

川田工業(株) 正員 ○橘 吉宏
 川田工業(株) 正員 作田 孝行
 川田工業(株) 正員 前田 研一
 金沢大学工学部 正員 梶川 康男

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の耐久性向上を目ざして、コンクリート中の鋼材の腐食防食に関する研究を目的とした暴露試験がさかに行われるようになってきている。一方、長期にわたる暴露試験に対して、防食効果の早期確認のために、試験期間の短縮を目的とした腐食促進装置を用いての試験も実施されており¹⁾、成果を得ている。本報告は、このような有用性をもつ腐食促進装置として潮の干満を実験室内で再現する装置を試作し、腐食促進試験中の鉄筋コンクリート供試体(RC供試体)の腐食モニタリング法として自然電位法を適用した場合の考察を行った結果について報告するものである。

2. 自動腐食促進装置

腐食促進装置の概要を図-1に示す。装置は、塩水貯蔵水槽、供試体設置水槽、電動ポンプ、電動弁、水位センサーと、それらを制御するコントローラーから成り、塩水貯蔵水槽と供試体設置水槽との間の塩水の定期的な交換により、コンクリート供試体は塩水による乾湿の繰り返し作用を受けることになる。以下に、この装置の作動原理を簡単に説明する。まず、電動弁①③を開くことにより塩水は貯蔵水槽から供試体設置水槽①に自然流下し、所定的水位にまで達すると水位センサーからの信号により電動弁①が閉じられる。それと同時に電動弁②が開かれ、供試体設置水槽②についても同様に水位センサーの働きにより所定の水位で塩水が満たされる。各水槽への注水が終了すると電動弁③が閉じられる。塩水貯蔵水槽への揚水は電動ポンプによりなされ、注水時と同様に電動弁①②と水位センサーの働きにより、供試体設置水槽①の揚水、供試体設置水槽②の揚水と順次行なわれる。この注水、揚水は、1日最大2サイクルまで、任意の時刻に設定できるようになっている。

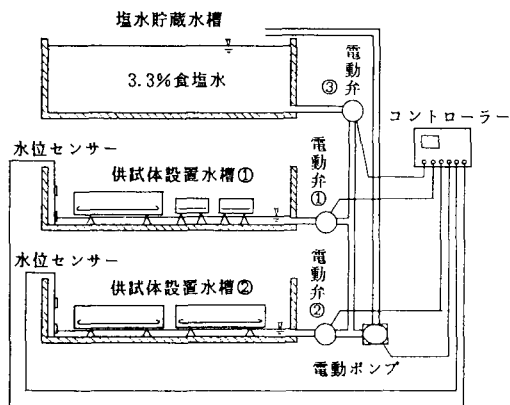


図-1 腐食促進装置の概要

に電動弁①②と水位センサーの働きにより、供試体設置水槽①の揚水、供試体設置水槽②の揚水と順次行なわれる。この注水、揚水は、1日最大2サイクルまで、任意の時刻に設定できるようになっている。

この装置の利点として、構造が単純なために故障が少なく、また自動制御であるために管理が容易であること、塩水が水槽内だけの移動であるために周囲に与える塩分の影響が少ないこと、任意の場所に設置が可能であり、恒温恒湿室にも容易に設置ができることが挙げられる。

3. 腐食促進試験および電位測定概要

(1) RC供試体 腐食促進試験を行ったRC供試体の鉄筋には黒皮付き異形棒鋼を用い、コンクリートには普通ポルトランドセメントを用いてW/Cを59%とした。また、通常の供試体の他、腐食状況を観察することを目的として、図-2に示すガラス貼り供試体を作成した。この供試体は、異形棒鋼D16を半分に切断して、コンクリート打設、硬化後に、ガラス板をエポキシ系の接着剤により接着したものであり、腐食状況と自然電位との関係を調べるためのものである。

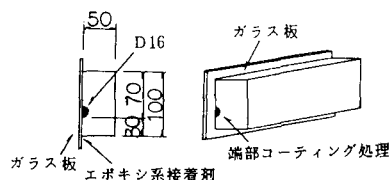


図-2 ガラス貼り供試体

(2) 腐食環境 腐食促進装置は、湿度が50~70% (自記式温湿度計により連続記録) の通常の室内に設置し促進試験を行った。今回の腐食促進試験は1986年8月上旬に開始し、1987年3月の時点で試験を継続中である。塩水として3.3%食塩水を使用し、乾湿の繰返しは、2時間水没後10時間乾燥で1日2サイクルで実施した。

(3) 自然電位の測定 自然電位の測定概要を図-3に示す。電位の測定は飽和硫酸銅電極を用いて行ない、約10日間隔で電位の測定を実施した。

4. 試験結果と考察

(1) 腐食状況 いずれのガラス貼り供試体も、腐食促進を始めて約180日で緑色の生成物が確認されるようになり、図-4に220日経た時点でのその緑色生成物の状況例を示す。この緑色の生成物は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ から $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (赤さび) への移行段階で生ずる緑色錆体の一種であり、コンクリート中の鉄筋の不動態膜が破壊され活性化している状態であると推定された。図-5に示すように、コンクリートの温度が80日以降は10℃前後と低い時期であったことから、鉄筋の腐食の確認まで約180日を要したが本装置の腐食促進装置としての有用性が確認された。

(2) 自然電位測定結果 ガラス貼り供試体の自然電位の経時変化の一例を図-6に示す。測定された電位値は、腐食促進開始直後に約100 mV卑の方へと変化し、その後貴の方へと向かい、再び徐々に卑な方向に向かう傾向にある。このような腐食促進開始時の電位のピークはガラス貼り供試体を含めた他の供試体についてもみられ、高いものでは200m~300mV卑な方へと変化した供試体もあった。この時にガラス貼り供試体では鉄筋周辺の変状は観察できなかった。このような現象の理由の1つとして文献2)では、電位測定面と鉄筋との間に塩分の濃度差がある場合に濃淡電位差が生ずる可能性のあることを指摘しており、理論上ではこの電位差 E (V) は、 $E = RT/ZF \cdot \ln C_1/C_2$ であらわされる。Rは気体定数、Tは絶対温度、Zはイオンの価数、Fはファラデー定数、 C_1/C_2 はイオンの濃度比である。上式によると Cl^- イオンの濃度差によっても、測定される電位値が実際の電位値よりも卑となることが理解できる。

5. まとめ

潮の干満を実験室で再現する腐食促進装置を試作して促進試験を実施し、その効果を確認できた。また、本装置のような環境下における促進試験中のRC供試体に自然電位法を適用した場合、促進初期の段階での塩分の濃度差によると考えられる電位値の変化がみられ、腐食の判定に影響を及ぼすことがわかった。最後に、本報告をまとめるにあたり、多大な御協力をいただいた京都大学・宮川豊章助手に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 新藤, 松岡, 内藤: 「乾湿くり返し環境下における樹脂含浸コンクリートの塩分遮断効果について」 第40回土木学会概要集, 1985
- 2) Brown, R.D., M.P. Geoghegan, A.F. Baker: "Analysis of Structural Condition from Durability Results", Corrosion of Reinforcement in Concrete Construction, pp193~222, Ellis Horwood Ltd., 1983

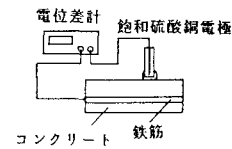


図-3 電位測定概要

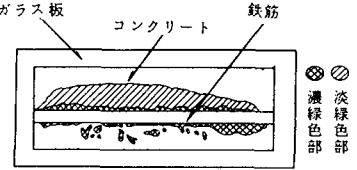


図-4 腐食状況 (220日経過)

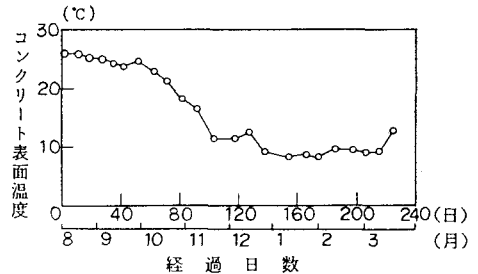


図-5 コンクリート表面温度

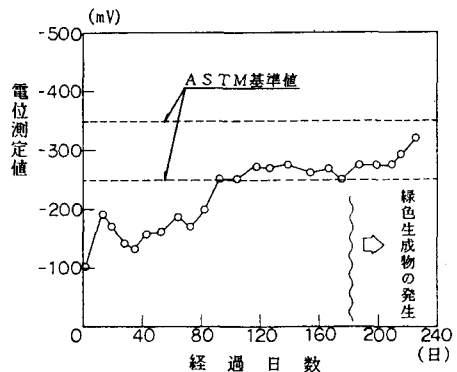


図-6 ガラス貼り供試体電位測定結果
(温度補正なし)