

フライアッシュと埋め土からなる掘削土を用いた流動化処理土の配合検討

大成建設(株) 正会員 ○松井 秀岳 石井 裕泰
 正会員 早瀬 宏文 川手 伸哉
 中部電力(株) 市橋 豊隆 齊藤 宏彰

1. はじめに

打設時の流動性と硬化後の品質を確保する流動化処理土¹⁾は、建設発生土の有効利用策として数多くの実績をあげている。代表的な配合検討と施工管理手法では、土砂と水を混合した泥水密度を指標とし、これを発生土の性状変化に応じて適宜見直ししながら適正配合を確保する。

本報では、流動化処理土に用いる発生土(掘削土)として、フライアッシュ主体の石炭灰や埋め土、あるいは両者の混合土を対象とした調査・検討内容を報告する。流動化処理土への活用の際に変動が見込まれる掘削土特性と、流動化処理土としての配合特性について、実験検討に基づく知見を提示する。

2. 掘削土の基本物性

表1に検討用に採取した掘削土5試料の一覧を、図1にはこのうち2試料の写真を示す。別途実施した土質調査の結果では、各箇所ではフライアッシュ、埋め土のどちらが主体かについては明瞭な区分はなく、本検討に際しては表中左欄に示すような目視分類にて準備した。

これらの基本物性の抜粋を同表右欄と図2に示す。土粒子密度 G_s については、2.2、2.4、2.6程度の3水準に分類され、FA主体aについては、5種のフライアッシュを扱った既往の文献²⁾に示された $G_s=2.06\sim 2.16\text{g/cm}^3$ 、および $0.01\sim 0.1\text{mm}$ の割合が卓越する粒度分布に整合する。他の4試料は G_s としては土砂として標準的な水準(2.6程度)と土砂とフライアッシュの中間的な水準(2.4程度)となり、粒径加積曲線は 0.5mm 粒径付近で重なる共通した分布を呈する。全5試料に対しては、50%粒径 D_{50} と G_s の間に図3のような明瞭な相関が見られる。

以上の結果から当該掘削土については、i)掘削土がフライアッシュと埋め土が任意の割合で混合されたものであることは基本物性から裏付けられる、ii)フライアッシュ主体、埋め土主体は目視では必ずしも判別できない。

3. 流動化処理土の配合検討

配合検討にあたり、前出の表1の採取試料を複数の割合で混合・準備の上、室内試験に供した。紙面の都合、本報で抜粋して試験結果を示す3試料を、混合比率に応じて算定できる計算密度 G'_s と共に表2に示す。流動性の傾向を把握するにあたり、流動化処理土(以下、処理土)としての単位セメント量を $50, 100, 150\text{kg/m}^3$ の3水準に設定し、泥水密度変化させながらシリンダーフローを測定した。強度については、こ

表1 検討用に採取した試料

目視分類	呼称	基本物性		
		G_s (g/cm^3)	細粒含有率(%)	D_{50} (mm)
フライアッシュ主体	FA主体a	2.17	70.5	0.034
	FA主体b	2.44	18.6	0.221
埋め土主体	BA主体a	2.64	21.1	0.413
	BA主体b	2.66	22.7	0.641
混合土	*盛上り土	2.45	33.2	0.284

※ SCP 施工に際して地中より排出した土砂

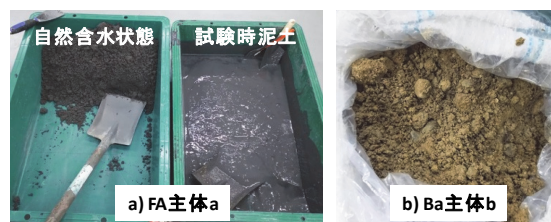


図1 検討対象土

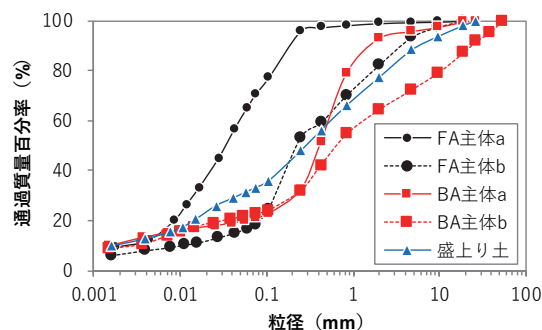
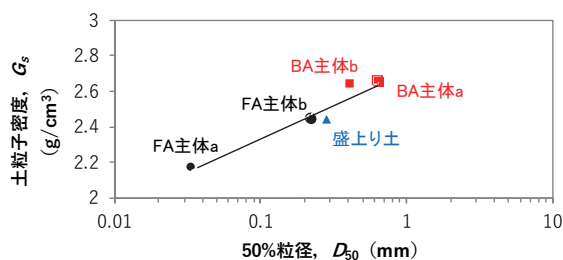


図2 粒径加積曲線

図3 G_s と D_{50} の関係

キーワード 流動化処理土, シリンダーフロー, 一軸圧縮強さ, 配合検討

連絡先 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217

表 2 配合検討用の試料

分類	呼称	表 1 中試料の構成	計算 G'_s
埋め土	埋め土	「BA 主体 a, b」を均等に混合	2.65
混合土	混合 A	全 BA, FA を均等に混合	2.50
	混合 B	「盛上り土」をそのまま利用	2.45

のうちシリンダーフロー200mm 程度を確保できる配合を選定して 28 日材齢 (20℃, 湿空養生) での一軸圧縮強さを測定した。

図 4に、泥水密度・処理土密度とシリンダーフローの関係を示す。各々の試料に対しては、泥水、処理土の双方とも同一の傾向線上にプロットされ、その位置は計算 G'_s に応じて横軸方向に推移するように見受けられる。図中に示した近似曲線は、密度の増大に伴う収束値はシリンダーフローが変形せずに残存する 80mm とした上で、いったん一通りの近似曲線を特定した上で係数 b は平均的な値で固定し、最終的に係数 a のみを変数として実測値に関連付けたものである。これを表 2以外の結果を含めて計算 G'_s との関係にまとめると図 5のような相関となり、図 4の近似曲線に対して土粒子密度が、さらにはフライアッシュと埋め土の混合割合がある程度の精度で把握できることになる。

図 6にはセメント水比 C/W と一軸圧縮強さ q_u の関係を示す。一般的なセメント系材料と同様に、掘削土に応じた C/W に対する q_u の増加傾向を確認した。処理土を対象とした本結果からは、各掘削土に対して所定の強度を得るのに必要なセメント水比を特定でき、これを満足する前提で前出の図 4に基づきシリンダーフローと処理土密度を調整して、各掘削土に対する推奨配合を設定することができる。

4. 配合管理への活用

施工に際して性状変化が見込まれる掘削土に対して、以上の結果を配合管理に活用する策として、図 7による方法を考えた。まず、イ)利用予定の掘削土の密度を直接測定し図 5により傾向線の係数 a を求めることで、あるいは泥水に対する直接の試験を行うことで、処理土密度とシリンダーフローに対する図 4の関係を特定する。次に、ロ)目標シリンダーフローに対応する処理土密度を設定する。最後に、ハ)必要な固化材添加量に応じて見込まれる密度差を補正した泥水密度、シリンダーフローを特定すれば、流動化処理土としての推奨配合が得られる。

5. まとめ

フライアッシュと埋め土からなる掘削土の性状変化に際しては、随時行う配合検討に本報結果を活用することで、施工管理の簡略化と配合の合理化につながる事が期待できる。今後、実施工での活用と検証にあたっていきたい。

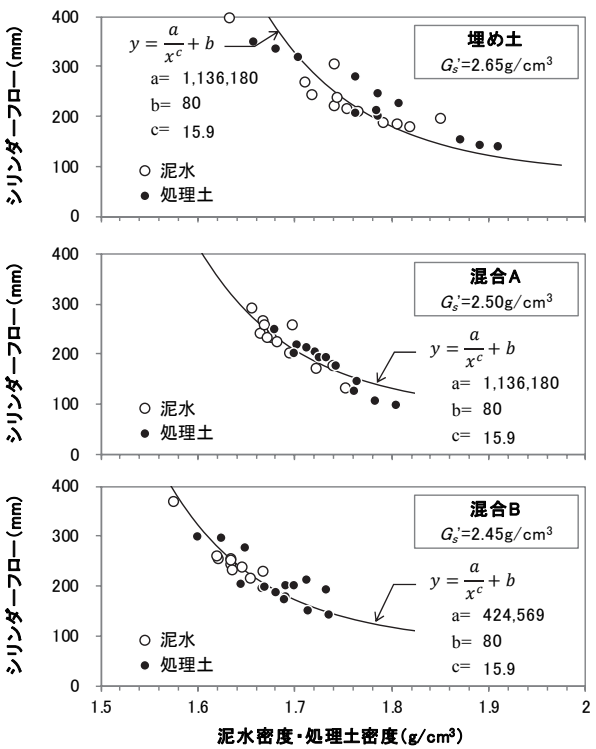


図4 泥水・処理土密度とシリンダーフローの関係

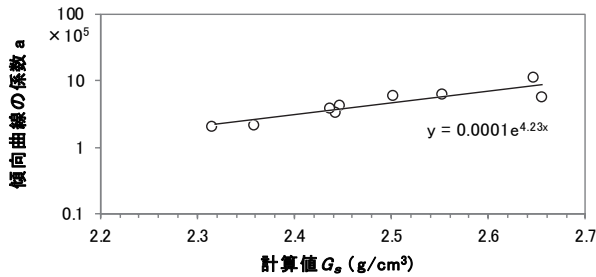


図5 計算 G'_s と係数 a との関係

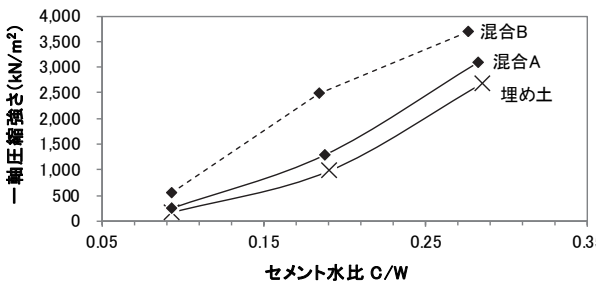


図6 セメント水比と強度の関係

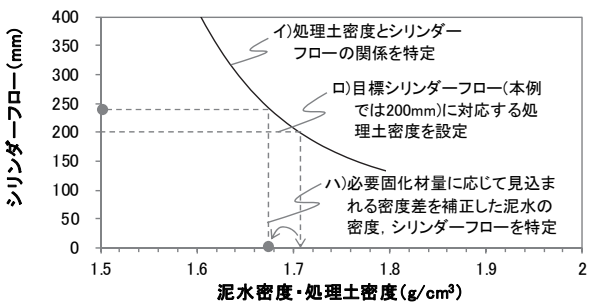


図7 配合管理への活用方法

1)土木研究所・流動化処理工法総合監理: “流動化処理土利用技術マニュアル”, 技報堂出版, 2008. 2)川上ほか: “未燃カーボンを多量に含んだフライアッシュと高性能 AE 減衰剤の作用”, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.2, pp.127-132, 1999.