

長安口ダム改造事業の概要（その1）

～新設洪水吐きの検討～

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所

嘉 田 功*

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所

長 尾 純 二**

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所開発工務課

菊 田 一 行***

キーワード ダム再開発・新設洪水吐き・堤体切削

1. はじめに

長安口ダムは那賀川水系で唯一の洪水調節機能を有する多目的ダムである。長安口ダム改造事業は、近年那賀川において洪水と渇水による被害が頻発していることから、既設ダムをより有効に活用し、ダム機能の増強を図るものである。既設ダムの再開発事業はこれまでに多くの実施例があるが、長安口ダムのような既設堤体の大規模切削を行い、新設洪水吐きを設置する工事は日本初の事例となる。工事期間中においてもダムは通常の運用を継続しているため、年間を通して常時満水位を維持する長安口ダムでは、貯水位の数十m下での水中施工が必要であるとともに、洪水期の洪水調節容量確保は全国唯一の全量予備放流で実施し、洪水調節を行うことが求められている。さらに、長安口ダムにおいては、大規模切削を行うことから、堤体の安定性確保のために、堤体下流の増厚コンクリートやストラット等ダムの補強対策が必要である。

長安口ダム改造事業全体としては、平成30年度の完成を目指している。本体工事は、平成24年度より堤体切削時の仮締切も兼ねる予備ゲート設備設置工事に着手し、現在は潜水士による水中施工を進めているところである。まだ一部検討中の部分もあることから、本報告では、長安口ダム改造事業のうち、本体改造の概要と現在工事中である予備ゲート設備設置工事に関する内容について数回にわたって紹介する。今回（その1）は、長安口ダム本体改造における新設洪水吐きの最終形状の検討

について紹介し、減勢工等の検討、予備ゲート設備の設置工事概要については次回以降とする。

2. 那賀川流域及び長安口ダムの概要

（1）那賀川流域の概要

那賀川は、徳島県南部に位置し、その源を徳島県那賀郡の剣山山系ジロウギユウに発し、坂州木頭川等の支川を合わせ、那賀川平野に出て、派川那賀川を分派し紀伊水道に注ぐ幹川流路延長125km、流域面積874km²の一級河川である（図2-1）。流域は、阿南市をはじめとする2市3町からなり、流域の土地利用は、山地が約92%、水田や田畑等の農地が約5%、宅地等の市街地が約3%の山地河川である。下流には、那賀川平野が広がり、県内2番目の人口を擁する阿南市が位置しており、この地域における社会・経済・文化の基盤をなしており、木材産業や農業が盛んで、近年では世界一のシェアを誇るLED等の化学製品や電子機器の企業が進出している。

また、流域内の年間平均降水量は3,000～3,500mmに達する日本でも有数の多雨地帯で（図2-2）、特に台風の接近通過時に集中的に大雨が降る傾向があり、流域では度重なる洪水による浸水被害が発生する一方、図2-3に示すとおり、平成7年以降毎年のように取水制限が実施されるなど、渇水被害も頻発している。

（2）長安口ダムの概要

長安口ダムは、那賀川水系那賀川の徳島県那賀郡那賀町長安地先に徳島県により洪水調節、発電、かんがい用水の補給を目的として昭和31年に建設された多目的ダムである。ダム形式は重力コンクリートダムで、高さ85.5m、総貯水容量54,278,000m³、有効貯水容量

* 事務所長

** 副所長

*** 課長

43,497,000 m³である(表2-1及び写真2-1)。

長安口ダムは、全国で唯一の洪水調節容量全量を予備放流により確保するダムである。

現在の洪水調節計画としては、洪水時には、予備放流を行い、水位をEL. 219.7 mまで下げた状態から洪水調

節を開始し、流入量2,500 m³/sから一定率+一定量の洪水調節を行い、ダム地点における計画高水流量6,400 m³/sに対して最大1,000 m³/sを調節し、計画最大放流量を5,400 m³/sとしている(図2-4~図2-6)。

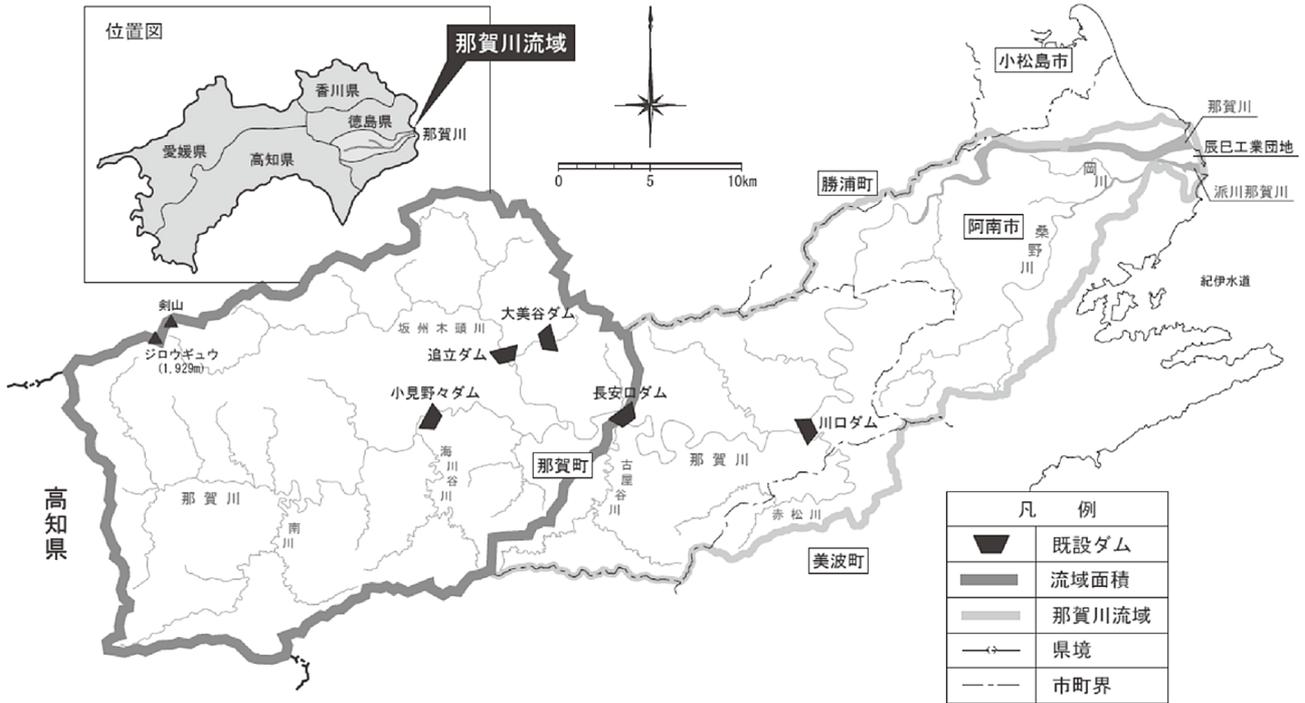


図2-1 那賀川流域図

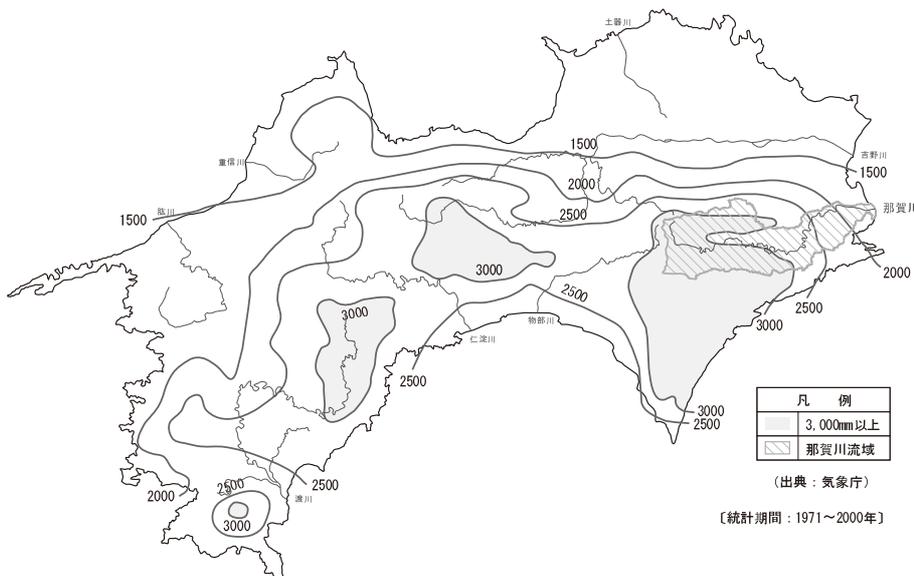


図2-2 年間平均降水量分布図

那賀川における近年の取水制限

漏水 發生年	用水	取水制限期間									制限率	取水制限 日数
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月		
平成7年	工水										80%	50日
	農水										100%	30日
平成8年	工水										20%	64日
	農水										10%	10日
平成9年	工水										20%	60日
	農水										17%	10日
平成10年	工水										20%	14日
	農水										20%	14日
平成11年	工水										30%	59日
	農水											
平成12年	工水										20%	36日
	農水										15%	17日
平成13年	工水										80%	25日
	農水										66%	25日
平成14年	工水										30%	22日
	農水										30%	22日
平成16年	工水										10%	4日
	農水										100%	4日
平成17年	工水										100%	113日
	農水										100%	113日
平成19年	工水										60%	75日
	農水										60%	75日
平成20年	工水										20%	33日
	農水										20%	33日
平成21年	工水										60%	73日
	農水										60%	73日
平成23年	工水										60%	33日
	農水										60%	33日
平成25年	工水										50%	32日
	農水										50%	32日

図2-3 近年の取水制限の状況

表 2-1 長安口ダム諸元

諸元	
型式	重力式コンクリートダム
堤高	85.5 m
堤頂長	200.7 m
堤体積	283,000 m ³
集水面積	538.9 km ² (直接流域 494.3 km ²)
湛水面積	2.238 km ²
総貯水容量	54,278,000 m ³
有効貯水容量	43,497,000 m ³



写真 2-1 現在の長安口ダム (ダム下流より望む)

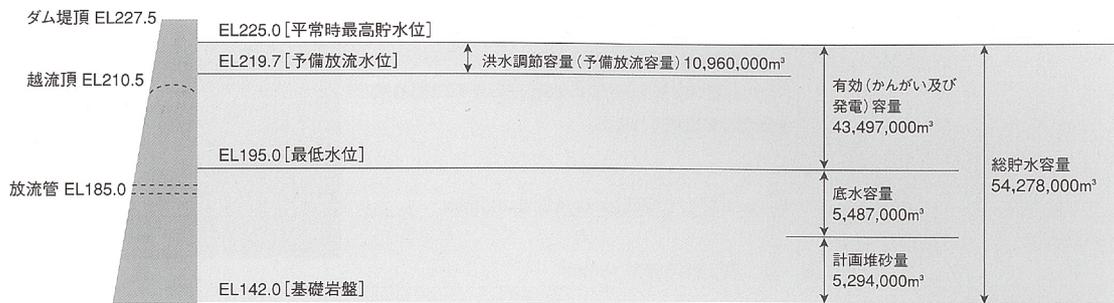


図 2-4 現在の長安口ダムの容量配分

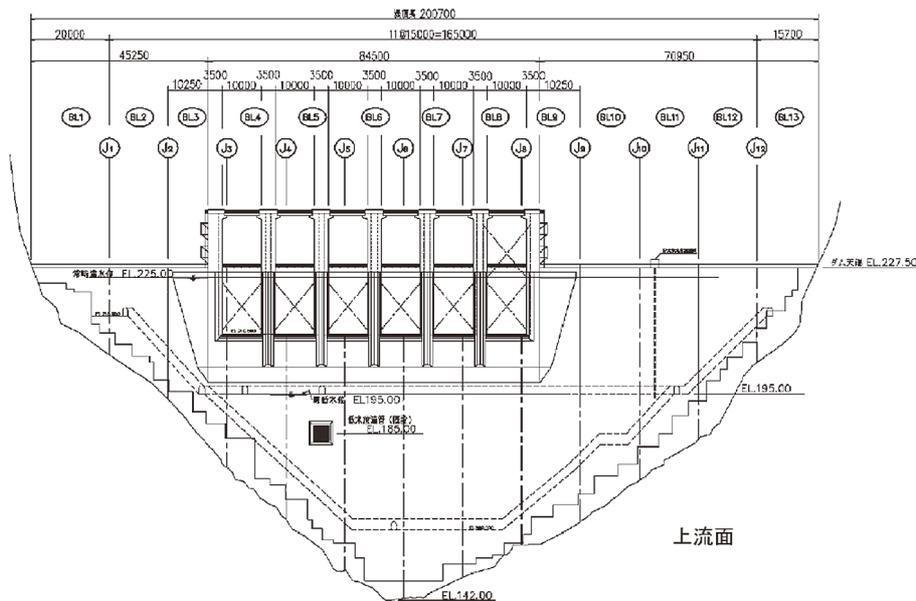


図 2-5 長安口ダムの上流面図

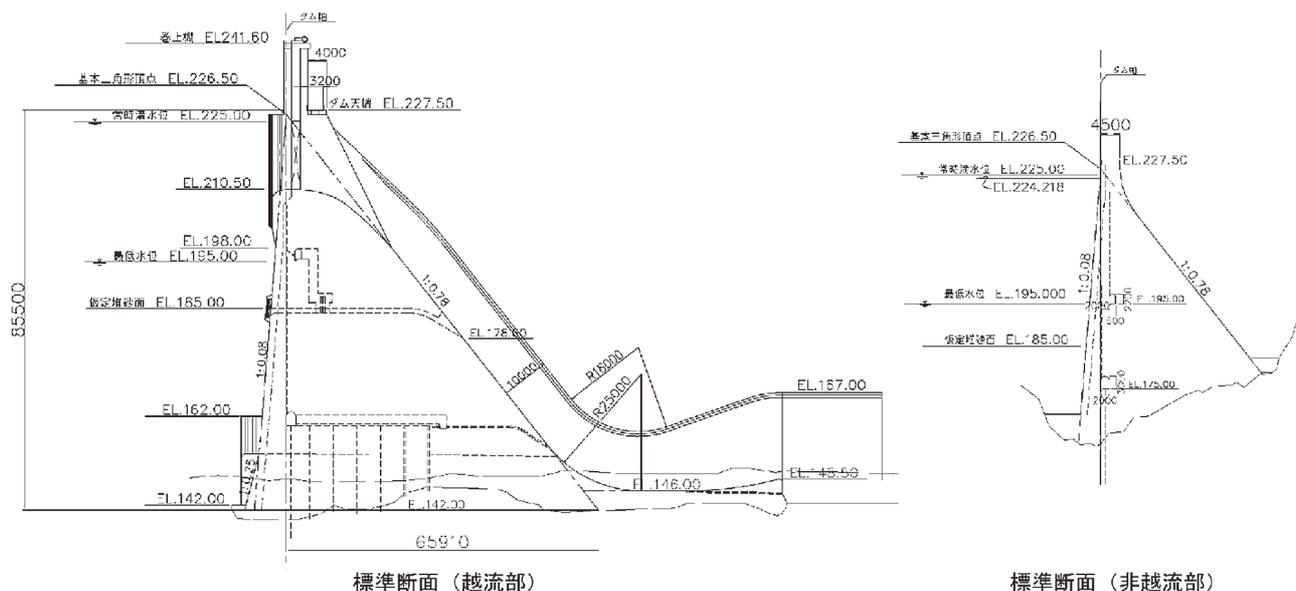


図2-6 長安口ダムの標準断面図

3. 長安口ダム改造事業の概要

昭和25年9月洪水（ジェーン台風）において、戦後最大流量となる9,000 m³/sを記録し、流域で甚大な被害が発生したことを契機として、那賀川河川総合全体計画（S28.3）に長安口ダムによる洪水調節が盛り込まれ、昭和31年には長安口ダムが完成した。しかし、ダム完成後においても、下流の無堤区間で洪水被害が相次いだことから、堤防整備状況に応じた洪水調節計画の見直しを行ってきた。その後、細川内ダム計画が浮上し、建設に向けて地元調整を実施していたが、旧木頭村の理解が得られず、平成12年11月に細川内ダム計画は中止となった。しかし、現在でも依然として洪水被害や渇水被害が頻発しており、さらに長安口ダムの貯水池内における堆砂が当初計画に対して約3倍にまで進行しており、有効貯水容量の減少に伴うダム機能の低下が懸念されている。こうした状況を踏まえ、平成10年度には那賀川総合整備事業に着手し、那賀川における治水、利水等の課題に対する総合的な検討を行ってきた。平成19年度にダムの機能強化を目的とした長安口ダム改造事業に着手し、ダム管理を徳島県から国土交通省に移管している。

改造事業の目的は3点あり、1つめの治水面では、予備放流水位を1m下げることで、洪水調節容量を増量し、洪水調節機能を向上させる。増量した洪水調節容量を適正に活用するため1m下げた予備放流水位を洪水調節開始流量（現行2,500 m³/sを3,600 m³/sに変更）

まで維持できるように新たな洪水吐きを設置し、河川整備計画目標流量である基準地点古庄における戦後最大流量（昭和25年ジェーン台風）規模に相当する9,000 m³/sに対して、500 m³/sをダムにより調節する。また、ダム下流の減勢工を改造する。なお、局所的な集中豪雨や洪水の初期対応に活用するため、治水容量として新たに190万 m³の容量を年間を通して確保する（図3-1～図3-3）。

2つめの利水面では、ダム貯水池上流の堆積土砂を除去して容量の減少を防止する（図3-4）とともに、容量配分を変更〔現在の底水容量の一部と発電容量を下流の既得用水の補給や魚類の生育生息等流水の正常な機能の維持に必要な流量を確保するための容量とし、発電は、流水の正常な機能の維持に必要な流量を補給する際に合わせて発電する従属発電とするよう変更〕（図3-5）することにより利水安全度を向上させる。

3つめの環境面では、選択取水設備を新設し、ダム湖内の清澄水を放流することにより洪水後の濁水長期化を低減させ、水環境の改善を図る。

4. 新設洪水吐きの検討

(1) 設計諸元等の設定

長安口ダムは、昭和31年に完成しており、河川管理施設等構造令（以下、「構造令」という）制定以前のダムであり、ダム設計洪水流量及び設計洪水位が設定されていなかったことから、新たに下記のとおり設定した。

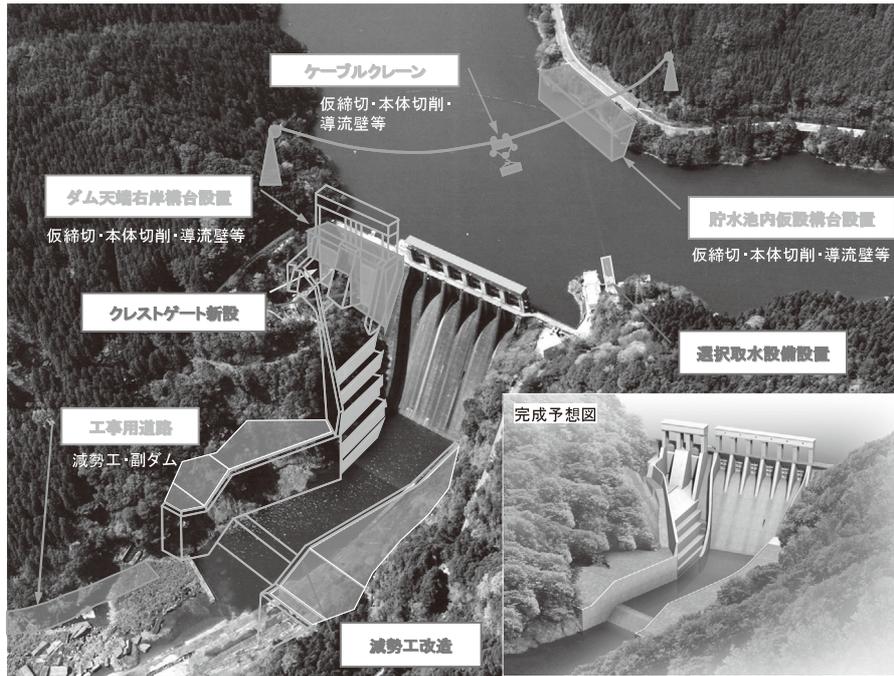


図 3-1 長安口ダム改造事業の概要

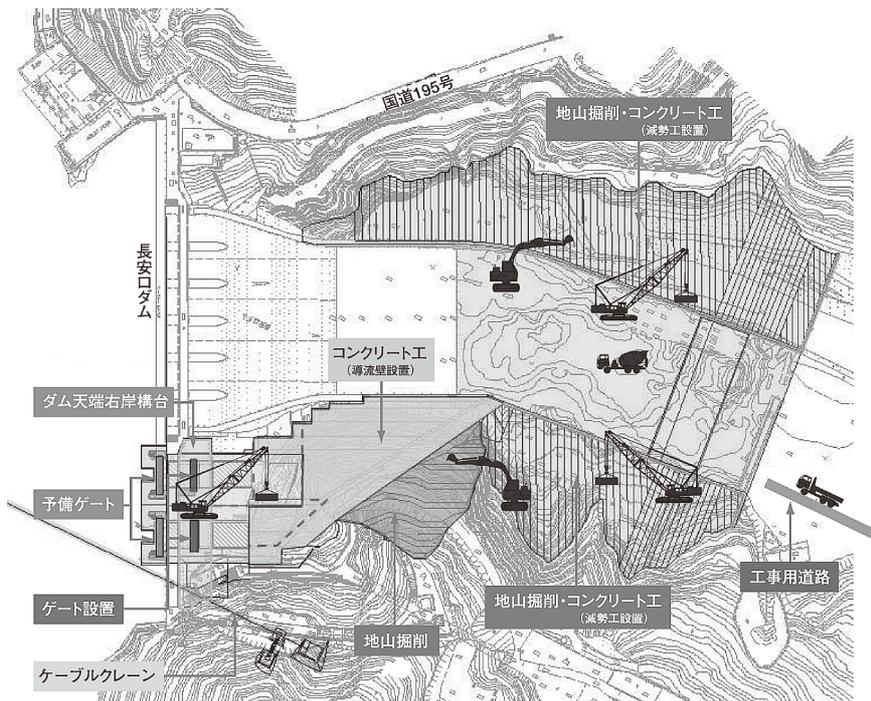


図 3-2 長安口ダム改造事業 平面図

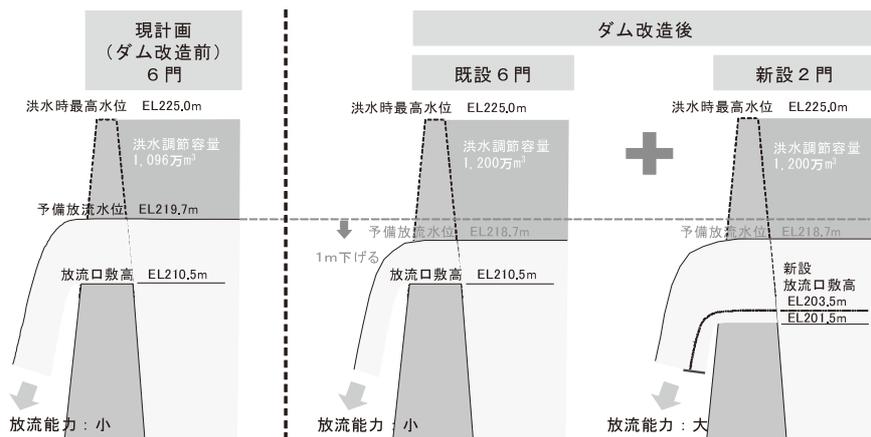


図3-3 予備放流水位、洪水調節容量の変更イメージ

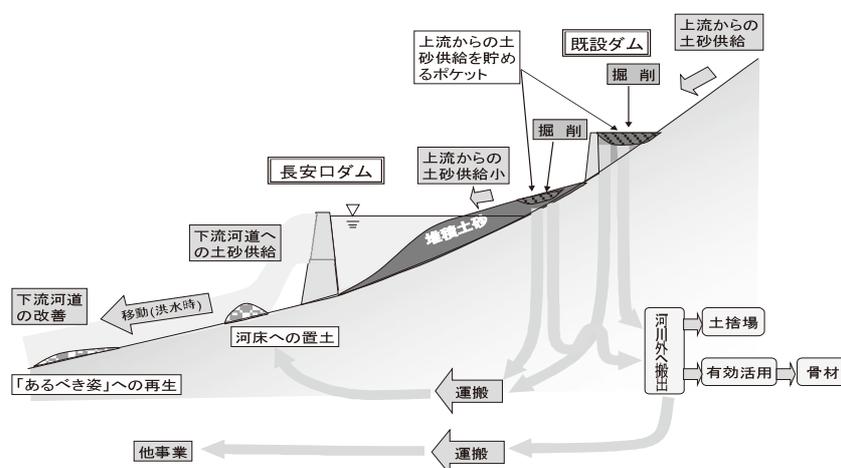
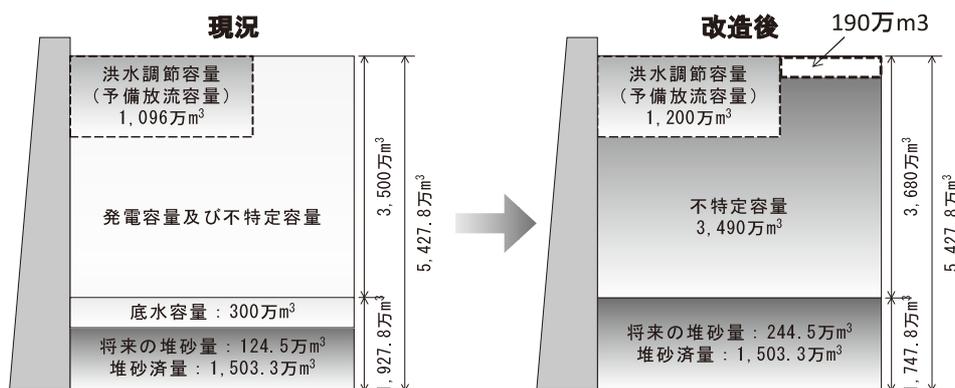


図3-4 長安口ダムの堆砂除去イメージ



※洪水時最高水位以下に190万³の容量を確保することにより、局所的な集中豪雨や洪水時の初期の対応に活用する。

図3-5 長安口ダムの容量配分変更イメージ

①ダム設計洪水流量

重力式コンクリートダムである長安口ダムのダム設計洪水流量は、構造令第2条に基づき、以下のいずれか大きい流量を採用することより、1/200年確率洪水流量の

9,200 m³/s と設定した。

- ・1/200年確率洪水流量……………9,200 m³/s
- ・既往最大洪水流量……………5,050 m³/s
- ・地域別比流量曲線による洪水流量……………7,941 m³/s

②設計洪水位

設計洪水位は、構造令第5条に基づき設定するが、長安口ダムは既設ダムのため、非越流部標高227.5mから逆算して設定した。

設計洪水位(Hd)と非越流部の高さとの関係は、構造令第5条の洪水吐きゲートを有するダムの区分を適用し、以下のとおりである。

堤体の非越流部の高さ $\geq Hd + hw + 0.5$ ($hw < 0.5$ のときは, $Hd + 1$)

hw (風による波浪高)はS. M. B.法により, $hw = 0.00077 V \cdot F^{0.5}$ から求めた。

【F (対岸距離) = 1900 m, V (10分間の平均風速) = 30 m/秒】

結果は, $hw = 1.0$ m

以上から, 設計洪水位(Hd)を226.00mと設定した。

(2) 改造後に必要とされる放流能力

那賀川では、河川整備基本方針が平成18年4月に、河川整備計画が平成19年6月にそれぞれ策定されてい

る。長安口ダムの洪水調節計画を図4-1に示す。河川整備基本方針においては、1/100年確率規模で計画され、予備放流水位218.7mにおいて、洪水調節開始流量5,000 m³/sでそこから自然調節+一定量で洪水調節を行い、長安口ダムにおける最大流入量8,400 m³/sに対し、最大放流量7,400 m³/sと想定されている。河川整備計画では、予備放流水位218.7mにおいて洪水調節開始流量3,600 m³/sで、一定率+一定量の洪水調節を行い、長安口ダムにおける最大流入量7,000 m³/sに対し、最大放流量5,900 m³/sで計画されている。

よって、今回の改造事業においては、予備放流水位218.7mにおいて5,000 m³/sの放流能力を有すること、及び設計洪水位226.0mにおいて、ダム設計洪水流量9,200 m³/sの放流能力を有することを条件として改造案を検討した。

(3) 比較案検討の手順の考え方と比較案の抽出

比較案検討においては、①既設ゲート改造案、②トンネル洪水吐き案、③新設ゲート設置案で一次比較を行い、施工の難易度は高いものの、事業工期、経済性で有

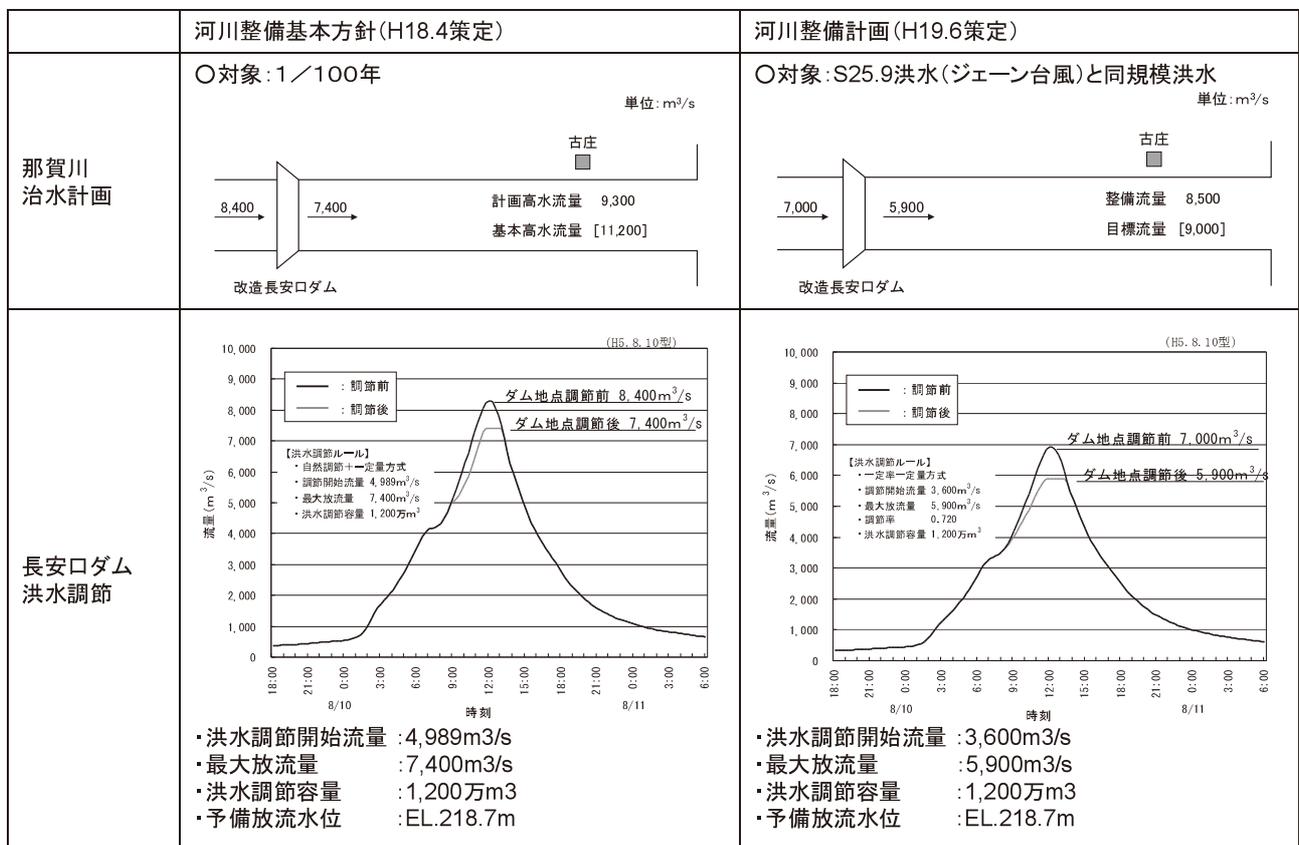


図4-1 長安口ダム洪水調整計画

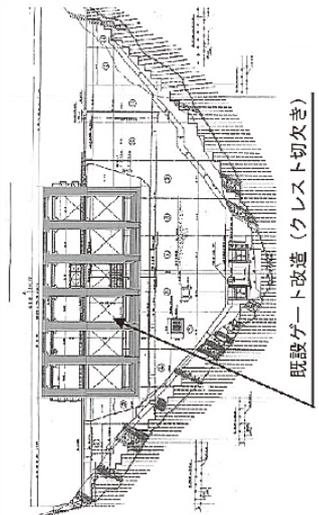
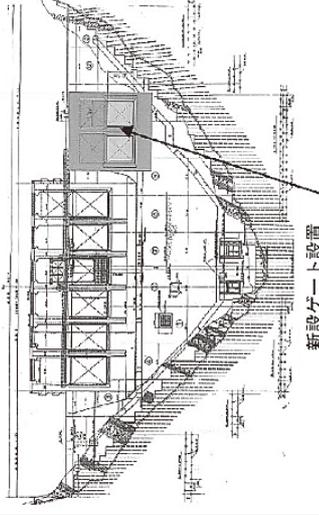
改造案の概要	既設ゲート改造案	トンネル洪水吐き案	新設ゲート設置案
概要図	 <p>既設ゲート改造 (クレスト切欠き)</p>	 <p>トンネル洪水吐き</p>	 <p>新設ゲート設置</p>
改造案の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・現有切欠き部を切欠き、放流能力を増強する案 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体に、別途、トンネル形式の放流部を新設し、放流能力を増強する案 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体に、別途、リブ形式の放流部を新設し、放流能力を増強する案
改造規模	<ul style="list-style-type: none"> ・切欠き規模：4m(敷高EL. 206.5m) ・クレスト幅：10m(現有規模) ・門数：6門 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置条数：2条 ・ゲート規模：B5.0m×H6.0m ・トンネル径：13m 	<ul style="list-style-type: none"> ・新設ゲート：2門 ・ゲート規模：B10m×H10.5m ・ゲート敷高：EL. 200.00m
概算事業費	約437億円	約500億円	約294億円
施行面での現実性	<ul style="list-style-type: none"> ・施工は非洪水期間中に限られる。 ・非出水期にも一定の放流能力を確保する必要性があるため、6門同時の施工は不可能である。 ・仮締切の構造やピアの補強等大規模な対策が必要となり、特に、ゲート切欠に伴い既設門柱の根入部を侵すため、門柱の補強が必要となり、工事施工の難易度が他案に比べて高い。 ・工事期間が約8年から9年と長期化する。 ・施工に伴う山切り等が生じないため、環状面に対する影響は軽微である。 ・事業費においては、3案中2番目に高額となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・貯水池を運用しながらの施工は可能である。 ・他案と比べて舌口部、吐口部にアクセスするための大規模な工事用道路が必要となる。 ・貯水の締切りのための縮坑が必要となる。 ・高遮流に対応するための対策が必要となる。 ・工事は約5年から6年の期間を要する。 ・トンネル施工による地山掘削があり、環状面の影響が生じる。 ・事業費が約500億円と3案中最も高額である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時も既設ゲートが使用できるため、通常のダム運用が可能である。 ・仮締切規模が幅約30mと大規模な仮締切が必要である。 ・工事に約5年から6年の期間を要する。 ・導流壁施工に伴う地山掘削があり、環状面への影響が生じるものの、保全措置等を講ずることにより、環状面への影響は軽減できる。 ・事業費においても約294億円と3案中最も経済的である。
有利点	<ul style="list-style-type: none"> ・地山の地形改変を伴わない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地山設置で施行時も通常ゲート運用が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・非越流部の施工であり、施工時も通常のダム運用が可能である。
治水効果	○ 対応ゲート流入量=7,303m ³ /s(1/38)	○ 対応ゲート流入量=7,322m ³ /s(1/40)	○ 対応ゲート流入量=7,318m ³ /s(1/39)
放流能力	○ 対応ゲート流入量以上の能力は3案ともほぼ同等	○ 対応ゲート流入量以上の能力は3案ともほぼ同等	○ 対応ゲート流入量以上の能力は3案ともほぼ同等
工期	× 約8～9年	○ 約5～6年	○ 約5～6年
経済性	△ 約437億円	○ 約500億円	○ 約294億円
施工性	× 切り欠きによる門柱の補強や大規模な仮締切により施工難易度が高く、技術的にも困難	△ 施工時も通常ゲート運用可能であるが大規模な仮締切が必要	△ 大規模な仮締切により施工難易度が高いが技術的に可能
環境評価	○ 施工に伴う山切りなし	△ トンネル施工による地山掘削あり	△ 導流壁施工に伴う地山掘削あり
総合評価	×	×	○

図 4-2 改造計画一次比較案

利となる新設ゲート設置案を選定した（図4-2）。

比較案の検討にあたっての検討フローを図4-3に示す。比較案の選定においては、既設堤体形状及び貯水池の条件から新たに設置可能な洪水吐き形式を抽出し、以下の観点で絞り込みを行った。

- ・物理的に配置可能であること
 - ・所要の放流機能を満足すること
 - ・現状の治水・利水機能を確保できること
 - ・ゲート高が概ね20m以下であること。
- また、実際にゲート操作が可能かどうかの確認を行う

ため、河川整備基本方針で想定している洪水波形を用いて、洪水調節容量を満足しているか、河川整備計画で策定されている洪水調節においてゲート操作が可能であるか、洪水調節容量を満足しているか、さらに、ただし書き操作が可能であるかを検討し、オリフィスゲート新設6案、クレストゲート新設4案、放流管（コンジット）新設2案、既設クレストゲート改造+クレストゲート新設5案の合計17案を抽出した。洪水吐き型式とその模式図を図4-4に示し、図4-5に比較案17案の概要図を示す。

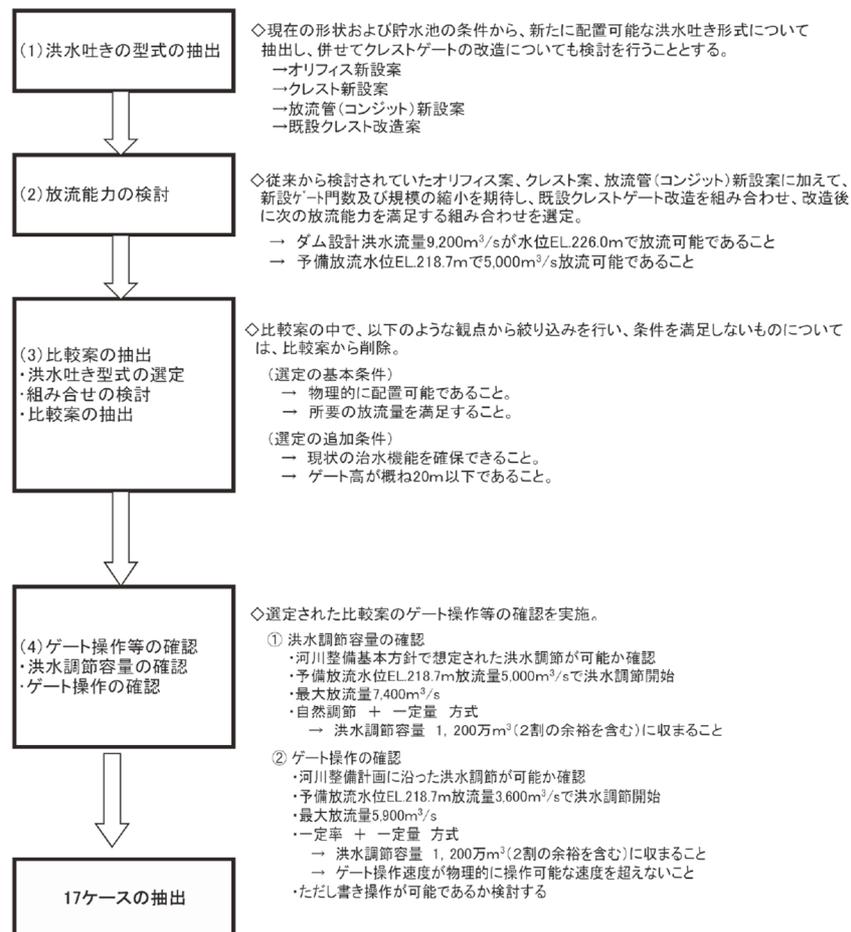


図4-3 検討フロー

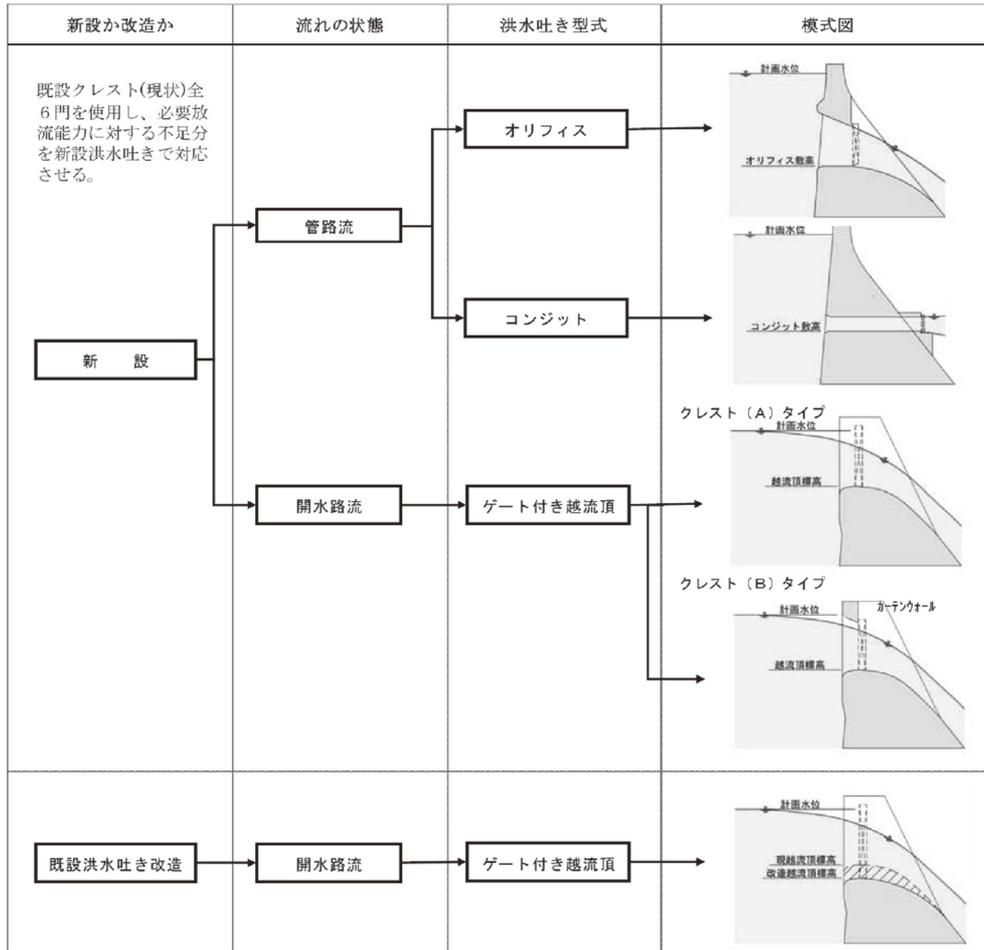


図 4-4 洪水吐き形式

ケース	A-1-4	A-1-5	A-1-6
概要			
寸法 組み合わせ	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.200.0m B 7.0m×H12.0m×1門, B 6.0m×H12.0m×2門</p>	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.200.0m B 9.5m×H12.0m×2門</p>	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.200.0m B 7.0m×H10.5m×2門, B 6.0m×H10.5m×1門</p>
ケース	A-1-7	A-1-8	A-1-9
概要			
寸法 組み合わせ	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.200.0m B 10.0m×H10.5m×2門</p>	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.195.0m B 6.7m×H15.0m×2門</p>	<p>・オリフィス新設</p> <p>敷高 EL.195.0m B 8.0m×H10.5m×2門</p>

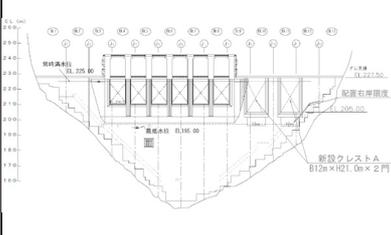
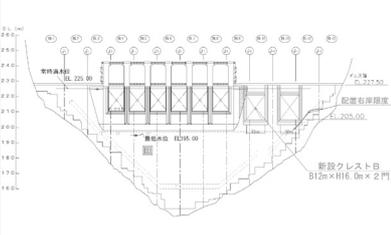
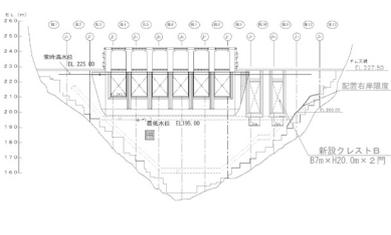
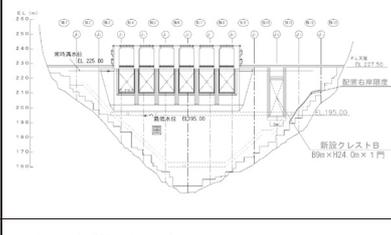
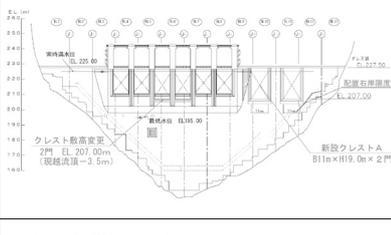
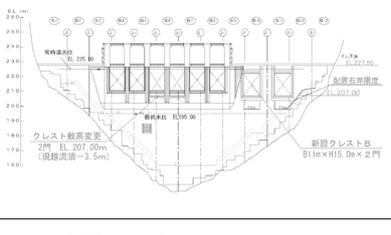
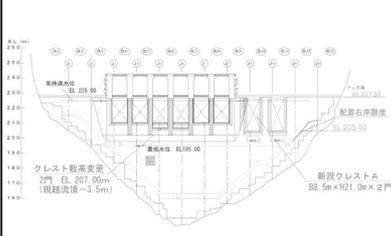
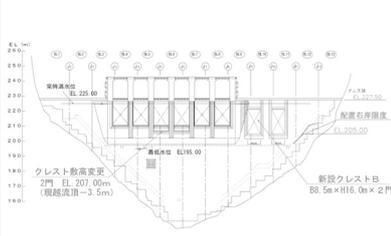
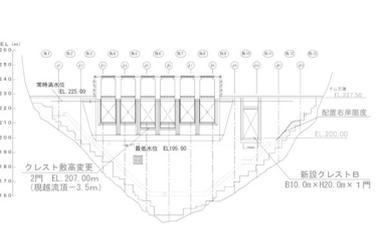
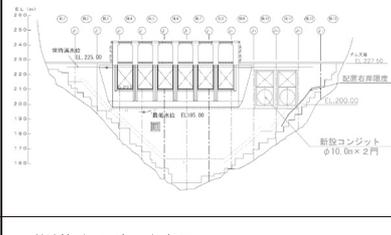
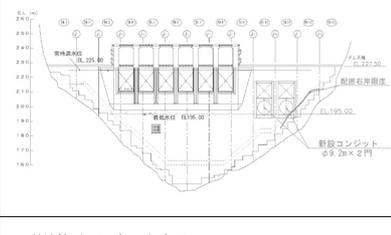
ケース	B-1-3-A	B-1-3-B	B-1-4-B
概要			
寸法 組み合わせ	・クレスト新設 (クレストA) 敷高 EL.205.0m B 12.0m×H21.0m×2門	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.205.0m B 12.0m×H16.0m×2門	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.200.0m B 7.0m×H20.0m×2門
ケース	B-1-5-B	B-2-2-A	B-2-2-B
概要			
寸法 組み合わせ	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.195.0m B 9.0m×H24.0m×1門	・クレスト新設 (クレストA) 敷高 EL.207.0m, B 11.0m×H19.0m×2門 ・既設クレスト改造 2門 敷高 EL.207.0m (切り下げ 3.5m)	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.207.0m, B 11.0m×H15.0m×2門 ・既設クレスト改造 2門 敷高 EL.207.0m (切り下げ 3.5m)
ケース	B-2-3-A	B-2-3-B	B-2-4-B
概要			
寸法 組み合わせ	・クレスト新設 (クレストA) 敷高 EL.205.0m, B 8.5m×H21.0m×2門 ・既設クレスト改造 2門 敷高 EL.207.0m (切り下げ 3.5m)	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.205.0m, B 8.5m×H16.0m×2門 ・既設クレスト改造 2門 敷高 EL.207.0m (切り下げ 3.5m)	・クレスト新設 (クレストB) 敷高 EL.200.0m, B 10.0m×H20.0m×1門 ・既設クレスト改造 2門 敷高 EL.207.0m (切り下げ 3.5m)
ケース	C-1-4	C-1-5	
概要			
寸法 組み合わせ	・放流管 (コンジット) 新設 敷高 EL.200.0m φ 10.0m×2門	・放流管 (コンジット) 新設 敷高 EL.195.0m φ 9.2m×2門	

図 4-5 洪水吐き形式比較案

(4) 比較案の絞り込み

比較案の絞り込みの検討フローを図4-6に示す。

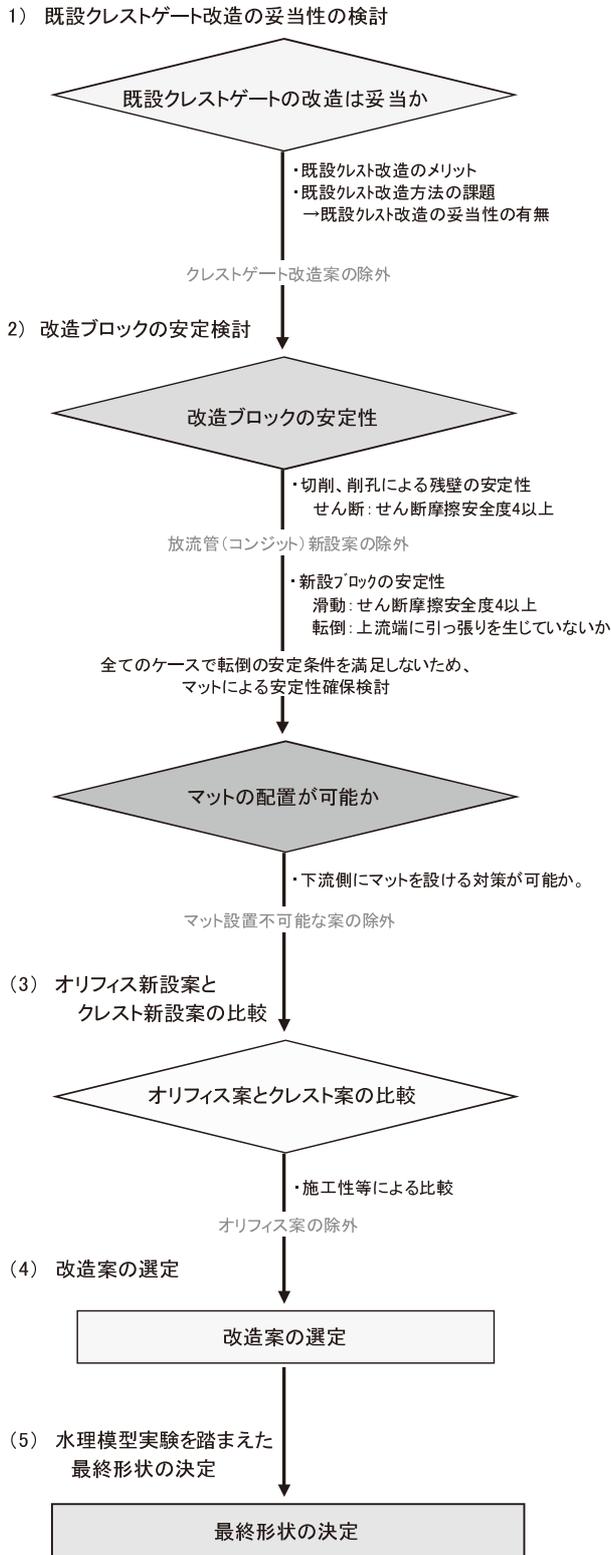


図4-6 比較案絞り込みの検討フロー

1) 既設クレストゲート改造の妥当性の検討 (17案 → 12案)

既設クレストゲートの改造を含む比較案は図4-5のB-2-2-A~B-2-4-Bの5案である。既設クレストゲートを改造することによる新設分の規模の縮小については、ゲート規模は多少小さくできるものの、施工箇所が3箇所ないし4箇所となり、全体の工事規模を縮小することができない。また、既設クレストゲートの改造に当たっては、クレストゲートの切削方法について検討が必要であること、既設ピアの補強が必要となるが、その補強方法について検討が必要であること、既設ゲートの仮締切が不安定な構造物となり、工事中の出水等に対する安全性を確保できないと考えられることなどの課題がある。さらに、新設洪水吐きが完成してからでないとい、既設クレストの改造に着手できないため工期が長くなる。

このため、既設クレストゲート改造を併用する案は採用するメリットはないと判断し、抽出された比較案17案のうち「既設クレストゲート改造+クレストゲート新設」案(B-2-2-A~B-2-4-B)を除外した。

2) 改造ブロックの安定検討 (12案 → 7案)

改造ブロックの安定性の検討を実施し、安定条件を満足しないもののうち、対応策が無い案を除外した。

① 堤体切削又は放流管の削孔による残壁(最も薄くなった断面)のせん断に関する安定性検討(せん断摩擦安全率 ≥ 4)

堤体切削部の下端標高において安定性の検討を実施した。模式図を図4-6に示す。結果はオリフィス新設案、クレスト新設案は、10案全てせん断摩擦安全率が4以上であるが、放流管(コンジット)新設案については、残壁コンクリートのせん断摩擦安全率が4未満であり、安定条件を満足しない。これにより放流管(コンジット)新設案(C-1-4, C-1-5)を除外した。

② 改造ブロックの転倒(上流端に引張応力を生じていないか)、滑動(せん断摩擦安全率 ≥ 4)に対する安定性検討

10案全てのケースで滑動の安定条件を満足するが、全てのケースで転倒の安定条件を満足しないため、安定性確保のための対策を検討し、改造ブロックにマット形状のコンクリートを切削前に増厚することとした(図4-7)。

③ 転倒の安定性確保のためのマット設置検討

洪水吐きゲート敷高EL. 195 mである比較案では、下流側の基礎岩盤標高からの厚みが少ないため、堤体の下を掘り込むような形状でマットを設置することとな

り、マットの設置が不可能であるため、基礎岩盤に影響する3案（A-1-8, A-1-9, B-1-5-B）を除外した。

3) オリフィス新設案とクレスト新設案の比較（7案→3案）

オリフィスを新設する場合、必要部分のみ堤体を切削するか、上部から開削しオリフィス上部を後施工することでオリフィス形状とするかの2つの手順が考えられ

る。切削時のブロック形状を図4-8に示す。オリフィスゲートが継目上にあると無筋コンクリートの片持ち梁となり、この部分を残してオリフィス部分のみを削孔するのは不可能であり、オリフィス上部を後施工する必要がある。オリフィスゲートが継目上にない場合（ブロック中央に配置する場合）でも、切削時に細長い部分が残ることとなり施工が困難なため、オリフィス上部を後施

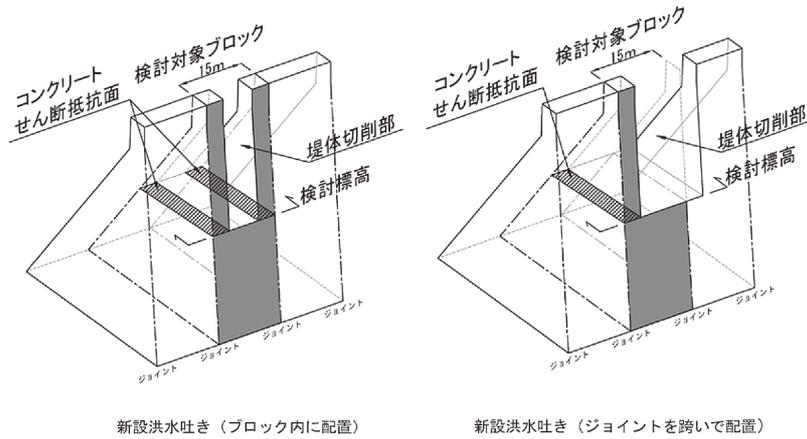


図4-6 残壁コンクリートせん断抵抗面の模式図

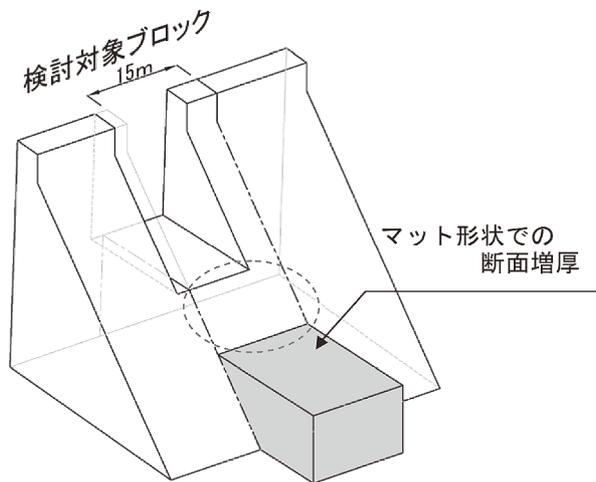


図4-7 マット形状によるコンクリート増厚模式図

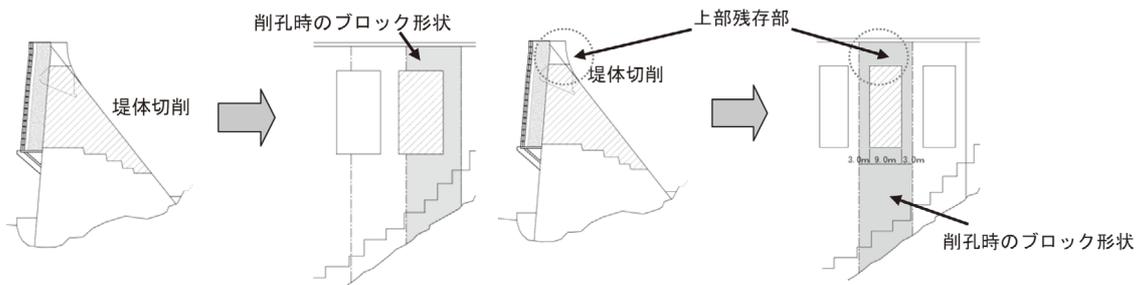


図4-8 オリフィス新設の切削時のブロック形状（左が継目をまたぐ場合、右がブロック中央に配置する場合）

工する必要がある。よって、図4-9に示すとおり、上部から開削してオリフィス上部を後施工する案となるが、オリフィス新設案では上部を後施工する必要があるのに対し、クレスト新設案ではこれが不要であり、施工性の面からクレスト新設案が有利であると判断できるため、オリフィス新設案（A-1-4～A-1-7）を除外した。

また、図4-10にクレスト型式A、Bの比較模式図を示す。クレスト型式AとBについては、ゲート高に5m程度の差があり、Aの場合、操作橋の高さがBよりも高くなり、経済面や景観面で劣るため、A案（B-1-3-A）を除外した。

よって、クレストゲート新設B案（敷高E.L. 200～205 m）の2案を比較案として選定した。比較案絞り込み結果を図4-11に示す。

（４）改造案の選定

2案の配置・形状等を考慮して改造案を選定する絞り込みを行った。比較案2案と選定した改造案の比較結果を図4-12に示す。

予備ゲートのピアを設置するために仮締切を設置するが、既設クレストゲートに向かう流れの影響を考えると既設クレストアバットから45°程度の範囲に入らないような位置に設置する必要があるが、新設クレストゲートの設置箇所に配置限度があることから、ゲート幅は12mより狭くする必要があった。

導流部は、シュートを設置すると、地山掘削等の土工量及び施工設備の規模が大きくなり不経済のためダム直下流に壁を設け、流れを規制する導流水路方式とした。導流水路方式では、下流に設置されるマットの上面とゲート敷高が接近していると、放流された流れが下流の水位等の影響を受けて流量が減少する、あるいは、ゲートに影響を及ぼす可能性があるため、接近しすぎないような配置にする必要があった。さらに敷高EL. 200 mの場合は、サーチャージ水位における水深が25 mであり、これ以上の水深の場合は高速流としての配慮が必要となるため、敷高203.5 m、B10 m×H17 m×2門を改造案として選定した。



図4-9 オリフィス新設案の施工（上部より開削）

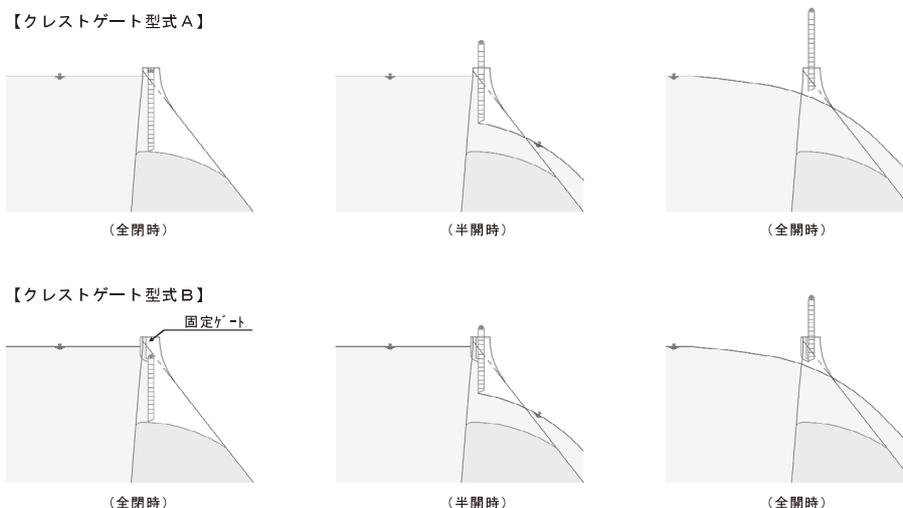


図4-10 クレストゲート型式の比較

改造案における洪水調節操作における実際のゲート操作が可能かどうかの確認として、新設クレストゲート先使いと後使いの2ケースについての検討を行った。その結果、河川整備計画で策定されている洪水調節および河川整備基本方針で想定されている洪水調節について、各ケースともに、既設ゲートの操作能力0.25 m/分 (=2.5 m/10分) および新設ゲートの操作能力0.30 m/分 (=3.0 m/10分) 以内のゲート操作で調節可能であることが確認された。河川整備計画、河川整備基本方針で想定している洪水調節方式から、ただし書き操作に移行した場合のゲート操作について、ともに設計洪水水位内でダム設計洪水流量が放流可能であることを確認した。

(5) 水理模型実験による最終形状決定

土木研究所で実施された水理模型実験の結果は、図4-13に示すとおりであり、予備放流水位における放流可能量は2,000 m³/s程度であった。一方、既設洪水吐きの予備放流水位における放流可能量は約2,600 m³/

sであることから、図4-14に示すように、既設洪水吐きも含めた予備放流水位における全放流可能量は約4,600 m³/sとなり、設計条件である5,000 m³/sに対して約400 m³/s不足する。

そこで、ゲート規模変更の検討を実施した。ゲート配置スペースの検討図を図4-15に示す。

ゲートを外側に拡幅することについては、山側は、岩盤線との関係から、さらに広げることは不可能であり、また川側についても、既設洪水吐きとの関係から広げることは困難である。

2つのゲートの間の残壁は、中央にジョイントを挟んでおり、幅6 mで高さが20 mを超える無筋構造物となってしまうことから、さらに狭めることは構造の安定性から困難であり、ゲート幅を広げることによる放流能力の確保は困難である。

ゲート敷高を下げることについては、山側のゲートは岩盤線との関係から下げる事は困難であるため、川側の

ケース		敷高 (EL. m)	B (m)			H (m)		摘要	
			幅合計	門数	組み合わせ	出口高	ゲート高		
オリフィス新設	A-1-4	200.0	19.0	3門	6.0, 7.0, 6.0		12.0	・施工性を踏まえ、クレストに対して有利性がない	
	A-1-5	200.0	19.0	2門	9.5, 9.5		12.0		
	A-1-6	200.0	20.0	3門	6.0, 7.0, 7.0		10.5		
	A-1-7	200.0	20.0	2門	10.0, 10.0		10.5		
	A-1-8	195.0	13.4	2門	6.7, 6.7		15.0		・マット設置が不可
	A-1-9	195.0	16.0	2門	8.0, 8.0		10.5		・マット設置が不可
ケース		敷高 (EL. m)	B (m)			H (m)		摘要	
クレストゲート新設	B-1-3-A	205.0	24.0	2門	12.0, 12.0		21.0	・B-1-3-Bに比べ有利性がない	
	B-1-3-B	205.0	24.0	2門	12.0, 12.0		16.0		
	B-1-4-B	200.0	14.0	2門	7.0, 7.0		20.0		
	B-1-5-B	195.0	9.0	1門	9.0		24.0	・マット設置が不可	
ケース		敷高 (EL. m)	φ (m), 門数				摘要		
放流管(コンジット)新設	C-1-4	200.0	10.0		2門		・残壁コンクリートのせん断抵抗に関して安定条件を満足しない。		
	C-1-5	195.0	9.2		2門				
ケース		敷高 (EL. m)	B (m)			H (m)		摘要	
クレストゲート新設 + 既設クレスト改造2門	B-2-2-A	207.0	22.0	2門	11.0, 11.0		19.0	・新規作成のゲート枚数が多い。 ・既設クレスト工事時の仮締切設置が困難。 ・新設クレストゲート規模の大幅な縮小のリフトが無い。 ・施工箇所が増える。	
	B-2-2-B	207.0	22.0	2門	11.0, 11.0		15.0		
	B-2-3-A	205.0	17.0	2門	8.5, 8.5		21.0		
	B-2-3-B	205.0	17.0	2門	8.5, 8.5		16.0		
	B-2-4-B	200.0	10.0	1門	10.0		20.0		

■ : 除外されたケース

図4-11 比較案の絞り込み結果

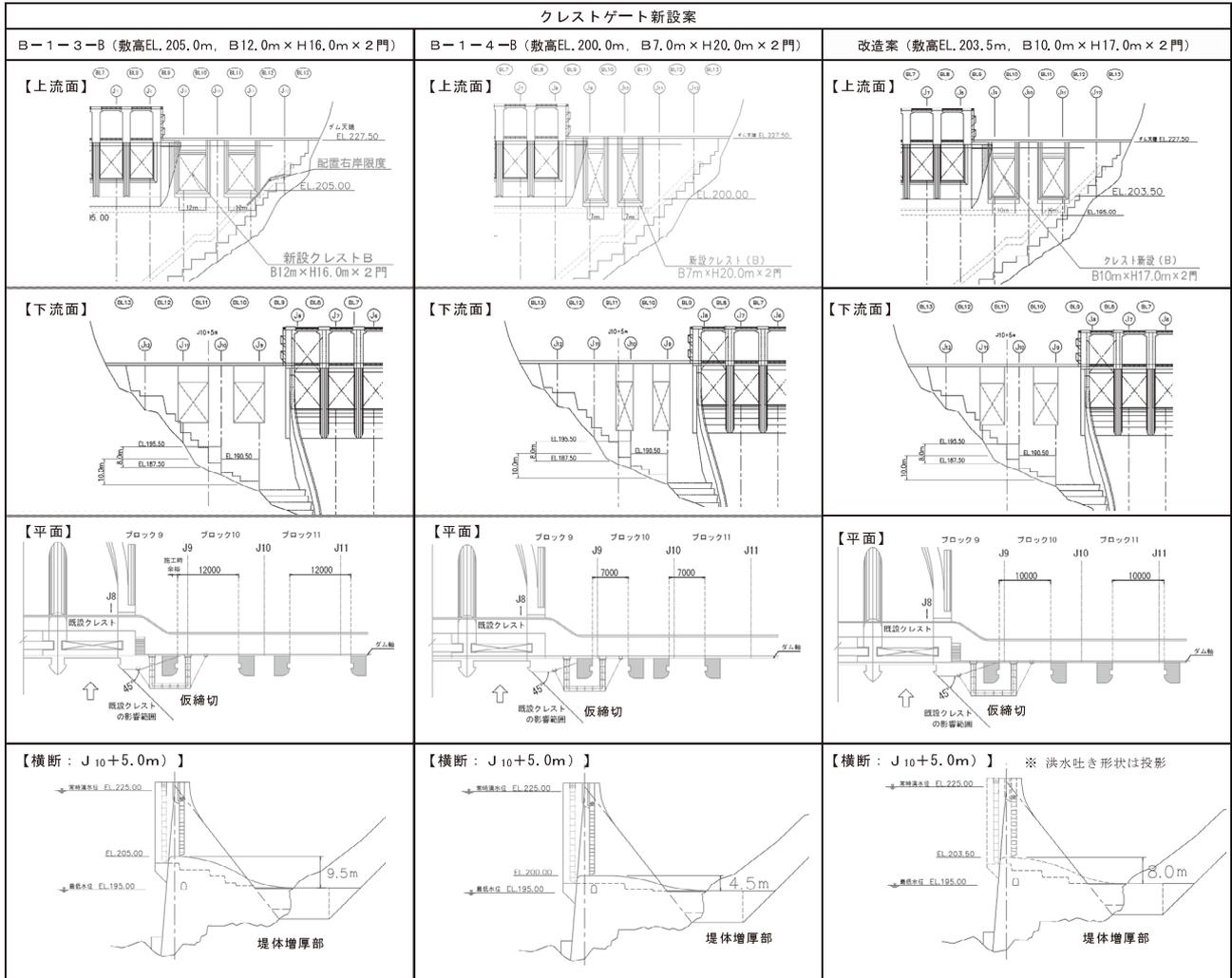


図 4-12 比較案と改造案の比較

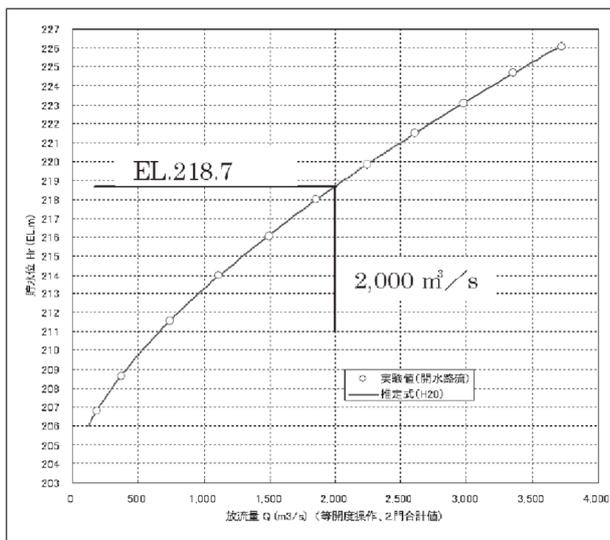


図 4-13 水理模型実験結果 (改造案)

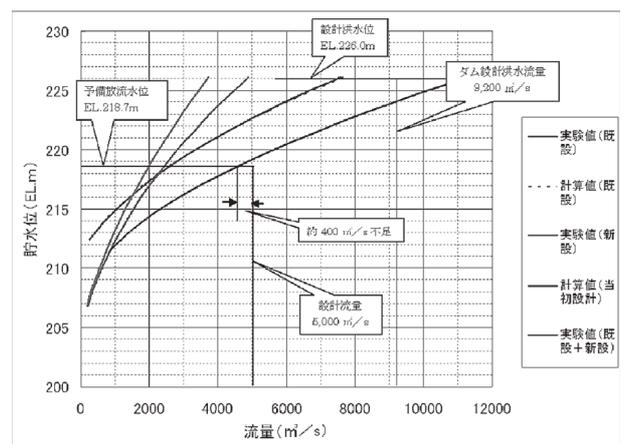


図 4-14 既設洪水吐きも含めた放流能力 (改造案)

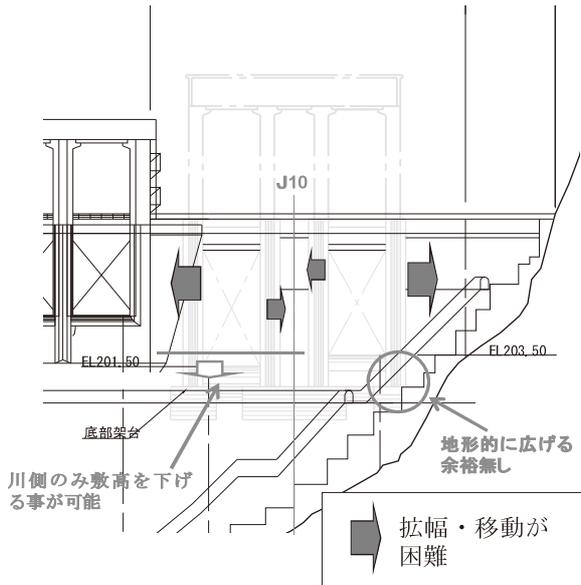


図 4-15 新設洪水吐きのゲート配置検討

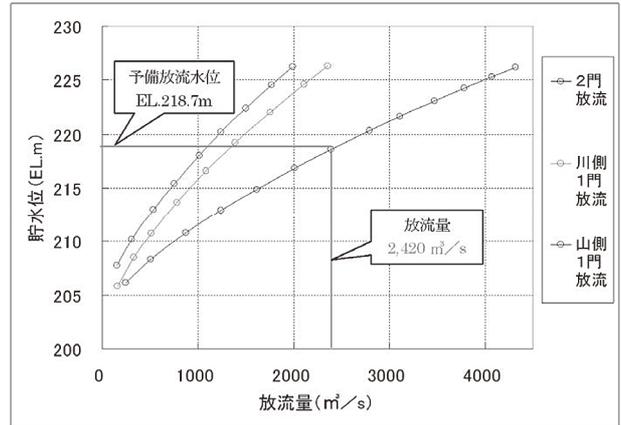


図 4-16 最終形状での新設洪水吐きの水理模型実験結果

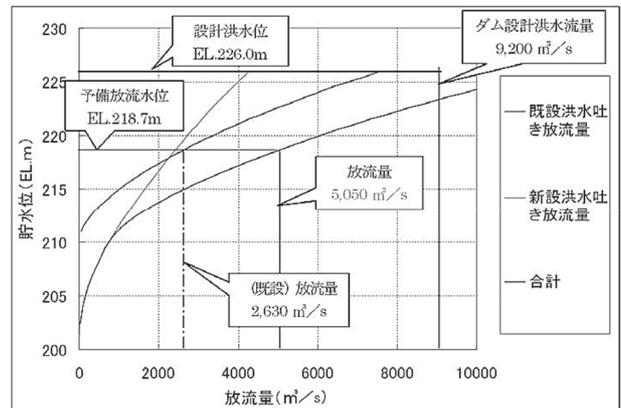


図 4-17 最終形状での既設洪水吐きも含めた放流能力

み 2 m 下げ、敷高を E. L. 201.5 m とした。

ゲート敷高を変更した形状での水理模型実験の結果は、図 4-16 に示すとおりであり、予備放流水位において放流能力は 2,420 m³/s であった。よって、既設洪水吐きを含めた放流能力は 5,050 m³/s となり、設計条件である予備放流水位における放流能力 5,000 m³/s を満足した。

よって、水理模型実験の結果、最終的に川側が幅 10 m、敷高 E. L. 201.5 m、山側が幅 10 m、敷高 E. L. 203.5 m とした。

5. おわりに

今回は、長安口ダム改造事業の概要と新設洪水吐きの検討におけるゲート最終形状決定までの経緯を紹介した。水理模型実験の結果から、ゲートの大きさは 2 門で異なる結果となっている。次回は、決定した洪水吐きを新設するにあたってのダムの安定性を確保するための対応策と、ダム下流の減勢工改造の検討について紹介する予定である。