

鋼材腐食の総合モニタリングに関する研究

大阪セメント(株) 正員 ○佐藤弘文 京都大学工学部 正員 井上 晋
 京都大学工学部 正員 宮川豊章 京都大学工学部 正員 小林和夫
 京都大学工学部 正員 藤井 学

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の耐久性の点から塩化物イオンによる鋼材腐食が問題となって来ている。そのため、本研究では、電気化学的特性値である自然電位、分極抵抗およびコンクリート抵抗の同時測定による総合腐食モニタリングの有効性について検討した。

2. 実験概要

表-1に示す15本のはりについてかぶり(2cm)コンクリート表面から自然電位・分極抵抗・コンクリート抵抗の測定を行うこととした。なお、分極抵抗は矩形波分極抵抗法を用い、パルス周期10秒、印加電流100μAで測定を行うこととした。また、最後の測定の後、鉄筋をはり出し、腐食状況を目視により観察するとともに、腐食減量を測定した。

3. 結果および考察

図-1, 2, 3に測定した自然電位、分極抵抗の逆数およびコンクリート抵抗の逆数の関係を示す。図-1から自然電位が-0.25Vより貴な領域では、腐食速度の大きさの目安となる分極抵抗の逆数は極めて小さく、少なくとも激しい腐食は生じていないものと

考えられる。これに対して電位が-0.40Vより卑となった場合には分極抵抗が急激に増大し、軸方向ひびわれが生じている箇所も多く、激しい腐食を生じているものと考えられる。図-2から、コンクリート抵抗の逆数も分極抵抗の逆数とほぼ同様な傾向を示しており、塩化物の浸透によって腐食するようばあいにおいては、コンクリート抵抗はかなり低くなっており、腐食電

流が流れ易い状態になっているものと推定される。図-3からは、コンクリート抵抗の逆数が増大するにつれて分極抵抗も増大はするものの、コンクリート抵抗の逆数が4(1/kΩ)を越えると、極めて特異な測定点を除けば、分極抵抗の逆数は15~30(1/kΩ)の間でばらつく傾向があり、腐食速度そのものがコンクリート抵抗によって直接支配されているとはいえないようである。

表-1 供試体一覧

供試体番号	形状 (cm)	水セメント比(%)	曲ひび割れ	肉厚δ	鉄筋本数
No. 1	10x15x300	40	無	無	2本
No. 2					
No. 3					
No. 4					
No. 5		60	有	有	
No. 6					
No. 7					
No. 8					
No. 9		40-60-40	無	無	
No. 10					
No. 11					
No. 12					
No. 13	10x20x150	53	有	有	4本
No. 14					
No. 15					

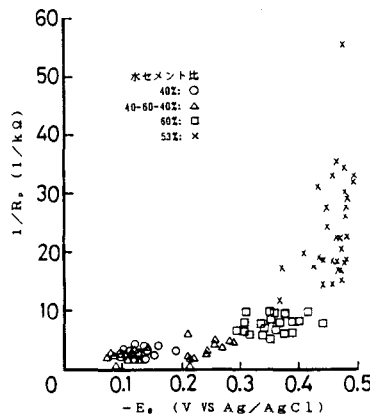


図-1 分極抵抗の逆数(1/R_p)と自然電位(E₀)との関係

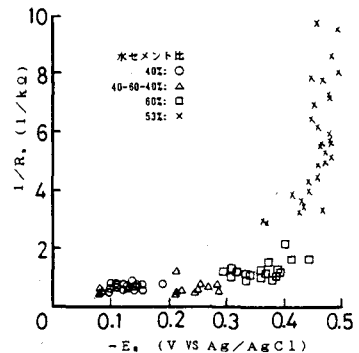


図-2 コンクリート抵抗の逆数(1/R_s)と自然電位(E₀)との関係

比較的腐食程度の激しかった箇所について酸洗いによって腐食減量を求め、自然電位、分極抵抗の逆数およびその時間積算値との関係をそれぞれ図-4, 5, 6に示す。自然電位が-0.40Vより卑の場合には腐食減量が大きくばらつき、自然電位の値を腐食減量の指標としては用い難いようである。これに対して、極めてばらつきは大きいものの分極抵抗の逆数およびその時間積算値は腐食減量との間に相関関係がみられ、特に後者ではより相関性が強い。したがって、腐食減量については分極抵抗、特にその時間積算値が優れた指標となるものと考えられる。腐食減量としては、最大でも50mg/cm²程度であって、軸方向ひびわれが既に生じているものが多いことを考え合わせると、極めて僅かの腐食量によって軸方向ひびわれは生じるものと考えられる。

4. まとめ

(1) 自然電位は腐食開始の

指標として用いることができる。今回の実験範囲では腐食開始の自然電位は-0.25V vs Ag/AgCl程度であり、激しい腐食の開始については-0.40V vs Ag/AgCl程度であった。

(2) 腐食開始については自然電位で判断が可能であるが、腐食減量については分極抵抗による必要がある。なお、腐食による劣化の限界状態を軸方向ひびわれの発生とした場合、ひびわれ発生までに要する腐食量は少なく、腐食発生を目安として用いても大きな誤差はないと考えられる。

(3) 軸方向ひびわれはわずかな腐食生成物によって発生し、自然電位あるいは分極抵抗等による非破壊推定が可能である。

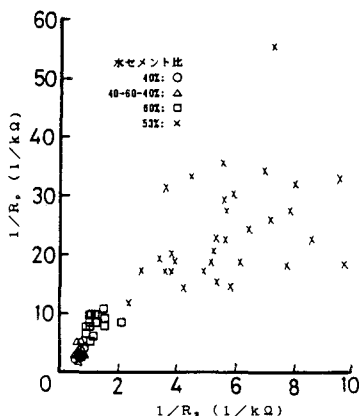


図-3 分極抵抗の逆数 ($1/R_p$) とコンクリート抵抗の逆数 ($1/R_s$) との関係

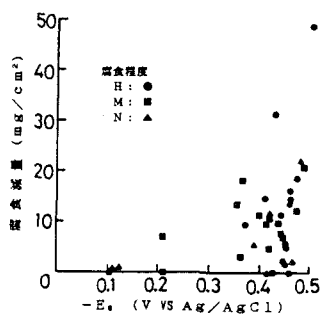


図-4 腐食減量と自然電位 (E_s) との関係

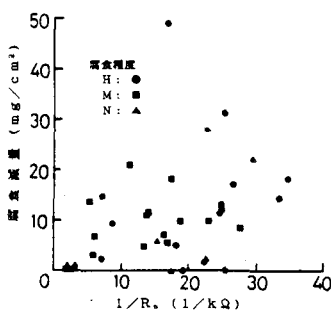


図-5 腐食減量と分極抵抗の逆数 ($1/R_p$) との関係

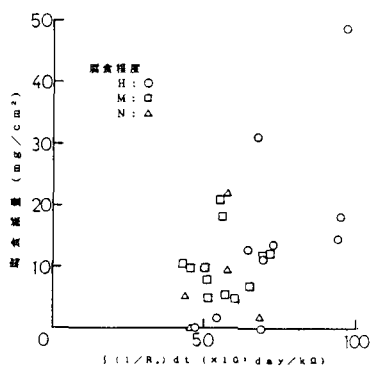


図-6 腐食減量と分極抵抗の逆数の時間積分値 $\int (1/R_p) dt$ との関係