

現地レポート：津波防災地域づくりを支える技術の展開

仙台湾南部海岸における復旧・復興に向けた技術活用最前線
～津波堆積土砂の活用を中心として～

佐藤慶亀* 横山喜代太**

1. はじめに

平成23年3月11日午後2時46分に発生した「東北地方太平洋沖地震」は、巨大津波を引き起こし太平洋沿岸の広い範囲に甚大な被害をもたらした。図-1に示すように、仙台湾南部海岸は仙台市から福島県境までの約60kmの砂浜海岸であり、この内建設海岸堤防31.7kmの8割以上が全半壊する壊滅的な被害が生じた。写真-1、写真-2に被害状況の例を示す。また、本地震・津波により発生したガレキ・津波堆積土砂等は約1,500万 m^3 以上と想定されている。本報告では、海岸堤防の復旧を主な対象として、権限代行を始めとする災害からの早期復旧のための新たな体制及びガレキ処理と連携した津波堆積土砂等の活用方針について述べる。



図-1 仙台湾南部海岸位置図



写真-1 津波による海岸線侵食状況



写真-2 海岸堤防被災状況

2. 海岸堤防復旧に関わる新たな取り組み体制の構築

2.1 権限代行

仙台湾南部海岸では、宮城県知事の要請を受け「東日本大震災による被害を受けた公共土木施設の災害復旧に係る工事の国等による代行に関する法律」に基づき、平成23年5月9日付けで、宮城県管理区間の建設海岸17.8kmを含めた31.7kmに

Front line of new technology applications in coastal dike reconstruction to promote the recovery of regions along the Southern Sendai Bay Coast hit by the Great East Japan Earthquake

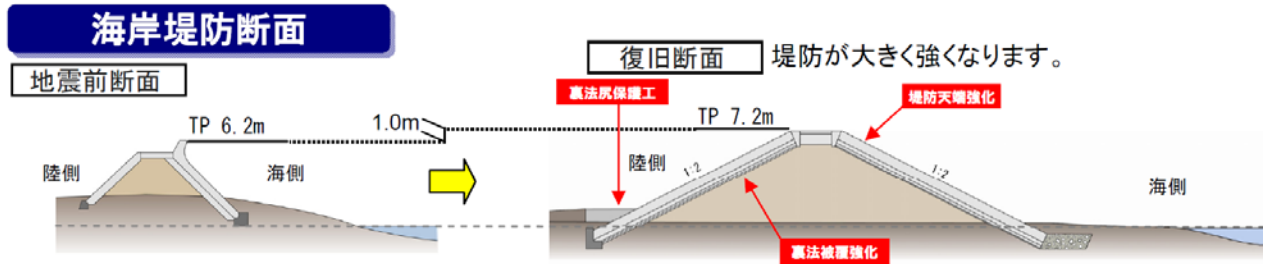


図-2 堤防復旧イメージ図

ついて災害復旧事業が直轄で国土交通省により行われることとなった。仙台湾南部海岸についての海岸堤防復旧のイメージを図-2に示す。なお、農地海岸、漁港海岸においても建設海岸同様にそれぞれ農林水産省、水産庁が権限を代行している。

2.2 宮城県沿岸域現地連絡調整会議

これは、宮城県沿岸域海岸を所管する建設、港湾、農地、漁港の担当部局間での連絡調整を図るために設置したものである。主な調整事項は次のとおりである。

- (1) 海岸堤防等の被害に関する情報交換
- (2) 応急復旧の考え方
- (3) 出水期に向けた内水対策
- (4) 海岸堤防高及び河口部河川堤防高の設定（表-1参照）
- (5) 海岸堤防及び河口部河川堤防の構造

地域海岸名	今次津波 痕跡高	設計津波		設計津波 から求めた 必要堤防高	津波>高潮 のチェック	新計画堤防高	被災前 現況堤防高
		対象地震	設計津波の 水位				
唐桑半島東部	14.4	明治三陸地震	10.3	11.3	○	11.3	4.5~6.1
唐桑半島西部①	24.0	明治三陸地震	10.2	11.2	○	11.2	4.0~4.5
唐桑半島西部②	13.8	明治三陸地震	8.9	9.9	○	9.9	2.5~3.2
気仙沼湾	14.6	明治三陸地震	6.2	7.2	○	7.2	2.8~4.5
気仙沼湾奥部	8.9	明治三陸地震	4.0	5.0	○	5.0	2.8~4.5
大島東部	12.1	明治三陸地震	10.8	11.8	○	11.8	1.8~4.5
大島西部	12.1	明治三陸地震	6.0	7.0	○	7.0	2.5~5.1
本吉海岸	18.8	明治三陸地震	8.8	9.8	○	9.8	2.5~5.5
志津川湾	20.5	想定宮城県沖地震	7.7	8.7	○	8.7	3.6~5.1
追波湾	14.9	明治三陸地震	7.4	8.4	○	8.4	2.6~4.5
雄勝湾	16.3	明治三陸地震	5.4	6.4	○	6.4	3.1~5.9
雄勝湾奥部	16.3	明治三陸地震	8.7	9.7	○	9.7	4.1~5.9
女川湾	18.0	明治三陸地震	5.6	6.6	○	6.6	3.2~5.8
牡鹿半島東部	20.9	明治三陸地震	5.9	6.9	○	6.9	4.4~5.1
牡鹿半島西部	10.5	チリ地震	5.0	6.0	○	6.0	2.9~4.6
万石浦	2.4	チリ地震	1.5	2.5	○	2.6	2.6
石巻海岸	11.4	明治三陸地震	3.4	4.4	高潮にて決定	7.2	4.5~6.2
松島湾	4.8	チリ地震	3.3	4.3	○	4.3	2.1~3.1
七ヶ浜海岸①	8.9	明治三陸地震	4.4	5.4	○	5.4	3.1~5.0
七ヶ浜海岸②	11.6	明治三陸地震	5.8	6.8	○	6.8	5.0~6.2
仙台湾南部海岸①	12.9	明治三陸地震	5.3	6.3	高潮にて決定	7.2	5.2~7.2
仙台湾南部海岸②	13.6	明治三陸地震	5.2	6.2	高潮にて決定	7.2	6.2~7.2

表-1 新計画堤防高

2.3 宮城県沿岸域河口部・海岸施設復旧における環境等検討委員会

災害復旧事業は、今後概ね5ヶ年の短期間で終えることとしている。このような時間的制約がある中でも、周辺環境等地域の特性を踏まえた構造物とすべく、景観・利用・環境への配慮事項について専門家からの助言・指導を受けながら、宮城県と共同で環境等に配慮した復旧を検討し具体化する体制を取っている。なお、オブザーバーとして林野庁、農林水産省が参画している。図-3には環境等を配慮する際の基本的な考え方を、写真-3には景観を考慮したデザインの例を示す。

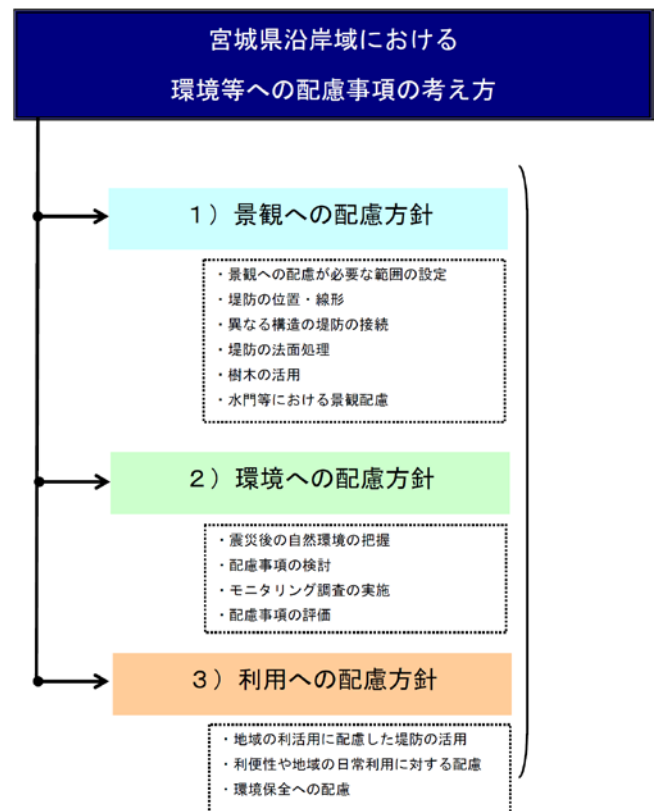


図-3 環境配慮事項



写真-3 上屋の無い水門の例
(宮城県北上川：月浜第一水門)

2.4 河川・海岸堤防施工新技術検討会

被災施設の機能回復のため迅速な復旧が求められており、これに応えるためには、従前の施工法だけではコストやスピードの面で不十分である。したがって、津波により発生した大量のガレキの処理も含め、新たな発想や技術による円滑な事業遂行を考え出すことが重要である。本検討会は、こうした認識から、学識経験者の意見を聞き、課題克服の方法を幅広く検討する場にすることを目的に設置されたものである。

3. 津波堆積土砂等の活用

3.1 津波堆積土砂の品質

土木学会復興施工技術特定テーマ委員会が仙台市ガレキ搬入場で実施した結果²⁾では、本津波堆積土砂は建設発生土利用技術マニュアルの土質区分基準で泥土bに分級され、これを盛土材に利用する場合の適用用途標準として含水比の低下や粒度調整等の安定処理が必要と判定されている。

このため、こうした処理の一環としてガレキとともに発生するコンクリート殻の海岸堤防本体の原材料等として有効活用を図る方策について検討している。写真-4の津波堆積土砂の再泥化は、このような処理の必要性を示すものである。



写真-4 再泥化状況

3.2 台形CSG工法の適用検討

3.2.1 概要

CSGは、現地で得られる土石にセメントと水を混合して得られる材料であり、台形CSGダムでは建設コストの縮減と工期短縮等に効果が現れていることから事業への適用性を検討した。

3.2.2 工法の優位性

海岸堤防の粘り強い構造に配慮し、傾斜堤（台形CSG）とした場合に考えられる優位性を整理すると、①今次津波のように海岸堤防を大きく越流した場合でも安定性の確保が望める、②ダム等での実績から品質確保、重機による高速施工、現地材料（コンクリート殻等）活用によるコスト縮減が期待できる、③基本的にメンテナンスフリーであり維持管理費の低減に寄与する等が可能である、といったことが挙げられる。

3.2.3 適用にあたっての検討事項

津波堆積土砂には有機物、塩分及び原泥の状態では土壤汚染に係る環境基準を超える重金属が含まれているため、事前試験が必要となっている。

また、越流した場合の粘り強さ発揮における効果を吟味した上で、CSGによる基礎地盤改良範囲、改良目標強度などについて精査することが必要である。

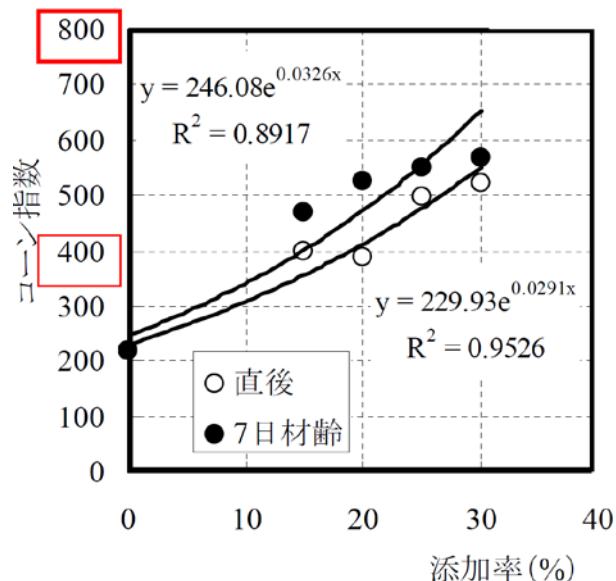
3.3 石炭灰造粒物の活用検討

3.3.1 概要

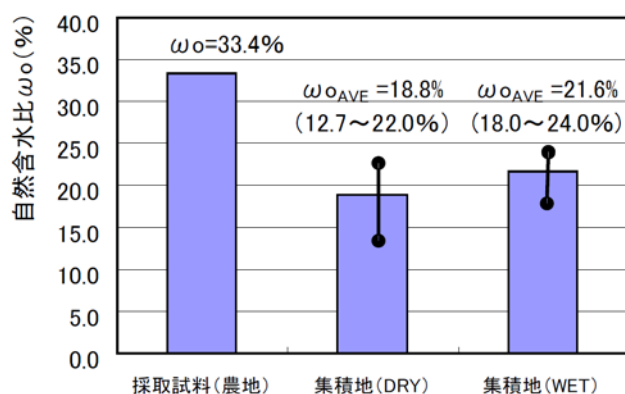
石炭灰造粒物は火力発電で発生する石炭灰に少量のセメントを使用し造粒固化した弱アルカリ性の材料で、①硫化水素・アンモニア等の吸着効果、②有機物の分解作用、③高含水土の吸水効果があるとされていることから、事業への活用性を検討した。

3.3.2 室内試験結果

図-4に、石炭灰の添加量を増やしていったときのコーン指数の増加状況を示す。この図からわかるように、添加による一定の強度増加効果が確認でき、第3種建設発生土の要件であるコーン指数 400KN/m^2 以上には達する。しかし、石炭灰造粒物の添加だけでは、原泥の含水比が高く、また、粒径も膨張性の強い粘土であるため築堤に使用できる第2種建設発生土（コーン指数 800KN/m^2 以上）までの改良強度が得られない。このためコンクリート殻・良質土との混合、併せて脱水・安定処理の対策を検討する必要がある。図-5に、津波



図・4 石炭灰添加と強度



図・5 採取地別自然含水比

堆積土砂の採取地別自然含水比を示す。

4. まとめ

本稿では、初めに東北地方太平洋沖地震・津波被害の復旧対策として東北地方整備局が取り組んだ新たな体制を紹介した。

次に、復旧・復興の妨げとなっているガレキ（ここでは津波堆積土砂等）を活用した海岸堤防の築造について新技術を用いて処理する方策について紹介した。

今後は、コンクリート殻・良質土の最適な混合比率を求めるため、更に現地実証（海岸堤防の安定性、建設コスト、環境への配慮等）を行い、早急に施工計画を樹立し実施に生かして行く予定である。

なお、本年1月29日に仙台湾南部海岸堤防復旧着工式が仙台空港近郊の海岸において開催したところ、出席された村井宮城県知事や来賓の方々から「海岸堤防完成が復興の第一歩である」との力強いお話をいただいた。

本復旧工事の進め方として、仙台空港や下水処理施設等、地域の復旧復興に不可欠な施設が背後地にある区間については、平成24年度の完成を目標にしている。また、それ以外の区間についても概ね5カ年での完成を目指し、宮城県や地元自治体の復興計画と調整を図りながら事業を進めていくこととしている。

謝 辞

本報告を整理するにあたり、広島大学の日比野准教授にご指導を受けた。また、貴重な資料を提供いただいた仙台市環境局震災廃棄物対策室鈴木主査、(株)エネルギー・エコ・マテリア斎藤環境術部長、鹿島建設(株)開発事業本部武田事業管理グループ長に対しここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) (社)全国海岸協会：海岸、第51号、2012.3
- 2) 土木学会：がれき分級土砂（農地部）の盛土材料調査（室内土質試験）報告書、平成23年9月
- 3) 鹿島建設株式会社：仙台空港周辺で瓦礫を活用した短工期の防潮堤整備事業、2011.6.29
- 4) 広島大学海岸工学研究室、(株)エネルギー・エコ・マテリア：震災農耕地の石炭灰造粒物による事業活用（中間報告）、平成24年4月2日

佐藤慶亀*



国土交通省東北地方
整備局河川部 地域
河川調整官
Keiki SATOU

横山喜代太**



国土交通省東北地方
整備局河川部 地域
河川課長
Kiyota YOKOYAMA