

コンクリート構造物の塩害対策における電気防食システムの信頼性について

鹿児島大学工学部 学生員○馬庭秀士

同 上 正会員 武若耕司

同 上 原田勝清

1. まえがき

電気防食法は、外部から与えられた電流の作用により電気化学的に腐食反応そのものを抑制するもので、中でも陰極防食法はコンクリート構造物の塩害対策として優れた鉄筋防食法の一つになり得ると予想されている。そこで著者らは、この陰極防食法の実用化に当たっての検討課題である、1)防食基準の確立、2)電流分布の均一性、3)陽極材の耐久性、および4)鉄筋の付着性状におよぼす影響等に関して基礎的な検討を行っている。ここでは、これら実験の概要および実験結果について報告する。

2. 防食基準の確立

陰極防食になる電気防食の防食効果を確認する方法としては、電流の供給を一時停止させ、通電停止直後の鉄筋電位(instant off 電位)と4時間後の電位との差(4時間後復極量)が 100mV以上あれば防食効果があるとする基準を用いている。ただし、この基準は理論的根拠に乏しいため、その妥当性と確固とした基準の決定が必要である。そこで図-1に示す供試体を作成し、異なる分極量を設定して陰極防食を施し、防食効果の確認を行っている。なお、この研究では鉄筋の腐食を促進させるため、コンクリート中に塩分量を混入し、さらに温度40℃の湿乾の繰り返し環境下で実験を行った。図-2は一部の供試体における4時間後復極量の平均値と3か月後の腐食量の関係を示したものである。この結果によると、少なくとも4時間後復極量が100mV以下の場合には電気防食の効果は見られず、また特に復極量50mV程度まではかえって腐食促進の傾向があるという結果も得られた。現在、この結果の再検討とさらに広範囲の分極量での防食効果について検討中である。

3. 供給電流の均一性に関する検討

コンクリート中の鉄筋に陰極防食を施す場合には、コンクリートを介して広範囲の鉄筋に均一に電気防食を行うことのできる陽極システムが必要である。図-3 スラブ供試体の形状 著者らは、このシステムとして陽極材に非腐食性の金属メッシュを利用する方法を取り上げ、図-3に示すRCスラブ供試体を作成し、このシステムの有効性について検討を行っている。図-4は通電後の鉄筋電位分布の一例であるが、この図より、供試体全面に比較的均一に電流が流れていることが確認できる。

4. 陽極材の耐久性に関する検討

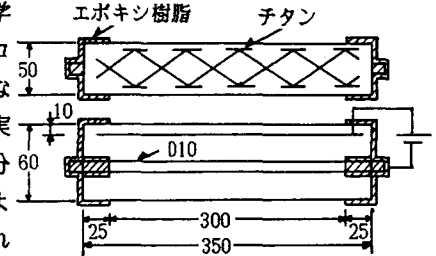


図-1 電気防食基準確立のための実験供試体の形状

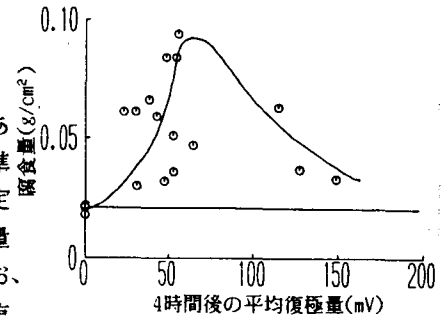


図-2 4時間後の平均復極量と鉄筋腐食量の関係

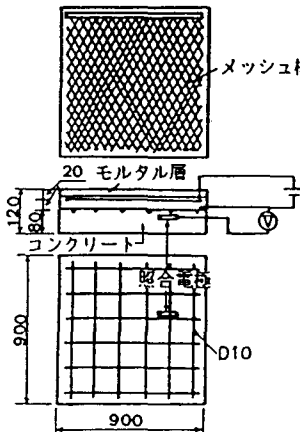


図-3 スラブ供試体の形状

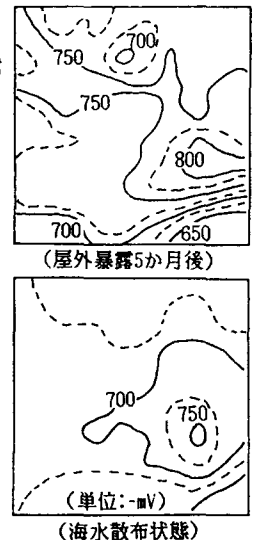


図-4 電気防食を施したスラブ供試体における鉄筋電位分布図の一例

鉄筋に陰極防食を施すにあたっては、鉄筋と対峙する陽極周辺においては酸化反応が生じることになり、コンクリート中に塩分が存在する場合には塩素の発生などにより陽極自身や周辺のコンクリートも劣化する可能性が生じてくる。そこでこの様な陽極材の耐久性を検討するため、まず本検討では、陽極周辺における酸化反応について調査を行うことにし、現在陽極材としての実用化が期待されているチタンおよび炭素の分極曲線を測定した。この測定は、3%のNaClを含有する飽和Ca(OH)₂水溶液中で図-5に示す装置を用いて電位走査法により行った。図-6、図-7にその結果の一部を示す。この結果によると塩素の発生が予想される状況は両材料ともおよそ+1500mV(Ag/AgCl)の電位で確認された。また、炭素

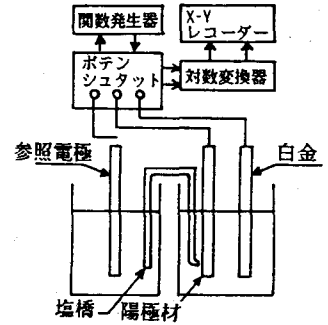


図-5 分極曲線測定のための実験装置の概略

の場合には+850~+1500mVの範囲で炭素自身の酸化反応が支配的と考えられる曲線の状況も確認され、炭素自身の消耗を予想させた。

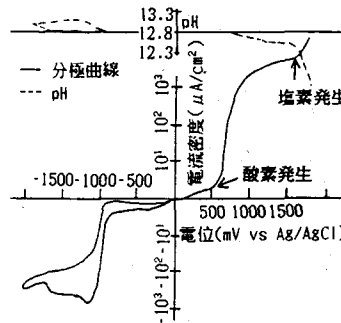


図-6 チタンの分極曲線の測定結果

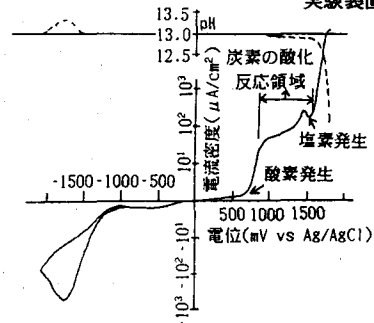


図-7 炭素の分極曲線の測定結果

また、図-8には、前述のRCスラブ供試体において鉄筋防食時に測定された陽極材の電位の経時変化を示した。これによると、陽極材としてチタンを使用する場合、鉄筋の電位の設定を-700mV(vs. Ag/AgCl)以下に抑える限りは塩素の発生は起こらないようである。また、炭素を使用する場合においても鉄筋の電位設定が-500mV(vs. Ag/AgCl)までは炭素自身の消耗は少ないものと予想される。

5. 鉄筋とコンクリートの付着性状に関する検討

過去の著者らの研究において通常の防食電位の範囲では通電が鉄筋とコンクリートの付着性状に及ぼす影響はないという報告を行った。しかし、この実験においては通電期間が約2か月程度と短かったため、長期にわたる影響を評価するまでには至らなかった。そこで今回は、通常鉄筋防食の目安とされる鉄筋単位面積当たり5μA/cm²の電流量が10年間供給された場合の積算電流量を基準とし、この積算電流量を一定として種々の電流量で通電を行って付着性状に関する検討を行っている。図-9には、この内電流量の比較的大きな場合について得られた結果を示した。この結果によると、積算電流量を一定にして実験を行っているにもかかわらず、単位時間当たりの電流量が大きくなると鉄筋とコンクリートの付着性は急激に低下するようである。他方、実際に陰極防食によって鉄筋に供給される電流量が今回の実験の1/365~1/120であることを考慮すると今回の結果は、通常の防食の範囲では付着性低下が問題にならないことも予想させるものであった。

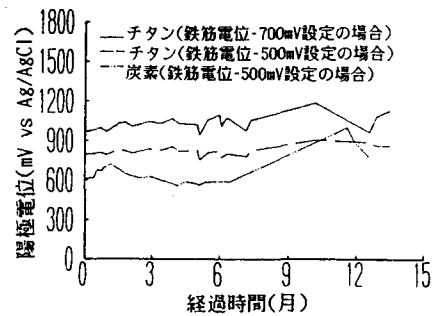


図-8 スラブ供試体における陽極電位の経時変化

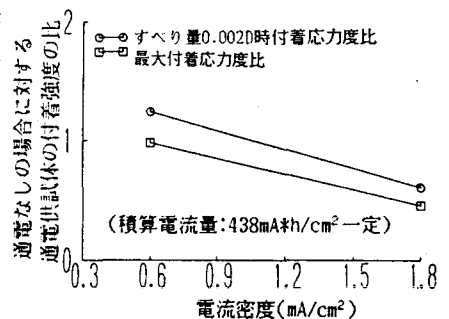


図-9 積算電流量一定の条件における電流量と付着強度の関係