

第3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20年6月30日（月）
（現地視察）10：00～12：00
（委員会） 13：30～16：00
場所：八重山支庁 2階 大会議室

1. 開 会

2. 事業者挨拶

3. 議 題

- 1) 第2回 建設工法モニタリング委員会の議事録確認
- 2) 第2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) H19年度モニタリング調査報告について
 - 1. 平成19年度の施工実績
 - 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. 赤土流出防止対策の状況について
- 4) 空洞対策について
 - 1. C1洞窟の保全対策について
 - 2. A1洞とE洞の空洞対策工について
- 5) 今年度（H20年度）のモニタリング調査内容について
 - 1. 本年度工事の概要について
 - 2. 本年度のモニタリング内容

4. その他

第3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2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
資料-2	H19年度モニタリング調査報告について <ol style="list-style-type: none">1. 平成19年度の施工実績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. 赤土流出対策の状況について
資料-3	空洞対策について <ol style="list-style-type: none">1. C1洞窟の保全対策について2. A1洞とE洞の空洞対策工について
資料-4	今年度（H20年度）のモニタリング調査内容について <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内容

第3回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

第2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20年6月30日
場所：八重山支庁 2階 大会議室

1. 水質分析項目についての説明

水質に関する分析は、一般項目の他、地下水主要成分、富栄養塩類に関する変化をモニタリングする目的で以下の項目について実施している。

表-1 水質分析項目及び水質基準等

分析項目	説明	水質基準	水質基準	水質基準
		水道法	農業・水稲	水産・海域
水素イオン濃度 pH	0から14の数値で表され、PH7が中性、7から小さくなるほど酸性が強くなり、7より大きくなるほどアルカリ性が強くなる。一般に海水は8.2、河川水は7前後である。	5.8～ 8.6以下	6.0～ 7.5以下	7.8～ 8.4以下
浮遊物質量 mg/l	水の濁りの程度を表す指標である。「沖縄県赤土等流出防止条例」では排出基準は200ppm以下であるが、新石垣空港建設工事では25ppm以下と厳しく設定している。		100mg/l以下	6mg/l以下
濁度 度	SS同様、水の濁りの程度を表す指標である。濁水が海域に多量に流出し、堆積が著しくなるとサンゴ礁の海域環境等に大きな影響を与えていることが指摘されている。	2度以下		
溶解性鉄 mg/l	鉄は自然界に多く存在し、生物にとって重要な栄養素の一つである。自然水中の濃度では毒性に問題はないが、富栄養化現象の中で藻類の発生を促進する働きがある。高濃度では異臭味がある。	0.3mg/L 以下		
アンモニウム性窒素 mg/l	し尿や家庭下水中の有機物の分解や肥料などに起因する。通常の浄水処理の水源では0.1mg/l以下、高度な処理でも0.5mg/l以下が望ましい。			
アンモニウムイオン mg/l	アンモニウム性窒素の大部分はアンモニウムイオンとして存在する			
亜硝酸性窒素 mg/l	窒素肥料、腐敗した動植物、生活排水、下水などの混入によって、河川水や地下水などで検出される。高濃度に含まれると幼児にメトヘモグロビン血症（チアノーゼ症）を起こすことがある。	両者合わせて 10mg/L以下		
硝酸性窒素 mg/l	水、土壌中でアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素に変化する。			
硝酸イオン mg/l	硝酸性窒素は水中では硝酸イオンとして存在している。			
全窒素 mg/l	水中の窒素の総量を示し、富栄養化の指標として最もよく使われている。富栄養と貧栄養の限界値はT-Nで0.15～0.2mg/l程度である。		1mg/l以下	0.07mg/l～ 0.1mg/l以下
磷酸態磷 mg/l	水中の磷酸は主として、農地等に過剰散布された肥料、家庭排水やし尿、工場排水や畜産排水などである。			
全磷 mg/l	水中に存在する各種形態の磷化合物の総量を示し、窒素と同様に富栄養化の原因となる。目安はT-Pで0.02mg/l程度である。			0.007mg/l～ 0.01mg/l以下
ナトリウムイオン mg/l	淡水の主成分で、岩石や土壌からの溶出、大気中の海塩粒子やそれを核とする雨水等に起因して、一般の河川中に1～10mg/l程度含まれている。高濃度に含まれると味覚を損なう原因となる。	200mg/L 以下		
カリウムイオン mg/l	カリウムイオンも淡水中に普通にみられる成分であるが、比較的微量で一般の河川では0.5～3mg/l程度である。高濃度に検出される場合は、農業排水や沿岸部では海水の影響が考えられる。			
カルシウムイオン mg/l	水中のカルシウムやマグネシウムイオンは地下水の主要溶存成分の一つであり、その成因は主として地質に由来するが、海水や工場排水、下水等の混入などによることもある。特にマグネシウムイオンは海水中に多く含まれるので、海岸地帯では塩素イオンとともに多量に混入することがある。また、これらの合計量を硬度といい、高すぎると味がしつこく、石鹸の泡立ちが悪くなる。	300mg/L 以下		
マグネシウムイオン mg/l		300mg/L 以下		
塩素イオン mg/l	塩素イオンは自然状態の河川、地下水などでは10～20mg/l程度、海水では19,000mg/l程度含まれている。高濃度に含まれると味覚を損なう原因となり、稲等では被害がでる。	200mg/L 以下		
硫酸イオン mg/l	地下水の主要成分の一つであり、自然水中に100mg/l程度みられるが、海水には2,600mg/l程度と多く含まれている。			
炭酸水素イオン mg/l	地下水の主要成分の一つであり、河川水に50mg/l程度、海水には120mg/l程度含まれている。			
イオン状シリカ mg/l	地下水の主要成分の一つであり、通常自然水中の濃度は1～30mg/l程度である。土木工事で地盤改良剤によく用いられる水ガラスの成分はケイ酸ナトリウムであり、地下水中のシリカ濃度が異常値を示した場合は、近くで工事が行われていないか確認する必要がある。			
電気伝導度 ms/m	水が電気を通す能力をいう。わが国の河川の平均的なEC値は11mS/m、海水では約4600mS/mとされており、淡水に海水が混入すると電気伝導度は高くなる。電気伝導度が300ms/m以上のものは農業用（畑かん用）でさえ使用不可能と一般的に言われている。		30mS/m以下	

第3回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

H19年度モニタリング調査報告について

日時：平成20年6月30日

場所：八重山支庁 2階 大会議室

目 次

1. H19年度の施工実績	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. 赤土流出対策の状況について	3-1

1. H19年度の施工実績

1.1 工事実施概要

平成 19 年度は、空港本体では造成工事、空港本体周辺では、付替国道、付替農道、空港取付道路等を実施し継続中である。

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 19 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 19 年度工事工程

項目	年度・月	平成19年度												平成20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	～8月予定		
用地造成																
土工																
地盤改良工																
排水工																
排水工																
付替国道																
国道工事																
付替農道																
農道工事																
採餌場・移動経路の植栽																
植栽工事																

1.3 用地造成工事

(1) 施工位置

用地造成工事等の施工位置については、図 1.3-1に示すとおりである。

(2) 施工内容

切土については、土量約 240 万 m³、盛土は土量約 202 万 m³の土工事を実施し継続中である。

施工は、平成 18 年度に設置した赤土等流出防止対策施設を施工面積に対応した施設へ拡張し、次に工事用道路を設置した。その後、切土、盛土の施工を実施した。

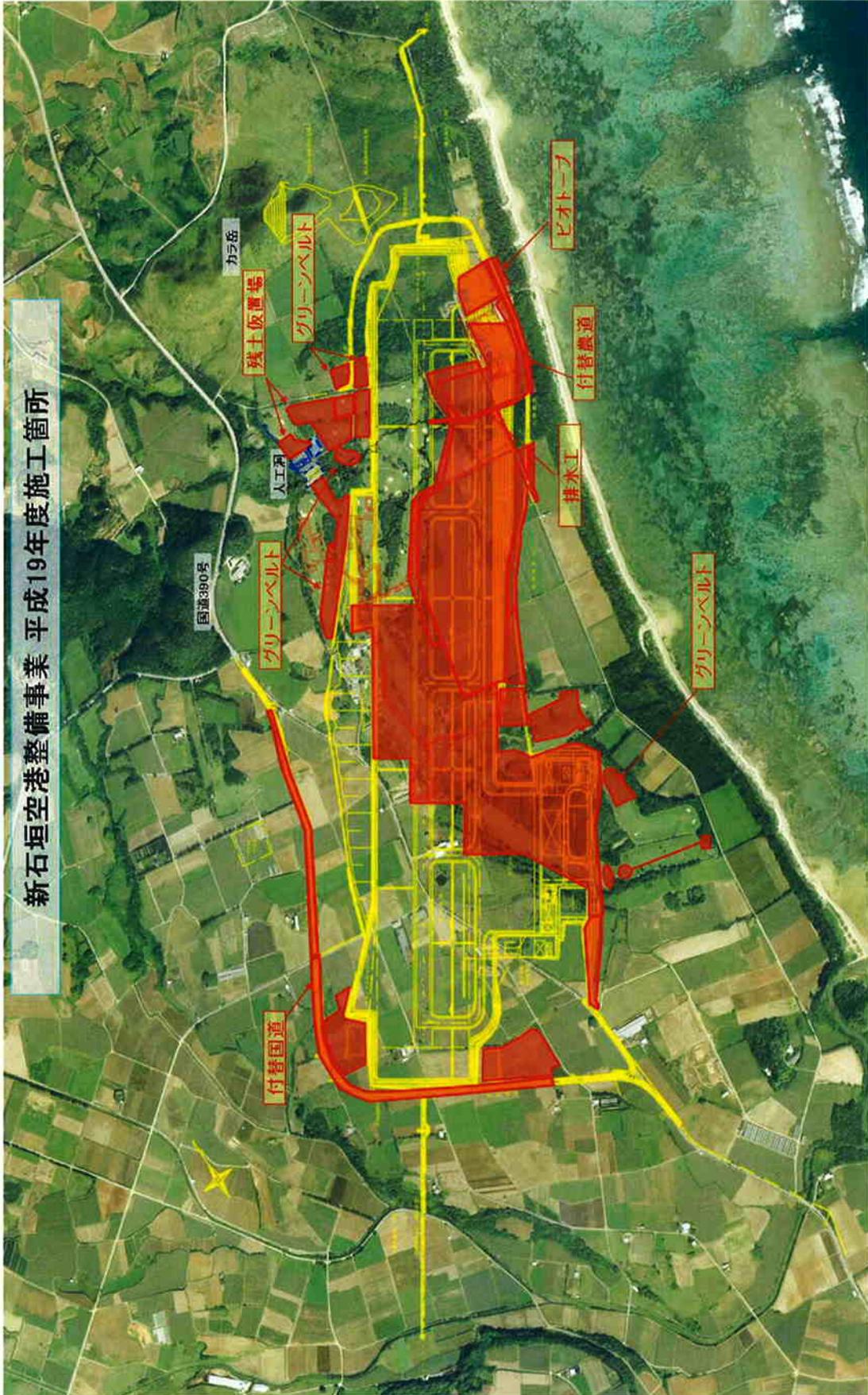


図 1.3-1 平成 19 年度工事箇所

1.4 付替国道

(1) 施工位置

付替国道の施工位置は、図 1.3-1に示すとおり、現国道よりも轟川よりに位置し、空港本体を迂回する線形である。

平成 19 年度の施工実施延長は、図に示した約 1,200m の区間であり、現在一部工事を継続中である。

(2) 施工内容

付替国道標準断面図は図 1.4-1に示すとおりである。

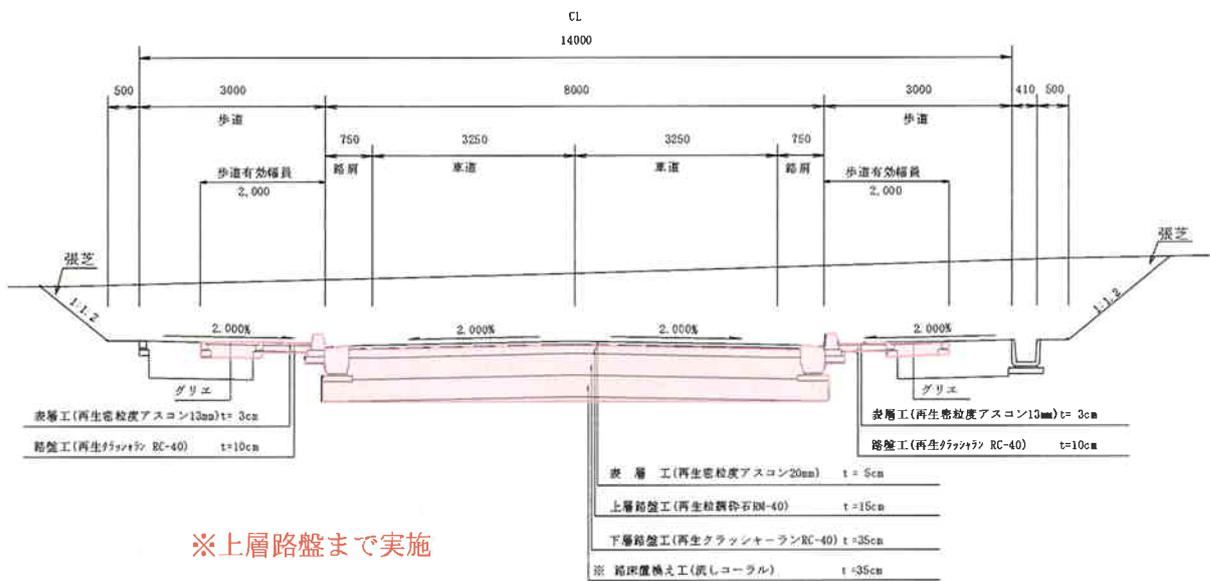


図 1.4-1 付替国道標準断面

1.5 付替農道

(1) 施工位置

付替国道の施工位置は、図 1.3-1 に示すとおり、現農道よりも海側に位置し、空港本体を迂回する線形である。

平成 19 年度の施工実施延長は、図に示した約 550m の区間であり、現在一部工事を継続中である。

(2) 施工内容

付替農道標準断面図は図 1.5-1 に示すとおりである。

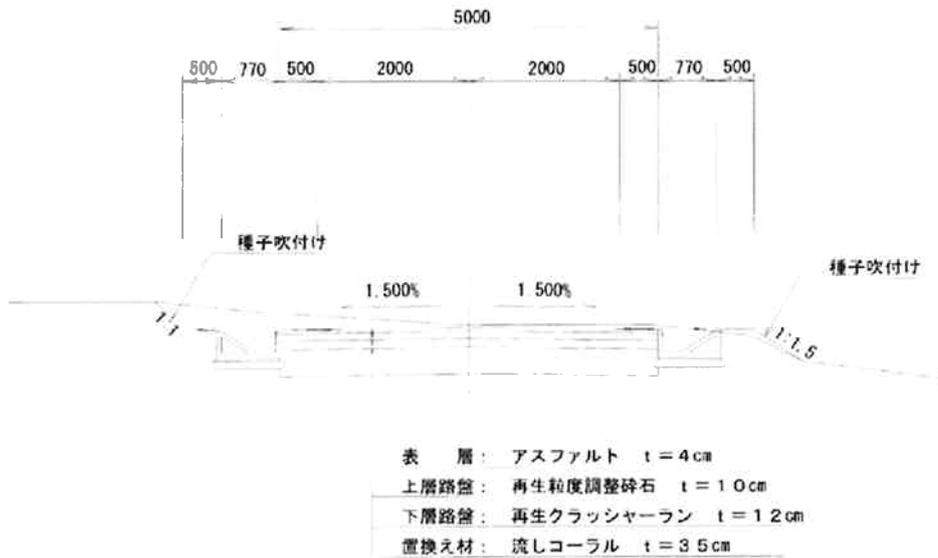


図 1.5-1 付替農道標準断面

1.6 採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）

(1)植栽位置

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。

(2)施工内容

採餌場・移動経路の植栽（グリーンベルト）の全体計画については、植栽樹種、植栽ピッチ等をこれまでの委員会での意見を踏まえて検討を行ったうえで決定し実施した。

植栽に当たっては、小型コウモリ類の移動経路を確保するように順次植栽を行う。このため、確保できた苗木の植栽を行うとともに、ゴルフ場内の低木を活用した移植も実施した。

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ある。

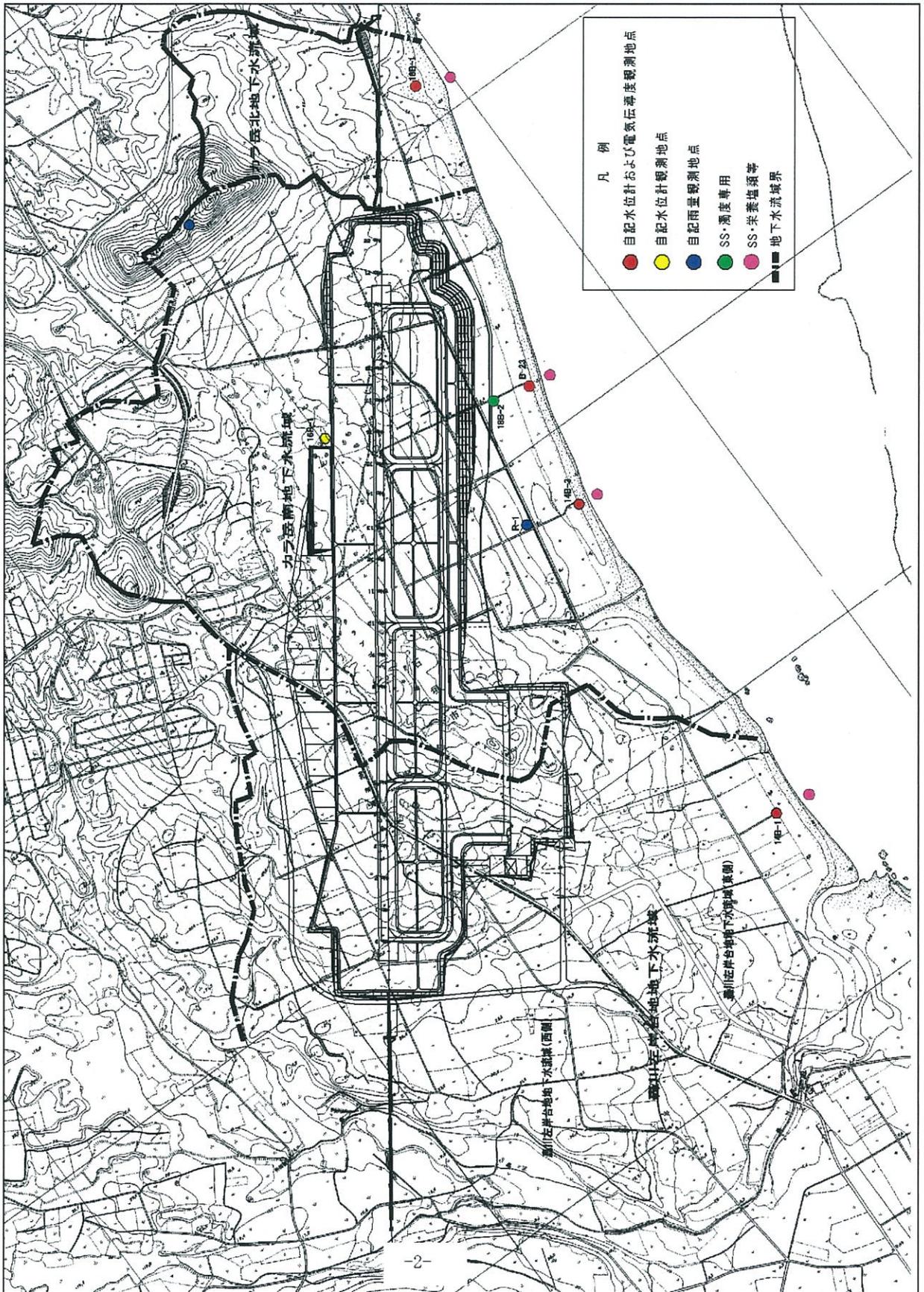


图 2.1.1 调查位置图

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。

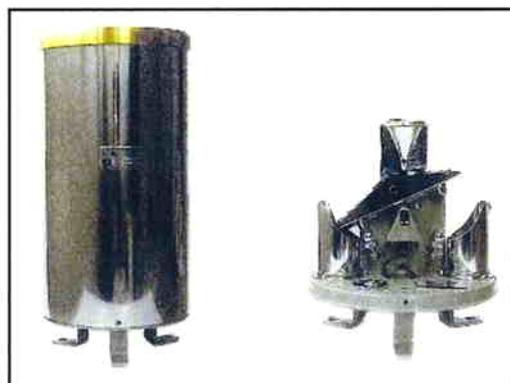


図 2.2.1 雨量計

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。

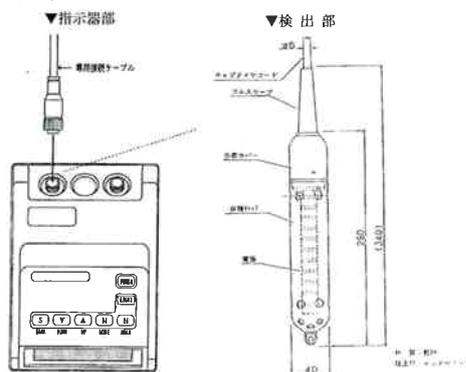


図 2.2.3 電気水質計概要

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下図の採水用ポンプ（図 2.2.4）を使用して採水した。

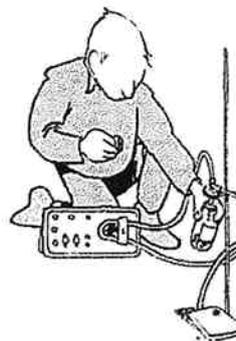
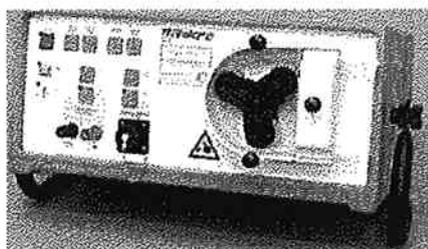


図 2.2.4 採水用ポンプ

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

項 目	分析方法
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
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
重炭酸イオン	JIS K 0102 25 備考2による
電気伝導度	電気伝導計による方法
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
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
全磷	JIS K 0102 46.3 ペルオキシ二硫酸化カリウム分解法
溶解性鉄	JIS K 0102 3.1.4(2), 57.1 フェナントロリン吸光光度法
けい酸	JIS K 0102 44.1.2 モリブデン青吸光光度法
濁度	JIS K 0102 9.4 積分珠式測定法
SS	昭和46年度環境庁告示第59号 付表8に掲げる方法
化学的酸素消費量	JIS K 0102 17 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費法
塩分	サリノメーターによる方法

2.3 雨量観測

1) 月別総降水量

図 2.3.1 は、H17 年 1 月～H20 年 2 月までの現地における自記雨量計 (R-1) 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 1971 年～2000 年の 30 年間の平年月雨量 (月別) と同年月の月総雨量も併記してある。観測結果は以下のとおりであった。

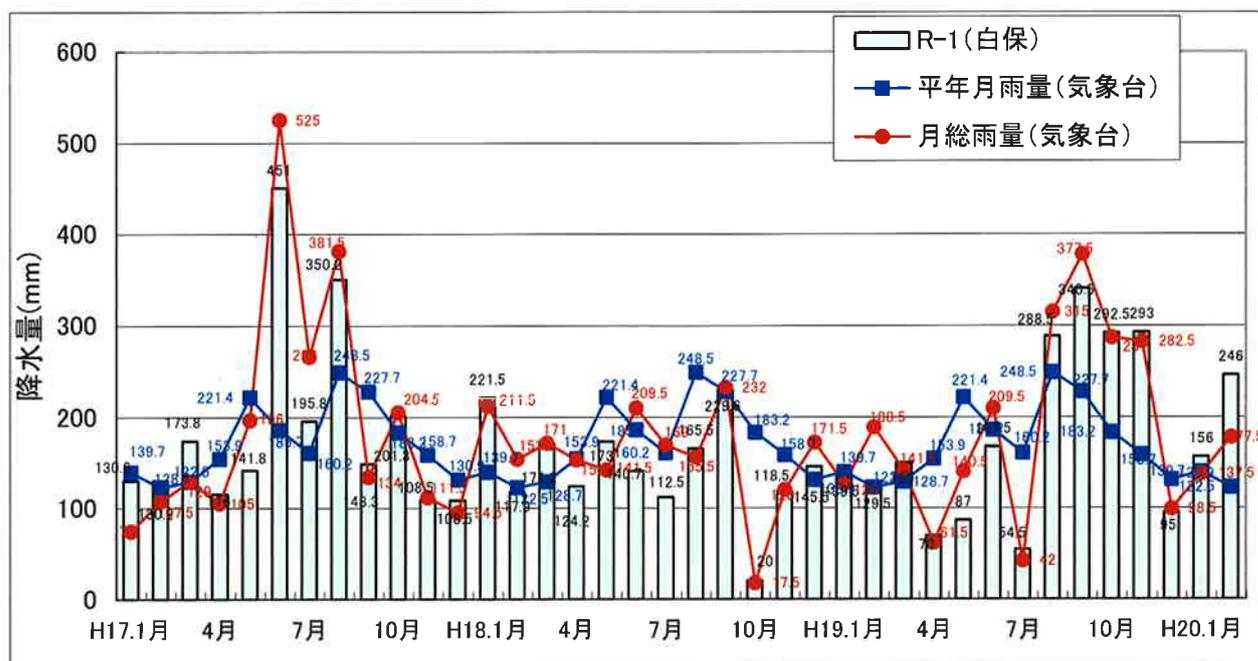


図 2.3.1 月別総降水量 (自記雨量計)

平成 19 年の月別降水量は、1 月から 3 月にかけては平年並み、4 月～7 月は 6 月を除いて少雨であった。

8 月～11 月は逆に多雨傾向を示し、特に 9 月～11 月は各月とも台風に伴う集中豪雨により平年に比べ 100mm 以上多かった。

9 月 18 日：台風 12 号、日降水量：228.5mm

10 月 6 日：台風 15 号、日降水量：202.0mm

11 月 27 日：台風 23 号、日降水量：150.5mm

12 月は平年に比べ 30mm ほど少なかった。

2) 年間総降水量

図 2.3.2 は、1970 年～2007 年の過去 38 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。

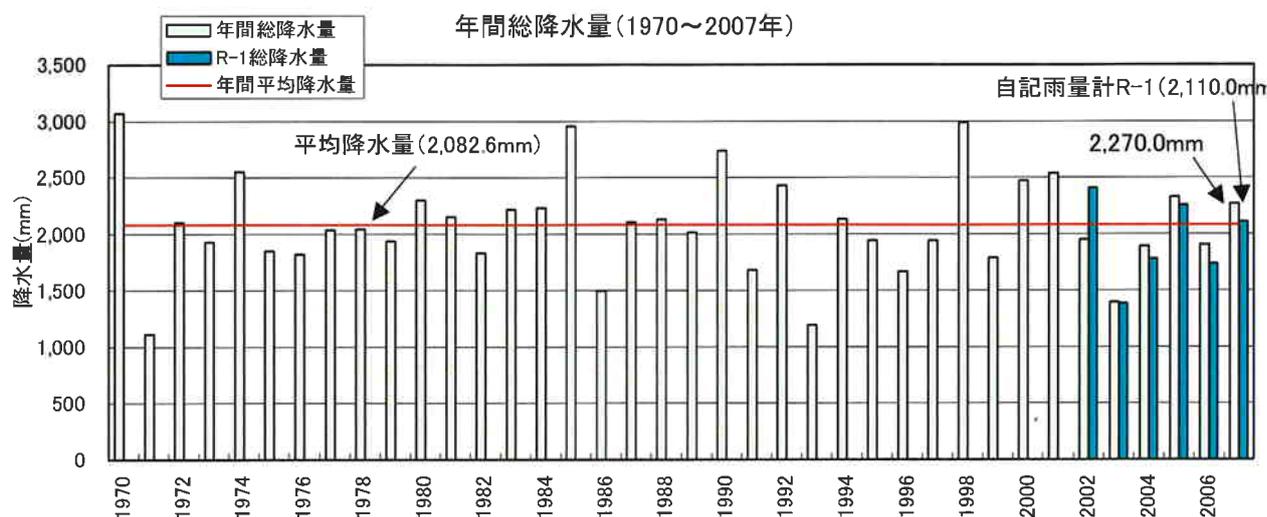


図 2.3.2 年間総降水量(石垣島測候所観測)

平成 19 年(2007 年)の年間総降水量は、R-1 で 2,110mm(石垣島測候所で 2,270mm)であり、ほぼ平年並みの降水量(平均降水量 2,082.6mm)であった。

ちなみに、平成 18 年(2006 年)年間総降水量は、R-1 で 1740.1mm(石垣島測候所で 1909.5mm)あり、年平均降水量を下回っていた。

なお、石垣島測候所と現地観測(R-1)における年間降水量の差は、平成 18 年で 165.4mm、平成 19 年で 160mm であり、いずれも石垣島測候所の観測データが大きかった。

2.4 地下水位観測結果

地下水位観測結果は図 2.4.1 および図 2.4.2 に示すとおりである。

表 2.4.1 は事前調査（観測開始から本格的に工事が始まる平成 18 年 12 月 31 日まで）と、事後調査の各観測地点における水位を低い順に示したものである。この表に示すように、事後調査後の沿岸部 3 地点（14B-1、14B-3、B-23）における水位は、事前調査の最低水位を下回ることにはなかった。

一方、内陸部の工事区域外に位置する 16B-1 地点の地下水位は、図 2.4.2 地下水位変動図に示すように、平成 18 年 1 月の EL=20.8m をピークに次第に低下し、ゴルフ場が閉鎖する平成 18 年 9 月には EL=14m 付近まで低下している。それ以降、EL=14m~13.2m の狭い範囲を変動し、まとまった降雨に対しても大きな水位上昇は認められない。

この原因としては、この地点の上流側で大きな地形の改変はなかったこと、雨量は平年並みであったこと、水位計は正常に作動していることなどから、これらが原因とは言い難い。一方、この地点はゴルフ場内に位置し、日常的に芝の養生のために散水され、それが地下水として供給されていたが、今般の閉鎖に伴って地下水涵養量が減少し、それが地下水位の低下に繋がったと考えられる。

なお、その下流側に位置する沿岸沿いの B-23 地点や 14B-3 地点などでは、地下水位の低下は認められず、また、それに伴う塩水遡上による電気伝導度の増大も確認されないことから、16B-1 地点の地下水位の低下は局部的なものであると考えられる。

なお、16B-1 地点は、孔口 (EL=31.7m) から深度 12.5m (EL=19.2m) まで琉球石灰岩層、深度 18.2m (EL=13.5m) までは名蔵礫層が分布し、その下位に基盤のトムル層が位置している。

表 2.4.1 地下水位観測結果（低水位）

事前調査(観測開始~H18年12月31日)				事後調査(H19以降)		
孔番	順位	水位	年月日	順位	水位	年月日
14B-1	1	0.20	H17.12.25	1	0.27	H19.1.29~30
	2	0.22	H16.1.31、H17.12.24	2	0.29	H19.1.31
	3	0.24	H16.2.1	3	0.30	H19.2.1
14B-3	1	0.35	H16.1.31	1	0.43	H19.1.29
	2	0.36	H16.2.1	2	0.44	H19.1.30
	3	0.37	H15.12.31、H16.1.1~3 H16.2.3	3	0.45	H19.1.31
B-23	1	0.59	H17.12.25	1	0.66	H19.2.2
	2	0.61	H17.12.23、12.24	2	0.67	H19.1.29~2.1、H19.2.3
	3	0.62	H17.12.26、H18.1.8	3	0.69	H19.2.4~2.5
16B-1	1	13.63	H18.11.21	1	13.23	H19.6.14~16
	2	13.99	H18.7.31	2	13.24	H19.6.11~13
	3	14.23	H18.7.15	3	13.25	H19.6.9~10、H19.6.17
18B-1	1			1	0.24	H20.1.3
	2			2	0.26	H20.1.2
	3			3	0.27	H20.1.4

事前調査 (観測開始～H.18年12月31日)

事後調査 (H.19以降)

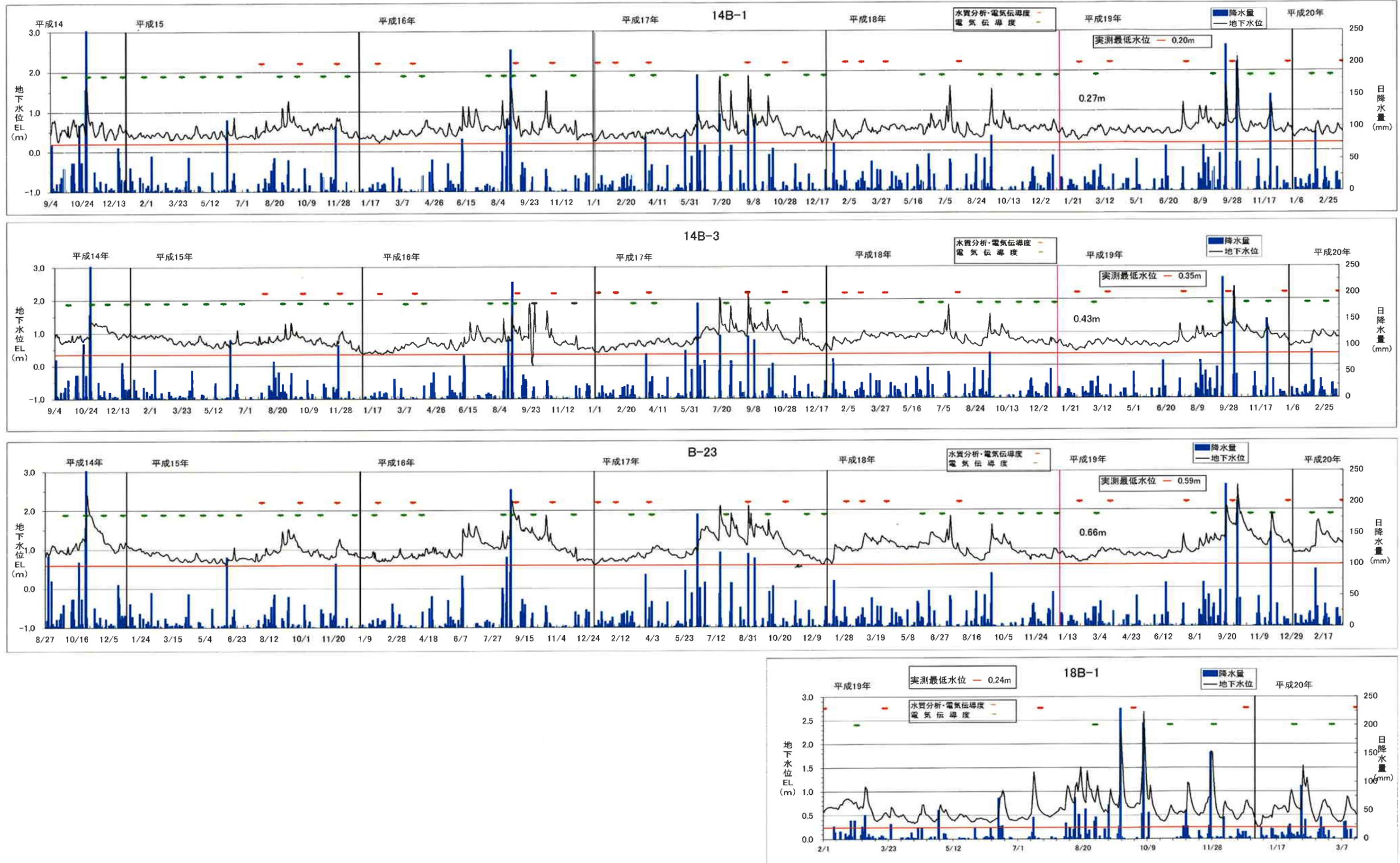


図2.4.1 日平均水位変動図(14B-1、14B-3、B-23、18B-1)



図2.4.2 日平均水位変動図(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4地点(14B-1、14B-3、B-23、18B-1))で実施した。

測定結果は、図 2.5.2～図 2.5.5 に示した。また、月ごとの電気伝導度の分布状況を図 2.5.6～図 2.5.9 に示した。

(1)14B-1

この地点の電気伝導度の分布状況は、図 2.5.2 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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る。

標高-15m～-17m 以深では 33,000～48,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で深度方向に一樣な値が測定されており、この付近が海水域への移行部であると判断される。

平成 19 年度の観測結果は、図 3.5.2 に示すように過年度の分布範囲内にあり、塩水遡上は認められなかった。

水温は、おおむね 24.4°～26.0° の範囲で測定され、電気伝導度の分布状況とは逆の形状を示し、標高-15m～-17m 付近までは低下し、以深の海水域では 24.5° 程度と電気伝導度と同じように深度方向に一樣な値で分布していた。

(2) 14B-3

この地点の電気伝導度の分布状況は図 2.5.3 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るが、上部 2 点の変曲点は電気伝導度の値がやや大きい場合に顕著であるが、電気伝導度の値が小さくなるにつれ、変曲点は不明瞭になった。このように、標高-2m～-25 付近までの区間は淡水域であったり漸移帯に移行し、標高-25m 付近は、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 19 年度の測定結果は、おおむね標高-20m 付近までは、500～800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で深度方向に一樣な値で分布し、以深、10 月までは 1,000～5,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ まで高くなるが、それ以降は僅かに増加するも最大 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。

水温は、図 2.5.3 に示すように水面下 2m 以深では電気伝導度の値に関係なく、24.6° 前後に集中して分布していた。

なお、この図では平成 17 年 1 月の電気伝導度の値が最も高く、以降、時間の経過とともに低下する傾向が見て取れる。

これは、平成 16 年 10 月 19 日に台風 23 号、10 月 25 日に台風 24 号、そして 11 月 4 日に台風 27 号がそれぞれ接近し、その後、平成 16 年 11 月から高い値が測定されていることから、後述する「風送塩」の影響によるものと考えられる。

(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。電気伝導度の分布状況は図 2.5.4 に示すように測定深度内(EL \approx -30m まで)ではおおむね 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ～1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲内で深度方向にほぼ一樣な値で測定されており全深度淡水ゾーンの値を示しているが、平成 19 年 10 月から平成 20 年 3 月にかけては若干高目であった。平成 19 年 11 月がピークで、以降、時間の経過とともに低下しつつある。

水温は、図 2.5.4 に示すように水面下 1m 以深では 24.4°～24.8° の範囲で、電気伝導度と同様な分布状況を示し、深度方向にほぼ一樣な値で分布していた。

水温は、図 2.5.4 に示すように水面下 1m 以深では 24.4° ~24.8° の範囲で、電気伝導度と同様な分布状況を示し、深度方向にほぼ一樣な値で分布していた。

なお、電気伝導度が高目に分布しているのは、次のように考察される。

図 2.5.1 は B-23 地点の EL≒-20m における電気伝導度の経年変化を示したものであり、電気伝導度はおおむね台風の通過後に高くなる傾向を示し、特に平成 19 年 9 月から 11 月にかけては日降水量 150mm 以上の台風が立て続けに 3 個接近し、電気伝導度も高くなっている。

一般に、台風時には海水の飛沫が舞い上がった「風送塩」のために、海岸地域ではしばしば数 10mg/L 以上のナトリウムイオン濃度や塩化物イオン濃度をもった雨が降ることが知られている。

これより、平成 19 年 10 月～平成 20 年 3 月間の電気伝導度の値は、台風時の風送塩の影響によるものと考えられる。

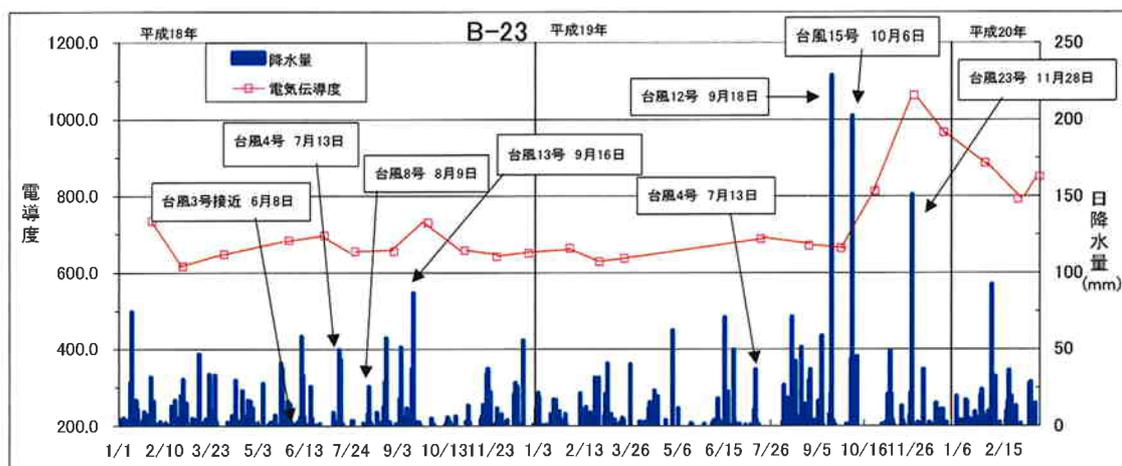


図 2.5.1 の電気伝導度の経年変化 (B-23、EL≒-20m)

(4) 18B-1

この地点 14B-7 地点の代替地点であり、小河川の表流水が伏流する地点の下流側に位置している。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 400～700 μ S/cm 程度での範囲で測定されているが、平成 19 年の 7 月と 10 月で 1, 100～1, 550 μ S/cm とやや高い値を示していた。

7 月 13 日には台風 4 号が沖縄本島南方海上を通過、10 月 6 日には台風 15 号が石垣島の南方海上を通過し、また、測定日の 3 日累積雨量はそれぞれ 0.5mm と 0mm であった。これらが、電気伝導度を高めた要因と考えられる（この地点の累積雨量と地下水位の相関は 3 日累積雨量との相関が最も高い）。

水温は、図 3.3.8 に示すようにおおむね 19.5° ~26.5° の範囲で測定され、他の 3 地点に比べばらつきが大きい。また、この水温は気温と一致し夏場の 8 月、9 月が高く、冬場の 1 月、2 月が低くなっていた。

表 2.5.1 累積雨量と地下水位の関係

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	0.4928	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	0.7623	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							

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、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（標高-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～10 月にかけては、その変曲点はこれより深い深度（標高-9m～-15m付近）に移動し、電気伝導度は急激に増大している。

このように、この地点の電気伝導度の分布状況は、豊水期に低く、逆に渇水期に高い傾向を示していることが伺い知れる。

(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付近に変局点がみとめられるが、5 月～10 月にかけての豊水期においては変局点の深度が-25m～-28m付近に移行している。

(2)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 $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ～ $800 \mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲内で分布しており、それだけ地下水が豊富であることを示唆している。

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調査件名	H19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+4.95m
調査地点	14B-1	塩ビ管立上り	GL+0.66m

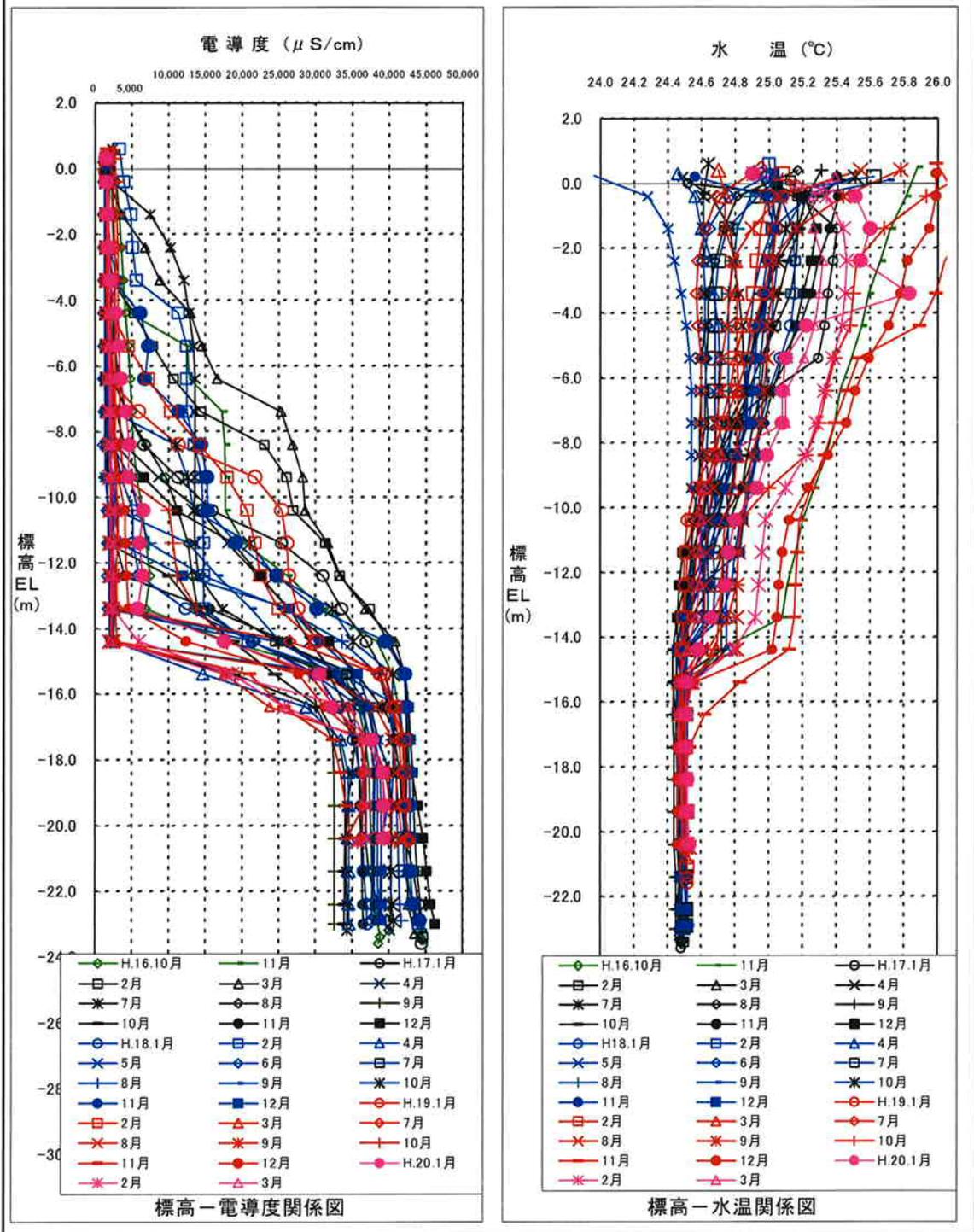


図 2.5.2 地下水の電気伝導度及び水温分布 (14B-1)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

調 査 件 名	H19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

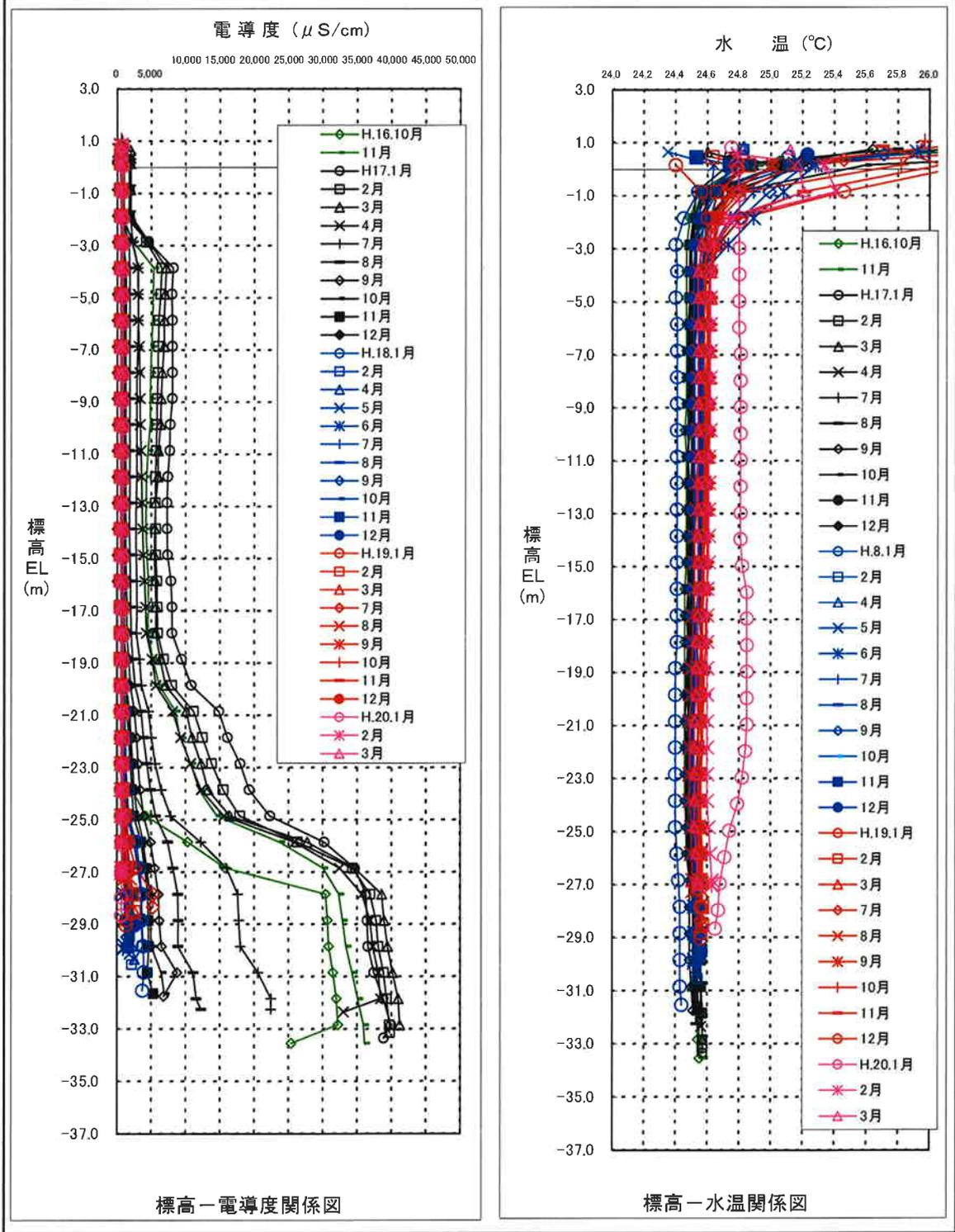


図 2.5.3 地下水の電気伝導度及び水温分布 (14B-3)

電 導 度 測 定 記 録(測定結果)

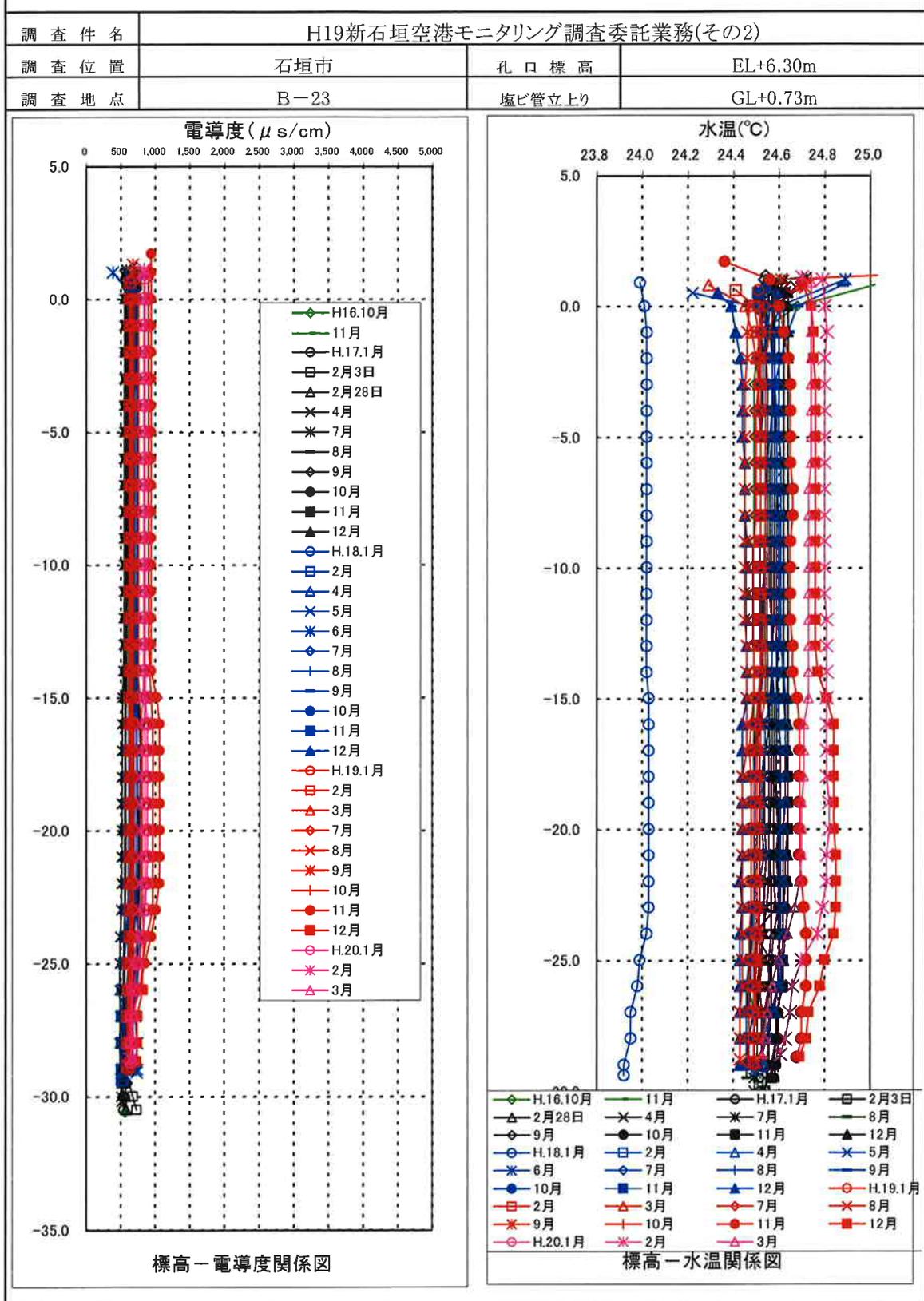


図 2.5.4 地下水の電気伝導度及び水温分布 (B-23)

調査件名	H19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

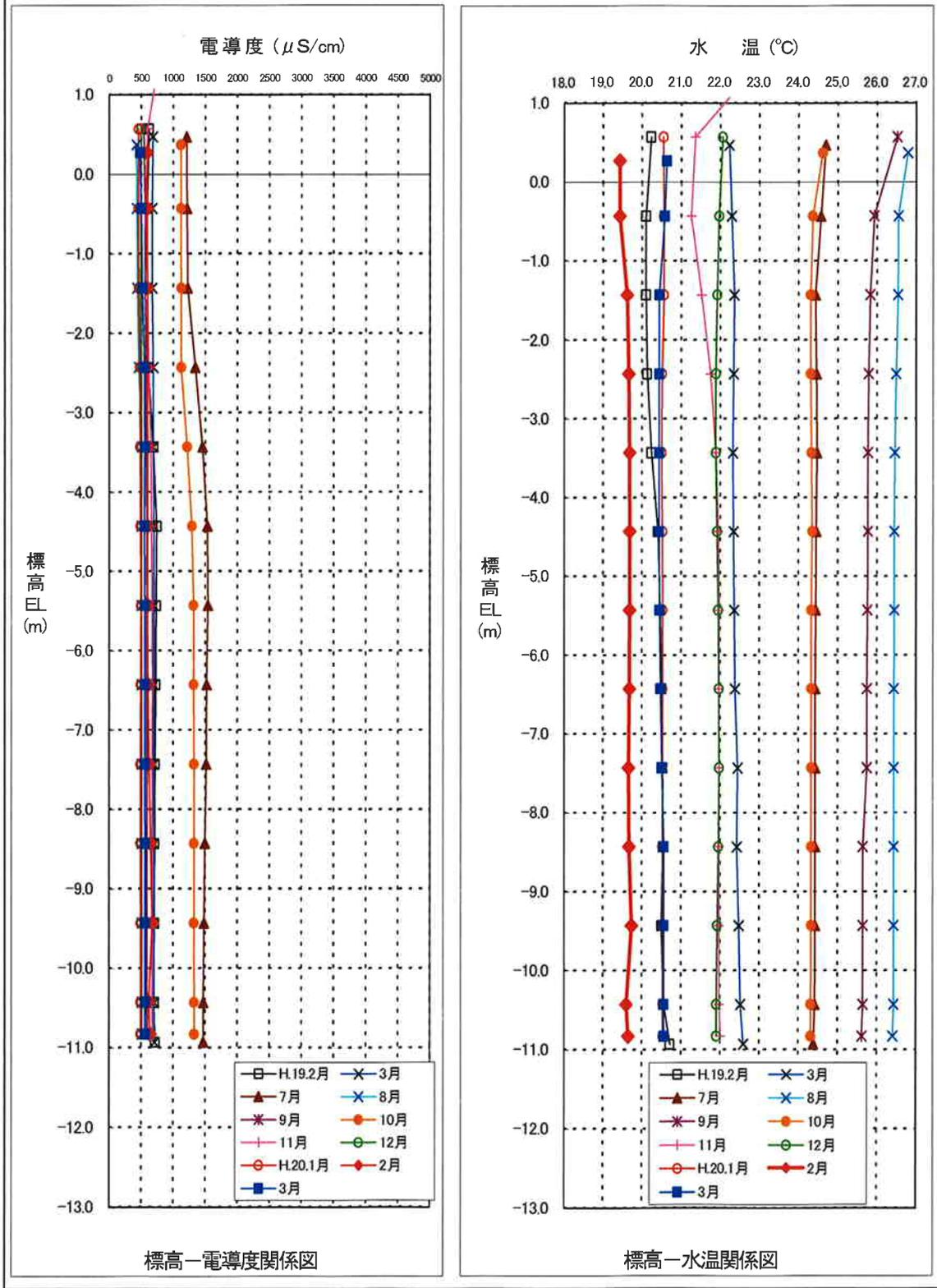


図 2.5.5 地下水の電気伝導度及び水温分布 (18B-1)

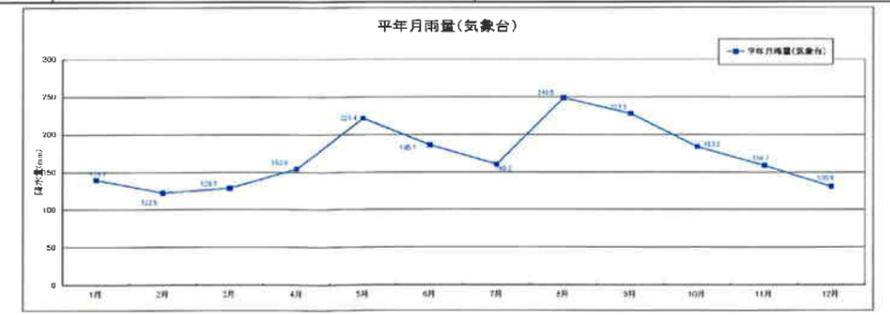
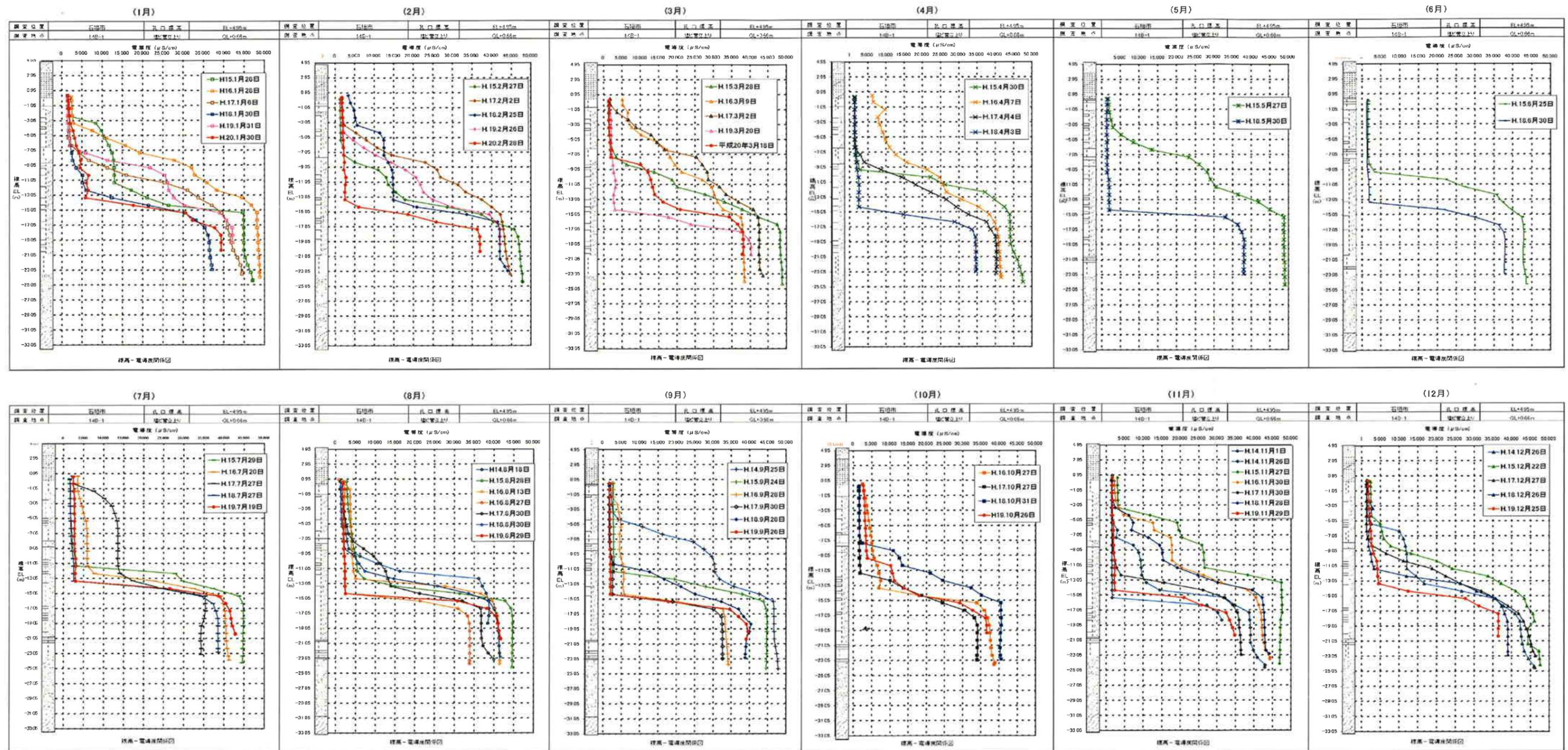


図 2.5.6 地下水位の電気伝導度分布 (14B-1)

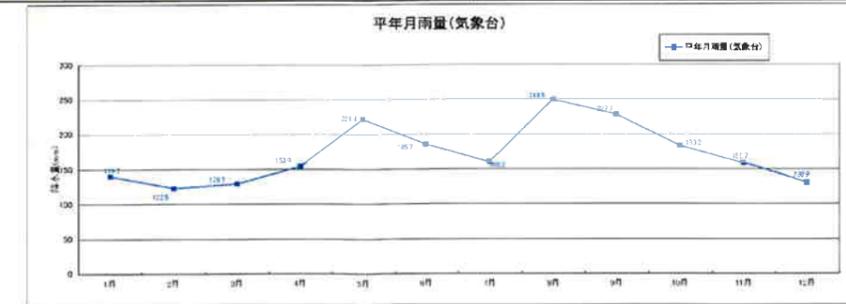
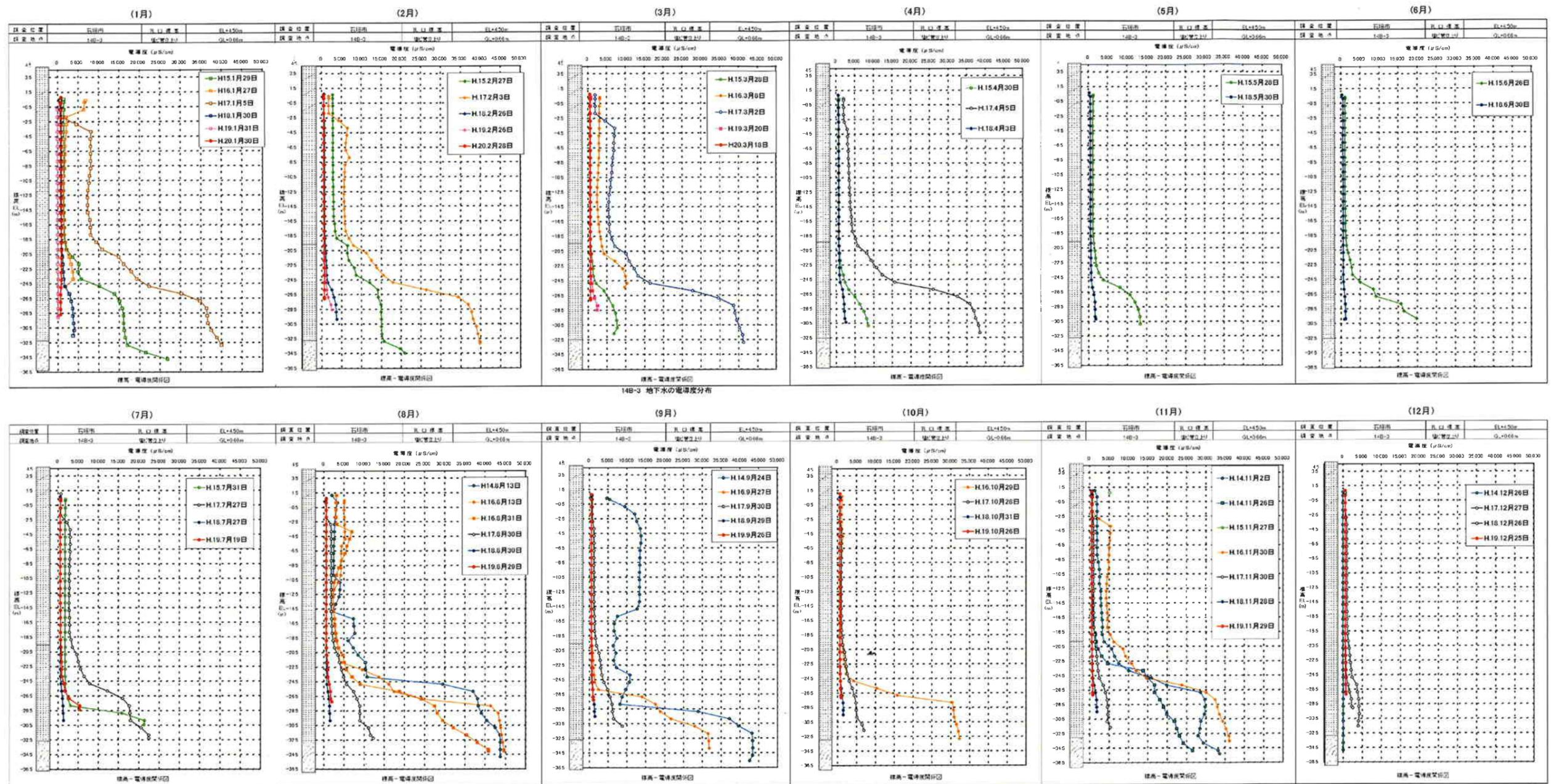


図 2.5.7 地下水位の電気伝導度分布 (14B-3)

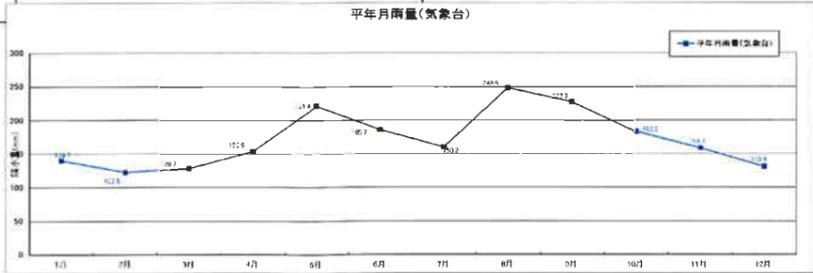
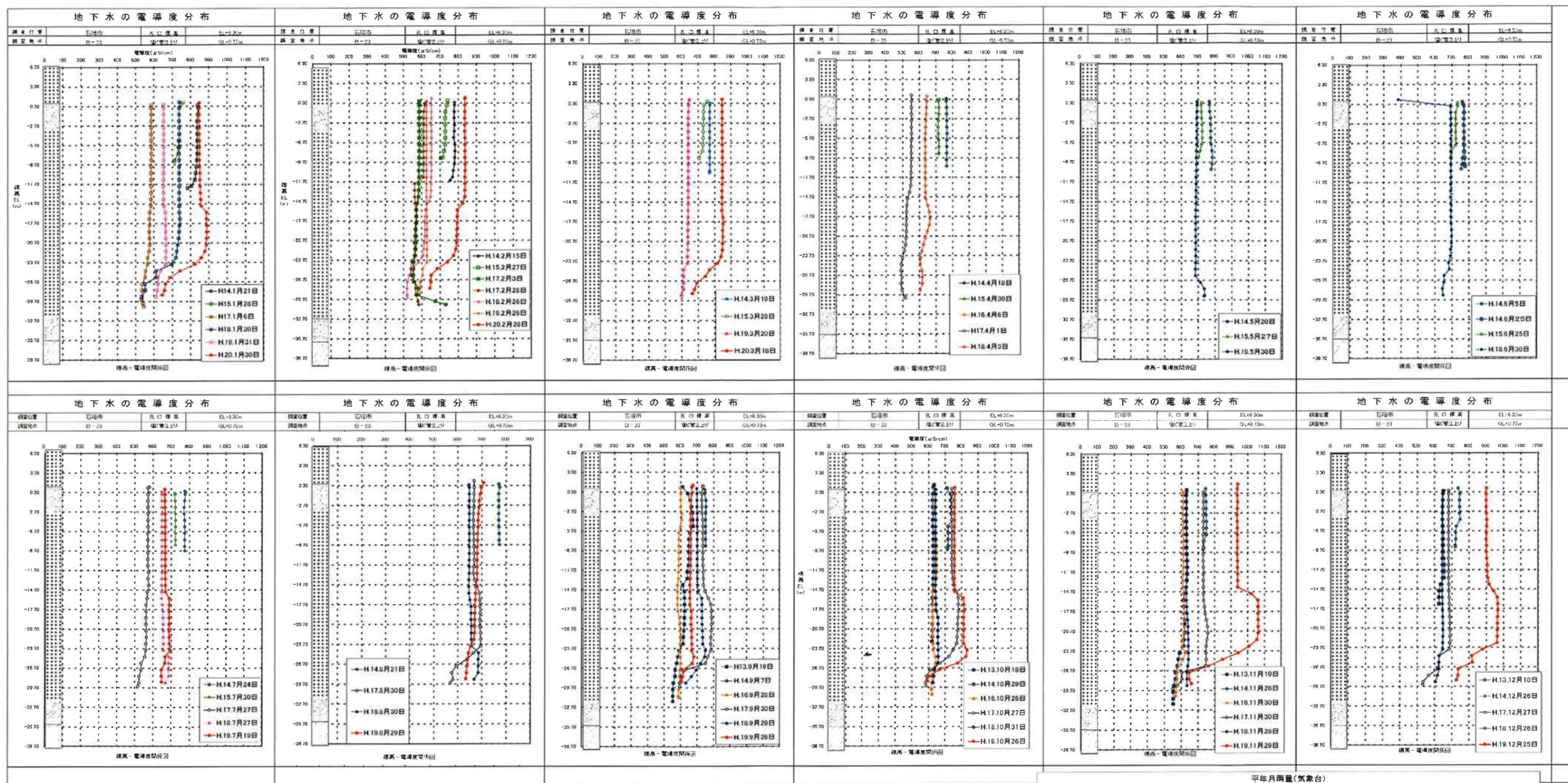


図 2.5.8 地下水位の電気伝導度分布 (B-23)

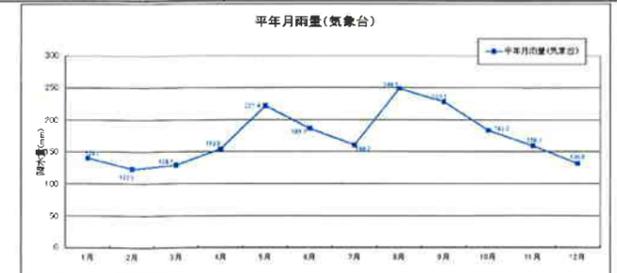
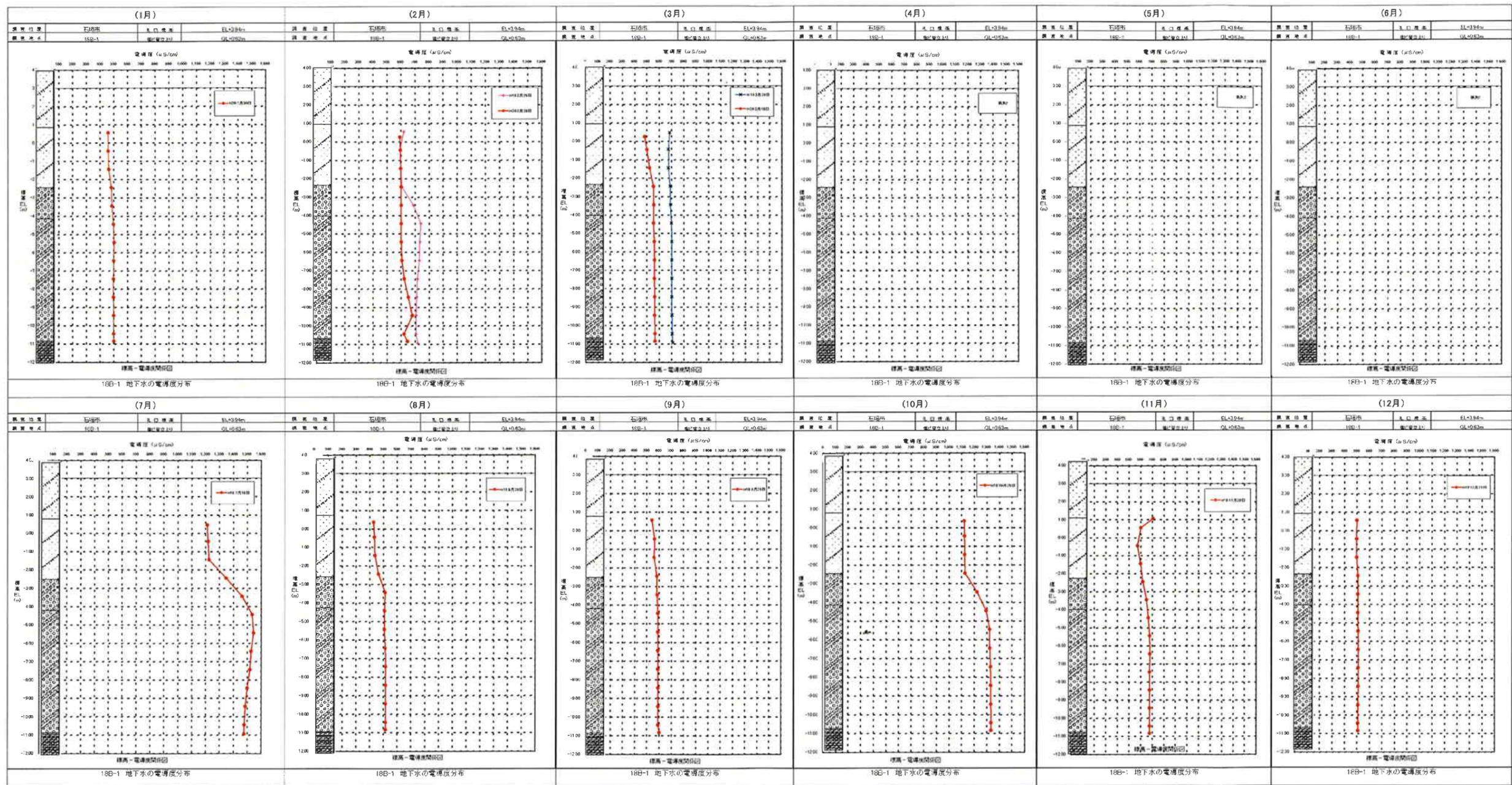


図 2.5.9 地下水位の電気伝導度分布 (18B-1)

2.6 水質分析結果

1) 各水質項目の説明

表 2.6.1 は水質分析項目および水質基準を示したものである。

表 2.6.1 水質分析項目および水質基準等

分析項目	説 明	水質基準 水道法	水質基準 農業・水稲	水質基準 水産・海域
水素イオン濃度 pH	0から14の数値で表され、pH7が中性、7から小さくなるほど酸性が強くなり、7より大きくなるほどアルカリ性が強くなる。一般に海水は8.2、河川水は7前後である。	5.8～ 8.6以下	6.0～ 7.5以下	7.8～ 8.4以下
浮遊物質量 mg/l	水の濁りの程度を表す指標である。「沖縄県赤土等流出防止条例」では排出基準は200ppm以下であるが、新石垣空港建設工事では25ppm以下と厳しく設定している。		100mg/l以下	6mg/l以下
濁 度 度	SS同様、水の濁りの程度を表す指標である。濁水が海域に多量に流出し、堆積が著しくなるとサンゴ礁の海域環境等に大きな影響を与えていることが指摘されている。	2度以下		
溶解性鉄 mg/l	鉄は自然界に多く存在し、生物にとって重要な栄養素の一つである。自然水中の濃度では毒性に問題はないが、富栄養化現象の中で藻類の発生を促進する働きがある。高濃度では異臭味がある。	0.3mg/L 以下		
アンモニウム性窒素 mg/l	し尿や家庭下水中の有機物の分解や肥料などに起因する。通常の浄水処理の水源では0.1mg/l以下、高度な処理でも0.5mg/l以下が望ましい。			
アンモニウムイオン mg/l	アンモニウム性窒素の大部分はアンモニウムイオンとして存在する			
亜硝酸性窒素 mg/l	窒素肥料、腐敗した動植物、生活排水、下水などの混入によって、河川水や地下水などで検出される。高濃度に含まれると幼児にメトヘモグロビン血症（チアノーゼ症）を起こすことがある。水、土壌中でアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素に変化する。	両者合わせて 10mg/L以下		
硝酸性窒素 mg/l	硝酸性窒素は水中では硝酸イオンとして存在している。			
硝酸イオン mg/l	水中の窒素の総量を示し、富栄養化の指標として最もよく使われている。富栄養と貧栄養の限界値はT-Nで0.15～0.2mg/l程度である。		1mg/l以下	0.07mg/l～ 0.1mg/l以下
全窒素 mg/l	水中の全窒素は主として、農地等に過剰散布された肥料、家庭排水やし尿、工場排水や畜産排水などである。			
全窒素 mg/l	水中に存在する各種形態の窒素化合物の総量を示し、窒素と同様に富栄養化の原因となる。目安はT-Pで0.02mg/l程度である。			0.007mg/l～ 0.01mg/l以下
ナトリウムイオン mg/l	淡水の主成分で、岩石や土壌からの溶出、大気中の海塩粒子やそれを核とする雨水等に起因して、一般の河川中に1～10mg/l程度含まれている。高濃度に含まれると味覚を損なう原因となる。	200mg/L 以下		
カリウムイオン mg/l	カリウムイオンも淡水中に普通にみられる成分であるが、比較的微量で一般の河川では0.5～3mg/l程度である。高濃度に検出される場合は、農業廃水や沿岸部では海水の影響が考えられる。			
カルシウムイオン mg/l	水中のカルシウムやマグネシウムイオンは地下水の主要溶存成分の一つであり、その成因は主として地質に由来するが、海水や工場排水、下水等の混入などによることもある。特にマグネシウムイオンは海水中に多く含まれるので、海岸地帯では塩素イオンとともに多量に混入することがある。また、これらの合計量を硬度といい、高すぎると味がしつこく、石鹸の泡立ちが悪くなる。	300mg/L 以下		
マグネシウムイオン mg/l	塩素イオンは自然状態の河川、地下水などでは10～20mg/l程度、海水では19,000mg/l程度含まれている。高濃度に含まれると味覚を損なう原因となり、稲等では被害がでる。	300mg/L 以下		
塩素イオン mg/l	硫酸イオンは地下水の主要成分の一つであり、自然水中に100mg/l程度みられるが、海水には2,600mg/l程度と多く含まれている。	200mg/L 以下		
硫酸イオン mg/l	地下水の主要成分の一つであり、通常自然水中の濃度は1～30mg/l程度である。土木工事で地盤改良剤によく用いられる水ガラスの成分はケイ酸ナトリウムであり、地下水中のシリカ濃度が異常値を示した場合は、近くで工事が行われていないか確認する必要がある。			
炭酸水素イオン mg/l	地下水の主要成分の一つであり、河川水に50mg/l程度、海水には120mg/l程度含まれている。			
イオン状シリカ mg/l	水が電気を通す能力をいう。わが国の河川の平均的なEC値は11mS/m、海水では約4500mS/mとされており、淡水に海水が混入すると電気伝導度は高くなる。電気伝導度が300ms/m以上のものは農業用（畑かん用）でさえ使用不可能と一般的に言われている。		30mS/m以下	

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 (mg/L) 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 14B-1、14B-3 および B-23 地点ではほとんど 1mg/L 未満で、過年度の範囲内であった。

18B-1 地点では前年度で 2~6mg/L、今年度は 1~7mg/L の範囲で測定された。

また、浸透ゾーン脇の 18B-2 地点では前年度で 1mg/L 未満、今年度もほとんど 1mg/L 未満であった。

(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、SS と同様に 14B-1、14B-3 および B-23 地点では 1 度未満であった。

18B-1 地点では前年度で 1~1.6 度、今年度は 0.1~2 度の範囲で測定された。

18B-2 地点では前年度で 0.2 度、今年度は 0.4 度以下であった。

なお、今年度、水素イオン、カリウムイオン、カルシウムイオンおよび炭酸水素イオンでは部分的にやや高目の値が得られたのは、次のように考えられる。

- ・ 表 2.6.3 は河川水と海水のイオン濃度を比較したものであり、ケイ酸イオンを除いて海水の濃度が高い。また、水素イオン濃度も一般に海水のほうが河川水に比べ高い (海水 : 8.2、河川水 : 7 前後)。
- ・ 今年度高めの値が得られたのは、海水の濃度が高いイオン等である。
- ・ 採水日は平成 19 年 7 月 18 日、9 月 28 日、12 月 24 日等で、その前日、5 日~ 26 日以内に台風が接近していた。
- ・ また、過年度の範囲内にあるもの、14B-1 地点および B-23 地点においては、前年度に比べ、下記のほとんどのイオンで高目の値が得られていた。

以上のことから、水素イオンなどの高値は、前述の電気伝導度と同様に、台風による風送塩の影響によるものと考えられる。

表 2.6.3 河川水と海水のイオン濃度 (全球の平均値 mg/L)
(Berner and Berner, 1987)

イオン	河川水	海水
Na ⁺	5.3	10,805
Mg ²⁺	3.4	1,288
K ⁺	1.2	391
Ca ²⁺	13.2	400
HCO ₃ ⁻	51.9	122
SO ₄ ⁻	8.6	2,689
Cl ⁻	5.7	19,499
Si ⁻	4.5	2.8

なお、各地点の下流側に位置する汀線部の水質分析結果は下表に示すとおりであった。

亜硝酸性窒素は上流側の値とほぼ同じ値を示しているが、硝酸性窒素および全窒素は 18B-1 を除いて低い。その中では、B-23 地点の下流側で高い値を示し、地下水が豊富であることを示唆している。

全磷は上流側で低い箇所（14B-1、18B-1）は高く、逆に高い箇所（14B-3、B-23）は低かった。

イオン状シリカは全体に低く、塩分は海水の濃度（32～35）に近い値を示していた。

その中でも、B-23 地点では他に比べ小さく、地下水が豊富であることを示していた。

表 2.6.4 各地点の汀線部の水質分析結果

採水地点	14B-1	14B-3	B-23	18B-1
採水月日	2007/7/18	2007/7/18	2007/7/18	2007/7/18
化学的酸素消費量 COD mg/l	0.5未満	0.5未満	0.5未満	0.5未満
浮遊物質 SS mg/l	18 1	1未満 1未満	1 1未満	1 2
亜硝酸性窒素 NO ₂ -N mg/l	0.002 0.001未満	0.001 0.001未満	0.002 0.001未満	0.001 0.001未満
硝酸性窒素 NO ₃ -N mg/l	0.69 6.43	0.53 1.32	1.74 3.21	0.23 0.23
全窒素 T-N mg/l	0.8 8.15	0.57 1.38	1.94 3.26	0.33 0.33
全磷 T-P mg/l	0.051 0.017	0.0025 0.083	0.0043 0.034	0.021 0.03
イオン状シリカ SiO ₂ mg/l	305 10.4	307 16	6 13.5	4.2 19.5
塩分 %	31.39	30.39	22.92	31.76

上段：汀線
下段：ボーリング孔

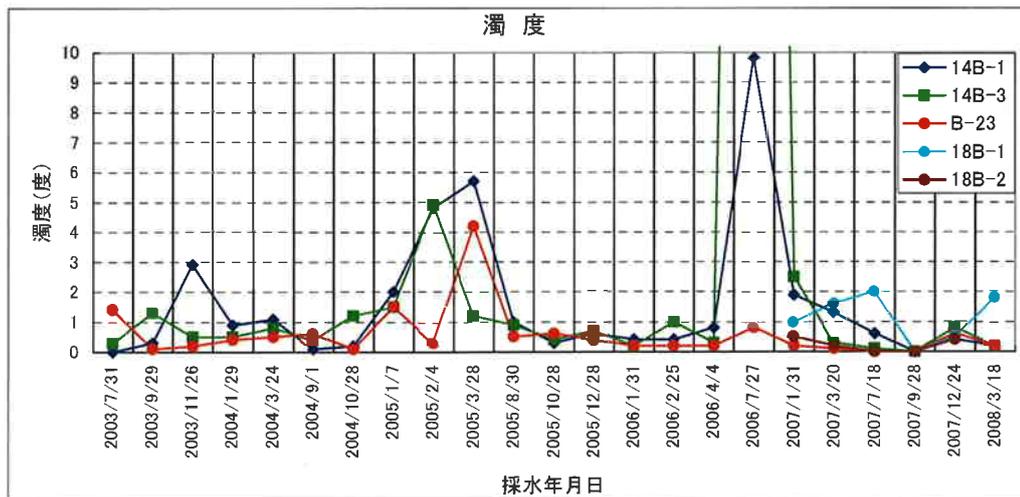
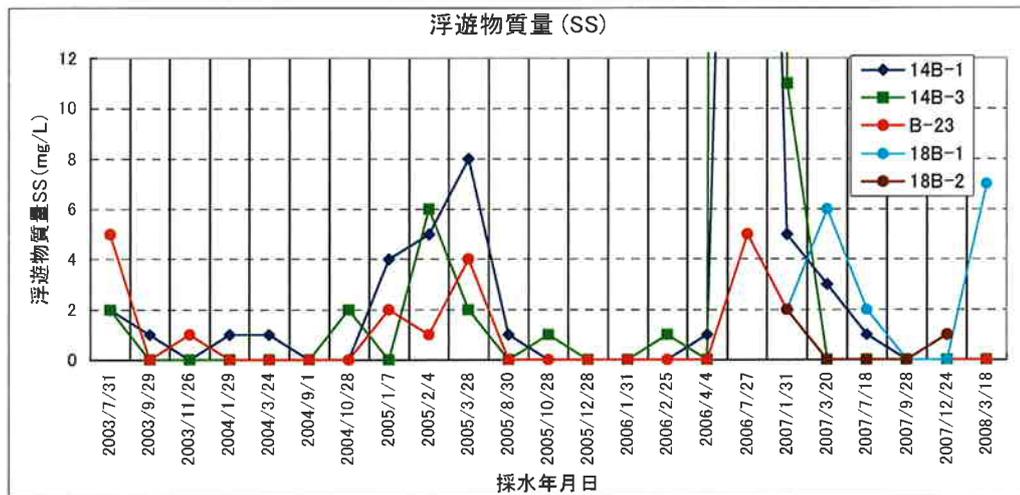
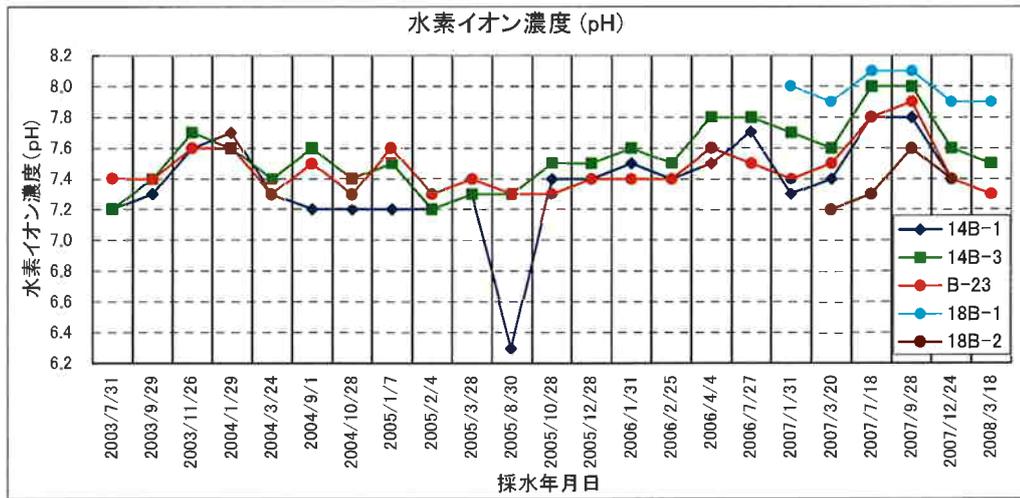


図 2.6.1 水質分析結果 (pH、SS、濁度)

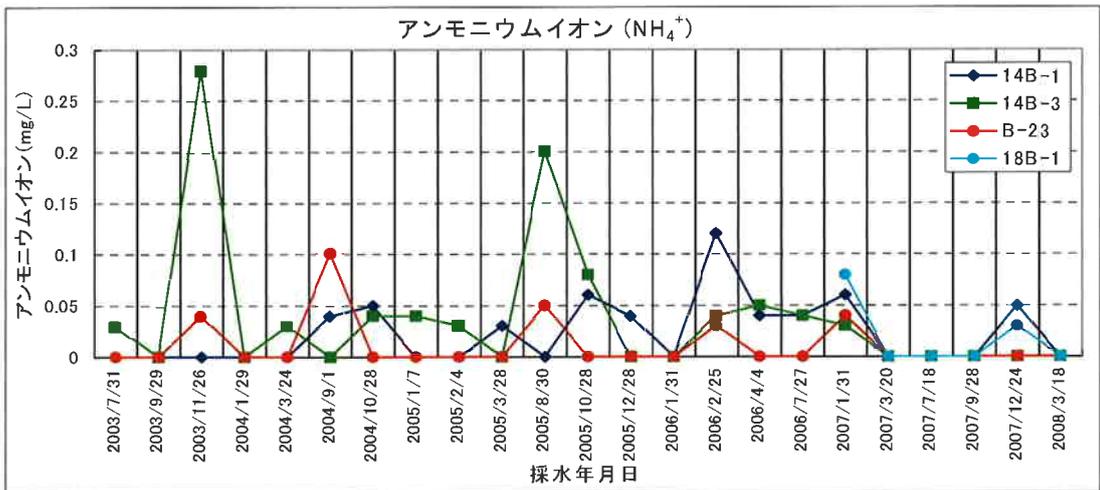
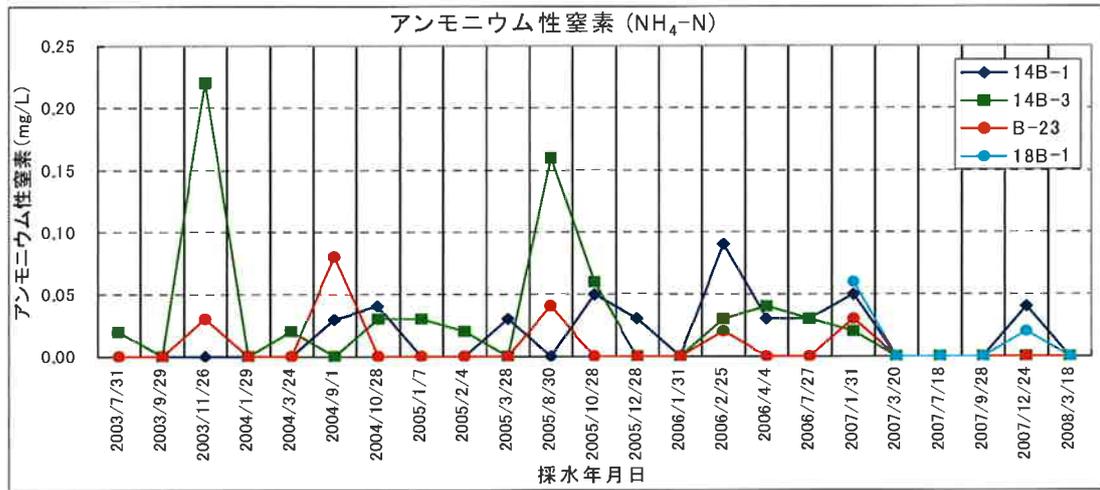
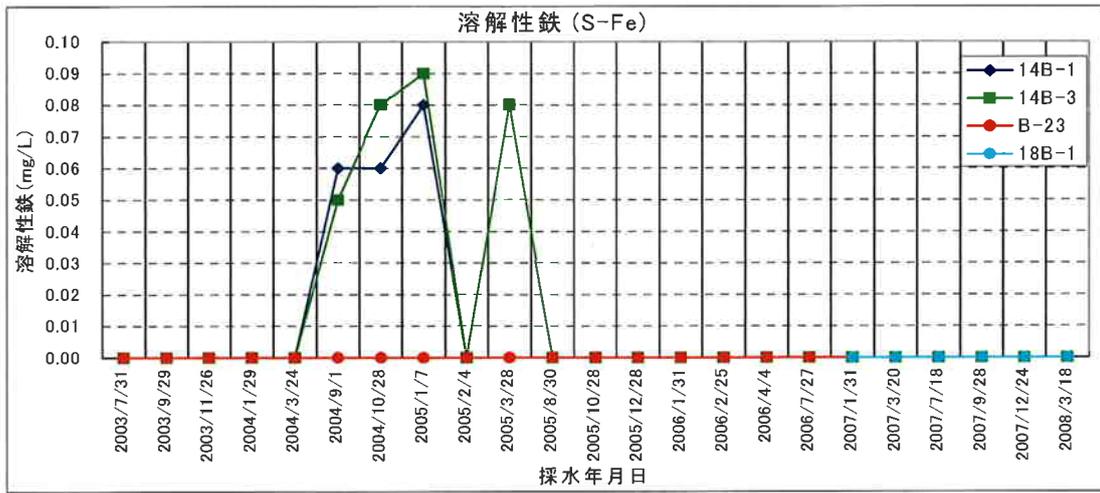


図 2.6.2 水質分析結果 (S-Fe、NH₄-N、NH₄⁺)

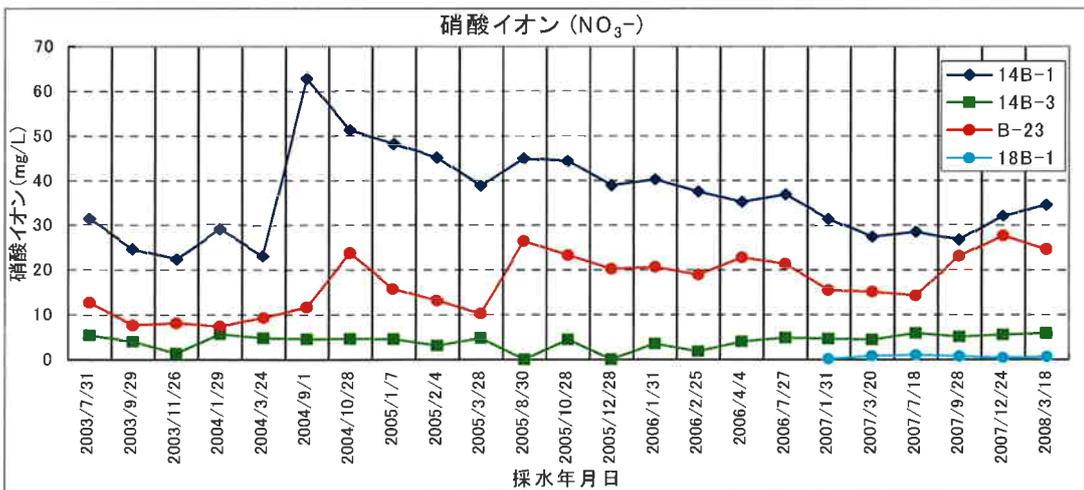
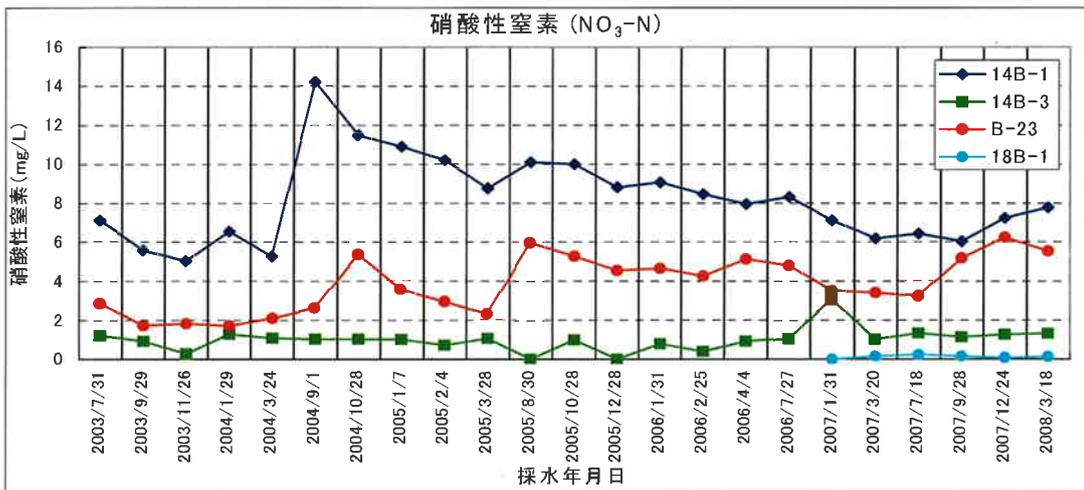
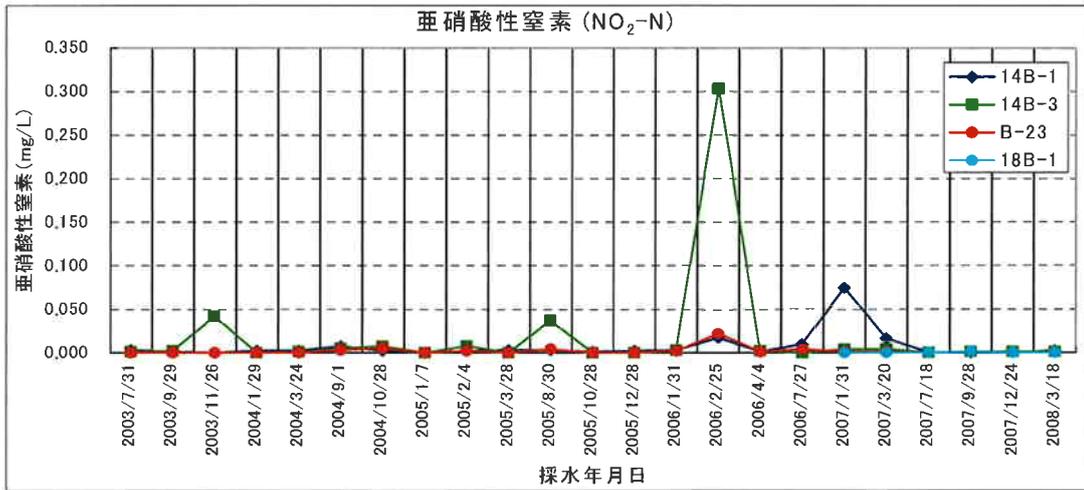


図 2.6.3 水質分析結果 (NO₂-N、NO₃-N、NO₃⁻)

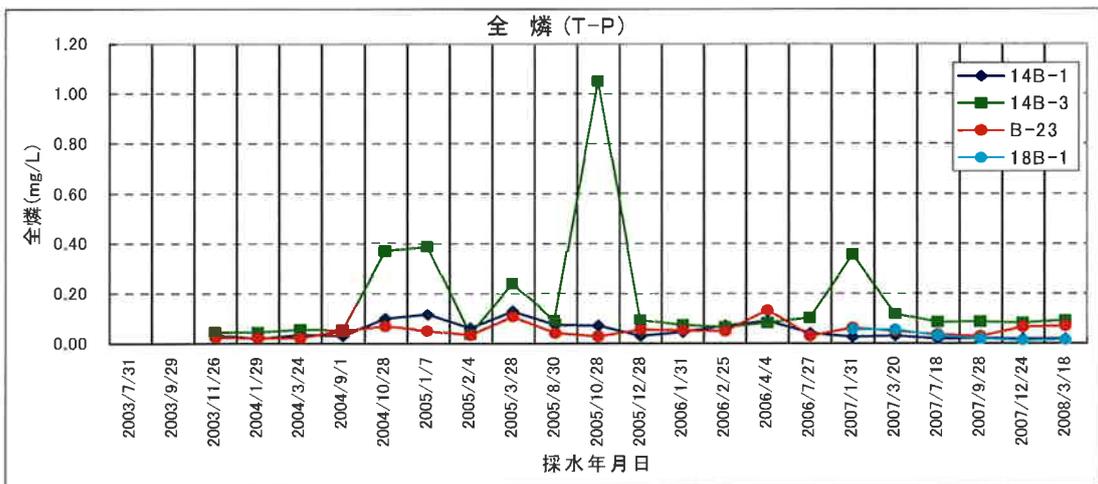
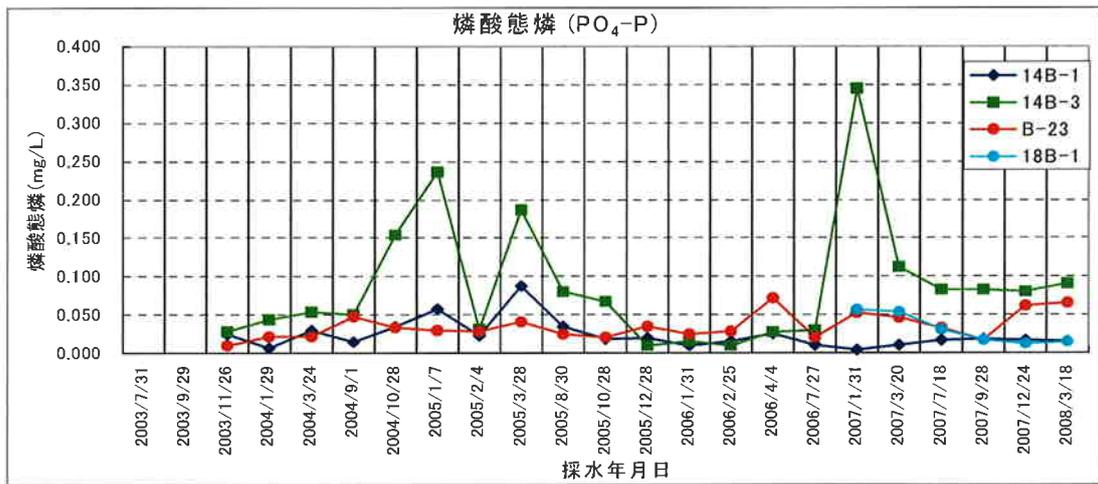
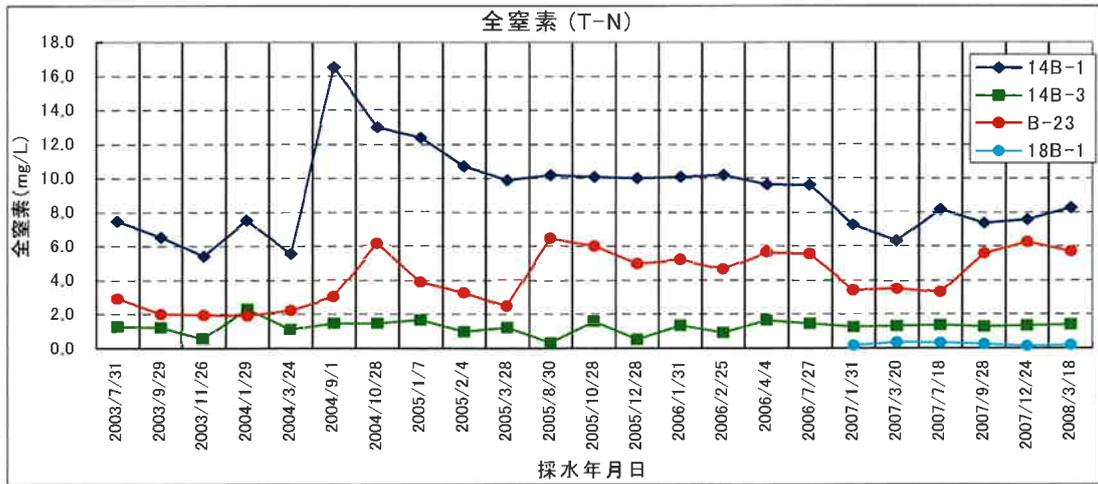


圖 2.6.4 水質分析結果 (T-N、PO₄-P、T-P)

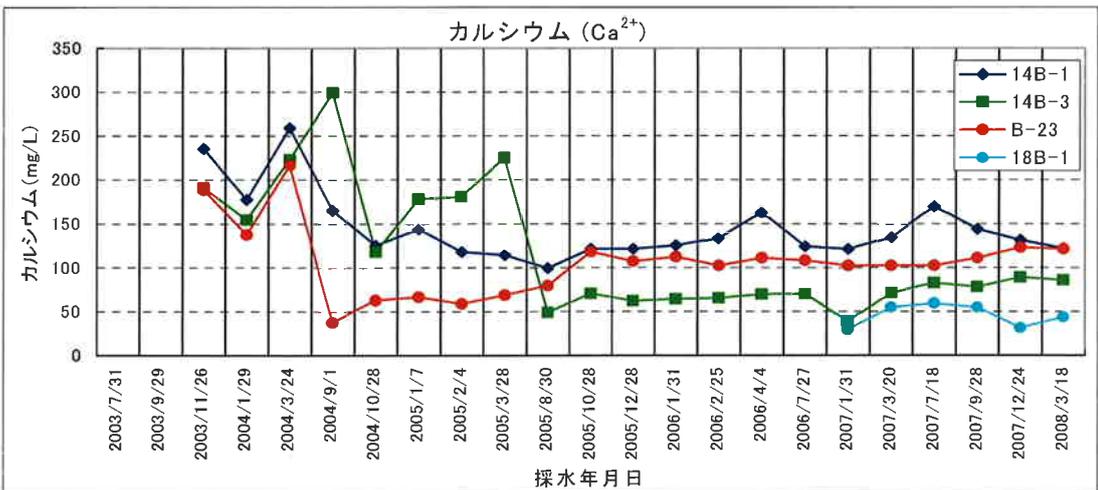
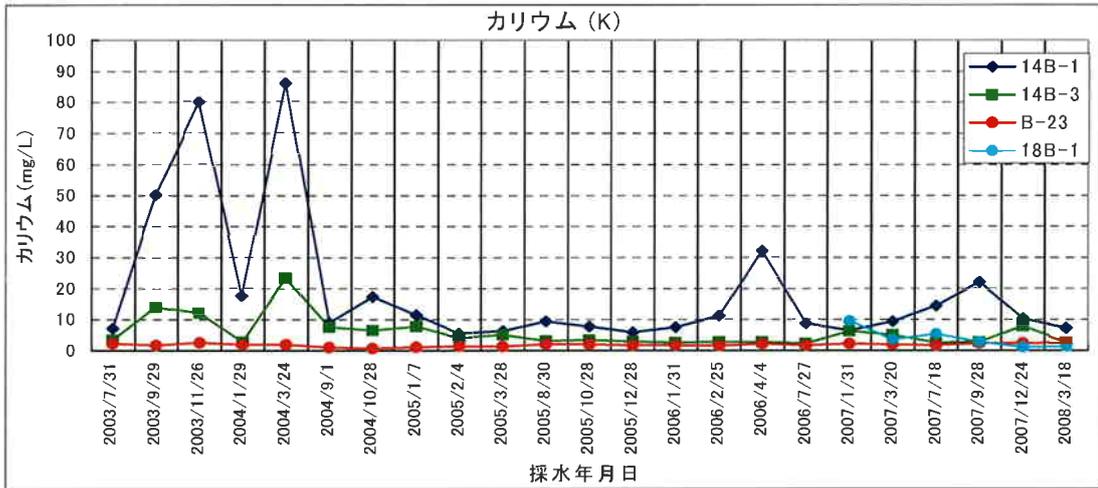
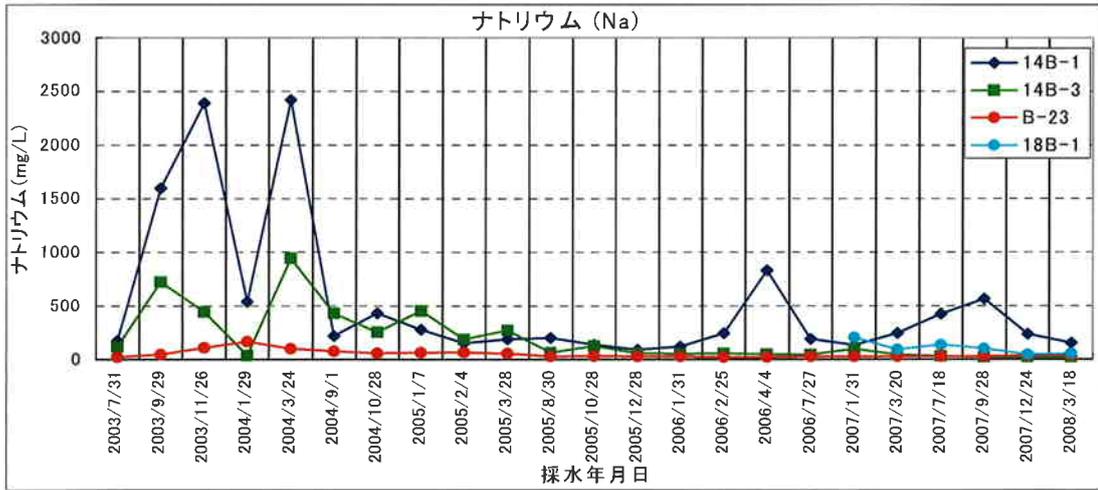


図 2.6.5 水質分析結果 (Na、K、Ca²⁺)

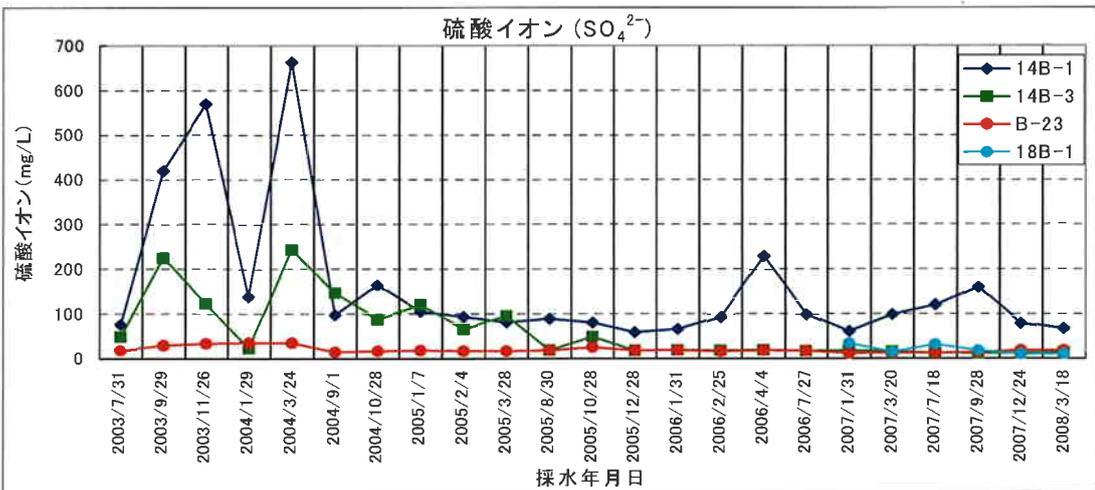
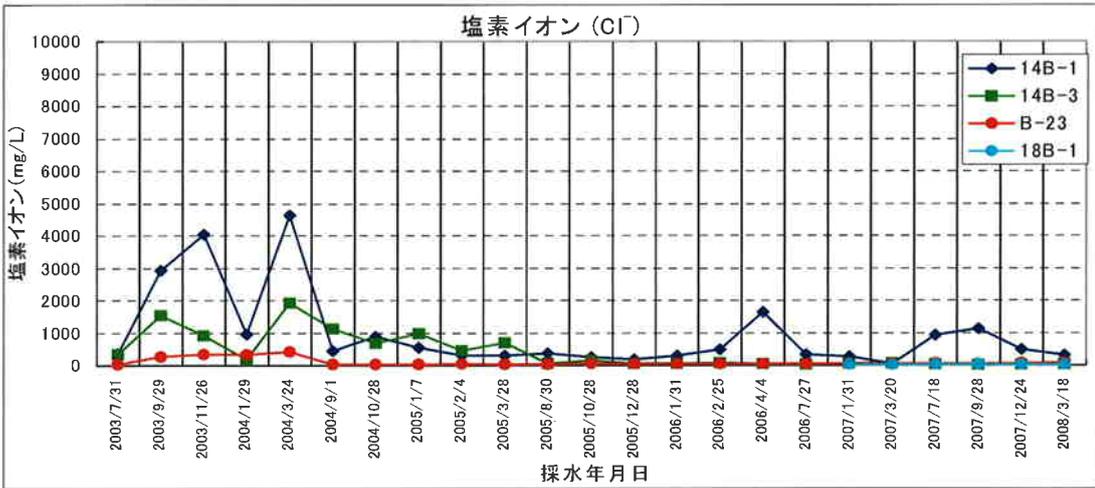
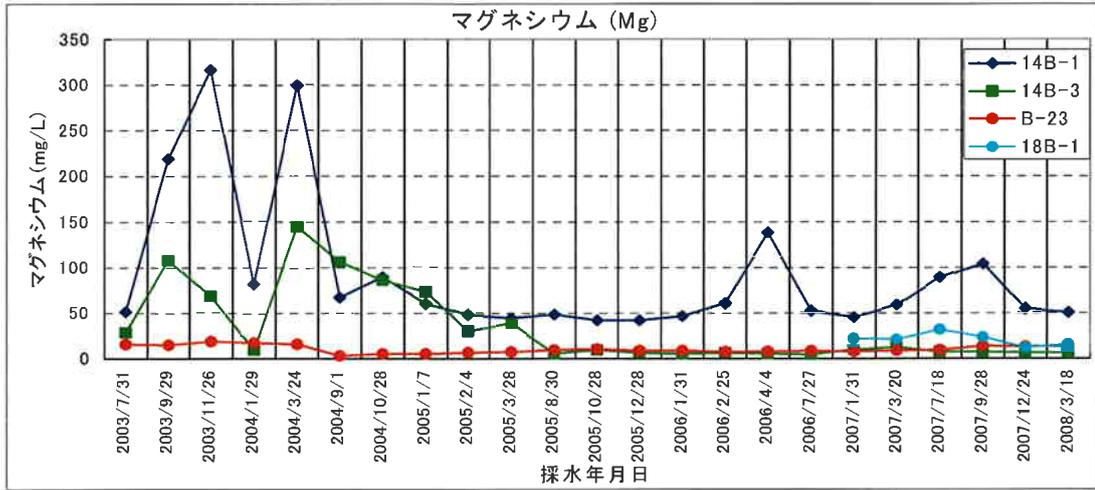


図 2.6.6 水質分析結果 (Mg、Cl⁻、SO₄²⁻)

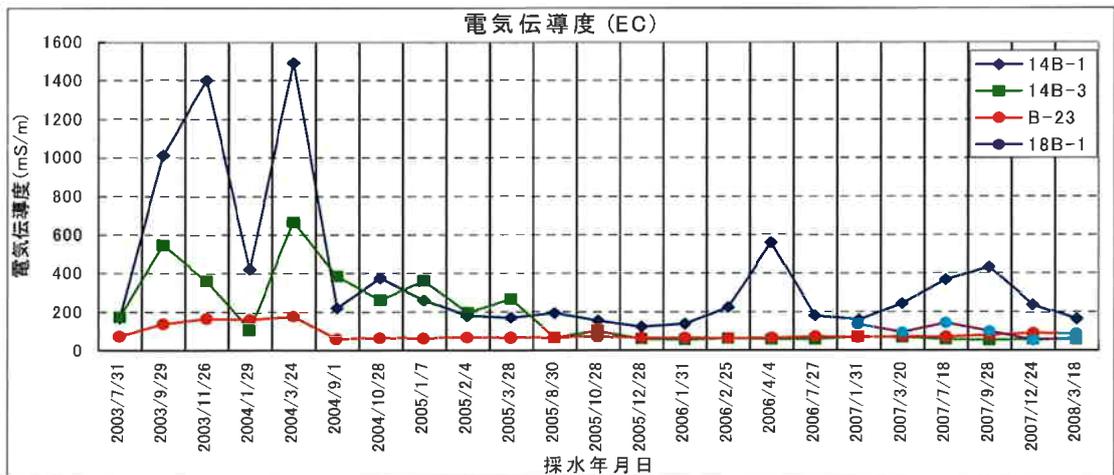
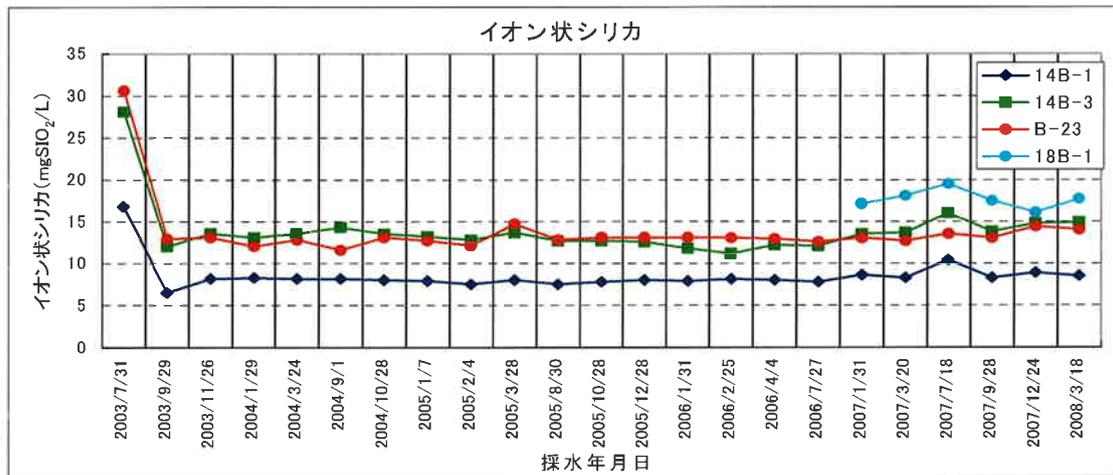
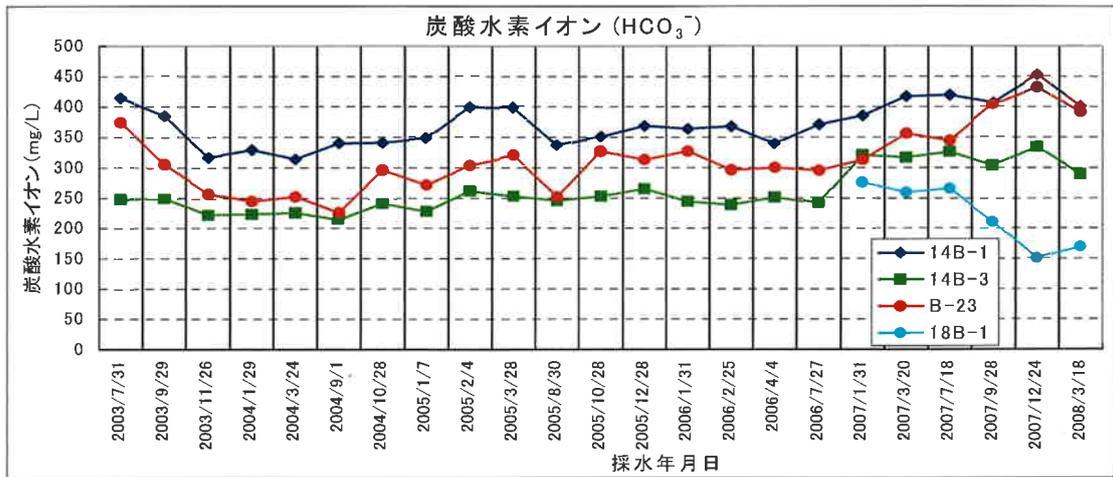


図 2.6.7 水質分析結果(HCO₃⁻、イオン状シリカ、EC)

2. 7. 事後調査の結果と過年度調査結果の比較検討結果

(1) 雨量観測

本地域の平成 19 年の年総降水量は 2,110mm で平年並みの降雨量であった。一方、月雨量は前半(7月まで)は平年並み～少雨傾向であったが、後半は多雨傾向に転じ、特に9月から11月にかけては、台風に伴う集中豪雨により平年に比べ各月とも100mmほど多かった。

(2) 地下水の水位

平成 19 年の地下水位は、沿岸部の 4 地点に置いては、過年度と大きな変化はなく、ほぼ同様に変動していた。

一方、内陸部の 16B-1 地点では、平年並みの降雨量にも係わらず、過年度の最低水位付近(基盤岩付近)を上下していた。

この原因としては、この地点の上流側で大きな地形の改変はなかったこと、雨量は平年並みであったこと、水位計は正常に作動していることなどから、これらが原因とは言い難い。一方、この地点はゴルフ場内に位置し、日常的に芝の養生のために散水され、それが地下水として供給されていたが、今般の閉鎖に伴い、その分地下水涵養量が減少し、それが地下水位の低下に繋がったと考えられた。

(3) 地下水の SS

SS は 18B-1 地点で一時的に 7mg/L のやや高い値が測定された以外は、各地点ともほとんど 1mg/L 未満であった。

(4) 電気伝導度

電気伝導度は自然的要因により若干高目の値が測定された以外は各地点ともほぼ過年度並の値であった。

(5) 水質分析

各項目とも自然的要因により若干高目の値が測定された以外はほぼ過年度並みの値が得られ、特別な変化は認められなかった。

3. 赤土流出対策の状況について

3.1 赤土砂対策施設

(1) 本体用地造成工事における対策

図 3.1-2のとおり、盛土・切土範囲において調節池を設け、ある程度の雨量を貯留し、ろ過沈殿池・浸透池へ導いた。

また、立坑を設置し、そこである程度の濁度低減を図り、ろ過沈殿池に導き 200mg/L 以下となるようろ過処理した後、浸透池での処理を行った。

なお、工事区域外からの雨水の流入を防ぐため、外周に切り回し水路を設置した。

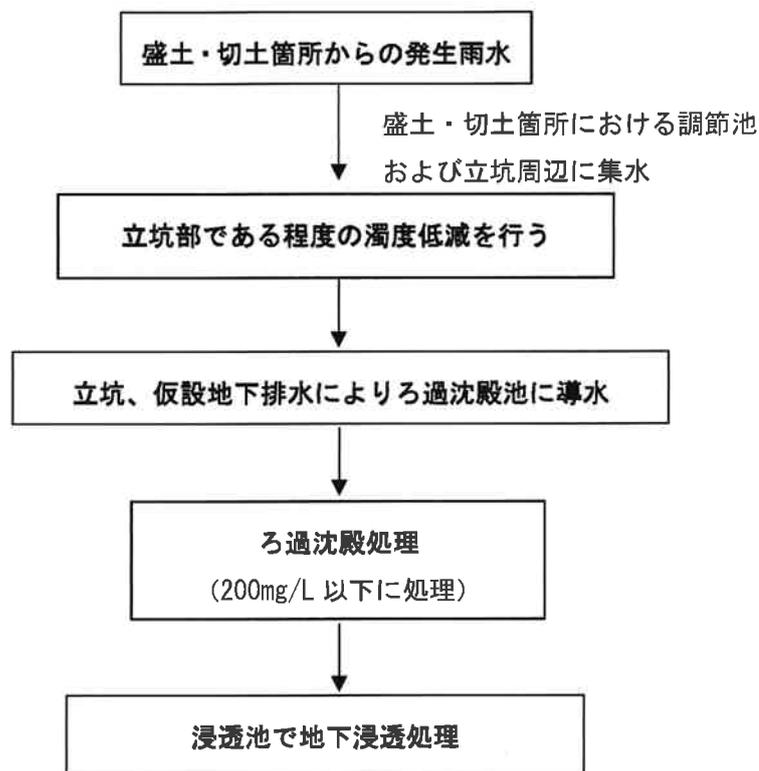


図 3.1-1 盛土箇所の濁水処理フロー

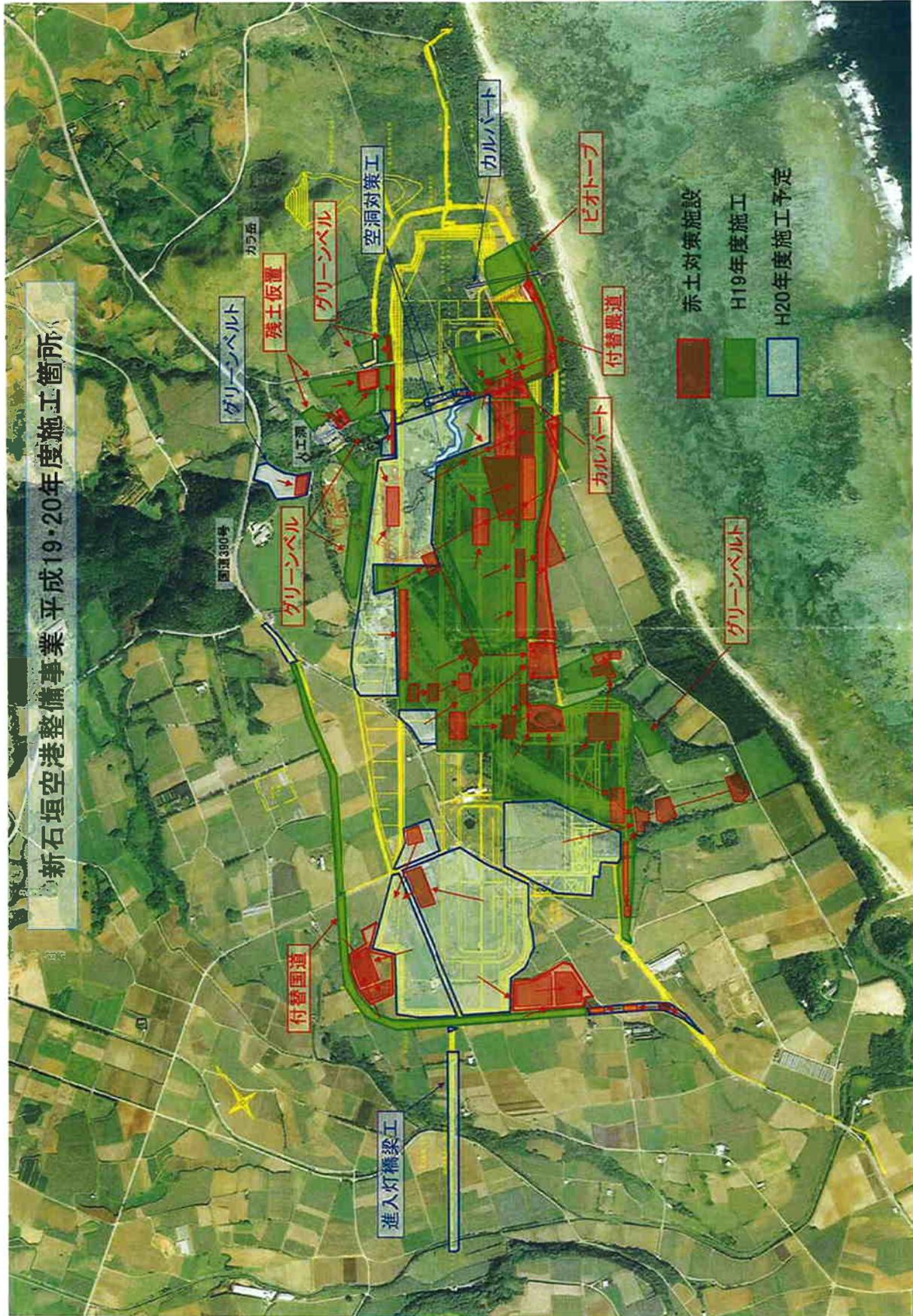


図 3.1-2 赤土対策施設の設置状況

3.2 赤土砂等流出防止対策施設

(1) 現場内貯留施設

現場内で築堤を行いながら盛土箇所で調整池を設置した。



(2) 立坑による貯留

φ600mm の管を設置し、その周辺を先に盛土することにより貯留容量を確保すると併せ、立坑を介することにより、ある程度の濁度の低減を図った。



(3) ろ過堤・浸透池



(4)発生源対策



団粒化材吹付・ブルーシート養生



マルチング工

(5)流域外からの水の切り回し



流域切柵設置



水路設置

3.3 維持管理状況



浸透池降雨後の微粒子土砂堆積状況



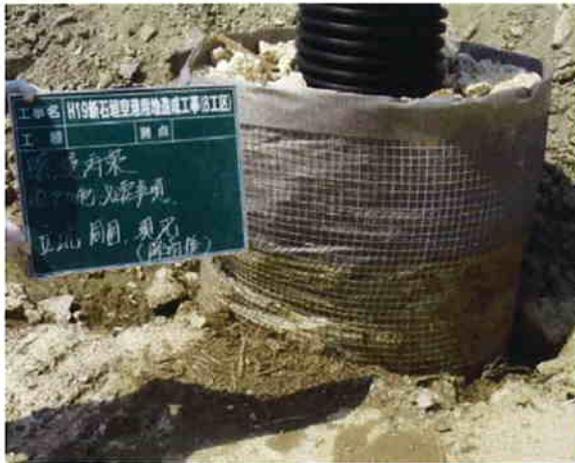
微粒子土砂堆積土の除去作業

除去作業完了

伐採木をチップ化したものを利用し（ソックス状の材料に充填）、微粒子土砂の低減と降雨時の流速を落とし、赤土の巻き上げが起こらないようにした。



微粒子土砂低減措置状況



調節池吸込口 目詰状況



調節池吸込口 目詰清掃状況

3.4 平成20年6月7日の集中豪雨について

(1) 6月7日の雨量

石垣島気象台発表と同様に、新石垣空港現場においても7日深夜2時から4時までの3時間に合計146mmの降雨があった（表 3.4-2参照）。

表 3.4-1のとおり、ろ過・沈殿池の容量算定に用いた短期降雨の範囲では、今回の集中豪雨は環境影響評価で想定していた10年確率の雨量と同程度の雨量であった。

表 3.4-1 10年確率における計画降雨量と実績降雨量との比較

	10min	60min (1時間)	180min (3時間)	日雨量 (24時間)
環境影響評価書	26mm	86mm	123mm	259.4mm
6月7日豪雨	17mm	72mm	146mm	157mm

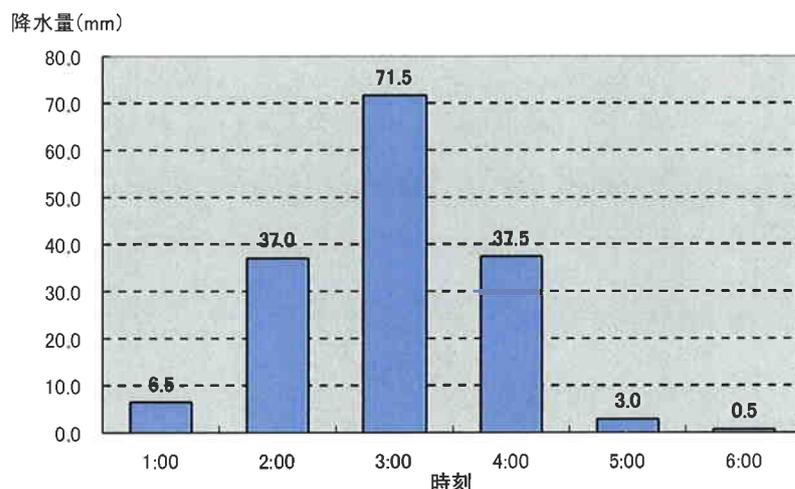


図 3.4-1 6月7日の降雨量の状況

(2) 集中豪雨による影響

【影響1】：浸透池から周辺農地への流出

現場中央部の浸透池を越え周辺の畑へ濁水が流出したが、海域への流出はない。

【影響2】：現場外北側三面張り水路から海域への流出

現場外雨水が洞窟へ流入し、その湧出口が現場内にあるため、切廻管を設置していた。しかし、その管が破損し現場内の雨水と合流して、既存の三面張り水路を介して海域に流出した。三面張り水路での濁度は午前7時で143mg/Lであり、これまでの調査においても同程度の濁度の水が流出していたことから、海域に与える影響は大きなものではないと考える。

表 3.4-2 各観測地点の降水量 (H20.6.6~H20.6.7)

(単位:mm)

6月		現場※1	石垣島※2	真栄里※2	伊原間※2	川平※2
6日	4:00	3.0	10.0	17.5	2.0	20.5
	5:00	20.5	1.5	3.0	21.5	0.5
	6:00	1.0	0.5	0.0	0.5	1.0
	7:00	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
	8:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9:00	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
	10:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	11:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	14:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16:00	0.5	0.0	0.0	3.0	0.0
	17:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	19:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	20:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	21:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	22:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	23:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0:00	0.0	0.0	0.0	22.0	2.5	
7日	1:00	6.5	2.0	1.5	28.0	23.5
	2:00	37.0	33.0	27.5	30.5	27.0
	3:00	71.5	68.5	75.0	9.5	13.0
	4:00	37.5	31.5	26.5	2.0	0.5
	5:00	3.0	6.0	4.5	1.0	0.0
	6:00	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
上記黄塗時間の合計		157.0	141.5	135.5	97.0	68.0

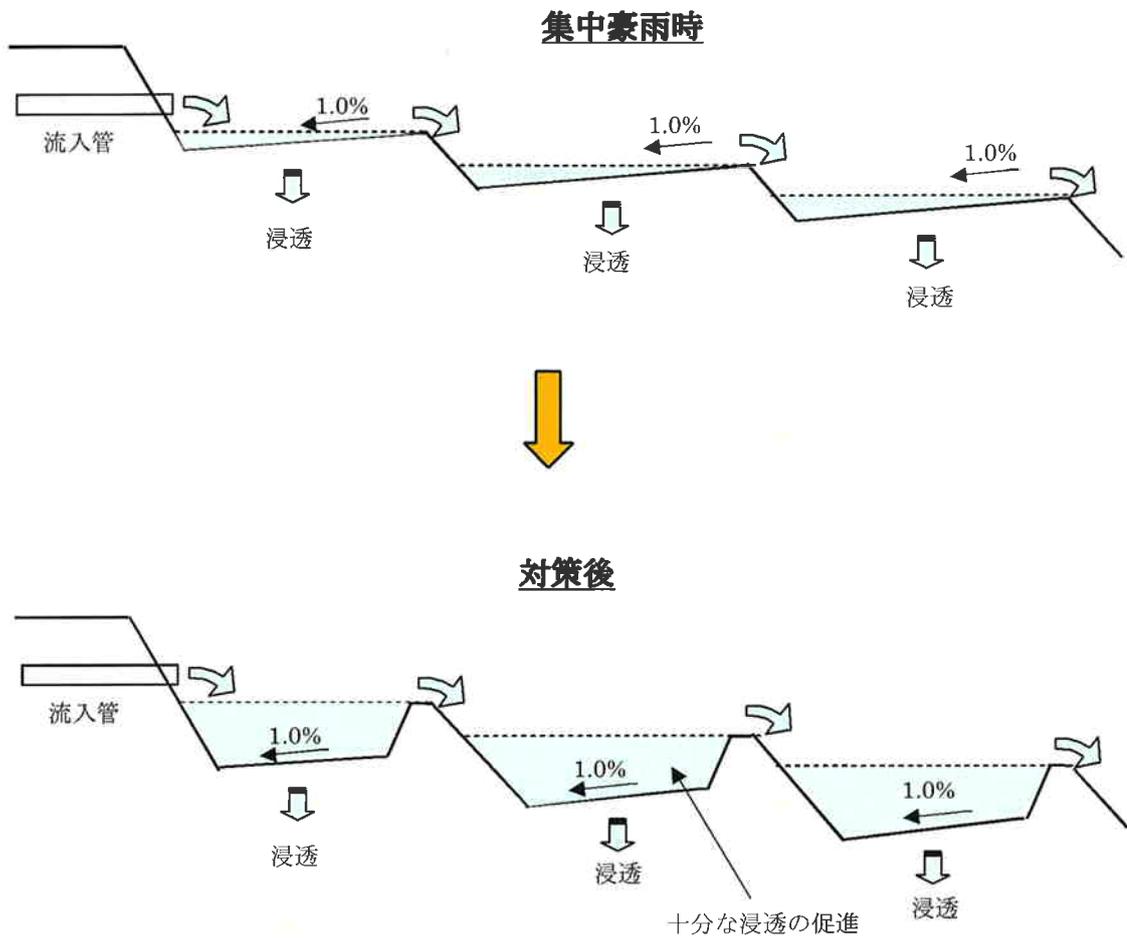
※1：現場設置雨量計による観測データ

※2：気象庁アメダスデータ

(3)集中豪雨後の対策

【影響1の対策】

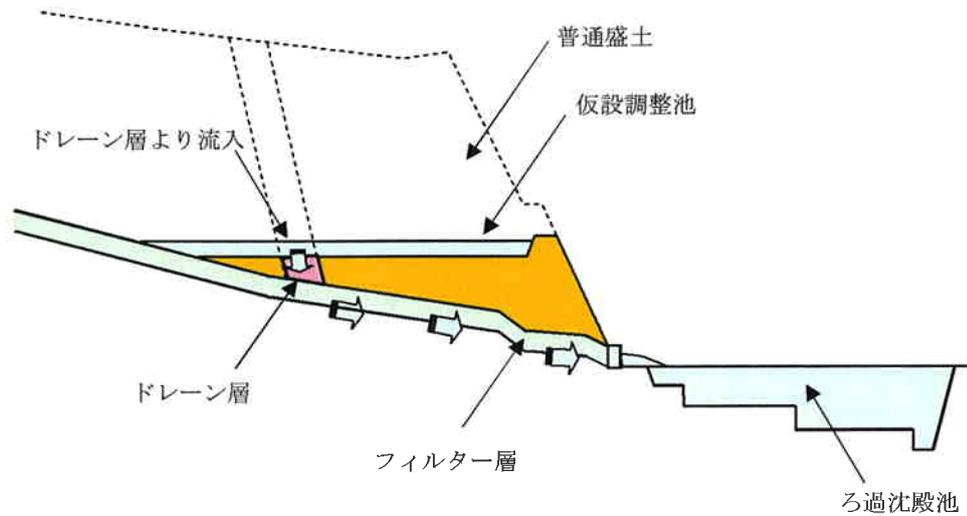
階段状の浸透池については、下図のとおり掘削し、一時貯留させながら浸透面積を確保する。



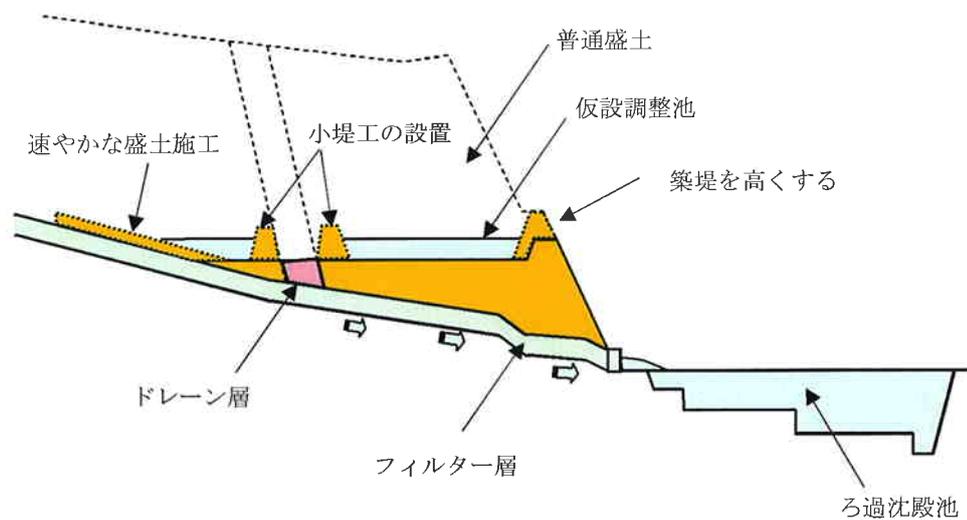
- ・ 若干、貯留させることで十分な浸透を促す。
- ・ 粘性土を除去し、浸透する面を露出させる。

- ②フィルター層・ドレーン層を伝わって流出した水は、濁水ではないが水量は多いと考えられる。そのため、流入量を低減するため、ドレーン層前面の築堤設置等の対策を実施するとともに、切土及び盛土工時範囲の築堤を高くし仮設調整池の容量を確保する。

集中豪雨時



対策後



【影響2の対策】

破損した管水路の呑口周辺を強固にし、現場内からの土砂の混入がないようブルーシートで被覆した。



集中豪雨時

対策後

第3回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

空洞対策について

日時：平成20年6月30日

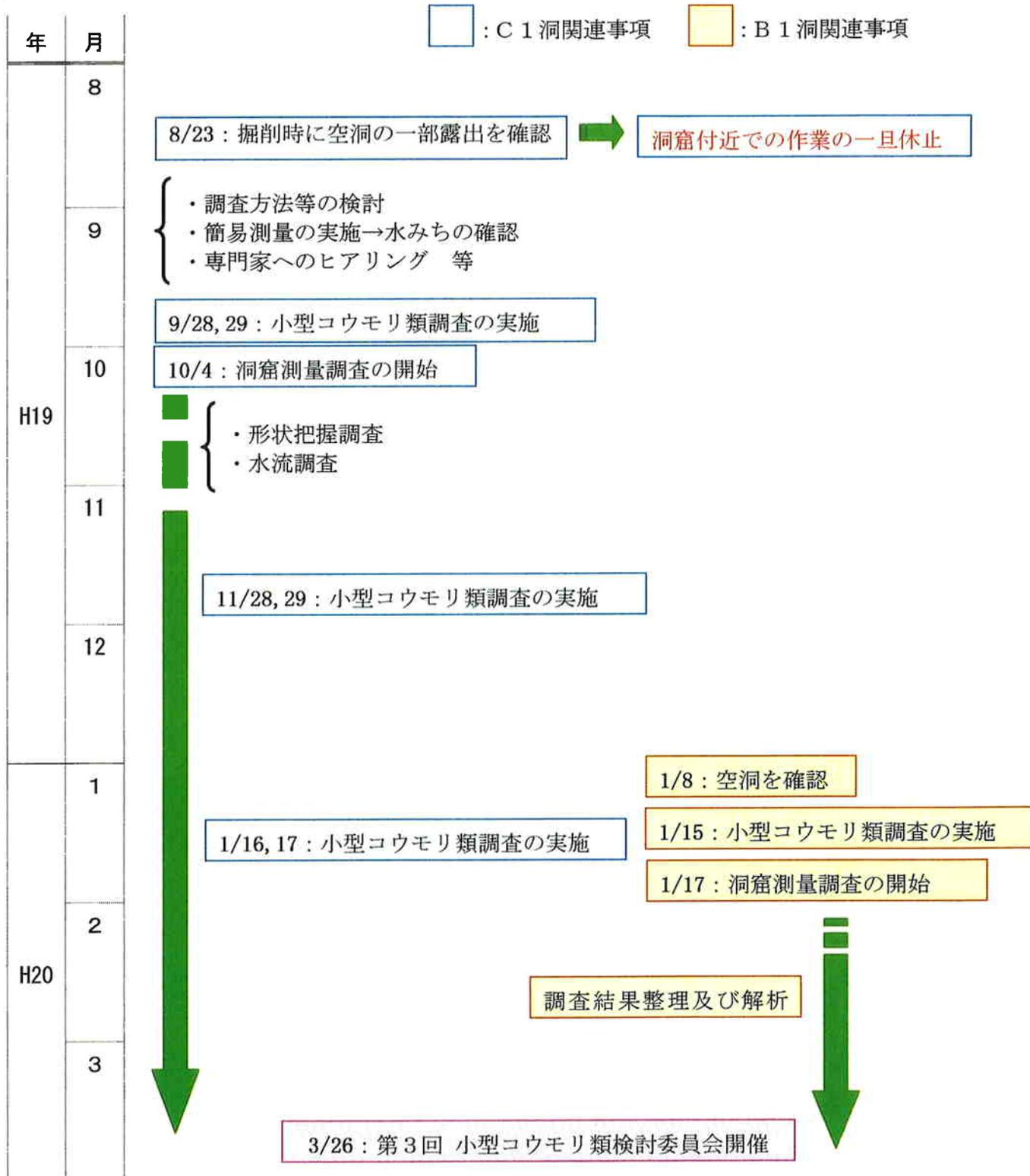
場所：八重山支庁 2階 大会議室

目 次

1. C1洞窟の保全対策について 1-1
2. A1洞とE洞の空洞対策工について 2-1

1. C1 洞窟の保全対策について

1.1 経緯



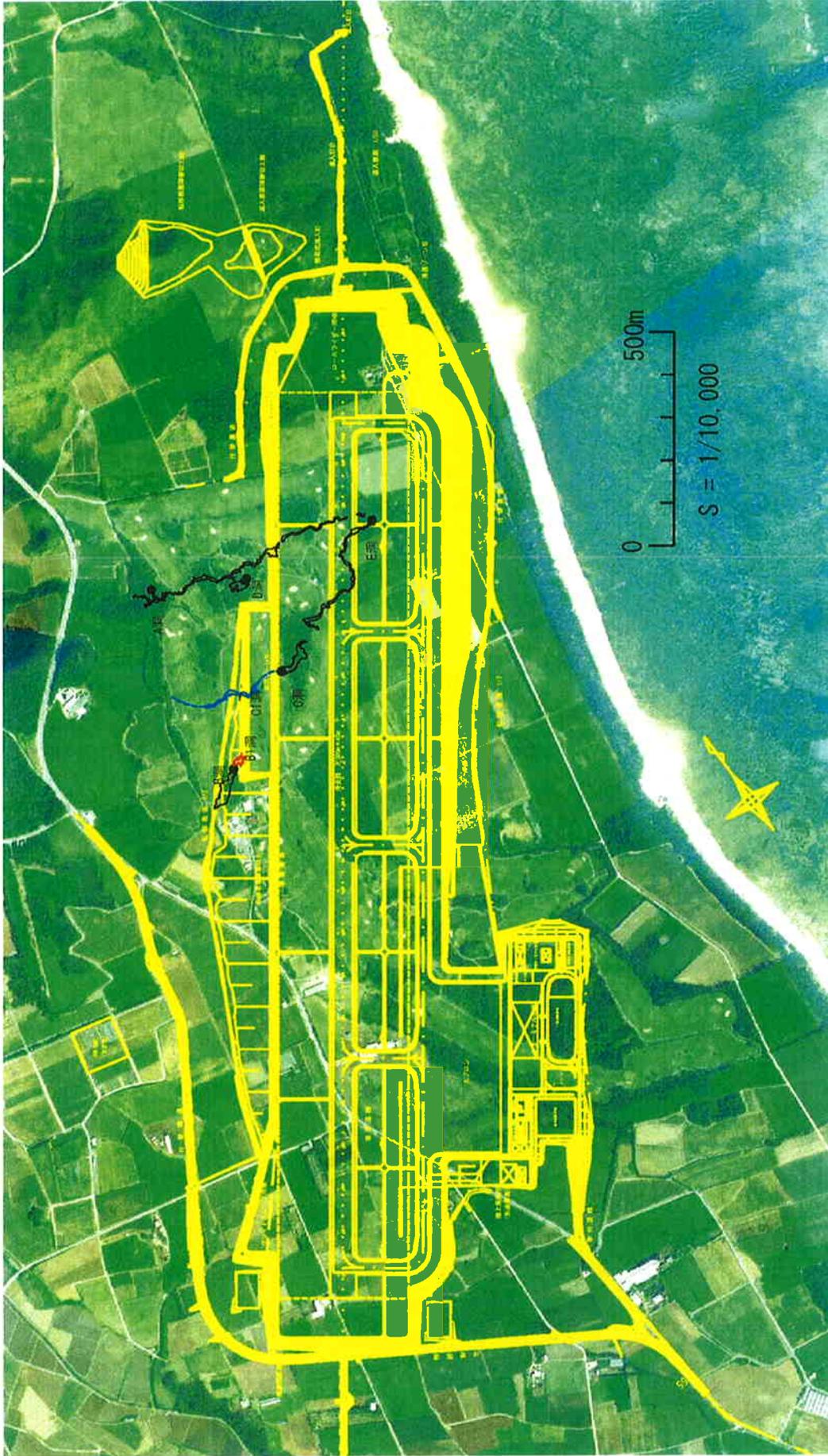


図 1.1-1(1) C I 洞及びB I 洞の位置

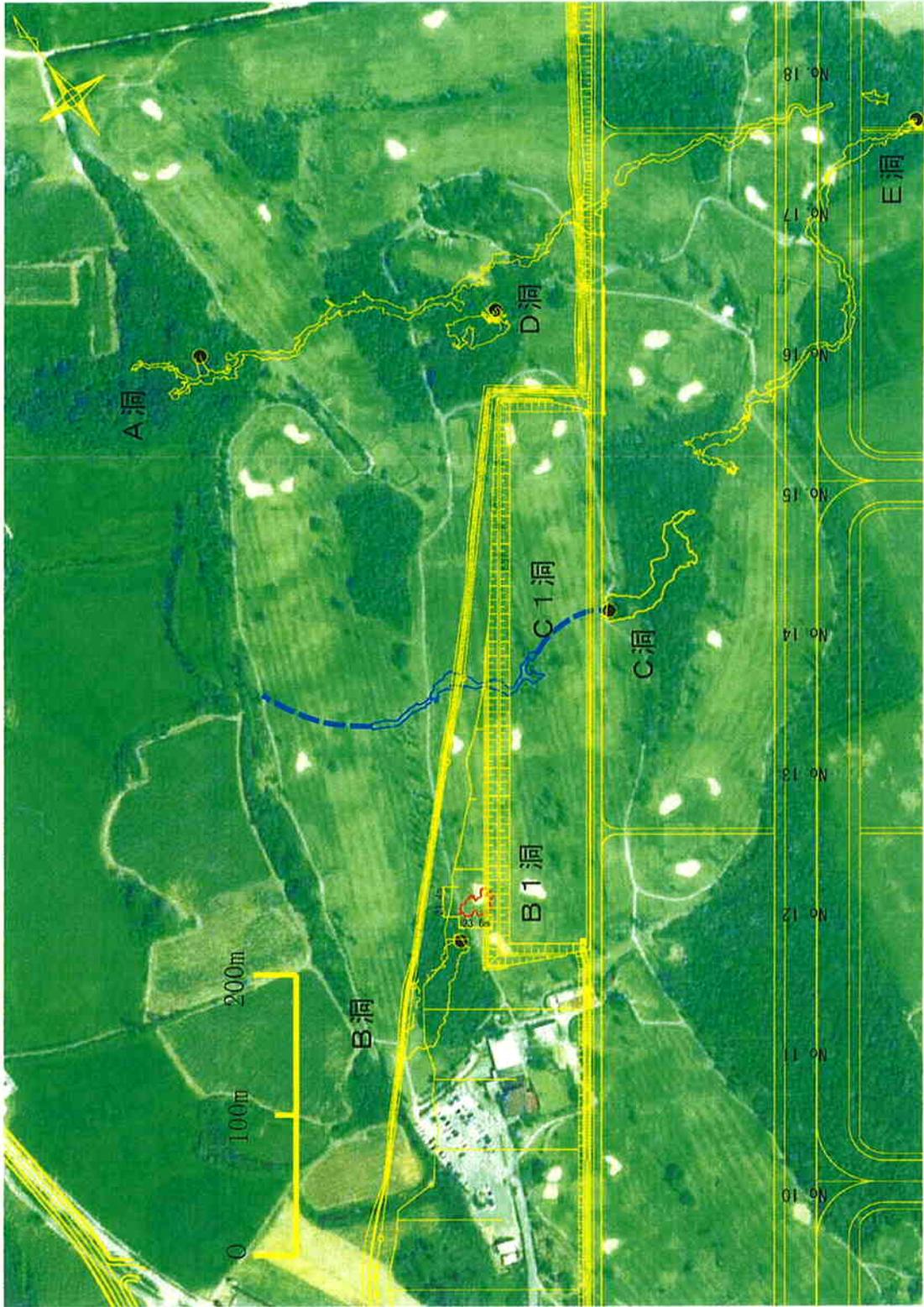


図 1.1-2(2) C 1 洞及びB 1 洞の位置

1.2 C1 洞調査結果概要

(1)形状把握調査（図 1.2-1参照）

(2)水流調査（図 1.2-2参照）

(3)小型コウモリ類調査

生息状況は、ヤエヤマコキクガシラコウモリのみの確認となり、個体数は、移動期の最大個体数は70個体、冬季の休眠時期には10個体を確認した。

なお、洞窟調査結果より、C1洞はC洞とつながっており、小型コウモリ類の入出洞が確認された洞口は1つであった。

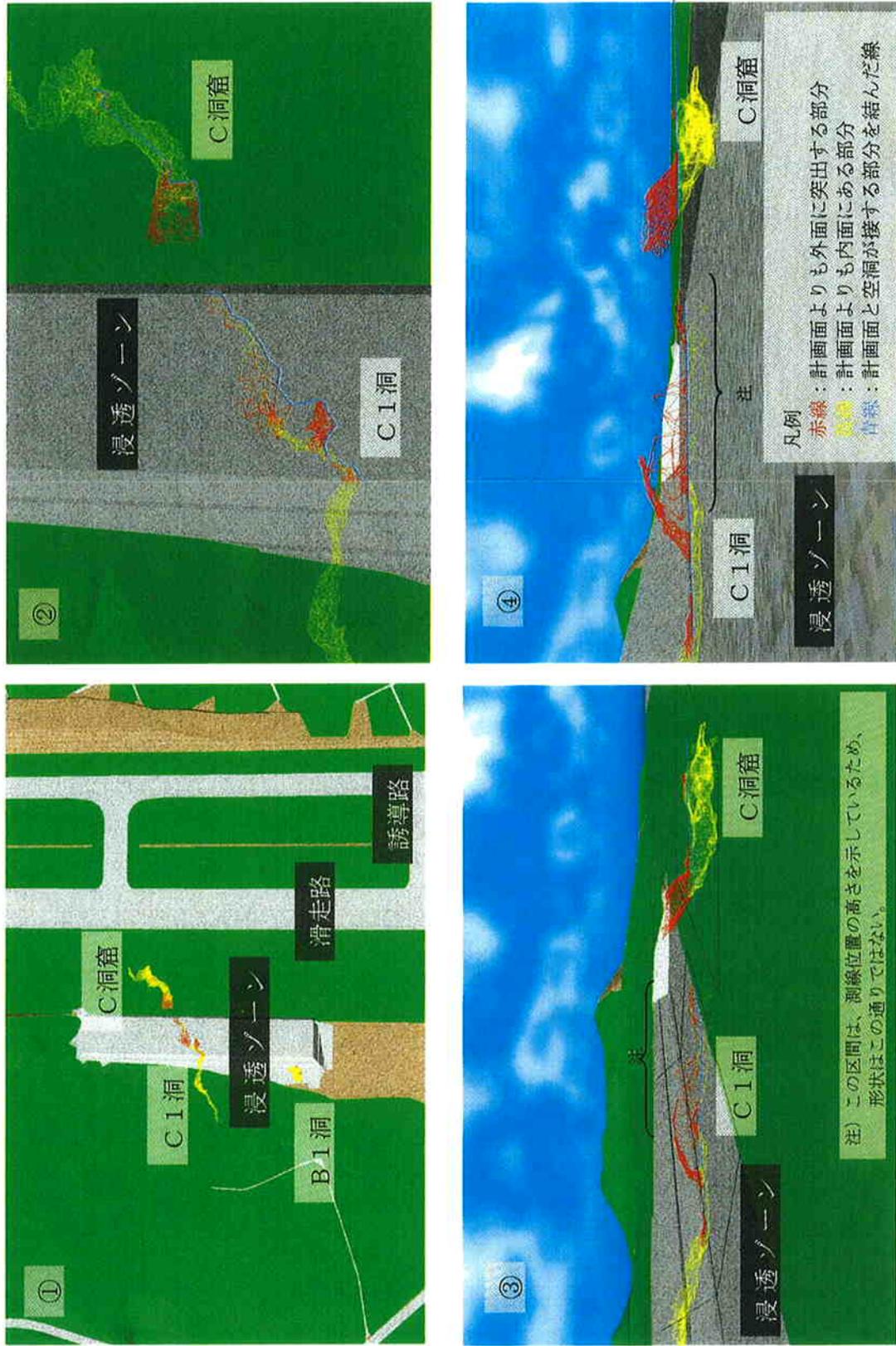


図 1.2-1 形状把握調査の結果

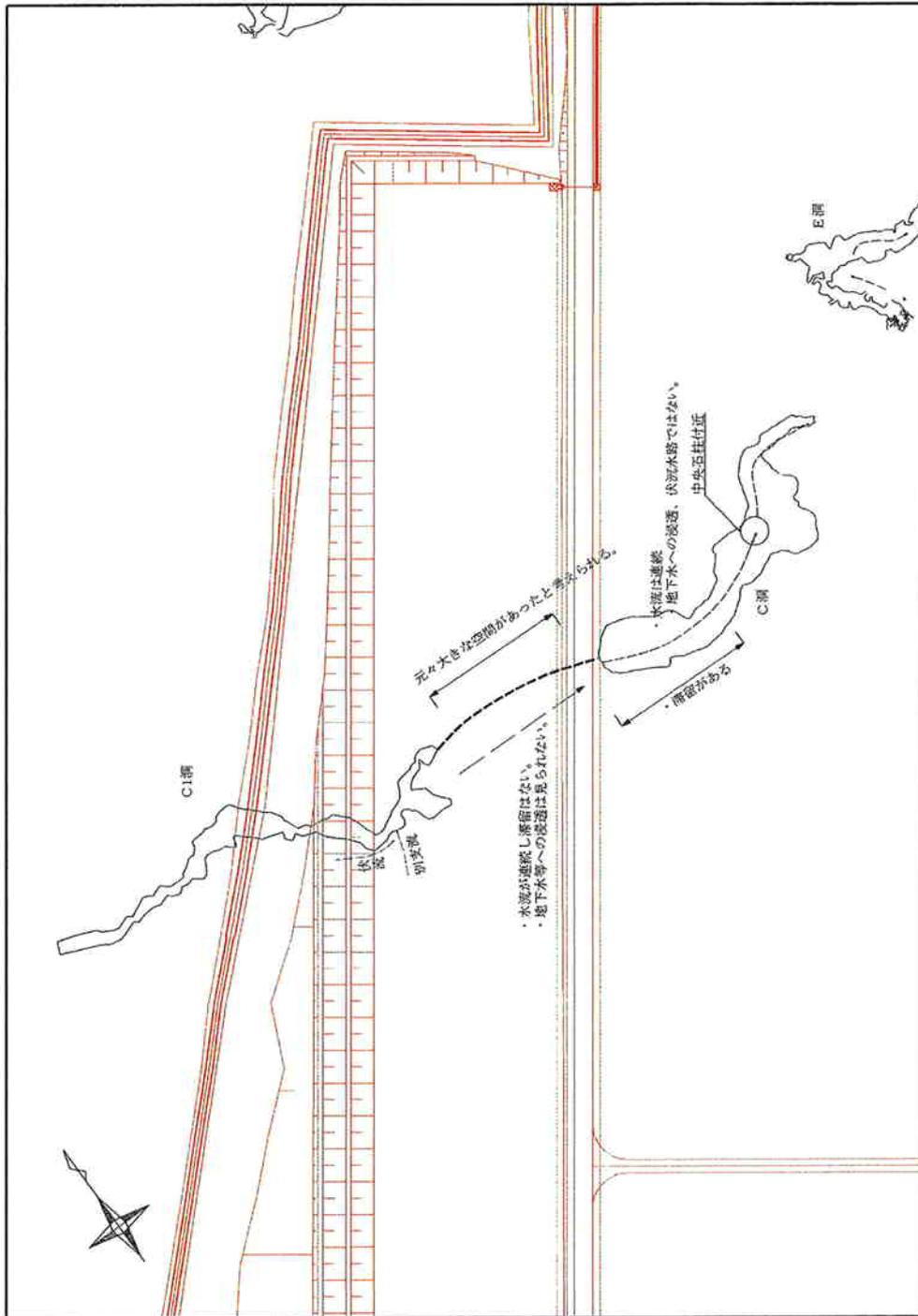


図 1.2-2 水流調査の結果 (C1 洞と C 洞窟との関連性)

1.3 C1洞における小型コウモリ類の保全計画（案）

(1)環境影響評価書における小型コウモリ類の保全対策

【基本方針】

石垣島全体が小型コウモリ類の生息地であり、個体数の維持のためには、

- 事業実施区域周辺だけでなく、石垣島全体で考慮していく視点が重要である。
- 長期的な視野で小型コウモリ類の環境を保全する。



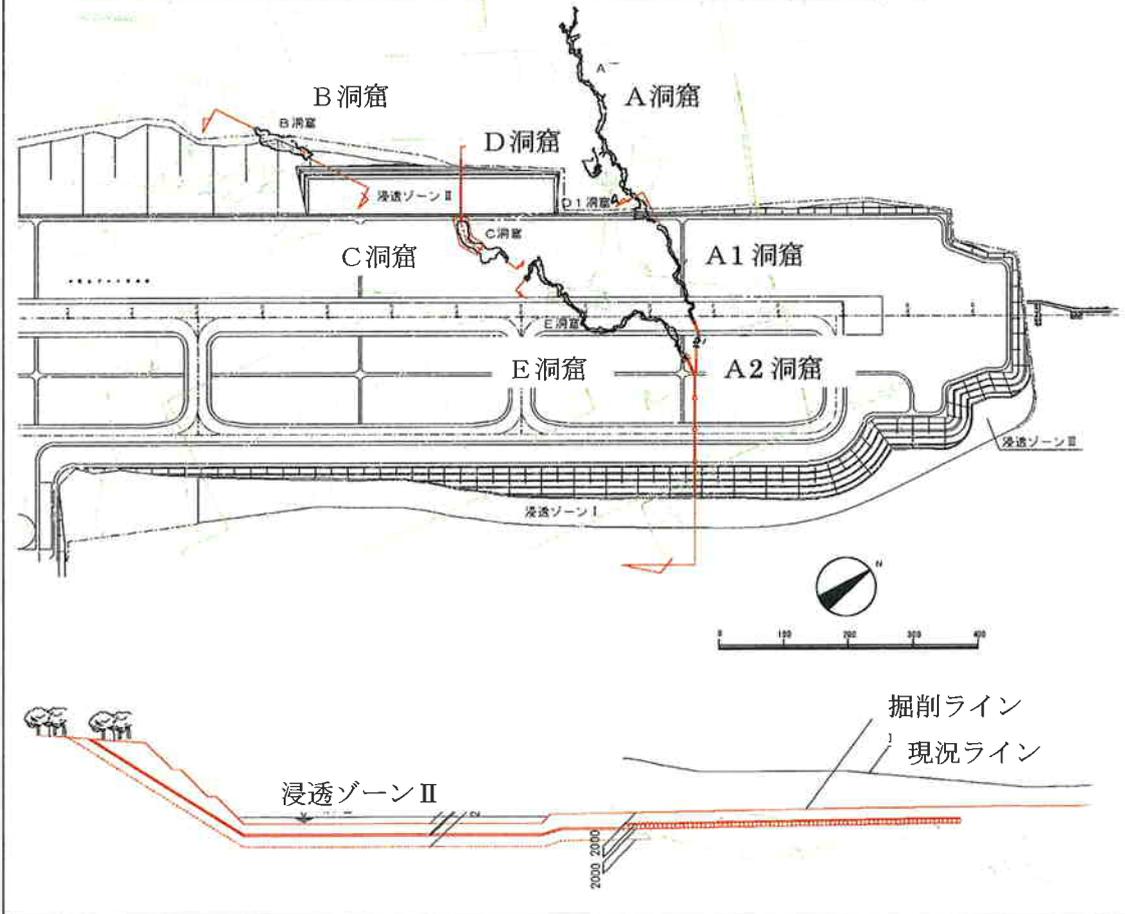
供用後、B、C、E洞窟の空洞部分で、小型コウモリ類の利用が期待できるため、

- 洞窟（B、C、E洞窟）を保全する。
- 新たな洞窟を創出する。



C洞窟の保全対策

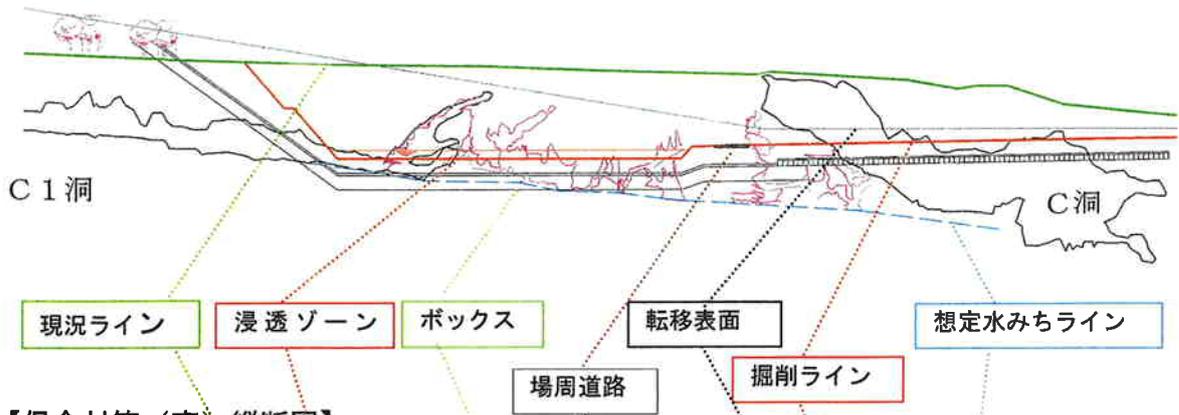
- 浸透ゾーンIIの地下部にトンネルを設け、新しい洞窟を創出する。



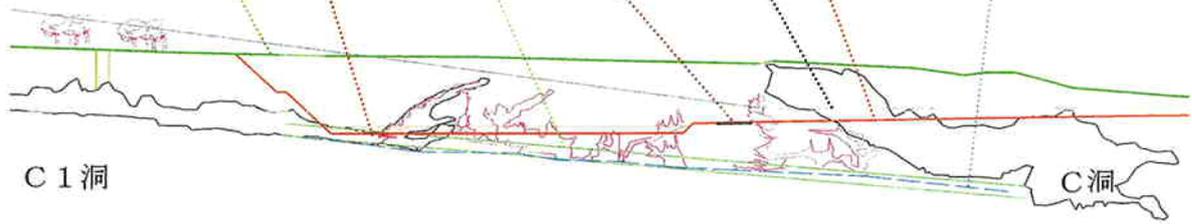
参考) 「新石垣空港整備事業に係る環境影響評価書」 (平成17年9月)

(2)C1洞の保全対策（案）

【評価書記載】

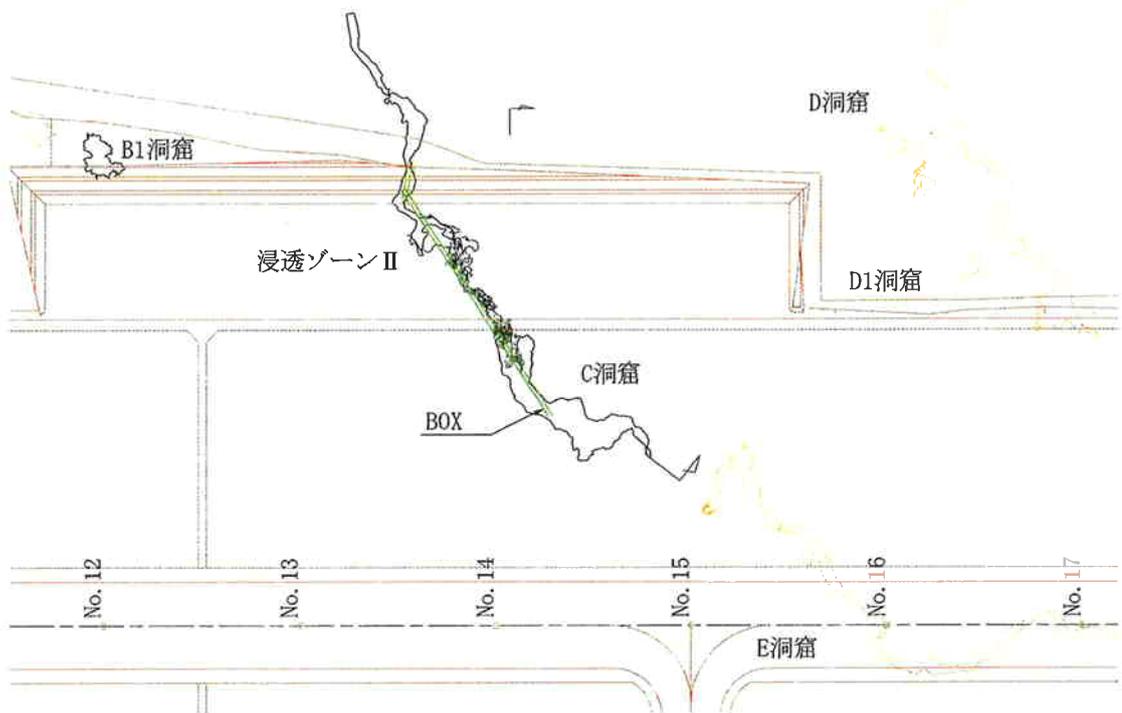


【保全対策（案）縦断面図】



保全対策（案）断面図

【保全対策（案）平面図】



2. A1洞とE洞の空洞対策工について

A1洞とE洞の空洞対策工については、「第10回 新石垣空港建設工法検討委員会（平成19年7月23日）」において審議された空洞対策検討の結果を踏まえ以下に示すような空洞対策工を設置することとしている。

(1) 空洞対策工設置の目的

- 1) 常時ならびに地震時における空港機能の確保
- 2) 地震時に空洞が崩壊することはやむを得ないが、常時において空洞を極力保全（常時における空洞内部のコウモリの飛翔空間と空洞内地下水の水みちとしての機能保全）

(2) 空洞対策工の設置範囲

空洞対策工は、新石垣空港が八重山地方の防災拠点であり、地震直後に非計器用着陸の機能が確保できるよう、図2.1-1に示すように基本的には滑走路と着陸帯I（非計器用着陸帯、滑走路中心線から75m以内）の空洞上部に設置するものとしている。

(3) 空洞対策工の構造形式

空洞対策の構造形式は、空洞を形成する琉球石灰岩に基本的には増加応力を発生させないため、図2.1-2～2.1-3に示すように、土被りが大きい区間では鉄筋コンクリートアーチ構造、図2.1-4に示すように、土被りが小さい区間ではプレストレストコンクリートスラブ構造としている。なお、基礎構造は、いずれも鉄筋コンクリート直接基礎としている。

(4) 空洞対策工の規模

空洞対策工の延長は、下記のようにA1洞96m、E洞（アーチ）185m、E洞（スラブ）122mの計403mである。

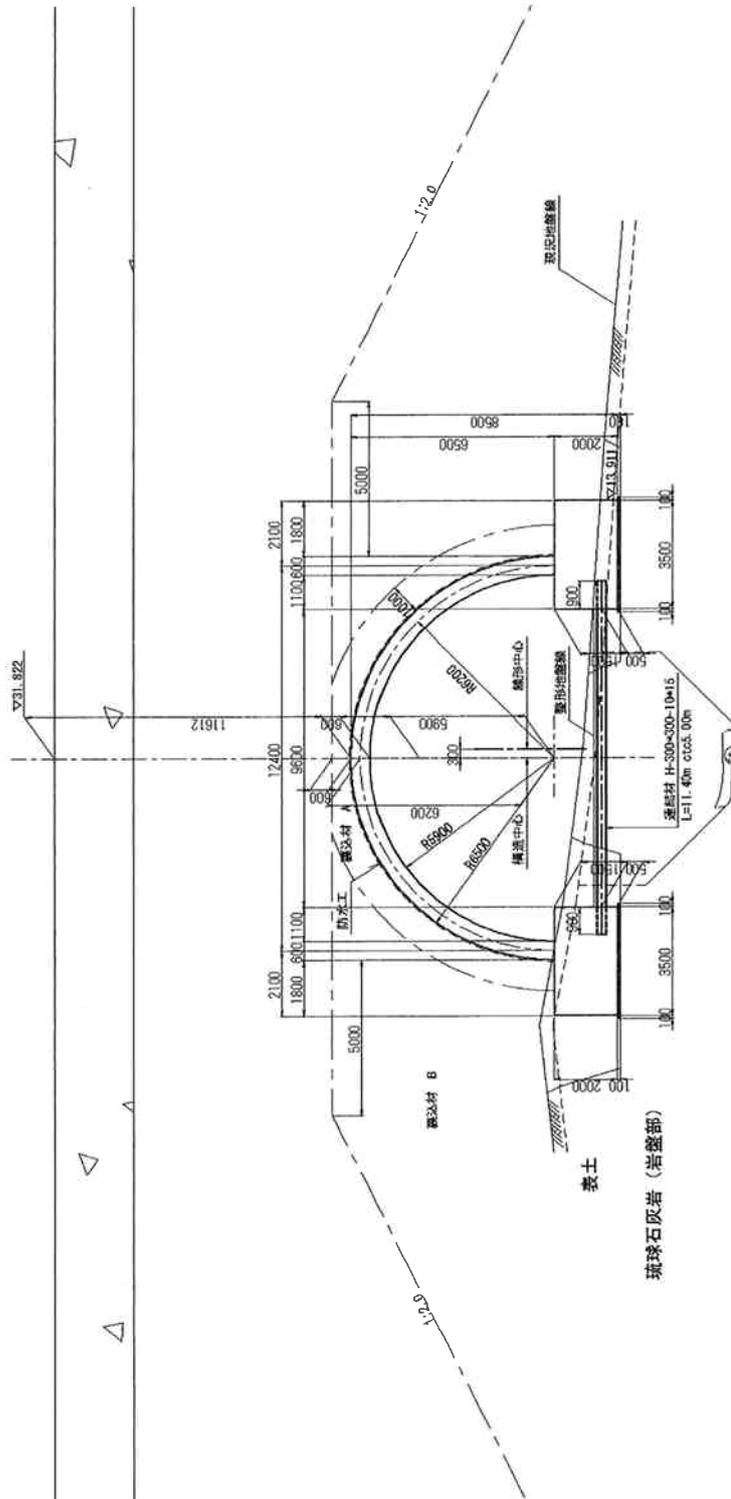
	延長	スパン
A1洞（アーチ）	96m	12～27m
E洞（アーチ）	185m	17～30m
E洞（スラブ）	122m	22～47m
計 403m		



図 2.1-1 A1、E 洞保全対策施設平面図

A1洞-1 (NO. 0+10.00)

空洞测点 ; No. 7



琉球石灰岩 (岩塊湿じり粘土質礫)

名藏深層

図 2.1-2 A1 洞防護工横断面図 (A-A'断面)

E 洞 横断面図 (10) ゾーン4 S=1:200 (1:100)

NO. 4+0.000

断面 ⑤

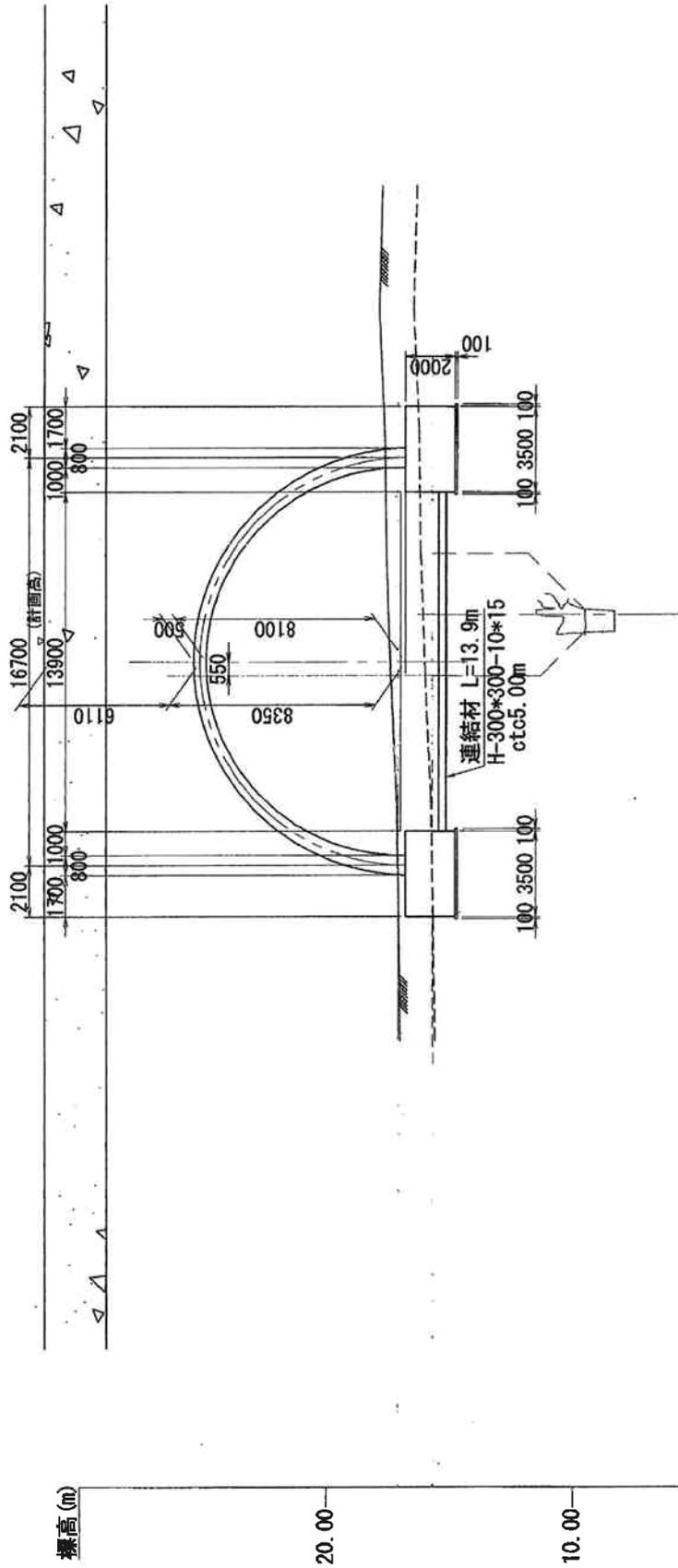


図 2.1-3 E洞防護工横断面図 (B-B'断面)

E洞スラブ部 横断面図(9) ソーン12 S=1:200(1:100)
NO. 15+0.00

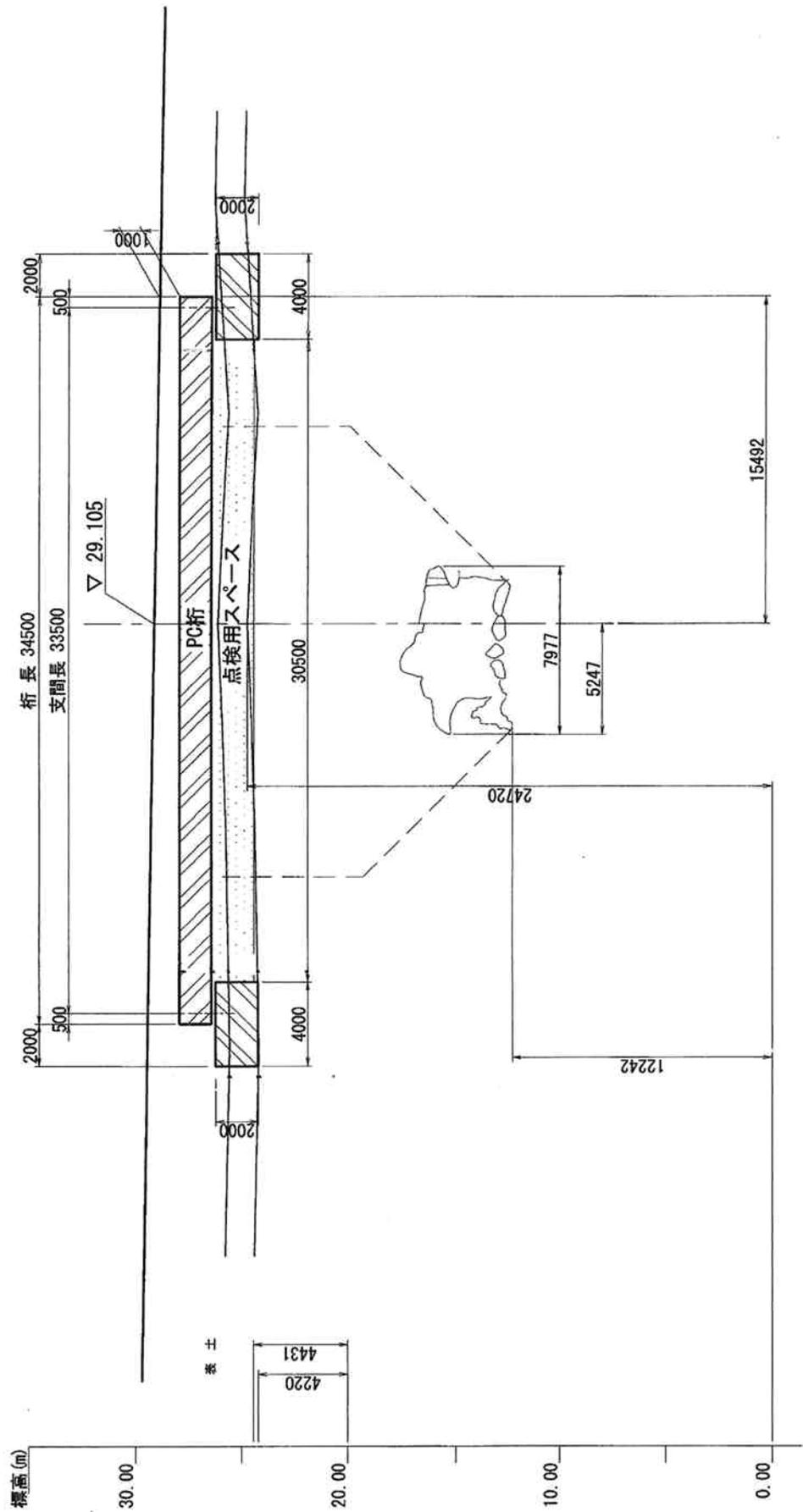


図 2.1-4 E洞防護工横断面図 (C-C 断面)

第3回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会

今年度（H20年度）のモニタリング調査内容について

日時：平成20年6月30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 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 20 年度は、平成 19 年度に引き続き造成工事を行うとともに、空洞対策工、舗装工、付替国道、付替農道、小型コウモリ類の保全措置の一つである採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）などを実施する予定である。

1.2 工事工程

平成 20 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 20 年度施工計画

項目	年度・月	平成20年度									
		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		■									
空洞対策工			■								
舗装工				■							
排水工		■									
緑化工		■									
照明施設											
進入灯橋梁工事											■
付替国道											
国道工事		■									
付替農道											
農道工事		■									
採餌場・移動経路の植栽											
植栽工事		■									
C洞保全対策工											
ボックス設置工											■
人工洞改修											
人工洞改修工				■							

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

(1) 施工位置

用地造成工事等の施工位置については、図 1.3-1に示すとおりである。

(2) 施工計画

切土については、土量約 82 万 m³であり、その岩を流用し土量約 72 万 m³の盛土を行う。

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て今年度施工面積に対応した施設へ拡張し、切土、盛土を実施する。

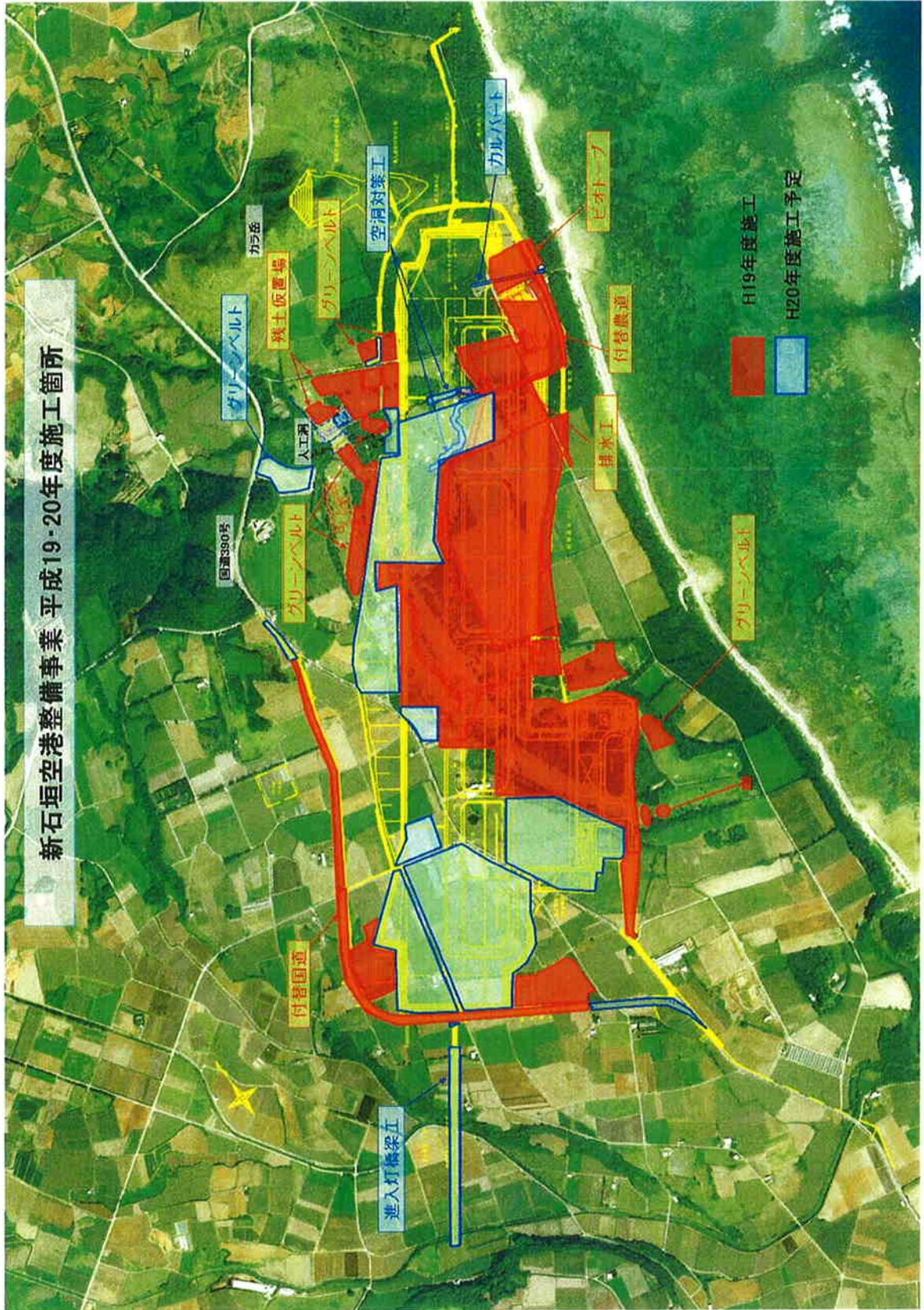


図 1.3-1 平成19年度施工区域、平成20年度施工予定箇所

1.4 空洞対策工

(1) 施工位置

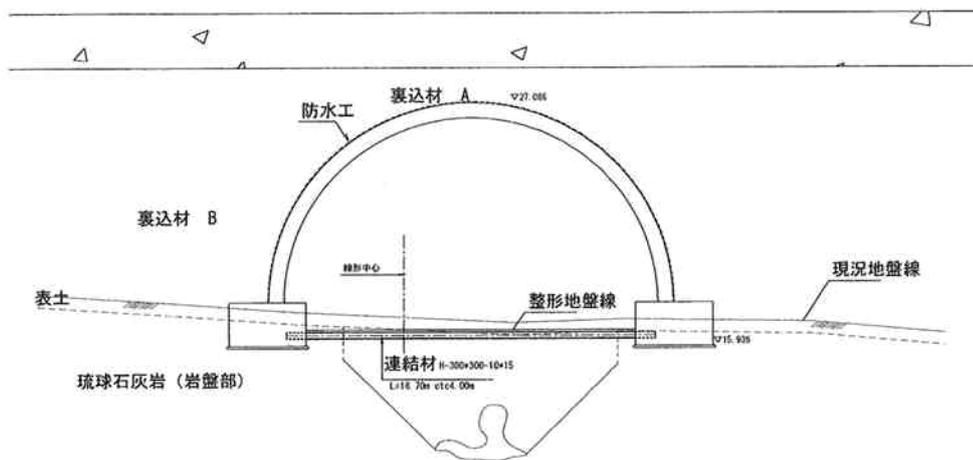
空洞対策工の施工位置は、A1洞およびE洞直上であり、施工延長は約403mである。

施工位置は図1.3-1に示すとおりである。

(2) 施工計画

空洞対策標準断面図は図1.4-1に示すとおりである。

(アーチ構造部)



(スラブ構造部)

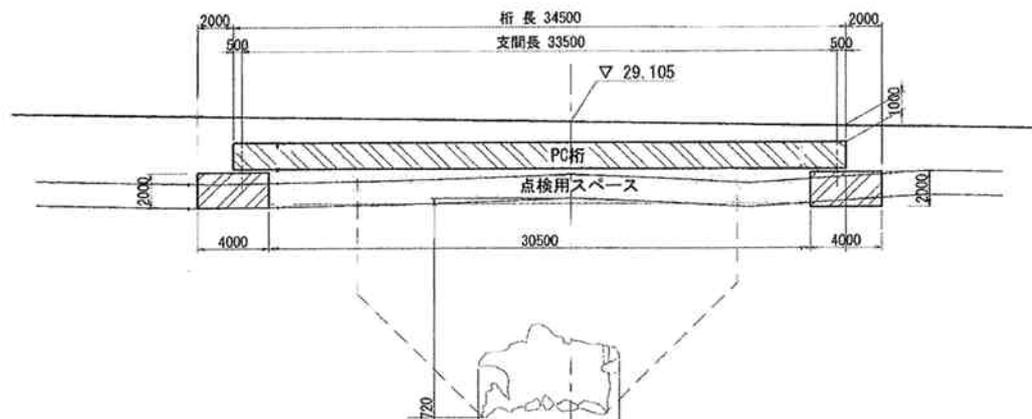


図 1.4-1 空洞対策工標準断面

1.5 排水工

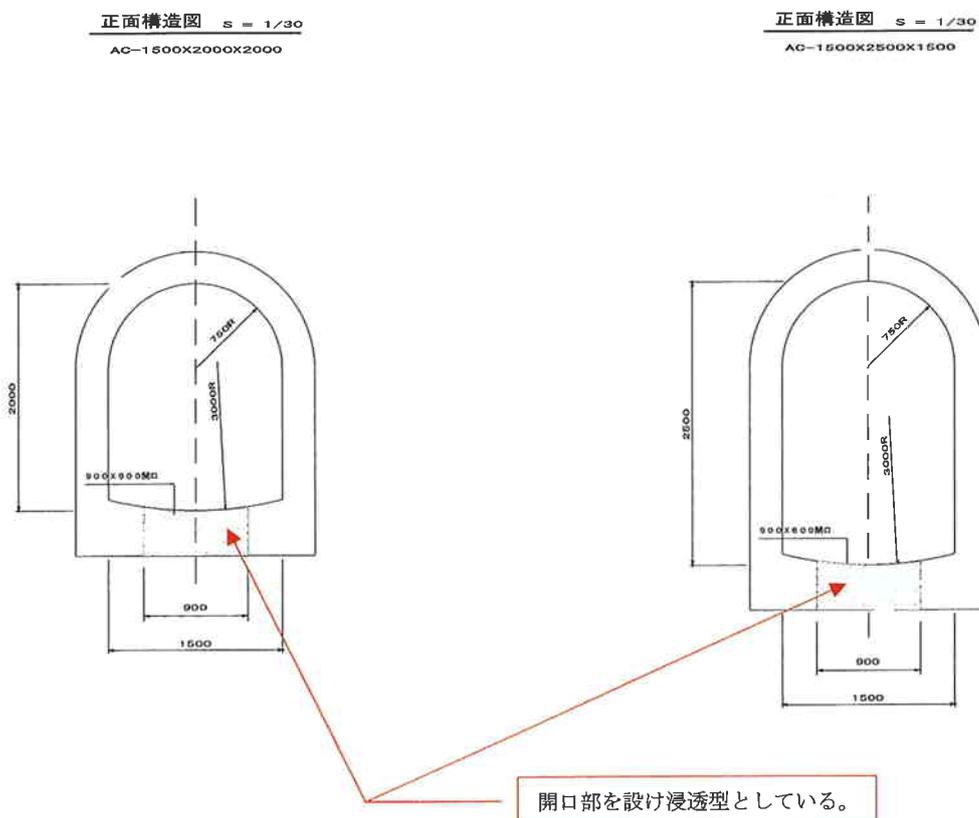
(1) 施工位置

排水工の施工位置は、浸透ゾーンIからA1, A2, E洞までであり、平成19年度から施工しており、今年度施工する延長は約200mである。

カルバートの位置は図1.3-1に示すとおりである。

(2) 施工計画

カルバートの標準断面図は図1.5-1に示すとおりである。



1.6 進入灯橋梁工

(1) 施工位置

進入灯橋梁工の施工位置は図 1.3-1に示すとおりである。

(2) 施工計画

進入灯橋梁は、3つの橋梁が連結される構造となっている。今年度は橋梁の下部工である基礎について14基を施工し、上部工として第2、3橋梁上部に架設する桁を製作する。

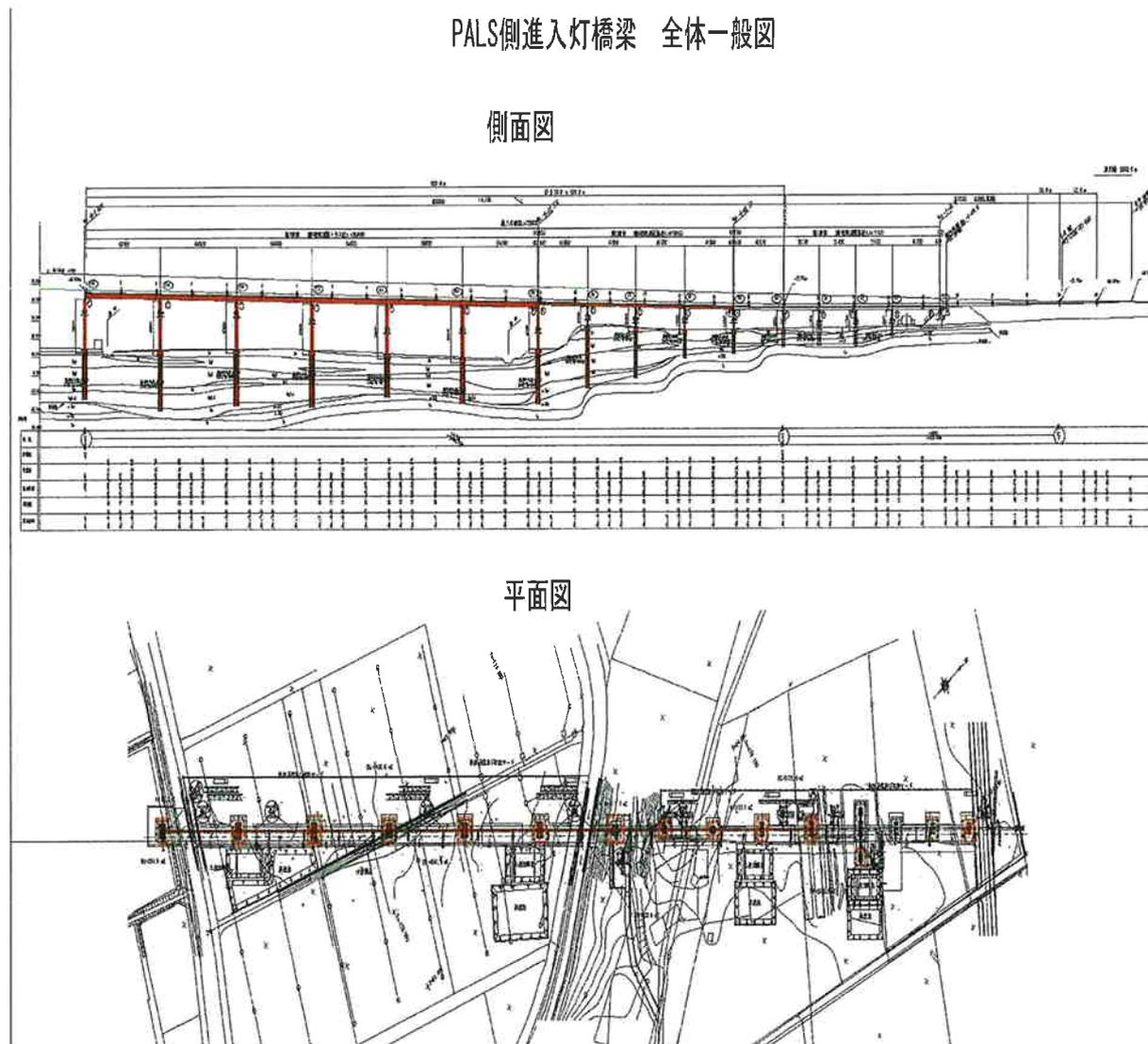


図 1.6-1 進入灯橋梁一般図

1.7 採餌場・移動経路の植栽工事（グリーンベルト）

(1) 植栽位置

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。平成 19 年度に引続き植栽工時を行う。

(2) 施工計画

採餌場・移動経路の植栽計画については、グリーンベルトを早期に既存樹林帯へ接続し採餌場・移動経路を確保するため、北西方向（カタフタ山・タキ山）の国道接続部分、D洞窟周辺を施工する。

1.8 ドレーン層部分における排水対策

(1) ドレーン層改良対策の必要性

当該空港における排水処理の方法は、極力、雨水を地下に涵養させるため、図 1.8-1に示すようなドレーン層を設置し浸透処理を行う計画としている。

しかし、「第2回 新石垣空港建設工法モニタリング委員会」の試験盛土調査結果に示されたとおり、琉球石灰岩を用いた試験盛土の結果より、当初設計時に期待していた透水係数を下回る結果となり、ドレーン層の能力不足が懸念されたことから、ドレーン層の改良検討を行う必要が生じていた。

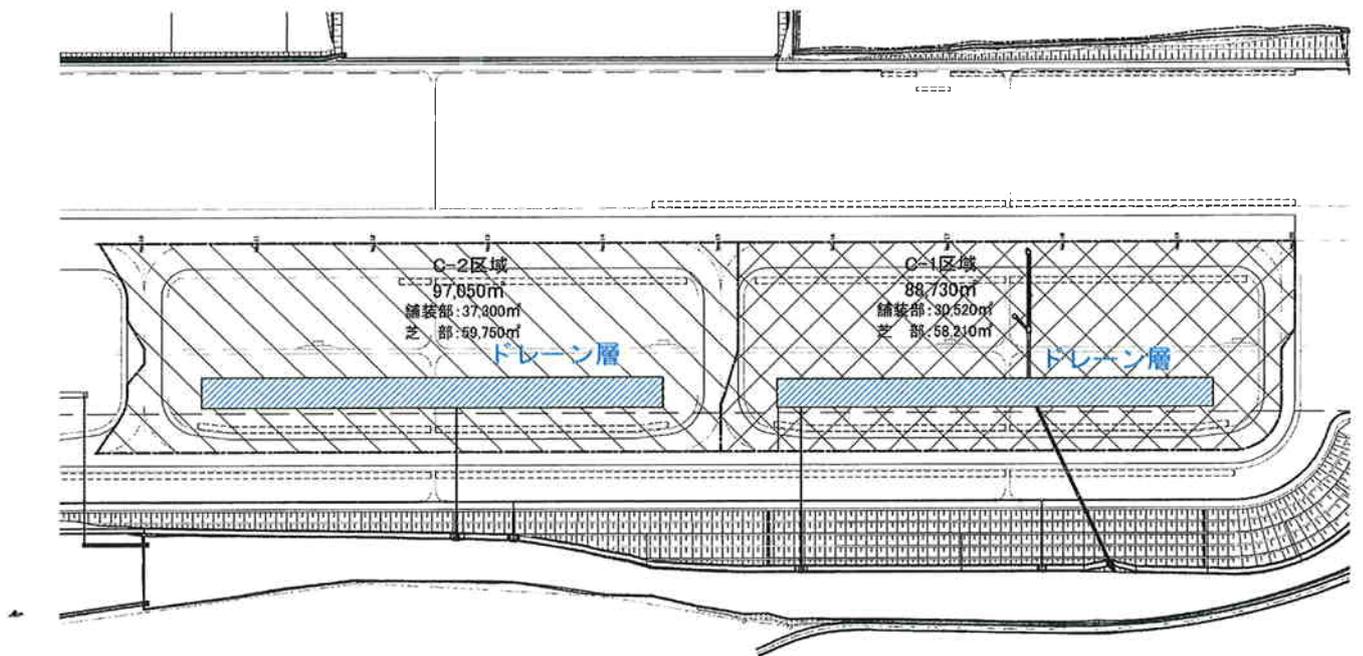


図 1.8-1 ドレーン層による浸透処理を行う範囲

なお、空港における設計上の基準としては、着陸帯における雨水の滞水範囲が、基本施設の舗装端より 22.5m以上確保されていることとなっており、当該空港においてもこれを目安として、ドレーン層の滞水範囲の検討を行った。

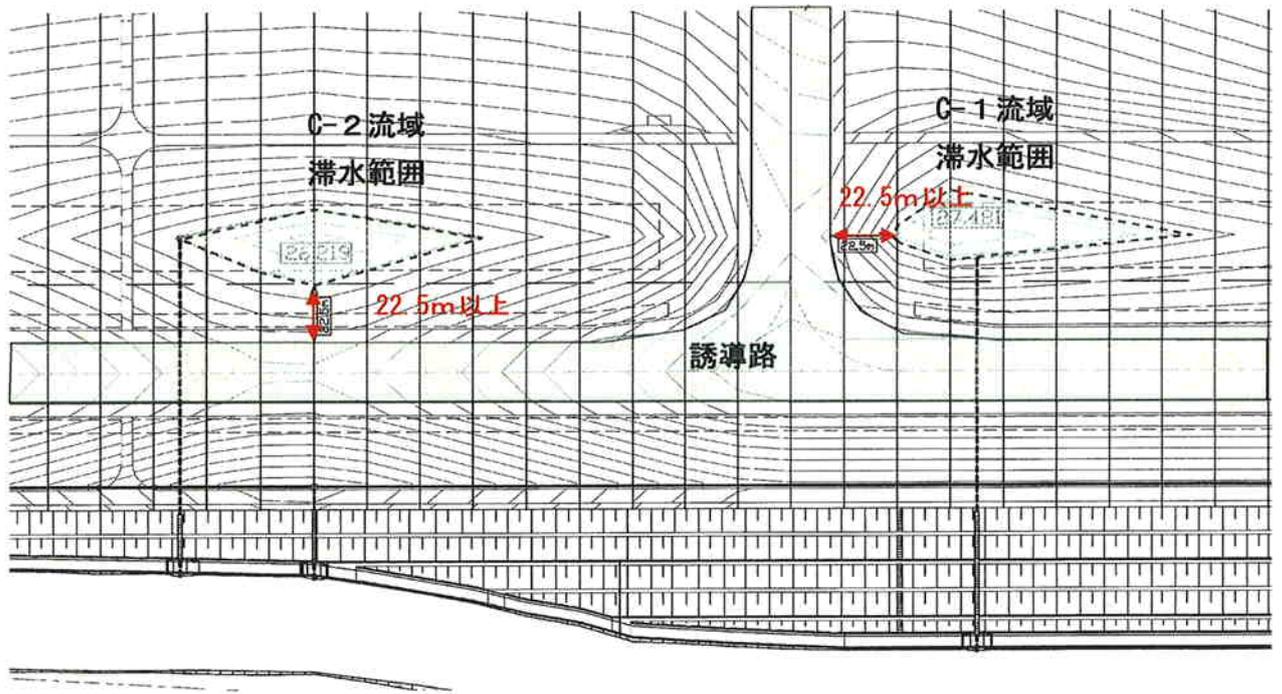


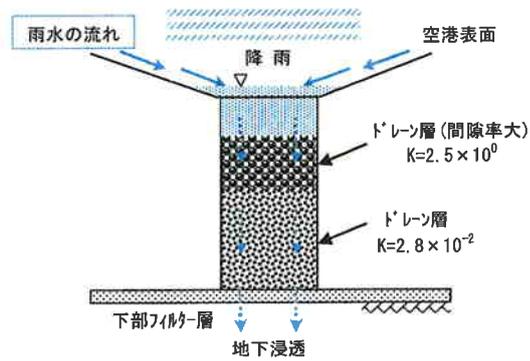
図 1.8-2 着陸帯における滞水許容範囲

(2)改良案の抽出

ドレーン層を改良する案としては、以下に示す3つのケースについて検討を行った。

Case-1 : 通水層の設置

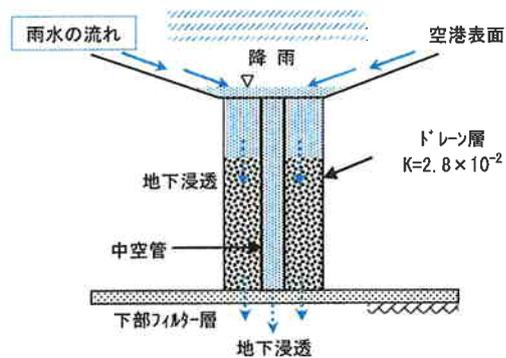
ドレーン層の一部を間隙率の大きい盛土体で構築し、雨水を一時貯留することにより冠水深を許容内に収めるケース。



Case-1 : 通水層の設置

Case-2 : 中空管の設置

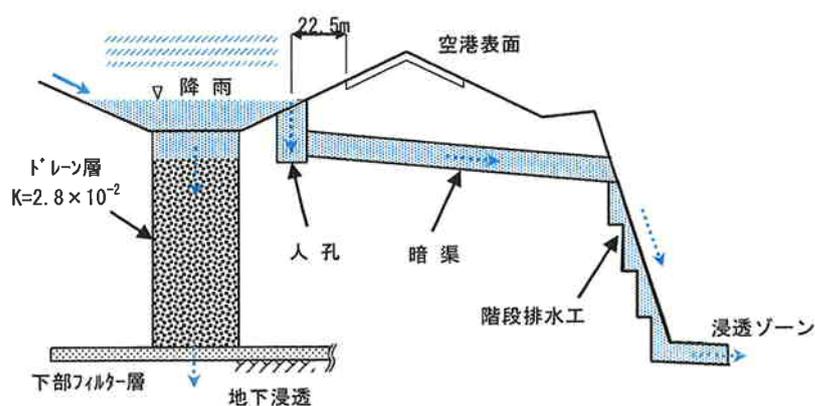
ドレーン層の内部に中空のドレーン管を設置し、雨水を一時貯留することにより冠水深を許容内に収めるケース。



Case-2 : 中空管の設置

Case-3：横断排水管の設置

ドレーン層を試験盛土で得られた透水係数 ($K=2.8 \times 10^{-2}$) で構築し、許容冠水深を超える流入量については、別途設置した排水施設（誘導路横断管+階段排水）で排出するケース。



Case-3：横断排水管の設置

(3) ドレーン層の改良案の比較検討

ドレーン層の改良案に対し、比較検討した結果を表 1.8-1 に示す。比較の結果、Case-1 では施工性や盛土の安定において、Case-2 では施工性や経済性において問題があるため、維持管理面や経済性で優位な Case-3 の横断管設置案を採用した。

表 1.8-1 ドレーン層改良案の比較検討

	Case-1 透水層の設置	Case-2 中空管の設置	Case-3 横断排水管の設置
対策案の概要			
対策内容	ドレーン層の上部を間隙率の大きい盛土で構築し、雨水を一時貯留することにより浸水深を許容内に収めるケース。 モデル断面のドレーン層の高は約20mのうち、上側半分をk=2.5×10 ⁻² の盛土材で構築し、かつ、総雨量の1/3程度を中空管で貯留させる。 雨水は一旦、間隙率の高いドレーン層の上部層に浸透、貯留し、後、徐々にドレーン層の下部(k=2.8×10 ⁻²)を通過し、現地盤に浸透する。	ドレーン層の内部に中空のドレーン管を設置し、雨水を一時貯留することにより浸水深を許容内に収めるケース。 ドレーン層内に収めるため、ドレーン層を10 ² 程度の透水係数が得られる盛土材で構築し、かつ、総雨量の1/3程度を中空管で貯留させる。 その場合、約800m ² を一時貯留させるため、盛土高の低い窪地のドレーン層では、径2.0mの管を約500本程度設置することになる。(ドレーン層450mに、径2.0mの管を1.5m間隔で4列設置することとなる。)	ドレーン層を試験盛土で得られた透水係数(k=2.8×10 ⁻²)で構築し、許容浸水深を超える流入量を、別途設置した排水施設(横断排水管+階段排水)で排出するケース。 試験盛土で得られた透水係数(k=2.8×10 ⁻²)でドレーン層を構築した場合、浸水深は113cmとなり、平常の排水は超えないものの、緊急時道路本体から22.5m以内に雨水することとなるため、オーバーフローを防止するための施設を設ける。 オーバーフローのための排水が、緊急時道路本体を横断する径0.8mの暗渠排水管や、法面に設置する階段排水により浸透ゾーンIに流下させる。
地下水保全への影響	対象エリアに降った雨水を浸透ドレーン層を通して全て基礎地盤内に涵養させるため、地下水への影響はない。	Case-2と同様に対象エリアに降った雨水を全て基礎地盤内に涵養させるため、地下水への影響はない。	基本的に、通常の降雨時にはCase-1、-2と同様に対象エリアに降った雨水を全て基礎地盤内に涵養させるため、地下水への影響はない。大雨時においても、緊急時道路から22.5m以内に雨水しないよう、強制的に浸透ゾーンIに流すこととなるが、浸透ゾーンIでの容量を確保することにより、地下水への影響は問題ないものと考えられる。
対策効果	②	②	②
施工性	ドレーン層の上部を間隙率の大きい盛土で構築するため、品質管理については検討が必要となる。間隙率の高い材料のため、D値での管理は難しく、絶対密度と絶対間隙率で管理する方法が考えられる。(ダムのロック材の品質管理の考え方は同じ)。 また、ドレーン層にk=2.5×10 ⁻² の透水係数を期待するため、その地盤土質との透水係数の差が大きくなることから、トランジションゾーンの設置が必要となり、施工性に影響を与えることや、十分な管理が求められる。	ドレーン層の多くは中空管で、中空管内での一時貯留に期待しているが、地盤に浸透させる面が小さいため浸透能力に疑問が残る。	ドレーン層は試験盛土で得られた透水係数(k=2.8×10 ⁻²)で施工するため、その地盤土質との境界にトランジションゾーンを設置する必要がある。また、管線の設置に付いては浸透量が少なくないため施工上特に問題となることはない。
盛土の安定性	盛土材料の間隙比が高くなること内部摩擦角φが低下することが既往文献で報告されている。ドレーン層上部の高間隙比部分の安定性を管理する必要がある。	△	△
維持管理	ドレーン層自体は、土構造物(永久構造物)であるため基本的に維持管理の必要はない。ただし、ドレーン層表面に設置する細粒分の浸透防止のための施設(吸出し防止シートなど)は定期的な維持管理が必要となる可能性がある。また、盛土の長期的な安定性を確保するための施設(吸出し防止シートなど)は定期的な維持管理が必要となる可能性がある。	△	△
経済性	ドレーン層上部の間隙率が高い層を施工するため、硬質な珪石石灰岩を選別、仮置き等の施工上の作業を伴うため、施工費用が増える。	△	△
評価	△	△	△

Case-3 の横断排水管が対象とする C 流域は、図 1.8-3に示すとおり取付誘導路により 2つに区分されていることから、誘導路を横断する排水管も 2箇所設置することとする。また、法面部は階段落差工（階段排水工）で処理し、管理用通路横断部の BOXカルバートにより浸透ゾーン I に排出する計画とした。

横断排水管および集水柵の位置は、着陸帯内での許容冠水範囲との関係を考慮して以下のとおり冠水範囲の外周附近に設置することとした。

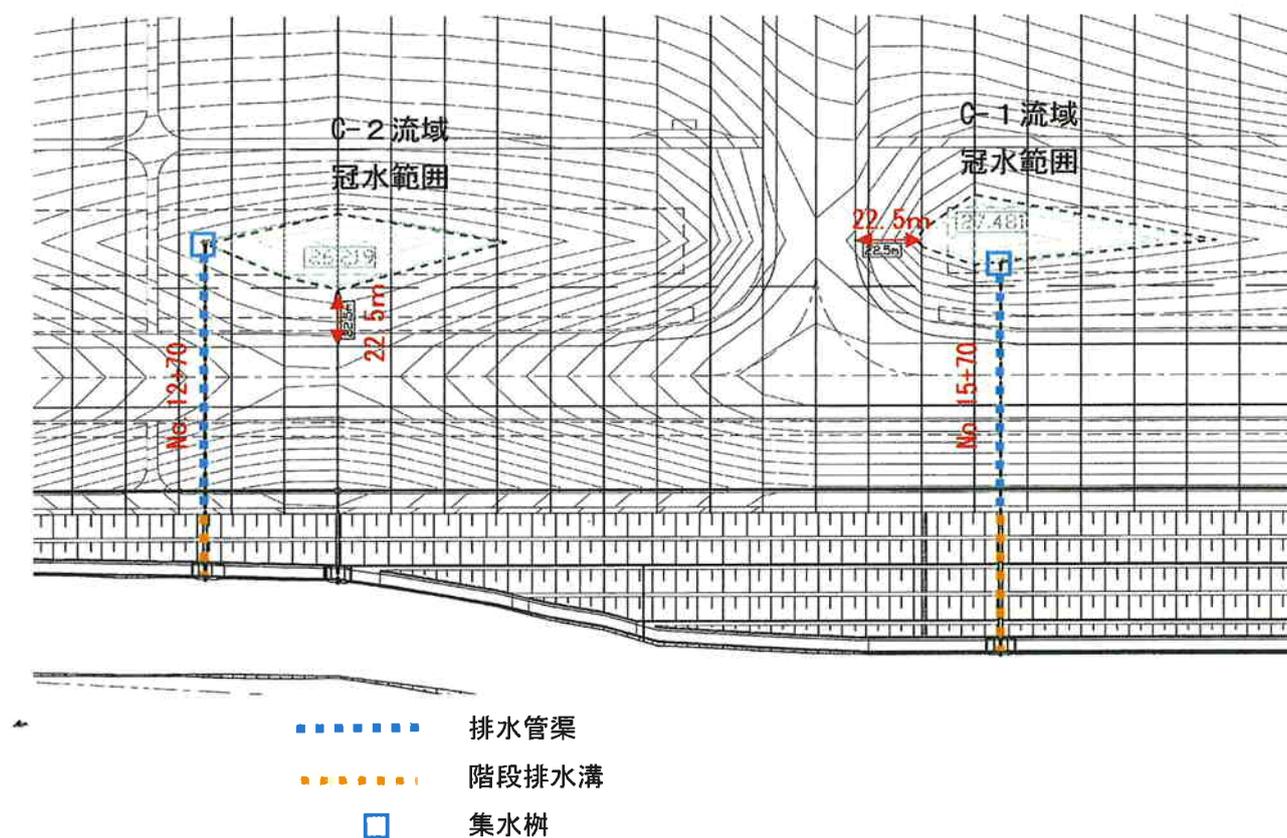


図 1.8-3 横断排水管及び集水柵位置図

2. 本年度のモニタリング内容

2.1 地下水保全対策に関するモニタリング内容

(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箇所とし、各ボーリング孔における地下水の中央部付近で採水を実施する。

また、分析項目は、地下水に含まれる主要な化学成分を網羅する21項目とした。

- 採水地点 : B-23、14B-1、14B-3、18B-1
- 測定回数 : 各地点で年4回(6月、9月、12月、3月)
- 分析項目 : ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、アンモニウムイオン、塩素イオン、重炭酸イオン、硫酸イオン、硝酸イオン、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、全窒素、リン酸イオン、全リン、電気伝導度、pH(水素イオン濃度)、溶解性鉄、けい酸、濁度、SS濃度

4)電気伝導観測

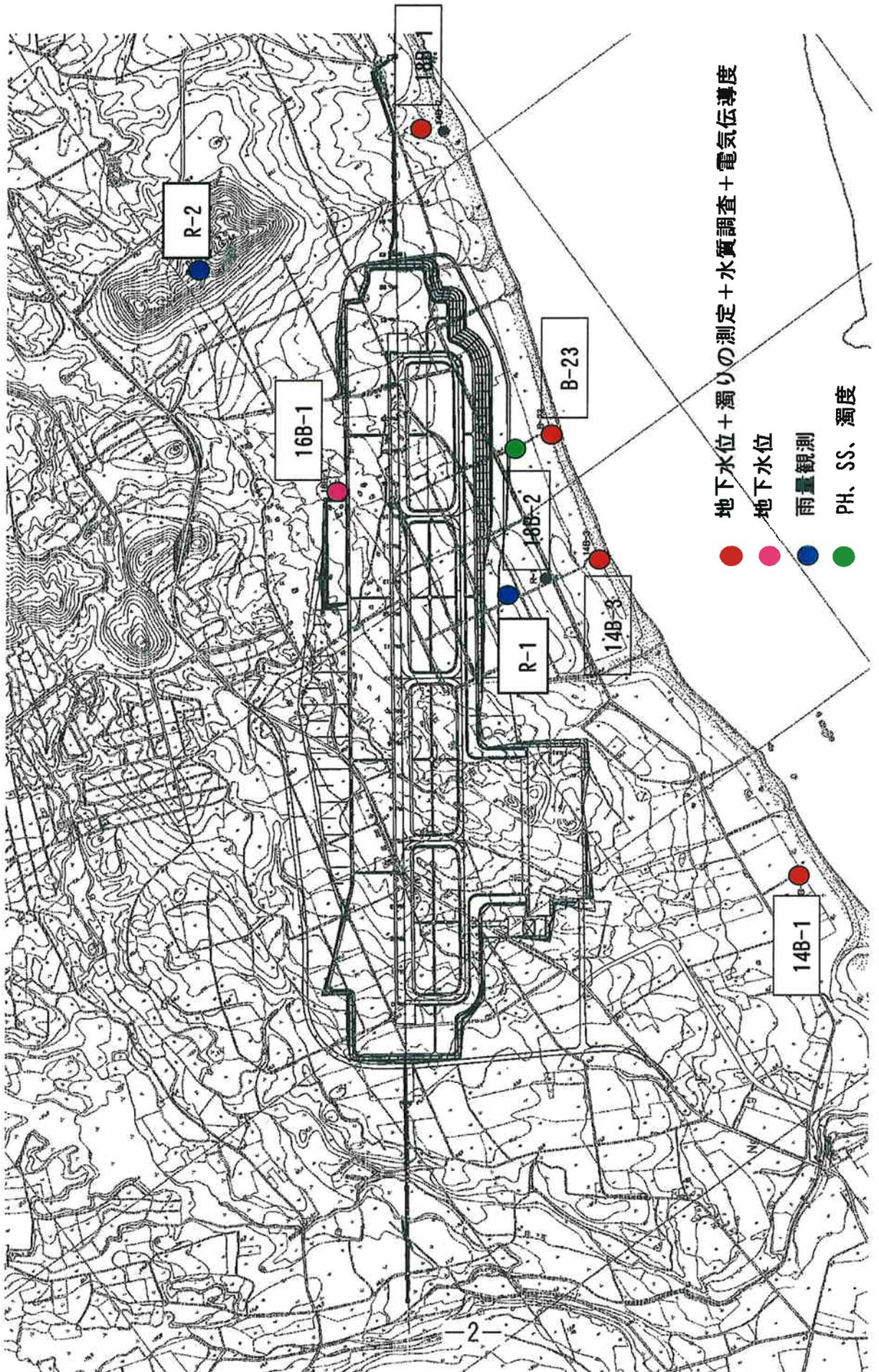
観測地点は、海岸沿いに位置する下記の地点において実施する。各地下水流域を代表する沿岸部の沖積低地中に配置する。

- 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



地下水に関するモニタリング調査位置図