

## 寄り回り波による被災メカニズムの検討

技術統括本部 沿岸・海岸事業部 沿岸解析部 成毛 辰徳

公共施設が被災した場合には速やかな復旧が求められるため、再発防止に向けた被災原因の特定はスピードと正確性が要求されます。本稿では、2008年2月に発生した「寄り回り波」による防波堤の被災について、原因の概略検討を1ヶ月、詳細検討を4ヶ月で実施した事例についてご紹介します。

※本業務は、国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所からの委託で実施しました。

### はじめに

2008年2月23日から24日にかけて、日本海で急速に発達した低気圧の影響で北日本の日本海側地域を中心に高波や暴風による被害が相次ぎ、富山県でも海岸・漁港・港湾などに大きな被害が発生しました。

伏木富山港伏木地区では、北防波堤が全長1,500mのうち約800mにわたって消波ブロックの散乱や防波堤ケーソンの滑動による被害を受けたほか、万葉埠頭緑地等においても被害を受けました。

これを受けて、国土交通省は3月6日に『富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会』を立ち上げ、当社ではこの委員会に沿う形で伏木富山港伏木地区北防波堤の被災メカニズムの検討を実施しました。

### 寄り回り波と富山湾

富山湾に被害をもたらした波浪は、地元で「寄り回り波」と呼ばれている「うねり性の波浪」です。「寄り回り波」は、日本海北部の暴風域で発生・成長した風波が、長い距離を伝播して「うねり」として富山湾へ到達するもので、低気圧の接近から半日～1日程度後に現れるのが特徴です。



写真1 寄り回り波の様子(伏木地区北防波堤東端)

富山湾には「あいがめ」と呼ばれる非常に急峻な海底谷があり、波長の長い「寄り回り波」は富山湾の複雑な海底地形の影響を受けて、局所的に収斂し波高が増大する場合があります。

### 伏木地区の被災状況

伏木富山港伏木地区の北防波堤では、B区間とD、D'区間で消波ブロックの沈下とケーソン滑動が発生し(写真2)、特にB区間ではケーソンが最大12m港内側に移動するという大きな被害が発生しました(写真3)。



写真2 防波堤の被災区間(伏木地区北防波堤)

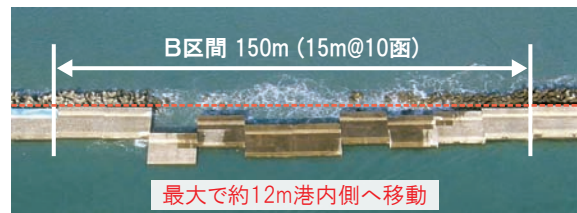


写真3 B区間の被災状況(伏木地区北防波堤)

### 被災要因の検討

#### (1)被災波浪の再現

本検討では、防波堤の被災原因を究明するため、ビジネスモデルにより被災時の波浪の再現を試みました。ビジネスモデル(NOWT-PARI)は、(独)港湾空港技術研究所が開発した最新の波浪計算モデルです。当社はビジネスモデル勉強会の会員として、モデルのバージョンアップ等に協力してきましたので、今回はその経験やノウハウを生かした迅速な対応をすることができました。

図1は、ビジネスモデルによる被災波高の計算結果例です。図1中のA～Fは防波堤の設計区間で、赤いバーが比較的被害の大きかった場所を示しています。これらの計算により、被災のあったB区間やD区間で被災時に大きな波高が生じている様子を再現することができました。

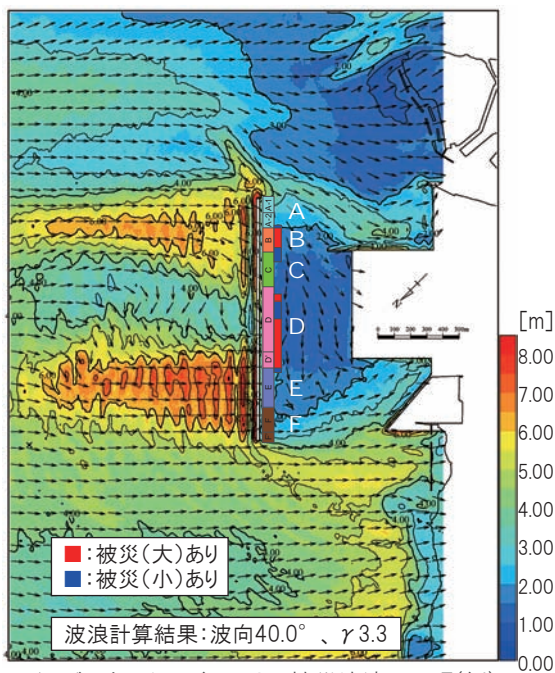


図1 ブシネスクモデルによる被災波浪の再現(例)

(2)被災波と設計波の比較

被災波高の再現結果を設計波と比較することにより、被災要因の把握を試みました。図2は、波向別の被災波と設計波の比較です。

波向22.5° (図2上)では、被災したD区間で被災時の波高が設計波を上回り、波向40° (図2下)では、被災したB区間で被災時の波高が設計波高を上回りました。なお、被災していないE~F区間でも一部で設計波を上回る波高が生じていますが、この区間は波圧に強い後退パラペット構造となっているため、被災していません。

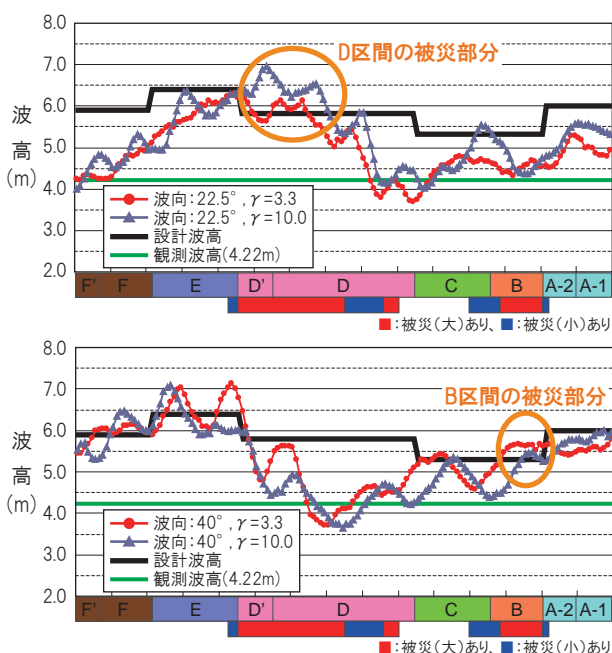


図2 防波堤前面の波高分布(設計波高との比較)

被災メカニズムの推定

ブシネスクモデルによる被災波の再現計算結果と設計波との比較から、被災地区の被災時の波高は設計波高を上回るものだったことが明らかとなりました。また、同時に実施した「防波堤に作用する波力の検討」により、1)設計波高以上の高波浪が来襲すると防波堤前面の消波ブロックの安定性が不足すること、2)消波ブロックが沈下すると堤体が滑動する可能性があることがわかりました。

これらのことから、北防波堤の被災メカニズムは以下のものであると推定しました(図3)。

- (1)「寄り回り波」によるうねり性の高波浪が来襲
- (2)消波ブロックが沈下し、堤体にかかる波圧が増大
- (3)堤体の滑動安全率が1.0を下回り、港内側に滑動

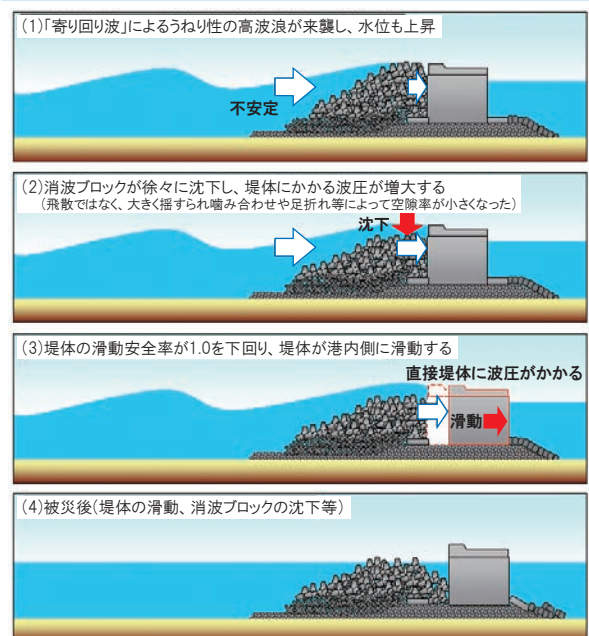


図3 北防波堤の被災メカニズムのイメージ

おわりに

国土交通省では今回の成果を受けて災害復旧の方向性を決定し、2008年度中に全ての復旧工事を発注しました。その結果、消波ブロックの据付等を除き2008年11月までにケーソンの据付直しを含めた復旧工事を概成させ、日本海の冬季風浪に備える体制を整えました。なお、2009年11月までには、全ての復旧工事が完了しています。

当社では、本事例のように技術力に裏打ちされた迅速な対応で災害復旧をサポートしているほか、防災・減災の検討にも取り組んでおります。特に、波浪分野においてはブシネスクモデルのほかCADMAS-SURF2D/3Dを用いた衝撃波圧や越波対策等の検討も得意としております。ご検討の際には是非当社にご相談ください。