

亜硝酸塩とポリカルボン酸を用いた防錆剤に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○小木曾 清高

日本大学理工学部 正 会 員 梅村 靖弘

1. 目的

沿岸域や寒冷地における飛来塩分や塩化物系路面凍結防止剤による、鉄筋コンクリート構造物の鉄筋防食方法の一つとして防錆剤の使用が挙げられる。しかし、現在主流である亜硝酸カルシウムを主成分とする防錆剤は、添加量が増加すると凝結が促進され、モルタルの流動性が低下する欠点がある。本研究では、流動性の保持が期待できるポリカルボン酸系防錆剤を取り上げ、亜硝酸カルシウム系防錆剤と防錆効果について比較検討を行った¹⁾。

2. 実験概要

2.1 使用材料とモルタル配合

本研究では、コンクリート中の粗骨材による塩化物イオン浸透への影響を考慮して、供試体はモルタルにて作製した。使用材料及びモルタル配合を表-1、表-2 に示す。ポリカルボン酸は、イソフタル酸を使用した。

2.2 フロー試験：JIS R 5201 に準拠し、フレッシュモルタルの流動性状を確認した。モルタルの水セメント比は 47%とし、練混ぜ直後、15 分後、30 分後のフロー値を測定した。

2.3 圧縮強度試験：φ50×h100mm の円柱供試体を用い、JIS A 1108 にしたがって、材齢 7,28,91 日まで封緘養生したモルタルの圧縮強度を測定した。

2.4 細孔径分布測定試験：材齢 28 日における供試体の細孔径分布を、水銀圧入式ポロシメータを用いて測定した。

2.5 塩化物イオン自然浸透試験：材齢 28 日まで封緘養生したφ50×h100mm の円柱供試体の上下面を浸透面に設定し、側面に防水処理を施した。20℃、3%塩化ナトリウム水溶液に一定期間浸漬させた後、高さ方向に 2 分割し、分割面に 0.1N 硝酸銀水溶液を噴霧して呈色反応を示した部分の上下面からの深さを塩化物イオン浸透深さとした。

2.6 乾湿繰り返し鉄筋腐食試験：図-1 に示す供試体を用いて、乾湿繰り返しによる鉄筋腐食試験を行った。繰り返しサイクルは、材齢 28 日養生後、20℃、3%の塩化ナトリウム水溶液に 2 日間浸漬、60℃の乾燥炉内で 2 日間乾燥した。17 サイクル終了後に鉄筋を取り出して腐食面積を測定した後、鉄筋をクエン酸 2 アンモニウム 10%水溶液に 24 時間浸漬させて腐食生成物を除去し、試験前後の鉄筋腐食減量より腐食量を算出した。

3. 実験結果

3.1 流動性状：フロー試験の結果を図-2 に示す。各配合の練混ぜ後から 30 分経過までのフロー値の低下率は、プレーンモルタル

表-1 使用材料

使用材料	略号	備考
水	W	蒸留水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm ³ ブレン値3270cm ² /g
細骨材	S	陸砂 表密度2.65g/cm ³ 粗粒率2.54
混和剤	亜硝酸カルシウム	亜硝酸カルシウムを主成分とする陽イオン防錆剤
	イソフタル酸	イソフタル酸一級純薬

表-2 モルタル配合

配合 記号	添加量(C×%)		W/C	単位量(kg/m ³)		
	CA	F		W	C	S
PL	0	0	70	311	411	1311
C1	1					
C3	3					
F1	0	1				
F3		3				

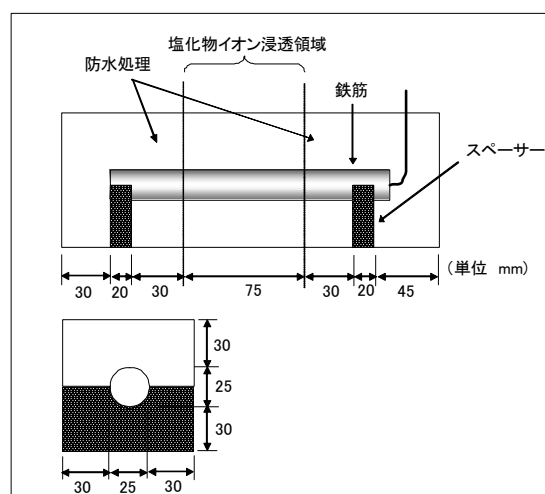


図-1 乾湿繰り返し鉄筋腐食試験供試体

キーワード 鉄筋腐食, 塩化物イオン, 防錆剤, 亜硝酸カルシウム, ポリカルボン酸

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14

TEL/FAX 03-3259-0682

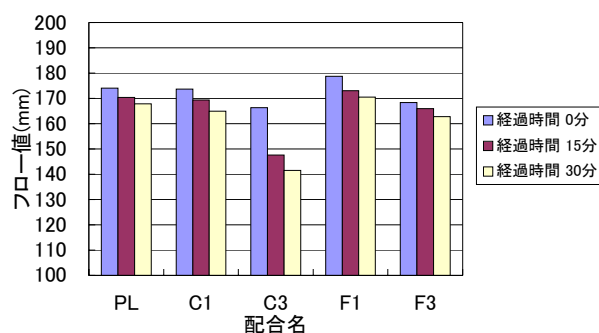


図-2 フロー試験結果

(PL)で約 4%だったが、亜硝酸カルシウム(CA)では C3 で約 16% となり、流動性が大幅に低下した。一方、イソフタル酸(F)では F1, F3 共に約 4%低下し、PL に近い流動性を示した。

3.2 圧縮強度： 材齢 7 日強度において、C1, C3 では強度が PL より約 40%大きくなったのに対して、F1 は PL とほぼ同等であり、F3 は逆に約 50%低下した。材齢 28 日強度は C1, C3 が PL 比で約 30%大きくなり、F1, F3 は約 30%低下した。材齢 91 日強度では、C1 が PL とほぼ同等、C3, F1 は PL 比で 90%程度の強度を発現したが、F3 では 70%程度になった。

3.3 細孔径分布： 各配合の細孔径分布に関して PL と比較すると、直径 0.03~0.3 μm の範囲で細孔容積に大きな差が認められ、0.03~0.1 μm で C1 が約 20%, C3 が約 60%減少し、F1, F3 は約 20%増加した。0.1~0.3 μm では、C1, C3 は約 50%, F1 は約 30%減少したが、F3 では 30%程度増加した。

3.4 塩化物浸透： 各配合の塩化物の浸透深さに関して PL と比較すると、C1, C3, F1 では浸透深さがほぼ同等となった。しかし、F3 では浸透が抑制され、7 週時点で浸透深さは約 25%減少した。

3.5 鉄筋腐食量： 各配合の鉄筋の単位面積当り腐食重量はいずれの配合でも PL より低減され、PL と比較して C1 は約 40%, F1 では約 60%の腐食量となった。CA, F 共に添加率を 3%とした場合、腐食重量はさらに低減されたが、その低減率は添加率 1%と比較していずれも 10%程度となった。したがって、添加率 1%でも十分な防食効果が得られることがわかった。

4. まとめ：

本実験からポリカルボン酸は、亜硝酸カルシウムと比較して流動性の確保、塩化物の浸透抑制に有利となることが明らかとなり、十分な防錆効果も認められた。

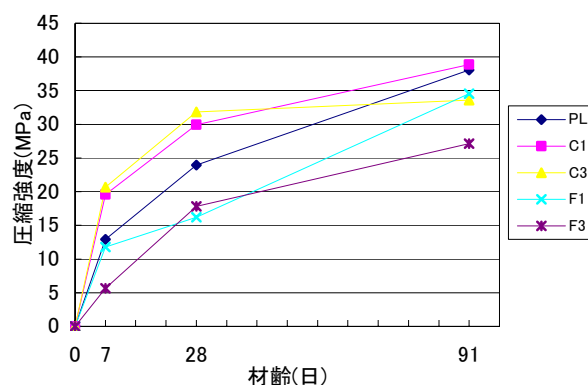


図-3 モルタルの圧縮強度

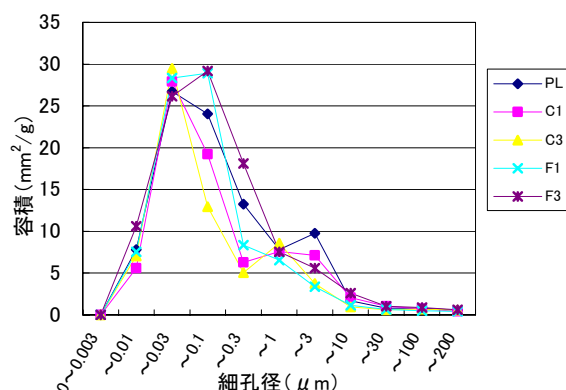


図-4 細孔径分布

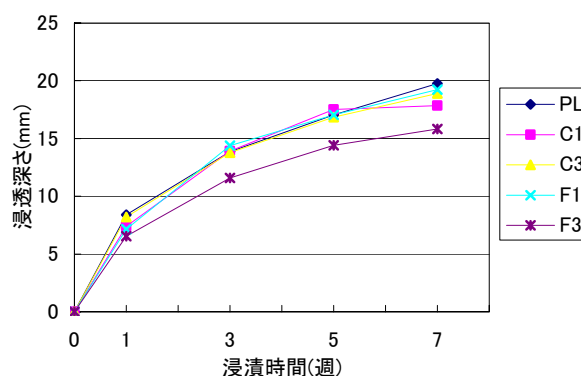


図-5 塩化物自然浸透試験結果

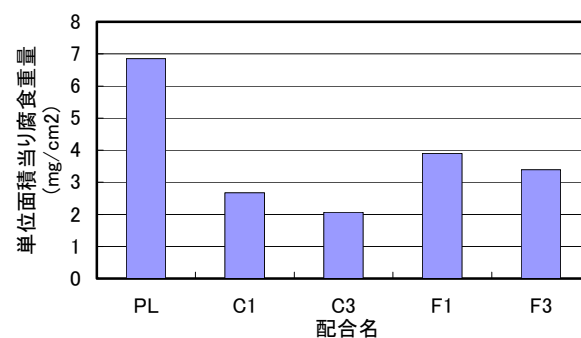


図-6 鉄筋腐食試験結果

参考文献： 1) K.K. Sagoe-Crentsil, V.T. Yilmaz and F.P. Glasser: CORROSION INHIBITION OF STEEL IN CONCRETE BY CARBOXYLIC ACIDS, CEMENT and CONCRETE RESEARCH. Vol.23, pp.1380-1388,1993.