

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った(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た。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た。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（打設からの経過時間）の実績を図 3.4.26 に示す。

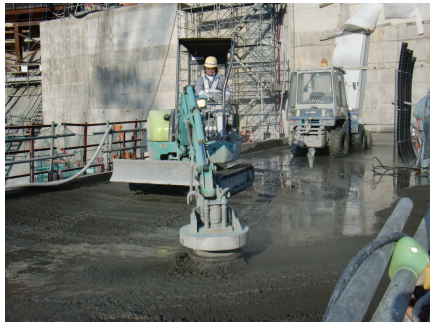


写真 3.4.1 GC マシンによる一次カット



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

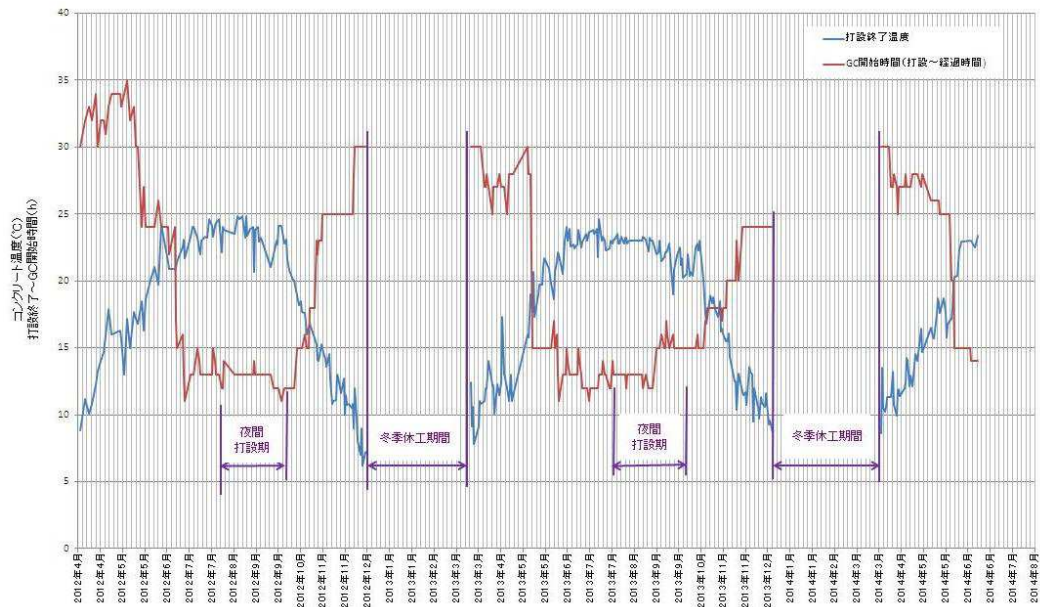


図 3.4.26 打設終了時温度とグリーンカット開始時間(打設～経過時間)

2) 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った(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た。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た(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

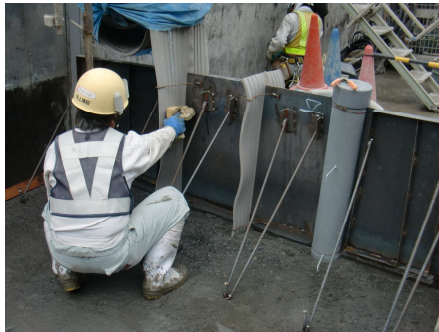


写真 3.4.8 止水板の清掃

(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(写真 3.4.9)。湛水養生の水深は 5～10 cm程度を保つ様にし(写真 3.4.10)、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た(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、散水養生を行った(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=10mm)を敷設し、急激な温度変化を受けない様に養生を行った(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

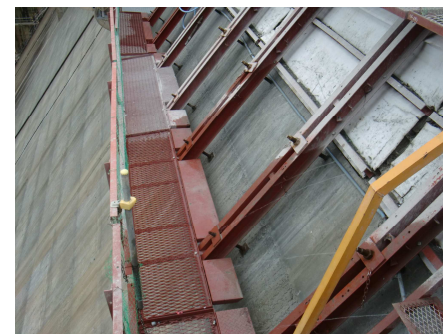


写真 3.4.12 斜面部の散水養生



写真 3.4.13 DF 型枠の養生

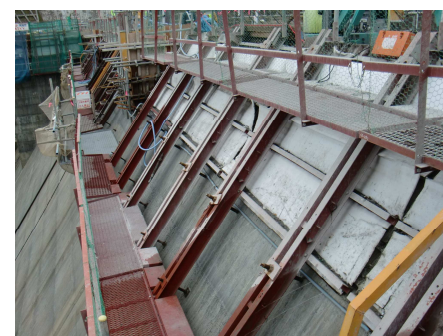


写真 3.4.14 DF 型枠の養生



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)。

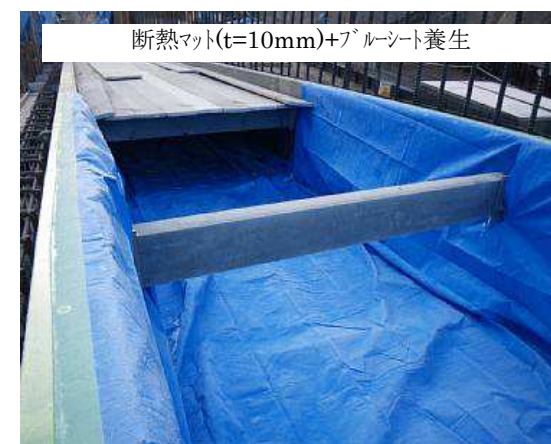


写真 3.4.18 ライニングの養生(断熱マット(t=10mm)+ブルーシート)

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、常用洪水吐き吞吐口部は、常用洪水吐き空洞部の天端まで打設した段階で、吞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 6 月 29 日、呑口部は平成 24 年 7 月 13 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(A ダム、B ダム、C 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)



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

他ダムの事例

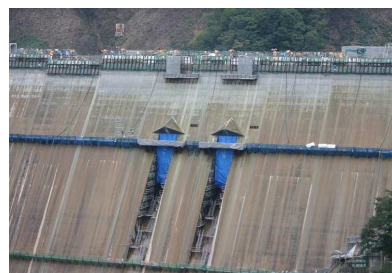


写真 3.4.22
A ダム コンジットゲート吐口
ブルーシート養生状況



写真 3.4.23
B ダム 堤内仮排水路
ブルーシート養生状況



写真 3.4.24
C ダム 堤内排水路
防煙シート養生状況

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吞吐口部に、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

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=10 mm) × 2 枚 + 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 EL528.00～534.00m を対象とし、高発泡ポリエチレンマット (t=10 mm) × 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 3.4.27 に越冬養生方法の概要を、また図 3.4.28 に平成 23 年度・平成 24 年度・平成 25 年度の越冬養生範囲を示す。

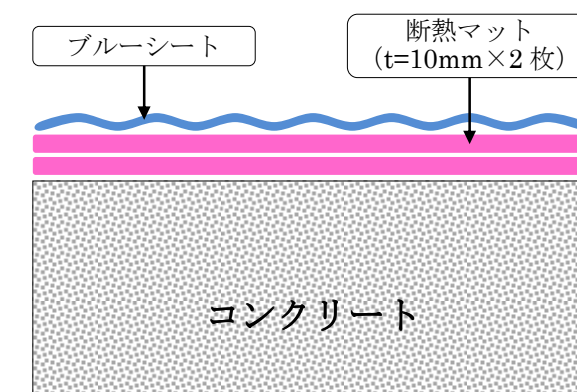


図 3.4.27 越冬養生方法の概要

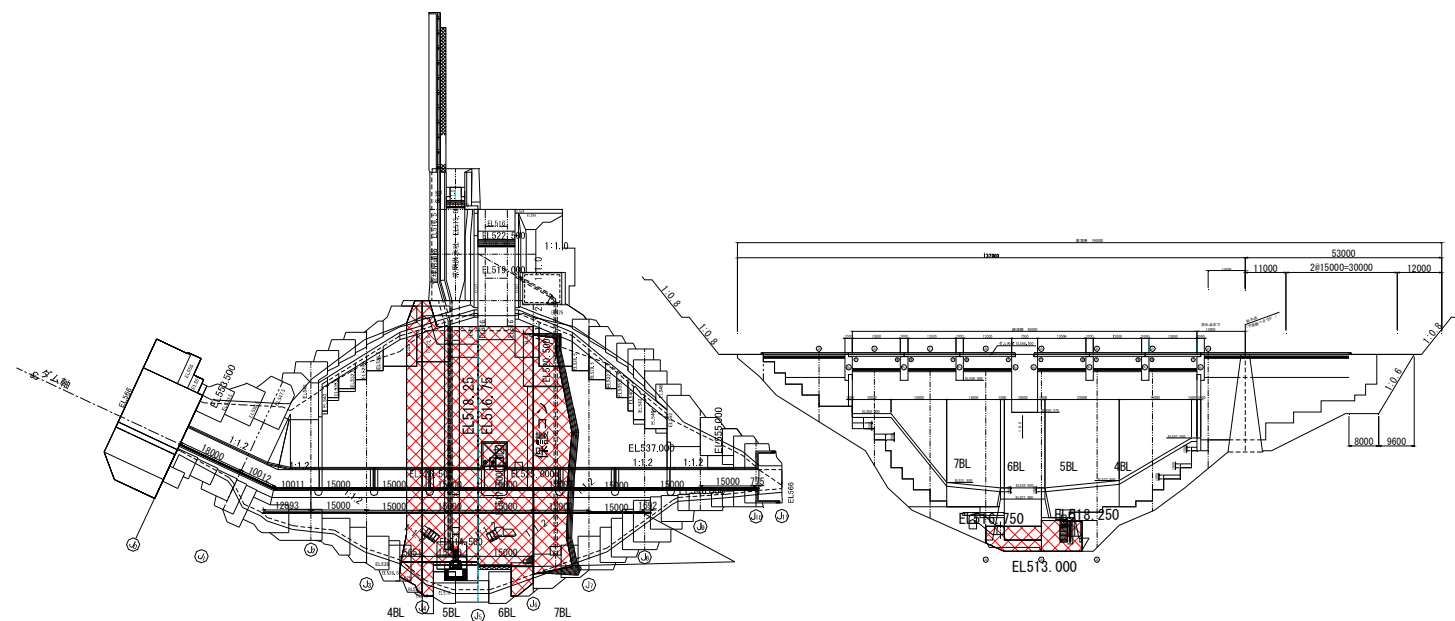


写真 3.4.27 水平打継面の越冬養生



写真 3.4.28 水平打継面の越冬養生施工状況

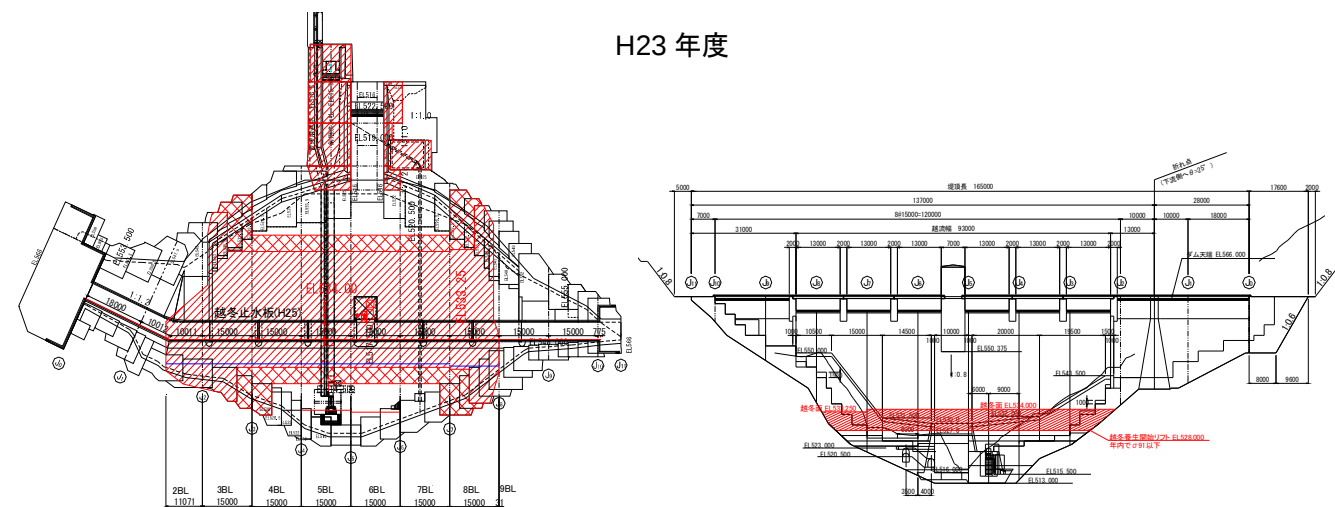


写真 3.4.29 斜面部の越冬養生施工状況



写真 3.4.30 7-チング部の越冬養生

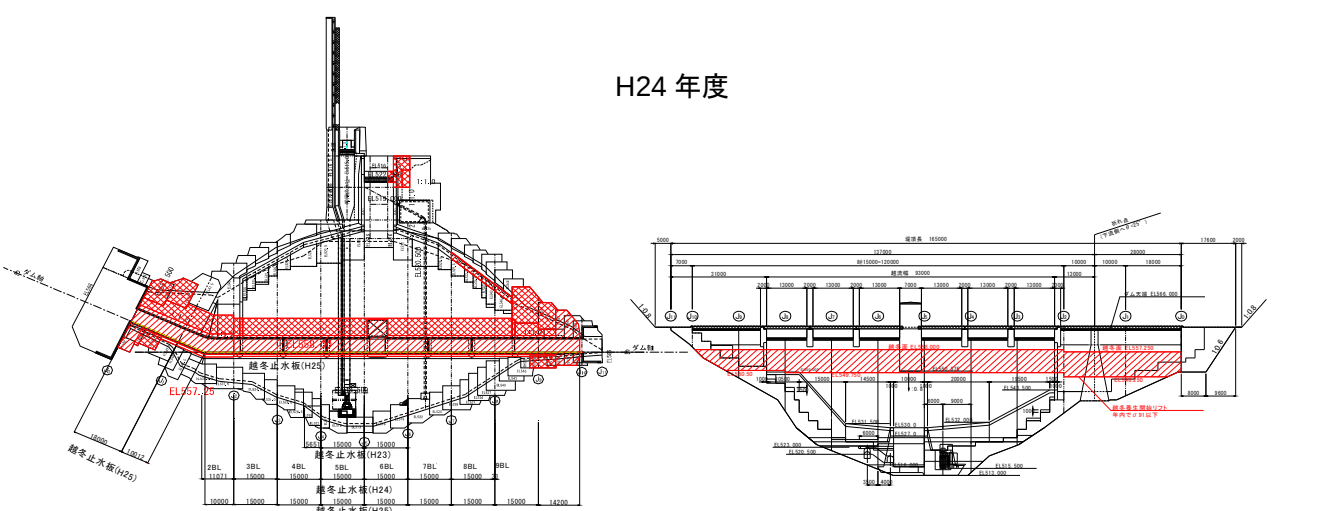


写真 3.4.31 エレベータシャフト周辺の越冬養生



写真 3.4.32 下流面の越冬養生

H25 年度
図 3.4.28 越冬養生範囲図

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、洪水吐き吞吐口部には、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=10 mm)×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最低でも 7°C が確保できた(図 3.4.29)。

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 3.4.30 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 3.4.31)。

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。

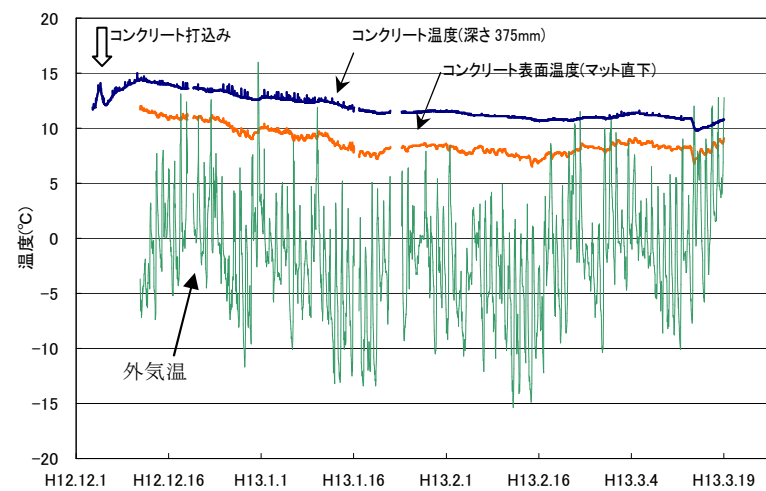


図 3.4.29 越冬養生温度計測結果例(青森県八戸市)

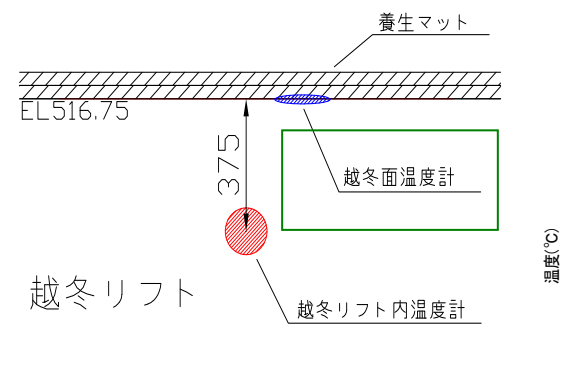
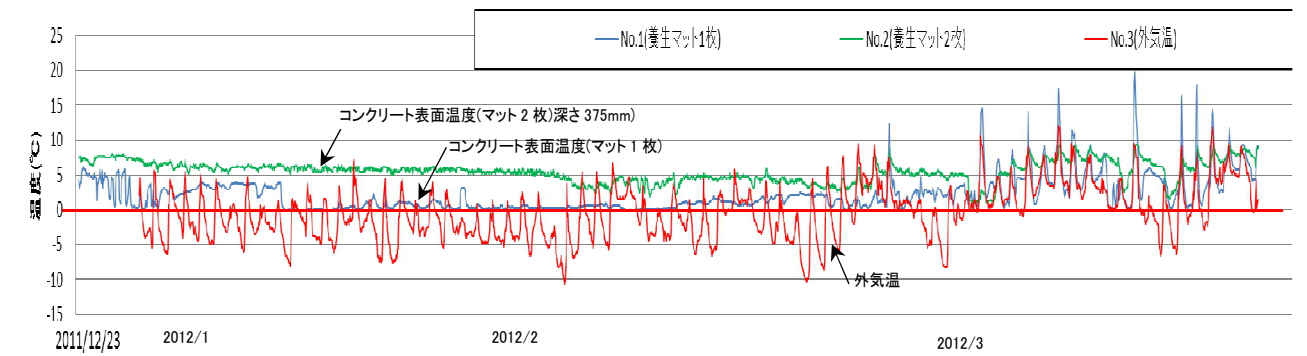
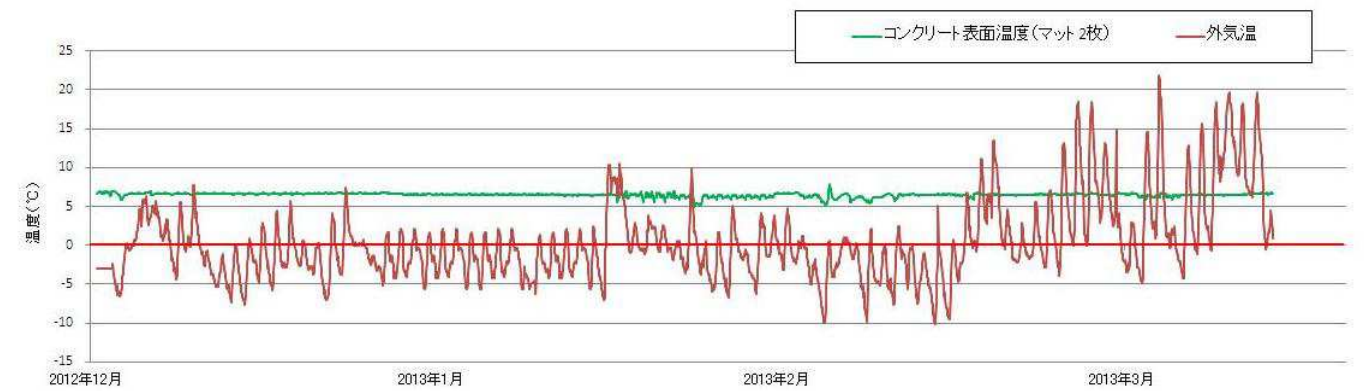


図 3.4.30 越冬養生温度計測位置(浅川ダム)

H23.12～H24.3



H24.12～H25.3



H25.12～H26.3

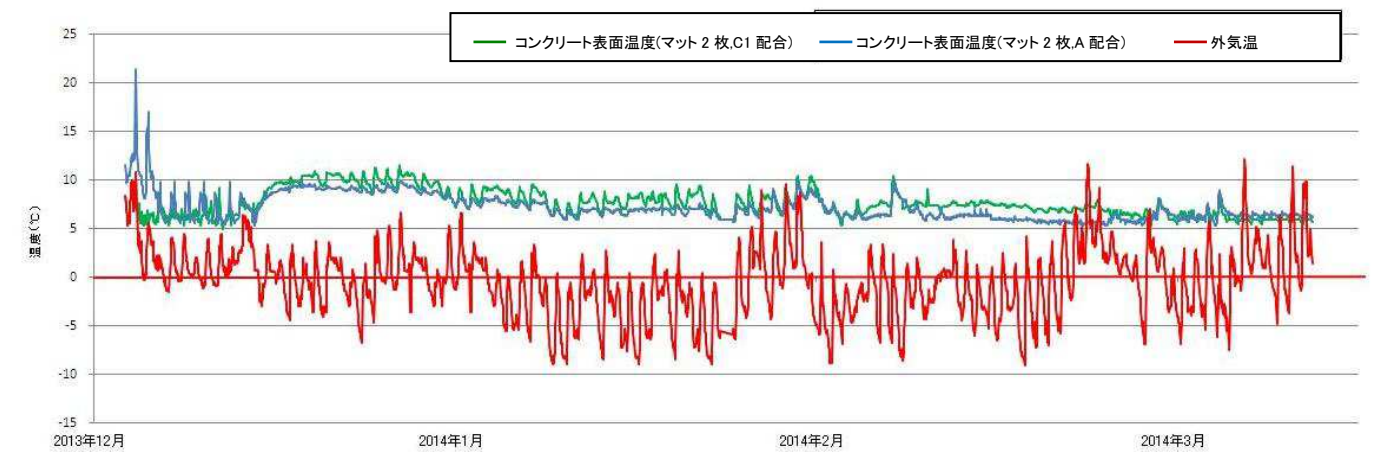


図 3.4.31 越冬養生温度計測結果(浅川ダム)

(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込み温度を 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行った（図 3.4.32）。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できた。

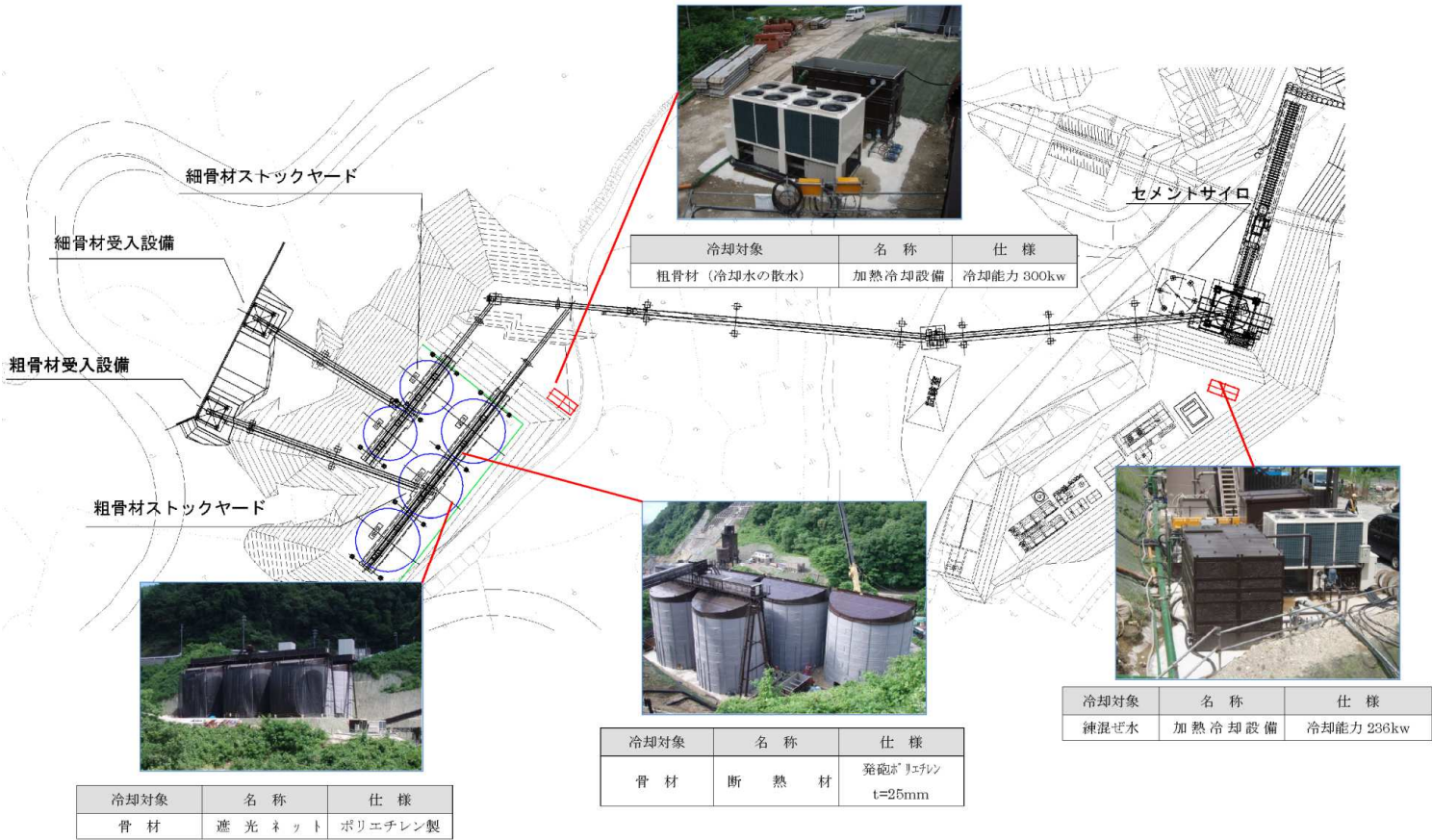


図 3.4.32 打設前コンクリート温度の抑制対策

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、夜間打設を行った。

3) 夜間打設期間

平成 25 年の夜間打設は 7 月 16 日から 9 月 21 日の間で行った。
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た。

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 3.4.33 に示すとおりであり、25℃以内で打設されている。

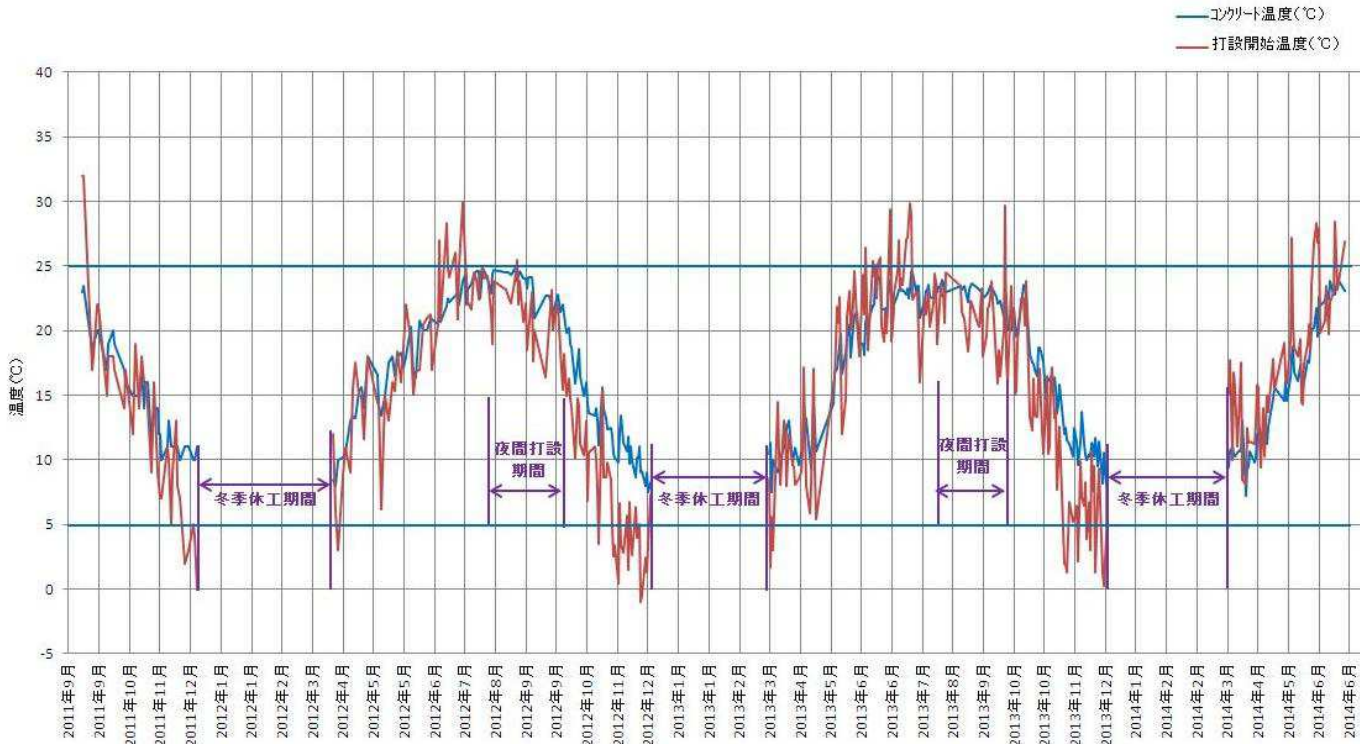


図 3.4.33 コンクリート温度測定結果

(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行った。

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た。また、P40 の写真 3.4.13～3.4.14 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た。

3.4.5 常用洪水吐きに発生しているクラックの対策工の基本方針と現在の状況

(1) 対策工の基本方針

平成 24 年 10 月 6 日に確認した常用洪水吐きのクラックに対して、現在の基本方針及び対策を以下に示す。

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にクラックが伸びない対策を実施している(対策①施工済)。

上下流面に近いNo.1、No.5のクラックについては、万一でも上下流面に伸びないようにするため、クラック先端付近に、水平ボーリングを実施して補強鉄筋を挿入している(対策②施工済)。

現状の状態で存在して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、堤体コンクリートの一体化と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、クラックグラウチングを実施する(対策③施工中)。さらに、洪水吐き内側から放射状に削孔し、鉄筋パイルを挿入する補助工法も併用する。今後、詳細設計を実施していく。

また、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。

実施中または実施済みの対策の概要を図 3.4.34 に示す。



写真 3.4.35 平成 24 年越冬面配筋施工状況

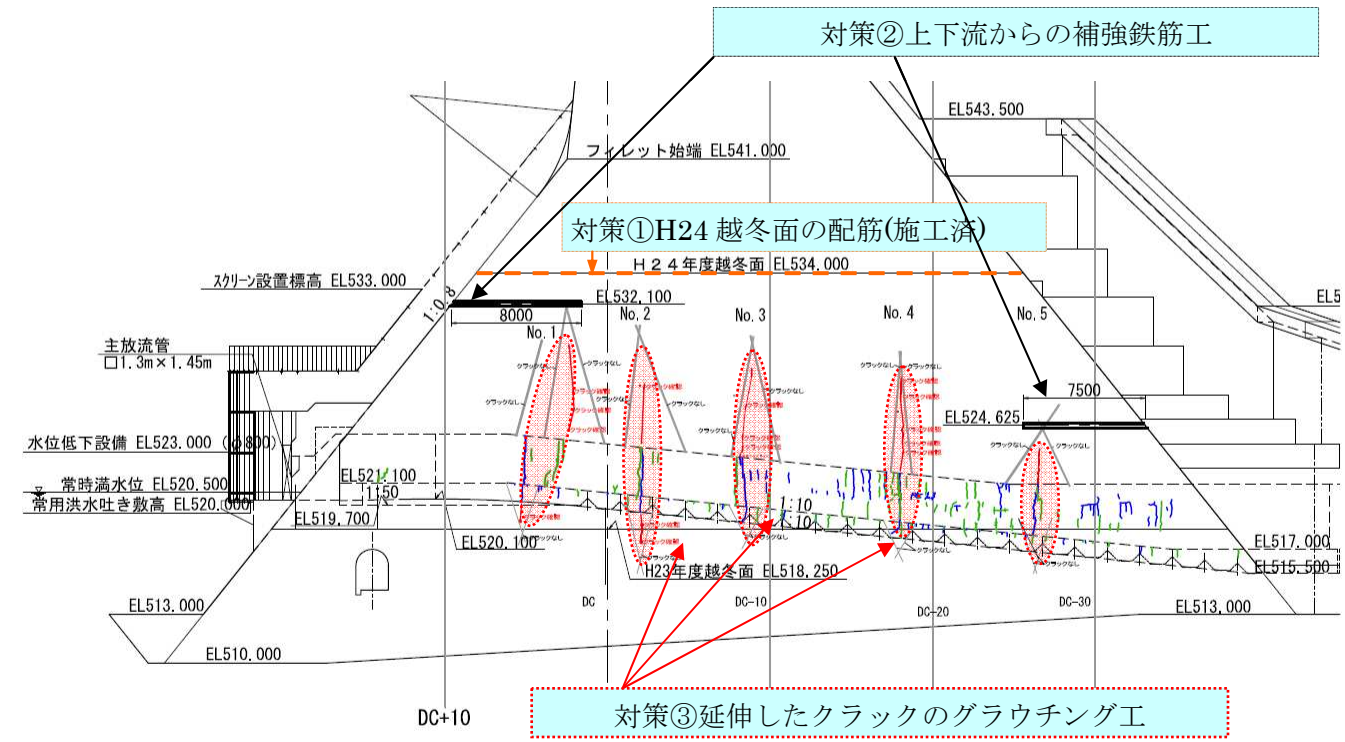


図 3.4.34 実施中または実施済みのクラック対策工概要図

(2) 対策工の状況

図 3.4.35、図 3.4.36 には、施工実施中または実施済みの対策①の H24 越冬面の配筋概要、対策②の配筋概要を示し、図 3.4.37 には対策③のクラックグラウチングの孔配置図を示す。

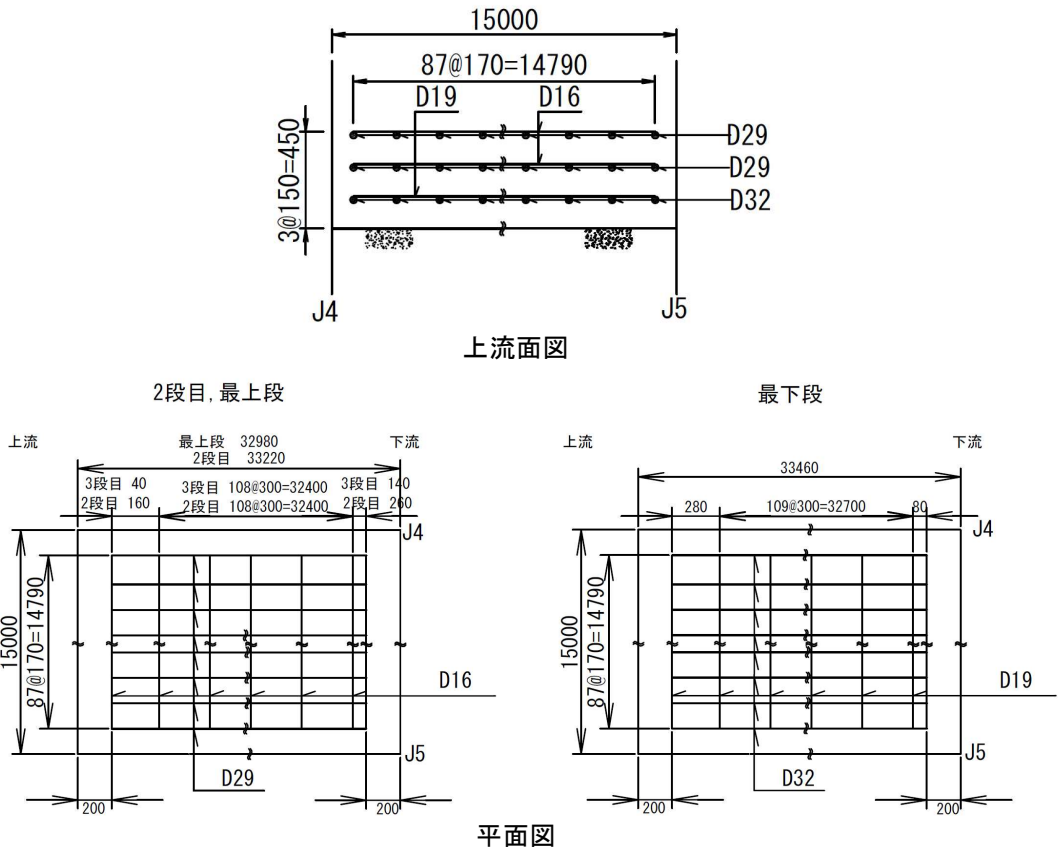


図 3.4.35 対策① 越冬面鉄筋配置図

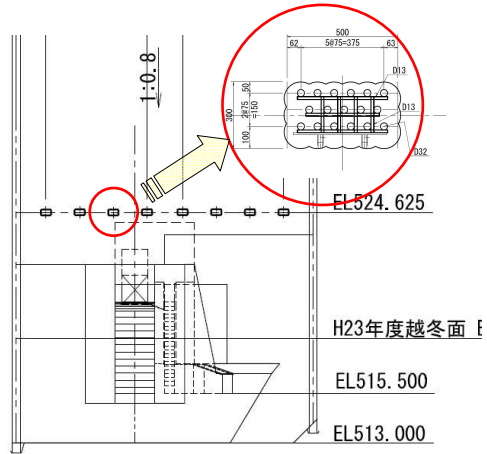


図 3.4.36 対策② 上下流補強鉄筋工 配筋概要図

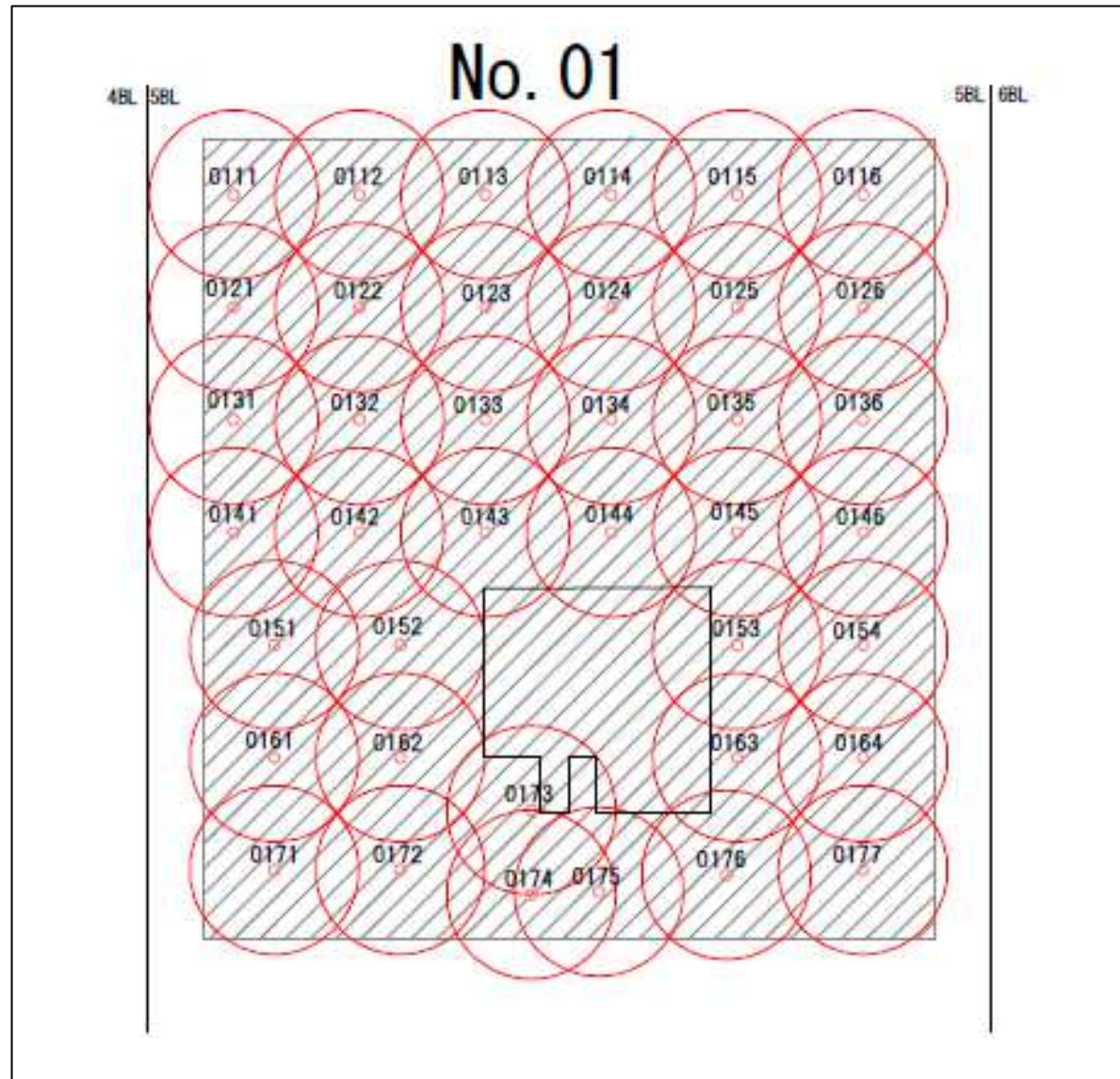


図 3.4.37 対策③ No.1 標準孔配置図

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った。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った。

対策②について、施工状況写真を写真 3.4.36 に示す。

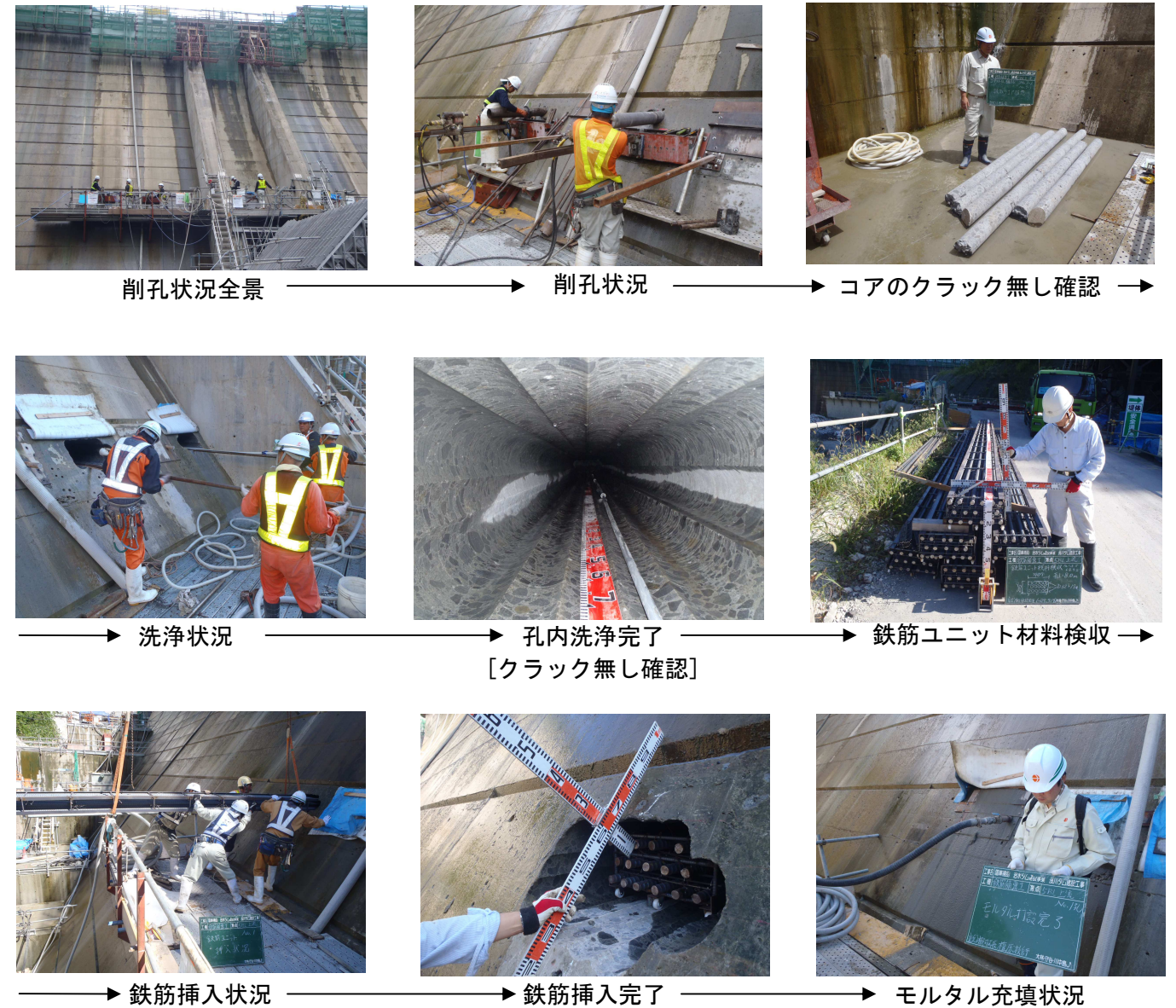


写真 3.4.36 対策②上下流からの補強鉄筋工施工状況

対策②の上下流からの補強鉄筋工では、およそ 300 mm×500 mmの断面に異形鉄筋 D32 を 17 本挿入し、最大で奥ゆき 8m を充填性に優れたモルタルで充填し、自己収縮によるクラック防止のために膨張材も添加した。モルタル配合と使用材料を表 3.4.10 、表 3.4.11 に示す。

表 3.4.10 使用材料

名称	品名	密度(g/cm3)
セメント	中庸熟フライアッシュセメント (MF30)	2.87
膨張材	パワーCSA タイプ R	2.90
細骨材	現地骨材 (S) 砕砂	2.64
混和剤	AE 減水剤 (フローリック R)	－

表 3.4.11 示方配合

配合種別	骨材の 最大寸法 (mm)	使用 セメ ント	フロー J14 ポー ト (秒)	空気量 (%)	W/ (C+Ex) (%)	単位量 (kg/m³)				
						水 W	セメント C	膨張材 E x	細骨材 S	AE 減水剤 (%)※1
充填 モルタル	5	MF30	8±2	7.5±2	45	305	642	35	1014	1.0

※1 結合材(セメント+膨張材)に対する百分率

対策③のクラックグラウチングの施工状況を、写真 3.4.37 に示す。



写真 3.4.37 対策③ 延伸したクラックのグラウチング工施工状況

(3) クラックグラウチングの注入状況

1) 注入仕様

クラックグラウチングの注入仕様を 表 3.4.12 に示す。

表 3.4.12 注入仕様一覧表

ボーリング	①削孔	コアドリル(孔径　φ51 mm)で削孔し、コア採取する。							
	②孔内洗浄	孔内洗浄は、圧力水で清水になるまで行う。							
水　押　し	①試験目的	各孔のクラックの有無の確認のために行う。							
	②パッカー	パッカーは、エアーパッカーを使用し、確認されたクラックから 50cm 程度孔口側にセットする。							
	③水押し圧力	水押しは、最大圧力を 0.2MPa とし、0.05→0.10→0.15→0.20MPa と昇圧していく。昇圧時に急激な圧力変化および注入量の変化が起きた場合は、速やかに終了する。							
	④水押し時間	各昇圧段階毎に 5 分、計 20 分間で実施する。							
注　　　入	①注入材料	超微粒子セメント(ハイスタップ)							
	②注入材の配合	注入材配合表							
		配合名	C/W	水 (L)	ハイスタップ (kg)	水注入材比 (%)	ハイスタップ 密度 (g/cm3)	練上り量 (L)	比重
		先行注入	1/1.20	2.4	2.0	120%	2.97	3.1	1.43
		本注入	1/0.70	1.4	2.0	70%	2.97	2.1	1.64
	③規定注入圧力	0.20MPa（昇圧速度は、0.1MPa/min を超えないものとする）							
	④配合切替基準	開始配合は 1：1.2 とし、3.1L(1 バッチ)注入後、注入完了まで 1：0.7 の配合とする。							
	⑤注入完了基準	規定注入圧力で、注入量が 0.2L/min/m 以下に達した後、更に 30 分間の注入（ダメ押し）を行い、この間に注入量の増加が認められない場合をもって注入完了とする。							

2) 注入結果

各クラック断面のグラウチング注入状況を図 3.4.38～図 3.4.42 に示す。ここで No.1 から No.5 の標準孔の注入は完了しており、その各断面の標準孔の注入結果の概要は以下のとおりである。

- ・No.1、4、5 断面は、20 L 以上注入した孔は少なく、洪水吐き側面および下部は 1～5 L 程度の注入量となっている。
- ・No.2、3 断面は、洪水吐き天端より上部に 20 L 以上注入した孔が多い。洪水吐き側面および下部は 1～5 L 程度の注入量となっている。

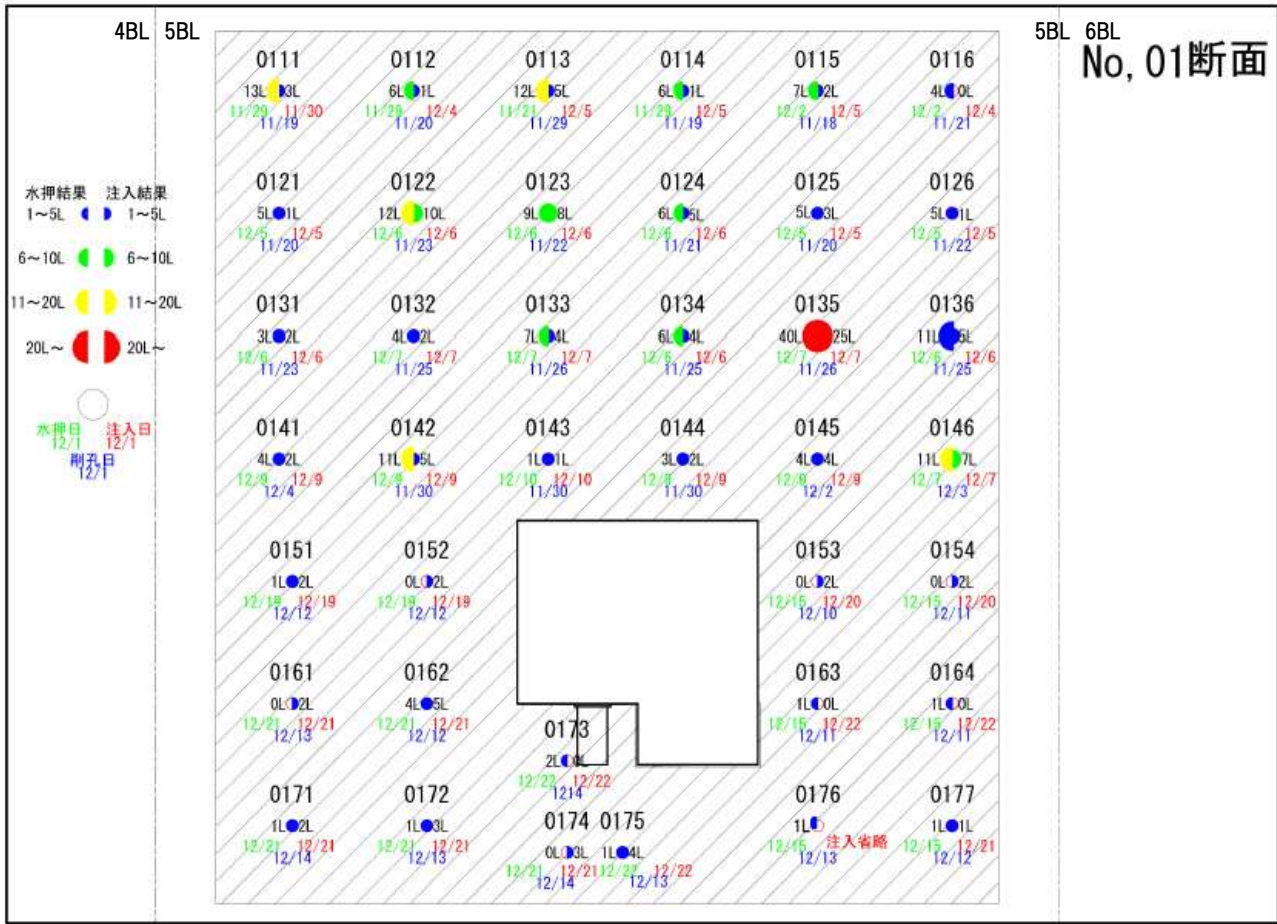


図 3.4.38 対策③ No.1 注入状況図

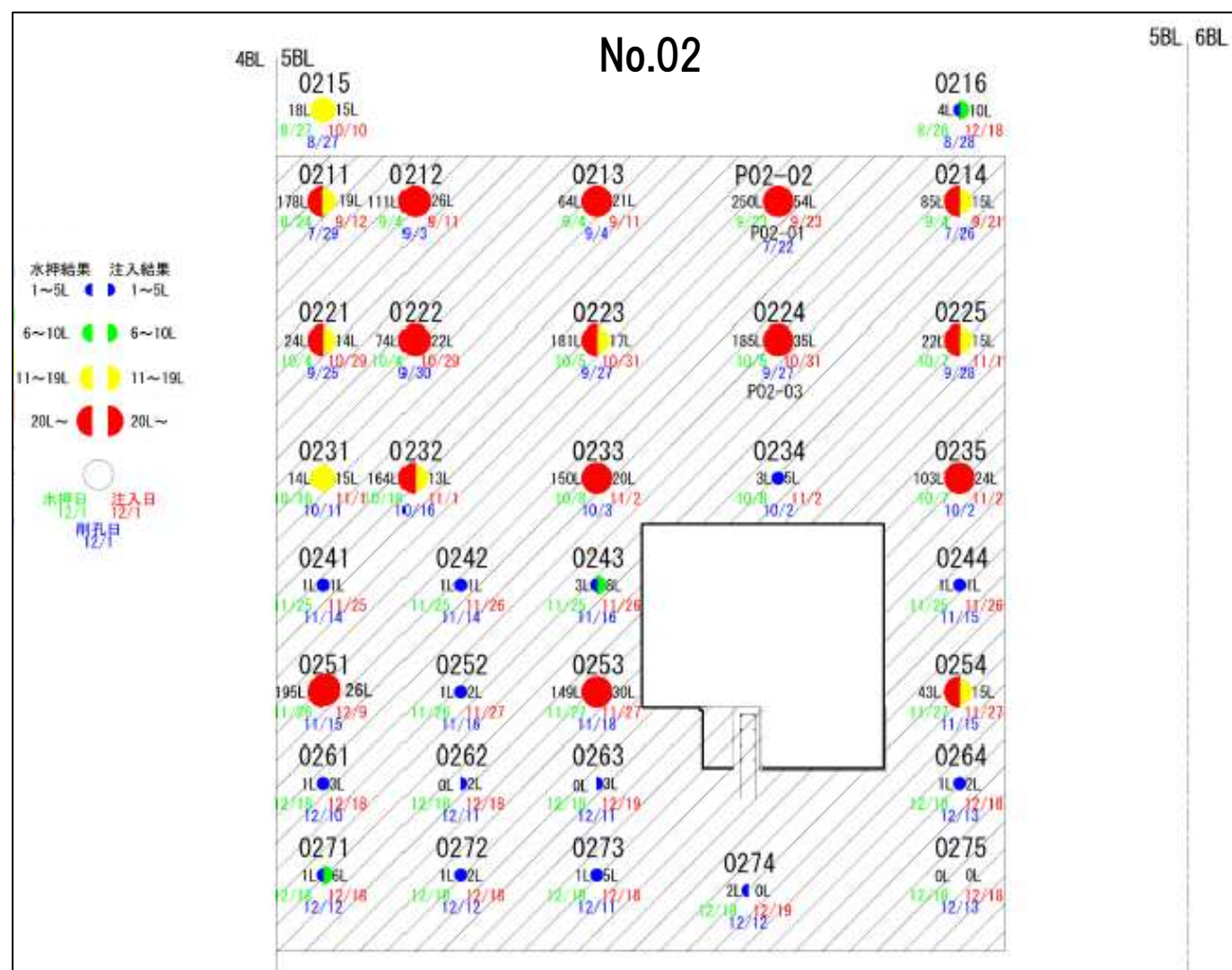


图 3.4.39 对策③ No2 注入状况图

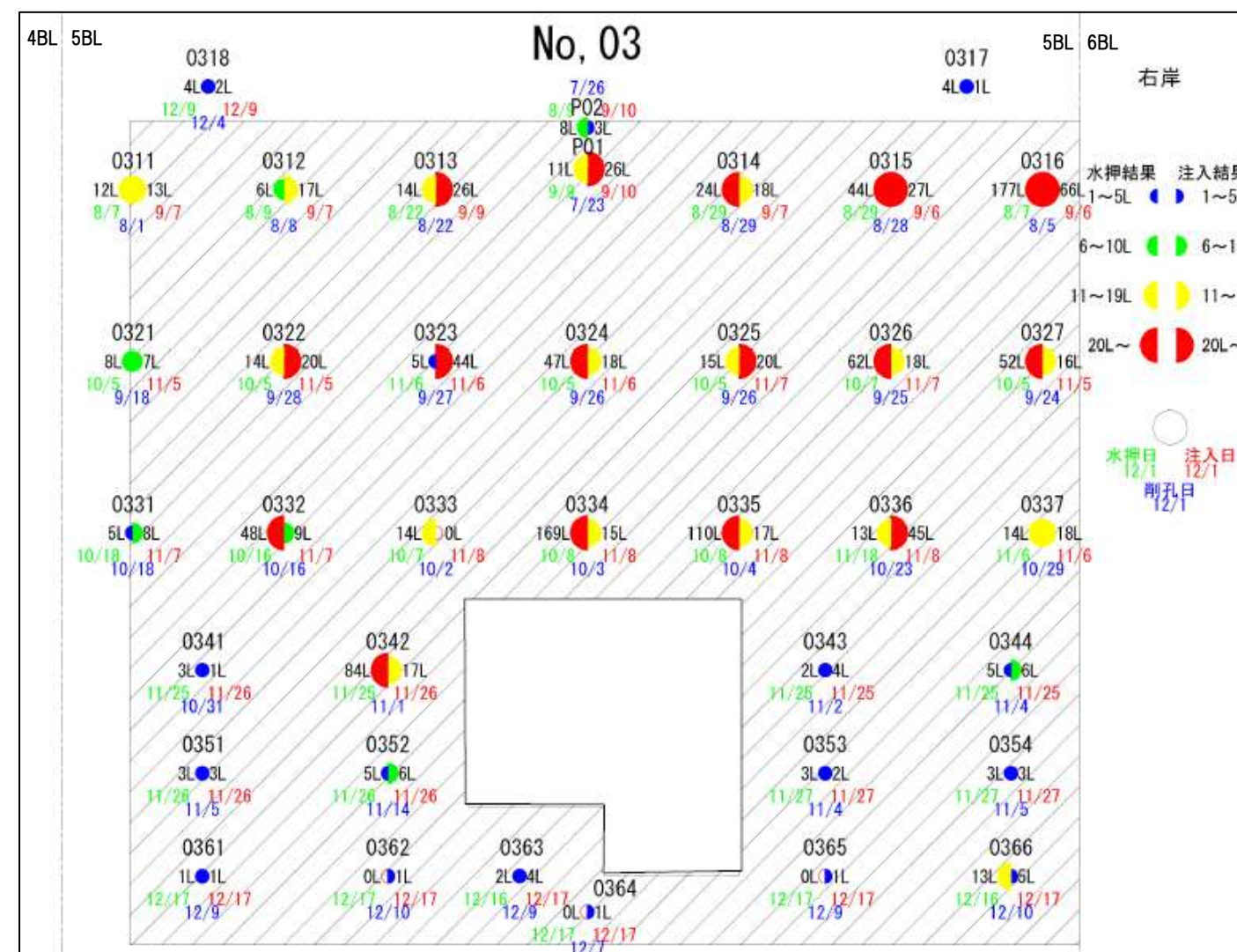


图 3.4.40 对策③ No3 注入状况图

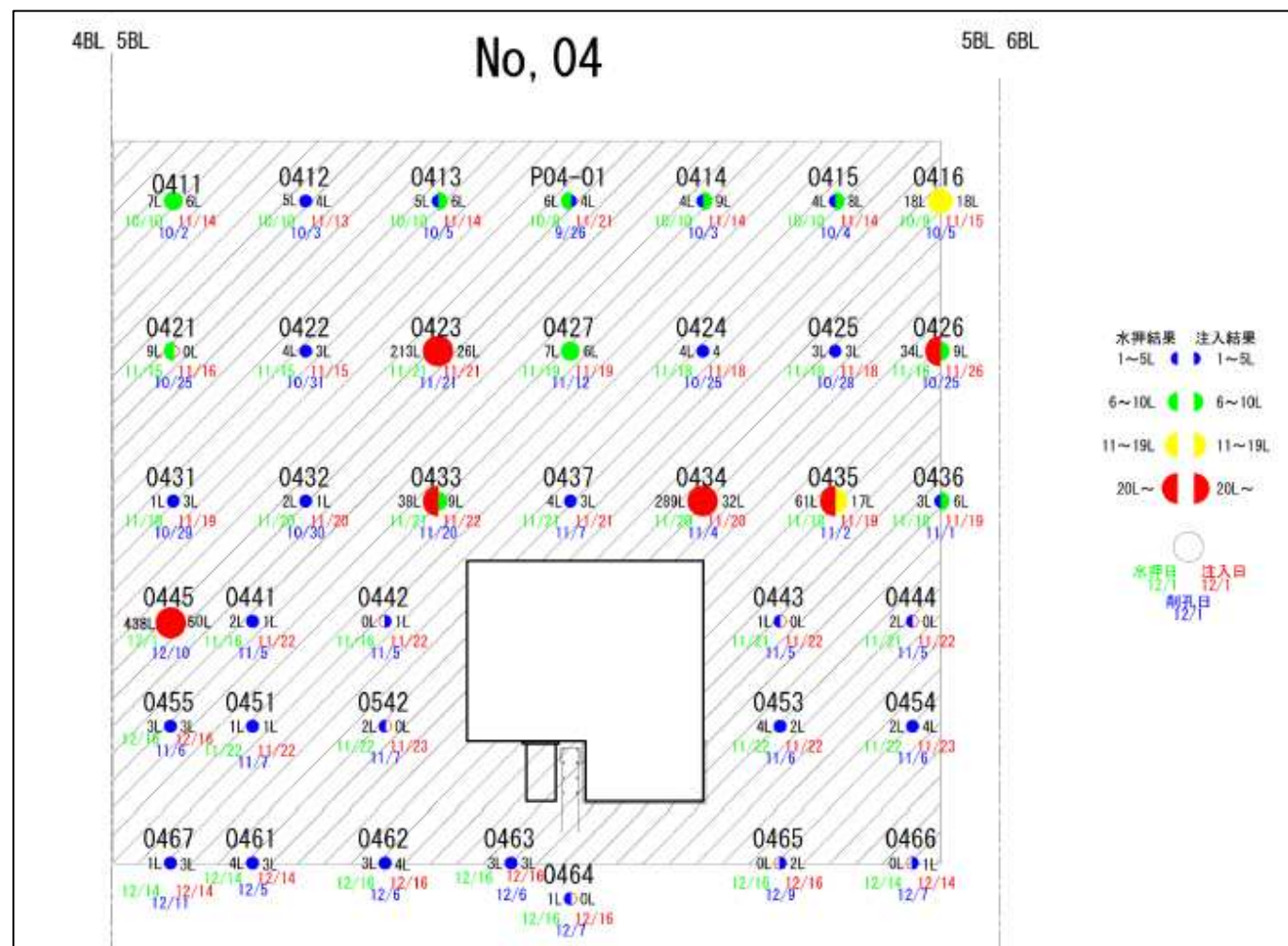


図 3.4.41 対策③ №4 注入状況図

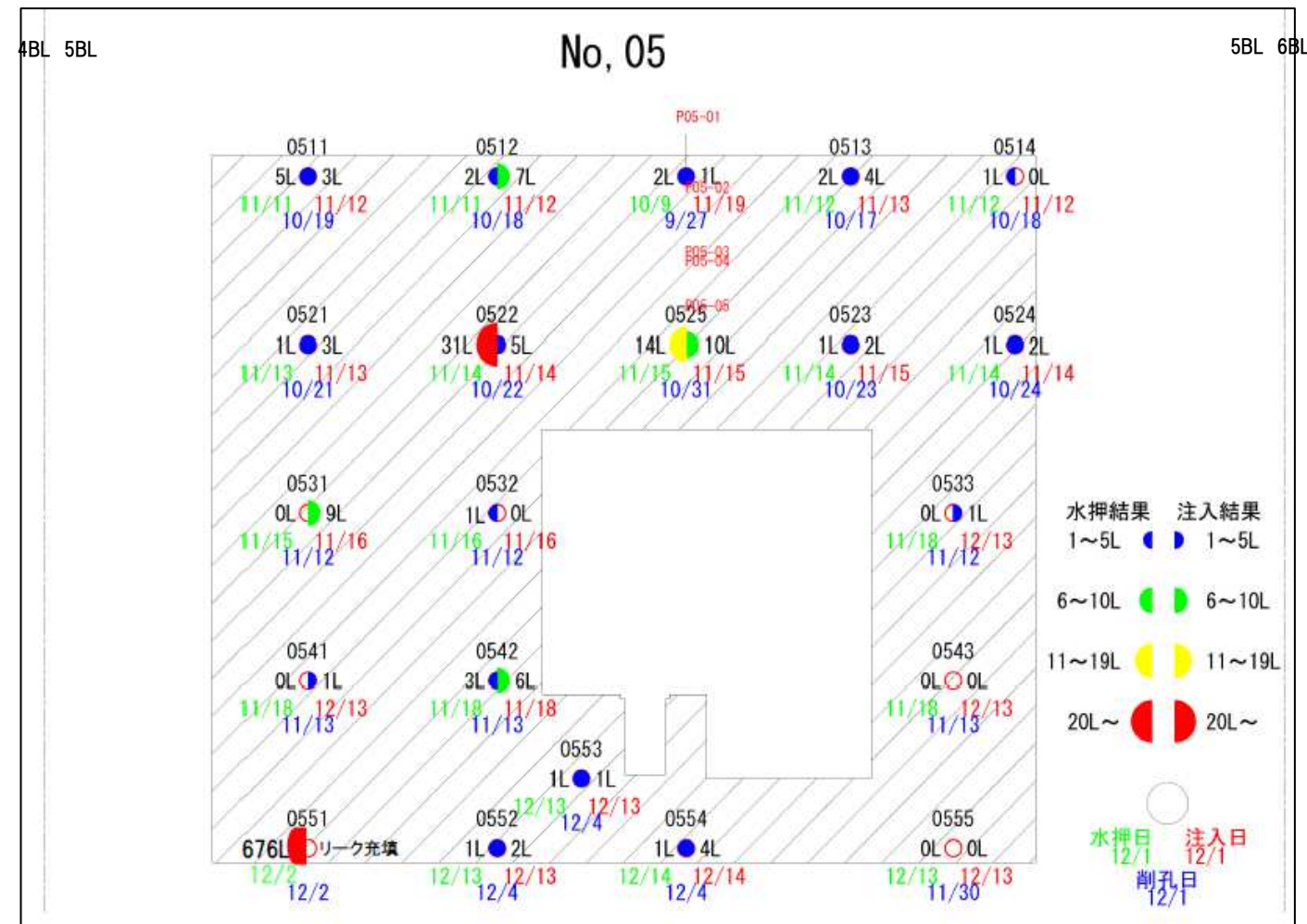


図 3.4.42 対策③ №5 注入状況図

3) 注入結果の評価方針

クラックグラウチングの注入結果を評価するための、チェック孔の配置を図 3.4.43～3.4.47 に示す。
現在、これらのチェック孔の施工を開始している。

注)各断面の注入結果を確認するため、以下の確認目的のチェック孔 A、B、C を配置し、コア採取と水押し試験を実施する。

(チェック孔 A) クラック上端付近の注入材の充填確認。

(チェック孔 B) 10L 以上注入した孔の周辺における注入材の充填確認。

(チェック孔 C) 注入量が微小な部分のクラック状況および注入材の充填確認。

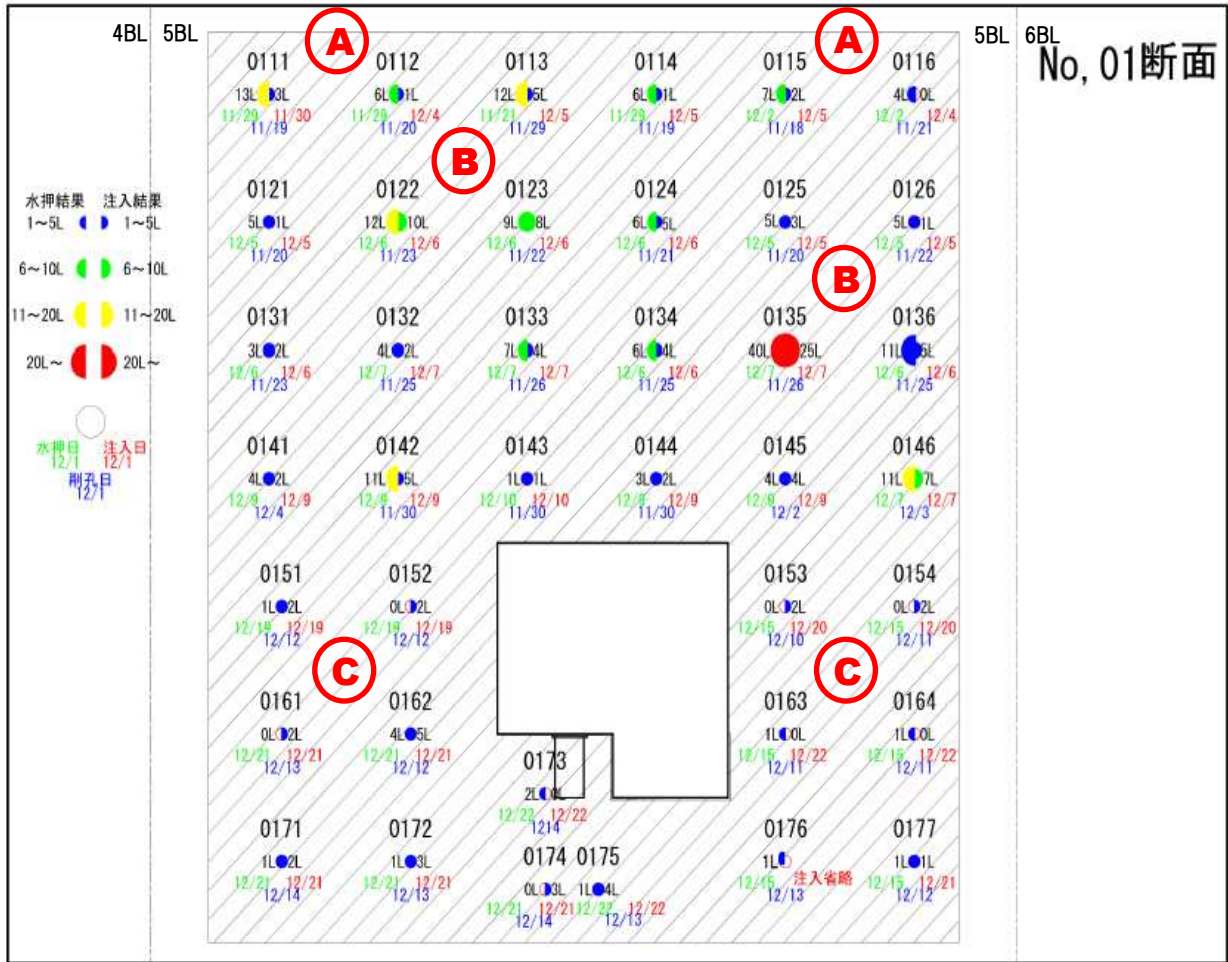


図 3.4.43 対策③ No1 チェック孔配置図

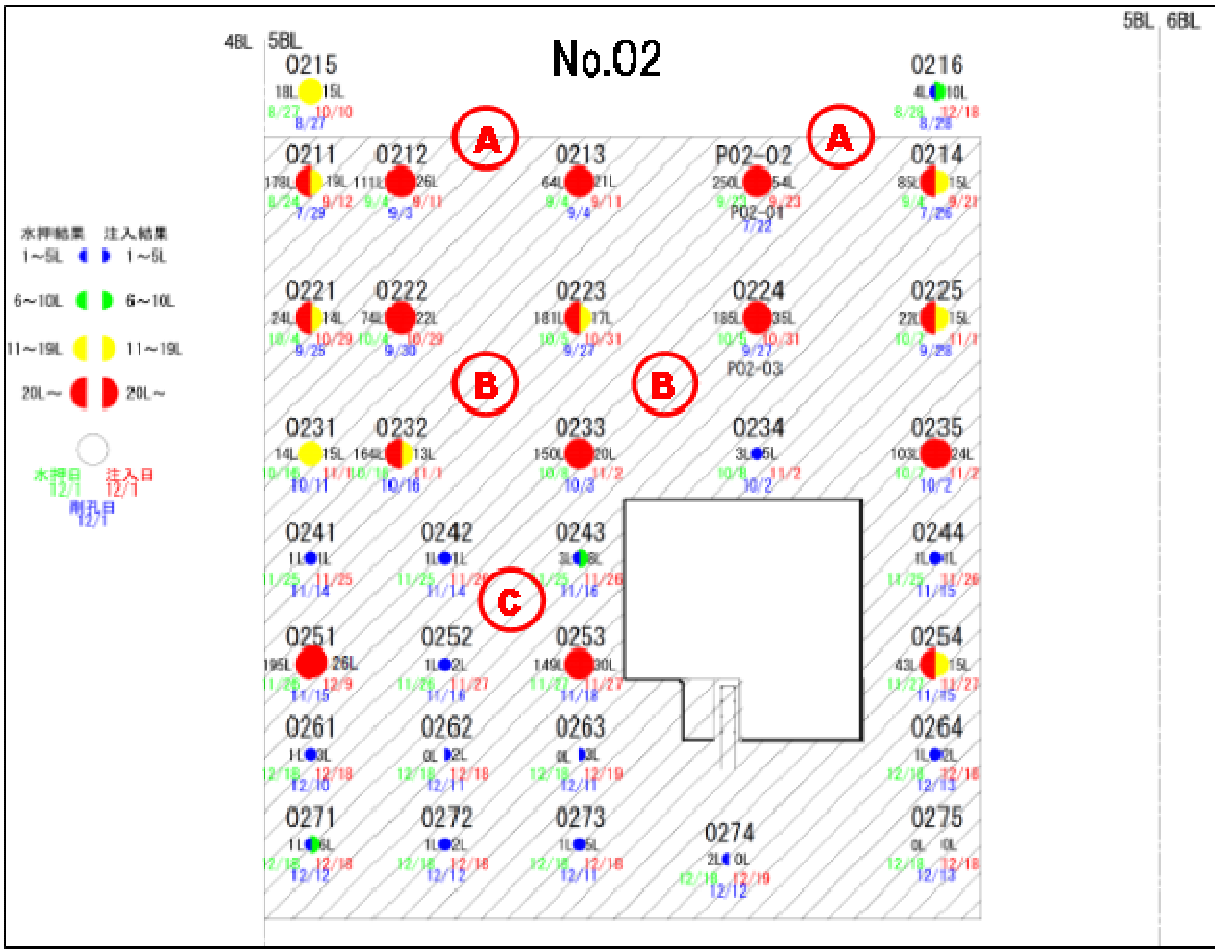


図 3.4.44 対策③ No2 チェック孔配置図

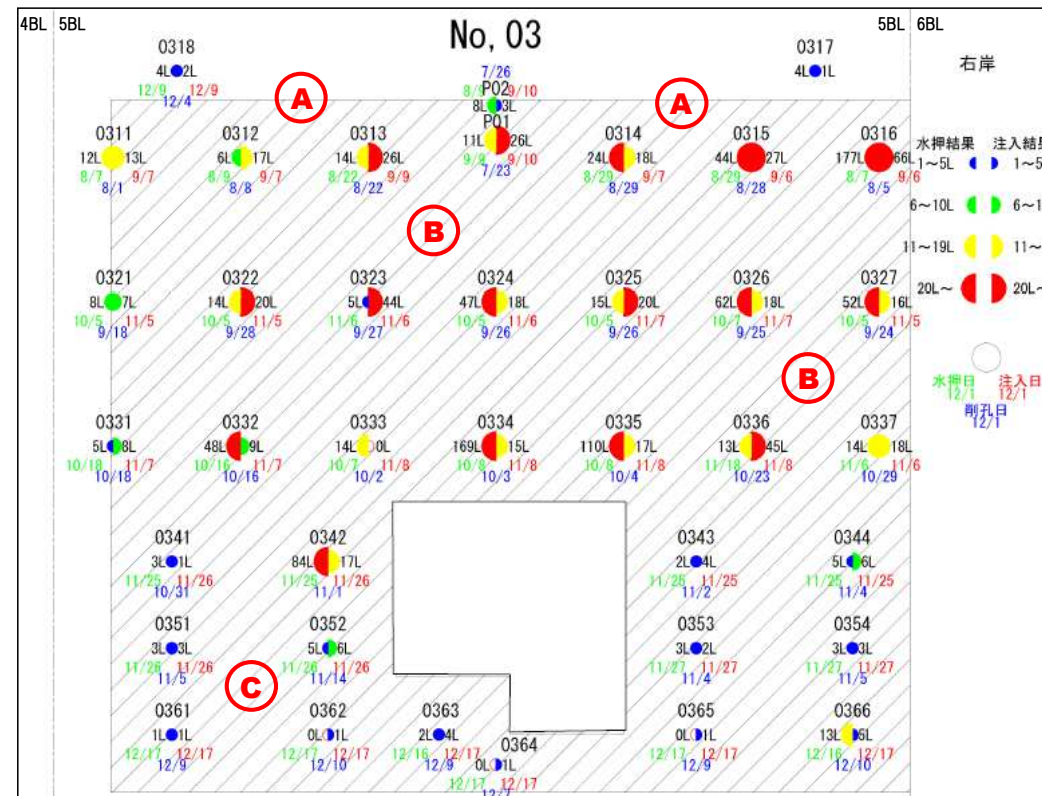


図 3.4.45 対策③ №3 チェック孔配置図

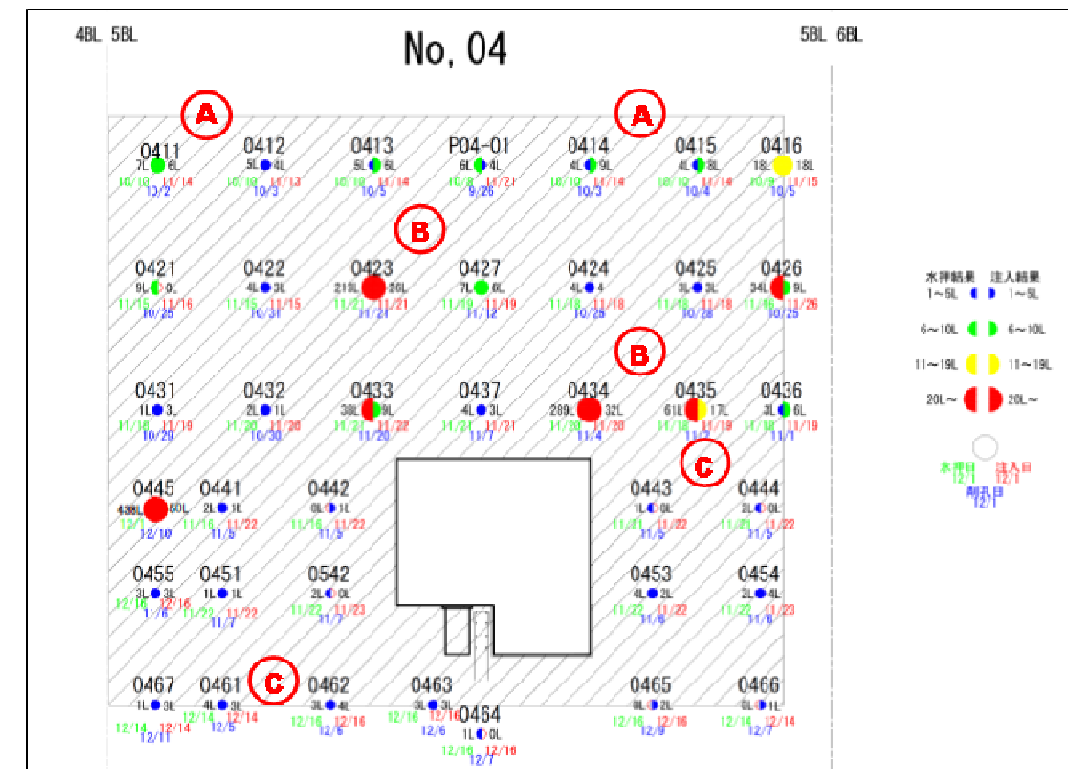


図 3.4.46 対策③ №5 チェック孔配置図

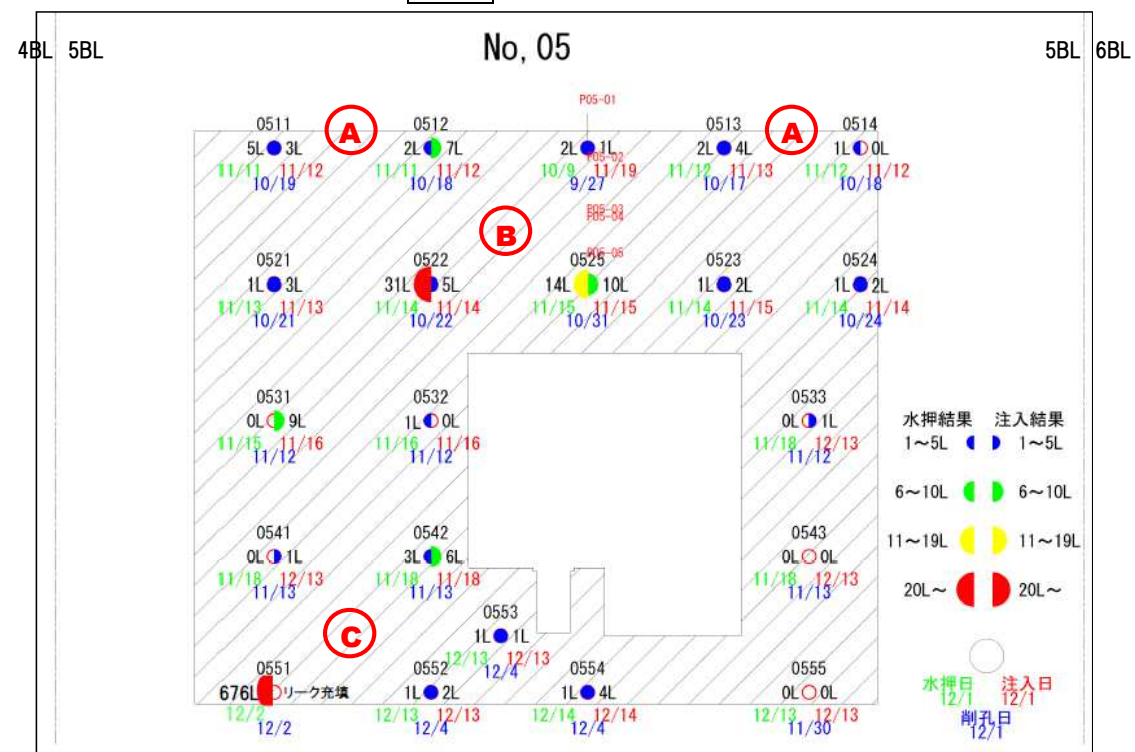


図 3.4.47 対策③ №4 チェック孔配置図

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 3.4.48 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 3.4.48 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。

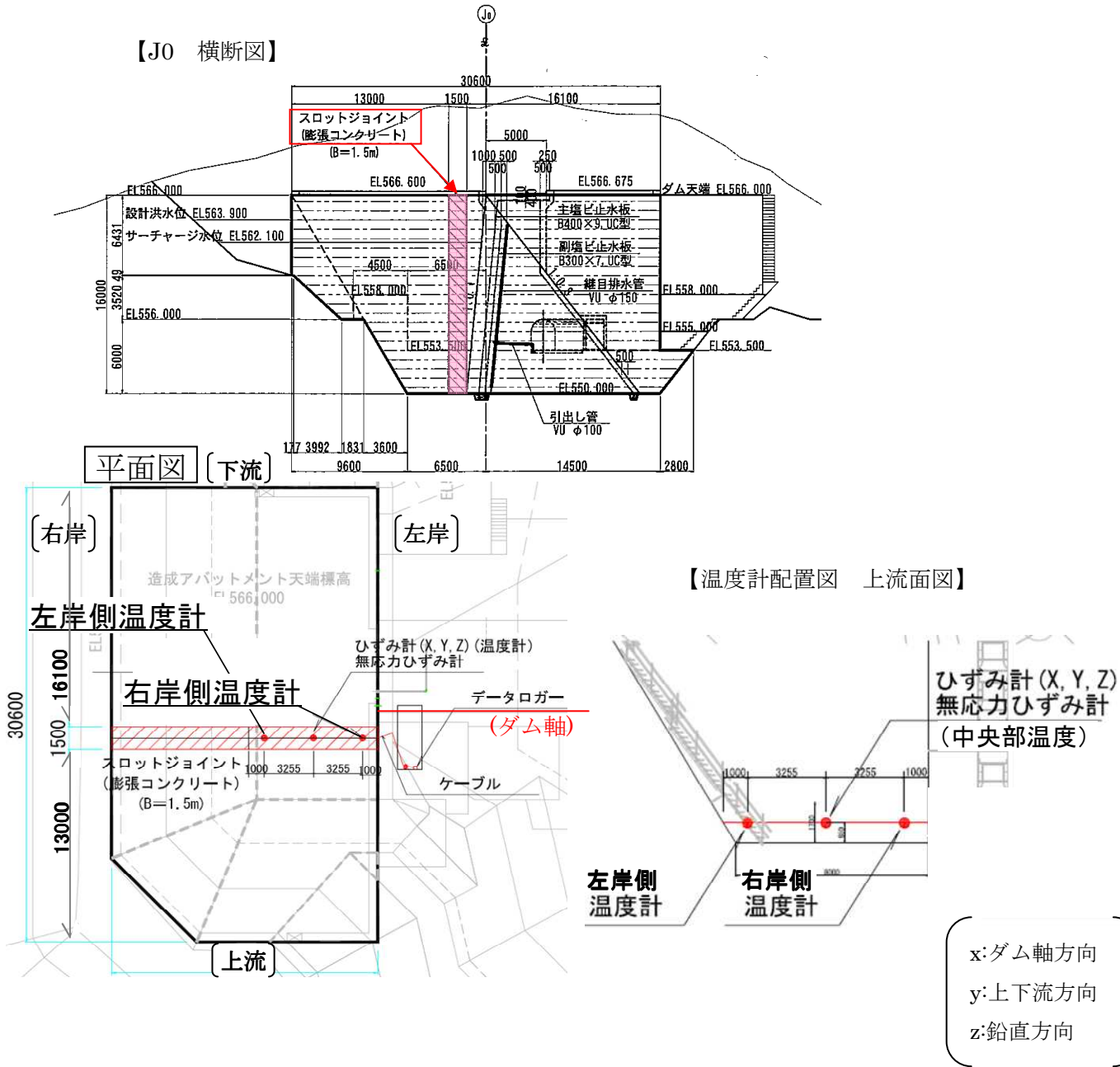


図 3.4.48 スロットジョイント配置図

(1) スロットジョイントの配合

表 3.4.13 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。セメントは中庸熱フライアッシュセメント(MF-30)を使用し、膨張材としてパワー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 3.4.13 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/ (C+Ex) (%)	単位量(kg/m³)					
			水 W	セメント C	膨張材 Ex	細骨材 S	粗骨材 G	AE 減水剤 (%)※1
C4	MF-30	43.5	135	290	20	783	1106	1.0

※1 結合材(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着岩部の 1 リフト中心部に設置したひずみ計の測定結果から、表 3.4.14 に総括するように上下流方向のひずみは最大 70 μ 以下であり、当初目標とした 100 μ 以下を満たした。このことからスロット部にフライアッシュ中庸熱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 3.4.14 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