

V-95

塩水への浸漬・乾燥の繰り返しを受ける各種コンクリート中の鉄筋の腐食特性

金沢大学工学部 正員 川村満紀、金沢大学工学部 正員 鳥居和之
 （株）大林組 正員○藤井 剛、金沢大学大学院 学生員 浅野篤郎

1. まえがき

海洋環境下におかれた鉄筋コンクリート構造物における塩素イオンの透過性は、かぶりコンクリートの品質により大きく影響されるので、コンクリートの配合および養生の条件を適切に選択することにより、塩素イオンが侵入しにくい密実な組織を持つコンクリートを作ることが鉄筋腐食の防止において基本となる。本研究では、急速塩素イオン透過性試験（AASHTO T-277）により各種コンクリートの塩素イオン透過性を評価するとともに、塩水への浸漬・乾燥の繰り返しを受ける各種コンクリート内部に埋め込まれた鉄筋の自然電位および分極抵抗を測定することによって、その腐食状況を調べたものである。

2. 実験概要

普通セメントコンクリートは単位セメント量が $300\text{kg}/\text{m}^3$ で、水・セメント比を45%、55%および65%の3種類とし、混和材を使用したコンクリートは単位結合材量が $300\text{kg}/\text{m}^3$ で、水・結合材比を55%とし、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末およびシリカフェームの重量置換率をそれぞれ30%、50%および10%とした。養生条件は、水中養生28日（略号W、温度 20°C の水中に浸漬）と水中養生7日＋気中養生21日（略号A、温度 20°C 、湿度60%の屋内放置）の2種類である。塩水への浸漬・乾燥繰り返し試験は、図-1に示すような装置¹⁾により、塩水（3.0%のNaCl溶液）への浸漬8時間および室温での気中乾燥16時間の条件にて1日1サイクルとして実施した。塩素イオン透過量の測定は、直径 10cm ×高さ 20cm の円柱供試体の中央部より切り出された直径 10cm ×高さ 5cm の円盤状のものを用いて急速塩素イオン透過性試験（AASHTO T-277）により評価した。鉄筋腐食測定用供試体は、図-2に示す $10\text{cm}\times 10\text{cm}\times 40\text{cm}$ の角柱供試体を使用し、塩水の浸透面（型枠の側面）以外はアクリル系塗料により塗装を行った。また、鉄筋腐食のモニタリングは表面乾燥湿潤状態にて実施し、自然電位および分極抵抗（測定7点の平均値）を測定した。

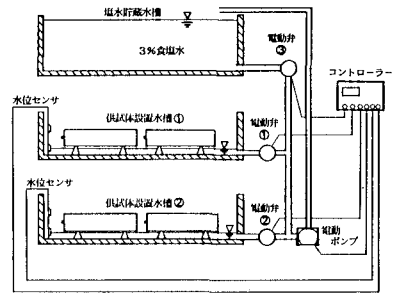


図-1 塩水浸漬の繰り返し装置の概略

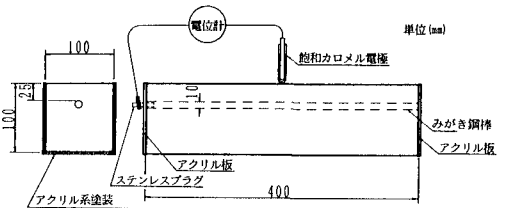


図-2 鉄筋腐食測定用供試体の概略

表-1 塩素イオン透過量の測定結果

	養生 (日)	Cl^- 透過量 (Coulombs)	AASHTO T-277 評価基準
Plain	W7+A21	2640	Moderate
45 %	W 28	2990	〃
Plain	W7+A21	5230	High
55 %	W 28	5270	〃
Plain	W7+A21	7790	〃
65 %	W 28	6210	〃
Flyash	W7+A21	5560	〃
30 %	W 28	3160	Moderate
Slag	W7+A21	3850	〃
50 %	W 28	2760	〃
Silica Fume	W7+A21	1340	Low
10 %	W 28	920	Very Low

3. 実験結果および考察

3-1. 塩素イオン透過性

浸漬・乾燥の繰り返しの開始時点（材令28日）での各種コンクリートの塩素イオン透過量およびAASHTO T-277の評価基準を表-1に示す。普通セメントコンクリートでは、水・セメント比に比例して塩素イオン透過量が増加する。また、普通セメントコンクリートでは水中養生と気中養生との塩素イオン透過量の相違は小さい。一方、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートは、同一水・セメント比の普通セメントコンクリートよりも塩素イオン透過量がいずれも小さいが、気中養生のものは水中養生のもの

よりも塩素イオン透過量が増加する。また、シリカフェームを使用したコンクリートは、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末のものよりもさらに塩素イオン透過量が小さく、養生条件による影響もあり認められない。

3-2. 鉄筋腐食のモニタリング

各種コンクリートの自然電位の経時変化を図-3および4に示す。普通セメントコンクリートの自然電位は、100 サイクル以前は水・セメント比および養生条件による相違があまり見られないが、130 サイクル以後、水・セメント比の大きなものが徐々に卑側に移行しつつあり、その傾向は気中養生のものが水中養生のものより顕著である。一方、混和材を使用したコンクリートの自然電位は、混和材の使用による影響を大きく受け、浸漬・乾燥の繰り返し初期には全体にかなり卑側の値を示すが、浸漬・乾燥の繰り返しとともに徐々に貴側に移行する。現段階では、混和材による置換率の大きいものほど、すなわち高炉スラグ微粉末50%、フライアッシュ30%、シリカフェーム10%の順番で貴側に位置するが、いずれの場合も腐食の傾向は認められない。このような混和材の使用による自然電位の変化は、内部組織の緻密化や細孔溶液のアルカリ性の減少によりコンクリートの電気抵抗性が材令の経過とともに大きく変化することに起因するものと考えられる²⁾。

各種コンクリートの1/分極抵抗の経時変化を図-5および6に示す。普通セメントコンクリートでは、自然電位の変化とも対応して水・セメント比の大きなものは1/分極抵抗の値が次第に大きくなる。また、高炉スラグ微粉末50%のものは、塩水への浸漬・乾燥の繰り返しとともに1/分極抵抗の値が減少する。それ以外のコンクリートでは1/分極抵抗の値には変化がほとんど見られない。このように、現時点において鉄筋腐食の傾向が認められたのは、水・セメント比の大きな普通セメントコンクリートに限られており、実際にコンクリート供試体の外観観察においてもクラックなどの腐食の徴候は確認されていない。

5. 結論

内部に塩分を含まず、外部からの塩分の浸透のみによる条件の下では、コンクリート中の鉄筋が腐食するにはかなり長期に渡る塩水への浸漬・乾燥の繰り返しが必要である。塩素イオン透過量が大きい普通セメントコンクリートほど比較的早期より内部の鉄筋が腐食する傾向にあることが確認できたが、さらに測定を継続することにより混和材の有無および養生条件の相違がコンクリート中の鉄筋腐食に及ぼす影響について明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 橘, 作田, 前田, 梶川, 第42回土木学会年次講演会概要集(V), 1987.
- 2) B.B.Hope, A.K.C.Ip, ACI Materials Journal, No.84-M47, 1987.

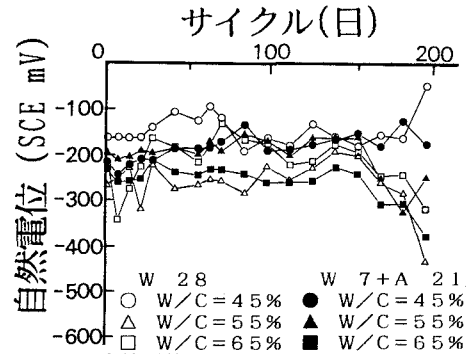


図-3 自然電位の経時変化（普通セメント）

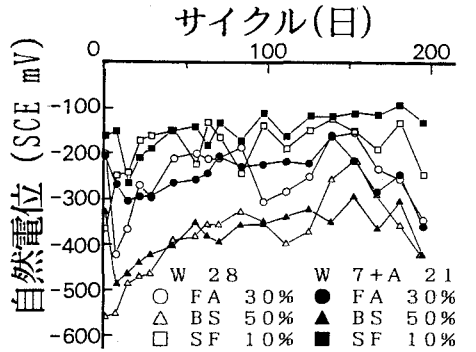


図-4 自然電位の経時変化（混和材）

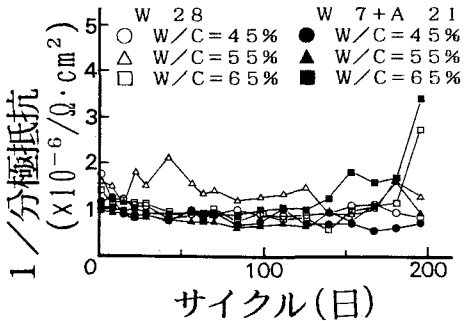


図-5 1/分極抵抗の経時変化（普通セメント）

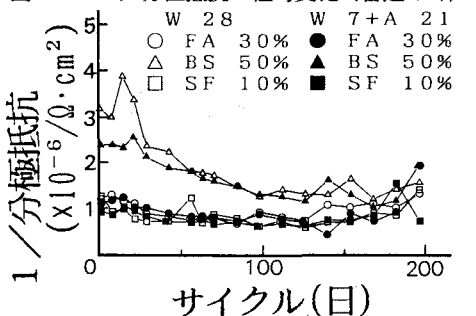


図-6 1/分極抵抗の経時変化（混和材）