

## 4. 造成アバットメント工における個々の事例



#### 4.1 造成アバットメント背面の急勾配掘削面の安定検討を行った事例（長井ダム）

##### 4.1.1 概要

擁壁工の設計に伴い発生する急勾配掘削面（1：0.3）については、施工中の安全性を考えると何らかの対策工が必要であると思われる。本地点は、大規模な崩壊の可能性は小さいことから、比較的簡便，経済的で近年施工実績も多くなっている、「補強土工法」にて対策することとする。

補強土工法は、鉄筋やロックボルトなど比較的短い棒状補強材を多数挿入することで、自然斜面や法面を補強する工法である。

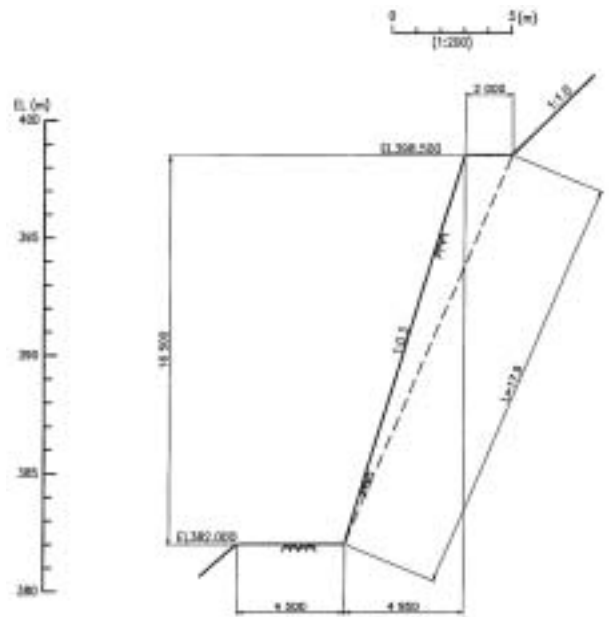


図 - 4.1.1 崩壊すべり面の検討形状

##### 4.1.2 設計方法

「切土補強土工法」によると、軟岩斜面で節理面、層理面が流れ盤となっており、その面に沿ってすべり崩壊の危険性が高いものなどについては、直線すべり極限つり合い設計法によって計算することができるとされている。

直線すべり法による力のつり合い式を以下に示す。

$$F_s = \frac{S}{Q} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{Q} \quad (\text{計画安全率})$$

- ここに、 $Q$ ：すべり力（ $=W \sin \theta$ ）
- $S_1$ ：土の抵抗力
- $S_2$ ：補強材による引止め力
- $S_3$ ：補強材による締め付け力

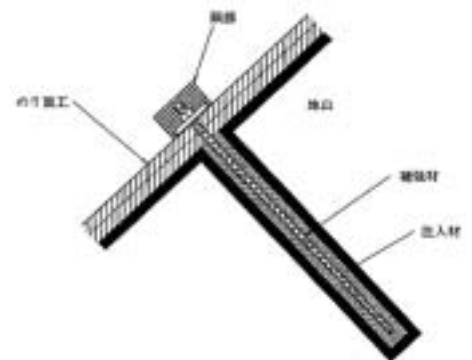


図 - 4.1.2 補強土工法（鉄筋アンカー）

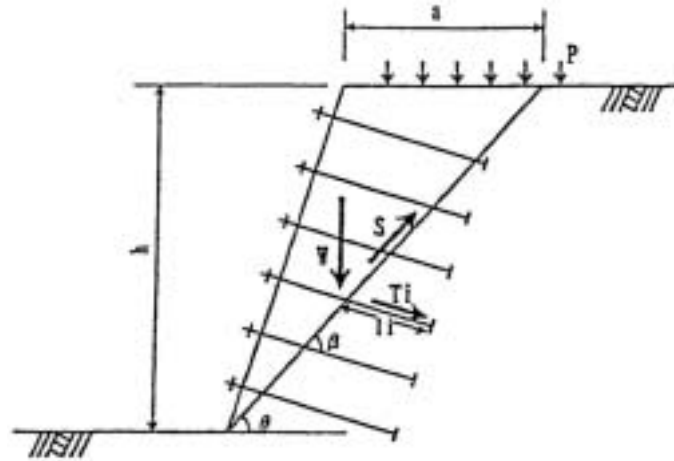


図 - 4.1.3 直線すべり法による力のつり合い式

#### 4.1.3 補強材の配置

補強材の配置図及び法面对策工を、図 - 4.1.4及び図 - 4.1.5に示す。

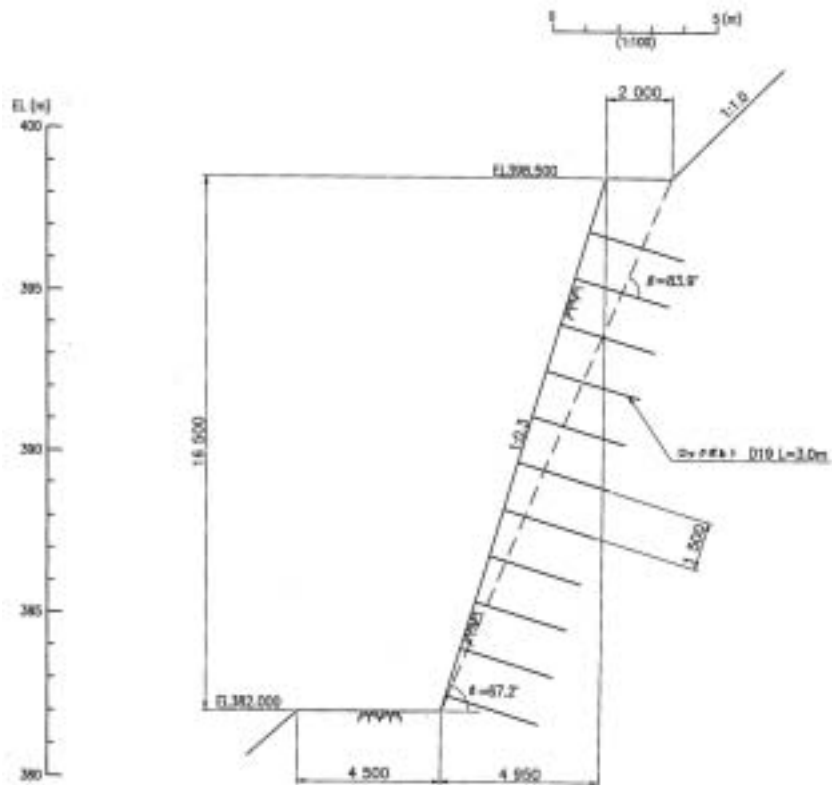


図 - 4.1.4 補強材の配置



## 4.2 堤体との横継目に継目グラウト設備を配置した事例（長井ダム）

### 4.2.1 横継目構造

重力式コンクリートダムは、2次元構造物として設計されるため、理論的には横継目に歯形（キー）を必要としないが、ダムの一体性を期待し、その安全性をより確実にするため、J25の横継目には歯形（キー）を設けることとした。このため、右岸アバットメント側に歯形（キー）を配置し、先行打設することとした。

右岸アバットメントの継目構造図を図 - 4.2.1に示す。

### 4.2.2 止水構造

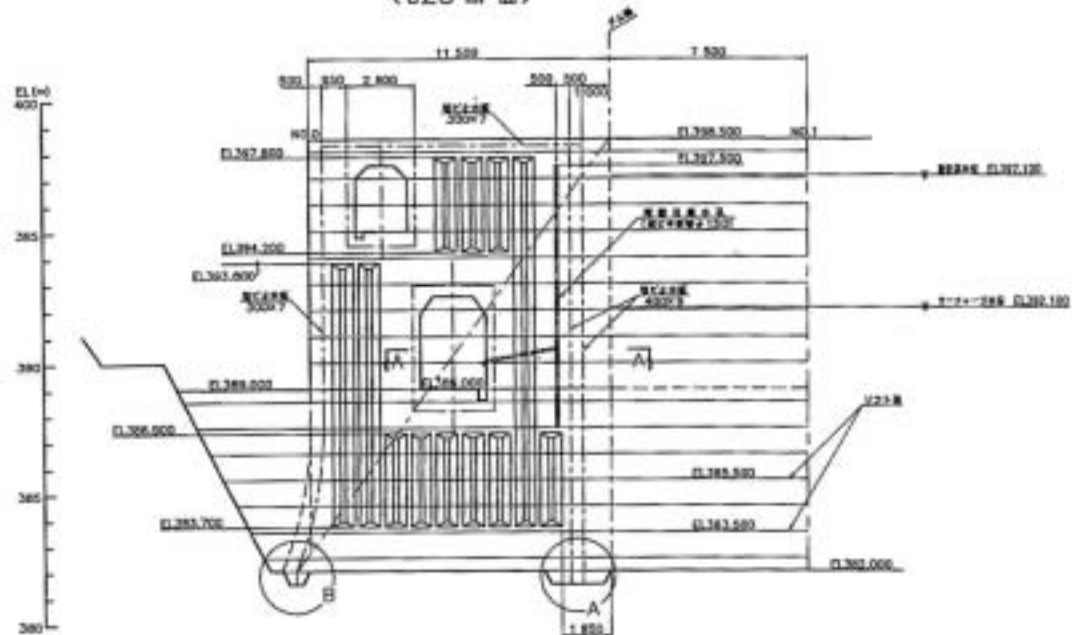
横継目からの漏水に対しては、ダム軸から下流側1mおよび1.5mの場所に塩ビ止水板を配置することより止水性を高めるとともに、堤体境界面の鋼製型枠の脇に継目排水管を取り付け、通廊壁面に引出し管を伸ばして排水する構造とする。

また、右岸アバットメントと堤体の継目からの漏水が問題となった場合に備え、継目グラウト設備を配置する。

セメントミルクの注入は通廊壁面に設けたグラウトパイプ( サプライ )から行う。ここから注入されたセメントミルクは、ダム軸から下流側1mと1.5mの場所に配置した止水板の間のライザー管を通り、2m間隔で設けたグラウトバルブから継目部に対して注入する。また、送られたセメントミルクはエアーベント管を通して戻ってくることにより、セメントミルクの充填が行われたことを確認する。

右岸アバットメントの止水構造詳細を図 - 4.2.2に示す。

継目構造詳細  
(J25断面)



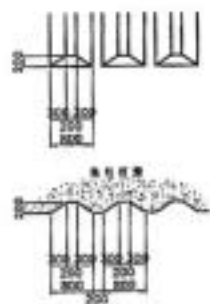
A-A 断面



B-B 断面



継目中央詳細

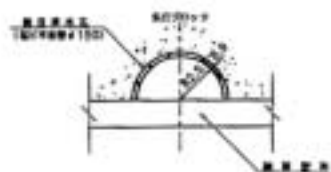


岩着部詳細

上流側 (A部)      下流側 (B部)



継目排水孔設置詳細



天端通廊周辺詳細

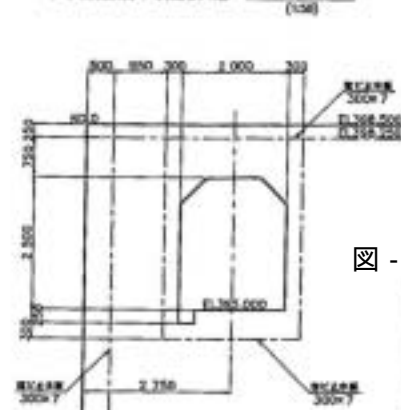


図 - 4.2.1 継目構造図

平成 11 年度			
施工箇所	山形県長井市平野・中津橋内		
工事名	長井ダム中央部改修計画事業		
図名	左岸アバウトメント継目詳細		
図尺	1/50	1/50	1/50
図名	図法	図式	図例
図例	平成 11 年 2 月	改訂	
東北地方建設局長井市ダム工事事務所			





#### 4.3 造成アバットメント内部に管理用通廊を設けた事例（長井ダム）

長井ダムは寒冷地であり、冬期の降雪時においても安全に管理所から基礎通廊へのアクセスが可能な構造が望ましい。このため、管理用通廊を、右岸側に計画されている管理事務所から基礎通廊へのアクセスに利用する目的で計画した。この管理用通廊は、右岸アバットメント造成工および擁壁工の中に設置する計画とした。

管理用通廊の平面配置、標準断面および構造詳細は図 - 4.3.1および図 - 4.3.2に示すとおりである。

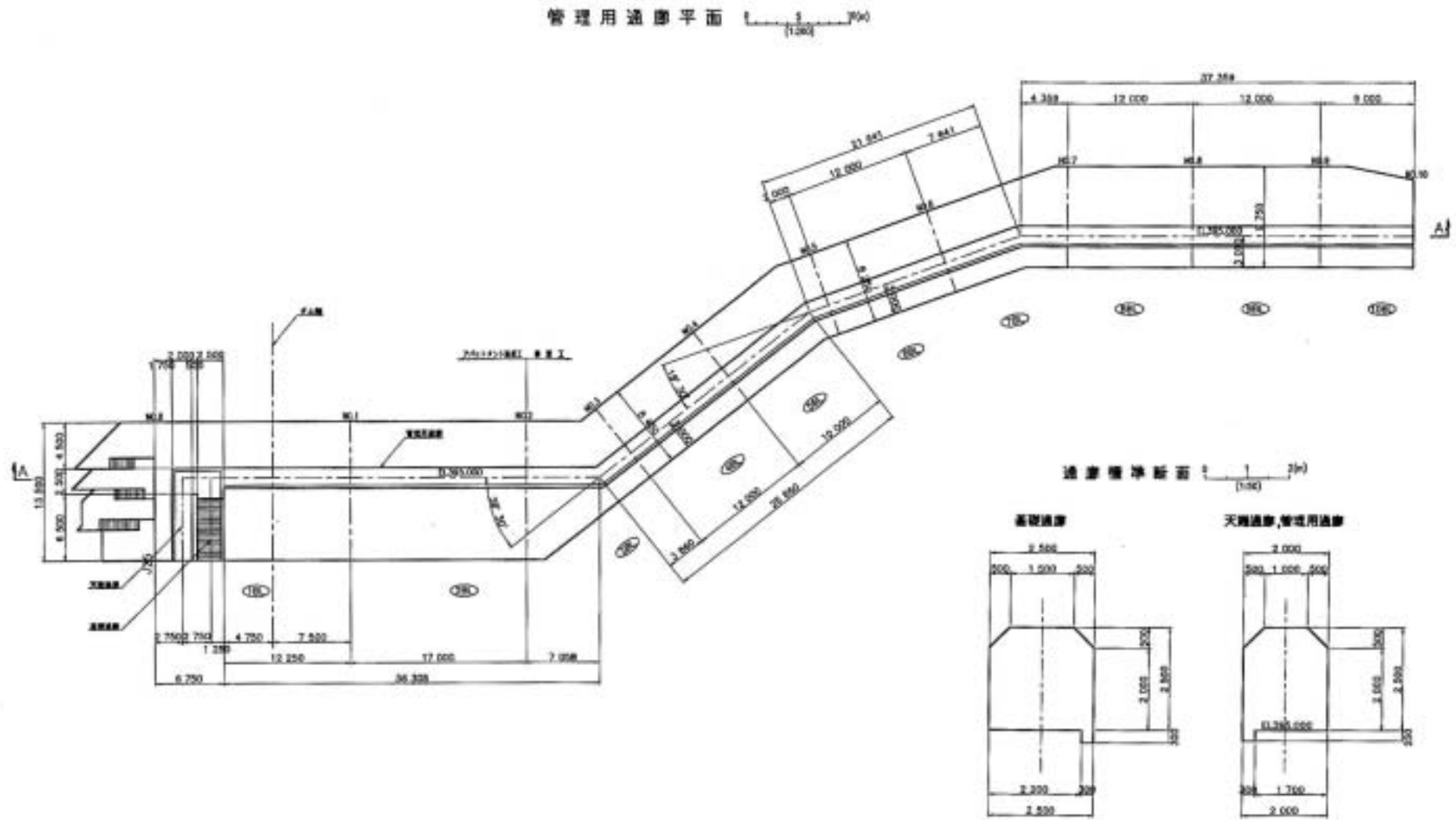
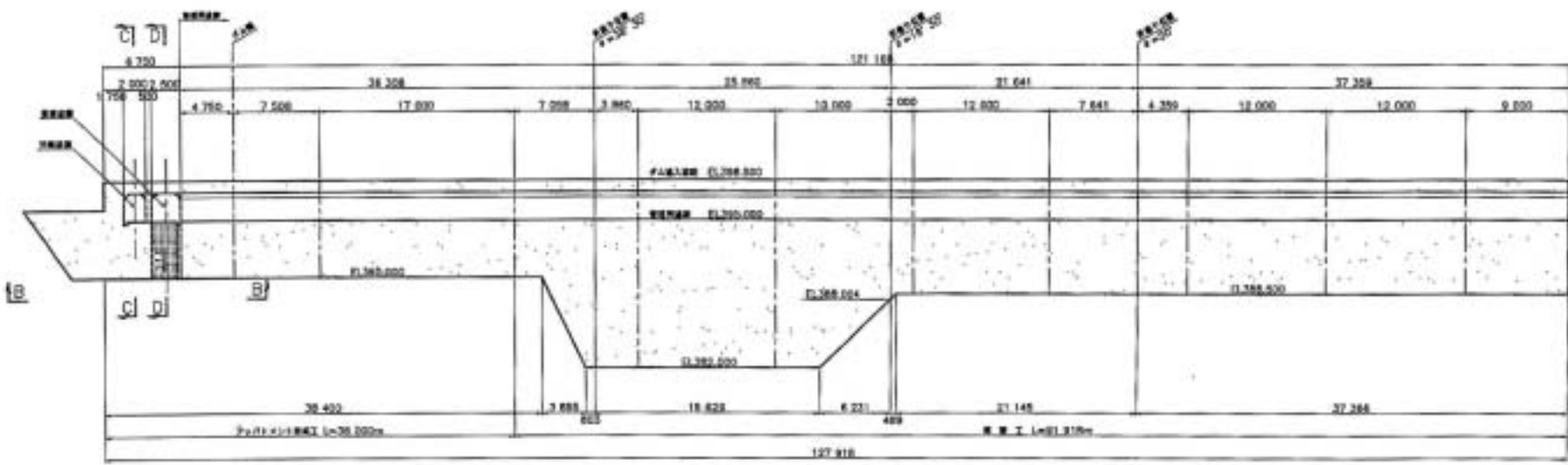


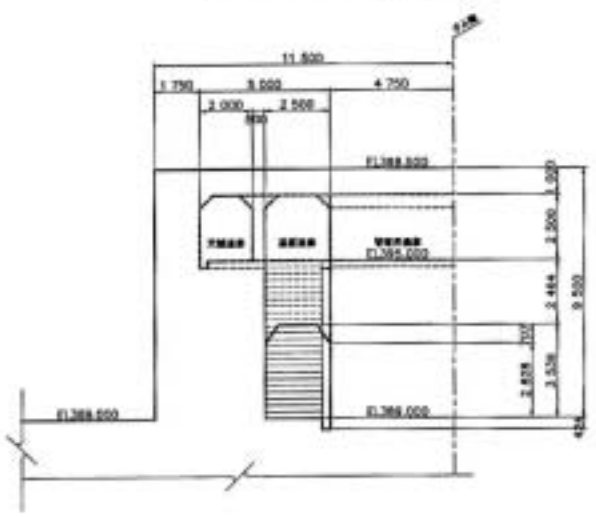
図 - 4.3.1 管理用通廊平面、標準断面

平成 11 年度			
施工種別	山形県立中央病院・中央地門		
工事名	北沢ビル本館北東廊改修工事		
部 名	北沢ビル本館北東廊改修工事、管理用廊		
種 別	1700, 1750	全	廊の内
所 属	総務課	課 長	田中 啓
開工日	平成 11 年 3 月	竣工日	
東北地方建設局長介介ダム工事事務所			

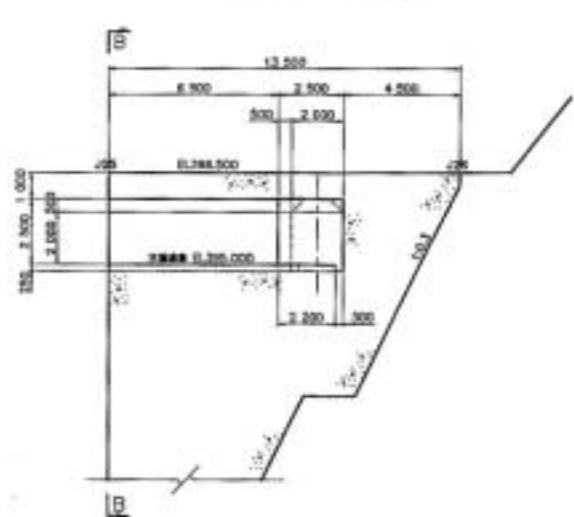
管理用通廊縦断 (A-A断面) 1/200



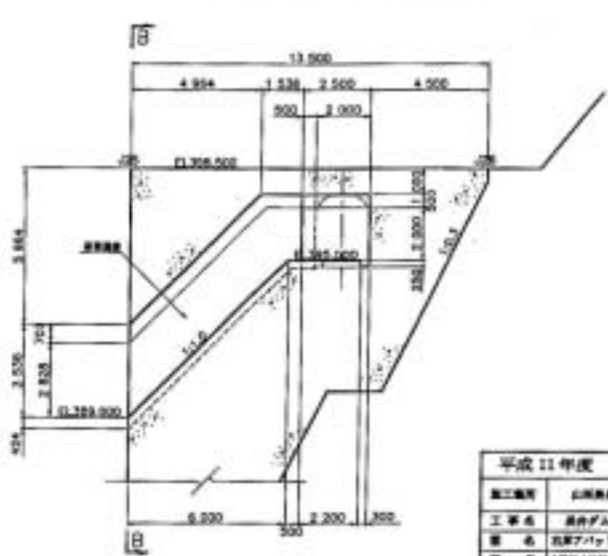
B-B断面 1/100



C-C断面 1/100



D-D断面 1/100



平成 21 年度			
施工箇所	山形県長井市平野・寺長地区内		
工事名	長井ダム水防工事関係施設整備		
部 名	長井ダム水防工事関係施設整備		
種 別	1796/1798	造	築40円
河 名	長井川	種 別	築40円
開工日	平成 21 年 3 月	竣工日	
東北地方建設局長井ダム工事事務所			

図 - 4.3.2 管理用通廊構造詳細

#### 4.4 ダム軸選定、ダム座取りの検討とあわせて造成アバットメント適用の検討事例(舟川生活貯水池)

##### 4.4.1 ダム軸・座取り

ダム軸比較案は、左右岸の堅岩コンターが狭まっている調査測線B～Dの間で表 - 4.4.1に示す4軸について比較検討を実施した。その結果、ダム軸はD斜軸を基本とし、左岸側端部は造成アバットメントを適用し下流側に折り曲げる事が最適と判断した。

堤敷範囲には堤体の安全性に直接影響する規模の大きな断層・劣化帯はなく、浅所から2Lu以下の難透水ゾーンが出現し止水処理上の問題はない。

堅岩分布が座取り選定の主要な要素

堤体積が小さくなる堅岩の凸部に配置する座取りを比較した結果、D斜軸が堤体積・掘削量・掘削法面積とも小さく最も経済的である。また、減勢工等の水理構造物も谷形状・河道形状に調和的に配置可能である。

D斜軸を基本とする。

D斜軸でも左岸側に大きな掘削法面が発生する。

左岸端部に造成アバットメントを適用する。

D斜軸は造成アバットメント背面にグラウチングによる止水処理が難しいID級が厚く分布する。

端部を堅岩の凸部の下流側に折り曲げる。

表 - 4.4.1 比較ダム軸（基本軸）

比較ダム軸	比較軸の配置主旨
B斜軸（上流軸）	C軸に対して、右岸側を上流側にシフトした軸であり、堅岩の位置から見て、堤頂長が短くなる軸である。
C 軸（調査軸）	堤趾位置を、左岸側の堅岩の高まりの範囲内に配置することにより、堤体積を小さくする軸である。
D斜軸（下流軸）	C軸に対して、右岸側を下流側にシフトした軸であり、減勢工の配置を考慮して、河道と堤体とを正対させる軸である。また、右岸ダム天端以上の掘削法面が小さくなる。
D 軸（下流軸）	C軸に対して、全体を下流側にシフトした軸であり、左右岸の堅岩コンターの頂点を結ぶ位置に配置することにより、堤頂長が最も短く、天端以上の掘削が最小となる軸である。

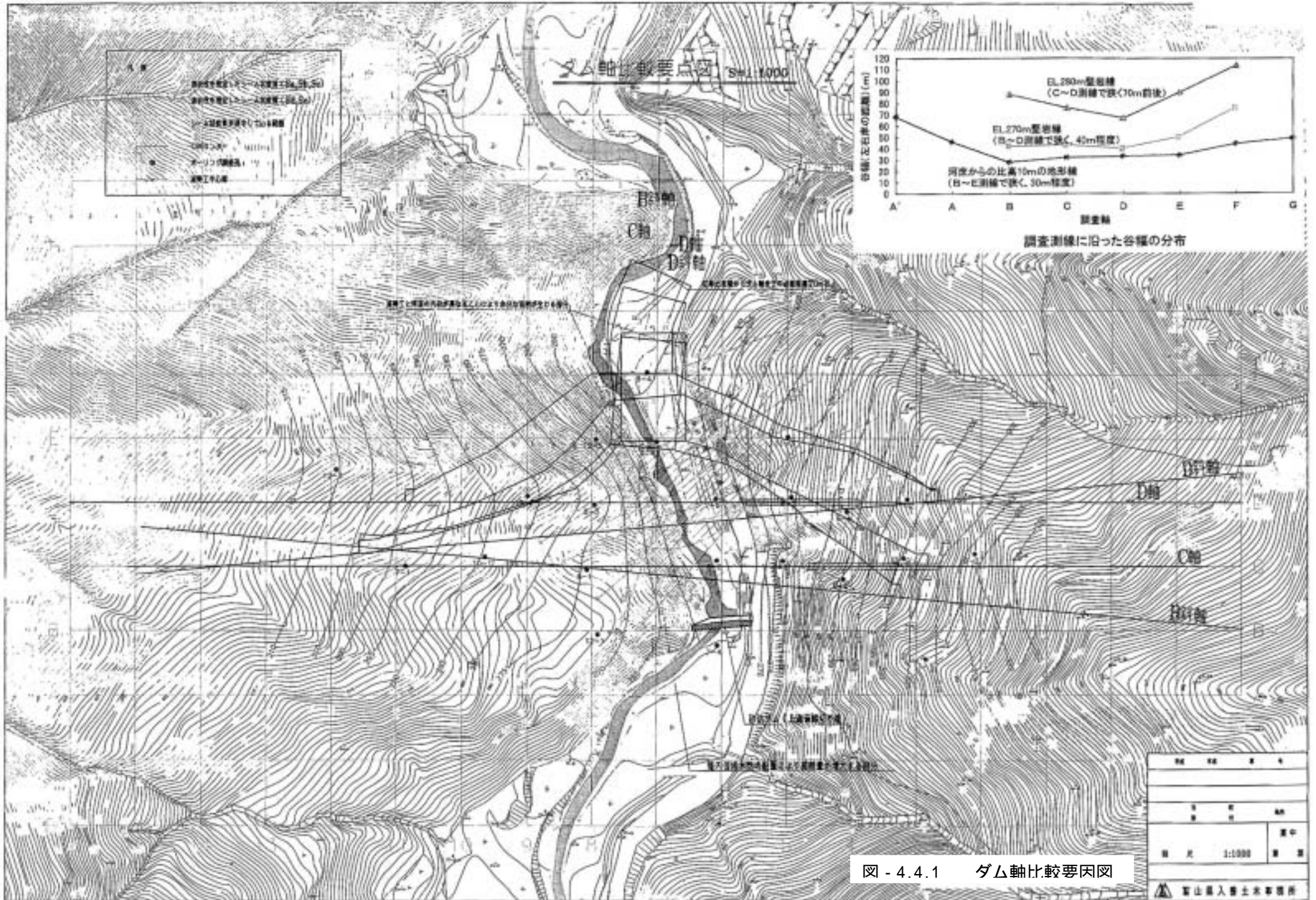


図-4.4.1 ダム軸比較要因図

#### 4.4.2 造成アバットメント工

D斜軸左岸頂部に発生する長大掘削斜面の縮小策として、造成アバットメント工を検討した結果、長大掘削斜面は縮小可能である。しかし、造成アバットメント背面に止水処理上課題のあるD級が厚く残るため、左岸端部はD級の薄い下流側（堅岩の凸部）に折り曲げる配置とする。

##### 1) 造成アバットメントの適用性

以下の理由により、左岸側について造成アバットメントの適用性を検討する。

- 右岸側は地表から堅岩(CM級)までの水平被りが浅く、急斜面であるため、造成アバットメントを適用しても掘削法面を縮小できない。
- 左岸側は地表から堅岩(CM級)までの水平被りが深く、造成アバットメントの適用により掘削法面を大幅に縮小できる。

##### 2) 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。

###### 着岩位置

常時満水位NWL.295.3以下は、CL級が薄いためグラウチングによる止水の確実性を考慮し、CM級に着岩させる。

常時満水位NWL.295.3以上は、CL級、D級に着岩させる。

###### 造成アバットメントの安定性

施工時：川側に地震力を受けても転倒しない形状とする。

底面のせん断でせん断摩擦安全率4.0以上を確保する形状とする。

完成時：底面のせん断でせん断摩擦安全率4.0以上を確保する形状とする。

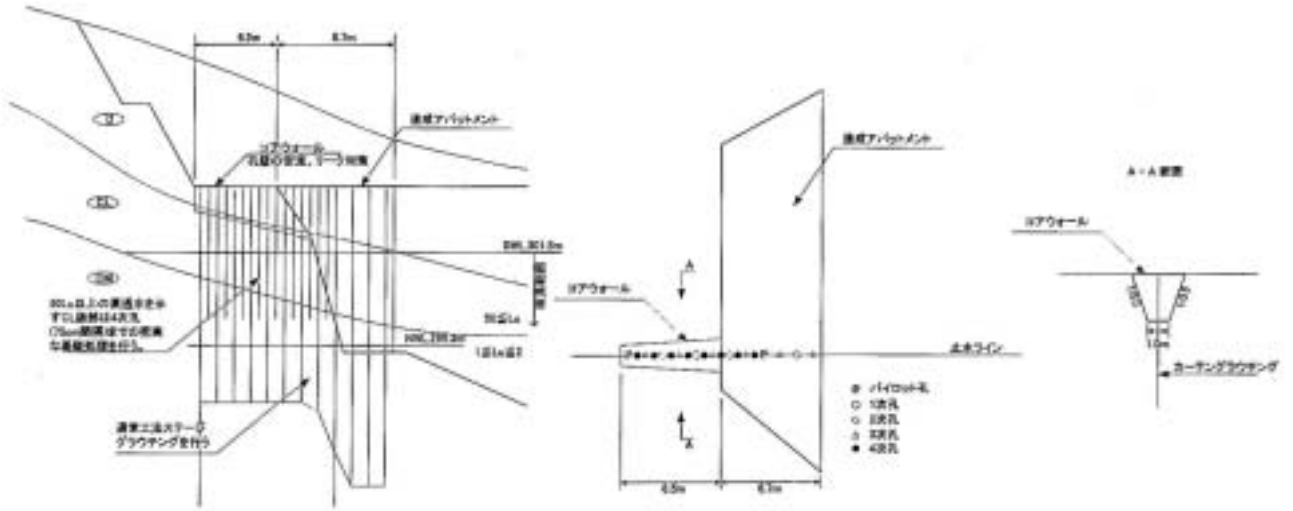
###### 造成アバットメント掘削勾配

掘削後短時間で造成アバットメントの打設を行い長期放置斜面とならないため、「労働安全衛生規則」に準じ、CM、CL級岩盤1:0.3、D級以下1:0.6とする。

###### 止水構造

CL級以上はグラウチングで止水処理を行う。止水ライン上にD級が残る場合は、グラウチング時の孔壁の安定、リーク対策として、コンクリート止水壁

(コアウォール)を設置する。なお、50Lu以上の高透水性を示すCL級岩盤のグラウチングは、4次孔(75cm間隔)までを規定孔とする。



### 3) 造成アバットメントの配置検討

以上の基本構造に基づいて、工事数量、概算工事費で最も有利なD斜軸について、造成アバットメントの適用性を、

CASE1 : 造成アバットメント無、直線軸

CASE2 : 造成アバットメント有、直線軸

CASE3 : 造成アバットメント無、端部折曲げ軸(端部を下流側の堅岩線の凸部に折り曲げる)

CASE4 : 造成アバットメント有、端部折曲げ軸(端部を下流側の堅岩線の凸部に折り曲げる)

の4案について比較した。このうち、CASE3,4は、CASE2の造成アバットメント背面に残るD級の最小化を図るように下流側の堅岩の凸部に折り曲げた配置ケースである。図 - 4.4.2に各ケースの比較図を示す。

表 - 4.4.2に示すとおり、造成アバットメントを適用したCASE2、CASE4は掘削量、法面積ともに縮小する。また、背面にD級岩盤が深く残るCASE2はコアウォールの規模が大きくなるのに対し、下流側の堅岩の凸部に折り曲げたCASE4はD級岩盤が浅く、コアウォールがコンパクトとなり経済性で最も有利である。



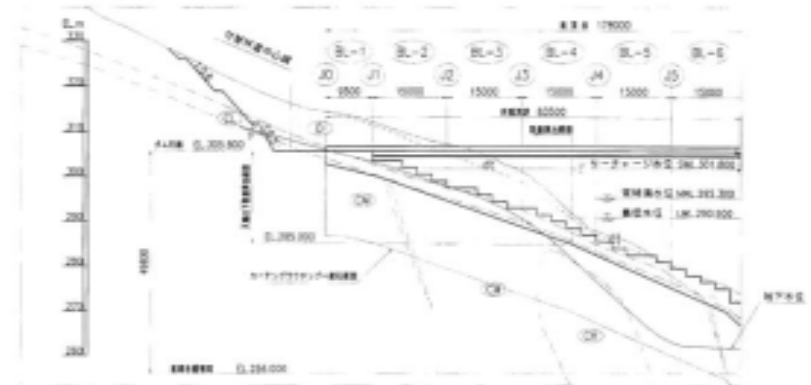
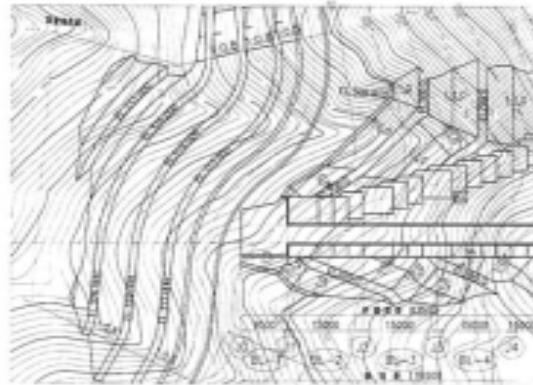
表 - 4.4.2 造成アバットメント比較表

		CASE1	CASE2	CASE2	CASE4
		造成アバットメント 無 (D斜直線軸)	造成アバットメント 有 (D斜直線軸)	造成アバットメント 無 (端部折曲げ軸)	造成アバットメント 有 (端部折曲げ軸)
概算工事数量		堤体コンクリート 3,469m <sup>3</sup> 掘削量 47,600m <sup>3</sup> 法面積 2,513m <sup>2</sup> 削孔長 374m グラウト長 300m	堤体コンクリート 3,932m <sup>3</sup> 掘削量 31,500m <sup>3</sup> 法面積 1,868m <sup>2</sup> 削孔長 386m グラウト長 258m コアウォール 330m <sup>3</sup>	堤体コンクリート 3,120m <sup>3</sup> 掘削量 39,600m <sup>3</sup> 法面積 2,123m <sup>2</sup> 削孔長 313m グラウト長 245m	堤体コンクリート 3,655m <sup>3</sup> 掘削量 29,100m <sup>3</sup> 法面積 1,802m <sup>2</sup> 削孔長 320m グラウト長 239m コアウォール 55m <sup>3</sup>
概算 工事 費	コンクリート工	【堤体コンクリート】 3,469m <sup>3</sup> × 30千円 = 104百万円	【堤体コンクリート】 2,619m <sup>3</sup> × 30千円 = 79百万円 【造成アバットメント】 1,314m <sup>3</sup> × 30千円 = 39百万円	【堤体コンクリート】 3,120m <sup>3</sup> × 30千円 = 94百万円	【堤体コンクリート】 2,666m <sup>3</sup> × 30千円 = 80百万円 【造成アバットメント】 989m <sup>3</sup> × 30千円 = 30百万円
	土工	【土石掘削】 36,600m <sup>3</sup> × 1.5千円 = 55百万円 【岩掘削】 11,000m <sup>3</sup> × 4.0千円 = 44百万円	【土石掘削】 25,600m <sup>3</sup> × 1.5千円 = 38百万円 【岩掘削】 5,900m <sup>3</sup> × 4.0千円 = 24百万円	【土石掘削】 30,800m <sup>3</sup> × 1.5千円 = 46百万円 【岩掘削】 8,800m <sup>3</sup> × 4.0千円 = 35百万円	【土石掘削】 23,600m <sup>3</sup> × 1.5千円 = 35百万円 【岩掘削】 5,500m <sup>3</sup> × 4.0千円 = 22百万円
	法面工	2,513m <sup>2</sup> × 20千円 = 50百万円	1,868m <sup>2</sup> × 20千円 = 37百万円	2,123m <sup>2</sup> × 20千円 = 42百万円	1,802m <sup>2</sup> × 20千円 = 36百万円
	基礎処理工	【カーテングラウチング】 削孔374m × 23.6千円 = 9百万円 グラウト300m × 36千円 = 11百万円	【カーテングラウチング】 削孔383m × 23.6千円 = 9百万円 グラウト258m × 36千円 = 9百万円 【コアウォール】 330m <sup>3</sup> × 40千円 = 13百万円	【カーテングラウチング】 削孔313m × 23.6千円 = 7百万円 グラウト245m × 36千円 = 9百万円	【カーテングラウチング】 削孔320m × 23.6千円 = 8百万円 グラウト239m × 36千円 = 9百万円 【コアウォール】 55m <sup>3</sup> × 40千円 = 2百万円
	合計	273百万円 【±0百万円】	249百万円 【-25百万円】	233百万円 【-40百万円】	222百万円 【-51百万円】
総合評価		コンクリート量は少ないが、土工、法面工の施工量が多く、経済性で不利である。 また、改変法面が大きい	端部の掘削、法面縮小が図られる。CASE4に比べるとD級岩盤が深くコアウォールの規模が大きくなり、経済性で不利である。	コンクリート量は少ないが、土工、法面工の施工数量が多く、CASE4に比べて経済性で不利である。 また、改変法面が大きい	端部の掘削、法面縮小が図られる。D級岩盤が浅く、コアウォールがコンパクトとなり経済性で最も有利である。

) 端部形状の違いにより影響を受ける範囲について数量を算出している。(EL.285.0m以上)

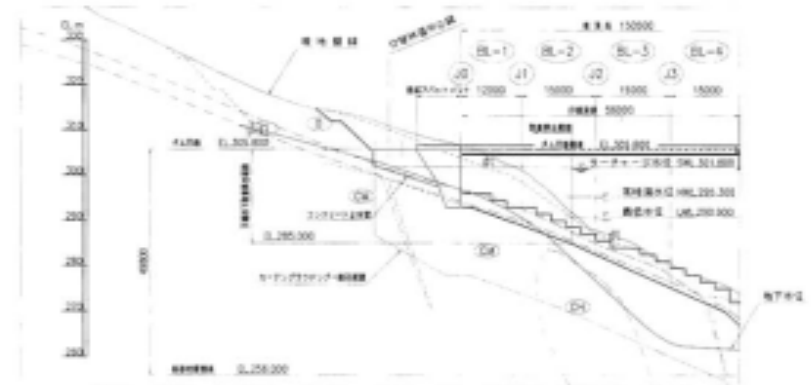
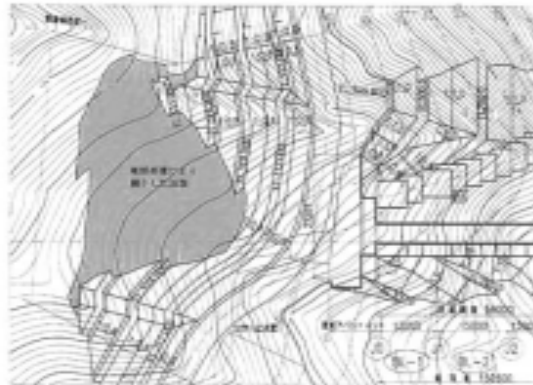
端部処理比較図 S=1:500

CASE 1 造成アバットメント無  
直線軸



CASE 2 造成アバットメント有  
直線軸

- ・ CASE 1 に比べて掘削量は16,100m<sup>3</sup>  
法面積は650m<sup>2</sup>減少する。
- ・ SWL以下にD級崩壊が残り、  
コンクリート止水壁がCASE1に比べ深くなる。  
(Hmax=8.3m, Bmax=13.5m)



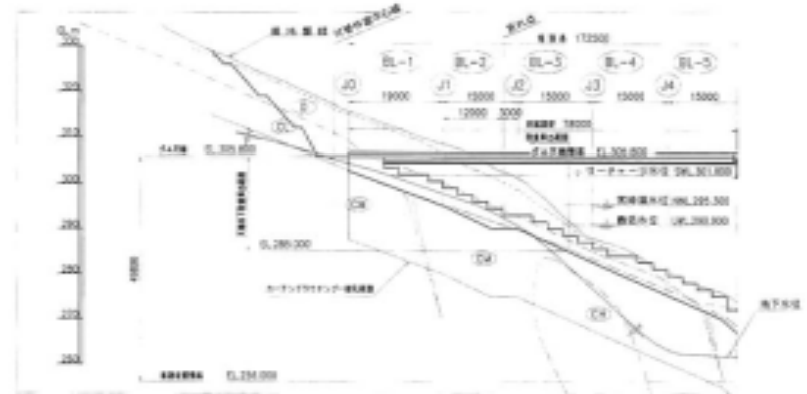
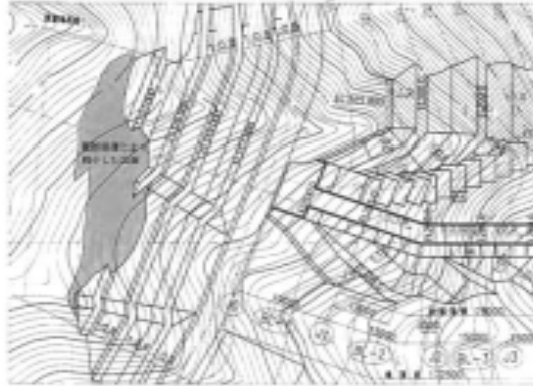
—— CLコンター  
—— D級コンター

図 - 4.4.2 左岸端部処理比較図 (D斜軸)

端部処理比較図 S=1:500

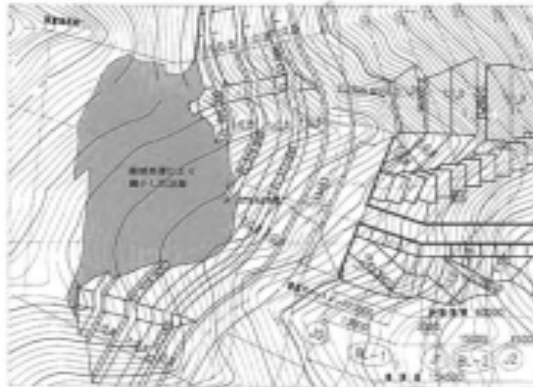
CASE 3 造成アバットメント無  
端部折曲げ軸

- ・ CASE 1 に比べてコンクリート量が 350m<sup>3</sup> 減少する。
- ・ CASE 1 に比べて掘削量は 8,000m<sup>3</sup> 法面積は 390m<sup>2</sup> しか減少しない。



CASE 4 造成アバットメント有  
端部折曲げ軸

- ・ CASE 1 に比べて掘削量は 18,500m<sup>3</sup> 法面積は 700m<sup>2</sup> 減少する。
- ・ SWL 以下に D 組岩盤が残らず、コンクリート止水壁は小さくなる。  
(Hmax=4.8m, Bmax=8.8m)



—— CLコンター  
—— D組コンター

図 - 4.4.2 左岸端部処理比較図 (D斜軸)

#### 4.5 造成アバットメント背面にコンクリート止水壁を設けた事例（舟川生活貯水池）

##### 4.5.1 造成アバットメント背面の地質状況

造成アバットメント背面に分布するD級、CL級岩盤の特徴は表4.5.1のとおりであり、いずれも概ね50Lu以上の高透水性を示す。

表 - 4.5.1 舟川ダムの岩級区分基準（D、CL）

岩盤	岩盤状況	岩相
D	岩盤全体が軟質で、割れ目として認識できない砂礫～礫混じり粘性土状を呈する強風化・強変質岩に相当する。	強風化、強変質岩
CL	岩芯は中硬～軟質であり、風化・変質により割れ目沿いの岩片が軟質化することが多い。また割れ目に粘土シームが頻繁に挟在することもある。なお岩片が硬質で割れ目沿いの軟質化がなく、酸化変色だけであっても、割れ目間隔が5cm以下の場合はこの岩級に含まれる。	変質・風化したマイロナイト質岩

##### 4.5.2 止水処理の基本方針

###### 1) 施工範囲

改定「グラウチング技術指針（平成15年4月）」p.29には、カーテングラウチングの施工範囲について以下のように記されている。

###### 【深度方向】

- 地盤の透水性が、その深度に応じた改良目標値に達するまでの範囲

###### 【リム部奥行き方向】

- 地盤の透水性が、その奥行きに応じた改良目標値に達するまでの範囲
- 地下水位が高い場合には、地下水位と貯水位（常時満水位～サーチャージ水位の間）との交点までの範囲

