

第3回 西湘バイパス構造物崩落に関する調査検討委員会資料

本復旧構造について

平成19年12月15日（平成20年1月修正版）

国土交通省 関東地方整備局 横浜国道事務所

1. 本復旧構造の検討条件

1) 検討断面

本復旧構造の検討にあたっては、被災規模が大きくタイロッド方式により4車線復旧工事を行なっている断面(以下、本復旧タイプAと記す。)と、被災規模が比較的小さくアンカー方式により4車線復旧工事を行なっている断面(以下、本復旧タイプBと記す。)の2断面を対象に検討を行う。

本復旧タイプA及びBの本復旧前(4車線復旧工事完了時)の断面形状を図1.1及び図1.2に示す。

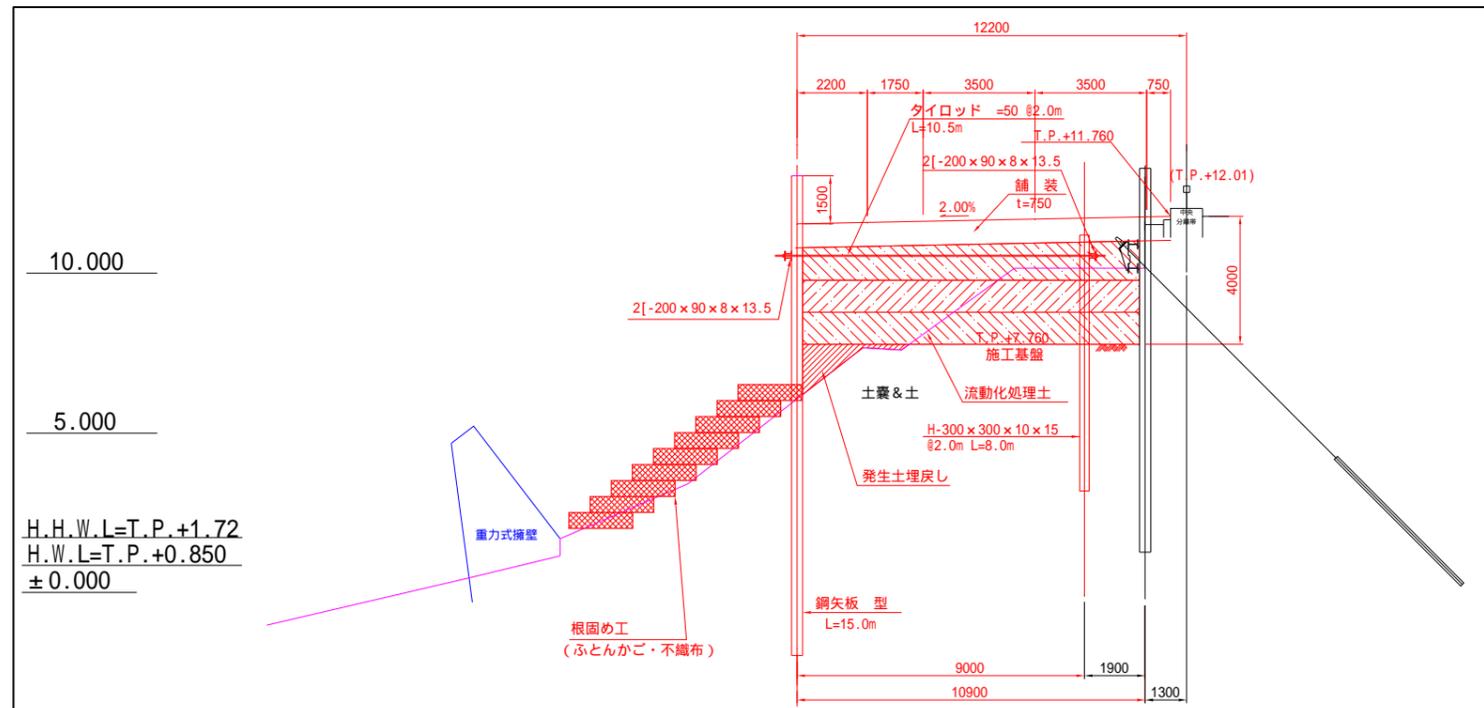


図 1.1 「本復旧タイプA」検討断面図(5K320)

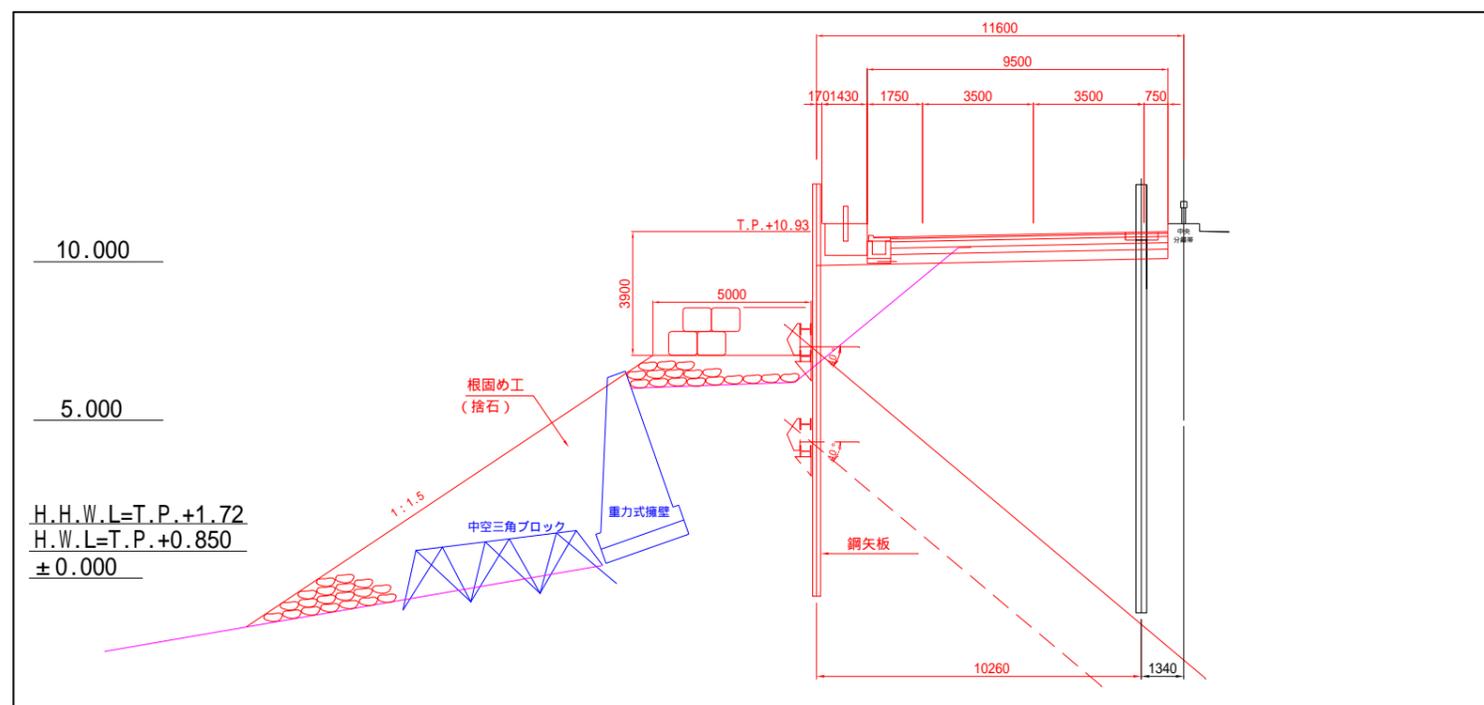


図 1.2 「本復旧タイプB」検討断面図(5K830)

2) 検討条件

本復旧構造の検討条件を表 1.1 に示す。

表 1.1 本復旧構造検討条件

工種	細目	検討条件	概略位置図
(1) 洗掘対策工	消波・根固工	<ul style="list-style-type: none"> 吸い出し防止工前面に消波・根固工を設置し、台風等の異常時の気象擾乱による洗掘に対して対処する。 消波・根固工底部には、沈下対策工を実施して沈下を抑制するとともに、高波浪により消波・根固工が沈下した場合は、異型ブロックの増し積みや根固め工の割石（自然石）の追加投入等の維持管理を行う。 	
(2) 消波・根固工	天端幅	<ul style="list-style-type: none"> 海岸基準 P3-55 では、消波工の天端高はブロック 2~3 個並びが多く、波高の大きいところ、周期の長い波が来襲するところ、前面洗掘の大きいところでは 3~5 個並びと記載されていることから、本検討ではブロック 3 個並びとする。 吸い出し防止工と消波・根固工の間は異型ブロック間に自然石を間詰めし、消波・根固工の維持管理道路として供用する。 	
	法勾配	<ul style="list-style-type: none"> 各種の異型ブロック資料より、法勾配 1 : 4/3 以下とする。 	
(3) 吸い出し防止工	作業基面高	<ul style="list-style-type: none"> 前面の異型ブロックの天端高 (T.P.+3.0m) 及び 4 車供用断面矢板許容応力の関係から、工専用重機の作業基面高を T.P.+3.0mとする。 	
	打設位置	<ul style="list-style-type: none"> 工専用重機の作業半径を考慮し、4 車供用断面矢板から 8.5m の作業用平場を確保して、吸い出し防止工を施工する。 4 車供用断面矢板から 8.5m の位置には倒壊した道路護岸の擁壁が散乱しており、擁壁を残置したまま背後において作業を行うことは困難であると考えられる。従って擁壁を必要なだけ撤去した後、基礎捨石による作業用兼本復旧断面用の基礎工を投入し施工することとする。なお基礎捨石の法勾配は前面側に消波・根固工の異型ブロックがあり、波の作用が直接的に及ぶことが少ないことから、1 : 1.5とする。 	
	前面の洗掘	<ul style="list-style-type: none"> 今回の台風 9 号における洗掘深より設定する。 吸い出し防止工前面に消波工及び根固め工を設置することから、波が吸い出し防止工に直接的に作用することは少ないことを勘案し、吸い出し防止工前面地盤高 T.P. -1.5m より 2m の洗掘を受けるものとして断面の設計を行う。 	
(4) 護岸工	天端高	<ul style="list-style-type: none"> 波浪による越波、4 車供用断面矢板の保護の観点から基本的に道路路面高さにあわせることとし、天端高を T.P. +12.50mとする。 	
	天端幅	<ul style="list-style-type: none"> 護岸として構造面、施工面等から必要な幅を確保するものとする。なお、天端幅を広くして越波量を低減することも考えられるが、道路施設としての一体性の確保および沿岸漂砂を阻害しないという観点から、天端幅は施工面から必要な幅を基本とし、越波対策としての拡幅は行わないこととする。 	
	基礎天端高	<ul style="list-style-type: none"> 工事用の施工基面である T.P. +3.0m を基礎工の天端高さとする。 	
	基礎天端幅	<ul style="list-style-type: none"> 基礎工として構造面、施工面等から必要な幅を確保するものとする。 	
	基礎厚さ	<ul style="list-style-type: none"> 「道路土工擁壁工指針」: 直接基礎の場合、比較的浅い位置に良質な支持層がある場合には、支持層まで根入れさせる。又は安定処理や良質土による置き換えを行い改良地盤を形成してこれを支持地盤とし、その上に直接基礎を設ける方法がある。その場合は、擁壁底面から良質な支持層までの厚さが基礎厚さとなる。 「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」: 基礎工の厚みについて特に言及されていない(直接基礎の場所打ちコンクリート基礎については、傾斜式堤防基礎の場合、高さ 1m 以上、幅 1m 以上、扶壁式堤防基礎の場合、床板厚さは、0.5~0.7m 程度という記述がある。) 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」: 係留施設に対し水深が 4.5m を目安に基礎マウンド厚さを分けている。 重力式護岸案については、自重が大きいことから道路土工擁壁工指針に準じることとし、推定支持層上面までを基礎捨石で置換して基礎工を形成する。 補強土壁護岸案については、各種補強土壁工法の技術資料を参考に設定する。 	
	波返し工	<ul style="list-style-type: none"> 越波流量を低減するための波返し工は必要ないと考えられるが、西湘バイパス既設部において一部波返し工を設けている区間も存在していることから、波返し工を採用する場合には、海岸基準に従い半径 R=1.5m~2.0m 程度とする。 	
堤体基本諸元	<ul style="list-style-type: none"> 「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」より、コンクリート被覆による場合は最低厚 t = 0.5mとする。 		

2. 構造形式の検討

表 1.1 に示す検討条件に基づき、構造形式案の検討を行なった。表 2.1 に本復旧構造の構造形式案を示す。

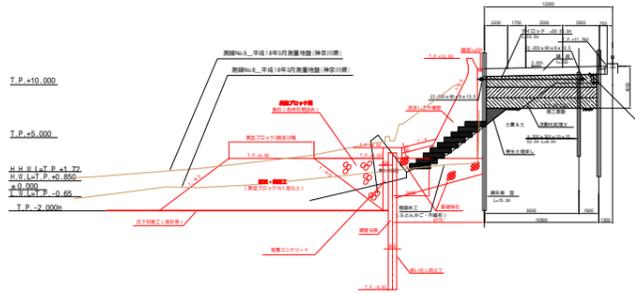
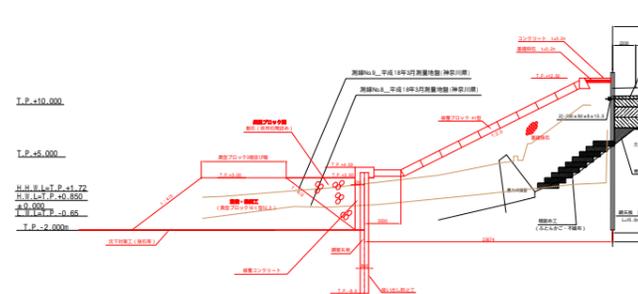
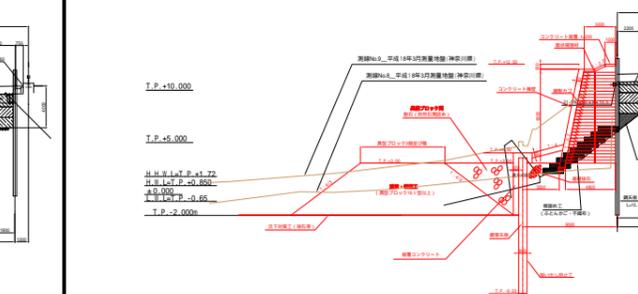
表 2.1 構造形式案

		概要図		工法概要
		本復旧タイプ A	本復旧タイプ B	
重力式護岸			<p>【洗掘対策工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工により前面の洗掘に対応する。 消波・根固工が沈下した場合には、異型ブロック及び割石（自然石）等を追加する <p>【消波・根固工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 異型ブロック（16t 型以上、天端高 T.P.+3.0m）により波力を低減する。 <p>【吸出し防止工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吸出し防止材の打設（長さ 13.5m）により、背面土砂の吸い出しを遮断する。 <p>【護岸工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 重力式擁壁により、越波量を低減するとともに、道路の変形を防止する（被災前に近い形状への復旧）。 	
傾斜型護岸			<p>【洗掘対策工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工により前面の洗掘に対応する。 消波・根固工が沈下した場合には、異型ブロック及び割石（自然石）等を追加する <p>【消波・根固工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 異型ブロック（16t 型以上、天端高 T.P.+3.0m）により波力を低減する。 <p>【吸出し防止工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吸出し防止材の打設（長さ 13.5m）により、背面土砂の吸い出しを遮断する。 <p>【護岸工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 傾斜型護岸により越波量を低減するとともに、道路の変形を防止する（断面拡幅による安定性の向上）。 	
補強土壁護岸			<p>【洗掘対策工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工により前面の洗掘に対応する。 消波・根固工が沈下した場合には、異型ブロック及び割石（自然石）等を追加する <p>【消波・根固工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 異型ブロック（16t 型以上、天端高 T.P.+3.0m）により波力を低減する。 <p>【吸出し防止工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 吸出し防止材の打設（長さ 13.5m）により、背面土砂の吸い出しを遮断する。 <p>【護岸工】</p> <ul style="list-style-type: none"> 補強土壁により越波量を低減するとともに、道路の変形を防止する（護岸重量の軽量化による安定性の向上）。 	

3. 構造形式の選定

構造形式の選定結果を表 3.1 に整理する。

表 3.1 構造形式の選定結果一覧表

		重力式護岸	傾斜型護岸	補強土壁護岸
概要図				
工概要		<ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工を海上より施工する（天端高 T.P.+3.00m）。 施工基面を T.P.+3.0m に確保し、吸出し防止工（鋼管矢板）を施工する。 消波・根固工の間詰めを異型ブロックからの吸出しに留意して割石（自然石）等により行う。 コンクリートにより重力式護岸を築造する。 	<ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工を海上より施工する（天端高 T.P.+3.00m）。 施工基面を T.P.+3.0m に確保し、吸出し防止工（鋼管矢板）を施工する。 消波・根固工の間詰めを異型ブロックからの吸出しに留意して割石（自然石）等により行う。 捨石マウンドを形成して被覆ブロックを設置し、護岸を築造する。 	<ul style="list-style-type: none"> 消波・根固工を海上より施工する（天端高 T.P.+3.00m）。 施工基面を T.P.+3.0m に確保し、吸出し防止工（鋼管矢板）を施工する。 消波・根固工の間詰めを異型ブロックからの吸出しに留意して割石（自然石）等により行う。 ジオテキスタイル補強土壁を築造する。
護岸の安定性		<ul style="list-style-type: none"> 重力式構造物であるため、万一の吸出し防止工の変形に対し、安定性の低下が最も大きい。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 断面幅が広く、変形に対する柔軟性が期待できるため、万一の吸出し防止工の変形に対し、安定性の低下の影響が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造物として 3 案中最も軽量であるため、万一の吸出し防止工の変形に対し、安定性の低下の影響が小さい。
維持管理	洗掘対策工	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理対象は消波・根固工であり、異型ブロックは海からの増し積み、割石（自然石）は陸上（護岸前面の平地）からの追加投入により維持管理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理対象は消波・根固工であり、異型ブロックは海からの増し積み、割石（自然石）は陸上（護岸前面の平地）からの追加投入により維持管理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理対象は消波・根固工であり、異型ブロックは海からの増し積み、割石（自然石）は陸上（護岸前面の平地）からの追加投入により維持管理を行う。
	護岸	<ul style="list-style-type: none"> 護岸は剛な構造であることから、波浪により補修が必要となる可能性が低い。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> 護岸は柔軟な構造であることから、波浪により被覆ブロックの補修が必要となる可能性が高い。 被覆ブロックの補修にあたっては、西湘バイパスに施工ヤードを確保する必要がある。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 護岸は剛な構造であることから、波浪により補修が必要となる可能性が低い。
地震の影響		<ul style="list-style-type: none"> 地震時に擁壁つま先部に地盤反力の集中が予想される。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 重力式護岸案に比べて、地震時の地盤反力の集中が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 重力式護岸案に比べて、地震時の地盤反力の集中が小さい。
消波・根固工の設置位置		<ul style="list-style-type: none"> 3 案中最も陸よりとなる。 <p style="text-align: center;">○</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3 案中最も沖よりとなり、被災前後区間に対し突出した構造となる。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 重力式護岸とほぼ同位置となる。 <p style="text-align: center;">○</p>
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 現場打ちコンクリート量が多い。 コンクリート打設時の越波対策が必要となる。 擁壁基礎として基礎捨石を設置するために推定支持層上面まで掘削を行うことから、4 車線海側鋼矢板に対し、アンカー等による補強が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 矢板前面の作業ヤードが 3 案中最も広い。 断面施工時にはプレキャスト材を設置するために、施工重機の配置を慎重に検討する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 補強土施工中の越波対策が必要となる。
実績		<ul style="list-style-type: none"> 一般的な海岸構造物として、他案に比べ多く用いられる工法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 緩傾斜護岸としては実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 裏埋めに補強土を用いた実績は無いと思われるが、前面をコンクリート被覆した擁壁護岸は実績が多数ある。
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> 護岸の安定性に課題が残る。また、擁壁基礎の施工時に 4 車線海側鋼矢板の補強が必要となる。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 護岸の安定性は高いが、3 案中最も断面規模が大きく、被災前後区間に対し突出した構造となる。 <p style="text-align: center;">×</p>	<ul style="list-style-type: none"> 護岸の安定性が高く、他の案に比べ特に問題はない。

4. 本復旧構造図および面図

以下に全体平面図及び補強壁護岸による「本復旧タイプA」及び「本復旧タイプB」の代表断面の構造図を示す。

1) 全体平面図

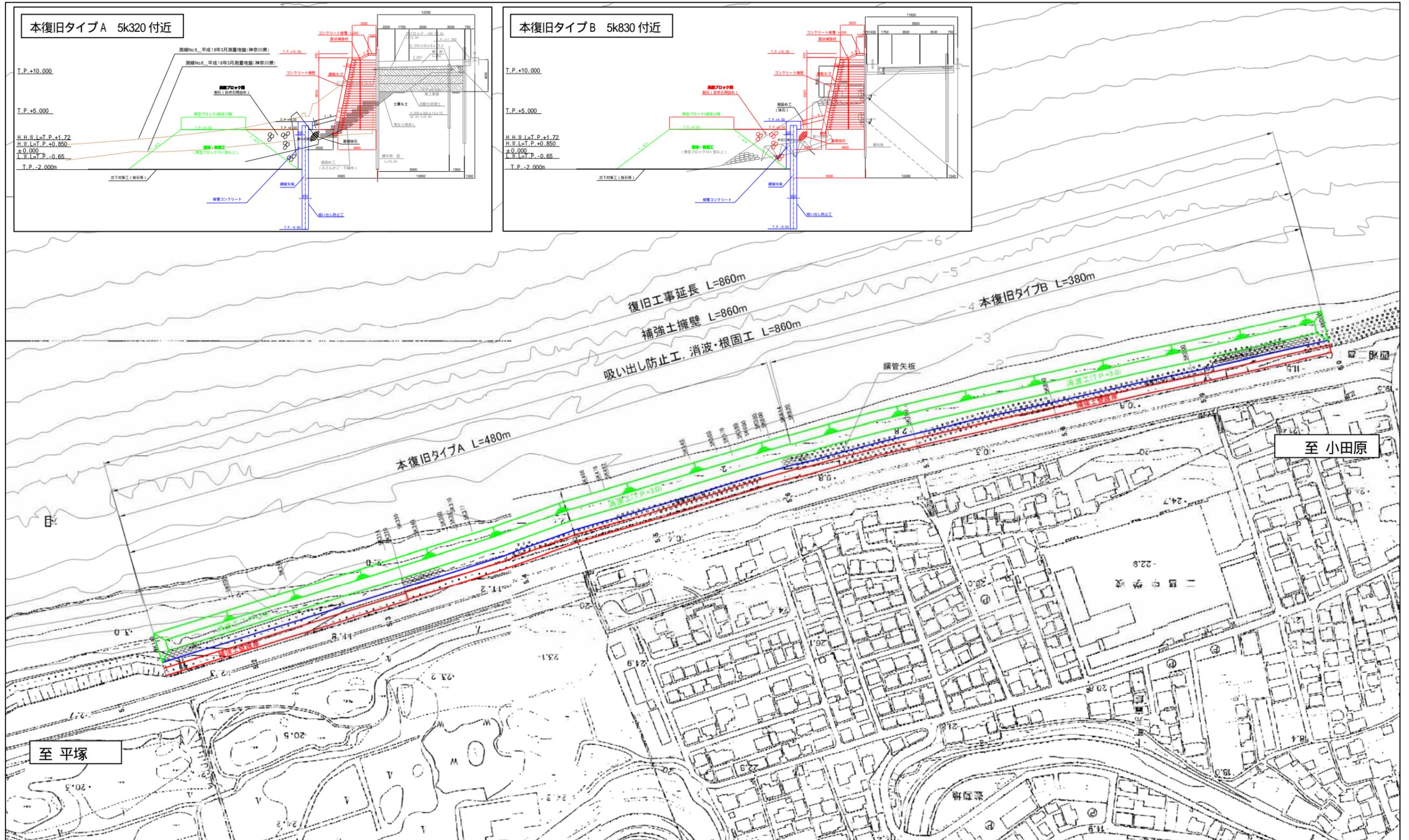
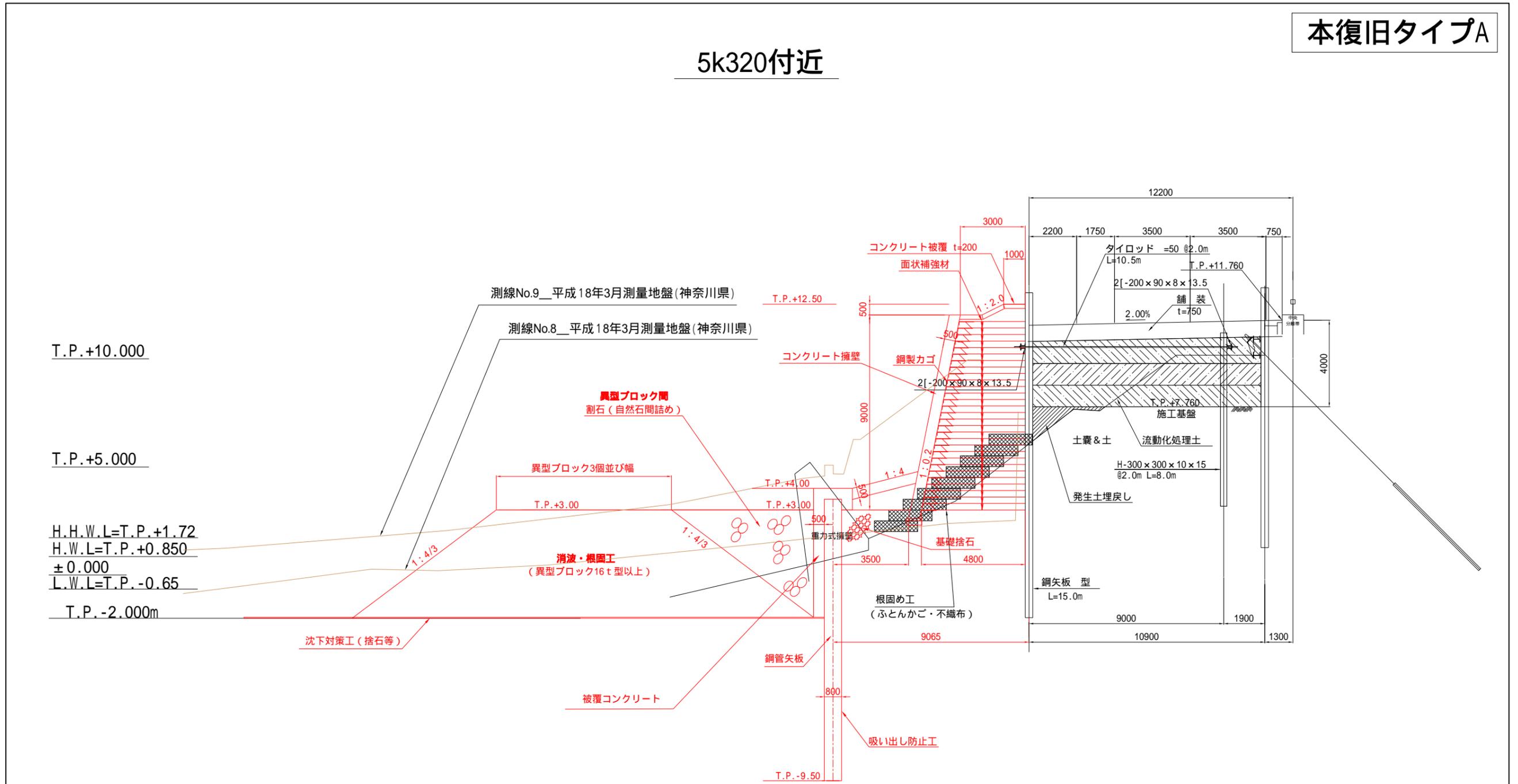


図4.1 全体平面図

2) 構造図 (断面図)

(1) 「復旧タイプA」



1) 計測管理項目

本復旧工事完了までの護岸分割施工型による4斜線供用構造については、波浪による被災に備え以下の計測管理を実施する。

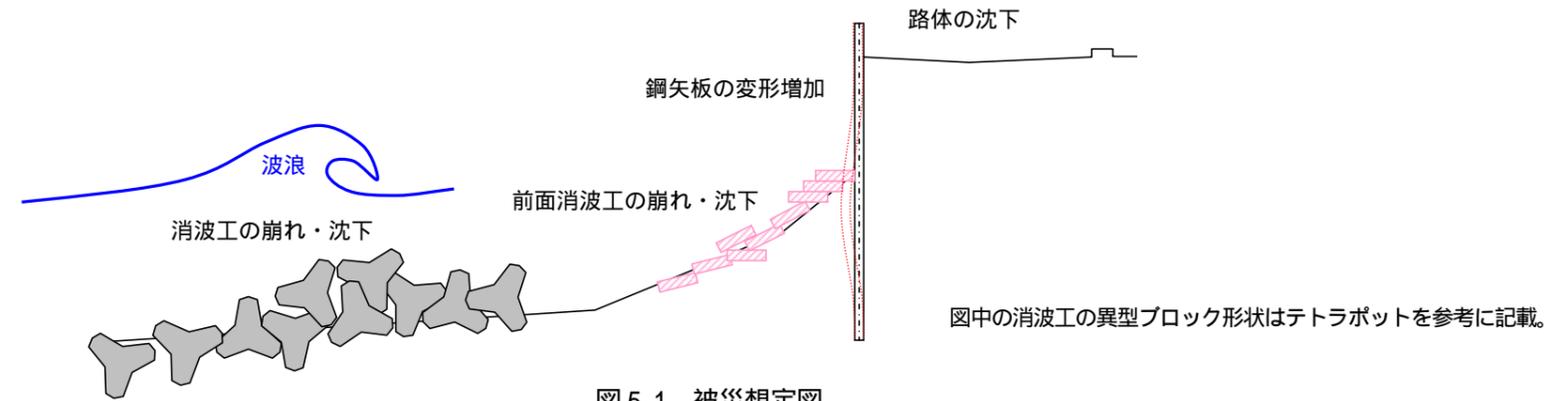


図 5.1 被災想定図

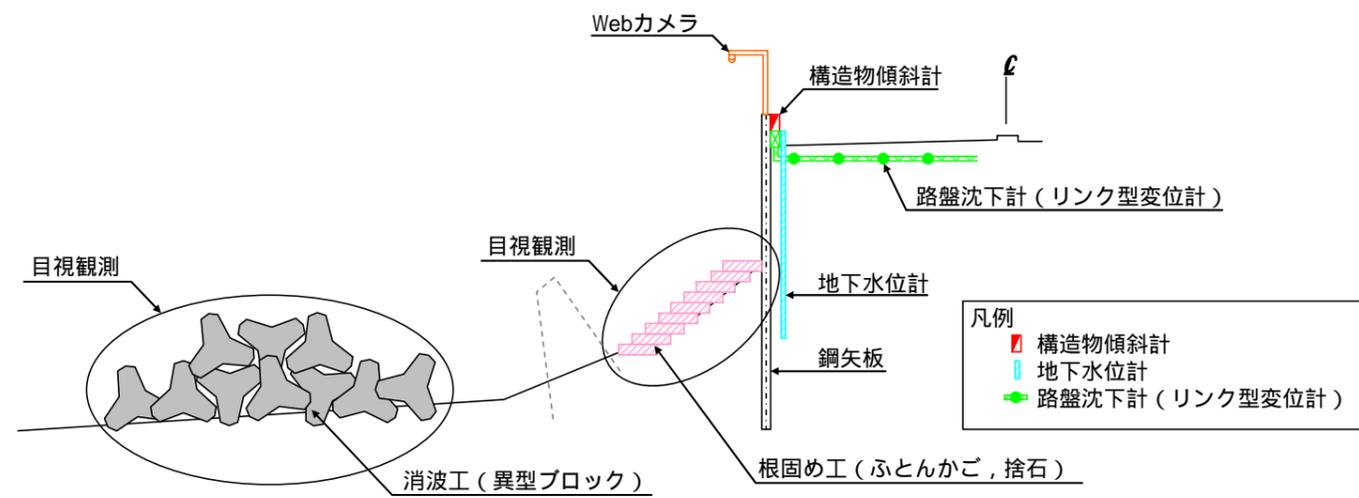


図 5.2 計測断面図

表 5.2 想定被害と計測項目の関係

被災形態	観測項目	観測方法	備考
消波工の崩れ・沈下	異型ブロックの崩れ・沈下観測	<ul style="list-style-type: none"> 目視 (観測用としてペンキ等で目印をつける。) 定点からの写真撮影 	計測は干潮時に行う
根固め工の崩れ・沈下	根固め工 (ふとんかご, 捨石) の崩れ・沈下観測	<ul style="list-style-type: none"> 目視 (観測用としてペンキ等で目印をつける。) Web カメラ 	
鋼矢板の変形増加	鋼矢板の変形計測	<ul style="list-style-type: none"> 構造物傾斜計 	鋼矢板天端 水平変位測定
路体の沈下	路盤の沈下計測	<ul style="list-style-type: none"> 路盤沈下計 	

2) 計測位置

図 5.3 に計測位置を示す。なお、計測位置は暫定 2 車線供用時の断面と同一断面とする。

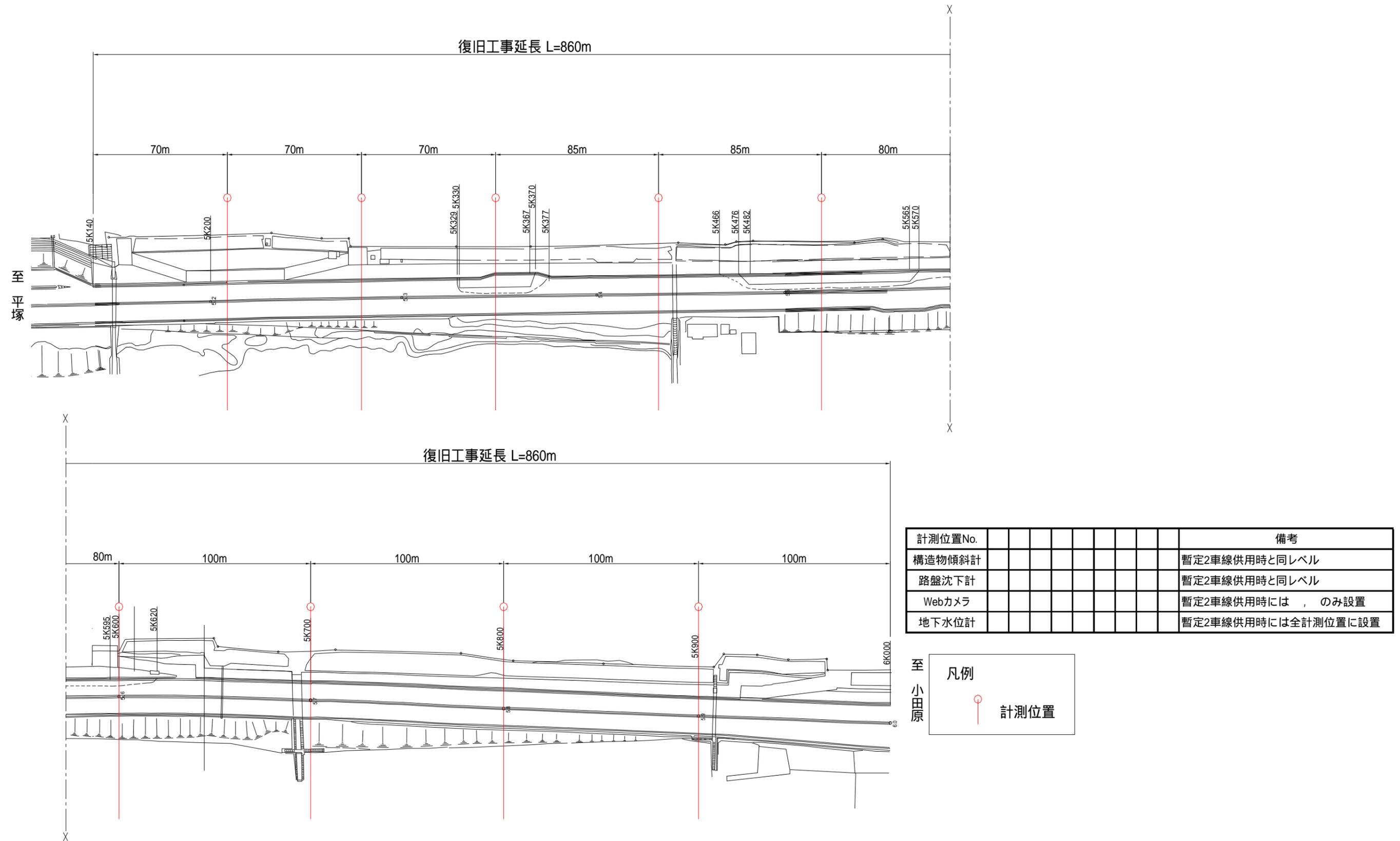


図 5.3 計測計画位置図

3) 管理体制および計測頻度

気象庁の沿岸波浪予測結果および神奈川県西部の波高予測から、現地海岸の波高を監視することで異常の兆候を察知し、管理体制に反映させる。

また、震度3以上の地震発生時には計測値を確認する(暫定2車線供用時と同レベル)。

表5.3 計測機器による計測頻度(路盤沈下・鋼矢板変位)

管理体制レベル		波高データ	計測頻度 (回/1日)
通常時		$H_0 < 3m$ ($H_0 < 3m$)	1 (1)
異常時	注意・警戒体制	3 $H_0 < 4m$ (3 $H_0 < 4m$)	3 (3)
	非常体制	4m H_0 (4m H_0)	6 (6)

括弧内は暫定2車線供用時の計測頻度

表5.4 目視による計測頻度(消波工及び根固工の崩れ・沈下)

計測頻度
1回/週または 3m < H_0 の波が発生したとき

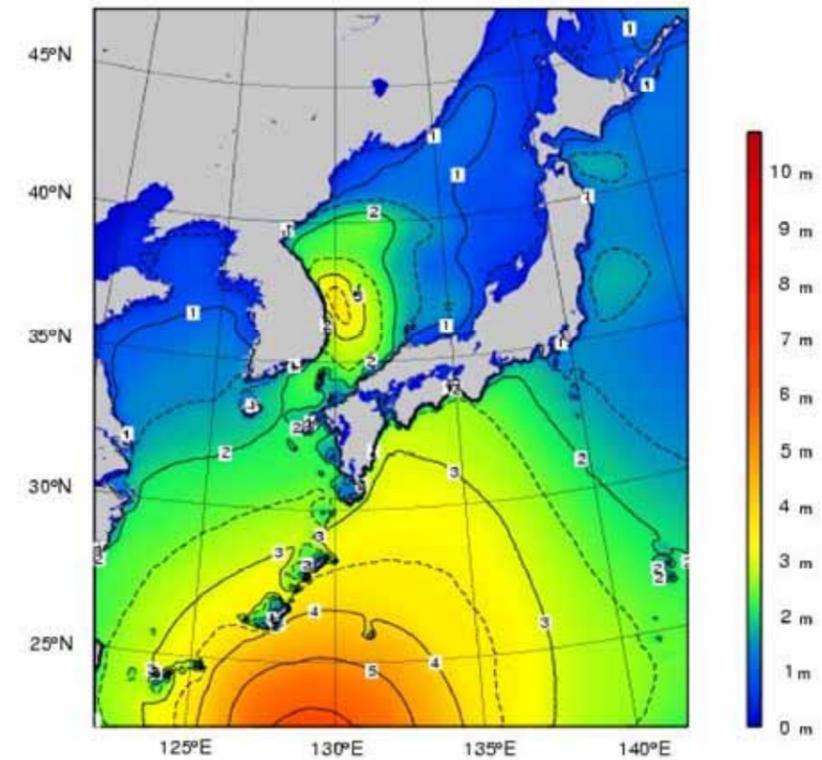
【沿岸波浪の予測方法(参考)】

沿岸の予想

気象庁では、午前9時の波浪の状況の予想を示した予想図を毎日作成して発表しています。また、暴風域を伴った台風が日本の沿岸に接近しているときには、臨時情報として午後9時の予想(沿岸)も発表しています。

波浪の状況はこちらからどうぞ。[沿岸の波浪](#)

波浪の予想(沿岸):9月17日午前9時(9月16日午後4時頃発表)



[沿岸波浪図利用上の注意]

- 波の高さを等波高線で示しています。等波高線は、1メートルごとの実線と0.5メートルごとの破線(4メートル未満の領域のみ)を表示しています。
- 波の高さは「有義波高」で示しています。「有義波高」の解説はこちらからどうぞ。[\(解説\)](#)
- 実際の波には、有義波よりも高い波が含まれているので注意が必要です。

(気象庁ホームページ 気象統計情報 沿岸予測より)

4) 計測管理値および通行規制

下記に示す管理レベルを設定し、各管理レベルに達した場合には速やかに対応策を講じる。
 なお、表5.5及び表5.6に示す管理レベル及び通行規制の基準は暫定2車線供用時と同じレベルを採用している。

表5.5 計測管理レベル（暫定2車線供用時と同レベル）

1次管理値	<ul style="list-style-type: none"> 計測頻度を増す。 関係者および関係機関へ連絡する 今後の予測および対策工の検討を実施する。
2次管理値	<ul style="list-style-type: none"> 対策工の準備および通行止めの準備を行なう。
管理基準値	<ul style="list-style-type: none"> 通行止めを行なうとともに、本復旧工事を中止し、対策工を行なう。

表5.6 計測管理レベルと通行規制

計測管理レベル	計測データ	計測データ		通行規制
		鋼矢板天端の水平変位	路盤沈下	
通常時	0次	- (-)	- (-)	通常運行
異常時	1次	30mm (30mm)	15mm (15mm)	通常運行
	2次	48mm (48mm)	25mm (25mm)	通行止めの準備
	基準値	60mm (60mm)	30mm (30mm)	通行止め

括弧内は暫定2車線供用時の値

また、表5.7に示す各項目についてはこれらの変状が確認された場合、安全性について検討を行い、関係機関との技術協議を行なう。

表5.7 計測管理レベル

確認方法	項目	変状
目視	消波工	大きなくずれ・沈下，または流失の有無の確認
	根固め工	大きなくずれ，または落下の有無の確認
	鋼矢板天端のならば	鋼矢板の大きな倒れの有無

上記復旧構造の安全性確保の観点に加え、走行性の観点も含めて通行規制は図5.4のフローにより実施する。

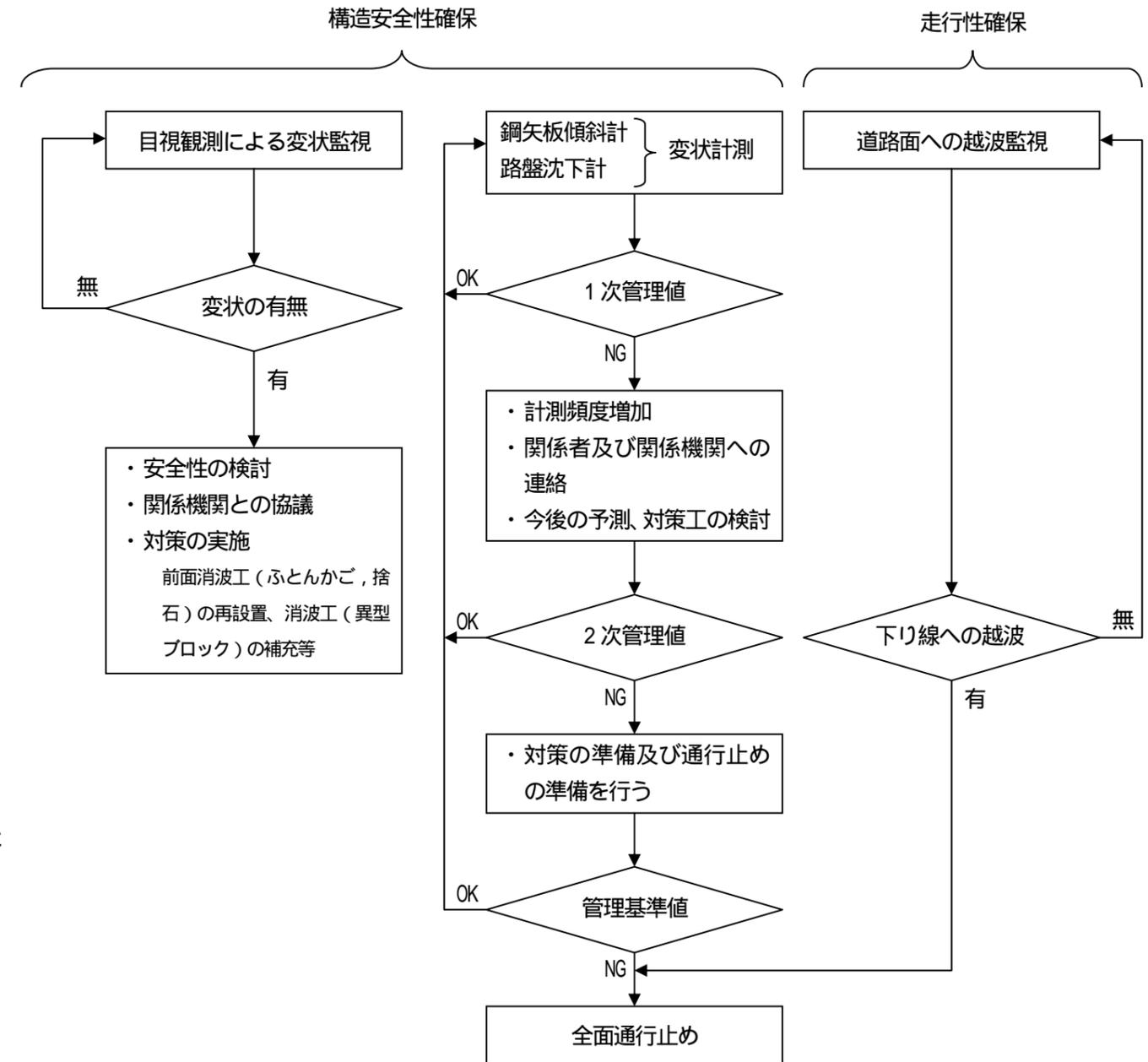


図5.4 管理計画フロー（案）

【参考：吸出し防止工比較表】

	鋼矢板（重防食）	鋼管矢板（重防食）	コンクリート矢板	ソイルセメント地中連壁	地盤改良	場所打ち柱列杭
概要図						
施工方法	ウォータージェット併用パイプロ工法	ウォータージェット併用パイプロ工法	プレボーリング先行穿孔＋ウォータージェット併用パイプロ工法	原位置混合攪拌方式 (N値に応じたオーガーを選定する)	高圧噴射攪拌方式（二重管方式） (N値に応じた改良径を選定する)	オールケーシング工法による場所打ち柱列壁
一体性	継手の噛み込みが外れない限り、矢板壁から土砂が吸い出される可能性は少ない。	継手の中詰を確実に行えば、矢板壁から土砂が吸い出される可能性は少ない。	矢板目地間の開きが生じる可能性があり、土砂の吸出しを防止するためにはグラウト注入等、継手の処理が必要。	各エレメントがラップするため、吸出し防止性（遮水性）に優れる。	改良体を確実にラップさせることができれば吸い出し防止効果は十分に期待できる。	コンクリート杭を確実にラップさせることができれば吸い出し防止効果は十分に期待できる。
長期安定性	重防食等の腐食対策が必要となる。 前面洗掘を受けた場合、背後土圧がかからないようにするため、海側に大きく張り出した位置に打設する必要がある。	重防食等の腐食対策が必要となる。	矢板目地間の開きが生じなければ問題ない。	前面の洗掘により背面土圧が生じた場合に備え、芯材による補強を行なうとともに、改良体の強度を確保しておけば問題ない。	問題ない。	問題ない。
施工性	実績も多数あり、施工上は問題ない。 N値が極めて大きな場合(N値>80)にはウォータージェット併用のみでは施工困難になる可能性があり、その際はプレボーリング工法併用になる。	実績が多く、施工上は問題ない。 N値が極めて大きな場合(N値>80)にはウォータージェット併用のみでは施工困難になる可能性があり、その際はプレボーリング工法併用になる。	陸上道路擁壁等で実績が多数あり、施工上は問題ない。 N値が大きくウォータージェット併用のみでは施工困難。プレボーリング工法による先行穿孔を併用する。	実績が多く、施工上は問題ない。	実績が多く、施工上は問題ない。 他案に比べ大きな重機が不要なため、作業スペースが少ない。	硬質地盤での対応が可能であるが、施工速度が遅く複数セットの同時施工が必要。 土中に残置されている消波ブロック等の除去が同時に可能。
周辺環境への影響	騒音振動規制法の適用になるが、対応は可能。	騒音振動規制法の適用になるが、対応は可能。	騒音振動規制法の適用になるが、対応は可能。	セメント混じり濁水が周囲に流れ出ないようにする必要がある。 周辺漁業関係者等との協議が必要。	セメント混じり濁水が周囲に流れ出ないようにする必要がある。 周辺漁業関係者等との協議が必要。	セメント混じり濁水が周囲に流れ出ないようにする必要がある。 周辺漁業関係者等との協議が必要。
実績	港湾工事における護岸や、樋門構造物周囲の止水壁等で実績が多数ある。 腐食対策は重防食、電気防食があり、いずれも実績が多数ある。	港湾工事では岸壁等で多数の実績がある。 腐食対策は重防食、電気防食があり、いずれも実績が多数ある。	陸上道路擁壁、河川護岸等で実績が多数あるが、砕波帯や洗掘地域での実績は少ない。	山留め壁や遮水壁としての実績は多数ある。	地盤改良としての実績は多数ある。 吸い出し防止を目的として施工された事例は未確認。	被災前の構造にもモルタル柱列壁が使用されている。
適用性	吸出し防止機能及び施工性は適しているが、 長期には腐食対策が必要である。	吸出し防止機能及び施工性は適しているが、 長期には腐食対策が必要である。	矢板間の目開き等、変形追随性劣る。 また、硬質地盤に対する施工性が劣る。	吸出し防止機能及び施工性は適している。	吸出し防止機能について現位置攪拌に比べて改良体にムラが生じる可能性がある。	吸出し防止機能について 確実なラップが確保できれば、長期安定性は最も高い。