

益田川ダムの設計と施工

中村 壽浩

Design and Construction of Masudagawa Dam

Toshihiro Nakamura

益田川治水ダム建設事業は、洪水調節を目的とした益田川ダムの建設と、既得取水の安定確保や河川環境の保全等を目的とした既設笠倉ダムの再開発からなる。このうち、治水専用ダムとして平成17年度に完成・供用を開始した益田川ダムは、ゲートレスの常用洪水吐きを河床に設置した全国的に珍しい構造である。今回、この益田川ダムの最大の特徴である、治水専用ダム化（貯水容量の再配分）に至った経緯と、河床への常用洪水吐きの設置に関する設計施工の概要及び関連事項について報告する。

キーワード：治水専用ダム・自然排砂

1. 計画の経緯

益田川ダムは、島根県西部の二級河川益田川中流の益田市久々茂町地先に建設した治水専用ダムで、堤高48.0m、堤頂長169.0m、総貯水容量6,750,000m³、有効貯水量6,500,000m³の重力式コンクリートダムである。



図-1 ダム位置図

益田川ダムは、昭和47年災害を契機に事業を進めていたが、過去最大の「昭和58年7月豪雨災害」により計画を見直したところ、洪水調節容量の増加が必要となつた。

しかし、ダム上流に位置する集落の水没回避等の理由から、現計画よりダム高を高くすることができず貯

水容量の確保が困難な状況となつたため、不特定容量をダム上流の支川波田川にある笠倉ダムの再開発で確保し、益田川ダムを治水専用ダムとして計画を見直した。計画の変遷を図-2に示す。

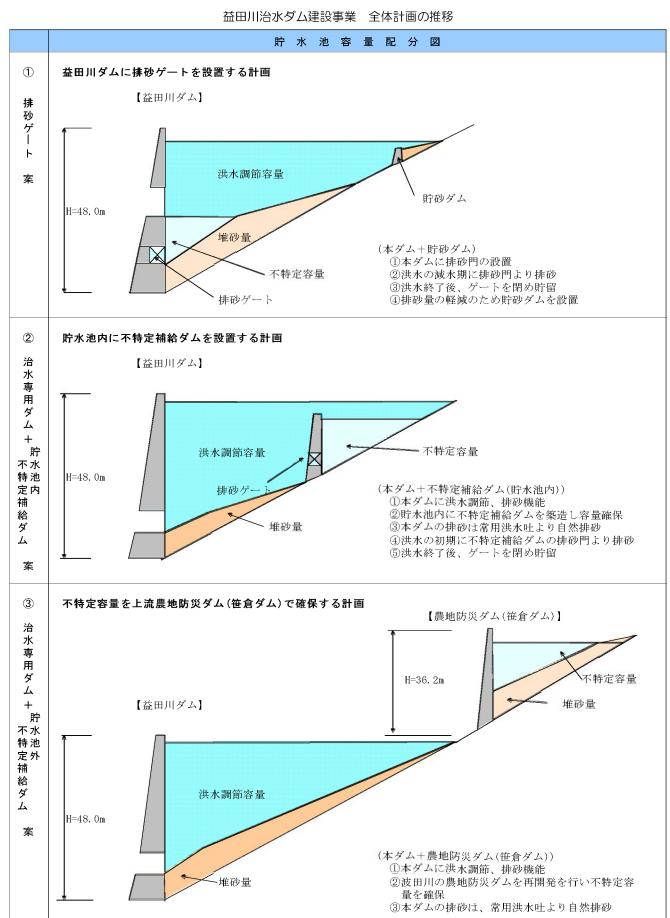


図-2 ダム計画の変遷

これにより益田川ダムは、排砂門（自然排砂）を兼用した常用洪水吐きを河床標高に2門設置し、洪水放流とともに排砂することで堆砂容量を減らし、洪水調節容量と堆砂容量を確保する計画とした。図-3に貯水池容量配分図及び表-1にダムの諸元を示す。

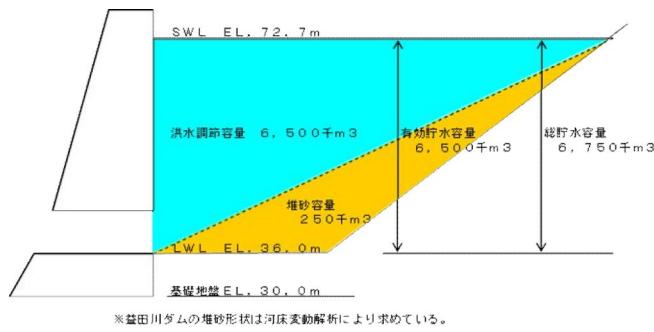


図-3 貯水池容量配分図

表-1 ダムの諸元

ダムの諸元		貯水池の諸元	
形 式	重力式コンクリートダム	集水面積	87.6km ²
堤 高	48.0m	総貯水容量	6,750,000m ³
堤 頂 長	169.0m	有効貯水容量	6,500,000m ³
堤 体 積	106,400m ³	洪水調節容量	6,500,000m ³
常 用 洪 水 吐	一面ベルマウス B4.45m×H3.4m×2門	不特定容量	—
非 用 洪 水 吐	自由越流頂 B11.5m×H3.3m×7門	堆砂容量	250,000m ³
		設計洪水流量	1,580m ³ /s
		計画高水流量	950m ³ /s

2. 常用洪水吐きの設計と施工

2.1 常用洪水吐きの設計

常用洪水吐は、洪水調節機能（950m³/sを570m³/sに調節）と排砂機能（170万m³/100年を自然排砂）を併せ持つ。よって洪水調節方式は、人為的ゲート操作を行わない自然調節方式を採用した。

常用洪水吐の平面配置は、放流水の減勢効果と流況の安定を図る目的で、減勢工中心線を基準にして、左右のブロックの中心位置に1門ずつとし、縦断的には、排砂機能及び魚道としての機能を兼ねることから、敷高を現況河床高付近EL36.0mとした。

また、形式は四面ベルマウス形式、一面ベルマウス

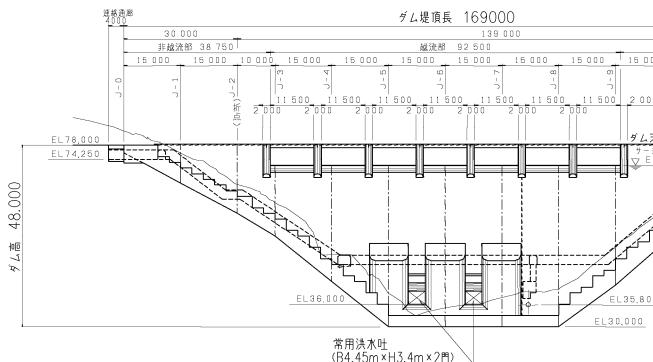


図-4 上流面図

形式及びナイフエッジ形式を比較し、開水路流からオリフィス流までの流況が最も安定し、構造がシンプルで施工性が良く、試験湛水ゲートが小さくできる一面ベルマウス形式を採用し、洪水調節機能を満足させる断面として幅4.45m×高さ3.40m×2条とした。

なお、放流特性は水理模型実験により検証した。

(図-4, 5)

2.2 排砂機能

益田川ダムは、ダムから隨時排砂するため、通常の100年堆砂を前提としたダムのように堆砂計画を一義的には定められない。したがって、貯水池堆砂シミュレーションにより貯水池使用計画の検討を行った。

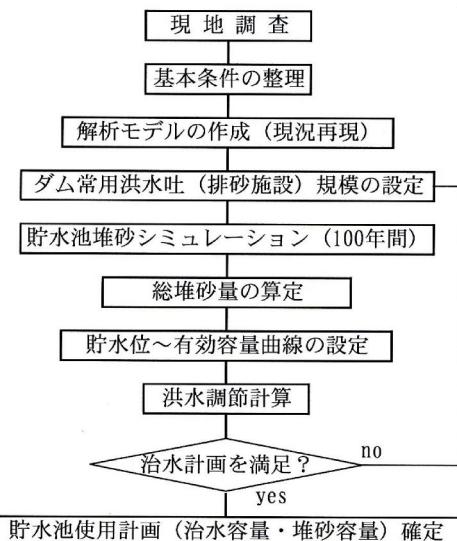


図-6 貯水池使用計画の検討フロー

(1) 基本条件

河床変動解析に用いる平均土砂粒径は、ダム上流での粒度試験結果をもとに益田川27mm、波田川22mmとした。

計画流入土砂量は、近傍ダムの実績比堆砂量と経験式による推定値の比較検討を行い、比堆砂量を260m³/km²/年として算出した結果、230万m³と想定され

た。このうち上流にある不特定用水を補給する笛倉ダムにおいて当該流域分の35万m³は貯留されることから、残りの195万m³を計

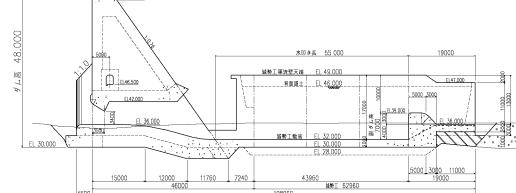


図-5 標準断面図

画流入土砂量と設定した。

堆砂計画の対象期間である 100 年間の流況については、昭和 54 年～63 年の 10 カ年の流況を対象に、代表粒径土砂が概ね移動し始める流量以上の 26 洪水を抽出し、これを 10 回繰り返すこと（10 年間×10 回）で作成し、これを解析モデルの洪水波形とした。

解析モデルは、ダム上流を本川と波田川に分け、50～100m ピッチの現況横断面による直線河道とした。

(2) 解析結果

以上の条件と解析モデルによる 100 年間のシミュレーションを実施した結果、計画流入土砂量 195 万 m³ のうち約 171 万 m³ がダムから排砂され、貯水池には 24 万 m³ が堆砂する結果となった。

さらに、現象面で危険な状況として、最大堆砂 24 万 m³ の発生直後に計画洪水が流入したと想定しシミュレーションを実施した。

この結果、洪水中に最大約 1 万 m³ の堆砂が発生したことから、この増分も含め 25 万 m³ を計画堆砂量とし、このときの堆砂形状の貯水位ー有効容量曲線で洪水調節計算を行い、洪水調節容量 650 万 m³ を確定した。（図-8）

これにより、堆砂容量は 100 年間の流入土砂量の 13% に減少し、ダム高を低く抑えることが可能となった。

2.3 ライニング施設の設計

常用洪水吐は、高压放流管（最大水深約 40m、流速約 20m/s）であるのでキャビテーションによる損傷防止対策が必要なこと、及び排砂機能を有するダムであるので流砂や流木による摩耗対策が必要なこと等から、鋼板や高強度コンクリートによるライニングを施工することとした。

益田川ダムの上流に農地防災ダムが 3 ダムあり、河床付近に洪水吐（排砂設備）を有しているので、排砂の現状を調査するとともに水理模型実験結果を参考にしてライニングの範囲をダム上流面、常用洪水吐及び減勢工（減勢池、副ダム、副ダム下流）とした。（図-10）

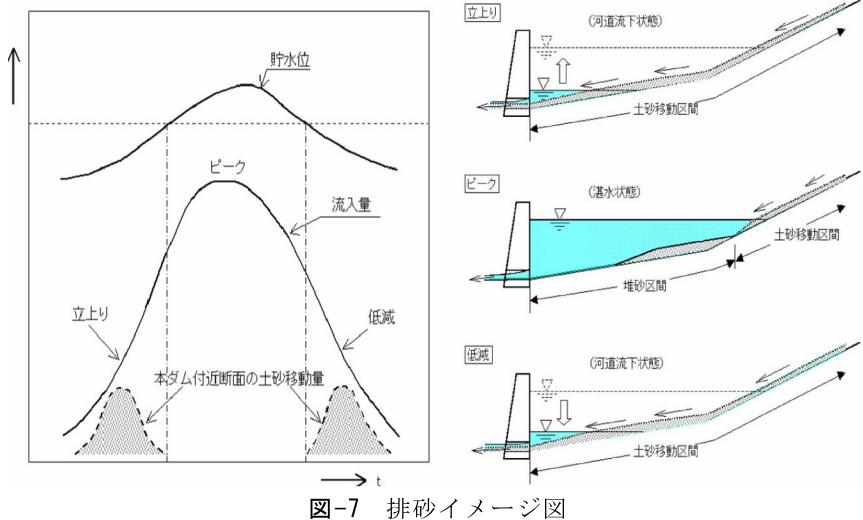


図-7 排砂イメージ図

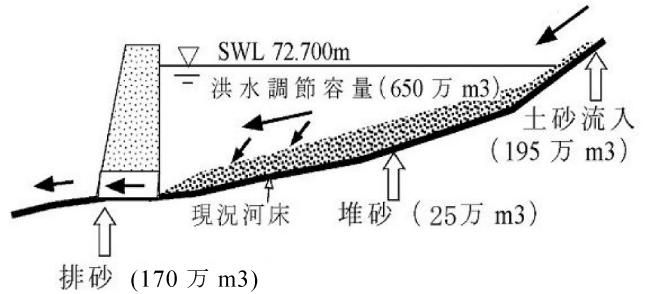


図-8 貯水池土砂収支

使用材料は、益田川ダムへの適用性を比較検討し、高強度コンクリートとステンレス鋼（SUS304）を採用し、厚さはそれぞれ次のように設定した。

・高強度コンクリート部

高強度コンクリートの圧縮強度は、図-10 に示すコンクリートの圧縮強度とスリヘリ係数との関係より、コンクリートの圧縮強度が 40～50N/mm² でスリヘリ抵抗の増加が小さくなることに着目し、目標配合強度を 50N/mm² とし、摩耗量は 0.5m に決定した。（図-9）

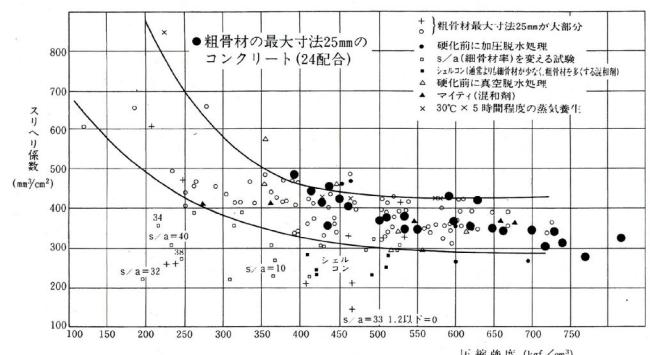


図-9 コンクリート強度とスリヘリ係数の関係

（6 時間経過）¹⁾

・ステンレス部

放流管部の材厚は、内圧で算出された材厚と摩耗しろを確保し 40mm とした。放流管部以外の部分（副ダムスリット部及び副ダム天端を含む）は、ライニング底面とコンクリートの隙間に充填するグラウチング注入圧を考慮して 19mm に決定した。

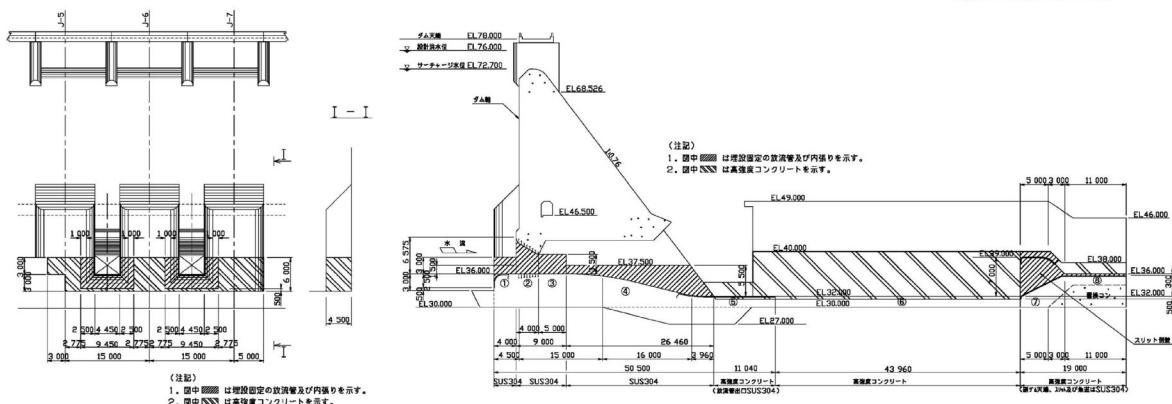
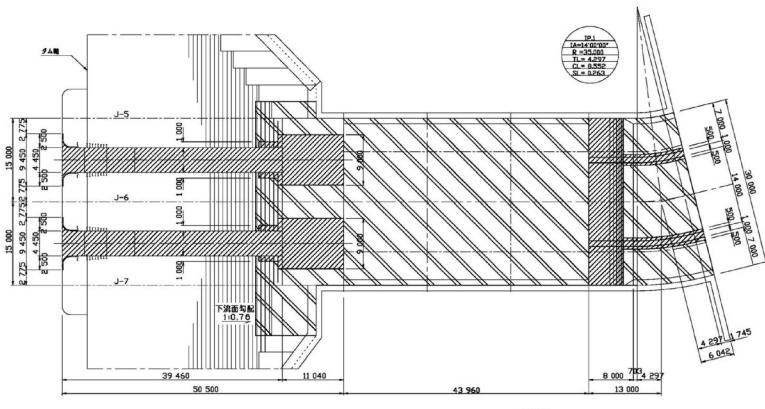


図-10 ライニング範囲

2.4 常用洪水吐の施工

常用洪水吐の施工は、ダム本体のコンクリート打設に合わせ、据付架台設置→管体組立→現場溶接→表面仕上げ→コンクリート打設→モルタル注入→セメントミルク注入の順に行った。（写真-1～4）

管体周辺部は高流动コンクリートで打設したが、ライニング底面と打設面とに生じた隙間は、あらかじめ設置したグラウト配管により、モルタル及びセメントミルクを規定圧で注入し閉塞した。



写真-1 ライニング据付状況



写真-2 コンクリート打設状況



写真-3 ライニング施工状況（常用洪水吐き）



写真-4 ライニング施工状況（減勢工）

3. 流木止め設備

益田川ダムは、平常時は水を貯めないダムであるので、通常の流木止設備（網場）を設けることができないことから、流木が常用洪水吐を閉塞させる可能性が考えられる。

閉塞は、貯水池に浮遊している流木等が常用洪水吐呑口に集まる洪水末期に最も可能性が高く、特に二山洪水が発生した場合は閉塞の危険性が高い。

よって、洪水調節機能と排砂機能を維持する目的で、常用洪水吐の機能を阻害するような流木を捕捉し、かつ、すみやかに流下できるような流木止設備を設けるものとした。（図-10）



写真-5 流木止め設備（ダム上流面）

・流木捕捉工

ダム貯水池で一般に使用される「網場」と渓流に用いられる「流木捕捉工」を比較し、経済性および維持管理等を総合的に勘案し流木捕捉工を採用することとし、コスト縮減も考慮して本体建設工事で設置した上流仮締切を改造して利用することとした。（写真-6）

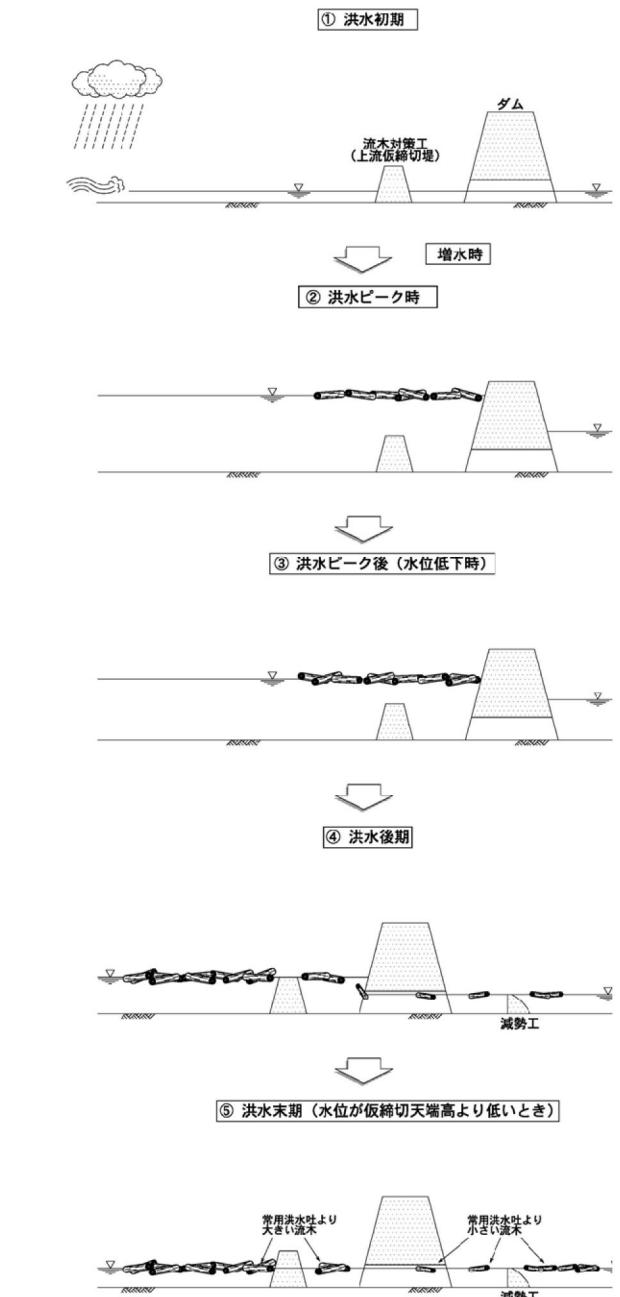


図-11 流木対策イメージ



写真-6 流木捕捉工

・常用洪水吐呑口部の流木対策

流木捕捉工は、洪水末期では常用洪水吐を閉塞するような流木を捕捉できない可能性があるため、これに対する閉塞防止設備を設置した。（写真-7）

なお、スクリーンのバーピッチは流域内の河道で確認された流木の平均径 30cm（平均長さ 10m）よりも小さい 20cm とした。



写真-7 流木止め設備（閉塞防止）

4. 現在の状況と今後の課題

益田川ダムは、常用洪水吐を河床に設置しており、洪水時には、その放流特性のみで自然調節を行い、流入土砂も洪水とともに流下させる構造である。

また、平常時は流水を貯水しないため、貯水池内植生が保持でき、また常用洪水吐を通して魚介類の遡上も可能であることから自然にやさしいダムといえる。

今後、洪水調節や排砂機能の検証、貯水池内植生などに関するモニタリングを継続して行い、当ダムの適切な管理はもとより、後発ダムへの活用を図っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 安藤兼治, 伊藤芳男, 深川 積 : 排砂路摩耗材料の実験的研究, No.250 電力土木, 1994.3



写真-8 ダム下流面



写真-9 ダム上流面

The goal of the Masuda river flood control dam construction project is to construct Masuda river dam for flood control and to redevelop Sasakura dam for stable water intake and conservation of riverine environment.

Masuda river dam, which was completed and in-service in FY2005, only for flood control, is rare in the country for equipped with steady drop inlet spillway at its bottom without gate.

In this paper, the background of adopting the dam only for flood control; reallocating the storage capacity, which is the main characteristic of Masuda river dam, is reported.

In addition, a brief overview of designing and constructing of the steady drop inlet spillway at the bottom is reported.

Key words: Flood-control dam, natural sand washout