

登別漁港新港地区における 静穏度上の課題と対応 —現地観測を活用した再現計算による静穏度対策検討—

室蘭開発建設部 室蘭港湾事務所 第2工務課 ○山内 弘明
室蘭開発建設部 室蘭港湾事務所 第2工務課 牧野 昌史
日本データサービス (株) 袖野 宏樹

登別漁港 新港地区は、慢性的な係留施設不足や水産物の衛生管理対策の拡充を図るため、既存地区の西側に新たに拡張展開した地区である。

平成24年10月に供用を開始した後、地元漁船や外来漁船に利用されているが、利用者からは、港内擾乱等による陸揚障害や係留策の切断が生じるなど、静穏度向上の要請がある。

その原因を把握するため、波浪観測を実施し、新港地区の静穏度悪化のメカニズムを解明するとともに、適切な対策港形について検討した。

キーワード：港内静穏度、波浪観測、港内副振動、安定供給

1. はじめに

登別漁港は、北海道南西部太平洋岸の登別市と白老町の行政区域に位置し、観光地として全国有数の登別温泉を背後にもつ漁港である。

スケトウダラを主要魚種として、サケ類、ホッキ貝、イカなどが陸揚げされ、地元漁船の他、道内外からのイカ釣り漁船の利用も多く、また、カレイ、サクラマス等を対象とした遊漁船やプレジャーボートの利用も多い。

このため、港内では慢性的に係留施設が不足している状況にあり、荒天時には静穏度が高い旧港地区に多層係留されている現状である。



写真-1 多層係留状況

このような背景の下、登別漁港では係留施設不足を解消するため、西側に新港地区の拡張整備を図ってきた。

新港地区では、常時の静穏度対策としての突堤 75mを整備予定であり、現況の静穏度は不十分である。しかし、比較的静穏と考えられた海象条件においても、係留漁船の係留策が切断する事象が生じている。

今回、このような新港地区における静穏度悪化の要因を把握するための波浪観測を行い、その結果を活用した静穏度解析を実施することにより、適切な静穏度対策港形について検討した。



写真-2 各施設位置関係

2. 静穏度対策に関する課題

(1) 新港地区の静穏度の現状

平成24年10月31日「登別漁港新港地区供用式」において、-3.0m岸壁の先端部付近に係留していた10tクラスの漁船の係留索が切断した。当日の状況を写真-3に示す。

登別漁港では通年の波浪観測を行っていないため、当時の波浪状況は不明であるが、NOWPHAS（苫小牧）の波浪記録からは、供用式の当日は波向がSSEで、波高 $H_{1/10}$ が1m程度、周期10s前後の穏やかな海象条件であったことから、常時波浪対策だけではこのような現象を解消出来ない懸念が生じた。



写真-3 供用式当日の新港地区の様子

一方、新港地区の常時波浪対策として、突堤75mが計画で位置付けられている。低気圧通過等の荒天時には岸壁隅角部から波が遡上する現状であるため、新港地区の利用は荒天時を避けた限定的利用に留まっている。



写真-4 低気圧通過後の岸壁状況

(2) 旧港地区の岸壁改良工事の漁船移転先の確保

旧港地区においては、施設の老朽化が進んでおり、陸揚岸壁として安全性確保を目的とした改良工事の計画がある。しかし、澗内が狭隘なため、工事には利用漁船を一時的に移転させる必要がある。移転先として新港地区を想定していたが、現状では通年利用が困難であることから、新港地区の静穏度対策は早急な課題となっている。

(3) 静穏度対策の検討フロー

このように、新港地区では早急な静穏度対策が求められているが、供用式で発生した利用障害の要因については明確になっていない。

既に供用された施設において、利用障害の要因が静穏度に起因する場合の検討フローを図-1に示す。このフローは既往の小型船を対象とした検討方法¹⁾に準じて設定したものであり、実態を反映した適切な対策港形を選定することが出来ると考えた。

このことから、静穏度対策を検討していくにあたり、本フローで対応することとした。

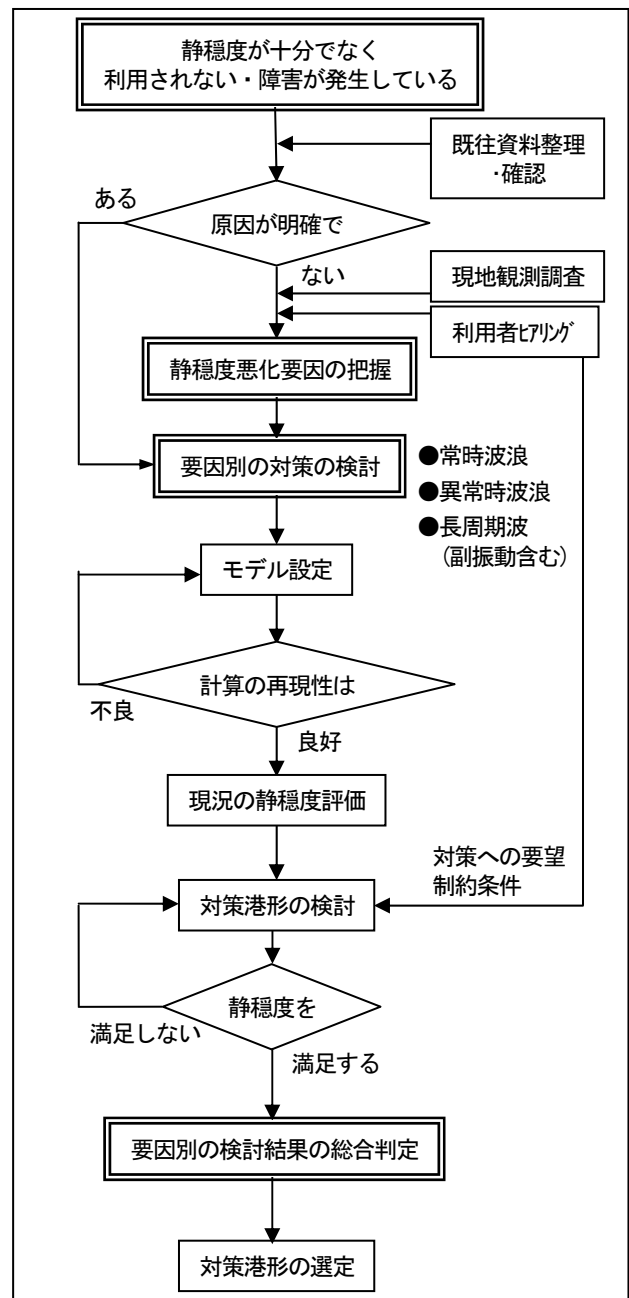


図-1 静穏度対策のためのフロー

3. 波浪観測の実施

(1) 観測目的

新港地区の静穏度対策検討に先立ち、はじめに要因を明確化するため、波浪観測を実施した。

(2) 観測時期および観測位置

波浪観測は、平成25年8月26日～9月27日の31日間、連続で行った。観測地点は、図-2に示した3地点（来襲波浪の観測：H-1、新港地区内の波高の観測：H-2、港口波浪の観測：H-3）とした。

(3) 観測結果

通常波については、港外H-1で観測された最大有義波高が2.78m、1.5m以上の波高は6.7%程度と、登別漁港の秋季の頻度表（最大波高ランク4m以上、1.5m以上の波高：13.6%）と比較して、高波高の頻度が少ない結果となった。図-3に示した新港地区H-2の波高頻度からは、常時の限界波高0.4mを越える波高の頻度が20%以上あり、新港地区の静穏度が悪い状況が確認された。

港外H-1に來襲した長周期波は、波高0.1m未満が96%以上と小さく、周期40s以上60s未満が74%程度と卓越して

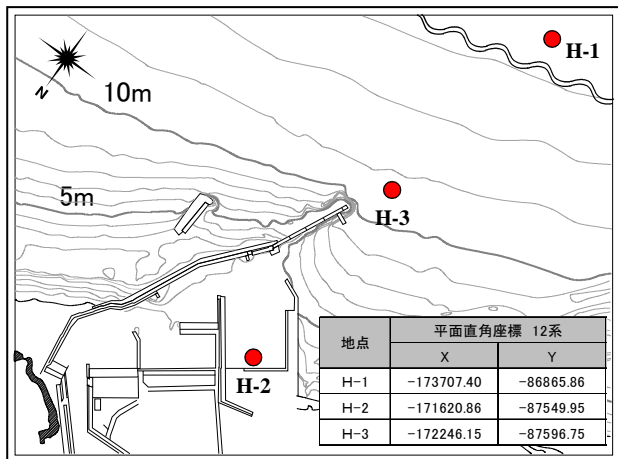


図-2 波浪観測位置

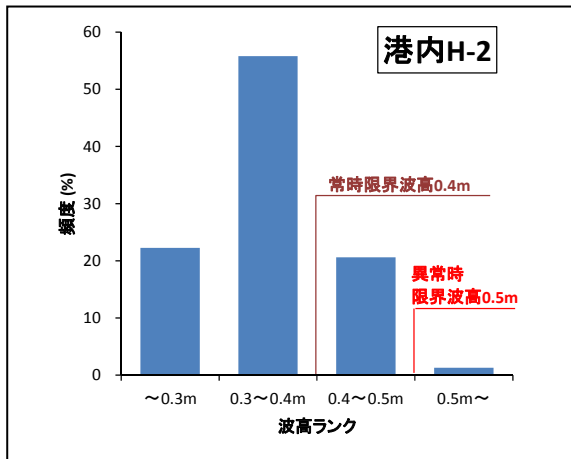


図-3 港内における波高頻度（通常波）

いた。図-4に、港外H-1と各観測地点の長周期波高の相関を示した。港外H-3の長周期波高は、港外H-1に対して1.4倍程度であったのに対して、新港地区H-2では2.1倍以上に増幅していたことが確認された。このことから、長周期波は港内に侵入してから大きく増幅していると判断された。また、図-5に示した水位変動スペクトルからは、新港地区H-2において、特に40s帯及び60s帯のスペクトル密度が、港外H-1に対して増幅していることも確認された。これは高波高時、静穏時ともに同様に生じている現象であった。この周期帯の波は、小型の漁船等の船体動揺に影響を与えやすいと考えられることから、新港地区において漁船の係留障害の要因となる可能性が考えられた。

以上のことから、新港地区では、来襲波浪中の長周期波成分と水域の固有振動周期との共振現象によって、港内で水面振動を生じさせる副振動現象が励起されている可能性が示唆された。

これら現地波浪観測の結果から、新港地区の静穏度を向上するための対策を講じる際は、進入波対策とともに、港内副振動対策についてもあわせて検討する必要があると判断された。

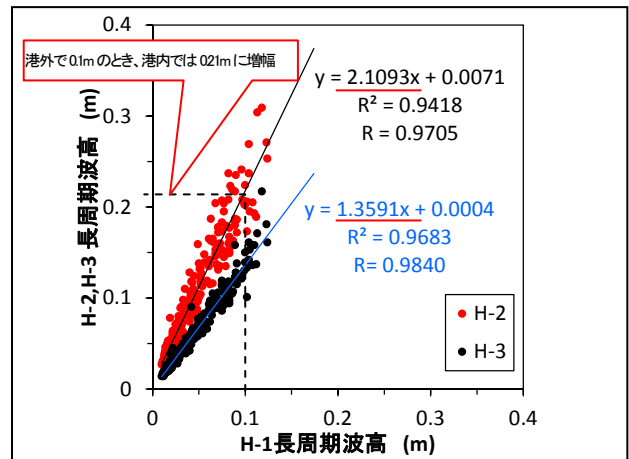


図-4 長周期波高の相関関係

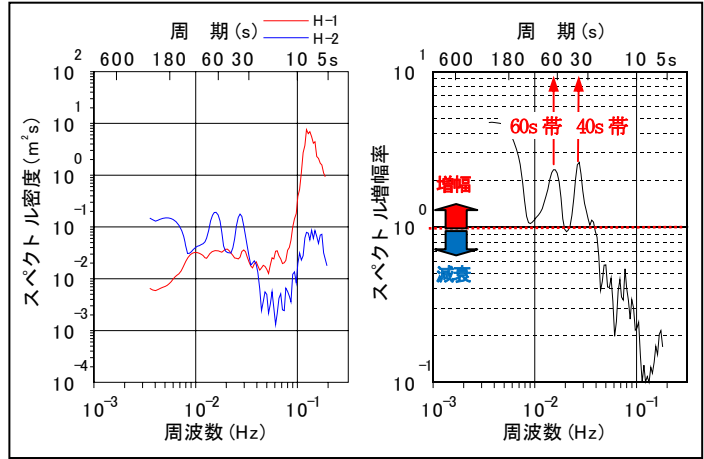


図-5 水位変動スペクトル（高波高時）

4. 利用者ヒアリング

漁港利用者へのヒアリングを実施し、静穏度の現状や、静穏度対策において漁業活動に配慮すべき点を抽出した。



写真-5 利用者ヒアリング状況

新港地区の静穏度に対する印象は悪く、特に高波高が出現する秋以降には静穏度が悪化し利用頻度が低下することが示された。また、静穏時でもうねり性の波による船体動揺も指摘されており、港内副振動が生じている可能性も示された。

また、図-6に示すように、静穏度対策の意見としては、航路幅として50m程度は確保して欲しいこと、航路付近へ消波ブロック設置は避けて欲しいなどの要望が寄せられたが、これらと静穏度のトレードオフも理解を得た。

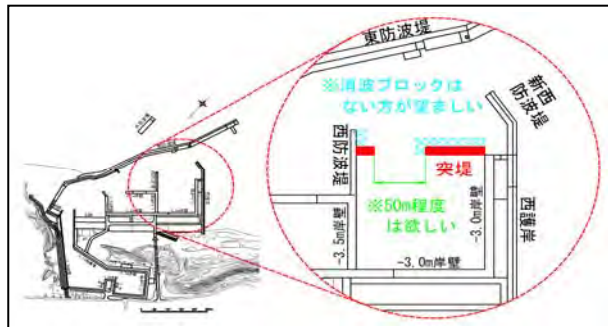


図-6 静穏度対策への要望 (ヒアリング結果)

5. 数値計算による静穏度検討

(1) 検討手法

登別漁港近傍では、東防波堤前面の急激に浅くなる地形や、西側岩礁域の複雑な地形条件に伴う浅水変形、砕波の影響を受け、直接、または港口で回折して港内に入し、構造物等で反射を生じる。計算モデルには、これら波浪変形の再現が求められた。

従って、波の変形(屈折・回折・浅水変形・反射・砕波)、多方向不規則性を考慮でき、漁港における使用実績の多い『非定常緩勾配不規則波動方程式』を用いた。

また、新港地区では、波浪観測により特定周期帯のエネルギーの増幅が確認されていることから、線形長波の伝播式に基づく手法²⁾による港内副振動解析も行った。

(2) 再現性の確認

数値計算では、計算の再現性の確認が重要である。このため、波浪観測期間中の港外H-1での最大有義波高を対象とした現況に対する波浪変形計算、さらに登別漁港の波浪出現頻度表から、港内静穏度に影響が大きい波向SE~Sの3波向に対する静穏度解析から現況の稼働率を算定し、再現性の確認を行った。

図-7に現況に対する再現計算の結果を示した。波浪観測点における波高の観測値と計算値との差の程度を示す誤差割合は3%未満であり、計算の再現性は良好であると判断した。また、稼働率の算定結果も新港地区における静穏度が悪い状況を示す結果となっており、現況の静穏度が再現されたものと判断した。

また、現況に対する副振動解析結果では、新港地区での40s帯と60s帯で波高が増幅する現象が再現された。

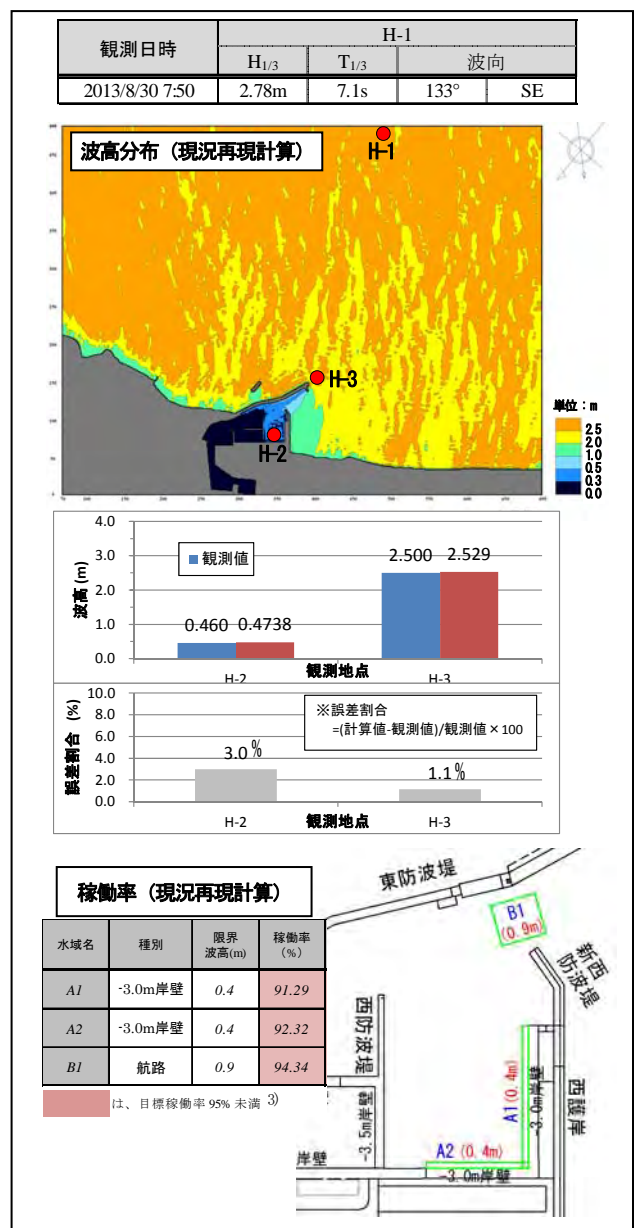


図-7 再現計算結果

(3) 計画港形の静穏度評価

図-8は、登別漁港の計画港形における稼働率を示したものである。計画港形では、新港地区の-3.0m岸壁先端部から西防波堤側に向けて、延長75mの突堤を整備する計画となっている。また、新設する突堤からの反射波により、航路の静穏度が悪化することへの対策として、突堤前面は消波ブロックで被覆することとしている。さらに、西防波堤前面に仮置きしている消波ブロック（延長約60m）を現状のまま有効活用することで、進入波や港内での多重反射が低減される結果となり、新港地区と航路の静穏度を確保出来ることを確認した。

一方、計画港形のように、港内に突堤等を設置する場合、港内副振動に影響を与えることが想定された。図-9は、計画港形に対する副振動解析結果のうち、特に波浪観測によって新港地区でのスペクトルの増大がみられた周期40sのケースを示したものである。これより、西防波堤前面および-3.0m岸壁の隅角部で顕著な波高の増幅が確認出来ることから、副振動が生じることが予測された。このことから、計画港形では、新港地区において副振動によって陸揚や係留等に対する障害が生じる可能性が高いと考えられた。なお、周期60sに対しては、港内副振動が低減される結果となった。

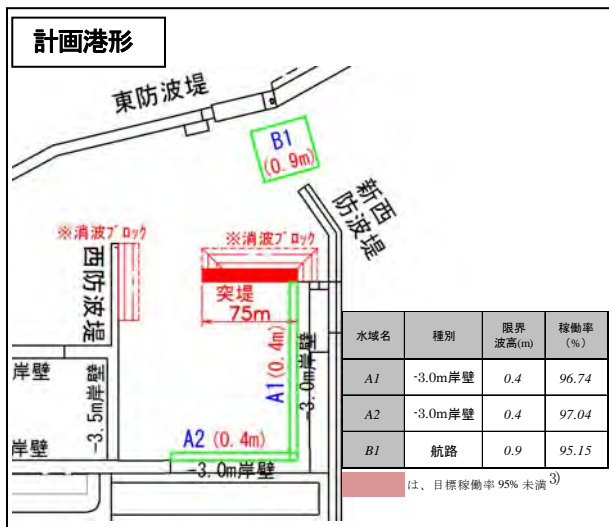


図-8 現計画港形の稼働率

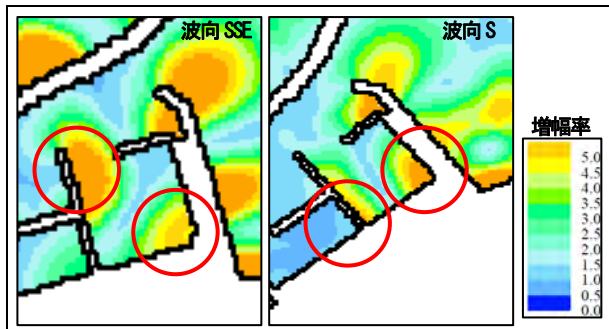


図-9 計画港形の副振動解析結果

(4) 対策港形の静穏度評価

計画港形では、港内副振動による波高増幅が懸念された。これを解決するため、計画港形において特に波高の増幅が顕著であった西防波堤前面に突堤を設置し、水域の振動モードを変化させる対策について検討した。

対策港形は、係留水域及び操船水域の確保に配慮して設定しており、2つの突堤間は、地元要望による幅50m程度の航路を確保している。また、突堤前面及び西防波堤先端部には、航路への反射波対策としての消波ブロックを設置しているが、突堤先端部は、地元要望に配慮し、消波ブロックの巻き込みは行わない形状とした。

図-10は、対策港形における稼働率算定結果を示したものである。対策港形においても、常時波浪に対して、新港地区と航路の静穏度を満足した。

図-11は、対策港形における副振動解析結果を示したものである。対策港形では、計画港形で確認された西防波堤前面及び-3.0m岸壁の隅角部での波高増幅が低減する結果となった。

以上のことから、対策港形は常時波浪に対する静穏度を確保するとともに、懸念された港内副振動現象についても影響を低減することが出来る港形であることが確認された。

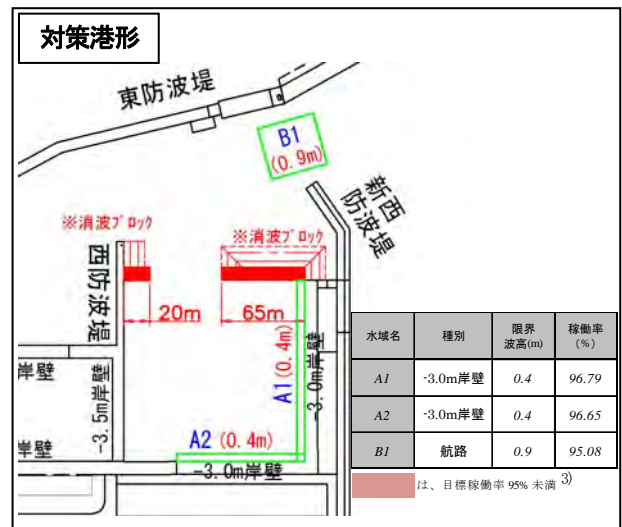


図-10 対策港形の稼働率

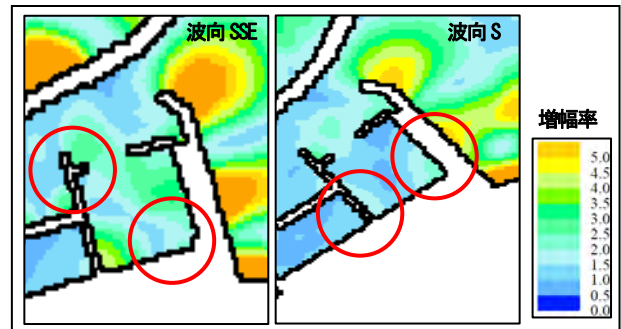


図-11 対策港形の副振動解析結果

6. おわりに

新港地区の静穏度を向上させるため、波浪観測、利用者ヒアリング及び静穏度解析を実施した。

- ・波浪観測により、港口進入波への対応が不十分であることから、港内静穏度が低下している状況が示された。また、進入した波浪の長周期波成分が、新港地区の固有振動周期と共鳴するため、長周期波高が港外よりも高くなりやすい状況にあることを確認した。
- ・利用者ヒアリングを行い、静穏度の現状や静穏度対策に対する要望を聞き取り、静穏度対策において可能な限り漁業活動に配慮した港形検討を行った。
- ・計画港形については、西防波堤前面の消波ブロックを有効活用することで、常時波浪に対する新港地区の静穏度を確保できることを確認した。しかし、新港地区内において副振動によって波高が増幅する可能性が高いことを副振動解析によって明らかにした。

- ・計画港形に対する副振動対策として、西防波堤側に突堤を新たに設置した対策港形により、港内副振動現象を低減可能であることを明らかにした。

本報告の成果より、来年度以降、新港地区の静穏度対策に向けた整備を進めていく考えである。

突堤整備後においても、安定的な利用が図られるまでは新港地区に対するモニタリングを継続していく。また、モニタリングを通じて船体動揺等の利用障害が発生した場合には、現地観測はもちろんのこと、利用者の意見を良く聞いて対策を検討することが重要と考えている。

参考文献

- 1) 小型船対応の港技術研究会：小型船ABC、平成21年4月
- 2) 高山知司、平石哲也：数値計算と現地観測による港内副振動特性の検討、港湾技研資料、No.636、1998.12
- 3) (社)全国漁港漁場協会：漁港・漁場の施設の設計の手引、2003年版