

リアルタイム津波・地殻変動観測ブイシステムを用いた海底地殻変動観測 GPS/acoustic measurement using a multi-purpose moored buoy system

今野 美冴^{1*}; 木戸 元之²; 太田 雄策¹; 福田 達也³; 越智 寛³; 高橋 成実³

IMANO, Misae^{1*}; KIDO, Motoyuki²; OHTA, Yusaku¹; FUKUDA, Tatsuya³; OCHI, Hiroshi³; TAKAHASHI, Narumi³

¹ 東北大学理学研究科, ² 東北大学災害科学国際研究所, ³ (独) 海洋研究開発機構

¹ Graduate School of Science, Tohoku University, ² IRiDeS, Tohoku University, ³ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

現在、南海トラフの震源域直上における地殻変動のモニタリングと津波の早期検出へ向けて、JAMSTEC・JAXA・東北大学による、係留ブイを用いたリアルタイム津波・地殻変動連続観測システムの開発および試験観測が行われている。これは、海底に設置した圧力計で津波と鉛直地殻変動を、精密単独測位により海面高および係留ブイの位置をそれぞれモニターし、さらにブイ-海底局間の音響測距と合わせた GPS / 音響結合方式で水平地殻変動を検出するというものである。得られるデータは衛星通信を用いて陸上基地局へ送信されるため、リアルタイムで連続的に津波・地殻変動を観測することが可能となる。2013年には初回の試験観測が熊野灘で実施され、システムの改良後、2014年に2度目の試験観測を実施中である。本発表では、このうち GPS / 音響結合方式の音響測距に特有の問題について取り上げ、2013年の観測時に得られた音響測距データの解析から今後の音響測距部分のシステムの改良内容を提案し、2014年の観測で取得されつつあるデータについても報告する。

音響測距に使用される音響波形をそのまま陸上に伝送することは、容量の面で現実的ではなく、ブイ上で処理された結果のみを送ることが要求される。ブイ上の低消費電力機器で必要な処理を行うため、(1) 収録波形から必要最小限の部分を切り出し、波形処理後に (2) 必要最小限の情報のみを陸上に伝送する必要がある。(1) に関して現行システムでは、音響測距で得られた受信波形を、ブイの暫定位置と各海底局位置から算出した理論走時の $\pm 20\text{ms}$ の測距信号切り出し窓によって切り出す。その後、精密な観測往復走時を得るため切り出した受信波と送信波の相互相関波形を計算する。音響ノイズの状況によっては、必ずしも最大相関位置が正しい走時であるとは限らないので、最大相関ピークを中心とした 1ms の窓幅で切り出し、相関波形そのものを陸へ送信する (2)。相関波形は $8\text{bit} \cdot 100\text{kHz}$ であるので、1 波形あたり 101byte の容量となる。

理論走時推定精度に影響を及ぼす GPS の NMEA 出力で得られる暫定位置精度および平均海中音速の不確定性についてその振れ幅を勘案した結果、(1) の切り出し幅 $\pm 20\text{ms}$ は必要最低限であり、すべての測距について確実に切り出すためには、 $\pm 30\text{ms}$ 程度が望ましいことがわかった。一方、陸上に送信する相関波形については、相関ピークの包絡線は 1ms に収まっており、 1ms の切り出し幅は妥当であると考えられる。しかし、海面反射などにより、見かけの相関ピークが現れることが確認されており、その場合、切り出し幅の調整だけでは対応できず、別途正しい相関ピークを検出するアルゴリズムの開発が必要である。海面反射が発生する条件に付いて実データにもとづく検証を行い、音波の入射角とトランスデューサの指向性で説明できることが判明し、現在この仮説に基づく、相関ピーク自動検出アルゴリズムを検討している。

キーワード: 海底地殻変動, 係留ブイ

Keywords: crustal deformation, moored buoy