

京都大学工学部 学生員 木内 芳夫
 京都大学工学部 正会員 宮川 豊章
 京都大学工学部 正会員 岡田 清

1. はじめに

海洋環境下あるいは冬期に融氷剤が散布される道路橋床版などの塩分雰囲気中にあるコンクリート構造物においては、コンクリート中鋼材の腐食が構造物の限界状態を支配する例も多い。塩分雰囲気中におけるコンクリート中の鋼材腐食においては、環境中の塩分がひびわれや空隙にそってかぶりコンクリート中を浸透し、鋼材表面に達し、鋼材の不働態被膜が破壊されることにより、腐食が進行し始めることが多い。しかし、鋼材の腐食速度そのものは、塩分量よりもむしろアノード、カソード間のコンクリートの電気抵抗およびカソードへの酸素の拡散到達量に支配されている可能性が高い。本研究は、腐食作用が特に激しいと考えられる乾燥繰返し作用を受ける場合を想定し、種々の品質のコンクリートをとり上げ、電気抵抗および酸素の拡散到達量を得ることにより、コンクリート中の鋼材腐食に関する基礎的な検討を行なったものである。

2. 実験概要

実験としては次の2種を行なった。

①電気抵抗試験：乾湿繰返し作用を供試体(図1)に与え、コンクリートの電気抵抗の変化を測定した。乾湿繰返しサイクルとしては、1サイクルを24時間として、水中浸漬(水道水中)と気中乾燥(20℃、80% R.H.)との比率は24/0、8/16、4/20、0/24の4種類を選んだ。

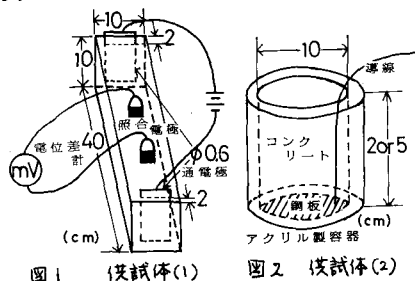


図1 供試体(1) 図2 供試体(2)

②酸素拡散到達量試験：カソード反応が酸素の拡散過程に律速されている場合、陰分極曲線には、電位E下げても電流が増加しない限界電流密度が現われることが知られている。定常状態での限界電流密度は酸素の拡散到達量に対応しているものと考えられる。本実験では、まずコンクリート中で陰分極試験を行なうことにより、限界電流密度が得られる電位を得、さらに別の供試体(図2)によって電流密度がほぼ一定となるまでこの電位に保持し、最終的に得られた電流密度を限界電流密度とした。かぶりとしては、20、50 mmの2種類を選び、コンクリート中の水分の状態としては、原則として鋼材表面のコンクリートが飽水状態になるようにしたが、1種類のみは80% R.H.の気中で行なった。

コンクリート配合としては、日本コンクリート工学協会「海洋コンクリート構造物の防食試験(案)」を参考として、標準のものとしてW/C = 0.40のものを選び、他に0.32、0.60の計3種類のW/Cを選び、さらに海洋環境中においてもその耐久性が期待されるポリマーセメントコンクリート(PCC)をも用いた。

供試体は材令14日まで標準水中養生の後、電気抵抗試験供試体および酸素拡散到達量試験の80% R.H.のものについては20℃、80% R.H.の恒温恒湿室で供試体重量がほぼ一定となるまで乾燥させたものを用いた。他の供試体については試験直前まで20℃の水中に静置した。なお、セメントとしては早強ポルトランドセメントを用いた。また、供試体数は各要因について2個であり、結果は平均値によって示す。

表1. コンクリートの種類

W/C	s/a (%)	単位量					(kg/m ³)	
		W	C	S	G		* Polymer	Silicone
0.32	50	174	580	812	815	5.8		
0.40	50	198	495	816	819			
0.60	50	198	330	883	887			
0.40	50	138	495	693	696		110	0.55

* 高性能減水剤使用

** Polymer: Polymer 45%, Water 55%

3. 実験結果および考察

①電気抵抗試験：比抵抗の経日変化を図3～6に示す。比抵抗およびその変化挙動は、コンクリートの種類に

よって大きく異なっている。W/C = 0.32, 0.40 および PCC では比抵抗は大きく、常に水中にあるものを除いて、比抵抗はあまり減少を示さない。これ

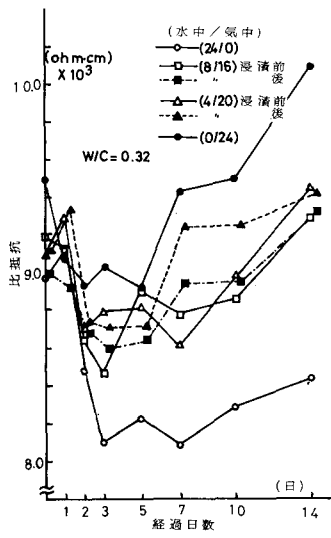


図3 比抵抗の経日変化(W/C=0.32)

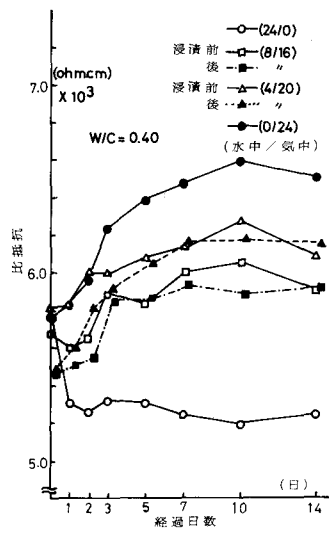


図4 比抵抗の経日変化(W/C=0.40)

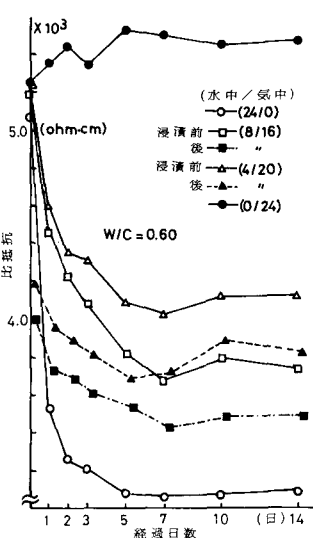


図5 比抵抗の経日変化(W/C=0.60)

に対し W/C = 0.60 では常に気中にあるものを除いて、比抵抗は減少する傾向にある。ここで、W/C = 0.60 の常に気中にあるものは、W/C = 0.40 の常に水中にあるものとほぼ同様の比抵抗を示しており、W/C が大きな場合には、環境条件にかかわらず比抵抗が小さなものである可能性が高い。さらに、浸漬前後の供試体重量がどちらもほぼ一定となり、天時点における、単位体積あたりの吸水量と比抵抗との関係を図7に示す。吸水量が大きなもの程比抵抗は小さく、配合種別ごとに見れば、ほぼ直線関係にあるものと考えられる。

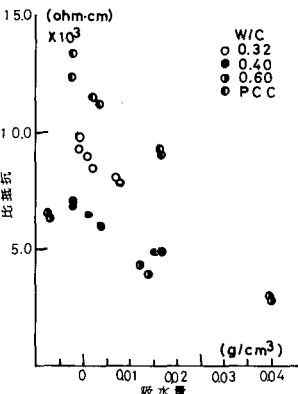


図7 吸水量が比抵抗に与える影響

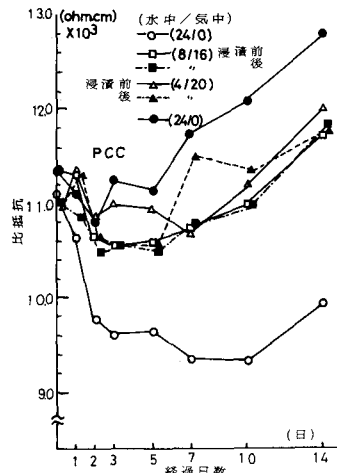


図6 比抵抗の経日変化(PCC)

②酸素拡散到達量試験：陰分極試験の結果を図8に示す。-700mV付近

と-860mV付近の2ヶ所で、電位軸に平行な部分が見られるが、従来の研究を参考として、限界電流密度を求める電位としては-860mVを選んだ。限界電流密度を酸素拡散到達量に換算(電流密度/(原子価×ファラデー数))として表2に示す。80%R.H.のものを除いては大きな差異はなく、コンクリートの配合およびかぶり

の影響は明確ではない。80%R.H.のものは他のものに比べて非常に大きな値を示しており、コンクリートの乾燥状態が酸素の拡散到達量に与える影響は極めて大きいものと考えられる。

以上より、コンクリートが乾湿繰り返し

作用を受ける環境においては、電気抵抗が小さく、酸素の拡散到達量が大きく、腐食反応が生じるものと考えられる。

〈参考文献〉

* O.E. Gjovik et al.; Corrosion 76 Paper No. 17, pp 17/1 ~ 17/3, 1976.3

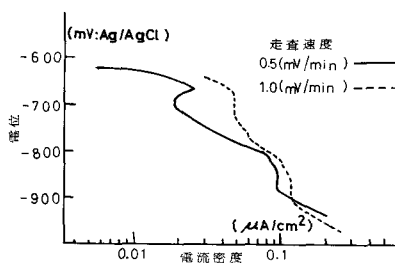


図8 陰分極曲線の例

表2 酸素拡散到達量

配合 (W/C)	かぶり (mm)	酸素拡散量 (x10 ⁻⁴ mdO ₂ /cm ² sec)
0.32	20	11.3
	50	12.6
0.40	20	7.0
	50*	436
0.60	20	5.2
	50	8.3
PCC	20	6.8
	50	7.9

* 80% R.H. 環境で実施