

高流動化した加圧流動床灰硬化体の耐硫酸性について

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○友村 圭祐
 呉工業高等専門学校 正会員 堀口 至
 呉工業高等専門学校 正会員 市坪 誠
 中国電力株式会社 正会員 田中 雅章

1. はじめに

PFBC 灰(加圧流動床灰)は加圧流動床燃焼方式の石炭発電所から産出される石炭灰である。著者らは自硬性を有する PFBC 灰を結合材とし高炉スラグを混和した硬化体(PFBC 灰硬化体)の研究を行っている。既往の研究¹⁾から、PFBC 灰硬化体がセメントコンクリートと同等の強度を得るには、水結合材比の低減、養生温度の高温化を行う必要性があること、また、セメントを使用しないため高い耐硫酸性を有することがわかっている。しかし一方で、水結合材比を低減することで粉体量の増加に伴う粘性の増大という問題も浮かんできた。そこで粉体量が高いコンクリートで一般的に行われている高流動化を PFBC 灰硬化体について行い、その耐硫酸性についての検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

試験には結合材として PFBC 灰(密度=2.61g/cm³、比表面積=4580cm²/g)、高炉スラグ微粉末(記号:BF、密度=2.91 g/cm³、比表面積=5980cm²/g)、粗骨材には碎石(最大寸法=20mm、表乾密度=2.66g/cm³、粗粒率=6.72)、細骨材には川砂(表乾密度=2.54g/cm³、粗粒率=2.45、吸水率=2.09%)を使用した。混和剤には流動性を向上させるために高性能減水剤(SP)を使用した。

2.2 試験方法

本研究では PFBC 灰硬化体の耐硫酸性を評価するために硫酸浸漬試験を行った。硫酸浸漬試験に用いた PFBC 灰硬化体(30-BF30、40)と比較用の普通ポルトランドセメントを使用したコンクリート(PC)の配合を表-1 に示す。表中の W/B は水結合材比、BF/B は高炉スラグ置換率を示し、3 種類の供試体が同程度の圧縮強度となる配合を用いた。PFBC 灰硬化体は JSCE-F 515「高流動コンクリートの強度試験用供試体の作り方(案)」の B 法に従ってφ100×200mm の円柱を作製し、水温 60℃ の 7 日間水中養生を行った。また、PC は JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に従って供試体を作製し、水温 20℃ の水中養生を 28 日間行った。

表-1 配合表

記号	W/B (%)	BF/B (%)	W (kg/m ³)	AE剤添加量 (B×%)	SP添加量 (B×%)	圧縮強度 (N/mm ²)
30-BF30	30	30	175	0.00	0.85	38.5
30-BF40		40			0.90	37.8
PC	50	0	186	0.01	0	38.7

硫酸浸漬試験として東京都下水道局施設管理部コンクリート改修技術マニュアルを参考に質量変化率、硫酸浸透深さの測定を行った。試験液は JIS K 8951「硫酸(試薬)」1 級を使用し、10%および 5%濃度(質量)に水道水で調整した溶液を用い、供試体一体にあたり 7.90 を基準量とした。また、試験液は 7 日ごとに全量交換した。質量変化率とは、浸漬後の質量変化量を浸漬前の質量で除したもので、10%の硫酸水溶液に 56 日間浸漬した後測定した。既往の研究¹⁾では、浸漬中の供試体表面の劣化生成物が質量変化率に影響を及ぼす可能性があるため、供試体全面を真鍮ブラシで磨き劣化生成物を除去している。しかし、この作業は煩雑なので作業の効率化のため、試験液交換時にブラッシングを行い、ブラッシングによる劣化生成物の除去の影響についても検討した。硫酸浸透深さは、5%の硫酸水溶液に 28 日間浸漬後、切断した供試体断面をフェノールフタレイン溶液により呈色し、その範囲を測定することにより求めた。



30-BF30 30-BF40 PC

図-2 硫酸浸漬後供試体
(濃度 10%、56 日間)

キーワード 加圧流動床灰、高流動化、耐硫酸性、質量変化率、硫酸浸透深さ

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2 丁目 2 番 11 号 TEL 0823-73-8483

3. 実験結果および考察

図-2に質量変化率測定試験用の硫酸浸漬後供試体を示す。図-2より、PCの表面は硫酸によって侵食され、表面のモルタルが剥離してしまい、骨材はむき出しになっていることがわかる。それに比べて、PFBC灰硬化体の表面は、ある程度粗骨材が露出しているのが確認できるが、PCと比べて残存している供試体直径も大きく明らかに侵食を受けた量が少ないことがわかる。

図-3にPCとPFBC灰硬化体の質量変化率測定結果を示す。図-3より、PFBC灰硬化体の質量変化率はPCと比較して小さい値を示した。これより、PFBC灰硬化体はPCと比べて耐硫酸性が高いと言える。また、ブラッシングの有無による質量変化率の差はわずかなので、ブラッシングによる劣化生成物の除去は質量変化率にほとんど影響を与えないことがわかった。

図-4にPFBC灰硬化体とPCの硫酸浸透深さ測定結果を、図-5a、bにそれぞれPCとPFBC灰硬化体のフェノールフタレイン液により呈色した供試体断面を示す。図-4より、PFBC灰硬化体とPCの硫酸浸漬深さは同程度の値を示した。また、図-5aより、PCは供試体の劣化表面まで呈色しているが、一方、図-5bより、PFBC灰硬化体は劣化表面から数mmほど呈色していない部分が存在するのがわかる。そのため、PFBC灰硬化体とPCの質量変化率には差が見られたが、硫酸浸透深さは同程度の値となったと言える。

以上の硫酸浸漬試験の結果より考察すると、質量変化率測定結果より、PFBC灰硬化体がPCより耐硫酸性が高いことがわかる。また、これは図-2の硫酸浸漬後供試体の写真からも明白である。しかし、硫酸浸透深さ測定結果からは、PCとPFBC灰硬化体は同程度の耐硫酸性を示すと言える。このように硫酸浸透深さ測定結果は、本研究の質量変化測定結果や既往の研究¹⁾と相反する結果となった。一般的に、組織が密実であるほど硫酸が浸透し難くなるため、コンクリートの耐硫酸性は高くなる²⁾。ところが、本研究ではJSCE-F 515に従い、供試体打設時に振動締固めを行わなかったことや練混ぜを数バッチに分けたことが原因の一つと考えられる。以上の要因が粘性の高い高流動PFBC灰硬化体中に入り込んだエンラップトエアを完全に除去することができず、PFBC灰硬化体の組織が密実にならなかった可能性がある。したがって、今後の研究課題として振動締固めを行うなどの対策をとり高流動PFBC灰硬化体の耐硫酸性について再検討を行う必要がある。

4. まとめ

- (1) PFBC灰硬化体の質量変化率は普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートより小さい値を示したが、硫酸浸透深さは同程度となった。
- (2) 質量変化率測定におけるブラッシングによる劣化生成物の除去は試験値にほとんど影響を与えないことがわかった。

参考文献

- 1) 川西理沙：加圧流動床灰を結合材として用いた硬化体に関する基礎的研究，呉工業高等専門学校卒業論文，2006. 2
- 2) 田澤榮一，佐伯昇監訳：コンクリート工学 微視構造と材料特性，技報堂出版，pp. 154-155，1998

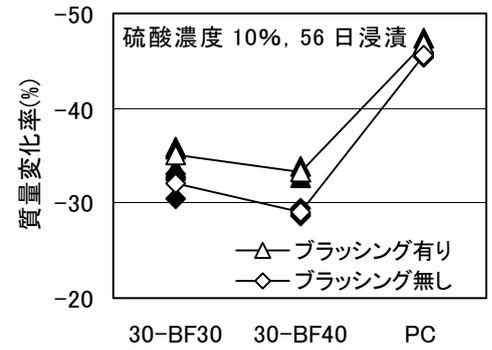


図-3 PFBC灰とPCの質量変化率試験結果

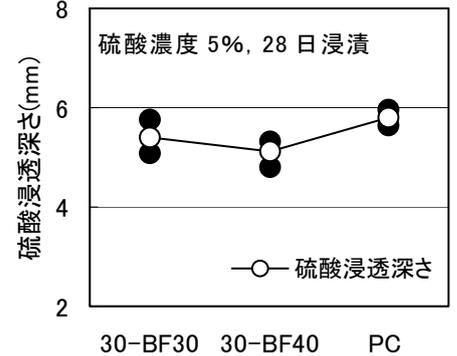


図-4 PFBC灰とPCの硫酸浸透深さ試験結果



図-5a PCの呈色状態

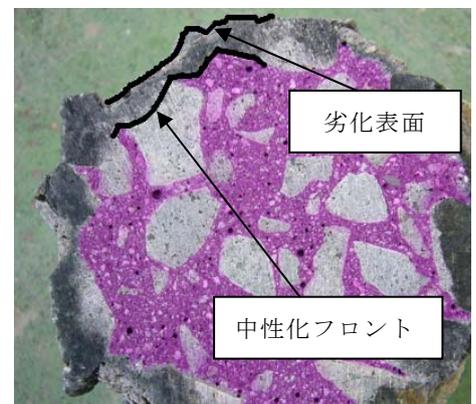


図-5b PFBC灰硬化体の呈色状態