

固化改良土（砕・転圧盛土工法）によるフィルダム堤体改修における堤頂補強の問題

株式会社 フ ジ タ ○ﾌｫｰﾐ会員 福島伸二
(独)農研機構フェロー 正 会 員 谷 茂

§ 1. まえがき

砕・転圧盛土工法¹⁾²⁾は、老朽化したフィルダムやため池の堤体改修（補強・漏水防止）を貯水池内に堆積した底泥土をセメント系固化材により所要の強度や遮水性を有するように固化改良した築堤土により行うもので、これまでに12事例に適用されている。砕・転圧盛土工法は所要の強度を有する築堤土を人工的に準備できるため急勾配法面、すなわち少ない築堤土量による堤体改修ができる利点がある。本稿では砕・転圧盛土工法により堤体改修を実施したフィルダムで採用された堤体ゾーニングにおける堤頂補強の問題について述べる。

§ 2. 砕・転圧盛土工法による堤体補強ゾーニング

砕・転圧盛土工法により堤体補強を効率的に行うには、図-1に概念的に示すように、上流側に所要の強度と遮水性を有する砕・転圧土によりコアゾーンを腹付け、また堤頂部を掘削除去して砕・転圧土による補強ゾーンを築造してせん断抵抗を付加することが考えられる。特に、既設堤体に期待できる強度レベルが低い場合や下流側に堤体補強や工事用の新たな用地を確保できない場合には有効な方法となる。しかしながら、堤頂部の応力状態は応力レベルが低く引張破壊の発生によりせん断抵抗長が減少しやすいので、この部分の砕・転圧土ゾーンだけに頼ったゾーニングを避けなければならない。

堤体上流側の安定化は砕・転圧土により抵抗力 R_I のコアゾーンを腹付けて、さらに堤頂部を掘削除去して砕・転圧土により抵抗力 R_{Top} の補強ゾーンが築造される。全抵抗力 R は既設堤体による抵抗力 R_{OE} と砕・転圧土によるコアゾーン下層の抵抗力 R_I と堤頂補強ゾーンの抵抗力 R_{Top} を加えた

$$R = R_I + R_{OE} + R_{Top}$$

となる。このとき、堤頂補強ゾーンにおける抵抗力 R_{Top} の R に占める負担割合を示す堤頂補強比

$$R_{Top}/R = R_{Top}/(R_I + R_{OE} + R_{Top})$$

が高い場合には、堤体安定に重要な役割をするコアゾーンの下層部Ⅰを上層部Ⅱよりも高強度の砕・転圧土を採用して抵抗力 R_I を大きくして R_{Top} の割合を低下させることを考えなければならない。

堤体下流側の安定化も堤頂部を掘削除去して砕・転圧土により築造した抵抗力 R'_{Top} の補強ゾーンにより達成することができる。全抵抗力 $R' (=R'_{OE} + R'_{Top})$ に占める堤頂補強ゾーンの抵抗力 R'_{Top} の比は

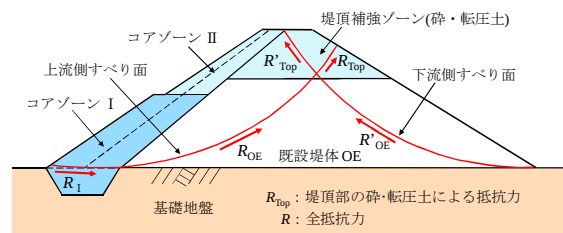


図-1 堤頂補強による上・下流側の安定化

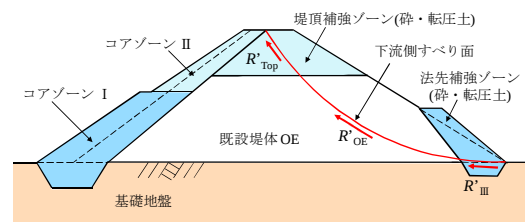


図-2 下流側安定のための堤頂補強と法先補強の併用

$$R'_{Top}/R' = R'_{Top}/(R'_{OE} + R'_{Top})$$

となる。 R'_{Top}/R' 値が既設堤体に期待できる強度が低いなど理由で高い場合には、図-2に示すように、さらに堤体法先部に砕・転圧土による抵抗力 R'_{III} の補強ゾーンⅢを配置して R'_{Top} が占める割合を

$$R'_{Top}/R' = R'_{Top}/(R'_{OE} + R'_{Top} + R'_{III})$$

のように低くすることが必要となる。

§ 3. 堤頂補強法を採用した事例

堤頂補強は、単に安定計算的に所定の安全率を達成できるだけの抵抗力を確保するための一方法として堤頂部分だけで抵抗させるのではなく、堤頂部の砕・転圧土ゾーンによる抵抗比 R_{Top}/R をある一定以下に抑えて、この部分に引張破壊が生じないようにする必要がある。

堤頂補強法は砕・転圧盛土工法により改修された12事例のうち4事例で採用されており、各事例において採用

キーワード 固化改良土、堤体改修、堤頂補強、フィルダム、老朽化

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-25-2 (株)フジタ建設本部土木エンジニアリングセンター TEL03-3796-2299

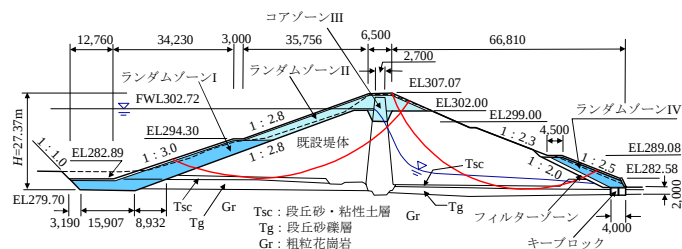


図-3 大原ダムの改修後の標準断面

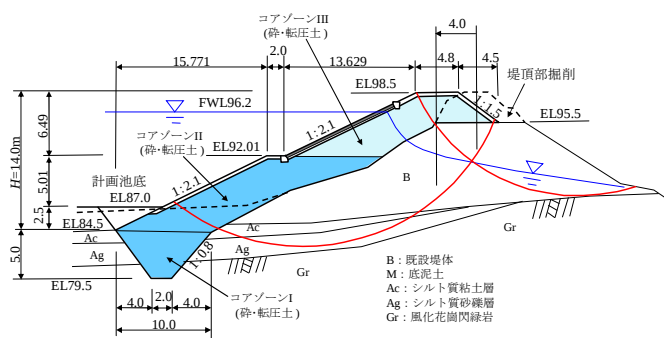


図-5 北谷池の改修後の標準断面

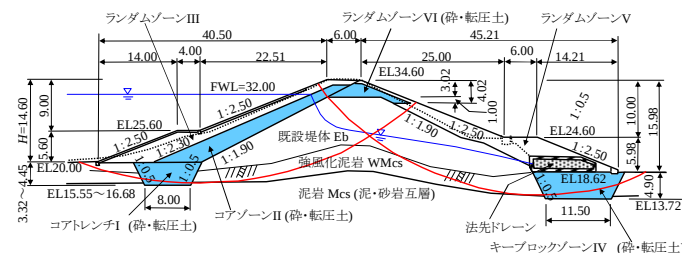


図-4 谷田大池の改修後の標準断面

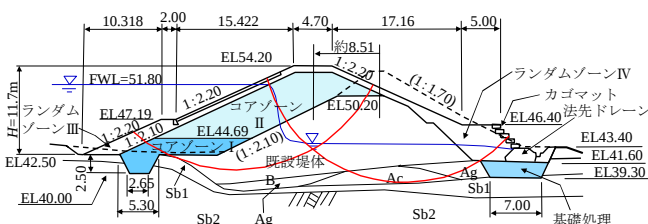


図-6 長原口の改修後の標準断面

された R_{Top}/R の値について以下に示す。

大原ダムでは砕・転圧土により堤体上流側と堤頂部にランダムゾーンⅠ・ⅡとコアゾーンⅢを、堤体下流側に押え盛土的なランダムゾーンⅣを築造した図-3に示すゾーニングが採用された。堤頂補強部の R_{Top}/R は上・下流側ともにほとんど同じで $R_{Top}/R \approx 1/20$ であった。

谷田大池では砕・転圧土により堤体上流側にコアゾーンⅡ、堤頂部にゾーンⅥ、堤体下流側の法先基礎にキーブロックトレンチⅣを築造した図-4に示すゾーニングが採用された。堤頂補強部の R_{Top}/R は下流側すべり面において大きく $R_{Top}/R \approx 1/14$ であった。

北谷池は堤体軸を上流側に移動させ、砕・転圧土により堤体上流側のみを幅広のコアゾーンを築造した図-5に示すようなゾーニングが採用された。堤頂補強部の R_{Top}/R は下流側のすべり面が大きく $R_{Top}/R \approx 1/4$ であった。

長原口池では堤体軸を上流側に移動させ、砕・転圧土により堤体上流側に幅広のコアゾーンを築造した図-6に示すようなゾーニングが採用された。堤頂補強部の R_{Top}/R は下流側すべり面が大きく $R_{Top}/R \approx 1/8.5$ であった。

§ 4. 堤頂補強比の目安値の提案

以上の事例のうちで、北谷池で R_{Top}/R が高い値になっているのは既設堤体に期待できる強度が低いこと、下流側法先に用地の関係から砕・転圧土ゾーンを配置できなかったためである。一般的には堤頂部の抵抗力が全抵抗力に占める割合 R_{Top}/R は下流側すべり面に対して大きくなりやすいが、これを緩和させるには図-2に概念的に示

したように堤体法先部に砕・転圧土ゾーンを配置するのが効果的である。許容できる R_{Top}/R 値の目安は堤高が高く地震時に大きな変形が生じやすいフィルダムと、堤高が低く地震時でも剛体的な挙動をするため池では分けて考える必要がある。上記の実績から、ため池では $R_{Top}/R \leq 1/4$ 、フィルダムでは $R_{Top}/R \leq 1/10$ 程度を提案したい。

§ 5. あとがき

本稿は砕・転圧盛土工法により堤体改修を行う際に堤体腹付けと堤頂補強を併用する場合を想定し、堤頂部抵抗力が全抵抗力に占める適切な割合について堤頂補強が採用された事例をもとに検討し、以下に示す提案を行った。堤頂部補強は、安定計算的に安全率を確保できるだけの単なる抵抗力を確保するための一方法として堤頂部だけで抵抗させることを避け、既設堤体も含めて一体として抵抗するように堤頂部の砕・転圧土による R_{Top} が R に占める割合 R_{Top}/R をある一定以下にする必要がある。許容できる R_{Top}/R の目安値は堤高が低いため池と、高いダムでは分けると、これまでの実績から、ため池では $R_{Top}/R \leq 1/4$ 、フィルダムでは $R_{Top}/R \leq 1/10$ 程度とする。

【参考文献】 1) (社)農業農村整備情報総合センター：ため池改修工事の効率化、一砕・転圧盛土工法によるため池堤体改修一、設計・施工・積算指針(案), 2006. 2) (社)農業農村整備情報総合センター：砕・転圧盛土工法によるフィルダム堤体改修、一堆積土・発生土を有効利用したフィルダムのリニューアル技術一、設計・施工・積算指針(案), 2009