

足利工業大学工学部 正会員 黒井登起雄

足利工業大学工学部 松村 仁 夫

足利工業大学工学部 学 生 ○南雲 祐一

1. 研究目的

鉄筋コンクリートが直流電流作用を受けたとき、鉄筋は電解腐食（電食）を生じ、また同時に、鉄筋が陰極になる部分では、ペースト中のアルカリ金属イオンの鉄筋周辺への集積により、コンクリートの強度低下が起こり、異形鉄筋であっても鉄筋とコンクリートとの付着強度が著しく低下する。そこで、本研究では、直流電流作用による鉄筋コンクリートの劣化抑制・防止方法の資料を得る目的で、水中における電食試験で基礎的に実験し、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたときの鉄筋の腐食状況、および鉄筋とコンクリートの付着強度の各試験から、劣化防止・抑制方法へのエポキシ樹脂塗装鉄筋の効果を検討した。

2. 実験の概要

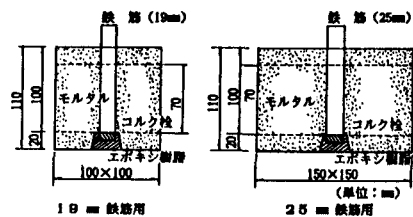
2.1 使用材料 鉄筋は、AG製の19mm、および25mmのエポキシ樹脂塗装異形棒鋼と、黒皮付異形棒鋼を用いた。塗装鉄筋は、ピンホールが0.3、5個（D19mm）、および0.5、8、11個（D25mm）のものを選んで使用した。塗膜厚は平均で、194、および203 μ mであった。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は鬼怒川産の川砂（比重；2.59、吸水率；1.68%）を用いた。

2.2 実験方法 実験は、次のようにシリーズI、およびシリーズIIに分けて実施した。

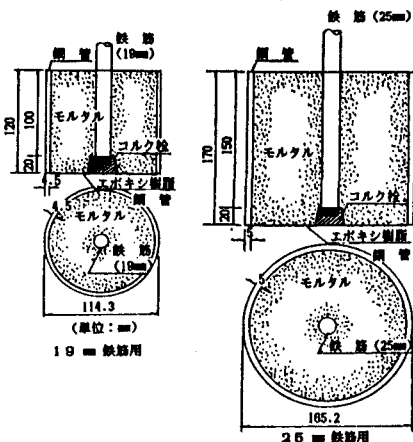
(1) シリーズIは、電食によるモルタル中の樹脂塗装鉄筋の腐食抑制・防止効果に関する実験で、電解供試体は、一辺が10cmの立方体（D 19mm）、および一辺が15cmで、高さが10cmの角柱体（D 25mm）モルタル中に直径が一辺に相当する亜鉛引き鉄板の円筒と、その高さ方向の中心に鉄筋を埋設する形状とした（図1）。

モルタルの配合は、W/Cが0.40と、0.70で、フロー値が 210 ± 10 mmの2種類とした。電食試験は、材令28日水中養生（ 20 ± 3 ℃）後に、電解供試体のモルタル部分の約9.5cmが水道水中に浸漬するようにして、鉄筋を陽極に、亜鉛引き鉄板を陰極に接続して実施した。電流は電圧が20V、一部（黒皮付鉄筋）10Vの直流電流とした。試験時間は336、504、および672時間としたが、黒皮付鉄筋の場合は144時間、および288時間の範囲とした。電食試験後に鉄筋のさび状況の観察とともにさび量の測定を行った。

(2) シリーズIIは、電流による樹脂塗装鉄筋周辺のモルタルの軟化および強度低下抑制・防止効果に関する実験で、電解供試体は、内径10.5cm、高さ12cm（D 19mm）、または内径15.2cm、高さ17cm（D 25mm）の鋼管にモルタルを打ち込み、その中心高さ方向に鉄筋を埋設する形状とした（図1）。モルタルの配合はW/Cが0.40で、フロー値が 210 ± 10 mmとした。電解試験は、シリーズIと同様に水道水中に供試体を浸漬し、鋼管を陽極に、鉄筋を陰極に接続して実施した。電流は電圧が20V、一部（黒皮付鉄筋）15Vの直流電流とした。電解時間は、0、336、および672時間とした。電解試験後に引き抜きによる付着強度試験と、圧縮強度試験を行った。



電食試験用供試体(鉄筋；陽極)



電解試験用供試体(鉄筋；陰極)

図1 供試体の形状・寸法

3. 実験結果及び考察

3.1 鉄筋の腐食 図 2

は電食試験時の黒皮付、および樹脂塗装鉄筋の積算電流量と電解時間との関係を示した一例である。図 3は図 2の電食試験後の鉄筋のさび量と電解時間の関係を示した一例である。図 2より、黒皮付の鉄筋を用いたときは電解時間とともに急激に増加し、10V の直流電流で

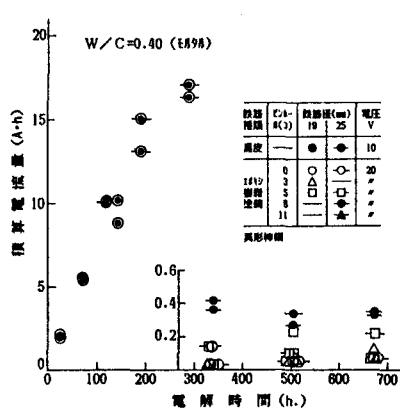


図 2 積算電流量と電解時間の関係

288時間後に約17A・hに達する。これに対し、樹脂塗装鉄筋を用いたとき、積算電流量は、672 時間でも 0.4A・h 以下であり、黒皮付の鉄筋を用いたときに比べ著しく小さい。この結果、樹脂塗装鉄筋を用いたときのさび量は、

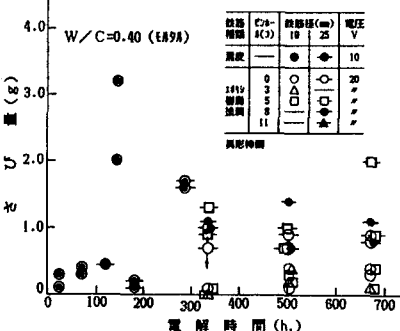


図 3より、黒皮付の鉄筋を用いたときより腐食速度が著しく抑制され、少なくなる。図では電解時間 336時間以上で、1.0g程度のさび量を示しているが、実際の観察では、ほとんどさびを確認できなかった。

3.2 付着強度 図 4は鉄筋を陰極にした電解試験における黒皮

付の鉄筋、および樹脂塗装鉄筋の積算電流量と電解時間との関係を示した。また、図 5は電解試験後の初期付着強度比（表 1の初期付着強度を1.0としたときの値）と電解時間との関係の一例を示した。図 4より、樹脂塗装鉄筋を用いたときの積算電流量は、電食試験の場合と同様に、樹脂塗装による電流の流入・流出が抑制されるため、黒皮付の鉄筋を用いたときよりも、著しく小さくなる。このとき樹脂塗装鉄筋を用いた電解供試体の初期付着強度は、図 5より、黒皮付の鉄筋を用いたとき50～70%の初期付着強度の低下が認められるのに対して、健全なモルタルの80%以上の強度を示し、樹脂塗装鉄筋が電解によるペーストの軟化の抑制に著しい効果を発揮していることを示している。また、樹脂塗装鉄筋のピンホール数は、10cm当たり 8～11個の場合に初期付着強度の低下が20～30%となり、樹脂塗装鉄筋の電解によるペーストの軟化抑制に影響があると考えられるが、樹脂塗装鉄筋の「品質規準」に規定されている「1m当たり 5個以下（19mm以下の鉄筋）」のピンホール数であれば、電食による劣化、および電解によるペーストの軟化の抑制に対する影響はないと考えられる。以上より、エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用は、直流電流による鉄筋コンクリートの電食劣化、およびペーストの軟化と、強度低下を抑制するのに効果的な方法であると思われる。

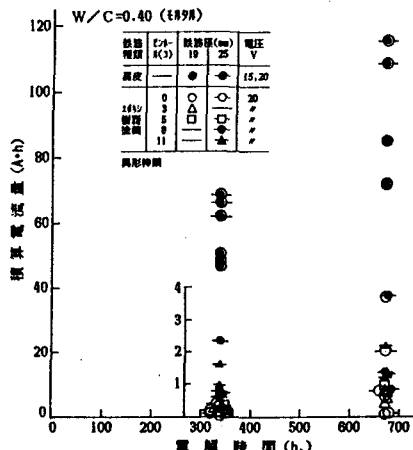


図 4 積算電流量と電解時間の関係

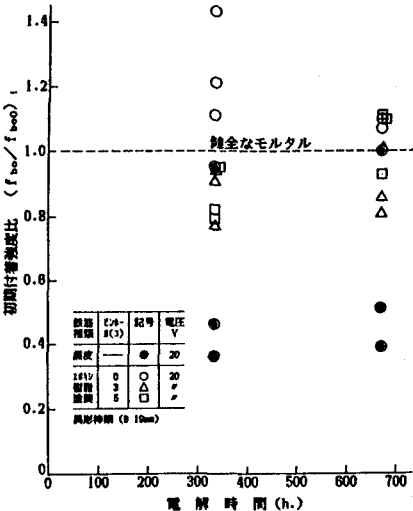


表 1 付着強度試験結果

鉄筋の種類	鉄筋径 (mm)	水化率 (%)	付着強度 (kgf/cm ²)	
			f _{b0}	f _{b00}
黒皮付鉄筋	19	40	42.6	158.3
	25	40	73.9	148.1
	19	0	37.7	217.3
14V樹脂塗装鉄筋	3	40	38.4	205.1
	5	40	35.1	215.4
	25	40	80.6	148.8
	8	40	59.2	163.4
樹脂塗装鉄筋	11	40	54.8	150.0