

Ⅲ－5

レストム工法で改良した土の力学的特性

東北学院大学工学部	学生会員	○先崎 裕訓
東北学院大学工学部	学生会員	大友 俊樹
東北学院大学工学部	正会員	飛田 善雄
東北学院大学工学部	正会員	山口 晶
東北学院大学工学部	正会員	斉藤 孝一

1. はじめに

現在、地盤環境の分野では、地盤に含まれた有害物質の溶出や、浚渫土や建設工事に伴って発生する泥土を産業廃棄物として処理されていること等が、大きな問題となっている。今後は、地盤の環境改善、建設発生土の有効利用が望まれる。その両者を解決する工法としてレストム工法¹⁾(RECYCLING TO THE SLUDGE TREATMENT METHOD)がある。

レストム工法とは、建設発生土や泥土などにフライアッシュを主とする DF 剤を混合することにより、建設地盤材料として使用することができる材料に改良する工法である。この工法では、一般的なセメント系改良工法では難しい泥土の再資源化や、六価クロム溶出問題などを、フライアッシュを主とする DF 剤を使用することにより解決できる可能性がある。それに加え改良土は路床、築堤や公園等の一般盛土として使用でき、早期中性化により植生・詳細による緑化も可能にしている。つまり、環境を重視する社会循環型工法であるといえる。

この工法はこれまでに環境面における有効性については確認されている。しかし、実際に使用するにあたり DF 剤の配合率・養生期間による改良土の力学・物理的特性の変化、汚染土を改良できる六価クロム等の汚染物質濃度と DF 剤の配合率との関係など確認すべき点がいくつかある。本研究では、これらのうち、レストム工法の力学的性質を調べることを目的として、セメント安定処理と比較して力学試験を行った。

2. 実験概要

実験概要は、次の通りである。レストム改良材を地盤材料に混ぜて最適含水比の近傍に調整した試料をモールドに詰め、所定の期間養生して供試体を作製する。その後一軸圧縮試験²⁾を行い、同条件でセメントを混ぜた供試体との強度を比較する。

使用する試料は豊浦砂とカオリン粘土である。なお、豊浦砂のみで最適含水比を求めるため突き固めによる締め固め試験³⁾を行ったが、含水比が多くなるにつれてモールド内で液状化現象が起り、一般的な締め固め試験を得られなかった。そこで豊浦砂とカオリン粘土の配合割合を7:3および3:7とした試料について、突き固めによる締め固め試験を行った結果、一般的な締め固め曲線が得られた。そこで、力学試験はこの配合の試料を使用することとした。なお、この配合を選んだ理由は、砂質系地盤か、粘性土系地盤かで、改良効果の違いを調べるためである。また、改良材を配合すると含水比が下がることを考慮し、最適含水比の20%増しの含水比で供試体を作製することとした。改良材の配合割合は改良材配合前の試料の乾燥重量の2%、3%、5%、10%、15%、20%とした。試料配合割合7:3の試料では、試料1800g に対して水360g、試料配合割合3:7の試料では、試料1800g に対して水360g となった。改良材と試料を均一に混ぜるように混合後、モールドに3層25回で突き固めた。養生期間は、1日、3日、7日とした。所定の養生期間終了後、一軸圧縮試験を行う。実験条件を表1に示す。なお、セメント10%、15%、20%の強度が極めて大きかったためセメント10%、15%、20%またレストム20%の配合の実験を行わなかった。

表1 実験条件

実験名	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
試料 配合	豊浦砂:カオリン粘土=7:3					豊浦砂:カオリン粘土=3:7				
水	試料 1800g に対して 360g					試料 1800g に対して 520g				
改良材 配合	レストム 2%	レストム 3%	レストム 5%	レストム 10%	レストム 15%	レストム 2%	レストム 3%	レストム 5%	レストム 10%	レストム 15%
実験名	C1	C2	C3	C4	C5	C6				
試料 配合	豊浦砂:カオリン粘土=7:3			豊浦砂:カオリン粘土=3:7						
水	試料 1800g に対して 360g			試料 1800g に対して 520g						
改良材 配合	セメント 2%	セメント 3%	セメント 5%	セメント 2%	セメント 3%	セメント 5%				

3. レストム工法検証実験の実験結果

試料配合割合7:3の試料の7日養生の一軸圧縮試験の応力-ひずみ関係を図1に示す。

圧縮強度が大きい順にセメント5%、レストム10%、セメント3%、レストム5%、セメント2%、レストム3%、レストム2%となった。なお、図では表していないがセメント5%より圧縮強度が大きいのはレストム15%となっている。

このことから、セメントとレストムが同じ改良材配合率の場合セメントの方が圧縮強度は大きい、レストムはセメントより配合率を大きくするとセメントに勝る圧縮強度が得られることが分かる。

試料配合割合3:7の試料の7日養生の一軸圧縮試験の応力-ひずみ関係を図2に示す。

圧縮応力の大きい順にレストム15%、レストム10%、セメント5%、セメント3%、レストム5%、セメント2%、レストム3%、レストム2%となっている。

この実験結果も配合割合7:3の実験と同様に同じ改良材配合率ではセメントの方が圧縮応力は大きい、レストムは配合率を多くすればセメントの圧縮応力に勝る圧縮応力が得られる。

4. レストム工法とセメント安定処理の比較

一般的には、セメントは細粒分が多くなると圧縮応力が小さくなり、破壊ひずみが大きくなる。これは、図1、図2にも示された。レストムの場合も同じように、圧縮応力が小さくなり、ひずみが大きくなる傾向が見られた。また、砂質土系と粘性土系地盤では、セメントよりもレストムの方が圧縮強度の差が小さいことがわかった。これを改良材配合率と圧縮強度で整理したのが図3である。細粒分が多い場合の圧縮応力の減少するため、セメントとレストム10%ずつの配合で比較すると、セメントは 1500 kN/m^2 から 700 kN/m^2 まで下がっている。つまり 800 kN/m^2 減少している。それに対し、レストムの場合は約 500 kN/m^2 から 450 kN/m^2 、つまり 50 kN/m^2 しか減少しない。この傾向は、すべての配合率の所でも同様である。このことから、レストム改良材は、砂質土系、粘性土系地盤の材料に関わらず安定した強度が得られ、粘性土系の場合は、同じ配合率のセメントと比較しても、大きな強度の差はないと言える。

5. まとめ

以上の実験より、レストム改良材は、砂質土系・粘性土系地盤の両方に対して、土質に関わらず安定した強度が得ることができる。また、粘性土系地盤の場合は、同じ配合率のセメントと比較しても、大きな強度の差はないということから、レストム改良材を添加した方が、コスト面から考えても経済的だと考えられる。

最後に、今後の予定として現場から採取してきた火山灰粘性土にレストム改良材を添加しレストム工法検証実験を行う。もし、この実験による結果が今回の結果に近似できれば、レストム工法は様々な条件下の土質においても強度が得られると証明できると考えている。

参考文献) 1)レストム工法研究会：建設汚泥の再資源化 循環型環境社会への挑戦！

レストム工法 RECYCLING TO THE SLUDGE TREATMENT METHOD

2)社団法人 地盤工学会：土質試験 基本と手引き 第一回改訂版(平成13年)

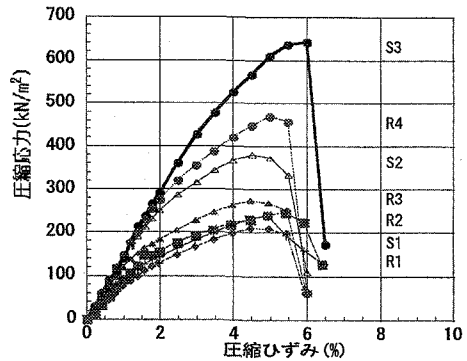


図1 試料配合割合7:3の7日養生の応力-ひずみ関係

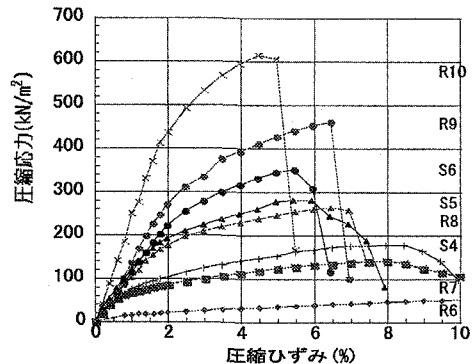


図2 試料配合割合3:7の7日養生の応力-ひずみ関係

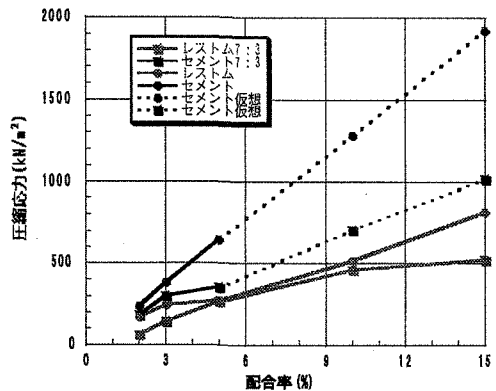


図3 応力-配合率関係