

増粘剤を添加した砂質土の流動性に関する基礎的検討

東亜建設工業 正会員 ○野崎郁郎 御手洗義夫
東亜建設工業 正会員 永留 健 居場博之

1. はじめに

一般に、土砂の流動性を向上させる方法として、加水による方法が用いられている。砂質土の場合は、粘性が低いため、少量の水分を加えるだけで流動性が向上するものの、土粒子と水の材料分離が生じやすくなる性質がある。写真-1 にその一例として、20%の含水比の砂質土とそれに加水分して24%の含水比とした砂質土のフロー試験¹⁾を行った様子を示す。この写真をみると、含水比が4%高くなるだけで流動性が大きく向上していることがわかる。しかしながら、含水比が24%の砂質土は、表面に水が浮き、試料の縁から水が滲み出ていることも観察できる。このように、流動性を向上させるために砂質土に加水しても、材料分離を防ぐことは極めて困難である。このような場合の対処方法として、砂質土に粘土分が多いベントナイトをスラリー状にして添加し、粘性を高めることで、材料分離を抑制する方法²⁾が挙げられる。しかし、この方法では、大量のベントナイトスラリーを必要とする。このため、できあがり土量に占める砂質土の割合が少なくなることから、砂質土を多く使用したい場合(リサイクルしたい場合)などには不向きである。それ以外の方法として加水した砂質土に増粘剤を添加する方法も考えられるが、加水量や砂質土に含まれる粘土分、増粘剤の種類や量などが流動性や材料分離抵抗性に及ぼす影響については未だ明らかになっていないのが現状である。

本稿では、加水して材料分離するような砂質土に増粘剤を添加したときの流動性や材料分離抵抗性の変化について調査した結果を報告する。

2. 試験条件

今回対象とした試料は、砂分97%の砂に液性限界や粒度組成の異なる2種類のベントナイトを添加した砂質土である。表-1に作製した砂質土の構成材料の物性値を示す。砂質土は、表-1に示した砂にそれぞれのベントナイト(人工海水にて1日以上膨潤させ、フロー値を15cm程度に調整したもの)を砂質土全体の乾燥重量比で5%となるように配合し、2種類の砂質土を作製した。作製した砂質土の物性値を表-2に、粒径加積曲線を図-1にそれぞれ示す。図-1には参考として、SCP材として適用される砂の粒度分布の範囲³⁾も記載しており、本試験で用いた砂質土の粒度分布は、この範囲の中間程度に位置するものである。これらの砂質土に人工海水を加え、フロー値がそれぞれ20cm, 30cm, 40cmとなるように調整したものを試験で使用した。なお、これらの加水調整を行った試料は写真-1(w=24%)に示したような材料分離が生じる状態のものであった。それぞれのフロー値に調整した砂質土1m³あたりの配合表を表-3に示す。

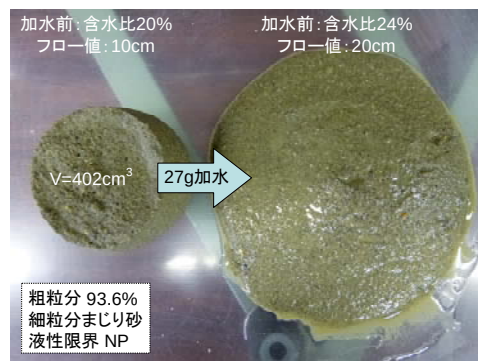


写真-1 砂質土の加水前後の状況

表-1 構成材料物性

		ベントナイト		砂
		笠岡粘土	アースゲル	
一般	土粒子密度 (g/cm ³)	2.680	2.682	2.590
	自然含水比 (%)	7.9	6.4	1.3
コンシステンシー特性	液性限界 (%)	59.9	100.0	-
	塑性限界 (%)	19.8	21.0	-
	塑性指数	40.1	79.0	-
粒度	礫分 (%)	0.0	0.0	1.4
	砂分 (%)	0.5	3.9	97.1
	シルト分 (%)	36.5	46.6	1.5
	粘土分 (%)	63.0	49.5	0.0

表-2 砂質土材料物性

砂質土		A	B
使用ベントナイトの種類		笠岡粘土	アースゲル
配合割合 (%)		5.0	5.0
一般	土粒子密度 (g/cm ³)	2.596	2.594
	自然含水比 (%)	1.6	1.6
粒度	礫分 (%)	1.3	1.3
	砂分 (%)	92.3	92.4
	シルト分 (%)	3.3	3.8
	粘土分 (%)	3.1	2.5

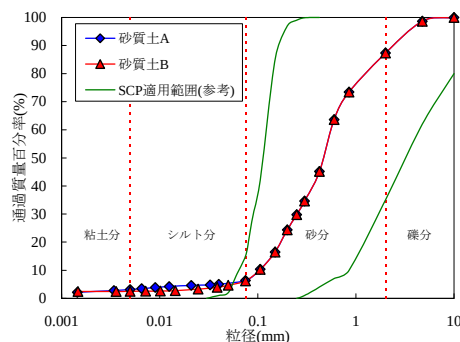


図-1 砂質土の粒径加積曲線

キーワード 砂質土, 増粘剤, 流動性

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

増粘剤は、①笠岡粘土をフロー値15cmに調整したベントナイトスラリー、②水中コンクリート用のセルロース系水中不分離性混和剤⁴⁾(以下、セルロース系増粘剤)、③事前混合処理土で分離防止剤として使用されているアクリル系分離抵抗剤⁵⁾(以下、アクリル系増粘剤)の3種類を使用した。セルロース系増粘剤とアクリル系増粘剤はそれぞれ人工海水に溶解させ、0.2%溶液(重量比)として使用した。なお、表-3に示した人工海水の量は、添加したスラリーや溶液の水分量も含んでいる。

表-3に示した砂質土にそれぞれの増粘剤を所定量添加後、1分間手練りで均質となるように混合し、混合後にフロー試験により砂質土の流動性と材料分離抵抗性の変化を調査した。

3. 試験結果および考察

図-2に増粘剤の添加量とフロー値の関係をそれぞれ示す。図中には、目視にて材料分離が確認されたものを白抜きで表示した。

図-2をみると、材料分離が生じる状態の砂質土に各増粘剤を添加したことでフロー値が低下していることがわかる。さらに、増粘剤の添加量が多くなるほどフロー値が低下し、材料分離が生じなくなる傾向も確認できる。なお、これらのケースのうちアクリル系増粘剤を使用し、増粘剤添加前の砂質土のフロー値が20cmのケースのみ、フロー値が10cm以下となり、流動性を保持しなかったが、それ以外のケースについては流動性を保持したままであった。これらの結果から、砂質土への加水量や増粘剤添加量を適切に調整することで砂質土の流動性を制御でき、かつ材料分離が生じない材料にできると考えられる。

また、加水した砂質土に材料分離を抑制するための必要な増粘剤添加量は、ベントナイトスラリーと比較し、セルロース系やアクリル系増粘剤の方が極めて少なくできることもわかった。

さらに、今回用いたセルロース系やアクリル系の増粘剤は、細粒分との反応により増粘効果を発揮するものであり⁴⁾、細粒分含有率が6.5%程度の砂質土でもその効果を確認することができた。なお、砂質土Bの方が砂質土Aよりも、同じ増粘剤添加量でフロー値の低下は同等もしくは大きい傾向にある。詳細な理由は不明であるが、砂質土に含まれる細粒分の性質によって増粘剤の効果異なる可能性も考えられる。

4. まとめ

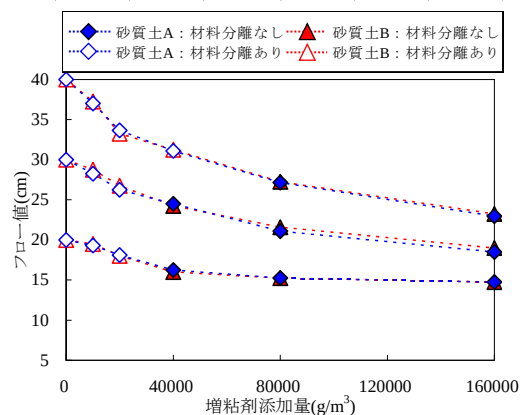
本試験により得られた結果を以下にまとめる。

1. 今回試験に用いた砂質土の粒度程度であれば、加水した砂質土に少量の増粘剤を添加することで流動性の確保と材料分離の抑制を同時に満足できる。このことから図-1に示す粒度分布より左に分布する土砂であれば今回用いた増粘剤の効果が期待できるものと考えられる。
2. 加水した砂質土にセルロース系増粘剤、アクリル系増粘剤を用いることで、実績が多いベントナイトスラリーを添加する方法と比較し、増粘剤の使用量を大幅に低減することができる。

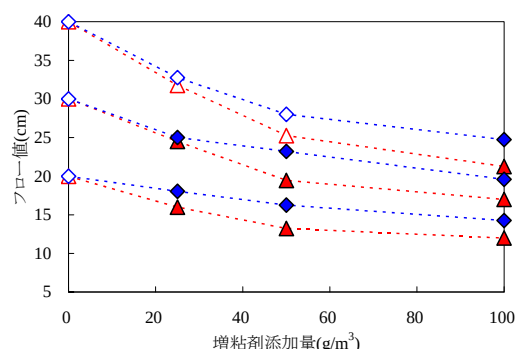
《参考文献》1)東日本高速道路(株)ほか：試験方法第3編コンクリート関連試験方法，pp.31-35，2006.2)沿岸技術研究センター：港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル，pp.330-332，2008.3)地盤工学会編：打戻し施工によるサンドコンパクションパイル工法 計・施工マニュアル，pp.51-52，2009.4)笠井，坂井編著：新セメント・コンクリート用混和材料，pp.246-250，2007.5)沿岸技術研究センター：事前混合処理土工法技術マニュアル，p.52，2008。

表-3 砂質土の配合一覧

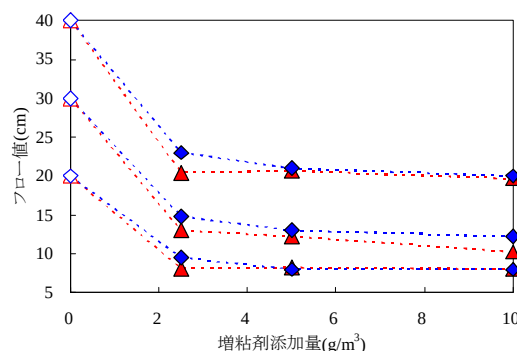
砂質土		A			B			
使用ベントナイト種類		笠岡粘土			アースゲル			
フロー値(cm)		20	30	40	20	30	40	
湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	2.004	1.941	1.879	1.979	1.924	1.869	
含水比	w (%)	23.8	28.1	33.1	25.4	29.4	33.9	
配合量	砂	W(kg)	1537.9	1439.4	1340.9	1498.5	1412.4	1326.3
		V(m ³)	0.59	0.56	0.52	0.58	0.55	0.51
	ベントナイト	W(kg)	80.9	75.8	70.6	78.9	74.3	69.8
		V(m ³)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	人工海水	W(kg)	385.5	426.3	467.2	401.3	437.1	472.9
		V(m ³)	0.38	0.42	0.46	0.39	0.43	0.46



(a) ベントナイトスラリー



(b) セルロース系増粘剤



(c) アクリル系増粘剤

図-2 各増粘剤添加量とフロー値の関係