

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

京都大学大学院
グロースパートナーズ
京都大学大学院

○澤村康生
相原恵一
木村 亮

京都大学大学院 矢野隆夫
青木あすなろ建設 西浦正幸

Water Absorption Characteristics of Fine Cellulose Powder for Lowering Flowability of High Water Content Mud

Yasuo SAWAMURA, Takao YANO, Keiichi AIHARA, Masayuki NISHIURA and Makoto KIMURA

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、処理・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 (Fig. 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。結果として対象泥土の化学組成を問わずに効果が得られ、即時性、作業簡便性、低環境負荷性などの特徴が挙げられる。本研究では、ため池やダム、河川等の浚渫とそれら浚渫土の運搬、様々な掘削泥土処理、土砂災害対策など、期待される応用への適正化と規格化を目的とし、原料である古紙の種類や配合と吸水特性の関係について検討を行った。

2 セルロース微細粉体の原料と本研究で用いる試料

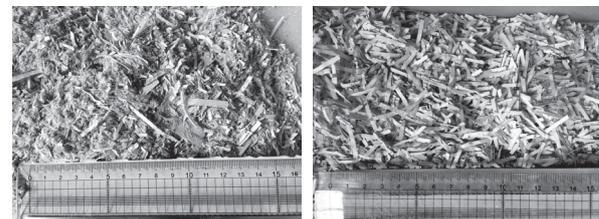
2.1 原料と製造方法 本研究で対象とするセルロース微細粉体の原料は、紙粉とシュレッダー屑に大別される (Fig. 2)。紙粉とは、印刷・製本会社で発生する裁断屑や研磨により発生する細かな粉末である。また、印刷行程全体で発生する微細粉末を収集するために設置されているバグフィルターの内容物も含まれる。一方シュレッダー屑とは、オフィスなどで発生する一般的なシュレッダー屑や、機密文書処理サービス会社が回収した機密文書を業務用シュレッダーなどで破碎処理した屑である。シュレッダー屑は紙粉と比較して紙片サイズが大きい。セルロース微細粉体を製造する際には、これらの原料を専用の製造機により微細加工する。現在の規格では、歯の種類や形状、クリアランス、粉碎時間は原料の種類によらず統一されている。

2.2 本研究で用いる試料 Table 1 に本研究に用いた試料の種類を示す。本研究では、原料となる紙粉とシュレッダー屑の割合を変化させた6種類に対して試験を実施した。ただし、各試料は異なる時期、場所で製造されたものであり、同一の紙粉とシュレッダー屑を配合したものではない。また S6 はシュレッダー屑を原料として、

製造機で2回微細加工を行った試料である。Fig. 3 には、それぞれの試料 30 g を 300 ml ビーカーに静かに投入した際の写真を示す。Fig. 3 からわかるように、同じ条件で微細加工を行っても、原料の配合により嵩密度が大きく変化することがわかる。また、Fig. 4 には、電



Fig.1 Low fluidization by Fine Cellulose Powder (FCP).



(a) Paper dust (b) Shredder scrap

Fig.2 Crude material of fine cellulose powder.

Table 1 Content rate of crude material.

Sample	Content Rate	
	Paper dust [%]	Shredder scrap [%]
S1	100	0
S2	70	30
S3	50	50
S4	30	70
S5	0	100
S6	0	100 (Twice micronized)

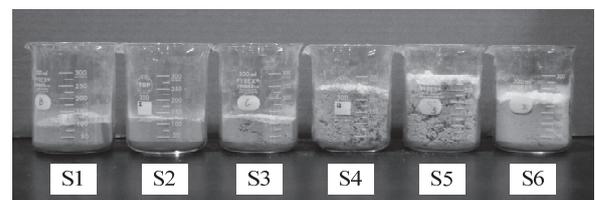
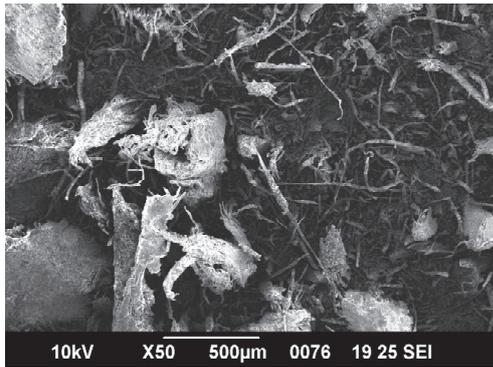
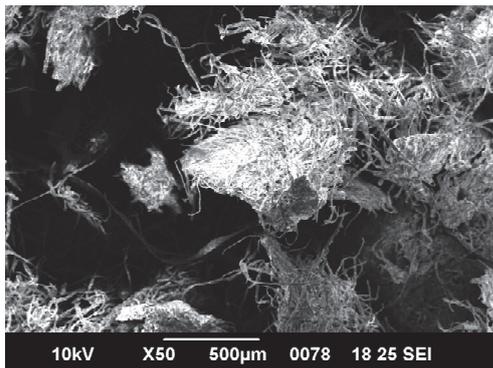


Fig.3 Materials under test.



(a) S1 (Paper dust: 100%, Shredder scrap: 0%)



(b) S5 (Paper dust: 0%, Shredder scrap: 100%)

Fig.4 Electron microgram of fine cellulose powder.

子顕微鏡による S1 と S5 の画像を示す。紙粉を原料とする試料は、比較的大きな塊の他に、細かな繊維が多数含まれている。一方、シュレッダー屑を原料とする試料は、細かな繊維が絡まって大きな塊を形成していることが確認できる。

3 実験条件

3.1 高密度試験 2000 ml メスシリンダーに各試料を静かに投入し、その重量を計測した。それぞれの試料に対して 5 回試験を行い、最大・最小を除く 3 回の平均値を用いて結果を整理した。

3.2 吸水試験 Fig. 5 に吸水試験の概略図を示す。吸水試験には、500 ml のビーカー、95 mm×70 mm の袋状ポリエステル製不織布、脱気水、攪拌用のマグネチックスターラーを用いた。実験は温度 20 °C、湿度 60% の恒温室で実施し、脱気水の温度は 19 °C で一定とした。はじめに、袋状の不織布に試料 3 g を入れ、不織布の上部を数回折り返してホッチキス止めた。その後、脱気水が入った 500 ml ビーカーに試験体を投入し、20 mm の攪拌子を用いて 300 rpm で攪拌、24 時間吸水させた。24 時間後、試験体をビーカーから取り出し、気中で 10 分間放置した後、重量を計測した。計測値から不織布の吸水量を差し引き、セルロース微細粉体の吸水量を算出した。それぞれの試料に対して 5 回試験を行い、最大・最小を除く 3 回の平均値を用いて結果を整理した。

4 実験結果

Fig. 6 に嵩密度と吸水量の実験結果を示す。紙粉の割

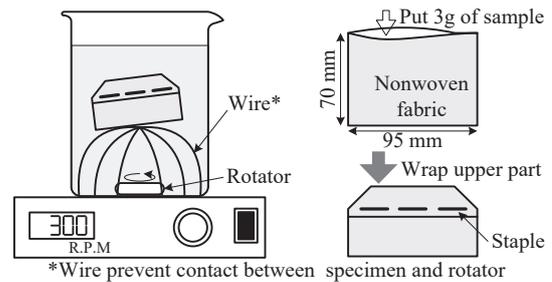


Fig.5 Diagrammatic illustration of water absorption test.

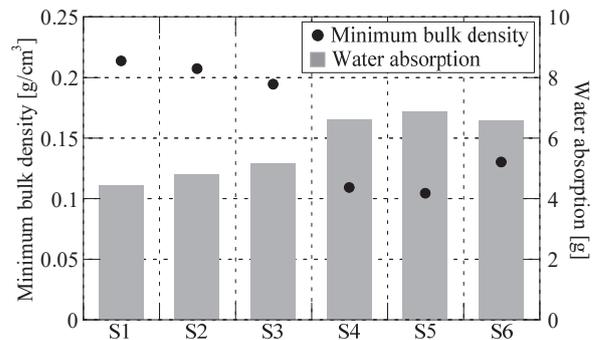


Fig.6 Minimum bulk density and water absorption.

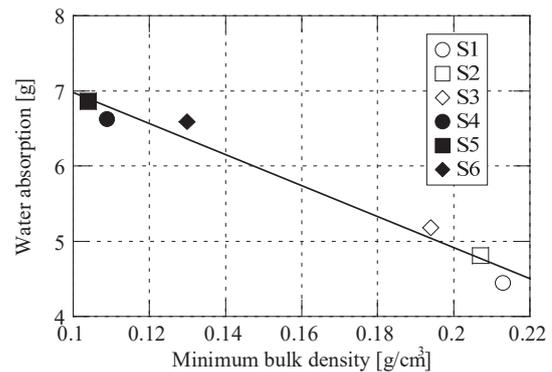


Fig.7 Relationship between water absorption and minimum bulk density.

合が高い試料は、嵩密度が大きく吸水量が小さい傾向がある。一方、シュレッダー屑の割合が高い試料は、嵩密度が小さく吸水量が大きい。比表面積が大きいほど嵩密度が大きくなると考えられることから、比表面積が大きな試料ほど、吸水量が多くなるといえる。Fig. 7 には、嵩密度と吸水量の関係を示す。図より、両者にはよい相関があり、その関係は線形関数を用いて近似 ($R = 0.987$) できることが確認できる。セルロース微細粉体の原料は、時期や製造場所により紙粉とシュレッダー屑の混入割合をはじめ、それらの基となる紙の種類が異なることが予想される。Fig. 7 の結果を用いることで、生産時に嵩密度を計測するだけで、おおよその吸水能力を簡便に推定することが可能であると考えられる。

5 まとめ

本研究により、セルロース微細粉体は嵩密度と吸水量により相関があり、線形関数を用いて近似できることを確認した。今後は、高含水泥土に投入する際の添加量と各種物性特性の変化について、検討を行う必要がある。