

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

1)当初計画：旧指針

河床部（5～14BL）は当初計画で施工（H13.4～H14.6 施工）

2)H14.7 変更：グラウチング技術指針(案)の改訂に対応して計画を変更

左岸部（1～5BL）、右岸部(14～22BL)は改訂指針に対応した。（H14.7～H16.7 施工）

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）

ダム軸から 11.5m 下流までの動水勾配が大きい範囲に遮水を目的として実施する。

岩盤弱部の補強（下流コンソリ）

CL 級岩盤分布域に岩盤弱部の補強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

改良目標値は 5Lu 以下とする。

岩盤弱部の補強

改良目標値は 10Lu 以下とする。

3.1.3 施工時期

(1) 改訂前

カバーコンクリート方式とし、堤体コンクリートを 3.0m 打設後に施工する。

(2) 改訂後

改訂前と同様、カバーコンクリート方式(3.0m)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(設計規定 2 次孔)とする。

施工深度は一般部は 5.0m とし、右岸高標高部の 17～21BL は高透水ゾーンが想定されることから 10.0m とする。

(2) 改訂後

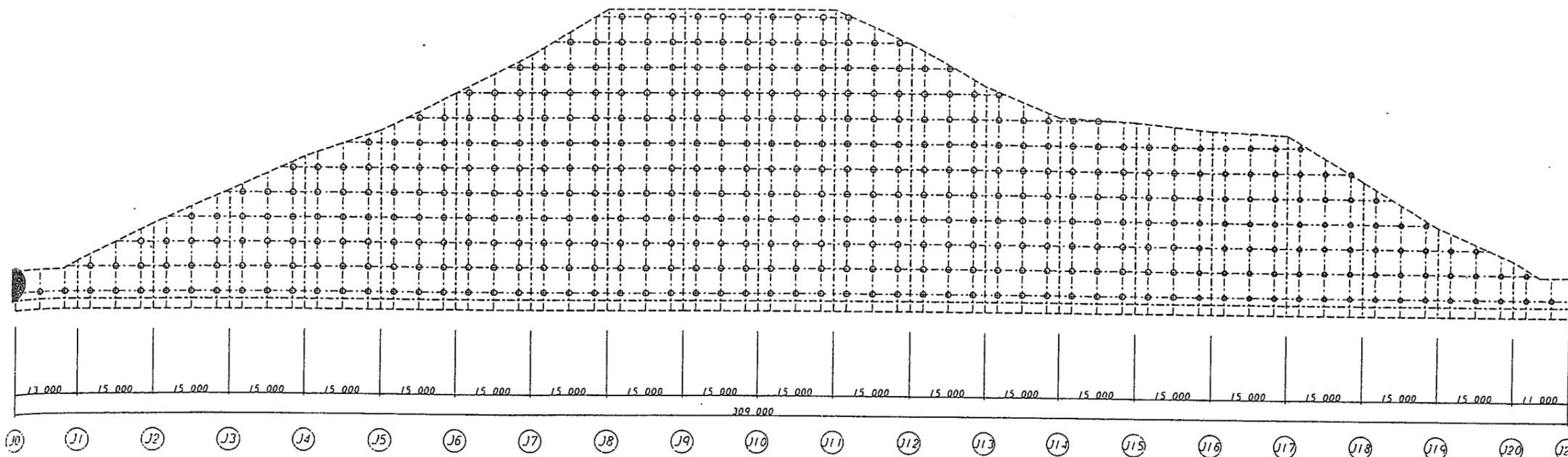
当初計画では 17～21BL は深度 10m としていたが、掘削線変更により高透水部が除去されたこと、F-1 断層の透水性は小さいと想定されたことから孔の長さは一律 5m に変更した。

13. 基礎処理計画図

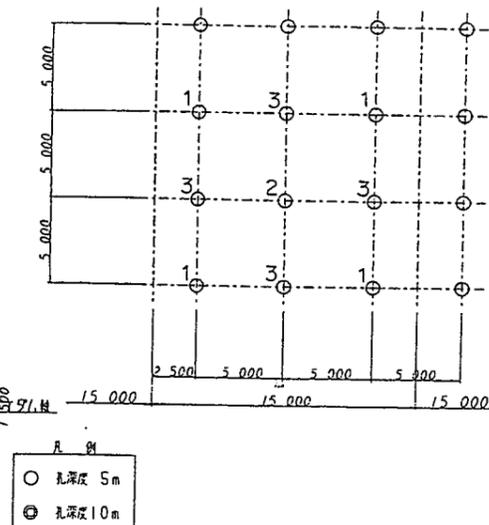
3.1.5 改訂前後の計画・施工比較図

(1) 改訂前

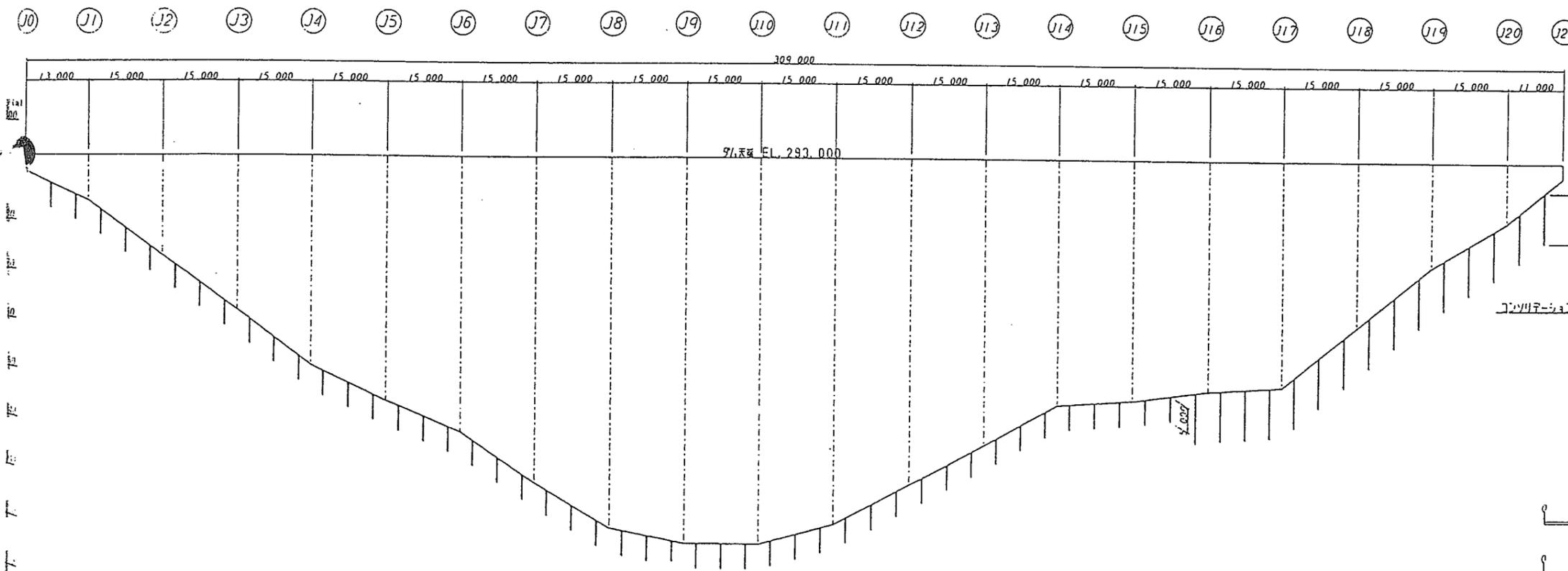
平面図



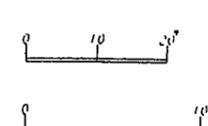
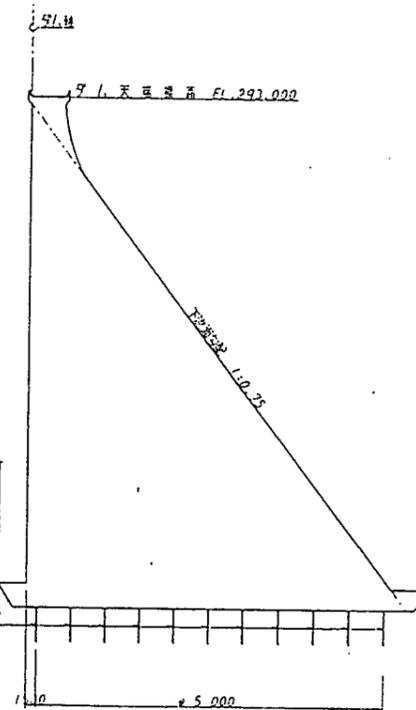
標準配置図



縦断面図



標準断面図



岩手県土木部
 盛岡市土木部
 全 長 51
 平成 年度
 基礎処理計画図

図 6.1.1 コンソリデーショングラウチング孔配置図(当初計画)

3.2 カーテングラウチング

- 1) 当初計画：旧指針
左岸リム（1～8BL）は当初計画で施工した。（H14.6まで）
- 2) 計画変更：改訂指針に対応（H14.7以降の施工）
深度毎に改良目標値・孔間隔を設定
追加基準の変更（4次孔省略）
施工時期緩和

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) 左右岸リム部
地下水位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) 左右岸リム部
当初計画と同様に地下水位とサーチャージ水位との交点までとする。

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、深度にかかわらず一律 2Lu とする。
- (2) 改訂後
深度毎に透水性が小さくなる傾向を考慮して深度方向の改良目標値を緩和した。

- ・ 0～H/4（20m） ： 2Lu
- ・ H/4～H/2（40m） ： 5Lu
- ・ H/2～ ： 10Lu

（H：最大ダム高 77m）

また、常時満水位からサーチャージ水位の間は普段は水圧が生じないこと、基礎排水孔がなく大きな動水勾配が生じないことから改良目標値を緩和した。

- ・ 0～H/4（20m） ： 5Lu
- ・ H/4～H/2（40m） ： 5Lu
- ・ H/2～ ： 10Lu

（H：最大ダム高 77m）

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 以上打設後とする。

(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。

施工時期の堤高は堤体コンクリート 3m 打設後に変更した。

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。

(2) 改訂後

1) 改良目標値 2Lu 範囲

改良目標値 2Lu 範囲 ($0 \sim H/4$) 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

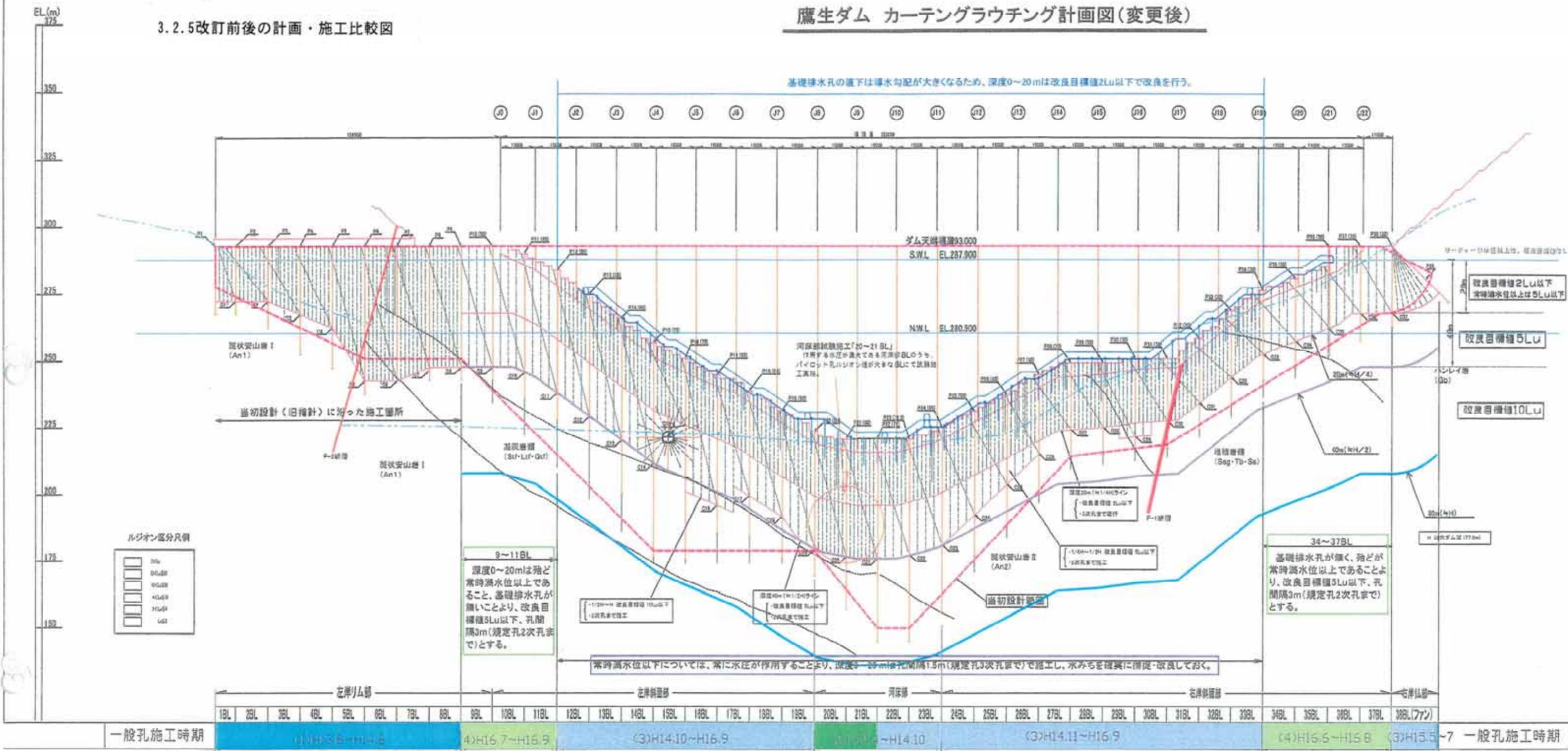
改良目標値 5Lu 範囲 ($H/4 \sim H/2$) は、孔間隔 3.0m、規定 2 次孔とする。

3) 改良目標値 10Lu 範囲

改良目標値 10Lu 範囲 ($H/2 \sim$) 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

鷹生ダム カーテングラウチング計画図(変更後)



基礎排水孔の直下は導水勾配が大きくなるため、深度0~20mは改良目標値2Lu以下で改良を行う。

9~11BL
深度0~20mは殆ど常時満水位以上であること、基礎排水孔が無いことより、改良目標値5Lu以下、孔間隔3m(規定孔2次孔まで)とする。

12~14BL
1次孔の間隔は10m以下、2次孔の間隔は3m以下とする。

15~17BL
1次孔の間隔は10m以下、2次孔の間隔は3m以下とする。

20~22BL
改良目標値5Lu以下、2次孔まで施工

23~25BL
1次孔の間隔は10m以下、2次孔まで施工

34~37BL
基礎排水孔が無く、殆どが常時満水位以上であることより、改良目標値5Lu以下、孔間隔3m(規定孔2次孔まで)とする。

常時満水位以下については、常に水圧が作用することより、深度0~20mは孔間隔1.5m(規定孔3次孔まで)で施工し、水みちを確実に捕捉・改良しておく。

当初方針で施工 (Blue) 河床部試験施工 (Green) 第1回変更方針で施工 (Light Blue) 第2回変更方針で施工 (Light Green)

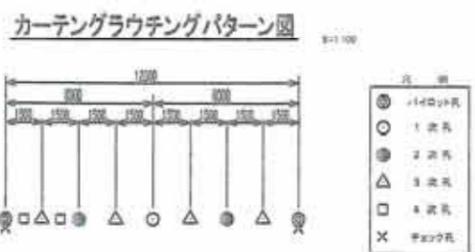
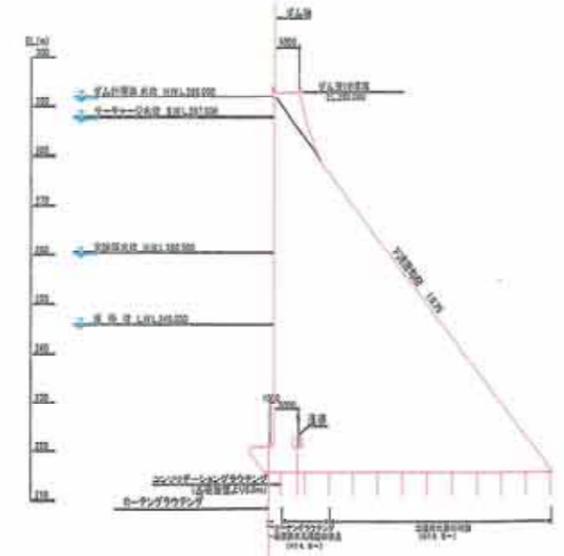


図6.2.1 カーテングラウチング計画図(変更後)

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

(1).削 孔

削孔機種は、岩盤が堅硬であることからバーカッションドリリングマシンを基本とした。なお、22BLのD級岩盤出現部は、岩盤を傷めないこと、交壁の目回り防止のため、ロータリー式ボーリングマシンを使用した。

(2).ステージ長

ステージ長は5mとした。斜掘孔では、鉛直方向の深度5mとした。

(3).水押し試験

- ①. パッカーはエアーパーカーを使用し、試験区間直上にセットした。透水量、注水圧力の管理は、電磁流量計を使用するものとした。
- ②. 孔内洗浄後パッカーをセットし、水押し試験を行う。その結果(レジオン値)により透水性状の把握・注入開始配合の決定・注入効果の判定等を行った。
- ③. 水押し試験の圧力段階は以下のとおりとした。
 - ・ 第1ステージ：1.0→2.0→3.0 kgf/cm²
 - ・ 第2ステージ：1.0→3.0→5.0 kgf/cm²
- ④. 透水量の測定は、各圧力段階毎に流量が安定してから、5分間測定した。
- ⑤. 昇圧時に以下の現象が現れた場合には、速やかに降圧するものとした。
 - ・ 透水量が急激に増大した場合。
 - ・ リークが確認された場合。
 - ・ 限界圧力が確認された場合。
 - ・ 岩盤変位量が制限値に達した場合、あるいは急激に増加した場合。

(4).注入材料

注入材料は、普通ポルトランドセメントを使用した。

(5).規定注入圧力

注入圧力は岩盤性状を考慮し、堤体及び基礎岩盤に有害な変位を生じさせない範囲で、グラウチング効果が最大となるよう、以下のように設定した。

- ・ 1ステージ：3.0 kgf/cm²
- ・ 2ステージ：5.0 kgf/cm²

但し、水押し試験で限界圧力が発生した場合には、限界圧力+1.0kgf/cm²の圧力で注入を行うものとした。

(6).注入速度

注入速度は、基礎岩盤に有害な変形を与えないよう、以下のように規制した。

- ・ 最大 4.0 ℓ/min/m (20 ℓ/min/st)

(7).グラウト配合及び配合切替

グラウト配合は、C：W=1:10, 1:8, 1:6, 1:4, 1:2, 1:1 の6種類とした。

配合切替は、基礎岩盤の亀裂・透水特性等を考慮し、下表に準拠して実施した。

配合	注入量 (%)						計
	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	
Lu<10	600	600	400	400	400	600	3,000
10≤Lu<20		600	400	400	400	1,200	3,000
Lu≥20			400	400	400	1,800	3,000

- ①. 注入圧力が規定圧力に達し、注入量が減少傾向にある場合、あるいは完了に近い場合には、配合切替は行わないものとした。
- ②. 注入量が規定総量(3,000%)を超えても完了の見込みがあると判断される場合には、注入を継続するものとした。

(8).完了基準

規定圧力注入で注入量が 0.2 %/min/m以下まで低下した後、30 分間の注入継続を行い、注入量の増加がないことを確認して注入完了とした。

(9).注入の中断

注入開始後完了まで作業を中断してはならないが、以下の場合には注入を中断するものとした。

- ①. 規定注入量(3,000%)を超えても完了の見込みが内場合 [規定量中断]
- ②. リークが著しく、コーキング等の処置をしても容易にリークが止まらなると判断される場合 [リーク中断]
- ③. 停電等のトラブルがあり、やむを得ず 30 分間以上中断せざるを得ない場合

(10).リーク処理

注入中にリークが発生した場合には、以下の処理を行うものとした。

- ①. 適当なコーキング材でコーキングする。
- ②. 注入速度を落とす。
- ③. 早めに配合切替を行う、あるいは二段濃い配合のミルクを注入する。
- ④. 以上の処置を行ってもリークが止まらない場合には、注入を中断する。

(11).再注入等

- ①. 注入中断後、6 時間以上経過した後、リポーリング・水押し試験を行い、再注入を行うものとした。
- ②. 当該ステージの注入完了後、下位ステージ進む場合のリポーリングは、注入完了後 6 時間以上経過してから行うものとした。

(12).同時注入規制

近接した孔において同時に作業を行う場合には、水押し試験・グラウチングに影響を与えないよう、10m以上の孔間隔を置くものとした。

(13).追加基準

規定孔（2 次孔）までのルジオン値を検討し、改良目標に達しない部分に対しては、追加孔を施行した。

4.2 カーテングラウチング施工仕様一覧表

(1). 削 孔

削孔機種はロータリーボーリングとし、孔径等は下表のとおりとした。

区 分	孔径	方向	コア	機 種	備 考
パイロット孔	66mm	鉛直下方	採取	ロ-リ-式	ダブルコアチューブ使用
一般孔・追加孔	46mm	鉛直下方	無し	ロ-リ-式	
チェック孔	66mm	斜め下方	採取	ロ-リ-式	ダブルコアチューブ使用

(2). 孔内洗浄

孔内のスライムを除去するため、削孔終了後、清水を圧力送水するものとした。

(3). ステージ長

ステージ長は5mとした。但し、最終ステージでステージ長が7.5m以下の場合には1ステージとし、7.5mを上回る場合には2ステージに分割(5m+L)して施工した。

(4). 水押し試験または透水試験

①. 透水試験はパイロット孔及びチェック孔で、水押し試験は一般孔・追加孔で実施した。

②. 水押し試験・透水試験の圧力段階は以下のとおりとした。

st	水押し試験 (kgf/cm ²)	透水試験 (kgf/cm ²)
1	0→1.0→2.0→3.0	0→0.5→1.0→2.0→3.0→2.0→1.0→0.5→0
2	0→1.0→3.0→6.0	0→1.0→2.0→3.0→4.0→6.0→4.0→3.0→2.0→1.0→0
3	0→3.0→6.0→9.0	0→1.0→3.0→5.0→7.0→9.0→7.0→5.0→3.0→1.0→0
4	3.0→6.0→9.0→12.0	0→2.0→4.0→6.0→9.0→12.0→9.0→6.0→4.0→2.0→0
5	3.0→6.0→9.0→15.0	0→3.0→6.0→9.0→12.0→15.0→12.0→9.0→6.0→3.0→0
6	3.0→6.0→12.0→18.0	0→3.0→6.0→9.0→12.0→15.0→18.0→12.0→6.0→3.0→0
7~	3.0→6.0→12.0→20.0	0→3.0→6.0→10.0→14.0→17.0→20.0→14.0→8.0→3.0→0

③. 試験器具並びに圧力段階以外の試験仕様は、コンソリデーショングラウチングに準ずる。

(5). 注入材料

注入材料は、普通ポルトランドセメントを使用した。

(6). 規定注入圧力

注入圧力は岩盤性状を考慮し、堤体及び基礎岩盤に有害な変位を生じさせない範囲で、グラウチング効果が最大となるよう、以下のように設定した。

ステージ	1	2	3	4	5	6	7~
規定注入圧力 (kgf/cm ²)	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	20.0

但し、水押し試験で限界圧力が発生した場合には、限界圧力+1.0kgf/cm²の圧力で注入を行うものとした。

(7). 注入速度

注入速度は、基礎岩盤に有害な変形を与えないよう、以下のように規制した。

- ・ 最大 4.0 ٪/min/m (20.0 ٪/min/st)

(8). グラウト配合及び配合切替

グラウト配合は、C : W=1:10, 1:8, 1:6, 1:4, 1:2, 1:1 の6種類とした。

配合切替は、基礎岩盤の亀裂・透水特性等を考慮し、下表に準拠して実施するものとした。

配合	注入量 (٪)						計
	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	
ルゾ値							
Lu<10	600	600	400	400	400	600	3,000
10≤Lu<20		600	400	400	400	1,200	3,000
Lu≥20			400	400	400	1,800	3,000

- ①. 注入圧力が規定圧力に達し、注入量が減少傾向にある場合、あるいは完了に近い場合には、配合切替は行わないものとした。
- ②. 注入量が規定総量 (3,000٪) を超えても完了の見込みがあると判断される場合には、注入を継続するものとした。

(9). 完了基準

規定圧力注入で、注入量が 0.2 ٪/min/m以下まで低下した後、30分間の注入継続を行い、注入量の増加がないことを確認して注入完了とした。

(10). 注入の中断

注入開始後完了まで作業を中断してはならないが、以下の場合には注入を中断するものとした。

- ①. 規定注入量 (3,000٪) を超えても完了の見込みが内場合 [規定量中断]
- ②. リークが著しく、コーキング等の処置をしても容易にリークが止まらないと判断される場合 [リーク中断]
- ③. 停電等のトラブルがあり、やむを得ず30分間以上中断せざるを得ない場合

(11). リーク処理

注入中にリークが発生した場合には、以下の処理を行うものとした。

- ①. 適当なコーキング材でコーキングする。
- ②. 注入速度を落とす。
- ③. 早めに配合切替を行う、あるいは二段濃い配合のミルクを注入する。
- ④. 以上の処置を行ってもリークが止まらない場合には、注入を中断する。

(12). 再注入等

- ①. 注入中断後、6時間以上経過後、リポーリング・水押し試験を行い、再注入を行うものとした。
- ②. 当該ステージの注入完了後、下位ステージ進む場合のリポーリングは、注入完了後6時間以上経過してから行うものとした。

(13). 同時注入規制

近接した孔において同時に作業を行う場合には、水押し試験・グラウチングに影響を与えないよう、以下の距離を置くものとした。

- ・ 水平方向 6m以上
- ・ 深度方向 10m以上

(14). 追加基準

カーテンググラウチングの追加孔基準は、次頁に示すとおりとした。

5. 止水設計の考え方の経緯

2002.07.16 協議

- ・ コンソリデーショングラウチングについては、改訂指針にのっとりた計画（県案）で妥当と考える。
- ・ 常時満水位より高標高部については、今後仕上掘削を行った段階で、地質状況を判断し、必要に応じて計画を見直す。
- ・ カーテングラウチングについては、改訂指針にのっとりた計画（県案）で妥当と考える。

6. 施工実績図

6.1 コンソリデーショングラウチング

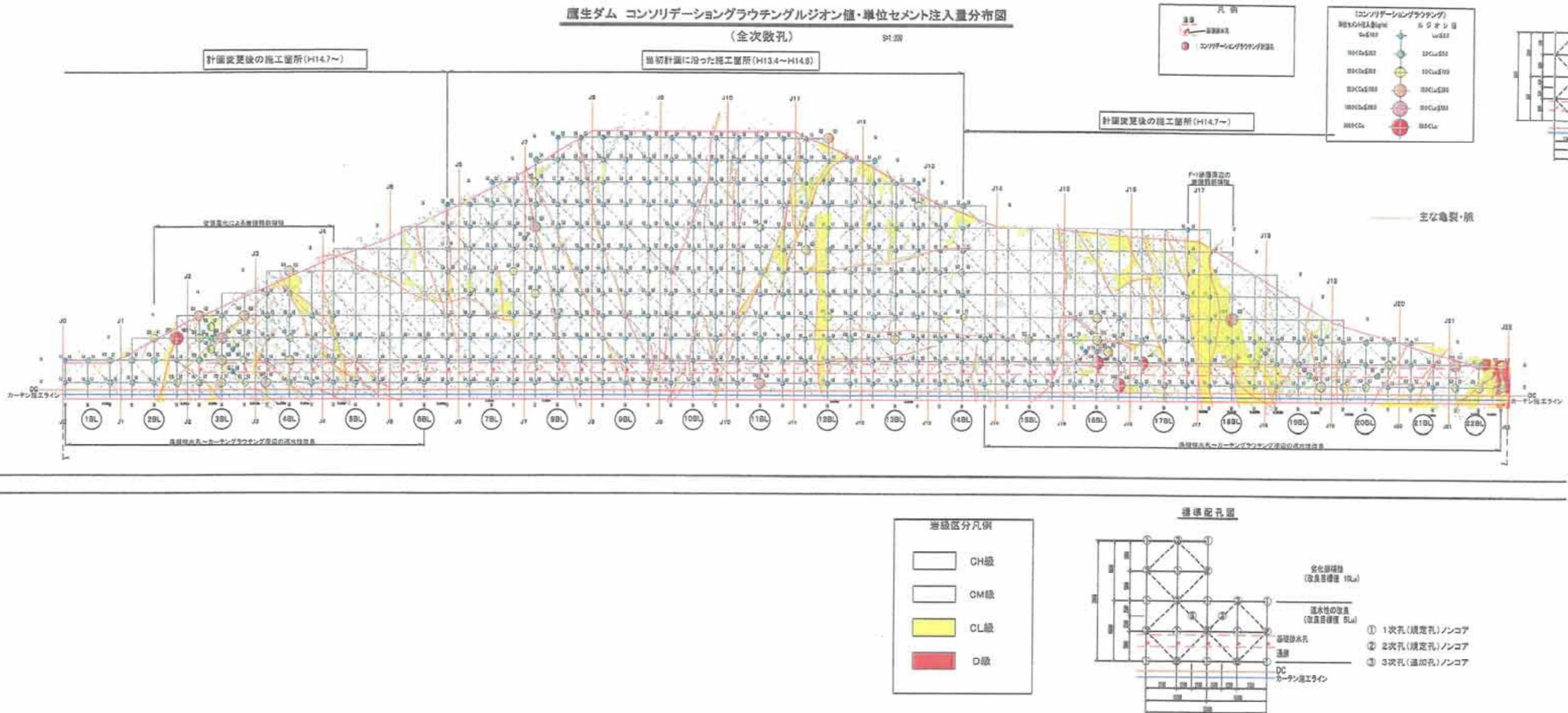


図 6.1.3 コンソリデーショングラウチング実績図(全次数孔)

6.2 カーテングラウチング

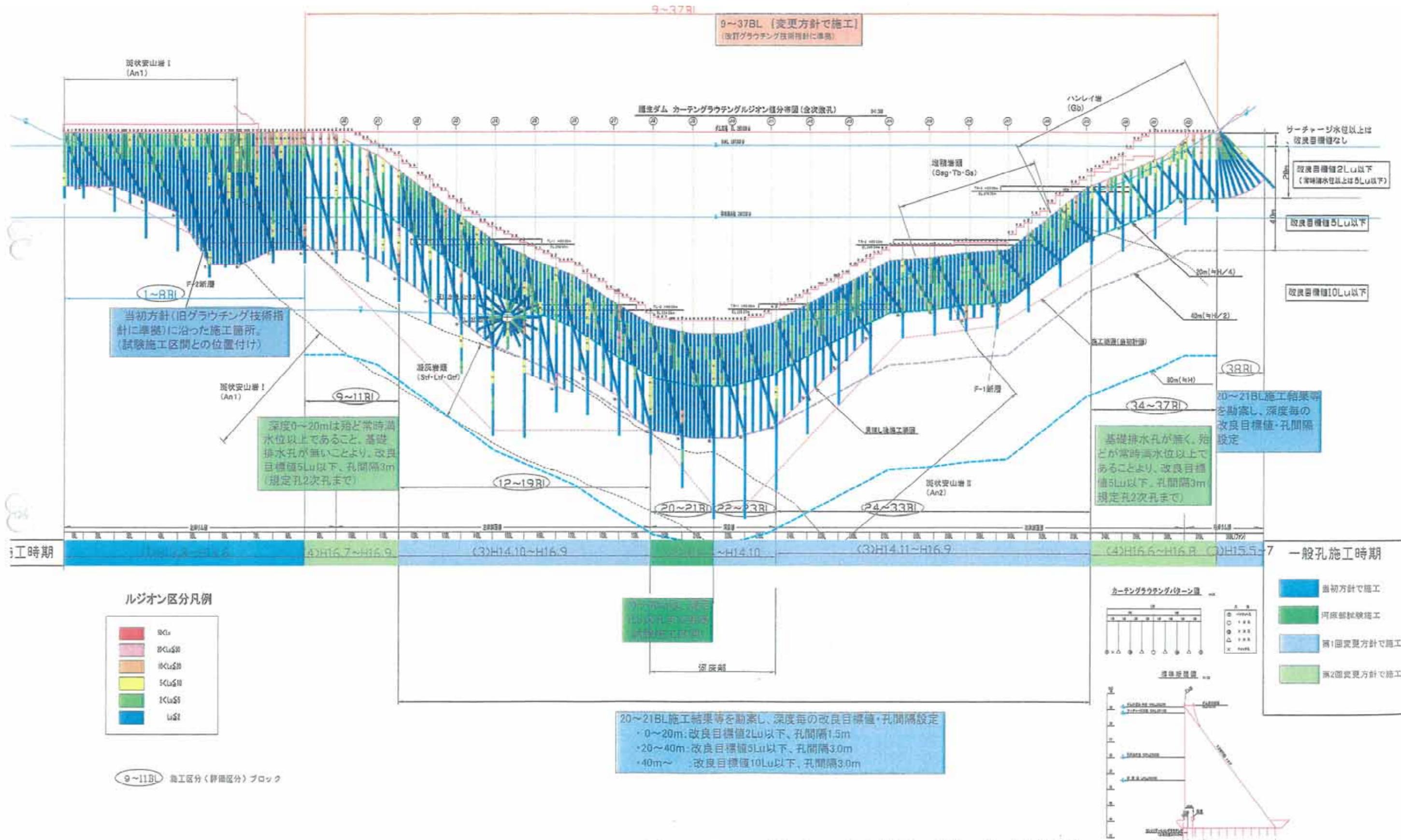


図 6.2.3 カーテングラウチング実績図(ルジオン値:全次数孔)