

舟川ダムのリム部奥行き方向の範囲は、洪水の継続時間が短いことを考慮し、サーチャージ水位と地下水位線の交点までを施工範囲とする。また深度方向の範囲は、止水基盤となる $2L_u$ 以下の難透水層が浅いため、基本深度を15mとし、深度 $H/2$ (25m)までをパイロット孔で確認する。なお、深度 $H/2$ までに $5L_u$ 以上の高透水部が確認された場合は、深度 H までの範囲で $5L_u$ 以下となるまでを改良範囲とする。

2) 改良目標値

カーテングラウチングの改良目標値は深度 $0 \sim H/2$ (25m)までの範囲は $2L_u$ 、 $H/2 \sim H$ までの範囲は $5L_u$ とする計画とする。

3) 孔配置

造成アバットメント背面を除く一般部におけるカーテングラウチングの規定孔配置は、1.5m間隔単列配置とし、高透水領域は、追加孔で対応する計画とする。

4.5.3 造成アバットメント背面の止水処理

D級岩盤は強風化岩でマサ化し、通常のグラウチングでは改良が難しいこと、深度が浅いことから、グラウチング時の孔壁の安定、リーク防止を目的として、コンクリートで置換える。CL級以上のグラウチングは置換コンクリート止水壁上から行う。

CL級岩盤は、岩芯は中硬～軟質であり、強風化を受けておらず、かつ亀裂性岩盤であるため、通常のグラウチングで止水処理を行う。なお、 $50L_u$ 以上の高透水性を示すCL級部分のグラウチングは、4次孔(75cm間隔)までを規定孔として密実なグラウチングを行う。図 - 4.5.2にカーテングラウチング計画図を示す。

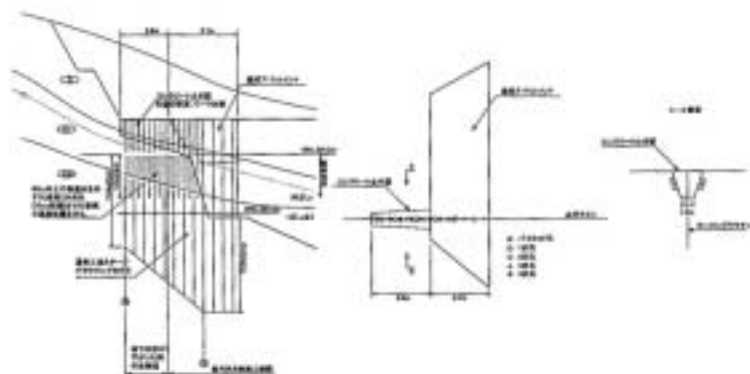
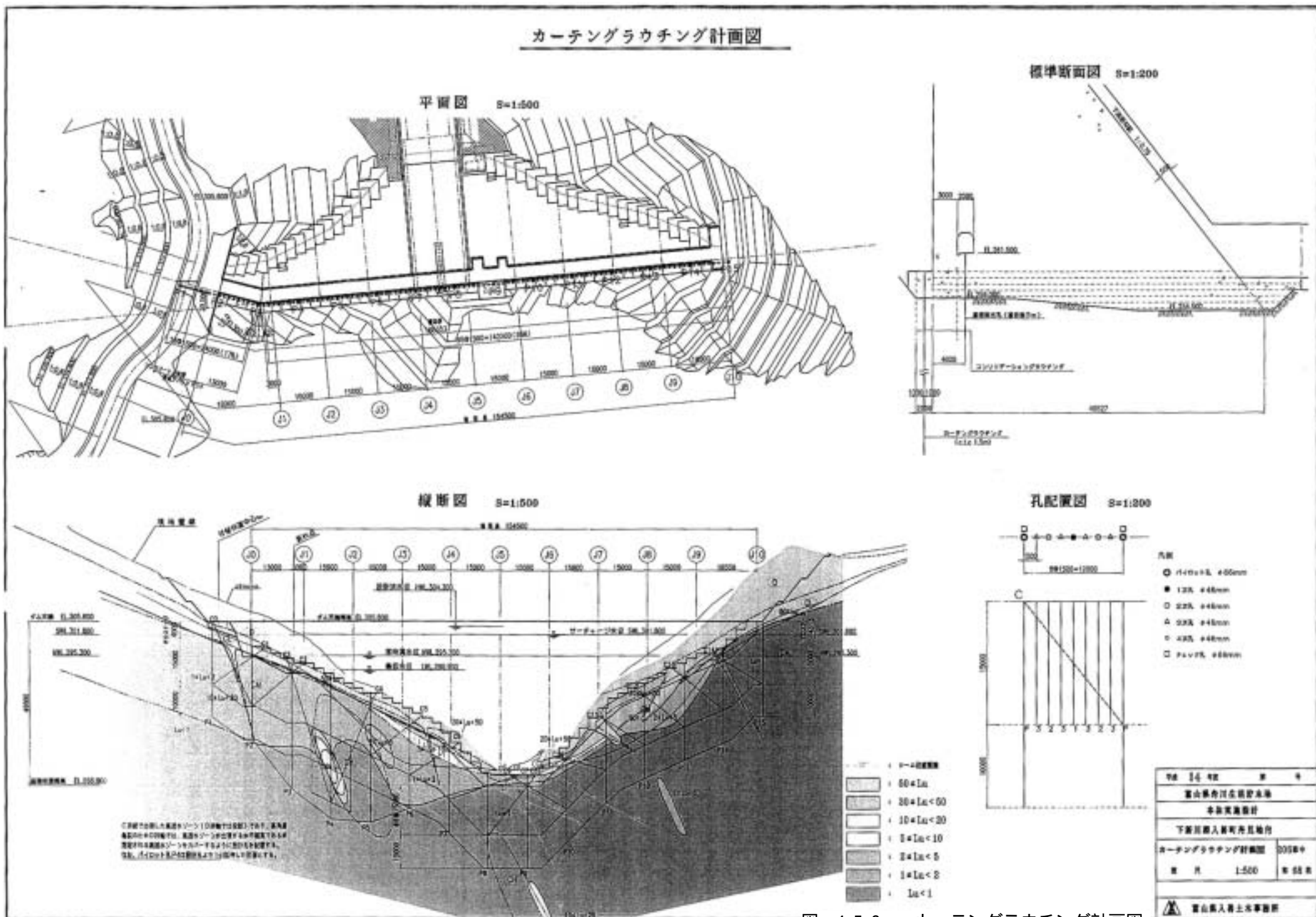


図 - 4.5.1 造成アバットメント背面の止水処理



4.6 ダム掘削による不安定斜面への影響の最小化を図った事例（桜川ダム）

4.6.1 ダム軸・座取り

ダム軸は、A測線(調査軸)を基本とし左岸アバットを下流側に折り曲げる軸とする。

座取りは、ダム天端付近以高に分布する右岸側の大規模地すべり、左岸側の厚い緩み岩盤のダム掘削による不安定化を最小化し、堅岩線の凸部に配置する座取りとする。

左岸側は、堅岩の凸部に位置するA測線付近が、堤体積を最小化し、ダム掘削による緩み岩盤の不安定化を最小化する位置である。(端部は堅岩凸部にあわせて下流側折り曲げ微調整する)。

右岸アバット位置はR9- の地すべりの不安定化を最小化するA測線(調査軸)付近が適切である。

1) 座取り選定における地形・地質上の主要な着目要素

地形・地質上の座取り選定における主要な着目要素は、次の4点である。

断層・劣化帯 : 堤体の安定性に直接影響する規模の大きな断層破碎帯、劣化帯は堤敷に分布せず、座取り選定上の主要な要因ではない

堅 岩 線 : 堅岩線は地形と調和的で、左岸側はA測線付近が凸部を形成し、右岸側には明瞭な凸部はない(図 - 4.6.1 堅岩線の分布)

緩 み 岩 盤 : 左岸側の天端標高以上(低角度断層KFの上盤)は大規模な緩み岩盤であるが、ダム掘削範囲から避けることは難しい。緩み岩盤の掘削を最小化する座取りを選定することが重要である(図 - 4.6.2 A測線岩級区分図)。

地 す べ り : 右岸側には、A測線の上流側にR9- 地すべり(移動土塊量 139万 m^3)、下流側にR9- 地すべり(移動土塊量 64万 m^3)が分布する(図 - 4.6.3 右岸側大規模地すべりの分布)。これらの地すべりは規模が大きく、ダム掘削・湛水により不安定化するおそれがあり、ダム掘削の影響を最小化する座取りを選定することが重要である。

2) 座取り選定

(1) 配置基本方針

着岩線

着岩線（堅岩線）は、ダム高に応じた必要せん断強度の条件から基礎標高EL.300m以下（ダム高約60m以上）はCM級以上、基礎標高EL.300m以上（ダム高約60m以下）はCLH級以上に求める。

右岸側の堤体配置

- 堅岩線は標高EL.310m以下の低標高部では、F-1断層より下流側（A測線より下流40～50m）で川側へ張り出すが、それより上位標高では地形と調和的で明瞭な凸部はない。
- 天端標高付近ではCLH級の上昇が鈍く、CLH級は地表からの水平被りが深い。サーチャージ水位より上部のアバット基礎は、造成アバットメント工法により地すべり体直下のCLL級に求め、地すべり体下方の掘削を最小化する。
- 地表から下底面までの水平被りは、A測線の上下流15m程度の範囲が浅く、これを外れると急激に深くなる（図 - 4.6.1）。
- 低標高部で堅岩線の凸部となるF-1断層により下流側にレイアウトすると、対岸の左岸側で堅岩線が後退する。右岸側ダム天端付近で地すべり移動体の下方斜面を大きく掘削し、不安定化する懸念がある、の2点の問題がある。
- したがって、右岸側の堤体はA測線の上下流15m程度の範囲で選定する。

左岸側の堤体配置

- 堅岩線は標高EL.340m以下の中～低標高部では、A～C測線の50m区間が凸部をなし、下流側は山側に後退する。堤敷幅（最大70m）を考慮すると、A測線付近をダム軸とする堤体が堅岩の凸部に配置可能である。
- 標高EL.340m以高の高標高部の堅岩線は、A～B測線の間付近に高まりがあり、A測線より上流では山側に後退する。堅岩が後退するA測線より上流に堤体を配置すると緩み岩盤の下方掘削が大きくなる。
- したがって、左岸側の堤体は、中～低標高部はA測線付近、高標高部はA測線よりやや下流に配置する。

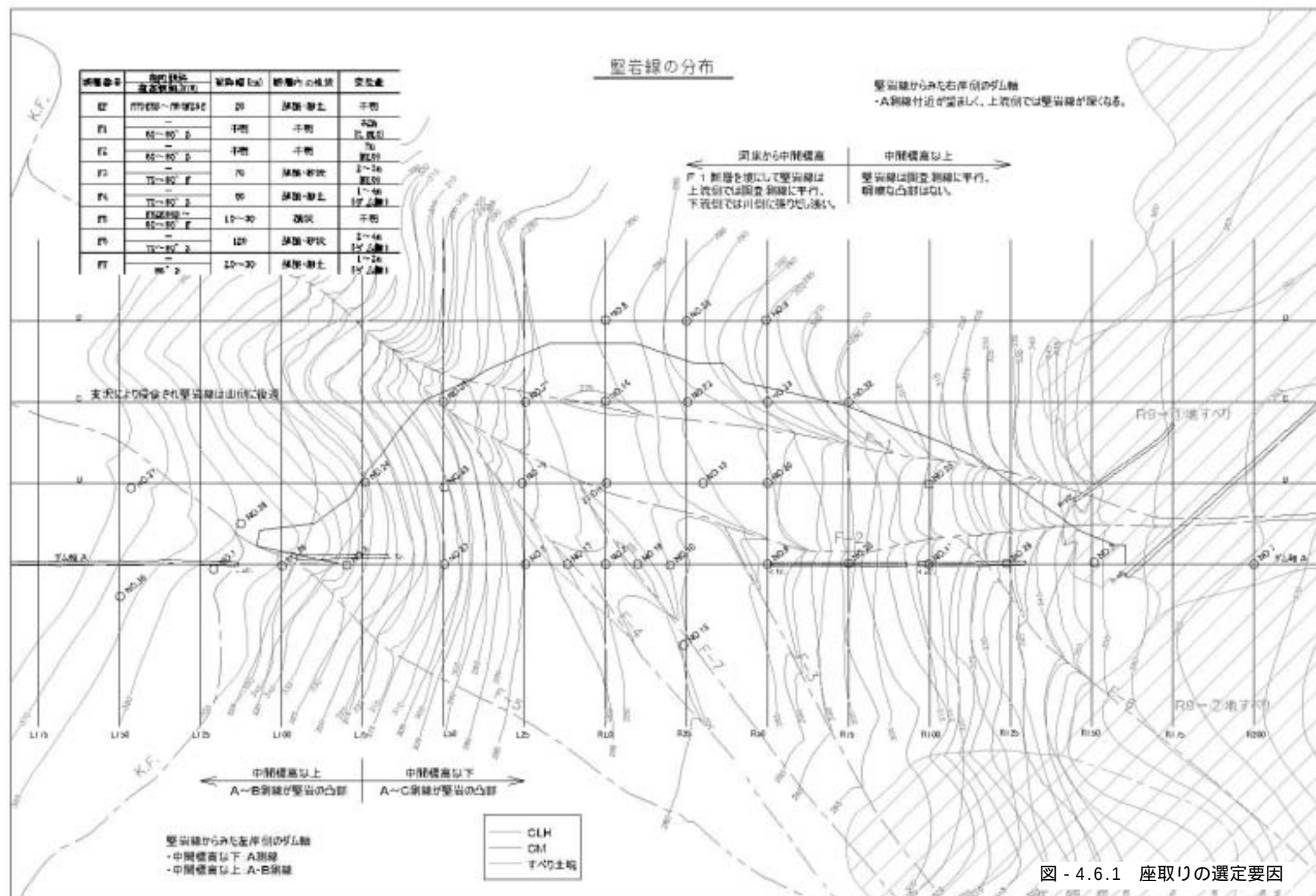
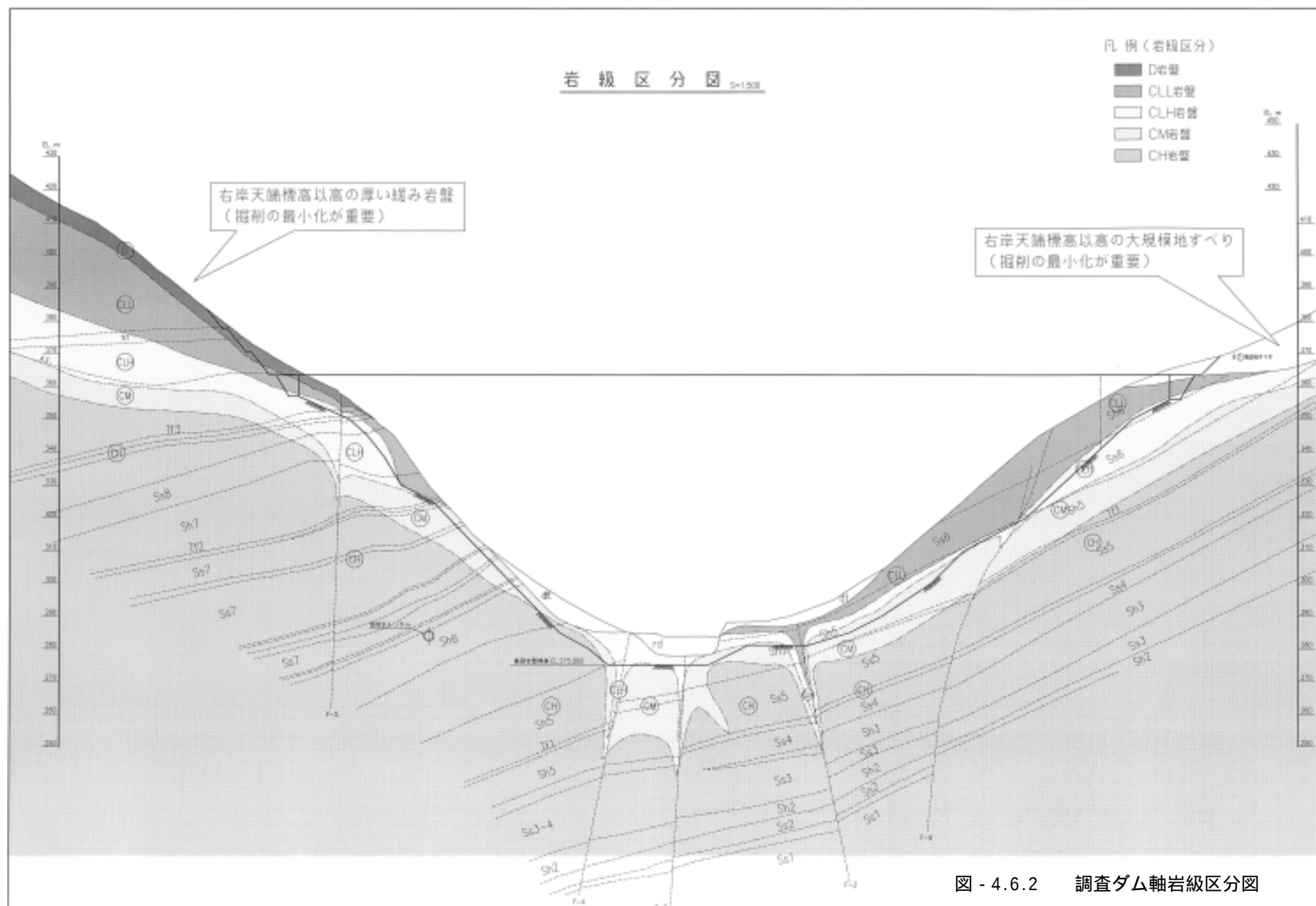
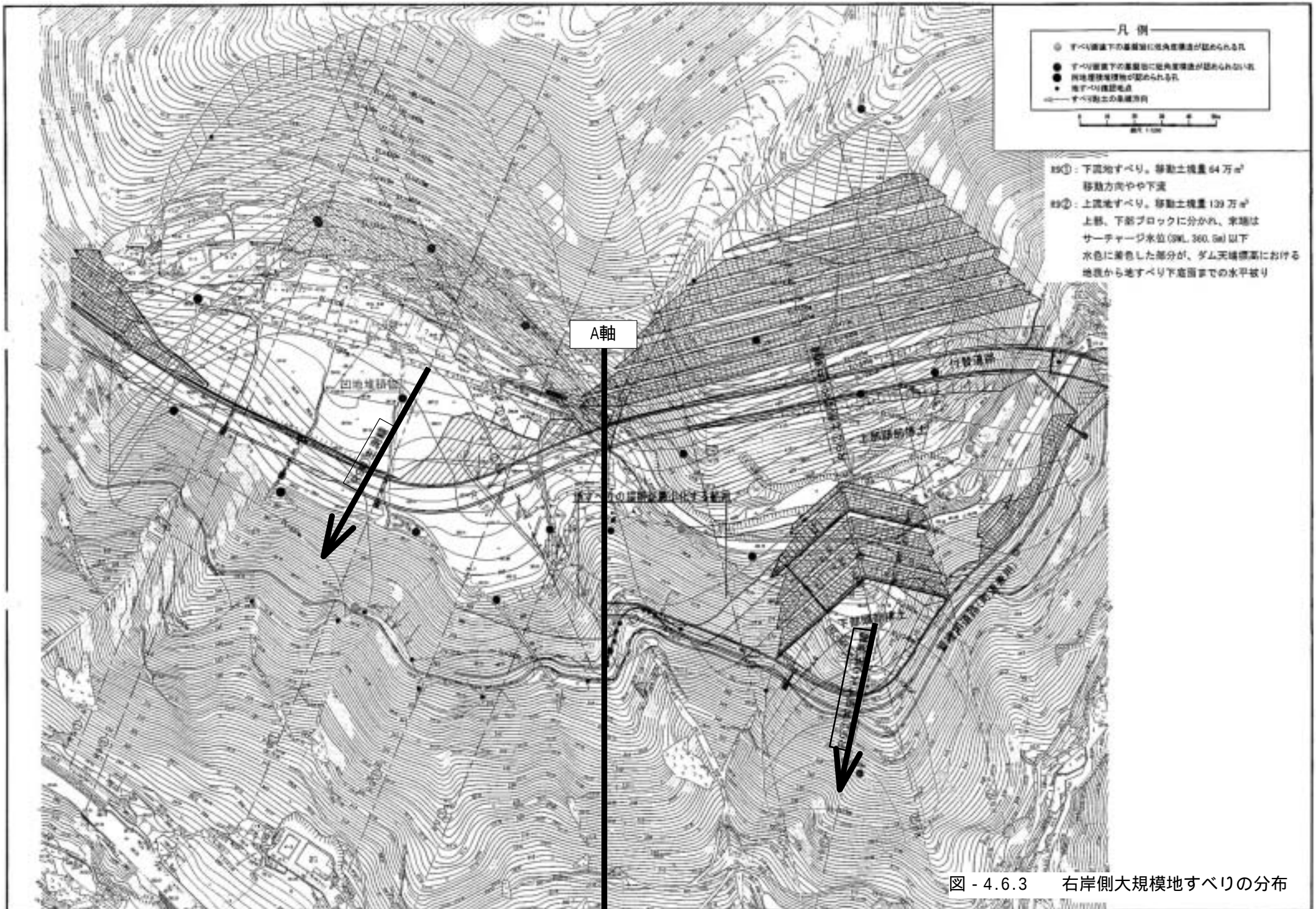


図 - 4.6.1 座取りの選定要因





(2) 右岸側の堤体配置

右岸側のアバットの配置を、地表から地すべり下底面までの水平被りが比較的浅いA測線の上下流15mの範囲で座取りを選定することとし、上流軸、直線軸、下流軸について比較した。各案の平面配置を図 - 4.6.4に示す。また、地すべりへの影響を考慮した比較選定を表 - 4.6.1に示す。同表中の地すべりの安全性R/Dのうち、R9 地すべりは現況のR/Dを1.0としたときのダム掘削による変化量、R9 地すべりは湛水によるR/Dの低下に対し地すべり対策を行いR/D = 1.20まで安全率を上昇させたときからのダム掘削による変化量を示す。

表 - 4.6.1 右岸側のアバットの配置比較

ダム軸	アバット構造	下流地すべりR9		上流地すべりR9			
		地すべり部 ダム掘削量	すべり安全率 R/D	地すべり部 ダム掘削量	すべり安全率 R/D		
上流軸	通常アバット	3千m ³	0.984 ○	21千m ³	R9- 全	-3 体	1.158 × 1.189 ×
	造成アバット メント	3千m ³	0.984 ○	8千m ³	R9- 全	-3 体	1.236 ○ 1.205 ○
直線軸 (A軸)	通常アバット	18千m ³	0.950(推定) ○	8千m ³	R9- 全	-3 体	1.243 ○ 1.207 ○
	造成アバット メント	14千m ³	0.956 ○	7千m ³	R9- 全	-3 体	1.256 ○ 1.210 ○
下流軸	通常アバット	37千m ³	直線軸に比べ 掘削が多く明 らかに不安定 化する	8千m ³	R9- 全	-3 体	直線軸に同じ
	造成アバット メント	23千m ³		8千m ³	R9- 全	-3 体	
備 考		○ : R/Dの低下5%以内 × : R/Dの低下5%以上		○ : R/D>1.2 (新たな対策工必要) × : R/D<1.2 (新たな対策工必要)			

注) R9- 地すべりのR/Dは三次元解析の結果、および全移動土塊量に対するダム掘削後地すべり土塊量と三次元解析の結果の相関からの推定。

R9- 地すべりのR/Dは、ダム掘削が直接影響する部分(測線R9- -3)に二次元解析によるR/Dを上段に、R9- 全体の類似三次元計算による安全性を下段に示す。

上表より、上流軸、直線軸(いずれも造成アバットメントあり)のダム配置は、ダム掘削による地すべりR/Dの低下が小さく、ダム掘削に伴う新たな地すべり対策工を必要としない。したがって、右岸側のアバットの配置は上流軸、直線軸を比較対象とする。

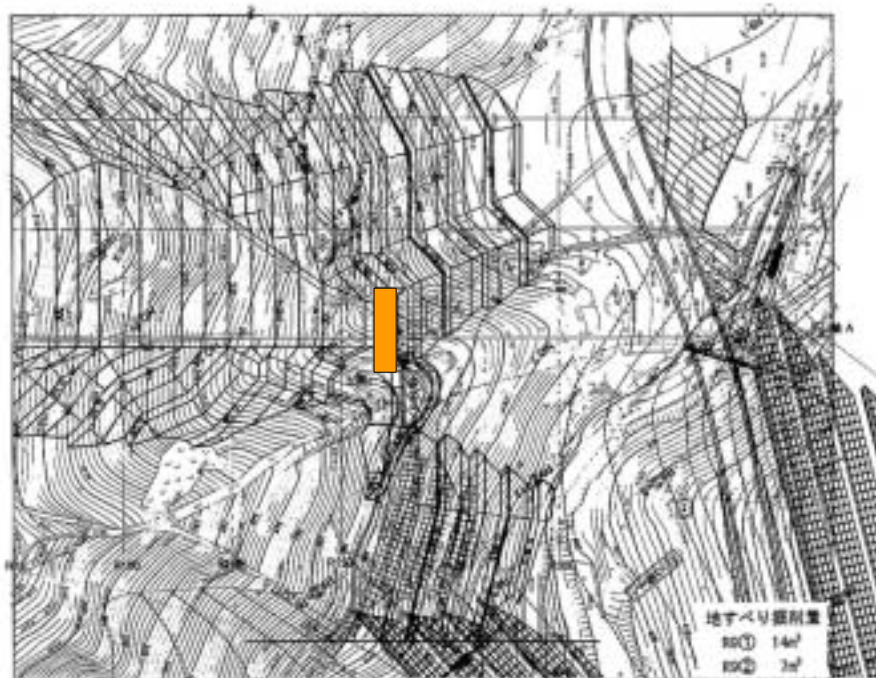


図-4 右岸直線軸（造成アパートメントあり）

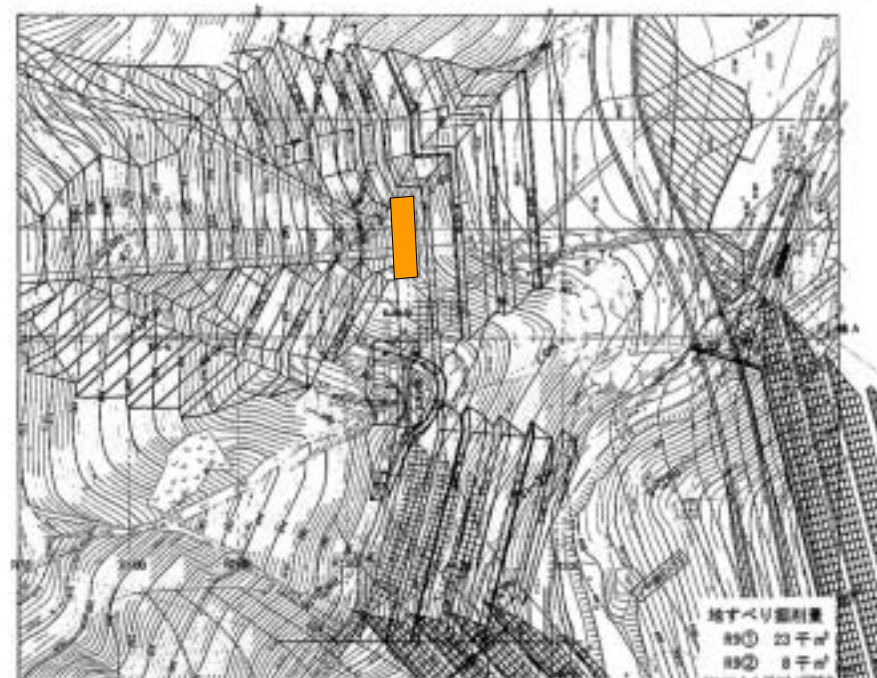


図-6 右岸下流軸（造成アパートメントあり）

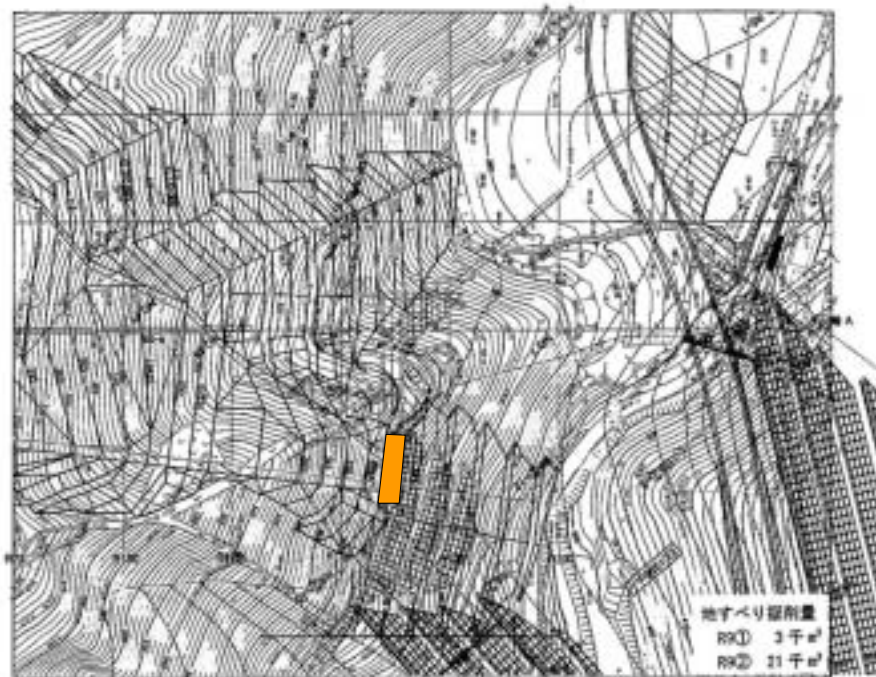


図-5 右岸上流軸（造成アパートメントあり）

着色部：造成アパートメント

3) 全体座取り選定

右岸側を上流軸、直線軸とし、左岸側をA測線（高標高部を下流に折り曲げる）とするダム全体配置を比較検討した。掘削平面図を図 - 4.6.5～4.6.6に、直線軸ダム軸縦断面図を図 - 4.6.7に、比較選定を表 - 4.6.2に示す。全体座取りは、地すべりへの影響は比較2軸で差がないが、地質的不確定要素が少なく、経済性の面で有利な総合的に優れる直線軸を選定する。

表 - 4.6.2 ダム軸比較選定表

項 目		上流軸（左岸下流折り曲げ） （造成アバットあり）	直線軸（左岸下流折り曲げ） （造成アバットあり）
諸 元	ダ ム 高	88.5m	
	堤 頂 長	282.6m	265.5m
概 算 工 事 数 量	掘 削	192,000m ³	179,000m ³ （▲13,000m ³ ）
	コンクリート （本体のみ）	414,000m ³	398,000m ³ （▲16,000m ³ ）
概 算 工 事 費 （百万円）	掘 削	576百万円	537百万円 （▲39百万円）
	コンクリート （本体のみ）	12,420百万円	11,940百万円 （▲480百万円）
	合 計	12,996百万円	12,477百万円 （▲519百万円）
地 す べ り へ の 影 響	下 流 R9	ダム掘削量 3,000m ³ ダム掘削後R/D 0.984	ダム掘削量 14,000m ³ ダム掘削後R/D 0.956 ○
	上 流 R9	ダム掘削量 8,000m ³ ダム掘削後R/D 1.205 ○	ダム掘削量 7,000m ³ ダム掘削後R/D 1.210
	評 価	R9 に対して直線軸のR/Dの低下がやや大きい、R9 は長期間安定している地すべりであり、R/Dの低下は許容できる範囲と判断される。このため、地すべりに対しては、上流軸と直線軸で有意な差はないと判断される。	
左岸緩み岩盤への影響		○	○
堅 岩 線 の 分 布		●右岸側で堅岩線が山側に後退するし、堅岩線が相対的に深く、掘削量、コンクリート量が多い。	●上流軸に比べ右岸側で堅岩線が幾分浅く、掘削量、コンクリート量が少ない。
地 質 上 の 不 確 定 要 素		●地すべりおよび緩みの要因となっている低角度構造に近づく、地質上の不確定要素が多い。	●地すべりおよび緩みの要因となっている低角度構造から離れる。
地 質 調 査 精 度		●河床～右岸堤敷上流部分の調査精度が低い。	●調査精度が高く、地質的な不確定要素は少ない。
総 合 評 価		●地すべりへの影響は比較2軸で差がないが、地質的不確定要素、経済性の面から直線軸で適している。	○

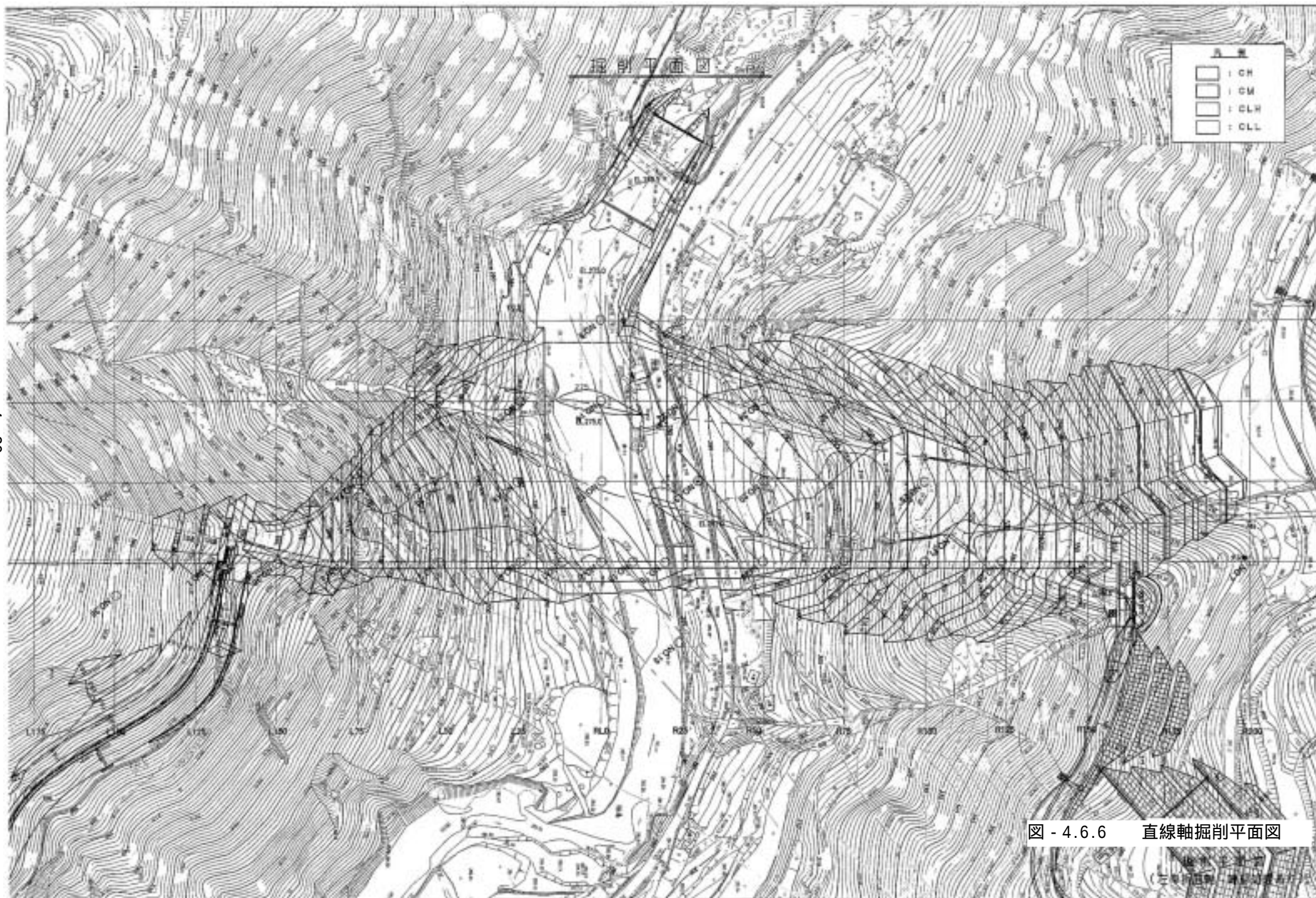


図 - 4.6.6 直線軸掘削平面図

ダム上流面図 1:500
(ダム軸岩組区分図)

凡 例 (単位: 区画)

- D岩盤
- CL1岩盤
- CL2岩盤
- CM岩盤
- CH岩盤

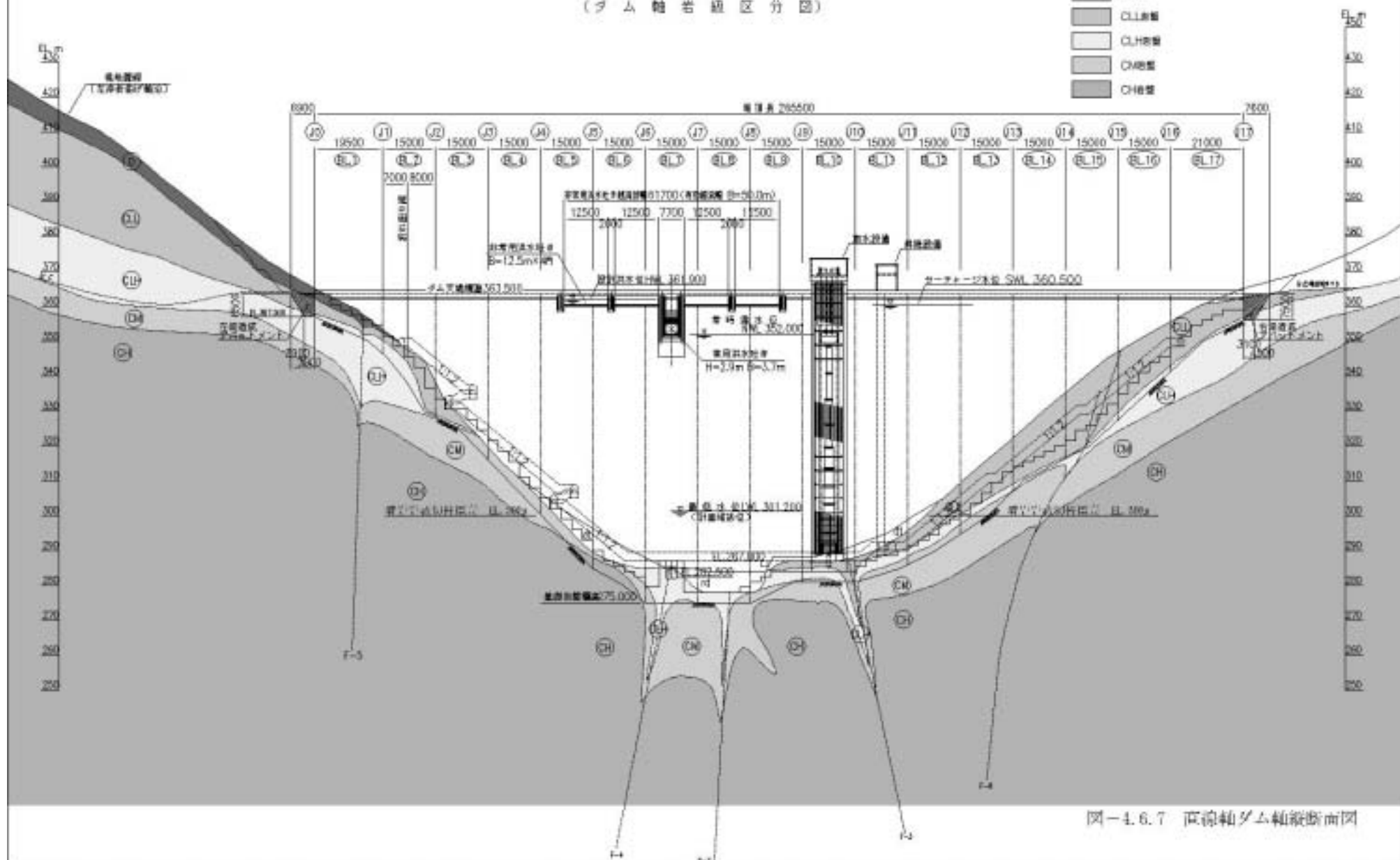


図-4.6.7 直線軸ダム軸断面図

4.6.2 造成アバットメント

左岸頂部緩み岩盤部の不安定化の最小化、右岸頂部地すべり体(R9-)のダム掘削による不安定化の最小化を目的として、造成アバットメント工を適用する。

1) 造成アバットメントの基本構造

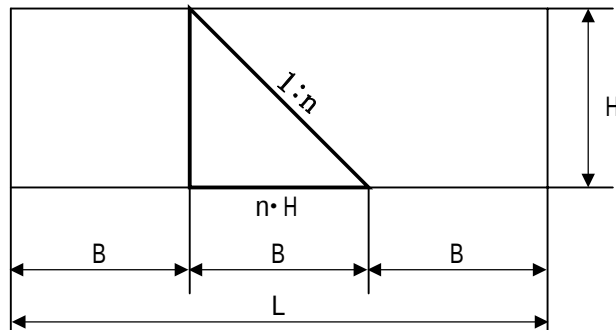
造成アバットメントの基本構造は次のとおりとする。

造成アバットメントの底面は、CLH級以上の岩盤に着岩させる。

造成アバットメントを着床させる岩盤は、背後の堅岩に堤体応力を確実に伝達する剛性を有する岩盤であること、グラウチングにより遮水性の改良が可能な地盤であることを条件とし、底面はCLH級以上、山側背面はCLL級以上とする。

造成アバットメントの形状は、背後の堅岩に確実に応力伝達可能な形状とする。

造成アバットメントの上下流方向の長さLは、確実な応力伝達を図るためそのダム高さにおける堤敷長さBを上下流にとり総幅は3B以上とする。また、せん断摩擦安全率は4.0以上を確保する。



2) 造成アバットメントの配置と効果

造成アバットメントを採用することにより、表 - 4.6.3に示すとおりアバット掘削斜面の縮小を図ることが可能で、かつ右岸側のR9- 地すべりのR/Dの低下率は、造成アバットメントを採用することにより小さくなり(0.950→0.956、1.207→1.210)、地すべりに対しても効果的である。

表 - 4.6.3 造成アバットメントの形状と効果（直線軸：左岸下流折り曲げ）

		左岸アバット		右岸アバット	
		造成アバット無	造成アバット有	造成アバット無	造成アバット有
造成アバットの形状	高さ	-	6.5 ~ 8.5m	-	7.5m
	幅(上下流方向)		20.0m		18.0m
掘削斜面 (天端以上)	最大法高	50.5m	22.0m (▲28.5)	30.0m	27.5m (▲2.5)
	掘削量	13,310m ³	2,340m ³ (▲10,970)	20,100m ³	14,550m ³ (▲5,550)
	掘削法面積	1,870m ²	630m ² (▲1,240)	2,900m ²	2,300m ² (▲600)
右岸地すべりのR/Dの変化 下流R9 : 初期 1.000 上流R9 : 初期 1.210		-	-	下流R9 0.950	下流R9 0.956
				上流R9 1.207	上流R9 1.210

4.7 造成アバットメント背面水位の変動による安定性検討事例（稲葉ダム）

4.7.1 概 要

稲葉ダムにおいては、造成アバットメント背面に宙水が分布し、その性状を考慮して安定性を検討している。

造成アバットメントの背面に分布する地下水位（宙水）は、施工時、試験湛水時、降雨時においても以下の理由から、現状において想定している豊水期水位程度までしか上がらないと判断した。

（左岸側）

- 造成アバットメント基礎底面下に分布するI - W内の地下水位は、ダムサイトにおける水理地質構造，貯水池対策工（表面遮水工），およびダム直下でのドレーン機能（減勢工底面，背面に排水工を設置）により、試験湛水時，降雨時においても現況の地下水位以上には上昇しない。（図 - 4.7.1、4.7.2参照）
- 高透水性を示すA4 - W内の地下水位についても、ダムサイトにおける水理地質構造，ボーリング調査時水位（H5年），および貯水池対策工（表面遮水工）により、試験湛水時，降雨時においても現況の地下水位以上には上昇しない。

（右岸側）

- 造成アバットメント基礎底面下に分布するI - W内の地下水位は、左岸側と同様の理由により、試験湛水時，降雨時においても現況の地下水位以上には上昇しない。（図 - 4.7.1、4.7.2参照）
- 難透水性を示すA3 - W内の地下水位については、右岸側がやせ尾根地形を成し、雨水からの供給が少ない上、貯水池対策工（表面遮水工）が実施されることから、試験湛水時，降雨時においても現況の地下水位以上には上昇しない。