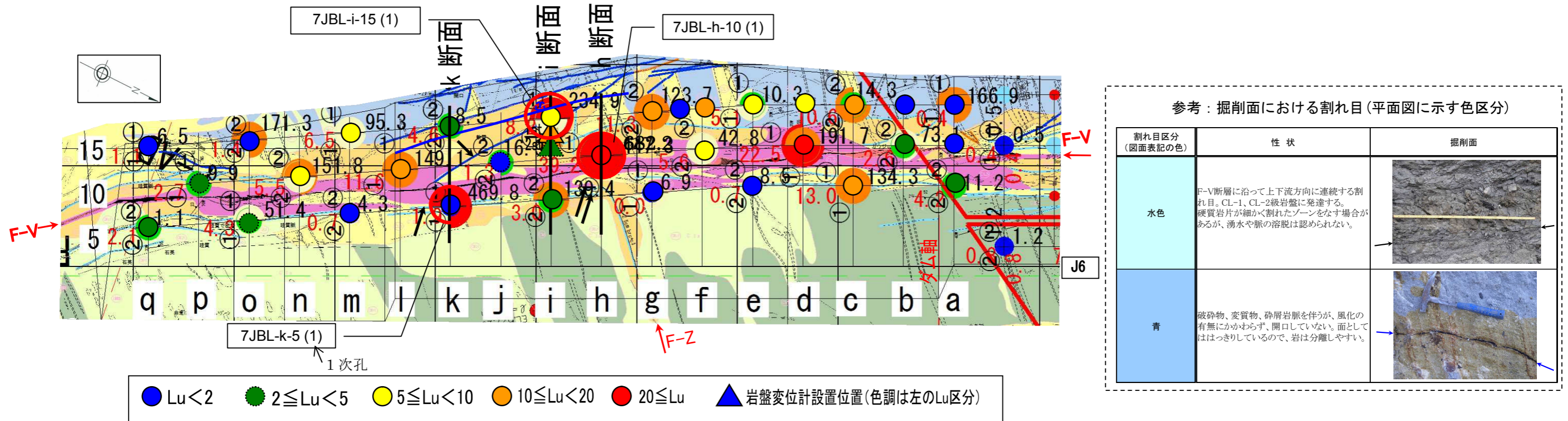
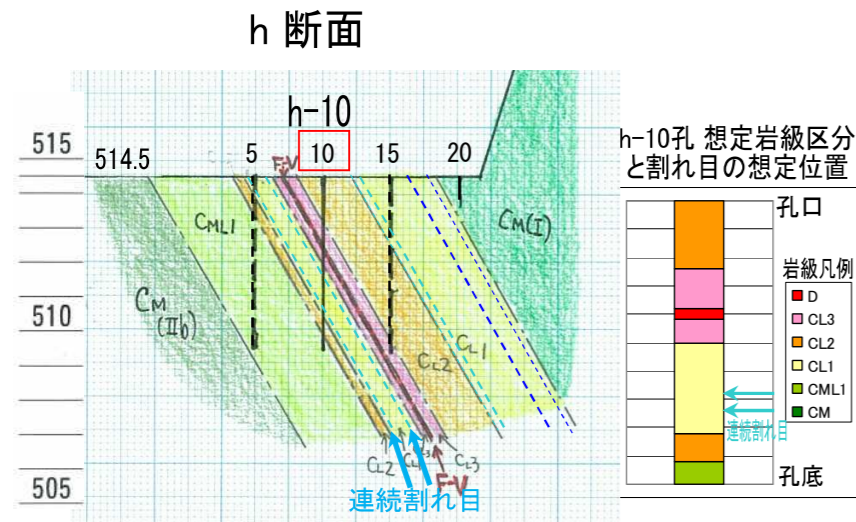


(5) 弱部補強コンソリデーショングラウチングにおいて、セメント量が多くなった孔の状況

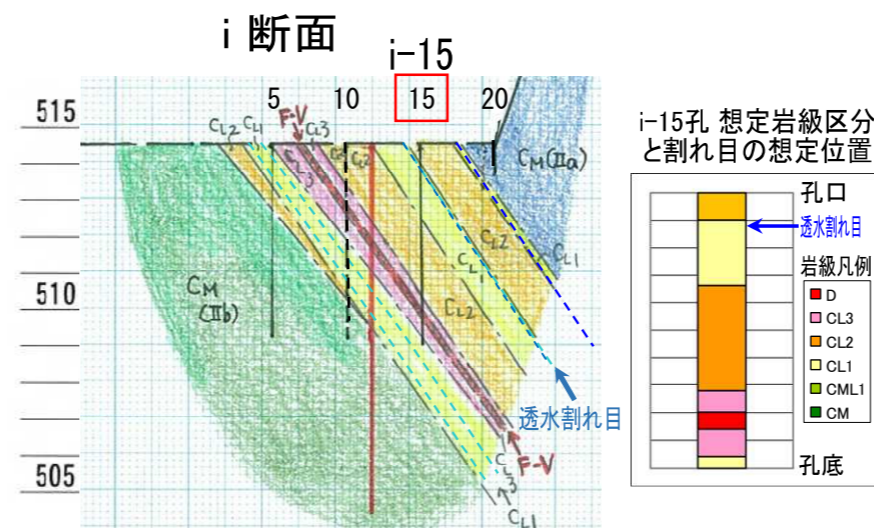
- ・弱部補強コンソリデーショングラウチングにおいて、セメント量が 200kg/m を超えた孔は、h-10(682.2kg/m)、i-15(234.9 kg/m)、k-5(469.8 kg/m)の 3 孔(1 次孔)である。
- ・水押し試験結果によれば、h-10 は 39.2Lu、i-15 は 8.2Lu、k-5 は 1.9Lu で透水性の高低はあるが、i-15、k-5 はいずれも限界圧力(0.1MPa)が発生している。
- ・掘削面の割れ目の分布から、3 孔とも透水的もしくは連続性を有する割れ目の分布が想定され、この割れ目により、セメント量が増加した要因になったと推定される。



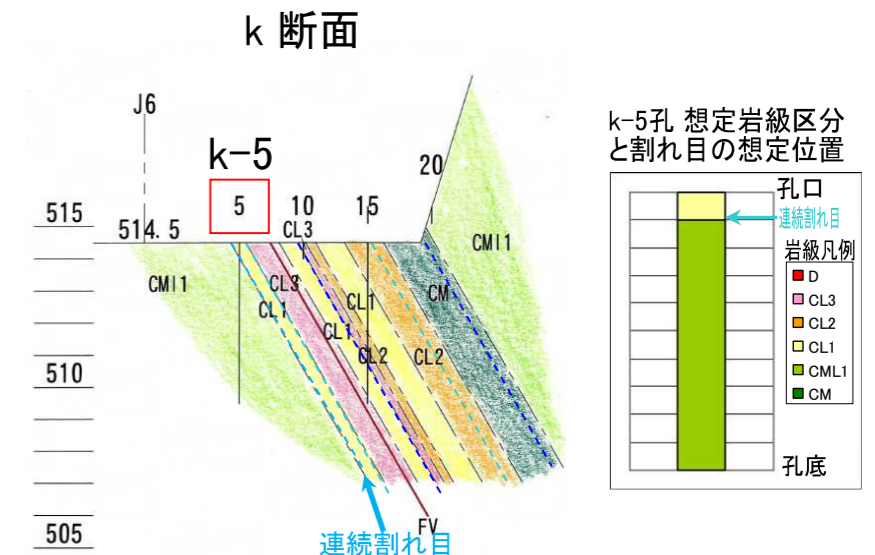
弱部補強コンソリデーショングラウチング平面図(ルジオン値区分表示)：水色で示す連続割れ目がF-V断層に沿う方向に発達するほか、青で示す透水割れ目のごく一部に分布する。セメント量が増加した3孔の近傍には、いずれも上記割れ目が近傍に分布する。



h-10: 掘削面で確認される2条の連続割れ目(水色表記)が本孔の深度3~4mに分布が想定され、高透水になったと想定される。これにより、セメント量が増大した可能性がある。



i-15: 掘削面で確認される1条の連続割れ目(青表記)が本孔の深度0.5m付近に分布が想定され、高透水になったと想定される。これにより、セメント量が増大した可能性がある。



k-5: 掘削面で確認される1条の連続割れ目(水色表記)が本孔の深度0.5m付近に分布が想定され、限界圧力が発生した要因になったと想定される。これにより、セメント量が増大した可能性がある。

### 3.5.5 カーテングラウチングの品質管理

カーテングラウチングについては、試験施工として実施した L1 ブロックとそれに隣接する R1 ブロックの計画孔および岩盤状況を把握するために先行して実施したパイロット孔 PL1～PL4 および PR1～PR4 について報告する。

#### (1) 注入仕様

今回報告のカーテングラウチングの注入仕様は、表 3.5.6 に示すとおりである。

表 3.5.6 カーテングラウチング注入仕様

		施 工 時					備 考	
ステージ注入方法	1ステージの5mのステージ工法							
注入圧力	浅川ダムのコンソリデーショングラウチング結果を踏まえ、注入圧力は、次表を標準とする。 なお、注入前のルジオンテストにより限界圧力が認められた場合は、「限界圧力+0.1MPa」を最高注入圧力とする。							
		ステージ(st)	深度 (m)	規定注入圧力(Mpa)				
		1	0～5	0.60				
		2	5～10	0.60				
		3	10～15	0.70				
		4	15～20	0.70				
		5	20～25	0.90				
		6	25～30	1.10				
		7	30～35	1.30				
	8以深	35以深5m毎	1.50					
水押し試験 圧力段階	注入圧力に合わせて設定する。							
		ステージ(st)	深度 (m)	水押し試験 昇降圧ステップ(Mpa)	透水試験 昇降圧ステップ(Mpa)			
		1	0～5	0→0.1→0.3→0.6	0→0.1→0.3→0.6→0.3→0.1→0			
		2	5～10	0→0.1→0.3→0.6	0→0.1→0.3→0.6→0.3→0.1→0			
		3	10～15	0→0.2→0.4→0.7	0→0.2→0.4→0.7→0.4→0.2→0			
		4	15～20	0→0.2→0.4→0.7	0→0.2→0.4→0.7→0.4→0.2→0			
		5	20～25	0→0.2→0.4→0.7→0.9	0→0.2→0.4→0.7→0.9→0.7→0.4→0.2→0			
		6	25～30	0→0.2→0.4→0.7→1.0	0→0.2→0.4→0.7→1.0→0.7→0.4→0.2→0			
		7	30～35	0→0.4→0.7→1.0	0→0.4→0.7→1.0→0.7→0.4→0			
	8以深	35以深5m毎	0→0.4→0.7→1.0	0→0.4→0.7→1.0→0.7→0.4→0				
初期配合	浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実施結果を踏まえ以下のとおりとする。							
	初期配合 (W/C)		10 / 1					
配合切替	浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実績及び施工事例を参考に以下に示すとおりとする。							
	対象孔	配合 (W/c)	10/1	8/1	6/1	4/1	2/1	1/1
	通常孔	注入量 (ℓ)	400	400	400	400	400	規定流入量3,000ℓまで
注入速度	最大注入速度：4ℓ/min/m (浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実績及び施工事例を参考)							
規定注入量	3,000ℓ (浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実績及び施工事例を参考)							
注入完了基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>原則として規定注入圧力で注入量が0.2ℓ/min/m以下となってから30分間注入(だめ押し)を続行し、注入圧力及び注入量に特別変化がなければ注入完了。</li> <li>注入完了孔は、空隙を残さないようにセメントミルクで充填するものとする。(浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実績及び施工事例を参考)</li> </ul>							
同時注入規制	同一ステージで隣接孔と6m以上離して実施。深さ方向は隣接孔と5m以上離して実施。(浅川ダムのコンソリデーショングラウチング実績及び施工事例を参考)							
注入材料	セメントは普通ポルトランドを使用する。(浅川ダムのコンソリデーショングラウチングの実績及び施工事例を参考)							



(2) カーテングラウチングの割れ目分布

カーテングラウチングライン上の掘削面で確認された割れ目分布状況は、図 3.5.28 に示すとおり河床部では割れ目は少なく左右岸部で割れ目分布が多くなる。本ダムでは、堤体が 15m 以上打設が進んでからカーテングラウチングを開始するため最初に施工可能となる L1 ブロックで試験施工を行った。浅川ダムの割れ目は  $60^{\circ}$  ~  $70^{\circ}$  の高角度で分布することから、図 3.5.27 に示すように割れ目を捕捉するため孔間隔 1.5m の 3 次孔まで計画孔とした。

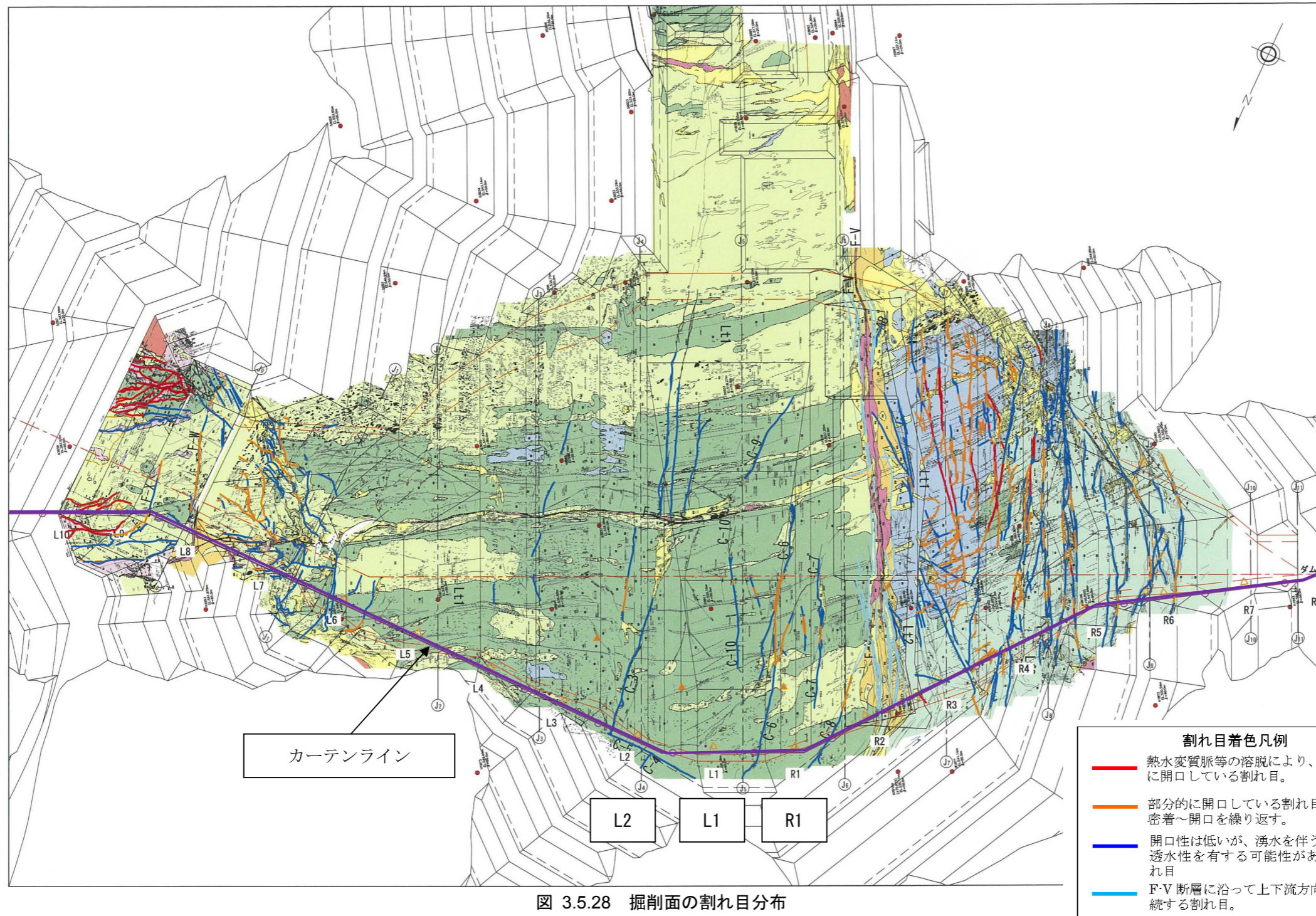


図 3.5.28 掘削面の割れ目分布

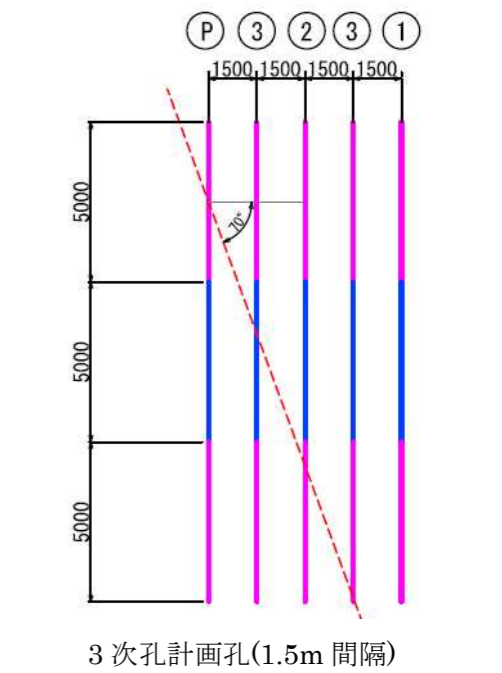


図 3.5.27 傾斜角割れ目捕捉概要図



### (3) 試験施工等の結果

カーテングラウチングは、河床部の L1 ブロックを試験施工範囲として計画 3 次孔まで実施し、隣接する R1 ブロックは、計画 2 次孔まで施工済みである。

これら河床部の R1, L1 ブロックの施工結果は、全ての孔で改良目標値  $2Lu$  以下であり、計画孔の施工に先行して岩盤状況(割れ目分布や透水性など)を把握するため実施しているパイロット孔においても右岸側の FV 断層周辺を除いて、概ね  $2Lu$  以下の透水性を示している。図 3.5.29 に試験施工等の結果を示す。

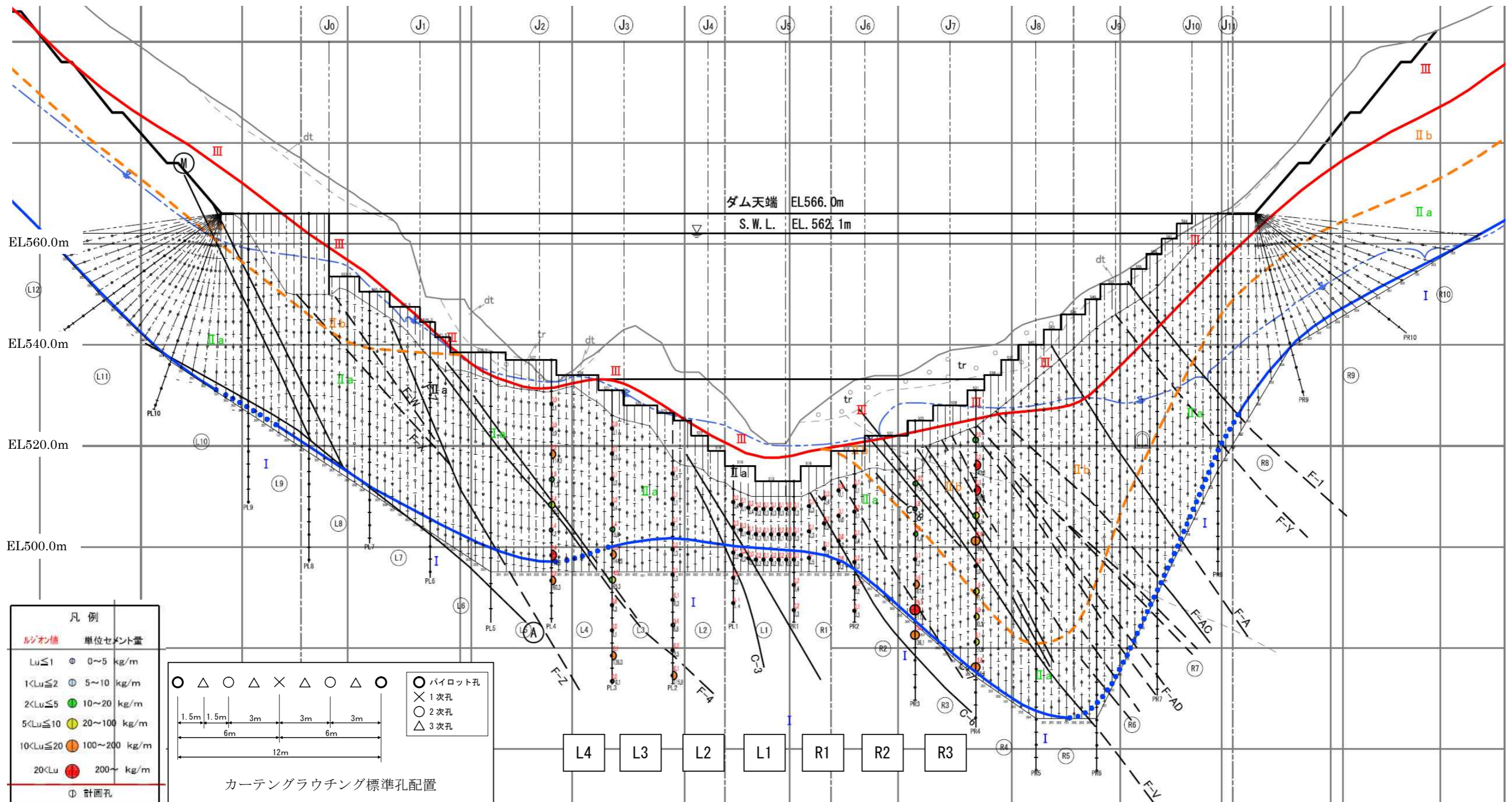


図 3.5.29 試験施工等の結果



### 3.5.6 グラウチング施工時の岩盤変位計測方法及び結果

#### (1) 岩盤変位の計測方法

岩盤変位計は、堤体の各ブロックに1箇所設置して、水押し及び注入時における変位を観測する。設置する岩盤変位計は、1/100mmの測定精度を有する機器とする。図 3.5.30、図 3.5.31、に岩盤変位計を示す。

注入中に岩盤変位が生じた場合には、以下の処置を実施する。

- ア) 変位量 < 0.1mm 変位処理なし
- イ) 0.1mm ≤ 変位量 現時点での流量半減
- ウ) 0.15mm ≤ 変位量 現時点での流量半減
- エ) 0.2mm ≤ 変位量 変位中断

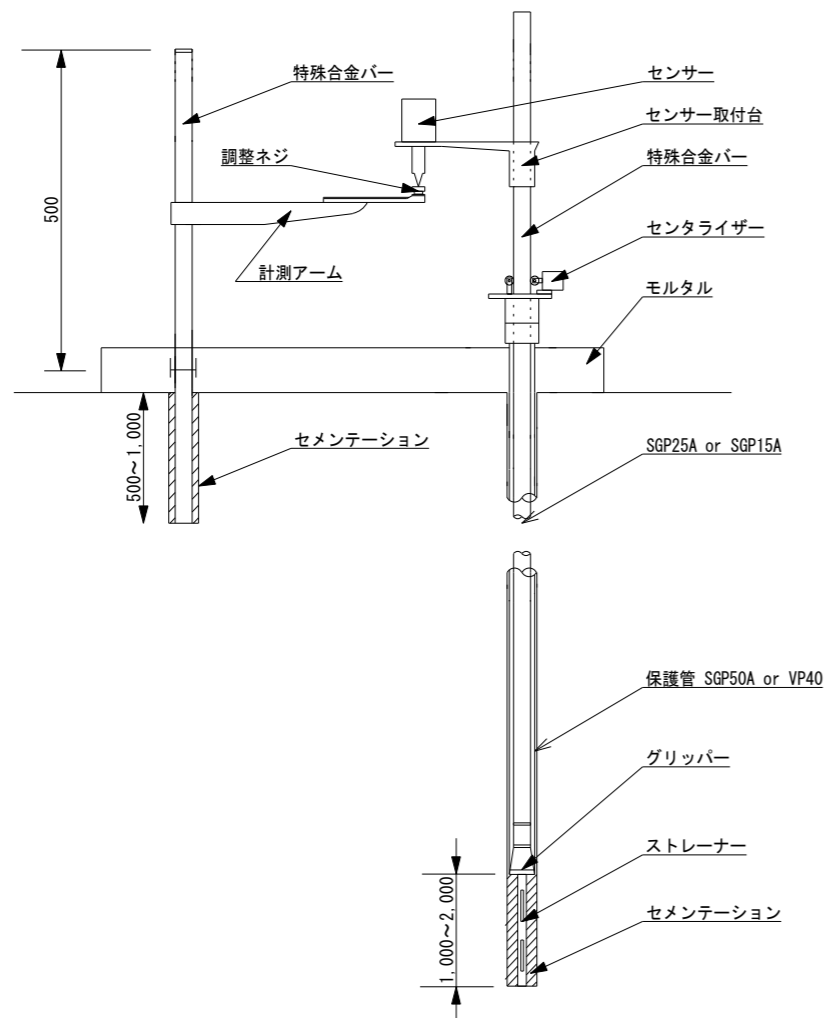
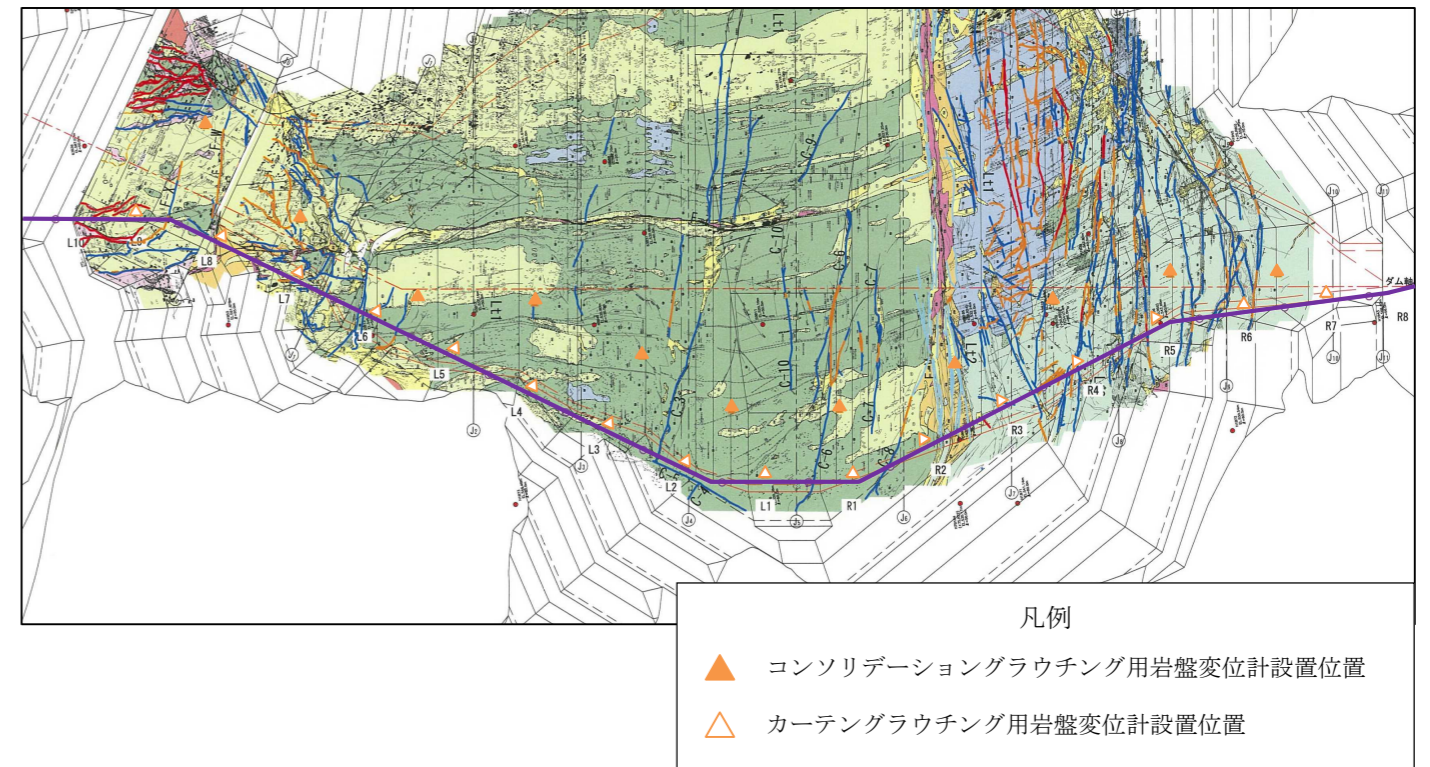
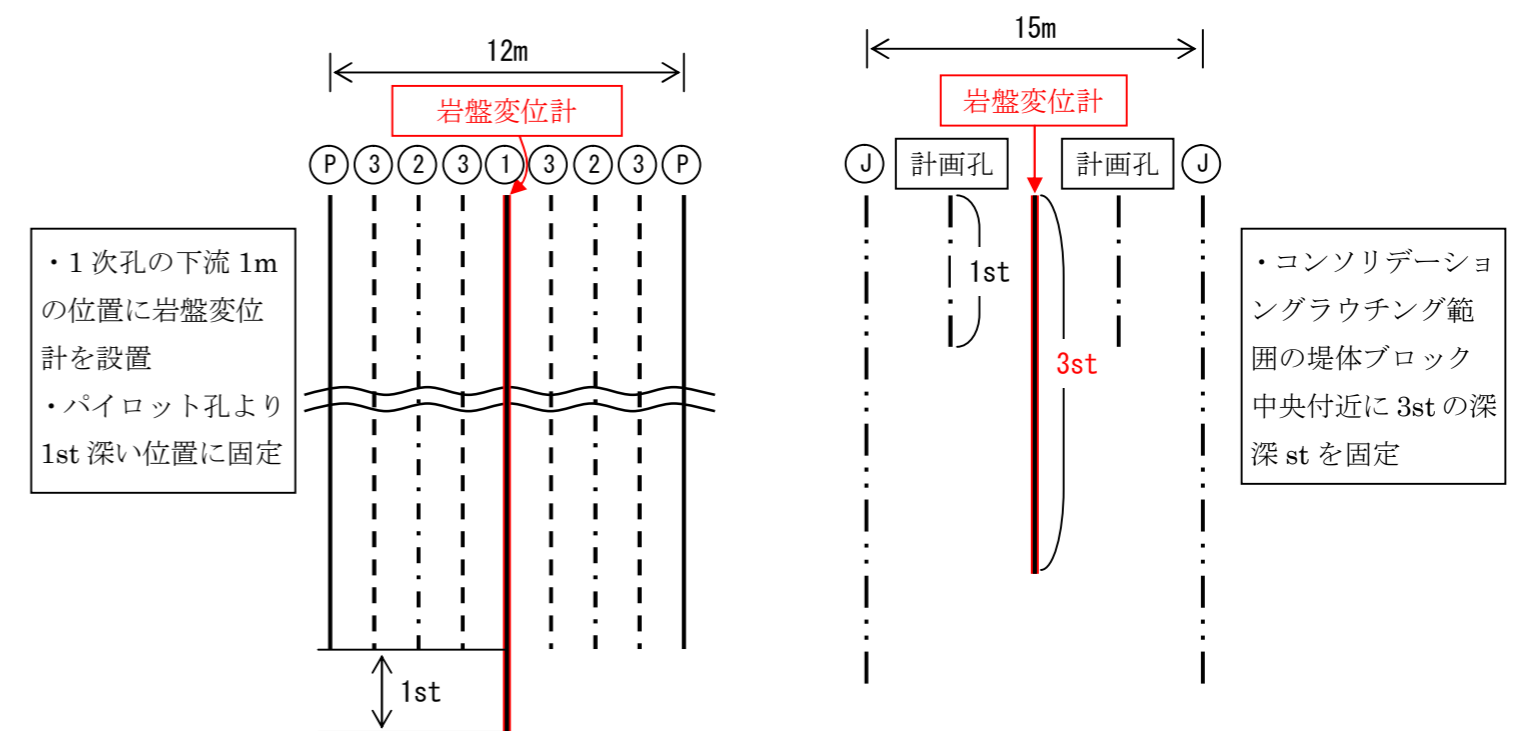


図 3.5.30 岩盤変位計設置図



岩盤変位計平面配置図



カーテングラウチング岩盤変位計

コンソリデーショングラウチング岩盤変位計

図 3.5.31 岩盤変位計配置図

(2) 岩盤変位計の計測結果

遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチングの変位量

1) 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチングを行った際の変位量を示す。

表①～②に示すように、右岸部、左岸部のいずれにおいても変位は小さく、変位量0.1mmを確認した場合は流量半減、変位量が0.2mmに達した場合は変位中断など適切な処置をして施工は完了している。

①左岸部(BL0・BL1・BL2・BL3)

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≤H<0.15mm	0.15mm≤H<0.2mm	0.2≤H (中断)
1次孔	13	2	4	9
2次孔	16	3	1	3
3次孔	22	4	6	1
4次孔 (追加孔)	10	3	1	1
5次孔 (追加孔)	0	0	3	1

②右岸部(BL8・BL9・BL10)

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≤H<0.15mm	0.15mm≤H<0.2mm	0.2≤H (中断)
1次孔	12	2	0	2
2次孔	13	1	1	0
3次孔	19	1	4	0
4次孔 (追加孔)	12	2	0	0

2) FV 断層周辺の弱部補強目的コンソリデーショングラウチングの変位量

弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングを行った際の変位量を示す。

1次孔で変位量が0.2mmに達する孔が発生したため、施工中断などの適切な処置を行い施工を完了した。

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≤H<0.15mm	0.15mm≤H<0.2mm	0.2≤H (中断)
1次孔	16	1	0	13
2次孔	13	0	0	0
3次孔 (追加孔)	2	0	0	0
4次孔 (追加孔)	1	0	0	0

3) カーテングラウチング(L1～L4、R1～R4)の変位量

カーテングラウチングを行った際の変位量を示す。

パイロット孔で変位量が0.2mmに達する孔が発生したため、施工中断などの適切な処置を行い施工を完了した。

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≤H<0.15mm	0.15mm≤H<0.2mm	0.2≤H (中断)
P孔	50	4	6	10
1次孔	6	0	0	0
2次孔	14	0	0	0
3次孔	12	0	0	0

### 3.6 CSG 地すべり対策工

#### 3.6.1 CSG 地すべり対策工の概要

##### (1) 概要

CSG は、サイト近傍で得られる材料を簡易な設備でセメントと水と混合して築堤材とし、比較的低品質な材料も利用可能であるため、コスト削減や環境負荷軽減を果たす。また、CSG は、ダム本体への材料としても使用されている。現在、国内において 2 つのダムが台形 CSG ダムとして完成している。

浅川ダムでは、ダム本体の掘削ずりを利用した CSG により、ダム貯水池の地すべり対策を行う計画である。

CSG 地すべり対策工の平面図、縦断面図、標準断面図を図 3.6.1～図 3.6.3 に示す。

CSG 地すべり対策工の規模、施工数量等は以下のとおりである。

施工延長	約 270m
最大幅	約 77m
最大高さ	約 15m
対策工施工量	約 63,000m <sup>3</sup>

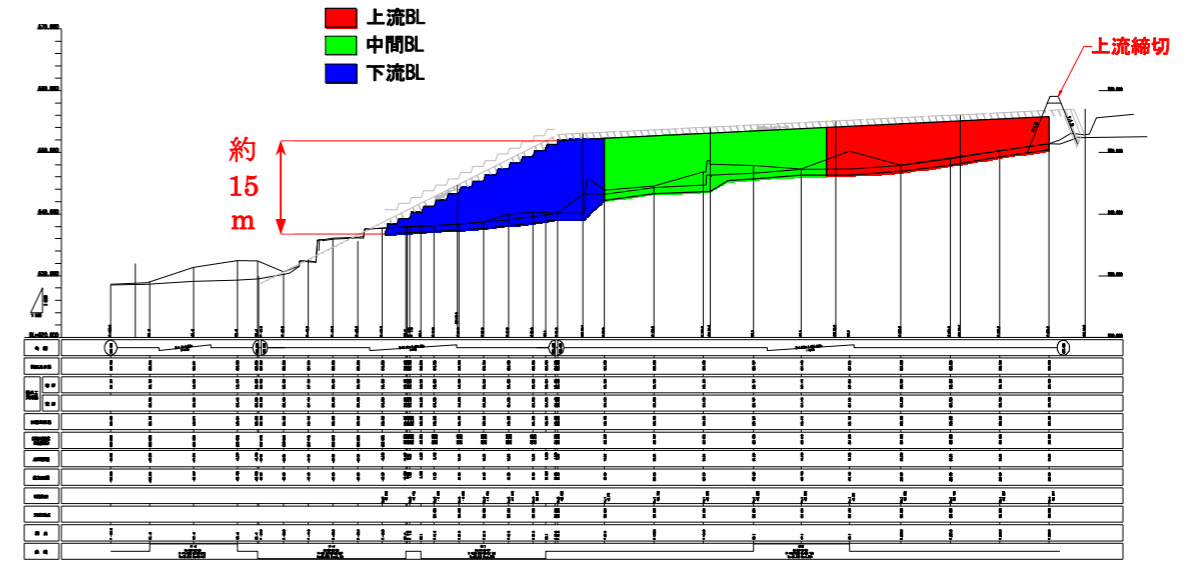


図 3.6.2 CSG 地すべり対策工縦断面図

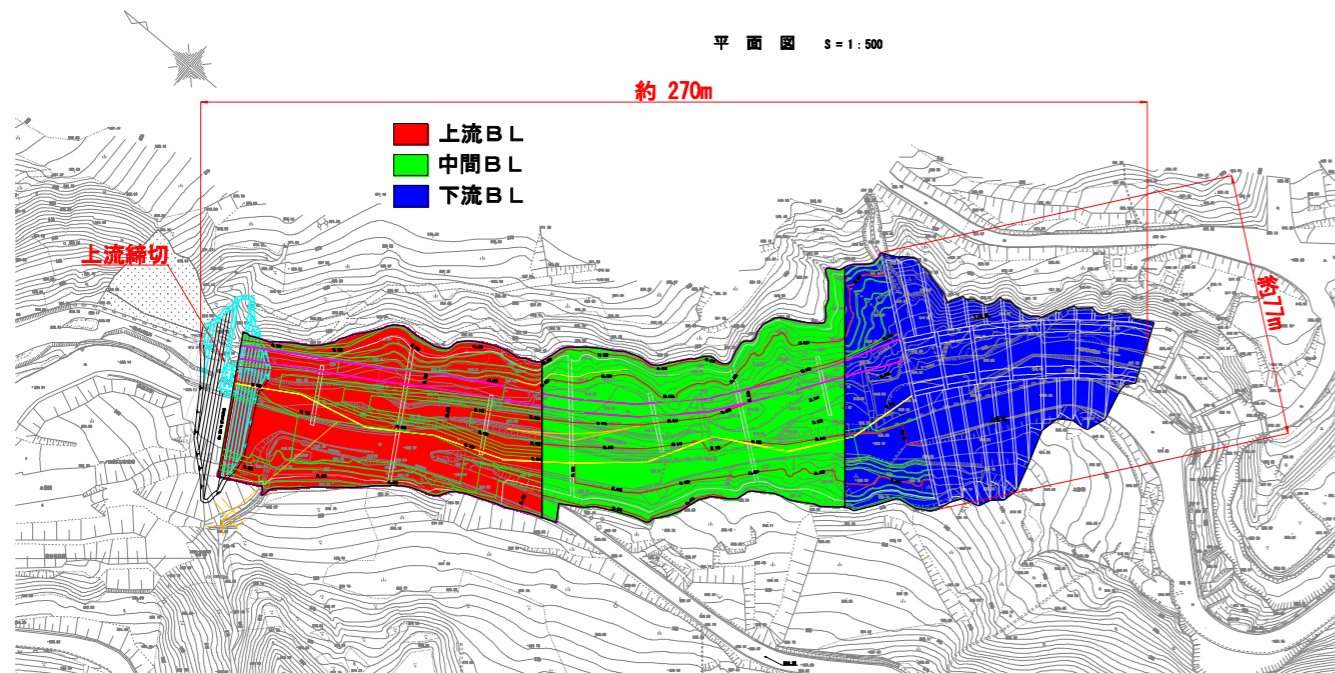


図 3.6.1 CSG 地すべり対策工平面図

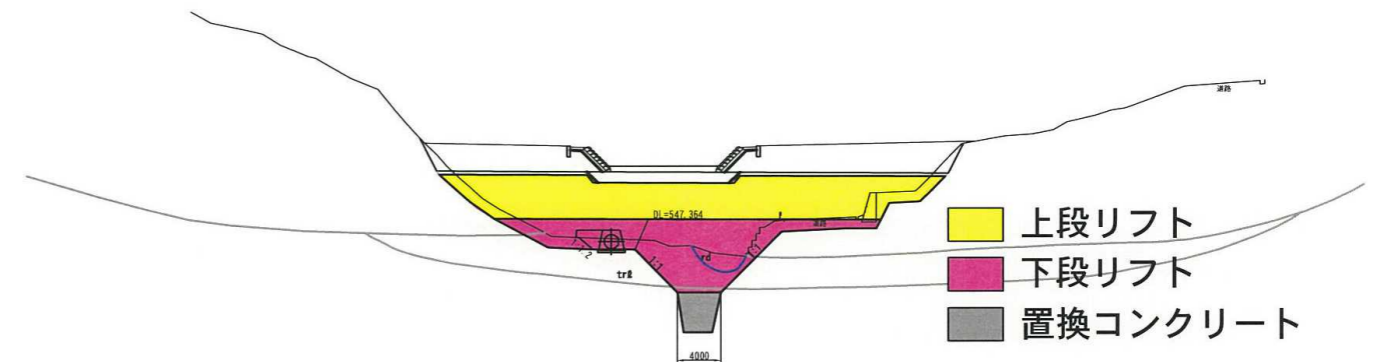


図 3.6.3 CSG 地すべり対策工標準断面図



(2) これまでの試験結果

浅川ダム本体の基礎掘削は、平成22年8月より開始し、掘削で発生した材料をCSG母材とすることとした。母材は岩級区分および変質の有無により、表3.6.1のとおり区分された。

表 3.6.1 発生土区分

変質の有無	岩級区分		
変質	変質 CL	変質 CML	変質 CM
非変質	非変質 CL	非変質 CML	非変質 CM

母材をCSG材とするには、最大粒径を80mm以下にする必要がある。表3.6.1に示す6種類の母材は、いずれも最大粒径が200~400mm程度であったため、全量破碎することとした。

しかし、変質CL及び変質CMLは移動式クラッシャーでの破碎は、母材の含水比が高いため、破碎およびCSG製造時に閉塞(目詰まり)し、製造に必要以上に時間がかかるなど問題があったため、この2種類については80mmでふるい分けし、80mm以上のみ破碎することとした。図3.6.4にCSG材の分級・破碎フロー、表3.6.2にCSG材のグループ区分を示す。

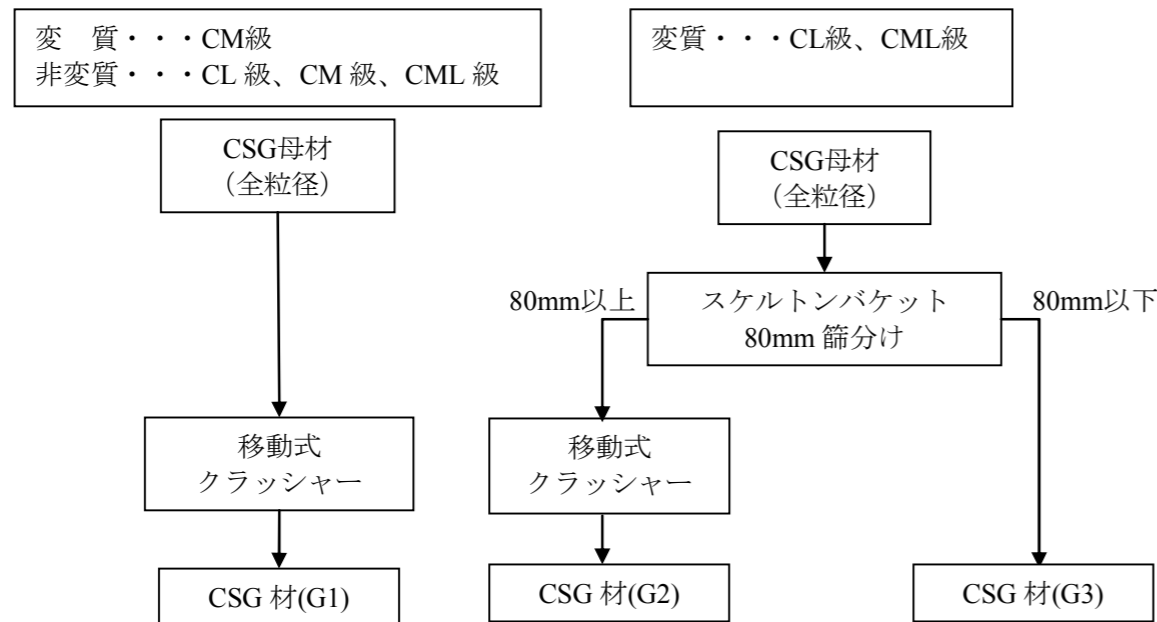


図 3.6.4 CSG材の分級・破碎フロー

表 3.6.2 CSG材のグループ区分

母材	分級破碎方法	CSG材グループ名
非変質 CL、非変質 CM、 変質 CM、非変質 CM	移動式クラッシャーで全量破碎	グループ 1(G1)
変質 CL、変質 CML	スケルトンバケットで分級し、80mm 以上のもののみを移動式クラッシャーで破碎	グループ 2 (G2)
	スケルトンバケットで分級した、80mm 以下	グループ 3 (G3)

表 3.6.2 に示したグループの材料を、材料の物性値により表 3.6.3 に示す I~IV材に分類した。

表 3.6.3 母材区分

製造区分	粒度区分	備考
グループ 1	I材 変質 CM	CSS70mm で破碎
	II材 非変質 CL、非変質 CML、非変質 CM	
グループ 2	III材 変質 CL、変質 CML	スケルトンバケットで分級 CSS70mm で破碎
グループ 3	IV材 変質 CL、変質 CML	スケルトンバケットで分級

表 3.6.2 に示す各材料について、CSG への使用の可否を判断するための試験を実施した。図 3.6.5 に CSG 試験フローを示す。

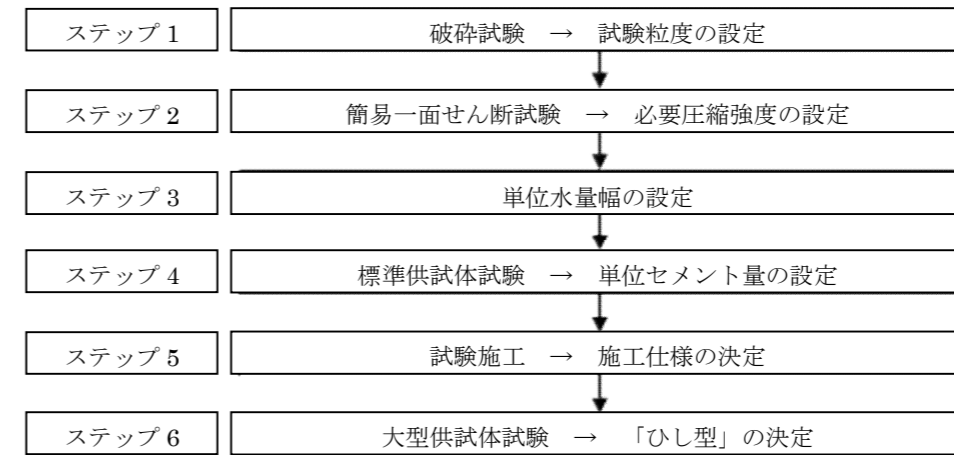


図 3.6.5 CSG 試験フロー

試験結果を表 3.6.4 に示す。



表 3.6.4 試験結果一覧表

材 料	判定事項	判定	状 況	試験結果による判定
I 材	混合状況	×	高含水状態のため、混合プラントのホッパーが閉塞した。	使用不可
	施工性	×	高含水状態のため、長期間の曝気が必要となる。	
	強度	△	風化による細粒化で、強度不足が懸念される。	
	ひし形の決定	-		
II 材	混合状況	○		確認中
	施工性	○		
	強度	○	単位セメント量140kg/m <sup>3</sup> で単位水量検討中。	
	ひし形の決定	△	追加試験により確認が必要となる。	
III 材	混合状況	○		使用不可
	施工性	×	高含水状態のため、細粒分を除去する篩分けに時間がかかる。	
	強度	-		
IV 材	混合状況	○		使用不可
	施工性	×	締固め時の材料付着が多く、施工性が悪い。	
	強度	×	単位セメント量160kg/m <sup>3</sup> でも強度が不足する。	
	ひし形の決定	-		

(3) 購入材利用の検討

試験結果より、I、III、IV材が使用不可となった。II材は追加試験により使用可能となる見込みであり、その在庫量は約18,000m<sup>3</sup>である。したがって、II材だけではCSG地すべり対策工に必要な母材量が約45,000 m<sup>3</sup>不足する。不足分を補う手段として、購入材を検討した。購入材は浅川ダム本体工のダム用骨材と同じ原石山から発生する廃棄岩を移動式スクリーンで 80mm アンダーに選別したものとし、これをV材とした。

V材についても、I～IV材と同じ試験を実施した。結果、単位水量 60～90kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 60 kg/m<sup>3</sup>が必要とされる圧縮強度 1.8N/mm<sup>2</sup>以上となることが確認できた。

今後、細部仕様試験により施工仕様を確立させ、実施工する予定である。

(4) 工事工程表

CSG地すべり対策工の工事工程表を、表 3.6.5 に示す。

(5) 施工実施状況

CSG地すべり対策工は、図 3.6.6 に示すように上流仮締切部及び下流末端部の一部を施工している。施工数量は、上流端、下流末端部を合わせて 1900 m<sup>3</sup>と全体の 3%程度の進捗である。

表 3.6.5 工事工程表

工 種	平成24年度												平成25年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
CSG地すべり対策工																								
試験施工	I～V材材料試験												V材細部試験											
仮設工													迂回道路造成											
仮締切工																								
構造物撤去																								
掘削																								
置換コンクリート																								
CSG盛土																								
保護コンクリート																								
災害復旧工													出水復旧 法面復旧											
工 種	平成26年度																							
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3													
CSG地すべり対策工																								
試験施工	II材細部試験																							
仮設工																								
仮締切工	崩落法面対策⇒CSG盛土																							
構造物撤去																								
掘削																								
置換コンクリート																								
CSG盛土																								
保護コンクリート	(仮締切)																							

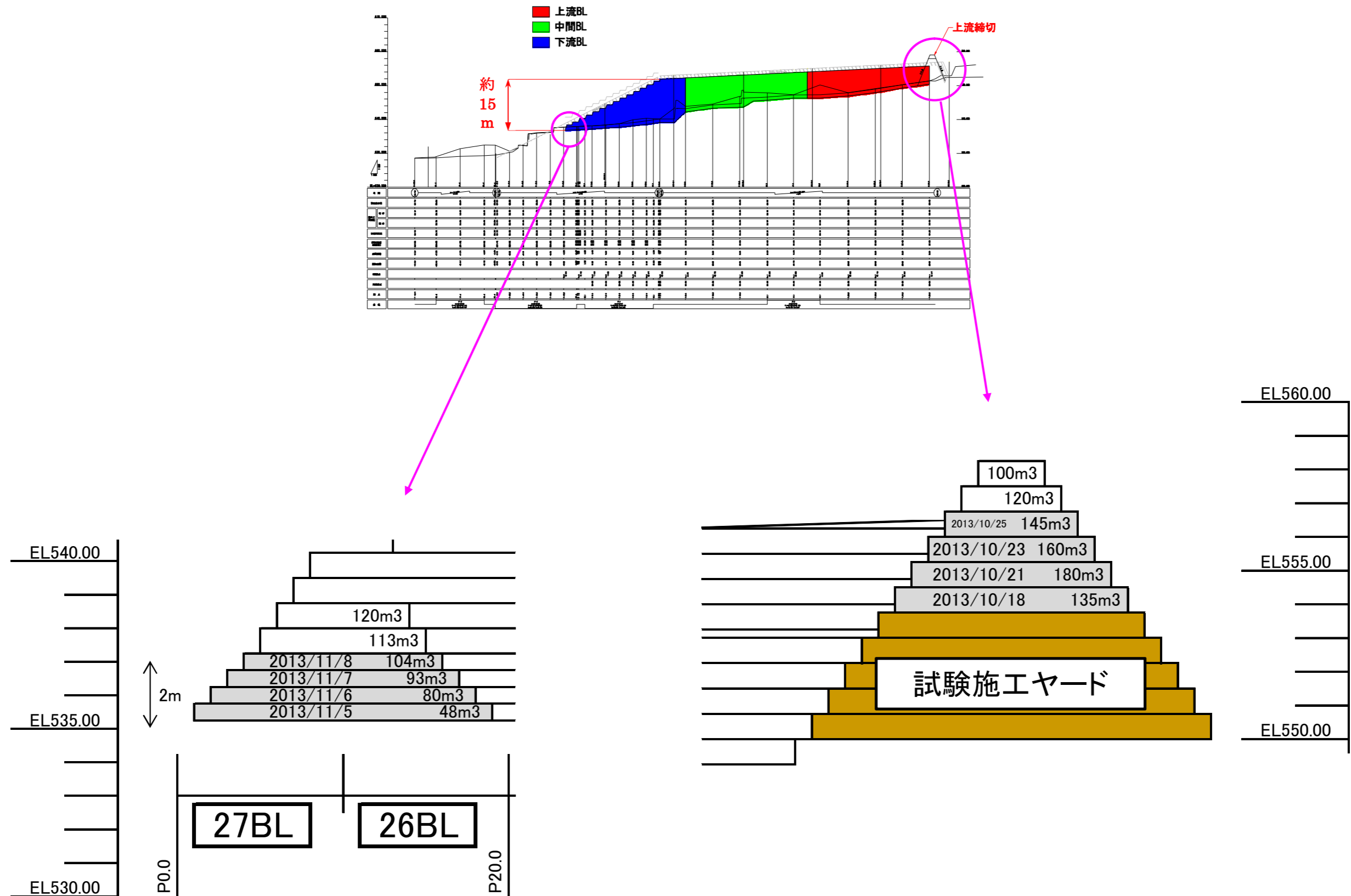


図 3.6.6 CSG 施工実施



### 3.6.2 CSG 地すべり対策工の品質管理

CSG 地すべり対策工の品質管理一覧表を表 3.6.6 に示す。

表 3.6.6 品質管理一覧表

項目	目的	管理項目	測定方法	測定頻度	管理内容	備考
(1)母材の管理	使用する母材の表乾密度・吸水率、粒度等の変化を把握する	識色	目視	1回/日	識色や粒子形状によって、岩種や風化土の違いを確認する。	①粒子形状が大きく異なるような場合には、締め特性が異なることもあるので留意する。 ②大幅な材質変化が認められた際には、「ひし形」を再作成する必要があることから、母材ストック量は、計画使用量の1ヶ月以上を基本とする。但し、大量施工を行う場合やヤードの広さの関係から、1ヶ月以上のストックが難しい場合は、事前に大型供試体で材齢28日強度と短期材齢との相関を把握しておく必要がある。
		粒子形状	目視			
		表乾密度・吸水率	密度及び吸水率試験	1回/週及び目視により材質や粒度に変化があった場合	表乾密度、吸水率によって材質の変化を定量的に管理する。	
		粒度	水洗い法・湿潤ふるい法			
(2)CSG材の管理	配合計算のためのCSG材の表乾密度・吸水率、粒度、表面水量の測定を行う	表乾密度・吸水率	密度及び吸水率試験 +5mm JIS A1110 -5mm JIS A1109	1回/日	配合計算のためのCSG材の表乾密度・吸水率、粒度、表面水量の測定を行う。	①二次ストック量は、表乾密度・吸水率試験に要する時間に余裕をみて計画使用量の3～5日分程度とする。 ②CSG材は、一次ストックから二次ストックに移動する際に、バックホウなどで十分に混合してCSG材の粒度のバラツキの軽減を図る。 ③1回の試験の試料数は、材料のバラツキ程度に応じて適切に定める。 ④施工当日のCSG材の管理には、測定頻度に対応できる簡易的な測定法を事前に検討する必要がある。 ⑤測定する粒径は、粒径区分毎の重量および表面水率が、全体の単位水量へ及ぼす影響度を検討して定める。
		粒度	水洗い法・湿潤ふるい法			
		表面水率	乾燥法 JIS A1125			
(3)製造時の単位水量およびCSG材粒度管理	施工当日の粒度範囲の確認、給水量補正のための粒度・表面水量の測定を行う	粒度	湿潤ふるい法	施工初期には、測定頻度を1回/1h程度に密にして、単位水量の変動幅の検討を行い、適切な測定頻度を定める。	粒度範囲の確認を行うとともに、配合の補正に用いる粒度および単位水量を管理する。	
		表面水率	簡易法			
(4)計算管理	CSG材量、給水量、セメント量の計量を行う	CSG材量、給水量、セメント量	自動計測装置	リアルタイム	CSGは連続的に製造されるため、計量管理も連続的に行う必要があり、CSG材およびセメントはベルトスケールで、給水量は電磁流量計等で行う。	
(5)転圧回数管理(エネルギー管理)	施工されたCSGの密度管理を行う	転圧回数	カウンター等	転圧毎	転圧回数の管理。	
		現場密度	砂置換密度	砂置換法	1回(3点)/日	現場密度が大型供試体密度に相当していること。 安定期には、密度測定はRI法のみに移行することも可能であること。このためには、施工初期に砂置換法とRI法の相関を把握しておく必要がある。
			RI密度	RI法	1回(3点)/日	
大型供試体密度	強度試験供試体を用いる	1回(3本)/日				
供試体強度による確認	供試体強度の変動傾向による確認を行う	標準供試体(材齢7日)	圧縮強度試験	1回(4本)/日	標準供試体(材齢7日等)のCSGの強度に急変、連続的な変化がないこと。	安定期には、標準供試体(材齢7日等)のみに移行することも可能である。このためには、施工初期に、大型供試体(材齢28日)と標準供試体(材齢7日等)のCSGの強度の相関関係を把握しておく必要がある。
		大型供試体(材齢28日)		1回(3本)/日	必要CSG強度が得られていること。	

黄色着色部「■」は、施工初期のみ実施。