

# 鹿島港及び常陸那珂港における長周期波の出現実態と予測精度

## Characteristics of Long-period Waves in Kashima and Hitachinaka Ports

福山博己\*・水上純一\*\*

FUKUYAMA Hiromi and MIZUKAMI Jun-ichi

\* (財) 沿岸技術研究センター 波浪情報部 研究員

\*\* 国土交通省 関東地方整備局 鹿島港湾・空港整備事務所 所長

In recent years, it has been reported that long-period waves had disturbed cargo handlings in many Japanese ports. The long-period waves also damage the mooring lines of a ship and cause a fatal accident. However, the mechanism of them is not fully understood. The observations of long-period waves and swaying of a ship have been conducted at Kashima Port and Hitachinaka Port from 2000. The present report describes the harbor long-period wave heights of the observed wave data at Kashima Port and Hitachinaka Port. It indicates the example of verification of the long-period wave height forecasting system in the offing.

*Key Words: long-period waves, forecasting of long-period wave, mooring*

### 1. はじめに

近年全国の多くの港湾で、見かけの波高はそれほど高くない時にも、船体動揺が大きく、荷役障害が起こっている事例が報告されている。この原因として近年の研究により、周期が長く波高が小さくて、見かけ上は見えない波である長周期波が注目されている。いくつかの港湾で調査がなされており、その特性やメカニズムは未だ十分に把握されていないのが現状である。

鹿島港及び常陸那珂港では、平成12年度より長周期波に関する調査が本格的に開始されている。平成12年度の調査では、港内での波浪の連続観測を実施し、港外及び港内での長周期波特性の把握と、観測データと荷役障害記録から荷役限界波高の算出を行った。平成13年度は、港湾利用者へのアンケート及びヒアリングを行い、荷役障害原因の整理を行った。また、波浪諸元と長周期波との関係から長周期波高予測式の検討及び予測システムの基本設計を行った。平成14年度は、エネルギー平衡方程式による港外浅海変形シミュレーション、高山法による港内波浪変改シミュレーション及びブシネスクモデルによる港内長周期波シミュレーションを行った。また、その一連の成果を用いて、気象庁の予測値を入力値とした長周期波予測システムを構築した。平成15年度は、4月から港湾利用者向けにインターネットを利用した長周期波予測システムの試験運用を開始した。平成15年度は、予測システムの精度検証のための波浪観測およびシステムに関するヒアリングを行った。

本論文では、平成15年度に実施した調査のうち、波浪観測による長周期波高の実態と長周期波高予測システムの検証結果の一例について報告する。

### 2. 長周期波解析

#### 2.1 波浪観測

鹿島港及び常陸那珂港の長周期波予測地点において、直記式波浪計観測により連続データを収集し有義波高、有義波周期および長周期波高の算定を行った。図-1及び図-2に鹿島港及び常陸那珂港における波浪観測位置を示す。表-1に各港の観測地点名と新設・既設の別、表-2に新設観測地点の設置日と撤収日を示す。既設地点においては港湾空港技術研究所の協力を得て可能な限り連続データの収集を行った。長周期波の算定方法は次の通りである。まず、0.5秒サンプリングの波高データを2時間毎に区切り、14400個のデータからなるデータセットを作成する。各データセットに30~300秒のバンドパスフィルターを施したのち、ゼロアップクロス法により1/3最大波高および周期を算定した。

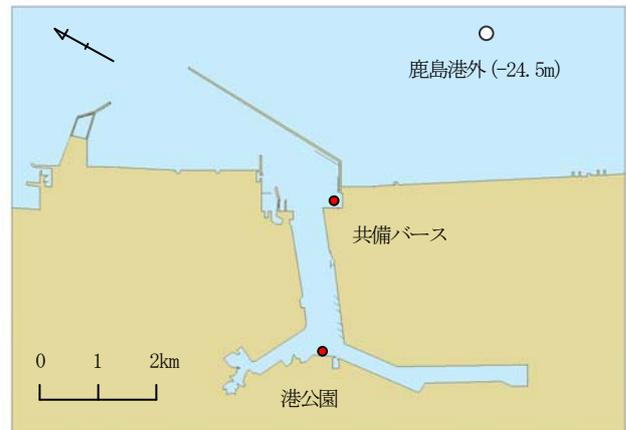


図-1 鹿島港の波浪観測地点位置  
(●: 新設, ○: 既設)

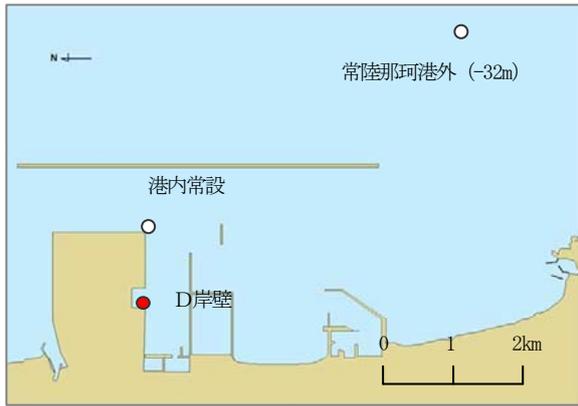


図-2 常陸那珂港の波浪観測地点位置  
(●:新設, ○:既設)

表-1 各港の観測地点名と新設・既設の別

	観測地点名	新設・既設
鹿島港	共備バース	新設
	港公園	新設
	鹿島港外	既設
常陸那珂港	D岸壁	新設
	港内常設	既設
	常陸那珂港外	既設

表-2 新設観測地点の設置日と撤収日

	鹿島港	常陸那珂港
設置日	2003年12月10日	2003年12月23日
撤収日	2004年3月10日	2004年3月19日

## 2.2 観測期間における長周期波高

観測により得られたデータについて、図-3 から図-8 に観測期間中における鹿島港及び常陸那珂港の長周期波高の経時変化を示した。

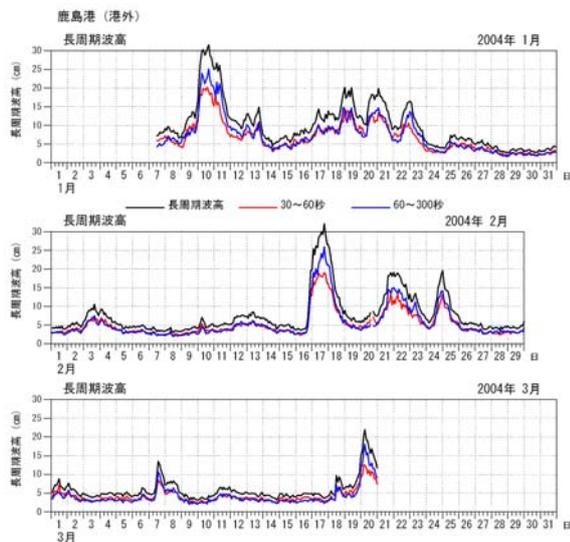


図-3 観測期間における長周期波 (鹿島港外)

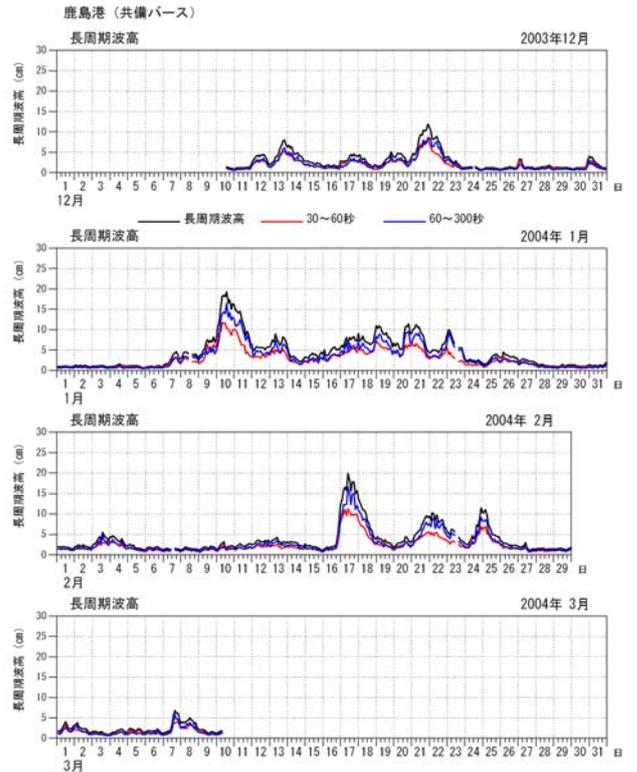


図-4 観測期間における長周期波 (共備バース)

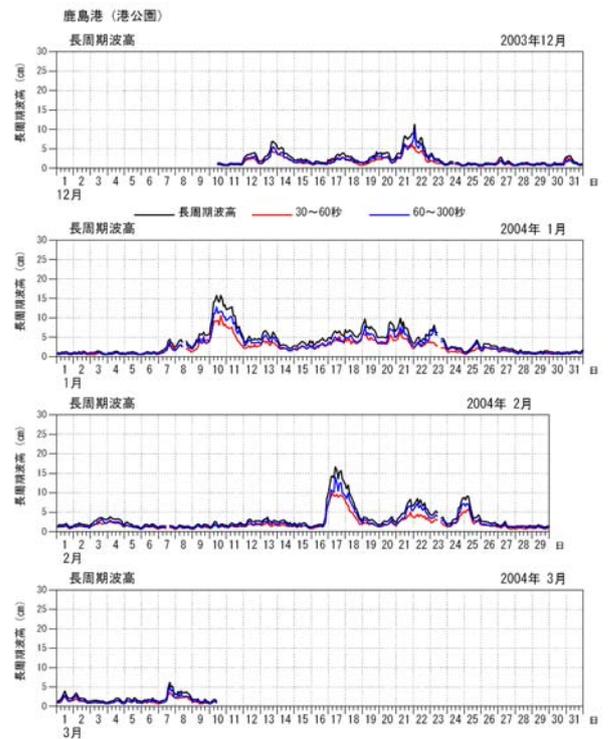


図-5 観測期間における長周期波 (港公園)

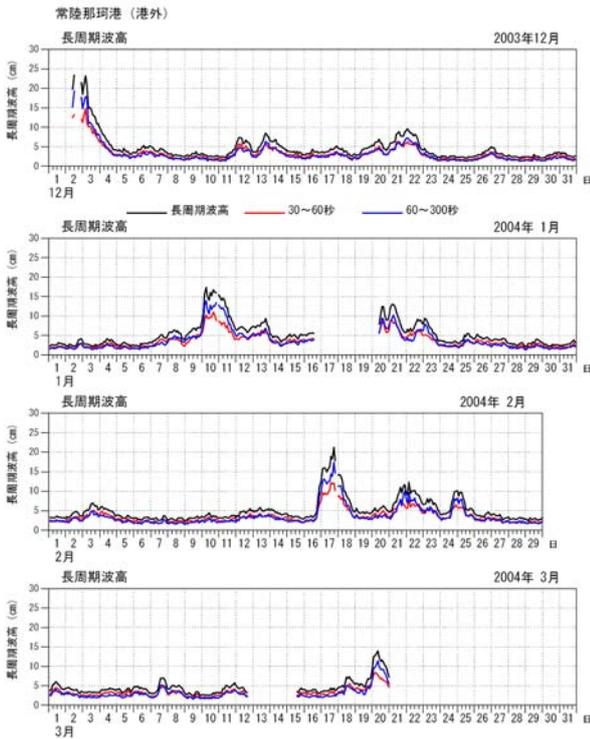


図-6 観測期間における長周期波（常陸那珂港外）

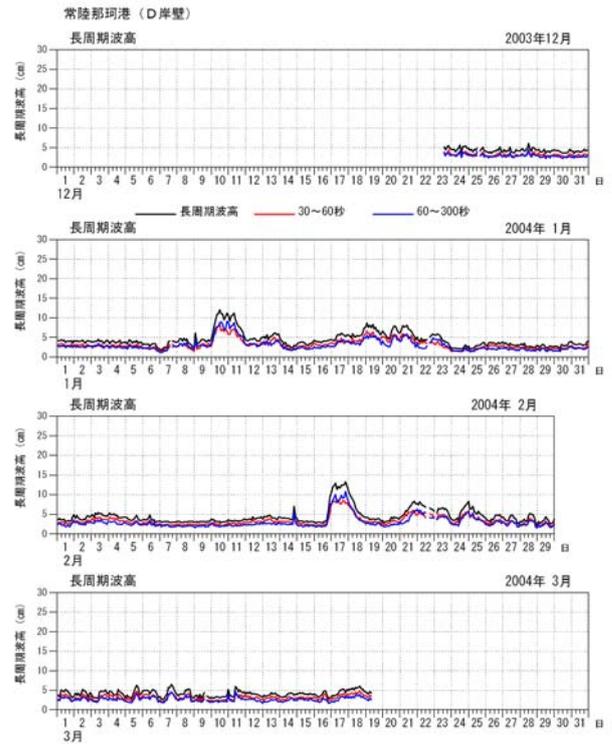


図-8 観測期間における長周期波（D岸壁）

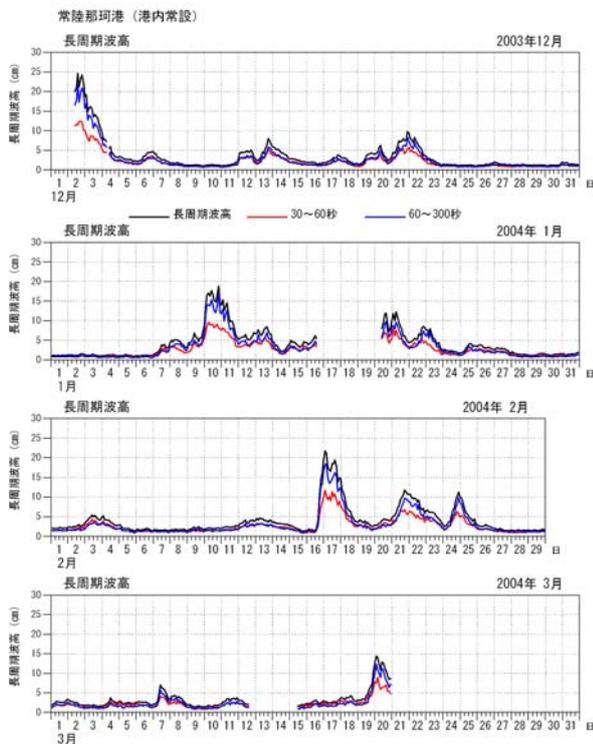


図-7 観測期間における長周期波（港内常設）

観測結果より、長周期波が増大する日が何例もあり、そのうち本調査で設置した3ヶ所とも顕著な長周期波の卓越した2つの事例を1月10日と2月17日に確認した。

1月10日の例では、鹿島港外の長周期波高は30cm以上に達している。長周期波は共備バースで20cm弱、港公園で16cmに達し、目安である長周期波高10cmを上回っている。常陸那珂港では、港外の長周期波高は17cm程度、長周期波は常設地点では15cm以上、D岸壁で12cm前後に達し、鹿島港と同様に目安である長周期波高10cmを上回っている。

2月17日の例では、鹿島港外の長周期波高は30cm以上に達している。長周期波は共備バースで20cm、港公園で17cmに達している。常陸那珂港では、港外の長周期波は20cmに達し、常設地点では20cm以上、D岸壁で15cm前後であった。なお、鹿島港においては17日から18日にかけて、着船中止や荷役中止などの荷役障害が少なくとも4件発生していることが、ヒアリングで確認されている。

### 3. 長周期波高予測システム

#### 3.1 長周期波高予測システムの概要

長周期波高予測システムは、鹿島港及び常陸那珂港の主要岸壁における72時間先までの長周期波高を予測するもので、気象庁の72時間近海波浪6分メッシュ予測値(有

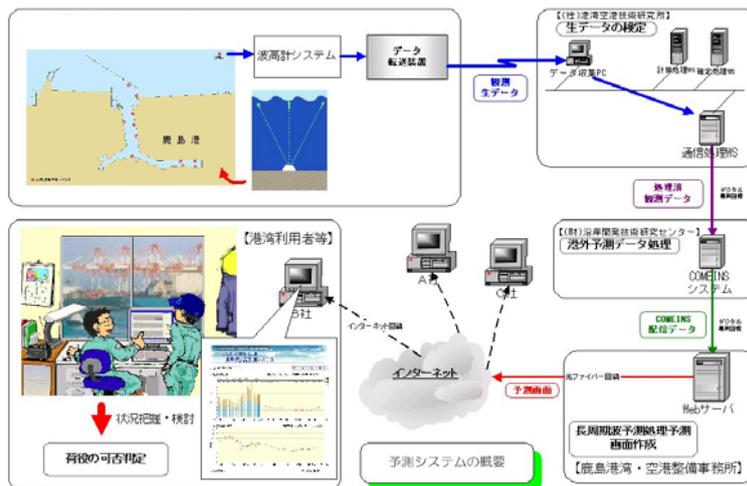


図-9 長周期波予測システムの流れ

義波) を元にして、①港外地点への浅海変形係数、②有義波高から長周期波高への回帰式、③シミュレーションによる各予測地点での増幅率及び、④港外の波浪観測データを用いて、港内各点の予測値が算出される鹿島港に設置された本予測システムはインターネットのブラウザ上で運用している。図-9に予測システムの流れを示す。

### 3.2 長周期波高予測システムの検証例

長周期波予測システムのうち、港外観測地点における長周期波高について予測の検証を行った。

対象期間は鹿島港外が2004年1月7日から2004年3月31日まで、常陸那珂港外が2003年12月2日から2004年3月31日までである。検証の対象は、世界標準時0時を初期値とする翌日2時から24時までの2時間毎の予測値すなわち、夕方予測における、翌日の予測値とした。

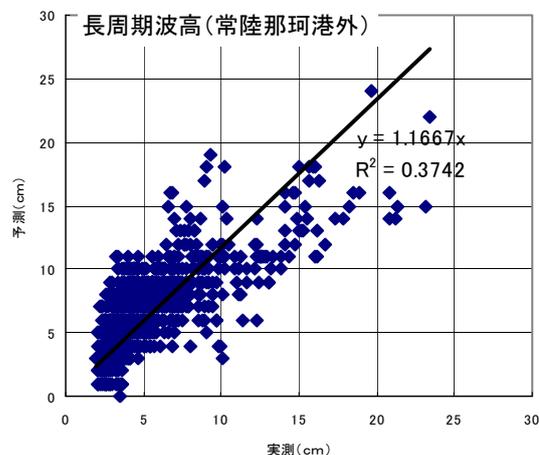


図-11 常陸那珂港外における予測値と実測値の相関

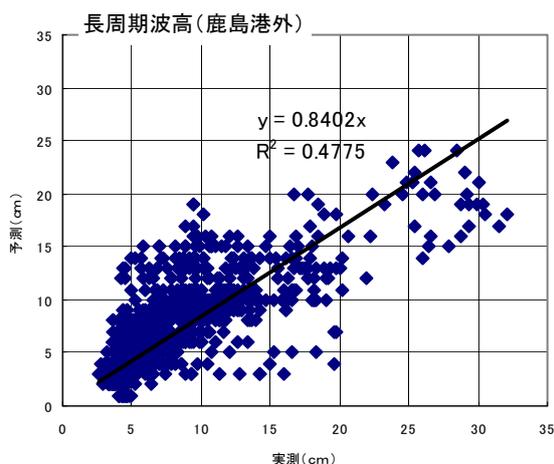


図-10 鹿島港外における予測値と実測値の相関

図-10 と図-11 に鹿島港外及び常陸那珂港外における予測値と実測値の相関を示す。2時間毎の予測値の検証であるため、ややばらつきが大きいながらも明らかに有意な正相関が認められる。鹿島港外は予測に対して実測が大きくなるのに対して、常陸那珂港外では予測に対して実測が小さいのが特徴である。

### 4. 今後の予定

平成16年度は港外から岸壁前面までの観測地点での予測波高を総合的に検証し、必要に応じて予測式の見直しを行うなど長周期波高予測システムのさらなる精度の向上を行う予定である。

### 5. おわりに

本論文作成にあたり関東地方整備局鹿島港湾・空港整備事務所および独立行政法人港湾空港技術研究所の関係各位に厚く御礼申し上げます。