

湿式動圧ろ過装置によって改質されたフライアッシュを 混和したモルタルの基本的性質

山口大学
松江工業高等専門学校
松江工業高等専門学校名誉教授
(株) フジイ・ケミカルズ

○曾田 彩歌
周藤 将司
高田 龍一
神門 誠

1. はじめに

コンクリートの混和材料の一つにフライアッシュ（以下、FA ; Fly Ash）がある。FAは、広く認知されている材料であるにもかかわらず、混和材としての使用量は限定的である。この要因として、石炭火力発電所によって産炭地や燃焼温度が異なることによるFAの品質のばらつきが挙げられる。FAの利用普及を目的とした研究は、これまでも多く行われている。高田らが提案する“湿式動圧ろ過”もその一つである^{1,2}。湿式動圧ろ過は、マグネタイトの除去、酸性灰の中性化、動圧による粒子分級に着目して改質分級を行う方法である。

ここでは、ロットの異なる2種類の原粉FAを用意し、湿式動圧ろ過による改質前後のFAをそれぞれモルタルに混和して物理試験を行った。本報では、その試験結果について報告する。

2. 試験概要

本研究では、性状の異なる2種類のFA（記号の後ろに“-1”，“-2”と付記することで区別する）について、原粉FA（以下、OFA ; Original Fly Ash）、OFAを改質した細粉（以下、MFAU ; Modified Fly Ash Under）、OFAを改質した際に副産物として生じる粗粉（以下、MFAO ; Modified Fly Ash Over）の計6つのFAを試料とした。

各試料の基本的性質を表1に示す。原粉であるOFA-1とOFA-2は、ロットは異なるものの概ね同等な性質であると言える。改質後に得られたMFAUとMFAOも双方のFAでほとんど変わらない性質であると言える。このことから、FAを混和したモルタルによる試験を行っても、FA-1とFA-2の結果は同等となることが期待される。

モルタルによる試験は、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準拠して行った。強度の測定材齢は、7, 28, 91日の3材齢とした。それぞれのFAはセメントに対する内割置換で混和することとし、置換率は10, 20, 30%の3水準とした。また、FAを置換しないモルタルを基準モルタルとし、計19水準の配合で試験を行った。

表1 各FAの基本的性質

	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	SiO ₂ 含有量 (%)
OFA-1	2.25	3,220	49.9
MFAU-1	2.37	4,720	51.7
MFAO-1	2.10	2,120	50.1
OFA-2	2.22	3,240	53.5
MFAU-2	2.39	4,590	54.4
MFAO-2	2.12	2,390	51.6

3. 結果と考察

本報では、フロー試験と圧縮強度試験の結果について報告する。なお、試験結果における“0%”は基準モルタルを意味している。

(1) フロー値

図1にフロー試験結果を示す。OFAとMFAUでは、置換率の増加に伴ってフロー値が大きくなる傾向が確認された。この傾向は特にMFAUにおいて顕著であった。MFAOにおいては、FA置換率の違いによるフロー値の変化は確認されなかった。これらの傾向は2種類のFAで同様であり、似通った性状の原粉であれば、同等の流動性が得られる改質FAが得られることが確認された。

改質前後を比較すると、MFAUのフロー値はいずれの置換率においてもOFAを上回り、20%以上の置換では0%を上回った。一方で、MFAOのフロー値はいずれの置換率においてもOFAを下回った。表1より、比表面積はどちらのFAにおいてもMFAUが最も大きく、MFAOが最も小さい値を示している。つまり、MFAUでは改質によって微細な球形粒子が相対的に増加していると想定される。その結果として、高いボールベアリング効果が発揮されたと考えられる。この結果より、MFAUは流動性向上効果を有することが確認でき、コンクリートで配合設計を行う際には単位水量を減ずることが可能であると言える。

(2) 圧縮強度

図2に圧縮強度試験結果を示す。FA-1とFA-2の結果

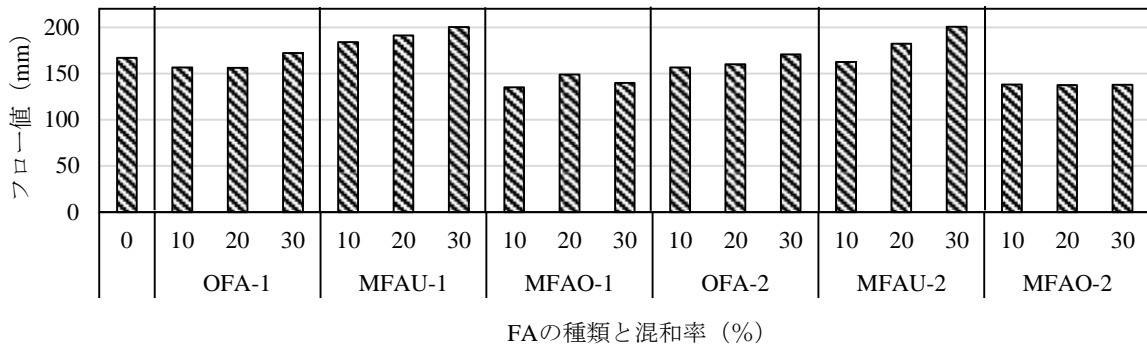


図1 フロー試験結果

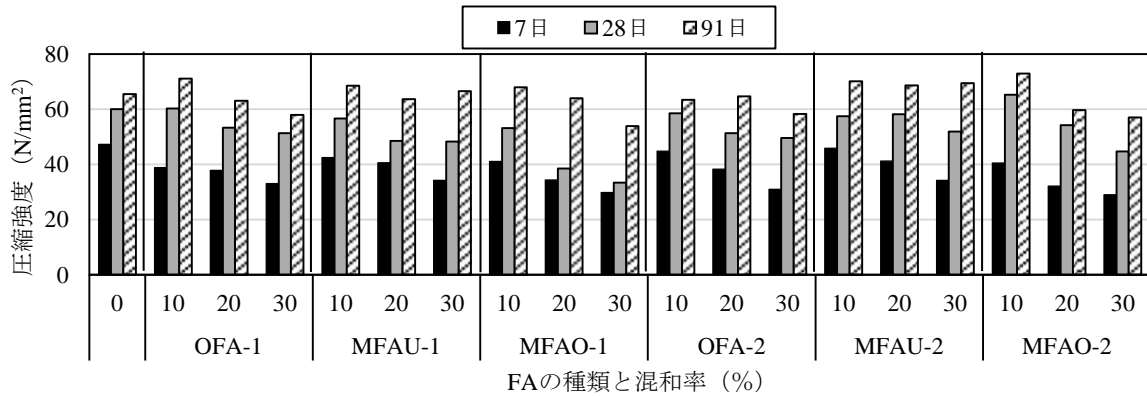


図2 圧縮強度試験結果

を比較すると、大局的には大差ないものと判断できる。フロー試験結果に続いて圧縮強度試験結果からも、同等の原粉からは同等の結果が得られることが確認できた。一方で、個別に比較した場合は、FA-2の方がやや高い値を示していることが多い。要因として、表1のSiO₂含有量の違いが影響していると考えられるが、現時点で断言できるものではない。

OFAとMFAUの圧縮強度を比較すると、全体的に、同等かMFAUの方がやや大きい値を示している。しかし、30%置換の91日強度では、MFAUの方が10N/mm²程度大きい値を示し、明らかな違いが生じた。このことについて、先述のとおり改質したMFAUでは比表面積が大きくなることから、反応性も高くなる。置換率の高い配合では、ポズラン活性がより高まり、長期強度の増進につながったと考えられる。

ここで、材齢7日、28日の結果において、0%の強度を上回るものはなかった。しかし、フロー試験結果より、MFAUでは単位水量を減じてコンクリートを作製できる可能性が示されていることから、配合設計によって初期強度の低さを克服できる可能性があると言える。

MFAOは、MFAU、OFAと比較して小さい値を示す傾向が確認された。MFAOには微細な球形粒子が少ないことから、活性度の違いが生じたものと考えられる。ここで、MFAOにおいてはマグネタイトの除去が施され

ていることから、外割りで用いるなど別途利用法を検討することが望まれる。

4. まとめ

① フロー値は大きい順に、MFAU>OFA>MFAOであり、比表面積の大小関係と一致した。これより、MFAUの流動性向上効果が確認された。

② 圧縮強度は、MFAUはOFAに比べて長期強度の増進効果が高いことが確認された。また、MFAUを用いたコンクリートでは単位水量を減ずることが可能であるため、初期強度の低さを克服できることが示唆される。

③ FA-1とFA-2の比較では、改質後にもほぼ同等の結果が得られた。同様の傾向を示す原粉であれば、改質後も同等の結果が得られることが確認された。

参考文献

- 1) 高田龍一, 中村博, 神門誠, 周藤将司: 湿式動圧ろ過装置によるフライアッシュ改質分級とその評価に関する研究, コンクリート工学年次論文集 Vol.41, No.1, pp.173-177, 2019
- 2) 宍道亮太, 周藤将司, 高田龍一, 神門誠: 湿式動圧ろ過分級によって改質されたフライアッシュのモルタル試験による基礎的性能の評価に関する研究, コンクリート工学年次論文集 Vol.43, No.1, pp.95-100, 2021