

3.5 基礎処理工

3.5.1 基礎処理計画の概要

浅川ダムにおけるコンソリデーショングラウチングは、堤体着岩部付近において、堤敷上流端から基礎排水孔付近（基礎排水孔を囲む）までの範囲で実施する遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチングと F-V 断層およびその周辺で実施する弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングがある。また、浸透路長の短い部分と貯水池外への水みちを形成するおそれのある高透水性部の透水性の改良を目的とし、カーテングラウチングを実施する。

したがって、本報告は、カーテングラウチングについて行う。前回（第7回委員会）までで遮水性改良目的および弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングは全て報告済みである(図 3.5.1)。

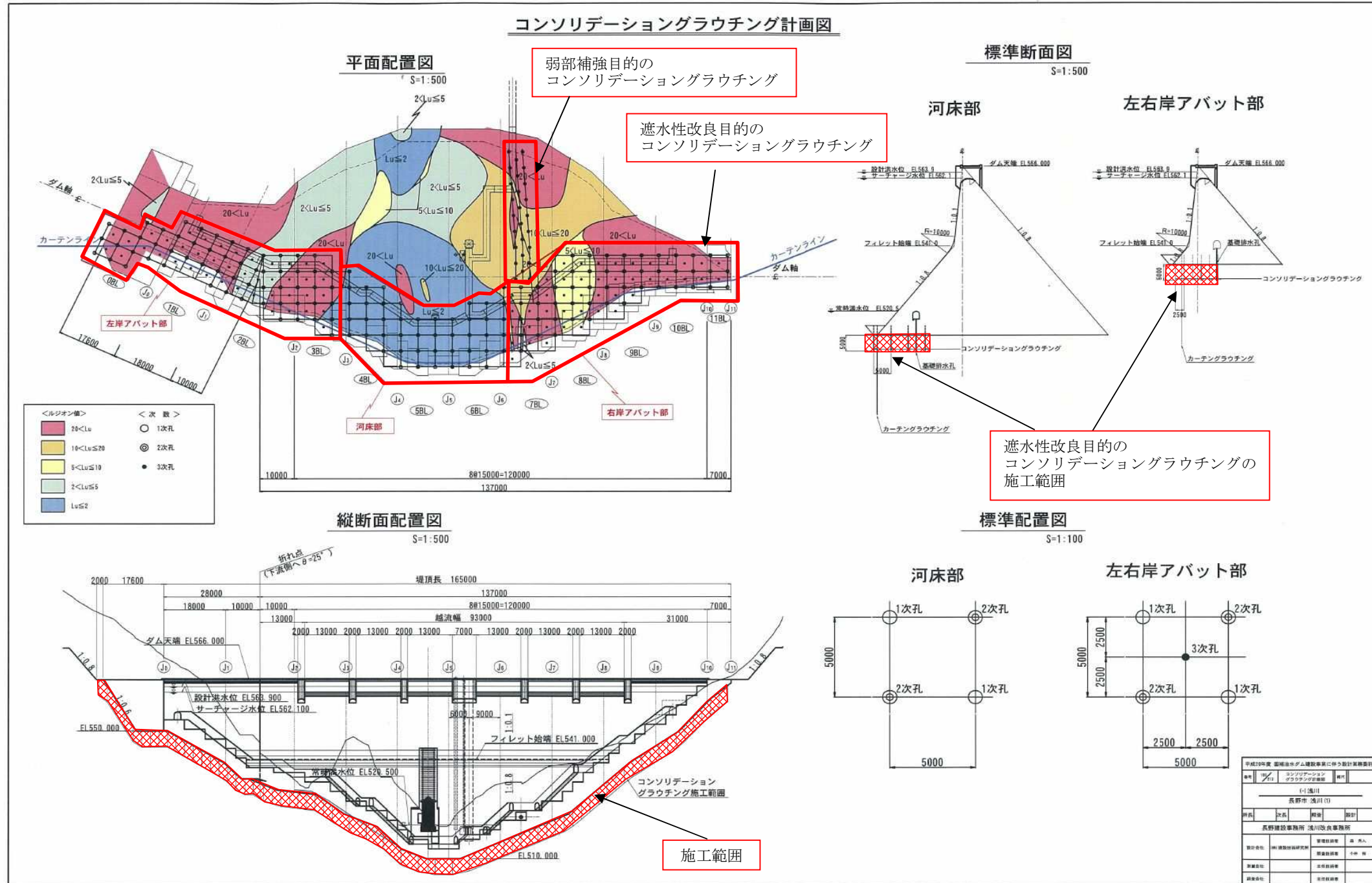


図 3.5.1 遮水性改良目的及び弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング全体計画

3.5.2 基礎処理工の作業フローと施工管理方法

基礎処理工は図 3.5.2 に示すように、中央プラント方式で施工している。施工管理フローを図 3.5.3 に示す。

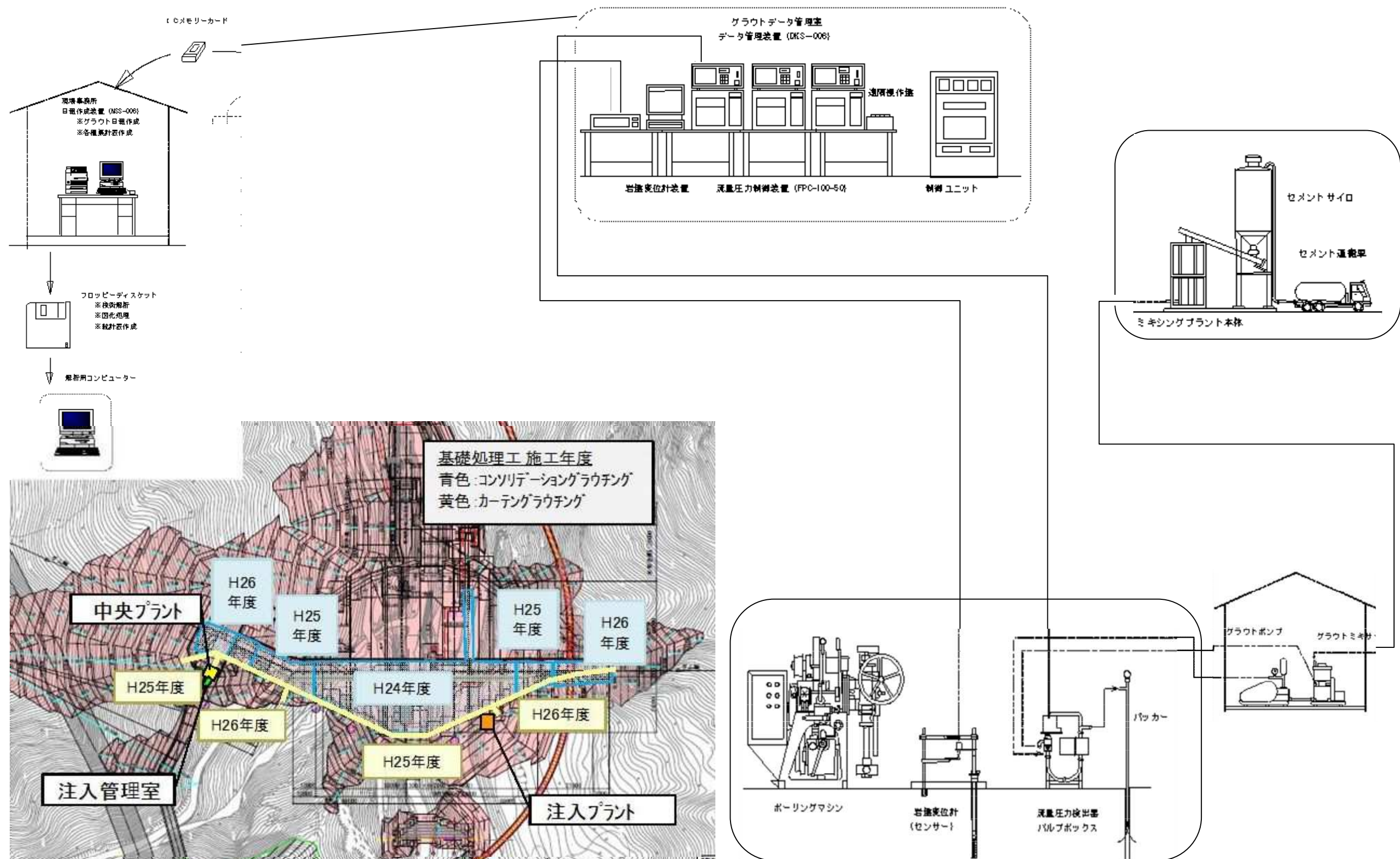


図 3.5.2 基礎処理工

プラント側

① 材料確認
搬入時全数



② 比重確認
1回/日
セメントミルク
濃度



③ 静荷重試験
1回/6ヶ月
セメント、水の
計量器の確認



④ 流量試験
1回/6ヶ月
流量計の確認



⑤ 注入速度・配
合・注入圧力
の確認



現場側

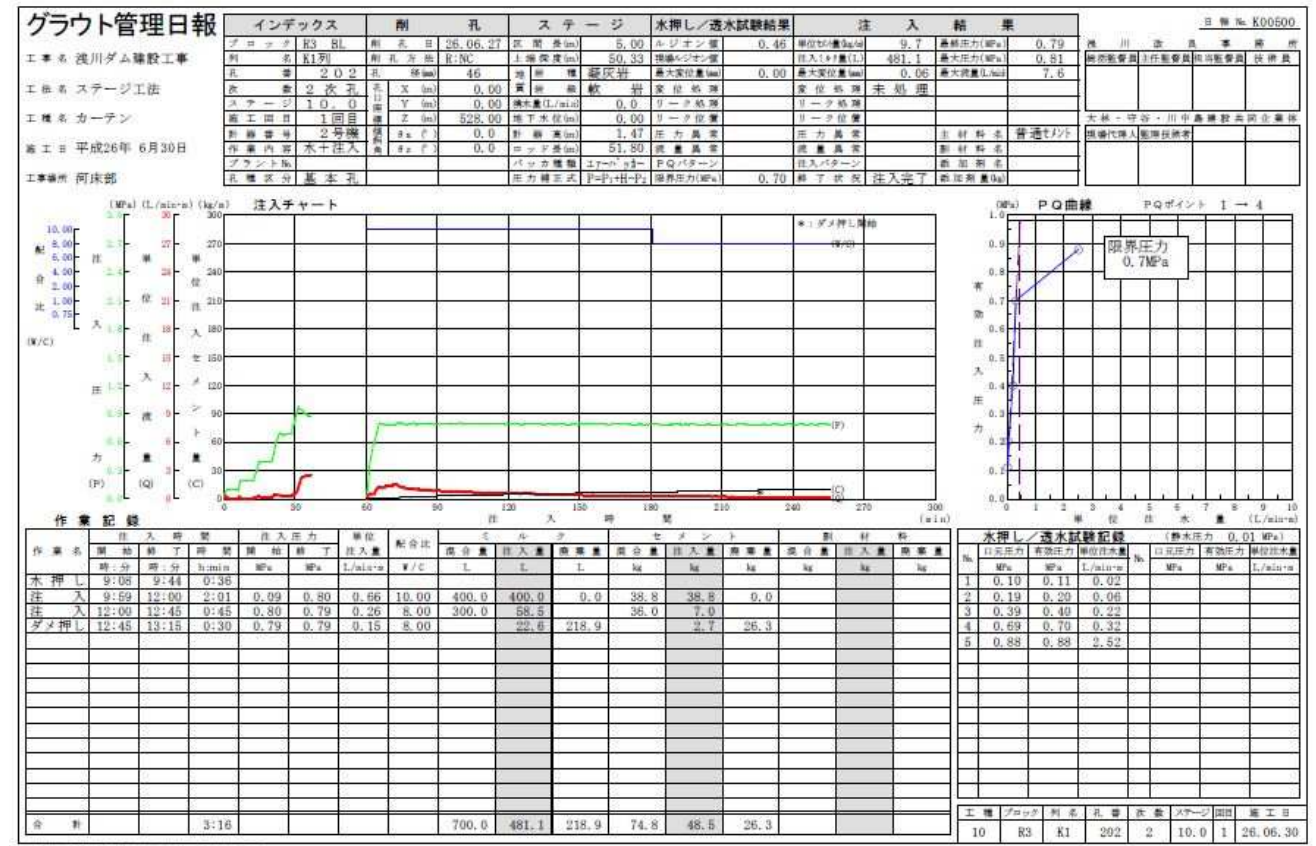
① 施工位置確認
任意



② 削孔長確認
全孔



③ 注入圧力・
配合確認



グラウチングの出来高は、ボーリング削孔長、注入量、注入時間を発注者の確認によって管理している。注入セメント量は、配合毎に計量されたミルクに対して、実注入量に応じて記録される。

セメント配合表(200ℓ/ BH)

配合	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	1:0.75
セメント (kg)	19.4	24.0	31.7	46.3	86.3	151.8	187.4
水 (ℓ)	193.8	192.4	189.9	185.3	172.6	151.8	140.5
比重	1.066	1.082	1.108	1.158	1.295	1.518	1.640
練上げ量	200	200	200	200	200	200	200

セメント 比重 C g = 3.15

図 3.5.3 基礎処理施工管理フロー

3.5.3 カーテングラウチングの品質管理

(1) カーテンラインにおける割れ目分布

1) ボーリングコアの割れ目区分の設定

深部の透水性を把握するために、ボーリングコアで透水的か否か（開口状態であったか否か）を検討した。






- ・ ボーリングコアで確認される割れ目に対し、かみあわせ、挟在物の状況により割れ目区分を設定した。
- ・ 設定区分は、以下に示す例のように、「BL」・「OR」に区分した

※すでに堤敷掘削面では、割れ目区分を実施しているが、ボーリングコアの「BL」は堤敷の水色・青、同じく「OR」はオレンジ・赤と対比させている。

【ボーリングコアの割れ目区分】

割れ目区分 (図面表記の色)	性状	例1	例2	例3
BL (青)	密着している。または、かみ合わせが良く、割れ目の褐色汚染も認められない。	 63B48孔 深度42.95m	 H8B106孔 深度30.40m	 H1B38孔 深度12.05m
	割れ目に挟在物が認められ、溶脱していない。挟在物に充填されており、膠着している。	 H1B71孔 深度26.9m	 H1B71孔 深度33.92m	 63B68孔 深度25.2m
OR (オレンジ)	かみ合わせが悪く、割れ目で合わせても密着しない。	 H1B71孔 深度33.35m	 H1B71孔 深度18.72m	 H1B40孔 深度35.45m
	挟在物が溶脱している。	 63B70孔 深度2.54m	 H1B40孔 深度27.1m	 H5B98孔 深度10.43m
(赤)	開口はボアホールスキャナにより確認	 H8B106孔 深度39.8m	 H8B106孔 深度39.8m	

参考：【堤敷掘削面の割れ目区分】

割れ目区分 (図面表記の色)	性状	掘削面
黒	癒着(膠着)している。 割っても面沿いに岩が分離しにくい。	
水色	F-V断層に沿って上下流方向に連続する割れ目。CL-1、CL-2級岩盤に発達する。硬質岩片が細かく割れたゾーンのなす場合があるが、湧水や脈の溶脱は認められない。	
青	破砕物、変質物、碎屑岩脈を伴うが、風化の有無にかかわらず、開口していない。面としてははっきりしているため、岩は分離しやすい。	
オレンジ	開口しており、しばしば湧水を伴う。ただし、開口状態は連続せず、密着～開口を繰り返す。	
赤	熱水変質脈や碎屑岩脈の溶脱による、顕著な開口割れ目。開口程度の変化が激しく、オレンジや青割れ目になることがしばしば認められる。	

(2) 割れ目ゾーン区分と透水性

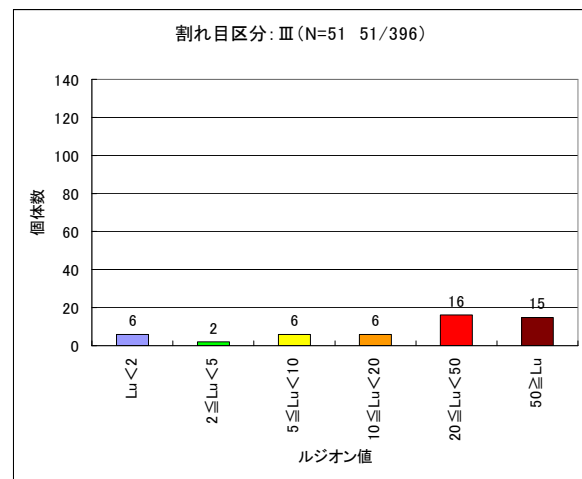
割れ目区分をもとに設定したゾーン区分について、透水性との相関を検討した結果、表 3.5.1 のとおりまとめた。

- ・「Ⅲ」・「Ⅱb」は概ね高透水である。
- ・「Ⅱa」ゾーンは、難透水の傾向はあるが、所々高透水となる箇所がある。
- ・「Ⅰ」ゾーンは難透水である。

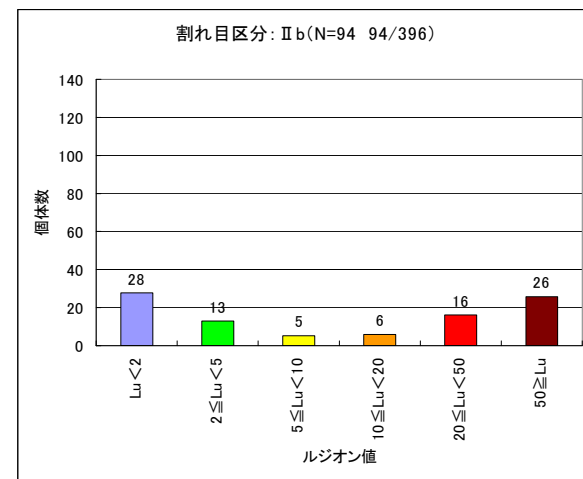
表 3.5.1 割れ目ゾーン区分の特徴

割れ目ゾーン区分	割れ目の特徴	ルジオン値に基づく透水性の傾向	透水性の評価
Ⅲ	「OR」割れ目よりなるゾーン。	51 例中 43 例(84%)が 5Lu 以上で、浅部に分布するⅢゾーンの中では深度との相関もない。	高透水。
Ⅱ	Ⅱb 「OR」・「BL」割れ目が混在するが、「OR」割れ目が優勢となるゾーン	94 例中 53 例 (56%) が 5Lu 以上で、深度との相関もない。	概ね高透水。
	Ⅱa 「OR」・「BL」割れ目が混在するが、「BL」割れ目が優勢となるゾーン。割れ目自体が疎となる傾向有。	5Lu 以上が 158 例中 33 例 (21%) あるが、101 例 (64%) が 2Lu 未満である。なお、深部でも 50Lu を超える事例がある。	概ね難透水であるが、高透水箇所が深度と関係なく、所々にある。
Ⅰ	「BL」割れ目よりなるゾーン。	93 例全て 5Lu 未満。(2Lu 未満は 90%)	難透水。

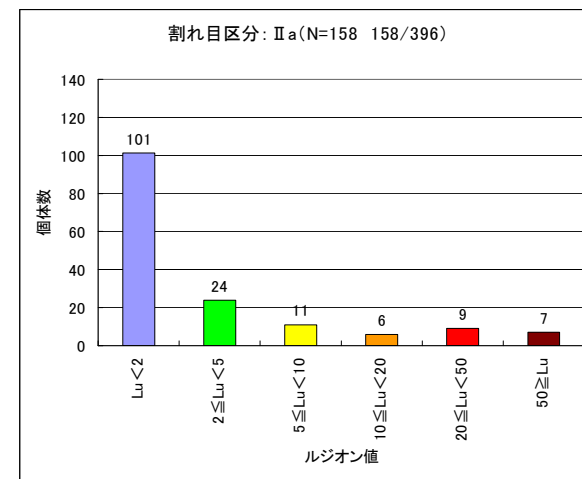
※「OR」:かみ合わせが悪い割れ目、挟在物が溶脱したもの
 「BL」:かみ合わせがよく褐色汚染がない割れ目、挟在物があるが溶脱していないもの



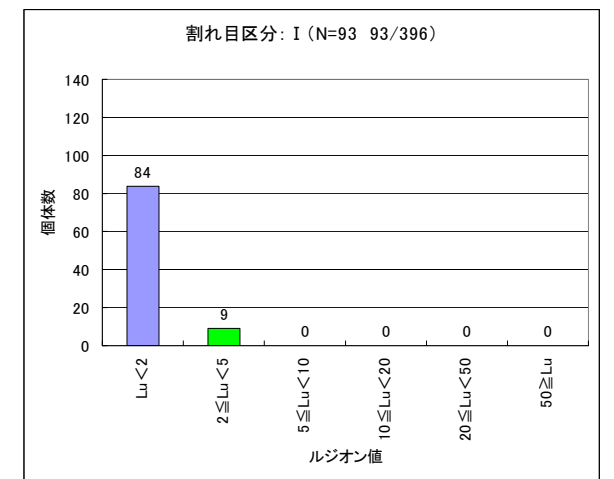
Ⅲゾーン (51/396) : 51 例中 43 例が 5Lu 以上である。深度との相関をみても、全体にばらついている。



Ⅱbゾーン (94/396) : 5Lu 未満の事例が幾分増加するものの、深度との相関では、ばらつきはほぼ「Ⅲ」ゾーンに近い傾向となる。94 例中 53 例は 5Lu 以上であり、高透水となる事例が半数以上を占める。



Ⅱaゾーン (158/396) : 難透水 (5Lu 未満) となる事例が多くなるものの、33 例は 5Lu 以上である。深度との相関はややまばらになるが、50Lu 以上の事例も散見される。



Ⅰゾーン (93/396) : 全て難透水 (5Lu 未満) である。

(3) パイロット孔および岩盤変位計孔による割れ目区分

浅川ダムでは、パイロット孔および岩盤変位計孔は一般孔に先行して実施している。これら先行孔の深度は、難透水ゾーンであるⅠゾーンの分布や断層周辺の破碎帯などの高透水性の有無を確認できる範囲とする。また、パイロット孔と岩盤変位計孔は6mの間隔で配置しており、これらの孔では、透水試験、コア採取を行っている。これら採取したコアの割れ目の分布状態（OR：かみ合わせが悪いもしくは溶脱している割れ目、BL：かみ合わせが良いもしくは挟在物で充填されている割れ目）からⅢゾーン（割れ目がORのみ）、Ⅱaゾーン（BLとORが混在しBL優勢）、Ⅱbゾーン（BLとORが混在しOR優勢）、Ⅰゾーン（割れ目がBLのみ）の割れ目ゾーン区分を行った。

図 3.5.4 にカーテングラウニングラインでの割れ目ゾーン区分図を示す。

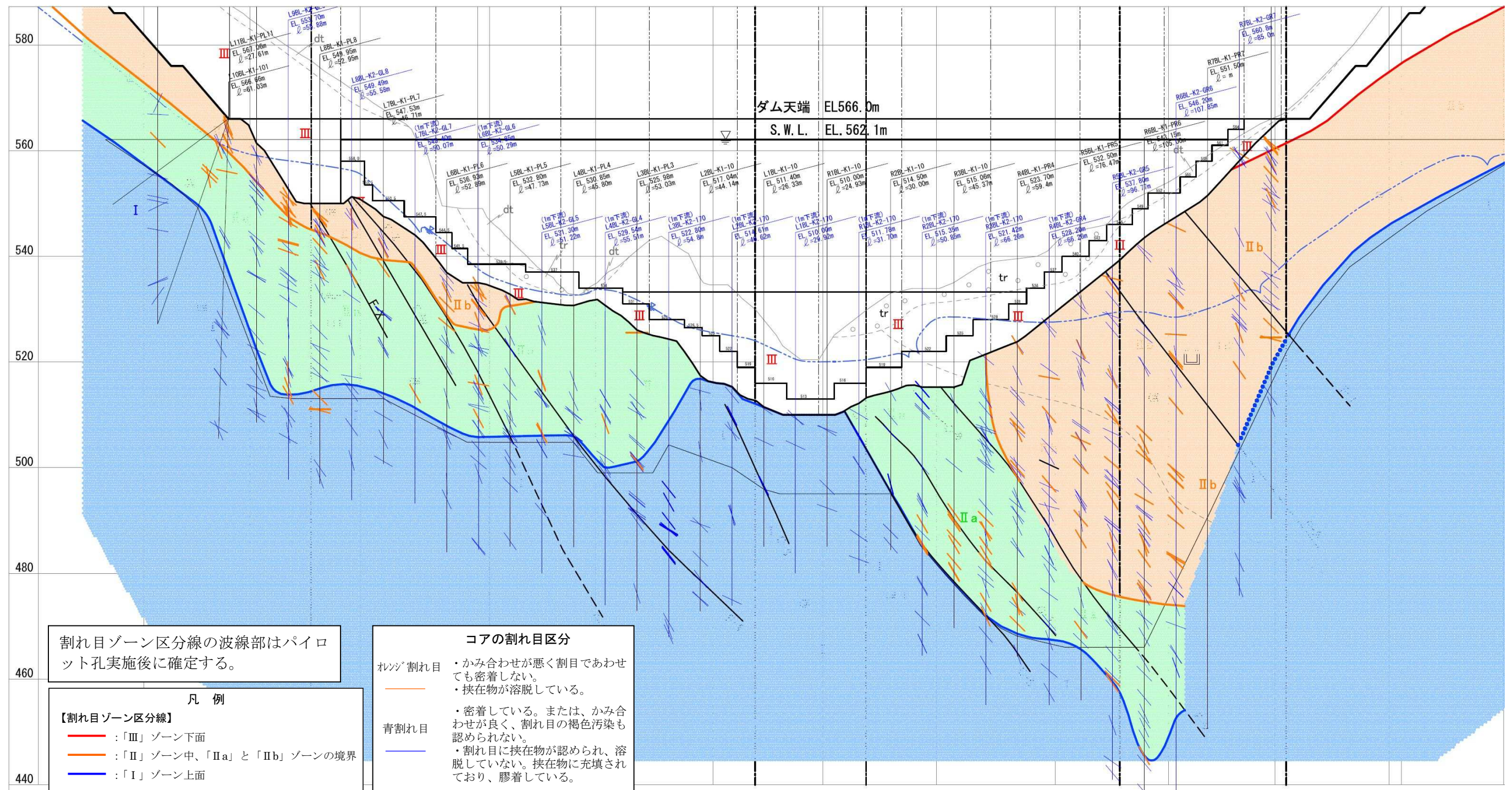


図 3.5.4 割れ目ゾーン区分図

(4) カーテングラウチング範囲と改良目標値

カーテングラウチング範囲と改良目標値の基本方針は、以下に示す既報告①～⑥のとおりである。本報告では、前回報告以降に施工した左右岸部のパイロット孔および岩盤変位計孔の情報を踏まえたゾーン区分変更に合わせてカーテングラウチング範囲を一部変更した。

- ① IIIゾーン、IIbゾーンの範囲は、割れ目の透水性が高く、みずみちが下流へ連続する可能性を有していることから全域カーテングラウチング改良範囲とする。
- ② IIaゾーンは、概ね難透水であるが高透水箇所が深度と関係なく所々に分布する。高透水箇所は基本的に不連続であるが、万一、連続した場合を考慮し、浅川ダムのIIaゾーン範囲は、全域カーテングラウチング改良範囲とする。
- ③ Iゾーンは、割れ目が密着した難透水（透水性は2Lu相当程度）であることから、基本的にはカーテングラウチングの改良を必要としない範囲である。
- ④ 河床部は難透水性の岩盤Iゾーンが分布する箇所であるが、ダム高最大断面付近の浅部の動水勾配の大きくなる箇所の透水性を確実に改良するため、3st分(15m)をカーテングラウチング改良範囲とする。
- ⑤ 左右岸端部は、サーチャージ水位とIゾーンが交差する範囲までを改良範囲とする。
- ⑥ 改良目標値は、2Luとする。

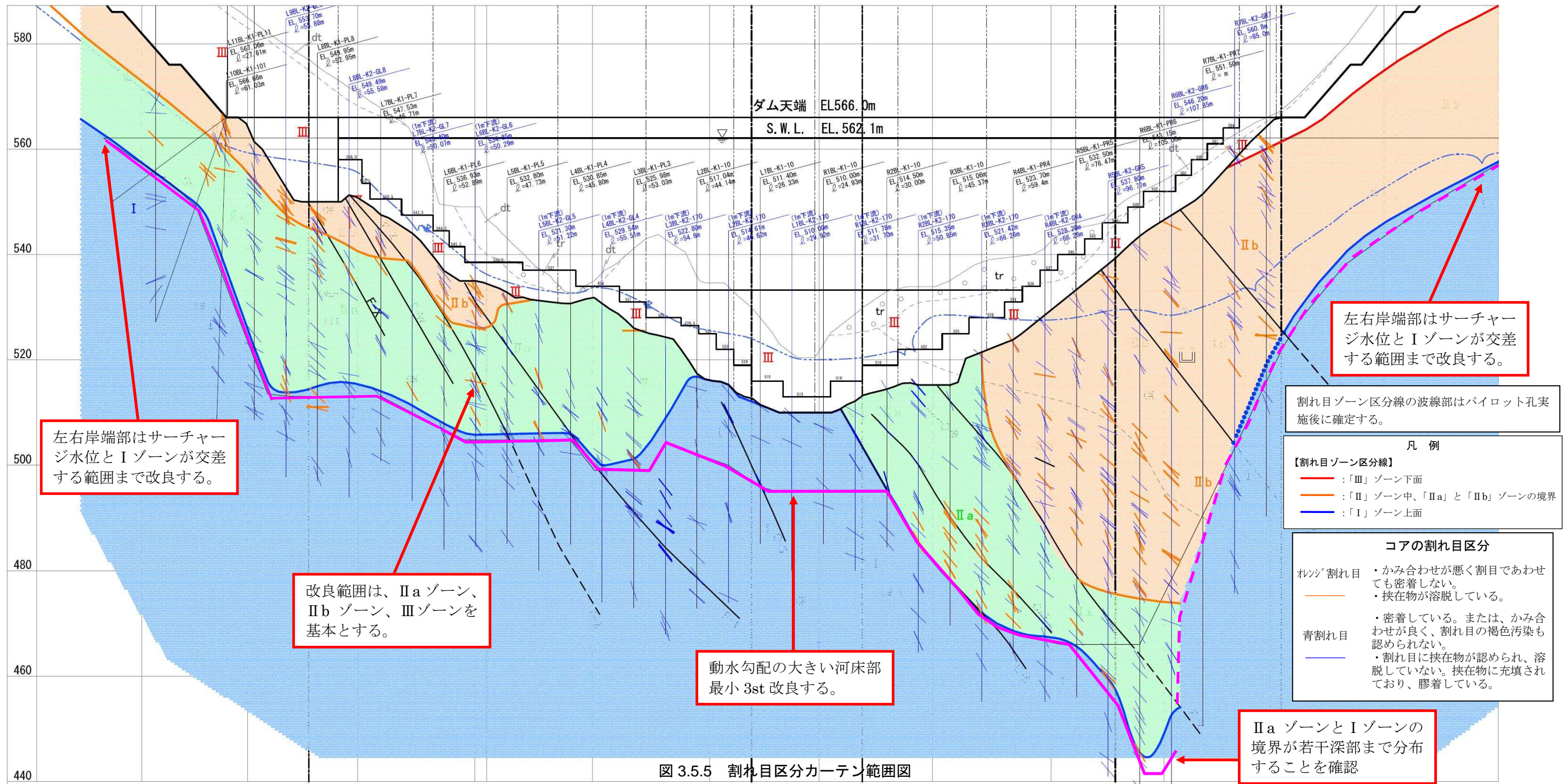


図 3.5.5 割れ目区分カーテン範囲図

(5) カーテングラウチング計画孔の孔間隔

1) 試験施工ブロック

前回委員会では、Iゾーン、IIaゾーンの計画孔の孔間隔を決定するために実施したL1ブロック、L4ブロックおよびR2ブロックの試験施工結果を報告した。結果は、IゾーンおよびIIaゾーンともに計画2次孔とすることとした。

本報告では、IIbゾーンにおける計画孔の孔間隔を検討するために行ったR4ブロックでの3次孔まで実施の試験施工について整理した。図3.5.6に試験施工位置を示す。

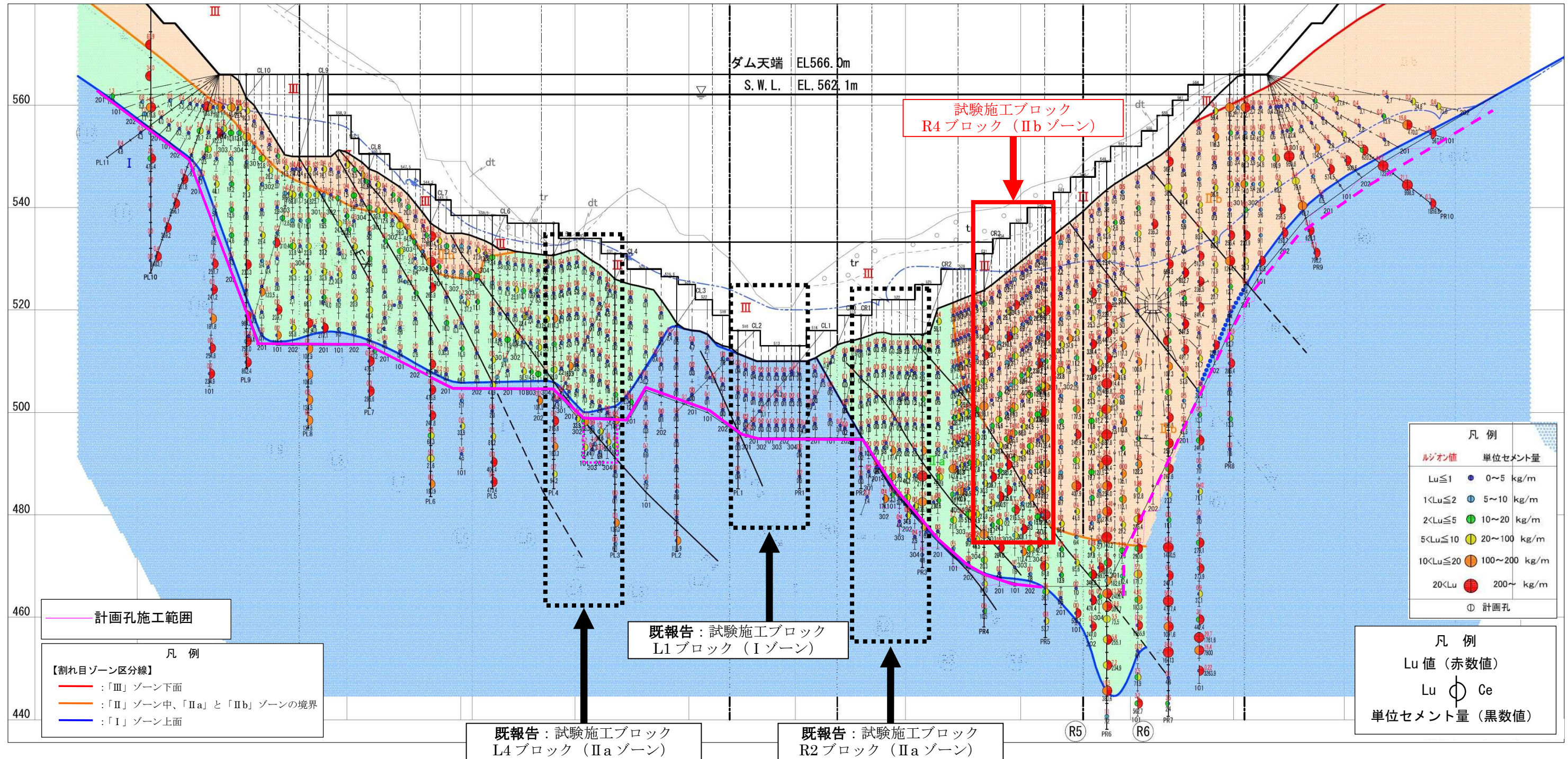


図 3.5.6 カーテングラウチング試験施工位置 (施工実績図_全孔に示す)

IIbゾーン（R4ブロック）で3次孔までを計画孔とした試験施工を行った結果、以降に示すように施工次数が進むにつれて透水性の低減効果が確認できた。

このことから効果的に改良が進む岩盤であるとともに、計画3次孔までの施工結果から仮に計画2次孔としても、3次孔における改良目標値以上の箇所の見落としがないことを確認したことから、IIbゾーンにおいて、計画孔を2次孔とし2次孔で改良目標値を超える孔に対しては追加孔を実施することで対応することとした。

なお、左岸部堤体基礎の浅部に薄く分布するIIbゾーンは、動水勾配が大きくなる箇所で注意深く実施するとの観点から計画3次孔とした。

① パイロット孔の注入結果（岩盤変位計孔と1次孔の透水試験結果）

図3.5.8には、1次孔の下流1mの位置で実施した岩盤変位計孔の透水試験結果図とパイロット孔および1次孔の注入結果を示す。これらの図から、岩盤変位計孔の透水性の高い箇所が1次孔ではほとんどのステージで透水性が低減していることが確認できる。

これは、1次孔に先だって実施したパイロット孔により割れ目を通じて改良効果が現れたものと想定され、IIbゾーンにおいても改良効果は良好であるものと考えられる。

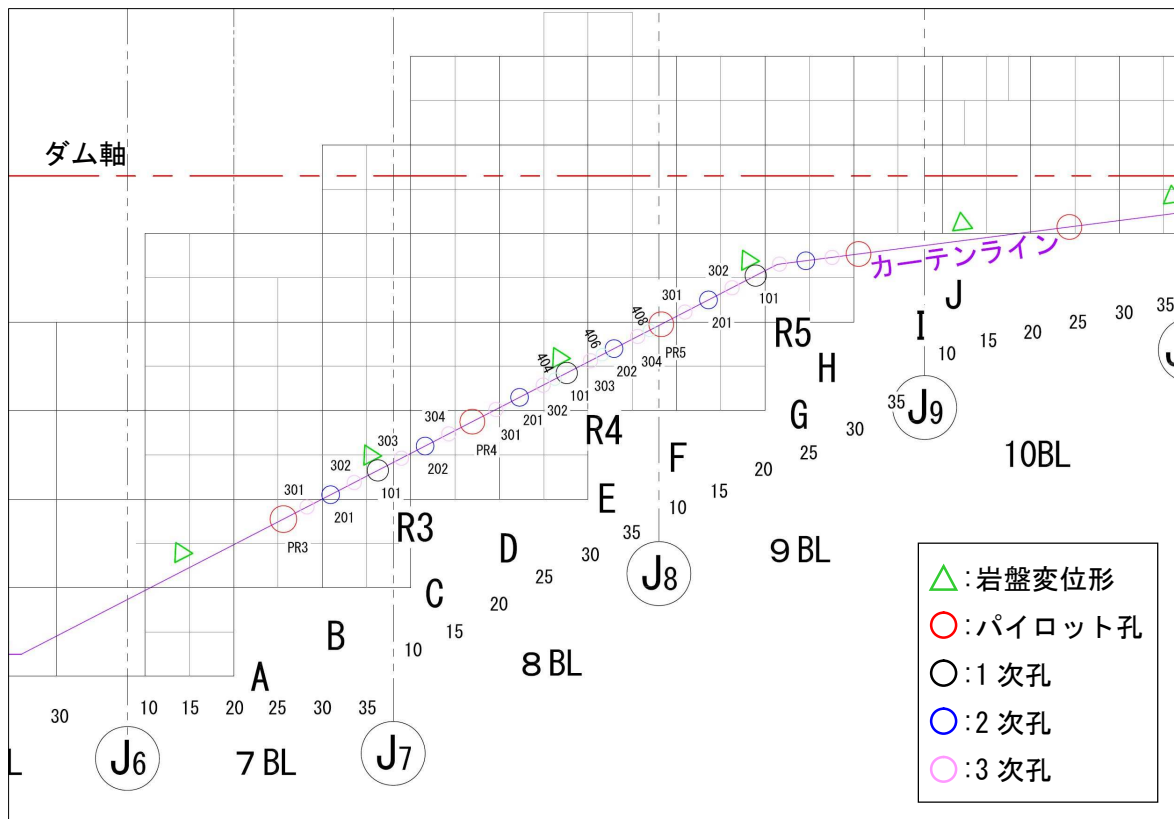


図 3.5.7 岩盤変位形位置図



図 3.5.8 右岸 R4 ブロックにおける岩盤変位計孔とパイロット孔、1次孔の実績

② 次数別の注入結果（1次孔、2次孔、3次孔の透水試験結果）

図 3.5.9 には、試験施工ブロック（R4 ブロック）における1次孔と2次孔の施工結果を示す。これによれば、1次孔で高い透水性を示した孔は、右岸傾斜の割れ目沿いに改良が進み、2次孔では概ね透水性の低減結果が確認できた。

また、図 3.5.10 には、2次孔と3次孔、4次孔の施工結果を示す。

これによれば、1次孔と同様に改良次数が進むと透水性の低減効果が確認でき、4次孔で全ての孔で改良目標値以下を確認した。

また、試験施工ブロック（R4 ブロック）において、仮に2次孔を計画孔としても追加孔の施工で3次孔における改良目標値以上の箇所の見落としがないことを確認した。

2次孔のうち、改良目標値を超えた孔に対して追加孔（3次孔）を配置した場合、図 3.5.10 に示す水色のハッチングの配置となり、改良目標値以上の3次孔の見落としはなかった。

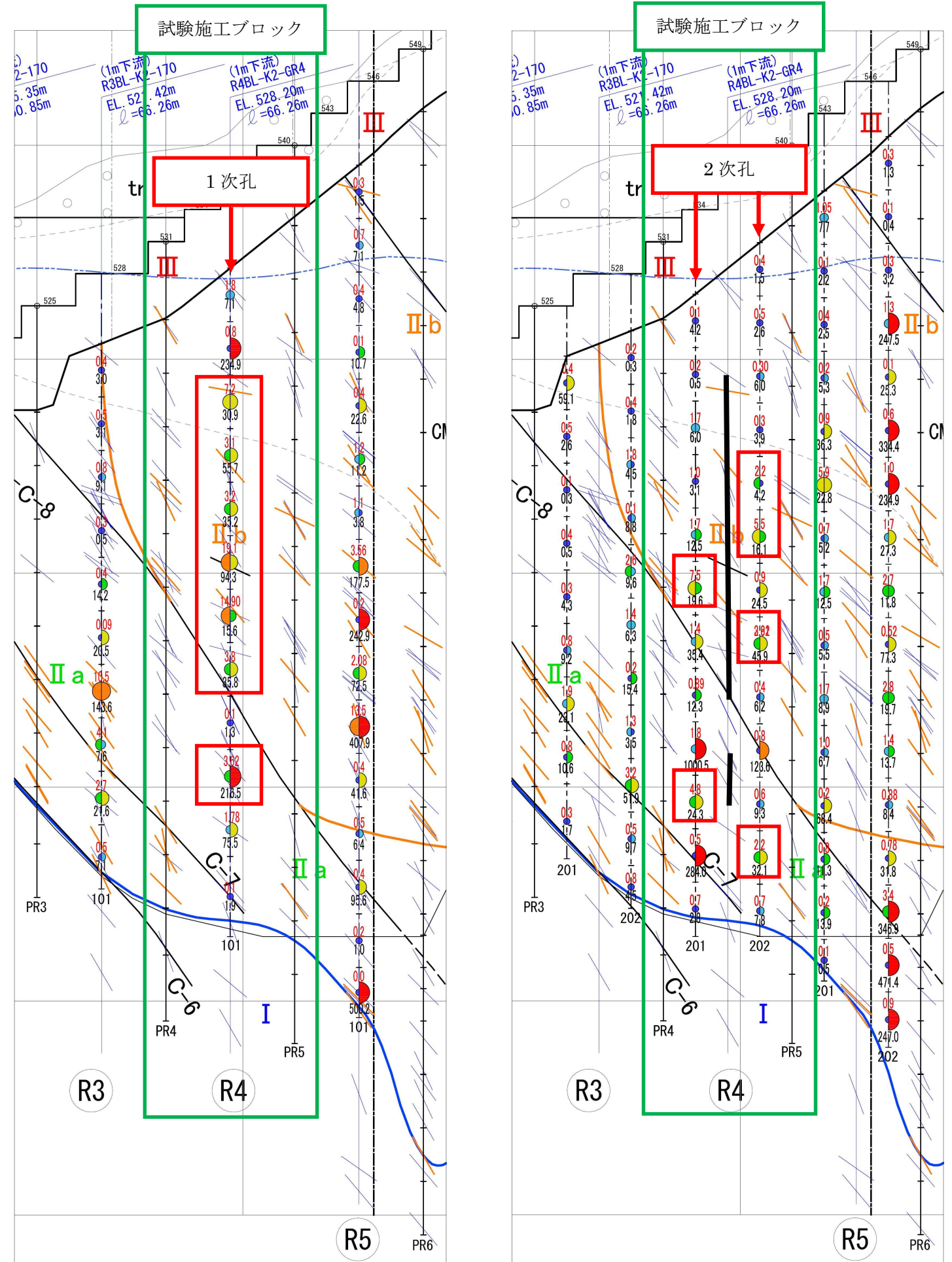
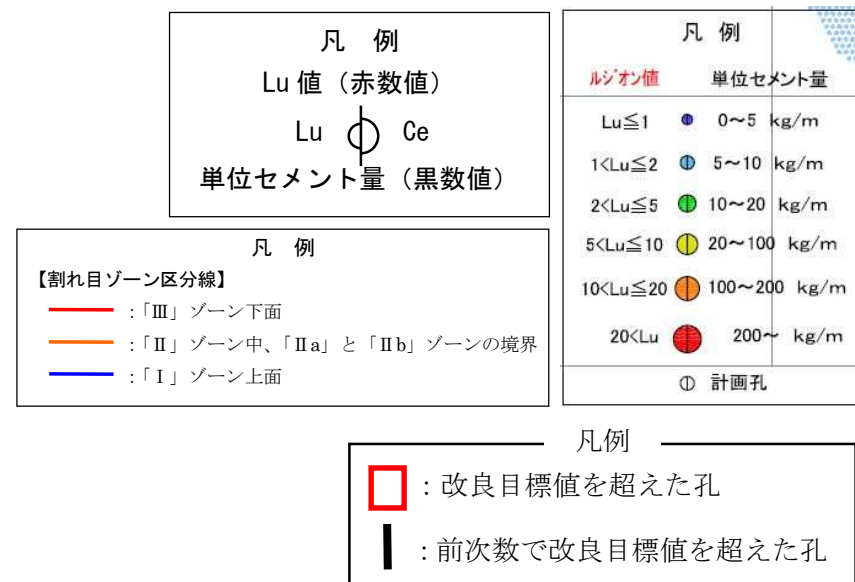
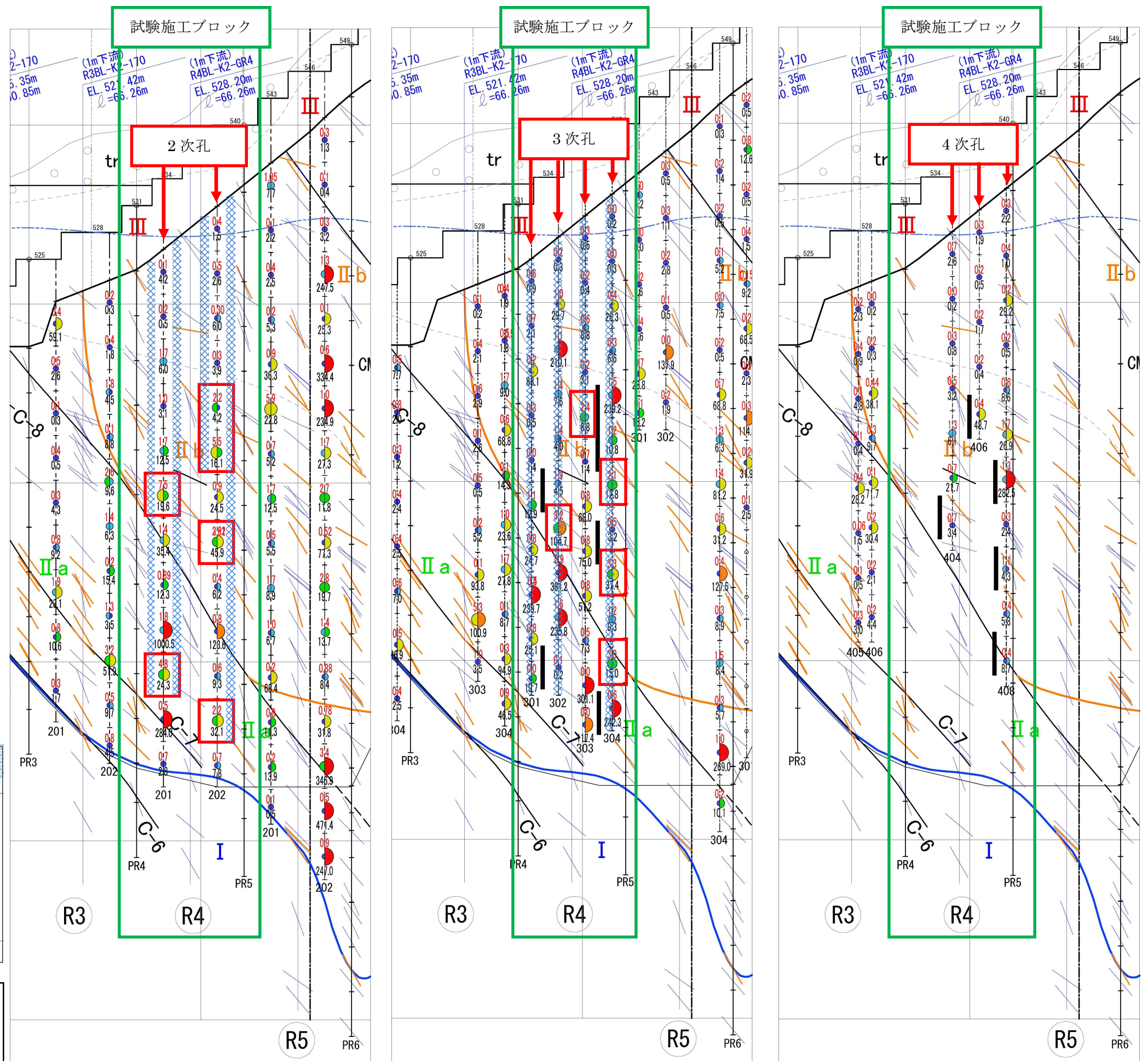


図 3.5.9 右岸 R4 ブロックにおける1次孔と2次孔の実績



凡例
 : 計画2次孔とした場合の追加孔(3次孔)配置

凡例
 Lu 値 (赤数値)
 Lu ϕ Ce
 単位セメント量 (黒数値)

凡例	ルジオン値	単位セメント量
	Lu ≤ 1	0~5 kg/m
	1 < Lu ≤ 2	5~10 kg/m
	2 < Lu ≤ 5	10~20 kg/m
	5 < Lu ≤ 10	20~100 kg/m
	10 < Lu ≤ 20	100~200 kg/m
	20 < Lu	200~ kg/m
		⊙ 計画孔

凡例
 【割れ目ゾーン区分線】
 : 「III」ゾーン下面
 : 「II」ゾーン中、「IIa」と「IIb」ゾーンの境界
 : 「I」ゾーン上面

凡例
 : 改良目標値を超えた孔
 : 前次数で改良目標値を超えた孔

図 3.5.10 右岸 R4 ブロックにおける2次孔と3次孔と4次孔の実績

(6) カーテングラウチング計画

(4)、(5)節の結果をもとに決定したカーテングラウチング計画を図 3.5.11 に示す。

- 改良目標値は、全域 2Lu とする。
- 改良範囲は、IIa ゾーン、IIb ゾーン、IIIゾーンを基本とし、動水勾配の大きくなる河床部においては最小 3st (15m) を施工する。左右岸部は、サーチャージ水位と I ゾーンが交差する範囲までとする。
- I ゾーン、IIa ゾーン、IIb ゾーンの孔間隔は、3m 間隔の「計画 2 次孔」とする。ただし、左岸部浅部に薄く分布する IIb ゾーンは、動水勾配が大きくなる箇所では注意深く実施するとの観点から 1.5m 間隔の「計画 3 次孔」とした。
- 図 3.5.11 に示したカーテングラウチング計画図は、上記方針にしたがって立案した計画に加え、試験施工による実施孔および計画孔に対する追加孔を実施した結果の孔配置である。

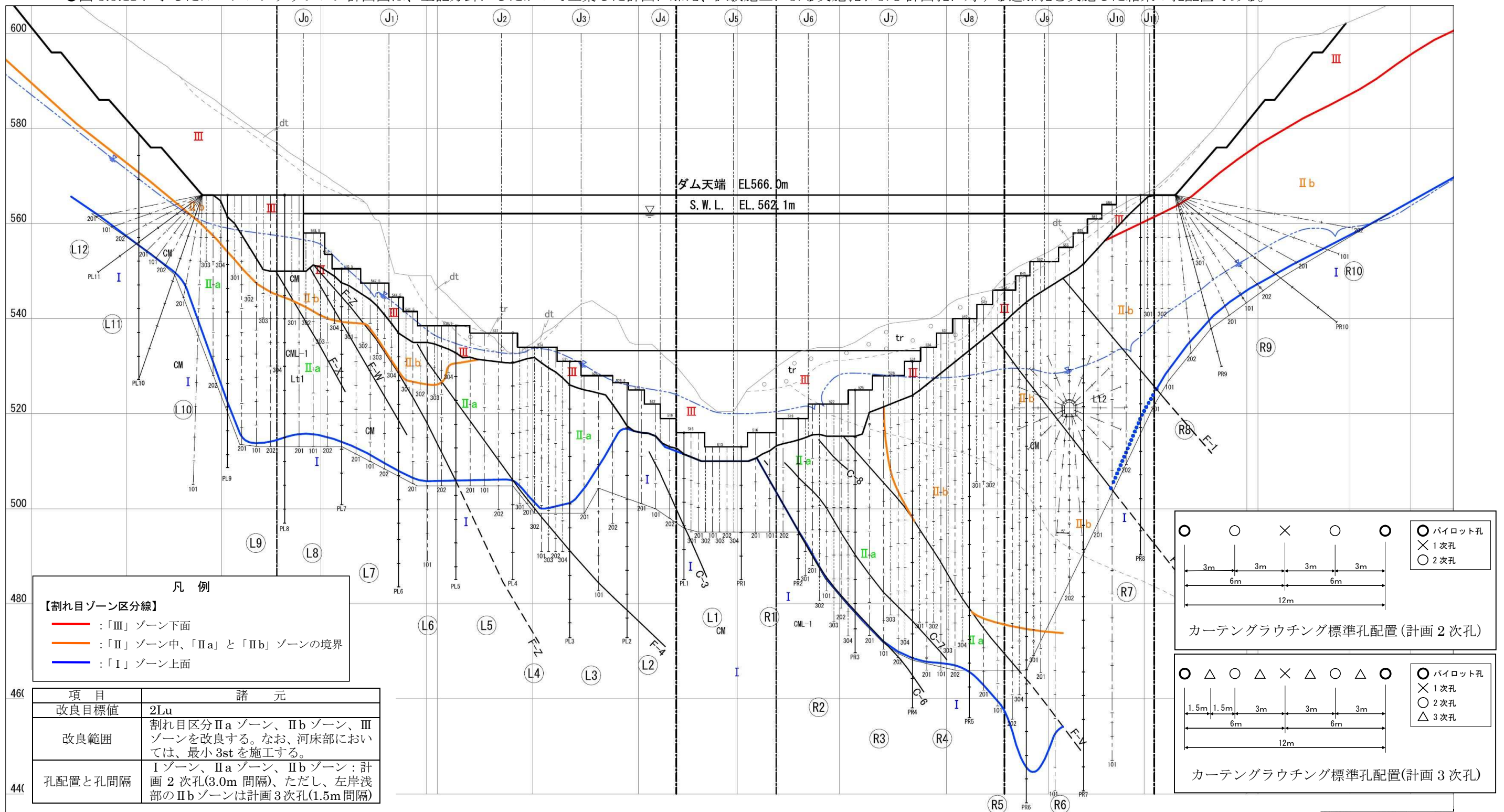


図 3.5.11 カーテングラウチング計画図

(7) カーテングラウチング施工実績

1) 注入仕様

カーテングラウチングにおける注入仕様は、前回報告以降、施工の進捗に伴い変更している。変更点は、基礎岩盤の限界圧力が総じて低いことが確認されたことから規定注入圧力の最大値を 1.0MPa に下げ、右岸 FV 断層周辺では特に限界圧力が低いことから規定注入圧力の最大値を 0.7MPa と設定した。また、これに合わせて水押し試験の昇降圧ステップを変更するとともに小さい圧力での限界圧力を確認するため 0.05MPa をステップに加えた。さらに、配合切替については、規定量中断が続く孔が確認されたことから規定量中断の回数に合わせて初期配合を濃く、切り替えを早く、規定注入量を大きくして設定した。

施工時の注入仕様は、表 3.5.2 に示すとおりである。

表 3.5.2 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	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。			右岸FV断層周辺は、限界圧力が小さいことを確認したことから規定注入圧力を最大 0.70MPa とした。				
	ステージ(st)	深度 (m)	規定注入圧力(MPa) (右記以外)					
	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以深	25～	1.00						
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→(0.05)→0.1→0.3→0.6	0→(0.05)→0.1→0.3→0.6→0.3→0.1→0				
	2	5～10	0→(0.05)→0.1→0.3→0.6	0→(0.05)→0.1→0.3→0.6→0.3→0.1→0				
	3	10～15	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→0.4→0.2→0				
	4	15～20	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→0.4→0.2→0				
	5	20～25	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→0.9	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→0.9→0.7→0.4→0.2→0				
6以深	25～	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→1.0	0→(0.05)→0.2→0.4→0.7→1.0→0.7→0.4→0.2→0					
※右岸FV断層周辺部は最大圧力0.7MPa。()は右岸FV断層周辺部は限界圧力が低い傾向であることを考慮し実施。								
初期配合	初期配合は、以下のとおりとする。							
	初期配合 (W/C)	10 / 1						
配合切替	他ダムの施工事例及び浅川ダムのカーテングラウチングパイロット孔の実績を参考に設定							
	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
	規定量中断 5回確認以降	注入量 (ℓ)	—	—	200	200	400	規定流入量4,000ℓまで
	規定量中断 10回確認以降	注入量 (ℓ)	—	—	—	200	400	規定流入量4,000ℓまで
規定量中断 12回確認以降	注入量 (ℓ)	—	—	—	—	—	規定流入量4,000ℓまで	
注入速度	最大注入速度：4ℓ/min/m (他ダムの施工事例を参考)							
規定注入量	3,000ℓ、4,000 ℓ (他ダムの施工事例及び浅川ダムのカーテングラウチングパイロット孔の実績を参考に設定)							
注入完了基準	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。(他ダムの施工事例を参考) 							
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。(他ダムの施工事例を参考)							

2) カーテングラウチング施工実績 (今回の報告範囲)

① 報告範囲

これまで実施してきたカーテングラウチングの施工結果の内、計画孔および追加孔まで完了しているブロックは、L1ブロック～L9ブロック、R1ブロック～R4ブロックであり、この内、R4ブロックを除いた全てのブロックでチェック孔が完了している (L1～L5、R1～R2の7つのブロックは前回報告済)。図 3.5.12 に示した範囲について報告を行う。

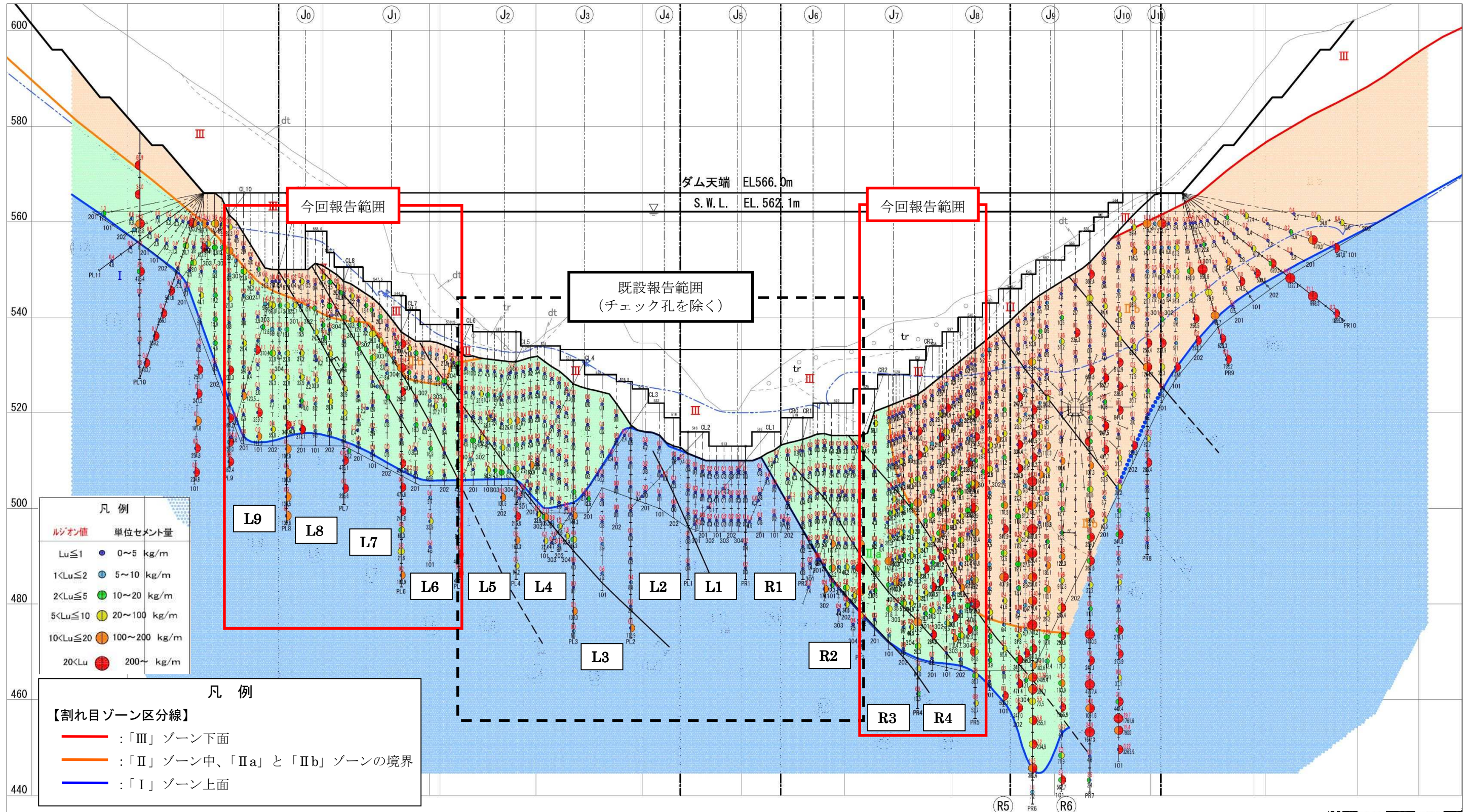


図 3.5.12 カーテングラウチング施工実績 (全孔)

