

無機質セメント系混和材を添加したコンクリートの劣化抑制に関する基礎的実験

日本大学 学生会員 ○清水 太一郎
 日本大学 正会員 伊藤 義也
 日本大学 学生会員 佐久間 翔平

日本大学 学生会員 菅原 匠
 日本大学 正会員 山口 晋

1 はじめに

近年、高度成長期に急増した膨大な量のコンクリート構造物の劣化が問題視されている。そこで、構造物の耐久性向上や劣化抑制の観点から、数多くの補修材料や工法が提案¹⁾されている。その中で、コンクリート表面を緻密化させ、劣化要因となる有害物質の浸透を抑制する含浸材を用いた方法が着目されている。しかし、これらを用いたコンクリートの劣化抑制効果に関するデータは少ないとされており、これらの性能を適切に評価するまでには至っていないのが現状であり²⁾、さらにデータの蓄積が必要と考えられる。

そこで本実験では、無機質セメント系混和材を用いたコンクリートの性能評価を目的とした基礎的実験として、これらの劣化抑制効果を定量的に評価するためにコンクリートの水密性に着目し、インプット法を用いた透水試験方法により評価を行ったものである。

2 実験方法

2.1 使用材料および配合

透水試験に使用した無機質セメント系混和材は、3種類の混和材を用いた。これら混和材は、表1に示す通り、標準添加量が異なり、用途や環境条件によって使い分けている。そこで今回はまず、普通ポルトランドセメントと触媒性化合物が混合された標準仕様のタイプA、そして、これにけい砂を抜いたタイプB、ならびにフライアッシュ、スラグを用いる場合を対象としたタイプCを選定した。

本実験に用いたセメントの物性値は、表2に示す通りである。配合は表3に示す通りで、セメントは普通ポルトラ

ンドセメントと高炉セメントB種の2種類、そして各無機質セメント系混和材の添加率を変えた。つまり、混和材3水準×添加率4水準×セメント2水準の24水準に加え、混和材を添加していない2水準を加えた合計26水準で実験を行った。

2.2 供試体作製

供試体は、150mm×150mmの円柱供試体を作製し、練混ぜ成型後、水中養生を28日間行った。

表1 仕様条件

無機質セメント系混和材	仕様および添加率
タイプ A	普通ポルトランドセメントを対象とするがけい砂が混和されているためセメント量に対し2%添加
タイプ B	普通ポルトランドセメントを対象としたセメント量に対し1%添加
タイプ C	フライアッシュ、スラグなどの添加物を混和しているものを対象にセメント量に対し1%添加

表2 セメントの物性値

セメント	NPC	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³ 、比表面積:3370cm ² /g SiO ₂ :20.3%、CaO:64.3%
	BB	高炉セメントB種 密度:3.04g/cm ³ 、比表面積:3750cm ² /g SiO ₂ :25.7%、CaO:56.3%

2.3 透水試験方法(インプット法)

透水試験は、インプット法³⁾で行なった。供試体を用い側面に水の浸透を防止するため、エポキシ樹脂系の塗料を塗り約1時間の乾燥後装置に取り付け10気圧の水を透水し、48時間経過後装置から取り出す。

次に、供試体を割裂後、写真撮影を行い、この結果から水の平均浸透深さを計測した。そして次で述べる拡散係数を式(1)により算出した。

表3 配合表

混和材	添加率(%)	使用したセメント	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)					AE減水剤	補助AE剤
					水口	セメント	細骨材※	粗骨材			
					W	C	S	G大	G小		
タイプ A	0.50	NPC	50	45.0	156	321	827.3	610	407	C×0.2%	2A
	1.00										
	2.00	BB	50	45.0	156	321	823.4	610	407		
	2.50										
タイプ B タイプ C	0.25	NPC	50	45.0	156	321	828.2	610	407		
	0.50										
	1.00	BB	50	45.0	156	321	824.3	610	407		
	1.25										

※無機質セメント系混和材は、各添加率とし砂置換で配合した

キーワード 無機質セメント系混和材, 劣化抑制, 透水試験, 拡散係数

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL.047-474-2470

2.3.1 拡散係数

上記で用いた拡散係数の式は(1)で求めた。⁴⁾

$$\beta_1^2 = \alpha \cdot D_m^2 / (4 \cdot t \cdot \xi^2) \dots (1)$$

ここに、

β_1^2 : 拡散係数(cm²/sec), D_m : 平均浸透深さ(cm), t : 水圧を加えた時間(sec)(試験条件48h×60°), α : 水圧を加えた時間に関する係数(試験条48h×60°を用いた係数175.7を使用した), ξ : 水圧に関する係数(試験条件10kgf/cm²を用いて係数1.163使用した)

3 実験結果および考察

図.1~3 にコンクリートの透水試験結果より求めた各無機質セメント系混和材の添加率と拡散係数との関係を示す。この結果によれば、無機質セメント系混和材を添加することによって、拡散係数が低下する傾向が認められた。特に、添加率が小さい場合においてこの傾向は顕著で、タイプごとの標準添加率の1/4添加した際の拡散係数は、普通ポルトランドセメントの場合、タイプAで約33%、タイプBで26%、タイプCで63%と大きく低下することがわかった。また、高炉セメントの場合も同様の拡散係数が低下する傾向が認められた。しかし、標準添加率以上添加した場合、拡散係数の変化は小さくなり、拡散係数はほぼ一定となる傾向が認められた。この傾向は、普通ポルトランドセメントと高炉セメントの両場合において同様の傾向が認められた。

以上のことから、本実験で用いた無機質セメント系混和材を用いれば拡散係数を低下させることを示した。そしてこれらは、劣化要因を抑制することを意味するものであり、さらに標準添加率以下であっても十分に劣化抑制の効果を発揮することを明らかにした。

4 まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 無機質セメント系混和材を用いることで、拡散係数を低下させることから、劣化抑制には有効な材料となることを示した。
- (2) (1)で述べた劣化抑制は、コンクリート中の毛細管空隙や微細なひび割れなどの欠陥部をセメント結晶で埋め、コンクリートを緻密化することからとされているが、これらに関する性能評価の実績も少ないことから、今後は細孔空隙に着目した検討が必要である。

参考文献

- 1) 樫原弘貴, 武若耕司, 山口明伸, 白澤直: ケイ酸塩系表面

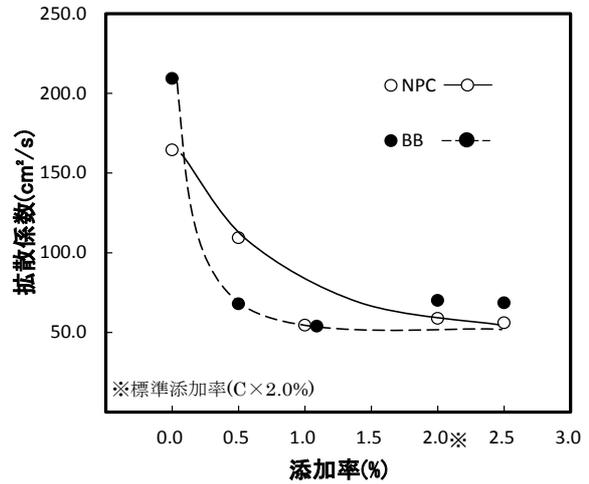


図.1 タイプ A を用いた添加率と拡散係数の関係

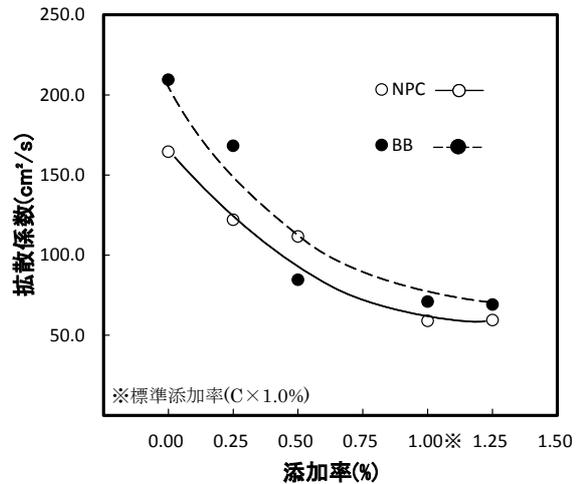


図.2 タイプ B を用いた添加率と拡散係数の関係

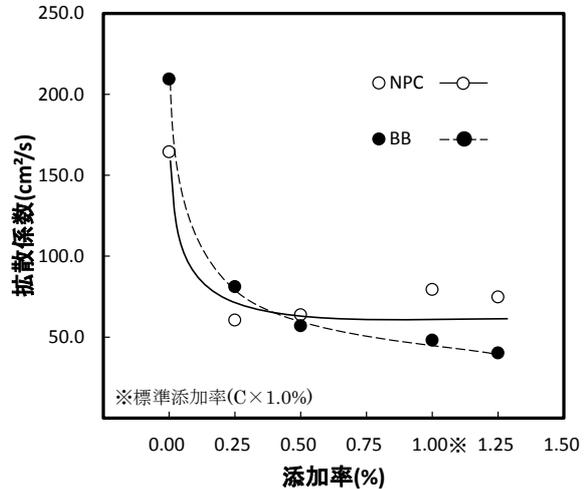


図.3 タイプ C を用いた添加率と拡散係数の関係

含浸材を用いたひび割れ補修による止水効果に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp1933- 1938, 2009.

2) 武若耕司: 表面保護工法の現状と課題, コンクリートテクノ, 第32巻2号, pp.84-88, 2013.

3) 笠井芳夫, 池田尚治: (株)技術書院, コンクリートの試験方法(下), pp.148-152, 1993.

4) 国分正胤: 土木材料実験, pp.292-293, 1988.