

# 「高知港荷役判断支援システム」の改良について

## — 新たな「高知港長周期波予測システム」の構築 —

宇都宮好博\*・菊地洋二\*\*・三村正樹\*\*\*・石本真憲\*\*\*\*

- \* 前 (財) 沿岸技術研究センター 波浪情報部 業務課長
- \*\* (財) 沿岸技術研究センター 調査部 調査役
- \*\*\* 前 高松港湾空港技術調査事務所 技術開発課長
- \*\*\*\* 高松港湾空港技術調査事務所 技術開発係長

高知港三里地区では、防波堤等の完成を待たずに一部供用を開始しているため、長周期波による船体動揺が問題となっている。高松港湾空港技術調査事務所は、長周期波に対するソフト的な対策として、平成 18 年に「高知港荷役判断支援システム」を構築しており、試験運用を行ないつつ精度向上を図ってきた。これまでの試験運用結果から、気象庁の防災情報に対応させること、高精度の波浪予測を使用すること、荷役業者の意見を取り入れること、等に留意し、新たに「高知港長周期波予測システム」を構築し、平成 23 年 4 月から本運用を開始した。

キーワード：長周期波、予測、Webシステム、COMEINS、ビジネスモデル

### 1. はじめに

我が国の港湾においては、船舶の大型化あるいは輸送時間の短縮等の要請から、外洋に面した場所に港湾を立地することも必要となってきた。ところが、このような外洋性の港湾では、長周期波の影響による係留船舶の動揺が顕著となる場合があり、荷役障害、係留索の切断、防舷材あるいは船体の損傷等がしばしば指摘されている。このような問題を回避するために、港湾利用者から、防波堤や人工海浜による港内の静穏化、係留系の改良による船体動揺の低減対策等のハード的な対策が求められている。高知新港（高知港三里地区）においても、防波堤等の完成を待たずに一部供用を開始しているため、長周期波による船体動揺が見られ、バース運用が難しい状況にある。このため、ハード的な港湾整備及び船体動揺低減のための係留システムの開発等を継続して実施している。さらに、これらのハード的な長周期波対策を補完する方法として、バース前面の長周期波を事前に予測

し、港湾利用者にリアルタイムで情報を提供するソフト的な対策も重要であることから、高松港湾空港技術調査事務所では、平成 18 年に「高知港荷役判断支援システム」を構築し、試験運用を行ってきた。

本研究は、試験運用期間中の様々な課題及び荷役業者のヒアリング等を基に、「高知港荷役判断支援システム」の予測計算部分の改良を行うとともに、予測結果を港湾利用者が利用し易いように、Web で配信する新たな「高知港長周期波予測システム」を構築したものである。

### 2. 既存の「高知港荷役判断支援システム」

平成 18 年に構築した「高知港荷役判断支援システム」（以下、従来システムという）<sup>1)</sup>は、Windows アプリケーションとして構築された。このソフトは、図-1 及び図-2 に示すトップ画面及び予測結果表示画面の 2 画面から構成されている。図-1 のトップ画面で、予測する岸壁、荷



図-1 従来システムのトップ画面（条件設定画面）

時刻	実況 (波高計)			予測			備考
	波高 (m)	方向 (s)	周期 (s)	波高 (m)	方向 (s)	周期 (s)	
0時	0.32	7.1	SSE	0.03	---	---	---
1時	---	---	---	---	---	---	---
2時	0.32	6.6	SSE	0.02	---	---	---
3時	---	---	---	---	---	---	---
4時	0.33	7.7	SSE	0.03	---	---	---
5時	---	---	---	---	---	---	---
6時	0.32	7.6	SSE	0.02	---	---	---
7時	---	---	---	---	---	---	---
8時	0.31	7.8	SSE	0.02	---	---	---
9時	---	---	---	0.11	8.3	NNE	0.50 0.01 0.10
10時	0.33	6.9	SSE	0.03	0.11	8.4	NNE 0.50 0.01 0.10
11時	---	---	---	0.11	8.5	NNE	0.50 0.01 0.10
12時	---	---	---	0.11	8.5	NNE	0.50 0.01 0.10
13時	0.34	7.6	SSE	0.02	0.12	8.5	NNE 0.50 0.01 0.10
14時	0.33	6.9	SSE	0.02	0.12	8.2	NNE 0.50 0.01 0.10
15時	---	---	---	0.10	8.2	NNE	0.50 0.01 0.10
16時	---	---	---	0.10	8.0	NNE	0.50 0.01 0.10
17時	---	---	---	0.10	7.9	NNE	0.50 0.01 0.10
18時	---	---	---	0.10	7.8	NNE	0.50 0.01 0.10
19時	---	---	---	0.10	7.8	NNE	0.50 0.01 0.10
20時	---	---	---	0.10	7.8	NNE	0.50 0.01 0.10
21時	---	---	---	0.10	7.7	NNE	0.50 0.01 0.10
22時	---	---	---	0.11	7.1	NNE	0.50 0.01 0.10
23時	---	---	---	0.11	6.5	NNE	0.50 0.01 0.10

図-2 従来システムの予測結果画面

役作業予定の船種及び船型（トン数）を設定し、日表ボタンを押下すると、図-2の予測結果が表示される。表示される項目は、NOWPHAS 高知港の偶数時観測結果（有義波高，有義波周期，波向及び長周期波高），予測対象岸壁における通常波浪（周期 30 秒以下の風波とうねり）成分（有義波高，有義波周期，波向及び荷役限界波高）及び長周期波（周期 30 秒から 300 秒）成分（長周期波高及び荷役限界波高）の予測値である。

また，従来システムのシステム概略を図-3 に示す。（財）沿岸技術研究センターが開発した COMEINS（沿岸気象海情報配信システム：カムインズ）の NOWPHAS 地点波浪予測結果を現地の PC に送信し，現地の PC で長周期波高の計算と荷役判定を行うものである。このデータ送信は，専用回線あるいは一般公衆回線の IP-VPN による常時接続が必要であり，現地の PC も IP アドレスの特定と常時起動が必要であった。

### 3. 「高知港長周期波予測システム」の構築

#### 3.1 長周期波予測の概略

新しく構築した「高知港長周期波予測システム」の長周期波予測部分のフローを図-4 に示す。図中央の“高知港波高計地点の波浪予測”までは COMEINS であるが，平成 22 年 1 月末からは，波浪データ同化手法を取入れ，精度の高い波浪予測結果を提供できるようになった<sup>2)</sup>。また，COMEINS の“高知港波高計地点の波浪予測”を受け，高知港内の通常波浪及び長周期波高を予測する部分

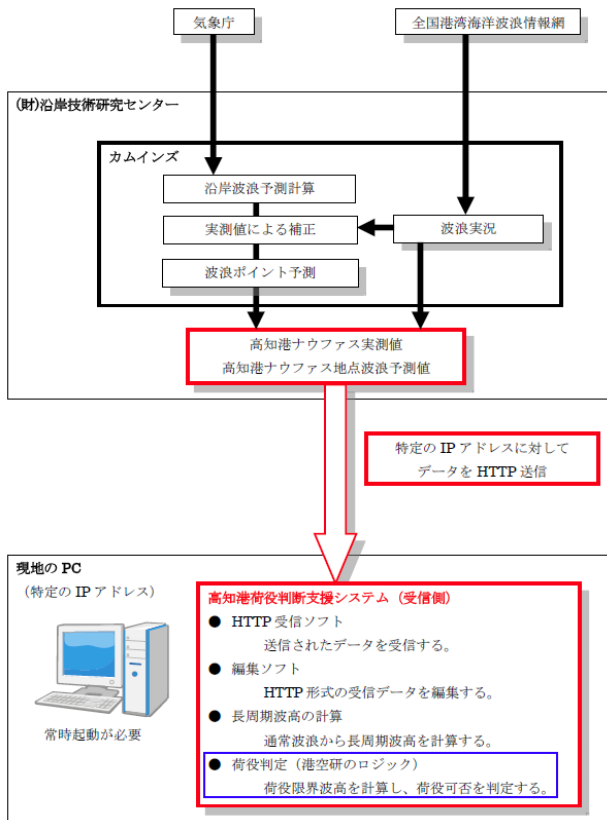


図-3 従来システムのシステム概略図

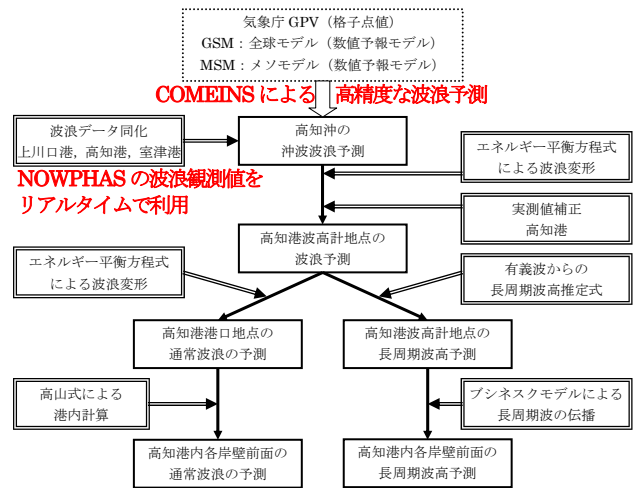


図-4 長周期波の予測フロー図

のロジックは従来システムと変わっていないが，“有義波からの長周期波高推定式”及び浅海変形計算（“エネルギー平衡方程式による波浪変形”，“高山式による港内計算”及び“ブシネスクモデルによる長周期波の伝播”）には高知新港の港形変化等に伴う改良が加えられている<sup>3)</sup>。

#### 3.2 新システムの概略

##### (1) 新システムのシステム概略

新システムのシステム概略を図-5 に示す。図-3 に示した従来システムと比較して大きく変更された点は，CDIT

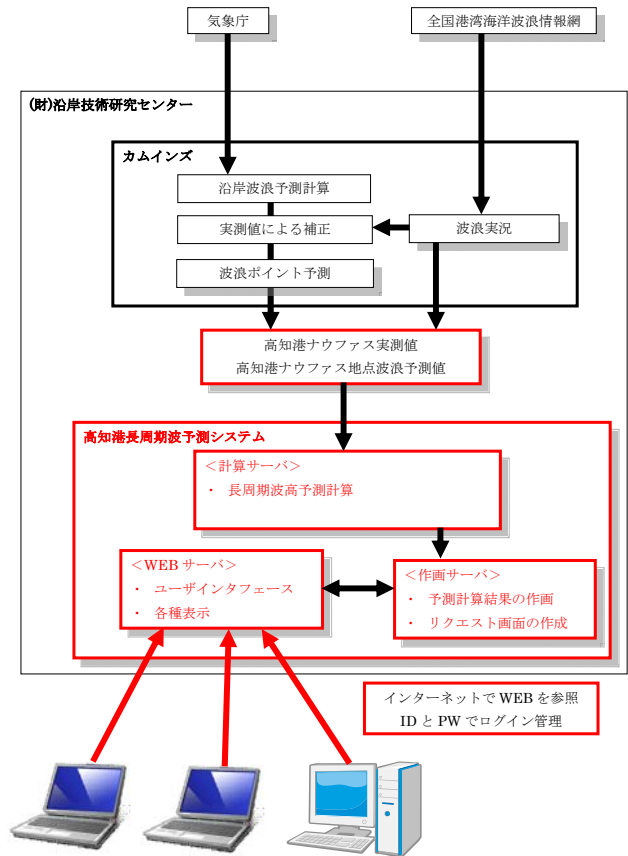


図-5 新システムのシステム概略図

内のサーバで全ての計算を実行し、Web サーバも CDIT 内に構築することにより、従来システムで必要であった現地の専用端末と専用回線が必要なくなったことである。これにより、港湾利用者は、インターネットが使用できる PC であればどの PC からでも Internet Explorer 等の Web ブラウザを使用して本システムにログインし、ID とパスワードによる認証の後、必要な情報が閲覧できるようになった。

```
KFXC80 RJTD 092100
CREX0101 A007 D01011 D01012 D16203 D16201 D16193 D16194 D16194 D16205
D16206 D16204 D16192 D16193 D16194 D16205 D16206 D16204 D16192 D16193
D16194++
2009 08 09 22 10 0908 13182 MORAKOT 078 00 010100
00 09 21 TS LG // 57048 00 0000 封封
27 50 119 40 278 1197 FAIR
N 020 010 0985
WIND 023 045 999 035 065
STRM GC 0000 0000 0000 0000
GALE SE 0650 0500 0350 0270
24 10 21 TS // // 57048 00 0000 封封
31 25 120 30 314 1205 160 085 070
NNE 015 009 0994
WIND 018 035 999 025 050
SWCA GC 0000 0000 0000 0000
45 11 18 TD // // 57003 00 0000 封封
34 00 123 05 340 1231 300 160 070
NNE 015 008 0996
WIND 000 000 999 000 000
SWCA GC 0000 0000 0000 0000++ 7777
```

図-6 気象庁独自の電文フォーマットの例

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Report xmlns="http://xml.kishou.go.jp/jmaxml1/" xmlns:jmx="http://xml.kishou.go.jp/jmaxml1/informationBasis1/">
  <Control>
    <Title>台風解析・予報情報(3日予報)</Title>
    <DateTime>2009-08-09T22:09:26Z</DateTime>
    <Status>通常</Status>
    <EditorialOffice>気象庁本庁</EditorialOffice>
    <PublishingOffice>気象庁予報部</PublishingOffice>
  </Control>
  <Head xmlns="http://xml.kishou.go.jp/jmaxml1/informationBasis1/">
    <Title>台風解析・予報情報</Title>
    <ReportDateTime>2009-08-10T07:10:00+09:00</ReportDateTime>
    <TargetDateTime>2009-08-09T06:00:00+09:00</TargetDateTime>
    <TargetDuration>PT72H</TargetDuration>
    <EventID>TC0910</EventID>
    <InfoType>発表</InfoType>
    <Serial>78</Serial>
    <InfoKind>台風解析・予報情報(3日予報)</InfoKind>
    <InfoKindVersion>1.0_0</InfoKindVersion>
    <Headline>
      <Text />
    </Headline>
  </Head>
  <Body xmlns="http://xml.kishou.go.jp/jmaxml1/body/meteorology1/">
    <MeteorologicalInfo type="台風情報">
      <MeteorologicalInfo>
        <DateTime type="実況">2009-08-10T06:00:00+09:00</DateTime>
        <Item>
          <Kind>
            <Property>
              <Type>呼称</Type>
              <TyphoonNamePart>
                <Name>MORAKOT</Name>
                <NameKana>モーラコット</NameKana>
                <Number>0908</Number>
                <Remark />
              </TyphoonNamePart>
            </Property>
          </Kind>
        </Item>
      </MeteorologicalInfo>
    </MeteorologicalInfo>
  </Body>
</Report>
```

図-7 気象庁防災情報 XML フォーマットの例

## (2) 新システムのデータ形式

本システムは、気象庁から受ける情報や、COMEINS で処理した予測データ等を扱っている。この気象庁からの情報は、台風5日先進路予報、大雨・雷・竜巻の短時間予報、さらには市町村毎の警報・注意報の発表など、多様化・高度化している。これらの新しい情報は、図-6に示す従来の電文形式(「xx 行目の xx カラム目の数字は xx の値」といった FORMAT が決まっている形式)と呼ばれるデータではなく、図-7に示す XML 形式(「タグ」と呼ばれる特定の文字列でデータの意味や構造を記述するマークアップ言語の一種であり、通信や情報交換に用いるデータ形式の標準になりつつある)と呼ばれる新しい形式の情報であり、平成23年5月12日13時から正式運用が開始された。COMEINS も、平成23年に XML 形式に対応した新しいシステムに切り替わる予定である<sup>4)</sup>。本システムでは、COMEINS に先駆け、XML 形式に対応したシステムとして構築を行なった。

## (3) 従来システムと新システムの比較

従来システムと新システムの比較を表-1に示す。また、新システムの画面例と主要な機能を図-8に示す。新システムでは、Web による操作性の重視や経時変化図及び天気図の表示等表示項目の高度化を行なったが、荷役限界波高及び荷役可否判断については組込まれていない。従来システムでは事前に船体動揺のシミュレーションを実施し、船体動揺の結果を荷役限界波高としてデータベースに組込んで使用していた。しかし、高知新港を利用する船が年々大型化し、詳細な船体動揺シミュレーションを毎年実施するコストパフォーマンスが得られなくなったためである。本システムでは操作マニュアルに簡易計算

表-1 従来システムと新システムの比較

比較項目	従来システム 「高知港荷役判断支援システム」	本業務で構築したシステム 「高知港長周期波予測システム」
配信方式	特定の IP アドレスに対して HTTP 送信	Web 配信方式で ID・パスワードによる管理
必要なソフト	下記ソフトを PC にインストールする必要がある。 ・ HTTP 受信ソフト ・ 編集ソフト ・ 計算ソフト ・ 表示ソフト	Internet Explorer 等の標準装備の Web 閲覧ソフトのみで利用可能。
気象海象情報の形式	気象庁独自の電文形式	標準的な XML 形式に対応
予測地点	・8m 岸壁、・12m 岸壁	・8m 岸壁、・12m 岸壁、護岸(防波)及び波高計地点
予測項目	通常波(有義波) 長周期波 荷役限界波高及び荷役可否判断	通常波(有義波) 長周期波
波高計の実測値	2 時間毎の値	1 時間毎の値
表示内容	日表	港湾図(現在の値) 経時変化図 日表 天気図
その他	HTTP 迷受信を行っているため、特定の IP アドレスを決める必要がある。また、その PC は、常時電源を投入して上記の「必要なソフト」を常駐させておく必要がある。	必要な時に、その時に利用可能な PC から閲覧が可能である。

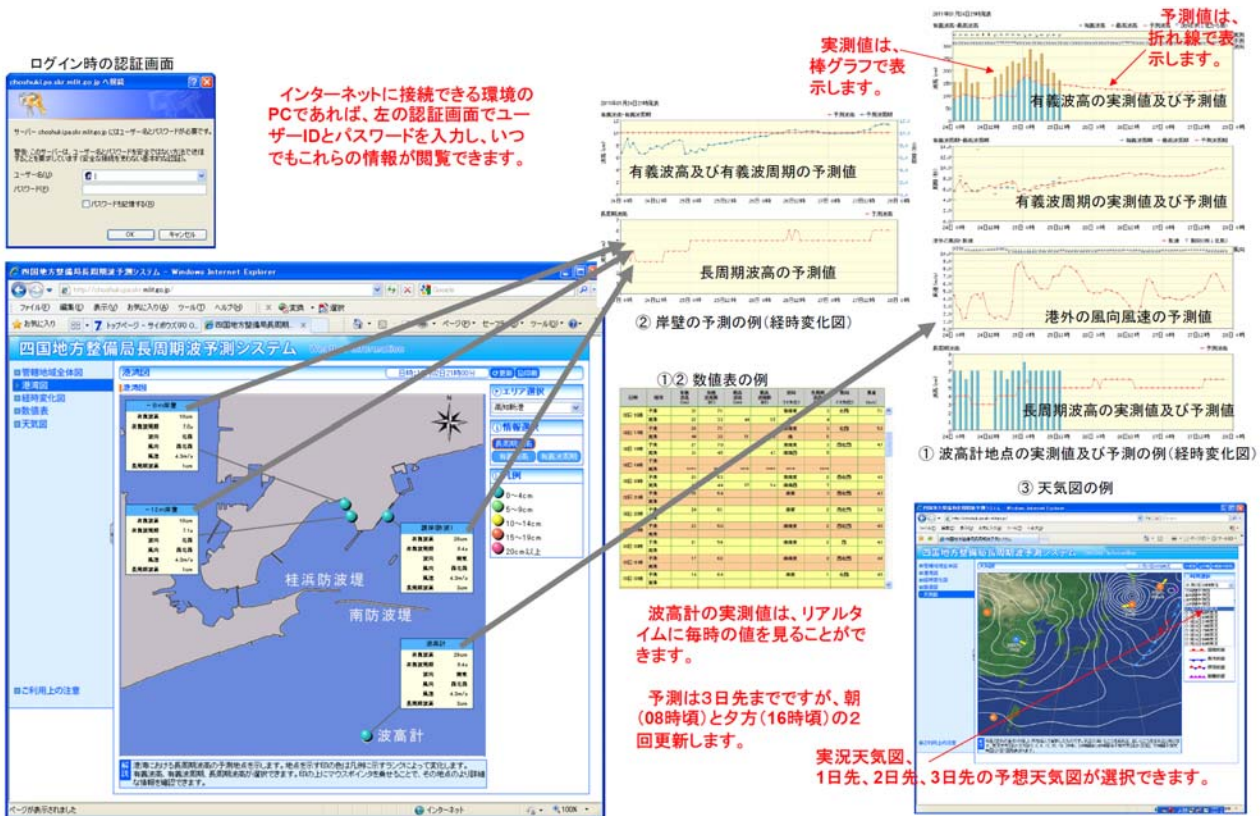


図-8 新システムの主要な機能

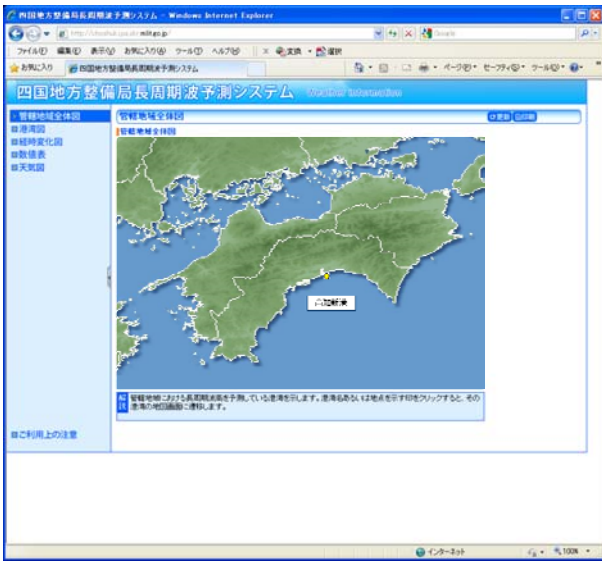


図-9 新システムのログイン後の画面

による荷役限界波高を記述し、港湾利用者の注意を喚起することで、荷役作業に支障をきたさないようにした。

#### (4) 新システムの拡張性

新システムでは、現在のところ高知新港のみを対象としているが、ログイン後の画面として図-9に示す画面を用意し、将来、須崎港、宿毛湾港、小松島港等の予測にも対応できるようにしている。さらに、気象庁防災情報にも対応しているため、気象警報、津波警報等の様々な防災情報も追加できるようになっている。

#### 4. おわりに

高知港三里地区における長周期波に対するソフト対策として、国土交通省四国地方整備局高松港湾空港技術調査事務所において、気象庁の防災情報(XML形式)にも対応したWebで閲覧できる「高知港長周期波予測システム」を構築した。今後、地域の物流拠点である高知港での安定した荷役作業に資するため、本システムが活用されることを期待している。

#### 参考文献

- 1) (独) 港湾空港技術研究所：平成17年度荷役可否判定システムの開発に関する研究委託報告書、高松港湾空港技術調査事務所、58p. 2006.
- 2) 江口一平・松浦邦明・松藤絵理子・本橋昌志・三嶋宣明・岡田弘三：NOWPHAS 沿岸波浪観測値の沿岸波浪予報へのリアルタイム同化による予報精度の向上—沿岸気象海象情報配信システム(COMEINS)の高度化—、海洋開発論文集、第25巻、pp.885-890、2009.
- 3) 三村正樹・石本真憲・菊地洋二・宇都宮好博：「高知港長周期波予測システム」の構築について、土木学会論文集B2(海岸工学)、Vol.67, No.3、投稿中、2011.
- 4) 宇都宮好博・岡田弘三・江口一平：COMEINS(カムインズ)15年の歩み、沿岸技術研究センター論文集、No.10、pp.81-84、2010.