

平成23年度 大阪府河川整備委員会 第3回「治水専門部会」

# 安威川ダム事業の検証について

～ 安威川ダムに関する技術的検証 ～

平成23年7月27日(水)  
大阪府都市整備部河川室

# ～ 目 次 ～

1.	流水型ダムの可能性検討	
1.1	流水型ダム案の諸元	4
1.2	流水型ダム案についての技術的検討	7
2.	安威川ダムの現設計	
2.1	堤体設計	17
2.2	ダム動的解析条件	26
3.	堤体損傷のリスク	30
4.	各ダム案の比較	31

## ○ 評価軸と評価の考え方

- ・ 現計画案(ダム高76.5m)、縮小案(75.0m)、流水型案(72.0m)の各案について、以下の評価を行う。

評価軸	評価の考え方	部会 ※1)	委員会
安全度	●河川整備計画レベルの目標に対し、安全を確保できるか	○ (技)	
	●目標を上回る洪水などが発生した場合にどのような状況となるか	○ (技)	
	●段階的にどのように安全度が確保されていくのか、完成時期はどうか	○ (技)	
	●地震、その他の事象により、どのようなリスクが考えられるか	○ (リスク)	○
コスト	●完成までに要する費用はどのくらいか	○ (技)	
	●維持管理に要する費用はどのくらいか		○
実現性	●周辺住民等の協力の見通しはどうか		○
	●関係する河川使用者の同意の見通しはどうか		○
	●法制度上の観点から実現性が見通しはどうか		○
	●技術上の観点から実現性が見通しはどうか	○ (技)	
持続性	●将来にわたって持続可能といえるか		○
柔軟性	●地球温暖化に伴う気候変化や少子化など、将来の不確実性に対してどのように対応できるか		○
地域社会への影響	●事業地及びその周辺への影響はどの程度か		○
	●地域振興に対してどのような効果があるか		○
	●地域間の利害の衡平への配慮がなされているか		○
環境への影響	●水環境に対してどのような影響があるか		○
	●地下水位、地盤沈下等にどのような影響があるか		○
	●生物の多様性の確保及び流域の自然環境全体にどのような影響があるか		○
	●土砂流動はどう変化し、下流河川・海岸にどのような影響があるか		○
	●景観、人と自然との豊かな触れ合いにどのような影響があるか		○

※1) 技:流水型の技術的検証、 リスク:堤体損傷のリスク (H23第2回河川整備委員会より)  
⇒これらのテクニカルな項目については治水専門部会にて審議

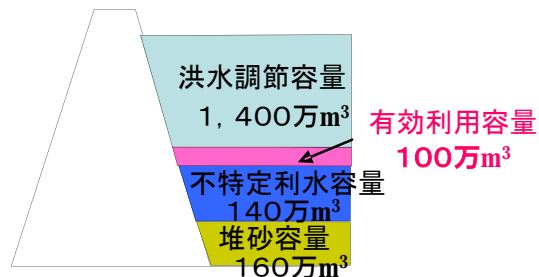
# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.1 流水型ダム案の諸元

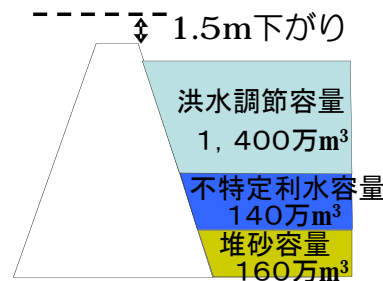
### 1.1 流水型ダム案の諸元

#### 1) 諸元の仮設定

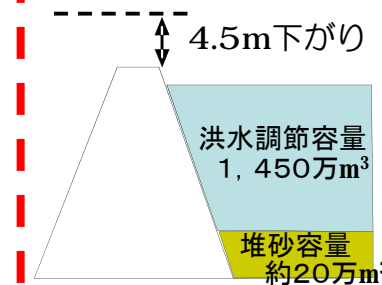
①ダム規模現計案  
ダム高76.5m



②ダム規模縮小案  
ダム高75.0m



③流水型ダム案  
ダム高72.0m



項目		現計案	縮小案	現計案との差	流水型	現計案との差	
ダム高	(m)	76.5	75.0	-1.5	72.0	-4.5	
湛水面積〔SWL〕	(ha)	81	78	-3	70	-11	
湛水位〔SWL〕	(m)	EL125.0	EL123.7	-1.3	EL120.5	-4.5	
常時湖面〔NWL〕	(ha)	33	28	-5	—	—	
常時満水位〔NWL〕	(m)	EL 99.4	EL 96.1	-3.3	—	—	
総貯水容量	(万m³)	1,800	1,700	-100	1,470	-330	
	洪水調節容量	(万m³)	1,400	1,400	0	1,450	50
	水道容量	(万m³)	100	0	-100	0	-100
	不特定利水容量	(万m³)	140	140	0	0	-140
	堆砂容量	(万m³)	160	160	0	※1) 20	-140

※1：他ダム事例からの推測値

# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.1 流水型ダム案の諸元

### 2) 流水型ダム案のダム型式

項 目		ロックフィルダム（流水型）	重力式コンクリートダム（流水型）
本体 概算工事費		約220億円	約 230～240億円
計画 変更 に伴 い必 要と なる 主な 検討 等	流水型への変更により必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダム本体設計・施工計画</li> <li>■ 水理構造物の技術的検討 (常用洪水吐き、非常用洪水吐き、減勢工等)</li> <li>■ 河床変動シミュレーション (堆砂容量、下流の河床変動)</li> <li>■ 流木対策</li> <li>■ 水位変動条件の変更に伴う貯水池周辺の構造物等への影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダム本体設計・施工計画</li> <li>■ 水理構造物の技術的検討 (常用洪水吐き、非常用洪水吐き、減勢工等)</li> <li>■ 河床変動シミュレーション (堆砂容量、下流の河床変動)</li> <li>■ 流木対策</li> <li>■ 水位変動条件の変更に伴う貯水池周辺の構造物等への影響</li> </ul>
	ダム型式の変更により必要	(必要なし)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ダム基礎岩盤の調査 (ボーリング調査、横坑調査、力学試験 等)</li> <li>■ コンクリート骨材採取地 調査 (測量、弾-リン弾調査、弾性波探査)</li> <li>■ ダム堤体配置設計 (ダム軸、基礎掘削線 等)</li> <li>■ ダム本体工事仮設備設計 (施工設備、施工ヤード、工事用道路 等)</li> </ul> <p>⇒ ロックフィルダム型式よりも約半年検討期間が延伸</p>

⇒ 流水型ダム案についても、現計画と同様「ロックフィルダム型式」で比較検討を実施。

# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.1 流水型ダム案の諸元

### 3) 流水型ダム事例

- ・ 流水型ダムとして完成したダムは益田川ダム(重力式, H=48m)がある。
- ・ 計画中のダムでは、足羽川ダム、立野ダムが安威川ダムより、堤高が高い。
- ・ 計画中のダムも含めて、ロックフィル形式の流水型ダムはない。

ダム名	河川名	事業者	完成年度	堤高(m)	堤頂長(m)	総貯水容量(千m <sup>3</sup> )	備考
浅川ダム	信濃川浅川	長野県	工事中	53.0	141.0	1,100	
足羽川ダム	九頭竜川部子川	近畿地整	計画	96.0	460.0	28,700	
北川第一ダム	淀川麻生川	滋賀県	計画	51.2	167.0	10,400	
北川第二ダム	淀川北川	滋賀県	計画	57.5	250.0	9,940	
辰巳ダム	犀川犀川	石川県	工事中	51.0	195.0	6,000	
立野ダム	白川白川	九州地整	計画	90.0	200.0	10,100	
玉来ダム	大野川玉来川	大分県	計画	計画中			
津付ダム	気仙川大股川	岩手県	計画	48.6	165.0	5,600	
西之谷ダム	新川新川	鹿児島県	工事中	21.5	135.8	793	
益田川ダム	益田川益田川	島根県	2006	48.0	169.0	6,750	
三笠ぽんべつダム	石狩川奔別川	北・開発局	計画	53.0	160.0	8,620	
最上小国川ダム	最上川最上小国川	山形県	計画	41.0	143.0	2,400	

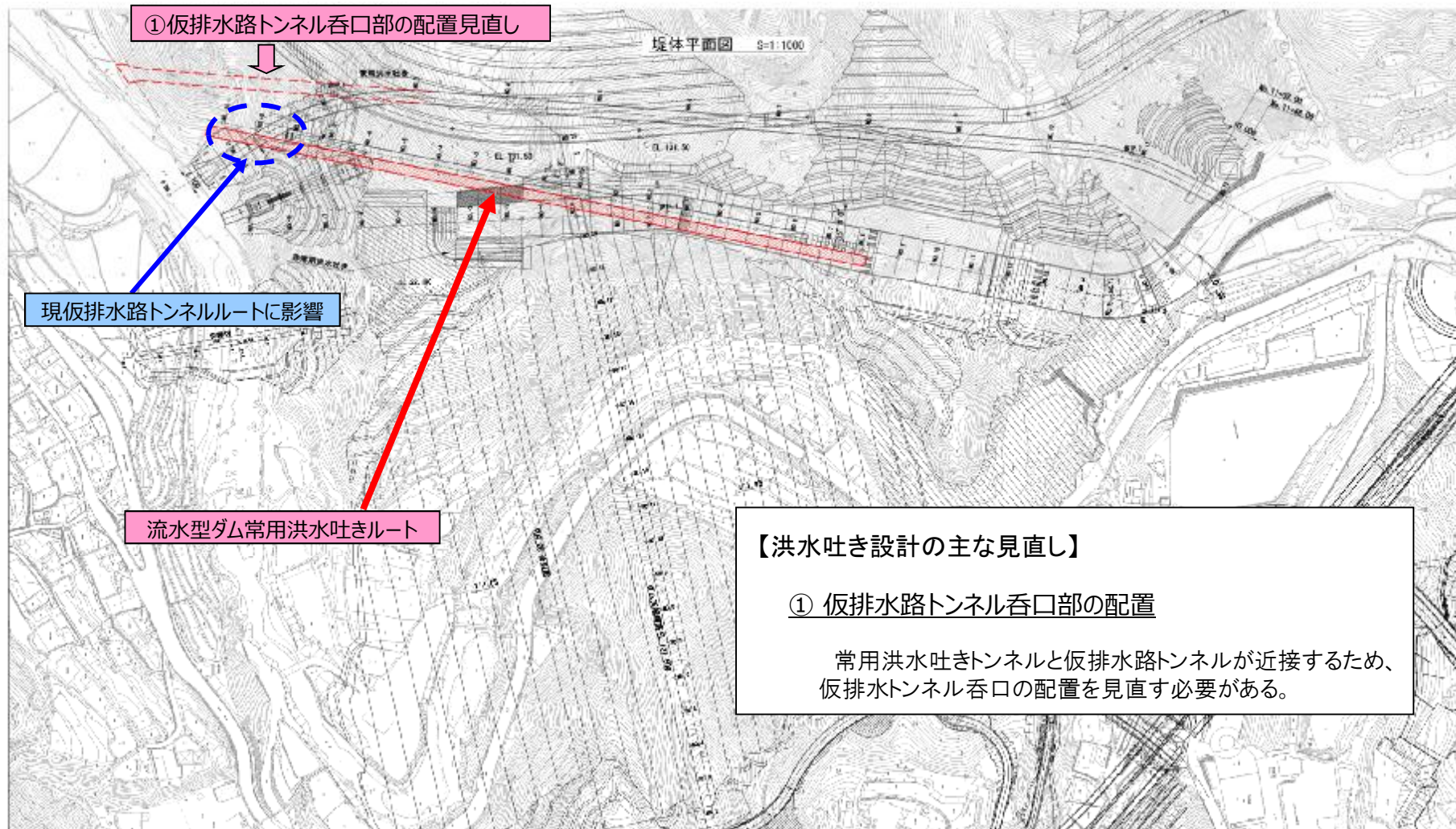
# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

#### 1) 設計の見直し

- 流水型ダム案とした場合、ダム本体や基礎処理等、ダム実施設計を全面的に修正する必要があるが、水位条件が変更となることから、特に洪水吐きに関して大幅な設計の見直しが必要。



# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 1) 設計の見直し

#### 【洪水吐き設計の主な見直し】

##### ② 常用洪水吐き縦断形状

常用洪水吐き呑口部標高をEL.99.4mから約20m下げることにより、縦断形状を見直し

(現設計: 上流側1/6, 下流側1/30)

⇒流水型: 全区間1/30)

##### ③ 減勢工形式

常用洪水吐き敷高が低くなるため、第一減勢工と第二減勢工の落差が確保できなくなるため、現状の2段減勢を取りやめる等の見直しが必要。

##### ④ 高圧放流管としての設計

流水型とした場合、作用水頭が約40mとなることから、高圧放流管としての設計が必要。

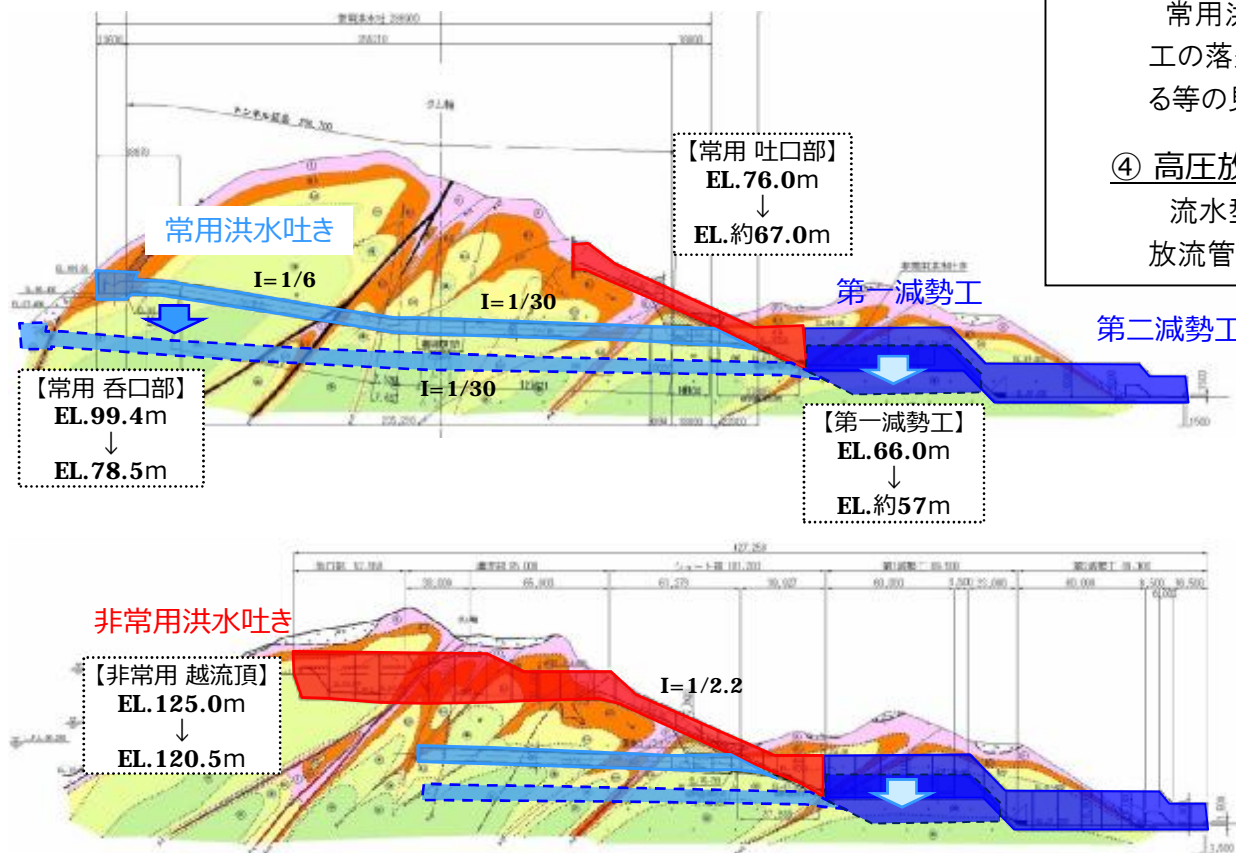


図1.1 洪水吐き縦断図



# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

項目	内容	対応案		備考	
		設計	工事		
貯水池容量	堆砂容量	・河床変動シミュレーションにより、貯水池の堆砂容量及び下流河道の河床変動を把握	・現地調査(測量、河床材料等) ・河床変動シミュレーション	・ダム高	
	洪水調節容量	・河床変動シミュレーション結果より、常用洪水吐き呑口部標高を決定の上、洪水調節計算で確認	・洪水調節計算	・ダム高	
常用洪水吐き	縦断形状	・河床変動シミュレーション結果より、呑口部標高を決定。トンネル縦断勾配を変更	・常用洪水吐きトンネル設計	・常用洪水吐きトンネル延長増	
	呑口部オリフィス形状	・水理模型実験により、呑口部形状を再設計	・水理模型実験	・呑口部 鋼板設置 (高圧対策)	
	負圧発生の有無	・トンネル内の流下により、負圧が発生しないことを確認	・水理模型実験	—	
	摩耗対策	・高圧流及び流入土砂による摩耗対策として、鋼板設置	・水理模型実験	・トンネル内 鋼板設置 (高圧及び摩耗対策)	
	閉塞対策	・トンネル内の土砂堆積による閉塞防止のため、維持管理用の放流設備が別途必要。	・仮排水路、常用洪水吐きトンネル 配置設計	・配置設計を踏まえて、変更	
非常用	減勢工までの流況	・減勢工の形状変更に伴い、流況を確認	・水理模型実験	—	
	常用吐口部 閉塞対策	・非常用洪水吐きを流下する洪水による常用洪水吐き吐口部閉塞を防止するためのデフレクター形状等を検討	・水理模型実験	・デフレクター形状変更	
減勢工	減勢工形状	・常用洪水吐き縦断形状変更に伴い、減勢工形状を変更	・水理模型実験	・掘削土量 増	
	減勢効果	・減勢工形状変更に伴い、減勢効果を確認	・水理模型実験	—	
	土砂排出機能	・本来の目的である減勢効果と相反する土砂排出機能の確認	・減勢工設計 ・水理模型実験	・減勢工設計を踏まえて、変更	
	摩耗対策	・流入土砂対策として、鋼板もしくは高強度コンクリートによる摩耗対策が必要	・水理模型実験	・鋼板設置、もしくは高強度コンクリートによる摩耗対策	
その他	流木対策	・流木による閉塞対策として、流木止め工の設置、常用洪水吐き呑口部にスクリーンの設置が必要。	・水理模型実験	・流木対策工	
	魚類等の遡上・降下対策 (必要性も含めて検討)	・常用洪水吐が約350m程度あり、魚類等の遡上が見込めないため、別途対策が必要	・魚道設計 等	・魚道の設置 等	
	貯水池周辺構造物照査	・水位条件が変更となるため、貯水池周辺に建設済み及び建設予定の擁壁等の構造物の設計見直し及び補強工事等が必要	・構造物照査	・補強工事 (必要があれば)	

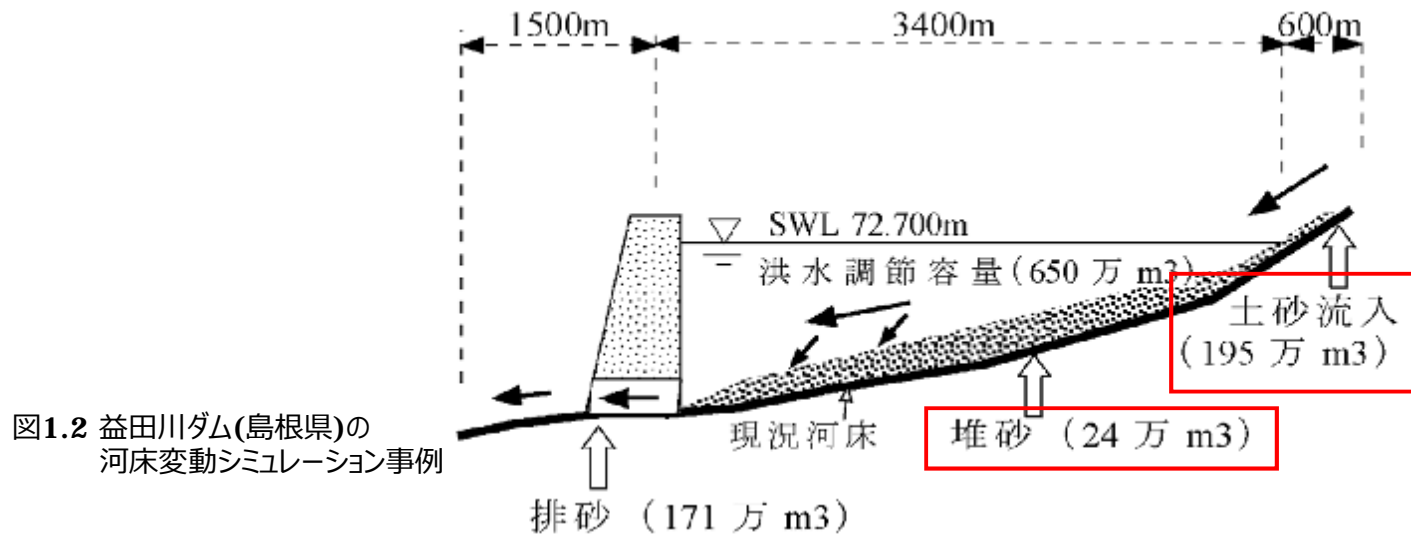
# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

#### ① 貯水池容量

- ・ 堆砂容量 … 河床変動シミュレーションにより、貯水池の堆砂容量及び下流河道の河床変動を把握  
⇒ [【設計】現地調査\(崩壊地、河床材料等\)、河床変動シミュレーション](#)  
[【工事】ダム高変更](#)
- ・ 洪水調節容量… 河床変動シミュレーション結果より、常用洪水吐き吞口部標高を決定の上、洪水調節計算で確認  
⇒ [【設計】洪水調節計算](#) [【工事】ダム高変更](#)



# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

#### ② 常用洪水吐き

- ・ 縦断勾配 … 河床変動シミュレーションにより、呑口部標高を決定。トンネル縦断勾配を変更。  
⇒ [【設計】常用洪水吐きトンネル設計](#) [【工事】常用洪水吐きトンネル延長増](#)
- ・ 呑口部オリフィス形状… 水理模型実験により、呑口部形状を再設計  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】呑口部 鋼板設置\(高圧対策\)](#)
- ・ 負圧発生の有無 … トンネル内の流下により、負圧が発生しないことを確認。  
⇒ [【設計】水理模型実験](#)
- ・ 摩耗対策… 高圧流及び流入土砂による摩耗対策として、鋼板設置  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】トンネル内 鋼板設置 \(高圧及び摩耗対策\)](#)
- ・ 閉塞対策… トンネル内の土砂堆積による閉塞防止のため、維持管理用の放流設備が別途必要。  
⇒ [【設計】仮排水路、常用洪水吐きトンネル配置設計](#)  
[【工事】トンネル内 鋼板設置 \(高圧及び摩耗対策\)](#)

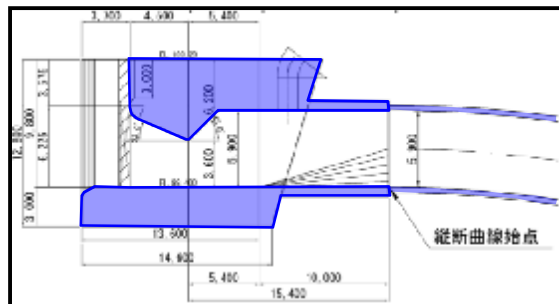


図1.4 常用洪水吐き呑口部

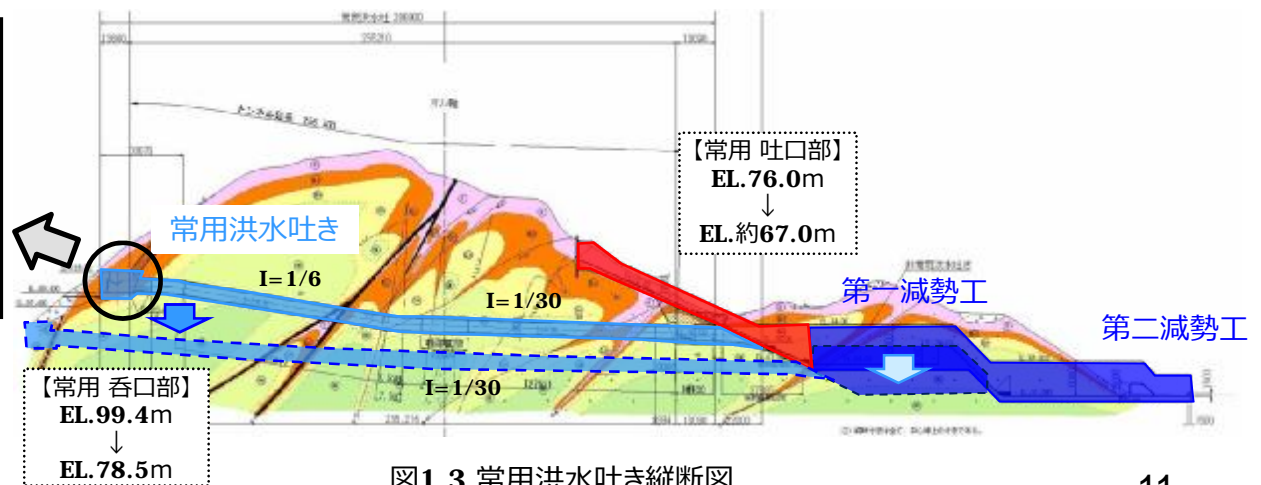


図1.3 常用洪水吐き縦断図

# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

#### ③ 非常用洪水吐き

- ・ 減勢工までの流況 … 減勢工の形状変更に伴い、流況を確認  
⇒ [【設計】水理模型実験](#)
- ・ 常用吐口部 閉塞対策 … 非常用洪水吐きを流下する洪水による常用洪水吐き吐口部閉塞を防止するためのデフレクター形状等を検討  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】デフレクター形状変更](#)

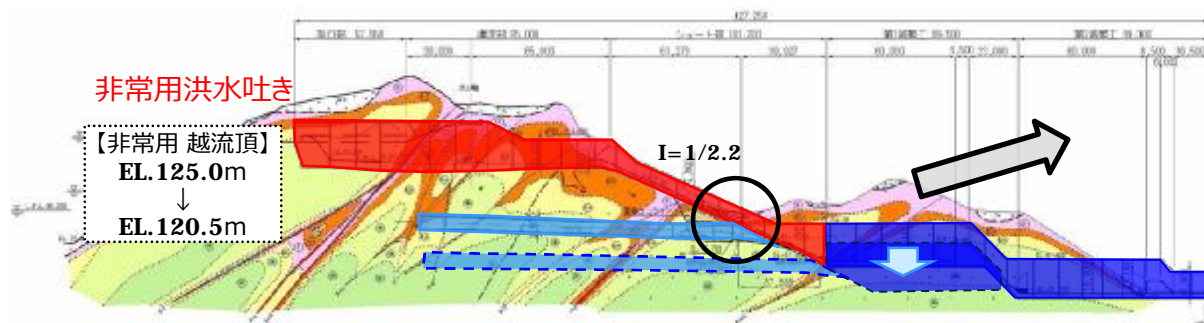
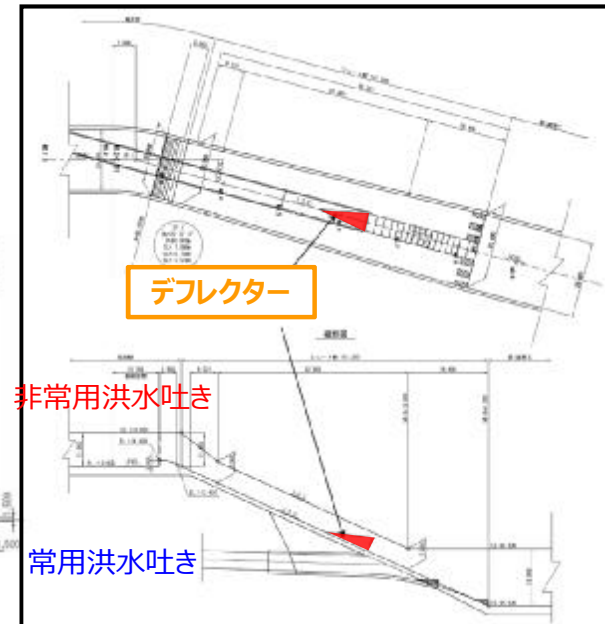


図1.5 非常用洪水吐き縦断面図



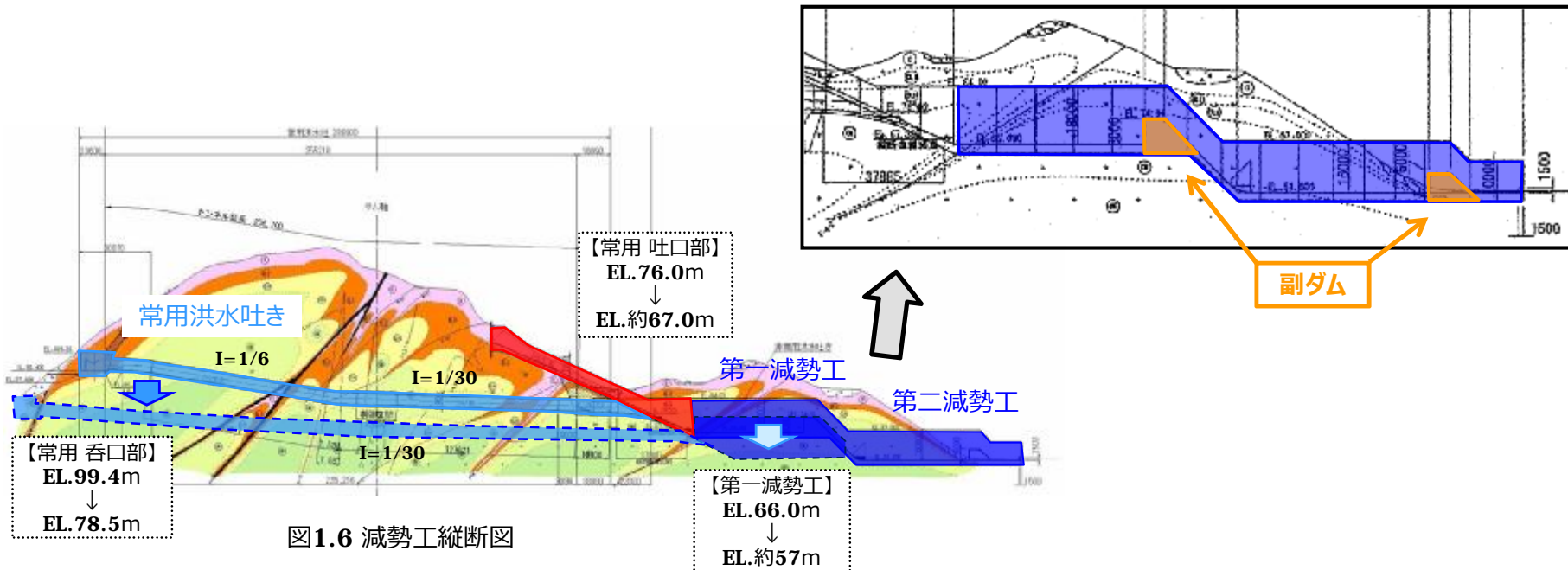
# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

#### ④ 減勢工

- ・ 減勢工形状 … 常用洪水吐き縦断形状変更に伴い、減勢工形状を変更。  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】減勢工部 掘削土量増](#)
- ・ 減勢効果 … 減勢工形状変更に伴い、減勢効果を確認  
⇒ [【設計】水理模型実験](#)
- ・ 土砂排出機能 … 本来の目的である減勢効果と相反する土砂排出機能の確認  
⇒ [【設計】水理模型実験、減勢工設計](#) [【工事】減勢工設計を踏まえて形状変更](#)
- ・ 摩耗対策 … 流入土砂対策として、鋼板もしくは高強度コンクリートによる摩耗対策が必要  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】鋼板もしくは高強度コンクリートによる摩耗対策](#)



# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 2) 流水型ダム案の主な技術的課題とその対応案

#### ⑤ その他

- ・ 流木対策 … 流木による閉塞対策として、流木止め工の設置、常用洪水吐き呑口部にスクリーンの設置が必要。  
⇒ [【設計】水理模型実験](#) [【工事】流木対策工](#)
- ・ 魚類等の遡上・効果対策 … 常用洪水吐きが約350m程度あり、魚類等の遡上が見込めないため、別途対策が必要（必要性も含めて検討）  
⇒ [【設計】魚道設計等](#) [【工事】魚道の設置 等](#)
- ・ 貯水池周辺構造物照査 … 水位条件が変更となるため、貯水池周辺に建設済み及び建設予定の擁壁等の構造物の設計見直し及び補強工事等が必要。  
⇒ [【設計】構造物照査](#) [【工事】補強工事 等](#)



図1.7 流木止めフェンス(貯留型ダム)

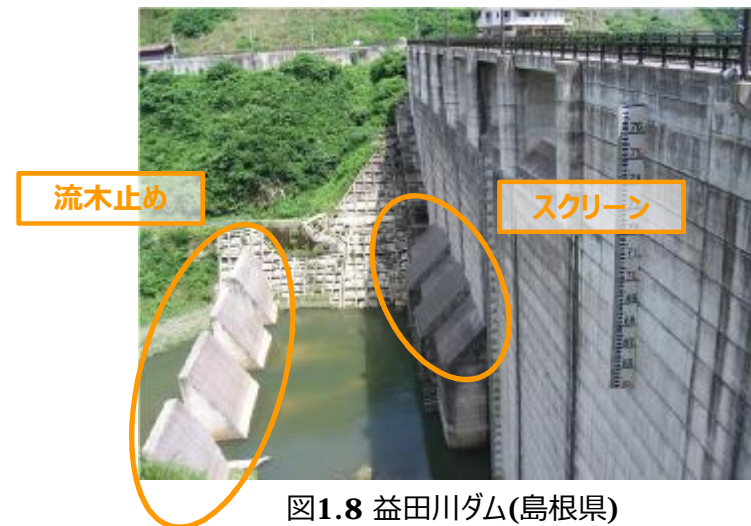
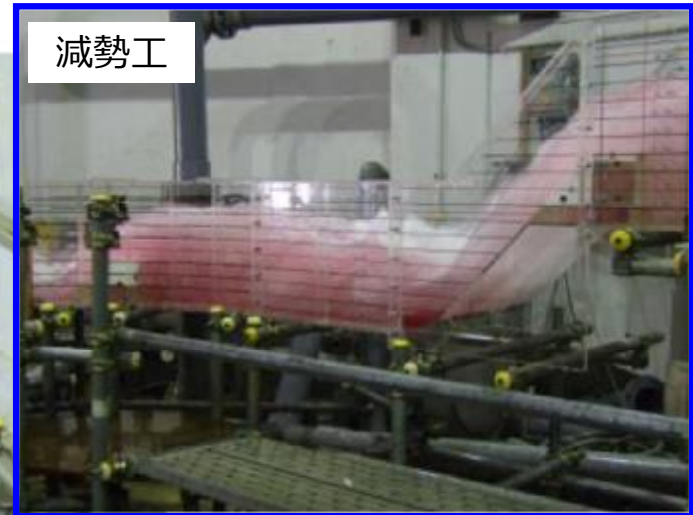
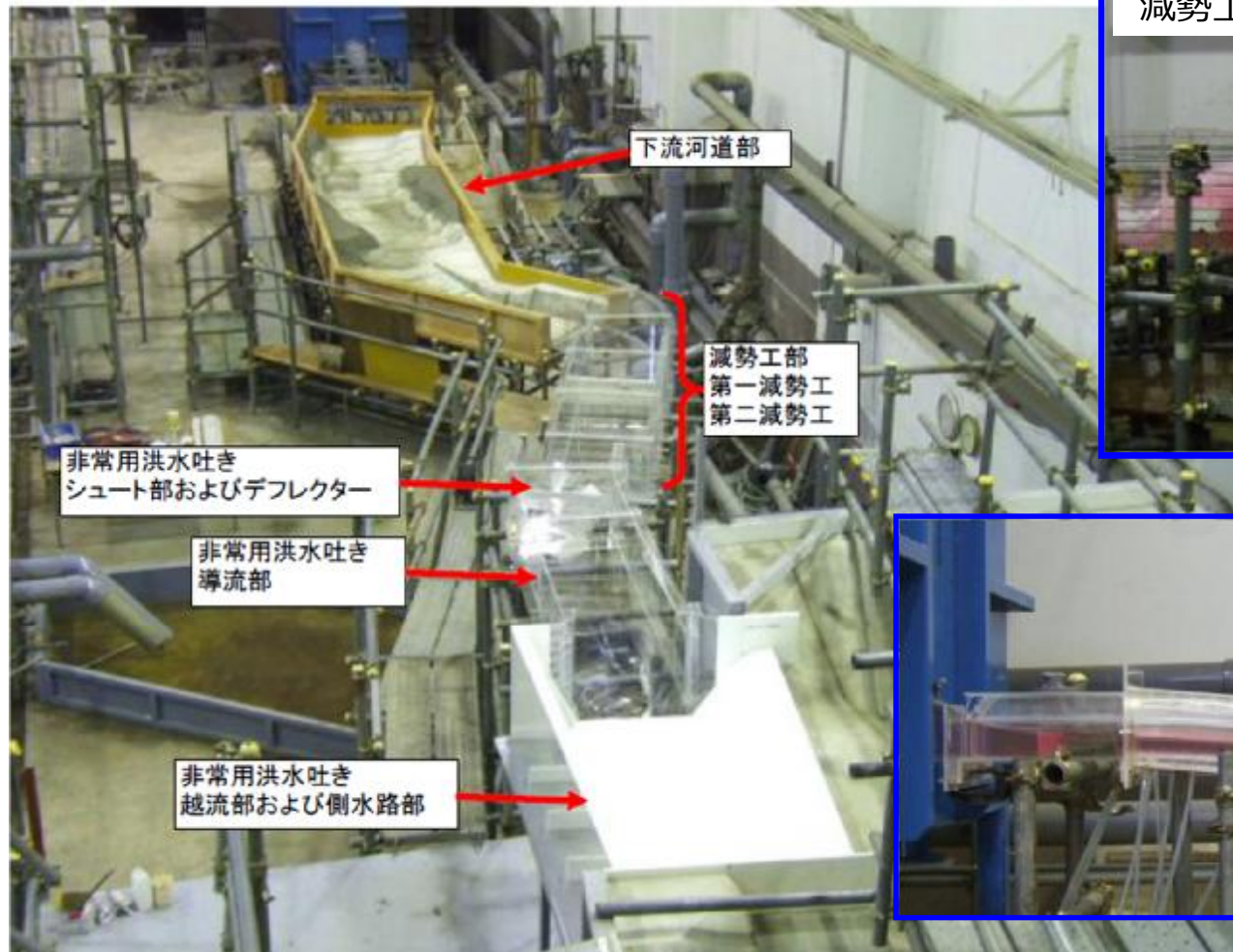


図1.8 益田川ダム(島根県)

# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

水理模型実験 (常用洪水吐き・非常用洪水吐き・減勢工)

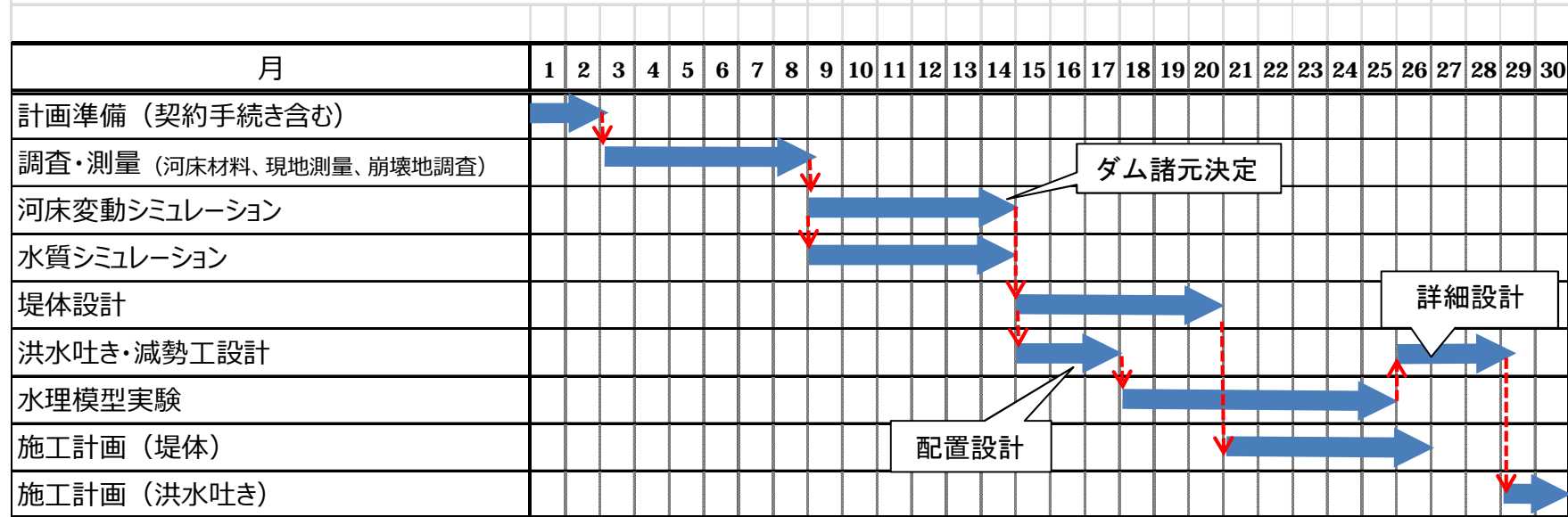


# 1. 流水型ダム案の可能性検討

## 1.2 流水型ダム案についての技術的検討

### 3) 流水型ダム案のコスト、実現性

○安威川ダム 流水型とする場合の計画修正に要する期間



○ 計画修正に伴い必要となる費用

【設計・調査 等】

- ・計画修正(現地調査、河床変動シミュレーション、河川整備計画・全体計画変更 等) 約 1.1億円
  - ・設計、施工計画(実施設計・施工計画、水理模型実験、地質調査 等) 約 3.6億円
  - ・環境関係(放流水質予測、自然環境保全対策検討、環境影響評価 等) 約 0.8億円
  - ・その他関連事業(擁壁等修正設計、用地測量、左岸道路修正設計 等) 約 2.2億円
  - ・期間延伸に伴う経費等(動植物調査、流量・水質調査、その他経常経費 等) 約 2.8億円
- ⇒ 計 約 10.5億円

【工事費】

- ・転石、流入土砂対策(常用洪水吐き鋼板設置、減勢工高強度コンクリート 等) 約10.3億円
- ⇒ 計 約 10.3億円

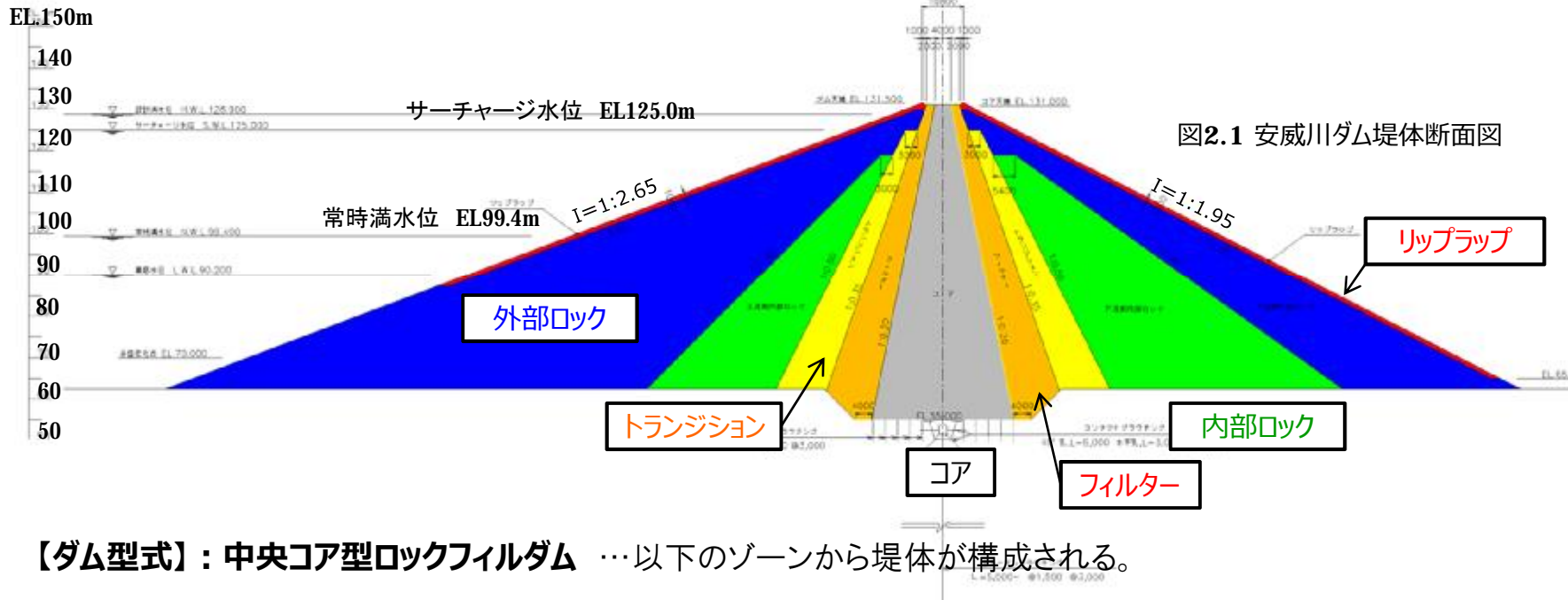
※ その他、流木対策工(流木止め、スクリーン)、減勢工形状変更に伴う掘削土量、コンクリート量の増、貯水池周辺構造物の補強工事等が必要。(必要費用については未計上)



## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1 堤体設計



【ダム型式】：中央コア型ロックフィルダム …以下のゾーンから堤体が構成される。

#### 1) 遮水ゾーン (コア)

遮水性(施工目標値 $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 、設計時の室内試験での目標値 $1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ )、パイピングに対する抵抗性が高い材料を使用。

#### 2) 半透水ゾーン (フィルター、トランジション)

・遮水ゾーンと透水ゾーンの間配置され、両ゾーン構成材料の性質の急変を避け応力の伝達と変形の影響を緩和する役割を持つ。遮水ゾーン材料の流出を防ぐとともに浸透水を安全に排水する目的で粒度規制を行う。

#### 3) 透水ゾーン (外部ロック、内部ロック、リップラップ)

・堤体の力学的安定に及ぼす影響が大きいため、せん断強さの大きい材料で構成。また、遮水ゾーンからの浸透水、雨水及び貯水池の水位急低下に伴う間隙水を速やかに排除できる排水性を有する必要がある。

⇒ 設計条件や設計値等の現計画の設計内容を整理。また、大規模な地震動による動的解析も実施

## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.1 堤体材料 (1) 材料採取地の選定

##### 2.1.1 堤体材料

###### (1) 材料採取地の選定 (コア材採取地の例)

###### 【1次選定】：S=1/25,000の地形図によるコア山候補地の机上選定

〈選定条件〉 ①風化が深い、または堆積物が厚いと推定される。

②田畑、家屋、構造物となるべく少ない。

③ダムサイトへの直線距離がおよそ10km以内。 ⇒ C1~19までの19地点を選定



###### 【2次選定】：19地点について地質踏査

〈評価項目〉 ①賦存量(掘削量に対してどれくらい不要量があるか)

②品質

③採取条件(民家等の有無、運搬の難易) ⇒ C12,17,18,19を選定



###### 【3次選定】：4地点について概略調査(地表踏査、ボーリング調査、材料試験等)

〈評価項目〉 品質、採取量、仮設道路費、用地費、運搬費、環境問題、社会的条件等について

総合的な比較検討を実施。

⇒ C18地点を採用

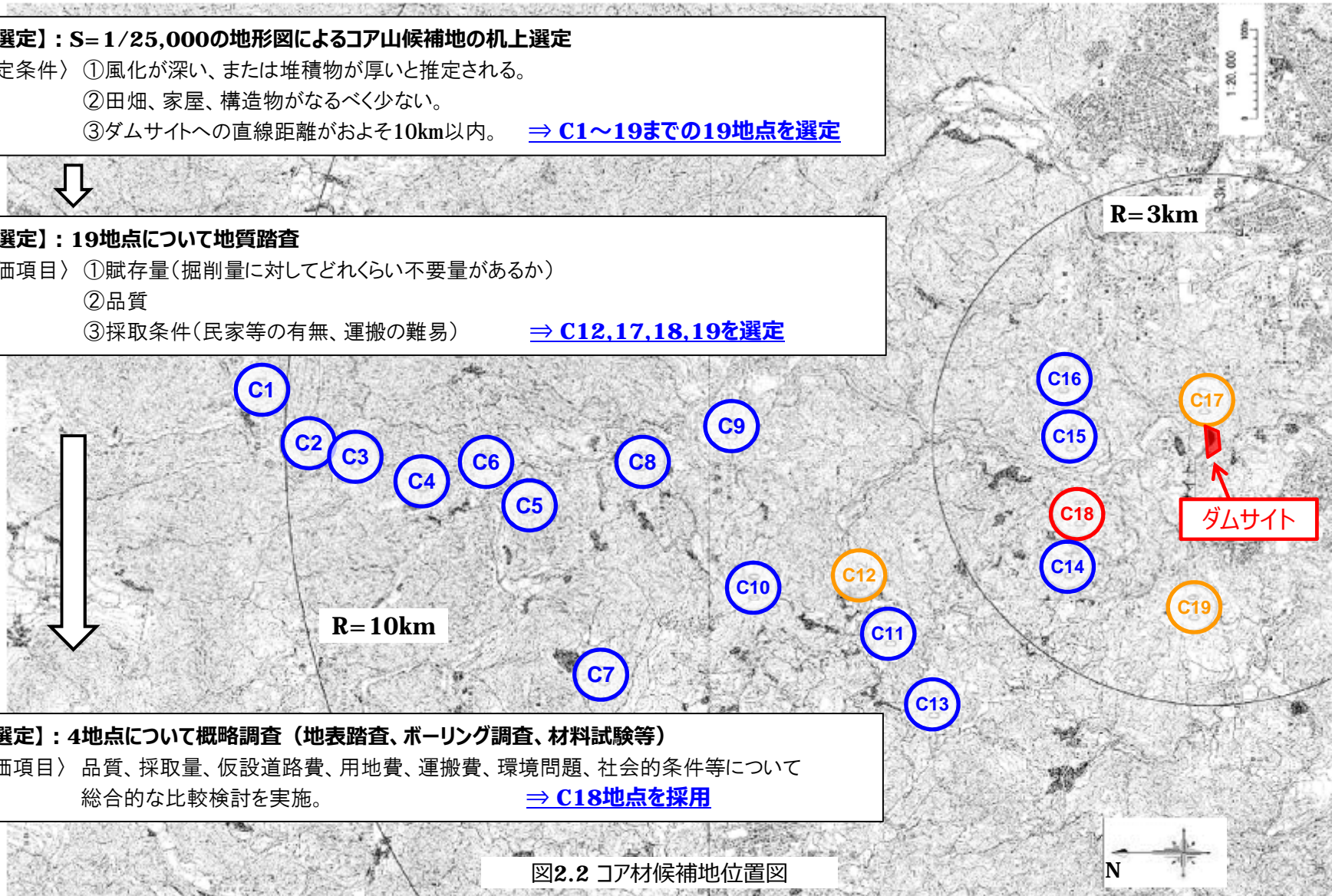


図2.2 コア材候補地位置図

## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.1 堤体材料 (2) 材料試験 等

### (2) 材料試験 等

#### ① コア材 (マサ土と大阪層群土を3:1の割合でブレンド)

- (a) **粒度試験** : 一般的にシルト分(0.075mm)以下の細粒分を10~15%以上含有し、粘土分(0.005mm)以下を5%程度含有していれば、適当な締固めを行うことにより必要な遮水性を得ることができる。
- (b) **自然含水比** : 自然含水比は8.1~15.3%であり、大型建設機械のトラフィカビリティが確保できる含水比25%以下。
- (c) **締固め・透水試験** : 粗粒材料においても $W_{opt} \sim W_{opt} + 3\%$ の範囲で、室内試験で必要とされる透水係数 $k = 1.00 \times 10^{-6}(\text{cm}/\text{sec})$ 以下を概ね満足し、所要の遮水性を有している。
- (d) **三軸圧縮試験** : 内部摩擦角 $\phi = 35 \sim 36^\circ$ 程度の値が得られており、問題は生じない。
- (e) **液塑性限界試験** : 細粒側、粗粒側の全粒度において、コア材として必要な塑性指数 $IP = 12$ 以上を満足。
- (f) **コーン貫入試験** : 静的コーン貫入試験より、締固めエネルギーの増加とともに、コーン指数も増大するため、過転圧は生じない。(転圧時のトラフィカビリティの低下の発生の有無を確認)

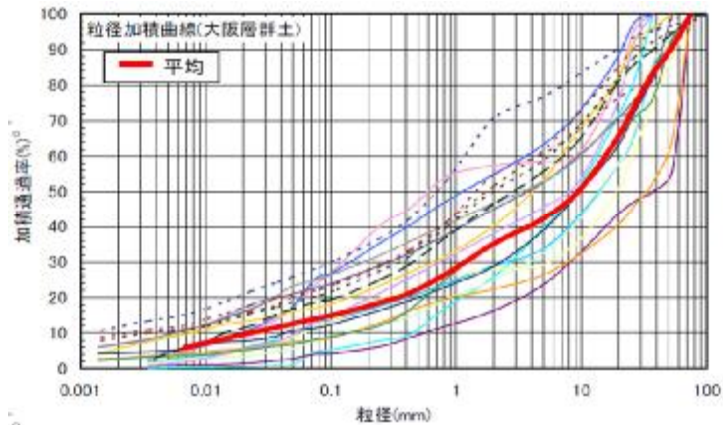
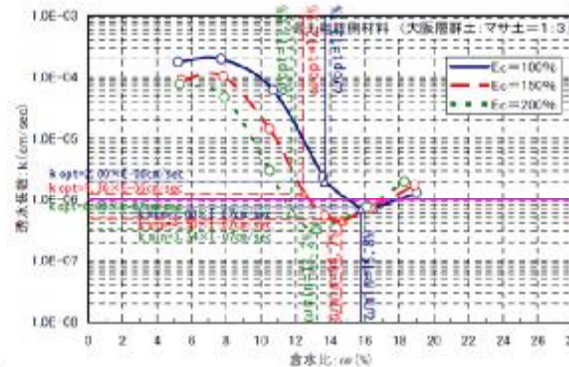
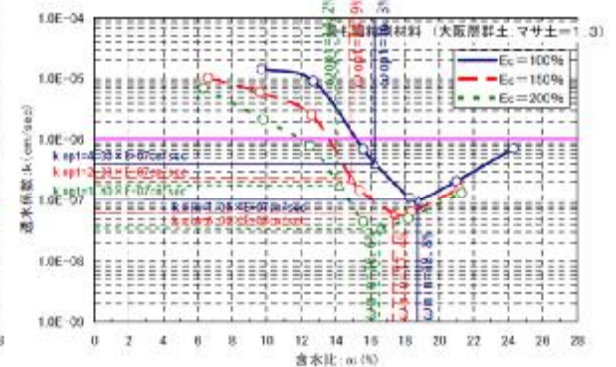


図2.3 粒度試験結果(大阪層群土)



(粗粒側)



(細粒側)

図2.4 締固め・透水試験結果

⇒ 主に遮水性、パイピングに対する抵抗性(締固めが容易なもの、IPの大きいもの)等を確認。

## 2. 安威川ダム の 現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.1 堤体材料 (2) 材料試験 等

### (2) 材料試験

#### ②-1 フィルター材の目標粒度

安威川ダムのフィルター材料については、以下の考え方で粒度分布を設定。

- ・ フィルター-5 則（国土交通省河川砂防技術基準(案)）及びSherardの新基準を満足させる粒度範囲とする。

#### 【フィルター-5則】

- (a) フィルター-材料の15%粒径( $D_{F15}$ ) / フィルター-の保護される材料の15%粒径( $D_{B15}$ )  $> 5$  (透水則)
- (b) フィルター-材料の15%粒径( $D_{F15}$ ) / フィルター-で保護される材料の85%粒径( $D_{B85}$ )  $< 5$  (パイピング則)
- (c) フィルター-材料の粒度曲線は、保護される材料の粒度曲線とほぼ平行であることが望ましい。(平行則)
- (d) フィルター-で保護される材料が粗粒材料を含む場合は、その材料の粒形25mm以下の部分について(a)及び(b)を適用する。
- (e) フィルター-材料は粘着性のないもので、200#(0.074mm)ふるいを通過する細粒分を5%以上含んではならない。

【Sherardの新基準】： 地震等の原因により遮水ゾーンに漏水が発生した場合にも有効に働くフィルター材料の粒度についての研究成果に基づく基準。SherardらがNEF(非浸食)試験結果に基づいて提案した基準。

	細粒分含有率(%)	設計基準
(a)	85~100	$D_{15}/d_{85} \leq 5$
(b)	40~85	$D_{15} \leq 0.7\text{mm}$
(c)	0~15	$D_{15}/d_{85} \leq 4$
(d)	15~40	$D_{15} \leq 0.7 + (40 - A)(4 \times d_{85} - 0.7) / 25(\text{mm})$

$D_{15}$  : フィルター-材料の15%通過粒径  
 $d_{85}$  : ベース材料の85%通過粒径  
 $A$  : 4.75mmふるいを通過する部分の細粒分含有率

⇒ 遮水ゾーン の 材料 の 流出 を 防ぐ 目的 で 粒度 規制 を 行う。

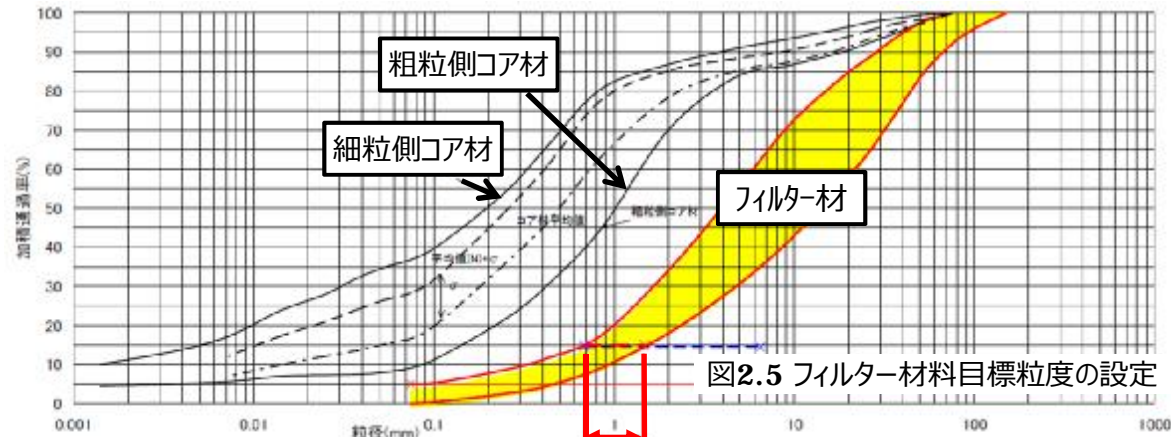


図2.5 フィルター材料目標粒度の設定

$0.68(\text{フィルター-5則より}) \leq \text{フィルター-粒度}(D_{15}) \leq 1.47(\text{Sherardの新基準より})$

## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.1 堤体材料 (2) 材料試験 等

### (2) 材料試験

#### ②-2 フィルター材

- 前ページで設定した粒度のうち、最粗粒側と最細粒側の材料を粒度調整により作成し、以下の試験を実施。
  - (b) 物理試験 : 最粗粒側、最細粒側ともに絶乾比重2.65以上、吸水率1%台であり、強度、耐久性に問題なし。
  - (c) 締固め試験 : 最粗粒側、最細粒側ともに締固め時間30秒において、相対密度85%以上が得られる。
  - (d) 透水試験 : 最粗粒側の透水係数 $k=2.6 \times 10^{-2}$ 、最細粒側の透水係数 $k=1.17 \times 10^{-2}$ であり、問題なし。
  - (e) 三軸圧縮試験 : 最粗粒側の内部摩擦角 $\phi=41^\circ$ 、最細粒側の内部摩擦角 $\phi=39^\circ$
  - (f) パイピング試験 : 最も厳しい条件である最粗粒側フィルター材と最細粒側コア材におけるパイピング試験によりフィルター材とコア材間でのパイピングに対する安全性を確認。

⇒ 遮水ゾーンの材料の流出を防ぐとともに浸透水を安全に排水するかどうかを確認。

#### ③ トランジション材

- ロック材とフィルター材の構成材料の性質の急変を避けるため、トランジションゾーンを設ける。

## 2. 安威川ダム の現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.1 堤体材料 (2) 材料試験 等

### (2) 材料試験 等

#### ④ ロック材

○ 材料として使用予定の岩種ごと(中粒砂岩、細粒砂岩、砂岩優勢互層、粘板岩優勢互層)に以下の試験を実施。

- (a) **物理試験** : 絶乾比重2.65以上、吸水率1%以下であり、非常に堅硬。粘板岩は吸水率1%台であり、他の材料に比べて若干劣るが、内部ロック材には十分使用可能。
- (b) **粒度試験** : 各岩種ごとに9ケース粒度試験を実施
- (c) **締固め試験** : 岩種、粒度(粗粒側、平均、細粒側)をさまざまなケースで組み合わせて実施。
- (d) **透水試験** : 各岩種とも透水係数 $k=1.0 \times 10^{-3}$ (cm/sec)以上あり、ロック材として十分使用可能。
- (e) **三軸圧縮試験** : 砂岩材料の内部摩擦角 $\phi=41^\circ$ 以上、粘板岩材料の内部摩擦角 $\phi=39^\circ$ 以上。

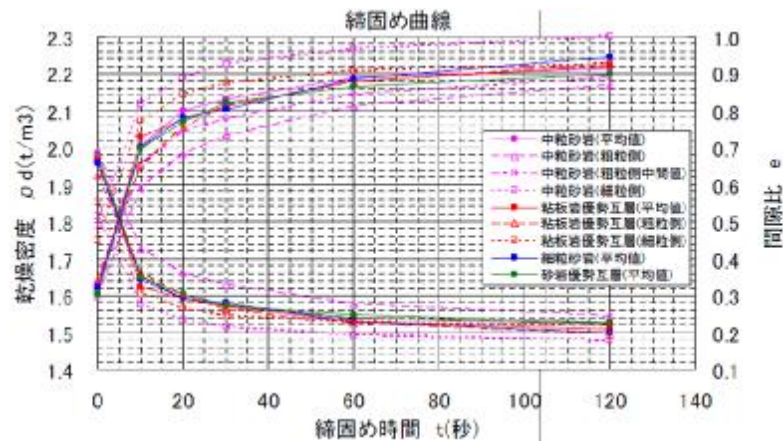


図2.6 締固め試験結果

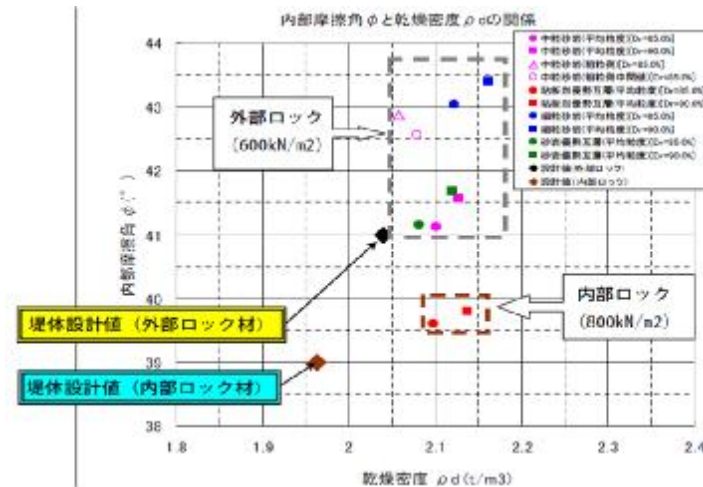


図2.7 三軸圧縮試験結果

⇒ 堤体の力学的安定のためのせん断強さや排水性等を確認。

## 2. 安威川ダム の 現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.2 安定計算 (1) 設計震度

#### 2.1.2 安定計算

##### (1) 設計震度

- ・ 以下により、安威川ダムにおける設計震度は $K=0.15$ としている。
  - (a) 「河川管理施設等構造令」…ダムの種類、地域の区分に応じて定めることとなっており、安威川ダムに該当する設計震度は $K=0.15$ 。
  - (b) 「国土交通省河川砂防技術基準(案)」…地域区分、基礎地盤の状態およびダムの型式に応じて定めることとなっており、設計震度は $K=0.15$

表2.1 設計震度区分(河川管理施設等構造令)

ダムの種類	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域
1.重方式コンクリートダム	0.12	0.12	0.10
2.アーチ式コンクリートダム	0.24	0.24	0.20
3.フィルダム	均一型	0.15	0.12
	ゾーン型	0.15	0.10



図2.8 強震帯、中震帯および弱震帯地域の区分図

表2.2 設計震度区分(河川砂防技術基準(案))

ダムの基礎条件	重方式コンクリートダム、中空重方式コンクリートダム	アーチ式コンクリートダム	ゾーン型フィルダム	均一型フィルダム	
強震帯地域	通常の地盤基礎	0.12~0.15	0.24~0.30	0.15	0.15~0.18
	土質基礎	---	---	0.18	0.20
中震帯地域	通常の地盤基礎	0.12	0.24	0.12~0.15	0.15
	土質基礎	---	---	0.15~0.18	0.18~0.20
弱震帯地域	通常の地盤基礎	0.10~0.12	0.20~0.24	0.10~0.12	0.12
	土質基礎	---	---	0.15	0.18

但し、これらの値は目安の値であり、当該地域の地震歴、地質条件、堤体の動力学的特性を考慮して、これらの値以上をとることとする。

## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.2 安定計算 (2) 安定計算結果

### 2.1.2 安定計算

#### (2) 安定計算結果

##### 【安威川ダムの現設計】

- ・ 円形すべり法によるものとし、「震度法」で設計するとともに、「修正震度法」(フィルダムの耐震設計指針(案))も併せて実施し、すべり安定性を検討している。
- ・ 水位等の計算条件については、各水位の継続する時間を考慮して定めた震度との組み合わせにより実施し、全ての条件下において安全率1.2を下回らないように断面設計している。

表2.3 安定計算の条件

水位条件	設計震度 (%)	備考
1. 常時満水位時	100	
2. 完成直後	50	常時満水位と最低水位との間の水位
3. 中間水位時	100	
4. サ-チャ-ジ水位時	50	
5. 設計洪水位時	0	
6. 水位急低下時	50	常時満水位 →最低水位

##### ※修正震度法

- ・ 堤体における地震応答を考慮し、考慮する円形すべり土塊に作用する地震時慣性力の震度を規定する係数として堤体震力係数を定義し、下図の分布を与えたもの。
- ・ また、設計地盤震度は強震帯地域で0.18。

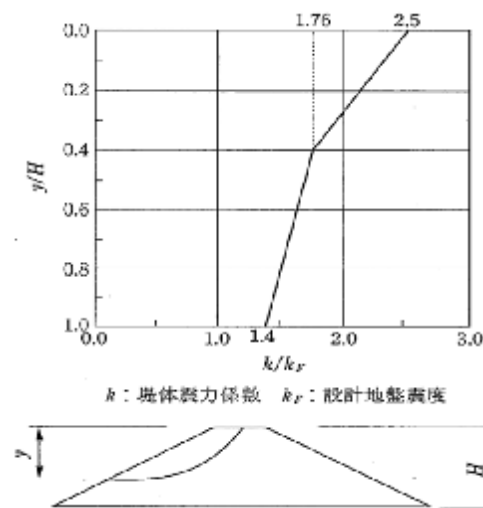


図2.9 修正震度法における堤体震力係数の分布



## 2. 安威川ダム の 現設計

### 2.1 堤体設計

#### 2.1.2 安定計算 (2) 安定計算結果

#### 2.1.2 安定計算

##### (2) 安定計算結果

表2.4 安定計算結果 (震度法)

水位条件	貯水位 EL(m)	設計 震度	最小安全率	
			上流側	下流側
常時満水位時	99.4	0.15	1.215	1.213
完成直後	—	0.075	1.869	1.425
中間水位時	95.0	0.15	1.215	—
サ-チャ-ジ水位時	125.0	0.075	1.617	1.425
設計洪水位時	128.9	—	2.203	1.699
水位急低下時 (常時満水位→最低水位)	99.4 →90.2	0.075	1.621	—

表2.5 安定計算結果 (修正震度法)

水位条件	貯水位 EL(m)	設計 震度	最小安全率	
			上流側	下流側
常時満水位時	99.4	0.18	1.208	1.232
完成直後	—	0.09	2.038	1.599
中間水位時	95.0	0.18	1.232	—
サ-チャ-ジ水位時	125.0	0.09	1.676	1.540
設計洪水位時	128.9	—	3.099	2.137
水位急低下時 (常時満水位→最低水位)	99.4 →90.2	0.09	1.728	—

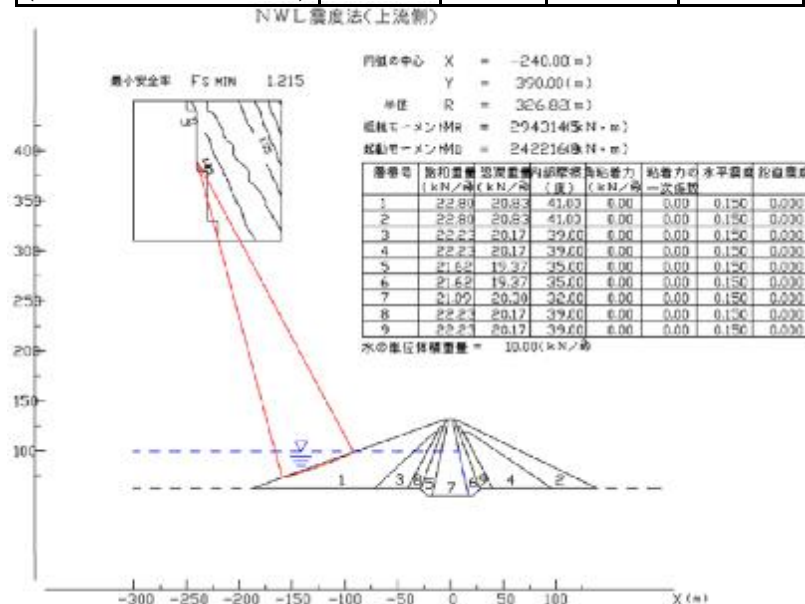


図2.10 安定計算結果(震度法) : 上流側・常時満水位時

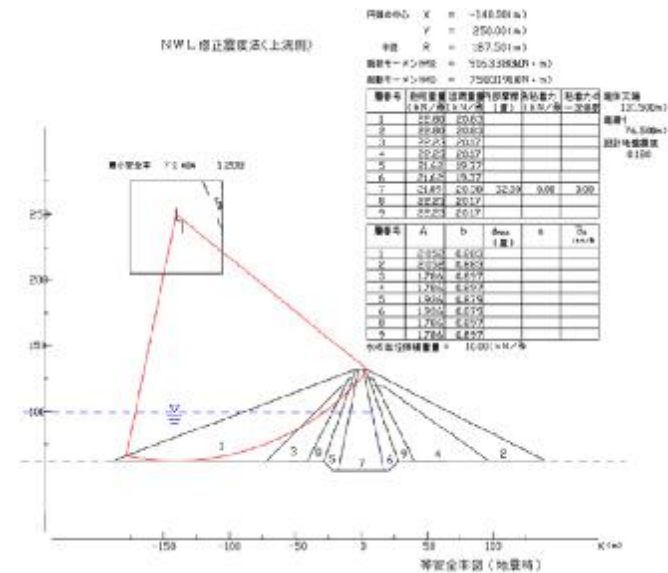


図2.11 安定計算結果(修正震度法) : 上流側・常時満水位時

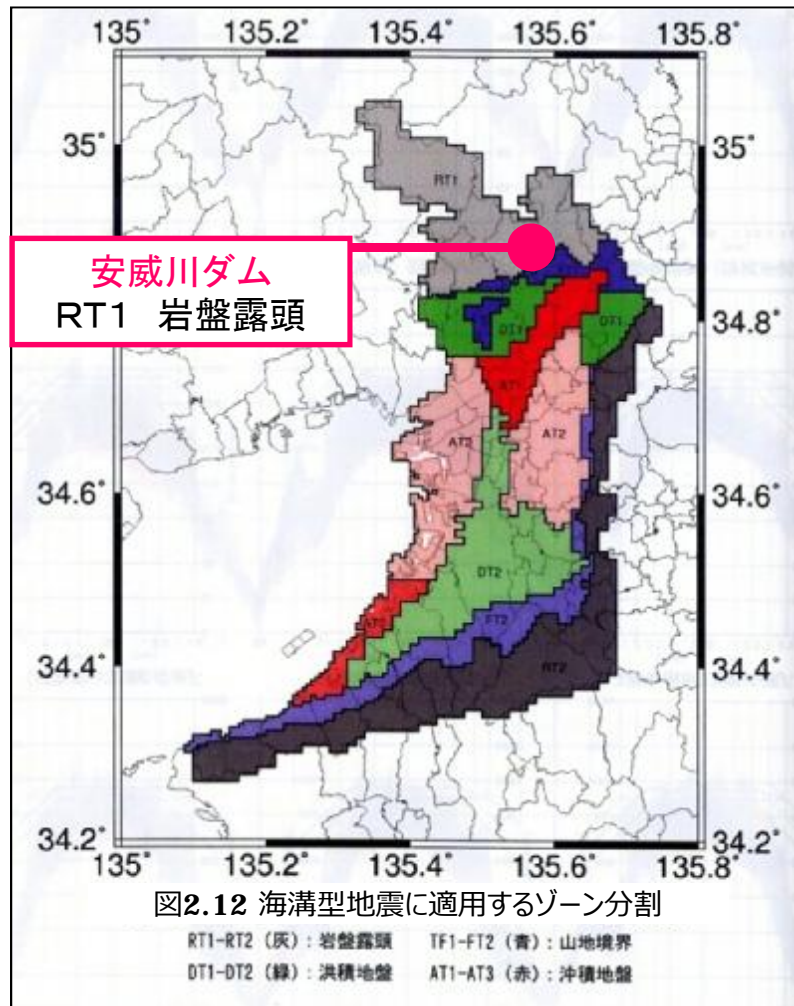
## 2. 安威川ダム の現設計

### 2.2 ダム動的解析条件

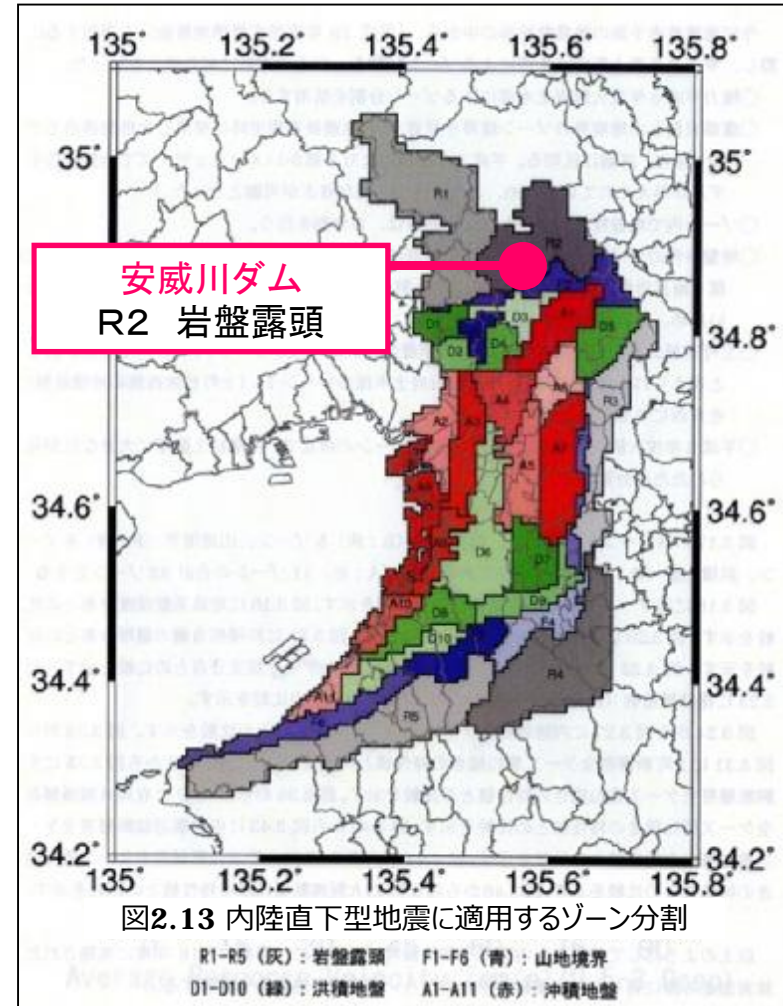
#### ○各地震に適用するゾーン分割

構造物耐震対策検討業務委託 (H20.3)  
大阪府・(財)地域 地盤 環境研究所 より引用

海溝型



内陸直下型



## 2. 安威川ダムの現設計

### 2.2 ダム動的解析条件

構造物耐震対策検討業務委託(H20.3)  
大阪府・(財)地域 地盤 環境研究所 より引用

#### ○各地震の波形と応答スペクトル

海溝型

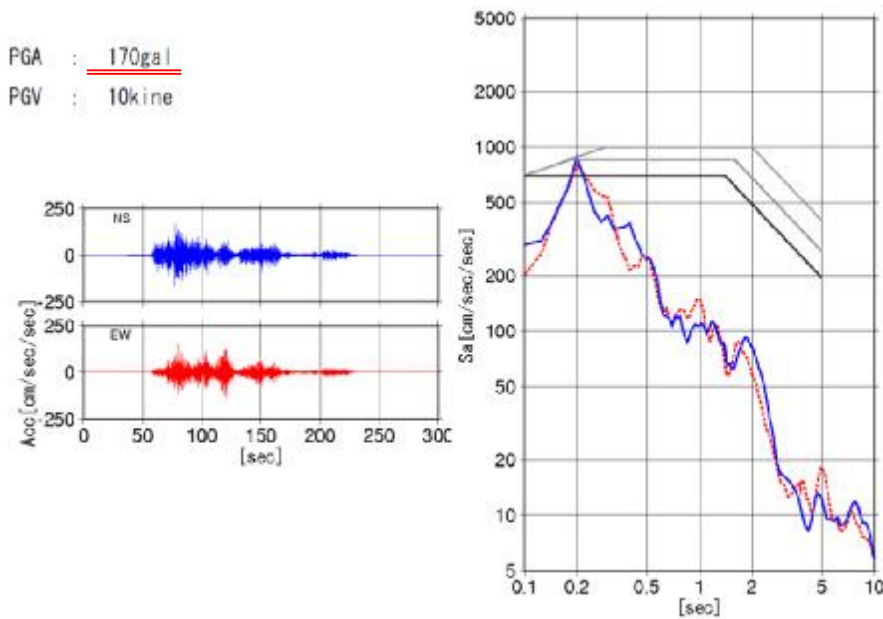


図2.14 ザーンRT1の加速度時刻歴波形、加速度応答スペクトル（地表面）

内陸直下型

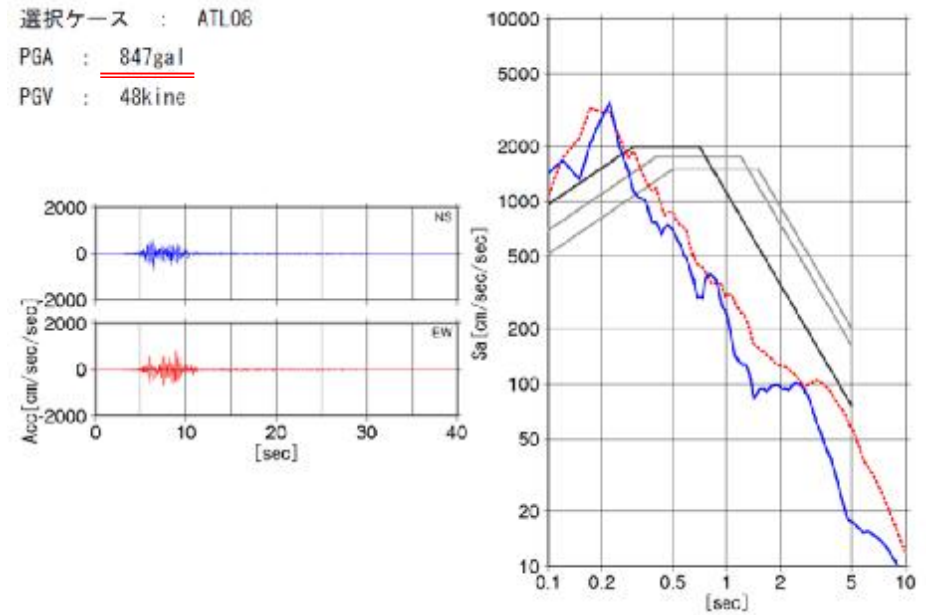
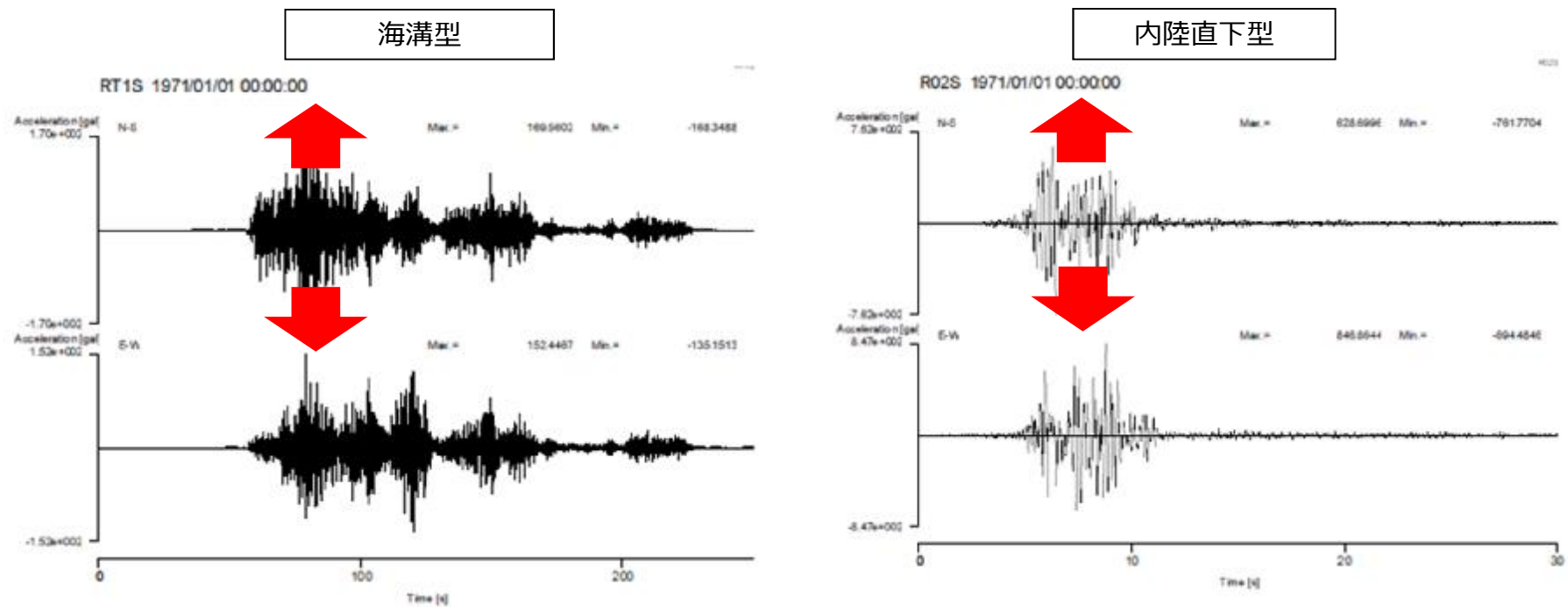


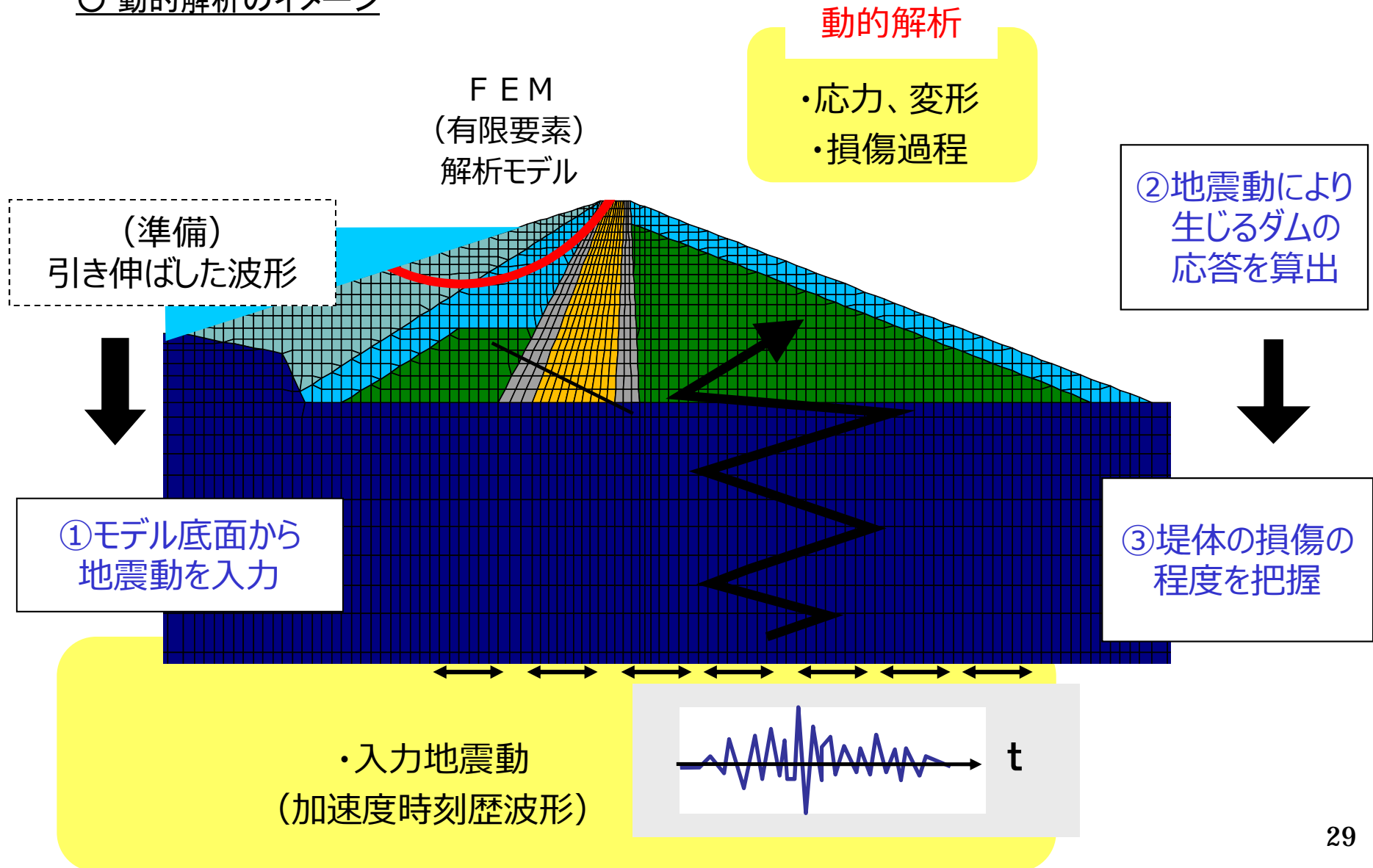
図2.15 ザーンR2の加速度時刻歴波形、加速度応答スペクトル（地表面）

#### ○ 波形の引き伸ばし



⇒ それぞれの波形について、同一の増幅率で南北、東西方向の振幅を引き伸ばし、その地震動を用いて動的解析を行う。

#### ○ 動的解析のイメージ



### 3. 堤体損傷のリスク

#### ○リスクの整理

##### ■想定されるリスク

- ①超巨大地震による堤体の崩壊
- ②予想をはるかに上回る降雨による、ダム堤体の越水
- ③その他の原因

現実的な①②のリスクについて整理を行う。

##### ■①②について、超巨大地震が発生した場合のイベントツリーを作成し、貯留型・流水型とした場合のリスクを比較する。

##### 【起こりうる事象】

- |        |                             |
|--------|-----------------------------|
| ・ダム堤体  | 損傷なし・亀裂損傷（漏水）・崩壊            |
| ・計測機器類 | 損傷なし・故障                     |
| ・洪水吐   | 損傷なし・損傷（閉塞） ※（常用・非常用は一体として） |
| ・洪水の発生 | 設計洪水流量以上・以下 ※（貯留型は貯留水の状況）   |
| ・被害    | 下流河川の越水なし・氾濫発生              |

### 3. 堤体損傷のリスク

#### ○超巨大地震発生時のリスク管理

	貯留型	流水型
<b>【平常時】</b>		
堤体	機器類と合わせ、平常時管理が可能	外観・監査廊からの目視点検が可能
計測機器類	常時満水位まで計測が可能	平常時は計測ができない
<b>【緊急時】</b>		
堤体 計測機器類	大規模被害へつながる恐れのある堤体下部からの漏水等については日常管理を実施しており、緊急連絡が可能	堤体・機器類について日常管理ができないため、緊急時のリスクが懸念される
堤体損傷時の 洪水・貯留水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体崩壊により貯留水が越水する可能性がある（動的解析による検証が必要）</li> <li>・洪水発生時には常時満水位より水位増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体が崩壊しても直ちに越水することはない</li> <li>・洪水発生時には河床より水位増加</li> </ul>
<b>【その他】</b>		
最大被害	最大の被害は、超巨大地震発生×堤体崩壊×洪水発生の確率となり、ダムタイプによらず確率は相当低いと考えられる	
その他事象	その他の事象については、ダムタイプによらず、リスク発生確率は同等	

## 4. 各ダム案の比較

### ダム規模比較の項目・視点・評価

評価軸	評価の考え方	現計画案 (76.5m)	縮小案 (75.0m)	流水型案 (72.0m)
ダム諸元		ダム高 : 76.5m 湛水位 : <b>EL.125.0m</b> 常時満水位 : <b>EL. 99.4m</b> 湛水面積 : 81 ha 33 ha (常時)	ダム高 : 75.0m 湛水位 : <b>EL.123.7m</b> 常時満水位 : <b>EL. 96.1m</b> 湛水面積 : 78 ha 28 ha (常時)	ダム高 : 72.0m 湛水位 : <b>EL.120.5m</b> 常時満水位 : <b>EL. - m</b> 湛水面積 : 70 ha - ha (常時)
安全度	●河川整備計画レベルの目標に対し安全を確保出来るか	・治水目標1/100に対し、洪水を安全に流下させることができる。	・治水目標1/100に対し、洪水を安全に流下させることができる。	・治水目標1/100に対し、洪水を安全に流下させることができる。 ・ <b>流木対策工については、別途検討が必要。</b>
	●目標を上回る洪水などが発生した場合にどのような状況となるか	・ダム貯水池容量以上の洪水に対しては効果がほとんどなくなる。 ・計画高水位をこえる洪水が発生した場合、堤防破堤の可能性が生じる。	・ダム貯水池容量以上の洪水に対しては効果がほとんどなくなる。 ・計画高水位をこえる洪水が発生した場合、堤防破堤の可能性が生じる。	・ダム貯水池容量以上の洪水に対しては効果がほとんどなくなる。 ・計画高水位をこえる洪水が発生した場合、堤防破堤の可能性が生じる。
	●段階的にどのように安全度が確保されていくのか、完成時期はどうか	・ダム完成により目標の安全度を確保。	・ダム完成により目標の安全度を確保。 ・ <b>現計画案より約2年の遅れ。</b>	・ダム完成により目標の安全度を確保。 ・ <b>現計画より約2年半の遅れ。</b>
	●地震、その他の事象により、どのようなリスクが考えられるか。	・ <b>堤体崩壊により、貯留水が越水する可能性がある(堤体崩壊の可能性は相当低いと考えられる*1)。また、最大の被害の発生確率は「超巨大地震発生×堤体崩壊×洪水発生」であり、相当低いと考えられる。</b> ・ <b>大規模被害へつながる恐れのある堤体下部からの漏水等については日常管理を実施しており、緊急連絡等の対応が可能。</b>	・ <b>堤体は崩壊しても直ちに越水することがない。</b> ・ <b>堤体、機器類について、日常管理ができないため、緊急時のリスクが懸念される。</b>	
コスト	●完成までに要する残事業費はどのくらいか	・本体工事費:約235億円 ・計画変更中の費用:約0.3億円  <b>■合計 約235.3億円</b>	・本体工事費:約228億円 ・計画変更中の費用:約7.6億円  <b>■合計 約235.6億円</b> ※ほかに事務所人件費 2年分 約5億円	・本体工事費:約219億円 ・計画変更中の費用 :約10.5億円 ・転石、流入土砂対策:約10.3億円 <b>■合計 約239.8億円</b> ※ほかに事務所人件費 2.5年分 約7.5億円
	●維持管理に要する費用はどのくらいか			
実現性	●周辺住民等の協力の見通しはどうか			
	●関係する河川使用者の同意の見通しはどうか			

※1:堤体崩壊の可能性については、動的解析により今後確認を行う。



## 4. 各ダム案の比較

### ダム規模比較の項目・視点・評価

評価軸	評価の考え方	現計画案 (76.5m)	縮小案 (75.0m)	流水型案 (72.0m)
実現性	●法制度上の観点から実現性の見通しはどうか			
	●技術上の観点から実現性の見通しはどうか	・問題なし	・水位変動条件の変更に伴い、洪水吐き、減勢工については、水理模型実験による検証が必要。	・水位変動条件が大幅に変更となることから、洪水吐き、減勢工について、設計の見直し、水理模型実験による検証が必要。 ・常用洪水吐きが高圧管となり、かつ土砂混入もあることから、慎重な検討が必要。
持続性	●将来にわたって持続可能といえるか			
柔軟性	●地球温暖化に伴う気候変化や少子化など、将来の不確実性に対してどのように対応できるか			
地域社会への影響	●事業地及びその周辺への影響はどの程度か			
	●地域振興に対してどのような効果があるか			
	●地域間の利害の衝平への配慮がなされているか			
環境への影響	●水環境に対してどのような影響があるか			
	●地下水位、地盤沈下等どのような影響があるか			
	●生物の多様性の確保及び流域の自然環境全体にどのような影響があるか			
	●土砂流動はどう変化し、下流河川にどのような影響があるか			
	●景観、人と自然との豊かな触れ合いにどのような影響があるか			