

第1回 北上川等堤防復旧技術検討会

調査・検討の内容

平成23年4月14日

国土交通省 東北地方整備局

1. 検討内容

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃) により被災した東北地方整備局管内堤防において、今後の本復旧を円滑に推進できるように、大規模被災区間 (主に緊急復旧区間) 堤防を対象に中間報告 (第 2 回検討会: 5 月 6 日予定) までに次の事項を明らかにする。

◇地震被災

被災堤防の主要因を特定し、本復旧工法についての基本的考え方、方針を提示する (復旧区間、工法)。

◇津波被災

津波越流により流出・変状した堤防被災の実態から、本復旧工法についての基本的考え方、方針を提示する (復旧区間、工法)。

◇堤防の残存機能

地殻変動 (地盤沈下) を考慮し、残存する堤防 (応急復旧状態) の機能評価の考え方・方法を検討し、出水期における堤防点検及び洪水予報基準等のあり方を提示する。

また、追加調査、堤防開削調査結果等を踏まえ、被災メカニズムを明確にし、上記のブラッシュアップと残された課題への対応方針を取りまとめ、最終報告とする。

1.1 被災メカニズムの検討

主として緊急復旧区間を対象に、本復旧工法との整合性を意識し、被災の主要因を 5 つのタイプ (①基礎地盤の液化化によるもの、②閉封飽和域 (堤体土) の液化化によるもの、③上記の複合によるもの、④津波越流によるもの、⑤それ以外の要因によるもの) に分類する。なお、追加調査、開削調査、変形解析等を踏まえた被災メカニズムの解明については、中間報告以降とする。

◇地震動特性の影響評価 (地震動の継続時間、長周期成分)

- ・堤防に作用した地震動
- ・動的変形解析による評価

◇既往地震による堤防被災との比較

- ・旧地形、地盤、築堤履歴、堤防形状及び材料
- ・堤防縦横断測量結果
- ・被災箇所別の状況、被災形態の特徴

◇既往対策工の効果

- ・平成 15 年宮城県北部を震源とする地震時等に対策された箇所の被災状況の把握

◇地震による堤防被災メカニズム

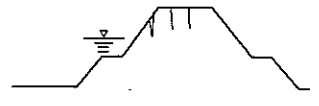

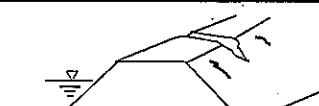

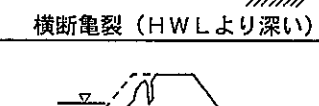
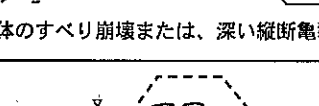
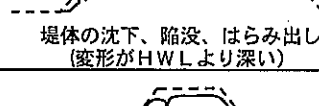
- ・閉封飽和域 (堤体土) 及び基礎地盤の液化化検討
- ・上記以外の特徴的な被害の確認
- ・無被災区間の説明
- ・静的変形解析、動的変形解析による評価

◇津波による越流、遡上による堤防被災の実態

- ・堤防構造と被災形態、津波高の整理
- ・地震による被災と津波による被災との分離
- ・津波による被災実態を分類 (堤防の線形と津波の集中等)

《参考》

堤防の被災形態分類 (地震)

	被災形態	残存機能
I	 縦断亀裂 (HWLより浅い)	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防天端全体に亀裂がある場合を除けば、堤防としての機能は概ね残っていると考えられる。 ・緊急性は低い。 ・切り返し等で緊急復旧できる。
II	 縦断亀裂 (HWLより深い)	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂の幅や深さの規模、位置を勘案して残存機能を判断する。 ・緊急性はやや高い。 ・堤防機能に応じて緊急対策は異なる。(仮締切または裏腹付け等)
III	 横断亀裂 (HWLより浅い)	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防天端全体に亀裂がある場合を除けば、堤防としての機能は概ね残っていると考えられる。 ・緊急性は低い。 ・切り返し等で緊急復旧できる。
IV	 横断亀裂 (HWLより深い)	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防としての機能は残っていない。 ・仮締切りを行って復旧する。 ・緊急性は高い。(緊急復旧まで時間を要する。)
V	 堤体のすべり崩壊または、深い縦断亀裂、陥没	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防としての機能は残っていない。 ・仮締切りを行って復旧する。 ・緊急性は高い。(緊急復旧まで時間を要する。)
VI	 堤体の沈下、陥没、はらみ出し (変形がHWLより深い)	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防としての機能は残っていない。 ・仮締切りを行って復旧する。 ・緊急性は高い。(緊急復旧まで時間を要する。)
VI'	 堤体の沈下、陥没、はらみ出し (変形がHWLより浅い)	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防としての機能は残っている。 ・緊急性は低い。
G	堤防本体以外の被災 <ul style="list-style-type: none"> ・樋管樋門 ・高水敷の亀裂、沈下 ・低水護岸の変形 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防機能には直接影響はないが、修復する必要がある。

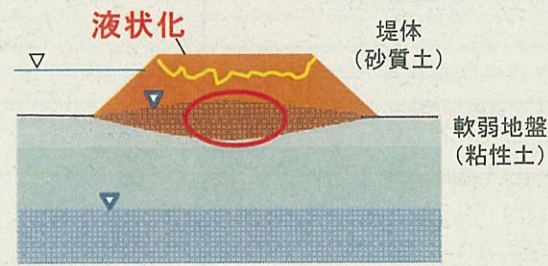
1.2 堤防復旧工法の検討

技術検討は、主として緊急復旧区間を対象として、被災の主要因を制御する復旧工法を基本とする。
今回の地震動を対象とし、再度災害防止を基本とする。

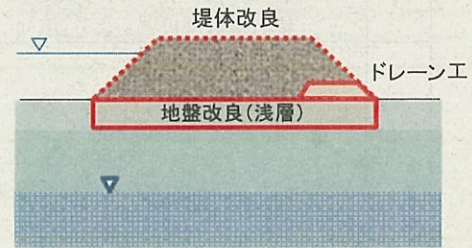
- ◇設計条件の設定
 - ・再度災害防止の目標
 - ・地震力、堤防条件等
- ◇本復旧工法
 - ・復旧区間
 - ・復旧堤防の確保すべき機能（今回地震動での変形許容の有無と程度、液状化しても被災しない）
 - ・被害要因、メカニズムを踏まえた工法選定と設計方法
- ◇河口部堤防の被災堤防の復旧工法
 - ・海岸堤防との整合性
 - ・被災要因に配慮した復旧工法（基礎地盤処理、堤体築堤）
 - ・追加すべき構造（のり肩部の強化等）
 - ・堤防の高さ、形状及び構造（原型または計画（津波高は考慮しない））

《参考》 堤防復旧工法のイメージ

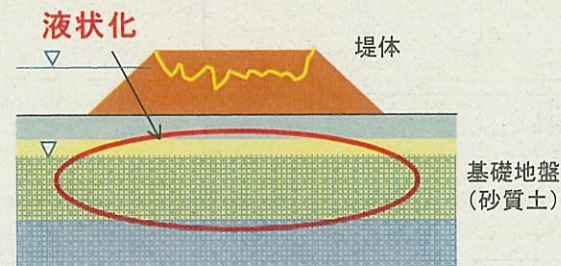
①閉封飽和域(堤体土)の液状化



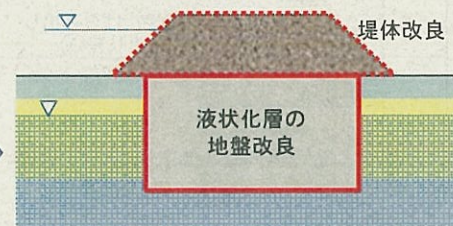
- 堤体改良: 盛土施工性確保(必要に応じて)
- 地盤改良: 軟弱地盤上の施工性確保
- ドレーン工: 堤体のたまり水を排水し液状化抑制



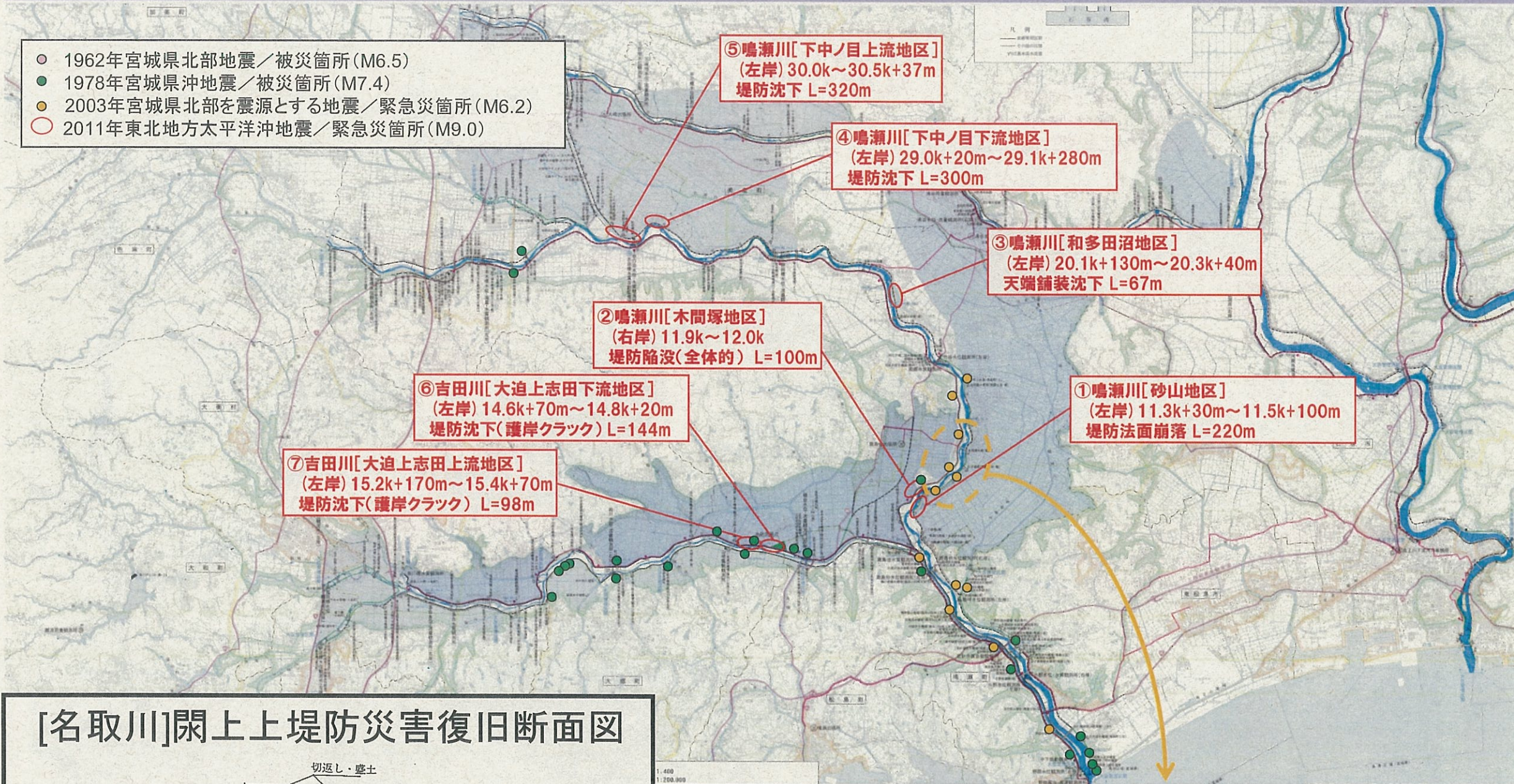
②基礎地盤の液状化



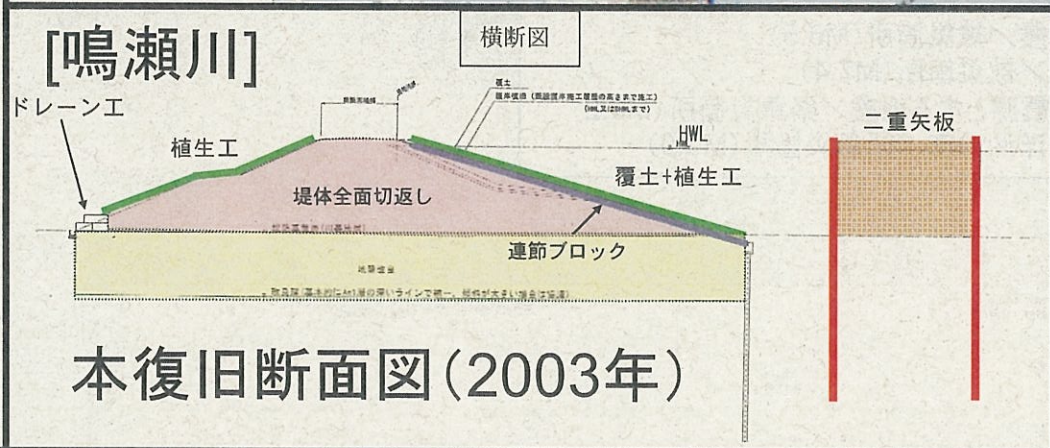
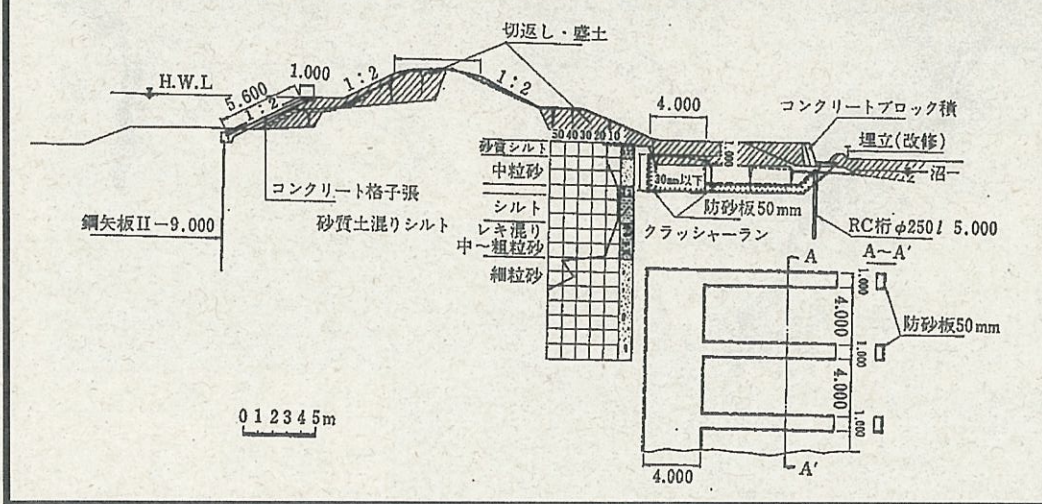
- 堤体改良: 盛土施工性確保(必要に応じて)
- 地盤改良: 液状化が発生したと想定される層の液状化抑制



《参考》既往地震による堤防被災箇所と既往対策の効果[鳴瀬川]

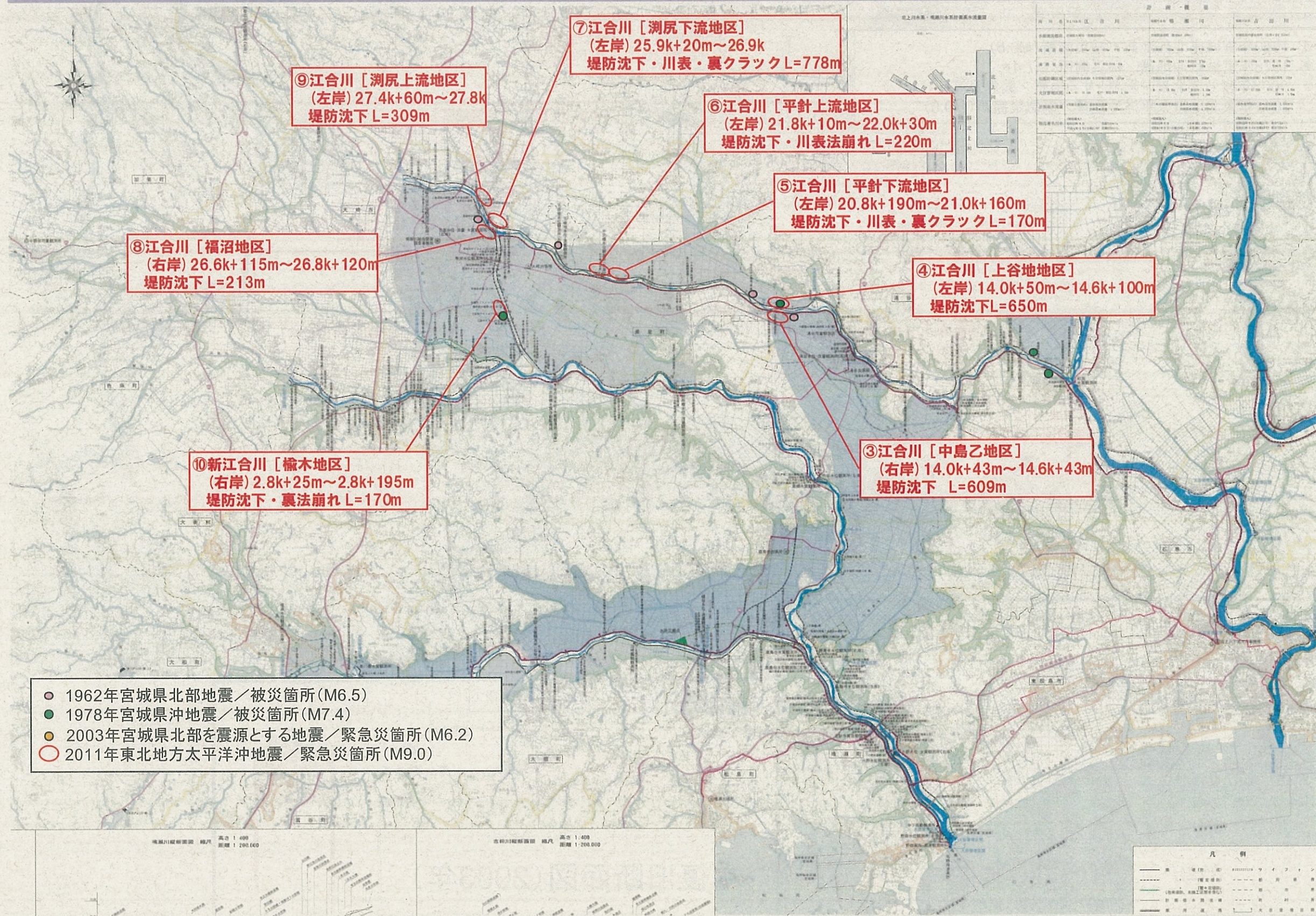


[名取川]閑上上堤防災害復旧断面図



A 例	
—	コンクリートブロック積
—	埋立(改修)
—	RC桁φ250/5.000
—	防砂板50mm
—	クラッシュアール
—	中粒砂
—	シルト
—	中一粗粒砂
—	細粒砂
—	砂質土混りシルト
—	コンクリート格子張
—	切返し・盛土
—	鋼矢板II-9.000
—	二重矢板

《参考》既往地震による堤防被災箇所と既往対策の効果 [北上川支川江合川・新江合川]



《参考》 基準水位の見直し

1.3 津波遡上の河川管理施設への影響検討

津波遡上により被災のあった横断構造物を対象に、被災の主要因、構造物の残存機能等を整理する。

- ◇被災のあった横断構造物の特定（北上大堰、阿武隈大堰等）
 - ・津波遡上区間、遡上水位の確認
 - ・遡上区間における河道の変化
 - ・地震外力、液状化の程度
 - ・津波外力、流体力
- ◇残存機能と対策工
 - ・堰、水門等の構造物等の被災の特徴
 - ・河道変化による堰、橋梁等横断工作物への影響確認（深掘れ、河岸接近等）
 - ・現存する構造物の機能（健全度）
 - ・対策工の必要性和工法

1.4 出水期の対応

地殻変動（地盤沈下）、堤防の応急復旧の状態での出水期を迎えるにあたって、残存堤防の機能（健全性）を評価し、洪水予報の基準水位をどの程度下げればよいかの方針、留意事項を得る。

- ◇応急復旧等の状態での残存堤防の機能の評価
 - ・津波による越流をした堤防の健全性をどう評価するか
 - ・応急復旧状態での堤防の健全性の評価(評価の考え方、方法)
- ◇地殻変動（地盤沈下）した河道の流下能力
- ◇上記を踏まえ、出水期における堤防の点検方法、洪水予報基準等の見直しの考え方
 - ・日常及び出水期点検の方法（見るべきポイント）
 - ・堤防機能、河道流下能力を踏まえた洪水予報基準の見直し（氾濫注意水位の見直し等）

1.5 とりまとめ

以下の3点について、とりまとめを行い、最終報告とする。

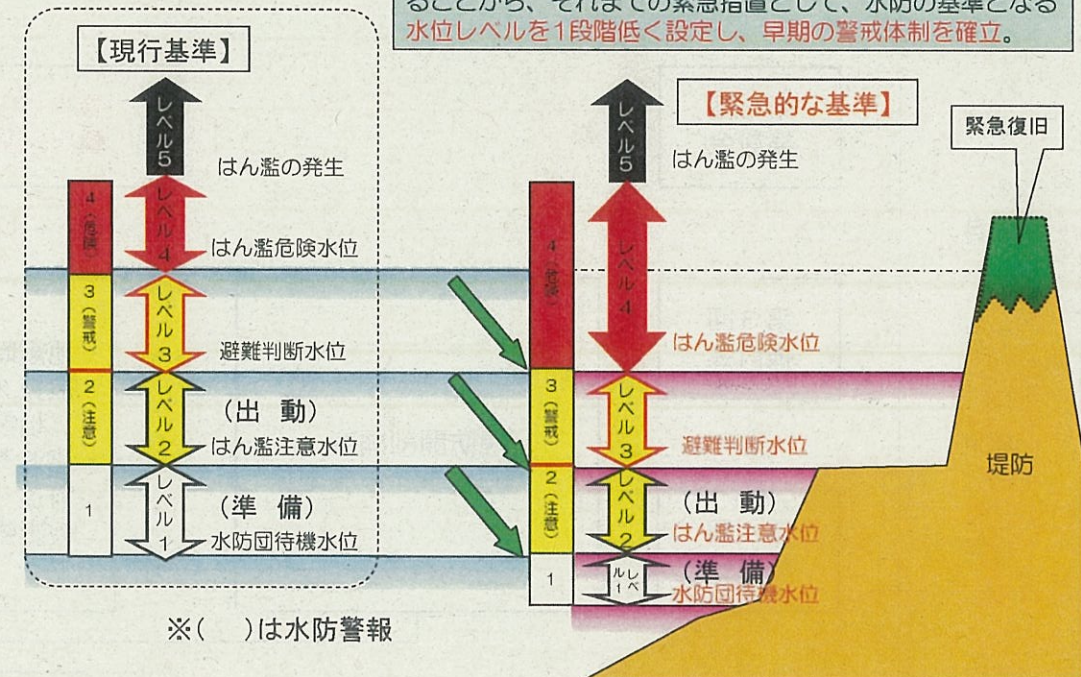
- ①堤防被災メカニズム（地震・津波）
- ②災害復旧工法の基本的考え方と工法
- ③課題と対応
 - ・地震・津波に配慮した河川堤防構造の基本的考え方（予防対策）
 - ・堤防モニタリング計画
 - ・その他

過去の事例

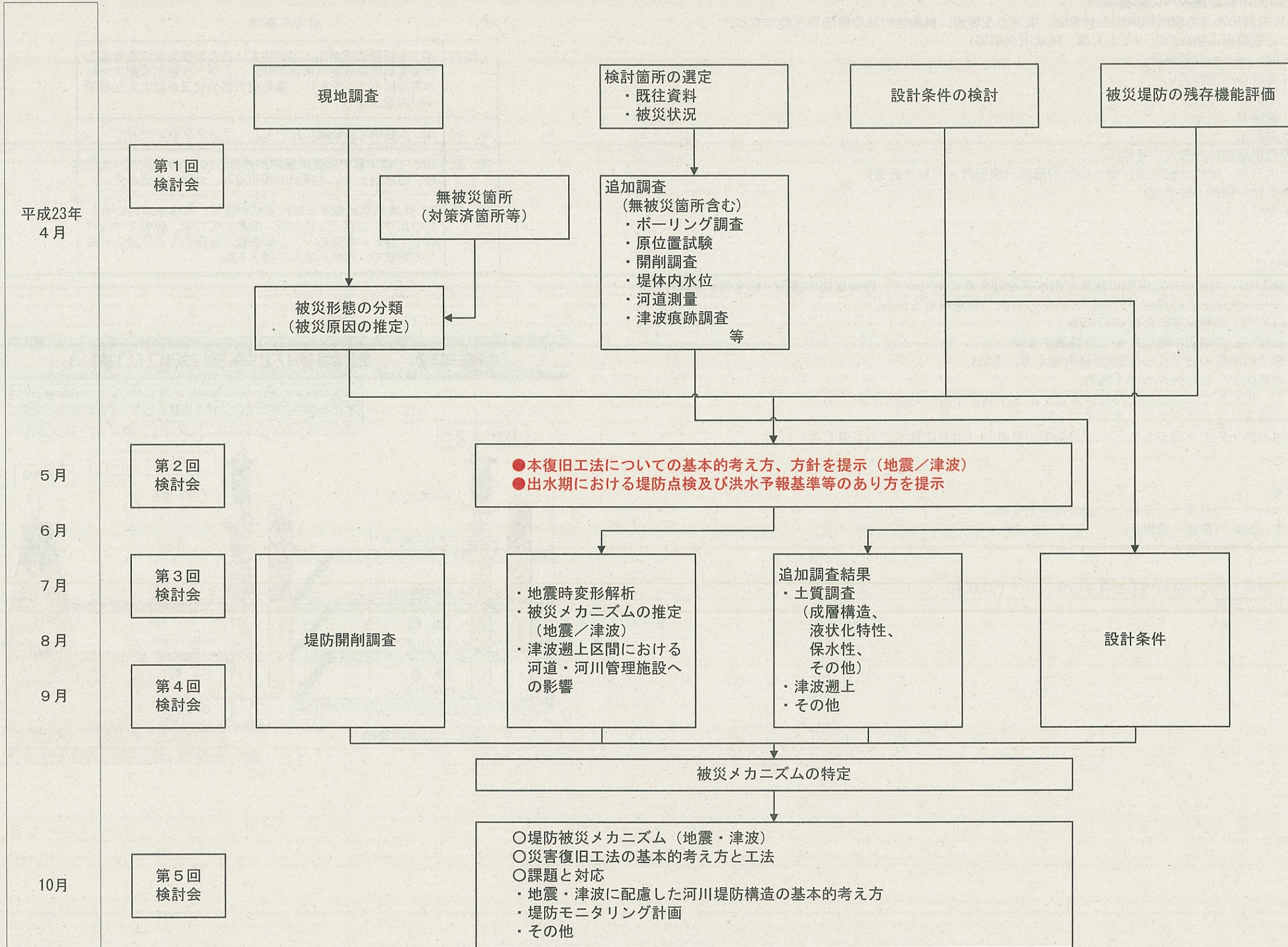
北海道	H15 十勝沖地震が出水期間中だったため被災状況を考慮した暫定水位を設定（別添参照）したが、次期出水期までに本格復旧を了したため、緊急復旧後の状況を踏まえた暫定水位の設定なし
東北	H15 宮城県北部地震において、1ランクダウンで対応
北陸	H16 中越地震で信濃川堤防が被災。10月の被災だったため、出水期までに本復旧が相当進み、水位は見直さず。
近畿	H17 兵庫県南部地震で淀川堤防が被災。本復旧が間に合わないため、仮盛土と鋼矢板二重締切を実施。仮盛土では対応不十分との認識の一方、鋼矢板二重締切ならば対応可能との認識で、水位見直し不要と判断。

《参考》 緊急的な基準水位の導入

地震・津波により堤防の機能が低下していることが懸念されることから、それまでの緊急措置として、水防の基準となる水位レベルを1段階低く設定し、早期の警戒体制を確立。



1.6 検討フロー

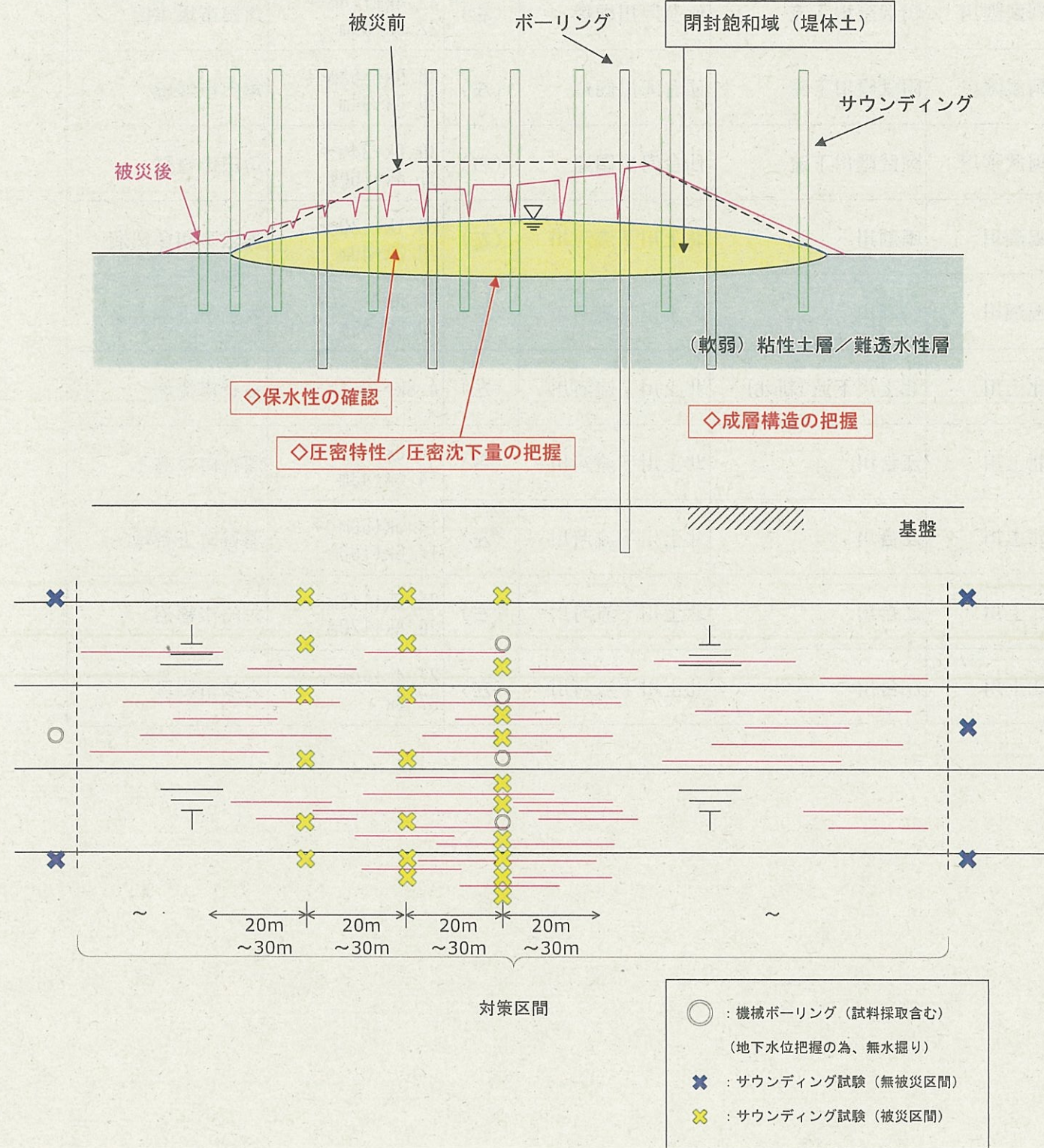


2. 追加調査方法の提案

2.1 閉封飽和域の液状化による区間

築堤荷重による圧密によって堤体が沈下し、閉封飽和域の液状化によって被災を生じた箇所については、被災区間内で最も大きく変状している断面において機械ボーリングを実施する（室内試験のための試料採取を含む）。機械ボーリング実施断面においては、横断面方向に閉封飽和域の概形（被災形状下端を含む）把握を目的としてサウンディングを実施する（変状が卓越している箇所については密に実施する）。

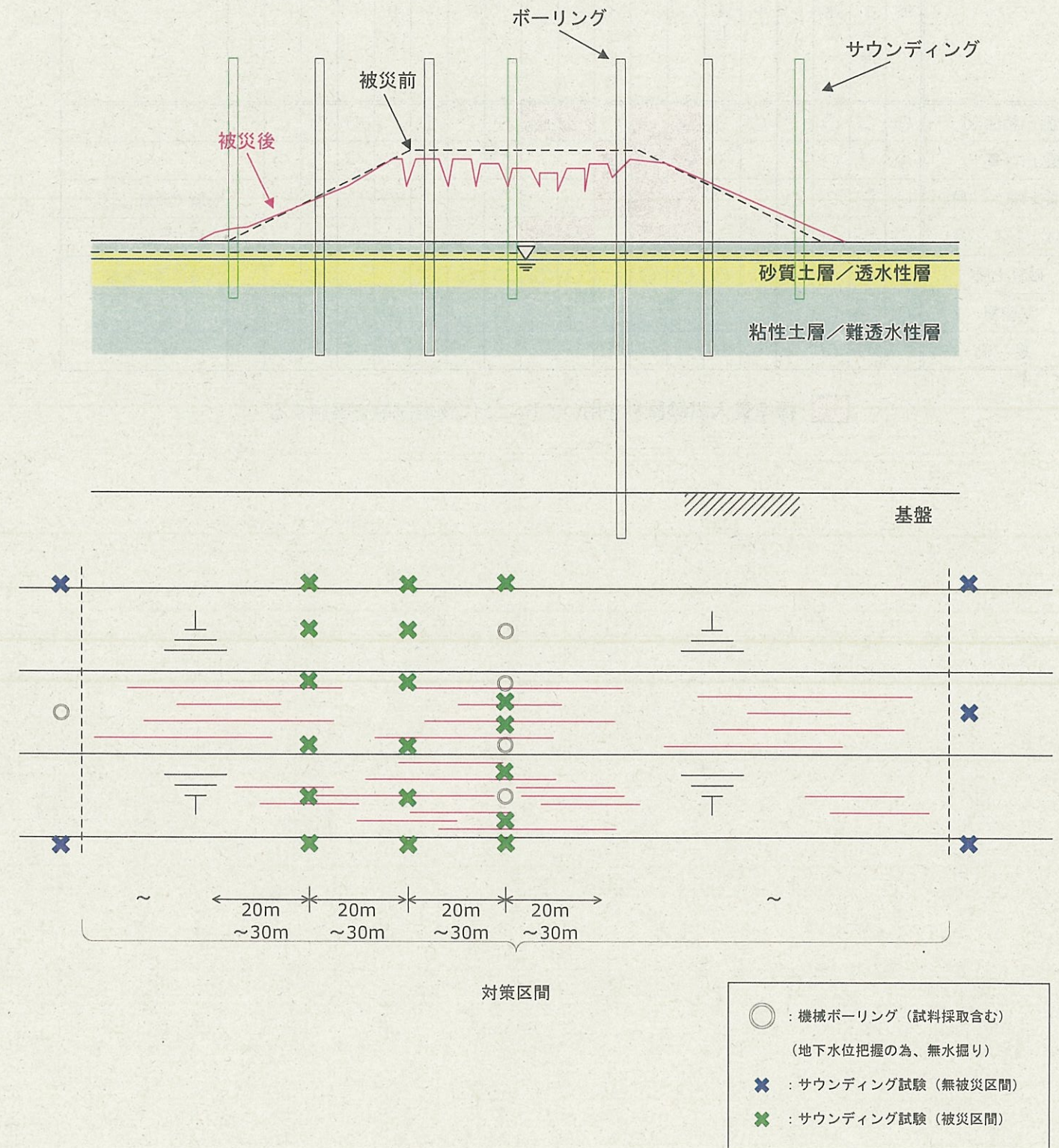
また、堤防縦断面方向に、機械ボーリング実施断面から対策区間両端方向へ20m~30m間隔でサウンディングを実施し、併せて、対策区間両端の無被災箇所において、サウンディングを実施する。



2.2 基礎地盤の液状化による区間

基礎地盤の液状化によって被災を生じた箇所については、被災区間内で最も大きく変状している断面において機械ボーリングを実施する（室内試験のための試料採取を含む）。機械ボーリング実施断面においては、横断面方向にサウンディングを実施して、基礎地盤砂層の連続性を把握する。

また、堤防縦断面方向に、機械ボーリング実施断面から対策区間両端方向へ20m~30m間隔でサウンディングを実施し、併せて、対策区間両端の無被災箇所において、サウンディングを実施する。



2.3 実施する室内試験等(案)

地層	原位置試験				試料採取		室内土質試験											備考										
	N値 (1m毎)	PS 検層 (1m毎)	密度 検層 (連続)	現場 透水	シン ウオ ール	三重 管 (砂質 土)	物 理					力 学				動 的												
							土 粒 子 密 度	含 水 比	粒 度 (フル イ)	粒 度 (沈 降)	液 性 ・ 塑 性	湿 潤 密 度	圧 密	三 軸 (UU)	三 軸 (CU B)	室 内 透 水	動 的 変 形		液 状 化	動 的 強 度								
盛土(粘性土)	○	○	○		○		○	○		○	○	○		○		○		○										
盛土(砂質土)	○	○	○			○	○	○	○		○					○		○	○	○	○							
砂質土層(2~3層)	○	○	○	○		○	○	○	○		○					○		○	○	○	○							各層で実施
粘性土層(1~2層)	○	○	○		○		○	○		○	○				○		○		○		○							各層で実施
砂質土層	○	○	○			○	○	○		○	○				○		○		○		○							代表箇所での実施
基盤層	○	○	○				○	○	○		○						○											
基盤	○	○	○																									

■:標準貫入試験試料を用いて1mごとに物理試験を実施する

2.4 追加調査対象箇所

被災規模が大きく、被災主要因(基礎地盤の液状化、閉封飽和域の液状化、複合)が異なると考えられる、下表に示す箇所、提案追加調査を想定している。

追加調査実施対象箇所候補

水系名	河川名	事務所名	箇所		市町村
阿武隈川	阿武隈川下流	仙台河川国道	(右)	22.4k+174m~ 22.6k+59m	角田市坂津田
阿武隈川	阿武隈川下流	仙台河川国道	(左)	28.6k+368m~ 29.0k+94m	角田市野田
阿武隈川	阿武隈川下流	仙台河川国道	(右)	30.6k+34m~ 31.4k+160m	角田市枝野
鳴瀬川	鳴瀬川	北上川下流河川	(左)	20.1k+130m~ 20.3k+40m	美里町和多田沼
鳴瀬川	鳴瀬川	北上川下流河川	(左)	30.0k~ 30.5k+37m	大崎市下中ノ目
北上川	北上川下流(新北)	北上川下流河川	(左)	4.8k~8.2k	石巻市橋浦
北上川	江合川	北上川下流河川	(右)	14.0k+43m~ 14.6k+43m	涌谷町中島乙
北上川	江合川	北上川下流河川	(左)	14.0k+50m~ 14.6k+100m	涌谷町上谷地
北上川	江合川	北上川下流河川	(右)	26.6k+115m~ 26.8k+120m	大崎市福沼
北上川	江合川	北上川下流河川	(左)	27.4k+60m~ 27.8k	大崎市湊尻