

フライアッシュペーストのフロー試験に基づくコンクリートのフレッシュ性状の評価

山口大学大学院 学生会員 ○西原 圭美
 中国電力 正会員 佃 勝二
 中国電力 正会員 中本 健二
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

石炭火力発電の副産物であるフライアッシュ (FA) は、コンクリート用混和材としてしばしば用いられている。石炭の産地・種類や発電所の違いにより、FA の成分が異なることから、FA をレディーミクストコンクリートに用いる場合、スランプや空気量などのフレッシュ性状、およびその時間変化を予め調べておく必要がある。そこで本研究では、性質の異なる FA がコンクリートのフレッシュ性状におよぼす影響を調べることを主な目的として、まず FA ペーストのフロー試験および P 漏斗試験より、FA の性状評価に適した試験方法を検討し、さらにペーストの性状が大きく異なった FA を用いて、コンクリートのフレッシュ性状を調べた。

2. フロー試験および P 漏斗試験

2.1. 使用材料および実験方法

本研究で用いた FA の成分表を表-1 に示す。記号の M と S はそれぞれ同じ発電所の FA である。フロー試験を JIS R 5201 に基づき 2 回実施し、その平均値を評価に用いた。また P 漏斗試験を JSCE-F521-1999 に基づき 3 回実施し、その平均値を評価に用いた。フロー試験・P 漏斗試験のいずれにおいても、小型ミキサ (20 リットル) を用いて水と FA を 2~4 分間混練した。水 : FA の容積比を変えた FA ペーストを各試験に用いた。

表-1 フライアッシュ (FA) の物理的性質

記号	M1	M2	M3	M4	M5	S1	S2	S3	S4	S5
石炭種類※産地記号表記	R-V	C-M	C	A1-P	MC-A	P-M	P-B	B	MGM	C
pH	7.5	4.2	4.4	9.0	11.4	10.6	9.4	4.4	4.5	9.5
強熱減量 (%)	2.5	5.0	4.1	3.0	2.7	3.2	4.1	2.7	7.6	3.5
密度 (g/cm ³)	2.22	2.19	2.24	2.13	2.27	2.24	2.29	2.19	2.27	2.22
比表面積 (cm ² /g)	3050	3330	3600	3180	3860	3380	3410	2900	4140	3480
45μm ふるい残分 (%)	20	23	23	23	14	24	15	12	11	24
フロー値比 (%)	103	99	104	107	105	108	112	110	108	109
MB 吸着量 (mg/g)	0.25	0.29	0.27	0.29	0.30	0.14	0.16	0.31	0.27	0.17

2.2. 結果および考察

FA 体積割合による FA ペーストの P 漏斗流下時間を図-1 に示す。FA 体積割合 0.5 (以下 FA0.5 と表記) 以下において、FA 種類に関わらず同程度の流下時間が得られた。これは FA0.5 以下では、FA の物理的性質の差異の影響が生じにくいことを示唆している。FA0.5 以上では、差異がみられるが、10 種類のうち 7 種類の FA で流下時間を測定できなかったため、P 漏斗試験を用いた評価は不適当と考えられる。

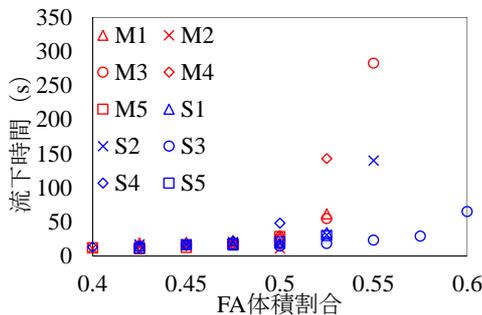


図-1 FA ペーストの流下時間

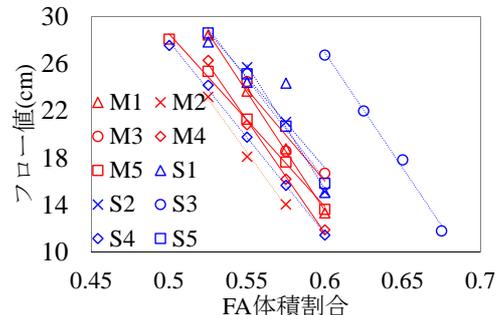


図-2 FA ペーストのフロー値

FA 体積割合による FA ペーストのフロー値の変化を図-2 に示す。FA 種類によらず、ほぼ同程度の傾きを示す。

FA 体積割合による FA ペーストのフロー値の変化を図-2 に示す。FA 種類によらず、ほぼ同程度の傾きを示す。

す線形関係がみられた。同じ配合でも FA 種類によってはフロー値が測定できない配合もあり、FA の差異が明瞭であった。なお本研究では、全ての FA で測定できた FA0.6 のフロー値を指標として扱うことにした。このフロー値を評価に用いることで、コンクリートのフレッシュ性状におよぼす FA の影響を予測できる可能性がある。

表-2 コンクリート配合

記号	w/cm	s/a	単位量 (kg/m ³)							
			W	C	FA	S	G		Ad	AE
							2015	1505		
C	0.59	0.49	164	278	0	897	590	394	0.075	1.37
S3	0.59	0.48	164	240	38.5	883	590	394	0.075	0.33
S4	0.59	0.48	164	240	39.9	883	590	394	0.075	0.33
S5	0.59	0.48	164	240	39.0	883	590	394	0.075	0.33
M1	0.59	0.48	164	240	39.4	883	590	394	0.075	0.33

3. 実機練り試験

3.1. 実験方法および配合

FA ペーストのフロー試験結果から、同一発電所産で流動性が最大・最小となった2種類、発電所のみ異なる2種類を選定した。これらの FA を用いて、レディーミクストコンクリート工場の実機プラントにおいて表-2に示すコンクリートを作製した。基準配合(C)のセメントを各FAに18%体積置換した。経時変化を調べるためコンクリートをミキサー車へ積み込み、0・30・60・90分において必要量を取り出し、スランプ (sl) および空気量 (air) を測定した。

3.2. 結果および考察

スランプおよび空気量の時間変化を図-3に示す。経時的にスランプは低下しているが、FA 種類によるスランプの差異はほとんどみられない。一方、空気量では FA 種類によって差異がみられた。FA0.6 のフロー値と各時間のスランプを図-4に示す。時間によって近似直線の傾きの正負が様々で、FA0.6 のフロー値と各時間のスランプに相関性はみられない。これは、FA 種類によるスランプの差異がほとんどみられなかったことによる。次に、FA0.6 のフロー値と空気量を図-5に示す。両者には概ね正の相関性がみられ、近似直線の傾きの値は30・60・90分いずれも同程度の値を示した。これはFAの水分吸着機構とAE剤のような混和剤の吸着機構が類似しているためと推察される。このことより、異なるFAであってもFAペーストのフロー値を調べることで、FAコンクリートの空気量の変化を予測できる可能性がある。

4. まとめ

- ・FA 体積割合とフロー値は、FA 種類によらず同程度の傾きを有する線形関係にあり、FA 体積割合 0.6 のペーストのフロー値は、FA コンクリートのフレッシュ性状の評価指標として用いることができる。
- ・FA 体積割合 0.6 のペーストのフロー値は、FA コンクリートのスランプの変化予測には適さない。一方、このフロー値と空気量には、練上がり直後の空気量を除いて、30・60・90分後に同程度の傾きを有する正の相関性がみられたことから、同フロー値は異なるFAコンクリートの空気量の変化予測に有用となる可能性がある。

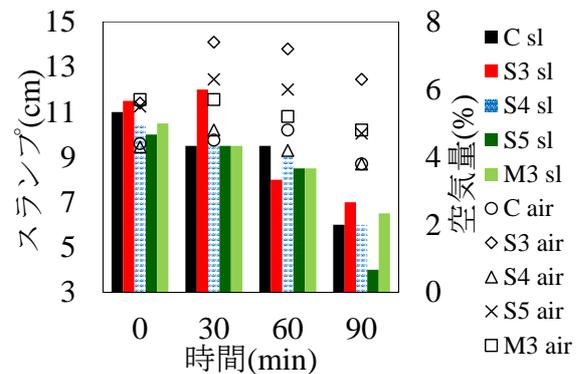


図-3 時間とスランプおよび空気量

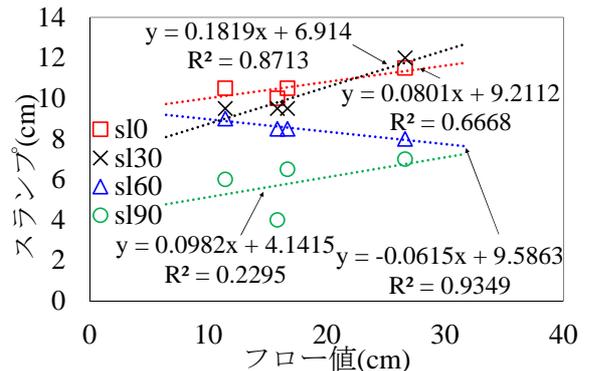


図-4 FA0.6 のフロー値とスランプ

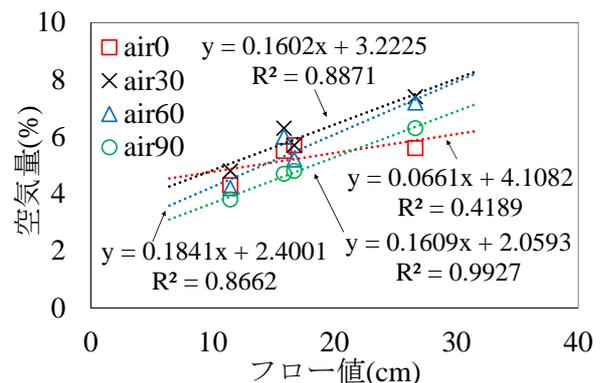


図-5 FA0.6 のフロー値と空気量