

フライアッシュを細骨材に置換したモルタルの流動性に関する検討

九州大学大学院 学生会員 ○中川 大有 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 九州大学大学院 学生会員 大屋 敦志

1. はじめに

フライアッシュ（以下，FA）と海砂の両方を有効に利用する手段として，FAを細骨材補充混和材として利用することが検討されている¹⁾。FAを細骨材に置換した場合，粉体量が増すため，流動性が変化すると考えられる。本研究では，九州内の発電所より排出されたFAを細骨材補充混和材，細骨材として海砂を用いたモルタルについて，FA容積置換率と海砂の性状，またFAの品質が流動性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

表 - 1 使用材料と使用記号

表 - 1 に使用材料の物性と使用記号を示す。

FA は同一発電所で異なる時期に発生したもので，比表面積の異なるものを使用した。細骨材は，同一産地で粗粒率の異なる海砂 S-A，S-B，S-C。また，S-B に関して，150 μ m 以下の細粒分を除去した S-Bcut の4種類を表乾状態で使用した。これら海砂の粒度曲線を図 - 1 に示す。これらの材料を使用し表 - 2 に示す組み合わせで，W/C = 50%，FA の容積置換率を 0，10，20%と変化させた 16 配合について検討を行った。モルタルの練混ぜおよびフロー試験は JIS R 5201 に従った。

使用材料		使用記号	基礎物性
セメント	普通ポルトランドセメント		密度 3.15g/cm ³ 比表面積 3250cm ² /g
			種灰 密度 2.24g/cm ³ 比表面積 3840cm ² /g 強熱減量 2.36%
混和材	FA	FA -1	種灰 密度 2.34g/cm ³ 比表面積 3050cm ² /g 強熱減量 0.50%
		FA	種灰 密度 2.27g/cm ³ 比表面積 2100cm ² /g 強熱減量 0.50%
		FA -2	種灰 密度 2.27g/cm ³ 比表面積 2100cm ² /g 強熱減量 0.50%
細骨材	海砂	S-A	表乾密度 2.58g/cm ³ 粗粒率 3.12 実積率 66.4%
		S-B	表乾密度 2.55 g/cm ³ 粗粒率 2.55 実積率 71.1%
		S-Bcut	表乾密度 2.55g/cm ³ 粗粒率 2.79 実積率 69.1%
		S-C	表乾密度 2.59g/cm ³ 粗粒率 2.96 実積率 64.6%

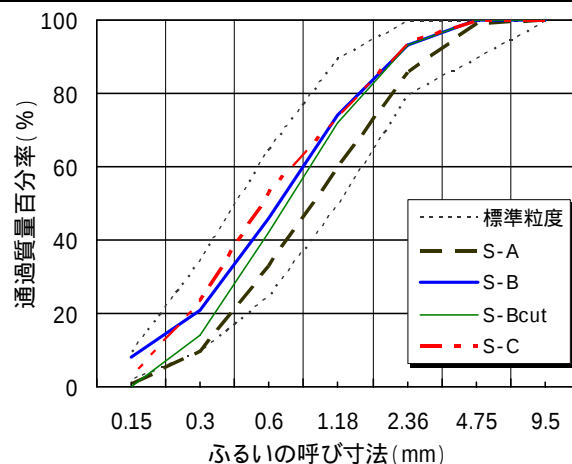


図 - 1 海砂の粒度曲線

表 - 2 FA と細骨材の組み合わせ

細骨材	S-A	S-B	S-Bcut	S-C
FA				
FA -1	●	●	●	●
FA -2		●		
FA		●		

● ... 本考察での検討要因

3. 実験結果および考察

3. 1 単位水量とフロー値の関係

図 - 2 にフロー値 190 での FA 容積置換率と単位水量の関係を示す。FA は FA -1 を使用した。S-C に関しては，FA 無混入時の単位水量が他の海砂に比べて増加している。これには，海砂の粒度構成の違いが影響していると考えられる。S-B では，FA 置換率の増加に伴い単位水量が増加した。FA 置換率が増加するとモルタル中の単位粉体量が増加する。また，海砂の性状の違いにより FA を無混入の状態でも単位容積中の微粒分量に差がある。S-B は微粒分量が比較的多いため，FA の置換率により粘性が卓越し，流動性が低下する結果となった。一方で，S-A，S-Bcut，S-C では，微粒分量が少ないため，FA 置換率によって海砂の微粒分が補填され，概ね置換率 10%の範囲内で単位水量が減少し，モルタルの流動性が向上した。しかし，置換率 10%以降は単位水量が急激に増加していることから，海砂の 150 μ m 未満を含めた微粒分量がモルタルの流動性に大きく影響すると考えられる。

キーワード：フライアッシュ，細骨材置換，流動性，微粒分

連絡先：福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL：092-641-3131 内(8654)，FAX：092-642-3271

3.2 モルタルの粉体量と流動性の関係

図 - 3 に単位粉体容積比とフロー値の関係を示す。単位粉体容積比は、次式の通り定義した。

$$\text{単位粉体容積比} = \frac{\text{モルタル中の150}\mu\text{m未満の粉粒体容積 (m}^3\text{)}}{\text{モルタル中の全粉粒体容積 (m}^3\text{)}}$$

150 μm 未満の微粒分には、セメント、FA、海砂の微粒分を含める。この指標を用い、図 - 2 で示したプロット点と、S-A、S-Bcut について流動性が最も向上する置換率（S-A:7%、S-Bcut:5%）での配合に関して検討を行った。図 - 3 の各配合のプロットを単位粉体容積比で見たとき、最小となるプロットは、置換率 0% の配合であり、配合内での単位水量は一定、使用した FA は FA -1 である。

この指標により、単位粉体容積比とフロー値の間にある程度の相関性が見られ、単位粉体容積比が 0.2~0.35 の範囲でフロー値が増加し、それ以降では急激に流動性が低下した。これにより単位粉体容積比が 0.35 程度以下であれば、モルタルの流動性が向上することが示された。また、産地や採取時期による粒度分布や粒子形状が異なる場合も単位粉体容積比である程度一義的に評価できることも確認された。

3.3 FA の比表面積がフロー値に与える影響

図 - 4 に FA 容積置換率とフロー値の関係を示す。全配合の単位水量は一定であり、使用した海砂は S-B である。

S-B は 150 μm 未満の微粒分量が約 8% であり、比較的微粒分が多い海砂である。この海砂に対して比表面積の大きい FA -1 を使用した場合、FA 置換率の増加にともない流動性は低下し、FA を細骨材に置換で用いるメリットが小さい。しかし、比較的比表面積の小さい FA、FA -2 を流動性が大きく低下しない置換率 10% の範囲で使用すると流動性は FA -1 と比較し改善された。このことから、微粒分の多い海砂に対しては比表面積の小さい FA を用いることが流動性の点では有効であると言える。

4. まとめ

本研究で使用した材料の範囲で得られた知見を以下に示す。

- 1) モルタルに関して、微粒分の少ない海砂に概ね 10% の範囲内で FA を容積置換することで、流動性が向上し、同一フロー値を得るための単位水量を減らすことができる。
- 2) モルタルの流動性は、粒度分布や粒子形状によらず、海砂の微粒分を含めた粉粒体量の単位容積割合（単位粉体容積比）に影響を受け、その値が 0.35 程度以下であれば、流動性が向上する。
- 3) 150 μm 未満の微粒分が多い海砂に対しては、比表面積の小さい FA を用いることが流動性の点では有効である。

参考文献

- 1) 土木学会四国支部：フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートの施工指針(案)，2003

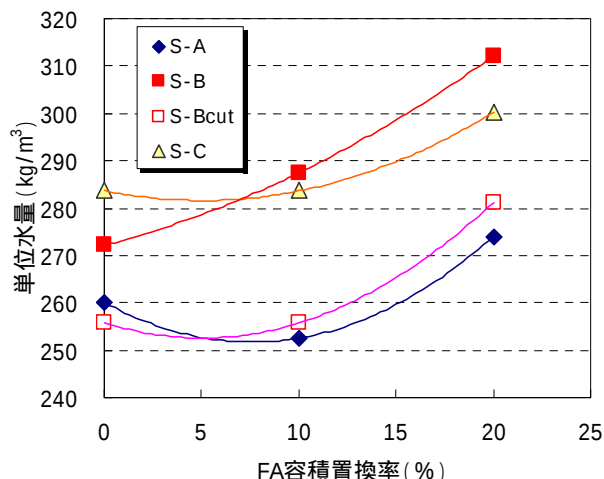


図 - 2 FA 容積置換率と単位水量の関係

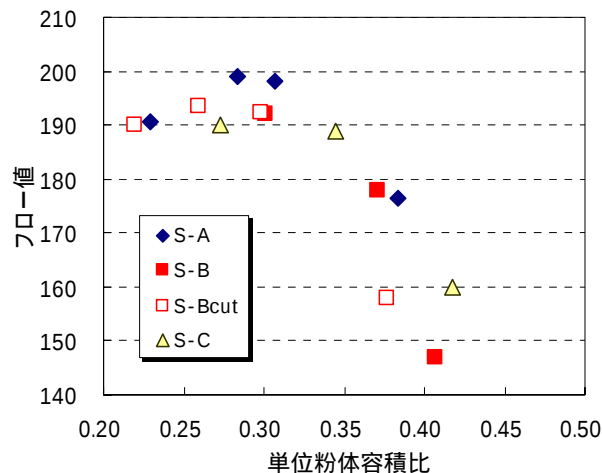


図 - 3 単位粉体容積比とフロー値の関係

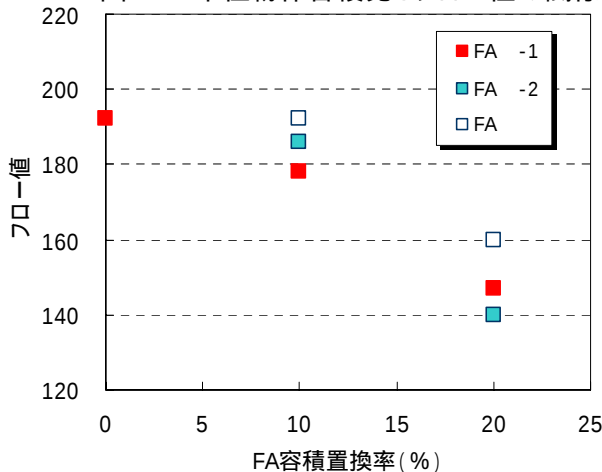


図 - 4 FA の違いによるフロー値の変化