

高炉スラグ微粉末 6000 を混和したコンクリートの実効拡散係数に関する検討

九州大学大学院 学生会員 ○高 鳴笛 九州大学大学院 正会員 濱田 秀則
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 (株)ピーエス三菱 正会員 平安山 良和

1. はじめに

PC 橋上部工の塩分浸透抵抗性の向上対策として、高炉スラグ微粉末 6000 (BFS6000) を混和したコンクリートが提案され、既にプレテンション方式の PC 桁として実用化されている¹⁾。架設現場の立地条件によっては、桁の搬入や現地での桁製作が困難になる場合も生じることが想定され、現場打ちのポストテンション方式 PC 部材などへの利用拡大が期待される。BFS6000 を混和した高強度コンクリートの塩分浸透抵抗性については、既往の研究において浸漬法により求めた見掛けの拡散係数が報告されている²⁾ものの、高い塩分浸透抵抗性を有するため、試験結果を得るために長い期間を要する。本研究では、電気泳動試験を適用し、BFS6000 を混和コンクリートの実効拡散係数を求め、無混和コンクリートとの比較を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表-1 に示す。本研究では A 社 (日本) 製と B 社 (中国) 製の 2 種類の普通ポルトランドセメント (OPC) を使用した。コンクリートの配合を表-2 に示す。配合 N-15 は結合材を A 社製 OPC のみとし、目標スランブを 15cm としたものである。配合 B-12 は結合材を B 社製 OPC および BFS6000 を 1:1 としたものである。いずれの配合も水結合材比 W/B は 43% で一定とした。

表-1 使用材料

セメント (OPC)	A社製, 密度3.16g/cm ³ 比表面積3200cm ² /g
	B社製, 密度3.15g/cm ³ 比表面積3500cm ² /g
高炉スラグ微粉末	高炉スラグ微粉末6000(BFS6000)
	密度2.91g/cm ³ 比表面積6000cm ² /g
細骨材	海砂, 表乾密度2.59g/cm ³ 吸水率 1.24%
粗骨材	碎石, 表乾密度2.70g/cm ³ 吸水率 0.46%

表-2 コンクリートの示方配合

配合 No.	目標スランブ (cm)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						荷卸し時		
				W	C	BFS	S	G	AE減水剤	スランブ (cm)	気温 (°C)	コンクリート温度 (°C)
N-15	15	43	45.8	155	360	0	834	996	2.345	14.5	24	27
B-12	12	43	45.0		180	180	806	1010	2.160	13.0	27	30

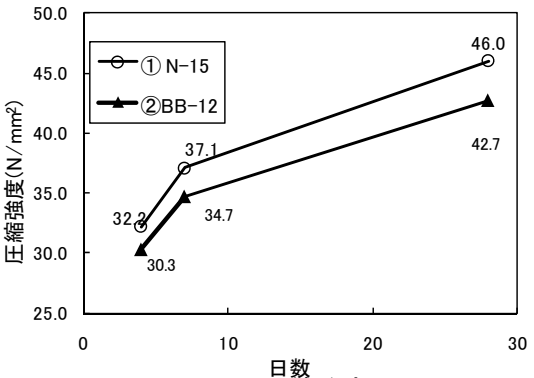
2. 2 製造および試験項目

コンクリートはレディーミクストコンクリート工場で製造し、アジデータ車で約 30 分運搬した現場で荷卸しを行い、試料を採取した。荷卸時のコンクリートのスランブおよび温度は表-2 中に示している。また、翌日脱型後、28 日まで 20°C 水中養生を行った。材齢 4 日、7 日、28 日において圧縮強度試験を行った。電気泳動試験は土木学会 JSCE-G571 に準拠し、円柱供試体 (φ100×200 mm) から、厚さ 5cm に切断したものを用いて、実効拡散係数 De を求めた。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度試験結果

図-1 に材齢 4 日、7 日および 28 日の圧縮強度の試験結果を示す。本研究での材料、配合条件では、N-15 より B-12 の方が強度は 6~8% 小さいという結果が得られた。



3. 2 電気泳動試験結果

(1) 塩化物イオン濃度の経時変化

N-15 および B-12 の陽極側の塩化物イオン濃度の変化をそれぞれ図-2、図-3に示す。図-3に示すように、B-12においては、実験開始から陽極側の塩化物イオンの濃度が増加し始めるまで約40日を要した。また、定常状態における濃度の増加割合は小さくなった。福永ら³⁾の研究では、BFS6000 (W/B=31.9%)を混和した場合、塩化物イオンの濃度増加が陽極側で検出されるまでの日数は50~70日となっている。

本研究では、BFS6000を用いた場合の実効拡散係数を短期間に算出可能かについて検討するために、供試体の厚さを3cmとし、追加試験を行った。その時の塩化物イオンの増加量を図-4に示す。図より、厚さ3cmの場合では、塩化物イオン濃度が定常状態に達するまでの期間は5cmより短縮できた。

(2) 実効拡散係数

各供試体の陽極側の塩化物イオン濃度の経時変化によって、求めた実効拡散係数を表-3に示す。5cmの結果を比較すると、B-12の実効拡散係数はN-15に比べ1/10程度であり、非常に小さいことが分かる。また、本研究の範囲では、3cmと5cmには実効拡散係数の差が見られた。

4. まとめ

本研究では、普通ポルトランドセメントの50%を高炉スラグ微粉末6000で置換したコンクリートの実効拡散係数を電気泳動試験により求めた。その結果、実効拡散係数は普通ポルトランドセメントのみの場合と比較して、1/10程度となることが明らかとなった。なお、供試体厚さが及ぼす影響の検討や見かけの拡散係数との比較については、今後の課題である。

【謝辞】本研究は、(財)鉄鋼業環境保全開発基金 2009年度研究助成金を受けて行った研究の成果の一部である。関係者各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 石田裕一・江崎守・前田悦孝・坂本賢次・松下博通：高炉スラグ微粉末を用いた高耐久PC橋の設計・施工ー熊本高森線俵山4号橋ー，プレストレストコンクリート，Vol.42，No.3，pp.45-51，2000
- 2) 松下博通・前田悦孝・藤田数正・祝井健志：高炉スラグ微粉末を混入した高強度コンクリートの塩分浸透性状ーEPMAを利用した塩化物イオン濃度分布の測定ー，材料，Vol.43，No.8，pp.834-841，2005
- 3) 福永靖雄・石塚純・田中正裕・吉村徹：高炉スラグ微粉末を用いた沖縄自動車道・億首川橋におけるリニューアル工事，コンクリート工学，Vol.47，No.2，pp.53-58，2009

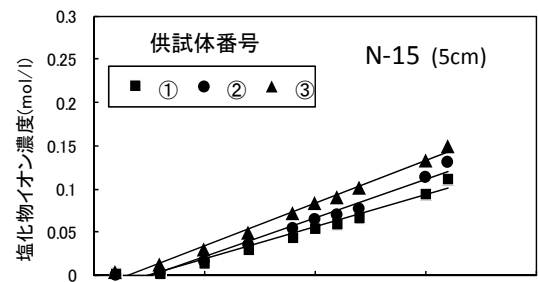


図-2 N-12(5cm)の塩化物イオン濃度の経時変化

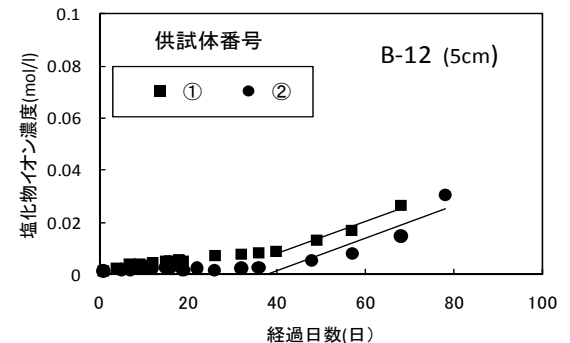


図-3 B-12(5cm)の塩化物イオン濃度の経時変化

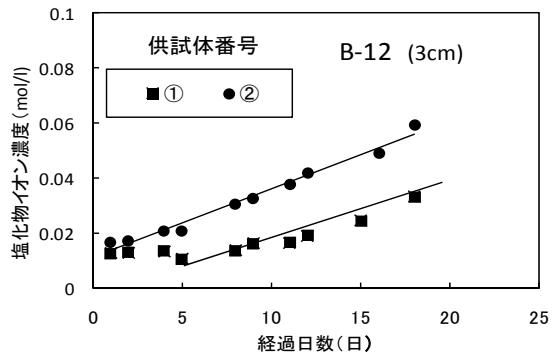


図-4 B-12(3cm)の塩化物イオン濃度の経時変化

表-3 実効拡散係数 (算出結果)

供試体		実効拡散係数 (cm ² /year)	
N-15 (5cm)	①	0.66	0.75
	②	0.78	
	③	0.81	
B-12 (5cm)	①	0.078	0.061
	②	0.043	
B-12 (3cm)	①	0.10	0.130
	②	0.16	