

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

施工範囲は基礎掘削による岩盤のゆるみの影響が考えられる堤趾導水路の基礎を含むダム敷全域にわたっておこなうこととする。なおマサ部は、フーチングの基礎を含め岩盤部より広範囲に施工する。

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で 5Lu~10Lu としている例が多いこと、基礎処理をおこなうマサは常時満水位より上位標高にあることから以下のように設定した。

岩盤部 5Lu
マサ部 10Lu

3.1.3 施工時期

リーク防止および改良効果を高める目的から、施工時期はカバーコンクリート 3.0m 打設後とする。

3.1.4 孔の配置及び深さ

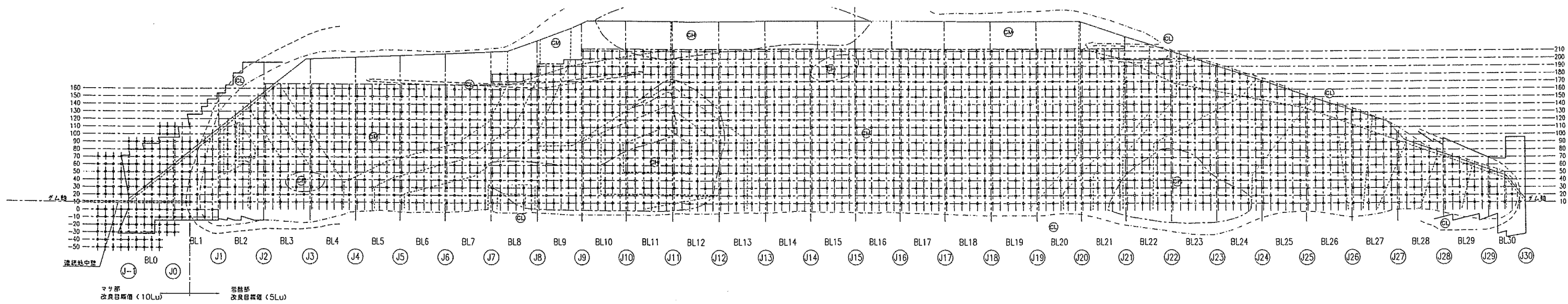
孔配置、類似地質の岩盤（花崗岩類）の他ダムの実績を参考にして設定した。

岩盤部 : 5m 格子中央 1 点 (規定 2 次孔 孔間隔 3.54m)
マサ部 : 2.5m 格子中央 1 点 (規定 3 次孔 孔間隔 1.77m)

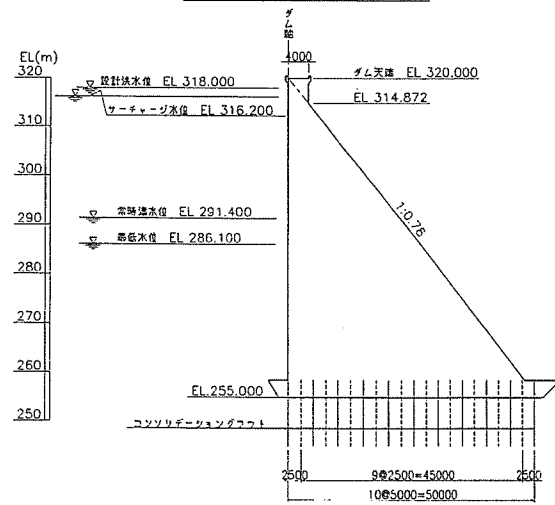
孔深度は、高透水ゾーンが 5~10m 程度の厚さに分布していることを考慮して 10m とする。

コンソリデーショングラウト配置図

平面配置図 S=1:500



横断配置図 S=1:500



標準孔配置図 S=1:200

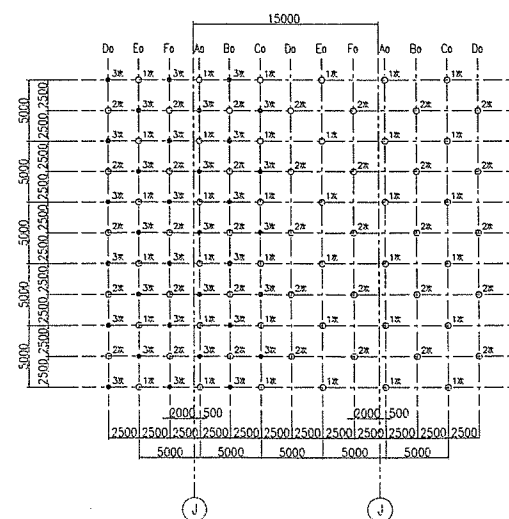


図4.1.2 コンソリデーショングラウト配置図(当初計画)

3.2 カーテングラウチング

3.2.1 施工範囲

1) 堤体部

河床最大断面の深度範囲は、改良目標値 2Lu に達する範囲と経験式を考慮して 35m 程度とした。

また、左右岸部の堤体基礎では河床部と同様に 20Lu 以上のところはすべて施工範囲とした。

【経験式による深さ】

$$d = H1/3 + C \\ = 65/3 + 8 = 29.7\text{m}$$

ここに、d：孔深(m)

H1：孔の上のダム高(m)

C：定数(8～25m)

$$d = H2 \\ = (0.5 \sim 1.0) \times 61.2 = 29.7\text{m}$$

ここに、H2：ダム最大水深(m)

C：定数(0.5～1.0m)

2) 左岸リム部

左岸リム部の奥行き方向の止水範囲は地下水位とサーチャージ水位との交点までとする。
(J1 から尾根沿いに 210m 付近まで)

3) 右岸リム部

右岸リム部の奥行き方向の止水範囲は地下水位とサーチャージ水位との交点までとする。
(右岸端部から 160m 程度)

3.2.2 改良目標値

カーテングラウチングによる改良目標値は、当初計画では一律 2Lu とした。

施工段階において見直しをおこない、ダム高の 1/2 (7st) 以深は改良目標値を 6Lu に設定した。

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、施工時期は堤高 15m 以上打設後とした。左右岸リム部は、地山より明かり施工とした。

3.2.4 孔の配置

孔配置は、既設ダムでの実績を参考に設定した。

一般部：1.5m ピッチ / 規定 3 次孔 / 千鳥配孔

リム部：3.0m ピッチ / 規定 2 次孔 / 千鳥配孔

3.2.5 計画図

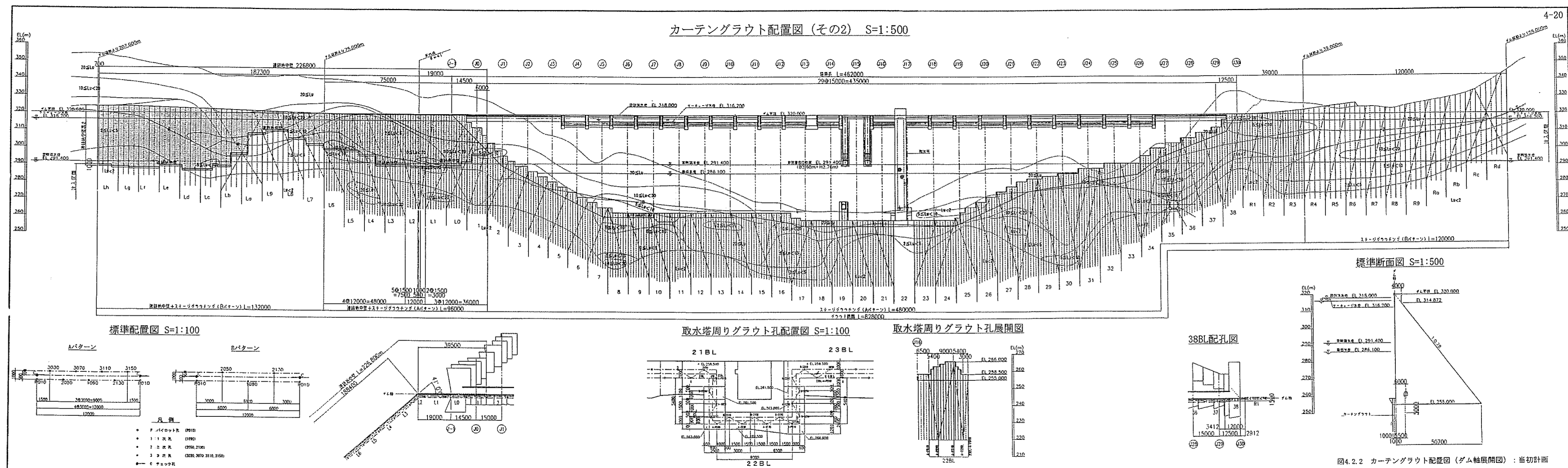


図4.2.2 カーテングラウト配置図 (ダム軸展開図) : 当初計画

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

透水試験 注入方法	建設省河川局監修「ルジオンテスト施工指針」により行う。																						
バッカーセット	高圧エアバッカー																						
注入圧力	一般部、左岸アバット部																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>規定圧力 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>上記は標準であり、水押し試験の結果及び岩盤の変位状況により修正することができる。限界圧力が確認された場合は、注入圧力を(限界圧力+1 kgf/cm²)とする。</p> <p>左岸アバットフーチング(ノンカバー部)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>規定圧力 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>					ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)	1	3	2	5	ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)	1	1	2	1						
ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)																						
1	3																						
2	5																						
ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)																						
1	1																						
2	1																						
水押し試験 圧力段階	一般部、左岸アバット部																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>圧力段階 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.2 → 1 → 2 → 3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.2 → 1 → 3 → 5</td> </tr> </tbody> </table> <p>左岸アバットフーチング(ノンカバー部)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>圧力段階 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.2 → 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.2 → 1</td> </tr> </tbody> </table>					ステージ	圧力段階 (kgf/cm ²)	1	0.2 → 1 → 2 → 3	2	0.2 → 1 → 3 → 5	ステージ	圧力段階 (kgf/cm ²)	1	0.2 → 1	2	0.2 → 1						
ステージ	圧力段階 (kgf/cm ²)																						
1	0.2 → 1 → 2 → 3																						
2	0.2 → 1 → 3 → 5																						
ステージ	圧力段階 (kgf/cm ²)																						
1	0.2 → 1																						
2	0.2 → 1																						
注入材料	<p>一般部</p> <p>普通ポルトランドセメント : 1次孔</p> <p>超微粒子セメント : 2次孔以降</p> <p>左岸アバット部(1BL F0列より左岸側に適用する。)</p> <p>超微粒子セメント : 1次孔以降</p>																						
初期配合	<p>一般部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ルジオン値</th> <th>10Lu以下</th> <th>10Lu~20Lu</th> <th>20Lu以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開始配合</td> <td>1:8</td> <td>1:6</td> <td>1:4</td> </tr> </tbody> </table> <p>左岸アバット部(1BL F0列より左岸側に適用する。)</p> <p>1:8</p>					ルジオン値	10Lu以下	10Lu~20Lu	20Lu以上	開始配合	1:8	1:6	1:4										
ルジオン値	10Lu以下	10Lu~20Lu	20Lu以上																				
開始配合	1:8	1:6	1:4																				
配合切替 基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配合 (C:W)</th> <th>1:8</th> <th>1:6</th> <th>1:4</th> <th>1:2</th> <th>1:1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入量 (ℓ)</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>規定注入量 (3,000ℓ)まで</td> </tr> <tr> <td>配合切替 (C:W)</td> <td>1:6</td> <td>1:4</td> <td>1:2</td> <td>1:1</td> <td>中断</td> </tr> </tbody> </table>					配合 (C:W)	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	注入量 (ℓ)	400	400	400	400	規定注入量 (3,000ℓ)まで	配合切替 (C:W)	1:6	1:4	1:2	1:1	中断
配合 (C:W)	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1																		
注入量 (ℓ)	400	400	400	400	規定注入量 (3,000ℓ)まで																		
配合切替 (C:W)	1:6	1:4	1:2	1:1	中断																		
注入速度	<p>注入は、そのステージが完了するまで連続して行わなければならない。</p> <p>最大注入速度: 6ℓ/min/m</p>																						
同時注入 規制	<p>一般部</p> <p>隣接孔間隔 6m以上</p> <p>左岸アバット部(1BL F0列より左岸側に適用する。)</p> <p>隣接孔間隔 5m以上</p>																						
規定注入量	3,000ℓ/ST																						
再注入	<ul style="list-style-type: none"> 中断後の再注入は、3時間以上経過後行う。 注入開始後の配合は、当初の注入と同様の手順及び基準により行う。 																						
注入完了 基準	<ul style="list-style-type: none"> 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分間ダメ押しを行い、完了とする。 全ステージ完了した孔については、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充填グラウチングを実施し、注入孔を完全に孔埋めする。 																						

4.2 カーテングラウチング施工仕様一覧表

透水試験注入方法	建設省河川局監修「ルジオンテスト施工指針」により行う。																																			
パッカーセット	高圧エアパッカー																																			
透水試験圧力， 水押し試験圧力 及び注入圧力	(一般部)																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>規定圧力 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>12.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>7以上</td><td>20.0</td></tr> </tbody> </table> <p>上記は標準であり、透水試験及び岩盤の変位状況より修正することができる。限界圧力が確認された場合は、注入圧力を(限界圧力+1 kgf/cm²)とする。</p>					ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)	1	3.0	2	5.0	3	7.0	4	9.0	5	12.0	6	16.0	7以上	20.0															
ステージ	規定圧力 (kgf/cm ²)																																			
1	3.0																																			
2	5.0																																			
3	7.0																																			
4	9.0																																			
5	12.0																																			
6	16.0																																			
7以上	20.0																																			
圧力段階	(一般部)																																			
	<p>一般孔，水押しパターン</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>注入圧力 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.5→1.0→1.5→3.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0</td></tr> <tr><td>7以上</td><td>0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0→16.0→20.0</td></tr> </tbody> </table> <p>パイロット孔，チェック孔，透水試験パターン</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ステージ</th> <th>注入圧力 (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.5⇔1.0⇔2.0⇔3.0⇔5.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0⇔9.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0 0.5 ← 5.0 ← 9.0←</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0 0.5 ← 5.0←7.0←9.0←</td></tr> <tr><td>7以上</td><td>0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→16.0→20.0 0.5 ← 5.0 ← 9.0←</td></tr> </tbody> </table>					ステージ	注入圧力 (kgf/cm ²)	1	0.5→1.0→1.5→3.0	2	0.5→1.5→3.0→5.0	3	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0	4	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0	5	0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0	6	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0	7以上	0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0→16.0→20.0	ステージ	注入圧力 (kgf/cm ²)	1	0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0	2	0.5⇔1.0⇔2.0⇔3.0⇔5.0	3	0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0	4	0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0⇔9.0	5	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0 0.5 ← 5.0 ← 9.0←	6	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0 0.5 ← 5.0←7.0←9.0←	7以上
ステージ	注入圧力 (kgf/cm ²)																																			
1	0.5→1.0→1.5→3.0																																			
2	0.5→1.5→3.0→5.0																																			
3	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0																																			
4	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0																																			
5	0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0																																			
6	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0																																			
7以上	0.5→1.5→3.0→7.0→9.0→12.0→16.0→20.0																																			
ステージ	注入圧力 (kgf/cm ²)																																			
1	0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0																																			
2	0.5⇔1.0⇔2.0⇔3.0⇔5.0																																			
3	0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0																																			
4	0.5⇔1.5⇔3.0⇔5.0⇔7.0⇔9.0																																			
5	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0 0.5 ← 5.0 ← 9.0←																																			
6	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→12.0→16.0 0.5 ← 5.0←7.0←9.0←																																			
7以上	0.5→1.5→3.0→5.0→7.0→9.0→16.0→20.0 0.5 ← 5.0 ← 9.0←																																			
注入材料	普通ポルトランドセメント : 1～3次孔 超微粒子セメント : 4次孔以降																																			
初期配合	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ルジオン値</th> <th>10Lu以下</th> <th>10Lu～20Lu</th> <th>20Lu以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開始配合</td> <td>1 : 8</td> <td>1 : 6</td> <td>1 : 4</td> </tr> </tbody> </table>					ルジオン値	10Lu以下	10Lu～20Lu	20Lu以上	開始配合	1 : 8	1 : 6	1 : 4																							
ルジオン値	10Lu以下	10Lu～20Lu	20Lu以上																																	
開始配合	1 : 8	1 : 6	1 : 4																																	
配合切換基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th>配合 (C:W)</th> <th>1 : 8</th> <th>1 : 6</th> <th>1 : 4</th> <th>1 : 2</th> <th>1 : 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入量 (ℓ)</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>規定注入量 (3,000ℓ)まで</td> </tr> <tr> <td>配合切換 (C:W)</td> <td>1 : 6</td> <td>1 : 4</td> <td>1 : 2</td> <td>1 : 1</td> <td>中絶</td> </tr> </tbody> </table> <p>注入は、そのステージが完了するまで連続して行わなければならない。</p>					配合 (C:W)	1 : 8	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1	注入量 (ℓ)	400	400	400	400	規定注入量 (3,000ℓ)まで	配合切換 (C:W)	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1	中絶													
配合 (C:W)	1 : 8	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1																															
注入量 (ℓ)	400	400	400	400	規定注入量 (3,000ℓ)まで																															
配合切換 (C:W)	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1	中絶																															
注入速度	最大注入速度 : 6 ℓ/min/m																																			
同時注入規制	隣接孔間隔 6 m以上																																			
規定注入量	3,000 ℓ/ST																																			
再注入	<ul style="list-style-type: none"> 中絶後の再注入は、3時間以上経過後行う。 注入開始後の配合は、当初の注入と同様の手順及び基準により行う。 																																			
注入完了基準	<ul style="list-style-type: none"> 規定圧力に達し、注入量が 0.2 ℓ/min/m 以下に達した後、更に 30 分間ダメ押しを行い、完了とする。 全ステージ完了した孔については、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、注入孔を完全に孔埋めする。 																																			

5. 止水設計の考え方の経緯

(1) 2002.06.25 協議

1. 左岸リム部 A パターンについて

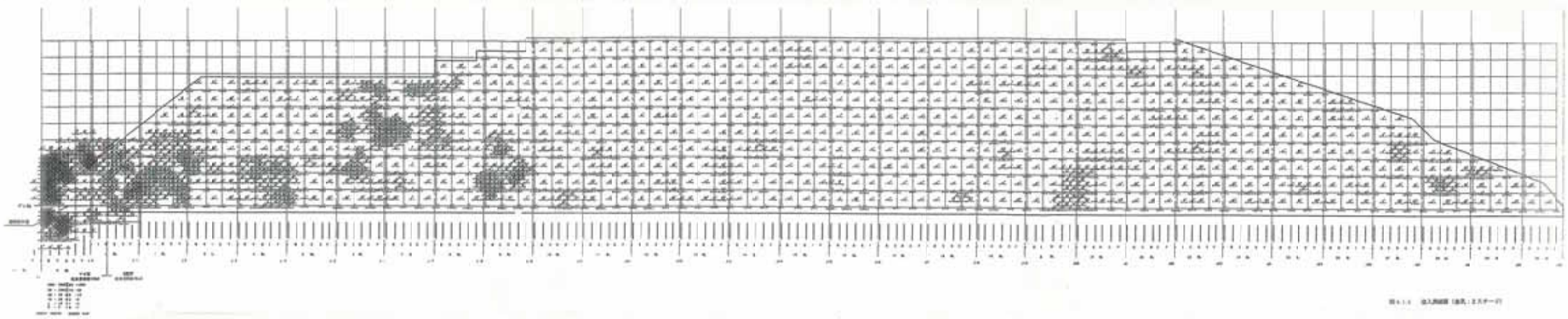
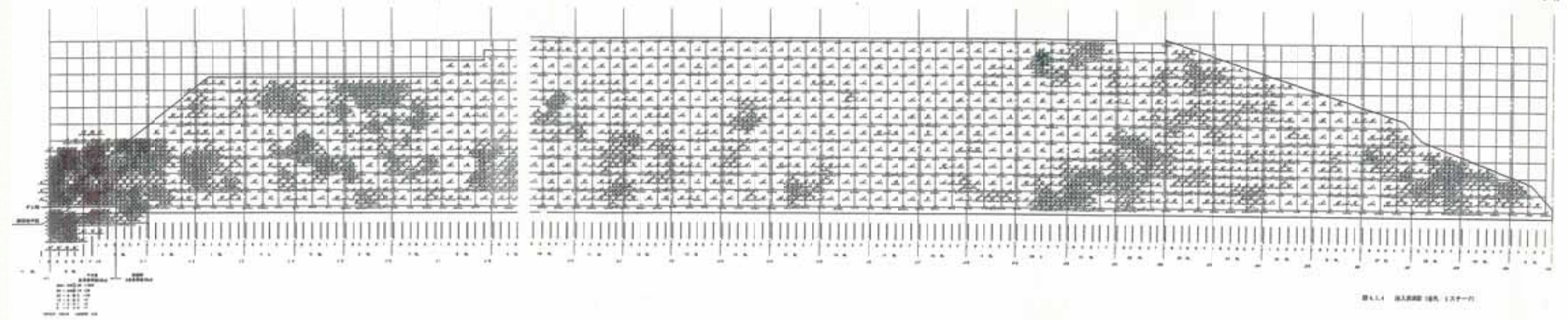
範囲、改良目標値については、県案で適当であると考えられる。ただし、左岸尾根の前後の高透水部の連続性を確認するため、既存のボーリング資料を用いる等して測線を増やしてルジオンマップの確認を行うこと。

(2) 2003.06.09 協議

1. 右岸リム部のカーテンクラウチングは、地下水位が SWL 水位以上となることから、B パターン部は施工範囲に含めないこととする。
2. A パターン部のマサ土部分はコンクリート置き換えを行う。その際、サーチャージ水位より上の部分は粘性土で埋め戻す（周辺土砂を使用する場合は、十分締固める）。
3. 改良目標は、基礎排水孔を有する堤体部付近までを 2 ルジオンとし、リム部側は 5 ルジオンとする。なお、局所的な 5～10 ルジオンの箇所については、右岸の浸透路長が十分に長く、水みちとなる可能性も小さいことから、追加孔は必ずしも必要でない。

6. 施工実績図

6.1 コンソリデーショングラウチング



6.2 カーテングラウチング

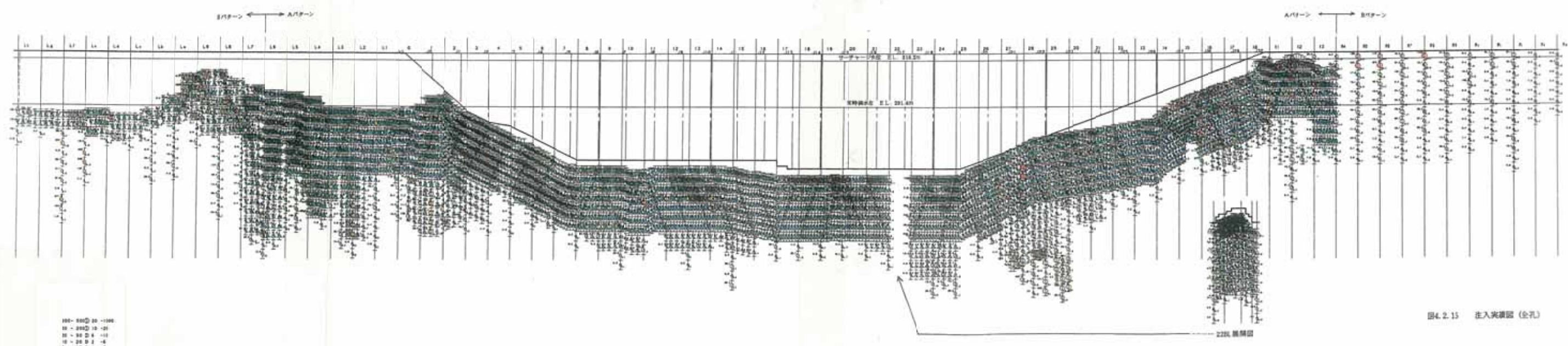


図4.2.15 注入実績図 (全孔)