

老朽化フィルダムにおける固化処理底泥土を用いた堤体改修法の提案

(独)農業工学研究所 ○谷 茂

(株) フ ジ タ 福島伸二・北島 明・西本浩司

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が同時にできる砕・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）を人工的に製造して、堤体補強や漏水防止のための築堤を行うものである。我が国における老朽化した堤高 15m 超のフィルダムは 30m 前後までが大部分で、ため池と同様に均一型かこれに近い堤体構造にあるのでため池の堤体改修法がそのまま適用できることから、この工法を堤体改修に適用すれば非常に効率的で経済的な改修が期待できる。本稿はこの工法をフィルダムに適用する時の留意点と堤高に応じたゾーニングによる堤体構造を提案するものである。

2. フィルダムに適用する時の留意点

フィルダムの堤体改修を砕・転圧盛土工法により行うには、ため池の場合に比較して以下のような点を考慮しなければならない。①堤高の大きいフィルダムではすべり面も深く安定計算で対象となる応力領域が高くなり、砕・転圧土の強度パラメータは粘着力 c' だけでなく内部摩擦角 ϕ' の効果も考慮しなければならない。②フィルダムでは流入河川が大きく、洪水時に砂礫なども流入する河川流入部付近には粗粒分を多く含む低含水底泥土が堆積しやすく、場所により底泥土の粒度や含水比が大きく変化する場合が多い。③堤高の大きいフィルダムでは堤体安定に必要な砕・転圧土の強度がため池に比べて高いので、砕・転圧土による新設堤体部と既設堤体部との間に極端な強度や変形性の相違が生じやすい。

3. 砕・転圧土の破壊規準（①について）

堤高の大きいフィルダムでは、図-1に概念的に示すように、安定計算で対象となる堤体内の応力領域（ σ'_{FD} ）がため池の場合（ σ'_{SD} ）に比較して高く、堤体の安定性を合理的に評価するには堤体内の砕・転圧土部を通るすべり面の応力レベルに応じた砕・転圧土の強度成分を考慮しなければならない。砕・転圧土のような固化処理土の強度は通常の地盤材料のように密度や土粒子間の摩擦やかみ合わせによるものではなく、固化材の化学反応による固結構造の強度が主要な役割をする。砕・転圧土の強度特性は本来有している固結強

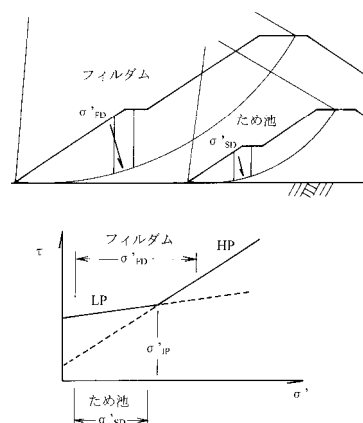


図-1 フィルダムとため池における応力領域の相違度、すなわち応力レベルに関係し、これを考慮せずに Mohr-Coulomb 型破壊規準により求めると、応力レベルの影響を受けにくい低応力領域では c' 成分を過小評価し、逆に影響を受ける高応力領域では ϕ' 成分を過小評価してしまう。したがって、安定計算で使用する強度パラメータはバイリニア型破壊基準により表現するのが合理的である。

4. 底泥土の粒度による使い分け（②について）

ため池は一般に平地に設けられ、かつ池の大きさも小さいので、池内に堆積している底泥土はシルト・粘土のような細粒分の多い高含水比土であることが多く、固化処理時の底泥土の強度は含水比のみを考慮すればよかった。一方、フィルダムは中山間地のような傾斜地に設けられ流入河川が大きい場合が多く、洪水時には粗粒の土砂も流れ込むなど堆積する底泥土の粒度は場所により大きく異なる。つまり、底泥土は堤体に近

キーワード 老朽化フィルダム、固化処理土、堤体補強、漏水防止、コアゾーン、シェルゾーン、ゾーニング
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

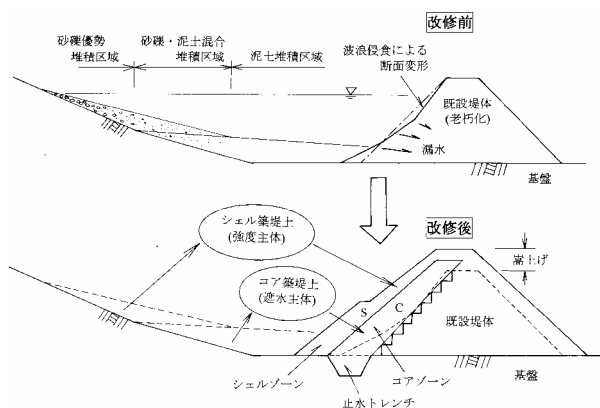


図-2 フィルダム堤体改修の基本型

いほど細粒分の多い高含水土に、河川流入部付近ほど砂礫などの粗粒分を多く含む低含水比土になりやすい。このため、フィルダムでは粗粒から細粒までの広範囲な粒度と含水比の底泥土を使うことになり、固化処理には底泥土の含水比に加えて粒度の影響も考慮する必要がある。また、粗粒分の多い底泥土ほど少ない固化材で高強度を達成できるが、遮水性の確保が難しくなることに注意しなければならない。

砕・転圧盛土工法によりフィルダムを改修するには、図-2に概念的に示すように、堤体を急勾配法面で安定化できる強度を有する堤体部（シェルゾーン）と貯水に必要な遮水性を有する堤体部（コアゾーン）とに分けて築造し、貯水池上流側の粗粒分を多く含む底泥土はシェルゾーンに強度主体の砕・転圧土を、また貯水池内堤体に近い細粒分の多い底泥土はコアゾーン用に強度よりも遮水性を重視した砕・転圧土のように、底泥土の粒度により使い分けることを基本とする。

5. ゾーニングによる堤体構造（③について）

堤高の大きいフィルダムではため池の場合よりも高強度の砕・転圧土で築造することになるので、砕・転圧土による新設堤体部と既設堤体部の間に極端な強度・変形性の相違による影響を緩和するための対策が必要である。この方法として、新設・既設堤体部間の強度・変形性が急変しないように強度ゾーニングすることが考えられる。この強度ゾーニングは以下に示す2種類が考えられ、堤高Hに応じて使い分けるものとする。

（1）堤高が小さい場合（ $15\text{m} \leq H < 20\text{m}$ を目安とする）

図-3に示すように新設部をコアゾーンだけにして、内部の強度を堤体下層から上層に向かって段階的に低くし、つまり堤体下層ほど堤体安定上有利なように高強度の砕・転圧土で、地震時の変形が大きい強度・変形性の相違の影響が大きい上層ほど低強度の砕・転圧

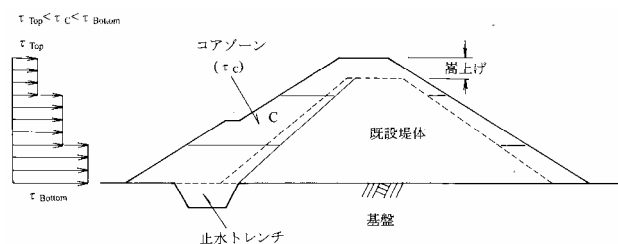


図-3 堤高が小さい場合の水平ゾーニング

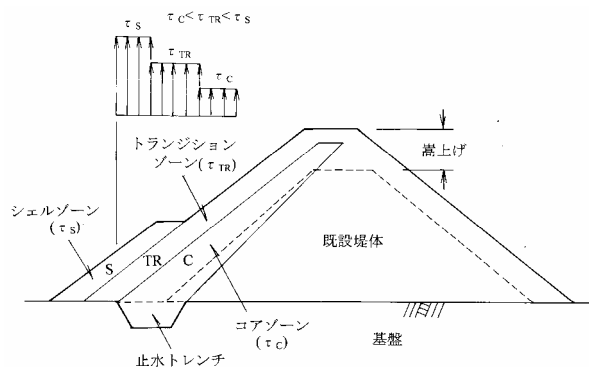


図-4 堤高が大きい場合の傾斜ゾーニング

土により築造する。このゾーニング法は図-2に示した基本形と異なるが、この範囲の堤高の堤体は安定に必要な強度が低く、遮水性を満足させつつ強度も確保できるものと考えられる。また、同一築堤面において1種類の配合の砕・転圧土で施工できることから規模の小さい堤体工事に適している。

（2）堤高が大きい場合（ $20\text{m} < H \leq 30\text{m}$ を目安とする）

堤高の大きい堤体ほど急勾配で堤体を安定させるために必要な強度が高くなるので、遮水性を満足させながら強度を確保することが難しい。このため、この範囲の堤高の堤体改修では図-4に示すように堤体の遮水機能を分担するコアゾーンと急勾配で堤体を安定化させるシェルゾーン、これらの間の緩衝ゾーンとしてのトランジションゾーンのように、あたかもロックフィルダムにおけるコアゾーン、フィルター、ロックゾーンのように傾斜構造のゾーニングが有効である。コアゾーンは強度よりも遮水性を満足するように細粒底泥土による低強度砕・転圧土（コア土）、シェルゾーンは遮水性よりも強度を重視した粗粒底泥土による高強度砕・転圧土により築造する。こうすることで、既設堤体からコアゾーン、そしてシェルゾーンと強度が高くなるが、極端な強度・変形性の相違を少なくできる。

参考文献

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