

V-275

海洋環境下における高流動コンクリートの塩化物イオンの浸透に関する一考察

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員○佐藤文則

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員 大西雅也

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員 出頭圭三

1. まえがき

高流動コンクリートは、水結合材比が小さく細孔組織が緻密であるため、一般に塩化物イオンに対する浸透抵抗性が高いと考えられている。これまでの高流動コンクリートの塩分浸透抵抗性の評価は、短期試験によるものがほとんどであり、長期間、塩分環境下に暴露して検討した事例は少ないのが現状である。本研究は、海水中に高流動コンクリートを5年間暴露し、塩化物イオンの浸透状況を調査した結果を報告するものである。

2. 実験概要

暴露したコンクリートは、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末を混和した2成分系、3成分系高流動コンクリートと普通コンクリートの計4種類とした。コンクリートの配合を表-1に示す。供試体は、直径15cmの円柱供試体とし、側面部からの塩分浸透を防止するためエポキシ樹脂で塗装した。材齢28日間標準養生を行った後、福岡県北九州市の井ノ浦湾内の海中に5年間浸漬した。測定は暴露後1年、3年、5年において、供試体上面より深さ方向にJCI-SC4に準拠して全塩化物イオン量の分析を行った。また、塩化物イオン測定位置と同一の深さで細孔径分布の測定を水銀圧入法により行った。

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	配合条件			単位量 (kg/m ³)								
	Gmax (mm)	W/B (%)	s/a (%)	水	セメント	フライアッシュ	スラグ	細骨材	粗骨材	AE減水剤	高性能AE減水剤	増粘剤
NORMAL	20	50.0	45	172	344	-	-	794	1013	0.86	-	-
3成分	20	34.9	53.4	163	162	156	149	869	790	-	9.5	0.02
2成分FA	20	34.7	53	160	260	200	-	870	783	-	13.57	0.02
2成分SG	20	34.0	55	180	168	-	361	852	732	-	10.58	0.02

使用材料 セメント: 普通ポルトランドセメント, 比重3.15, 比表面積3200cm²/g フライアッシュ: 比重2.27 比表面積4010cm²/g 高炉スラグ: 比重2.89
 細骨材: 比重2.60, FM2.54 (3成分, NORMAL), 比重2.61, FM2.84 (2成分FA), 比重2.61, FM2.62 (2成分SG)
 粗骨材: 比重2.71 (3成分, NORMAL), 比重2.65, FM6.83 (2成分FA), 比重2.65, FM6.35 (2成分SG)
 AE減水剤: リグニンスルホン酸化合物 高性能AE減水剤: 変成リグニン, アクリル酸スルホン酸および活性持続リマーの複合物

3. 実験結果および考察

図-1に各暴露期間後の塩化物イオンの浸透状況を示す。これより、暴露後3年まで、普通コンクリートと

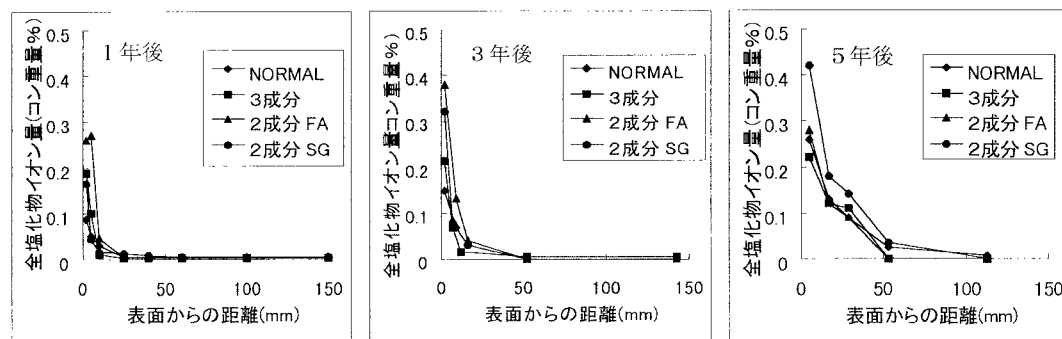


図-1 全塩化物イオンの浸透状況

キーワード 全塩化物イオン量, 高流動コンクリート, 見かけの拡散係数, 細孔量

〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 TEL03-3977-2246 FAX03-3977-2251

比較して高流動コンクリートは、表面部の塩化物イオン量が高く内部への浸透が少ない結果となっている。特に、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートは、その傾向が強い。しかしながら、暴露後5年においては、高炉スラグ微粉末を混和した配合を除いて普通コンクリートとほぼ同じ塩化物イオンの浸透性状を示している。

暴露後5年の結果より、フィックの第二法則により各コンクリートの表面塩化物イオン量と見かけの拡散係数を試算すると表-2 のとおりとなる。これより、普通コンクリートの見かけの拡散係数が、 2.2×10^{-8} であるのに対して高流動コンクリートは 1.7×10^{-8} （フライアッシュ系）～ 2.8×10^{-8} （3成分系）の範囲にあり、混和材の使用や低水結合材比による顕著な塩分浸透抑制効果が認められない。

図-2 に各コンクリートの細孔径分布の一例を、表-3 に各深さにおける総細孔量と50nm以上の細孔量を示す。塩化物イオンの浸透が殆どない深さ113mmの総細孔量で比較すれば普通コンクリートが0.073cc/gと最も多く、フライアッシュ系、スラグ系、3成分系の順で小さくなっている。50nm以上でみても、3成分系の高流動コンクリートが最も細孔量が少なく、細孔量のみで判断すれば3成分系の高流動コンクリートが最も緻密なコンクリートであると言える。しかしながら、3成分系高流動コンクリートの見かけの拡散係数は、先にも示した様に、本実験の範囲内では最も大きく、水銀圧入法より判断されるコンクリートの緻密さとは必ずしも一致しない結果となった。これより、毛細管空隙レベルの細孔量のみでは、見かけの拡散係数を評価できず、径の小さいゲル空隙を考慮する必要があるものと思われる。

4. まとめ

以上のように、高流動コンクリートは、水銀圧入法による毛細管空隙レベルでは、普通コンクリートと比較して細孔量が少なく緻密であるといえるが、見かけの拡散係数より判断すると塩分浸透抵抗性は、普通コンクリートと同程度である。

参考文献

- 1) 竹田宣典・迫田恵三・十河茂幸：海洋暴露試験に基づく各種コンクリートの塩分浸透量の推定、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.13, No.1, pp595-600, 1991
- 2) 後藤誠史・茂啓二郎・高木達雄・大門正機：セメント硬化体中の細孔径分布とイオン拡散、セメント技術年報, Vol.36, pp.49-52, 1982
- 3) 内川 浩：セメントペーストと骨材の界面の構造・組織がコンクリートの品質に及ぼす影響、コンクリート工学, Vol.33, No.9, pp5-17, 1995.9

表-2 見かけの拡散係数と表面塩化物イオン量

	NORMAL	3成分	2成分 FA	2成分 SG
表面塩化物イオン量 C0 (コン重量%)	0.3	0.25	0.32	0.48
見かけの拡散係数 Dc(cm ² /sec)	2.2×10^{-8}	2.8×10^{-8}	1.7×10^{-8}	1.8×10^{-8}

表-3 細孔量の測定結果

	表面からの 距離(mm)	NORMAL	3成分	2成分 FA	3成分 SG
総細孔量 (cc/g)	5	0.061	0.028	0.064	0.049
	17	0.062	0.033	0.058	0.050
	29	0.058	0.028	0.084	0.045
	53	0.075	0.041	0.075	0.039
	113	0.073	0.043	0.066	0.052
50nm 以上 の細孔量 (cc/g)	5	0.024	0.010	0.031	0.024
	17	0.018	0.013	0.026	0.024
	29	0.018	0.011	0.044	0.022
	53	0.028	0.017	0.040	0.019
	113	0.028	0.019	0.035	0.027

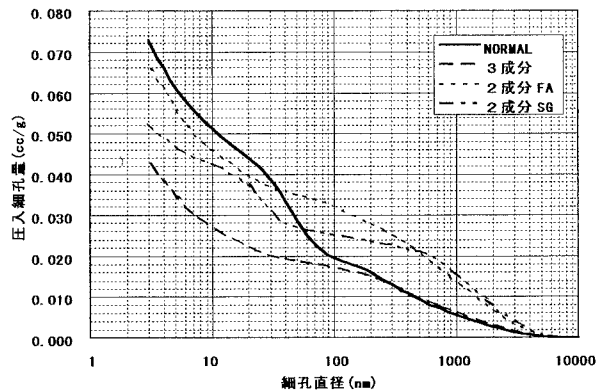


図-2 細孔径分布の一例（測定位置 113mm）