セメント添加による浚渫汚泥脱水ケーキ強度特性の改質
Improvement for strength of sludge cakes with cement

○西村伸一　村山八洲雄　西田幸洋　村上　章
NISHIMURA Shin-ichi, MURAYAMA Yasuo, NISHIDA Yukihiro and MURAKAMI Akira

1. はじめに

浚渫汚泥を建設材料として有効利用しようとする場合，その強度特性が最も重要なポイントとなる．本報告では，固化材の投入による強度特性の改質傾向を明らかにすることを目的とする．改質のための固化材として様々な材料が考えられているが，その基本的なケースとしてセメントによる改質について考察を行っている．強度評価のための試験としては一軸圧縮試験を実施している．特に今回は, (1)材料の含水比と強度の関係, (2)材料の乾燥履歴と強度の関係, (3)セメント添加量と強度の関係に着目している．

2. 実験材料

表－1　脱水ケーキの物理試験結果
Physical property of sludge cakes

材料	ρ_s (g/cm^3)	W_L(%)	W_P(%)	I_P	L_i (%)
湿潤材料	2.67	103.2	53.9	49.3	8.6
炉乾材料	----	67.5	42.8	24.7	8.5

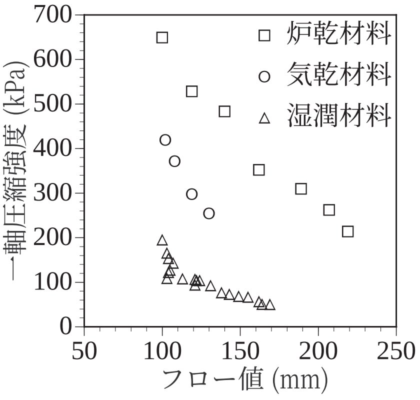
源汚泥の粒度　粘土分：58%　シルト分：42%

本研究では，母材として児島湖浚渫ヘドロ脱水ケーキを用いている．児島湖では，浚渫された汚泥は送泥管により貯泥槽に圧送され2日間放置される．その後，凝集剤(PAC+消石灰)が添加され，撹拌される．混合汚泥はフィルタープレスに送られ，打ち込み圧力600~700kPaで約100分間圧縮され，脱水ケーキが産出される．比較のために脱水ケーキを，湿潤材料（採取したままの脱水ケーキ），気乾材料，炉乾材料といった3種類の形態に準備した．気乾材料は，脱水ケーキを室内で空気乾燥させ，粉砕したのち2 mmふるいにかけたもの，炉乾材料は，脱水ケーキを110°Cで炉乾燥し，粉砕し，ふるいにかけた試料である．固化材として用いるセメントには，普通ポルトランドセメントを使用している．実験に用いた材料の物理試験結果を**表－1**に示す．脱水ケーキにする前の源汚泥を用いた粒度試験ではによると，粘土成分が支配的である．湿潤材料に比べて炉乾試料において液性・塑性限界と塑性指数が小さくなっているのは，脱水ケーキを炉乾することで粘土粒子の表面電荷の特性が変化したためと推測される．

3. 試験概要

まず試料、セメントおよび水を一定の方法で, 所定の含水比となるように練り混ぜる. 次に, これを5×10cmの円柱型のモールドに打ち込み, 20°Cの高湿潤状態の容器で7日間養生し，硬化させる．本研究において試験は，配合の違いにより2つのシリーズについて実施した．

シリーズ1はセメント量を1m^{3}当たり120kgと固定し，試料の含水比を変化させるケースで, フロー試験と一軸圧縮試験を行った．試料は湿潤材料，気乾試料および炉乾試料を使用した. なおフロー試験は, 混合材料の軟らかさをと強度の関係を求めるために行った．含水比は，湿潤材料で95~190%，気乾材



図－1　フロー試験結果と一軸圧縮強度の関係，C=120kg
Relationship of flow test results and unconfined compression strength

岡山大学　Okayama University
キーワード：浚渫汚泥　脱水ケーキ　セメント改良土

料で 75~90%，炉乾材料で 60~110% の範囲でそれぞれ 5% ずつ変化させた．湿潤材料では，95 % 以下に含水比を調整しようとすると試料の打ち込みができなかった．逆に，炉乾試料では，110% 以上の含水比になると硬化が起こらなくなった，これは, 乾燥化による泥土の性質の変化に起因している. シリーズ 2 は含水比を固定し，セメント量を変化させるケースで，一軸圧縮試験のみを行った．試料は気乾材料と炉乾材料を使用し，含水比はそれぞれ打ち込みができる最小の値である 75%, 60% で実施した．セメント量はそれぞれ，40~100 kg/m^3 の範囲で 10kg ずつ変化させて行った．

4. 試験結果および考察

図－1~3 は，シリーズ 1，**図－4** はシリーズ 2 の結果である．**図－1** にはフロー値と一軸圧縮強さの関係を示す. 試料別にみれば，2 つの値の間に，ほぼ反比例に近い関係が成立しているのがわかる．これは，試料の含水比が大きくなるほど，フロー値が大きくなり，つまり流動性が大きくなり，結果として，一軸圧縮強度が小さくなることを表していると解釈できる. 注目すべきことは，この関係が，炉乾材料，気乾材料，湿潤材料に関して，明らかに異なることである．より，大きな熱を加えられたものほど同一のフロー値に対する一軸強度の大きさが小さくなっている．

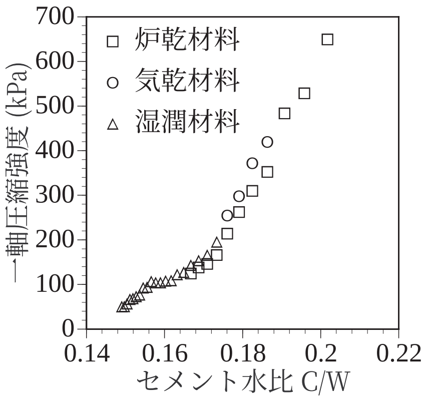
図－2 には，セメント水比と一軸強度の関係を与えている．当然, *C/W* が大きいほど強度は大きくなるが, 通常, コンクリートで見られるような完全な直線関係は得られていない．**図－3** に含水比と一軸圧縮強度の関係を示す．図には，炉乾試料，気乾試料, 脱水ケーキのすべての場合が含まれている. 図によれば，含水比と一軸圧縮強度の間には，2 つの直線で表現できる関係と屈曲点の存在することが明らかである．

図－4 は, 含水比を固定した場合のセメント量と一軸圧縮強度の関係である. 結果をみると, ばらつきのあるデータもあるが，セメント量と強度の間には，材料の炉乾，気乾によらず，明確な比例関係があることが分かる．

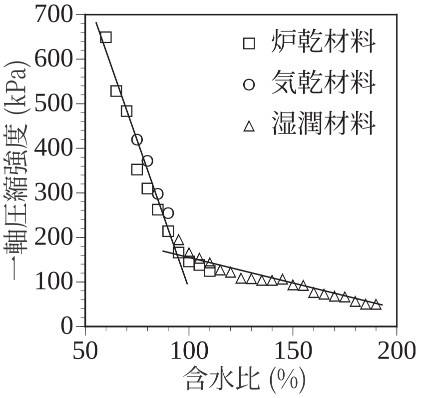
5. まとめ

(1)　脱水ケーキは，乾燥により，そのコンシステンシー値を低減させられる. それに伴い, セメントを固化材として用いる場合，その許容される含水比が材料の状態により異なる．

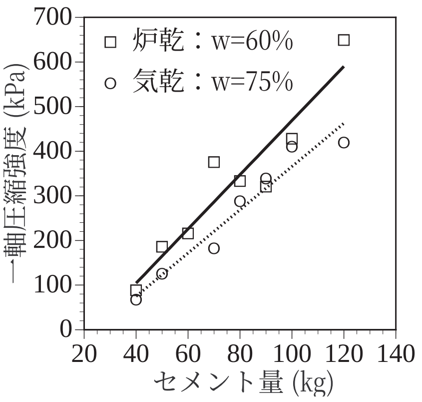
(2)　添加されるセメント量が一定の場合, 含水比と一軸圧縮強度の関係は，明確な屈曲点を境に，２つの直線で表される．



図－２　セメント水比 *C/W* と一軸圧縮強度の関係，*C*=120kg
Relationship between *C/W* and unconfined compression strength



図－3　含水比と一軸圧縮強度の関係
Relationship between water content and unconfined compression strength



図－4　セメント量と一軸圧縮強度の関係
Relationship between cement weight and unconfined compression strength

(3)　フロー値，即ち練混ぜの際の試料の堅さは，材料の乾燥履歴の影響に大きく左右される．

謝辞：本研究の一部は，財団法人鹿島学術振興財団研究助成金による援助を受けた．記して謝意を表する．