

# 津波被災調査への取り組み

※中井 真司 復建調査設計㈱ 保全防災部 防災技術課  
市橋 理 アジア航測㈱ 東北コンサルタント部 環境計画課



※発表者：中井真司

東日本大震災により、東北地方太平洋側の沿岸部は甚大な被害を受けた。被災情報を把握する測量、調査をおこない、災害査定等に係る設計を行ったので報告する。震災翌日から空中写真撮影を開始し、速やかな被災状況の全容解明に努めた。被災調査にあたっては、航空レーザーを用いた上空からの計測、ナローマルチビームを用いた深淺測量による海上からの計測、モバイルマッピングシステムを用いた陸上からの全周囲パノラマ画像の撮影等を駆使して迅速、かつ正確な状況把握に努めた。これらの基礎データと現地踏査による詳細調査を合わせて、被災状況の詳細を把握し、復旧・復興のための計画・設計に活用した。

**Keywords:** 津波被災調査, 航空レーザー計測, ナローマルチビーム, モバイルマッピングシステム

## 1. はじめに

平成23年3月11日午後2時46分、東北地方太平洋沖を震源とする強い地震が発生した。その後も青森県から静岡県までの広い範囲で、強い余震が繰り返し発生した。気象庁の公表<sup>1)</sup>によると、本震の震源は三陸沖(38° 62'N, 142° 51.6'E)の深さ約24km地点で、マグニチュードは9.0であった。この地震により、宮城県栗原市の最大震度7をはじめ、青森県から静岡県までの15都県で震度5強以上、岩手県から千葉県までの8県で震度6弱以上が観測された。また、広範囲の強い揺れに伴い、東日本の太平洋沿岸部では巨大な津波が観測された。本震発生後、余震域は青森県沖から房総半島沖の非常に広い範囲にわたっている。この地震では、岩手県から千葉県にかけての沿岸部で津波により甚大な被害が発生し、数多くの尊い人命や社会基盤が失われた。特に被害の大きかった港湾・漁港や臨海地域は被災地の生命線でもあり、早期の復旧が望まれている。

ここでは、震災対応として実施した津波被災調査について報告する。

## 2. 被災状況調査

地震による被災は広域的かつ甚大なものであったため、震災翌日の3月12日より空中写真を撮影し、被災の全容解明に努めた。なお、撮影した空中写真等は、浸水範囲、被災箇所、被災程度の特定に用いる他、アジア航測㈱のウェブサイトで公開した。得られた情報はウェブサイトで公開したもの以外のものも含め、被災者や御家族の方、

関係者等の方々に無償で提供し、被災地の状況を知る手段として活用して頂いた。

さらに、詳細な調査を要する箇所については、航空レーザー計測、ナローマルチビーム、モバイルマッピングシステム等、両社が保有する最新の技術を複合的に活用した。



写真-1 震災翌日の石巻市の状況(3月12日アジア航測㈱撮影)

### (1) 航空レーザー計測

航空レーザー計測は、航空機搭載の走査型レーザー測距儀を用いて地表の詳細な地形を計測するもので、GPSとIMU(Inertial Measurement Unit慣性計測装置)を統合したPOS(Position and Orientation System)を用いて航空機的位置と姿勢を測定し、それと航空機から照射したレーザーによる測距データを統合することで、地表面の形状を直接的にデジタルで測定することができる<sup>2)</sup>。

被災状況調査においては、航空レーザー計測結果を用

いて以下の作業を実施した。

- ① 被災前後の地形変化を把握した他、応急復旧に必要な地形図を作成した。
- ② 地盤高データを用いて、沈下量を算出した。
- ③ 瓦礫の堆積状況、ボリュームを把握した。



図-1 航空レーザー計測による赤色立体地形図  
(石巻地区, アジア航測株式会社作成)

## (2) ナローマルチビーム

海底の地形状況を把握するためには、深浅測量が行われるが、一般的な音響測深機は、円錐状の指向特性をもった音響ビームを用いており、直下ではなく最短距離からの反射音が記録されるので、起伏の多い複雑な海底地形を忠実に表現することはできない。傾斜のある海底地形を計測するためには、指向性の狭い音響ビーム（ナロービーム）を用いる必要がある。

ナローマルチビーム測深機は、同時に多数のナロービームを広角に送信することにより、正確なデータを面的に計測することを可能としたものである（今回使用したものはビーム数：256本、幅：130°）。慣性GPSジャイロを使用することによって、海底詳細地形の3次元化が可能となっている。また、分解能が従来の測深機に比

べると飛躍的に向上しており、近年、港湾・漁港・漁場の管理や海域内に設置された構造物の点検・管理、災害による被災状況の把握等に用いられてきている<sup>3)</sup>。

今回は、石巻港、女川港、小名浜港、相馬港において、防波堤、消波ブロック等の被災状況の把握のために実施した。

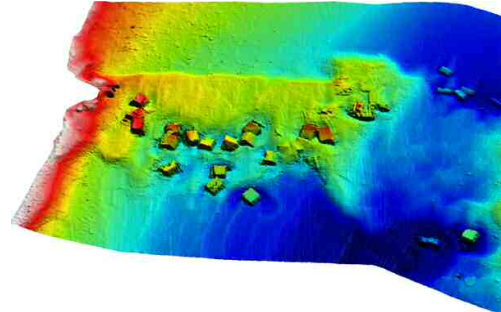


図-2 ナローマルチビーム計測による被災したケーソンの状況  
(女川港, 4月25日復建調査設計株式会社実施)

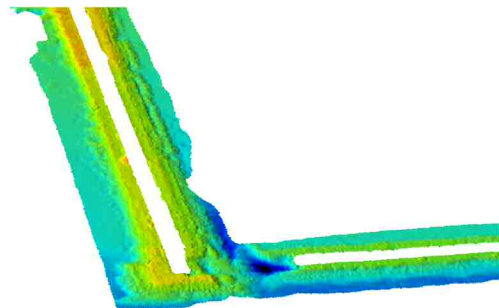


図-3 ナローマルチビーム計測による沖防波堤周辺の状況  
(石巻港, 4月26日復建調査設計株式会社実施)

## (3) モービルマッピングシステム

モービルマッピングとは、車両に搭載した測位センサーによる三次元位置と、それに関係付けられた画像データを収集し、デジタルマッピングを行う技術である<sup>4)</sup>。こ



図-4 モービルマッピングシステムによる名取市閑上地区の全周囲パノラマ画像（3月27日アジア航測株式会社撮影、LV Squareにて表示）





大きかった。閉上地区では、流出建物および全壊建物が90%近くを占めていたが(図-7)、調査時点では流出建物と被災後に取り壊された建物が現地にて判断できないケースもあった。

被災直後の3月13日に撮影した空中写真から作成したオルソ画像(写真-3)は、津波到達範囲の判定に有効な資料であったことはもちろんであるが、流出建物と取り壊された建物の判別にも非常に役立った(図-8)。また、津波の痕跡や撤去建物の震災直後の被災程度を把握するにあたっては、モービルマッピングシステムによる全周囲パノラマ画像(図-4)が大変効果的であった。

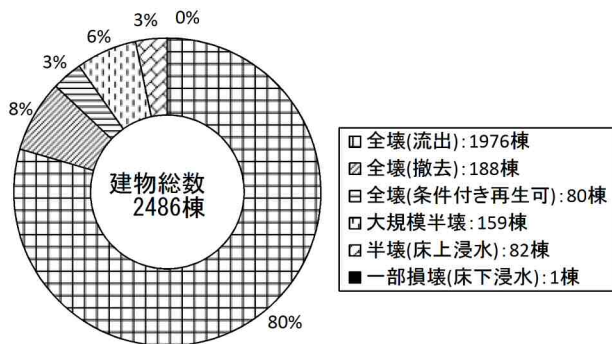


図-7 閉上地区の建物被害  
(現地調査等による判断に基づいたもの)

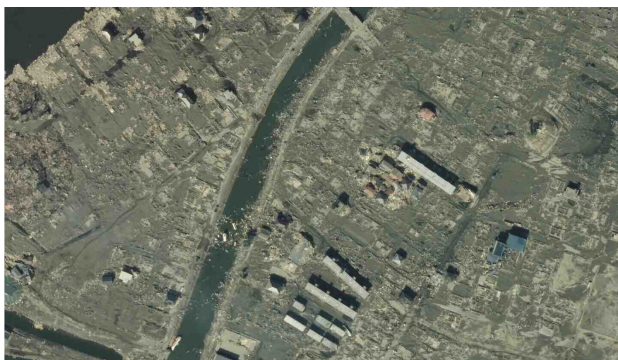


写真-3 震災直後の閉上地区(3月13日アジア航測株撮影)



図-8 閉上地区の建物被害  
(現地調査、写真-3、パノラマ画像等から判定したもの)

なお、津波被災調査の現地作業では、地震により不安定化した建物や構造物、瓦礫や有害物質を含む粉塵などの危険が潜在した状況であった。さらに、今回の現地調査にあたっては、現地の雇用確保のため、補助調査員は地元で採用したため、必ずしも全員が災害調査に慣れている訳ではなかった。このため、安全確保対策として以下のことに留意し、安全行動に徹底した。

- ① 着手前に責任者、専門技術者により現地予備調査を実施し、現地のリスクを抽出した。
- ② 現地雇用の補助作業員を含む全員に入場者教育を実施した。KY活動も全員を対象として毎日実施した。
- ③ 建物や構造物からの落下、瓦礫からの足元保護、粉塵の対策として、全員にヘルメット、安全靴、防塵マスクの着用を義務付けた。
- ④ 現地雇用の補助調査員は必ず専門技術者と同行することとし、単独行動は行わせないこととした。
- ⑤ 調査実施時には、たびたび余震があったため、各班に1台ずつ小型ラジオを携帯させた。

また、調査の円滑な実施には被災者感情への配慮が不可欠で、現地とのトラブルには細心の注意が必要であるため、調査員にはネームプレート、腕章を携帯させ、現地に聞き取りをする際にはチラシを用いて調査内容を説明するよう心掛けた。

#### 4. おわりに

復建調査設計㈱とアジア航測株が連携して実施した津波被災調査への取り組み、および石巻港における港湾施設の調査・設計、名取市における浸水エリアの被災状況調査の状況を紹介させて頂いた。ここで述べたことは復興に向けた当面やるべき一部の取り組みに過ぎないかもしれないが、この中では、両社の技術力を融合することで、社会的な貢献の一助となっているものと考えている。

今後、全容解明さらには復旧・復興のために取り組むべき課題は山積している状態であるが、技術者として全力を挙げて対応したい。

謝辞：これらの取り組みにおいては、国土交通省都市局、国土交通省東北地方整備局、宮城県石巻港湾事務所、名取市建設部震災復興室の担当諸氏に大変お世話になりました。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- 1)気象庁：気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>)
- 2)小野田敏(ほか) (2002)：航空レーザー計測およびGISによる斜面防災への応用, APA No.82-15, pp.98-105.
- 3)濱田卓治 (2010)：ナローマルチビーム測深器を用いた詳細海底地形データの利活用, 第15回中国地区測量技術発表会
- 4)山野芳樹 (2000)：モービルマッピングシステムによる道路空間データ収集手法の開発, APA No.77-1, pp.1-10.