

粘り強い構造の海岸堤防の計画から施工まで ～最大クラスとなる地震・津波に対する 被害の軽減を図るために～

大石量太¹

¹静岡河川事務所 海岸課（〒420-0068 静岡市葵区田町3-108）

駿河海岸では、南海トラフ巨大地震に伴い来襲する津波に備え、住民の避難行動に必要な時間を確保することを目的とした東北以外では初めてとなる『粘り強い構造の海岸堤防』の整備を進めている。粘り強い構造の海岸堤防は、堤防を越流した津波により堤防そのものが破壊されるまでの時間の遅延を図ること（破堤遅延）を目的としている。また、海岸堤防の補強と併せて市町が実施する堤防背後の盛土と役割分担を行い、施工することで、より一層の効果を期待するものである。

その計画から施工に至るまで、静岡県や市町との役割分担などの調整、構造検討に至る水理模型実験や検討委員会での審議など得て事業を進めている。

キーワード：津波，粘り強い構造の海岸堤防，駿河海岸，模型実験

1. はじめに

駿河海岸（全長12.1km）は、南海トラフ巨大地震による津波被害の発生が危惧されており、巨大地震が発生した場合には、10mを超える津波が2～4分に到達し甚大な被害の発生が想定されるなど、危険性が非常に高い地域であることから津波防災に対する整備要望が強くなっている。

津波防災に対する基本的な考え方について、内閣府の中央防災会議により見直された防災基本計画において、海岸堤防の整備は、比較的発生頻度の高く、津波高が低い津波「レベル1規模の津波」を対象とし、発生頻度は低いが、津波高が最大クラスの津波「レベル2規模の津波」に対しては、住民の生命・財産を守ることを最優先として、ハードとソフトの対策を柔軟に組み合わせた、

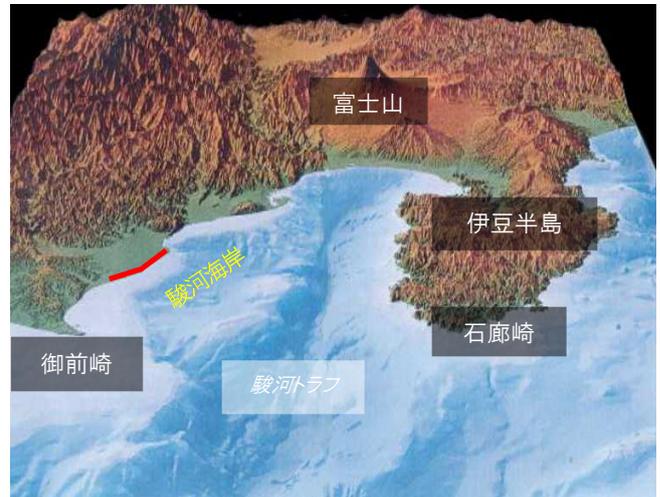


図-1 駿河海岸位置図



図-2 駿河海岸全体図

多重防御により対処することが定められている。



図 - 3 総合的な防災・減災対策のイメージ

静岡県においては、震源域に近く津波の到達が早い沿岸部に人口・資産が集中する地域の特徴を踏まえ、レベル2津波対策として海岸堤防背後の既存の防災林等の嵩上げ・補強等を行う「静岡モデル」と称する対策を掲げ地域住民等の合意など条件が整った地域から整備を進めることとしている。

駿河海岸は、外洋に面しており、地形上、津波に対して極めて脆弱な地形特性である。そのため、最大クラスの津波に対しても、いかに被害軽減を図るかと言うことが喫緊の課題である。このため、駿河海岸での海岸堤防整備は、政府の考え方を踏まえ、レベル1津波に対しての整備と、それを越える津波が発生したときの粘り強い効果を発揮する海岸堤防の整備を基本とすることとしている。粘り強い効果を発揮する海岸堤防、いわゆる「粘り強い海岸堤防」は、東日本大震災で甚大な津波被害を受けた東北地方で整備が進められたもので、最大クラスの津波が来襲した場合でも海岸堤防がすぐに被災することなく、施設の効果が粘り強く発揮できるようにするための構造上の工夫であり、現時点で構造細目を定める技術基準が策定されていない。

また、各自自治体が一層の被害低減のために実施する「静岡モデル」などの施設整備についても、どのような枠組み、さらには支援の中でその実現が図れるかについて検討をする必要があった。

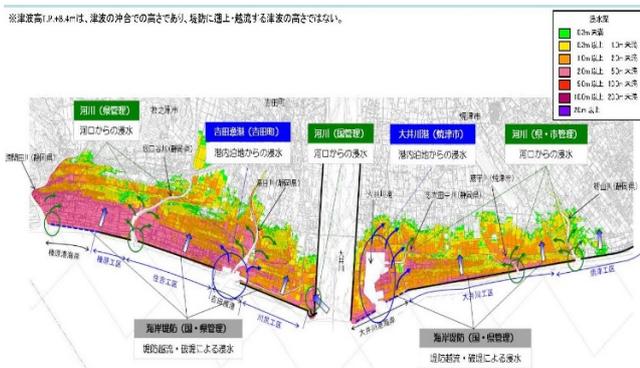


図 - 4 最大クラスの津波 (L2) が発生した場合の浸水想定

2. 施設整備にあたっての役割分担

(1) 駿河海岸における海岸防護の基本的な考え方

駿河海岸における現在の海岸堤防高は、高潮により決定しており、沿岸3市町(牧之原市・吉田町・焼津市)の海岸堤防は、T.P.+6.2m(焼津工区では一部区間T.P.+8.2m)としている。この高さは、レベル1津波高に対し、必要な高さを満足しているが、レベル2津波高は満たしていない。このため、レベル2津波の越流に対しては、海岸堤防の強化や背後の盛土による対策が効果的な対策となる。なお、具体的な整備については、国・静岡県・関係市町により構成する『駿河海岸整備検討会』を設置し検討を行うこととした。

(2) 駿河海岸整備検討会

本検討委員会は、表-1のとおり構成されており、国土交通省が直轄施行区間として実施している駿河海岸における最大クラスとなる地震・津波に対する被害の軽減を図るための海岸保全のあり方について、当該地の災害リスク、背後の土地利用やまちづくり等のソフトと

駿河海岸整備検討会 会員

所 属		職 名	備 考
焼津市		市長	
牧之原市		市長	
吉田町		町長	
静岡県	交通基盤部河川砂防局	局長	
"	交通基盤部港湾局	局長	
"	交通基盤部森林局	局長	
"	危機管理部中部危機管理局	局長	
国土交通省	中部地方整備局河川部	部長	(会長)
"	静岡河川事務所	所長	

表 - 1 保全検討委員会名簿

ハードを組み合わせた地域防災等の考え方を踏まえ検討を進めた。検討の結果、施設整備にあたって、図-5の役割分担により施行を行うこととした。

①天備保護工	国の海岸事業により実施
②築法被覆工	国の海岸事業により実施
③築法尻部保護工	国の海岸事業により実施
④盛土	国の事業により実施 (国の事業で発生する土砂を有効活用) (堤防防備以上) 市町により実施 (国・県・盛土経費支援)
⑤樹林	市町により実施

※各種構造については、今後、詳細検討により決定。
※④、⑤については、市町でつくる推進計画等に、津波被害の軽減を目的とする対策として位置づける。
※③、④、⑤は、市町による④、⑤の構造等を踏まえて具体的な構造を検討する。

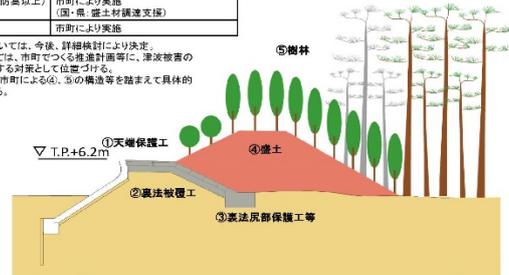


図 - 5 駿河海岸の施工役割分担イメージ

堤防の背後に施工する盛土は地域の特性等により市町が高さや形状を検討して決定しているなど、地域ごとに条件が異なることから実際の施行を行う際には、地域ごとの状況に応じて、図 - 6 のとおり、国・静岡県・市町による協定を締結している。

堤防補強及び背後盛土の整備・維持管理に関する協定等			
海岸保全のあり方に関する検討			
名称	日付	実施者	対象区間
駿河海岸における海岸保全のあり方	H27. 8. 24	駿河海岸整備検討会	駿河海岸全工区
海岸堤防補強(粘り強い構造)及び背後盛土に関する協定等			
名称	日付	甲・乙	対象区間
駿河海岸における既存海岸堤防補強及び背後盛土の整備等に関する協定について	R.1. 10. 30	中部地方整備局長 静岡県知事 静岡県焼津市長	焼津市焼津・大井川工区
駿河海岸における既存海岸堤防補強及び背後盛土の整備等に関する協定について	H29. 12. 28	中部地方整備局長 静岡県知事 静岡県藤原郡吉田町長	吉田町川尻工区
駿河海岸における津波対策の進め方について(確認)	R.2. 1. 30	静岡県河川事務所長 静岡県藤原郡吉田町長	吉田町住吉工区
駿河海岸における既存海岸堤防補強及び背後盛土の整備等に関する協定について	未締結	中部地方整備局長 静岡県知事 静岡県藤原郡吉田町長	
駿河海岸における既存海岸堤防補強及び背後盛土の整備等に関する協定について	R.2. 3. 5	中部地方整備局長 静岡県知事 牧之原市長	牧之原市橋原工区
背後盛土の維持管理に関する確認書			
名称	日付	甲・乙	対象区間
駿河海岸における背後盛土の維持管理の詳細に関する確認書	R.1. 11. 8	静岡県河川事務所 海岸課長 静岡県 河川企画課長	焼津市焼津・大井川工区
駿河海岸における背後盛土の維持管理の詳細に関する確認書	R.1. 9. 30 R.3. 3. 29	静岡県河川事務所 海岸課長 静岡県 河川企画課長	吉田町川尻工区
駿河海岸における背後盛土の維持管理の詳細に関する確認書	R.2. 3. 12	静岡県河川事務所 海岸課長 静岡県 河川企画課長	牧之原市橋原工区

図 - 6 国・県・市町による協定締結状況

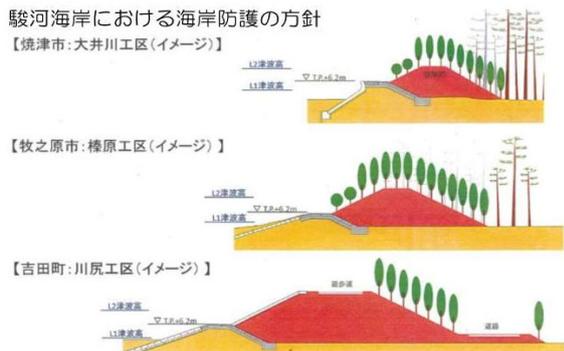


図 - 7 駿河海岸各工区における海岸防護の方針

3. 粘り強い構造の海岸堤防の構造検討

(1) 粘り強い構造の海岸堤防

一般的に「粘り強い構造の海岸堤防」とは、東日本大震災での甚大な津波被害を受け新たに設定されたものであり、L1津波を超える津波が来襲した場合でも、施設の効果が粘り強く発揮できるようにするための構造上の工夫である。そのため、現時点で構造細目を定める技術基準が策定されていない状況である。

そこで、粘り強い構造の海岸堤防の構造の決定にあたって学識経験者等により構成された「駿河海岸保全検討委員会」を立ち上げ検討した構造について審議を行い決定する方針とした。

すでに整備が進められている東北地方の海岸では「天端保護工+裏法被覆工+裏法尻部保護工」によって破堤遅延時間(越流開始から破堤に至るまでの時間) 3~5

分²⁾を有する粘り強さを発揮することを目標としており、駿河海岸においても、東北モデルと同等の機能を発揮することを目標と定めた。

また、構造の検討にあたっては、水理模型実験により破堤遅延時間等を確認することとした。

(2) 駿河海岸保全検討委員会

平成27年12月に改訂した「駿河湾沿岸海岸保全基本計画」においても、津波からの防護に関し、基本的な事項及び保全施設の整備に関する事項の見直しがされた。このことから、駿河海岸においても海岸保全に関し、新規事業として追加された「粘り強い海岸堤防」の整備を進めるための工学的・技術的な検討を行うことを目的に、学識経験者及び静岡県、中部地方整備局からなる「駿河海岸保全検討委員会」を設置した。

駿河海岸保全検討委員会
委員名簿

役職	氏名	備考
高知工科大学システム工学群 教授	佐藤 徹司	委員長
名古屋大学大学院工学研究科 社会基礎工学専攻 教授	木谷 法夫	
静岡県防災総合センター 准教授	原田 賢治	
国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部海岸研究室長	加藤 史則	
静岡県交通基盤部 河川砂防課長	光信 紀彦	
国土交通省中部地方整備局 河川部 河川調査官	野々村 武文	
国土交通省中部地方整備局 静岡河川事務所長	立松 明雄	

表 - 2 駿河海岸保全検討委員名簿

基本的な構造は、国土交通省国土技術政策総合研究所での模型実験により検討された東北地方の仙台湾南部海岸で実績のある情報を基本構造とし、市町による背後盛土と一体となったものとして粘り強い海岸堤防の構造を決定することとした。また、粘り強さ(破堤遅延時間)については、駿河海岸における越流水深、堤防比高や盛土の耐越流効果を水理模型実験により検証することとした。



図 - 8 駿河海岸保全検討委員会

(3) 水理模型実験

実験模型は、国総研での既往実験結果³⁾⁴⁾との比較を行

うため、同一の模型縮尺1/25とし、図-9に示す実験水路(B=1.0m, H=1.0m, L=20m)を用いることとした。実験条件として駿河海岸保全検討委員会にて決定した「水理条件」「基礎地盤の土質条件」「盛土条件」等、現地に適合した条件を考慮し、海岸堤防地点における水位上昇速度となるように水路端部から給水し、海岸堤防を越流する津波を再現した。なお、水位ピーク到達後は水位一定とした。

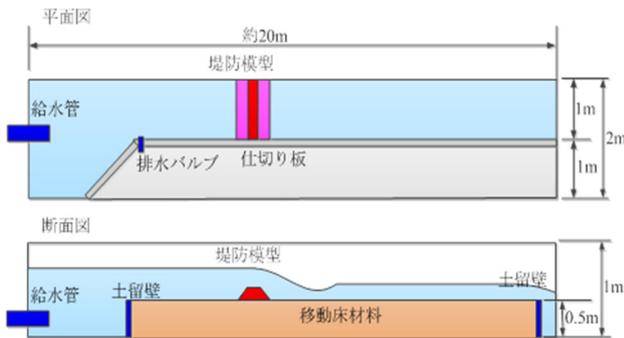


図-9 水利模型実験水路のイメージ

(2) 評価方法

① 堤防破堤までの変状

堤防の破堤に至るまでの地形形状の変化(盛土・基礎地盤の洗掘等)をビデオ画像から図化し、破堤に至るまでの変状経過を把握する。

⇒計画で設定している堤防形状の破壊に起因する堤防変状の把握と粘り強い海岸堤防とするための更なる対策を講じるにあたっての重要箇所を把握する。

② 堤防破堤までの時間

実験により各種対策工を施した堤防形状ごとに破堤に至るまでの時間を計測し、その時間を「現況堤防形状」と相対的に比較して評価する。

⇒計画で設定している堤防形状が、東北地方で整備されている粘り強い海岸堤防形状と比較して、同程度もしくはそれ以上保持できているかを確認できる。

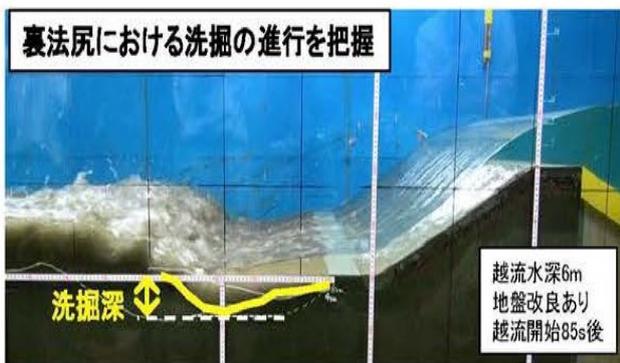


図-10 実験のイメージ

4. 施工に至るまでの手続き

(1) 背後盛土の用地

市町が行う背後盛土の用地は、その殆どが保安林となっていることから、保安林解除の手続きを実施してから盛土用地を確保することとした。

(2) 関係機関による協定の締結

事業の実施にあたっては、背後盛土を施工する市町、粘り強い海岸堤防を施工する国交省、及び、国が実施する事業が完了後に管理を行う静岡県により役割分担等を定めた協定を締結してそれぞれの役割分担により作業を行うこととした。

5. 施工

施工については、国が実施する粘り強い海岸堤防の施工と市町が行う盛土が隣接して作業を行うほか、市町が行う盛土材の供給にあたっては連携を図るため国、県、市町による事業調整会議を開催することにより情報を共有し、遅滞なく、連携して整備を行うことができた。



図-11 駿河海岸(川尻工区)全景



図-12 駿河海岸(大井川工区)全景

6. 完成式典等

令和4年3月時点で、駿河海岸の5工区のうち、榛原郡吉田町川尻工区及び焼津市大井川工区の2工区の整備が完成し、今年度、それぞれの完成式典が開催された。



図 - 1 3 駿河海岸（川尻工区）完成式典
(令和4年5月)



図 - 1 4 駿河海岸（大井川工区）完成式典
(令和4年5月)

7. 整備後の津波浸水被害の軽減効果

これまでの整備（国による粘り強い海岸堤防及び市町による背後盛土）が完成したときの整備前・後の浸水シミュレーション結果である。比較すると、かなりの浸水被害の軽減が期待できる。

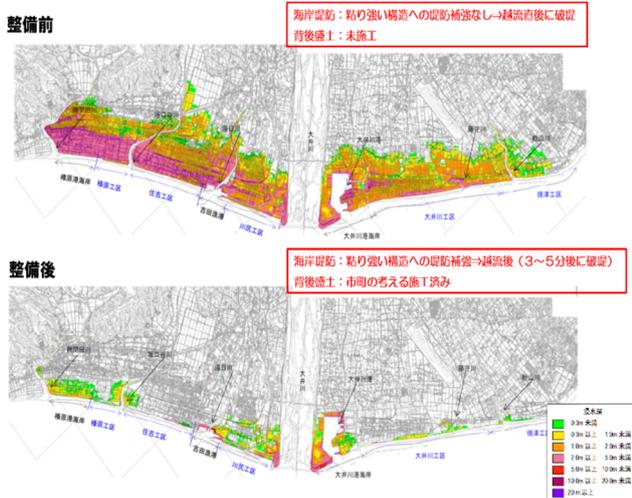


図 - 1 5 事業整備後の浸水想定

8. おわりに

現在、駿河海岸では引き続き津波対策として粘り強い構造の海岸堤防の整備が進められている。

しかし、榛原郡吉田町住吉工区では、背後盛土施工箇所について、住宅や工場等が連なることから今後の盛土計画が立っていないなどの課題も残されており、今後も関係機関との調整・協議を進めていく予定である。



図 - 1 6 今後の課題

参考文献

- 1) 静岡県:津波浸水想定について（解説）,
<https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/documents/tsunami-sinsui-soutei-kaisetsu.pdf>, pp. 12, 2015.
- 2) 国土交通省東北地方整備局: 海岸事業再評価仙台湾南部海岸直轄海岸保全施設整備事業,
<http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00097/k00360/h13jhyouka/281129/shiryous2804/161129kaiganbc.pdf>
- 3) 加藤史訓, 鳩貝聡, 諏訪義雄: 津波の越流に対するコンクリート平張り海岸堤防の粘り強い構造, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 69, No. 2, pp. I_1021-I_1025, 2013.
- 4) 加藤史訓, 諏訪義雄, 鳩貝聡, 藤田光一: 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 1, 31-49, 2014.
- 5) 岩手県海岸保全施設等設計マニュアル、宮城県河川・海岸施設等設計マニュアル