

東北大学

東北大学

積水化成品工業(株)

復建技術コンサルタント(株)

学生会員 ○佐藤 花

正会員 皆川 浩, 宮本 慎太郎, 久田 真

非会員 町田 誠, 佐藤 修, 天藤 理, 中山 貴弘

正会員 橋田 明良

1. 研究の背景と目的

陽極に亜鉛を用いた流電陽極方式による鉄筋コンクリートの電気防食において、補修コスト低減の観点から、陽極設置工が容易な陽極システムが求められている。本研究ではシート状のハイドロゲルをバックフィル材兼陽極設置材として用いた亜鉛電極による流電陽極システムを着想した。本研究では、ハイドロゲルのバックフィル材としての耐久性に着目し、流電陽極方式を適用した場合の防食効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体の形状と寸法を図-1に示すとおりであり、鉄筋はφ9の丸鋼を使用した。供試体はコンクリート製であり、結合材として普通ポルトランドセメントを使用し、 $W/C=55\%$ 、目標スランプ=8.0 cm、目標空気量=5.0%とした。練り混ぜた。また、塩化物が浸透した構造物を模擬する目的で練混ぜ水にNaClをコンクリート中の塩化物イオンが外割で0.0, 2.5, 8.0 kg/m³になるように添加した。塩化物イオン量が8.0 kg/m³の供試体にはあらかじめ塩水を噴霧して腐食させた鉄筋を埋設した。供試体は打込み後1日で脱型し、その後4日間の湿空養生を施した。陽極材は亜鉛シートであり、図-1に示すように供試体の側面に設置した。ここで、防食電流を供給するためには、陽極材の電位はそれよりも常に卑側である必要があるため、陽極材の防食性能を向上させる目的で陽極材がよりイオン化し易いようハイドロゲル中に塩化物イオンを添加した。

2.2 実験概要

本研究ではコンクリートおよびハイドロゲル中の塩化物イオン含有量を実験要因とし、コンクリート中の塩化物イオン含有量は前述のとおり3水準、ハイドロゲル中の塩化物イオン含有量は0.5, 2.5, 4.0%の3水準とした。なお、電気防食の効果を確認するため、電気防食を施さない同一形状の供試体を用意し、これらを比較した。

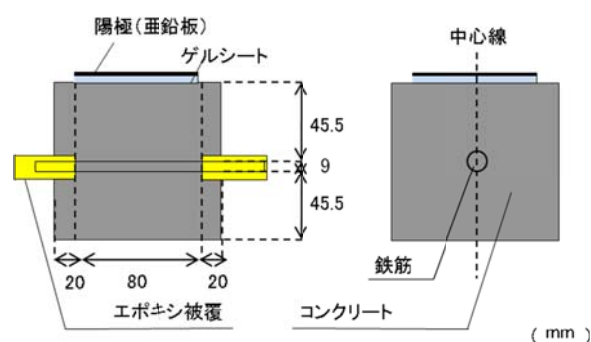


図-1 供試体概要

2.3 実験方法

供試体は20℃、R.H.=90%の環境に暴露し、照合電極を用いて一定の暴露期間で鉄筋および陽極の自然電位、インスタントオフ電位および24時間後オフ電位を測定した。また、得られた電位から24時間後復極量(以下、復極量)を評価した。

3. 実験結果及び考察

3.1 各供試体における復極量の経時的な推移

図-2に鉄筋の復極量の経時的な推移を示す。ここで、凡例中の数値はハイドロゲル中のNaCl濃度を表しており、例えば、鉄筋-0.5%であれば、ハイドロゲル中にNaClを0.5%添加したときの鉄筋の復極量あるいは24時間後オフ電位を表している。

初めに、鉄筋の腐食環境が厳しくない(a)および(b)に着目すると、これらの復極量は大きく、防食基準とされる100 mVシフトを満足している。一方で、腐食環境が厳しく、鉄筋の腐食が進行している可能性がある(c)では、導通開始直後は復極量が小さいが、14日までに復極量が大きくなり、鉄筋の復極量は防食基準であるとされる100 mVシフトを満足した。なお、すべての条件下で、暴露から150日が経過するまでは復極量が不安定な傾向を示したが、それ以降は安定する傾向を示した。コ

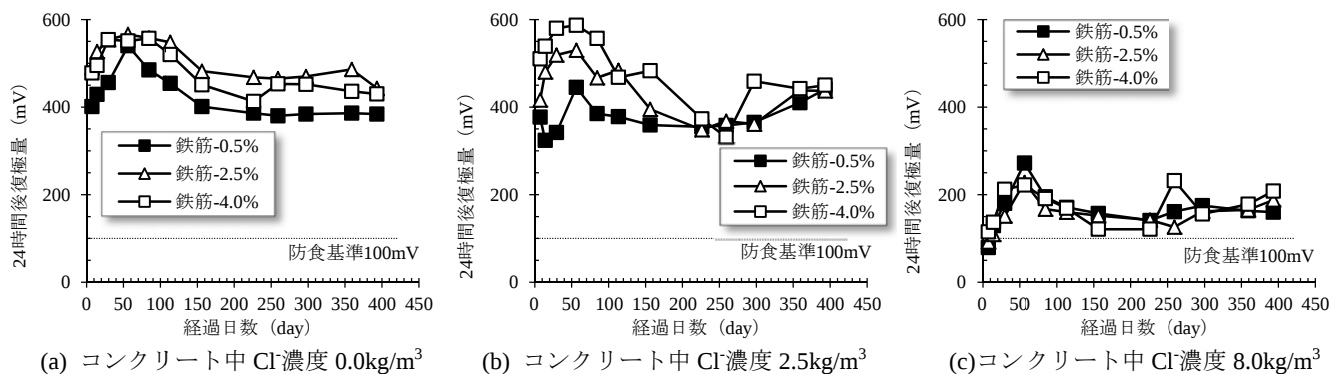


図-2 鉄筋の復極量の経時変化

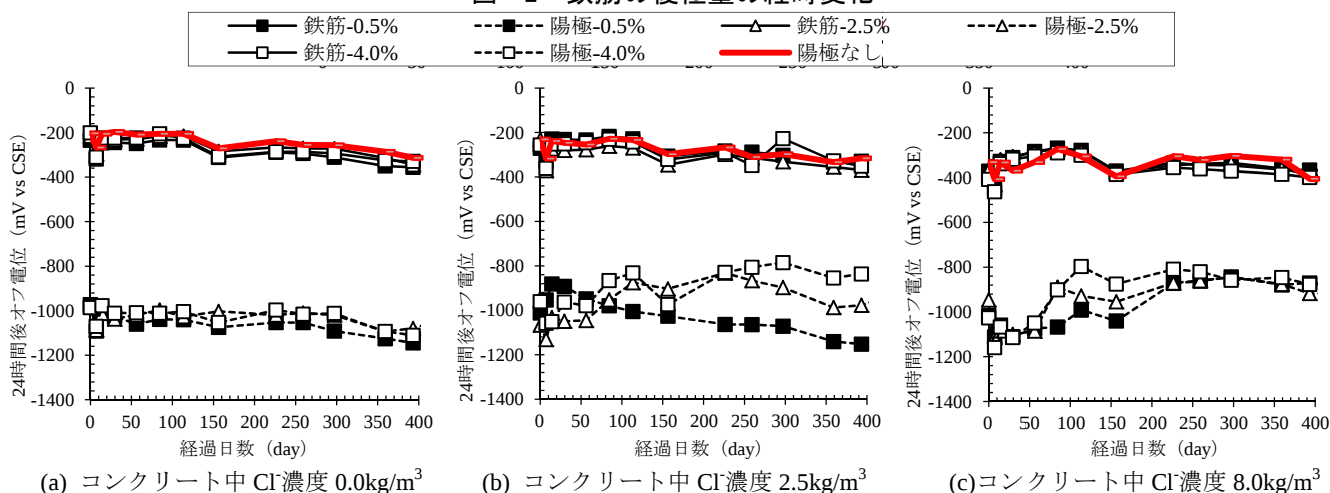


図-3 24 時間後オフ電位の経時変化

ンクリート中の塩化物イオン含有量によって復極量は大きく変化した。復極量は試験期間を通して 100 mV を確保しており、十分な防食性能を維持していることが確認できた。なお、ハイドロゲル中の塩化物イオン濃度が高いと復極量は大きくなる傾向にあるが、鉄筋周囲の腐食環境が過酷になるほど、その影響は小さくなった。これは、陽極周囲の電極反応がハイドロゲル中の塩化物イオン濃度よりも鋼材の腐食反応制御のために必要となる防食電流に支配されたためと考えられる。

3.2 24 時間後オフ電位

図-3 に防食供試体の鉄筋と陽極の 24 時間後オフ電位、無防食供試体の鉄筋の自然電位の経時変化をそれぞれ示す。まず、鉄筋の 24 時間後オフ電位と自然電位は、(a), (b), (c) ともに -200 mV から -400 mV の範囲で安定して推移した。一方で、陽極の 24 時間後オフ電位は陽極基材および鉄筋の腐食環境が厳しいほど貴化傾向を示すことが確認できた。ただし、どの供試体においても陽極の 24 時間後オフ電位は常に鉄筋よりも卑側であり、1 年間の暴露期間中は流電陽極方式の陽極材として機能していると考えられる。鉄筋あるいは陽極材近傍の腐

食環境が厳しいほど陽極材が貴化傾向を示す現象について考察すると、鉄筋近傍において腐食環境が整っているほど、鉄筋はイオン化し易くなり、これを抑制するために、陽極材のイオン化が促進される。さらには、陽極材の近傍に NaCl が存在している場合、その量が多いほど陽極材のイオン化が促進され、陽極近傍のハイドロゲルの性質が変化し、上記の結果となったと考えられる。

以上の理由より、陽極材の近傍に NaCl を含有させることは防食効果を発揮させる上で適当と考えられるが、過度に含有させると陽極材のイオン化が促進され、陽極材の耐久性が低下する可能性があるため、最適な NaCl の含有量についても検討する必要があると考えられる。

4. 結論

シート状のハイドロゲルをバックフィル材として用いた亜鉛陽極の流電陽極方式の電気防食において、1 年間の室内暴露試験を実施した。その結果、いずれの供試体についても本研究の範囲内では防食基準とされる復極量 100 mV を満足した。また、陽極の自然電位は、腐食環境が厳しいものでは貴化したが、鉄筋の自然電位よりも常に卑側を維持した。