

セルロースを主成分とする高吸水性微細粉体の地盤改良効果

京都大学大学院 正会員 ○澤村 康生
グロースパートナーズ 正会員 相原 恵一
京都大学大学院 正会員 木村 亮

京都大学大学院 正会員 矢野 隆夫
青木あすなろ建設 正会員 高橋 禎夫

1. はじめに

建設工事に伴い発生する高含水泥土は、その取り扱いの難しさから、処分にかかる経済的・社会的コストが大きい。これまでは、主にセメント系固化材や石灰等の水和反応による固化や流動性の低下が図られてきたが、固化に要する時間や周辺環境への負荷などの問題を抱えている。これに対し、古紙を微細加工して得られる天然高分子(セルロース)粉体(以下、セルロース微細粉体, Fine Cellulose Powder: FCP)を高含水泥土へ添加・攪拌し、泥土の流動性を即時に低下させる手法が開発されている(図-1)。そのメカニズムは、セルロースによる吸水を主とした物理的作用と考えられ、化学反応を伴わない。その結果、対象泥土の化学組成を問わずに即座に効果を得ることが可能である。また、作業が簡便で環境への負荷も小さいことから、ため池やダム、河川等の浚渫とそれら浚渫土の運搬、掘削泥土処理、土砂災害対策など、様々な用途への応用が期待されている。本研究では、セルロース微細粉体を高含水泥土へ添加・攪拌した際の地盤改良効果について検討を行った。

2. セルロース微細粉体の特徴

セルロース微細粉体の原料は、印刷・製本会社で発生する裁断屑や研磨による細かな紙粉、オフィスなどで発生するシュレッダー屑であり、これらの原料を専用の製造機で微細化加工することで製造される。筆者らの研究¹⁾により、セルロース微細粉体の吸水量はその嵩密度とよい相関関係があり、質量の4倍から7倍程度の吸水能力があることがわかっている。図-2にセルロース微細粉体の嵩密度と吸水量の関係¹⁾を示す。本研究で用いるセルロース微細粉体(比重 $G_s = 1.748$)は、質量に対して約5.5倍の吸水能力を有している。

3. 実験条件

本研究では、高含水泥土にセルロース微細粉体を添加・攪拌した際の地盤改良効果を確認するため、藤森粘土を原料とした粘土スラリーを用いて、種々の条件下



図-1 セルロース微細粉体による高含水泥土の低流動化

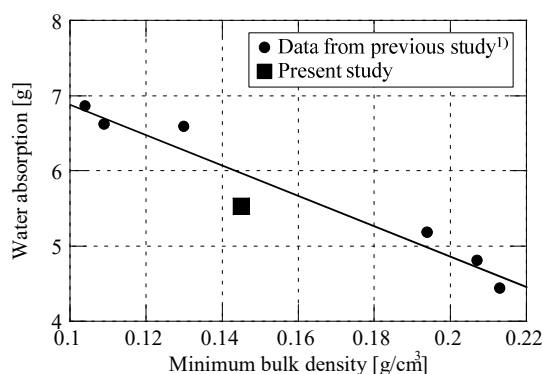
図-2 セルロース微細粉体の嵩密度と吸水量の関係¹⁾

表-1 藤森粘土の物理特性

Specific gravity of soil particle G_s	2.68
Fine fraction content F_c [%]	98.7
Liquid limit w_L [%]	48.5
Plastic limit w_P [%]	28.0
Plasticity index $I_P = w_L - w_P$	20.5

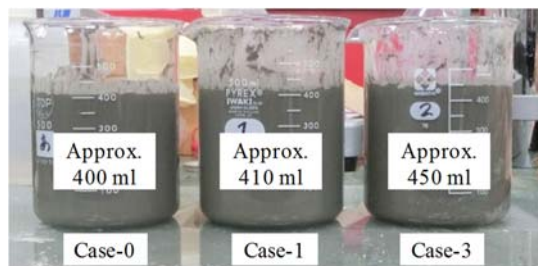
表-2 実験ケースとセルロース微細粉体の添加量

	Case-0	Case-1	Case-2	Case-3
Ratio of FCP to water w_c/w_w [%]	0	10	15	20
Amount of clay in 400 ml slurry [g]	363.48			
Amount of water in 400 ml slurry [g]	264.18			
Added amount of FCP [g]	-	26.42	39.63	52.83
Added amount of FCP in 1 m ³ [kg]	-	66	99	132

においてベーンせん断試験を実施した。表-1に藤森粘土の物性値、表-2に実験ケースを示す。はじめに、乾燥状態の藤森粘土に水を加え、含水比が液性限界($w_L = 48.5\%$)の1.5倍($w = 72.8\%$)である粘土スラリー400 mlを作製した(Case-0)。つぎに、粘土スラリーに含まれる水に対して、重量換算で10%、15%、20%のセルロ

キーワード セルロース、微細粒子、高含水泥土、流動性低下、地盤改良

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科社会基盤工学専攻 Tel & Fax: 075-383-3193



(a) ビーカー内で添加・攪拌した様子



(b) ビーカーから取り出した様子

図-3 セルロース微細粉体添加による粘土スラリーの状態変化

ース微細粉体を添加し、ガラス棒を用いて攪拌した (Case-1～Case-3)。その後、幅 25 mm、高さ 50 mm のベーンブレードを用いて、500 ml ビーカー内でベーンせん断試験を実施した。

4. 実験結果

図-3 には、粘土スラリーにセルロース微細粉体を添加・攪拌した際の状態変化を示す。図-3(a)より、セルロース微細粉体を添加した際の体積増分は、添加量の最も多い Case-3 でも 10%程度であることがわかる。また、図-3(b)からもわかるように、供試体は不飽和状態であり、加圧により容易に減容化することが可能であると考えられる。

図-4 には、ベーンせん断試験より求めたベーンせん断強さ s_{fv} [kN/m²]を示す。ベーンせん断強さは式(1)²⁾により算出した。

$$s_{fv} = \frac{T_{\max} - T'}{\pi \left(\frac{D^2 H}{2} + \frac{D^3}{6} \right)} \quad (1)$$

ここに、 $T_{\max}$: 測定最大トルク [kN・m]

T' : 試験機の摩擦トルク [kN・m]

D : ベーンブレードの幅 [m]

H : ベーンブレードの高さ [m]

ベーンせん断試験はそれぞれのケースにつき複数回実施しており、図中には、各ケースにおける最大値と最小値を示している。また、比較のため、水とセルロース微細粉体のみで作製した供試体の結果を併記している。図-4 より、セルロース微細粉体を添加していない Case-0 のせん断強さはゼロであるが、セルロース微細粉体を

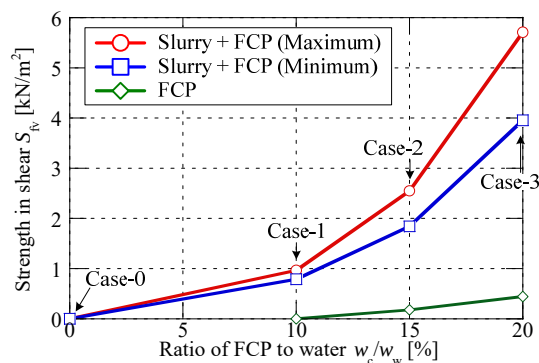


図-4 セルロース微細粉体の添加量とベーンせん断強さの関係

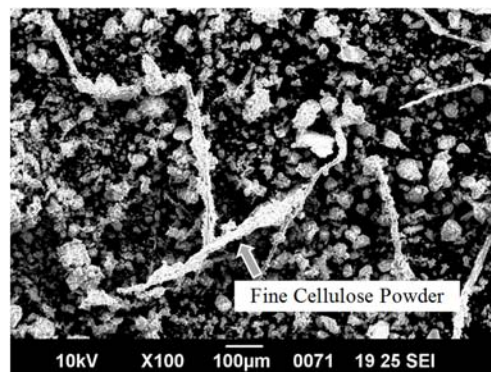


図-5 セルロース微細粉体を添加した際の SEM 画像

添加することで、せん断強さが増加することが確認できる。図-5 には、粘土スラリーにセルロース微細粉体を添加した際の SEM 画像を示す。図-5 より、セルロース微細粉体は繊維状をしており、粘土粒子よりも大きいものが多数含まれていることが確認できる。セルロース微細粉体による地盤改良は、主にセルロースの吸水によるものと考えられるが、図-4 に示した通り、セルロース微細粉体と水の混合物も一定のせん断強度を有していることから、繊維質による補強効果がどの程度発揮されているのか、今後確認する必要がある。

5. まとめ

本研究では、粘土スラリーにセルロース微細粉体を添加・攪拌し、ベーンせん断試験を行うことでその地盤改良効果を確認した。その結果、セルロース微細粉体により高含水泥土の流動性が低下し、ベーンせん断強さが増加することを確認した。今後は、様々な地盤材料について地盤改良効果を確認するとともに、そのメカニズムについて精査していく予定である。

参考文献

- 1) 澤村ら：高含水泥土を即時に低流動化するセルロース微細粉体の吸水特性，日本材料学会第 66 期学術講演会，(投稿中)。
- 2) 地盤工学会：地盤調査 基本と手引き，p.144, 2013。