

GPS 波浪計観測情報の活用支援方策について

合田 和弘*・菊地 洋二**・齋田 和成***・林 寿史****

* 前(一財)沿岸技術研究センター 調査部 研究員

** (一財) 沿岸技術研究センター 調査役

*** 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 沿岸域管理官

**** 国土交通省 中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 調査課長

沿岸地域への津波来襲時における防災力の向上を図るため、御前崎沖、尾鷲沖及び伊勢湾口沖に設置された沖合波浪観測システムの観測情報を提供するシステムを構築し、併せて GPS 波浪計観測情報の利活用方策について検討した。

キーワード：津波防災、GPS 波浪計、観測情報、潮位観測

1. はじめに

国土交通省港湾局が港湾整備に必要な沖合の波浪観測情報を取得するため、全国で 17 基(平成 25 年度現在)設置している GPS 波浪計は、地震発生時に沖合で津波を観測することが可能であり、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の直後には、東北地方太平洋岸に設置した GPS 波浪計で、大きな津波が沿岸に到達する約 10 分前に 6m を超える津波高を沖合で観測し、気象庁の津波警報の切替えに活用された。

このことを踏まえ、巨大地震の発生が危惧される中部地方整備局管内において、沿岸地域への津波来襲時における防災力の向上を図るため、管内に設置した沖合波浪観測システムによる沖合での津波・波浪観測データを沿岸地域の防災活動に活用する方策について、昨年度来、検討してきた。

一方、東北地方整備局では、平成 18 年度より「東北における津波防災情報連絡協議会」を設立し、「東北地方津波防災支援システム」を構築、改良を行い、利活用に関する検討や協議会を通じたシステムの普及を、平成 18 年度から平成 25 年度まで継続して行っている。平成 24 年度の主な成果として、GPS 波浪計で得られた津波情報を沿岸自治体へメール等で配信できるシステムを開発し、配信試験により有効性を確認している。

図-1 にメール配信等のシステム概念図を示す。平成 25 年度には、防災活動への支援情報の一環として、Web 画面の改良を行い、観測情報を地方自治体の防災担当者へリアルタイムに配信できるよう検討している。

本検討では、東北地方整備局における観測情報の活用事例を踏まえ、観測情報のメール配信システムの検討をするともに、それを利用とした活用方策について検討することとした。

2. 観測情報システムの設計・構築について

2.1 配信する観測情報の基本方針

観測情報を配信するにあたり、気象庁発表情報と整合をとる必要があるため、本システムで配信する情報と気象庁が発表する情報について整理し、配信する観測情報の基本方針を設定した。

気象庁では、専門職員が 24 時間体制で津波の状況を監視し、沖合の津波観測施設のいずれかで観測されたら、「沖合の津波観測に関する情報」と直ちに発表することとなっている。本システムは自動配信を基本としていることから津波検知の判定基準を設け、誤送信などのリスクを回避する必要がある。そのため、気象庁の津波警報・注意報発表を配信の前提条件とし、次項に示す閾値の超過を津波検知の判定条件とした。

以上を踏まえ、本システムの基本方針は、以下のとおりとし、閾値の設定やシステム設計・構築を行った。

- 1) 気象庁の津波警報・注意報が情報配信の前提条件とする。
- 2) 対象地区は、静岡県、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部の 4 予報区とする。
- 3) GPS 波浪計は、中部管内の“静岡御前崎沖”、“伊勢湾口沖”、“三重尾鷲沖”の 3 地点とする。
- 4) 観測情報は、判定する閾値を設定し、システム上は自動で判定・配信する。



図-1 システム概念図
(東北地方整備局提供資料)

- 5) 一定の閾値を超える潮位偏差を観測した場合に、該当する GPS 波浪計毎に個別に情報配信する。
- 6) 推定値の配信は行わない。
- 7) メール配信文に「沖合の GPS 波浪計で観測した津波は、一般的に水深の浅い沿岸部での高さが 3～5 倍以上となる恐れがあります。」などの説明文を記載する。

2.2 閾値の設定

津波観測情報を配信する閾値を設定するため、GPS 波浪計の観測実績に基づいた場合と、沿岸部での津波高さを目安にした場合について検討した。

(1) GPS 波浪計の観測実績に基づいた場合

(独)港湾空港技術研究所 海洋情報研究領域からの提供資料を引用した観測実績に基づく閾値の超過確率の一覧を表-1 に、分布図を図-2 に示す。これは、GPS 波浪計設置後の通常時(2011 年 3 月を除く 2010 年 1 月～2013 年 10 月の期間)の潮位偏差記録を 30 分毎のブロックに分け、ブロック内である偏差を超過する確率を調べたものである。表-1 及び図-2 において、例えば、閾値が 20 cm 以下の場合、超過確率が 6 % 以上となり、閾値が 30 cm 以上の場合、3 % 以下となっている。このことは、閾値を小さく設定しすぎると通常の波浪においても、閾値を超過してしまう可能性がある。以上のことから、閾値を 20 cm にすると、水位偏差より波浪の偏差による誤差の方が大きいことが考えられるため、閾値を 30 cm とした。

(2) 沿岸部での津波高さを目安とした場合

気象庁では、被害を想定した津波注意報、津波警報、大津波警報を区分しており、予想される津波高さによって基準が設定されている。表-2 に津波警報・注意報の種類を示す。本検討で設定する閾値の目安として、気象庁の発表基準をもとに、津波警報を超える津波(沿岸での津波高さ：1 m 以上の目安)を目安とした。中部管内に設置している GPS 波浪計の設置水深は約 100 m 前後であり、また、陸域から約 20 km 離れていることから、GPS 波浪計で観測された津波高さと沿岸部に伝搬した津波高さは大きく異なる。そのため、目安である沿岸での津波高さ 1 m を基準とした GPS 波浪計設置位置での水位高さを設定する必要がある。

一般的に、水深変化による津波高さの変化は、グリーンの法則により想定できることから、閾値の提案について、グリーンの法則を適用する。図-3 にグリーンの法則の概念図を示す。津波警報および大津波警報時における沿岸域での津波高さと伊勢湾口沖での関係をグリーンの法則に基づき算出すると図-4 のように示される。沿岸の津波高さ 1 m とした場合の伊勢湾口沖(水深 $h_1=90$ m)では 32 cm となる。ここで、閉鎖性のある伊勢湾内の沿岸地域では、外洋に面した地域と津波高さが異なる可能性があることを留意する。

表-1 中部管内の GPS 波浪計における観測実績に基づく閾値の超過確率一覧

しきい値	超過確率			
	三重尾鷲沖	静岡御前崎沖	伊勢湾口沖	少なくとも一箇所で誤判定する確率
50	0.0004	0.0072	0.0044	0.012
45	0.0005	0.0076	0.0065	0.015
40	0.0006	0.0082	0.0089	0.018
35	0.0009	0.0089	0.0113	0.021
30	0.0015	0.0104	0.0188	0.030
25	0.0027	0.0135	0.028	0.044
20	0.0054	0.0197	0.0383	0.062
15	0.0125	0.0341	0.0577	0.101
10	0.0354	0.0762	0.1011	0.199
5	0.2159	0.2917	0.3436	0.635
0	0.8503	0.8232	0.7715	0.994

(出典：(独)港湾空港技術研究所 海洋情報研究領域 提供資料)

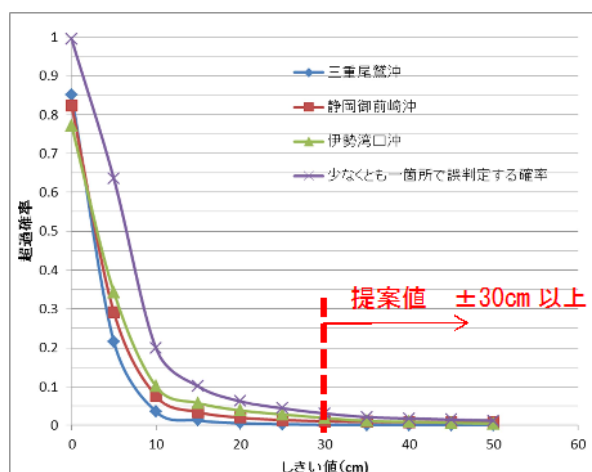


図-2 観測実績に基づく閾値の超過確率分布図

表-2 津波警報等の発表基準と津波高さ予想の区分

警報・注意報の種類	津波の高さ予想の区分			発表する津波の高さ	
	現行	改善後	発表基準	数値表現	定性的表現
大津波警報	10m以上 8m 6m 4m 3m	10m～ 5m～10m 3m～5m	10m<予想高さ 5m<予想高さ≤10m 3m<予想高さ≤5m	10m幅 10m 5m	巨大
津波警報	2m 1m	1m～3m	1m<予想高さ≤3m	3m	高い
津波注意報	0.5m	0.2m～1m	0.2m≤予想高さ≤1m	1m	(表記しない)

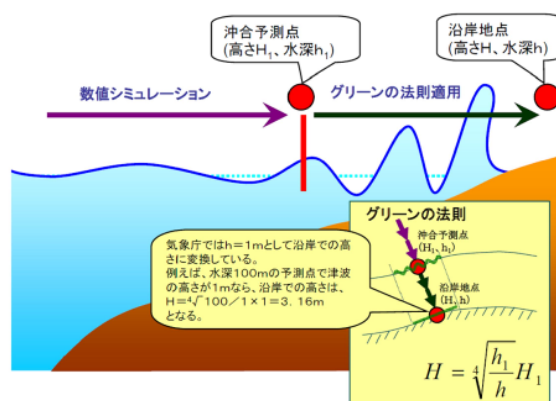


図-3 グリーンの法則の概念図

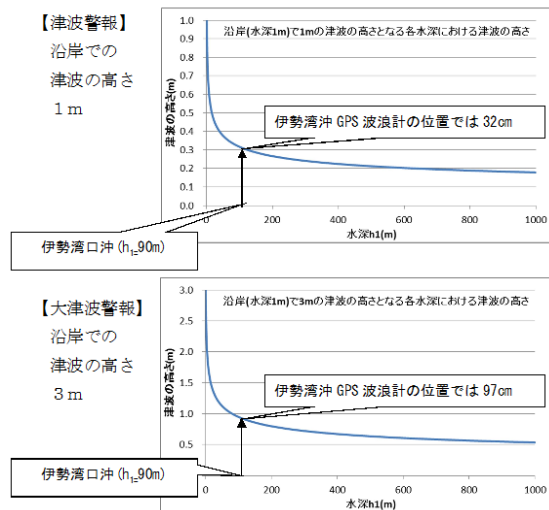


図-4 グリーンの法則による水深と津波高さの関係

【〇〇GPS波浪計】津波観測情報
気象庁より津波警報・注意報が発表されました。 〇〇GPS波浪計でしきい値±30cm以上の津波を観測しました。
津波観測地点： 〇〇GPS波浪計 津波観測時間： 〇〇時〇〇分 津波観測高さ： +〇.〇m
※沖合いのGPS波浪計で観測した津波は、一般的に水深の浅い沿岸部での高さが3倍～5倍以上となる恐れがあります。
☐詳しい観測情報 リアルタイムナウファス（下記URL） ・PC版 ⇒http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/ ・携帯版 ⇒http://nowphas.mlit.go.jp/ ☐気象庁サイト 気象庁 防災気象情報 津波情報（下記URL） ⇒http://www.jma.go.jp/jp/tsunami/
※このメールには返信できません

図-5 メール配信文

(3) 閾値の設定

以上の(1)、(2)より以下のことが言える。

- ・閾値をあまり小さくしてしまった場合、津波以外で閾値を超過してしまう危険性がある。
- ・グリーンの法則により津波高が沿岸域で1mの場合、GPS波浪計設置位置では、約30cmである。

以上のことから、GPS波浪計での水位偏差の閾値を管内一律±30cmとした。

2.3 システム設計・構築

以上の検討を踏まえ、以下に示す機能を持つシステムについて設計・構築を行った。

- ・気象庁津波警報等情報受信機能

- ・波浪・潮位観測情報受信機能
- ・観測データ等編集・判定機能
- ・メール配信機能
- ・メール配信に関するユーザ及び配信履歴管理機能
- ・津波観測情報等確認画面設計

また、提供する情報は、以下の項目とした。

- ① 異常な潮位偏差を観測したGPS波浪計の位置
- ② 観測した時間
- ③ 観測した潮位偏差

メール配信文にあたっては、GPS波浪計設置位置における観測高さと沿岸域での津波高さは異なること、また、配信後の詳細情報をインターネットで確認できるように「リアルタイムナウファス」等のアドレスを記載した。

2.4 観測情報配信試験及びアンケート結果

(1) 観測情報配信試験

システム設計・構築後、受信状況や配信メール内容等について、沖合波浪観測システムの利活用に関する検討委員会に参加している自治体等に配信試験を行い、アンケートを実施した。

配信試験の概要は以下のとおりである。

【日時】：平成26年2月中旬

【対象機関】：中部地方整備局を含む9機関

(端末数39基)

【メール配信内容】

- 1 通目 (00 分後) :
御前崎沖 GPS 波浪計 +30 cm 観測
- 2 通目 (03 分後) :
伊勢湾口沖 GPS 波浪計 +30 cm 観測
- 3 通目 (05 分後)
尾鷲沖 GPS 波浪計 +30 cm 観測
- 4 通目 (10 分後)
警報解除 (試験終了)
- 5 通目

気象情報配信システムの障害発生

ここで5通目は、気象情報配信システムの障害発生が生じたことを想定して送付したものである。

(2) アンケート結果

受信状況及び情報内容等は、概ね良好の回答であり、防災活動への活用も期待されとの回答が多かった。その中で本システムに対し、以下のような要望があった。

- 1) 押し波、引き波を判断できる情報がほしい。
- 2) 沿岸での津波到達時刻・高さを明示してほしい。
- 3) 第1報後の続報等の情報を付加してほしい。

1) の要望については、(+) は押し波、(-) は引き波で表示することとし、詳細な情報提供は「リアルタイムナウファス」等を閲覧することを推奨した。2) への対応について、予測情報を提示することは気象業務法に抵

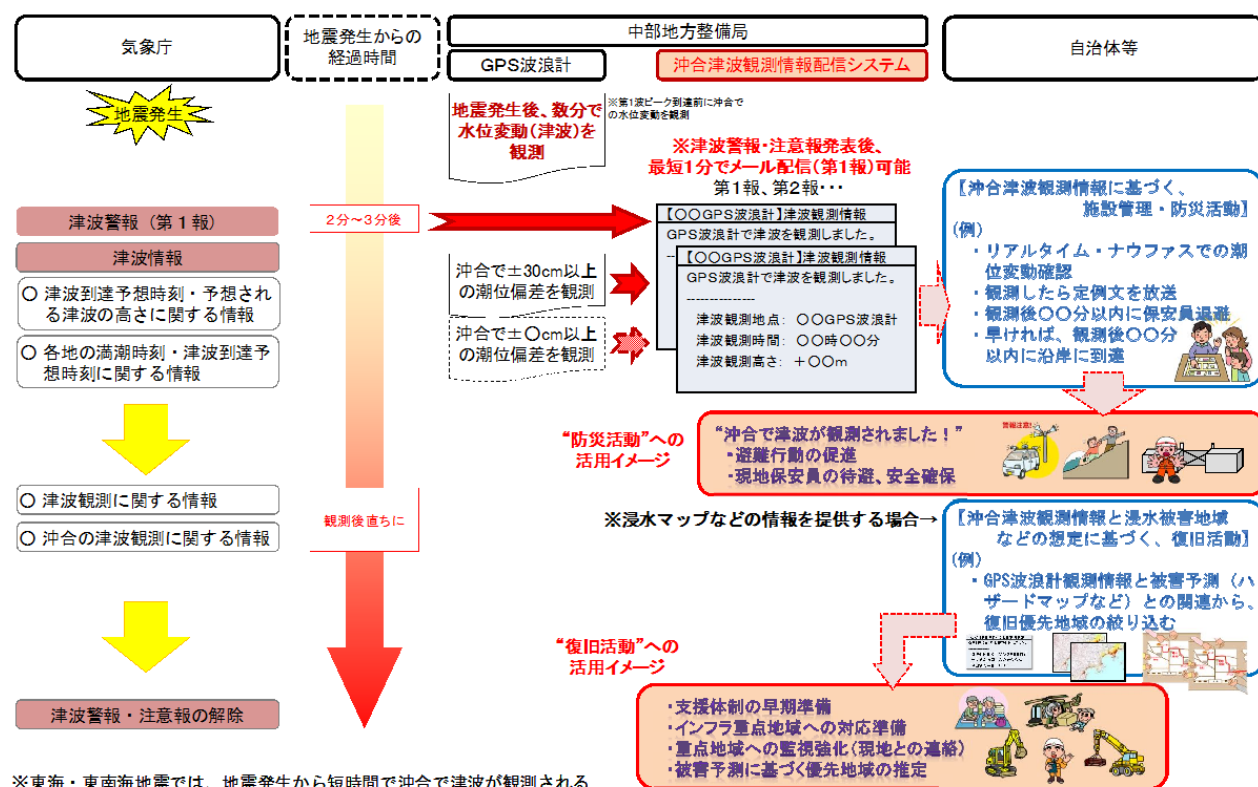


図-6 沖合津波観測情報の活用イメージ

触するため、困難である。そこで、既往の地震等を対象とした津波シミュレーション結果を基に、GPS 波浪計が津波と観測してから沿岸に到達するまでの時間目安の一覧を作成した。3) については、第1報以降の閾値等を設定することが必要であることから、今後の課題とした。

以上のアンケート結果や委員会での意見を踏まえ、メール配信文は図-5のようにし、システムを再整理した。

3. 配信情報の活用方策について

図-6に本システムを利用した活用方策のイメージを示す。防災や復旧活動へ活用するには、事前の準備・対策をすることが必要である。

防災活動に対しては、観測情報に基づく対応方針を事前に検討し、それを行うことにより避難行動の促進及び現地保安員の安全確保が図れると考えられる。

復旧活動への活用として、リアルタイムでの浸水予測や津波情報の継続的配信が有効なことから、メール配信の改良や浸水範囲等を推定する新システムの導入が必要となる。

今後の主な課題として、

- ・本システムで配信する情報が沖合での観測情報であることから、観測情報の特性を理解してもらうための説明会等の開催
- ・ニーズを踏まえ、時間経過を考慮した詳細な観測情報を配信するためのシステムの改良等

- ・GPS 波浪計等のシステムに異常が生じた場合の対応が考えられる。

謝辞

本稿は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所発注の「平成25年度GPS波浪計観測情報の活用支援方策検討業務」の成果の一部をまとめたものである。検討に際し、沖合波浪観測システムの利活用に関する検討委員会（委員長：水谷法美 名古屋大学大学院教授）の委員および関係者の方々には、貴重なご意見、ご指導をいただき、ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省中部地方整備局：平成24年度 沖合波浪観測システムの利活用に関する検討業務 報告書（平成25年3月）
- 2) 国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所：平成25年度 GPS 波浪計観測情報の活用方策検討業務 報告書（平成26年3月）
- 3) 国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所：平成23年度 沖合波浪観測システム構築検討業務 報告書（平成24年3月）
- 4) 気象庁：気象庁HP「津波警報・注意報、津波情報、津波予報について」（平成26年3月）
(<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/tsunamiinfo.html>)