

コンクリート中鉄筋の腐食速度とターフェル勾配の関係に関する検討

日本防蝕工業(株)技術研究所	正会員	○竹子	賢士郎
日本防蝕工業(株)技術研究所	正会員	山本	悟
京都大学大学院工学研究科	正会員	高谷	哲

1. 目的

コンクリート中の鋼材は塩害によって腐食する。しかし、供試体試験ではコンクリート中に十分な塩分があっても腐食が停止する場合がある。本報では、小型の供試体を用いて3種類の環境下に曝露し、それに伴うアノード及びカソードのターフェル勾配の経時変化を比較し、コンクリート中鋼材の曝露環境の違いによるターフェル勾配と腐食速度の関係を調べたので報告する。

2. 試験方法

供試体の形状寸法を図-1に示す。塩化物イオンを10kg/m³含む供試体を飽和湿度大気中環境(飽和湿度)、乾燥環境(乾燥)、冠水環境(冠水)の3種類の環境に4体ずつ曝露し、1週間ごとにCIPE法¹⁾を用いて分極測定を行い、2週間おきに解体して鉄筋の質量減(g)を求めた。供試体は打設2週間後に脱型し、最長で56日間曝露した。分極測定はCIPE法におけるターフェル勾配 β_a^{tmp} 、 β_c^{tmp} を求め、腐食速度の変化と比較した。CIPE法における β_a^{tmp} および β_c^{tmp} の例を図-2に示す。 β_a^{tmp} および β_c^{tmp} とは、CIPE法によって腐食速度を測定する際のターフェル勾配の目安を示し、ここでは200mA/m²とその1段階下の電流密度におけるターフェル勾配とした。しかし、電流密度200mA/m²の時に分極量が10mVに満たない場合、それを満たすまで、その上の電流密度を読み取って同様にターフェル勾配を求めた¹⁾。

3. 試験結果および考察

曝露期間中の鉄筋の自然電位変化を図-3に示す。なお以下の結果は代表的な鉄筋のデータについて例示する。曝露環境が飽和湿度と乾燥において、自然電位は初期に-425mV、-456mV vs SCEを示し、その後-386mV、-402mV vs SCEへと緩やかに上昇した。一方冠水環境では、自然電位は浸漬開始から急激に卑化し、曝露開始35日後から-740~-760mV vs SCEの範囲で卑な値を示した。これは、飽和湿度及び乾燥と比較して、浸漬によりコンクリート中の

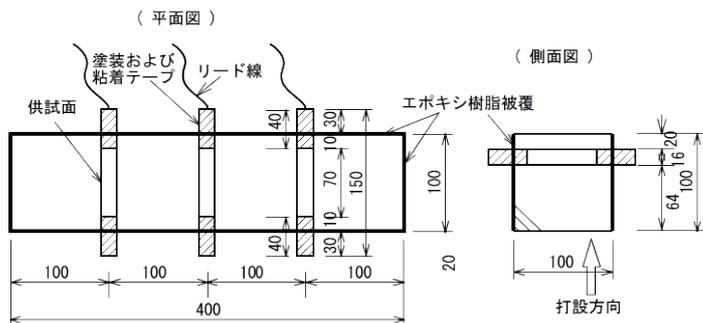


図-1 供試体形状および寸法

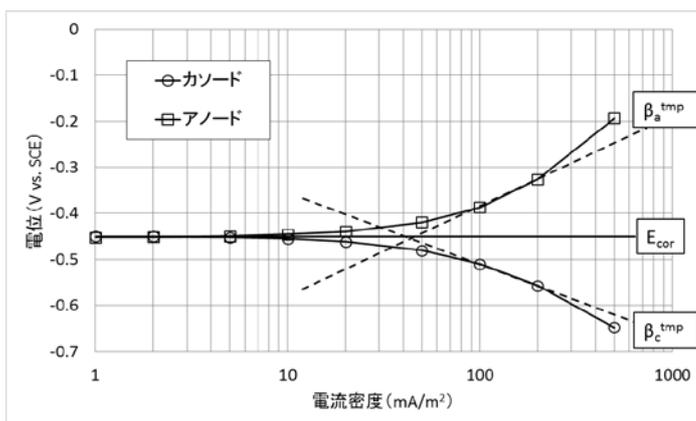


図-2 CIPE法におけるターフェル勾配の目安

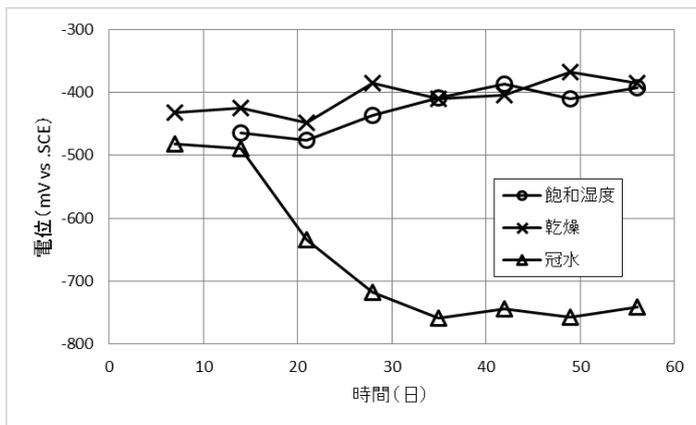


図-3 曝露期間中の自然電位変化

キーワード コンクリート中鋼材, 腐食, 塩害, 分極測定, 供試体試験, CIPE法,

連絡先 〒258-0021 神奈川県足柄上郡開成町吉田島 3540-2 日本防蝕工業(株)技術研究所 TEL 0465-44-4114

鋼材への酸素の供給性が低下したためと考えられる。

β_a^{tmp} の経時変化を図 - 4 に、 β_c^{tmp} の経時変化を図 - 5 に示す。飽和湿度では、 β_a^{tmp} および β_c^{tmp} とともに大きな変化は見られなかった。乾燥の β_a^{tmp} は、初期に約 150mV だったが、時間とともに徐々に増加し、最終的に曝露 35 日後には 200mV 以上になった。また、乾燥の β_c^{tmp} は初期から 200mV 以上の分極を示し、その後も増加傾向を示し、56 日後に 272mV まで増加した。これらは供試体の乾燥により、アノード部への水の供給が悪くなり、アノード部の活性が低下したことと、反応面積の減少により実質の電流密度が高くなったことが原因と考えられる。次に、冠水の β_a^{tmp} は曝露 35 日目まで低下しその後は 70mV 前後の低い値で安定した。同様に β_c^{tmp} も初期 140mV だったものが、21 日後から 70mV 前後まで低下した。これらの低下は図 - 3 の自然電位変化と一致していた。これは浸漬によって細孔中へ水が侵入し、鋼材表面の実質の面積が増加し、実質の電流密度が低下したこと、および鋼材表面への酸素の供給性が低下したことが原因と考えられる。

各期間における質量減の変化を図 - 6 に示す。飽和湿度では、曝露 27 日後から、乾燥および冠水では、曝露 14 日後から質量減はほぼ等しくなり、腐食がほぼ停止したことを示した。これらの腐食が停止した理由は、アノード反応による酸の生成速度よりもコンクリート中のアルカリ成分の供給速度が上回ったため、アノード部が不活性になったことによると考えられる。

4. まとめ

小型の供試体を 3 種の環境下(飽和湿度, 乾燥, 冠水)に曝露し、そのターフェル勾配 β_a^{tmp} および β_c^{tmp} の経時変化と腐食速度の関係を調べた結果、以下のことが分かった。①コンクリート中鉄筋は乾燥すると、反応面積の減少によりターフェル勾配 β_a^{tmp} および β_c^{tmp} が増加し、水の供給が悪くなることで腐食が停止した。②コンクリート中鉄筋は冠水すると、反応面積の増加によりターフェル勾配 β_a^{tmp} および β_c^{tmp} が減少し、酸素の供給性が悪くなることで腐食が停止した。③十分な塩分を含んだコンクリート中鉄筋であってもアルカリ成分の供給速度によっては腐食が停止する。

参考文献

- 1) 竹子賢士郎, 山本悟, 高谷哲: 分極曲線測定によるコンクリート中鋼材の腐食速度測定方法の開発, 日本コンクリート工学協会年次論文集1342, Vol.36, 2014
- 2) 竹子賢士郎, 山本悟, 高谷哲: コンクリート中鋼材の腐食速度測定方法の精度確認試験, 腐食防食学会第 61 回材料と環境討論会講演集, pp.55-58, 2014

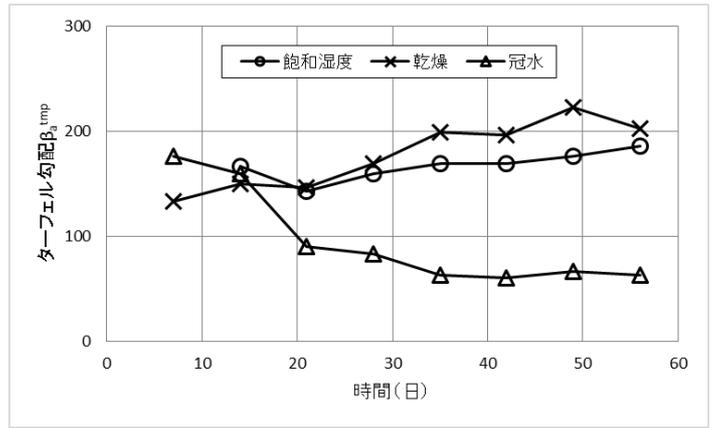


図 - 4 ターフェル勾配 β_a^{tmp} の経時変化

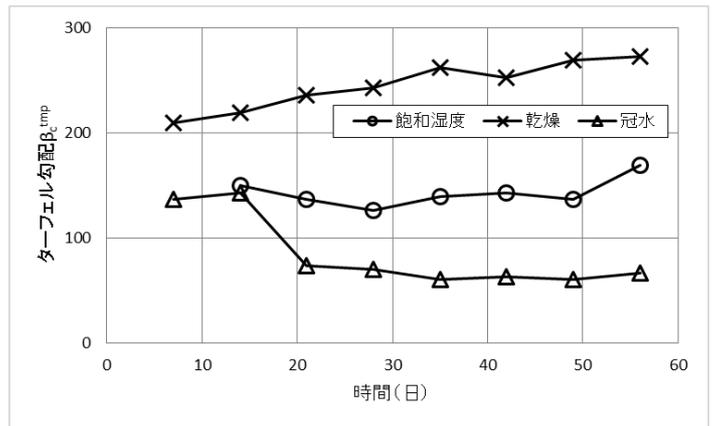


図 - 5 ターフェル勾配 β_c^{tmp} の経時変化

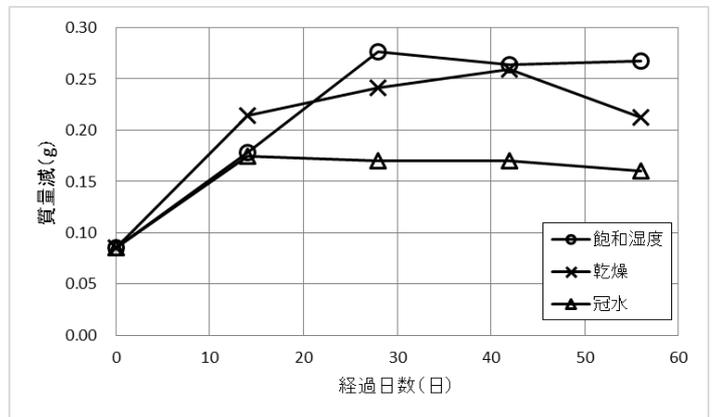


図 - 6 各期間における質量減の変化