

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

東海大学 正会員 ○笠井 哲郎 学生員 猪股 良平
 (株)RS ジャパン リーダー 藤田 孝豊 八木 文明 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/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ことが要求されている。本研究で対象とした建設汚泥は、TSW 工法（SMW 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 TSW 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再生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および透水係数の評価試験を行った。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 PCF と称す）についても、同様の評価・検討を行った。

2. 実験概要

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	PCF
基準配合	240	550	20	0	0
配合①	240	550	0	0	0
配合②	240	550	0	10	0
配合③	180	550	0	70	10
配合④	180	550	0	100	0
配合⑤	240	550	0	0	10
配合⑥	240	550	0	0	20
配合⑦	200	550	0	70	10
配合⑧	200	550	0	70	20

(1) TSW(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標準的な配合は、土 1m³ 当たり、高炉セメント:240kg、ベントナイト微粉:20kg、水:550kg である。本研究で対象とした汚泥は、これと同一配合のものである。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/mm² 程度で、透水係数は小さいほどよいとされている。

(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、振り子式ローラーミルで 63 μm (85% 通過) 以下の微粉末（密度:2.26g/cm³）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。セメントは、RSP の強度発現性を評価するモルタル実験では普通ポルトランドセメントを、ソイルセメントに関する実験では高炉セメント B 種をそれぞれ用いた。

(3) RSP の強度発現性の評価試験：モルタルの結合材として、セメントと RSP の混合粉体を用い、水結合材比と混合粉体の混合比率を変えてモルタル供試体を作成し、その圧縮強度試験から RSP の強度発現特性を評価した。モルタルの配合条件は、水結合材比(W/(C+RSP))=40%、セメントへの置換率(RSP/(C+RSP))=0, 10, 30, 50, 70, 90, 100%、細骨材結合材比(S/(C+RSP))=1.0 である。細骨材には、豊浦砂を用いた。

(4) RSP のソイルセメント用材料としての評価試験：RSP および PCF を TSW 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、セメントの一部および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、透水試験を行った。表-1 に対象土 1m³ 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、TSW 施工時に採取した大宮産砂質

キーワード：建設汚泥、TSW(SMW)工法、有効利用、再生パウダー、一軸圧縮強度、透水係数

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117・TEL: 0463-58-1211・FAX: 0463-50-2045

土（含水比:28.4%, 湿潤密度:1.83g/cm³）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5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5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は、土木学会基準に準拠して行った。

3. 実験結果および考察

図-1は、セメントにRSPを置換したモルタルの圧縮強度を示したものである。図より置換率100%すなわち結合材をRSPのみとしたモルタルでは、強度発現はほとんど見られないが、RSPの置換率が小さい場合は、同一のセメント量でRSPを混入しないプレーンモルタル（図の○および●）の場合より圧縮強度が大きくなっている。このことから、RSPはモルタルの強度発現性に僅かに寄与しているものと考えられる。

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。PCFについては、ブリーディングの低減効果は僅かであった。

図-3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。セメント量が基準配合と同一でRSPを混入した配合②の強度は、基準配合および配合①の場合より大きくなっており、ソイルセメントにおいてもRSPが強度発現に寄与していることがわかる。また、RSPおよびPCFを混入し、セメント量を低減またはベントナイト微粉を混入しない条件のその他の配合についても、目標とする圧縮強度が得られており、RSPおよびPCFをセメントの一部またはベントナイトの代替材料として使用できるものと考えられる。図-4は、各種ソイルセメントの透水係数試験の結果を示したものである。RSPの混入量が多いほど、またPCFと併用することで透水係数を低減でき、セメント量を低減またはベントナイト微粉を混入しない場合でも、基準配合と同等の透水係数を有するソイルセメントを製造することが可能である。

4. まとめ

RSPおよびPCFは、ソイルセメントの一軸圧縮強度の増加および透水係数の低減に寄与し、TSW（SMW）工法におけるセメントの一部またはベントナイトの代替材料としての使用が可能である。
参考文献 1)笠井哲郎ほか：コンクリート再生微粉の地盤改良材としての有効利用に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.55、pp.639 - 644（2001）

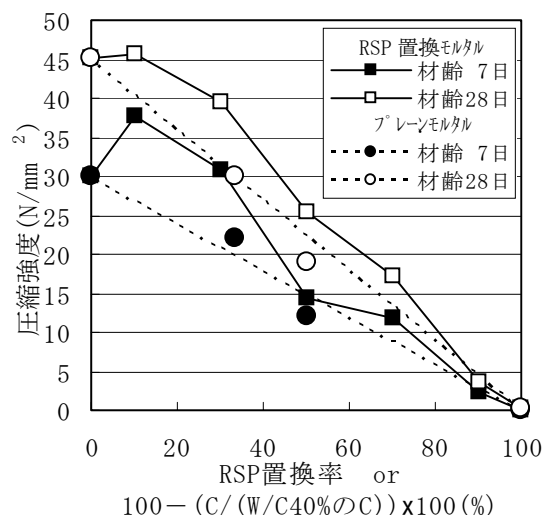


図-1 圧縮強度とRSP置換率の関係

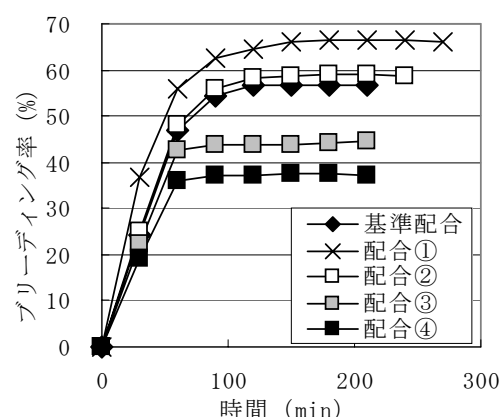


図-2 ブリーディング試験結果

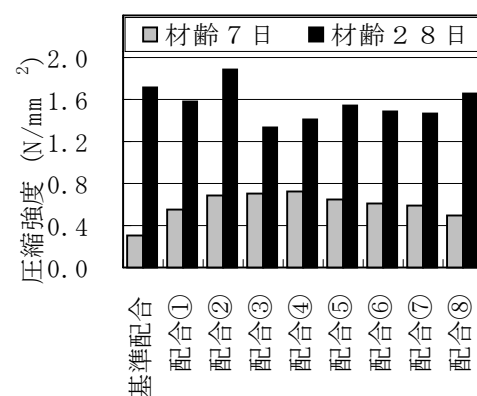


図-3 各種ソイルセメントの圧縮強度

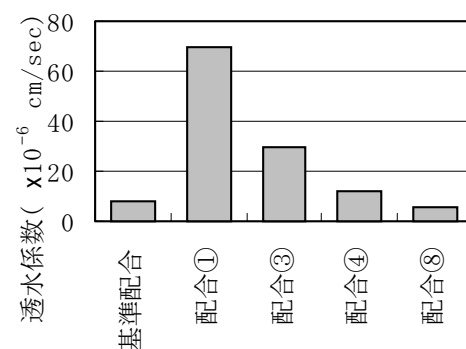


図-4 各種ソイルセメントの透水係数