

3. グラウチング計画・設計・施工

3.1 コンソリデーショングラウチング

3.1.1 施工範囲

(1) 改訂前

基礎岩盤の変形性の改良を図り、カーテングラウチングとあいまって堤体の接触部付近の基礎岩盤の遮水性を改良することを目的として、施工範囲は堤敷基礎岩盤全面とする。

(2) 改訂後

以下の2つの目的により、基礎岩盤が全体的にクラッキーで緩みが生じやすい地質性状を考慮して、堤敷全面を施工範囲とする。

遮水性の改良（上流コンソリ）

堤敷上流端から基礎排水孔までの着岩部付近の動水勾配が大きい範囲に遮水を目的として実施する。

力学特性の改良（下流コンソリ）

基礎排水孔から堤趾までの範囲の着岩部の力学特性の改良を目的として実施する。

3.1.2 改良目標値

(1) 改訂前

コンソリデーショングラウチングの改良目標値は、重力式コンクリートの標準的値の5Lu一律とする。

(2) 改訂後

遮水性の改良目的のコンソリデーショングラウチング

改良目標値は5Lu以下を基本とする。

【 緩和基準 】

高標高部のマサ化した範囲は5Lu以下に改良できないいわゆる改良限界状態が想定されており、緩和基準を土研と協議し、決定している。

緩和基準は、「5Lu以下または単位注入セメント量10kg/m以下のいずれかを満足するまで、かつ10Luを超過させない」とした。

弱部の補強目的のコンソリデーショングラウチング

改良目標値は力学特性の改良の観点から10Lu以下または単位注入セメント量50kg/m以下のいずれかを満足するまでを基本とし、かつ20Luを超過させない。

3.1.3 施工時期

(1) 改訂前

カバーロック(0.5m)方式とする。施工においては、あらかじめモルタル吹付けを行いリークを防止する。

(2) 改訂後

改訂前と同様、カバーロック(0.5m)方式とする。

3.1.4 孔の配置及び深さ

(1) 改訂前

孔配置は5m格子中央1点(設計規定2次孔 孔間隔3.54m)とし、施工深度は一律10mとする。

(2) 改訂後

上流コンソリ

カーテングラウチングと相まって遮水性の向上を目的とし、施工深度は10mを基本とする。ただし、低角度弱層への配慮から基礎排水孔を延伸している左岸9~11BL、右岸19~20BLについては、基礎排水孔を包括する深度までとする。

孔配置は当初計画と同じ5m×5m中央1点(孔間隔3.54m)とし、設計規定次数は2次を標準とする。

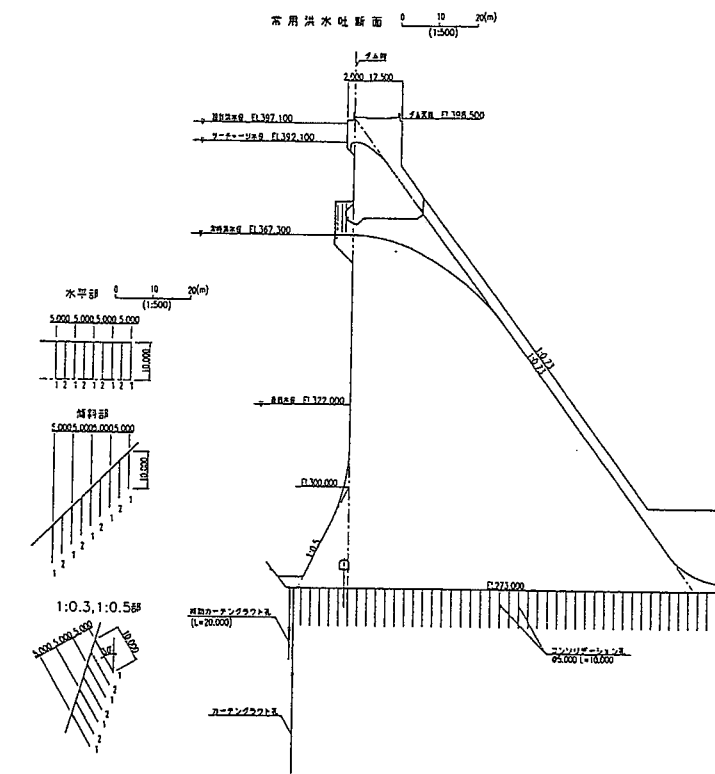
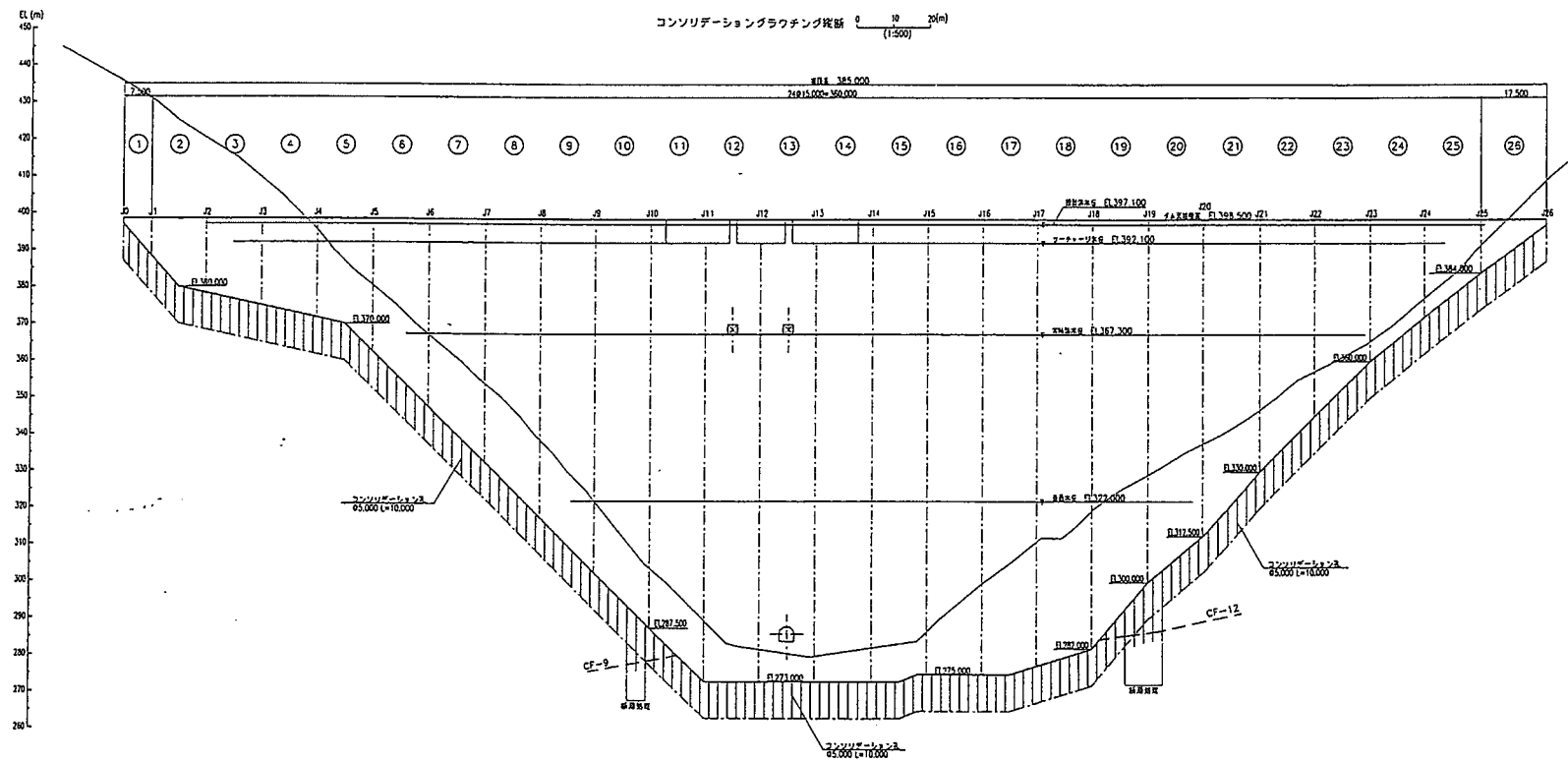
下流コンソリ

上流コンソリと同様に5m×5m中央1点(孔間隔3.54m)とし、施工深度は5mを基本とする。

施工初期の段階で改良状況等の施工実績を分析し、孔配置の見直しを行うことを念頭に、河床部下流コンソリは5m格子上の1次孔を先行孔(1-1次孔)と後行孔(1-2次孔)に分けて施工する。すなわち、3次施工とする。

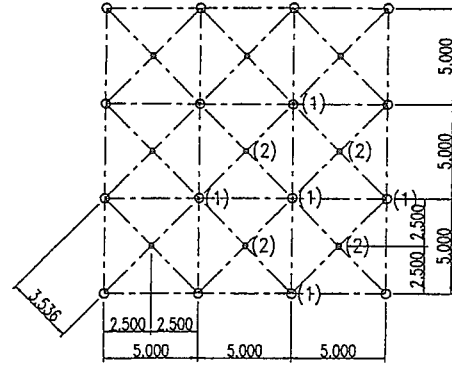
3.1.5 改訂前後の計画・施工比較図
 (1) 改訂前

コンソリデーショングラウチング計画断面図



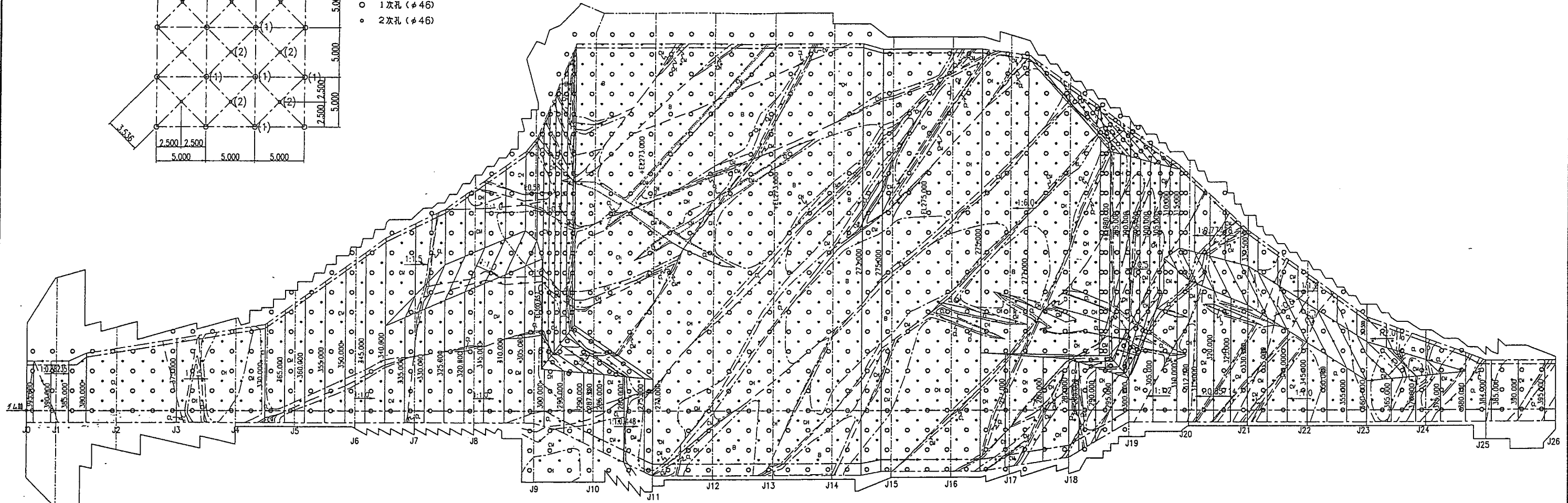
コンソリデーショングラウチング計画平面図

標準孔配置 (一般部) 0 5 10(m)
(1:200)



凡例 (規定孔)

- 1次孔 (φ46)
- 2次孔 (φ46)

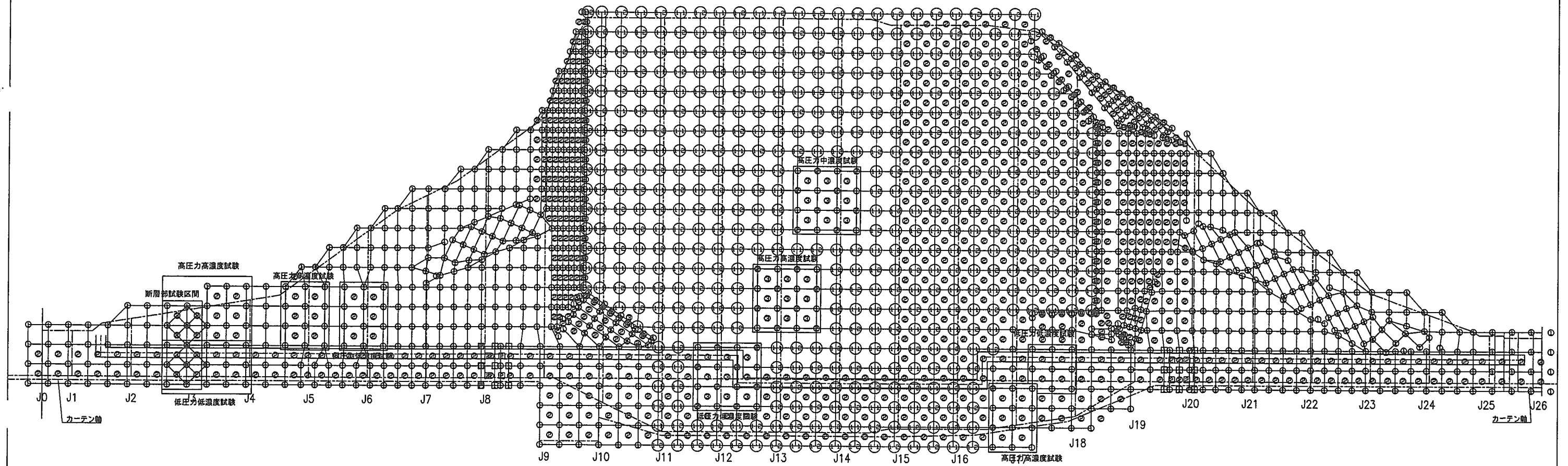


① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖

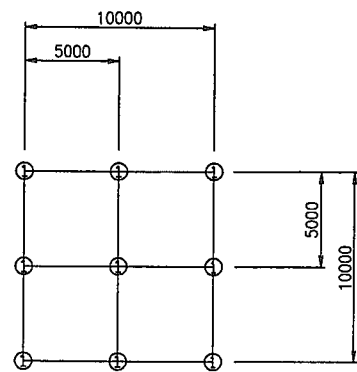
(2) 改訂後

コンソリデーショングラウチング計画図

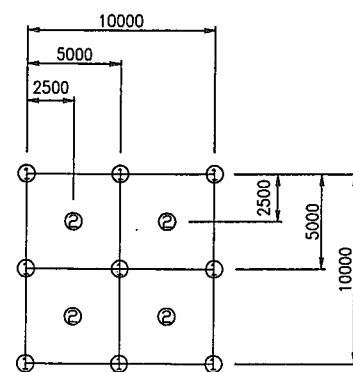
全体平面図
S=1/500



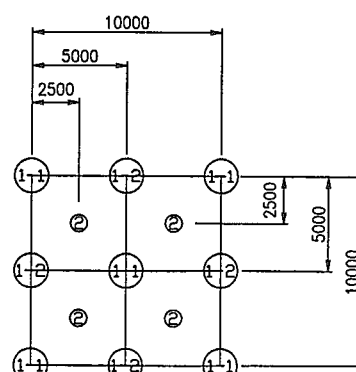
一般斜面部標準配孔図
S=1/200



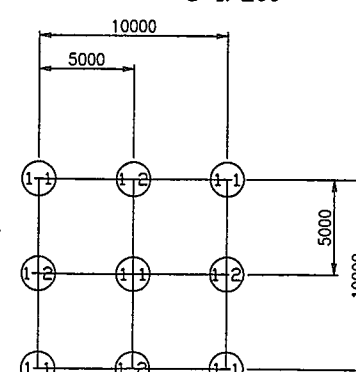
急斜面部標準配孔図
S=1/200



河床部標準配孔図
S=1/200



河床部標準配孔図
(下流コンソリ右岸側)
S=1/200

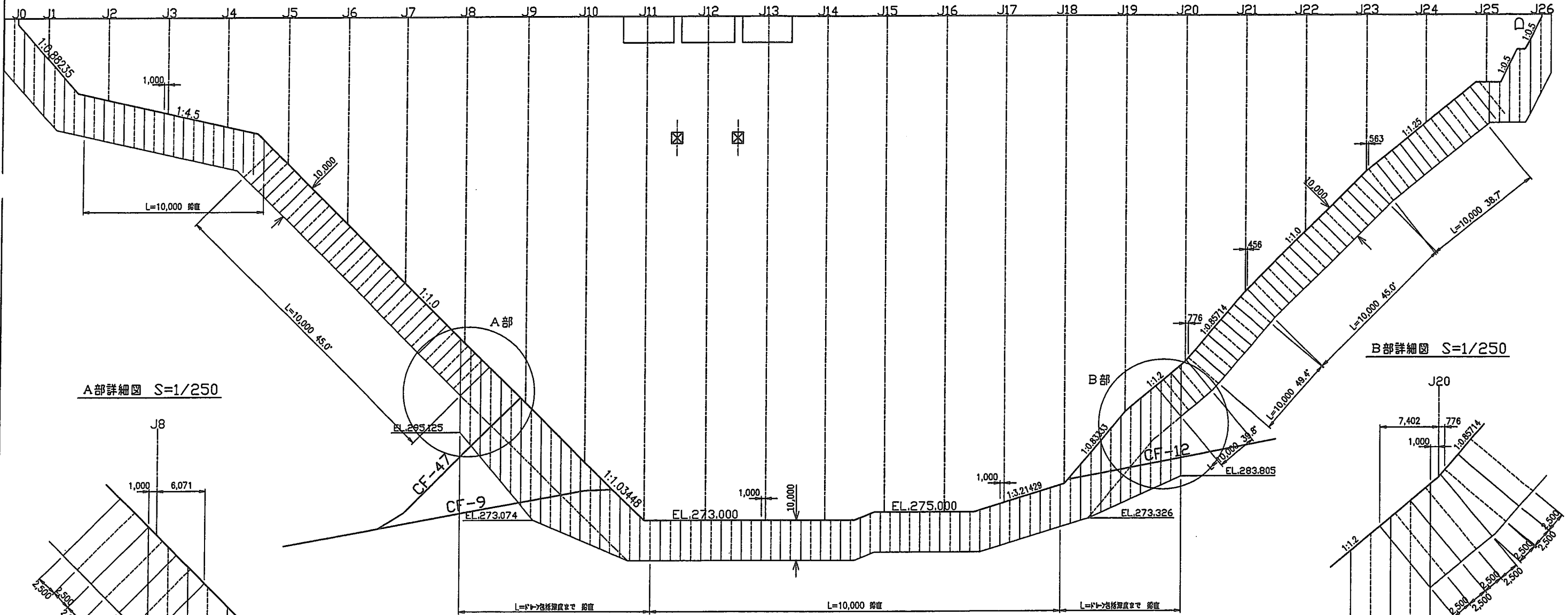


H160901 一般研削2次孔図

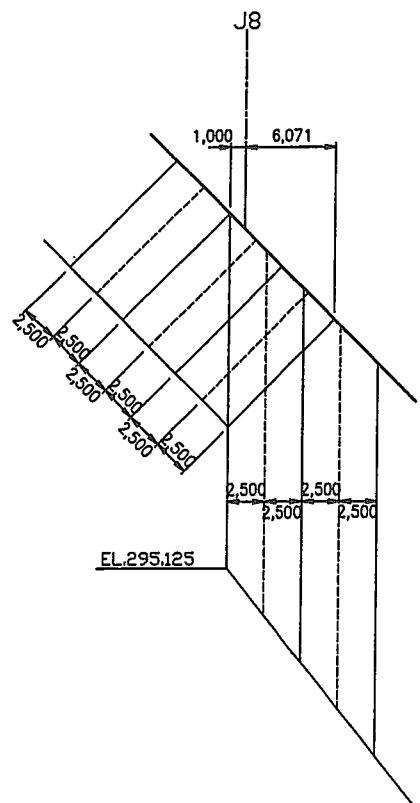
平成14年度			
施工箇所	地内		
工事名			
図名	コンソリデーション計画図(全体平面図)		
縮尺	1:500	全	案の内
所長	副所長	課長	設計者
調査者	平成	年	月 日作成

コンソリデーショングラウチング計画図

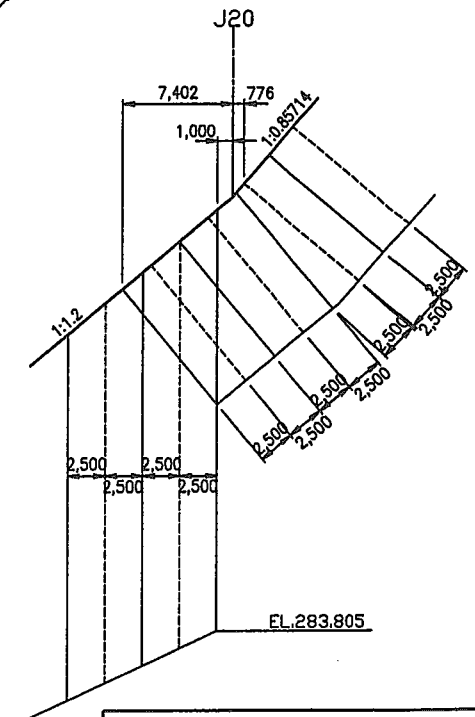
DC断面(上流コンソリ)
S=1/500



A部詳細図 S=1/250



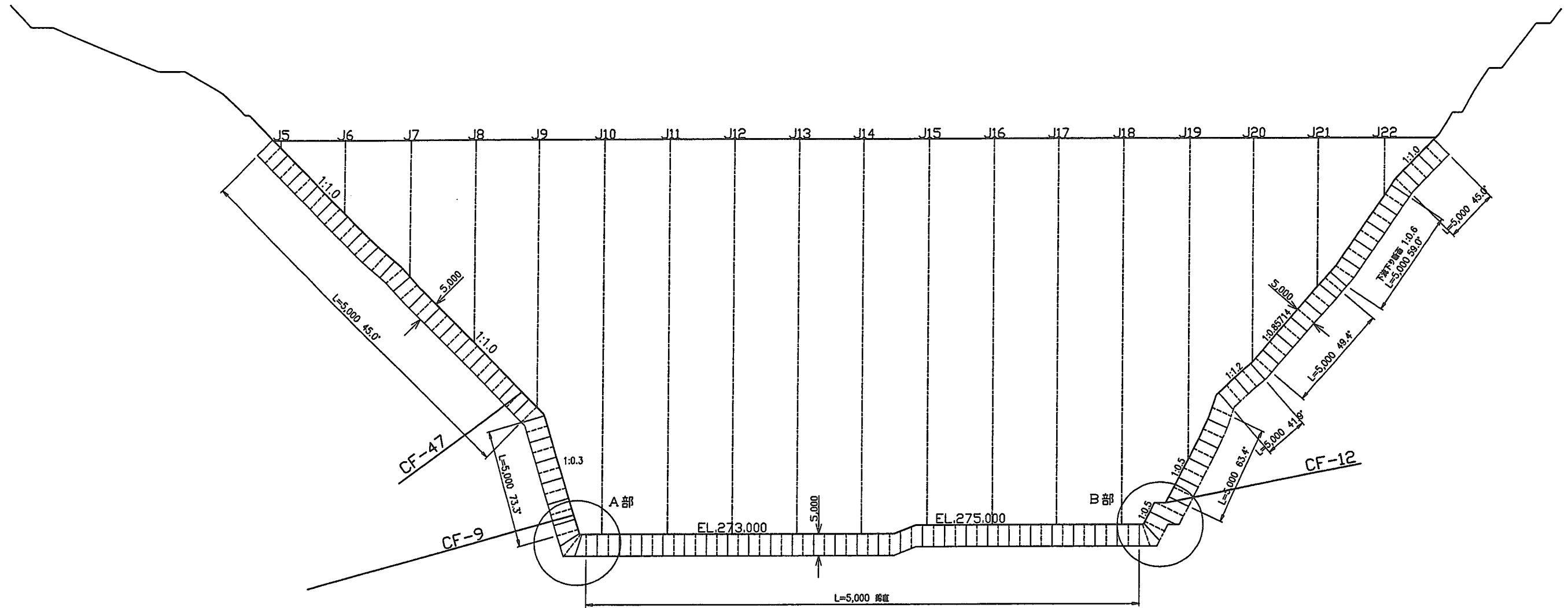
B部詳細図 S=1/250



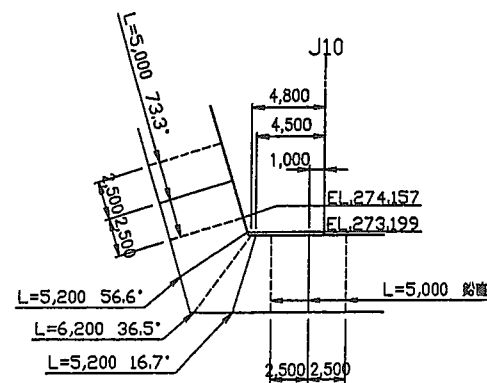
平成 14 年度			
施工箇所	地内		
工事名			
図名	コンソリデーション計画図(DC断面)		
縮尺	1:500	全	図の内
所長	副所長	技士	技士
調査者	平成	年	月 日作成
東北地方整備局長井ダム工事事務所			

コンソリデーショングラウチング計画図

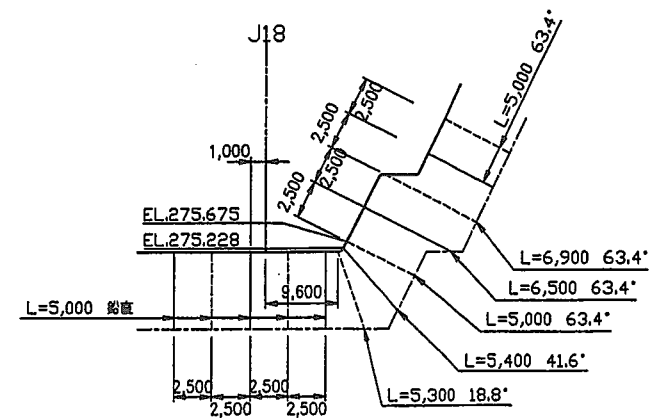
D25断面(下流コンソリ)
S=1/500



A部詳細図 S=1/250

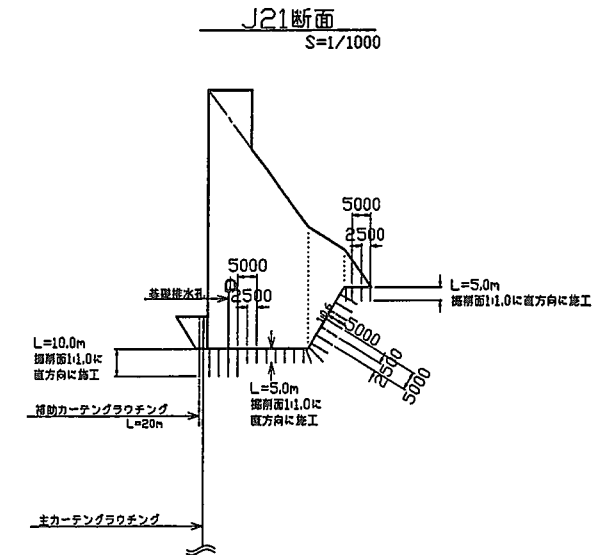
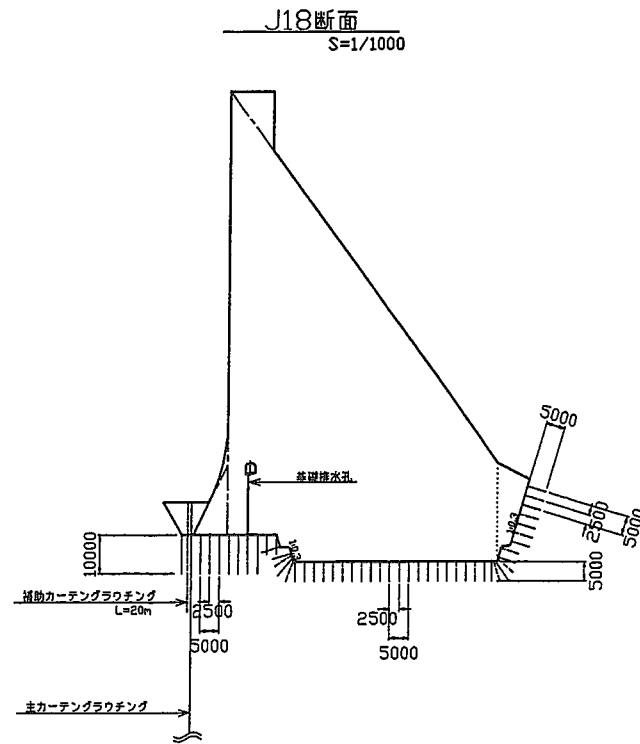
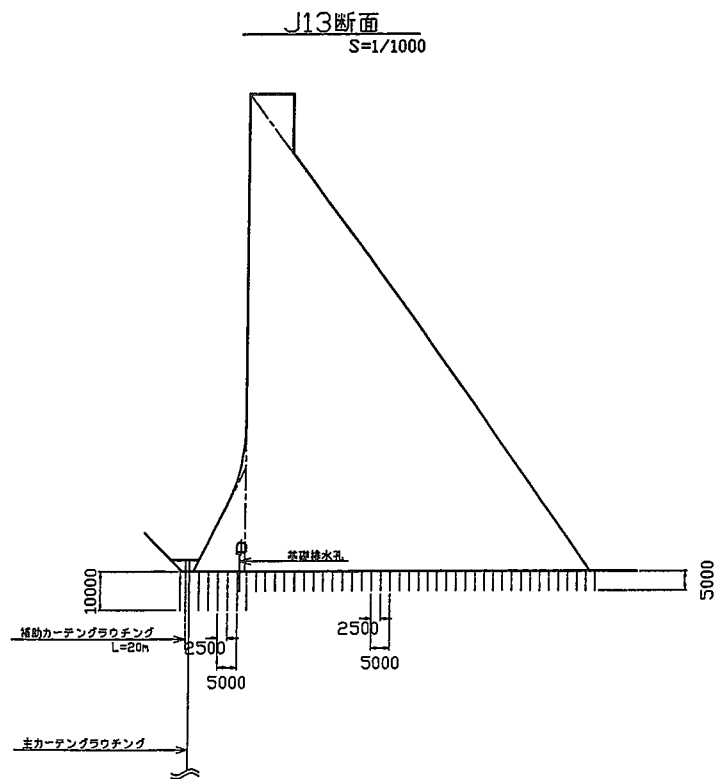
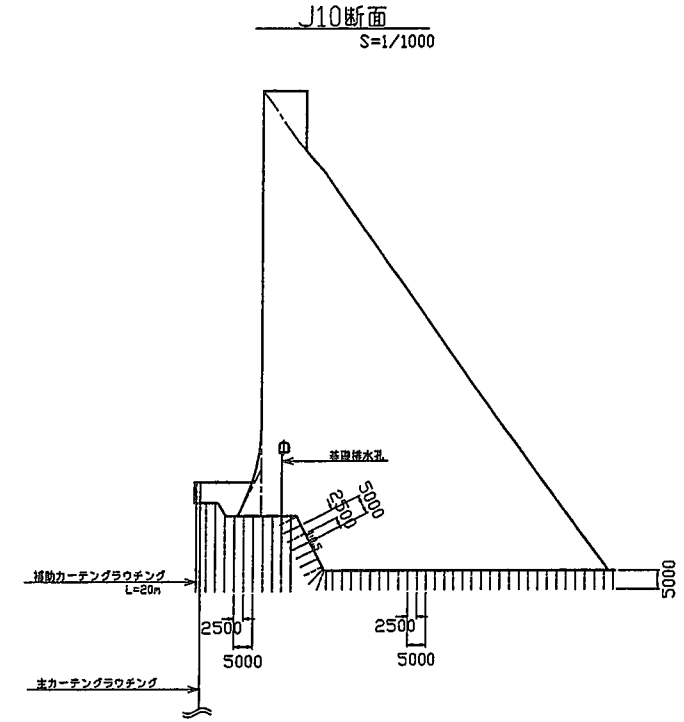
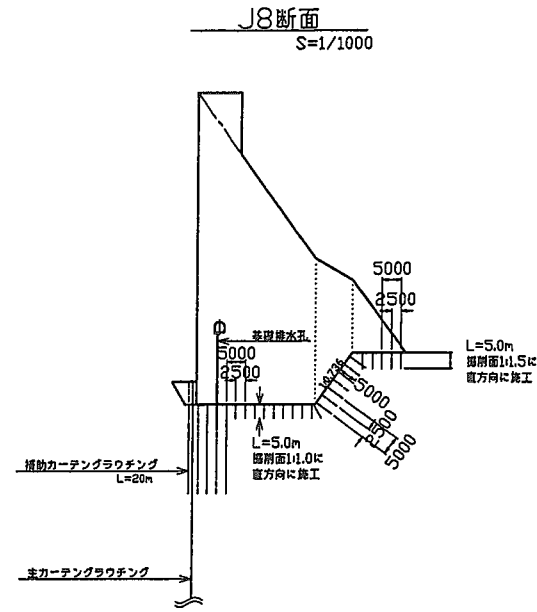
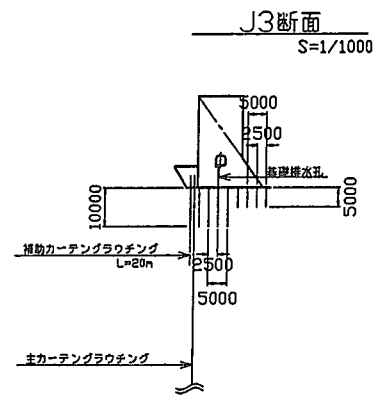


B部詳細図 S=1/250



平成 14 年度			
施工箇所	地内		
工事名			
図名	コンソリデーション計画図(D25断面)		
縮尺	1:500	全	業の内
所長	副所長	技師	技師等
製図者	平成	年	月
日作成			
東北地方整備局長井ダム工事事務所			

コンソリデーショングラウチング 標準断面図(横断面)



平成 14 年度			
施工箇所	地内		
工事名	コンソリデーショングラウチング計画図(標準断面図)		
図名	1:1000	全	案の内
所長	副所長	課長	設計者
図定者	平成	年	月 日作成
東北地方整備局長井ダム工事事務所			

3.2 カーテングラウチング

3.2.1 施工範囲

(1) 改訂前

1) 堤体部

改良目標値 2Lu を上回る範囲を包括した範囲とする。

2) 左岸リム部

地下水とサーチャージ水位との交点までとする。

調査当初に確認された地下水位(最終孔内水位)はかなり低くサーチャージ水位との交点は確認されていないが、林道1号トンネルと管理用トンネル(リムトンネル)の分岐点付近で湧水が確認されており、CF-46 断層より奥では地下水位がサーチャージ水位を上回る。

3) 右岸リム部

地下水とサーチャージ水位との交点までとする。

(2) 改訂後

1) 深度方向

深度に応じて設定した改良目標値を上回る範囲を包括する範囲とする。

2) 左岸リム部

左岸リム坑奥にはCF-47 付近に 20Lu 以上の高透水ゾーンの分布が確認されており、亀裂のネットワークにより貯水池から下流側に抜ける「水みち」となる可能性が指摘されている。CF-47 より奥では地下水位はサーチャージ水位を上回る。したがって、左岸リムカーテンは、CF-47 付近の高透水ゾーンを範囲に含めることとした。

なお、深度はCF-17 以深は低透水であることから、基本的にはCF-17 までとする。

3) 右岸リム部

右岸リム奥行き範囲は、施工時に地下水位がサーチャージ水位以下であることが判明したため、最大ダム高相当までを奥行き範囲とした。

3.2.2 改良目標値

(1) 改訂前

カーテングラウチングによる改良範囲は、一律 2Lu とする。

主カーテンの上流 1.0m に補助カーテン(深度 20m)を配置する。補助カーテンには改良目標値を設定しない。

(2) 改訂後

深部は浸透路長が長く動水勾配が小さいため改良目標値を緩和することが可能と考え、ダム高の 1/2 深度までを 2Lu、H/2 以深については 5Lu とする。

・ 0 ~ H/2 (63m)	:	2Lu
・ H/2 ~	:	5Lu (H: 最大ダム高)

また、リム部奥行き(水平)方向についても、深度方向の考えを同心円状に展開し、上記の改良目標値を適用する。

【 緩和基準 】

右岸リム及び河床部の改良目標値 2Lu 範囲において、4 次孔(孔間隔 0.75m)を施工しても 2Lu 以下にならない改良限界状態が発生した。これに対し、緩和基準を設定した。

緩和基準は、「5Lu 以下または単位注入セメント量 10kg/m 以下のいずれかを満足するまで、かつ 10Lu を超過させない」とした。

3.2.3 施工位置及び施工時期

(1) 改訂前

上流フーチングからの施工とし、施工時期は堤高 15m 以上打設後とした。

(2) 改訂後

当初計画どおり、上流フーチングからの施工とする。

施工時期の堤高については規定しない。なお、岩盤変位計による監視を行うこととした。

また、先行パイロット孔は堤体コンクリート打設前に裸岩（カバーロック 0.5m）で実施し、施工初期段階で水理・地質構造の検証・見直しを行うこととした。

3.2.4 孔の配置

(1) 改訂前

孔間隔 1.5m、規定 3 次孔の単列施工とした。補助カーテングラウチングは主カーテンのグラウトリークが生じ、非効率的な改良となる場合に適宜、配置することとした。

(2) 改訂後

1) 改良目標値 2Lu 範囲

改良目標値 2Lu 範囲 ($0 \sim H/2$) は、孔間隔 1.5m、規定 3 次孔の単列施工とする。

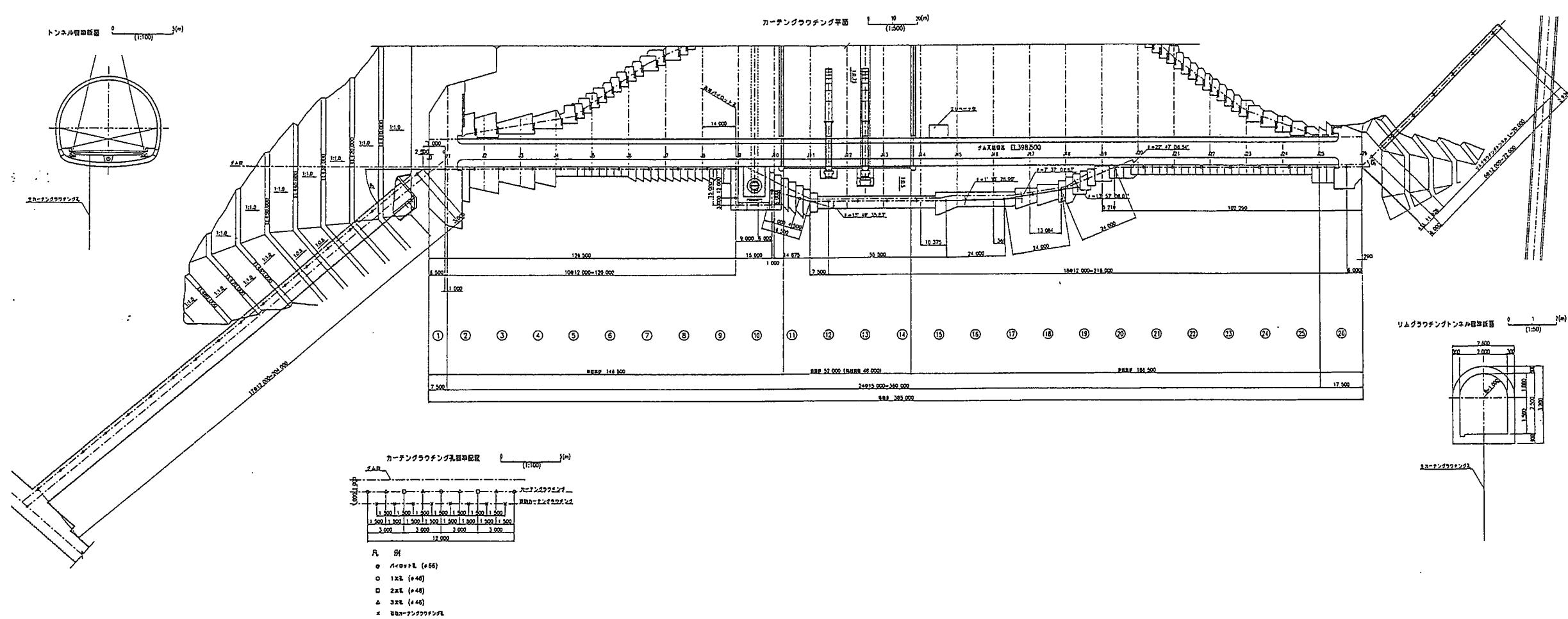
2) 改良目標値 5Lu 範囲

改良目標値 5Lu 範囲 ($H/2 \sim H$) は、孔間隔 3.0m、規定 2 次孔とする。

3.2.5改訂前後の計画・施工比較図

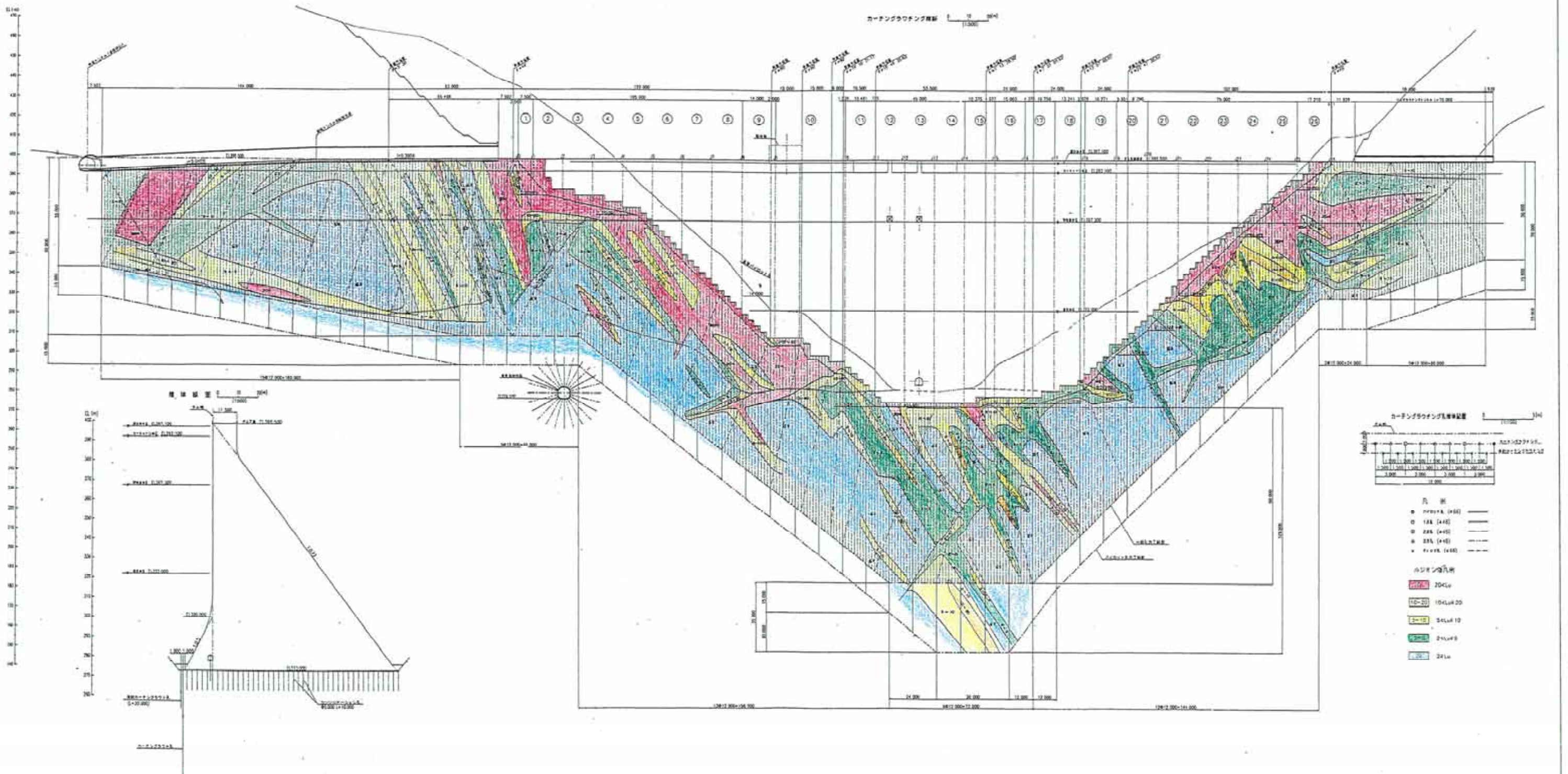
(1) 改訂前

カーテングラウチング計画平面図



- R 別
- R=0.7L (+66)
 - 1XL (+46)
 - 2XL (+48)
 - △ 3XL (+46)
 - x 鋼管グラウチング

主カーテングラウチング計画断面図

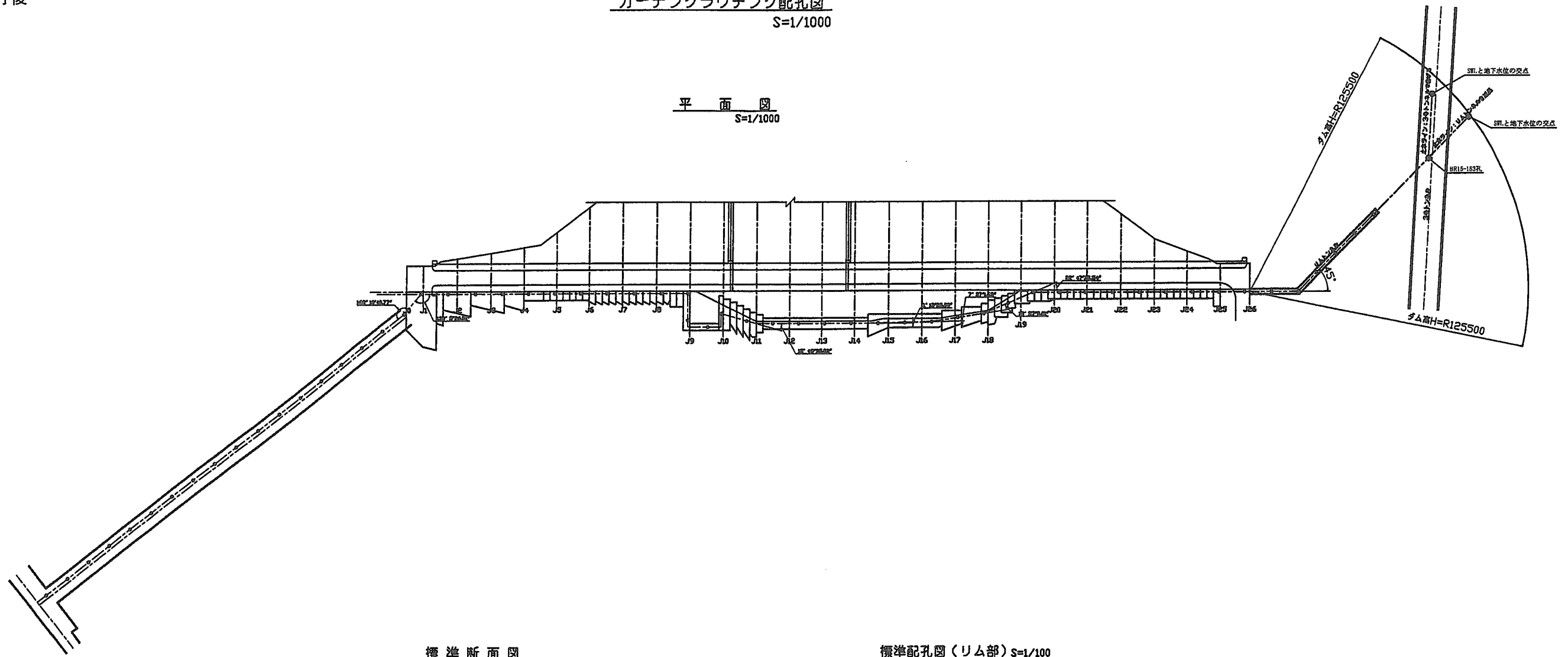


(2) 改訂後

カーテングラウチング配孔図

S=1/1000

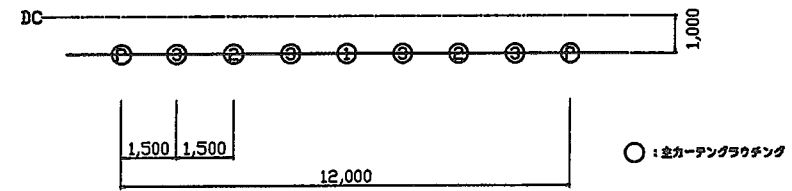
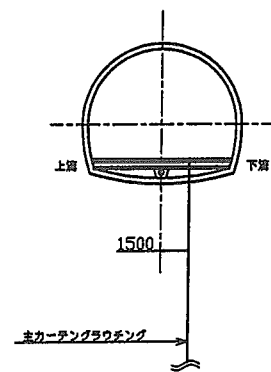
平面図
S=1/1000



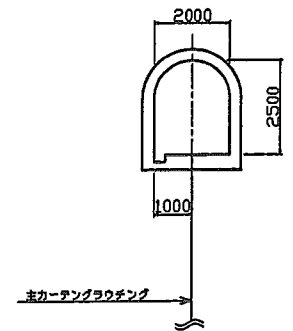
標準断面図
S=1/1000

標準配孔図(リム部) S=1/100
(左岸10~26BL, 右岸61~68BL)

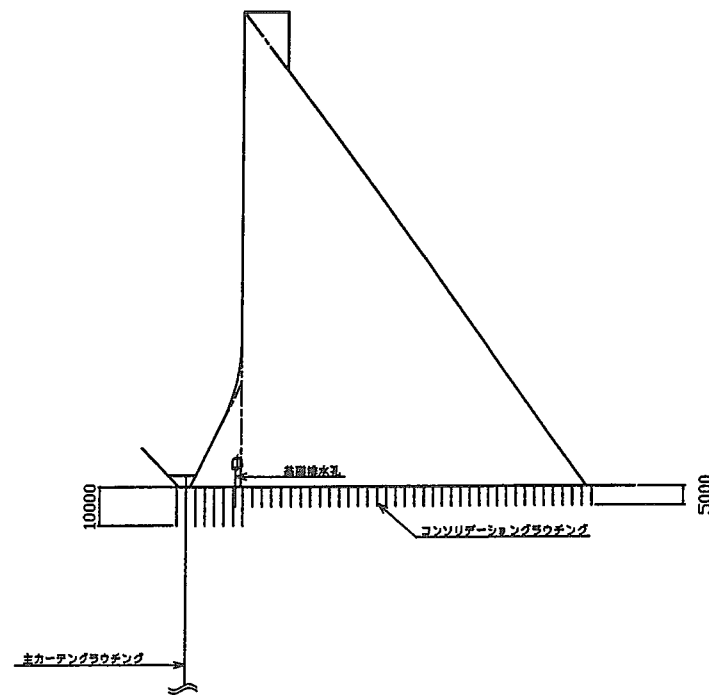
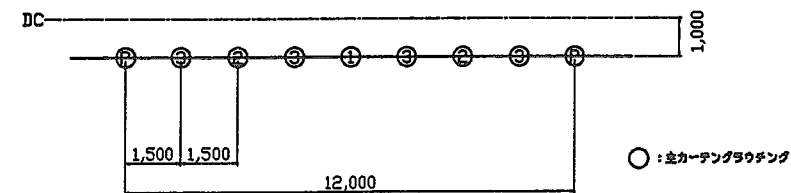
左岸リムトンネル標準断面図
S=1/200



右岸リムトンネル標準断面図
S=1/100



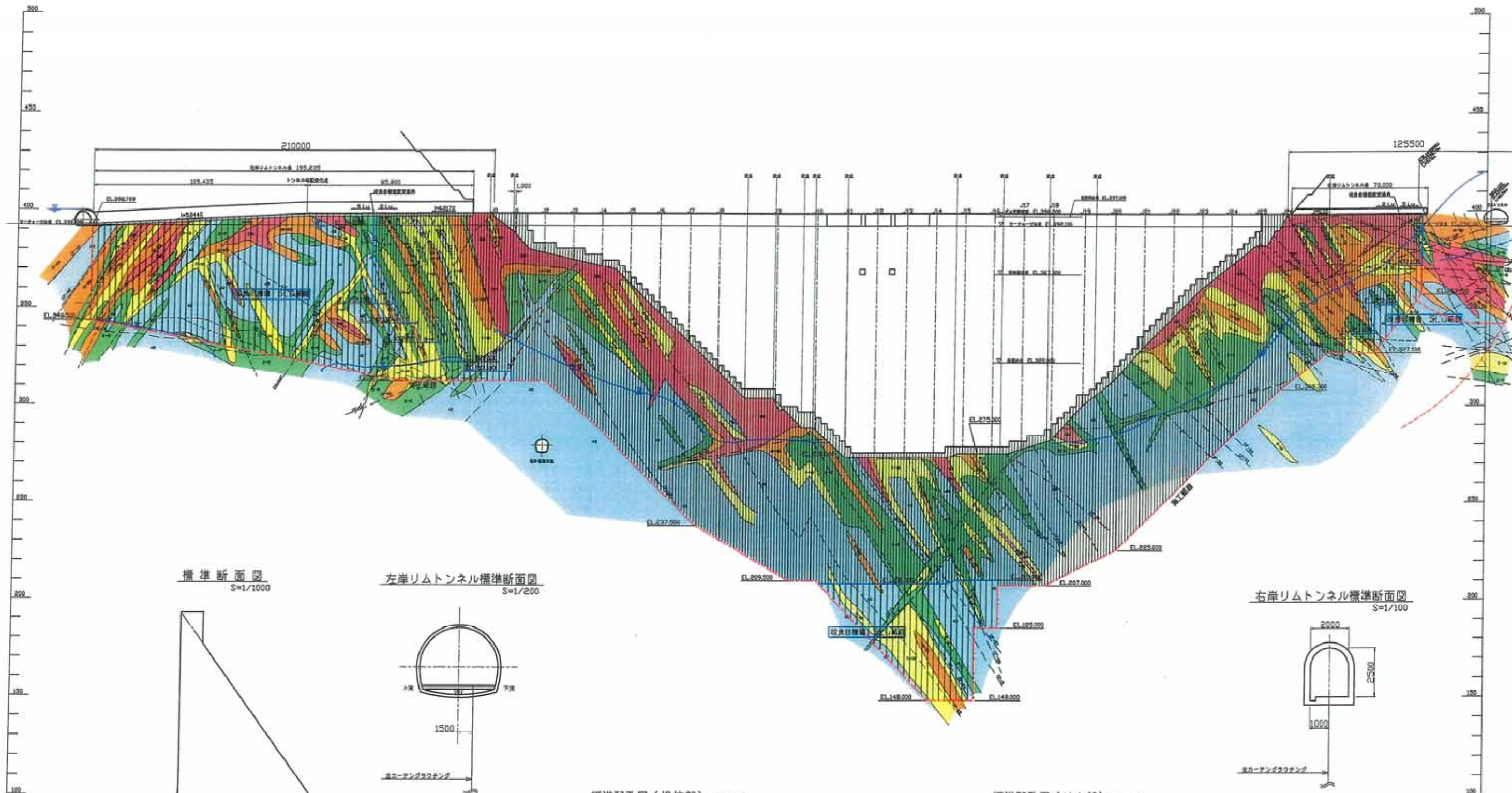
標準配孔図(堤体部) S=1/100
(27~60BL)



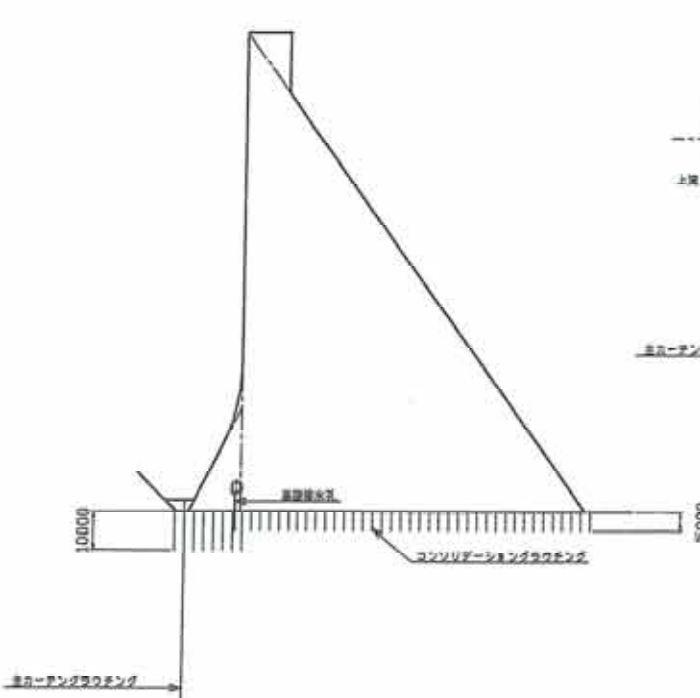
平成 14 年度			
施工箇所	地内		
工事名	カーテングラウチング配孔図(平面図)		
縮尺	1:1000	全	図内
所長	初所長	部長	技師
担当者	平成	年	月 日作成
東北地方整備局長井ダム工事事務所			

カーテングラウチング配孔図 (H15計画図)

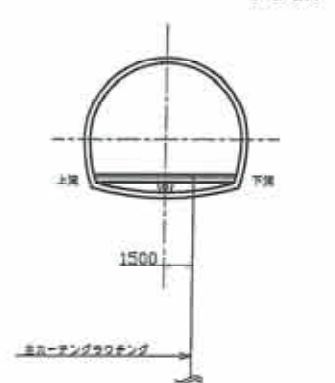
S=1/1000



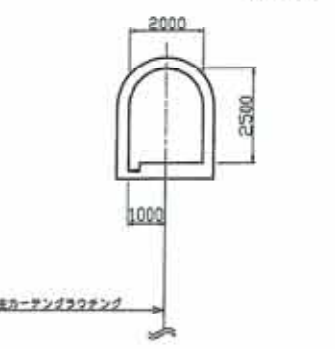
標準断面図 S=1/1000



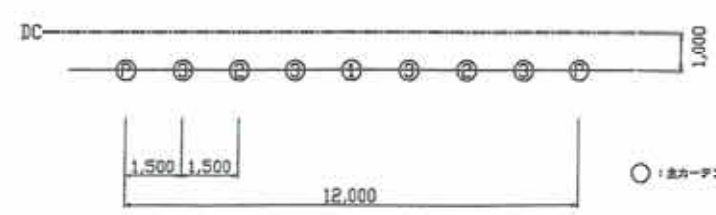
左岸リムトンネル標準断面図 S=1/200



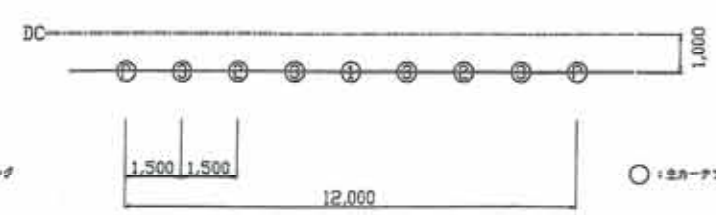
右岸リムトンネル標準断面図 S=1/100



標準配孔図 (堤体部) S=1/100 (27~60BL)



標準配孔図 (リム部) S=1/100 (左岸10~26BL, 右岸61~68BL)

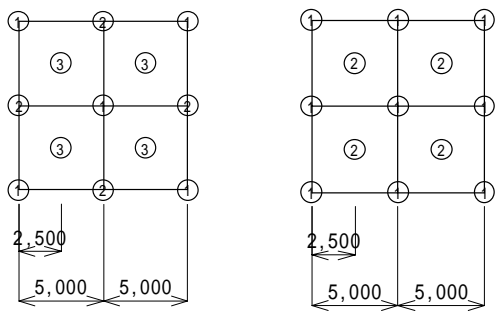


平成 年度		地内	
竣工箇所			
工事名			
図名	カーテングラウチング配孔図		
縮尺	1/1000	全	高の円
所長		部長	技師
調査者	平成 年 月 日作成		

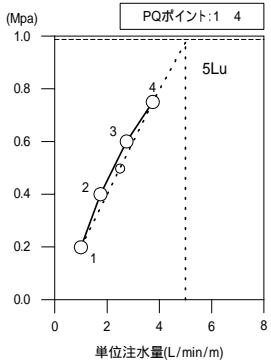
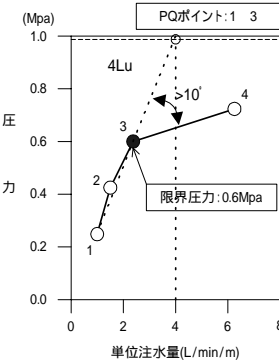
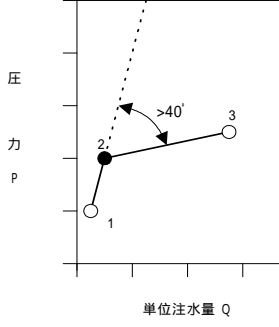
4. 施工仕様

4.1 コンソリデーショングラウチング施工仕様一覧表

4.1.1 遮水性改良の施工仕様

上流コンソリ実施要領																						
施工範囲	上流端からドレーンを包括する1次孔位置まで																					
施工深度	10m ただし、左岸9~11BL、右岸19~20BLはドレーン設置深度までを包括する。なお、河床部においては堤体コンクリートの削孔が追加される。																					
孔配置	5m格子中央一点配置（孔間隔：3.535m）  河床平坦部（設計3次孔） 左右岸斜面部（設計2次孔）																					
穿孔方法	ロータリーボーリング パイロット孔： 66mm コア採取 岩盤変位計： 66mm ノンコア（斜面部、低角度弱層部） 一般孔： 46mm ノンコア（斜面部、低角度弱層部） パーカッションドリル 岩盤変位計： 65mm ノンコア（河床平坦部） 一般孔： 65mm ノンコア（河床平坦部）																					
改良目標値	5ルジオン																					
注入材料	高炉セメントB種																					
水押透水試験 圧力段階	透水試験：パイロット孔,チェック孔 水押試験：一般孔 <table border="1" data-bbox="470 1411 1364 1624"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>透水試験(MPa)</th> <th>水押試験(MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0</td> <td>0.0-0.1-0.3-0.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0-0.1-0.3-0.5-0.7-0.4-0.1-0</td> <td>0.0-0.2-0.4-0.7</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-0.7-0.3-0.1-0</td> <td>0.0-0.3-0.5-0.7-1.0</td> </tr> <tr> <td>(4)</td> <td>0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-1.0-0.7-0.3-0.1-0</td> <td>0.0-0.5-0.7-1.0-1.5</td> </tr> <tr> <td>(5)</td> <td>0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0</td> <td>0.0-0.5-1.0-1.5-2.0</td> </tr> <tr> <td>(6)</td> <td>0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0</td> <td>0.0-0.5-1.0-1.5-2.0</td> </tr> </tbody> </table> 昇圧勾配：0.1Mpa/min、降圧勾配：0.2Mpa/min 測定：圧力、流量が安定した5分間のデータを記録する。	st	透水試験(MPa)	水押試験(MPa)	1	0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0	0.0-0.1-0.3-0.5	2	0-0.1-0.3-0.5-0.7-0.4-0.1-0	0.0-0.2-0.4-0.7	(3)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-0.7-0.3-0.1-0	0.0-0.3-0.5-0.7-1.0	(4)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-1.0-0.7-0.3-0.1-0	0.0-0.5-0.7-1.0-1.5	(5)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0	0.0-0.5-1.0-1.5-2.0	(6)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0	0.0-0.5-1.0-1.5-2.0
st	透水試験(MPa)	水押試験(MPa)																				
1	0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0	0.0-0.1-0.3-0.5																				
2	0-0.1-0.3-0.5-0.7-0.4-0.1-0	0.0-0.2-0.4-0.7																				
(3)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-0.7-0.3-0.1-0	0.0-0.3-0.5-0.7-1.0																				
(4)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-1.0-0.7-0.3-0.1-0	0.0-0.5-0.7-1.0-1.5																				
(5)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0	0.0-0.5-1.0-1.5-2.0																				
(6)	0-0.1-0.3-0.5-0.7-1.0-1.5-2.0-1.5-1.0-0.5-0.1-0	0.0-0.5-1.0-1.5-2.0																				
水押透水速度	グラウトポンプ最大吐出可能量																					

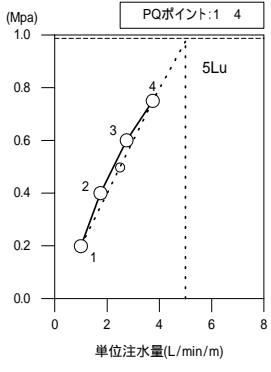
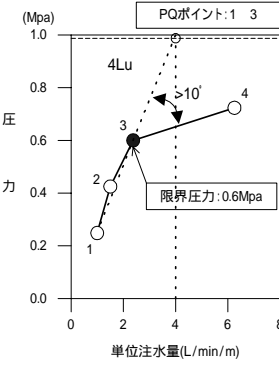
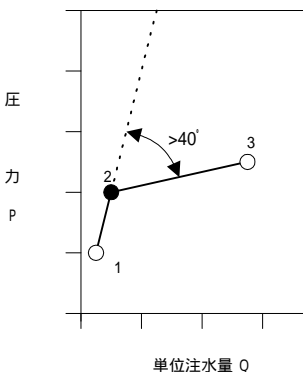
上流コンソリ実施要領																																					
注入圧力	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>(3)</th> <th>(4)</th> <th>(5)</th> <th>(6)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入圧力(Mpa)</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> <td>(1.0)</td> <td>(1.5)</td> <td>(2.0)</td> <td>(2.0)</td> </tr> </tbody> </table> <p>水押、透水試験時に限界圧力(PQプロット折れ角 10° 以上 40° 未満)が確認された場合でも、注入圧力は原則変更しない。但し、破壊的な限界圧力(PQプロット折れ角 40° 以上)が発生した場合は、注入圧力を限界圧力 + 0.1Mpa に変更する。</p> <p>() : 低角度弱層考慮ブロック対応</p>	ステージ	1	2	(3)	(4)	(5)	(6)	注入圧力(Mpa)	0.5	0.7	(1.0)	(1.5)	(2.0)	(2.0)																						
ステージ	1	2	(3)	(4)	(5)	(6)																															
注入圧力(Mpa)	0.5	0.7	(1.0)	(1.5)	(2.0)	(2.0)																															
注入速度	4 L/min/m																																				
配合切替基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配合</th> <th>Lu 10</th> <th>10 < Lu 20</th> <th>20 < Lu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: 10</td> <td>600 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 6</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 4</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 2</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1.5</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 0.75</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>1,200 L</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> </tr> </tbody> </table> <p>注入量が規定量を超えた場合でも、注入圧力が規定圧力に達し注入速度が減少傾向にあり注入の完了が見込める場合は継続して注入を実施する。</p> <p>配合切替は規定量で切替ることを原則とするが、注入圧力の上昇、注入速度の低減が明瞭な場合は、亀裂内のグラウトの閉塞現象を防止するため配合は切替ず、同一配合で注入を継続する。</p>	配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu	1: 10	600 L			1: 6	600 L	600 L		1: 4	600 L	600 L	600 L	1: 2	600 L	600 L	600 L	1: 1.5	400 L	600 L	600 L	1: 1	400 L	600 L	600 L	1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L	計	3,600 L	3,600 L	3,600 L
配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu																																		
1: 10	600 L																																				
1: 6	600 L	600 L																																			
1: 4	600 L	600 L	600 L																																		
1: 2	600 L	600 L	600 L																																		
1: 1.5	400 L	600 L	600 L																																		
1: 1	400 L	600 L	600 L																																		
1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L																																		
計	3,600 L	3,600 L	3,600 L																																		
注入完了基準	注入圧力が規定圧力に達し、注入速度が 0.2L/min/m 以下の状態を 30 分間継続した場合、注入完了とする。																																				
注入中断基準	<p>規定量中断</p> <p>注入時、規定量グラウトを注入しても、注入圧力の上昇、注入速度の低減が認められず、注入完了が見込めない場合、注入を中断する。</p> <p>リーク中断</p> <p>注入時、リークが発生し完了が見込めない場合は注入を中断する。また、リーク発生箇所、リーク状況等は地質図等に記載し、監督員に提出報告する。</p> <p>変位中断</p> <p>注入時、岩盤変位量が規定値に達した場合は、注入を中断する。</p> <p>機械トラブル等による中断</p> <p>注入時、注入機械の故障等により 30 分以上注入を中断した場合は、一時、注入を中断し、再度、注入を実施する。</p>																																				
硬化待ち時間	硬化待ち時間は原則として 6 時間以上とする。但し、単位注入セメント量が 1kg/m 未満の場合は硬化待ち時間を省略する。なお、グラウト硬化時間の遅延が想定される場合は、硬化待ち時間を変更する場合がある。																																				
岩盤変位規制	<p>裸岩 (加^レ -Dツク 50cm) : 規制値 1.0 mm, 警戒値 0.5 mm</p> <p>カバーコンクリート : 規制値 0.2 mm, 警戒値 0.1 mm</p> <p>なお、深度については、注入孔深度 + 3m を基本とする。</p>																																				
同時注入規制	ボーリング、注入時、隣接孔へのグラウトの連絡、変位の干渉を防止するため、孔間隔が 6 m 未満、または深度方向に中 2 ステージ未満の場合は、同時にボーリング、グラウチングは実施しない。																																				

上流コンソリ実施要領	
追加基準値	10 ルジオン
追加施工基準	<p>追加基準値 10Lu を満足しない最終孔が発生した場合は、左右岸方向の隣接する同次数孔 2 孔との中央に追加孔を施工する。 【最大値の基準】</p> <p>改良目標値 5Lu を満足しない最終孔が連続して発生した場合は、両孔の中央に追加孔を施工する。 【不連続の基準】</p> <p>上記の規定に該当せずに改良目標値 5Lu を満足しない最終孔がブロック内で 15% を超えて発生した場合は、追加孔を施工する。 【全体の基準】</p>
延伸基準	原則として延伸しない。但し、低角度弱層部は協議する。
省略孔基準	適用しない
ルジオン値の算定	<p>ルジオン値は原則として初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線から算出する。有効圧 0.98Mpa (=10kgf/cm²) 以上の PQ プロットが得られた場合も同様に、初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線と 0.98Mpa (=10kgf/cm²) との交点を読み、ルジオン値とする。</p> <p>また、初期勾配に対し、圧力流量勾配が 10° 以上開いた場合を限界圧力と定義し、限界圧力発生時のルジオン値は初期圧力と限界圧力を結んだ直線から算出する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>1. 通常時のルジオン値算出法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2. 限界圧力発生時のルジオン値算出法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>破壊圧の判断ルール</p> <p>注入圧力 = 破壊圧 + 0.1Mpa</p> <p>注入圧力の項目参照</p> </div> </div>

4.1.2力学特性改良のコンソリデーション施工仕様

下流コンソリ実施要領							
施工範囲	基礎排水孔下流から堤趾まで						
施工深度	5mを基本 なお、河床部においては堤体コンクリートの削孔が追加される。						
孔配置	河床部左岸ゾーン : 5m格子 (孔間隔: 5m) 河床部右岸ゾーン, 斜面部 : 5m格子中央一点 (孔間隔: 3.535m) 河床部左岸ゾーン (設計2次孔) 河床部右岸ゾーン (設計3次孔) 急斜面部 (設計2次孔) 一般斜面部 (設計1次孔)						
穿孔方法	ロータリーボーリング パイロット孔 : 66mm コア採取 パーカッションドリル 岩盤変位計 : 65mm ノンコア 一般孔 : 65mm ノンコア (斜面部、河床平坦部)						
改良目標値	10Lu 程度、単位注入セメント量 50kg/m 程度のいずれか						
注入材料	高炉セメントB種						
水押透水試験 圧力段階	透水試験 : パイロット孔, チェック孔 水押試験 : 一般孔 <table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>透水試験(MPa)</th> <th>水押試験(MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0</td> <td>0.0-0.1-0.3-0.5</td> </tr> </tbody> </table> 昇圧勾配 : 0.1Mpa/min、降圧勾配 : 0.2Mpa/min 測定 : 圧力、流量が安定した5分間のデータを記録する。	st	透水試験(MPa)	水押試験(MPa)	1	0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0	0.0-0.1-0.3-0.5
st	透水試験(MPa)	水押試験(MPa)					
1	0-0.1-0.3-0.4-0.5-0.3-0.1-0	0.0-0.1-0.3-0.5					
水押透水速度	グラウトポンプ最大吐出可能量						
注入圧力	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入圧力(Mpa)</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> 水押、透水試験時に限界圧力(PQプロット折れ角 10°以上 40°未満)が確認された場合でも、注入圧力は原則変更しない。但し、破壊的な限界圧力(PQプロット折れ角 40°以上)が発生した場合は、注入圧力を限界圧力+0.1Mpaに変更する。	ステージ	1	注入圧力(Mpa)	0.5		
ステージ	1						
注入圧力(Mpa)	0.5						
注入速度	4L/min/m						

下流コンソリ実施要領																																					
配合切替基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配合</th> <th>Lu 10</th> <th>10 < Lu 20</th> <th>20 < Lu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: 10</td> <td>600 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 6</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 4</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 2</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1.5</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 0.75</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>1,200 L</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> </tr> </tbody> </table> <p>注入量が規定量を超えた場合でも、注入圧力が規定圧力に達し注入速度が減少傾向にあり注入の完了が見込める場合は継続して注入を実施する。</p> <p>配合切替は規定量で切替ることを原則とするが、注入圧力の上昇、注入速度の低減が明瞭な場合は、亀裂内のグラウトの閉塞現象を防止するため配合は切替ず、同一配合で注入を継続する。</p>	配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu	1: 10	600 L			1: 6	600 L	600 L		1: 4	600 L	600 L	600 L	1: 2	600 L	600 L	600 L	1: 1.5	400 L	600 L	600 L	1: 1	400 L	600 L	600 L	1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L	計	3,600 L	3,600 L	3,600 L
配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu																																		
1: 10	600 L																																				
1: 6	600 L	600 L																																			
1: 4	600 L	600 L	600 L																																		
1: 2	600 L	600 L	600 L																																		
1: 1.5	400 L	600 L	600 L																																		
1: 1	400 L	600 L	600 L																																		
1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L																																		
計	3,600 L	3,600 L	3,600 L																																		
注入完了基準	注入圧力が規定圧力に達し、注入速度が 0.2L/min/m 以下の状態を 30 分間継続した場合、注入完了とする。																																				
注入中断基準	<p>規定量中断</p> <p>注入時、規定量グラウトを注入しても、注入圧力の上昇、注入速度の低減が認められず、注入完了が見込めない場合、注入を中断する。</p> <p>リーク中断</p> <p>注入時、リークが発生し完了が見込めない場合は注入を中断する。また、リーク発生箇所、リーク状況等は地質図等に記載し、監督員に提出報告する。</p> <p>変位中断</p> <p>注入時、岩盤変位量が規定値に達した場合は、注入を中断する。</p> <p>機械トラブル等による中断</p> <p>注入時、注入機械の故障等により 30 分以上注入を中断した場合は、一時、注入を中断し、再度、注入を実施する。</p>																																				
硬化待ち時間	硬化待ち時間は原則として 6 時間以上とする。但し、単位注入セメント量が 1kg/m 未満の場合は硬化待ち時間を省略する。なお、グラウト硬化時間の遅延が想定される場合は、硬化待ち時間を変更する場合がある。																																				
岩盤変位規制	<p>裸岩（加[°]-口^ク 50cm）：規制値 1.0 mm, 警戒値 0.5 mm</p> <p>カバーコンクリート：規制値 0.2 mm, 警戒値 0.1 mm</p> <p>なお、深度については、注入孔深度 + 3m を基本とする。</p>																																				
同時注入規制	ボーリング、注入時、隣接孔へのグラウトの連絡、変位の干渉を防止するため、孔間隔が 6 m 未満、または深度方向に中 2 ステージ未満の場合は、同時にボーリング、グラウチングは実施しない。																																				
追加基準値	単位注入セメント量にかかわらず 20Lu 以上																																				

下流コンソリ実施要領	
追加施工基準	<p>追加基準値を満足しない最終次数孔^(*)が発生した場合は、隣接する同次数孔との中央に追加孔を施工する。 【最大値の基準】</p> <p>改良目標値を満足しない最終次数孔が連続して発生した場合は、両孔の中央に追加孔を施工する。 【不連続の基準】</p> <p>上記の規定に該当せずに改良目標値を満足しない孔がブロック内で 15%を超えて発生した場合は、追加孔を施工する。 【全体の基準】</p> <p>(*)最終次数孔とは、設計最終孔を中心とするメッシュで最後に施工した孔。追加施工は最終次数孔を対象に実施する。</p>
延伸基準	原則として延伸しない。
省略孔基準	適用しない
ルジオン値の算定	<p>ルジオン値は原則として初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線から算出する。有効圧 0.98Mpa (=10kgf/cm²) 以上の PQ プロットが得られた場合も同様に、初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線と 0.98Mpa (=10kgf/cm²) との交点を読み、ルジオン値とする。</p> <p>また、初期勾配に対し、圧力流量勾配が 10° 以上開いた場合を限界圧力と定義し、限界圧力発生時のルジオン値は初期圧力と限界圧力を結んだ直線から算出する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1. 通常時のルジオン値算出法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2. 限界圧力発生時のルジオン値算出法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>破壊圧の判断ルール</p> <p>注入圧力 = 破壊圧 + 0.1Mpa</p> <p>注入圧力の項目参照</p> </div> </div>

カーテングラウチング実施要領																																					
配合切替基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配合</th> <th>Lu 10</th> <th>10 < Lu 20</th> <th>20 < Lu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: 10</td> <td>600 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 6</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1: 4</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 2</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1.5</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 1</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>600 L</td> </tr> <tr> <td>1: 0.75</td> <td>400 L</td> <td>600 L</td> <td>1,200 L</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> <td>3,600 L</td> </tr> </tbody> </table> <p>注入量が規定量を超えた場合でも、注入圧力が規定圧力に達し注入速度が減少傾向にあり注入の完了が見込める場合は継続して注入を実施する。</p> <p>配合切替は規定量で切替ることを原則とするが、注入圧力の上昇、注入速度の低減が明瞭な場合は、亀裂内のグラウトの閉塞現象を防止するため配合は切替ず、同一配合で注入を継続する。</p>	配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu	1: 10	600 L			1: 6	600 L	600 L		1: 4	600 L	600 L	600 L	1: 2	600 L	600 L	600 L	1: 1.5	400 L	600 L	600 L	1: 1	400 L	600 L	600 L	1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L	計	3,600 L	3,600 L	3,600 L
配合	Lu 10	10 < Lu 20	20 < Lu																																		
1: 10	600 L																																				
1: 6	600 L	600 L																																			
1: 4	600 L	600 L	600 L																																		
1: 2	600 L	600 L	600 L																																		
1: 1.5	400 L	600 L	600 L																																		
1: 1	400 L	600 L	600 L																																		
1: 0.75	400 L	600 L	1,200 L																																		
計	3,600 L	3,600 L	3,600 L																																		
注入完了基準	注入圧力が規定圧力に達し、注入速度が 0.2L/min/m 以下の状態を 30 分間継続した場合、注入完了とする。																																				
注入中断基準	<p>規定量中断</p> <p>注入時、規定量グラウトを注入しても、注入圧力の上昇、注入速度の低減が認められず、注入完了が見込めない場合、注入を中断する。</p> <p>リーク中断</p> <p>注入時、リークが発生し完了が見込めない場合は注入を中断する。また、リーク発生箇所、リーク状況等は地質図等に記載し、監督員に提出報告する。</p> <p>変位中断</p> <p>注入時、岩盤変位量が規定値に達した場合は、注入を中断する。</p> <p>機械トラブル等による中断</p> <p>注入時、注入機械の故障等により 30 分以上注入を中断した場合は、一時、注入を中断し、再度、注入を実施する。</p>																																				
硬化待ち時間	硬化待ち時間は原則として 6 時間以上とする。但し、単位注入セメント量が 1kg/m 未満の場合は硬化待ち時間を省略する。なお、グラウト硬化時間の遅延が想定される場合は、硬化待ち時間を変更する場合がある。																																				
岩盤変位規制	規制値：0.20 mm、警戒値：0.10 mm（各カーテンブロックに 1 基設置） なお、深度については、注入孔深度 + 3m を基本とする。																																				
同時注入規制	ボーリング、注入時、隣接孔へのグラウトの連絡、変位の干渉を防止するため、孔間隔が 6 m 未満、または深度方向に中 2 ステージ未満の場合は、同時にボーリング、グラウチングは実施しない。																																				
追加基準値	改良目標値 2Lu 範囲 : 5Lu 改良目標値 5Lu 範囲 : 10Lu (H: 最大ダム高)																																				
追加施工基準	<p>追加基準値を上回る最終孔が発生した場合は、隣接する同次数孔のうちルジオン値が大きい方との中央に追加孔を施工する。 【最大の基準】</p> <p>改良目標値を上回る最終孔が連続（上下、左右、斜め方向）して発生した場合は、両孔の中央に追加孔を施工する。 【不連続の基準】</p> <p>上記の規定に該当せずに改良目標値を上回る孔がブロック内で 15% を超えて発生した場合は、追加孔を施工する。 【全体の基準】</p>																																				

カーテングラウチング実施要領	
追加孔基準 (右岸リム： 4次孔以降に適用)	<p>改良目標値：5Lu または(or) 単位注入セメント量 10kg/m 追加基準値：10Lu</p> <p>10Lu以上の最終次数孔が発生した場合は、隣接する同次数孔のうちルジオン値が大きい側に追加孔を施工する。 【最大値の基準】</p> <p>改良目標値(5Lu or 10kg/m)を上回る最終次数孔が連続(上下、左右、斜め方向)して発生した場合、両孔の中央に追加孔を施工する。 【不連続の基準】</p> <p>上記の規定に該当せず改良目標値を上回る孔がブロック内で15%を超過して発生した場合は、追加孔を施工する。 【全体の基準】</p>
延伸基準	<ul style="list-style-type: none"> ・一般部：パイロット孔の最終ステージが改良目標値を上回る場合、パイロット孔を延伸し改良目標値以下を1ステージ確認する。パイロット孔の延伸はダム高(125m)を最大とし、ダム高を上回る延伸は実施しない。 ・左岸リム部：左岸リムの改良深度はCF-17までを改良するため、パイロット孔でCF-17が分布するステージまで延伸することを原則とし、協議により定める。
ルジオン値の算定	<p>ルジオン値は原則として初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線から算出する。有効圧0.98Mpa (=10kgf/cm²)以上のPQプロットが得られた場合も同様に、初期圧力と最大透水圧力を結んだ直線と0.98Mpa (=10kgf/cm²)との交点を読み、ルジオン値とする。</p> <p>また、初期勾配に対し、圧力流量勾配が10°以上開いた場合を限界圧力と定義し、限界圧力発生時のルジオン値は初期圧力と限界圧力を結んだ直線から算出する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>通常パターン</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>限界圧力あり</p> </div> </div>

5. 止水設計の考え方の経緯

<p>平成 14 年 3 月 11 日</p>	<p>1) コンソリデーショングラウチングについて 3BL、4BL で実施しているコンソリデーションは追加孔を実施後評価し、再度打ち合わせを行う。 全体試験施工計画を立案し、再度打合せを行う。</p> <p>3) コンソリデーショングラウチングの施工時期について コンソリデーショングラウチングの施工をノンカバーで実施するかカバーコンクリードで実施するかは、グラウチング試験の結果を基本に、全体の工程を考慮したうえで決定する。</p>
<p>平成 14 年 6 月 6 日</p>	<p>1) コンソリデーショングラウチング試験施工について 3,4 ブロックの試験施工結果を踏まえ、1~4 ブロックの注入仕様は高圧高濃度仕様とする。 今後、斜面部及び河床部で実施する試験施工の注入仕様は、高圧中濃度の設定を検討する。 斜面部において改良後のチェック孔施工時、カバーロックでの透水試験を実施したのち、孔口周辺を仕上げ掘削を行い同孔で再度透水試験を行う。この時の試験結果の差異で仕上げ掘削によるコンソリデーショングラウチングに及ぼす影響の有無を判断する。 河床部弱層周辺の孔間隔及び注入仕様については試験施工結果を踏まえ検討する。</p> <p>3) 低角度弱層(CF-9、CF-12)に対する基礎処理計画について 低角度弱層(CF-9、CF-12)に対する基礎処理計画は安定計算断面を利用するなどして、その設計思想と施工範囲の整合性について再整理する。</p> <p>4) 岩級毎の透水性について 既往ボーリング資料をもとに各岩級本来の透水性を整理し、コンソリデーショングラウチングの施工省略の検討に資する。</p>
<p>平成 14 年 9 月 12 日</p>	<p>上流コンソリデーショングラウチング</p> <p>(1) 改良目標値 改良目標値は 5Lu を基本とする。</p> <p>(2) 施工深度 施工深度は 10m を基本とする。ただし、9,10 および 19,20 ブロックでは安定計算、堤体の安全性に影響を与える因子となっている CF-9、CF-12、CF-47 の弱層は浸透破壊抵抗性の改良を目的としてコンソリデーショングラウチングの範囲に含める。</p> <p>(3) 追加孔基準 追加孔位置は、上下流方向の水みちを遮断することを目的としてその位置を決定する。また、追加基準も同様な目的を考慮して決定する。</p>

<p>平成 14 年 9 月 12 日</p>	<p>下流コンソリデーショングラウチング</p> <p>(1)改良目標値 改良目標値は、力学特性の改良の観点から 10Lu 程度、 単位セメント量 10kg/m 程度のいずれかに達成するまでとする。(and ではなく or とする。)</p> <p>なお、具体的な値は注入実績より改良限界値を踏まえて決定する。これは改良限界に達した場合、それ以上にグラウチングを行っても、力学特性の向上は期待できないためである。</p> <p>(2)施工深度 施工深度は 5m を基本とする。</p> <p>(3)孔配置と追加孔基準 孔配置は現段階では 5 m x 5 m 中央 1 点(3.5m 格子)とする。 ただし、試験施工の結果から河床部は改良目標値を下回る部分が連続することも予想されるため、1 次孔を先行孔、後行孔に分け、後行孔の結果を受けて 2 次孔を省略することも検討する。4)注入仕様 各種注入仕様で行った試験施工の結果、それぞれの仕様の効果に明瞭な差が見られないことから、グラウチングの仕様については、今後の施工実績を踏まえ、確実かつ効率的なグラウチングとなるよう適宜見直しを行っていく。</p>
<p>平成 15 年 9 月 5 日</p>	<p>1.カーテングラウチング</p> <p>(1)右岸リム部・右岸リム部のカーテングラウチングで、4 次孔以降の改良が進まないのはマサ部や割れ目に沿ったマサ化部が存在することが原因として考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・このような岩盤中の水の流れは、典型的な亀裂に沿った水の流れと形態が異なると考えられるため、開口亀裂が残る 3 次孔までは、2Lu を改良目標として施工するが、4 次孔以降の改良目標は 5Lu とする。また、単位セメント注入量が 10kg/m 以下の部分では改良目標を 10Lu とする。 ・孔配置は原則として 1 列とするが、孔間隔が狭くなり、施工性が劣る場合には千鳥配置状に追加孔を施工する。 ・改良目標値を 5Lu、10Lu に緩和する部分については 5m のステージ長を短くした区間ルジオン値を測定し、極端に大きなルジオン値が存在していないことを確認することが望ましい。 ・限界圧力での P~Q 曲線の折れ曲がり小さく、限界圧力の存在が必ずしも明確でない注入孔については、当初の規定圧力で注入を行い、注入効果を確認してみるのが一つの方法である。 ・右岸地下水位の確認を 3 号トンネルからのボーリング調査で行い、地下水位とサーチャージ水位の交点を求める。なお、この間についてはリムトンネルからファン状にグラウチングを行い、高透水性を示す割れ目をグラウチングで改良する。改良目標値は 10Lu とする。 <p>(2)左岸リム部 左岸リム部のカーテングラウチングについては、これまでの施工結果から 2 次孔までを規定孔とし、3 次孔以降は追加孔として施工する。</p>

<p>平成 15 年 9 月 5 日</p>	<p>(3) 堤体下部 ・堤体下部のカーテングラウチングの施工時期については、著しいリークが認められなければ、コンクリートの打設高さの規制値を設けずに実施する。 ・一般孔の施工深度は、パイロット孔の結果を基に判断する。・補助カーテングラウチングは著しいリークが無い限り、実施する必要はない。</p> <p>2. コンソリデーショングラウチング (1) 上流コンソリデーショングラウチング 上流側コンソリデーショングラウチングについても、岩盤の特性を勘案のうえ、追加基準や改良目標値を再検討し、より合理的なグラウチングを目指していく必要がある。</p> <p>(2) 下流側コンソリデーショングラウチング 断層部の安定解析結果より急勾配で掘削していた部分より上部の基礎岩盤については、1 次孔を先行 1 次孔と後行 1 次孔に分け、その結果を見て 2 次孔の必要性を判断することとする。</p>
<p>平成 16 年 9 月 16 日</p>	<p>(1) 上流コンソリの追加孔基準の緩和 岩体や風化亀裂沿いにマサ化した部分では浸透流の流れが粒子間の流れとなり、実流速は小さくなるとともに、パイピングの現象も考えにくい。このため、右岸リム部に準拠して、10Lu 以下または単位セメント量 10kg/m 以下で完了とする。</p> <p>(2) カーテン河床部の追加孔基準の緩和 右岸リム部では 1 ステージを 2 つに分割したステージの上部と下部のルジオン値に大きな差がないことから、特定の割れ目に沿った水みちは考えにくい。このため浸透性に近い注入と判断した。従って、当初 2Lu を改良目標値とした範囲における 4 次孔以降の改良目標値は 5Lu とした。また単位セメント注入量が 10kg/m 以下の部分では改良目標値を 10Lu とした。 現在施工中のカーテングラウチング河床部においても、分割ステージの水押し試験を実施し、右岸リム部と同様な注入となっていることを確認した部分については、改良目標値及び追加基準を右岸リム部と同様とする。</p> <p>(3) カーテングラウチング右岸リム部改良範囲 カーテングラウチング右岸リム部の基本的な施工範囲は、現計画どおり調査時の地下水位とサーチャージ水位の交点までとする。ただし、右岸リム深部の高透水ゾーン(20Lu 以上)は 10Lu 程度に改良するものとし、改良範囲は奥行き方向ダム高深度までまたは、サーチャージ水位と現在の地下水位の交点のいずれかを満足する範囲までとする。止水ラインはリムトンネルの延長上とする。</p> <p>(4) ロングステージ カーテングラウチングの 1 次孔などの追加孔等の重要な判断の伴わない孔については、1 ステージ 10m のロングステージを施工して良い。上端ステージの限界圧力は下端ステージより小さいことが想定される。従って、ロングステージの注入圧力は、上端ステージに合せることが望ましい。(圧力の低い方に合せた仕様とする。)</p>

<p>平成 16 年 9 月 16 日</p>	<p>(5) 無階段水押し試験 無階段水押し試験は従来の階段水押し試験と比較してルジオン値がわずかに大きくなる傾向にあるため改良目標値である 2Lu 付近では追加孔が増となる可能性がある。採用できるルジオン値の範囲を試験施工で確認するとよい。</p> <p>(6) カーテングラウチングの変位計の簡素化 カーテングラウチングの変位計は、同ブロックの上流コンソリデーショングラウチング施工時に変位の異常が無い場合には設置しなくて良い。設置が必要な場合はダム堤体をベースとした簡易型でよい。</p>