

### 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

基礎岩盤の変形性の改良を図ると共に、カーテングラウチングとの併用により堤体直下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した。

##### 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

堤体コンクリートを 3.0m 以上打設した後に施工を行う。

##### 3.1.4 孔の配置及び深さ

規定孔は 5.0m 格子を基本とし、着岩面に対し垂直に 5.0m の範囲までを施工範囲とした。

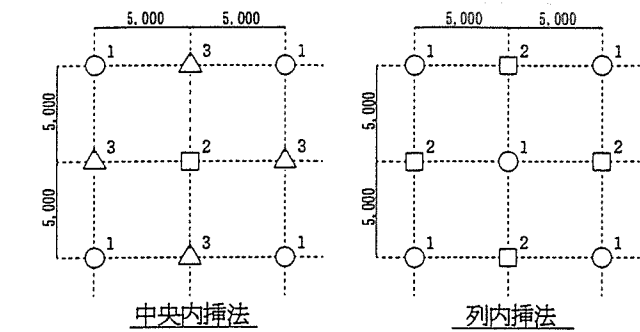
河床部 (BL3 ~ BL14) 5m 格子：規定 3 次孔 中央内挿法

コンソリデーショングラウチングのグラウチングテストを河床部で行い、10m 格子の 1 次孔から順次内挿させる方法で改良効果が確認されたため、河床部から左右岸アバットの掘削勾配が緩い範囲については、中央内挿法による施工とした。

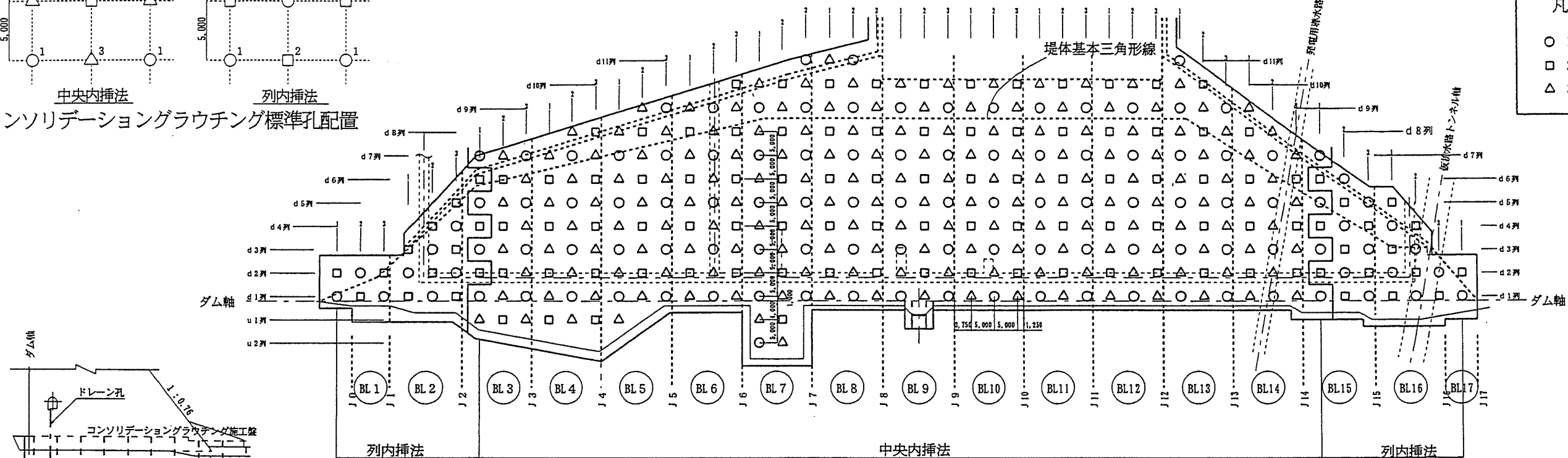
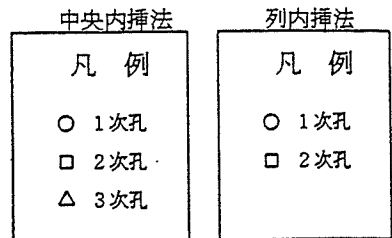
斜面部 (BL1 ~ BL2、BL15 ~ BL17) 5m 格子：規定 2 次孔 列内挿法

中央内挿法で施工した河床部付近においてはコンクリート打設作業の合間にコンソリデーショングラウチングを実施してきたが、両岸アバットの急傾斜部ではカバーコンクリートの条件を満たすまでの待ち時間を要し、コンクリート削孔長が長くなり不経済となる。このため、列内挿法による施工を検討した結果、河床部での 1 次孔と 2 次孔での次数効果はないが、3 次孔では概ね改良効果が確認されるため、中央内挿法の 1 次、2 次を列内挿法の 1 次とし、中央内挿法の 3 次を列内挿法の 2 次とする施工方法を左右岸アバット部に採用した。

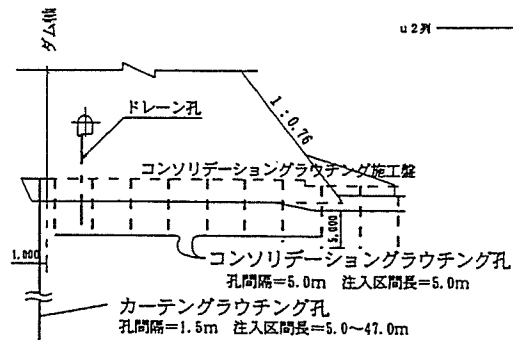
3.1.5 コンソリデーショングラウチング孔配置図



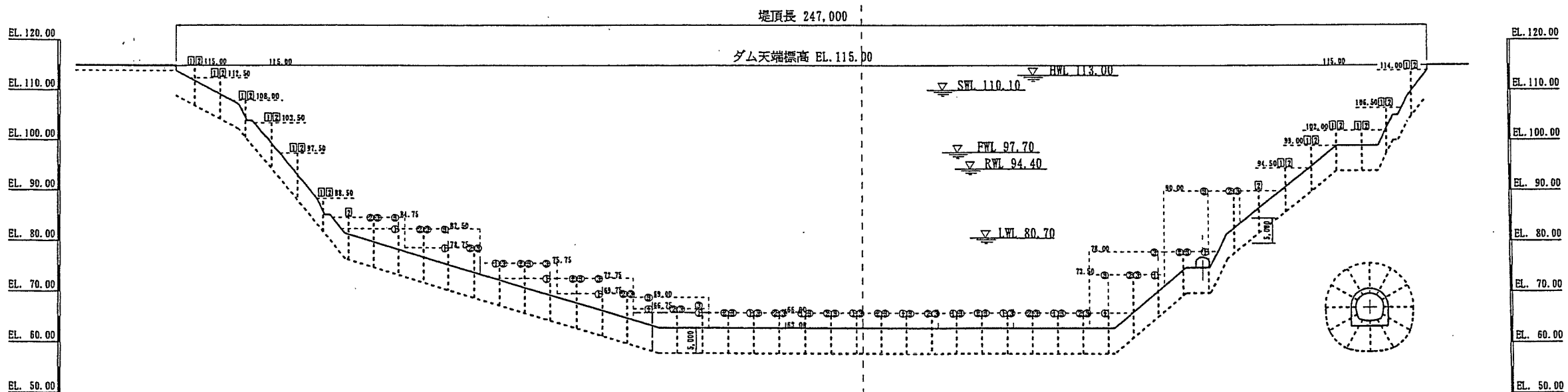
中央内挿法  
列内挿法  
コンソリデーショングラウチング標準孔配置



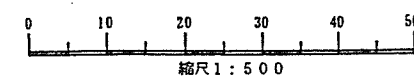
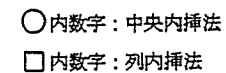
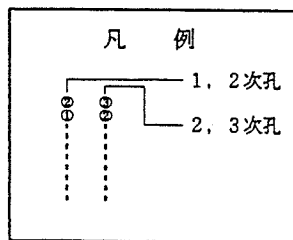
平面図



グラウチング孔配置標準断面



縦断面図



## 3.2 カーテングラウチング

### 3.2.1 施工範囲

両岸リム部で地下水位がサーチャージ水位以上となり、改良目標値 2Lu を上回る範囲を包括した範囲とした。

深度方向は 2Lu 到達深度とした。

両岸リム奥行き方向は、両岸とも地下水位とサーチャージ水位の交点までとした。

### 3.2.2 改良目標値

カーテングラウチングによる改良範囲は、一律 2Lu とした。

### 3.2.3 施工位置及び施工時期

カーテングラウチングの施工位置は、経済性・施工性を考慮して、堤体上流フーチングから明かり施工とした。

施工時期は、堤体コンクリートが 15m 以上打設完了後とした。

### 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。河床部は、難透水帯を確認したため、3 次孔の深度を 2 ステージ (10m) までとした。

カーテングラウチング河床部 15BL～24BL の規定孔の見直しについて

カーテングラウチング河床部 15BL～24BL のパイロット孔施工段階において、当初想定したよりも難透水性であることが確認されたためテストブロックの施工により規定孔の計画を見直した。

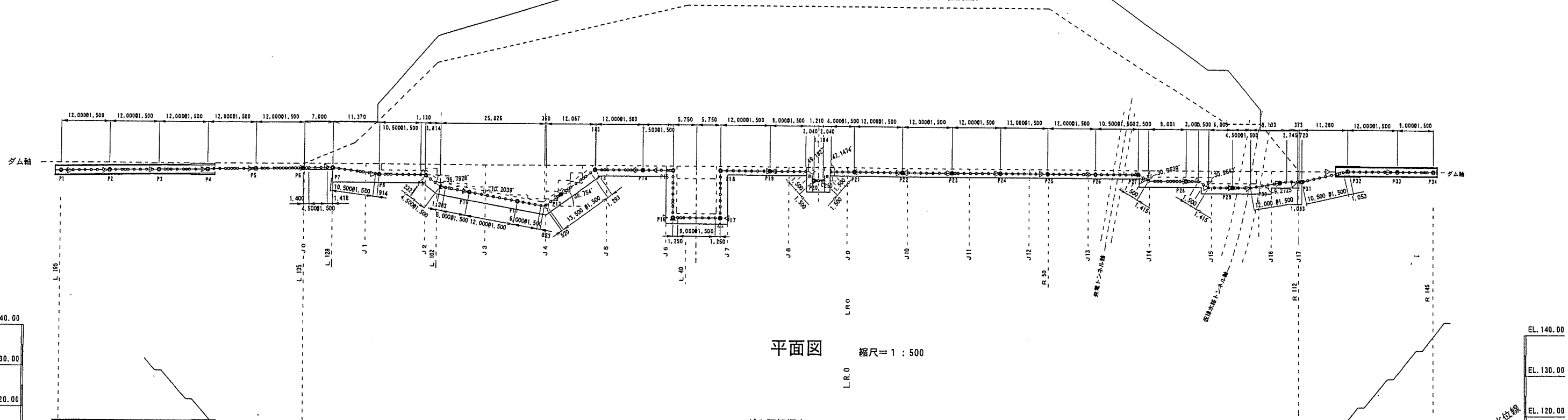
テストブロックの施工は、比較的高ルジオン値を示した 20BL～21BL にて行い、処理結果は、2 次孔で 2Lu の改良目標値を下回っており、3 次孔においては全ステージで改良目標値を満足した。

この結果から、3 次孔については、岩着面付近の透水性状及び改良状況を確認するため 2 ステージまでを改良範囲とすることとした。

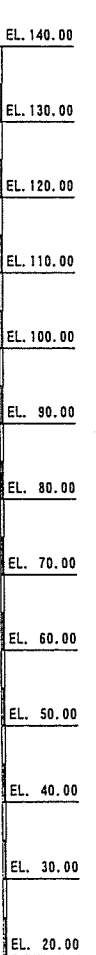
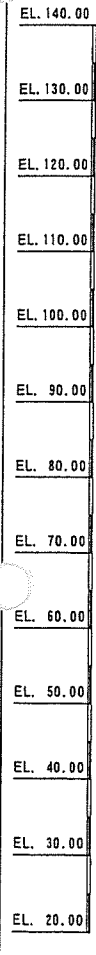
ただし、2 次孔の 3 ステージ以深において、2 ルジオンを超えた場合は、3 次孔においてそのステージまで施工することとした。

当該範囲の溶食孔は、地表から難透水性岩盤の上面( 地下水位線と一致)までの範囲に分布しているが、当該範囲の基礎掘削面下 5m 以深は概ね 2Lu 以下の難透水性を示していることから、15BL～24BL 間における溶食孔の分布は、基礎掘削線から 5m 以浅に限定されるものと判断している。

基礎処理計画図(施工実績)  
(カーテングラウチング孔配置図)



平面図 縮尺=1:500



ダム天端標高 EL. 115.00

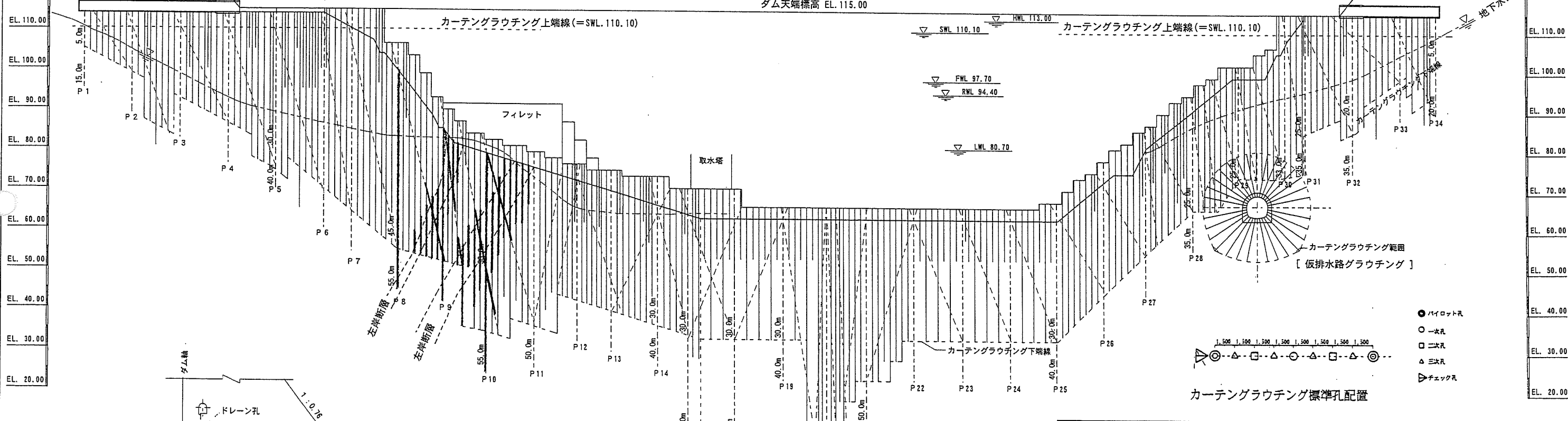
カーテングラウチング上端線 (=SWL. 110.10)

カーテングラウチング上端線 (=SWL. 110.10)

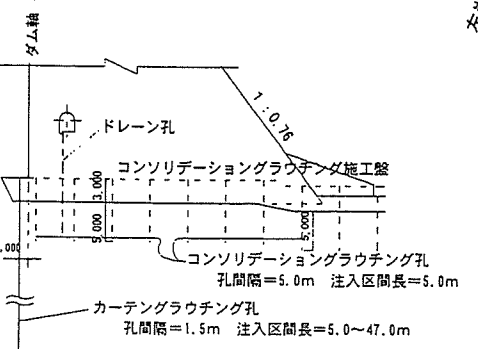
FWL 97.70  
RWL 94.40

LWL 80.70

地下水位線



縦断面図



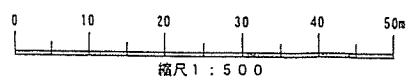
グラウチング孔配置標準断面

赤: 左岸断層仕様  
適用範囲

カーテングラウチング標準孔配置

**グラウチング孔凡例**

- カーテンパイロット孔
- カーテン一般注入孔
- △ カーテンチェック孔
- P1 パイロット孔番号
- C1 一般注入孔番号(上流列, 下流列)



カーテングラウチング孔配置図(実績)

## 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

コンソリ実施要領																																				
施工範囲	基礎岩盤全域																																			
施工深度	5m (1ステージ)																																			
孔配置	5m 格子 河床部 (BL3~BL14) 5m 格子：規定 3 次孔 斜面部 (BL1~BL2、BL15~BL17) 5m 格子：規定 2 次孔																																			
穿孔方法	ロータリーボーリングマシン : 46mm																																			
改良目標値	5Lu																																			
注入材料	高炉セメント B 種																																			
水押透水試験 圧力段階	<table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>水押試験 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.1-0.2-0.3</td> </tr> </tbody> </table>	st	水押試験 (MPa)	1	0.1-0.2-0.3																															
st	水押試験 (MPa)																																			
1	0.1-0.2-0.3																																			
注入圧力	0.3 MPa																																			
注入速度	4L/min/m 以下 (20L/min/st)																																			
配合切替基準	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">配合 (C : W)</th> <th colspan="3">規定注入量 (リットル)</th> </tr> <tr> <th>Lu &lt; 10</th> <th>10 &lt; Lu &lt; 20</th> <th>Lu &gt; 20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 : 8</td> <td>400</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1 : 6</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1 : 4</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1 : 2</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1 : 1</td> <td>800</td> <td>800</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>1 : 0.8</td> <td>800</td> <td>1,200</td> <td>1,600</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>3,200</td> <td>3,200</td> <td>3,200</td> </tr> </tbody> </table>	配合 (C : W)	規定注入量 (リットル)			Lu < 10	10 < Lu < 20	Lu > 20	1 : 8	400	-	-	1 : 6	400	400	-	1 : 4	400	400	400	1 : 2	400	400	400	1 : 1	800	800	800	1 : 0.8	800	1,200	1,600	計	3,200	3,200	3,200
配合 (C : W)	規定注入量 (リットル)																																			
	Lu < 10	10 < Lu < 20	Lu > 20																																	
1 : 8	400	-	-																																	
1 : 6	400	400	-																																	
1 : 4	400	400	400																																	
1 : 2	400	400	400																																	
1 : 1	800	800	800																																	
1 : 0.8	800	1,200	1,600																																	
計	3,200	3,200	3,200																																	
中断規定	総注入量が規定量に達し、完了傾向にないとき リークが止まらないとき 岩盤変位系の変位量が基準値 (20/100mm) に達したとき																																			
完了基準	規定圧力に達し、注入速度が 0.2L/min/m 以下になり、30 分のだめ押し後完了となる。																																			

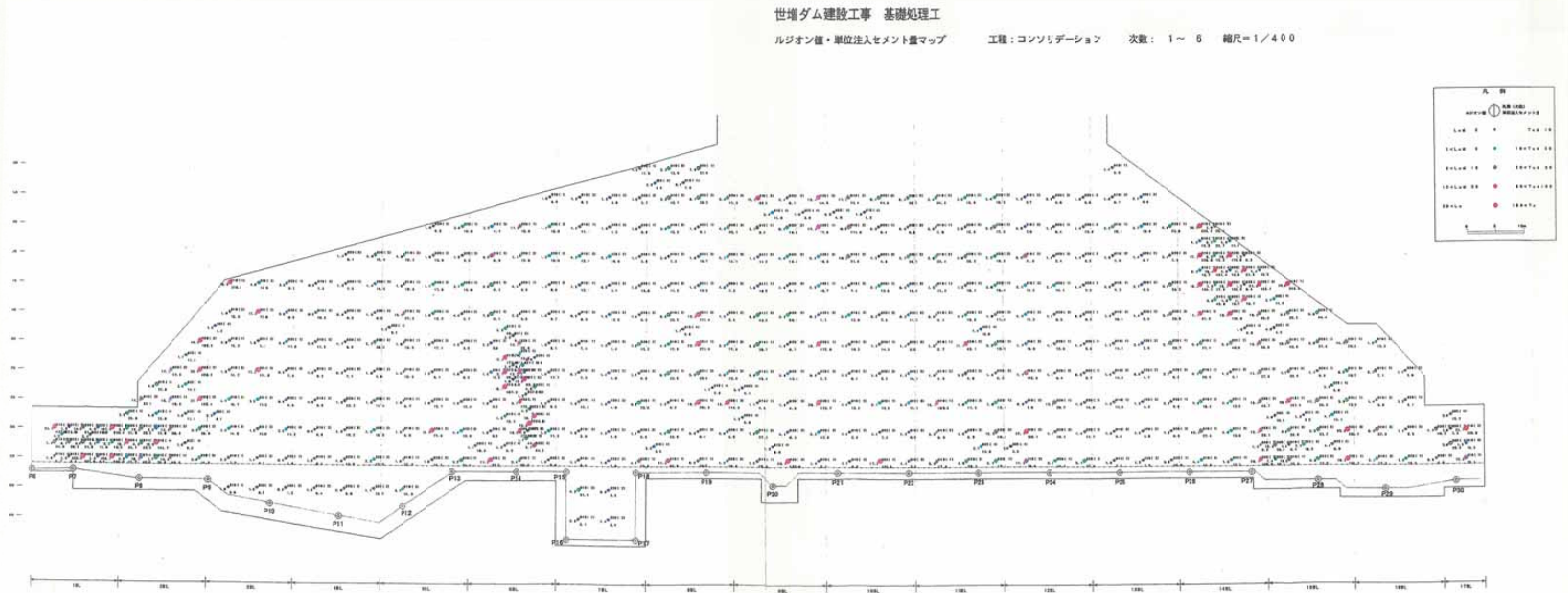
## 4.2 カーテングラウチング施工仕様一覧表

カーテングラウチング実施要領																																																																	
施工範囲	両岸リム部で地下水位がサーチャージ水位以上となる範囲																																																																
施工深度	2Lu 到達深度まで																																																																
孔配置	孔間隔 1.5m 単列配置、15～24BL 間は 3st 以深 3.0m 単列配置																																																																
穿孔方法	パイロット孔、チェック孔： 66mm、ロータリー、コアリング 注入孔： 46mm、ロータリー、ノンコア																																																																
改良目標値	2Lu																																																																
注入材料	高炉セメント B 種																																																																
水押透水試験 圧力段階	<p>透水試験 一般部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>透水試験 圧力段階 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.1-0.2-0.3-0.4-0.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.1-0.25-0.4-0.55-0.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.2-0.35-0.6-0.8-1.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.2-0.4-0.7-1.0-1.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.2-0.6-1.0-1.3-1.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.2-0.6-1.0-1.4-1.7</td></tr> <tr><td>7～</td><td>0.2-0.6-1.0-1.5-2.0</td></tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には直ちに降圧段階に移行</p> <p>断層部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>透水試験 圧力段階 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.1-0.15-0.2-0.25-0.3</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.1-0.2-0.3-0.4-0.5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.1-0.2-0.3-0.5-0.7</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.1-0.2-0.5-0.7-1.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.1-0.2-0.6-1.0-1.2</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.1-0.2-0.6-1.0-1.5</td></tr> <tr><td>7～</td><td>0.1-0.5-1.0-1.5-2.0</td></tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には直ちに降圧段階に移行</p> <p>水押試験 一般部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>水押試験 圧力段階 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.1-0.3-0.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.2-0.45-0.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.3-0.6-1.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.4-0.8-1.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.5-1.0-1.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.7-1.2-1.7</td></tr> <tr><td>7～</td><td>0.7-1.4-2.0</td></tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には昇圧を行わない</p> <p>断層部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>水押試験 圧力段階 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.1-0.2-0.3</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.1-0.3-0.5</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.1-0.4-0.7</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.1-0.3-0.6-1.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.1-0.4-0.8-1.2</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.1-0.5-1.0-1.5</td></tr> <tr><td>7～</td><td>0.1-0.7-1.4-2.0</td></tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には昇圧を行わない</p>	st	透水試験 圧力段階 (MPa)	1	0.1-0.2-0.3-0.4-0.5	2	0.1-0.25-0.4-0.55-0.7	3	0.2-0.35-0.6-0.8-1.0	4	0.2-0.4-0.7-1.0-1.2	5	0.2-0.6-1.0-1.3-1.5	6	0.2-0.6-1.0-1.4-1.7	7～	0.2-0.6-1.0-1.5-2.0	st	透水試験 圧力段階 (MPa)	1	0.1-0.15-0.2-0.25-0.3	2	0.1-0.2-0.3-0.4-0.5	3	0.1-0.2-0.3-0.5-0.7	4	0.1-0.2-0.5-0.7-1.0	5	0.1-0.2-0.6-1.0-1.2	6	0.1-0.2-0.6-1.0-1.5	7～	0.1-0.5-1.0-1.5-2.0	st	水押試験 圧力段階 (MPa)	1	0.1-0.3-0.5	2	0.2-0.45-0.7	3	0.3-0.6-1.0	4	0.4-0.8-1.2	5	0.5-1.0-1.5	6	0.7-1.2-1.7	7～	0.7-1.4-2.0	st	水押試験 圧力段階 (MPa)	1	0.1-0.2-0.3	2	0.1-0.3-0.5	3	0.1-0.4-0.7	4	0.1-0.3-0.6-1.0	5	0.1-0.4-0.8-1.2	6	0.1-0.5-1.0-1.5	7～	0.1-0.7-1.4-2.0
st	透水試験 圧力段階 (MPa)																																																																
1	0.1-0.2-0.3-0.4-0.5																																																																
2	0.1-0.25-0.4-0.55-0.7																																																																
3	0.2-0.35-0.6-0.8-1.0																																																																
4	0.2-0.4-0.7-1.0-1.2																																																																
5	0.2-0.6-1.0-1.3-1.5																																																																
6	0.2-0.6-1.0-1.4-1.7																																																																
7～	0.2-0.6-1.0-1.5-2.0																																																																
st	透水試験 圧力段階 (MPa)																																																																
1	0.1-0.15-0.2-0.25-0.3																																																																
2	0.1-0.2-0.3-0.4-0.5																																																																
3	0.1-0.2-0.3-0.5-0.7																																																																
4	0.1-0.2-0.5-0.7-1.0																																																																
5	0.1-0.2-0.6-1.0-1.2																																																																
6	0.1-0.2-0.6-1.0-1.5																																																																
7～	0.1-0.5-1.0-1.5-2.0																																																																
st	水押試験 圧力段階 (MPa)																																																																
1	0.1-0.3-0.5																																																																
2	0.2-0.45-0.7																																																																
3	0.3-0.6-1.0																																																																
4	0.4-0.8-1.2																																																																
5	0.5-1.0-1.5																																																																
6	0.7-1.2-1.7																																																																
7～	0.7-1.4-2.0																																																																
st	水押試験 圧力段階 (MPa)																																																																
1	0.1-0.2-0.3																																																																
2	0.1-0.3-0.5																																																																
3	0.1-0.4-0.7																																																																
4	0.1-0.3-0.6-1.0																																																																
5	0.1-0.4-0.8-1.2																																																																
6	0.1-0.5-1.0-1.5																																																																
7～	0.1-0.7-1.4-2.0																																																																

カーテングラウチング実施要領																																																																											
注入圧力	<p>一般部</p> <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> <th>7~</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>1.2</td> <td>1.5</td> <td>1.7</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には、限界圧力以下とする</p> <p>断層部</p> <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> <th>7~</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入圧力 (MPa)</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>1.5</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>限界圧力が確認された場合には、限界圧力以下とする</p>	ステージ	1	2	3	4	5	6	7~	注入圧力 (MPa)	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	ステージ	1	2	3	4	5	6	7~	注入圧力 (MPa)	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0																																										
ステージ	1	2	3	4	5	6	7~																																																																				
注入圧力 (MPa)	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0																																																																				
ステージ	1	2	3	4	5	6	7~																																																																				
注入圧力 (MPa)	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0																																																																				
注入速度	<p>一般部：4L/min/m (20L/min/m)</p> <p>断層部：2L/min/m (10L/min/m)</p>																																																																										
配合切替基準	<p>一般部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">配合 (C:W)</th> <th colspan="3">規定注入量 (リットル)</th> </tr> <tr> <th>Lu 10</th> <th>10 &lt; Lu 20</th> <th>Lu &gt; 20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:10</td> <td>800</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1:8</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1:6</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>1:4</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>1:2</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>800</td> <td>1,600</td> <td>1,200</td> </tr> <tr> <td>1:0.8</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>4,000</td> <td>4,000</td> <td>4,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>断層部</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">配合 (C:W)</th> <th colspan="3">規定注入量 (リットル)</th> </tr> <tr> <th>Lu 10</th> <th>10 &lt; Lu 20</th> <th>Lu &gt; 20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:10</td> <td>600</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1:8</td> <td>400</td> <td>600</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1:6</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>1:4</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1:2</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>800</td> <td>1,200</td> <td>1,600</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>3,000</td> <td>3,000</td> <td>3,000</td> </tr> </tbody> </table>	配合 (C:W)	規定注入量 (リットル)			Lu 10	10 < Lu 20	Lu > 20	1:10	800	-	-	1:8	600	600	-	1:6	600	600	600	1:4	600	600	600	1:2	600	600	600	1:1	800	1,600	1,200	1:0.8	-	-	1,000	計	4,000	4,000	4,000	配合 (C:W)	規定注入量 (リットル)			Lu 10	10 < Lu 20	Lu > 20	1:10	600	-	-	1:8	400	600	-	1:6	400	400	600	1:4	400	400	400	1:2	400	400	400	1:1	800	1,200	1,600	計	3,000	3,000	3,000
配合 (C:W)	規定注入量 (リットル)																																																																										
	Lu 10	10 < Lu 20	Lu > 20																																																																								
1:10	800	-	-																																																																								
1:8	600	600	-																																																																								
1:6	600	600	600																																																																								
1:4	600	600	600																																																																								
1:2	600	600	600																																																																								
1:1	800	1,600	1,200																																																																								
1:0.8	-	-	1,000																																																																								
計	4,000	4,000	4,000																																																																								
配合 (C:W)	規定注入量 (リットル)																																																																										
	Lu 10	10 < Lu 20	Lu > 20																																																																								
1:10	600	-	-																																																																								
1:8	400	600	-																																																																								
1:6	400	400	600																																																																								
1:4	400	400	400																																																																								
1:2	400	400	400																																																																								
1:1	800	1,200	1,600																																																																								
計	3,000	3,000	3,000																																																																								
注入完了基準	<p>規定注入圧力に達し、注入速度が0.2L/min/m以下になり、30分のダメ押し後完了とする。</p>																																																																										
注入中断基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総注入量が規定量に達し、完了傾向にないとき</li> <li>・リークが止まらないとき</li> <li>・岩盤変位計の変位量が基準値に達したとき</li> </ul>																																																																										

## 5. 施工実績図

### 5.1 コンソリデーショングラウチング





5.2 カーテングラウチング

