

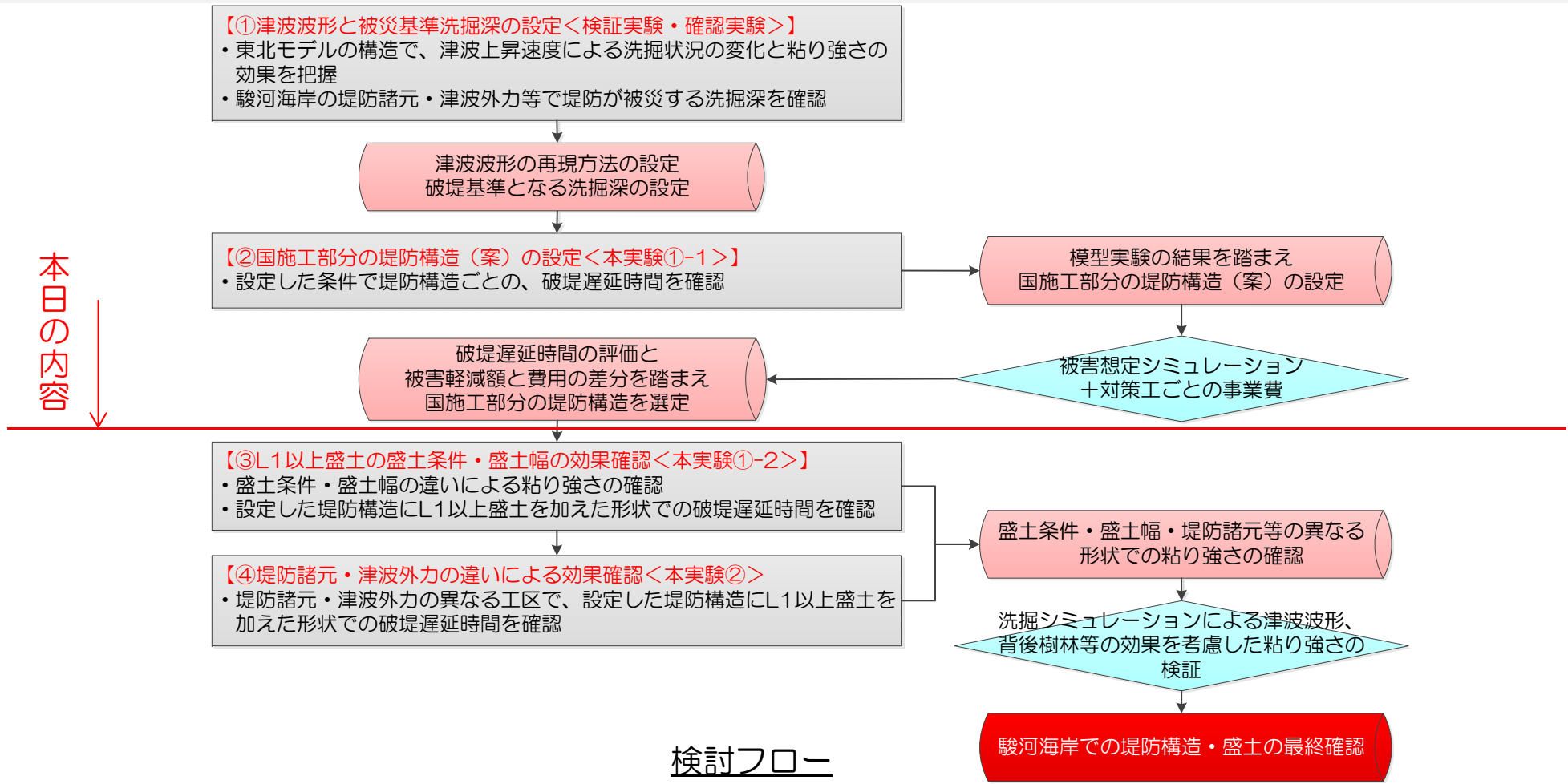
第3回 駿河海岸保全検討委員会 ～粘り強い構造の堤防模型実験について～

平成28年9月27日

国土交通省中部地方整備局
静岡河川事務所

1. 検討フロー

- ① 津波波形の違いによる影響と駿河海岸における一般的な粘り強い構造（東北モデル）の破堤遅延時間の確認、また、駿河海岸の堤防諸元・津波外力等で堤防が破堤する洗掘深を確認する。
 > 実験検討波形の設定と破堤基準となる洗掘深を設定する。
- ② ①で設定した波形・破堤基準を用いて、榛原・住吉・川尻工区の形状で堤防構造毎の破堤遅延時間を確認し、国施工部分の堤防構造（案）を設定する。
 > 実験結果を踏まえた被害軽減額と費用の差分により、最終的な堤防構造を選定する。
- ③ ②の堤防構造にL1以上盛土（盛土条件、盛土幅）を加えた、「国施工部分の堤防構造+L1以上盛土」の効果を確認する。
- ④ 上記より設定した国施工部分の堤防構造で、堤防諸元等の異なる焼津・大井川工区の形状について、「国施工部分の堤防構造+L1以上盛土」の効果を確認する。
 > 実験での確認結果を踏まえて洗掘シミュレーションによる付加要素（津波波形・背後樹林等）を考慮して最終的な堤防構造を確認する。



検討フロー

2.検討する堤防構造(案)

■検討する堤防構造(案) (国総研*の実験に基づく堤防構造)

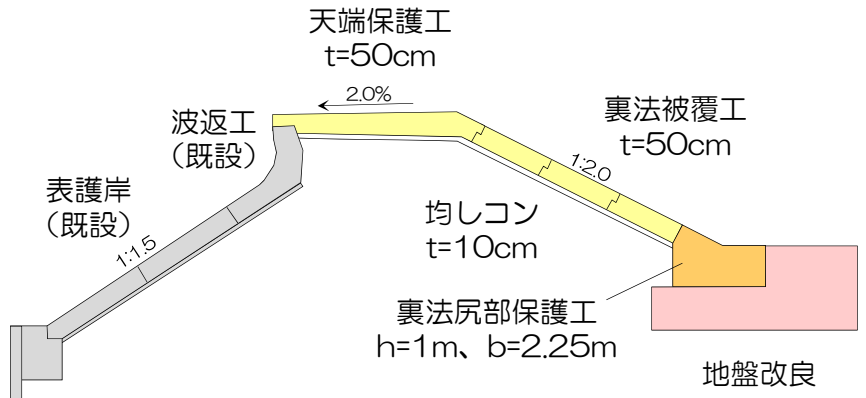
- ・粘り強い海岸堤防構造の基本形は、東北で施工実績もある国総研*の実験結果から決められた構造を基本とする。
- ・駿河海岸の越流水深・比高・想定越流時間は、仙台湾南部海岸の条件と比較すると小さいことから、駿河海岸に適した粘り強い海岸堤防の構造について実験により検討する。

仙台湾南部海岸と駿河海岸(T.P.+6.2m区間)の条件比較

	仙台湾南部海岸の条件 (国総研*の実験)	駿河海岸(T.P.+6.2m区間) の条件
天端幅	3.0m	3.0~4.0m
裏法勾配	1:2	1:1.5~1:2
越流水深	2.0m	0.5~2.0m
比高	5.0~6.0m	0.5~4.0m
想定越流時間	10分	1.5分
地盤	D50=0.5mm	砂礫 D60=0.19~13mm

粘り強い海岸堤防構造(案)の諸元

部位	構造	主な根拠
天端保護工	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート被覆 (t=50cm) とする¹⁾。 ・法肩の負圧対策として、法肩と一体構造とする¹⁾。 ・空気抜き対策として開孔を設ける²⁾。 ・天端幅は現況と同等とする。 ・勾配は2%とし、陸側へ勾配を付ける³⁾。 	1) 「粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造検討(第1報)」国総研 2) 仙台湾南部海岸での施工事例を参考に設定
波返工	<ul style="list-style-type: none"> ・東北の被災事例より、波返工は、津波の押波、引波に対する堤防の弱部となるとから、設置しないことを原則とする⁴⁾。 ・現況の波返工については、天端道路を波返工と同じ高さにし、補強する。 	3) 「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」、海岸保全施設技術研究会編、H16.6、P3-43
表護岸	<ul style="list-style-type: none"> ・現況のままとする。 	4) 「平成23年東北地方太平洋沖地震及び津波により被災した海岸堤防等の復旧に関する基本的な考え方」、平成23年11月16日、海岸における津波対策検討委員会
裏法被覆工	<ul style="list-style-type: none"> ・法勾配は2割を基本とする。 ・裏法被覆は、コンクリート被覆 (t=50cm) もしくは、噛み合せ構造のブロックとする⁴⁾。 ・浸透対策として均しコン(t=10cm)で遮水 	5) 「粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造検討(第2報)」国総研
裏法尻部保護工(裏法基礎工)	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎は国総研の実験諸元と同様、1m厚、幅2.25mの裏法と一体化した基礎工を基本とする。 	
地盤改良(洗掘防止工)	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤改良を基本とする⁵⁾。 	



国総研*の実験を基にした粘り強い海岸堤防の構造(案)

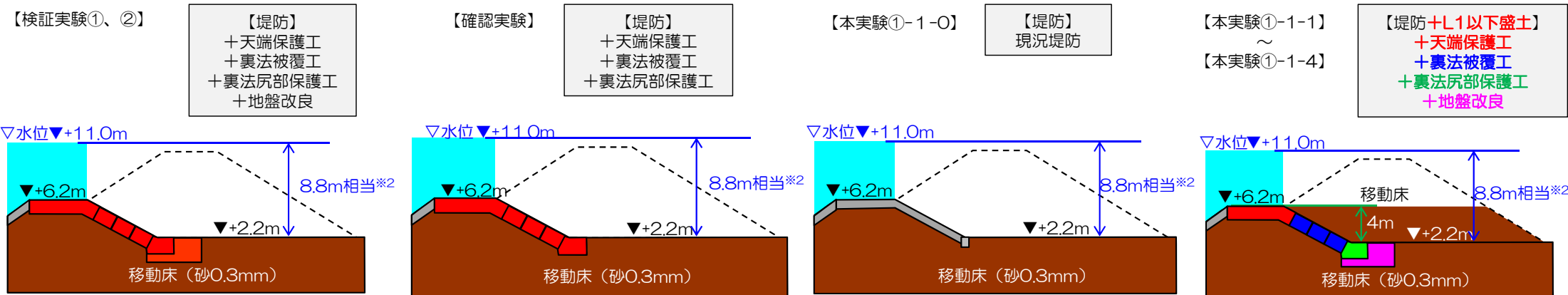
*国総研：国土交通省国土技術政策総合研究所の略称

3.実験ケース①

■検証・確認実験と国施工部分の検討実験（本実験①-1）の実験

	堤防形状	実験の目的		堤防形状	盛土条件	土質性状	越流水深
検証実験①	榛原工区 住吉工区 川尻工区	津波上昇速度による影響と粘り強い効果を把握	津波波形勾配の違いによる影響と一般的な粘り強い構造（東北モデル）での破堤※1に至るまでの時間を確認する	+天端保護工 +裏法被覆工 +裏法尻部保護工 +地盤改良	なし	-	1.5m相当※2 (津波波形：緩勾配)
検証実験②							1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
確認実験							1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
本実験①-1-0	堤防補強箇所の異なる構造別の破堤遅延時間を比較	比較基準として現況堤防の破堤遅延時間を確認	⇒一般的な粘り強い構造（東北モデル）と同等な破堤遅延時間を確保するために必要な堤防補強を設定	現況堤防	なし	-	1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
本実験①-1-1				+天端保護工	L1以下盛土 B=4.0m相当	砂0.3mm,含水比20% 締固め無し	1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
本実験①-1-2				+天端保護工 +裏法被覆工	L1以下盛土 B=4.0m相当	砂0.3mm,含水比20% 締固め無し	1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
本実験①-1-3				+天端保護工 +裏法被覆工 +裏法尻部保護工	L1以下盛土 B=4.0m相当	砂0.3mm,含水比20% 締固め無し	1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)
本実験①-1-4				+天端保護工 +裏法被覆工 +裏法尻部保護工 +地盤改良	L1以下盛土 B=4.0m相当	砂0.3mm,含水比20% 締固め無し	1.5m相当※2 (津波波形：急勾配)

※1 「破堤」については、裏法被覆工飛散、裏法尻部洗掘、天端保護工崩落、全流出等の事象を記録して判断
 ※2 L1以上盛土実施時の越流水深を確保した波形から想定される実際の越流水深（堤防天端から3.3m）

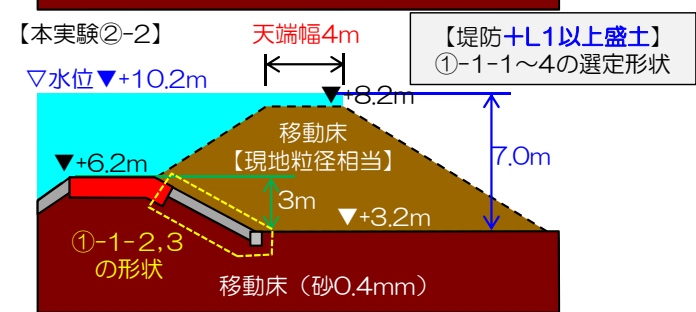
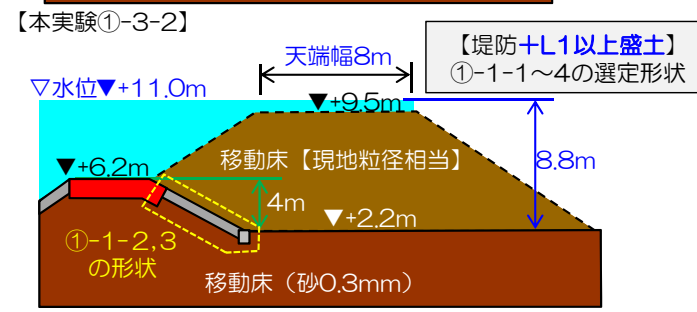
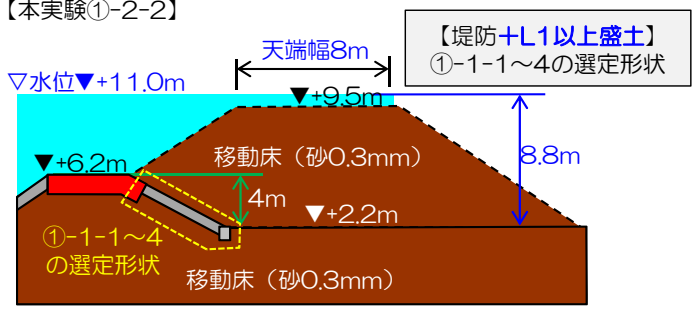
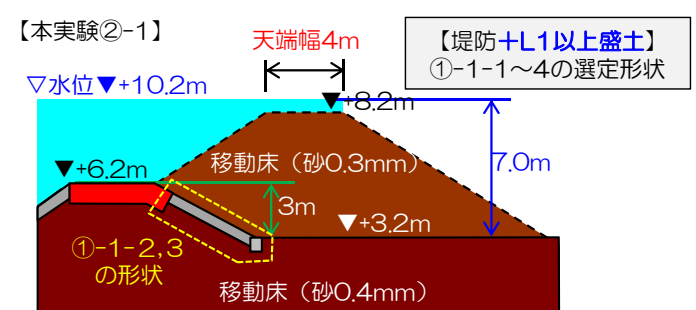
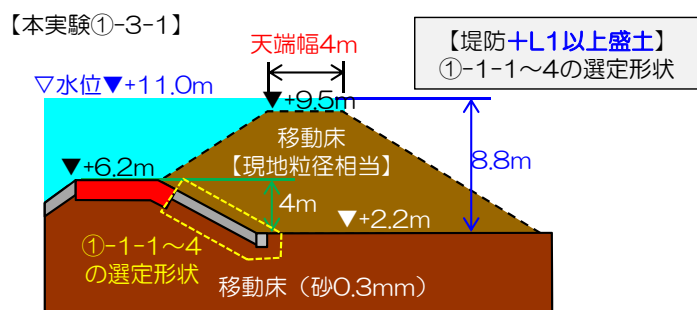
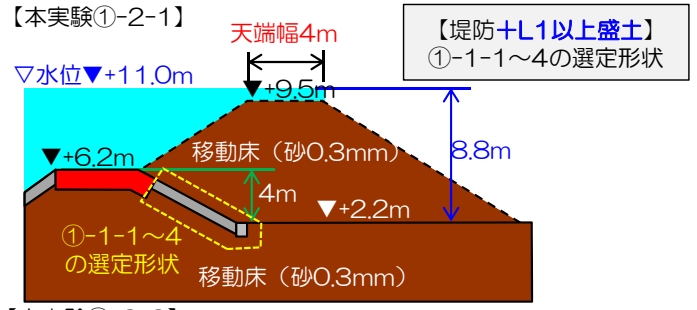


※2 L1以上盛土実施時の越流水深を確保した波形から想定される実際の越流水深（堤防天端から3.3m）

3.実験ケース②

■L1以上盛土の効果の確認実験（本実験①-2、①-3、②）の実験

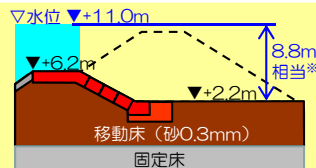
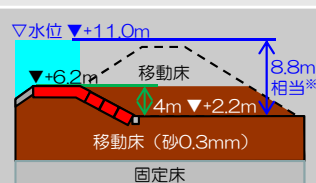
	堤防形状	実験の目的	堤防形状	盛土条件	土質性状	越流水深		
本実験①-2-1	榛原工区 住吉工区 川尻工区	盛土性状・盛土幅ごとのL1以上盛土を加えた破堤遅延時間の効果を把握	本実験①で設定した堤防形状+L1以上盛土【単一粒径(0.3mm)】を対象にL1以上盛土(4m、8m)の効果を確認	①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=4.0m	砂0.3mm 含水比20% 締固め無し	1.5m (津波波形：急勾配)	
本実験①-2-2				①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=8.0m	砂0.3mm 含水比20% 締固め無し	1.5m (津波波形：急勾配)	
本実験①-3-1				本実験①で設定した堤防形状+L1以上盛土【現地粒径相当】を対象にL1以上盛土(4m、8m)の効果を確認	①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=4.0m	現地粒径相当 含水比12.5% 締固め有り	1.5m (津波波形：急勾配)
本実験①-3-2					①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=8.0m	現地粒径相当 含水比12.5% 締固め有り	1.5m (津波波形：急勾配)
本実験②-1	大井川工区 焼津工区 (T.P.+6.2m区間)	条件の異なる工区における影響の把握	単一粒径(砂0.3mm)での大井川工区・焼津工区で最終案での破堤遅延時間を確認	①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=4.0m	砂0.3mm 含水比20% 締固め無し	2.0m (津波波形：急勾配)	
本実験②-2				①-1-1~4の実験結果より設定した堤防形状	L1以上盛土 B=4.0m	現地粒径相当 含水比12.5% 締固め有り	2.0m (津波波形：急勾配)	



4. 構造選定のための評価方法

■実験における構造別の堤防破堤までの時間と、その結果を踏まえた津波浸水シュミレーションによる被害軽減額、またその対策にかかる事業費の差分を比較し、東北モデルと同等の機能を有する堤防構造を設定する。

■L1以上盛土部分については、 $+\alpha$ の効果として堤防構造選定後にその効果を確認する。

	堤防構造	破堤遅延時間※1	津波浸水シミュレーションによる浸水被害軽減額	事業費	被害軽減額と費用の差分
検証実験	 <p>東北モデルの構造で駿河海岸を整備した場合</p>	3~5minを想定	●●億円	●●億円	●●
①-1-1	 <p>十天端補強</p>	〇〇~〇〇s程度	〇〇億円	〇〇億円	〇〇
①-1-2	 <p>十天端補強 +裏法被覆工</p>	△△~△△s程度	△△億円	△△億円	△△
①-1-3	 <p>十天端補強 +裏法被覆工 +裏法尻部保護工</p>	××~××s程度	××億円	××億円	××
①-1-4	 <p>十天端補強 +裏法被覆工 +裏法尻部保護工 +地盤改良</p>	□□~□□s程度	□□億円	□□億円	□□
①-2-1	 <p>①-1-2,3の形状</p>	①-1-1~4の結果から選定した形状 ◎◎~◎◎s程度	◎◎億円 (L1以上盛土の高さを段階的に変化させた条件での解析)	◎◎億円	◎◎

※1：堤防破堤までの時間は、最も危険側の評価となる堤防構造の一部の損壊が生じた場合とする。

5.破堤基準(案)

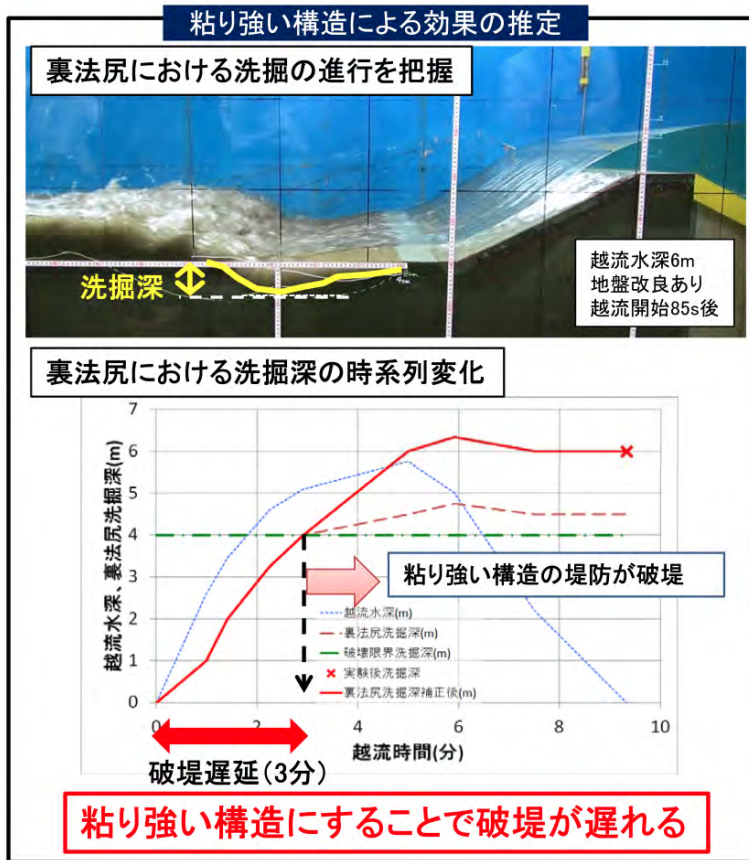
■第2回委員会後に、本実験実施にあたっての破堤基準(案)として、以下の2現象のどちらかが生じた時点破堤と判断するための基準として設定した。

【(基準1) 裏法尻の洗掘深による判断】

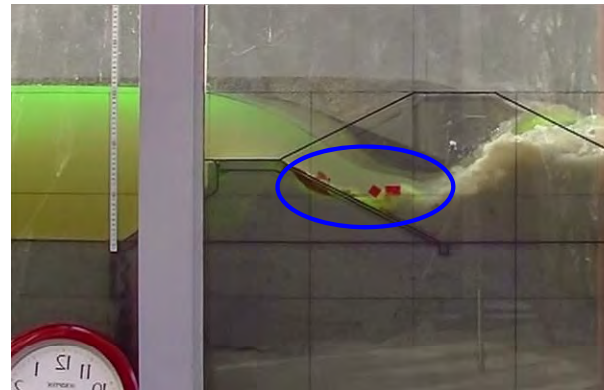
- ・堤防土圧の作用により堤防構造が保持できなくなる可能性が生じる、裏法尻における洗掘深が破堤限界洗掘深まで達した場合に破堤と判断(国土交通省資料を参考)

【(基準2) 堤防構造の損壊による判断】

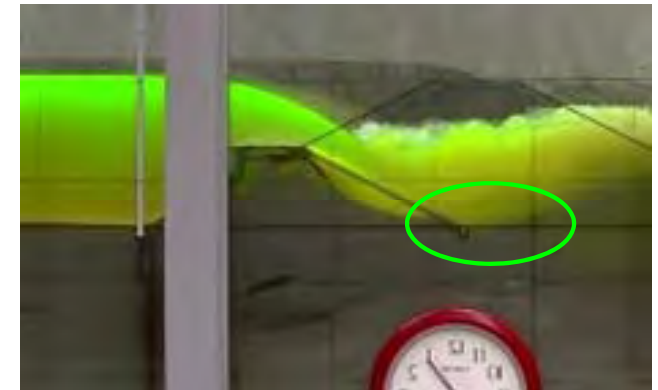
- ・堤防の変状が連鎖的に発生する要因となる堤防構造の一部に損壊が生じた場合に破堤と判断。



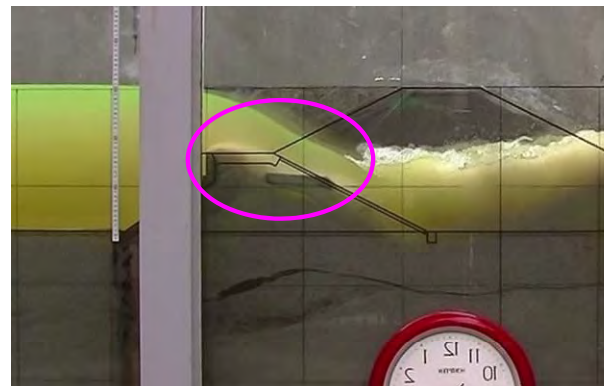
a) 裏法被覆工の飛散



b) 裏法尻部の崩壊



c) 堤防天端の崩落



発生現象	時間
a) 裏法被覆工の飛散	44秒 (3.7分)
b) 裏法尻部の崩壊	50秒 (4.2分)
c) 堤防天端の崩落	77秒 (6.4分)

締固め無し飽和状態の盛土状態での予備実験結果より

(基準1) 裏法尻の洗掘深による判断の事例

(基準2) 堤防構造の損壊による判断の事例

5. 破堤基準の設定

■ 検証実験や確認実験の結果等を踏まえ、破堤基準（案）の2現象について評価基準を見直し、本実験に用いる破堤基準を再設定した。

（基準1）最大洗掘深が4.0mに達した時間【国総研の検討事例】

- ・ 国総研で実施した東北モデルでの破堤基準であり、堤防諸元・津波外力が異なるため、評価の基準を見直し。

（基準2）堤防構造が被災した時間

- ・ 模型の精度や側面部（境界）の影響、また、組み合わせる構造や盛土の状況等により、損壊箇所や破堤時間が異なるなど、結果のバラツキが大きくなるため、評価の基準を見直し。

（基準3）確認実験で破堤が生じた洗掘深2.7m（基礎工底高から1.7m）に達した時間

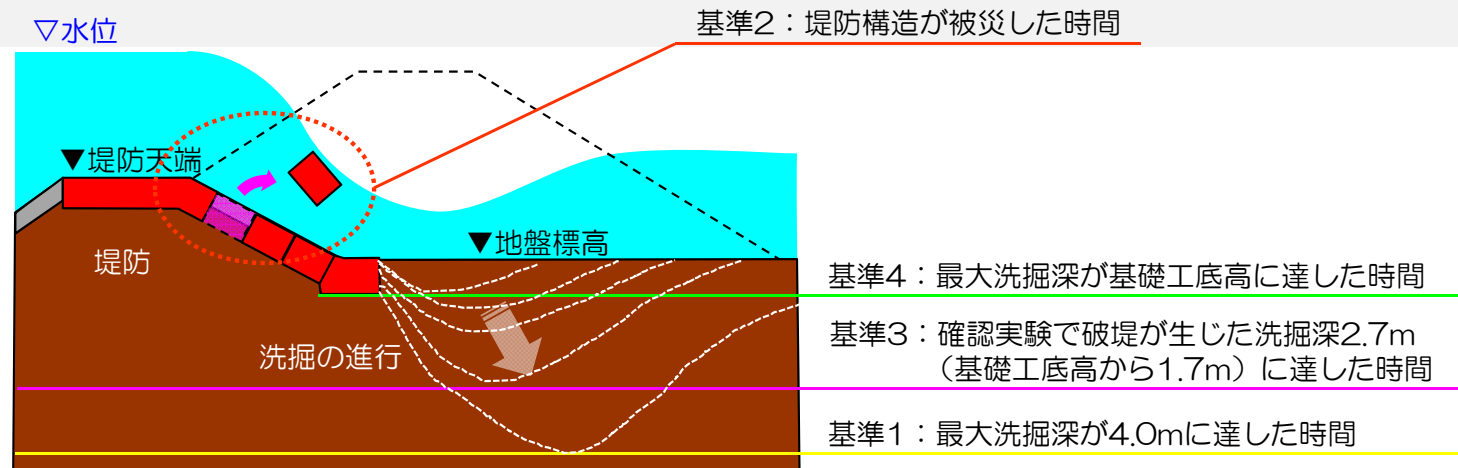
- ・ 検証実験結果を踏まえ、駿河海岸の堤防諸元・津波外力で、一般的な粘り強い構造（東北モデル）の地盤改良がない構造・L1以下盛土がない形状の確認実験を基準と設定し、堤防構造が被災した洗掘深（閾値）を評価の基準とする。

【基準1を駿河海岸に置き換え】

（基準4）堤防近傍の最大洗掘深が基礎工底高に達した時間

- ・ 基礎工の水平方向の支持力が低下し、基礎工が移動・流出するリスクが高まると想定して、基礎工底高までの洗掘を評価の基準とする。【最も厳しい基準】

➤ （基準3）と（基準4）の基準を用いて、幅を持った「洗掘深を用いた破堤時間」として堤防構造の破堤遅延時間を評価する。



各破堤基準のイメージ図

6.実験結果(検証実験の比較 [実験波形の決定])

■検証実験では、緩勾配・急勾配の2種類の津波波形を一般的な粘り強い構造形式の堤防に作用させ、洗掘箇所の経時変化を確認した。

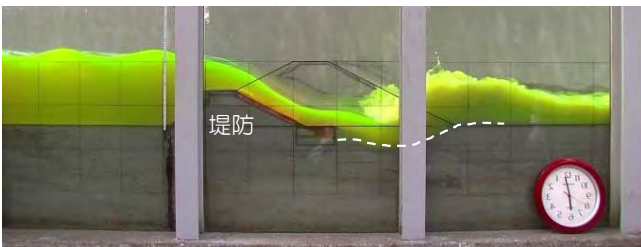
- 水位上昇速度の違いにより、越流開始初期の洗掘速度と最大洗掘深が異なる。
- 水位上昇速度が大きいほど洗掘に対して安全側の条件となる。

➤津波上昇速度により裏法の洗掘状況の違いが確認されたため、実験では想定される津波上昇速度の速い波形を用いる。

検証実験①：緩勾配波形（越流開始1min後）



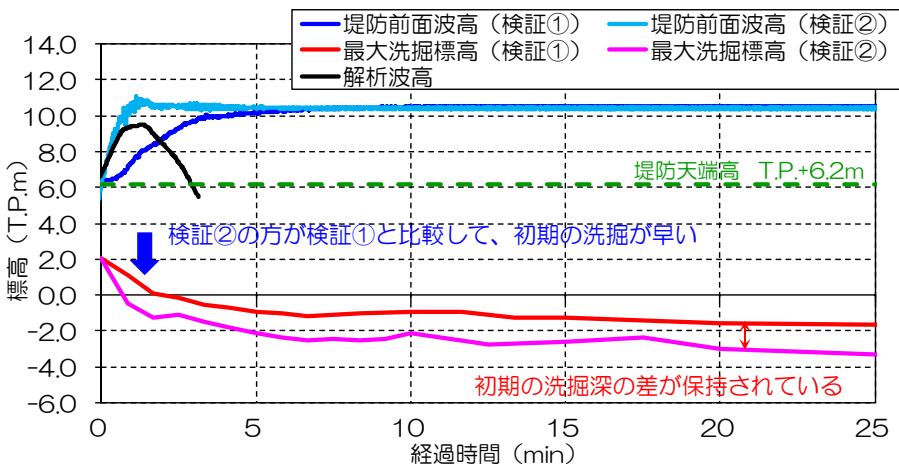
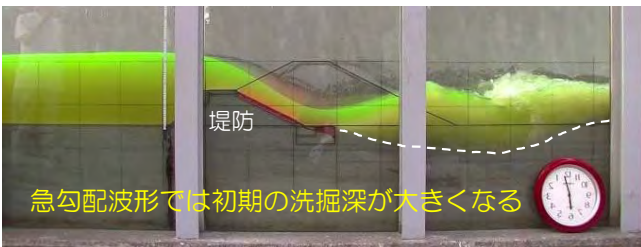
検証実験②：急勾配波形（越流開始1min後）



検証実験①：緩勾配波形（越流開始3min後）

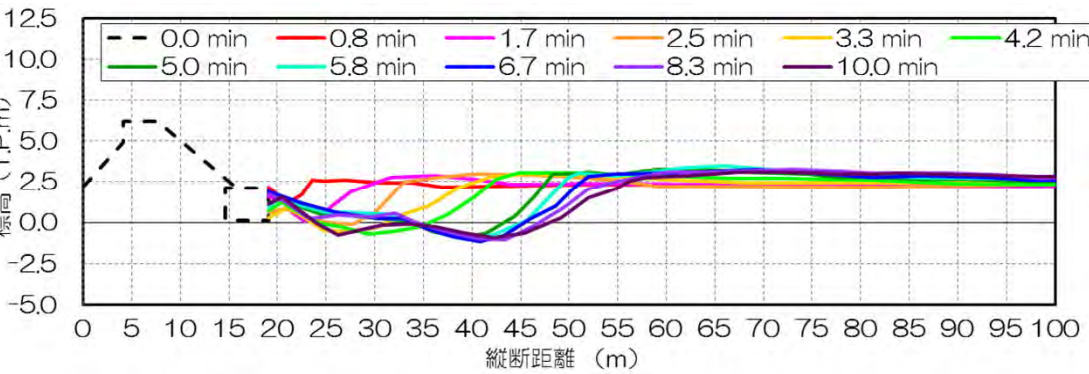


検証実験②：急勾配波形（越流開始3min後）

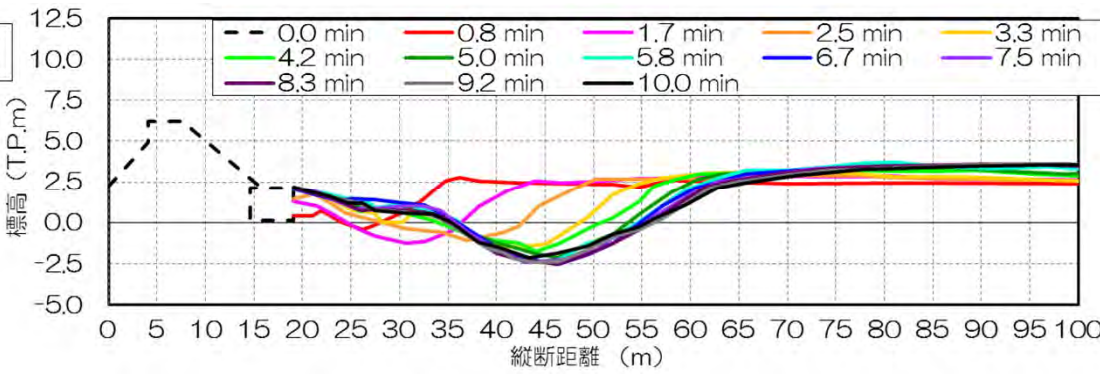


堤防前水位・最大洗掘深の経時変化

通水初期の洗掘状況



(検証実験①：緩勾配波形)



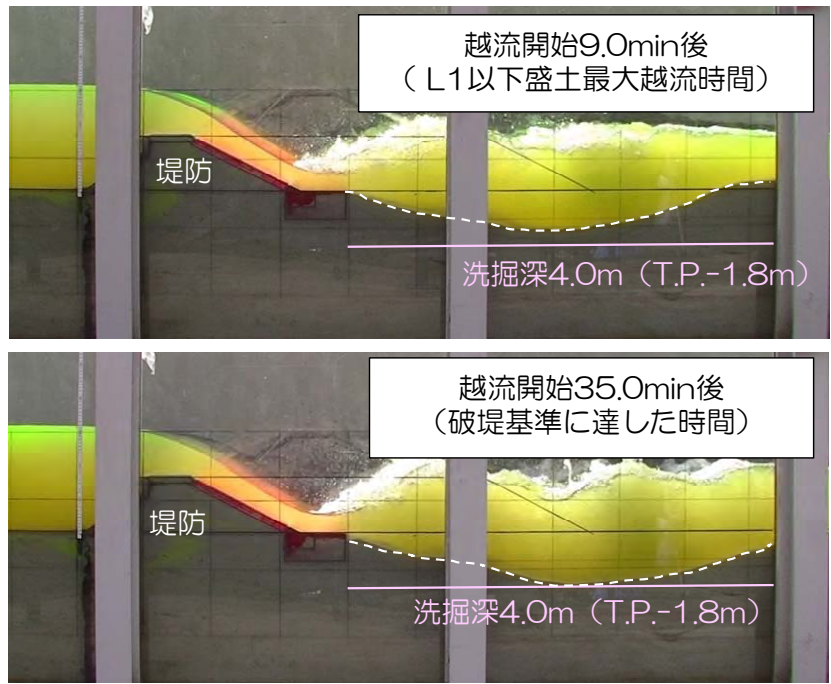
(検証実験②：急勾配波形)

実験初期洗掘形状の経時変化

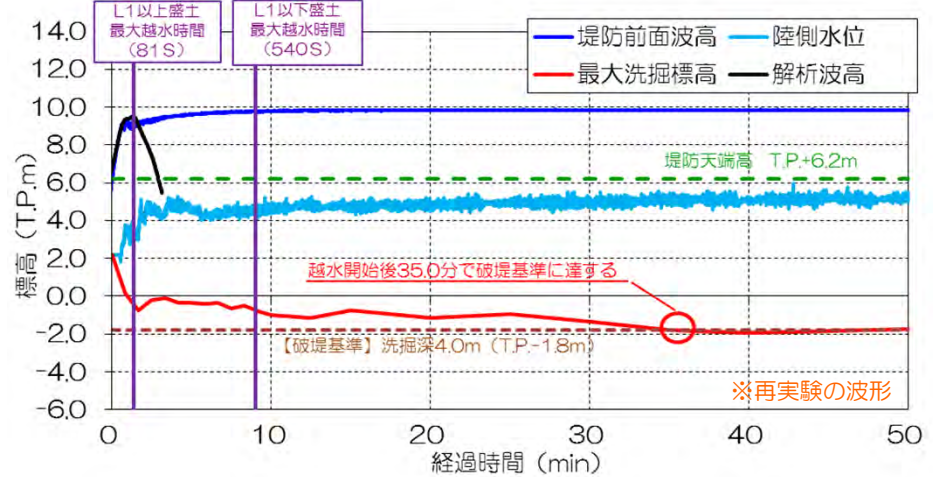
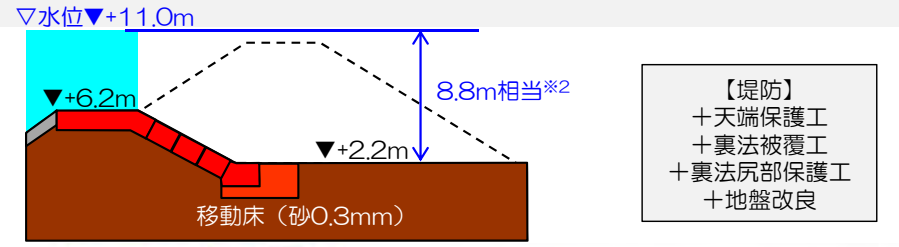
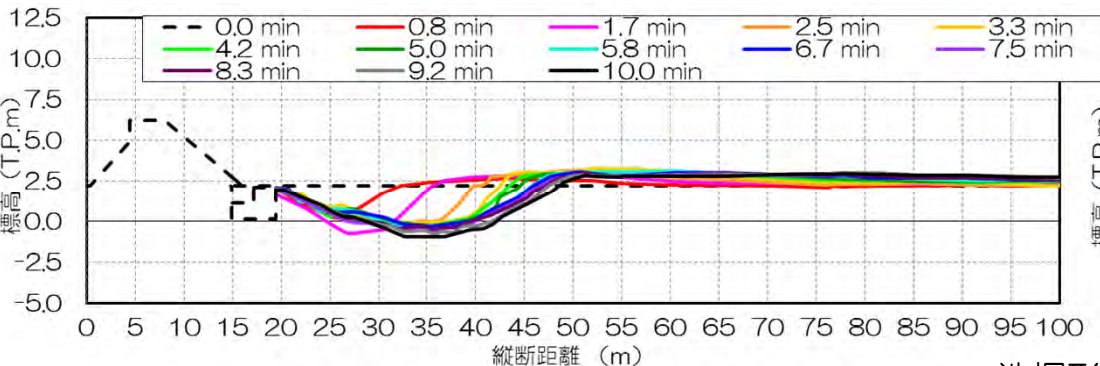
6. 実験結果(検証実験②) 【一般的な粘り強い構造(東北モデル)で駿河海岸の形状】

- 時間経過に伴い最大洗掘箇所が陸側に移動していき、段階的に洗掘範囲が拡大している。
- 地盤改良工の効果により、越流した流れが地盤面に対して水平方向に変化し根固部での極端な洗掘を軽減している。

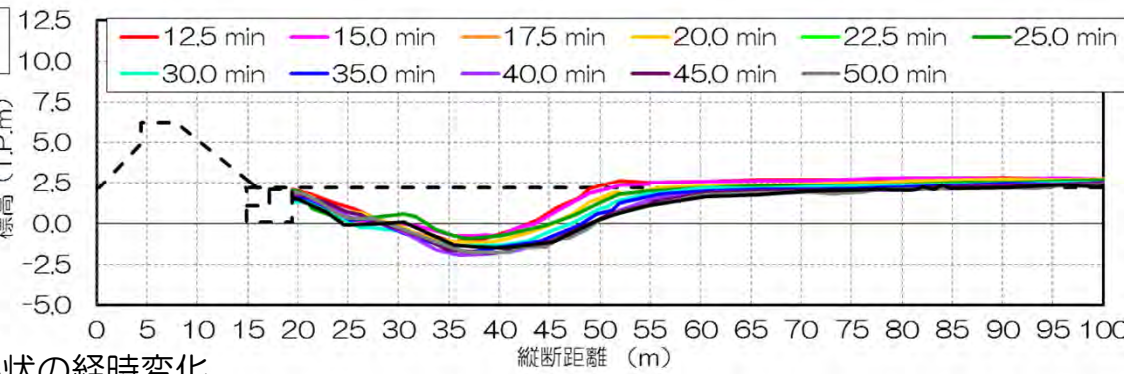
➤一般的な粘り強い構造(東北モデル)での実験は、堤防諸元・津波外力が異なることから、検証実験②においては破堤基準の洗掘深4m (T.P.-1.8m) に達したのは約35分と、東北モデルと同等の粘り強さ(3~5分を想定)に対し、大きく上回る結果となった。



各洗掘深ごとの河床形状



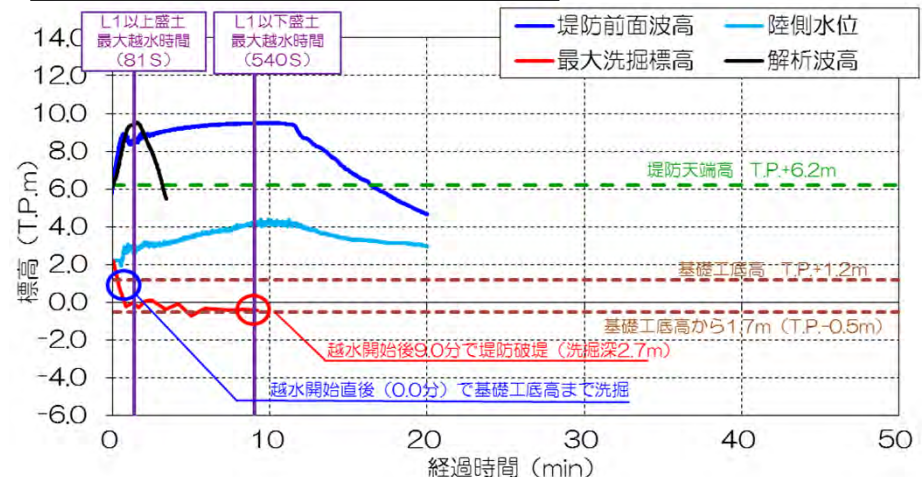
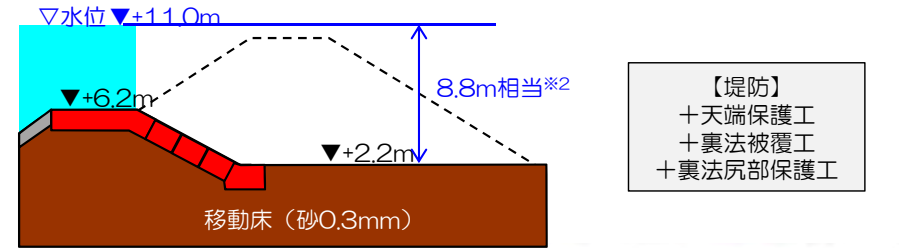
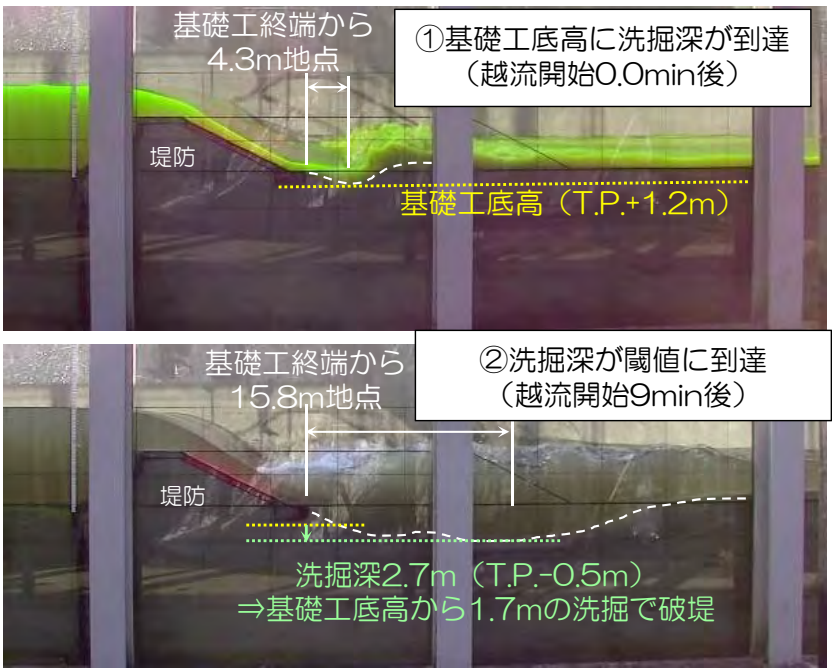
堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化



洗掘形状の経時変化

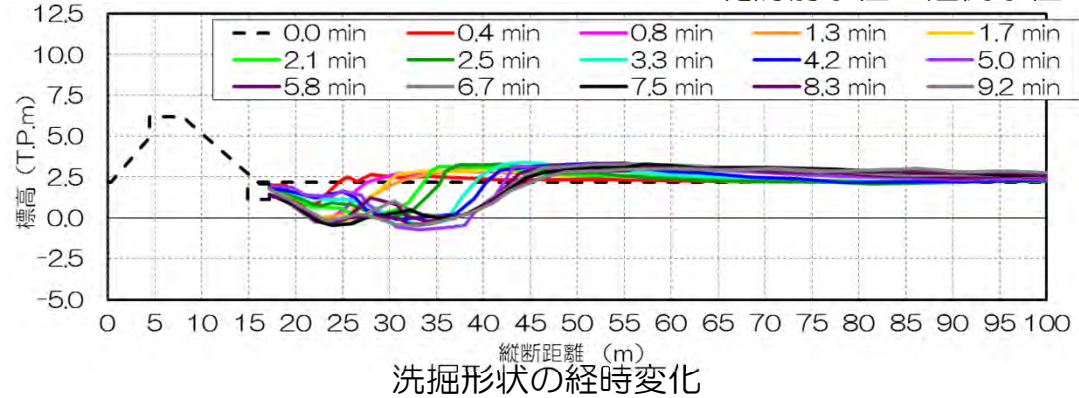
6. 実験結果(確認実験 [基準洗掘深の設定]) 【天端・被覆・法尻(L1以下盛土無し)】10

- 越流開始直後に基礎工底高 (T.P.+1.2m) まで洗掘深が達し、約9.0分後に模型上で堤防が損壊する。
- 越流開始初期段階では基礎工近傍での洗掘が卓越するが、時間経過に伴い洗掘箇所が陸側に移動している。
- L1以下盛土のない状態で、構造の破堤遅延時間を確認する実験において、基礎工底高からの洗掘深1.7mに達すると破堤したため、この洗掘深を破堤基準 (閾値) とした。
- L1以下盛土がないため基礎工底高までは0.0分後には洗掘され、洗掘深を用いた破堤時間は約0.0~9.0分となる。



堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化

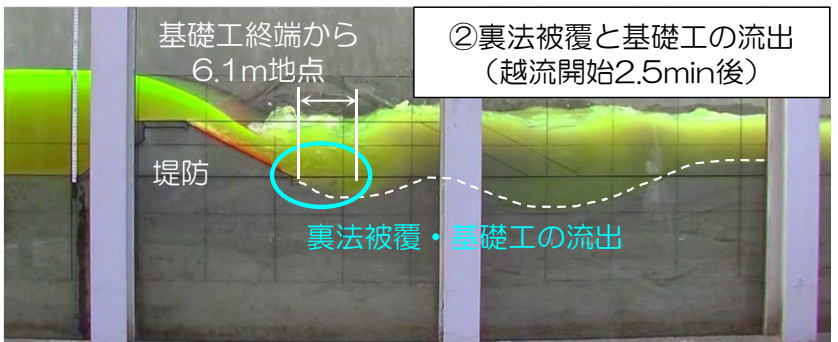
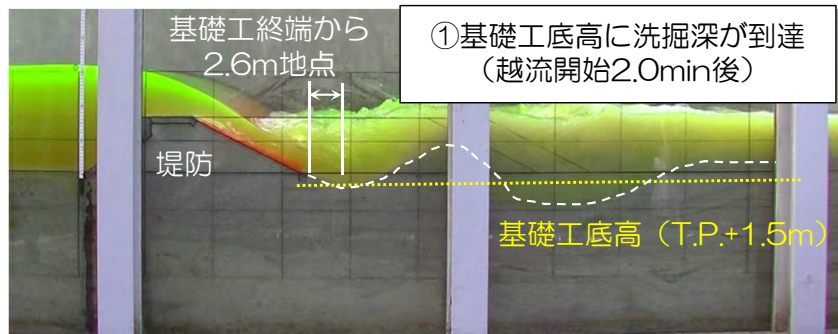
各洗掘深ごとの河床形状



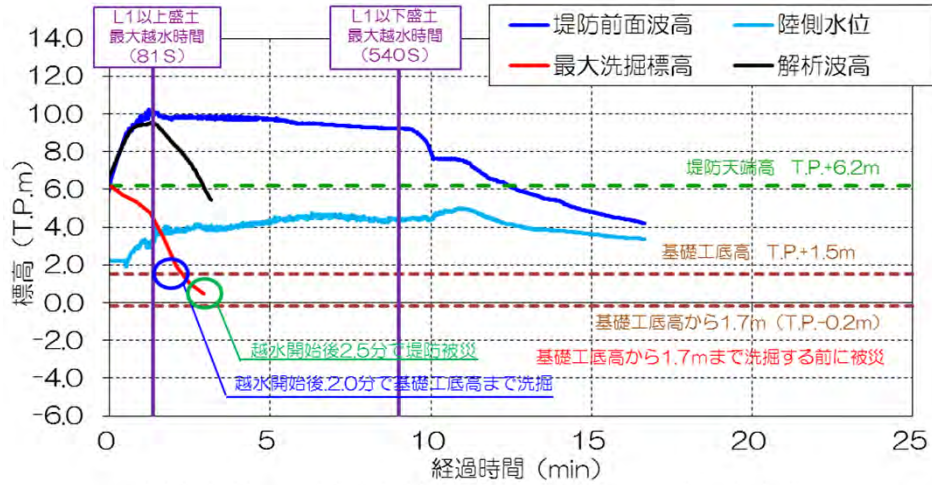
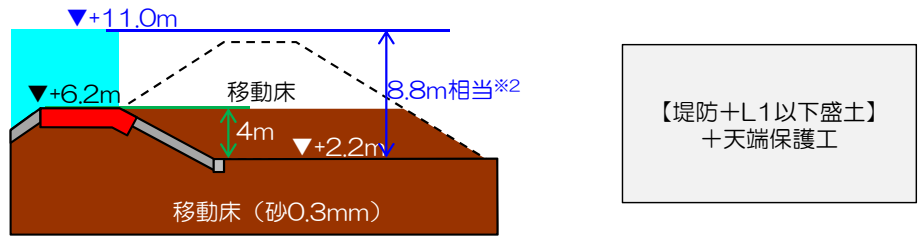
洗掘形状の経時変化

6.実験結果(本実験①-1-1) 【L1以下盛土(締固め無し)+天端】

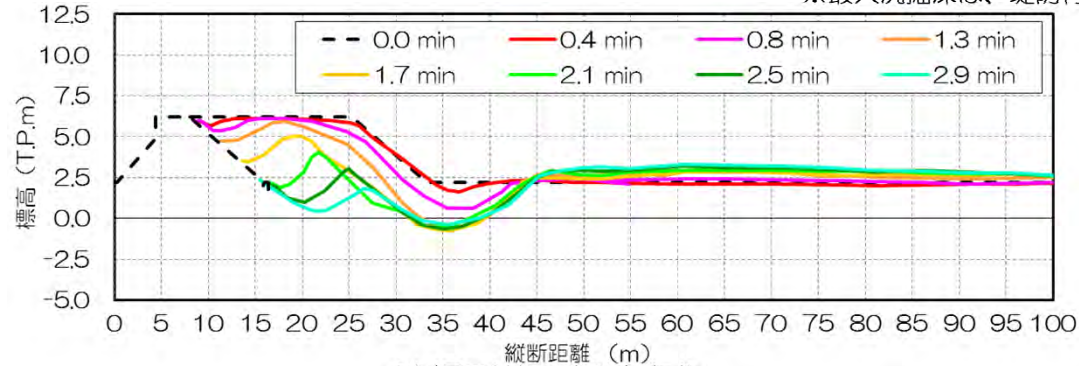
- 越流開始から約2.0分で洗掘深が基礎工底高 (T.P.+1.5m) まで達し、閾値に達する前の約2.5分後に堤防が損壊する。
 - 堤防近傍の盛土が洗掘されてすぐに裏法被覆と基礎工がほぼ同時に流出する。
- 洗掘深を用いた破堤時間は約2.0~2.5分となり、目標とする東北モデルと同等の破堤遅延時間 (3~5分を想定) と比較して小さい結果となっており、東北モデルと同等の機能を保持するためには、構造の補強が必要と考えられる。



各洗掘深ごとの河床形状



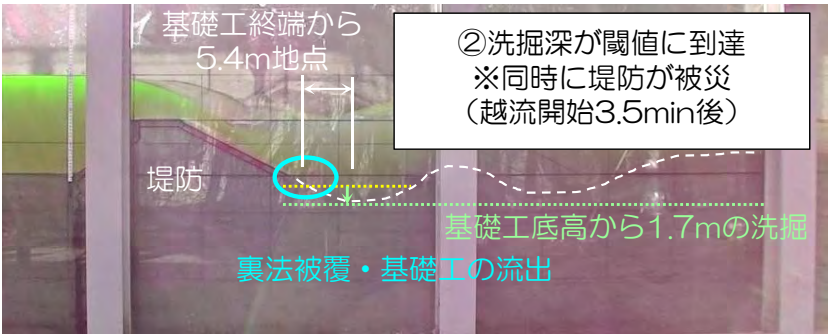
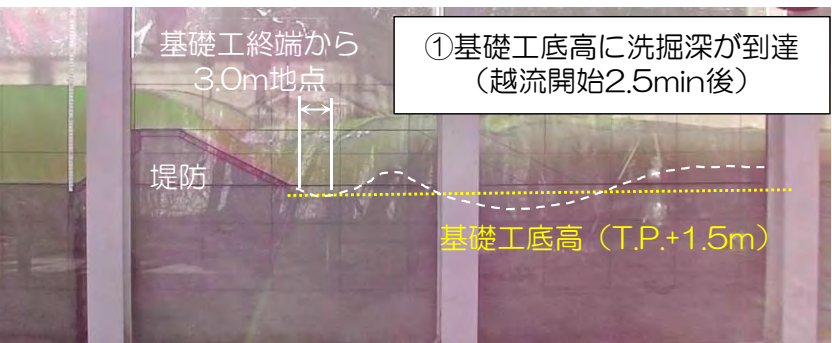
堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化
※最大洗掘深は、堤防背面の洗掘深で評価



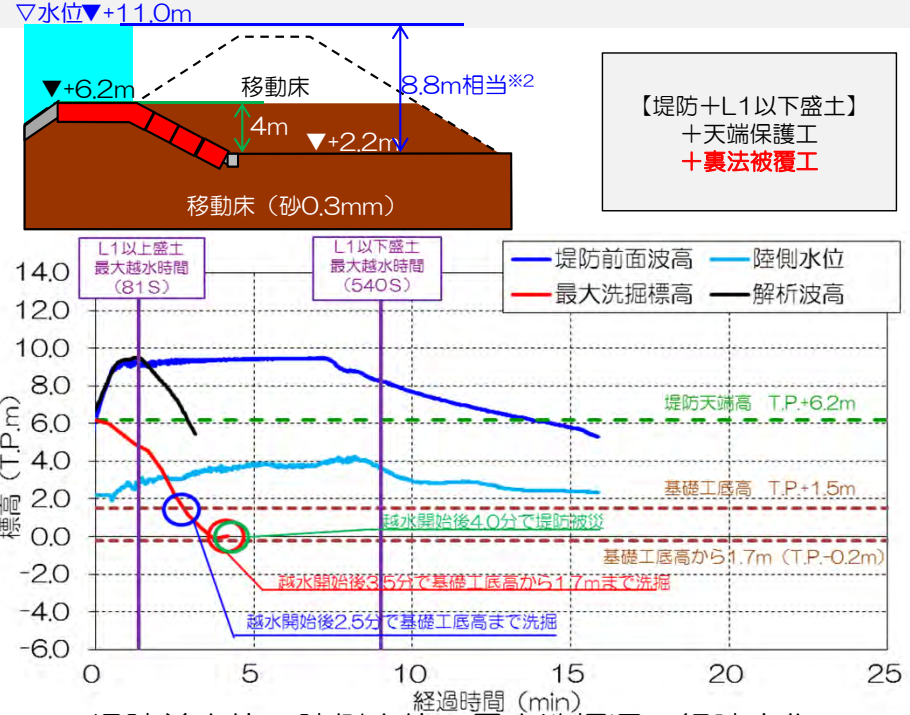
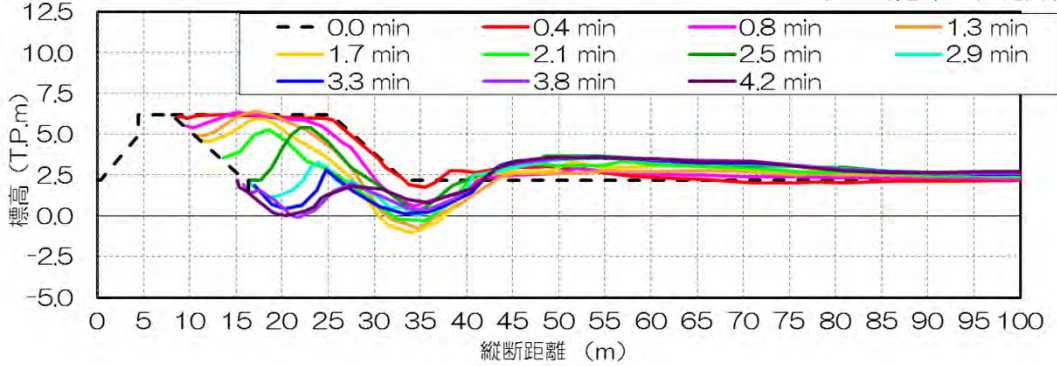
洗掘形状の経時変化

6.実験結果(本実験①-1-2) 【L1以下盛土(締固め無し)+天端・被覆】

- 越流開始から約2.5分で基礎工底高 (T.P.+1.5m) まで、約3.5分で洗掘深が閾値に達し、ほぼ同時に堤防が損壊する。
 - 洗掘深が閾値に達した直後、基礎工が陸側に移動し、裏法被覆工が流出する。
- 洗掘深を用いた破堤時間は約2.5~3.5分となり、目標とする東北モデルと同等の破堤遅延時間 (3~5分を想定) に近似した値となっているが、最大時間がやや小さいため、東北モデルと同程度の機能を確保するためには、更なる構造の補強が必要と考えられる。



各洗掘深ごとの河床形状

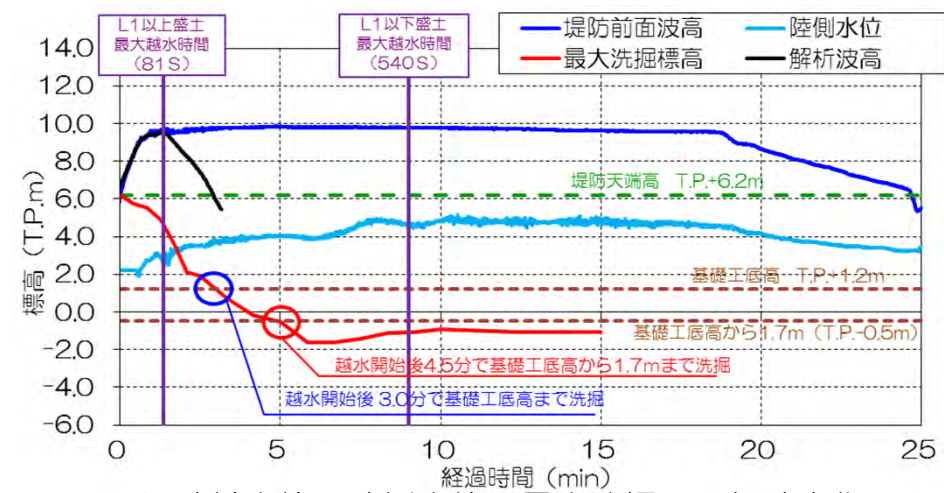
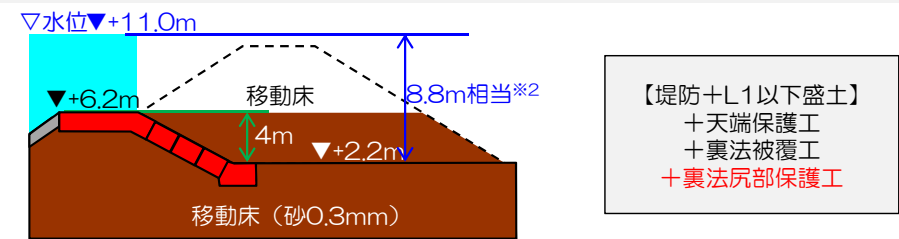
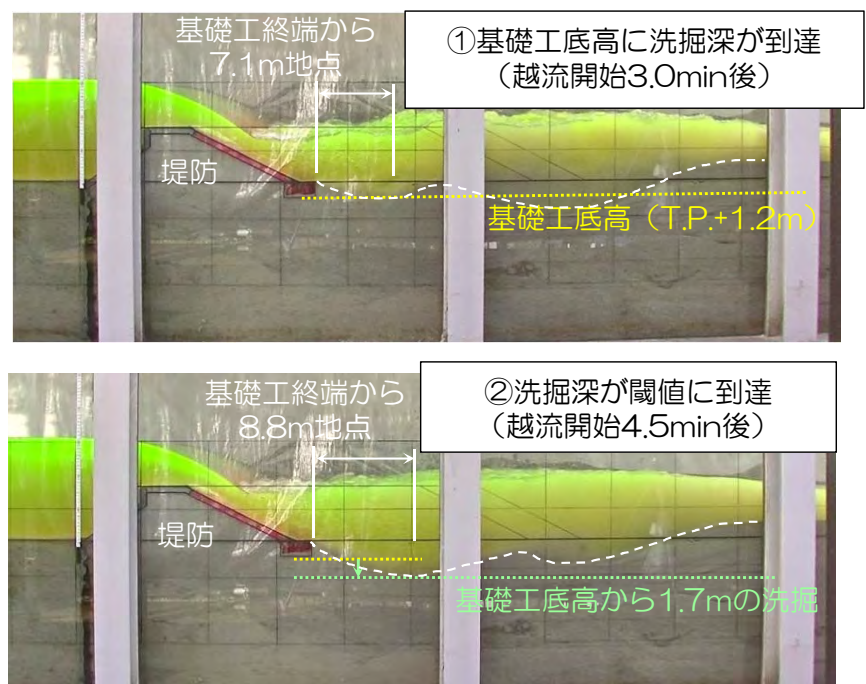


堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化

※最大洗掘深は、堤防背面の洗掘深で評価

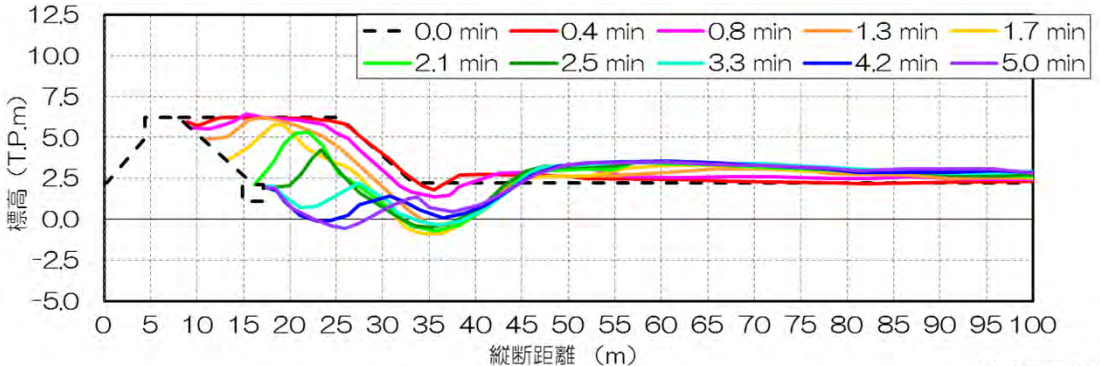
6. 実験結果(本実験①-1-3) 【L1以下盛土(締固め無し)+天端・被覆・法尻】

- 越流開始から約3.0分で基礎工底高 (T.P.+1.2m) まで、約4.5分で洗掘深が閾値に達し、堤防は約15分後に損壊する。
 - 堤防法尻まで洗掘が達しても、法尻部保護工から流れの向きが水平方向に変換され洗掘が軽減。
- 洗掘深を用いた破堤時間は約3.0~4.5分となり、目標とする東北モデルと同等の破堤遅延時間 (3~5分を想定) に近似した値となっており、同等の機能を有していると考えられる。

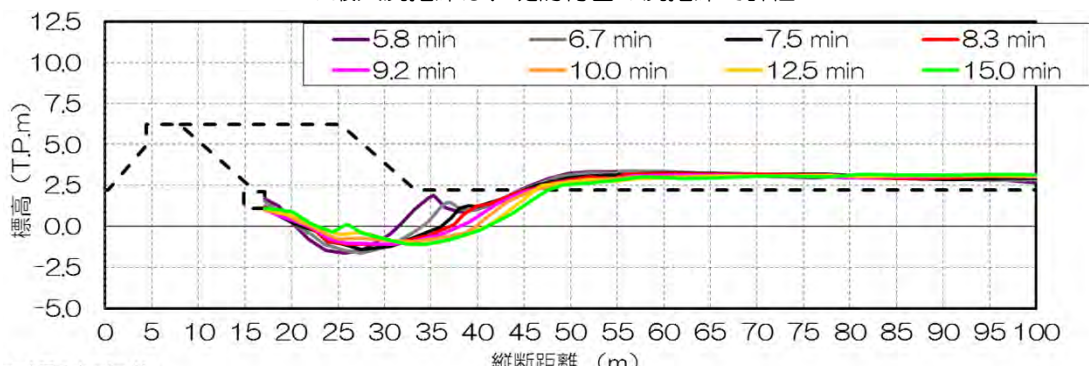


堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化
※最大洗掘深は、堤防背面の洗掘深で評価

各洗掘深ごとの河床形状

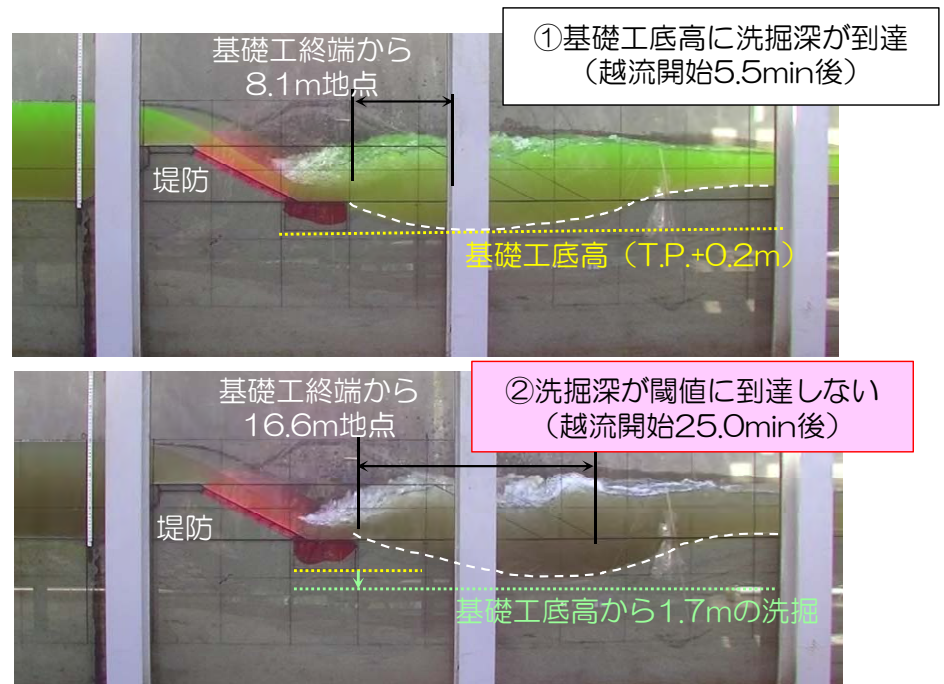


洗掘形状の経時変化

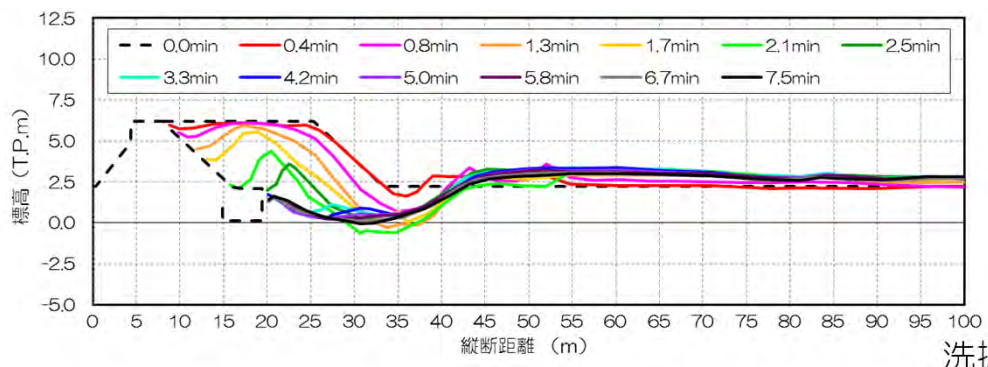


6. 実験結果(本実験①-1-4) 【L1以下盛土(締固め無し)+天端・被覆・法尻・地盤改良】

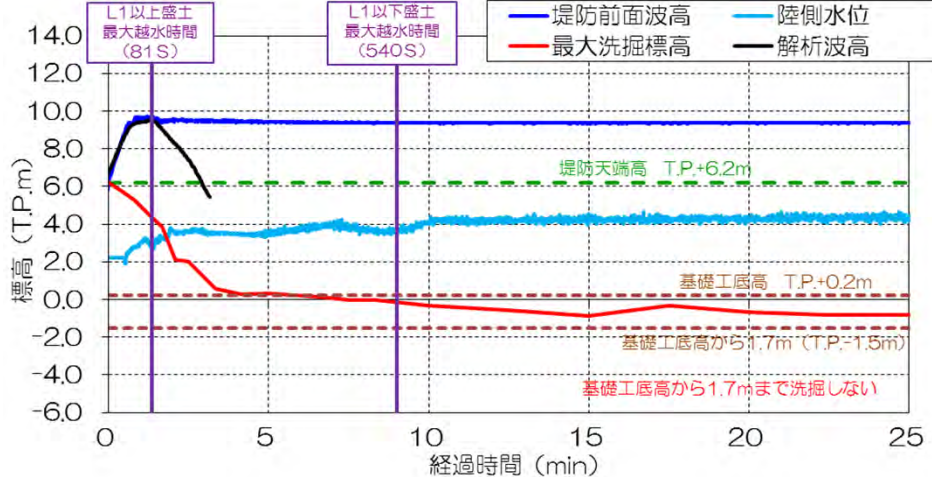
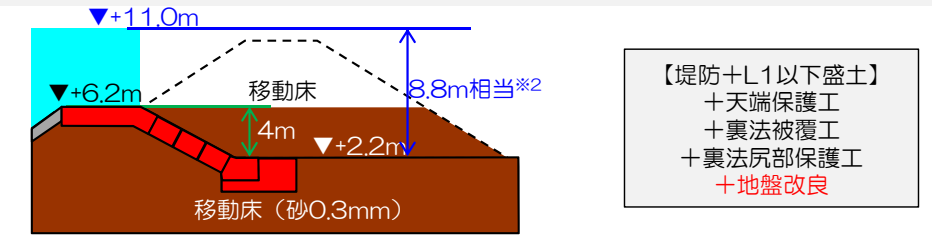
- 越流開始から約5.5分で基礎工底高 (T.P.+0.2m) まで洗掘深が達するが、25分以上経過しても閾値まで洗掘されることはない。
- 盛土と地盤改良工ともに破堤を遅延させる効果を発揮して、最大越流時間 (9分) 以上の破堤遅延時間となる。
- 洗掘深を用いた破堤時間は25分以上となり、検証実験②と同様に、目標とする東北モデルと同等の破堤遅延時間 (3~5分を想定) と比較して大きく上回る結果となった。



各洗掘深ごとの河床形状

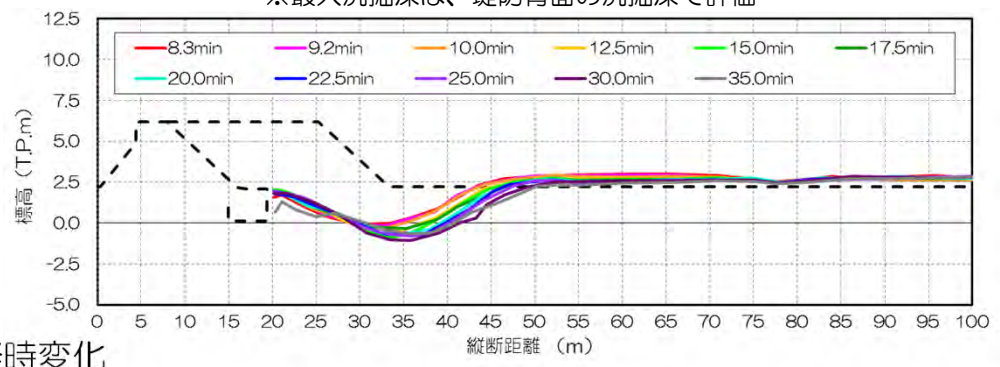


洗掘形状の経時変化



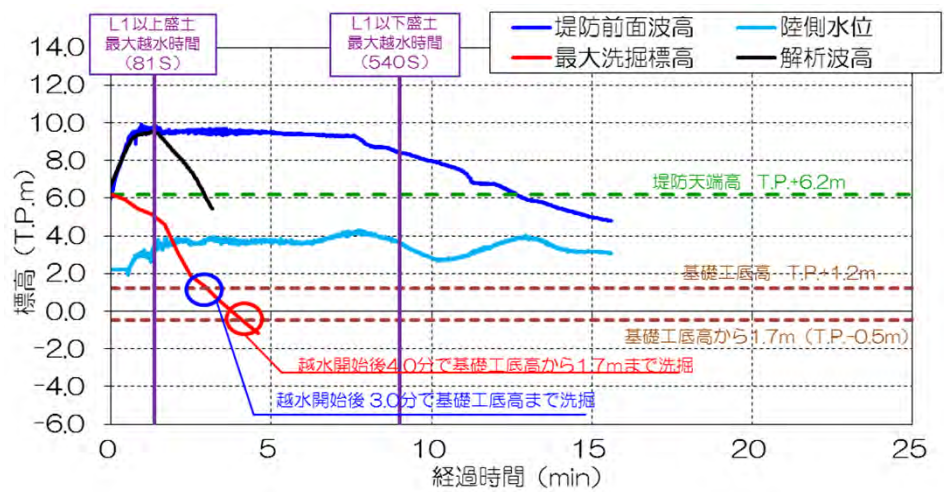
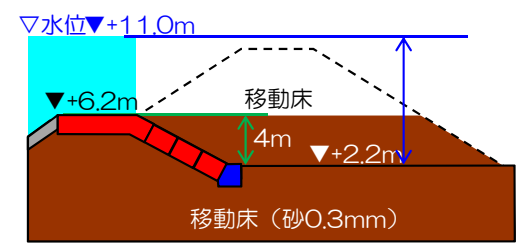
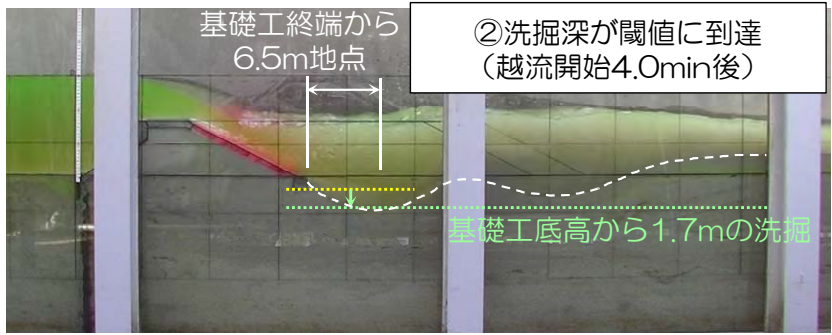
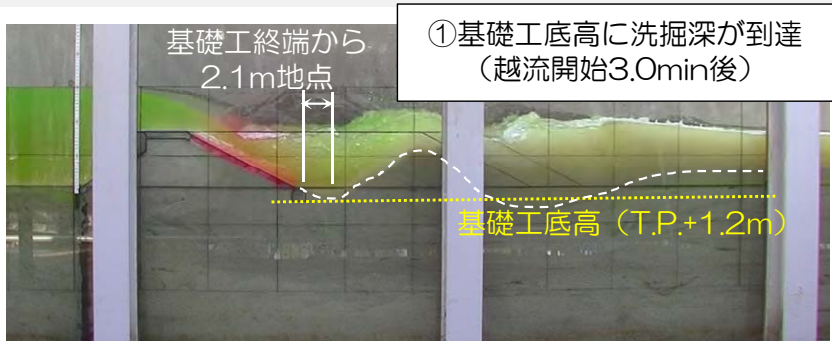
堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化

※最大洗掘深は、堤防背面の洗掘深で評価

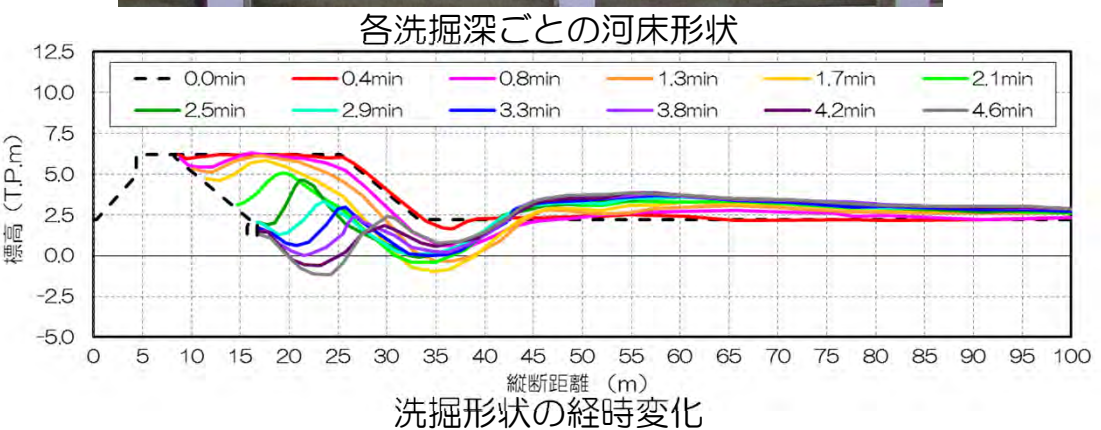


6. 実験結果(本実験①-1-2') 【L1以下盛土(締固め無し)+天端・被覆・法尻(通常基礎)】 15

- 東北モデルと堤防諸元・津波外力が異なることから、裏法尻部保護工を通常のブロック基礎工とした実験を追加した。
 - 越流開始から約3.0分で基礎工底高 (T.P.+0.2m) まで、約4.0分で洗掘深が閾値に達し、堤防は約4.5分後に損壊する。
 - 本実験①-1-2と概ね近似した洗掘傾向となっており、通常のブロック基礎工では裏法尻部保護工 (①-1-3) と比較して効果が小さい。
- 洗掘深を用いた破堤時間は約3.0~4.0分となり、目標とする東北モデルと同等の破堤遅延時間 (3~5分を想定) に近似した値となっているが、東北モデルと同程度の機能を確保するためには①-1-3が優位となった。

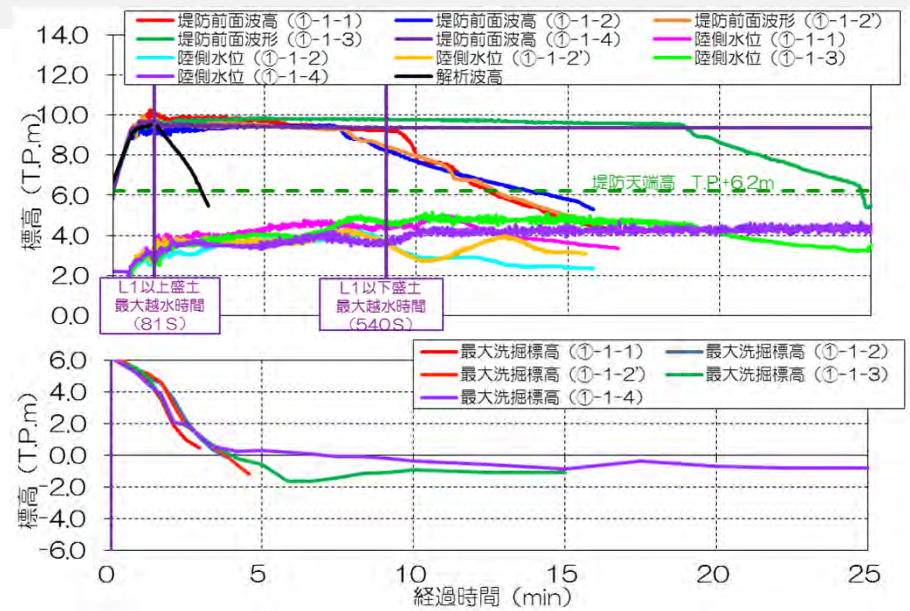
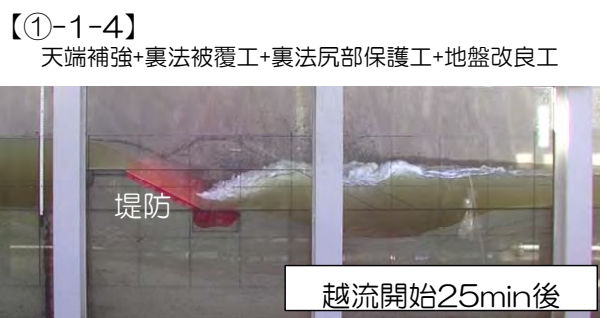
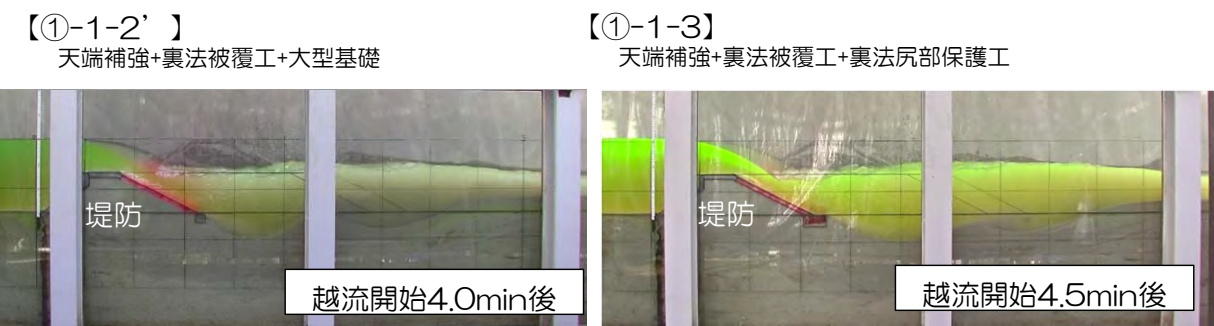
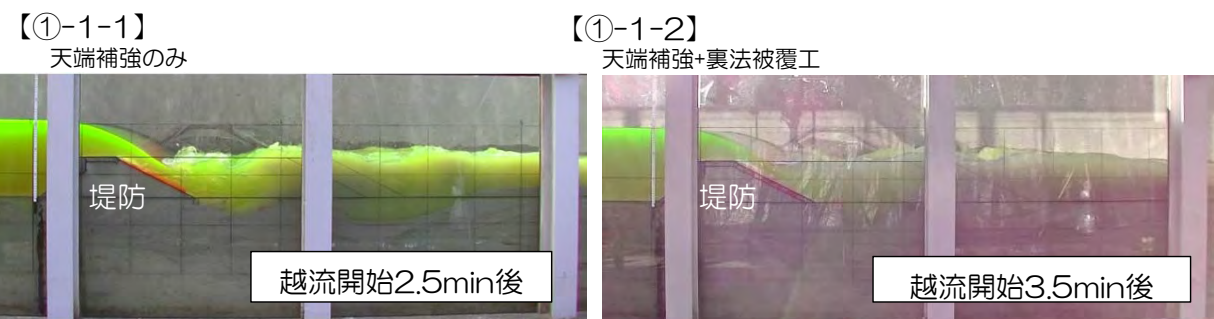


堤防前水位・陸側水位・最大洗掘深の経時変化
※最大洗掘深は、堤防背面の洗掘深で評価



6.実験結果(本実験①-1の比較)

・本実験①-1-4を除き、洗掘深による破堤遅延時間だけを見ればどの実験結果も大きな差はないが、堤防が実際に損壊するまでの時間を見ると、本実験①-1-1~2'は破堤基準の洗掘深到達直後となっており、余力のない構造となっている。
 > 模型実験の結果からは、東北モデルと同等の破堤遅延時間を確保するためには、本実験①-1-3「天端補強+裏法被覆工+裏法尻部保護工」が優位と考える。



ケースごと堤防前面波高・陸側水位・最大洗掘標高の比較

破堤基準に基づく破堤と模型上の堤防損壊時間の比較

ケース名	堤防構造	破堤までの時間 (min)													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
東北モデル (目標値)	裏法被覆工 裏法尻部保護工 地盤改良工				3~5min										
本実験①-1-1	L1以下盛土 (基本条件)			2.0~2.5min											
本実験①-1-2	裏法被覆工			2.5~3.5min											
本実験①-1-2'	裏法被覆工 大型基礎			3.0~4.0min											
本実験①-1-3	裏法被覆工 裏法尻部保護工			3.0~4.5min											
本実験①-1-4	裏法被覆工 裏法尻部保護工 地盤改良工														10min以上

ケースごとの堤防破堤時の状況

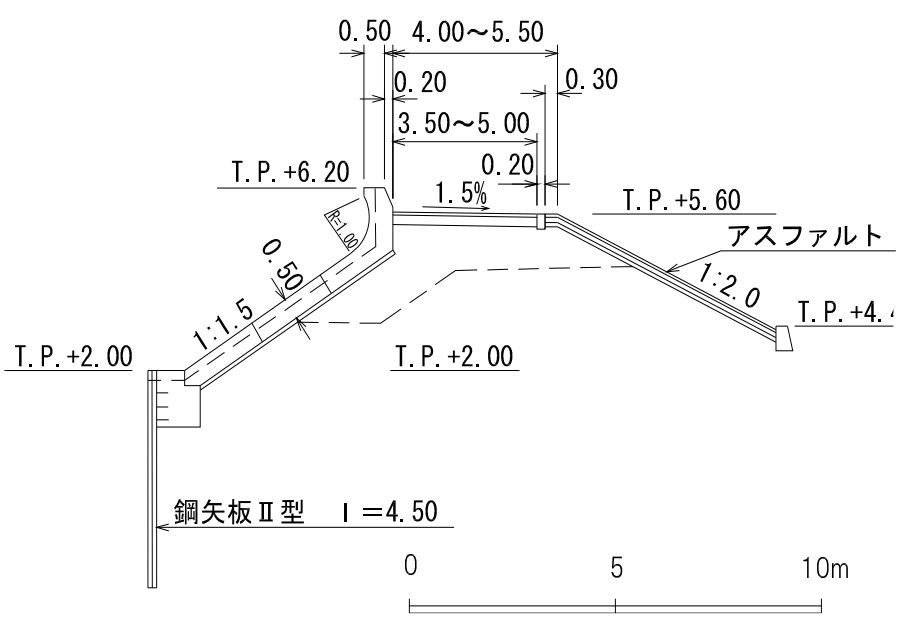
6. 実験結果(津波浸水シミュレーションを用いた堤防構造の効果比較) 17

・ 構造別の堤防破堤までの時間を踏まえた津波浸水シミュレーションによる被害軽減額とその事業費の差分を比較した。
 ➤ 被害軽減額と事業費の差分からは本実験①-1-4が優位となるが、目標とする東北モデルと同等の機能から選定すると、本実験①-1-3「天端補強+裏法被覆工+裏法尻部保護工」の堤防構造を、駿河海岸における粘り強い構造の基本とする。

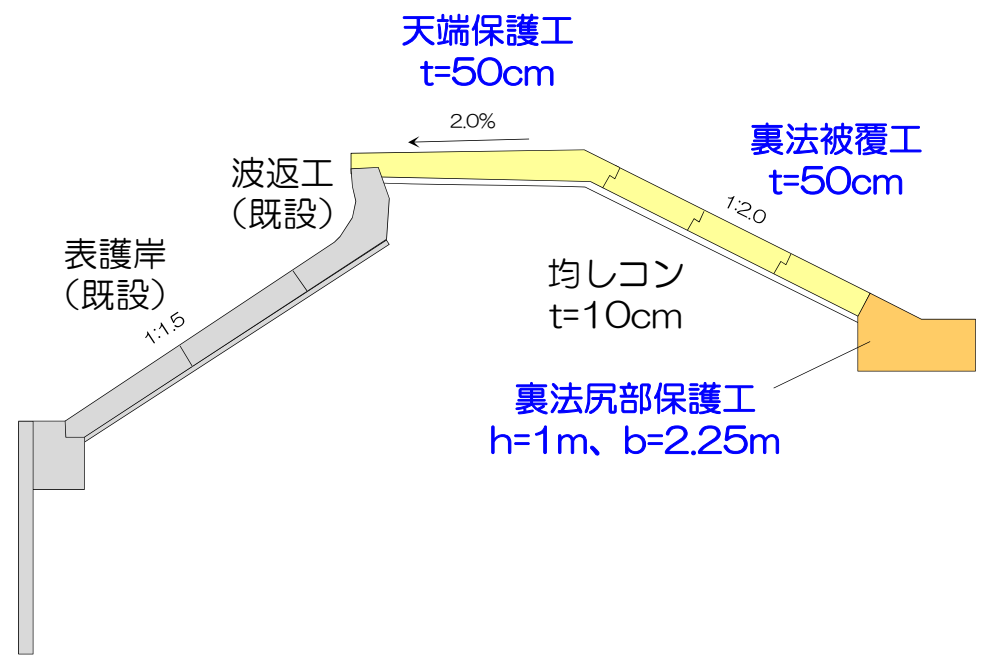
	堤防構造	破堤遅延時間※1	津波浸水シミュレーションによる浸水被害軽減額	事業費	被害軽減額と費用の差分
検証実験	 <p>東北モデルの構造で駿河海岸を整備した場合</p>	3~5minを想定 【実験結果】 10min以上	被害軽減額：約1,065億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,115億円	約76億円	約989億円
①-1-1	 <p>十天端補強</p>	2.0~2.5min	被害軽減額：約800億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,380億円	約18億円	約782億円
①-1-2	 <p>十天端補強 +裏法被覆工補強</p>	2.5~3.5min	被害軽減額：約885億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,295億円	約54億円	約831億円
①-1-2'	 <p>十天端補強 +裏法被覆工補強 +通常のブロック基礎</p>	3.0~4.0min	被害軽減額：約1,000億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,180億円	約57億円	約943億円
①-1-3	 <p>十天端補強 +裏法被覆工補強 +裏法尻部保護工</p>	3.0~4.5min	被害軽減額：約1,030億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,150億円	約62億円	約968億円
①-1-4	 <p>十天端補強 +裏法被覆工補強 +裏法尻部保護工 +地盤改良</p>	10min以上	被害軽減額：約1,260億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約1,920億円	約76億円	約1,184億円

※1：堤防破堤までの時間は、最も危険側の評価となる堤防構造の一部の損壊が生じた場合とする。

現況



基本構造 (案)
【天端補強+裏法被覆工+裏法尻部保護工】



7. 今後の検討について

■今後の検討内容

- ・実験結果の精度を向上（バラツキの把握）するため、選定した本実験①-1-3「天端補強+裏法被覆工+裏法尻部保護工」の構造について、繰り返し実験を実施する。
 - ・選定した構造に、L1以上盛土を加えた形状で実験を実施し、破堤遅延時間の確認及び浸水被害軽減額を試算する。
 - ・L1以上盛土の形状において、地震による堤防弱部（不等沈下）が生じた場合の盛土への影響を実験で確認する。
 - ・洗掘シミュレーションによる津波波形、背後樹林等の効果を考慮した粘り強さについて検証する。
- 上記を踏まえ、L1以上盛土を含む最終的な堤防形状の設定と浸水被害軽減効果について確認する。

	堤防構造	破堤遅延時間※1	津波浸水シミュレーションによる浸水被害軽減額	事業費	被害軽減額と費用の差分
検証実験 	東北モデルの構造で駿河海岸を整備した場合	3~5minを想定 【実験結果】 10min以上	被害軽減額：約1,065億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,115億円	約76億円	約989億円
①-1-3 	+天端補強 +裏法被覆工補強 +裏法尻部保護工	3.0~4.5min	被害軽減額：約1,030億円 現況被害額：約3,180億円 対策後被害額：約2,150億円	約62億円	約968億円
①-2,3 榛原工区 住吉工区 川尻工区 	【L1以上盛土】 +天端補強 +裏法被覆工補強 +裏法尻部保護工	◎◎~◎◎min程度	◎◎億円 (L1以上盛土の高さを段階的に変化させた条件での解析)	◎◎億円 ※L1以上盛土は、発生土を活用するため事業費に含めない	◎◎
② 大井川工区 焼津工区 	【L1以上盛土】 +天端補強 +裏法被覆工補強 +裏法尻部保護工	◎◎~◎◎min程度	◎◎億円 (L1以上盛土の高さを段階的に変化させた条件での解析)	◎◎億円 ※L1以上盛土は、発生土を活用するため事業費に含めない	◎◎

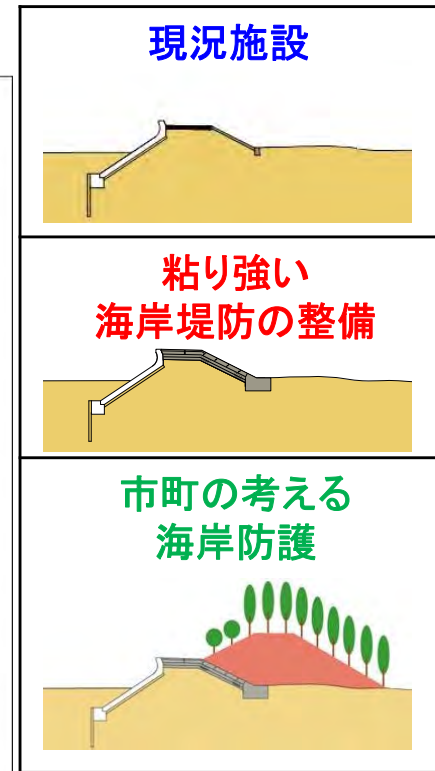
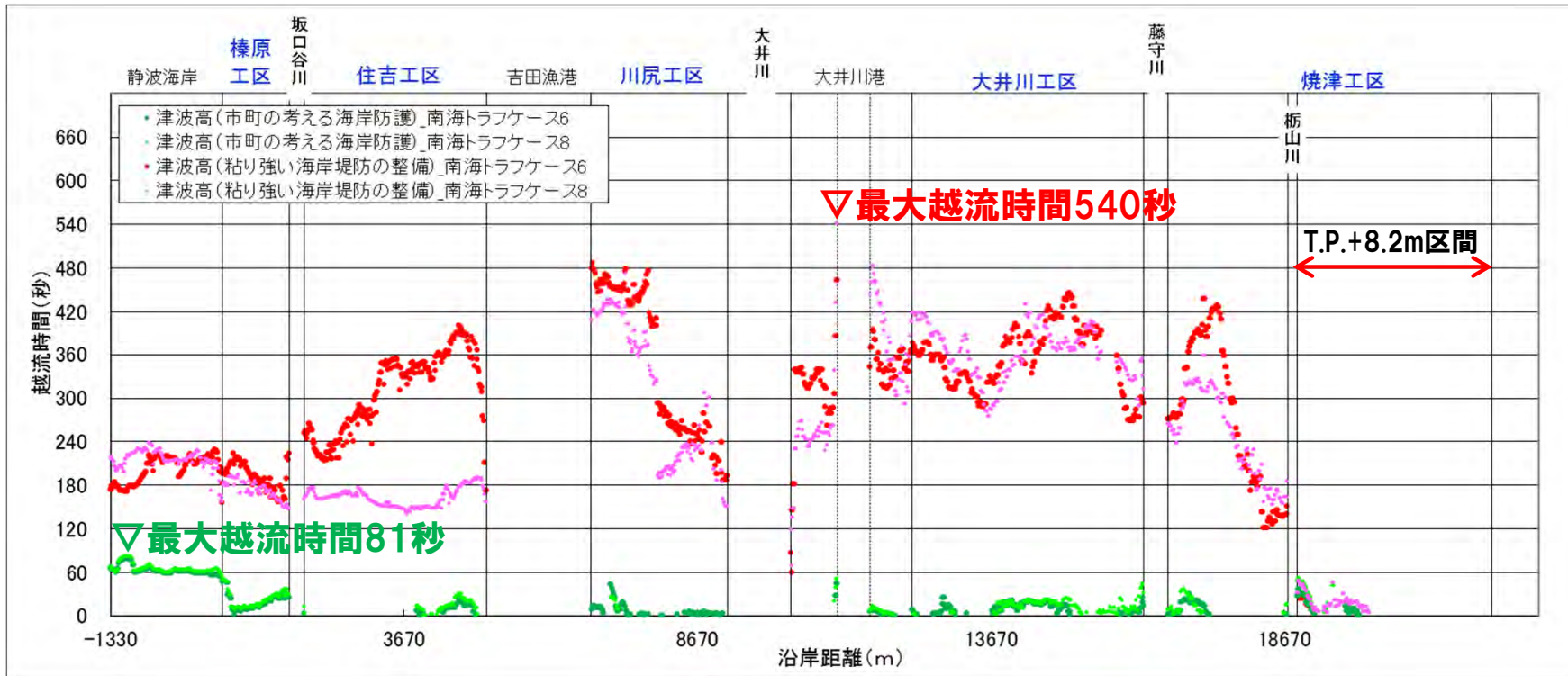
【参考資料】

参考資料 波越流継続時間

【参考資料】津波越流継続時間

■津波が堤防を越流する時間

最大クラスの津波が堤防を越流する時間は、粘り強い海岸堤防の整備を行った場合は、120秒から540秒程度の越流時間が想定される。市町の考える海岸防護を行った場合では、30秒から80秒程度が想定されている。



駿河海岸における最大クラスの津波による越流時間

※市町の考える海岸防護では海岸堤防の直後破堤は想定していない。