

V-122

中性化と初期塩化物イオンの影響を受ける場合の鉄筋腐食性状

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 在田 浩之

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一

ジェイアール西日本コンサルタンツ 正会員 北後 征雄

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理の上で、補修の要否あるいは放置した場合の劣化進行度等が問題となる場合が少なくない。しかしながら、これらに対する評価法は必ずしも確立されておらず、各方面で研究が進められている状況にある。筆者らは、コンクリート中に塩化物イオンが存在する環境下で、コンクリートの中性化が鉄筋位置程度までに達した場合の鉄筋腐食の進行状況を把握するための暴露試験を実施している。本報は約2年間の暴露結果を基に、鉄筋腐食の進行状況について検討したものである。

2. 暴露試験の概要

供試体の寸法・形状を図1、供試体の配合条件等を表1に示す。供試体は打ち込み後5日間湿潤養生した後、炭酸ガス濃度10%、温度20℃、相対湿度60%の条件下に表1に示した程度の中性化深さが得られるまで存置した。供試体のかぶりは15mmであるので、中性化深さ20mmの場合は供試体表面に近い鉄筋の中程まで中性化が進行していることになる。促進中性化後、供試体は屋外に暴露した。また、一部の供試体には樹脂塗装による補修効果を検討するため、図1中に示した上面以外の5面にエポキシ樹脂を塗布した。

コンクリートには普通ポルトランドセメント、酒匂川水系産の細骨材、大月市初狩町産の粗骨材および塩化物イオン量調整試薬としてNaCl（一級試薬）を用いた。鉄筋にはSS41、径9mmのみがき丸鋼を用いた。

3. 塩化物イオン量

表1に示した各供試体の全塩化物イオン量を「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法(JCI-SC 5)」に基づいて測定した。図2に促進中性化を施した供試体I-2および促進中性化を施していない供試体II-2の塩化物イオン量の分布を示した。この結果より、供試体I-2の場合にはコンクリートの中性化進行に伴うと考えられる塩化物イオン量のピークが認められること¹⁾、逆に促進中性化を施していない供試体II-2の塩化物イオン量は概ね均一な分布を示していることがわかる。

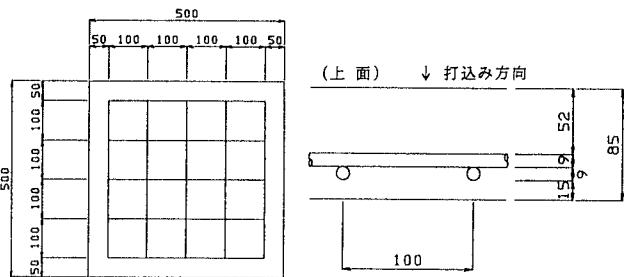


図1 供試体概要

表1 供試体一覧

シリーズ	No.	水セメント比 (%)	塩化物イオン量 (kg/m ³)	中性化深さ (mm)	樹脂塗装の有無	解体材齢 (日)
I	1	70	2	20	無	407
	2			20	無	895
	3			18	有 ¹⁾	581
II	1	70	0	17	無	847
	2		2	9	無	685
	3		2	12	無	653
III	1	60	0	12	無	940
	2		0	14	有 ²⁾	544+396=940

1) 供試体I-3は促進中性化終了後に樹脂塗装を行った。

2) 供試体III-2は材齢545日に樹脂塗装を行った。

これより以下の点がわかる。

(1) Iグループ供試体（水セメント比を70%、塩化物イオン量を2kg/m³、中性化深さを20mm程度とした供試体）の鉄筋腐食量は20~40mg/cm²程度で、平均値的にはIIグループ供試体（Iグループの塩化物イオン量あるいは中性化深さの条件を緩和した供試体）の3倍程度の値で、中性化と塩化物イオンの影響が複合すると鉄筋腐食が著しくなることが確認された²⁾。

キーワード：鉄筋腐食，中性化，塩化物イオン，腐食速度

連絡先：〒185-8504 東京都国分寺市光町2-8-38 tel 042-573-7279

(2) 供試体 I-3 の結果に見られるように、コンクリート中に 2 kg/m^3 の塩化物イオン量を含み、鉄筋位置程度までに中性化が進行している場合には、材齢初期にエポキシ樹脂を塗布しても鉄筋腐食量はほとんど減少しておらず、補修の効果は少ないと考えられた。また、IIIグループ供試体（水セメント比を60%、塩化物イオン量を 0 kg/m^3 、中性化深さを12~14mmとした供試体）においてはほとんど鉄筋腐食が認められなかった。

5. 鉄筋腐食速度の検討

図3に示した供試体 I-1 と I-2 は配合条件、促進中性化深さの条件が同一で、解体材齢のみが異なるので、鉄筋の腐食速度が検討できる。図5には図3に示した鉄筋腐食量を鉄筋半径の減少量に換算した値と材齢の関係を示した。データ数が2点と少なく、ばらつきも大きいため、必ずしも明確でないが、現時点では以下の点が想定される。

- (1) 材齢初期における鉄筋腐食量の増加が著しい。この傾向は自然電位、分極抵抗の経時変化とも整合していた（図4参照）。
- (2) 1回目の測定以降、鉄筋腐食速度が低下し、 0.003 mm/年 程度速度になると考えられた。森永が約3年間裸鉄筋を屋外に暴露した結果からは 0.006 mm/年 程度の値が得られており³⁾、上記の値は概ね妥当なのではないかと推測された。

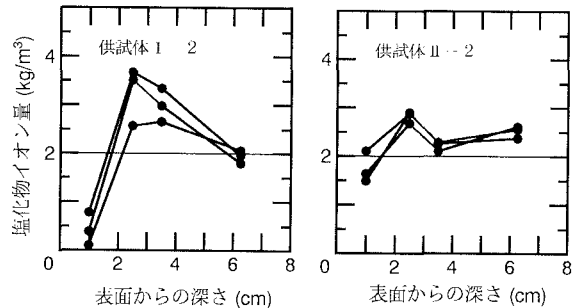


図2 塩化物イオンの分布

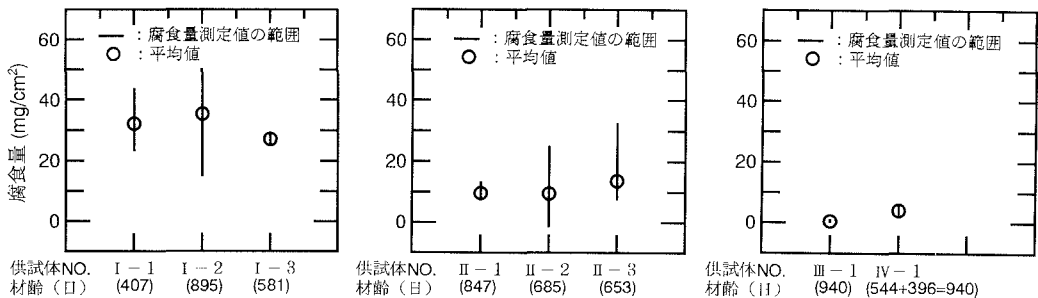


図3 鉄筋腐食量測定結果

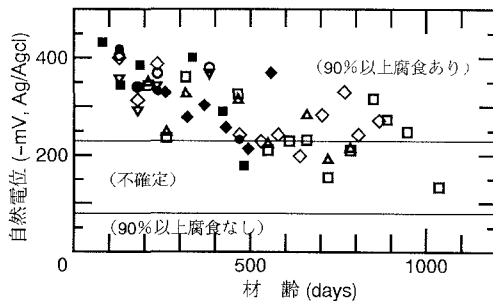


図4 腐食電流の経時変化

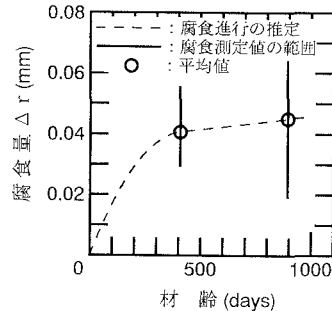


図5 鉄筋腐食量の経時変化

6. まとめ

本試験の結果からは、①中性化と塩化物イオンの影響が複合すると3倍程度の速度で腐食が進行すること、②ある程度腐食が進行した後は、腐食速度が低下し裸鉄筋の屋外暴露の結果に近いこと等がわかった。

【参考文献】

- 1) 小林一輔，白木亮司，河合研至：炭酸化によって引き起こされるコンクリート中の塩化物，硫黄化合物およびアルカリ化合物の移動と濃縮，コンクリート工学論文集，pp.69~82，1990.7
- 2) 樫野紀元：鉄筋コンクリート構造物の耐久性，建築研究報告，No.90，1980
- 3) 森永繁：鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究，東京大学学位論文，1986