

II-14

可搬式多点計測装置より得られた水位・流速データの精度の検討

鹿児島大学工学部 正会員 浅野敏之、学生員 瀬戸口喜祥、 正会員 中村和夫
信幸建設 堅山春也 鹿児島大学工学部 正会員 西隆一郎、佐藤道郎

1. はじめに わが国の海岸工学研究は、ともすればマイクロ・メゾスケールの現象の解明に偏りがちで、平面的に大きな広がりを持った現地波浪や海浜流の観測は、70年代後半の NERC プロジェクト以来あまり行われて来なかった。この理由の1つとして、現地観測に多大な費用と労力を要することが挙げられる。

本研究室では、観測桟橋のない海域で現地波浪を機動的に観測するための、可搬式多点計測システムの開発を行っている（瀬戸口ら；1997）。海底面に設置するだけでデータ収録まで完了する装置であること、複数の観測点での同時データの記録と回収を計測ユニットを開けることなく完了することが開発の主眼である。これによって、電源ケーブル・信号ケーブルを引き回すことによる電氣的・物理的障害から解放され、労力が節減できるために、広範囲にまたがる多点の同時観測が可能となる。

本論文は、本研究室で開発した計測器の精度の検討を目的として、本装置で取得された水位データと同地点に置かれた容量線式水位計データとの比較検討を行ったものである。また、本装置の水位データの時間記録から数値フィルターを用いることによって水粒子速度の時間記録に変換し、同時刻の本装置の電磁流速計による時間記録との比較検討も行った。以下にその結果を報告する。

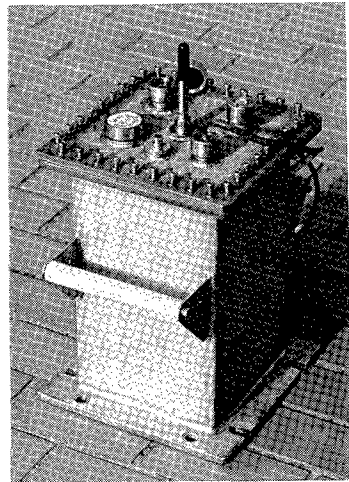
2. 装置の概要 本計測装置は、水圧式波高計と電磁流速計から成るセンサー部・電源部・データ制御・記録部を一体化した 194×194×374mm の筐体である（写真—1）。このユニットを現地の砂浜海岸に設置したときの波浪・洗掘・沈下に対する安定性を調べ、最適な架台形状の検討を行った。複数のユニットを現地海岸に配列して測定した場合に、各ステーションの流向・流速・水位変動を±0.5 サンプル間隔以内（現設定では±25ms 以内）で同期をとって収録できるよう、データ制御プログラムが組み込まれている。

3. 容量線水位記録との比較

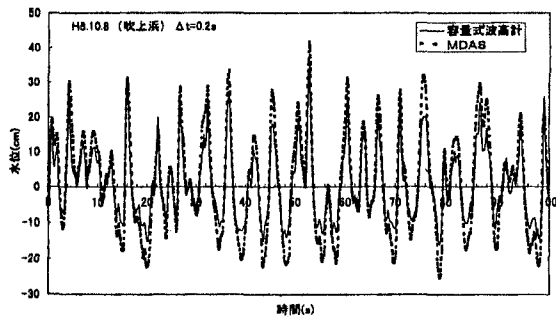
図—1 は本観測装置の水圧式波高計データと同地点に設置された容量式波高計のデータを比較したものである。水圧式波高計は高周波成分波の応答が悪いとして、砕波帯などの先鋭な波形を取得する時の精度を疑問視する報告もあるが、ここでの検討より現地の砕波帯内の気泡が混入した非線形性の高い波浪も十分な

キーワード：波浪計測、可搬式計測装置、水位・流速変動の時系列、数値フィルター

連絡先：〒890 鹿児島市郡元 1-21-40、電話 & F A X : 099-285-8482



写真—1 本装置の概観



図—1 本装置の水圧式波高記録と容量線波高計による結果の比較

精度で検出できることがわかった。

4. 数値フィルターを用いた精度の検討 ここでは、異なる2つの物理量データの測定精度を検討するため、水圧式波高計で得られた水位の時系列データを数値フィルターを用いて水粒子速度の時系列データに変換し、これを電磁流速計によって得られた同時刻の水粒子速度の時系列データと比較検討する。

水圧式波高計の原理は、圧力変動 Δp より進行波の水位変動 η を算定するものである。両者の関係は次式で与えられる。

$$\eta = n \frac{\Delta p}{\rho g} \frac{\cosh kh}{\cosh k(h+y)} \quad (1)$$

n は補正係数であるがここでは 1.0 とする。

水位変動 η と水平方向流速 u の関係は微小振幅波によれば次式となる。

$$u = \omega \frac{\cosh k(h+y)}{\sinh kh} \eta \quad (2)$$

従って、 u と $p^* = \Delta p / \rho g$ の応答関数 $R(f)$ は

$$R(f) = n\omega \frac{1}{\tanh kh} \quad (3)$$

$u(t)$ と $p^*(t) = \Delta p / \rho g$ に線形応答系を仮定する。

$$u(t) = \int_{-\infty}^{\infty} a(\tau) p^*(t-\tau) d\tau \approx \sum_{n=-N}^{n=N} a_n p^*_{t-n} \quad (4)$$

a_n は応答関数 $R(f)$ のフーリエ・コサイン変換で求められる。

$$\begin{aligned} a_n &= 2 \int_0^{1/2\Delta t} R(f) \cos(2\pi f n \Delta t) df \\ &\approx 2 \sum_{m=0}^M R(m\Delta f) \cos(2\pi m \Delta f n \Delta t) \Delta f \end{aligned} \quad (5)$$

本装置の水圧記録から上述の線形数値フィルターを用いて水粒子速度の時系列に変換したものと、本装置の電磁流速計から直接得られた水粒子速度の時

系列を比較した。まず、本学科の平面水槽内で測定を行った。実験は周期 $T=1.0s, 2.0s, 4.0s$ の規則波と、有義波周期 $T_{1/3}=2.0s$ の不規則波を用いた。本装置は一樣水深 $h=73.9cm$ の水底面に設置され、そのときの圧力センサーの位置は底面から $34cm$ の高さにあった。電磁流速計のセンサー部はそれより $10cm$ 程度高く、この鉛直位置の違いについては補正している。図-2 に不規則波に対する結果を示す。一般に両者は良く一致していると言える。すべての時間領域を通じて一方が他方より大きいという結果は出ていない。これは当実験条件下では設置点が砕波帯外にあり、波の非線形性が卓越する領域ではないためと考えられる。

次いで、東シナ海に面した吹上浜で本装置を用いた測定を行った。設置点は砕波帯の中にある。両者の比較を図-3 に示す。他の計測結果も含め、水圧波形から数値フィルターを用いて岸沖方向の水粒子速度 u に変換した結果の方が、直接岸沖方向の水粒子速度を測定した結果よりやや大きな結果を生じている。ここでは補正係数 n を 1.0 としていることを考慮すると、本来非線形性の卓越する砕波帯の波では数値フィルターを用いたデータの方が小さくなるはずである。現地の風波は多方向から成り、単一方向を前提として水位変動から水粒子速度波形を求めたことが過大評価の主たる原因と考えられる。

参考文献：瀬戸口・浅野・西・佐藤・中村・神田(1997)：観測棧橋のない海域で波浪観測を可能とする可搬式多点計測システムの開発、海岸工学論文集、第44巻、(投稿中)

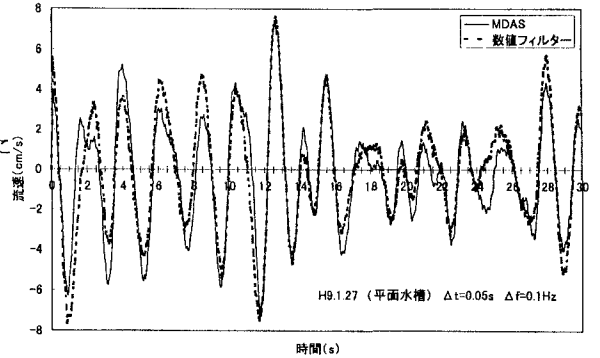


図-2

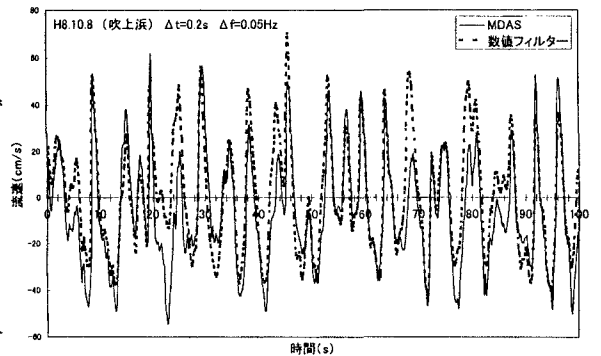


図-3