

既設アースダムにおける堤体の耐震強化設計

- 村山下貯水池堤体強化工事（その4） -

東京都水道局 正会員 佐々木 史朗，野村 幸永，丸山 伸孝

1.はじめに

東京都水道局が管理する村山下貯水池(東京都東大和市，東村山市)は，大正5年から昭和2年にかけて築造された有効貯水量1,184万 m^3 の水道専用貯水池で，その堤体は，堤高32.6m，堤頂長587mを有する我が国でも有数の大規模なアースダムである．当局では現在，村山下貯水池堤体の耐震性向上を目的とした耐震強化工事を実施中である．

本稿では，前回報告した基本設計段階における村山下貯水池堤体の耐震強化工法の決定経緯に続いて，その後の試験調査に基づき決定した強化堤体の最終設計断面について報告する．

2.堤体強化材料

堤体強化に使用する盛立材料は，抑え盛土と下流さや土，公園盛土の一部を母材とし，購入砕石及び購入砕砂を混合して使用する．混合割合は，先に実施した山口貯水池堤体強化工事における堤体強化材料の実績粒度分布(細粒分20%，砂分40%程度)を参考に，乾燥重量比で「母材：砕石：砕砂=1：1.5：1.5」とした．

3.強化堤体の安定解析の方針

「村山下貯水池堤体強化技術検討委員会」(委員長 片山恒雄氏)で決定された堤体基本断面(図1)について，以下の方針の下に安定解析を行った．

安定解析手法は，円形すべり面法のスライス法とし，すべり安全率は1.2以上を確保する．

せん断強度は，圧密非排水強度(c_{cu} ， σ_{cu})を用いる．

飽和条件の違いによりせん断強度が異なるため，浸潤面位置(堤体内水位条件)を考慮し，現堤体とドレーン材料は飽和強度を，強化盛土と天端部セメント安定処理土は不飽和強度を用いる．

材料設計値は，基礎地盤および現堤体については「村山下貯水池堤体強化技術検討委員会」で設定された設計値を，堤体強化材料(強化盛土，セメント安定処理土，ドレーン)については，別途実施した土質試験結果を基に設定した設計値を用いる．

強化堤体のすべり安定性の検討に用いる堤体内水位は，二次元浸透流解析により算出する．4つの代表断面について浸透流解析モデルを作成し，貯水池の各水位条件における堤体内水位を求める．

4.断面形状検討

4.1 強化盛土のゾーン区分

安定計算において，母材に粗粒分の多い抑え盛土を用いた場合，貯水池水位が中間水位の時，所要の安全率を満足しないことが判明した．

この際，上流側のすべり円弧は，天端部下流端から始まり，強化盛土，下流さや土，心壁，上流さや土を通過する(図2)．円弧の中に占める強化盛土の領域が少ないため，最小すべり安全率は1.19となり，所要のすべり安全率1.2をわずかに下回る．すべり安全率を1.2以上とするためには，この円弧が通過する部分の強化盛土材料のせん断強度を上げる必要がある．

この部分は，堤体法面付近であり，拘束圧の小さい部分であることから，粘着力の大きな材

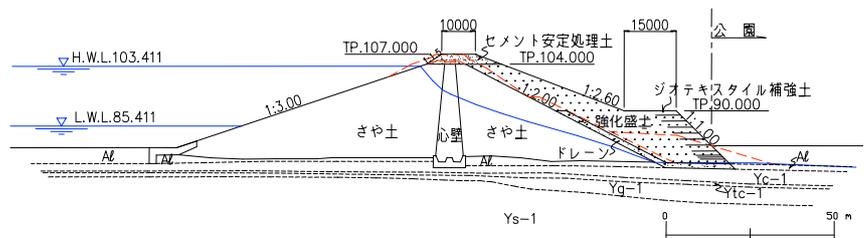


図1 村山下貯水池強化堤体基本断面

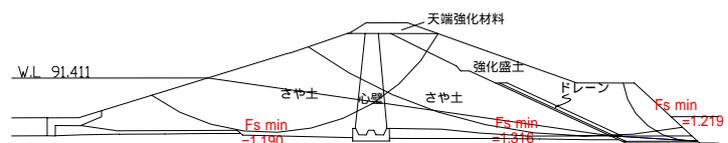


図2 円弧すべりの形状

キーワード：貯水池，耐震強化，セメント安定処理土，ドレーン

〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1 東京都水道局建設部設計課 TEL: 03(5320)6491 FAX: 03(5388)1684

料を使用する必要が生じた。このため、強化盛土の上部には、粘着力の大きい現堤体のさや土を母材とした材料(細粒材)を配置することとした。このため強化盛土を、基盤部から TP.99.0m までを抑え盛土等を母材としたゾーン、TP.99.0m から TP.104.0m までを、さや土を母材としたゾーンの2つのゾーンに区分した。

4.2 セメント安定処理土の配置

地震時において、堤体が受ける加速度は、堤頂部で最大となる。動的解析に用いたレベル2の想定地震動では、堤頂部における応答加速度は、最大で 635gal に達する(表1)。このため、堤体の安定性ととも堤頂部の破壊が懸念された。

そこで、天端部(TP.104.0mから上部)には、材料強度が大きいセメント安定処理土を配置することとした。これは、強化盛土材にセメントを攪拌混合し盛り立てるものである。その結果、天端部の応答変位は、最大で 20 cm程度となった(表1)。また、セメント安定処理土の配置により、想定すべり面を長くすることができ、安定性の向上にも寄与している。

表1 堤体天端部における最大応答加速度と最大応答変位

	最大応答加速度 (gal)	最大応答変位 (cm)
安政江戸地震	422	3.0
南関東地震	591	21.9
立川断層地震	635	15.5

4.3 ドレーン、フィルターの配置

堤体内の浸潤面を低下させるため、ドレーンを設置する。ドレーンは、下流側さや土法面に設置する傾斜ドレーンと、強化盛土基盤部に設置する水平ドレーンとで構成される。

浸透流解析の結果、強化前の堤体では抑え盛土上端にまで達していた浸潤線がドレーンの配置後は大幅に低下しており、ドレーンの設置による堤体内水位の低下が確認された(図3,4)。

満水位時

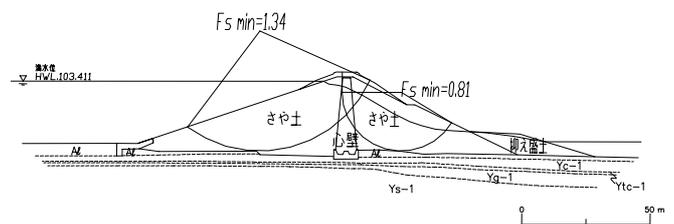


図3 堤体強化前の浸潤面及びすべり円弧

4.4 ジオテキスタイル工法の採用

下流側急勾配盛土の安定性を高めるため、ジオテキスタイルを用いることとする。ジオテキスタイルの種類については、圧密試験の結果から盛立期間内に圧密が完了することが判明したため、圧密促進を目的とした排水補強材となる不織布は用いず、せん断強度補強材となるジオグリッドのみを配置することとした。ジオグリッドは、配置間隔を一層あたりの盛土厚に整合するよう決定した後、抑え盛土で想定されるすべり円弧に対し、各配置位置において必要な引張強度を有する材料を配置することとした。

満水位時

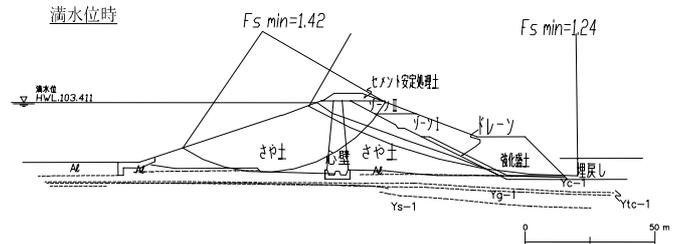


図4 堤体強化後の浸潤面及びすべり円弧

5. 解析検討結果

上記の課題に関する検討を行い、最終設計断面(図5)について、安定計算を実施した結果、すべての円弧すべり面に対して、所定のすべり安全率1.2以上を確保していることが確認された(表2)。また、3種類の想定地震動によるすべり変形解析及び残留変形解析の結果、すべり安全率が、いずれの地震動においても1.0以上を確保し、耐震性の評価基準を満足したことは前回報告のとおりである。

表2 各条件下におけるすべり安全率の結果

荷重条件	地震係数	現堤体		強化堤体	
		上流面	下流面	上流面	下流面
満水位時(WL.103.411)	0.2	1.34	0.81	1.42	1.24
中間水位時(WL.91.411)	0.2	1.14	0.99	1.21	1.30
最低水位時(WL.88.411)	0.2	1.17	1.15	1.24	1.31
水位急低下時(WL.103.411 WL.85.411)	0.1(50%)	1.15	-	1.27	-

6. おわりに

耐震強化工事は、平成16年夏季より着手し、既設抑え盛土の撤去、基盤整正等を行い、平成17年度に盛立工事に本格着手する予定である。周辺整備を含めた全体工事は、平成20年度の完成を目標としている。

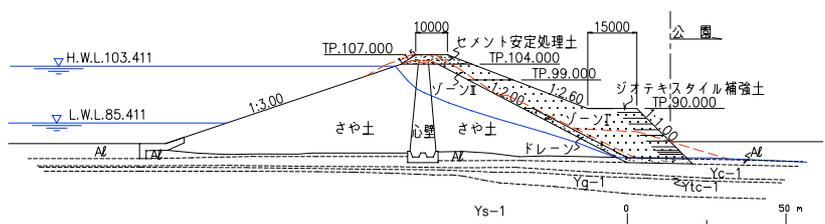


図5 村山下貯水池強化堤体最終設計断面