

コンクリート中鋼材の腐食、防食について

京都大学 正 員 岡田 清 京都大学 正 員 小林和夫
 京都大学 正 員 宮川豊章 京都大学 学生員 〇本田 哲

塩分雰囲気中ではコンクリート構造物の耐久性を確保するため確実な鋼材の防食が必要である。防食方法としては、防錆剤、亜鉛めっき鉄筋、樹脂塗装鉄筋、耐塩性鉄筋あるいはメンブレンなどの使用がすでに試みられているが、コンクリートが比較的湿潤環境にある場合、塩化物濃度が高い場合においても確実な防食方法として電気防食の適用が考えられる。そこで本研究では、鉄筋コンクリート構造物での本格的な電気防食を検討する基礎段階として、コンクリート中液相のモデルとして飽和水酸化カルシウム溶液を選び、鋼材の分極試験を実施し、分極挙動および腐食傾向を把握するとともに、あわせてコンクリート環境にある鋼材の分極挙動も検討した。

実験概要；塩分量としては表1に示すものを選んだ。また、腐食反応を律速する酸素拡散過程に影響する水溶液中への酸素

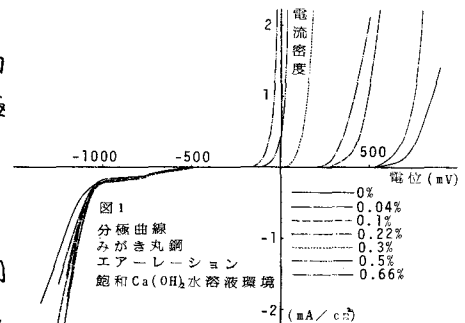
表1 含有塩分レベル

砂の総乾重量 (%)	0	0.04	0.1	0.22	0.3	0.5	0.66
水溶液 (%)	0	0.20	0.50	1.1	1.5	2.5	3.3

補給の要因としては、水溶液表面を流

動パラフィンでシールした場合（以下、パラフィンシールと呼ぶ）と外部から空気を水溶液中に吹き込む場合（以下、エアレーションと呼ぶ）との2種を選んだ。鋼材としては、SGD-3のみがき丸鋼とD13SD-35の黒皮つき異形丸鋼とを15cmに切断し、上下端を被覆し、2cmの区間のみ素地を露出させたものを用いた。実験は、参照電極に銀塩化銀電極、対極に白金電極を使用し、ポテンショスタットを用い分極を行なった。分極は、まず自然電位を測定し、次にこれより陰分極を行ない、水素還元反応を起こしたと考えられる電位で陰分極を中止し、電位と貴へ移行させ陽分極を行なった。なお、設定電位は50mVずつ変化させ、電流値は電位設定1分後の値を採用した。

実験結果および考察；図1によると陰分極曲線は塩分量によってほとんど変化しないが、陽分極曲線は影響を受け、不動態領域が狭くなっていることがわかる。図2においても塩分量の増加に伴い、不動態領域が狭くなり、同時に電流密度が増加し、腐食しやすくなることがわかる。また本実験の範囲ではパラフィンシール、エアレーションによる影響は確認することができなかった。これは、このような短時間の分極試験では、パラフィンシールの場合、陰極における酸素還元反応で消費される酸素を溶液中の酸素で賄うことができるため、差がでにくかったものと考えられる。図3は、先に分極曲線の結果より



影響は確認することができなかった。これは、このような短時間の分極試験では、パラフィンシールの場合、陰極における酸素還元反応で消費される酸素を溶液中の酸素で賄うことができるため、差がでにくかったものと考えられる。図3は、先に分極曲線の結果より孔食発生電位と塩分量との関係を示したものである。みがき丸鋼および黒皮つき異形丸鋼はともに、塩分量の増加に伴って孔食発生電位が卑方向に向う傾向がある。また、みがき

丸鋼の方が貴の孔食発生電位を持つことを示しており、これは黒皮が一種の腐食生成物であるためと考えられる。Tafel直線の外挿法から求められた腐食電流密度を速度指標と呼ぶこととすると、図4より黒皮つき異形丸鋼の方が速度指標は大きい。これは塩分環境では黒皮上に石灰質沈積被膜ができやすく、これによって黒皮のはく離脱落が妨げられるので黒皮の陰極効果は長く持続し、陽極部の腐食を長時間にわたって加速するためであろうと考えられる。しかし、黒皮つき異形丸鋼とみがき丸鋼とでは反応あるいは、反応生成物が異なっている可能性があるため単純な比較はできないと考えられる。

コンクリート環境における分極曲線においては、塩分量による影響はほとんどなく、電流密度も水溶液実験と比べると小さい。また、陽分極曲線の直線部から求めたコンクリートの抵抗(287Ω)による電位降下を修整した分極曲線を図5に、水溶液環境におけるパラフィンシール(酸素供給の面でコンクリート環境により近いと思われる。)を用いた分極曲線を図6に示す。

これらはよく似た挙動を示している。また、コンクリート環境中の方が水溶液環境中より不動態領域が広い。pHが両者とも高アルカリであることを考えるとこの不動態領域の増大は、コンクリート中では酸素供給が少ないためおよび鋼材表面に緻密なセメントの防食被膜が形成されるための両者によるものと考えられる。速度指標はみがき丸鋼については、塩分量0%の時、0.012 mA/cm²、0.66%の時、0.0074 mA/cm²、黒皮つき異形丸鋼については、塩分量0%の時、0.015 mA/cm²、0.66%の時、0.017 mA/cm²であった。

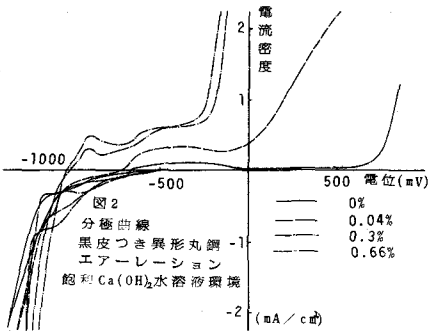


図2 分極曲線
黒皮つき異形丸鋼
エアレーション
飽和Ca(OH)₂水溶液環境

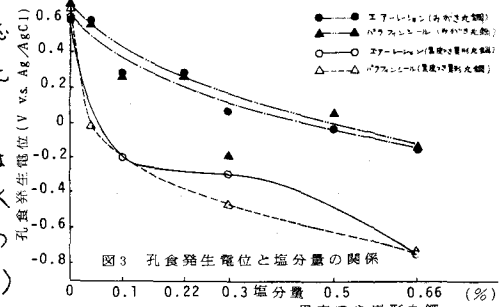


図3 孔食発生電位と塩分量の関係

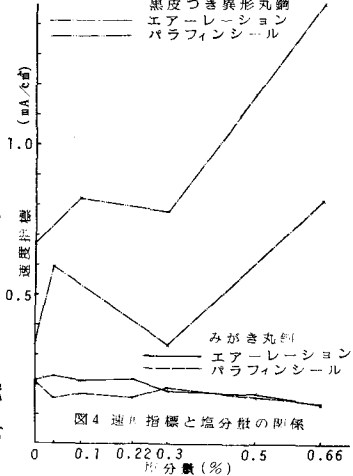


図4 速度指標と塩分率の関係

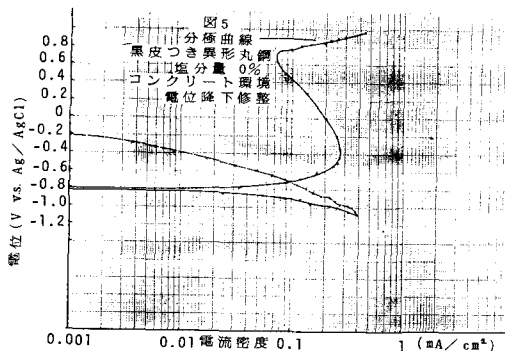


図5 分極曲線
黒皮つき異形丸鋼
塩分量0%
コンクリート環境
電位降下修整

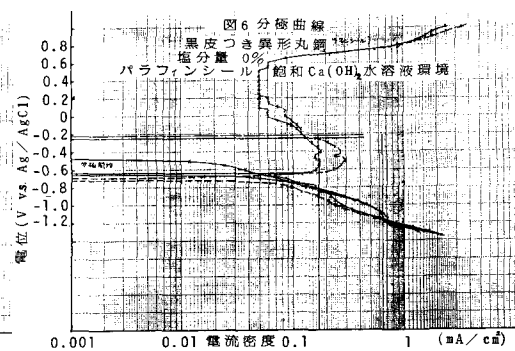


図6 分極曲線
黒皮つき異形丸鋼
塩分量0%
パラフィンシール
飽和Ca(OH)₂水溶液環境