

アースフィルダム耐震補強工事における補強盛土盛立時の安定性検討

—山口貯水池堤体強化工事（その3）—

東京都水道局 田口 靖 高田 武 田原 功
 鹿島建設(株)東京支店 正会員○藤崎勝利* 菅原俊幸
 鹿島建設(株)技術研究所 正会員 北本幸義 伊達健介

1. はじめに

山口貯水池堤体強化工事では、堤体耐震性向上を目的として既設堤体の上下流に補強盛土（上流側 53 万 m³、下流側 44 万 m³）を築造する耐震補強工事を鋭意施工中である。¹⁾既設堤体および補強盛土は難透水性材料（ $k=10^{-6}$ cm/sec 程度）で構成されており、補強盛土盛立時の過剰間隙水圧によって両者の安定性が一時的に低下することが予想される。当工事では既設堤体のダム機能を維持することが大前提であり、慎重な施工が要求されることから、補強盛土盛立時には動態観測結果を施工にフィードバックする情報化施工管理を実施している。情報化施工管理を実施するにあたっては、事前に既設堤体および補強盛土の間隙水圧と安定性に関する検討を行い、施工時の管理基準値を設定した。本文では、施工時の既設堤体および補強盛土の安定性検討結果について報告する。

2. 情報化施工管理フロー

図-1 に補強盛土盛立時に実施している情報化施工管理フローを示す。図-1 に示すように、補強盛土盛立開始前に間隙水圧とすべり安全率の関係を把握し、既設堤体および補強盛土の間隙水圧に関する管理基準値を設定した。盛立時は、管理基準値と動態観測データの比較による「日常管理」と、動態観測データを反映した逆解析・予測解析で将来の既設堤体および補強盛土の挙動を予測し、管理基準値を超過しないことを確認する「予測管理」を実施する。動態観測データが管理基準値を超過する場合は、対策の検討を行うこととした。なお、動態観測はダム軸 100m 毎に設置した計測断面（5 断面）で実施し、そのうち既設堤体・補強盛土の間隙水圧、鉛直変位は主計測断面（3 断面）で実施する。主計測断面での計測器位置図を図-2 に示す。

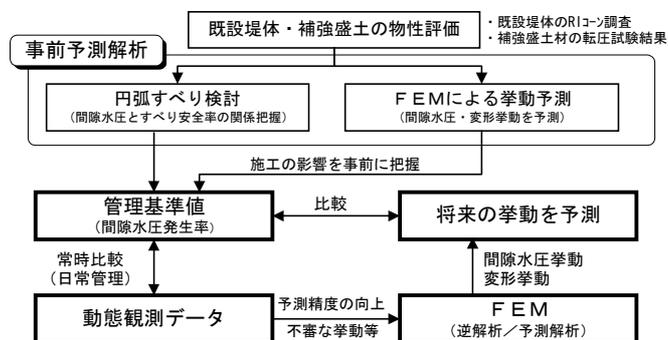


図-1 情報化施工管理フロー

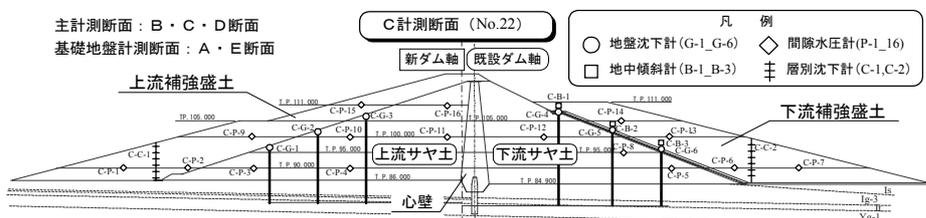


図-2 主計測断面での動態観測計測器位置図

表-1 入力物性値

部位	飽和密度 $\rho_{sat}(t/m^3)$	粘着力 $c'(kPa)$	内部摩擦角 $\phi'(deg)$
既設堤体			
心壁	1.80	50.0	19.0
下流サヤ土	1.62	21.6	28.0
上流サヤ土	1.57	22.6	32.0
補強盛土	2.11	19.6	35.0
基礎地盤	2.00	29.4	36.0

3. 円弧すべり検討による既設堤体および補強盛土の安定性検討

(1) 検討方法および入力物性値

図-1 に示すように、事前予測解析として間隙水圧をパラメーターとした円弧すべり検討を実施し、常時および地震時における既設堤体・補強盛土の安定性の検討を行った。円弧すべり検討は「河川管理施設等構造令」を参考にして、当工事の施工ステップのうち最も不安定な状態となる「補強盛土盛立完了時」について実施することとした。計算は、「改訂ダム設計基準」ならびに「建設省河川砂防技術基準（案）」に準拠して行うこととし、地震時における堤体震度は設計震度の 50% ($k_H=0.1$) とした。なお、事前に実施した既設堤体を対象にした R I コーン調査結果²⁾および不攪乱試料を用いた三軸圧縮試験 (CU) 結果、ならびに補強盛土材を用いた転圧試験結果から、既設堤体および補強盛土の全域が飽和しているものと仮定した。このため、既設堤体および補強盛土の強度定数には有効応力強度 (c',ϕ') を使用した。表-1 に計算に使用した入力物性値を示す。

〈キーワード〉アースダム、既設土構造物、耐震性、耐震補強、安定検討、リニューアル

*〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 DK ビル TEL 03-3404-5411 FAX 03-3746-7400

(2) 間隙水圧の考え方

補強盛土盛立時の間隙水圧挙動を把握するために、既設堤体および補強盛土内には間隙水圧計が1計測断面あたり16箇所(図-2参照)設置されている。当工事では、間隙水圧計直上部の土柱質量で間隙水圧測定値を除して求める「間隙水圧発生率」(鉛直上載圧に対する間隙水圧の比)を指標にして管理を行うことを想定し、今回の円弧すべり検討では「土地改良事業計画設計基準」を準用し、(1)式に示すようにすべり面上に作用する間隙水圧を土柱質量の係数倍(間隙水圧発生率)で表すこととした。

$$u = K \cdot \rho_{sat} \cdot H \quad \dots (1) \quad \text{ここで、} K : \text{間隙水圧発生率、} \rho_{sat} : \text{土の飽和密度、} H : \text{すべり面の深度}$$

この間隙水圧発生率を既設堤体および補強盛土に関してそれぞれ個別に変化させて検討を行い、間隙水圧発生率とすべり安全率の関係性を予め把握しておくことで、補強盛土盛立時には間隙水圧測定値から即座に堤体の安定性を確認することができる。そこで、後述する間隙水圧に関する管理基準値は、間隙水圧発生率とすべり安全率の関係から設定することとした。なお、図-1に示したように、補強盛土盛立中に得られた動態観測結果を活用した逆解析・予測解析で盛立完了時の既設堤体および補強盛土の間隙水圧発生率を予測することで、盛立完了時の安定性を評価することが可能である。³⁾

3. 検討結果

既設堤体および補強盛土の間隙水圧発生率をパラメーターとして最小安全率を算出し、上流側・下流側それぞれについて図-3に示す安全率図表を作成した。図-3によれば、常時では間隙水圧発生率を既設堤体、補強盛土ともに60%以下、地震時では間隙水圧発生率を既設堤体で40%以下、補強盛土で50%以下にすることで、すべり安全率が1.2以上となり、補強盛土盛立完了時の安定性を確保できることがわかる。また、最小すべり円弧は、既設堤体および補強盛土の間隙水圧発生率によってその位置が変化し、既設堤体の間隙水圧発生率が補強盛土の間隙水圧発生率を上回ると、既設堤体と補強盛土の双方を通過する大規模なすべり円弧が得られた。

4. 管理基準値の設定

図-3に示した既設堤体および補強盛土の間隙水圧発生率とすべり安全率の関係図(常時)から、表-2に示す補強盛土盛立時の管理基準値を設定した。なお、間隙水圧発生率が既設堤体で40%、補強盛土で50%を超過した場合は、間隙水圧挙動の確認を密に行い、上昇傾向にある場合は原因究明を行うこととした。

5. おわりに

既設アースフィルダムの耐震性向上を目的とした山口貯水池堤体強化工事では、耐震補強後も既設堤体のダム機能を維持・確保することが大前提であり、これは既設フィルダムのリニューアル工事特有の技術的課題と考えている。このため、補強盛土盛立中は動態観測を行い、その結果を施工にフィードバックする情報化施工管理を実施している。今後、施工中の動態観測結果、およびそれを反映した挙動解析結果等についても報告する所存である。

【参考文献】

- 1)町田、佐久間他「既設アースフィルダムの耐震補強工法の検討」第56回土木学会年次学術講演会(第VI部門)一投稿中一
- 2)藤崎、田口、高田他「アースフィルダム耐震補強工事における既設堤体調査」第36回地盤工学研究発表会(平成13年)
- 3)村上、森川、田口他「アースフィルダム耐震補強工事における補強盛土盛立時の堤体挙動予測解析」第56回土木学会年次学術講演会(第VI部門)一投稿中一

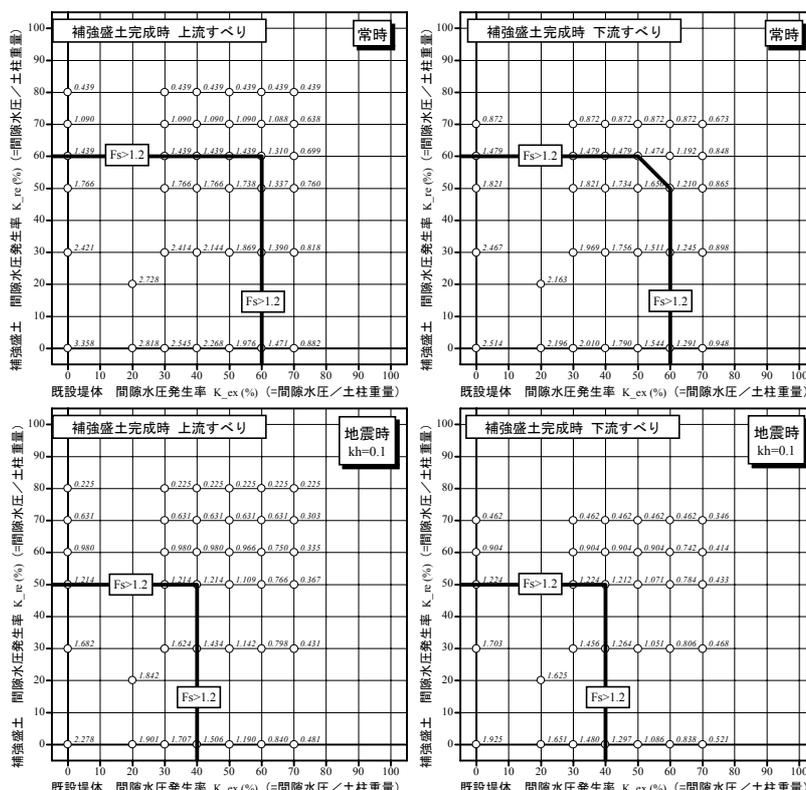


図-3 間隙水圧発生率と補強盛土盛立完了時すべり安全率の関係

表-2 補強盛土盛立時の管理基準値(間隙水圧発生率)

管理値	上流側間隙水圧発生率		下流側間隙水圧発生率		対応
	補強盛土	既設堤体 上流サヤ土	補強盛土	既設堤体 下流サヤ土	
管理基準値	60%	60%	60%	60%	施工を中断し、原因究明および対応策を検討する。