

6.9 地形・地質

6.9.1 調査

地形・地質の調査項目及び調査状況は、表 6.9.1.1 に示すとおりである。

表 6.9.1.1 地形・地質の調査項目及び調査状況

調査項目	文献等 資料調査	埋立事業実施区域及びその周辺における調査	
		既存の現地調査	現地調査
(ア) 地形の状況	○	○	○
(イ) 重要な地形の状況	○	○	○

(1) 文献等資料調査

「第3章 3.2.2 (3) 土壌及び地盤環境, 1) 地形及び地質の状況, (ア) 文献その他の資料調査」に示すとおりである。

(2) 既存の現地調査

「第3章 3.2.2 (3) 土壌及び地盤環境, 1) 地形及び地質の状況, (イ) 既存の現地調査」に示すとおりである。

(3) 現地調査

1) 調査項目

(ア) 地形の状況

(イ) 重要な地形の状況

2) 調査概要

現地調査の概要は、表 6.9.1.2 に、調査方法は表 6.9.1.3 に、調査位置は図 6.9.1.1 及び図 6.9.1.2 に示すとおりである。

なお、重要な地形・地質として、「法律、条令等で指定されているもの(名勝・天然記念物等)」、「第3回自然環境保全基礎調査 自然景観資源調査報告書(沖縄県)」(1989年、環境庁)において『視対象である自然景観の骨格をなす地形・地質及び自然景観として認識される自然現象』であるもの」を対象とした。調査範囲内では、これらに該当するものは無いが、既存現地調査において重要な地形・地質として^{はしよくだな}波食棚やノッチ等が選定されていたことから、本調査においてもこれらを調査対象として整理した。

表 6.9.1.2 地形の状況に係る現地調査の概要

調査項目		調査位置	調査時期
地形の状況 重要な地形の状況 ^{注)1}	現地踏査	埋立事業実施区域及びその周辺	令和6年8月19日、20日
	測量調査	埋立事業実施区域及びその周辺の砂浜が存在する地点として図 6.9.1.2 に示す縦横断測線	秋季 :令和6年10月15日～11月15日 春季 :令和7年4月11日～15日 秋季 :令和7年11月17日～11月21日

表 6.9.1.3 地形の状況に係る現地調査の調査方法

調査項目		調査方法
地形の状況 重要な地形の状況 ^{注)1}	現地踏査	埋立事業実施区域及びその周辺の干潮時に現地踏査を行い、岩礁の露出状況等を記録した。また、重要な地形として、空寿崎及びその周辺の ^{はしよくだな} 波食棚 ^{注)2} とノッチ ^{注)3} 、カーミージー橋南側橋台部周辺のノッチについて、分布状況を把握した。
	測量調査	縦断測量は、砂浜箇所および周辺において、砂浜形状に応じて20m間隔測点(中心点)の中心線を設定(中心線測量)し、各測点について水準測量を行った。横断測量は、設定した20m間隔の各中心点において冲向きに横断測線を設定し、5m間隔測点及び変化点について水準測量を行うとともに、中心点から変化点までの距離を測った。各横断測線長は30mを原則とし、砂質干潟が30m以上にわたる場合は、冲向きに適宜延長した。

注：地形の説明については、表 6.9.1.4 を参照。

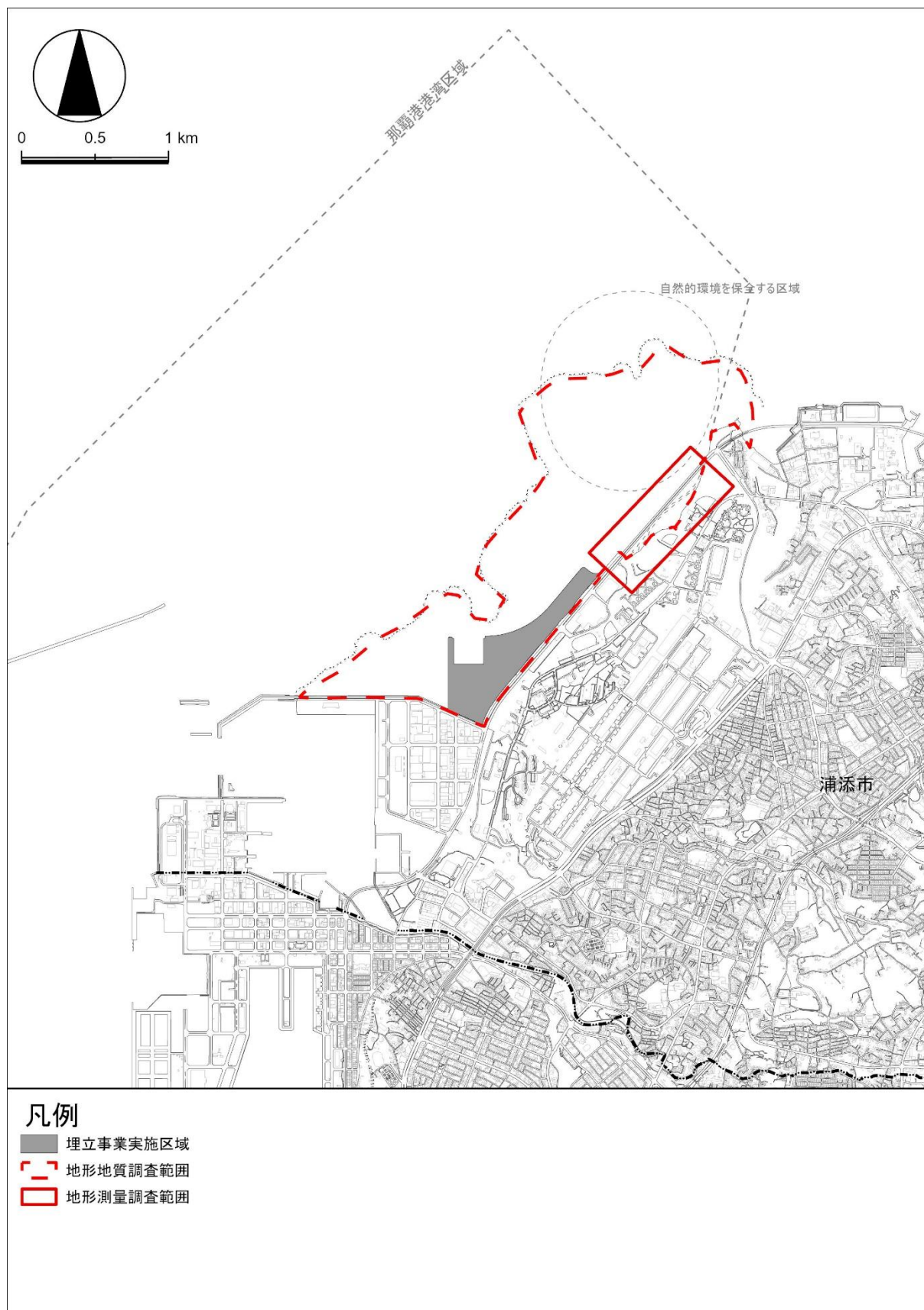
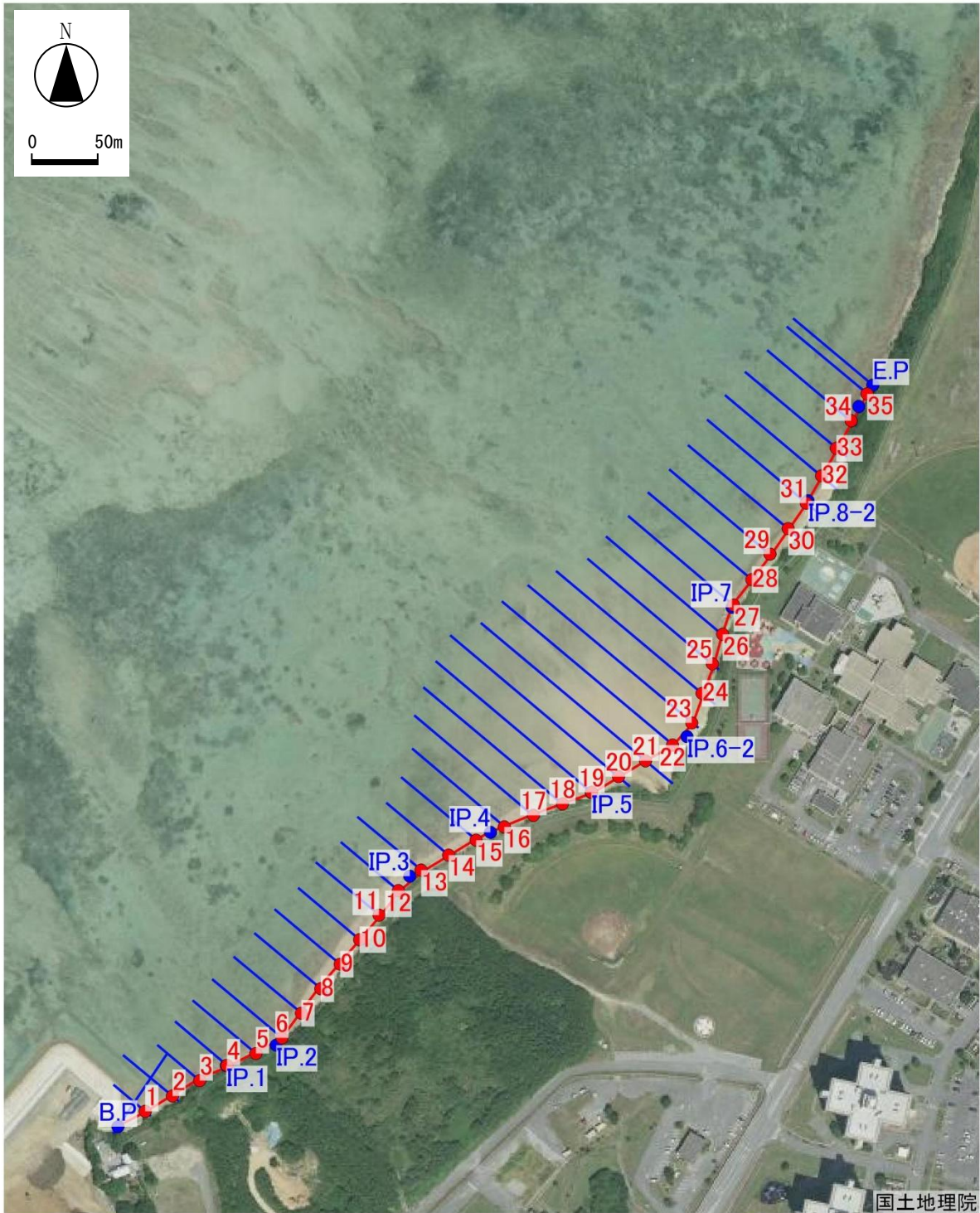


図 6.9.1.1 重要な地形・地質等調査における調査位置



【凡例】

- | | |
|----------------|--------|
| — : 中心線 (縦断測線) | ● : 交点 |
| — : 横断測線 | ● : IP |

注 : 1. BP とは: 縦断測量の始点、EP とは: 縦断測量の終点
2. IP とは: 縦断方向角の変更点

図 6.9.1.2 測量調査における調査位置

3) 調査結果

(ア) 地形の状況

ア) 現地踏査

現地踏査により、地形の状況として、岩礁や砂浜の分布状況を把握するとともに、重要な地形の構成要素として、表 6.9.1.4 に示す主に海的作用による地形から波食^{はしよく}棚^{だな}、砂浜等の分布状況を把握した。

調査の結果、岩礁(泥岩を含む)、砂浜等の確認位置は、図 6.9.1.3 に示すとおりである。このうち、海岸線に接する波食棚^{はしよくだな}が①に示す1箇所、ノッチが①～②の2箇所で確認された。波食棚^{はしよくだな}の状況は、図 6.9.1.4、ノッチの状況は図 6.9.1.5 に示すとおりである。また、砂浜については、次項で示すとおり測量調査を実施し、季節風等による変化を把握した。

なお、海食崖^{かいしよくがい}とビーチロックについては確認されなかった。

表 6.9.1.4 海的作用による地形

名称	内容
岩石海岸	基盤岩石が露出している海岸で、一般には磯と呼んでいる。
海食崖 ^{かいしよくがい}	波食崖 ^{はしよくがい} ともいう。 海に面した山地や台地の前面で、波により地形が削られてできた崖をいう。
波食棚 ^{はしよくだな}	波食台 ^{はしよくだい} 、ベンチ、潮間帯ベンチ ^{ちょうかんたい} 、あるいは海食棚 ^{かいしよくだな} ともいう。 主として潮間帯 ^{ちょうかんたい} にある平滑な岩床面をいう。
ノッチ	波食窪 ^{はしよくくぼ} 、海食窪 ^{かいしよくくぼ} ともいう。 波の侵食や海水による溶解で海岸の崖の下部が切り込まれたもの。 高さに比べて幅が大きいものをいう。
ビーチロック	海浜の堆積物が炭酸カルシウム等の化学作用により固結した板状の岩石。 サンゴ礁海岸における顕著な地形のひとつ。

出典：国土地理院 HP を参考に作成

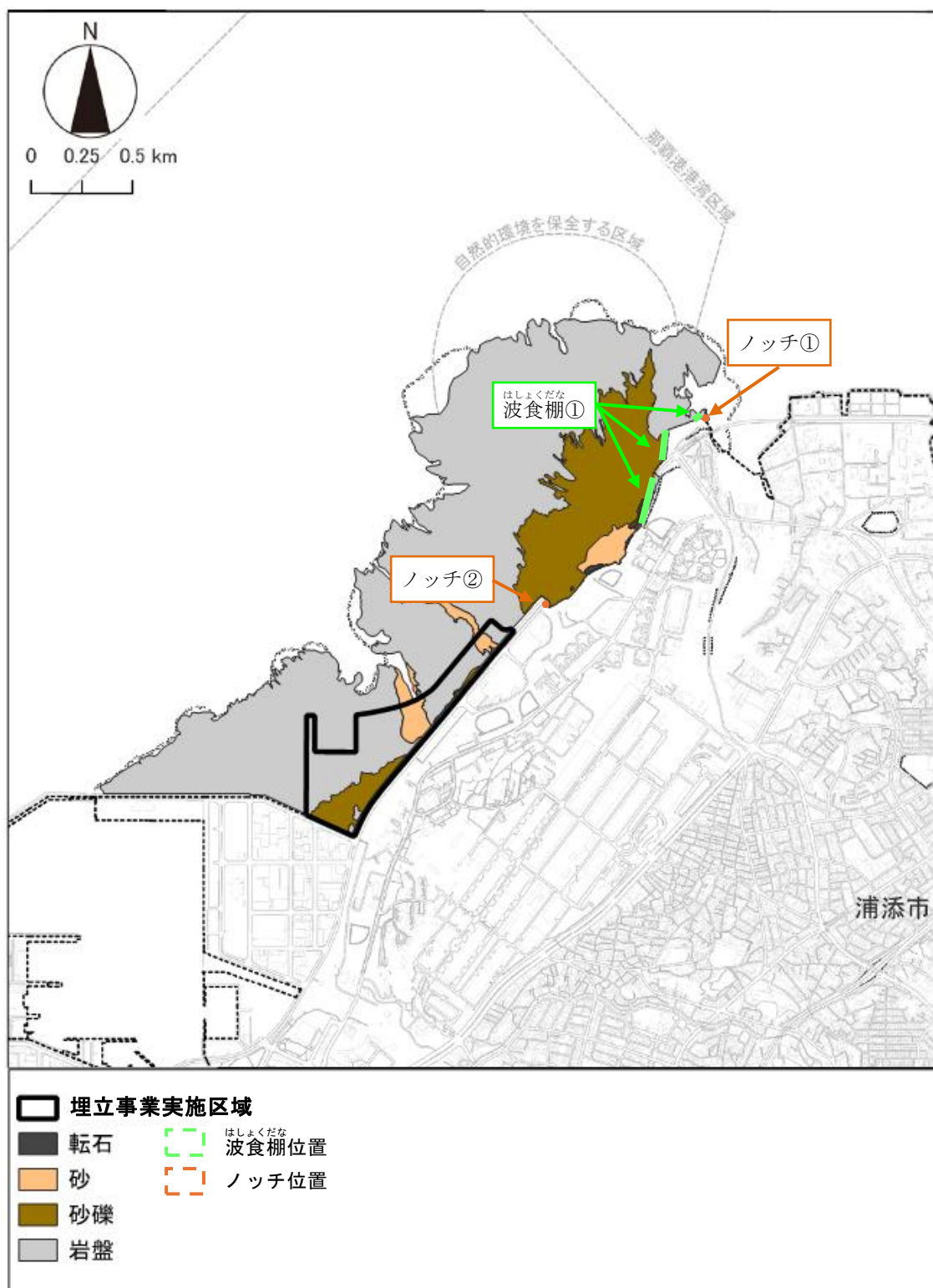


図 6.9.1.3 現地踏査結果



図 6.9.1.4 はしよくだな 波食棚の状況



図 6.9.1.5 ノッチの状況

イ) 測量調査

(a) 測量位置の状況

測量調査を実施した牧港補給地区（キャンプ・キンザー）地先付近の状況は、図 6.9.1.6 に示すとおりである。



図 6.9.1.6 調査地区の状況(R6 年秋季)

(b) 測量結果の比較

牧港補給地区（キャンプ・キンザー）地先周辺の測量結果については、図 6.9.1.7 に示すとおりであり、各測量地点の変化を横断図により比較した。また、地盤高分布は図 6.9.1.8 に示すとおりである。

a) R6 秋季～R7 春季の変化

測線 No. 19～24 の岸側（基準点より沖側へ 20～40m 程度）の範囲で地盤高が上昇していた。そのほかの測線では主だった変化は見られなかった。

b) R7 春季～R7 秋季の変化

測線 No. 19～24 の岸側（基準点より沖側へ 20～40m 程度）の範囲で地盤高が下降していた。下降後の地盤高は令和 6 年秋季とおおむね同程度であった。そのほかの測線では主だった変化は見られなかった。

c) R6 秋季～R7 秋季の変化

測線 No. 19～No. 24 の基準点から沖側へおよそ 20～40m 程度の範囲で断面地形が変化していた。測線 No. 21 の背後に、牧港補給地区（キャンプ・キンザー）から流入する排水路があり、排水路からの流入水の影響で地形が変化していると考えられた。

沖側の地形やそれ以外の測線では断面地形にほとんど変化がみられず、対象海岸における地形変化の主な要因は測線 No. 21 背後の排水路によるものが大半を占めていると考えられる。

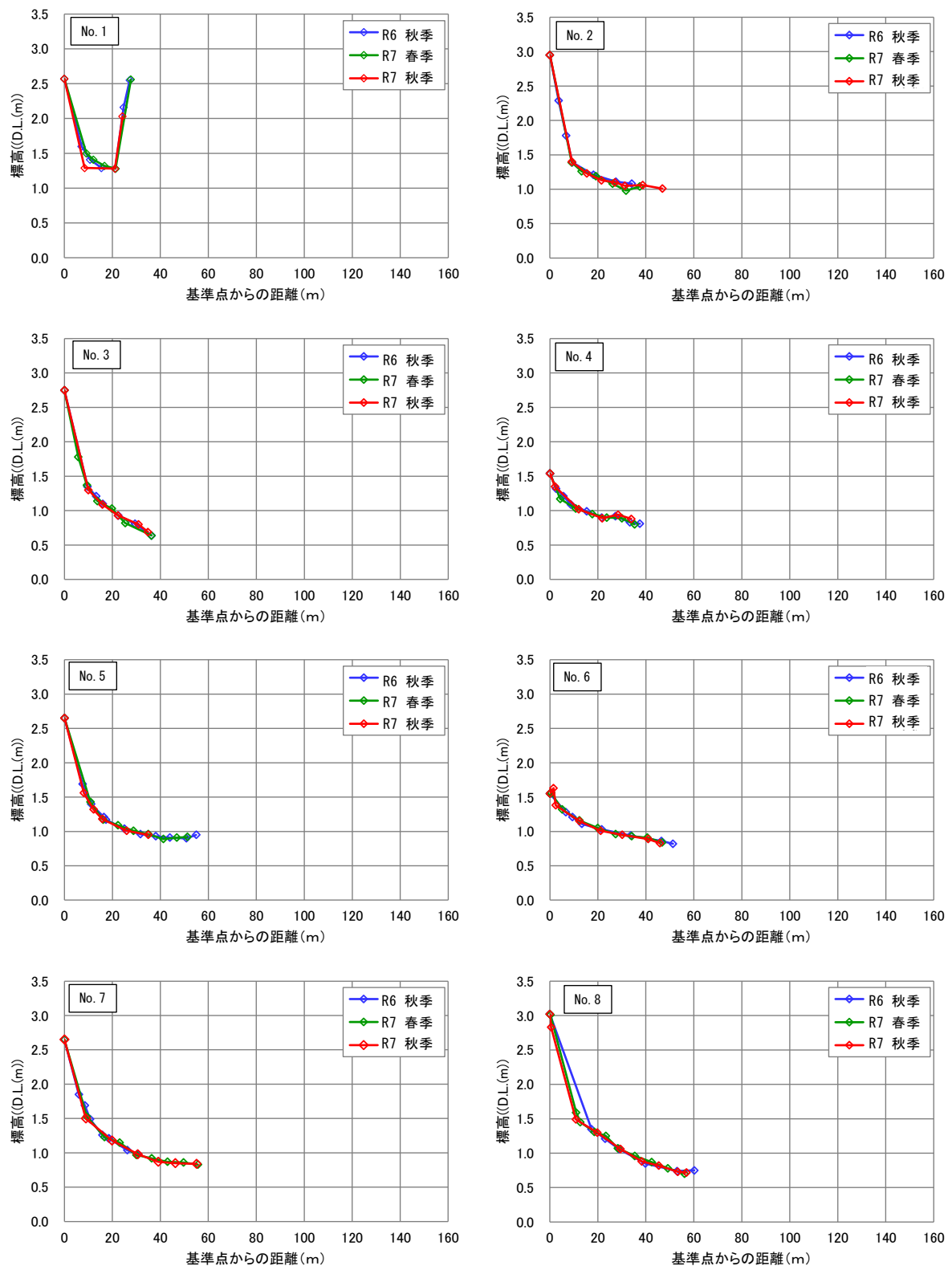


図 6.9.1.7 (1) 測量調査結果 (R6 秋季～R7 秋季：横断図)

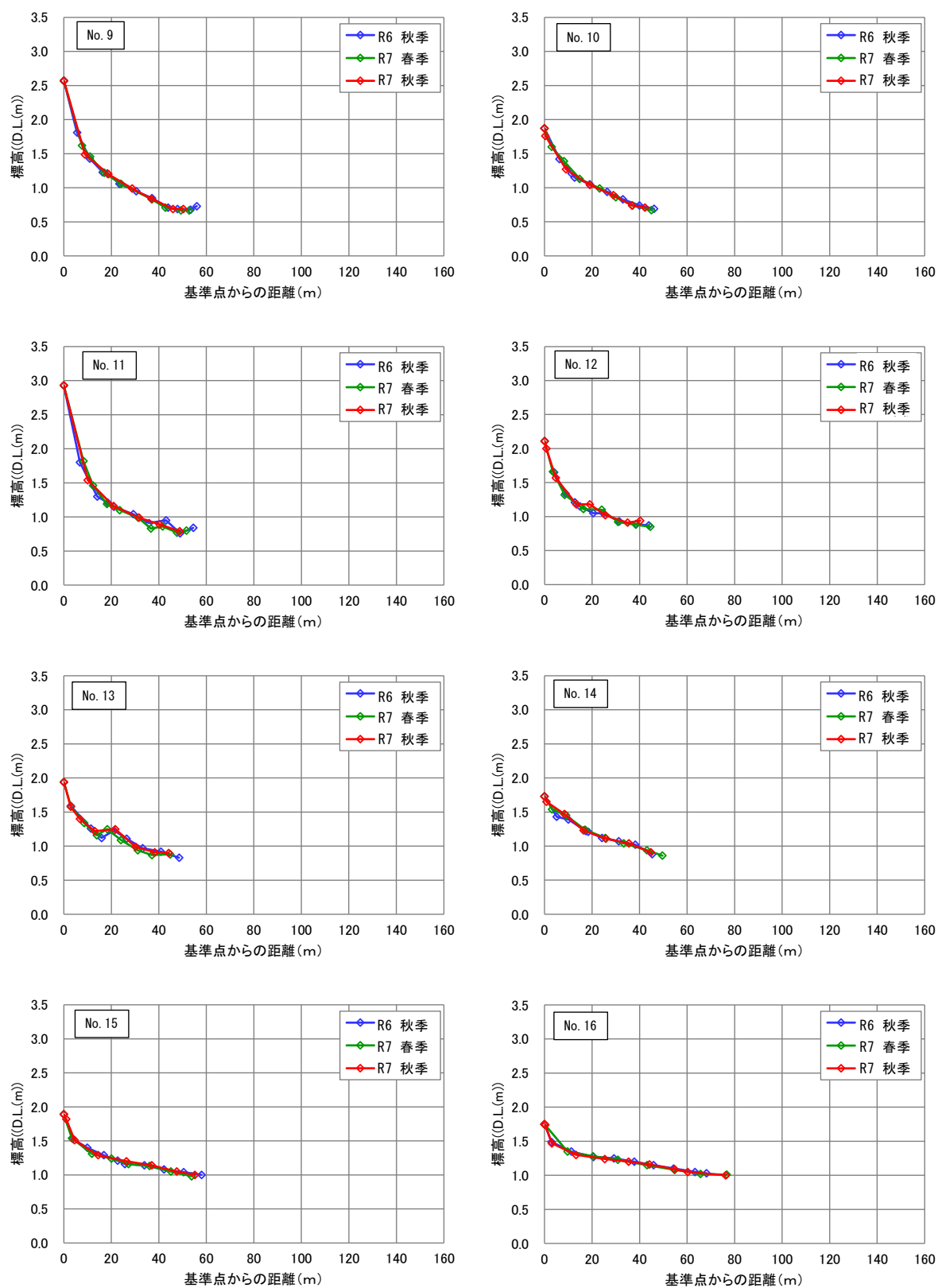


図 6.9.1.7 (2) 測量調査結果 (R6 秋季～R7 秋季：横断図)

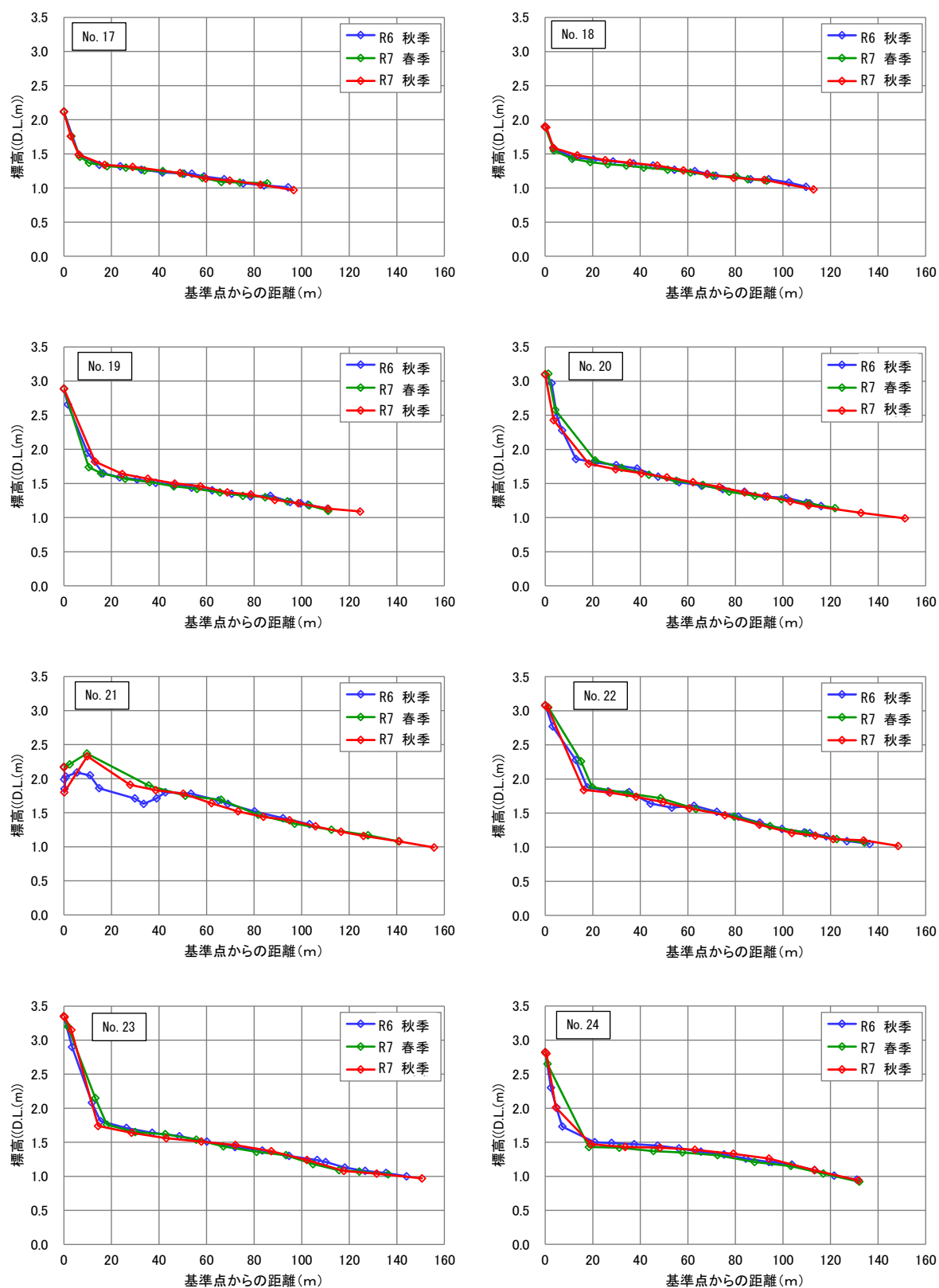


図 6.9.1.7 (3) 測量調査結果 (R6 秋季～R7 秋季：横断図)

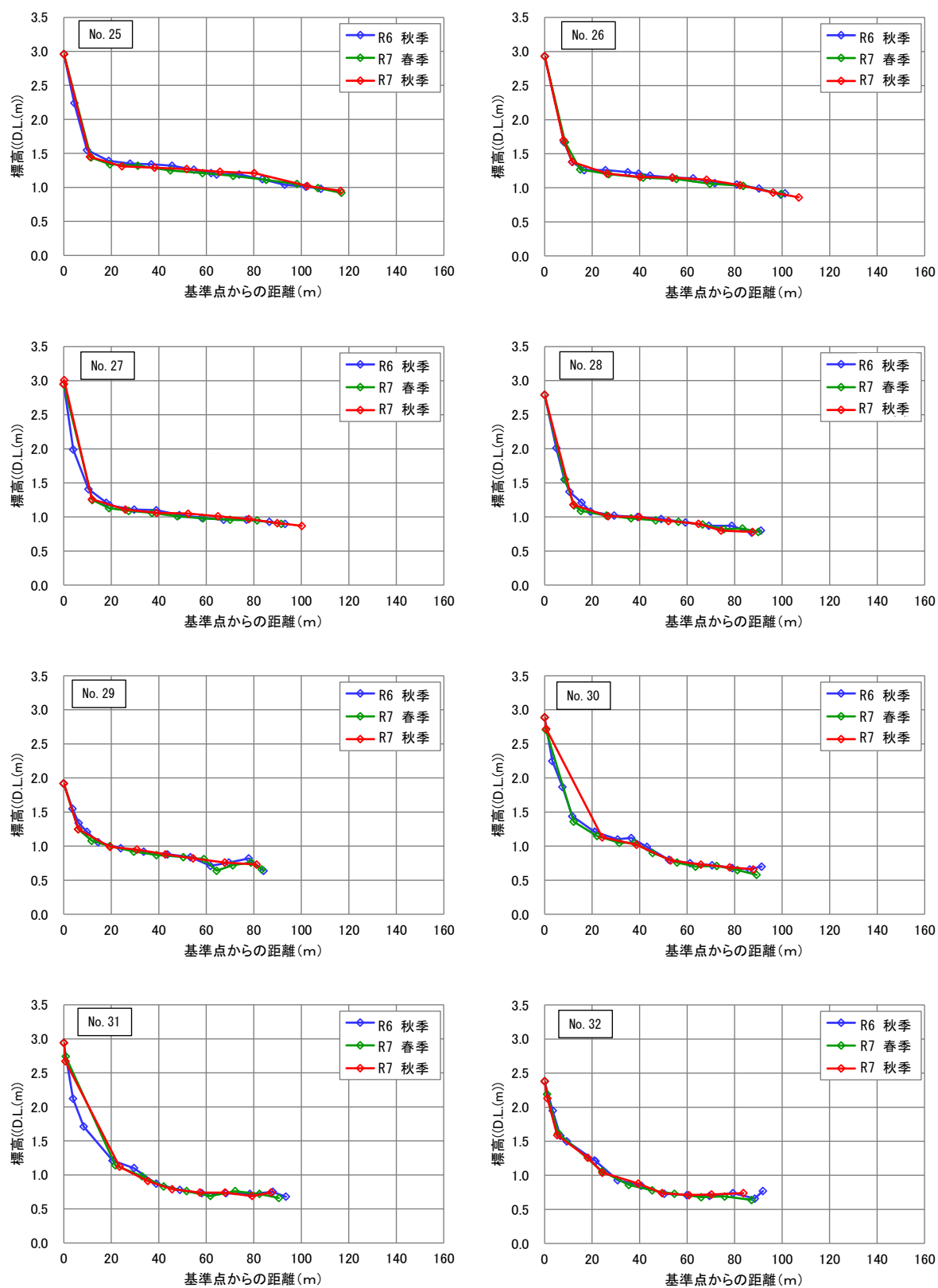


図 6.9.1.7 (4) 測量調査結果 (R6 秋季～R7 秋季：横断面図)

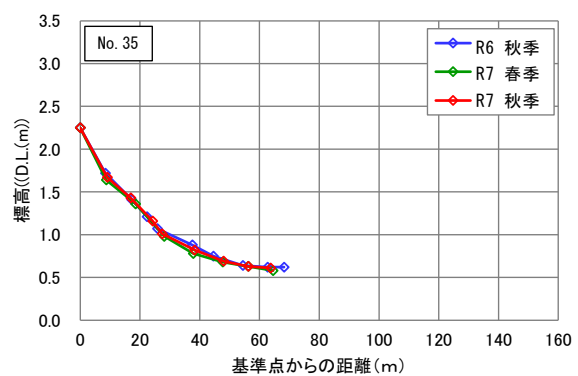
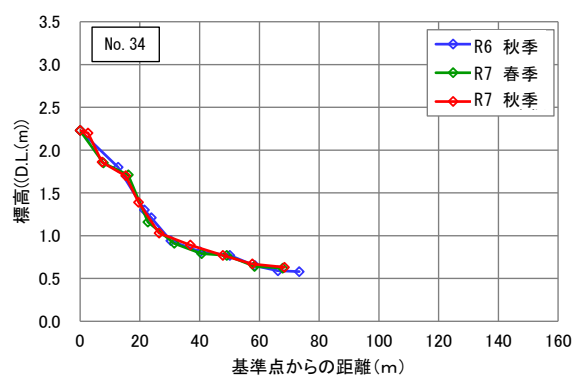
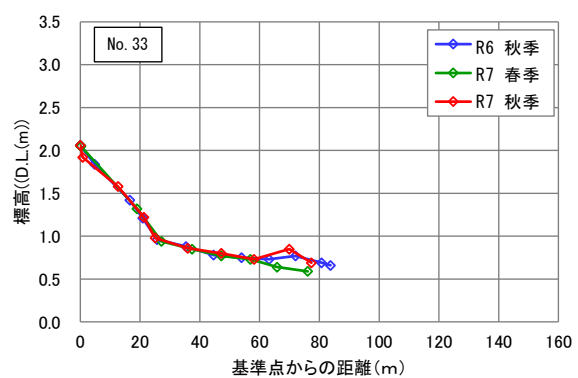


図 6.9.1.7 (5) 測量調査結果 (R6 秋季～R7 秋季：横断図)

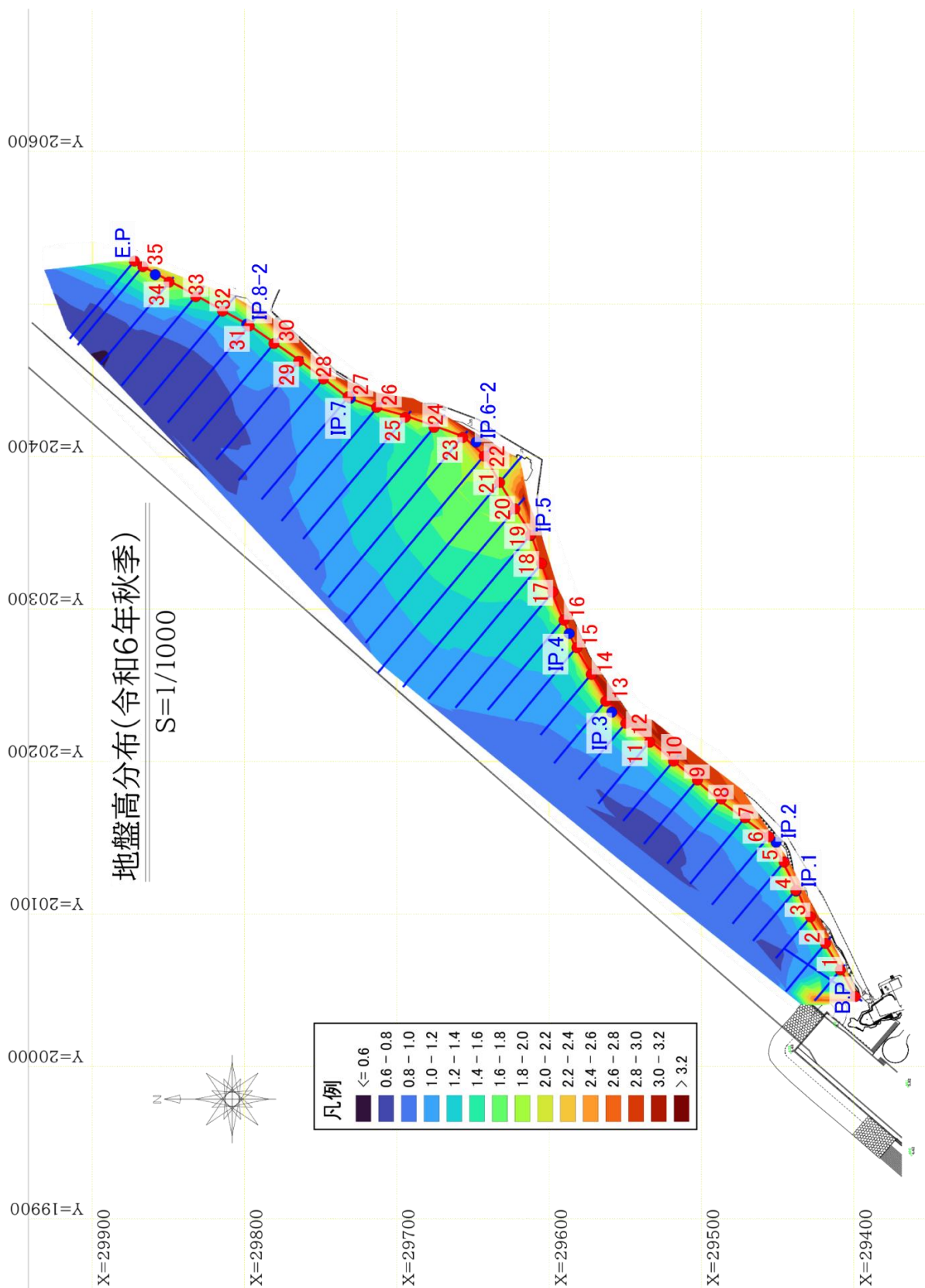


図 6.9.1.8(1) 地盤高分布(令和6年秋季)

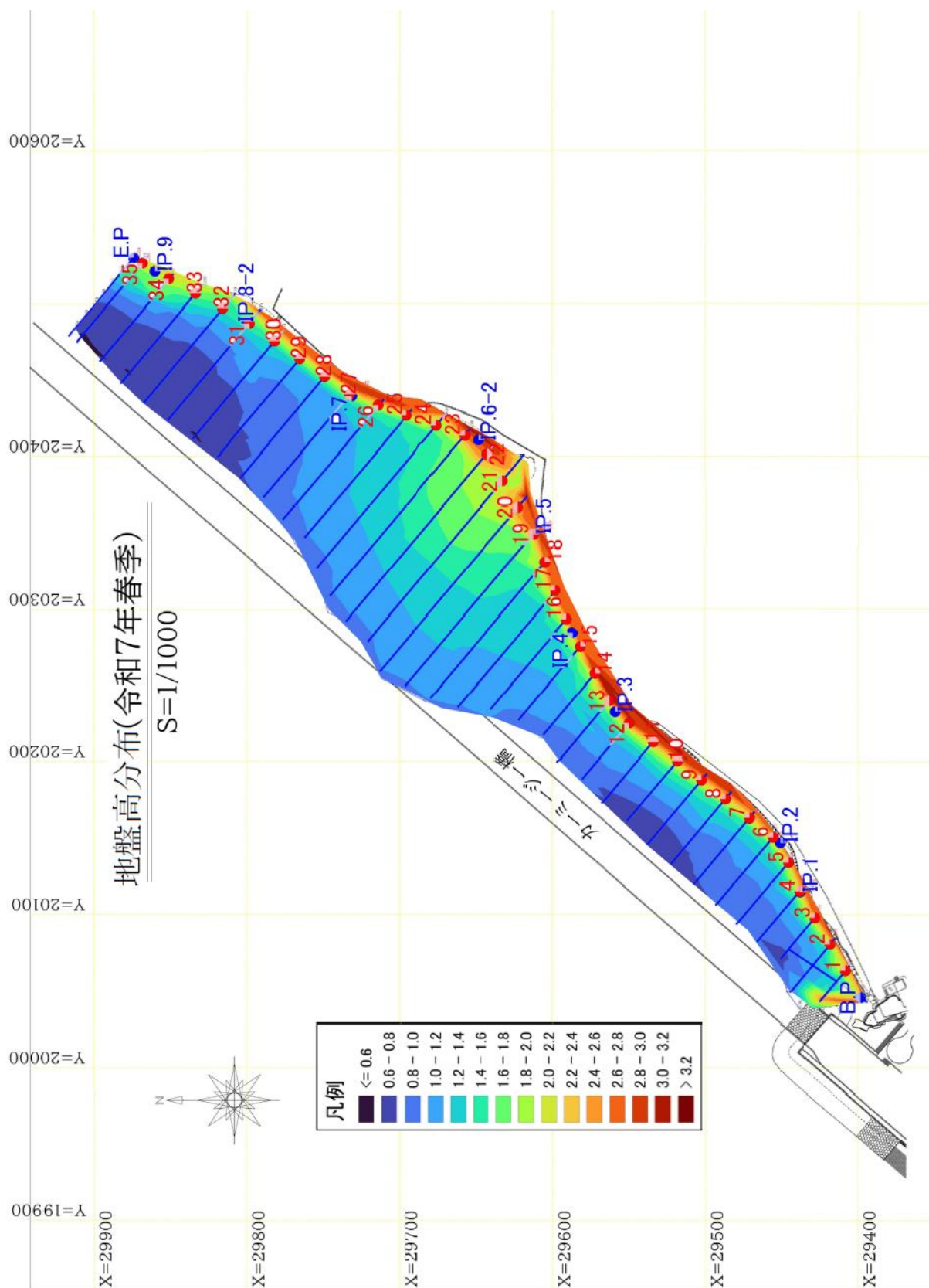


図 6.9.1.8 (2) 地盤高分布(令和7年春季)

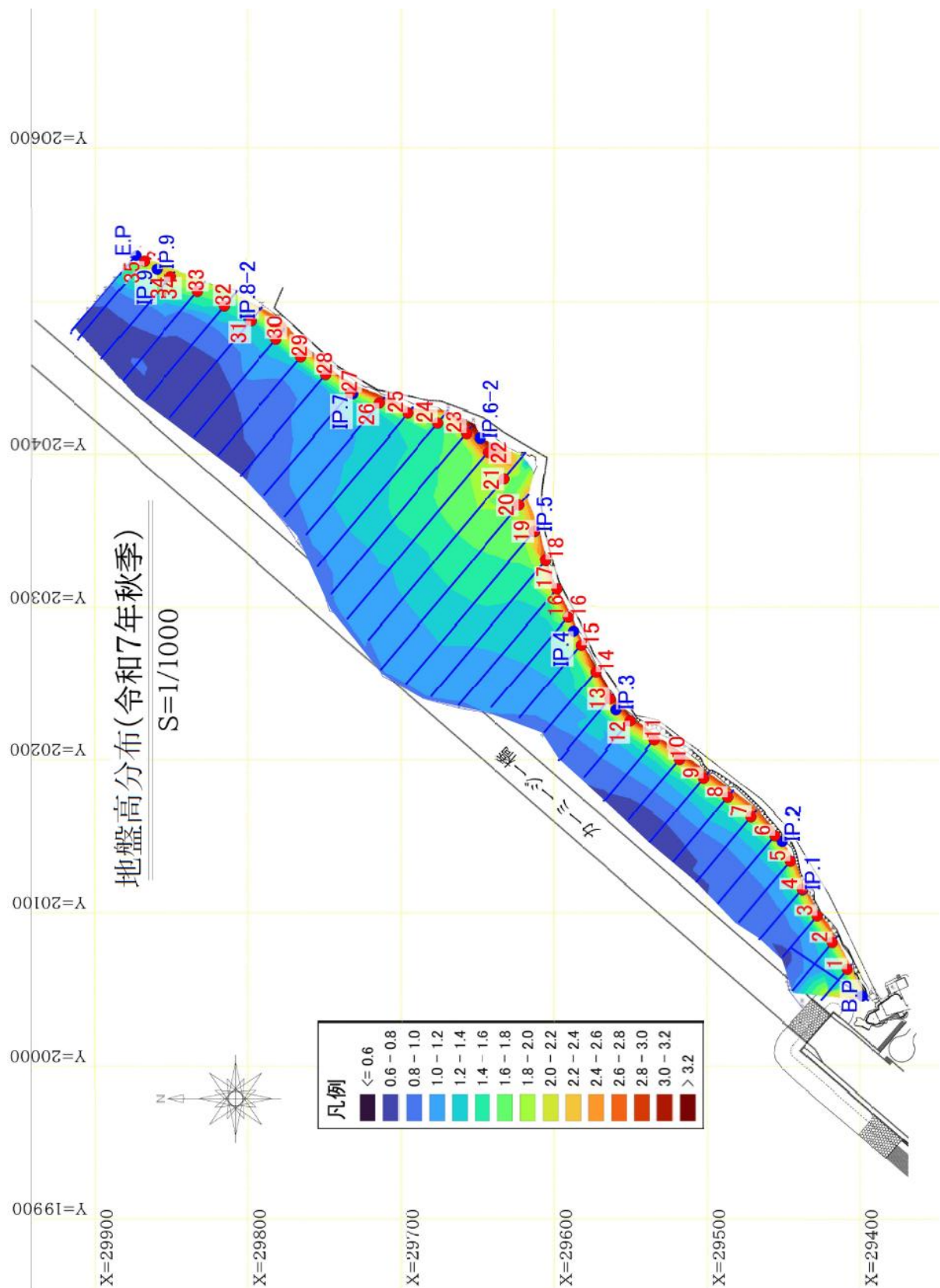


図 6.9.1.8 (3) 地盤高分布(令和7年秋季)

(c) 測量調査結果の解析

牧港補給地区（キャンプ・キンザー）地先について、測量調査結果から海岸線の変化状況を整理した。

測量調査の解析範囲は図 6.9.1.9 に、海岸線の変化状況は図 6.9.1.11 に示すとおりである。

図 6.9.1.11 を見ると、R6 秋季から R7 春季にかけて、排水路前面の測線である No. 21 を中心におおよそ No. 14～26 までの区間で海岸線の変化が顕著であり、最大で 10m 程度後退していた。また、R7 春季から R7 秋季にかけてもほぼ同様の範囲で最大 10m 程度前進していた。

R6 秋季から R7 秋季までの 1 年間の変化を総合すると、No. 25 付近で 20m 程度後退しているものの、海岸全体では概ね海岸線が安定していた。海岸線が後退していた No. 25 について、図 6.9.1.10 に示す拡大断面図によると、後退が顕著であった基準点から 20～50m 付近の標高は 10cm 未満の幅で推移していることから、非常に薄い砂層厚の中での変動であり、有意な地形変化によるものではないと考えられる。



図 6.9.1.9 測量調査解析範囲

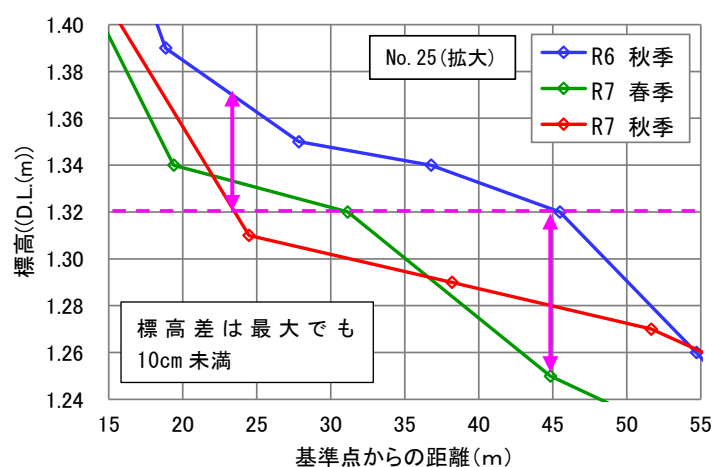


図 6.9.1.10 No. 25 断面図（拡大）

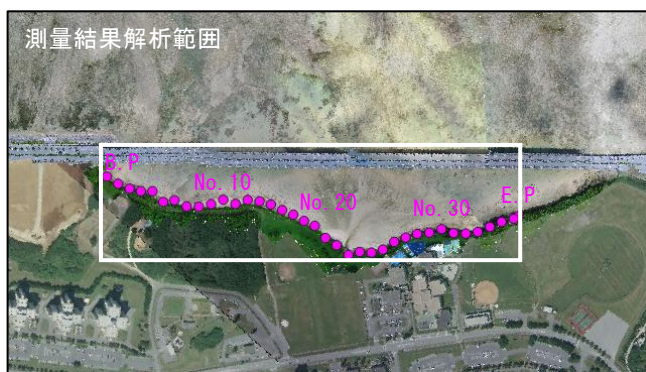
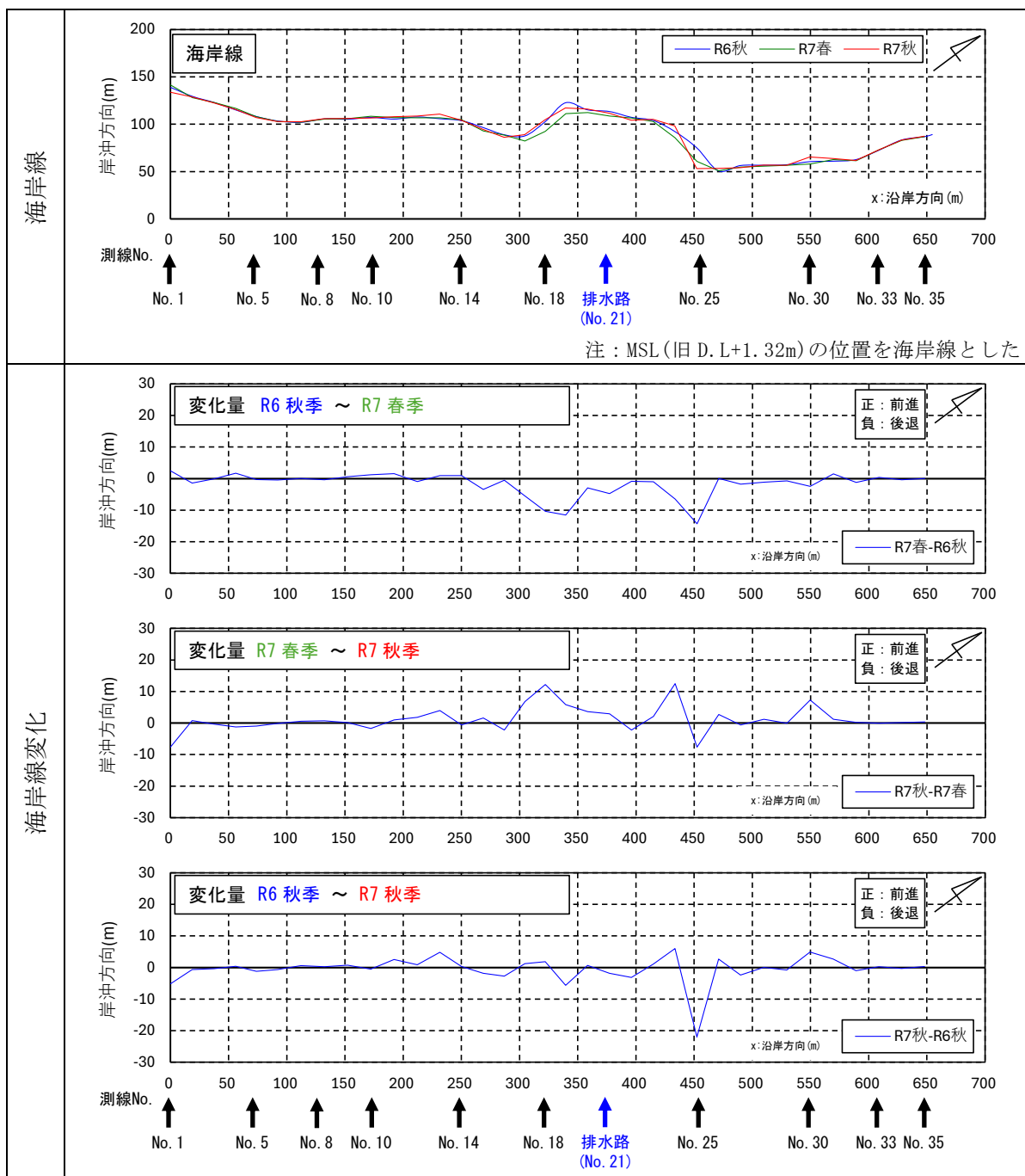


図 6.9.1.11 海岸線と海岸線変化の状況 (R6 秋季、R7 春季、R7 秋季)

【参考】H25 年度における測量データとの比較

H25 秋季および H26 春季における測量結果について、前項と同様に海岸線の変化について整理した（図 6.9.1.12）。

H26 春季は、測線 No. 18～24 までの区間について、MSL(旧 D.L.+1.32m)の高さにおける測量結果が無かったため欠測扱いとなるが、H25 秋季～H26 春季にかけての変化は一部の測線で局所的に数 m 程度後退している場所があるものの、ほとんどの区間で ±1m 以下の変化量となっており、R6 秋季～R7 秋季における変化の傾向と大きな差は見られなかった。

H25 秋季～R7 秋季における 13 年間の変化量についても確認すると、最も変化量が大きかったのは排水路東側の測線 No. 24 付近であり、30m 程度前進していた。このような海岸線の変化は排水路のある No. 21 を中心とした限られた範囲で起こっており、海岸全体を通しては 10 年以上均衡がとれた状態であることが以下の重ね合わせ図からも見て取れる。

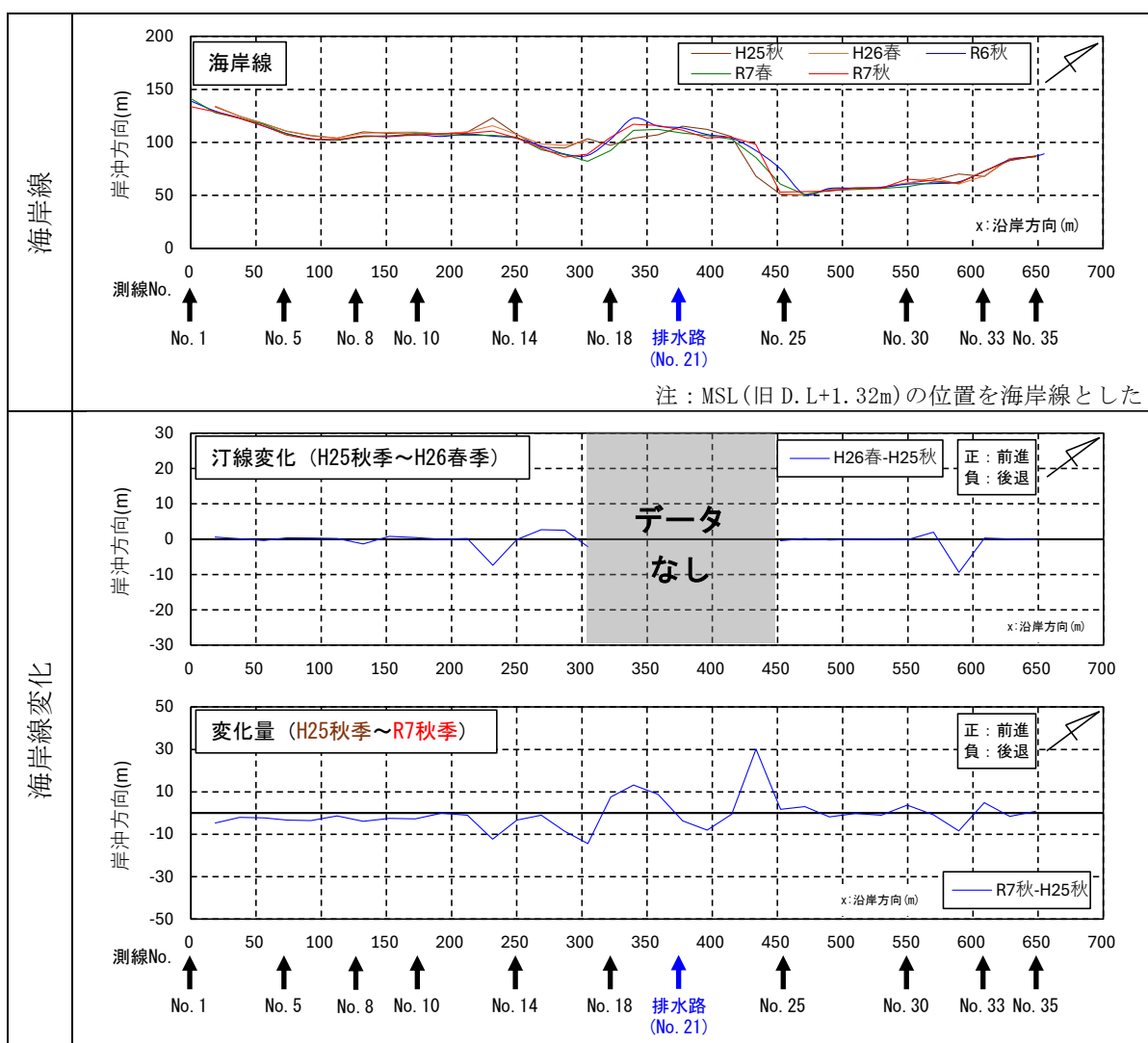


図 6.9.1.12 海岸線と海岸線変化の状況（H25 秋季～R7 秋季）

ウ) 空中写真

a) 空中写真の比較（海岸線）

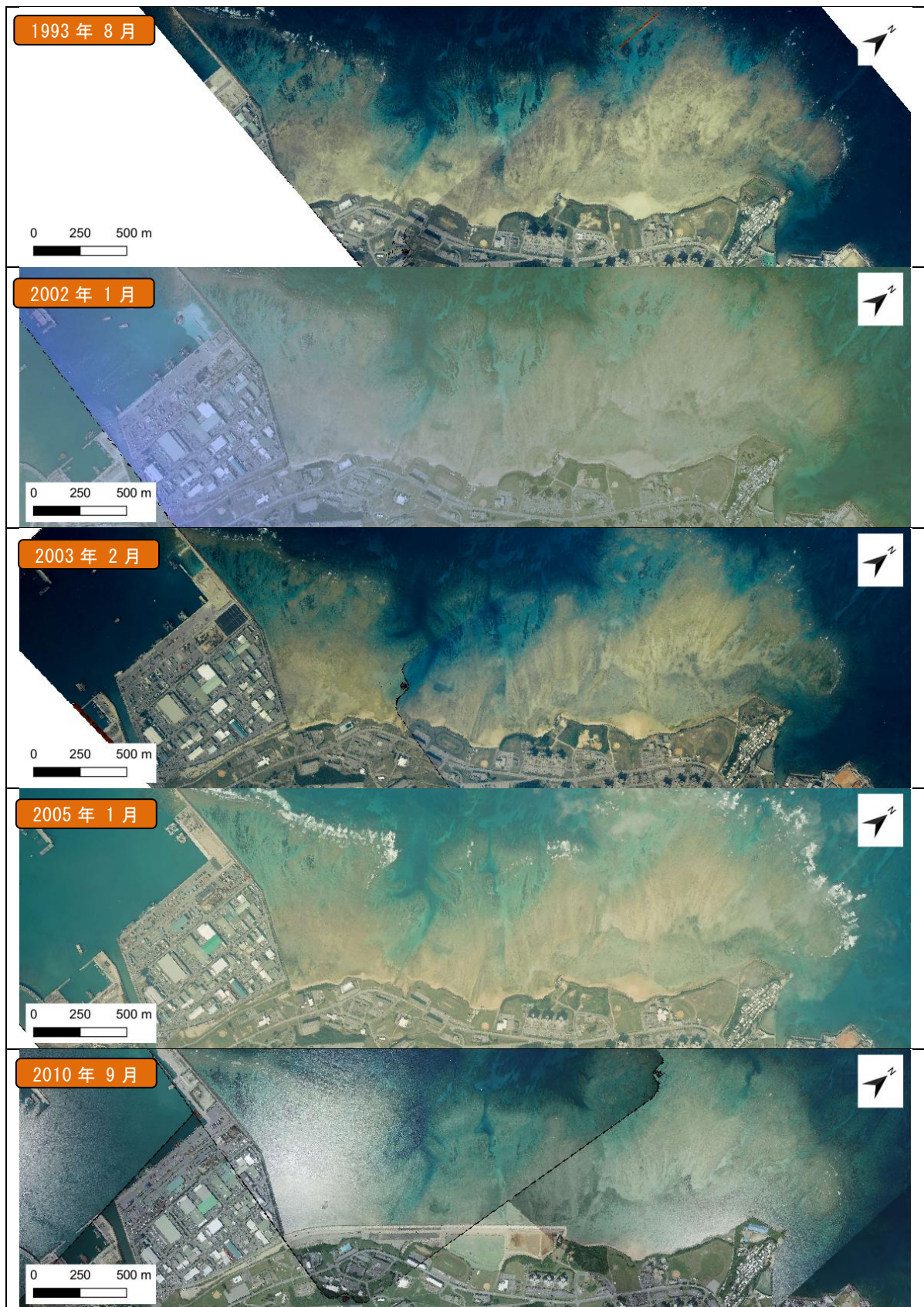
海岸線の長期的変動を把握するため、埋立事業実施区域及びその周辺の空中写真の解析を行った。

対象範囲は埋立事業実施区域及びその周辺の海岸とし、国土地理院から埋立事業実施区域及びその周辺が撮影されている空中写真を収集した（表 6.9.1.5）。海岸線の形状変化等の確認に資するため、比較的解像度の高いカラー写真が取得されている1993年以降の空中写真を対象とした。

埋立事業実施区域及びその周辺の海岸線の状況を図 6.9.1.13 に示す。海岸線の顕著な変化はみられなかった。また、2005～2010 年にかけて那覇港（浦添ふ頭地区）公有水面埋立事業の実施に伴う埋立てが確認できる。

表 6.9.1.5 空中写真収集リスト

No.	撮影年月	撮影
1	1993 年 8 月	国土地理院
2	2002 年 1 月	〃
3	2003 年 2 月	〃
4	2005 年 1 月	〃
5	2010 年 9 月	〃



撮影：国土地理院

図 6.9.1.13 埋立事業実施区域及びその周辺の海岸線の状況

b) 空中写真の解析

ここでは、牧港補給地区（キャンプ・キンザー）地先周辺について、空中写真から砂の有無を判読し、これを海岸線とみなして長期的な変化傾向を整理した。

読み取り結果は図 6.9.1.14 に、比較結果は図 6.9.1.15 に示すとおりである。

牧港補給地区（キャンプ・キンザー）排水路前の砂は 1993 年から 2010 年までのおよそ 18 年間、およその形状を保っており、海岸線全体としては、海岸線の侵食・堆積の傾向は確認できなかった。

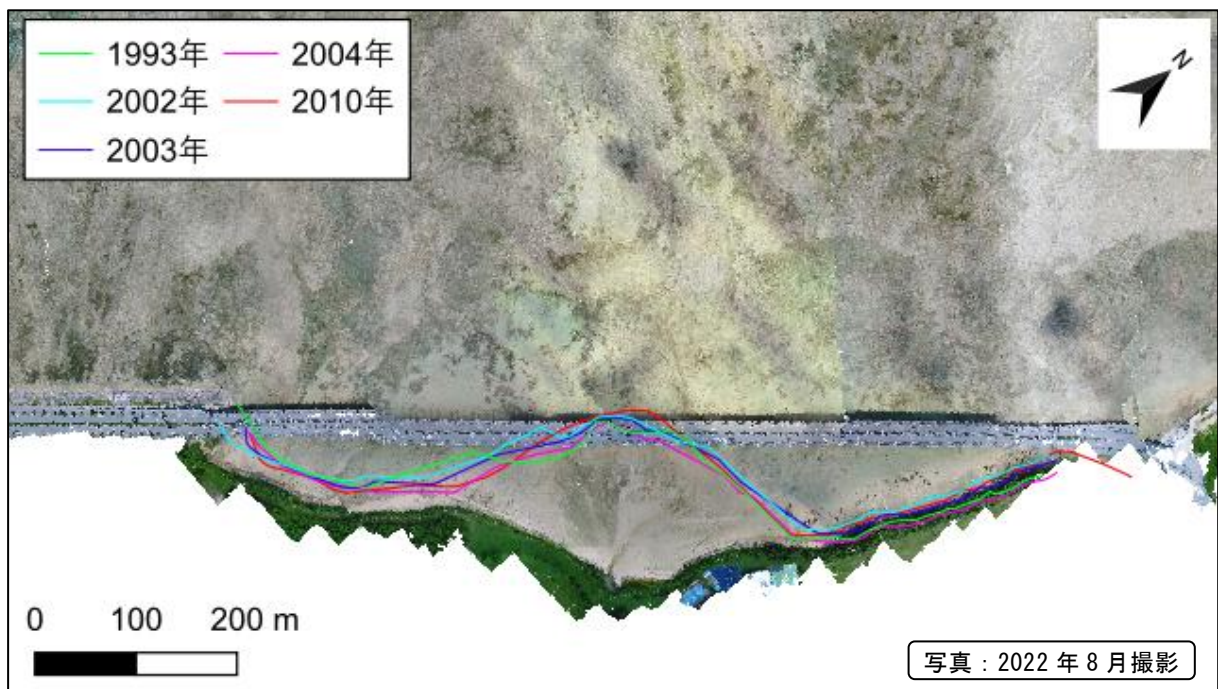


図 6.9.1.14 空中写真からの海岸線読み取り結果(1993～2010 年)

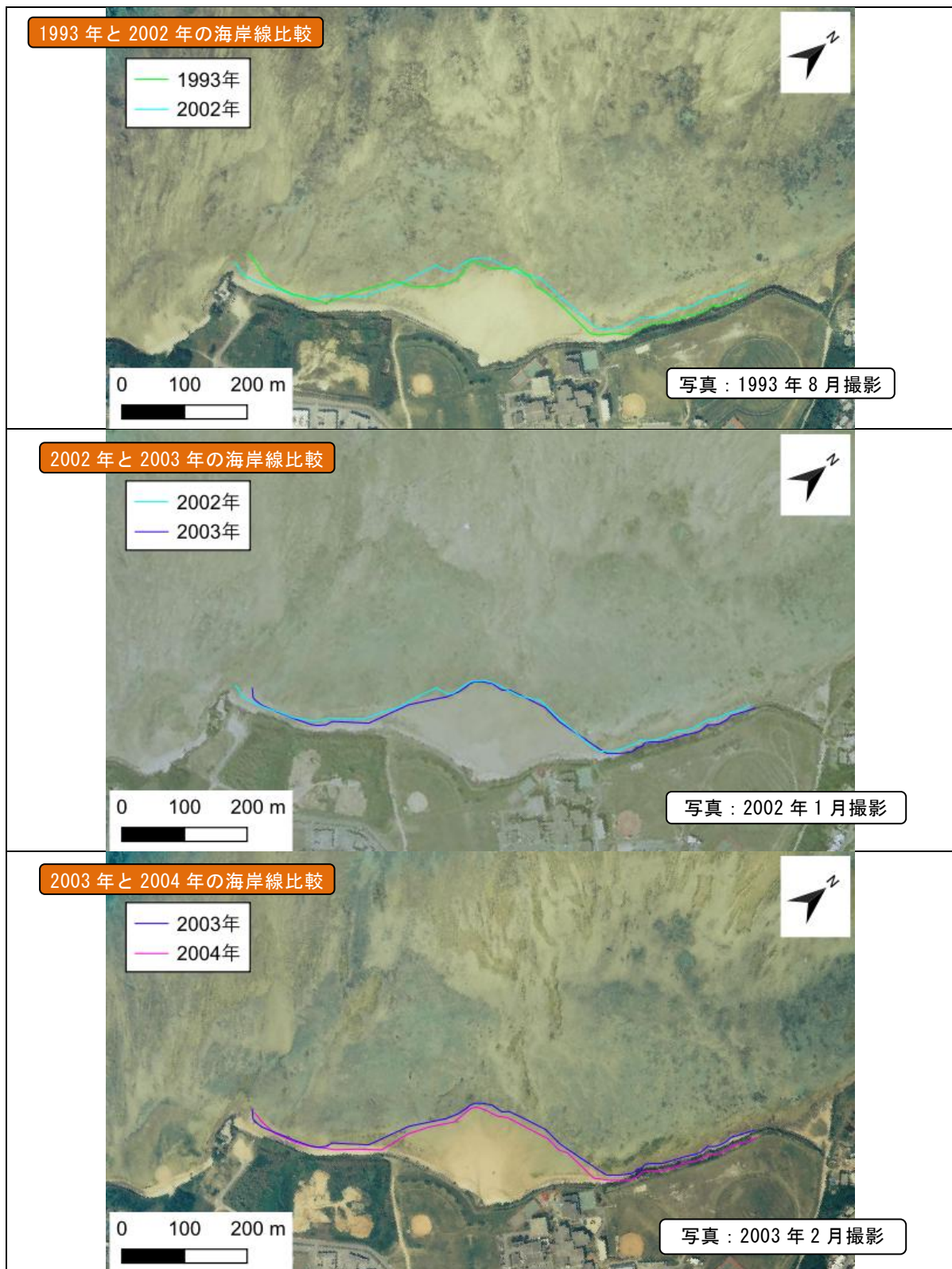


図 6.9.1.15 (1) 海岸線の比較

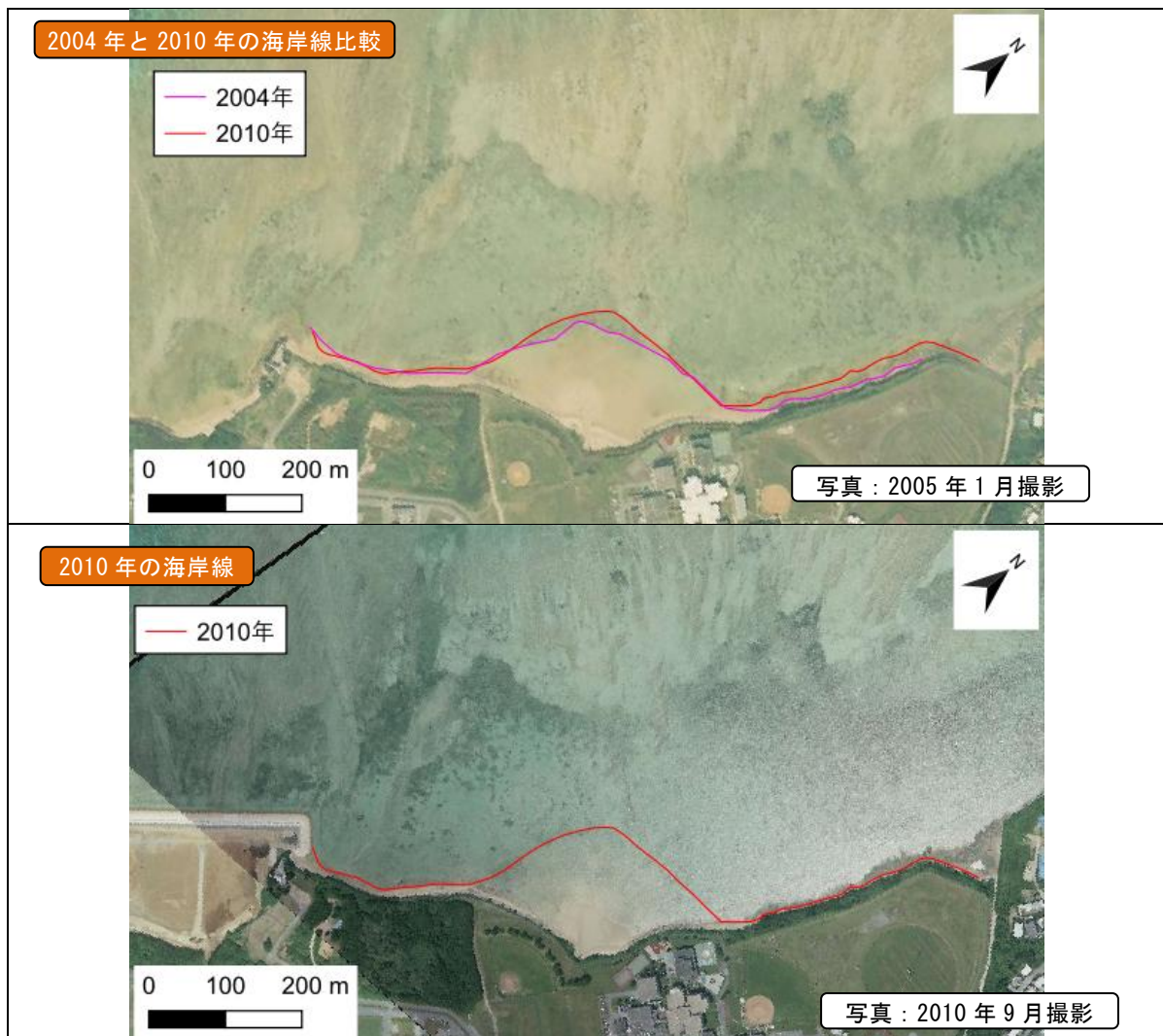
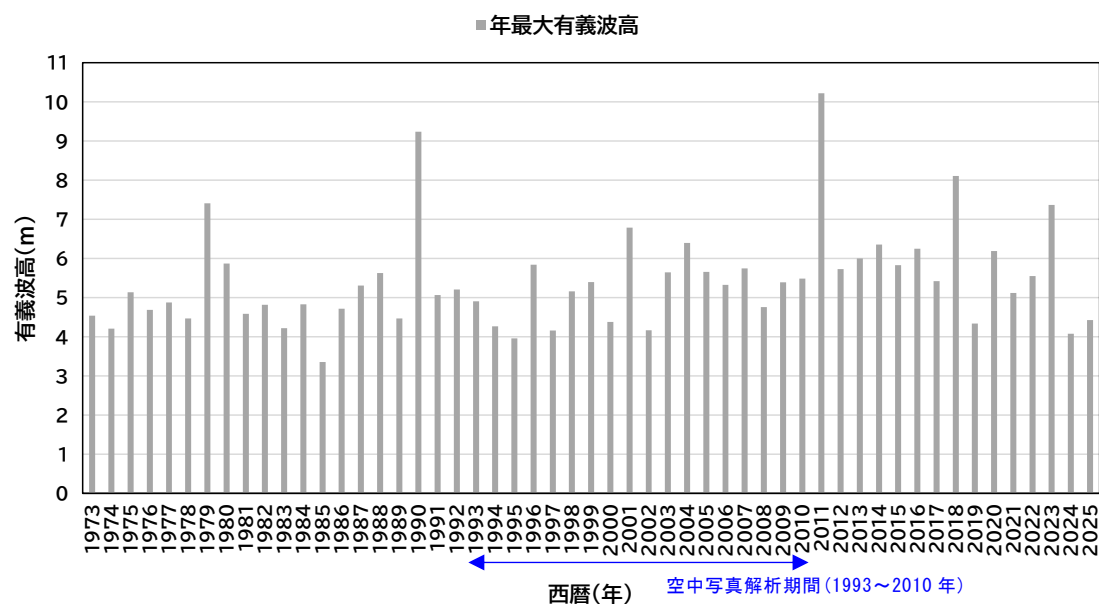


図 6.9.1.15(2) 海岸線の比較

エ) 波浪観測データ(参考：ナウファス那覇港)

波浪観測地点のナウファス那覇港における過去の年最大有義波高を図 6.9.1.16 に整理した。空中写真の解析を行った期間中にも台風などによる有義波高 5～6m 程度の波浪が複数回来襲しているが、前述のとおり海岸線に顕著な変化がみられないことから、埋立事業実施区域及びその周辺の海岸線は台風等による強い外力を受けてもほとんど変化しないものと推察できる。



※波浪データ取得間隔 (1973～2006 年:2 時間毎、2007～2025 年:20 分毎)

※2024～2025 年の観測値は速報値

図 6.9.1.16 ナウファス那覇港における年最大有義波高 (1973 年～2025 年)

6.9.2 予測

地形・地質の影響要因及びその内容は、表 6.9.2.1 に示すとおりである。

表 6.9.2.1 地形・地質の影響要因及びその内容

項目	影響要因	内容
施設等の存在及び供用	埋立地の存在	重要な地形

(1) 施設等の存在及び供用

1) 予測項目

(ア) 重要な地形

2) 予測概要

埋立地の存在に係る地形の予測概要は、表 6.9.2.2 に示すとおりである。

表 6.9.2.2 埋立地の存在に係る地形の予測概要

予測の手法	
予測項目	重要な地形
予測方法	埋立地の存在による重要な地形の改変の程度について、事例等を用いて定性的に予測した。また、併せて基盤環境の変化の程度を予測した。
予測地域 予測地点等	調査地域のうち、地形の特性を踏まえた重要な地形に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域
予測対象時期	埋立地が存在する時期

3) 予測方法

埋立地の存在による重要な地形の改変の程度について、波浪の予測結果を踏まえ、定性的に予測した。また、併せて基盤環境の変化の程度を予測した。

前項「6.9.1 調査」より、埋立事業実施区域及びその周辺の牧港補給地区（キャンプ・キンザー）地先の海岸線は、令和 6 年秋季～令和 7 年秋季の 1 年間における測量調査の結果や過去の空中写真の判読より、有意な地形変化が起こっておらず、海岸線が変化する場合も海岸中央付近に流入する排水路周辺に限定されることから、当該海岸の地形変化に及ぼす外力は排水路の影響が支配的であり、波浪の影響は小さいものと考えられた。

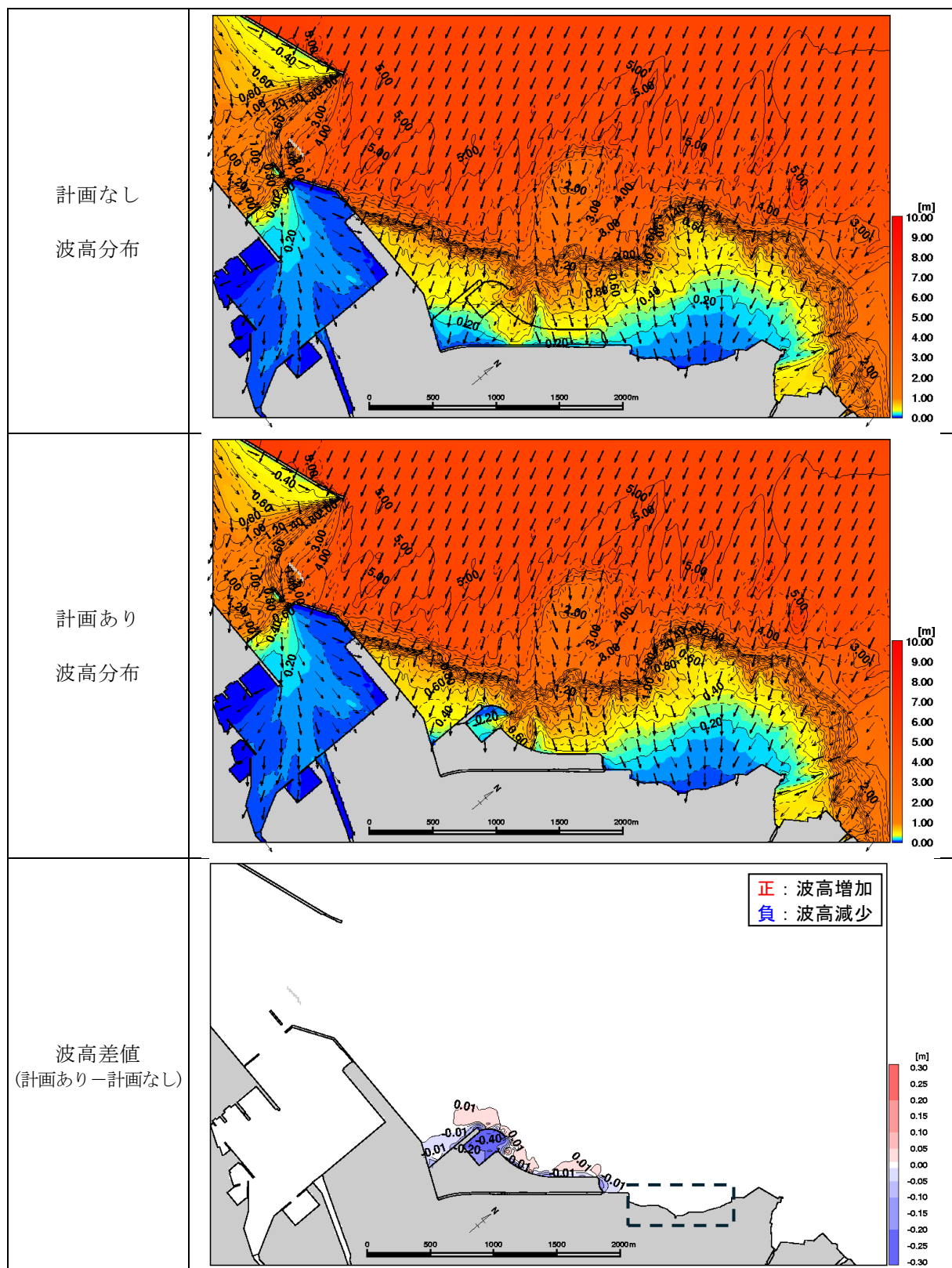
しかし、事業の実施による埋立地の存在により、到達波浪が変化することが考えられたことから、波浪について予測を行った。

波浪の予測条件は、計画あり（埋立地形）の影響が最も大きい、台風時における平均大潮期の平均高潮位(M.H.W.L.)とした。（※その他、波浪予測計算の設定条件については「6.5.2 水象(予測)」の項を参照。）

4) 予測結果

「6.5.2 水象(予測)」にて実施した波浪予測計算から、台風時における平均大潮期の平均高潮位(M. H. W. L.)における計画なし(現況地形)と計画あり(埋立地形)の波高分布図および波高差分図を図 6.9.2.1 に示す。

差分図を確認すると、枠線で示した牧港補給地区(キャンプ・キンザー)地先の海岸については、計画なしと計画ありの差が白色(波高差 $\pm 1\text{ cm}$ 以内)となっており、事業実施の前後において当海岸への到達波浪は変化せず、地形についても変化しないと考えられる。



注：1. 矢印は波向を意味する

2. 上記は埋立事業実施区域及びその周辺と水環境の予測と関連する防波堤も表示している。

図 6.9.2.1 波高分布（台風時、平均大潮潮、平均高潮位(M. H. W. L.)）
（沖波条件 波高：5.77m、周期：10.7s、波向：NNW (N337.5°))

5) 調査・予測のまとめ

図 6.9.1.1 に示す埋立事業実施区域及びその周辺について、埋立地の存在による到達波浪、海岸線への影響を表 6.9.2.3 に整理した。図 6.9.2.2 に示す R6 秋季から R7 秋季にかけて実施した 3 回の測量調査結果より、現況の海岸線はほとんど変化しておらず、有意な変化が見られた範囲は排水路付近のみであったため、波浪による変化は小さいと考えられた。また、図 6.9.2.3 に示すように、波浪予測計算から到達波浪は事業の実施前後でほとんど変化しないと推測された(波高±1cm 以内)。

以上のことから、埋立地の存在により到達波浪に変化はなく、海岸線の変化に寄与することはないと考えられることから、埋立地の存在による地形への影響は極めて小さいと考えられる。

また、基盤環境については「6.8 底質」の予測結果に示すとおり、埋立地の存在による底質の変化はほとんどみられず、基盤環境への影響は極めて小さいと考えられる。

表 6.9.2.3 埋立地の存在による波浪の変化が漂砂・海岸線に及ぼす影響

	埋立事業実施区域及びその周辺
到達波浪 ^{注)}	変化しないと考えられる
海岸線	変化しないと考えられる

注：「6.5.2 水象」の埋立地の存在時の予測結果をもとに整理

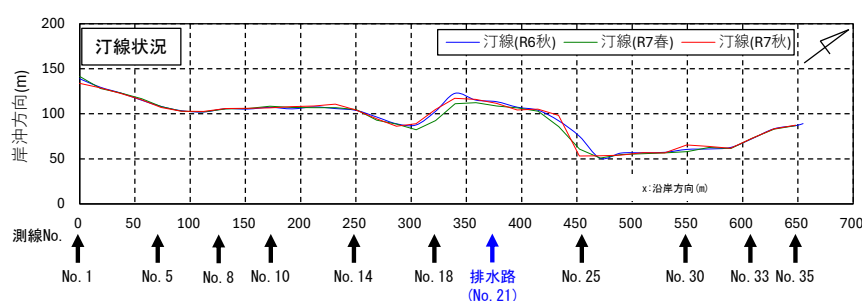
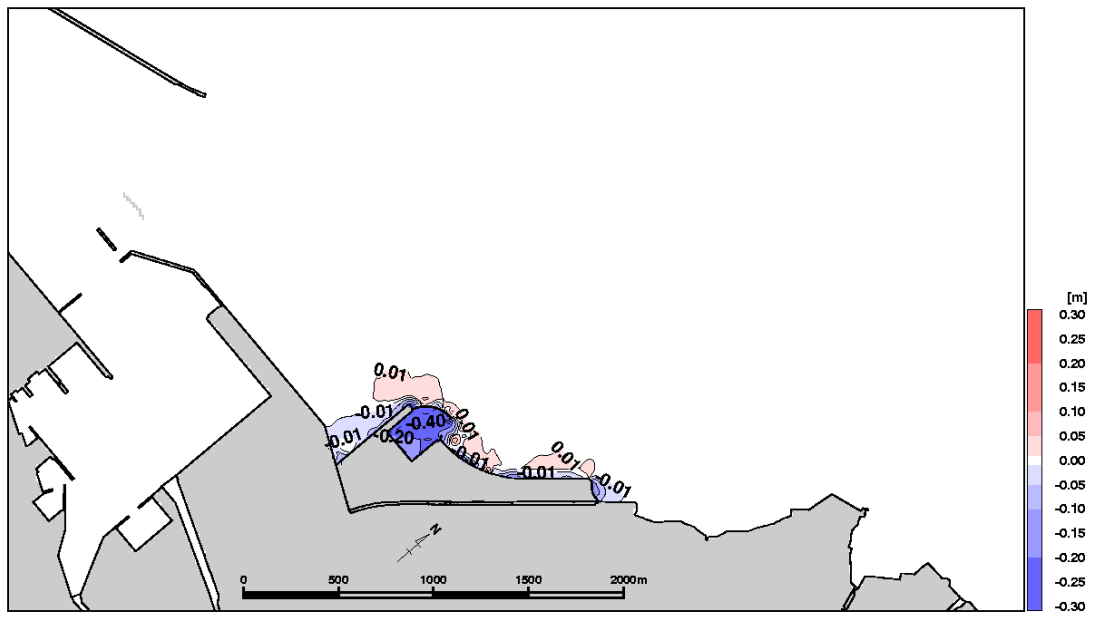


図 6.9.2.2 測量調査による海岸線の状況 (R6 秋季～R7 秋季)



注：上記は埋立事業実施区域及びその周辺と水環境の予測と関連する防波堤も表示している。

図 6.9.2.3 波高差値（計画あり-なし：台風時、平均大潮潮、平均高潮位(M. H. W. L.)）

6.9.3 評価

(1) 施設等の存在及び供用

1) 環境影響の回避又は低減に係る評価

(ア) 環境保全措置の検討

地形について、施設等の存在及び供用に伴う影響を低減するため、以下に示す環境保全措置を講じることとした。

- ・ 環境影響を低減するため、北側の「自然的環境を保全する区域」との距離を確保した。

上記の環境保全措置を予測の前提として検討した結果、地形について、埋立地の存在に伴う影響を以下に示すとおり予測した。

- ・ 埋立地の存在により到達波浪に変化はなく、海岸線の変化に寄与することはないと考えられることから、埋立地の存在による地形への影響は極めて小さいと考えられる。
- ・ 基盤環境についても埋立地の存在による底質の変化はほとんどみられず、基盤環境への影響は極めて小さいと考えられる。
- ・ 重要な地形として確認された^{はしよくだな}波食棚については消失することはなく、埋立地の存在による重要な地形への影響は極めて小さいと考えられる。

以上のことから、地形への影響は極めて小さいと考えられることから、さらなる環境保全措置は講じないこととした。

(イ) 環境影響の回避又は低減の検討

調査及び予測の結果を踏まえると、埋立地の存在に伴う地形への影響は極めて小さいと考えられる。

以上のことから、地形への影響については、事業者の実行可能な範囲内で回避又は低減が図られているものと評価した。

2) 国又は地方公共団体による環境の保全に係る基準又は目標との整合性に係る評価

(ア) 環境の保全に係る基準又は目標

第3次沖縄県環境基本計画（令和5年3月、沖縄県）によると、「事業別環境配慮指針」として、「埋立及び干拓の事業」において「水生生物や野鳥等の貴重な動植物の生息・生育環境、自然海岸、自然との触れ合いの場、漁業資源等に影響を及ぼすような立地は、避けるように努め、やむを得ない場合は、影響をできるだけ最小化するよう努める。」と示されており、これを環境の保全に係る目標とした。

(イ) 環境の保全に係る基準又は目標との整合性

埋立地の存在による地形への影響は極めて小さいと予測されていることから「事業別環境配慮指針」との整合性は図られていると評価した。

以上のことから、環境の保全に係る基準又は目標との整合性は図られているものと評価した。