

## 羽鳥ダム、西郷ダムおよび大柿ダムにおける災害復旧

## Disaster Restoration of Hatori Dam, Nishigou Dam and Oogaki Dam

利根基文\* 中山睦人\*\* 吉田貴司\*\*  
(TONE Motofumi) (NAKAYAMA Mutsuhito) (YOSHIDA Takashi)

## I. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、国内観測史上最大の地震であった。この地震は、太平洋プレートと北アメリカプレートの境界で起こった海溝型地震であり、震源域が岩手県沖から茨城県沖までのおよそ南北500km、東西200kmという広大なもので、これまで想定されていた地震の規模を大きく上回る超巨大地震であった。この地震により被災があった東北農政局管内の国営造成農業用ダムとして、羽鳥ダム、西郷ダム、大柿ダムがあげられる。これらのダムの主な被災は、堤体天端のダム軸方向のクラックであったが、限定的な被災にとどまっていたため、ダム機能を大きく損なうものではなかった。これら3ダムの被災状況、復旧設計および復旧状況について、ここに紹介する。

## II. 羽鳥ダム

## 1. ダム概要

羽鳥ダムは第二次世界大戦後間もない混乱の時期に築造された堤高37.1mの中心遮水ゾーン型アースダムであり、施工において米国軍払い下げのブルドーザ、パワーショベル、転圧機などを使用して堤体の盛土を行った。盛土に使用した用土は含水比が高く、現場試験を毎日実施し、盛土材の改良を行いながら施工を行った。満水面積と総貯水容量は、わが国のアースダムとしては最大級である。また、堤体積が比較的小さいことから、ダム効率の良いダムとして知られている。ダム諸元を表-1に示す。

表-1 羽鳥ダム諸元表

ダム諸元		貯水池諸元	
堤高	37.1 m	集水面積	42.7 km <sup>2</sup>
堤頂長	169.5 m	湛水面積	2,018,970 m <sup>2</sup>
堤体積	318 千 m <sup>3</sup>	総貯水容量	27,321 千 m <sup>3</sup>
ダム天端高	EL.690.3 m	有効貯水容量	25,951 千 m <sup>3</sup>
洪水吐形式	側溝式自由越流式	設計洪水位	W.L.687.39 m
設計洪水量	340 m <sup>3</sup> /s	常時満水位	W.L.686.00 m

\*東北農政局

\*\*NTC コンサルタンツ(株)

羽鳥ダムからの農業用水は、阿賀野川水系鶴沼川から取水トンネルにより分水嶺を貫き、阿武隈川水系隈戸川に放流され、流出先の県の異なる2つの水系にまたがり流域変更されていることも大きな特徴である。

## 2. 被災調査

(1) 一次調査結果 目視により確認した被災状況は、①天端アスファルトの開口クラック、②上流パラベット目地の開き、③堤体下流法面の開口クラックであった。そのほか、洪水吐水路、貯水池法面、取水放流設備などについては被災していない。

(2) 二次調査結果 一次調査結果を踏まえ、詳細調査として、①堤体横断測量(全11測線)、②天端舗装剥ぎ取り調査(108カ所)、③テストピット調査(天端1カ所)、④テストトレンチ調査(天端～下流法面3カ所)、⑤堤体下流法面クラック剥ぎ取り調査(下流法面4カ所)、⑥現場密度試験・透水試験、⑦室内土質試験を実施した。

## 3. 復旧計画

復旧工は、ダム天端部開口クラックおよび堤体下流法面の開口クラック下流部までの3.3mを撤去して再盛土するとともに、堤体天端上流部のパラベット構造を撤去し、地震動に対する安定性の向上を図ることとした。なお、パラベット撤去により不足する堤頂幅確保のため下流腹付け盛土を計画した。図-1に羽鳥ダム復旧計画図を示す。

## 4. 工事期間中の貯水位の運用

本体復旧工事(堤頂復旧、下流腹付け盛土、上流護岸ブロック施工)期間中(平成23年10月10日～12

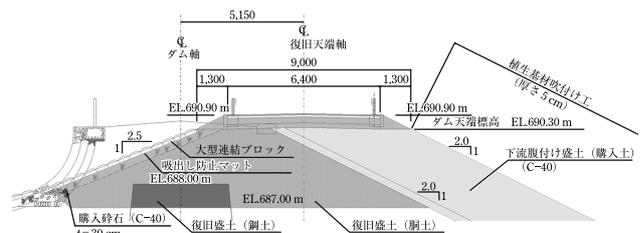


図-1 羽鳥ダム復旧計画図

モテノミド フィルダム、地震、被災調査、復旧設計、復旧施工、試験湛水

月24日)は、灌漑用水確保を目的とした貯水は行わず、L.W.L.(EL.664.0m)での貯水位管理を行った。なお、上記期間中において、迎洪水に伴い貯水位が上昇した場合は、次の迎洪水のためのダム空き容量確保を目的とした放流を隈戸川に行うこととした。

5. 本体復旧工事

(1) 盛立材料の変更 当初は堤体掘削材を主に流用し、不足分については購入材を使用する計画であった。しかし、施工時期が秋季となり堤体掘削材の含水比調整期間が取れなくなったため、復旧盛立材は購入材が主となった。

(2) 盛立施工管理試験結果 各ゾーン(流用土盛土、購入土盛土、腹付け盛土)の盛立施工管理試験結果は、所定の基準(透水係数、乾燥密度等)を満足しており、問題ないと判断した。

6. 試験湛水結果

復旧工完了後の試験湛水において、常時満水位(F.W.L.686.0m)は平成26年3月31日に到達し、4月16日までの16日間保持した。

(1) 浸透量 浸透量観測施設1号、2号、3号の挙動状況は、「地震前」と「復旧後」で同様な挙動状況であることから、異常な浸透水はないと評価した。

(2) 浸潤線観測孔 浸潤線観測孔の挙動状況は、「地震前」と「復旧後」で同様な挙動状況であり、満水位保持期間においても特異な変動は確認されていないことから、堤体内の浸透状況は問題ないものと評価した。

(3) 表面変位 「復旧後」の表面変位計の挙動状況は、復旧区間の天端付近の変位や沈下が認められているが、目安値として定めた水平変位量(盛土高×0.1%)および鉛直変位量(盛土高×0.3%)に比較して小さな変位であることから、堤体の挙動は安定しているものと評価した。

III. 西郷ダム

1. ダム概要

西郷ダムは、白河市の西北西約6.5km、福島県西白河郡西郷村に位置し、一級河川阿武隈川の支流鳥首川を締切り建設された堤高32.5mの中心遮水ゾーン型アースダムであり、阿武隈川上流土地改良区により管理されている。受益地域はJR東北本線白河駅を中心とする阿武隈川上流沿岸、白河市ほか4町村にまたがる細長い耕地2,429haである。

西郷ダムの建設工事は昭和17年度から県営事業にて進められたが、終戦後の昭和22年には実質的に工事中止の状況となり、その後、同年10月に国営事業として引き継がれ、昭和30年に湛水試験を行い、同年5月に全工事完成を迎えた。ダム諸元を表-2に示す。

2. 被災調査

(1) 一次調査結果 目視により確認した被災状況は、①天端のクラック、②天端波返し段差・開き、③上流法面の段差・不陸および法止めコンクリートのクラック・変形、④洪水吐導流壁部のクラック、⑤洪水吐トンネル部のクラック、⑥取水トンネル部のクラック、⑦右岸法面保護工部の崩落、⑧右岸緑地帯部のクラックであった。

(2) 二次調査結果 一次調査結果を踏まえ、詳細調査を実施した。①横断測量、②テストピット調査(天端2カ所)、③テストトレンチ調査(堤体上流法面3カ所)、④現場密度試験・現場透水試験、⑤室内土質試験を実施した。

3. 復旧計画

復旧工は、被災状況に応じて表-3および図-2の通り計画した。

4. 工事期間中の貯水位の運用

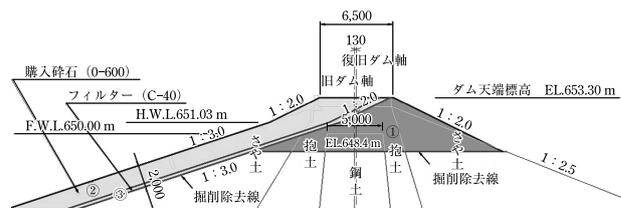
工事は、平成24年6~11月に実施されたため、洪

表-2 西郷ダム諸元表

ダム諸元		貯水池諸元	
堤高	32.5 m	集水面積	11.5 km <sup>2</sup>
堤頂長	220.0 m	湛水面積	330,000 m <sup>2</sup>
堤体積	360 千 m <sup>3</sup>	総貯水容量	3,299 千 m <sup>3</sup>
ダム天端高	EL.653.3 m	有効貯水容量	3,064 千 m <sup>3</sup>
洪水吐形式	側溝式自由越流式	設計洪水水位	W.L.651.03 m
設計洪水量	98 m <sup>3</sup> /s	常時満水位	W.L.650.00 m

表-3 西郷ダム復旧計画概要表

被災状況	復旧計画概要
<b>【堤体】</b> ・天端のクラック ・天端波返し段差・開き ・上流法面の段差・不陸および法止めコンクリートのクラック・変形	・堤体上流部のバラベット構造を撤去 ・天端クラック深度+コーン貫入不可深度までを掘削除去し、再盛土 ・上流斜面は、法面保護層を全面撤去し、購入砕石による盛土
<b>【附帯構造物】</b> ・洪水吐導流壁部のクラック ・洪水吐トンネル部のクラック ・取水トンネル部のクラック ・右岸法面保護工部の崩落 ・右岸緑地帯部のクラック	・クラック箇所は、充填工法等により補修 ・右岸法面保護工の崩落箇所は、崩土を撤去後、フリーフレームにより復旧 ・右岸緑地帯部のクラック箇所は、クラック深度以下までを掘削後、再盛土



- ①堤頂の再盛土材：掘削材を再利用する。なお、不足の場合は購入土
- ②堤体上流法面：購入砕石(0-600)
- ③フィルター：購入材(C-40)

図-2 西郷ダム復旧計画図

水期間中（6/11～10/10）の工事となる。このため、不測の洪水による水位上昇が生じる可能性があることから、工事期間中はダムの貯留は行わずに、洪水時の安全確保および堤体の安全性の確保に配慮した。なお、1/20年確率対象洪水量においても、最大の水位上昇はEL.628.780mであり、上流仮締切り堤天端標高（EL.631.0m）を越流しないことを確認した。

5. 本体復旧工事

(1) 復旧工 堤体天端はEL.649.1mを撤去下端面として掘削撤去し、鋼土、抱土、さや土ごとに再盛立を行った。法面保護層は全面で大きな被災を受けているため、法面保護層をすべて撤去し、法面保護層と堤体（さや土）との一体性を確保するために堤体（さや土）を段切りして、新たに法面保護層を盛立てた。堤頂上流法肩部の波返しは、大きく変形していること、重いコンクリート構造物が天端部にあると地震の影響を受けやすいことから撤去した。このため、法面保護層の復旧は、堤体の保護および湖面波浪による侵食防止を考慮し、碎石（0-600）で復旧した。また、碎石と堤体との間にはフィルター則を満足させるためフィルター材（C-40）を設置した。

(2) 盛立施工管理試験結果 各ゾーン（鋼土、抱土、さや土、フィルター [C-40]、購入碎石 [0-600]、混合碎石 [0-600+玉石破碎材]）の盛立施工管理試験結果は、所定の基準（透水係数、乾燥密度等）を満足しており、問題ないと判断した。

6. 試験湛水結果

復旧工事完了後は、平成25年2月1日～9月12日の期間において、試験湛水を実施したが、最高水位W.L.647.54mであり、貯水位が復旧盛土下面標高EL.649.12mに到達しなかった。よって、平成25年11月30日～26年9月19日の期間において再度試験湛水を実施し、最高水位のF.W.L.650.0mに到達した。

(1) 浸透量 浸透量は、ダム建設時に基礎からの湧水処理として設置されたヒューム管を、堤体下流内水位低下を目的として残存させ、右岸底樋トンネル内へ接続のうえ三角堰にて浸透量を計測している。浸透量については、急激な変化は認められず復旧前後における挙動も同様な傾向であった。

(2) 浸潤線観測孔 浸潤線観測孔の挙動状況は、降雨時に変動が確認される観測孔もあるものの、おおむね地震前と同程度の水位を確認した。

(3) 表面変位 2度の試験湛水において、一定方向に変位が進行するような傾向は認められなかった。

IV. 大柿ダム

1. ダム概要

大柿ダムは、請戸川農業水利事業（昭和49～63年）の基幹水源施設として、請戸川中流に建設された堤高84.5mの中心遮水ゾーン型ロックフィルダムである。堤体の左岸側は、ダム軸にはほぼ直交する薄い尾根に取り付き、薄い尾根のさらに左岸側は貯水池となる。この地形的特徴より、本来堤体の基礎である左岸地山についても、堤体のように基盤深部からの地震波によって応答振動することも考えられ、この場合、堤体には複雑な地震動が作用することが危惧された。そのため、設計段階から地山を含めた堤体の地震応答に関するさまざまな検討が行われた。ダム諸元を表-4に示す。

なお、東日本大震災により、本ダム受益地内の農地と農業用施設は壊滅的な被害を受けた。それに加え、放射性物質飛散により本地区は警戒区域に指定され、ほぼ全域にわたって立ち入りが制限された。

2. 被災調査

(1) 一次調査結果 目視により確認した主な被災状況は、①堤体天端アスファルト舗装面における開口亀裂等、②上下流地覆コンクリートの継目の開き、地覆～アスファルトの開き、③アルミ高欄・地覆の歪み、④上流斜面上の層別沈下計管頭部の突出、⑤監査廊内の冠水であった。

(2) 二次調査結果 一次調査結果を踏まえ、詳細調査を実施した。①天端アスファルト剥ぎ取り調査、②テストピット調査（天端6カ所）、③テストトレンチ調査（天端～堤体上流法面1カ所）、④現場密度試験・現場透水試験、⑤室内土質試験を実施した。

3. 復旧計画

復旧工はダム天端クラック深度を考慮しEL.167.2mまでを掘削撤去し、再盛土を行う計画とした。

なお、コア材は再利用を優先的に使用したが廃棄材が発生したため、EL.172.3mまでを再利用コア材、それ以上を新規購入コア材とした。図-3に大柿ダム復旧計画図を示す。

4. 工事期間中の貯水位の運用

堤体復旧工の盛立期間が非洪水期間中に完了しないことから、洪水期における水位上昇を算出し、洪水期

表-4 大柿ダム諸元表

ダム諸元		貯水池諸元	
堤高	84.5 m	集水面積	110.2 km <sup>2</sup>
堤頂長	262.0 m	湛水面積	930,000 m <sup>2</sup>
堤体積	1,756 千 m <sup>3</sup>	総貯水容量	19,500 千 m <sup>3</sup>
ダム天端高	EL.173.5 m	有効貯水容量	17,300 千 m <sup>3</sup>
洪水吐形式	シュート式	設計洪水位	W.L.171.00 m
設計洪水量	1,680 m <sup>3</sup> /s	常時満水位	W.L.170.00 m

