

益田川治水ダム建設事業 笹倉ダム再開発の概要

島根県土木部河川課河川開発室 中村壽浩

キーワード：再開発

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、笹倉ダム再開発は、不特定容量の確保を目的に既設農地防災ダムの再開発を行ったものである。

笹倉ダムは島根県益田市を流下する2級河川益田川の中流、島根県益田市美都町笹倉地内の支川波田川にある既設の農地防災ダムであり、再開発工事は平成16年10月に着手し、平成19年3月に完成した。

なお、本事業のうち洪水調節を目的とした益田川ダムは、平成18年3月に完成し4月から管理を開始している。

位置図を図-1に、既設笹倉ダムの状況を写真-1、2に、またダム及び貯水池の諸元を表-1に示す。



図-1 位置図



写真-1 既設ダム下流面



写真-2 既設ダム上流面

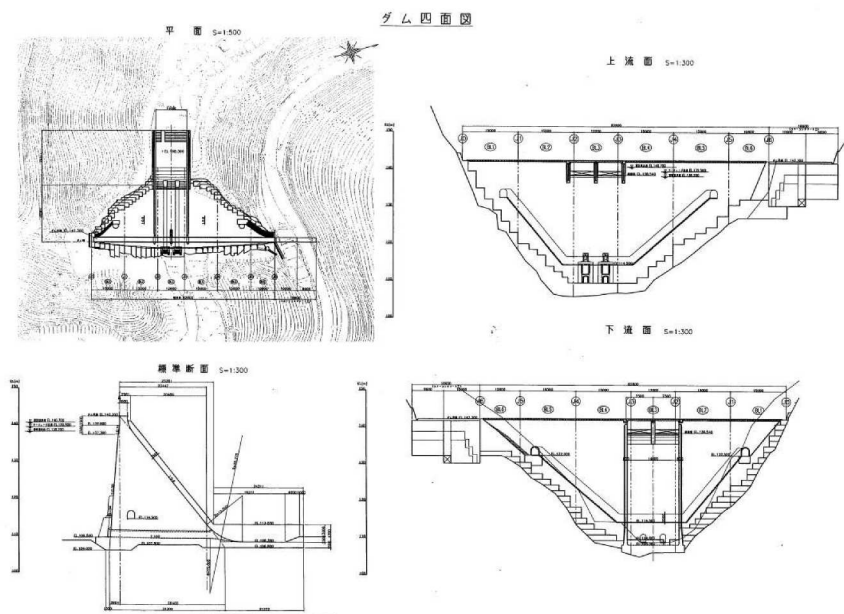


図-2 既設ダム四面図

ダ ム	ダ ム 名	笹倉ダム(既設)	笹倉ダム(再開発)
	河 川 名	2級河川益田川水系波田川	2級河川益田川水系波田川
貯 水 池	位 置	島根県益田市美都町笹倉	島根県益田市美都町笹倉
	型 式	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム
放 流 設 備	堤 高	36.3m	36.2m
	堤 頂 長	82.8m	92.5m
貯 水 池	堤 体 積	28,000m ³	31,800m ³
	非越流部標高	EL 142.4m	EL 141.7m
貯 水 池	集 水 面 積	13.5km ²	13.5km ²
	湛 水 面 積	0.05km ²	0.05km ²
貯 水 池	総 貯 水 容 量	555,790m ³	480,000m ³
	有 効 貯 水 容 量	(洪水) 555,790m ³	(不特定) 200,000m ³
貯 水 池	堆 砂 容 量	—	280,000m ³
	常 時 満 水 位	—	EL 138.2m
貯 水 池	サーチャージ水位	EL 139.6m	—
	設 計 洪 水 位	EL 141.5m	EL 140.7m
放 流 設 備	常 用 洪 水 吐	コンジットゲート 高さ2.0m×幅1.5m×2門	—
	非 常 用 洪 水 吐	クレスト自由越流 高さ3.17m×幅6.5m×2門	クレスト自由越流 高さ2.5m×幅14.0m×2門 高さ2.5m×幅11.6m×2門
貯 水 池	計 画 高 水 流 量	62m ³ /s	160m ³ /s
	ダム設計洪水流量	136m ³ /s	440m ³ /s

表-1 ダム諸元

3. 既設笹倉ダム

笹倉ダムは、昭和35年度から昭和41年度にかけて農地防災ダムとして建設された重力式コンクリートダムであり、平常時は貯水せず洪水時に貯水するダムである。

(1) 地質概要

笹倉ダム周辺の地質は、中～古生代の三郡帯に属する三郡変成岩と鹿足層群を主体とし、中生代白亜紀の火成岩、新生代第三期の火山岩類が分布している。

このうちダムサイトには、右岸側に三郡帯に属する粘板岩、左岸側に中生代白亜紀の花崗岩が分布している。

(2) 既設堤体

既設堤体は、堤高36.3m、堤頂長82.8m、堤体積28,000m³の重力式コンクリートダムである。図-2に既設ダム構造図を示す。

基本形状は、上流面勾配 1 : 0.08、下流面勾配 1 : 0.80 であり、河床部に H=2.0m×B1.5mの放水口を 2 門、堤頂部に H3.17m×B6.5mの非常用洪水吐きを 2 門有している。

右岸取付部は、地山の粘板岩が地表 20m程度まで風化が進み亀裂が多いため、風化部の除去と止水性確保のためコンクリート壁が施工されている。

基礎処理は、堤敷全体のコンソリデーショングラウチングとカーテングラウチングが施工されているが、詳細なデータが残っていないため改良範囲、効果については不明であった。

(3) 既設堤体の状況

既設堤体は竣工後約 40 年が経過しているが、堤体コンクリートは表面がやや黒ずんでいるものの比較的良好な状態であり、外観調査等の結果から既設堤体コンクリートは健全な状態を保っていると判断した（写真-3）。



写真-3 既設堤体上流面

4. 笹倉ダム再開発

(1) 再開発にあたっての留意点

既設笹倉ダムの調査結果から再開発にあたって留意した事項は次のとおりである。

①洪水吐き、減勢工等を現行基準に見合う施設に改造する必要がある。

②右岸取付部に施工されているコンクリート壁は、施工時に周辺地盤が乱されている可能性があるため、止水処理方法と合わせてその取扱いの検討が必要である。

③コンソリデーション及びカーテングラウチングが施工されているが、改良範囲、効果については不明である。このことを前提に、常時貯水していないダムを常時貯水するダムに再開発するので、基礎処理については地質状況を勘案して新規に立案する必要がある。

(2) 再開発工事概要

笹倉ダム再開発におけるダム本体の主な改造箇所は、堤頂部と右岸取付部及び減勢工であり、主要な改造箇所

とその目的は以下のとおりである（図-3～6）。

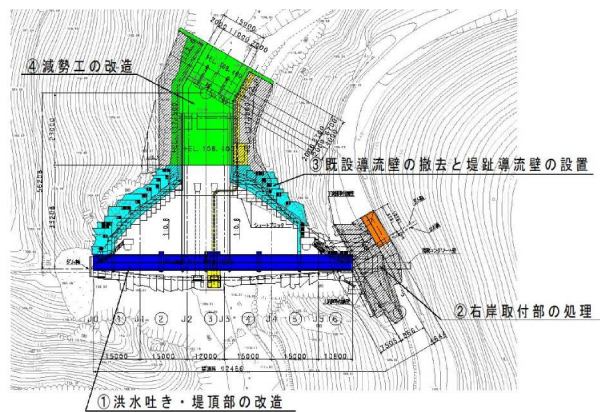


図-3 再開発計画平面図

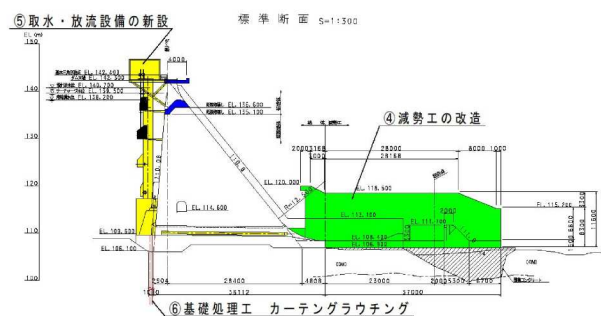


図-4 再開発計画標準断面図

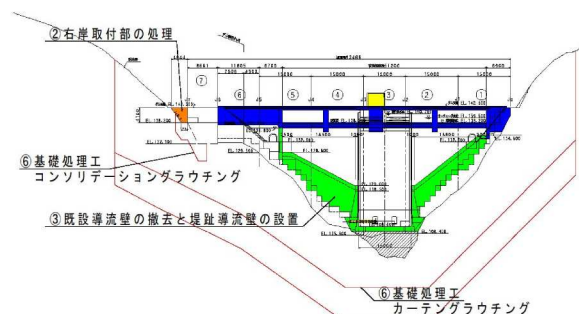


図-5 再開発計画下流面図

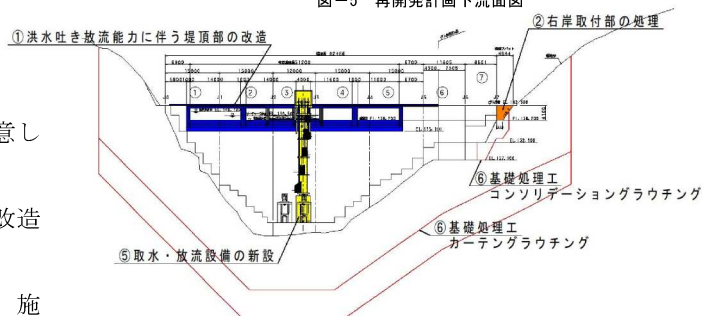


図-6 再開発計画上流面図

なお、既設ダムの基本形状は、全てのブロックにおいて転倒、滑動のダムの安定条件を満足していることから、基本形状の改造は行わないものとした。

①堤頂部

越流部は、既設笹倉ダムのダム設計洪水流量 136 m³/s に対して、地域別比流量図より求めたダム設計洪水流量 440 m³/s が流下可能な非常用洪水吐とする。

非越流部は、維持管理を目的として現況の堤頂幅 2.0mを 4.0mに拡幅する。

②右岸取付部

右岸地山の止水性向上を目的として堤体を延長する。

右岸取付部は、ダム天端以上の法面对策規模を抑制するため、ダム軸は右岸地山斜面と直交する方向に屈曲させる。

また、最右岸部は法面对策規模と堤体積の抑制を考慮して造成アバットとする。

③導流壁

堤頂部洪水吐の改造に伴い、堤趾導流壁を設置する。

④減勢工

非常用洪水吐の改造とあわせて減勢工を改造する。

⑤取水放流設備の新設

既設ダムは取水放流設備を有しないためこれを新設する。

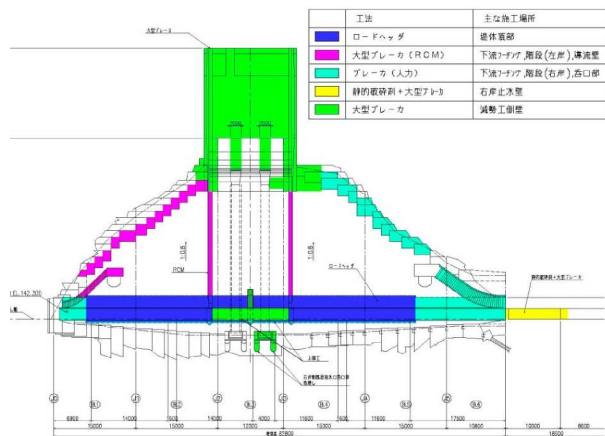
⑥基礎処理工

右岸取付部にコンソリデーショングラウチングを実施するとともに、既設堤体部を含む全体にカーテングラウチングを実施する。

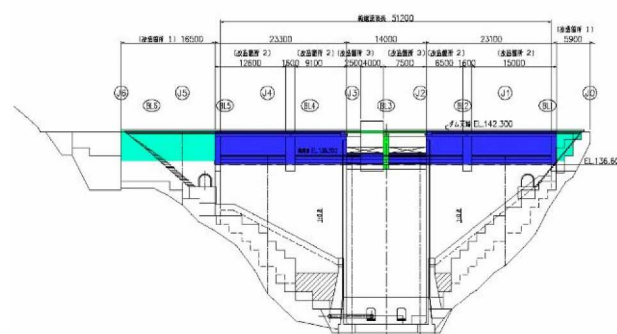
(3)既設堤体の取り壊し

i)取り壊し工法の選定

既設堤体の取り壊し箇所は堤頂部、右岸取付部、導流壁、フーチング及び減勢工である（図－7、8）。



図－7 取り壊し平面図



図－8 取り壊し下流面図

取り壊しにあたっては、既設堤体に与える影響を考慮して工法を選定する必要がある。

発破工法を用いる場合は振動規制を定量化するために

振動速度（cm/s:kine）が用いられることから、笹倉ダムでは他ダムの事例を参考に規制値を 5kine として工法の選定を行った。

ii)堤頂部取り壊し

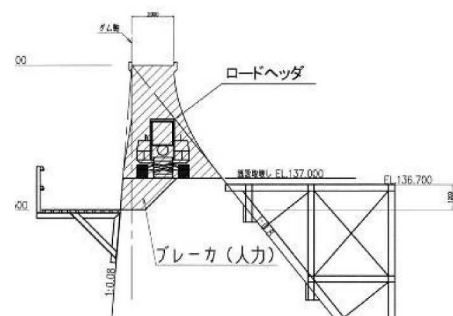
堤頂部はトンネル掘削機であるロードヘッダ（自由断面掘削機）を使用した切削により取り壊しを行った。

ダムの再開発にロードヘッダを使用した事例としては堤体を穿孔したものがあつたが堤頂部の切削事例がなかったため、堤体への影響、施工性、経済性等を検討し、施工可能と判断し採用した（図－9、写真－4）。

なお、この工法は施工業者からの V E 提案によるものである。

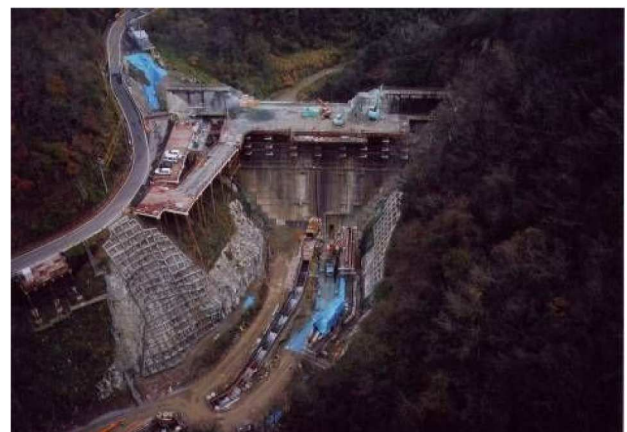


写真－4 ロードヘッダ施工状況



図－9 ロードヘッダ施工図

ロードヘッダの搬入にあたって、既設天端道路が 2m と狭いため堤体下流部に仮設栈橋の設置が必要となったが、このことによりコンクリート打設、天端橋梁架設等が直接仮設栈橋から施工できることとなった(写真－5)。



写真－5 仮栈橋全景

切削は、既設堤体コンクリートが川砂利を使用していたため予想以上に硬く手間取ったが、約 1 ヶ月半で 900 m³の切削を完了した。

なお、ロードヘッダ、大型ブレーカ、及びレッグハンマーの振動速度を実測した結果、ロードヘッダでは 5kine の規制値を設けてもほぼ計画取り壊し線までの切削が可能であり、今後同様な施工条件のコンクリート取り壊しに有効な工法として期待できる結果が得られた（図-10、写真-6）。

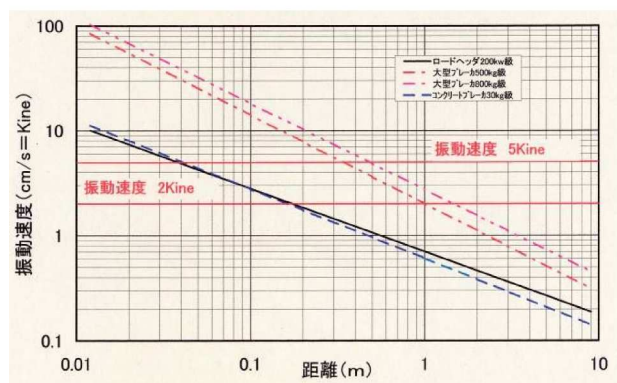


図-10 振動速度

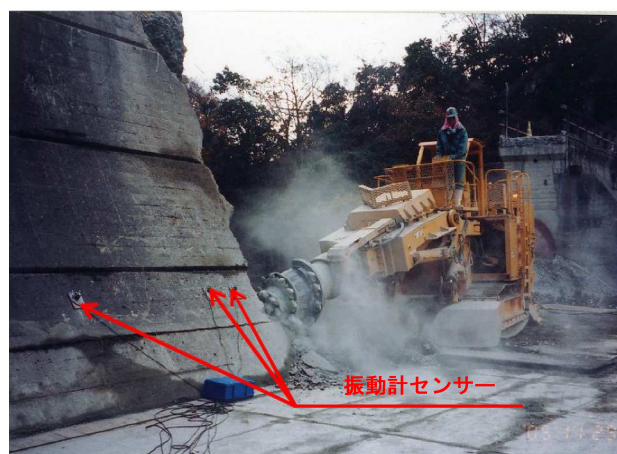


写真-6 センサー設置場所

iii) 導流壁取り壊し

既設導流壁は堤体下流面中央付近に W0.6m×H2.0m で帯状に設置しており、静的破砕剤+人力施工により段階的に取り壊す計画であったが、労働基準監督署より白蟻病（はくろうびょう）対策として極力機械施工にするよう指導もあり、検討の結果、ロッククライミング工法によるブレーカ取り壊しとすることとした（写真-7）。



写真-7 ロッククライミング

ロッククライミング工法とは、ワイヤーにより重機を吊り下げながら斜面に沿って作業する工法で、施工条件が同様な左岸下流斜面部の岩掘削及び左岸下流フーチングの取り壊しにも採用した。

(4) 堤体材料

堤体材料の調達は、新規コンクリート打設量が約 8,300 m³と小規模なことから、経済性等を考慮してレディミクストコンクリートとした。

コンクリートは、入手の容易さを考慮し J I S 規格品を用いることとし、堤体コンクリートは内部コンクリートの割合が少ないため内部、外部同一配合の（18-5-40）とし、鉄筋部については構造用コンクリート（24-8-40）とした。

(5) 堤頂部

堤頂部は、ダム設計洪水流量が流下可能な構造に改造する（図-11）。

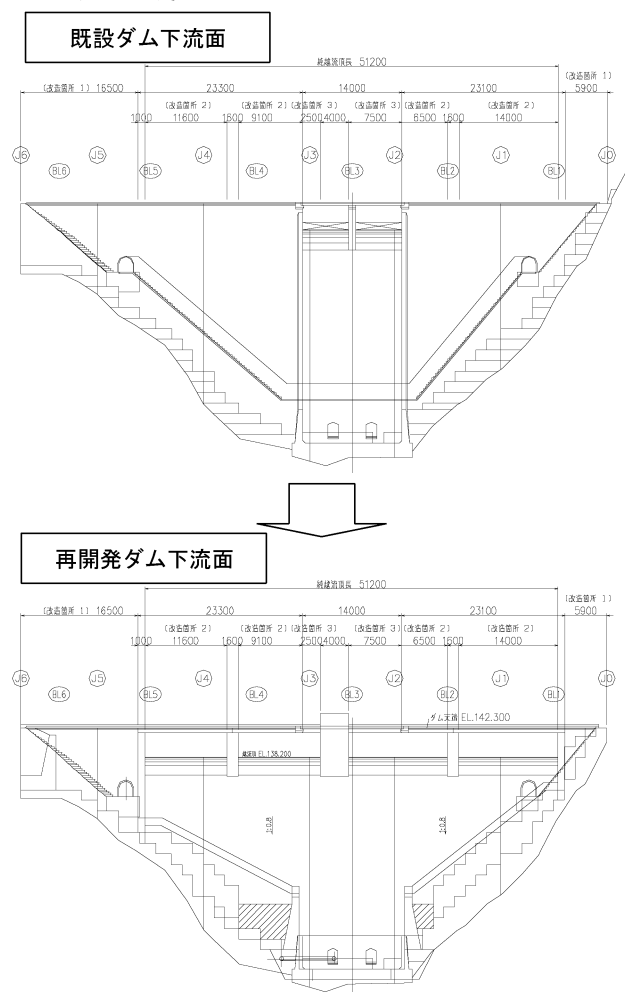


図-11 非越流部から越流部への堤頂部改造

越流部は、自由越流形式で、L14.0m×H2.5m及びL11.6m×H2.5mをそれぞれ2門有する。

非越流部は、既設天端幅が 2.0mのため維持管理を目的に 4.0mに拡幅することとし、既設堤体からアンカーを取って腹付けコンクリートを施工した（図-12）。

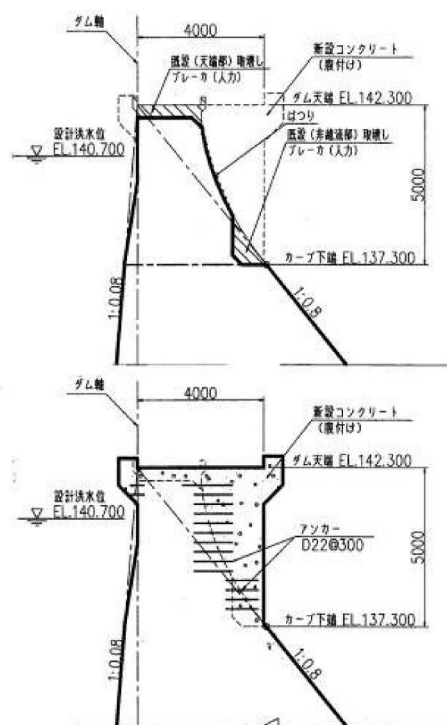


図-12 非越流部改造詳細図

コンクリート打設は、仮設栈橋からホイールクレーン45t吊及びポンプ打設により行くとともに、新旧コンクリートの付着を確実にするため、既設コンクリート面にエポキシ樹脂系接着剤を施した（写真-8, 9）。

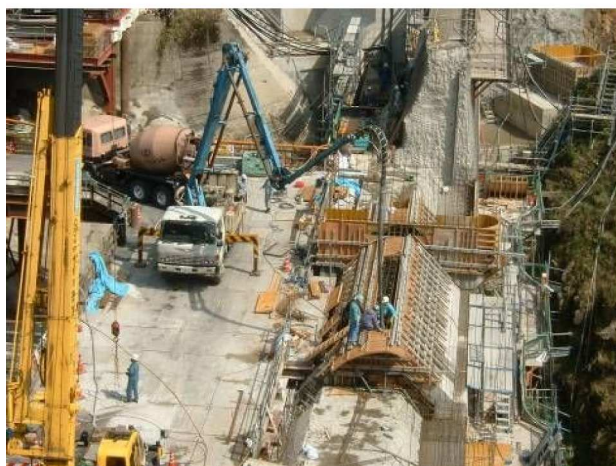


写真-8 堤頂部打設状況

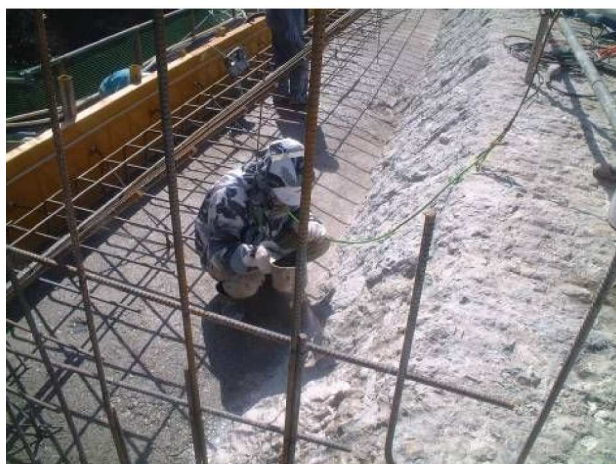


写真-9 接着剤塗布状況

(6) 右岸取付部

右岸アバット部地山内には建設当時に施工されたコンクリート壁が埋設されている（写真－10）。



写真-10 右岸既設コンクリート壁

これは断層の密集する右岸取付部の止水を目的として施工されたものであるが、当時の資料が竣工図しか残存していないため施工方法及び詳細な構造は不明であった。竣工図から推定すると、施工方法は上部がオープン掘削による施工、下部は横坑による施工と推定される。

また、ボーリング調査からコンクリート壁自体は無筋構造物と推定されるが、コンクリートと基礎岩盤が密着しておらず止水性に問題があると考えられた（図-13、写真-11）。

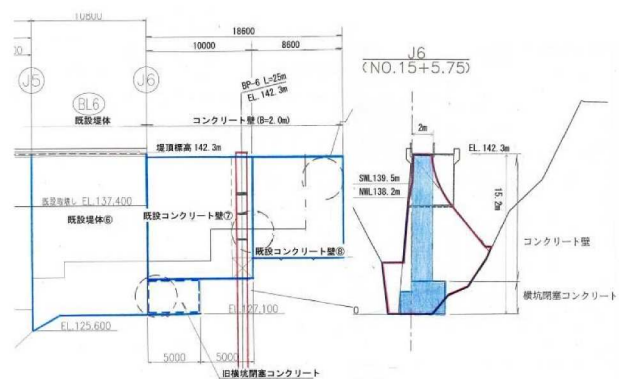


図-13 既設コンクリート壁

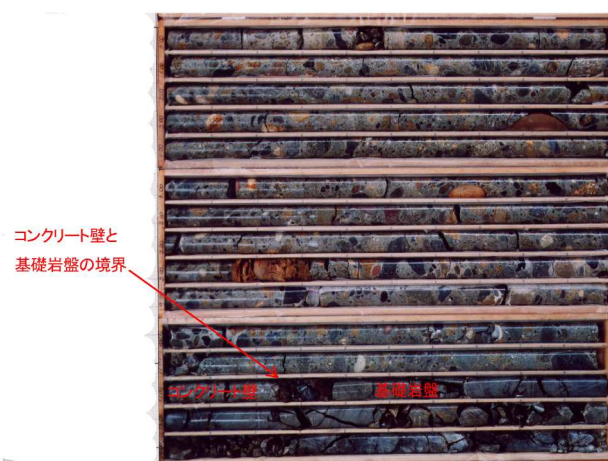


写真-11 既設コンクリート壁ボーリングコア

このように、既設コンクリート壁は力学的安定性や遮水性に問題のある構造物であるので撤去するとともに、堤体を地山に直行する方向に延長することとした。

また、最右岸部は法面对策規模と堤体積の抑制を考慮して造成アバットとした（図-14）。

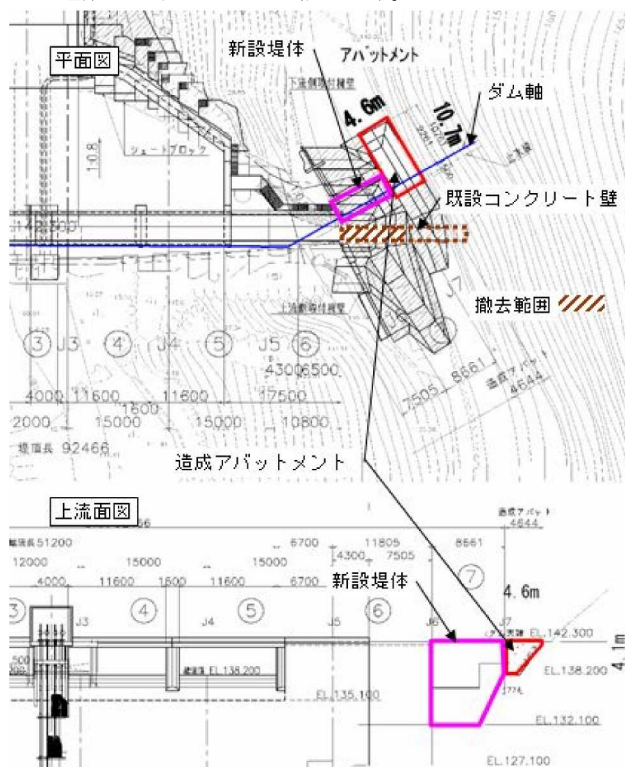


図-14 造成アバット計画図

(7) 導流壁・減勢工

導流壁は、越流部が全面越流であるので堤趾導流型とした。

減勢工は、下流河道が堤体直下流 30m 程度で右岸側に湾曲しているため、30° 右岸側に屈曲させ、幅は既設減勢工幅である 15m とした。

施工に先駆けての転流は既設放水口を利用し、コンクリート打設は旧道を利用した工事用道路を堤体直下流まで設置しクレーン打設とした（図-15）。

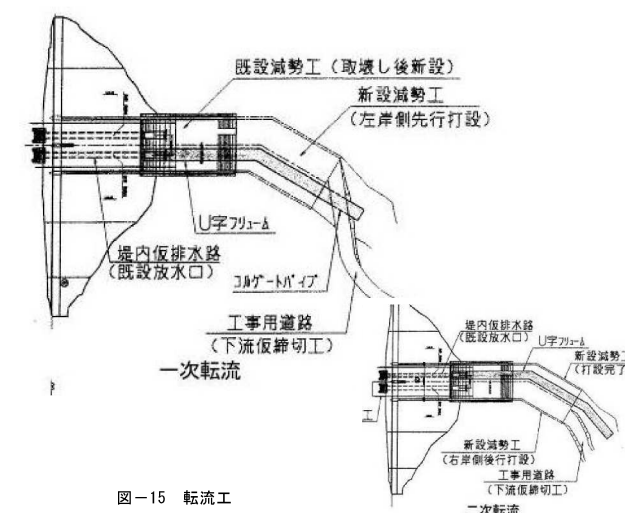


図-15 転流工

(8) 取水放流設備

既設笹倉ダムは常時は貯水しないダムであり、取水設備を有していなかったため新設することとし、放流管は既設放水口内に設置し堤体下流に導水した（図-16）。

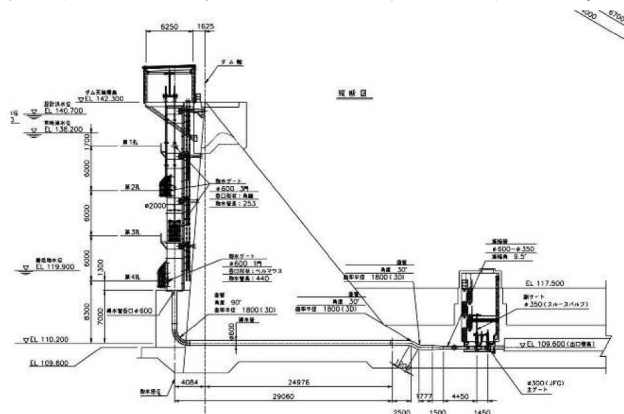


図-16 取水放流設備計画図

(9) 基礎処理

i) コンソリデーショングラウチング

堤体を延長する右岸部 7 ブロック及び造成アバット部にコンソリデーショングラウチングを施工した。孔配置は通常の重力式コンクリートダムと同様に 3.0m 格子、深さ 5m で改良目標値は 5Lu とした（図-17）。

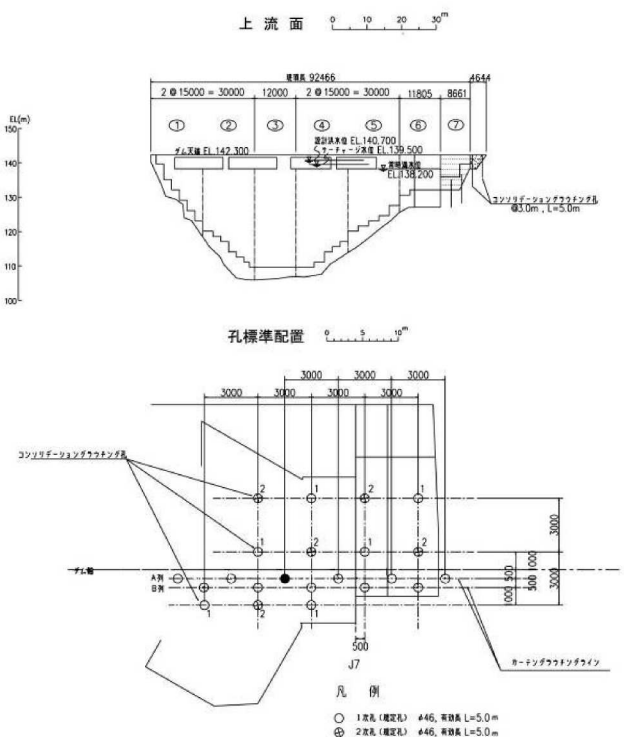


図-17 コンソリデーショングラウチング計画図

ii) カーテングラウチング

建設当時のカーテングラウチングは資料の一部が残っているのみで改良効果が不明であることから、確実に止水するため堤体全体にわたり再度実施することとした。

孔配置は 1 列直線配置で規定孔間隔は 3.0m とし改良目標値は 2Lu とした。

なお、右岸部は基岩粘板岩の風化が地山深部まで及んでいることや断層が存在することなどから孔配置を1列千鳥配置とし規定孔間隔を1.5mとした(図-18)。

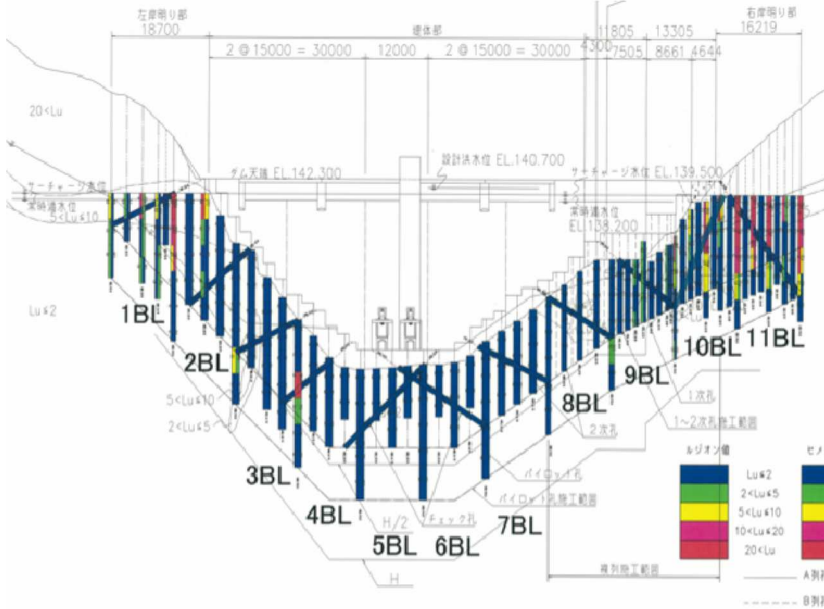


図-19 カーテングラウチング実績図

河床部より順次施工を行ったが、左岸から河床部の3～7BLは一部を除いて2Lu以下の良好な状態であったため、河床部の2次孔は2ステージまでの施工に変更した。

また、8BLは1列千鳥配置としていたが、A列の1～2次孔全てが2Lu以下であったのでB列は省略した(図-19)。

4. おわりに

笹倉ダムは、平成19年1月9日に試験湛水を開始し同3月6日に終了して供用を開始した。

今回の再開発にあたっては、右岸側に県道があったものの1車線なため大型建設機械の搬入が容易でなかったことや、堤頂部への進入にあたり仮設備が膨大なものとなるなど、現場条件により制約を受けることが多かったものの、VE提案或いは新工法の採用などの工夫によりコスト縮減、計画工程での完成を図ることができた。

今後、同種の再開発工事にあたり本報告が参考となれば幸いである。

対策箇所	当初計画	コスト縮減策	コスト縮減効果 (縮減率)
●既設堤体取り壊し工の掘削機械見直し(契約後VE提案の導入による)			
堤体掘削機械	低爆速火薬及び静的破砕剤による取り壊し	ロードヘッダによる取り壊し	8.5%
●堤体部主運搬設備の見直し(契約後VE提案の導入による)			
運搬設備	クローラークレーン150t吊	ホイールクレーン45t吊	11.3%
●既設堤体取り壊し工の工法見直し			
既設導流壁	静的破砕剤、人力	ロッククライミング工法	50.0%

※契約後VE提案によるコスト縮減効果にはVE管理費を見込んでいる
表-2 コスト縮減効果

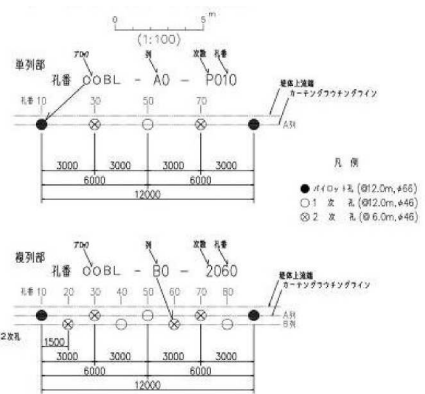


図-18 カーテングラウチング孔配置図



写真-12 再開発前 下流面



写真-13 完成後 下流面