

フライアッシュを利用したCLSMのフレッシュ性状および強度特性について

○北海道電力(株) 正会員 白戸伸明
 北海道電力(株) 正会員 松下啓郎
 北海道電力(株) 正会員 松浦正典
 北電興業(株) 正会員 齋藤敏樹

1. はじめに

CLSM(Controlled low-strength materials)¹⁾は、北米で生コン工場から出荷される製品として普及している締固め不要のスラリー状埋戻し材で、フライアッシュを、材料分離の抑制、強度の制御の目的で細粒分補給材として用いる配合が一般的である。今回、日本のフライアッシュとコンクリート用細骨材を用いたCLSM(以下、Fスラリーと呼ぶ)の配合試験を実施し、フレッシュ性状および強度特性を検討した。

2. 設計条件

- (1)設計基準強度 一軸圧縮強度 $0.3 \sim 0.5 \text{ N/mm}^2$
 (2)流動性 自己充填性・セルフレベリング性の確保
 (3)材料分離抵抗性 ブリーディング率 3%以下

3. 試験方法

(1)使用材料、試験項目および方法

使用材料を表-1、試験項目および方法を表-2に示す。フライアッシュは苫東厚真発電所2号機産で、その品質はJIS A 6201のII種相当である。実施工時にFスラリーは生コン工場で製造するため、細骨材はコンクリート用の細骨材を使用した。

Fスラリー材は、掘削残土を用いた流動化処理土の利用の用途と同様なことから、試験項目およびその方法は建設省土木研究所ほかの共同研究報告書「流動化処理土利用技術マニュアル」²⁾を参考とした。

(2)配合試験のケース

配合試験のケースを表-3に示す。表中の f/a は、フライアッシュ(F)と砂(S)の絶対容積の割合を示すもので、 a はFとSの合計絶対容積である。ケース1～3はAE剤を添加した配合、ケース4はAE剤添加の有無による連行空気の影響を検討する配合である。

4. 試験結果

(1)最適 f/a の検討

f/a と同一フロー値を得るための単位水量の関係を図-1、 f/a とブリーディング率の関係を図-2に示す。

フロー値一定の条件で f/a を変化させるとそのフロー値を得るための単位水量が変動し、単位水量が最小となる f/a が存

表-1 使用材料

名 称	仕 様
セメント	普通ボルトランドセメント
フライアッシュ	密度 2.20 g/cm^3 、強熱減量 2.1% 比表面積 $3480 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	コンクリート用陸砂 密度 2.7 g/cm^3 、粗粒率 2.67%
混和剤	高アルキルカルボン酸系 AE 剤
練り混ぜ水	上水道水

表-2 試験項目および方法

試験項目	試験方法
練り混ぜ	モルタルミキサー 空練り 1 分、本練り 3 分
練り上がり温度	棒状温度計
供試体作成	JGS 0821-2000
フロー値	JHS A 313(シリンドー法)
ブリーディング率	JSCE-F 522
空気量	JIS A 1128
供試体の養生	温度 20°C 湿度 90% 気中養生
一軸圧縮強度	JGS 0511

表-3 配合試験のケース

case	C (kg/m^3)	W (kg/m^3)	f/a (%)	フロー値 (mm)	空気量 (%)	検討事項
1	20	調整	5 水準	200 ± 20	5 ± 1.5	最適 f/a
2	20	調整	固定	6 水準	5 ± 1.5	フロー値
3	4 水準	調整	固定	固定	5 ± 1.5	セメント量
4	固定	調整	固定	固定	—	連行空気

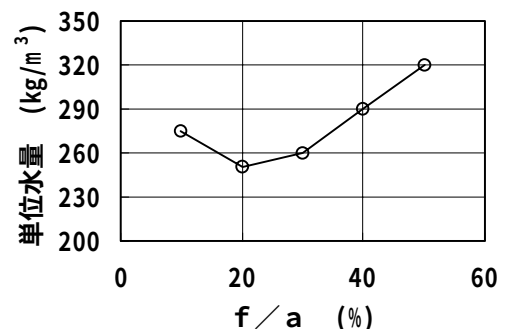


図-1 f/a と単位水量

【キーワード】フライアッシュ、CLSM、埋戻し、流動性、材料分離抵抗性

【連絡先】北海道電力(株)土木部 〒060-8677 札幌市中央区大通東 1 丁目 2 番地 TEL011-251-1111 FAX011-251-0425

在する。これは $f/a=20\%$ まではフライアッシュの混合により流動性が向上するが、それ以上になると粘性が増加し流動性が低下すると考えられる。また、ブリーディング率は、 $f/a=20\sim30\%$ を境に f/a を増加させてもブリーディング率の低下傾向が小さくなることが判る。

これらから最適 f/a は設計ブリーディング率を満足し、ブリーディングの低減効果が大きく、同一フロー値を得るための単位水量が最小となる $f/a=20\%$ とした。

(2) フロー値の検討

f/a を固定し単位水量を変化させたフロー値と単位水量・ブリーディング率の関係を図-3 に示す。流動化処理土利用技術マニュアルでフロー値は 160mm 以上が基準となっているが、フロー値が大きくなるとブリーディング率が大きくなり、1% 以下に抑えるためにはフロー値は 180mm 以下にする必要がある。今回の設計条件はブリーディング率 3% 以下であり、試験範囲であれば条件を満足するが、品質の変動を考慮し設計フロー値を 220mm として以下の試験を実施した。

(3) セメント量の検討

単位セメント量と一軸圧縮強度の関係を図-4 に示す。設計基準強度 0.3N/mm^2 を満足する単位セメント量は材齢 28 日で 20kg/m^3 、材齢 7 日で 30kg/m^3 で、また、セメント量が少ないことから経時変化に伴うフロー値の低下も小さい材料と考えられる。なお、F スラリーには 300kg/m^3 程度のフライアッシュが混合されており、ポゾラン反応による長期強度の増加が考えられるが、著しい強度増加は再掘削時に障害となるので、これについては、今後、長期強度試験を予定している。

(4) 連行空気の影響検討

AE 剤添加の有無による比較検討を表-4 に示す。AE 剤添加の有無すなわち連行空気の有無による流動性および材料分離抵抗性に著しい違いが見られなかった。但し、AE 剤の添加無の場合には、練り上がり直後からブリーディングが見られた。

5. おわりに

室内配合試験の結果、フライアッシュは単位水量の低減すなわち材料分離の抑制および強度の制御に対して効果があり、F スラリーは狭隘な箇所の埋戻し材としての流動性、材料分離抵抗性の確保および強度の設定も可能な材料であることが確認できた。

最後に、本検討にあたり、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を申し上げる次第である。

【参考文献】

- 1) ACI Committee 229. Controlled low-strength materials (CLSM). ACI 229 R-94. 1994.10.
- 2) 建設省土木研究所ほか. 流動化処理土の利用技術に関する共同研究報告書—流動化処理土利用技術マニュアル—. 1997.3.

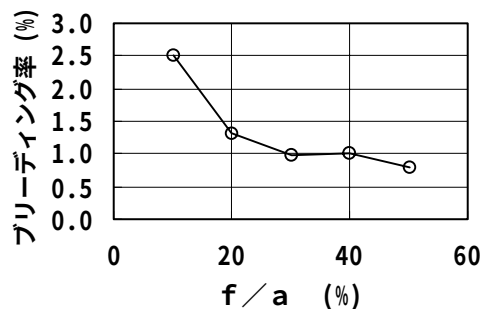


図-2 f/a とブリーディング率

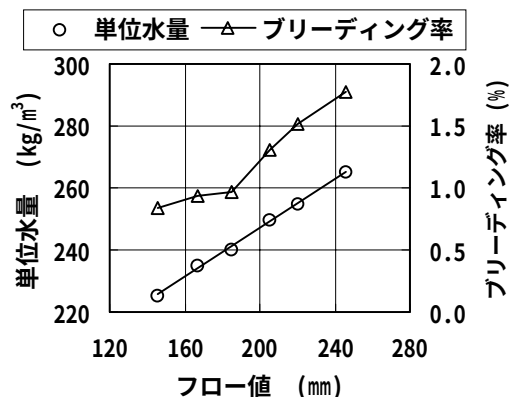


図-3 フロー値と単位水量・ブリーディング率

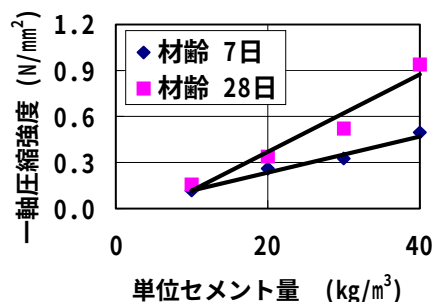


図-4 単位セメント量と一軸圧縮強度

表-4 AE 剤添加の有無による比較検討

配合	フロー値	f/a	air		単位量 (kg/m³)			
	mm	%	%		C	W	F	S
AE 剤有	220±20	20	5±1.5		20	255	303	1488
AE 剤無			—					
配合	練り上がり性状				ブリーディング [※] 率(%)		一軸圧縮強度 (N/mm²)	
	フロー値	air	温度	単重	3H	最終	7 日	28 日
	mm	%	℃	t/m³				
AE 剤有	218	4.5	20	2.17	1.45	0.10	0.26	0.34
AE 剤無	217	0.7	20	2.29	1.79	1.40	0.32	0.39