

高炉スラグ微粉末の粉末度およびコンクリートの水結合材比が 実効拡散係数に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 山時 翔 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴
九州大学大学院 正会員 濱田 秀則 九州大学 学生会員 烏田 慎也

1. はじめに

既往の研究により、高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートは高い塩分浸透抵抗性を有することが知られている。近年、高炉スラグ微粉末 6000 を塩害対策として PC 上部工に適用する事例が増加している。本研究では PC 構造物に使用される比較的高い圧縮強度領域までの高炉スラグ微粉末混和コンクリートを作製し、電気泳動試験により塩化物イオン実効拡散係数を算出し、考察した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で作製したコンクリートの配合およびスランブ、空気量測定結果を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。高炉スラグ微粉末(GGBFS)は高炉スラグ微粉末 4000 または高炉スラグ微粉末 6000 を使用し、セメントに対し 50% 質量置換した。以下では、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートを N、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートを B-4、B-6 と表記する。また、細骨材には海砂を、粗骨材には砕石 2005 を使用した。混和材には AE 減水剤および AE 剤を使用した。コンクリートの水結合材比 W/B は 65%、55%、45%、35% とし、単位水量は 175kg/m^3 で一定とした。養生条件は脱型直後から 20 水中養生とした。

2.2 実験方法

- (1) 圧縮強度試験：材齢 3 日、7 日、28 日および 91 日において JIS A 1108「コンクリートの圧縮試験方法」に従って圧縮強度の測定を行った。
- (2) 電気泳動試験：作製した供試体より材齢 28 日で円柱供試体の中央部から $100\times 50\text{mm}$ の円板状の試験体を切り出し、土木学会規準 JSCE-G571-2003「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法」に従い電気泳動試験を行い、実効拡散係数 D_e を求めた。

3. 実験結果および考察

(1) 圧縮強度

図-1(a)～(c)に水結合材比 65、55 および 45%の各材齢における圧縮強度試験結果を示す。B-4 シリーズでは 7 日強度までの圧縮強度は N シリーズに比べ 20～30% 程度強度が低下したが、28 日強度はそれと同等

表-1 コンクリートの示方配合

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					AE減水剤 ($\times C\%$)	AE 剤 ($\times C\%$)	スランブ (cm)	空気量 (%)
			W	C	GGBFS	S	G				
N-35	35	44.5	175	500	-	714	997	0.30	0.002	8.5	3.7
N-45	45	45.5	175	389	-	771	1042	0.25	0.002	8.5	4.3
N-55	55	47.5	175	318	-	832	1038	0.25	0.002	5.5	4.3
N-65	65	47.5	175	269	-	851	1061	0.25	0.002	8.0	4.1
B-4-35	35	44.5	175	250	250	698	995	0.35	0.002	11.0	4.2
B-4-45	45	45.5	175	194	194	765	1033	0.25	0.002	7.0	4.4
B-4-55	55	46.5	175	159	159	810	1051	0.25	0.002	11.5	5.6
B-4-65	65	47.5	175	135	135	849	1054	0.25	0.002	6.0	3.6
B-6-35	35	44.5	175	250	250	680	992	0.5	0.002	19.0	2.6
B-6-45	45	45.5	175	194	194	765	1033	0.25	0.002	9.0	3.1
B-6-55	55	46.5	175	159	159	810	1051	0.25	0.002	13.0	2.7
B-6-65	65	47.5	175	135	135	847	1056	0.25	0.002	17.0	3.0

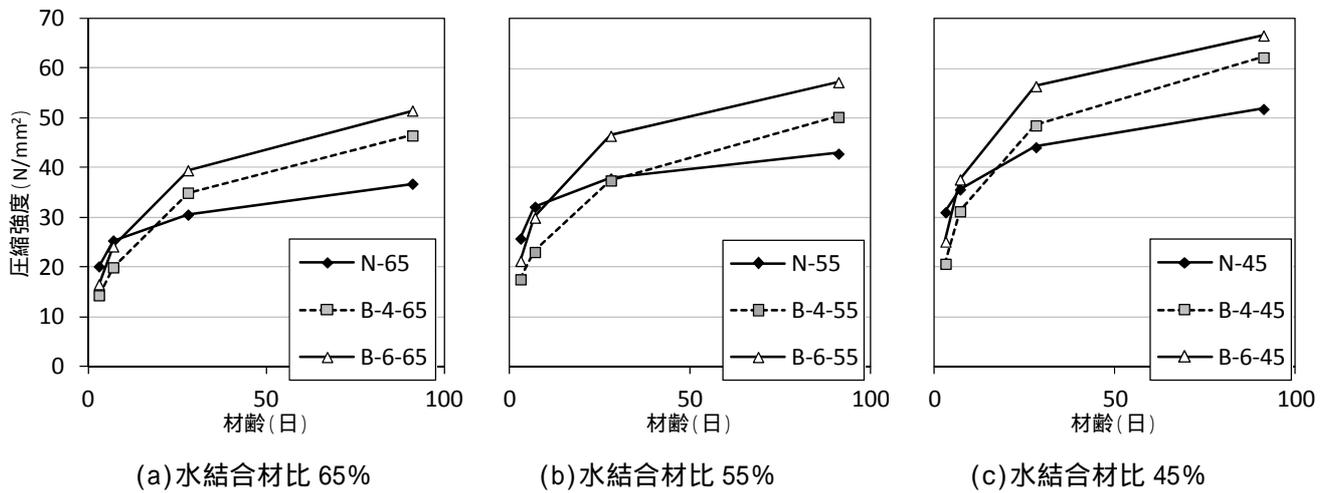


図-1 各材齢における圧縮強度

か若干上回る結果となった。

一方 B-6 シリーズでは、3 日強度では N シリーズに比べ圧縮強度が 20% 程度低下したものの、7 日強度では N シリーズと等しい値となり、28 日強度では全ての水結合材比において N シリーズに比べ 20% 程度の強度増進効果が認められた。これより、高炉スラグ 4000 の代わりに高炉スラグ微分末 6000 を使用した場合 7 日強度が改善されることが確認でき、これは初期強度を必要とする PC 構造物等に有効なものであると考えられる。

(2) 実効拡散係数

図-2 に各水結合材比の塩化物イオン実効拡散係数を示す。

どのシリーズも水結合材比が低くなるにつれて実効拡散係数は小さくなっていることが確認できる。また、高炉スラグ微粉末を混和したものは無混和に比べ実効拡散係数が概ね $1/5 \sim 1/10$ 程度となった。電気泳動試験は塩化物イオンの固定化を考慮する必要がないため、両者の違いはコンクリート中の微細構造の違いが影響しているものと考えられる。なお、これについては空隙率のみならず、塩化物イオンの移動経路となる空隙の形状、配置なども影響しているという研究結果が報告されている¹⁾。また、本実験では水結合材比 45% 以下の範囲で B-6 シリーズの方が B-4 シリーズに比べ実効拡散係数は小さくなった。

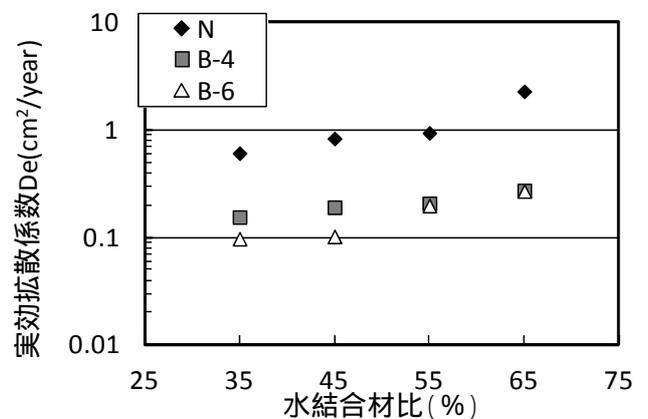


図-2 実効拡散係数

4. まとめ

本研究では高炉スラグ微粉末 4000 および 6000 を普通ポルトランドセメントに対し 50% 質量置換したコンクリートを作製し無混和コンクリートと比較することで以下の知見を得た。

- 1) 高炉スラグ微粉末 4000 に代わり高炉スラグ微粉末 6000 を用いることで初期強度が改善された。
- 2) 高炉スラグ微粉末を混和することで、実効拡散係数を低減することができ、その低減幅は概ね $1/5 \sim 1/10$ 程度となった。
- 3) 水結合材比 45% 以下では高炉スラグ微粉末 6000 を混和したコンクリートの方が高炉スラグ微粉末 4000 を混和したコンクリートよりも実効拡散係数は小さくなった。

【参考文献】

- 1) 細川佳史, 山田一夫, 高見満, 杉山隆文: 浸せき法および電気泳動法により評価した塩化物イオン拡散係数に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.725-730, 2003