建設汚泥から製造した再生微粉末のソイルセメント材料としての性能について

東海大学　学生員　○猪股　良平　　正会員　笠井 哲郎
㈱RS ｼﾞｬﾊﾟﾝﾘｰﾀﾞｰ　藤田　孝豊　　大川　憲

１．まえがき

我が国の産業廃棄物の約 1/4 を占める建設廃棄物（約 1 億ﾄﾝ/年）の内、約 10%が建設汚泥であり、建設廃棄物に占める割合は、それほど多いものではない。しかし、建設廃棄物全体の再生利用率が 60%を越えているのに対し、建設汚泥のそれは 14%程度と低くいため、最終処分される建設廃棄物に占める割合は、20%以上となる。また、建設汚泥は他の建設廃棄物に比べその処理に高いコストを必要とする。これらのことから、建設汚泥に対する有効な減量化および再生利用の方法を確立する必要がある。本研究で対象とした建設汚泥は、SMW 工法（TSW 工法）の施工時にオーバーフローするソイルセメントであり、これを天日乾燥した後、ミルで微粉末状にしたものが再生微粉末（以下、RSP と称す）である。

本研究では、この RSP を SMW 工法時に注入するセメントペーストの材料の一部として有効利用することを目的として、RSP を用いたソイルセメントの一軸圧縮強度、フロー試験および逸泥防止試験等を行った。また、製紙スラッジを乾燥して顆粒状にしたもの（主成分はセルロース繊維、以下 PMF と称す）についても、同様の評価・検討を行った。

２．実験概要

(1) SMW 工法：特殊多軸混練オーガを用いて、原地盤を削孔する際、削孔刃の先端からセメントペーストを注入し、削孔内で原位置の土と混練して原位置にソイルセメント壁を造成する工法である。この際、注入したセメントペーストとほぼ同容積のソイルセメントがオーバーフローして削孔から排出される。注入するセメントペーストの配合は、地盤の条件等によって異なるが原地盤が砂質土の場合における一般的な配合（基準配合）は、土 1m^3 当り、高炉セメント:230kg、ベントナイト微粉:15kg、水:500kg 程度である。硬化後のソイルセメントに要求される性能は、一軸圧縮強度が 0.6～1.5N/mm^2 程度である。また、フロー試験、逸泥防止試験の結果は基準配合の値との比較により行った。

表－1　セメントペーストの配合

配合の種類	セメント（高炉B種）	水	ベントナイト	RSP	PMF	W/C
基準配合	230	500	15	0	0	217%
配合①	230	500	0	0	7	217%
配合②	230	500	0	0	15	217%
配合③	230	500	0	70	0	217%
配合④	230	500	0	70	7	217%
配合⑤	230	500	0	70	15	217%
配合⑥	230	500	0	100	0	217%
配合⑦	230	500	0	100	7	217%
配合⑧	230	500	0	100	15	217%
配合⑨	230	500	5	0	7	217%
配合⑩	230	500	5	70	15	217%
配合⑪	230	500	0	0	0	217%
配合⑫	230	500	5	0	15	217%

(2) 使用材料：RSP は、上記の汚泥を含水率が 5～15%程度となるまで天日乾燥し、振子式ローラーミルで 63 μm（85% 通過）以下の微粉末（密度:2.26g/cm^3）としたものである。この微粉末には、未水和のセメント成分が僅かに残存しているものと考えられる[1)]。セメントは、高炉セメント B 種を用いた。

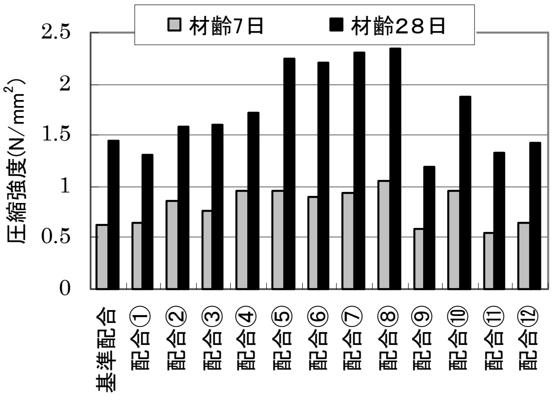
(3) RSP のソイルセメント用材料としての評価試験：RSP および PMF を SMW 工法時に注入するセメントペーストの材料として使用することを指向し、ベントナイト微粉の一部または全部に置換した場合について、セメントペーストのブリーディング試験、ソイルセメントの一軸圧縮試験、フロー試験、逸泥防止性試験を行った。表－１に対象土 1m^3 に対するセメントペーストの配合を示す。使用した対象土は、SMW 施工時に採取した大宮産砂質土（含水比:28.4%, 湿潤密度:1.83g/cm^3）である。ソイルセメントの製造は、ホバート型モルタルミキサを使用し、セメントペーストを 3 分間低速で練混ぜた後、別の練り鉢に対象土を投入し、低速で攪拌しながらこれにセメントペーストを投入し、更に 3 分間練混ぜて行った。練混ぜ後、ϕ50x100mm の円柱供試体を作成し、材齢 2～3 日で脱型し、試験材齢まで湿潤養生した。ブリーディング試験、フロー試験は、土木学会基準に準拠して行った。逸泥防止性試験は 200g のソイルセメントを所定の方法でコンクリート板に付着させ、この板を 5 秒間で 85 度の傾斜角

キーワード：建設汚泥、SMW 工法、有効利用、再生パウダー、一軸圧縮強度、フロー値、逸泥防止
連絡先：〒259-1292　神奈川県平塚市北金目 1117・TEL: 0463-58-1211・FAX: 0463-50-2045

となるように立て、この際、コンクリート板からソイルセメントが滑り落ちる状態を観察し、評価した。

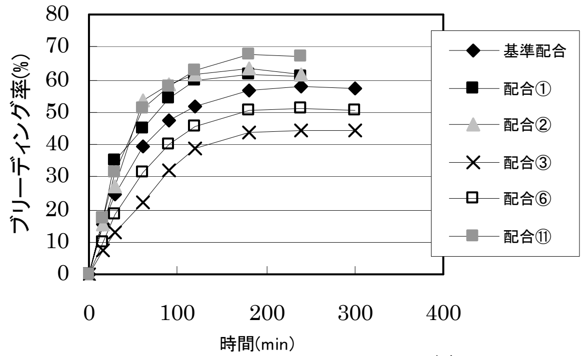
3. 実験概要および考察

図－1 は、各種セメントペーストと対象土を練混ぜて製造したソイルセメントの一軸圧縮強度を示したものである。材齢 7 日では基準配合と比較すると全ての配合で基準配合とほぼ同程度、もしくはそれ以上の強度が発現していることがわかる。材齢 28 日の場合、RSP を混入した配合においてはすべて基準配合の値を上まわっている。このこと RSP はソイルセメントの強度発現に寄与し、セメントの代替材料として使用が可能であると考えられる。



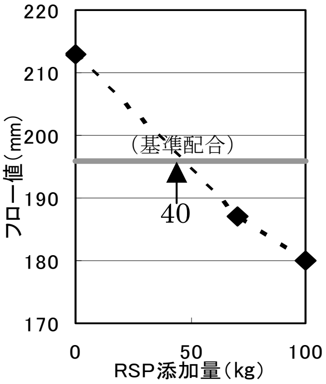
図－1　各種ソイルセメントの圧縮強度

図－2 は、表－1 に示したセメントペーストのブリーディング試験結果を示したものである。図より、ベントナイト微粉を混入しない配合においても、RSP の混入によりブリーディングが大幅に低減している。このことより RSP をベントナイト微粉の代替材料として用いることで、材料分離が小さく、保水性の高いペーストが製造できるものと考えられる。ソイルセメントでは全ての配合でブリーディングは全く生じていない為、加圧試験等によって評価する必要がある。

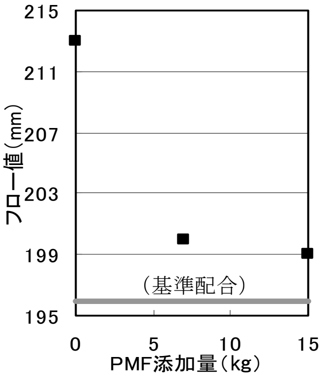


図－2　ブリーディング試験結果

図―3，4 は、ソイルセメントのフロー試験の結果を RSP、PMF を添加した場合について示したものである。図より RSP は添加量 70 kg で基準配合の値に近く、添加量 40kg 付近で基準配合の値とほぼ同一のフロー値となる。PMF は添加量 15kg でも基準配合の値よりも若干フロー値が大きくなっている。したがって、RSP は約 40kg でベントナイトとほぼ同等の粘性を発揮できるものとが考えられる。これらのことから、RSP はベントナイトの代替材料として充分な粘性を発揮させることができる。



図－3　RSP のフロー試験結果



図―4　PMF のフロー試験結果

表－2 は逸泥防止性試験の結果とその評価を示したものである。基準配合と配合⑪を比較すると、配合⑪ではベントナイト無混入のため、粘性が小さく逸泥防止の効果は著しく低減している。また RSP が混入されている配合③、⑥、⑩では、良好な結果が得られている。一方、PMF については良好な結果が得られなかった。この事より RSP は逸泥防止性の面においてもベントナイト微粉の代替材料として有効な効果を発揮するものと考えられる。

表－2　逸泥防止性試験結果

配合	初期ずり落ち値	X打ずり落ち値	評価
基準	8cm	19cm-10打	○
	8cm	20cm-10打	
①	*7'82"		×
	*6'41"		
②	11cm	45cm-1打	×
	11.5cm	45cm-1打	
③	9.5cm	15.5cm-10打	○
	8cm	16cm-10打	
④	*20'		×
	*6'		
⑤	7cm	45cm-1打	△
	6.5cm	45cm-2打	
⑥	8cm	17cm-10打	○
	7cm	18cm-10打	
⑦	*10'		×
	*12'		
⑧	10cm	45cm-1打	△
	*20'		
⑨	*3'		×
	*4'		
⑩	11.5cm	45cm-10打	△
	10cm	45cm—4打	
⑪	*2'		×
	*1'		
⑫	*5'		×
	*4'		

*：初期ずり落ち値45cmまでの経過時間
×：逸泥防止性　不良
△：逸泥防止性　やや不良
○：逸泥防止性　良い

4. まとめ

RSP および PMF は、ソイルセメントの一軸圧縮強度の増加、ブリーディングの低減および粘性の発揮に寄与し、RSP は単独で、PMF はベントナイトまたは RSP と併用することで SMW 工法におけるベントナイト微粉およびセメントの代替材料として使用が可能である。

参考文献：1) 笠井哲郎ほか：建設汚泥から製造した再生微粉末のソイルセメント材料としての有効利用、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集,DISK2,V-459,(2003)