

### 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

コンソリデーショングラウチングは、主として堤体に接する着岩部付近の岩盤を対象として、一定範囲の亀裂をグラウチングで充填することにより、着岩部付近の遮水性を高める、基礎岩盤の均一化を図る、変形性を改善する等の効果を期待して実施する。

施工範囲は、基礎掘削等による岩盤の緩みが懸念される基礎岩盤全体とする。

##### 3.1.2 改良目標値

改良目標値は、5Lu 以下とする。

##### 3.1.3 施工時期

コンソリデーショングラウチングの施工時期は、リーク発生の防止および改良効果を高める目的により、本体コンクリートが 3m 以上打設された後とする。

##### 3.1.4 孔の配置及び深さ

グラウチング試験結果では、3m ピッチで施工された注入孔の 2 ステージ目（実施工 1 ステージ目相当）において 0.2～0.6Lu が確認された。この試験結果および改良目標値（5Lu 以下）から判断して、注入孔は 4m 格子状（最終次数孔 2 次孔）に配置するものとする。

##### 3.1.5 計画変更

コンソリデーショングラウチングでは、施工結果を参考に検証を行い、最大注入圧力を当初 0.3Mpa から 0.5Mpa に高める変更を実施した。

初期に施工が行われた河床部（3～5 ブロック）特に 3 ブロック上流部では規定孔施工では明瞭な改良効果が見られず、多くの追加孔施工を必要とした。

標高上部の施工では、岩盤状況がより悪化することが考えられるため、改良効果を高める方法を検討することが必要となった。

三河沢ダムダムサイトの基礎岩盤が比較的堅牢であるため、注入圧力を高める事によって限界圧力が多発する可能性は低いと考えられる。

三河沢ダムの基礎岩盤は、比較的堅牢でクラックが発達しているという性状を持つため、最大注入圧力を 0.5Mpa に高めることにより改良効果を向上すると考えられる。

## 3.2 カーテングラウチング

### 3.2.1 施工範囲

カーテングラウチングは、堤体基礎岩盤およびリム部において基礎の水密性を増加させることにより止水壁を形成して浸透流を制御し、漏水量の減少（貯水の損失を防ぐ）、揚圧力の遮減（堤体の安全性を増加させる）、地山の安定化（パイピング防止）等の効果を期待して実施する。

施工範囲は、次のとおりとする。

#### (1) 一般部

ダム軸方向の施工範囲は、左右岸とも地下水位がダム天端標高に至るまでの範囲とし、全幅164.5mとする。孔深度は、「グラウチング技術指針 同解説」\*)に記載される経験式の範囲内で、調査ボーリングの施工結果より作成したダム軸ルジオンマップにおいて、改良目標値(2Lu)のゾーンに至る深さとしている。

\*)グラウチング技術指針 同解説 S58.11 (財)国土開発技術研究センター

#### (2) 右岸深部高透水性部

調査ボーリングにより、右岸深部には最大幅開口幅15mm、平均開口幅5mmで50Lu以上の透水性を持つと考えられる開口割れ目が存在することが判明した。基礎掘削面の観察結果、右岸深部開口割れ目に対比される基礎掘削面の割れ目は層理沿いのF-11断層およびF-11断層により切られて下流側へ連続しないことから下流への漏水経路となる可能性は低いと考えた。しかし、断層周辺の破碎部が漏水経路となった場合を考慮して、想定される最短の漏水経路でクリープ比4を確保できるパイロット孔位置までをカーテン施工範囲として、浸透路長を延長させることとした。

### 3.2.2 改良目標値

改良範囲は、2Lu以下とする。

### 3.2.3 施工位置及び施工時期

ダム堤体部におけるカーテングラウチングの施工時期は、リーク発生の防止および改良効果を高める目的より、本体コンクリートが10m以上打設された後とする。

施工位置は、上流フーチングとした。

### 3.2.4 孔の配置

孔間隔1.5m、規定3次孔の単列施工とした。

パイロット孔間隔12m、一般孔間隔1.5m(規定3次孔)の1列配置の中央内挿法とした。

### 3.2.5 計画変更

第1ステージにおける注入効率を向上させるために、最大注入圧力を0.3Mpaを0.5Mpaに変更した。

パイロット孔の施工により判明した左岸リム部および右岸深部の高透水ゾーンを改良するため、施工深度の延長を行った。

#### 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

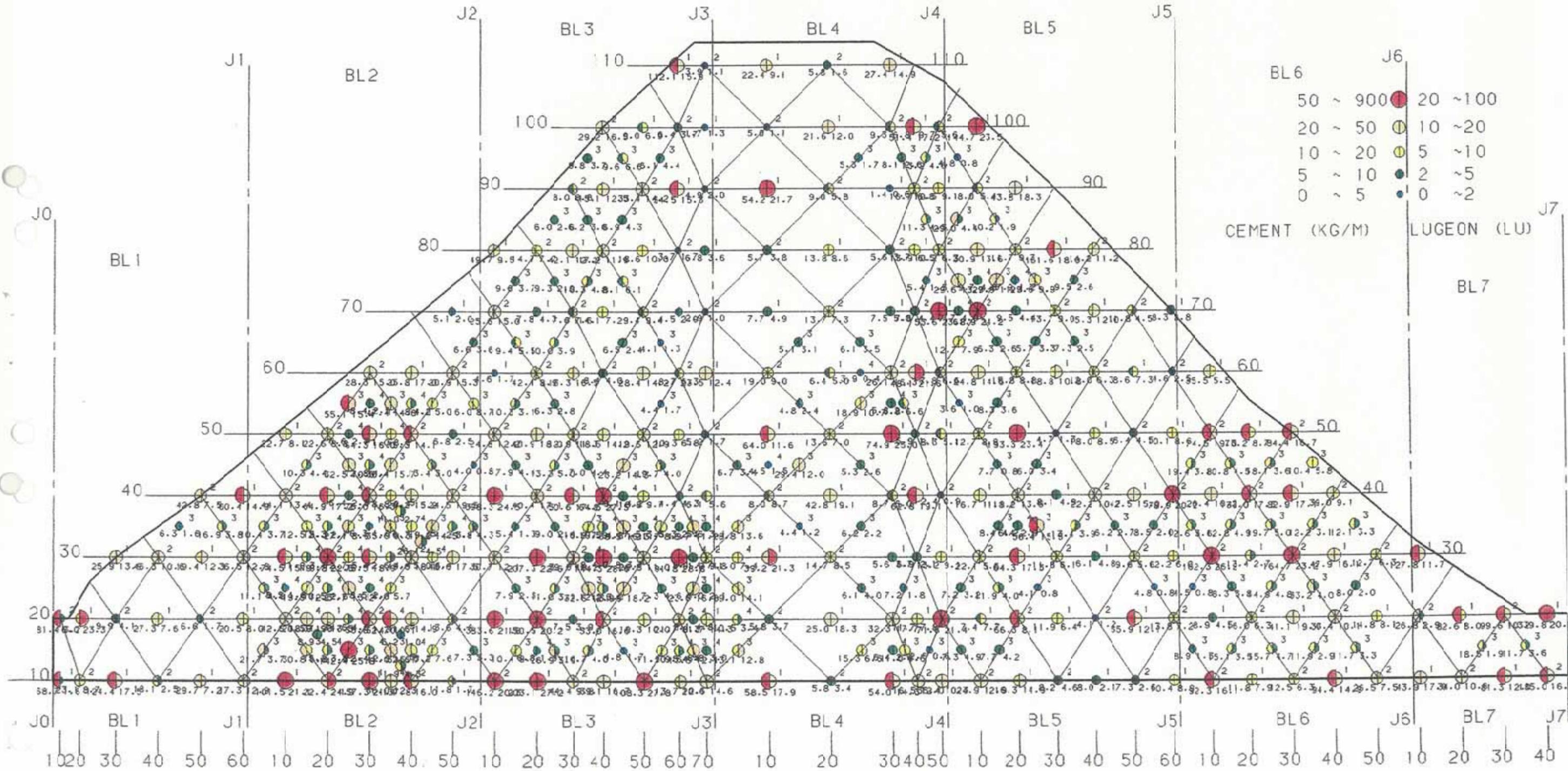
項目	施工仕様						
ボーリング工							
削孔方法	ロータリーボーリング 46mm						
孔深	5m (1ステージ)						
施工時期	カバーコンクリート方式 (3m以上打設後)						
グラウチング工							
水押しテスト 圧力段階	ステージ	圧力段階(MPa)					
	1	0.05→0.1→0.2→0.3					
注入材料	高炉セメントB種						
初期配合	ルジオン値	10Lu以下	10~20Lu	20Lu以上			
	開始配合	1:10	1:6	1:4			
配合切換基準	配合(C:W)	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1
	注入量(L)	400	400	400	400	400	規定流入量(3,000L)迄
	配合切換(C:W)	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	中断
	規定注入量注入後、注入量が毎分10L以上の場合は配合を切り換えて、濃度を一段濃くする。						
注入速度	最大注入速度 4L/min/m						
注入中断	以下の場合は注入を中断する。						
	①総注入量が3,000Lを超過しても、時間当たり注入量が減少しない場合。 ②岩盤表面上にセメントミルクのリークが見られ、適当な処置を施してもリークが止まらない場合。 ③不可抗力により、注入が継続不可能な場合。 上記①③の場合は、クラックの閉塞を防止するために、中断後10分以上又は200L以上の水送りをして再注入に備えるものとする。 ②の場合は、中断後パッカーを引き上げ、孔内を洗浄する。						
注入完了基準	(1)規定圧力に達し、注入量が0.2L/min/m以下に達した後、更に30分間のダメ押しを行い、完了とする。 (2)全ステージの注入が完了した孔は、注入完了後直ちに孔底より濃度1:1のセメントミルクにより填充グラウチングを実施し、注入孔を完全に閉塞する。						

#### 4.2 カーテングラウチング施工仕様一覧表

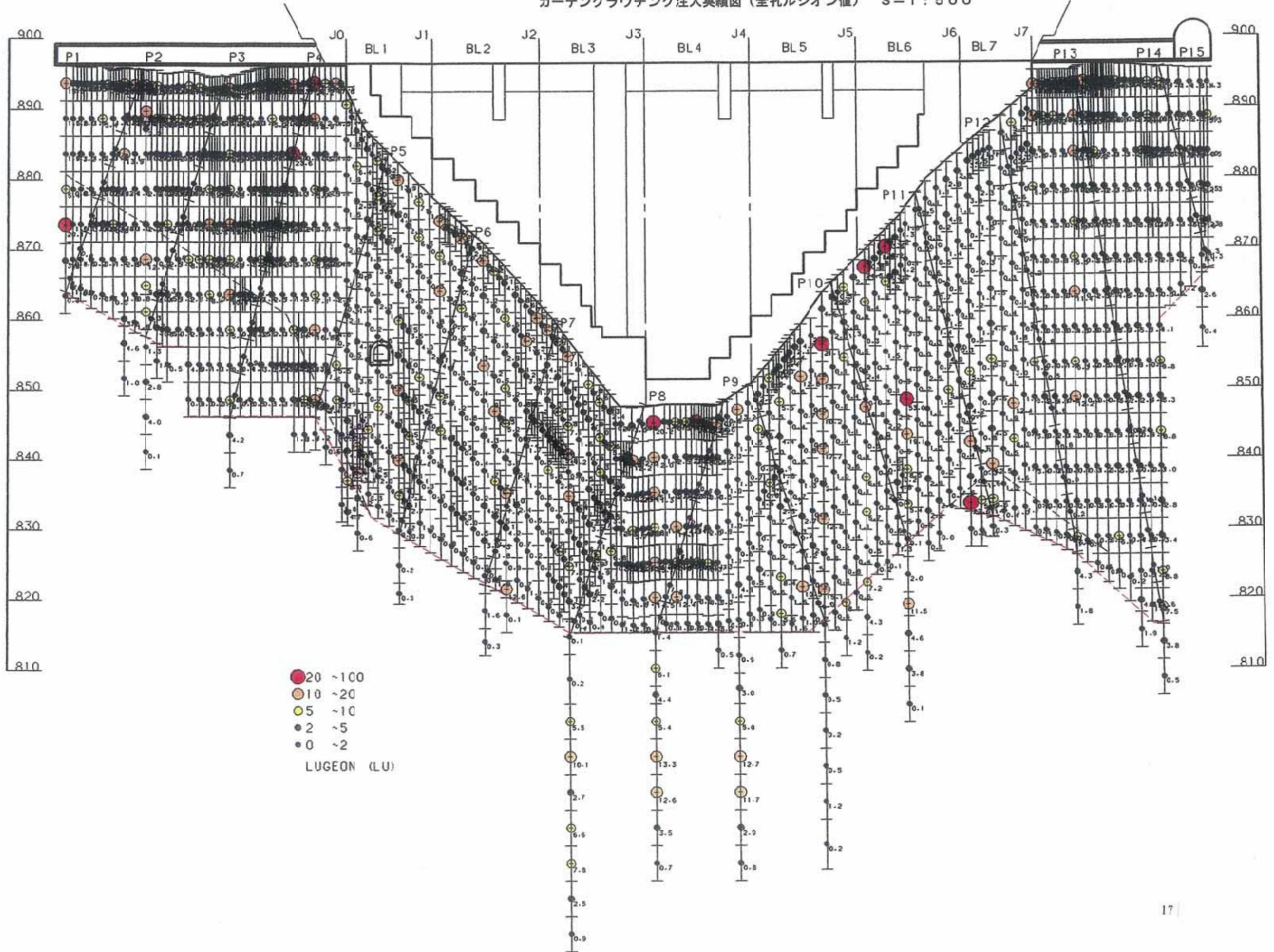
項目	施工仕様							
ボーリング工								
削孔方法	ロータリーボーリング 66mm (P孔, C孔) 46mm (一般孔)							
孔深	5m (1ステージ)							
施工時期	カバーコンクリート方式 (10m以上打設後)							
グラウチング工								
水押しテスト 圧力パターン	ステージ	圧力パターン(MPa)					注入圧力(MPa)	
	1	0.05→0.15→0.3					0.3	
	2	0.05→0.15→0.3→0.5					0.5	
	3	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7					0.7	
	4	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0					1.0	
	5	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2					1.2	
	6	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2→1.5					1.5	
	7以深	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2→1.8					1.8	
ルジオンテスト 圧力パターン	ステージ	圧力パターン(MPa)					注入圧力(MPa)	
	1	0.05⇔0.1⇔0.15⇔0.2⇔0.3					0.3	
	2	0.05⇔0.1⇔0.2⇔0.3⇔0.5					0.5	
	3	0.05⇔0.1⇔0.3⇔0.5⇔0.7					0.7	
	4	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0 0.05 ← 0.3←0.5←0.7←					1.0	
	5	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2 0.05 ← 0.5 ← 1.0←					1.2	
	6	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2→1.5 0.05 ← 0.5 ← 1.0←					1.5	
	7以深	0.05→0.15→0.3→0.5→0.7→1.0→1.2→1.8 0.05 ← 0.5 ← 1.0←					1.8	
注入材料	高炉セメントB種							
初期配合	ルジオン値	10Lu以下	10~20Lu	20Lu以上				
	開始配合	1:10	1:6	1:4				
配合切換基準	配合 (C:W)	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	
	注入量 (L)	400	400	400	400	400	規定流入量 (3,000L)迄	
	配合切換 (C:W)	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	中断	
	規定注入量注入後、注入量が毎分10L以上の場合は配合を切り換えて、濃度を一段濃くする。							
注入速度	最大注入速度 4L/min/m							
注入中断	以下の場合は注入を中断する。							
	①総注入量が3,000Lを超過しても、時間当たり注入量が減少しない場合。							
	②岩盤表面上にセメントミルクのリークが見られ、適当な処置を施してもリークが止まらない場合。							
③不可抗力により、注入が継続不可能な場合。								
上記①③の場合は、クラックの閉塞を防止するために、中断後10分以上又は200L以上の水送りをして再注入に備えるものとする。								
②の場合は、中断後パッカーを引き上げ、孔内を洗浄する。								
注入完了基準	(1)規定圧力に達し、注入量が0.2L/min/m以下に達した後、更に30分間のダメ押しを行い、完了とする。							
	(2)全ステージの注入が完了した孔は、注入完了後直ちに孔底より濃度1:1のセメントミルクにより填充グラウチングを実施し、注入孔を完全に閉塞する。							

5. 施工実績

5.1 コンソリデーショングラウチング コンソリデーショングラウチング(全孔) S = 1 : 250



カーテングラウチング注入実績図 (全孔ルジオン値) S=1:500



- 20 ~100
  - 10 ~20
  - 5 ~10
  - 2 ~5
  - 0 ~2
- LUGEON (LU)

カーテングラウテング注入実績図 (全孔セメント量) S=1:500

