

松山市緑町土砂災害対策技術検討委員会
第3回委員会資料（愛媛県）

令和6年10月11日

目 次

6. 本復旧対策の方針について

6.1 本復旧対策の方針について【愛媛県】

P 2

6. 本復旧対策の方針について

6.1 本復旧対策の方針について【愛媛県】

- ・松山市が行う斜面对策の本復旧工事を踏まえ、愛媛県が急傾斜地崩壊防止施設の復旧を計画する。
- ・本復旧対策は、現況施設と同等の機能を有した対策の検討を行う。
- ・急傾斜地崩壊防止施設の計画は、現行基準となる「急傾斜地崩壊防止施設設計マニュアル」に準じ、計画を行う。
- ・急傾斜地崩壊防止施設は、地質調査結果を反映し、検討及び計画を行う。

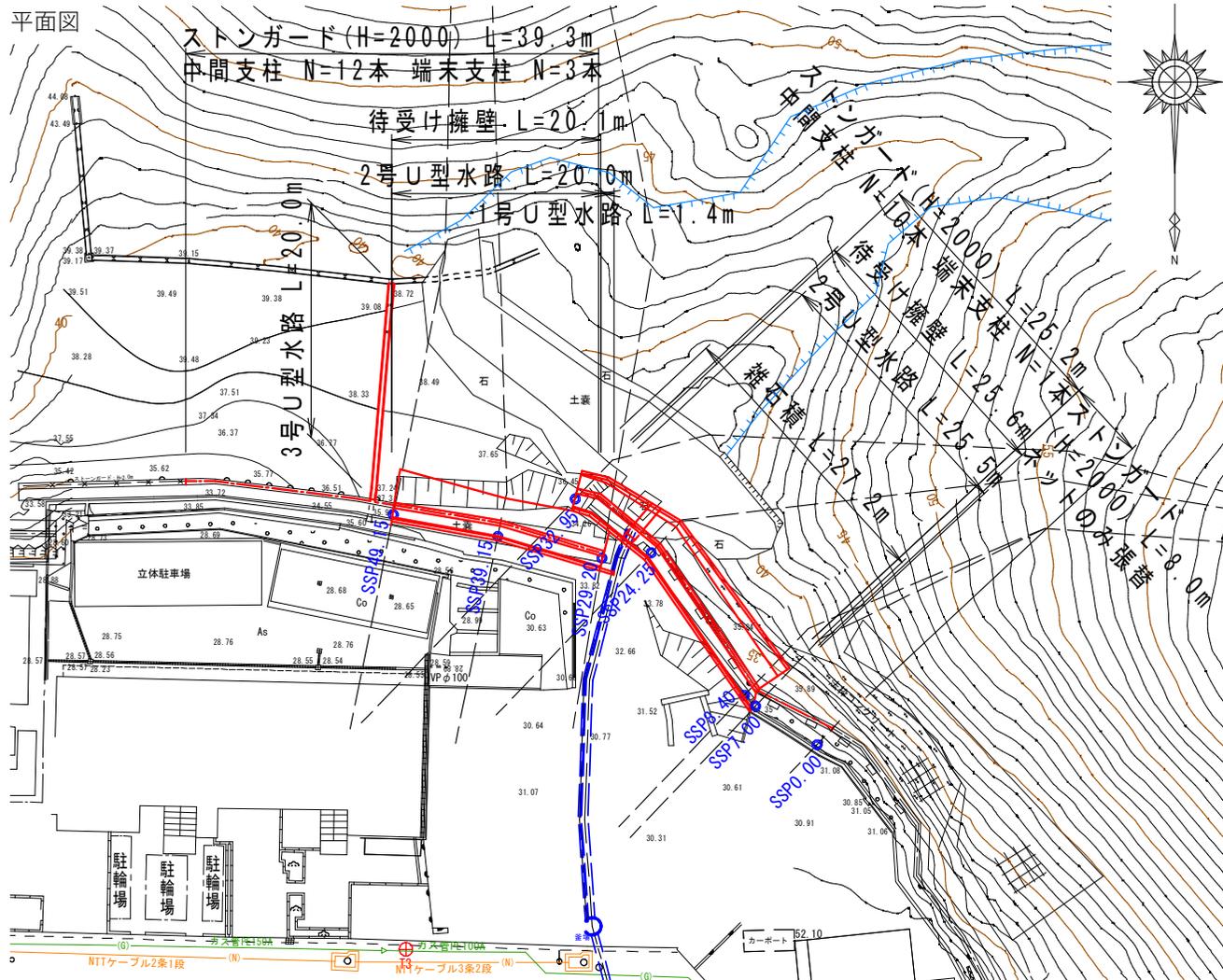


図 6-1 本復旧対策計画平面図

横断面図

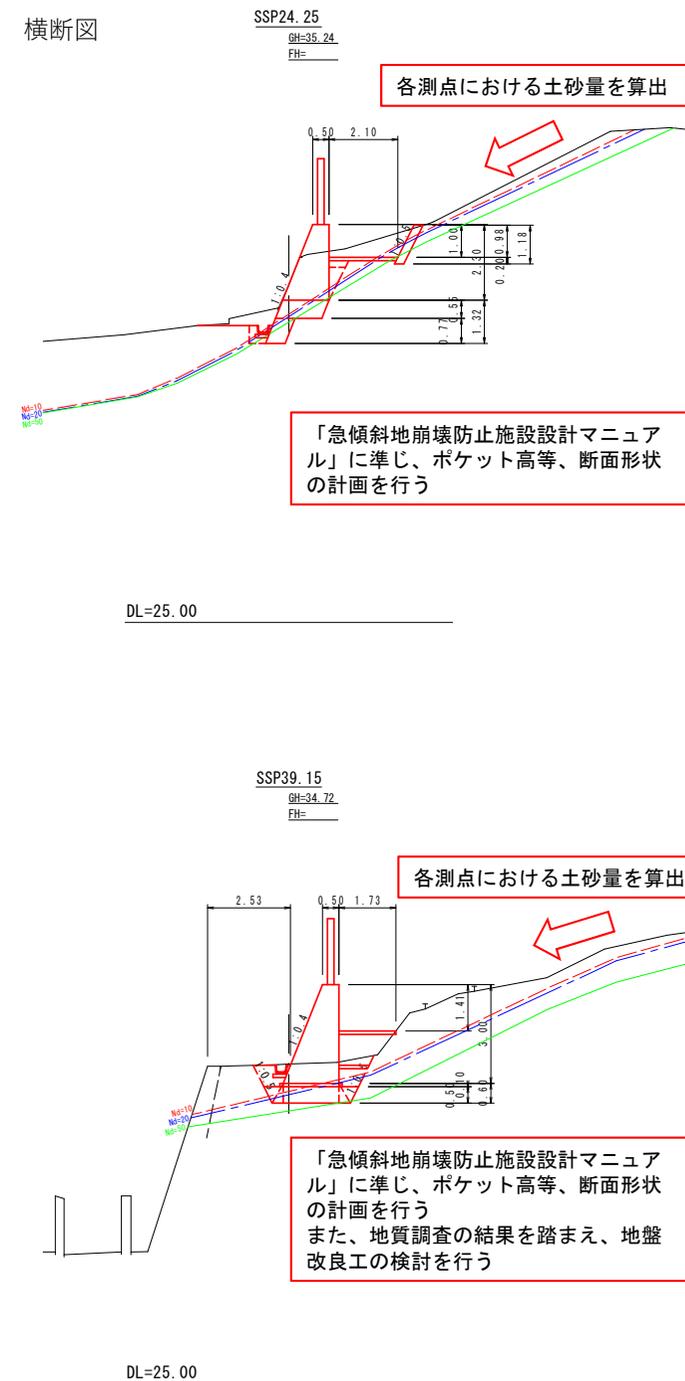


図 6-2 本復旧対策計画横断面図

松山市緑町土砂災害対策技術検討委員会
第3回委員会資料【松山市】

4. 本復旧対策について
本復旧対策の方針について

令和6年10月11日

< 目 次 >

4. 本復旧対策について

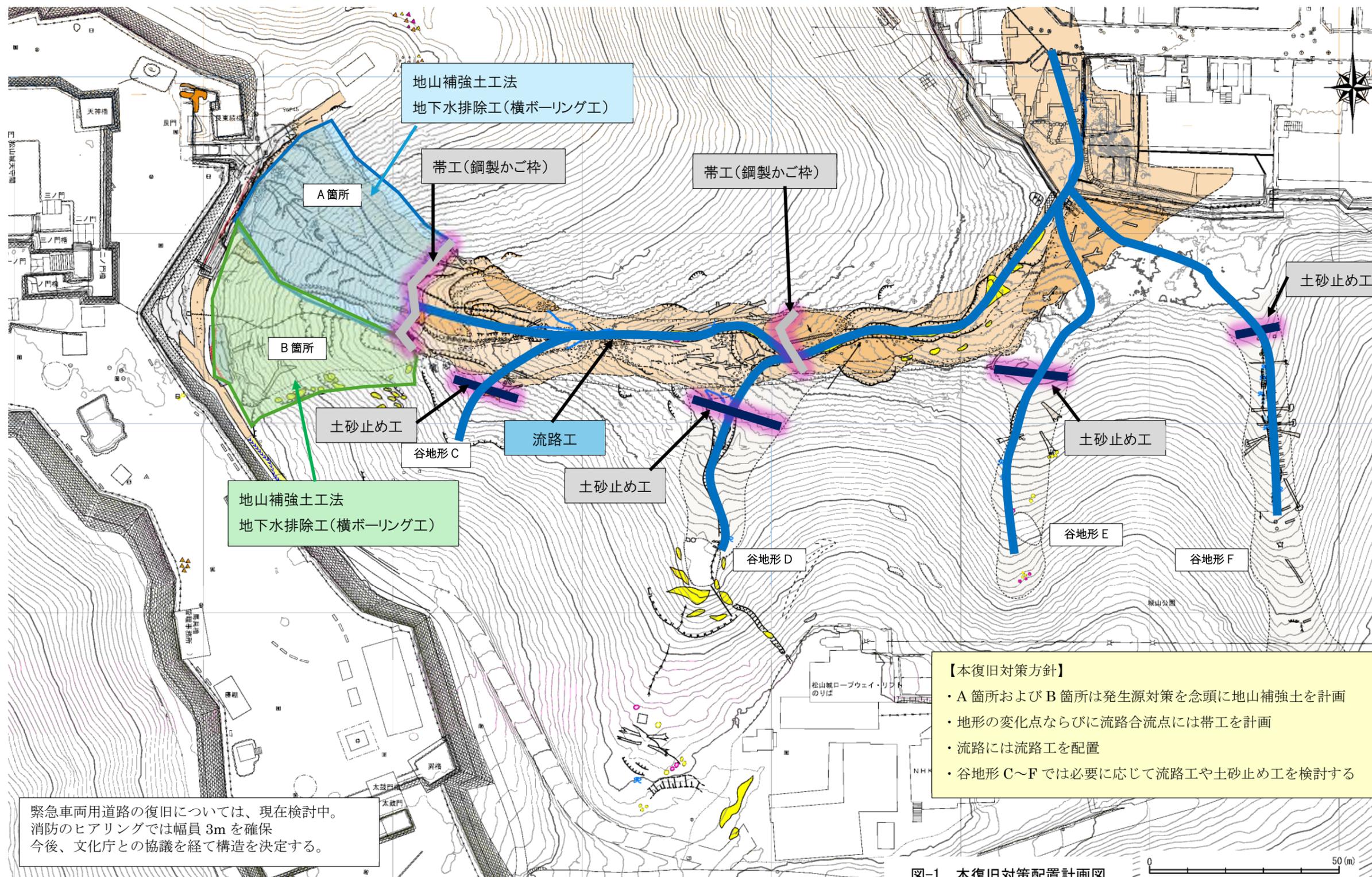
本復旧対策の方針について

本復旧対策の方針について 1

本復旧対策の方針について

(1) 本復旧対策配置計画

- ・資料5までの検討結果を踏まえ、土砂流出の素因、誘因に対して対策工の検討を行った。
- ・素因である残存した捨土・堆積物の強度低下・斜面侵食等の対策は、A箇所ならびに同様の堆積物が分布するB箇所において“発生源対策”を実施する。
- ・また、誘因として検討中の地表水・地下水の対策は、必要に応じて地盤の地下水上昇を抑制する地下水排除工（横ボーリング工）を配置する。さらに、上流部（下部）～下流部に残る“不安定土砂”の流出防止を念頭に置いた水路の整備、帯工等の配置、支川である谷地形C～Fへの流路工や土砂止め工等の配置を計画・検討する。
- ・なお、今後実施する“地下水解析”等により水の浸透や地下水の湧出による安定性への影響評価を用いて、上記の対策工の最適配置を検討する。



【本復旧対策方針】

- ・A箇所およびB箇所は発生源対策を念頭に地山補強土を計画
- ・地形の変化点ならびに流路合流点には帯工を計画
- ・流路には流路工を配置
- ・谷地形C～Fでは必要に応じて流路工や土砂止め工を検討する

緊急車両用道路の復旧については、現在検討中。
 消防のヒアリングでは幅員3mを確保
 今後、文化庁との協議を経て構造を決定する。

図-1 本復旧対策配置計画図

(2) A・B箇所本復旧対策方針

本復旧に向けて、A・B箇所の対策を検討するにあたり対策条件を以下の通り整理した。

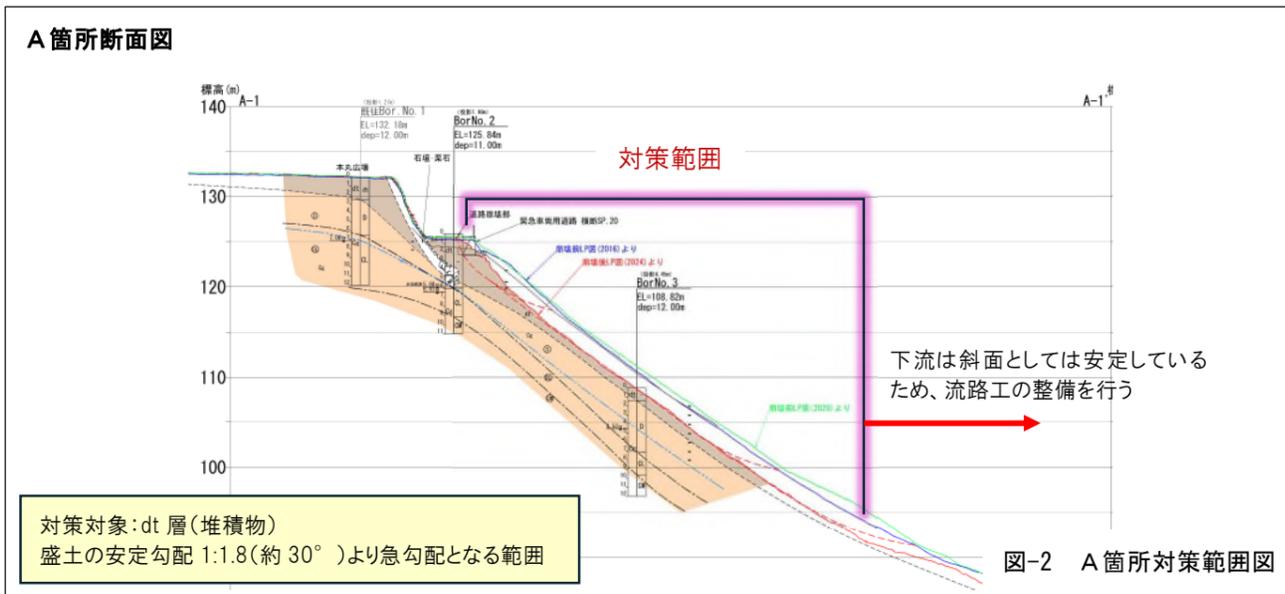


図-2 A箇所対策範囲図

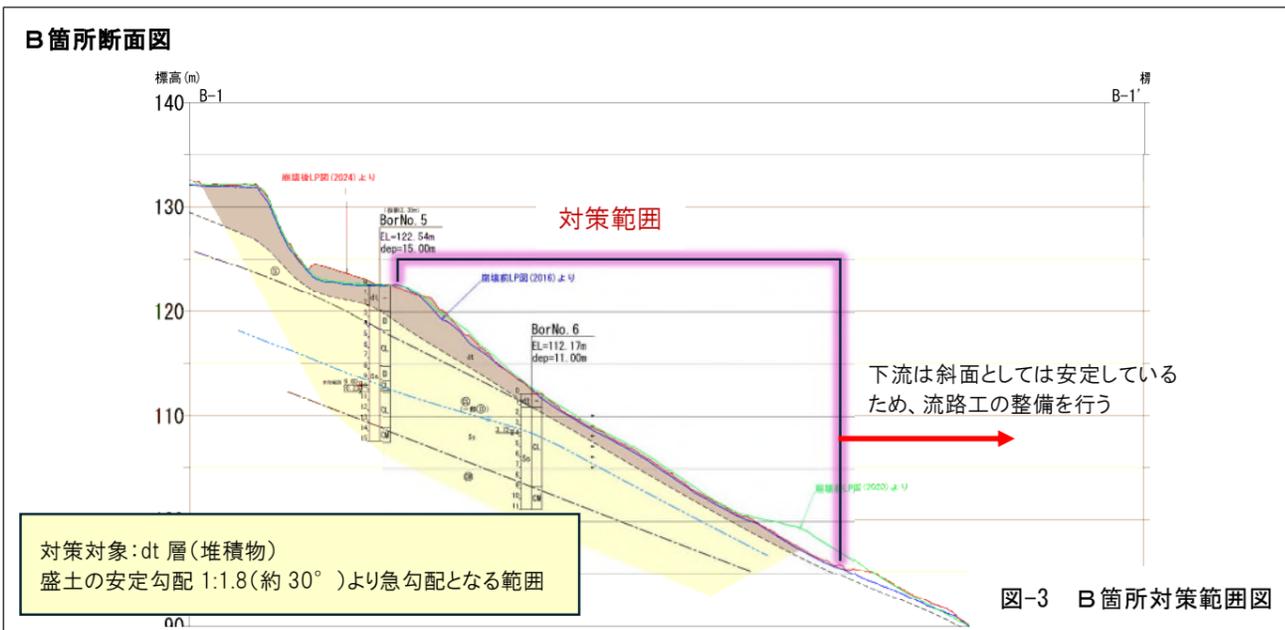


図-3 B箇所対策範囲図

対策工法の検討フローを図-4に示す。

また、対策の対象となる斜面状況より、表-1に示す対策工法選定表より地山補強土工を採用する。



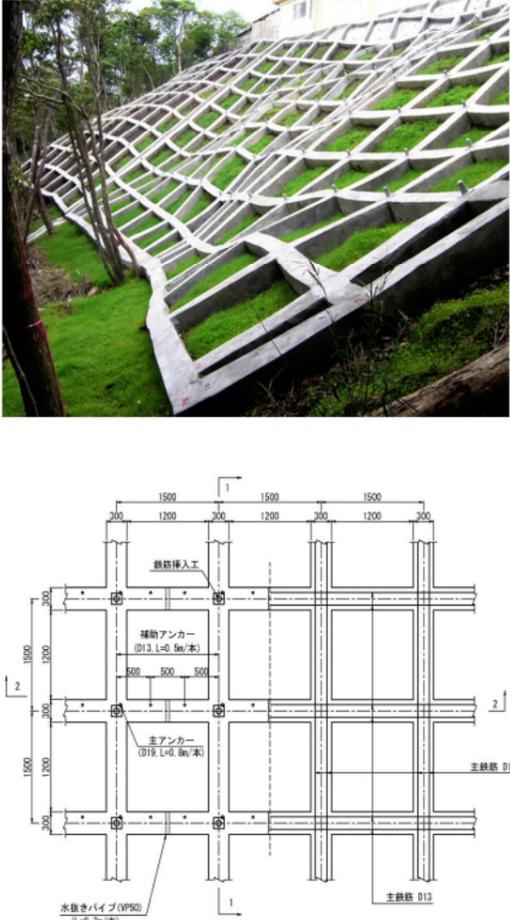
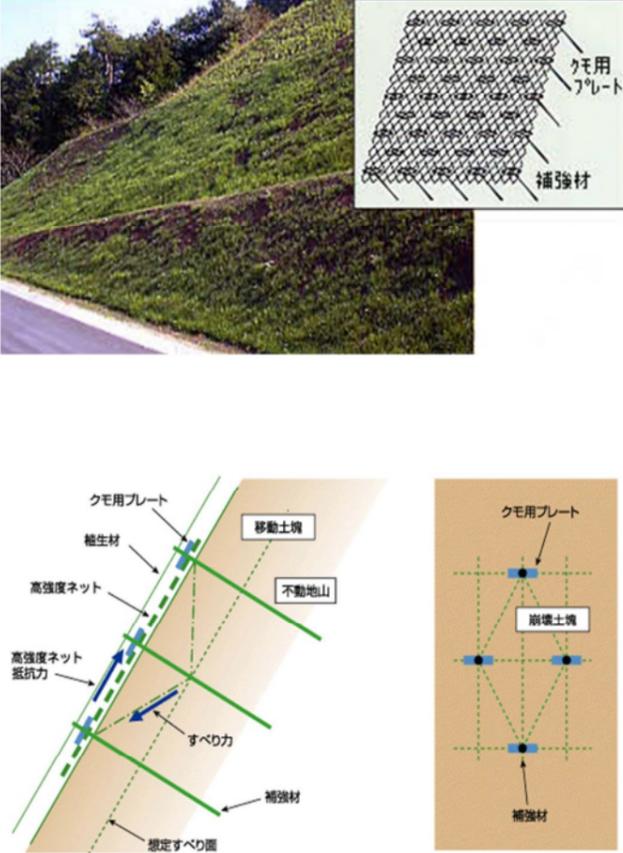
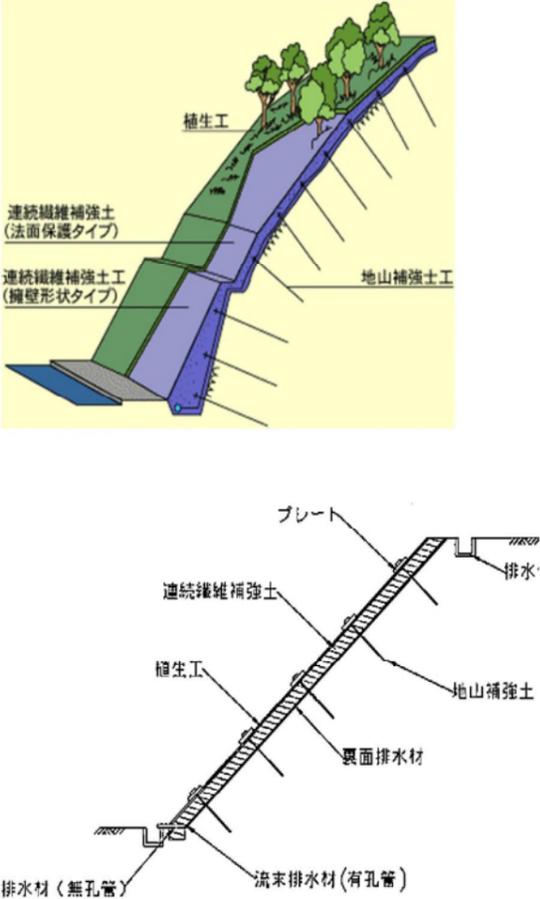
図-4 A・B箇所 本復旧対策検討フロー(案)

表-1 対策工法選定表

対策工法	当地区への適用性について	判定
待ち受け工	安定勾配になるまで崩壊が進行すると史跡である城壁が不安定となるとともに緊急車両用道路が通行不能となる	×
切土工	安定勾配での切土は緊急車両道路も含めてカットされるため不適	△
擁壁工	対象斜長が50mに及ぶため採用不可	×
アンカー工	対象とする土砂厚が1m~3m程度と比較的薄いことから不適	△
地山補強土工	対象とする土砂厚から最も適する	○
杭工	不安定土砂を抑止する対策としては不適	×

なお、地山補強土の受圧板形式などは、対象地が史跡に指定されていることから、景観性、施工性、近傍の実績なども考慮した上で工法の選定を実施する(表-2)。

表-2 A・B箇所対策検討比較(案)

工 法	第1案:吹付法枠工+鉄筋挿入工 【従来工法】	第2案:クモの巣ネット工法 NETIS:【KT-020056-VE】	第3案:連続繊維補強土工+鉄筋挿入工 NETIS:【KT-980183-VE】
対策工 概略図			
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> 補強材を法面に配置し補強材の引張抵抗力、せん断抵抗力、曲げ抵抗力などで崩壊を抑制する工法。 法枠を併用するため面的に抑制可能で、表層崩壊も含め抑制効果に優れる。 	<ul style="list-style-type: none"> 防食性に優れた高強度ネットによりり面の保護を行い、クモ用プレート及び補強材により斜面崩壊を抑制する工法。 植生の基礎工にもなり、落石予防工としても効果が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 補強材を法面に配置し補強材の引張抵抗力、せん断抵抗力、曲げ抵抗力などで崩壊を抑制する工法。緑化および風化・浸食防止のため法面全面を連続繊維補強土工で覆う。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 吹付のためのプラントが必要となるため、施工は設置できるプラント数によって縛られる。1パーティでの比較では最も施工日数は少なくなるが、他案に比べると複数パーティを入れることが困難となるため、実施工程は長くなる。勾配が急になると、枠内からの落石が発生する恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 人力での横持ちが可能で軽量かつ柔軟性に富む材料を使用するため、材料の移動が容易で且つ、使用機械も軽量で施工性にも優れ、種々の現場条件に適用できる。また、法面成形など不要で斜面を荒らさずに施工できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 連続繊維補強土の築造は、吹付施工で行われる。繊維は、専用機によって供給され、斜面に対して一定の角度で均質に混合される。吹付施工であるため自由度も高く、凹凸のある地形や既存木のある地形でも施工が可能である。ただし吹付プラントが必要となるため、増やせる施工パーティ数は限られ、実施工程は長くなる。
景観性	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート面が露出するため、第2案・第3案に比べ景観性に劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用資材が目立たない構造であるため、植生が繁茂すれば景観に与える影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 斜面を連続繊維補強土工で覆い植生を行うため、景観は損なわれない。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には維持管理は不要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には維持管理は不要となるが、流水がある箇所については塗膜の剥がれなどによる補修が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的には維持管理は不要となる。
史跡における実績	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートが露出するため、景観性に劣ることから史跡における実績は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 全国的に実績が多く、松山城でも実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 実績はあるが、松山城においては植生の活着が悪い。

松山市緑町土砂災害対策技術検討委員会
第3回委員会資料【松山市】

令和6年10月11日

< 目 次 >

参考資料

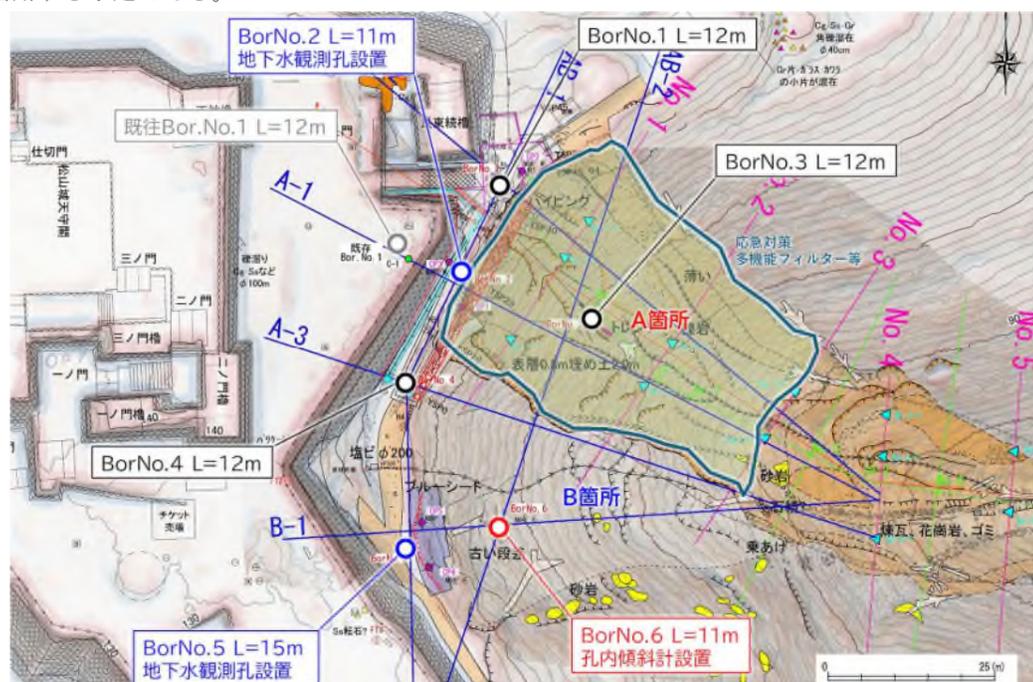
ボーリング調査および動態観測結果について【松山市】

- (1) ボーリング調査等の実施状況について 1
- (2) 動態観測結果について 2

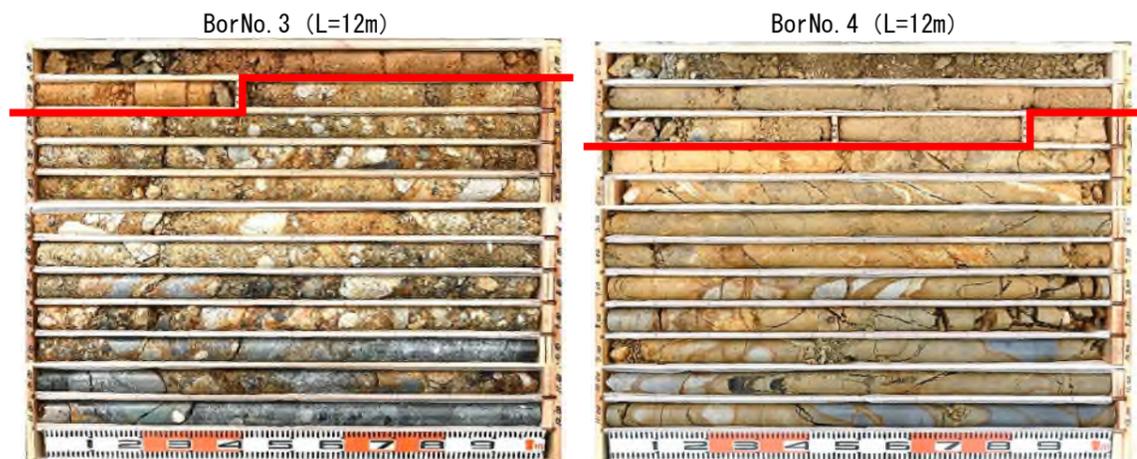
(1) ボーリング調査等の実施状況

A箇所（道路上および斜面内の4孔）ならびにB箇所（道路上および斜面内の2孔）にて、堆積物（埋土等を含む）の分布厚さ（基盤岩までの深さ）の確認を主たる目的として調査ボーリングを行っている（CL級相当の基盤岩+5m深を掘り止めの目安とする）。

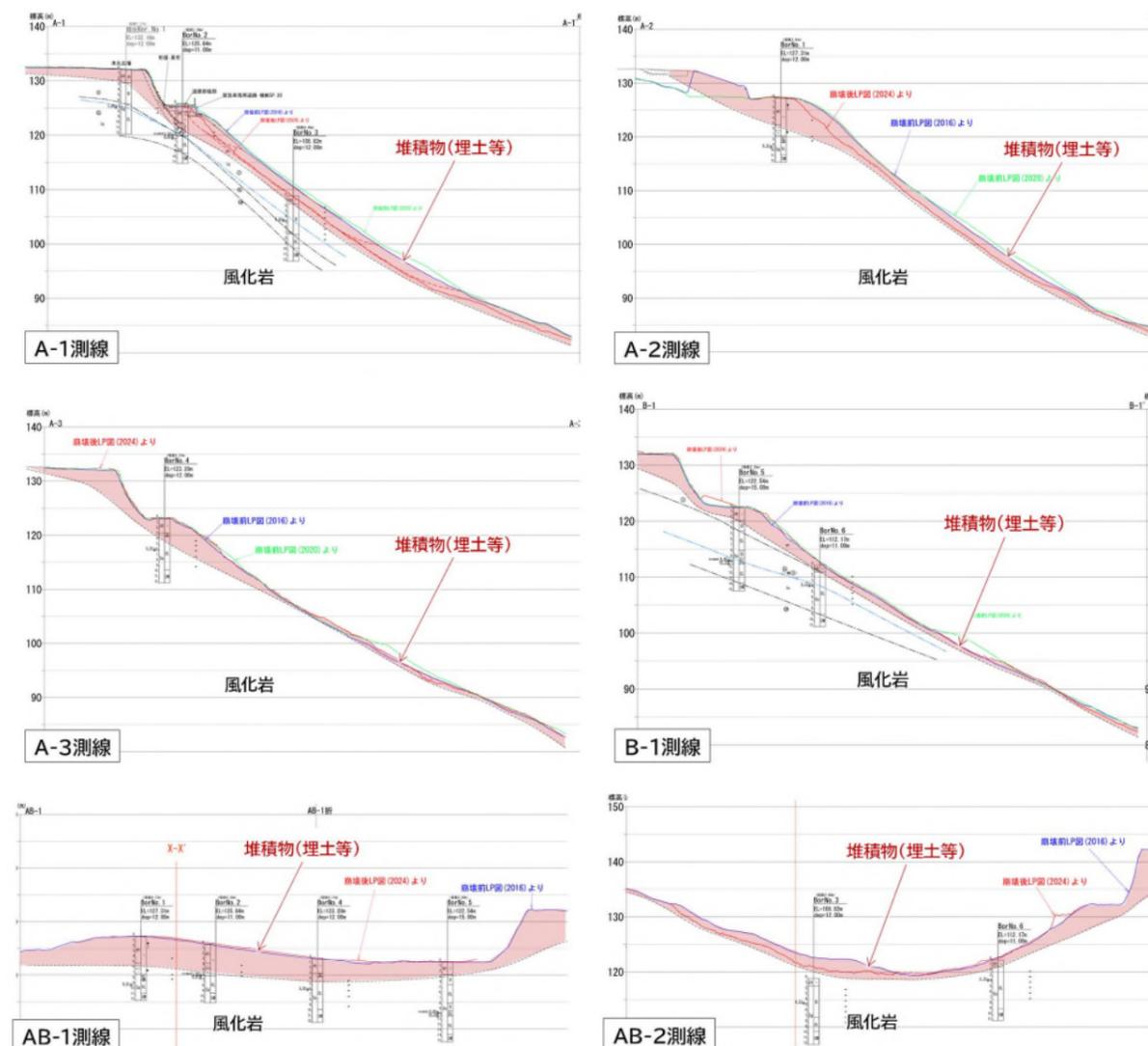
これまでの調査から、緊急車両用道路上で実施したボーリング（BorNo.1, 2, 4, 5）では、堆積物の厚さが2.45～5.05m、A箇所・B箇所斜面内で実施したボーリング（BorNo.3, 6）では厚さ1.25～1.4mの堆積物の分布が確認されている。また、これらの調査地点では別途、原位置試験（標準貫入試験、透水試験）や土質試料のサンプリング等も併せて実施されており、堆積物の分布状況も含めて、今後の水理解析や安定解析、本復旧対策の設計検討等に活用する予定である。



図(1)-2 ボーリング調査および観測孔設置状況



写真(1)-1 ボーリングコア写真の例（赤線が推定される堆積物-基盤岩の境界）



図(1)-3 ボーリング調査地点周辺における地質断面図

(2) 動態観測結果について

■ クリノポール

今後、懸念される斜面の二次的な土砂流出を監視し、警戒避難に資することを目的に地表傾斜計(クリノポール)を5地点に設置した(CP1~CP3:2024年7月26日(CP1一時撤去8月9日・再設置8月14日、CP3一時撤去8月9日・再設置8月14日、一時撤去9月2日・再設置9月24日)、CP4~CP5:2024年8月9日)。監視位置・目的は下記の通りである。

- ・ CP1:A箇所で緊急車両用道路の擁壁が撤去されていない箇所。被災後擁壁が谷側に傾倒する。道路側の地盤が緩み、二次的な土砂流出の可能性のあることから擁壁背後に設置した。
- ・ CP2:A箇所で道路面にクラックが連続し、二次的な土砂流出の可能性のある不安定な土砂が滑落崖付近に残っている箇所。クラック背後に設置し、クラックの波及の有無を監視する。
- ・ CP3:A箇所で緊急車両用道路の谷側半分が欠落しており、斜面肩部から石垣までの距離が短い箇所。地盤の緩みが石垣部分まで及ぶ可能性があることから、石垣の法尻部に設置した。
- ・ CP4,CP5:B箇所路肩に段差、開きを伴う亀裂が認められており、斜面変動状況の把握のために亀裂直下に設置した。

<観測結果(2024/9/27まで)>

A箇所のCP1~CP3は、特に変動はみられない。B箇所のCP4、CP5は、微少な変動は認められるが、有意な(しきい値を超過するような)変動は確認されていない。

台風10号(2024/8/28~2024/8/30)の影響と考えられる変動も特に認められなかった。

■ 孔内傾斜計・自記水位計

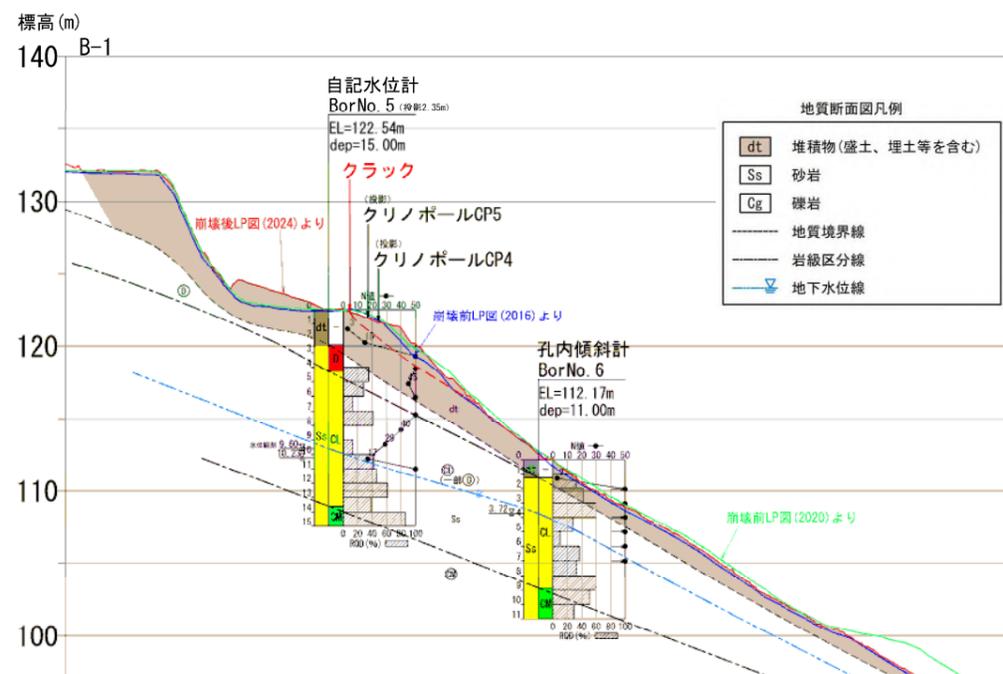
A箇所ならびにB箇所において実施された調査ボーリングのうち、B箇所のNo.6では孔内傾斜計観測孔が、A箇所のNo.2、B箇所のNo.5には地下水位観測孔が設置されており、現在これらの観測孔を利用した観測を実施している。

<観測結果(2024/9/17まで)>

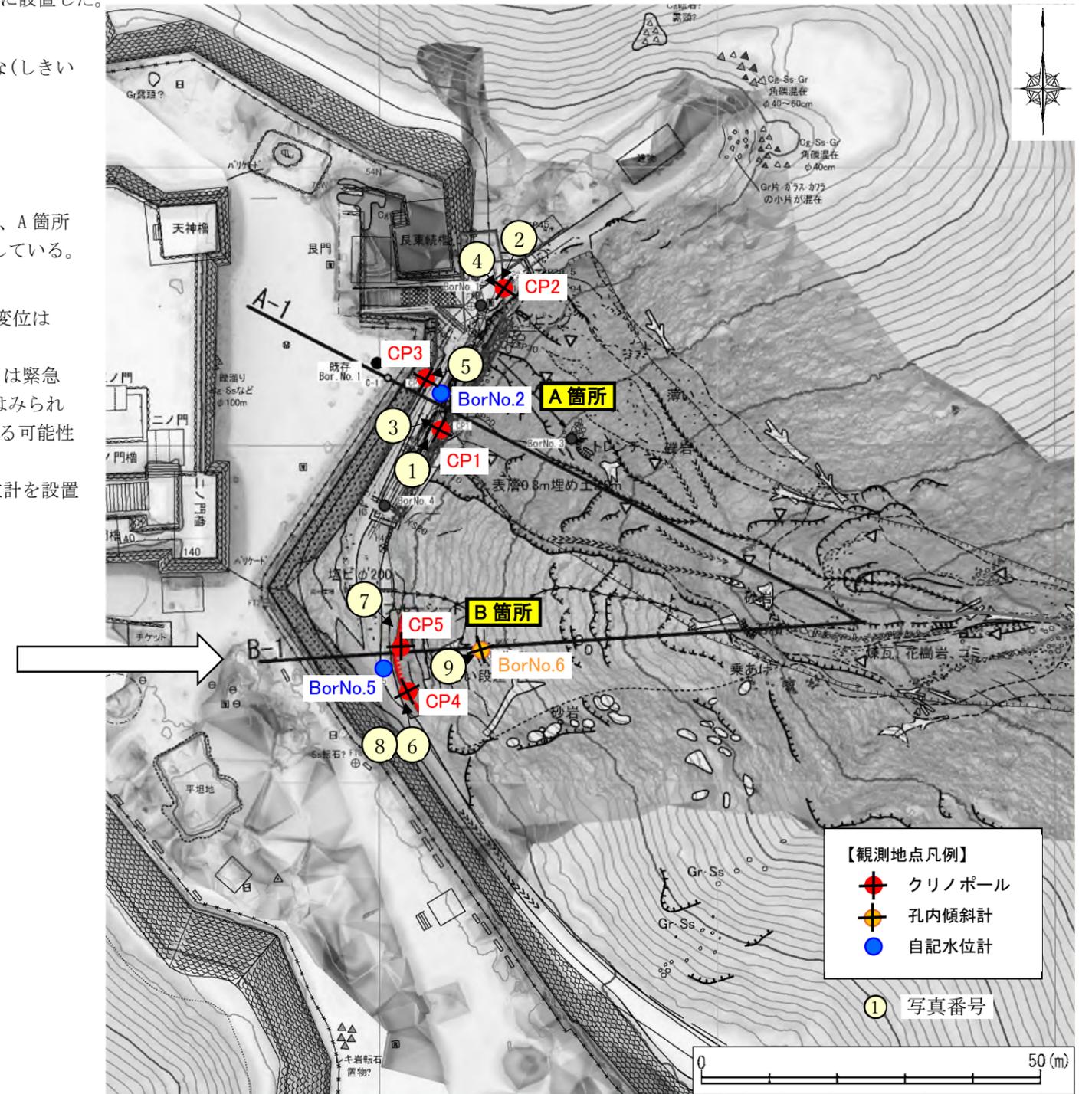
B箇所の孔内傾斜計No.6は、2024/8/23に初期値を測定して以降、2回の観測を実施したが、現状で特に変位はみられない。台風10号(2024/8/28~2024/8/30)の影響と考えられる変位も特に認められなかった。

孔内傾斜計No.6は、B箇所のクリノポールCP4・CP5の下方斜面に位置している。クリノポールCP4、CP5は緊急車両用道路谷側のクラック直下にあり、僅かな変動が確認されたが、下方斜面の孔内傾斜計No.6では変位はみられないことから、現状でB箇所のクラック下方の表層のごく一部(図2-2の赤破線(想定))が不安定化しつつある可能性が考えられる。

自記水位計観測は、2024/9/13にA箇所の地下水位観測孔No.2、B箇所の地下水位観測孔No.5に自記水位計を設置し観測を開始した。観測開始後、降雨が少なく、現状で特に明瞭な水位変動はみられない。



図(2)-2 B箇所断面図(B-1測線)



図(2)-1 観測地点位置図



写真1 クリノポール CP1、CP2、CP3 設置状況全景（起点側から撮影）



写真2 クリノポール CP1、CP2、CP3 設置状況全景（終点側から撮影）

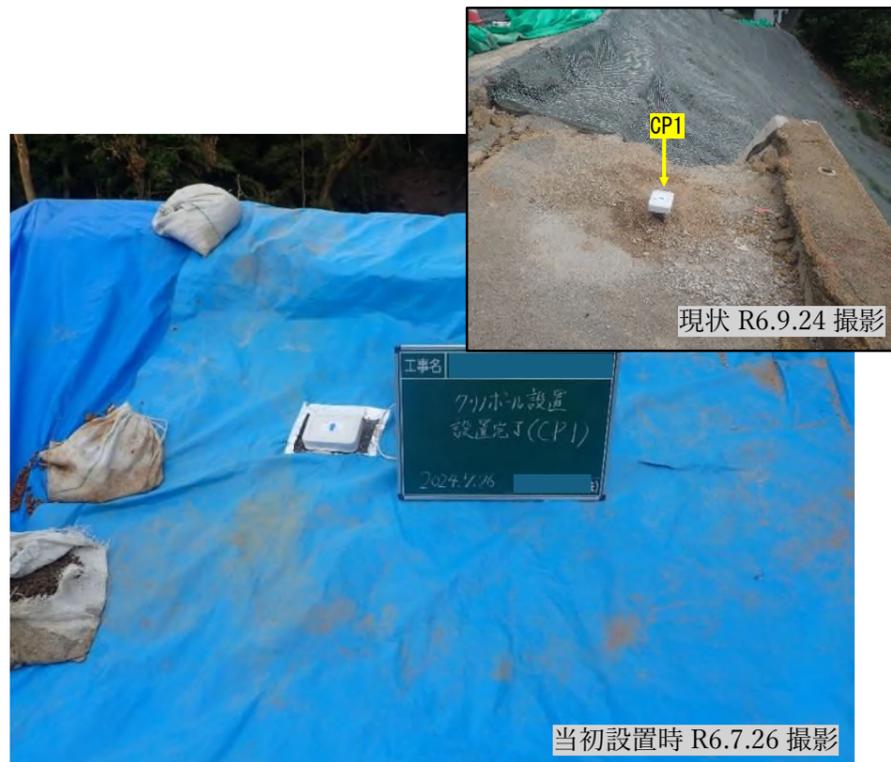


写真3 クリノポール CP1 設置状況



写真4 クリノポール CP2 設置状況



写真5 クリノポール CP3 設置状況

図(2)-3 クリノポール CP1、CP2、CP3 設置状況、自記水位計 No. 2 観測地点状況



写真6 クリノポール CP4、CP5 設置状況全景（起点側から撮影）



写真7 クリノポール CP4、CP5 設置状況全景（終点側から撮影）



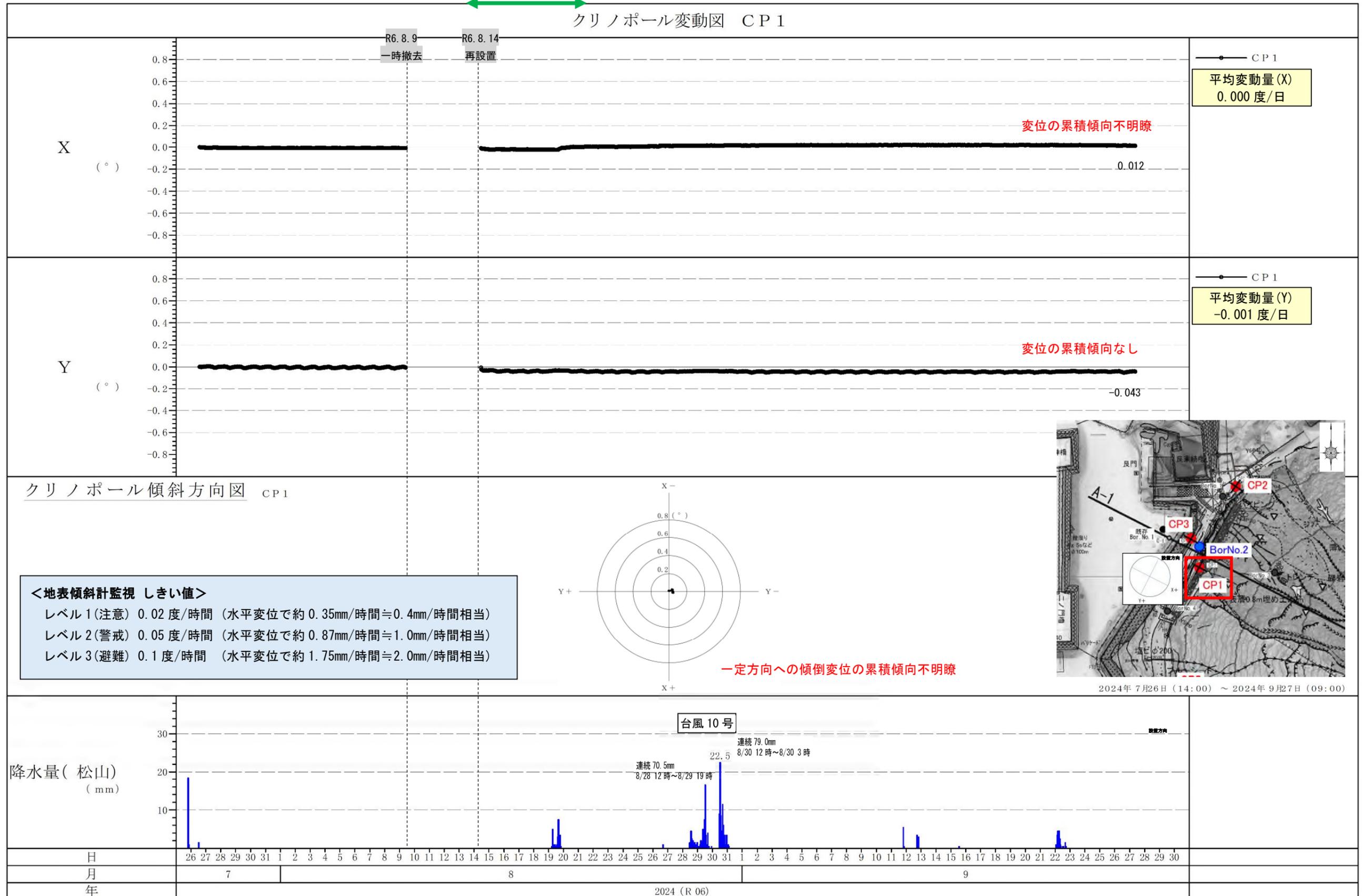
写真8 クリノポール CP4、CP5、自記水位計 No. 5 観測地点全景（起点側から撮影）



写真9 孔内傾斜計 No. 6 観測地点

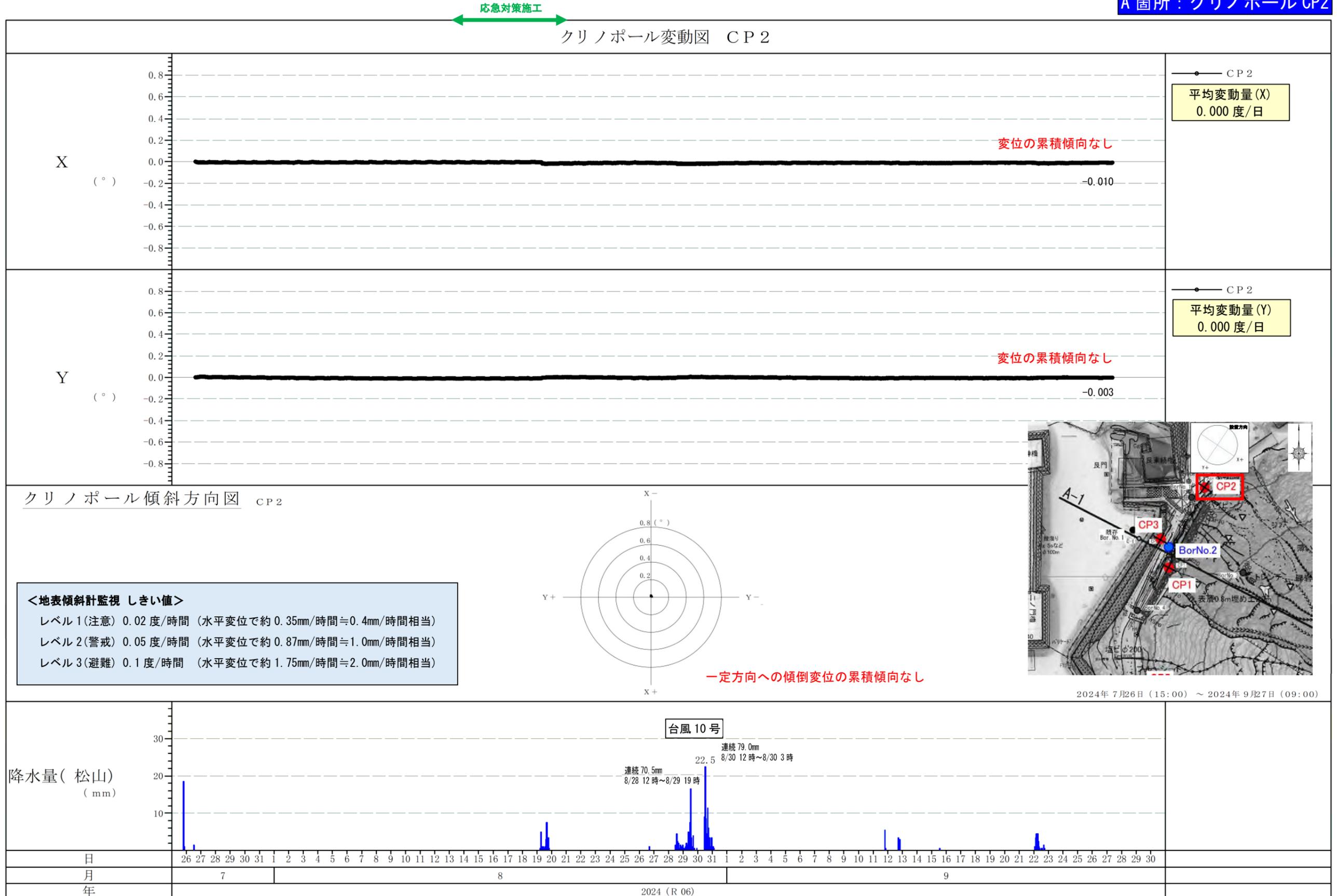
図(2)-4 クリノポール CP4、CP5 設置状況、孔内傾斜計 No. 6、自記水位計 BorNo. 5 観測地点状況

A箇所：クリノポール CP1



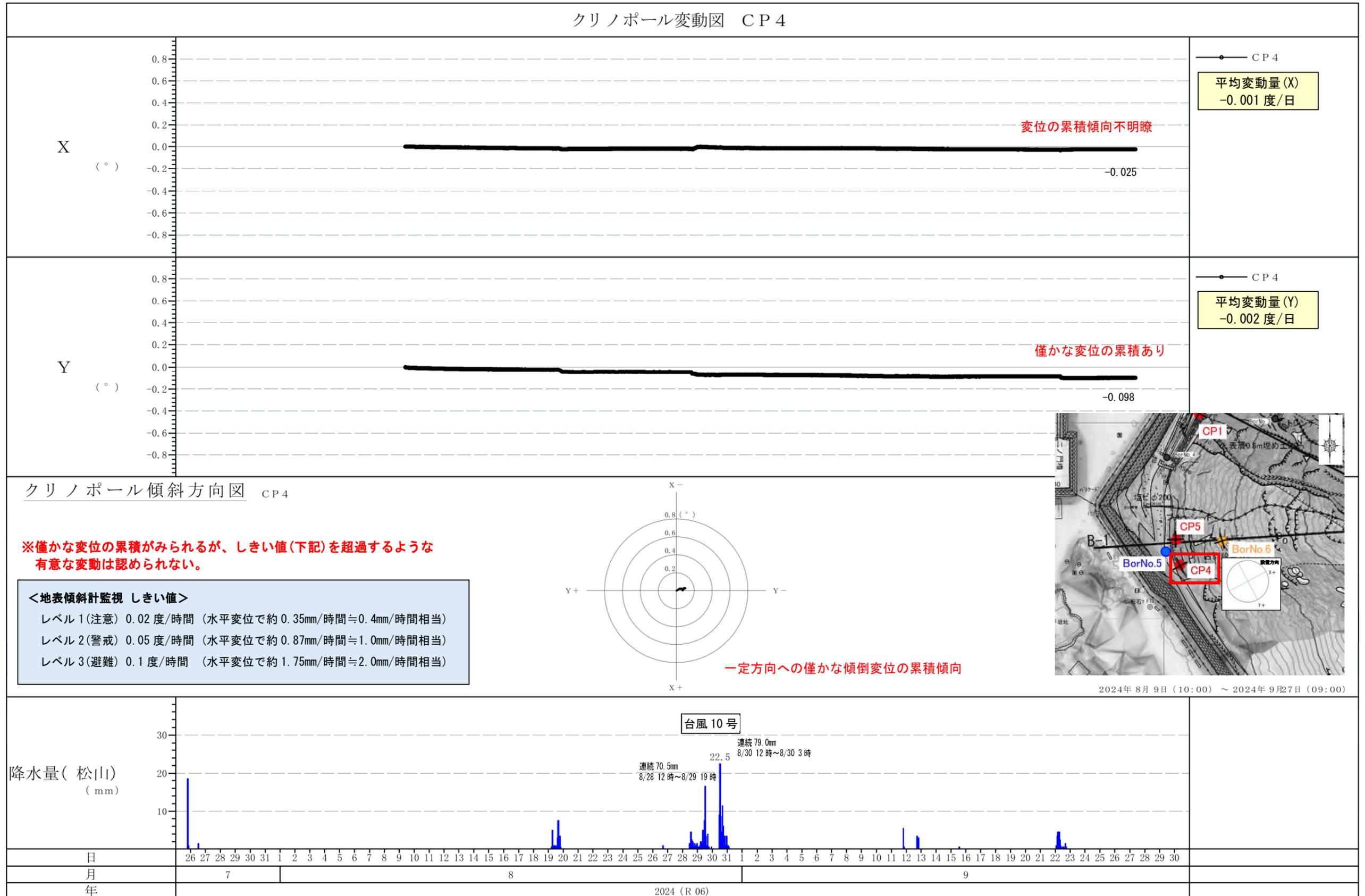
図(2)-5 クリノポール CP1 観測結果

A箇所：クリノポール CP2



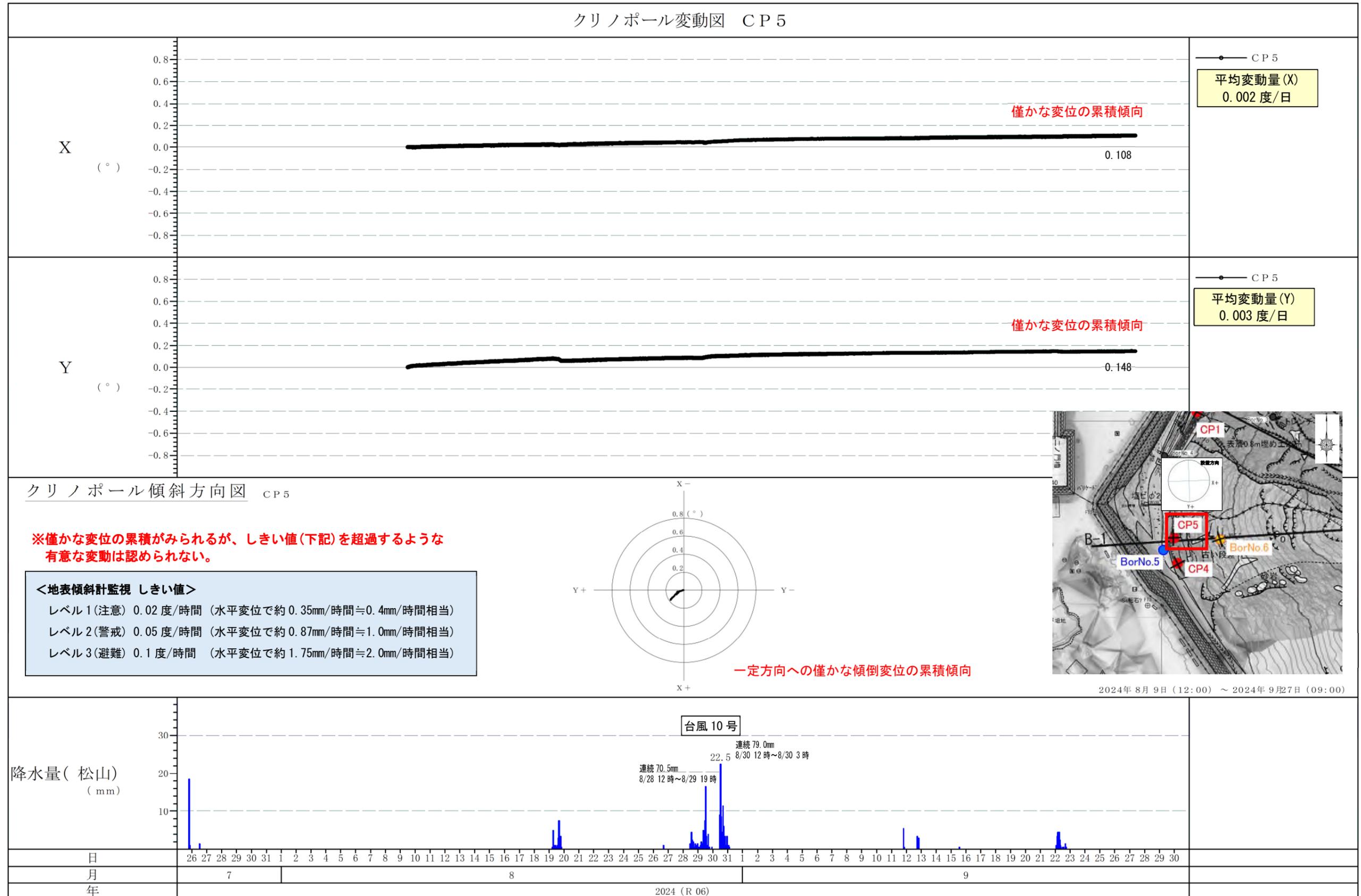
図(2)-6 クリノポール CP2 観測結果

B箇所：クリノポール CP4



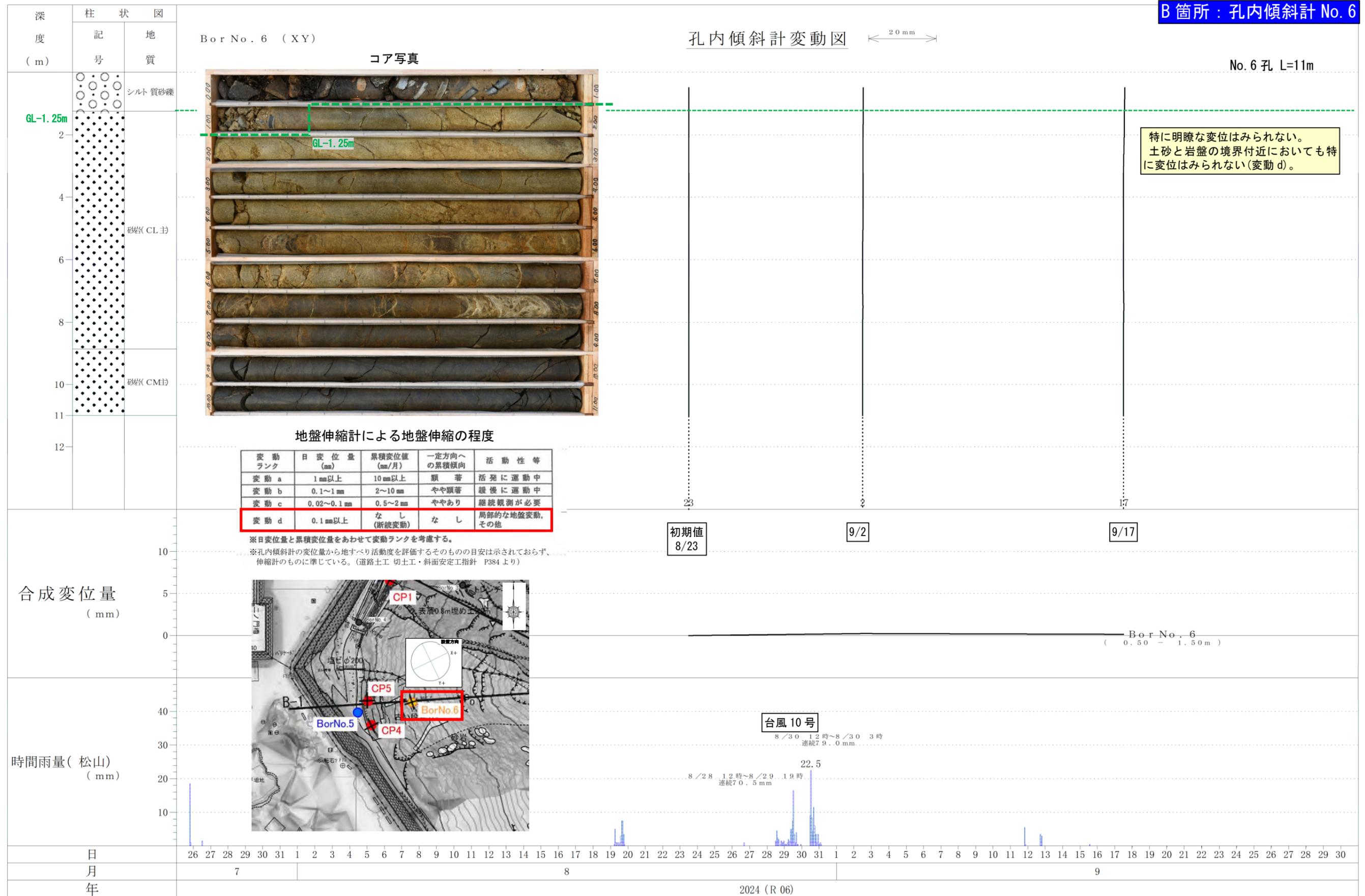
図(2)-8 クリノポール CP4 観測結果

B箇所：クリノポール CP5

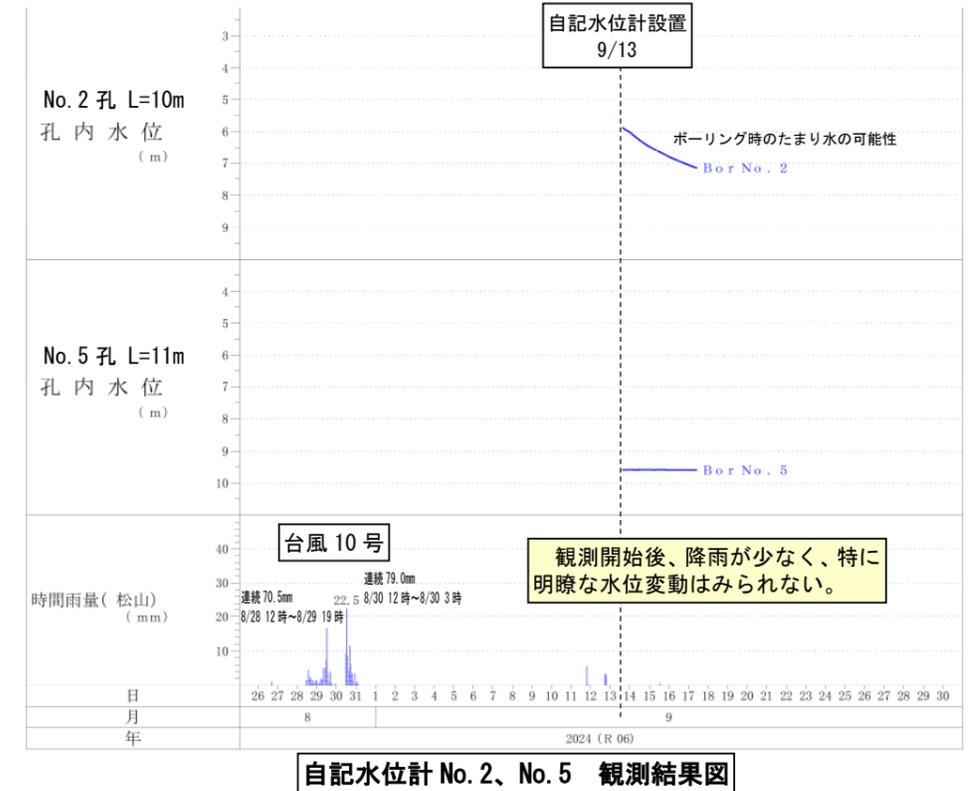
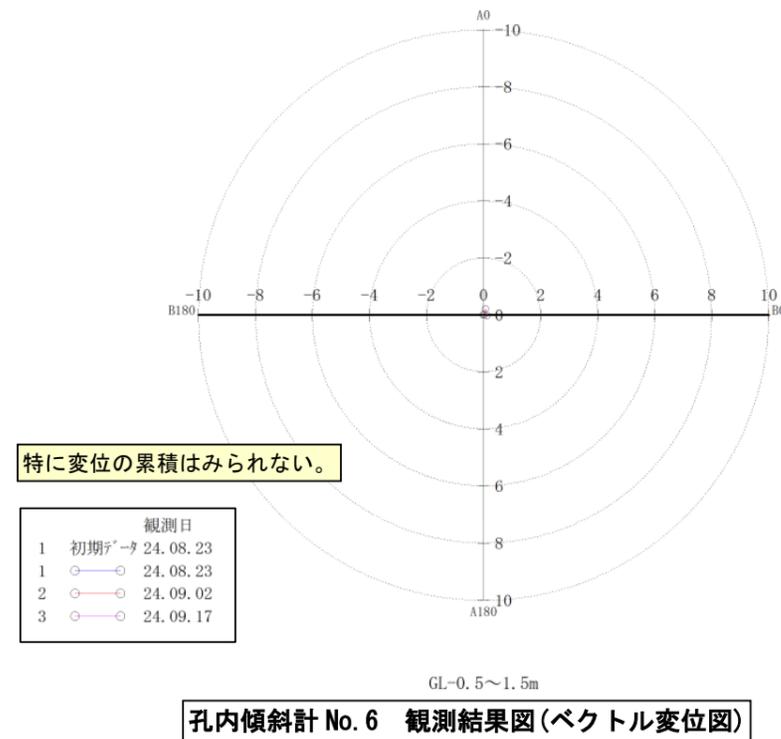
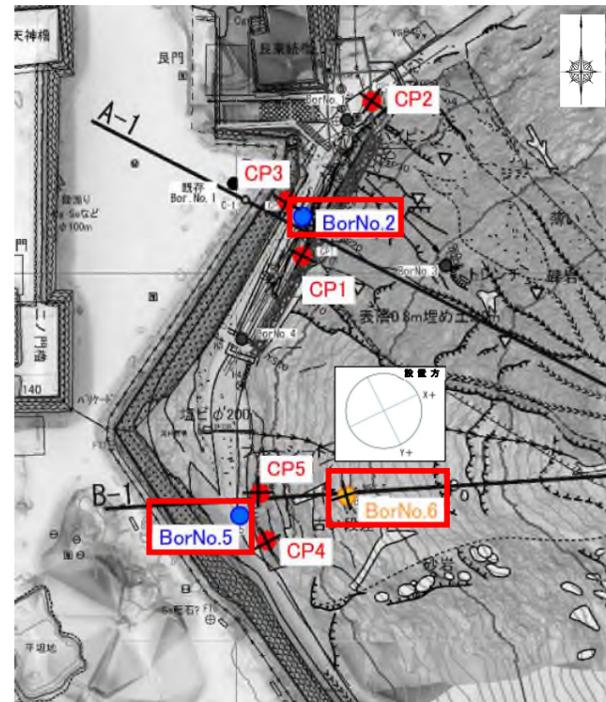
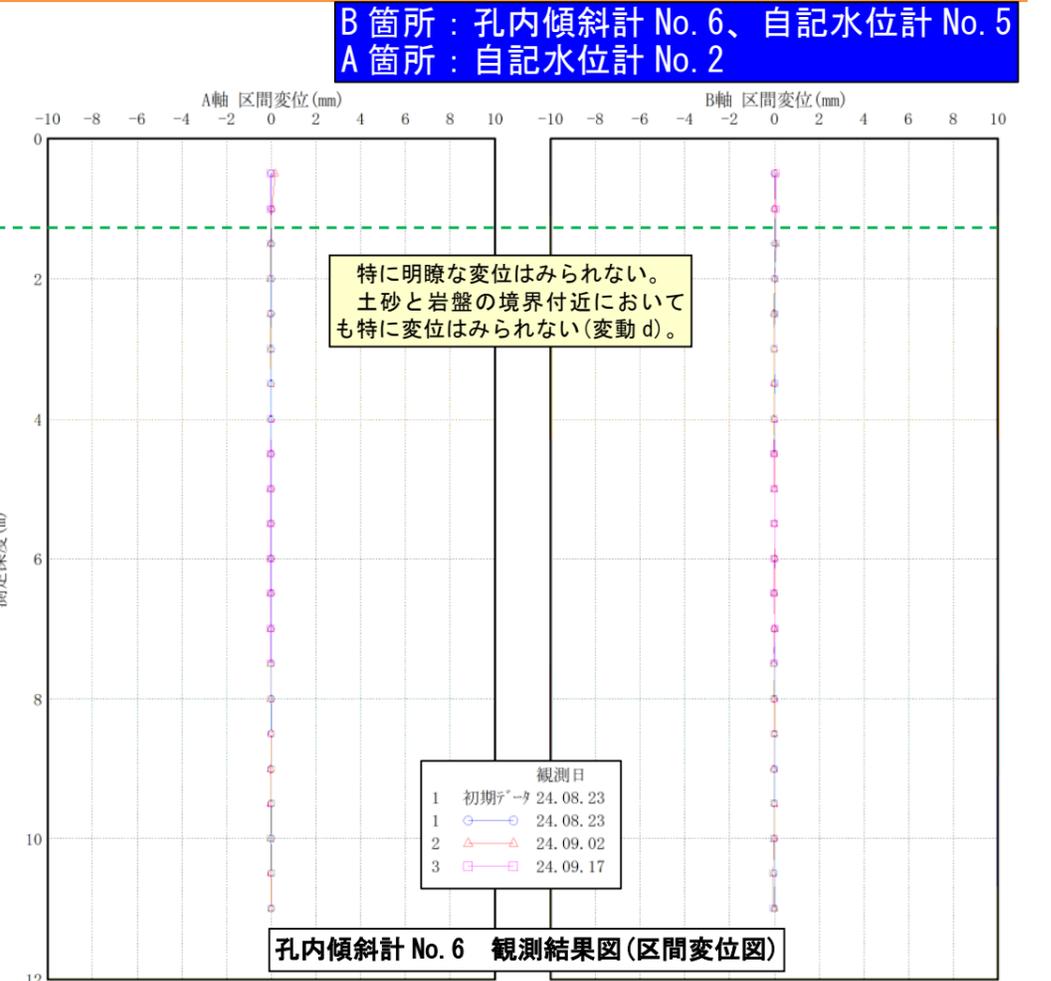
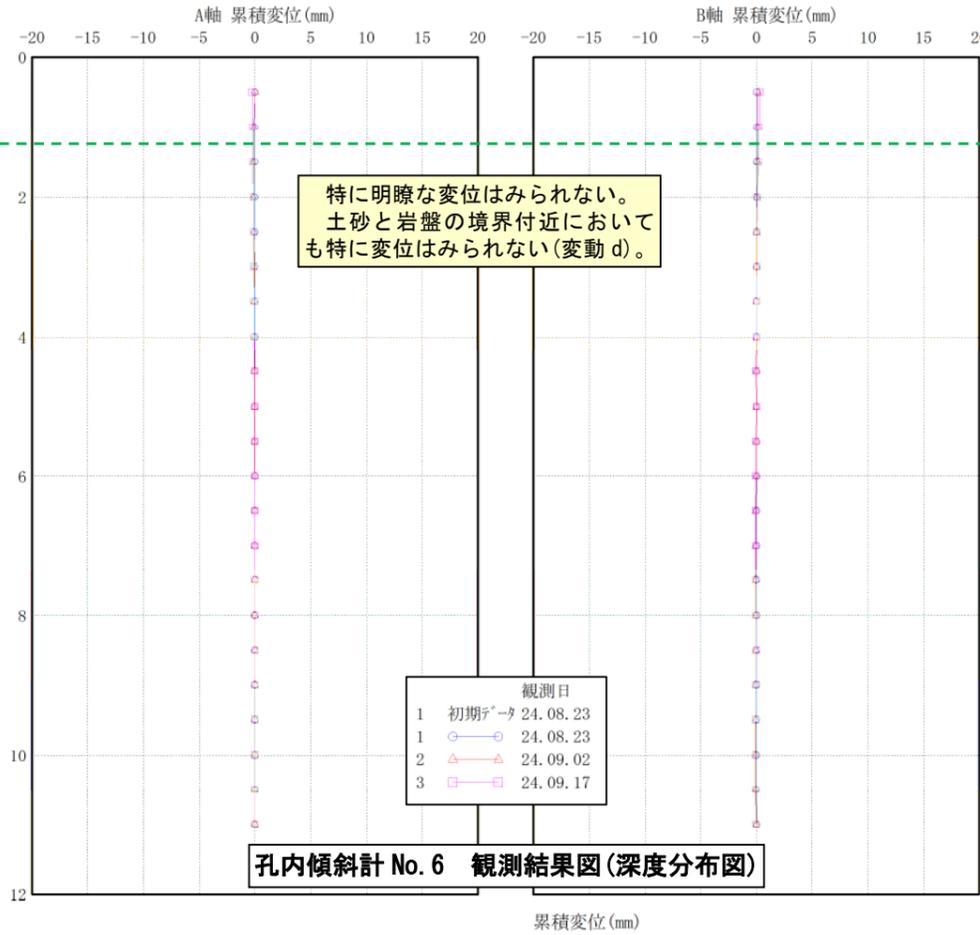
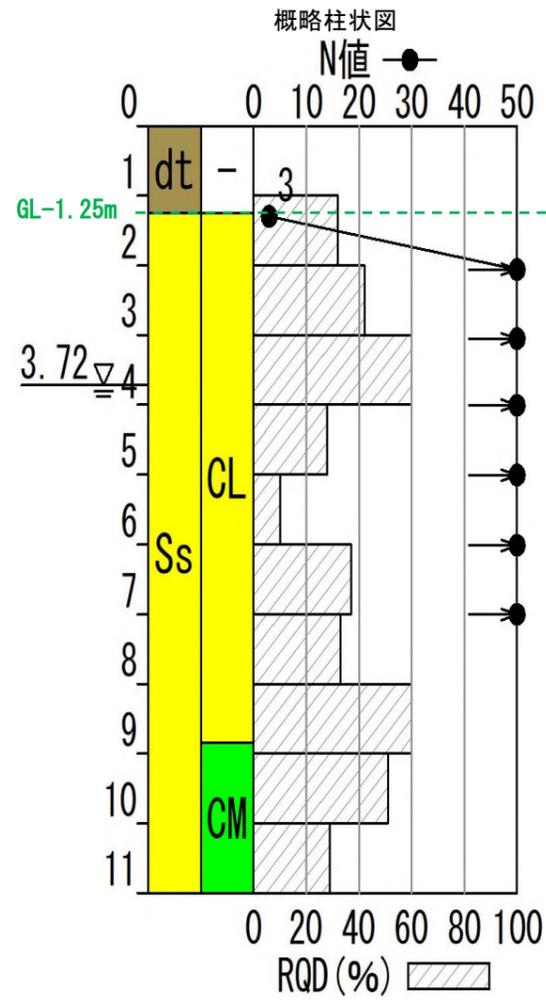


図(2)-9 クリノポール CP5 観測結果

B 箇所：孔内傾斜計 No. 6



図(2)-10 孔内傾斜計 No. 6 観測結果総括図



図(2)-11 孔内傾斜計 No. 6、自記水位計 No. 2、No. 5 観測結果図