

硝酸銀噴霧法におけるコンクリート変色境界の塩化物イオン濃度

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○小野 敦子
 木更津工業高等専門学校 正会員 青木 優介
 東電工業株式会社 正会員 鈴木 正志
 木更津工業高等専門学校 正会員 黒川 章二・嶋野 慶次

1. はじめに

本研究の目的は、コンクリート中への塩化物イオン浸透深さを測定する硝酸銀溶液噴霧法における、コンクリート変色境界の塩化物イオン濃度とその支配要因を明らかにすることである。なお、このことについては、Otsuki¹⁾らによって既に検討されており、本研究はそれを追従するものである。本研究では、水セメント比を変化させたペースト供試体とモルタル供試体を作成し、それぞれを塩水に浸漬し、その破断面に硝酸銀溶液を噴霧し、現れた変色境界をドリルで削孔して粉状試料を採取し、これに含まれる塩化物イオン濃度を測定した。その結果、変色境界における全塩化物イオン濃度は配合により0.5~0.1%程度まで変化することが確認された。また、その変化を支配している主な影響要因は配合上の単位セメント量であると推察した。

2. 実験の概要

2.1 供試体の配合と作成方法

供試体の配合と使用材料を表-1に示す。配合は、水セメント比W/Cを40, 50, 60%としたセメントペーストとW/Cを50%としたモルタルの計4種類である。各配合2本ずつの供試体を作成し、1本をボス供試体(元来含まれる塩化物イオン濃度を測定する供試体)、1本を塩水供試体(塩水に浸漬させる供試体)とした。

供試体の形状は円柱とし、寸法はφ77×150mmとした。型枠には塩ビ管(内径77mm, 厚さ5.5mm)を用いた。練り混ぜにはモルタルミキサーを用いた。打設後、供試体には温度20℃, 28日間の封かん養生を施した。

2.2 塩水浸漬, 硝酸銀溶液噴霧, 試料の採取

脱枠後、塩水供試体を10%塩水中に20日間浸漬した。その間にボス供試体からの試料採取を行った。供試体を長軸と直交方向に3等分に割裂し、割裂断面をφ5mmのドリルで削孔して、試料となるドリル粉を採取した。なお、塩水浸漬後の塩水供試体からも同様の方法で試料を採取した。ボス供試体との違いは、供試体割裂後、割裂断面に0.1N硝酸銀水溶液¹⁾を霧吹きで数回噴霧し(写真-1(a)), ドライヤーで乾燥させた後、現れた変色境界上をドリルで削孔したことである(写真-1(b))。なお、試料の採取量は各供試体から20gとし、それぞれ10gずつに分けてガラス瓶に収め、2回分の測定用とした。

表-1 供試体の配合と使用材料

供試体	W/C (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)		
			W	C	S
P40	40	2	546	1366	0
P50	50	2	599	1199	0
P60	60	2	641	1068	0
M50	50	2	289	578	1325

W: 水道水

C: 普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm³)

S: 君津産山砂(密度2.61g/cm³, 吸水率1.85%)

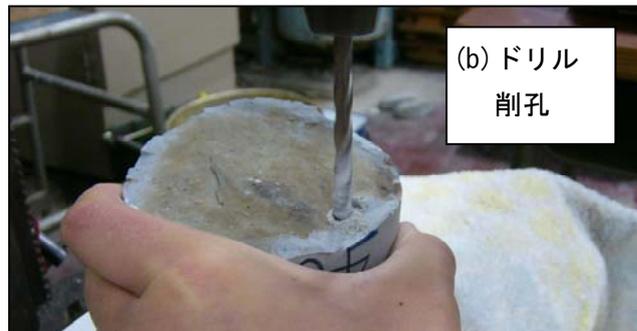


写真-1(a) (b) 硝酸銀溶液噴霧・ドリル削孔状況

キーワード 硝酸銀噴霧法, 塩化物イオン濃度, 中性化

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4155

3. 変色境界における塩化物イオン濃度

各試料で測定された全塩化物イオン濃度と可溶性塩化物イオン濃度を表-2 に示す。ここで、全塩化物イオン濃度は、JIS A 1154-2003 硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法のうち電位差滴定法により、可溶性塩化物イオン濃度は、同付属書2 硬化コンクリート中に含まれる温水抽出塩化物イオンの分析方法により測定している。ボス供試体の試料から測定された全塩化物イオン濃度は、塩水供試体のそれと比べて十分に小さい。以後、元来含まれていた塩化物イオンは無視できるものとして、塩水供試体試料について議論する。

各塩水供試体の変色境界における塩化物イオン濃度を図-1 に示す。図には、表-1 中の平均値を用いている。ペースト供試体では、W/C が低くなるほど、変色境界における塩化物イオン濃度が高くなっている。また、同じW/C のペースト供試体とモルタル供試体では、ペースト供試体の塩化物イオン濃度が高くなっている。一方、可溶性/全塩化物イオン濃度の比は、W/C の違い、ペーストとモルタルの違いに関わらずほぼ一定である。

図-2 は、図-1 の値に各配合の単位体積質量を乗じて含有量表示にしたものである。図中には、塩化物イオンの鋼材腐食発生限界濃度とされる 1.2kg/m^3 のラインを示している。いずれの配合においても、変色境界における全塩化物イオン濃度は、これを大きく上回っている。

4. 変色境界における塩化物イオン濃度の支配要因

W/C が低いほど、また、モルタルよりもペーストの方が塩化物イオン濃度が高くなっている。このことから、変色境界における塩化物イオン濃度は、配合上の単位セメント量に支配されていると推測した¹⁾。

図-3 は、図-2 の値を各配合の単位セメント量で除した結果である。W/C50%と W/C60%のペーストでは、両者の値が同等になっている。このことは、変色境界における塩化物イオン濃度が、単位セメント量に支配されていることを示唆している。しかし、W/C40%のペースト、あるいはモルタルでも値が大きくなっていることから、単位セメント量以外の要因があることも伺える。今後、試験数を増やして明らかにするつもりである。

参考文献

1) Otsuki et al. : Evaluation of AgNO₃ Solution Spray Method for Measurement of Chloride Penetration into Hardened Cementitious Matrix Materials, *ACI Materials Journal*, No.84, pp.587-592, 1992.11

表-1 全・可溶性塩化物イオン濃度測定結果

供試体	試料	全Cl濃度(%)		可溶性Cl濃度(%)	
		個体	平均	個体	平均
ボス	P40	0.006 0.007	0.007	0.001 0.001	0.001
	P50	0.008 0.006	0.007	0.002 0.001	0.002
	P60	0.005 0.005	0.005	0.001 0.001	0.001
	M50	0.004 0.004	0.004	0.002 0.001	0.002
塩水	P40	0.464 0.474	0.469	0.330 0.318	0.324
	P50	0.192 0.220	0.206	0.130 0.144	0.137
	P60	0.185 0.172	0.179	0.129 0.118	0.124
	M50	0.119 0.098	0.109	0.088 0.074	0.081

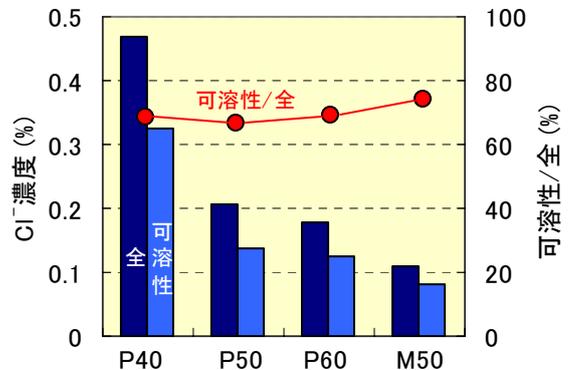


図-1 全・可溶性塩化物イオン濃度の比較

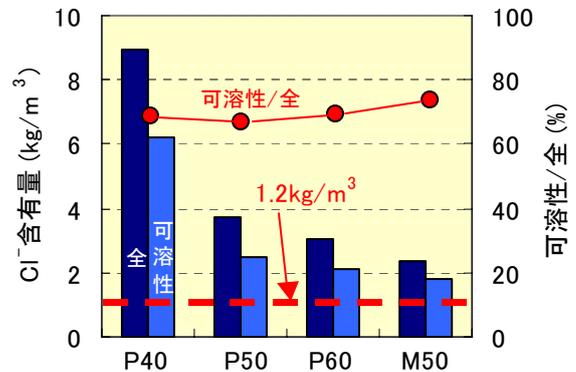


図-2 全・可溶性塩化物イオン含有量の比較

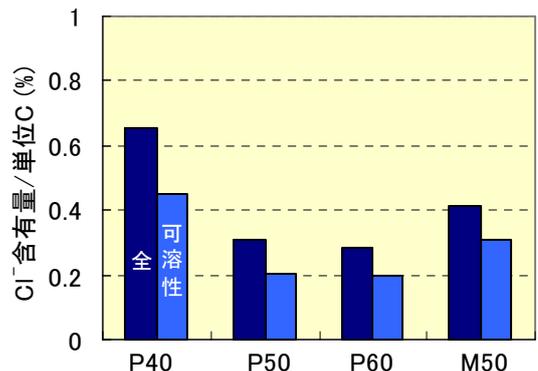


図-3 塩化物イオン含有量/単位セメント量