

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

- 山口貯水池堤体強化工事（その４） -

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 濱 建樹、藤崎勝利

鹿島建設(株) IT ソリューション部 正会員 ○村上武志、森川誠司

鹿島建設(株) 技術研究所 正会員 岡本道孝、笹倉 剛

1. はじめに

前報¹⁾で述べたように現在施工中の山口貯水池堤体補強工事では、既設堤体をアバットとして耐震補強盛土を設置する。また事前に実施した一連の調査結果²⁾から既設堤体は関東ロームを主体とする粘性土で構成され、全域がほぼ飽和していることが確認されている。このことから補強盛土の施工によって、既設堤体及び補強盛土内の過剰間隙水圧発生と堤体安定性の一時的な低下、並びに過剰間隙水圧消散に伴う堤体の長期的変形が予測された。本文では、情報化施工管理を実施するにあたって、施工が既設堤体及び補強盛土の安定性に及ぼす影響の事前評価及び短期～長期的挙動を予測する事を目的として実施した弾粘塑性有限要素法解析について述べる。

2. 解析手法

既設堤体は堤高 35m、堤頂長 691m とダム軸方向に長い形状を有していることから、解析は二次元モデルを用いて実施した。解析断面と計測器の設置位置を図-1 に示す。モデル境界面はすべて排水境界とし、下流側既設堤体と補強盛土の境界に位置する排水ドレーンは排水境界とした。補強盛土の盛立では高さ 1m の補強盛土要素を図-2 に示す盛立の進捗に合わせ、所定の位置にこれを追加し、自重を考慮することで模擬した。既設堤体及び補強盛土はクリープ等も考慮した上で、過剰間隙水圧挙動を定量的に予測することを目的とし、関口・太田による弾粘塑性構成モデル³⁾を用いることとした。解析に必要となるパラメータは現地で採取した不攪乱試料を用いた三軸 $\overline{CU}$ 試験・標準圧密試験及び現地で実施した RI コーン調査²⁾の結果等から表-1 のように決定した。ただし、初期体積ひずみ速度には既存の文献を参考に、今回は $1.0E-07(1/day)$ ⁵⁾と設定した。鉛直有効上載圧は自重計算から設定した。基礎地盤は弾性体として扱うものとし、別報⁴⁾に報告したものと同一値を用いた。

3. 解析結果

(1) 間隙水圧

間隙水圧挙動における予測解析結果を図-3(a)～(f)に示す。図中には比較のために、補強盛土施工開始から現在までに得られている観測結果も併せて示した。図-3(a)～(f)によると間隙水圧計は、計測位置直上部の盛立完了時にピークを示し、その後徐々に消散するといった

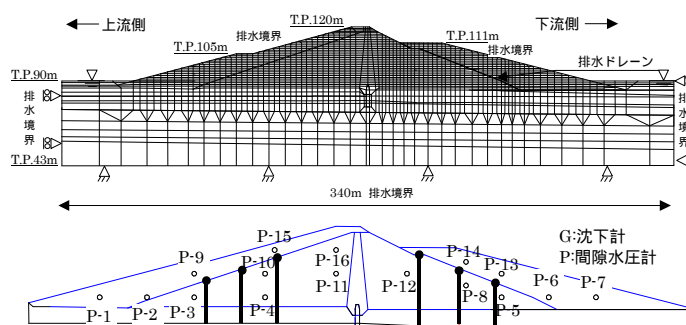


図-1 解析断面と計測器設置位置

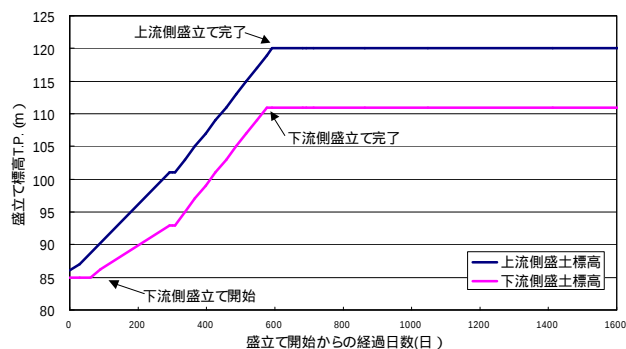


図-2 盛立標高の推移

表-1 解析入力パラメータ

項目		上流堤体	心壁	下流堤体	補強盛土
湿潤密度 γ_t	g/cm ³	1.6	1.8	1.6	2.1
原位置間隙比 e_i	-	1.880	1.729	1.740	0.437
先行圧密圧力 σ'_{v0}	kgf/cm ²	4.51	4.33	5.15	5.86
圧密指数 λ	-	0.283	0.089	0.332	0.151
膨潤指数 κ	-	0.017	0.009	0.05	0.013
二次圧縮指数 α	-	6.03E-03	3.58E-03	7.28E-03	1.88E-03
初期体積ひずみ速度 $\dot{v}_0$	1/day	1.0E-07	1.0E-07	1.0E-07	1.0E-07
限界状態比 M	-	1.45	0.73	1.31	1.60
静止土圧係数 K_0	-	0.42	0.67	0.46	0.37
有効ボアソン比 ν'	-	0.30	0.40	0.30	0.27
ダイレイタンス係数 D	-	6.17E-02	3.43E-02	7.41E-02	3.57E-02
透水係数 k	cm/sec	3.6E-06	3.6E-06	3.6E-06	1.5E-06

Keywords : アースダム、既設土構造物、耐震補強、FEM 解析、情報化施工、リニューアル
〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) tel : 03(5561)2402、fax : 03(5561)2109

共通した傾向が得られた。ここで予測された間隙水圧発生率（鉛直上載圧に対する間隙水圧の比）は、前報¹⁾で述べた補強盛土施工完了時の管理基準値（既設堤体 60%、補強盛土 60%）を下回っており、現状の施工計画に従って盛土を実施しても施工完了時の堤体安定性に問題は生じないと判断した。なお観測結果と比較すると、既設堤体については間隙水圧の絶対量こそ異なるものの、水圧増分に関しては観測結果と解析結果は比較的一致している（図-3(a)）。一方、補強盛土内の間隙水圧挙動は観測結果・解析結果に若干の差が見られるものの、現在までの観測結果は予測結果とよく一致している（図-3(b)~(f)）。

(2) 既設堤体の沈下

既設堤体内に設置した地表面沈下計の予測解析結果を図-4(a),(b)に示す。同図には比較のために観測結果も併せて示しているが、現在のところ G-1 以外は明確な沈下挙動を示していない。一方、予測解析によると、圧密沈下は盛立て完了から約1年でほぼ終了し、最終沈下量は上流サヤ土で 130~190mm 程度、下流サヤ土で 110~190mm 程度であることが分かる。

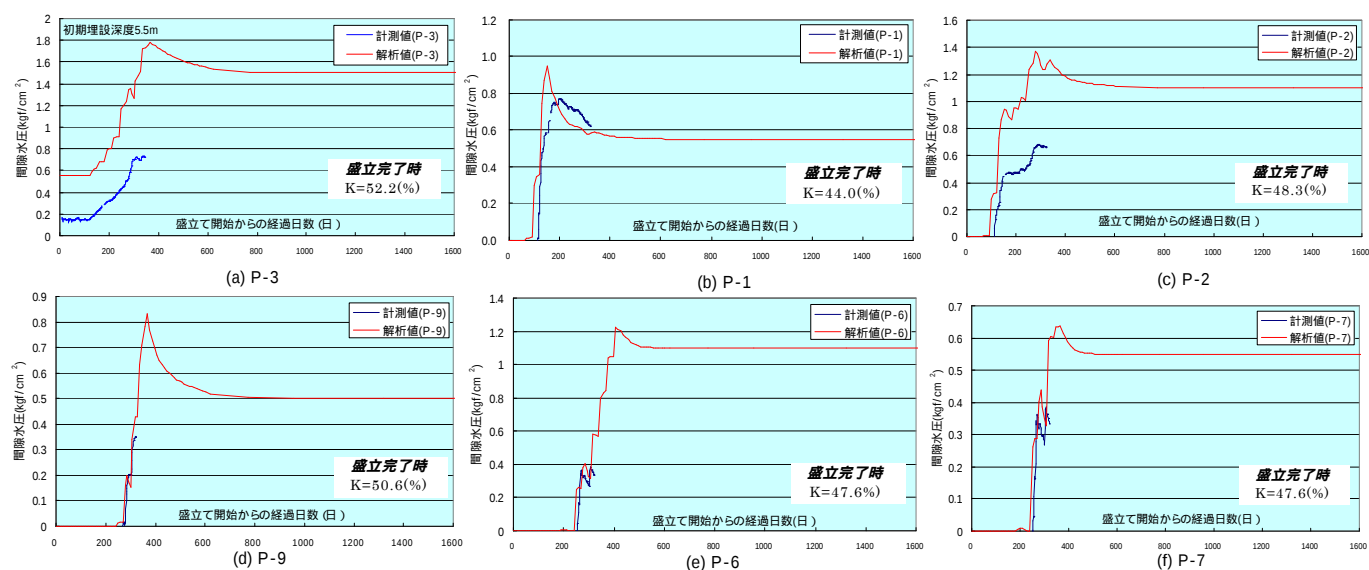


図-3 間隙水圧挙動の解析結果と観測結果の比較（但し K：間隙水圧発生率¹⁾）

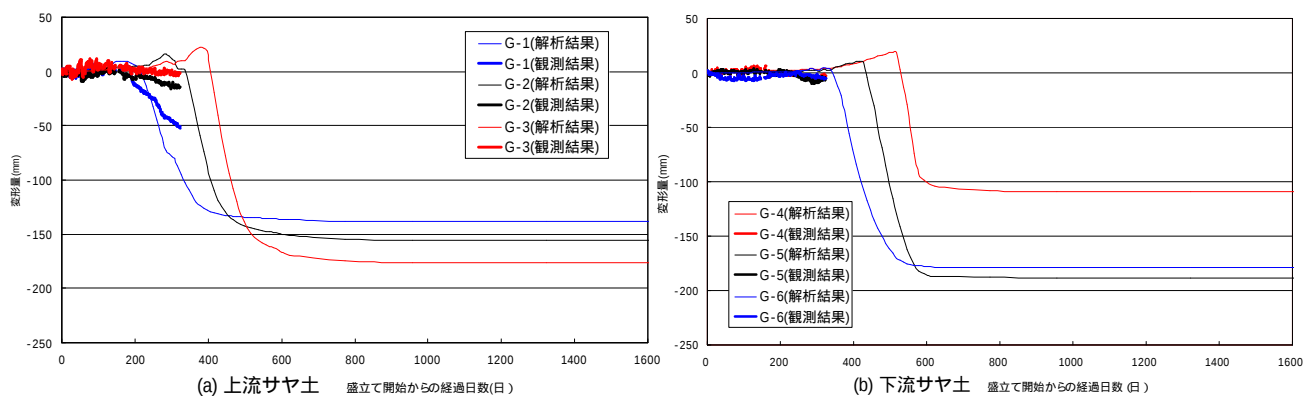


図-4 既設堤体表面の沈下量解析結果と観測結果の比較

4. おわりに

山口貯水池堤体補強工事では補強盛土施工時に情報化施工管理を実施するにあたって、補強盛土施工時の堤体挙動を弾粘塑性解析を実施して予測した。その結果、現状の計画に従って盛土を施工しても盛立完了時の堤体安定性に問題は生じない事が分かった。今後も、情報化施工管理を通じて堤体の安定性を確認しながら施工を進める予定である。なお、補強盛土施工中の観測データと予測解析結果の詳細な比較、及び動態観測によって得られた情報を反映した施工中の予測解析結果等については、別の機会に報告する所存である。

【参考文献】1) 田口、高田他：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安定性検討 第56回土木学会年次学術講演会論文概要集-投稿中- 2) 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-投稿中- 3) Sekiguchi, H and Ohta, H: Induced anisotropy and time dependency in clays, Proc. Specialty Session 9, 9th ICSMFE, pp229-239, 1977 4) 増子、空熊他：山口貯水池（既設アースフィルダム）の抑え盛土撤去における挙動予測解析 第55回土木学会年次学術講演会論文概要集 -B349 5) 柴田、関口：盛土基礎地盤の弾・粘塑性挙動解析と破壊予測 土木学会論文集 No.301 pp.93-104