

(V - 8) 中性化したコンクリート中における鉄筋の腐食に関する一考察

早稲田大学理工学部 学生員 中村 尚史
早稲田大学理工学部 学生員 岩田 亮
早稲田大学理工学研究科 学生員 Qi Lukuan
早稲田大学理工学部 正会員 関 博

1 はじめに

中性化は鉄筋コンクリート構造物の耐久性を考える上で重要な問題である。本研究では、電気化学的測定法を用いた鉄筋の自然電位と腐食電流密度の経時変化、及び、腐食面積率と腐食減量の測定から、中性化による鉄筋腐食機構について検討を行った。

2 実験概要

2.1 使用材料、配合及び供試体の製作

コンクリートの使用材料及び配合はそれぞれ表 1、表 2 に示す通りである。埋め込んだ鉄筋は、打設前に 10%クエン酸二アンモニウムで黒皮を完全に除去した。供試体形状は 70×70×200 mmであり、70×200 mm の 1 面を除き他の 5 面をエポキシ樹脂でコーティングした。鉄筋の長さは 200 mm とし、コーティングしていない面からかぶり高が 15 mm となるように設置した。

表1 使用材料	
セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	川砂(荒目)
粗骨材	碎石
混和剤	減水剤、AE調整剤
鉄筋	SR24 φ9

表2 示方配合							
水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位水量(kg/m ³)					
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤(ml)	
						減水剤	AE調整剤
70	54.8	182	260	926	784	650	12

2.2 実験方法

(1)中性化促進試験

材齢 14 日で中性化促進試験に供した。促進条件は温度 40℃、湿度 50%、CO₂濃度は 10%である。

(2)乾湿繰返し試験

中性化促進試験で所定の中性化深さに達した供試体を乾湿繰返し試験に供した。乾湿条件の 1 サイクルは、温度 40℃、湿度 95%を 2 週間、温度 15℃、湿度 60%を 2 週間とし、4 サイクルまで実験を行った。

(3)腐食電流密度の測定

供試体は所定の促進期間の後、24 時間水中浸漬によって飽水状態とした後に、ポテンシオスタットを用いて測定を行った。自然電位測定における照合電極は飽和カロメル電極であり、対極としてステンレス板を促進面(コーティングしていない面)に、十分に水で湿らせたスポンジを介して設置した。腐食電流密度測定に関しては、走査速度を 10mV/min とし自然電位から 1200mV までアノード分極およびカソード分極を行った。

(4)腐食面積率および腐食減量の測定

電気化学的測定後の供試体を割裂して鉄筋を取り出し、腐食部分を OHP 用紙に写し取り、腐食面積を算出した。その後、鉄筋をクエン酸二アンモニウムの 10%水溶液に浸漬し、錆を取り除いて重量を測定し、腐食減量を算出した。

キーワード: 中性化 鉄筋腐食 電気化学的測定法 腐食電流密度

連絡先: 早稲田大学理工学部土木工学科関研究室 新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16-09

Tel. 03-5286-3407 Fax. 03-3208-8749

3 実験結果

図-1 は中性化促進試験に供した後、所定の中性化深さに達した時点からの乾湿繰返しによる自然電位の変化を示したものである。また、分極曲線から算出した腐食電流密度の経時変化を図-2 に示した。図-3 に内部鉄筋の腐食面積率の経時変化を示した。図-4 に腐食重量の経時変化を示した。

4. 考察

図-1 を見ると、初期の卑な自然電位から時間の経過に従って電位が上昇していることが確認できる。これはいったんは中性化によりpHが低下し自然電位が低下したが、乾湿繰返しを受けることにより未中性化部からアルカリ物質が中性化部へ浸透し、再アルカリ化が起こったことが考えられる。乾湿繰返しにより、コンクリート内部の水分は乾燥状態では内部から表面に向かって移動し、湿潤状態では外部から内部へと移動するために、これとともにアルカリ物質も移動すると考えられる。

図-2 を見ると、初期の腐食電流密度は $0.06(\mu\text{A}/\text{cm}^2)$ と大きい値を示すが、時間の経過とともに腐食電流密度の値も小さくなっていくことがわかる。腐食電流密度は腐食速度を表す値であるから時間の経過と共に、腐食速度が小さくなっていくといえる。これは中性化による均一腐食によく見られる現象で、鉄筋の表面にさび層が形成され、これが一種の保護膜性の役割を果たすからと思われる。

図-3 を見ると、4 週目までの腐食面積率は 60%程度まで急激に上昇しているが、それ以降は 60%から 80%のあいだで緩やかに変化している。中性化による腐食は初期の 4 週程度までに急激に進行するが、それ以降は腐食の進行が緩やかになる傾向があり、図-2 の結果と同様の傾向である。既往の研究を見ても腐食面積率はほぼ 80%で拡張が止まると述べられている。

図-4 を見ると、少しデータにばらつきが大きいのが、やはり初期の 6 週程度までの腐食減量の上昇が大きく次第に変化率が小さくなっている事がわかる。これについても、図-2 と図-3 の傾向と一致している。

5. まとめ

中性化による腐食は初期の 6 週程度までは腐食が急激に進むが、それ以降は腐食の進行が緩やかになりある定常状態に近づいていくといえる。

【参考文献】

腐食防食協会 : 材料環境学入門 丸善 1993.9

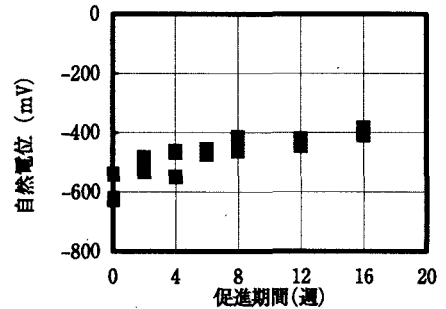


図-1 自然電位の経時変化

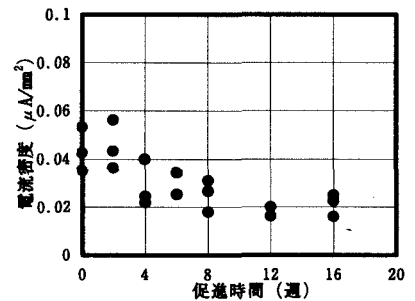


図-2 電流密度の経時変化

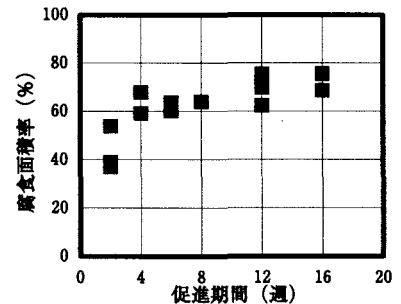


図-3 腐食面積率の経時変化

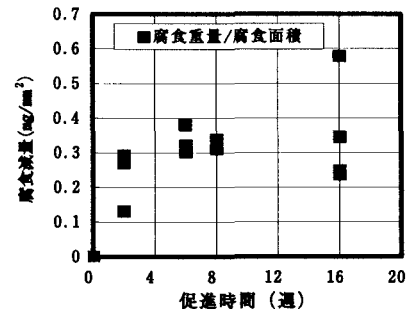


図-4 腐食減量の経時変化