

# 低水粉体比領域において微粉砕フライアッシュを用いた 高強度モルタルに関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○大島 健太

宇都宮大学 正会員 藤原 浩巳 丸岡 正知

## 1 はじめに

フライアッシュはポズラン反応を有し、コンクリートの混和材として利用することで長期強度が発現することが知られている。このフライアッシュを微粉砕化することによって、低水粉体比モルタルの強度発現性が向上することが既往の研究で明らかになっている。

一般的に低水粉体比領域のコンクリートにおいては混和材としてシリカフェームが用いられることが多いが、本研究では、低水粉体比領域において微粉砕フライアッシュを混和したモルタルのフレッシュ性状、圧縮強度と、同様の条件でシリカフェームを混和したモルタルのフレッシュ性状、圧縮強度を比較・検討した。

## 2 混和材としてフライアッシュを用いたモルタルの性状試験

### 2.1 使用材料および配合条件

配合条件を表 1 に、使用材料を表 2 に示す。配合条件は水粉体比=17.5%、20.0%(以下 W/P)の 2 水準とし、各水準でセメントに対し FA を 10、20、30%質量置換した。また、比較として用いた SF は両水準でセメントに対し 10%質量置換した。また、砂結合材比=1.0 とした。微粉砕フライアッシュは平均粒径が 3 $\mu$ m となるように微粉砕を行ったものを使用した。

本研究では、SF を混和材として用いたモルタルで試し練りを行い、0 打モルタルフロー値が 200mm 程度となるように SP の添加率を調整した。その後、FA を混和材として用いたモルタルを SP の添加率を変えずに練混ぜを行い、SF を混和したモルタルとの性状を比較した。

表 1 配合条件

W/P(%)	フロー(mm)	空気量(%)	SP 添加率(%)	DF 添加率(%)
17.5	200±15	≤2.0	1.1	0.5
20			0.8	

表 2 使用材料

材料	材料名	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
	シリカフェーム	SF	2.25
	微粉砕フライアッシュ	FA	2.53
細骨材	珪砂 4 号	S	2.62
水	宇都宮市上水道	W	1.00
減水剤	ポリカルボン酸エーテル系 高性能減水剤	SP	1.07~1.09
消泡剤	ポリオキシアルキレンアルキル エーテル脂肪酸エステルを 主成分とする消泡剤 100 倍希釈	DF	1.00

### 2.2 試験方法

練混ぜには公称容量 10L のオムニミキサーを使用し、1 バッチ 4.8L とした。練混ぜ手順は、まず結合材、細骨材を投入し 1 分間空練りし、ミキサー内面に付着した材料をかき落とした。次に水と減水剤を投入し 5 分間練混ぜた。その後消泡剤を投入し 1 分間練混ぜ、排出した後に以下の試験を行った。

#### (1) 0 打モルタルフロー試験

「JIS R 5201 セメントの物理試験方法」のフロー試験において、コーン引き上げ後、落下運動を与えない状態でのモルタルの広がりを測定した。

#### (2) フロー200mm 到達時間試験

モルタルの粘性の指標として行った。0 打モルタルフローの際にフローコーンを持ち上げてからフロー値が概ね 200mm を超えた場合、200mm に到達するまでの時間をストップウォッチで計測した。

#### (3) 空気量試験

「JIS A 1116 フレッシュコンクリートの単位容積質量試験方法及び空気量の質量による試験方法（質量方法）」に準拠して行った。

#### (4) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は「JSCE-G 505-2013 円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法(案)」に準拠して行った。なお、養生条件は 20°C 水中養生とし、試験材齢は 3 日、7 日、28 日、91 日とした。

なお、以下(1)~(3)の試験をフレッシュ性状試験とま

とめて称する。

### 2.3 試験結果および考察(フレッシュ性状試験)

各種配合のフレッシュ性状試験結果を表3に示す。

W/P=17.5%の配合において、FAの置換率に関わらず0打モルタルフロー値がSF10と比較して増大した。これは、SFよりFAの方が流動性を高める作用が強く現れたためであると推察されるが、今後検討が必要である。

また、W/P=20.0%の配合においては、FAの置換率増大に伴い0打モルタルフロー値が小さくなる傾向が強くとれた。これは、置換率増大に伴い混和材の比表面積も増大し、所要の流動性を得るために必要な水量が増大したためであると推察される。

表3 SF, FA フレッシュ性状

配合名	0打モルタルフロー値(mm)	200mm到達時間(s)	空気量(%)
W/P17.5SF10	200	-	0.76
W/P17.5FA10	310	8.0	0.71
W/P17.5FA20	318	5.0	0.21
W/P17.5FA30	268	5.8	1.01
W/P20.0SF10	198	-	0.41
W/P20.0FA10	345	2.0	0.41
W/P20.0FA20	190	-	1.33
W/P20.0FA30	98	-	0.92

### 2.4 試験結果および考察(圧縮強度試験)

圧縮強度試験の結果を図1、図2に示す。

図1において、FA10, FA20の配合では、28日強度まではSF10と同様の強度発現性を示した。また、91日強度においてはSF10を上回る結果となった。これは、フライアッシュを微粉砕したことにより初期材齢から強度が発現しており、ポズラン活性度が向上したことに起因していると考えられる<sup>1)</sup>。

また、FA30においては、3日強度、7日強度、28日強度はSF10を下回っているが、91日強度はSF10と同程度の強度発現性を有している。これは、ポズラン反応が長期に渡って起こったためと考えられる。

図2において、FA10では材齢に関わらずSF10よりも強度発現性が高かった。これは、フレッシュ時のワーカビリティが他の配合よりも良かったことにより、供試体内にモルタルが密に充填されたことに起因するものと考えられる。また、FA30においてはフレッシュ時のワーカビリティが悪かったため、強度が発現しなかったと考えられる。FA20においては材齢28日まではSF10ほどの強度は発現しなかったが、材齢91日ではSF10と同程度の強度が得られた。

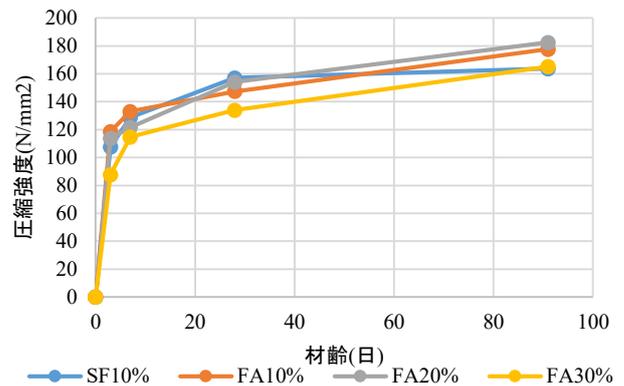


図1 圧縮強度試験結果(W/P=17.5%)

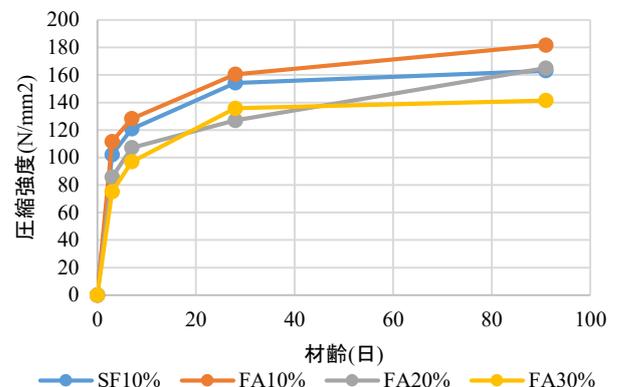


図2 圧縮強度試験結果(W/P=20.0%)

### 3. まとめ

本研究では低水粉体比領域において混和材としてSFを用いたモルタルと微粉砕フライアッシュ(FA)を用いたモルタルの性状を比較した。その結果、FAを混和したW/P=17.5%の配合において特に高い強度発現性を有することが分かった。特にFAを10%置換したモルタルについてはフレッシュ時の流動性が確保され、かつ初期強度においてもSF置換モルタルを上回る圧縮強度を示した。

### 謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)委託事業の一環として、一般財団法人石炭エネルギーセンター(JCOAL)と共同で実施したものである。

### 参考文献

- 1)波多野真司・三谷敏博・小西勝介・赤塚久修『石炭灰の微粉砕化によるセメント混和材の開発』(2007.1)土木学会論文集 E Vol.63, No.1, pp42-51