

## シリカ系天然鉱物微粉末によるモルタルの止水性能と自己治癒性能

宇都宮大学 学生会員 ○春原 菜々子  
 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

表 1：使用材料

種別	名称	記号	密度(g/cm <sup>3</sup> )
結合材	普通ポルトランドセメント	OPC	3.16
	高炉セメントB種	BB	3.04
	高炉スラグ微粉末	BFS	2.90
水	上水道水	W	1.00
細骨材	鬼怒川産砕砂	S	2.61
	シリカ系天然鉱物微粉末(ベストーン)	BE	2.64
混和剤	AE減水剤：ポリカルボン酸コポリマー	AE	1.03
	消泡剤：ポリアルキレングリコール誘導体	DF	1.00

表 2：配合条件

配合名	W/C(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )							
		W	OPC	BB	BSF	BE	S	AE	DF
BB(BE3%)	50	284	—	567	—	17	1314	1.2	3.5
BB(BE6%)						34	1297		
8:2	50	284	—	—	113	34	1299	0.3	3.6
7:3					397				
6:4					340				
5:5					284				
粉末度①	50	285	570	—	—	34	1310	1.2	3.6
粉末度②									
粉末度③									

①、9260(cm<sup>2</sup>/g)を粉末度②、3700(cm<sup>2</sup>/g)を粉末度③とし、BEの粉末度による影響を検討した。

## 2.4. 試験方法

## (1)15打フロー試験

JIS R 5201:1997 に準拠した。目標値は 150±30mm とした。

## (2)空気量試験

JIS A 1116:2005 に準拠した。目標値は 1.5%以下とした。

## (3)圧縮強度試験

JSCE-G 505-1999 に準拠した。

養生方法は 20°C 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 1 に示す通水試験を行った。

養生方法は 20°C 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、変位制御型万能試験機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 0.2mm 程度のひび割れを導入した。また、軸方向にも圧縮力を作用させることでひび割れ幅を調節した。

## 1. はじめに

コンクリートは非常に有益な建設材料とされているため、あらゆる用途・場所で使用されているが、長期間の使用や環境の変化などによって劣化する。そこでひび割れ発生事前対策としてコンクリートに自己治癒性能を付加する技術の研究が進められている。このうちの一つとして構造物にひび割れの発生に伴う漏水が起きた場合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)を混和材として使用することで時間の変化に伴い漏水量が減少し、概ね漏水がなくなることが施工現場にて確認されている<sup>1)</sup>。本研究では、BEの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地下水圧相当の圧力作用状態における実験的検討を行った。

## 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

本研究の使用材料を表 1 に示す。

## 2.3. 配合条件

本研究の配合条件を表 2 に示す。BEの標準的な使用方法は普通ポルトランドセメントに対して質量で 6%添加する。近年は高炉セメントの使用も多いためここではその適用性を評価した。BB 使用時の BE 混和率を単位セメント量に対して 6%のものと、BB 中の普通ポルトランドセメント分に対して 6%すなわち単位セメント量に対して概ね 3%のものを比較した。次に高炉セメントを構成する OPC と高炉スラグ微粉末(以下 BFS)の割合の違いによる検討を行うため、OPC:BFS が 8:2、7:3、6:4、5:5 の配合で実験を行った。また、BEのブレーン比表面積 16100(cm<sup>2</sup>/g)を粉末度

キーワード 躯体防水材、自己治癒コンクリート、連続通水、加圧透水性試験、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:r169321@cc.utsunomiya-u.ac.jp

加圧は、地表近くに地下水面があると仮定し、地表から深さ 20m に作用する地下水圧相当の 0.20MPa とした。測定した値は全て 1 分間あたりの通水量に換算し、通水開始 30 分後に測定した通水量を初期通水量として初期通水量に対する通水途中の通水量差を通水量割合と定義し式(1)により求めた。

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

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

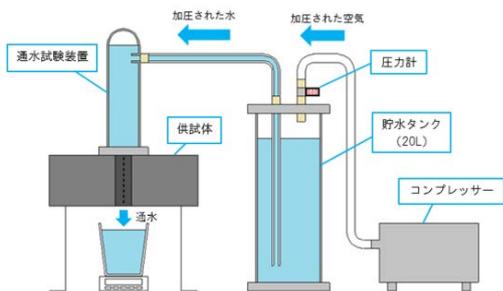


図 1：通水試験の概要

### 3. 試験結果および考察

#### 3.1. フレッシュ性状試験

15 打フロー試験、空気量試験および圧縮強度試験の結果を表 3 に示す。全ての配合において空気量の目標値 1.5%以下を満たすことができたが、BFS の割合を変えた配合のみ 15 打フロー値 150±30mm を満たすことができなかった。これは、BFS を使用すると流動性が向上することが一因と考えられる。また、シリーズ毎の BE 混和による圧縮強度への影響は小さかった。

#### 3.2. 通水試験

通水試験結果について、図 2 に BB を用いた BE の混和率を変えた供試体の通水量割合、図 3 に BFS の割合を変えた供試体の通水量割合、図 4 に OPC を用いて BE の粉末度を変えた供試体の通水量割合を示す。図 2 より BE3% 配合は通水量が多いことから 7 日目以降 0.05MPa 程度に減圧したが、6% 混和配合の方が通水量の減少が著しかったこと、後半の通水量のばらつきが小さいことから 3% 混和配合より効果が高いと考えられる。図 3 から止水に至った配合は 7:3 のみであったが初期通水量の小さい 8:2 の配合を除いた配合で比較すると OPC が多い配合ほど通水量割合の減少が著しく BE の反応によって止水性能が高まったと考えられる。また、図 4 より粉末度①の配合は 4

日目で通水量割合はほぼ 0% となり粉末度②の配合は 19 日目には粉末度③の配合の通水量割合を下回った。

表 3：フレッシュ性状試験結果および圧縮強度試験結果(N/mm<sup>2</sup>)

配合名	空気量(%)	15打フロー(mm)	温度(°C)	7日強度	28日強度
BB(BE3%)	0.70	180	28	26.4	40.1
BB(BE6%)	0.87	180	28	27.6	44.4
BB(8:2)	1.40	185	27	31.7	50.4
BB(7:3)	0.49	186	26	27.1	44.9
BB(6:4)	0.95	186	25	22.7	42.2
BB(5:5)	1.41	188	25	19.9	39.1
粉末度①	0.60	172	30	36.1	55.6
粉末度②	0.28	167	30	42.0	54.6
粉末度③	0.40	170	36	38.0	55.4

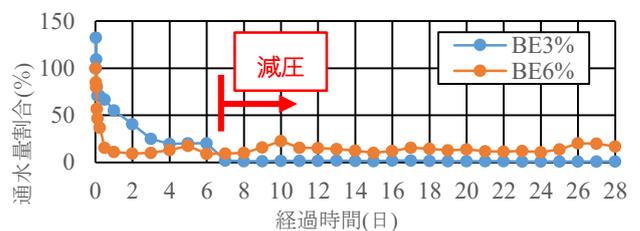


図 2：BE の混和率を変えた供試体の通水量

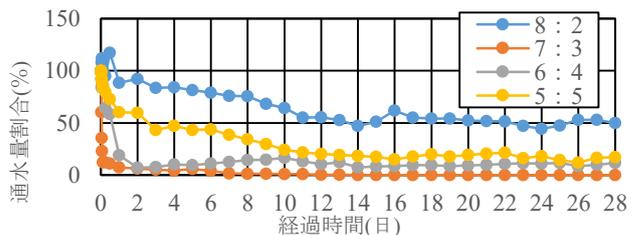


図 3：BFS の割合を変えた供試体の通水量

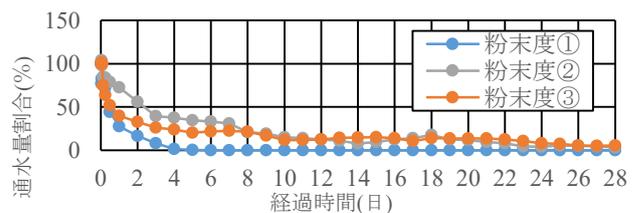


図 4：BE の粉末度を変えた供試体の通水量

### 4. まとめ

- BB 使用モルタルでは、BE3% 混和配合より 6% 混和配合の方が止水性能の付与が期待できると考える。
- BFS と OPC を混合使用する場合、OPC の割合が大きいほど止水性能が高まる。
- BE 粉末度は大きいほど通水量が減少する割合は大きく、止水性能は高まる。

#### 〈参考文献〉

1) ベストン株式会社 HP <http://www.bestone-co.jp/>