

### 3. グ라우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

基礎掘削による岩盤の緩み等を考慮して、施工範囲は堤敷基礎岩盤全面とする。

##### 3.1.2 改良目標値

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。

##### 3.1.3 施工時期

原則として堤体コンクリート 3.0m 以上打設後、施工開始するものとする。

##### 3.1.4 孔の配置及び深さ

規定孔は 1~2 次孔とし、5m 格子間隔とする。

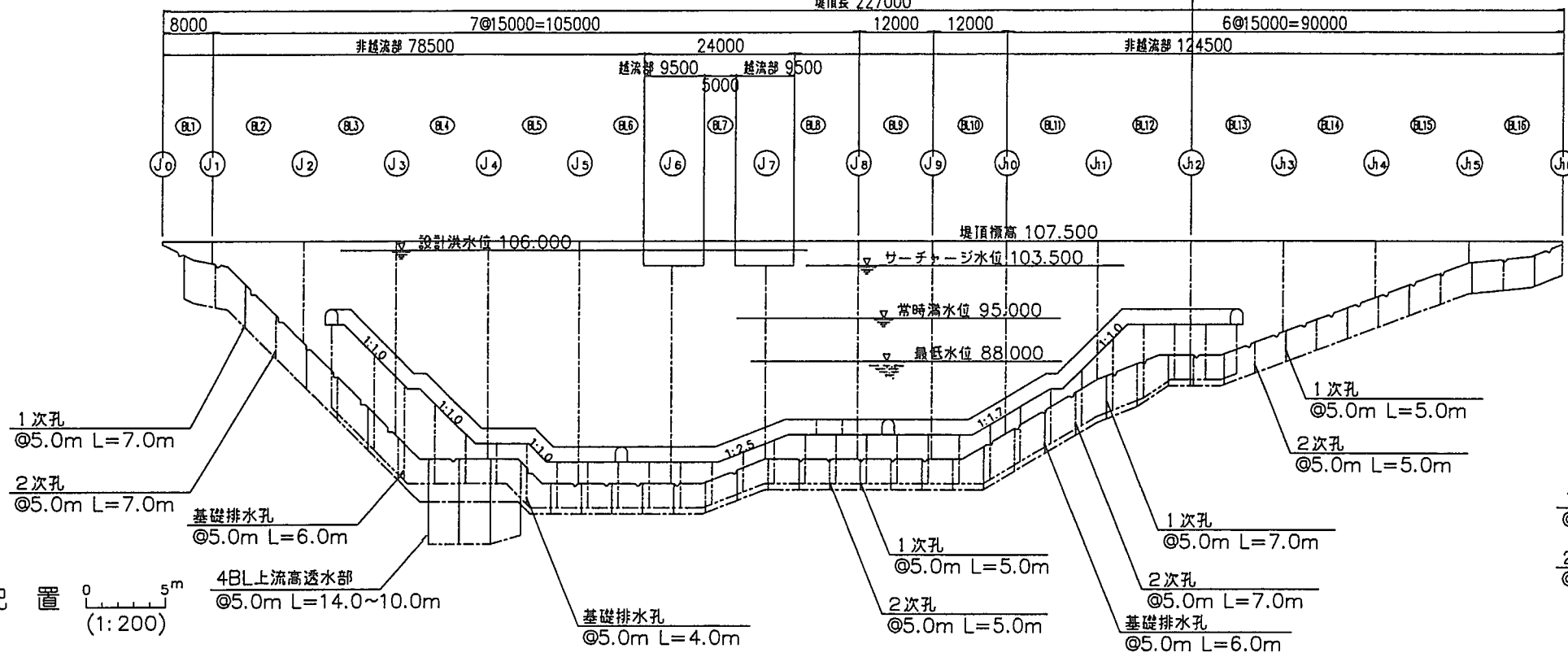
孔深度は、掘削勾配が水平~1:2.5 までの場合には 5.0m とし、これより急勾配となる場合には 7.0m とする。

なお、4BL ダム軸付近については、高透水部の深度分布を考慮し 10.0m( 5.0m×2 ステージ )、14.0m ( 7.0m×2 ステージ ) とする。

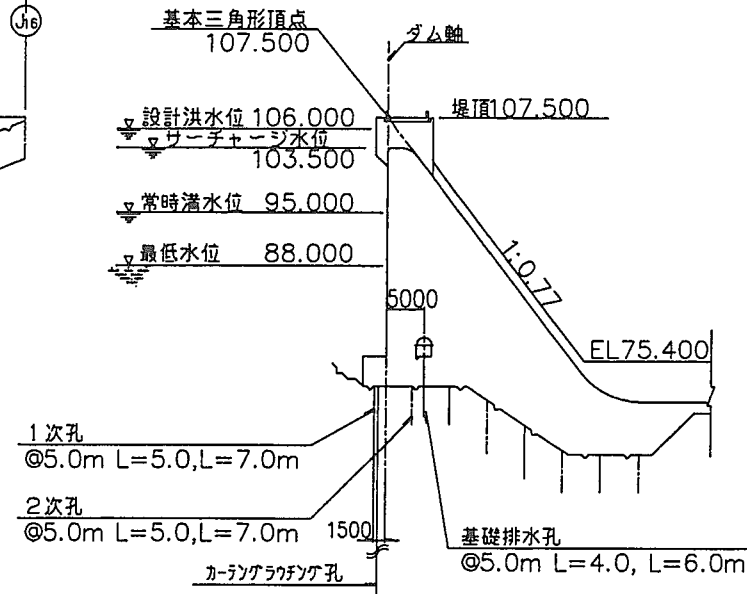
3.1.5 計画図

上流面 0 10 20m  
(1:500)

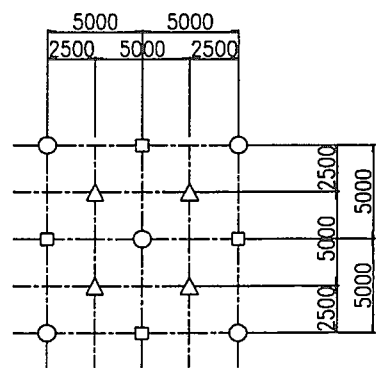
EL (m)  
140  
120  
100  
80  
60



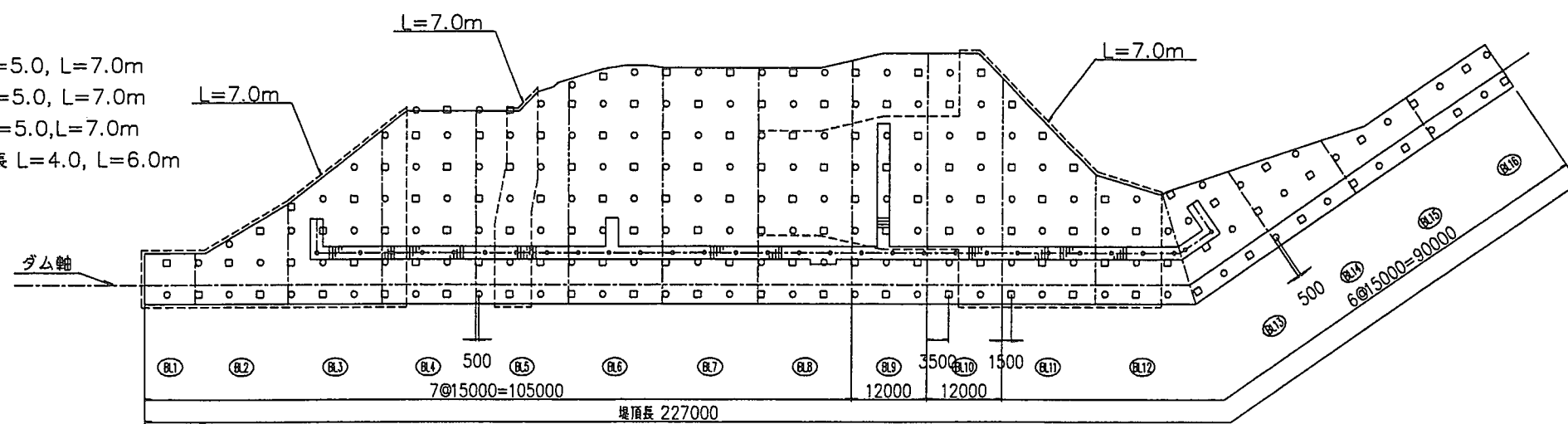
標準断面 0 10 20 30m  
(1:500)



孔標準配置 0 5m  
(1:200)



平面 0 10 20m  
(1:500)



凡例

- 1次孔 有効長 L=5.0, L=7.0m
- 2次孔 有効長 L=5.0, L=7.0m
- △-----追加孔 有効長 L=5.0, L=7.0m
- 基礎排水孔 有効長 L=4.0, L=6.0m

コンソリデーショングラウチング計画

- 1) 孔間隔は5.0mの格子状とし、規定孔は1・2次とする。但しクラック及び岩盤の緩みがある場合は追加孔を内挿する。
- 2) グ라우チング孔の方向については鉛直下方、L=5.0, L=7.0mとする。
- 3) 下流側の岩盤孔長は原則として上流側の岩盤孔長と同じとするが、8~10BLの下流下りの部分についてはL=7.0mとする。
- 4) 施工時期は堤体コンクリート(3.0m)打設終了後とする。
- 5) 改良目標ルジオン値は5Luとする。

工事名	平成10年度 東郷ダム建設工事		
ダム名	東郷ダム	場所	鳥取県東伯郡東郷町別所
図面名	基礎処理計画(コンソリデーショングラウチング)		
図種		縮尺	1:500, 200
製作年月		図番	172-29

### 3.2 カーテングラウチング

東郷ダムのカートングラウチングは当初、旧指針に基づいて計画され、その多くが旧指針に基づく当初計画で施工された。施工時期の関係から、左右岸アバット部の施工は改訂指針が適用された。

#### 3.2.1 施工範囲

堤体下部および周辺部の基礎岩盤の難透水性のグラウトカーテンを形成することにより、貯留水が地山および基礎岩盤を通して貯水池外へ流出すること、浸透流による基礎岩盤のパイピングを防止すること、ダム底面に作用する揚圧力の軽減を図ることを目的とする。

施工範囲は原則として、2Lu未満のゾーンを包括し、地下水位とサーチャージ水位の交わる範囲までとする。なお、深度方向の施工範囲は、0.5H(20m)を目安とした。

#### 3.2.2 改良目標値

改良目標値は、原則2Luとする。

#### 3.2.3 施工位置及び施工時期

上流フーチングからの施工とし、リム部は明かり施工とする。

原則として、対象ブロックの堤体コンクリートが7リフト(10.5m)打設さらた後、施工を開始することとする。

#### 3.2.4 孔の配置および孔の深度

孔配置は、3次孔までを規定孔とする1.5m孔間隔を基本とし、中央内挿法により施工を行う。

パイロット孔は、原則として、一般孔+10mの深度までとする。

一般孔は2Luを包絡する範囲として、河床部では0.5×ダム最大水深程度である20mまで、左右岸部では15mまでを原則とする。

#### 3.2.5 設計計画の変更点

##### (1) 左岸リム部の施工範囲の見直し

パイロット孔を利用し、長期間の孔内水位を測定した。地下水位は想定より若干低い位置で確認されたが結果として計画範囲内でカバー可能であった。

ただし、最端部のパイロット孔で20Lu程度の透水部を確認したため、そのパイロット孔までを施工範囲を拡大した。

##### (2) 左岸リムトンネルから明かり施工への変更

左岸リム部のパイロット孔を利用した調査により、正確な透水性および地下水位を把握していること、明かり施工案が経済的であることにより、明かり施工案に変更した。

##### (3) 注入開始標高の変更

右岸リム部表層部で多数の追加孔を必要とした。

高透水を示した区間は第1ステージの高標高部であったため以下の仕様に変更した。

サーチャージ水位を境界に上部ステージ(0ステージ)と下部ステージ(1ステージ)に分割注入する。

0ステージの透水性による追加孔は実施しない。

##### (4) 改訂指針の適用

未施工範囲である堤体左右岸斜面部においては改良目標値および孔間隔について見直しを行った結果、以下のとおり計画を変更した。

- ・ 次数推移図（N 次孔と N+1 次孔の関係）等による評価の結果、次数によるグラウトの到達距離を判断した場合には、3 次孔の注入によって 4 次孔ルジオン値が遞減される傾向が認められたことから、改良に必要な孔間隔は 1.5m であり、3 次孔の施工が必要と判断された。
- ・ ただし、河床部の透水性状から判断して 3 ステージ以深の高圧部では、3 次孔のルジオン値はほとんど改良目標値 2Lu を下回ることより、未施工エリアである堤体左右岸斜面部の 3 ステージ以深に対しては規定 2 次孔とし、改良目標値について 1~2 ステージは 2Lu から 3Lu に、3 ステージ以深は 5Lu にそれぞれ緩和した。

(5) 改良目標値を 6Lu とした箇所

・ 問題点

左右岸リム部および堤体部の浅部（1~2 ステージ）には、5 次孔段階まで追加孔を施工してもルジオン値が低下せず、以降の追加施工を継続しても改良目標値を満足できない可能性が生じた。

・ 結果

上記箇所は、地質状況、孔内静水圧透水試験、グラウチング孔間隔とルジオン値の遞減図、N 次孔と N+1 次孔における次数間の関係図等による検討から、改良限界にあり、その限界値は 5~6Lu と判断された。

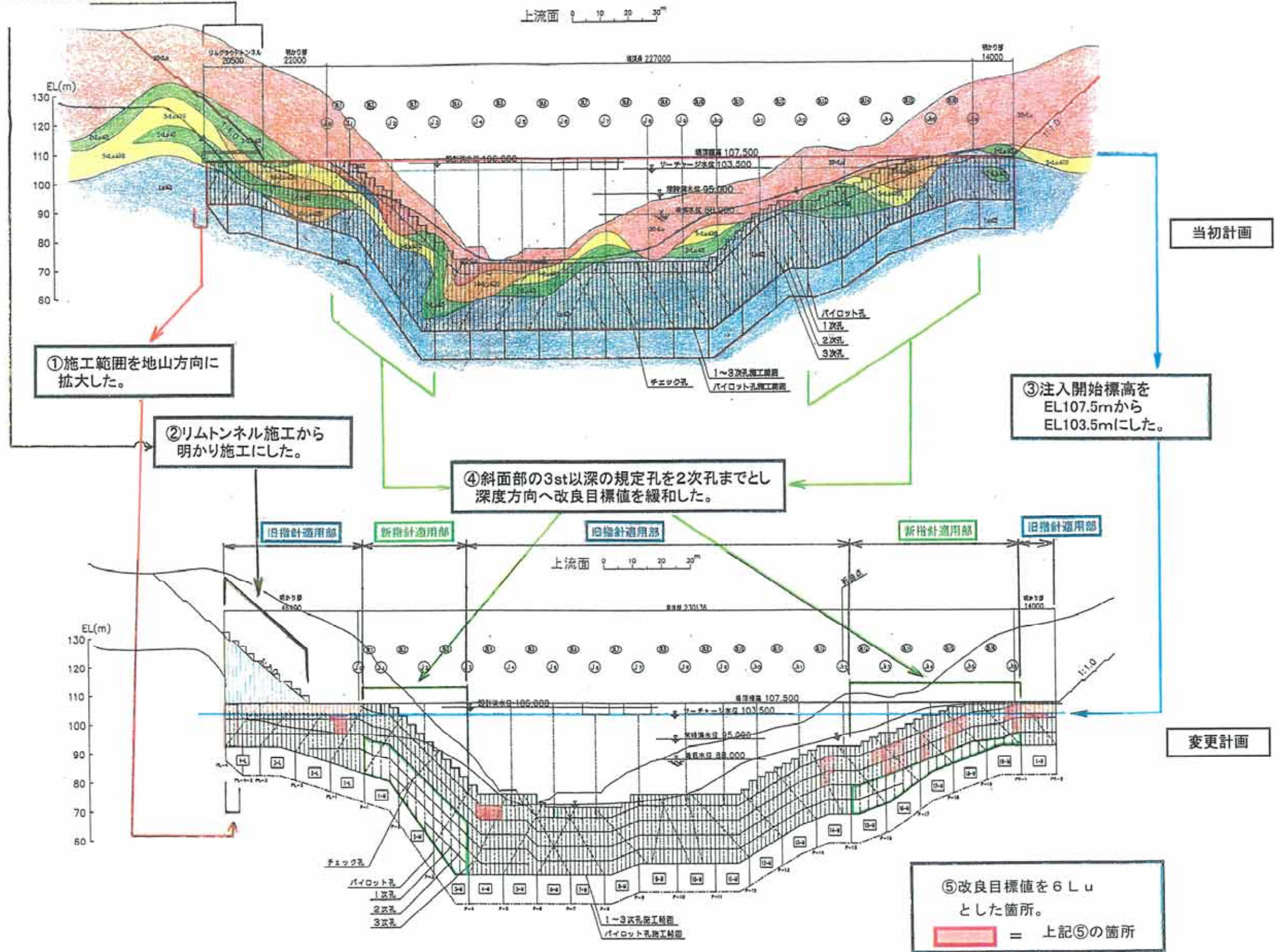
このため、施工は以下のとおりとした。

「カーテンライン近傍は、コンソリデーショングラウチング、カーテングラウチングにより、ある幅を持った 5Lu 程度の止水幕が既に形成されていると考えられた。したがって、主カーテンラインの前後に複列による確認孔（複列部カーテングラウチング孔と呼ぶ）を実施し、5Lu 程度の透水性の確認を行った。6Lu を超える場合には追加孔を施工した。

なお、貯水位の水頭差による重要性からして、主に常時満水位より高標高に位置する部分は、複列部カーテングラウチングの施工はしないこととした。

3.2.6 改訂前後の計画・施工比較図

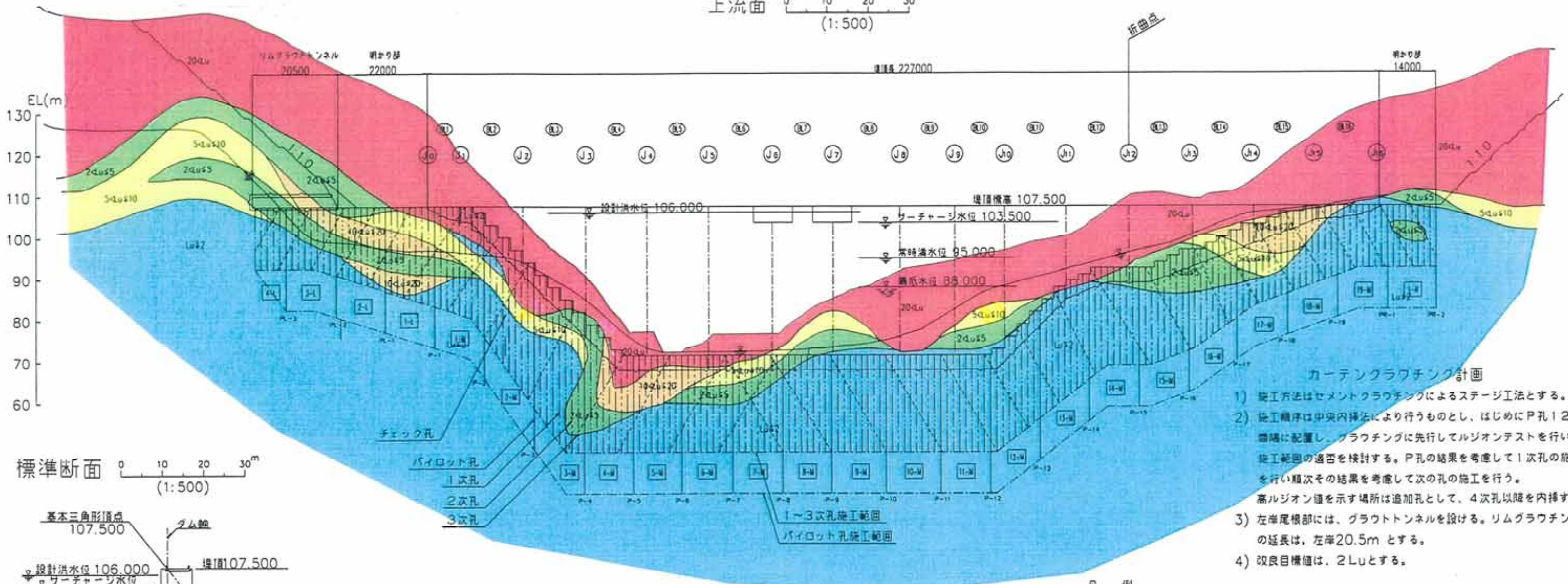
(1) 改訂前・改訂後





(2) 改訂前

上流面 0 10 20 30m  
(1:500)



カーテングラウチング計画

- 1) 施工方法はセメントクラウチングによるステージ工法とする。
- 2) 施工順序は中央内挿法により行うものとし、はじめにP孔1.2m間隔に配置し、グラウチングに先行してルジオンテストを行い、施工範囲の適否を検討する。P孔の結果を考慮して1次孔の施工を行い順次その結果を考慮して次の孔の施工を行う。高ルジオン値を示す場所は追加孔として、4次孔以降を内挿する。
- 3) 左岸尾根部には、グラウトトンネルを設ける。リムグラウチングの延長は、左岸20.5mとする。
- 4) 改良目標値は、2Luとする。

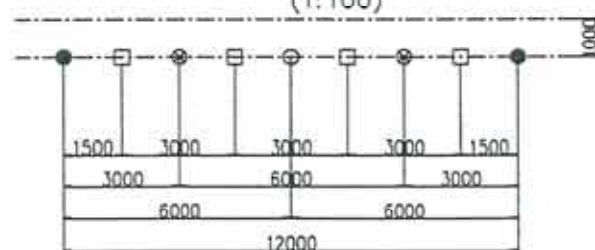
標準断面 0 10 20 30m  
(1:500)



カーテングラウチング孔標準配置 0 5m  
(1:100)

凡例

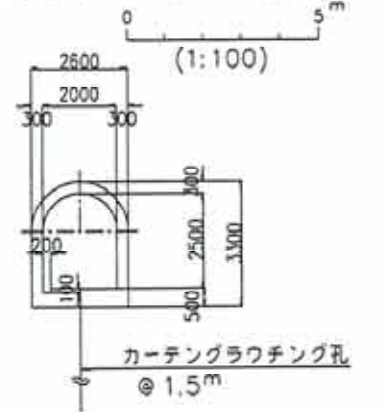
- パイロット孔 (φ 12.0m)
- 1次孔 (φ 12.0m)
- ⊗ 2次孔 (φ 6.0m)
- 3次孔 (φ 3.0m)
- チェック孔 (φ 66)



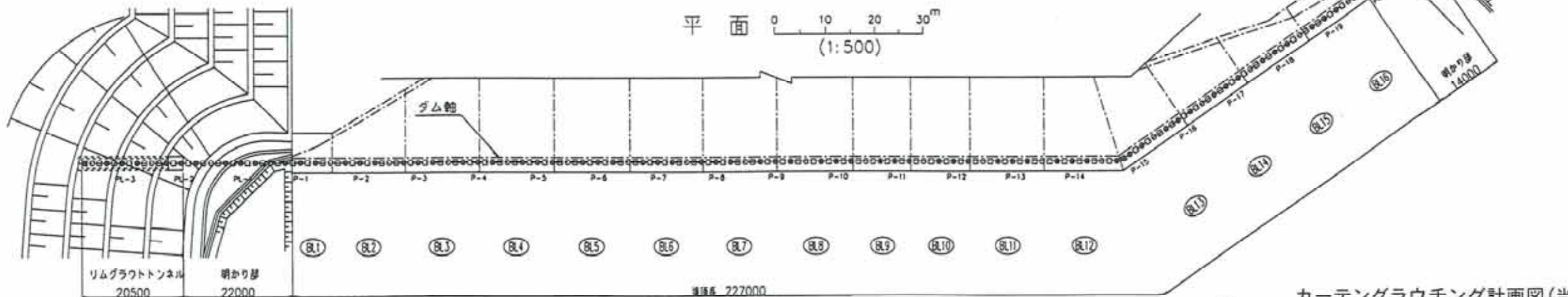
凡例

- <2 Lu ≤ 2
- 2~5 2 < Lu ≤ 5
- 5~10 5 < Lu ≤ 10
- 10~20 10 < Lu ≤ 20
- 20 < 20 < Lu

リムグラウトトンネル標準図 0 5m  
(1:100)



平面 0 10 20 30m  
(1:500)



工事名	ダム名	東郷ダム	場所	高野川東郷ダム建設事務所
図面名	止水処理計画(カーテングラウチング)			
図種	図尺	1:500, 100		
製作年月	図番			

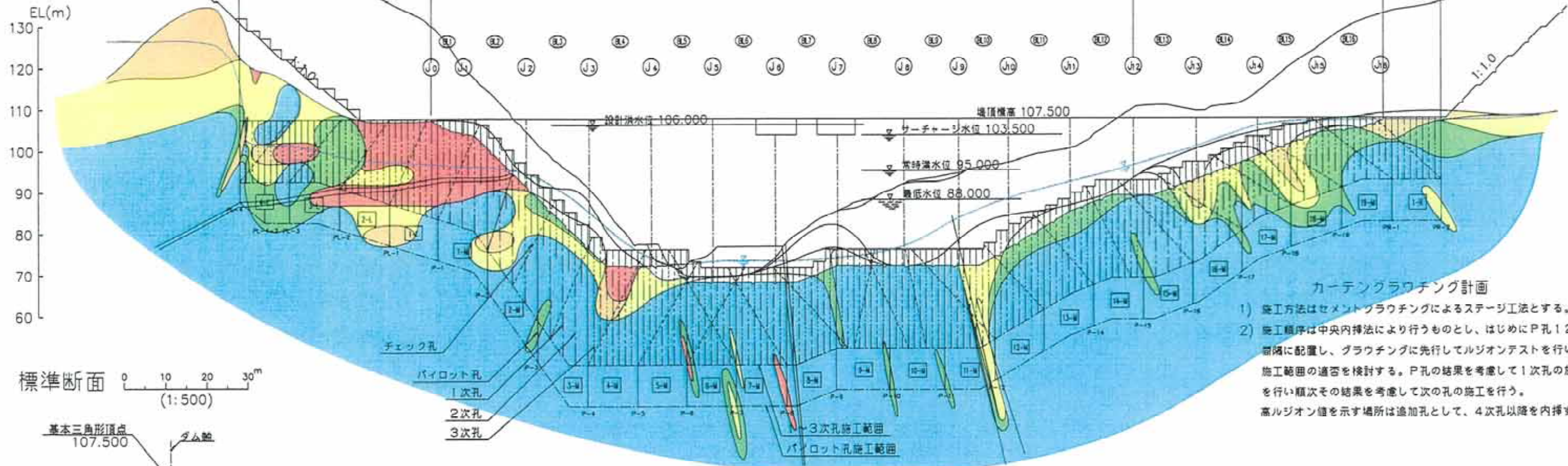
カーテングラウチング計画図(当初)

鳥取県倉吉土木事務所

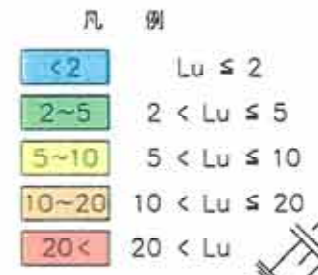
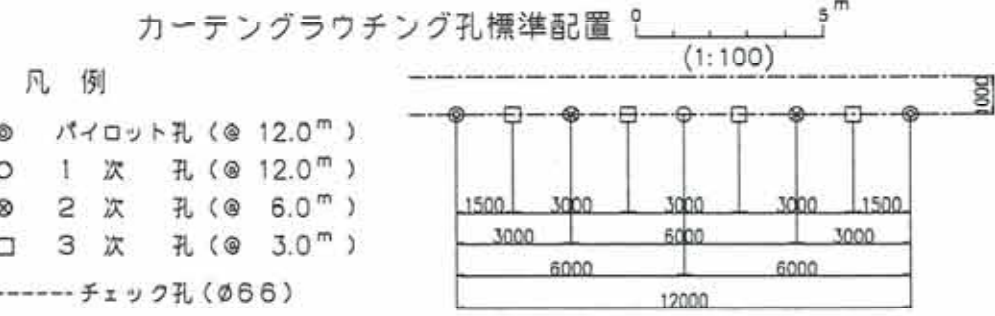
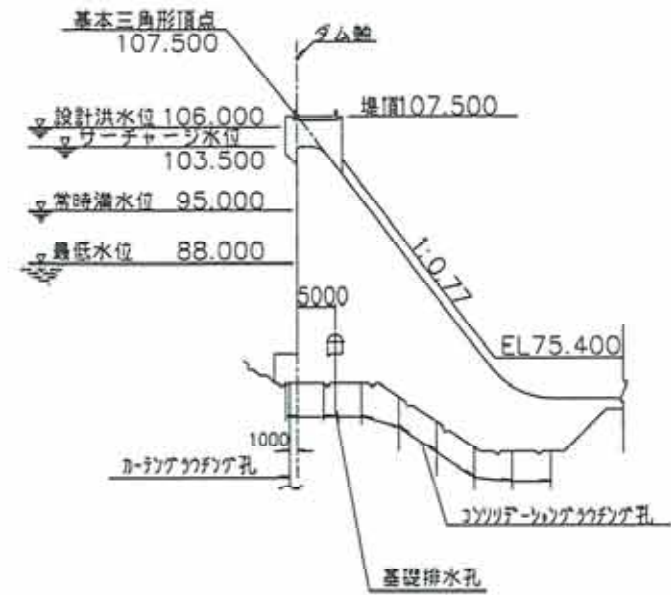


(3) 改訂後

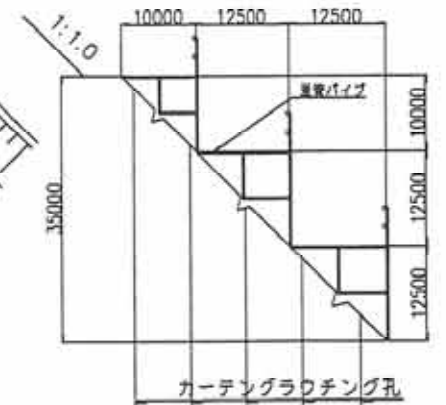
上流面 0 10 20 30m  
(1:500)



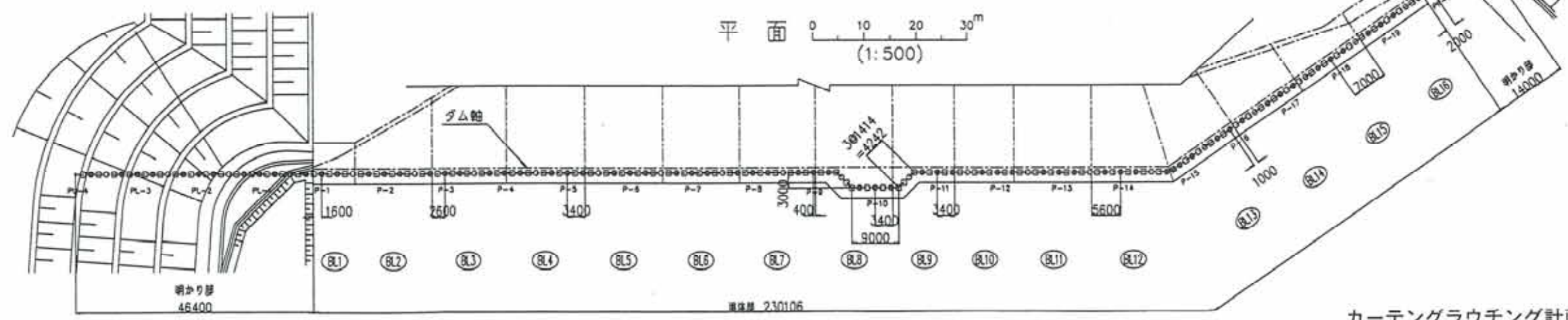
標準断面 0 10 20 30m  
(1:500)



左岸リムグラウト足場標準図  
0 5m  
(1:100)



平面 0 10 20 30m  
(1:500)



カーテングラウチング計画図(変更)

工事名	東郷ダム建設工事	
ダム名	東郷ダム	場所 鳥取県倉吉市 東郷町別所
図面名	止水処理計画(カーテングラウチング)	
図種	縮尺	1:500,100
製作年月	図番	172-30
鳥取県倉吉地方県土整備局		

## 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

項目	コンソリデーショングラウチング注入仕様			
施工位置	堤体コンクリート 3m 以上打設後			
改良目標値	5 ルジオン (非超過率基準値は 85%)			
注入材料	高炉セメント B 種			
削孔方法	ロータリー式ボーリングマシン : 46mm			
水押透水試験 圧力段階	水押試験 (一般孔)			
	st	水押し試験 (Mpa)		
	1	0.1	0.2	0.3
各圧力段階とも圧力が安定した後、10 分以上の注入量を測定し、ルジオン値を算出する。 注入速度は 4 L/min/m 以下を原則とする。				
注入圧力	ステージ	1		
	規定注入圧力 (Mpa)	0.3		
限界圧力が発生した場合の注入圧力は、限界圧力 + 0.1Mpa とする。				
注入速度	4 L/min/m 以下			
配合切替基準	配合 (W / C)	Lu < 10	10 Lu < 20	Lu 20
	1:10	400 リットル	-	-
	1:8	400 リットル	400 リットル	-
	1:6	400 リットル	400 リットル	400 リットル
	1:4	400 リットル	400 リットル	400 リットル
	1:2	400 リットル	400 リットル	400 リットル
	1:1	1,000 リットル	1,400 リットル	1,800 リットル
	合計	3,000 リットル	3,000 リットル	3,000 リットル
同一配合で下表の注入量に達した場合もしくは連続注入量が30分を超えても注入速度が減少しない場合は、一段濃い配合に切り替える。 配合切替後、5分以内の注入量が1/2以下に減少した場合は直ちに元の配合に戻す。				
変位規制	警戒 : 10/100mm 規制 : 15/100mm 中断 : 20/100mm			



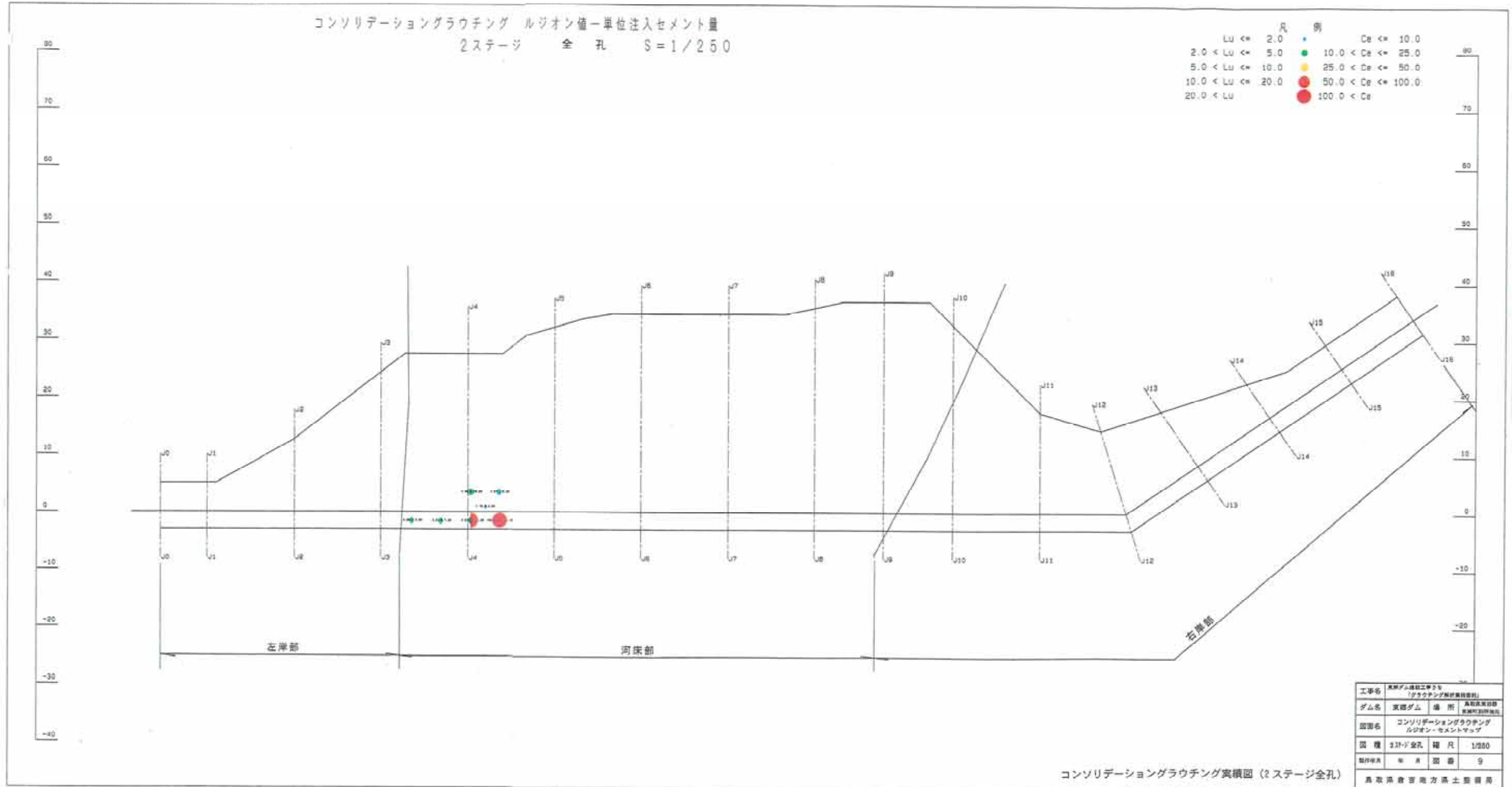
#### 4.2 カーテングラウチング施工仕様一覧表

項目	カーテングラウチング注入仕様				
注入材料	高炉セメントB種				
施工時期	対象ブロック堤体コンクリート7リフト(10.5m)打設後				
水押透水試験 圧力段階	st	透水試験(Mpa)			
	1	0.10	0.15	0.20 0.25 0.30 (往復)	
	2	0.10	0.20	0.30 0.40 0.50 (往復)	
	3	0.10	0.20	0.40 0.50 0.80 (往復)	
	4	0.20	0.40	0.60 0.80 1.00 (往復)	
	テスト時間は昇降圧を含めて各段階10分以上とする。 注入時間は4L/min/m以下を原則とする。 限界圧力が確認された場合、それ以上の昇圧を行わず、昇圧時と同一ステップで降圧する。 水押試験(一般孔)				
	st	水押し試験(Mpa)			
	1	0.10	0.25	0.40	
	2	0.10	0.30	0.50	
	3	0.20	0.50	0.80	
4	0.20	0.60	1.00		
各圧力段階とも圧力が安定した後、10分間以上の注入量を測定し、ルジオン値を算出する。 注入時間は4L/min/m以下を原則とする。					
注入圧力	ステージ	1	2	3	4~
	注入圧力(Mpa)	0.4	0.5	0.8	1.0
限界圧力が発生した場合の注入圧力は、限界圧力+0.1 Mpaとする。					
注入速度	4L/min/m以下				
配合切替基準	配合(W/C)	Lu < 10	10 Lu < 20	20 Lu	
	1:10	400 ㍓	-	-	
	1:8	400 ㍓	400 ㍓	-	
	1:6	400 ㍓	400 ㍓	400 ㍓	
	1:4	400 ㍓	400 ㍓	400 ㍓	
	1:2	400 ㍓	400 ㍓	400 ㍓	
	1:1	1,000 ㍓	1,400 ㍓	1,800 ㍓	
	合計	3,000 ㍓	3,000 ㍓	3,000 ㍓	
同一配合で注入量に達した場合もしくは連続注入量が30分を超えても注入速度が減少しない場合は、一段濃い配合に切り替える。 配合切り替え後、5分以内の注入量が1/2以下に減少した場合は直ちに元の配合に戻す。					





(2) 実績図/2ステージ/全孔



## 5.2 カーテングラウチング

