

船舶用レーダーを用いたリアルタイム波浪観測

鹿島建設(株) 正会員 ○新保裕美, 岩前伸幸, 鈴木一輝, 西澤勇祐, 板谷知明

1. 目的

作業船を用いた海上工事においては, 船舶の大きさや作業内容に応じて, 作業可能な波高や周期の範囲が限られる. このため, リアルタイムに波浪を把握し, 作業可否を判断することで, 作業を安全に且つ効率よく行うことが可能となる.

波浪観測には, 底面設置型の波高計が一般的に用いられている. 水圧式や超音波式の底面設置型の波高計は計測精度がよいが, 大水深の場所には設置することが困難, 設置や維持管理に要する費用が高い等の課題がある. 一方, レーダーを用いた波浪観測も行われており, 馬場らは, 船舶用レーダーを用いた沿岸設置型のレーダー波浪観測装置で沿岸波浪の観測を行っている¹⁾. そこで, 船舶用レーダーで海域の波浪観測をリアルタイムに行い, その有効性を検討した. 採用した船舶用レーダーの波浪解析機能では有効な有義波高の範囲が1m以上であるが, 一方, 海上工事における施工可否の限界波高は有義波高1m前後のことが多いことから, 有義波高1mを評価基準とした場合の有効性を検討した.

2. 船舶用レーダーの波浪解析機能

今回の船舶用レーダーでの波浪観測(以後, レーダー式と記述する)には, 波浪解析の機能を有する船舶用レーダー(日本無線(株)製, JMR-5410)を用いた²⁾. この方法では, レーダーにより海面反射波を受信し, その受信信号を解析することで波浪情報を算出する. レーダーにより波浪を観測すると, シークラッタが表示され, この縞模様のパターンを2次元FFT, クロススペクトルおよびスペクトル積分などの演算処理を行うことにより, 有義波の向き, 周期, 波長, 「海面反射波の信号と雑音の比(SNR)」が算出される. 有義波高は, SNRと強い相関があることからSNRとの回帰式で算出される.

3. 波浪観測

採用した船舶用レーダーについて, レーダーのSNRを有義波高に換算するための回帰式を求めて有義波高を求め, 計測精度の高い超音波式波高計による観測データと比較して波浪観測の有効性を検討するため, 超音波式波高計((有)アイオーテック製, Wave Hunter08Σ)と同時に波浪観測した. 図-1に示すように, レーダー式を神奈川県葉山町の海に面した場所に設置し, 超音波式をレーダーの計測範囲内である葉山町一色海岸沖の水深約20m地点の海底に設置した. 船舶用レーダーのアンテナの設置状況を写真-1に, 超音波式波高計の設置状況を写真-2に示す. 観測は, 春の強風時期(2019年3~4月)に行った.

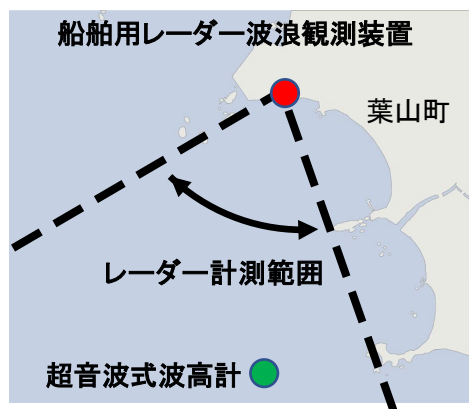


図-1 波高計設置場所

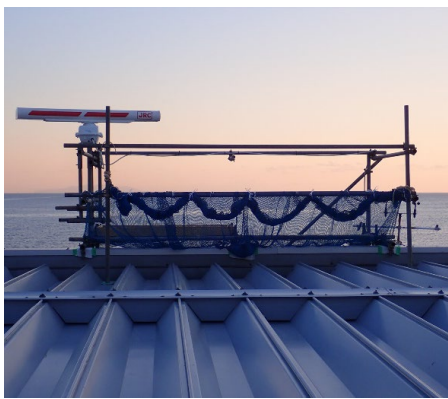


写真-1 船舶用レーダーのアンテナ

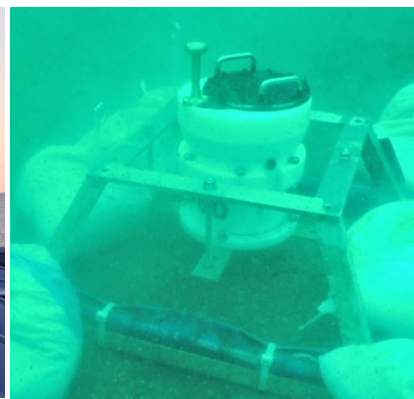


写真-2 超音波式波高計

キーワード: 波浪観測, 波高計, レーダー波浪観測装置, 海上工事, 安全管理

連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給2丁目19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-486-5525

4. 回帰式

レーダー式による有効な有義波高の範囲が1m以上であるため、超音波式で得られた有義波高が1m以上でレーダー式で得られたSNRが1以上のときのデータを用いて、回帰式を求めた。図-2に、レーダー式のSNRと超音波式の有義波高の関係を示す。この回帰式を用いて、レーダー式のSNRを有義波高に換算した。

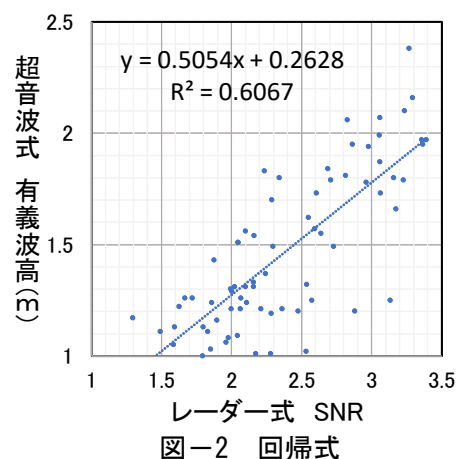


図-2 回帰式

5. 海上工事におけるレーダー式による波浪観測の有効性検討

図-3に、レーダー式と超音波式で観測した有義波高の時系列を示す。1m以上の有義波高を対象とした回帰式を用いたため、それ以下ではレーダー式と超音波式で有義波高の差が大きい。超音波式で観測した有義波高が1m以上となるイベントは、7回（図-3 ①～⑦）発生しており、その時にはレーダー式においても有義波高が1mを超えていた。一方で、レーダー式で1mを超える有義波高が観測されたが超音波式では1mを超えない場合が6回（図-3 a～f）あった。超音波式が点の観測であるのに対し、レーダー式で観測するのは面的な波浪場の代表波であるため、全く同じ波としては比較できないが、レーダー式と超音波式で得られた波高の差の原因として、レーダーの海面反射波の強度に波浪の波形勾配が影響すること、強い雨雲が波浪解析エリアに入った場合、シークラッタが見えなくなることなどが、レーダー式による波浪観測精度に影響しているものと考えられる。

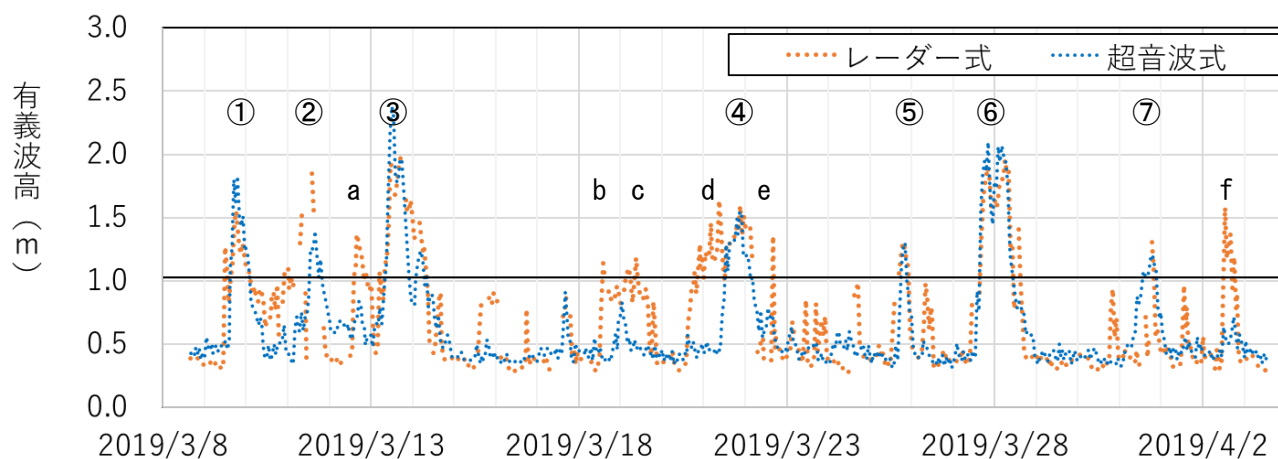


図-3 レーダー式と超音波式波高計で観測した有義波高の時系列

6. まとめ

採用した「レーダーの海面反射波の信号と雑音の比（SNR）」を有義波高に換算するための回帰式を、船舶用レーダーと超音波式波高計とで同時に波浪観測して求めた。回帰式で算出したレーダー式の有義波高と超音波式の有義波高の時系列を比較すると、超音波式波高計で有義波高1m以上のイベントが観測されたときには、レーダー式でも有義波高1m以上であった。海上工事における施工可否の限界波高は有義波高1m前後のことが多いことから、有義波高1mを評価基準とした場合、レーダー式から得られる有義波高は、安全側の結果となった。今後は、超音波式波高計の観測点における有義波高をレーダー式で得ること、およびSNRに影響を与える波形勾配や雲の影響などを考慮した、汎用的な回帰式を作成することが課題である。

謝辞

波浪解析機能を有するレーダーは、日本無線（株）から借用し協力いただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 馬場ら（2005）：レーダー波浪観測装置，日本無線技報，No.45, pp.58-61.
- 2) 日本無線株式会社（2018）：JMR-9200/7200 シリーズ波浪解析機能