

益田川ダムの設計と施工

Design and Construction of Masudagawa Dam

中村 壽浩*

1. はじめに

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笹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も珍しい構造である。

今回、益田川ダムの最大の特徴である、治水専用ダム化（貯水池容量の再配分）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等について報告する。

2. 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する治水専用ダムで、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った。

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ダム高に制約を受け、貯水容量の全量確保が困難な状況となったため、不特定容量をダム上流の支川波田川にある笹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。

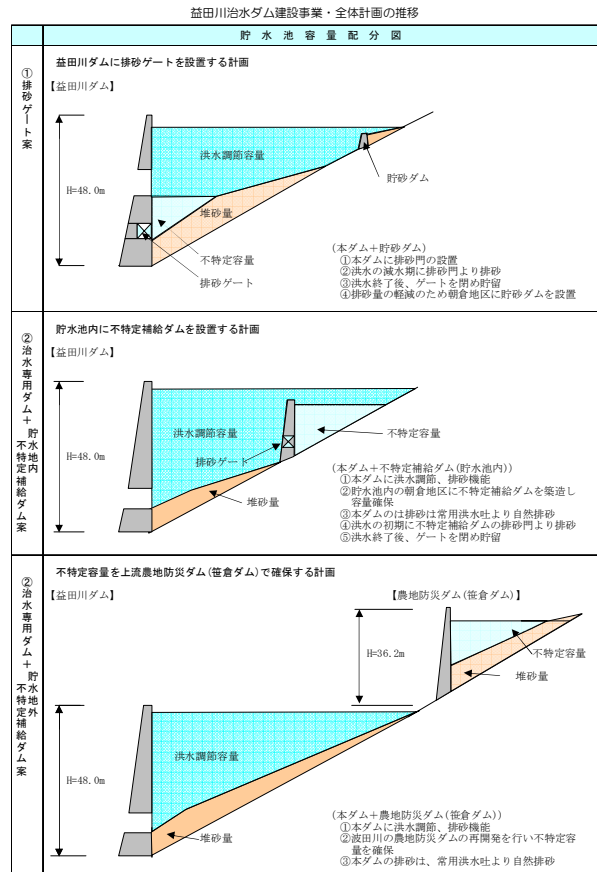


図-2 ダム計画の変遷

* 島根県土木部河川課 河川開発室 企画員

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。

3. 常用洪水吐きの設計と施工

(1) 常用洪水吐きの設計

常用洪水吐は、洪水調節機能（ $950\text{m}^3/\text{s}$ を $570\text{m}^3/\text{s}$ に調節）と排砂機能（ $170\text{万 m}^3/100$ 年を自然排砂）を有した構造である。

常用洪水吐の配置は、上流河道の線形、ダム軸付近の基礎掘削後の河床形状等からダム完成後のミオ筋を考慮した上で、河道の中央付近に配置することを基本とし、ゲートを有しない放流管（穴あき）として、減勢工中心線を基準に河床高と同じ $\text{EL}36.0\text{m}$ に 2 条配置した。

また、形式は四面ベルマウス形式、一面ベルマウス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 $4.45\text{m} \times$ 高さ $3.40\text{m} \times 2$ 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－3、4）

(2) 排砂機能

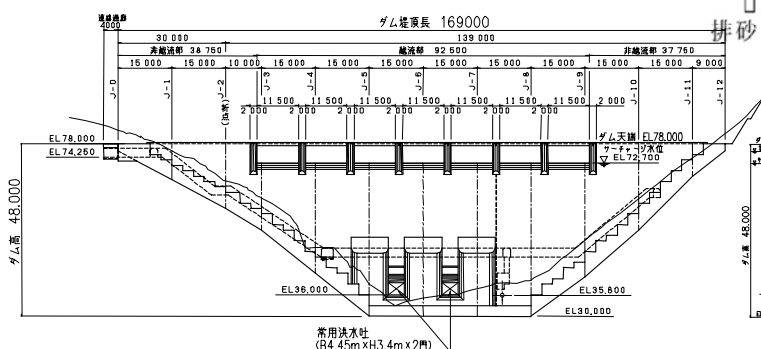
益田川ダムは、ダムから随時排砂するため、

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。

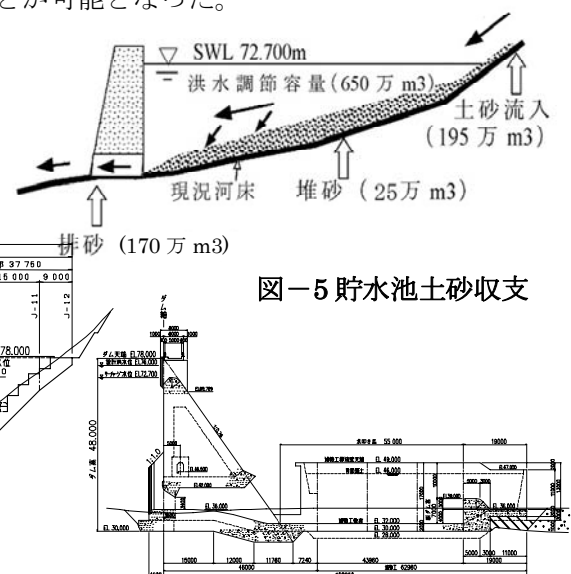
計画流入土砂量は 230万 m^3 と想定されたが、このうち上流にある不特定用水を補給する笹倉ダムにおいて当該流域分の 35万 m^3 は貯留されることから、残りの 195万 m^3 を計画流入土砂量と設定し、解析モデルによる 100 年間のシミュレーションを実施した結果、計画流入土砂量 195万 m^3 のうち約 171万 m^3 がダムから排砂され、貯水池には 24万 m^3 が堆砂する結果となった。

さらに、安全側の検討として、最大堆砂 24万 m^3 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結果、洪水中に最大約 1万 m^3 の堆砂が発生したことから、この増分も含め 25万 m^3 を計画堆砂量とし、このときの堆砂形状の貯水位－有効容量曲線で洪水調節計算を行い、洪水調節容量 650万 m^3 を確定した。（図－5）

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。



図－3 上流面図



図－4 標準断面図

図－5 貯水池土砂収支

(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-6）

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摩耗量は、コンクリートの圧縮強度とスリヘリ係数との関係からコンクリート圧縮強度を50N/mm²とし、0.5mに決定した。

・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。

(3) 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。

管体周辺部は高流動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。

4. 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

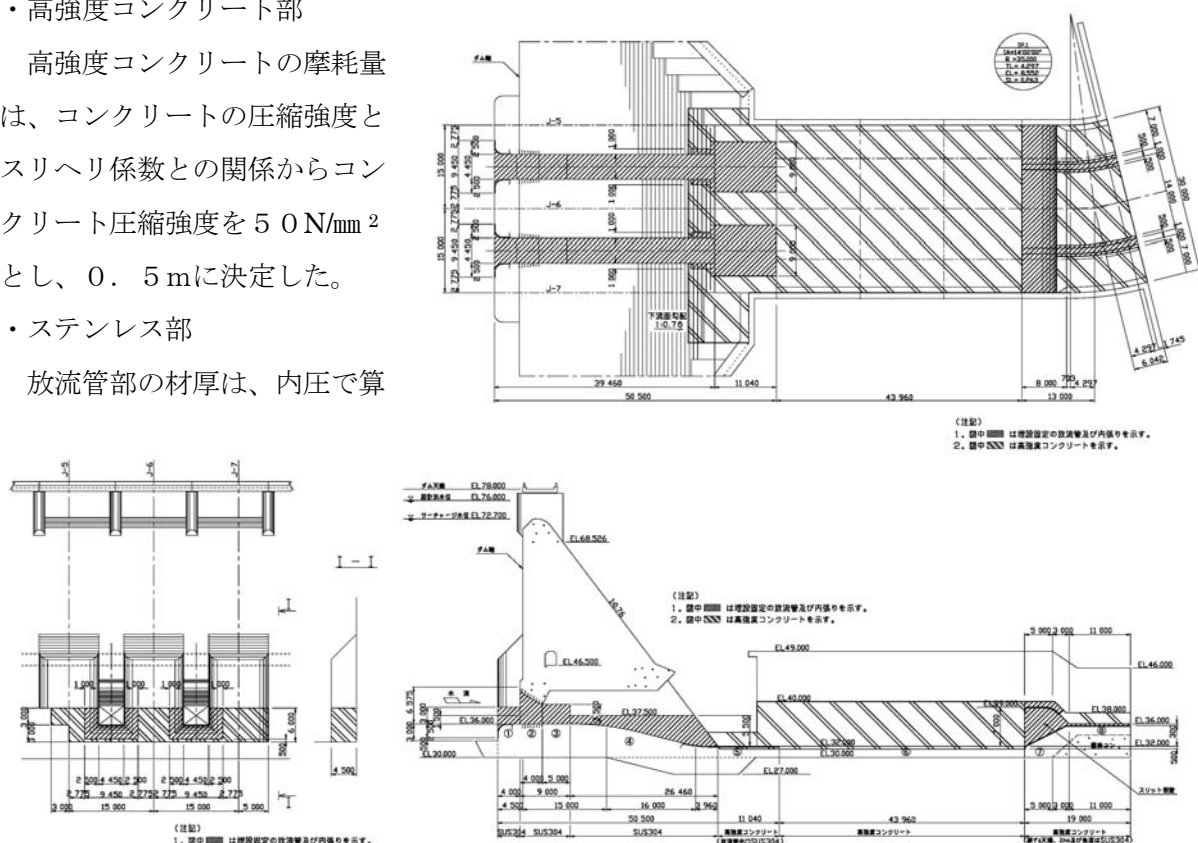


図-6 ライニング範囲

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-7)

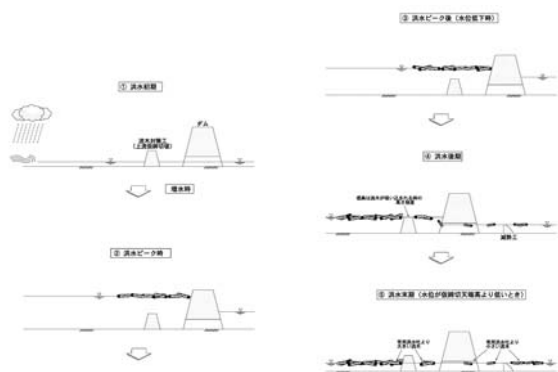


図-7 流木対策イメージ



写真-1 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」と溪流に用いられる「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て、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堤を改造して利用することとした。

・常用洪水吐呑口部の流木対策

洪水末期には流木捕捉工とダム本体の間に常用洪水吐より大きい流木が残留することが予想され、これに対する閉塞防止設備を設置した。

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。



写真-2 ダム下流面



写真-3 ダム上流面

益田川ダムの設計と施工

1. 事業概要
2. 計画の経緯
3. 常用洪水吐きの設計と施工
4. 流木止め設備
5. 現在の状況と今後の課題

島根県土木部河川課

益田川ダムの位置





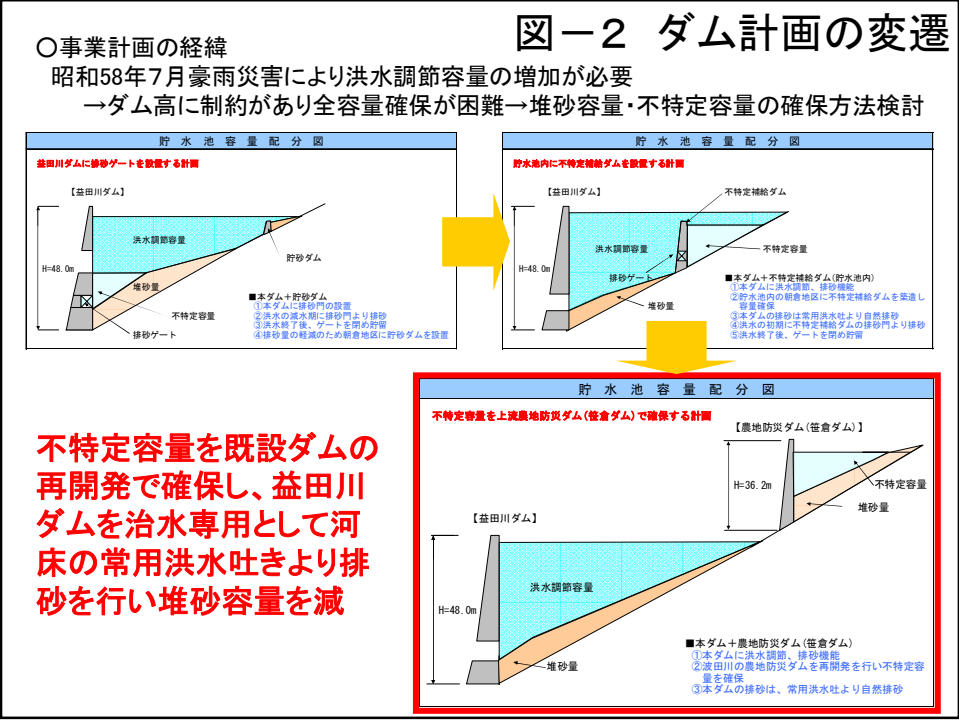
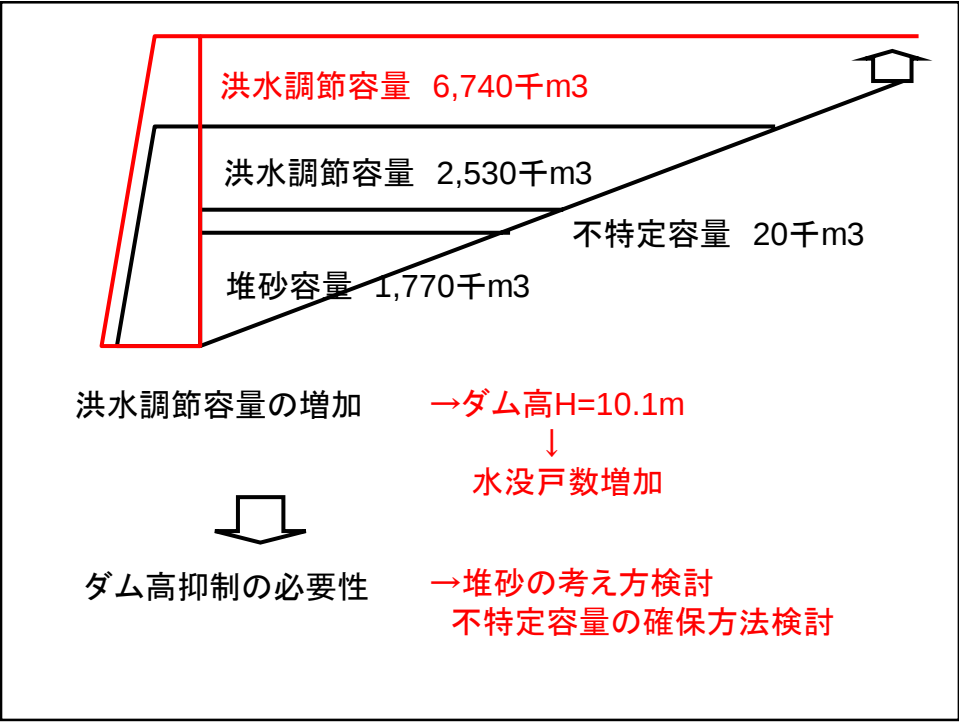
過去の災害

年 月	被害状況等
昭和18年9月 (台風26号)	●死者136名、負傷532名、浸水家屋3,607棟
昭和47年7月 (梅雨前線)	●24時間:274.2mm、日雨量:281mm、総雨量:657mmを記録。 ●被害総額:30億円 ●益田市／死者:1名、全半壊家屋:74棟、床上浸水:402棟
昭和58年7月 (梅雨前線)	●24時間:331.1mm、日雨量:326.8mm、総雨量:526mmを記録。 ●被害総額:658億円 ●益田市／死者:31名、全半壊家屋:1,665棟、流失家屋:59棟 ●美都町／死者:8名、全半壊家屋:83棟、流失家屋:8棟
昭和60年7月 (梅雨前線)	●24時間:258.5mm、日雨量:184.0mm、八板橋:529m³/sを記録。 ●被害総額:5億円 ●益田市／死者なし、全半壊家屋なし ●美都町／死者なし、全半壊家屋なし

出展:「益田川水系河川災害復旧事業工事誌:益田土木建築事務所」、「水害統計:建設省」等

○益田川のダム計画は昭和47年災害を契機に事業開始

○過去最大の昭和58年7月豪雨災害により計画見直し





写真－2 ダム下流面

写真－3 ダム上流面

常用洪水吐きの設計

○常用洪水吐きの機能

洪水調節機能・・・950m³/s→570m³/sに調節

排砂機能・・・170万m³/100年を自然排砂

○形式

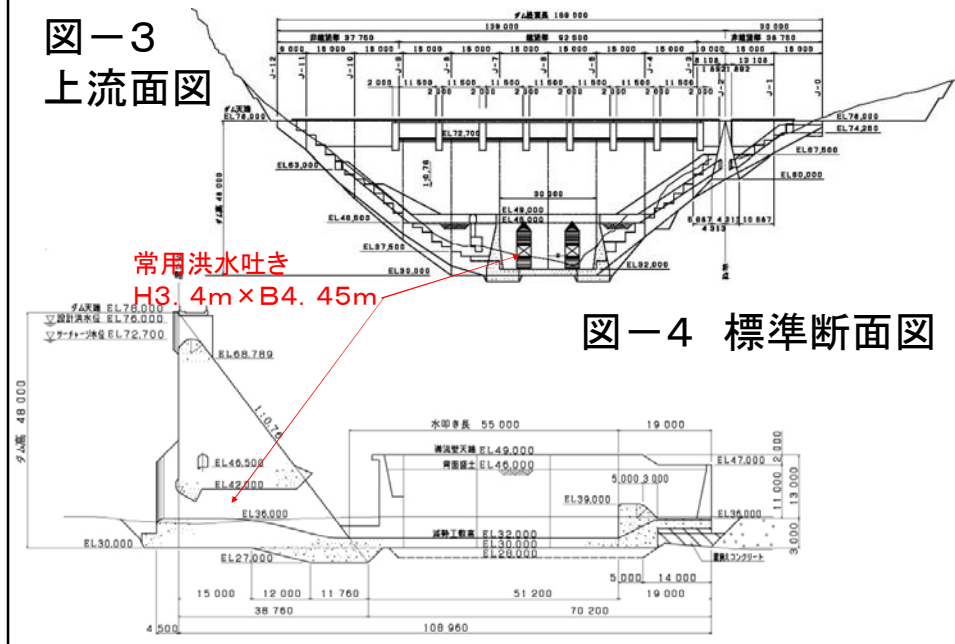
一面ベルマウス形式

○配置・規模

河道中央付近の河床部に幅4.45m × 高さ3.40mを
2条設置

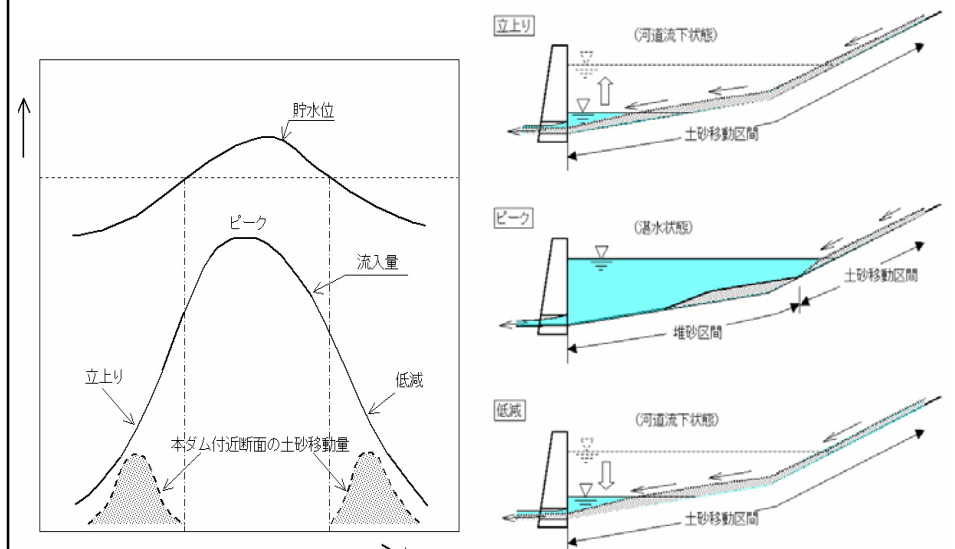
益田川ダム構造図

図-3
上流面図



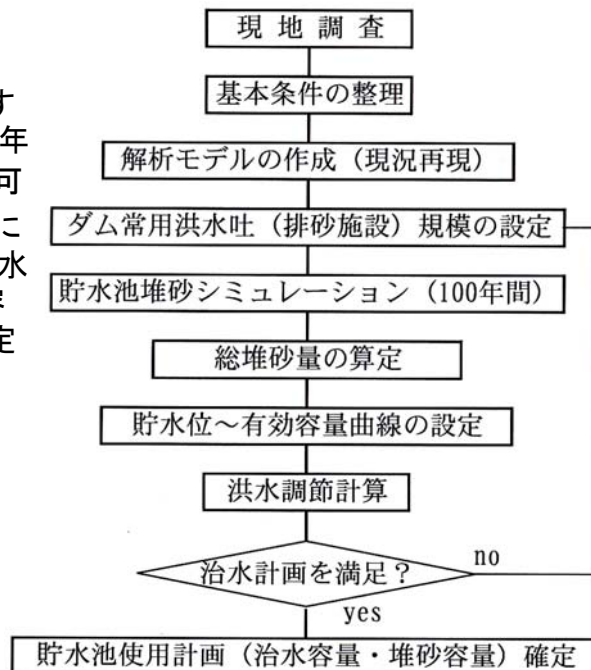
排砂イメージ

○洪水時に流入する土砂は、洪水の初期及び末期の掃流力により、常用洪水吐きから下流河道へ自然排砂させる計画

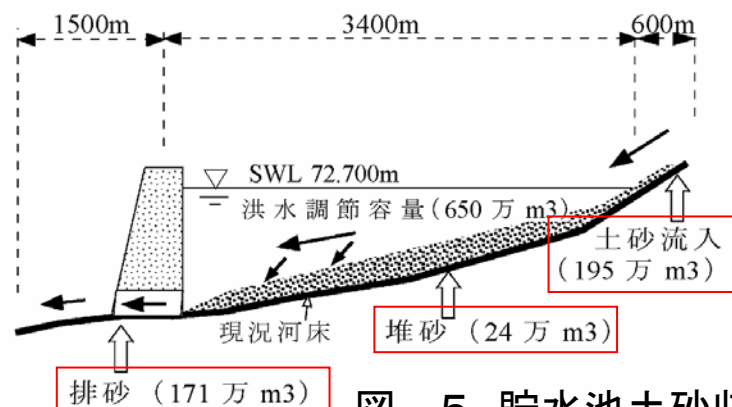


排砂計画

- ダムから随時排砂するため、通常の100年堆砂の計画では不可
- そこで、右記フローにより検討を行い、貯水池使用計画(治水容量・堆砂容量)を確定



貯水池堆砂シミュレーション

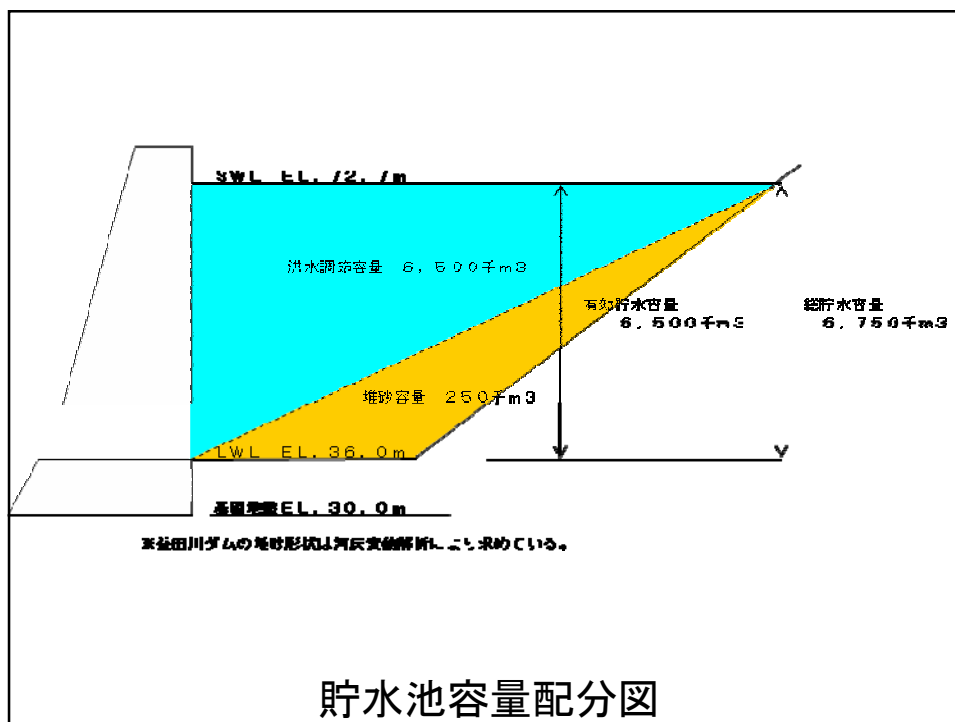


図ー5 貯水池土砂収支

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、最大1万m³の堆砂が発生。

この増分を含め**堆砂容量を25万m³**とした。

この堆砂形状の貯水池～容量曲線で洪水調節計算を行い、治水計画を満足する洪水調節容量を確定し貯水池使用計画を決定。



排砂実験

○水理模型実験による最適形状の決定

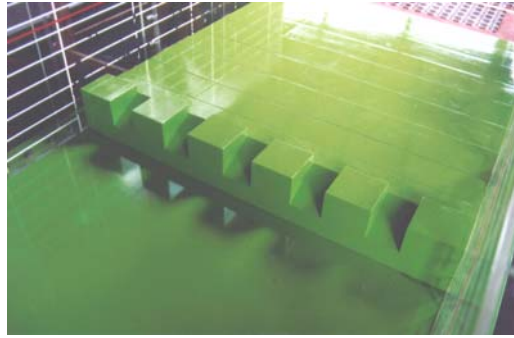
1/40 模型実験



模型実験のポイント

- 常用洪水吐きの放流特性は、設置位置が河床レベルのため、減勢工の水位に影響を受け単独で検証できない
- 減勢工には「流水の減勢機能」と「常用洪水吐きより流入してきた土砂を減勢工から下流に排砂させる機能」という相反する機能がある

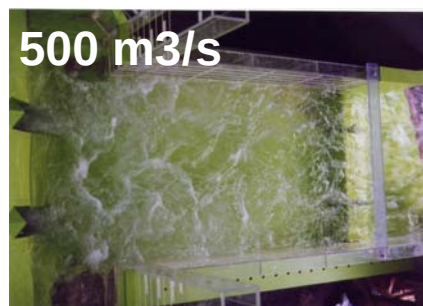
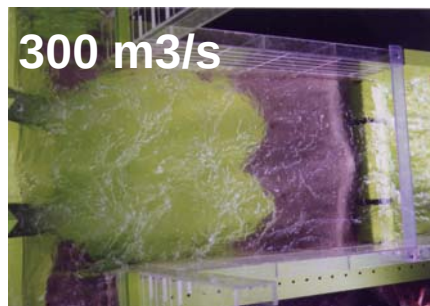
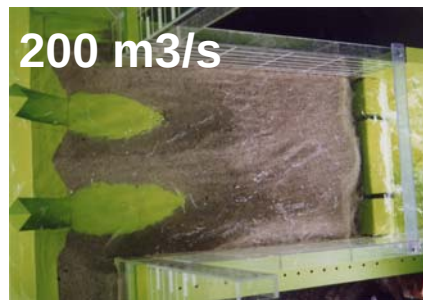
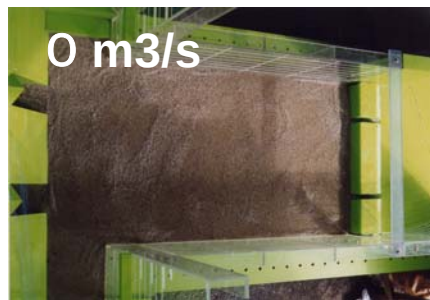
原案(歯型シル)



最終案(副ダム・スリット)



○排砂実験(平均粒径26mm)



洪水吐きの磨耗対策(ライニング)

ライニングの必要性

- ① 常用洪水吐きは、設計水頭が40m(HWL76.0－放流管敷高EL36.0)で高圧放流管(設計水頭25m以上)の領域である。また、流速が21m/sと高速流であるためキャビテーションによる損傷を受けやすい。
- ② 同流域内での排砂設備を持つ農地防災ダムの摩耗状況をみると、洪水吐きは吞口上面及びバケットカーブの一部で鉄筋が露頭している箇所が確認されている。
- ③ 貯水池から供給される流入土砂は、粗粒分が多く通常の構造用コンクリートでは摩耗が懸念される。(平均粒径26mm、最大粒径260mm)

図-6 ライニング範囲



ライニングの施工

据付け架台設置→放流管(管胴)の据付け→現場溶接・仕上げ
→グラウチング配管・鉄筋組立て→コンクリート打設→グラウチング

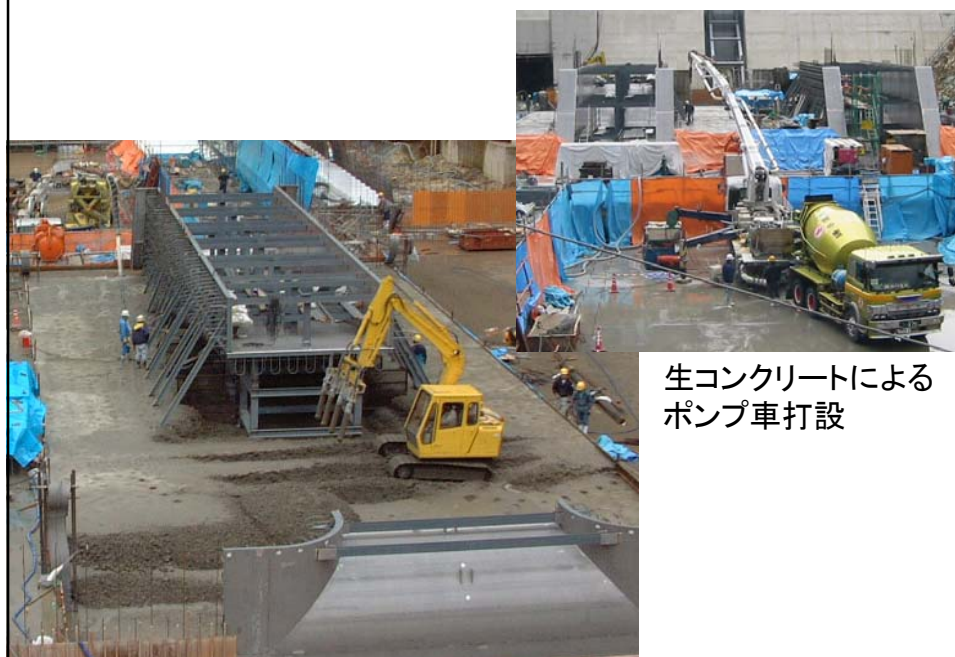


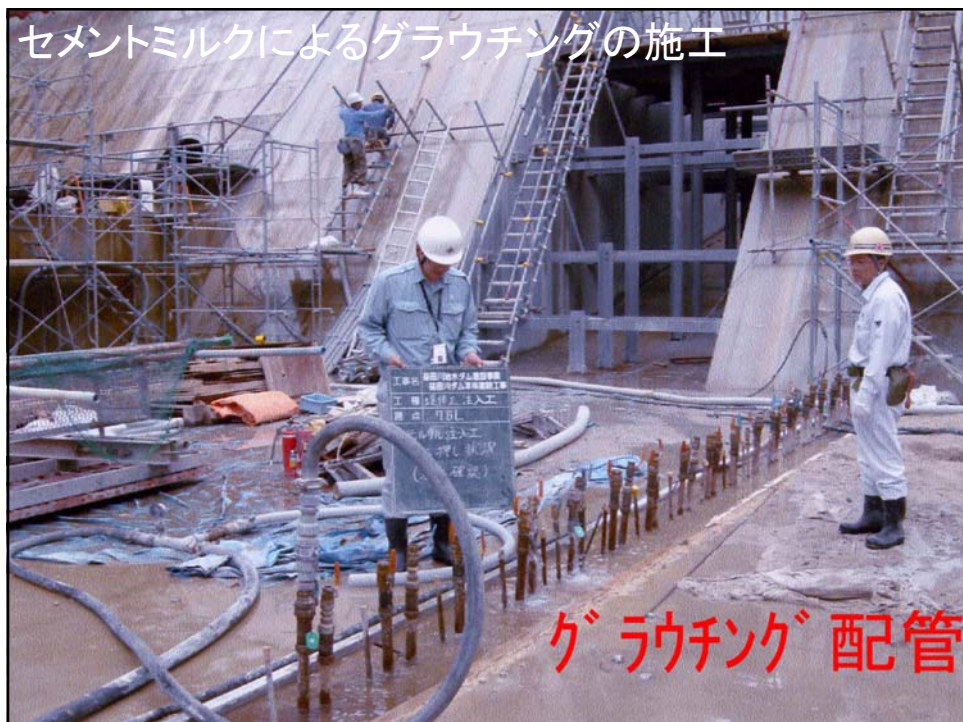
ライニングの施工

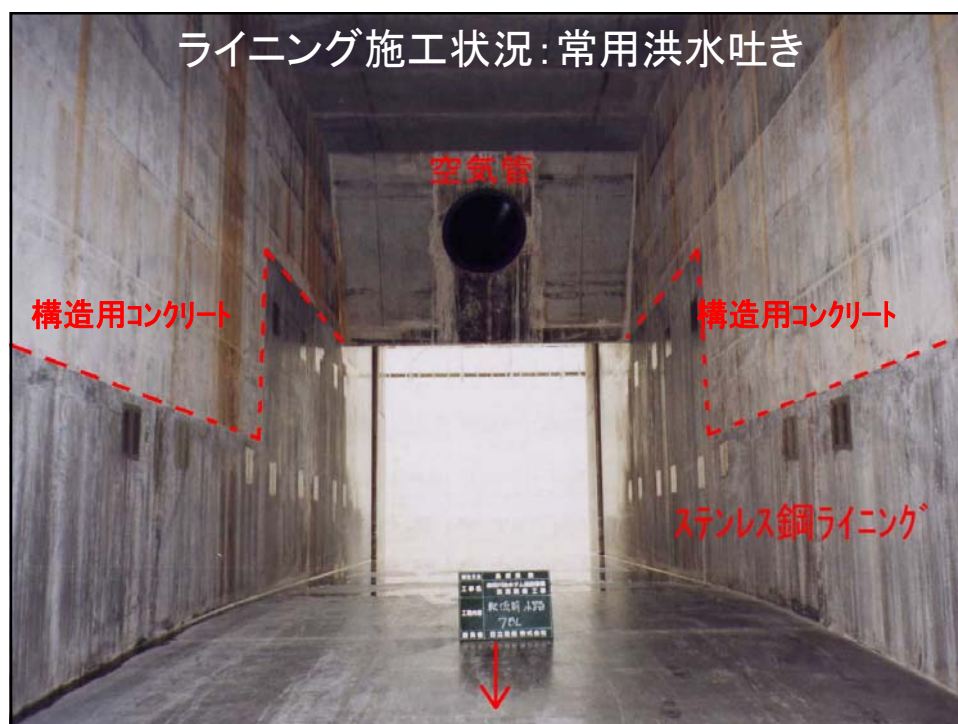
据付け架台設置→放流管(管胴)の据付け→現場溶接・仕上げ
→グラウチング配管・鉄筋組立て→コンクリート打設→グラウチング



管胴下面の高流動コンクリートの施工









流木止め設備

○流木止め設備の必要性

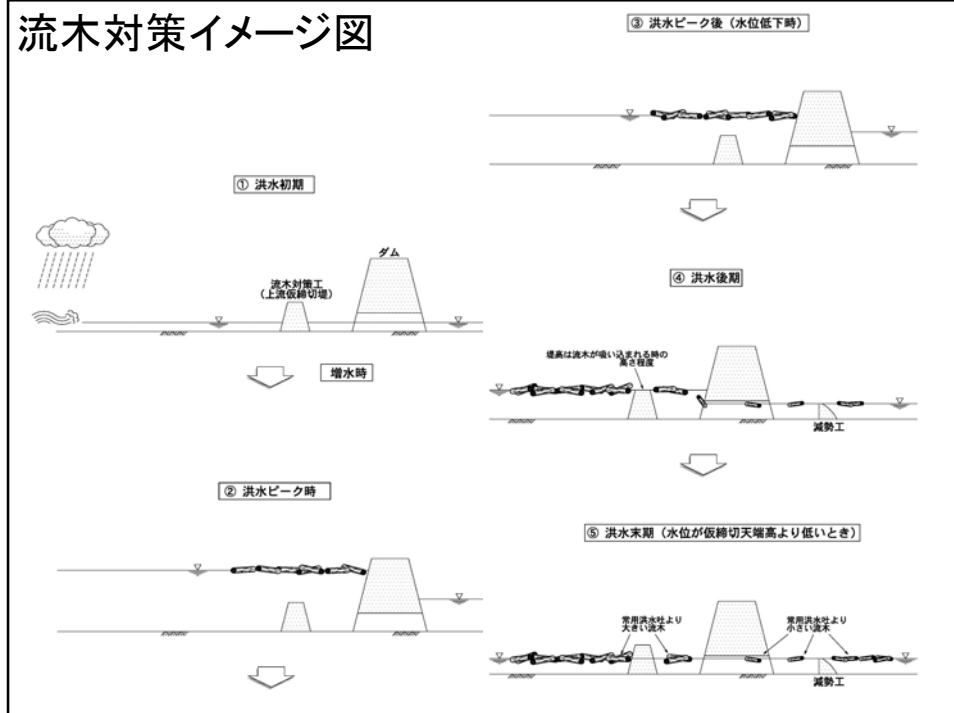
平常時貯水しないダム

→通常の流木止め設備(網場)が設置できない。



何らかの対策をしないと常用洪水吐きが閉塞する可能性がある。特に二山洪水が発生したときに危険性が高い。

流木対策イメージ図



写真一 流木止め設備 (ダム上流面)







試験湛水時 (SWL)



試験湛水後の状況

貯水池の状況



H17.10.06(試験湛水開始前)



H18.02.09(試験湛水終了後)



H18.08.28



H19.08.16

