

V-163

分級フライアッシュを混入したコンクリートの性質と構造物への適用例

㈱四国総合研究所

浮田和明

正会員

石井光裕

㈱奥村組筑波研究所

正会員 山本和夫

正会員

○東 邦和

1. まえがき

フライアッシュの有効利用を一層進めるためには、品質の変動をなくし、高品質化を図ることが考えられる。フライアッシュを気流分級し、微粒分を取り出すことによって、長所である粒度特性および形状特性が更に改善されることに着目した。分級フライアッシュを混入したコンクリートの特性試験の結果から、産出發電所の異なるフライアッシュから製造した分級フライアッシュの特性と、実構造物への適用例について報告する。

2. 産出發電所の異なる分級フライアッシュを混入したコンクリートの性質

1) 使用材料

産出發電所の異なる3種類のフライアッシュ（原粉）と、これを分級したフライアッシュ（FA10：最大粒径 10μ を目標に 気流分級したもの）の物理・化学的性質を表-1に示す。その他の材料を表-2に示す。

2) 試験方法

表-1 フライアッシュの物理・化学的性質

製造所	種 類	比重	粉末度 kg/cm ²	平均粒径 μ m	化 学 成 分 %						
					ig. los	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C
A	FA10	2.47	6860	4.67	2.3	57.6	26.6	4.6	4.0	1.4	1.19
	原 粉	2.26	3190	10.50	1.9	58.0	25.0	5.2	4.6	0.8	1.47
B	FA10	2.49	7230	3.95	2.4	50.2	27.2	5.2	6.2	3.1	1.53
	原 粉	2.23	2940	22.42	1.2	50.8	27.1	5.1	9.2	1.7	0.97
C	FA10	2.37	7740	4.45	8.5	45.5	27.7	3.4	4.2	2.1	6.67
	原 粉	2.14	3120	25.15	5.5	52.2	24.0	5.4	2.5	3.4	4.82

分級フライアッシュは、所定の混入率になるようにセメント内割りで置換した。AE減水剤は一定量を使用し、目標スランプ12cmになるように単位水量を決定した。

表-2 使用材料

セメント	OPC、比重3.15、粉末度 3200cm ² /g
粗 骨 材	MAX25mm、FM6.83、比重2.56、吸水率0.62%
細 骨 材	FM2.78、比重2.62、吸水率1.47%
AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物およびポリオール複合体
A E 剤	高アルキルカルボン酸系の界面活性剤

空気量は4%とし、空気量の不足分はAE剤で補った。その他の試験法はJISに準じ、乾燥収縮は、10×10×40cmの供試体を用いて、温度20℃、湿度65%の室内に静置した。

3) 試験結果

配合を表-3に示す。

a. 減水率：同一スランプを得るための単位水量を、セメント単味と比較したときの減水率を図-1に示す。分級フライアッシュを混入した配合はセメント単味、原粉の配合より減水効果が大きかった。また、0%であった原粉Cが、4%の減水率を得ているなど、どの原粉も一様に安定した分級の効果を得ることができた。

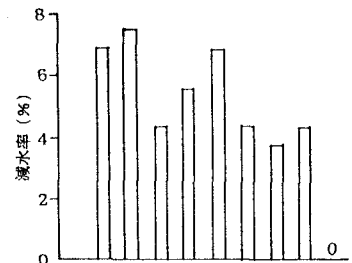
b. 圧縮強度：コンクリートの圧縮試験結果を図-2に示す。すべての発電所産について分級することにより、強度増加が得られた。また、初期強度の発現性も大きくなっている。

c. 乾燥収縮：測定結果を図-3に示す。セメント単味、原粉と比較して、分級フライアッシュ混入による収縮量低減効果が得られている。

表-3 配合

配 合 No.	単 位 量 (kg/m ³)						
	水	セメント	FA10	粗骨材	細骨材	AE減水剤	和 剤
1	160	320	0	787	1079	800	0
2	149	253	45	802	1099	745	89
3	148	237	59	802	1099	740	89
4	153	245	61	828	1135	765	73
5	151	257	45	798	1094	755	127
6	149	238	60	800	1097	745	322
7	153	245	61	790	1083	765	92
8	154	262	46	792	1086	770	591
9	153	245	61	792	1086	765	624
10	163	261	65	771	1057	815	235

スランプ12±2cm、空気量4±1%、W/C=50%、s/a=43%



F 混入率	0	15	20	20	15	20	20	15	20	20
F 粒度	-	10	10	原	10	10	原	10	10	原
発電所別	-	A	A	A	B	B	B	C	C	C
配合 No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

図-1 減水率

以上の様に、産出発電所の異なるフライアッシュにおいても分級することによって、コンクリートの特性が改善されることが確認できた。

3. 現場施工試験

実際の現場で行った施工の、概略の結果を述べる。構造物の形状を図-4に示し、配合を表-4に示す。ここに使用した分級フライアッシュはFA10（比表面積7670cm²/g、比重2.42）である。配合試験結果より、B種フライアッシュセメントよりさらに3kg/m³の減水量があった。ブリージング試験結果を図-5に示す。分級フライアッシュを混入したコンクリートは、ブリージングが少い結果が得られた。分級フライアッシュを使用することによって、分離抵抗性が増大し、また減水率も大きくなるが、これは比表面積の増加と共に、粒子形状の改善によると考えられる。コンクリート強度を表-5に示す。分級フライアッシュコンクリートの方がやや高い強度を示している。

コンクリート打設4週間後のひび割れ観察結果を表-6に示す。現在のところ、分級フライアッシュ使用

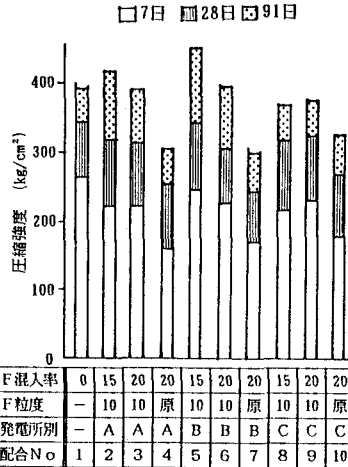


図-2 圧縮強度

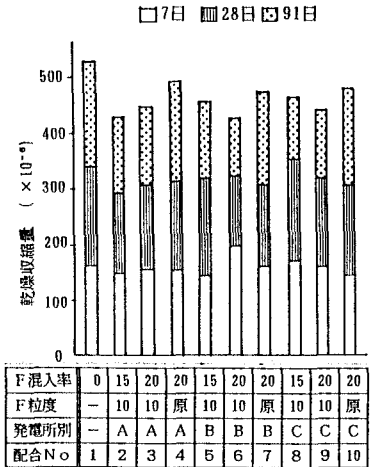


図-3 乾燥収縮量

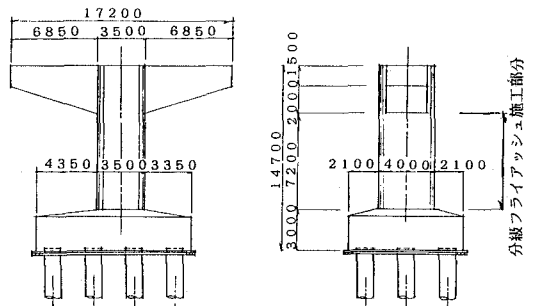


図-4 構造物の形状

表-4 配合

No	配合	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m³)					
							水	セメント	分級フライアッシュ	細骨材	粗骨材	水和剤 (g)
1	FF	20	8	4	47	43	161	292	51	753	1019	1715
2	FB	20	8	4	47	43	164	349	0	748	1011	1745

FF: 分級フライアッシュコンクリート, FB: B種フライアッシュコンクリート

橋脚はひび割れ発生が比較的少ない結果であった。この理由として、分級フライアッシュの使用によりブリージングが低減され材料分離が緩和されたことと、早期の強度発現性が高いことなどが考えられる。詳細については、今後報告したい。なお、この施工に際して阪神高速道路公団殿のご理解とご指導を得たことを感謝いたします。

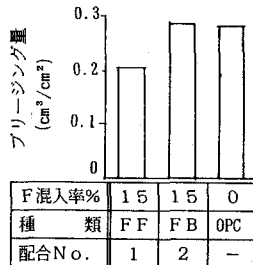


図-5 ブリージング量

表-5 コンクリート圧縮強度

	圧縮強度 (kg/cm²)		材令28日
F F	第1回打設時	381	平均 375
	第2回打設時	368	
F B	351		

表-6 ひび割れの比較

	ひび割れ状況	
F F	0.1mm 以上本数	4本、隅角部には無い
F B	0.1mm 以上本数	10本、隅角部にも有る