

## 高炉スラグ微粉末高置換セメントにおけるフライアッシュの乾燥収縮低減効果

芝浦工業大学 学生会員 ○水野 博貴  
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

表-1 結合材割合

	記号	結合材割合(質量割合)		
		OPC	BFS	FA
OPC100%	OPC	100	-	-
BFS50%一定	N50B50	50	50	-
	N35B50F15	35	50	15
	N25B50F25	25	50	25
BFS70%一定	N30B70	30	70	-
	N15B70F15	15	70	15
	N5B70F25	5	70	25

## 1. 研究背景・目的

近年, 地球温暖化の観点から CO<sub>2</sub>の削減が全産業において求められている. 特にセメント産業では製造過程で CO<sub>2</sub>を多く排出する普通ポルトランドセメントの代替材料として混和材料の積極利用が望まれている.

高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートは長期強度の増進, 塩分遮蔽性の向上, ASR の抑制などの効果がある一方で, 高炉スラグ微粉末の置換率が高くなると, 乾燥収縮が大きくなるとの報告<sup>1)</sup>がある.

乾燥収縮はコンクリートのひび割れの発生原因であり, 乾燥収縮ひび割れは鉄筋コンクリート構造物の耐久性を低下させる. 高炉スラグ微粉末を高置換したセメントを利用していくためには乾燥収縮の低減対策が重要な課題となる. また, 既往の研究<sup>2)</sup>より, フライアッシュを置換したセメントは乾燥収縮が低減されることが報告されており, 高炉スラグ微粉末を高置換したセメントにおいても乾燥収縮の低減が期待される.

そこで, 本研究では高炉スラグ微粉末を高置換したモルタルにおいてフライアッシュを置換し, 乾燥収縮の低減効果について確認した.

## 2. 実験概要

## 2.1 使用材料・配合

本研究で用意した結合材割合を表-1 に示す. 配合条件は水結合材比(W/B50%), 単位水量, 細骨材量を一定とした. セメントは普通ポルトランドセメント(以下 OPC)を使用し, 結合材として高炉スラグ微粉末(以下 BFS)とフライアッシュ(以下 FA)を用いて置換率を変化させたモルタルを作製した.

混和材の置換率は BFS が高置換されたモルタルの乾燥収縮量を確認するために OPC に BFS を 50%, 70%置換した. また, FA の収縮低減効果を確認するために BFS が 50%, 70%, 置換された高炉セメントの OPC に対して FA を 15%, 25%置換したものを作製した.

キーワード 乾燥収縮, 三成分, 混和材, 高置換

## 2.2 試験内容

## (1) 乾燥収縮試験

モルタル作製時に, 両端部にゲージプラグを埋設し, 温度 20°C で封緘養生 7 日間行ったものを恒温恒湿室(相対湿度 60±5%, 温度 20°C)にて乾燥収縮を測定した.

## (2) 質量計測

乾燥収縮は水の逸散によっておこる為, 乾燥収縮計測時に質量計測を実施し, 質量減少を算出した.

## 3. 試験結果

乾燥期間 28 日時点での乾燥収縮量と質量変化の結果について以下に考察する.

## 3.1 乾燥収縮

BFS を一定とし, OPC の一部を FA に置換した乾燥収縮量を図-1 に示す. FA が置換されていない配合において OPC と N50B50 は同程度の収縮量となったが, BFS の置換率を 70%とした N30B70 は OPC と比較して収縮量が大きくなった. BFS50%一定とした N50B50, N35B50F15, N25B50F25 においては FA の置換による収縮低減効果はなかった. BFS の置換率を 70%一定とした N30B70, N15B70F15, N5B70F25 では FA を置換した配合ほど収縮が抑制された. これより BFS が高置換されている配合程 FA 添加による収縮低減が期待される.

### 3.2 質量変化

次に、3.1の結果よりFAの置換によって収縮が低減した配合があったことから、FAの置換率に対しての質量変化を図-2に示す。収縮の低減が確認されなかったBFS50%一定とした配合において質量変化に大きな差は確認できなかった。収縮が大きく低減されたN15B70F15において質量減少が大きくなった。N15B70F15においてさらにFAを添加したところ質量減少率も小さくなった。

### 3.3 乾燥収縮-質量変化

乾燥収縮と質量変化の相関を図-3、図-4に示す。BFS50%一定としたときいずれの配合においても質量減少と収縮量に大きな差は見られなかったが、BFS70%一定としたとき、N30B70は質量減少が小さいにもかかわらず、収縮量が大きくなった。またN15B70F15とN5B70F25はN30B70と比較して同一質量変化時における収縮量は小さくなった。よって水の逸散が乾燥収縮に与える影響が小さいことが考えられる。水の逸散は細孔径に寄与しているため、今後細孔径の計測も実施していく必要がある。

### 4. まとめ

- (1)N50B50においてはOPCと同程度の収縮量となったが、N30B70は乾燥収縮が大きくなったことからBFSが高置換されると乾燥収縮が大きくなる。
- (2)BFS50%一定としたとき、FA添加による収縮の低減は確認されなかったが、BFS70%一定としたときFAを添加したことによって大幅な乾燥収縮の低減を確認することができた。
- (3)BFS70%一定としたとき、同一質量変化時における収縮量はN30B70よりFAを添加した配合が小さくなった。質量減少は水の逸散により生じるため、BFSが高含有しているモルタルにおいてOPCにFAを置換したものは水が逸散しても乾燥収縮は大きくならないことが分かった。

### 参考文献

- 1)江口康平ほか：高炉スラグ微粉末とフライアッシュを併用した三成分系コンクリートの収縮特性および耐久性に関する検討 土木学会第66回年次学術講演会 V-262, 2011

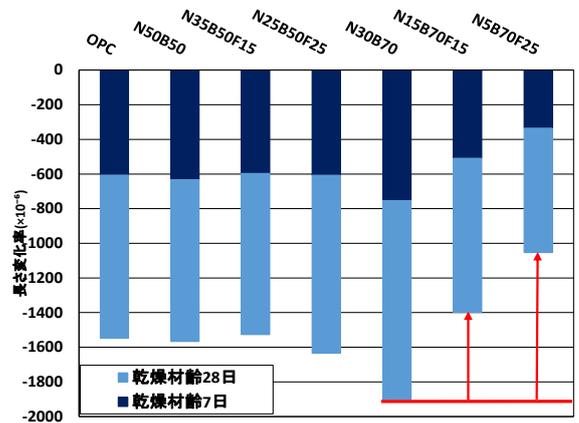


図-1 乾燥収縮量(乾燥期間 28 日)

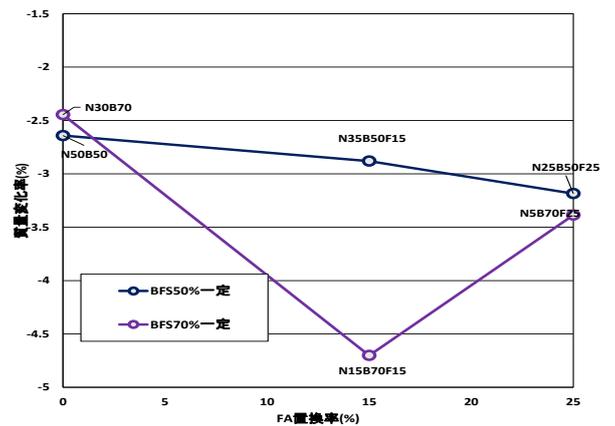


図-2 FA置換による質量変化

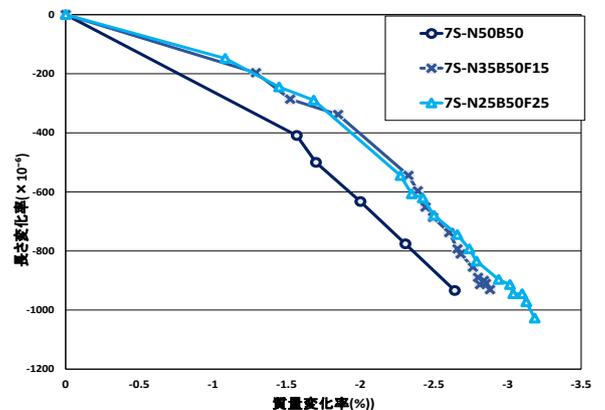


図-3 質量変化-乾燥収縮(BFS50%一定)

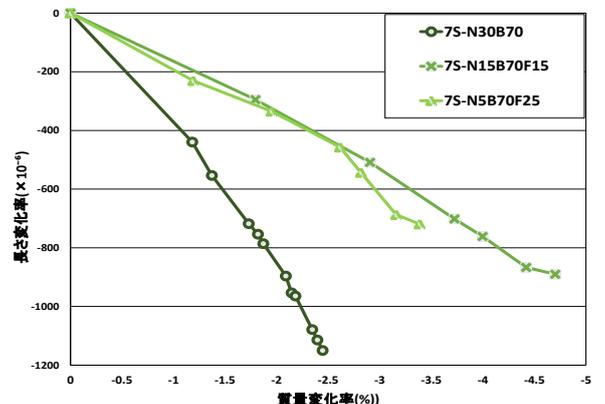


図-4 質量変化-乾燥収縮(BFS70%一定)