

P 漏斗流下時間およびモルタルエアメータによるフライアッシュの

品質変動予測

秋田大学 正会員 ○城門 義嗣
秋田大学 正会員 齋藤 憲寿

秋田大学 フェロー 加賀谷 誠
(株) ホクエツ秋田 久道 雄一

1. はじめに

フライアッシュは、炭種の変化や燃焼効率の調整に伴い品質にバラツキを生ずるため、品質が一定のコンクリート二次製品を製造する場合、使用するフライアッシュの品質変動を簡易に判定し、その結果を用いて配合修正を行う手法が必要である。本研究は、セメントペースト成分の P 漏斗流下時間と空気量を指標として、フライアッシュの品質変動に伴うコンクリートの配合修正を簡易に行う手法を検討したものである。

2. 実験概要

表-1 にコンクリートの配合を示す。フライアッシュ置換率は 0～30% であり、水粉体比(W/P)は置換率 0% の場合 35.5%、置換率 10～30% の場合 33.5% の一定とした。ポリオキシエチレン系を主成分とした AE 剤およびナフタレンスルホン酸系を主成分とした高性能減水剤を用いた。コンクリートの練混ぜには容量 55 リットルの二軸強制練りミキサを使用し、目標スランプ 8 ± 1 cm、空気量 5 ± 0.5 % が得られることを確認した。表-2 に使用材料の品質を示す。セメントペーストの製造は JIS R 5201-1997 に準じて行った。練混ぜ後、直ちに P 漏斗流下時間(以下、流下時間)を JSCE-F 521-1999 およびワシントン式モルタルエアメータ(容量 1 リットル)による空気量を JIS A 1128-2005 に準じて測定した。

表-1 コンクリートの配合

FA置換率 (%)	W/P (%)	単位量(kg/m ³)							AE剤添加率 (%)
		C	FA	W	S ₁	S ₂	G	Mt	
0	35.5	400	0	142	460	191	1173	-	0.07
10	33.5	360	40	134	462	192	1177	3.2	0.14
15		340	60	134	460	192	1173	3.2	0.16
20		320	80	134	458	190	1166	3.2	0.18
30		280	120	134	454	189	1156	3.2	0.22

表-2 使用材料の品質

種別	記号	強熱減量(%)	比表面積(cm ² /g)	密度(g/cm ³)
フライアッシュ	TS	2.7	3600	2.21
	N	1.1	3940	2.15
	NO	2.1	4820	2.37
	T	10.3	2960	2.16
普通セメント	C	2.04	3260	3.16
高性能減水剤	MT	-	-	1.203
AE剤	AE	-	-	1.04

3. 実験結果および考察

表-1 の配合を用いて、単位セメント量の 20% を品質の異なるフライアッシュで置換したコンクリートのセメントペーストを製造し、流下時間および空気量の測定を行った。図-1 に強熱減量と流下時間の関係を示す。強熱減量の異なる 4 種類のフライアッシュを用いたが、強熱減量の増加に伴って流下時間は増加する傾向が認められる。これは、未燃カーボンの表面には凹凸があり比表面積が大きくなることから、セメントペーストの粘性が増加したことによると考えられる。図-2 に強熱減量とセメントペーストの空気量の関係を示す。強熱減量の増加に伴って空気量は減少し、AE 剤がフライアッシュの未燃カーボンに吸着されていることがわかる。図-3 にペースト空気量と流下時間の関係を示す。空気量の増加に伴って流下時間は減少し、両者によって用いたフライアッシュの品質の変動がおおよそわかる。

図-1～3 で示したフライアッシュ N22-1 を用いてセメントペーストを製造して得られた置換率と流下時間および AE 剤添加率の関係を図-4 および 5 に示す。用いたセメントペーストは、スランプが 8 ± 1.0 cm、空気量が 5 ± 0.5 % と一定となるコンクリートのセメントペースト成分である。置換率の増加に伴って、流下時間は直線的に増加することがわかる。図-5 に置換率とペースト空気量および AE 剤添加率の関係を示す。置換率の増加に伴って、コンクリートの空気量を 5 ± 0.5 % とするための AE 剤添加率は直線的に増加し、そのときのセメントペースト成分の空気量は 5.5 ± 0.5 % とおおよそ一定となった。

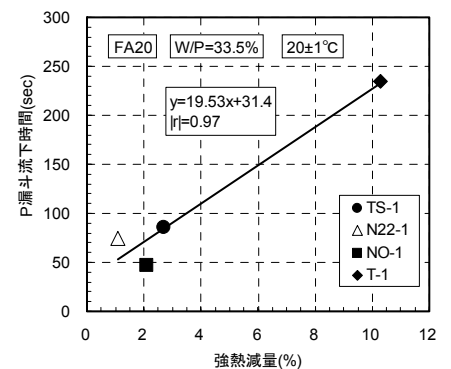


図-1 強熱減量と P 漏斗流下時間の関係

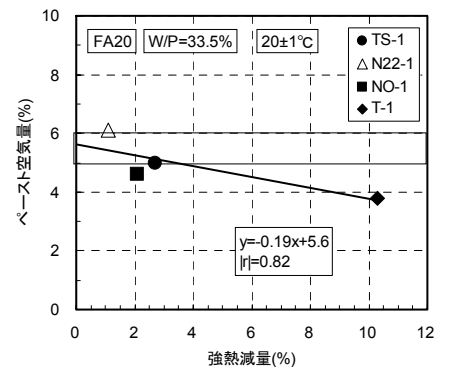


図-2 強熱減量とペースト空気量の関係

図-6 に AE 剤添加率とコンクリートの空気量の関係を示す。フライアッシュを使用しない場合、空気量を1%増加するのに AE 剤添加率を0.0017%増加すれば良いこと、フライアッシュを置換した場合、空気量を1%増加するのに AE 剤添加率を平均0.0055%増加する必要があることがわかった。

図-7 に単位水量が一定のコンクリートの空気量とスランプの関係を示す。フライアッシュコンクリートの空気量の増加に伴ってスランプは増加し、単位水量を変えなくても AE 剤添加率を増加して空気量を増加すれば、所要のスランプが得られることがわかる。なお、空気量1%の増加に対してスランプはおよそ1.5cm増加することを示している。この関係は、図-3 に示したペースト空気量と流下時間の関係に対応していることがわかる。

図-8 にフライアッシュを用いたスランプ 8cm、空気量 5%のコンクリートのセメントペースト成分の流下時間と AE 剤添加率の関係を示す。フライアッシュの置換率が異なってもスランプおよび空気量が一定のコンクリートにおいては、セメントペースト成分の流下時間と AE 剤添加率の間には直線関係が認められた。N22-5-15 は、品質不明のフライアッシュであり、これを置換率15%で用いてスランプ 8cm、空気量 5%、W/P=33.5%のコンクリートを製造することとした。これまでの結果より、単位水量を変えなくても W/P=33.5%のセメントペーストの空気量が5～6%となる AE 剤添加率とすれば、コンクリートのスランプおよび空気量の目標値は確保されることから、モルタルエアメータを用いてセメントペーストの空気量 5～6%となる AE 剤添加率および流下時間を測定した結果、0.04%および 60 秒であった。これらの値は、図-8 に示した直線上にあり、得られたコンクリートのスランプおよび空気量は目標値となった。

4. まとめ

- (1) 強熱減量の異なるフライアッシュを置換率 20%として使用したセメントペーストの P 漏斗流下時間と空気量は、強熱減量の増加に伴って増加、減少する傾向が認められ、P 漏斗流下時間およびモルタルエアメータによる空気量の測定結果により、フライアッシュの品質変動が予測可能と思われる。
- (2) フライアッシュ置換率の増加に伴ってセメントペースト成分の P 漏斗流下時間は直線的に増加し、空気量が一定となる AE 剤添加率は置換率の増加に伴って直線的に増加した。
- (3) 品質不明のフライアッシュを用いて、所要のスランプおよび空気量を有するコンクリートを製造する場合、そのセメントペースト成分の所要の空気量を得るために必要な AE 剤添加率と P 漏斗流下時間を求めることにより用いるフライアッシュの品質変動がわかる。

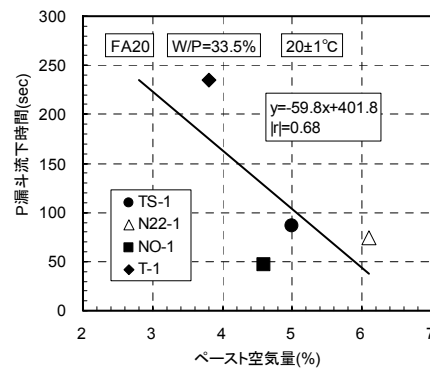


図-3 ペースト空気量と P 漏斗流下時間の関係

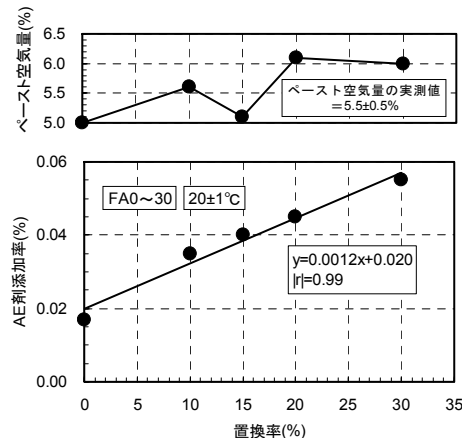


図-4 フライアッシュ置換率と P 漏斗流下時間の関係

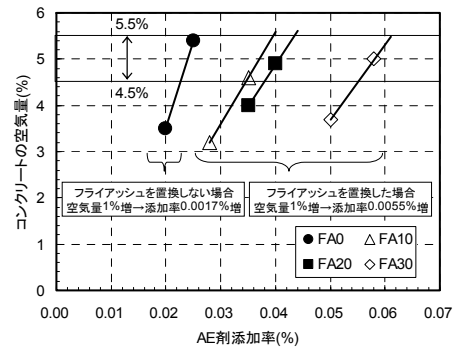


図-6 AE 剤添加率とコンクリートの空気量の関係

図-5 フライアッシュ置換率とペースト空気量および AE 剤添加率の関係

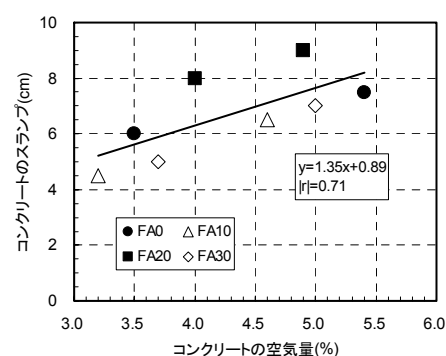


図-7 コンクリートの空気量とスランプの関係

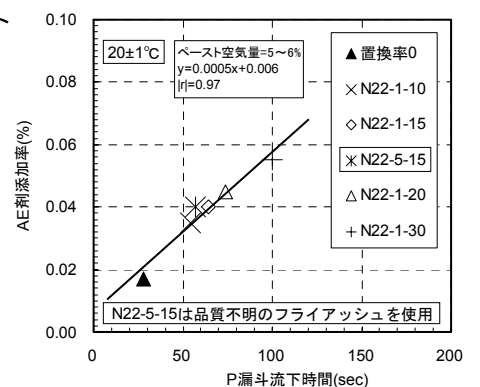


図-8 P 漏斗流下時間と所要の空気量を得るために必要な AE 剤添加率の関係