

第V部門

塩害 (1)

2022年9月15日(木) 09:30 ~ 10:50 V-5 (吉田南総合館西棟 共西32)

[V-161] 非定常電気泳動実験による高耐久コンクリートの遮塩性評価 Evaluation of salt shielding of highly durable concrete by unsteady-state electrophoresis test

*熊本 凌太¹、温品 達也¹、橋本 学²、林 大介²、網野 貴彦³、伊代田 岳史⁴ (1. 徳山工業高等専門学校、2. 鹿島建設株式会社、3. 東亜建設工業株式会社、4. 芝浦工業大学)

*Ryota Kumamoto¹, Tatsuya Nukushina¹, Manabu Hashimoto², Daisuke Hayashi², Takahiko Amino³, Takeshi Iyoda⁴ (1. National Institute of Technology, Tokuyama College, 2. KAJIMA CORPORATION, 3. TOA CORPORATION, 4. Shibaura Institute of Technology)

キーワード：非定常電気泳動実験、高炉スラグ微粉末、拡散係数、塩害

unsteady-state electrophoresis test, blast furnace slag fine powder, diffusion coefficient, salt damage

多くの混合セメントに利用されている高炉スラグ微粉末（以下、BFS）は、コンクリートの耐久性向上に大きく起因していることから、現在 BFSを多量置換した高耐久コンクリートの実用展開に向けた研究が進められている。本稿では、実用展開のために必要な塩化物イオン拡散係数を非定常電気泳動実験によって算出した。実験結果から、BFSの高い塩分固定化能力を確認でき、その置換率を大きくし、水結合材比を小さくすることで拡散係数は低減され、コンクリートの遮塩性の向上に大きく貢献できる可能性を見出した。

Since blast furnace slag fine powder (BFS) used in many mixed types of cement is greatly due to the improvement of the durability of concrete, research for practical development of heavy durable concrete with a large amount of BFS is currently being carried out. The high salinity immobilization ability of BFS can be confirmed, and the diffusion coefficient is reduced by increasing the substitution rate and reducing the water bond ratio, and the possibility of greatly contributing to the improvement of the salt shielding of concrete was found.

非定常電気泳動実験による高耐久コンクリートの遮塩性評価

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○熊本凌太 正会員 温品達也
鹿島建設株式会社 正会員 橋本学 林大介
東亜建設工業株式会社 正会員 網野貴彦
芝浦工業大学 正会員 伊代田岳史

1. はじめに

産業副産物のさらなる活用が求められる現在において、様々な混合セメントの実用展開に向けた取り組みが進められている。特に、高炉スラグ微粉末(以下、BFS)は長期強度や塩害抵抗性の向上が期待できることから、現在 BFS を多量置換した高耐久コンクリートの実用化が注目されている。

現状のコンクリート標準示方書の体系に従う場合、BFS を多量置換したコンクリートの実用展開のためには、その塩分浸透特性値等を確認し、コンクリート標準示方書にある照査を行う必要がある。そこで、本研究では、コンクリートの塩分浸透特性値を室内にて短時間で取得できる非定常電気泳動実験に着目し、BFS の置換率と水結合材比の変化による遮塩性の評価を行った。

2. 実験概要

(1)使用材料及び配合

試験体作製時に使用した材料や配合を表-1 に示す。BFS の置換率による遮塩性を評価するため、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリート(以下、OPC コンクリート)や BFS を 50%置換したセメントを使用したコンクリート(以下、BB コンクリート)は水結合材比が 50%のみを比較対象とし、BFS を多量

置換した場合の水結合材比の変化による遮塩性の評価のために、BFS を 70%置換したセメントを使用したコンクリート(以下、BC コンクリート)は 50・45・40・30%の4パターンの配合を用意した。

(2)非定常電気泳動実験

表-1 の配合により作製した Φ100×200mm の試験体の中央部から Φ100×50mm の寸法で3体切り出して試験片として使用した。試験装置は、定常状態における電気泳動セル¹⁾を参考に作製した。印加電圧の選定や拡散係数 D_{nssm} の算出等は、NT BUILD 492²⁾に準拠した。通電終了後の測定については、先行研究³⁾を参考に、試験片を割裂後、割裂面に硝酸銀水溶液(0.1N)を噴霧し、試験片の両端 10mm を除いて、白色に呈色した部分を7点測定して、その平均値を塩化物イオン浸透深さとした。実験条件を表-2 に示す。

表-2 実験条件

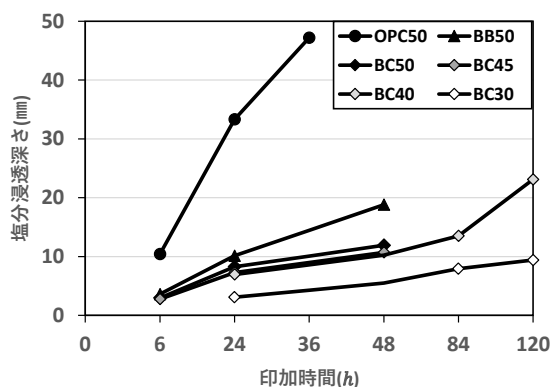
種別	W/B (%)	材齢 (日)	印加電圧 (V)	印加時間 (時間)	試験体数 (個)
OPC	50	28・91	30	6・24・36	1
BB	50			6・24・48	
BC	50			6・24・48	
	45			6・24・48	
	40			24・84・120	
	30			24・84・120	

表-1 コンクリートの配合

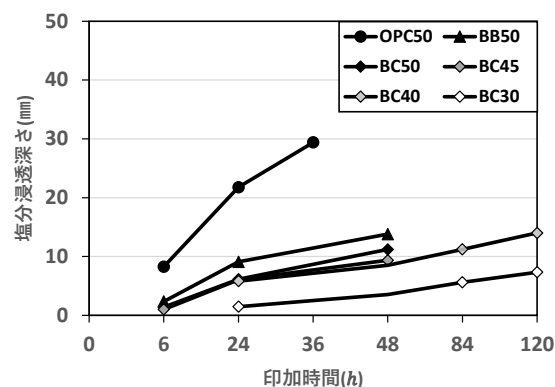
種別	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)										スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	BFS	G _{yp}	S1	S2	G	AD	AE	SP		
OPC	50.0	47.2	173	346	0	0	424	424	969	C×1.35%	9.0A	-	13.0	4.8
BB	50.0	47.2	173	173	173	6	421	421	963	C×1.2%	10.0A	-	11.5	4.5
BC	50.0	47.2	168	101	235	17	425	425	972	C×1.15%	14.0A	-	10.5	4.7
	45.0	46.1	168	112	242	19	407	407	974	C×1.15%	15A	-	13.0	3.5
	40.0	44.0	168	126	273	21	380	380	988	C×1.2%	18A	-	15.5	4.6
	30.0	40.0	168	168	364	28	320	320	981	-	14A	C×0.6%	16.5	2.0

C:普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/m³), BFS:高炉スラグ微粉末(密度 2.91g/m³), G_{yp}:無水石膏(密度 2.90g/m³), S1:砕砂(密度 2.67g/m³), S2:石灰砕砂(密度 2.67g/m³), G:碎石(密度 2.73g/m³),AD:高機能 AE 減水剤,AE:AE 剤, SP:高性能 AE 減水剤

キーワード 非定常電気泳動実験, 高炉スラグ微粉末, 拡散係数, 塩害
連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 環境建設工学専攻 TEL 0834-22-6327



(a) 材齢 28 日



(b) 材齢 91 日

図-1 塩分浸透深さの結果

3. 結果と考察

印加時間と塩分浸透深さの関係を示した図-1より、どの配合においても、印加時間が長いほど塩分浸透深さは増加した。図-2では各実験ケースより算出した拡散係数をまとめた。図より、すべての配合において材齢91日は材齢28日よりも拡散係数は小さくなったものの、特に OPC の材齢28日に対して91日の拡散係数は顕著に低下した。BFS を用いた配合については、材齢28日と材齢91日の拡散係数に顕著な差がなく、材齢28日の時点で高い遮塩性を発揮しているものと考えられる。

図-3に BFS 配合の材齢28日における BFS の置換率(上軸)と水結合材比(下軸)の変化が拡散係数に及ぼす影響について示す。まず、BFS の置換率が大きくなるほど拡散係数は小さくなった。これは、BFS 置換に起因する塩分固定化能力や水密性の向上によって、その置換率が大きくなるほどコンクリートの遮塩性が向上していると言える。また、水結合材比が大きくなるほど、拡散係数は大きくなった。これは、水結合材比が小さいほどそのコンクリートの空隙構造が緻密になることで遮塩性が向上したためと考える。

4. まとめ

本研究では、コンクリートの遮塩性を非定常電気泳動実験により定量的に評価することによって、BFS の置換率を大きくし、水結合材比を小さくすることで遮塩性が向上することを確認できた。また、BC コンクリートの水結合材比における拡散係数を明らかにした。

謝辞：本研究は鉄鋼スラグ協会の助成を受けたものである。ここに謝意を表する。

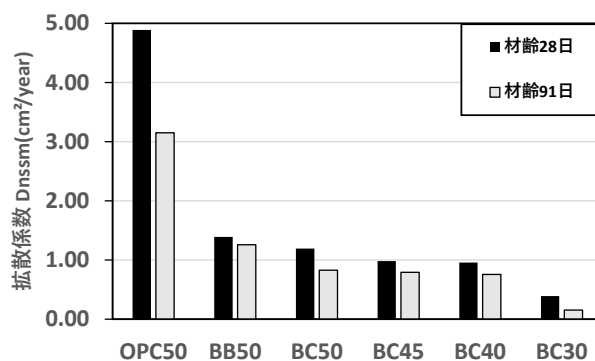
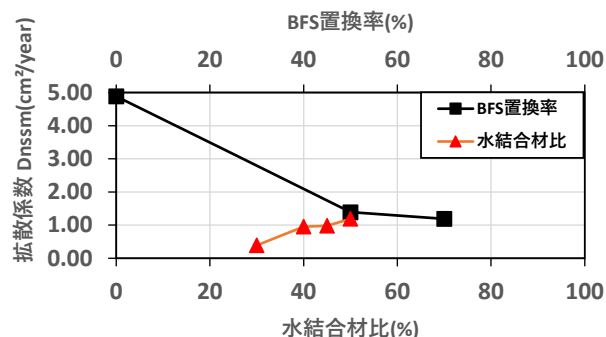


図-2 24 時間における拡散係数

図-3 BFS 配合の材齢 28 日における 2 つの要因
(上軸:水結合材比,下軸:BFS 置換率)と拡散係数の関係

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートの塩化物イオン拡散係数試験方法の制定と規準化が望まれる試験方法の動向、コンクリート技術シリーズ 55 (2003)
- 2) Nordtest NT BUILD 492, "Chloride Migration Coefficient from Non-steady State Migration Experiment", Nordtest, Finland (1999)
- 3) 伊代田岳史ら：非定常電気泳動試験を用いた高炉コンクリートの養生影響評価, Cement Science and Concrete Technology, Vol.68, pp.275-282, 2014.3