

GPS 波浪計による沖合波浪の観測

小林 孝

国土交通省港湾局では、港湾局で実施する港湾整備に必要な波浪観測を実施し、全国港湾海洋波浪情報網 (NOWPHAS) を通じて、沿岸波浪特性の把握を行っている。

従来の波浪観測機器は、海底に設置する「海象計」が中心であったが、維持管理上 50 m 以浅の海底に設置する必要がある。そこで、大水深海域で沖合の波浪を精度良く観測する GPS 波浪計を整備し、現在全国 8 箇所で行っている。この GPS 波浪計での観測情報は、地震発生時には気象庁等関係機関と連携することにより、港湾を含む沿岸域での迅速な津波災害対策にも活用することが期待される。

キーワード：沖合波浪観測, 全国港湾海洋波浪情報網, 海象計, GPS 波浪計, 津波災害対策

1. 波浪観測の必要性

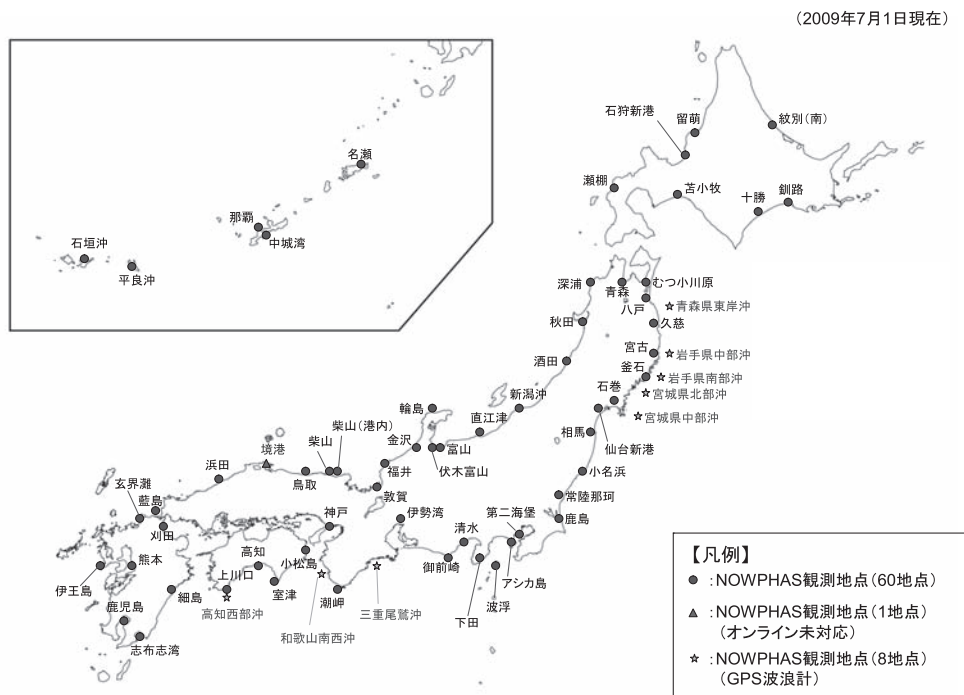
我が国は、四方を海に囲まれており、海象条件が厳しいため、海洋及び沿岸域の開発・利用さらに防災にあたっては、波浪や潮位等の海象条件を適切に把握することが不可欠である。本稿では、国土交通省港湾局で実施している現在の波浪観測の状況と課題を概説するとともに、平成 18 年度から順次整備を進めている

GPS 波浪計について、その概要を紹介する。

2. これまでの波浪観測の状況と課題

(1) 全国港湾海洋波浪情報網 (NOWPHAS)

国土交通省港湾局では、地方整備局港湾空港部、北海道開発局、沖縄総合事務局、国土技術政策総合研究所横須賀及び港湾空港技術研究所の相互協力の下、



図一 1 NOWPHAS 観測網

全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS：Nationwide Ocean Wave information network for Ports and Harbours）を構築している。これは、1970年以降継続的に運営されている我が国沿岸の波浪の観測解析システムで、観測された波形記録は港湾空港技術研究所で集中的に処理解析され、解析結果は毎年刊行される波浪観測年報をはじめとして、数多くの研究報告書としてとりまとめている。これらの観測情報は、港湾事業の計画・調査・設計・施工をはじめとした、沿岸域の開発・利用・防災に幅広く活用されている（図—1）。

なお、国土交通省港湾局のウェブサイト「リアルタイムナウファス」(<http://nowphas.mlit.go.jp/>)により、ナウファス観測地点の波浪実況情報を公開している。

(2) 波浪観測機器

波浪の観測装置としては、海中超音波による海面高さの検出機能と、海中超音波のドップラー効果を応用して3次元的な水粒子運動を測る機能を併せ持つ海象計が主に採用されている。海象計は、かつて港湾技術研究所（現：港湾空港技術研究所）が開発した超音波式波高計（USW）と流向流速計型波向計（CWD）を発展一体化させたもので、海中超音波のドップラー原理を応用し、沖波の波高・周期・波向・方向スペクトルを精度良く測定するものである（図—2）。



図—2 海象計

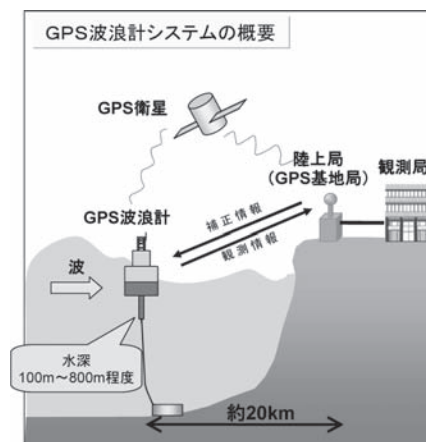
この海象計などの海底設置式波浪計は、海底に設置されたセンサーを定期的に維持管理しなければならないことから、潜水作業が可能な水深50m以浅の海底に設置する必要がある。しかしながら、水深50mでは、8秒よりも周期の長い波に対しては水深波長比が1/2以下となるため、海底地形による浅水変形や屈折の影響を受ける局所的な浅海波を観測することとなり、海域を代表する沖波を直接観測することはできない。このため、従来より観測値から沖波に換算する作業を経て、設計等で必要となる波高を算出してきた。また、地形が複雑で海底の影響が大きい場合には、その作業はより困難なものとなる。このため、海底部の維持管

理が不要で、より大水深海域における波浪観測が望まれていた。

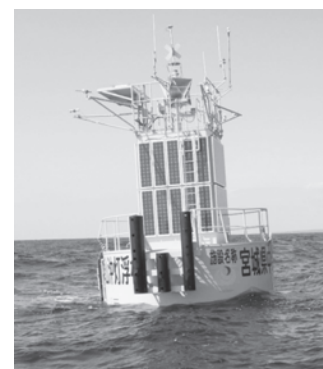
3. GPS 波浪計とは

(1) 概要

GPS 波浪計は、カーナビゲーションや測量など私たちの身近なところで使われている、衛星を用いた測位システムであるGPS（全地球測位システム）を活用している。GPSアンテナを海上に浮かべたブイに搭載し、ブイの動きをとらえることで海面変化を再現し、波浪・潮位を観測するものである（図—3、図—4参照）。



図—3 GPS 波浪計観測システムの概要



図—4 GPS 波浪計の例
(宮城県中部沖 平成19年3月設置)

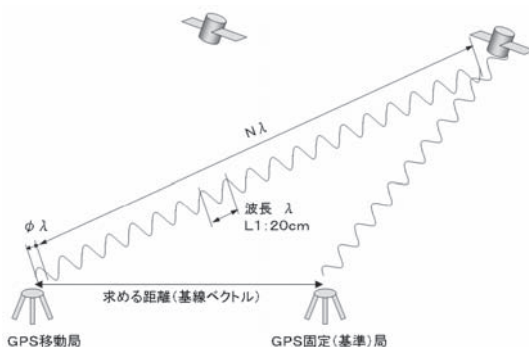
ブイによる波浪観測装置は、沖合の大水深に設置することが可能であり、既存の海底設置式波浪計による観測結果と比べて、地形による変形・遮蔽効果を受けない精度の良い波浪を観測することができる。

(2) 計測システム

GPS 波浪計の計測システムは、図一5に示すGPS測位方式のリアルタイムキネマティック測位 (RTK-GPS) 方式を活用したもので、陸上の固定基地局と海上の移動局 (GPS 波浪計ブイ) とで同時にGPS衛星からの送信電波を受信し、送信波の波長を使用し搬送波の波数と位相を測定することにより、衛星との距離を正確に計り、固定基地局との基線ベクトルを求め、移動局の位置を測定するものである (図一6参照)。



図一5 GPS 測位方式の種類



図一6 干渉測位の原理

RTK-GPSの観測精度は、陸上の固定基地局とGPS波浪計との距離が短ければ短いほど上がり、その距離が20kmの場合、観測誤差は数cmである。

(3) 観測実績

高知県室戸岬沖13km、水深100mの地点に平成16年4月に設置された実機第1号システムは、平成16年東海道沖地震津波波形の捕捉や、同年の台風23号による高波観測に成功している。なお同台風来襲時(平成16年10月20日14時20分)の有義波高14.21m、有義波周期16.3秒という高波は、ナウファス波浪観測史上、最大の波浪であった。これにより、大水深海域で高波浪時においても正確な沖波情報が取得可能な波

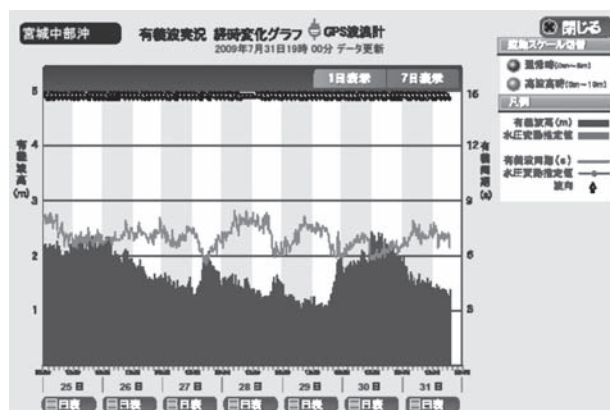
浪計として活用できることが実証された。

これらの実績から、平成16年には第6回国土技術開発賞最優秀賞を、平成17年には第34回日本産業技術大賞特別賞を受賞している。

(4) 設置状況

このように、GPS波浪計による沖合波浪観測は、港湾事業の計画・調査・設計・施工に必要な波浪・潮位のデータを精度良く取得することが期待されることから、国土交通省港湾局で平成18年度から全国沿岸域に整備を進めているところである。

国土交通省港湾局が整備したGPS波浪計は、図一8に示すとおり、平成21年4月1日現在で全国に11基あり、引き続き整備を進めているところである。各地点で観測された波浪データは、ネットワーク化され、初期設定及びデータの精度検証中のGPS波浪計を除き、リアルタイムナウファスにおいて閲覧することができる (図一7)。



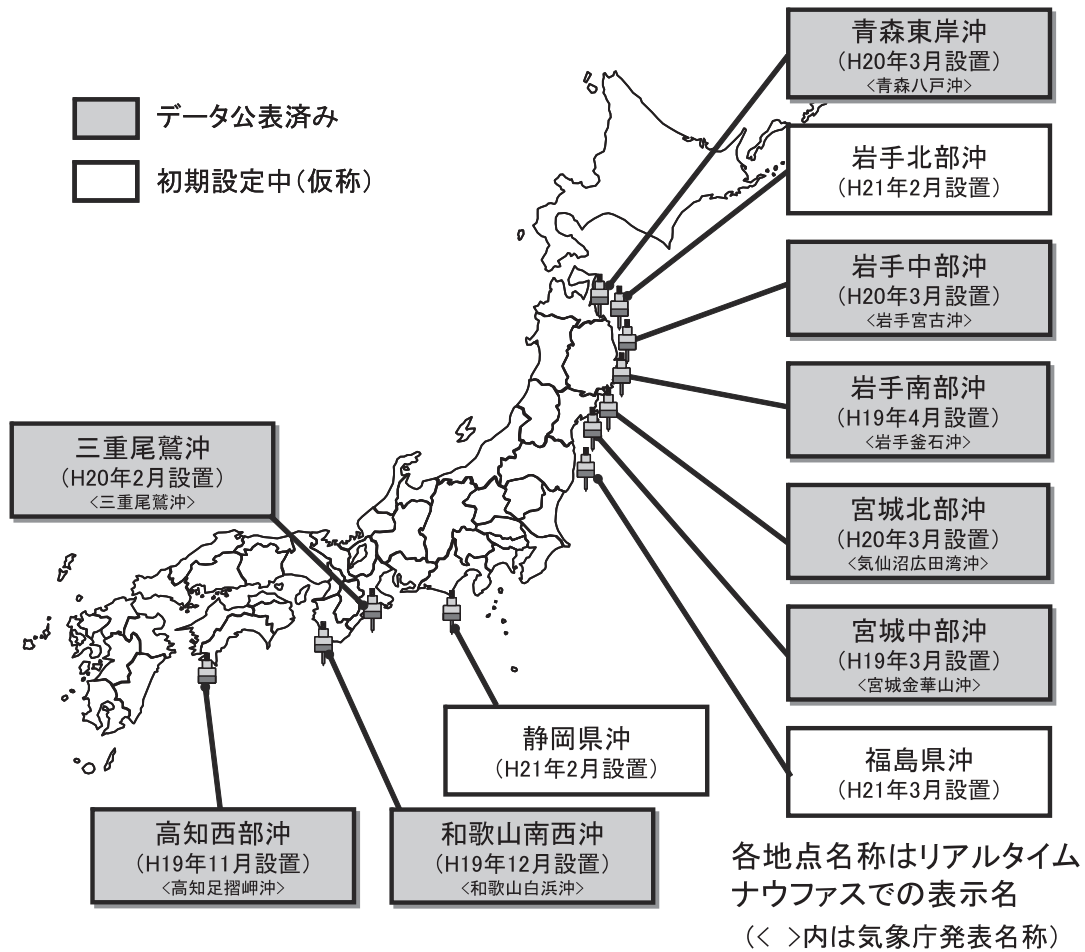
図一7 リアルタイムナウファスによるGPS波浪計観測情報の公開

今後も各地域の地元との調整を経た上で、太平洋側のみならず日本海側にも整備を進める必要があると考えている。

4. GPS 波浪計の津波災害対策への活用の可能性

前述の通り、GPS波浪計は、港湾整備に必要な波浪情報を精度良く観測するため、沖合での波浪観測を目的としたものであるが、その観測情報を活用することにより、地震発生時には長周期波の一つである津波を、港湾への到達前に観測することも可能である。この観測情報を気象庁等関係機関に提供することにより、港湾を含む沿岸域での津波対策における迅速な対応に資することが期待できる。

平成20年7月1日からは、岩手県南部沖及び宮城



図一八 全国のGPS波浪計の設置状況

県中部沖に設置したGPS波浪計の観測データ，平成21年4月1日からは，青森東岸沖，岩手中部沖，岩手南部沖，宮城北部沖，宮城中部沖，三重尾鷲沖，和歌山南西沖，高知西部沖のデータを気象庁に提供し，気象庁が発信する津波情報に活用されることとなった。

今後，さらなる気象庁との連携により，設置済みのその他3基についても，準備が整い次第，順次津波情報への活用を進めていく予定である。

5. 終わりに

本稿で紹介したGPS波浪計による波浪観測によっ

て，港湾整備に用いる沖波がより精度良く観測できることとなった。また，津波情報への活用等，さらに活用の用途が広がることも期待される。今後とも，各地元との調整を図りつつ，GPS波浪計の整備を行っていききたい。

JCMA

【筆者紹介】

小林 孝 (こばやし たかし)
国土交通省 港湾局
技術企画課 技術監理室
技術開発係長

