

底泥土の固化処理土の強度におよぼす粒度の影響

Influence of grading on strength of cement-mixed muddy soil

○北島 明*・福島 伸二**・谷 茂***・西本 浩司**・廣田 修**
Akira Kitajima, Shinji Fukushima, Shigeru Tani, Kouji Nishimoto and Osamu Hirota

1. まえがき

筆者らは、これまでに老朽化ため池の堤体改修工法として、池内に堆積した底泥土を用いて人工的に築堤土を製造して堤体を築堤する『砕・転圧盛土工法』を開発してきた。本工法は堤体改修と底泥土の除去処分が同時に達成できるので規模の大きいフィルダムに適用すれば経済的で効率的な改修が期待できるが、問題点としてフィルダムでは貯水面積が大きく流入する河川の規模も大きいため、砂礫のような粗粒土砂が流れ込み粗粒から細粒までの幅広い粒度の底泥土が堆積しやすい。したがって、本工法を適用した場合に粗粒から細粒までの広範囲な粒度の底泥土を使用することになり、固化処理時の強度管理には含水比だけでなく粒度の影響も考慮しなければならない。

本論文では、フィルダムの堤体改修に砕・転圧盛土工法を適用して底泥土を固化処理して築堤土として用いる場合を想定し、底泥土の粒度が固化処理した底泥土の強度に及ぼす影響を室内試験により調べた結果を報告する。

2. 粒度による底泥土の使い分け

フィルダムはため池に比較すると底泥土の堆積範囲が広いため、砕・転圧盛土工法を適用するには粗粒から細粒までの広範囲な粒度と含水比をもつ底泥土を使用することになる。そこで、筆者らはこれまでに本工法によりフィルダムの堤体を改修するには、図1に概念的に示すように、堤体を急勾配法面でも安定化できる強度を有する堤体部(シェルゾーン)と貯水機能を果たすための遮水性を有する堤体部(コアゾーン)とにゾーニングし、各ゾーンに使用する砕・転圧土は底泥土の粒度により使い分けることを提案してきた。

3. 試験に使用したモデル化底泥土

フィルダム内の底泥土は主に流域内の降雨による土砂流出や流入河川が河床を掃き流した土砂が堆積したものなので、底泥土の物理

化学的性質は流域や河床の地質状況に依存するものと考えられる。このことから、池内にある底泥土の物理化学的性質は基本的には同じであり、上流側の粗粒分の多い底泥土は堤体付近にある細粒分が最も多い底泥土に粗粒分だけが加わったものと仮定することができる。この仮定に基づき室内試験用のモデル化底泥土を作製するために、細粒分として西大谷ダムから採取した基準含水比 $w_0=72\%$ である底泥土 I₀₃ を、粗粒分として単粒の硅砂 7号(粒径範囲 0.07~0.2mm), 5号(0.3~0.7mm), 3号(1.2~2.5mm) を空気乾燥状態で質量比 1:1:1 の割合で合せて粒度調整した砂(ここでは硅砂 753 という)を用いた。

本論文ではこれらの細粒分と粗粒分を体積比 $m_v=V_{\text{Sand}}/V_{\text{Mud}}=0.0, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0$ で混合したモデル化底泥土を使用して実施した一軸圧縮試験の結果を報告する。

*㈱フジタ技術センター Fujita Corp., **㈱フジタ 土木本部 Fujita Corp., **農業工学研究所 NR for Rural Eng.

キーワード: 老朽化フィルダム, 底泥土, 固化処理, 堤体補強, ゾーニング, コアゾーン, シェルゾーン

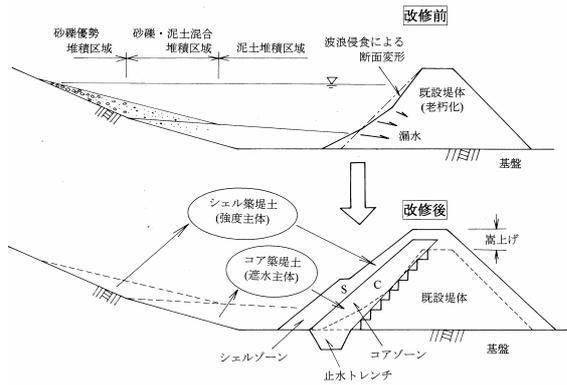


図1 フィルダム堤体改修の基本型

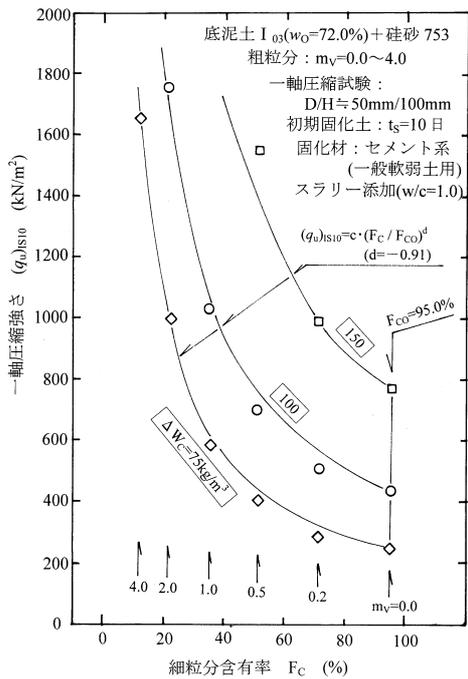


図2 モデル化底泥土の $(q_u)_{IS10}$ と F_c の関係

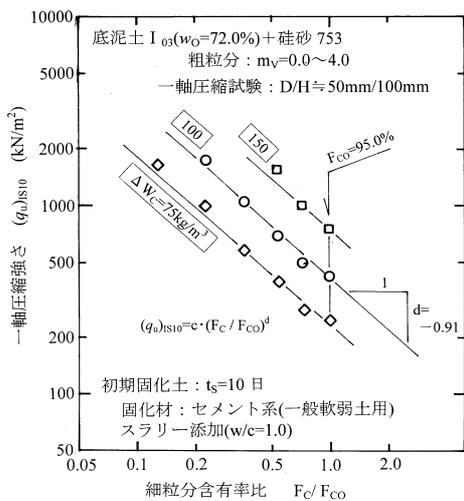


図3 両対数上の $(q_u)_{IS10}$ と F_c の関係

4. 初期固化土の強度に及ぼす粒度の影響

底泥土の粒度が初期固化土の強度に及ぼす影響を調べるために、それぞれのモデル化底泥土に固化材添加量 $\Delta W_c = 75, 100, 150 \text{ kg/m}^3$ を加えて初期固化した時の $t = t_s = 10$ 日目の強度 $(q_u)_{IS10}$ を求め、 F_c に対して整理した結果を図2に示す。図から、固化処理した底泥土の強度は粗粒分が増加して F_c が低下すると急増することがわかる。

このような粗粒分 m_v の増加 (F_c の減少) による強度特性を調べるために、 $(q_u)_{IS10}$ と F_c を F_{c0} により正規化した F_c/F_{c0} との関係性を求めたものが図3である。両者の関係が両対数グラフ上で ΔW_c によらず傾きがほぼ一定の直線

$$(q_u)_{IS10} = c \cdot (F_c/F_{c0})^d$$

により近似できることがわかる。ここで、 c は ΔW_c により決まる基本底泥土 (w_0, F_{c0}) の $(q_u)_{IS10}$ の値、 d は ΔW_c によらない一定な直線の傾きである。図中には上式により近似した $(q_u)_{IS10} \sim F_c$ 関係を示すが、これらの関係をうまく表現できることがわかる。上式の利用すれば基本底泥土の基準含水比 $w = w_0$ 時の強度 $c = (q_u)_{IS10}$ がわかれば粗粒分増加 (F_c の低下) による強度変化を推定できる。

このように細粒分を多く含む基本底泥土に粗粒分が加わった底泥土の固化処理強度は以下のように概念的に説明できよう。

粗粒分増加による強度は粗粒子を核にした粒子周面の付着固化部の存在が大きな役割をし、加えた粗粒分の少ない段階では基本底泥土の固化処理強度に粗粒子の付着固化部による強度成分が加わり粗粒子量に比例的に強度が増加する傾向を示すが、粗粒分量がさらに増加して粗粒子の付着固化部が直接接触して骨格構造を形成するようになると、僅かの粗粒分増加に対して急増を示すようになるものと考えられる。