

東北地方津波防災支援システムの信頼性向上と利用者支援について

大村 厚夫*・田中 真史**・伊賀 浩之***・類瀬 正美****

* (一財) 沿岸技術研究センター 調査役

** (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

*** 国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課 課長補佐

**** 国土交通省 東北地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課 船舶・施設係長

東北地方整備局では、GPS波浪計のリアルタイム観測情報を活用した「東北地方津波防災支援システム」の開発・普及を進めている。2011年3月11日に発生した東日本大震災を踏まえ、本システムの更なる信頼性向上と沿岸自治体の利活用推進を図り、東北沿岸地域の津波防災に資するため、津波観測情報のメールによる第一報・続報配信、WEB画面によるリアルタイム観測情報の提供を実施している。

キーワード：津波防災，GPS波浪計，津波観測情報

1. はじめに

「東北地方津波防災支援システム」は、東北地方の沖合に設置しているGPS波浪計にて観測された津波観測情報を迅速に東北地方沿岸自治体等に対して提供するものである。「津波が来ています」という確定情報を提供することで、自治体における避難タイミングの決定など、更なる防災体制の充実に役立てることを可能とするシステムとなっている。

東北地方は古来より津波被害がたびたび発生している地域である。そのため東北地方整備局では、GPS波浪計におけるリアルタイム観測情報を活用した「東北地方津波防災支援システム」(以下、津波防災支援システム)の開発および沿岸自治体等への普及を進めていた。東日本大震災の際、GPS波浪計の観測データは、気象庁が発表していた予想津波高さの引き上げ等にも貢献した。しかし、津波被害により通信機能の障害や電源喪失が発生して観測情報の伝送が途絶えたり、地震・津波被災など混乱する状況下でのシステム操作の困難さ等により、沿岸自治体においてはシステムが十分に活用されなかった等の問題点も明らかになった。この反省が、津波防災支援システムの信頼性を高める等改良の契機となっている¹⁾。

なお、本システムの構築・改良にあたっては、学識経験者、行政関係者(国、県、市)から構成される「東北における津波防災情報連絡協議会」において協議し検討を進めている。

2. 津波防災支援システムの構成

2.1 GPS波浪計²⁾による観測

GPS波浪計は、GPS衛星による測位システムを搭載したブイを海上に係留し、ブイの上下動をRTK-GPS(リアルタイムキネマティック測位方式)を活用して連続的に観測するものである。ブイは、港湾施設の設

計等に必要の沖合の波浪を観測できる水深の海域に設置されている。波形記録は、リアルタイムにブイから沿岸の陸上局に伝送され、各GPS波浪計の観測データは、観測センター(国土交通省国土技術政策総合研究所)で集中的に処理解析されている。観測センターでデータ処理された後は、地方整備局・気象庁等へ伝送される。東北の場合は、沖合約20kmの波を観測するための「GPS波浪計」が、太平洋側に7基、日本海側に3基設置されており(図-1)、津波防災支援システムから、沿岸自治体に対してリアルタイム観測情報を発信する機能が整備されている(図-2)。

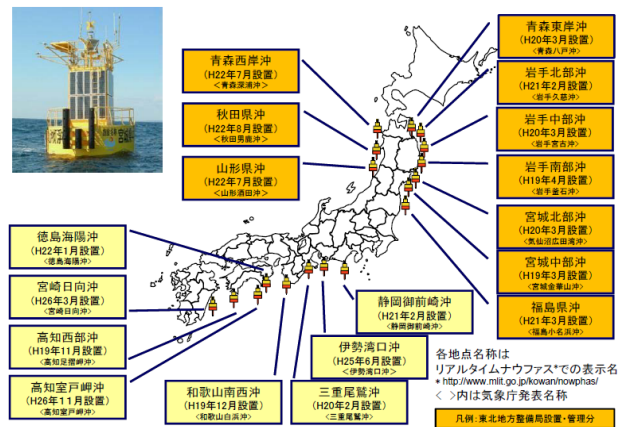


図-1 GPS波浪計の設置状況

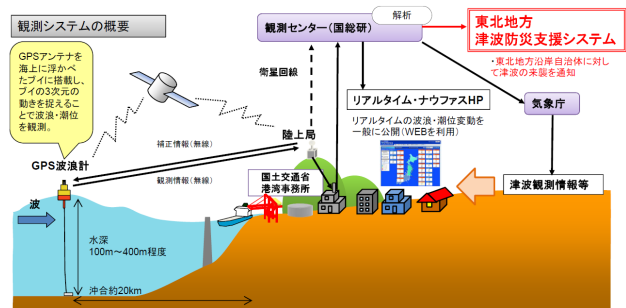


図-2 GPS波浪計を活用した沖合波浪観測概要

2.2 システムで提供する主な情報・機能

津波防災支援システムは、気象庁が津波注意報・警報を発令、津波と思われる異常な潮位(しきい値として±0.3m)を検知した場合に、計測した異常潮位を津波と判断し、それを確定情報として専用のWEB画面上にポップアップ表示するとともに、事前登録した自治体関係者へメール配信するシステムとなっている。

東日本大震災の反省から、操作性・利便性の向上、情報提供の迅速化、情報入手の自動化、システム信頼性向上の4つの課題が浮かび上がった。これらを踏まえて改良した現行システムでは、WEB画面表示の内容をシンプルにし、表示速度のスピードアップを図っている。WEB画面では、画面の構成を太平洋側と日本海側の2地域に分けて表示し、「気象庁の地震・津波警報等の発表情報」と「GPS波浪計の潮位観測情報」を同一画面に表示した(図-3, 4)。また、別の画面には、GPS波浪計の潮位偏差と沿岸の潮位偏差の時経列データを表示させた。なお、これらの画面には、画面表示の自動更新機能(1分毎)、緊急通報表示のポップアップアラート機能を付加した。

さらに、登録ユーザに対して、津波警報等の緊急情報と、津波発生と判定された場合の自動メール配信機能を付加した。

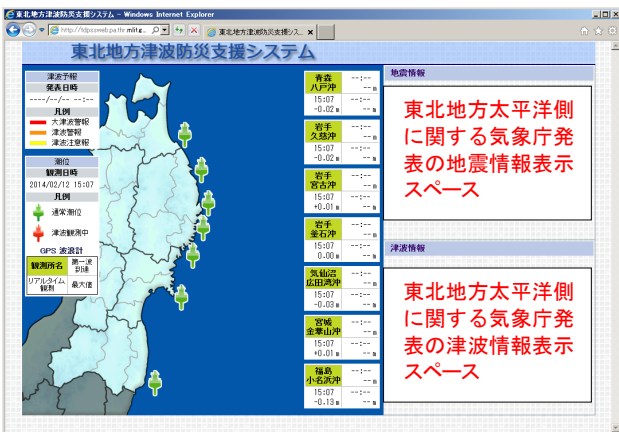


図-3 津波防災支援システムトップ画面(太平洋側)

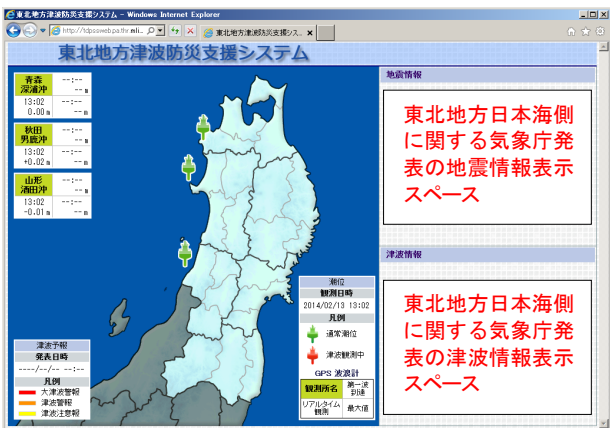


図-4 津波防災支援システムトップ画面(日本海側)

3. 2013年度までの信頼性向上内容

3.1 伝送の信頼性確保

図-5は東日本大震災時に釜石沖で実際に測定された津波波形である。GPS波浪計のデータは気象庁にも伝達されており、15:15頃想定津波高さを3→6mに更新する基礎データとして活用された。その後の停電や回線切断のため、15:20以降の計測データが伝送できなかったが、震災以降は非常電源の強化や回線多重化により、データ伝送の信頼性を向上させている。

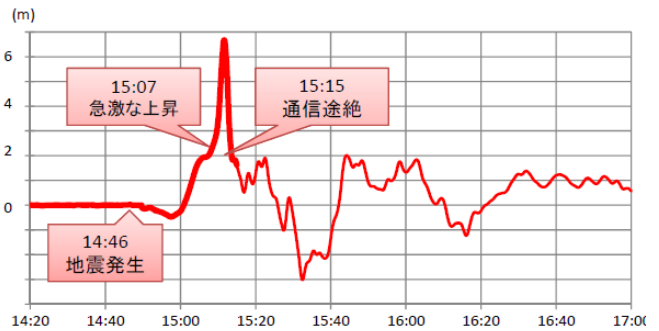


図-5 岩手南部沖(岩手釜石沖)GPS波浪計の観測データ

3.2 システム信頼性の向上対応

(1) 第1報および続報情報の配信

メール配信については、津波検知情報をいち早く関係者に伝達する目的を踏まえ、「しきい値超過時」を津波発生時の第1報として情報配信を行う機能を整備した。さらに、「地震・津波発生直後の現場の避難・誘導活動のためには継続的な情報提供が重要」との意見・要望を受け、情報提供の時間間隔や継続的な情報提供のあり方について再検討を行い、続報情報の配信方法は、「高さ超過時配信」と「定時配信」の2ケースの機能を追加した。

第1報は、「確実性の観点から30cm程度の潮位偏差が得られないと明確な判定は困難である」との協議会での審議結果を踏まえ、±0.3mをしきい値とした(図-6)。

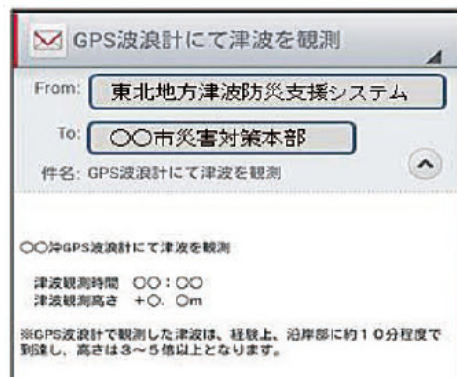


図-6 津波情報のメール配信文の書式

続報については、第2しきい値を+0.5m、第3しきい値を+1.0mとし、さらに所定の配信間隔によりメール配信する「定時配信」機能も設定した。

なお、WEB画面には津波発生に関する情報およびしきい値超過を知らせるポップアップアラート画面を表示することとした(図-7)。

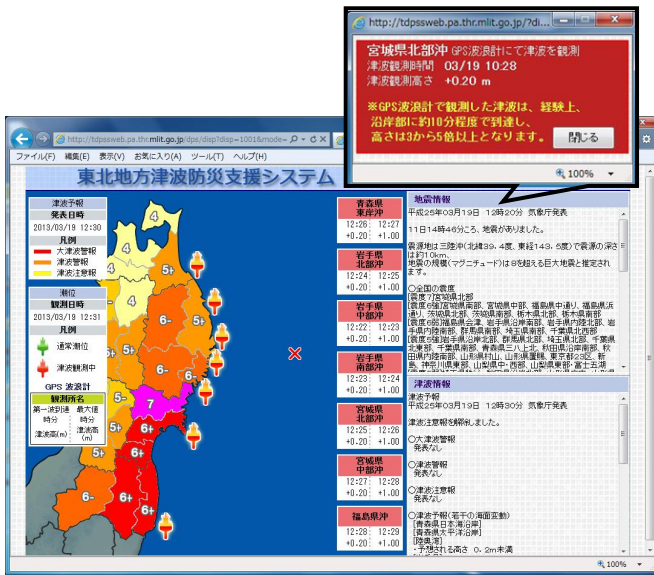


図-7 津波発生時のWEB画面の例
(津波観測GPS波浪計の色変化、地震震度情報による各エリアの色変化、ポップアップなど)

(2) 沿岸部への津波到達の目安時間

本システムで提供できる情報は、沖合における津波の高さと計測時刻であり、単純にその情報だけでは沿岸部に津波が到達する時間や津波高さは解らない。そこで、その海域で発生し得る津波を事前に複数想定した上でシミュレーション計算を事前に行い、GPS波浪計での津波と沿岸市町村の代表地点における津波について、相関関係を把握しておくことで、概ねの津波到達時間や津波高さを想定することが可能になる。

地域の防災活動の一助とするために、前述したような津波検知情報をいち早く関係者に伝達するシステムを整備したが、GPS波浪計で津波を検知してから沿岸部に到達するまでの概ねの時間を予め認識できるように、各GPS波浪計にて観測した津波が沿岸部の主要ポイントに到達する目安の時間について計算を行った。

想定する地震は、今後発生が予想される最大の地震・津波として東北地方太平洋沖地震と同規模の地震が発生することを想定し、太平洋側は東北地方太平洋沖地震の大すべり域の北側(太平洋側A)と南側(太平洋側B)の2カ所(図-8)、日本海側は従前より地震の発生空白域と言われている1983年日本海中部地震の北側(日本海側A)と南側(日本海側B)の2カ所(図-9)での発生を想定した。

なお、沿岸における到達時間を算出する主要ポイントの対象地点は、東北6県の沿岸市町村において、人口密集地と客観的に津波が最初に到達すると考えられる地点(例:岬の先端など)の1~3地点を設定した(図-10)。

■断層域の配置(太平洋側)

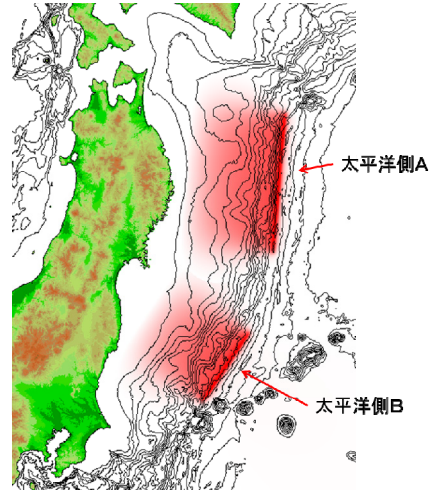


図-8 想定する地震の断層域(太平洋側)

■断層域の配置(日本海側)

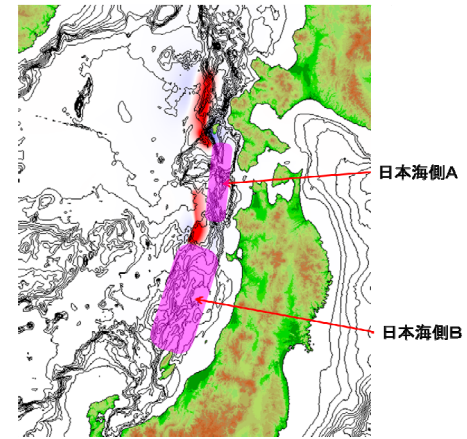


図-9 想定する地震の断層域(日本海側)

津波到達時間早見表		大船渡市						
想定する震源域		算定ポイント						
		(単位:分)						
	大船渡市	青森東岸沖	岩手北部沖	岩手中部沖	岩手南部沖	宮城北部沖	宮城中部沖	福島県沖
震源A	千歳	(7)	0	5	5	0	(10)	(28)
	大船渡港	3	10	15	15	10	0	(18)
震源B	千歳	(28)	(15)	(3)	1	4	11	23
	大船渡港	(21)	(8)	4	8	11	18	30

※ 表中の数字はGPS波浪計から沿岸までの到達時間。()内の数字はGPS波浪計より沿岸に先に到達する時間。
※ 本早見表は、あくまでも目安として利用するものであり、実際はこれより早く沿岸部に到達することもある。

図-10 沿岸部への津波到達の目安時間(表示例)

(3) システム等状態監視状況の配信機能補強

G P S 波浪計観測データならびに支援システムの稼働状況について、状態監視するためのシステムの構築を行った。

状態監視対象は、装置故障(ハードウェア)、G P S 波浪計観測データの更新状態(1分毎観測時刻の更新)、G P S 波浪計観測データのデータ内容(フラグ部に異常や無効データの有無)、電源喪失として、これらの障害について継続時間や発生頻度を一定期間記録する方法とした。システムの構成は、システム状態監視用サーバを新たに構築し、データ配信不能時ならびにデータ配信復旧時にシステム管理者に対してメール配信を行うシステムとした。

3.3 システム利用者支援

(1) システムを活用した訓練計画の立案

津波防災支援システムの利用者を支援するためには、通常時からのWEBシステムへのアクセスに加えて、防災訓練などへの活用を通じて沿岸自治体の防災担当者が支援システムの模擬画面に接することが有効と考えられたため、本システムの防災訓練などへの活用を検討した。

(2) 訓練用WEB画面の作成・機能追加

立案する訓練計画に基づき、各G P S 波浪計ならびに沿岸主要ポイントにおける津波の訓練用WEB画面表示の検討を行い、メインシステム画面と同様の模擬画面を表示できる訓練用WEB画面を作成した。

想定する地震は、3.2(2)で前述した太平洋側および日本海側で想定される地震・津波を各2事象の合計4事象を設定し、地震発生時から沿岸主要ポイントへの津波到達までの全体シナリオを作成した。また、想定するシナリオには、甚大な被害をもたらした最大クラスの津波であり、G P S 波浪計の実測値が保存されている2011年の東北地方太平洋沖地震・津波をシナリオに加えた。上記の合計5つのシナリオを整備し、選択できるようにした(図-11)。



図-11 訓練用WEB画面(シナリオ選択時)

上記のシナリオに沿って、各G P S 波浪計および沿岸潮位計の潮位や潮位偏差、ならびに気象庁から発令される地震・津波情報を1分毎に更新する訓練用WEB画面を作成した。津波警報が発令された際に、その範囲に警報の種類により色分けされて表示され、また津波を観測したG P S 波浪計の表示色が変更された表示例を図-12に示す。

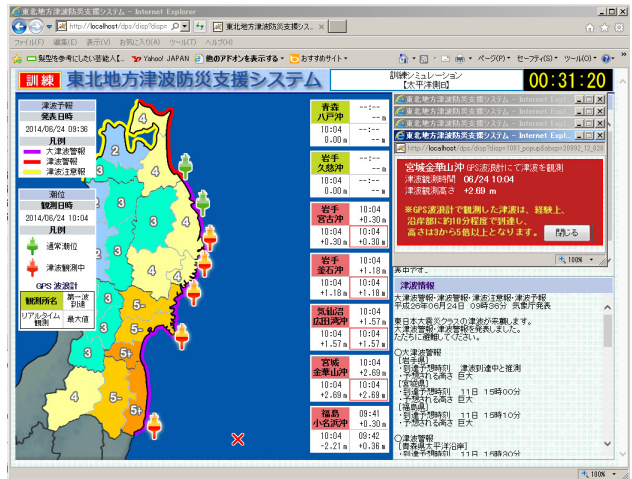


図-12 訓練用WEB画面(訓練進行時)

4. まとめ

本システムの情報は、沖合において津波が発生しているという事実を的確に提供することにより、沿岸自治体における切迫感を持った避難情報伝達への活用や現場で災害対応にあたる消防事務に従事する方の二次被害防止への活用などを想定している。

平成27年5月には、「東北地方津波防災支援システムの開発」の業績が認められ、東北地方整備局港湾空港部と(一財)沿岸技術研究センターは連名で、日本港湾協会技術賞を受賞した。本システムによる情報提供が有効に活用されることにより、東北沿岸自治体における津波防災・減災対策の一助となれば幸いである。

最後に、本業務の遂行にあたって、「東北における津波防災情報連絡協議会」の皆様にご指導いただいたことに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 菊地洋二・小野寺隆柔・佐藤峰夫・三浦 匠・工藤雅春：東日本大震災を踏まえたG P S 波浪計観測情報の利活用について、沿岸技術研究センター論文集 No. 12, pp. 21~24, 2012.
- 2) 村井伸康・岡 良・鈴木昭宏・川村柳茂・青木伸之：GPS 波浪計を活用した津波防災について、沿岸技術研究センター論文集 No. 9, pp. 25~28, 2009.
- 3) 伊賀浩之・伊藤裕哉・大村厚夫：G P S 波浪計を活用した津波防災支援について、第25回海洋工学シンポジウム、日本海洋工学会・日本船舶海洋工学会, OES25-060