

津波による海岸保全施設の被災状況調査

川崎地質株式会社 佐藤祥昭

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、三陸の沿岸部で海岸保全施設が大きく被災した。被災メカニズムを解明する為には、被災直後の状況を調査把握することが重要であり、岩手沿岸5海岸（宮古市金浜海岸、大槌町大槌川河口、釜石市両石海岸、大船渡市越喜来海岸、陸前高田市睦前高田海岸）を対象として、被災状況調査を2011年5月に実施した（海岸保全施設周辺津波洗掘等調査業務 国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所 平成23年7月）。被災現場では応急対策工事が最優先に実施されるが、被災時の状況をより正確に把握するためには、工事が開始する前に広域的な地形変動の調査と、現地での詳細な調査を早急に行う必要がある。

今回の調査ではこの要求に応じて、高精度ヘリレーザ技術と水上バイクを使用した音響測深技術により、被災直後の地形変化量を測定すると同時に、現地調査やボーリング、及びサウンディングを多数実施する事により、被災直後の状況を把握することができた為、これを報告する。

2. 調査内容

調査全体のイメージを図-1に示す。

① 地形変化量の調査

被災した沿岸部の地形変化量を把握する為、航空レーザ測量、及び深淺測量を実施した。従来の航空レーザ計測システムは、地図情報レベル1000までの測量（1m四方に1点程度のデータ取得、標高精度30cm）が一般的で

あるため、施設調査に十分な密度、精度とはならない。

今回の調査では、ヘリコプターに搭載した高精細・高密度航空レーザ測量システム SAKURA (NETIS CB-100031-A) を適用し、15cm 四方に1点のデータ取得とした。このシステムは、山間地における地図情報レベル500の地形測量、堤防沈下計測等の実績も多く、広範囲で地上測量に相当する測量が必要とされる場合に適している。深淺測量は、非常に水深が浅く、また津波により運び出された浮遊物や障害物が非常に多いことから、喫水が浅く、スクリューを備えていない水上バイクに音響測深機を搭載したシステムにより実施した。

② 被災構造物の調査

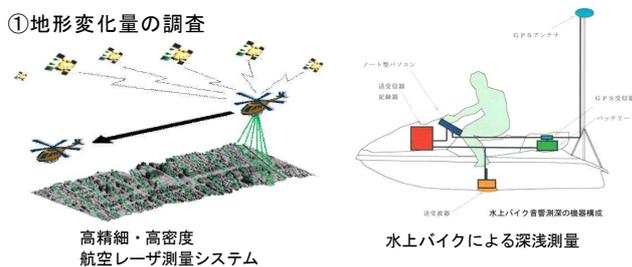
構造物の破損断面などから施設の構造形態を想定する構造調査、構造物本体の変状を観察・測定する変状調査、ならびに構造物の構成部材がどのように飛散したか調べる飛散調査を実施し、海岸構造物の被災状況を把握した。

③ 最大洗掘深の把握

宮古市金浜海岸と大槌町大槌川河口を対象として、最大洗掘深および再堆積状況を把握する為に、調査ボーリングとサウンディングを実施した。

調査ボーリングは破堤箇所の堤内側法先部にて、サウンディングは破堤した堤防の縦横断方向にて実施した。堤内側法先部は洗掘が激しく浸水していた為、作業用フロートを用いて水上でスウェーデン式サウンディングを実施した。

① 地形変化量の調査



② 被災構造物の調査



③ 最大洗掘深の調査

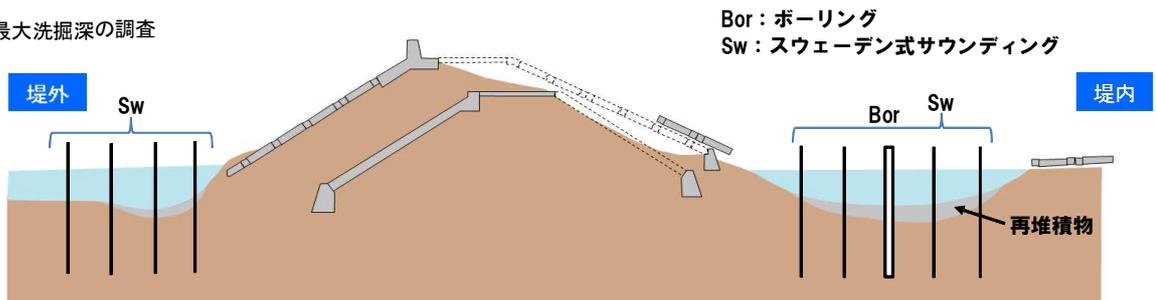


図-1 調査のイメージ

3. 調査結果

① 地形変化量の調査

高精細・高密度航空レーザ測量システムにて、極めて詳細な被災直後の状態を保存する事ができた。図-2は空中写真に地形起伏図を重ね可視化したものである。これに、水上バイクによる深淺測量結果と併せて、図-3に示す陸海統合地形図を作成することで、押し波による堤内洗掘跡や、引き波による堤外洗掘跡など、広域な被災状況が明瞭となった。更に、被災前の既往LPデータ、既往深淺測量結果を入手し、被災前後の地形の変化量を把握する事ができた。(図-4)

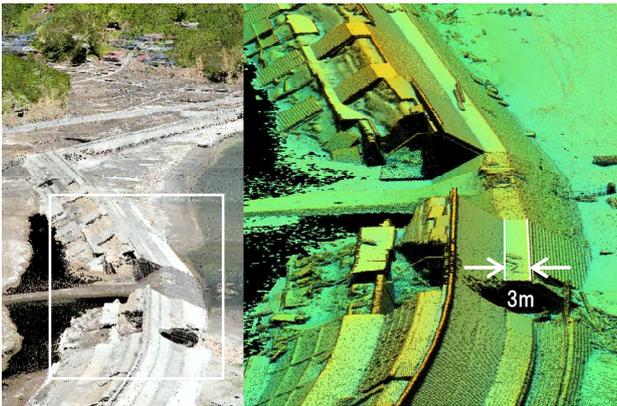


図-2 金浜海岸の被災状況を可視化



図-3 高田海岸の陸海統合地形図

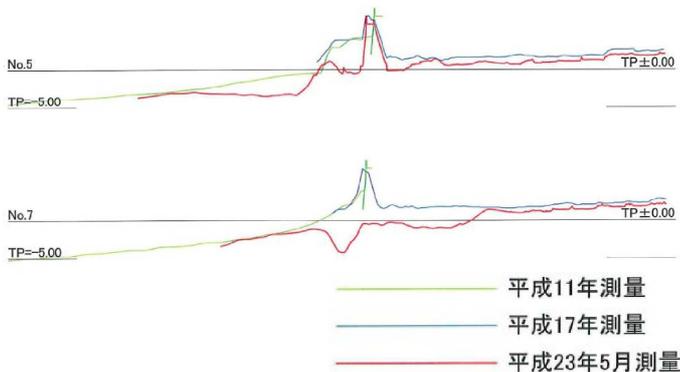


図-4 震災前後の比較断面図

② 被災建造物の調査

構造調査では、各自治体での資料収集や、被災建造物の形状を測定する事により、被災前の建造物を想定し、標準断面図を作成した。飛散物調査では、サイドスキャンソナーやダイバーによる追跡により、飛散建造物の位置を特定する事ができた。変形調査では、建造物の被災断面やスリッパの変形などを観察することにより、被災時の破断方向や変形状態をおおまかであるが想定する事ができた。

③ 最大洗掘深の把握

破堤部で実施した調査ボーリング、及び縦横断方向に実施したサウンディングにより、津波による最大洗掘深と再堆積物の状況を把握する事ができた。ボーリングコア試料の観察により、洗掘により潜り込んだと思われるコンクリート片や、津波堆積物特有の平行層理を確認する事ができた。その他、粒度試験や、塩分濃度試験、電気検層を実施し、再堆積物と基礎地盤の境界を区分する事ができた。特にスウェーデン式サウンディングは機動力が高く、技術者が状況に合わせて調査を繰り返す事ができ、非常に有益であった。今回は写真-1に示すように水上での作業となったが、写真-2のようにガイドパイプを用いることにより、掘削音を確認する事ができた。



写真-1 作業の状況



写真-2 ガイドパイプ設置

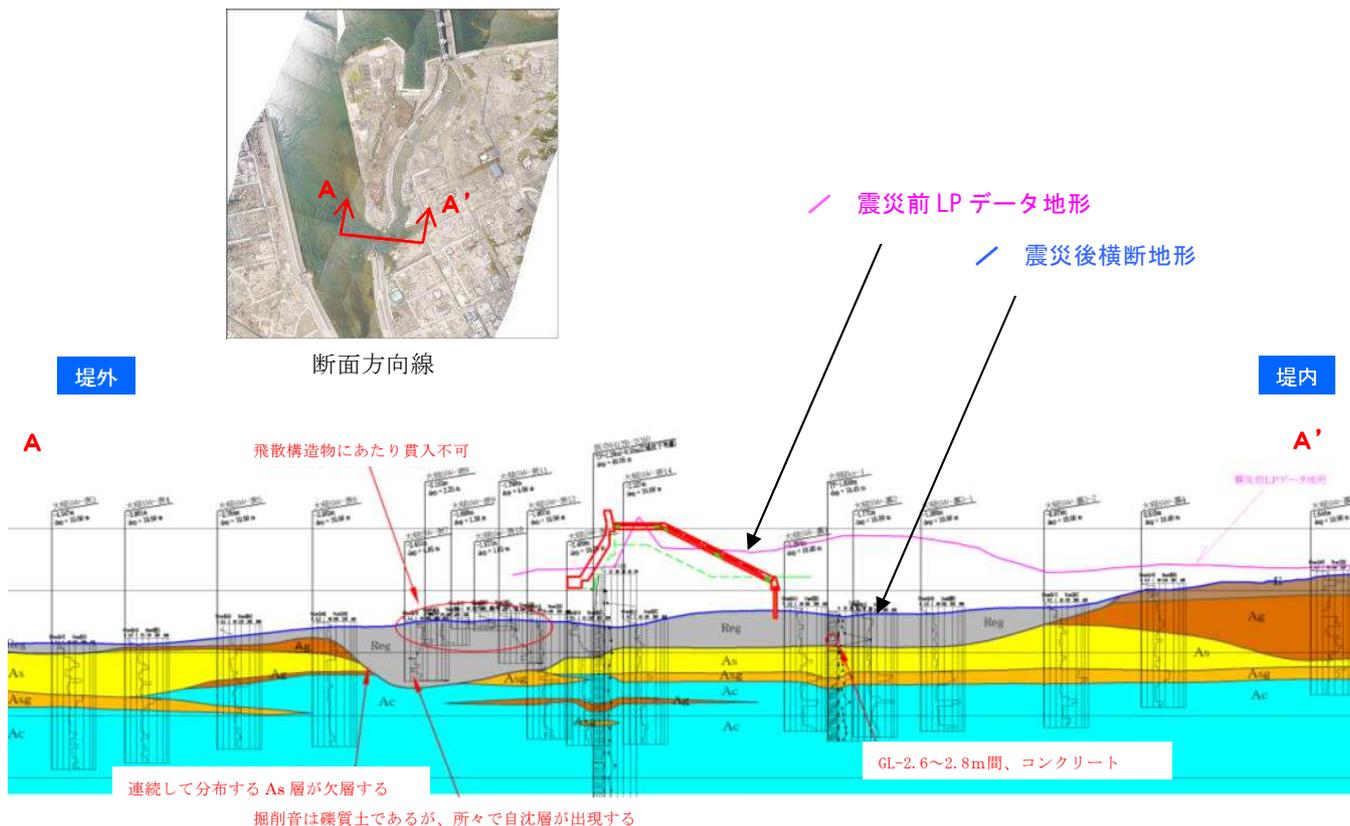


図-5 大槌川河口の最大洗掘深調査結果

4. 津波による広域な洗掘状況

陸海統合地形図から被災前後の堤防横断図を再現する事ができ、堤防の侵食量や洗掘深等を統計処理する事で傾向を把握する事ができる。図-6は、比較断面位置と洗掘深の関係を示したものである。これより、想定越水開始場所の堤内洗掘深は、周辺部と比べて深くなる傾向にあることが分かった。また、想定越水開始箇所から離れると洗掘深が比較的浅くなり、ウォータークッションなどの影響が想定される。今後、近接地域のデータを増やすことにより、幾つかの要素を重ね合わせ、より高い精度の傾向を把握する事が望まれる。

被害を受けた海岸保全堤防では、津波の越流による洗掘が特徴的であった。破堤箇所においては周囲に比べて洗掘深が大きく、引き波の集中による地形変化が明瞭であった。津波による海岸保全施設の被災状況は、洗掘など河川堤防にも見られる形態である。

5. まとめ

津波による被災直後の状況を把握することを目的として、従来実施されてきた現地における被害調査に加え、高精度測量による地形変化量の調査、構造物の調査、及び最大洗掘深の調査を実施し、有益な情報が得られた。今後、洪水による河川堤防の被災状況の調査等、短期間で広域的な調査が必要な場合の調査方法として、今回の事例を参考とされたい。

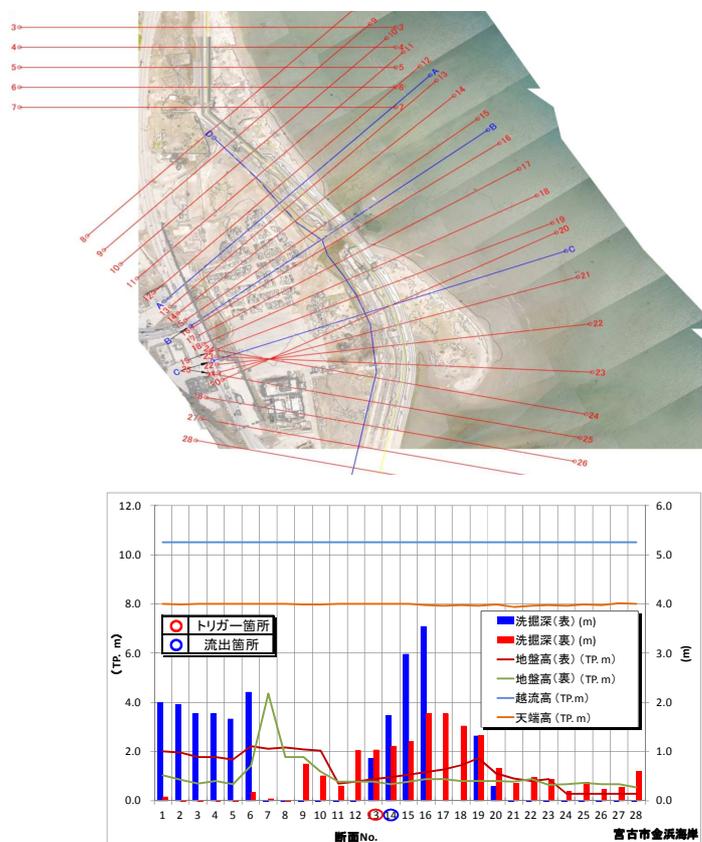


図-6 金浜海岸の統計処理例