

### 3.4 堤外取水口（新設・増設）

#### 3.4.1 堤外取水口工事の概要

各ダムにおける堤外取水口工事の目的は、3.1.2で示した分類のうち5項目に該当し、それぞれの概要を以下に述べる。

##### 1) 豊富な水資源の有効利用

- ・カッサダム：既設カッサダムを上池とし同水系の既設二居ダムを下池とする揚水式発電所を新たに一列増設した。
- ・黒川ダム：既設黒川ダムを上池とし同水系の既設多々良木ダムを下池とする揚水式発電所を新たに一列増設した。
- ・帝釈川ダム：既設帝釈川発電所の上流側に隣接して水路式発電所を新たに一列増設した。

##### 2) 環境保全対策

- ・一ツ瀬ダム：ダム竣工時に発電用取水口のみが設置されていたが、濁水対策を目的としてベルマウス直線多段式ゲートを設置した。なお、その後もより有効な濁水対策を検討し、改良が加えられている。
- ・川俣ダム：維持放流のため、既設東京電力川俣発電所水圧鉄管より放流管を分岐させてダム右岸下流のグラウトトンネルに放流管を設置した。
- ・坂本ダム：不特定用水や維持用水放流のため、左岸側に連絡トンネルを掘削し、パイプを据付け、上流側に制水バルブ室を設けた。

##### 3) 洪水調節の改善および取水施設の改良

- ・旭川ダム：新しく取水塔と右岸地山トンネル内に放流管を設置し、洪水調節方式の変更対応と従来取水出来なかった範囲の新規利水容量を開発した。
- ・萱瀬ダム：嵩上げによる洪水調節と併せて、転流工に使用した堤外バイパスに配管を行い、放流設備を設けて、維持用水、水道用水を供給した。

##### 4) その他

- ・福地ダム：既設の取水設備には構造上の問題や立坑からの漏水があったため取水立坑を新設し既設立坑との接続と接続する等の構造上の改造や閉塞工を施工した。

### 3.4.2 施工方法

#### (1) 施工方法

堤外取水口の施工方法はその目的や水位条件等により様々な施工方法が選択されている。  
表-3.4.1 にそれぞれのダムの施工方法を示す。

表-3.4.1 堤外取水口の施工方法一覧表

整理No.	ダム名	施工方法	
33	一ツ瀬	水中施工	新設選択取水設備を既設取水口の上面に据付定着するために、貯水池水位を低下させ鉄鋼構造物各部材の組立を水面上で行い、据付は水中作業で施工した。
34	旭川	水中施工	新設取水塔の基礎は円形のプレパケット基礎とし、その上部に鋼製で円形の取水塔本体を設置した。施工時水位まで水中施工した後、内部をドライ状態にして堅坑を施工した。
35	カッサ	急速施工	水位低下期間の2ヶ月で施工する必要性から工期短縮のためプレキャストブロックを採用した。
36	萱瀬	水位低下施工	非洪水期に水位を低下させて斜樋式の取水塔を構築した。
37	川俣	グラウトトンネル利用	グラウトトンネルを利用して放流管を設置し維持用水放流施設を設置した。
38	黒川	沈埋函工法	沈埋函とトンネル部の接合部は水位低下期間に仮締切によりドライ施工で構築。水位上昇後陸上で構築した取水口を曳航し沈設した。
39	坂本	砂防ダム	砂防ダムを嵩上げて河川管理施設とした。取水設備と取水用連絡トンネルを新設した。
40	帝釈川	水位低下施工	新設の取水口の標高以下まで水位を低下させて施工した。
41	福地	取水堅坑の新設	取水堅坑を新設し既設堅坑と接続。既設不良箇所を閉塞やグラウチングを施工した。
42	下小鳥	表面取水設備の新設	ダム右岸側に位置する既設取水口の上流約50m地点に取水塔形式として表面取水設備を新設した。
43	松尾川	河川維持放流設備の新設	ダム貯水池左岸に設置している第一注水口の末端部に取水堰を設け、約60mの導水管によりダム上流に設けた上流水槽へ導水する設備を新設した。
44	鹿野川	洪水調整、流水機能の維持、貯水池水質改善設備の新設	トンネル洪水吐の新設、クレストゲートの改造、選択取水設備の設置を行った。
45	川内	洪水吐能力の増強	トンネル掘削は機械掘削によるNATM工法で施工、吐口構造物の下流は、かごマット工による河道処理を実施した。

## (2) 締切工法

堤外取水口の施工のために水位を下げたり渇水期に施工を行うなどの事例があるが、既設ダム の治水機能および利水機能を維持し水位を保ったままでの施工が要求される場合が多い。その場合には仮締切を設置し施工区域をドライにしておく必要がある。

堤外取水口を施工する上での仮締切の種類は、事例より以下の種類に分けられる。

- ① 既設ダムの施設または一部分の利用
- ② 上流仮締切の設置

### 1) 既設ダムの施設または一部分の利用

既設取水トンネルに加えて新設の仮排水トンネルを施工した事例である。

- ・坂本ダム : 既設取水トンネルを仮排水トンネルとして使用していたが能力不足のため洪水被害を受けた。そのため、新たに仮排水トンネルを施工した。

### 2) 上流仮締切の設置

上流仮締切にフィルタイプや鋼矢板式、鋼管矢板式を施工した事例である。

- ・カッサダム : 構造は鋼矢板二重締切とした。
- ・黒川ダム : 沈埋函とトンネルとの接合部をドライ状態で施工するため、締切り立坑を設けた。構造は鋼管矢板一重締切とした。
- ・坂本ダム : 岩砕材によるフィルタイプで築堤し、中心部には鋼矢板Ⅲ型を止水目的で施工した。表面遮水・保護にはコンクリートマットを施工した。
- ・福地ダム : 新設取水口の設置はドライ状態で施工するため仮締切を設けた。構造は鋼管矢板一重締切とした。

### 3.4.3 施工事例

堤外取水口の施工事例を、表-3.1.1～表-3.1.2に基づく整理番号No.33～No.44の順に示す。  
なお、施工事例に記載した本体諸元の目的及び形式の記号は、3.2.3に示した略字である。

### 3.4.4 施工上の課題

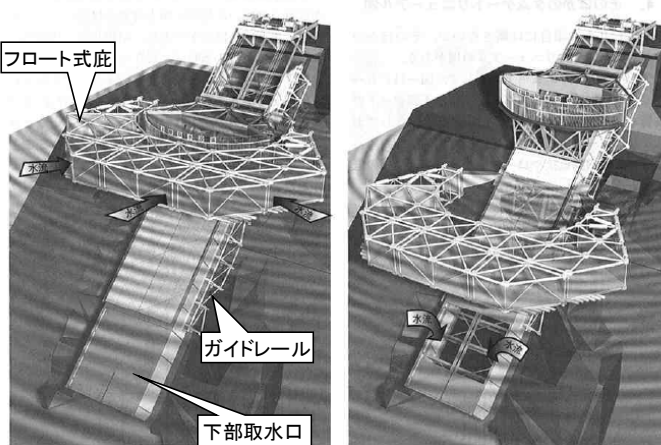
堤外取水口工事における施工上の今後の課題を以下に示す。

- ① 取水口構造物や取水塔を貯水池内に設置する場合は、貯水池内の水位低下期間に制限がある場合が多く、短時間で施工可能な締切工や取水口構造の設計と、その施工方法も含めた全体的な工法検討が必要となる。
- ② 既設ダム付近に取水塔やトンネルを新設する際、発破掘削により岩盤を掘削する必要がある場合は、既設ダムやその基礎地盤への悪影響の排除方法として発破振動制御など対策検討が必要となる。
- ③ 既設構造物の補修や、立坑やトンネルなどを新設する際、貯水池内の水位低下が難しい場合は、施工時の湧水対策として止水グラウチングなどの検討が必要となる場合がある。

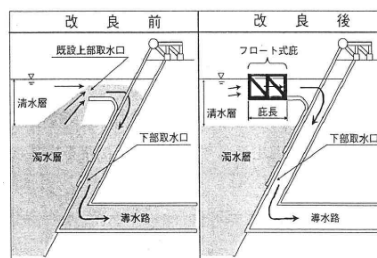
## 取水口 施工事例

整理No. 33

<b>名称</b>	ダム名称：一ツ瀬ダム		発電所名称：一ツ瀬発電所
<b>所在地</b>	宮崎県西都市大字中尾字的場		
<b>本体諸元</b>	目的：P	型式：A	
	堤高：130.0m	堤頂長：415.6m	
	堤体積：555千m <sup>3</sup>	総貯水容量：261,315千m <sup>3</sup>	
<b>河川</b>	水系名：一ツ瀬川水系	河川名：一ツ瀬川	
<b>事業主体</b>	九州電力(株)		
<b>施工業者</b>	本体：鹿島	リニューアル：石川島播磨	
<b>時期</b>	本体竣工：1964年度	リニューアル完了：1974年度	
<b>リニューアル目的</b>	ダム竣工時には発電用取水口のみが設置されていたが、濁水対策を目的としてベルマウス付直線多段式ゲートを設置した。さらに、平成9年に生じた濁水の長期化に対して更なる清水化を図るため、選択取水設備改良工事を行った。		
<b>概要</b>	<p>一ツ瀬川は、洪水時には多量の微細粘土鉱物粒子が流出し、貯水池流動形態と関連して濁水の長期化が問題となった。この防止対策として在来の中層取水口を貯水池の密度流流動形態を利用した選択取水設備に改良した。</p> <p>設置当時は、現在のような取水設備の設計手法が技術基準や設計要領により規定されていない状況であり、その時代に最大貯水量 137m<sup>3</sup>/sの大規模取水設備の施工は画期的なものであったと考えられる。</p> <p><b>[締切り方法]</b> 工事に当っては、貯水池水位をEL200m(満水位)よりEL180mまで低下させ組立は水面上で行い、据付は水中作業を最小限度に計画された。</p> <p><b>[施工方法]</b> 既設取水口の巻上台前面に各部材組立用としてジブクライミングクレーン(半径30mで20t)1基を設置、材料荷上げ用としてトラッククレーン(35t)1台を使用した。取水塔の組立据付用として37Kのウインチ2台および55Kウインチ2台を設置して施工された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工事期間 1973年4月～1974年7月までの16ヶ月間</li> </ul> <p>さらに、この取水設備の改良工事として、平成9年台風19号の大規模出水(最大流入量約4,100m<sup>3</sup>/s)時に濁水の長期化が生じたため、上部取水への切り替えによる放流水の更なる清水化を図るため、濁水層からの巻き上げを抑えて清水取水の割合が高まる取水構造の検討を実施し、選択取水設備改良工事の施工を行っている。</p>		
<b>参考文献</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・武田悦男、村上俊樹、清田雅樹：一ツ瀬発電所選択取水設備の改良とその効果、電力土木No. 305, 2003. 5</li> <li>・(社)ダム・堰施設技術協会：ゲート総覧V解説編 3.8施設改良工事P181～182、平成18年2月発行</li> </ul>		



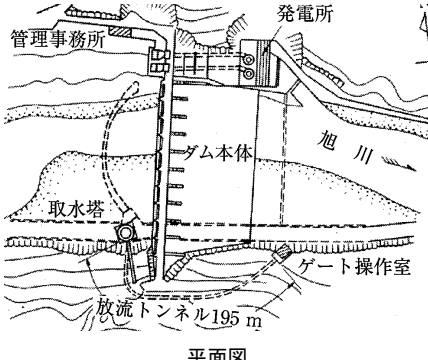
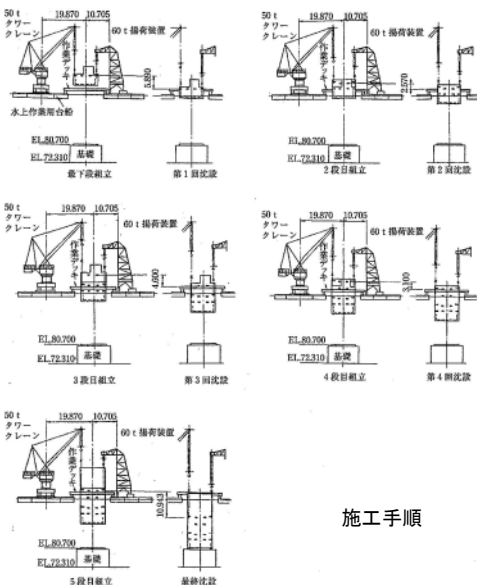

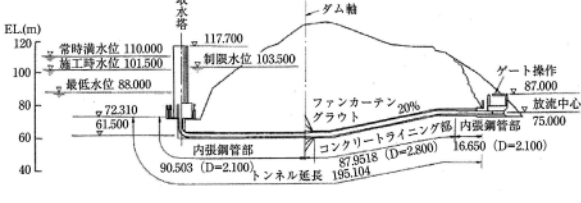
(1) 表面取水時 (2) 底部取水時  
選択取水設備改良工事(フロート式底)概要






選択取水設備改良イメージ図

### 取水口 施工事例

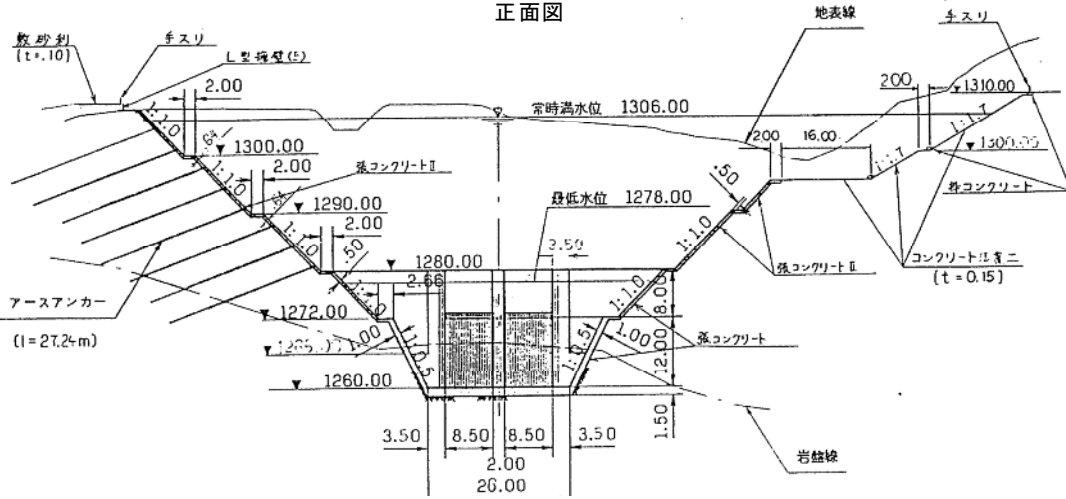
整理No. 34

<b>名称</b>	ダム名称：旭川ダム	発電所名称：旭川発電所
<b>所在地</b>	岡山県岡山市建部町鶴田	
<b>本体諸元</b>	目的：F・N・W・P	型式：G
	堤高：45.0m	堤頂長：212.0m
	堤体積：146千m <sup>3</sup>	総貯水容量：57,382千m <sup>3</sup>
<b>河川</b>	水系名：旭川水系	河川名：旭川
<b>事業主体</b>	岡山県	
<b>施工業者</b>	本体体：熊谷	リニューアル：熊谷・石川島播磨
<b>時期</b>	本体竣工：1954年度	リニューアル完了：1983年度
<b>リニューアル目的</b>	従来の予備放流方式による洪水調節方式を制限方式に改める。また、下流既得水利の見直しとも併せて、都市用水を日量23,600m <sup>3</sup> 開発する。	
<b>概要</b>	<p><b>[締切り方法]</b> 取水塔基礎部と取水塔部は水中施工。堅坑部は取水塔シェル部を施工時水位まで設置後、内部をドライにして施工。</p> <p><b>[施工方法]</b> 取水塔基礎部は円筒形とし、プレパクト基礎とした。安全のためPSアンカー11本、総緊張力2,000tを施工した。取水塔部は貯水池に浮かべた作業台船を足場にして施工した。部材を陸送し、ダム左岸15tケーブルクレーンで作業台船まで運び、台船上のクレーン（60t1台、50t1台）を使って組み立てた。取水塔は5分割し、水上での浮力バランス方式により順次沈設した。</p> <p>放流トンネルの堅坑部はラインドリリングをして、0.5mピッチで掘り下げていった。工事の工程は取水塔工事に18ヶ月、トンネル工事に11ヶ月を要した。</p>	
	 <p style="text-align: center;">平面図</p>	 <p style="text-align: center;">施工手順</p>
 <p style="text-align: center;">取水塔</p>	 <p style="text-align: center;">トンネル縦断面図</p>	
<b>参考文献</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岡山県：<a href="http://www.pref.okayama.jp/bizen/oka-asahi/asa_4.html">http://www.pref.okayama.jp/bizen/oka-asahi/asa_4.html</a></li> <li>・佐々木隆、山本力：ダムの再開発、多目的ダムの建設、平成17年度版 第5巻 設計Ⅱ編 第28章、(財)ダム技術センター</li> </ul>	

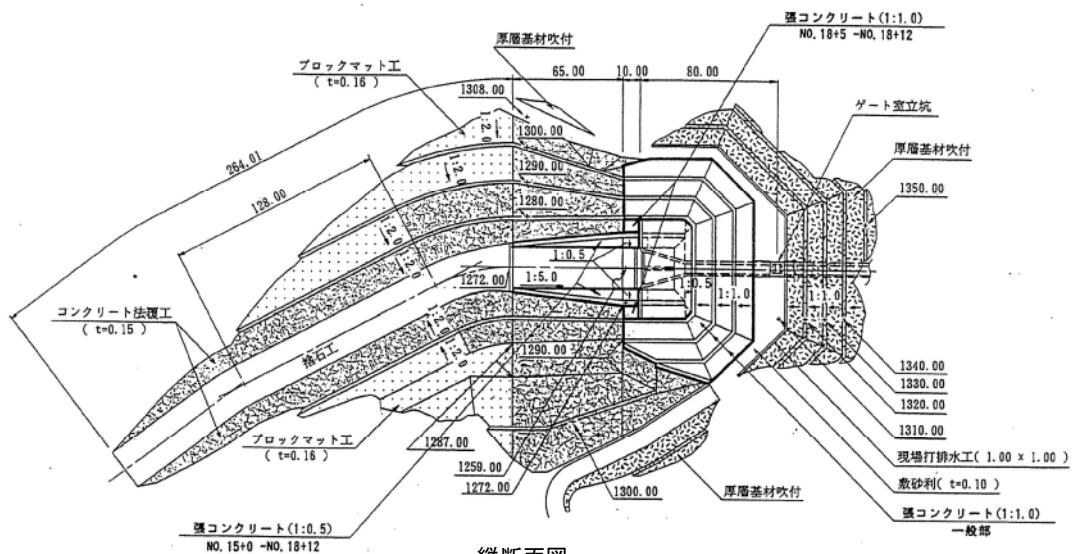
## 取水口 施工事例

		整理No.	35
名 称	ダム名称：カッサダム	発電所名称：奥清津第二発電所	
所在地	新潟県南魚沼郡湯沢町		
本体諸元	目的：P	型式：R	
	堤高：90.0m	堤頂長：487.0m	
	堤体積：4,450千m <sup>3</sup>	総貯水容量：13,500千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：信濃川水系	河 川 名：カッサ川	
事業主体	電源開発(株)		
施工業者	本 体：鹿島	リニューアル：鹿島・間	
時 期	本 体 竣 工：1978年度	リニューアル完了：1996年度	
リニューアル目的	既設の奥清津発電所（最大出力100万kW）の調整池をそのまま利用し、平成8年以降のピーク電力需要に対応するために、既設カッサダムを上池とし同水系の既設二居ダムを下池とする最大出力60万kWの揚水式発電所（奥清津第二発電所）を新たに1系列増設するものである。		
概 要	<p>本工事は、既設発電所を運転しながら行う発電系列増設工事の一部として上池に取水口を新設するものである。</p> <p><b>[締切り方法]</b>                      水位低下期間が約2ヶ月間という短期間で施工した。                      構造は、鋼矢板二重型とした。                      なお、施工段階で明らかになった地質条件等を勘察した結果、仮締切として残置する地山の掘削形状を、当初計画の1:1.7から1:3.0に変更する必要が生じたが、この勾配では取水口本体の施工ができないため、地質条件の良い部分で直掘り（H=23m）し、親杭・腹おこしにグラウンドアンカーおよびモルタル吹付けにロックボルトで補強する構造とした。</p>		
	<p><b>[施工方法]</b>                      取水口法面は、地山掘削後、法面補強工としてグラウンドアンカー工法を採用し、張コンクリートを施工した。</p>		 仮締切全景
	 取水口全景	 取水口正面全景	
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鹿島建設(株)：工事記録、1996.4</li> </ul>		

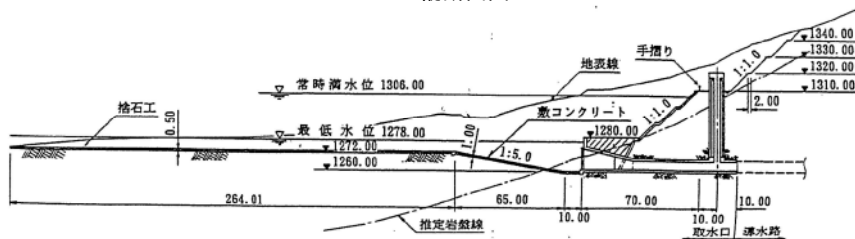
正面図



平面図

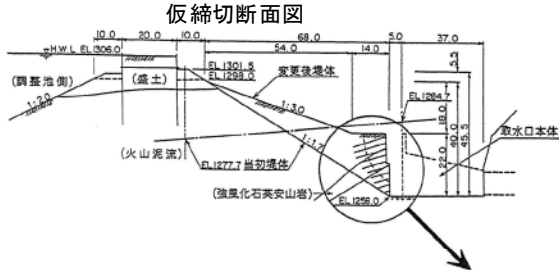


縦断面図



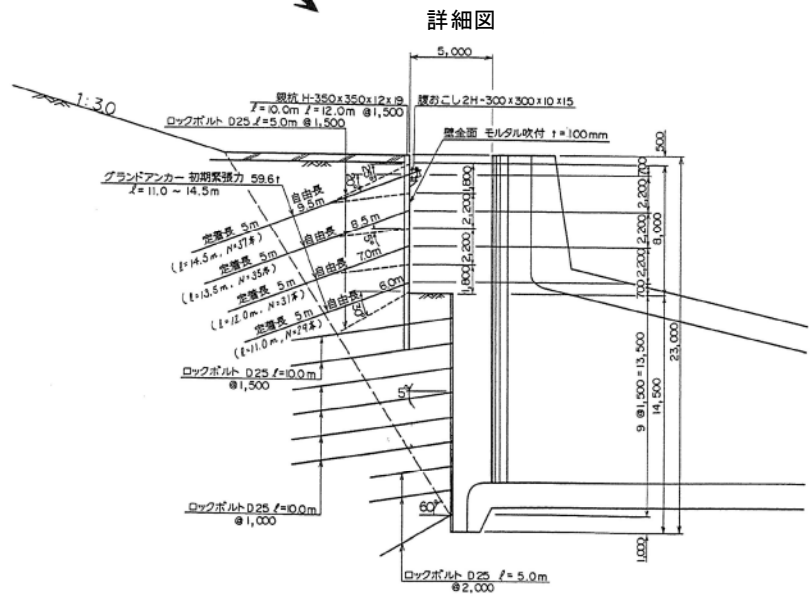
カッサダム取水口図





使用材料一覧表

仕 様		単 位	数 量
鋼 桁	H-350×350×12×19, l=12m	本	37
覆 設 し 材	2H-300×300×10×15, 4段	式	1
グラウンドアンカー	l=11~14.5m	本	132
ロックボルト	D25, l=5m, 10m	本	386
モルタル吹付	t=100, 全面吹付	m <sup>2</sup>	880



カッサダムの取水口仮設土留工図



仮締切全景



掘削状況



掘削状況 (仮設土留工)



取水口本体施工状況



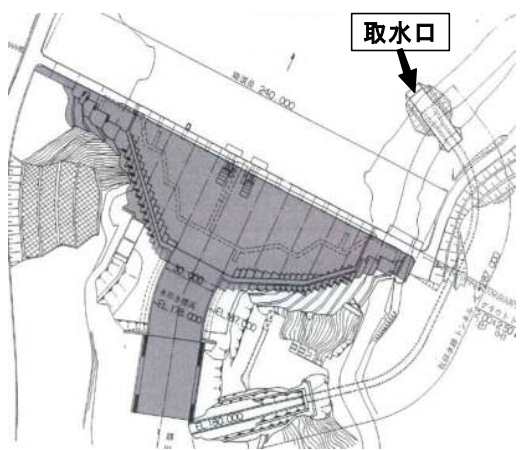


張コンクリート施工状況

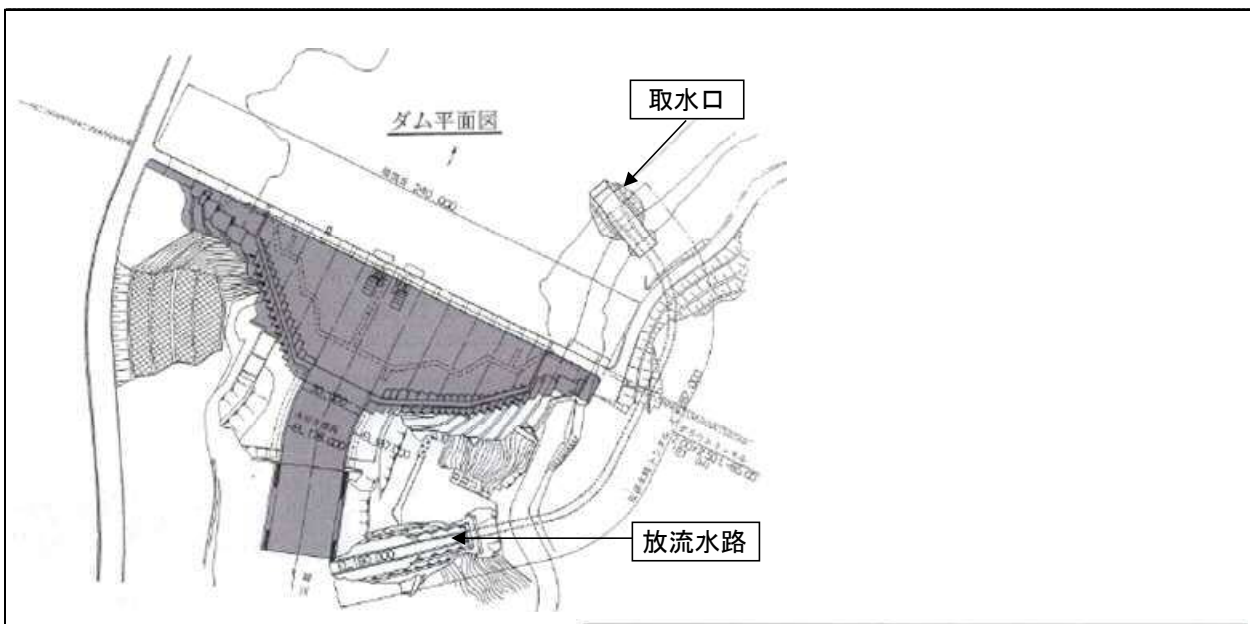


取水口全景 (完成)

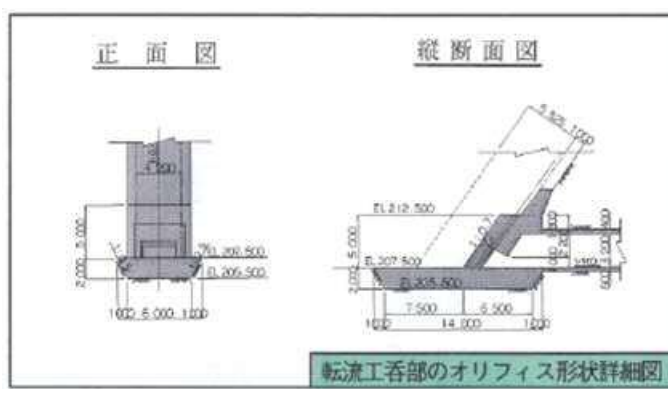
カッサダムの取水口施工状況

## 取水口 施工事例

		整理No.	36
名 称	ダム名称：萱瀬ダム		発電所名称：
所在地	長崎県大村市黒木町392-1		
本体諸元	目的：F・N・W	型式：G	
	堤高：51.0m → 65.5m	堤頂長：180.0m → 240.0m	
	堤体積：82千m <sup>3</sup> → 219.4千m <sup>3</sup>	総貯水容量：3,030千m <sup>3</sup> → 6,810千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：郡川水系	河 川 名：郡川	
事業主体	長崎県		
施工業者	本 体：熊谷	リニューアル：熊谷・岡山	
時 期	本体竣工：1961年度	リニューアル完了：1999年度	
リニューアル目的	郡川下流の大村市の急速な都市化に対応した治水安全度の向上および都市域の新たな用水を確保するため、既設ダムを14.5m嵩上げする再開発が実施された。		
概 要	<p><b>[締切り方法]</b> 取水塔及び仮排水路トンネル呑み口部の施工時は水位を低下させたため仮締切は不要であった。</p> <p><b>[施工方法]</b> 既設ダムの治水および利水機能を保ちながらの施工が要求されたため、工事期間を非洪水期と洪水期に分け、非洪水期には新たに左岸地山に設置した仮排水路によって、洪水期は仮排水路トンネル呑み口をゲートで閉塞して既設堤体内のコンジットゲートによって洪水調節が行われた。</p> <p>嵩上げ後、仮排水路トンネルの呑み口部には斜樋式の取水塔（表面取水）を設け、利水放流設備として転用した。仮排水路トンネル内にφ800の配管を行い、ダム下流部に放流設備を設けた。</p>		
	 <p style="text-align: center;">平面図</p>		 <p style="text-align: center;">ダム下流面</p>
 <p style="text-align: center;">取水口部</p>			
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・（財）日本ダム協会：<a href="http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/All/All_2645.html">http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/All/All_2645.html</a></li> <li>・ダム好きさん：<a href="http://damsuki.com/dams/nph-txt.cgi/2645/htm/3.html">http://damsuki.com/dams/nph-txt.cgi/2645/htm/3.html</a></li> <li>・熊谷・岡山建設工事共同企業体：萱瀬ダム再開発建設工事パンフレット</li> </ul>		



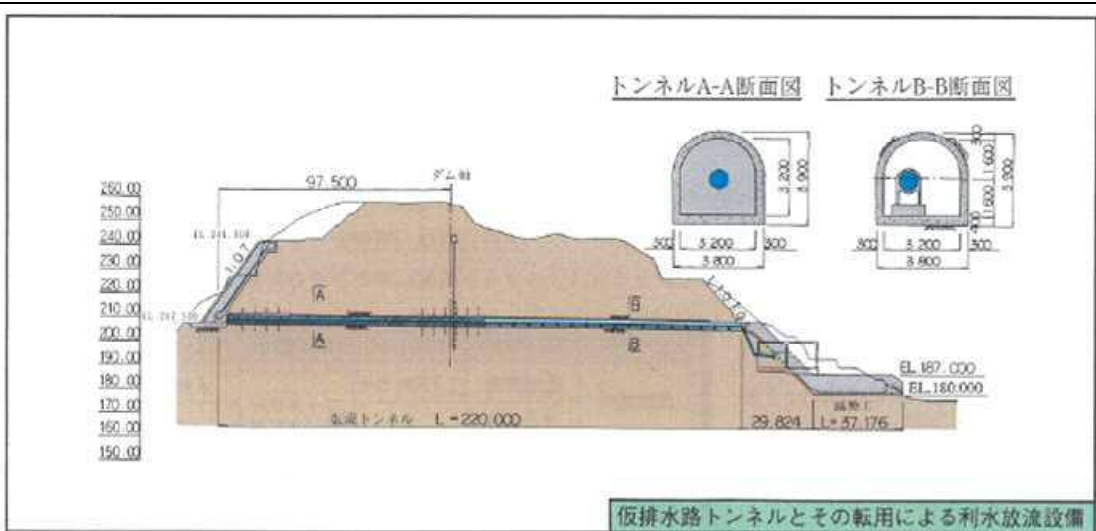
萱瀬ダム取水口工事の平面図



萱瀬ダム取水口工事の転流工呑口部詳細図



萱瀬ダム取水口工事の計画概要図



仮排水路トンネルとその転用による利水放流設備

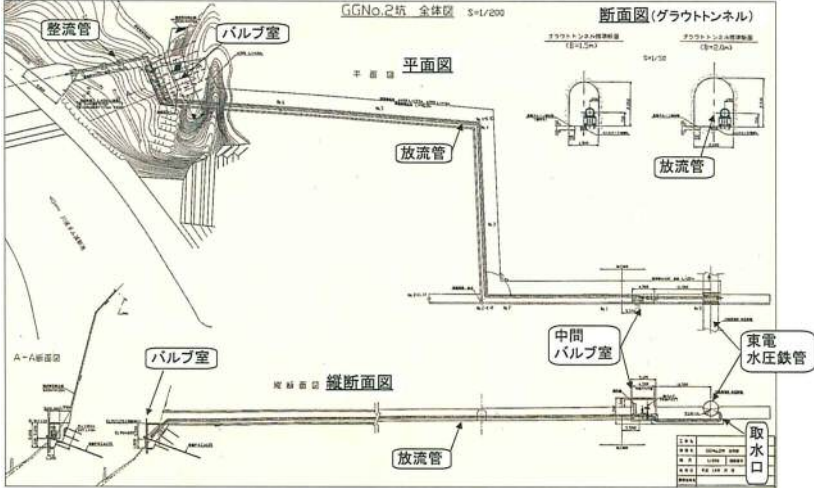


萱瀬ダム取水口工事の仮排水路トンネル縦断面図

萱瀬ダム嵩上げ施工計画概念図

行程	年度	期別	平面図	標準断面図	下(流)面図 (堤体打設模式図)	施工の概要	
転流工	1年目平成6年度	非出水期 11月3月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●仮排水トンネルを一部施工</li> <li>●基礎掘削</li> <li>●制限水位をEL.205.0mに設定し工事を行う。</li> </ul>	
		出水期 4月10月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●仮排水トンネルの完成</li> <li>●仕上げ掘削</li> <li>●仮排水トンネルの上流部口部に制限ゲートを設け、工事を行う。</li> <li>●制限水位をEL.215.0mに設定し、既設コンジットゲートは通水する。</li> </ul>	
	堤体コンクリート打設	2年目平成7年度	非出水期 11月3月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●既設コンジットゲートの下部及び掘削工のコンクリート打設。</li> <li>●コンソリデーショングラウト</li> <li>●制限水位をEL.205.0mに設定し仮排水トンネルによる転流を行う。</li> <li>●既設コンジットゲートは閉じておき通水しない。</li> </ul>
		3年目平成8年度	出水期 4月10月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●両岸アバウト部のコンクリート打設</li> <li>●コンソリデーショングラウト</li> <li>●制限水位をEL.215.0mに設定し、既設コンジットゲートにより通水する。</li> <li>●仮排水トンネルはゲートにより通水する。</li> </ul>
		非出水期 11月3月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●既設コンジットゲートの下部のコンクリート打設</li> <li>●右右りムダラウデンダ</li> <li>●制限水位をEL.205.0mに設定し仮排水トンネルによる転流を行う。</li> <li>●既設コンジットゲートは閉じておき通水しない。</li> </ul>	
堤体コンクリート打設	4年目平成9年度	出水期 4月10月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●既設コンジットゲート上部のコンクリート打設。</li> <li>●制限水位をEL.215.0mに設定し既設コンジットゲートにより通水する。</li> <li>●仮排水トンネルは制水ゲートにより閉鎖する。</li> </ul>	
		非出水期 11月3月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●既設オフィス部の施工</li> <li>●カーテッジラウト</li> <li>●既設テナーゲート撤去</li> <li>●制限水位をEL.205.0mに設定し既設コンジットゲートにより通水する。</li> <li>●仮排水トンネルは制水ゲートにより閉鎖する。</li> </ul>	
	閉塞工	5年目平成10年度	出水期 4月10月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●クレスト部及び天溝構築の施工</li> <li>●制限水位をEL.215.0mに設定し既設コンジットゲートにより通水する。</li> <li>●仮排水トンネルは制水ゲートにより閉鎖する。</li> </ul>
		非出水期 11月3月				<ul style="list-style-type: none"> <li>●既設コンジットゲートの閉塞</li> <li>●既設コンジットゲートは、閉塞用に使用する。</li> <li>●洪水調節は、新設オフィスで行う。</li> </ul>	

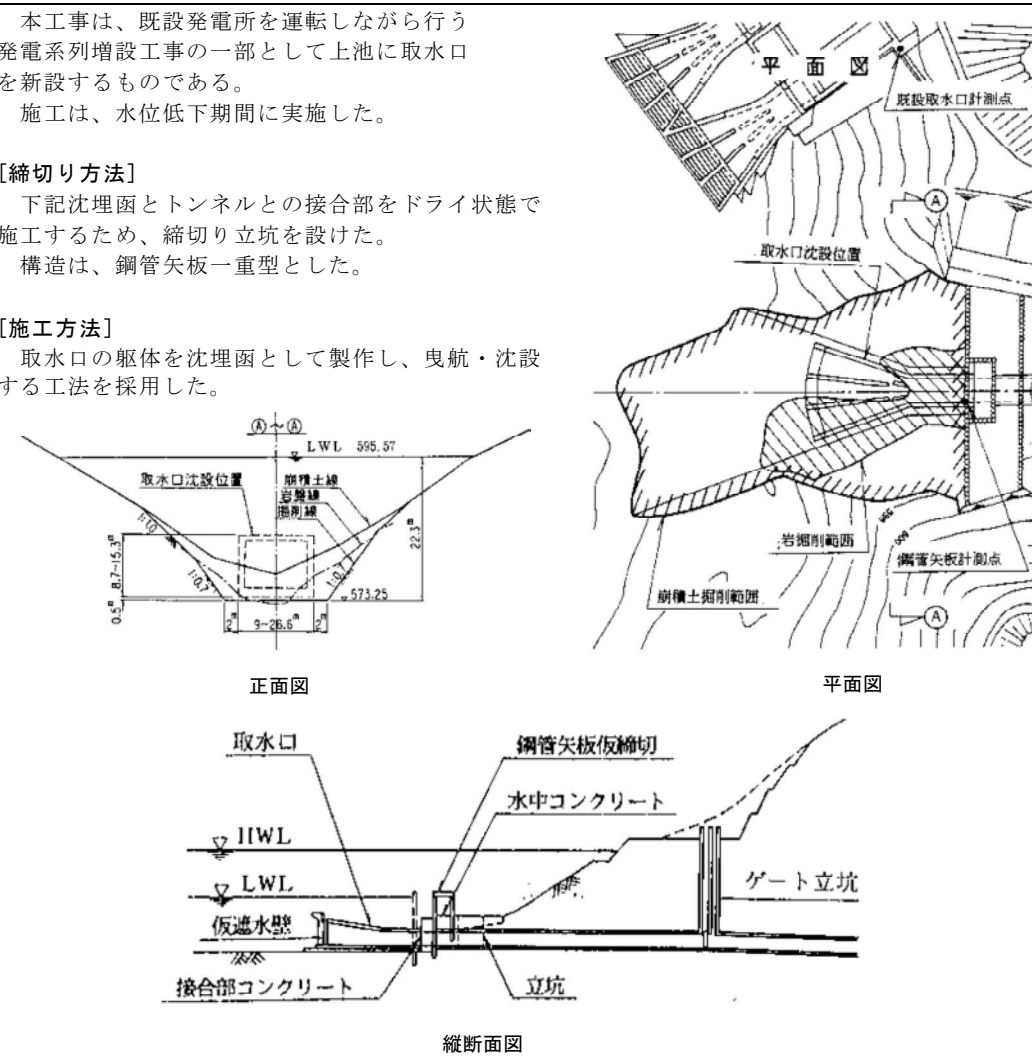
凡例 施工中 施工済 既設ダム 通水状態

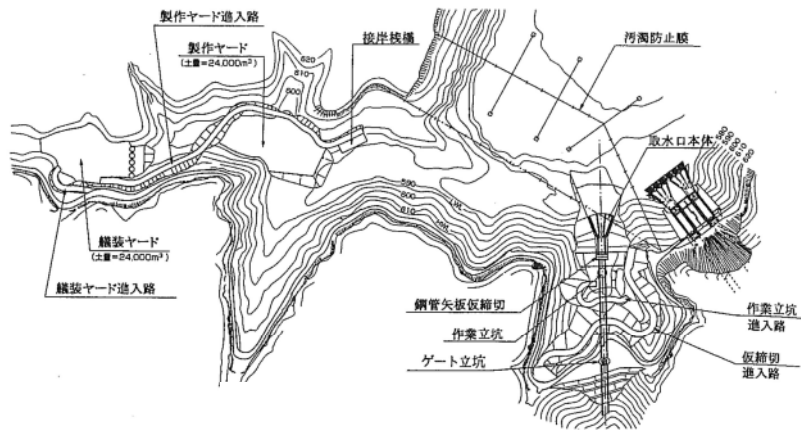
## 取水口 施工事例

		整理No.	37
名 称	ダム名称：川俣ダム	発電所名称：川俣発電所	
所在地	栃木県塩谷郡栗山村		
本体諸元	目的：F・N・P	型式：A	
	堤高：117.0m	堤頂長：131.0m	
	堤体積：147千m <sup>3</sup>	総貯水容量：87,600千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：利根川水系	河川名：鬼怒川	
事業主体	建設省関東地方建設局（現：国土交通省関東地方整備局）		
施工業者	本体：鹿島	リニューアル：鹿島	
時 期	本体竣工：1966年度	リニューアル完了：2003年度	
リニューアル目的	川俣ダム下流の無水区間解消のため維持放流施設（放流量：0.453m <sup>3</sup> /s）を設置するものである。		
概 要	<p><b>[締切り方法]</b> 中間バルブ室のバルブを密栓して施工したため、仮締切は不要であった。</p> <p><b>[施工方法]</b> 川俣ダムから取水している既設東京電力川俣発電所水圧鉄管より放流管を分岐させ、ダム右岸側約50m下流のグラウトトンネル内に放流管を設置し、減勢池へ導いた。</p>		
	 <p style="text-align: center;">平面図・縦断面図・断面図</p>		
	 <p style="text-align: center;">全体平面図</p>		
	 <p style="text-align: center;">放流部全景</p>		
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鹿島建設(株)：技術資料</li> </ul>		

### 取水口 施工事例

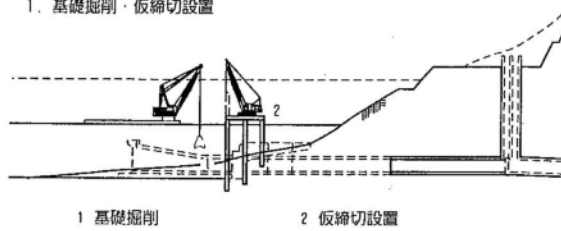
整理No. 38

<b>名称</b>	ダム名称：黒川ダム		発電所名称：奥多々良木発電所
<b>所在地</b>	兵庫県朝来市生野町		
<b>本体諸元</b>	目的：W・I・P	型式：R	
	堤高：98.0m	堤頂長：325.0m	
	堤体積：3,623千m <sup>3</sup>	総貯水容量：33,390千m <sup>3</sup>	
<b>河川</b>	水系名：市川水系	河川名：黒川	
<b>事業主体</b>	関西電力㈱		
<b>施工業者</b>	本体：鹿島	リニューアル：鹿島・佐藤・神崎	
<b>時期</b>	本体竣工：1974年度	リニューアル完了：1997年度	
<b>リニューアル目的</b>	既設の奥多々良木発電所（最大出力121.2万KW）の調整池をそのまま利用し、平成10年夏以降のピーク電力需要に対処するため、既設黒川ダムを上池とし同水系の既設多々良木ダムを下池とする最大出力72万KWの揚水式発電所を新たに1系列増設するものである。		
<b>概要</b>	<p>本工事は、既設発電所を運転しながら行う発電系列増設工事の一部として上池に取水口を新設するものである。</p> <p>施工は、水位低下期間に実施した。</p> <p><b>[締切り方法]</b>                  下記沈埋函とトンネルとの接合部をドライ状態で施工するため、締切り立坑を設けた。                  構造は、鋼管矢板一重型とした。</p> <p><b>[施工方法]</b>                  取水口の躯体を沈埋函として製作し、曳航・沈設する工法を採用した。</p>		
			
<b>参考文献</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・美野誠一、廣川強士、稲田武：奥多々良木発電所増設工事の内放水口および取水口のケーソン据付、電力土木、No. 266、1996. 11</li> <li>・鹿島建設㈱：山間部の揚水式発電所における沈埋函工法による取・放水口増設工事の設計と施工、土木学会論文集 第6部門原稿案、1998. 1</li> <li>・鹿島建設㈱：技術資料</li> </ul>		

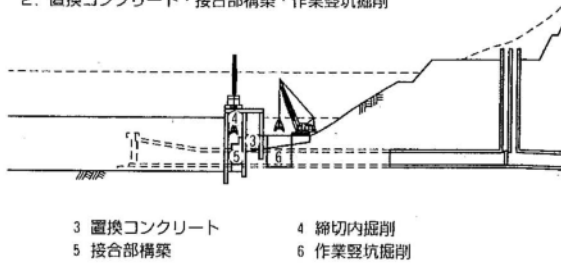


黒川ダムの取水口全体平面図

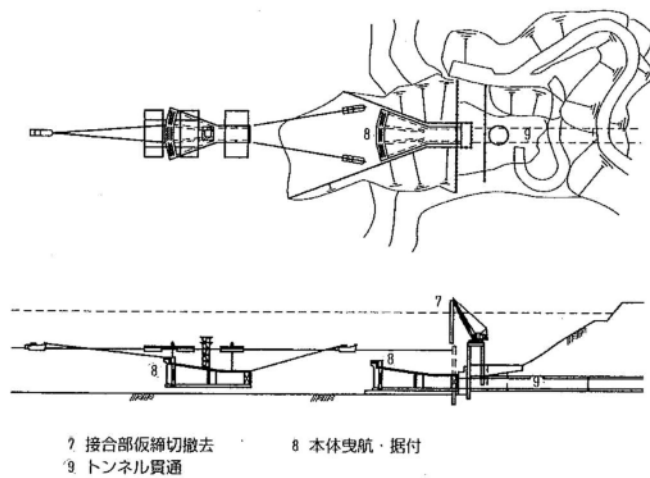
1. 基礎掘削・仮締切設置



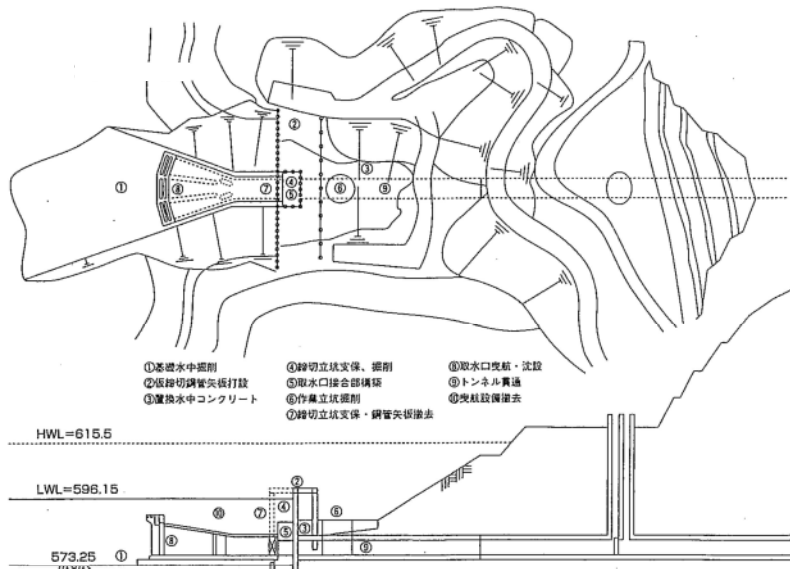
2. 置換コンクリート・接合部構築・作業立坑掘削



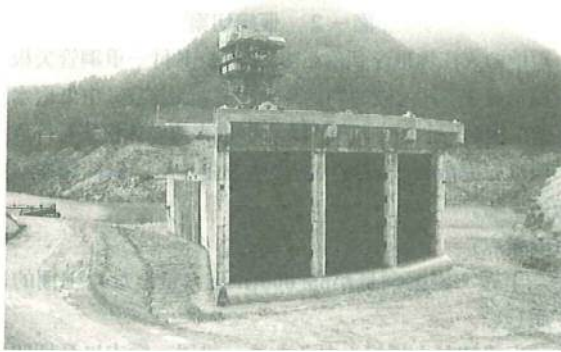
3. 取水口本体据付・トンネル貫通



黒川ダムの取水口施工フロー



黒川ダムの取水口施工順序図



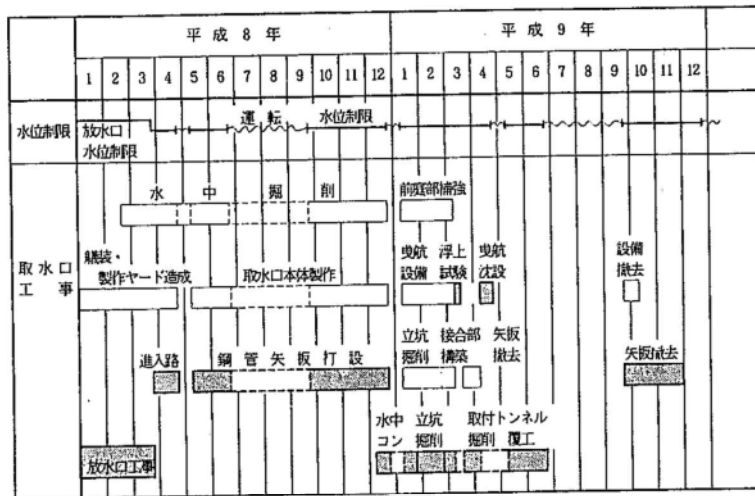
沈埋函全景（曳航前）



沈埋函曳航状況

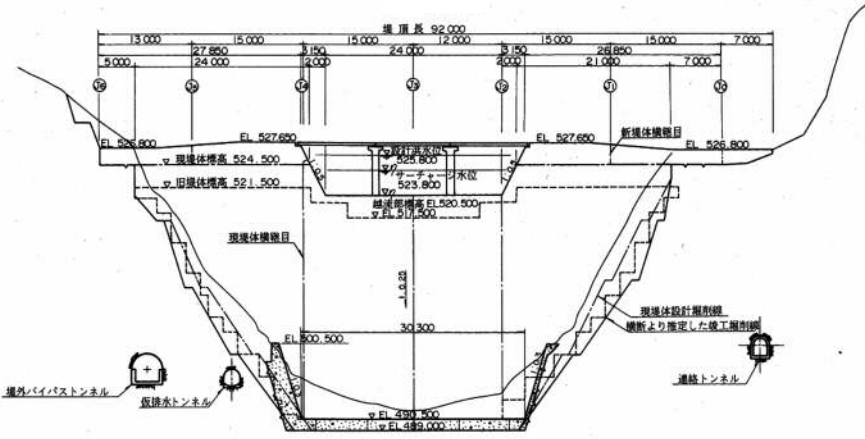

黒川ダムの沈埋函曳航状況

黒川ダム取水口工事の全体工程


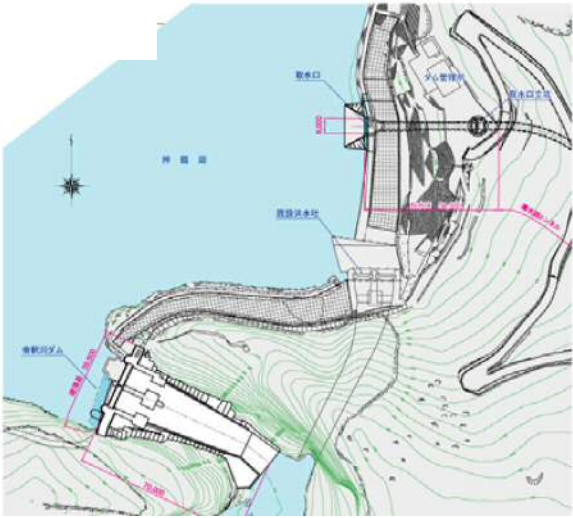
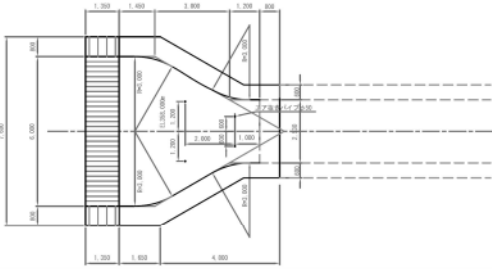
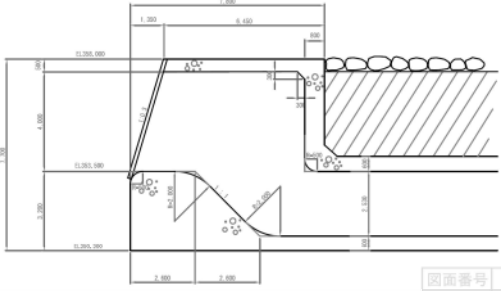




### 取水口 施工事例

		整理No.	39
名 称	ダム名称：坂本ダム		発電所名称：
所在地	群馬県安中市松井田町大字坂本地先		
本体諸元	目的：砂防 → N	型式：— → G	
	堤高：34.0m → 36.3m	堤頂長：73.0m → 85.0m	
	堤体積：21.1千m <sup>3</sup> → 40.3千m <sup>3</sup>	総貯水容量：— → 778千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：利根川水系	河 川 名：碓氷川	
事業主体	群馬県		
施工業者	本 体：佐田	リニューアル：佐田・井上工業	
時 期	本 体 竣 工：1958年度	リニューアル完了：1994年度	
リニューアル目的	昭和33年度に砂防ダムとして竣工。下流域の農業用水等の利水補給を行う溜池的な役割も担っていた。昭和51～54年に一回目の嵩上げ工事が行なわれた。昭和56年に河川管理ダムとなり堤体補強、取水施設等の老朽化の機能回復、改良が必要となった。		
概 要	<p><b>[締切り方法]</b>                      上流仮締切を施工し、右岸側の既設取水トンネル（24m<sup>3</sup>/s）で転流していたが、洪水により被災したため、その右岸側に新設トンネル（70m<sup>3</sup>/s）を施工した。</p> <p><b>[施工方法]</b>                      旧堤体の上流面を嵩上げするため、最初に貯水池内のヘドロを浚渫している。                      フィルタイプの上流仮締切を施工し転流をしてドライ状態で施工。                      左岸側地山に連絡トンネルを掘削し、φ600のパイプを据付け、上流側に制水バルブ室を設けた。</p>		
	 <p style="text-align: center;">ダム下流面図</p> <div style="text-align: right;">  <p style="text-align: center;">取水設備</p> </div>		
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・真塩満之：坂本ダムの整備と「峠のルネサンス」、ダム日本、No. 607 1995. 5</li> <li>・ダム浪漫：<a href="http://fumu2.jp/damdams/Z-gunma/sakamoto/sakamoto-1.htm">http://fumu2.jp/damdams/Z-gunma/sakamoto/sakamoto-1.htm</a></li> </ul>		

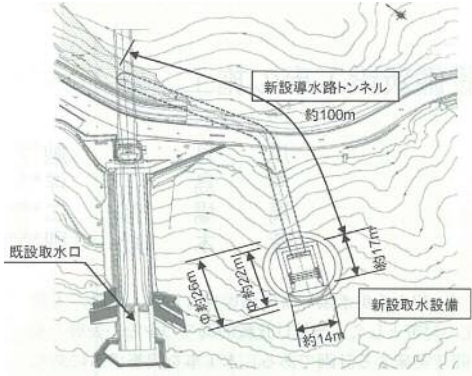
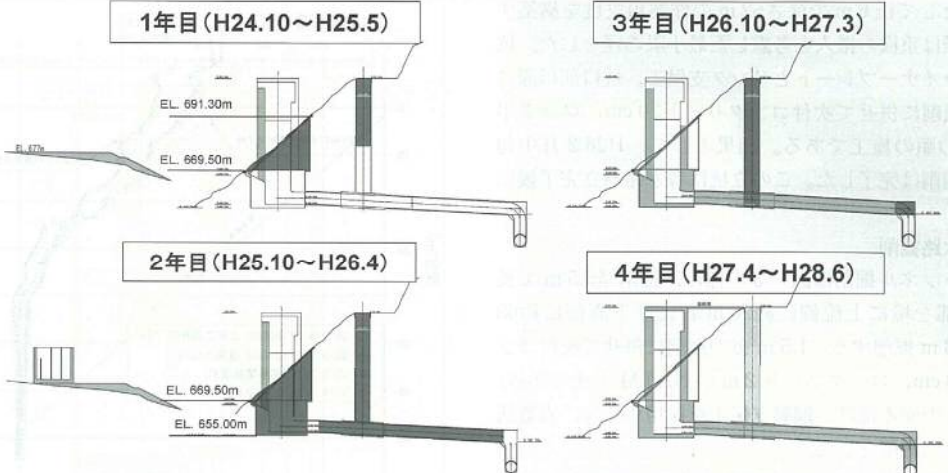
### 取水口 施工事例

		整理No.	40
名 称	ダム名称：帝釈川ダム		発電所名称：新帝釈川発電所
所在地	広島県庄原市東城町		
本体諸元	目的：P	型式：G	
	堤高：62.1m → 62.4m	堤頂長：35.2m → 39.5m	
	堤体積：31千m <sup>3</sup> → 45千m <sup>3</sup>	総貯水容量：14,278千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：高梁川水系	河 川 名：帝釈川	
事業主体	中国電力㈱		
施工業者	本 体：田原	リニューアル：鹿島・大本・飛島・森本	
時 期	本 体 竣 工：1923年度	リニューアル完了：2006年度	
リニューアル目的	<p>既設帝釈川ダムの未利用落差（約35m）の有効利用を図るため、神竜湖（帝釈川貯水池）から最大10.0m<sup>3</sup>/sを取水し、既設帝釈川発電所（最大出力4,400KW）の上流側にダム水路式発電所（最大出力11,000KW）を新設するものである。また、発電所の工事にあわせて、既存のダム（大正13年完成）に洪水吐を増設するとともにダム下流面へコンクリートを打ち増すという技術的に前例のない工事を実施している。</p>		
概 要	<p>本工事は、新帝釈川発電所の建設に伴い、神竜湖に取水口を新設するものである。</p> <p><b>[締切り方法]</b> 取水口の標高以下まで水位を低下させて施工したため、仮締切は不要であった。</p> <p><b>[施工方法]</b> 取水口コンクリートは、ポンプ車にて打設した。</p>		
	 <p>取水口全景</p>	 <p>全体平面図</p>	
		 <p style="text-align: right;">図面番号</p>	
	<p>取水口詳細図</p>		
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鹿島建設㈱：技術資料</li> </ul>		

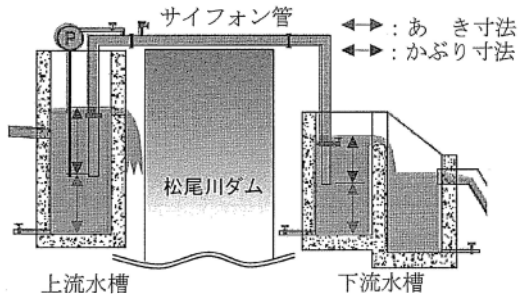

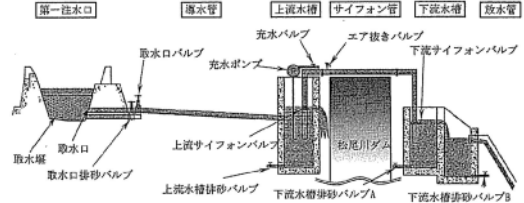

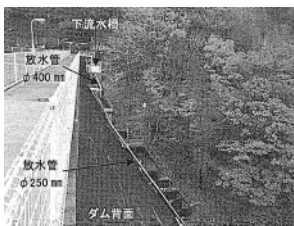
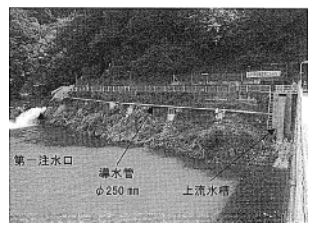
## 取水口 施工事例

		整理No.	41
名称	ダム名称：福地ダム	発電所名称：	—
所在地	沖縄県国頭郡東町		
本体諸元	目的：F・N・W・I	型式：R	
	堤高：91.7m	堤頂長：260.0m	
	堤体積：1,622千m <sup>3</sup>	総貯水容量：55,000千m <sup>3</sup>	
河川	水系名：福地川水系	河川名：福地川	
事業主体	沖縄総合事務局		
施工業者	本体：大城組	リニューアル：熊谷・鹿島	
時期	本体竣工：1974年度	リニューアル完了：1991年度	
リニューアル目的	<p>既設の取水設備には、維持管理機能に構造上の問題があり、また、既設立坑等からの漏水の問題があった。この改善策として、取水立坑を新設し既設立坑と接続する等の構造上の改造や新たな閉塞工を行うものである。</p>		
概 要	<p>本工事は、既存の取水設備の機能を生かしながら行う取水設備の増改築工事である。</p> <p><b>[締切り方法]</b>                      新設取水口の設置はドライ状態で施工するため、仮締切を設けた。                      構造は、鋼管矢板一重型とした。</p> <p><b>[施工方法]</b>                      新設設備の取水経路は全系統とも既設立坑近傍に設置した新設立坑を經由し、この中に引き上げ式ゲートを設置することで、点検補修が可能な構造とした。                      また、新たな閉塞工を設け完全な水密を保つとともに、閉塞工とダム軸カーテンラインの間からの漏水を防ぐため、既設カーテンと新たな閉塞地点を一体化する新たなカーテングラウチングを実施した。</p>		
	 <p style="text-align: center;">全景</p>  <p style="text-align: center;">取水施設改造図</p>		
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・渡久地政金、荒井唯：福地ダム取水設備改造に伴うダム直近の地山掘削について、ダム技術、No. 58、1991.7、(財)ダム技術センター</li> <li>・鹿島建設㈱：技術資料</li> </ul>		

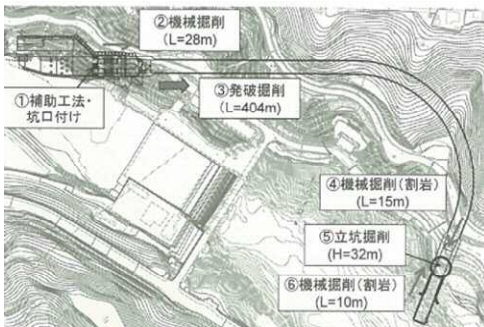



### 取水口 施工事例

		整理No.	42
名 称	ダム名称：下小鳥ダム	発電所名称：松尾川第一発電所	
所在地	岐阜県飛騨市河合町大字保字西中岩		
本体諸元	目的：P	型式：R	
	堤高：119.0m	堤頂長：289.2m	
	堤体積：3530千m <sup>3</sup>	総貯水容量：123,037千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：神通川水系	河 川 名：小鳥川	
事業主体	関西電力株式会社		
施工業者	本 体：青木建設	リニューアル：東洋	
時 期	本 体 竣 工：1973年度	リニューアル完了：2016年度予定	
リニューアル目的	大規模出水の度に濁水長期化現象が生じていることから、濁水長期化対策として表面取水設備を新設するものである。		
概 要	<p>下小鳥ダムは、平成11年の大規模な出水により、ダム貯水池集水域の荒廃の影響もあり、大規模出水の度に濁水長期化現象が生じている。この濁水長期化対策として、比較的濁りの少ない表層の水を取水する表面取水設備新設工事をH24.10～H28.6の4年間で実施するものである。</p> <p>[締切り方法] 取水新設工事であることから堤体への仮締切は無し。</p> <p>[施工方法] 表面取水設備はダム右岸側に位置する既設取水口の upstream 約50m地点に取水塔形式として設置する。表面取水設備深礎部は一部ケーソンとし、設置箇所の対岸である高標高部のケーソンヤードで製作する。また導水路は既設導水路の径と同様の内径4.7mで約100m新設し、既設導水路と接続する。</p>		
	 <p style="text-align: center;">水路一般平面図</p>		 <p style="text-align: center;">年度別進捗イメージ図</p>
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・川島勉、中島洋、馬場修二、荒木壯則：下小鳥発電所表面取水設備新設工事の施工、電力土木、No. 373、2014. 9</li> </ul>		

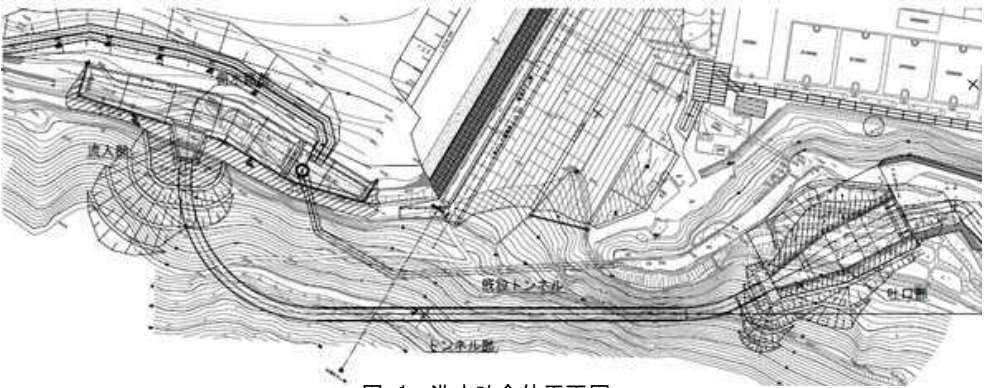
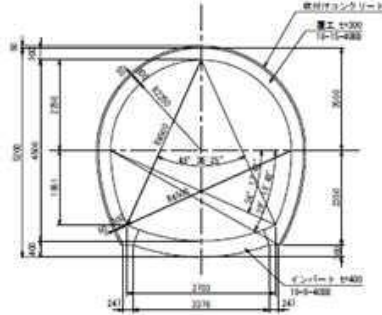
## 取水口 施工事例

		整理No.	43
名称	ダム名称：松尾川ダム	発電所名称：松尾川第一発電所	
所在地	徳島県三好市西祖谷山村		
本体諸元	目的：P	型式：G	
	堤高：67.0m	堤頂長：195m	
	堤体積：169千m <sup>3</sup>	総貯水容量：14,300千m <sup>3</sup>	
河川	水系名：吉野川水系	河川名：松尾川	
事業主体	四国電力株式会社		
施工業者	本体：西松建設	リニューアル：四電エンジニアリング	
時期	本体竣工：1953年度	リニューアル完了：2012年度	
リニューアル目的	水利権更新を迎えたことより、河川維持放流を条件にサイフォン方式による維持放流設備を新たに設置したものである。		
概 要	<p>河川維持放流設備は、松尾川ダム貯水池左岸に設置している第一注水口の末端部に取水堰を設け、約60mの導水管により松尾川ダム直上流に設けた上流水槽へ導水する設備である。</p> <p>[締切り方法] サイフォン方式のため無し。</p> <p>[施工方法] 取水堰は第一注水口上流の導水トンネルの流況に影響を与えない箇所に設けた。 導水管は耐久性に優れ、水密性がよく、支持架が少なく全体工事費が安価等の利点がある鋼管を採用した。 上流水槽は混和材にフライアッシュを使用した鉄筋コンクリート造とした。 下流水槽は上流水槽と同様のコンクリート造とした。</p>		
	 <p style="text-align: center;">サイフォン概要図</p>  <p style="text-align: center;">河川維持放流設備位置図</p>  <p style="text-align: center;">河川維持放流設備概要図</p>  <p style="text-align: center;">サイフォン管</p>  <p style="text-align: center;">放水管</p>  <p style="text-align: center;">導水管 (ダム上流側)</p>		
参考文献	・二宮進、一色正広、増田盛士：松尾川第一発電所松尾川ダム河川維持放流設備の設計および施工の概要、電力土木、2014.1		

## 取水口 施工事例

		整理No.	44
名 称	ダム名称：鹿野川ダム		発電所名称：肱川発電所
所在地	愛媛県大洲市肱川町宇和川地先		
本体諸元	目的：F・P	型式：G	
	堤高：61.0m	堤頂長：167.9m	
	堤体積：161千m <sup>3</sup>	総貯水容量：48,200千m <sup>3</sup>	
河川	水系名：肱川水系	河川名：肱川	
事業主体	国土交通省四国地方整備局		
施工業者	本 体：清水建設	リニューアル：清水・安藤ハザマ	
時期	本体竣工：1958年度	リニューアル完了：2018年度予定	
リニューアル目的	<p>肱川水系河川整備計画に基づき、洪水調整容量の増加、流水の正常な機能の維持および貯水池水質改善を目的として実施。</p>		
概 要	<p>本工事は、洪水調整容量の増加、流水の正常な機能の維持に充てるため、発電容量・死水容量を廃止し、トンネル洪水吐き新設、クレストゲート改造、選択取水設備設置を行う工事である。なお、ここではトンネル洪水吐新設工事について述べる。</p> <p>[締切り方法] トンネル工、ゲート・放流管据付工、減勢工施工に対し、ドライ施工ができるように鋼管矢板による仮締切を施工した。</p> <p>[施工方法] トンネル吐口部での掘削断面は幅約19m高さ約19m、最大掘削断面積約320m<sup>2</sup>の大断面であることから、上半、下半、底版に別けて掘削を行う。トンネル掘削は、吐口部から呑口部に向かって行い、坑口約28m区間は機械による明かり掘削、鋼製放流管部・標準部は、騒音等環境対策を実施した後に、24時間体制で発破掘削を呑口立坑約25m手前まで行い、その後約15m区間を再度機械掘削し、呑口立坑約10m手前で一端掘削を中段する。その後、呑口立坑の建込・立坑内の掘削を行った後、呑口立坑側から迎堀りにてトンネルを積子させる。なお、掘削工法としては、NATM工法で行い、地質状況確認と湧水確認のため、先行ボーリングを実施している。</p>		
	 <p style="text-align: center;">トンネル掘削順序</p>	 <p style="text-align: center;">計画イメージ</p>  <p style="text-align: center;">完成イメージ</p>  <p style="text-align: center;">掘削断面</p>	
参 考 文 献	<p>・原田隆史、尾嶋百合香：鹿野川ダム改造事業の概要－トンネル洪水吐き新設工事進捗状況（中間報告）－、ダム技術、No. 324、2013. 9</p>		

### 洪水吐き増設 施工事例

		整理No.	45
名 称	ダム名称：川内ダム	発電所名称：－	
所在地	新潟県柏崎市		
本体諸元	目的：W	型式：E	
	堤高：25.5m	堤頂長：128.0m	
	堤体積：120千m <sup>3</sup>	総貯水容量：265千m <sup>3</sup>	
河 川	水系名：二級河川前川水系	河 川 名：前川	
事業主体	柏崎市		
施工業者	本 体：ダム事業者	リニューアル：安藤ハザマ、丸高建設	
時 期	本体竣工：1938年度	リニューアル完了：2013年度	
リニューアル目的	川内ダムは、昭和13年に建設された均一型アースダムであり、新潟県柏崎市ガス水道局が管理する上水道専用のダムとして完成から70年以上その役割を担っている。昭和58年に河川構造令のダム構造安全基準を満たしていないことが確認され、洪水吐能力の増強が必要となった。		
概 要	<p>川内ダム改良工事において、既設洪水吐はトンネル方式で施工されており、新設洪水吐も同様にトンネル方式が採用された。改良後は2条の洪水吐で放流能力は50m<sup>3</sup>/sから230 m<sup>3</sup>/sに増強される。新洪水吐きの構成は、側水路部、呑口部、トンネル部、吐口部からなる。</p> <p>[締切り方法] 貯水池上流に仮締切堰堤を設け、コルゲート水路（2条）を既設洪水吐トンネルまで設置し、河川水の切り回しを行った。</p> <p>[施工方法] 洪水吐計画平面図を図-1、トンネル標準断面を図-2に示す。</p>		
	 <p style="text-align: center;">図-1 洪水吐全体平面図</p>	<p>■ トンネル工： トンネル掘削は、既設のトンネルが近接しているため、機械掘削（ロードヘッダー）によるNATM工法を採用した。全長は261m、吐口部側より施工した。</p> <p>■ 側水路部、呑口部： 新側水路を築造するため、旧洪水吐の側水路部を半分程度取壊した。新旧側水路の越流高さは同じであるため、完成後は新旧洪水吐に同時に余剰水が流下する構造である。</p> <p>■ 吐口部： 吐口部は副ダムが設置され、減勢工の役割を果たす。吐口構造物の下流は、かごマット工による河道処理を実施した。</p>	 <p style="text-align: center;">図-2 洪水吐トンネル標準断面</p>
参 考 文 献			

## 第4章 水路トンネル及び発電施設

### 4.1 水路トンネル（導水路・放水路含む）

#### 4.1.1 水路トンネルの現状<sup>1)~4)</sup>

国内の水力発電所は、明治21年に三居沢発電所(仙台)が、明治24年に蹴上発電所(京都)が発電を開始し、約120年の歴史を有している。初期の1890~1955年の間は、ベース負荷を受け持つ小規模な流込み式発電所や、負荷の変動に対応する日負荷調整用の小規模な調整池式発電所が数多く建設された。1950年代に入るとダム技術の進歩に伴い季節的に河水の自然流量を調整する大ダムを持つ貯水池式発電所、およびあまり大きな池容量は持っていないが、日負荷調整可能な調整池式発電所が需要のピーク部分を分担すべく建設された。1960年代に入ると、さらに旺盛な電力需要の増加ならびに需要構造の変化に対応するピーク負荷用供給力として、揚水式発電所が建設された。

図-4.1.1に水力発電所のイメージ(流込み式・調整池式)、表-4.1.1に発電方式別の地点数を示す。

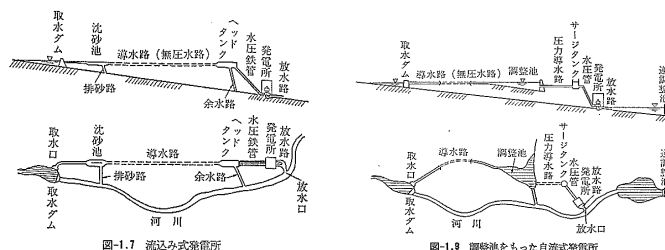


図-4.1.1 水力発電所のイメージ(流込み式・調整池式)<sup>1)</sup>

表-4.1.1 発電方式別地点数<sup>1)</sup> 2004.3時点

発電方式	既開発			工事中			
	地点 (箇所)	出力 (kW)	電力量 (MWh)	地点 (箇所)	出力 (kW)	電力量 (MWh)	
一般水力	流込み式	1,146	5,174,699	27,684,877	17	70,753	325,309
	調整池式	467	10,119,547	45,163,628	2	107,000	543,236
	貯水池式	230	6,710,996	19,291,589	11	45,530	170,846
	小計	1,843	22,005,242	92,140,094	30	223,283	1,039,391
混合揚水	20	5,727,040	2,633,631	1	400,000	255,600	
計			94,773,725			1,294,991	

また、導水路・放水路などの水路トンネルは総延長が1997年時点で4,700kmに達している。その平均経過年数は約50年である。覆工には、一部にはレンガ積みや石材積みがあるものの、古い建設年代のものであっても通水の目的から場所打ちコンクリート造が多い。

図-4.1.2に国内の水力発電所水路トンネルの経年数別内訳を示す。