

第一回 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会

I. 説明資料

1. 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会概要	1
1.1 目的	1
1.2 委員会検討内容概要	2
2. 堆砂対策検討	3
2.1 ダム堆砂の実態と堆砂対策（緊急対策）の目標	3
2.2 緊急対策として適用可能な堆砂対策	4
2.3 流入土砂の量と質	4
2.4 掘削範囲と制約条件	6
2.5 土砂処理方法の検討	7
3. 事前放流設備基本計画検討	8
3.1 はじめに	8
3.2 既存放流設備使用の可能性検討	8
3.3 新規事前放流設備の提案	9
3.4 冷濁水予測シミュレーションによる新規事前放流設備の設置位置の検討	11

平成17年12月27日

国土交通省中部地方整備局 矢作ダム管理所

1. 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会概要

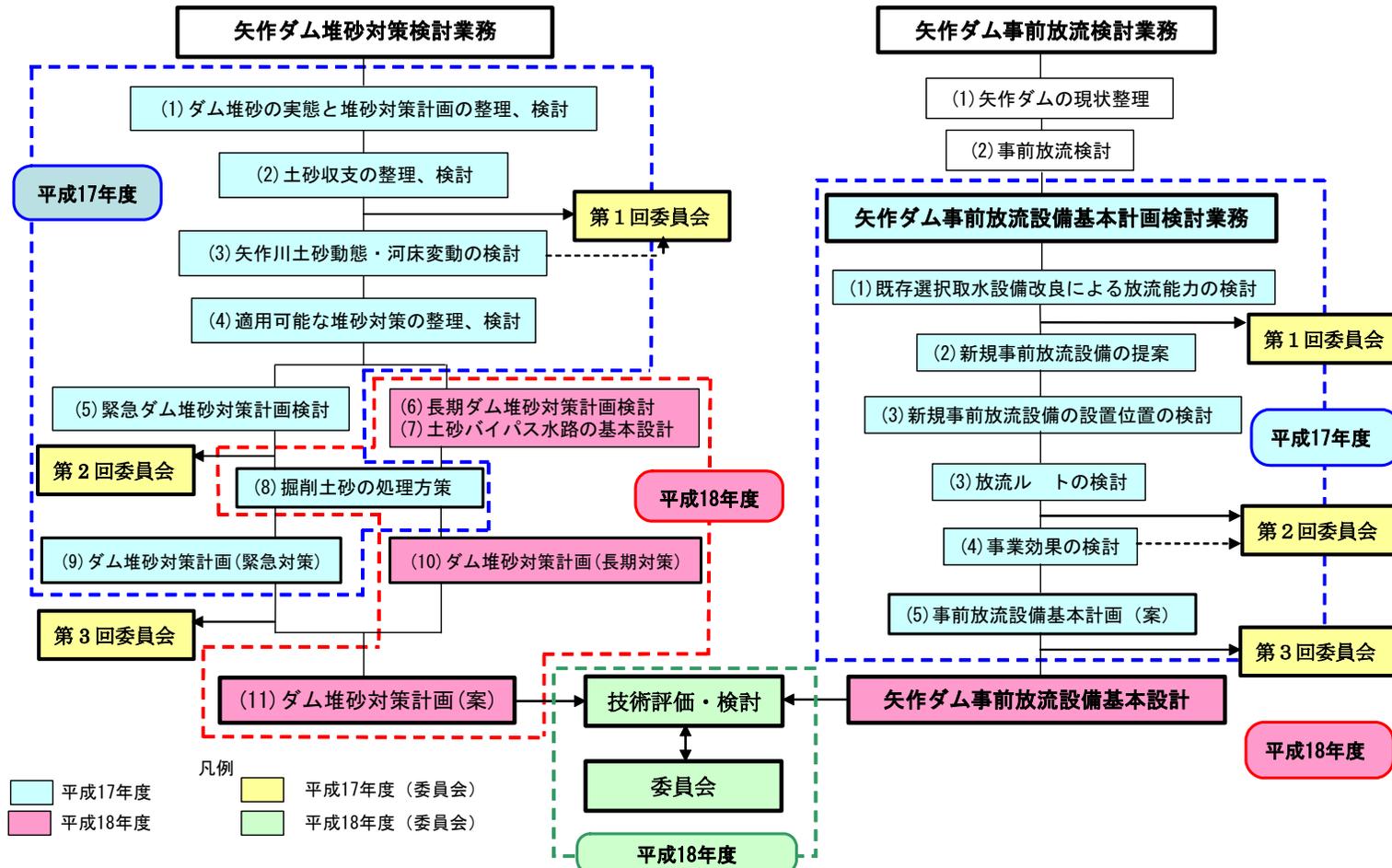
1.1 目的

矢作ダムは、昭和46年4月の運用開始以来30年以上が経過し、この間、幾たびもの洪水、渇水を経験しその使命を果たしてきたが、一方でダム貯水池内外において、環境の変化が生じてきている。

これらの自然環境、冷濁水、ダム堆積土砂等の変化を把握し、今後の矢作ダム貯水池を総合的に管理するために、矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会（平成14年8月～平成17年2月まで8回の委員会を開催（以下「委員会」という）において、冷濁水対策・ダム堆砂対策等の対策の検討が行われてきた。

また、平成17年度には、矢作ダム堰堤改良事業が採択され、ダム堆砂対策によるダム機能回復と事前放流設備設置によるダム機能の向上を図ることになった。

本委員会では、ダム堆砂対策及び事前放流設備設置に関する技術的課題について、学識経験者、関係者の指導・助言を得ることを目的に設立するものである。



矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 検討フロー

1.2 委員会検討内容概要

本検討委員会は、「ダム堆砂対策計画」、「事前放流設備基本計画」に関する検討を行うものである。委員会は平成17年～18年の2年を予定している。主な検討内容は、以下に示す通りである。

(1) ダム堆砂対策検討

平成14年度から平成16年度までに開催された「矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会」での検討結果を踏まえ、本検討委員会では、緊急的、長期的観点に立った矢作ダムにおけるダム堆砂対策計画（案）の作成を行うことを目的とし、以下に示す主要な議題について検討を進める予定である。

○平成17年度予定：

「矢作川土砂計算モデル」について

「矢作ダム堆砂対策メニュー（緊急的）」について

「緊急的ダム堆砂対策計画（案）」について

- 治水容量内の土砂排除計画、貯砂ダムの機能回復、貯砂ダムの嵩上げ改修 等

「掘削土砂処理方策（案）」について

- 下流河道への投入可能性、近隣地区への土砂供給、海岸・海域への土砂供給 等

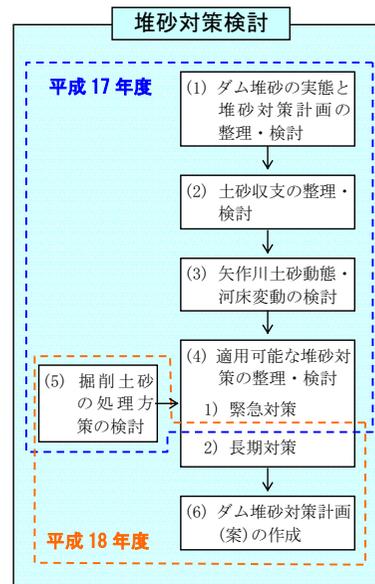
○平成18年度：

「長期ダム堆砂対策計画（案）」について

- 土砂バイパス水路、密度流排砂、貯水池中流・下流における堆砂対策 等

「土砂バイパス水路基本計画（案）」について

「矢作ダム堆砂土砂対策（案）」について



(2) 事前放流設備基本計画検討

平成16年度より継続検討されている事前放流操作時の最大放流量に対応するため、既存施設の有効利用を含め事前放流設備に関する基礎的な検討を行い、事前放流設備の基本設計を行うことを目的とし、検討会では以下の項目を主要な議題として検討を進める予定である。

○平成17年度予定：

「事前放流設備基本計画（案）」について

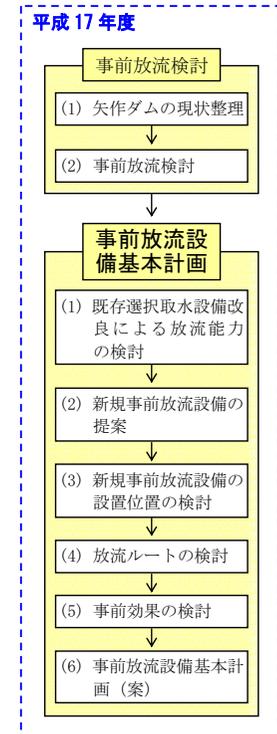
- 既存選択取水設備の改良（案）及び新規事前放流設備の必要性検討
- 新規事前放流設備の設置位置、放流ルート of 検討

○平成18年度予定：

「事前放流設備基本設計」について

- 堤体削孔の可能性検討
- 事前放流設備の形式検討

	第1回 委員会 (平成17年12月27日)	第2回 委員会 (平成18年2月)	第3回 委員会 (平成18年3月)
堆砂対策検討	(1) ダム堆砂の実態と堆砂対策計画の整理・検討	昨年までの結果とりまとめ	
	(2) 土砂収支の整理・検討	緊急対策の対象土量を明確にする	
	(3) 矢作川土砂動態・河川変動の検討		検討結果の報告
	(4) 適用可能な堆砂対策の整理・検討	方向性の提示	検討結果の報告
	(5) 掘削土砂の処理方策の検討	基本的な方向性の提示	調査結果の報告
事前放流検討	(1) 矢作ダムの現状整理	昨年度までの結果のとりまとめ	
	(2) 事前放流検討	基本的な方向性の提示 最大放流量検討結果の報告	事前放流検討結果の報告
事前放流設備基本計画検討	(1) 既存選択取水設備改良による放流能力の検討	検討結果の報告（既存選択取水設備、コンジット）	前回の指摘を踏まえた既存施設の改良方策の検討
	(2) 新規事前放流設備の提案	基本的な考え方（放流ルートの概略イメージの提示）	新規事前放流設備の提案
	(3) 新規事前放流設備の設置位置の検討	水質面からの設置水深の検討結果の報告	前回の指摘を踏まえ設置水深の設定
	(4) 放流ルートの検討		検討結果の報告
	(5) 事業効果の検討		検討結果の報告
	(6) 事前放流設備基本計画（案）		



2. 堆砂対策検討

2.1 ダム堆砂の実態と堆砂対策（緊急対策）の目標

ダム堆砂の実態

矢作ダムの堆砂の実態を図 2.1.1に整理する。

- 矢作ダムの全堆砂量は1,524万 m^3 （平成16年度）となっており、計画堆砂容量の1,500万 m^3 を上回っている。
 - 貯水池全体の堆砂として考えた場合、今後流入してくる全土砂量を除去・排砂する必要がある。
- 治水容量内の堆砂は101万 m^3 （平成16年度）で、2割の余裕の範囲内である。
 - しかし、下記のことから早期回復が必要である。
 - ① 恵南豪雨でただし書き操作を行っていること、近年災害が頻発していることを踏まえると、早期に容量回復を図る必要がある。
 - ② 貯水池上流部の堆砂を除去することは、貯水池内への土砂流入を防ぐ上で効果的であり、かつ陸上掘削が可能なため経済的である。
- 利水容量には、16%程度堆積しており、利水安全度が低下している。

矢作ダム堆砂対策（緊急対策）の目標

矢作ダム貯水池における緊急的な堆砂対策は、今後10年を目途として検討する。緊急対策の目標は、以下のとおりとする。

- ① 治水容量内に堆積した土砂を排除し、洪水前に建設当初の治水容量を確保すること。
- ② 貯水池内への土砂流入を軽減するために、貯水池上流部に堆積する土砂を継続的に除去することができる状態にすること。

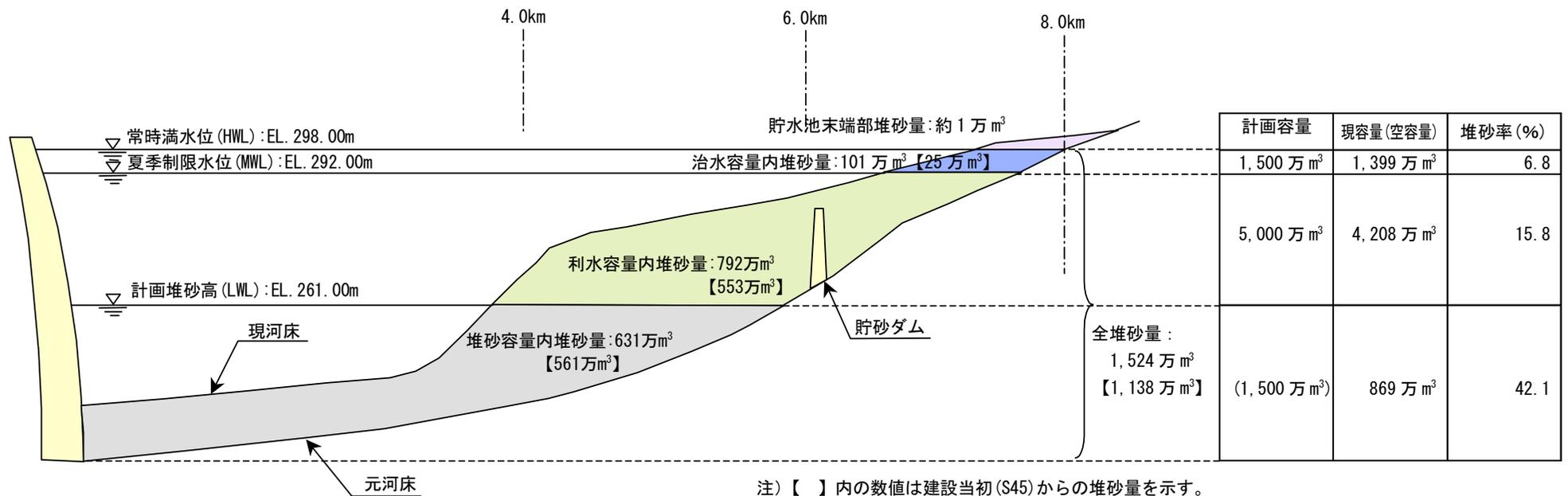
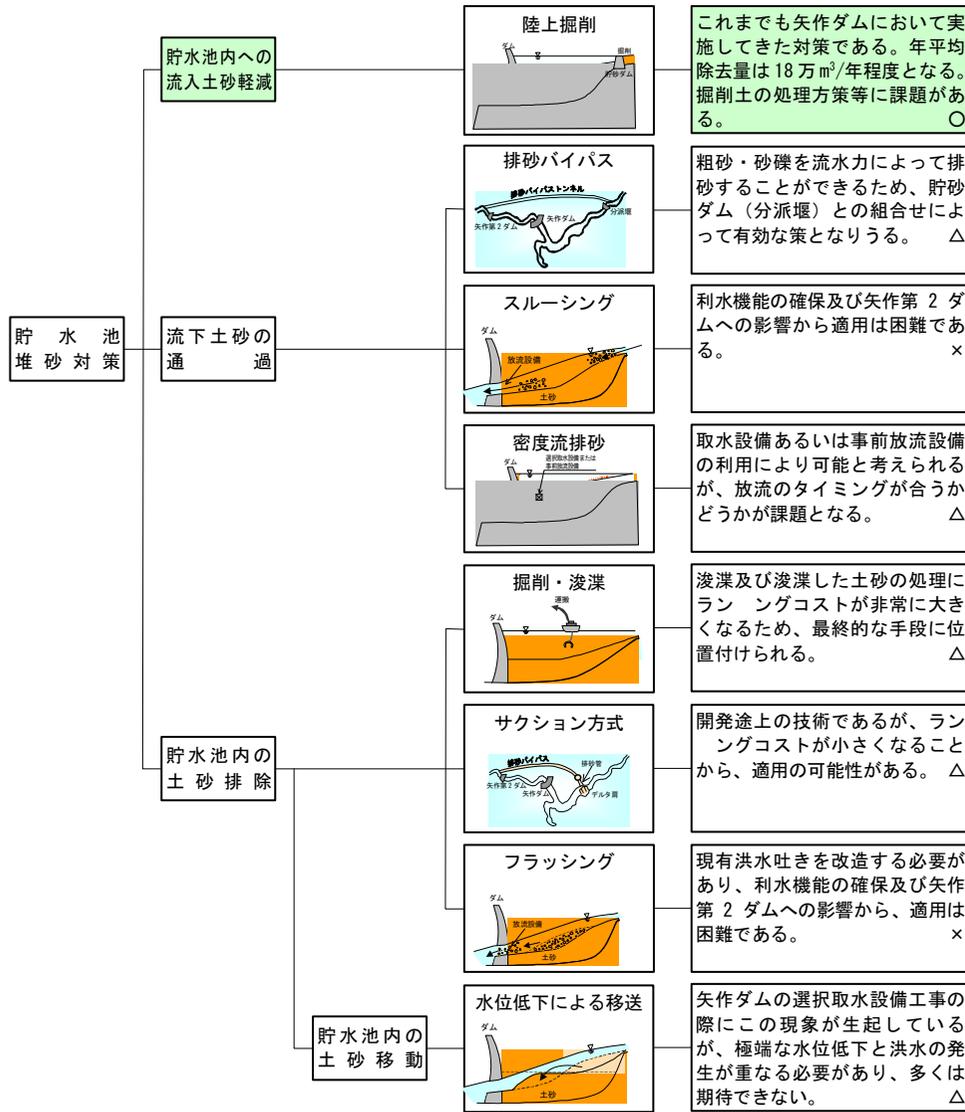


図 2.1.1 矢作ダムの堆砂の実態（H16時点、運用後33年経過）

2.2 緊急対策として適用可能な堆砂対策

図 2.2.1より、緊急対策としては、陸上掘削が適している。



凡例 ○: 適用性が高い。△: 緊急対策としての適応性は低い、長期対策としての適用性の可能性はある。×: 適用性が低い。

図 2.2.1 貯水池堆砂対策の主要なメニューと矢作ダムにおける緊急対策としての適用性

2.3 流入土砂の量と質

(1) 年堆砂量

矢作ダムの堆砂実績を図 2.3.1に、年堆砂量の頻度を表 2.3.1に示す。

図 2.3.2に示す崩壊地面積との関係に着目すると、恵南豪雨後の崩壊地面積はS50年頃のレベルには至っていないことから、今後の年堆砂量は、平成11年までの55千m³/年と昭和63年までの300千m³/年の中間程度の値になると想定され、至近4ヶ年(平成13年～16年)平均の300千m³/年程度を見込んでおけば十分と考えられる。なお、この値は、表 2.3.1に示すように2年に1度発生する程度の年堆砂量に相当するものである。

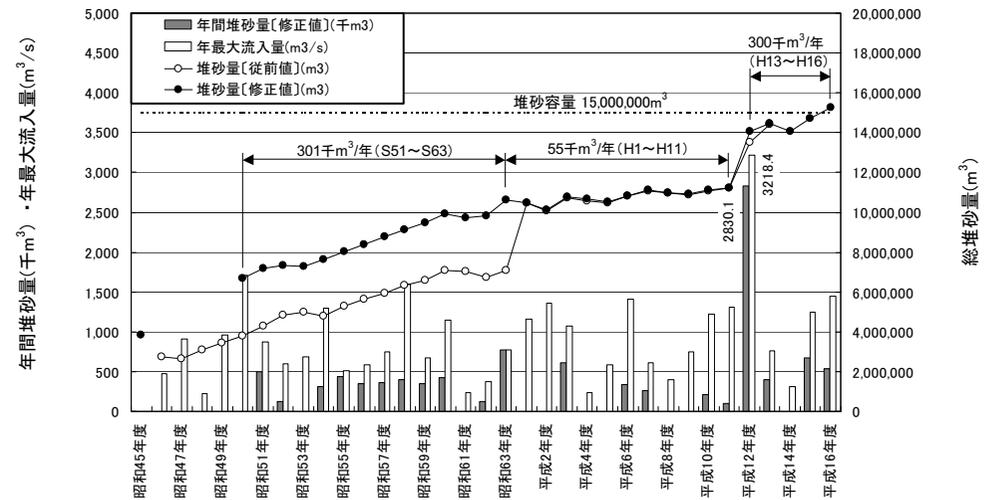


図 2.3.1 矢作ダムの堆砂実績

表 2.3.1 年堆砂量の頻度

順位	年	年堆砂量	備考	順位	年	年堆砂量	備考	順位	年	年堆砂量	備考
1	H12	2,830,100		11	S57	355,800		21	S53	-20,100	
2	S63	772,200		12	S56	353,100		22	H9	-59,600	
3	H15	667,100		13	S59	347,300		23	H4	-104,200	
4	H3	616,000		14	H6	340,600	1回/2年	24	H1	-120,400	
5	H16	535,000	1回/5年	15	S54	316,000		25	H8	-129,100	
6	S51	499,400		16	H7	258,500		26	H5	-160,700	
7	S55	439,800		17	H10	207,500		27	S61	-207,500	
8	S60	421,300	1回/3年	18	S52	122,200		28	H2	-335,700	
9	H13	397,400		19	S62	121,200		29	H14	-399,200	
10	S58	393,300		20	H11	95,600					

※ 昭和51年～平成16年(29年間)

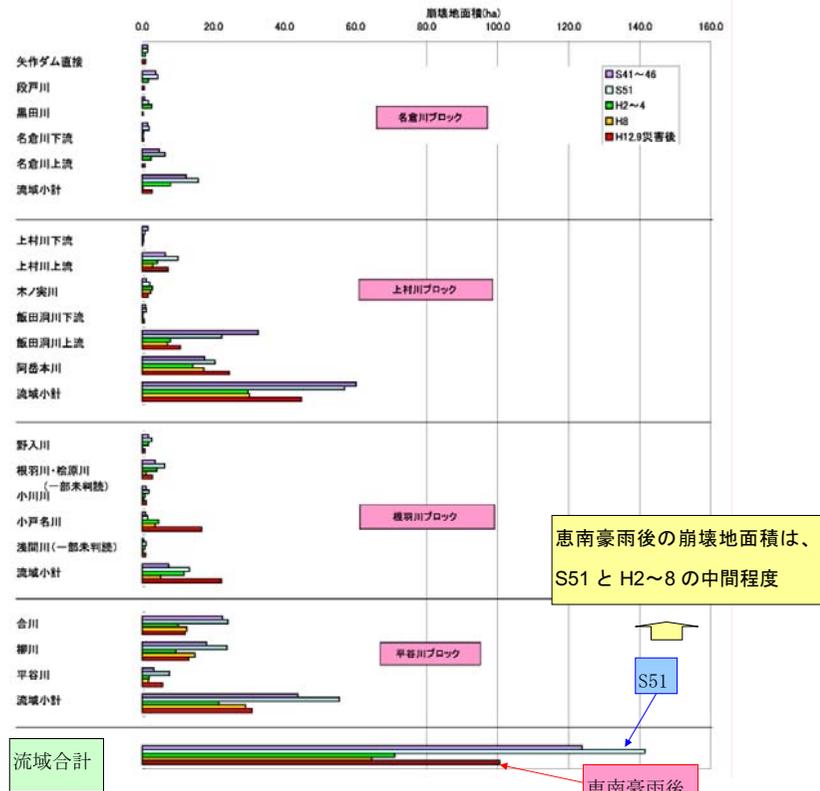


図 2.3.2 矢作ダム流域の崩壊地面積の推移

(2) 堆積土砂の質

矢作ダムの堆積土砂の特性は、図 2.3.3、図 2.3.4に示すように、貯水池縦断方向にはフルイ分け作用によって堆積土砂の粒径が区分され（平成 15 年度調査より）、緊急対策の対象区間（6.0K より上流）に堆積する土砂の粒径は 0.1mm 以上である。

既往のボーリング調査などの結果から算定した貯水池内堆積土砂の粒度組成を図 2.3.5に示す。

除去すべき対象の土砂量は、貯水池堆砂シミュレーションによって確認する必要があるが、概算として施設計画上安全側の考え方をとり、0.1mm 以上の流入土砂（掃流砂・浮遊砂）の全量が緊急対策の対象区間に堆積するものと、年堆砂量の 60%とする。



図 2.3.3 矢作ダム貯水池の堆砂区分

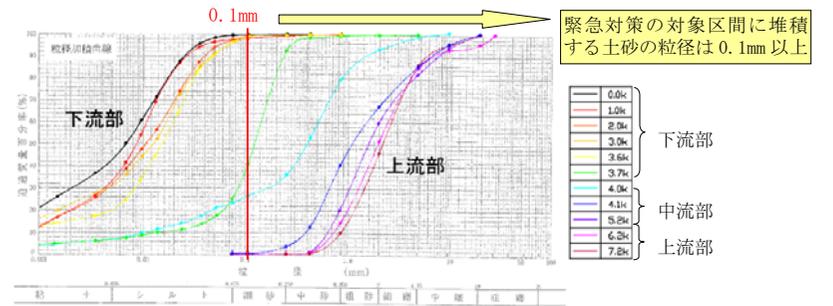


図 2.3.4 矢作ダム貯水池堆積土砂の粒度組成の縦断変化

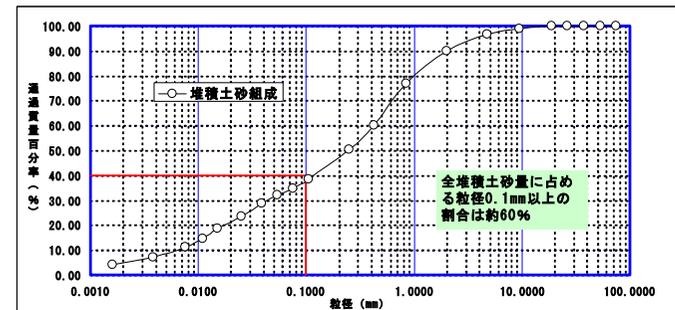


図 2.3.5 貯水池内堆積土砂の粒度組成

(3) 対象区間の年堆砂量

以上の結果を総括して表 2.3.2に示す。

緊急対策の対象区間に堆積する土砂量の年平均値としては、至近 4 ヶ年（平成 13 年～16 年）平均の 18 万 m³ 程度（至近 4 カ年の平均堆砂量 30 万 m³ の 60%）を見込んでおけば十分と考えられる。

なお、平成 16 年度までの検討結果では、対象区間の年平均堆積量を 14 万 m³（平成 13～15 年の 3 カ年平均堆砂量 20 万 m³/年のうちの掃流砂・浮遊砂分）としていた。

表 2.3.2 年堆砂量と掃流砂・浮遊砂量

		全堆砂量 (千 m ³ /年)	掃流砂・ 浮遊砂量 (千 m ³ /年) ^{※1}
年平均堆砂量	S51～H16 (29年間)	295	177
	S51～S63 (13年間)	301	181
	H1～H11 (11年間)	55	33
	H13～H16 (4年間)	300	180
年堆砂量頻度	1回/2年 (29年間)	341	205
	1回/3年 (")	421	253
	1回/5年 (")	535	321
年堆砂量期待値 ^{※2}	(29年間)	358	215

※1 掃流砂・浮遊砂量は全堆砂量の60%として算定。
 ※2 確率分布形の適合度が低いため、参考値とする。

2.4 掘削範囲と制約条件

治水容量の確保と貯水池内への土砂流入の軽減を目的とした土砂捕捉方法（掘削範囲）は、平成16年までの委員会で、「既設貯砂ダムの容量回復と嵩上げ案」が提案されている。しかし、その案には種々の課題点があり、その代案として「水平に陸上掘削を行う案」を併記する。それらの概要を表2.4.1に示す。

表 2.4.1 土砂捕捉方法

	既設貯砂ダムの容量回復と嵩上げ案 [H16までの委員会での検討案]	水平に陸上掘削を行う案
概要	既設貯砂ダム天端上位の堆積土砂と貯砂ダム上流の容量内の堆積土砂あわせて約84万m ³ (*)の掘削を行い、天端を2m嵩上げする。	夏季制限水位以下のある標高までの堆積土砂を水平に掘削して治水容量を回復し、当該標高以上の容量内に流入土砂を貯める。
利点	<ul style="list-style-type: none"> 既設貯砂ダムの有効活用が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 陸上掘削が可能である。 新たな構造物を必要としない。
欠点 (課題)	<ul style="list-style-type: none"> 嵩上げ工事、堆砂搬出時に最大16m程度(**)水中掘削が必要になる。 嵩上げ後、上流の真弓発電所への背砂・背水影響が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯砂ダムなど土砂を捕捉する構造物を設けないため、流入土砂量によっては、当該標高以下に0.1mmを超える粒径の土砂が流下する可能性がある(フンカゴ等を用いた簡易な透過型えん堤による対応は可能)。

*1: 貯水池末端部堆砂量(1.2万m³)+治水容量内堆砂量(23万m³)+利水容量内堆砂量(60万m³-既設貯砂ダム天端上位50万m³+貯砂ダム容量内10万m³)
*2 制限水位(EL.292m) 貯砂ダム基礎標高(EL.276m)

ここでは、「水平に陸上掘削を行う案」における掘削範囲と制約条件について検討し、当案の可能性について把握する。表2.4.2、図2.4.1は、水位低下連続保持日数と当該標高以上の堆砂量、陸上掘削量、掘削完了までの期間を示したものである。なお、検討条件や検討の内容は下記のとおりである。

- 掘削能力：3,200m³/day(バックホウ10台×40.3m³/h/台×8h)、2,200m³/day(バックホウ7台×40.3m³/h/台×8h)
- 標高別の年間掘削可能量：水位別の連続保持日数×掘削能力
- 緊急対策対象区間の年間堆砂量：18万m³
- 当該水位以下の連続日数：至近10年間の最小値
- 掘削完了までの期間は、以下のように算出

$$\left[\text{EL.290m、陸上掘削量 } 3,200\text{m}^3 \text{ の場合} \right] \\ \left[39.7 \text{ 万 m}^3 \text{ (当該標高以上の堆砂量)} + 18 \text{ 万 m}^3 \times 3 \text{ 年 (トライアルで算出)} \right] \div 23.4 \text{ 万 m}^3 = 4 \text{ 年}$$

表2.4.2より、夏季制限水位以上の堆砂量23万m³(平成15年時点)については、洪水期間内(6/1~10/15)で最大45.8万m³の陸上掘削が可能であることより、1年以内で全量除去できるものと考えられる。また、それ以下の標高については、掘削能力にもよるがEL.290m程度までの掘削は可能であると考えられる。また、当該標高以上には、40万m³程度の容量が確保されることになる。なお、この値は対象区間の年平均堆砂量の約2年分(18万m³/年×2年)に、また一度に流入することを想定すると1回/5年程度の土砂量(表2.3.2参照)に相当する。このため、当案は緊急対策として適応可能であるとする。ただし、掘削した箇所にとどの程度の土砂の量(質を含む)を捕捉できるかは、貯水池河床変動計算で確認する必要がある。

表 2.4.2 水位低下連続保持日数と当該標高以上の堆砂量、陸上掘削量、掘削完了までの期間

	EL.286m	EL.287m	EL.288m	EL.289m	EL.290m	EL.291m	EL.292m
当該水位以下の連続保持日数	38日	40日	51日	58日	73日	87日	143日
当該標高以上の堆砂量	73.0万m ³	64.7万m ³	56.3万m ³	48.0万m ³	39.7万m ³	31.3万m ³	23万m ³
当該標高～夏季制限水位の堆砂量	50.0万m ³	41.7万m ³	33.3万m ³	25.0万m ³	16.7万m ³	8.3万m ³	0.0万m ³
陸上掘削量(3,200m ³ /day)	12.2万m ³	12.8万m ³	16.3万m ³	18.6万m ³	23.4万m ³	27.8万m ³	45.8万m ³
掘削完了までの期間				19年	4年	2年	1年
陸上掘削量(2,200m ³ /day)	8.4万m ³	8.8万m ³	11.2万m ³	12.8万m ³	16.1万m ³	19.1万m ³	31.5万m ³
掘削完了までの期間						9年	1年

※堆砂量はH16委員会資料をもとにした概算値
※※“-”は流入土砂量が掘削土砂量を上回る標高

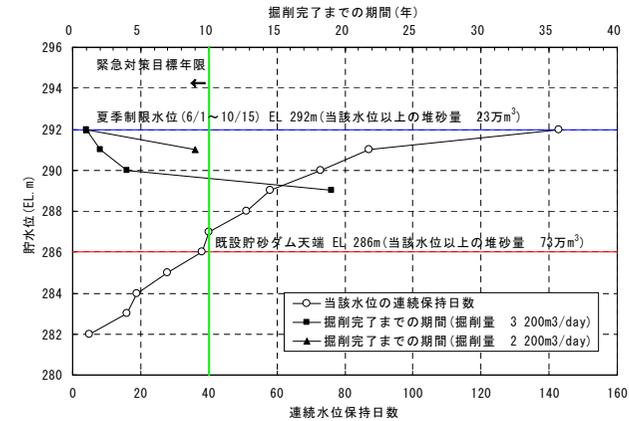


図 2.4.1 至近10ヶ年(H7~H16)の貯水位低下連続日数と掘削完了までの期間

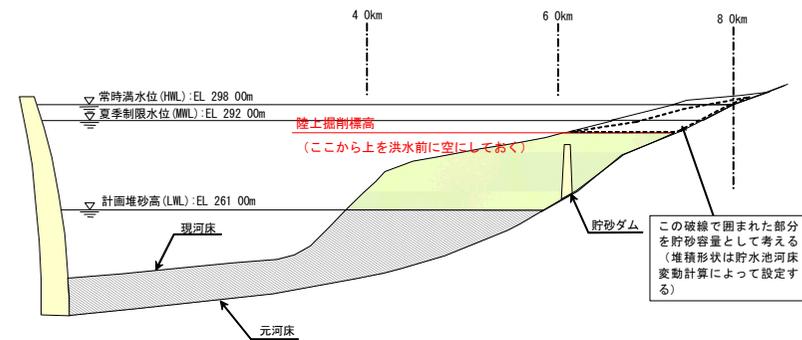


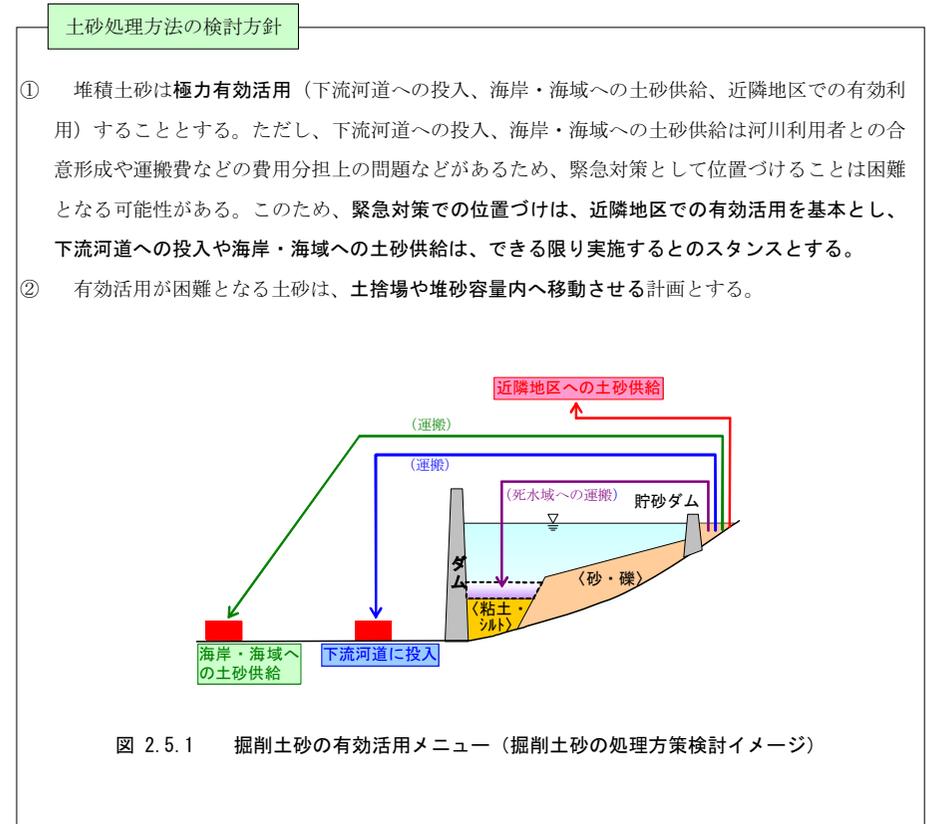
図 2.4.2 水平に陸上掘削を行う案の概念図

2.5 土砂処理方法の検討

掘削した土砂の処理方法（行き先）としては、表 2.5.1に示す方法が考えられる。

表 2.5.1 土砂処理方法の利点と欠点

土砂処理方法	利点	欠点
下流河道への投入	<ul style="list-style-type: none"> ① ダム直下流に投入した場合、運搬距離が短く経済性に優れる ② ダム建設により生じた、土砂移動の不連続性を改善することができ、ダム建設が下流河川の物理、生物環境に与えている影響の緩和、改善が期待できる ③ 下流河道の物理、生物環境や下流河道の治水機能に悪影響が及ばない範囲内で、半永久的に投入することができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 処理量はダム管理上の視点以外の要因（漁組など河川利用者の視点や、下流河川の物理、生物環境など）に大きく左右されるなど、不確定な要素が多い【他ダムの実績：実績年堆砂量の約10～20%が年間の最大投入土砂量】 ② 順応的な管理が必要となるため、緊急対策として位置づけることが困難である（+α的な取扱い） ③ 濁水の発生など、下流河川の環境に与える影響が懸念される ④ ストックヤードが必要となる
海岸・海域への土砂供給	<ul style="list-style-type: none"> ① ダム建設により生じた、土砂移動の不連続性を改善することができ、ダム建設が海岸・海域に与える影響の緩和、改善が可能である ② 海岸・海域の物理、生物環境に悪影響を及ぼさない範囲内で、半永久的に土砂を供給することができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 矢作ダムから河口までの運搬距離が約70kmと長距離となり、経済性に劣ることや周辺の環境に与える悪影響が懸念される ② 処理量は、ダム管理上の視点以外の要因（漁組など河川利用者の視点）に大きく左右される ③ 順応的な管理が必要となるため、緊急対策として位置づけることが困難である（+α的な取扱い） ④ ストックヤードが必要となる
近隣地区での有効活用	<ul style="list-style-type: none"> ① 資源の有効活用が可能である（捨てればゴミ、使えば資源） ② 現在、年間約 20,000m³ の骨材採取がなされており、確実に処理できる量がある程度把握できるため、確実な処理計画として位置づけることができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 活用先によっては、運搬距離が長くなる可能性がある ② ストックヤードが必要となる
土捨場への処理	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的な制限もあるが、確実に処理できる土砂量がある程度把握できるため、確実な処理方法として位置づけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的に限界がある ② 土捨場の用地を新たに確保する必要がある
堆砂容量内への運搬	<ul style="list-style-type: none"> ① 運搬距離が他の案に比べ最も短い ② 新たな用地を確保する必要がない ③ 容量的な制限もあるが、確実に処理できる土砂量がある程度把握できるため、確実な処理方法として位置づけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的に限界がある【平成16年度現在：計画堆砂容量内の空容量（土砂が堆積していない容量）は869万m³】 ② 貯水池内堆砂量は減少しない。



3. 事前放流設備基本計画検討

3.1 はじめに

矢作ダムにおいては、制限水位以下の貯水容量を有効利用して事前放流を行い、治水機能の向上を図ることが検討されている。そのためには、事前放流に使用する放流管等の能力の見直しや、ダム貯水池の水質、下流河川の水質、周辺自然環境等への影響を確認し、経済性、施工性、安全性、操作性、維持管理面等における問題等について検討し、総合的な観点から最も現実的で可能な方式案を選定する必要がある。

ここでは、特に放流設備の放流能力と冷濁水現象などの水質面について比較検討する。

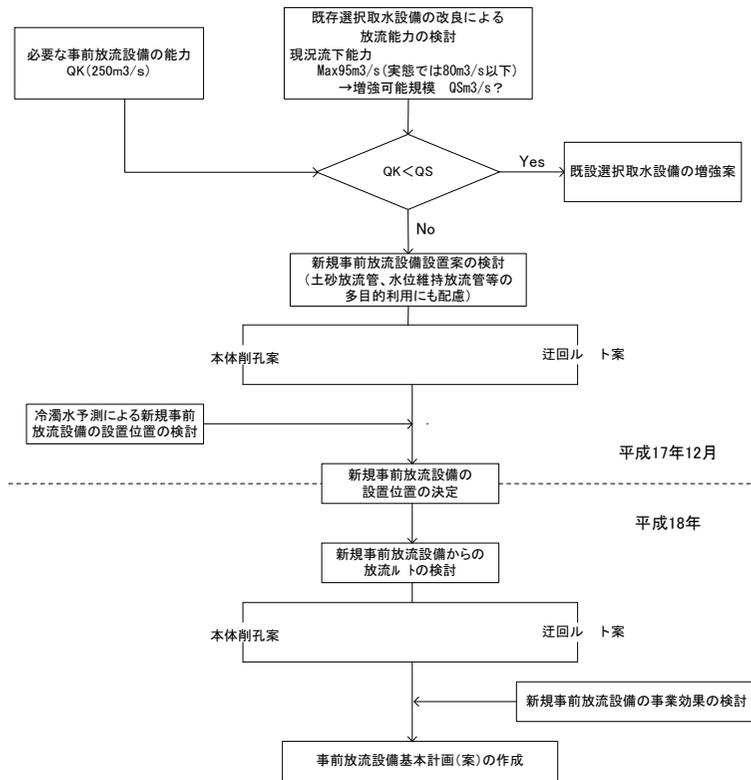


図-3.1.1 事前放流設備検討のフロー

3.2 既存放流設備使用の可能性検討

矢作ダムの事前放流に既存の放流設備を使用する方法として、下記の2つの方法の可能性について検討する。

- (1) 既設選択取水設備の改良による放流能力の増大
- (2) 既設コンジットによる開度調整放流

(1) 既設選択取水施設の改良による放流能力増大の可能性

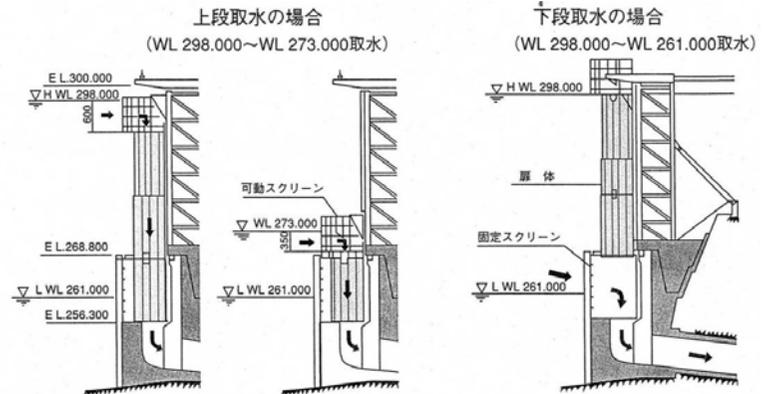
現発電放流設備の能力増大については、次の諸点から検討を行い、可能性を評価する。

- ①取水部の取水能力が増強できるか
- ②導流部の放流能力が十分か
- ③放流設備が増設できるか

検討結果をまとめると次のとおりである。

- ・取水部（半円形多段ゲート部）は、現在の運用状況下においても現行基準に対する余裕がないので、既存設備をそのまま流用した取水量の増大は難しい。
- ・そこで、取水部を全面改造することを前提とすれば、導流部、放流部の対応は可能であるが、その場合にも下記のような課題がある。
 - 導流部はほぼ倍程度の流量まで対応可能であることが期待できるが、事前放流時の損失増大に対する減電補償を要す。
 - 発電導水管から分岐させた放流設備も配置レイアウト可能であるが、濁水等が近年頻発している矢作川では、工事のために貯水位を下げにくく、分岐部の工事は難しい。また、工事期間中の発電停止や分岐構造による損失増大に対する減電補償を要す。
 - 既設導流部、放流設備の一部等の活用は、既にダム完成後40年以上が経って老朽化が進んでおり、活用するに当たっては再度の点検補強が今後の詳細調査において生じる可能性がある。

呑み口部は全面改良の必要があり、現状では難しいと考えられる。また、導水部等の補強が生じる可能性がある。今後、技術的課題、費用等の検討を進め、判断する。



〈ゲートの仕様〉

項目	仕様
門扉型式	半円形3段式ローラーゲート
巻上方式	ワイヤーロープ巻取式(巻上機2台)
門扉寸法	上段扉半径5.40m×高さ12.50m 中段扉半径5.75m×高さ11.60m 下段扉半径6.10m×高さ11.60m
開閉速度	0.3m/分
取水水深	3.0m~6.0m
設置門数	1門

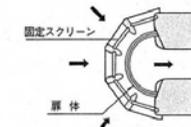


図-3.2.1 矢作ダム選択取水設備の概要

(2) 既設コンジットによる開度調整放流の可能性

既設コンジットによる開度調整放流の可能性に関する検討結果をまとめると次のとおりである。

- ・ 事前放流量が 200m³/s 級であり、発電経由の 95m³/s を差し引いたとしても、コンジットの分担流量が 100m³/s 級（10%開度の放流量は 40m³/s）であることを考えると、既設コンジットは事前放流操作に要求される流量レンジと流量制御精度に十分に対応可能である。
- ・ コンジットは夏期制限水位から最低水位までの範囲で放流可能なため、事前放流の操作水位条件も満足する。したがって、放流能力・流量制御および取水レンジの点からは、既設コンジットを事前放流に使用することが構造上可能である。
- ・ しかし、事前放流は、洪水調節操作ではないため、コンジットではなく、他の設備（利水放流設備等）で放流することが望ましい。
- ・ また、コンジットゲートは標高が低いために、水質対策上、事前放流時に冷濁水を放流するという問題が生じる。
- ・ このため、選択取水機能の付加が求められるが、現コンジットにそのような機能を付加することは施設設計、工事の施工計画に非常に難しい。さらに、濁水頻度の多い矢作川においては工事中といえども貯水容量を無効に放流して水位を下げることは濁水対策上も許されないと考えられる。

既設設備については、操作、放流能力からは、事前放流に用いることに対して問題は無いが、上記観点から、多目的機能を持った事前放流設備の新設が望ましい。

3.3 新規事前放流設備の提案

(1) 新規事前放流設備の考え方

事前放流に必要な最大放流能力を Q（仮に 250 m³/s とする）とすると、事前放流設備の方式としては、次の 2 案が考えられる。

- ①既設放流設備の放流能力の不足分 170m³/s を新設する案
- ②250 m³/s の施設を管理施設として新設する案

上記 2 案のメリット、デメリットの特徴を整理すると以下のとおりである。

表-3.3.1 新規放流設備の放流方式案の比較表

方式案	①既設放流設備の放流能力の不足分 170m ³ /s を新設する案（2 施設で運用）	②250 m ³ /s の施設を新設する案
建設費	施設規模が小さく②案に比較して建設費は安い。	施設規模が大きくなる分建設費は高い。ただし、迂回ルート案の場合にはトンネルの経済断面があるので、管径によって両案の差はさほどないことも考えられる。
維持管理費	新規放流設備の維持管理に加え、既設の事前放流 95m ³ /s 使用分の経費が残る。	施設規模が大きくなるため、①に比べて新規設備の維持管理費が増える。
操作性	2 箇所を選択取水設備の操作が必要となり、2 施設の流量コントロールや取水位置切り替えなどの操作が複雑となる。事前放流操作に協定に基づく利水者との協議が必要となる。	発電利水者の都合にかかわらず、ダム管理者の判断で事前放流ができる。
危機管理	現状よりも 1 基放流設備が増えて 2 箇所となるために、危機管理上有利になる。	放流能力が大きいので①と比較してさらに②の方が危機管理上有利である。
洪水管理	—	水位維持放流管としての活用も可能であり、洪水警戒体制の頻度が少なくなり、労苦負担が軽減される。
考察	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設コストからは、放流能力の不足分 170m³/s を新設する①案が有利と想定される。 ・ ダム管理上は、250m³/s を新設する②案が望ましい。 ・ ただし、具体的なルートを設定し、建設コスト、施工性、操作性などの検討を行った上で、新規事前放流設備の方式案を決定する必要がある。 	

(2) 新規放流設備の概略イメージ

矢作ダム の事前放流に要求される放流量と放流水質を満足するためには、新たな放流設備を、堤体あるいは近隣の地山に増設する必要がある。ここでは、事前放流機能を満足する新規放流設備の概略について検討する。

1) 堤体削孔案

堤体削孔案は、事前放流機能を満足する放流設備を既設堤体内に新設する案である。本案の概略イメージは図 3.3.1 のとおりである。

既設堤体への放流設備増設は、重力式コンクリートダムにおいて多くの実績を有しているが、アーチ式コンクリートダムにおいてはこれまで実績は存在していない。

矢作ダムが三次元構造のアーチ式コンクリートダムであること、および堤高 100m のハイダムであることから、既設堤体内に放流設備を増設する場合には次のような事項が課題となる。

- ・既設堤体削孔時の構造的安全性の確保
- ・供用後の構造的安全性確保

技術的課題を整理し、削孔案の可否について今後検討を行う。

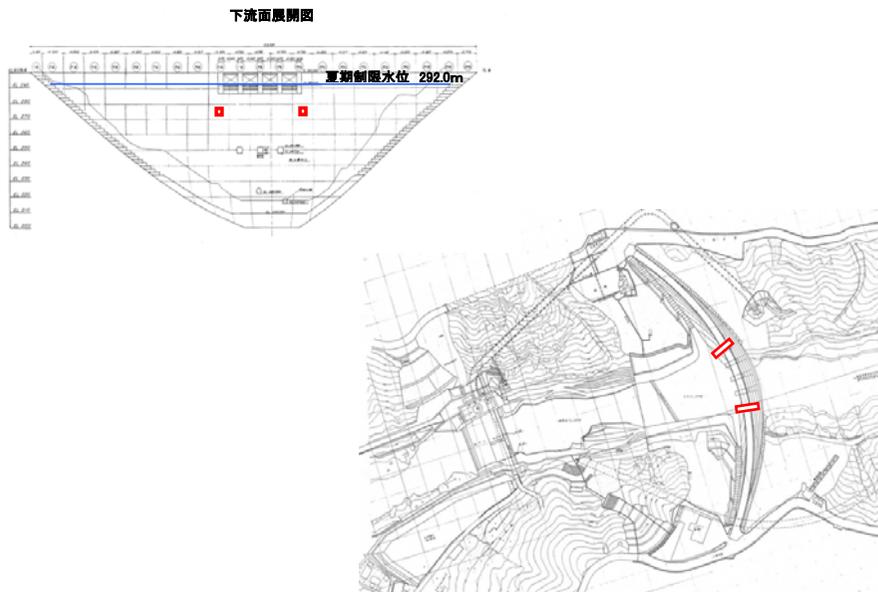
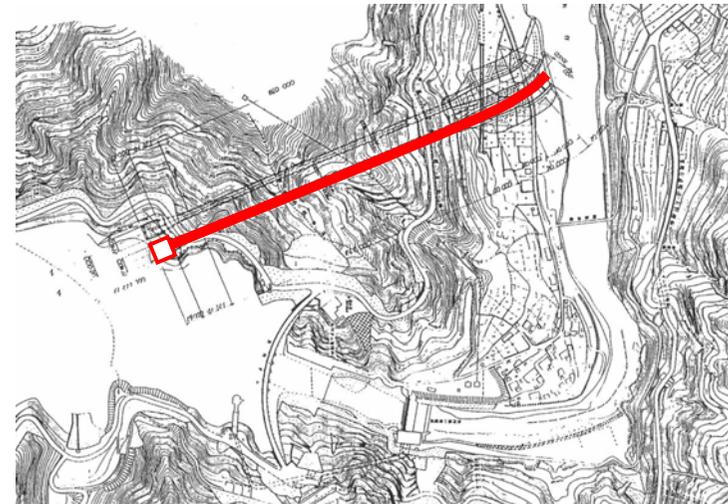


図-3.3.1 堤体削孔案イメージ図

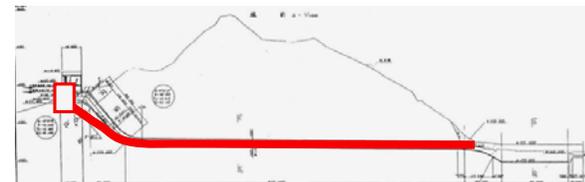
2) 迂回ルート案

迂回ルート案は、事前放流機能を満足する放流設備を地山内に新設する案である。本案の概略イメージは図 3.3.2 のとおりである。

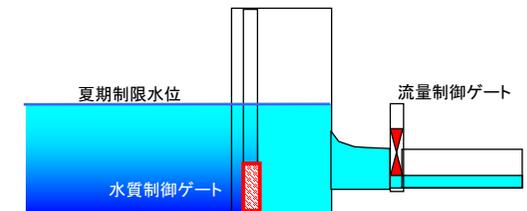
概略イメージに基づいて、今後検討を行う。



平面図



縦断面



呑口部概要図

図-3.3.2 迂回ルート案イメージ図

3.4 冷濁水予測シミュレーションによる新規事前放流設備の設置位置の検討

(1) 事前放流設備の水質面からの検討の基本的な考え方

1) 事前放流の効果の予想

事前放流設備の水質面からの検討に当たっての基本的な考え方は以下のとおりである。

① 検討の目的

- ・従来のコンジット放流に対し、新規事前放流設備を使って事前放流を行うことにより、ダム下流への冷濁水現象の影響を軽減する。その効果的な新規事前放流設備の放流位置を検討する。

② 検討方法

- ・冷濁水現象予測シミュレーションによる（フェンス及び選択取水設備の運用を前提とする）。
- ・代表的な出水について予測を行い、放流水温、放流濁度に対する効果を明らかにする。

③ 効果の予想

- ・事前放流は、出水前に清水を大量に放流し、貯水池に出水中の濁水をため込むため、相対的には、出水後貯水池内濁度は高くなり、放流濁度も高くなると考えられる。
- ・そのため、事前放流設備からの放流後、コンジット放流を行う洪水についての水質改善効果はあまり見込めないものと考えられる。
- ・事前放流設備からの放流のみで対応可能な出水（事前放流設備がない場合にコンジット放流となる出水）については、効果が期待できるものと考えられる。

2) 新規事前放流設備に必要な機能

① 事前放流の仕方

- ・最大放流量 200～250 m³/s、10～20 時間前から放流開始
- ・EL. 287.5mまで貯水位を下げる。（頻度の高い貯水位 EL. 290.0mからは約 500 万 m³となる）
- ・事前放流時は、洪水時ではないと考える。

② 新規事前放流設備に必要な機能

事前放流時は、洪水時ではなく平常時であり、冷水・濁水を放流することなく清水を放流する必要がある。したがって、表層付近の標高の高い位置から放流する必要がある。

ただし、水質保全施設（選択取水設備と分画フェンス）の運用フローにおいては、日平均流入量 50 m³/s 以上の場合、自然河川についても濁ることから濁水放流の運用としている。

そのため、貯水池内に濁水をため込まないようにできるだけ高濁度水を放流することが望まれる。したがって、冷水放流にならない範囲で標高の低い位置から放流する必要がある。

上記より、選択的に放流できることが望ましく、既設選択取水設備と同様の運用となる。

3) 事前放流による水質変化について

① 事前放流に伴う大局的な水質変化

事前放流に伴い、出水前に清水を大量に放流し出水中の濁水をため込むこととなるため、相対的には、出水後貯水池内濁度は高くなり、放流濁度も高くなると考えられる。

②出水時の放流設備をコンジットから新規事前放流設備に切り替えることによる水質変化

- ・現状は、コンジット放流に伴い、冷水・濁水の放流となっている。
- ・新規事前放流設備をコンジットよりも標高の高い位置に設置すれば、事前放流によりコンジット放流をしないで済む出水に対しては冷水放流は軽減可能と考えられる。方、出水後の濁水放流に対しては、表層水と混合しやすくなるため、放流濁度が高くなる可能性が考えられる。

4) 分画フェンスとの関係

①分画フェンスの諸元

- ・分画フェンスの位置：ダムサイトから 2km 上流
- ・鉛直方向の丈：15m
- ・ダムサイト～フェンス間の容量（確保される清水の容量）：約 10,000,000 m³

②フェンスの効果を引き出すための事前放流設備の設置位置

- ・事前放流の総量 500 万トン、清水の容量の約半分に相当する。→清水放流は可能である
- ・事前放流の初期においては、清水放流を行う必要があり、水深 15mよりも浅い位置からの放流が望ましい。→EL. 287.5mまで下げることから、放流位置は EL. 280m付近か？
- ・高濁度水を放流するためには、フェンスの下で放流する。
すなわち、287.5m 15m=272.5m →EL. 265～270m付近か？
既設選択取水下段取水（EL. 260.0m）からの取水では冷水放流となる場合がある。

既設選択取水上段取水からの取水とのブレンドで冷水放流を緩和する方法も考えられる。

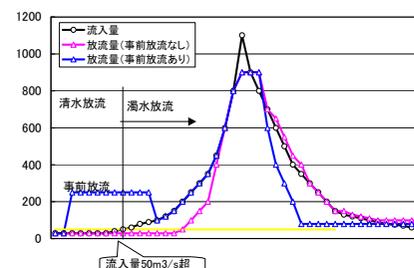


図 3.4.1 事前放流による放流量の変化のイメージ

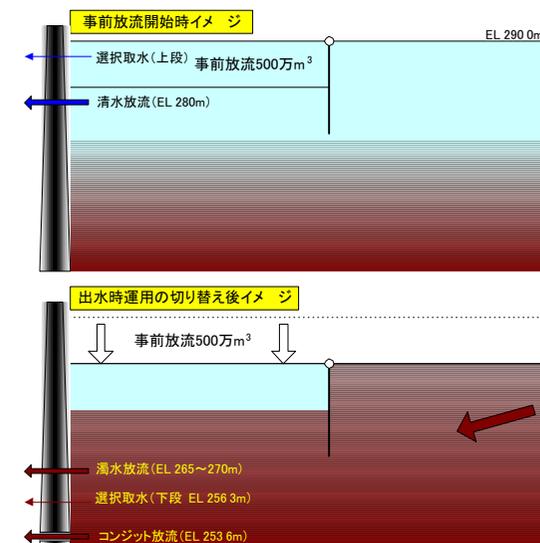


図 3.4.2 新規事前放流設備設置位置と運用方法のイメージ

(2) 事前放流による冷水・濁水軽減効果の検討

1) 事前放流による放流水質の変化の予測

実績によるコンジット放流総量 500 万 m³ の出水を対象に事前放流を行った場合の放流水質の変化を予測した。

(a) 予測条件

①最大放流量

最大放流量 250 m³/s

②放流開始時刻

新規事前放流設備の運用方法は、予測降雨、時期、貯水位の状況等から事前放流を行うこととなる。したがって、一律の基準を設定することは困難である。

そのため、雨の降り始め（出水の始まり）の時刻と事前放流の開始時刻を想定する必要がある。出水の始まりを流入量 100 m³/s として、これより 10 時間前から放流を開始するものとした。

③事前放流設備の放流位置

清水放流時 EL. 280m、

濁水放流時 EL. 265m

(b) 予測結果

予測計算結果を図 3.4.3 に示す。同図には、貯水池内（ダムサイト付近）の水温・濁度の鉛直方向の経日変化、放流水温・濁度の経日変化図を示している。

新規事前放流設備を用いた事前放流は、上段からの放流により、冷水が 時的に上昇し、放流水温も低下するものの、コンジット放流のある他の 2 ケースに比較し、放流水温の低下が小さくなっている。また、貯水池内の水温は、他のケースに比較して、躍層付近の深い位置まで水温が上昇し、しかも水温躍層（EL. 250m 付近）の強度が強いため、濁水層は躍層の上にとどまっている。

貯水池内の濁度についてみると、6 月 26 日から、選択取水設備の取水位置は、水温上昇に伴い下段取水に切り替わっている。そのため、濁水が早く排除でき、貯水池内の濁度の低減、放流濁度の低減につながっている。

以上のことから、事前設備放流を行った場合の事前放流なし及び事前放流ありコンジット使用に対する効果は以下のとおりである。

- ・ 時的な放流水温の低下はほとんど見られない。
- ・ 出水後の放流濁度の減衰がやや早くなっており、濁度 25 度の時点で 1 日程度早まっている。

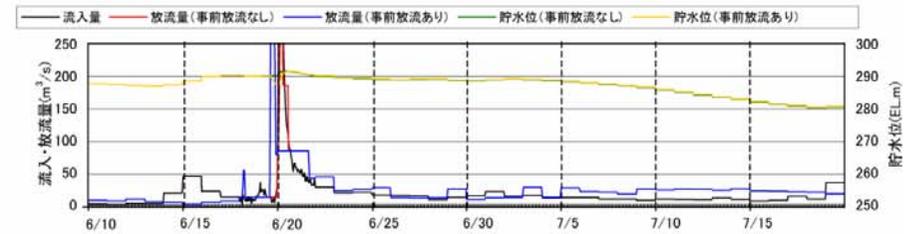
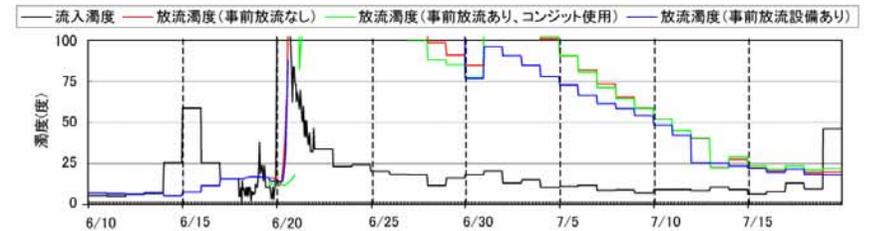
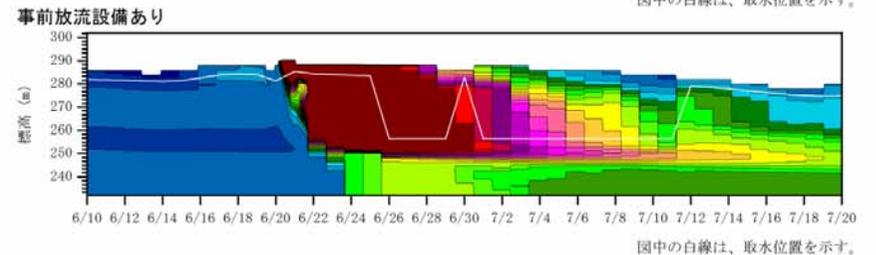
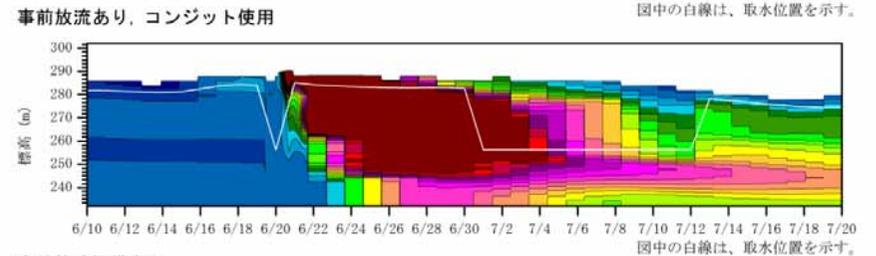
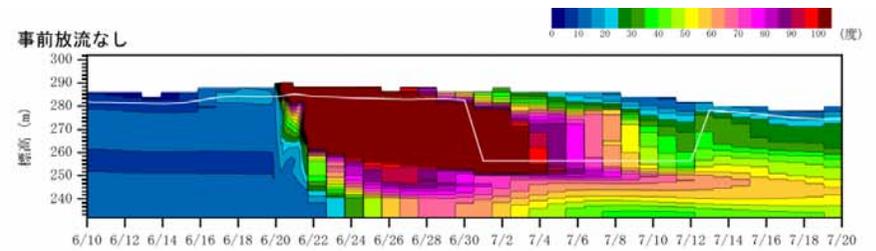
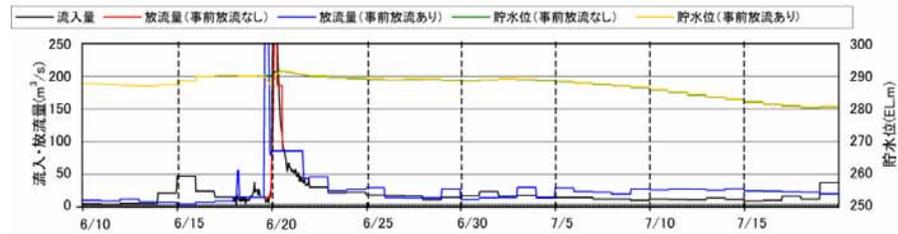
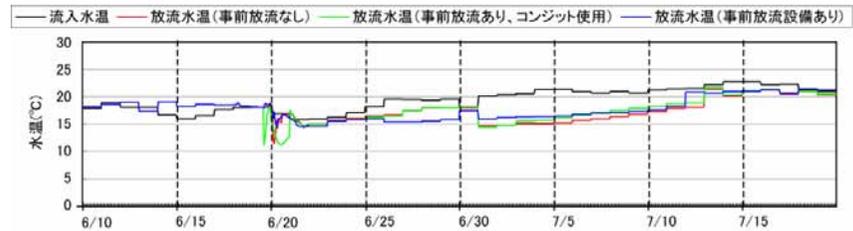
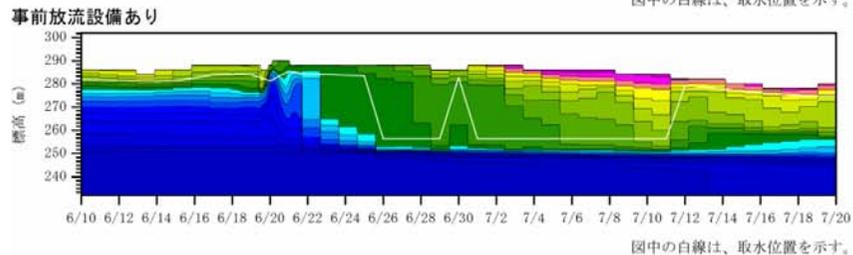
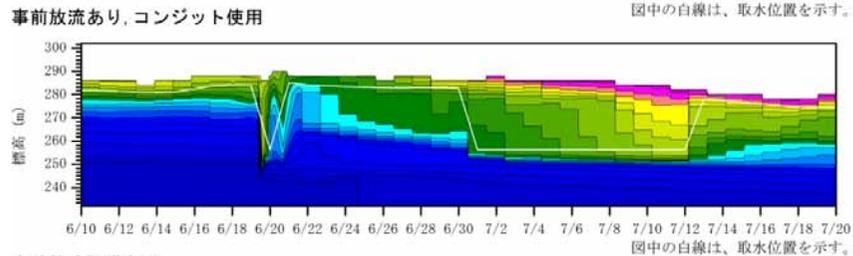
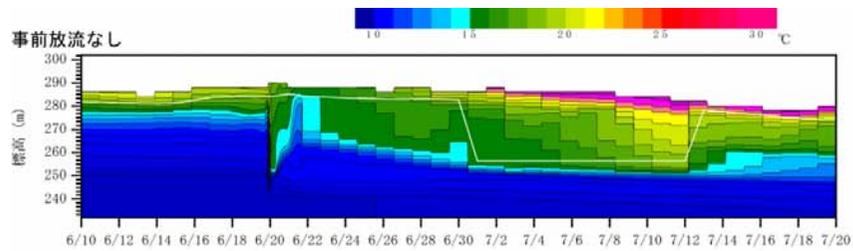


図 3.4.3 予測計算結果 (各ケースの貯水池内水温・濁度、放流水温・濁度の比較)

参考資料 —事前放流の必要最大放流量設定について—

事前放流の考え方

事前放流とは、平常時は通常的水位（洪水期制限水位等）を維持し大規模な洪水が発生する恐れのある場合に、 時的に貯水池水位を低下させ、ダムの治水機能を向上させる方式のことである。

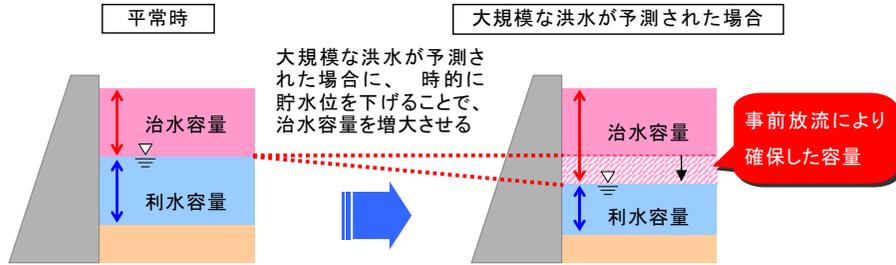


図1. 事前放流のイメージ

事前放流の必要最大放流量の設定について(検討中)

1. 必要最大放流量設定の考え方

1) 惠南豪雨にあってもただし書き操作に移行しない容量を確保する

惠南豪雨にあってもただし書き操作に移行しないための洪水前の貯水位は EL287m であり、これを事前放流の目標水位として設定した。

2) 初期水位は運用実績から設定する

最大放流量算定に当たって制限水位 EL292m から目標水位まで低下させることを想定すると過大な放流能力を持った施設を設置することになり、不経済であると考えられる。そのため、過去の貯水位の頻度分布等から EL290m を初期水位として設定した。

3) 事前放流の開始判断は台風の位置と12時間予測雨量によって判断する

矢作ダム運用後に洪水調節が実施された16洪水で14洪水が台風または台風により前線が刺激されたことが原因の洪水であった。そこで、台風の位置を事前放流の開始判断基準として設定した。また、台風の位置のみでは該当数が多くなるため、予測12時間雨量を事前放流開始の判断基準として加えることとした。その結果、平成に入ってから洪水調節を行った9洪水の事前放流開始時間は、洪水調節開始流量に達する14~23時間前となった。

2. 検討結果

上記の条件で最大放流量を94.7m³/sから800m³/sまで8ケース設定し、事前放流による水位低下の可否を表1にまとめた。惠南豪雨（平成12年9月12日）を対象とした場合には、最大放流量200m³/sで水位低下が可能である。また、最大放流量200m³/sでは67%の洪水、250m³/sでは89%の洪水において水位低下が可能である。以上より、事前放流の必要最大放流量を200m³/sから250m³/sとした。

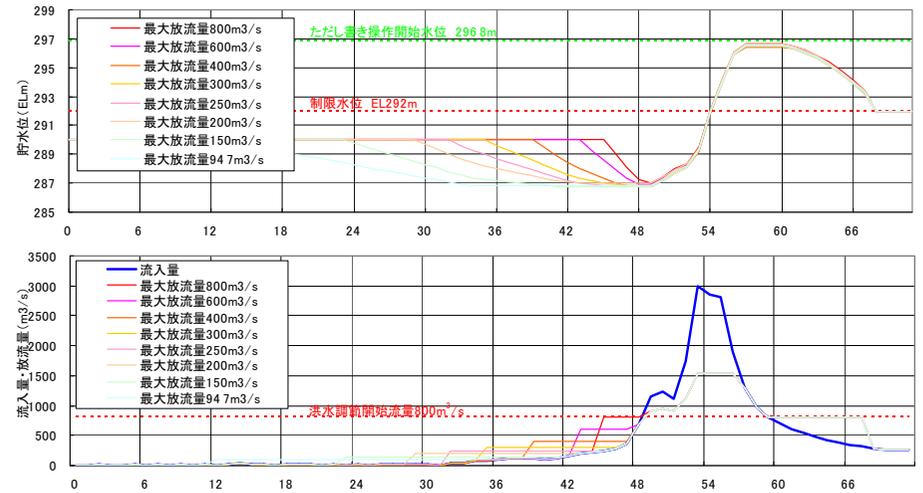


図2 事前放流における最大放流量と流入量、放流量、貯水位の関係(惠南豪雨)

表1 最大放流量別の事前放流開始判断基準による水位低下の可否

No	洪水名	水位低下 時間(h)	最大放流量							
			94.7m ³ /s	150m ³ /s	200m ³ /s	250m ³ /s	300m ³ /s	400m ³ /s	600m ³ /s	800m ³ /s
1	平成16年10月20日	16	×	×	○	○	○	○	○	○
2	平成16年6月21日	14	×	×	○	○	○	○	○	○
3	平成15年8月9日	19	×	×	×	○	○	○	○	○
4	惠南豪雨 (平成12年9月12日)	23	×	×	○	○	○	○	○	○
5	平成10年9月22日	14	×	×	○	○	○	○	○	○
6	平成6年9月30日	14	×	×	○	○	○	○	○	○
7	平成3年9月19日	16	×	×	○	○	○	○	○	○
8	平成2年9月20日	14	×	×	×	○	○	○	○	○
9	平成元年9月18日	15	×	×	×	×	○	○	○	○
カバー率			0%	0%	67%	89%	100%	100%	100%	100%

※平成元年以降に洪水調節を行った台風性または台風+前線性の9洪水を対象