

## 第7回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会 議事次第

日時：平成24年8月13日（月）

（現地視察）10：00～12：00

（委員会）14：00～16：00

場所：合同庁舎 2階 大会議室

### 1．開会

### 2．事業者挨拶

### 3．議題

1）第6回 建設工法モニタリング委員会の議事録確認

2）第6回 建設工法モニタリング委員会の質疑に対する事務局説明

3）平成23年度モニタリング調査報告

- 1．平成23年度の施工実績について
- 2．平成23年度のモニタリング調査の報告について

4）今年度（平成24年度）のモニタリング調査内容

- 1．本年度工事の概要について
- 2．本年度のモニタリング調査の内容について

### 4．その他

## 第7回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

### 配布資料一覧

資料番号	資料タイトル
資料- 1	第6回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会の質疑に対する事務局説明 <ul style="list-style-type: none"><li>地震計の設置について</li></ul>
資料- 2	平成 23 年度モニタリング調査報告 <ol style="list-style-type: none"><li>平成 23 年度の施工実績について</li><li>地下水保全対策におけるモニタリング調査の報告について</li><li>空洞対策工におけるモニタリング調査の報告について</li></ol>
資料- 3	今年度（平成 24 年度）のモニタリング調査内容 <ol style="list-style-type: none"><li>本年度工事の概要について</li><li>本年度のモニタリング調査の内容について</li></ol> <ul style="list-style-type: none"><li>地下水モニタリング</li><li>空洞対策工モニタリング</li></ul>

## 第 7 回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

### 第 6 回 建設工法モニタリング委員会の質疑に対する事務局説明

日時：平成 2 4 年 8 月 1 3 日

場所：合同庁舎 2 階 大会議室

## 1 . 地震計の設置について

(質問)

地震による被害が発生した場合、あるいは大きな被害はなくても構造的な障害と認められるようなものができたときに、その影響を把握するための検討が行えるよう地震計を設置したほうが良いのではないのでしょうか。

(回答)

地震計については、空洞対策工内での設置も考えられるが、維持管理等で不便となる。そのため、今後、ターミナルビル、航空局施設（CAB 庁舎、管制塔、気象施設）、県事務所施設等との調整を行い設置に向けた検討を行う予定をしています。

## 第7回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

H23年度モニタリング調査報告について

日時：平成24年8月13日

場所：合同庁舎 2階 大会議室

## 目 次

1. H23 年度の施工実績について ..... 1-1
2. 地下水保全対策におけるモニタリング報告について ..... 2-1
3. 空洞対策工におけるモニタリング調査の報告について ..... 3-1

# 1. H23 年度の施工実績

## 1.1 工事実施概要

空港本体造成工事は、主に切土・盛土工事と滑走路・誘導路の舗装工事（上層路盤～表層）及び照明工事、緑化工事等を実施した。空港本体周辺では、ターミナル地区の工事（旅客ビル、航空局庁舎、消防車庫）が実施された。

また、小型コウモリ類の保全対策の一つである採餌場・移動経路の植栽工事を実施した。

## 1.2 工事工程

平成 23 年度の工事工程については、表 1.2.1 に示すとおりである。

表 1.2.1 平成 23 年度工事工程

項目	年度・月	平成23年度											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
用地造成													
土工													
滑走路舗装													
誘導路舗装													
緑化工													
場周柵													
照明施設													
進入・滑走路・誘導路灯火等													
付替農道													
農道工事													
道路駐車場													
排水・照明(基礎)													
採餌場・移動経路の植栽													
植栽工事													
C・E洞保全対策工													
ボックス設置工													
ピオトープ													
植栽工事													
VOL/DME・TSR施設用地													
庁舎建築													
ターミナル地区													
旅客ターミナルビル建築													
消防車庫(管理等)建築													
大阪CAB庁舎・管制塔建築													
海上保安庁関連施設工事													

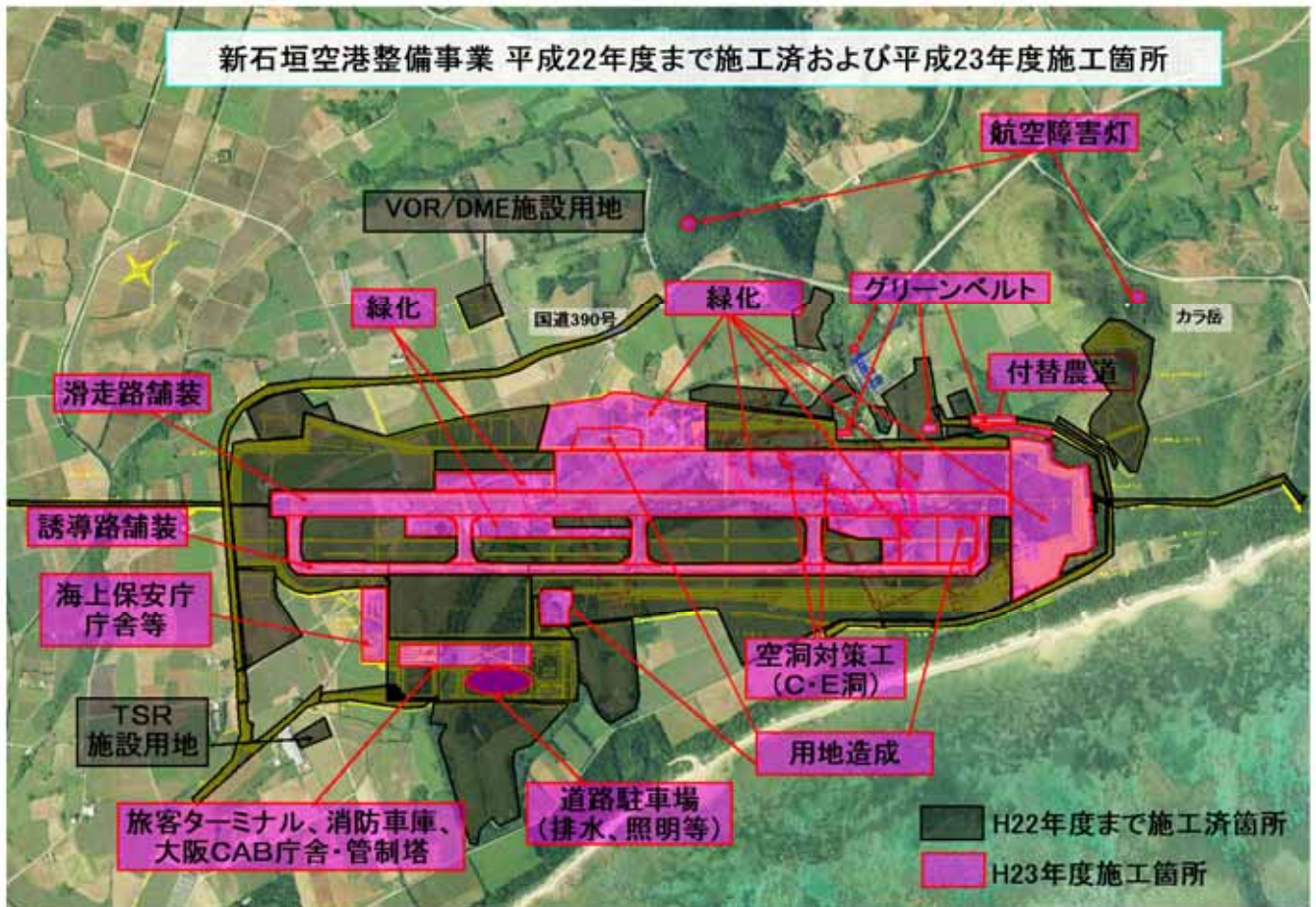


図 1.2.1 平成 23 年度工事箇所

### 1.3 用地造成工事

用地造成工事等の施工位置は、図 1.2.1 に示すとおりである。

土工については、平成 22 年度から引き続き約 70 万 m<sup>3</sup>の切盛土を行った。

また、赤土等流出防止対策については、平成 22 年度に設置した施設を流用し、平成 23 年度の施工面積に対応した施設として使用した。

### 1.4 滑走路・誘導路舗装

滑走路・誘導路舗装は、図 1.4.1、図 1.4.2 に示すとおり、上層路盤～表層の箇所の施工を行った。平成 23 年度は表層で滑走路約 127,200m<sup>2</sup>、誘導路約 43,550m<sup>2</sup>を実施した。



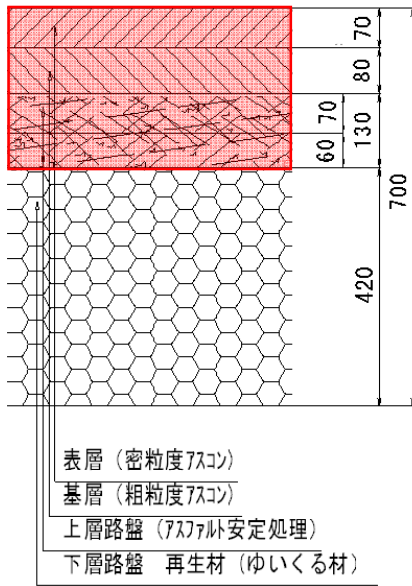


図 1.4.1 滑走路舗装断面図

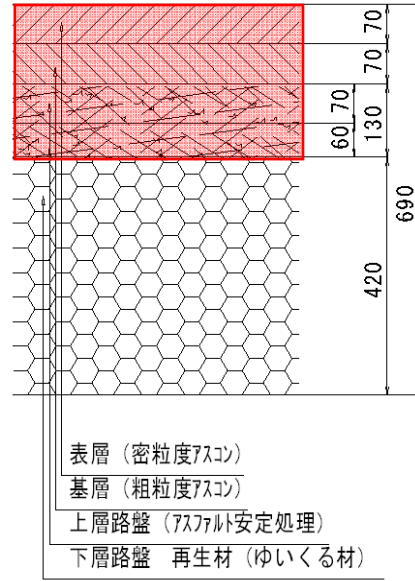


図 1.4.2 誘導路舗装断面図

## 1.5 緑化

法面部の緑化については厚層基材吹付を実施した。また、平場部については、当初ツルメヒシバを予定していたが、島内で牧草として生産されており入手可能なトランスペーラに変更して施工を行った。

## 1.6 場周柵

場周柵については、図 1.6.1 に示す形状により、空港本体の周辺約 5,000m を施工した。

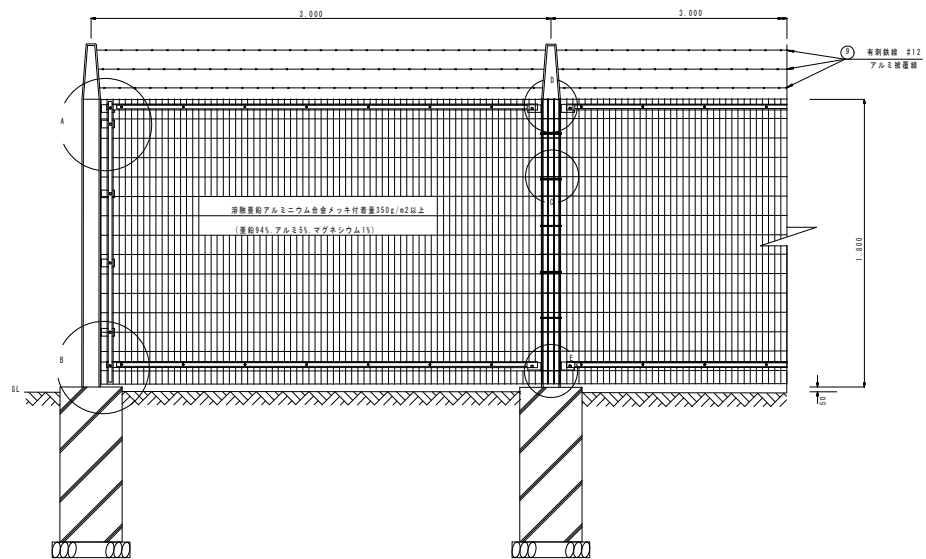
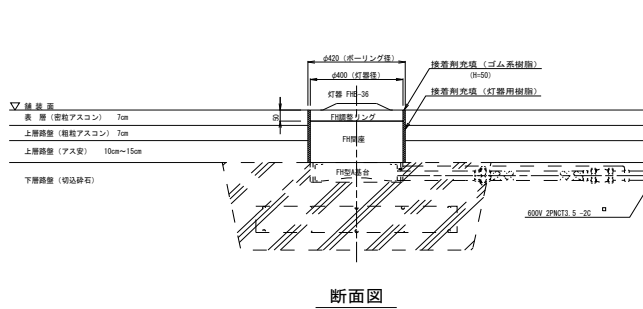


図 1.6.1 場周柵断面図

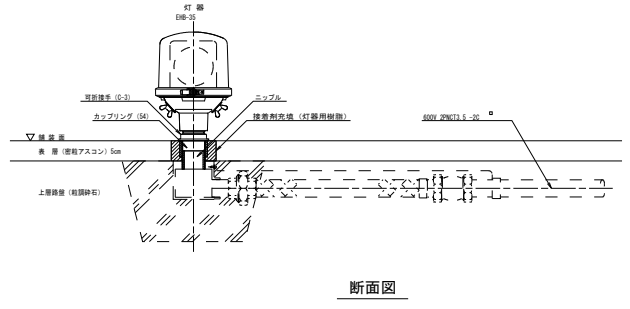
## 1.7 照明施設

照明施設については、進入灯火、滑走路灯火、誘導路灯火、エプロン灯、障害灯などの設置を行った。



断面図

滑走路灯（埋込型）灯器設置詳細図 S=1/20



断面図

滑走路灯（地上型）灯器設置詳細図 S=1/10

図 1.7.1 埋込型灯器

図 1.7.2 地上型灯器

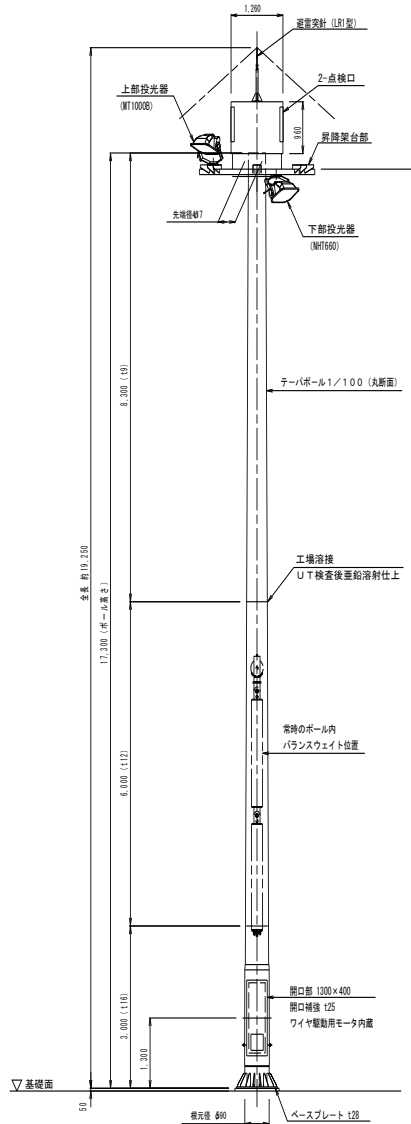


図 1.7.3 エプロン照明灯

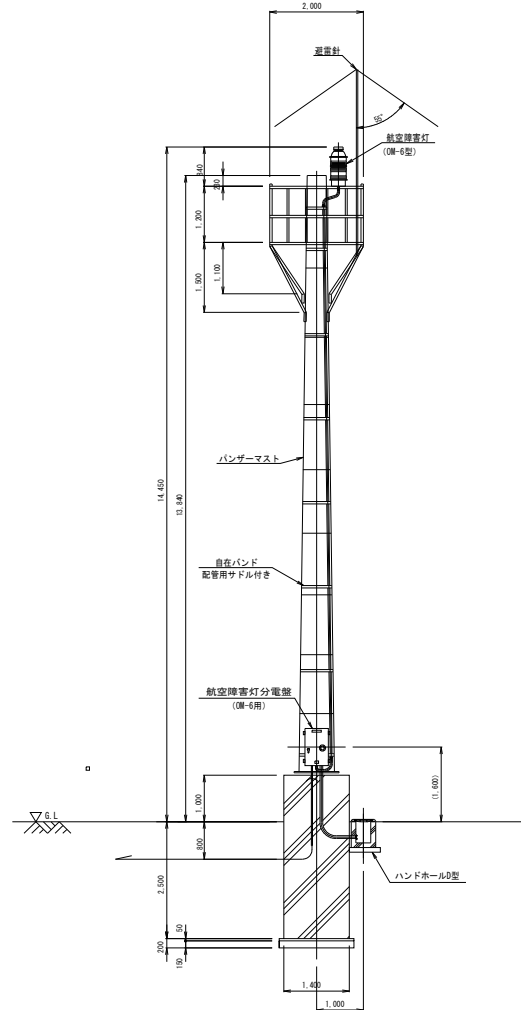


図 1.7.4 障害灯（山頂）

## 1.8 付替農道

付替え農道については、図 1.2.1 に示すとおり、最終区間である空港本体の北西部分の施工を行った。付替農道の断面図を図 1.8.1 に示す。

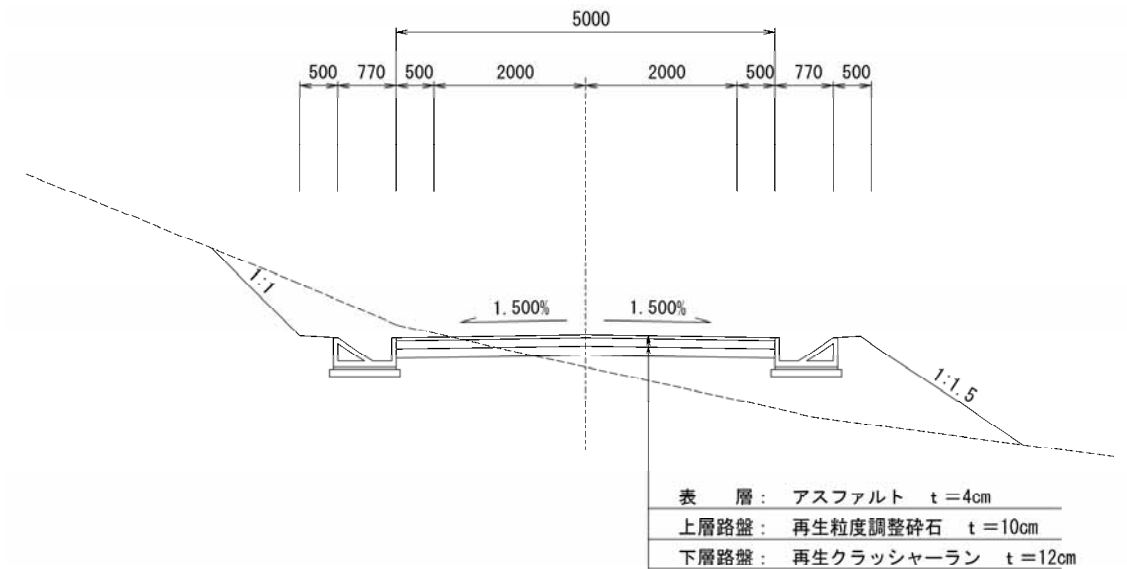


図 1.8.1 付替農道断面図

## 1.9 道路駐車場

道路駐車場の施工位置は、図 1.2.1 に示すとおりである。主に駐車場まわりの排水工事を行った。

## 1.10 C 洞、E 洞対策工

C 洞、E 洞対策工は、地下水の水みちの確保と小型コウモリ類の飛翔空間の確保を目的に実施しており、施工箇所は、図 1.10.1 に示すとおりである。

C 洞対策工の縦断図、断面図を図 1.10.2、図 1.10.3 に示す。また、E 洞対策工の縦断図、断面図を図 1.10.4、図 1.10.5 に示す。

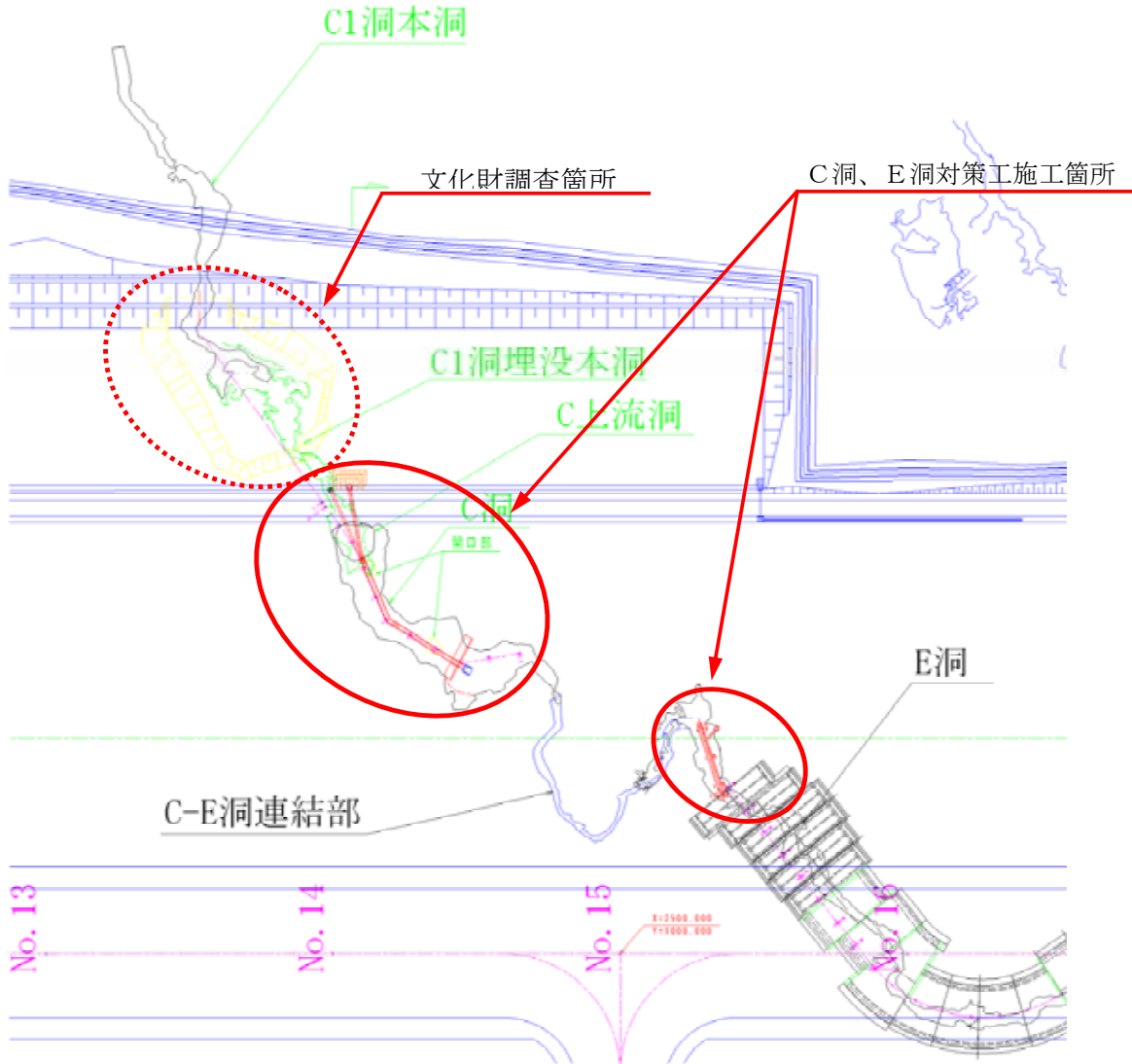


図 1.10.1 C洞、E洞対策工事箇所平面図



図 1.10.2 C洞縦断面図

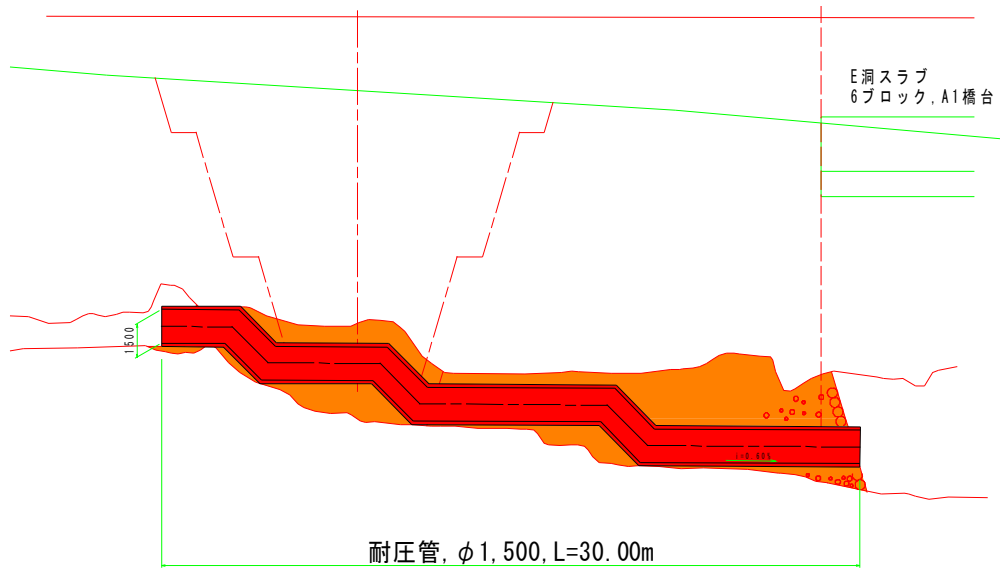
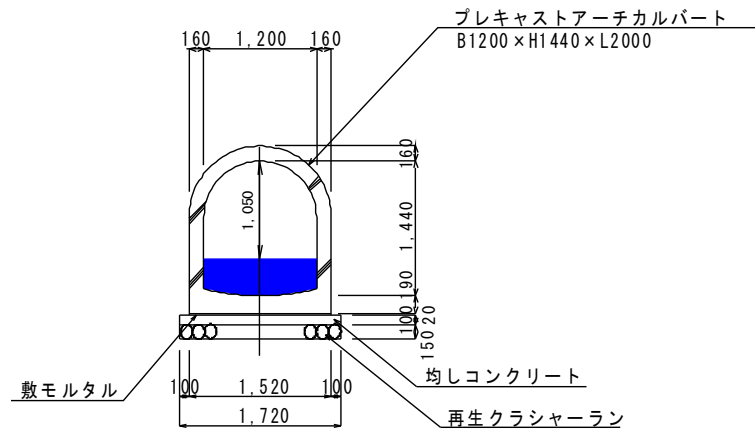


図 1.10.4 E洞縦断面図

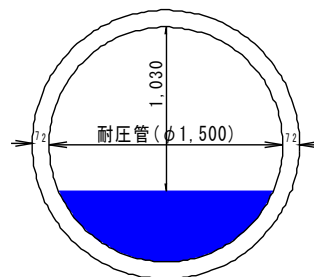


図 1.10.5 E洞断面図



図 1.10.6 E 洞空洞対策工施工状況写真

### 1.11 採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）

施工位置は図 1.2.1 に示すとおりであり、平成 23 年度は植栽を約 730 本（4,500m<sup>2</sup>）実施した。

植栽にあたっては、事業地内で確保した樹木やゴルフ場内の低木を活用し、小型コウモリ類の移動経路を確保するように実施した。



図 1.11.1 植栽実施状況（平成 24 年 5 月）

### 1.12 VOR/DME・TSR 施設

航空保安無線施設である VOR/DME・TSR 施設は、図 1.2.1 に示すとおり、空港周辺に設置されている。



図 1.12.1 現況写真（平成 24 年 5 月 左：VOR/DME 右：TSR）

### 1.13 旅客ターミナルビル、消防車庫、大阪C A B庁舎・管制塔及び海上保安庁庁舎

図 1.2.1 に示すとおり、ターミナル地区では、関係する各施設の建設を行っている。

旅客ターミナルビル、消防車庫、大阪C A B庁舎・管制塔及び海上保安庁庁舎の建設状況を以下に示す。



図 1.13.1 旅客ターミナルビル等建築の現況写真（平成 24 年 5 月）



図 1.13.2 海上保安庁庁舎建築の現況写真（平成 24 年 5 月）

## 2.地下水保全対策におけるモニタリング調査の報告について

### 2.1 調査概要

本業務は、「新石垣空港整備事業に係る環境影響評価書」に基づいて、空港建設工事による地下水環境（地下水位、水質、塩水化等）への影響を監視することを目的として実施するものである。

#### 2.1.1 調査項目

- (1) 雨量観測
- (2) 地下水位観測
- (3) 電気伝導度観測
- (4) 水質分析

#### 2.1.2 調査時期

- (1) 雨量観測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・通年
- (2) 地下水位観測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・通年
- (3) 電気伝導度観測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・毎月1回
- (4) 水質分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・年4回（3ヶ月に1回程度）

#### 2.1.3 調査地点

調査地点は図 2.1.1 に示すとおり、各地下水流域内に配置している。



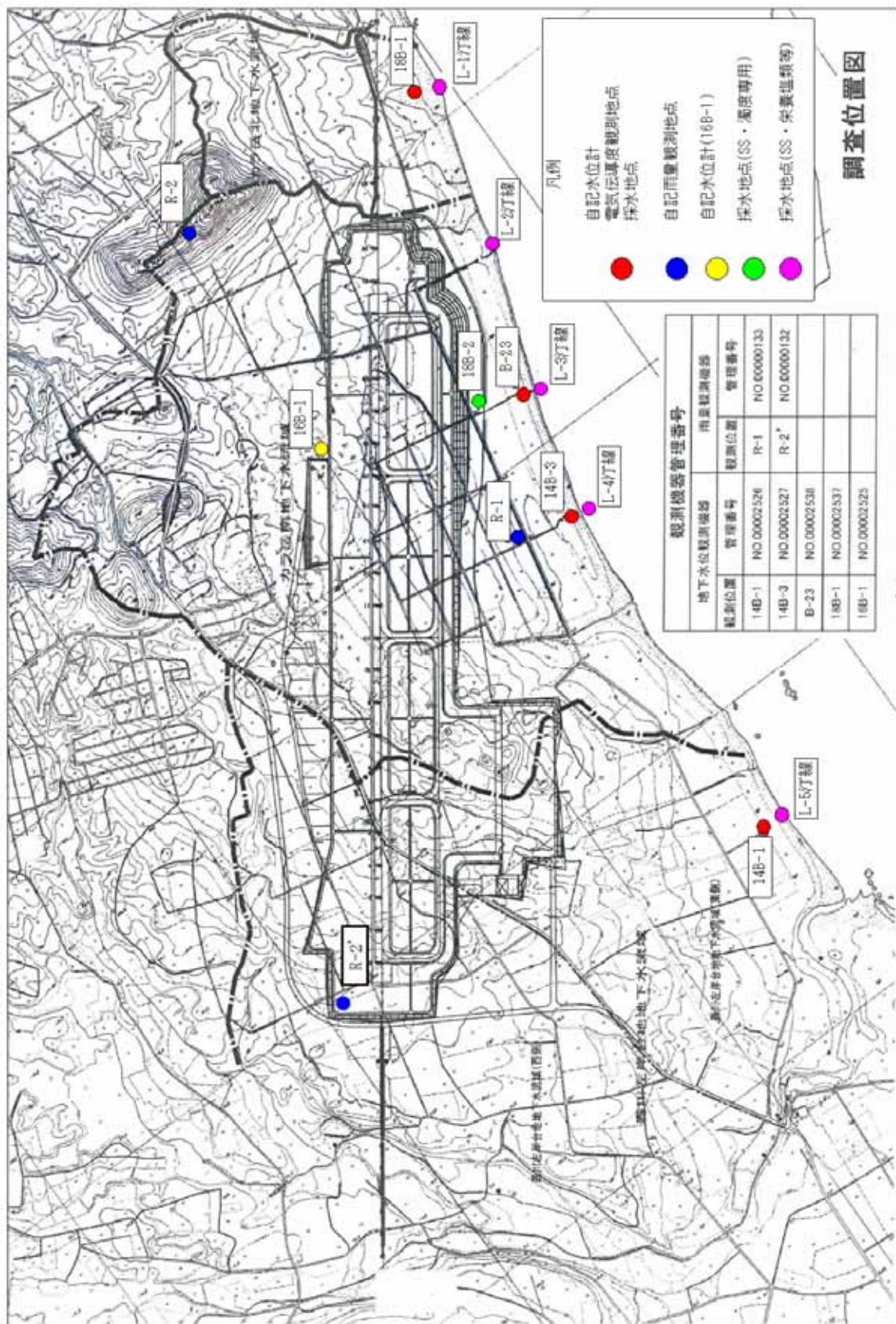


図 2.1.1 調査位置図

## 2.2 調査方法

### 2.2.1 雨量観測

雨量は、転倒マス式雨量計（図 2.2.1）により 5 分ピッチで観測した。



図 2.2.1 雨量計

### 2.2.2 地下水位観測

地下水の水位は、自記水位計（図 2.2.2）により測定間隔は 1 時間ピッチで観測した。



図 2.2.2 水位観測計

### 2.2.3 電気伝導度

電気伝導度は、電気水質計（図 2.2.3）により手動で深度方向に 1.0m ピッチで 1 回 / 月の頻度で観測した。

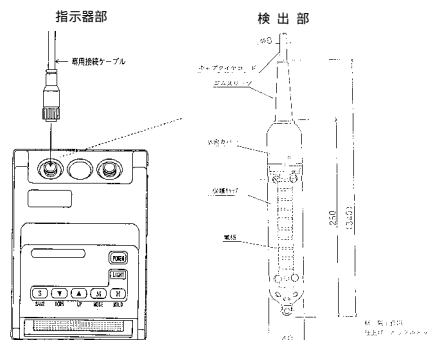


図 2.2.3 電気水質計概要

#### 2.2.4 地下水の水質分析

水質分析を行う検体の採水は、各ボーリング孔の地下水中央部付近より図 2.2.4 の採水用ポンプを使用して採水した。また、汀線部においては、干潮時に深さ 50cm 程度の穴を掘削して、濁りが収まった時期を見計らって採水用ポンプを使用して採水した。

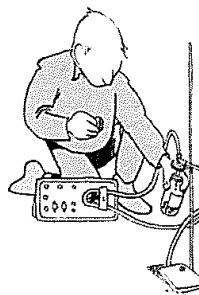
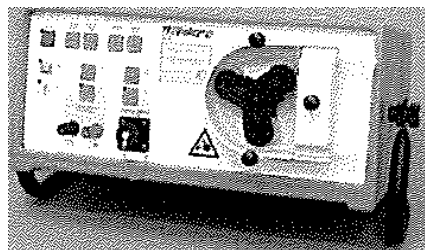


図 2.2.4 採水用ポンプ

分析項目及び分析方法は表 2.2.1 に示すとおりである。

表 2.2.1 分析項目

箇所	番号	項目	分析の方法
沿岸部の観測孔	14B-1	PH(水素イオン濃度)	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
		アンモニウムイオン	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
		硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
		硝酸イオン	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
		ナトリウムイオン	JIS K 0102 48.2 フレーム原子吸光法
		カリウムイオン	JIS K 0102 49.2 フレーム原子吸光法
		カルシウムイオン	JIS K 0102 50.2 フレーム原子吸光法
		マグネシウムイオン	JIS K 0102 51.2 フレーム原子吸光法
	14B-3	塩素イオン	JIS K 0102 35.3 イオンクロマトグラフ法
		硫酸イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	B-23	重炭酸イオン	JIS K 0101 25 備考2による
		電気伝導度	電気伝導計による方法
	18B-1	亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン青吸光光度法
		アンモニウム性窒素	JIS K 0102 42.1 インドフェノール青吸光光度法
		全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
		磷酸イオン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
		全リン	JIS K 0102 46.3 ヘルキソ二硫酸カリウム分解法
		溶解性鉄	JIS K 0102 3.1.4(2), 57.1 フェントリン吸光光度法
		けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
		濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法		
汀線部	L-1	化学的酸素消費量	JIS K 0102 17 100 °Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量
		全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
	L-2	全リン	JIS K 0102 46.3 ヘルキソ二硫酸カリウム分解法
	L-3	塩分	サリノメーターによる方法
	L-4	けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
	L-5	硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
	SS	亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン青吸光光度法
	SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法	
ン浸透ソ	18B-2	水素イオン濃度	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
		濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
		SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法

## 2.3 雨量観測

### 2.3.1 月別総降水量

雨量観測は、本空港予定地一帯の降雨特性を把握する事を目的として、沖積低地（R-1）とカラ岳頂上付近（R-2）において観測しているが、平成24年1月よりR-2は轟川左岸流域内に移設した（R-2）。

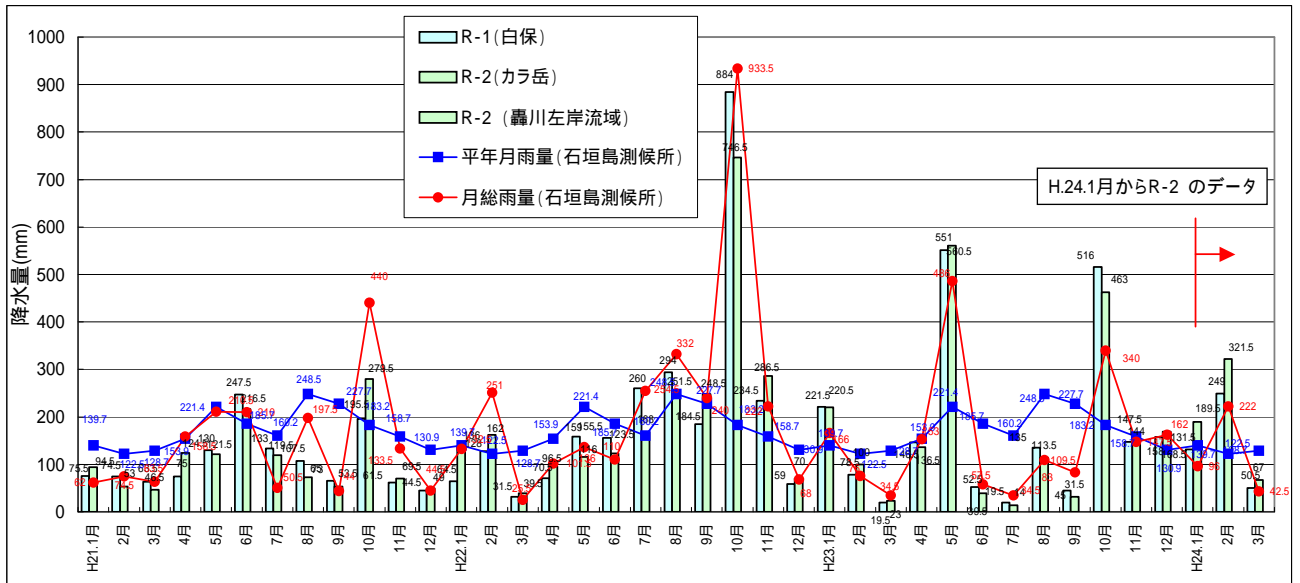


図 2.3.1 月別総降水量(自記雨量計)

図 2.3.1 は H21 年 1 月～H24 年 3 月までの R-1 及び R-2（R-2）の自記雨量計による月別総降水量を示したものである。同図には、石垣島測候所における同年月の月総雨量と 1971 年～2000 年の 30 年間の平年月雨量（月別）も併記してある。

平成 23 年の 1 月～12 月までの月別降水量は、平年に比べ 1 月、5 月、10 月は多雨傾向であったが、その他の月は少雨傾向であった。特に 6 月から 9 月の 4 ヶ月間の総雨量は平年雨量に比べ、R-1 および石垣島測候所ともおよそ 570mm ほど少なかった。その影響により石垣市と竹富町では 8 月下旬より 18 年ぶりに夜間断水が実施された。

一方、5 月と 10 月は台風の接近や湿った気流の影響による集中豪雨により、平年に比べそれぞれ 330mm ほど多かった（R-1）。

また、平成 24 年 1 月と 2 月は両月とも平年より多く、特に 2 月は平年の 2 倍以上の降水量であった。

### 2.3.2 年間総降水量

図 2.3.2 は、1970 年～2011 年の過去 42 年分(石垣島測候所デ - タ)の年間総降水量を示したものである。

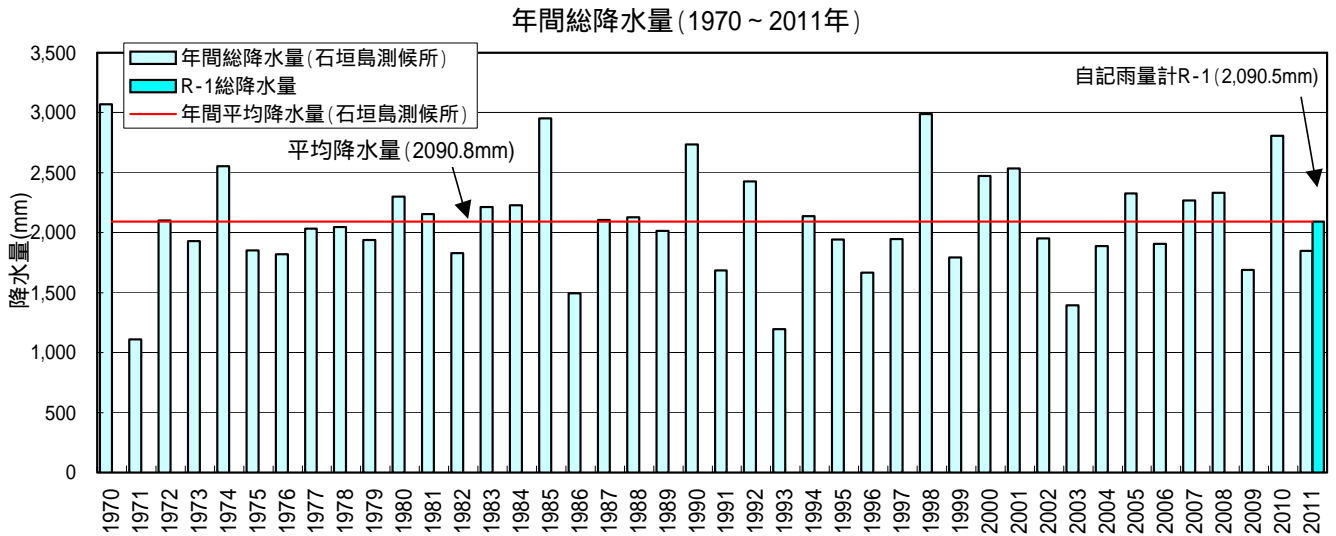


図 2.3.2 年間総降水量(石垣島測候所観測)

平成 23 年(2011 年)年間総降水量は、R-1 で 2,090.5mm であり、年平均降水量(2,090.8mm) とほぼ同じであった。一方、石垣島測候所では 1,849.5mm が観測されており、年平均降水量を下回っていた。

## 2.4 地下水位観測結果

各地点の日平均水位変動図は図 2.4.1 および図 2.4.2 に示すとおりである。平成 23 年度における日平均水位は沿岸部の 4 地点でいずれも事前調査における最低水位を下回ることにはなかった。

16B-1 地点は、平成 19 年以降、大きな水位変動もなく、最低水位付近を上下していた。しかし、孔内洗浄を実施した平成 23 年 11 月 4 日以降は、3~4m ほど水位が高い状態にあり、平成 18 年以前の水位に戻っている。

これは、観測孔内の地下水をくみ上げた場合、或いは注水した場合でも、すぐ元の水位に戻ることや、地下水位が観測当初と同じように、降雨に敏感に反応し変動していることから、観測孔に設置された保護管の有孔部が目詰まりを起こしていた状態が、今回の洗浄により解消され、観測孔内に地下水が流入しやすい状態になったことによるものと考えられる。

なお、16B-1 観測孔はゴルフ場が営業中に設置していた為、保護管の口元は写真-1 に示すように地表面付近にあった。これが結果として、保護管内に土砂が流入した要因の一つと考えられる。

洗浄後の孔口は、写真-2 に示すように保護管を地表面より 1.0m ほど立ち上げ、孔口からの土砂の流入を防ぐことにした。



写真-1



写真-2

事前調査（観測開始～H.18年12月31日）

事後調査（H.19以降）

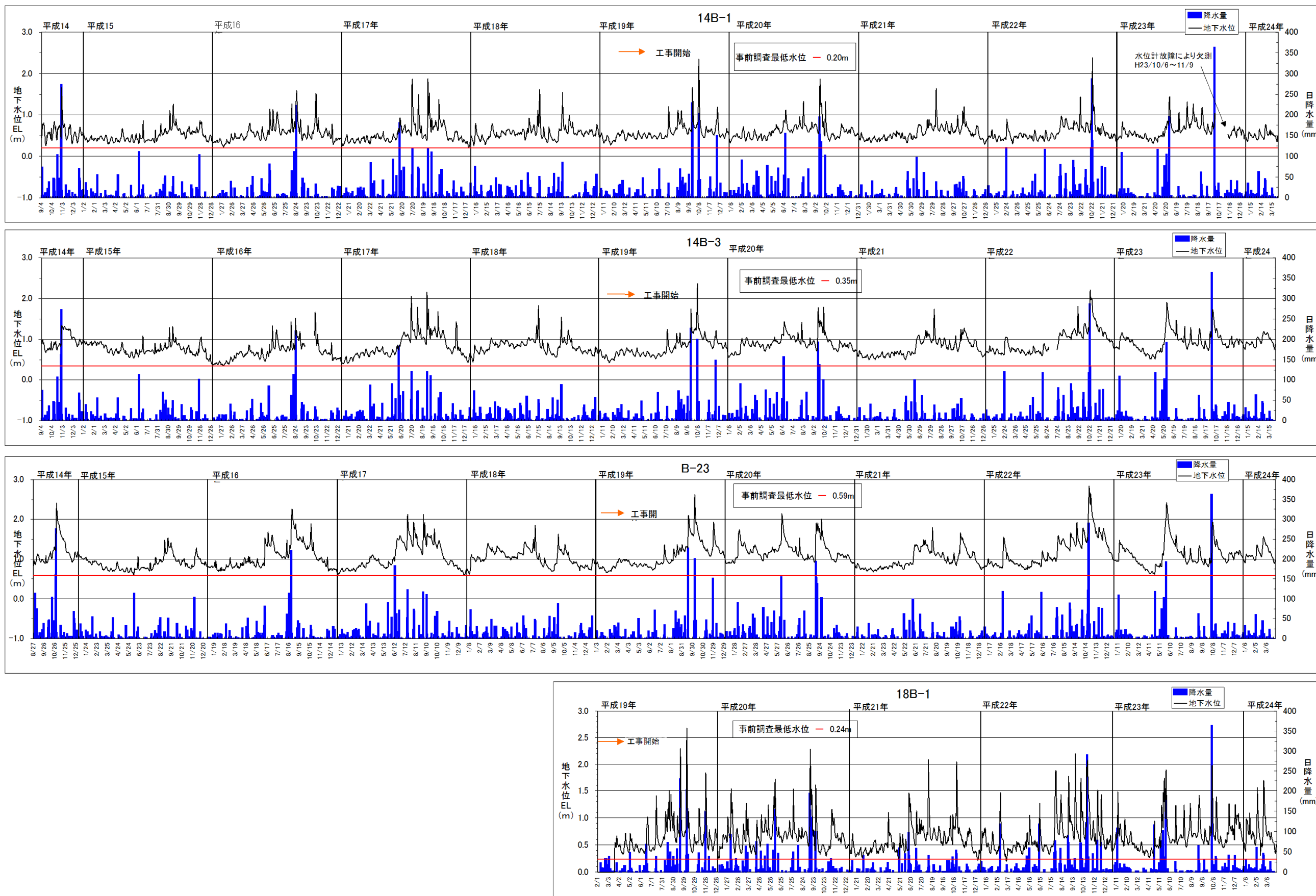


図 2.4.1 地下水変動図（14B-1、14B-3、B-23、18B-1）



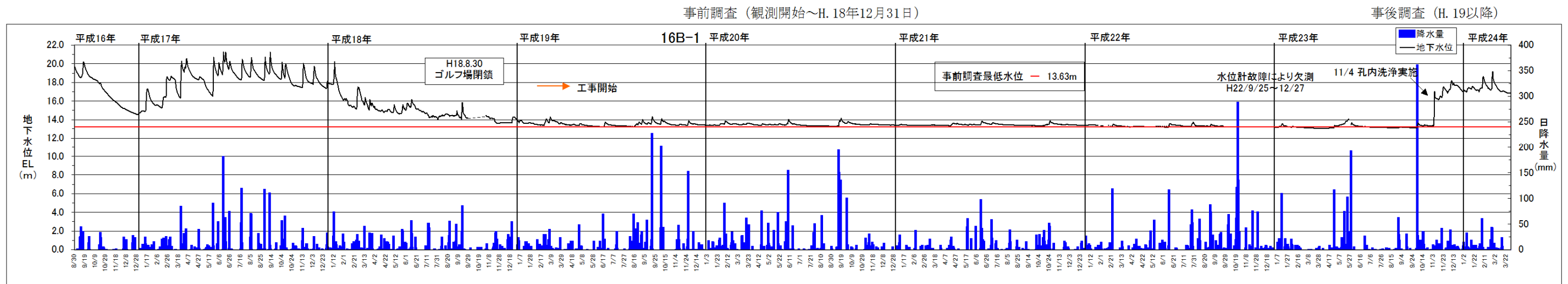


図 2.4.2 地下水変動図 (16B-1)

## 2.5 電気伝導度測定結果

電気伝導度は、地下水の塩水化を監視する目的で海岸沿いの沖積層(14B-1、14B-3、B-23、18B-1)で実施した。

測定結果は、図 2.5.1 ~ 図 2.5.4 に示した。

### (1)14B-1

この地点の事前調査における電気伝導度の分布状況は、図 2.5.1 に示すように測定時期により大きく変動し、地下水面より標高-15m 付近までは、1,000 ~ 3,000  $\mu$ S/cm 間で分布する曲線と、1,000 ~ 45,000  $\mu$ S/cm と大きな範囲で深度方向に大きくなる曲線との間で分布していた。標高-15m ~ -17m 以深は 33,000 ~ 48,000  $\mu$ S/cm の範囲で深度方向に一様な値が測定されていた。

平成 23 年度の測定結果はおおむね過年度の範囲内で、ほぼ同じように分布している。

水温はおおむね 24.5 ~ 25.7 の範囲で測定され、電気伝導度の分布状況とは逆に、標高-15m ~ -17m 付近までは低下する傾向を示し、以深では 24.5 ~ 24.8 の範囲で電導度と同じように深度方向にほぼ一様な値で分布している。

### (2)14B-3

この地点の事前調査における電気伝導度の分布状況は図 2.5.2 に示すように標高-2m 付近と-20m 付近および-25m 付近に変曲点が認められた。標高-20m 付近まで伝導度曲線は、ほぼ深度方向に一定の値を示しているが、それ以深は漸増傾向を示していた。上部 2 点の変曲点は伝導度の値がやや大きい場合に顕著であるが、伝導度の値が小さくなるにつれ、変曲点は不明瞭になり、最終的に消滅した。このように、標高-2m ~ -25m 付近までの区間は淡水域であったり漸移帯に移行したり変動していた。標高-25m 付近は伝導度の大小により、淡水域から漸移帯又は漸移帯から海水域への変化点になっていた。

平成 23 年度の測定結果は、測定深度内(EL=-27.3m)まではおおむね 550 ~ 750  $\mu$ S/cm の範囲で分布している。

水温は水面下 2m 以深では 24.6 ~ 24.8 の範囲で測定され、深度方向に一様に分布している。

### (3)B-23

この地点は最も地下水の豊富な「カラ岳南地下水流域」の中心部の最下流付近に位置している。事前調査における電気伝導度の分布状況、は図 2.5.3 に示すように測定深度内(EL=-30m まで)ではおおむね 500  $\mu$ S/cm ~ 800  $\mu$ S/cm の範囲内で分布し、全深度淡水ゾーンの値を示していた。

平成 23 年度の測定結果は、測定深度内(EL=-28m)ではおおむね 610 ~ 770  $\mu$ S/cm の範囲で分布している。

水温はおおむね 24.5 ~ 24.8 の範囲で測定され、深度方向に一様に分布している。

(4)18B-1

この地点の事前調査における電気伝導度の分布状況は、図 2.5.4 に示すようにおおむね 400 ~ 1,500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  程度での範囲で分布していたが、過年度（平成 21 年度）においては、一時的に降水量の減少と高潮位の両者の影響により 4,000 ~ 11,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と高い値が測定されていた。

平成 23 年度の測定結果は、おおむね 400 ~ 1,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  程度の範囲内に分布していたが、7 月より高くなり始め、9 月には過去最高の 13,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  の値が測定された。10 月以降は平年並みの値に戻っている。

水温に関しては、おおむね 19.5 ~ 26.5 の範囲で分布し、他の 3 地点に比べばらつきが大きい。今年度の測定結果は電気伝導の値に関係なくおおむね 20 ~ 25 の範囲で分布している。

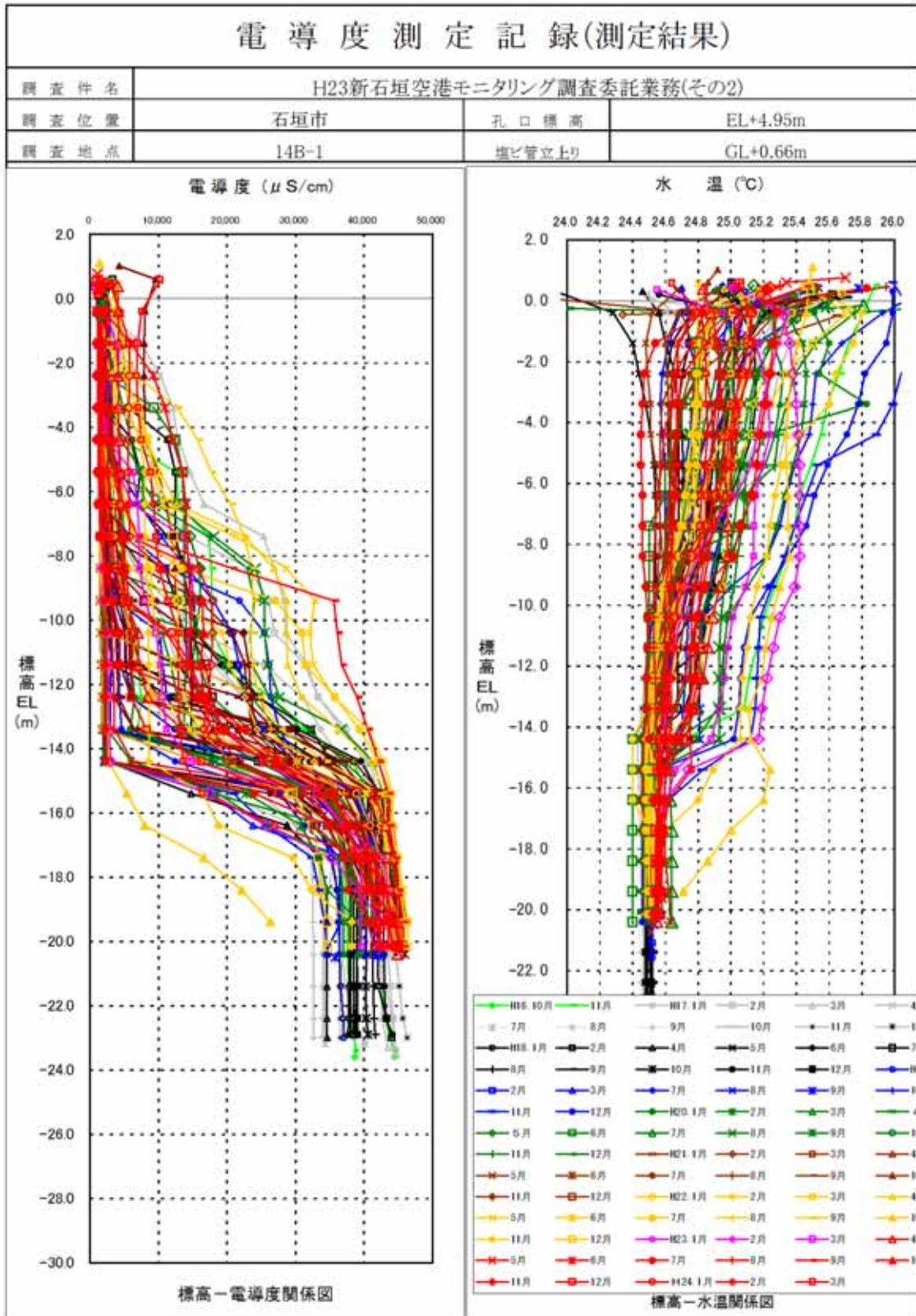


図 2.5.1 地下水の電導度および水温分布 (14B-1)

# 電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

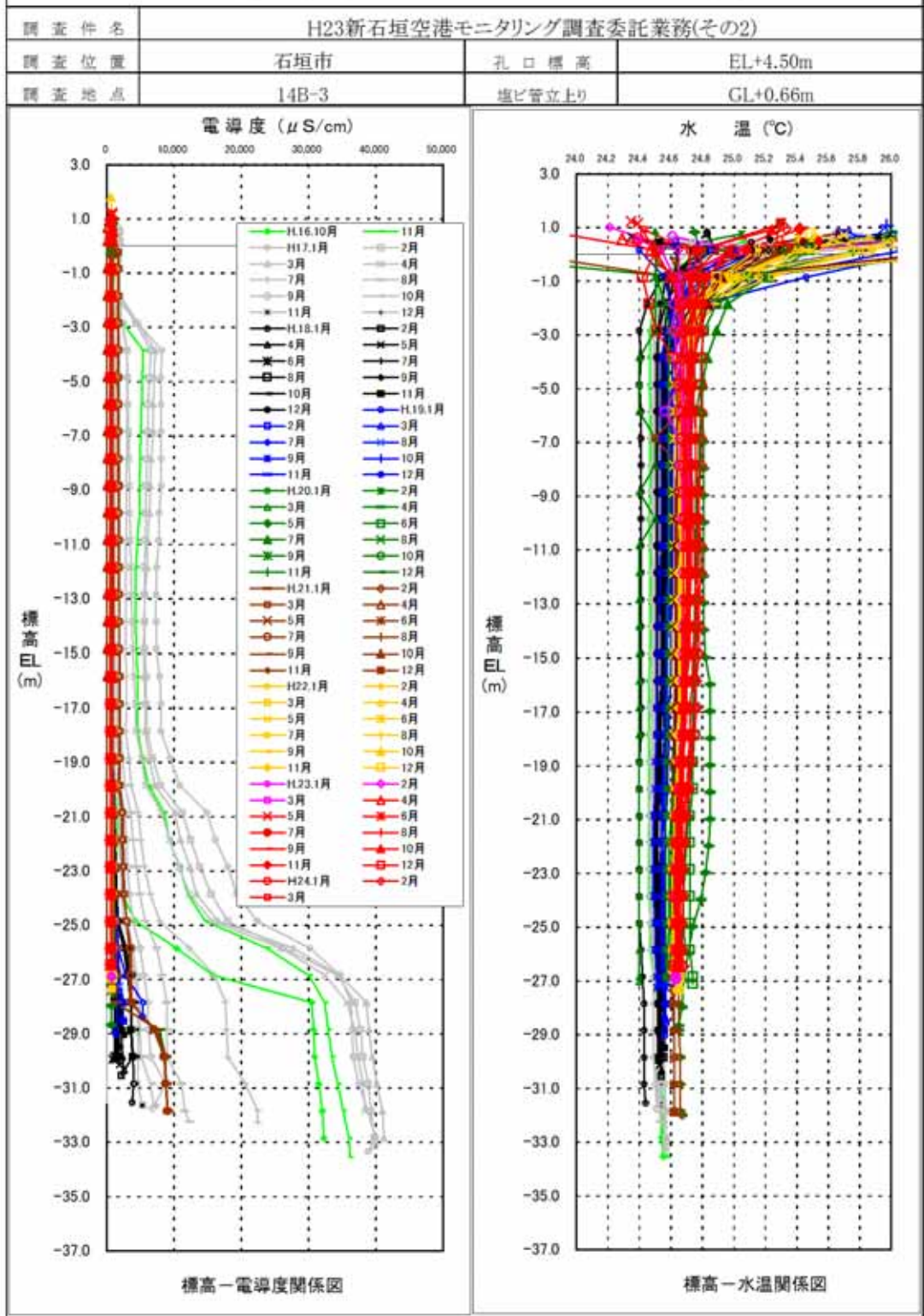


図 2.5.2 地下水の電導度および水温分布 (14B-3)

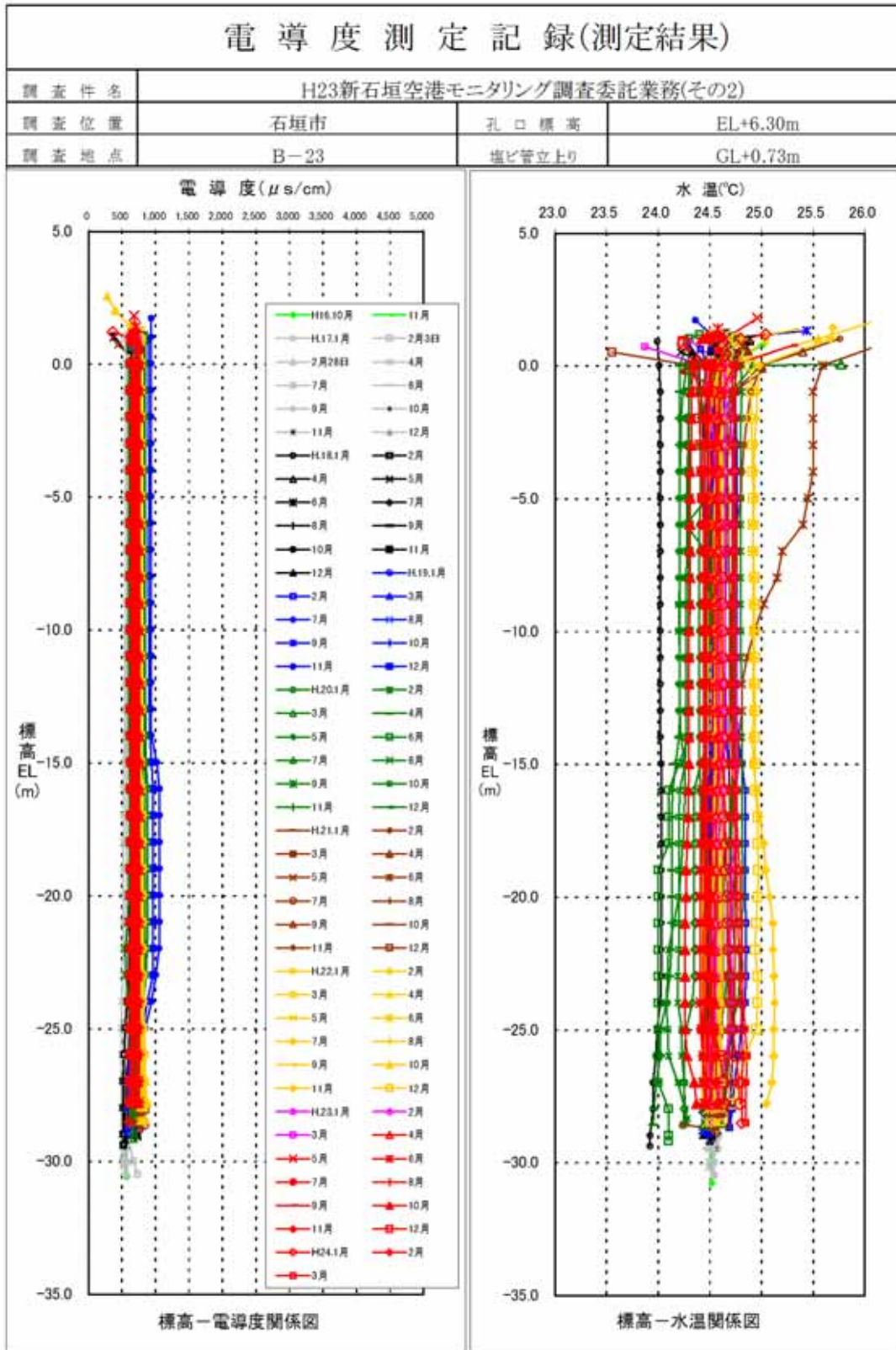


図 2.5.3 地下水の電導度および水温分布 ( B-23 )

# 電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査件名	H23新石垣空港モニタリング調査委託業務(その2)		
調査位置	石垣市	孔口標高	EL+3.94m
調査地点	18B-1	塩ビ管立上り	GL+0.63m

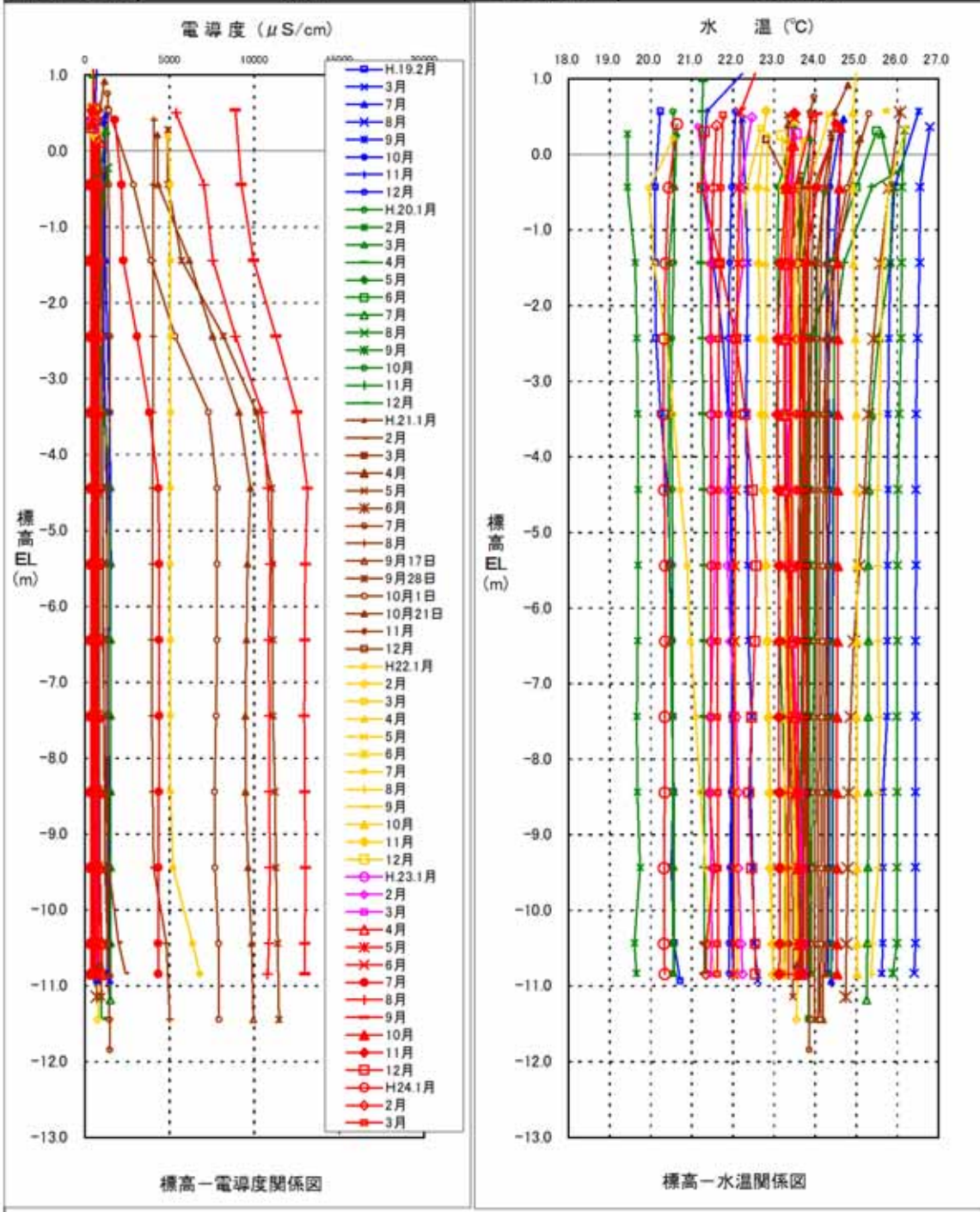


図 2.5.4 地下水の電導度および水温分布 (18B-1)

なお、18B-1 地点の 7 月から 9 月の電気伝導度の高い値については次のように考えられる。

18B-1 地点における電気伝導度は 7 月より高くなり始め、9 月には過去最高の電導度の値が測定されている。図 2.5.5 は 18B-1 における EL-4.4m の電気伝導度と 14 日累積雨量との関係を示したものである。これによると、電気伝導度が高い 7 月から 9 月にかけては 14 日累積雨量が少ない。一方、図 2.5.6 は日平均潮位と地下水位の関係を示したものであり、潮位は 7 月末付近から 9 月末付近にかけて高くなっている。

このように、電気伝導度の値が高い 7 月から 9 月にかけては降水量が少なく、かつ潮位の高い時期と重なっている。これより、この電導度上昇は降水量の減少に伴う地下水量の減少と高潮の影響が相まって海水が浸入したことによるものと考えられる。

なお、18B-1 地点では過年度においても 7 月から 10 月初旬にかけて同様な現象が起きている。



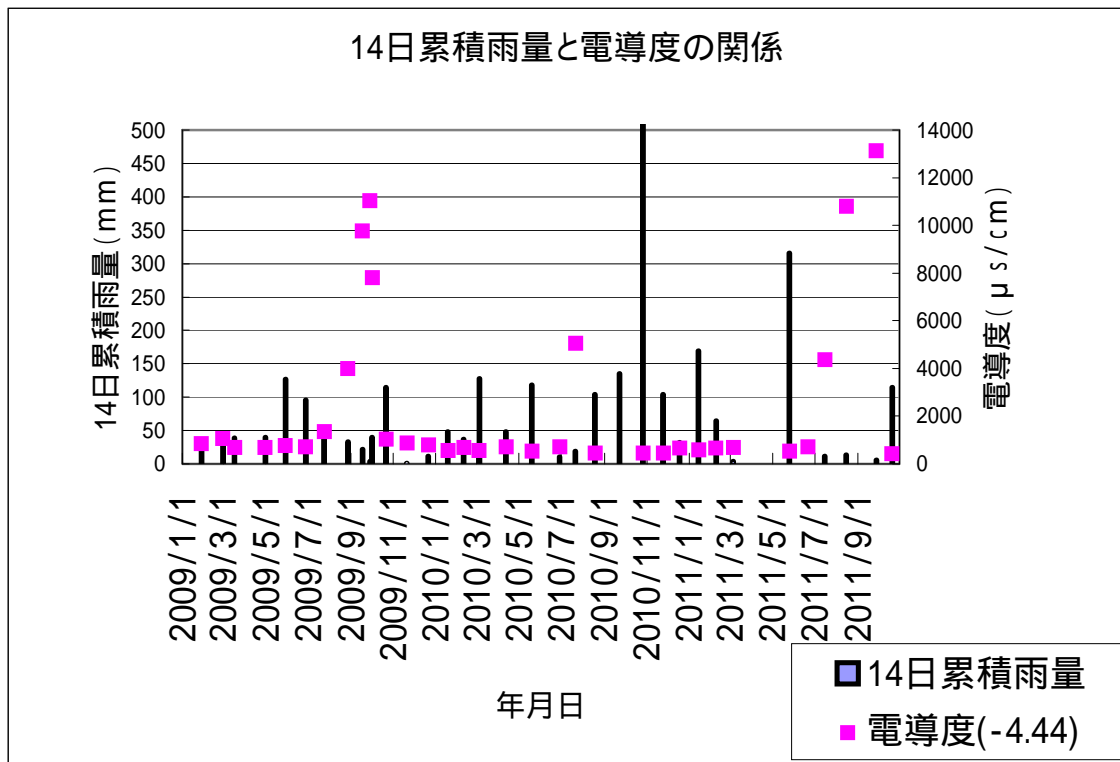


図 2.5.5 18B-1 地点における 14 日累積雨量と電気伝導度の関係

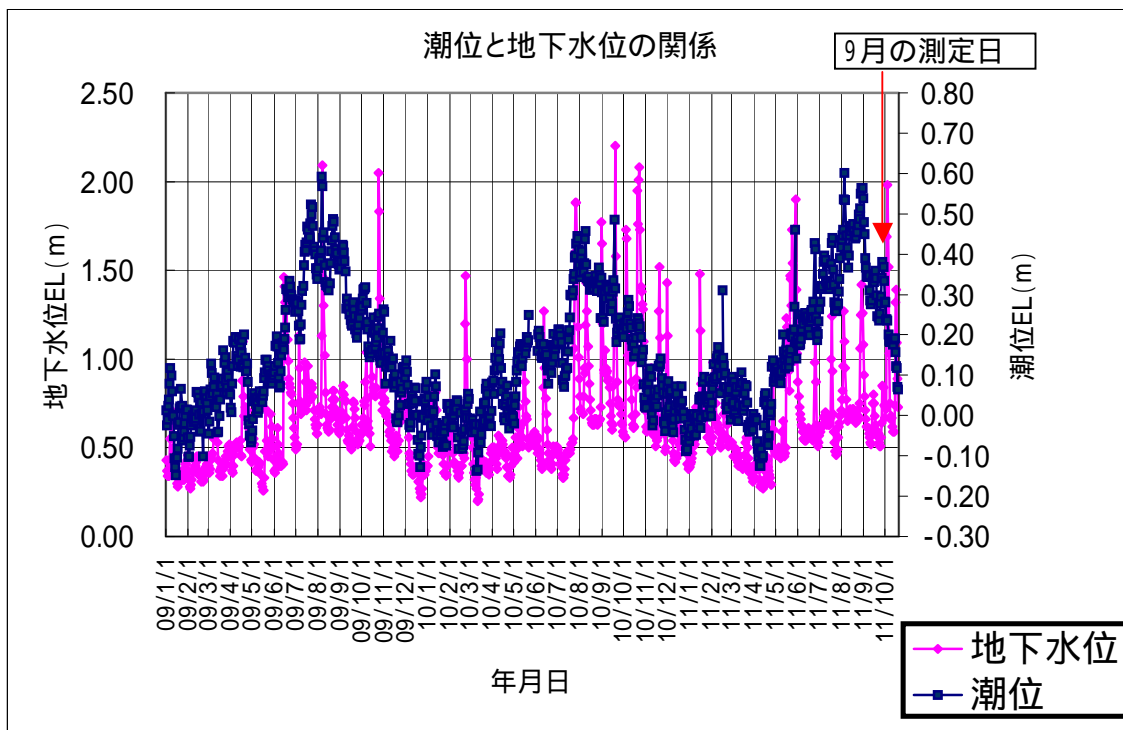


図 2.5.6 日平均潮位と地下水位変動図

月ごとの電気伝導度の分布状況を図 2.5.8～図 2.5.11 に示した。月ごとの電気伝導度の分布状況は次のとおりである。

(1)14B-1

14B-1 地点では、潮の干満によって変化するものの、全体的に降雨量の少ない 11 月～4 月にかけては、比較的浅い深度 (EL-3m～-9m 付近) に変曲点が現れ、電気伝導度は深度方向にしだいに増大していく傾向を示している。

一方、降雨量の多い 5 月～9 月にかけては、その変曲点はこれより深い深度 (EL-9m～-15m 付近) に移動し、電気伝導度は急激に増大する傾向にある。

このように、14B-1 地点の電気伝導度の分布状況は、全体的に豊水期に低く、逆に渇水期に高い傾向を示している。

(2)14B-3

14B-3 地点では、地下水の豊富な地下水流域内に位置している。月別の電気伝導度の分布状況は、特に目立った変化は認められない。全体的に EL-24.5m 以深に電気伝導度の変曲点が認められる。

(3)B-23

B-23 地点では、月ごとの目立った変化はなく各月ともおおむね  $500 \mu\text{S}/\text{cm} \sim 800 \mu\text{S}/\text{cm}$  の範囲で分布しており、それだけ地下水が豊富であることを示唆している。

(4)18B-1

18B-1 地点では、おおむね各月とも  $1,500 \mu\text{S}/\text{cm}$  以下の値を示すものの、降雨や潮位による影響を受け易く、降水量が少なく、かつ潮位の高い時期には一時的に電導度が高くなる傾向がある。

これまでの測定結果では平成 21 年の 8 月～10 月初旬にかけて  $4,000 \mu\text{S}/\text{cm} \sim 11,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、今年度は 7 月～9 月にかけて  $4,300 \mu\text{S}/\text{cm} \sim 13,000 \mu\text{S}/\text{cm}$  と高い値が測定されている。

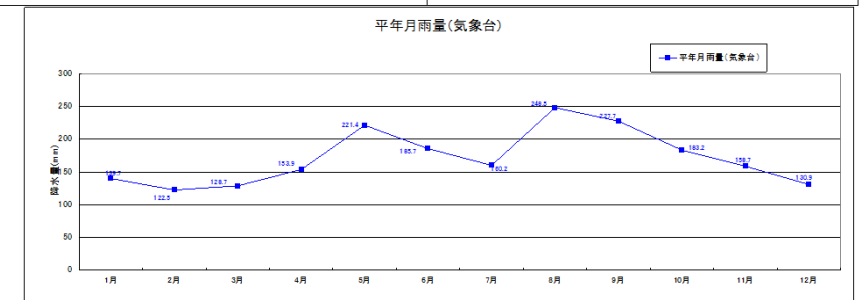
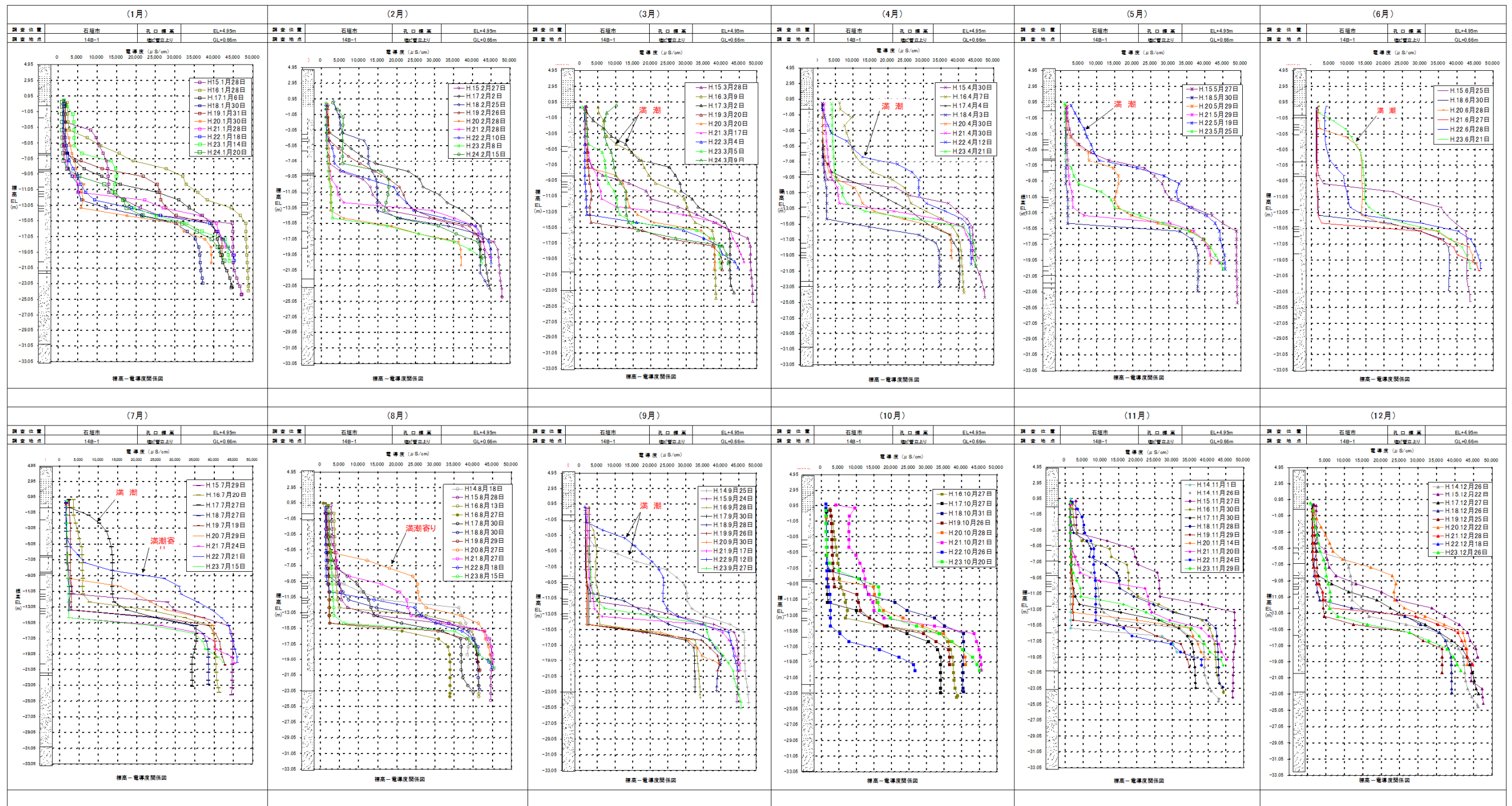


図 2.5.7 地下水の月別電気伝導度分布 (14B-1)

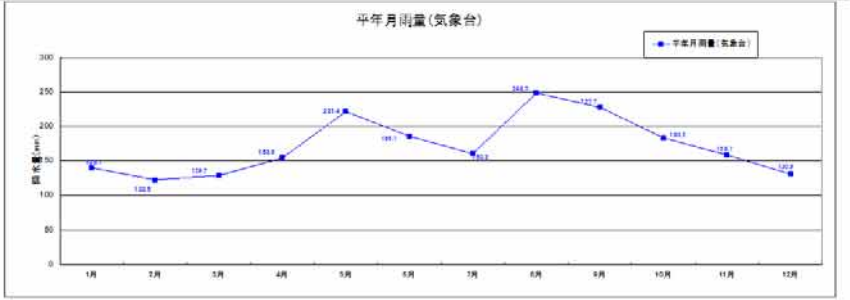
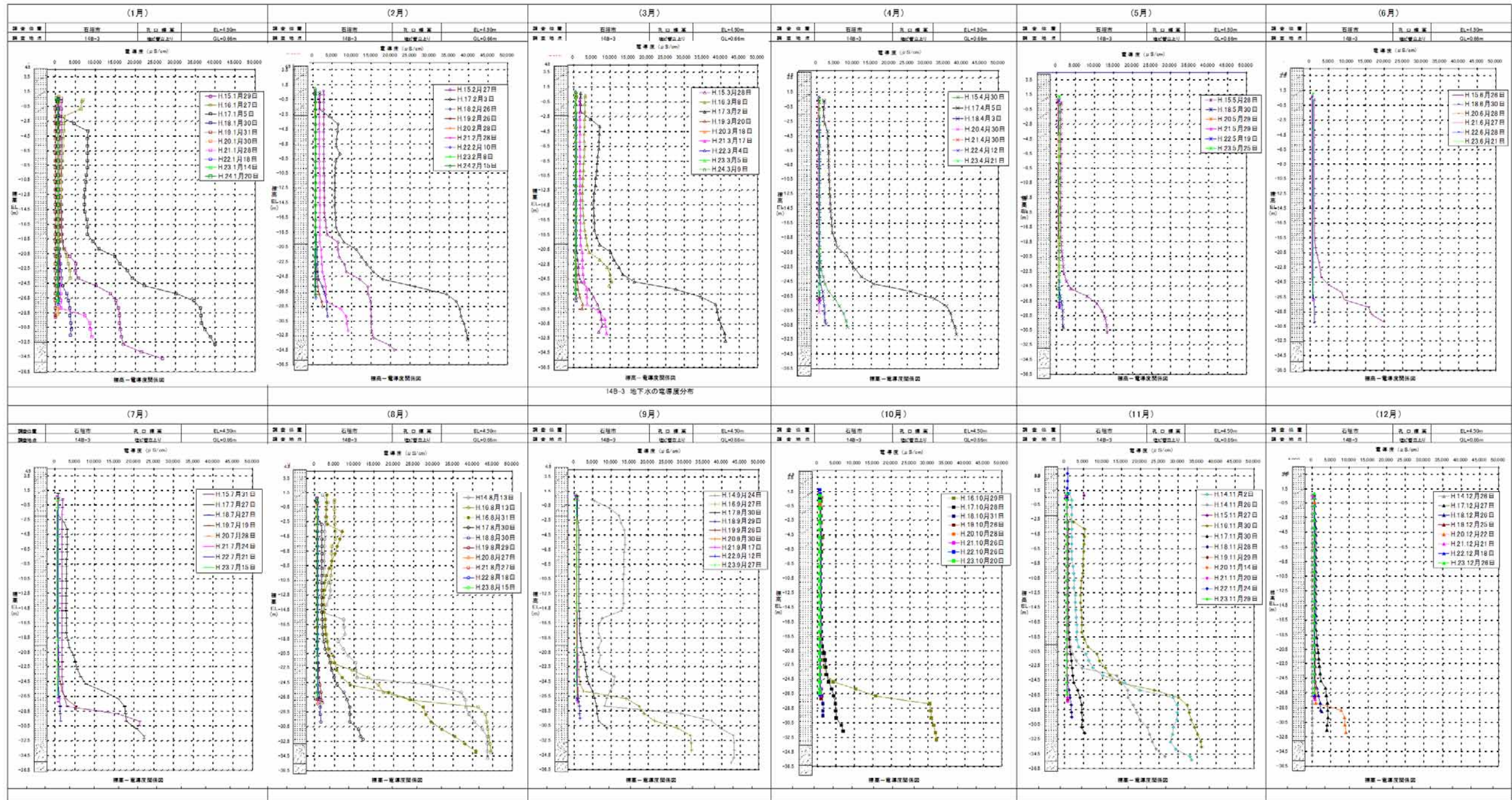


図 2.5.8 地下水の電気伝導度分布 (14B-3)

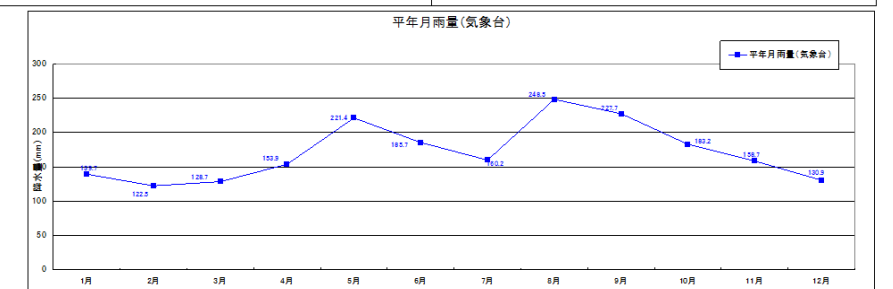
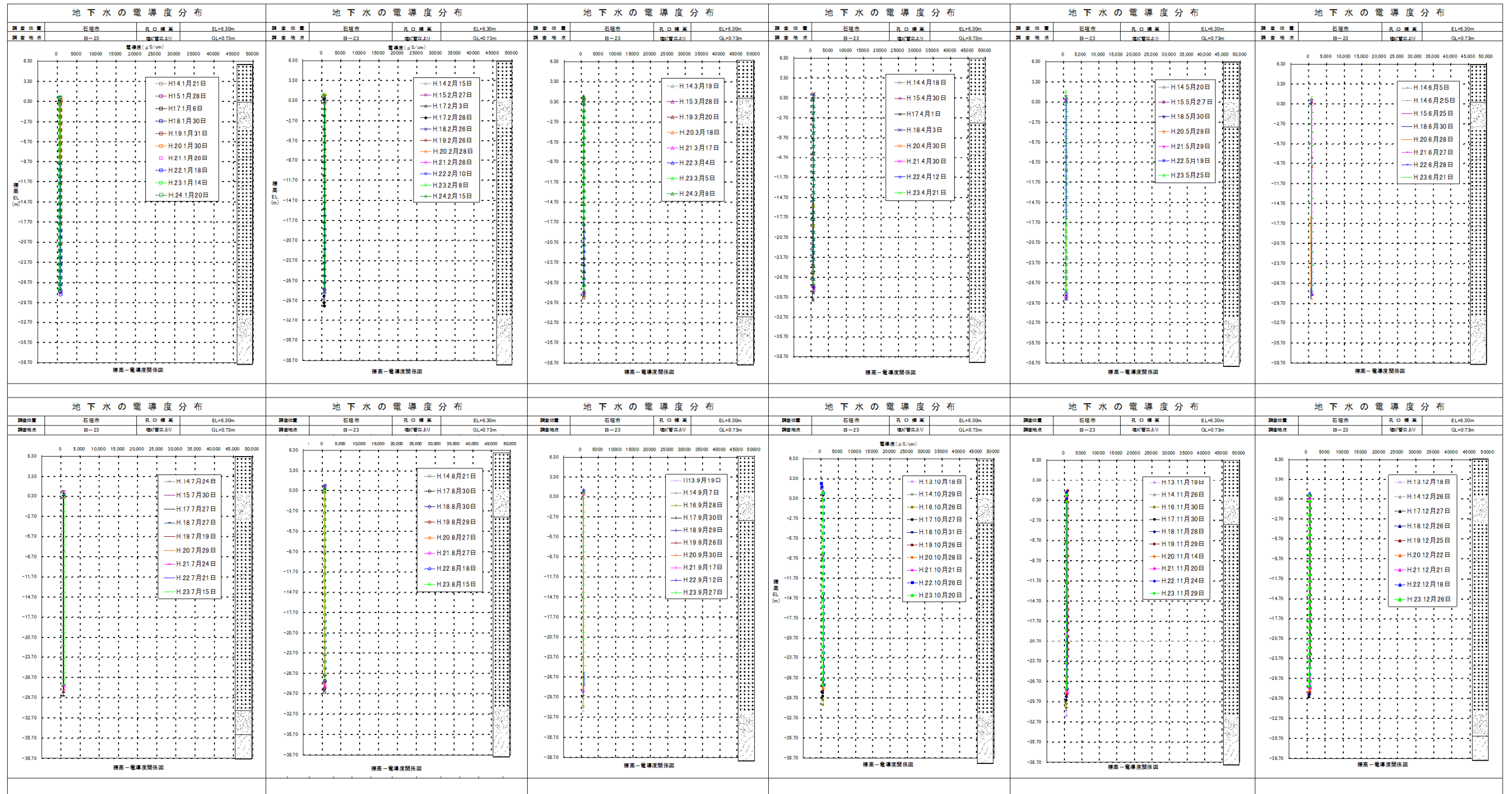


図 2.5.9 地下水の電気伝導度分布 (B-23)

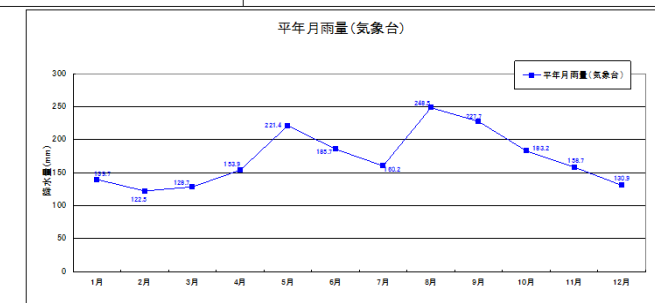
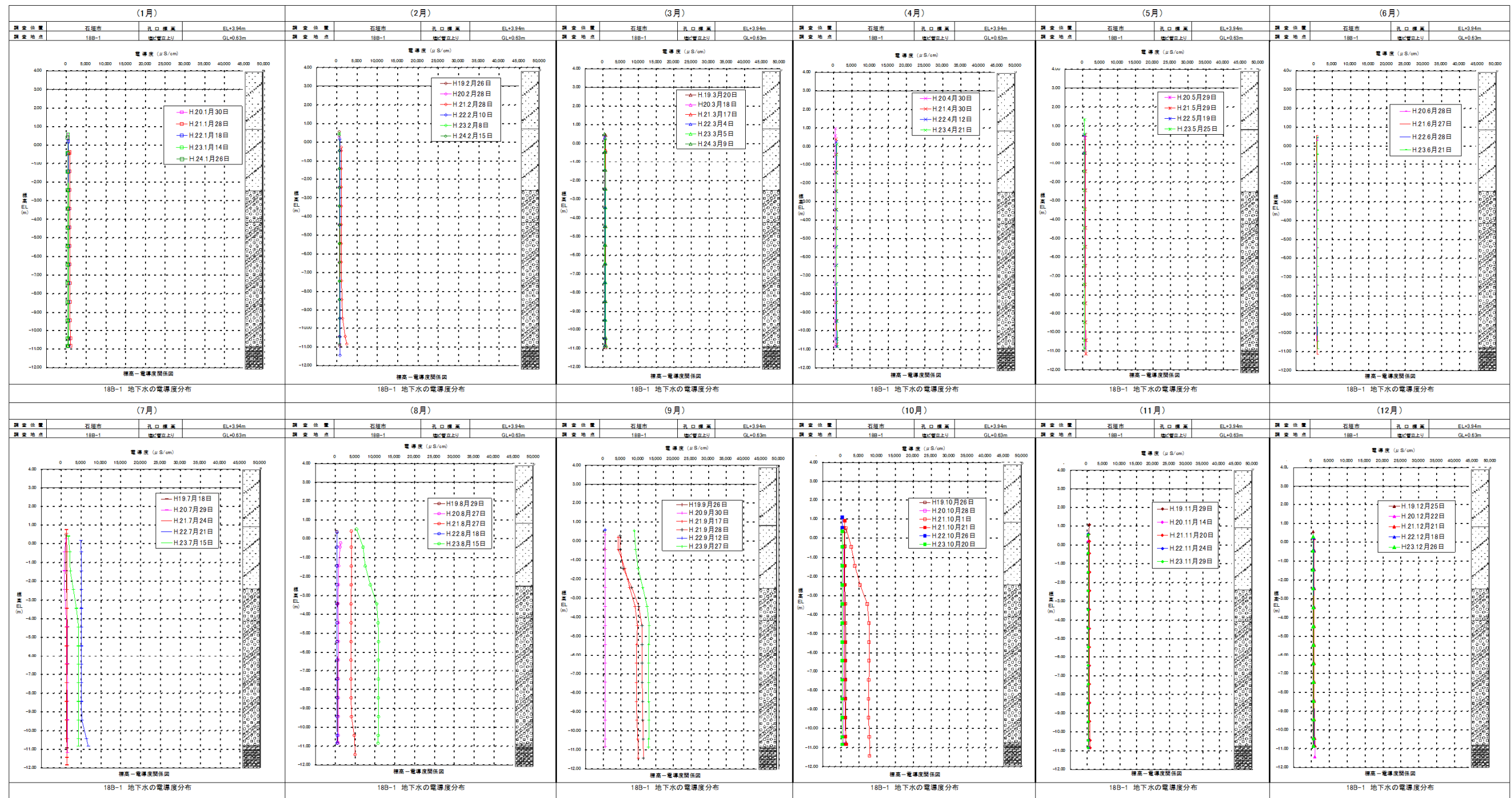


図 2.5.10 地下水の電気伝導度分布 (18B-1)

## 2.6 水質分析結果

平成 23 年度の各項目の分析結果は表 2.6.1 に示すとおりである。

分析結果によれば、各地点ともおおむね事前調査結果並みの値を示しているが、地下水流域の狭い 14B-1、18B-1 地点では昨年同様に一時期海水の影響を大きく受ける項目 (Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、EC) でやや高い値が得られた。また、各地点でアンモニウム性窒素とアンモニウムイオンが 6 月と 9 月でやや高い値を示している。

表 2.6.1 分析結果

採水地点 採水月日	14B-1				事前調査 測定値	14B-3				事前調査 測定値	B-23				事前調査 測定値	18B-1				過年度 測定値	18B-2				過年度 測定値	地下水 環境基準
	11/6/21	11/9/29	11/11/30	12/3/9		11/6/21	11/9/29	11/11/30	12/3/9		11/6/21	11/9/29	11/11/30	12/3/9		11/6/21	11/9/29	11/11/30	12/3/9		11/6/21	11/9/29	11/11/30	12/3/9		
水素イオン濃度 pH	7.4	7.2	7.3	7.2	7.2~ 7.7	7.5	7.4	7.3	7.3	7.2~ 7.8	7.5	7.4	7.3	7.3	7.3~ 7.6	7.7	7.3	7.8	7.9	7.3~ 8.1	7.4	7.2	7.6	7.3	7.1~ 7.8	-
浮遊物質 SS mg/l	<1	<1	1	<1	1未満~ 8	<1	29	<1	<1	1未満~ 6	<1	<1	<1	<1	1未満~ 5	<1	<1	1	<1	<1~ 7	<1	<1	<1	<1	<1~ 3	-
濁度 度	0.2	0.2	0.9	0.1	0.1~ 5.7	0.2	6.6	0.2	0.2	0.2~ 4.9	0.1	0.6	0.2	<0.1	0.1~ 4.2	0.3	0.3	0.9	0.5	<0.1~ 1.8	1.7	0.2	0.6	0.6	<0.1~ 3.0	-
溶解性鉄 S-Fe mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05~ 0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05~ 0.09	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	-	-	-	-
アンモニウム性窒素 NH <sub>4</sub> -N mg/l	0.07	0.07	0.02	0.11	0.02~ 0.09	<0.02	0.03	<0.02	0.02	0.02~ 0.16	0.03	0.03	<0.02	0.02	0.02~ 0.08	0.04	0.10	<0.02	<0.02	0.02~ 0.06	-	-	-	-	-	-
アンモニウムイオン NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0.09	0.09	0.03	0.14	0.03~ 0.12	<0.03	0.04	<0.03	0.03	0.03~ 0.2	0.03	0.04	<0.03	0.03	0.03~ 0.1	0.05	0.13	<0.03	<0.03	<0.03~ 0.08	-	-	-	-	-	-
亜硝酸性窒素 NO <sub>2</sub> -N mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001~ 0.017	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001~ 0.303	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001~ 0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001~ 0.004	-	-	-	-	-	両者合わせて 10mg/L以下
硝酸性窒素 NO <sub>3</sub> -N mg/l	4.23	3.32	4.15	4.91	5.04~ 14.2	0.72	0.82	0.78	0.65	0.02~ 1.27	1.50	1.10	1.35	1.31	2.30~ 5.96	0.25	0.13	0.03	<0.02	0.02~ 1.32	-	-	-	-	-	-
硝酸イオン NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	18.70	14.70	18.40	21.70	22.3~ 62.9	3.18	3.70	3.46	2.38	0.09~ 5.62	6.62	4.90	5.99	5.81	10.2~ 26.4	1.11	0.60	0.12	<0.09	0.07~ 5.83	-	-	-	-	-	-
全窒素 T-N mg/l	4.39	3.73	4.52	5.08	5.41~ 16.50	0.75	0.87	0.84	0.68	0.33~ 2.31	1.66	1.17	1.46	1.34	2.43~ 6.46	0.33	0.25	0.06	0.06	0.16~ 2.18	-	-	-	-	-	-
磷酸態磷 PO <sub>4</sub> -P mg/l	0.015	0.020	0.018	0.022	0.006~ 0.087	0.088	0.085	0.088	0.092	0.009~ 0.236	0.045	0.028	0.046	0.055	0.02~ 0.071	0.012	0.018	0.008	0.008	0.008~ 0.093	-	-	-	-	-	-
全磷 T-P mg/l	0.020	0.023	0.022	0.026	0.017~ 0.128	0.090	0.105	0.089	0.093	0.043~ 1.05	0.048	0.030	0.049	0.056	0.027~ 0.133	0.016	0.021	0.011	0.012	0.011~ 0.096	-	-	-	-	-	-
ナトリウムイオン Na <sup>+</sup> mg/l	373.0	1040.0	279.0	902.0	89.4~ 2420	37.4	13.9	29.1	34.3	43.6~ 455	42.8	22.8	32.2	38.8	23.8~ 75.9	202.0	1460	32.7	35.7	23.2~ 3430	-	-	-	-	-	-
カリウムイオン K <sup>+</sup> mg/l	12.30	41.70	12.30	34.60	5.58~ 85.80	3.15	10.10	2.96	2.77	2.27~ 7.80	2.09	1.97	1.99	2.06	0.62~ 2.14	5.54	24.60	1.37	0.76	1.07~ 130.0	-	-	-	-	-	-
カルシウムイオン Ca <sup>2+</sup> mg/l	105.0	241.0	124.0	123.0	99.5~ 259	115.0	106.0	113.0	89.8	48.7~ 225	86.5	103.0	95.8	77.3	38~ 118	59.5	335.0	39.8	32.4	28.9~ 216.0	-	-	-	-	-	-
マグネシウムイオン Mg <sup>2+</sup> mg/l	15.2	169.0	58.6	126.0	42.2~ 317	4.92	9.90	5.92	4.94	4.89~ 86.0	12.20	11.90	11.50	9.78	3.33~ 16.0	15.3	309.0	12.8	11.0	10.6~ 444.0	-	-	-	-	-	-
塩素イオン Cl <sup>-</sup> mg/l	482.0	2350	537.0	1780	176~ 4630	69.9	84.5	78.6	63.8	33.7~ 973	74.9	87.0	65.9	58.2	27.6~ 64.2	274.0	3540	70.7	54.9	54.1~ 6530	-	-	-	-	-	-
硫酸イオン SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	110.0	350.0	114.0	286.0	58.3~ 660	24.4	24.4	28.0	27.3	16.0~ 120	49.7	29.4	39.7	50.1	13.5~ 24.8	44.0	457.0	14.4	12.6	8.8~ 600	-	-	-	-	-	-
炭酸水素イオン HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	351.0	294.0	337.0	299.0	314~ 414	294.0	249.0	237.0	228.0	214~ 265	223.0	248.0	226.0	208.0	226~ 374	247.0	237.0	145.0	137.0	112~ 292	-	-	-	-	-	-
イオン状シリカ SiO <sub>2</sub> mg/l	7.7	9.0	8.0	8.1	6.5~ 8.3	14.6	13.6	14.5	14.5	11.2~ 13.7	11.5	11.2	11.8	12.0	11.6~ 14.7	18.1	16.6	15.4	15.6	14.6~ 20.1	-	-	-	-	-	-
電気伝導度 EC ms/m	225.0	778.0	236.0	579.0	121~ 1490	72.3	70.5	68.6	61.5	53.5~ 359	68.4	72.8	66.0	60.8	58.6~ 74	129.0	1090	48.6	39.6	50.2~ 1870	-	-	-	-	-	-

事前調査期間(平成 15 年 7 月 31 日 ~ 平成 18 年 12 月 31 日)、但し 18B-1 及び 18B-2 地点は事前調査の観測期間が短いため、過年度調査の範囲を掲載した。

地下水の監視項目である SS および濁度の分析結果は次のとおりである。

(1)浮遊物質量 SS(mg/L)

浮遊物質量 SS は水中に漂っているゴミや土粒子の量を示し、水の濁りの程度を表す指標である。

今年度の分析結果は、表 2.6.1 に示すように各地点で 1mg/L 以下で、事前調査の範囲内にある。但し、14B-3 地点では 9 月の採水時に樹根や細砂などの混入が認められ、その影響により 29mg/L と高い値が得られている。

(2)濁度 (度)

濁度も、SS 同様に水の濁りの程度を表す指標である。

今年度の分析結果は沿岸部の 4 地点では概ね 0.1～0.9 度、浸透ゾーン脇の 18B-2 地点では 0.2～1.7 度が測定され、事前調査の範囲内にある。但し、SS と同様に、14B-3 地点では 9 月に 6.6 と高い値が得られた。

なお、各地点でアンモニウム性窒素とアンモニウムイオンが 6 月と 9 月でやや高く、18B-1 地点では過年度よりやや高い値を示している。これについては次のように考えられる。

通常アンモニウム性窒素が高くなる要因として堆肥や糞尿などの人為的影響で増加することが考えられるが、当該地下水については、図 2.6.1 の地下水分析結果に示すように、全窒素はほぼ横ばいで推移していることから、その可能性は低いと考えられる。

一方、深井戸や貯水池の底層付近の水からは、硝酸性窒素の還元によってアンモニアが高濃度で検出されることもある<sup>1)</sup>ことを考慮すると、溶存酸素量を測定していないので断定はできないが、今年度の 6 月～9 月にかけての降水量は平年に比べ極端に少なく、この影響によって地下水の溶存酸素量が減少し、地下水や土壤中に存在する還元性菌等により硝酸性窒素から、アンモニウム性窒素に移行したのではないかと推察される。

ちなみに、表 2.6.2 は降水量とアンモニウムイオンの関係を示したものであり、おおむね降水量が少ない時期にアンモニウムイオンが高くなる傾向を示している。

表 2.6.2 降水量とアンモニウムイオンの関係

年月日	14日累積雨量(mm)	アンモニウムイオン(mg/l)	
		14B-1	18B-1
平成22年6月28日	10.5	0.07	0.06
平成22年9月12日	222.0	0.03未満	0.03未満
平成22年11月24日	104.0	0.03未満	0.03未満
平成23年3月5日	4.0	0.04	0.03未満
平成23年6月21日	0.0	0.09	0.05
平成23年9月29日	5.0	0.09	0.13
平成23年11月30日	56.5	0.03	0.03未満

1) 上水試験方法 解説編 p240 日本水道協会 1993 年版



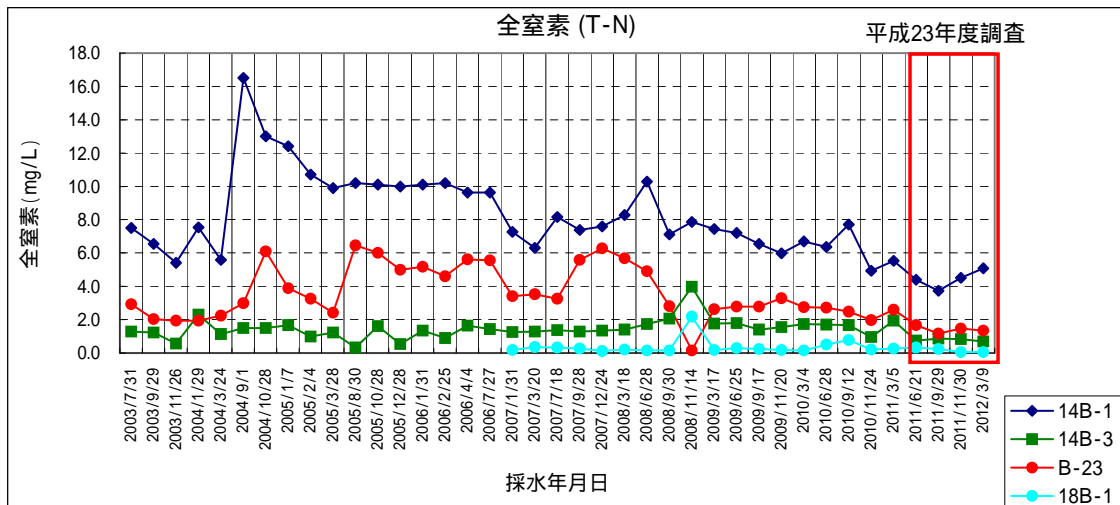
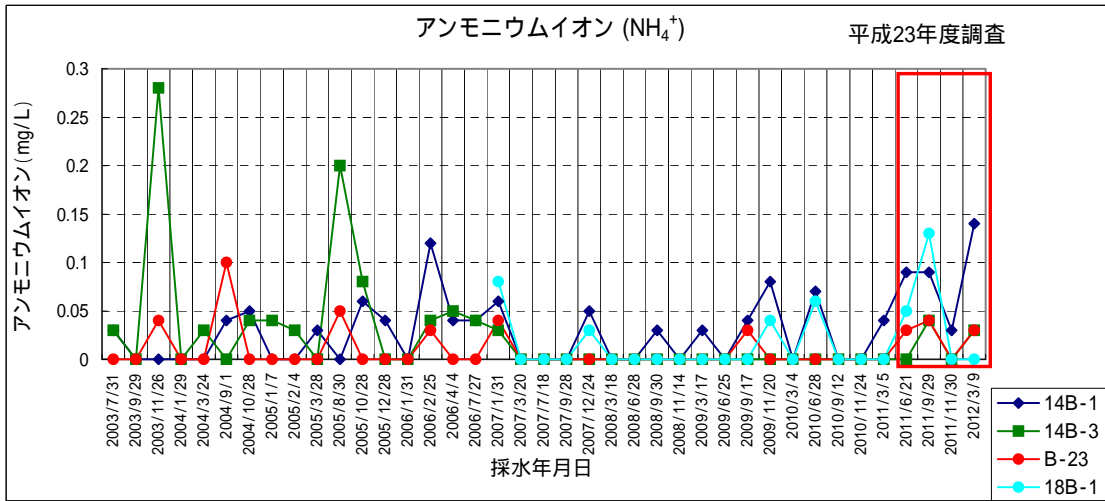
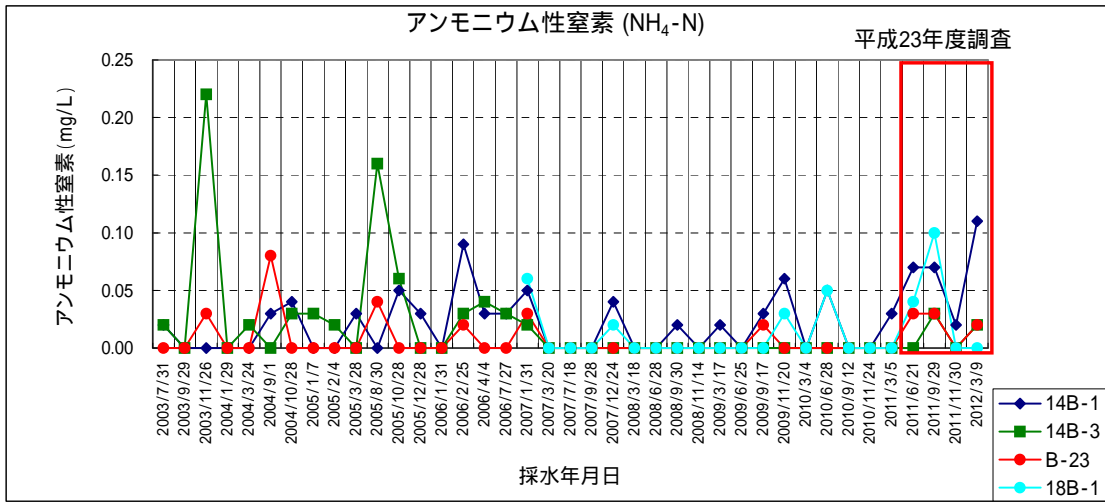


図 2.6.1 水質分析結果

(3)汀線部の水質分析結果

汀線部の水質分析結果は表 2.6.3 に示すとおりである。

今年度の COD ( 化学的酸素消費量 ) は、各地点とも 0.5 未満 ~ 1.3mg/l 以下で測定され、過年度の範囲内にある。

SS については各地点とも概ね 1 ~ 11mg/L の範囲で測定されているが、L-1、L-2、L-3 地点の 11 月 29 日の値が 16 ~ 32mg/L と高い値を示している。これは、採水ポンプの故障により、この 3 地点では直接採水びんを用いて採水したことによるものと考えられる。

亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は全ての地点で地下水の環境基準値内( 10mg/l )であった。

全窒素は 0.20 ~ 1.32mg/l の範囲で確認され、全磷は 0.012 ~ 0.053mg/l の範囲内で確認された。( 地下水の環境基準は設定されていない )

イオン状シリカは 1.3 ~ 7.9mg/l の範囲で測定され、各地点ともおおむね過年度の範囲内にあるが、2012 年 3 月 9 日の値は全体的にやや高い値を示している。

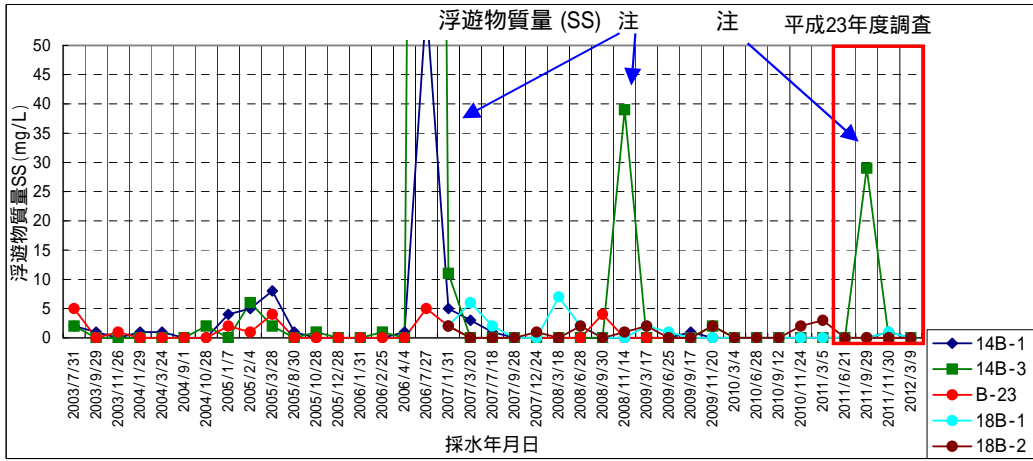
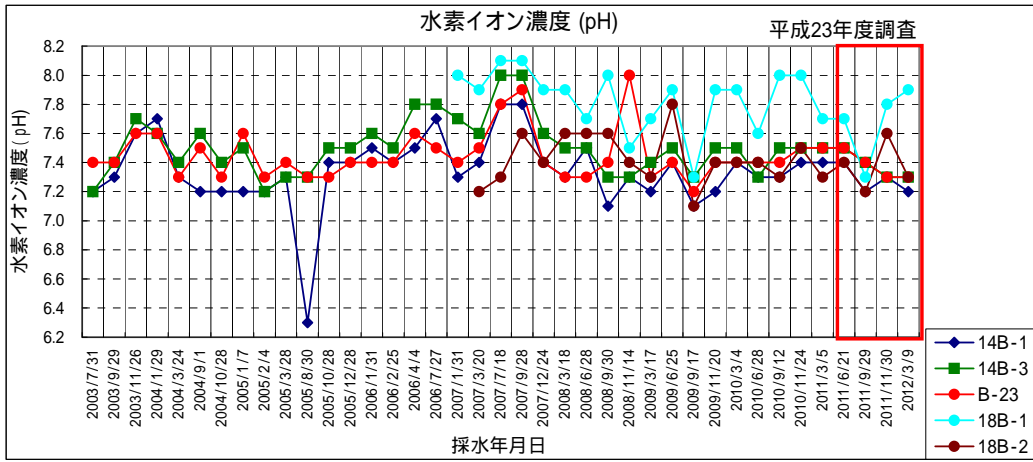
イオン状シリカは地下水に多く含まれること、1 月と 2 月の降水量は平年に比べ多く、特に 2 月は平年の倍以上 ( 249 ~ 321.5mm ) の降水量が記録されており、それが地下水に涵養され、イオン状シリカに影響したのと考えられる。

塩分は 9.50 ~ 32.5 の範囲で測定され、各地点とも過年度の範囲内にあるにあるが、2012 年 3 月 9 日の値は全体的にやや低い値を示している。

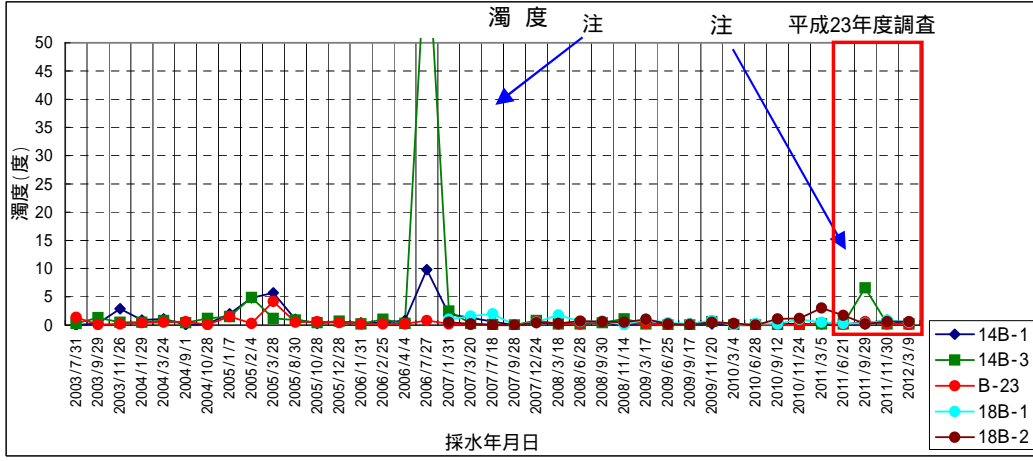
この塩分の低下も上記と同じ理由によるものと考えられる。

表 2.6.3 各地点の汀線部の水質分析結果

採水地点	L-1(H18B-1汀線)					L-2					L-3(B-23汀線)					L-4(H14B-3汀線)				L-5(14B-1汀線)					
	11/6/21	11/9/29	11/11/29	12/3/9	過年度	11/6/21	11/9/29	11/11/29	12/3/9	過年度	11/6/21	11/9/29	11/11/29	12/3/9	過年度	11/6/21	11/9/29	11/11/29	12/3/9	過年度	11/6/21	11/9/29	11/11/29	12/3/9	過年度
化学的酸素消費量 COD <sub>Mn</sub> (mg/l)	0.5	<0.5	1.2	0.9	<0.5~ 1.6	<0.5	<0.5	1.3	0.5	0.5~ 1.6	<0.5	<0.5	0.9	1.2	<0.5~ 3.8	0.6	0.7	0.7	0.8	<0.5~ 1.5	<0.5	0.8	1.0	0.6	<0.5~ 1.3
浮遊物質量 ss (mg/l)	1	1	25	10	1~7	2	3	32	5	<1~12	2	2	16	11	1~30	2	6	4	8.0	<1~4	<1	2	6	4	1~18
亜硝酸性窒素 NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001 ~ 0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001 ~ 0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001 ~ 0.005	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001 ~ 0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001 ~ 0.006
硝酸性窒素 NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.16	0.04	0.04	0.17	0.18~ 0.23	0.23	0.06	0.10	0.39	0.05~ 0.36	0.70	0.10	0.16	1.08	1.74~ 2.18	0.63	0.06	0.15	0.62	0.15~ 0.53	0.83	0.09	0.19	0.67	0.14~ 1.06
全窒素 T-N (mg/l)	0.34	0.20	0.22	0.23	0.33~ 0.38	0.46	0.28	0.42	0.51	0.17~ 0.57	1.08	0.35	0.56	1.19	1.94~ 2.43	0.97	0.26	0.43	0.73	0.22~ 0.90	1.32	0.46	0.64	0.75	0.25~ 1.85
全磷 T-P (mg/l)	0.014	0.012	0.043	0.020	0.011 ~ 0.021	0.018	0.021	0.038	0.021	0.013 ~ 0.038	0.028	0.030	0.050	0.058	0.043 ~ 0.062	0.033	0.038	0.032	0.036	0.013 ~ 0.04	0.044	0.020	0.049	0.030	0.022 ~ 0.056
イオン状シリカ SiO <sub>2</sub> (mg/l)	1.7	1.6	1.4	6.4	1.3~ 4.2	1.4	1.3	1.8	2.2	1.1~ 2.7	4.1	1.6	3.0	7.9	5.0~ 6.0	4.4	1.9	3.1	4.4	1.9~ 4.5	2.1	1.5	1.9	3.0	1.8~ 3.5
塩分	31.21	32.50	30.80	12.99	31.76 ~ 33.17	29.14	32.34	28.66	28.63	18.66 ~ 32.67	18.55	30.53	24.22	9.50	18.19 ~ 22.92	15.45	30.63	22.51	17.38	12.63 ~ 32.58	24.69	32.02	28.38	22.31	20.64 ~ 33.30

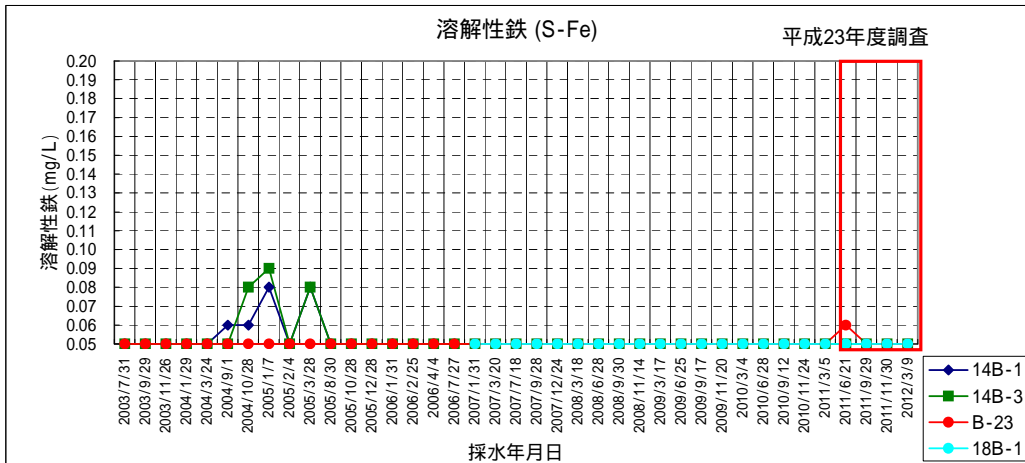


注1. 採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。  
 注2. 採水時に、植物根及び細砂の混入が確認された。



注1. 採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。  
 注2. 採水時に、植物根及び細砂の混入が確認された。

図 2.6.2 水質分析結果 (pH、SS、濁度)



注. 下限値は定量下限値を示す。

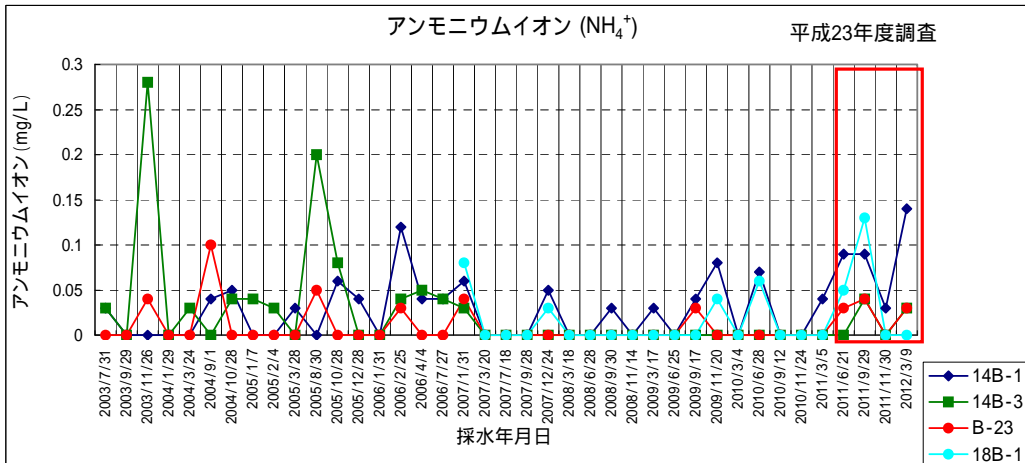
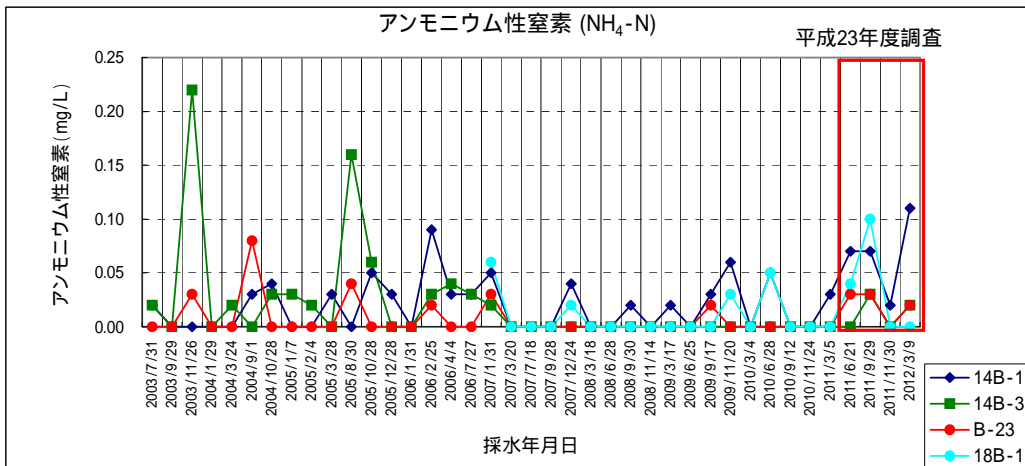


図 2.6.3 水質分析結果 (S-Fe、NH<sub>4</sub>-N、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

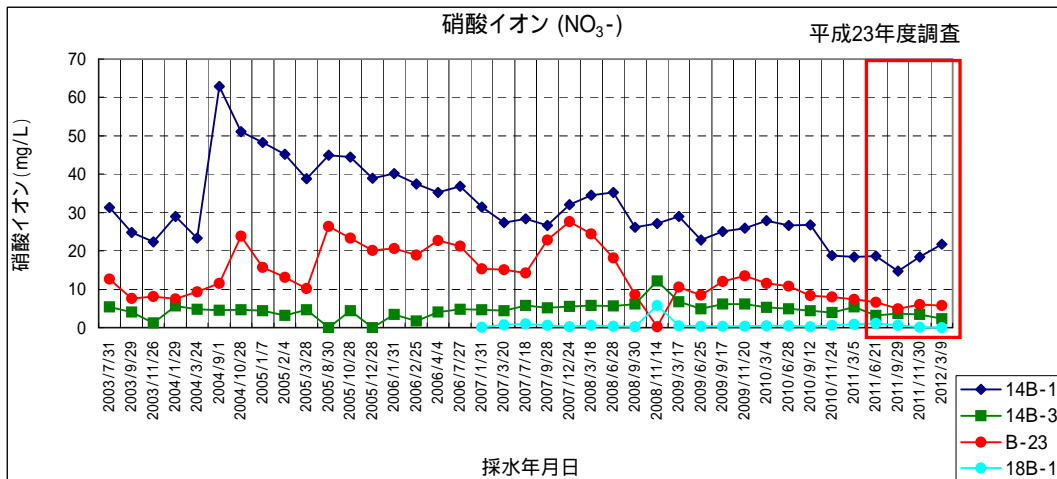
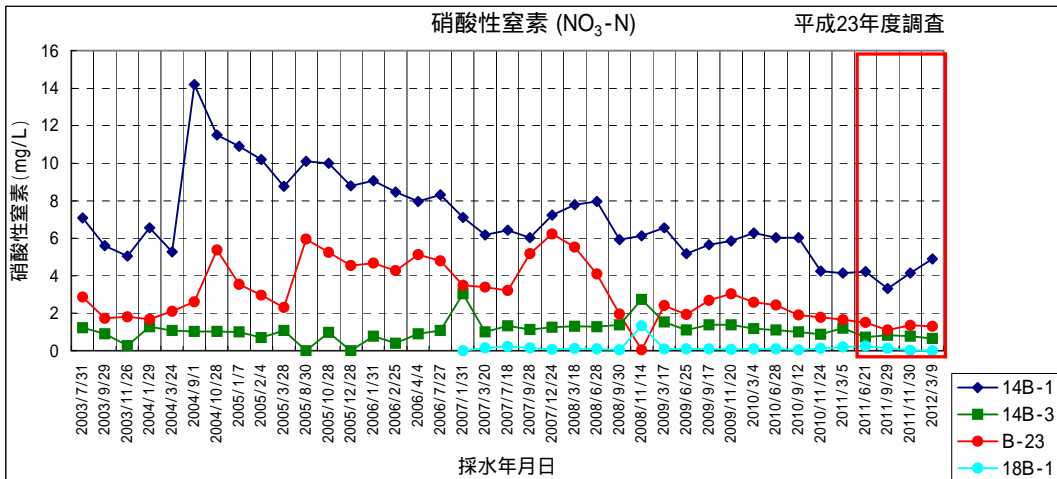
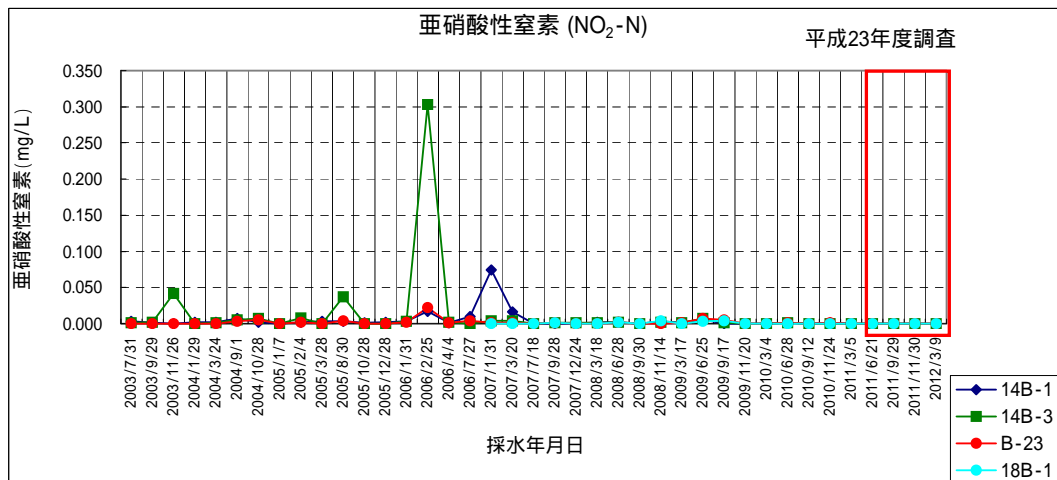


図 2.6.4 水質分析結果 (NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

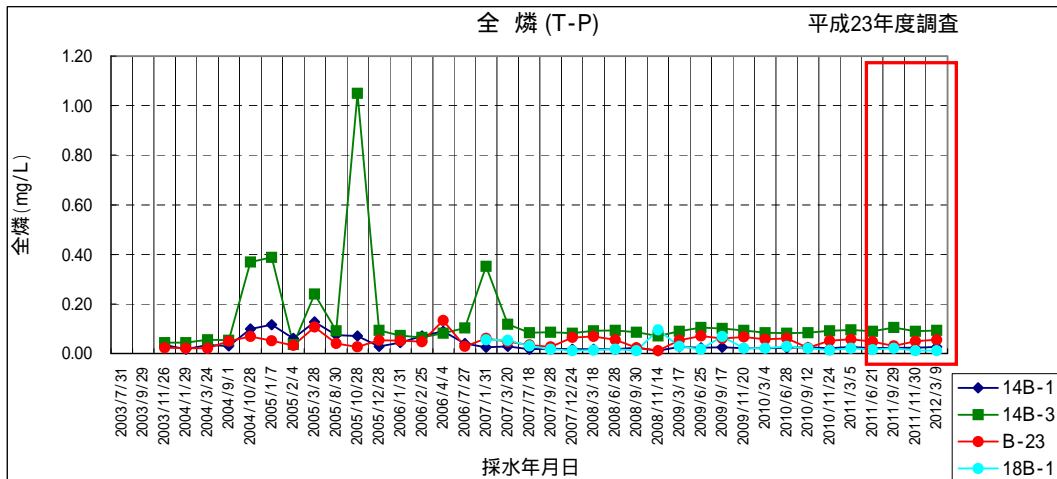
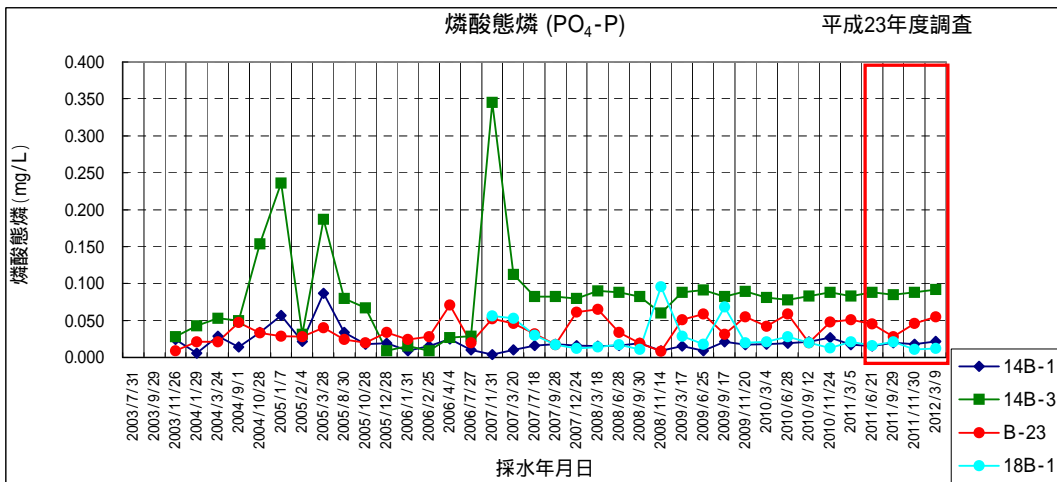
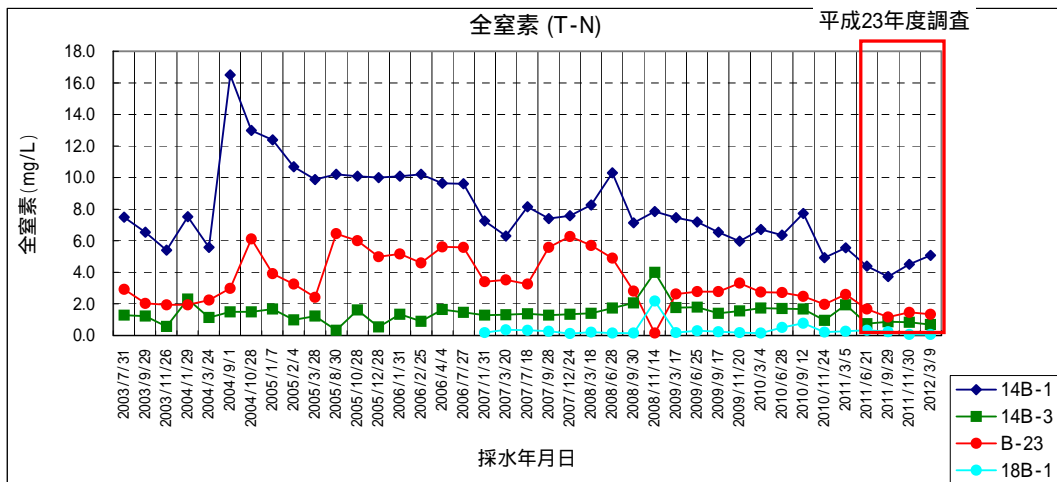
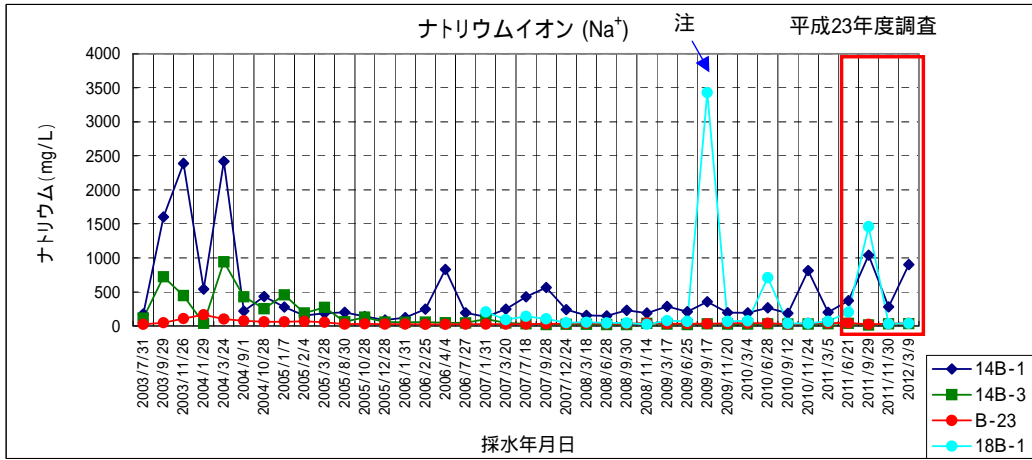
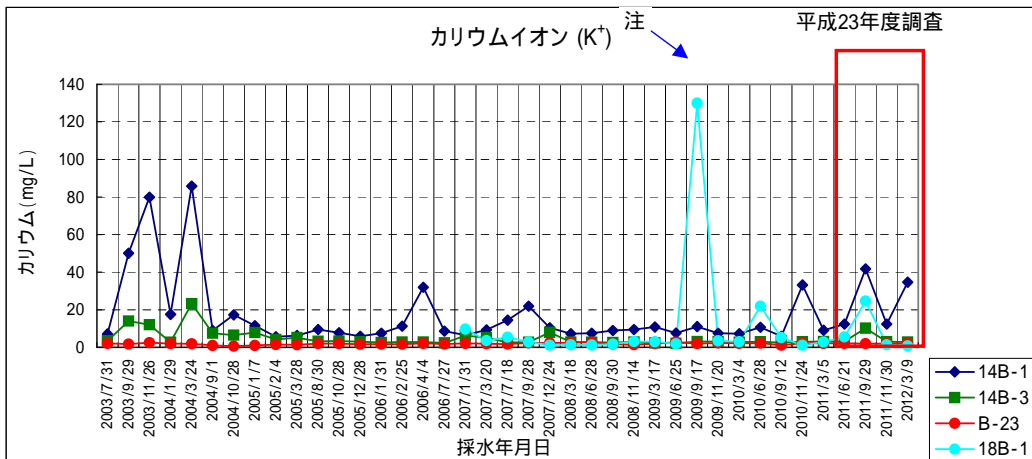


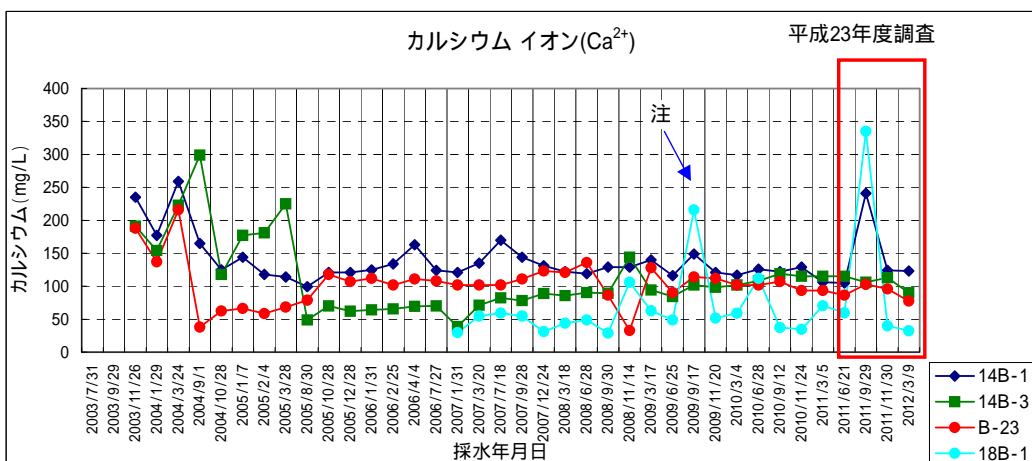
図 2.6.5 水質分析結果 (T-N、PO<sub>4</sub>-P、T-P)



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

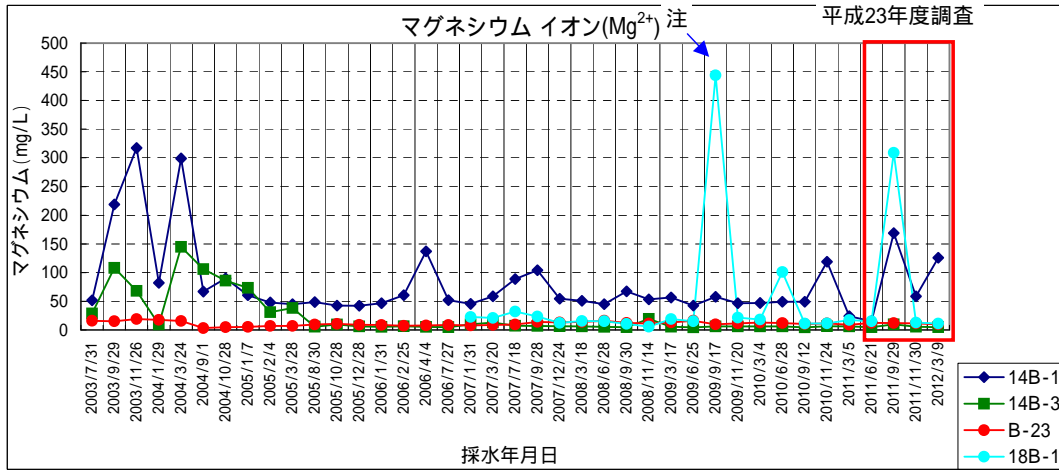


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

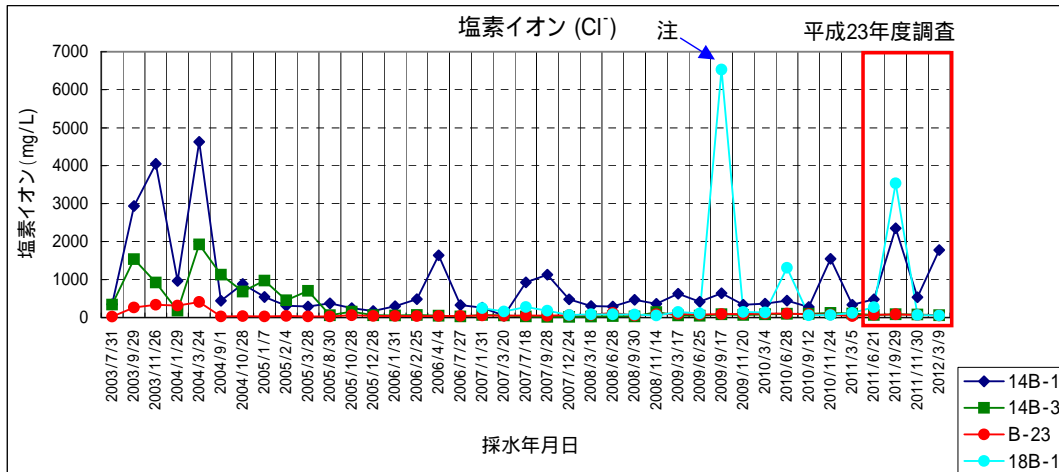


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

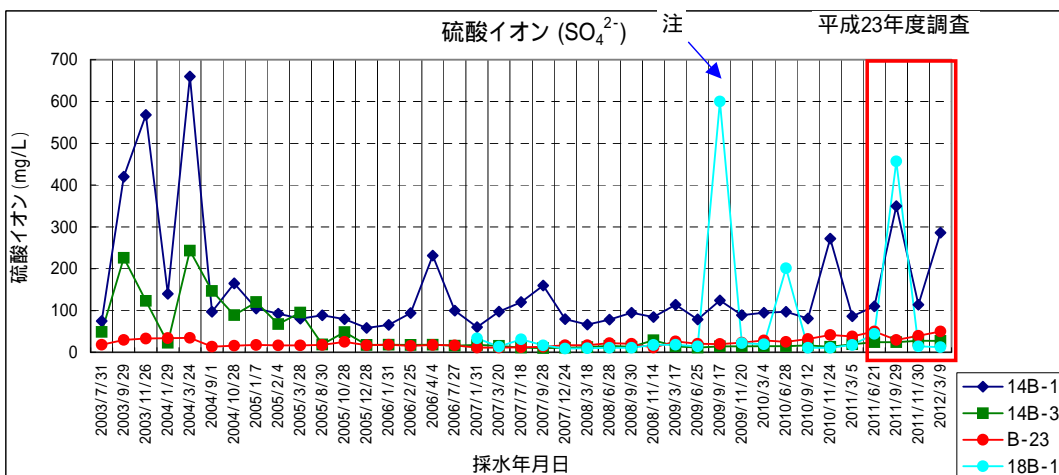
図 2.6.6 水質分析結果 (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>)



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。



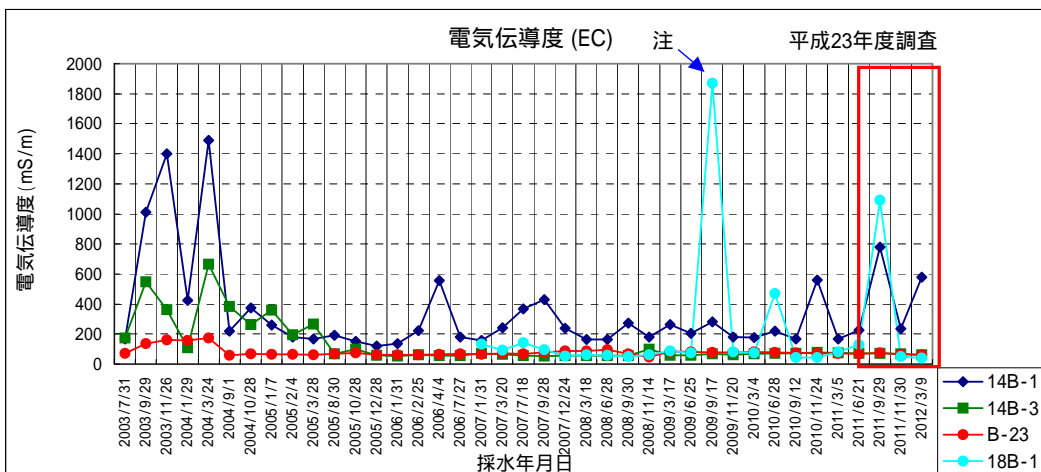
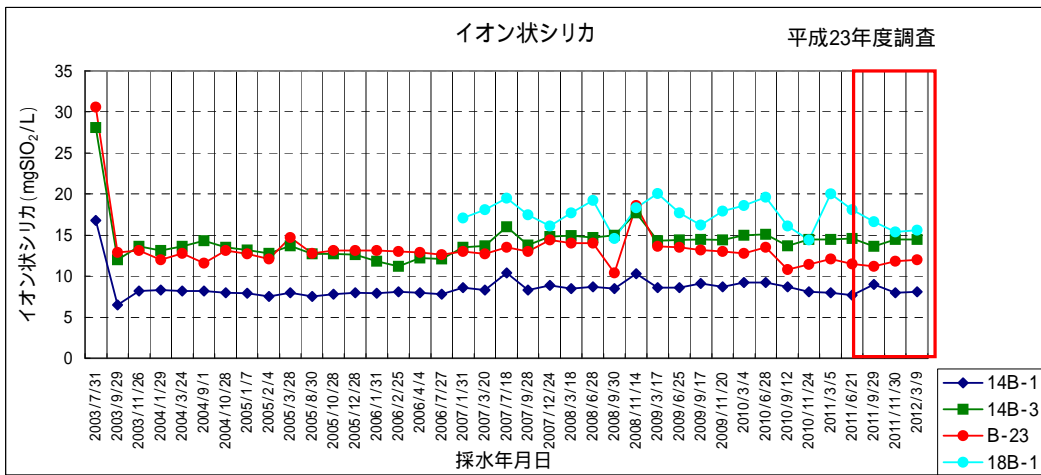
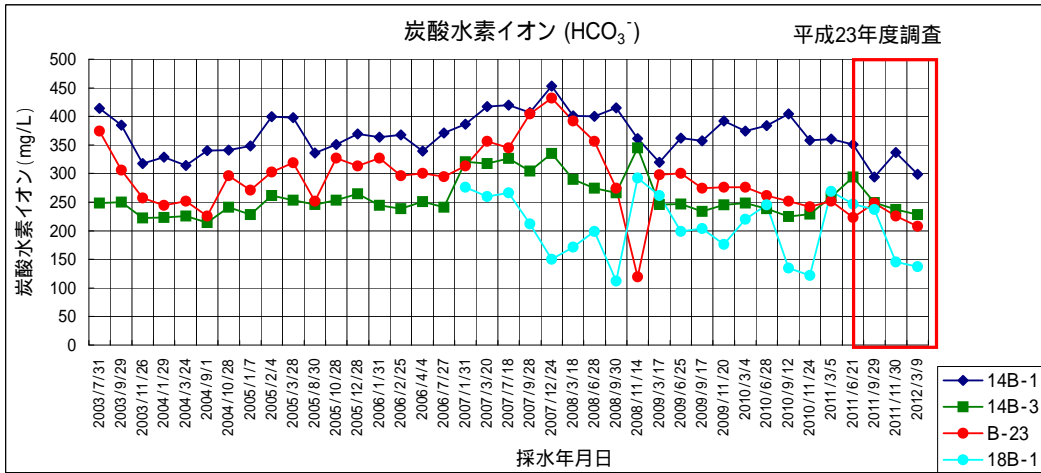
注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。



注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

図 2.6.7 水質分析結果 (Mg、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)





注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

図 2.6.8 水質分析結果(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、イオン状シリカ、電気伝導度)

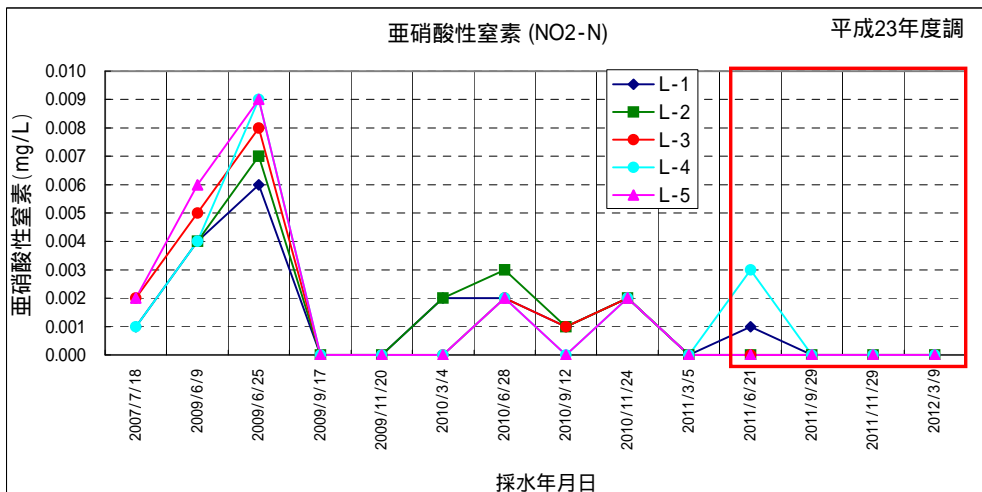
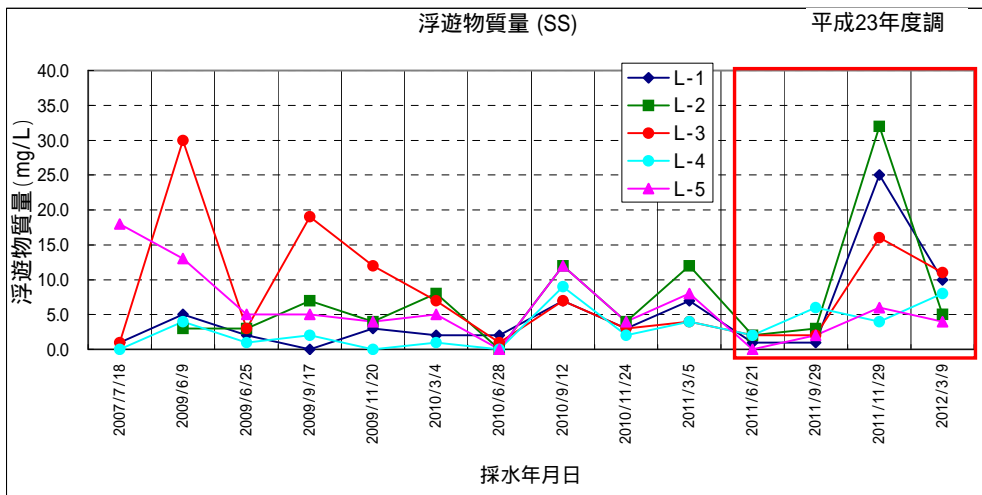
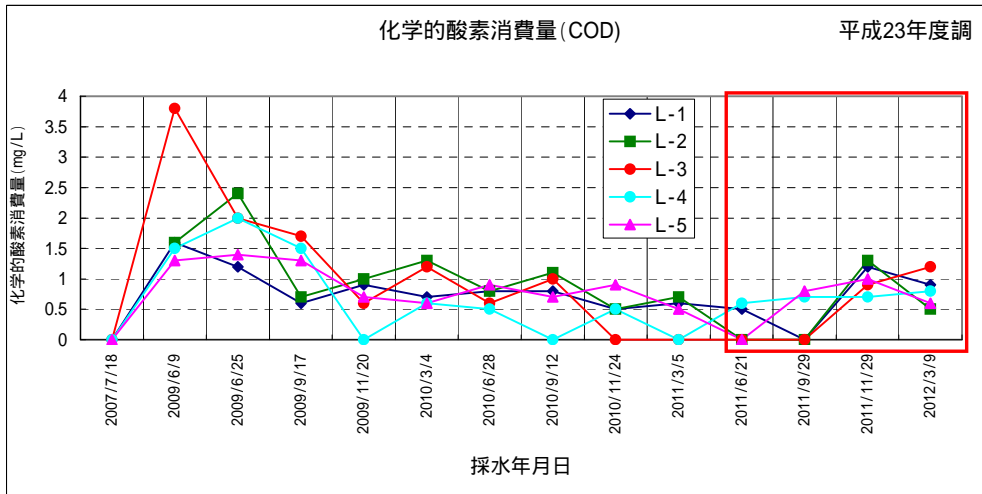


図 2.6.9 水質分析結果(COD、SS、NO<sub>2</sub>-N)

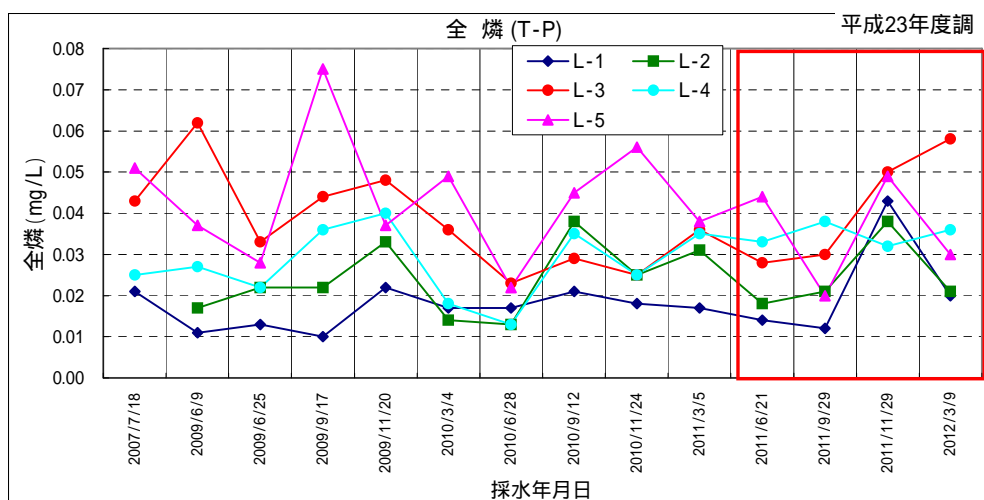
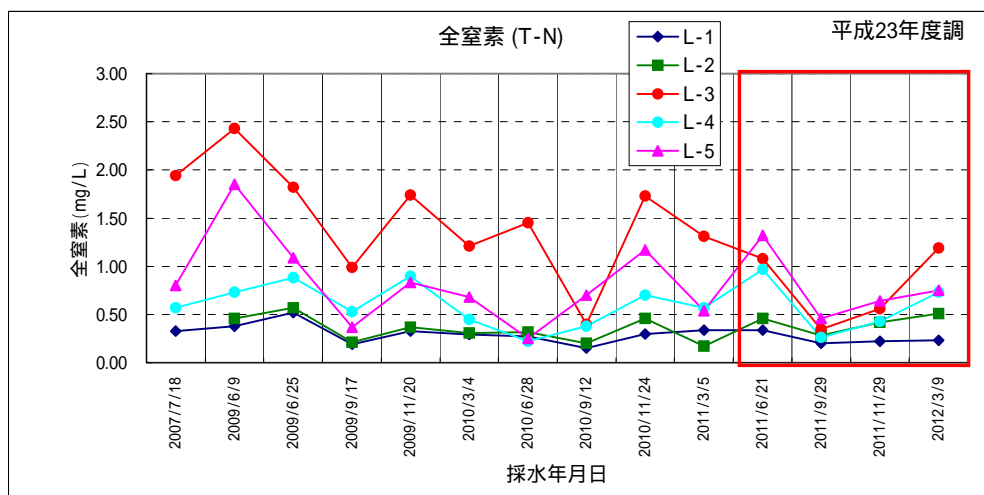
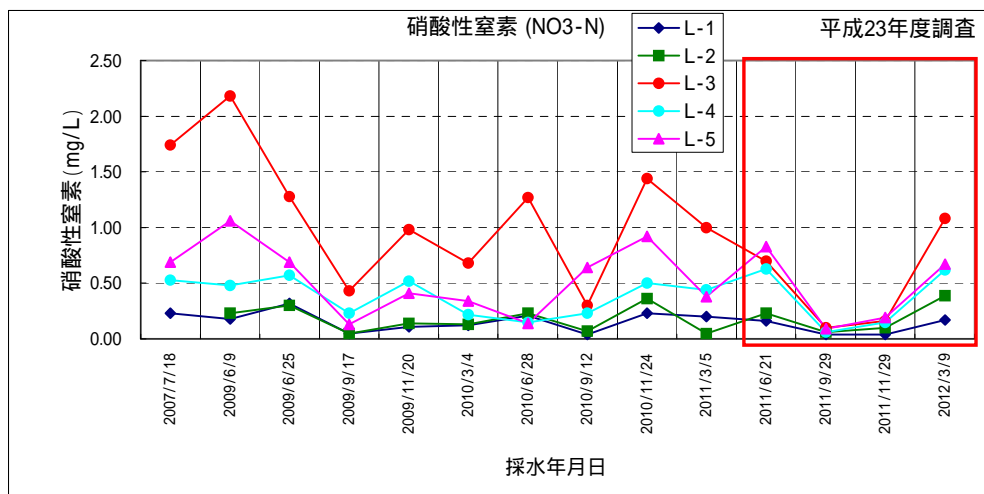


図 2.6.10 水質分析結果(NO<sub>3</sub>-N、T-N、T-P)

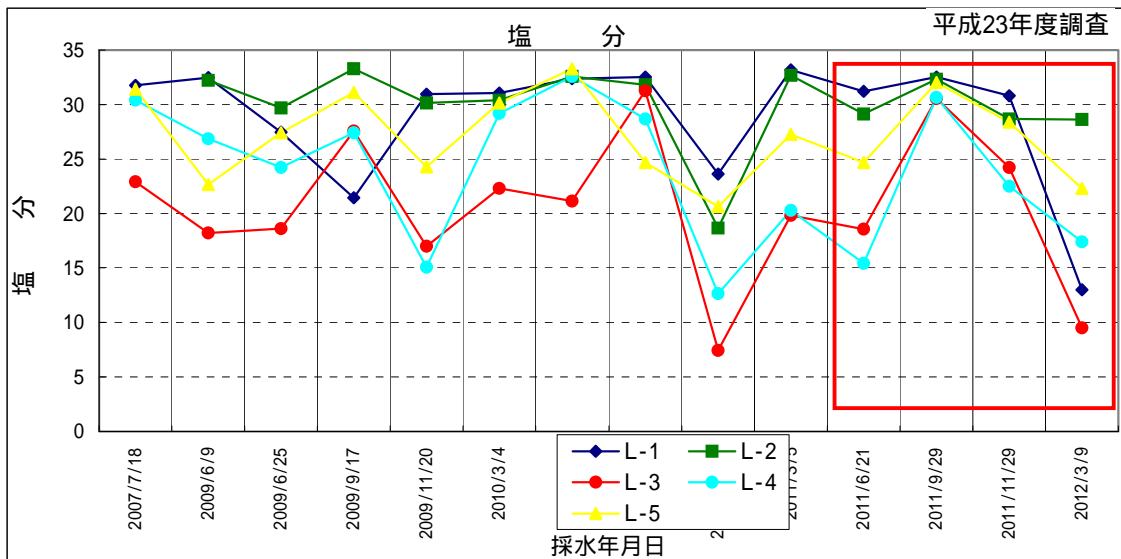
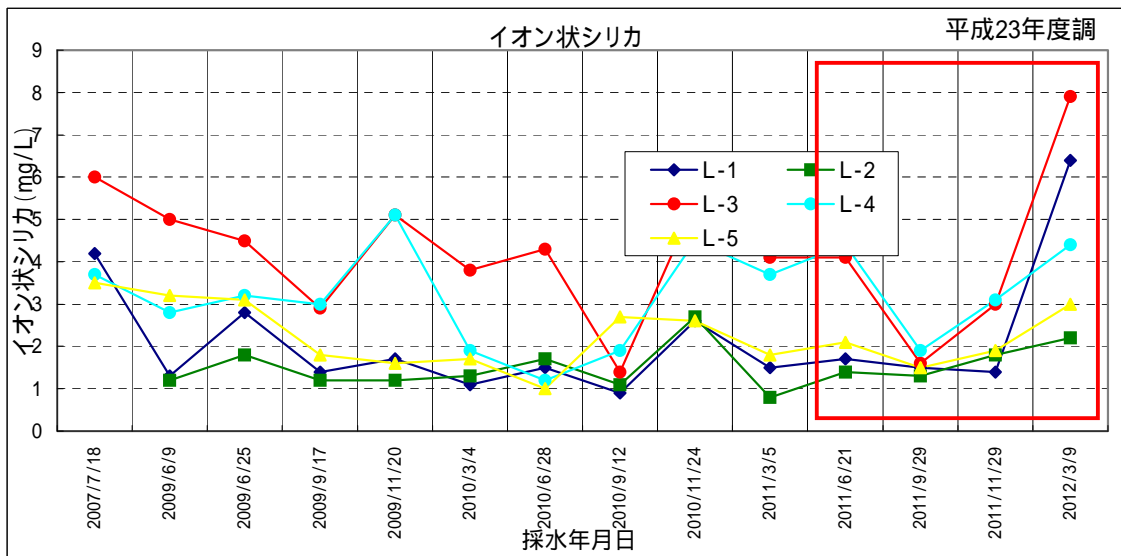


図 2.6.11 水質分析結果(SiO<sub>2</sub>、塩分)

## 2.7 事前調査結果と事後調査結果の比較検討結果

### (1) 雨量観測

平成 23 年（2011 年）の月別降水量は、平年に比べ 1 月、5 月、10 月は多雨傾向であったが、その他の月は少雨傾向であった。特に 6 月から 9 月の 4 ヶ月間の総雨量は平年雨量に比べ、R-1 および石垣島測候所ともおよそ 570mm ほど少なく、石垣市と竹富町では 8 月下旬より 18 年ぶりに夜間断水が実施された。

一方、5 月と 10 月は台風の接近や湿った気流の影響による集中豪雨により、平年に比べそれぞれ 330mm ほど多かった（R-1）。

平成 23 年の年間総降水量は、R-1 で 2,090.5mm であり、年平均降水量（2,090.8mm）とほぼ同じであった。一方、石垣島測候所では 1,849.5mm が観測されており、年平均降水量を下回っていた。

### (2) 地下水の水位

平成 23 年度の沿岸部（14B-1、14B-3、B-23、18B-1 地点）における地下水位は、各地点とも事前調査の最低水位を下回ることにはなかった。

内陸部の 16B-1 地点の水位は、当初、前年と変わらず、標高 13.5m の基盤岩上面付近を上下していた。しかし、11 月の孔内洗浄後、目詰まりが解消されたことによって 3~4m ほど水位が高くなり、低下が見られた平成 19 年以前の水位に戻った。

### (3) 地下水の SS

地下水の SS は 14B-3 地点を除いて、各地点とも 1mg/L 以下で、事前調査の範囲内にあった。

### (4) 電気伝導度

電気伝導度は各地点とも概ね事前調査の範囲内で分布していた。

18B-1 では降水量の減少と高潮の影響によって、一時期（7 月~9 月）高い電気伝導度の値が観測されていたが、降水量の増加に伴って 10 月以降は過年度並みの値に戻った。

### (5) 水質分析

各地点及び各項目ともほぼ事前調査並みの値を示し、特別な変化は認められなかった。但し、各地点でおおむね過年度の範囲内にあるものの、アンモニウム性窒素とアンモニウムイオンは降水量が少ない時期（6 月、9 月）にやや高い値を示していた。

### 3. 空洞対策工におけるモニタリング調査の報告について

#### 3.1 調査目的

本調査は、空洞対策工におけるアーチ構造の施工時および供用時の安全性を確認することを目的に行う。

なお、安全性の確認は、空洞対策工建設段階に設置した、鉄筋計および変位計にて得られるデータを用いて行う。

#### 3.1.1 調査項目

- (1) 鉄筋ひずみ（応力）計測
- (2) 内空変位計測

#### 3.2 アーチ構造概要

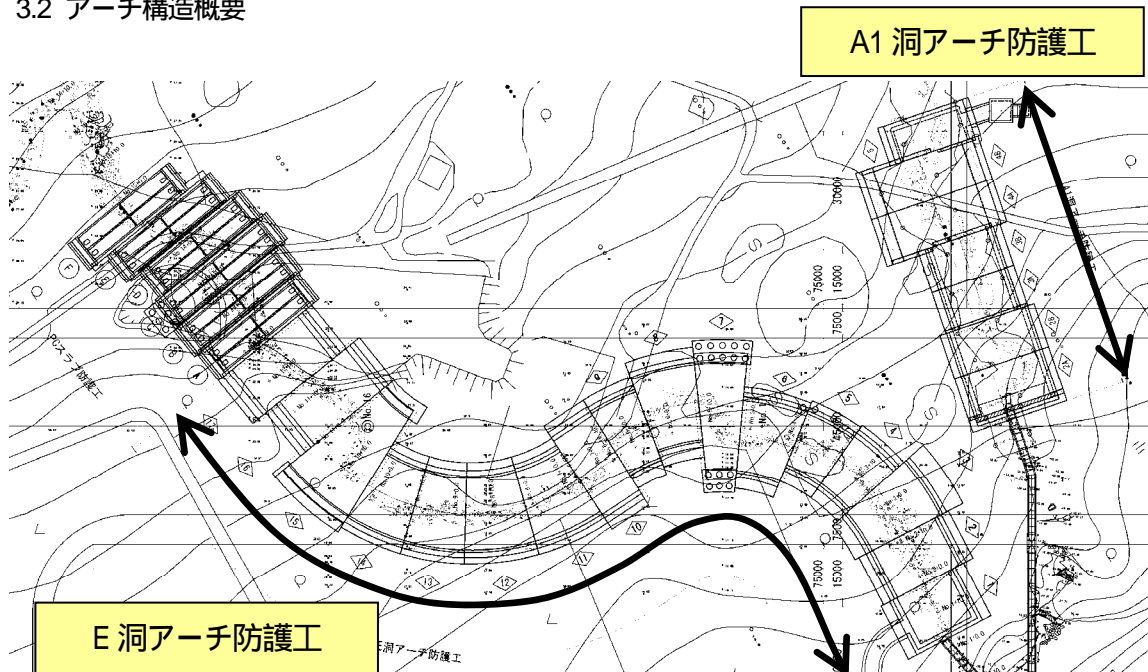


図 3.2.1 平面図

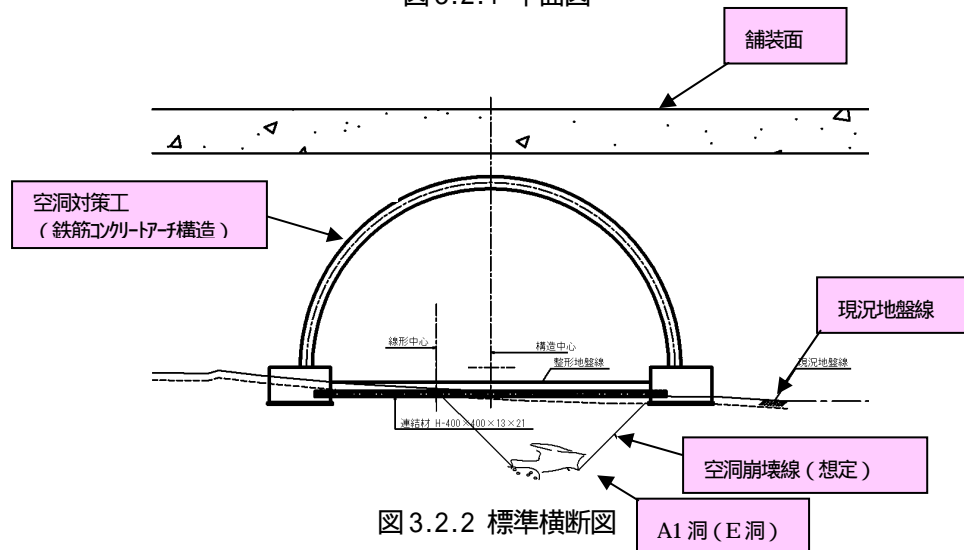


図 3.2.2 標準横断面図

### 3.3 施工概要

盛土工は左右均等に行っている。1層の厚さは40cmとし、1~2層/日の施工を行っている。

#### (1) A1 洞

盛土開始 平成 23 年 2 月 23 日

盛土完了 平成 23 年 6 月 16 日

舗装（路盤下層）

開始 平成 23 年 9 月 2 日

完了 平成 23 年 9 月 25 日

舗装（上層基層表層）

開始 平成 23 年 12 月 3 日

終了 平成 24 年 4 月 16 日

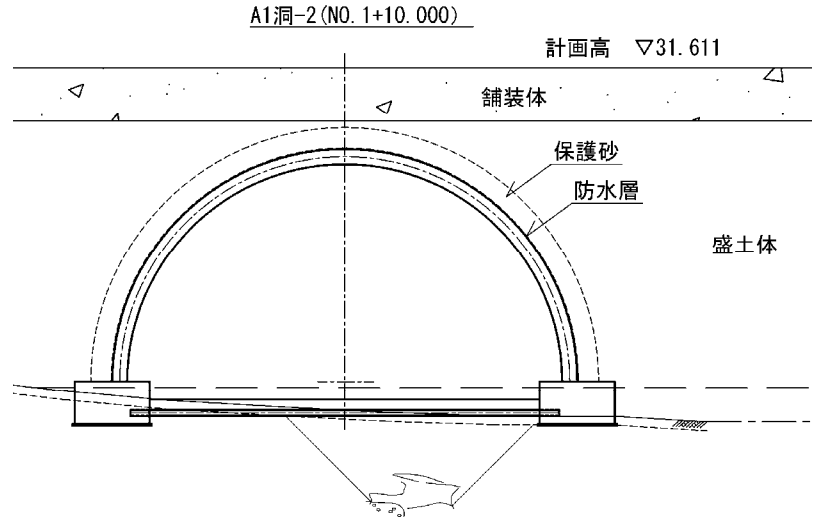


図3.3.1 A洞2Aブロック施工状況

#### (2) E 洞

盛土開始 平成 23 年 2 月 23 日

盛土完了 平成 23 年 6 月 16 日

舗装（路盤下層）開始 平成 23 年 9 月 2 日 完了 平成 23 年 9 月 25 日

舗装（上層基層表層）開始 平成 23 年 12 月 3 日 完了 平成 24 年 4 月 16 日

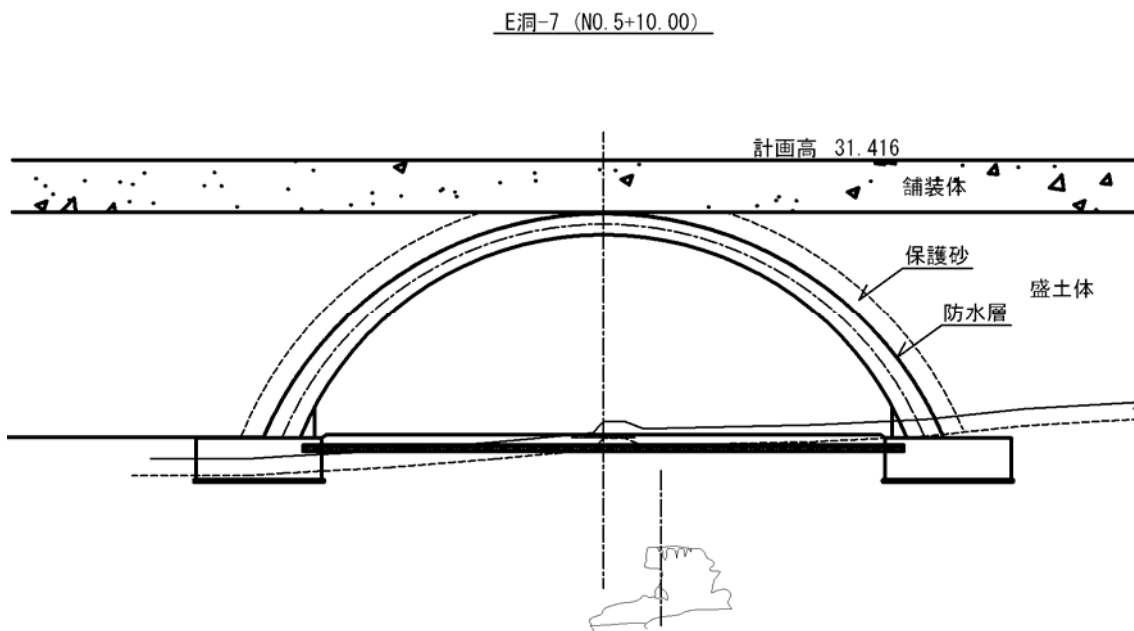


図3.3.2 E洞E7ブロック施工状況

### 3.4 調査概要と結果 鉄筋ひずみ計測

#### (1) 設置位置

ひずみを計測する鉄筋計は、代表して、E洞7ブロック、16ブロックに設置した。

取り付けは、鉄筋応力の発生状態から、基部、頂部、中間部の主鉄筋（外側、内側）とし、1断面あたり6箇所とした。

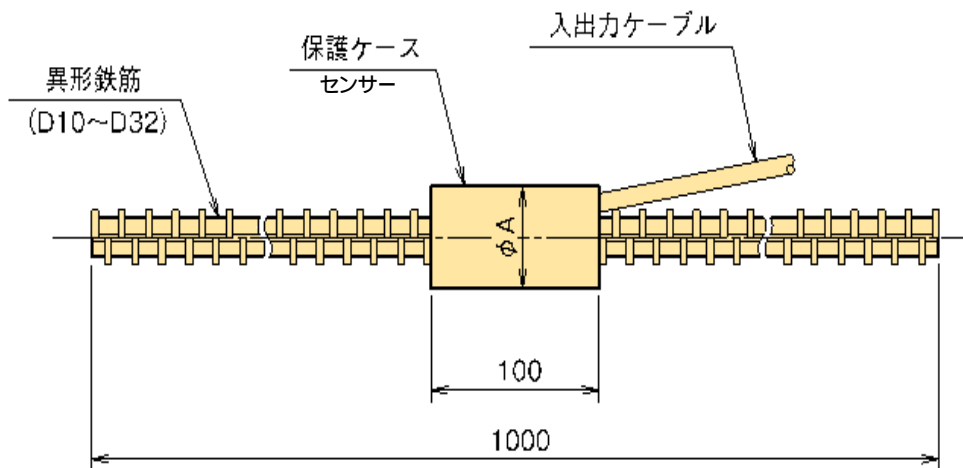


図3.4.1 鉄筋計姿図

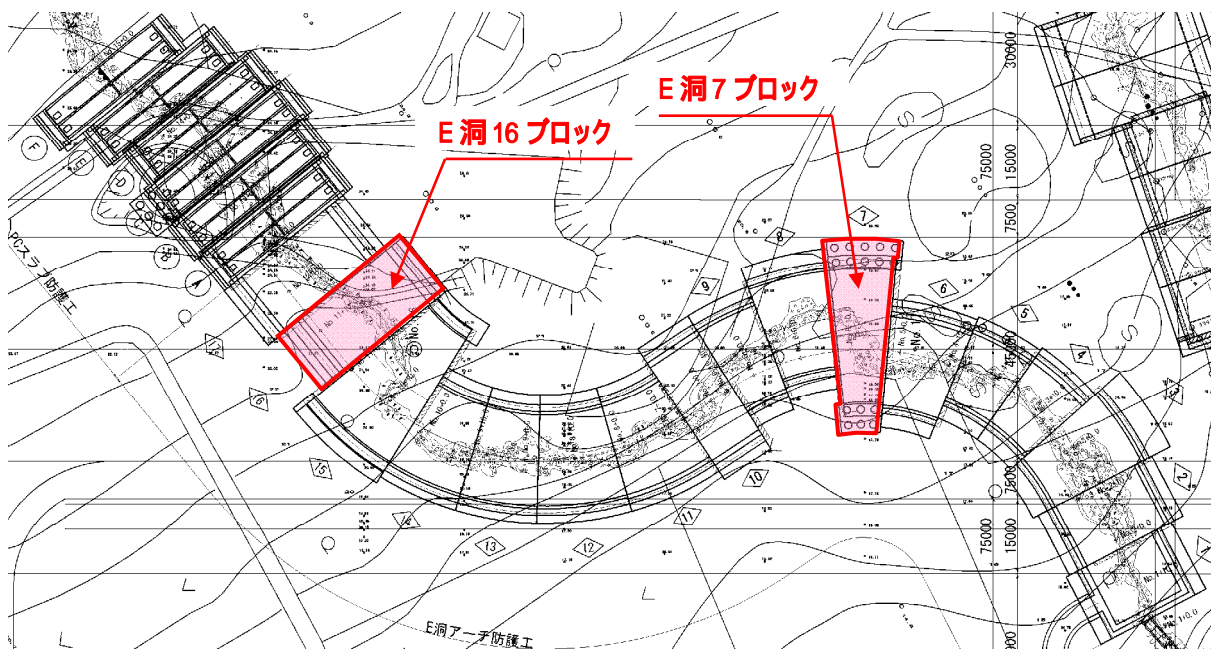


図3.4.2 設置箇所



— 取り付け位置

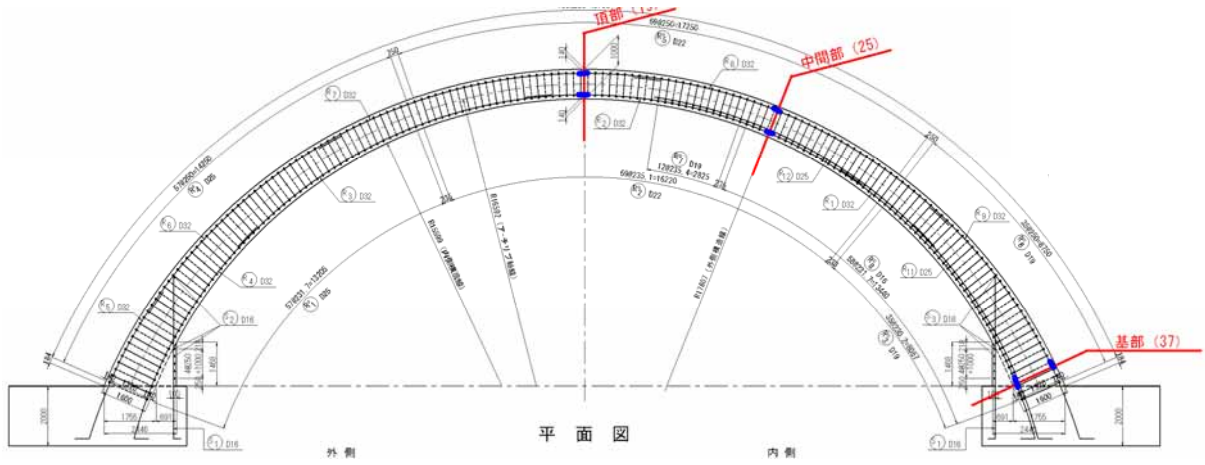


図3.4.3 E洞アーチ 7ブロック取り付け位置

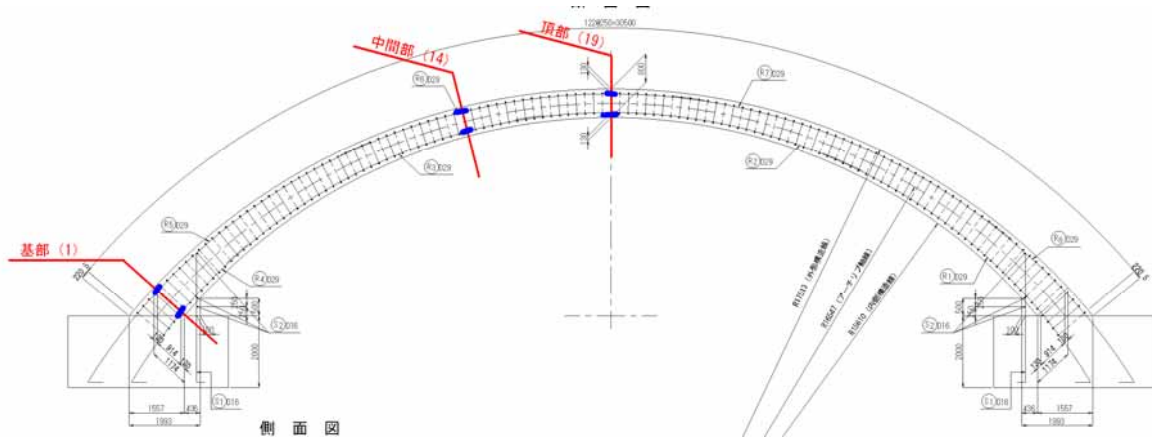


図3.4.4 E洞アーチ 16ブロック 取り付け位置

(2) 計測結果のまとめ方法

鉄筋ひずみ計の鉄筋への設置は、鉄筋組み立て後のコンクリート打設前であり、計測されるひずみはコンクリート硬化前のフレッシュコンクリート重量分や、そのときの温度によるひずみ分が入っている。

よって、盛土前のひずみ値を初期値とし、盛土による荷重増加分のひずみ変動量（応力変動量）を取りまとめることとする。

安全性の判定は、設計計算における、盛土による荷重増加分のひずみ変動量(応力変動量)と比較することで行う。

また、温度の影響に関しては、0時と12時のデータをピックアップすることでその影響の有無を判断する。

(3) 設計計算における盛土による応力の変遷（目安値）

この場合、自重による応力は考慮していない。外力（盛土側圧、盛土重量）のみによる応力である。

予測値は、施工段階における、以下のステップのときの解析上の断面力から、RC 断面計算を行い、ひずみゲージが貼り付けてある位置の鉄筋応力を算出し設定する。

検証する施工段階と結果

ステップ1： アーチリブ天端までの盛土を行った段階

ステップ2： 舗装表面から下方 2.5mまで盛土を行った段階（実際の盛土工事の天端に相当）

ステップ3： 舗装表面まで仕上げた段階

表 3.4.1 目安となる計算応力（変動応力）

鉄筋計設置位置の応力度

鉄筋計での測定開始に合わせ、躯体自重以降の荷重について応力度を示す。

7ブロック				単位：N/mm <sup>2</sup>		
				頂部(19)	中間部(25)	基部(37)
ステップ1	躯体天端まで盛土終了時	②+⑦	外側	22.9	-25.7	23.5
			内側	-28.6	35.7	-27.6
ステップ2	盛土終了時	2+3	外側	35.1	-40.5	39.3
			内側	-42.8	53.6	-51.9
ステップ3	舗装・路床終了時	2+3+4	外側	-5.2	-50.9	9.5
			内側	-33.4	38.4	-51.4

温度の影響は考慮していない

16ブロック				基部(1)	中間部(14)	頂部(19)
ステップ1	躯体天端まで盛土終了時	②+⑥	外側	-3.9	3.2	10.1
			内側	4.6	-7.8	-17.9
ステップ2	盛土終了時	2+3	外側	37.3	-8.4	0.6
			内側	-32.3	-8.9	-21.6
ステップ3	舗装・路床終了時	2+3+4	外側	45.6	-16.7	-12.0
			内側	-45.1	-8.9	-17.1

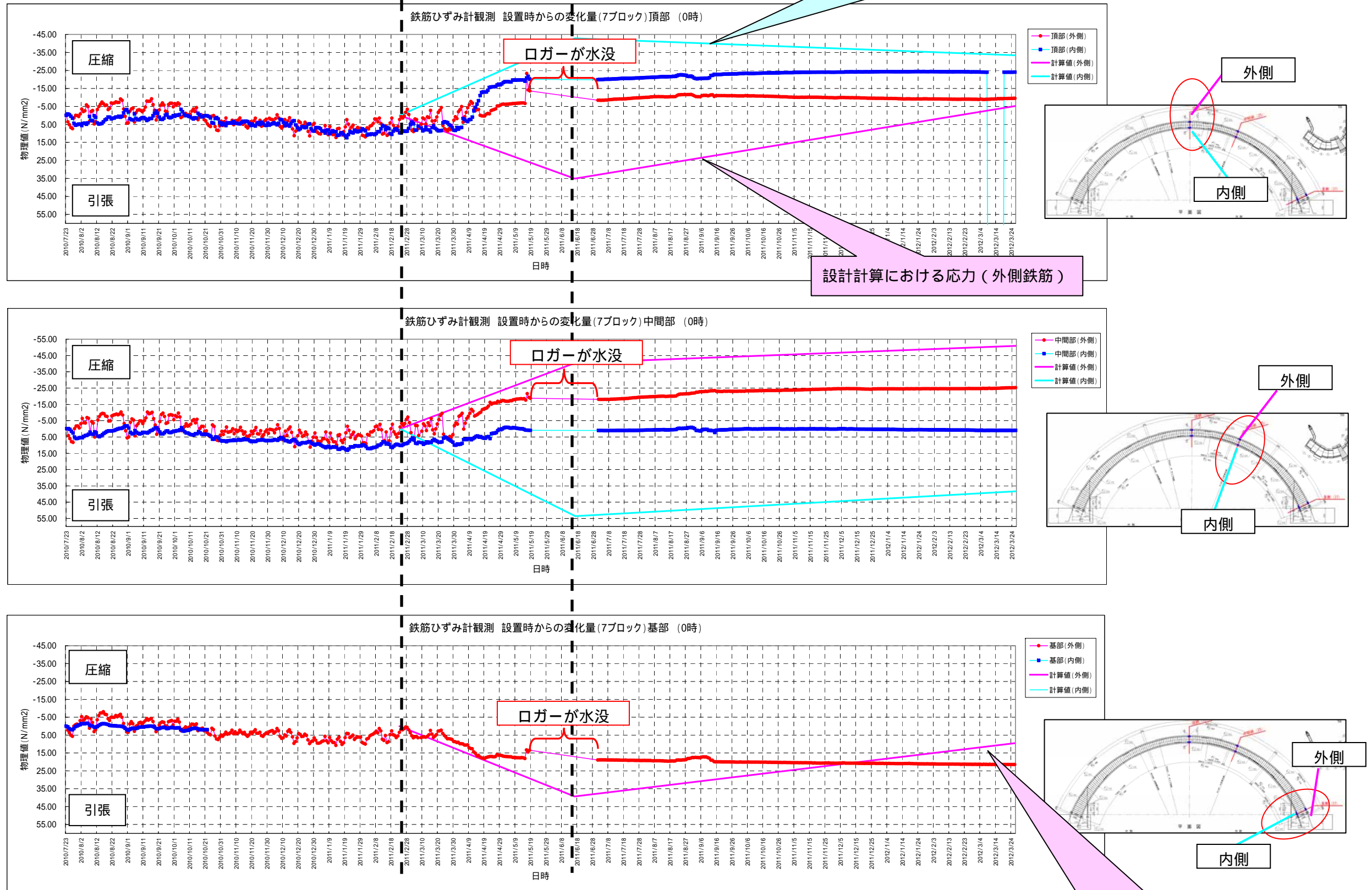
温度の影響は考慮していない

(4) 実測値

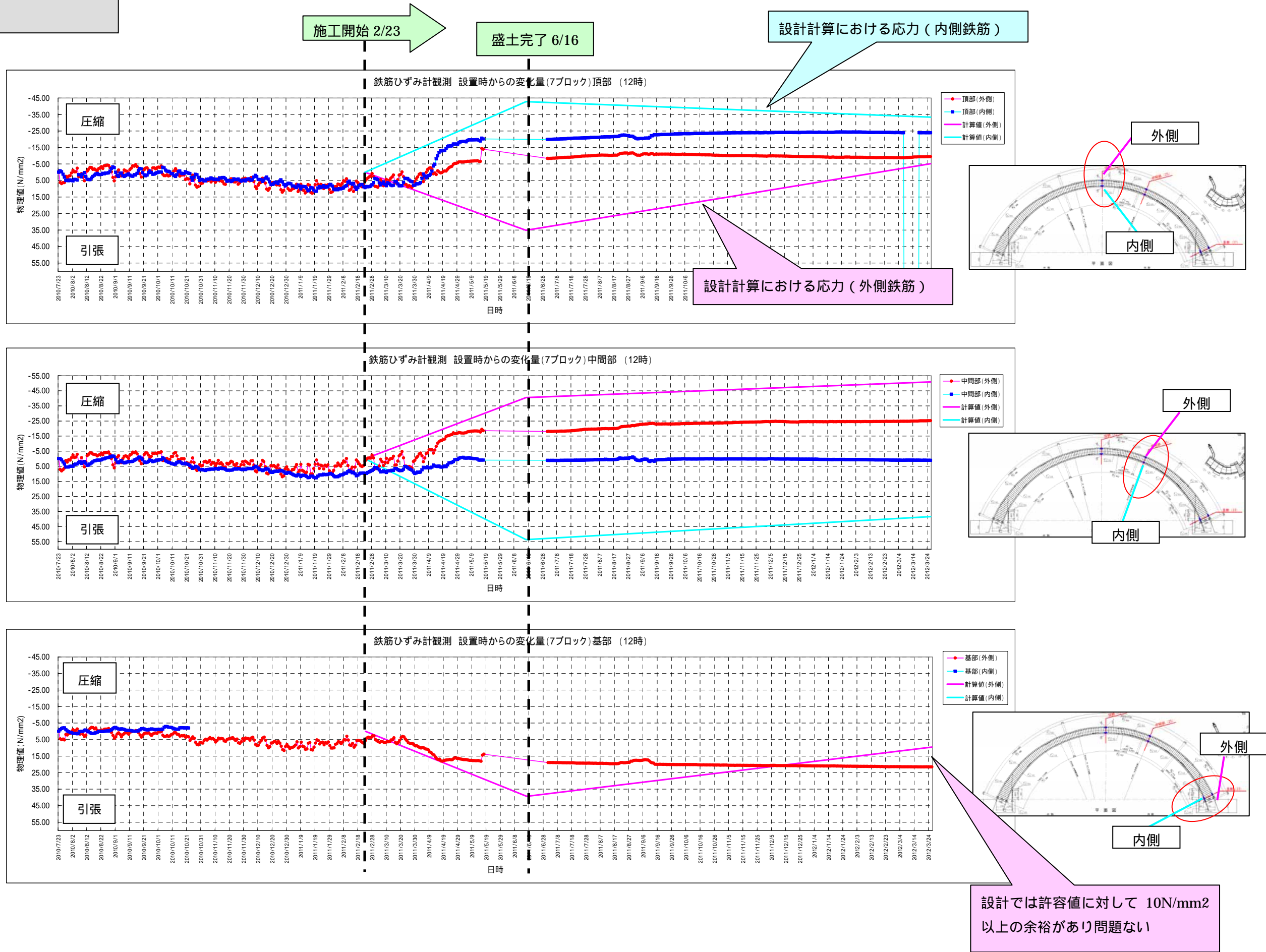
E 洞 7 ブロックの鉄筋応力変遷グラフ  
0 時の計測

施工開始 2/23

盛土完了 6/16



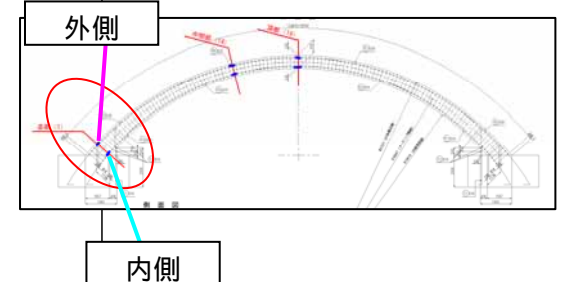
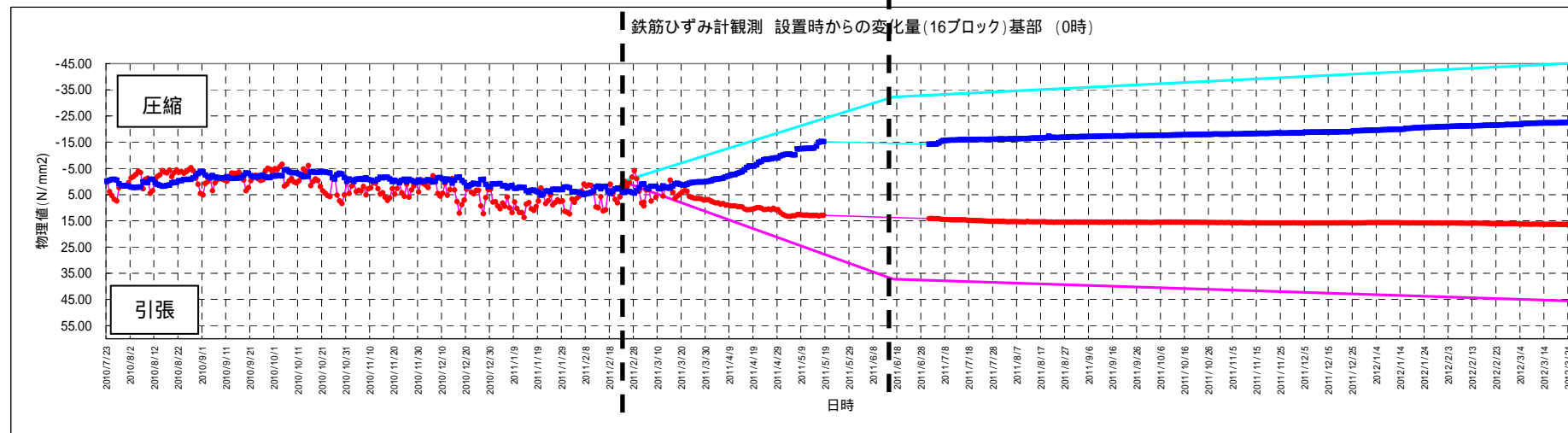
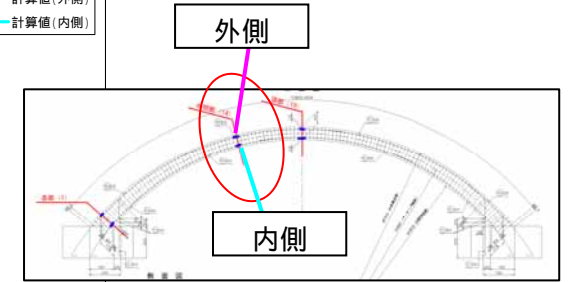
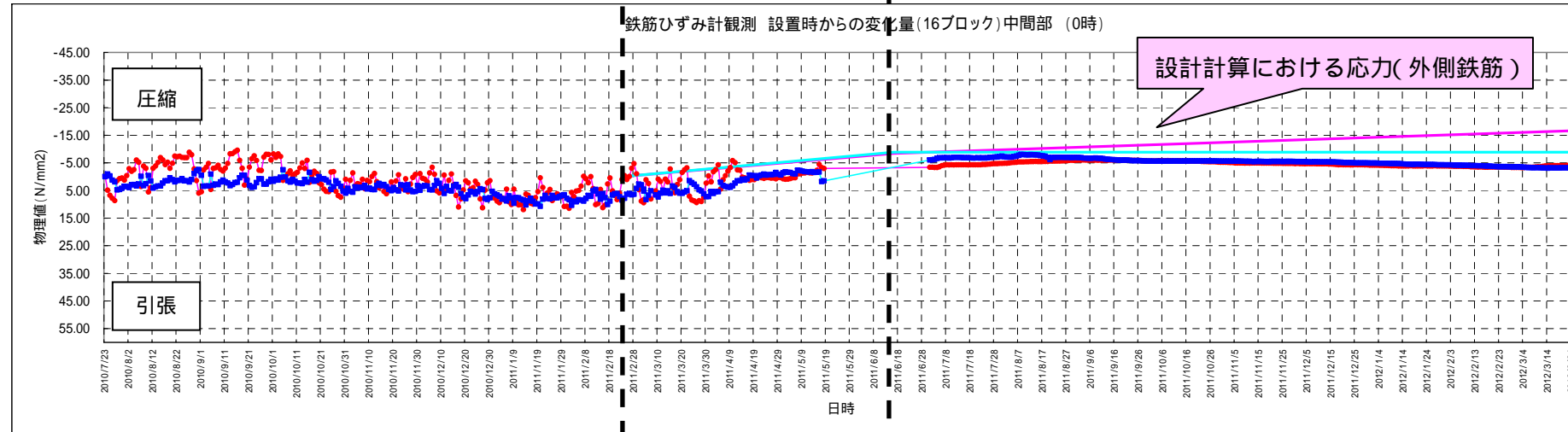
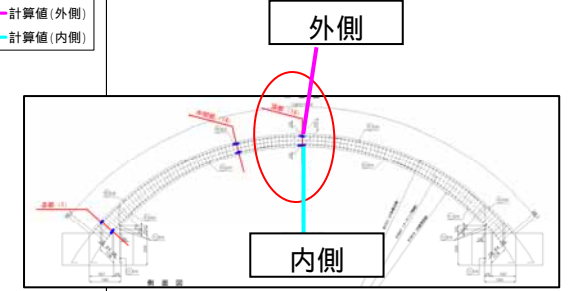
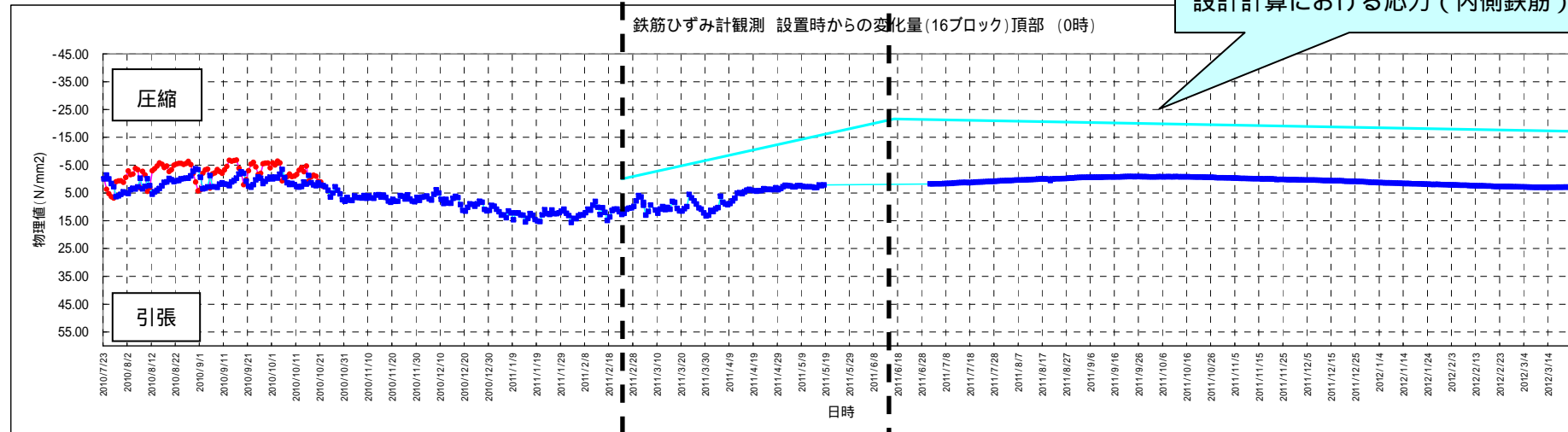
E 洞 7 ブロックの鉄筋応力変遷グラフ  
12 時の計測



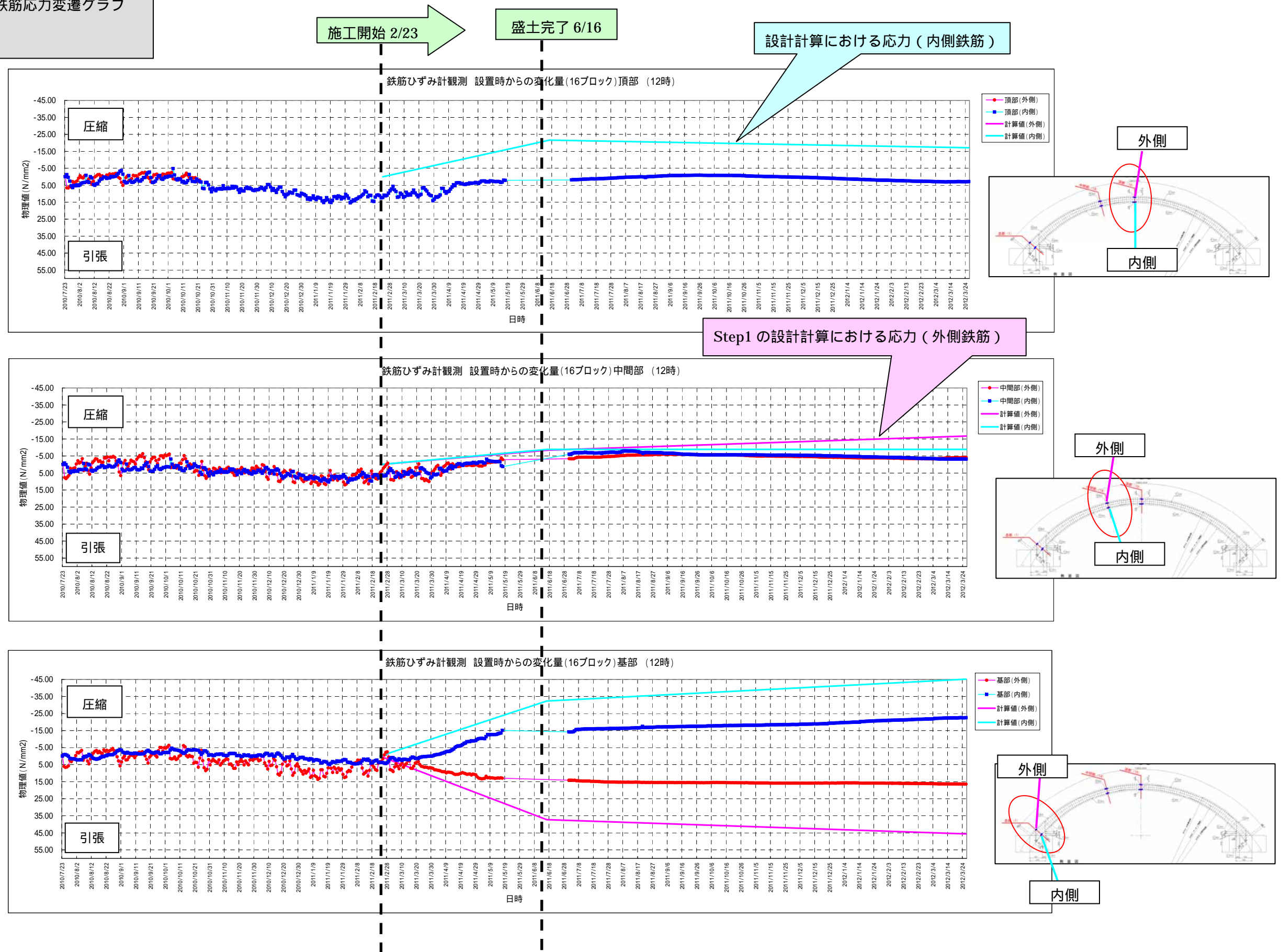
E 洞 16 ブロックの鉄筋応力変遷グラフ  
0 時の計測

施工開始 2/23

盛土完了 6/16



E 洞 16 ブロックの鉄筋応力変遷グラフ  
12 時の計測



### 3.5 調査概要と結果 内空変位

#### (1) 設置機器

変位測定のために設置された装置のシステムの構成を表 3.5.1 に示す。

変位計測は、図 3.5.1 示すようにアーチの頂部、基部の合計 3 箇所に取り付け、2 点間の距離を計測するシステムである。

表 3.5.1 内空計測装置構成部品一覧

装置名	機材名	型式	メーカー	備考
距離計測装置	レーザー距離計	A6	ジオライカシステム	
	後端ピン			予備1本
	レーザー距離計カバー		鼎金属工業	
	写真用レリーズ		ケンコー	予備1本
	単眼鏡		ビクセン	
姿勢制御・微動装置	壁面固定用バー		鼎金属工業	
	姿勢制御用バー		鼎金属工業	
	ベースプレート		鼎金属工業	
	上下・左右微動台		鼎金属工業	
	写真用止めねじ		ケンコー	予備1個
照明装置	照明装置		マキタ	
	同上用バッテリー		マキタ	予備1個
	同上用充電器		マキタ	
	内空計測装置収納ケース		アステージ(株)	

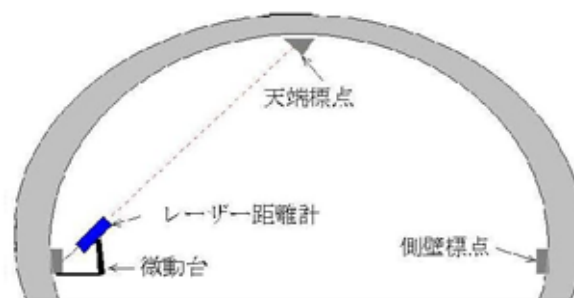
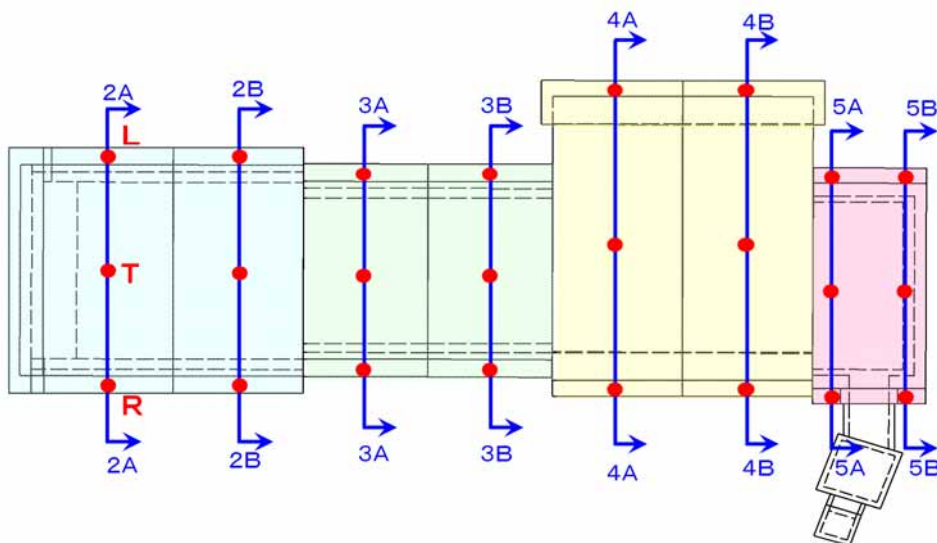


図 3.5.1 内空変位計測装置取り付け位置

## (2) 取付け位置

A1洞空洞対策工 内空変位計測測線及び測点



E洞空洞対策工 内空変位計測測線及び測点

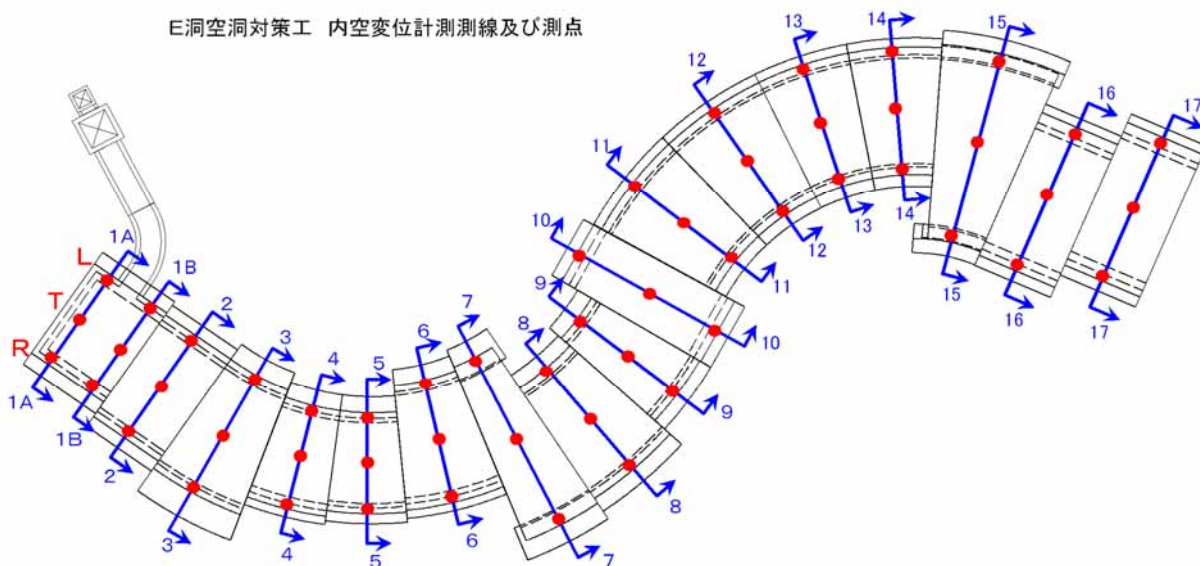


図 3.5.2 変位計取付け側線位置

## (3) 計測結果の取りまとめ方法

内空変位についても、鉄筋ひずみ同様、盛土による側圧（土圧）や盛土荷重等の変動分に関して取りまとめる。

施工時に安全性の判定は、現段階では、内空変位が初期値から過大な変動を生じているかで確認を行うこととした。



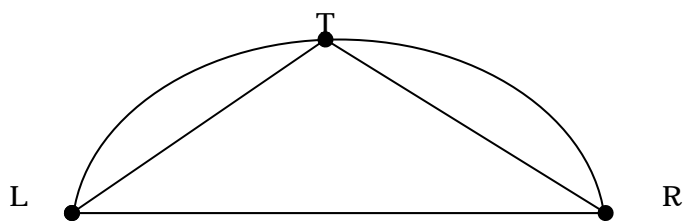
(4) 設計計算における盛土による変位予測値

変位予測値は、設計計算の骨組み解析における各荷重における変形量を組み合わせて設定した。その際に骨組みモデルから、初期値の位置における各荷重状態の変動量を CAD 上で予測して設定した。

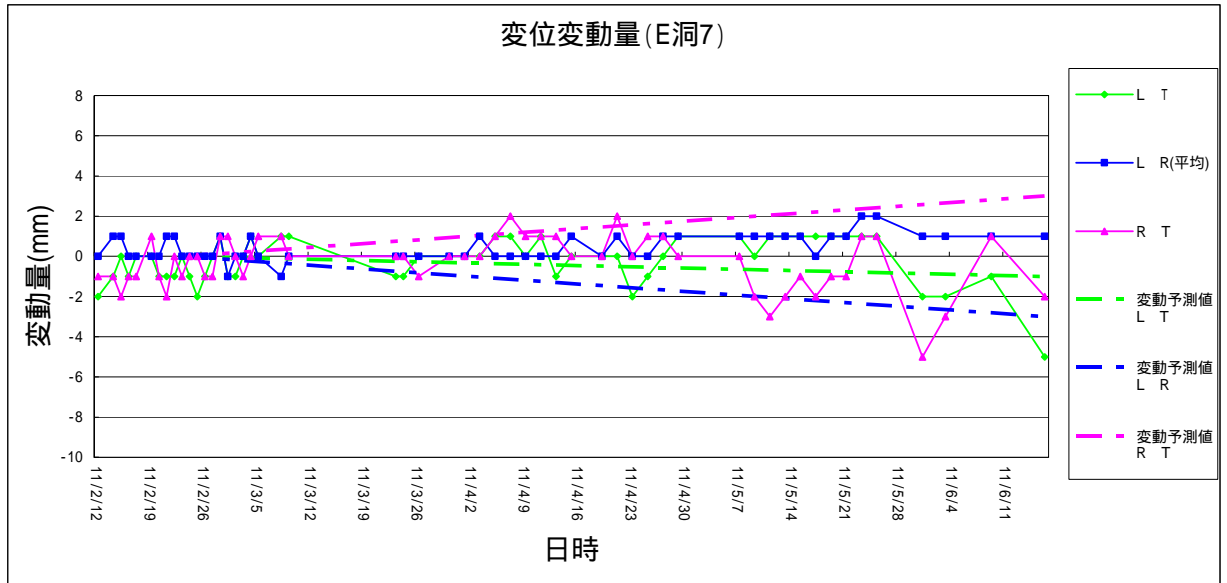
表 3.5.2 測定変位予測値

測定値変動予測値

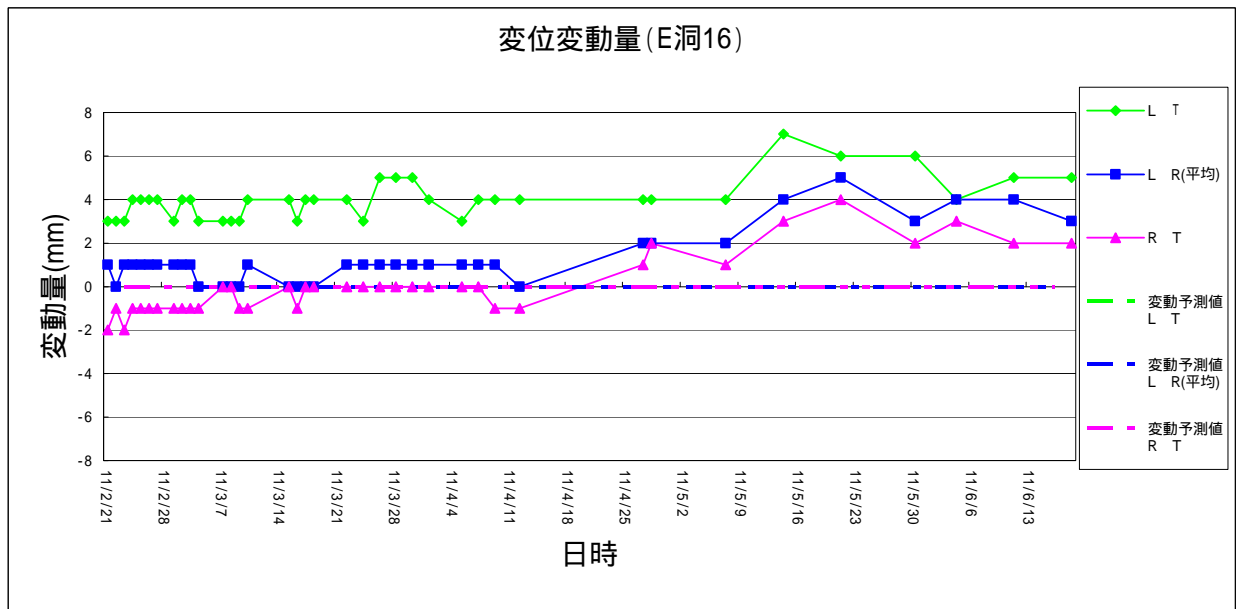
		L→T			L↔R			R→T		
		静止土圧作用時	盛土終了時	舗装終了時	静止土圧作用時	盛土終了時	舗装終了時	静止土圧作用時	盛土終了時	舗装終了時
E洞	1A	+2	0	-3	-10	-6	+2	+2	0	-3
	1B	+3	+1	-3	-8	-7	0	+3	+1	-3
	2	+2	+2	-1	-6	-11	-3	+2	+1	-1
	3	0	-3	-7	-10	-12	-6	+4	+7	+6
	4	-1	-3	-4	-8	-9	-2	+3	+4	+2
	5	-1	-3	-4	-7	-8	-2	+2	+4	+2
	6	-1	-3	-5	-11	-14	-6	+5	+8	+5
	7	-1	-1	-3	-5	-7	+1	+3	+4	+4
	8	-1	-2	-4	-8	-11	-4	+4	+5	+5
	9	-1	-2	-4	-9	-14	-7	+4	+6	+4
	10	+1	+1	0	-8	-10	0	+1	+2	+1
	11	+2	+3	+3	-5	-5	+2	-1	-2	-3
	12	+2	+3	+3	-5	-5	+2	-1	-2	-3
	13	+2	+3	+3	-6	-3	0	-1	-3	-3
	14	+2	+7	+3	-6	-13	0	-1	-3	-3
	15	+1	+1	+1	-1	+2	+5	-1	-1	-1
	16	0	0	0	-1	0	+2	0	0	0
17	0	0	0	-1	0	+2	0	0	0	
A洞	2A	+3	+4	0	-21	-23	-8	+3	+4	0
	2B	+3	+4	+1	-21	-28	-12	+3	+4	0
	3A	+1	+1	-1	-11	-13	-4	+1	+1	-1
	3B	+1	+2	0	-11	-17	-7	+1	+2	0
	4A	0	0	-1	-1	0	+7	0	0	-1
	4B	0	0	0	-1	-1	+3	0	0	0
	5A	0	0	-1	-2	-2	+3	0	0	-1
5B	0	+1	0	-2	-3	+2	0	+1	0	



(5) 変位変動グラフ (E洞 7、16)

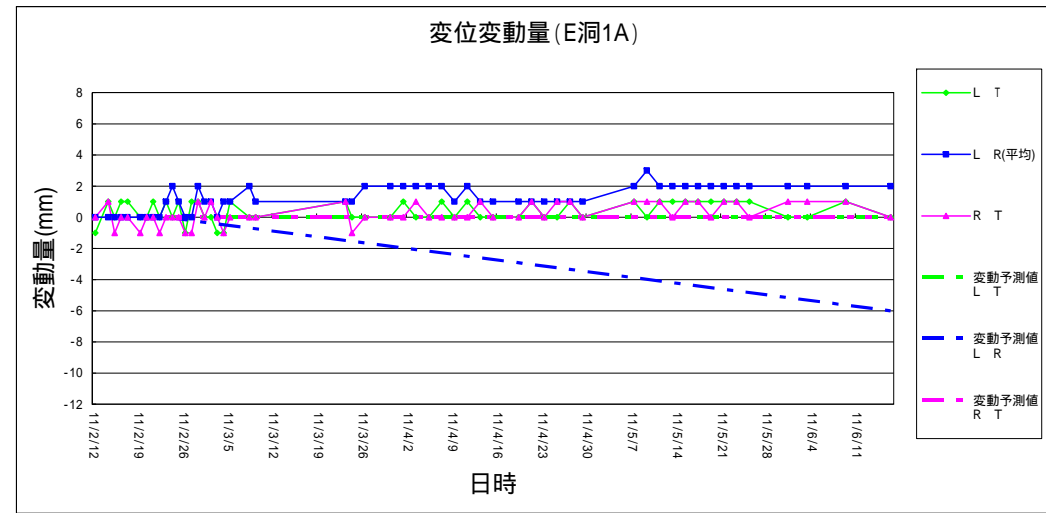


鉄筋ひずみ計を設置した E 洞 7 ブロックでは、内空変位は最大 5 mm 程度発生するが、ひずみ計による材料応力 (鉄筋応力) 変動は問題ないレベルである。

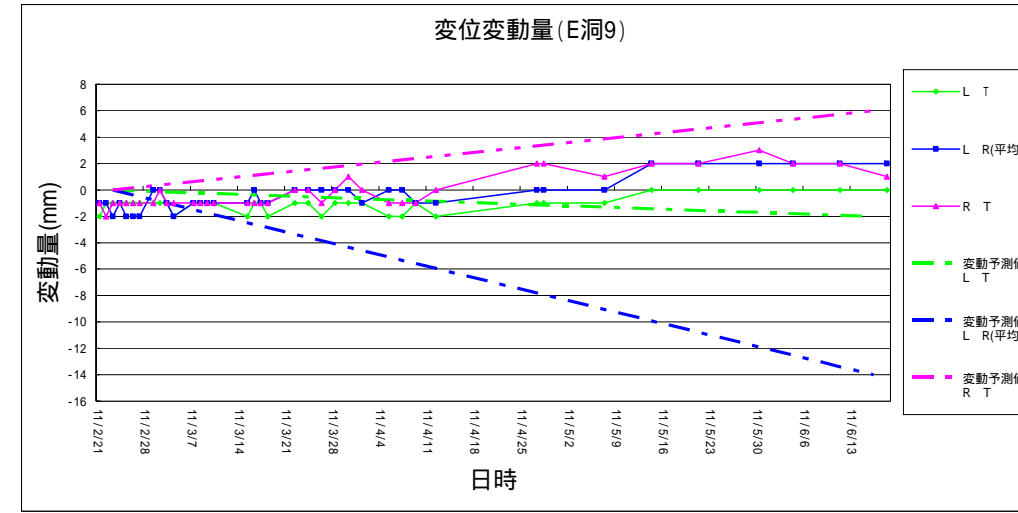


鉄筋ひずみ計を設置した E 洞 16 ブロックに関して、内空変位は最大 7mm 程度変動するが、ひずみ計による材料応力 (鉄筋応力) 変動は問題ないレベルである。

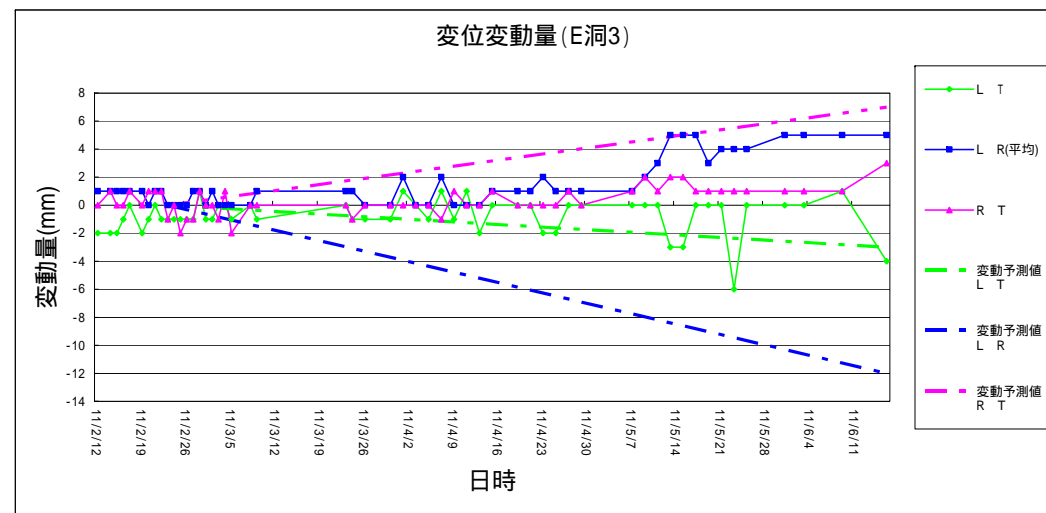
(6) 変位変動グラフ (代表のみ)



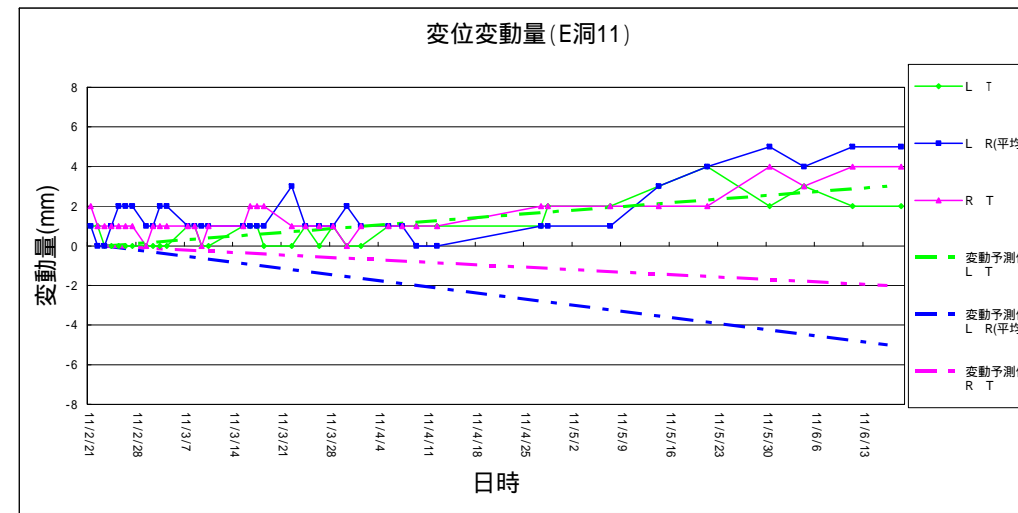
最大変動量 2mm



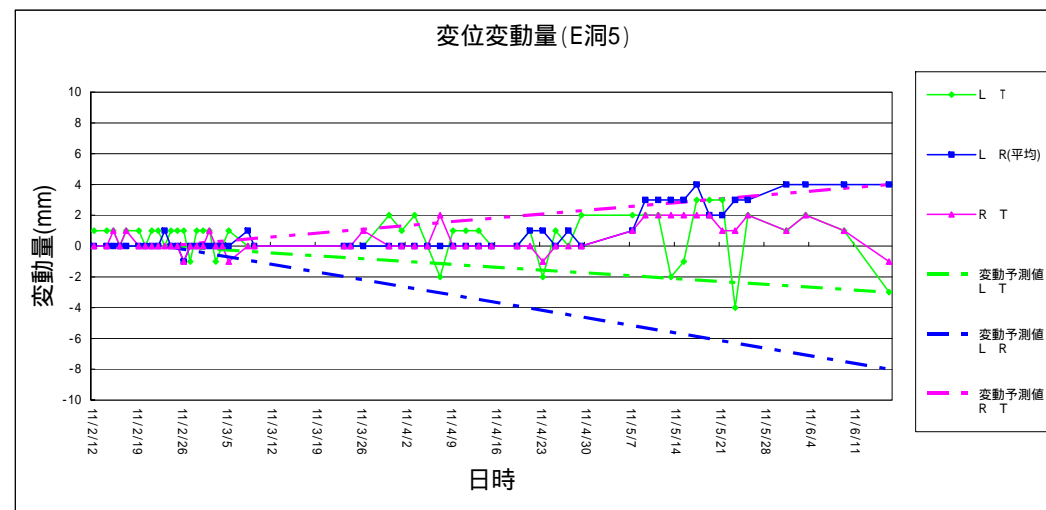
最大変動量 2mm



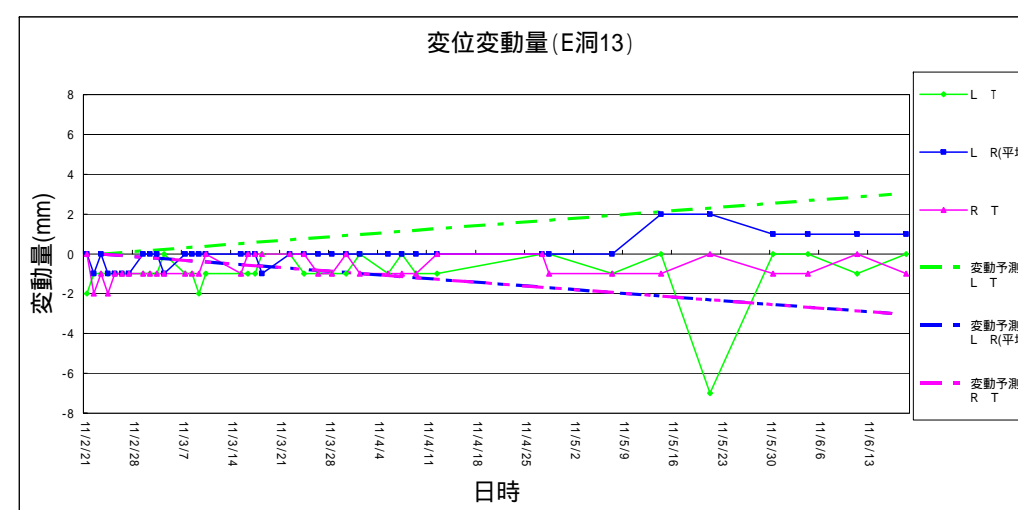
最大変動量 5mm



最大変動量 5mm

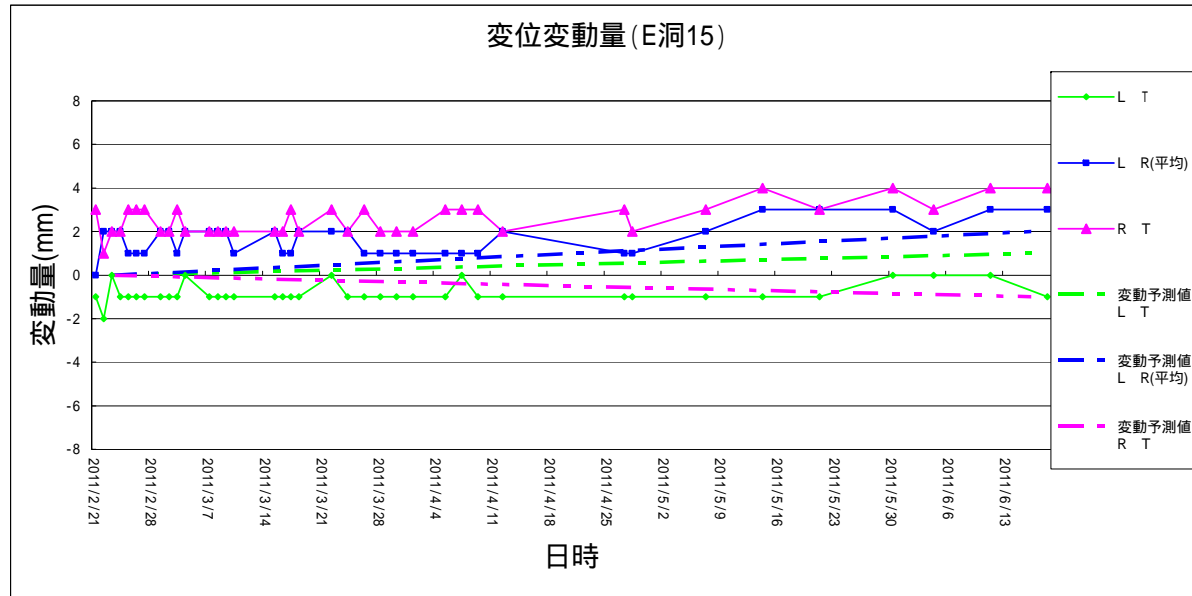


最大変動量 4mm

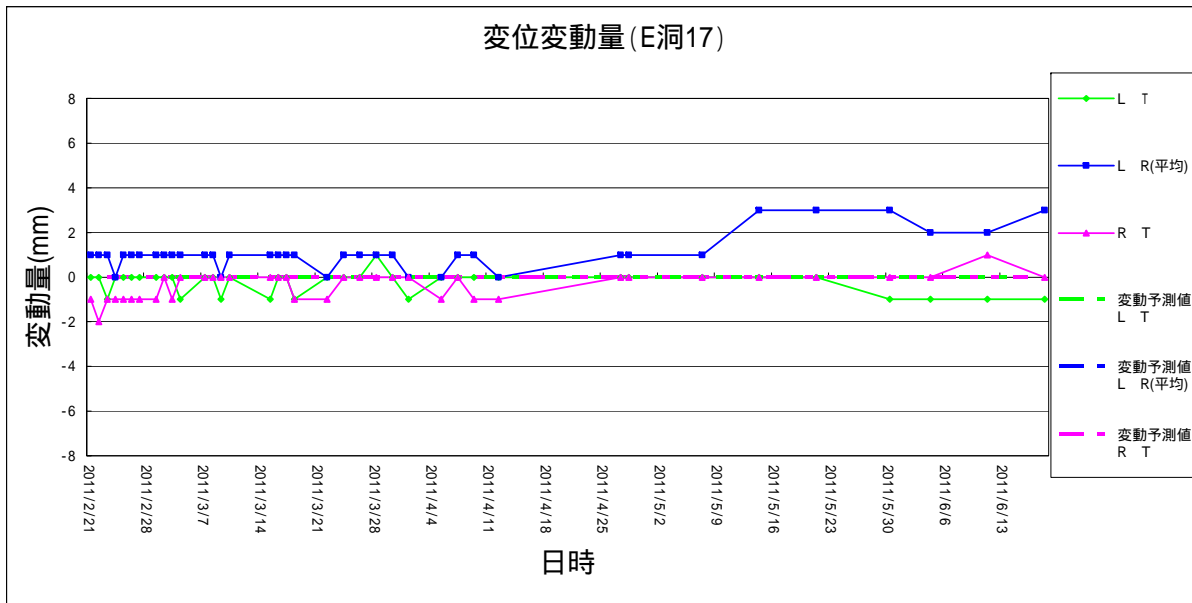


最大変動量 1mm

変動量は 2~5mm と小さく、7,16 ブロックの鉄筋変動量からは問題ない範囲と想定できる。



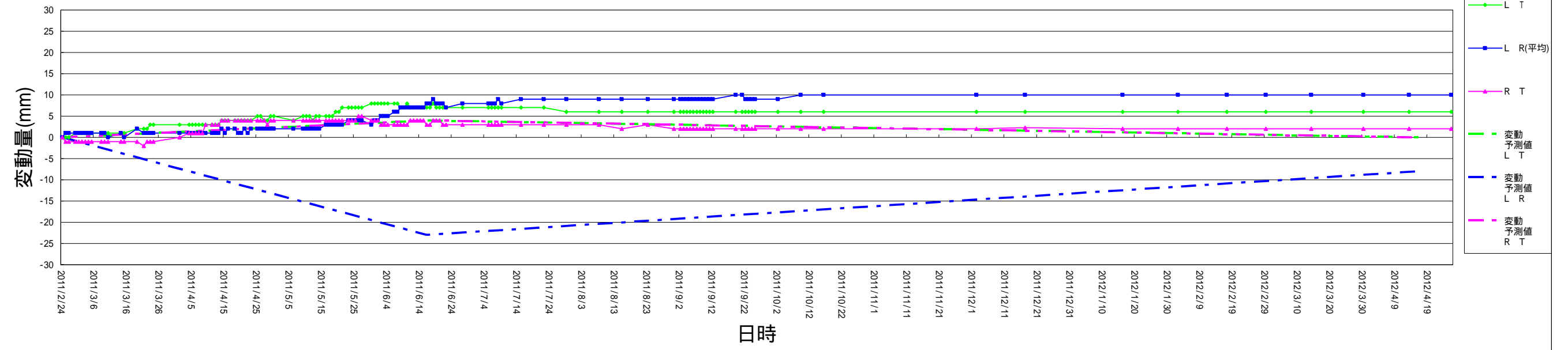
最大変動量 4mm



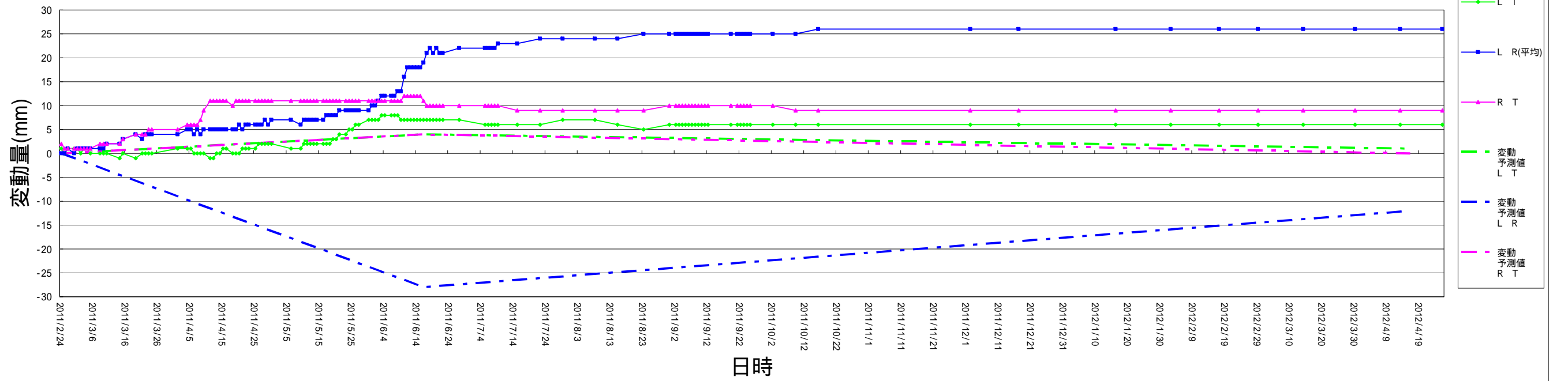
最大変動量 3mm

変動量は2~5mmと小さく、7,16ブロックの鉄筋変動量からは問題ない範囲と想定できる。

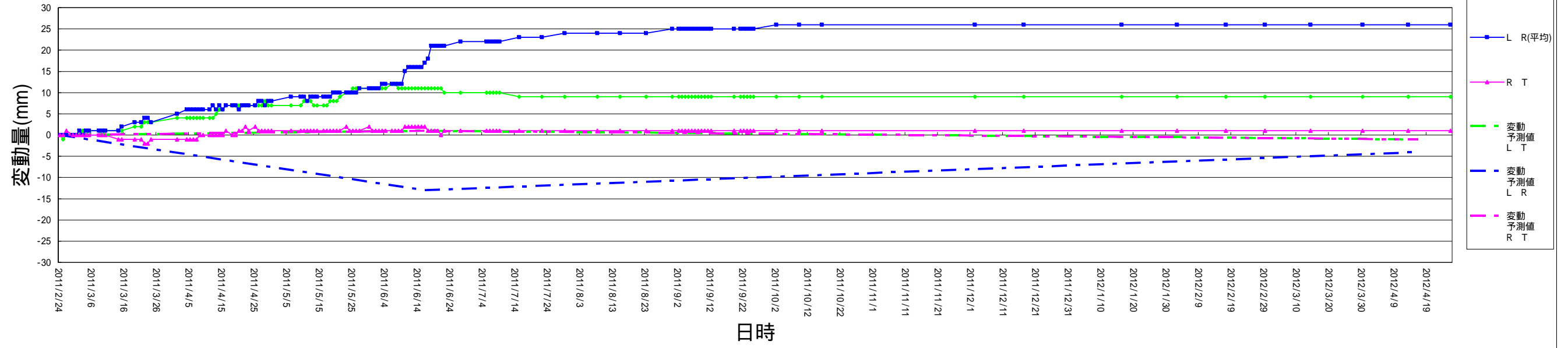
変位変動量 (A1洞2A)



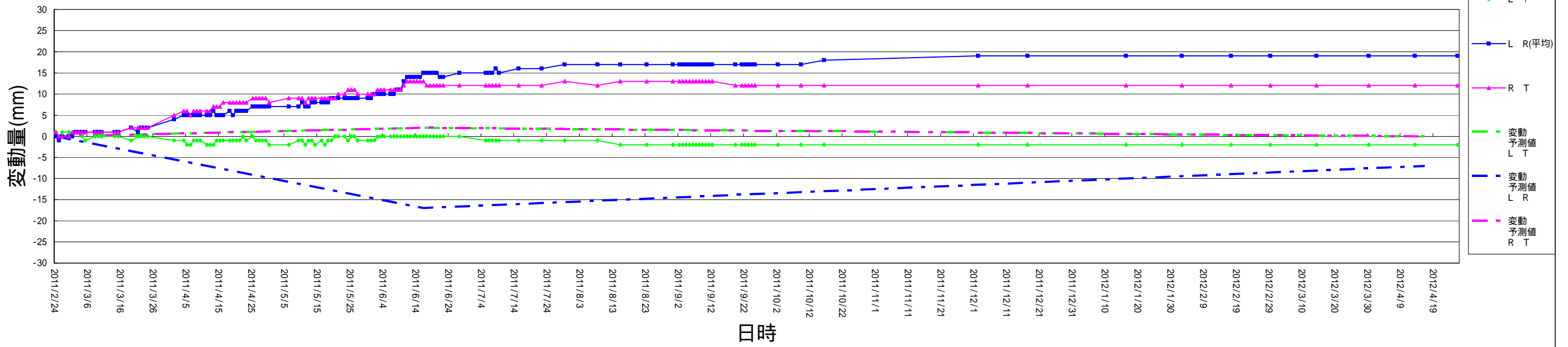
変位変動量 (A1洞2B)



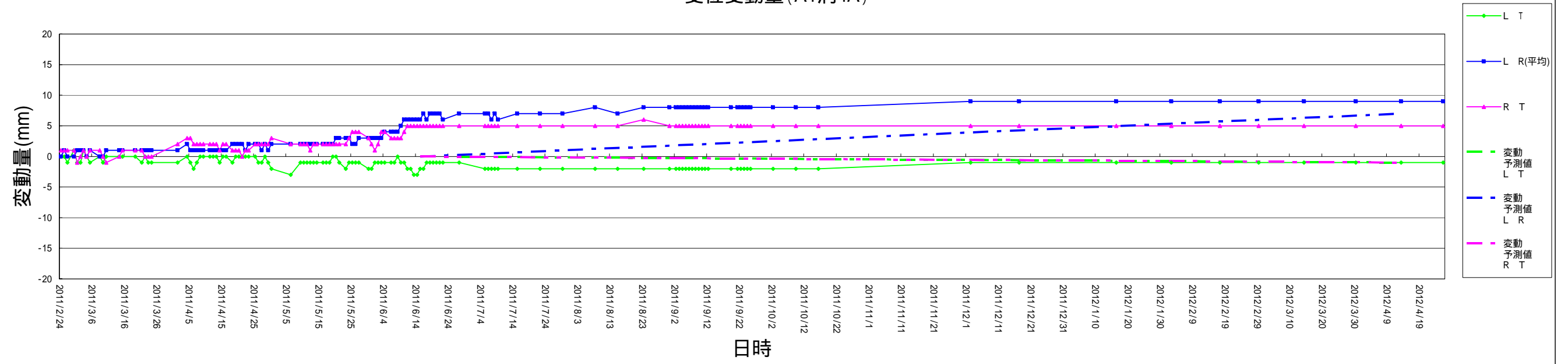
変位変動量 (A1洞3A)



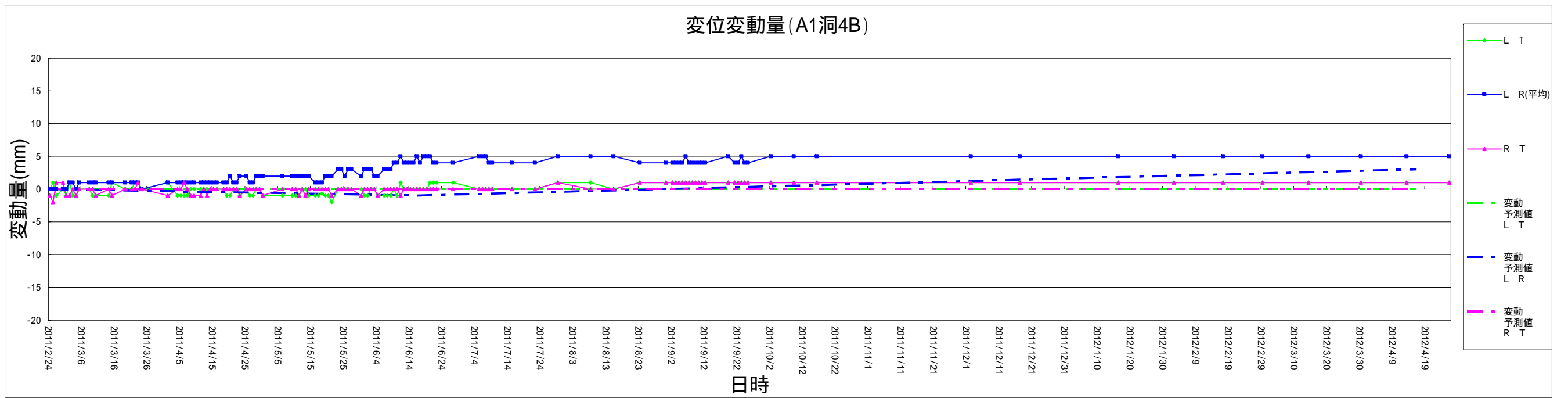
変位変動量 (A1洞3B)



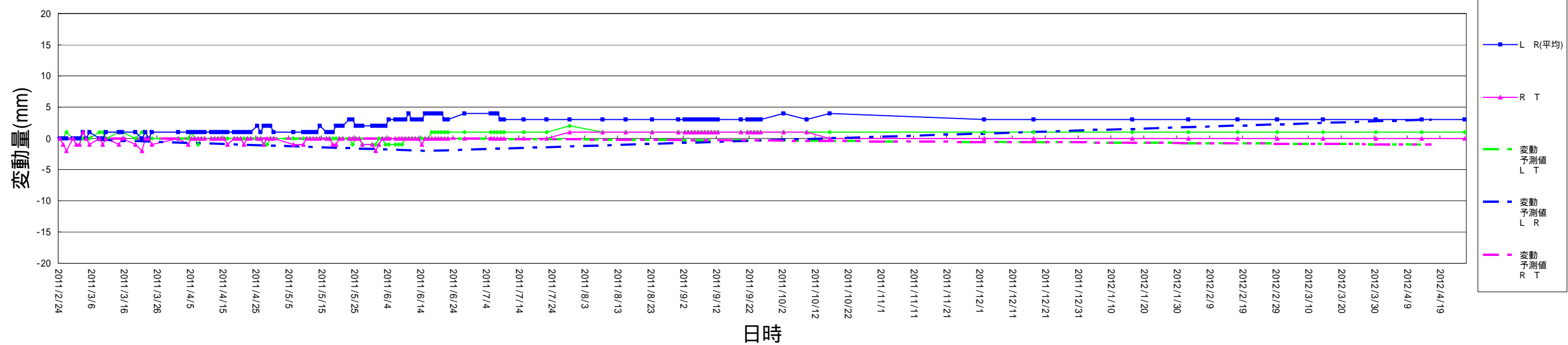
変位変動量 (A1洞4A)



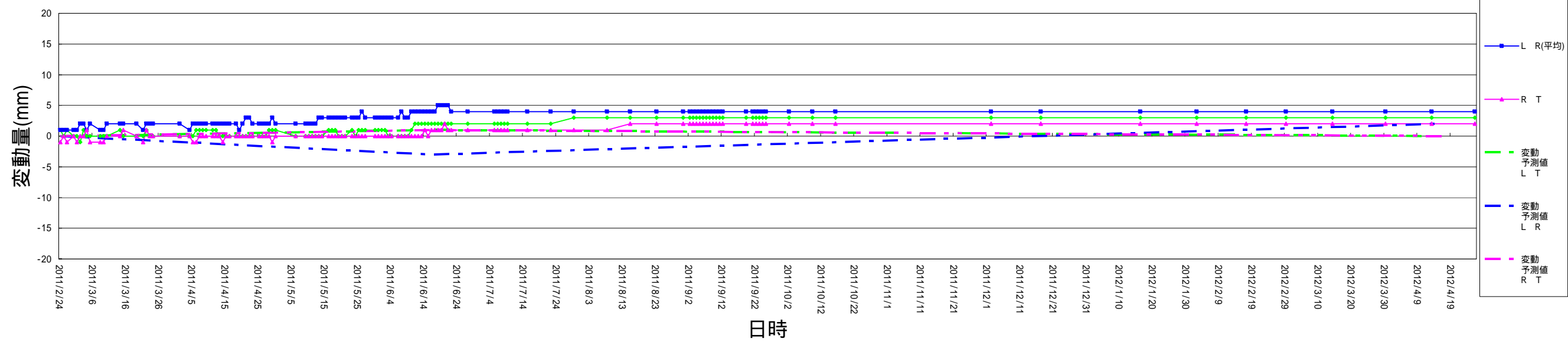
変位変動量 (A1洞4B)



変位変動量(A1洞5A)



変位変動量(A1洞5B)



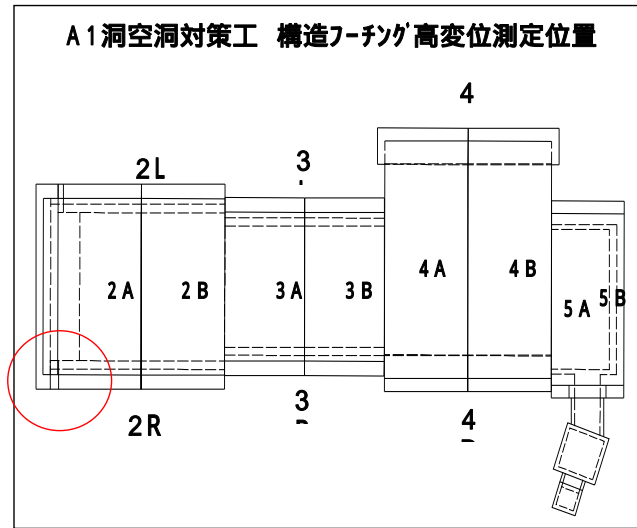


### 3.6 その他観察

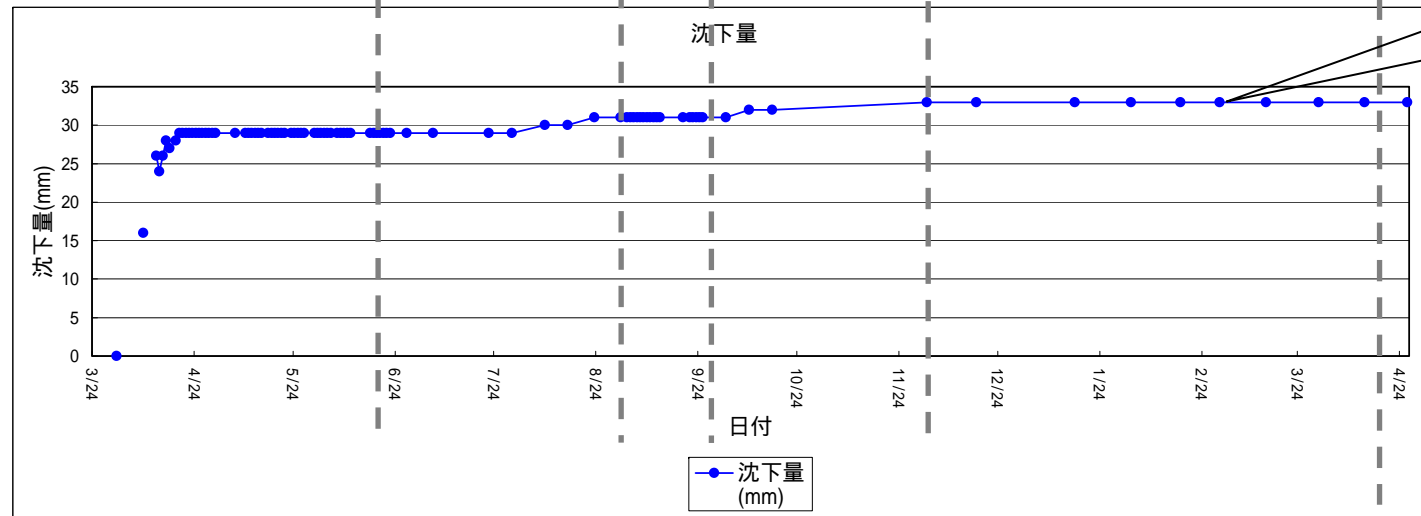
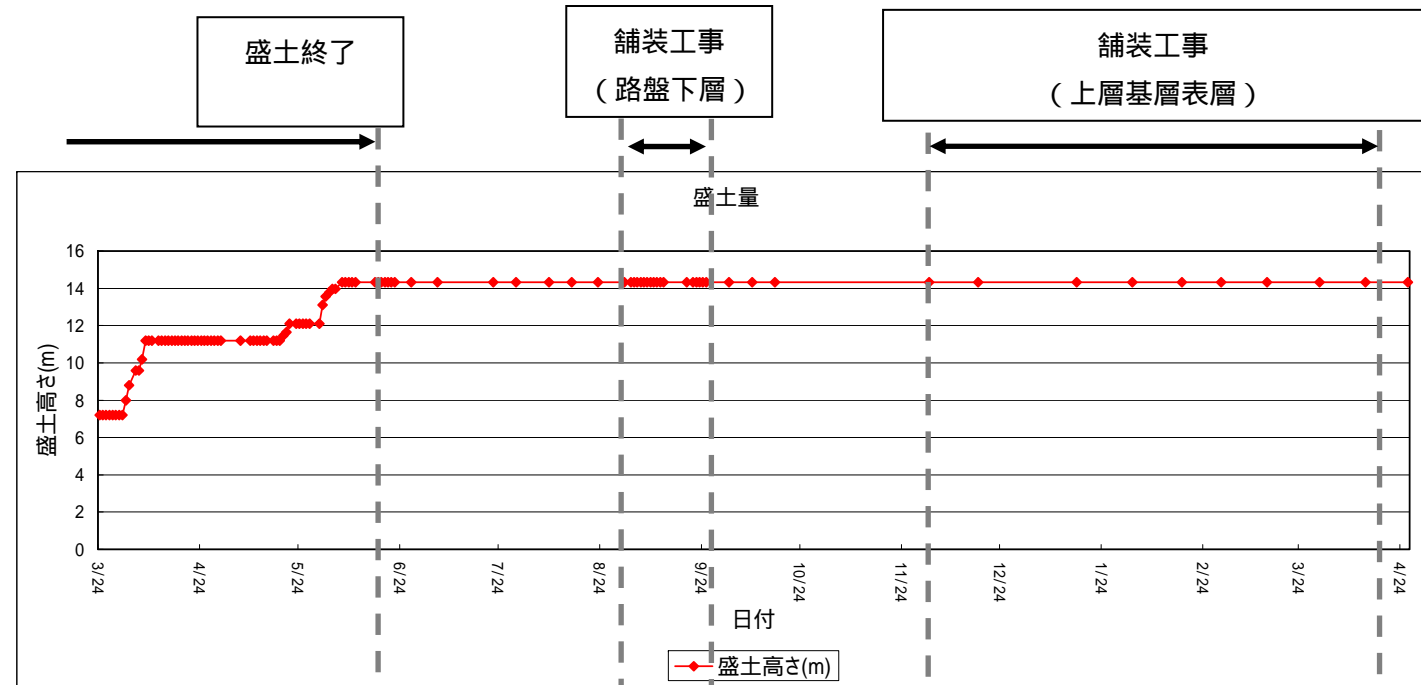
変位モニタリングを行ったところ、A洞の2A,2B,3A,3Bのブロックにおいて、内空変位の変動量がEブロックに比べ大きな値が確認された。よって、以下の調査を追加で行い、観察した。

- ・ 沈下計測
- ・ ひび割れ調査
- ・ 地質調査

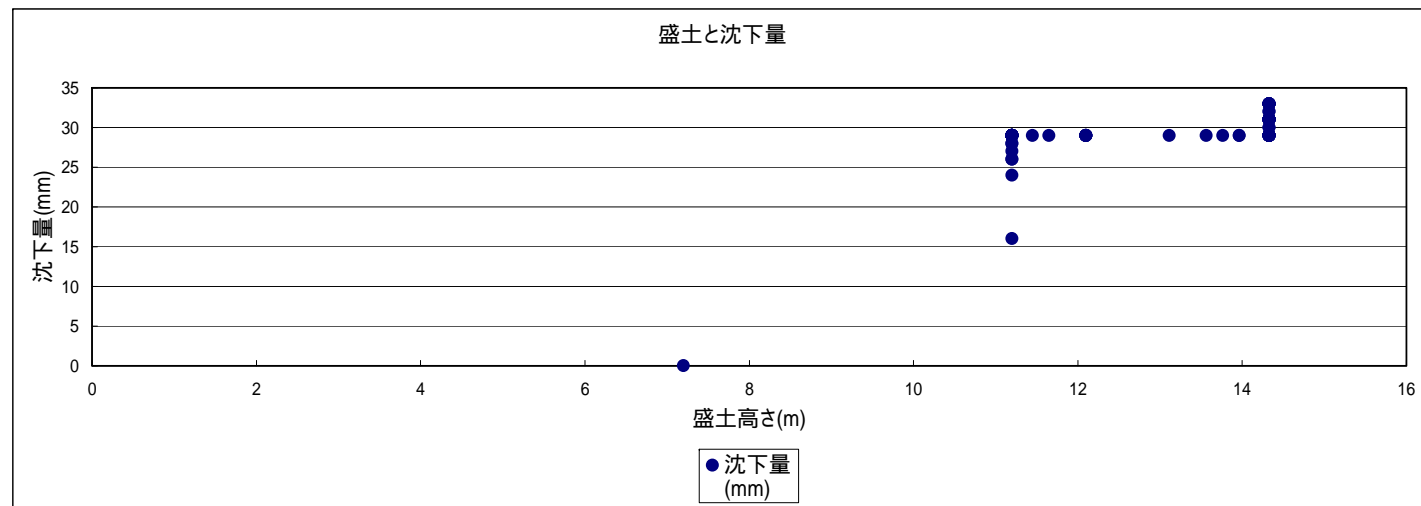
(1) 沈下量調査

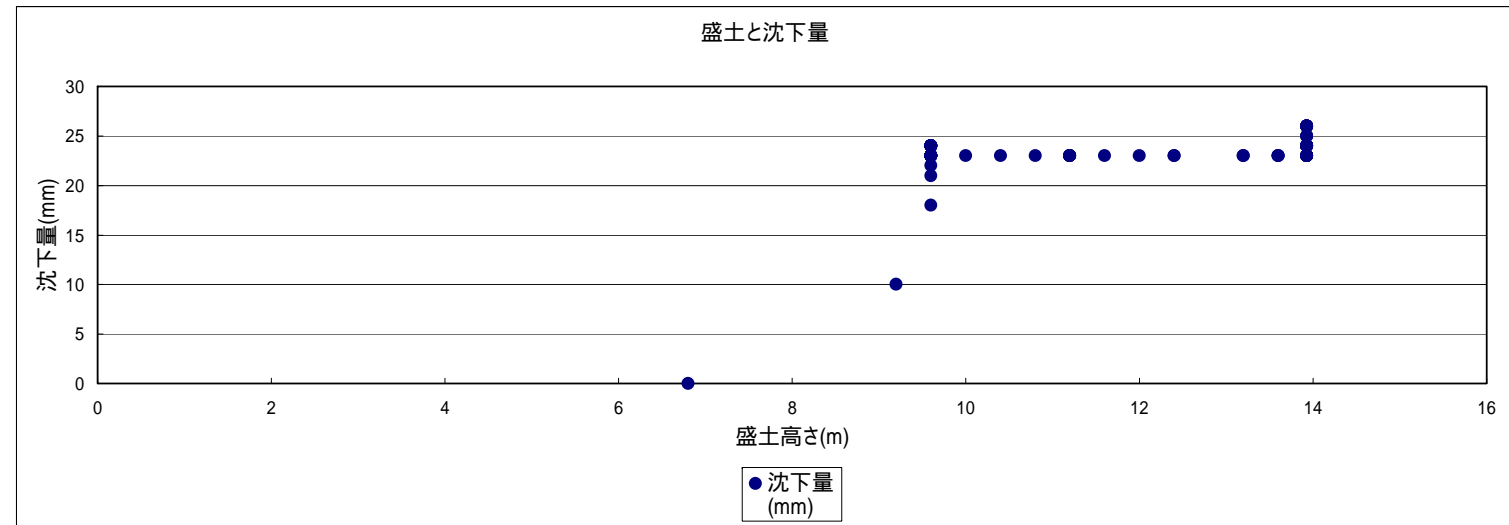
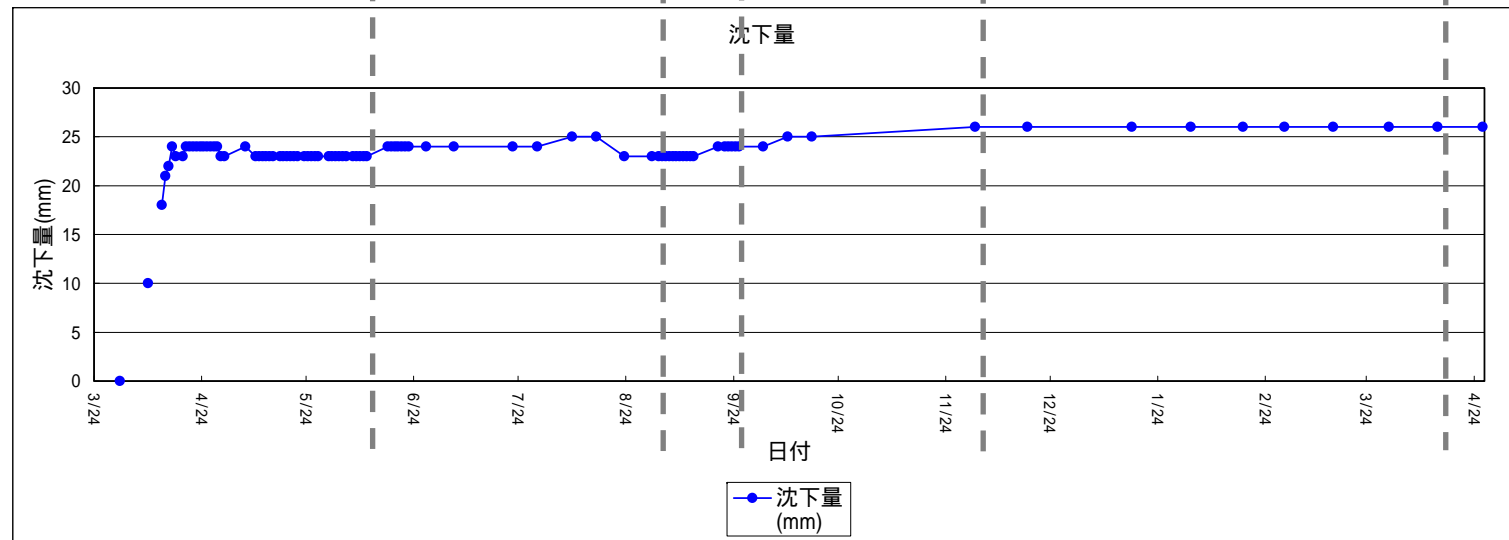
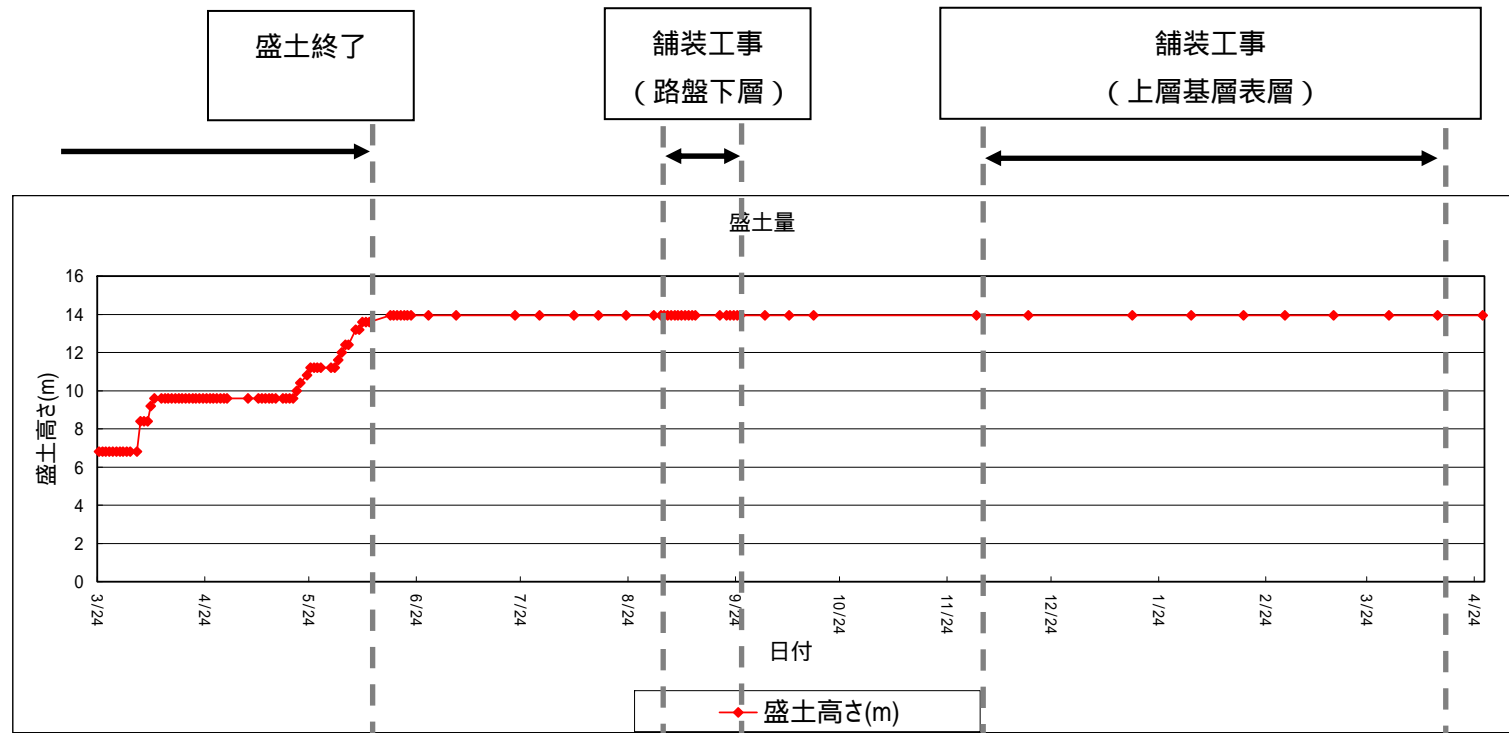
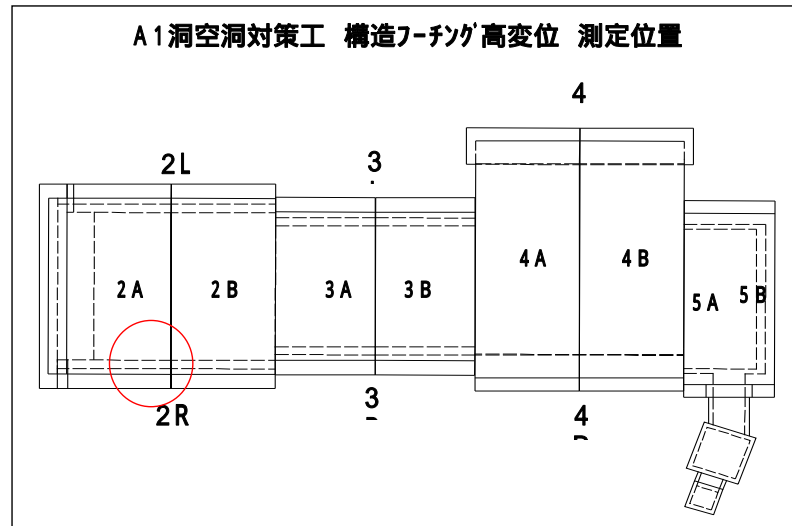


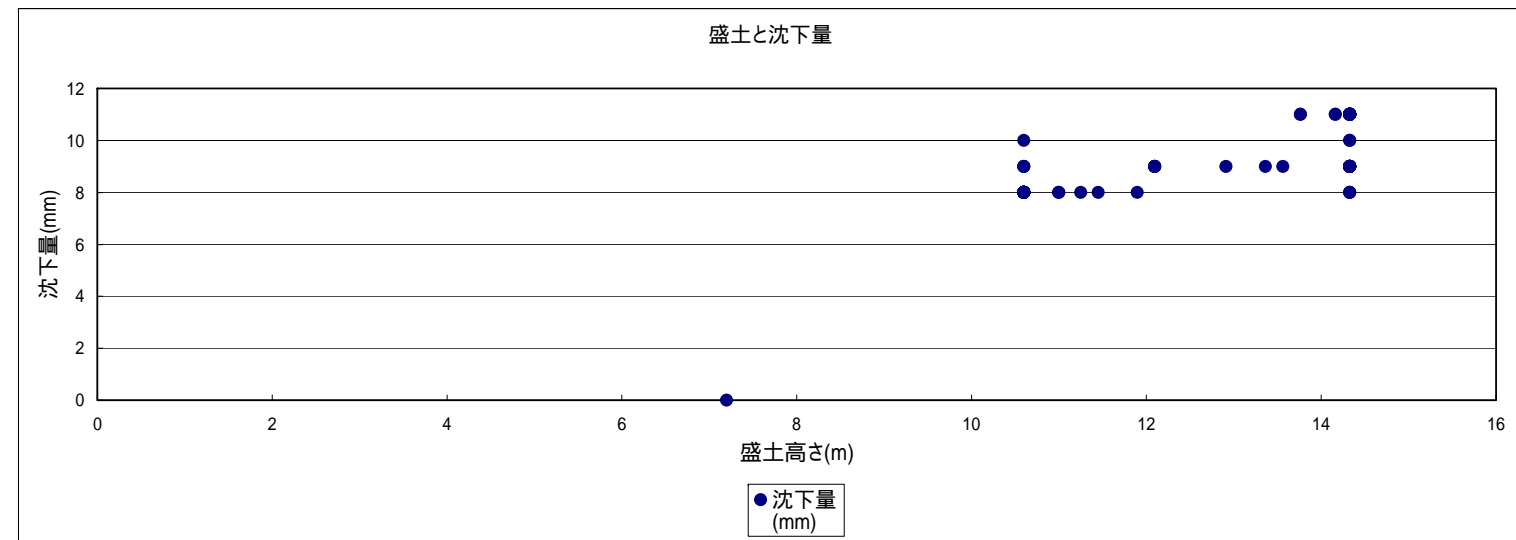
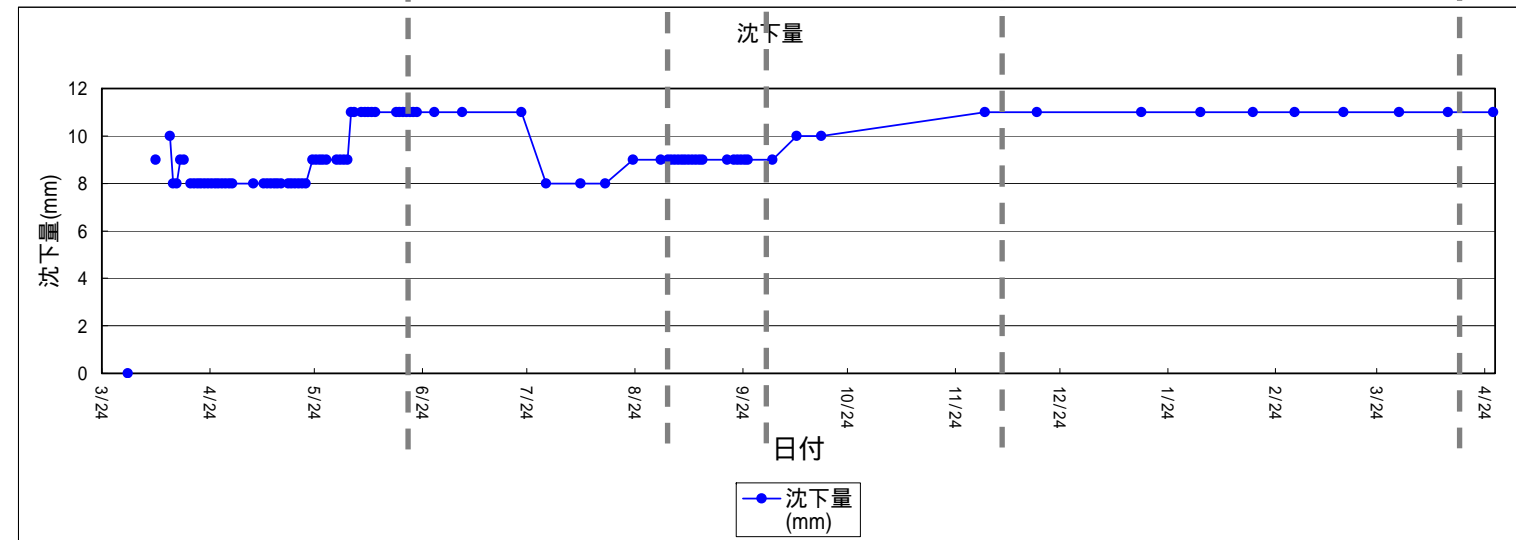
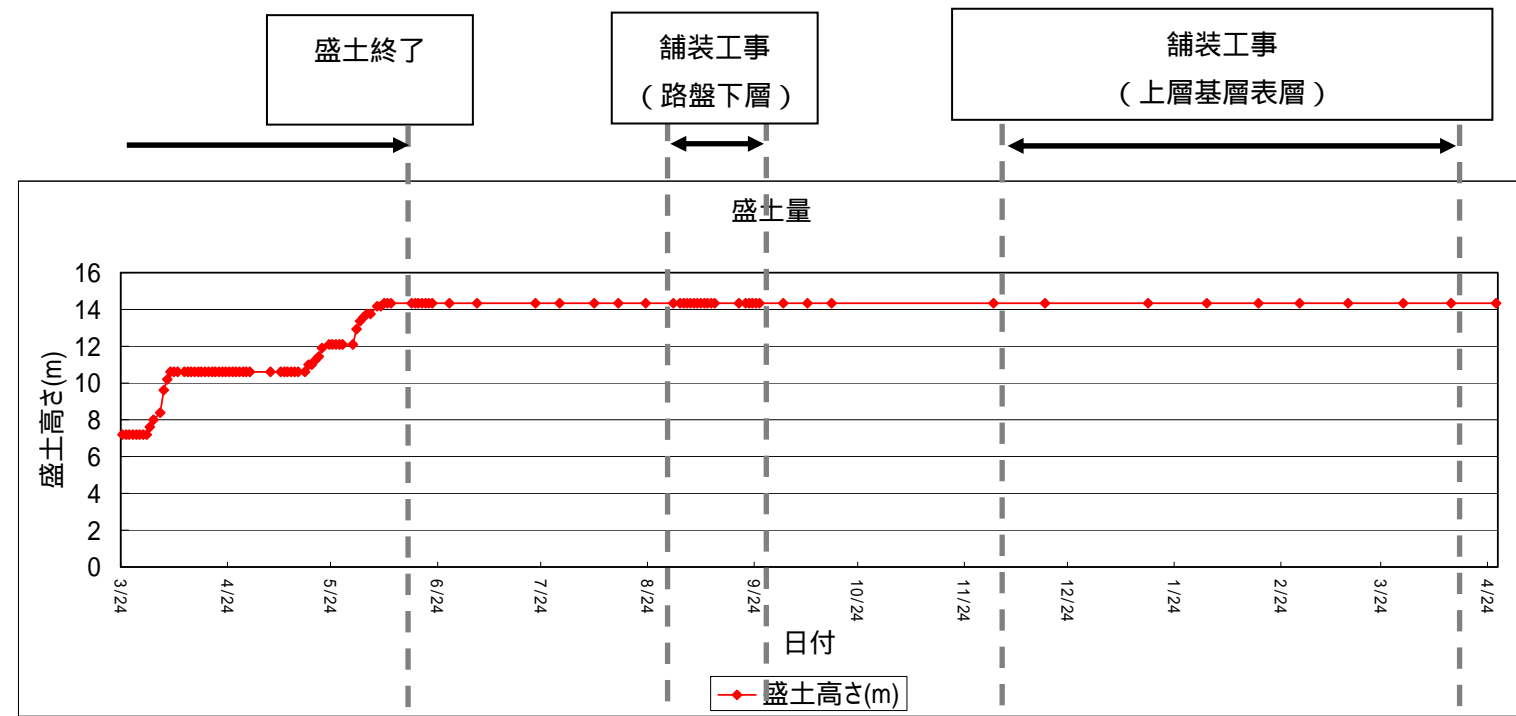
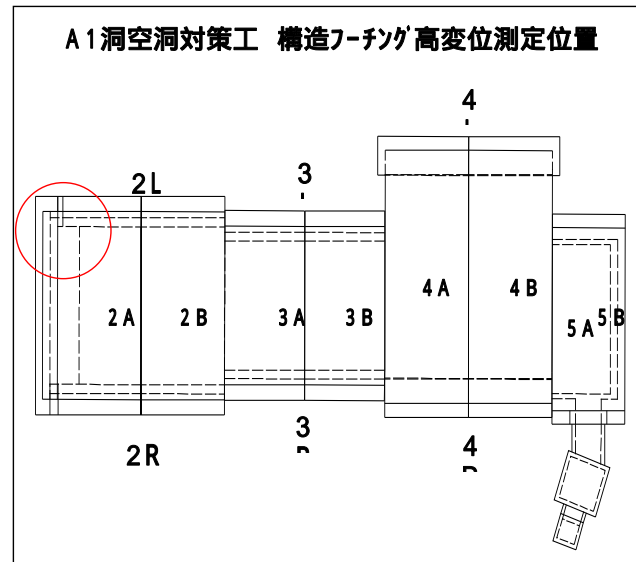
沈下量の調査は、内空変位に異常が確認された後の3/24から開始している。よってそれまでの沈下量は不明である。

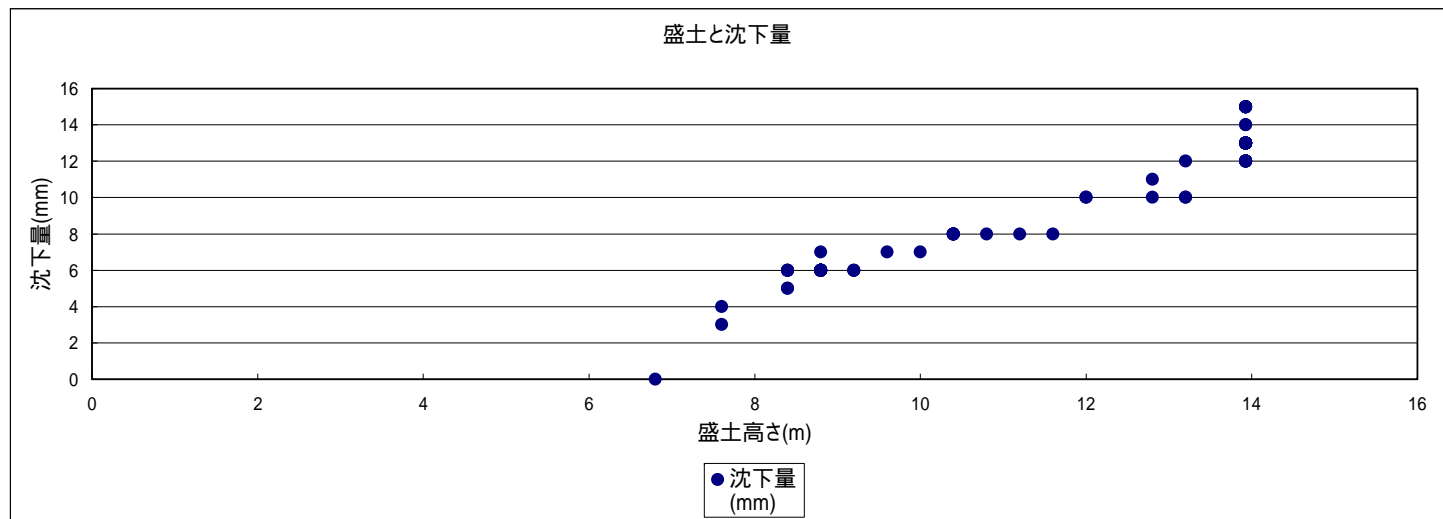
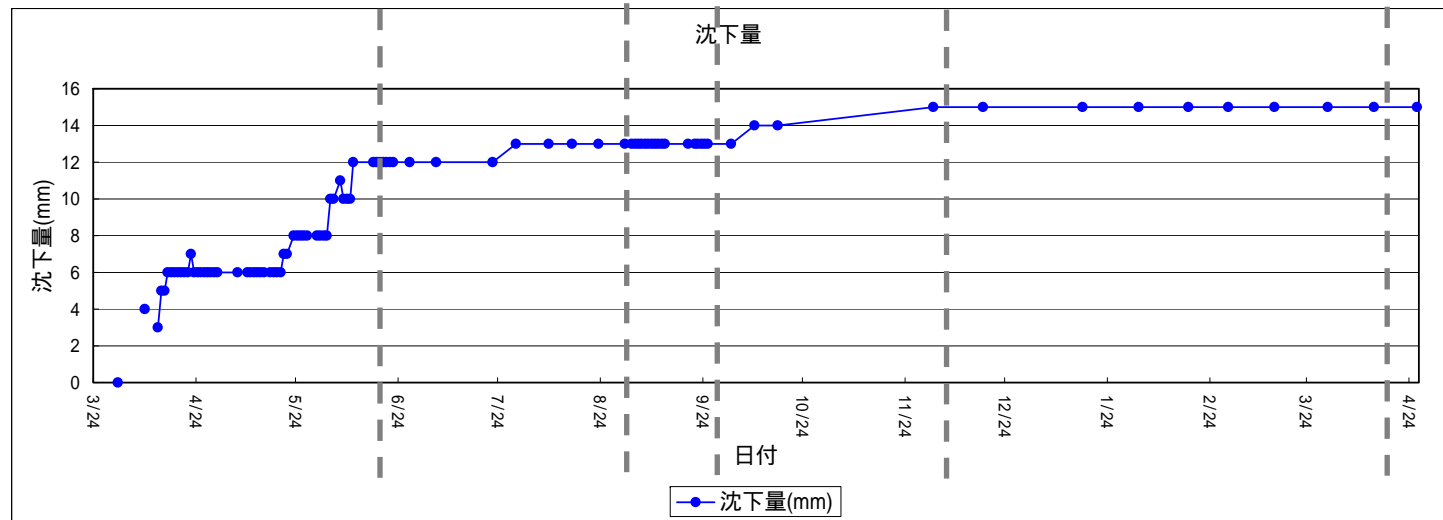
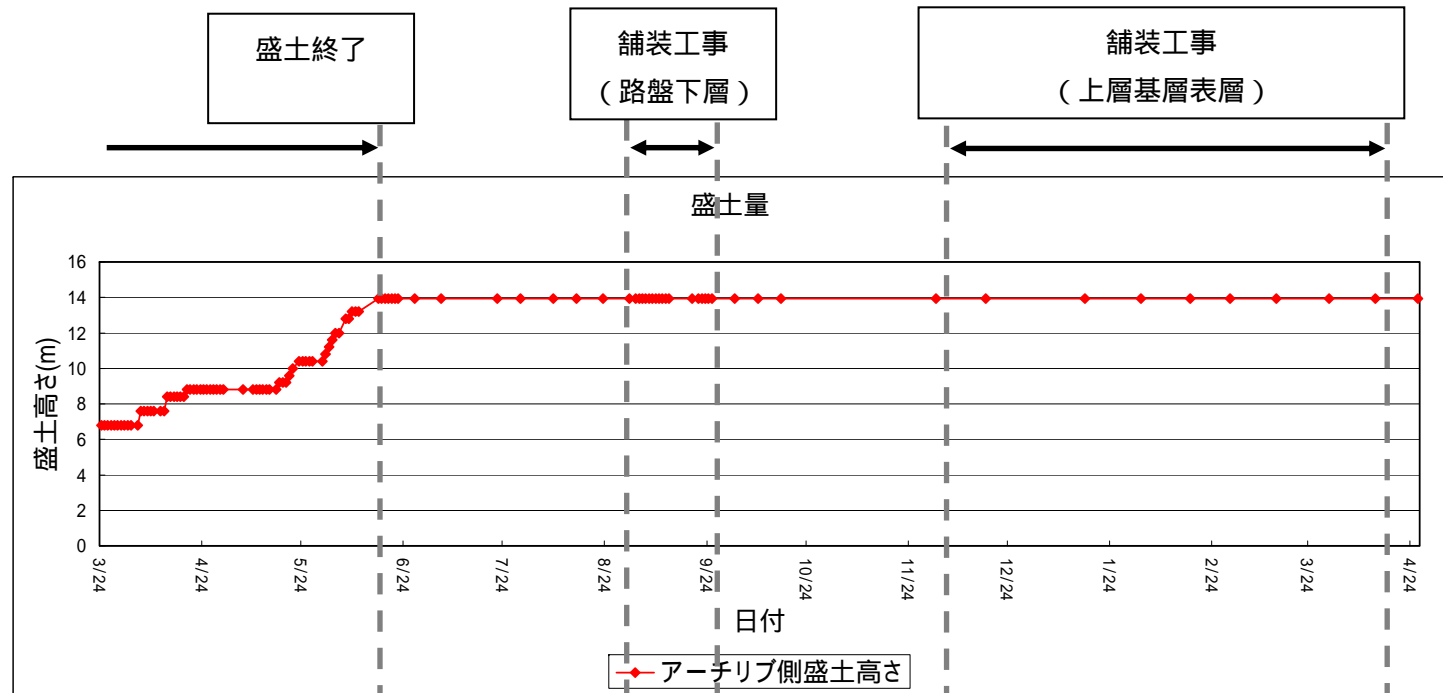
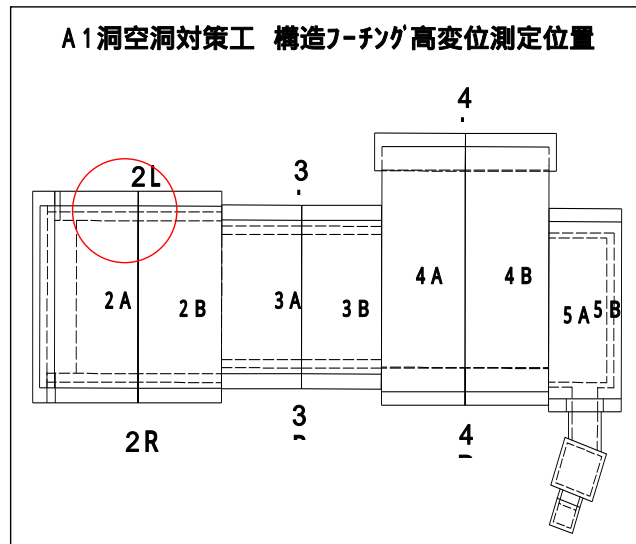


路盤下層施工以降の沈下はない

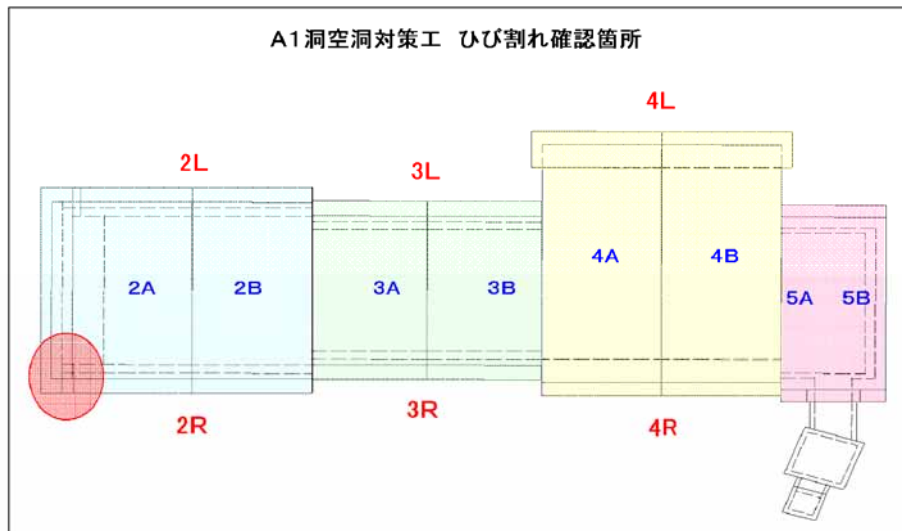


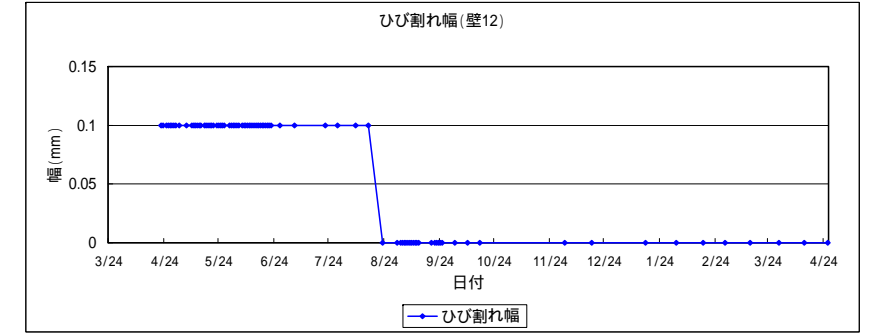
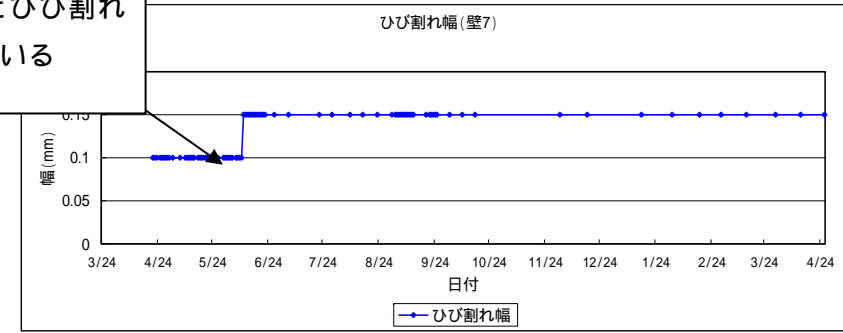
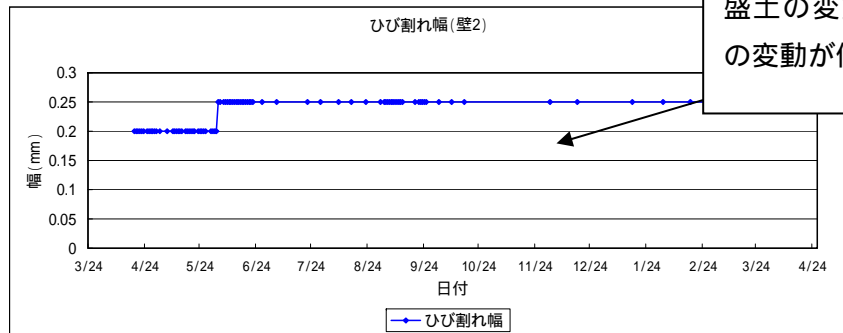
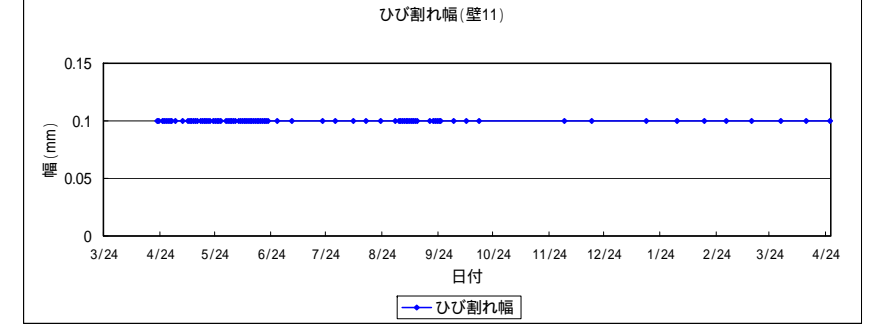
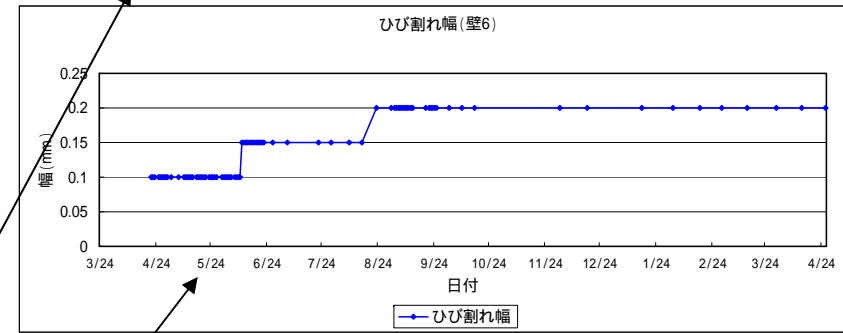
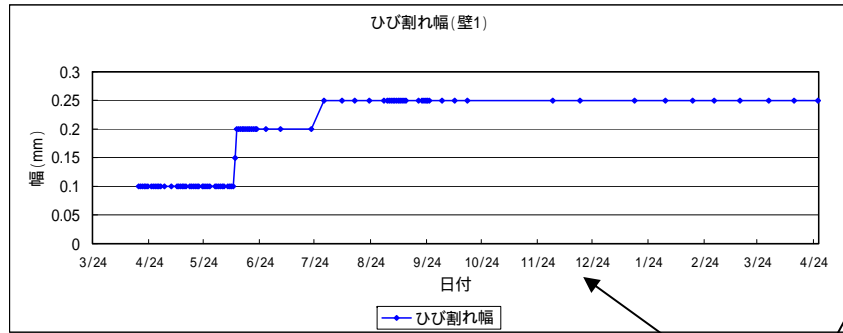
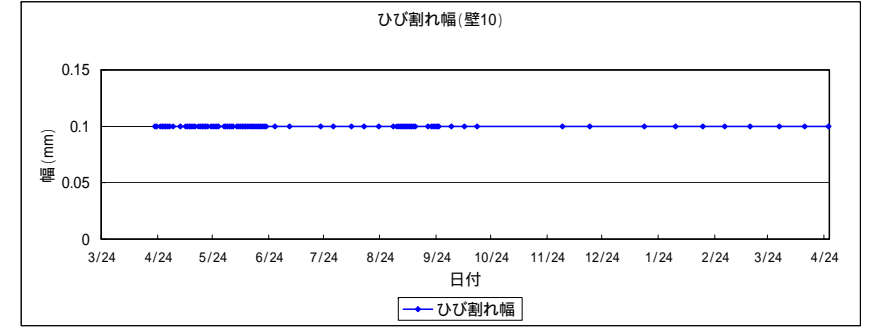
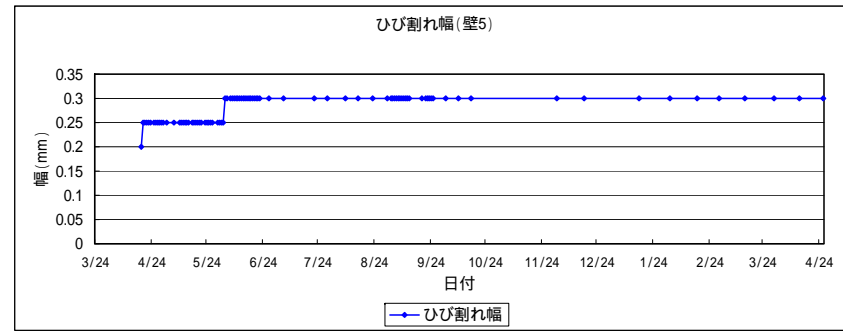
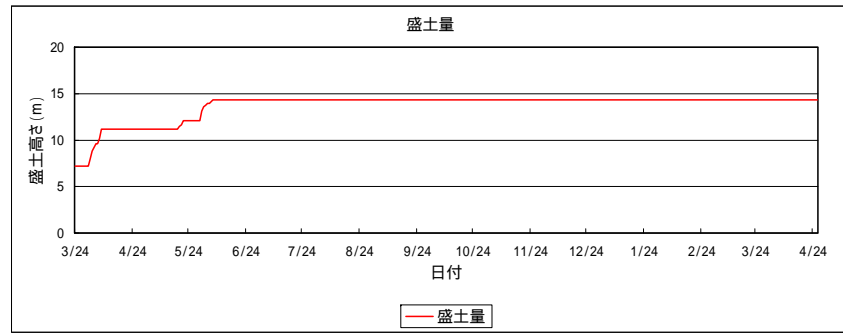




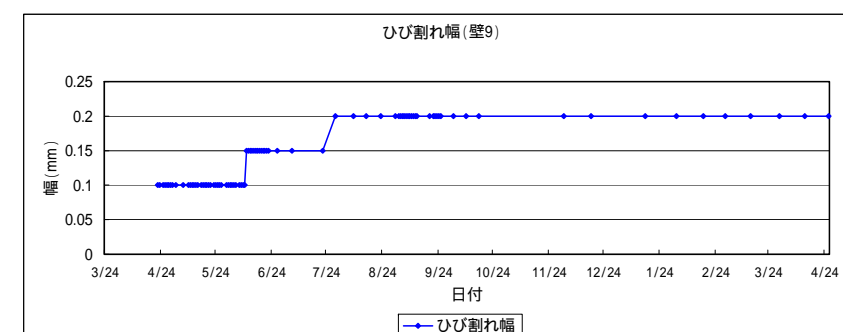
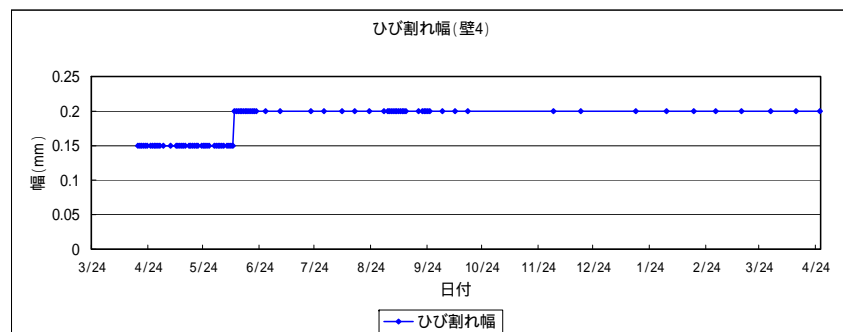
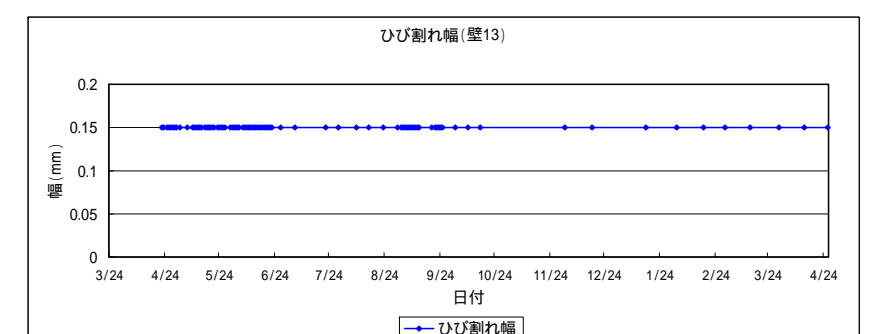
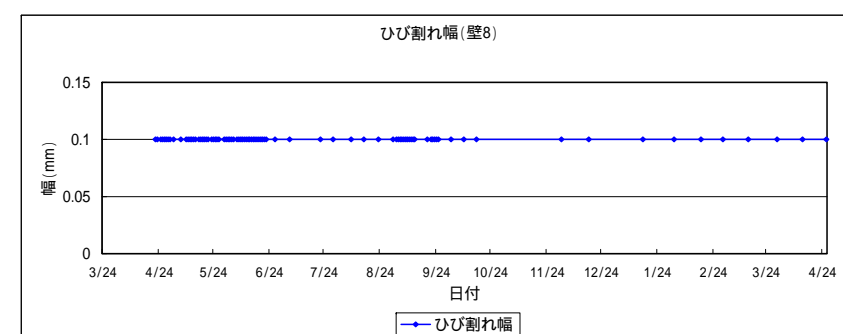
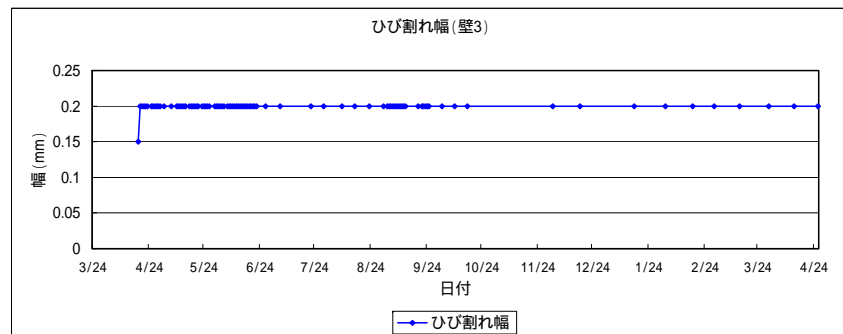


(2) ひびわれ調査



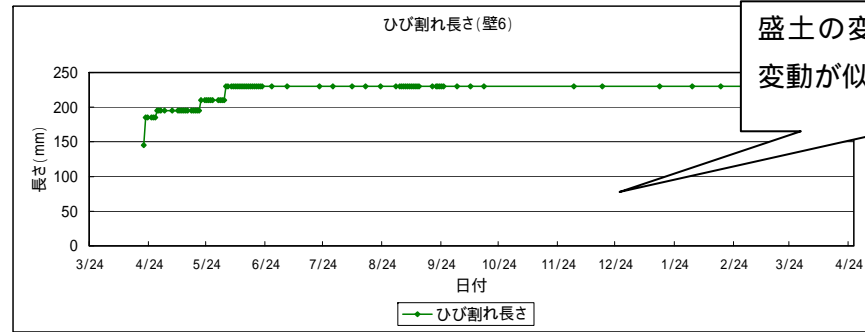
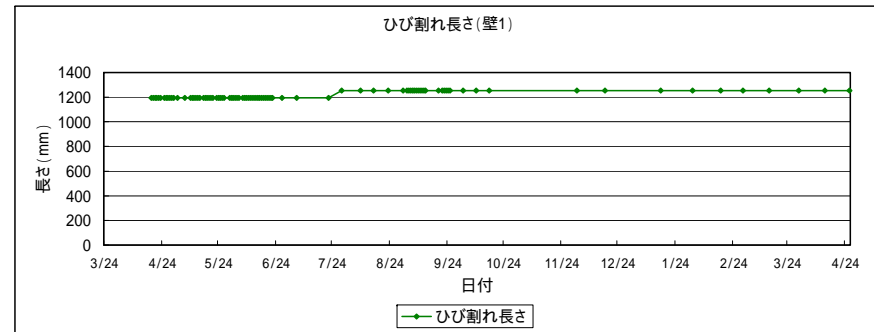
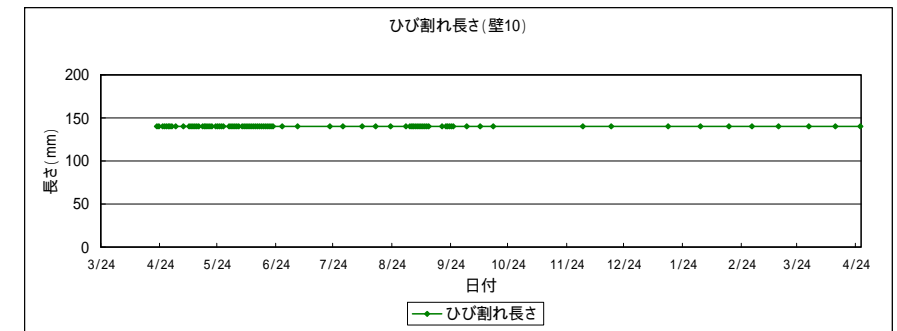
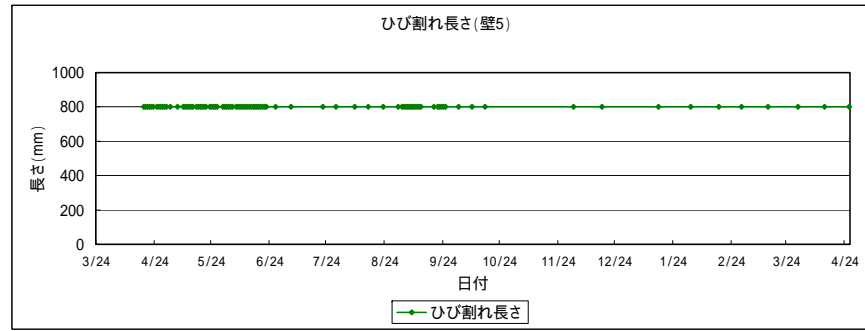
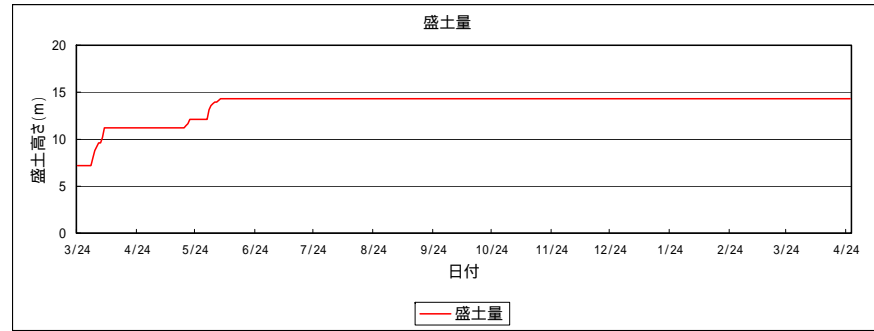


盛土の変動とひび割れの変動が似ている

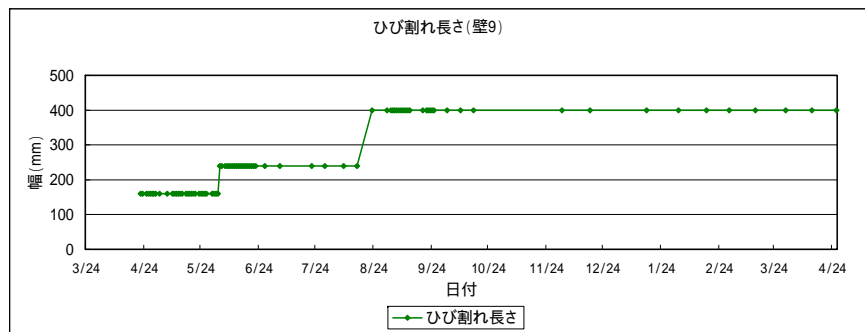
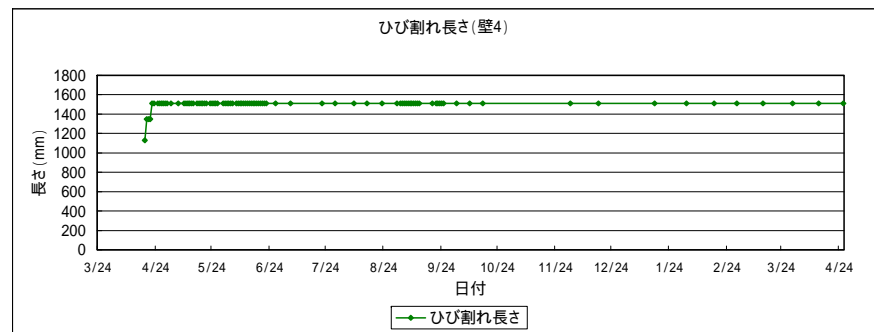
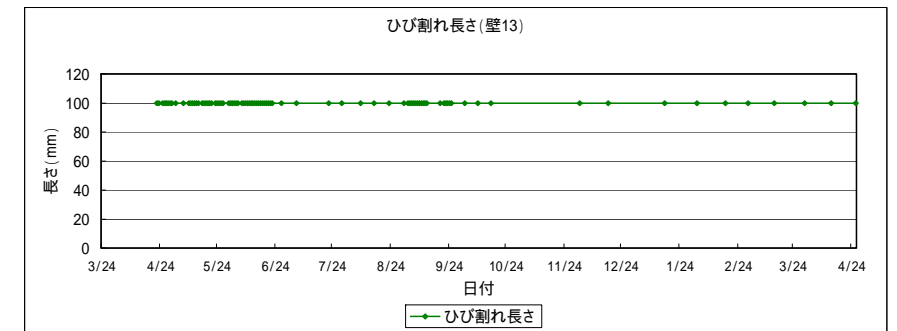
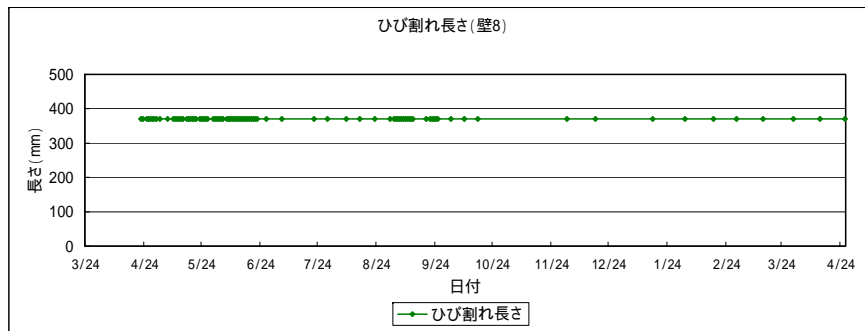
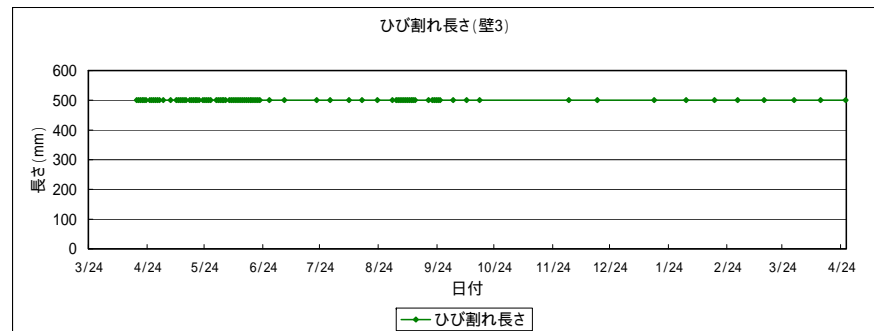
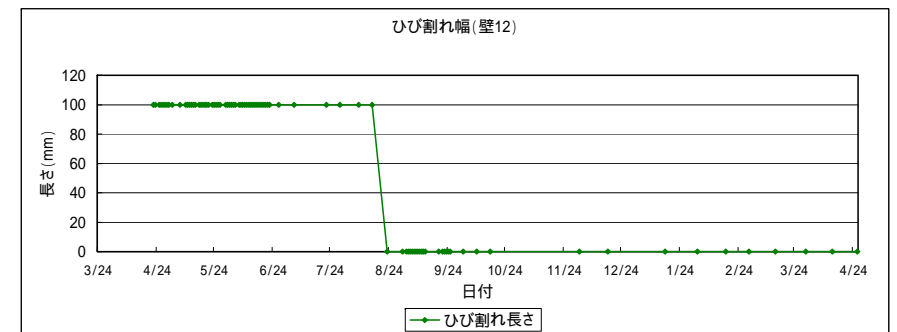
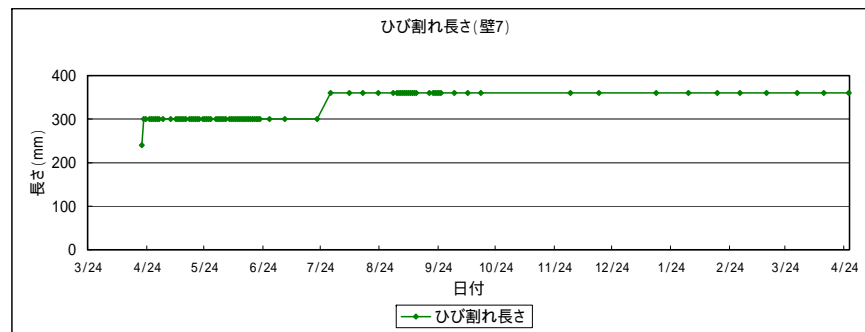
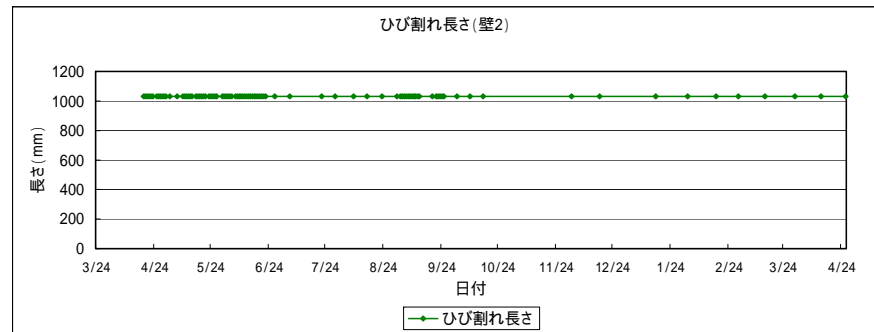
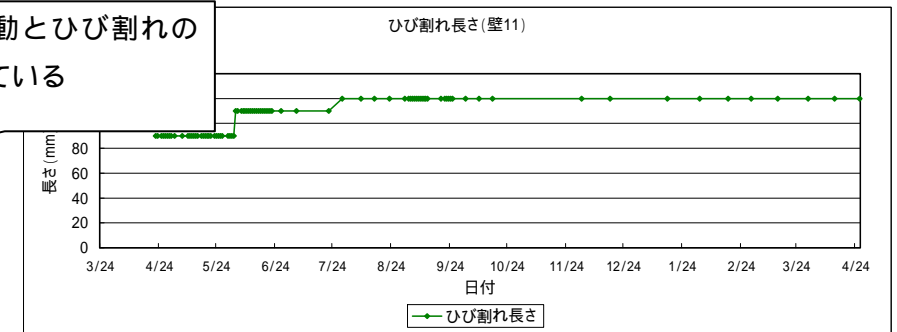


考察

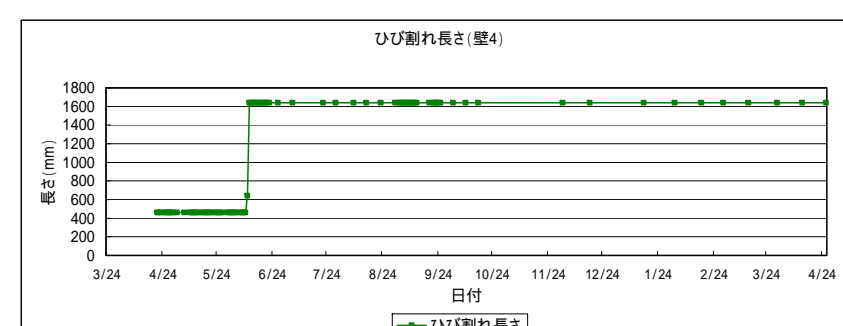
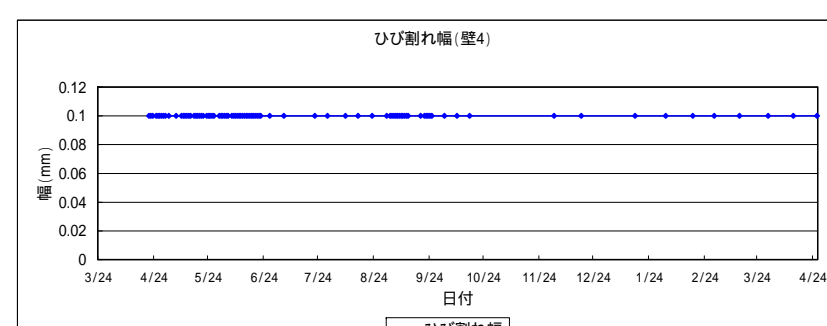
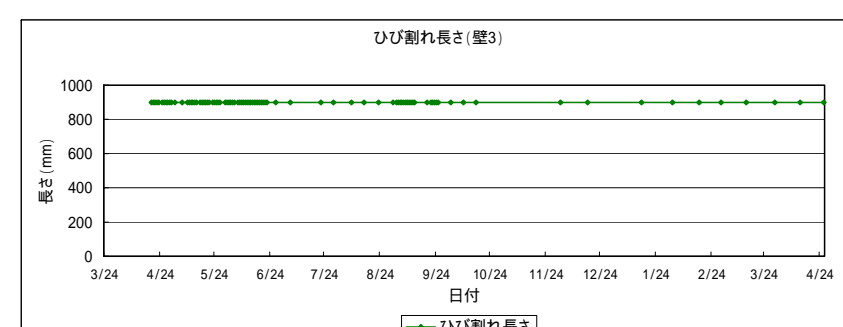
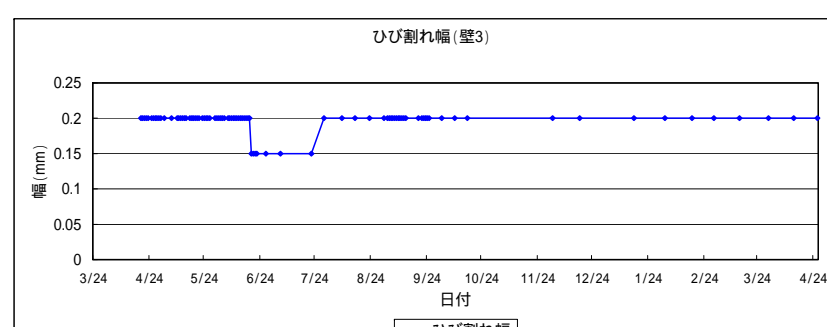
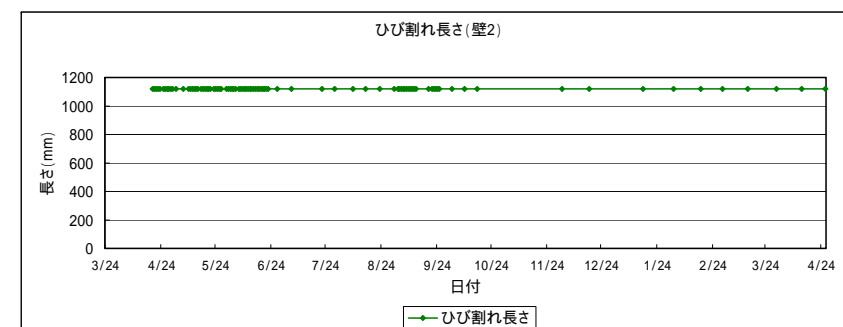
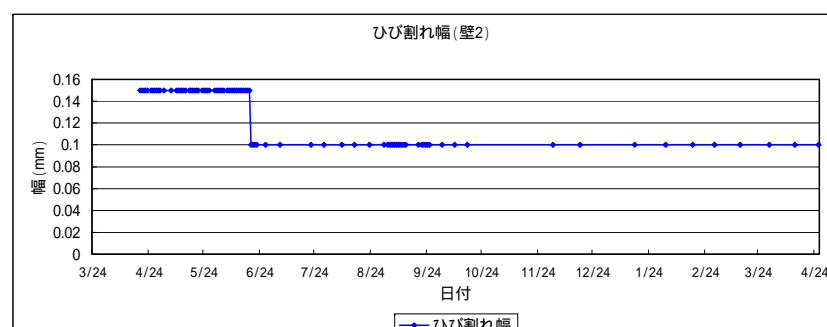
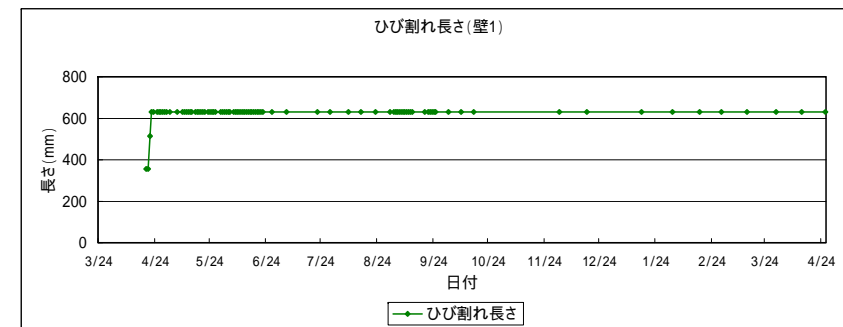
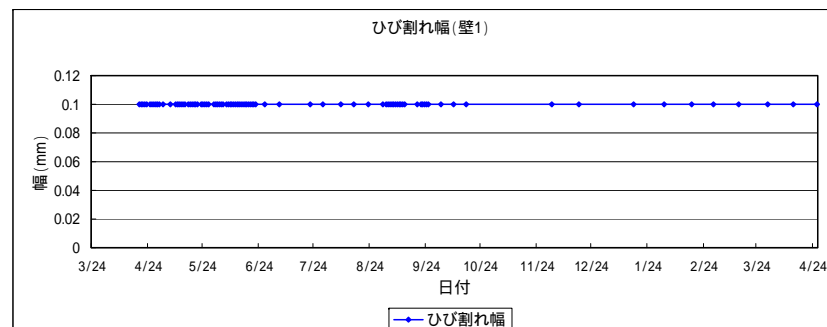
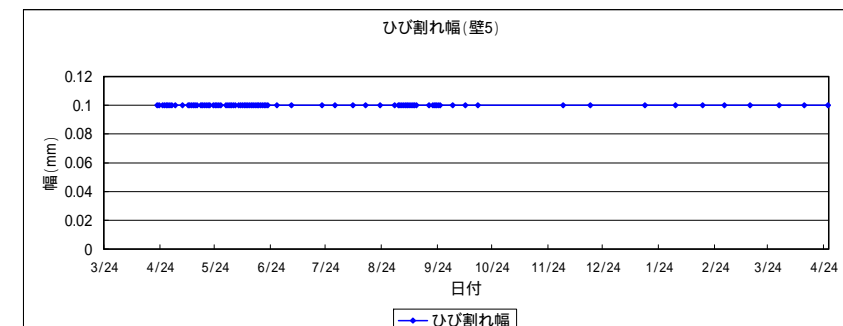
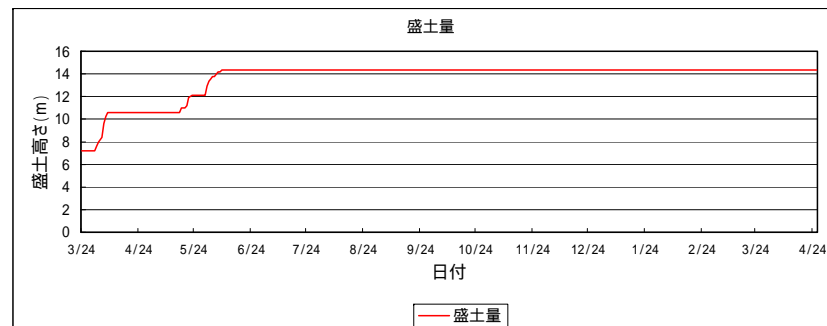
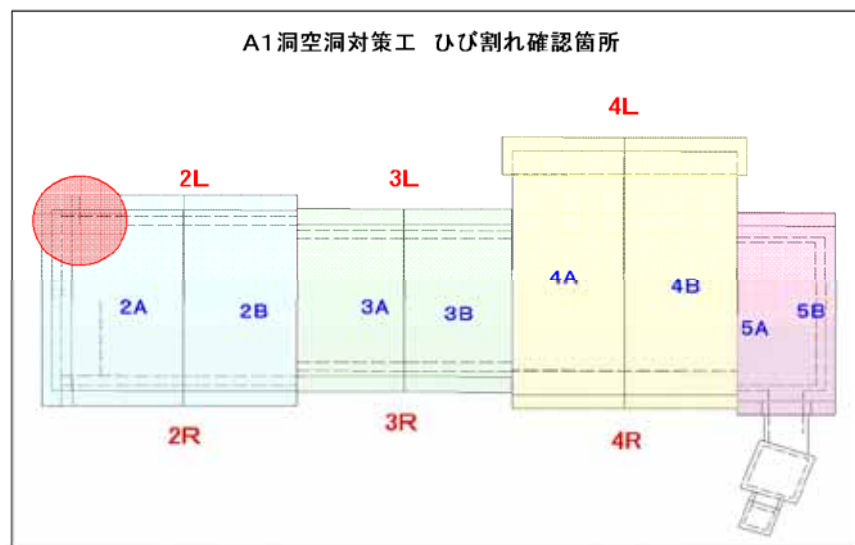
- ・ 盛土完了後のひび割れの増加がない。
- ・ 盛土と沈下の関係から、沈下による形状変化に伴うひび割れの可能性がある。



盛土の変動とひび割れの変動が似ている







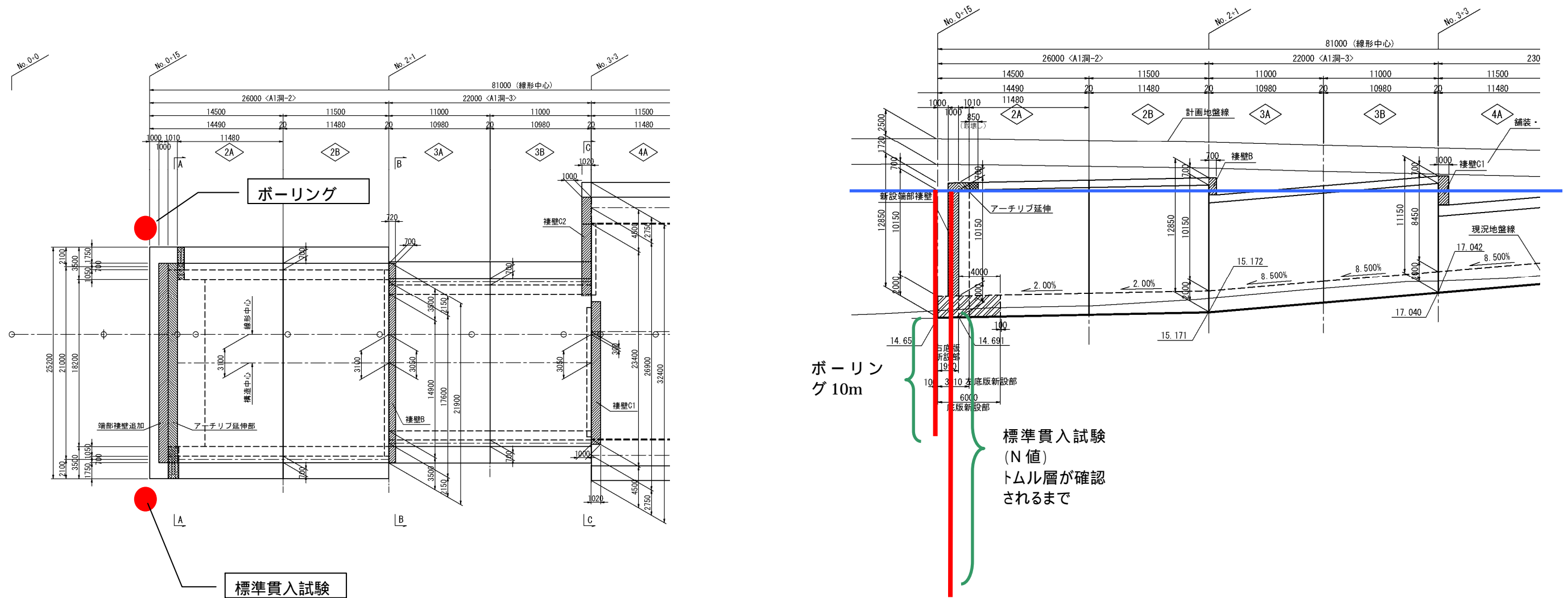
(3) 追加地質調査

A1 洞 2A ブロック、2B ブロックを対象に、周辺地盤の状況を確認することを目的とした。

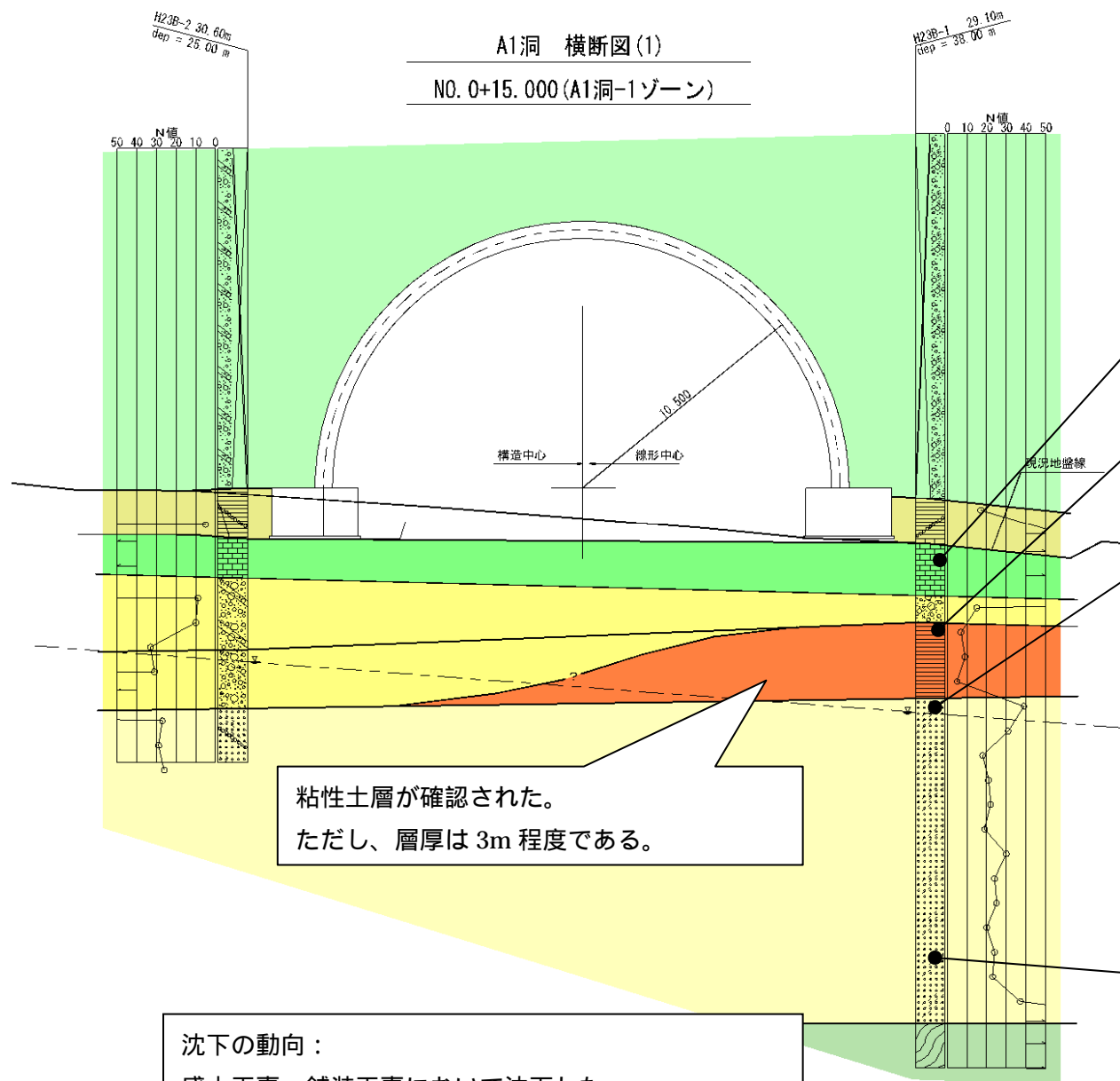
琉球石灰岩は強度のばらつきが大きいので、標準貫入試験を 1 箇所行った。

標準貫入試験 25m x 1

ボーリング 10m x 1

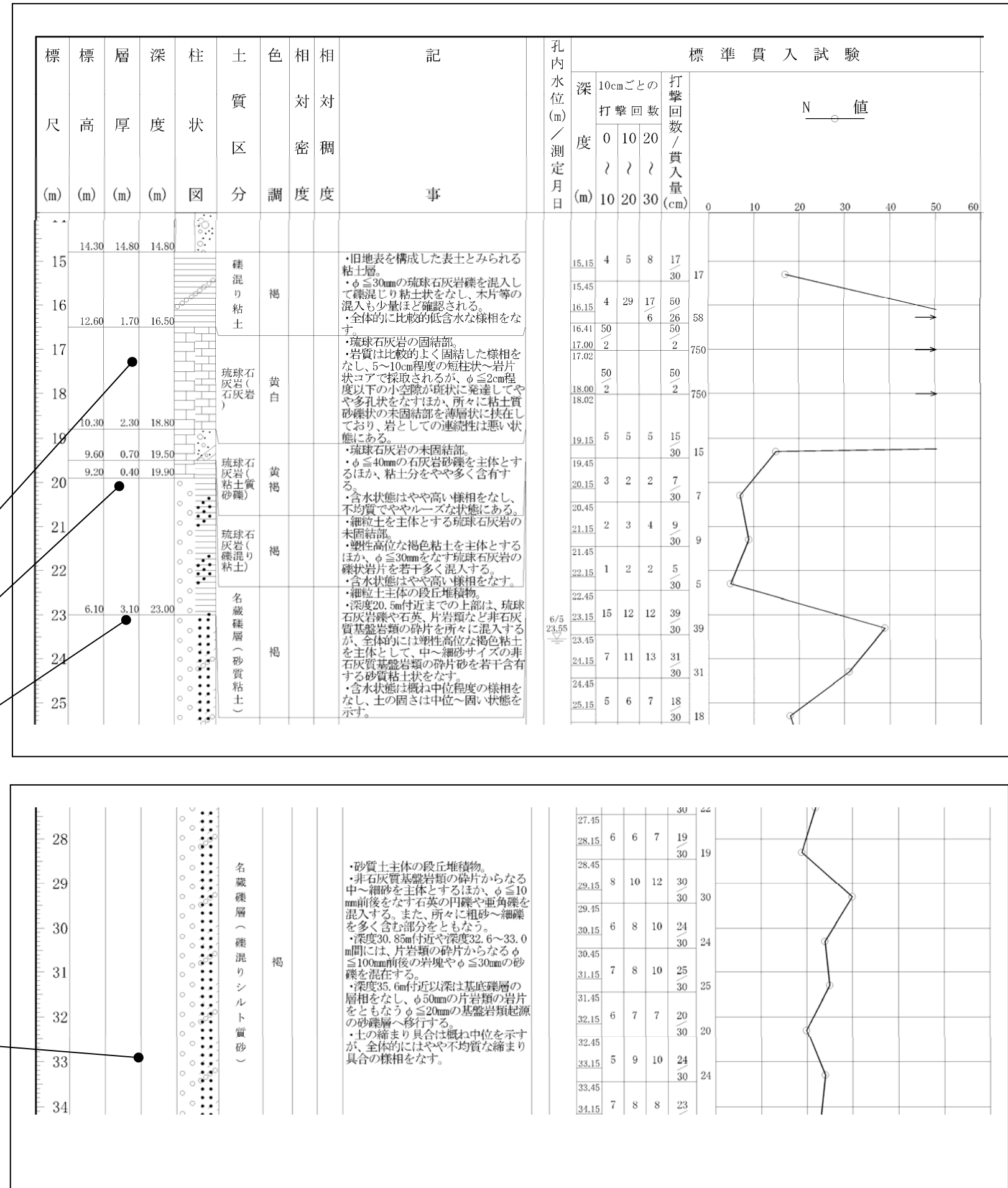


フーチング直下は固結した石灰岩層が 3.5m ほど確認されたが、その直下には未固結な石灰岩層(平均 N 値=15)が 1m 程度、粘性土(平均 N 値=7)が 3m、砂礫層(平均 N 値=25)と続く。



粘性土層が確認された。  
ただし、層厚は 3m 程度である。

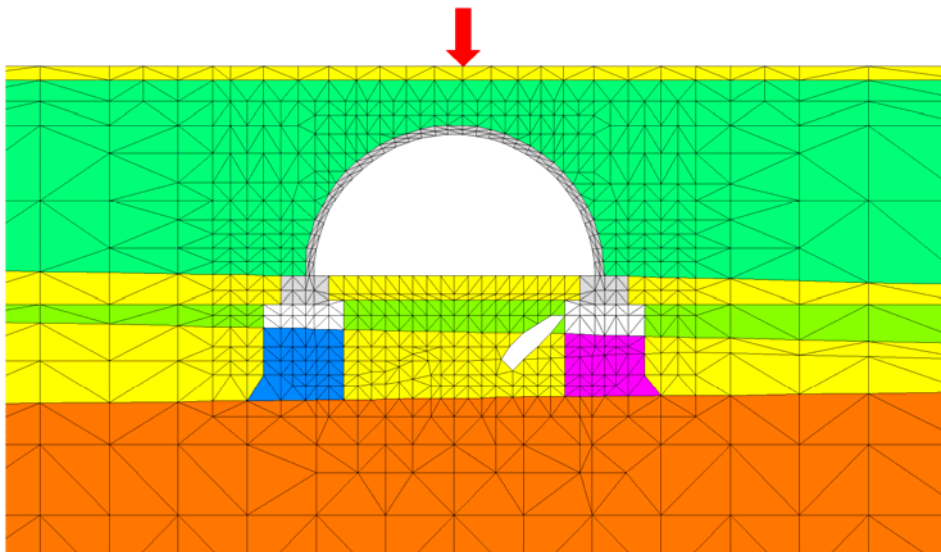
沈下の動向：  
盛土工事、舗装工事に於いて沈下した。  
その後の残留沈下はない。  
粘性土地盤による圧密沈下の影響は少ない。  
名蔵礫層も含めた弾性沈下と思われる。



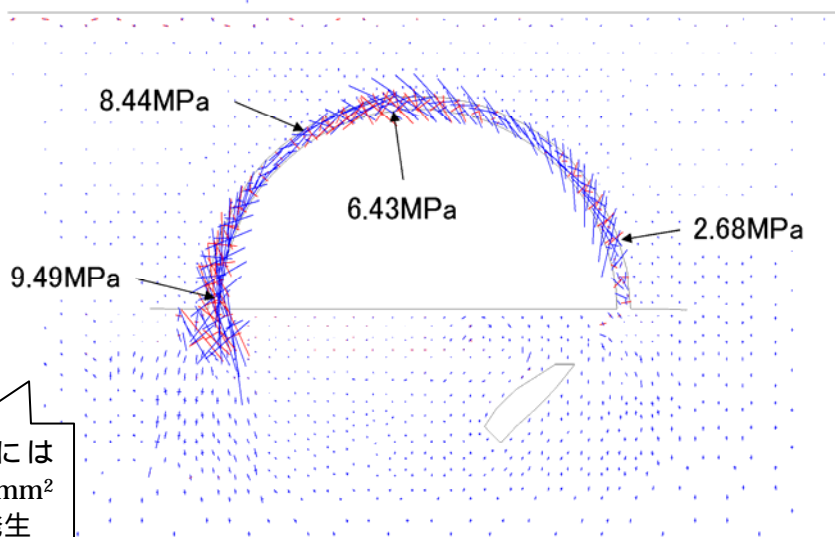
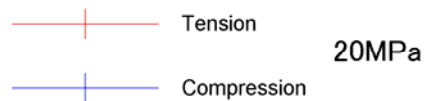
### 3.7 解析的検証

#### ■ 航空機荷重による応力解析(不等沈下・スパン中央載荷)

- B777脚荷重(1396 kN)中央載荷
- 不等沈下時における応力性状
- タイビーム有り・コンタクト要素考慮



#### ■ 航空機荷重による応力解析(不等沈下・スパン中央載荷) (タイビーム有り)



アーチリブには  
最大 9.49N/mm<sup>2</sup>  
の引張応力発生

主応力分布(タイビーム・コンタクト要素)

## (2) 考察

- ・ 設計では、材料応力とひび割れ幅で部材を決定しているため、材料応力とひび割れ幅に換算し設計での結果と比べる。
- ・ 不等沈下を考慮した FEM 解析結果に示される 9.49MPa のコンクリートの引張応力度から、鉄筋の引張応力を換算すると、76Mpa 程度となり、材料応力としては許容値の 180 N/mm<sup>2</sup> に収まる。
- ・ また、換算した鉄筋応力からひび割れ幅を照査すると 0.327mm であり、許容ひび割れ幅の 0.5mm に収まる。
- ・ 不等沈下の影響を、FEM 解析で詳細に確認した結果、材料応力やひび割れ幅は問題ないレベルである。

## 第7回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

今年度（H24年度）のモニタリング調査内容について

日時：平成24年8月13日

場所：合同庁舎 2階 大会議室

## 目 次

1. 本年度工事の概要について ..... 1-1
2. 本年度のモニタリング内容 ..... 2-1

## 1. 本年度工事の概要について

### 1.1 工事実施概要

平成 24 年度は、主に誘導路舗装、グルーピング及び照明施設や場周・保安道路、駐車場整備等の工事を実施する。また、小型コウモリ類の保全措置の一つである植栽工事（グリーンベルト）を実施し、既存の樹林帯へ接続することで、採餌場・移動経路を確保する計画としている。

### 1.2 工事工程

平成 24 年度の施工計画として想定している工事工程は表に示すとおりである。

表 1.2.1 平成 24 年度施工計画

項目	年度・月	平成24年度											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
舗装工・用地造成工													
グルーピング工													
誘導路舗装													
標識工													
緑化工													
場周・保安道路													
照明施設													
滑走路・誘導路灯火・エプロン灯・飛行場灯台・障害灯													
道路駐車場													
排水・照明・舗装													
歩道ルーフ・植栽													
採餌場・移動経路の植栽													
植栽工事													
ターミナル地区													
大阪CAB庁舎・管制塔無線等													
海上保安庁関連施設建築													
旅客ターミナルビル建築													
貨物ターミナルビル建築													

注. 上記の工程は、現時点における工程であり、実施の際には変更されることがある。

### 1.3 施工箇所

本年度施工実施予定箇所を図 1.3.1 に示す。土工については、H23 年度でほぼ完了しており、H24 年度はほぼ仕上げの工事となる。



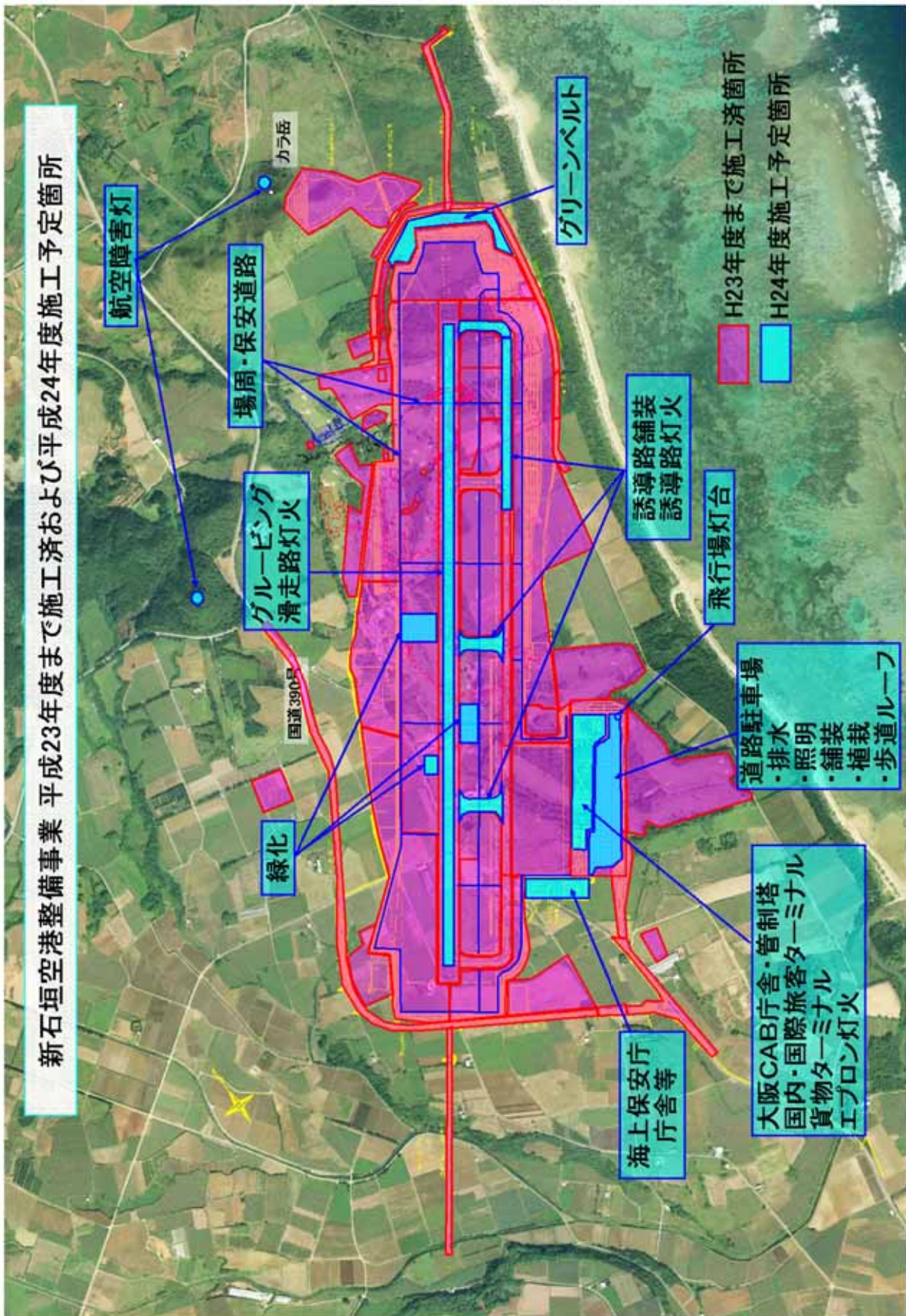


図 1.3.1 平成 23 年度まで施工済み及び平成 24 年度施工予定箇所

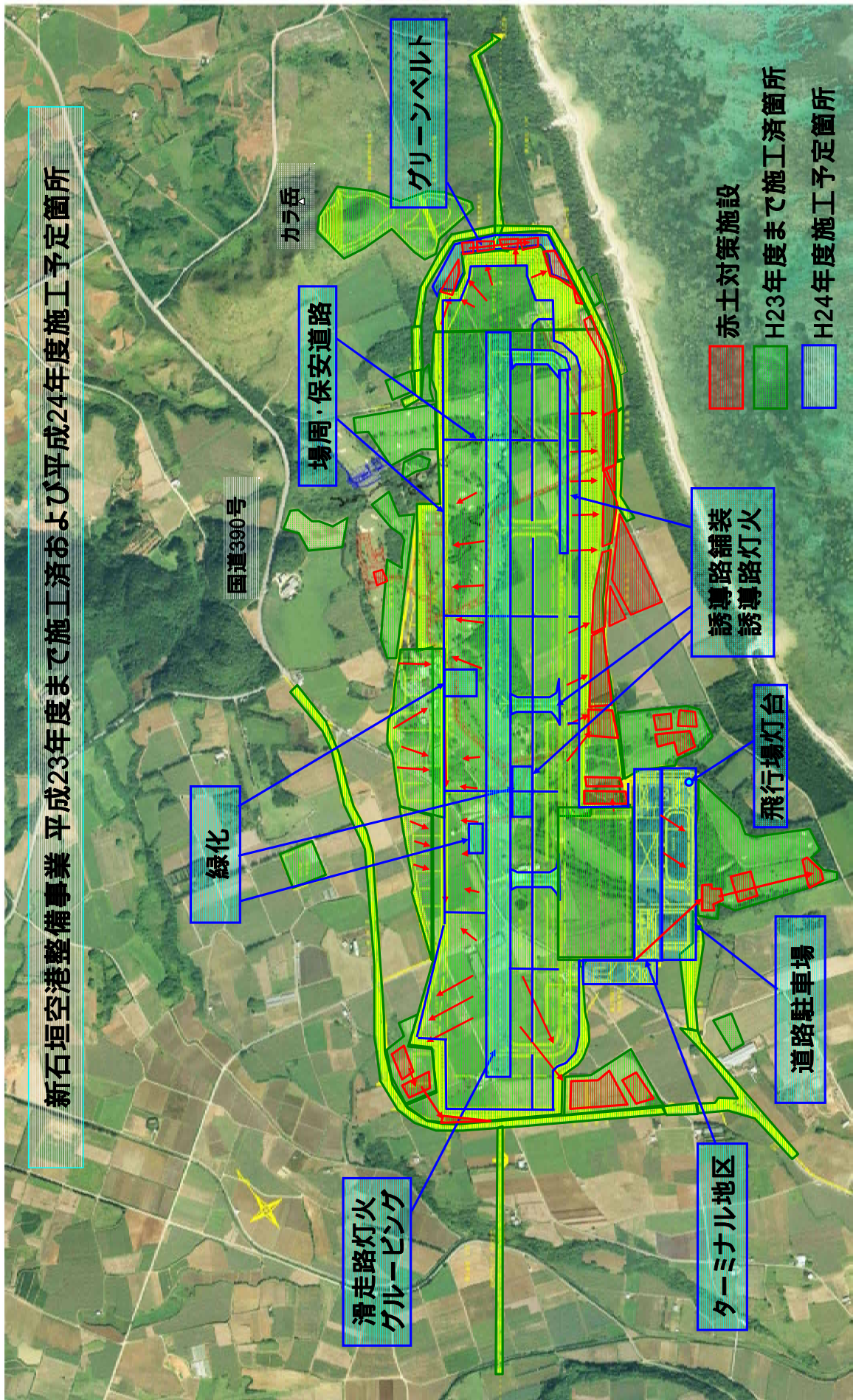


図 1.3.2 平成 24 年度赤土等流出防止施設設置

## 1.4 グルーピング工（排水工）

グルーピング工の施工位置については、図 1.3.1 に示すとおりであり、滑走路面の排水性を高めるための溝切りを行う。

## 1.5 誘導路、標識工

平成 24 年度の施工は、図 1.3.1 に示すとおり、主に表層工（アスファルト舗装）を施工する。

なお、標識工は、滑走路、誘導路、エプロンに実施する。

## 1.6 緑化

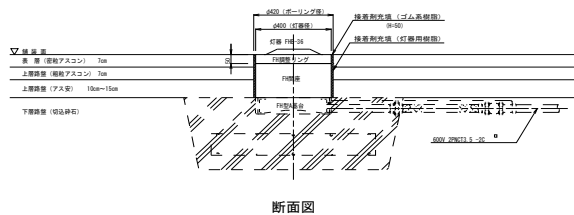
緑化については、昨年に引き続き、残りの範囲の施工を行う。

## 1.7 場周・保安道路

場周・保安道路については、図 1.3.1 に示す範囲で実施を行う。場周道路は空港本体周辺を取り囲む道路であり、保安道路は、場周道路から滑走路や誘導路に取り付く道路である。

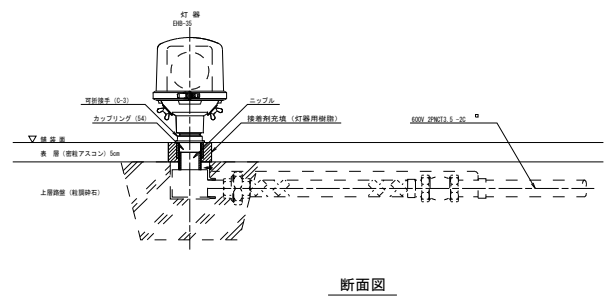
## 1.8 照明施設

照明施設については、昨年度に引き続き滑走路灯火、誘導路灯火、エプロン灯、飛行場灯台などを設置する。



滑走路灯（埋込型）灯器設置詳細図 S=1/20

図 1.8.1 埋込型灯器



滑走路灯（地上型）灯器設置詳細図 S=1/10

図 1.8.2 地上型灯器

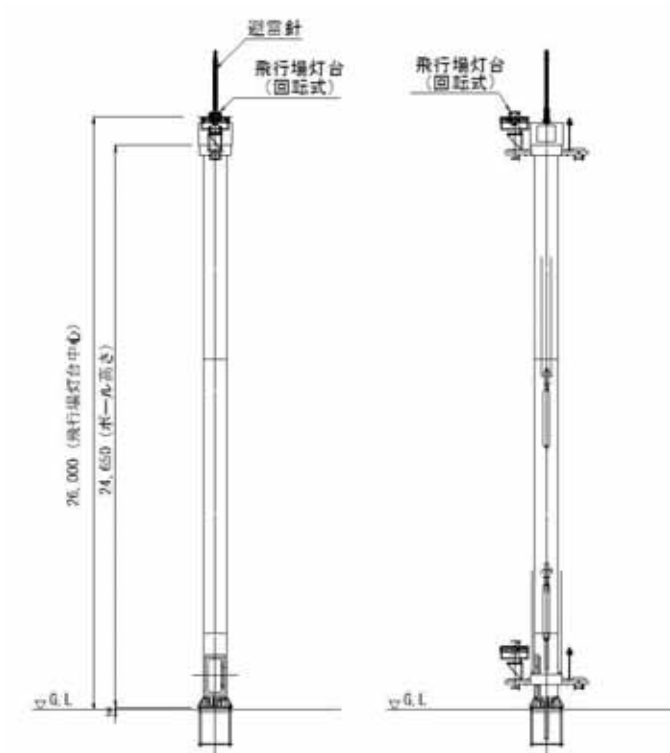


図 1.8.3 飛行場灯台灯柱姿図

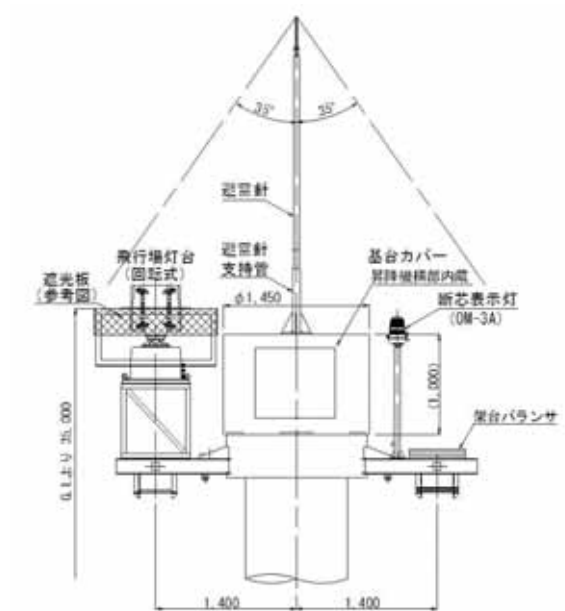


図 1.8.4 飛行場灯台昇降架台詳細図

## 1.9 道路駐車場、ターミナル地区整備工事

道路駐車場は、図 1.9.1 に示すとおり施工を実施する。主に駐車場まわりの構内道路の舗装、駐車場舗装及び屋根付歩道（図 1.9.2 参照）、植栽工事を行う。

ターミナル地区については、主に、国内・国際ターミナルビル、貨物ターミナル上屋、海上保安庁庁舎などの工事を実施する（図 1.3.1、図 1.9.1 参照）。

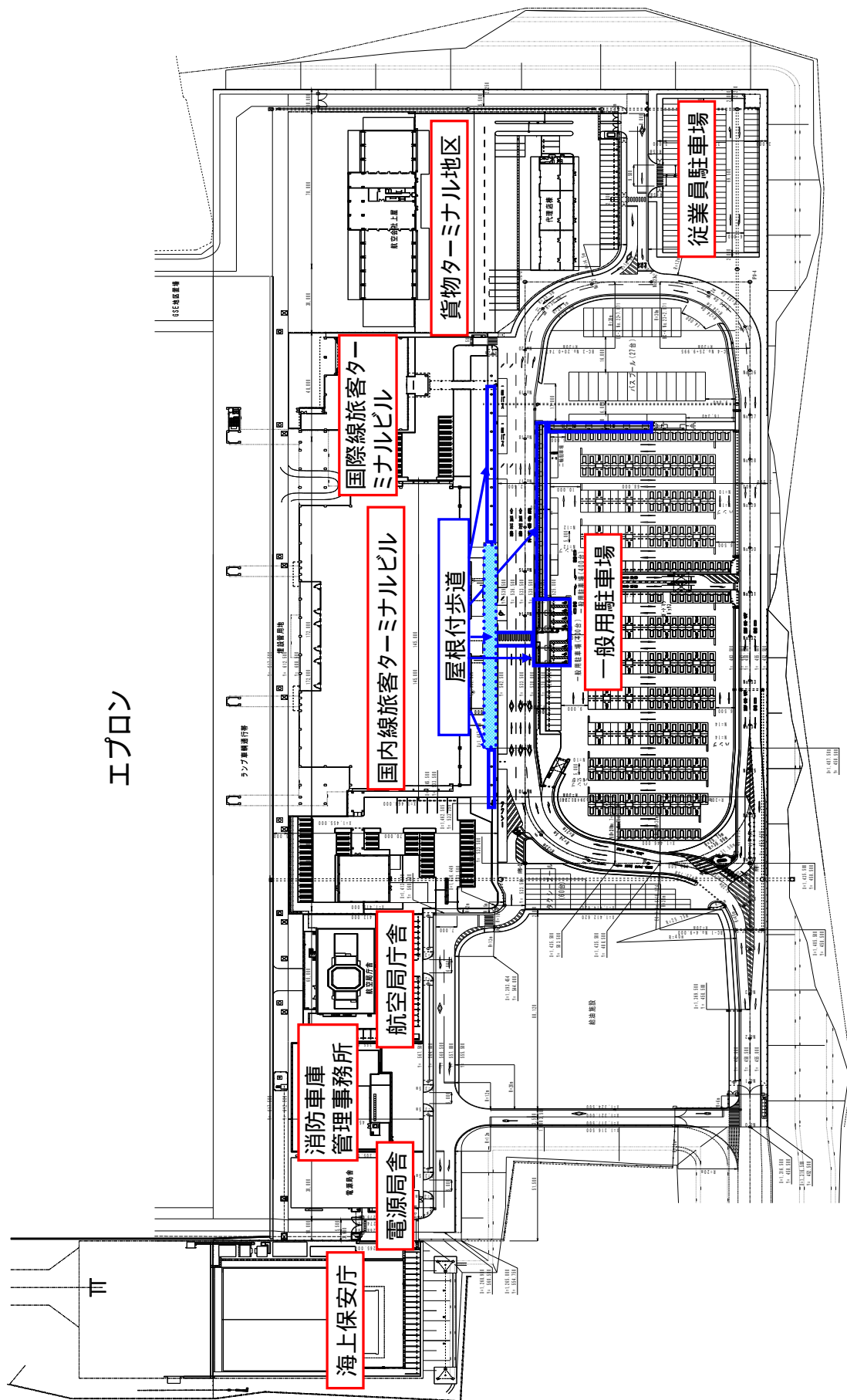


図 1.9.1 道路駐車場平面図

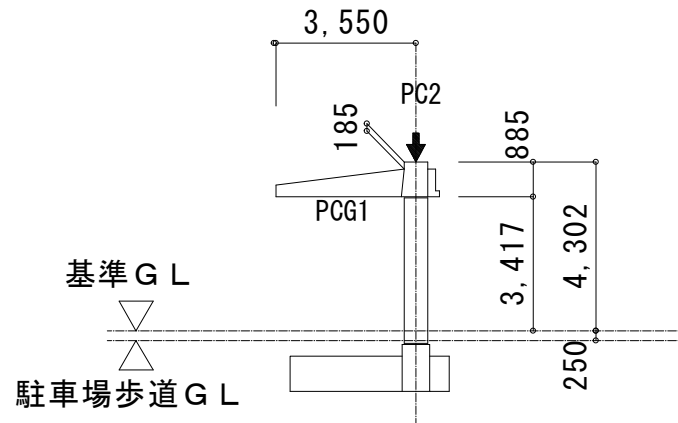


図 1.9.2 屋根付歩道の断面

### 1.10 採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）

採餌場・移動経路の植栽位置は図 1.3.1 に示すとおりである。

## 1.11 轟川への放流について

空港用地南側の流域⑦と流域⑧は轟川に流下する流域となっている。

これまで工事中の雨水については、ろ過浸透処理を実施してきており、轟川への放流については、芝の育成により空港内からの雨水排水を対象とした浮遊物質量SSなどの水質調査を行い問題がないことの確認を行ったうえで実施することとしていた。

流域⑦および流域⑧での工事は、滑走路でのグルーピング工を残すのみであり、概ね平成 23 年度中に終了している。これにより、流域⑦、流域⑧から流出する雨水の水質調査結果（図 1.11.1 に示す調査地点と表 1.11.1 に示す調査結果）より、流域⑦では平成 24 年 3 月 2 日以降、流域⑧では平成 23 年 12 月 19 日以降、SS が 25 を上回る状況は確認されていない。

この結果より、流域⑦と流域⑧の轟川への放流は、平成 24 年度中に実施する予定である。

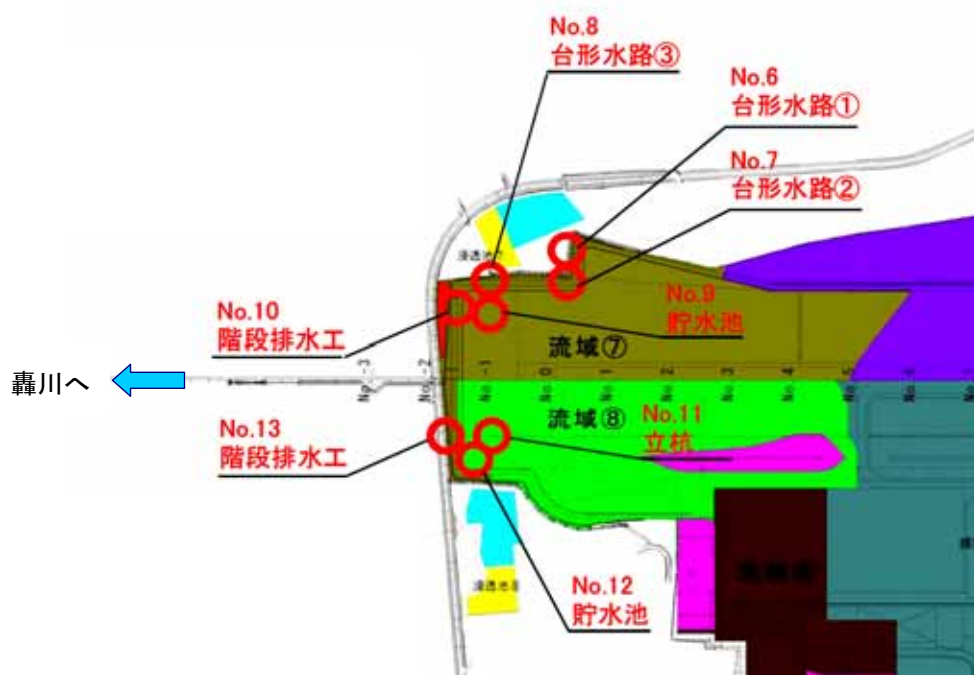


図 1.11.1 轟川流域と水質監視地点

表 1.11.1 流域⑦、流域⑧からの雨水の水質調査の結果

【流域⑦】

	流域⑦	平成23年10月15日		平成23年12月7日		平成23年12月13日		平成23年12月23日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 6	台形水路①	192	4.7	87	9.0	35	19.0	58	12.5
No. 7	台形水路②	178	5.0	766	1.5	233	4.0	20	30.0
No. 8	台形水路③	114	7.2	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 9	貯水池	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 10	階段排水路	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0

	流域⑦	平成23年12月28日		平成24年1月12日		平成24年3月2日		平成24年3月8日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 6	台形水路①	20	30.0	54	13.5	20	30.0	20	30.0
No. 7	台形水路②	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 8	台形水路③	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 9	貯水池	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 10	階段排水路	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0

	流域⑦	平成24年3月15日		平成24年3月22日		平成24年4月5日		平成24年4月13日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 6	台形水路①	25	25.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 7	台形水路②	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 8	台形水路③	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 9	貯水池	20	30.0	20	30.0	20	30.0	なし	-
No. 10	階段排水路	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0

	流域⑦	平成24年4月19日		平成24年4月26日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 6	台形水路①	20	30.0	20	30.0
No. 7	台形水路②	20	30.0	20	30.0
No. 8	台形水路③	20	30.0	20	30.0
No. 9	貯水池	20	30.0	20	30.0
No. 10	階段排水路	20	30.0	20	30.0

【流域⑧】

	流域⑧	平成23年10月15日		平成23年12月7日		平成23年12月19日		平成23年12月20日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 11	立杭	20	30.0	77	10.0	なし	-	なし	-
No. 12	貯水池	20	30.0	20	30.0	なし	-	なし	-
No. 13	階段排水路	20	30.0	33	20.0	25	26.0	20	30.0

	流域⑧	平成24年1月16日		平成24年1月24日		平成24年2月2日		平成24年2月24日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)	SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 11	立杭	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0
No. 12	貯水池	なし	-	なし	-	なし	-	なし	-
No. 13	階段排水路	20	30.0	20	30.0	20	30.0	20	30.0

	流域⑧	平成24年2月25日	
		SS(mg/l)	透視度(cm)
No. 11	立杭	20	30.0
No. 12	貯水池	なし	-
No. 13	階段排水路	20	30.0



## 2. 本年度のモニタリング内容

### 2.1 地下水保全対策

#### (1)調査項目

本年度のモニタリング調査は、過年度と同様の項目について実施する。

環境監視項目に示される地下水の水位観測、地下水の濁り測定以外に、基礎的資料となる水質分析、電気伝導度観測、雨量観測も合わせて実施する。

- ①地下水位観測
- ②地下水の濁りの測定
- ③水質分析
- ④電気伝導度観測
- ⑤雨量観測

#### (2)調査内容

##### 1)地下水位観測

地下水位観測は、過年度より観測を実施している海岸沿いの4箇所ならびに空港建設予定地の中央部に位置する1箇所の計5箇所において、自動水位計により継続的に観測を行っている。

- 観測地点：B-23、14B-1、14B-3、18B-1、16B-1
- 測定間隔：1時間ごと

##### 2)地下水の濁りの測定

地下水の濁りの測定は、年間4回（6月、9月、12月、3月）の水質分析と合わせて濁度、SS濃度の測定を実施する。

また、18B-2地点では、大雨の後、地下水の濁りについて追加観測を実施する。

- 観測地点：B-23、14B-1、14B-3、18B-1、18B-2
- 測定時期：（定期観測）年4回（6月、9月、12月、3月）  
（追加観測）大雨後（18B-2のみ）

### 3)水質分析

採水地点は、地下水が直接海岸へ流出する代表的な流域の海側に配置されたボーリング地点 4 箇所と汀線部の 5 箇所とする。採水はボーリング孔においては地下水の中央部付近、汀線部においては干潮時に 50cm 四方、深さ 30cm 程度の穴を掘削し、湧出してくる地下水の上澄みを採水する。

- 採水地点（ボーリング孔）： B-23、14B-1、14B-3、18B-1
- 採水地点（汀線部）： L-1、L-2、L-3、L-4、L-5
- 測定回数：各地点で年 4 回（6 月、9 月、12 月、3 月）
- 分析項目：下表のとおり

表 2.1.1 各観測地点の分析項目および分析方法

箇所	番号	項目	分析の方法
沿岸部の観測孔	14B-1	PH(水素イオン濃度)	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
		アンモニウムイオン	JIS K 0102 42.1 イントフェール青吸光光度法
		硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
		硝酸イオン	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
		ナトリウムイオン	JIS K 0102 48.2 フレーム原子吸光法
		カリウムイオン	JIS K 0102 49.2 フレーム原子吸光法
		カルシウムイオン	JIS K 0102 50.2 フレーム原子吸光法
		マグネシウムイオン	JIS K 0102 51.2 フレーム原子吸光法
		塩素イオン	JIS K 0102 35.3 イオンクロマトグラフ法
	14B-3	硫酸イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	B-23	重碳酸イオン	JIS K 0101 25 備考2による
		電気伝導度	電気伝導計による方法
	18B-1	亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン青吸光光度法
		アンモニウム性窒素	JIS K 0102 42.1 イントフェール青吸光光度法
		全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
		リン酸イオン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
		全リン	JIS K 0102 46.3 ヘルオキシ二硫酸カリウム分解法
		溶解性鉄	JIS K 0102 3.1.4(2), 57.1 フェナントロン吸光光度法
		けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
濁度		JIS K 0101 9.4 積分球式測定法	
SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法		
汀線部	L-1	化学的酸素消費量	JIS K 0102 17 100° Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量
		全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
		全リン	JIS K 0102 46.3 ヘルオキシ二硫酸カリウム分解法
		塩分	サリノメーターによる方法
		けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
		硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウムカラム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
		亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1 ナフチルエチレンジアミン青吸光光度法
		SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法
浸透ソナー	18B-2	水素イオン濃度	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
		濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
		SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法

#### 4)電気伝導度観測

観測地点は、海岸沿いに位置する下記の地点において実施する。各地下水流域を代表する沿岸部の沖積低地中に配置する。

- 観測地点 : B-23、14B-1、14B-3、18B-1
- 測定回数 : 各地点で月1回

#### 5)雨量観測

観測地点は、R-1、R-2 において継続観測を行う。なお、R-2 については、平成24年1月よりこれまでのカラ岳山頂付近より、轟川左岸流域内（空港内）に移設している。

- 観測地点 : R-1、R-2

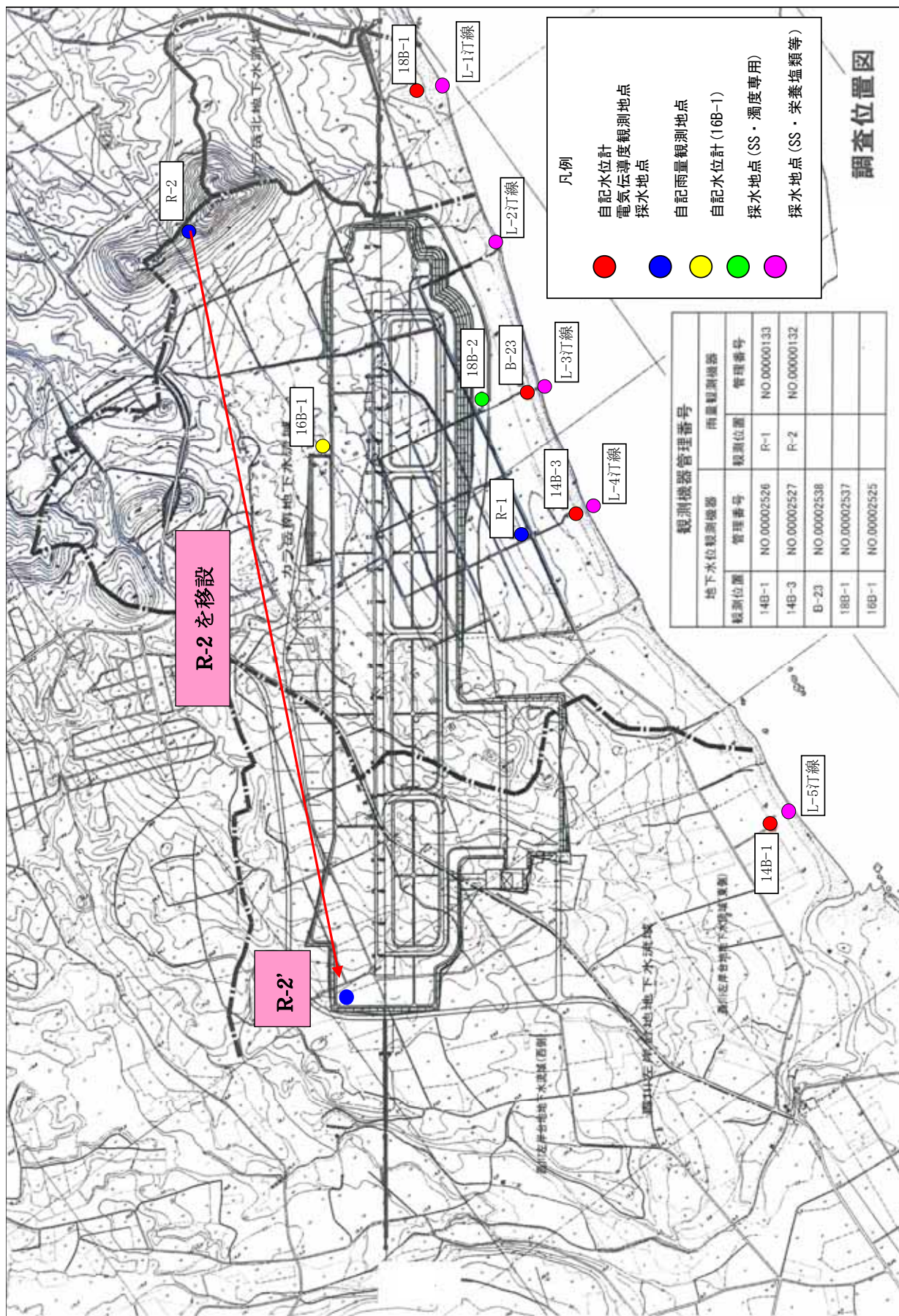


図 2.1.1 調査位置図

## 2.2 A1・E洞 対策工モニタリング

### (1)調査項目

過年度設置されたA1・E洞 対策工における鉄筋ひずみ及び変位計による観測に加え、ひび割れ計測、AE計測、沈下量の計測を実施する。

- ・ 内空変位の計測
- ・ 鉄筋ひずみ計による応力計測
- ・ ひび割れ計測
- ・ AE計測
- ・ 沈下量の計測

なお、モニタリング調査は月1回実施し、定期的なデータ取得を行うとともに、順次とりまとめ、異常等の把握、対応を行う。

### (2)調査内容

#### 1)内空変位調査

内空変位は、アーチ基部にレーザー距離計を設置し、アーチ頂部や反対側側壁に設置された標点との距離（2点間距離）の測定を行なう。

測定箇所は、A洞、E洞の全ブロックについて実施する。

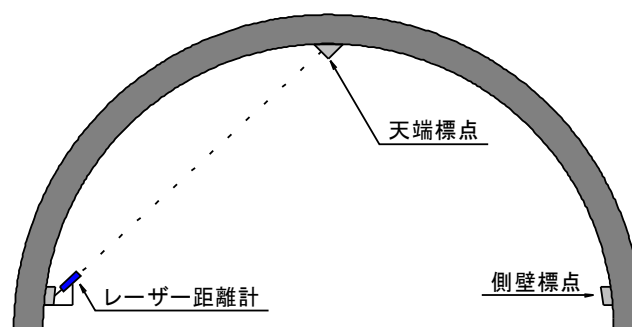


図 2.2.1 内空変位計測装置取付け位置

## 2) 応力計の計測

応力計の計測は、既に設置されている鉄筋ひずみ計（図 2.2.2、図 2.2.3）により計測を行う。

鉄筋ひずみデータは自動計測（1時間毎）を行っており、データ集録装置からのデータ収集を実施する。

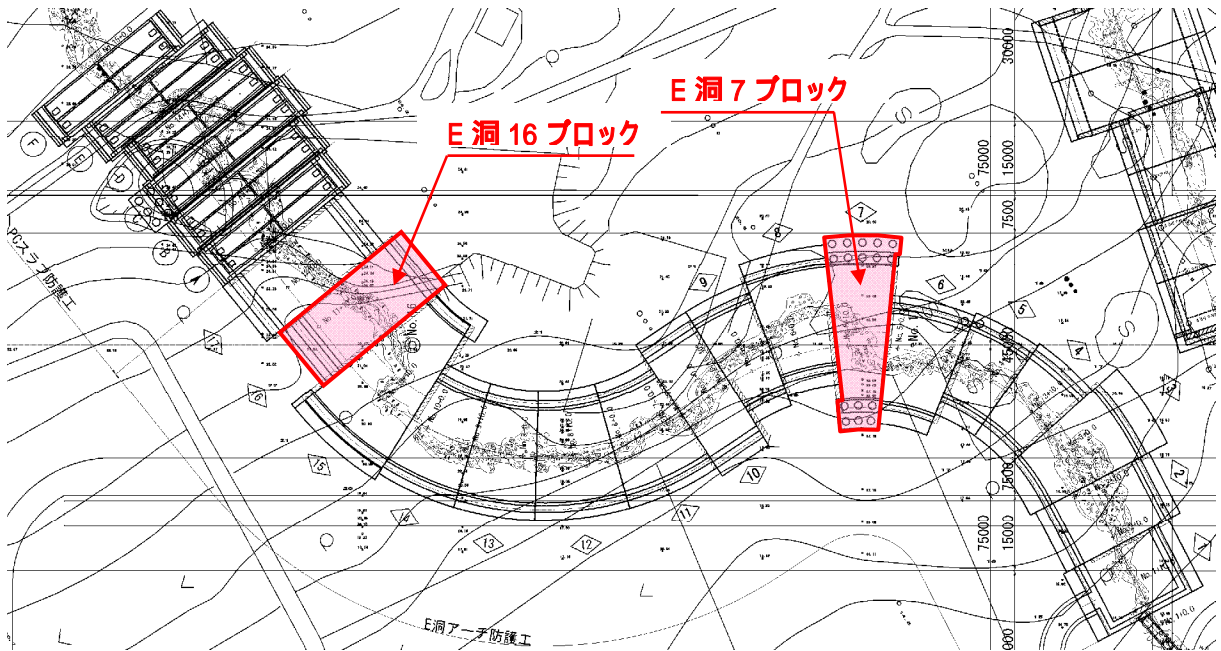


図 2.2.2 鉄筋ひずみ計取付けブロック位置

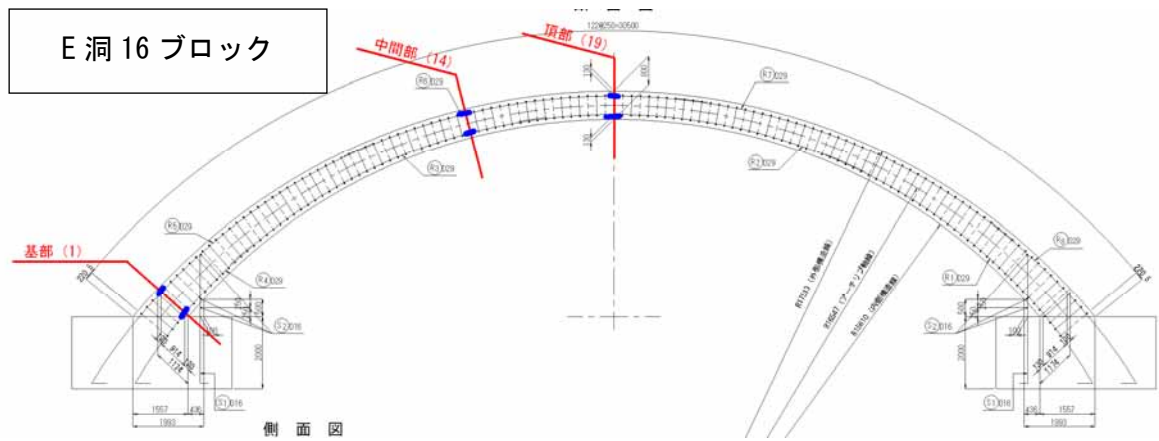
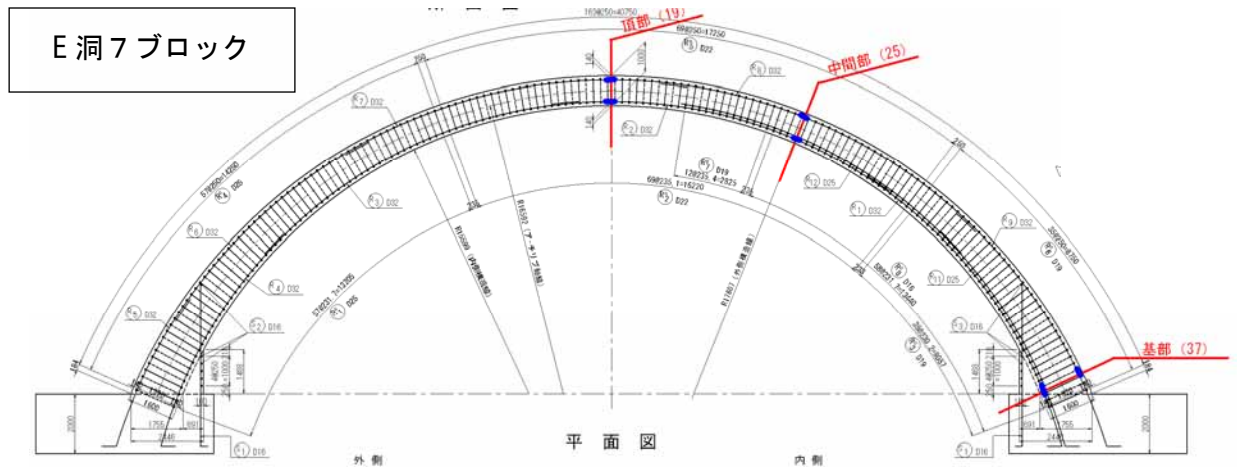


図 2.2.3 鉄筋ひずみ計取付け箇所

### 3) ひび割れ計測、AE 計の計測

A 洞のひび割れ箇所に設置されているひび割れ計、AE 計についても自動計測（1 時間毎）を行っており、データ集録装置からのデータ収集を実施する。

#### 4)沈下量の計測

沈下量の計測については、図 2.2.4 に示す A1 洞のフーチング箇所について、水準測量を実施する。

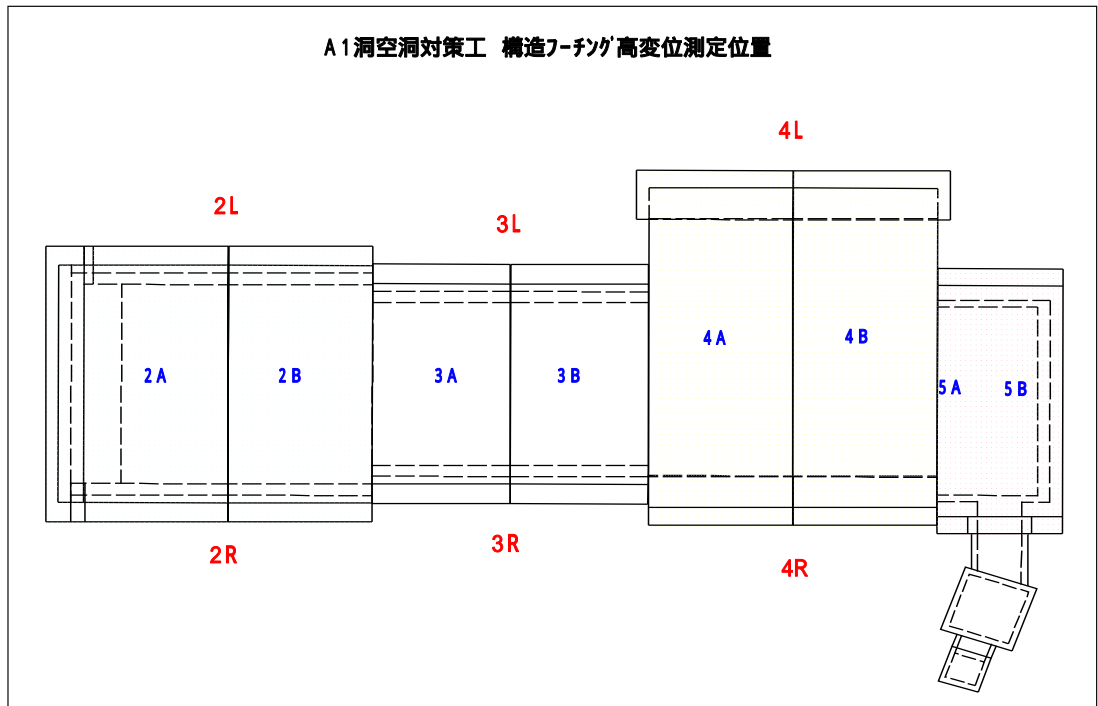


図 2.2.4 フーチング高変位の測定位置