

耐震性向上を目的とした アースフィルダムのリニューアル工事

—山口貯水池堤体強化工事—

高田 武・田原 功・濱 建樹

山口貯水池は昭和9年に築造された我が国有数の均一型アースフィルダムである。しかし、阪神・淡路大震災を契機に耐震性を検討した結果、大地震が発生した場合、ダムの機能に影響がないものの、堤頂部に約1m強の沈下が生じることが明らかとなった。このため、堤体の耐震性向上を目的とした、日本初のアースフィルダムのリニューアル工事を行うこととなった。当工事では、環境への影響をできるだけ減らすため、貯水池水面下の土や、耐弾層・^{のり}法面コンクリートブロックの撤去材を有効利用している。

本報文は日本初のアースフィルダムリニューアル工事の概要と当工事の特徴である材料の有効利用および自然環境への配慮について紹介するものである。

キーワード：アースフィルダム、耐震補強、リニューアル工事、オオタカ

1. はじめに

山口貯水池（通称、狭山湖）は、豊かな自然を残している埼玉県の狭山丘陵に位置する水道水用の貯水池（有効貯水量1,953万 m^3 ）であり、昭和2年から昭和9年にかけて築造された均一型アースフィルダム（堤高35m、堤頂長691m、堤体積130万 m^3 ）によって生まれたダム湖である。

しかし、阪神・淡路大震災（1995年）を契機に耐震性を検討した結果、大地震が発生した場合、ダムの機能に影響がないものの、堤頂部に約1m強の沈下が生じることが明らかとなった。山口貯水池は東京都民の水瓶として重要な施設であるばかりでなく、堤体のすぐ近くまで市街化が進行している現状から、耐震性向上を目的とした日本初のアースフィルダムのリニューアル工事を行うことになった。図-1に堤体強化工事の経緯を示す。

平成9年6月から平成10年6月にかけて、有

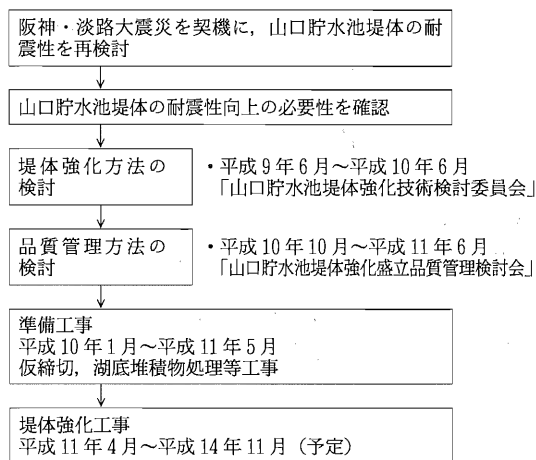


図-1 山口貯水池堤体強化工事の経緯

識者による「山口貯水池堤体強化技術検討委員会（委員長：片山恒夫科学技術庁防災科学研究所所長）」において堤体強化方法の検討を行った。その結果、「単純抑え盛土＋下流傾斜ドレーン形式」（図-2参照）が採用され、平成10年10月から平

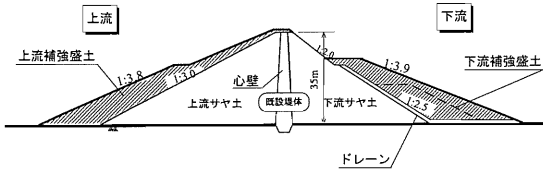


図-2 単純抑え盛土+下流傾斜ドレーン形式

成 11 年 6 月にかけて、「山口貯水池堤体強化盛立品質管理検討会（委員長：久野悟朗中央大学名誉教授）」において品質管理方法の検討を行い、平成 11 年 4 月より堤体強化工事の施工を開始している。

2. 工事概要

(1) 工事概要

山口貯水池堤体強化工事の概要を以下に示す。

- ・工 事 名：山口貯水池堤体強化工事
- ・工 期：平成 11 年 4 月 22 日～平成 14 年 11 月 20 日
- ・発 注 者：東京都水道局
- ・施 工 者：鹿島・間・清水建設共同企業体
- ・工事内容：補強盛土工 93 万 m³
ドレーン工 4 万 m³
補強盛土材採取仮置工 107 万 m³
法面保護工上流コンクリートブロック 6 万 m³
下 流 芝 6 万 m³

(2) 諸 元

山口貯水池堤体の諸元は下記のとおり。

表-1 山口貯水池堤体諸元

	既設堤体 (現状)	堤体強化後
堤 高	35 m	35 m
堤 頂 長	691 m	691 m
天 端 幅	7.3 m	10 m
堤 体 積	140万 m ³	237万 m ³
有効貯水量	1,953万 m ³	1,953万 m ³

(3) 施工フロー

山口貯水池堤体強化工事の施工フローを図-3 に示す。

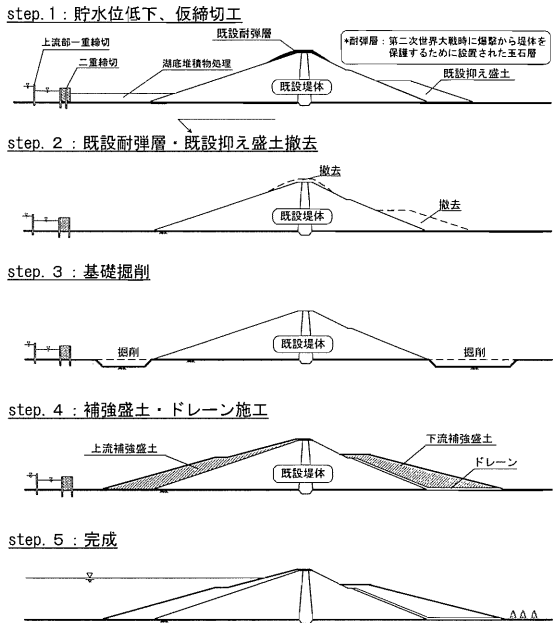


図-3 山口貯水池堤体強化工事の施工フロー

3. 本工事の特徴

(1) 貯水池水面下の土を盛土材に有効利用

補強盛土に使用する材料は、環境への影響をできるだけ減らすため、新たに樹木の伐採はせず、貯水池内の水位を下げた範囲より礫質土を採取する。しかし、採取した材料は補強堤体が所要の機能を発揮するには、含水比調整、粒度調整をしなければならない。このため、現場内に仮置き場を設け、礫質土 (30 cm×2層) と碎石 C-40 (15 cm×1層) を交互に敷均し、積層仮置きする。約 3 カ月の放置後、ブルドーザでスライスカットし、補強盛土材 (礫質土と碎石のブレンド材) を作成する。

(2) 構造物撤去材をドレーン材等へ再利用

下流のドレーン材、粗粒フィルタ材は、堤体上にある既設構造物 (耐弾層、上流コンクリートブロック) の撤去材を使用し、現場内に設置した破碎プラントで製造した。図-4 に堤体および既設構造物標準断面図を示す。

(a) 耐弾層撤去

耐弾層 (50,400 m³) は、第二次世界大戦中に爆

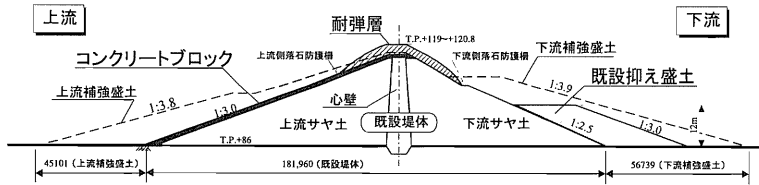


図-4 堤体および既設構造物標準断面図

撃から堤体を保護するために多摩川の玉石によって作られている。耐弾層は耐震性能上不利となるので撤去した。施工に使用した主要機械は以下のとおりである。

(i) 破 碎

- ・ブレーカ装着 0.7 m³ バックホウ 2 台 (最大)
- ・圧砕機装着 0.7 m³ バックホウ 1 台 (最大)

(ii) 搬出・運搬

- ・集積・積みみ用 0.7 m³ バックホウ 2 台 (最大)
- 10 t 級ダンプトラック 4 台 (最大)

施工は、

- ① ブレーカによる破碎
- ② 圧砕機による破碎材の小割 (径 30 cm 以下)
- ③ 10 t ダンプトラックによる搬出

という手順で行った。

耐弾層施工時の記録は残されていないため、撤去によりその構造が明らかとなった。図-5 に耐弾層の標準断面図を示す。図-5 に示すように、表面 60 cm 部分の玉石 (粒径 500 mm 程度) がモルタルで固結されており、その内部は未固結の玉石 (粒径 300 mm 程度) および砂利で構成されていた。

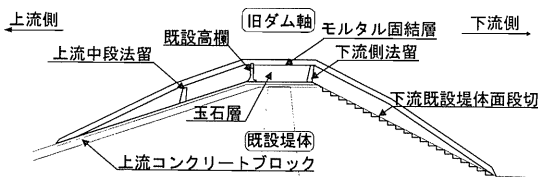


図-5 耐弾層標準断面図

耐弾層内部には写真-1 に示す既設堤体完成当時のコンクリート製高欄が埋められており、これを上流側天端の擁壁として玉石および砂利を投入したと考えられる。上流法面部には玉石をモルタル



写真-1 発見されたコンクリート製旧高欄

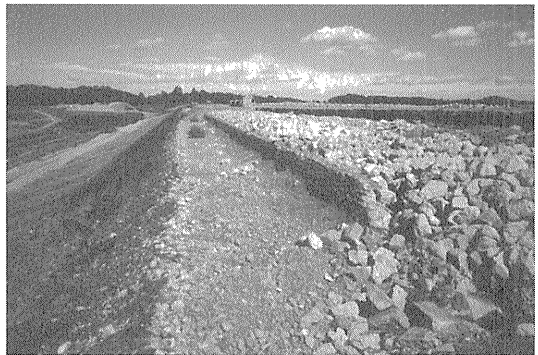
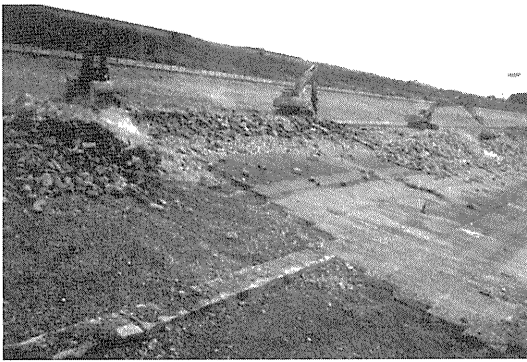


写真-2 上流法面部法留

で固結した法留 (写真-2 参照) が、下流側天端にはモルタル製ブロックが設置されており、下流側法面部には高さ 50 cm ごとの段切りが丁寧に施されていた。

(b) 上流コンクリートブロック撤去

上流コンクリートブロック (1 ブロック : 1.8 m × 1.8 m, 厚さ : 30 cm, 総面積 : 35,000 m²) は、堤体完成時に法面の侵食防止のために設置されたものであり、その下部には裏込め砕石 (厚さ 30 cm) が敷設されている。コンクリートブロックは補強盛土と既設堤体の一体化を図るため撤去した。コンクリートブロックの撤去状況を写真-3 に示す。使用した主要機械は以下のとおりである。



写真—3 コンクリートブロック撤去状況

(i) 破 碎

- ・ブレーカ装着 0.7 m³ バックホウ 2 台 (最大)
 - ・圧碎機装着 0.7 m³ バックホウ 1 台 (最大)
- (ii) 搬出・運搬
- ・集積・積込み用 0.7 m³ バックホウ 4 台 (最大)
 - 10 t 級ダンプトラック 4 台

(最大)

コンクリートブロック撤去は耐弾層撤去に引続き、以下の手順で高所から順次行われた。

- ① ブレーカによる破碎
- ② 圧碎機による破碎材の小割 (径 30 cm 以下)
- ③ 破碎材を下方へ集積・走路造成
- ④ 破碎材の搬出および裏込め碎石の集積
- ⑤ 裏込め碎石の搬出
- ⑥ 走路の撤去・搬出

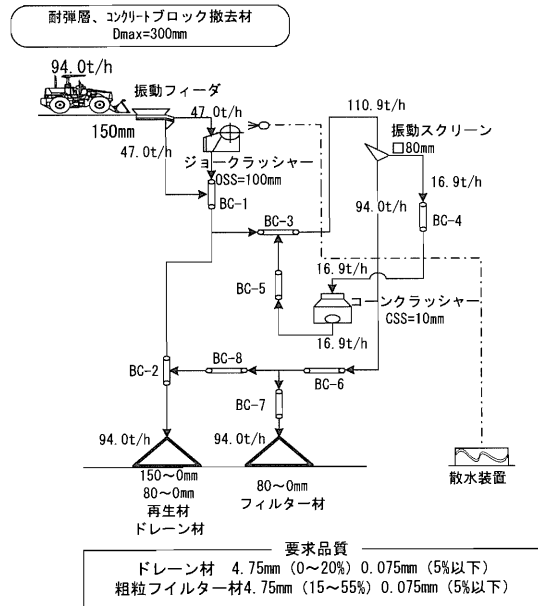
コンクリートブロック撤去においても、施工当時の記録に記載されていなかった法留が 4 段配置されていた。法留はすべて既設堤体を掘込んで設置されており、高さ 1.4~1.8 m、厚さ 1.2 m と巨大であった。

(c) 破碎プラント

破碎プラントは耐弾層および上流コンクリートブロックの撤去材からドレン材 (最大粒径 D_{max} 150 mm) および粗粒フィルタ材 (最大粒径 D_{max} 80 mm) を製造することを目的に現場内に設置した。また、モルタル分を多く含む破碎材は工事用道路や仮置き場基礎材として再生した。

図—6 に破碎プラント内部の製造フローを示す。

破碎プラントは運転に先立ち、実際の材料を用



図—6 破碎プラント製造フロー

い破碎試験を実施した。その結果ジョークラッシャー出口間隔 (OSS) を 100 mm に、コンクラッシャー出口間隔 (CSS) を 10 mm に決定し、ドレン材および粗粒フィルタ材が要求品質を満たすことを確認した。また、プラント内のクラッシャー、フィーダ、スクリーン等は遮音材を用いた建屋で囲み騒音低下を図った。

(3) 自然環境への配慮

山口貯水池は豊かな自然に囲まれた場所であり、工事にあたって周辺の生物環境などの調査を行った。その結果、オオタカなど多くの貴重な動植物が確認されている。本工事では、自然環境に特に配慮をし、工事を進めている。

(a) 仮締切りによる水面確保

平成 9 年 6 月の準備工事出件時は、貯水池下流側の二重締切りにて水面を確保する予定だったが、自然環境保護団体との協議を重ねた結果、貯水池に生息する動植物の活動を極力損ねないように、貯水池上流部にも仮締切りをし、水面を確保することとなった。図—7、図—8 に仮締切りによる当初計画および実施した水面確保を示す。当初計画による水面積は約 12 万 m² だったのに対し、実施した水面確保面積は約 25 万 m² と約 2 倍になった。

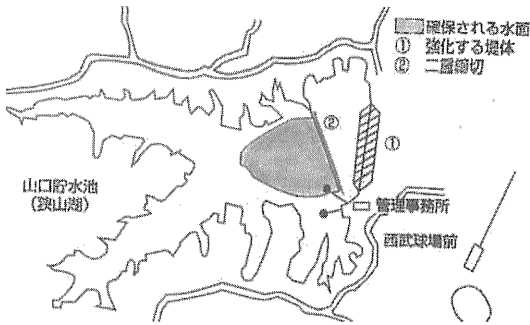


図-7 当初計画の水面確保

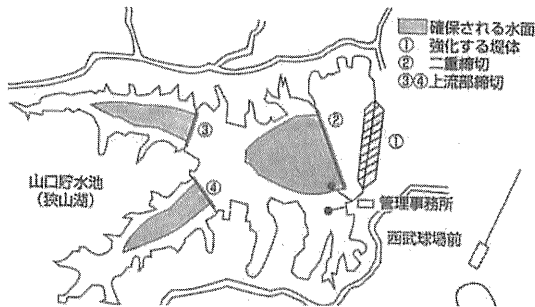


図-8 実施した水面確保

(b) オオタカ保全対策

山口貯水池周辺の森林には「絶滅のおそれのある野生動植物の保存に関する法律」で国内希少野生動植物種に指定されているオオタカが多数生息している。このため準備工事においては、東京都鳥獣保護員を招き、オオタカ保護に関する指導を受けた。その結果、オオタカが最も警戒心の強い造巢期～抱卵期に施工が予定されていた上流部締切りは、鳥獣保護員のアドバイスを受け、オオタカの習性（昼行性で採餌中に視界に人間が入ることを嫌う）を考慮し、夜間施工となった。また、密猟者からオオタカの雛を守るために、平成10年6月1日～30日の期間、24時間体制で監視を実施した。

本工事では、週1回定点から東京都鳥獣保護員によるオオタカモニタリング調査を実施し、オオタカの生態に何らかの変化が見られた場合には、工事方法及び工事工程の調整等を行っている。

また、オオタカモニタリング調査によって得られた情報から、オオタカが不快と感じる音や行動を防止するため、現場内に6項目の禁止事項を記した看板を設置し、全作業員に周知徹底を図って

いる。写真-4にオオタカ6箇条看板を示す。

オオタカの不快音である、

- ① 重機（バックホウ、ブルドーザ）金属接触音、
- ② 鉄板走路の金属接触音、

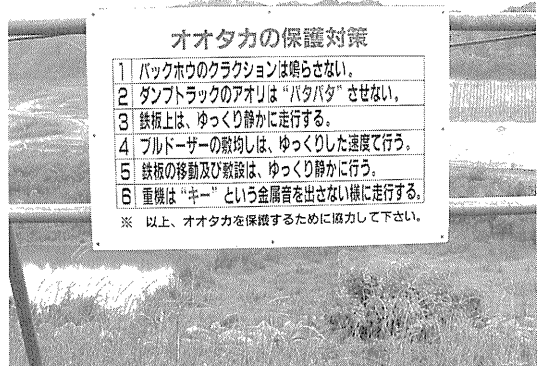


写真-4 オオタカ6箇条看板



写真-5 ゴム製緩衝材による重機接触音防止

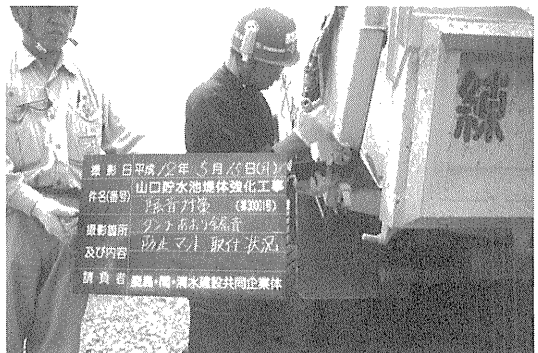


写真-6 テールゲート接触音防止

表—2 山口貯水池周辺に生息する動植物

項目	確認された代表的な種・群落
植物相	ミズニラ・カンアオイ・ミゾコウジュ・コップヌマハリの4種
植物群落	狭山丘陵のハンノキ林・狭山丘陵の二次林の2群落
哺乳類	ニホンリス・ムササビ・カヤネズミ・キツネの4種
鳥類	カンムリカイツブリ・カワウ・チョウサギ・トモエガモ・ヨシガモ・ミサゴ・ハチクマ・オオタカ・ツミ・ハイタカ・ノスリ・サンバ・チョウゲンボウ・タグリ・コアジサシ・フクロウ・アカショウビン・カワセミ・コシアカツバメ・クロツグミ・ヤブサメ・キビタキ・オオルリ・サンコウチョウ・エナガ・ヤマガラ・ベニマシコの27種
両生類・爬虫類	トウキョウサンショウウオ・イモリの2種
陸上昆虫類	トウヨウモンカゲロウ・ムカシヤンマ・サラヤンマ・ヒメアカネ・アオマツムシ・ショウリョウバッタモドキ・ヤマトフキバッタ・キスジハネビロウンカ・オオアメンボ・ナカボシカメムシ・ハルゼミ・ラクダムシ・ヒメカマキリモドキ・ゲンジボタル・コガタシマトビケラ・ジャコウアゲハ・アオスジアゲハ・ツマグロキチョウ・ウラナミアカシ・ジミ・ミスジチョウ・オオムラサキ・ジャノメチョウ・マツムシの22種
底生動物類	ナミウズムシ・ヌカエビ・トゲエラカゲロウ・ヘビトンボ・センブリ属の1種・コバントビケラの6種
魚類	スナヤツメ・ヤリタナゴ・ホトケドジョウ・メダカの4種

③ ダンプトラックテールゲート接触音、の低減を図るため、接触部分にゴム製の緩衝材を入れる対策を実施した（写真—5、写真—6参照）。

（c）その他の環境保全対策

準備工事および本工事にて、周辺地域に生息する動植物を把握するためモニタリング調査を実施し、その結果をもとに種々の対策を講じた。

表—2に山口貯水池周辺に生息する動植物について示す。また、実施した対策は、以下のとおりである。

- ① マツムシ移植
- ② ゲンジボタル移植調査
- ③ トウキョウサンショウウオ移植調査
- ④ ショウリョウバッタモドキ移植

⑤ ミゾコウジュ移植

⑥ 魚類確保、放流

4. おわりに

山口貯水池堤体強化工事は平成14年11月の竣工に向け、現在上下流の補強盛土工、上流のコンクリートブロックによる法面保護工を行っている。堤体の右岸側には見学広場を設けて、工事の様子が見学できるよう一般開放している。また、見学広場には、耐弾層撤去時に出現した旧高欄や、周辺に住む動植物の写真等が展示されている。是非ご覧いただきたい。

今後も、自然環境との共存を図った工事を進めるべく、環境保全および工事施工に鋭利取組む所存である。

J C M A

【筆者紹介】

高田 武（たかだ たけし）
東京都水道局
西部建設事務所工事第二課
課長



田原 功（たはら いさお）
東京都水道局
西部建設事務所工事第二課
工事連絡調整担当係長



濱 建樹（はま たてき）
鹿島・間・清水建設共同企業体
山口貯水池工事事務所
所長

