

シリカ系天然鉱物微粉末を混和したモルタルの自己治癒性能に関する実験的研究

宇都宮大学 学生会員 ○大久保 桃子
宇都宮大学大学院 正会員 藤原 浩巳
宇都宮大学大学院 正会員 丸岡 正知

1. はじめに

コンクリートはその耐久性、造形の自由さ、さらに安価であることなどから非常に有益な建設材料とされているが、長期間使用することで老朽化した環境の変化などの様々な要因により劣化する。コンクリートの劣化によるひび割れを完全に抑制することは現状では難しいと考えられる。そこでひび割れ発生事後対策としての補修工事を必要とせずひび割れを閉塞させる自己治癒コンクリートの研究が注目されている。ここで図1に示すように、コンクリート構造物でひび割れの発生に伴う漏水が起きたとき、天然ポゾラン物質とされるシリカ系天然鉱物微粉末(以下 BE)を混和したコンクリートは時間変化に伴い漏水量が減少し、やがて止水に至ることが確認されている¹⁾。本研究ではこの BE を混和することでコンクリートに自己治癒性を付加する方法において止水性能の評価を行うことを目的とし、実際の大規模なコンクリート構造物でのひび割れを再現し止水性能についての実験的研究を行った。

2. 試験項目

2.1. 実験概要

BE を混和したモルタルについて、大型地下構造物を想定した加圧通水試験を行い止水性能についての検討を行った。

2.2. 使用材料・配合条件

本試験の使用材料を表1に示す。
本試験の配合条件を表2に示す。BE 混和率はセメントに対する質量比 6%とし、これに相当する体積を細骨材の一部と置換した。

2.3. 試験方法

(1)15 打フロー試験

JIS R 5201:1997 に準拠した。

(2)空気量試験

JIS A 1116:2005 に準拠した。



図1：BE 混和コンクリート止水の様子¹⁾

表1：使用材料

種別	名称	記号	密度 (g/cm ³)
結合材	普通ポルトランドセメント	OPC	3.16
水	上水道水	W	1.00
細骨材	鬼怒川産砕砂	S	2.61
混和材	シリカ系天然鉱物微粉末	BE	2.64
混和剤	AE減水剤	AE	1.03
	消泡剤	DF	1.00

表2：配合条件

配合名	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	BE	S	AE	DF
OPC (BE0%)	50	285	570	0	1345	1.1	3.4
OPC (BE6%)				34	1310	1.2	3.6

(3)圧縮強度試験

JSCE-G 505-1999 に準拠した。

養生方法は 20℃の水中養生 28 日間とし、7, 28 日目に圧縮強度試験を行った。

(4)通水試験

本研究において、止水性能を確認および評価するために、図2に示す通水試験を行った。

養生方法は 20℃の水中養生 28 日間とした。

本試験では供試体寸法を高さ 100mm、幅 150mm、長さ 400mm とし、ひび割れ導入時の破断防止のため断面中央に直径 5mm のステンレス鉄筋を 1 本設置した。養生期間終了後、変位制御型万能試験機とパイゲージを用いて曲げ作用により供試体中央部にヘアクラックを模擬した幅 0.1mm 程度のひび割れを導入し、側面部はシリコン接着剤で漏水防止処置をした。加圧は地下水面からの深さ 20m に作用する地下水圧相当の 0.20MPa とした。

キーワード 躯体防水材、自己治癒コンクリート、連続通水、加圧透水試験、止水

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部土木材料研究室 TEL.028-689-6209 E-mail : t-15809@cc.utsunomiya-u.ac.jp

測定した値はすべて 1 分間当たりの通水量に変換し、通水開始 24 時間後に測定した通水量を初期通水量とし、初期通水量に対する通水途中の通水量を通水量割合と定義し、式(1)により求めた。

通水量割合(%)= $\left(\frac{\text{通水後 } x \text{ 日の通水量 (g)}}{\text{初期通水量 (g)}}\right) \times 100 \cdots (1)$

通水量の測定期間は最大 28 日間とし BE 混和配合の通水量割合が 1%を下回った時点で測定終了とした。

3. 試験結果および考察

3. 1. フレッシュ性状

15 打フローおよび空気量試験結果を表 3 に示す。表に示すように AE 減水剤および消泡剤添加量を調節することにより、目標値である 15 打フロー値 150 ±30mm、空気量 1.5%以下を満たした。

3. 2. 圧縮強度

表 4 に圧縮強度試験結果を示す。表に示すように BE 混和の有無による圧縮強度の差はほとんど見られなかった。

3. 3. 通水試験結果および考察

通水試験結果について毎分通水量の推移を図 3 に、通水量割合の推移を図 4 に示す。測定結果より、無混和配合では通水開始 7 日目から急激に通水量が減少し、9 日目からは増減を繰り返しながら緩やかに減少した。混和配合では通水開始 10 日目までは増減を繰り返す、11 日目以降急激に通水量が減少し、通水開始 16 日目で無混和配合の通水量割合を下回り、18 日目で通水量割合はほぼ 0%となった。通水量の増減について、過去に行った加圧 0.02MPa の通水試験では確認されていないため、ひび割れ断面に析出した物質が加圧により析出と流出を繰り返していると考えられる。また、BE 混和配合について急激な通水量の低下後は通水量の増減が見られないうえ、毎分通水量で無混和配合を下回ったため、ひび割れ断面で生成物が強固かつ緻密にひび割れを塞いでいると考えられる。

4. まとめ

BE 混和モルタルは加圧 0.20MPa の通水時にひび割れを強固かつ緻密に塞ぐ止水性能を有していると評価できるため、大型構造物において BE 混和コンクリートを用いることで自己治癒性能の付加を期待できる。

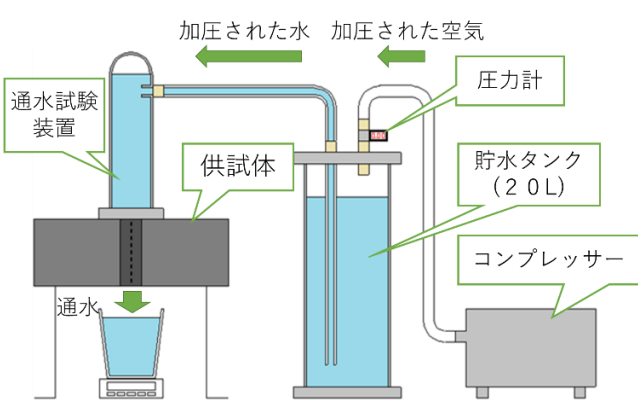


図 2：通水試験の概要

表 3：フレッシュ性状試験結果

配合名	空気量 (%)	15打フロー (mm)	温度 (℃)	AE (%)	DF (%)
BE0%	0.27	165	28	0.2	0.6
BE6%	1.08	170	28	0.2	0.6

表 4：圧縮強度試験結果(N/mm²)

配合	7日強度	28日強度
BE0%	36.7	51.8
BE6%	33.8	56.1

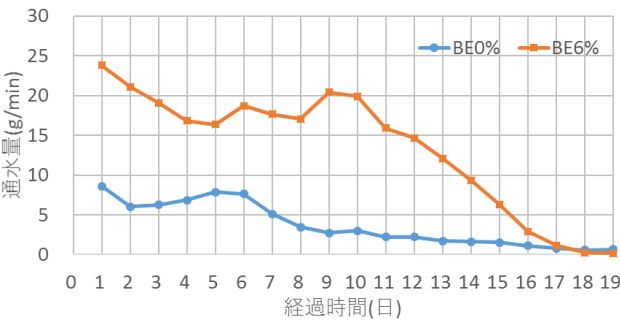


図 3：毎分通水量の推移

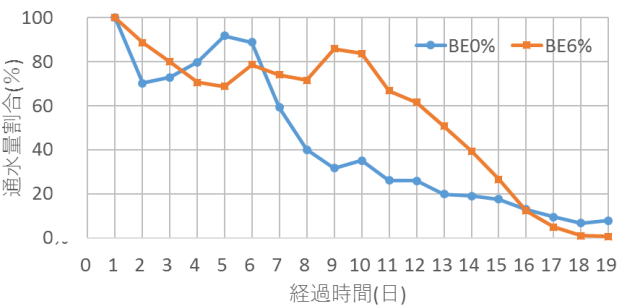


図 4：通水量割合の推移

参考文献

1) ベストン株式会社ホームページ：
<http://www.bestone-co.jp/> (2019 年 1 月 11 日閲覧)