

第6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23年7月8日（金）

（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5回 建設工法モニタリング委員会の議事録確認

2) 第5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22年度モニタリング調査報告

- 1. 平成22年度の施工実績について
- 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
- 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

4) 今年度（平成23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6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	<p>第5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</p> <ul style="list-style-type: none">● 工事区域内の水質調査について● 轟川流域の排水処理について● 空洞対策工のモニタリングについて
資料-2	<p>平成22年度モニタリング調査報告</p> <ol style="list-style-type: none">1. 平成22年度の施工実績について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
資料-3	<p>今年度（平成23年度）のモニタリング調査内容</p> <ol style="list-style-type: none">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 <ul style="list-style-type: none">● 地下水モニタリング● 空洞対策工モニタリング

第6回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

第5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23年7月8日

場所：合同庁舎 2階 大会議室

1. 工事区域内の水質調査について

(質問)

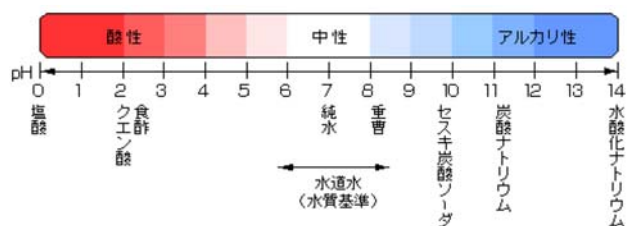
工事現場内の溜池に溜まっている水質の PH、電気伝導度等の計測は実施していますか。片岩類が発生する箇所貯留池に溜まっている水の水質について、機会があれば今年度（平成 22 年度）の工事で PH 等の測定を実施していただきたい。

(回答)

平成 22 年度の用地造成では、工事区域内の雨水について水質調査（PH 値）を測定しており、浸透池、ろ過沈殿池等において実施している。

調査の結果では、PH 値の最小が 6.0、最大が 8.0 となっておりほぼ中性に近い値を示している。また、水道により供給される水の基準値（水質基準に関する省令）では、PH 値が 5.8 以上 8.6 以下とされており、これと比べても別段問題のない値となっている。

なお、目視による確認では浸透池、ろ過沈殿池等において、工事車両による油分の発生は認められなかった。



(PH 値の段階)



撮影日	平成22年10月30日
測点	流域①地区
水質PH測定	
浸透池① 流入側	
ろ過水採取状況	



撮影日	平成22年10月30日
測点	流域①地区
水質PH測定	
ろ過沈澱池①-1	
貯留水採取状況	



撮影日	平成22年10月30日
測点	No.7+20 L120
水質PH測定	
掘削箇所	
軟岩Ⅱ(トムル)	
溜まり雨水	
測定値=8.0	

(工事区域内における水質調査状況)

工事区域内水質調査結果①【調査日：平成22年10月30日】

観測点	測定箇所	pH	備考
1	浸透池①	7.7	浸透池への流入水を測定
2	ろ過沈殿池①-1	7.9	
3	盛土内調整池①-1	7.7	
4	No. 7+20 L120 付近	8.0	軟岩Ⅱ（トムル）掘削箇所において降雨後の溜まり水を測定

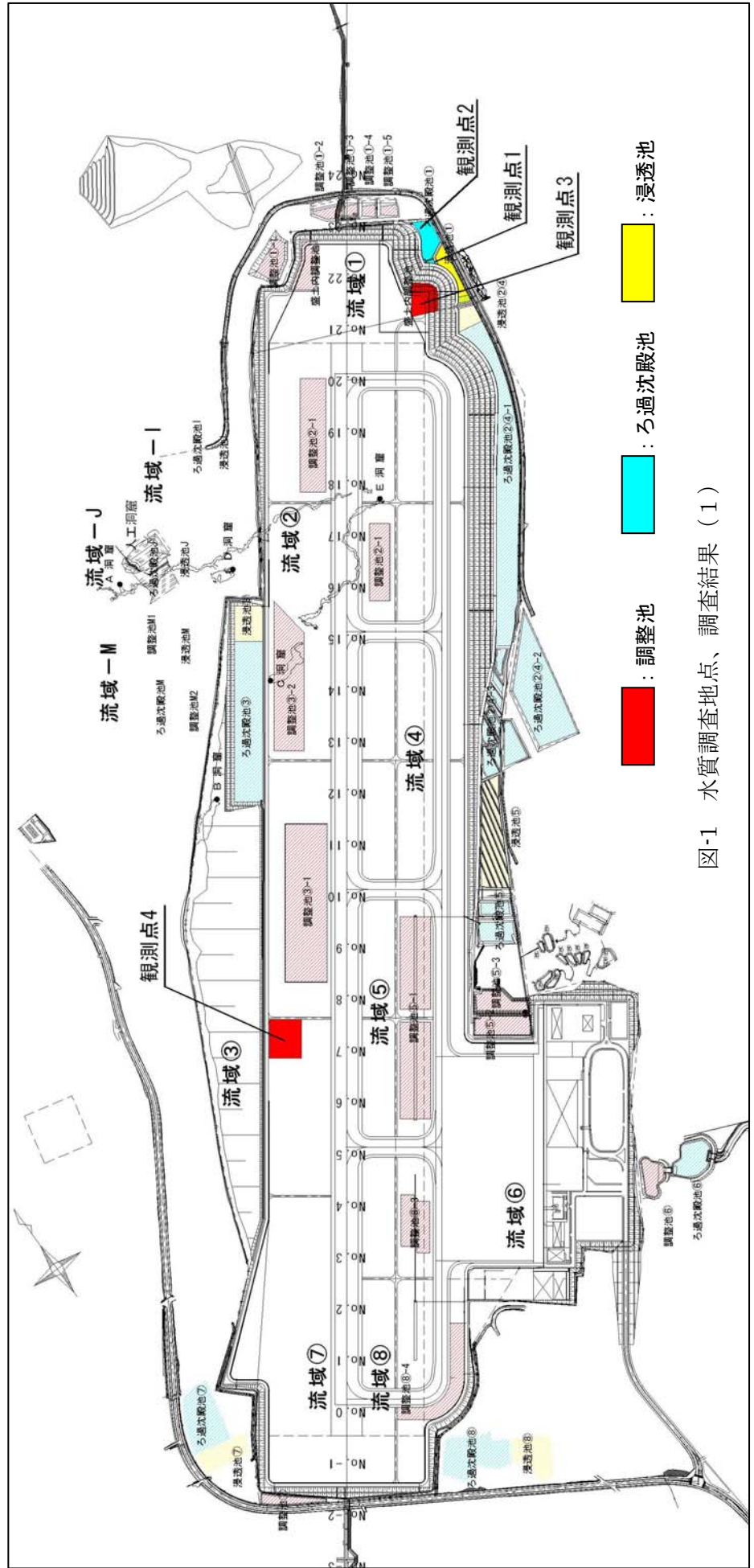


図-1 水質調査地点、調査結果（1）

工事区域内水質調査結果②【調査日：平成23年1月11日】

観測点	測定箇所	pH	備考
1	調整池①-1	7	万能試験紙による簡易測定
2	調整池①-3	7	万能試験紙による簡易測定
3	調整池①-5	7	万能試験紙による簡易測定
4	調整池③-1	6	万能試験紙による簡易測定
5	調整池⑤-2	6	万能試験紙による簡易測定
6	調整池⑤-3	6	万能試験紙による簡易測定

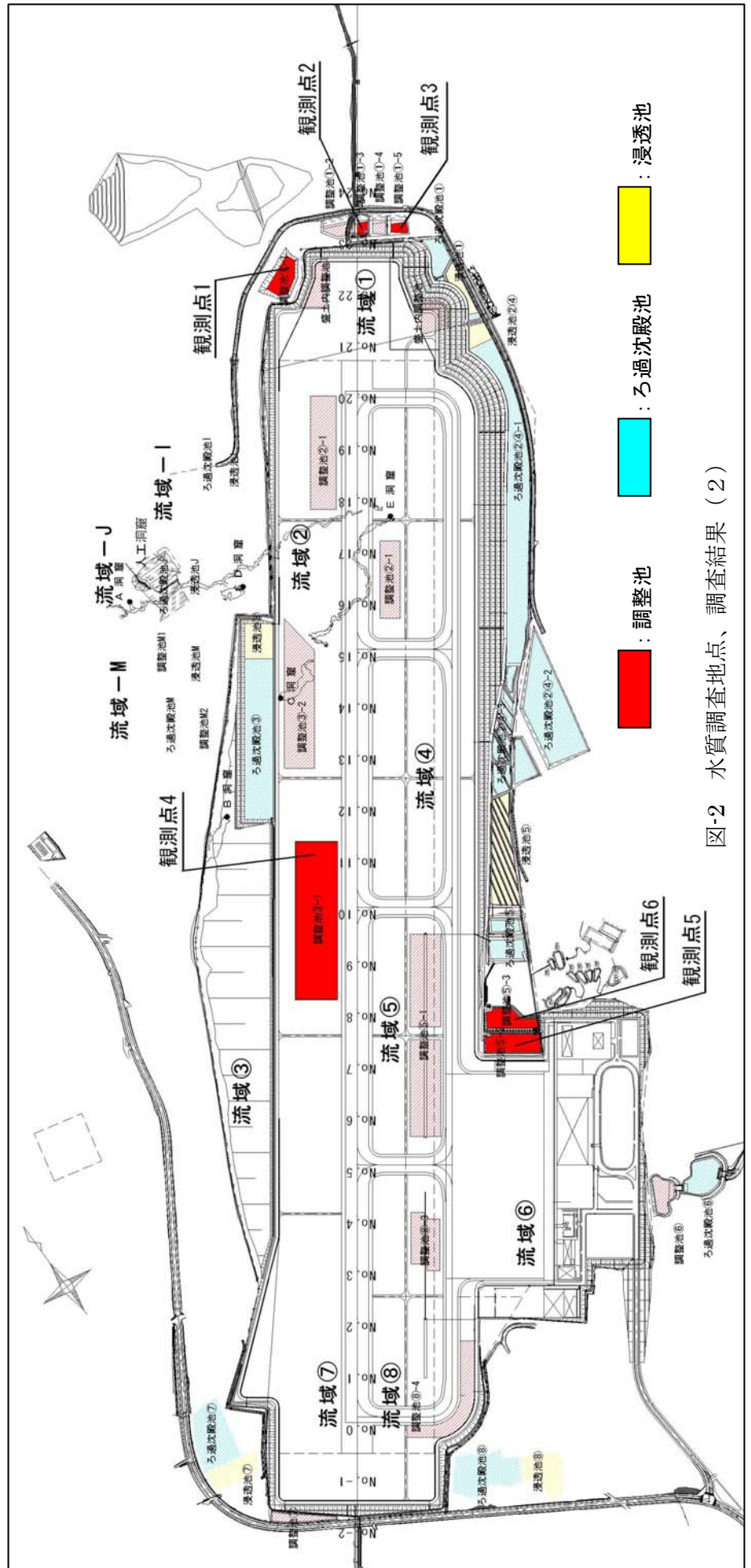


図-2 水質調査地点、調査結果（2）

2. 轟川流域の排水処理について

(質問)

最終的に南側の轟川に流す排水について、現在、空港内で処理されているが、出来上がった時には安全な排水処理がされていることを確認する必要がある。

(回答)

現状の轟川流域における用地造成工事の進捗状況を図-3 に示す。

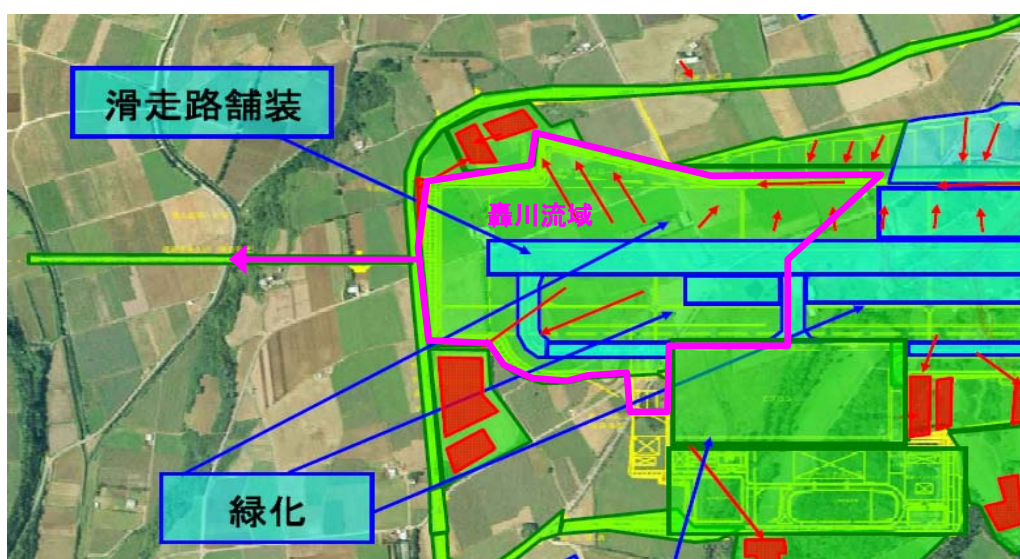


図-3 轟川流域における工事の進捗状況

轟川流域では、平成 23 年度において滑走路、誘導路等の舗装工事及び芝による緑化工事が予定されており、今年度中に終了する予定である。そのため、工事終了後、表面の芝の生育が十分であることが確認された段階で、現在周辺のろ過沈殿池、浸透池で行っている雨水排水の処理を、轟川に流下させることとなる。

なお、轟川への放流は、現在処理を行っているろ過沈殿池の流入部において、空港内からの雨水排水を対象に浮遊物質質量SSなどの水質分析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る。

3. 空洞対策工について

(質問)

- ① レーザー計測における変位の精度というのはどれ位になるのでしょうか。
- ② 盛土途中段階での空洞対策工における安全性について確認を行うのでしょうか。
- ③ 日中の温度の変化を測定し、温度応力を算定するなど、その影響について確認された方がよいのではないのでしょうか。

(回答)

- ① レーザー計測における変位の精度について

メーカー資料におけるテクニカルデータでは、測定精度を±1.5mm(30mまでの距離精度)としています。

また、各計測では1mm程度のばらつきが生ずるので、3回程度の測定を実施し平均することとしている。

- ② 盛土途中段階での空洞対策工における安全性について

空洞対策工のモニタリングでは、盛土の施工段階に応じて、実際に計測された値と計画上の変位、応力状態との比較を実施し、安全性についてモニタリングを行うこととしています。

(資料・3、「2. 本年度のモニタリング調査の内容について」にモニタリング計画を示す。)

- ③ 温度応力の影響について

今回のモニタリングにおいて設置している鉄筋ひずみ計による調査では、温度応力の影響も含まれたものを確認しています。

(資料・2、「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」で詳細を示す。)

第6回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

H22年度モニタリング調査報告

日時：平成23年7月8日

場所：合同庁舎 2階 大会議室

目 次

1. H22年度の施工実績について 2-1
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 2-11
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 2-50

1. H22 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・盛土工事と空洞対策工事及び滑走路・誘導路の舗装工事（下層路盤）等を実施した。

また、空港本体周辺では、進入灯橋梁工事等の他、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。

平成 22 年度の工事箇所を図 1.1.1 に示す。

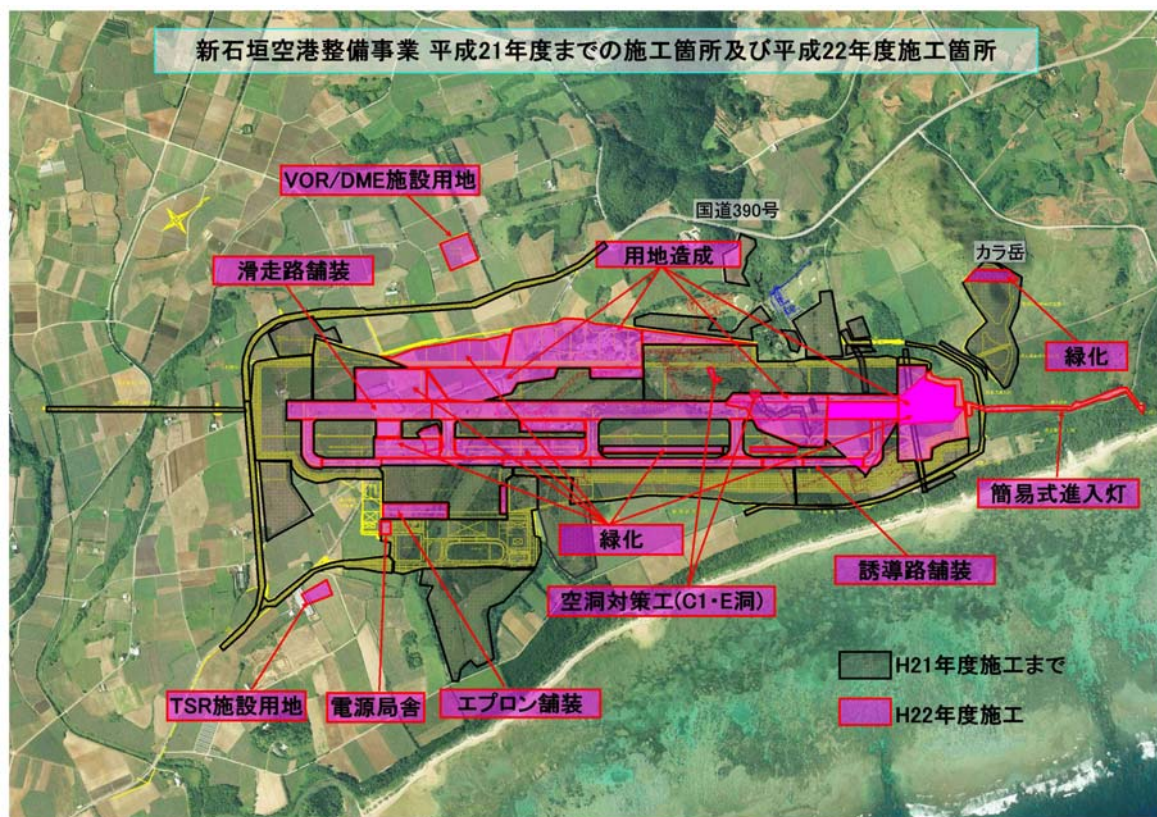


図 1.1.1 平成 22 年度工事箇所

1.2 工事工程

平成22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22年度工事工程

項目	年度・月	平成22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		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
エプロン舗装		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
滑走路・誘導路舗装工						■	■	■	■	■	■	■	■
排水工		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
緑化工										■	■	■	■
照明施設													
進入灯橋梁工事		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
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											■	■	■
グリーンベルト													
植栽工事												■	■
VOL/DME・TSR施設用地													
造成工事									■	■	■	■	■
庁舎建築													■
ターミナル地区													
電源局舎建築		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

1.3 用地造成工事

用地造成工事等の施工位置については、図 1.1.1に示すとおりである。

切土については、土量約 70 万 m³を実施し、その岩を用いて、土量約 70 万 m³の盛土工を実施した。

濁水対策については、平成 21 年度に設置した赤土等流出防止対策施設を活用し、施工面積に応じた拡張により対応した。また、土砂運搬のための工事用道路の設置を行ない、その後、掘削機械を使用した切土工、盛土箇所への運搬、締固めなどの盛土工を実施した。

1.4 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施工を行った。C 洞、E 洞の対策工箇所を、図 1.4.1 に示す。

C 洞対策工の縦断図を図 1.4.2 に、断面図を図 1.4.3 に示す。

また、E 洞対策工の縦断図を図 1.4.4 に、断面図を図 1.4.5 に、施工状況写真を図 1.4.6 に示す。

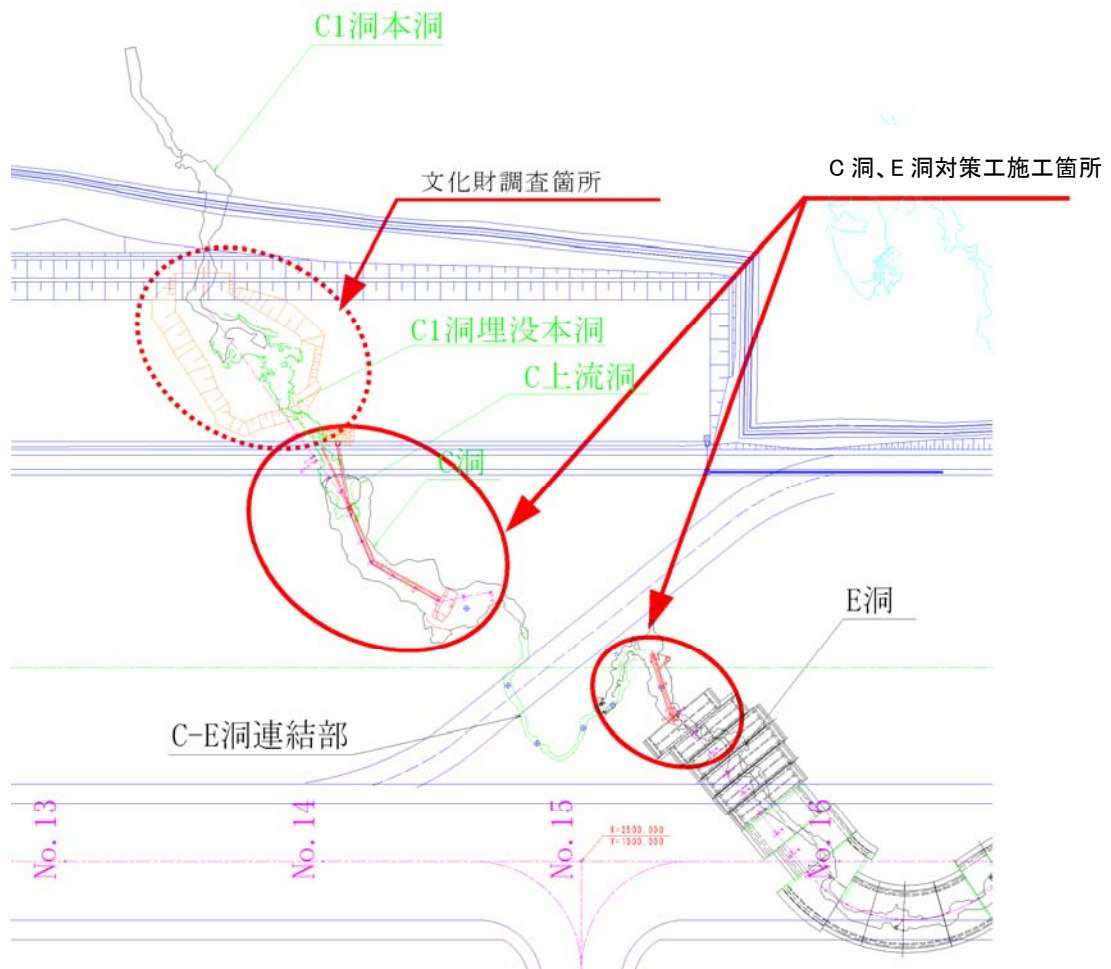


図 1.4.1 C 洞、E 洞対策工事箇所平面図

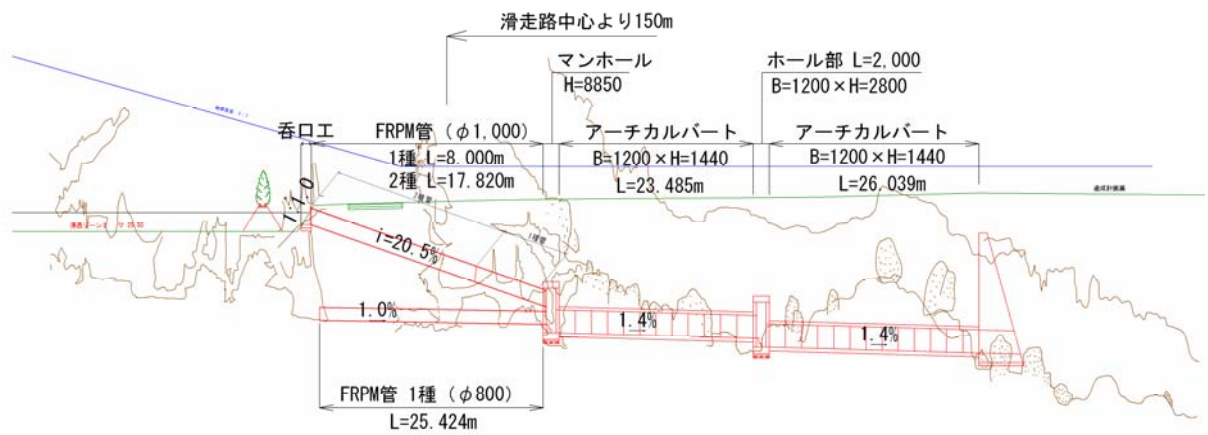


図 1.4.2 C 洞対策工縦断図

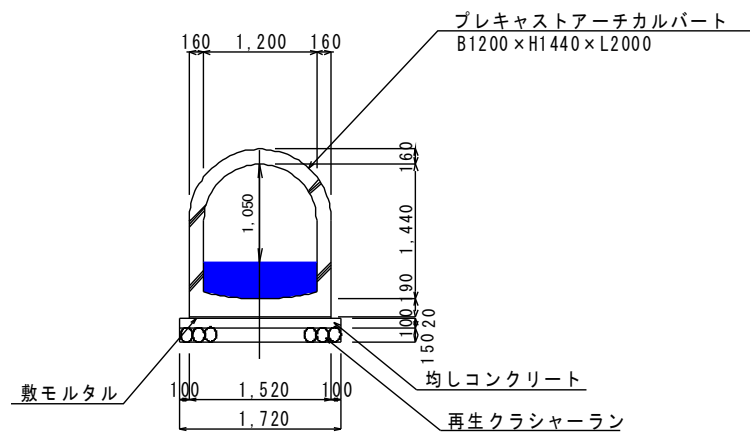


図 1.4.3 C 洞対策工断面図

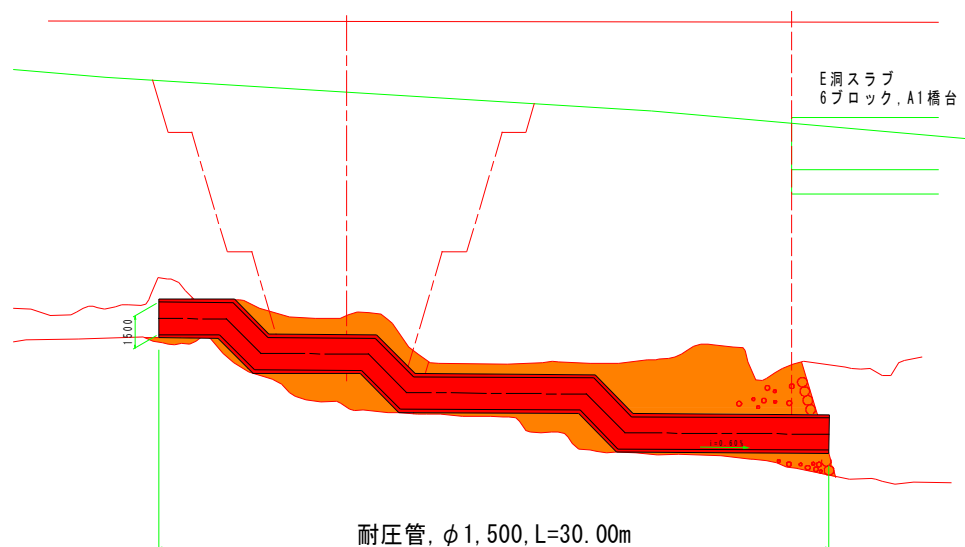


図 1.4.4 E 洞対策工縦断図

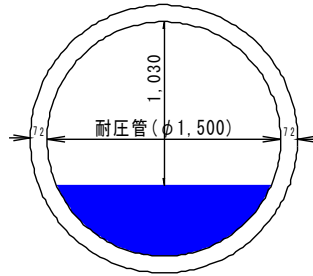


图 1.4.5 E 洞对策工断面图



图 1.4.6 E 洞空洞对策工施工状况写真

1.5 滑走路舗装・誘導路舗装

平成 22 年度における滑走路及び誘導路の舗装工は、図 1.5.1、図 1.5.2 に示す朱塗りの下層路盤箇所を実施した。施工数量は滑走路約 112,000m²、誘導路約 61,400m²を実施した。

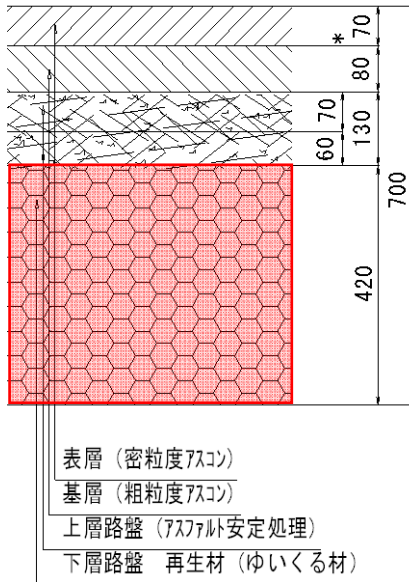


図 1.5.1 滑走路舗装断面図

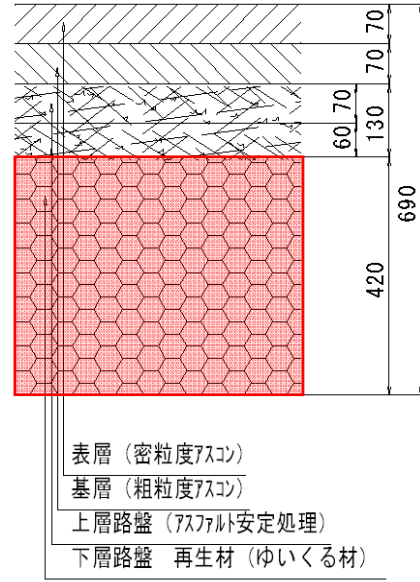


図 1.5.2 誘導路舗装断面図

1.6 エプロン舗装

平成 22 年度におけるエプロン舗装の施工位置は、図 1.3.1 に示すとおりであり、21,700m²を実施し完成した。エプロン舗装断面図は、図 1.6.1 に示すとおりである。

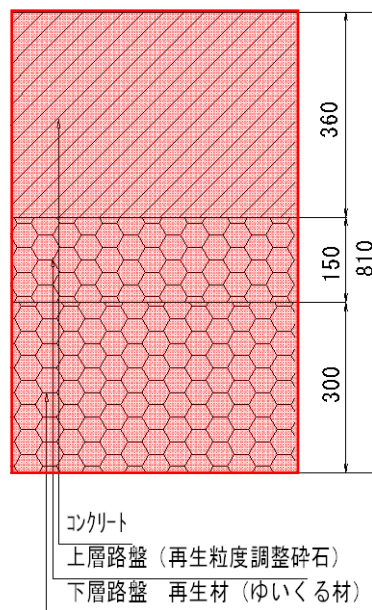


図 1.6.1 エプロン舗装断面

1.7 採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）

採餌場・移動経路の植栽工事の実施状況を図 1.7.1に示す。平成 22 年度は植栽を約 320 本（2300m²）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 1.7.1 グリーンベルト植栽実施状況

1.8 人工洞改修工

人工洞改修工は、図 1.8.1 に示すとおり、人工洞洞口前面の追加植栽を実施した。また、平成 21 年度に改善した雨水の取り込みについては、引き続き機能している状況が確認されている。



植栽前



植栽後



雨水の流入状況（平成 23 年 4 月）

図 1.8.1 人工洞改修状況

1.9 簡易式進入灯

簡易式進入灯の施工位置は、図 1.3.1 に示すとおりである。

簡易式進入灯の灯列は、図 1.9.1 に示すとおりである。（図の左が空港本体側）

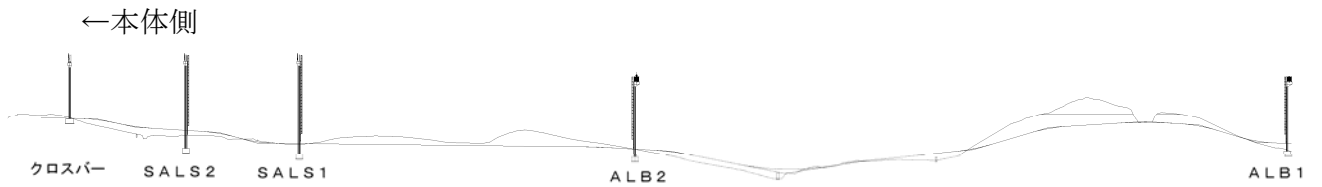


図 1.9.1 簡易式進入灯



図 1.9.2 簡易式進入灯設置状況

1.10 電源局舎

電源局舎は、図 1.3.1 に示すとおりターミナル地区の南端に設置している。図 1.10.1 に完成状況の写真を示す。



図 1.10.1 電源局舎完成状況

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。

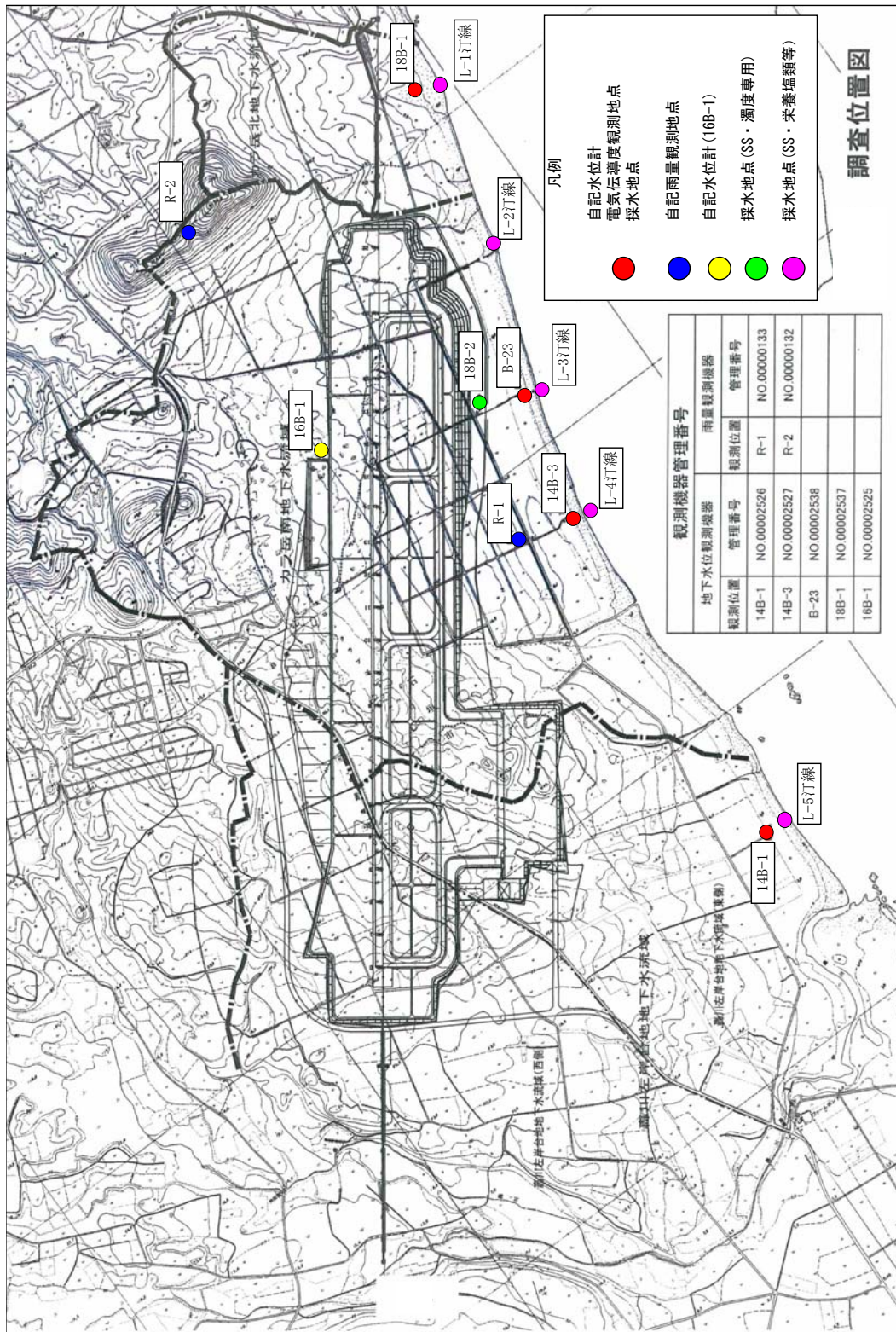


図 2.1.1 調査位置図

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。

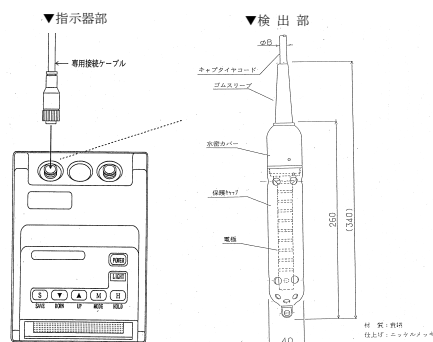


図 2.2.3 電気水質計概要

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下図の採水用ポンプ（図 2.2.4）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。

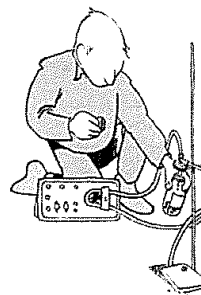
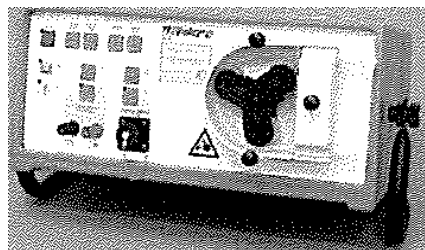


図 2.2.4 採水用ポンプ

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 ペ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 L-2 L-3 L-4 L-5	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・カドミウム還元法
		全リン	JIS K 0102 46.3 ペ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
浸透ソーン	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。

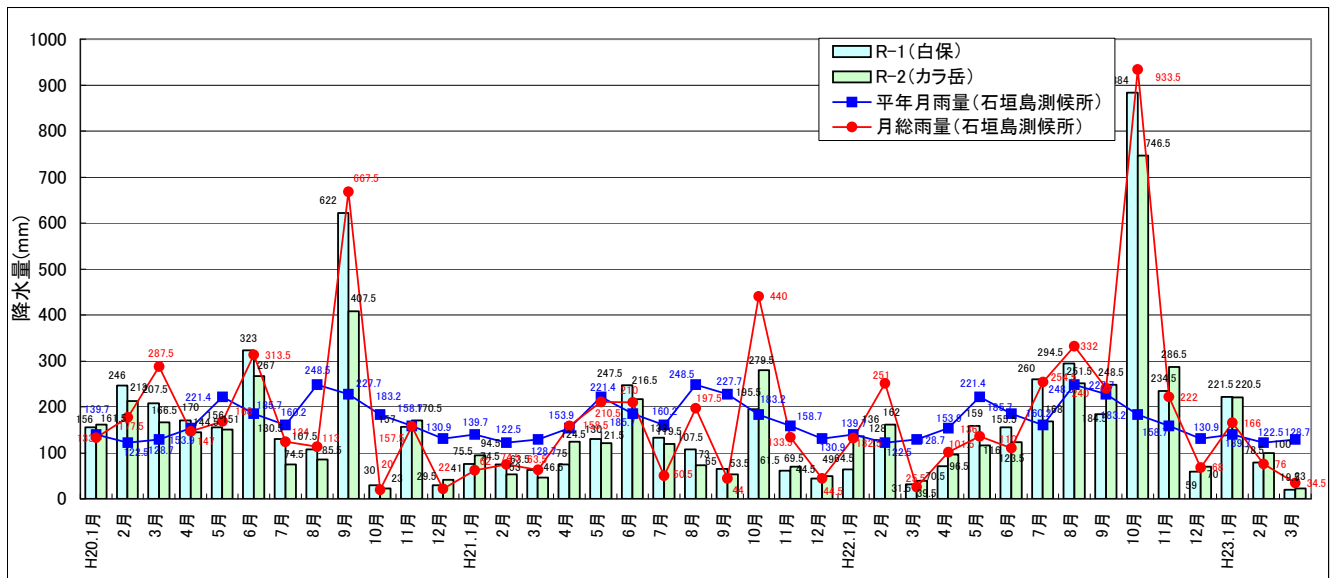


図 2.3.1 月別総降水量(自記雨量計)

図 2.3.1 は H20 年 1 月～H23 年 3 月までの R-1 及び 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 22 年の月別降水量は、平年に比べ 3 月～6 月の期間と 12 月を除けば多雨傾向であった。特に 10 月は南シナ海にある台風 13 号からの湿った気流や近海の前線の影響等により大雨が続き、石垣島測候所で月降水量 933.5mm（平年比 510%）を観測し、通年の月降水量として観測史上最も多い値を更新した。現地観測の R-1 では、884mm が観測されている。

ちなみに、過年度までの通年における月降水量が最も多かったのは 2001 年 9 月の 826.0mm であった。

2.3.2 年間総降水量

図 2.3.2 は、1970 年～2010 年の過去 41 年分（石垣島測候所データ）の年間総降水量を示したものである。

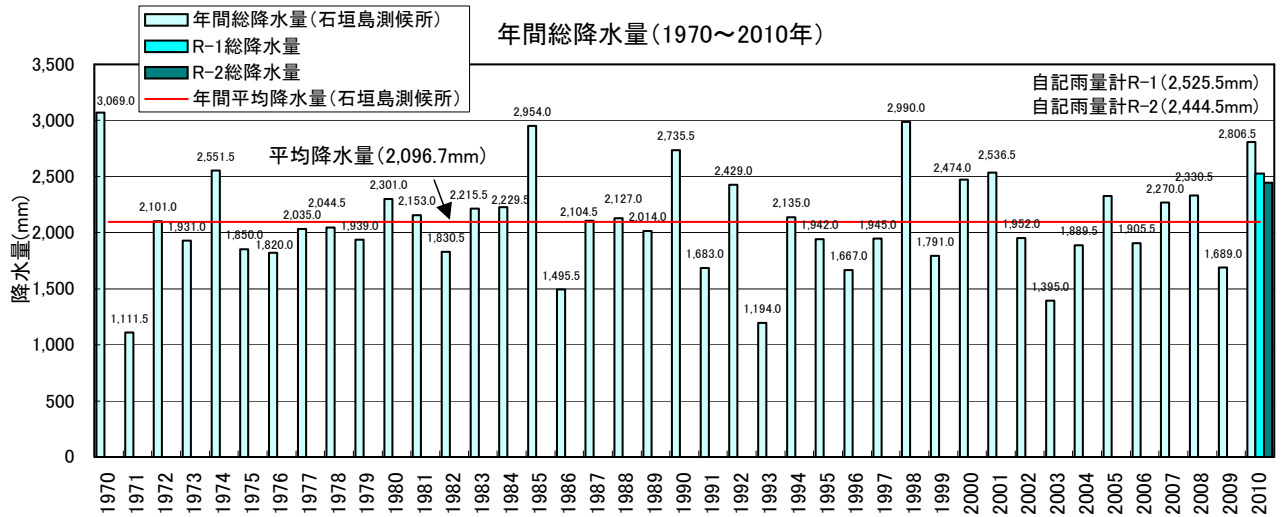


図 2.3.2 年間総降水量(石垣島測候所観測)

平成 22 年(2010 年)における年間総降水量は、R-1 で 2,525.5mm、石垣島測候所で 2,806.5mm であり、いずれも年平均降水量(2,096.7mm)を大きく上回った。

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 22 年度における沿岸部の 4 地点（14B-1、14B-3、B-23、18B-1）は、いずれも事前調査における最低水位を下回ることはなかった。

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る。

事前調査（観測開始～H. 18年12月31日）

事後調査（H. 19以降）

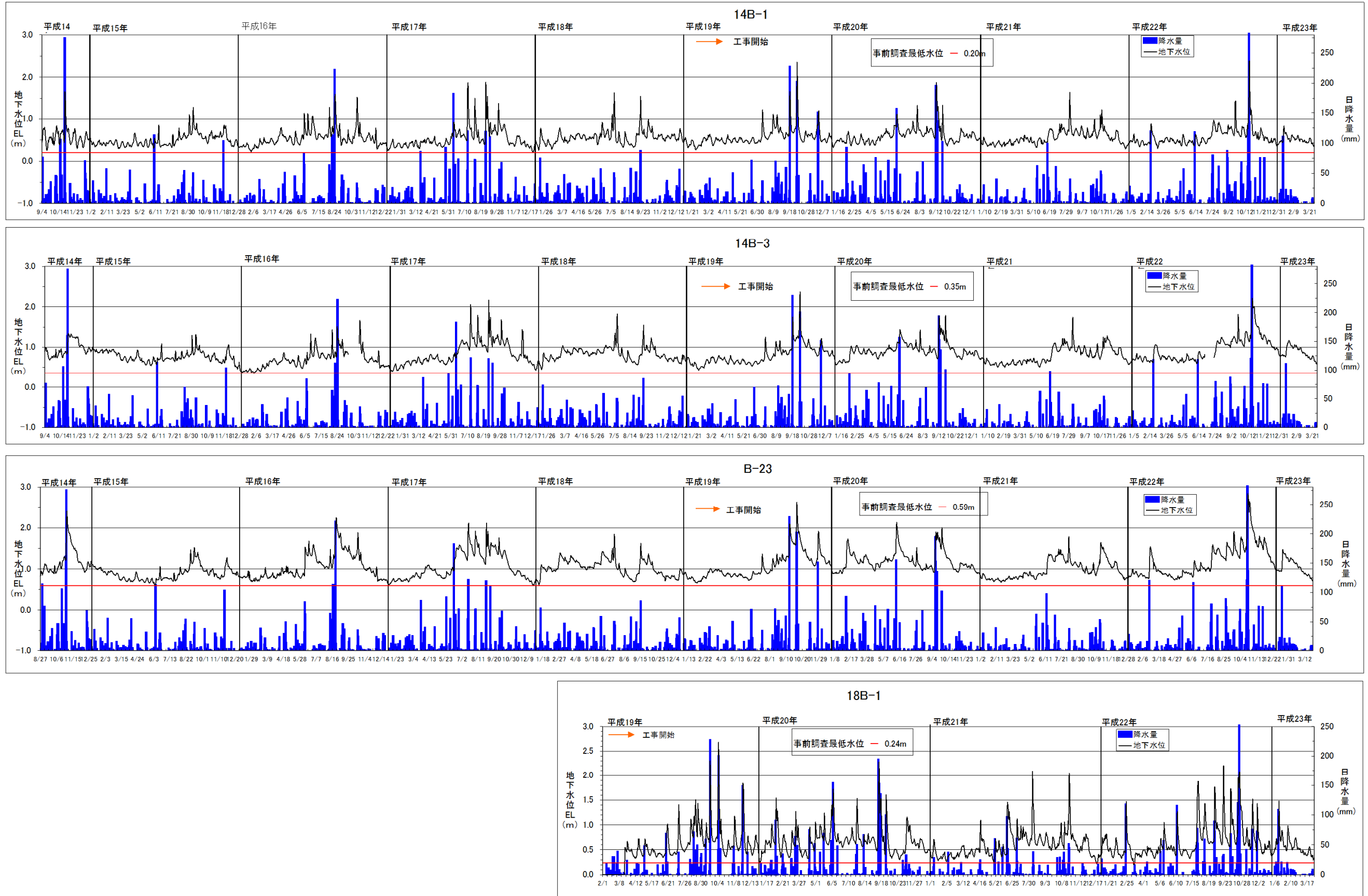


図 2.4.1 地下水変動図（14B-1、14B-3、B-23、18B-1）

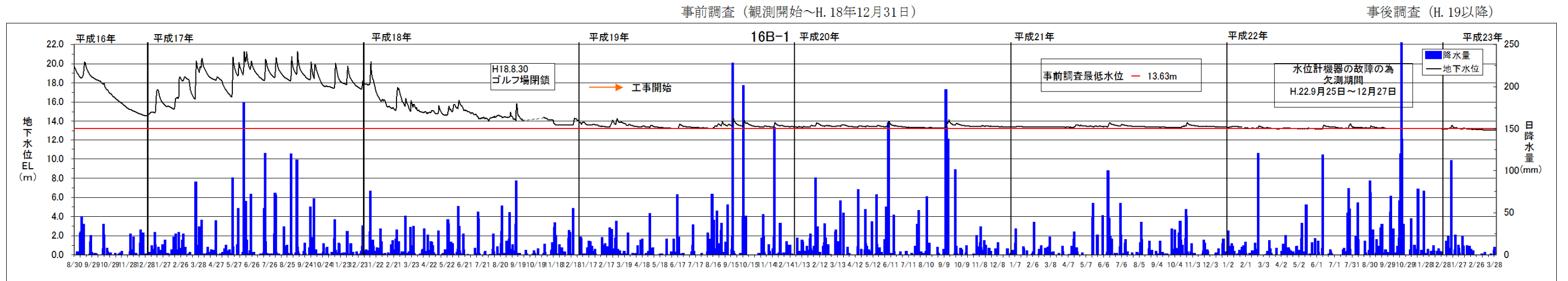


図 2.4.2 地下水変動図（16B-1）

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

この地点の平成22年度における電気伝導度の分布状況は図2.5.1に示すように事前調査の測定結果と概ね同じような形で分布している。地下水面より標高EL=-15m付近までは、1,000～3,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 間で分布する曲線と1,000～45,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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。但し、10月の電導度は標高-17m以深でも30,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であった。また、4月、5月、7月および9月でやや高めの値が得られている。

水温はおおむね24.5°c～25.9°c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°c～24.6°c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た。しかしながら、10月の水温は標高-20mまで深度方向に低下する傾向を示している。

(2) 14B-3

この地点の平成22年度における電気伝導度の測定結果は図2.5.2に示すように測定深度内(EL=-27.3m)まではおおむね570～820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で測定され、過年度の範囲で分布していた。

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

(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。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=-28m)ではおおむね700～800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で深度方向にほぼ一様な値で測定されており、事前調査結果と同様に全深度淡水ゾーンの値を示していた。

水温はおおむね24.5°c前後の値を示しているが、一時的に11月と12月の温度分布は25.0°c前後とやや高目の値が得られている。

(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2.5.5に示すようにおおむね400～1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度での範囲で測定されていたが、前年度(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。

今年度の測定結果は、おおむね400～800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度の範囲内に分布しているが、7月のみ4,800～6,800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と高い値が測定されている。

水温に関しては、おおむね19.5°c～26.5°c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おおむね21°c～26°cの範囲で分布している。

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

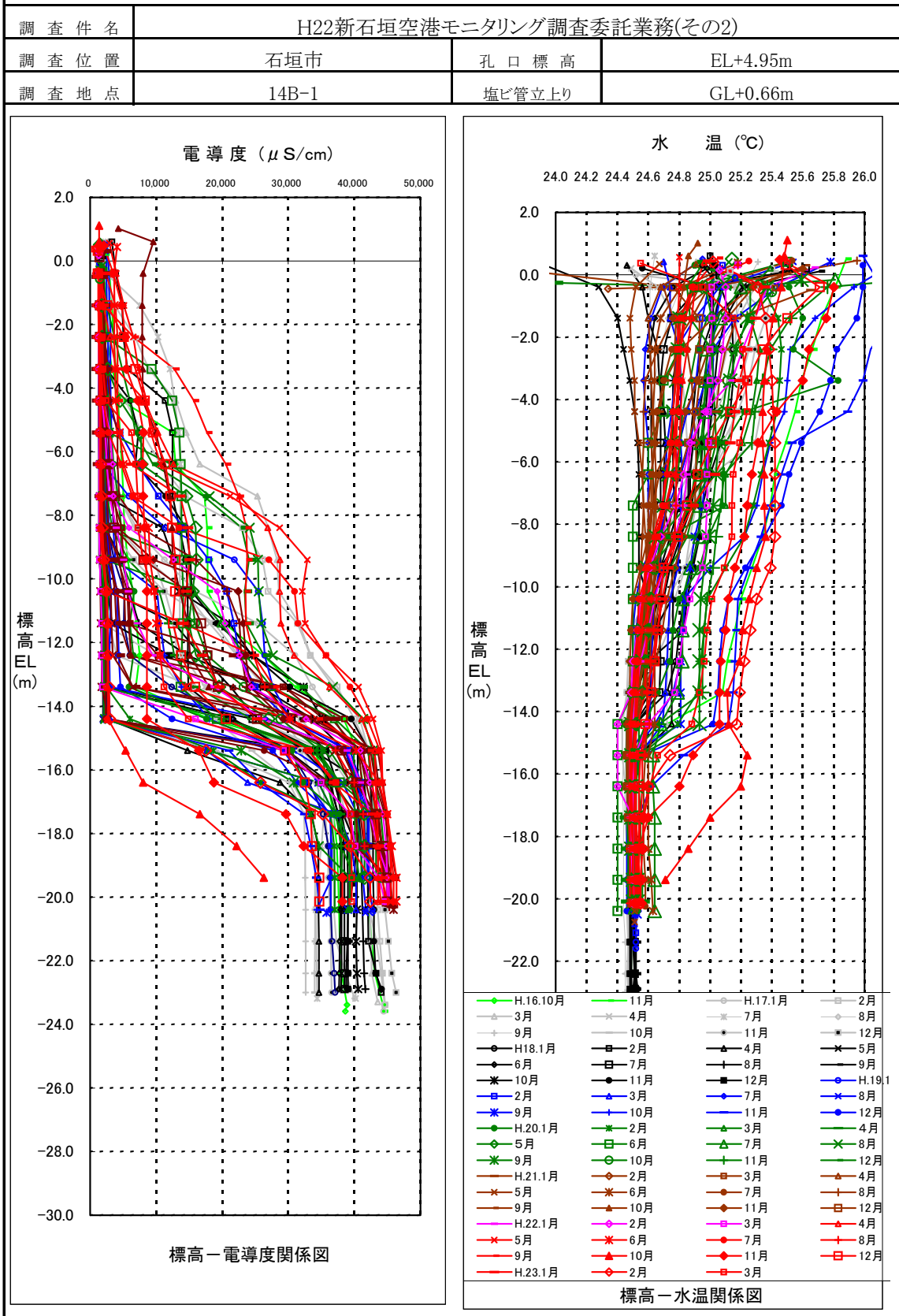


図 2. 5. 1 地下水の電導度および水温分布 (14B-1)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査件名	H22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+4.50m
調査地点	14B-3	塩ビ管立上り	GL+0.66m

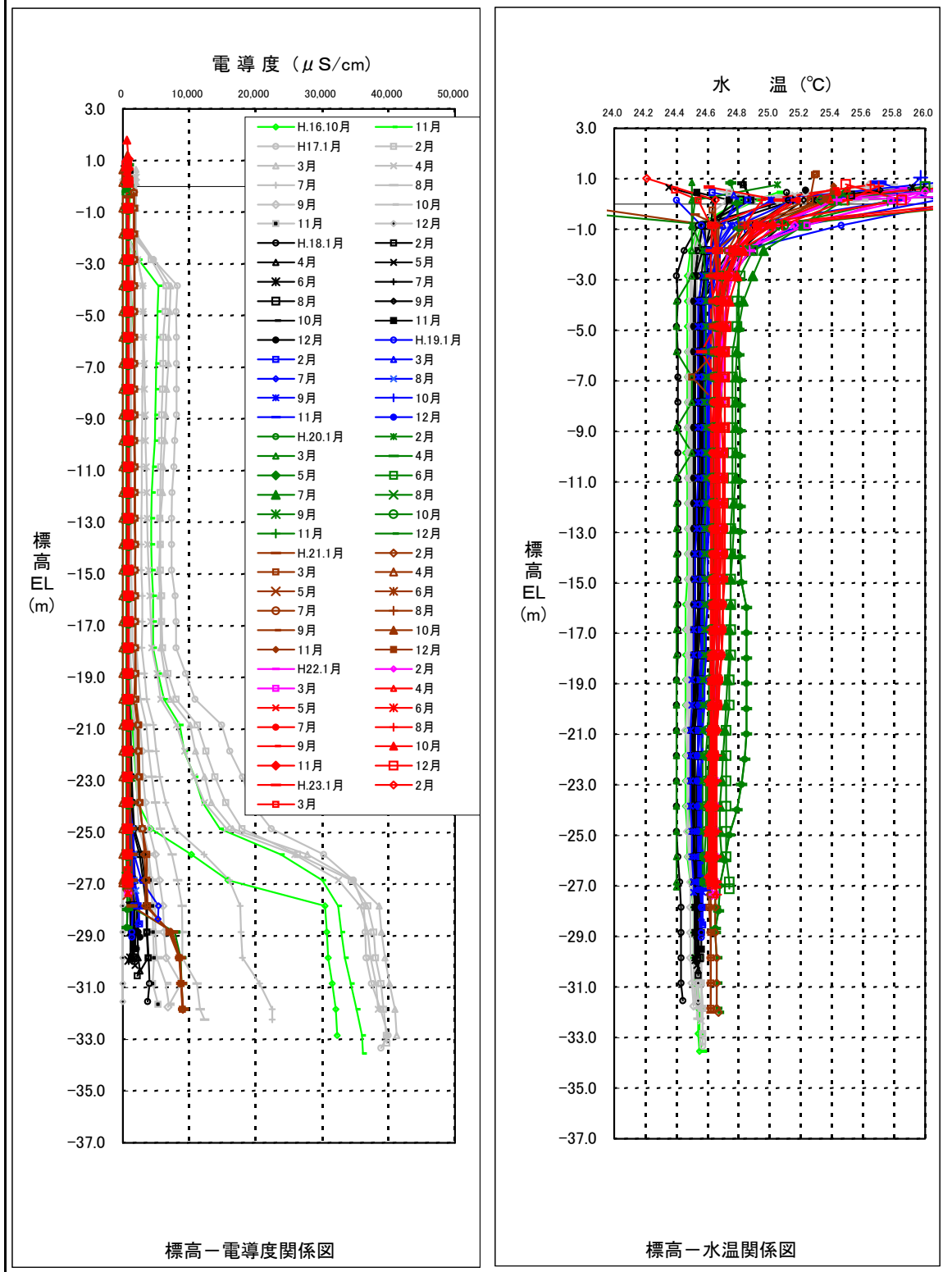


図 2.5.2 地下水の電導度および水温分布 (14B-3)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査件名	H22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+6.30m
調査地点	B-23	塩ビ管立上り	GL+0.73m

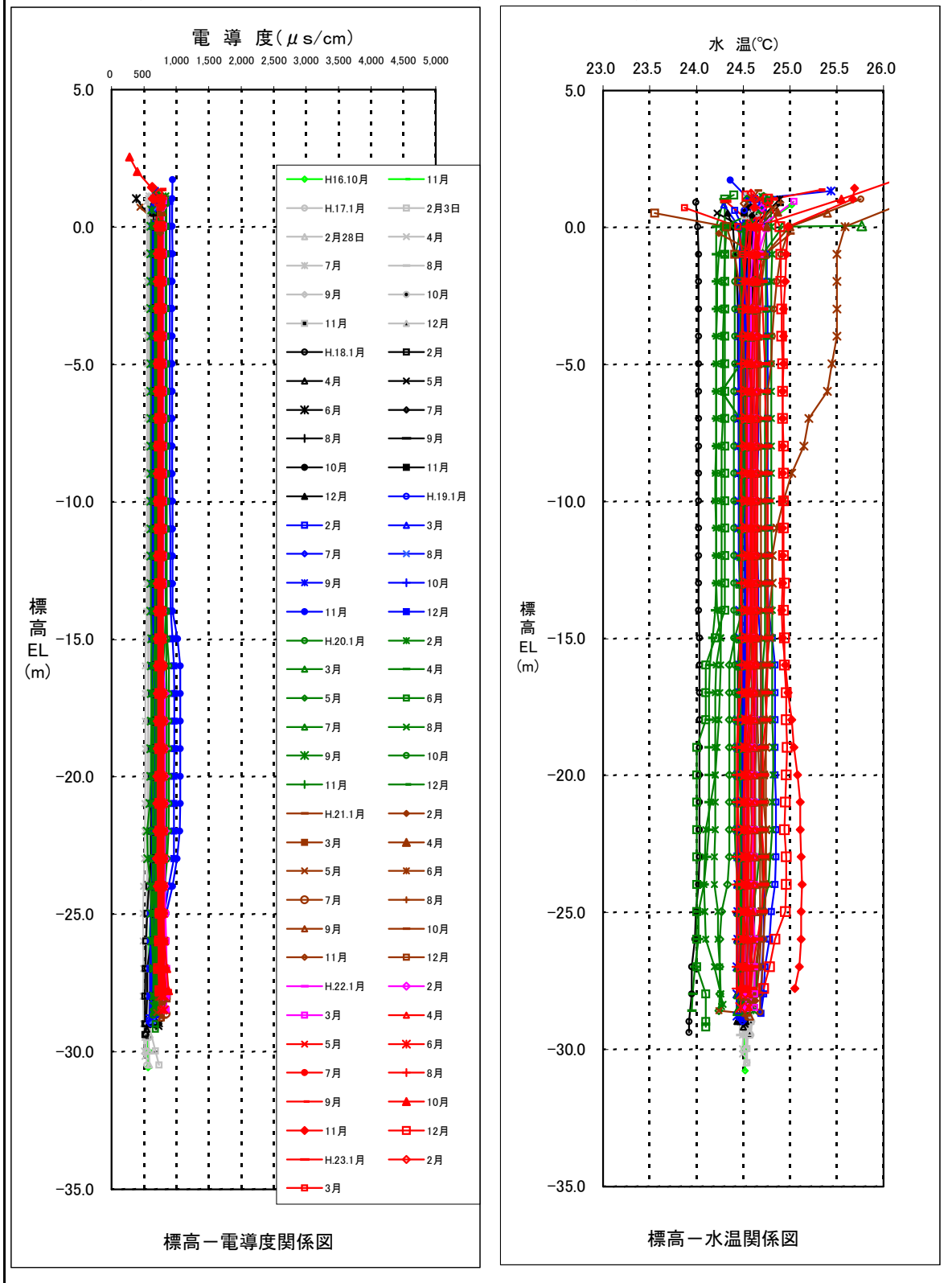


図 2.5.3 地下水の電導度および水温分布 (B-23)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調 査 件 名	H22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

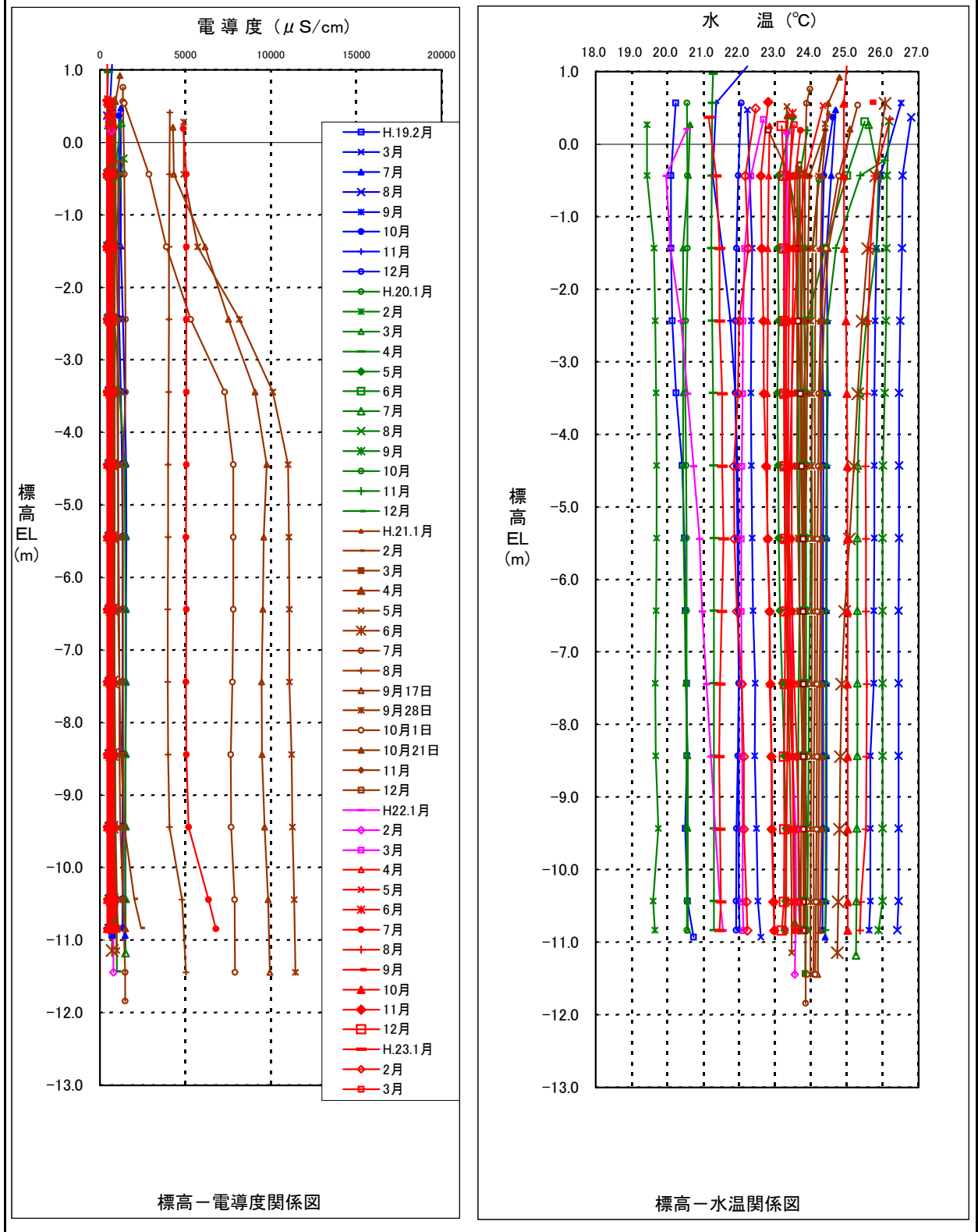


図 2. 5. 4 地下水の電導度および水温分布 (18B-1)

なお、14B-1 地点の 10 月 26 日の電導度が標高-17m 以深でも 30,000 μ S/cm 以下の値を示しているのは、10 月 23 日までの 5 日雨量が 664.5mm の記録的な大雨の影響により、海水が希釈されたことによるものと考えられる。水温は図 2.5.1 示すように、総じて地下水が海水に比べ高いことから、水温が高いのも 10 月豪雨の影響によるものと考えられる。

また、4 月、5 月、7 月および 9 月の電導度がやや高いのは、図 2.5.8 に示すようにいずれも満潮時に測定されていることから、潮位の影響によるものと考えられる。実際、12 月 18 日の満潮時と干潮時に測定したデータにおいても満潮時の方が高い値が得られている。

B-23 の 11 月と 12 月の温度がやや高めの値が得られていることについても、この地点の地下水位は 65 日累積雨量との相関が高いことから、上記同様に 10 月豪雨の影響によるものと考えられる。

18B-1 地点では 7 月 21 日の電導度のみ、4,800~6,800 μ S/cm と高い値が測定されているのは、以下の理由によるものと考えられる。

図 2.5.5 及び図 2.5.6 は 18B-1 における EL-4.4m の電気伝導度と 5 日累積雨量及び 14 日累積雨量との関係を示したものである。5 日累積雨量では雨量と電導度の相関は認められないが、14 日累積雨量では電気伝導度の高い 7 月調査時の累積雨量は他の月に比べ少ない。一方、図 2.5.7 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 月末付近より高くなっている。

このように、電気伝導度の値が高い 7 月は総じて降水量が少なく、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、5 日と 14 日累積雨量を採用したのは、この地点の地下水位は 2 日~5 日と短期間の累積雨量との相関が高いことによる。また、18B-1 地点では昨年度の 8 月から 10 月初旬にかけても同様な現象が起きている。

表 2.5.1 累積雨量と地下水位の相関分析結果

累積日数	2日	3日	4日	5日	7日	10日	14日	30日	40日	50日	60日	65日	70日	75日	80日
14B-1	0.4358	0.4747	0.4828	0.4773	0.4554	0.433	0.432	0.3688	0.3722	0.3657	0.3604		0.3516		0.3501
14B-3					0.3259		0.4369	0.5696	0.6317	0.6896	0.7038	0.7052	0.6879		0.6525
B-23					0.4357		0.5837	0.7209	0.756	0.7586	0.7603	0.7608	0.7344		6818
16B-1					0.3731		0.4917	0.5426	0.5689	0.5876	0.5896	0.5941	0.596	0.5908	0.5885
18B-1	0.7379	0.7870	0.7711	0.7434	0.6875	0.5861	0.4968	0.4424							

出典：「平成 19 年度新石垣空港モニタリング調査業務委託（その 2）」

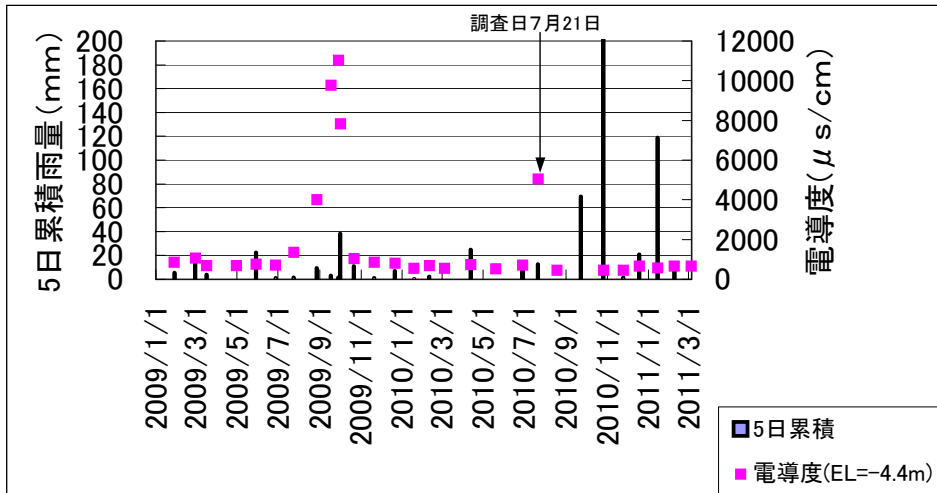


図 2.5.5 18B-1 地点における 5 日累積雨量と電気伝導度の関係

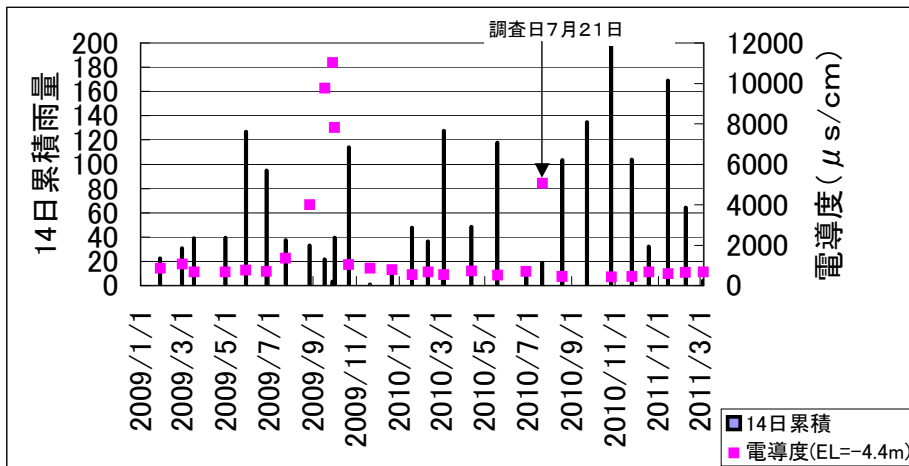


図 2.5.6 18B-1 地点における 14 日累積雨量と電気伝導度の関係

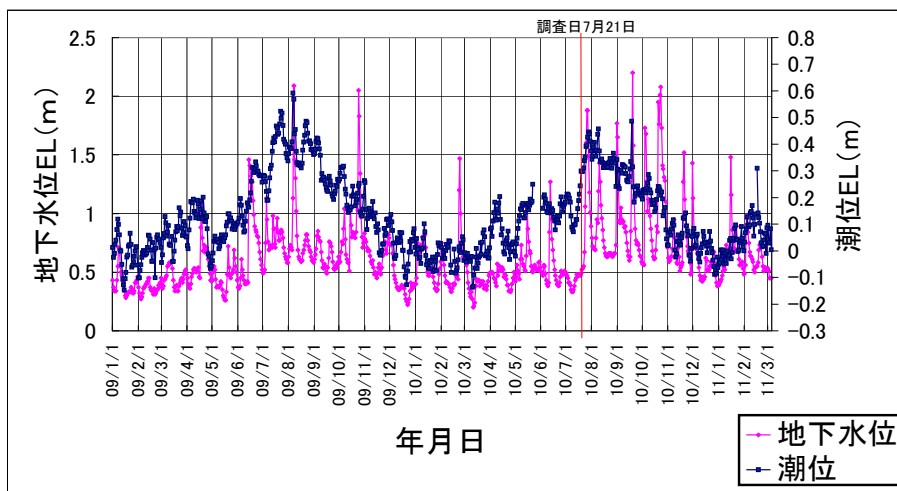


図 2.5.7 日平均潮位と地下水位変動図

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、渇水期の 11 月～4 月にかけては、標高-20m 付近と-25m 付近に変曲点のみとめられるが、5 月～10 月にかけての豊水期においては変曲点の深度が-25m～-28m 付近に移行している。

(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 $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ～ $800 \mu\text{S}/\text{cm}$ 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、昨年 8 月～10 月初旬にかけて $4,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ～ $11,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、今年度は 7 月に $4,800 \mu\text{S}/\text{cm}$ ～ $6,800 \mu\text{S}/\text{cm}$ と高い値が測定されている。

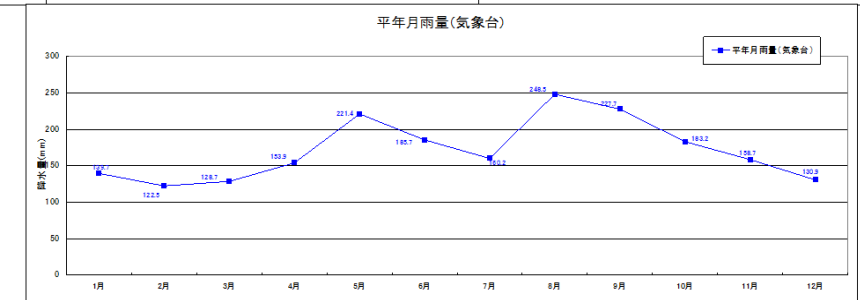
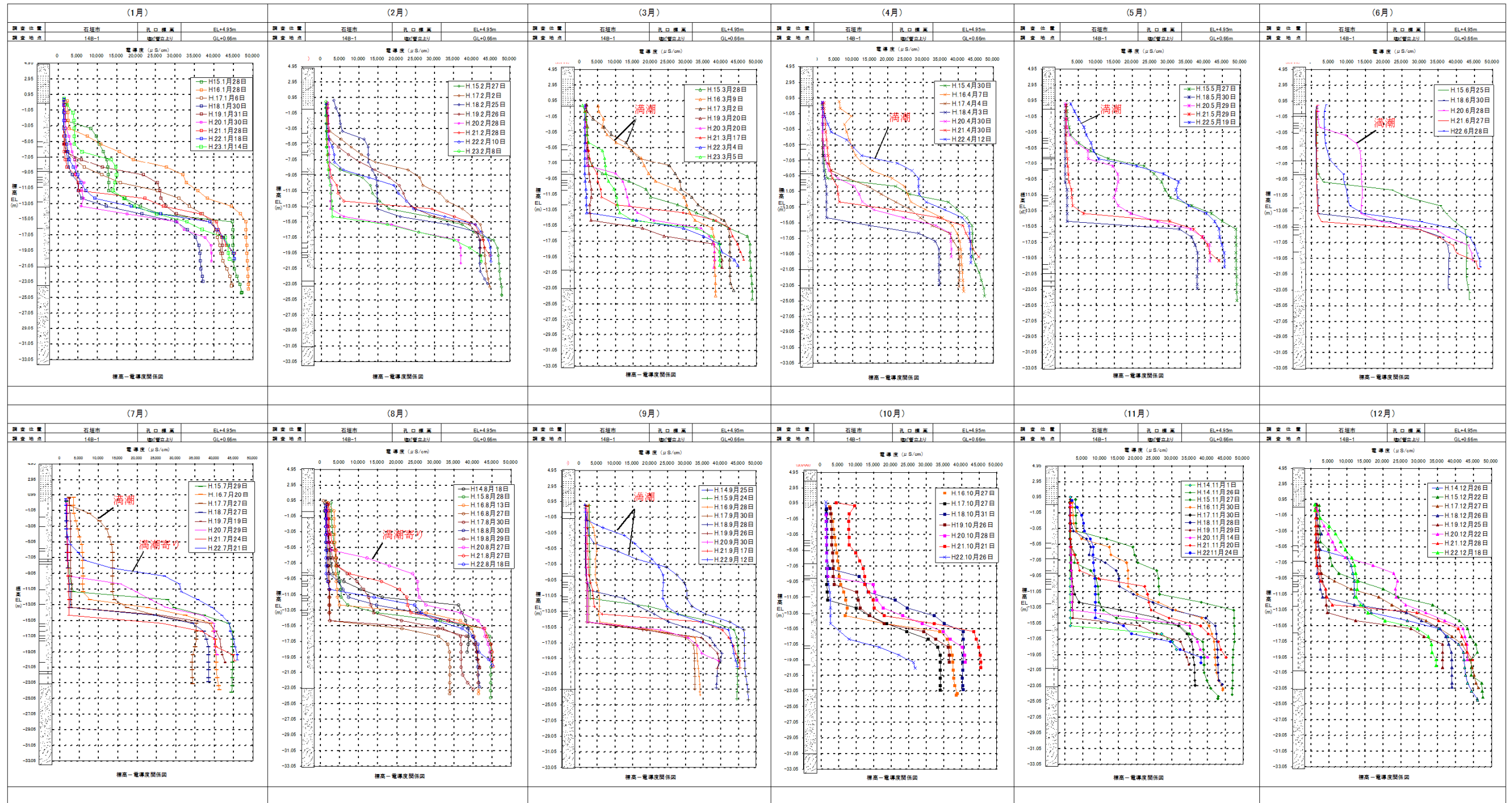


図 2.5.8 地下水の月別電気伝導度分布 (14B-1)

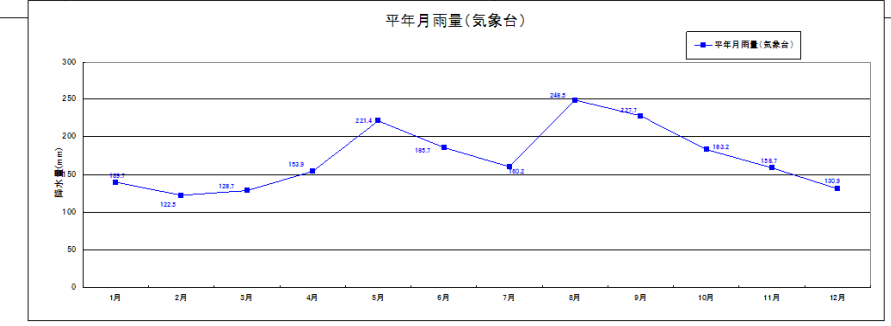
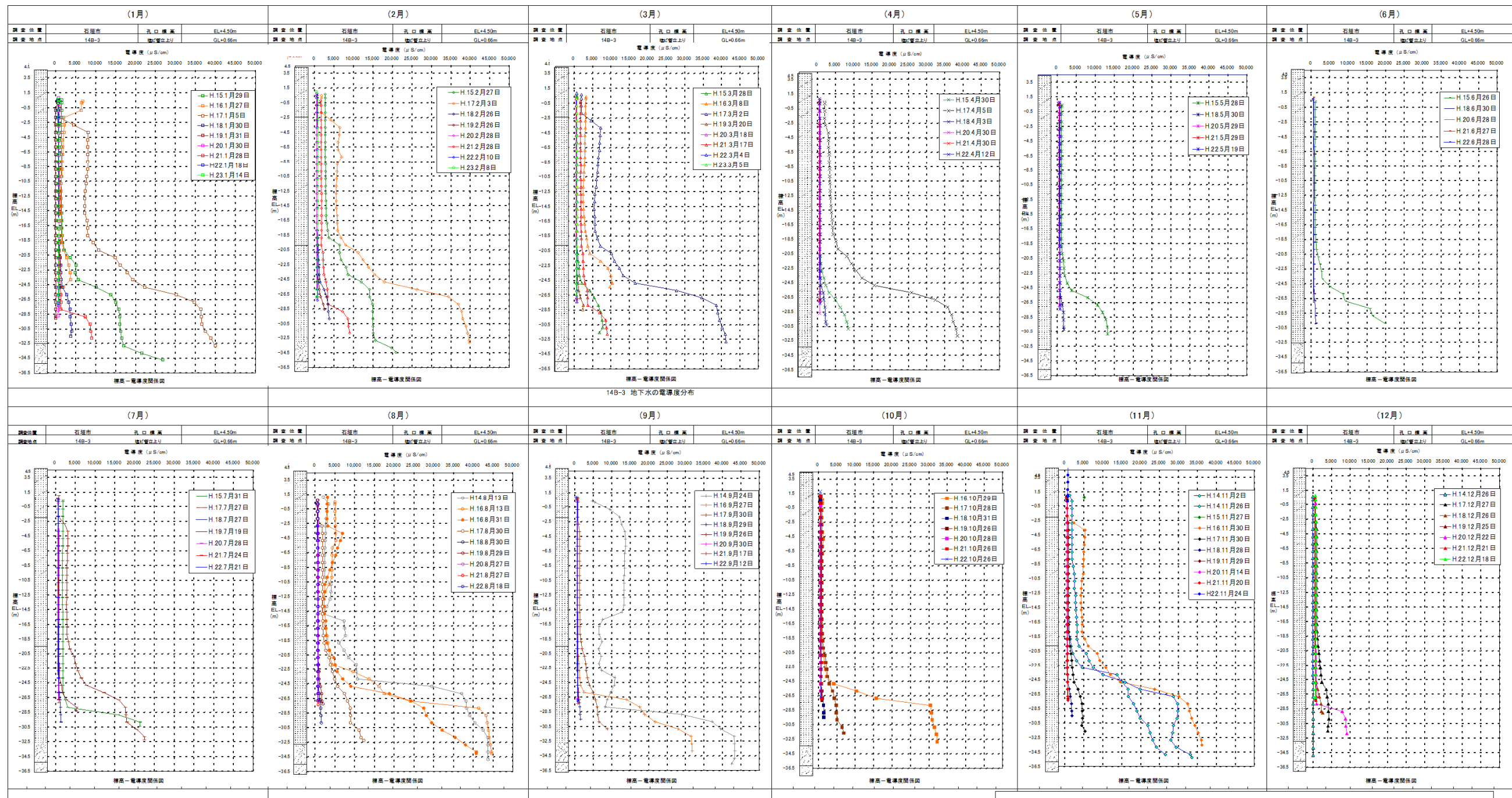


図 2.5.9 地下水の電気伝導度分布 (14B-3)

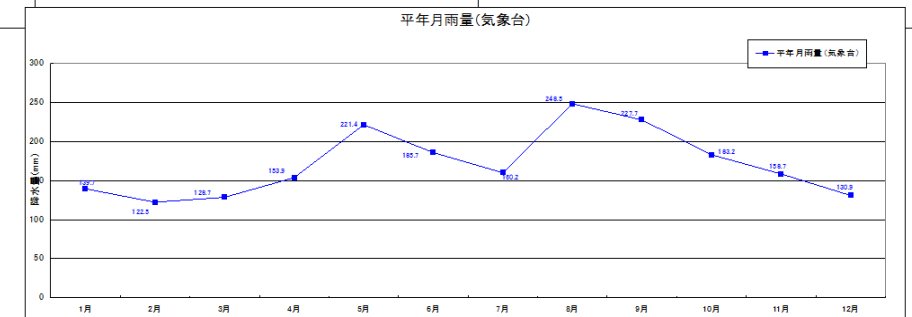
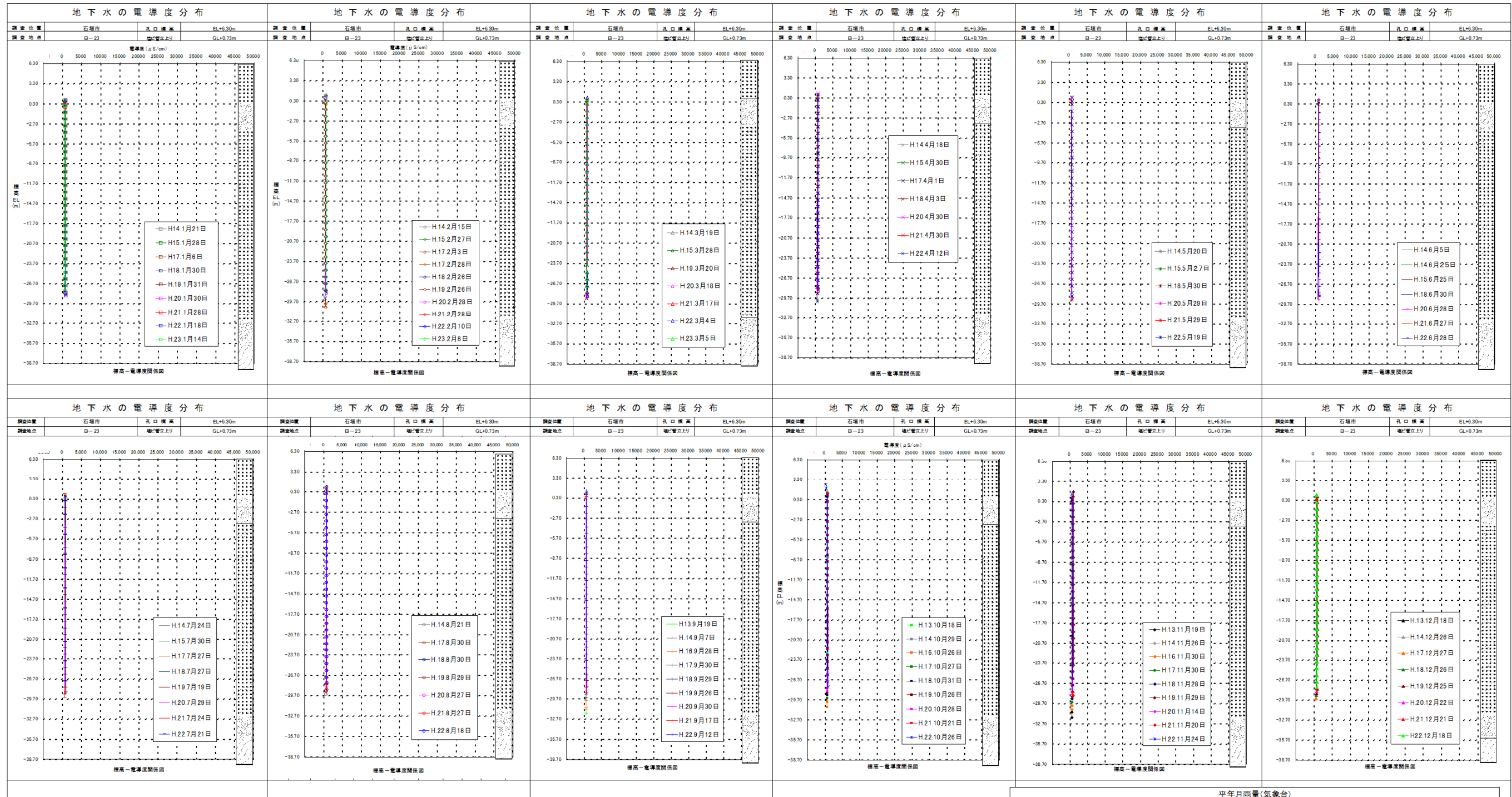


図 2.5.10 地下水の電気伝導度分布 (B-23)

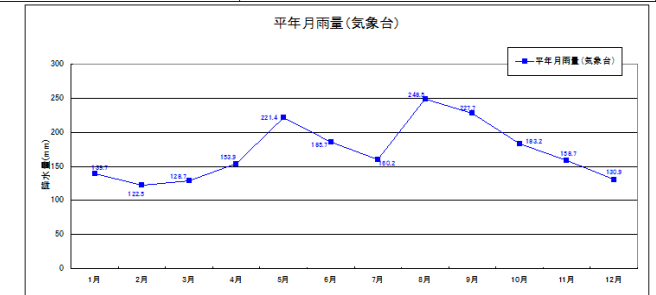
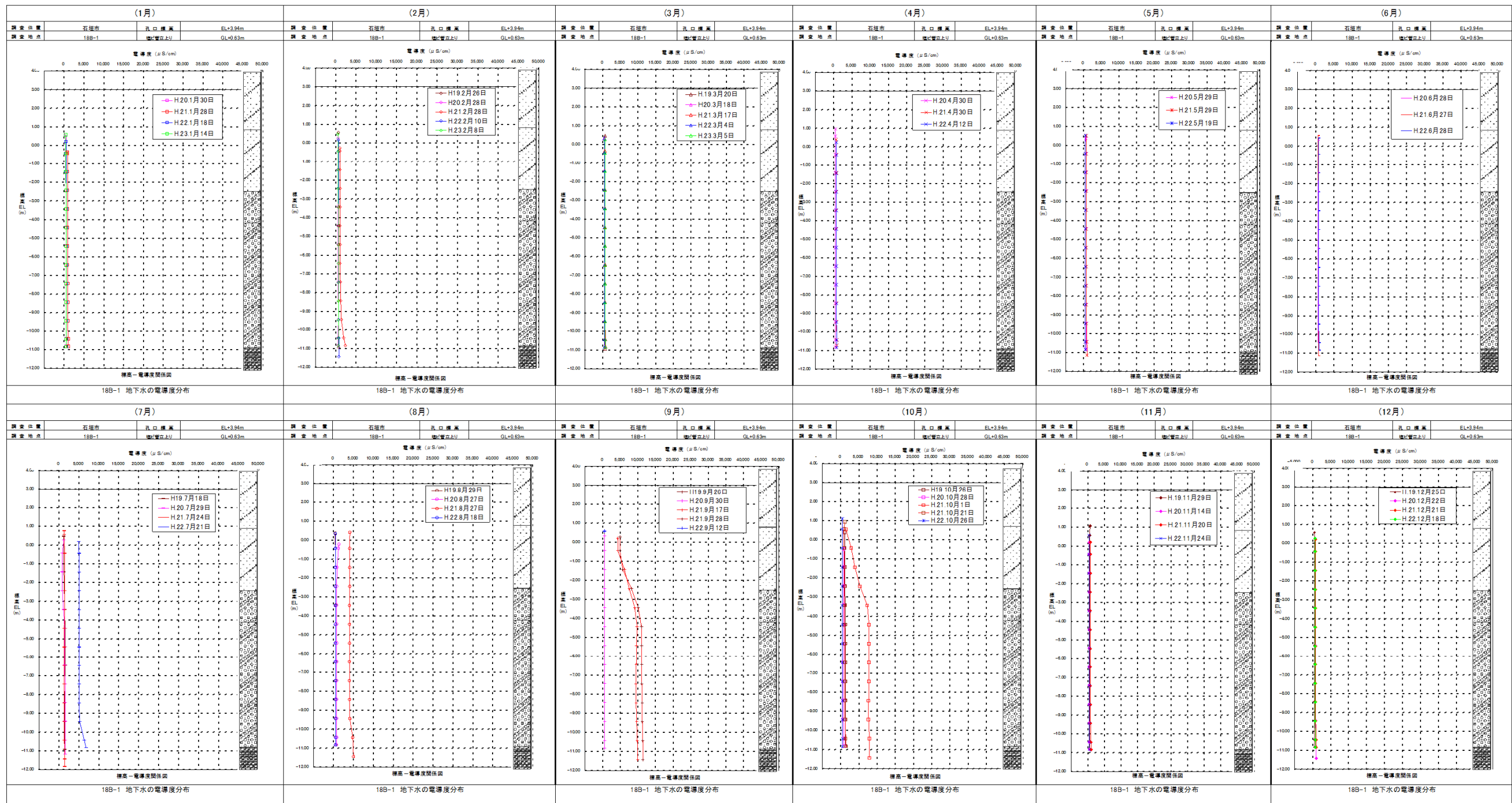


図 2.5.11 地下水の電気伝導度分布 (18B-1)

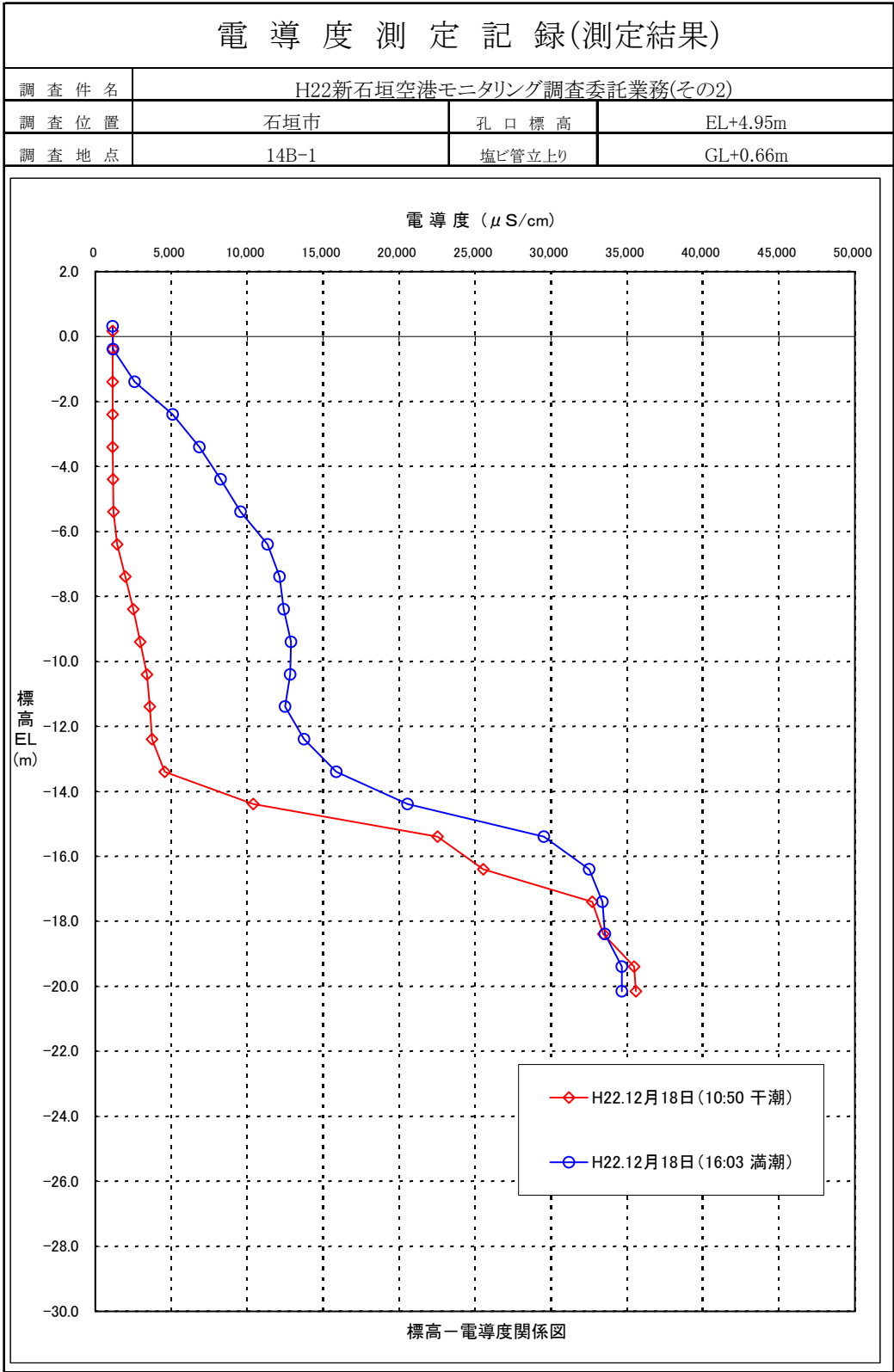


図 2.5.12 14B-1 地点の満潮時と干潮時の電気伝導度測定結果

2.6 水質分析結果

平成 22 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、特別な変化は認められなかった。但し、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⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、EC) でやや高い値が得られた。

表 2.6.1 分析結果

採水地点	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
	採水月日	10/6/28	10/9/12	10/11/24		11/3/5	10/6/28	10/9/12	10/11/24		11/3/5	10/6/28	10/9/12	10/11/24		11/3/5	10/6/28	10/9/12	10/11/24		11/3/5	10/6/28	10/9/12	10/11/24		
水素イオン濃度 pH	7.3	7.3	7.4	7.4	7.2~ 7.7	7.3	7.5	7.5	7.5	7.2~ 7.8	7.4	7.4	7.5	7.5	7.3~ 7.6	7.6	8	8	7.7	7.3~ 8.1	7.4	7.3	7.5	7.3	7.1~ 7.8	-
浮遊物質 SS mg/l	<1	<1	<1	<1	1未満~ 8	<1	<1	<1	<1	1未満~ 6	<1	<1	<1	<1	1未満~ 5	<1	<1	<1	<1	<1~ 7	<1	<1	2	3	<1~ 2	-
濁度	<0.1	0.2	0.2	0.2	0.1~ 5.7	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2~ 4.9	<0.1	0.1	<0.1	0.4	0.1~ 4.2	0.3	0.2	1.0	0.5	<0.1~ 1.8	<0.1	1.1	1.2	3.0	<0.1~ 1.0	-
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	<0.05	<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 ₄ -N mg/l	0.05	<0.02	<0.02	0.03	0.02~ 0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02~ 0.16	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02~ 0.08	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	-	-	-	-
アンモニウムイオン NH ₄ ⁺ mg/l	0.07	<0.03	<0.03	0.04	0.03~ 0.12	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03~ 0.2	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03~ 0.1	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03~ 0.08	-	-	-	-	-	-
亜硝酸性窒素 NO ₂ -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 ₃ -N mg/l	6.04	6.04	4.24	4.15	5.04~ 14.2	1.10	1.00	0.87	1.21	0.02~ 1.27	2.44	1.90	1.79	1.66	2.30~ 5.96	0.10	0.05	0.13	0.19	0.02~ 1.32	-	-	-	-	-	-
硝酸イオン NO ₃ ⁻ mg/l	26.7	26.8	18.8	18.4	22.3~ 62.9	4.86	4.44	3.87	5.36	0.09~ 5.62	10.80	8.39	7.93	7.31	10.2~ 26.4	0.46	0.24	0.56	0.85	0.07~ 5.83	-	-	-	-	-	-
全窒素 T-N mg/l	6.37	7.72	4.94	5.54	5.41~ 16.50	1.69	1.66	0.95	1.93	0.33~ 2.31	2.73	2.47	1.96	2.61	2.43~ 6.46	0.50	0.79	0.21	0.26	0.16~ 2.18	-	-	-	-	-	-
磷酸態磷 PO ₄ -P mg/l	0.019	0.021	0.027	0.017	0.006~ 0.087	0.078	0.083	0.088	0.083	0.009~ 0.236	0.06	0.02	0.05	0.05	0.02~ 0.071	0.025	0.012	0.012	0.015	0.008~ 0.093	-	-	-	-	-	-
全磷 T-P mg/l	0.022	0.024	0.020	0.026	0.017~ 0.128	0.082	0.084	0.092	0.096	0.043~ 1.05	0.060	0.023	0.052	0.057	0.027~ 0.133	0.028	0.020	0.013	0.021	0.011~ 0.096	-	-	-	-	-	-
ナトリウムイオン Na ⁺ mg/l	268	186	814.0	201.0	89.4~ 2420	31.2	28.4	28.1	31.0	43.6~ 455	40.6	28.6	38.7	39.6	23.8~ 75.9	709.0	36.5	35.5	68.2	23.2~ 3430	-	-	-	-	-	-
カリウムイオン K ⁺ mg/l	10.60	5.82	5.82	9.00	5.58~ 85.80	2.92	2.40	2.94	3.10	2.27~ 7.80	2.23	1.16	2.15	2.08	0.62~ 2.14	21.90	5.10	1.08	2.86	1.07~ 130.0	-	-	-	-	-	-
カルシウムイオン Ca ²⁺ mg/l	126	122	129.0	106.0	99.5~ 259	108.0	119.0	115.0	115.0	48.7~ 225	102.0	107.0	93.4	93.5	38~ 118	112.0	37.3	34.6	70.3	28.9~ 216.0	-	-	-	-	-	-
マグネシウムイオン Mg mg/l	49.3	49.3	119.0	24.0	42.2~ 317	6.36	4.73	6.69	6.19	4.89~ 86.0	11.90	10.30	11.70	9.19	3.33~ 16.0	101.0	11.3	11.7	17.5	10.6~ 444.0	-	-	-	-	-	-
塩素イオン Cl ⁻ mg/l	449	278	1550	338.0	176~ 4630	101.0	99.6	125.0	104.0	33.7~ 973	104.0	86.1	79.9	38.1	27.6~ 64.2	1,310	61.5	67.1	125.0	54.1~ 6530	-	-	-	-	-	-
硫酸イオン SO ₄ ²⁻ mg/l	96.7	81.0	272.0	86.4	58.3~ 660	14.5	16.4	13.0	19.3	16.0~ 120	25.1	31.5	41.5	38.1	13.5~ 24.8	201.0	10.5	11.0	17.7	8.8~ 600	-	-	-	-	-	-
炭酸水素イオン HCO ₃ ⁻ mg/l	362.0	404.0	358.0	360.0	314~ 414	239.0	225.0	229.0	259.0	214~ 265	261.0	252.0	242.0	252.0	226~ 374	245.0	135.0	122.0	269.0	112~ 292	-	-	-	-	-	-
イオン状シリカ SiO ₂ mg/l	9.2	8.7	8.1	8.0	6.5~ 8.3	15.1	13.7	14.5	14.5	11.2~ 13.7	13.5	10.8	11.4	12.1	11.6~ 14.7	19.6	16.1	14.4	20.0	14.6~ 20.1	-	-	-	-	-	-
電気伝導度 EC ms/m	219.0	166.0	561.0	167.0	121~ 1490	71.7	72.5	76.0	75.0	53.5~ 359	77.6	73.9	71.4	71.0	58.6~ 74	471.0	43.6	43.0	80.5	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 に示すように沿岸部の 4 地点では 1mg/L 未満で、事前調査の範囲内にある。浸透ゾーン脇の 18B-2 地点では最大 3mg/L が測定されている。

(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 0.1～1.0 度で、事前調査の範囲内にある。浸透ゾーン脇の 18B-2 地点では 3.0 度が測定されている。

なお、18B-1 地点の平成 22 年 6 月 28 日の分析値において、海水に多く含まれる Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} および EC の値がやや高い値が測定されているが、これは前掲図 2.5.6～図 2.5.7 に示すように 6 月 28 日の 14 日累積雨量は 10.5mm と少なく、潮位は中位程度（低潮位から高潮位に変化する途中）にあることから、 Na^+ 等の高い値はやはり、降水量の減少と潮位の影響によって海水が浸入したことによると考えられる。

なお、昨年度の 9 月と比較すると、各値の上昇幅は小さいが、降水量の少ない時期と高潮の時期が重なると同様の現象が起きる可能性があるため、今後も注視する必要がある。

また、18B-2 地点の SS および濁度が過年度の値をわずかに上回ったのは、平成 22 年 10 月 18 日～10 月 23 日の豪雨（5 日間雨量：664.5mm）により、濁水が浸入したのではないかと考えられる。

(3) 汀線部の水質分析結果

汀線部の水質分析結果は表 2.6.2 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～1.0mg/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おおむね 1～12mg/l の範囲で測定されている。

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 0.15～1.45mg/l の範囲で確認され、全磷は 0.013～0.056mg/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 L-2 地点で過年度の値を上回る月も見られるが、その他は過年度の範囲内にある。

塩分は各地点の 11 月の測定値のみが過年度の値を下回っているが、他の月では過年度並みの値を示している

表 2.6.2 各地点の汀線部の水質分析結果

採水地点 採水月日	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)				
	10/6/28	10/9/12	10/11/24	11/3/5	過年度	10/6/28	10/9/12	10/11/24	11/3/5	過年度	10/6/28	10/9/12	10/11/24	11/3/5	過年度	10/6/28	10/9/12	10/11/24	11/3/5	過年度	10/6/28	10/9/12	10/11/24	11/3/5	過年度
化学的酸素消費量 COD _{mn} (mg/l)	0.8	0.8	0.5	0.6	<0.5 ～ 1.6	0.8	1.1	0.5	0.7	0.7 ～ 2.4	0.6	1.0	<0.5	<0.5	<0.5 ～ 3.8	0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5 ～ 2.0	0.9	0.7	0.9	0.5	<0.5 ～ 1.3
浮遊物質量 ss (mg/l)	2	7	3	7	1～5	<1	12	4	12	3～8	1	7	3	4	1～30	<1	9	2	4	<1～4	<1	12	4	8	4～18
亜硝酸性窒素 NO ₂ -N (mg/l)	0.002	0.001	0.002	<0.001	0.001 ～ 0.006	0.003	0.001	0.002	<0.001	0.001 ～ 0.004	0.001	0.001	0.002	<0.001	0.001 ～ 0.008	0.002	<0.001	0.002	<0.001	0.001 ～ 0.009	0.002	<0.001	0.002	<0.001	0.002 ～ 0.009
硝酸性窒素 NO ₃ -N (mg/l)	0.21	0.04	0.23	0.20	0.05 ～ 0.32	0.23	0.07	0.36	0.05	0.13 ～ 0.23	1.27	1.44	1.44	1.00	0.43 ～ 2.18	0.15	0.23	0.50	0.44	0.22 ～ 0.57	0.14	0.64	0.92	0.38	0.13 ～ 1.06
全窒素 T-N (mg/l)	0.27	0.15	0.30	0.34	0.19 ～ 0.52	0.32	0.20	0.46	0.17	0.21 ～ 0.57	1.45	0.40	1.73	1.31	0.99 ～ 2.43	0.22	0.38	0.70	0.57	0.45 ～ 0.90	0.25	0.70	1.17	0.54	0.37 ～ 1.85
全磷 T-P (mg/l)	0.017	0.021	0.018	0.017	0.010 ～ 0.022	0.013	0.038	0.025	0.025	0.014 ～ 0.033	0.023	0.029	0.025	0.036	0.033 ～ 0.062	0.013	0.035	0.025	0.035	0.018 ～ 0.040	0.022	0.045	0.056	0.038	0.028 ～ 0.075
イオン状シリカ SiO ₂ (mg/l)	1.5	0.9	2.6	1.5	1.1 ～ 4.2	1.7	1.1	2.7	2.7	1.2 ～ 1.8	4.3	1.4	5.4	4.1	2.9 ～ 6.0	1.9	1.9	4.5	3.7	1.9 ～ 5.1	2.6	2.7	2.6	1.8	1.6 ～ 3.5
塩分	32.35	32.54	23.62	33.17	21.43 ～ 32.46	32.57	31.82	18.66	32.67	29.7 ～ 33.27	21.14	31.24	7.42	19.81	17.01 ～ 27.58	32.58	28.69	12.63	20.30	15.08 ～ 30.39	33.30	24.68	20.64	27.27	22.64 ～ 31.39

○汀線部における 11 月度の塩分濃度の低下について

2010 年 11 月 24 日の汀線部の水質分析結果、塩分濃度が過年度の値より低い値が測定されている。特に顕著な箇所は地下水流域面積が広く、地下水が豊富な B-23 の下流側 (L-3) 及び 14B-3 の下流側 (L-4) である。

また、その他の分析項目については、過年度の範囲内にあるものの、硝酸性窒素、全窒素、イオン状シリカなど、いわゆる地下水に多く含まれる成分は 2010 年 9 月の分析値より多くなっている。

その理由は次のように考えられる。

図 2.6.1～図 2.6.3 は現地観測 (R-1) における各観測日前 60 日間の日雨量と累積雨量の関係を示した図である。平成 22 年 9 月 12 日までの累積雨量は 613.5mm、11 月 24 日までの累積雨量は 1042.0mm、平成 23 年 3 月 5 日までの累積雨量は 300.0mmであった。

このように、11 月 24 日の観測日における累積雨量は前後の観測日の約 2 倍～3 倍程度の降水量であり、しかも 10 月の月降水量は観測史上最多であり、11 月も平年月雨量を上回っている。

これより、塩分濃度の低下は地下水量の増加に伴う海水の希釈によるものと考えられる。

なお、60 日累積雨量としたのは、14B-3、B-23 地点の地下水位は 65 日累積雨量との相関が高いことによる。

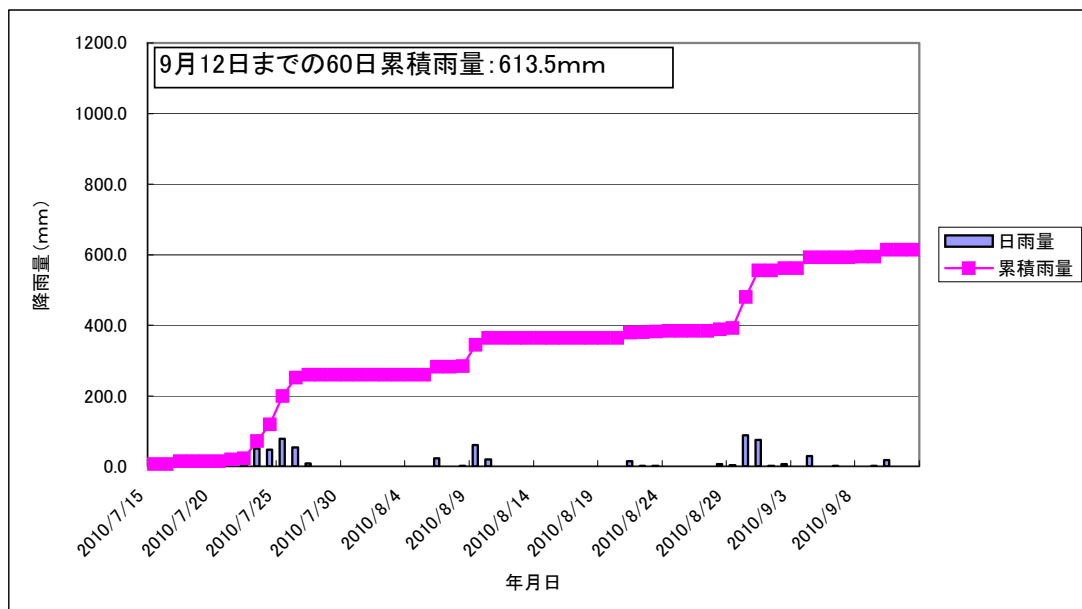


図 2.6.1 平成 22 年 7 月 15 日～9 月 12 日間の日雨量と累積雨量

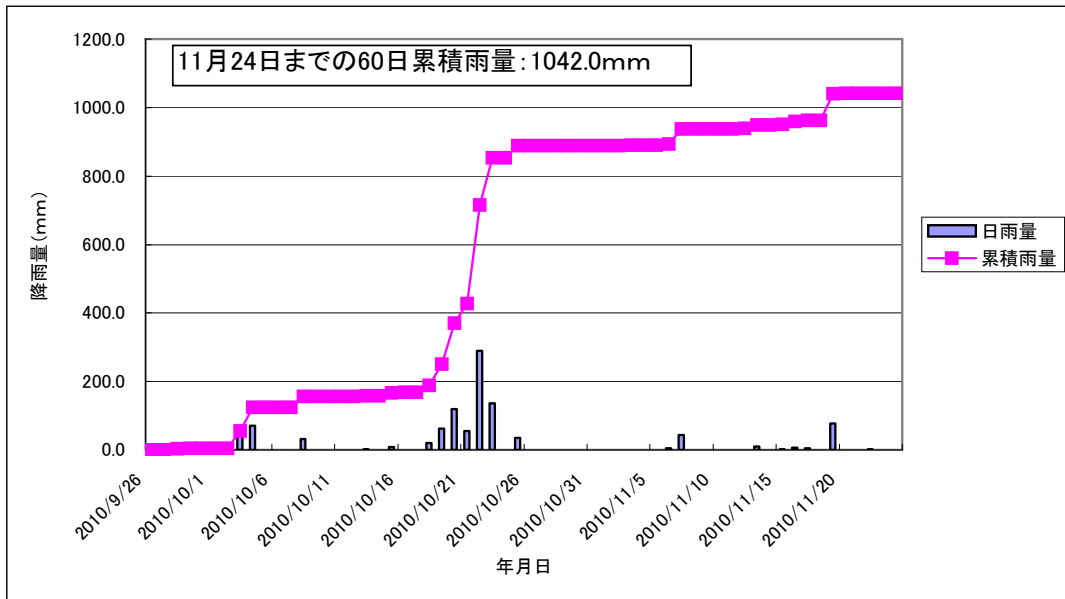


図 2.6.2 平成 22 年 9 月 26 日～11 月 24 日間の日雨量と累積雨量

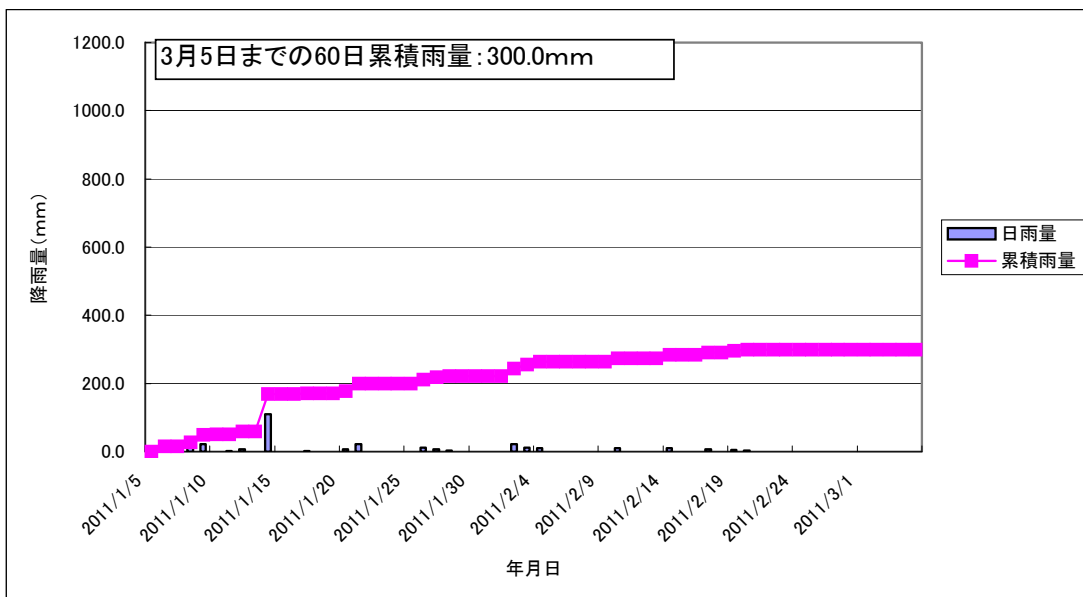
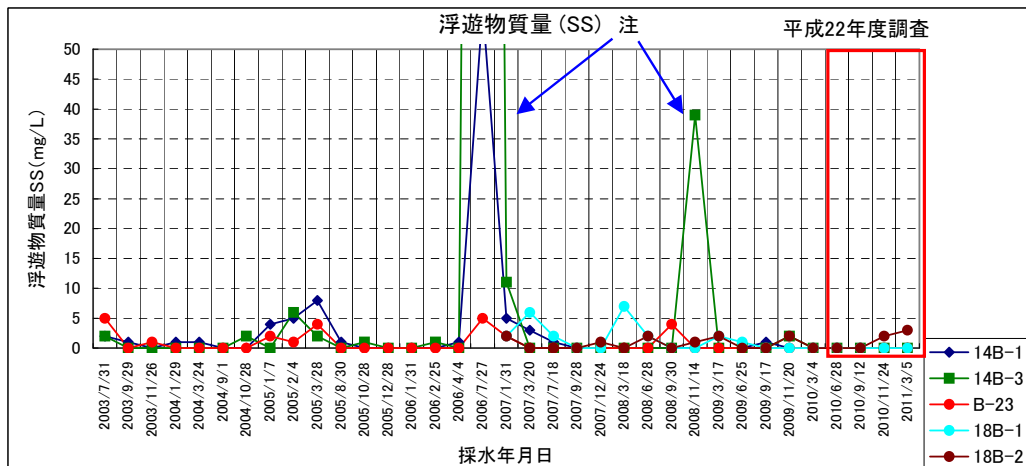
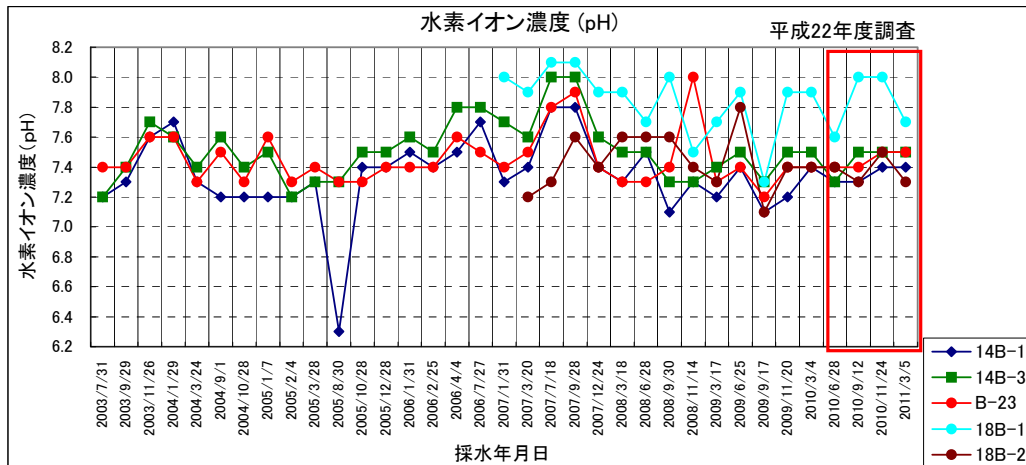
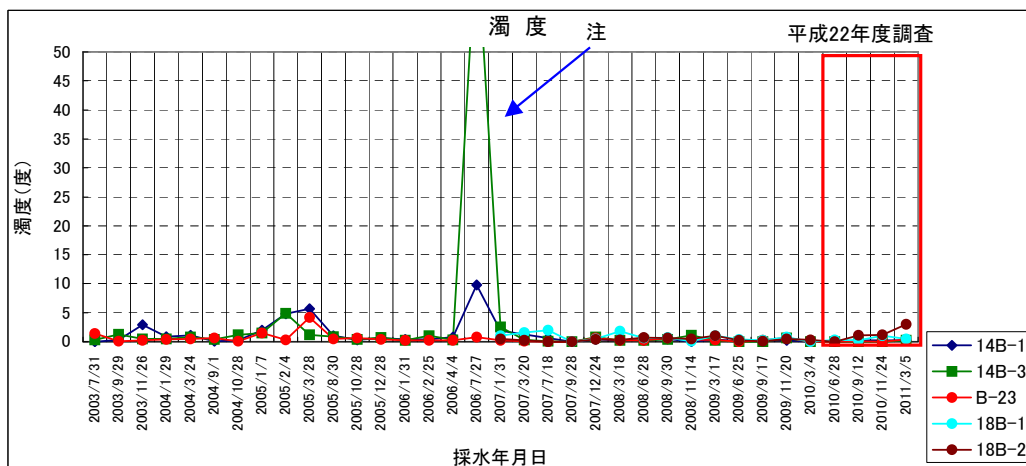


図 2.6.3 平成 23 年 1 月 5 日～3 月 5 日間の日雨量と累積雨量



注. 試料の採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。



注. 試料の採水時に、観測孔周辺の砂、土等が混入した。

図 2.6.4 水質分析結果 (pH、SS、濁度)

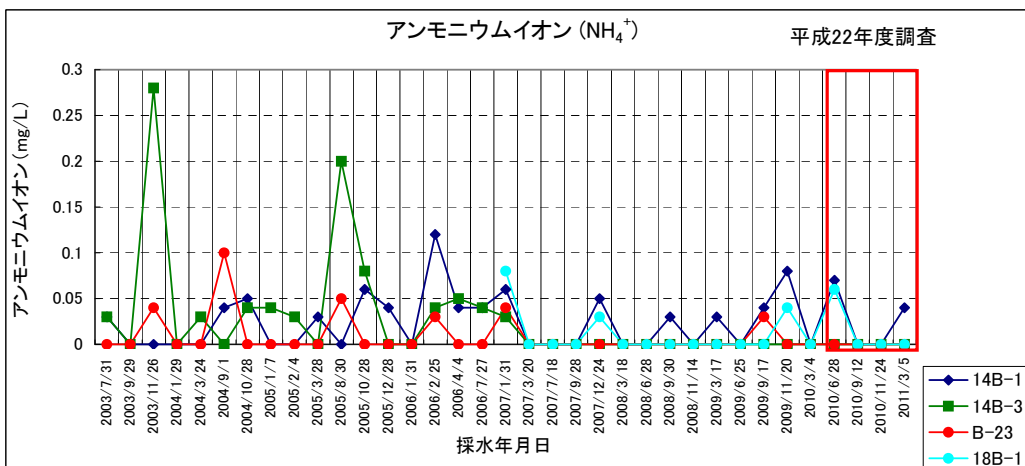
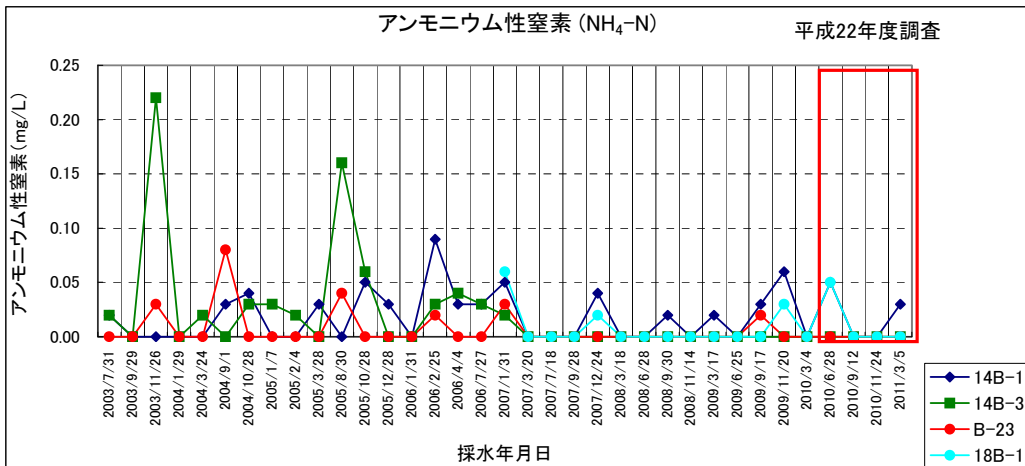
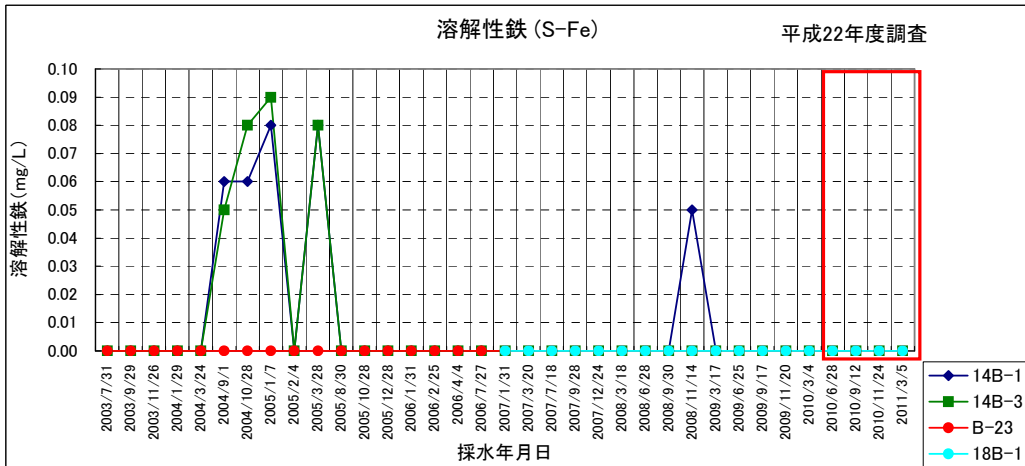


図 2.6.5 水質分析結果 (S-Fe、NH₄-N、NH₄⁺)

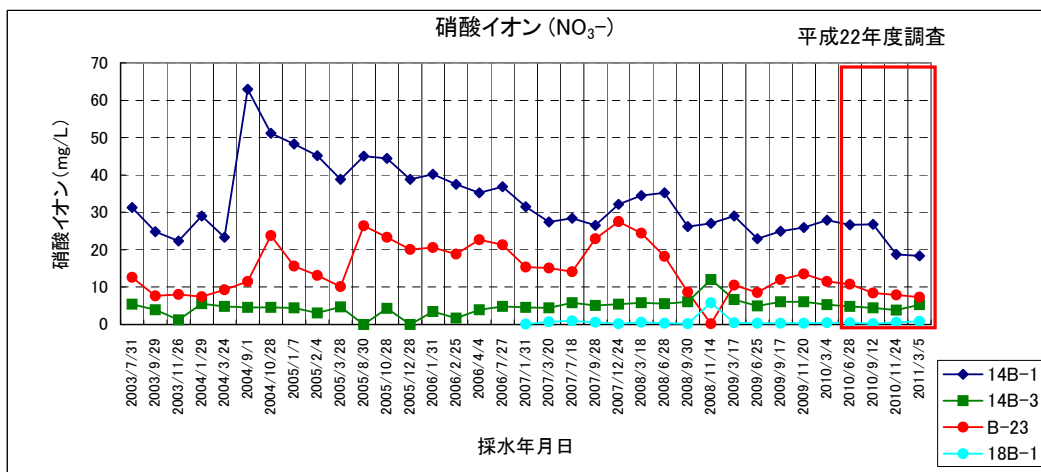
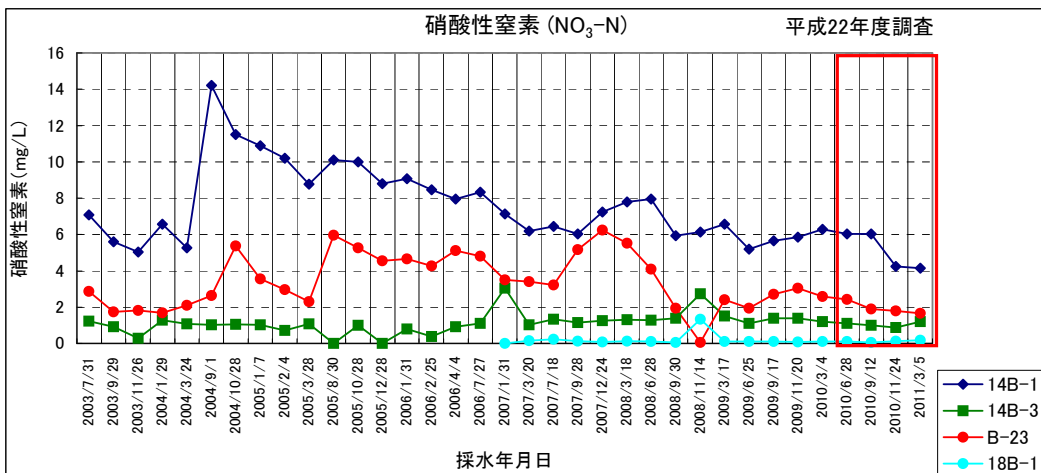
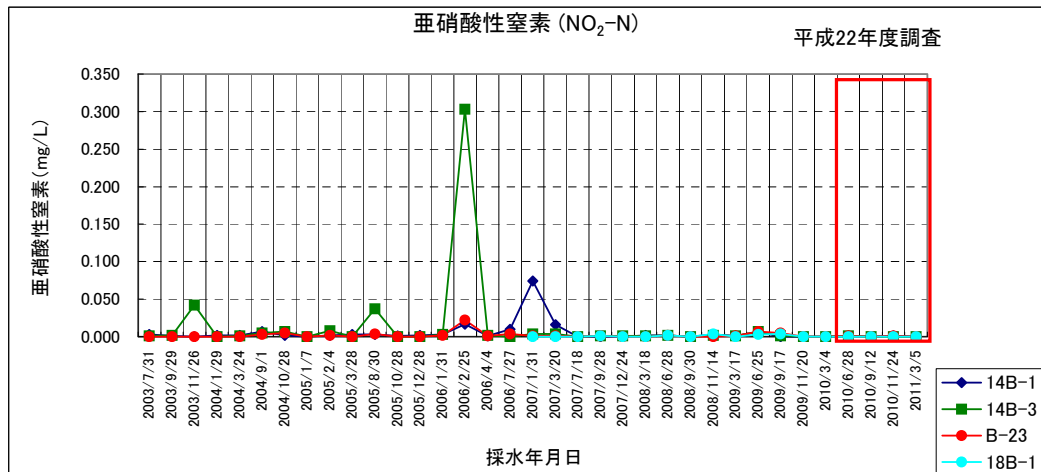


図 2.6.6 水質分析結果 (NO₂-N、NO₃-N、NO₃⁻)

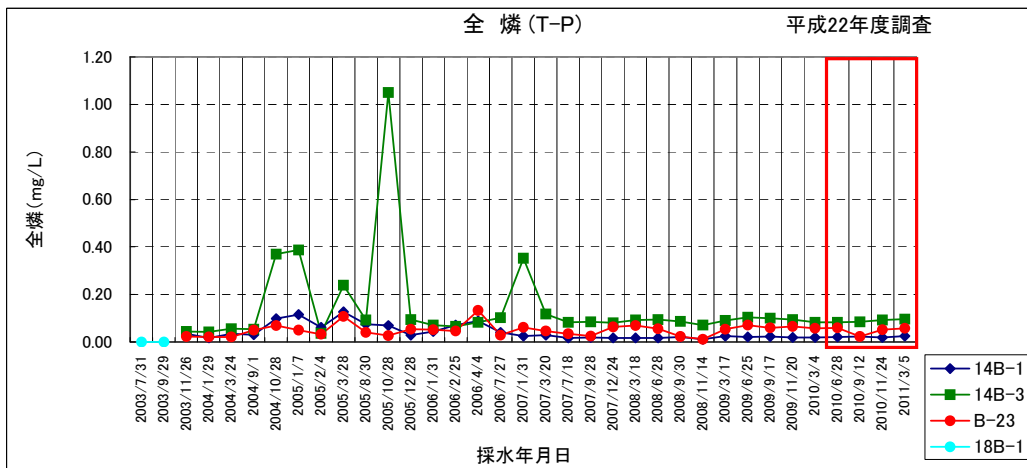
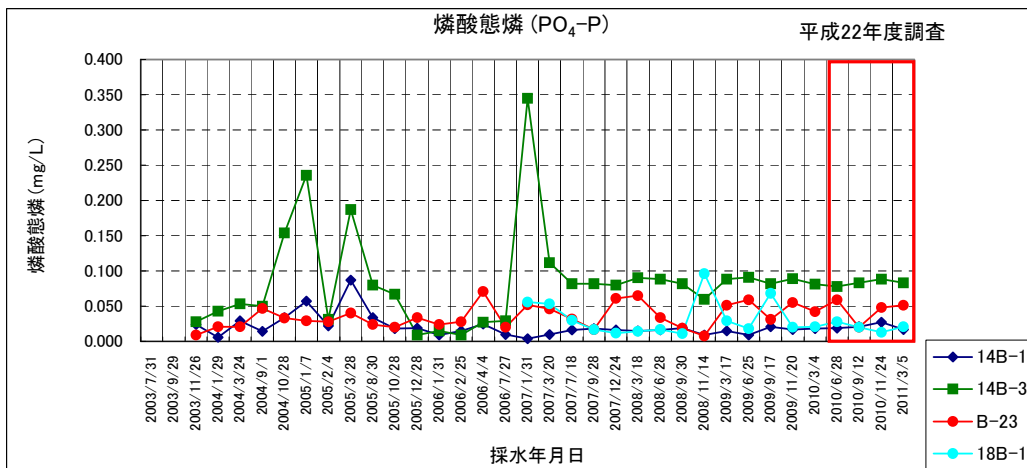
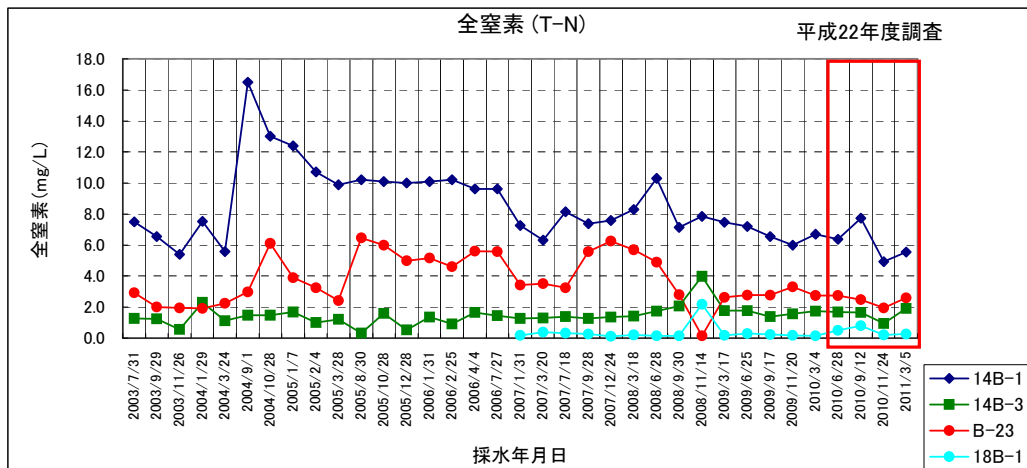
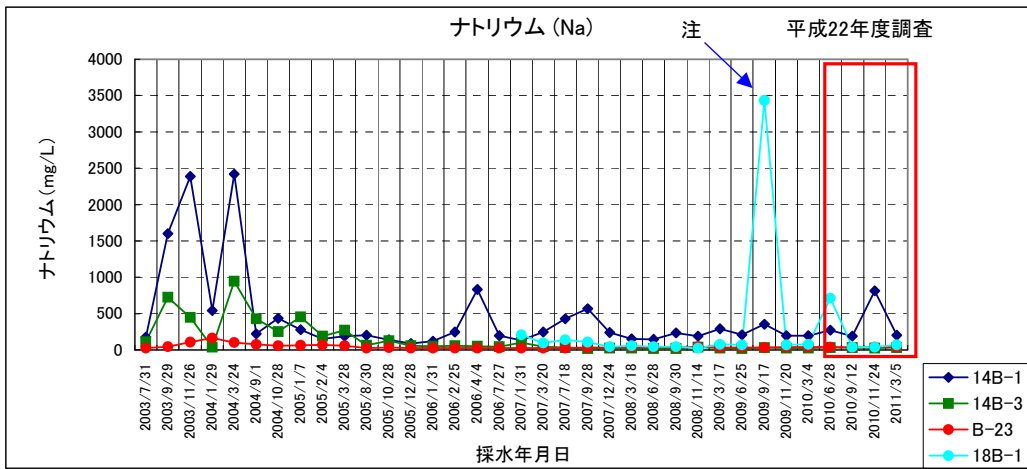
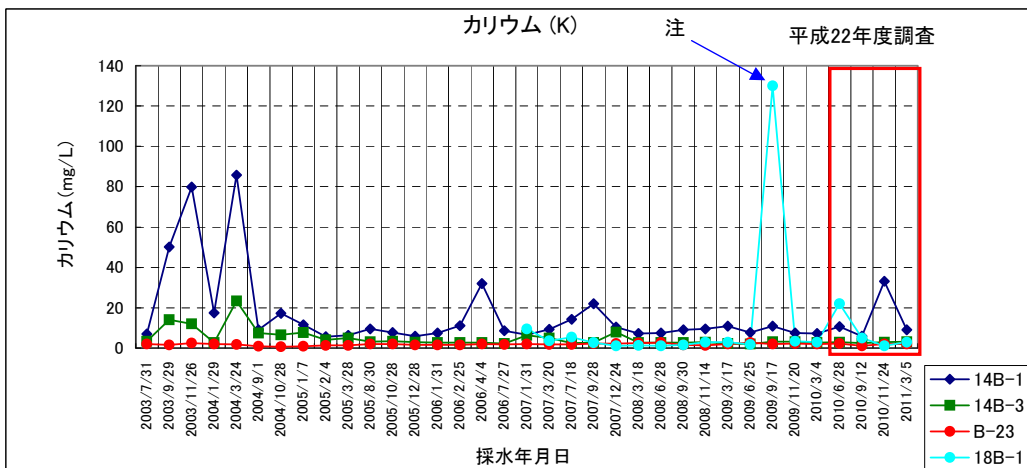


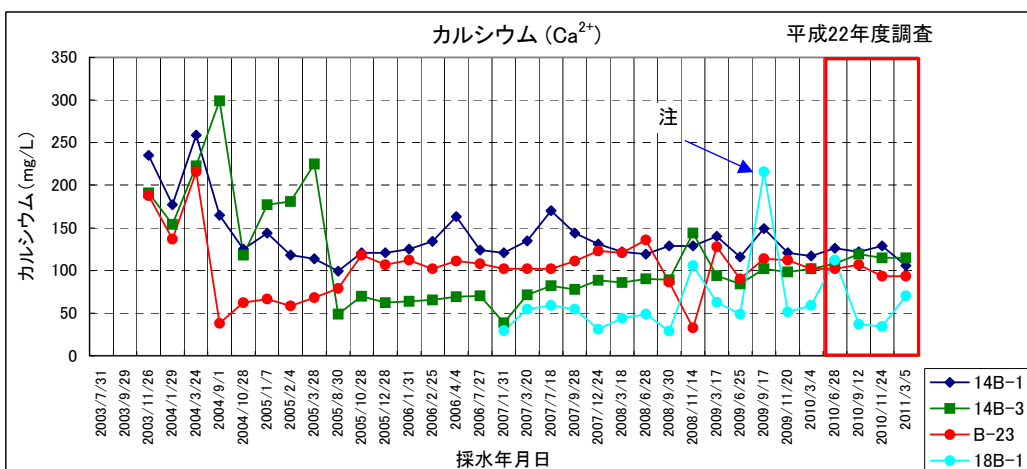
図 2.6.7 水質分析結果 (T-N、PO₄-P、T-P)



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。

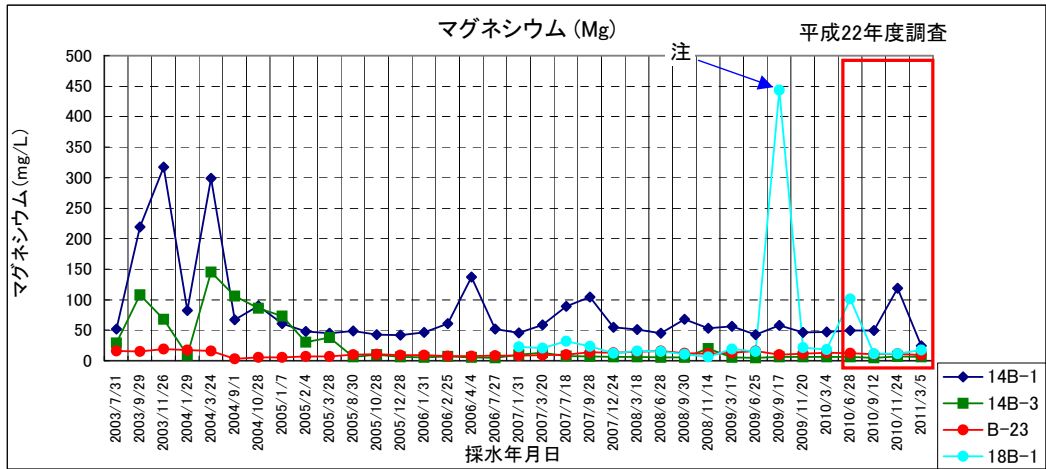


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

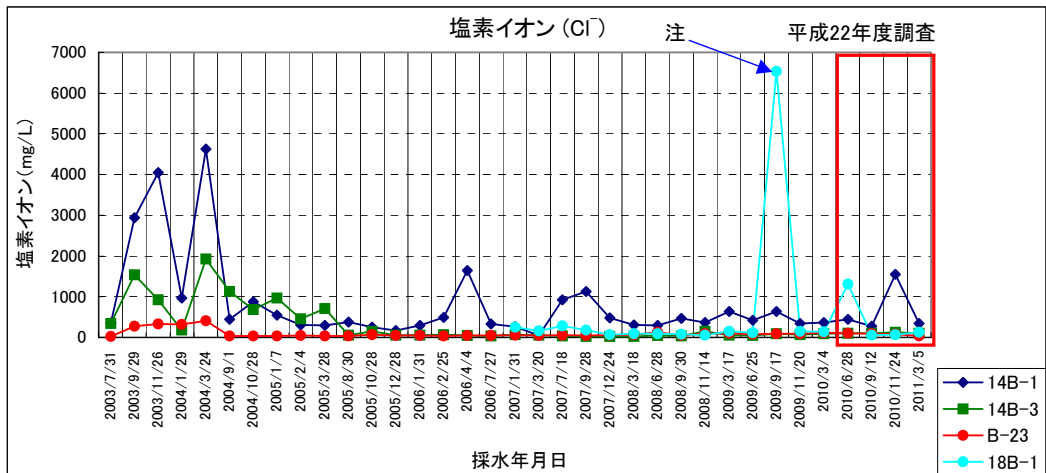


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。

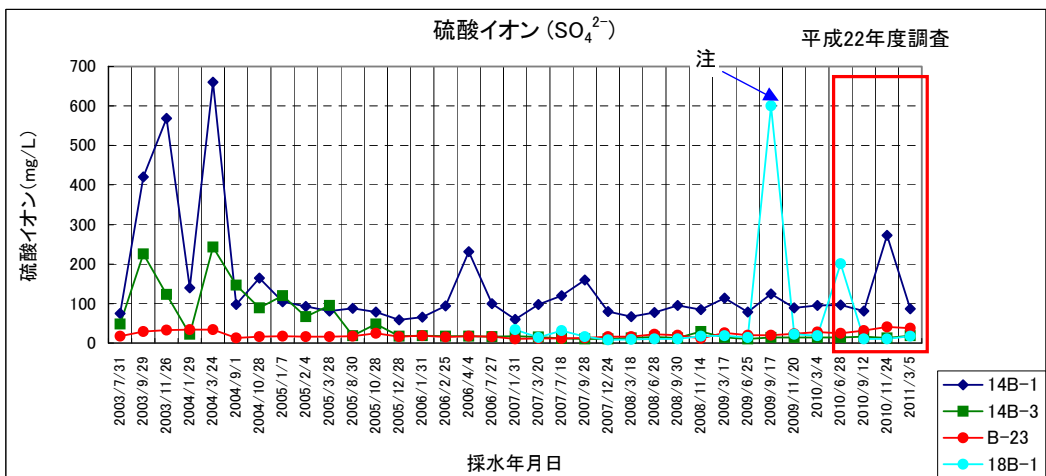
図 2.6.8 水質分析結果 (Na、K、Ca²⁺)



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。

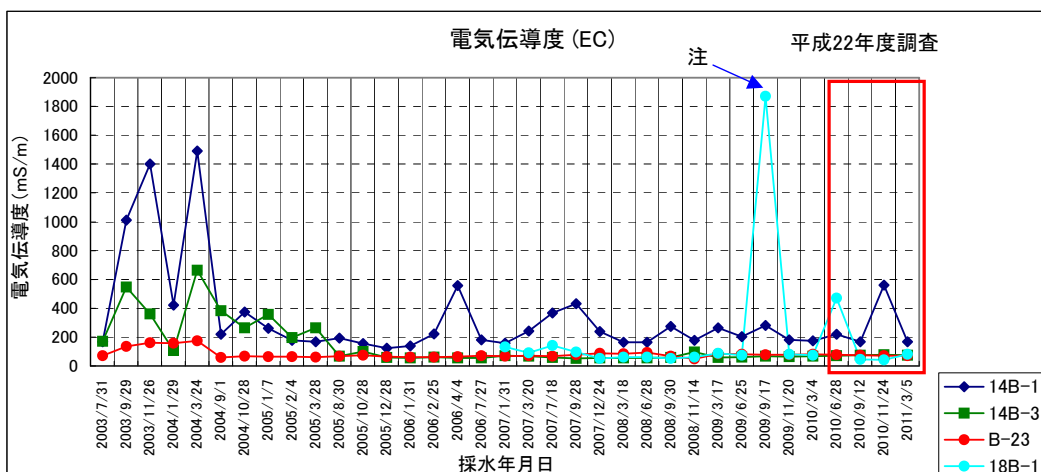
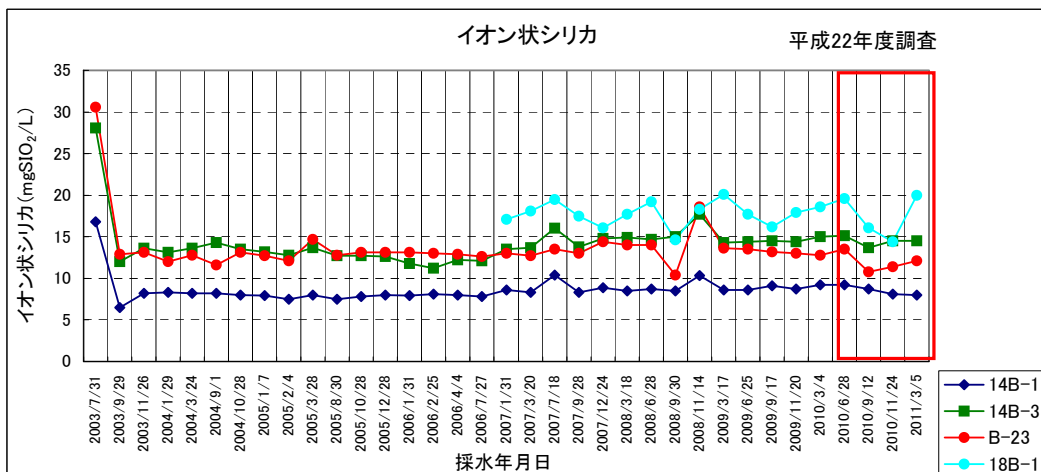
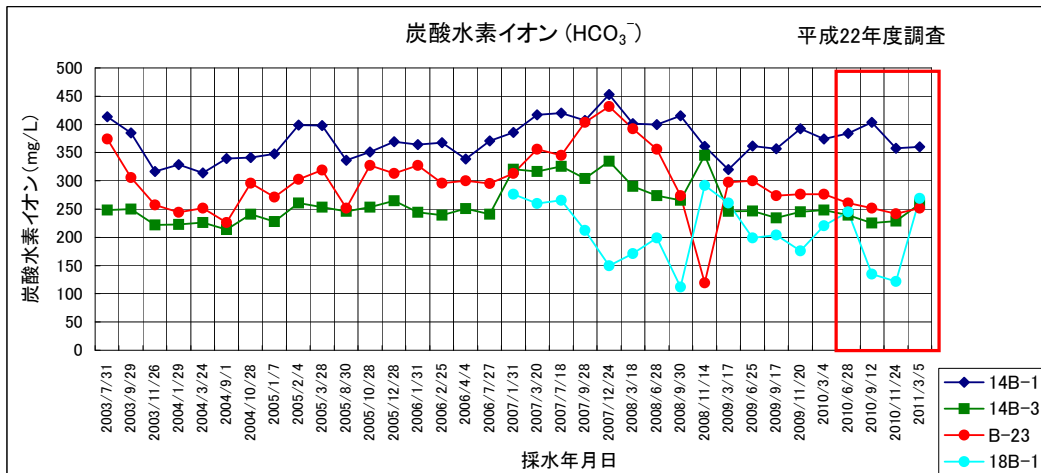


注. 18B-1地点の極端な値は降水量の減少と高潮による海水の浸入が考えられる。



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 2.6.9 水質分析結果 (Mg、Cl⁻、SO₄²⁻)



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 2.6.10 水質分析結果 (HCO₃⁻、イオン状シリカ、電気伝導度)

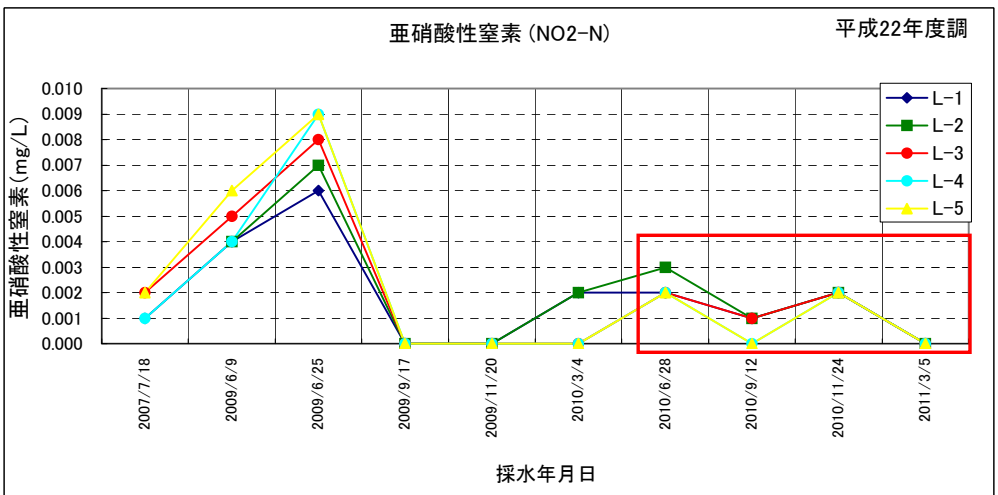
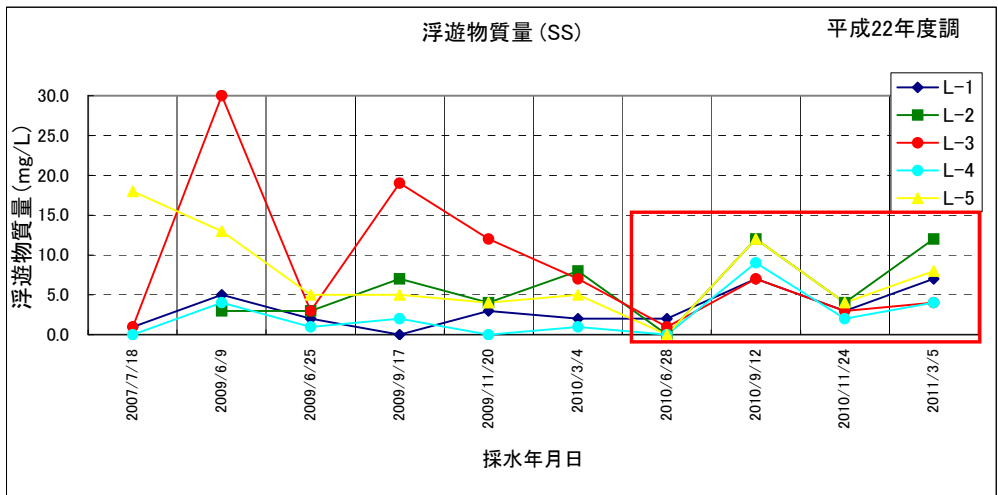
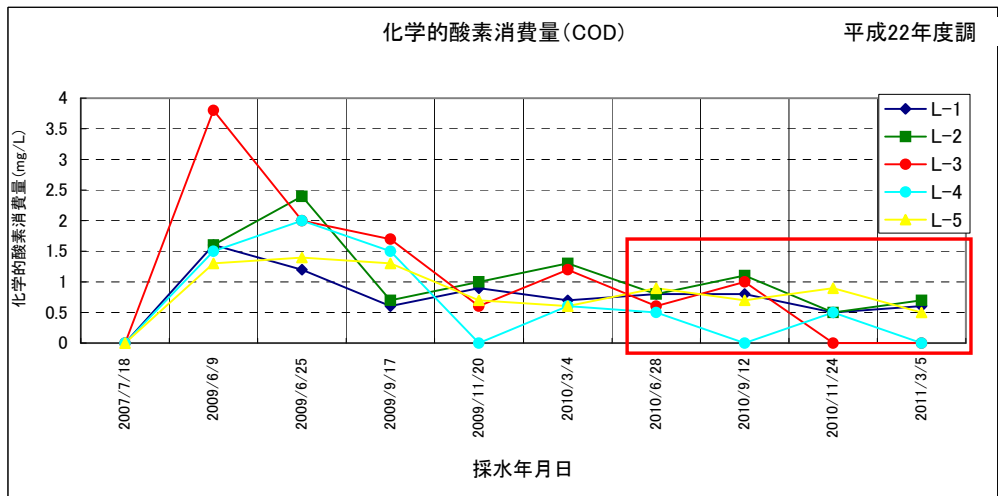


図 2.6.11 水質分析結果(COD、SS、NO₂-N)

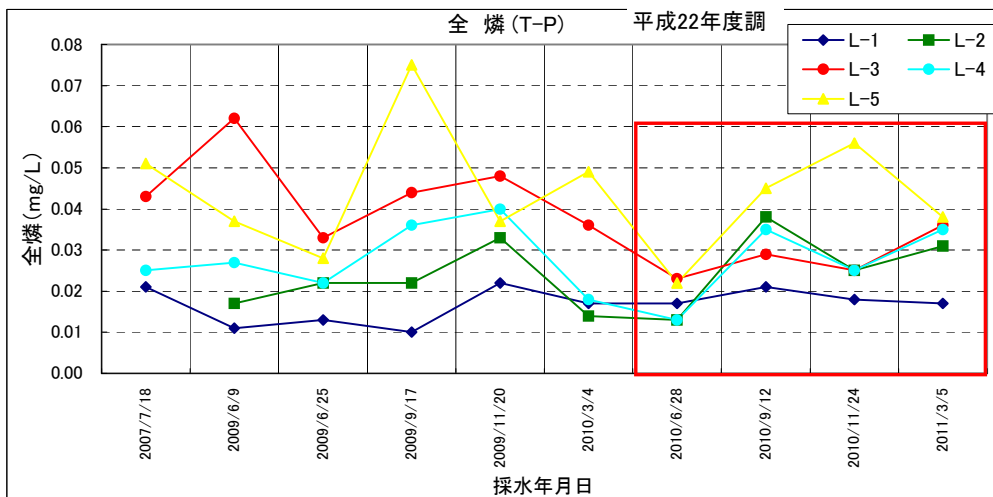
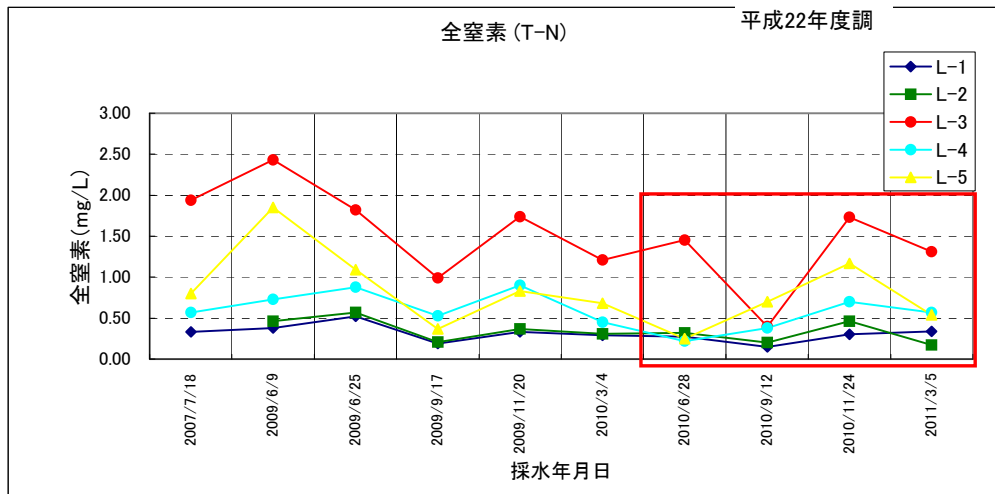
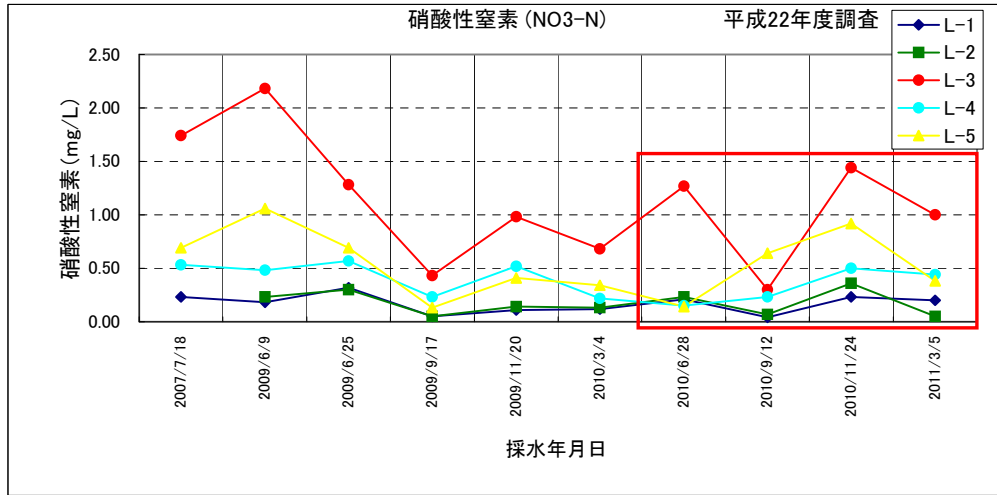


図 2.6.12 水質分析結果(NO₃-N、T-N、T-P)

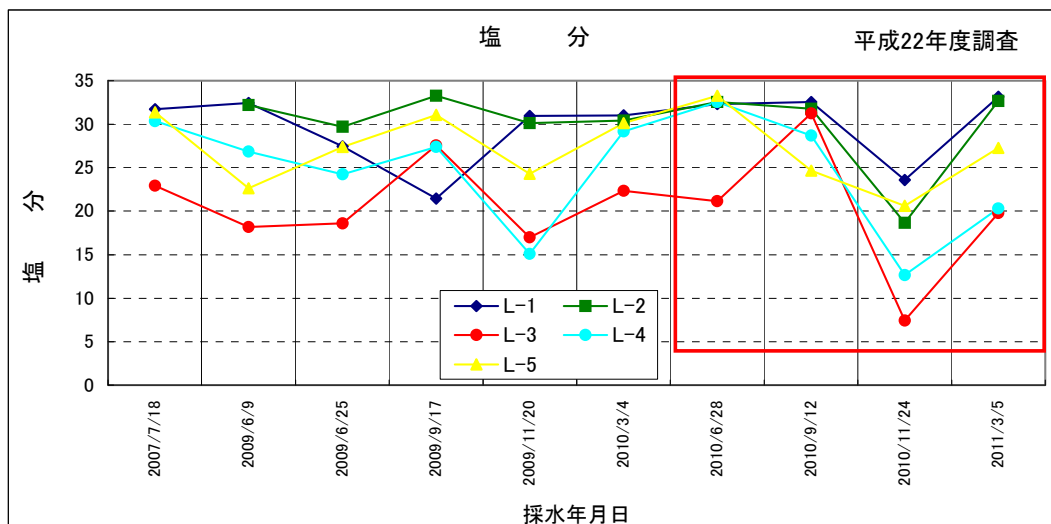
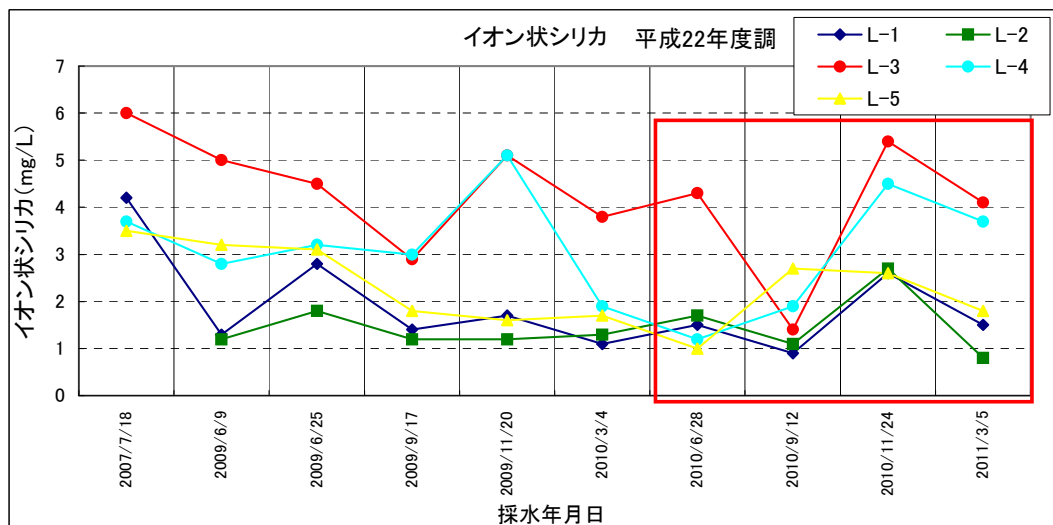


図 2.6.13 水質分析結果(SiO₂、塩分)

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 22 年の月別降水量は、平年に比べ 3 月～6 月の期間と 12 月を除けば多雨傾向であった。特に 10 月は南シナ海にある台風 13 号からの湿った気流や近海の前線の影響等により大雨が続き、石垣島測候所で月降水量 933.5mm（平年比 510%）を観測し、通年の月降水量として観測史上最も多い値を更新した。現地観測の R-1 では、884mm が観測された。

平成 22 年の年間総降水量は、R-1 で 2,525.5mm、石垣島測候所で 2,806.5mm であり、いずれも年平均降水量（2,096.7mm）を大きく上回った。

(2) 地下水の水位

平成 22 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。

一方、内陸部の 16B-1 地点においては前年と大きな変化もなく、標高 13.5m の基盤岩上面付近を上下していた。

(3) 地下水の SS

地下水の SS は各地点ともおおむね事前調査の範囲内にあった。

(4) 電気伝導度

電気伝導度は 18B-1 地点を除いては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 月のみ）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 8 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。

また、汀線部においては 10 月の大雨の影響により、一時期塩分濃度が低下した。

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

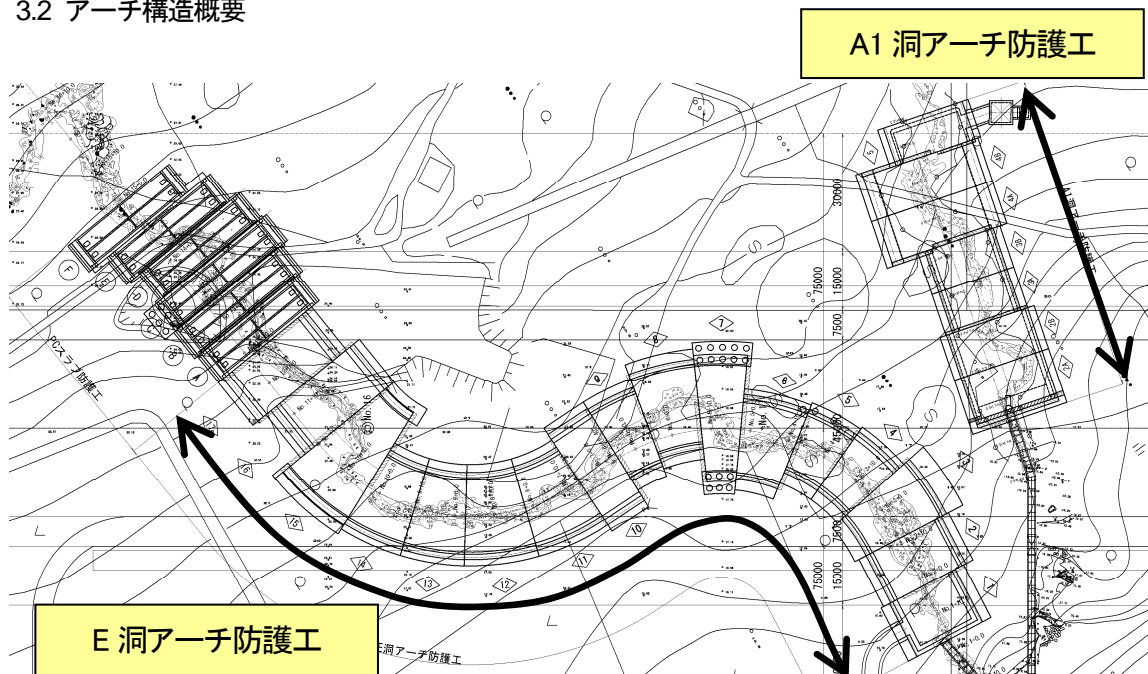


図 3.2.1 平面図

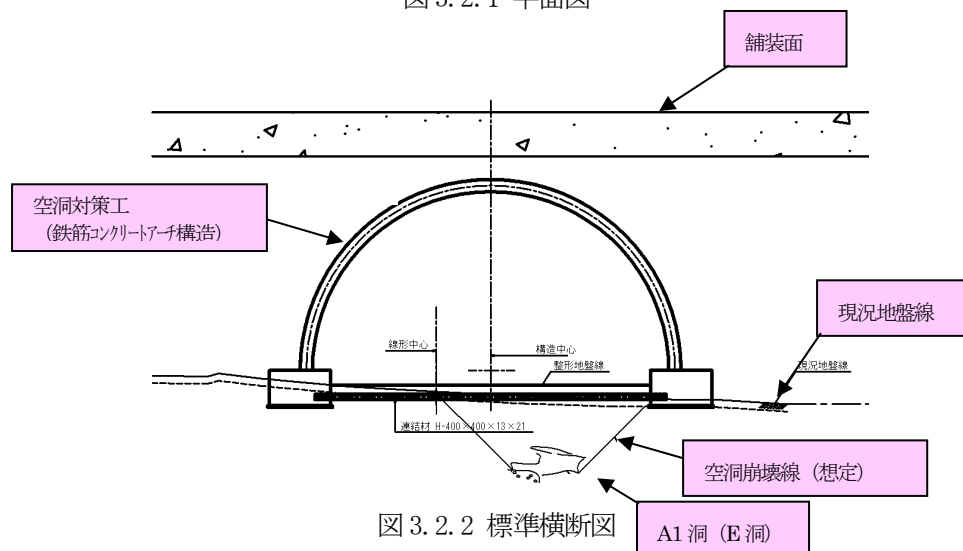


図 3.2.2 標準横断面図

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

A1 洞の盛土は平成 23 年 2 月 24 日から開始した。

3 月 30 日現在の盛土高 $\nabla 23.870$

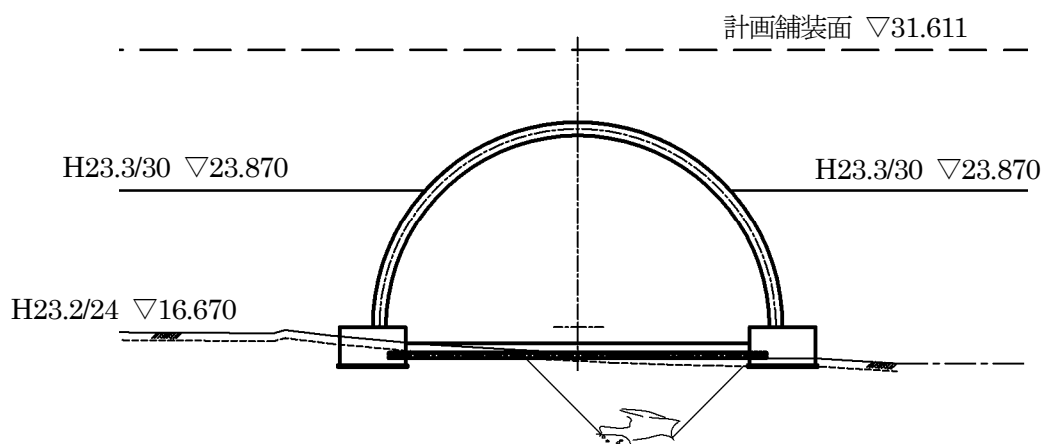


図 3.3.1 A 洞 2A ブロック施工状況

(2) E 洞

E 洞の盛土は平成 23 年 2 月 20 日から開始した。

3 月 30 日現在の盛土高 E1~E8 ブロック : $\nabla 23.870$

E9~E17 ブロック : $\nabla 26.470$

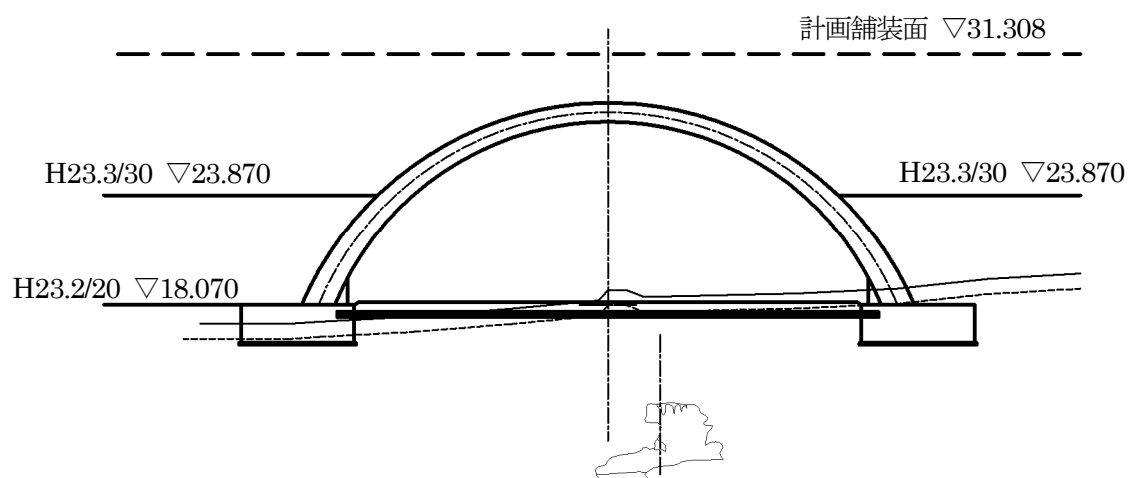


図 3.3.2 E 洞 E7 ブロック施工状況

3.4 調査概要と結果 ① 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。

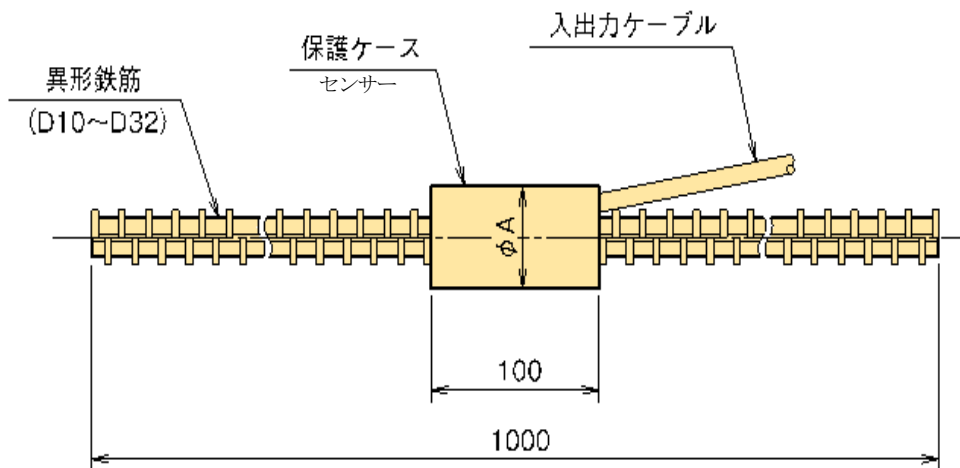


図 3.4.1 鉄筋計姿図

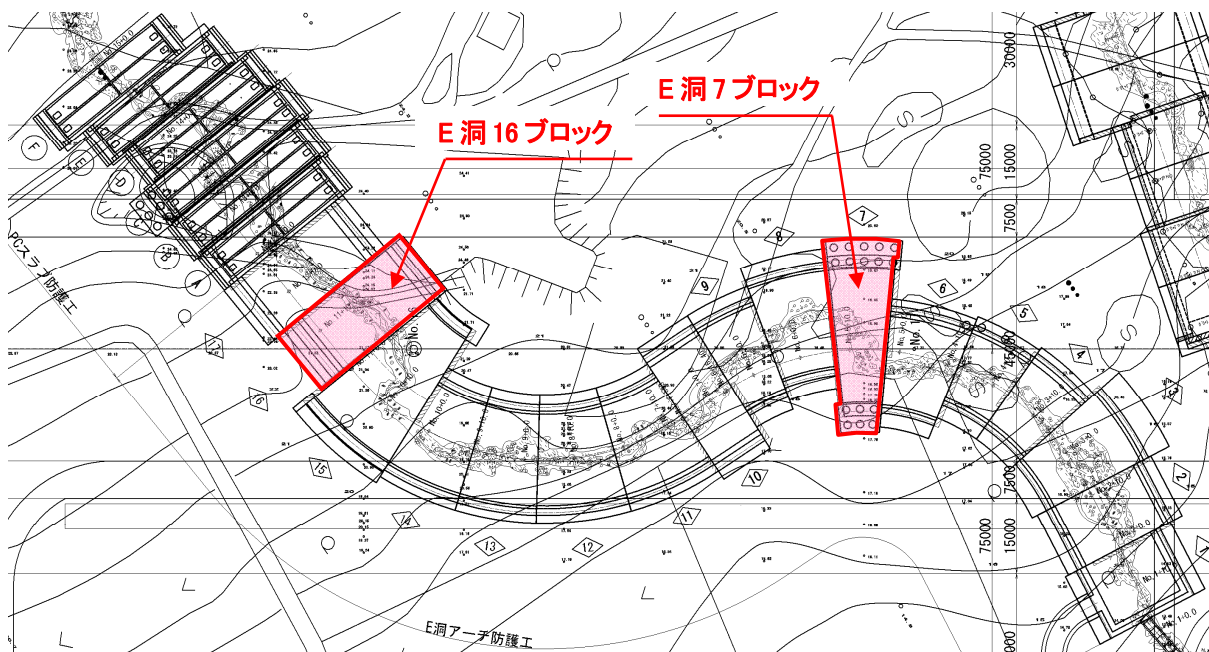


図 3.4.2 設置箇所

■ 取り付け位置

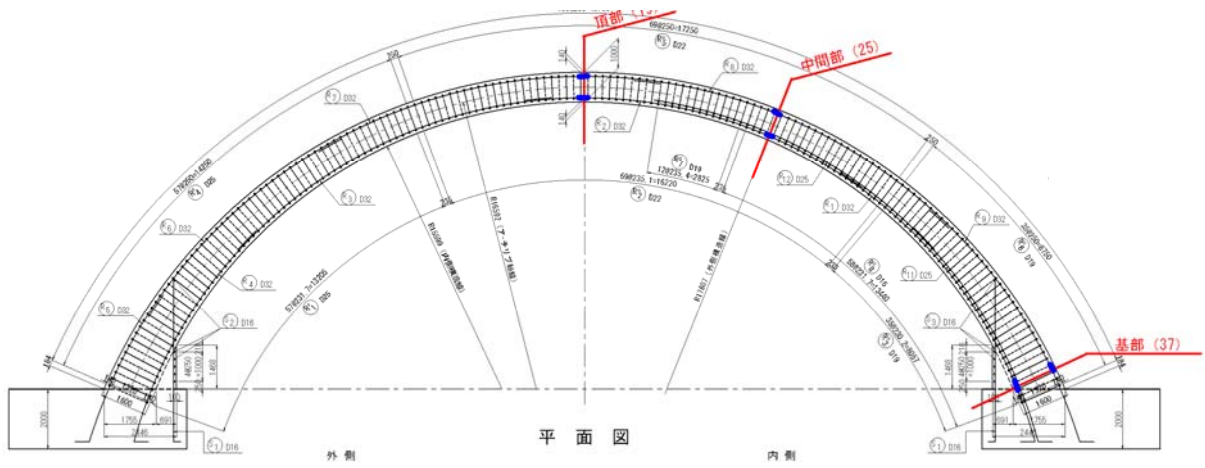


図 3.4.3 E洞アーチ 7ブロック取り付け位置

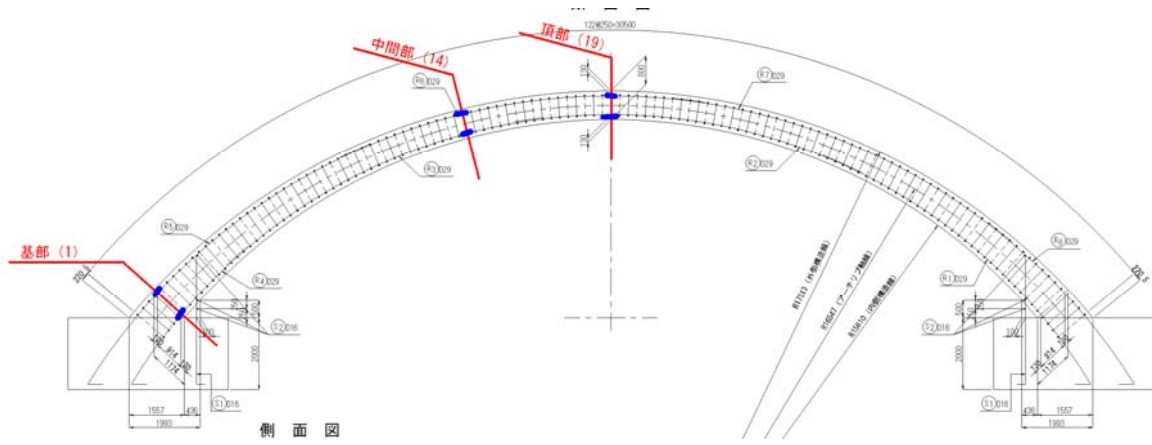


図 3.4.3 E洞アーチ 16ブロック 取り付け位置

(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。また、土中構造物であるが、盛土途中であり、アーチリブが表面に出ていることもあり、温度変化分（±5℃）を考慮した。

表 3.4.1 目安となる計算応力（初期値を削除）

7ブロック 単位：N/mm²

			頂部(19)	中間部(25)	基部(37)
躯体天端まで 盛土終了時	②+⑦	外側	24.9	-25.1	6.4
		内側	-40.5	32.3	-24.8
盛土終了時	2+3	外側	37.1	-39.9	22.2
		内側	-54.7	50.2	-49.1
舗装・路床終了時	2+3+4	外側	-3.2	-50.3	-7.6
		内側	-45.3	35.0	-48.6

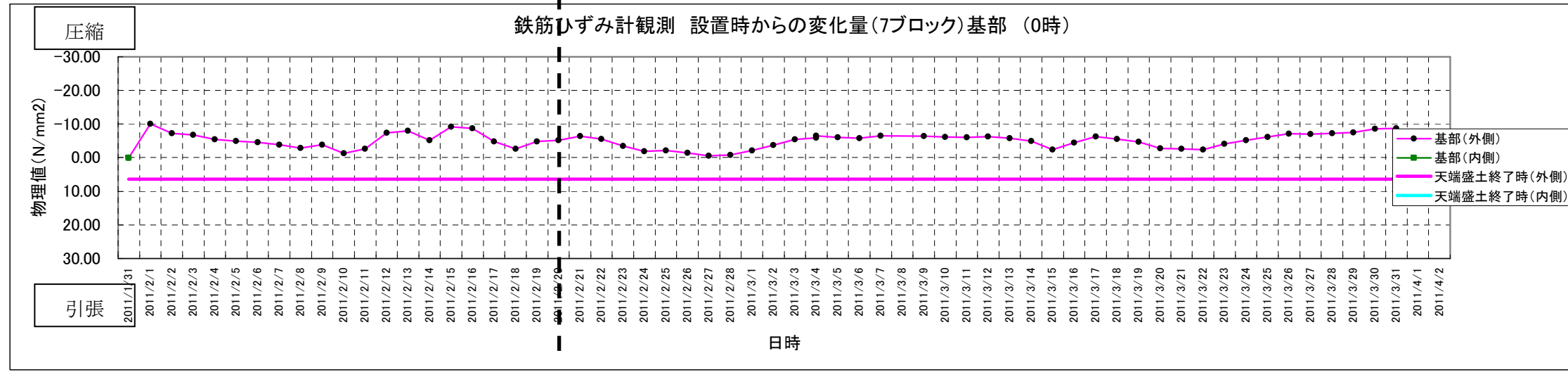
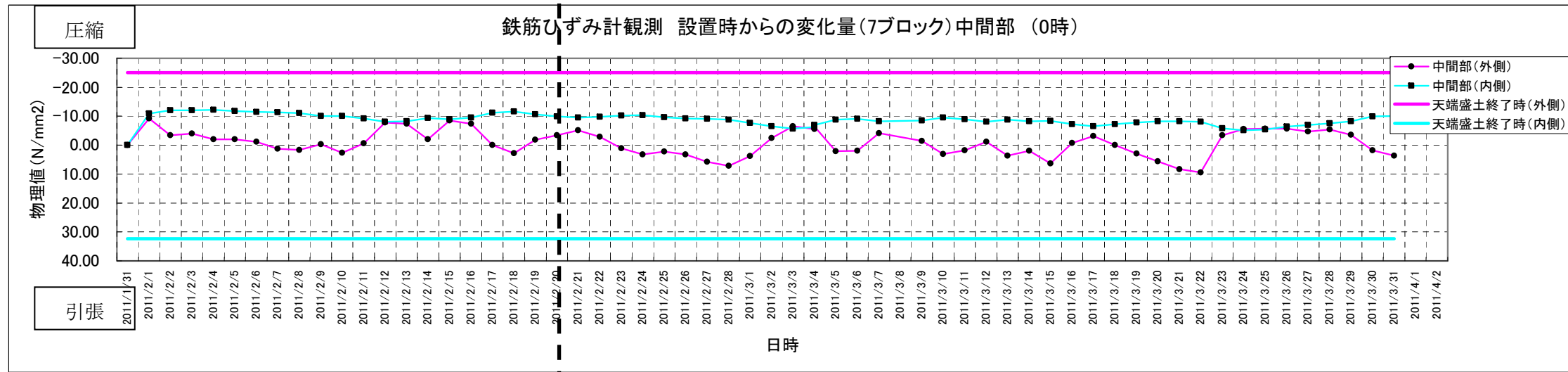
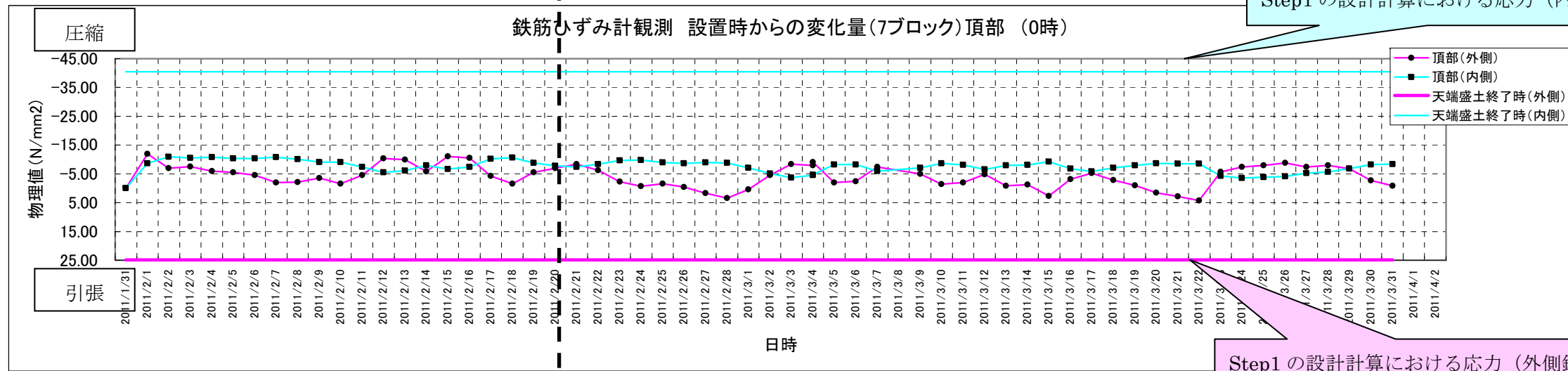
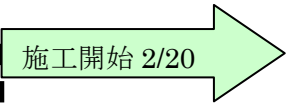
16ブロック

			基部(1)	中間部(14)	頂部(19)
躯体天端まで 盛土終了時	②+⑥	外側	-2.7	4.3	11.5
		内側	-1.6	-14.2	-26.0
盛土終了時	2+3	外側	38.5	-7.3	2.0
		内側	-38.5	-15.3	-29.7
舗装・路床終了時	2+3+4	外側	46.8	-15.6	-10.6
		内側	-51.3	-15.3	-25.2

今回は、初期段階の盛土の段階であり、step1 の応力範囲と比較する。

(4) 実測値

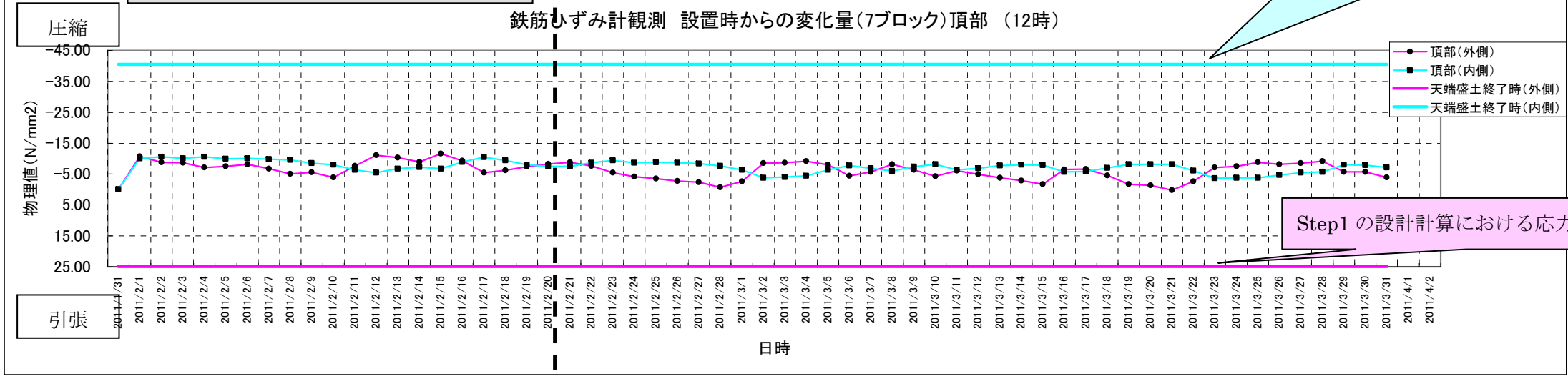
E洞7ブロックの鉄筋応力変遷グラフ
0時の計測



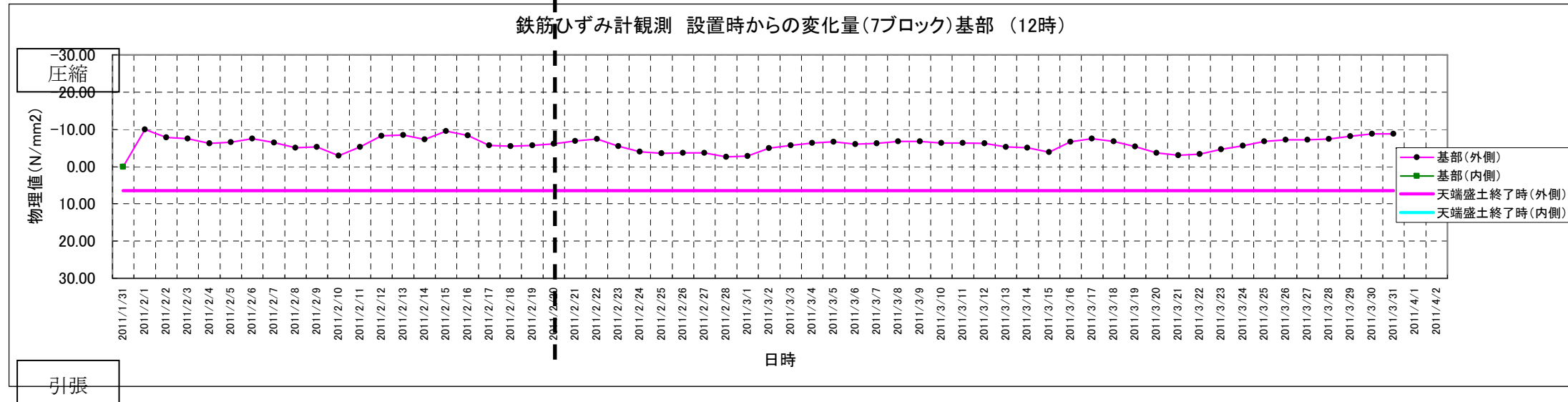
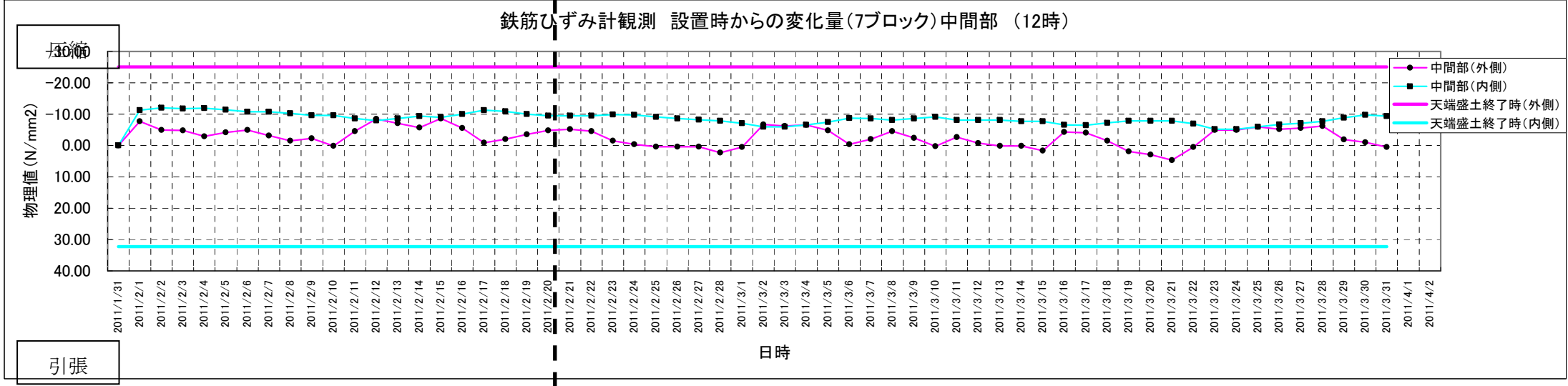
E洞7ブロックの鉄筋応力変遷グラフ
12時の計測

施工開始 2/20

Step1 の設計計算における応力 (内側鉄筋)

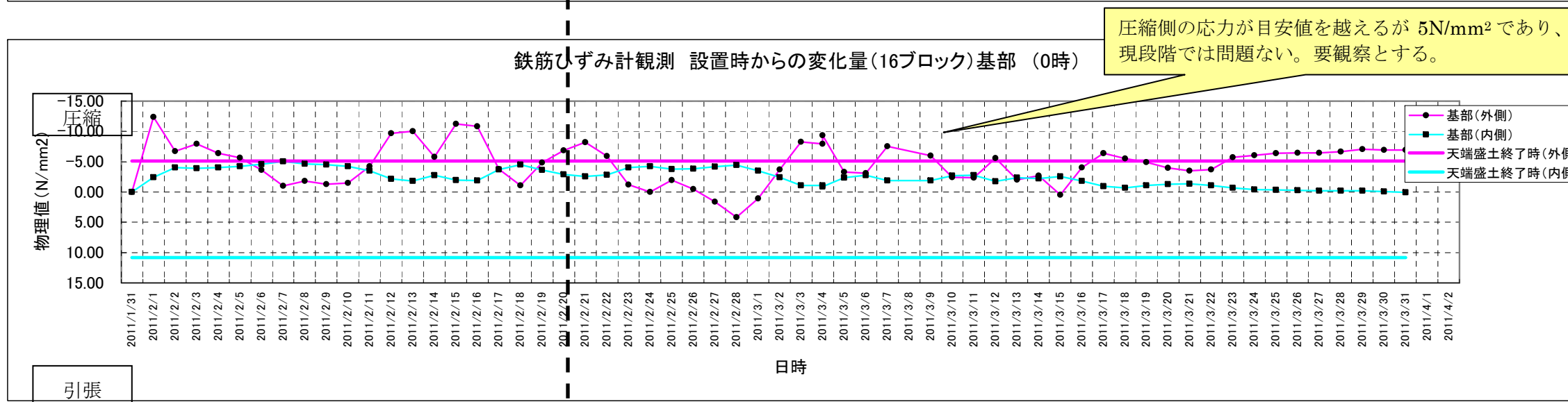
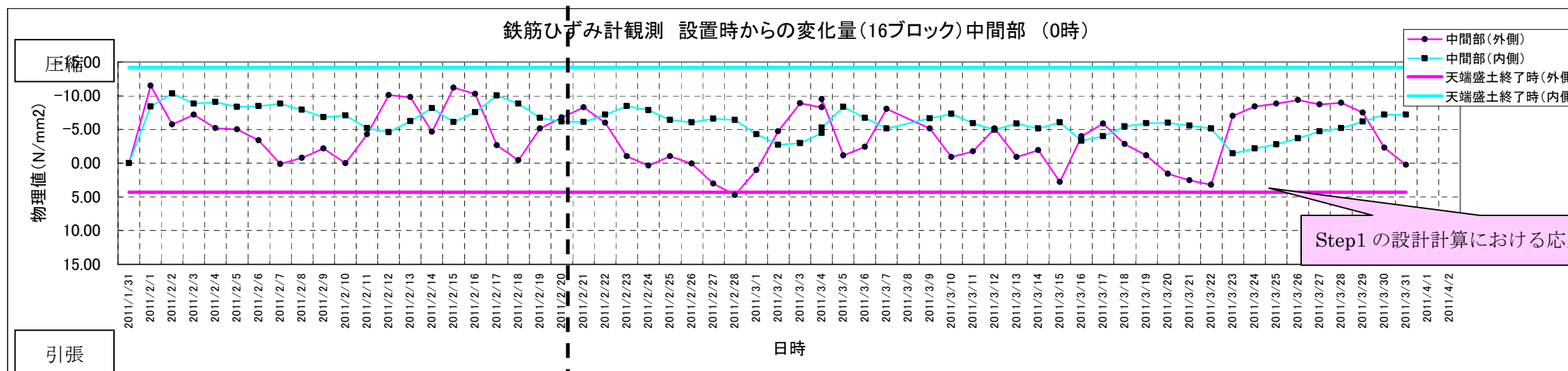
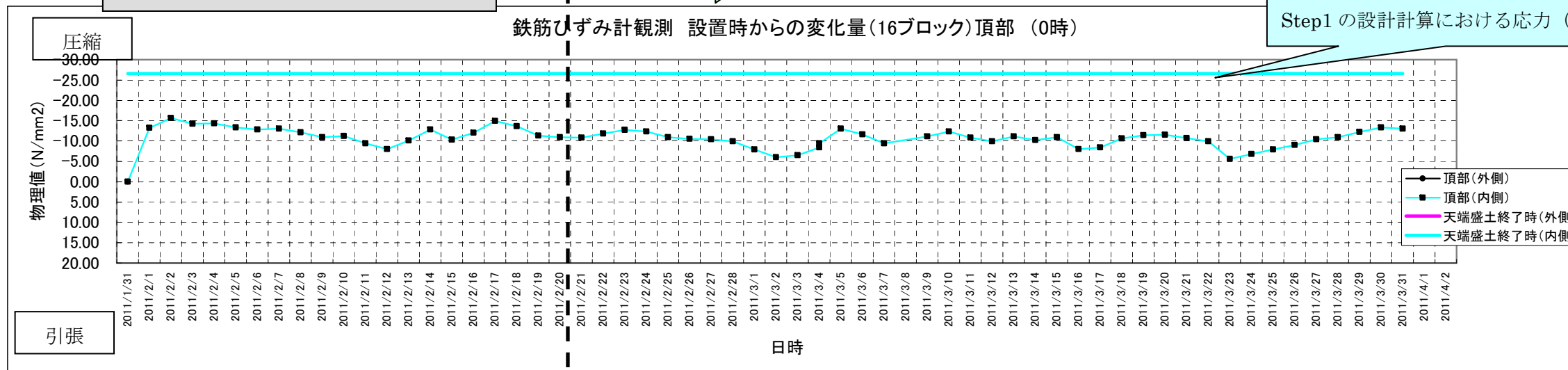


Step1 の設計計算における応力 (外側鉄筋)



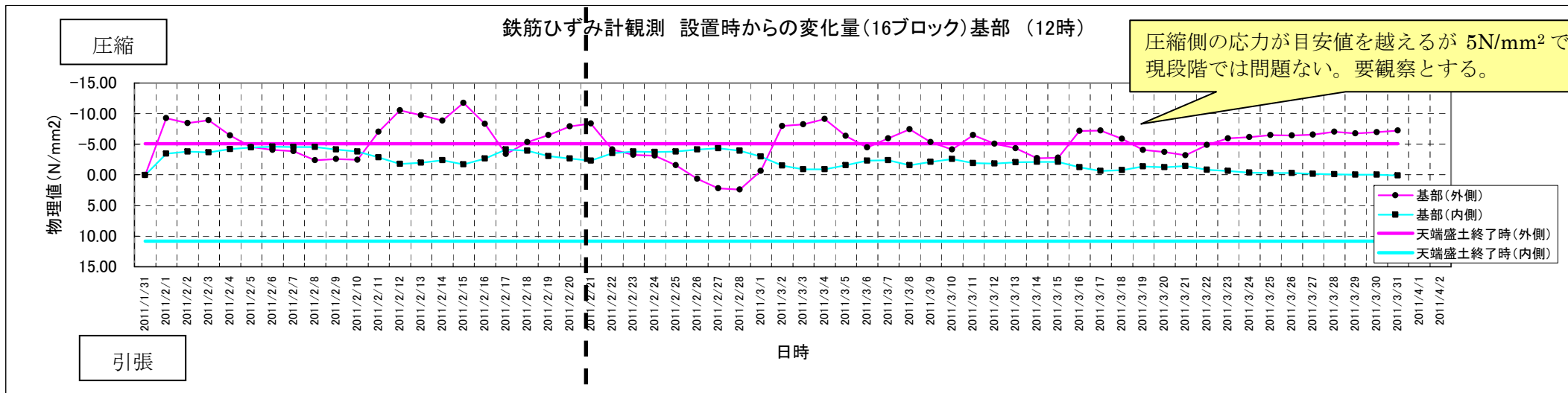
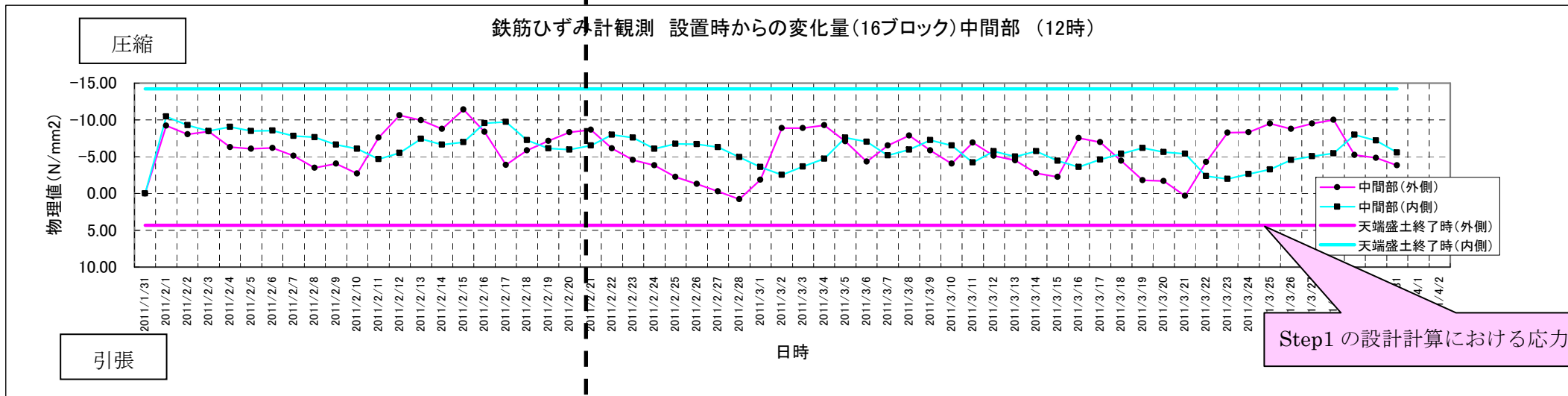
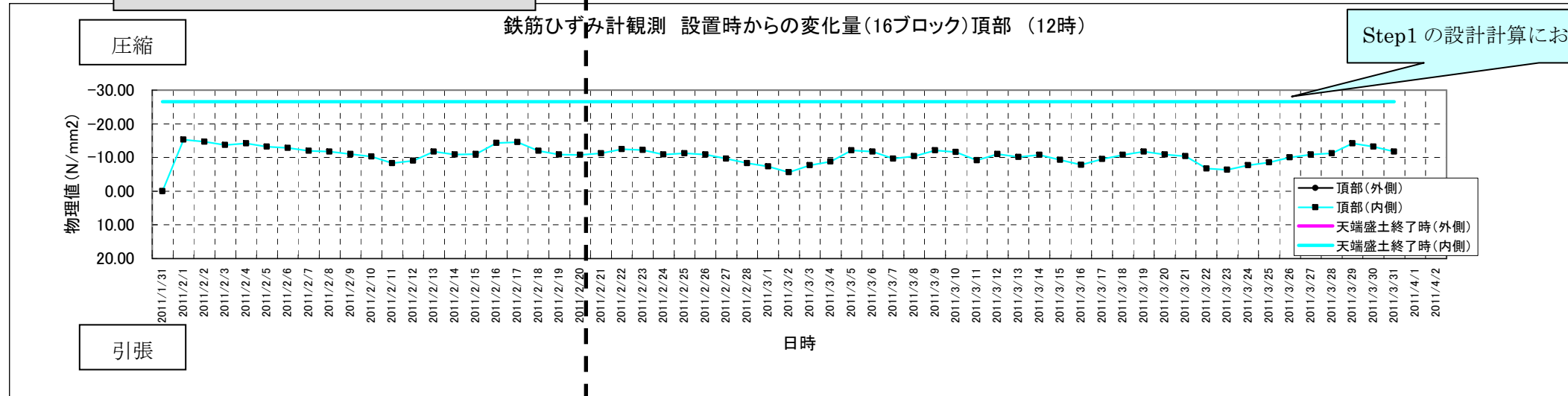
E洞16ブロックの鉄筋応力変遷グラフ
0時の計測

施工開始 2/20



E 洞 16 ブロックの鉄筋応力変遷グラフ
12 時の計測

施工開始 2/20



3.5 調査概要と結果 ② 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)	

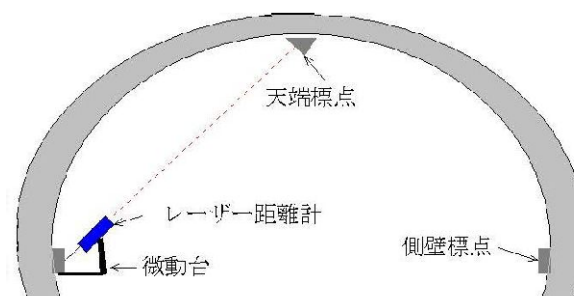
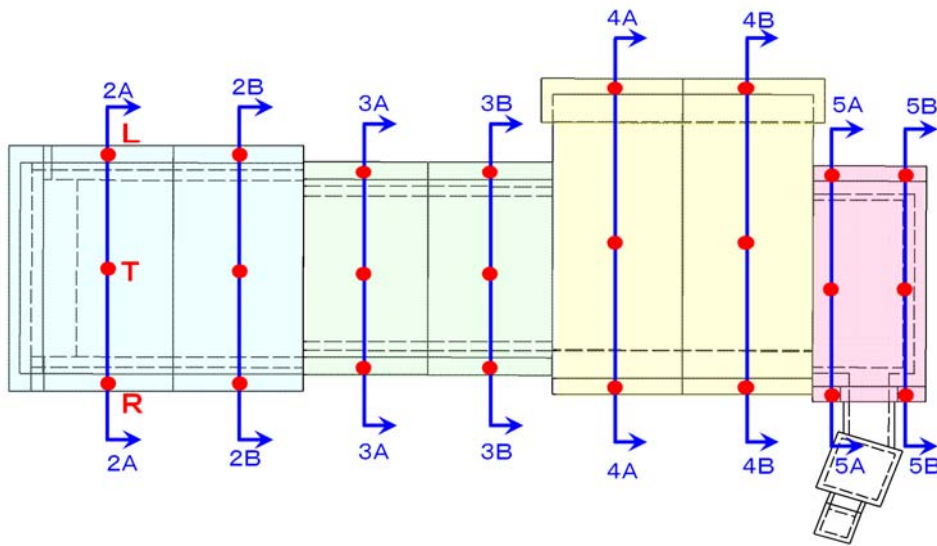


図 3.5.1 内空変位計測装置取り付け位置

(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

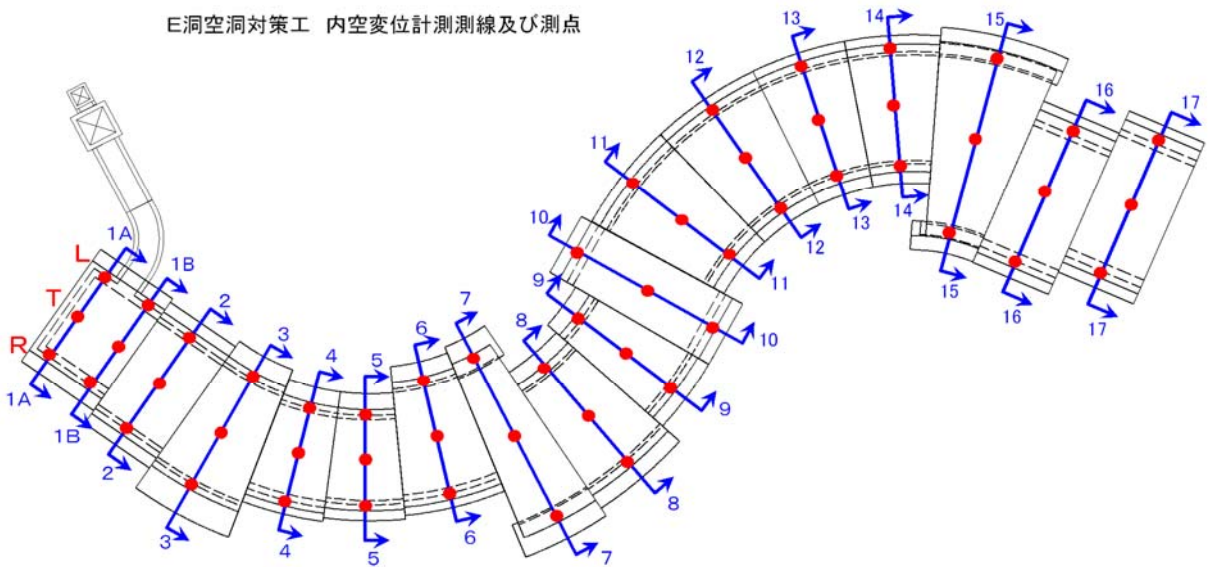


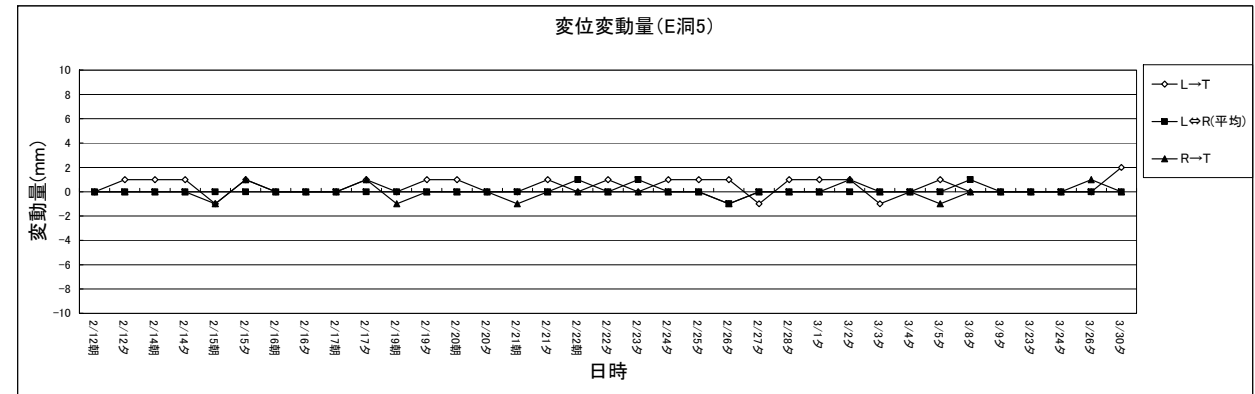
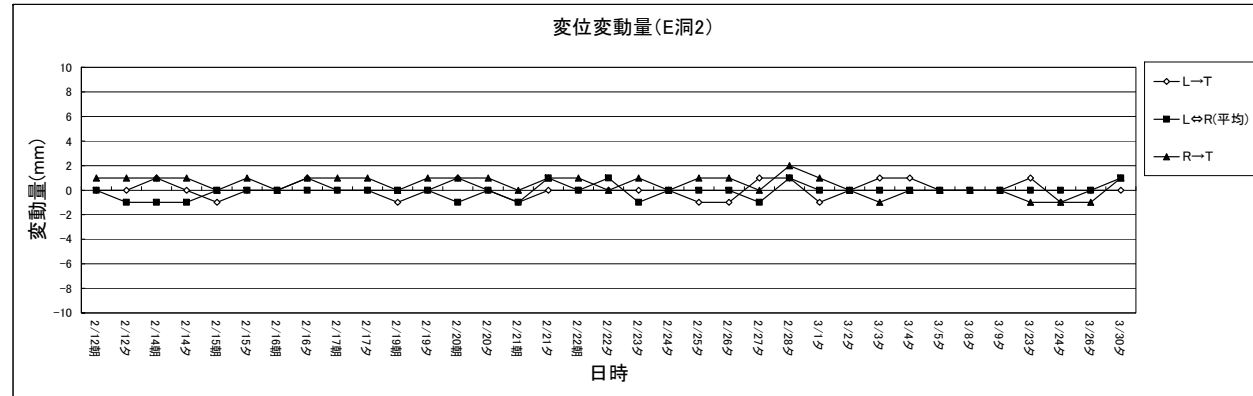
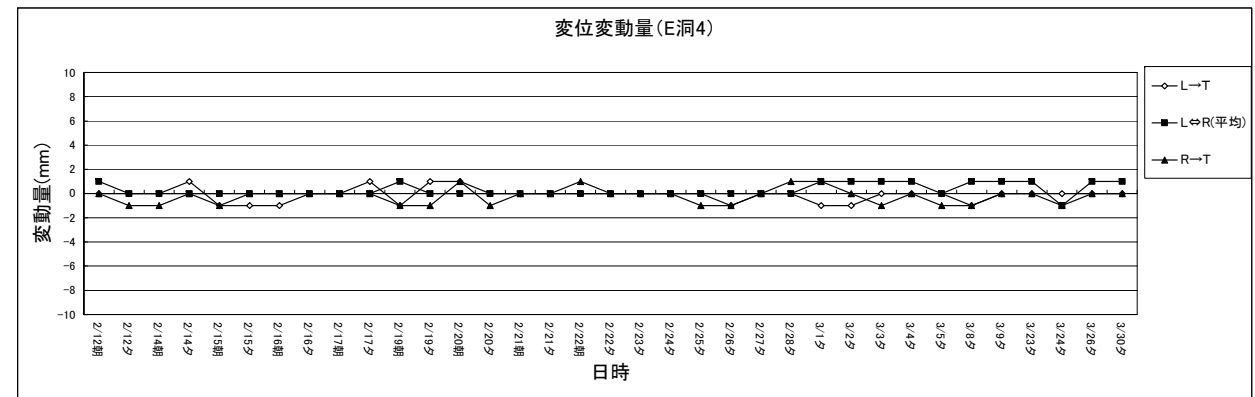
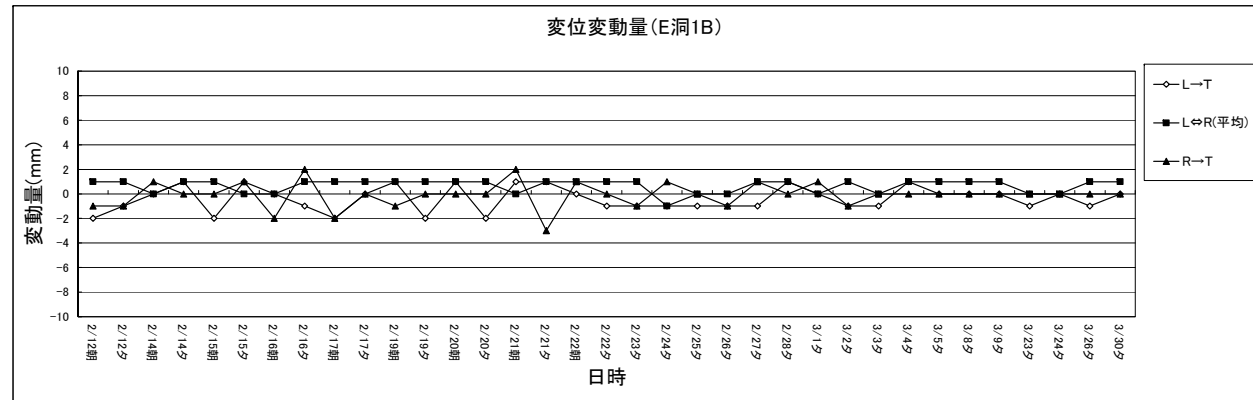
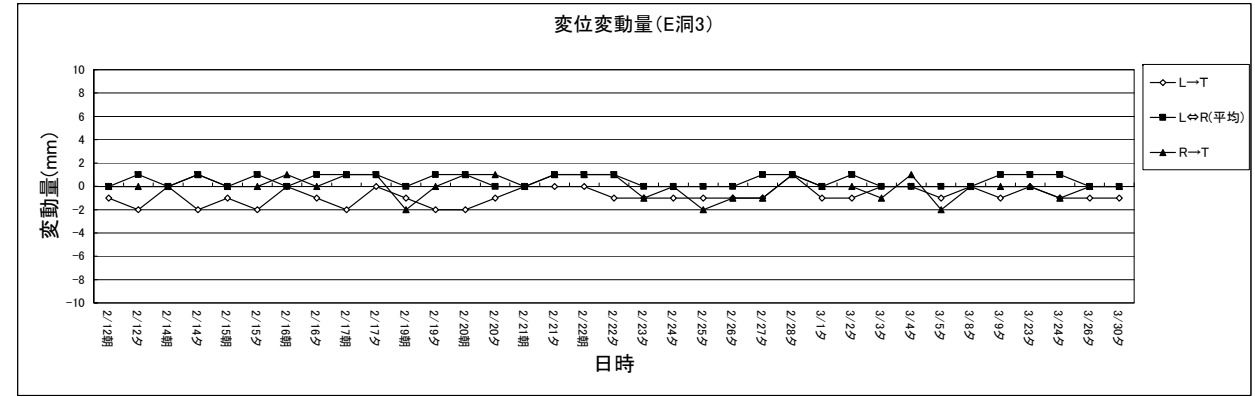
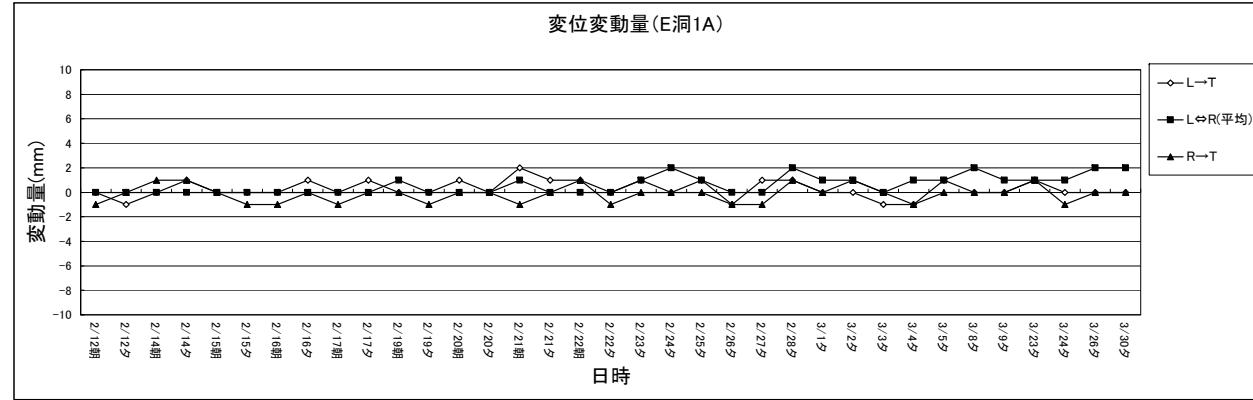
図 3.5.2 変位計取付け側線位置

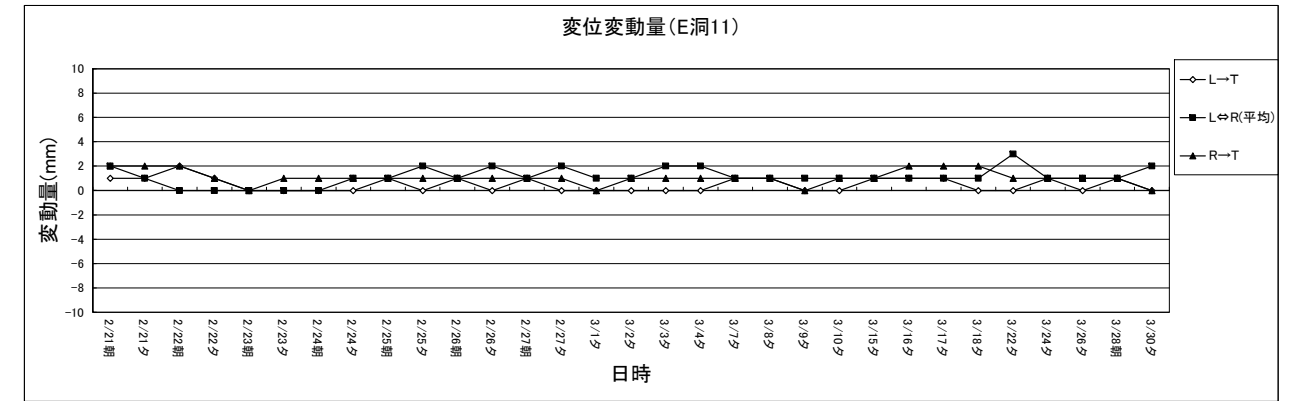
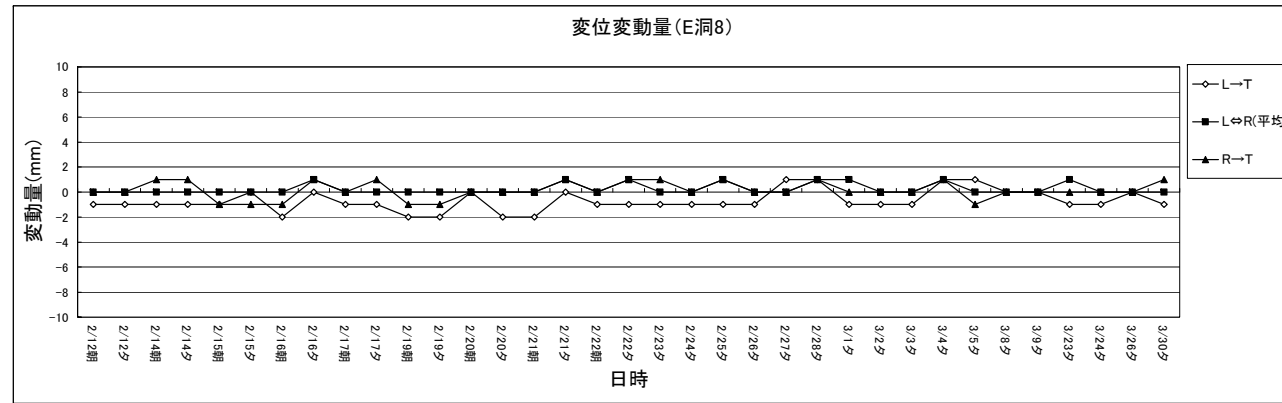
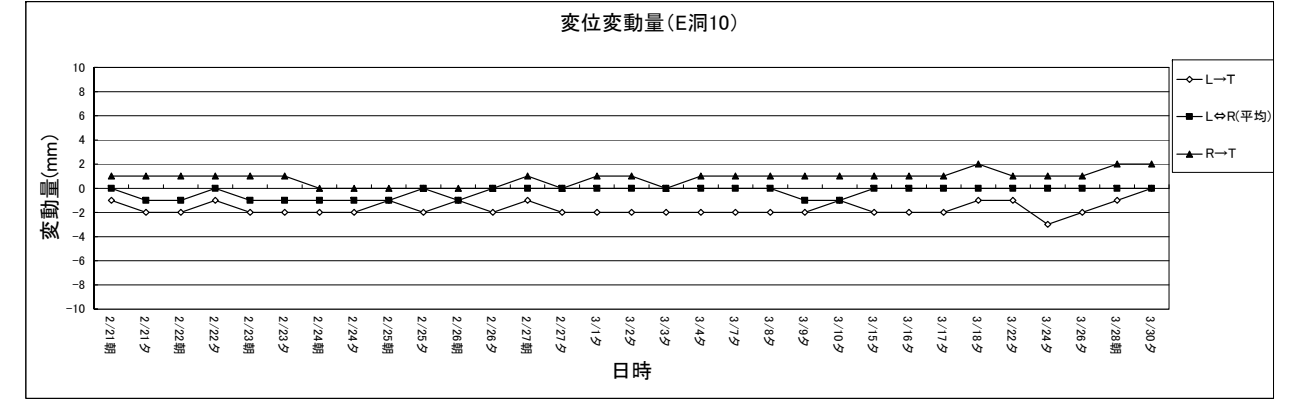
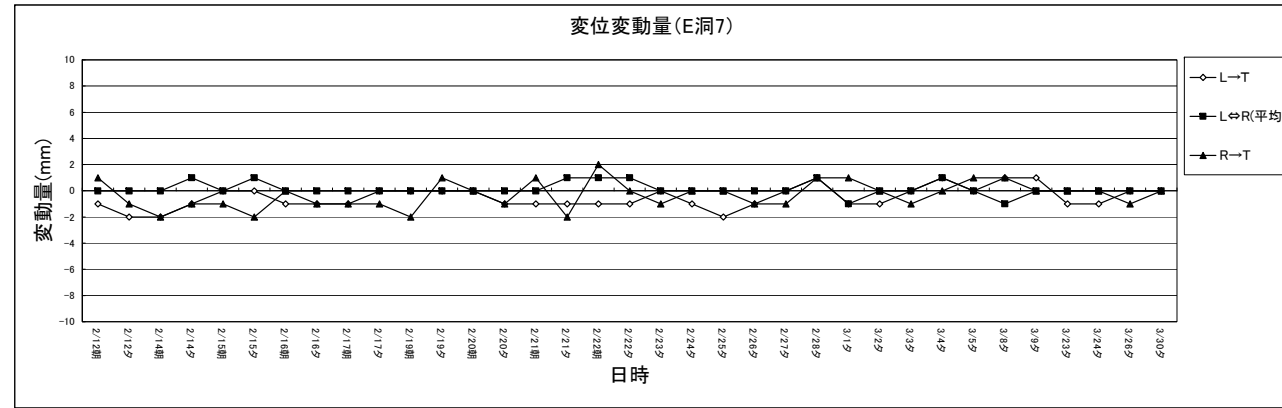
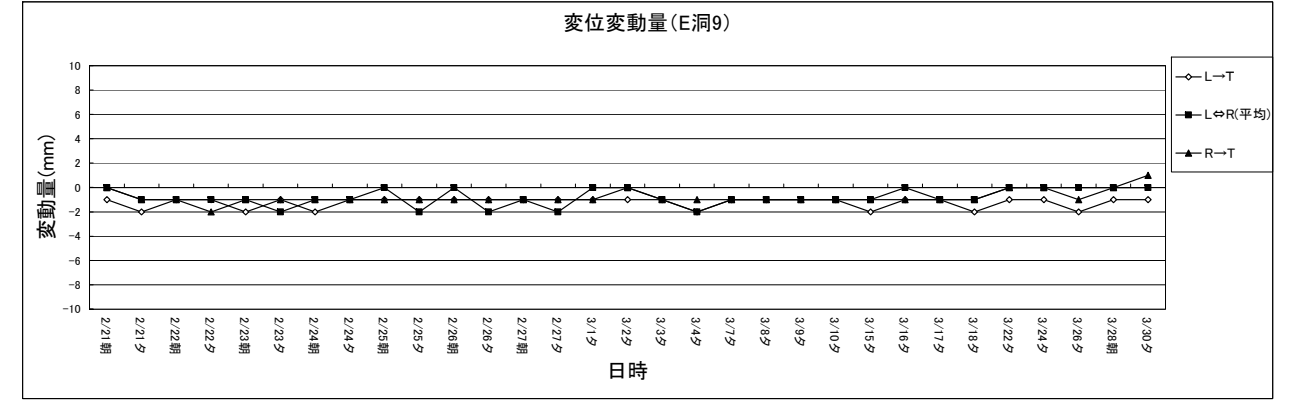
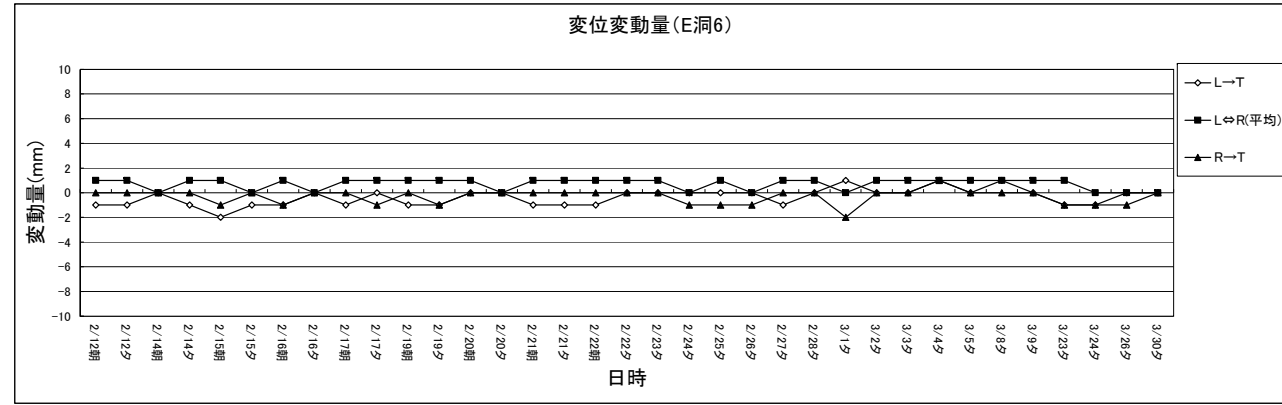
(3) 計測結果の取りまとめ方法

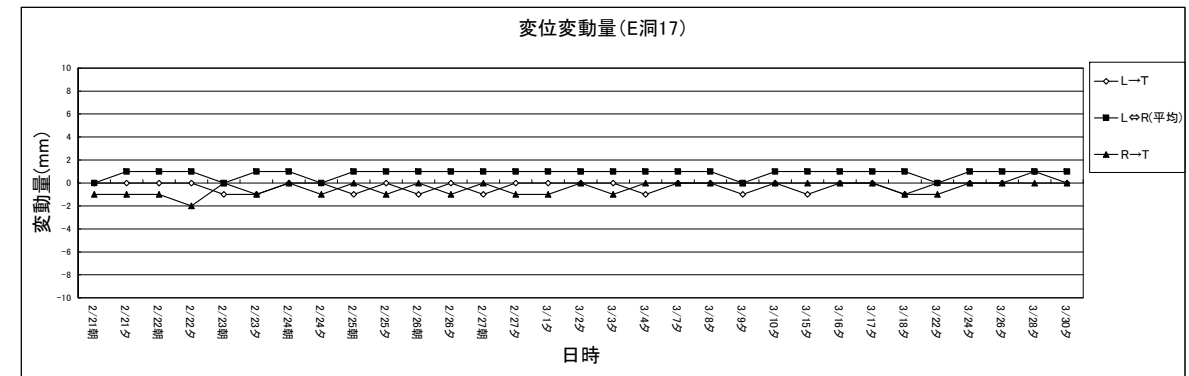
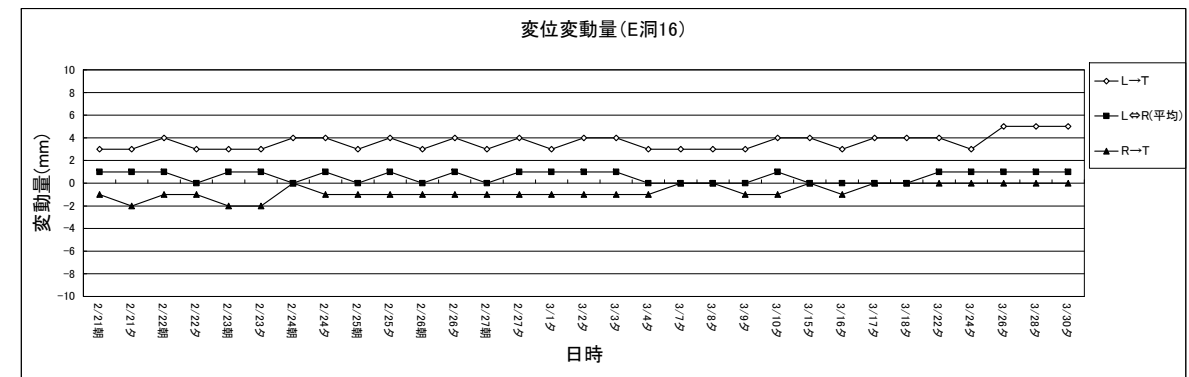
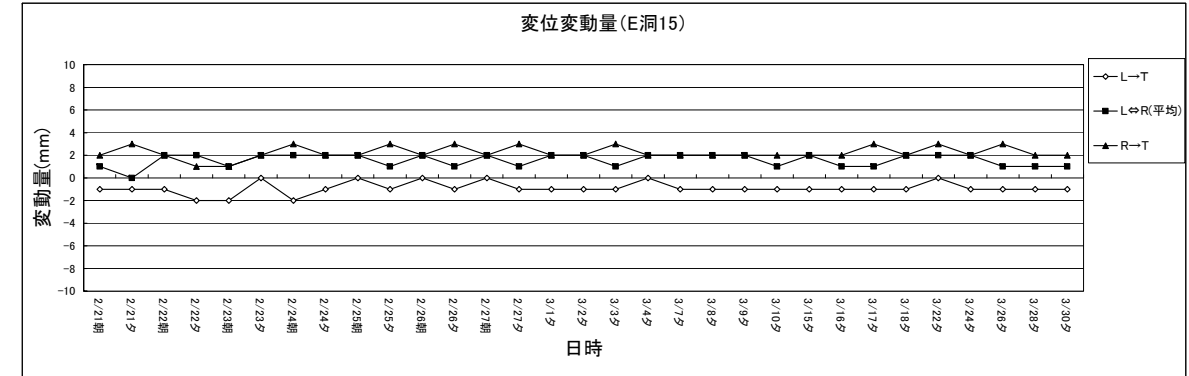
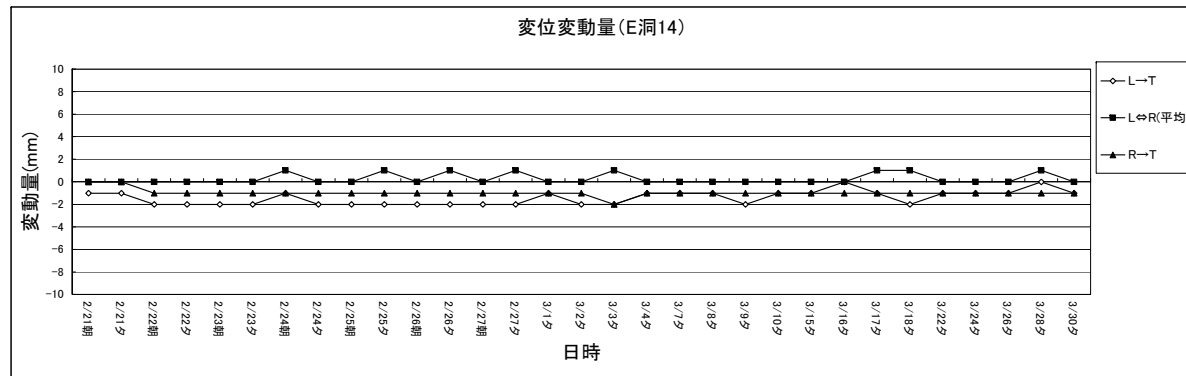
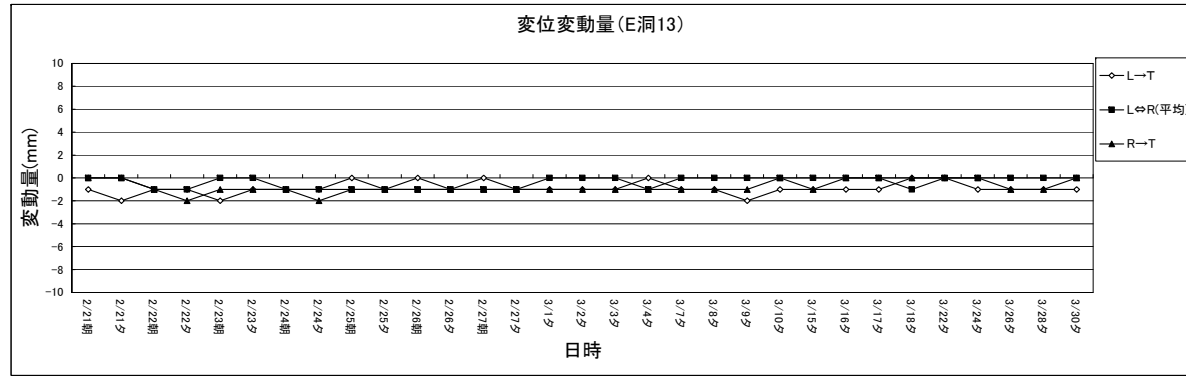
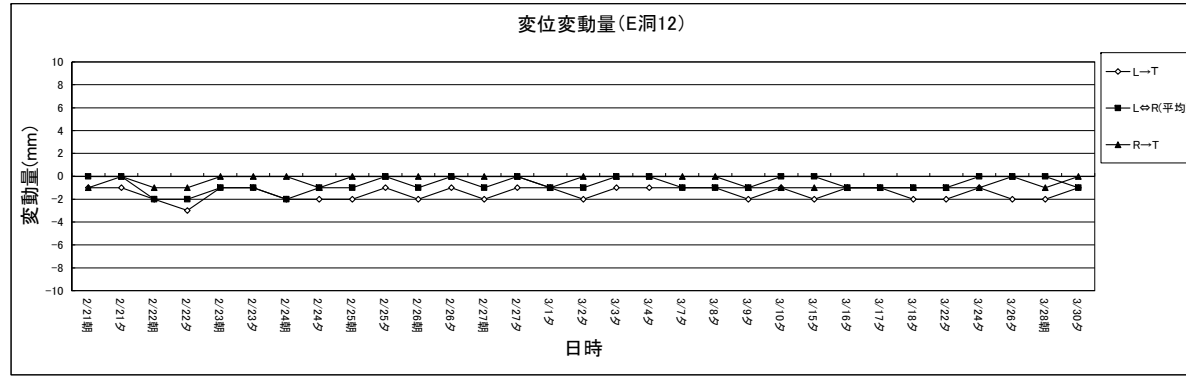
内空変位に関しても、鉄筋ひずみ同様、盛土による側圧（土圧）や盛土荷重等の変動分に関して取りまとめる。

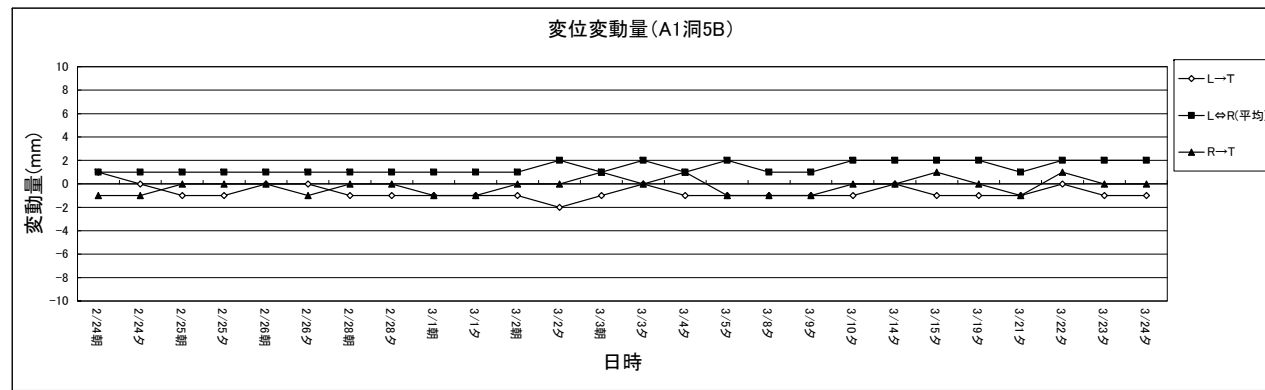
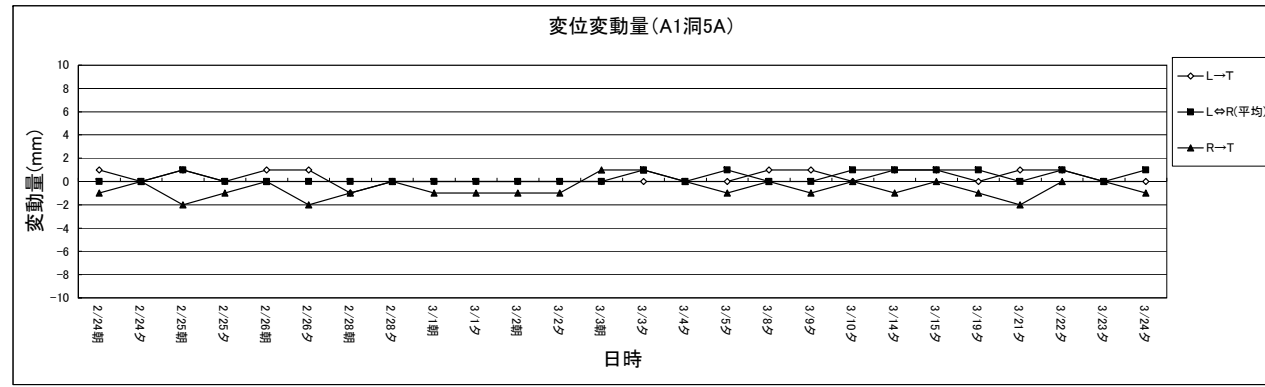
施工時に安全性の判定は、現段階では、内空変位が初期値から過大な変動を生じているかで確認を行うこととした。

(4) 実測値









第6回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

今年度（H23年度）のモニタリング調査内容について

日時：平成23年7月8日

場所：八重山支庁 2階 大会議室

目 次

1. 本年度工事の概要について 3-1
2. 本年度のモニタリング内容 3-10

1. 本年度工事の概要について

1.1 工事実施概要

平成 23 年度は、平成 22 年度に引き続き用地造成工事を行うとともに、舗装工などの工事を実施する。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。

平成 22 年度までの施工済み箇所及び平成 23 年度の施工予定箇所を図 1.1.1 に示す。また、平成 23 年度の赤土等流出防止施工設置箇所を図 1.1.2 に示す。

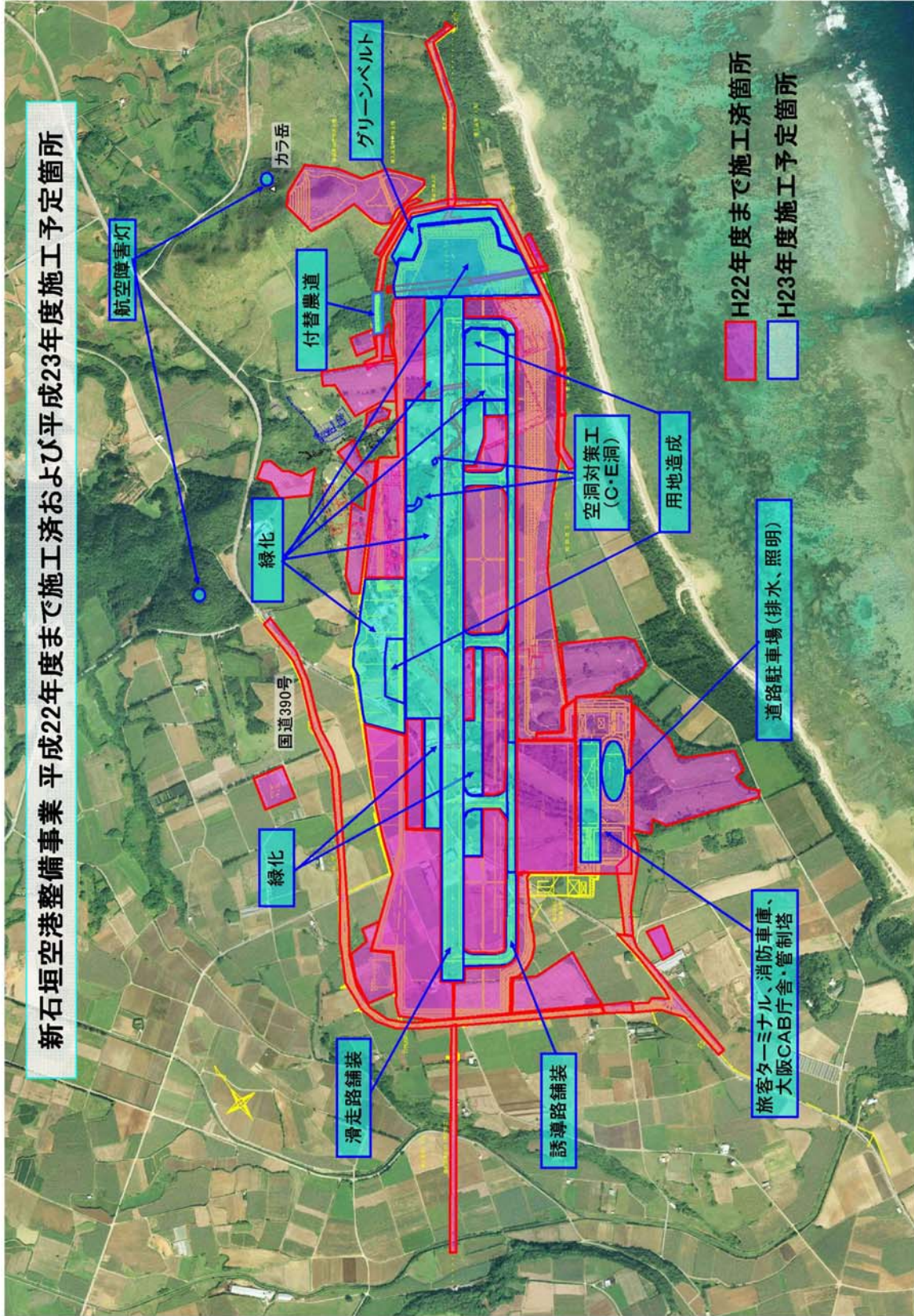


図 1. 1. 1 平成 22 年度まで施工済み及び平成 23 年度施工予定箇所

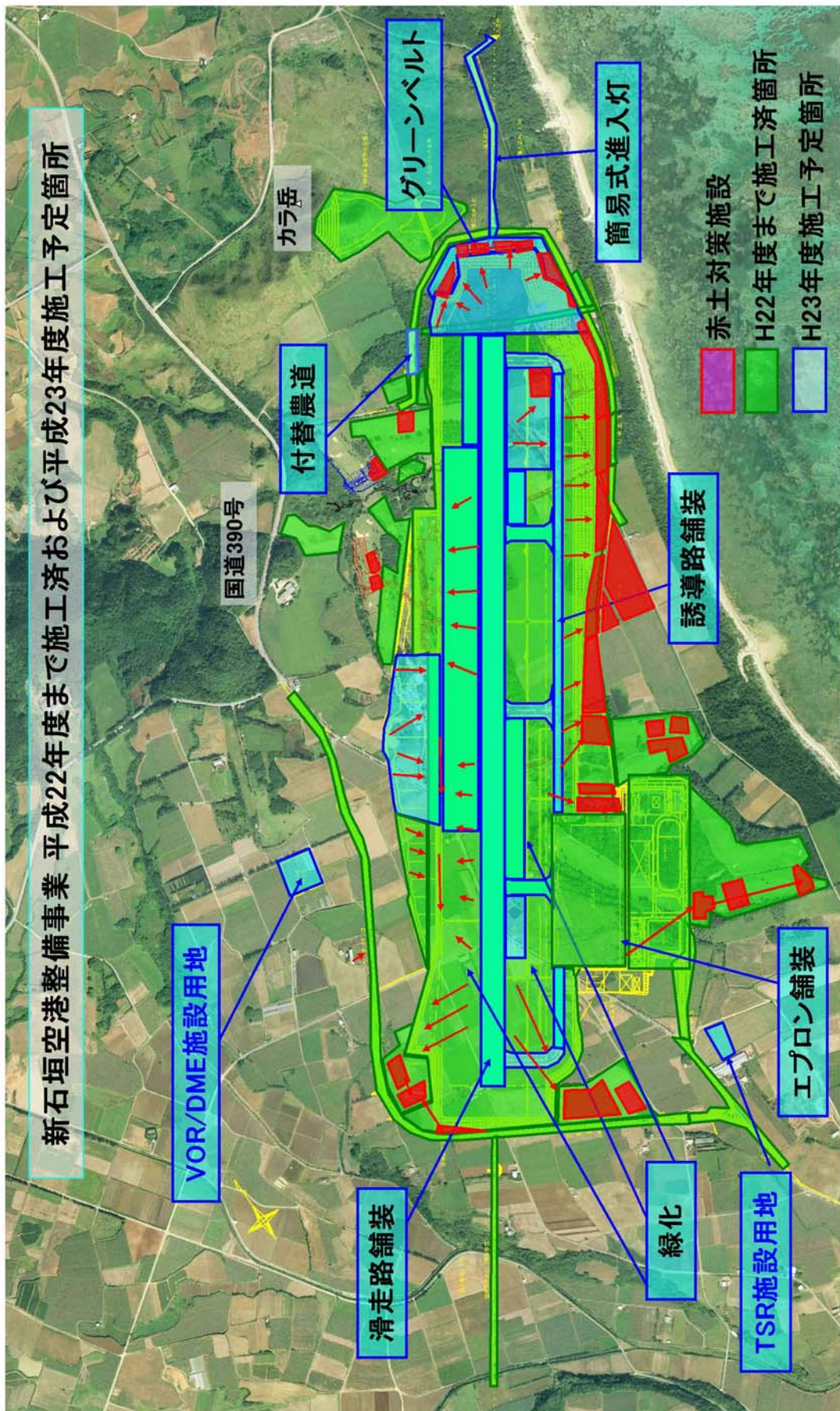


図 1.1.2 平成 23 年度赤土等流出防止施工設置箇所

1.2 工事工程

平成23年度の施工計画として想定している工事工程は表1.2.1に示すとおりである。

表 1.2.1 平成23年度施工計画

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													
照明施設													
進入・滑走路・誘導路灯火・エプロン灯・飛行場灯台													
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													
ビオトープ													
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													

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 用地造成工事

用地造成工事等の施工位置は、図1.1.1に示すとおりである。

また、用地造成工事の土工については、今年度で施工を完了する予定である。

切土については、土量約50万m³であり、その土砂を用いて行う盛土は、土量約50万m³である。施工は、最初に昨年度に設置した赤土等流出防止対策施設を引き続き使用し、今年度、施工面積に対応した施設へ拡張する。切土箇所においては、掘削機械を使用して掘削し、盛土箇所へ運搬して締固め、盛土する。

1.4 緑化

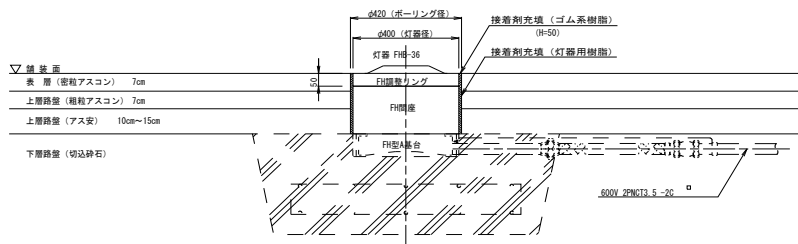
緑化については、図1.1.1に示すとおり用地造成が完了した箇所から施工を行う。法面部は主にチガヤ、平場部は、主にツルメヒバの植え付けを行う。

1.5 滑走路・誘導路

平成 23 年度の滑走路、誘導路舗装の施工は、図 1.1.1 に示すとおり、下層路盤から表層（アスファルト舗装）までを施工する。

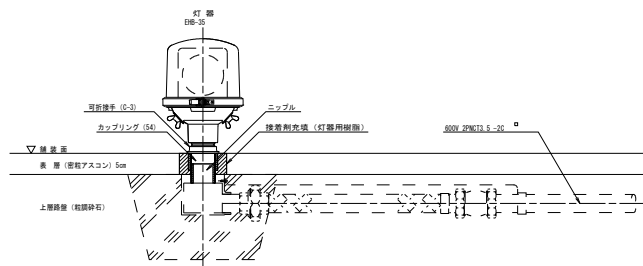
1.6 照明施設

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、飛行場灯台などを設置する。



断面図

図 1.6.1 埋込型灯器



断面図

図 1.6.2 地上型灯器

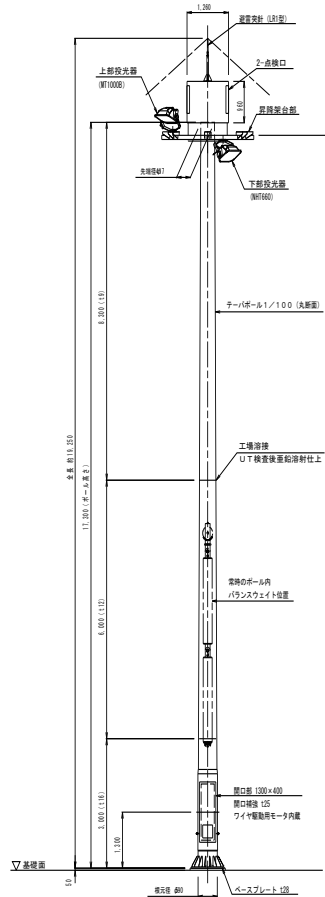


図 1.6.3 エプロン照明灯

1.7 航空障害灯

航空障害灯については、図 1.7.1 に示すとおり、水岳、カタフタ山、タキ山東、カラ岳、及び電柱 2 箇所計 6 箇所に設置する。障害灯の形状を図 1.7.2、図 1.7.3 に示す。

施工にあたっては、環境に配慮して主に人力での施工であるが、障害灯の設置箇所は山頂であるため資材搬入については、小型の仮設モノレールを設置（図 1.7.4 参照）し、工期の短縮と改変面積の低減を図りながら施工を行う。また、水岳、カタフタ山とタキ山東については、カンムリワシの繁殖期（2月～6月）を避けて施工を行う。

山頂までの管理用道路については、現状の地形に沿ってスロープや階段を設置し改変面積を最小限にする。図 1.7.5 に管理用通路の断面図を示す。

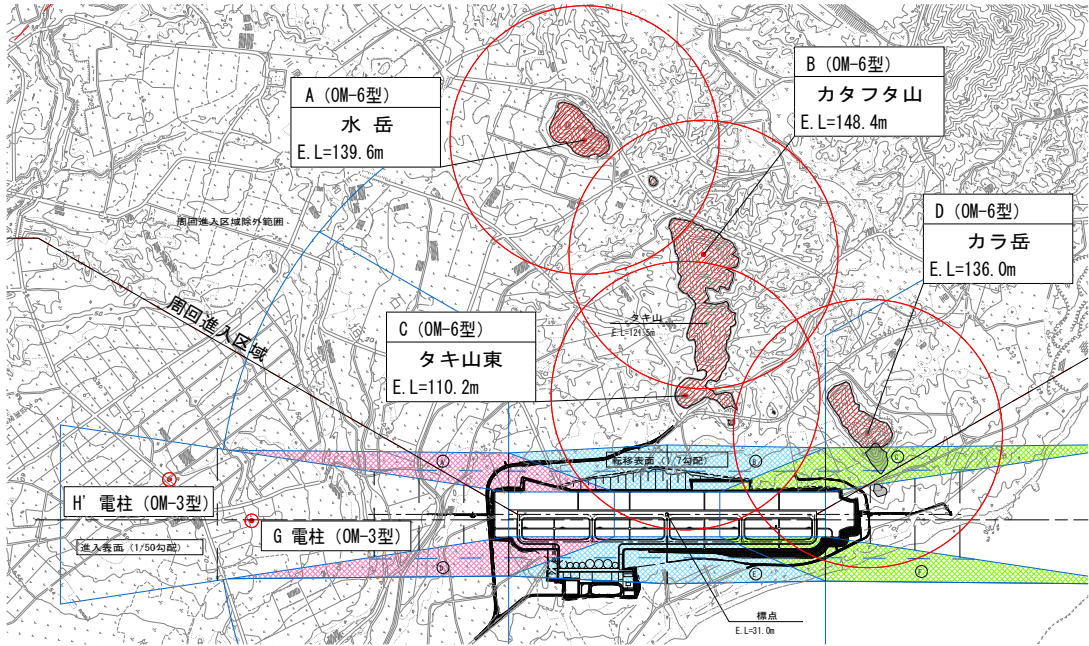


図 1.7.1 障害灯設置箇所

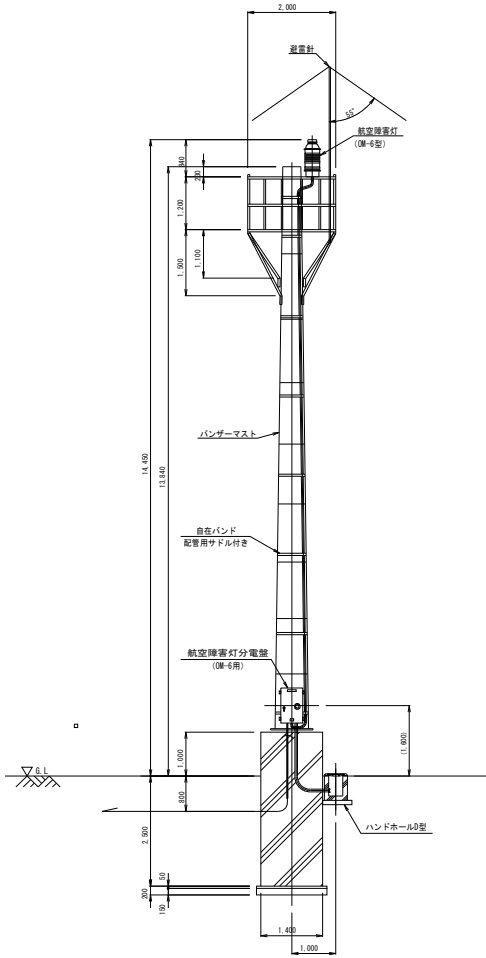


図 1.7.2 障害灯 A,B,C,D (山頂)

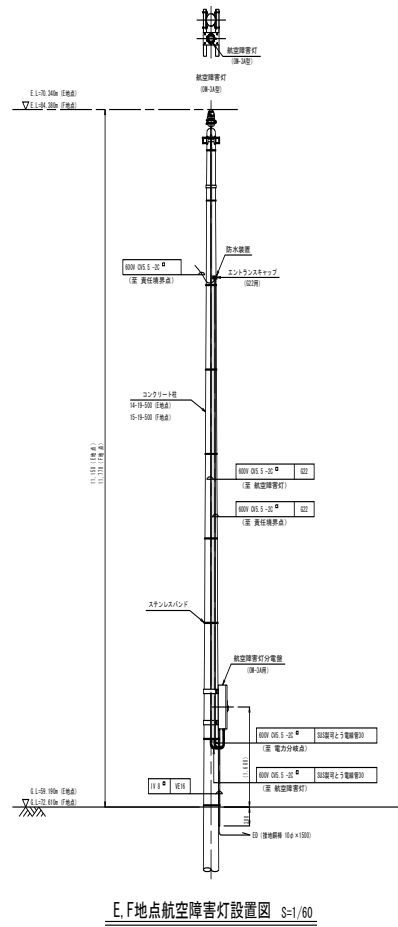


図 1.7.3 障害灯 H,G (電柱)

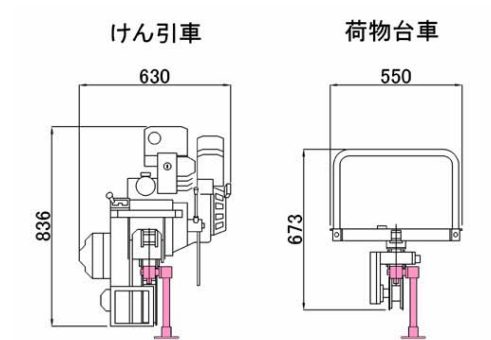


図 1.7.4 仮設モノレール（山頂用）

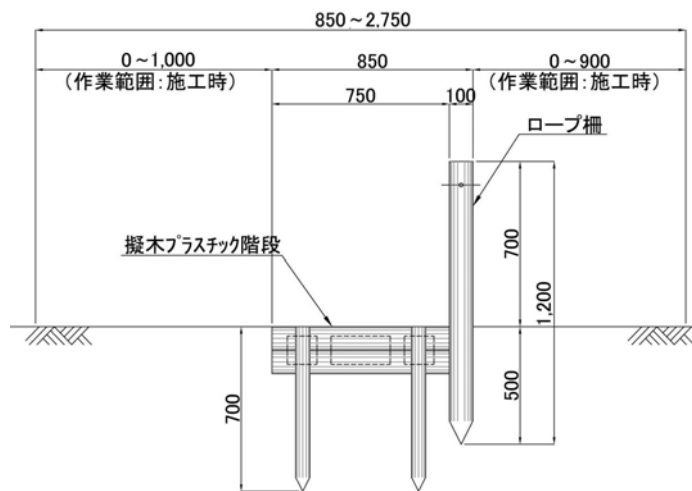


図 1.7.5 管理用道路断面図

1.8 付替農道

施工位置は、図 1.1.1 に示すとおりである。付替農道の断面図を図 1.8.1 に示す。

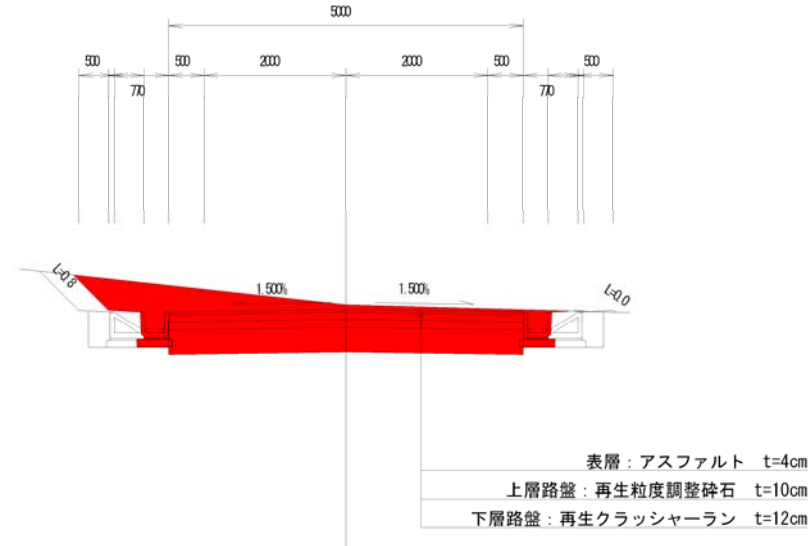


図 1.8.1 付替農道断面図

1.9 道路駐車場

施工位置は、図 1.1.1 に示すとおりである。平成 23 年度は、主に排水工の施工を行う。

1.10 C・E 洞保全対策

平成 23 年度は、昨年度に引き続き施工を行う。施工内容は、昨年度と同じ。

1.11 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 1.1.1 に示すとおりである。

1.12 VOR/DME・TSR 施設

VOR/DME・TSR 施設とも、平成 23 年度は、用地造成を行うとともに、TSR 施設の局舎建築の工事を実施する（図 1.1.1 参照）。

1.13 旅客ターミナルビル、消防車庫、大阪航空局庁舎・管制塔

平成 23 年度は、ターミナルビル、消防車庫、大阪 C A B 庁舎・管制塔の庁舎建設を行う（図 1.1.1 参照）。

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
	14B-3	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
	14B-3	硫酸イオン	JIS K 0102 41.3 イオンクロマトグラフ法
	14B-3	重炭酸イオン	JIS K 0101 25 備考2による
	B-23	電気伝導度	電気伝導計による方法
	B-23	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
	18B-1	アンモニウム性窒素	JIS K 0102 42.1 イントフェノール青吸光光度法
	18B-1	全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウム還元法
	18B-1	リン酸イオン	JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青法
	18B-1	全リン	JIS K 0102 46.3 ペルオキシ二硫酸カルウム分解法
	18B-1	溶解性鉄	JIS K 0102 3.1.4(2), 57.1 フェナントリン吸光光度法
	18B-1	けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
	18B-1	濁度	JIS K 0101 9.4 積分球式測定法
18B-1	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ルウムによる酸素消費量
		全窒素	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウム還元法
	L-1	全リン	JIS K 0102 46.3 ペルオキシ二硫酸カルウム分解法
	L-2	塩分	サリノメーターによる方法
	L-3	けい酸	JIS K 0101 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
	L-4	硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2 銅・カドミウム還元・ナフチルジアミン吸光光度法
	L-5	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
	L-5	SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法
浸透ソール	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、過年度より観測を実施している白保側の R-1 とカラ岳頂上付近に設置されている R-2 の 2 箇所において自記雨量計により継続観測を行う。なお、観測地点の選定に関しては、工事期間中も同一地点で観測できるよう配置されている。

- 観測地点 : R-1、R-2

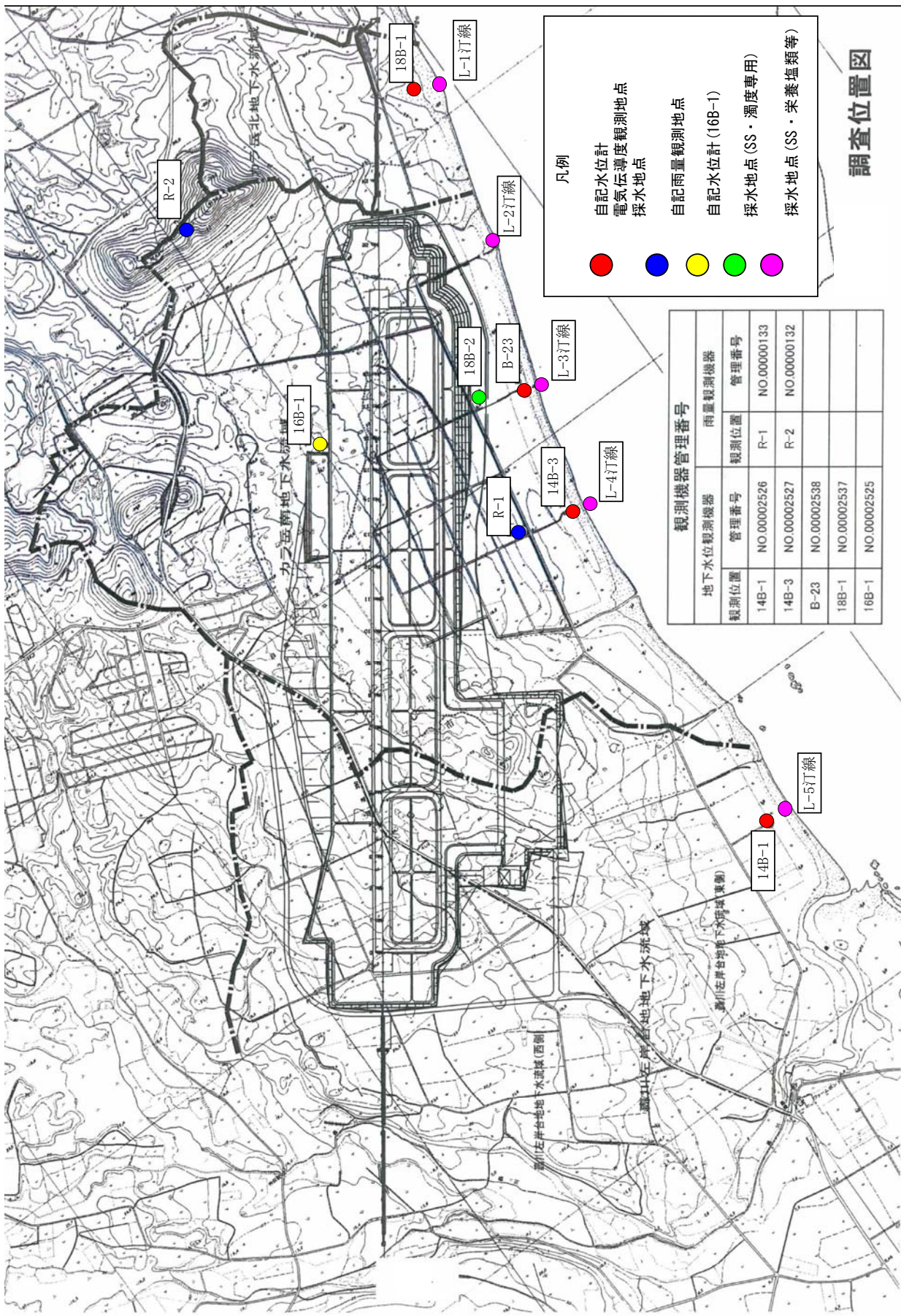


図 2.1.1 調査位置図

2.2 空洞対策工（A1・E洞）モニタリング

前年度設置された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データをもとに、今年度の対策工モニタリングを行なう。

(1)モニタリング調査の目的

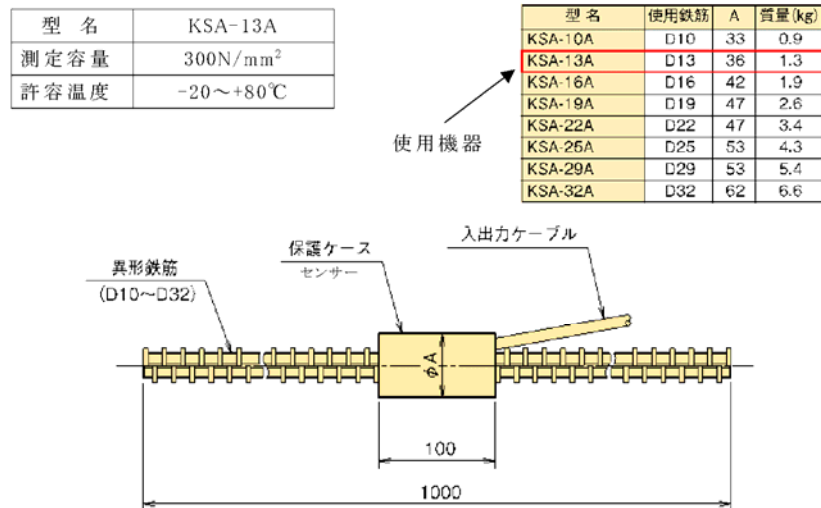
空洞対策工は、トンネル（アーチ）構造であるが全体的な形状が複雑であり、また滑走路及び着陸体の下に位置していることから、非常に重要度の高い施設となる。

このため、対策工に発生する応力状況を把握することを目的に、躯体応力度を随時計測するための計測器（鉄筋計、変位計）を設置しモニタリングを行うこととしている。

(2)鉄筋ひずみ計及び変位計の設置

1)鉄筋ひずみ計

設置する鉄筋ひずみ計及び設置位置、設置箇所を以下に示す。



※センサーの両端に接続されている使用鉄筋の径は、対象躯体の鉄筋に圧接を行う際に選定するものであり、添筋法を用いる場合は、一般的な D13 の径を用いて躯体主筋に設置を行う。

図 2.2.1 設置器機（鉄筋計）

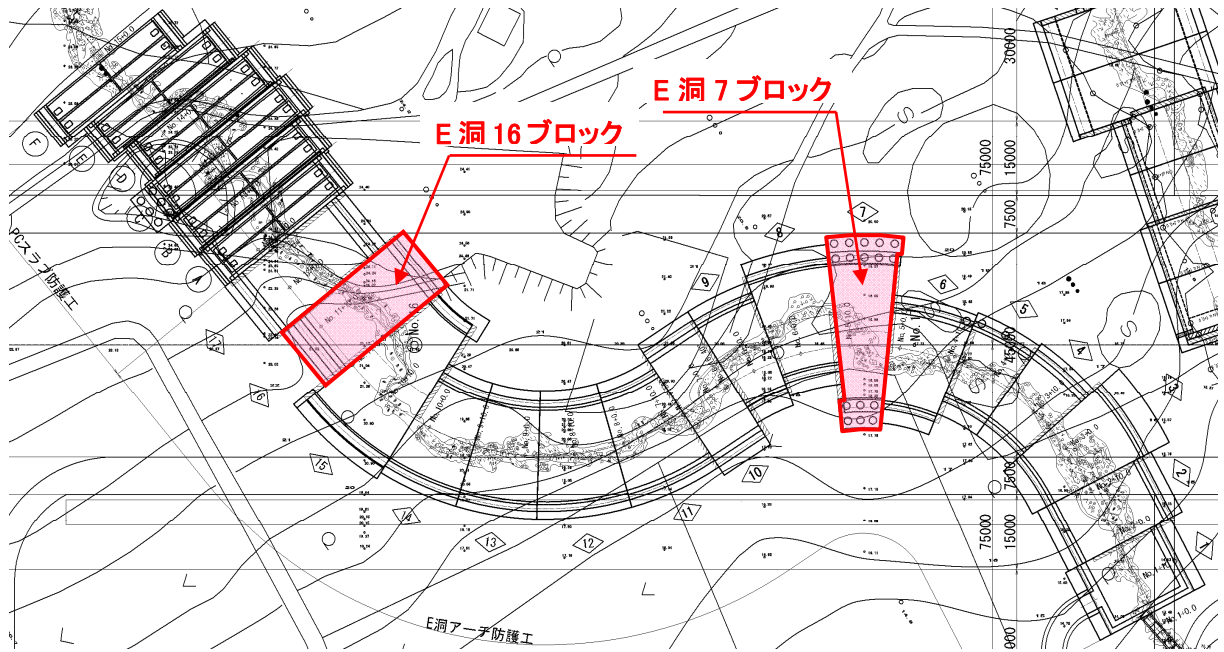


図 2.2.2 取付けブロック位置

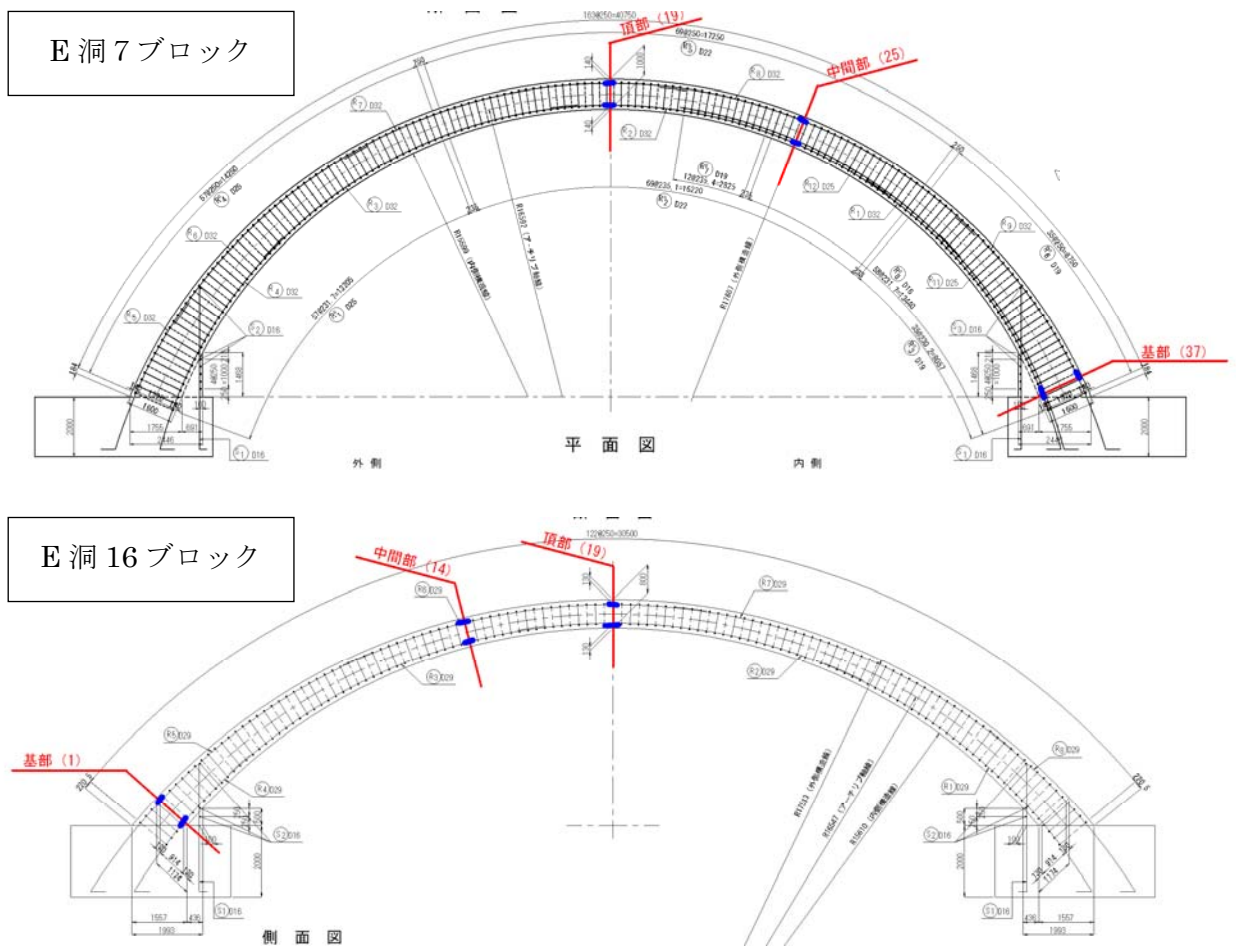


図 2.2.3 取付け箇所

鉄筋計は、各ブロックとも頂部、中間部、基部の内側、外側の計 6 箇所設置されている。2 ブロックで合計 12 箇所の設置としている。

2)内空変位計

設置する内空計測装置、取付け位置、側線箇所を以下に示す。変位計測は、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 2.2.1 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)	

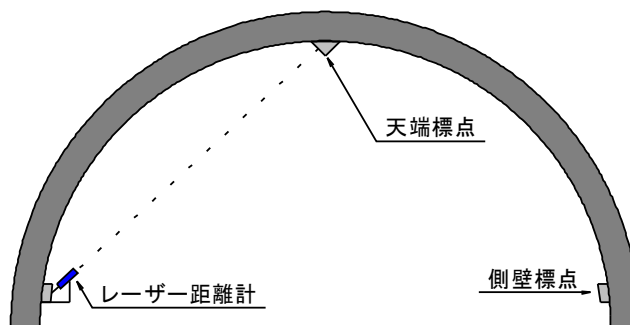
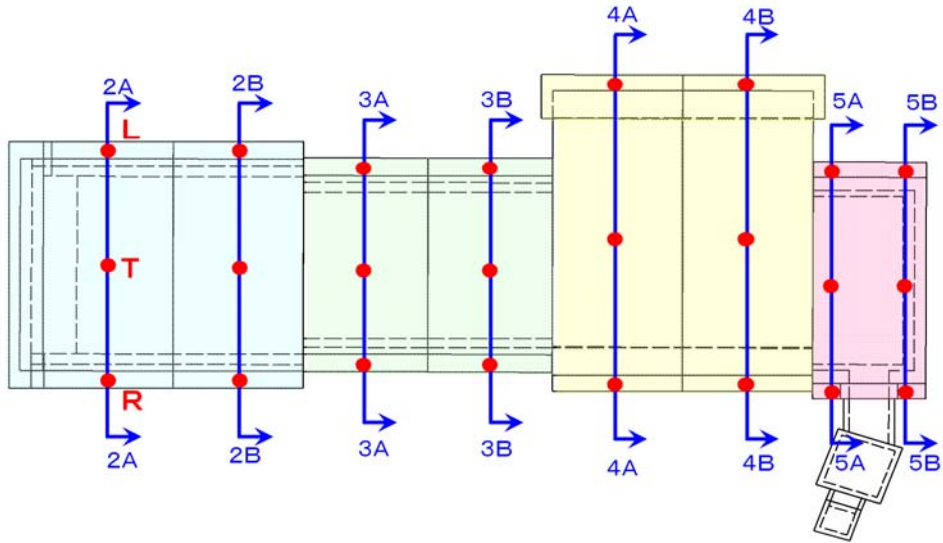


図 2.2.4 内空変位計測装置取付け位置

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

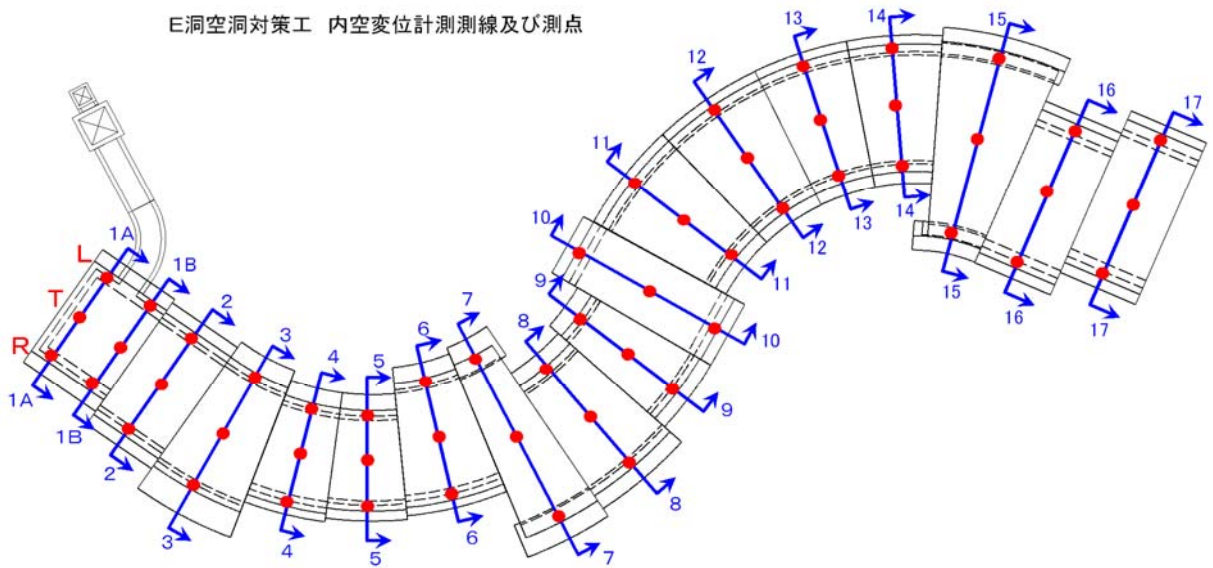


図 2.2.5 変位計取付け側線位置

(3)空洞対策工のモニタリング

1)鉄筋ひずみ計及び変位計のデータ取得

鉄筋ひずみデータ及び2点間変位データの取得は、以下の施工段階での値とし、ひずみの変化状態（応力の変化状態）、変位の変化状態（距離の変化状態）を把握する。

表 2.2.2 取得ステップの概念

STEP	取得段階	備考
1	盛土工事前（1週間程度）	初期応力の把握
2	盛土工事① （盛土開始～アーチ天端まで盛土）	静止土圧作用時応力の把握
3	盛土工事② （盛土アーチ天端～計画面より2.5m下面*）	盛土完了時応力の把握
4	盛土工事③ （計画面より2.5m下面*～終了）	舗装完了時（完成時）の応力の把握

※、計画面より2.5m下面高さは、当初計画時の路床下面に相当する。

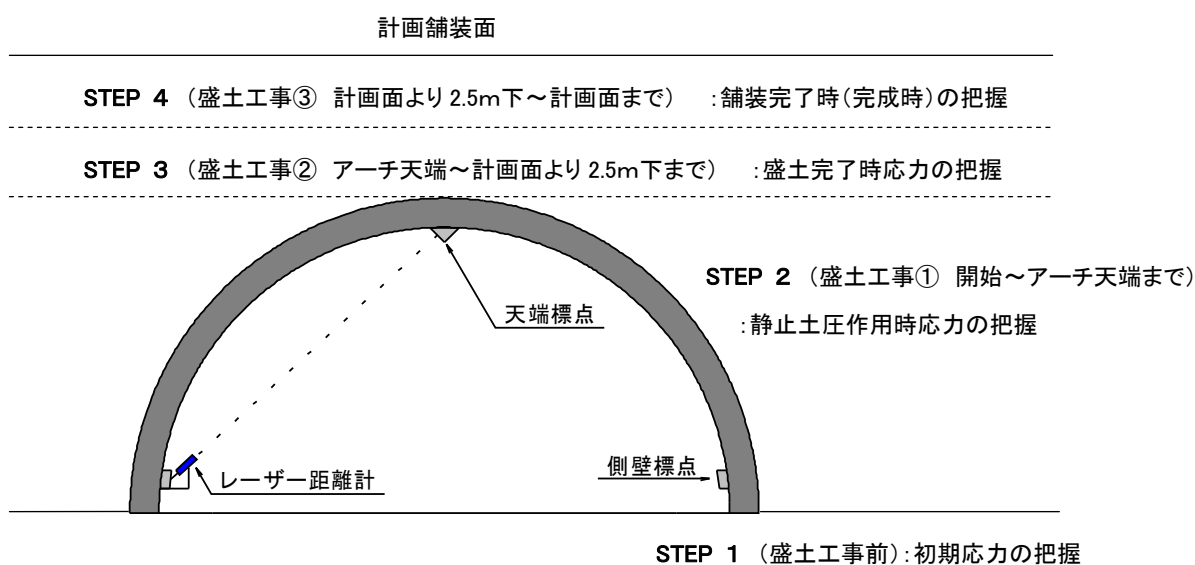


図 2.2.6 計測データの取得段階

- ・ 鉄筋ひずみデータの取得は、自動計測（1時間毎）による。
- ・ 内空変位（2点間変位データ）は現地での手動計測（施工時は1回/日程度）による。
- ・ 鉄筋応力及び2点間距離に影響を与える要素として、温度変化による躯体の収縮膨張が考えられることから、その変動影響が最も大きい初期段階において、影響量を把握する。

2)データの整理

データ整理は、鉄筋応力及び変位計測における2点間距離の施工段階における経時的な変化をグラフに整理する。

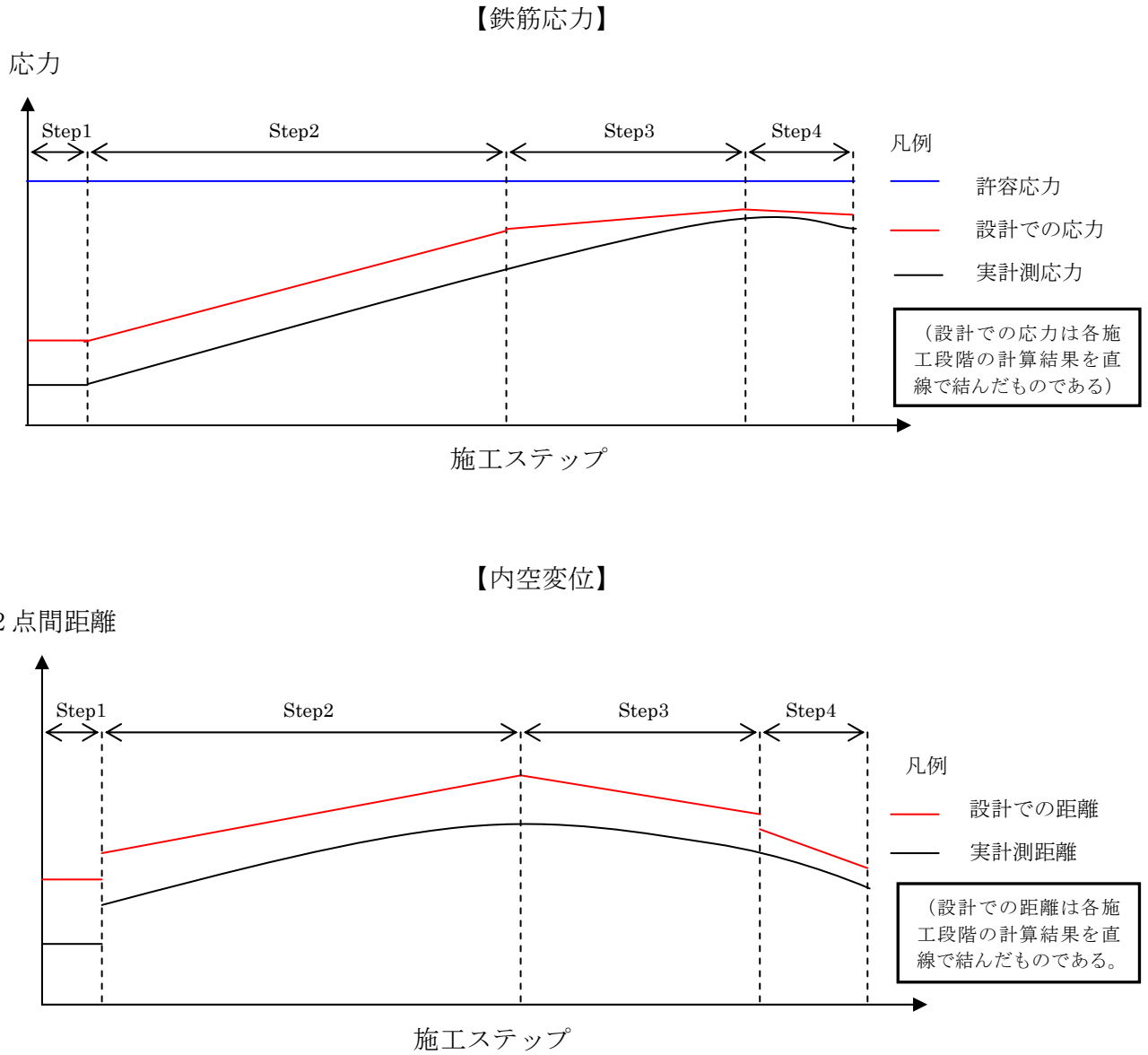


図 2.2.7 データ整理のイメージ