

小野田セメント 正会員 佐野昌明
 京都大学工学部 正会員 宮川豊泰
 京都大学工学部 正会員 小林和夫

はじめに

コンクリート中での鋼材腐食は種々の要因によって発生するが、現在コンクリート構造物の早期劣化の一種として問題とされている塩害は、塩塩粒子あるいは融氷剤などの塩分によって発生するものである。これらの腐食損傷に対しては、設計時における防食対策、供用開始後における維持・補修あるいは補強が必要であり、特に後者についてはコンクリート中鋼材の腐食速度、腐食量を測定し腐食状態の現状把握を行うことが必要となる。

本研究では、現実のコンクリート構造物におけるモニタリング手法として分極抵抗法 ($I_{corr} = K/R_p$) 適用の可能性を明らかにするため、種々の塩分濃度および温度条件下における、分極抵抗に与える周波数の影響および腐食減量より算定されるK値を把握した上で、乾湿繰返し作用が腐食挙動に与える影響を検討した。

実験概要

本実験では、K値の定量的な検討を行う温度促進試験と、海洋環境などにおける乾湿繰返し作用の評価を行う乾湿繰返し試験の2種類の試験を行った。セメントとして温度促進試験では普通ポルトランドセメント、乾湿繰返し試験では早強ポルトランドセメントを用い、鋼材は両者ともに異形丸棒(φ13, Sφ35)をそれぞれ20mmで用いた。なお、コンクリートの水セメント比は全て0.50であり、枚々2週まで20℃で密封養生を行った。

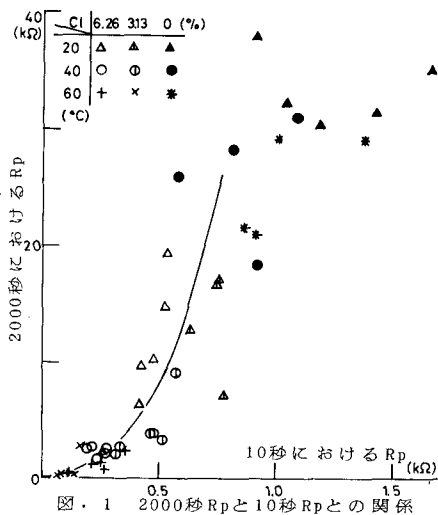
(1) 温度促進試験: 一般に室湿程度の温度条件ではコンクリート中鋼材の腐食速度は小さく、K値の算定は非常に困難となるため、高温高湿環境下におけるK値を検討することとした。要因としては、温度、周波数、塩分量および鉄筋配置方向をとり上げた。①温度: 腐食反応を促進させ、あわせて分極抵抗の温度依存性を検討するため、20℃、40℃、60℃の3レベルを選んだ。なお、湿度は全て85±5%RHである。②周波数: 周波数は分極抵抗の測定値に大きな影響を与える。したがって、定常状態における分極抵抗値と見かけの値との関係を検討する必要がある。本実験では、現実の海洋環境においてモニタリングに必要な条件および環境変化速度の大きなことを考慮して周波数10秒を標準として、100秒、1000秒さらに2000秒の計4種類を選んだ。③塩分量: 振り混ぜ水として食塩水を用い、0%、3.13%(海水相当濃度)、6.26%の3種類を選んだ。④鉄筋配置: 鉄筋の配置方向による腐食挙動の違いを検討するため、垂直配筋と水平配筋の両者を用いた。

(2) 乾湿繰返し試験: 食塩水(3.13%, 海水相当濃度)を用い、乾燥時間と浸漬時間との比を変化させることにより、腐食作用の激しい海洋環境条件を再現することと、乾湿繰返し作用中に分極抵抗法によるモニタリングを行い、各種要因が腐食作用に与える影響を検討することとした。①乾燥時間と浸漬時間との比: 乾燥浸漬の1サイクルを24時間とし、浸漬時間を0, 2, 4, 8, 16 および24時間の6種類とした。なお、試験は全て浸漬時間0の乾燥状態から開始した。②その他: 周波数は10秒とし、塩分量および鉄筋配置方向は温度促進試験と同様とした。また、温度については特に制御は行わず室温状態である。

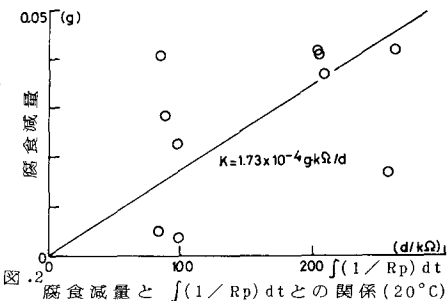
実験結果および考察

塩分量0%の供試体については周波数2000秒でも分極抵抗の定常値は得られず、塩分量6.26%では2000秒ではほぼ定常状態に達し、3.13%では定常となる傾向が見られた。周波数10秒における分極抵抗と2000秒におけるものとの関係を図1に示す。10秒における分極抵抗が大きく高値に従って2000秒の値が急増することが認められる。温度促進試験後の腐食減量と周波数10秒における分極抵抗の逆数の積分値との関係、および求めた見かけのK値を図2~4に示す。温度20℃においては腐食減量が小さいためK値の信頼

性は低い、40℃から60℃に温度が上昇することによって、 R_p は増大している。温度促進開始後、分極抵抗はほぼ一定となり、 R_p を見かけの K 値に、て換算し表1に示す。温度が高く、塩分量の多い方が腐食速度は大きく、垂直筋よりも水平筋のものが若干大きいようである。



図・1 2000秒 R_p と10秒 R_p との関係

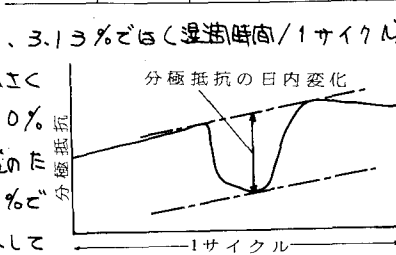


図・2 腐食減量と $\int (1/R_p) dt$ との関係 (20°C)

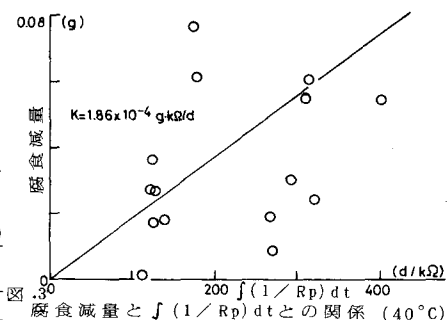
乾湿繰り返し開始後、図における分極抵抗の日内平均値の例を1サイクルに付する湿潤時間との比で図5に示す。塩分量によってその傾向は大きく異なり、3.13%では(湿潤時間/1サイクル)が1/12と2/3とで小さくなる傾向を示すにすぎ、0%では塩分および水分の浸透のため1が小さく、また6.26%ではほぼ一定の小さな値を示している。そこで、分極抵抗の日内

表1 腐食速度の推定値 ($\times 10^{-4}$ g/d)

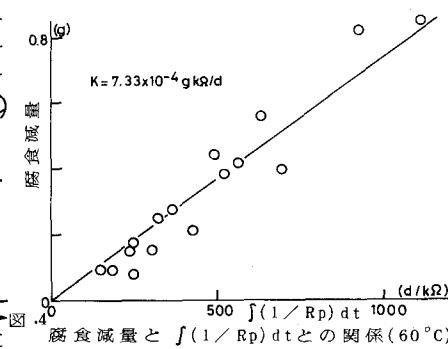
配筋	Cl (%)	T (°C)		
		20	40	60
水平筋	6.26	3.41	5.45	61.3
	3.13	1.83	3.63	32.9
垂直筋	6.26	3.07	5.32	62.9
	3.13	1.86	2.78	31.4



図・6 分極抵抗日内変化の算定



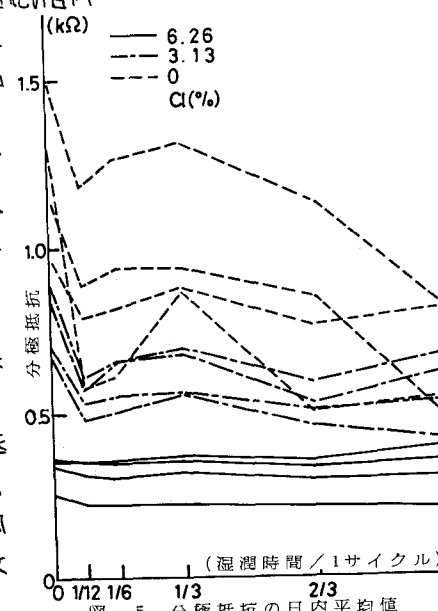
図・3 腐食減量と $\int (1/R_p) dt$ との関係 (40°C)



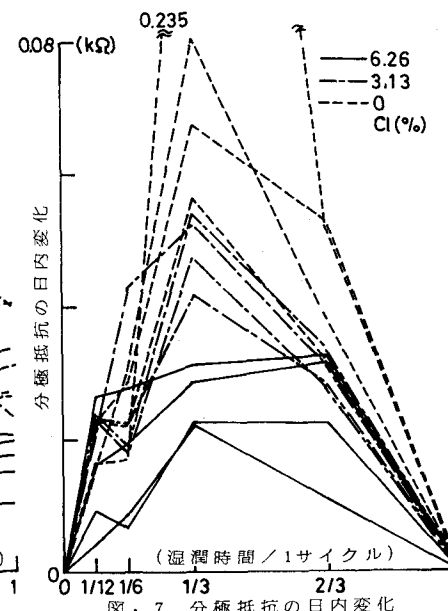
図・4 腐食減量と $\int (1/R_p) dt$ との関係 (60°C)

変化の例を図6より算定し、図7に示す。塩分量の多いものほど日内変化が小さいことが認められる。日内変化の最大値は、塩分量の2.6%を除いては(湿潤時間/1サイクル)が1/3で見られるようである。

最後に、本研究の遂行にあたり終始御助言いただいた京都大学田清教授に厚く感謝致します。



図・5 分極抵抗の日内平均値



図・7 分極抵抗の日内変化