極試験を実施する際の環境の季節変動とし、冬季（材齢1カ月）と夏季（材齢9カ月）に屋外で測定を行った。各季節における環境条件を表-1に示す。なお供試体は、冬季測定から夏季測定までの期間、ブルーシートで覆い保管した。

2.2 実験方法

(1) カソード分極試験方法

直流電源装置にて電流を変化させ分極試験を行い、分極量100 mVを達成するまでに5±1回、250 mVを達成するまでに5±1回の頻度で測定を行った。スターラップは主筋と絶縁させた。測定項目は供試体への流入電流、埋設した照合電極による鉄筋電位、4プローブ法によるコンクリート抵抗率である。

(2) 鉄筋および陽極の流出・流入電流量の測定方法

回路中に1Ωのシャント抵抗を設置し、シャント抵抗間の電圧を測定することで、分割鉄筋への流入電流を測定した。本研究では、式(1)に示す無次元化した電流密度比により鉄筋へ流入する電流分布を評価した。これにより供試体に流れる電流

値の相違に関わらず、電流の分布性状を評価できる。

$$i_c = \frac{i_n/I}{A_n/A_s} \quad (1)$$

ここで、 i_c ：電流密度比、 i_n ：各鉄筋への流入電流量 [A]、 I ：印加電流量 [A]、 A_n ：各鉄筋表面積 [m²]、 A_s ：全鉄筋表面積 [m²]である。今回は、Cl混入部において分極量が100 mV近傍に達した時点の電流密度比で電流分布を評価した。

表-1 各季節における環境条件

季節 (材齢)	外気温 (°C)	相対 湿度 (%)	コンクリート抵抗率 ρ (Ω m)			
			リボン		メッシュ	
			Cl混入部	健全部	Cl混入部	健全部
冬季 (1カ月)	9.8	79.8	185.0	174.0	134.4	183.5
夏季 (9カ月)	28.9	61.0	464.7	1696.8	527.0	1631.7

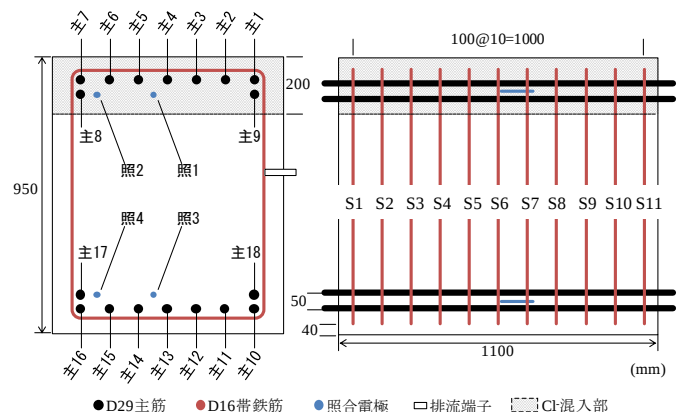


図-1 供試体の形状、寸法および鉄筋番号

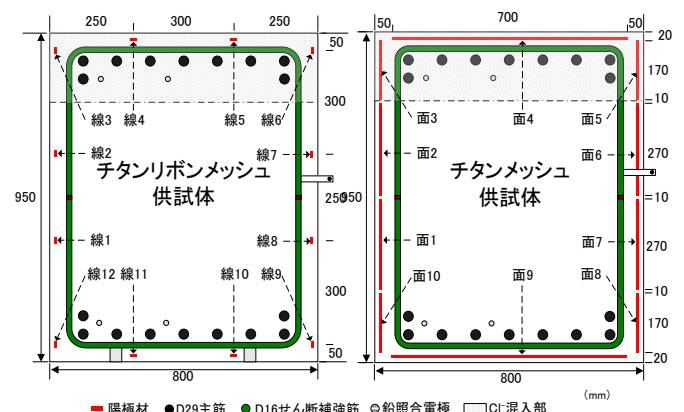


図-2 陽極材の設置状況

キーワード 電気防食, カソード分極曲線, 電流分布, 季節変動

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 TEL 022-795-7430

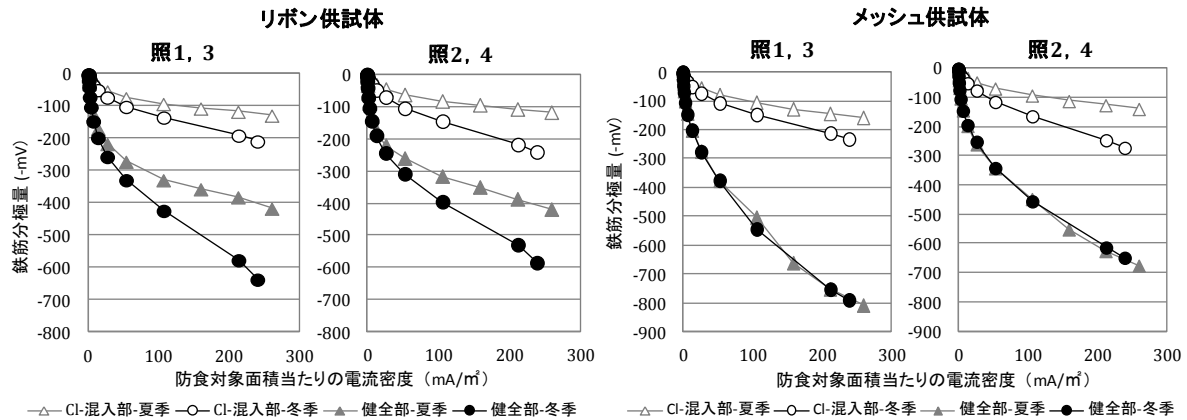


図-3 各供試体における分極試験結果

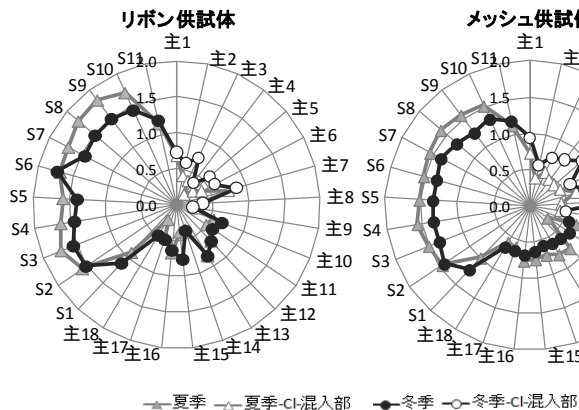


図-4 各供試体における鉄筋の電流密度比

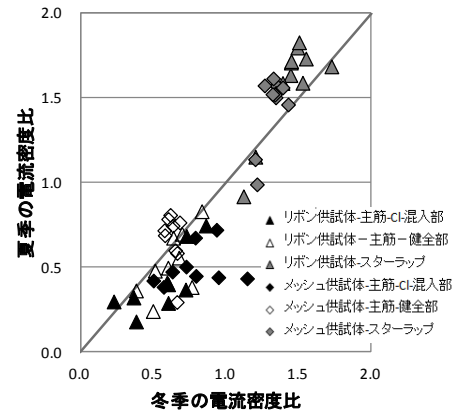


図-5 夏季と冬季における電流密度比の比較

3. 実験結果および考察

3.1 鉄筋の分極性状に及ぼす影響

図-3に分極試験結果を示す。図-3より、おおむね冬季に比べて夏季の方が分極し難いことが認められる。これは夏季においては、気温の上昇によって腐食反応が活性化され、それに伴いカソード分極に必要とされる電流が多くなり、見かけ上、鉄筋がカソード分極しにくくなったためと考えられる。ただしメッシュ供試体の健全部に関しては、冬季から夏季にかけての分極挙動に変化は見られず、気温以外の要因の影響も考えられる。しかし、各部位の主筋の分極挙動は照合電極の位置に関わらず同等である。そのため、鉄筋の真のカソード分極抵抗に及ぼす季節の影響も部位ごとに同様の傾向であると推定される。

3.2 鉄筋の電流分布性状に及ぼす影響

図-4に各供試体における鉄筋の電流密度比を示す。図-4より陽極の種類によらず、冬季に比べ夏季では主筋よりスターラップへ電流が流入しやすいことが認められる。この原因としては鉄筋のカソード分極抵抗 R_c とコンクリート抵抗率 ρ の時間変化が考えられる。ここで、電流分布の広がりの容易さを表す分極パラメータ l を式(2)に示す。一般に l が大きいほど電流は広く分布するようになると考えられている。

$$l = R_c / \rho \quad (2)$$

表-1に示すように ρ は、冬季より夏季において大きくなった。一般に温度が高いと ρ は小さくなるが、今回は前述した供

試体の保管方法により、コンクリート内部の自由水が水和反応および乾燥による逸散で減少したため、温度より乾燥の影響が支配的となって夏季の ρ が高くなったと考えられる。また3.1より、鉄筋のカソード分極抵抗は冬季に比べ夏季において小さくなったと推測される。以上より分極パラメータは、冬季に比べ夏季において小さくなった。つまり、夏季では電流が広がり難かったため、かぶり厚さの小さいスターラップへ電流が流入しやすくなったと考えられる。また図-5より、メッシュ供試体における健全部の主筋では、冬季より夏季に電流が流入しやすくなっているが、これは図-3より鉄筋のカソード分極抵抗が冬季と夏季で同程度となった影響と考えられる。

4. 結論

- 1) 陽極の種類によらず冬季に比べ気温の高い夏季の方が、鉄筋はカソード分極し難い。
- 2) 冬季と夏季とで防食電流が流入しやすい鉄筋が変化し、電流分布性状が変化した。これは、鉄筋のカソード分極抵抗とコンクリート抵抗率の比である分極パラメータにより説明が可能であることが確認された。

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.351-356，2004
- 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検討，vol.31，No.1，pp.1363-1368，2009