

フライアッシュ原粉と銅スラグを併用した消波ブロック用コンクリートの適用性検討

東京電力 HD(株) 正会員 ○古川園 健朗
東京電力 HD(株) 相馬 裕
五洋建設(株) 正会員 武井 俊哉
五洋建設(株) 正会員 安野 浩一郎

1. はじめに

近年,国内全体で石炭火力発電所増設計画が増加し,フライアッシュの排出量も,将来的には急激に増加していく一方で,その主たる処分用途としてのセメント製造原料の粘土代替や埋立処分用の需要は将来的に低下していく状況であり,それ以外の有効利用方策拡大が急務となっている。東京電力グループにおいても,現在,フライアッシュの排出量は年間約 80~90 万トン¹⁾にも達し,発電原価低減,環境負荷低減等の観点から,土木材料を中心とした有効利用拡大の技術開発・実用化に重点的に取り組んでいる状況である。

有効利用拡大に向けては,コンクリート用の混和材として使用されている「JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュ」に適合するフライアッシュの製造開発やその有効利用方策の検討もさることながら,「JIS 規格外品」のフライアッシュ(以下 FA 原粉)の発生量が大部分であることから,FA 原粉の有効活用拡大に重点を置き,技術開発・実用化を進めている。

本研究では,福島県広野町にある広野火力発電所の FA 原粉,および銅スラグ(CUS-2.5)を用いて,消波ブロック用のコンクリートとしての有効利用に向けた適用性に関する配合検討を行った^{2),3)}。

2. コンクリート配合と要求性能

広野火力産 3 種類の FA 原粉(表-1)を対象に,骨材置換として置換率を変化させた条件にて配合実験を行い,消波ブロックの製作を想定した場合の作業性,品質確保の観点から定めた要求性能(表-2)を満足するかどうかを確認した。その際,フライアッシュ添加により低下するコンクリート単位容積質量を普通コンクリートと同等の 2.3t/m³を確保する目的で,銅スラグを FA 原粉の置換率に対応して添加量を定めた(表-3)。

表-1 FA 原粉の品質試験結果

項 目	FA1	FA2	FA3
強熱減量(%)	5.5	4.59	3.05
比表面積(cm ² /g)	4,067	3,891	3,788
メチレンブルー吸着量(mg/g)	1.56	1.28	0.822
f-CaO(%)	検出限界値以下		
フロー値比(%)	99	98	98
σ ₂₈ 活性度指数(%)	82	82	76

表-2 要求性能(目標)

項 目	要求性能(目標)
コンクリート単位容積質量	2.3t/m ³ 以上
単位水量の上限	185kg/m ³ 以下
圧縮強度	18N/mm ² 以上
スランプ	12cm±2.5cm (20、40分後)
空気量	4.5±1.5% (20、40分後)

表-3 試験配合

灰種	W/C	W/(C+F)	s/a	水 W	セメント C	FA原粉 F	銅スラグ	細骨材	粗骨材	AE減水剤 (高機能型)	AE剤	単位容積質量
密度(t/m ³)				1.0	3.16	2.16~2.18	3.45	2.63	2.7	-		
-				kg/m ³						(C+F)×%		t/m ³
3種類	75%	47%	35	185	247	150	300	345	1093	1.00%	0.12%	2.32~2.33
		41%				200	362	276	1050			
		37%				250	417	213	1010			
	80%	49%			231	150	304	347	1102			
		43%				200	366	279	1061			
		38%				250	421	213	1021			
	70%	45%			264	150	297	342	1083			
		40%				200	359	274	1040			
		36%				250	414	210	999			
	なし	80%	45	165	206	0	224	680	1065			

キーワード フライアッシュ原粉, コンクリート, 有効利用, 消波ブロック

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3 東京電力 HD(株) 土木建築エンジニアリングセンター TEL 03-6373-1111

3. コンクリート配合試験結果

FA 原粉の添加量を変化させた場合のスランプ経時変化を確認した。練混ぜ後 60 分の間で約 7～8cm 程度のスランプロスが生じる結果を示しており、参考までに実施した FA 原粉を添加しないケースと比較してスランプの変化量が大きくなっている。その低下傾向は、FA の種類によってばらつきが大きいものの FA 原粉の添加量との相関はあまり見られない(図-1)。空気量についても同様の傾向が見られ、どのケースでも 60 分間で約 1.0～1.5% 低下している(図-2)。40 分後におけるスランプ、空気量について FA 原粉の種類毎に比較した(図-3、図-4)。なお、本検討におけるスランプ値の要求性能は、生コン出荷から現場までの運搬時間と打設時のポンプ施工性を想定し 20～40 分後の状態とした。スランプ値は FA 原粉の添加量が少ない程、灰種によるばらつきが生じにくい傾向を示しており、今回の試験結果からは、実施工において十分な管理をなし得る添加量の目安は約 150kg/m³ (W/(C+F)=47%以上)であろうことが伺える。空気量については灰種の違いによる変動が支配的であるため、実施工時には状況に応じて AE 剤の調整が必要となる場合も考えられる。

σ_{28} 圧縮強度は、FA 原粉の添加による強度向上が顕著である。灰種の違いによりポゾラン反応の影響が異なるためか、同じ添加量で比較した場合、FA1 の強度が多少出にくい結果を示している。その傾向は品質管理試験(表-1)における活性度指数の測定結果と一致していないものの、いずれのケースにおいても要求性能に対し十分な強度が確保できている(図-5)。

4. まとめ

本研究では、消波ブロック製作用のコンクリートとして、広野火力産フライアッシュ原粉の適用性について配合試験を実施した。その結果、コンクリート混和材として約 150kg/m³ の添加量であれば、今回試験した程度のばらつきがある FA 原粉を用いても実施工において要求性能を満足できる可能性が高いと示唆される。

参考文献：1) 石炭灰ハンドブック，日本フライアッシュ協会，平成 27 年 11 月。

2) 土木学会：フライアッシュコンクリートを用いたコンクリートの施工指針(案)，コンクリートライブラリー-94，1999. 4.

3) 石炭灰高配合コンクリートを使用した消波ブロックについて，土木学会第 57 回年次学術講演会(平成 14 年 9 月)，pp.485-486.

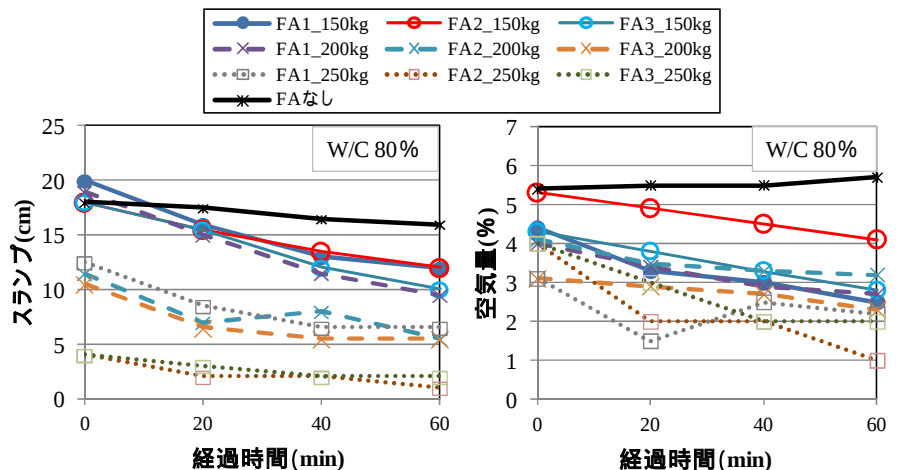


図-1 スランプの経時変化

図-2 空気量の経時変化

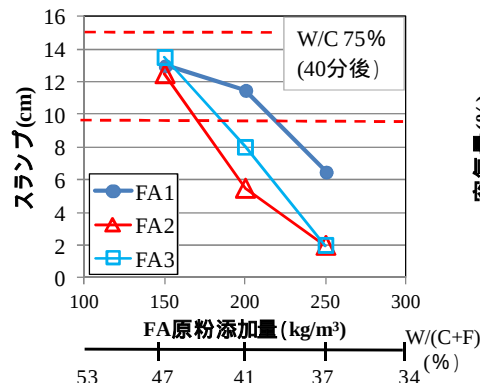


図-3 FA 種類別のスランプ

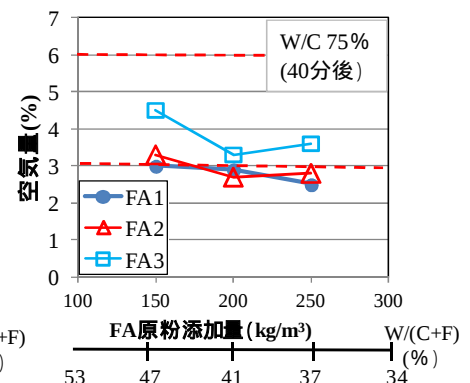


図-4 FA 種類別の空気量

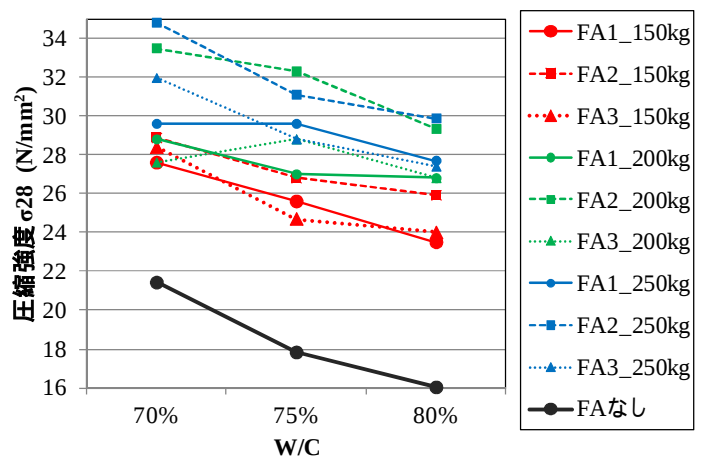


図-5 圧縮強度