

流水型（穴あき）ダムの施工について ー辰巳ダムー

Construction of a Flood Damage Mitigation Dam (TATSUMI Dam)

吉村清二^{※1} 柏木克之^{※1} 大平信吾^{※2}
Seiji Yoshimura Yoshiyuki Kashiwagi Shingo Odaira
甲谷昌弘^{※3} 飯島敦^{※3} 深光良治^{※2}
Masahiro Kabutoya Atsushi Iijima Ryoji Fukamitsu

【要旨】

辰巳ダムは、洪水調節を目的とした治水専用ダムであり、平成24年6月から運用を開始した。当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で2ヶ所目の「穴あき構造」の重力式コンクリートダムであり、今後、国内において同種のダム建設工事が計画されている。

本報は、辰巳ダムの設計と施工について、常用洪水吐きを中心として報告する。

【キーワード】 治水専用ダム 常用洪水吐き 摩耗対策 環境保全

1. はじめに

犀川は加賀百万石の城下、金沢市の市街地を貫流し日本海に注ぐ、流路延長約35km、流域面積256km²の二級河川で、「治水」、「利水」、「河川環境」、「地域の歴史と伝統」の4つの観点から平成17年3月に「犀川水系河川整備計画」が策定された。

このうち、辰巳ダムは、洪水調節を目的とした治水専用の流水型ダムで、平成24年度の運用を目指し整備が進められてきた堤高47.0m、堤頂長195.0m、有効貯水容量580万m³、コンクリート体積15.3万m³の重力式コンクリートダムである。

2. 流水型ダム（穴あきダム）について

流水型ダム（穴あきダム）は、ダムの持つ様々な機能のうち治水機能に特化して建設される常時水を貯める必要のないダムの一形態である。

2.1 多目的ダムと治水専用ダム（穴あきダム）の比較

図-1に多目的ダムと治水専用ダムの比較を示す。



図-1 多目的ダムと治水専用ダム

2.2 流水型ダム（穴あきダム）の特徴

流水型ダム（穴あきダム）の特徴を治水・利水・環境の観点から以下に示す。

(1) 治水

洪水時には一時的に洪水を貯留し、下流沿岸の洪水被

害を軽減する。その際、河川の増水による急激な貯水位変動（上昇や下降）が発生するため、堤体及び貯水池内の安定性が重要になる。また、平常時に水を貯めないことから通常の流木止設備（網場）が設置できない。さらに、洪水時には下段常用洪水吐きから、土砂を伴う濁水が流下するため堤体等が損傷する恐れがある。

これらを踏まえ、辰巳ダムでは下記に示すような対策を実施した。

- ・急激な貯水位の変動により、貯水池内の地すべりが懸念されたため、該当箇所に押え盛土を実施した。
- ・常用洪水吐きでは、水理模型実験の結果、流木による放流能力の低下および閉塞の恐れがあることが確認されたため（写真-1）、スクリーンを設置した。
- ・ダム上流約2kmに流木止設備を設置した（写真-2）。
- ・下段常用洪水吐きや減勢工において摩耗対策を実施した。

(2) 利水

利水機能をもたず、平常時ダムに水を貯めない。

(3) 環境

通常時はダムに水を貯めないため、貯水池内でも普通の川の状態が維持され、ダムの上下流における水循環、魚類の移動など、自然に近い物質循環が維持される。また、貯水池に堆積する土砂の量が軽減できることにより、ダム堤体をコンパクトにでき、建設コストの縮減が可能となる。

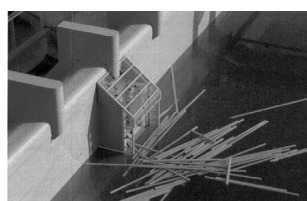


写真-1 流木の水利模型実験



写真-2 ダム上流流木止め

3. 洪水吐きの設計と施工

3.1 常用洪水吐きの設計

下段常用洪水吐き（横2.9m, 縦2.9m）は2門あり、現況河床と同じ高さに設置されているため、下流域の動植物の生育に必要な窒素等の栄養塩類や土砂等も、自然の流れと同じように供給可能な構造となっている。洪水吐きにはゲートが無く、自然調整により洪水調節を行う。流入した土砂は洪水時の掃流力により、下段常用洪水吐きから下流河道へフラッシングさせる。

そのフラッシングされた土砂による損傷等を考慮し、下段常用洪水吐き流入部・導流部及び減勢工について、摩耗対策を実施した。

3.2 ライニングの方法と範囲

下段常用洪水吐きは設計水頭が38.5mとなる高圧放流管であり、流速が20m/s以上の高流速にさらされる。そこで、通常の放流管と同様に鋼板によるライニングを基本とした。

摩耗対策として、他ダムでの施工実績より「高強度コンクリート」と「ステンレス鋼(SUS304)」(写真-3, 4)を採用し、辰巳ダムではその一部にステンレスより安価な「超高強度繊維補強コンクリートパネル(UFCパネル)」を採用した(写真-5)。

UFCパネルは、圧縮強度150N/mm²以上、ひび割れ発生強度4N/mm²以上、引張強度5N/mm²以上の繊維補強をしたセメント質複合材であり、高強度、高じん性、高耐久性のほか、耐摩耗性にも優れており、流速が10m/s以下の下段常用洪水吐き上流面部及び副ダムの越流部に使用した。

ライニングの材質・範囲を上記の条件及び水理模型実験の結果から表-1および図-2に示すとおりとした。

ライニングの配置を図-3, 図-4に示す。



写真-3 下段洪水吐き (SUS304)



写真-4 副ダム (SUS304)

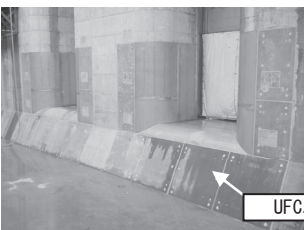


写真-5 下段常用洪水吐き呑口部・副ダム (UFCパネル)

表-1 ライニングの材質・範囲

材質	厚さ	場所 (図-2参照)
SUS304	19mm	①ダム上流面
		②下段常用洪水吐き呑口
		③下段常用洪水吐き
		④堤趾部フーチング
		⑥副ダム
UFCパネル	50mm	①ダム上流面
		⑥副ダム
高強度 コンクリート	0.5m以上	④堤趾部フーチング
		⑤減勢池
		⑥副ダム
		⑦副ダム下流

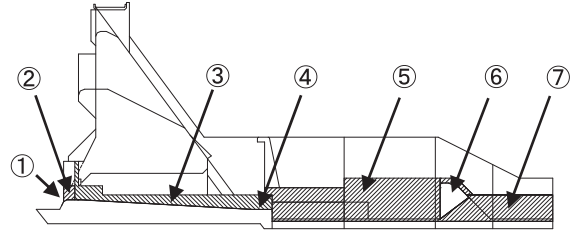


図-2 ライニングの場所 (側面図)

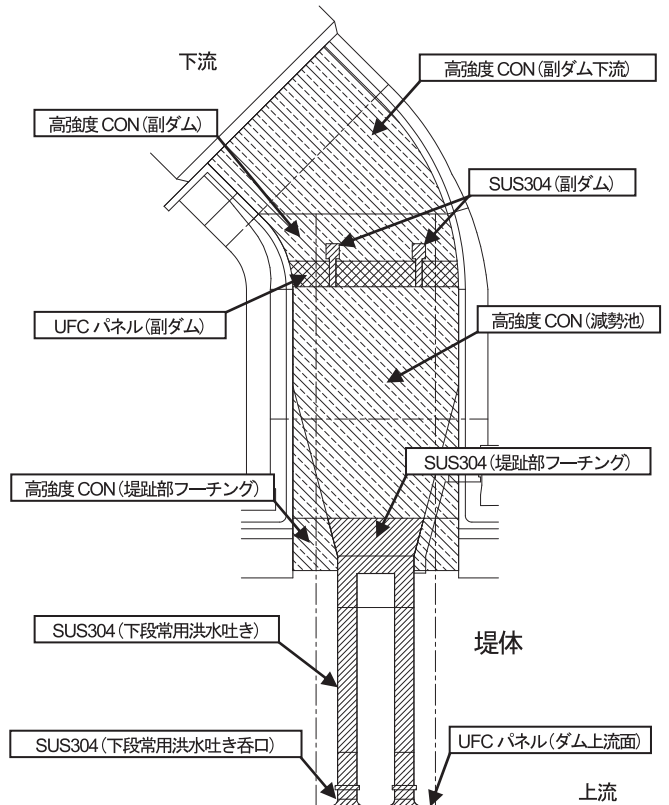


図-3 ライニング配置平面図

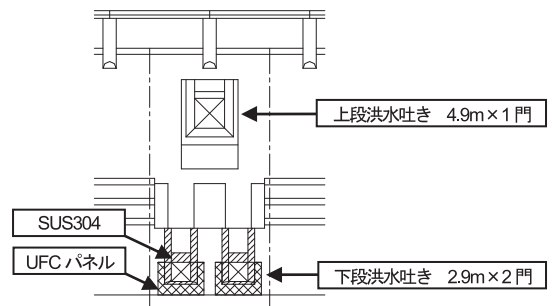


図-4 下段常用洪水吐き呑口配置正面図

3.3 下段常用洪水吐きの施工

下段常用洪水吐きの施工は、本体コンクリート(5BL)の打設に合わせ、据付架台の設置 ⇒ 鋼製ライニング(SUS)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 ⇒ コンタクトグラウト注入の順序で実施した。

下段常用洪水吐き周囲の堤体5BLのコンクリートは構造用コンクリート(C配合)であるが、バケット打設が困難な狭隘部はポンプ打設用コンクリート(P配合)とした。

また、鋼製ライニング(SUS)底面はコンクリートの充填が困難であるため、高流動コンクリートを採用した。高流動コンクリートと構造用コンクリートの境界には金網型枠(写真-6)を設置し、確実なコンクリートの充填を実施した。

鋼製ライニング底面と打設面との隙間を充填するために、予めモルタル注入用の配管φ50(写真-7)を配置し、コンクリート打設後にモルタルを注入した。さらに、コンタクトグラウトを行うためのグラウトホールを鋼製ライニング底面に設け、注入完了後にプラグ(SUS)を取り付けてキャップを溶接後、表面をグラインダで仕上げた。

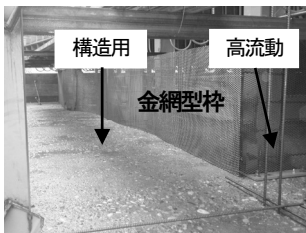


写真-6 金網型枠



写真-7 モルタル注入配管

コンクリートの配合区分を図-5～図-7に示す。

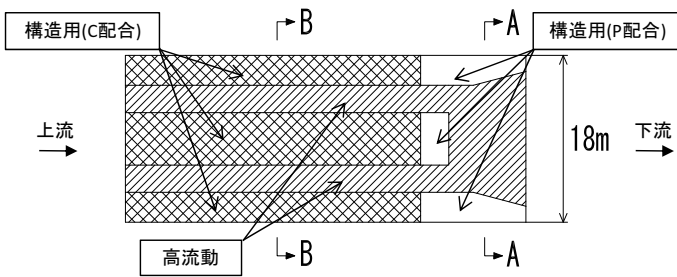


図-5 堤体5BL配合区分平面図

■ A-A部打設方法(ポンプ車)

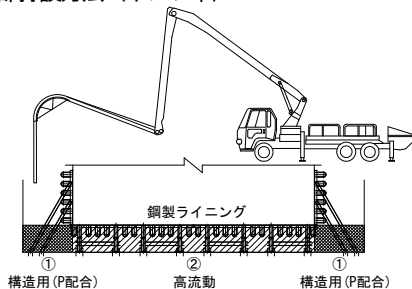


図-6 堤体5BL配合区分断面図

■ B-B部打設方法(バケット+ポンプ車)

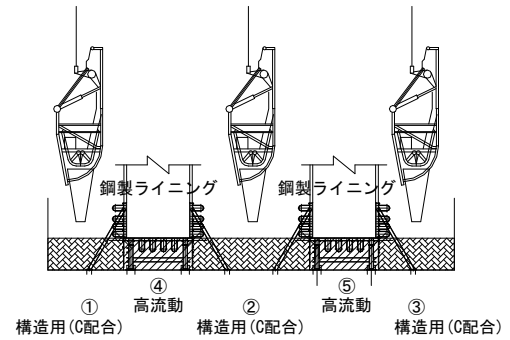


図-7 堤体5BL配合区分断面図

構造用コンクリート(C配合: $G_{max}=80mm$)は300tクローラクレーンによるバケット打設とし、構造用コンクリート(P配合: $G_{max}=40mm$)及び高流動コンクリート($G_{max}=25mm$)はコンクリートポンプ車打設とした(表-2)。

バケット打設範囲には、鋼製ライニング固定用鋼材が多く、バケットを所定の高さまで下げることが困難であるため、コンクリートバケットに縦シュート(写真-8)を設置して打設放出高さを確保した。

コンクリート打ち継ぎ面処理のうち、鋼製ライニングの下部は作業空間が狭く、ポリッシャーや高圧洗浄機が使用できないため、コンクリート打継面処理剤(ジョイントエースJA40)を使用した。

表-2 打設方法

配合	打設機械	使用台数	その他打設設備
C配合	300tクローラクレーン+バケット	1台	縦シュート(左右岸で使用)
P配合	コンクリートポンプ車(90~110m ³ /h)	2台	打設用足場 ミキサ車
高流動	コンクリートポンプ車(90~110m ³ /h)	(兼用)	金網型枠 圧送用配管



写真-8 コンクリート打設状況

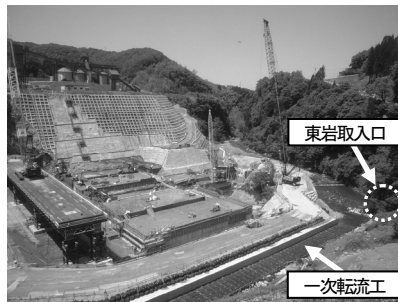
また、常用洪水吐きが配置される5BLは、横継目間隔が標準の15.0mより3.0m広い18.0m(図-5)であることや下段常用洪水吐き(2.9m×2.9m)の空洞2門が隣接していることから、温度応力等によるひび割れ発生確率が高いと考えられた。その防止対策として上下流面に補強鉄筋を配置するとともに、施工中は常用洪水吐き内部の遮風対策を徹底した。その結果、堤体5BLの上下流面にひび割れは発生しなかった。

4. ダム本体工事

4.1 転流工

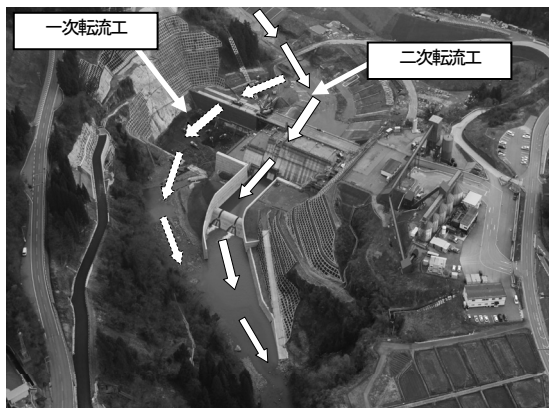
転流の方法は、ダム直下流に辰巳用水の東岩取入口があり、工事期間中も常に水を供給する必要があることから「仮排水路開渠方式」を採用した。

一次転流工は、現況の河川の流れを右岸側の仮排水開渠に転流することにより、辰巳用水及び下流への維持流量を確保した状態で、左岸側の基礎掘削と堤体工及び減勢工のコンクリート打設を可能とした（写真－9）。



写真－9 一次転流と左岸側打設

左岸側堤体コンクリート高さが下段常用洪水吐きの上位EL102.5まで打設終了後、二次転流として川の流れを本体の下段常用洪水吐きに引き込み、減勢工へ流下させて右岸側の基礎掘削及びコンクリート打設を開始した（写真－10）。



写真－10 二次転流状況

4.2 コンクリート工

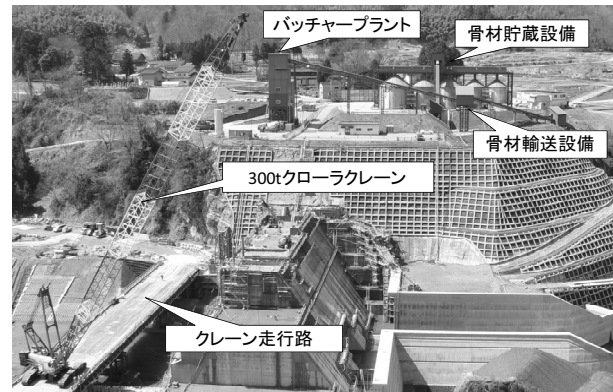
(1) 堤体材料

骨材は購入骨材（手取川扇状地の産品）であり、セメントは中庸熱フライアッシュセメントを使用した。

(2) コンクリート打設

ダムサイトの地形よりケーブルクレーンの設置が困難であること、下段洪水吐き・上段洪水吐き・監査廊等の構造物が集中していること、ダムサイト付近には住宅地が隣接しており周辺環境に及ぼす影響を少なくする必要があり、などの理由から打設方式は拡張レーア工法とし、打設設備は環境に与える負荷が少なく、走行路の設

置により打設範囲が広く取れるクローラクレーンを採用した。ダム本体用として300tクローラクレーン、減勢工用として200tクローラクレーンの組合せとした（写真－11）。



写真－11 主要仮設備

4.3 環境対策

辰巳ダム工事現場は、左岸側ダムサイトに隣接して住宅地があることから、夜間打設を実施していない。また騒音・振動については、地域住民への環境負荷を最小化するために左岸側仮設ヤード周辺には防音壁を設置し、各設備には防音ゴム、防振ゴムなどの対策を講じた。またリアルタイムモニタリングシステムを採用し、騒音・振動発生源対策を工事期間中に実施し、それらを公開した。

購入骨材の運搬量が約350,000になるため、道路沿線への環境保全と安全確保を目的として、骨材運搬車両にGPSを搭載した車両運行管理システムによる運行状況の一元管理を実施し、特に問題はなかった。

転流方式が仮排水路開渠方式であるため、高アルカリ性の工事発生濁水とゴミ類が河川内に落下流入しないように、堤体の上下流面に遮水機能を持った鋼製水路（200×200）を設置し、その流末は濁水専用タンクに接続して確実な排水とゴミ類の河川内落下を防止した。

5. おわりに

辰巳ダムは、平成20年3月19日に工事契約締結を行い、約56ヶ月に渡る工事である。試験湛水は平成24年1月に開始し5月下旬に完了した。堤体および基礎岩盤からの漏水はほとんどなく堤体の安定性には全く問題がなかった。貯水池内の地すべりも押え盛土の効果により見受けられなかった。また、流木などによる閉塞の問題もなかった。

辰巳ダムは、流水型ダム（穴あきダム）としては、国内において益田川ダム（島根県）に次いで2ヶ所目として完成するダムである。本工事の実績により得られた知見が、今後の同種のダム建設工事に生かされれば幸いである。

謝辞：本工事施工に際してご指導を頂きました，石川県辰巳ダム建設事務所の皆様をはじめ，工事関係者の皆様

にご指導，ご協力を頂きました．本紙面をお借りしてお礼を申し上げます．

Summary The Tatsumi Dam, intended exclusively for controlling flooding, has been in service since June 2012. This is the second example of gravity dry dam in Japan and is equipped with gateless ordinary spillways on the river bed. The same type of dam is scheduled to be constructed throughout the country.
This paper describes the design and construction of the Tatsumi Dam focusing on ordinary spillways.

Key Words : *Flood damage mitigation dam, Ordinary spillways , Abrasion, Environment conservation*