

「うねり性波浪」予測・監視システムの構築と試運用

中田琢志*・岡田弘三**・江口一平***・高山知司****・中川洋一*****

* (一財) 沿岸技術研究センター 波浪情報部 業務課長

** (一財) 沿岸技術研究センター 波浪情報部 調査役

*** (一財) 沿岸技術研究センター 審議役

**** (一財) 沿岸技術研究センター 参与

***** 前 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長

富山湾の「うねり性波浪」の予測・監視システムを構築し、試運用を実施した。試運用の結果、予測システムでは「うねり性波浪」の発生がほぼ予測できていた。監視システムによると、富山湾の「うねり性波浪」を観測したときには、富山湾以北の日本海沿岸のNOWPHAS 波浪観測地点で「うねり性波浪」が事前に観測されていた。さらに、「うねり性波浪」の予測精度の向上方策について検討を行った。

キーワード：寄り回り波，うねり性波浪，ビジネスモデル，データ同化，波浪予測

1. はじめに

平成20年2月における「うねり性波浪」による富山湾での被災の発生以降、新潟港湾空港技術調査事務所では「うねり性波浪」予測・監視システムの整備を目指して、予測モデルの検討とシステム設計、システム構築を行ってきた¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

平成20～23年度の「うねり性波浪」予測・監視システムの構築作業に関して各年度における取組み内容を表-1にまとめた。平成23年度には、予測・監視システムの試運用を行った（予測システムは平成22年度から試運用を実施）。

本稿では、予測・監視システムの概要を示すとともに、試運用の結果に基づくシステムの予測精度の検証とその向上方策について報告する。

なお、前報では平成20年度⁵⁾、平成21年度⁶⁾の段階の検討結果を報告している。

表-1 「うねり性波浪」予測・監視システムの構築

年度	予測システム	監視システム
平成20年度	フロー構築，検証	有効性の検討
平成21年度	設計，システム構築，動作確認	設計
平成22年度	試運用	システム構築，動作確認
平成23年度	システム改良，試運用	試運用

2. 予測・監視システムの概要

予測・監視システムの概要を図-1にまとめた。

風・波浪の予測データと波浪の観測データは、COMEINS（沿岸気象海象情報配信システム）から入手している。

伏木富山港と北陸沖の波浪を予測するシステムと、富山湾以北の日本海上で、波浪観測値と北海道西方海上の風・波の予測値を監視するシステムからなっている。

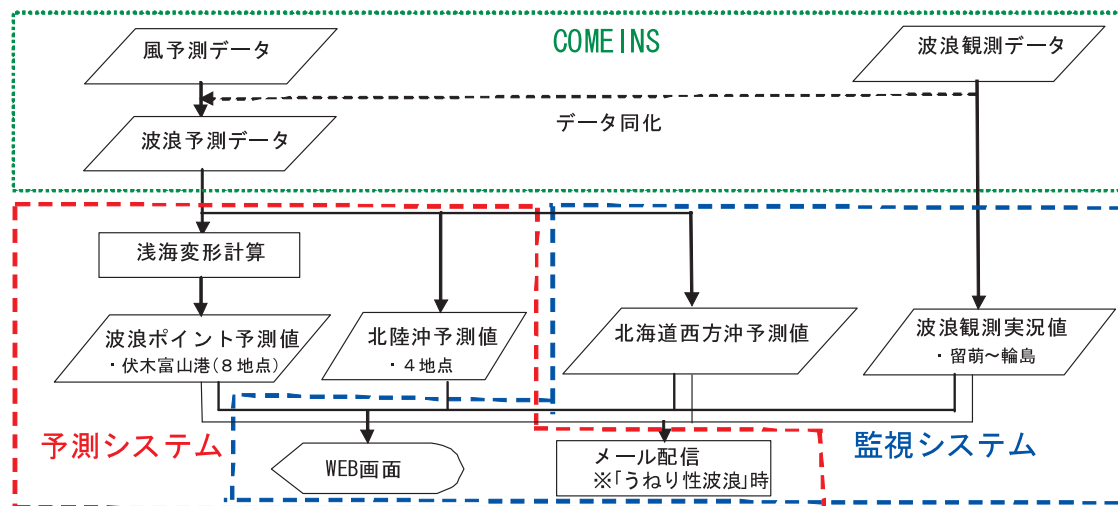


図-1 予測・監視システムの概要

2.1 予測システムの構築

伏木富山港の波浪予測結果はWEBを通して閲覧できるシステムとした。図-2に予測画面例を示す。

また、各予測ポイントで2.0m以上の有義波高かつ9秒以上の有義波周期（港内（伏木緑地、新湊防波堤内、および富山防波堤内）では有義波周期によらず、有義波高0.5m以上）が予測された場合にメール通報するシステムとした。通報メール例を図-3に示す。

また、富山湾の北側の北陸沖（4地点）の波浪予測もWEB画面で見られるようにした（図-4）。

なお、伏木富山港の波浪予測にあたっては、沖波の予測値に浅海変形計算を実施しているが、その際に用いる沿岸係数は、平成20年度に伏木地区、平成22年度に富山地区と新湊地区について詳細な海底地形データを用いてブシネスクモデル（NOWT-PARI）とエネルギー平衡方程式を用いて算出した値を採用している。

2.2 監視システムの構築

平成20年度に、富山湾に発生する「うねり性波浪」を予測・監視するための手法について検討を行ったが、その際、日本海における「うねり性波浪」の発達、伝播特性を勘案した上で、北海道西方海域に監視領域を設定した。

その後、検討結果に従って平成22年度に「うねり性波浪」監視システムを構築した。監視システムは、①富山湾以北の日本海沿岸のNOWPHAS地点の波浪観測値の監視、②北海道西方沖の日本海上の波浪・風予測値の監視の2つからなる。

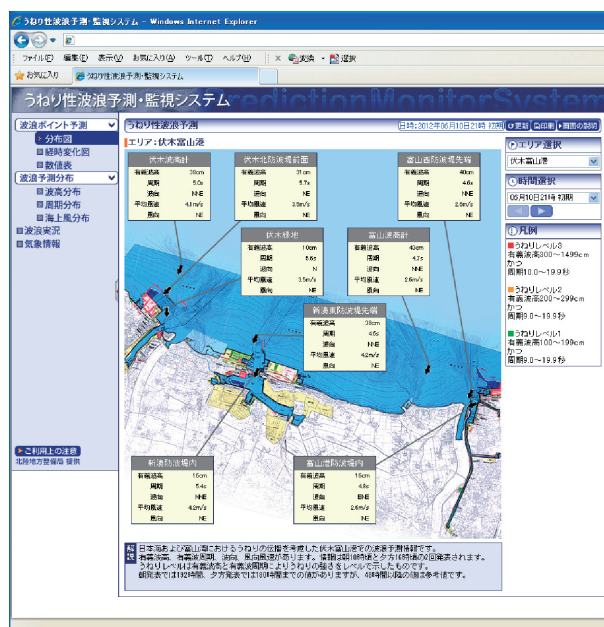


図-2 「うねり性波浪」予測画面例（伏木富山港）

2012/02/02 16時発表

うねり性波浪の襲来が予測されました。

【富山波高計】

閾値超過時刻:2012/02/02 21時

波高:216cm

周期:9.2秒

波向:NNE

期間最大値:216cm, 9.2秒, NNE

うねりレベル:2

起時:2012/02/02 21時

図-3 「うねり性波浪」予測メール例

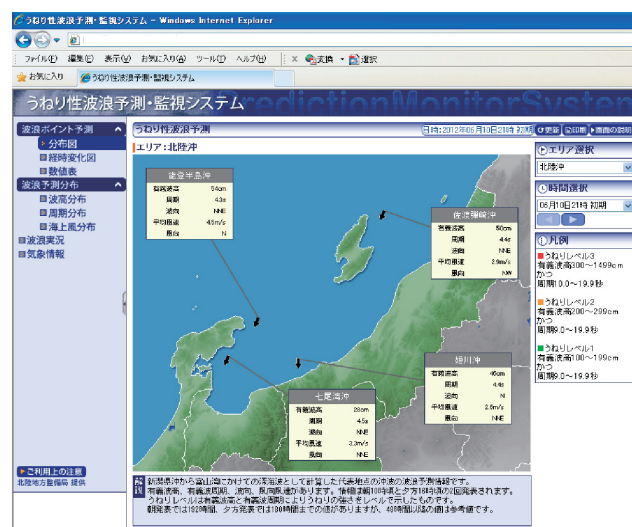


図-4 「うねり性波浪」予測画面例（北陸沖）

①では、留萌～輪島のNOWPHAS観測地点（図-5参照、ただしGPS波浪計を除く）の波高と周期の観測データをWEBで閲覧できるようにするとともに、有義波高2.0m以上かつ有義波周期10秒以上を観測した場合にメール配信するシステムとした（図-6, 7）。

②では、富山湾以北の日本海上の有義波高、周期、波向、風向、および風速のメッシュ予測値をWEB画面上で閲覧できるようにするとともに、北海道西方沖の日本海上（図-8（波向・波高表示）の赤丸地点）において、12～48時間先の海上風・波浪予測の6時間間隔の予測値のうち、3時刻連続して格子点の50%以上で、北系の風向で風速14m/s以上、かつ北系の波向で波高4m以上が予測された場合にメール配信するシステムとした。なお、図-9の予測値による監視メールは、試運用中の配信がなかったため、試験的に配信条件を下げたときのものである。

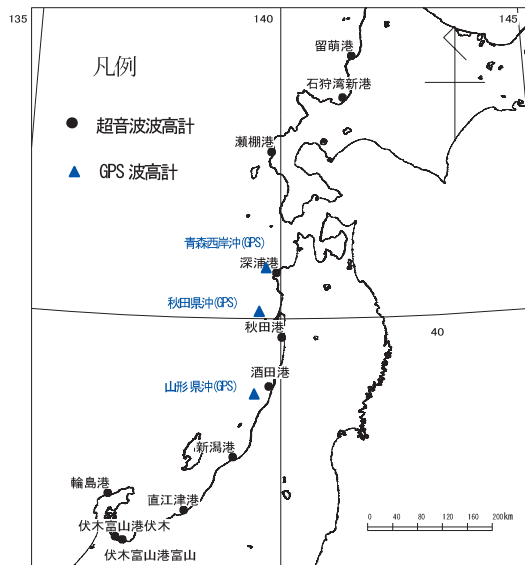


図-5 「うねり性波浪」NOWPHAS 監視地点及び日本海側 GPS 波浪計設置地点

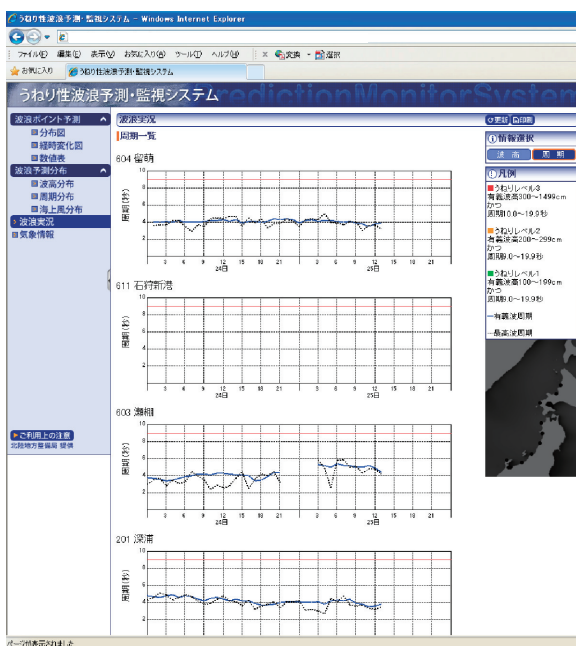


図-6 NOWPHAS 波浪観測値の WEB 画面例

2011/12/23 13時20分発表
うねり性波浪が観測されました。

【酒田】

2011/12/23 13時20分
波高:604cm
周期:11.1秒
波向:WNW

図-7 NOWPHAS 観測監視メール例

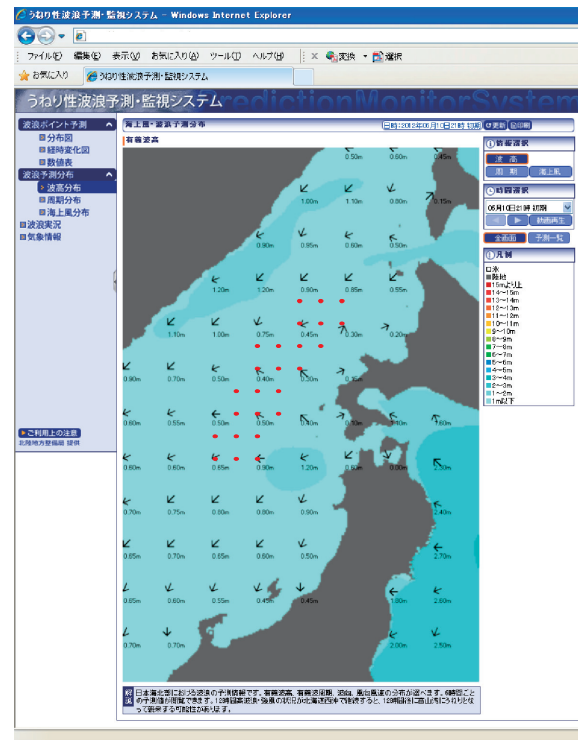


図-8 海上風波浪予測の WEB 画面例
(図中の赤丸がメール配信対象地点)

2012/02/14 16時発表

北海道西方沖でうねり性波浪の発生が予測されました。

2012/02/15 21時以降12時間以上うねり性波浪の発生が予測されています。

図-9 「うねり性波浪」北海道西方沖予測監視メール例

3. 試運用の精度検証結果

表-1のうち、試運用結果について報告する。

「うねり性波浪」予測・監視システムは、下記期間に試運用を行った。

- ・ 2011年1月4日～2011年2月16日
- ・ 2011年2月28日～2011年3月18日
(上記2期間は、予測システムのみ)
- ・ 2011年10月1日～2012年2月29日

3.1 予測システムの検証結果

予測システムの試運用結果については別報⁷⁾で報告しているので、ここでは結果の概略を記す。

有義波高 2.0m 以上および有義波周期 9 秒以上を「うねり性波浪」と定義すると、伏木富山港(富山)の波高計地点で「うねり性波浪」が観測された 5 ケースのうち、4 ケースで「うねり性波浪」の発生を予測していた。

予測の有無についての一覧を表-2に示す。

表-2 「うねり性波浪」予測試運用結果 (伏木富山港)

ケース	期間	「うねり性波浪」予測の有無	期間中の最大観測(予測)有義波高	同左時の観測(予測)有義波周期
1	2011/1/17～18	有	3.21m (2.43m)	11.8秒 (13.0秒)
2	2011/12/5	無	2.17m (1.50m)	9.8秒 (7.9秒)
3	2011/12/24～25	有	2.68m (2.17m)	11.4秒 (11.9秒)
4	2011/12/26～27	有	3.37m (2.92m)	13.4秒 (13.4秒)
5	2012/2/2～3	有	2.55m (2.21m)	9.9秒 (10.0秒)

3.2 監視システムの検証結果

監視システムの試運用期間中 (2011/10/1～2012/2/29) に「うねり性波浪」が富山湾で観測された4ケース (表-2のケース2～5) すべてで、富山湾以北の日本海沿岸 (以後、上流側という) のNOWPHAS地点及びGPS波浪計地点で富山湾より10～23時間前に「うねり性波浪」が観測されていた。検討に用いた地点は、図-5の、留萌港～輪島港までの12地点 (伏木富山港の2地点を除く) である。結果を表-3示す。

表-3中の事前観測地点は、そのケースの波浪の代表的な群速度で富山湾に波浪が到達する時刻以降で、最も早く「うねり性波浪」を観測した地点である。

表-3 「うねり性波浪」監視結果

ケース	富山湾の「うねり性波浪」観測期間	「うねり性波浪」の事前観測の有無	事前観測地点 (伏木富山港との観測時間差)	同左時の観測有義波高 (周期)
2	2011/12/5	有	瀬棚 (23時間)	4.50m (9.1秒)
3	2011/12/24～25	有	青森西岸沖 (16時間)	5.91m (10.4秒)
4	2011/12/26～27	有	留萌 (21時間)	4.06m (9.2秒)
5	2012/2/2～3	有	秋田 (13時間)	2.41m (9.4秒)

(注1) ケース番号は表-2に合わせた。

(注2) 観測データは毎正時のものを用いた。

4. 予測精度向上方策の検討

従来の波浪予測では、NOWPHAS観測点の予測値と観測値の差を用いて、その時点での周辺地点のデータ同化を行い、将来の予測の補正には指数分布関数を適用している。波浪予測システムの試運用の結果、従来の予測値ではデータ同化後でも観測値との差が大きかった事例もみられた。そこで、「うねり性波浪」の伝播の、富山湾と上流側のNOWPHAS観測地点 (GPS波浪計を含み、北海道沿岸は除く) との時間差を考慮したデータ同化手法により、予測

精度の向上が図れるか検討した。

以下に結果の概略について述べる。手法の詳細については文献7)を参照されたい。

データ同化時点の誤差を指数分布関数で修正し、これに加えて、ピーク時の誤差をガンマ分布関数で修正した。予測結果を図-10に示す。このケースでは、本研究の予測精度は従来法と比較して向上していた。

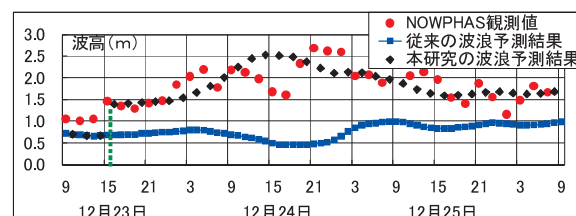


図-10 データ同化結果 (従来法+ガンマ分布関数利用)

データ同化時刻：2011年12月23日16時

5. おわりに

富山湾の「うねり性波浪」の予測・監視システムを構築し、試運用を実施した。予測システムでは「うねり性波浪」の発生がほぼ予測できていた。また、富山湾の「うねり性波浪」を観測したときには、上流側で「うねり性波浪」を事前に観測しており、監視システムの有効性が確認された。

「うねり性波浪」が伝播して来ることによる時間差も考慮して、データ同化するように予測手法を改良した結果、精度の向上がみられた事例があった。今後は、事例数を増やしての検討が必要である。

参考文献

- 1) 新潟港湾空港技術調査事務所・(財)沿岸技術研究センター：平成20年度「うねり性波浪」解析検討調査報告書，平成21年3月。
- 2) 新潟港湾空港技術調査事務所・(財)沿岸技術研究センター：平成21年度「うねり性波浪」予測検討業務報告書，平成22年3月。
- 3) 新潟港湾空港技術調査事務所・(財)沿岸技術研究センター：平成22年度「うねり性波浪」予測検討業務報告書，平成23年3月。
- 4) 新潟港湾空港技術調査事務所・(財)沿岸技術研究センター：平成23年度日本海沿岸波浪検討業務報告書，平成24年3月。
- 5) 宇都宮好博・岡田弘三・江口一平・高山知司・二瓶章：「うねり性波浪」予測・監視システムの検討，沿岸技術研究センター論文集，No. 9，pp. 81-84，2009。
- 6) 水口幸司・大下善幸・室善一郎・高山知司・岡田弘三・宇都宮好博：「うねり性波浪」予測・監視モデルの可能性と的確性について，土木学会論文集B2 (海岸工学)，Vol. 66，No. 1，pp. 146-150，2010。
- 7) 中川洋一・渡邊孝・山川一美・岡田弘三・中田琢志・松浦邦明・松藤絵理子・内田洋平 (2012)：広域波浪観測網を利用したうねり性波浪予測の精度向上の検討，土木学会論文集B2 (海岸工学)，Vol. 68，投稿中，2012。