

震災がれきを活用した海岸堤防の施工

仙台湾南部海岸堤防復旧プロジェクト

武田 節朗

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）」による地震・津波で仙台湾南部海岸では全ての区間で津波が海岸堤防を越流し、堤防決壊や消波ブロックの飛散、堤防裏法面の流出、背後地盤の洗掘など甚大な被害を受けた。

これらの海岸堤防の復旧にあたって、地震・津波により発生した震災廃棄物のうち、津波堆積物とコンクリート殻（以下震災がれきという）を活用することにより海岸堤防の盛土材の安定供給と工事コスト縮減及び自治体による震災がれき処理対応の軽減等を図ったものである。

キーワード：東日本大震災、災害復旧、海岸堤防、震災がれき

1. はじめに

仙台湾南部海岸は仙台市から福島県境までの 3 市 2 町にまたがる延長約 60 km の海岸で背後地は商業、工業などの産業の集積が著しく、東北地方の中核拠点となっている。このうち、海岸浸食の著しい岩沼海岸、山元海岸計 13.9 km を国土交通省直轄海岸工事区間として海岸保全施設の整備を進めてきている（図—1）。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）」による地震・津波で仙台湾南部海岸では全ての区間で津波が海岸堤防を越流し、押

し寄せる津波や引き波により堤防決壊や消波ブロックの飛散、堤防裏法面の流出、背後地盤の洗掘など甚大な被害を受けた。

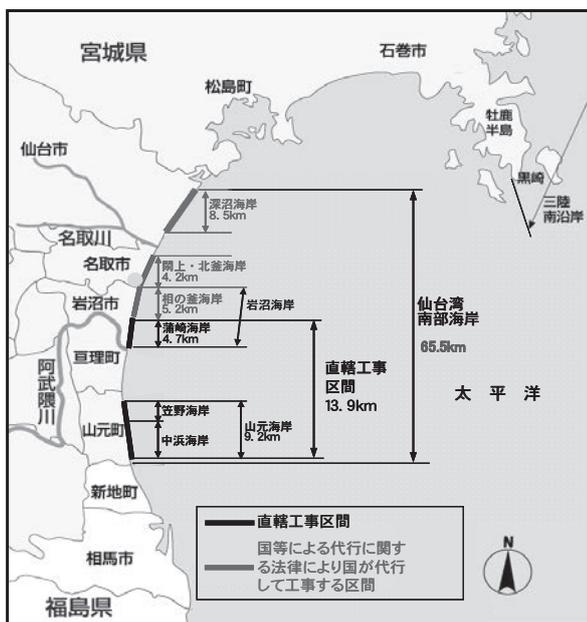
本報文は、これら被災した海岸堤防の災害復旧の取り組みと、被災自治体の復興の課題となっている震災廃棄物のうち、津波堆積物とコンクリート殻（以下震災がれきという）の海岸堤防盛土への活用について報告するものである。

2. 東日本大震災による被害状況と災害復旧の対応

(1) 被害状況

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分の三陸沖を地震源とするマグニチュード 9.0 の地震により、宮城県内では栗原市築館で震度 7 を観測したほか、7 市 4 町 1 村で震度 6 強が観測。この地震に伴い沿岸全域で 8 m 以上の津波が襲来しており、局所的に 20 m を越える波も記録されている。また、広域的な地盤沈下が発生し宮城県内の海拔 0 m 以下の面積が震災前の 3.4 倍、56 km² に拡大した。

仙台湾南部海岸でも、8 割以上が津波により全半壊するなど壊滅的な被害が生じ、特に既存堤防が直立堤や傾斜堤など混在していたことから、その変化点での被害が大きくなっていった。特に侵食対策工事が実施されていた山元海岸では、津波により汀線がくさび状に大きく侵食された他、海岸堤防全域で堤防裏法面や法尻が大きく洗掘され、堤防裏法尻付近では最も大きな



図—1 仙台湾南部海岸位置図

場所で地盤線から最大5.7 m 洗掘され縦断的に落堀が形成されるなど、甚大な被害を受けた(写真—1, 2)。

(2) 災害復旧等の対応

今回の災害復旧事業実施にあたっては、仙台湾南部海岸の被害の甚大性に鑑み直轄工事区間 13.9 km に加え宮城県管理区間である 17.8 km についても「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事業等に係る工事の国等による代行に関する法律」に基づき国土交通省直轄で実施することとした。

復旧工事は、本格的な台風期となる9月前までに段階的に緊急復旧堤防約 20 km を施工し、その後本復旧事業として平成 27 年度までに海岸堤防を整備するものである。なお、仙台空港や下水処理施設等の重要

施設が存在する区間については平成 24 年度で完了させることとしている。

3. 堤防復旧構造

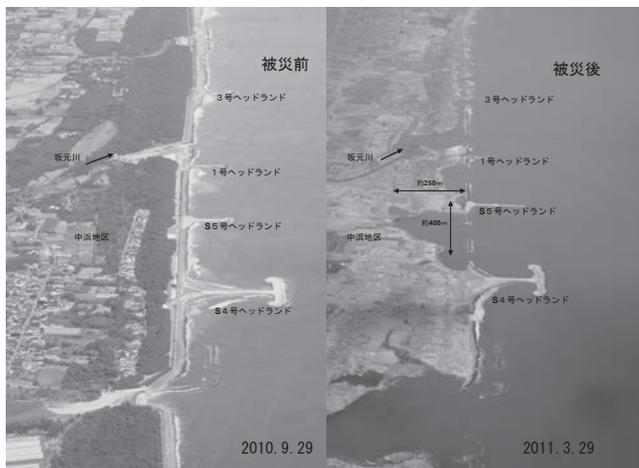
本復旧の海岸堤防の構造については、下記の事項を基に諸元等を決定した。

(1) 海岸堤防の高さの基準となる水位の設定

仙台湾南部海岸における海岸堤防の高さの検討にあたっては、「海岸における津波対策検討委員会」の提言「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」を踏まえてとりまとめた。この中で「頻度の高い津波」と、「台風・低気圧に起因する波浪・暴風により発達する高波、高潮時の波の打ち上げ高」を考慮し、計画堤防高を T.P. + 7.2 m と設定した。

(2) 粘り強い堤防構造

堤防の構造については、中央防災会議の報告で示された「設計対象の津波高を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物」の考え方を受け、設計対象の津波高を超える津波が来襲し海岸堤防等の天端を越流した場合でも、海岸堤防の施設効果が粘り強く発揮できるような構造としている。構造の詳細については、国土技術政策総合研究所による模型実験を踏まえて(図—2)



写真—1 海岸被害状況 (山元海岸)



写真—2 海岸保全施設の被災状況

仙台湾南部海岸 海岸堤防復旧の基本構造

●「粘り強く効果を発揮する」海岸堤防等の構造を検討し、模型実験で確認

①裏法被覆工の補強

- ・表法被覆工と同等の厚み・重量を確保
コンクリートブロック(2.0t型 t=500mm以上)
- ・ブロックの連結は法面上下方向にかみ合わせ構造
(浮き上がり防止)

②天端被覆工の補強

- ・表法被覆工と同等の厚み・重量を確保
現場打ちコンクリート t=500mm
- ・空気・水抜き孔(砕石詰め)設置

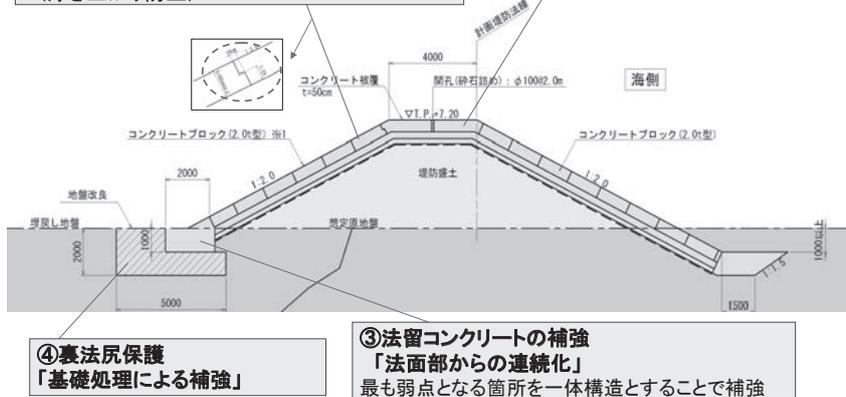


図-2 ねばり強い海岸堤防構造概要図

- ・裏法被覆工の補強…表法被覆工と同等の厚み・重量の確保, ブロックの連結はかみ合わせ構造
 - ・天端被覆工の補強…表法被覆工と同等の厚み・重量の確保
 - ・法留コンクリートの補強…最も弱点となる法面部の連続化
 - ・裏法尻保護…地盤の基礎処理による補強
- とし、法面の勾配については被災の状況を調査し、最も被災の少なかった2割勾配とした。

(3) 環境への配慮

仙台湾南部海岸における災害復旧はきわめて緊急性の高い事業であり、早急かつ確実に進める必要がある。また、復旧される施設は今後長期にわたり使用され、地域にとっても日常的に存在する施設となることから、視覚的な景観のみならず、地域と海岸の関係や生態系などにも十分配慮する必要がある。このことから、設計段階から工事施工の各段階において、各分野の学識者・専門家の方々より指導、助言を受けながら復旧事業を進めることとしている。

4. 海岸堤防における震災がれきの活用

東日本大震災では人的被害や家屋被害だけではなく、地震津波の2次被害として土砂・木材・コンクリート・鉄等が混在した多くの震災がれきが発生した。その莫大な量の震災がれきの処理は被災地における大きな課題となっている。一方、海岸堤防の復旧工事にあ

たっては大量の盛土材料が必要となり、その安定供給と材料運搬による交通渋滞の発生等が懸念された。

このため、この震災がれきの有効活用を目的として、海岸堤防の盛土材への活用のための調査や試験施工を実施し、良好な結果が得られたことから活用に踏み切ったものである。

ここで盛土材として活用したがれきは、津波により農地などに堆積した土砂（以下津波堆積土という）と家屋基礎などを取り壊したコンクリート塊（以下コンクリート殻という）である。

(1) 実証試験

津波堆積土の多くは、砂が津波で押し流され農地に堆積したもので、木根を多く含む砂質土である（写真-3）。そのため津波堆積土単体では堤防盛土材料としては使用できないため粒度調整用としてコンクリート殻を混合したもので試験した。

仙台市での実証実験の概要を述べる。試験はコンク



写真-3 津波堆積土（仙台市）

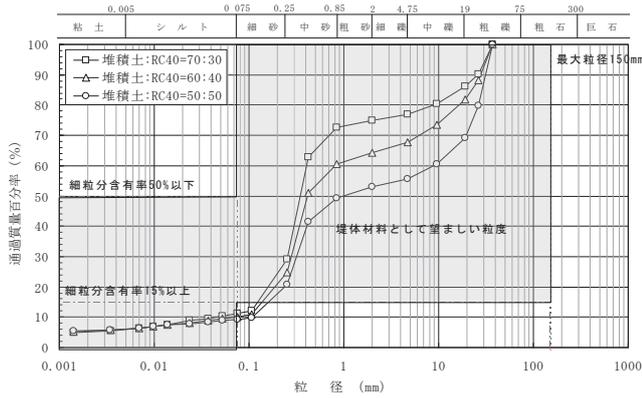


図-3 津波堆積土+RC40(混合改良土)の粒径加積曲線

リート殻の混合比率を3ケースに変え、盛土材としての適性について検討した。図-3に3ケースの粒度試験結果を示す。なお、試験ではコンクリート殻に変えてRC40材を用いた。

図-4に締固め度と転圧回数との関係を示すが、各ケースとも盛土の品質管理基準値である締固め度90%以上を超えている。このことより、津波堆積土7:コンクリート殻3の混合土砂を活用することとした。

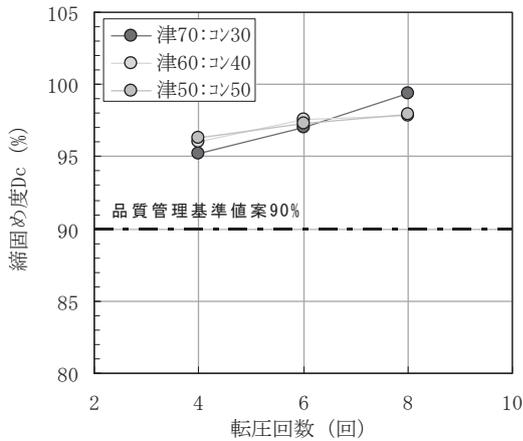


図-4 締固め度と転圧回数の関係

(2) 震災がれき盛土の実用化

仙台市でのがれき活用のフローを図-5に示す。津波堆積土とコンクリート殻の各々を分別処理した後、混合機械で所定の比率で混合し堤防盛土材(改良土)を製造する(図-6)。改良土混合プラントとしての能力は1,000~1,300m³/日である。また、プラントは海岸堤防の近隣にあり、この改良土をダンプトラックで運搬し、ブルドーザーで敷均し、タイヤローラ転圧により盛土が完成する(写真-4~6)。

(3) がれき活用の効用

震災がれきの海岸堤防への活用量は仙台市分で約

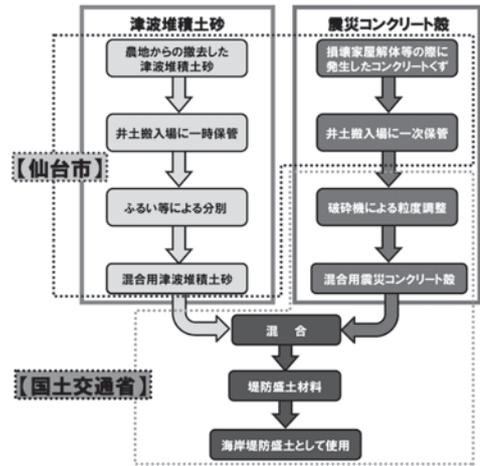


図-5 震災がれきの活用概要フロー図

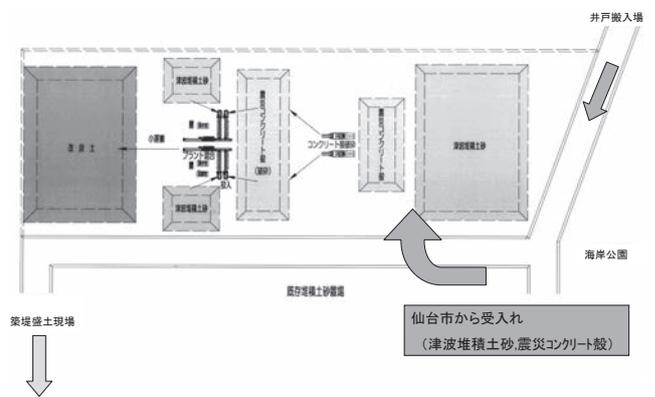


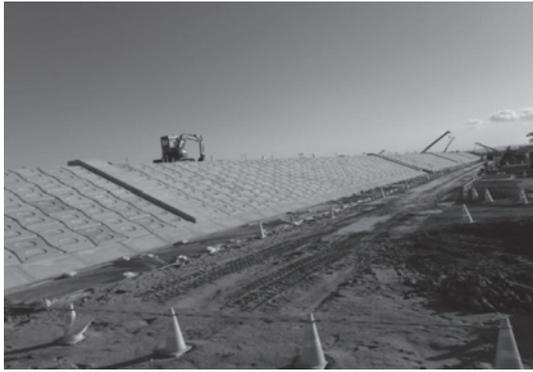
図-6 改良土製作ヤード配置図



写真-4 改良土製作プラント全景



写真-5 混合機械稼働状況



写真一六 海岸堤防の工事業況 (H25.2 時点)

20万 m^3 。これは仙台地区の海岸堤防盛土材の約7割を震災がれきで賄うものであり、同様に名取市においても約48万 m^3 の震災がれきを活用している。

このことから震災がれきを活用したことにより次のような効果が期待される。

①海岸堤防盛土材料の安定供給

震災復旧・復興工事が各地で進められることにより、不足してきた土砂等の工事資材の安定供給や工事コストの縮減が図られ、計画的かつ効率的な施工が可能となる。

②市街地を通過するダンプ台数の軽減

延べ台数で4～5万台の土砂運搬ダンプの走行が減ることによる市街地での交通渋滞の緩和や交通事故発生の抑制が図られるとともに、海岸工事でのダンプ使用台数の軽減が復興他事業でのダンプ不足緩和に寄与する。

③震災がれき処分の軽減

各自治体では処理能力以上のがれきが発生しており、この処分が大きな問題となっている。その中で今回の震災がれきは埋め立て処分の対象となるものであり、海岸堤防に活用することで処分場への負荷の軽減に大きく寄与し、各自治体での復旧・復興の促進が図られる。

5. おわりに

東日本大震災により壊滅的な被害を受けた海岸堤防の復旧にあたり、自治体復興促進の課題となっていた震災がれきを堤防盛土材として有効活用を図ったものであり、自治体からも一挙両得の方策として好評を得ている。

海岸堤防は、まちづくりにおける第一線堤としての大きな役割を果たすものであり、早急な復旧が切望されている。この復旧にあたり、安全で安心でき、また効率的な事業を目指し、1日も早い完成に向け今後ともさらなる事業促進を図っていく必要がある。

JICMA

【筆者紹介】

武田 節朗 (たけだ せつろう)
 (前) 国土交通省
 東北地方整備局 仙台河川国道事務所
 仙台湾南部海岸復旧推進室長 (副所長)

