

令和3年12月22日（水）
令和3年度 第2回
大阪府河川構造物等審議会

資料1

安治川(此花西部臨海地区)護岸及び堤防の安全性について

《諮問》 安治川(此花西部臨海地区)護岸について

- ・ 安治川(此花西部臨海地区)護岸における現状の安全性について

【安治川(此花西部臨海地区)護岸の現状に関する審議概要】

● 安治川護岸補強技術検討委員会(H17～H22)の概要(変位経過、変状要因)

● 現在の取り組み内容(変位計測)

- ・ 護岸天端の変位計測結果や孔内傾斜計の計測結果から、**護岸天端の変位が収束傾向にあることを確認。**

● 変位計測を踏まえた対応(安定性等に関する評価)

- ・ 地盤の圧密状況等を確認するためのボーリング調査及び、安定性評価のための**将来変動量予測解析を実施**する。
- ・ 予測解析の実施にあたっては、**護岸および堤防の実挙動にも着目した解析モデルを作成し、解析手法の妥当性を確認**したうえで、**地盤全体の将来予測**を実施する。



次回審議会では、「ボーリング調査結果」および「地盤変状(将来変動量)解析結果」について、事務局より報告し、**安治川(此花西部臨海地区)護岸の安全性について審議を実施**する。

1. 地盤性状の確認

- ・ボーリング調査結果を踏まえ、圧密の進行状況及び圧密の進行による地盤性状の変化を確認。

2. 地盤変状解析による安全性評価(現状:荷重なし)

2-1.解析モデルの構築

- ・護岸及び堤防の実挙動にも着目した解析モデルを作成。

2-2.将来変動量予測解析による性能照査(護岸・堤防)

- ・地盤変状解析により将来の護岸及び堤防の天端高さを確認し、将来必要な性能を有しているか確認。

2-3.安定性照査(護岸・堤防)

- ・護岸の安定性を確認するため、現状及び将来の護岸に生じる発生応力を確認。
- ・堤防の安定性を確認するため、「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」に準じてすべり破壊に対する安定性を確認。

3. 地盤変状解析による安全性評価(一般開放)

3-1.将来変動量予測解析による性能照査(護岸・堤防)

- ・将来の利活用を想定し、河川区域内に上載荷重を付加した状態での、地盤変状解析により、将来の護岸及び堤防の天端高さを確認し、将来必要な性能を有しているか確認。

3-2.安定性照査(護岸)

- ・護岸の安定性を確認するため、現状および将来の護岸に生じる発生応力を確認。

4. 護岸及び堤防の健全性の確認

4-1.健全性評価(陸上調査・水中調査)

- ・陸上及び水中の目視調査を実施し、既設護岸および堤防の健全性を確認。

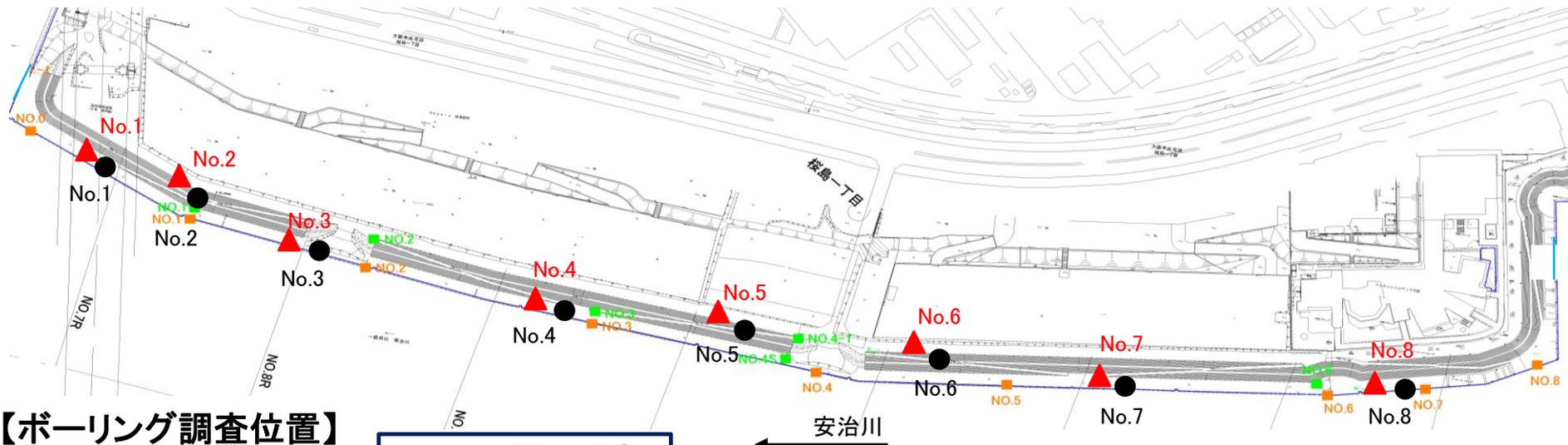
5. 安治川(此花西部臨海地区)護岸及び堤防の安全性について

- ・総合評価

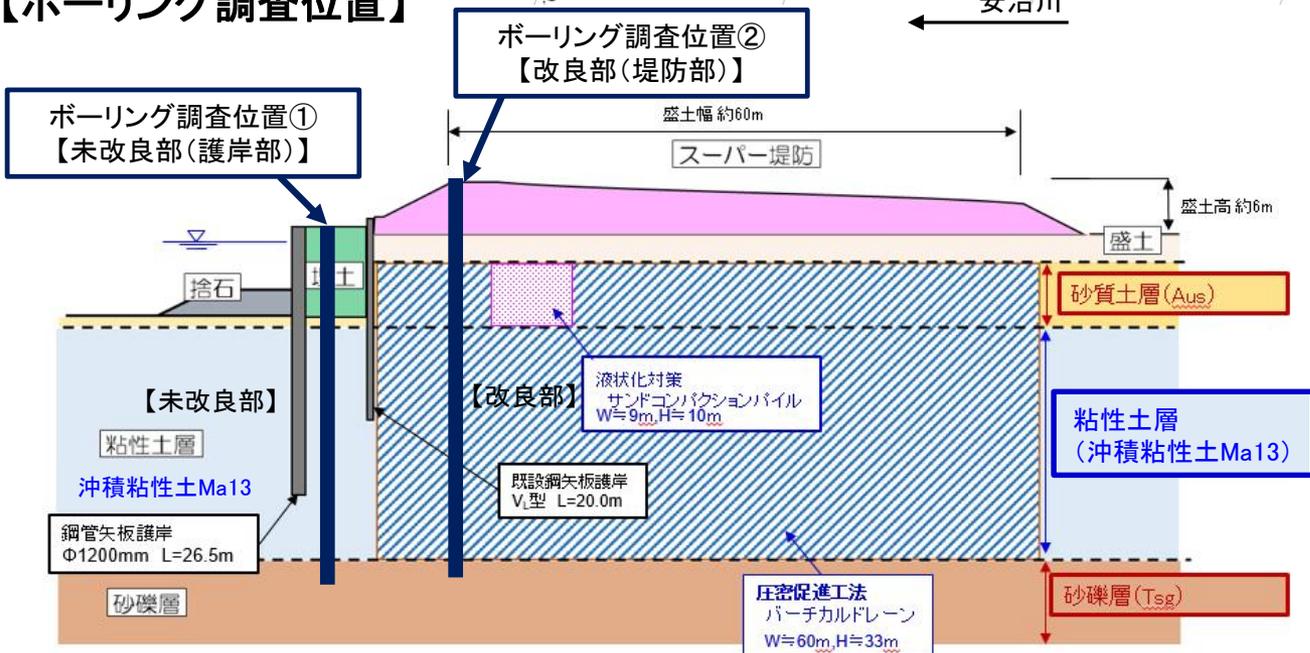
1. 地盤性状の確認（ボーリング調査箇所）

- 地盤性状を確認するため、**ボーリング調査(8箇所)**を実施。

【ボーリング調査箇所図（平成3年(鋼管矢板護岸整備前)および令和元年）】



【ボーリング調査位置】



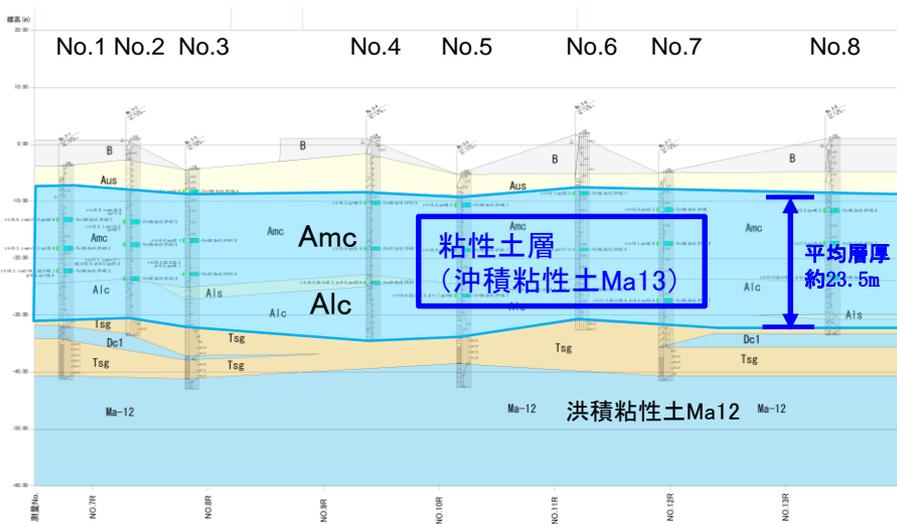
- 凡例
- 平成3年ボーリング調査箇所
 - ▲ 令和元年ボーリング調査箇所

(注釈)
 ボーリング調査位置において
 ①No.1, No.3, No.4, No.7, No.8 (未改良部)
 ②No.2, No.5, No.6 (改良部)

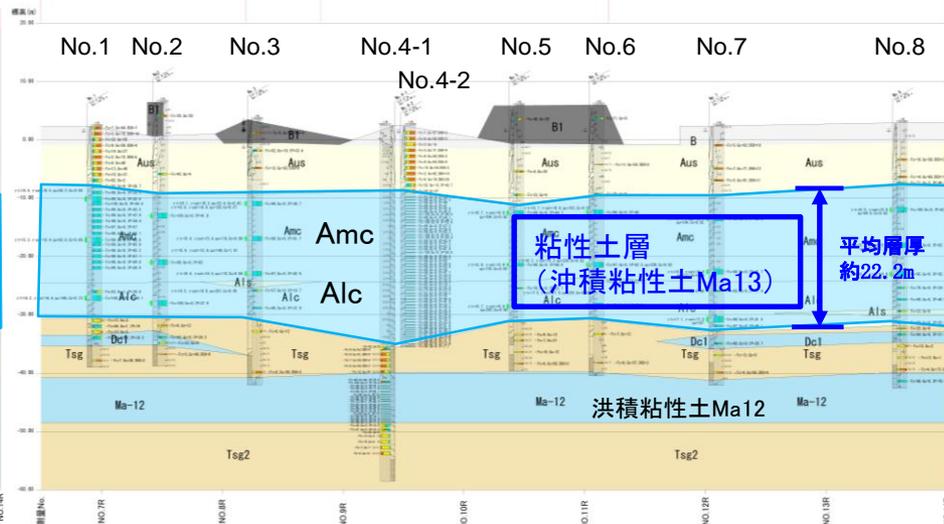
1. 地盤性状の確認（ボーリング調査（想定地質縦断図））

- ・ボーリング調査結果から想定地質縦断図（平成3年度、令和元年度）を作成・比較した結果、**沖積粘性土層厚が全体的に減少し、平均N値が増加していることを確認。**
- ・スーパー堤防等による荷重増大の影響や圧密促進工により、粘性土層の**圧密が生じたことが要因と推定。**

【想定地質縦断図（平成3年度）】



【想定地質縦断図（令和元年度）】



【沖積粘性土層厚（平成3年度、令和元年度）】

(単位:m)

【未改良部】 護岸部	ボーリング名	平成3年	令和元年	増減
	No.1	23.7	22.9	-0.8
	No.3	21.8	20.1	-1.7
	No.4	24.6	26.6	2.0
	No.7	23.7	23.5	-0.2
	No.8	23.4	22.7	-0.7
	平均厚	23.4	23.2	-0.2

【沖積粘性土層の平均N値】

(単位:m)

	ボーリング名	平成3年	令和元年	増減
	No.1	2.0	2.8	0.8
	No.3	2.4	3.4	1.0
	No.4	2.8	4.1	1.2
	No.7	1.7	2.6	0.9
	No.8	3.2	3.3	0.1
	平均N値	2.4	3.2	0.8

【地層凡例】

Aus	沖積砂質土層（上位）
Amc	沖積粘性土層（中位）
Alc	沖積粘性土層（下位）
Als	沖積砂質土層（下位）
Dc1	洪積粘性土層（上位）
Tsg	洪積砂礫層（上位）
Ma-12	洪積粘性土層（下位）
Tsg2	洪積砂礫層（下位）

【改良部】
堤防部

(単位:m)

	ボーリング名	平成3年	令和元年	増減
	No.2	22.6	21.0	-1.6
	No.5	25.0	20.1	-4.9
	No.6	23.4	21.0	-2.4
	平均厚	23.7	20.7	-3.0

(単位:m)

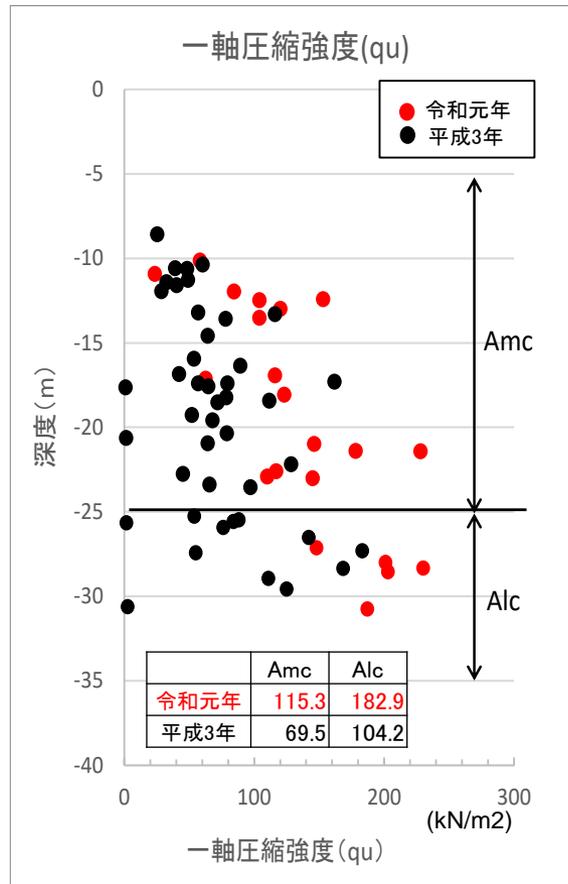
	ボーリング名	平成3年	令和元年	増減
	No.2	3.5	4.3	0.8
	No.5	2.7	4.3	1.6
	No.6	3.9	4.1	0.2
	平均N値	3.4	4.2	0.8

1. 地盤性状の確認（一軸圧縮強度、圧縮指数）

- No.4地点（沖積粘性土層：Ma13）におけるボーリング調査結果（平成3年・令和元年）を比較したところ、**圧密の進行に伴う一軸圧縮強度の増加を確認**。
- 圧縮指数については、Amc層においては同程度、Alc層においては若干低下していることを確認。

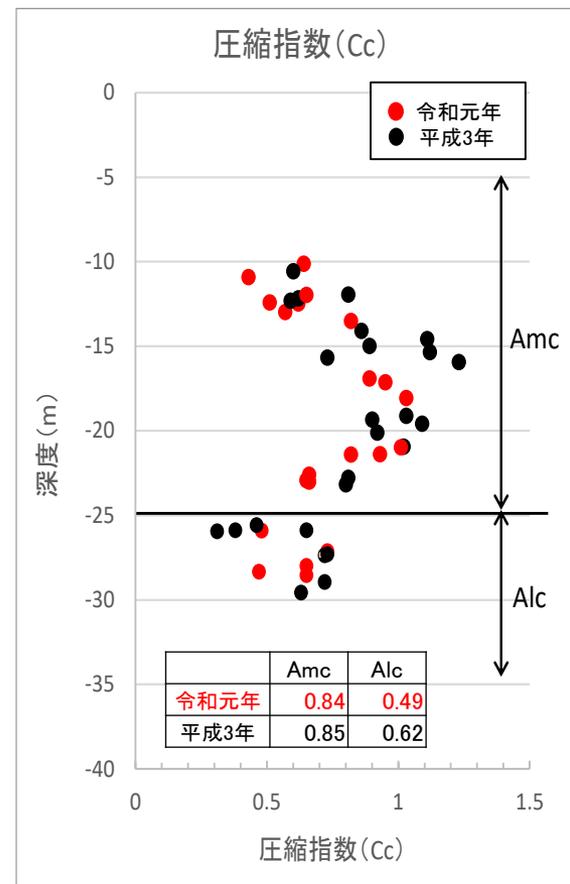
【一軸圧縮強度、圧縮指数：沖積粘性土層（Ma13）調査結果】 ※ボーリング調査箇所 No.4

◆ 一軸圧縮強度



粘性土層（沖積粘性土Ma13）

◆ 圧縮指数



粘性土層（沖積粘性土Ma13）

1. 地盤性状の確認 (過圧密比)

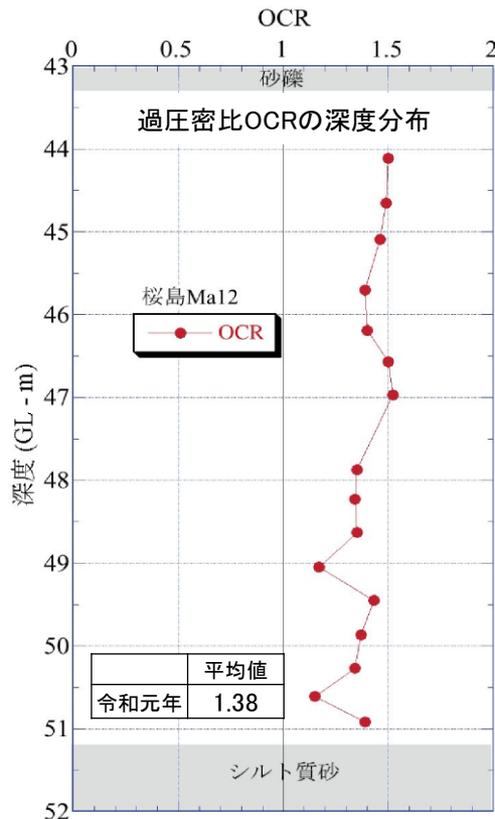
【洪積粘性土層 (Ma12層) および沖積粘性土層 (Ma13層: Alc)】

- ・圧密降伏応力が有効土被り圧より大きい(過圧密比OCR > 1) 過圧密状態となっていることから、
安定した状態であることを確認

【沖積粘性土層 (Ma13層: Amc)】

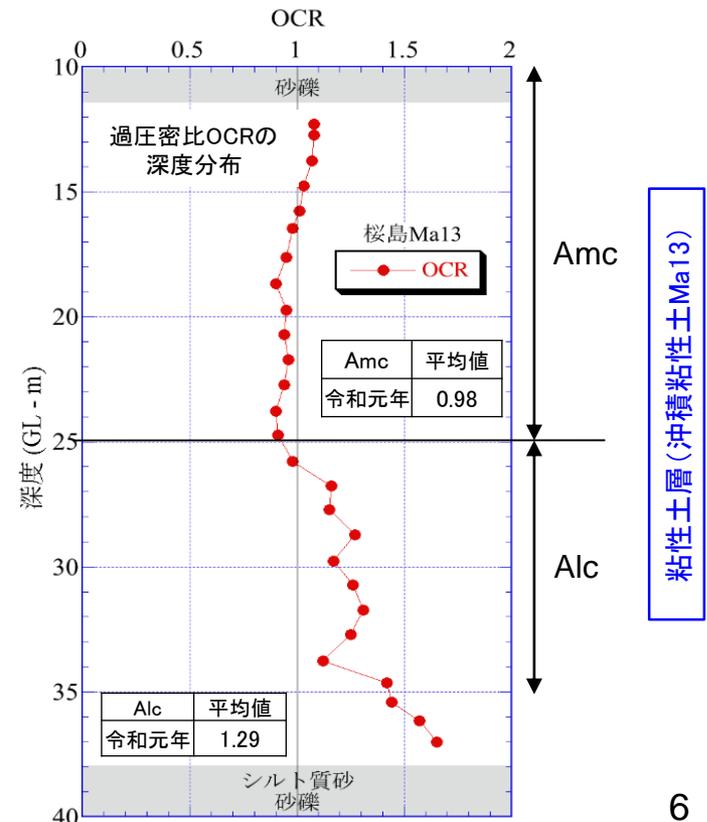
- ・圧密降伏応力が有効土被り圧にほぼ等しく、正規圧密状態であり、
盛土等による荷重の増加が生じた場合、圧密沈下等が生じる可能性がある。

■ 洪積粘性土層 (Ma12層)



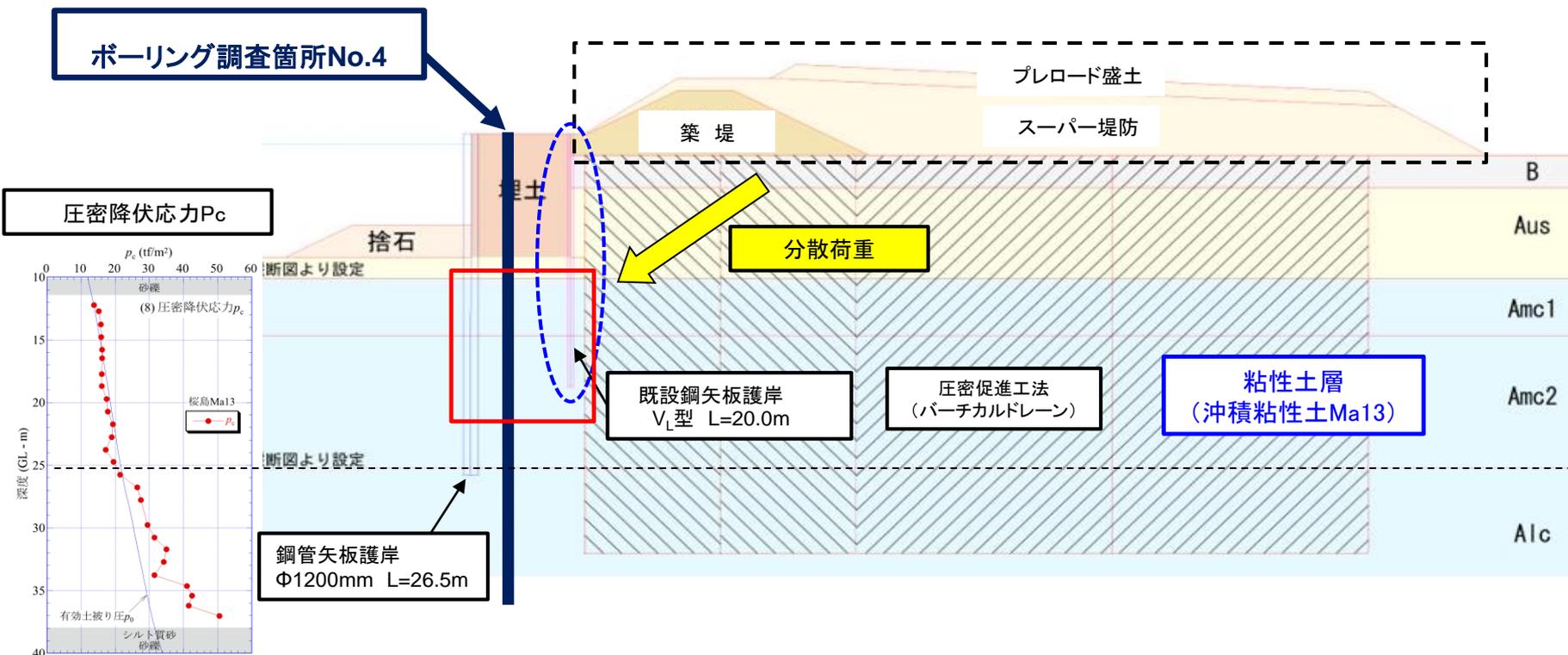
■ 沖積粘性土層 (Ma13層)

【ボーリング調査箇所No.4】



1. 地盤性状の確認 (Ma13層(Amc)における圧密降伏応力に関する考察)

- ・沖積粘性土層(Ma13層:Amc)では、スーパー堤防盛土による分散荷重が作用することで、圧密降伏応力(P_c)が有効土被り圧(P_0)より大きくなることが推定されていたが、
 下図の赤枠部分については分散荷重の作用が既設鋼矢板護岸によって妨げられたことにより、
 圧密降伏応力(P_c)と有効土被り圧(P_0)が同程度となっていると想定される。



1. 地盤性状の確認結果

【地盤性状の確認結果(概要)】

ボーリング調査	一軸圧縮強度	過圧密比
<ul style="list-style-type: none">・沖積粘性土層(Ma13)厚が全体的に減少しN値が増加していることを確認。	<ul style="list-style-type: none">・【未改良部(護岸部)】の沖積粘性土層(Ma13)において、圧密の進行に伴う、地盤強度(一軸圧縮強度)の増加を確認。	<ul style="list-style-type: none">・洪積粘性土層(Ma12層)および沖積粘性土層(Ma13層:Alc)においては、過圧密状態であり、安定状態であることを確認。・沖積粘性土層(Ma13層:Amc)においては、正規圧密状態であり、荷重増加が生じた場合圧密沈下等が生じる可能性があることを確認。



【結論】

- ★「**圧密沈下**」および「**圧密沈下による地盤強度の増加**」を確認
- ★「沖積粘性土層(Ma13層:Amc)については、正規圧密状態のため**荷重増加により圧密沈下等が生じる可能性があること**」を確認

2. 地盤変状解析による安全性評価（現状：荷重なし）

◆地盤変状解析の実施方針

- ・解析方法（モデル）については、検討の継続性を考慮し、安治川護岸補強技術検討委員会の手法を踏襲。
- ・土質調査結果、観測結果に応じた、土質定数やパラメータの見直しを実施し、実挙動を再現する。

◆地盤変状解析の実施目的

- ・地盤変状解析を実施するための解析モデルを構築し、**現在の利用状況における護岸および堤防の将来（50年後）変動量予測解析を実施。**
- ・予測解析を踏まえ、「護岸および堤防高」、「護岸応力度」「堤防のすべり破壊」等について、照査を実施する。

◆地盤変状解析による安全性評価の流れ

①解析モデルの構築

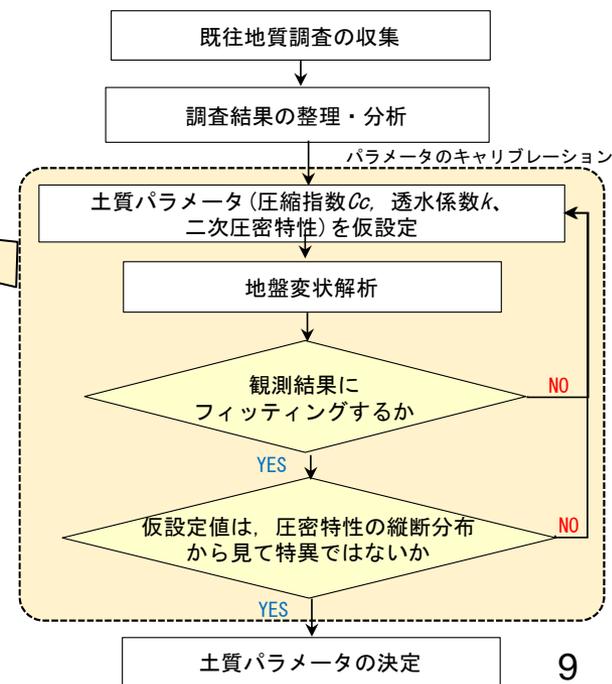
- ・検討断面の抽出
- ・解析モデルの構築（解析モデル図、解析ステップ）
- ・地盤定数の設定
- ・実挙動に着目したパラメータフッティング

②将来変動量予測解析（50年後）による性能照査

- ・護岸天端の水平変位、鉛直変位 ⇒ **護岸天端高の照査**
- ・堤防部の変位（築堤部・堤防部） ⇒ **堤防天端高の照査**
- ・間隙水圧コンター作成、解析結果のモデル化実施

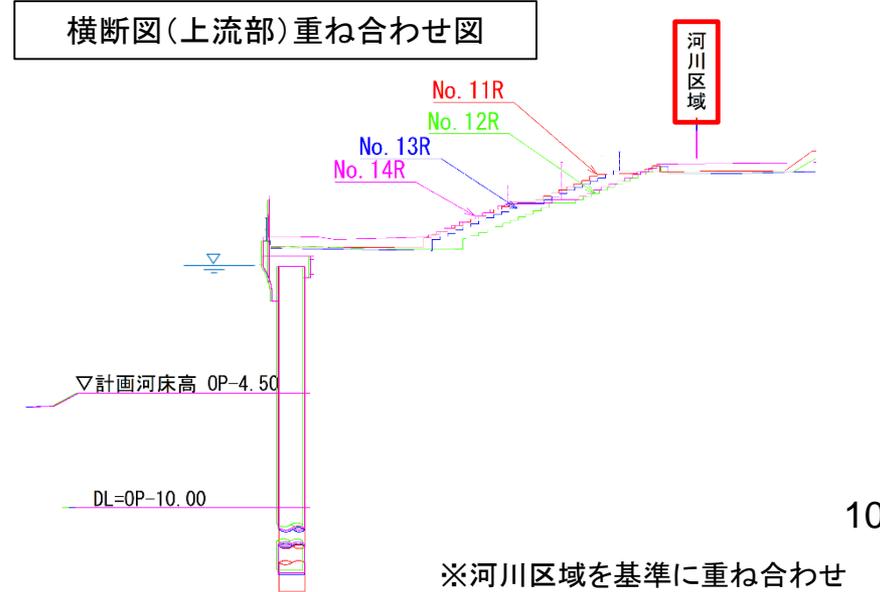
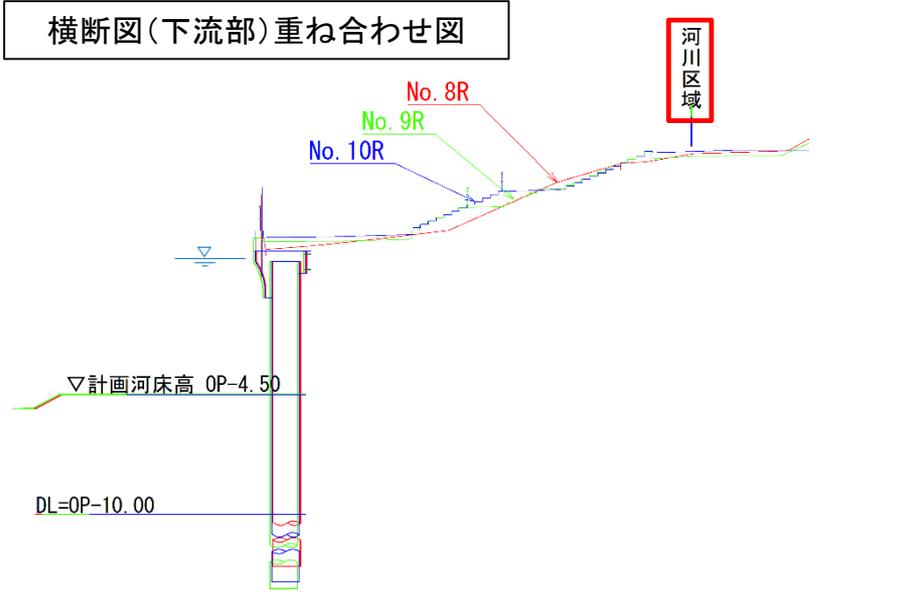
③安定性照査（護岸・堤防）

- ・**護岸応力度に関する照査**
- ・**堤防のすべり破壊に関する照査**



2-1. 解析モデルの構築：検討断面の抽出

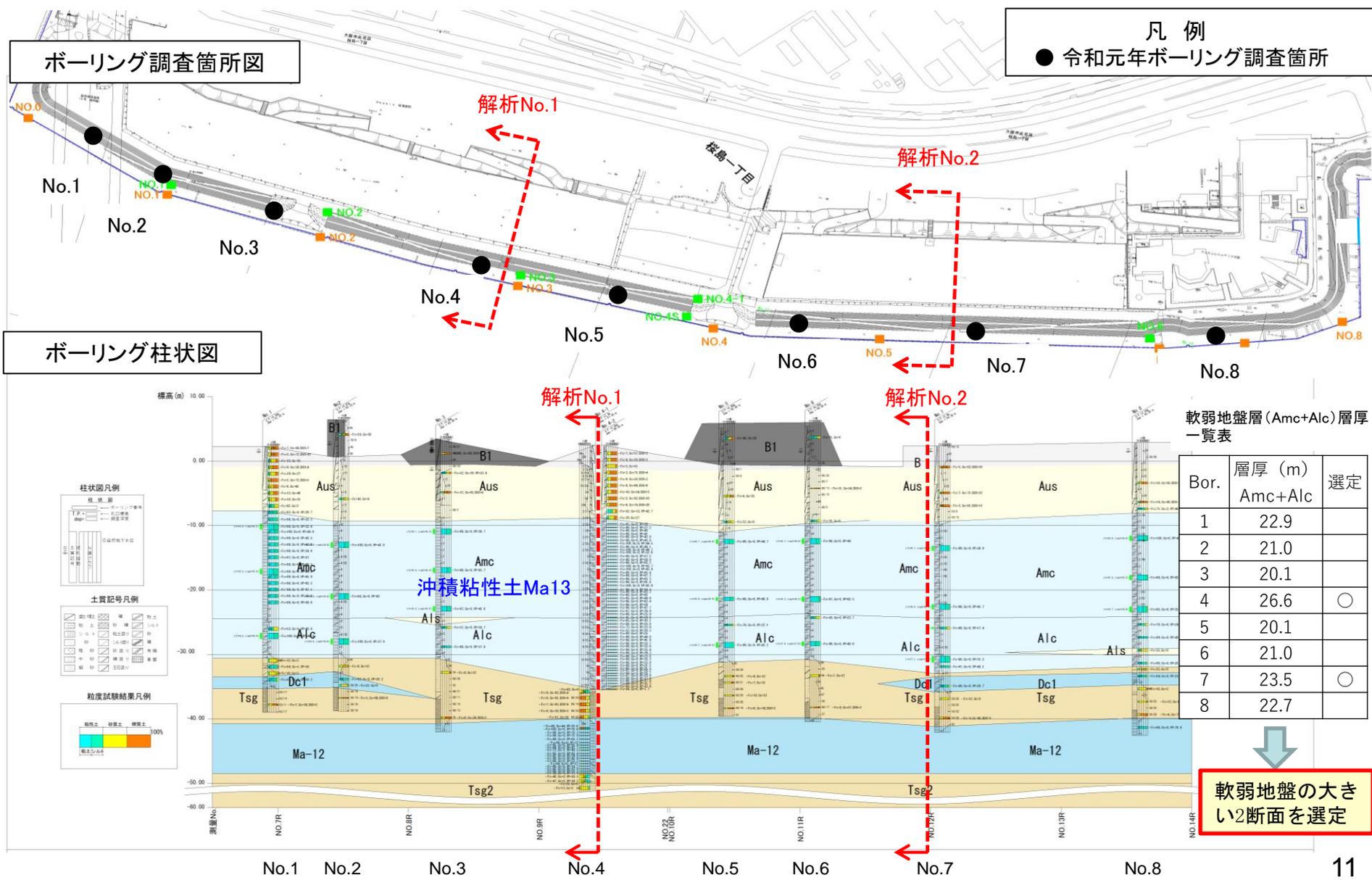
- ・ 現地測量（令和元年）の測量結果を各側線毎に重ね合わせた結果、護岸の変状は全体（縦断的）に概ね一様であることを確認。



※河川区域を基準に重ね合わせ

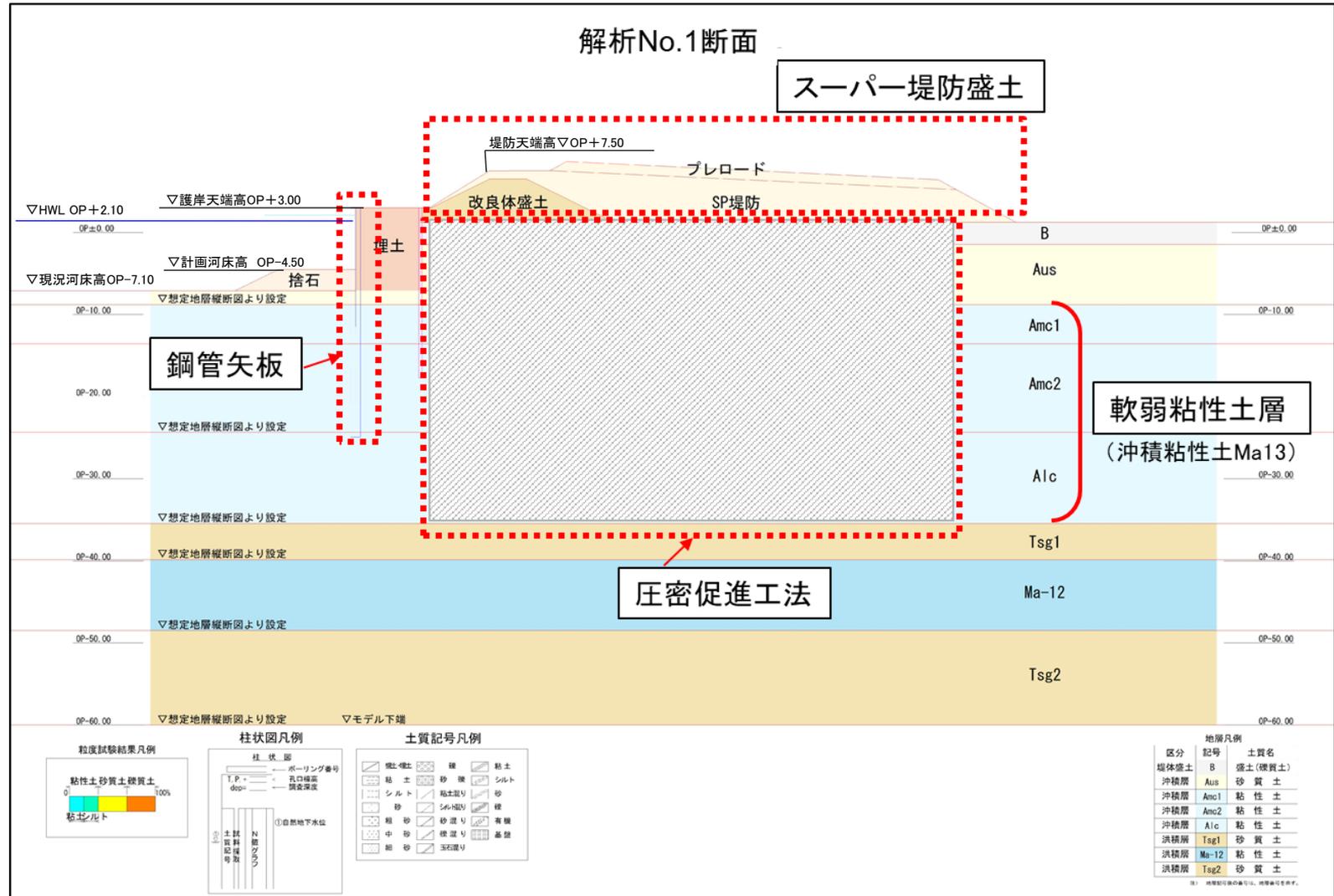
2-1. 解析モデルの構築：検討断面の抽出

・護岸変状の要因である**軟弱層の厚み**が大きい2箇所を解析区間の代表断面として選定。



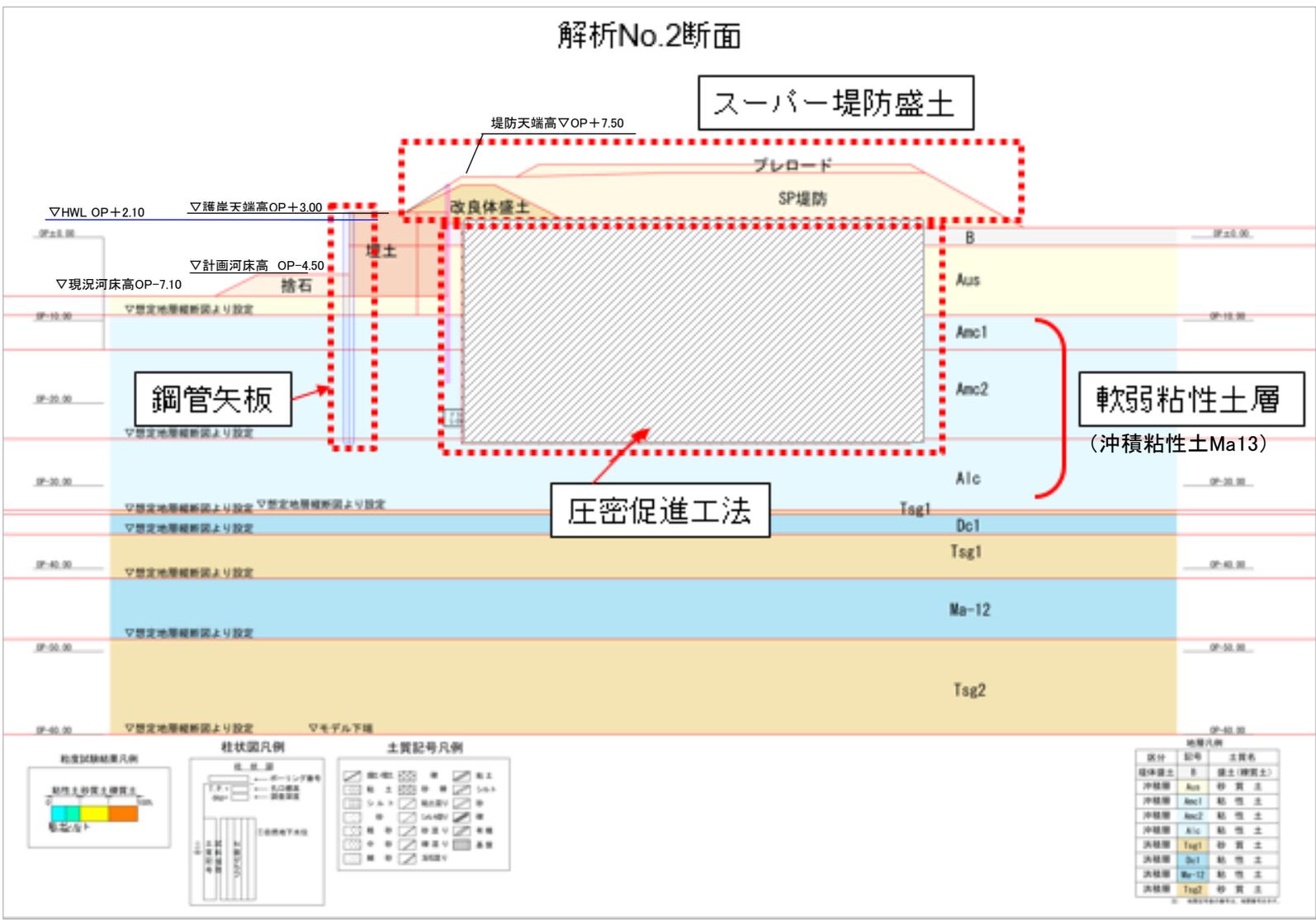
2-1. 解析モデルの構築：解析モデル図

- ・ 圧密沈下予測には、基礎地盤の地盤変状を評価するため二次元FEM解析を用いる。
- ・ 安治川護岸補強技術検討委員会を踏襲し、粘性（クリープ効果）や、異方圧密の効果、二次圧密の効果等が考慮されている弾粘塑性解析（関口・太田モデル）を用いる。



※既設構造物及び改良体の設定に関する詳細は参考資料5

2-1. 解析モデルの構築：解析モデル図

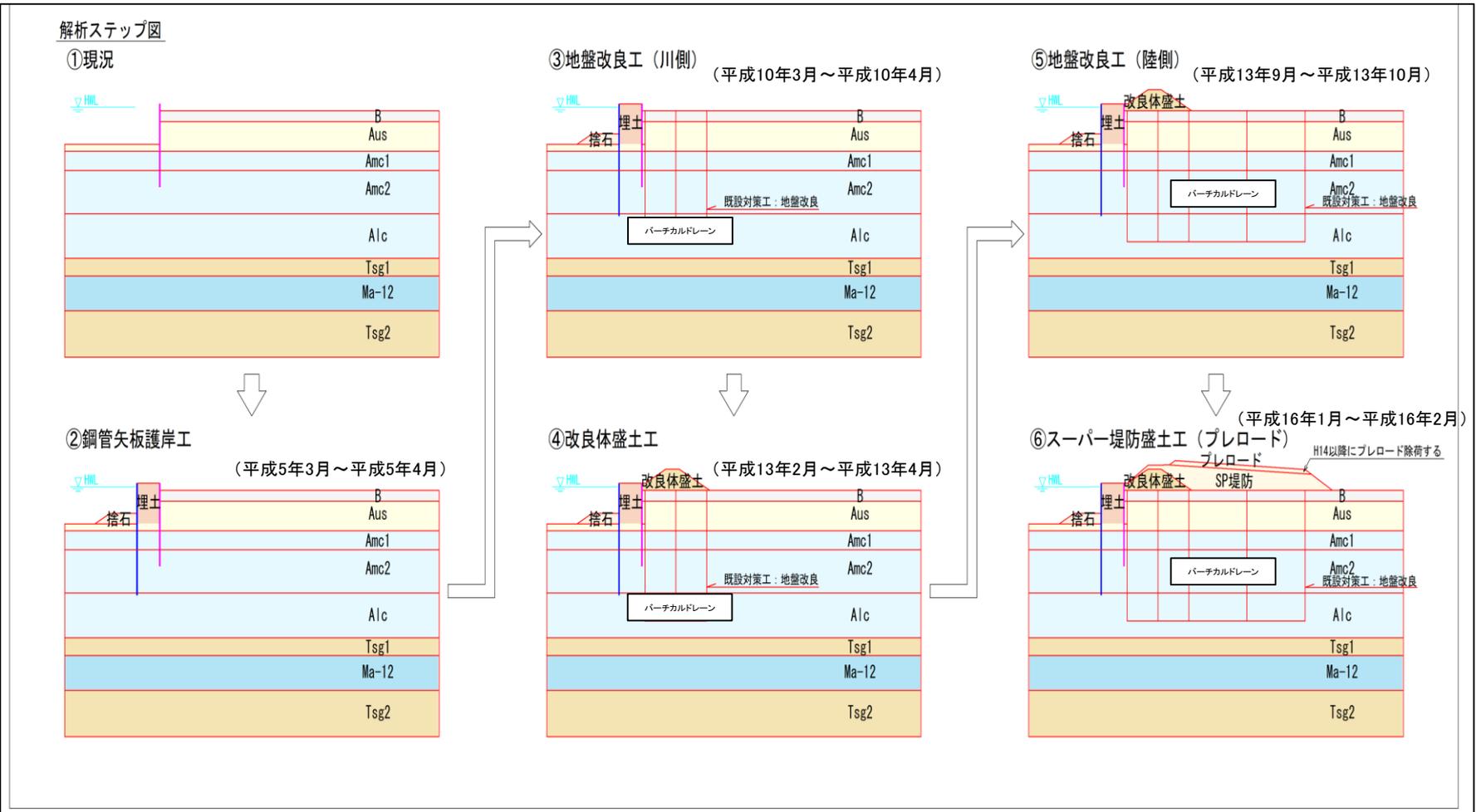


※既設構造物及び改良体の設定に関する詳細は参考資料5

2-1. 解析モデルの構築：解析ステップ図

これまでの整備経過を踏まえ下図のとおり解析ステップを設定した。

- ①現況(整備前) ➡ ② 鋼管矢板護岸工(平成5年3月～平成5年4月)
- ➡③地盤改良工(川側)(平成10年3月～平成10年4月) ➡ ④改良体盛土(平成13年2月～平成13年4月)
- ➡⑤地盤改良工(陸側)(平成13年9月～平成13年10月) ➡ ⑥スーパー堤防盛土(平成16年1月～平成16年2月)



2-1. 解析モデルの構築：地盤定数の設定

・安治川護岸補強技術検討委員会において設定された地盤定数を基本として、以下の項目（**物理特性、変形特性・圧密特性、透水係数**）の地盤定数を設定。（詳細は参考資料5）。

物理特性			変形特性・圧密特性				透水係数
平均N値	ポアソン比	単位堆積重量	変形係数	圧縮指数	膨潤指数	二次圧密係数	

・令和元年度に実施したボーリング調査結果及び実挙動に着目したパラメータフィッティングにより、以下のとおり（**変形係数、圧縮指数、二次圧密係数**）の見直しを実施（詳細は参考資料5）。

【安治川護岸補強技術検討委員会(H17～H22)】

土層	変形特性・圧密特性		
	変形係数	圧縮指数	二次圧密係数
沖積層	2800N	0.71～1.01	0.009～0.028
洪積層		1.93	

【今回検討】

土層	変形特性・圧密特性		
	変形係数	圧縮指数	二次圧密係数
沖積層	700N	0.5～1.01	0.006
洪積層	2800N	1.4	

【凡例】

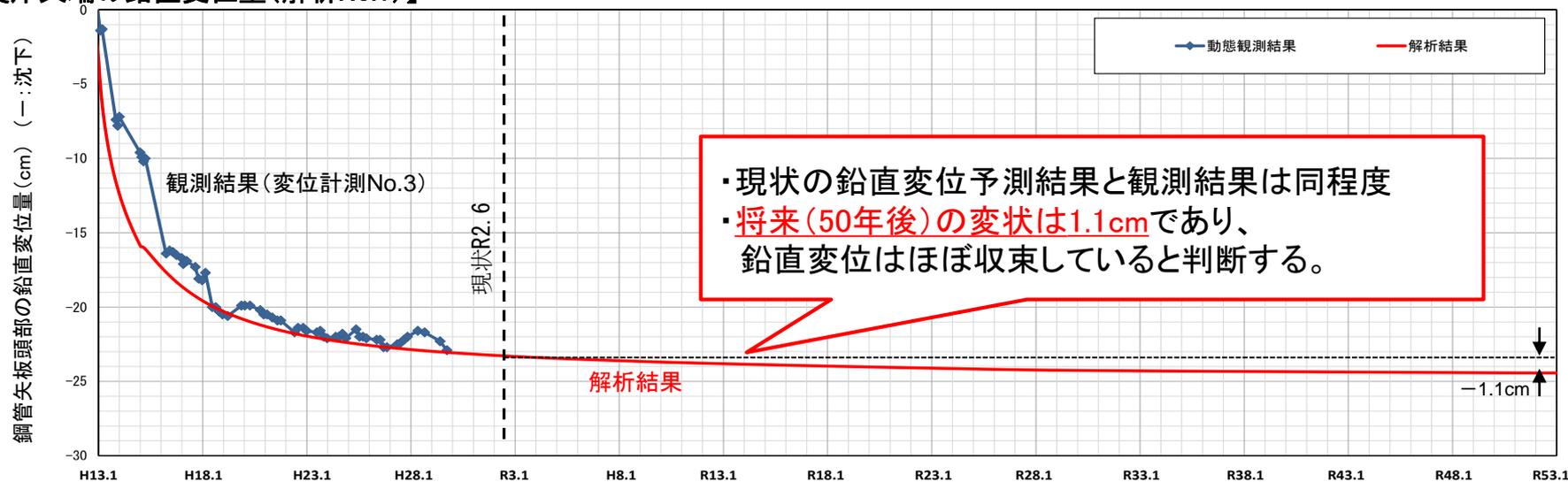
 : 各調査、試験結果から見直し

 : フィッティングにより見直し

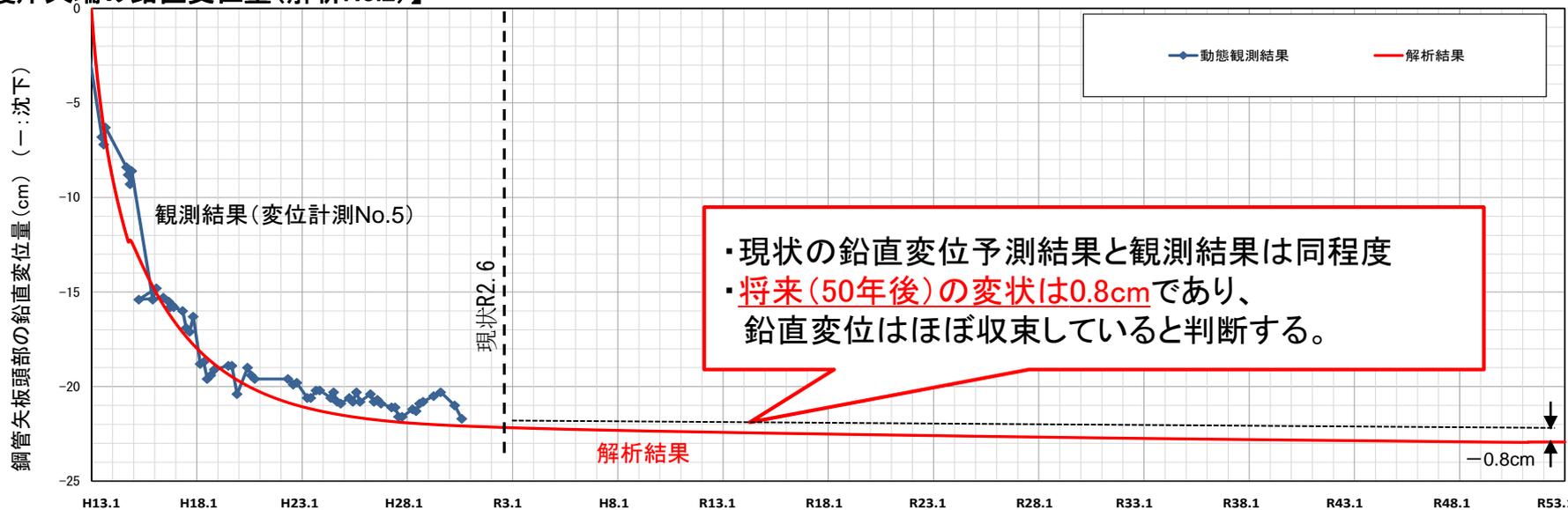
2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端の鉛直変位）

将来(50年後)における護岸天端の鉛直変位量の予測結果は、1cm前後となっていることから、現状において、**圧密沈下が収束し、安定状態であると推測できる。**

【護岸天端の鉛直変位量(解析No.1)】



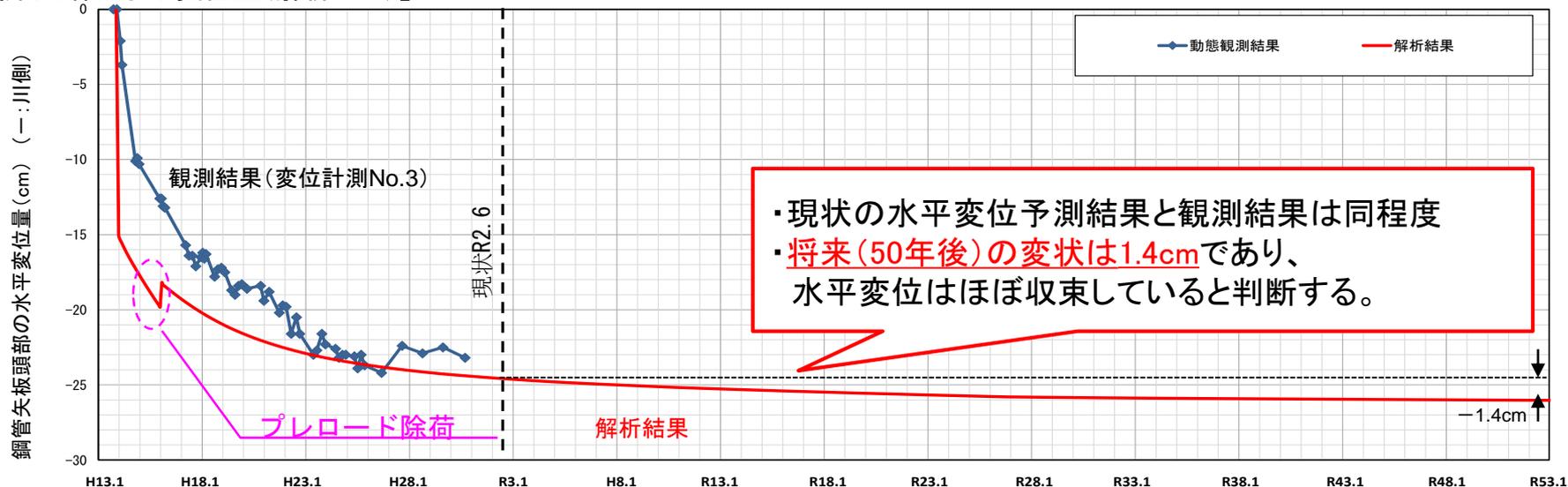
【護岸天端の鉛直変位量(解析No.2)】



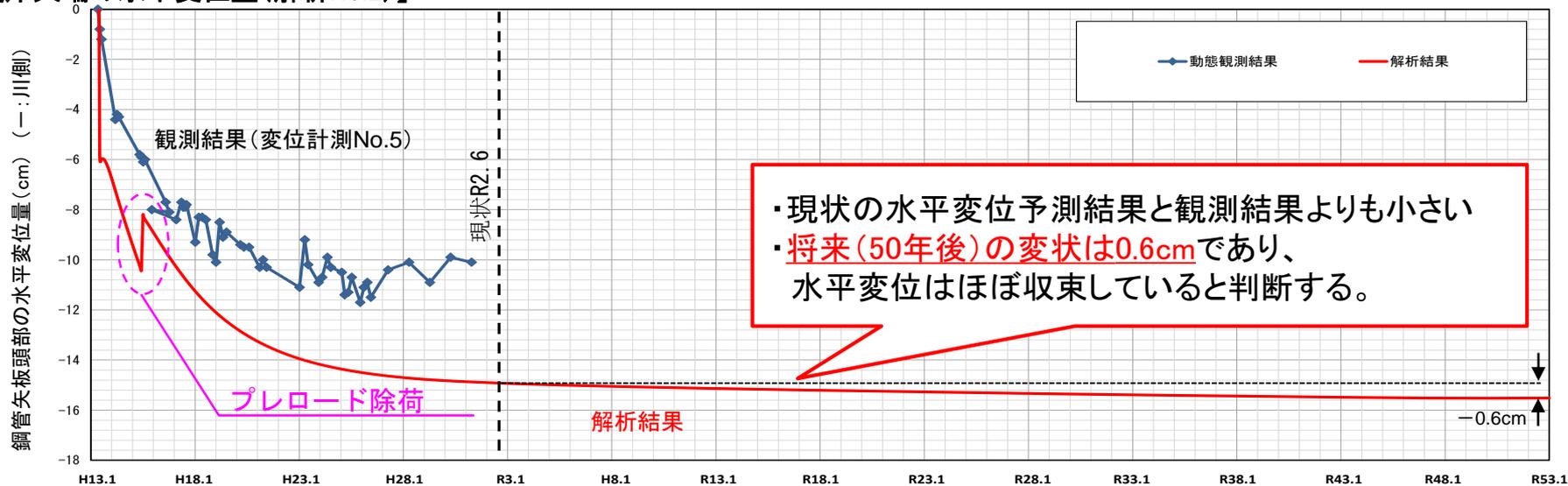
2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端の水平変位）

将来（50年後）における護岸天端の水平変位量の予測結果は、0.6～1.4cmとなっていることから、現状において**水平変位は収束し、安定状態であると推測できる。**

【護岸天端の水平変位量（解析No.1）】

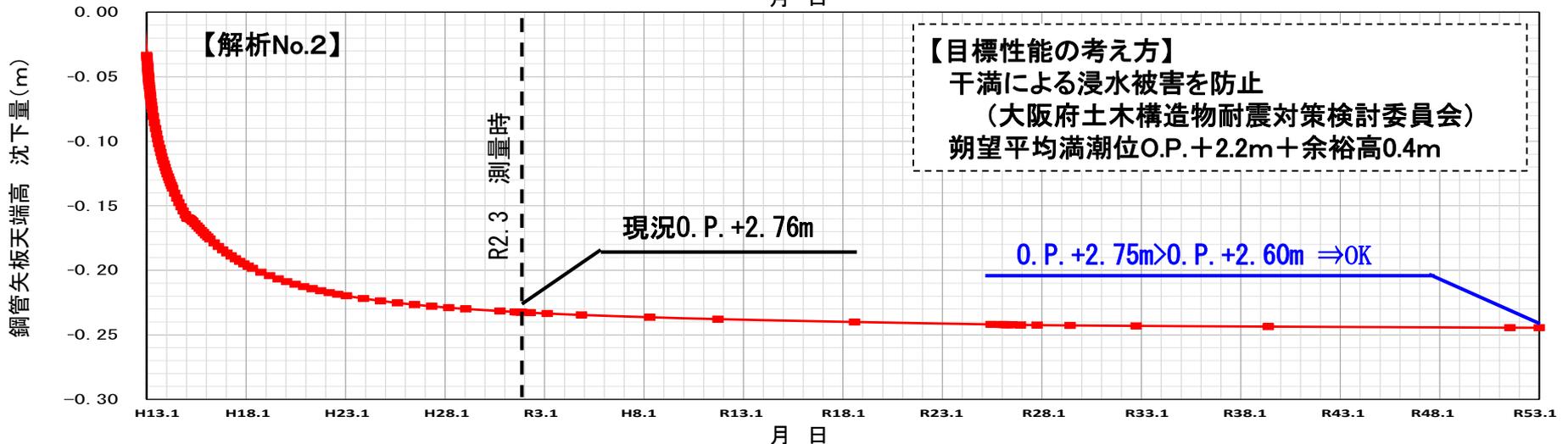
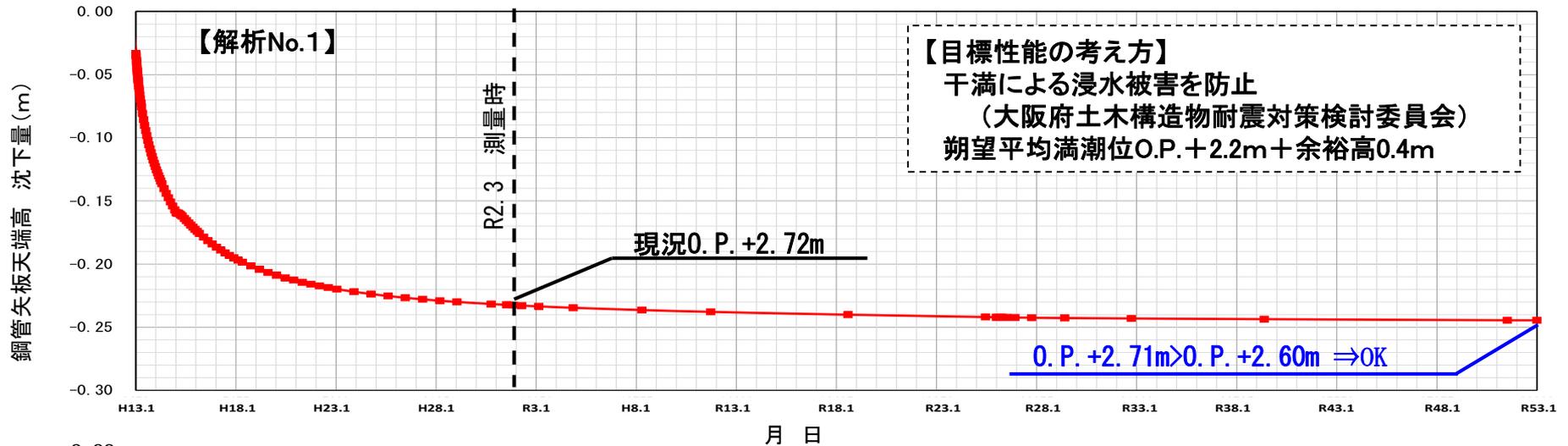


【護岸天端の水平変位量（解析No.2）】



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端高の照査）

- ・解析の結果、将来（50年後）の鋼管矢板護岸天端高は、**解析No.1でO.P.+2.71m、解析No.2でO.P.+2.75mとなり、目標性能O.P.+2.60mを満足することを確認した。**

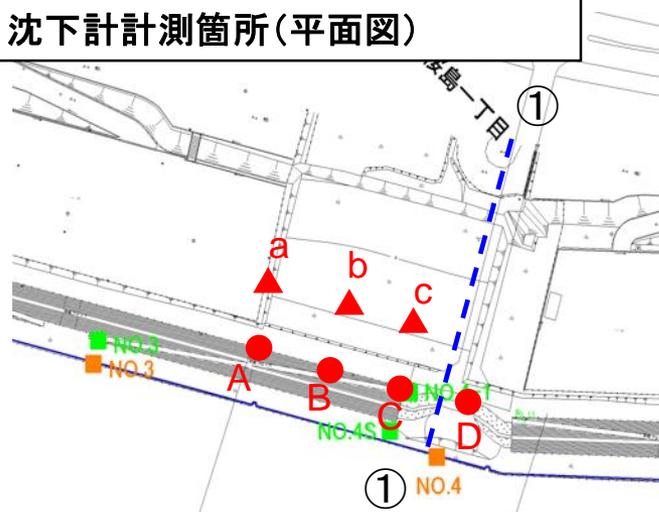


現時点の護岸天端高から、**将来の護岸天端高を想定した結果、目標性能を満足する結果となる。**

2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防部の変位（築堤部・堤防部））

・平成13年2月～平成14年3月までの期間において、下図に示す箇所において、堤防の沈下計測を実施している。

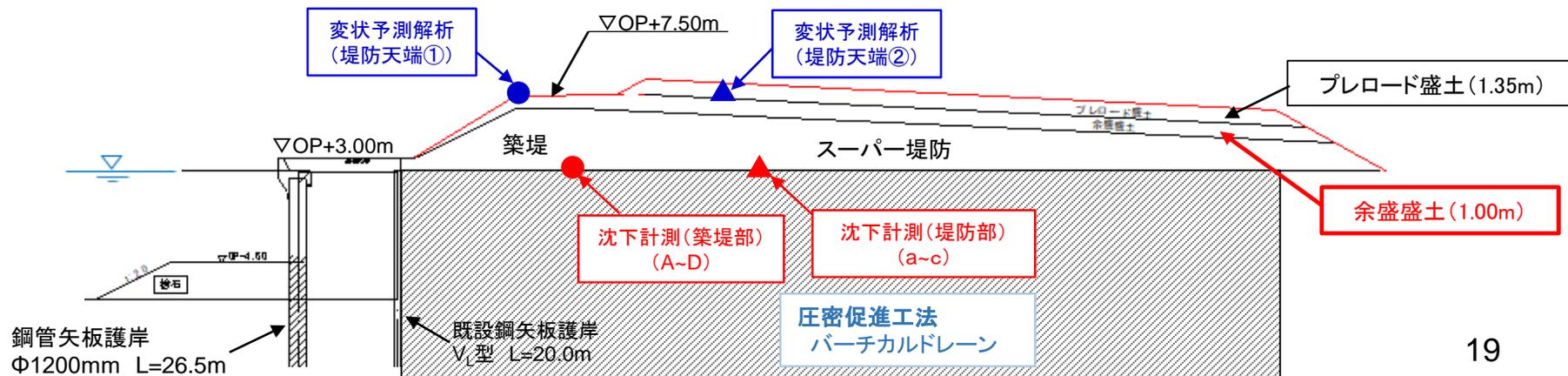
沈下計計測箇所(平面図)



【凡例】

- - : 解析断面(No.1)
- : 沈下計測箇所(築堤部:A~D 4箇所)
- ▲ : 沈下計測箇所(堤防部:a~c 3箇所)
- : 天端変位測点
- : 孔内傾斜測点

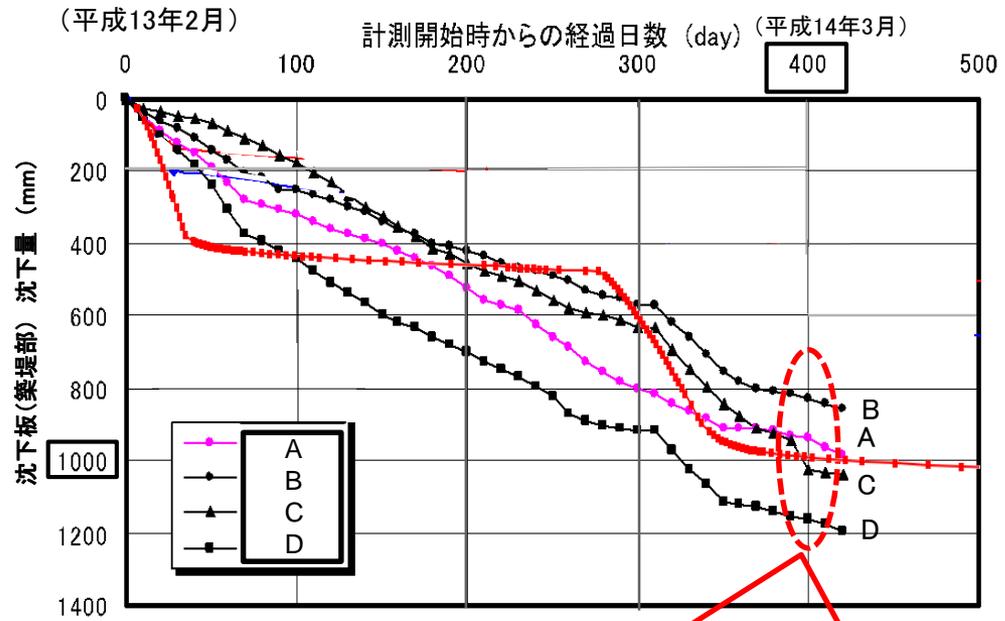
沈下計計測箇所(標準横断面図①-①)



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防部の変位（築堤部））

- ・解析断面(No.1)付近における堤防沈下量(平成13年2月～平成14年3月)の計測結果は約100cmとなっている。
- ・変状予測解析における堤防沈下量(平成13年2月～平成14年3月)は、計測結果と同様の約100cmとなっていることから、**変状予測解析結果は概ね計測結果と整合がとれていると考えられる。**

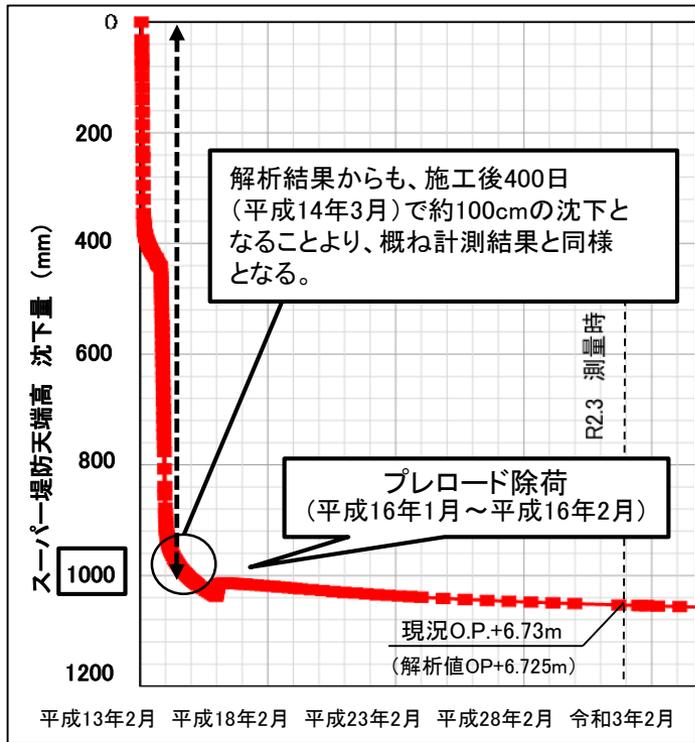
● 沈下計計測結果(築堤部)



解析断面①-①付近のスーパー堤防天端沈下量は概ね80cm～120cmとなる

● 変状予測解析結果(堤防天端①)

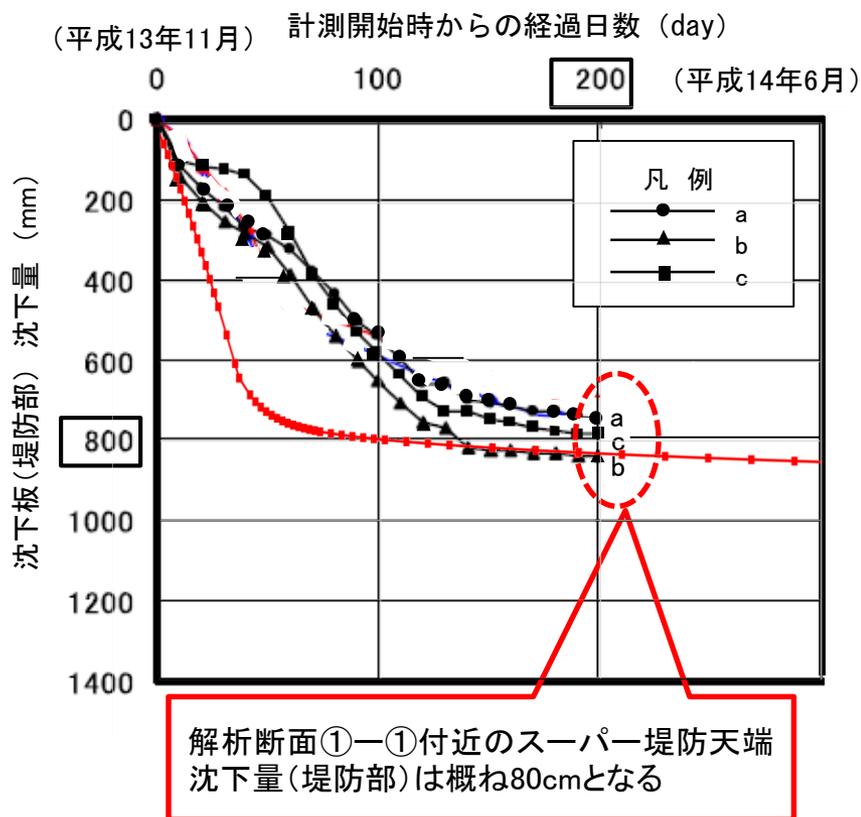
※盛土施工時(平成13年2月)からのスーパー堤防天端(築堤部)の沈下量 (平成13年2月)



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防部の変位（堤防部））

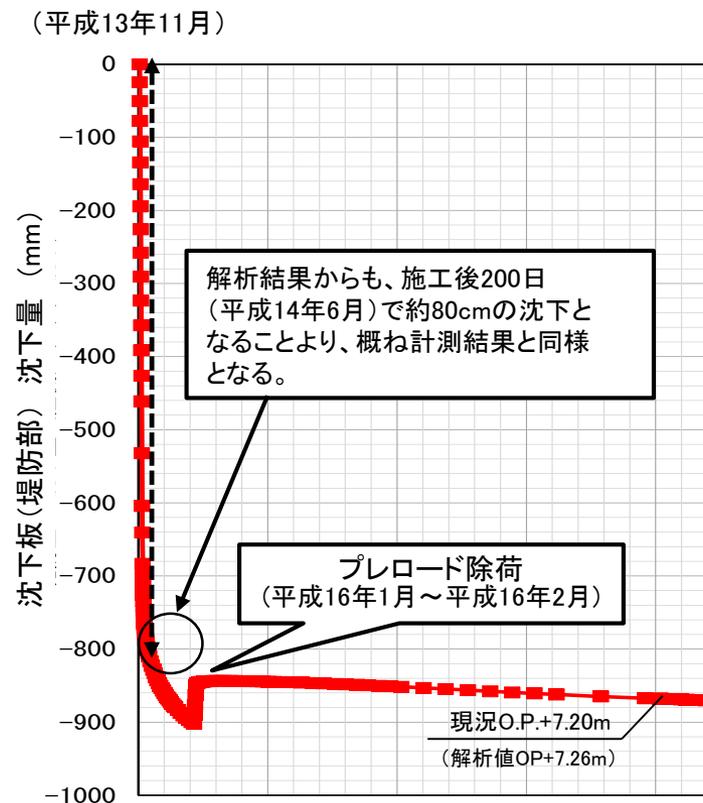
- ・解析断面(No.1)付近における堤防沈下量(平成13年11月～平成14年6月)の計測結果は約80cmとなっている。
- ・変状予測解析における堤防沈下量(平成13年11月～平成14年6月)は、計測結果と同様の約80cmとなっていることから、**変状予測解析結果は概ね計測結果と整合がとれていると考えられる。**

●沈下計計測結果(堤防部)



●変状予測解析結果(堤防天端②)

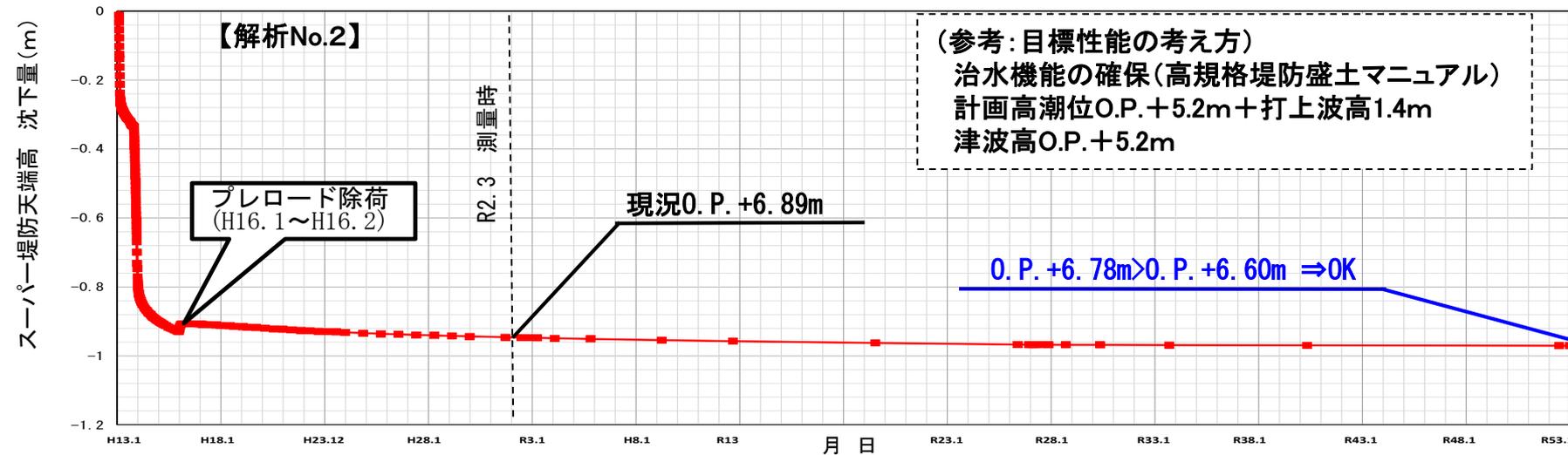
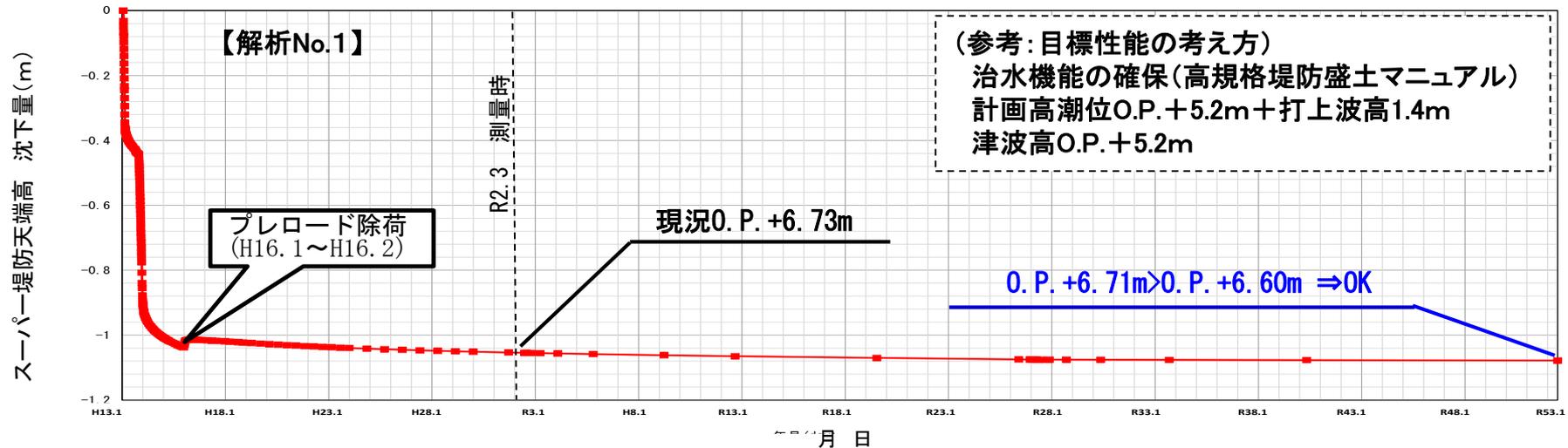
※盛土施工時(平成13年11月)からのスーパー堤防天端(堤防部)の沈下量



平成13年11月 平成18年2月 平成23年2月 平成28年2月 令和3年2月

2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防天端高（堤防天端①）の照査）

・解析の結果、将来（50年後）のスーパー堤防天端高は、**解析No.1でO.P.+6.71m、解析No.2でO.P.+6.78mとなり、目標性能O.P.+6.60mを満足することを確認した。**

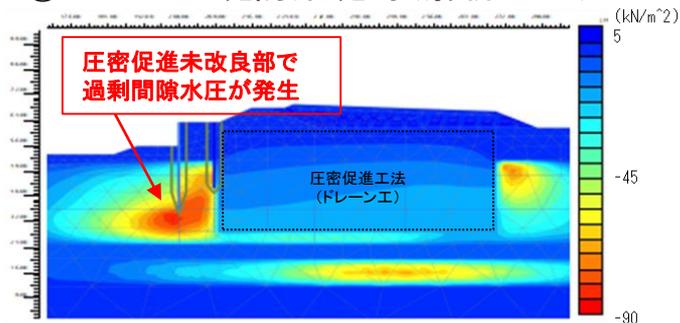


現時点の堤防天端高から、将来の堤防天端高を想定した結果、目標性能を満足する結果となる。

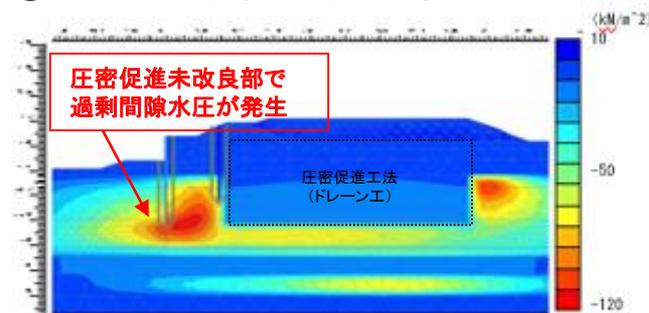
2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（間隙水圧コンター）

施工時（スーパー堤防築堤時）に変位が生じた原因と推察される間隙水圧コンターを比較すると令和2年7月で過剰間隙水圧は消散し、将来（50年後）も変わらないことから圧密沈下が収束しており、**将来的にも変位が生じないと推察できる。**

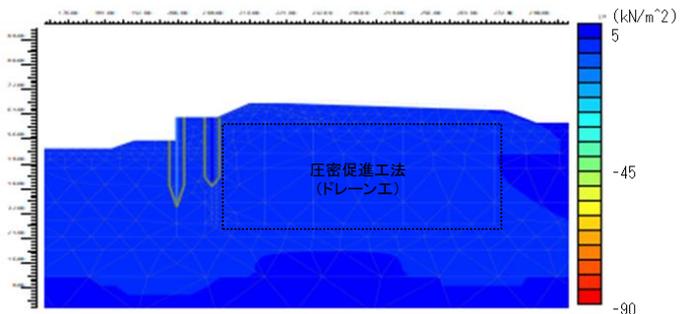
① スーパー堤防築堤時（解析No.1）



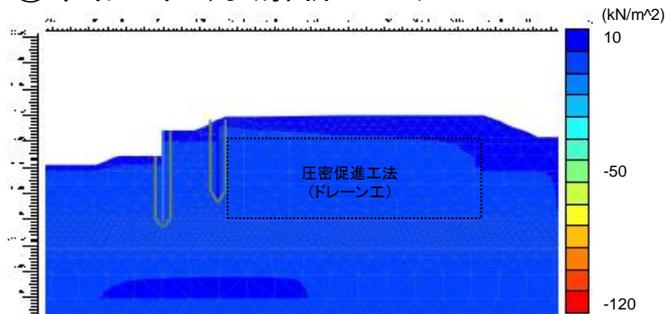
① スーパー堤防築堤時（解析No.2）



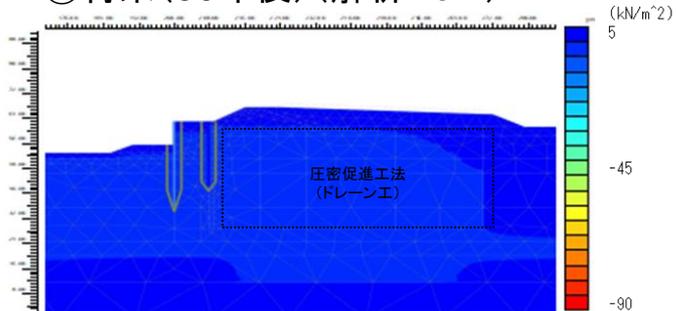
② 令和2年7月（解析No.1）



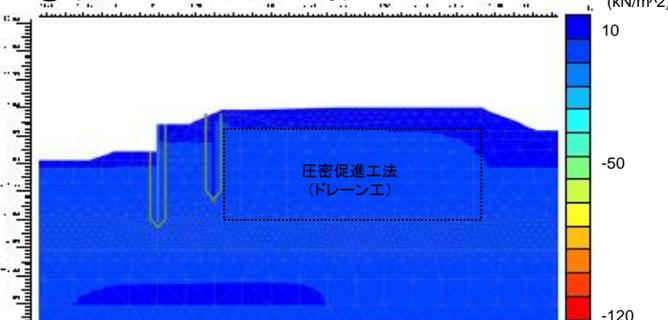
② 令和2年7月（解析No.2）



③ 将来（50年後）（解析No.1）



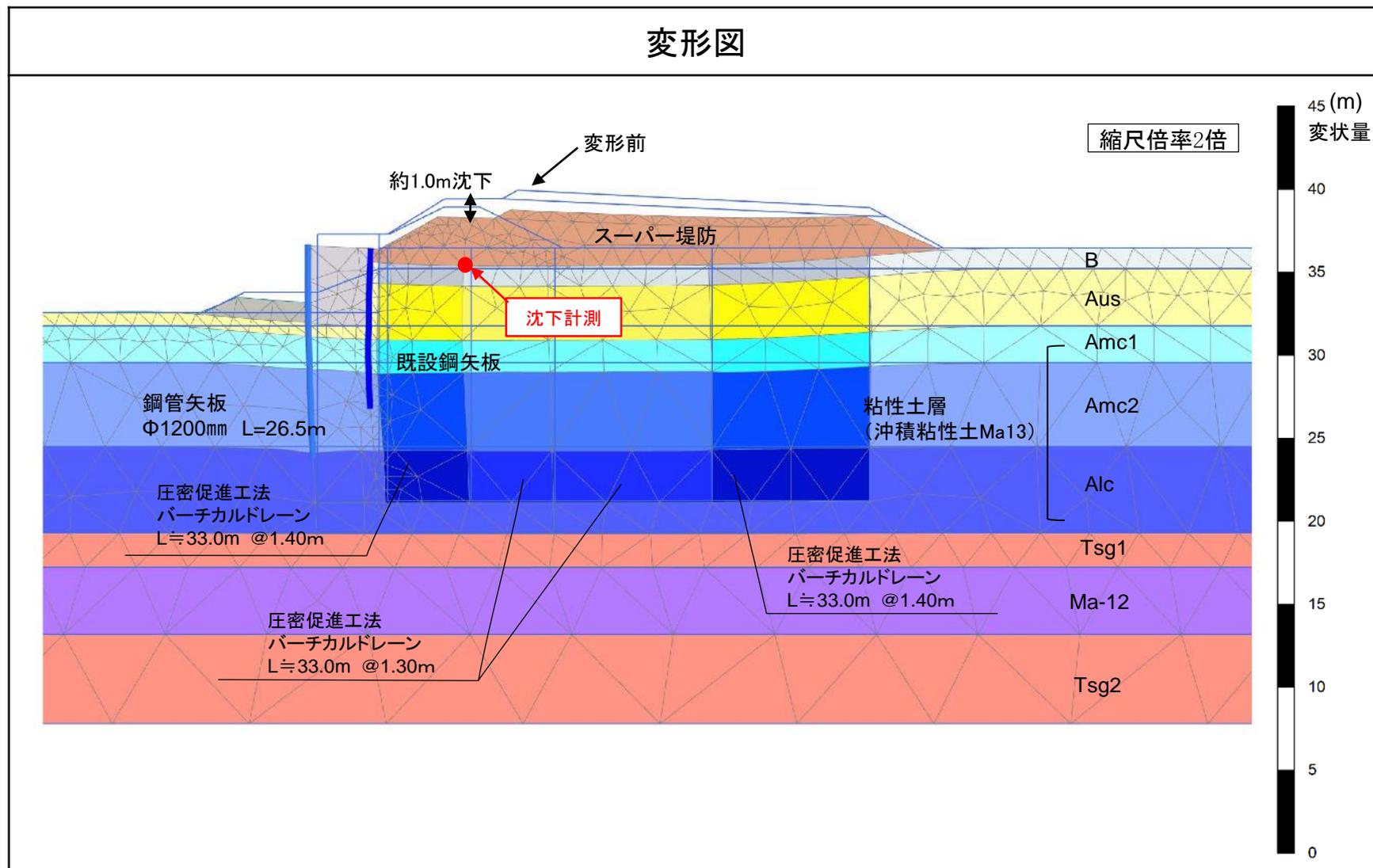
③ 将来（50年後）（解析No.2）



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（解析結果のモデル化【考察】）

- ・変形モードは編土圧が大きい川側へ沈み込むような変形が主体であり、川表側の変状は大きく、川裏側の影響は小さい。堤防天端の沈下量は約1.0mとなり前述の沈下板計測結果と概ね一致する。

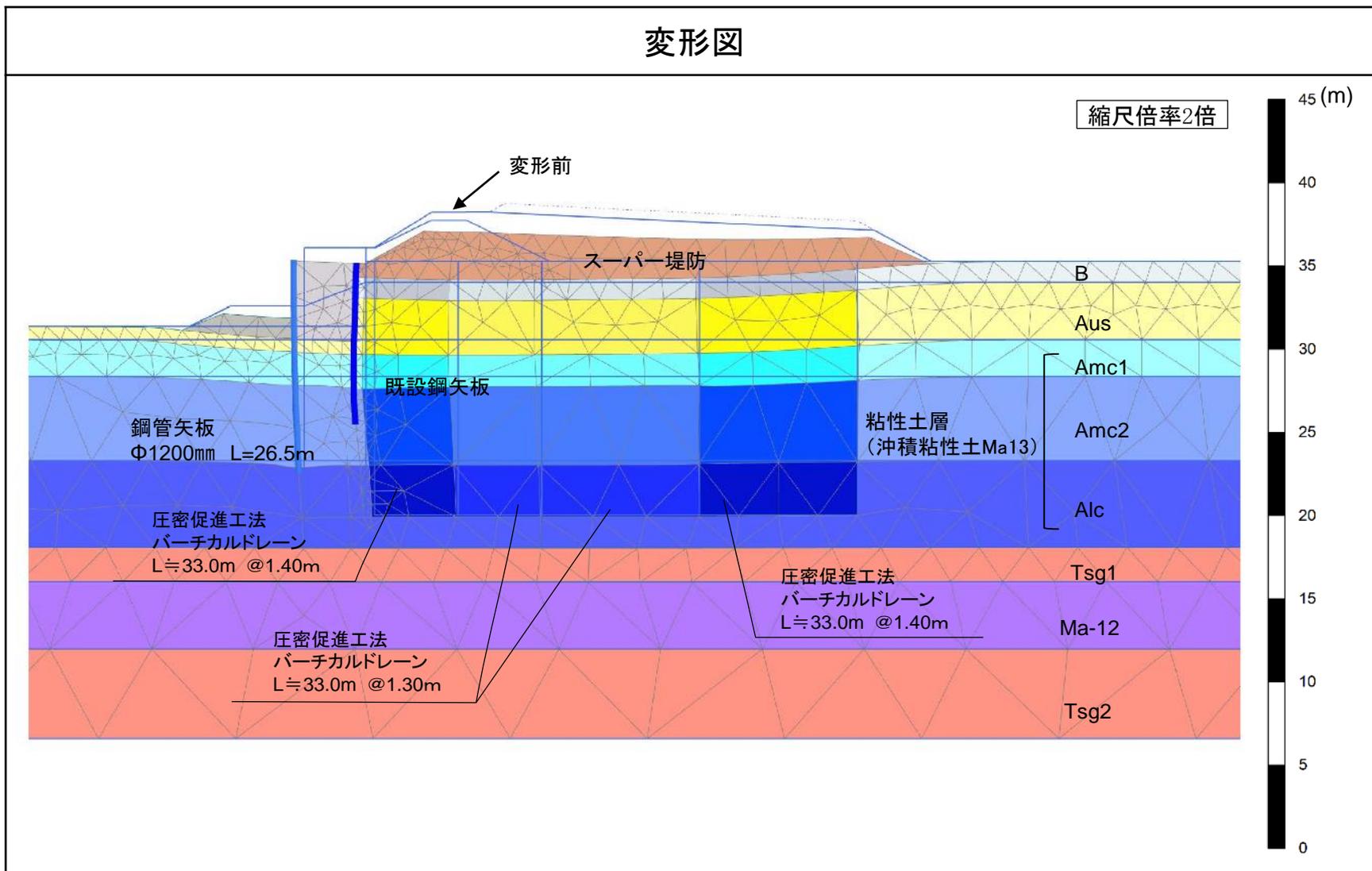
◆解析結果のモデル化【スーパー堤防築堤時：平成15年1月】 解析No.1



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（解析結果のモデル化【考察】）

- ・スーパー堤防盛土時から変状モードは同様となる。
- ・護岸の変状は川側に傾斜する変状モードとなり、護岸計測による挙動と一致する。

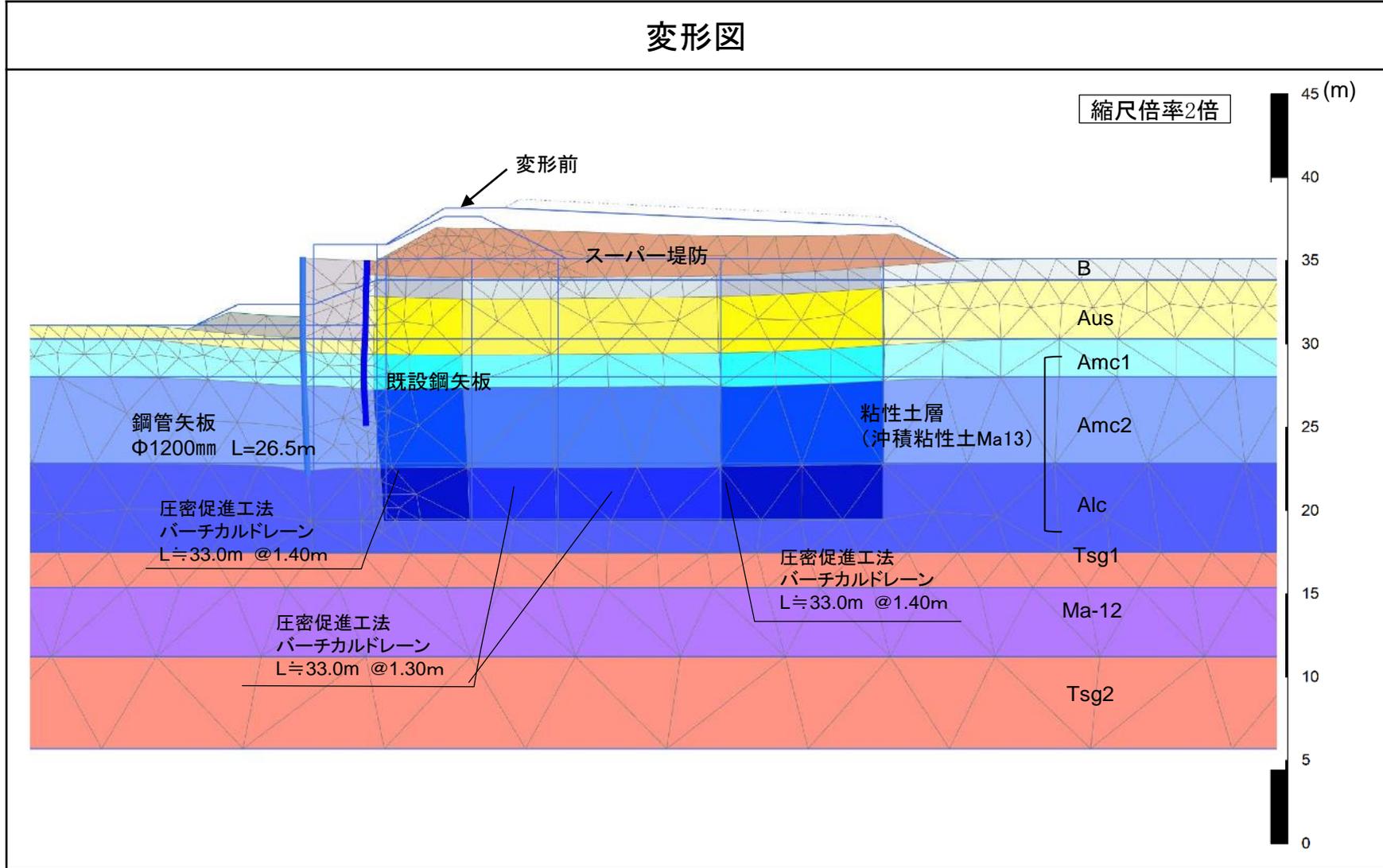
◆解析結果のモデル化【令和2年7月】解析No.1



2-2. 将来変動量予測解析による性能照査（解析結果のモデル化【考察】）

・令和2年7月時点から変化はほとんど見られず、**令和2年7月時点で変状はほぼ収束していると推察される。**

◆解析結果のモデル化【50年後】 解析No.1



2-3. 安定性照査（護岸応力度 照査方法）

- 鋼管矢板変位量の観測結果および解析結果を踏まえ応力照査（現状、将来（50年後））を実施。

【照査方法】

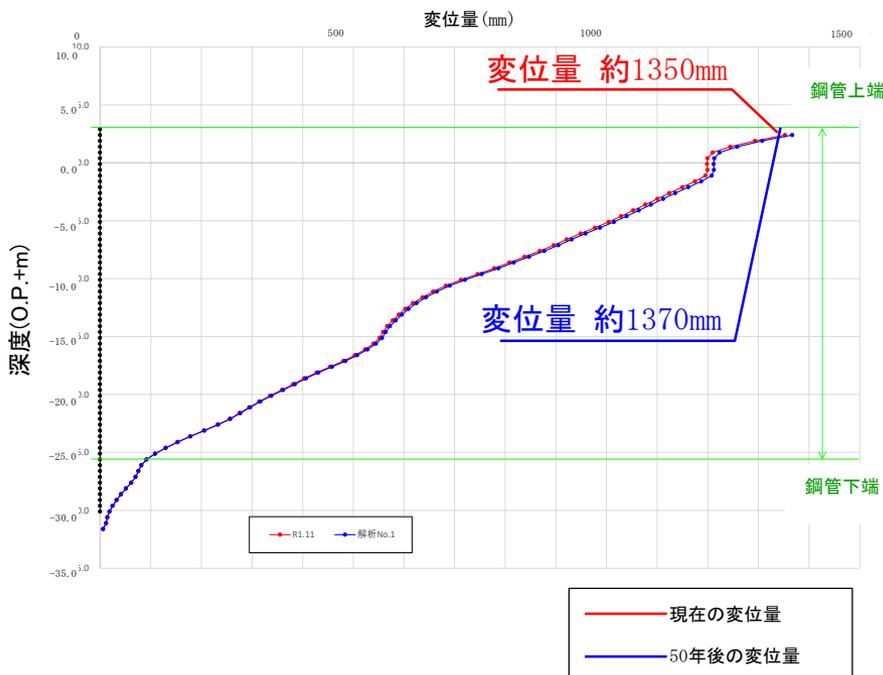
- 鋼管矢板の変位を以下で設定

- ①現状…鋼管変位観測結果
- ②将来…①+地盤変状解析による変位
⇒鋼管内の内部応力を算定

【応力算出モデル】

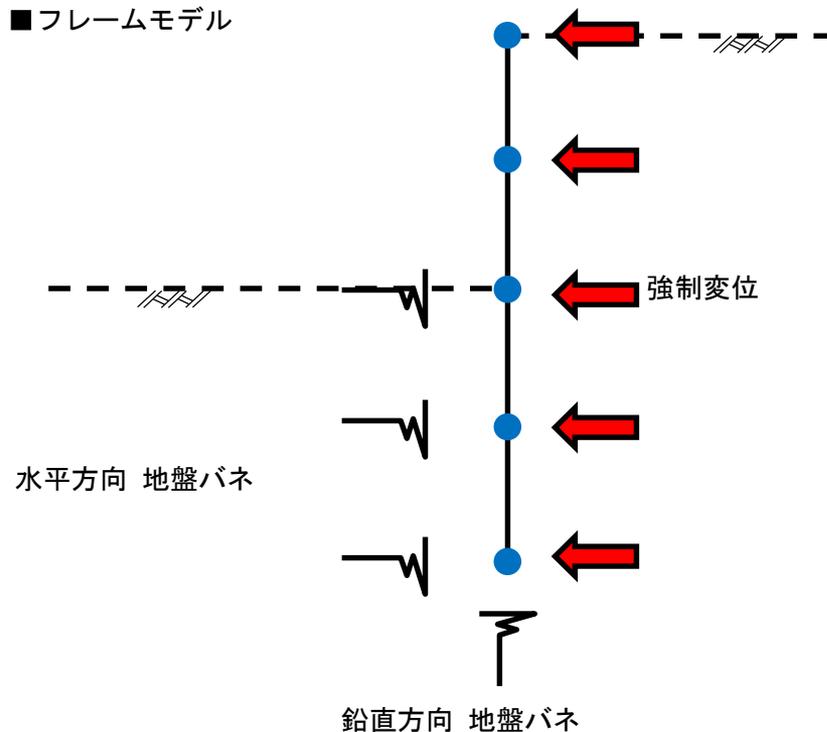
- 強制変位として観測結果および解析結果を各接点に与えたフレーム計算を実施。
- 地盤バネとして鋼管側面に水平方向の地盤バネ、鋼管下端に鉛直方向の地盤バネを設定。

鋼管矢板変位方向（X(河川)方向）



・将来(50年後)の変位量約2cm

■ フレームモデル



2-3. 安定性照査（護岸応力度 照査結果【常時・地震時】）

・鋼管中央付近で最大曲げモーメントが発生しているが、鋼管体全体を通して、常時、地震時ともに許容応力 > 発生応力となり、現状および将来(50年後)とも、鋼管矢板の安定性は確保されていることを確認。

◆ 応力照査結果(常時)

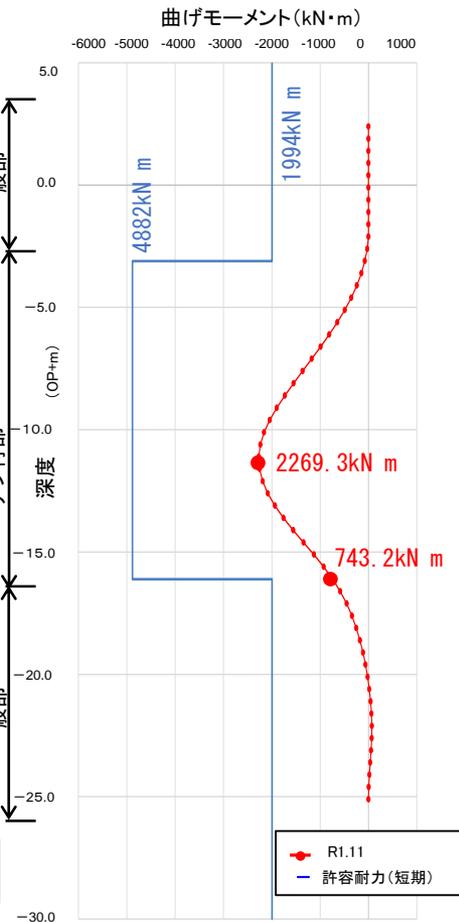
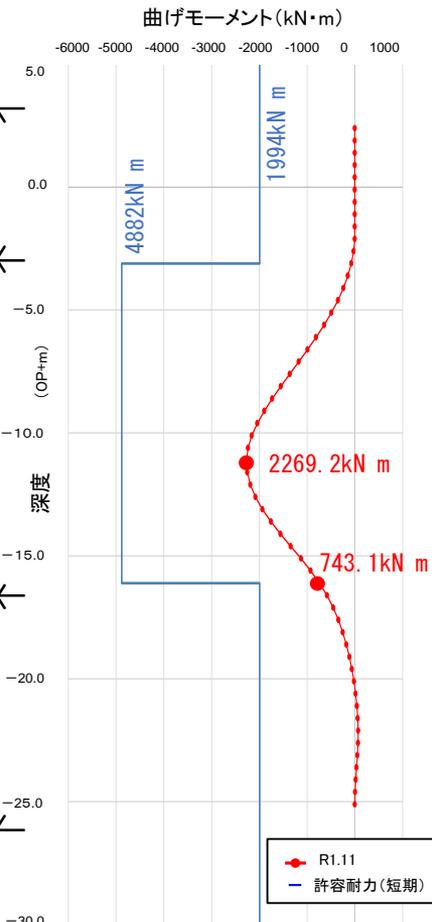
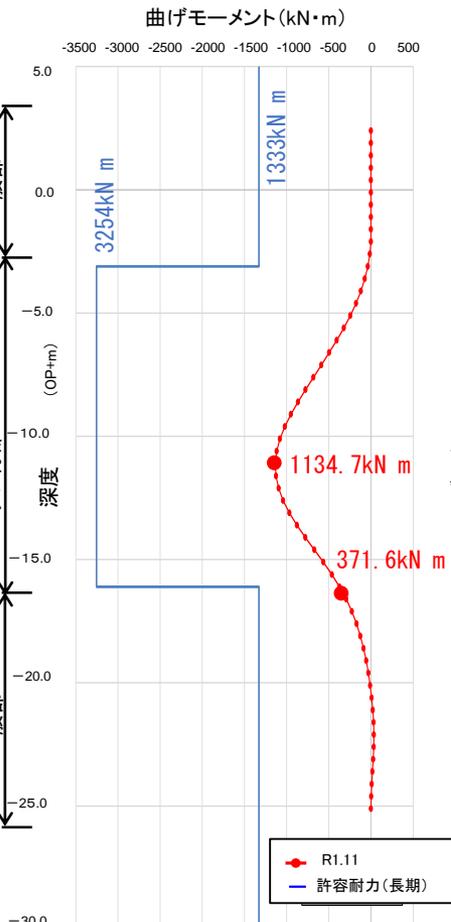
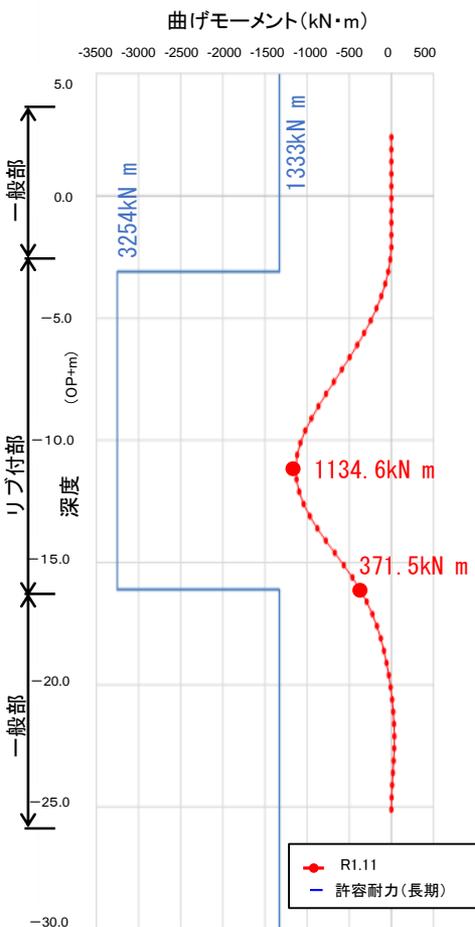
◆ 応力照査結果(地震時)

(現状)

(将来(50年後))

(現状)

(将来(50年後))



2-3. 安定性照査 (堤防のすべり破壊 照査方法)

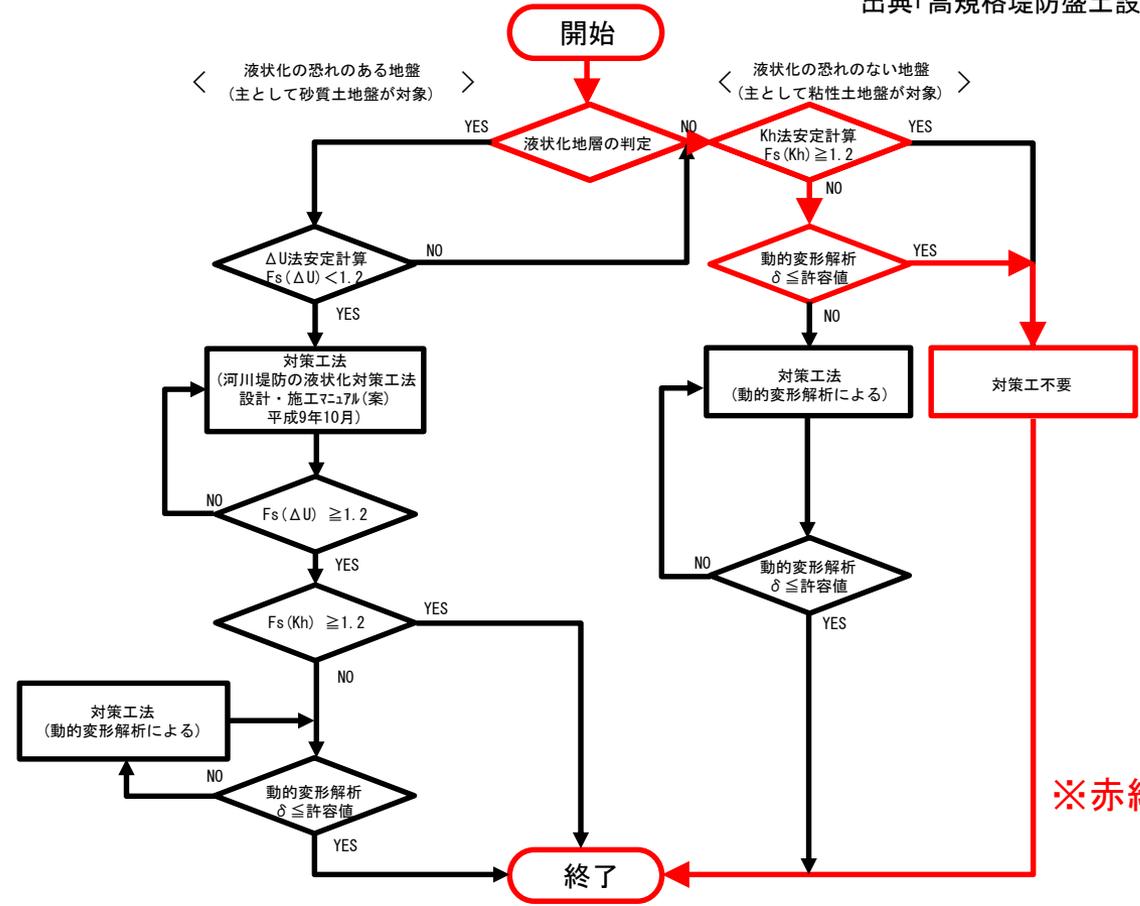
◆堤防安定性(すべり破壊に対する安定性)照査

地震時の安定性照査は「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」に準じて実施する。

① 地震時の慣性力を考慮した**円弧すべり計算**を行う。

② ①による安定性照査結果が所要の安全率を満足しない場合、**動的解析**結果による地震後の残留沈下量による耐震性照査により評価する。

出典「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル 平成12年3月」

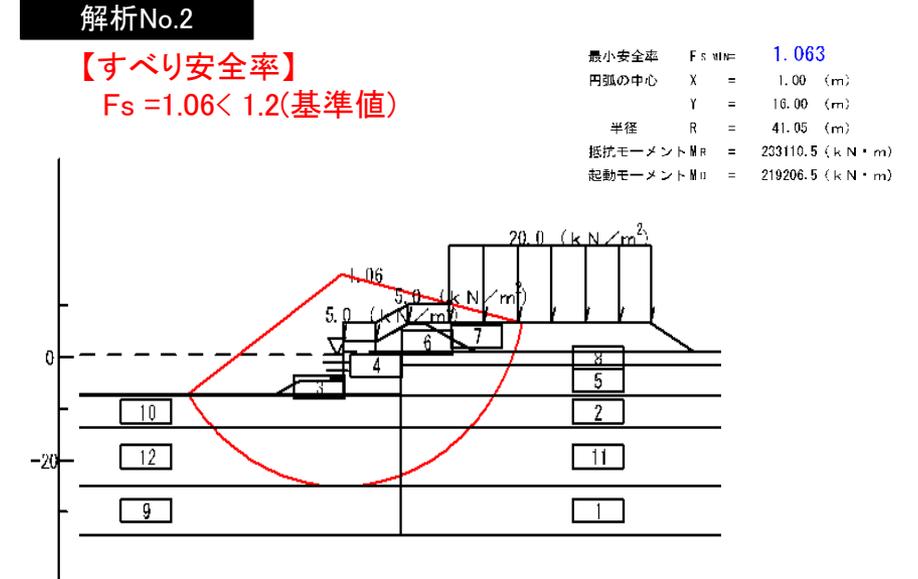
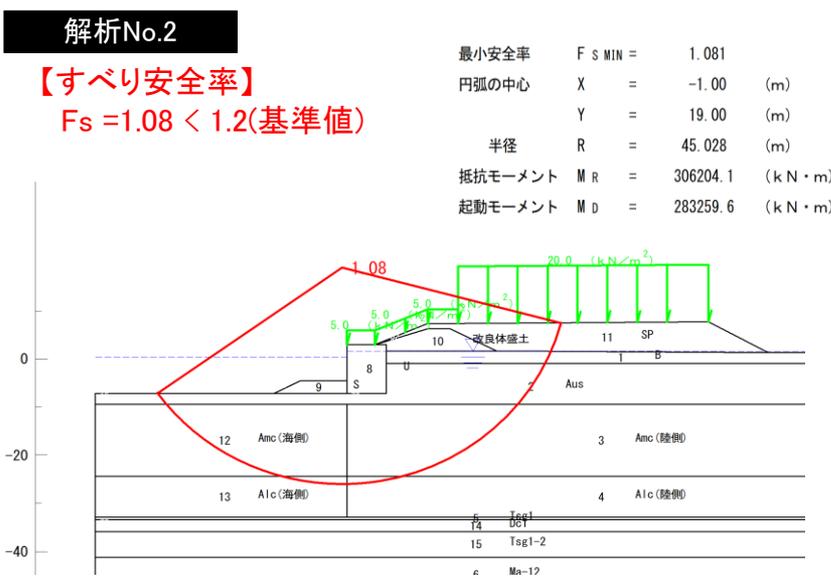
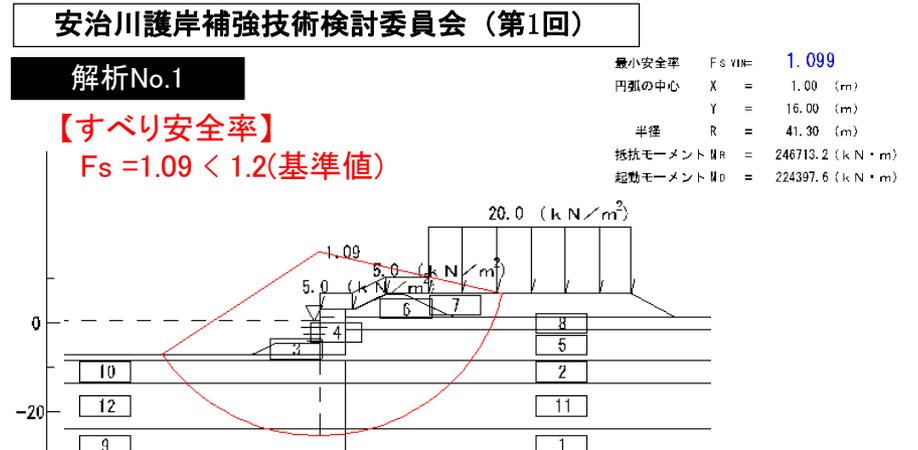
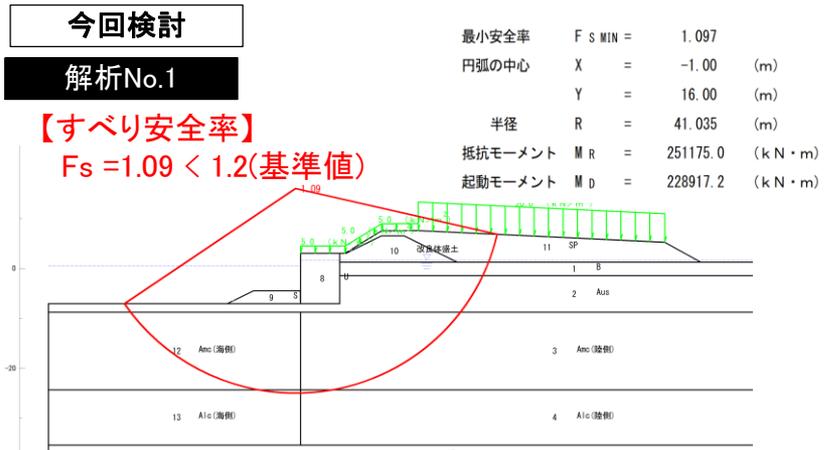


※赤線は今回のフローを示す。

《照査条件》
 上載荷重 : 2t/m² (高規格堤防盛土設計・施工マニュアルより)

2-3. 安定性照査 (堤防のすべり破壊 照査結果)

- ・令和元年度の地質調査結果を用いて堤防の円弧すべり計算を実施。
- ・安治川護岸補強技術検討委員会(平成17年第1回)での検討結果と比較を実施した結果、安全率1.2を下回るが、**安治川護岸補強技術検討委員会と同程度の安定性を確認。**

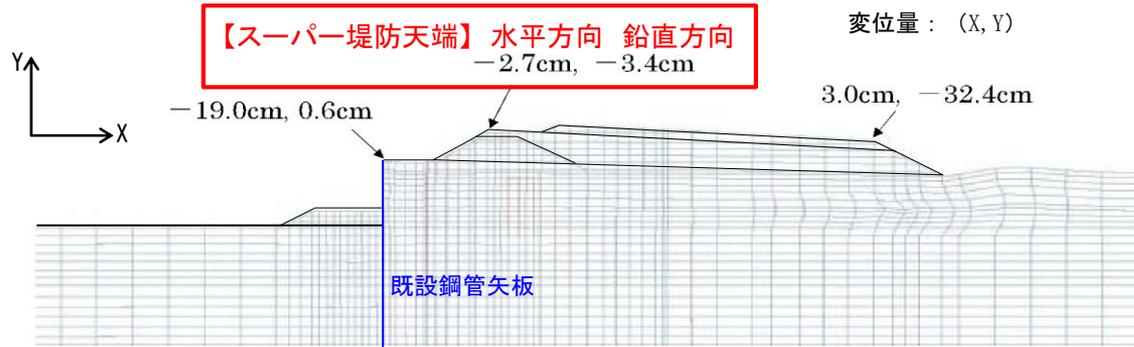


2-3. 安定性照査（動的解析による耐震性照査結果）

- ・安治川護岸補強技術検討委員会では、動的解析を実施し、地震後の残留変位量を用いて耐震性照査を実施し、地震後の残留変位量が許容値(50cm)以内に収まっていることから、耐震性を満足していると判断している。
- ・地層形状がほぼ同一であり、すべり破壊に対する安全率もほぼ同程度であることから **現状においても同様の耐震性が確保されていると判断。**

《参考》安治川護岸補強技術検討委員会（動的解析結果）

（解析No.1近傍）

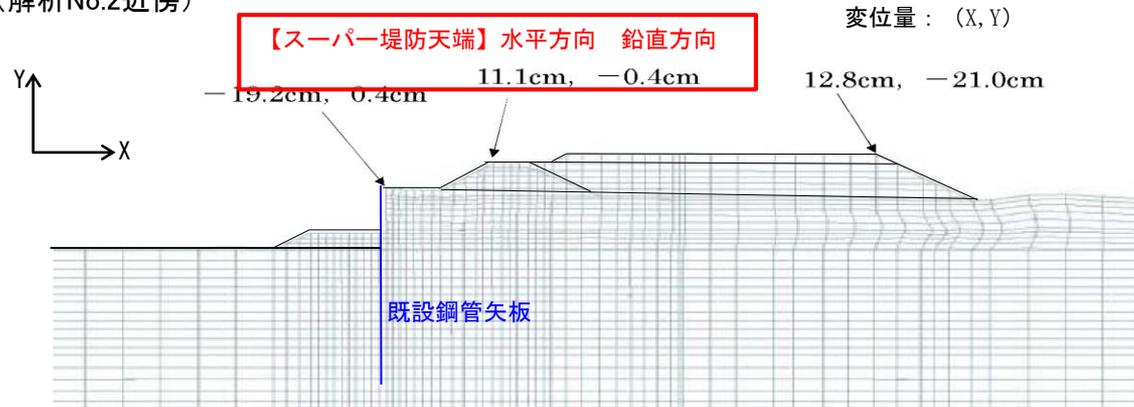


●高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(平成12年3月)より動的解析に用いる入力地震動は以下のとおり

	荷重	解析モデル	解析プログラム
動的解析	入力地震動 (最大加速度150galに調整した八戸波)※	FEMモデル	LIQCA

※高規格堤防の残留変位量に影響を与える長周期成分が卓越し、かつ地震動の継続時間が長く安全側の設計になることから選定。

（解析No.2近傍）



	スーパー堤防天端		判定	
	水平変位	鉛直変位		
解析No.1	-2.7cm	-3.4cm	<50cm	OK
解析No.2	11.1cm	-0.4cm	<50cm	OK

安治川護岸補強技術検討委員会より

2. 地盤変状解析による安全性評価（現状：荷重なし）

【安全性評価結果（概要）】

将来変動量予測解析による 護岸・堤防の性能照査	安定性照査	
	護岸応力度（現状・将来）	堤防のすべり破壊
<p>・護岸天端の水平変位、鉛直変位ともに、将来（50年後）における変動量予測結果は、1～2cm程度となっており、鋼管矢板護岸は将来においても目標性能を満足することを確認。</p> <p>・スーパー堤防天端の将来（50年後）における変動量予測結果から、スーパー堤防は将来においても目標性能を満足することを確認。</p>	<p>・鋼管矢板の現状、将来において、常時、地震時ともに、許容応力 > 発生応力となることから鋼管矢板護岸の安定性を確認。</p>	<p>・安治川護岸補強技術検討委員会の計算結果と同様に、地震時におけるすべり安全率は1.2を下回るが、同程度の安全率（1.09）を確認。</p> <p>・安治川護岸補強技術検討委員会で実施した動的解析結果では、変位量が許容値（50cm）以内に収まっていることから、耐震性を満足していると判断しており、今回もすべり破壊に対する安全率が同程度であったことから、同様の耐震性が確保されていると判断。</p>

【安全性評価結果（まとめ）】

- ① 将来変動量予測解析による性能照査の結果、**将来（50年後）において、護岸及び堤防部において大きな変状は発生せず、目標性能（必要天端高）を満足することを確認。**
- ② 安定性照査結果より、**護岸及び堤防の安定性が確保されていることを確認。**



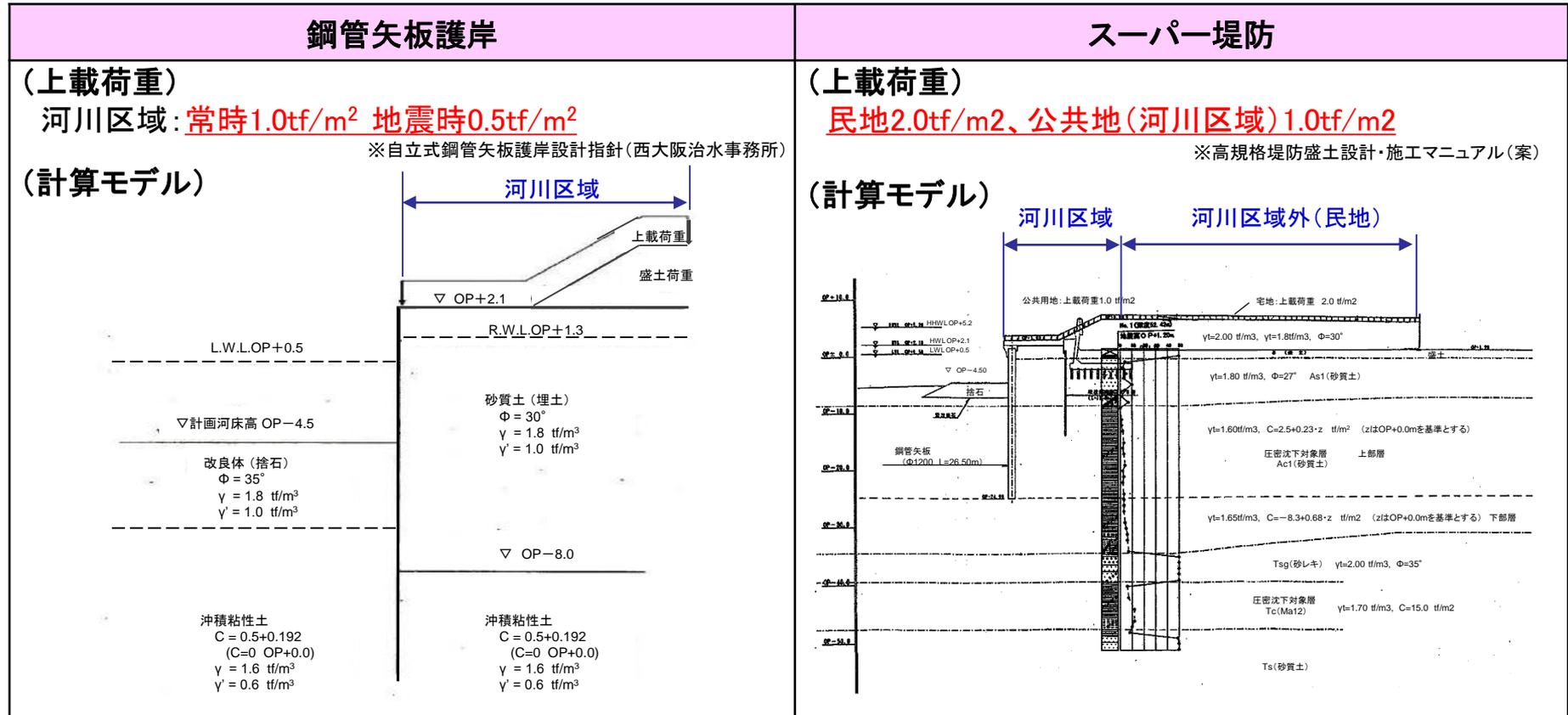
◆ 結論

安治川（此花西部臨海地区）護岸及び堤防は、現状（荷重なし）において、必要な安全性を有する。

3. 地盤変状解析による安全性評価（一般開放）

・今後、河川の通常利用を想定し、想定荷重を載荷した状態での、**地盤変状解析を実施し、護岸及び堤防の安全性評価を実施する。**

◆鋼管矢板護岸およびスーパー堤防の設計条件（整備時）



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸・堤防）

- ・解析に用いる上載荷重は、目標とした「 $1.0\text{tf}/\text{m}^2$ ($9.8\text{kN}/\text{m}^2$)」を包括するよう等分布荷重（盛土30cm ($5.7\text{kN}/\text{m}^2$), 50cm ($9.5\text{kN}/\text{m}^2$), 100cm ($19.0\text{kN}/\text{m}^2$))の3ケースで実施し、上載荷重の変化と発生する変位の関係を整理する。
- ・載荷幅は河川区域全体の利用を想定し、「高水敷+築堤部」に「 $1.0\text{tf}/\text{m}^2$ ($9.8\text{kN}/\text{m}^2$)」を載荷する。

●Case①「高水敷+築堤部」載荷

《解析条件》

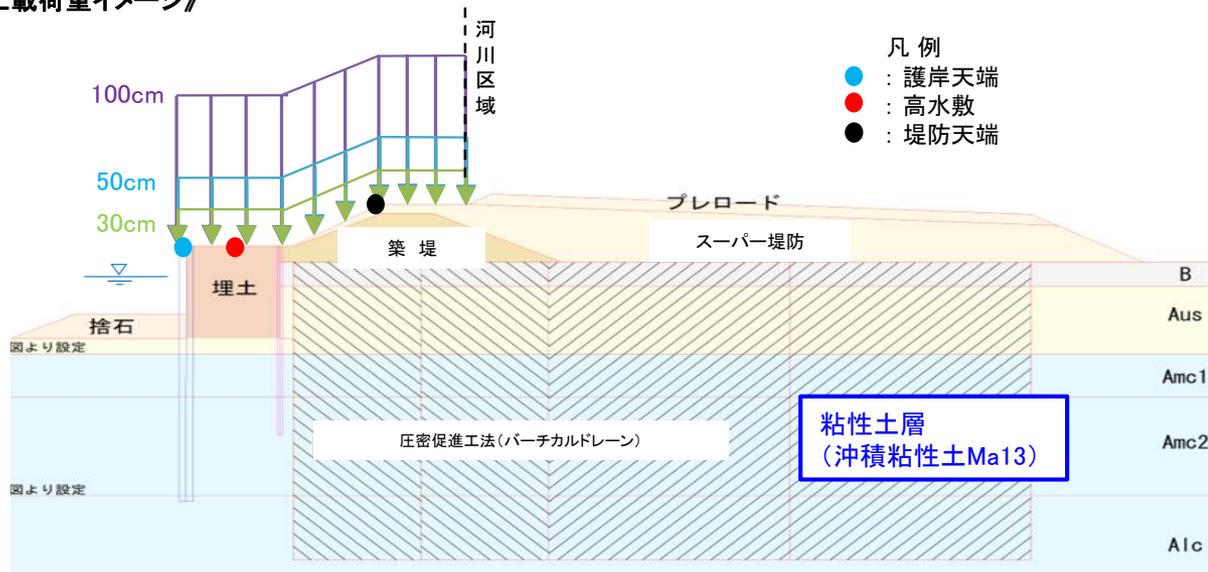
項目	平成13年 (※1)	令和3年 (※2)
護岸天端	OP+3.00m	OP+2.72m
高水敷	OP+3.00m	OP+2.72m
堤防天端	OP+7.50m	OP+6.73m
上載荷重	—	下図のとおり (3ケース)

※1 スーパー堤防施工完了後
 ※2 上載荷重載荷時

《解析ケース》

解析ケース(盛土厚)	上載荷重
①-1 高水敷+築堤部:盛土 30cm	$5.7\text{kN}/\text{m}^2$
①-2 高水敷+築堤部:盛土 50cm	$9.5\text{kN}/\text{m}^2$
①-3 高水敷+築堤部:盛土 100cm	$19.0\text{kN}/\text{m}^2$

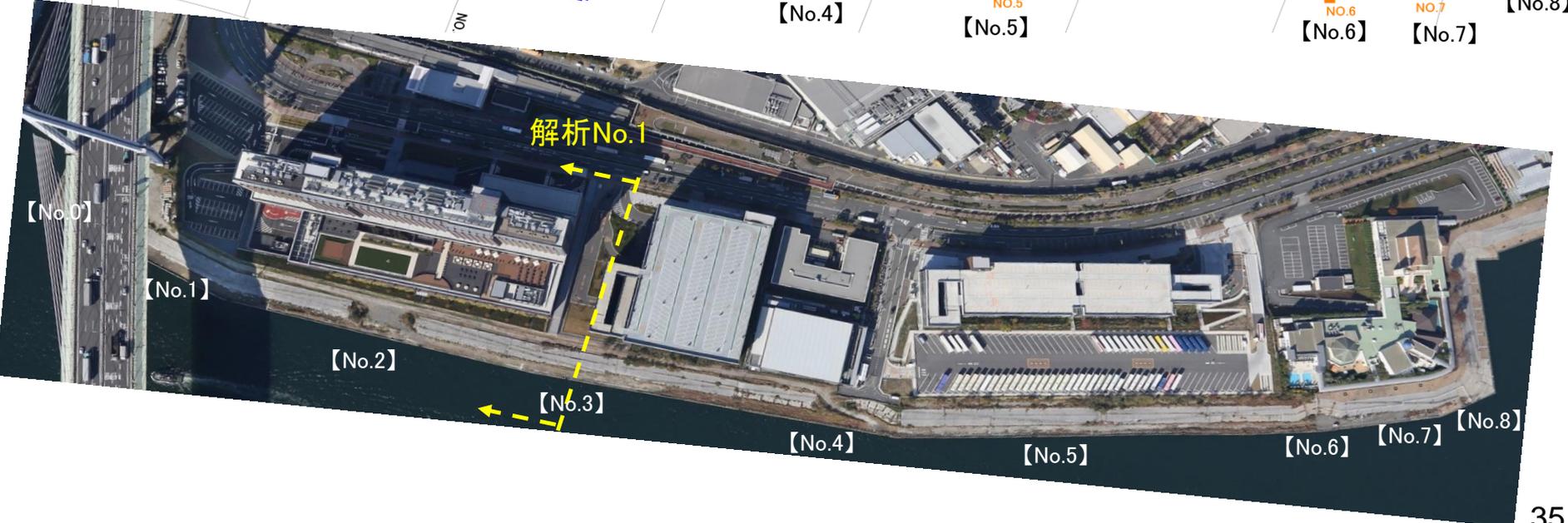
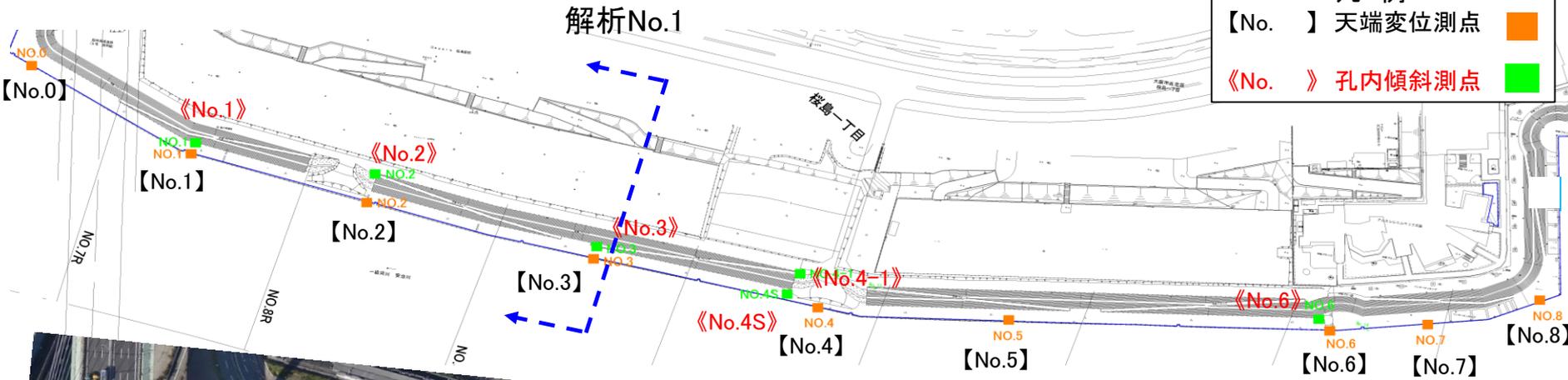
《上載荷重イメージ》



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸・堤防）

・代表断面（解析No.1）において、地盤変状予測解析を実施する。

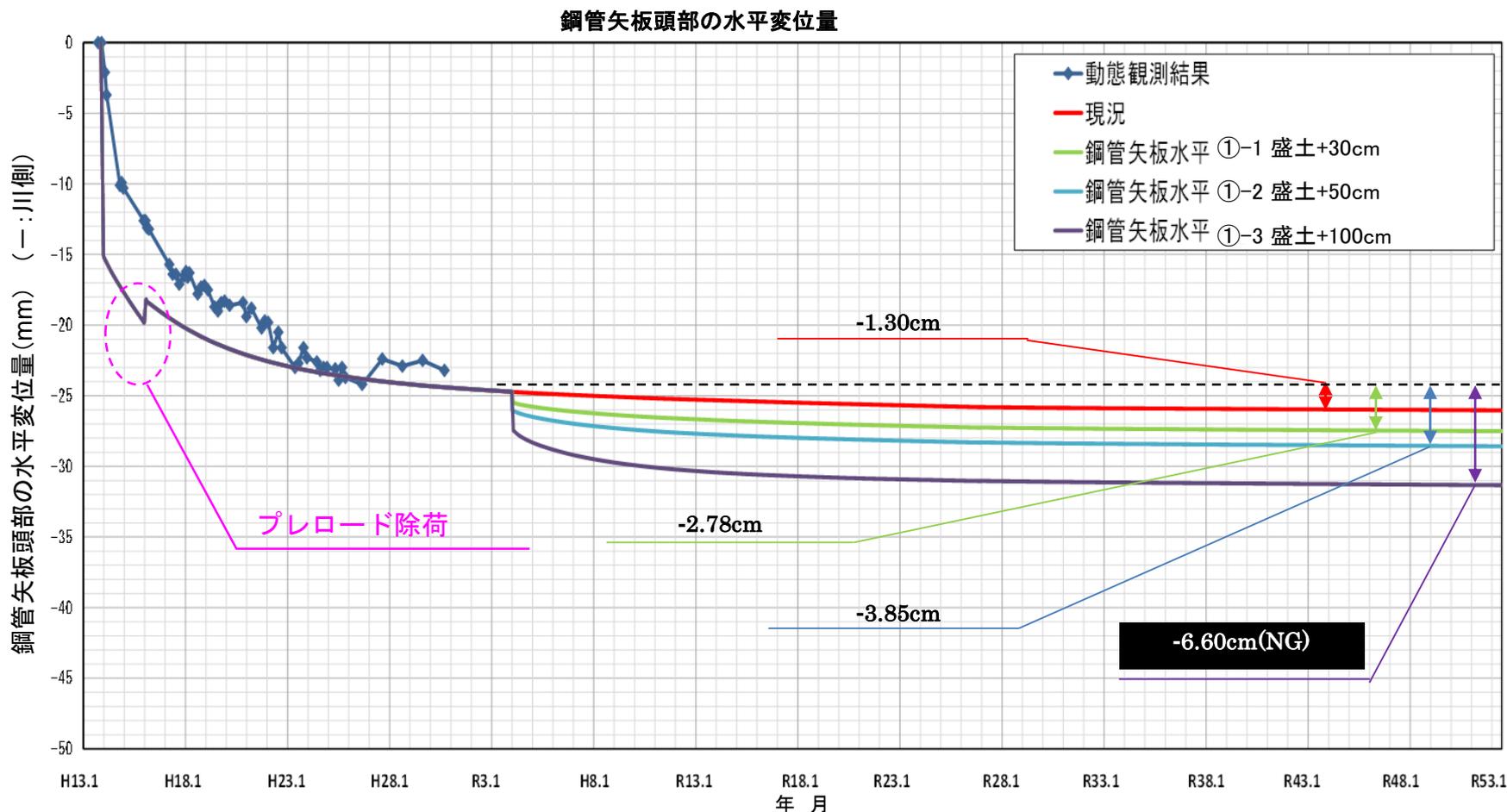
平面図



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端の水平変位）

将来(50年後)における護岸天端の水平変位量の地盤変状解析結果は、
Case①「高水敷+築堤部 盛土+100cm」を除いた残り2ケース全て許容値(5cm)以下である。

● Case①「高水敷+築堤部」載荷



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端の鉛直変位）

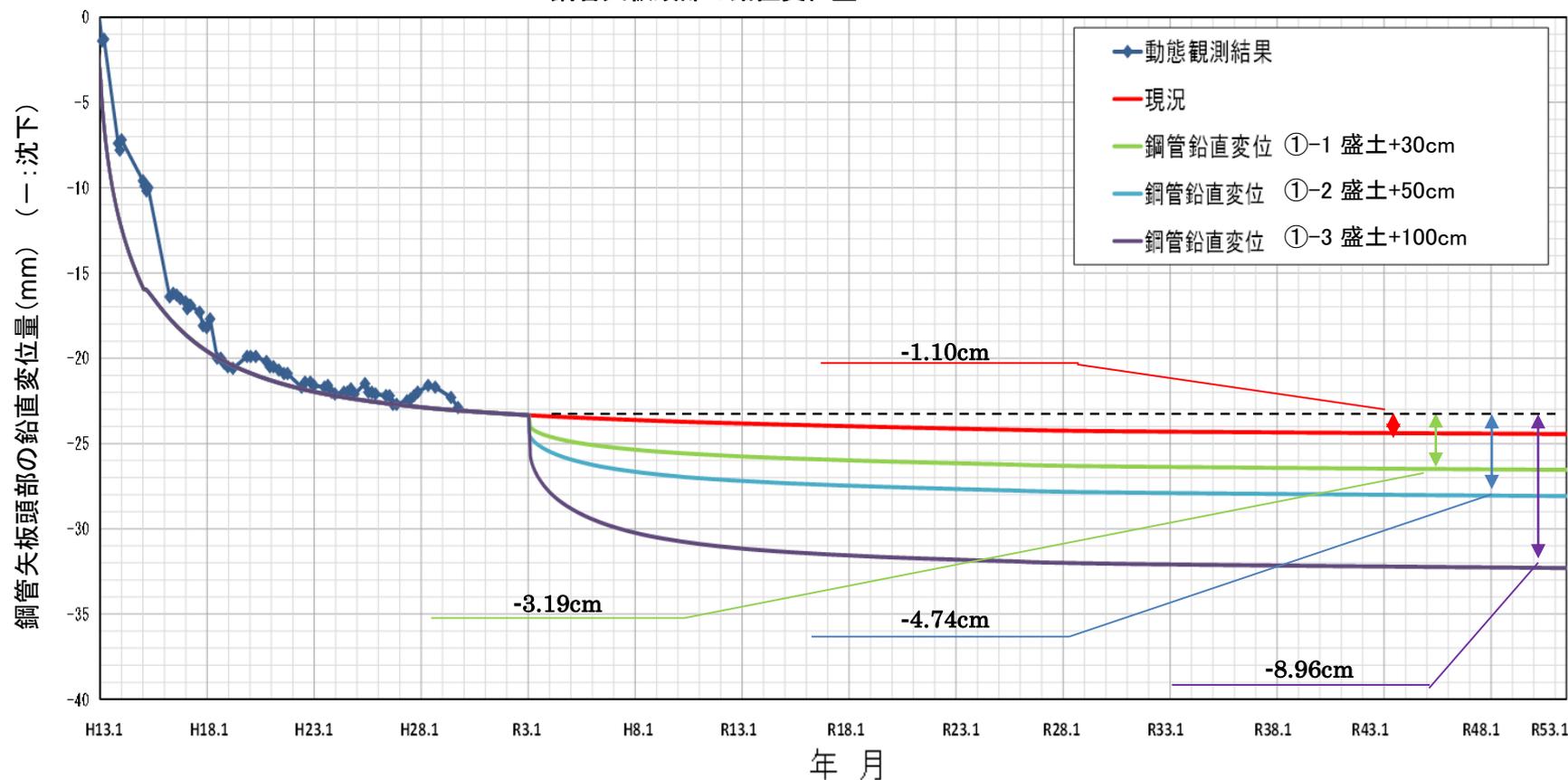
将来(50年後)における護岸天端の鉛直変位量の予測結果は、

3ケース全て許容値(12cm)以下となり目標性能を満足。

(※目標性能:現状2.72m-2.60m=許容沈下量0.12m)

●Case①「高水敷+築堤部」載荷

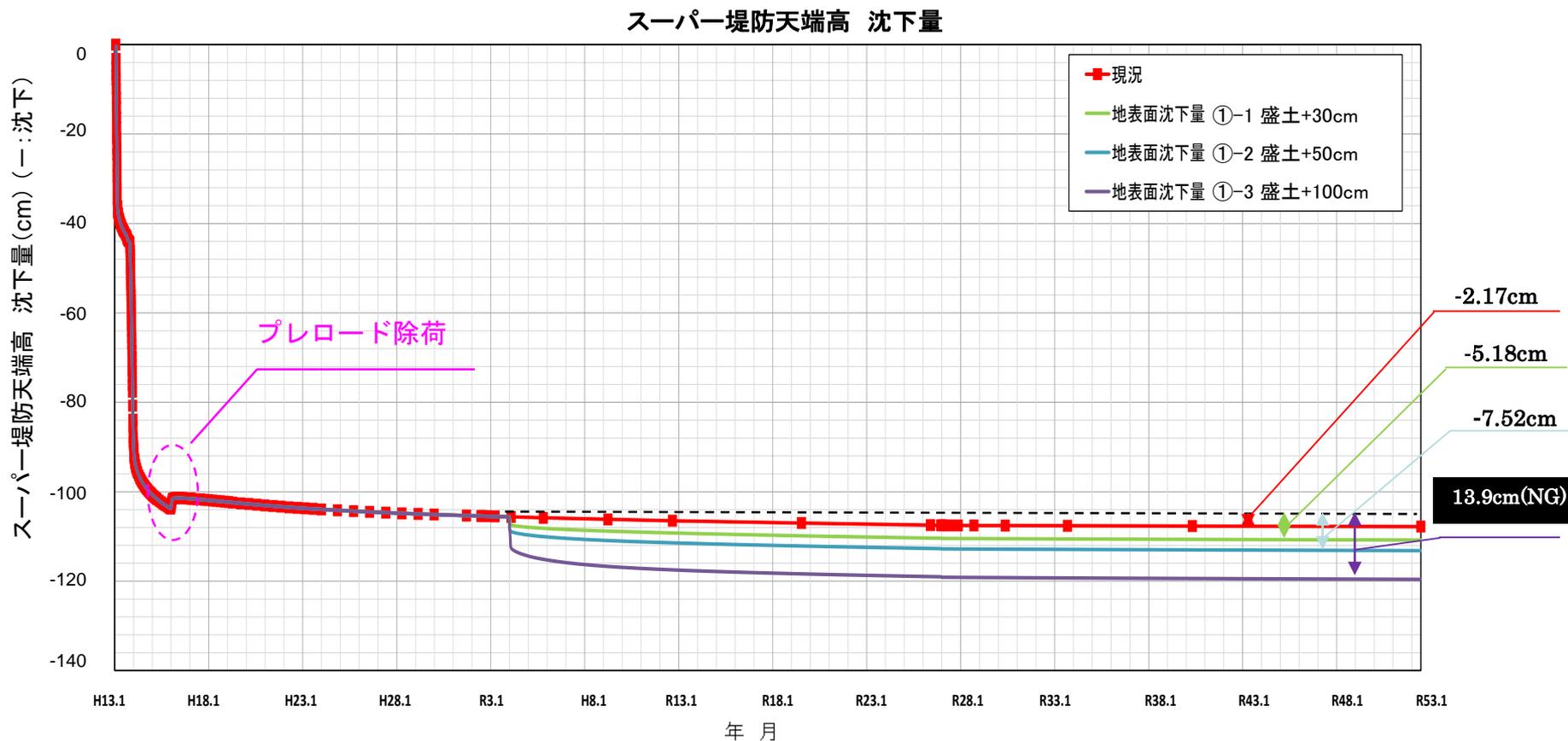
鋼管矢板頭部の鉛直変位量



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防天端の鉛直変位）

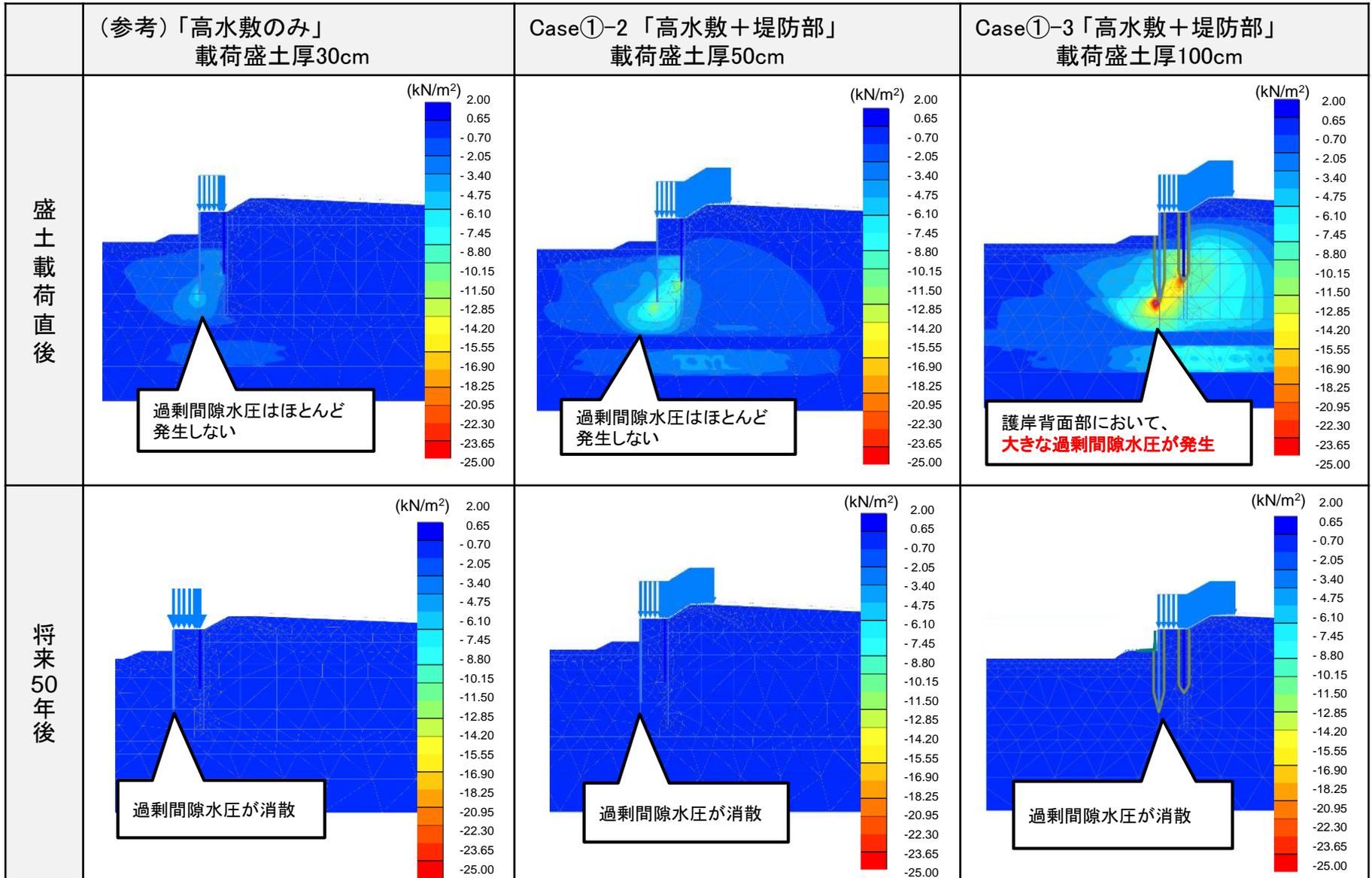
将来(50年後)における護岸天端の水平変位量の地盤変状解析結果は、
Case①「高水敷+築堤部 盛土+100cm」を除いた残り2ケース全て目標性能OP+6.6mを満足する。
 (※目標性能:現状6.73m-6.6m=0.13m → 許容沈下量13cm)

● Case①「高水敷+築堤部」載荷



3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（間隙水圧コンター）

- ・上載荷重が大きくなるほど、護岸背後の粘性土層部に生じる過剰間隙水圧が大きくなることから、圧密沈下により生じる変状が大きくなることが推察される。

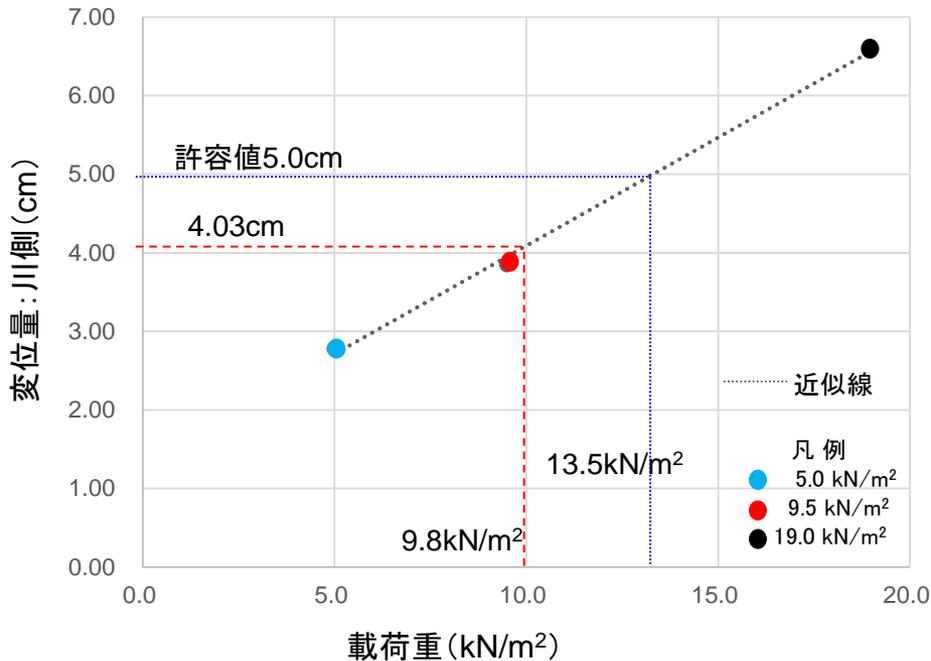


3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（護岸天端）

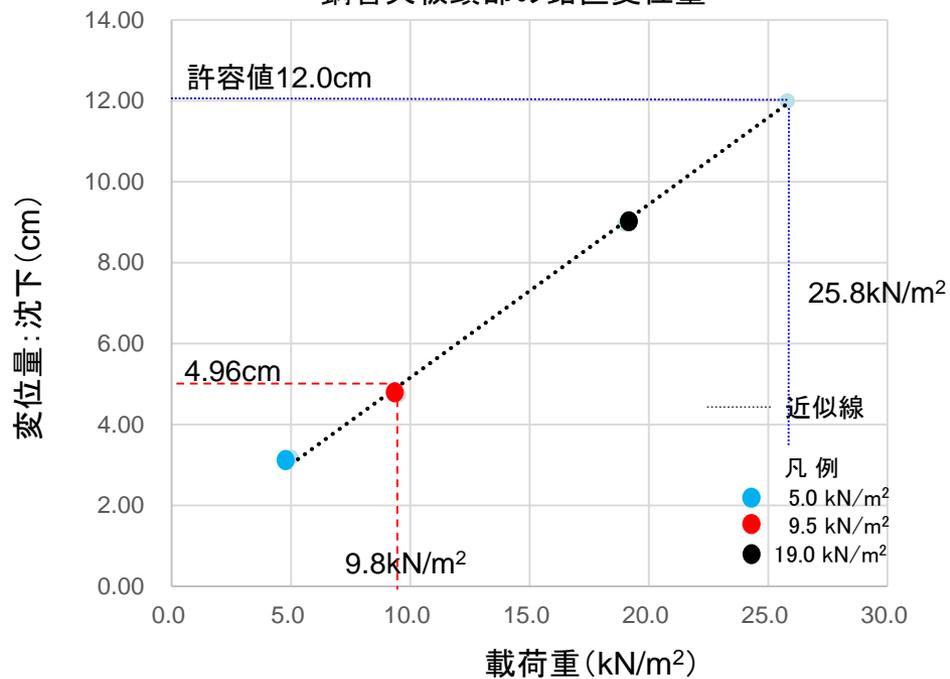
・地盤変状解析結果から、**上載荷重1.0tf/m²(9.8kN/m²)**における、**水平変位及び鉛直変位を推定した結果、許容値(水平5cm、鉛直12cm)以下となることを確認。**

●Case①「高水敷+堤防部」**載荷重(9.8kN/m²)**

鋼管矢板頭部の**水平変位量**



鋼管矢板頭部の**鉛直変位量**



●推定結果

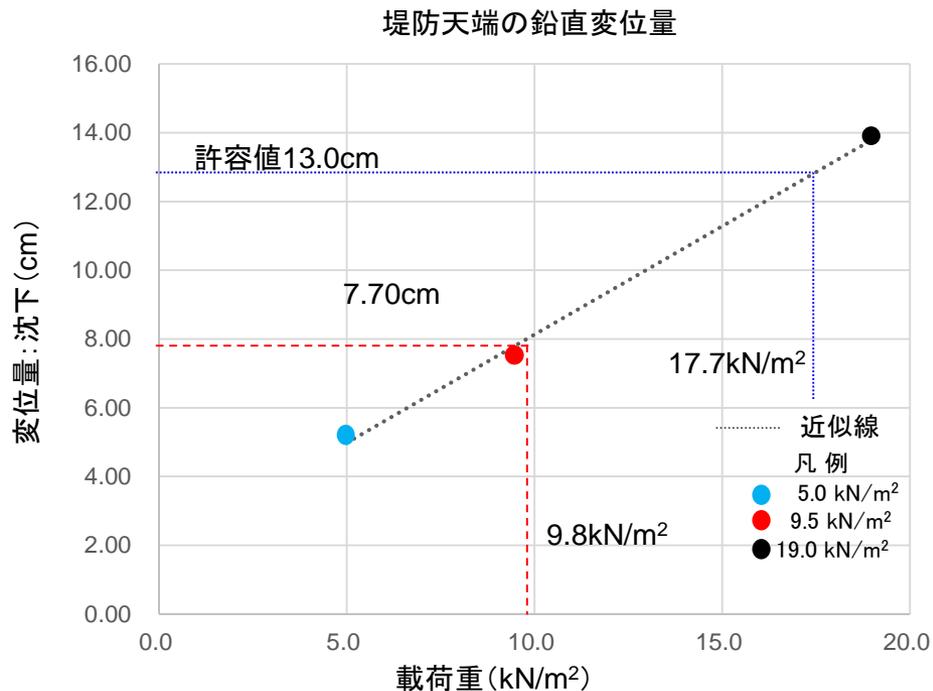
解析ケース	水平変位 (許容値:5.0cm)	鉛直変位 (許容値:12.0cm)
①高水敷+築堤部	- 4.03 cm	- 4.96 cm

3-1. 将来変動量予測解析による性能照査（堤防天端）

・地盤変状解析結果から、**上載荷重1.0tf/m²(9.8kN/m²)**における、堤防天端の鉛直変位を推定した結果、許容値(沈下量13cm)以下となることを確認。

●Case①「高水敷+堤防部」**載荷重(9.8kN/m²)**

●推定結果



解析ケース	鉛直変位 (許容値: 13.0cm)
①高水敷 +築堤部	- 7.70 cm

【結論】

・上載荷重1.0tf/m²(9.8kN/m²)における、護岸天端および堤防天端の変位量は、それぞれ許容値以下となることから、**通常利用(上載荷重 1.0tf/m²(9.8kN/m²))**までは将来にわたって利用可能。

3-2. 護岸及び堤防の安全性評価（護岸応力度照査）

- 鋼管矢板変位量が最も大きくなるCase①（盛土厚100cm）の解析結果を踏まえ、応力照査（現状、将来（50年後））を実施。

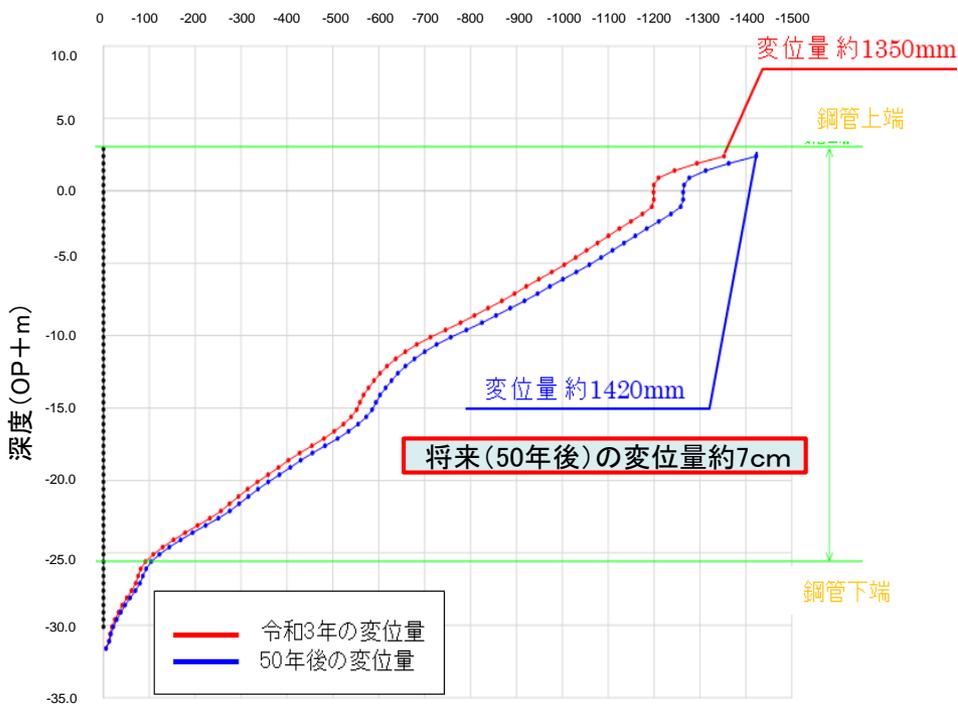
【照査方法】

- 鋼管矢板の変位を以下で設定
 - ①現状…鋼管変位観測結果
 - ②将来…①+地盤変状解析による変位
⇒鋼管内の内部応力を算定

【応力算出モデル】

- 強制変位として観測結果および解析結果を各接点に与えたフレーム計算を実施。
- 地盤バネとして鋼管側面に水平方向の地盤バネ、鋼管下端に鉛直方向の地盤バネを設定。

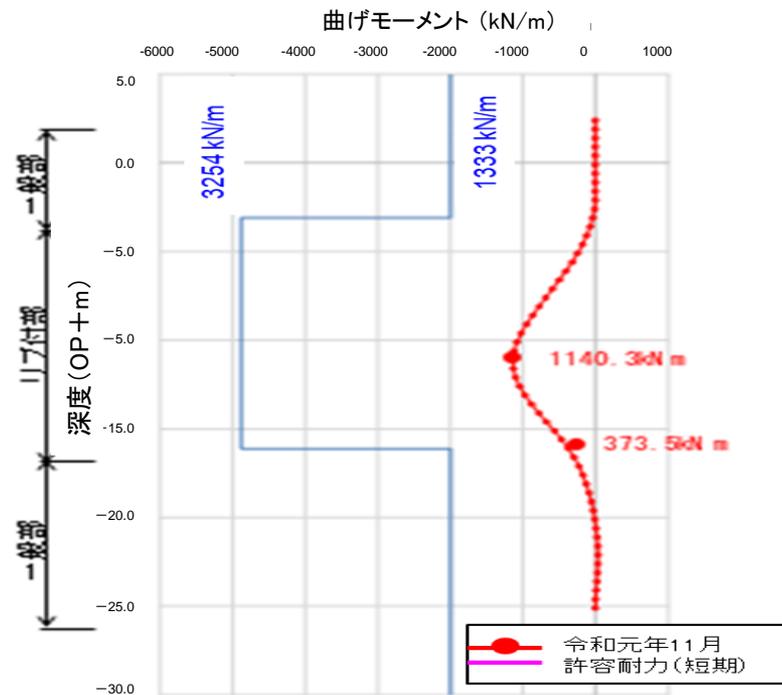
鋼管矢板変位（護岸直角方向）
変位量(mm)



応力照査結果 (Case②「護岸+築堤」载荷 盛土厚100cm)

●将来形のフレーム計算結果

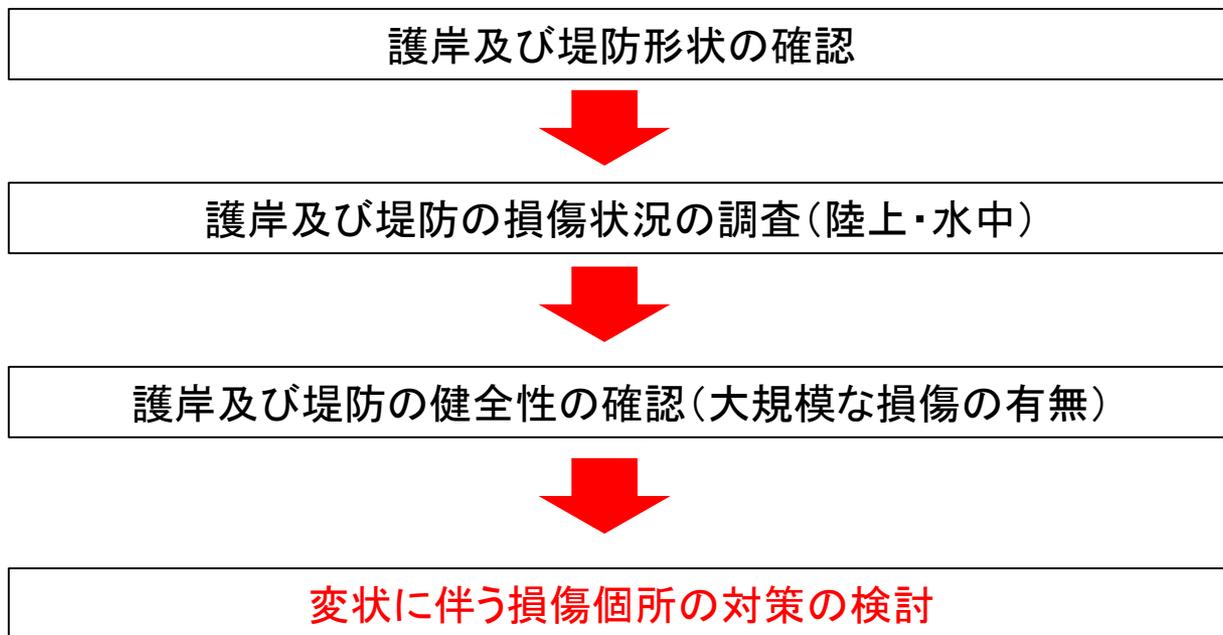
鋼管体全体を通して、許容応力 > 発生応力となっているため、現状の鋼管矢板の安全性の確保を確認



4. 護岸及び堤防の健全性の確認

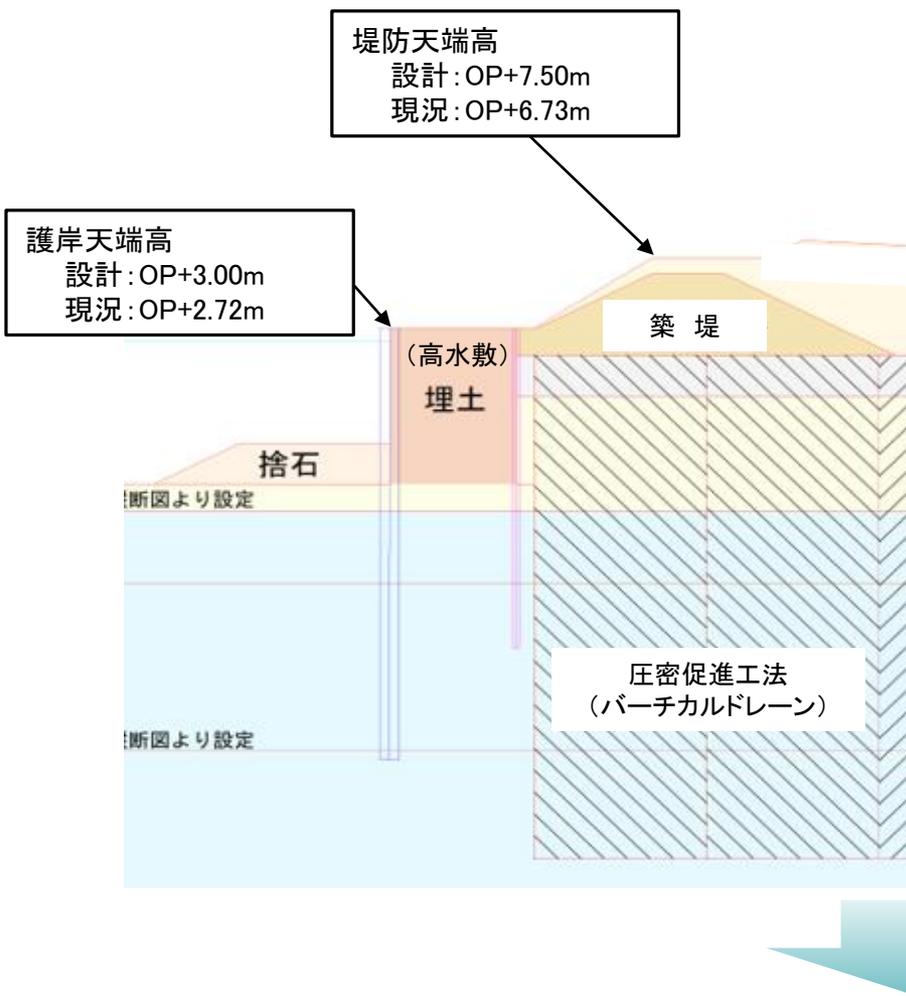
・これまでに生じた変状により、護岸及び堤防に損傷が生じ、健全性が損なわれている可能性があるため、**目視による調査(陸上、水中)を実施し、護岸及び堤防の健全性の確認を実施する。**

◆護岸及び堤防の健全性の確認



4-1. 護岸及び堤防の健全性の確認 (形状確認)

【標準断面図(イメージ)】



◆堤防天端高

- スーパー堤防部の設計天端高(OP+7.50m)は、圧密沈下後、OP+6.60m(※1)となるよう、余盛り量90cmを見込んだ設計高となっている。
- 現況及び将来変動量予測解析においても、OP+6.60m以上を確保することから対策は不要。**

※1: 計画堤防高: OP+6.60m
(計画高潮位O.P.+5.2m+打上波高1.4m)

◆護岸天端高

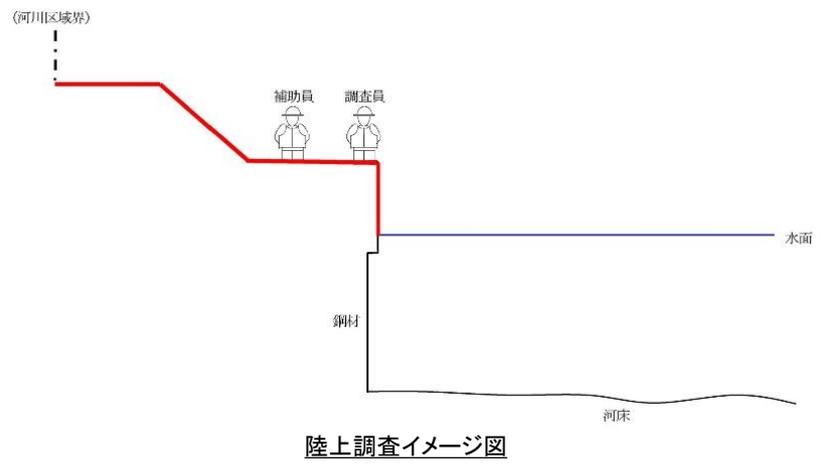
- 護岸天端高は満潮時(OP+2.20m)に浸水しないようOP+3.00mで設計されている。
- 現況の護岸天端高はOP+2.72mとなっており、設計時よりも冠水頻度が高くなるが、**利用者への注意喚起等により対応。**

護岸及び堤防のこれまでの変状への対応は不要

4-1. 護岸及び堤防の健全性の確認 (陸上調査)

◆調査方法

- 【調査方法】**
- ・ 徒歩により目視点検
- 【調査内容】**
- ・ 目視調査、簡易計測
 - ・ ポール等で地中状況(土中の空洞の有無)の調査



◆調査結果・変状に伴う損傷個所の対策

- 【調査結果】**
- ・ 軽微な変状、クラック、亀裂等を確認。
- 【変状に伴う損傷個所の対策】**
- ・ クラック、亀裂部の間詰等の補修
 - ・ 陥没、不陸部の埋戻及び整地

◆主な変状

下流部

土砂部の陥没

隔壁の開き・段差

土砂部のクラック

傾斜角度 上:2° (0.25m)
中:2° (1.75m)
下:2° (2.85m)
全体的に腐食の点が見られた

階段・平板ブロックの破損

階段ブロックの破損

天端土砂部の沈下

傾斜角度 上:3° (0.25m)
中:3° (1.75m)
下:3° (2.75m)
全体的に腐食の点が見られた

アスファルト舗装部のクラック

階段・平板ブロックの破損

上流部

インターロッキング部の開き・段差

クラック

4-1. 護岸及び堤防の健全性の確認（水中調査）

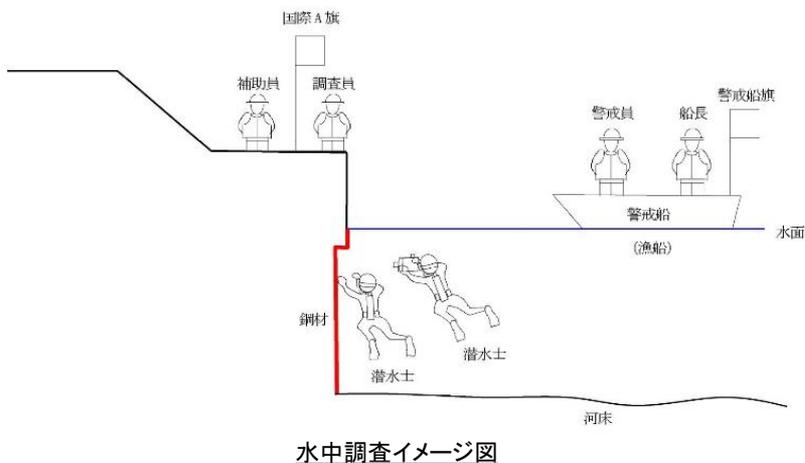
◆調査方法

【調査方法】

- ・潜水士により目視調査

【調査内容】

- ・鋼管矢板表面の目視調査
- ・変状部においては変状状況が分かるようロッド等を当てて写真撮影を行い、変状状況を記録



◆調査結果・変状に伴う損傷個所の対策

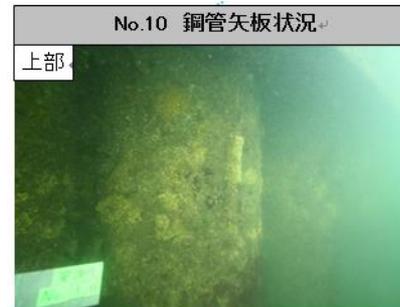
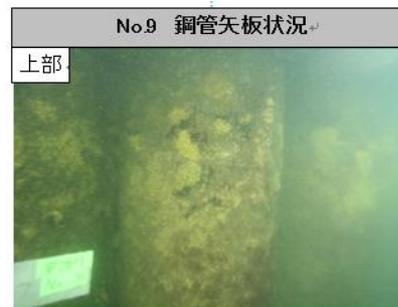
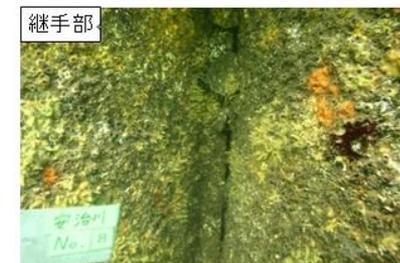
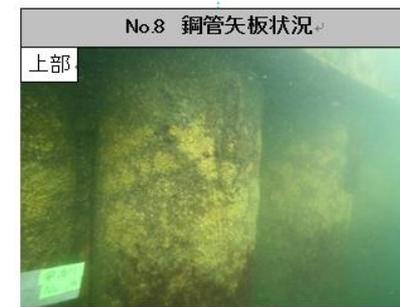
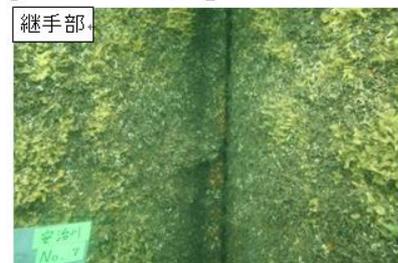
【調査結果】

- ・全体的に腐食が点在。
- ・鋼管矢板の継手部は開きがなく、背後からの土砂流出は見られなかった。

【変状に伴う損傷個所の対策】

- ・対策不要

◆主な変状



【調査結果(概要)】

陸上調査	水中調査
<p>(調査結果)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体的に軽微な変状、クラック、亀裂等を確認 <p>(変状に伴う損傷個所の対策)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・間詰めや陥没、不陸部の埋戻し等、補修が必要 	<p>(調査結果)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全体的に腐食が点在するが、鋼管矢板継手部等からの土砂流出が生じていないことを確認 <p>(変状に伴う損傷個所の対策)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対策不要



【結論】

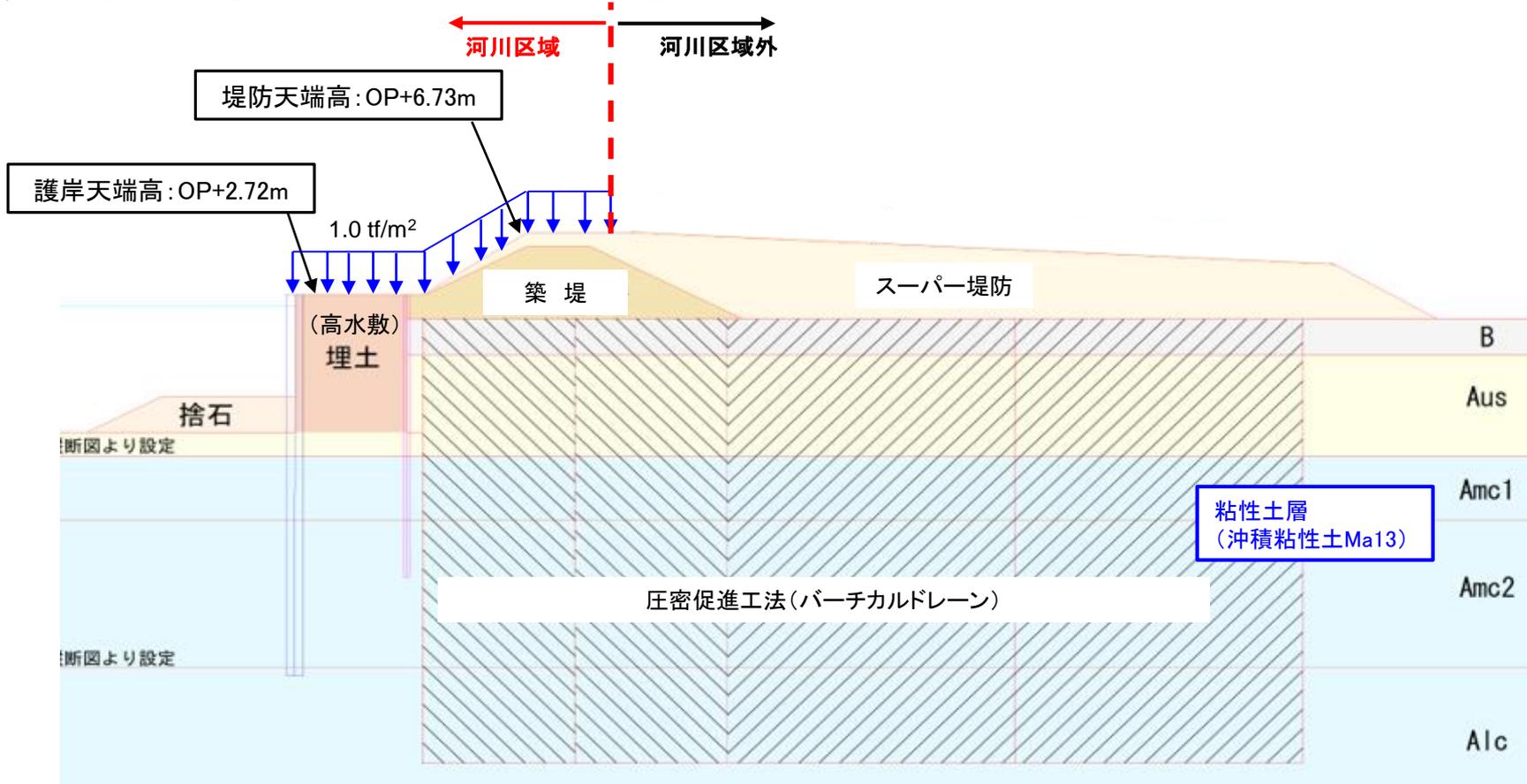
★護岸及び堤防の機能を損なうような損傷が確認されず、通常の補修と今後の定期的な点検により対応可能

5. 安治川（此花西部臨海地区）護岸及び堤防の安全性について

【総合評価】

- ① 通常利用(上載荷重 $1.0\text{tf}/\text{m}^2$ ($9.8\text{kN}/\text{m}^2$))までは将来にわたって利用可能であることを確認。
- ② 今後の河川区域等の利活用にあたっては、護岸及び堤防に影響がないことを確認すること。

【護岸利用可能な標準断面(イメージ)】



- ・ 令和3年度 第2回 大阪府河川構造物等審議会【資料1 安治川(此花西部臨海地区)護岸及び堤防の安全性について】に一部誤りがありました。ここに謹んでお詫び申し上げますと共に、下記のように訂正いたします。

正誤表

訂正箇所	誤	正
12 ページ	・安治川護岸補強技術検討委員会を踏襲し、粘性(クリープ効果)や、異方圧密の効果、二次圧密の効果等が考慮されている弾塑性解析(関口・太田モデル)を用いる。	・安治川護岸補強技術検討委員会を踏襲し、粘性(クリープ効果)や、異方圧密の効果、二次圧密の効果等が考慮されている弾粘塑性解析(関口・太田モデル)を用いる。
36 ページ	・将来(50年後)における護岸天端の水平変位量の地盤変状解析結果は、Case②「高水敷+築堤部盛土+100cm」を除いた残り2ケース全て許容値(5cm)以下である。	・将来(50年後)における護岸天端の水平変位量の地盤変状解析結果は、Case①「高水敷+築堤部盛土+100cm」を除いた残り2ケース全て許容値(5cm)以下である。
42 ページ	・鋼管矢板変位量が最も大きくなるCase②(盛土厚100cm)の解析結果を踏まえ、応力照査(現状、将来(50年後))を実施。	・鋼管矢板変位量が最も大きくなるCase①(盛土厚100cm)の解析結果を踏まえ、応力照査(現状、将来(50年後))を実施。