

ナローマルチビーム測深機を用いた 港湾構造物被災状況調査

中内 隆幸・桑田 浩二・渡部 敏昭・川井田 敏久・Kittisak Wangkijworakul
(朝日航洋株式会社)

1. はじめに

東日本大震災の津波は、東日本太平洋沿岸各地の重要港湾で未曾有の被害をもたらした。被災直後、港湾では機能が完全に麻痺し、復旧活動や、その後の産業活動にも大きな影響を与えた。

朝日航洋(株)では、東日本大震災の被災港である久慈港と宮古港、宮城県内の港(〇港)で、水中構造物やその周辺海域のナローマルチビーム測深を実施し、被災状況の把握と、被災要因等を考察することができるデータを取得することができた。これについて調査事例を報告する。

なお、久慈港・宮古港の現地調査は、震災直後の2011年3月30日～4月8日に、〇港の現地調査は、2012年5月21日～22日に実施した。

2. ナローマルチビーム測深の概要

ナローマルチビーム測深は、水中センサーから超音波を扇状に発振し、海底から反射して戻ってくるまでの時間を測定することにより、海底や構造物を計測するシステムで、面的に三次元データが取得できる(図1、図2)。

3. ナローマルチビーム測深システム

各港で使用したナローマルチビーム測深機を表1に示す。

ナローマルチビーム測深システムは、測深機の他に測位(DGNSS または RTK-GNSS)、

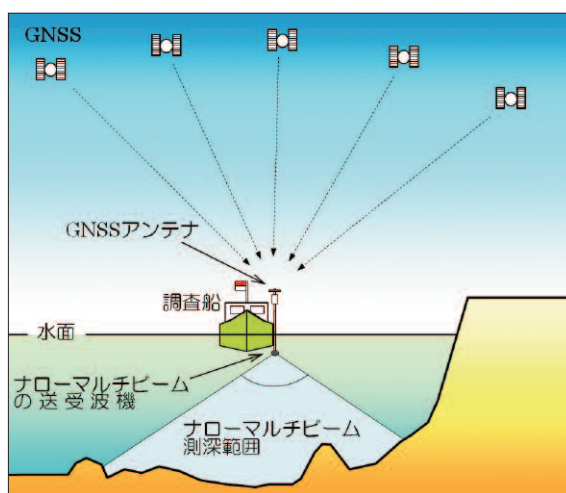


図1 ナローマルチビーム測深の概念図

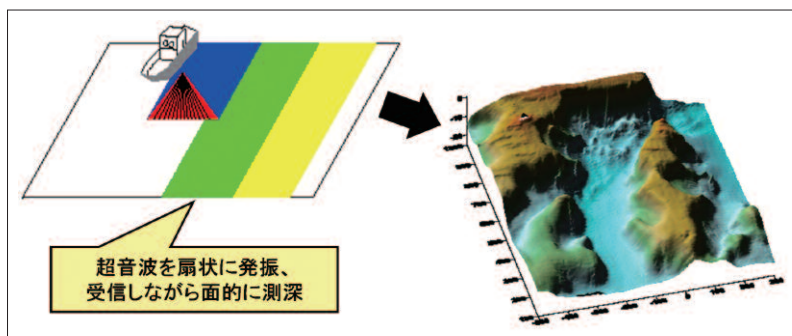


図2 ナローマルチビーム測深イメージ

表1 使用ナローマルチビーム測深機性能表

システム名	周波数	スワ幅	ビーム数	フットプリント	備考
RESON 社/SEABAT8101	240kHz	150°	101本	1.5X1.5°	宮古港
RESON 社/SEABAT8125	455kHz	120°	240本	0.5X1.0°	久慈港
R2SONIC 社/Sonic2024	400kHz	160°	256本	0.5X1.0°	〇港



SEABAT8101



SEABAT8125



Sonic2024

動揺補正（モーションセンサーや IMU）からなる。

なお、成果データのメッシュサイズは、久慈港と宮古港は 1 m メッシュ、O 港は 0.5 m メッシュとして測深を実施した。

4. 調査事例

本報告では、宮古港にある竜神崎防波堤周辺と O 港防波堤周辺における調査事例を紹介する。

4.1 竜神防波堤

図 3、図 4 は、竜神崎防波堤周辺を地形に

よる陰影と水深に応じて色を変化させた表現の陰影段彩図である。図 3 からは、「被覆捨石」や「根固ブロック」、「消波ブロック」が見て取れ、東日本大震災の津波による被覆石の洗掘も確認することができる。図 4 では、防波堤端部の「沈下した根固ブロック」や「法面の崩壊」、ケーソンを固定する「基礎マウンドの洗掘」も確認できる。また、防波堤そのものを構成する「ケーソン」11 函が飛散している様子も確認できる。

4.2 竜神崎防波堤の被災要因と今後の対策

調査結果から、竜神防波堤の被災要因は、ケ

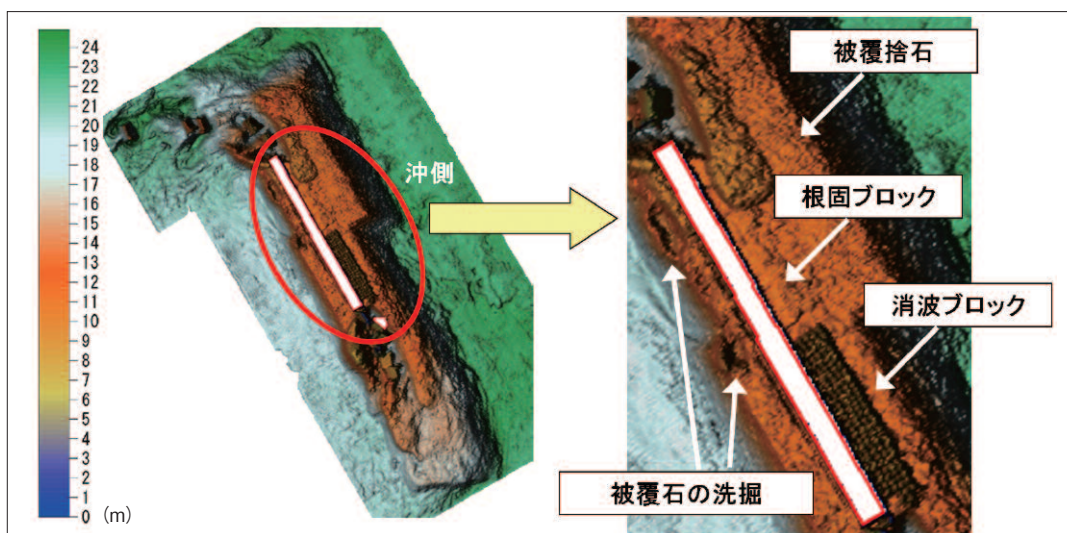


図 3 竜神防波堤周辺の陰影段彩図 1

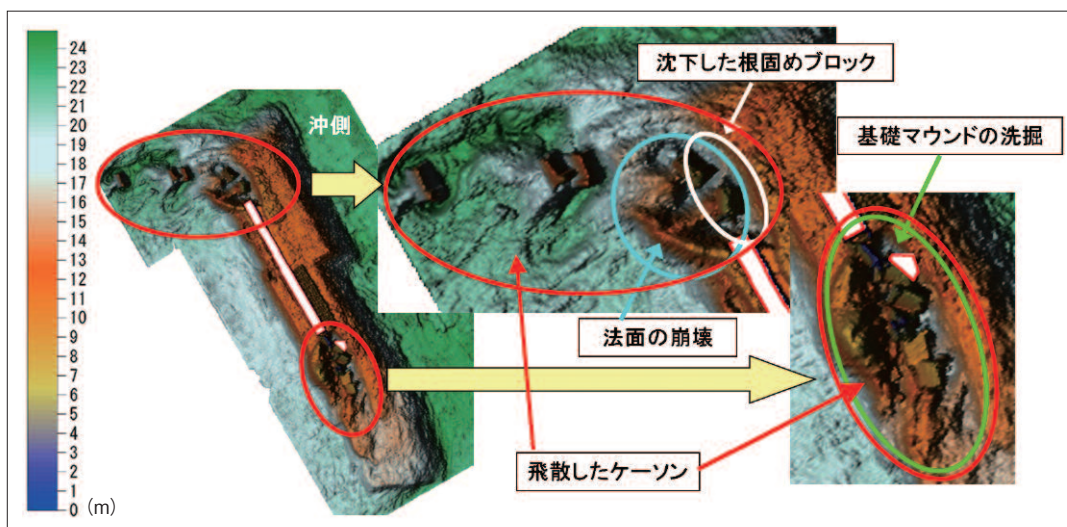


図 4 竜神防波堤周辺の陰影段彩図 2

ケーソンを固定する防波堤の基礎マウンドが津波によって洗掘され、ケーソンの滑落が発生したものと考えられる。なお、第3回東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会（国土交通省東北地方整備局、平成23年9月）では、竜神崎防波堤両端の堤頭部の被災状況から「防波堤は、津波を一時的に堰き止めたものの、堰き止められた流れが防波堤端部付近に集中。流速による洗掘が継続した結果、支持力不足によりケーソンが滑落したものと推察される。」という検討結果が提示されている。

さらに、同検討委員会では、今後の対応方策として、「基礎捨石の飛散、洗掘を抑制・防止できる被覆材を港内外に設置する。」こととし、課題として「堤頭部の津波による流速に対し、洗掘を防止できるマウンドの被覆材仕様を水理模型実験等で設定する必要がある。」としている。

4.3 O港防波堤

O港防波堤周辺の段彩陰影図と、基礎マウンドより滑落したと考えられる、ケーソン、他

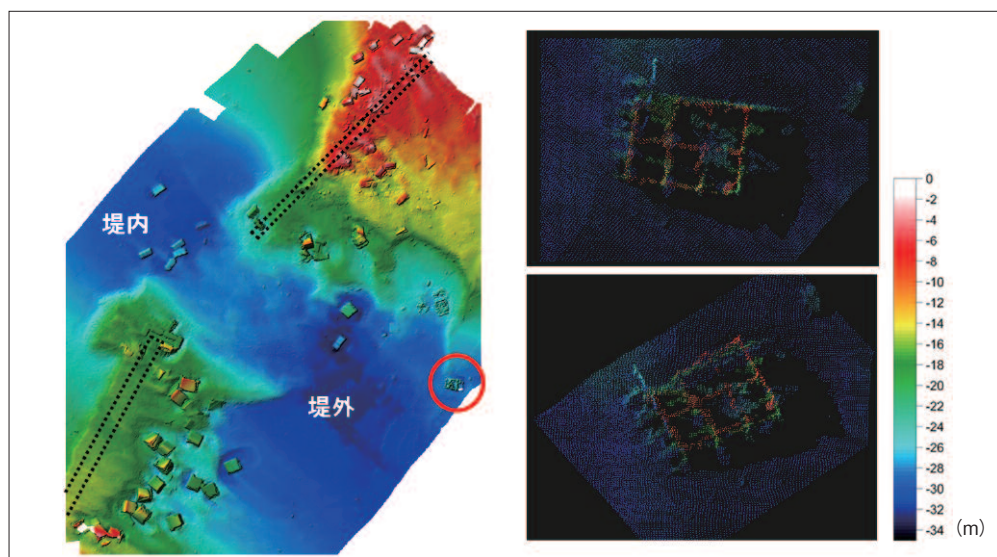


図5 O港防波堤周辺の陰影段彩図（左側）と点群図（右側）

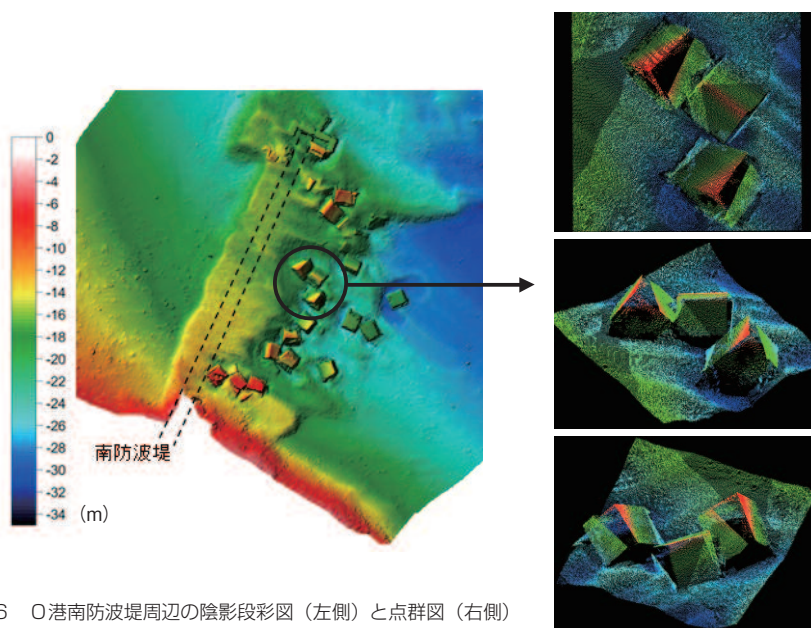


図6 O港南防波堤周辺の陰影段彩図（左側）と点群図（右側）

の点群図を図5、図6に示す。なお、元の堤防の位置は破線部分で、ケーソンは、そのほとんどが堤外に飛散していることが確認できる。

図5の点群図では、津波により元の堤防位置から、堤外側に大きく飛散してしまったケーソンの形状が良く捕らえられている。図6の点群図も、マウンドから滑落、飛散したケーソンと、周辺地形が良く捕らえられている。

4.4 O港防波堤の被災要因と今後の対策

O港防波堤は、前述の第3回東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会で、「引波水位差型」と被災パターン分類され、被災要因は「港内側から港外側に海水が排出されにくい平面形状であったため、引波時に港内外の水位差が大きく生じ、支持力破壊に至った可能性がある。」としている。今後の対応方策として、「押波時の滑動抵抗力を補うために港内側に基礎捨石などを腹付し滑動抵抗力を増加させる。O港の場合、被災原因が引波時に滑動したと推定されるため港外側にも同様に腹付けする。」「基礎捨石マウンドの飛散、洗掘などを防止するために被覆ブロックを設置する。」「ブロックが被災してもマウンドの飛散・洗掘を抑制するために被覆ブロック下の基礎マウンドをアスファルトマスチックで固結させる方法やマットなどを設置する。同時に水位差による基礎捨石マウンドのボーリングのような減少を抑制する。」とし、課題として「腹付石の安定性、経済性を考慮した断面形状（厚さや延長）の設定。」と、「越流した水塊、渦による洗掘や目地からの噴流による洗掘を防止できる腹付石の被覆材仕様の設定。」の2点を挙げている。

5. まとめ

ナローマルチビーム測深機を用いた港湾構

造物被災状況調査の結果では、次の2点が言える。

- 1) ナローマルチビーム測深は、詳細な港湾構造物の被災状況や、その周辺海底の状況把握に有効であった。
- 2) 詳細な被災状況の把握により、被災要因を解明することが容易となり、復旧計画および設計のための基礎データとして活用された。

これらのことから、ナローマルチビーム測深機による港湾構造物の被災状況調査は、災害復旧の基礎データとして極めて有効であることが示された。

(成果の使用許諾)

本稿の4.1の成果は、国土交通省東北地方整備局 仙台港湾技術調査事務所の許可を得て転載したものである。

■謝辞

本稿を執筆するにあたり、りんかい日産建設株式会社よりO港の貴重な資料を頂戴しました。ここに謝意を表します。

■参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局港湾空港部、『東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会』、<http://www.pa.thr.mlit.go.jp/kakyoin/info/tunamisinsai.html>、2012

■執筆者

中内 隆幸（なかうち たかゆき）

（共著者）

桑田 浩二・渡部 敏昭・川井田 敏久・

Kittisak Wangkijworakul

いずれも、朝日航洋株式会社

