

固化処理土による老朽化フィルダムの堤体補強のための設計法

(株) フ ジ タ ○福島伸二・西本浩司・廣田 修

(独) 農業工学研究所 谷 茂

1. まえがき

これまで、筆者らはため池を対象に貯水池内に堆積した底泥土を築堤土として活用し、堤体改修と底泥土の除去処分を同時にできる砕・転圧盛土工法¹⁾を開発し、数箇所のため池の堤体改修に適用してきた。この工法は底泥土を固化処理して所要の強度と遮水性を有する築堤土（砕・転圧土）を製造して堤体補強や漏水防止のための盛土を築造するもので、規模の大きいフィルダムに適用できれば効率的で経済的な堤体補強が期待できる。ため池の場合には、堤体安定に必要な強度は築堤土の粘着力 c' だけを考慮し（内部摩擦角 ϕ' を無視）、一軸圧縮強さ q_u と $q_u = 2 \cdot c'$ のように関連させて q_u だけで表示していた。この方法をそのままフィルダムに適用すると、関係式 $q_u = 2 \cdot c'$ が土質力学的な根拠に乏しく堤高が大きいほど合理性に欠けてくる。本稿では、堤体安定に必要な強度に q_u を使用せずに、堤高の大きさに関係なく土質力学的に合理性がある三軸圧縮試験による (c', ϕ') を使用した方法を提案する。

2. ため池における設計法の問題点

砕・転圧盛土工法の詳細は参考文献 1) を参照してほしい。ため池の場合には、固化処理土の強度は一般の土質改良工の取扱いと同様に一軸圧縮強さ q_u により表示し、粘着力 c' だけを考慮し（ ϕ' を無視）、 q_u との間に

$$c' = q_u / 2 \quad (1)$$

の関係を用いて q_u により設定していた。目標強度は図-1に示すように、図左側の堤体安定に必要な砕・転圧土部の強度 $(q_u)_{CCStability}$ と図右側の築堤時における施工機械のトラフィカビリティ確保に必要な砕・転圧土の強度

$(q_u)_{CCTrafficability}$ を比較して大きい値としていた¹⁾。上式は土質力学的な根拠がなく、図-2の砕・転圧土の $(c')_{CC}^{LP}$ と $(q_u)_{CC}$ の関係からわかるように強度レベルが高いほど成立たなくなる。堤高の小さいため池のように強度レベルが低い場合には問題とならないが、堤高が高いフィルダムのように強度レベルが高くなると問題となる。

3. フィルダムの場合の設計法の提案

提案するフィルダムの設計法は、図-3に示すように、トラフィカビリティ確保に必要な強度の設定はため池の場合と同様に q_u により設定するが、堤体安定に必要な強度を三軸圧縮試験による強度パラメータ (c', ϕ') により設定するものである。

1) 堤体安定に必要な強度と固化材添加量

堤体安定に必要な強度の算定は、図左側に示すように、

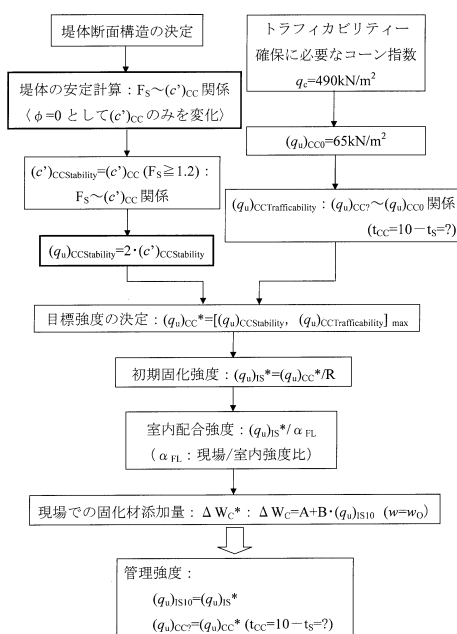


図-1 ため池における設計手順図

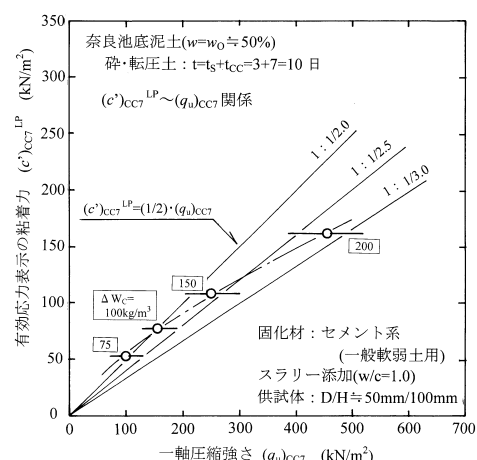


図-2 砕転圧土での $(c')_{CC7}^{LP}$ と $(q_u)_{CC7}$ の関係

キーワード 老朽化フィルダム, 固化処理土, 堤体補強, 強度パラメータ, 安定計算, 三軸圧縮試験

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2 (株)フジタ 土木本部 TEL03-3796-2297

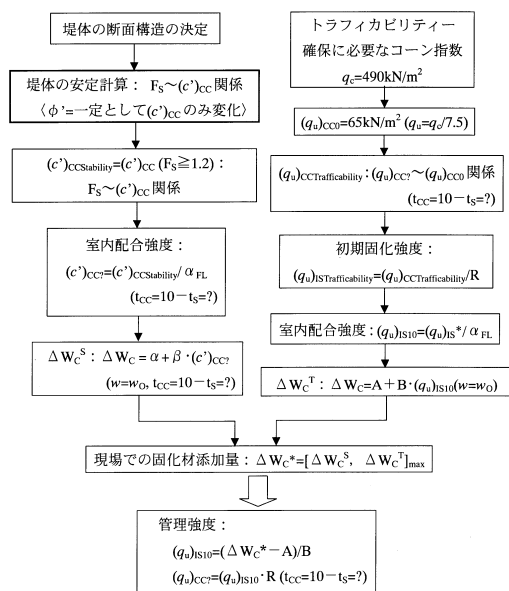
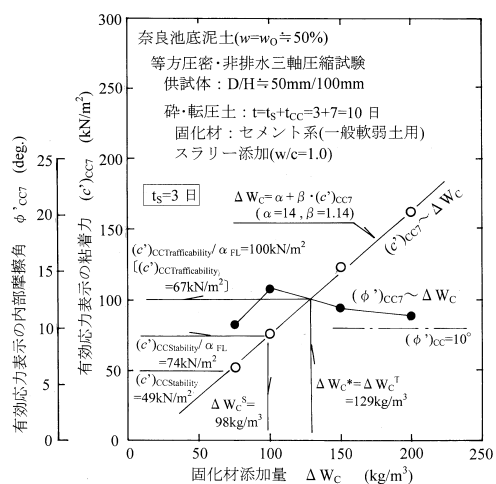
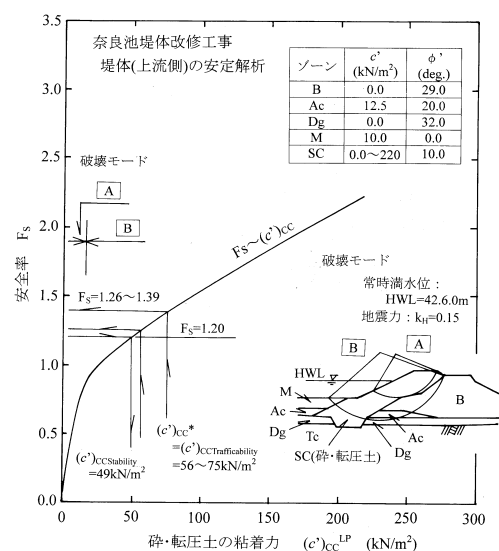


図-3 フィルダムにおける設計手順図

図-4 砕・転圧土の $(c')_{CC7} \cdot (\phi')_{CC7} \sim \Delta W_C$ 関係

安定計算を予め計画した堤体断面について砕・転圧土部の強度パラメータをパラメトリックに変えて行い、堤体全体が安全率 $F_s \geq 1.20$ を満足する砕・転圧土の強度として逆算する。砕・転圧土の強度パラメータ例を図-4に示すが、砕・転圧土の強度成分のうち粘着力 $(c')_{CC}$ は値が大きく ΔW_C とほぼ直線関係になるが、内部摩擦角 $(\phi')_{CC}$ は ΔW_C の影響がほとんどなく値も小さい。そこで、安定計算ではパラメトリックに変えるのは $(c')_{CC}$ のみとし、 $(\phi')_{CC}$ は一定値とする。このような安定計算がある堤体について行って得た F_s と $(c')_{CC}$ の関係例を図-5に示すが ($(\phi')_{CC}=10^\circ$ とした)、この例では堤体安定に必要な $F_s \geq 1.20$ を満足する強度は $(c')_{CCStability} \geq 49 \text{ kN/m}^2$ となる。これを現場で達成するために必要な固化材添加量 ΔW_C^S は室内配合試験と実施工との間の混合条件の相違を補正するための現場/室内強度比 α_{FL} (ここでは $\alpha_{FL}=1/1.5$ とした) により割増をした室内配合強度

図-5 堤体の安定計算による $F_s \sim (c')_{CC}$ 関係

$(c')_{CCStability}/\alpha_{FL}=74 \text{ kN/m}^2$ に相当する値を図-4から読み取れば $\Delta W_C^S=98 \text{ kg/m}^3$ が得られる。

2) トラフィカビリティーに必要な強度と固化材添加量

築堤中の施工機械のトラフィカビリティーに必要な強度はため池の場合と同様一軸圧縮強さ $(q_u)_{CCTrafficability}$ により設定される。 $(q_u)_{CCTrafficability}$ を現場で達成するのに必要とされる $\Delta W_C = \Delta W_C^T$ は、この強度を初期固化土状態での強度 $(q_u)_{ISTrafficability} (= (q_u)_{IS10})$ に変換し、別途求めた $(q_u)_{IS10}$ と ΔW_C の関係から求められ、この例では ΔW_C^T は $\Delta W_C^T=129 \text{ kg/m}^3$ であった。

(目標強度を達成するための固化材添加量の決定)

フィルダムでは、堤体安定に必要な強度が $((c')_{CC}, (\phi')_{CC})$ 、トラフィカビリティー確保に必要な強度が $(q_u)_{CC}$ のように異なる強度で設定され直接比較することができない。そこでそれぞれの強度を現場で達成するための ΔW_C^S と ΔW_C^T を比較し、大きい方の ΔW_C

$$\Delta W_C^* = [\Delta W_C^S, \Delta W_C^T]_{\max} \quad (3)$$

に相当する強度が目標強度になる。

4. あとがき

提案した設計法は、堤体安定に必要な強度に関する $(c')_{CC} \sim \Delta W_C$ 関係とトラフィカビリティー確保に必要な強度に関する $(q_u)_{IS} ((q_u)_{CC}) \sim \Delta W_C$ 関係のようにそれぞれ独立に考え、式(1)の関係ではなく ΔW_C を介在させて $(q_u)_{IS}^* \rightarrow \Delta W_C^S \rightarrow (c')_{CC}^{LP}$ のように $(q_u)_{IS} ((q_u)_{CC})$ と $(c')_{CC}^{LP}$ を関連させたもので、堤高の大きさに関係なく土質力学的に合理性があるようにしたものである。

参考文献

- 1) 谷 茂, 他: 砕・転圧盛土工法設計・施工法について, 農工工学研究所技報, 第202号, pp.141-182, 2004.