

# 四国沿岸域における防災総合数値解析システムの構築

安藤誠\*・近藤徹\*\*・高木利記\*\*\*

\* 前 (財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

\*\* 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 技術開発課長

\*\*\* 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 技術開発係長

四国沿岸域で発生する波浪・高潮・津波の現象について、観測データ解析処理から数値解析までを一つのシステムで総合管理することが可能となる防災総合数値解析システムの構築を行った。本システムを構築することで、地形データなど基本情報の共有が図られ、波浪・高潮・津波の解析は同質のデータを用いて実施することが可能となった。

キーワード: 津波, 高潮, 波浪, 防災, 数値解析システム

## 1. はじめに

平成 19 年 1 月 10 日の地震調査研究推進本部の発表によると、今後 30 年以内に東南海、南海地震が発生する確率はそれぞれ 60~70%、50%となっており、四国沿岸域にとって、東南海・南海地震津波の防災対策は喫緊に取り組まねばならない重要な課題となっている。

また、高潮災害では、2004 年に 1951 年以降で史上最高となる 10 個の台風が日本に上陸し、瀬戸内海沿岸各地が被災した。特に、台風 16 号における高松市の高潮災害は記憶に新しいところであり、市内の広い範囲で浸水被害が発生した他、高松港では従来の最高潮位 1.94mを上回る 2.46mの潮位を記録した<sup>1)</sup>。

津波・高潮・高波による災害対策の検討にあたっては、その発生過程を時間・空間の大きな水理現象として捉え、数値シミュレーションによって予測することが不可欠となる。近年、電子計算機機能の飛躍的な向上に伴い、この水理現象を広範囲で同時に且つ迅速に解析することが可能となっている。しかし、これらの数値解析は個々の対象沿岸域毎に独立した計算として実施されることが多く、個別に入力データ（地形データなど）の作成や処理を行ってきた。また、防災対策を検討するにあたって必要となる災害・防災情報の収集・整理・分析も同様の傾向にあり、個々の調査でデータの質が異なること等の問題があった。

本研究は、四国沿岸域で発生する波浪・高潮・津波の現象について、観測データの解析処理から数値解析まで、一つのシステムで総合管理することを目指した防災総合数値解析システム（以降、本システムとする）の構築を行ったものである。

本システムを構築することによって、情報の一元管理を行い、数値シミュレーション技術を用いた災害の予測・解析や、防護施設の機能評価などを行うことが可能となる。以下に本システムの概要と、波浪・高潮・津波の数値解析結果の一例を示す。

## 2. 本システムの概要

### 2.1 システム導入による効果

図-1 は、システム構築に伴う効果を模式的に表したものである。システム化が行われると、数値計算から観測データの集積・整理および解析処理まで、1つのシステムにより実施することが可能となる。

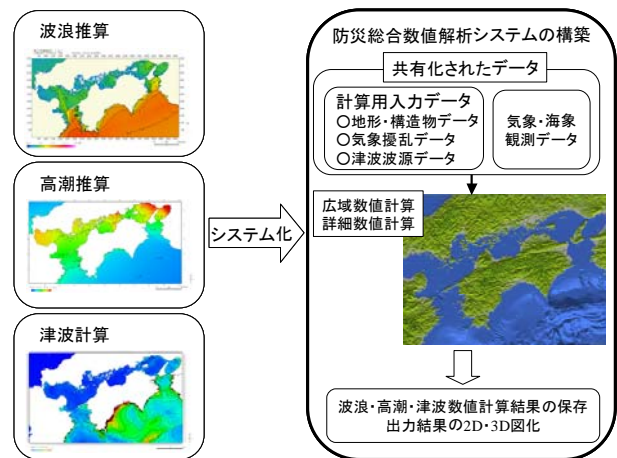


図-1 本システムに期待される効果

例えば、特に労力を要する地形データの作成は、このシステムにより共有化され、一度データを作成・登録しておけば津波計算・高潮推算・波浪推算のどれでも同じ地形データを使用することが可能となる。また、津波計算を例にとると、現状地形や港湾完成時の地形の計算はもちろんのこと、防波堤の配置状況や、初期波源の位置情報などを変更することにより、多くのケーススタディが実施でき、高潮推算・波浪推算も同様に実行可能である。そして、これら数値解析の入力データを管理・更新することにより、全ての数値解析は、同程度の品質を有するデータにより実施することが可能になる。

本システムを活用することにより、高潮・津波などの災害要因の解明、施設の被災要因の解明を行うことで、施設整備計画、防災対策の立案のために必要な基礎資料を提示することができる。また、設計波浪および設計潮位を超過する外力が発生する場合の予測計算によって、今後の施設補強・改修計画・維持管理の立案のための基礎資料を得ることも可能となる。特に、予測計算結果に関しては、これら施設の危険度評価だけでなく、ハザードマップ作成用の浸水図の基礎資料として活用することが可能となる。

## 2.2 システム構成

本システムは、図-2に示すように、5つのサブシステムと支援データベースで構成される。これらを大別すると、波浪・高潮・津波の数値計算システム、これら計算の支援・解析を行うシステム、データベースの3種類に分類される。なお、個々のシステムは、簡易な操作性を重視し、対話型入力のためのメニュー画面によりデータの入力・編集が可能となっている。

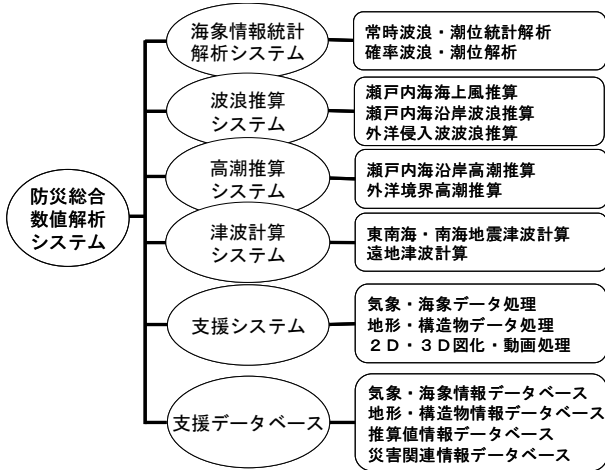


図-2 防災総合数値解析システムの構成

### (1) 海象情報統計解析システム

#### (a) 常時波浪・潮位統計解析

通常時の観測波浪・潮位（潮位偏差）の出現頻度や時系列図等を作成し、年間および経年の発生特性を解析するシステムである。

#### (b) 確率波浪・潮位解析

既往の波浪推算結果などを利用して、対象海域における再現期待に応じた値を算定するシステムである。

### (2) 津波計算システム

津波計算システムは、東南海・南海地震などの近地津波と、チリ地震に代表される遠地津波の計算の2解析手法で構成され、津波の特性により、線形長波・非線形長波・線形分散波のモデルを選択することができる。

計算領域については、中央防災会議による想定東南海・南海地震津波の計算格子間隔は、外洋域から1350m、450m、150m、50mを用いているが、本システムも50m格子

まではこれと同様の計算格子間隔を用いた。ただし、浸水計算を行う計算格子については、将来的に航空測量による地盤高データの活用を考慮すると、10mおよび2m格子の整備を行うことが望ましく、浸水計算を行う計算格子間隔は10mとした。

### (3) 波浪推算システム

波浪推算システムは、スペクトル法の第1世代のMRI<sup>2)</sup>を基にした浅海波浪推算モデルと、外洋および内湾の波浪推算ともに、非線形相互作用を考慮した第3世代モデルのWAM<sup>3)</sup>を採用した。

### (4) 高潮推算システム

高潮推算システムは、外洋から沿岸域まで解析することが可能である。なお、沿岸域においては波浪推算で得られたラディエーション応力を取り入れることにより、Wave Setupによる潮位偏差の上昇を考慮することが可能である。

これに加え、越波流量を推定し、越流と同時に越波による陸上域の浸水計算を可能としている。

計算領域については、前述の波浪も含め、高潮は、外洋から日本沿岸域に襲撃する台風を追跡し計算を行うことから、津波計算に比べ広い範囲の計算を行う必要がある。また、津波計算は近地津波では最大で24時間程度の再現時間であるのに対し、波浪・高潮推算は3～4日間の再現時間となる。よって、計算に要する時間を津波計算と同程度とするには、津波計算で用いる計算格子間隔よりも大きくし、本システムでは5,400m, 2,700m, 1,350m, 450m, 150m, 50m格子として設定した。

### (5) 支援システム

支援データベースに登録されている情報を計算入力データとして所定の書式に変換するシステムである。また、波浪・高潮・津波計算結果の図化・動画システムも含まれる。

### (6) 支援データベース

データベースは以下の4種類が登録されている。

#### ①気象・海象情報データベース

気象図や台風情報、波浪情報、潮位情報、津波痕跡高など。

#### ②地形・構造物情報データベース

地形境界データ・海底地形データ・地盤高データ・構造物データ・土地利用データ・津波初期波源データ。

#### ③推算値データベース

本システムで計算された推算値データ。

#### ④災害関連情報データベース

既往調査において整理された高潮・津波災害および地域防災計画などの情報。

## 2.3 システム画面表示例

数値計算ソフトウェアは、波浪推算・高潮推算・津波計算の3種類のソフトウェアが用意されている。ここでは、津波数値計算ソフトウェアを例として図-3に津波計算システムの入力画面例を示す。このソフトウェアは、

画面に必要な項目が表示され選択・変更が可能な対話形式表示としている。

出力例として図-4 に平面図図化出力の表示例を示す。各項目（計算ケース、出力表示内容など）を選択することにより、最大水位分布や流速分布などを出力することができる。平面図の水位が明示されている箇所をダブルクリックすると、図中の右上にその箇所の水位、流速の

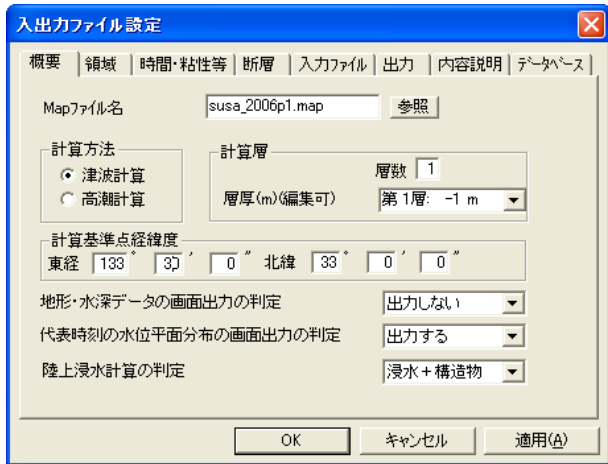


図-3 津波数値計算ソフトウェアシステムの画面例

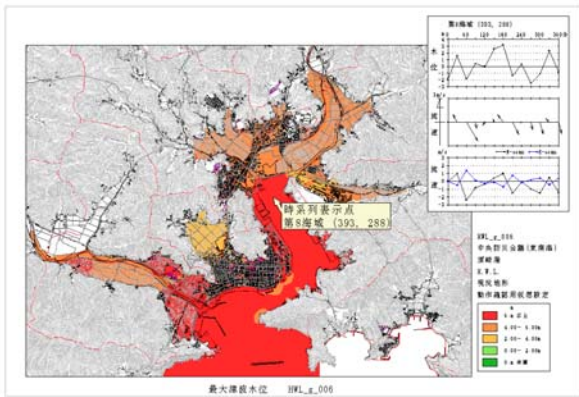


図-4 平面図図化出力の表示例

時系列を表示することが可能である。

### 3. 本システムによる数値計算結果

#### 3.1 波浪推算結果

図-5 は、高松港における台風 0416 号、0418 号の波浪推算結果（最大有義波高平面分布と有義波高・周期の時系列）である。外洋に面する沿岸域では、最大有義波高は5m以上となり、瀬戸内海沿岸では、2～4m程度となっている。また、時系列図を比較すると台風 0416 号と0418 号では波高、周期ともに0418 号の方が大きい値となっている。高松市に甚大な被害を与えた台風は0416 号の方であり、計算結果とは逆の条件となっているが、これは潮位が異なることに起因する。

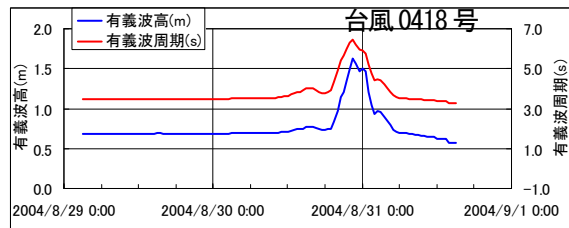
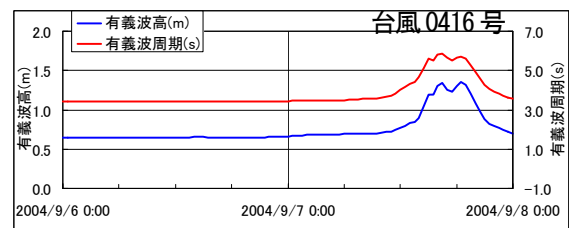
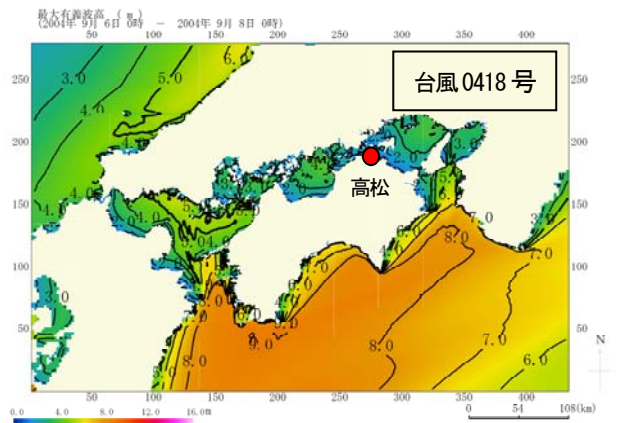
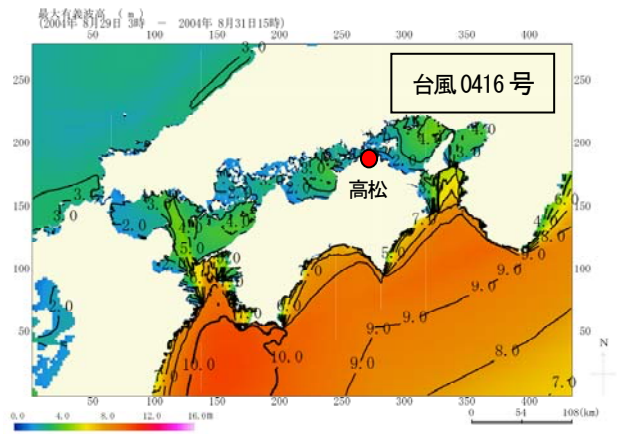


図-5 台風0416号、0418号の波浪推算

#### 3.2 高潮推算結果

図-6 は、高松港における台風 0416 号、0418 号の高潮推算結果（最大潮位偏差平面分布と潮位偏差時系列）である。海上風推算モデルは台風モデルとし、Wave Setup を考慮した高潮推算モデルである。最大潮位偏差平面分布より瀬戸内海では、台風 0416 号で1m程度、台風 0418 号で1m以上の潮位偏差となった。また、時系列図により観測値と推算値を比較すると、最大潮位偏差のピーク値は、両者共に観測値の方が推算値に比べやや高いものの、時系列的にはよく一致している。

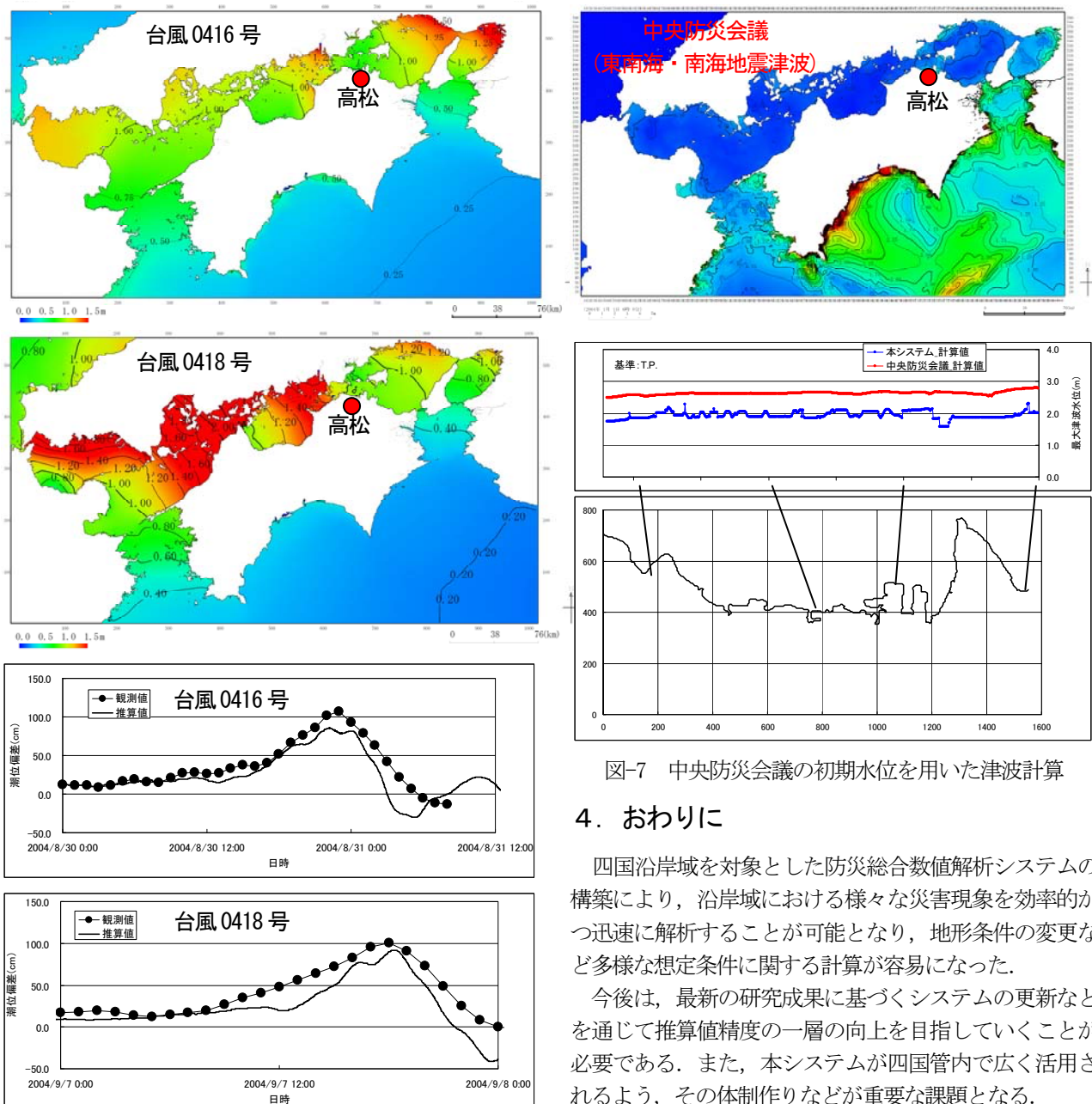


図-7 中央防災会議の初期水位を用いた津波計算

### 3.3 津波計算結果

図-7は、中央防災会議による想定東南海・南海地震津波の初期波形を入力条件とし、高松港を対象とした津波計算結果（最大津波水位平面分布および中央防災会議と本システムによる沿岸の推算値の比較）である。外洋に面する沿岸域では、5mを超える津波水位となり、瀬戸内海では1m程度である。中央防災会議の推算値と本システムによる推算値の比較から、両者に0.8m程度の差が見られるが、津波水位の傾向はほぼ一致している。

### 4. おわりに

四国沿岸域を対象とした防災総合数値解析システムの構築により、沿岸域における様々な災害現象を効率的かつ迅速に解析することが可能となり、地形条件の変更など多様な想定条件に関する計算が容易になった。

今後は、最新の研究成果に基づくシステムの更新などを通じて推算値精度の一層の向上を目指していくことが必要である。また、本システムが四国管内で広く活用されるよう、その体制作りなどが重要な課題となる。

### 参考文献

- 1) 気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp>).
- 2) Isozaki, I and T.Uji: Numerical Prediction of Ocean Wind Wave, Papers in Met. And Geophys., Vol. 23(4), pp. 347-359.
- 3) 橋本典明, 川口浩二, 真期俊行, 永井紀彦: 第3世代波浪推算法(WAM)の推算精度に関する検討, 港湾空港技術研究所報告, 第38巻, 第4号, pp. 3-47.