

貼付け型シート陽極を用いたターフェル外挿法による腐食速度の計測

ショーボンド建設 正会員 ○三村 典正
 ショーボンド建設 正会員 黒川 公人
 京都大学大学院 正会員 河野 広隆

1. 目的

コンクリート構造物中の鋼材の腐食速度を測定する場合、一般にコンクリートを湿潤状態とした後、電極を躯体に接触させ、電極からコンクリートを介して鋼材表面へ通電し、その通電量と電位変化から腐食速度を測定する。その際、コンクリートを湿潤状態とするのは、乾燥状態では電極とコンクリートとの間で電氣的な接触が悪く、抵抗やノイズ等が発生し、その影響で測定できないためであると考えられる。一方、コンクリートを湿潤状態とすると酸素の拡散速度等に影響するため、同じ条件下での相対比較は可能であるが、湿潤状態でない実環境下での腐食速度とは異なる可能性がある。そこで、コンクリートとの接触部に導電性粘着材を使用した貼付け型シート陽極を対極として用いることで、湿潤状態とすることなく、所定の環境条件下の状態でターフェル外挿法により腐食速度を安定的に測定できるかを検討した。

2. 供試体と対極の概要

2. 1 供試体の概要

鋼材($\phi 19 \times 320\text{mm}$)を内在したコンクリート供試体($100 \times 150 \times 400\text{mm}$, 18-8-20N, 水セメント比 65%, 塩化物イオン量 6kg/m^3)を作製し、腐食速度測定用の供試体とした。供試体は、 20°C 環境下にて封かん状態で28日間養生後、気中にて150日間養生した。その後、約200日間の暴露試験を実施した後、ターフェル外挿法で腐食速度を測定した。なお、鉄筋はモルタルスペーサーを用い、型枠底面から30mmとなる位置に設置し、腐食速度はコンクリート打設面のかぶり51mm側の供試体の中心付近にて測定した。供試体の概要図を図-1に示す。

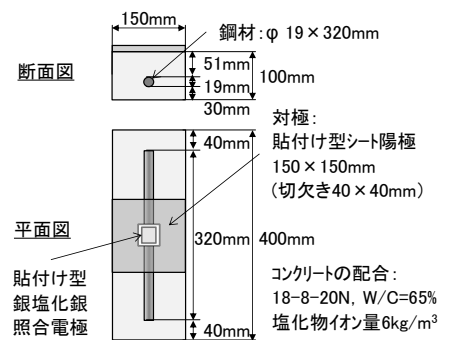


図-1 供試体の概要図

2. 2 対極の概要

測定時の対極には貼付け型シート陽極を用いた。貼付け型シート陽極は、フィルム状のカーボン陽極材とアクリル樹脂系導電性粘着材で構成された粘着型陽極材とフッ素樹脂フィルムを工場加工で厚み約1.0mmに積層したシート状の陽極である。電気防食に使用する場合、陽極を躯体面に直接貼り付け、通電部を処理した後、周囲をエポキシ樹脂で封止して完成とする。今回、シートを対極として使用する際は、通電部を150×150mmで切断後、中心部に切欠き部(40×40mm)を設け、シートを供試体に直接貼付けて用いた。切欠き部には貼付け型の銀塩化銀照合電極(30×30mm)を設置した。測定状況を写真-1に示す。

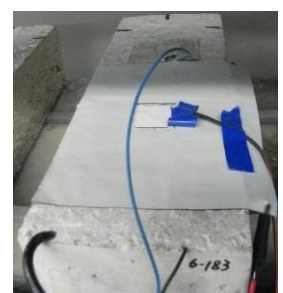


写真-1 測定状況

3. 測定概要

ターフェル外挿法で腐食速度を算出するため、電気化学装置を用いて分極試験を実施した。分極試験では、掃引速度を40mV/minとし自然電位から-300mV程度カソード分極させた後、鋼材-対極間の通電量を0A状態で5分間放置し、再度自然電位から+300mV程度アノード分極させ、分極曲線を測定した。得られたカソード分極曲線およびアノード分極曲線の分極量70mV~200mVで外挿したターフェル直線の交点から腐食速度を腐食電流密度として算出し検討した。本検討時の腐食電流密度は通電量を鋼材の表面積で除した値である。

キーワード 貼付け型シート陽極, ターフェル外挿法, 腐食速度, 腐食電流密度

連絡先 〒305-0821 茨城県つくば市桜1-17 ショーボンド建設(株)補修工学研究所 TEL 029-857-8101

なお、コンクリート抵抗による IR ドロップはパルス波を用いた電気化学装置の IR Determination 機能で考慮した。各測定間隔は 1～2 時間程度とし、測定時以外、鋼材一対極間の通電量は 0A とした。測定環境は 5℃65%RH, 20℃50%RH, 屋外環境の 3 条件とし、供試体は各条件につき 1 体の計 3 体を用いた。なお、温湿度は、供試体表面に設置した温湿度計で測定した。

4. 測定結果

4. 1 室内一定環境下での測定結果

測定した腐食速度の信頼性と安定性を確認するため、5℃65%RH および 20℃50%RH の一定環境下で、コンクリートを湿潤状態とすることなく、環境条件下の状態数回経時で腐食速度を測定した。各環境条件下で測定した分極曲線の結果を図-2、分極曲線から算出した腐食電流密度と温湿度の測定結果を図-3、図-4 に示す。図に示すように、温湿度をほぼ一定とした条件下では、経時的に数回測定しても、腐食電流密度は一定の値を示した。このことから、貼付け型シート陽極を対極として用いることで、湿潤状態とすることなく、所定の環境条件下の状態数回ターフェル外挿法により腐食速度を安定的に測定することが可能であると判断した。なお、腐食電流密度は 20℃50%RH より気温の低い 5℃65%RH の方が大きな値を示したが、測定には作製後 1 年程度経過した異なる供試体を用いており、供試体の個体差であると思われる。

4. 2 屋外環境下での測定結果

2015 年 2 月 15 日 15:00 より屋外環境下にて腐食速度の経時変化を測定した。測定直前より降雨があり、5 時間後は降雨が停止し、翌日は晴天で気温が上昇した。測定結果を図-5、図-6 に示す。図-6 に示すように、当初、降雨直後で比較的気温が高かったことから、腐食電流密度は大きな値を示したが、降雨の停止および気温の低下とともに減少した。その後、気温上昇とともに、腐食電流密度は上昇した。これらの経時的に測定した腐食電流密度は、気温や降雨等の変動と連動しており、コンクリートを所定の環境条件下の状態、鋼材の腐食速度を測定できていると考えられる。

5. まとめ

対極として貼付け型シート陽極を用いることで、コンクリートを湿潤状態とすることなく、所定の環境条件下の状態数回ターフェル外挿法により腐食速度が安定的に測定可能であることがわかった。また、今回の測定条件下では、腐食速度の経時的な測定が可能であることを確認した。今後、供試体を解体調査し、算出した腐食速度の検証や、環境条件等を変化させても、所定の環境状態で腐食速度が測定可能であるかどうかを検証する予定である。

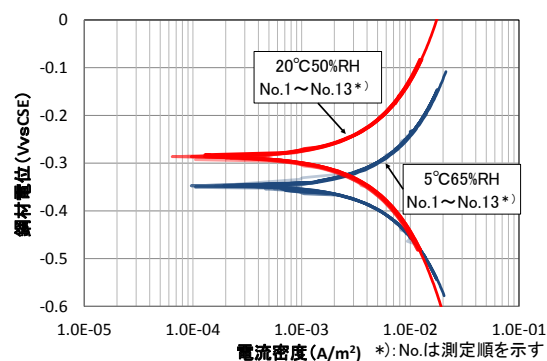


図-2 分極曲線

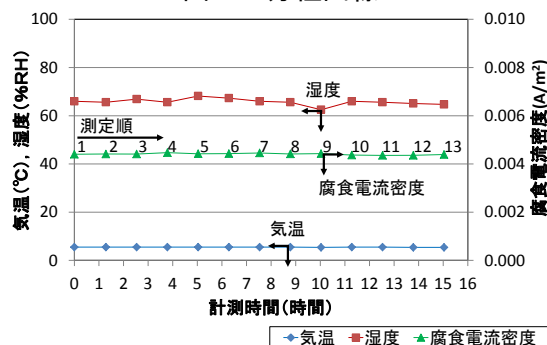


図-3 腐食電流密度 (5℃65%RH)

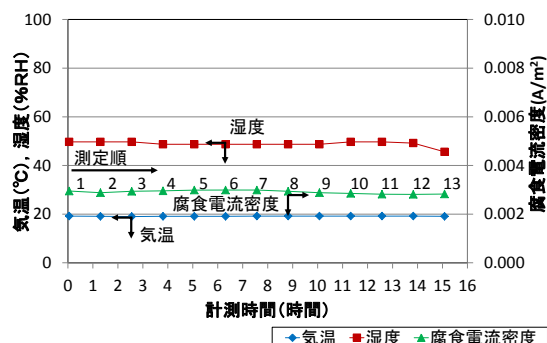


図-4 腐食電流密度 (20℃50%RH)

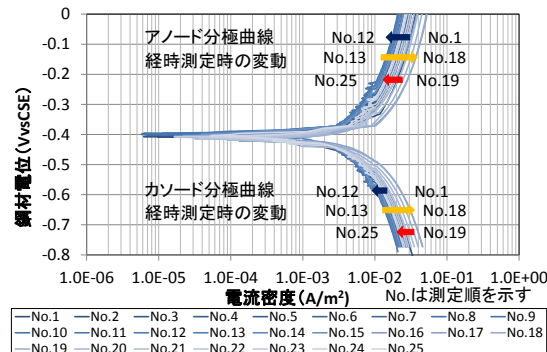


図-5 分極曲線 (屋外暴露)

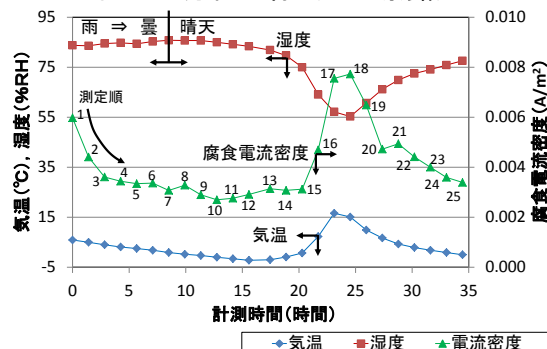


図-6 腐食電流密度 (屋外暴露)