

3.4.4 本体コンクリートの打設

(1) グリーンカットの概要

1) 一次カット

一次カットは、コンクリートの硬化時のレイタンスを除去する目的で行う。(写真 3.4.1、3.4.2、3.4.3) 作業開始時間は、配合、コンクリート温度、外気温等によって変化するため、写真 3.4.3 のような打継面が確保できるようにグリーンカットを行っている。打継面の状況は打設前に入念に確認し(写真 3.4.3-2) 状態によって翌日以降のグリーンカット開始時間を調整している。打設終了時のコンクリート温度とグリーンカット開始時間の実績を図 3.4.38 に示す。



写真 3.4.1 GCマシンによる一次カット



写真 3.4.2 高圧水による一次カット



写真 3.4.3 GCマシンによる一次カット後の打設面



写真 3.4.3-2 GC状況の確認検査

2) 二次カット

二次カットは、打設前に型枠組立作業等による異物や浮石、レイタンスを除去する目的で行う。(写真 3.4.4、3.4.5、3.4.6) グリーンカットマシンによる清掃を中心とし、型枠際や止水板周りは、高圧ジェットにより入念に洗浄を行っている。また、止水板については、打設前に目視により止水板の汚れを確認し、汚れ等の付着を除去している。(写真 3.4.7、3.4.8)



写真 3.4.4 GCマシンによる二次カット



写真 3.4.5 高圧水による二次カット



写真 3.4.6 GCマシンによる二次カット後の打設面



写真 3.4.7 止水板付近の二次カット



写真 3.4.8 止水板の清掃



図 3.4.38 打設終了時温度とグリーンカット開始時間(打設～経過時間)

(2) 養生方法

1) 打設面養生

打継面は、原則として湛水養生とする。湛水養生の水深は5～10 cm程度を保つ様にし、作業等により湛水できない場合は、スプリンクラー等による散水養生を行っている。(写真 3.4.9、写真 3.4.10、写真 3.4.15、写真 3.4.16)

上下流面等の斜面部の露出面は給水パイプによる、散水養生を行っている。(写真 3.4.11、3.4.12)

型枠部コンクリートの養生は、ダムフォーム組立時に高発泡ポリエチレンマット(t=10 mm)を敷設し、急激な温度変化を受けない様に養生を行っている。(写真 3.4.13、3.4.14)



写真 3.4.9 湛水養生写真



写真 3.4.10 湛水養生の水深確認



写真 3.4.11 斜面部の散水養生



写真 3.4.12 斜面部の散水養生



写真 3.4.13 DF型枠の養生



写真 3.4.14 DF型枠の養生



写真 3.4.15 導流壁部の散水養生



写真 3.4.16 スクリーン部の散水養生

2) 監査廊出入口養生

通常時の監査廊開口部は、冷気の進入を防止するためにファスナーシートによる養生を行った。ファスナーシートの状況を写真 3.4.17 に示す。



写真 3.4.17 監査廊入口ファスナーシート設置

3) 常用洪水吐き養生

常用洪水吐き部には、ステンレス製のライニングを設置するため、外気温の変化がライニングを通じて堤体コンクリートに影響を及ぼさないように、ライニング回りには、下流からのライニング施工に合わせて、随時、断熱マット(t=10mm)+ブルーシートの養生を行った。(写真 3.4.18)



写真 3.4.18 ライニングの養生(断熱マット(t=10mm)+ブルーシート)



常用洪水吐きの施工は、写真 3.4.19 に示すように常用洪水吐き回りに木製型枠を設置してコンクリート打設を行った。そして、これら木製型枠を存置して、常用洪水吐き空洞内部の養生を行った(平成 23 年度施工箇所の一部は H24 年に撤去)。(写真 3.4.20)

また、常用洪水吐き呑吐口部は、常用洪水吐き空洞部の天端まで打設した段階で、呑吐口をブルーシートで閉塞し、養生を行った。(写真 3.4.21) (吐口部は平成 24 年 7 月 13 日、呑口部は平成 24 年 6 月 29 日に設置)

なお、写真 3.4.22~写真 3.4.24 には堤体空洞部ブルーシート養生の他ダム事例(島根県志津見ダム、岐阜県丹生川ダム、山梨県琴川ダム)を示す。



写真 3.4.19 常用洪水吐き部の打設状況(H24年6月26日撮影)

平成 24 年 10 月 6 日、木製型枠を脱型した際に常用洪水吐き壁面にクラックが発見された。平成 24 年 10 月 8 日にクラック拡大防止のため常用洪水吐き呑吐口部に、ブルーシートに加え、断熱マット(t=10mm)を追加した。(写真 3.4.25、写真 3.4.26)



(施工中)

写真 3.4.25 上流呑口部断熱マット t=10mm 追加



(施工後)



写真 3.4.26 下流吐口部断熱マット t=10mm 追加



写真 3.4.20 型枠存置養生(写真奥は吐口ブルーシート養生)



写真 3.4.21 下流吐口部シート養生

4) 越冬養生

冬季は、日平均気温が 4℃以下となる 12 月中旬から 3 月中旬までコンクリートの打設を行わず、水平打継面と上下流面(材令 91 日未満の範囲)を保温養生した。

水平打継面の越冬養生は、高発泡ポリエチレンマット(t=10mm)×2+ブルーシートにより行った。

(写真 3.4.27 3.4.28)

上下流の斜面部も材令 91 日未満の EL528.00~534.00 を対象とし、高発泡ポリエチレンマット(2枚)+ブルーシート+ネットにて保温養生を行った。(写真 3.4.29~3.4.32)

図 3.4.39 に越冬養生方法の概要を、また図 3.4.40 に平成 24 年度の越冬養生範囲を示す。

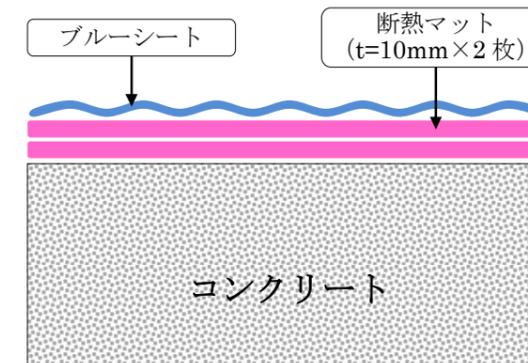


図 3.4.39 越冬養生方法の概要

他ダムの事例



写真 3.4.22 志津見ダムコンジットゲート吐口ブルーシート養生状況



写真 3.4.23 丹生川ダム 堤内仮排水路ブルーシート養生状況



写真 3.4.24 琴川ダム 堤内排水路防煙シート養生状況

監査廊の入口は、越冬時にはファスナーシートから木製扉に変更した。(写真 3.4.33)

また、洪水吐き呑吐口部には、既設のブルーシート+断熱マット (t=10mm) に加え、木製扉を設置した。

(写真 3.4.34)



写真 3.4.33 監査廊入口扉設置(越冬養生)



写真 3.4.34 下流吐口部木製扉+断熱マット+ブルーシート

越冬時のマットによる打設面の養生方法は、青森県八戸市に建設された重力式ダムの実績では、最低気温が -15°C の気象条件でも、高発泡ポリエチレンマット(t=10mm) \times 2枚+ブルーシートで養生マット直下のコンクリート表面温度は右図のように最低でも 7°C が確保できた(図 3.4.41)。

浅川ダムにおいては、平成 23 年度越冬面時にマット 1 枚と 2 枚でマット直下のコンクリート温度を測定した。越冬時のコンクリート等の温度を測定するため、図 3.4.42 に示すように、6BL の越冬リフト内温度計を配置した。養生マット直下のコンクリート表面の温度は、養生マット 2 枚とすることにより 5°C 程度以上を確保した(図 3.4.43)。

この結果から、浅川ダムでは、養生マットを 2 枚+ブルーシートを採用した。

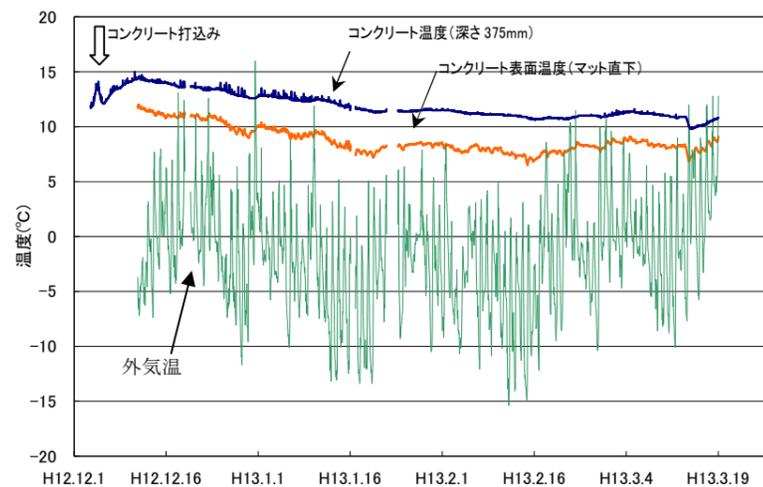


図 3.4.41 H24 年度 越冬養生範囲

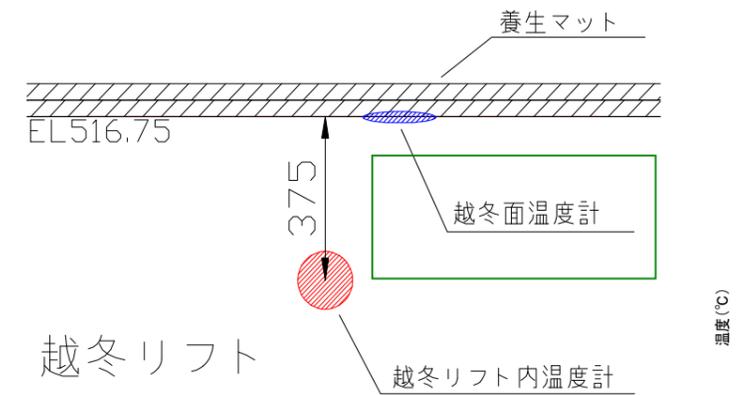


図 3.4.42 越冬養生温度計測位置(浅川ダム)



図 3.4.43 越冬養生温度計測結果例(浅川ダム)

(3) 暑中コンクリート対策

1) 打設前コンクリート温度の抑制

浅川ダムではコンクリートの打ちこみ温度を 25℃以下とするため、コンクリート練り混ぜ水には 8℃の冷却水を使用した。また、骨材貯蔵ビンでは粗骨材に 8℃の冷却水を散水するとともに、骨材ビンに断熱マットの設置と遮光ネットを設置することで暑中コンクリート対策を取っている。

これらの対策によりコンクリート温度を低減することが可能となった。

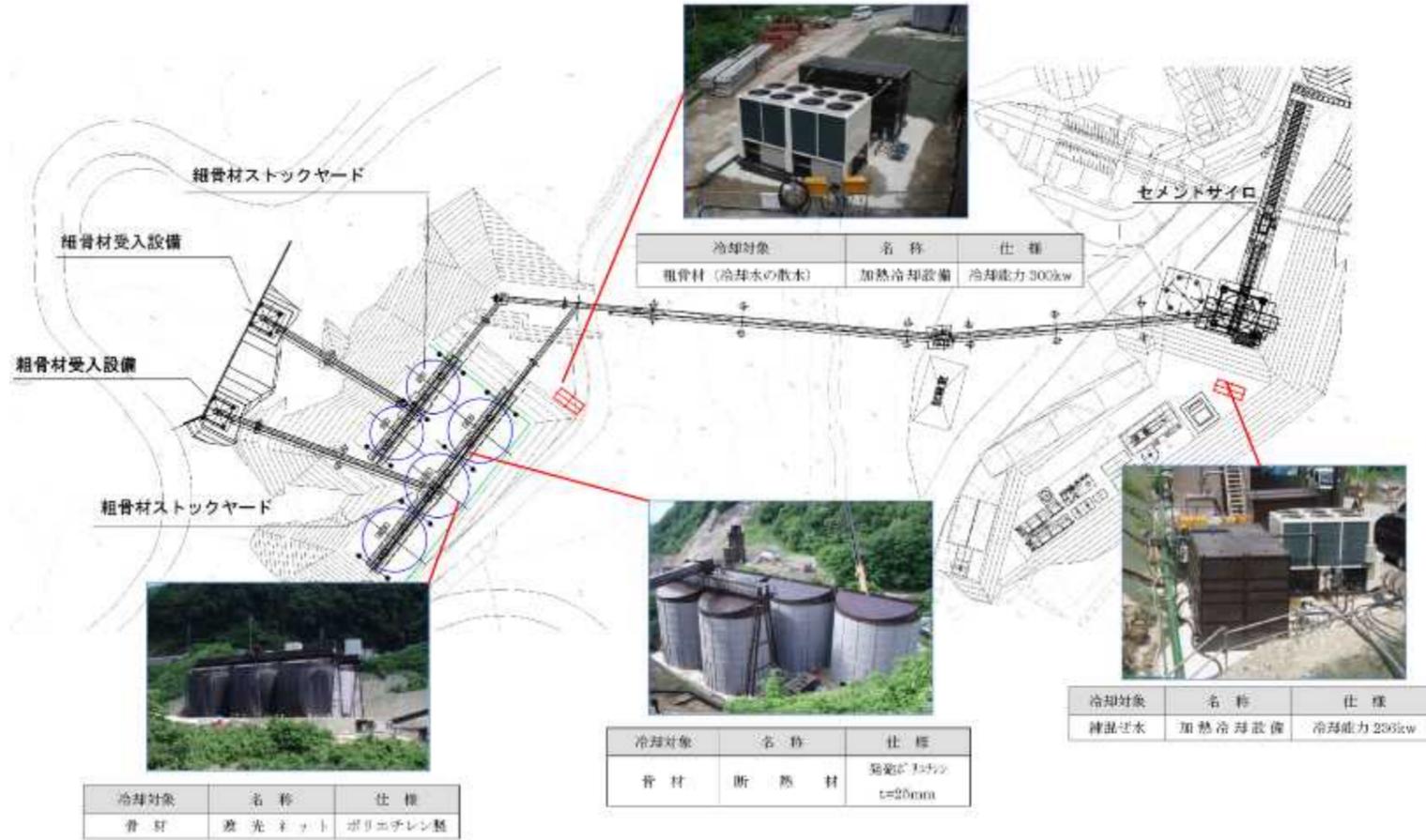


図 3.4.44 打設前コンクリート温度の抑制対策

2) コンクリート温度上昇の予測と夜間打設

夏季のコンクリート打設は、日中打設では骨材冷却をおこなってもコンクリート温度が 25℃を超えることが予想されたため、夜間打設を行っている。

3) 夜間打設期間

平成 24 年の夜間打設期間は 7 月 23 日から 9 月 21 日の間で行った。平成 25 年は 7 月 16 日から 9 月 21 日まで行う予定である。打設開始は 20:00 とし、翌日 12:00 までに打設が完了するように実施している。

4) コンクリート温度測定結果

コンクリート温度の測定結果は図 3.4.45 に示すとおりであり、25℃以内で打設されている。

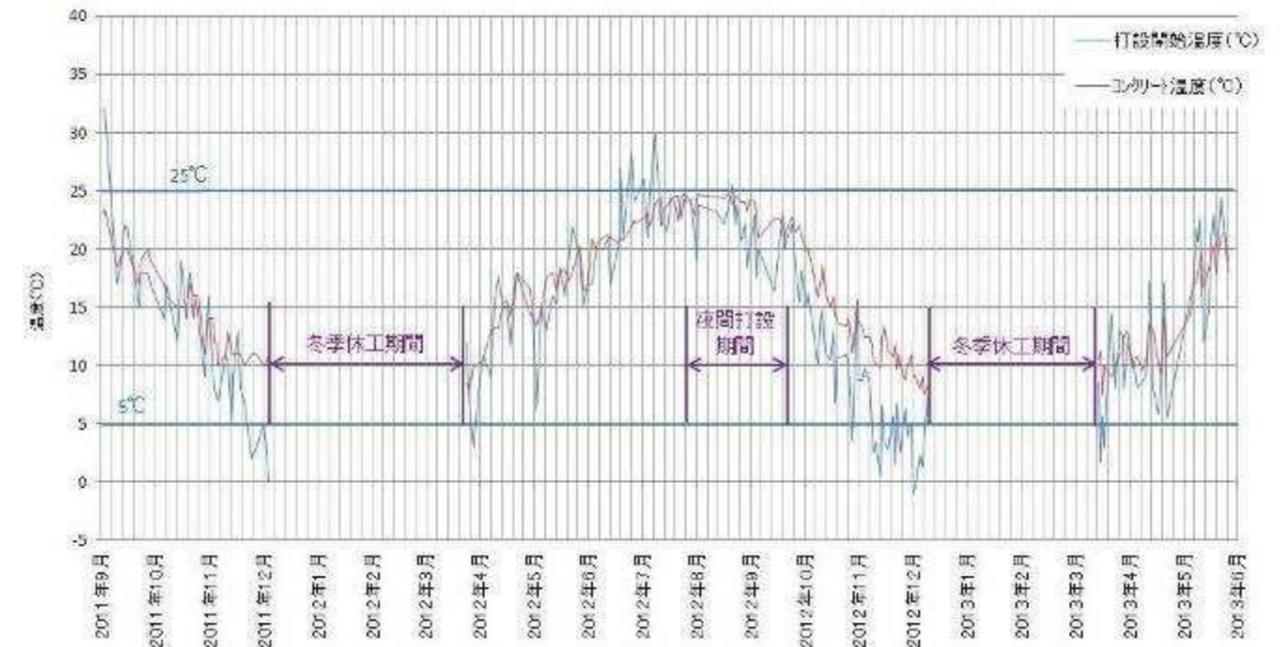


図 3.4.45 コンクリート温度測定結果

(4) 寒中コンクリート

1) 打設前コンクリート温度の抑制

浅川ダムではコンクリートの打ちこみ温度を 10℃程度とするため、コンクリート練り混ぜ水には 30℃の温水を使用した。また、骨材貯蔵ビンでは、骨材ビンに断熱マットを設置することで寒中コンクリート対策を取っている。

2) コンクリート温度の確保

冬季のコンクリート打設は、コンクリート温度が 5℃を下回ることがないように、早朝、夜間を避けて日中に行っている。また、P51 の写真 3.4.9～3.4.18 に示すように型枠面を断熱マットで養生することや、打設面の湛水養生対策を行っている。

3.4.5 常用洪水吐きに発生しているクラックの状況と処理について

(1) クラックの発見時の状況

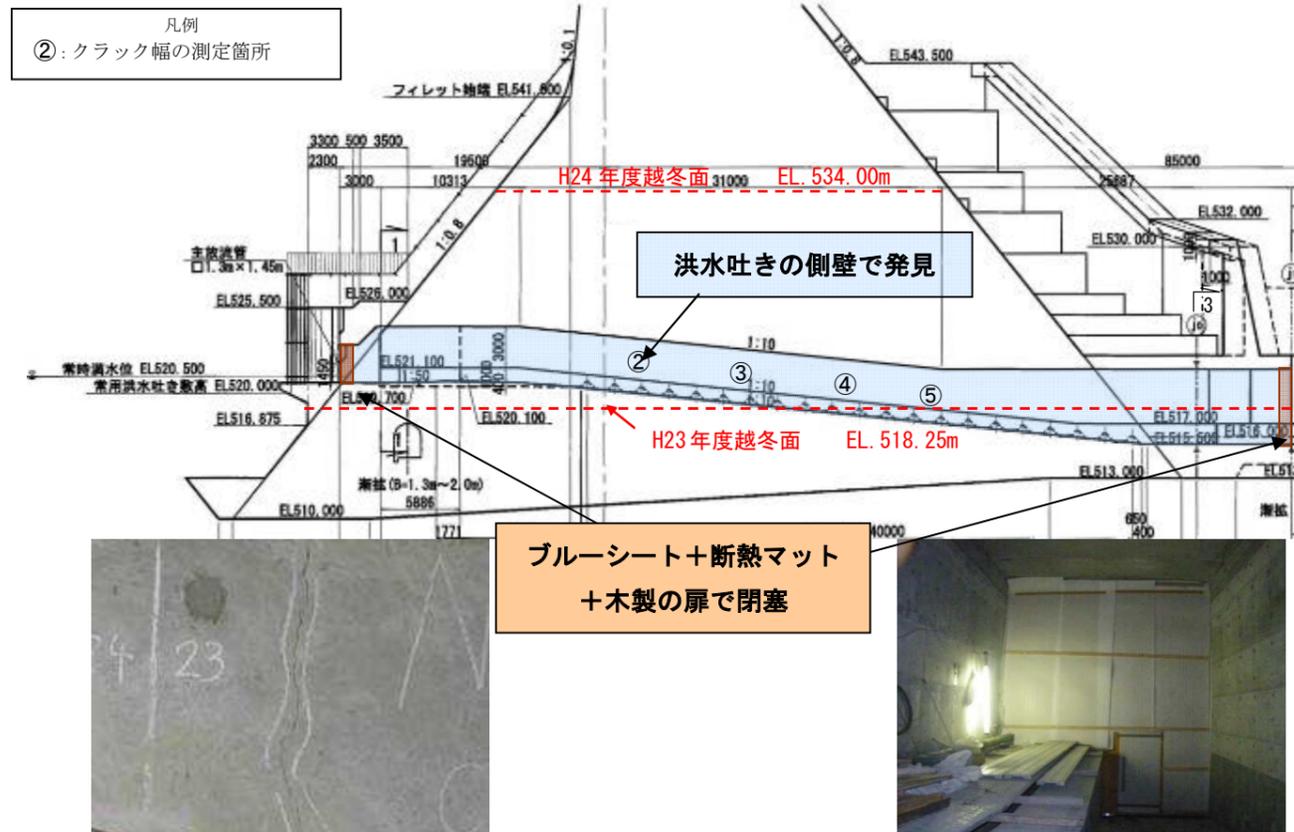
平成24年10月6日に常用洪水吐き空洞内の型枠を全て撤去した際にクラックを確認した。クラックを確認した当時の打設標高は、EL528.75mである。

洪水吐きを設置した5BLは、平成23年9月13日から打設を開始し、EL.518.25mまで打設した平成23年12月16日を最後に越冬した。翌24年4月19日から打設を再開し、EL.534.0mまで打設した（平成24年12月7日）。平成25年は4月13日から打設を開始している。越冬面と洪水吐き断面の関係を図3.4.46に示す。

クラック発見時は、洪水吐き呑・吐口はブルーシートで閉塞していたが、クラックが進展することを防止するため発見直後の10月8日に、洪水吐きの上下流出入口において断熱マットを敷設した。また、同年12月26日には越冬対策として木製扉を敷設した（図3.4.46参照）。



クラック発見前の洪水吐き内部の状況（型枠はH23年度越冬面より下の部分では既に撤去したものがあつたが、それ以外は全て存置されていた）



洪水吐き側壁で発見されたクラックの例（H25年4月3日撮影）

下流吐口部扉+断熱マット（t=10mm）設置

図3.4.46 洪水吐き断面と発見時の概要

図3.4.47に示すようにクラックを発見した10月以降は気温が低下することから、詳細調査は、気温が高くなる平成25年4月以降に実施することとした。なお、平成24年度の越冬面を平成25年3月27日に詳細に確認したが、越冬面にクラックは認められなかった。

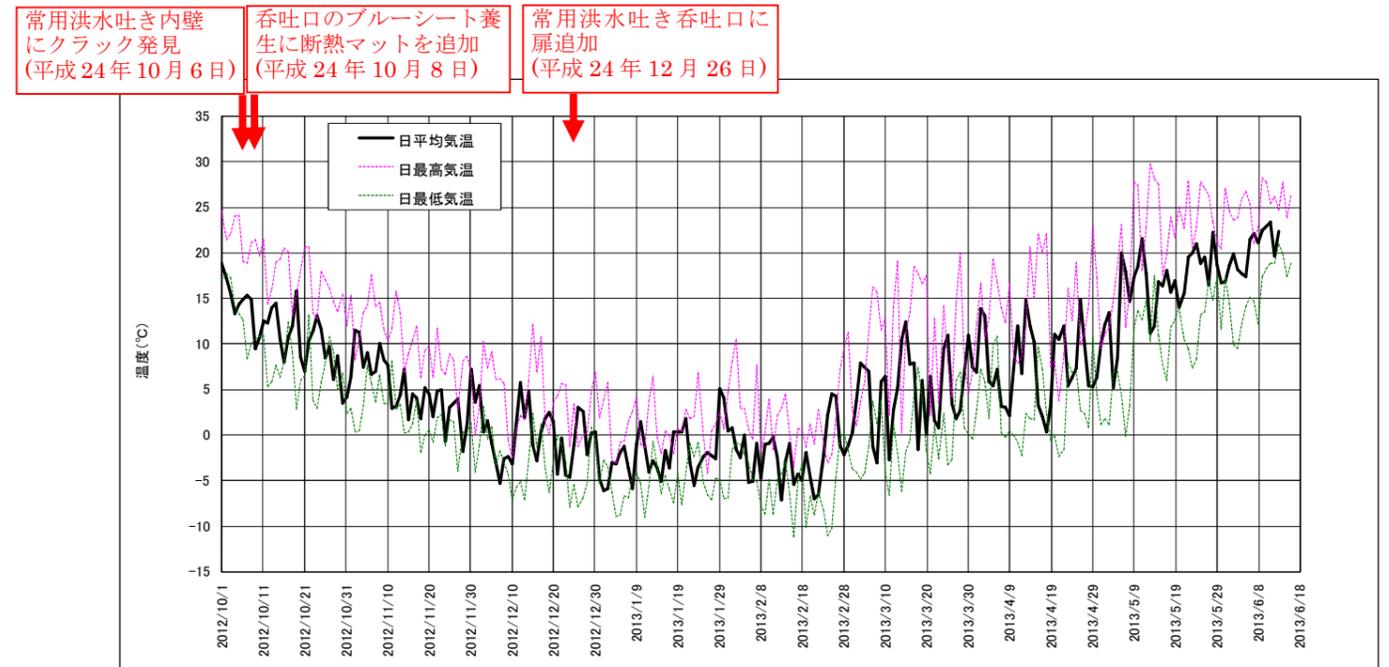


図3.4.47 外気温および洪水吐き内部の気温の変化

(2) クラックの分布調査

常用洪水吐き壁面に分布するクラックの詳細調査を実施した。クラックは、側壁や管理用通路床版では認められた。しかし、プレキャストコンクリートで構成される天井では認められず、ステンレス材でライニングされている洪水吐き床版ではその分布が不明であった。このため左岸と右岸の壁や管理用通路床版に連続していると想定されるNo.1～No.5の5箇所について、奥行き方向に30cm程度のコンクリートはつり調査とボーリング調査を実施してクラック範囲を検討した。

図 3.4.48 に側壁で観察されたクラックマップを青・緑色の太線で示し、ボーリングで確認された堤体内部のクラックを赤色の破線で示す。また、クラックが認められなかったボーリングは灰色で示した。なお、堤体の下流面において調査を実施した結果、クラックは全く認められなかった。(上流面の詳細調査は7月中旬から実施し、クラックは認められなかった。)

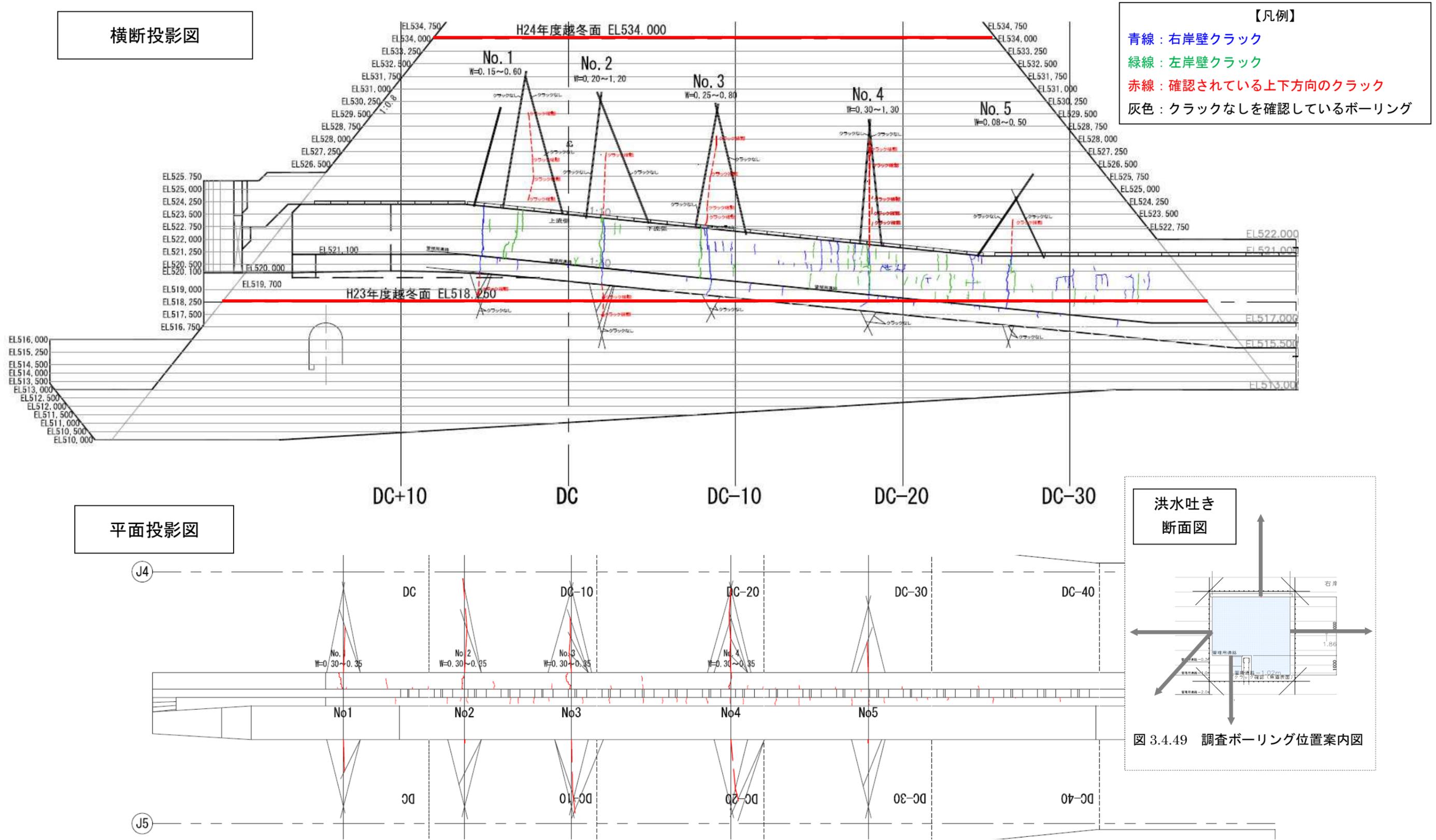


図 3.4.48 常用洪水吐き クラック分布図

図 3.4.49 調査ボーリング位置案内図

(3) 対策工の基本方針と現在の状況

平成 25 年の打設前に、平成 24 年度越冬面に対し、写真 3.4.35 のように配筋してこれより上面にクラックが伸びない対策を実施している (対策①)。ただし、本対策は、クラック先端部でのクラックブレイクではないため、以下の対策を実施することとしている。



写真 3.4.35 平成 24 年越冬面配筋施工状況

上下流面に近い No. 1、No.5 のクラックについては、万一上下流面に伸びないようにするため、水平ボーリングを実施して鉄筋を挿入してクラック先端直近でブレイクする必要がある (対策②)。

また、(4)において、洪水吐き内のクラックが現状の状態でも現行の設計基準に基づく安定性を満たすことを確認しているが、今後ダムが冷却する過程でのクラックの進展を防止するために、内部まで伸びているクラックについてはグラウチングを実施し、閉塞するものとする (対策③)。さらに、洪水吐き内側から放射状に削孔し、クラックをブレイクする鉄筋パイル工を挿入する補助工法も併用を検討する (対策④)。

最後に洪水吐き壁面表面に短く不連続に分布するクラックは、表面補修を実施する。

これらの対策の概要を図 3.4.50 に示す。

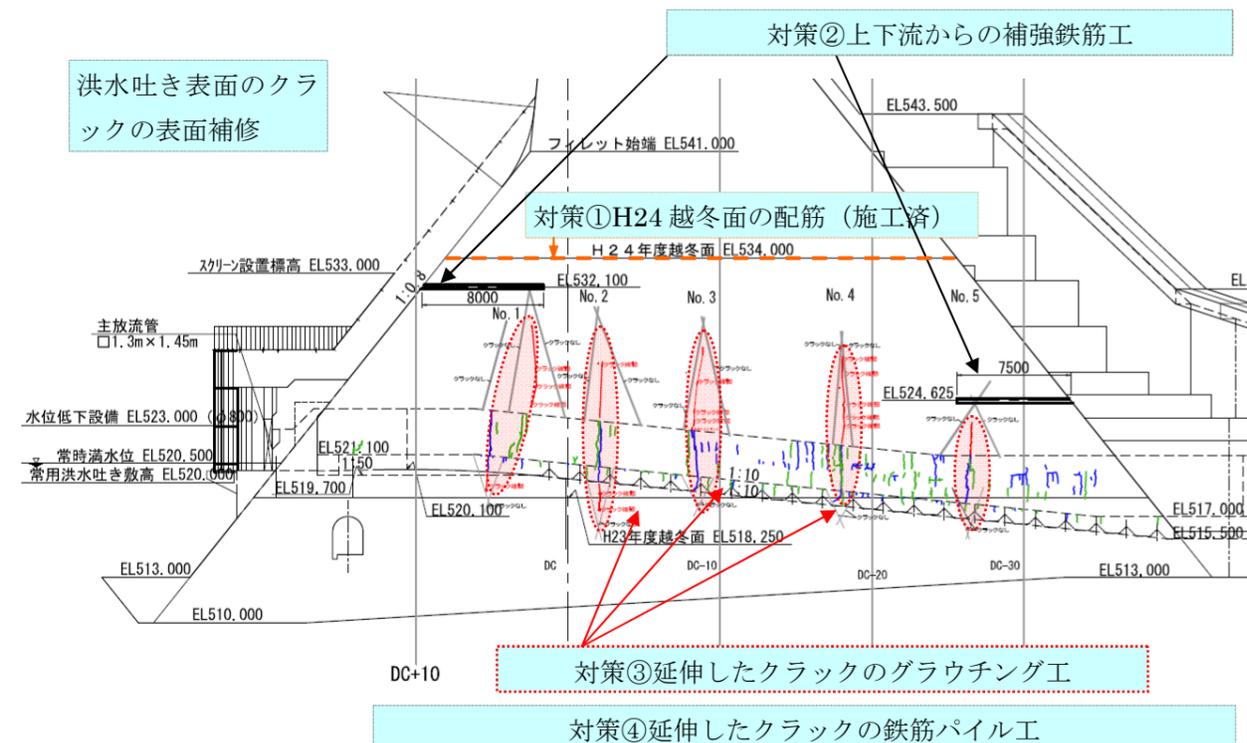


図 3.4.50 クラック対策工概要図

図 3.4.51、図 3.4.52、図 3.4.53 には、施工実施中または実施済みの対策①、対策②の配筋概要、対策③のクラックグラウチングの孔配置図および対策④の鉄筋パイル工概念図を示す。

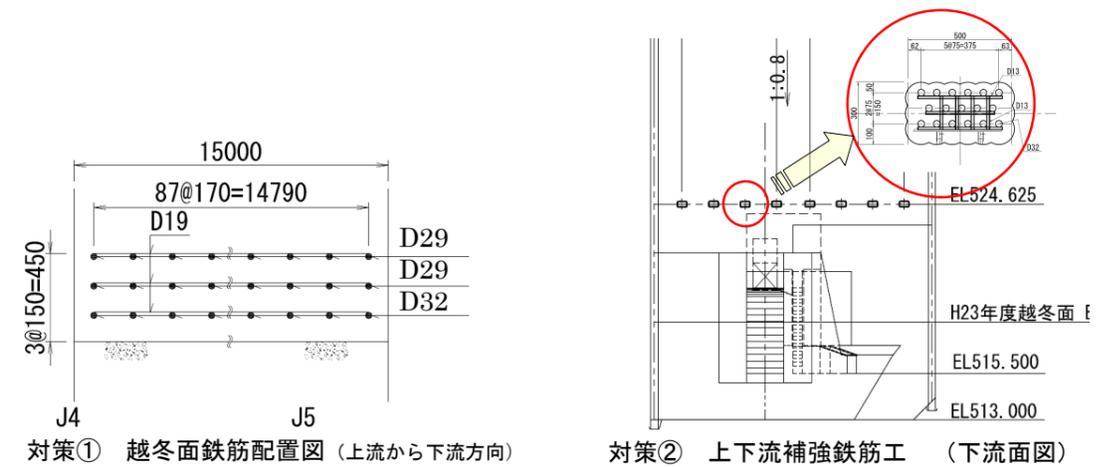


図 3.4.51 対策①、対策② 配筋概要図

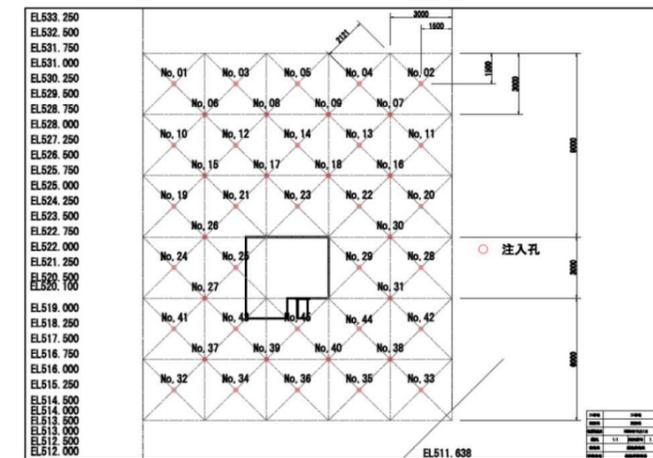


図 3.4.52 対策③ グ라우チング孔標準孔配置図

※対策③のグラウチングは、No.2~No.4 の 3 断面から順次施工を行う。No.1 および No.5 断面は対策②の上下流補強鉄筋工の施工後に行う。

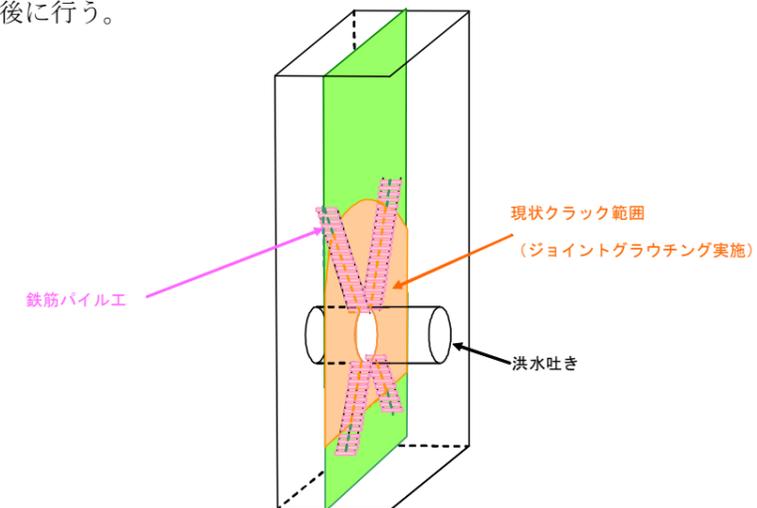


図 3.4.53 対策④ 鉄筋パイル工概念図

(4) クラックの堤体への影響

洪水吐きクラックについては、前述のような対策を実施するが、安全側の観点から現行の設計基準に基づく安定性の評価を実施した。

①解析モデル

常用洪水吐き壁面に分布するクラックに対し、完成後のダム安定性検討を実施した。検討は、2次元のFEM解析の手法で実施し、自重、地震力、洪水時の水圧等の外力が作用した場合に、クラックの有無で、ダムの安定性に、影響があるか検討した。

解析モデルを以下に示す。クラックは基礎面まで貫通していないことを調査結果では確認しているが、ここではより厳しい条件として基礎面から洪水吐きの上方7mまでクラックがあるモデルとした。

既にあるクラックをジョイント要素①とモデル化した。これは、引張応力は伝達せず（引張が作用すると剥がれる）、圧縮応力は伝達する要素である。また、その上方には引張強度を超えた段階でジョイント要素①に変化するジョイント要素②を設定した。本モデルでは、常用洪水吐きの空洞部は考慮していない。

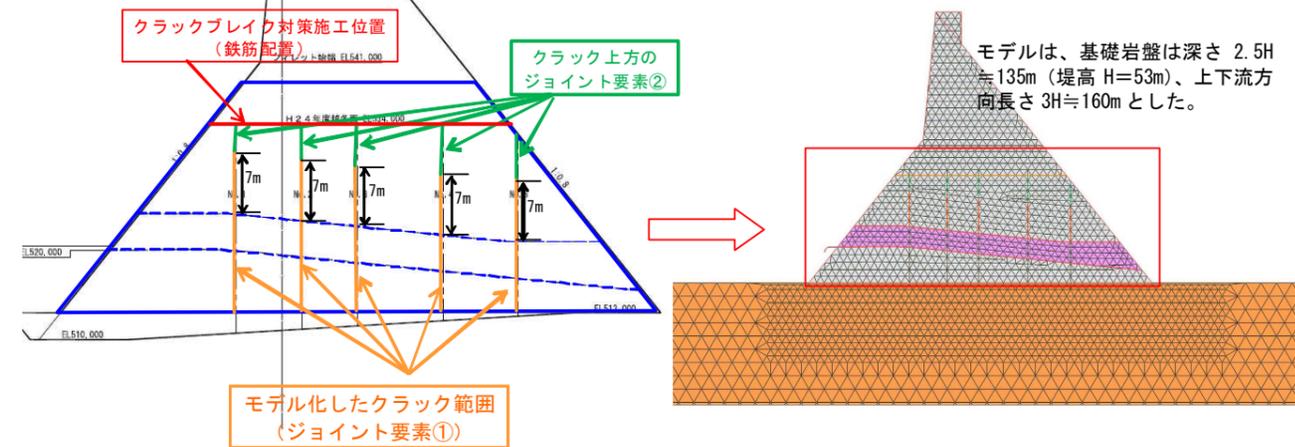


図 3.4.54 二次元検討モデル概要図

② 解析結果と安定性の評価

表 3.4.8 では堤体の安定性、図 3.4.55-図 3.4.58 では着岩部の局所安全率、堤敷部の鉛直応力分、主応力分布を示す。これより

- 設計荷重が作用した場合の「せん断に対する安定性」については、平均せん断安全率 4 以上を満足した。また、局所安全率はクラックがない状態のモデルと有意な差はない。
- 設計荷重が作用した場合の「転倒に対する安定性」については、堤敷の応力分布は、全て圧縮側となる。
- 設計荷重が作用した場合の「堤体内の応力分布」については、クラックがない状態のモデルと比較して大きな違いはない。

以上より、完成後のダムの安定性は、「現行設計基準に照らして問題なく、クラックの有無による差が無い」ことを確認した。

なお、クラックの先端にクラックを開口させる応力は発生しない。

表 3.4.8 堤敷全体の安全率

ケース	ケース1 (クラック有り)	ケース5 (クラック無し)	剛体計算 (クラック無し)
水位条件	サーチャージ水位		
地震力	設計震度の 1/2(上流→下流)		
せん断摩擦安全率	4.185	4.253	4.136

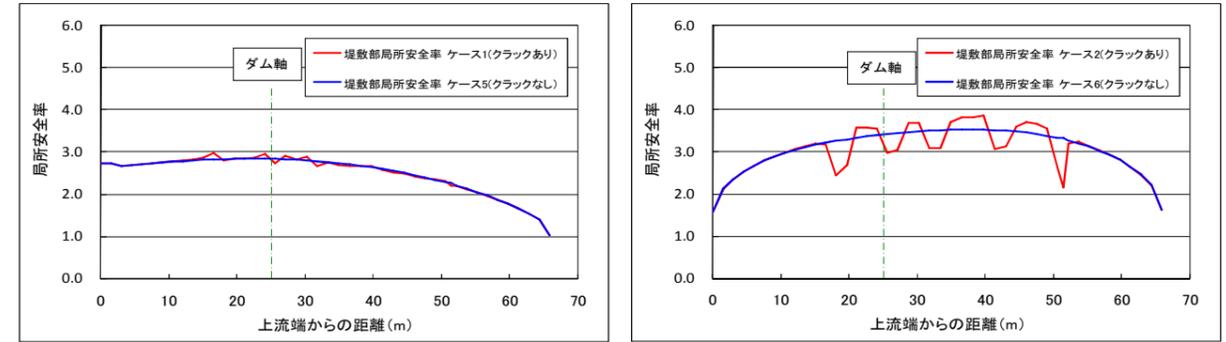


図 3.4.55 堤体敷きにおける局所安全率(サーチャージ水位+設計震度 1/2):クラック有り無し

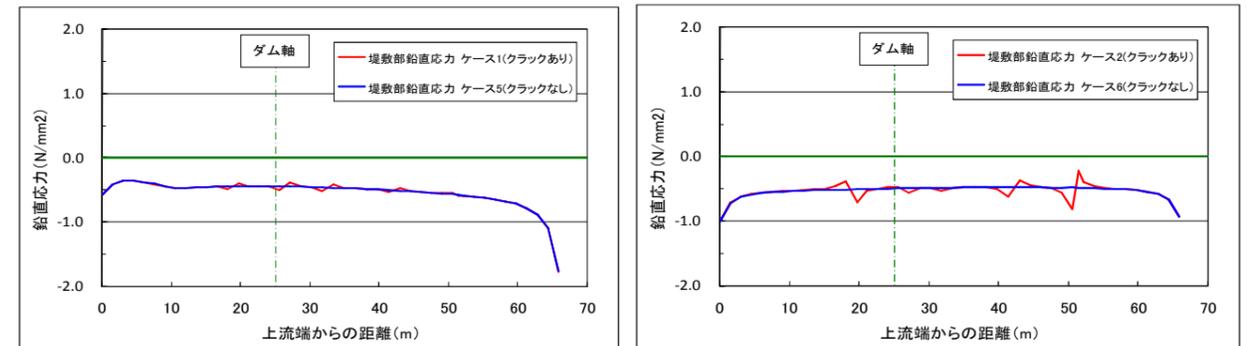


図 3.4.56 堤体敷きに発生する鉛直応力(自重のみ):クラック有り無し

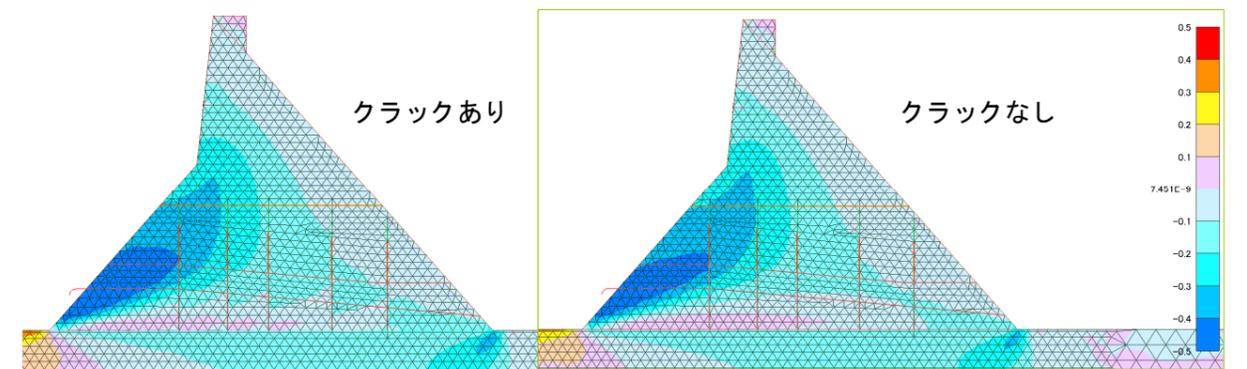


図 3.4.57 主応力σ1 計算結果(サーチャージ水位+震度の) 1/2

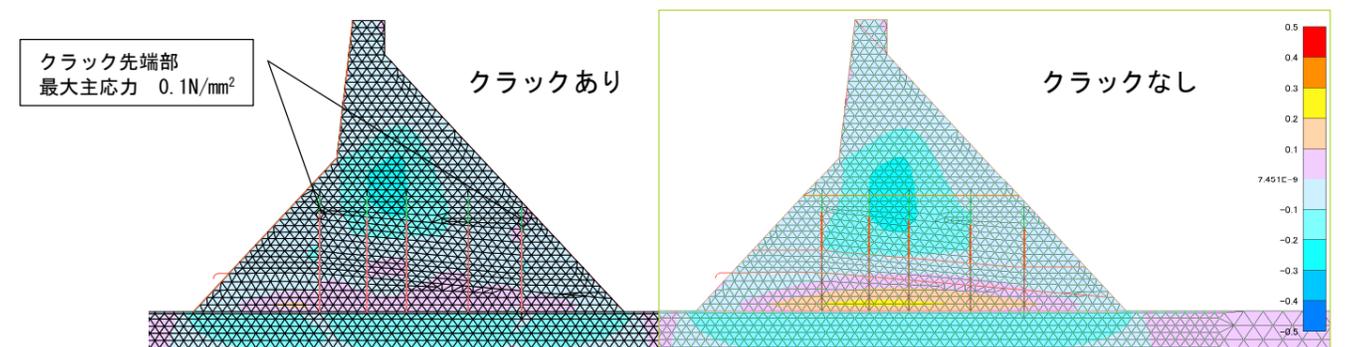


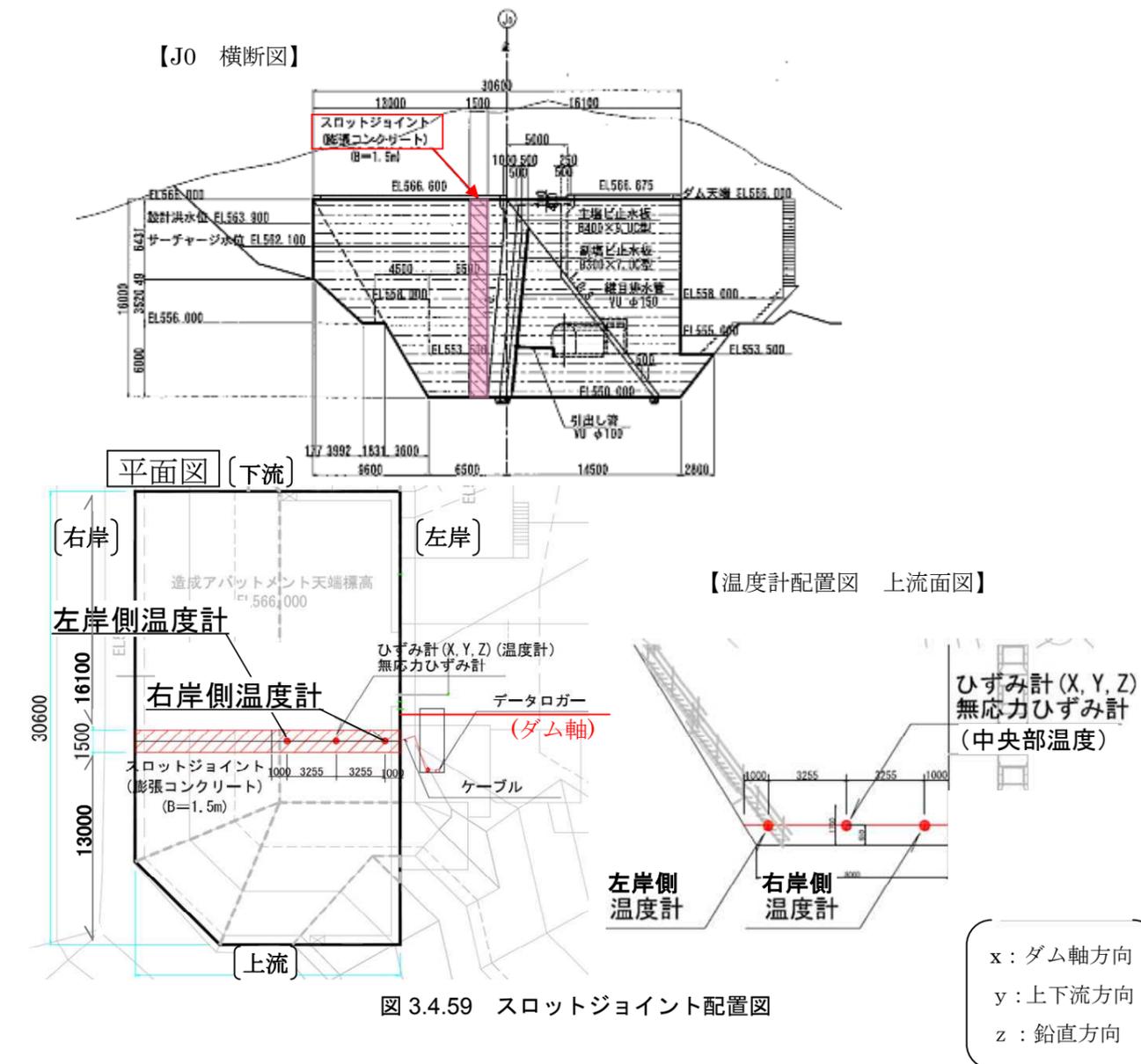
図 3.4.58 主応力σ1 計算結果(自重のみのケース) 結果

3.4.6 造成アバットメント工

浅川ダムの造成アバットメント工は、規模が大きく温度応力の発生に対応するため、ブロック中央部付近に図 3.4.68 に示すように幅 1.5m のスロットジョイントを配置した。

造成アバットメントは、平成 23 年 4 月 28 日～平成 23 年 9 月 6 日に打設された。そして、造成アバットメントコンクリートが冷却したと考えられる平成 25 年 3 月からスロットジョイント部のコンクリートを打設した。打設は、平成 25 年 3 月 15 日～平成 25 年 4 月 29 日にかけて実施した。スロットジョイント部は、上下流ブロックの一体化を確実にするために膨張コンクリートを使用することとした。

スロットジョイントの膨張効果を確認するため、着岩部の 1 リフトにひずみ計等を配置して膨張コンクリートの現場計測を実施した。図 3.4.59 に計器の設置箇所を示すが、中心部に測温機能付きのひずみ計 (3 方向) と無応力ひずみ計を設置した。



(1) スロットジョイントの配合

表 3.4.9 に使用したスロットジョイント用コンクリートの配合を示す。セメントは中庸熟フライアッシュセメント (MF-30) を使用し、膨張材として電気化学工業社製のパワーCSA タイプ R を使用した。骨材の最大粒径は、40mm である。

なお、土木学会コンクリート標準示方書膨張コンクリートに準拠し、室内試験練りで膨張量の測定 (JIS A 6202) を実施し、以下の膨張材添加量を決定した。

表 3.4.9 スロットジョイント部使用コンクリート配合

配合種別	使用セメント	W/P (%)	単用量 (kg/m ³)					AE 減水剤 (%) ^{※1}
			W	セメント C	膨張材 Ex	S	G	
C4	MF-30	43.5	135	290	20	783	1106	1.0

※1 結合剤(セメント+膨張材)に対する百分率

(2) スロットジョイントのひずみの測定結果

造成アバットメント工スロットジョイント部 1 リフトにおけるひずみ計測結果から、表 3.4.10 に総括するように上下流方向のひずみは最大 70 μ と 100 μ 以下であった。このことからスロット部にフライアッシュ中庸熟セメントと膨張材を用いたコンクリートを打設することにより、造成アバットメントの一体化が図られていることを確認した。

表 3.4.10 拘束ひずみ量の計測結果

ひずみの測定方向	ダム軸方向	上下流方向
ひずみ計測値 (最大値)	62 μ	68 μ

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、浸透路長が短い部分の遮水性を改良するコンソリデーショングラウチングと F-V 断層周辺で実施する弱部の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恐れのある高透水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。

(1) 遮水性の改良目的のコンソリデーショングラウチング

図 3.5.1 に遮水性の改良目的のコンソリデーショングラウチングの全体計画を示す。

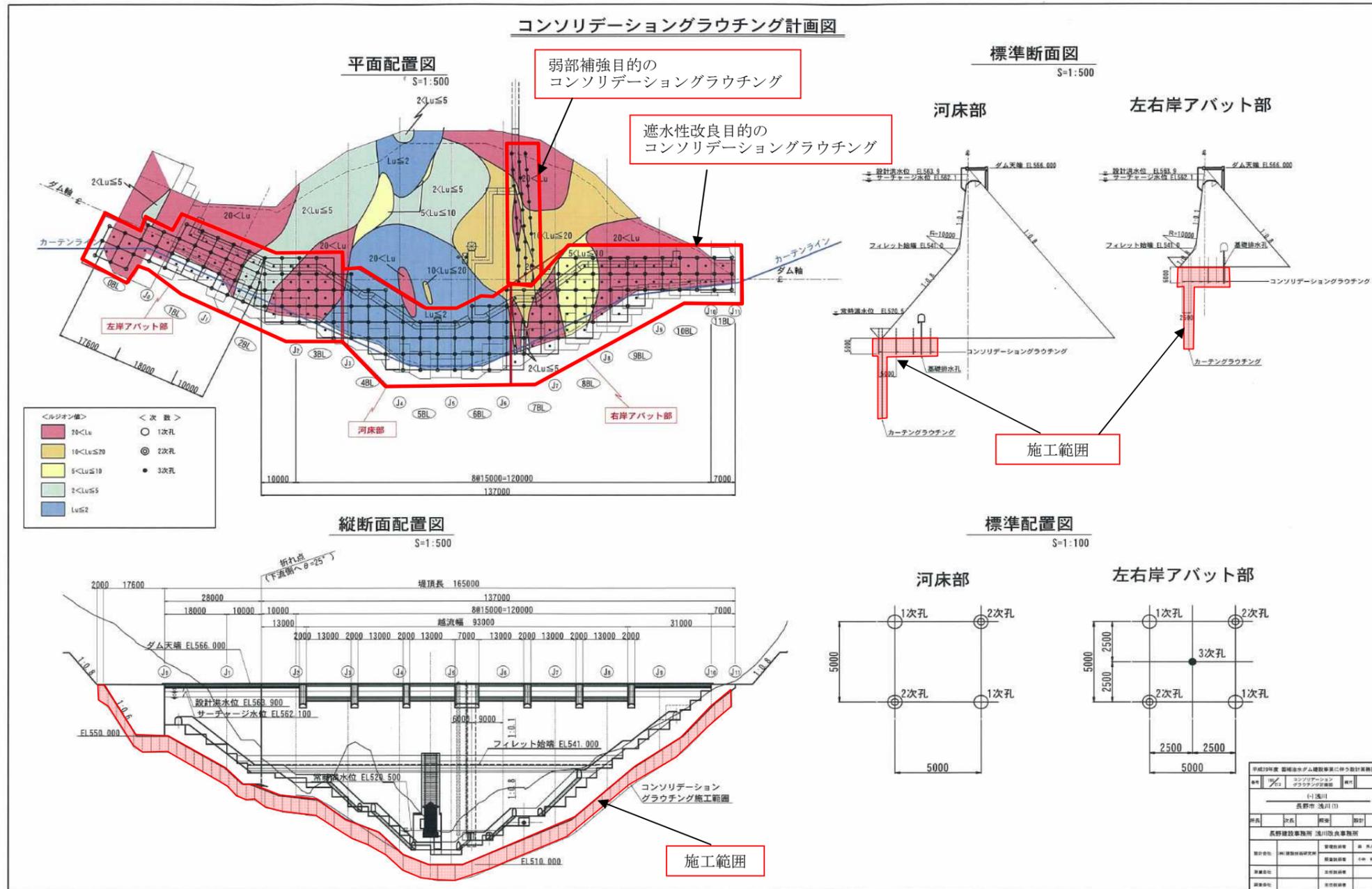


図 3.5.1 遮水性の改良目的及び弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング全体計画

(2) 弱部の補強目的のコンソリデーショングラウチング計画

浅川ダムにおける弱部の補強目的のコンソリデーショングラウチング計画は、図 3.5.2 に示すように F-V 断層処理工部周辺において計画した。

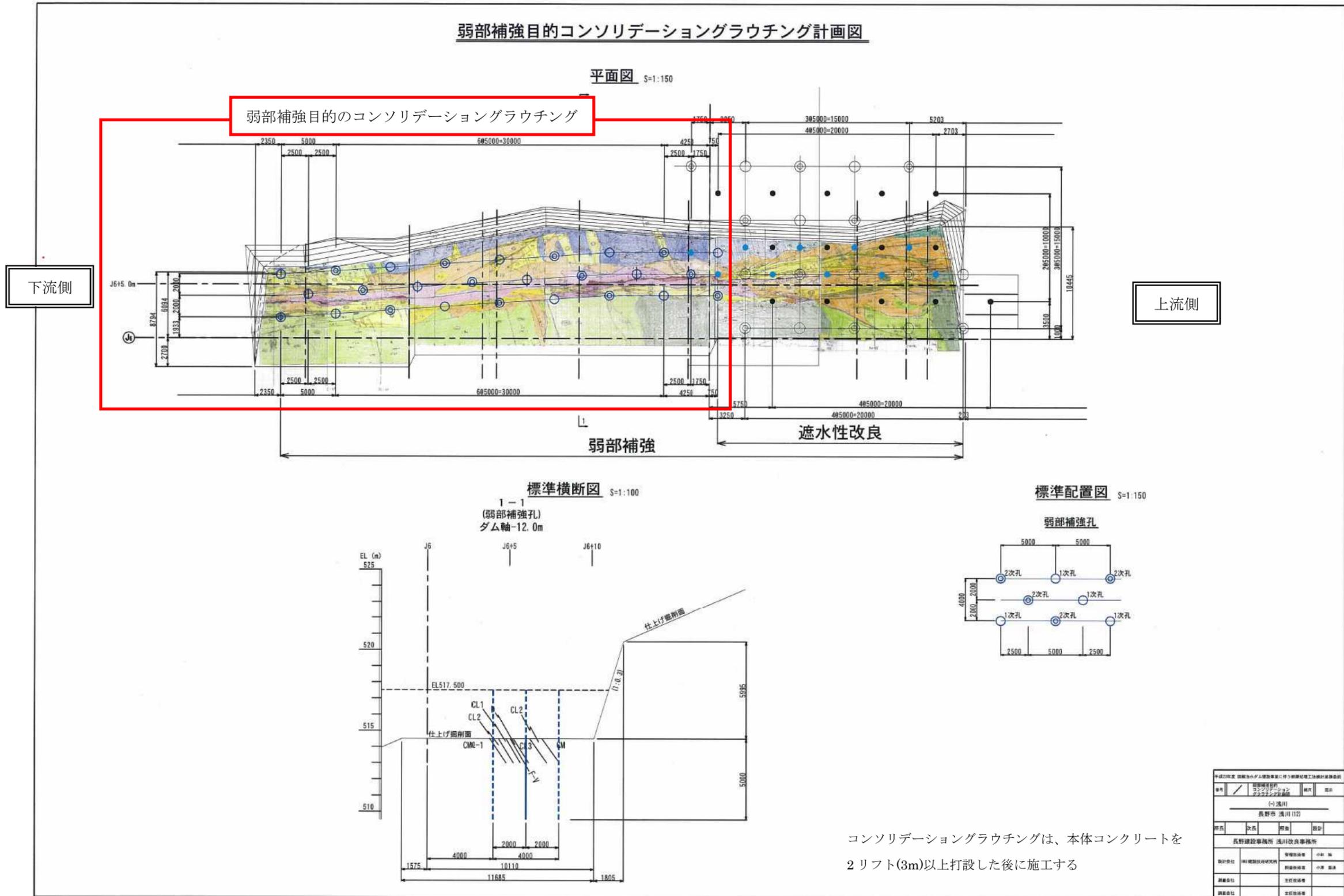


図 3.5.2 弱部の補強目的のコンソリデーショングラウチング計画

3.5.2 基礎処理の作業フローとチェック方法

基礎処理は図 3.5.3 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 3.5.4 に示す。

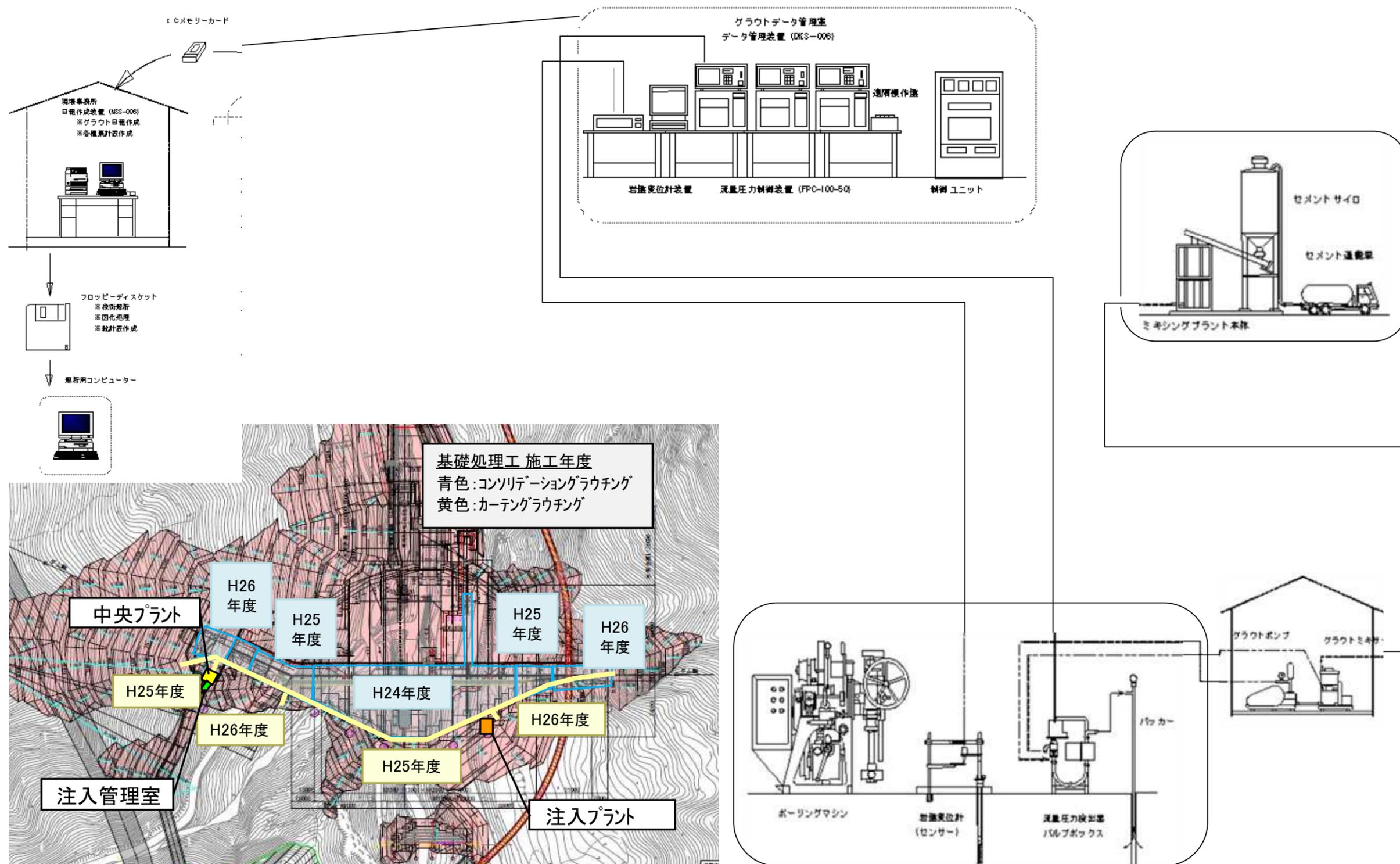


図 3.5.3 基礎処理工

3.5.3 コンソリデーショングラウチングの品質管理

遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチングについて、現在までの施工結果を報告する。

なお、河床部(5BL および 6BL)の施工結果については、前回委員会で報告済みである。

(1) 注入仕様

今回報告の 2BL～4BL、7BL～9BL の遮水性改良目的コンソリデーショングラウチングの注入仕様は、表 3.5.1 に示すとおりである。

表 3.5.1 遮水性の改良目的のコンソリデーショングラウチング注入仕様（左右岸部）

注 入 仕 様																								
改良目標値	遮水性改良目的 : 5 Lu			配合切替	<table border="1"> <tr> <td>配合(W/C) (: 1)</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>注入量 (ℓ)</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>規定流入量 3,000ℓまで</td> </tr> </table>						配合(W/C) (: 1)	10	8	6	4	2	1	注入量 (ℓ)	400	400	400	400	400	規定流入量 3,000ℓまで
配合(W/C) (: 1)	10	8	6		4	2	1																	
注入量 (ℓ)	400	400	400	400	400	規定流入量 3,000ℓまで																		
ステージ 注入方法	1ステージ5mのステージ工法			注 入 速 度	最大注入速度：4ℓ/min/m (なお、注入圧力が上がらない場合は注入速度を上げる)																			
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。				規 定 量 注 入 量	3,000ℓ																		
	ステージ	箇所	注入圧力(MPa)																					
	1	7BL	0.4																					
水押し試験 圧力段階	1	2BL～6BL、8BL～9BL	0.5	注 入 完 了 準 基	<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以下となつてから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。 																			
	ステージ	箇所	圧力段階(MPa)																					
	1	5BL, 6BL	0.10→0.20→0.50																					
	1	7BL	0.05→0.10→0.20→0.40																					
初期配合	<table border="1"> <tr> <td>初期配合 (W/C)</td> <td>10 : 1</td> </tr> </table>			初期配合 (W/C)	10 : 1	同 時 注 入 制	6m以上離して実施する。																	
	初期配合 (W/C)	10 : 1																						
				注 入 材 料	セメントは普通ポルトランドを使用する。																			

(2) 施工結果

浅川ダムの遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチングは、基礎掘削面に分布する割れ目を狙って実施することが効果的である。

このため、計画孔（計画1次孔、計画2次孔、計画3次孔）を実施し、改良目標値を超えた孔については、その要因となっている割れ目を狙って追加孔を実施した。

遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング施工の結果、計画孔で改良目標値を超えた孔は、2BLで5孔、3BLで2孔、4BLで1孔、7BLで7孔、8BLで4孔確認された。

これらの孔に対し、透水的な素因となっている割れ目を狙い、追加孔を実施し、改良目標値以下を確認した。

以上のことにより、3BL、4BL、7BLは、所定の改良がなされたものと判断した。なお、2BLおよび8BLについては、現在施工継続中である。

施工結果を図3.5.5～図3.5.9示す。

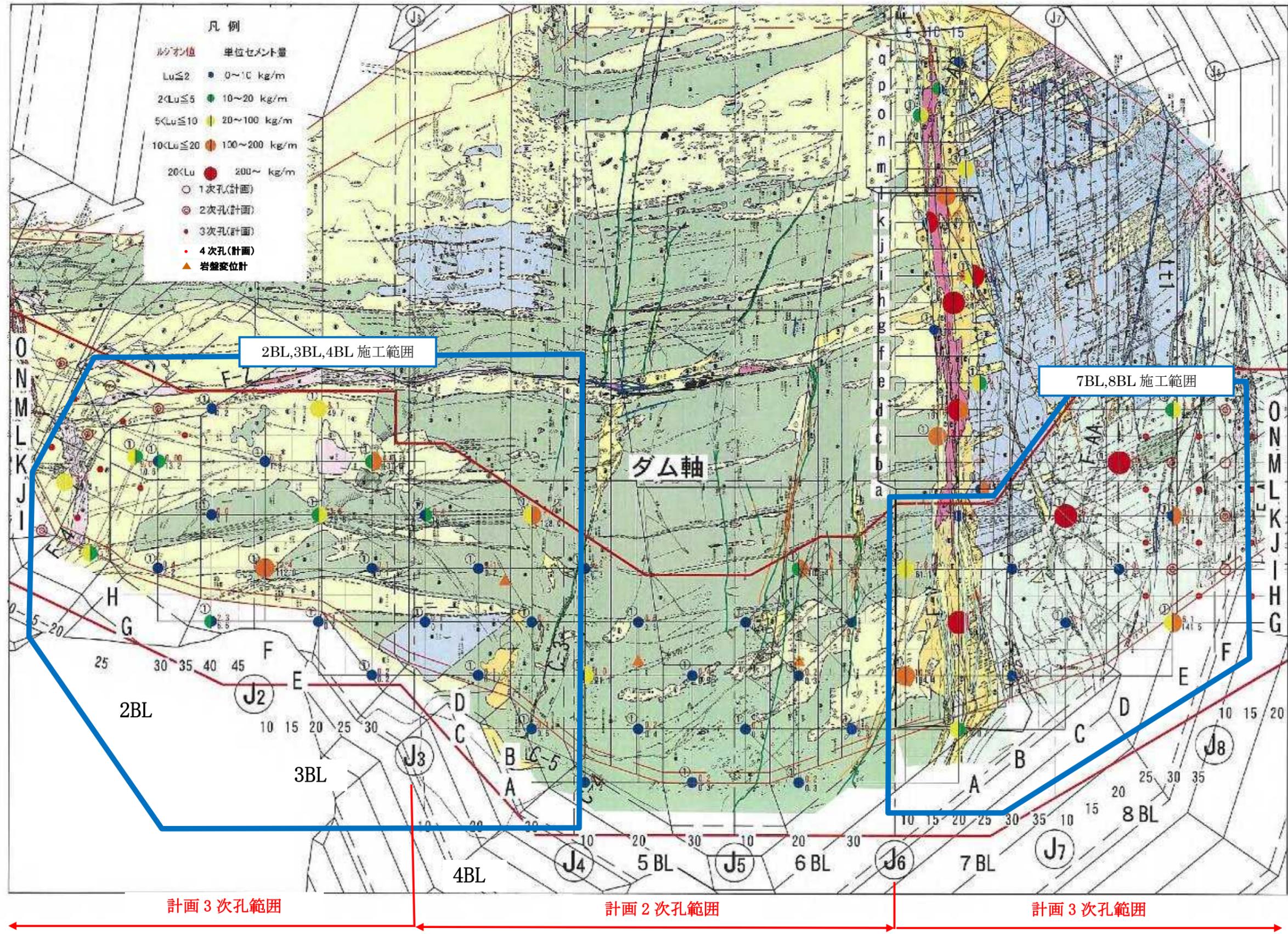


図 3.5.5 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (計画孔 1次孔)

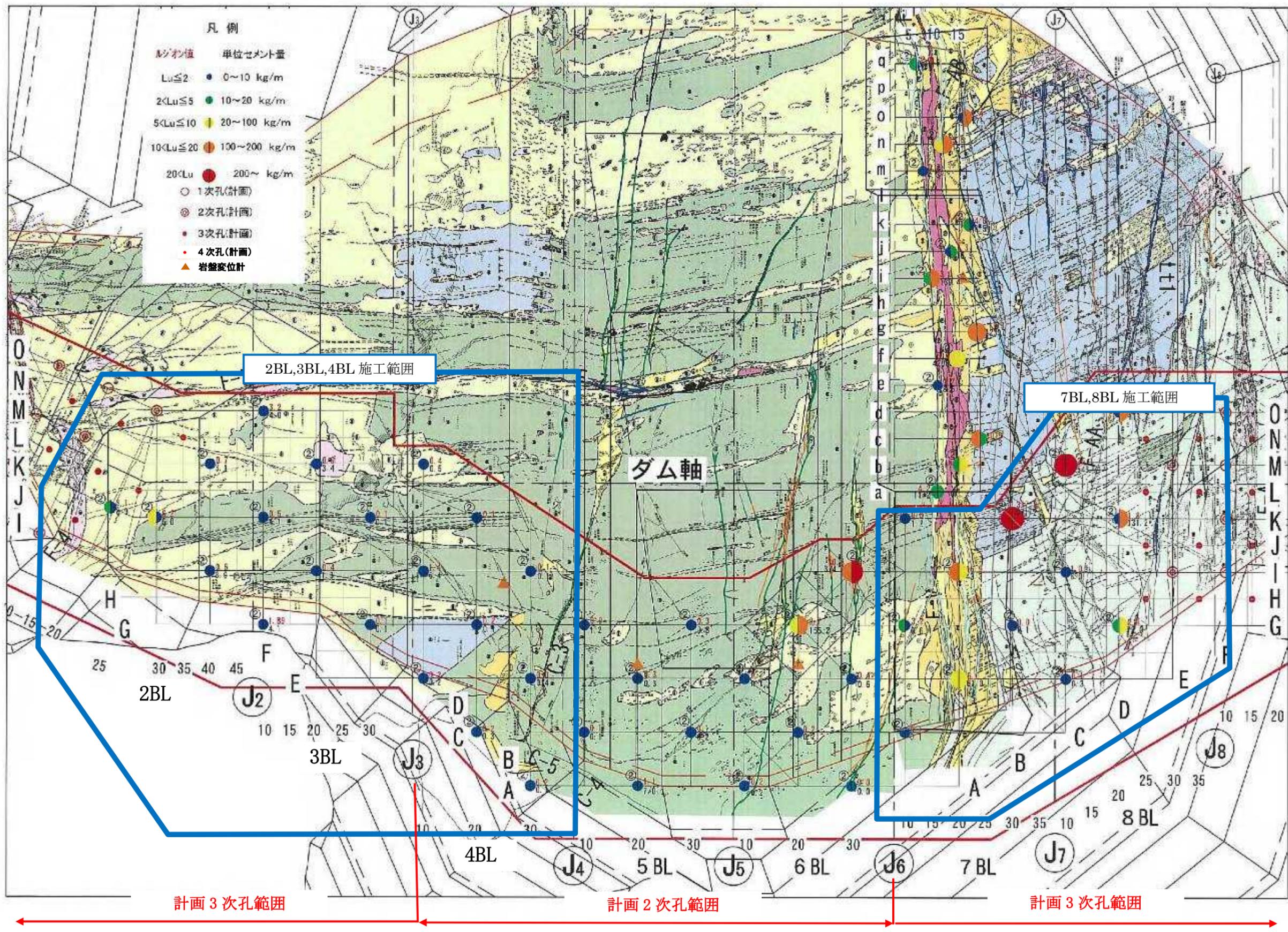


図 3.5.6 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (計画孔 2次孔)

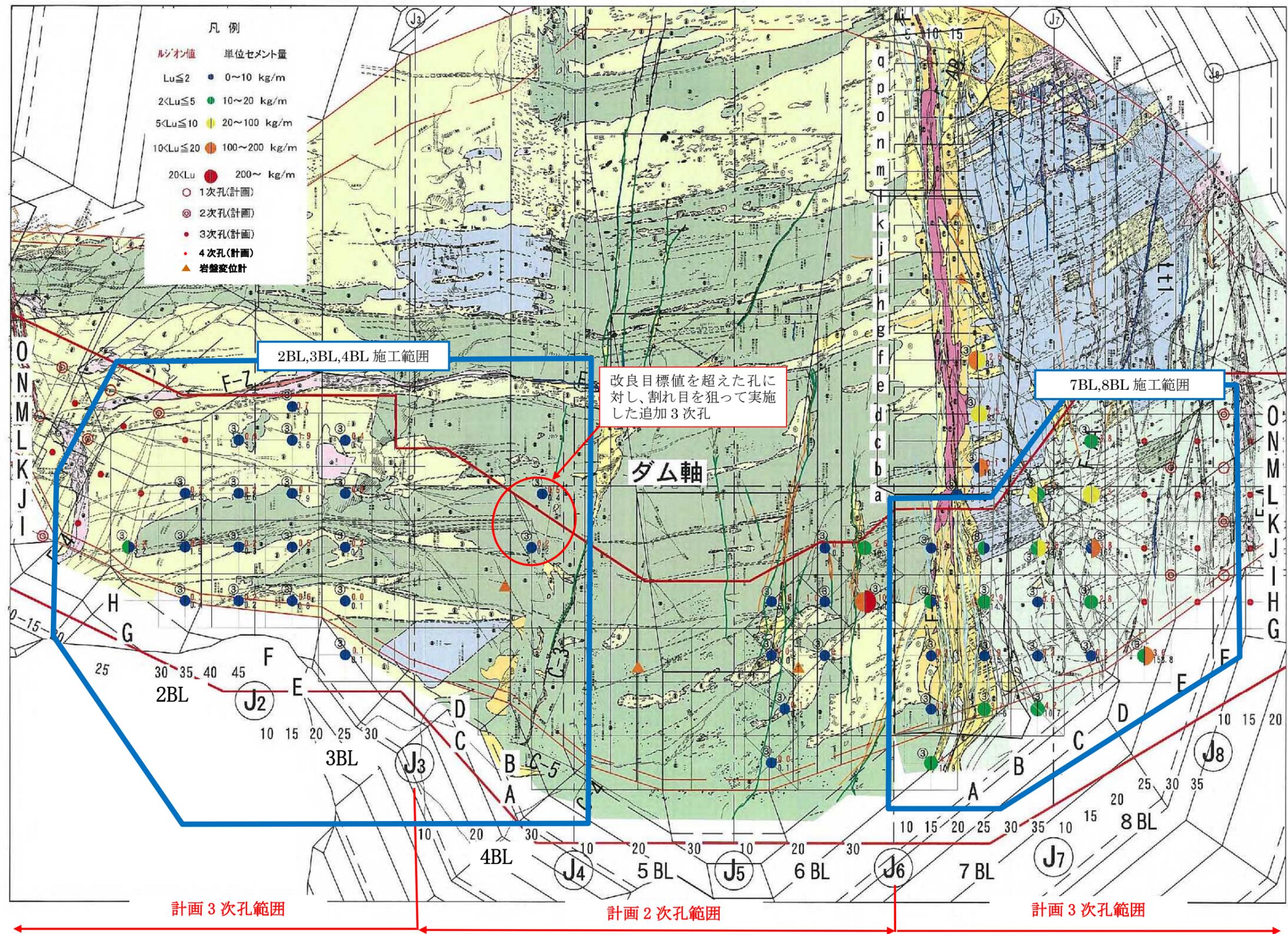


図 3.5.7 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (計画孔3次孔、追加孔3次孔)

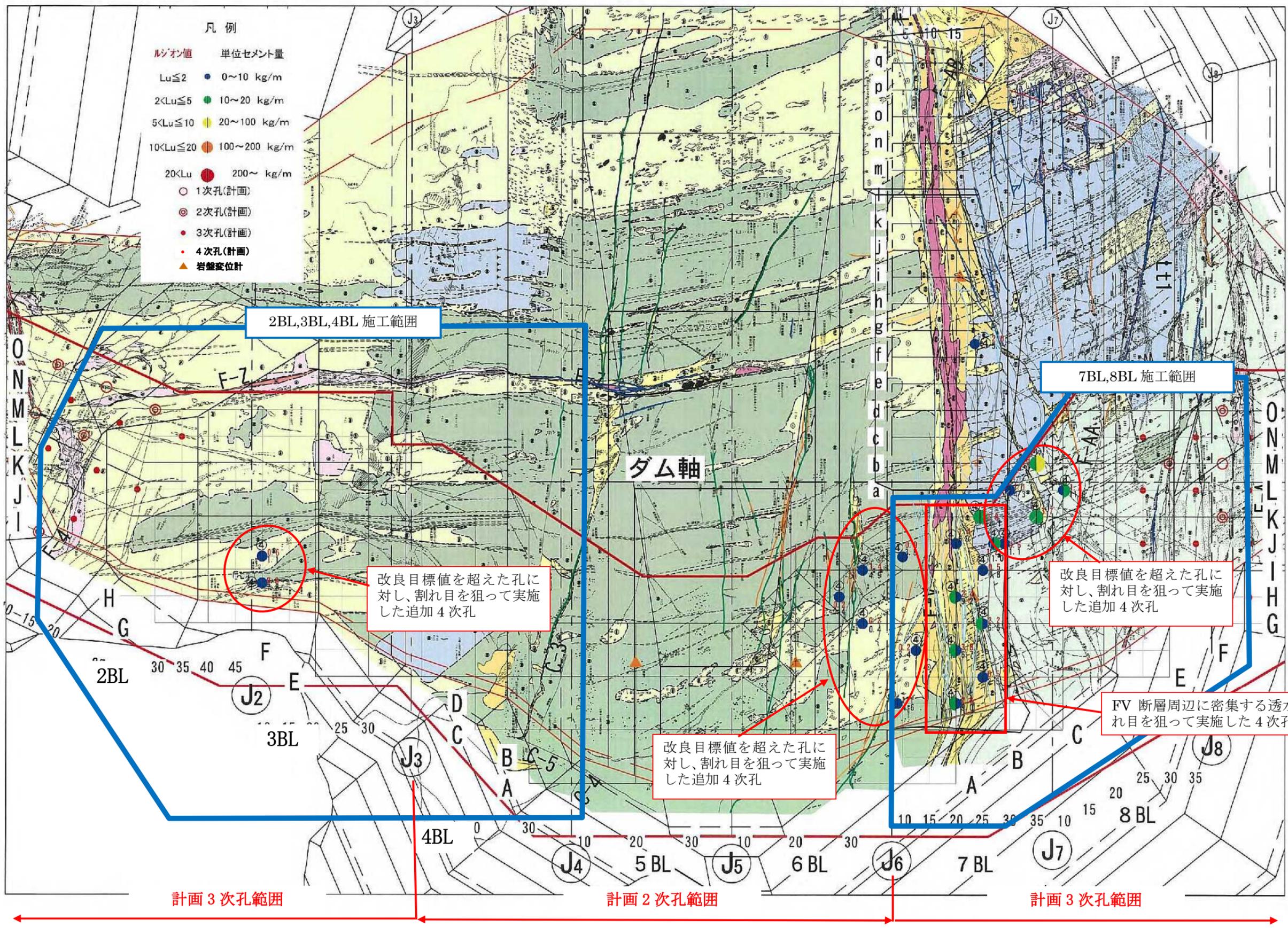


図 3.5.8 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (追加孔4次孔)

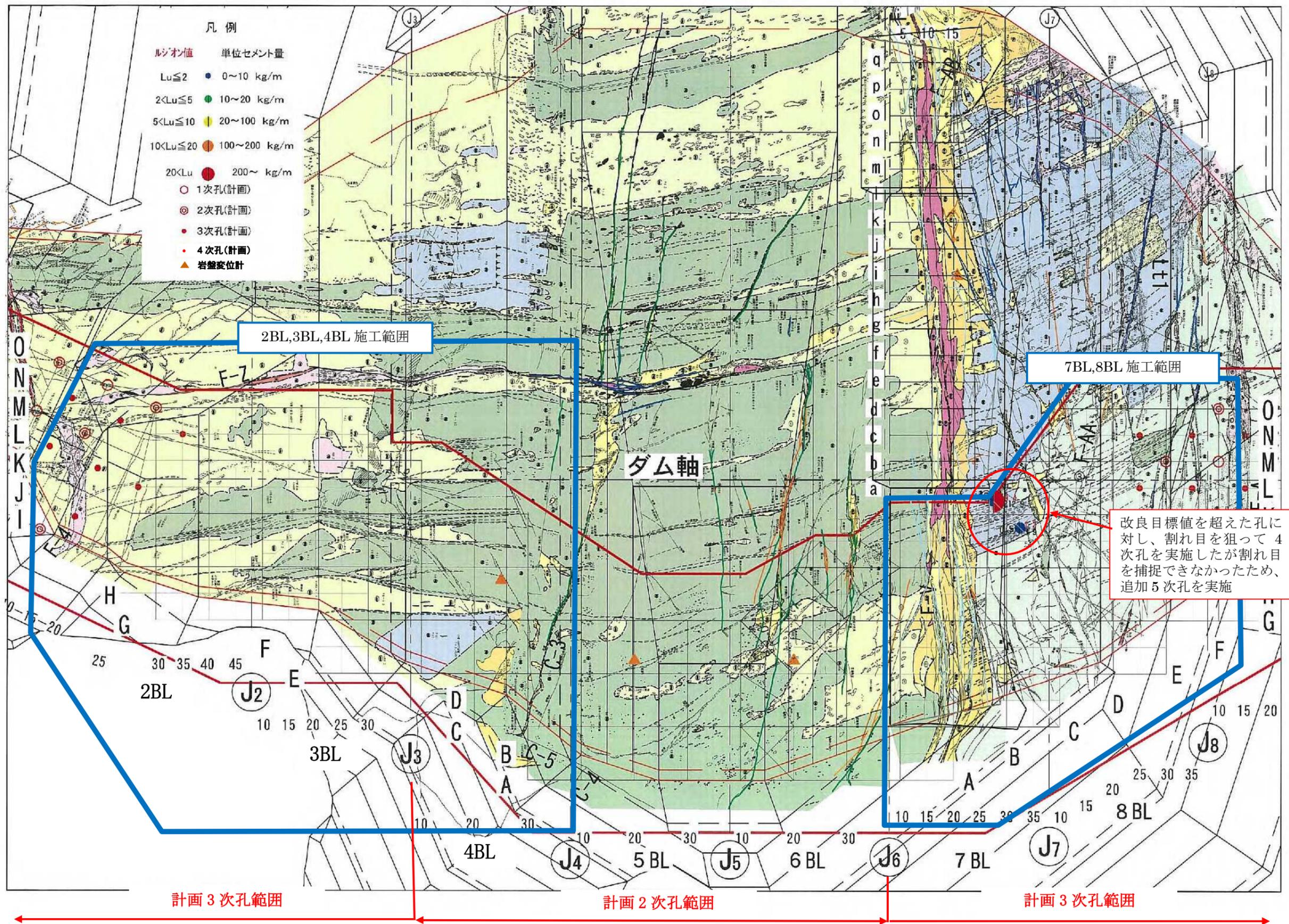


図 3.5.9 遮水性改良目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (追加孔 5 次孔)

(3) 追加孔の整理

① 7BL, 8BLの追加孔

図3.5.10は、7BL, 8BLで実施した追加孔の結果である。図に示す赤丸囲いの4次孔は、3次孔で改良目標値を超えたためFV断層より右岸側における試験施工として実施した。この結果、上下流の4次孔(7BL-K-35、7BL-M-35)で3次孔に対する割れ目を捕捉し改良目標値以下を確認した。

また、図3.5.10の赤四角囲いは、FV断層周辺に密集して透水的割れ目が分布することから追加孔ではなく、計画4次孔として実施したものである。

一方、図3.5.11は、改良目標値を超えた計画2次孔に対して実施した追加5次孔である。計画2次孔に対し、計画3次孔、追加4次孔を実施したが、計画2次孔で捕捉されている割れ目を捉えることができなかった。このため、追加5次孔2孔(7BL-KL-28、7BL-JK-32)を実施し、割れ目を捕捉して改良目標値以下を確認した。

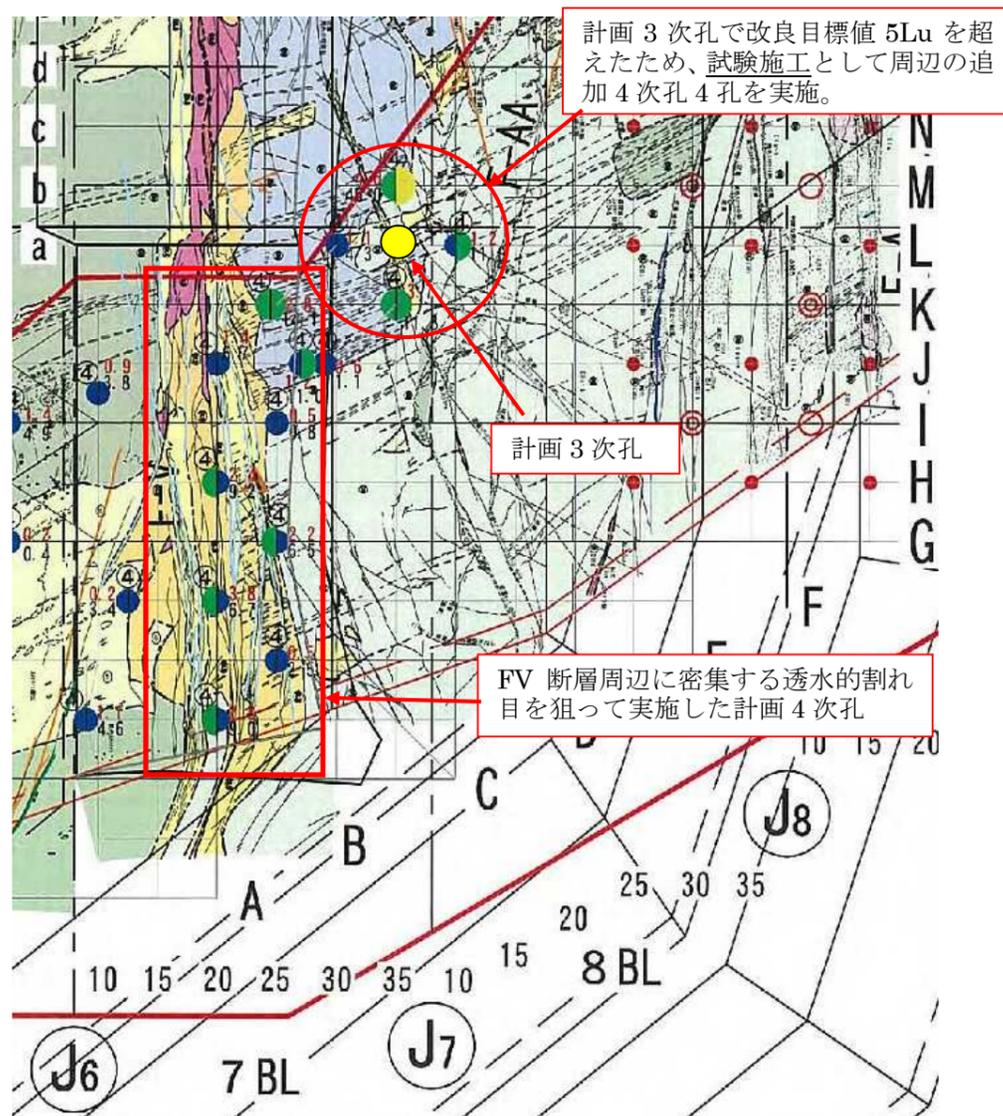


図3.5.10 7BL, 8BLの追加4次孔について (計画3次孔範囲)

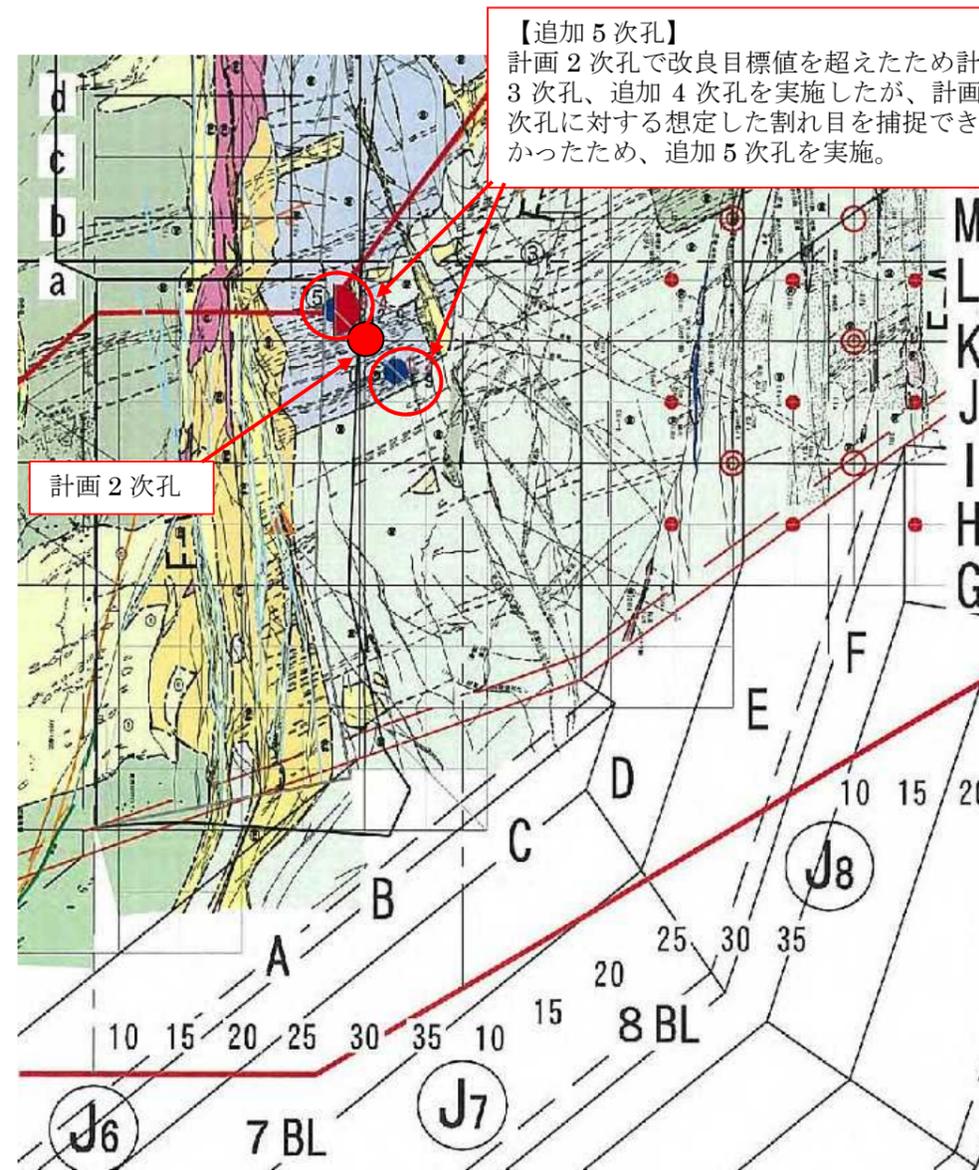
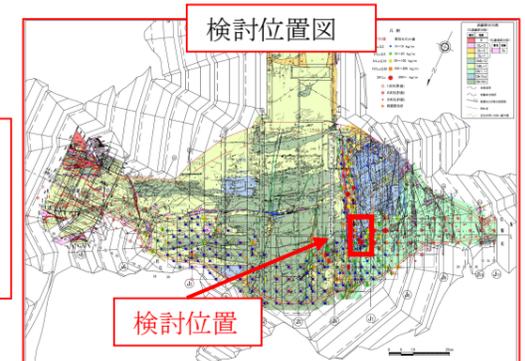


図3.5.11 7BLの追加5次孔について (計画3次孔範囲)



② 3BL, 4BLの追加孔

図 3.5.12 は、計画 3 次孔範囲の 3BL で実施した追加孔の結果である。図に示す赤丸囲いの 4 次孔は、改良目標値を超えた計画 1 次孔に対して実施した追加 4 次孔であり、計画 2 次孔、計画 3 次孔を実施したが、想定される割れ目を捕捉できていないと判断し、追加 4 次孔を実施した。この結果、割れ目を捕捉し、改良目標値以下を確認した。

また、図 3.5.13 は、計画 2 次孔範囲の 4BL で実施した追加孔の結果である。図に示す赤丸囲いの 3 次孔は、改良目標値を超えた計画 1 次孔に対して実施した追加 3 次孔であり、計画 2 次孔を実施したが、想定される割れ目を捕捉できていないと判断し、追加 3 次孔を実施した。この結果、割れ目を捕捉し、改良目標値以下を確認した。

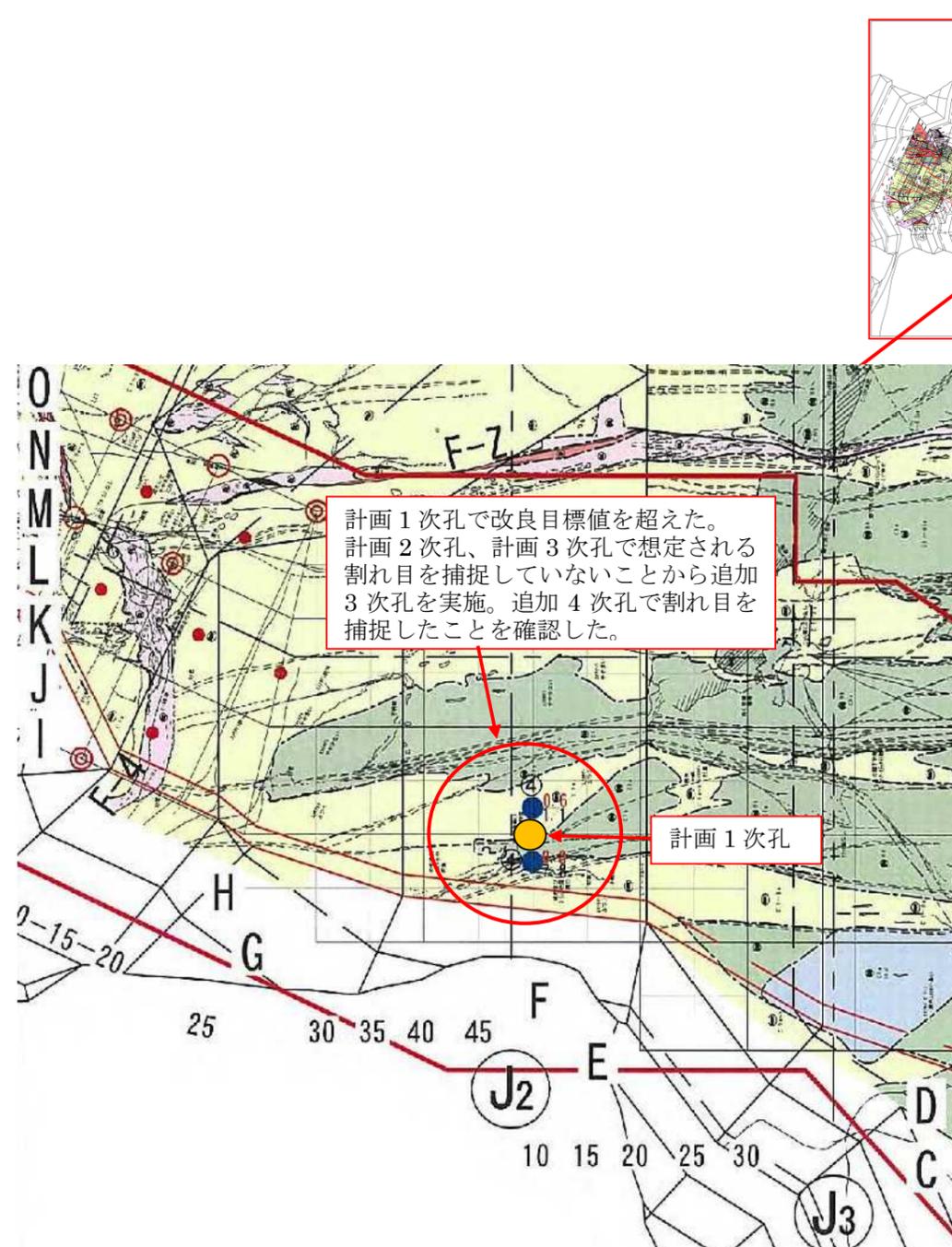


図 3.5.12 3BL の追加 4 次孔について (計画 3 次孔範囲)

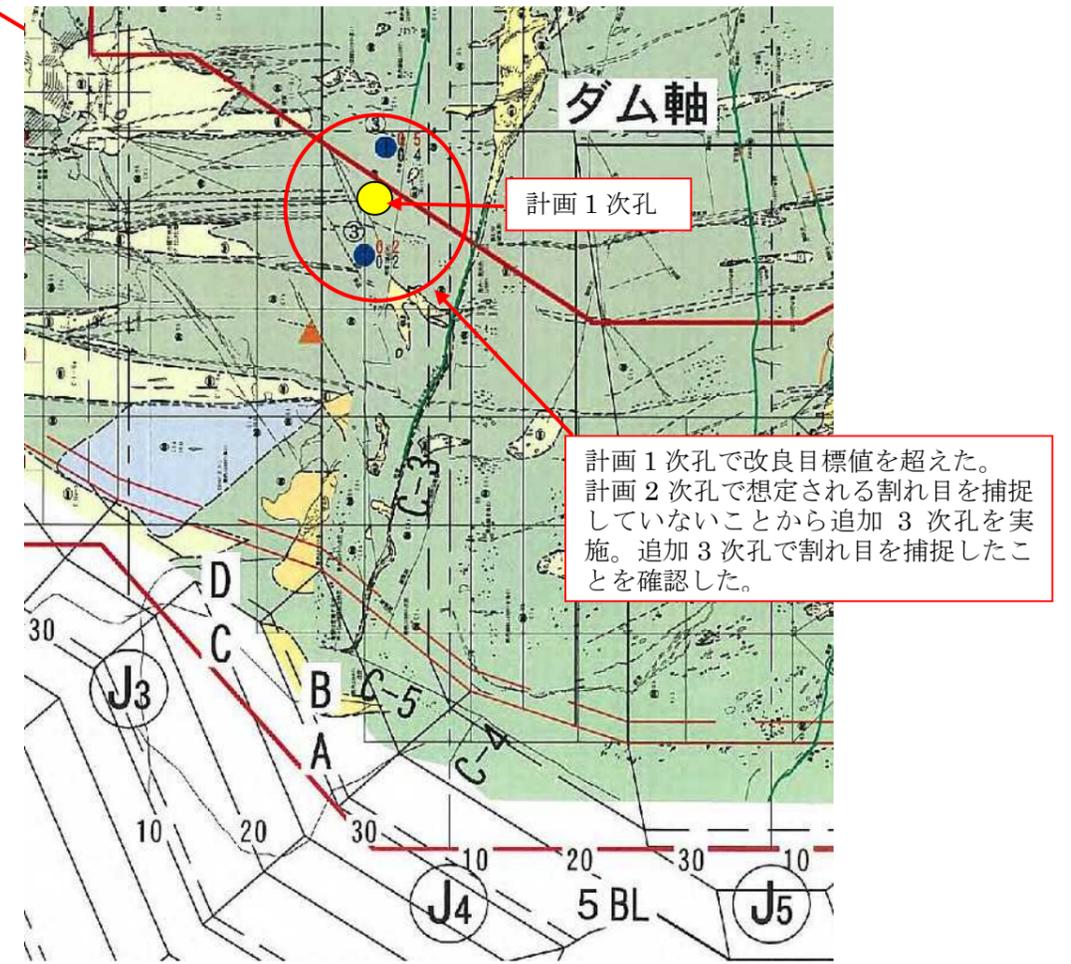
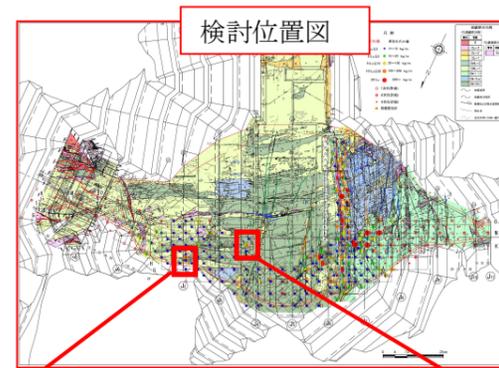


図 3.5.13 4BL の追加 3 次孔について (計画 2 次孔範囲)

3.5.4 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング

(1) 注入仕様

浅川ダムの弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングにおける注入仕様は、表 3.5.2 に示すとおりである。

表 3.5.2 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング注入仕様

注 入 仕 様																				
改良目標値	弱部補強目的 : 10 Lu			配合切替	<table border="1"> <tr> <td>配合(W/C) (: 1)</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>注入量 (ℓ)</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>規定流入量 3,000ℓまで</td> </tr> </table>		配合(W/C) (: 1)	10	8	6	4	2	1	注入量 (ℓ)	400	400	400	400	400	規定流入量 3,000ℓまで
配合(W/C) (: 1)	10	8	6		4	2	1													
注入量 (ℓ)	400	400	400	400	400	規定流入量 3,000ℓまで														
ステージ 注入方法	1ステージ5mのステージ工法			注入速度	最大注入速度 : 4ℓ/min/m (なお、注入圧力が上がらない場合は注入速度を上げる)															
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。 <table border="1"> <tr> <th>ステージ</th> <th>箇所</th> <th>注入圧力(MPa)</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>7BL(FV断層周辺)</td> <td>0.4</td> </tr> </table>				ステージ	箇所	注入圧力(MPa)	1	7BL(FV断層周辺)	0.4	規定 注 入 量	3,000ℓ								
ステージ	箇所	注入圧力(MPa)																		
1	7BL(FV断層周辺)	0.4																		
水押し試験 圧力段階	<table border="1"> <tr> <th>ステージ</th> <th>箇所</th> <th>圧力段階(MPa)</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>7BL(FV断層周辺)</td> <td>(0.05)→0.10→0.20→ 0.40</td> </tr> </table>			ステージ	箇所	圧力段階(MPa)	1	7BL(FV断層周辺)	(0.05)→0.10→0.20→ 0.40	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以下となつてから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。 									
ステージ	箇所	圧力段階(MPa)																		
1	7BL(FV断層周辺)	(0.05)→0.10→0.20→ 0.40																		
初期配合	<table border="1"> <tr> <td>初期配合 (W/C)</td> <td>10 : 1</td> </tr> </table>			初期配合 (W/C)	10 : 1	同時注 入 規 制	6m以上離して実施する。													
初期配合 (W/C)	10 : 1																			
				注 入 材 料	セメントは普通ポルトランドを使用する。															

(2) 追加孔基準

弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングは中央内挿法による追加孔基準に従い、追加孔を実施した。1次孔、2次孔を計画孔とし、改良目標値を10Lu以下として2次孔で以下に示すような改良目標値に達しない孔が発生した場合には、追加孔を実施した。

【1：最大値基準】

計画2次孔が改良目標値(10Lu)の2倍の20Luを超えた場合には追加孔を実施する。

追加孔を実施する位置は、改良目標値を超えた孔に隣接する同次数孔のルジオン値の大きい側に行く。実施した追加孔が改良目標値を超えた場合には、反対側の孔を実施する。

【2：連続の基準】

計画2次孔で改良目標値(10Lu)を超える孔が連続する場合には追加孔を実施する。

追加孔を実施する位置は、改良目標値を超えた2孔の間に、ルジオン値の大きい側から施工する。

実施した追加孔が改良目標値を超えた場合には、反対側の孔を実施する。

【3：全体基準】

最終次数孔において、改良目標値(10Lu)に対する非超過確率85%以上を満足しない場合には追加孔を実施する。

(3) 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング施工

7BLで実施した弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングの施工結果は、図 3.5.14～図 3.5.18 に示すとおりである。図 3.5.14 には計画孔 (1 次孔) の実績図、図 3.5.15 には計画孔 (2 次孔) の実績図、図 3.5.16、図 3.5.17 には追加孔 (3 次孔) の実績図、図 3.5.18 には追加孔 (4 次孔) の実績図を示した。

なお、最終次数孔は図 3.5.19 に示すように計画 2 次孔で受け持つ範囲の中(赤囲い、水色着色)で、最高次数 (最終施工) の孔を選定した。

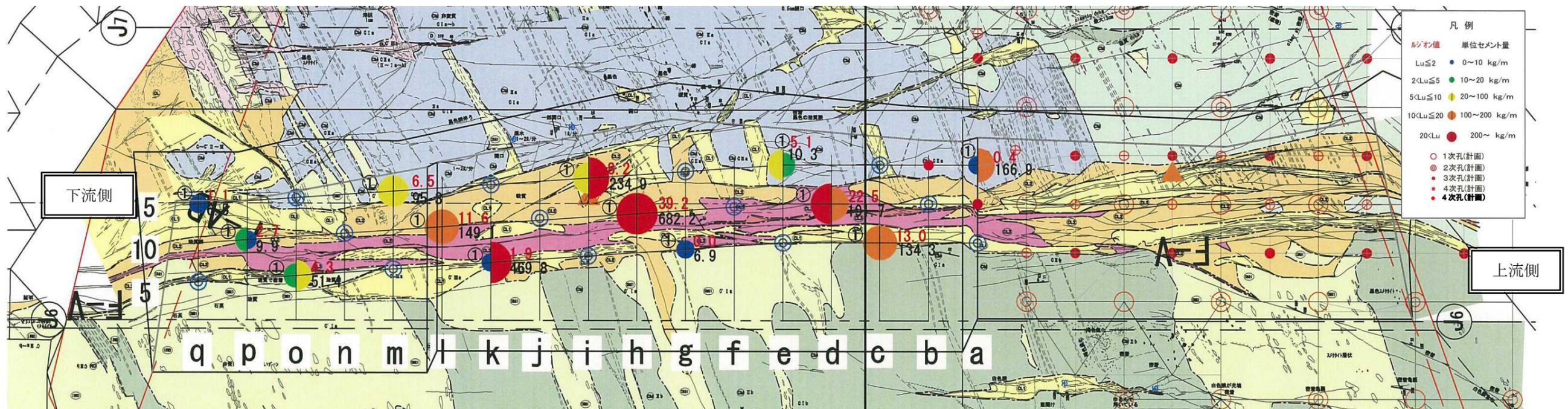


図 3.5.14 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (計画孔 : 1 次孔)

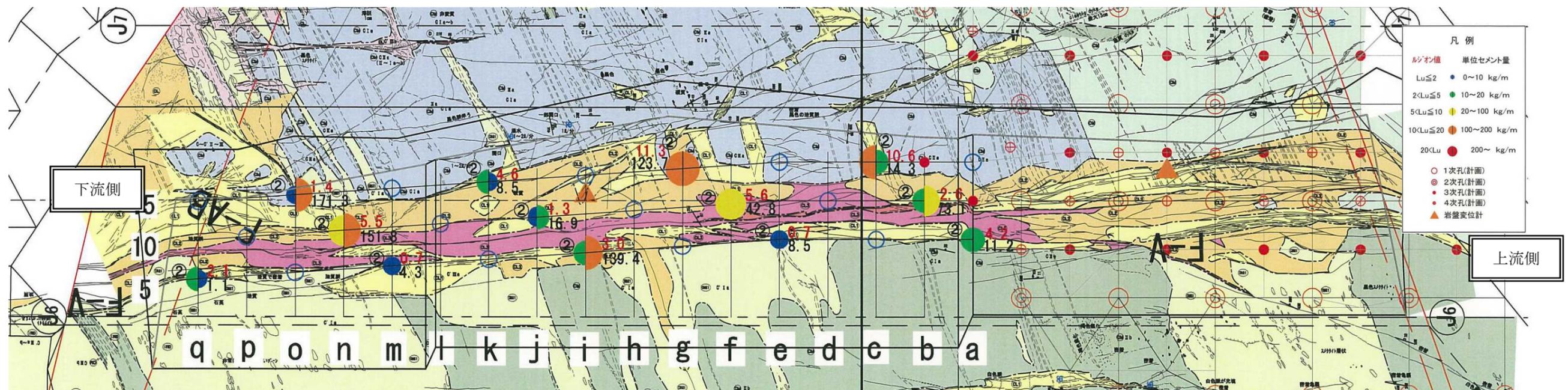


図 3.5.15 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (計画孔 : 2 次孔)

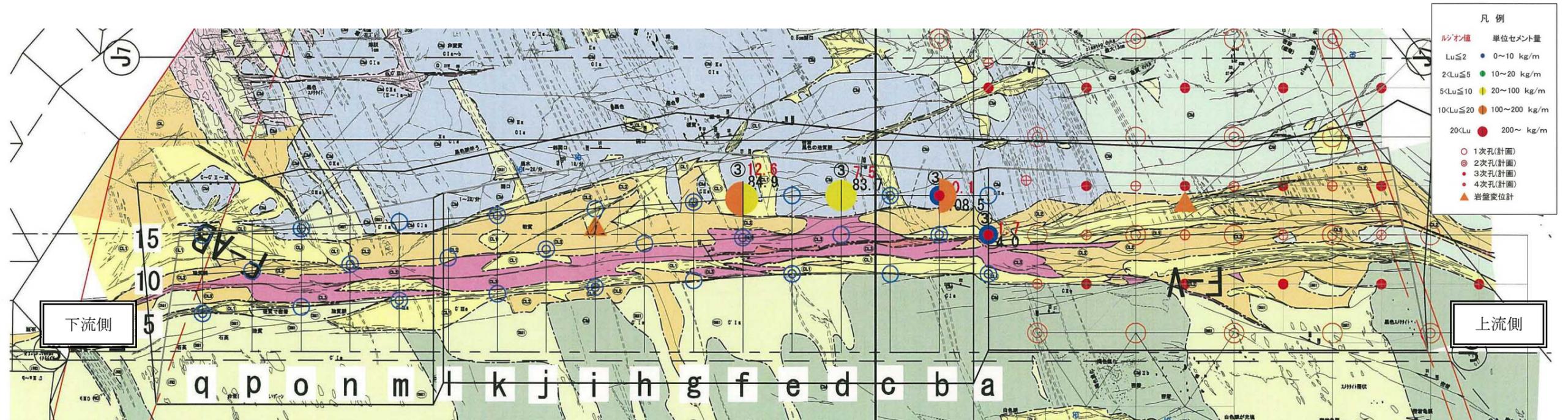


図 3.5.16 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (追加孔: 3次孔)

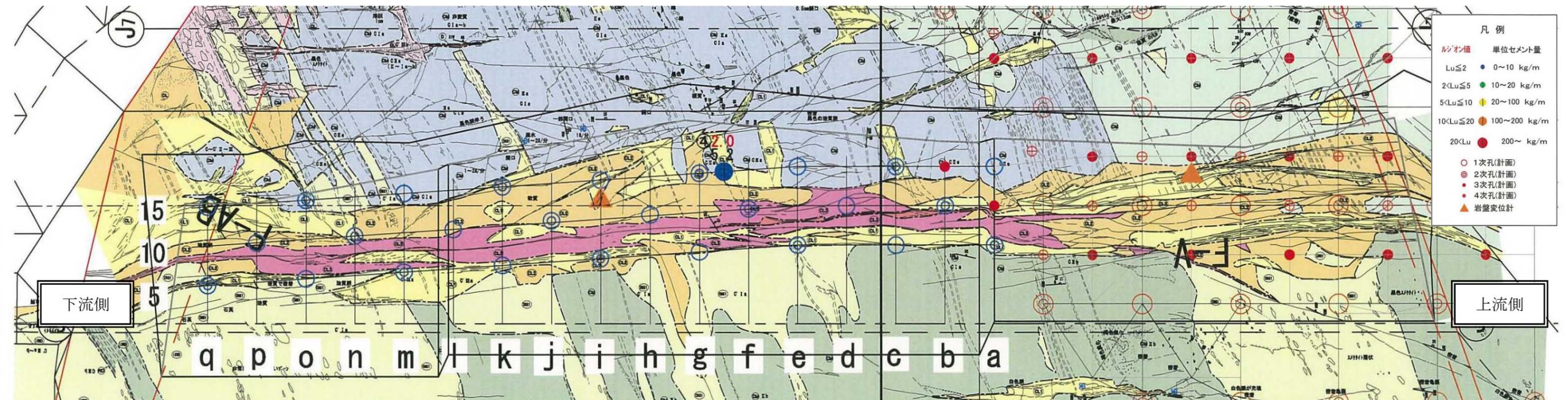


図 3.5.17 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図 (追加孔: 4次孔)

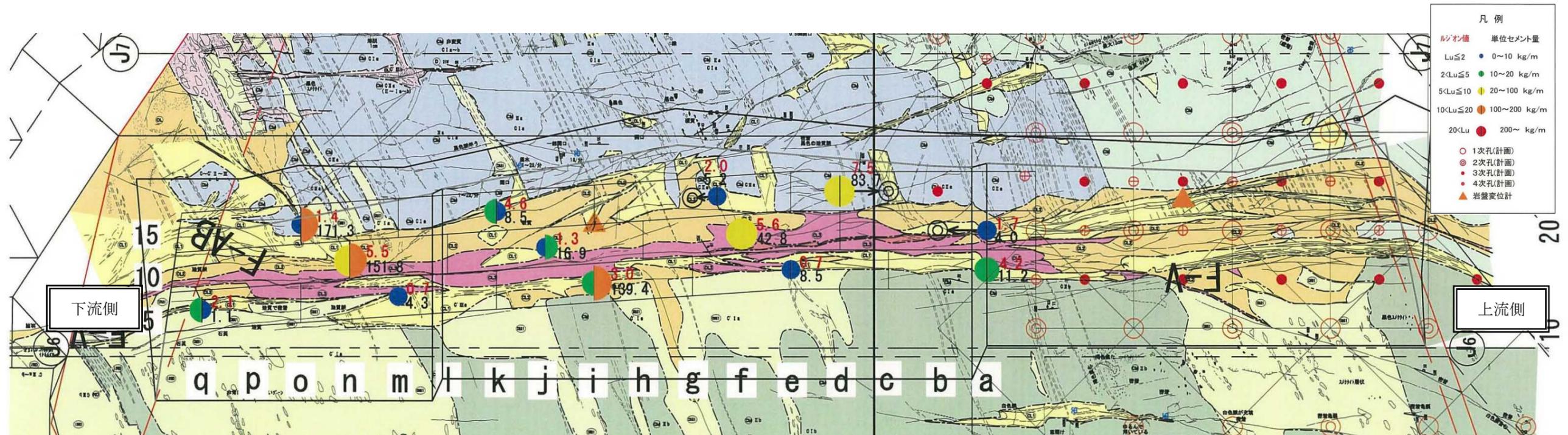


図 3.5.18 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図（最終次数孔）

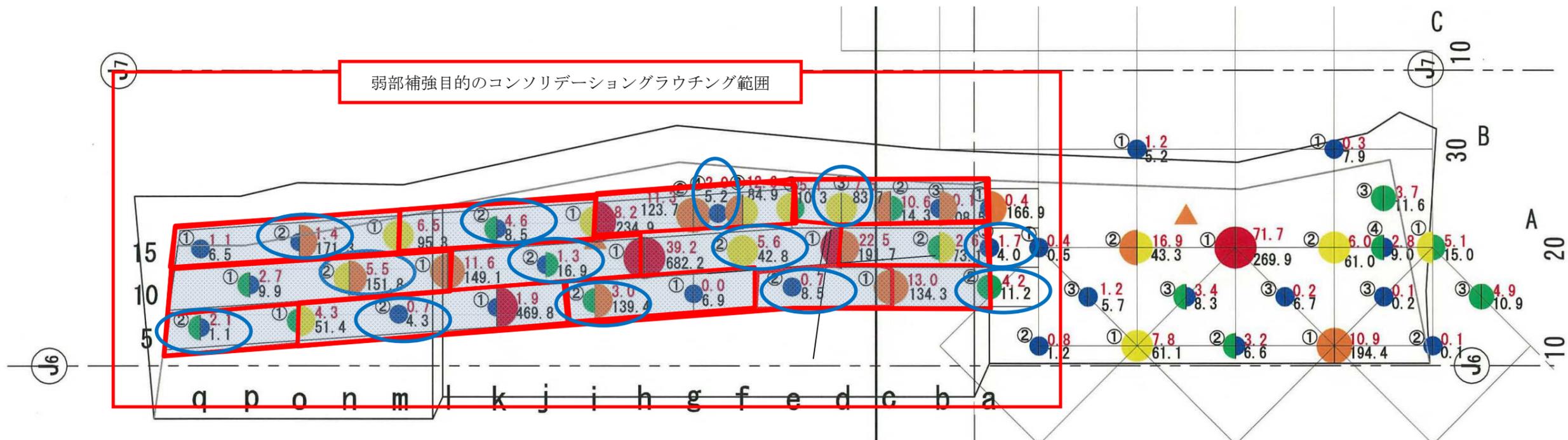


図 3.5.19 弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング実績図（最終次数孔）

(4) 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結果

弱部補強目的のコンソリデーショングラウチング部（7BL）の施工結果は以下のとおりである。

表 3.5.3 および図 3.5.21 に示す低減図からルジオン値および単位セメント量ともに施工次数が進むにつれて低減効果が認められた。また、表 3.5.3 および図 3.5.20 に示す超過確率図から最終次数孔における 15%値（非超過確率 85%値）は、改良目標値の 10Lu 以下を満足していた。以上のことから、弱部を補強することを目的として実施した弱部補強目的のコンソリデーショングラウチングはその目的を満足していると判断し、完了した。

表 3.5.3 弱部補強目的コンソリデーショングラウチング（7BL）の解析結果

	次数	孔数	ルジオン値 (Lu)		
			非超過確率 85%値	平均値	非超過確率 85%値
計画孔	1次孔	13	21.5	171.9	455.7
	2次孔	13	10.1	59.0	150.6
追加孔	3次孔	4	13.9	70.3	114.4
	4次孔	1	2.0	5.2	5.2
最終次数孔		13	5.6	55.3	150.6

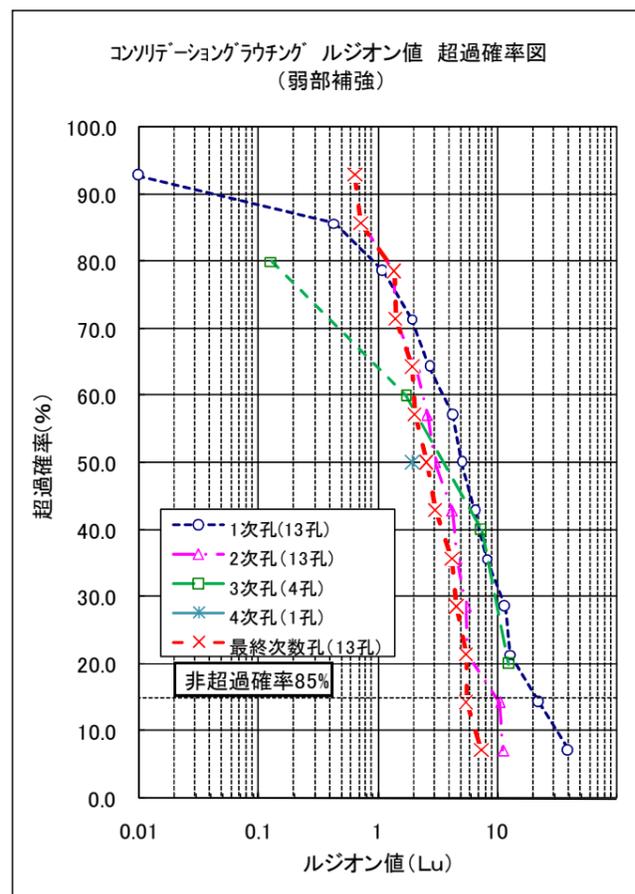


図 3.5.20 目的グラウチング 超過確率図 (7BL)

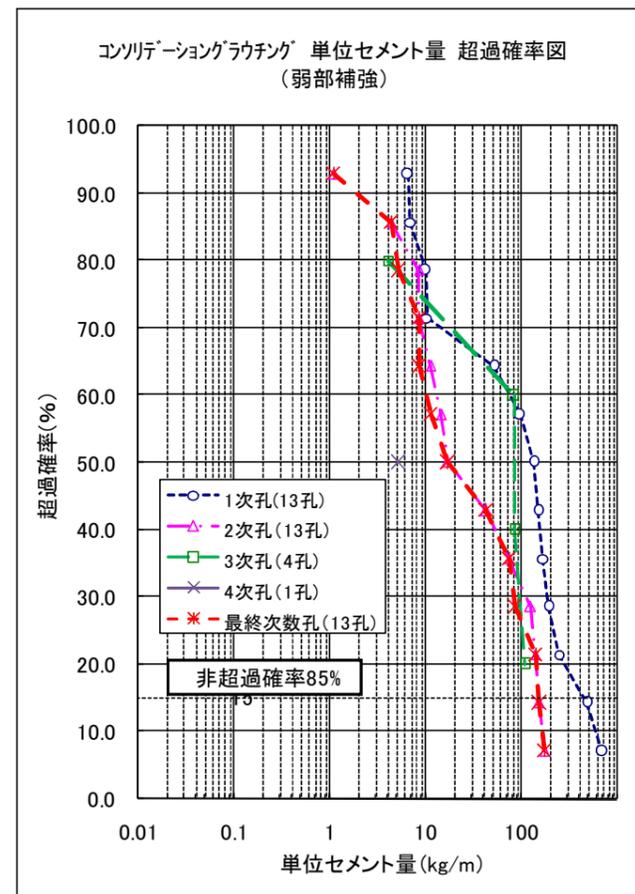


図 3.5.21 弱部補強目的グラウチング 低減図 (7BL)

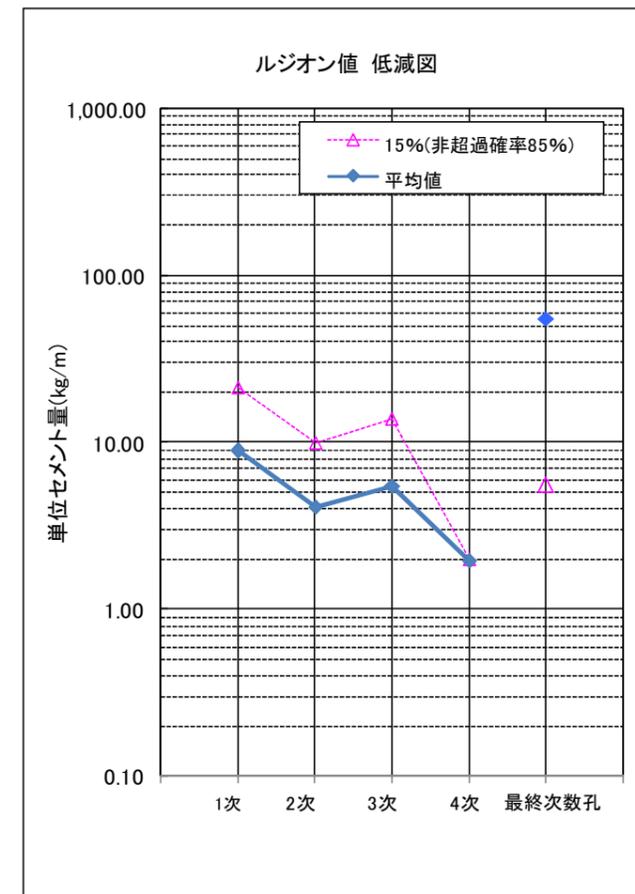


図 3.5.21 弱部補強目的グラウチング 低減図 (7BL)

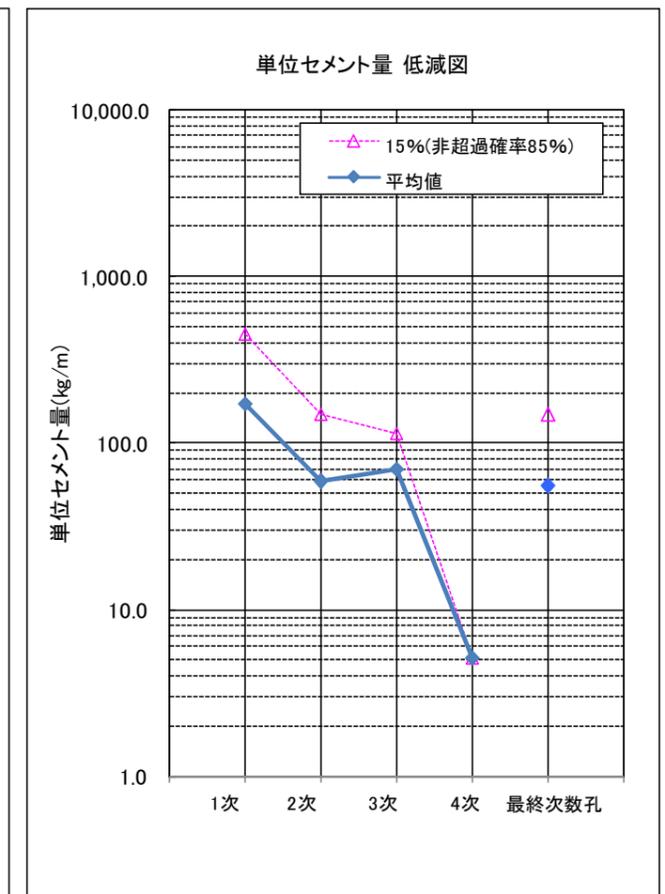
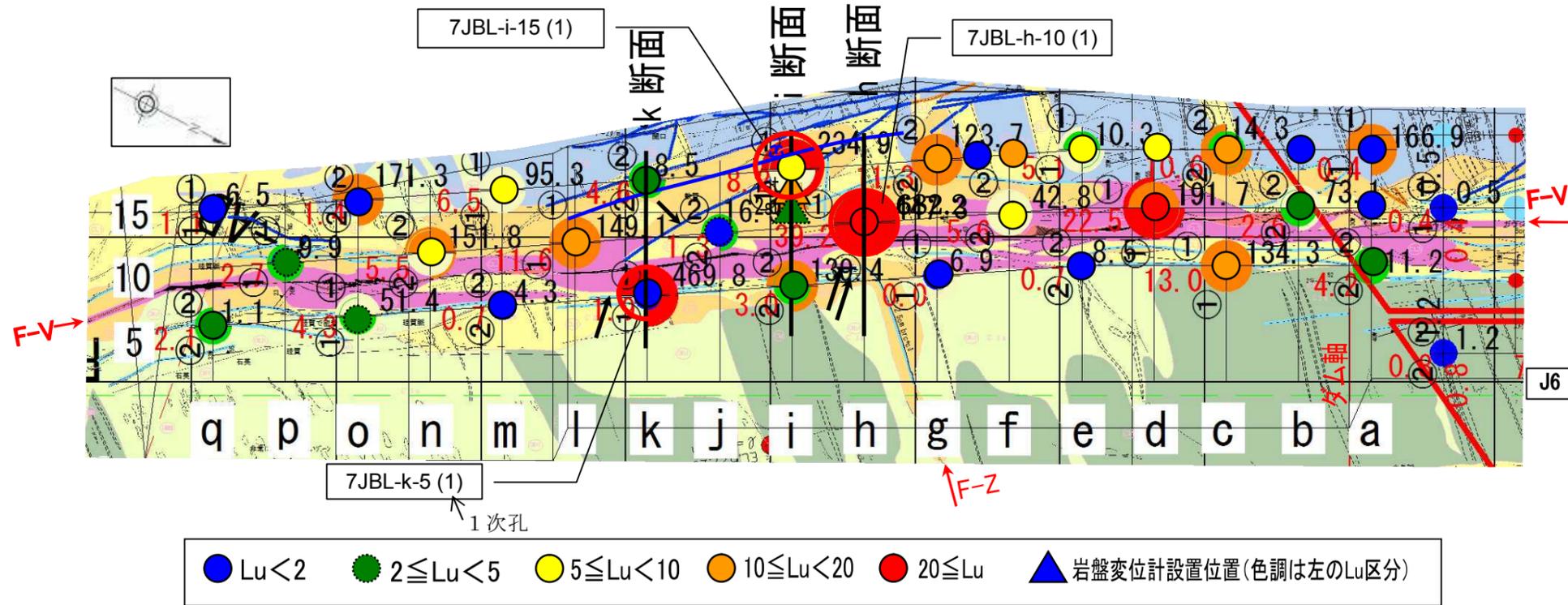


図 3.5.21 弱部補強目的グラウチング 低減図 (7BL)

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

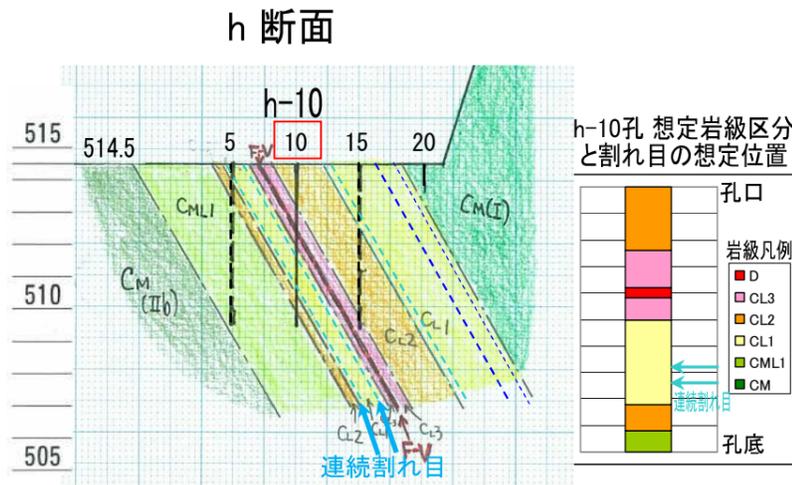
- ・弱部補強コンソリデーショングラウチングにおいて、セメント量が200kg/mを超えた孔は、h-10 (682.2kg/m)、i-15 (234.9 kg/m)、k-5 (469.8 kg/m) の3孔 (1次孔) である。
- ・水押し試験結果によれば、h-10は39.2Lu、i-15は8.2Lu、k-5は1.9Luで透水性の高低はあるが、i-15、k-5はいずれも限界圧力 (0.1Mpa) が発生している。
- ・掘削面の割れ目の分布から、3孔とも透水的もしくは連続性を有する割れ目の分布が想定され、この割れ目により、セメント量が増加した要因になったと推定される。



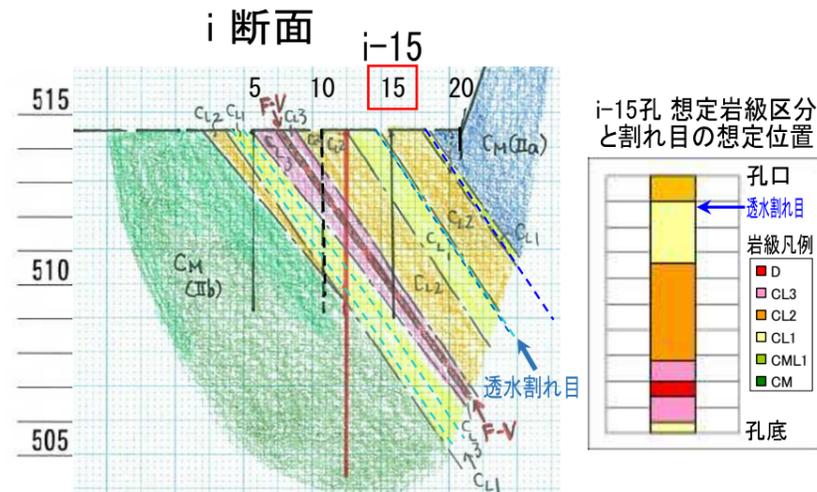
参考：掘削面における割れ目 (平面図に示す色区分)

割れ目区分 (図面表記の色)	性状	掘削面
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をなす場合があるが、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。	

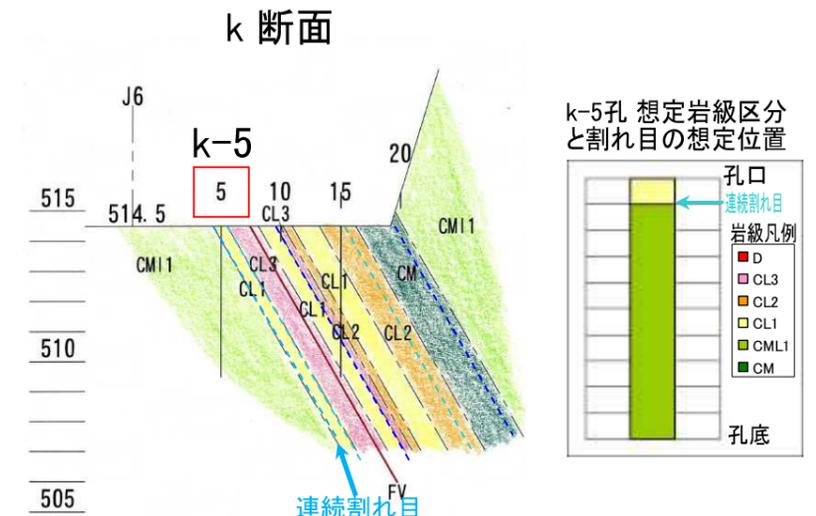
弱部補強コンソリデーショングラウチング平面図 (ルジオン値区分表示)：水色で示す連続割れ目がF-V断層に沿う方向に発達するほか、青で示す透水割れ目のごく一部に分布する。セメント量が増加した3孔の近傍には、いずれも上記割れ目が近傍に分布する。



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 コンソリデーショングラウチング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3.5.22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

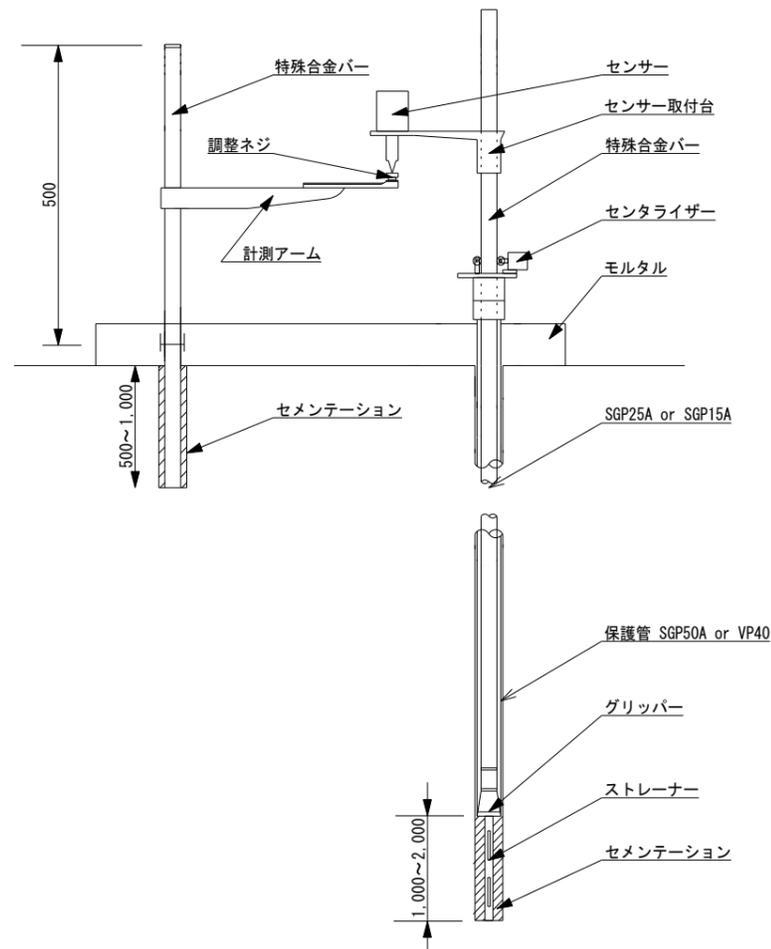


図 3.5.22 岩盤変位計設置図

(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①～③に示すように、河床部、左岸アバット部、右岸アバット部のいずれにおいても変位は小さく、変位量が0.1mm以上になった場合でも、流量半減や変位中断など適切な処置をして施工は完了している。

①河床部 (4BL・5BL・6BL)

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≦H<0.15mm	0.15mm≦H<0.2mm	0.2≦H (変位中断)
1次孔	21	0	0	0
2次孔	22	0	0	0
3次孔 (追加孔)	11	0	0	0
4次孔 (追加孔)	3	0	0	0

②左岸アバット部 (2BL・3BL)

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≦H<0.15mm	0.15mm≦H<0.2mm	0.2≦H (変位中断)
1次孔	14	1	4	5
2次孔	8	3	0	1
3次孔	15	1	4	0
4次孔 (追加孔)	1	1	0	0

③右岸アバット部 (7BL・8BL)

	変位量H			
	H<0.1mm	0.1mm≦H<0.15mm	0.15mm≦H<0.2mm	0.2≦H (変位中断)
1次孔	16	4	3	2
2次孔	20	1	2	0
3次孔	22	0	3	0
4次孔 (追加孔)	19	0	0	0
5次孔 (追加孔)	2	0	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以上となった孔が発生したため、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 (変位中断)
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

3.6 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、低品質な材料を簡易な設備で混合して築堤材とするため、コスト削減や環境負荷軽減を果たす工法であり、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 ³

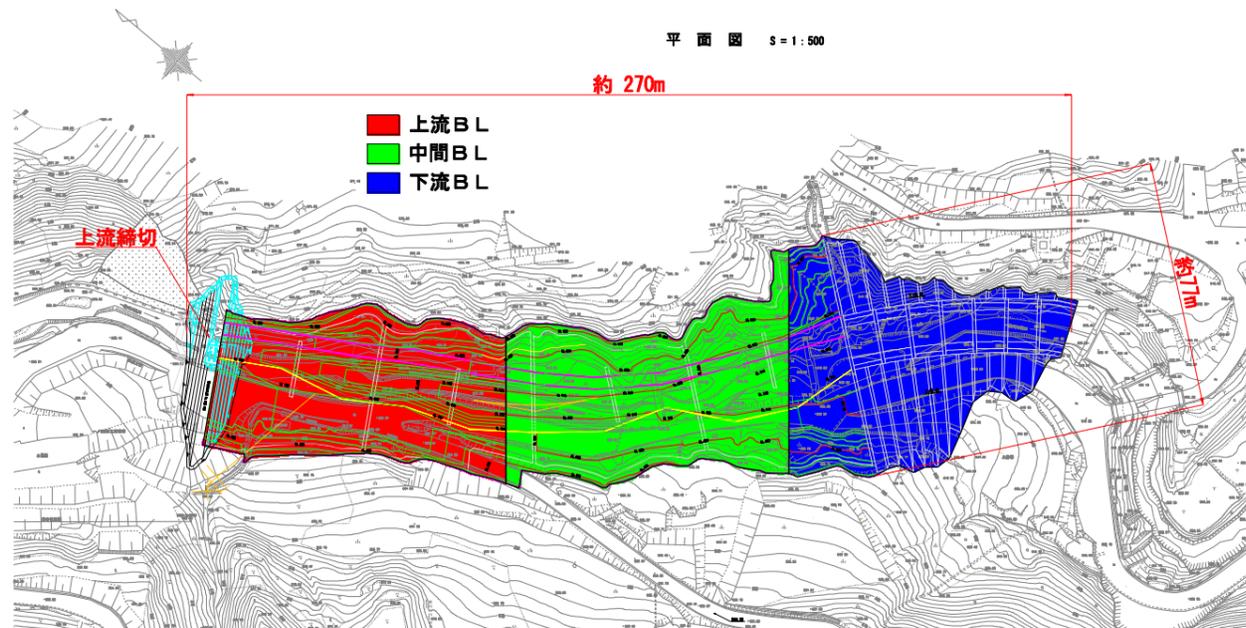


図 3.6.1 CSG地すべり対策工平面図

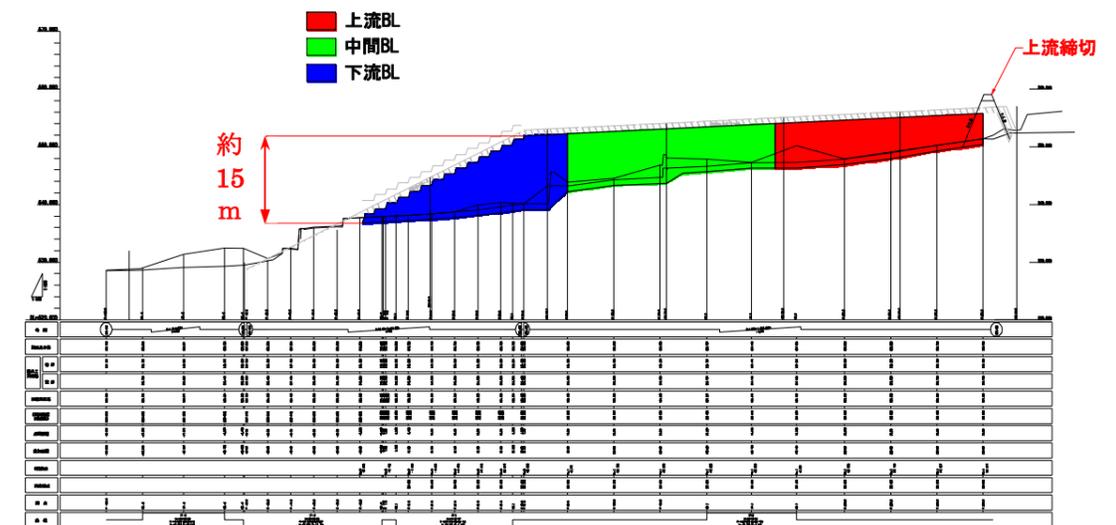


図 3.6.2 CSG地すべり対策工縦断面図

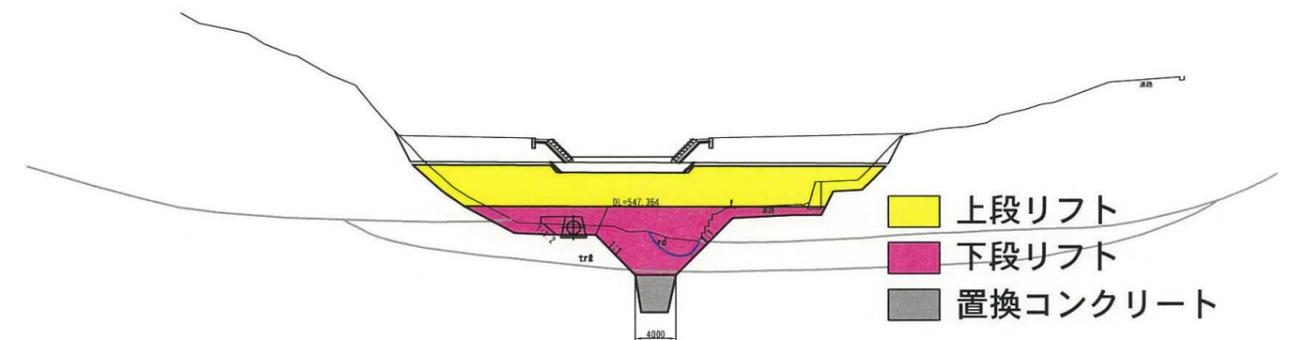


図 3.6.3 CSG地すべり対策工標準断面図

(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
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、いずれも最大粒形が 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に問題があったため、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。

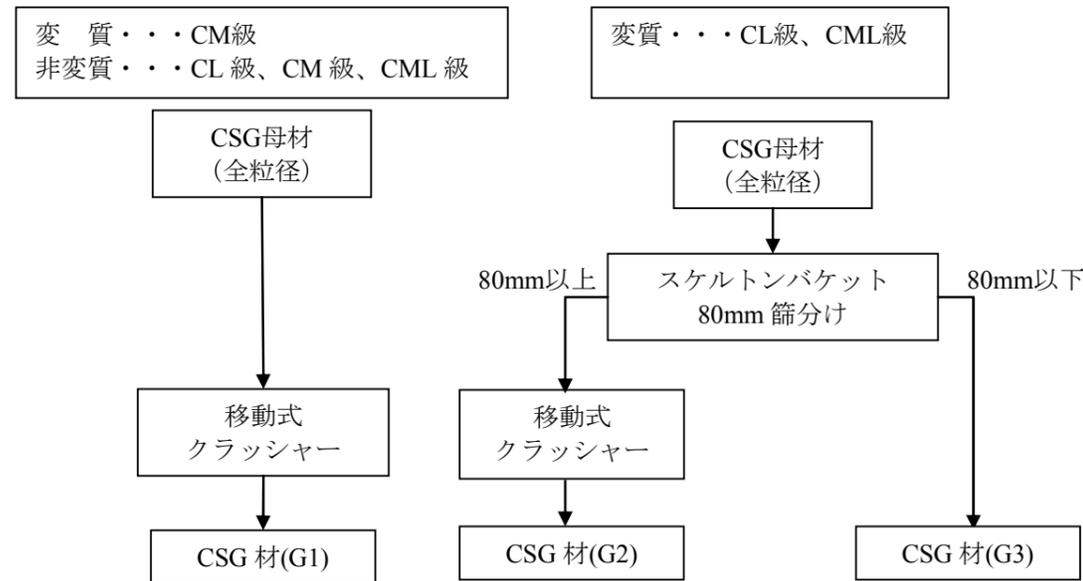


図 3.6.4 CSG材の分級・破碎フロー

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。

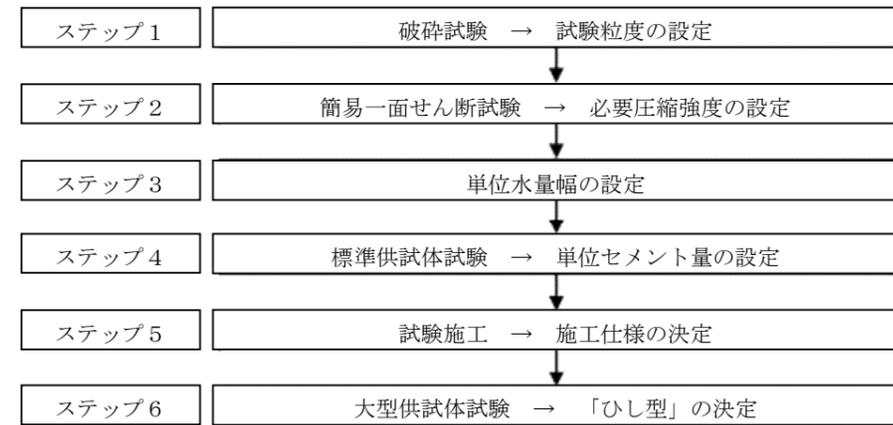


図 3.6.5 CSG試験フロー

試験結果を表 3.6.4 に示す。

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、締固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。