

フライアッシュを細骨材補充混和材として用いた コンクリートのフレッシュ性状

四国電力 正会員 ○岩原 廣彦

四国電力 正会員 加地 貴

徳島県生コンクリート工業組合 横手晋一郎

徳島大学名誉教授 フェロー 河野 清

1. まえがき

近年の瀬戸内海における海砂採取禁止などに伴い懸念されている骨材資源の枯渇化対策と、産業副産物として大量に産出している石炭灰の有効利用を目的に、フライアッシュの細骨材補充混和材としてのコンクリートへの適用性について研究を実施している。その一環として、実機レベルでの当コンクリートの性能を確認するためのフィールド試験を実施した。ここでは、レディーミクストコンクリート工場で製造した当コンクリートのフレッシュ性状について試験を実施した結果について報告する。

2. 試験概要

ここで対象としているコンクリートは、フライアッシュを細骨材補充混和材、つまり細骨材の一部に置換して使用するものであり、コンクリート中の細骨材使用量の低減が可能である。

表－1 使用材料

材料種別	使用材料	仕 様
セメント	高炉セメントB種	密度 3.04g/cm^3 、ブレン値 $3700\text{cm}^2/\text{g}$
	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm^3 、ブレン値 $3340\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	玉石砕砂	那智川 阿南市下大野田 密度 2.62g/cm^3 FM2.98
粗骨材	玉砕石	那智川 阿南市下大野田 密度 2.63g/cm^3 FM6.85
フライアッシュ	JIS II 種	密度 2.27g/cm^3 、ブレン値 $3040\text{cm}^2/\text{g}$ 強熱減量 1.4% , $\text{SiO}_2 50.1\%$
	JIS IV 種	密度 2.20g/cm^3 、ブレン値 $1930\text{cm}^2/\text{g}$ 強熱減量 1.2% , $\text{SiO}_2 50.5\%$
混和剤	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤 変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤
	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

2. 1 使用材料

使用材料を表－1に示す。フライアッシュはJIS A 6201「コンクリート用フライアッシュ」のII種およびIV種に適合するものを使用した。

2. 2 配 合

コンクリートの配合は、水セメント比を55%、現場におけるコンクリート荷卸し時のスランプを $8\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量を $4.5\pm 1.5\%$ として、セメントの種類（普通ポルトランドセメント、高炉セメント B 種）、フライアッシュの種類（II種、IV種）およびフライアッシュの容積置換率（0～30%）を組み合わせた7種類の配合を事前の配合試験により定めた。フィールド試験に使用したコンクリートの配合を表－2に示す。なお、本試験ではコンクリートの荷卸しまでの時間を60分間と想定しており、その間のスランプおよび空気量のロスをそれぞれ2cm程度、0.5%程度に想定して、練上がり時のスランプを10～12.5cm、空気量を5.0～6.5%とした。

2. 3 試験方法

コンクリートの練混ぜはレディーミクストコンクリート工場の二軸強制練りミキサ（容量2,000 l）を使用し、セメント、フライアッシュ、細骨材、水、混和剤、粗骨材を順次投入した後、90秒間の練混ぜを実施し

表－2 コンクリート配合

配合 種別	水結合材比 W/(C+Ad) (%)	容積置換率 f/(s+f) (vol.%)	細骨材率 s _f /a (%)	単位量(kg/m ³)									スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	性状
				水 W	セメント C	細骨材 S	フライアッシュ F	粗骨材G		混和剤(cc/m ³)						
								2510	1005	AE減水剤	AE剤(1)	AE剤(2)				
PB	55	0	45	147	268	849	-	729	312	712	8	-	12.2	6.0	22.5	良好
IV-10B		10	42	147	268	713	66	769	330	712	47	-	11.7	5.6	22.5	良好
IV-20B		20	37	158	288	545	114	813	349	765	-	86	10.0	6.1	21.5	良好
IV-30B		30	32	169	308	401	145	858	368	819	-	231	10.4	5.6	21.5	良好
II-20B		20	37	155	282	550	118	819	351	749	-	85	10.5	5.8	21.5	良好
PN		0	45	147	268	852	-	733	314	712	4	-	10.5	5.7	23.0	良好
IV-20N		20	37	161	293	542	114	813	349	779	-	70	12.2	6.2	23.0	良好

※ AE剤(1)：変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤、AE剤(2)：変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

キーワード フライアッシュ、細骨材補充混和材、配合、スランプ、空気量

連絡先 〒760-8573 香川県高松市丸の内 2-5 四国電力(株) 土木建築部 TEL.087-821-5061

た。製造したコンクリートは、工場から現場までの運搬時間を考慮してトラックアジテータで 60 分間の攪拌を行った。フレッシュコンクリートの試験は、練混ぜ直後、練混ぜ後 30 分（トラックアジテータにおける攪拌中）および練混ぜ後 60 分（トラックアジテータからの荷卸し時）においてスランプ試験（JIS A 1101）、空気量（JIS A 1128）およびコンクリート温度（棒状アルコール温度計）を測定した。

2. 4 試験結果

（1）配 合

表－1 に示す配合について、各配合の単位水量を比較した結果を図－1 に示す。この図から分かるように、フライアッシュIV種を容積置換率 10%としたコンクリートとフライアッシュを用いないプレーンコンクリートの単位水量は同じであり、容積置換率の増加とともに単位水量は増加した。容積置換率が低い場合はボールベアリング効果により流動性に寄与するが、容積置換率が高くなると粘性が強くなり単位水量が増加するものと考えられる。

また、空気量の調整に使用した AE 剤量については、フライアッシュ容積置換率の増加とともに増加した。これはフライアッシュの未燃炭素が AE 剤を吸着するためであると考えられる。

細骨材率はフライアッシュ容積置換率が高いほど小さくなった。

（2）スランプの経時変化

スランプの経時変化を図－2 に示す。この図に見られるように、練混ぜ後 60 分間でのスランプ低下は PB が約 4cm と比較的高く、それ以外は 2cm 前後でほぼ同等であった。試験時の気温は 25℃を超える条件下であったにもかかわらず、フライアッシュの使用による顕著なスランプの低下は認められず、60 分間攪拌した後の荷卸し時の値は許容範囲（ 8 ± 2.5 cm）に入っている。

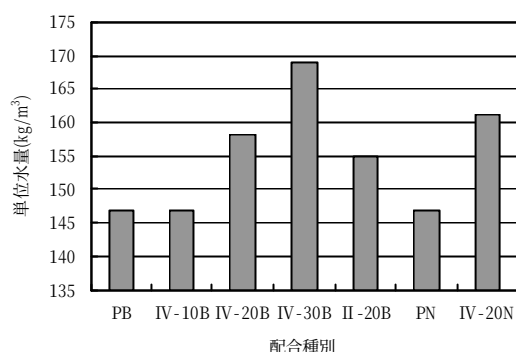
（3）空気量の経時変化

空気量の経時変化を図－3 に示す。この図から、練混ぜ後 60 分間の空気量の減少は IV-10B、IV-20B、IV-20N で比較的大きい値であったが、減少量は 1.7～1.8%程度であった。また、今回の試験では配合により 2 種類の AE 剤を使い分けたが、空気量の経時変化への影響は認められなかった。空気量についても 60 分間攪拌した後の荷卸し時の値は許容範囲（ $4.5 \pm 1.5\%$ ）に入っている。

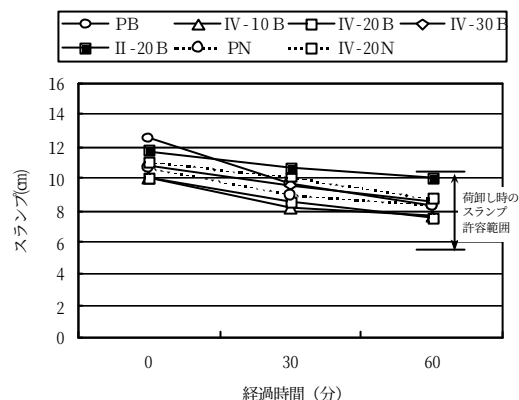
3. 結 論

レディーミクストコンクリート工場で製造した、フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートについて、運搬時間を想定したスランプおよび空気量の経時変化を測定した。その結果、フライアッシュの有無や容積置換率の違いによる影響は小さいことが明らかとなり、運搬時間を考慮して練上がり時のスランプおよび空気量を設定することにより、打込み時にフレッシュコンクリートの所要の品質を確保できることを確認した。

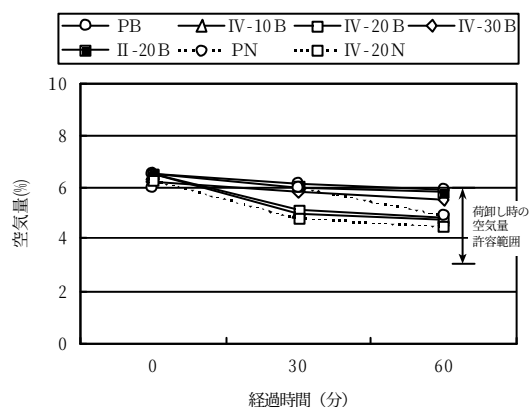
謝辞：当フィールド試験は土木学会四国支部「四国における石炭灰のコンクリートへの適用性に関する調査研究委員会」の活動の一環として実施したものであり、ご助言を頂いた委員ならびに関係各位に深く感謝の意を表します。



図－1 単位水量の比較



図－2 スランプの経時変化



図－3 空気量の経時変化