

フライアッシュの品質変化に伴う高流動コンクリートのコンシステンシー補正

秋田大学 学生員 佐々木 智
正会員 加賀谷 誠
正会員 佐藤 正一

1. まえがき

フライアッシュのリサイクル利用促進のため粉体系高流動コンクリートにこれを使用する場合，同一の火力発電所から採取されたフライアッシュであっても炭種や採取ボイラーが異なるとその品質は変化するため，その変化によるフレッシュコンクリートの性状変化の予測と補正手法が必要となる．本研究では品質の異なるフライアッシュを用いた場合のコンクリートの空気量，スランプフローおよび V ロート流下時間をモルタル成分によるフロー試験・空気量試験，ペーストによる P ロートの流下時間から補正できるか否か実験的検討を行った．

2. 実験概要

表-1 使用材料の諸性質

使用材料	記号	物性および成分
セメント	C	普通ポルトランドセメント 比重：3.16
フライアッシュ	FA	比重：2.26 比表面積：3080cm ² /g 45μmふるい残分：19.4% 強熱減量：1.20% 平均粒度18.8μm
	FA	比重：2.38 比表面積：4330cm ² /g 45μmふるい残分：32.1% 強熱減量：3.17% 平均粒度25.4μm
細骨材	S	川砂 比重：2.56 吸水率：3.08% 粗粒率：2.74
粗骨材	G	砕石 G _{max} ：20mm 比重：2.68 吸水率：1.46% 粗粒率：6.60
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
補助AE剤	AE	変性アルキルカルボン酸化合物

表-1 に使用材料の物性および成分を示す．表-2 にコンクリートの配合

表-2 コンクリートの配合および試験結果

番号	SF (mm)	V (秒)	充てん 高さ (mm)	W/B(%)	w/b(%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(B×%)	
							W	C	FA	S	G	SP	AE
CE	695	10.1	300	31.5	99.6	5.5	175	555	—	—	—	1.2	0.0072
FA -	695	10.8	300	33.3	96.1	5.0	170	391	120	762	831	1.1	0.02
FA -	585	21.9	289	32.9	96.1	2.8	—	—	126	—	—	—	—

を示す．用いたフライアッシュは炭種および採取ボイラーの異なるもので，JIS 規格の 種に分類される．フ

ライアッシュを粉体容積の内割りで 30%用いた．コンクリートの練混ぜには容量 50 ℓ の強制練りミキサを使用し，練混ぜ時間を 3 分とした．コンクリートのモルタル成分あるいはペースト成分の練混ぜにはモルタルミキサ(JIS R 5201)を使用し，練混ぜ時間を 90 秒とした．コンクリートを製造した後，スランプフロー(以下 SF)，V ロート流下時間(以下 V)，ボックス型充てん高さおよび，空気量を測定した．モルタルによるフロー試験では，落下衝撃を与えないでフロー値(以下 MF)を測定した．セメントペーストによるロート試験では，プレパックドコンクリート用の注入モルタルの試験に用いる P ロートを用い，流下時間(以下 P)を測定した．直径 10cm，高さ 20cm の円柱供試体を A 法により製造し，材齢 3 ～ 28 日まで水中養生を行って圧縮強度試験を行った．

3. 実験結果および考察

表-2 に示した CE と FA - を比較すると SF，V および充てん高さはほぼ等しく，ランク 2 のレベルにおいて，この FA を用いた場合単位水量および SP を低減できることがわかる．また，品質の異なる FA を用いた場合各材料の絶対容積が等しい配合 FA - において SF，V および充てん高さはランク 2 のレベルに達しないこと，また空気量が大きく減少することがわかる．このことより，FA の品質の変化に対するコンクリートの配合補正を検討した．

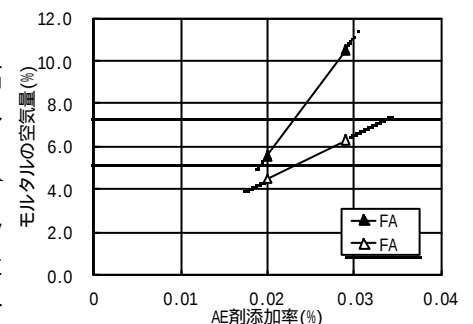


図-1 AE剤添加率と空気量の関係

図-1 に AE 剤添加率とモルタル成分の空気量の関係を示す．モルタル成分の空気量が $6.0 \pm 1.0\%$ であれば，コンクリートの空気量が $4.5 \pm 1.5\%$ となること¹⁾から，図より FA を用いた場合 FA のおよそ 1.5 倍の AE キーワード：高流動コンクリート，フライアッシュ，コンシステンシー，配合

剤量を必要とすることがわかる．これは，FA の強熱減量が大きいことからわかるように AE 剤の吸着によると考えられる．

図-2 にモルタルの空気量と MF の関係を示す．図-1 のように空気量を補正したとき，空気量の増加に伴い MF は減少傾向が認められた．これは空気が入ることによる単位容積質量の減少が一因と推察される．

次に，SF および V の補正を検討した．MF と SF および P と V の間には，直線関係が存在すること¹⁾から，配合 FA - の結果と表-3 に示されるペーストおよびモルタルの結果から $MF/SF=0.422$ ， $P/V=5.90$ と補正係数を求めることができる．これを用いて SF の目標範囲 600 ～ 700mm に対応する MF の範囲は 253 ～ 295 となり，V の目標範囲 7 ～ 13 秒に対応する P の範囲は 41.3 ～ 76.7 秒が求められる．単位骨材量を一定として，この目標範囲に入るように単位水量と単位結合材量の増減による補正を行った．SP および AE の添加率を一定とした．

図-3 および 4 に w/b の変化に伴う MF および P の関係を示す．図より，w/b の増加に伴い MF は増加，P は減少傾向を示した．両図より MF および P ともに目標値を満足する w/b は実験結果から 107.9% と選定された．表-4 にこれを用いて補正した配合を示す．表-5 に前述の補正係数により求めた予測値と表-4 のコンクリートを製造したときの試験の実測値を示す．充てん高さについては，SF と V が目標範囲に入るとき目標値となることから予測値を求めなかった．表より，補正した配合においてランク 2 の目標範囲をすべて満足する結果となった．表-6 にコンクリートの圧縮強度を示す．配合 FA - と FA - を比較すると，後者の方が空気量が小さいため強度が大きくなるが，フレッシュコンクリートの要求性能の範囲を満足させるために補正した配合 FA - では水結合材比が大きくなるため FA - より小さくなった．

4. まとめ

モルタルによるフロー試験・空気量試験およびペーストによる P ロート試験により FA の品質が変わった場合の高流動コンクリートのコンシステンシーを補正することが可能であるが，品質が低下したときの硬化コンクリートの品質に注意しなければならない．

本研究を遂行するにあたって，秋田県工業技術センター建設・環境システム部ならびに東北電力(株)研究開発センターの協力を得た．記して謝意を表する．

参考文献

1)佐々木智，他：高炉スラグ微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートのコンシステンシー予測手法に関する一考察，土木学会東北支部，pp.592-593，1999．

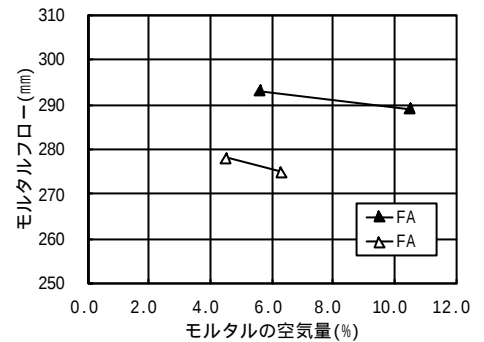


図-2 モルタルの空気量とモルタルフローの関係

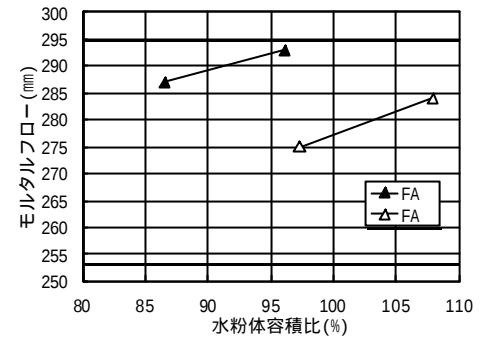


図-3 水粉体容積比とモルタルフローの関係

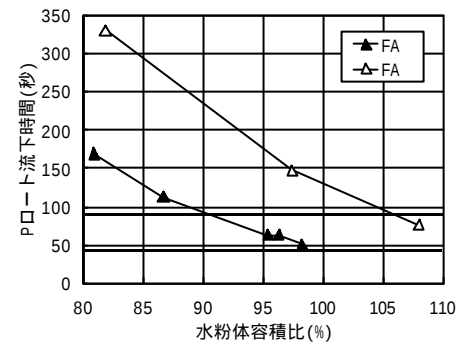


図-4 水粉体容積比とPロート落下時間の関係

表-3 ペーストおよびモルタルの試験結果

番号	P (秒)	MF(mm)	モルタルの空気量 (%)
FA -	63.7	293	5.6
FA -	117.0	278	4.5

表-4 補正後の配合

番号	W/B (%)	w/b (%)	単位量 (kg/m³)					混和剤 (B × %)	
			W	C	FA	S	G	SP	AE
FA -	36.9	107.9	179	366	119	762	831	1.1	0.029

表-5 予測値と実測値の結果

	SF (mm)	V (秒)	充てん高さ (mm)	空気量 (%)
予測値	675	11.9	—	—
実測値	600	12.8	303	5.7

表-6 コンクリートの圧縮強度

番号	コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)		
	材齢3日	材齢7日	材齢28日
CE	42.9	49.8	57.8
FA -	27.8	42.8	54.1
FA -	33.1	51.6	60.6
FA -	26.3	37.7	51.3