波高計の試作について

川島利兵衛*

On a Newly Designed Instrument for Measuring Ocean Wave Heights

R. Kawashima

Abstract

Concerning the studies of ship's motions in a seaway, a wave measuring instrument has been designed by the author for the studies of ship's motions among ocean waves taking the wave to represent the input forces to the dynamical system of the motions.

In this instrument, for ocean waves in deep water zone, a radio telemetering system is devised for use in recording and measuring ocean waves using a bamboo stick wave pole.

In respect of the measurement of wave heights on an actual sea surface, measuring and recording the vertical distance from a certain point to the sea surface continuously, wave heights and periods and other wave properties should result from analysis of this record in statistical meaning. As to the method of this scheme of measurement, a freely floating buoy has been used, such as the Froude wave pole or WHOI wave pole. The measuring and telemetering apparatuses are attached to this pole.

In this paper, general descriptions of a wave pole and of a measuring and telemetering system of ocean waves in deep water zone are presented.

1. ま え が き

海洋波中における実際の船舶の周波数応答の統計的推定の問題に関連して、船体の運動系への入力としての波浪の計測を目的としてこの波高計を試作した。

波浪の測定において、その検出要素には水圧式或はステップ式ゲージ等が用いられている。特に海岸附近の波浪測定には実用化された波浪計があり、底置型では水圧式¹⁾、構造物に取付けるステップ式²⁾がある。或いは宇田居式が使用されている。沖波の測定においては、測定の基準が得難いが、良く知られている Froude の Wave pole があり、又 Wood Hole 海洋研究所の Floating buoy 方式がある³⁾。又船体に装備された Ship-borne wave recorder がある⁴⁾。

本波高計においては、Froude wave pole 方式を用い、波高の検出にはステップ型ゲージを用いるが、前記の目的により充分長い時間の連続記録を必要とするために、遠隔測定記録の方法として、微弱なる電波を用いて無線テレメータ方式を使用した。

2. 海洋波に関する波高測定

2.1 深海域における波或いは沖波について実際には、波高の測定として上記の Wave pole 上に固定点を取り、この点に対して上下する海面までの垂直距離の時間に対する変化を記録する。

* 北海道大学水産学部

これらの記録された波形を解析処理することによつて統計量としての海洋波の特性即ち、波高及び波周期等が得られる。この解析処理に関しては多くの文献がある³⁾。

2.2 この波高計では Wave pole によつて定められる海面上の一定点において、海面の波形の時間的変化をアナログ変換し無線テレメータにより送信する。図1は Froude wave pole であるが、表1に示される竹竿を使用している。防水テープにより竹竿の浮力の変化を防ぐ、これに波高検出器及び送信機を取付けた。

Table 1 Dimensions of Bamboo pole

Weight	13.0 kg
Length	7.80 m
Diameter in upper cut end	6.20 cm
lower cut end	8.80 cm
Distance from center of gravity to lower end	3.37 m
Total buoyancy in water	34.46 kg
Total buoyancy in sea water	35.32 kg
Buoyancy assumed in operation (2m above the sea surface)	26.27 kg

Fig. 1 Schematic diagram for the wave pole rigging telemetering apparatus

3. 試作した波高計

3.1 波高の検出。上記した垂直距離の変化を電気的变化に変換するために、検出部としてステップ式波高ゲージを用いた。図2に示される検出用の各ステップは先端のみが導通し他部は絶縁されている。ステップ間には固定抵抗によつて直列に結ばれ、抵抗はビニールパイプ内に挿入されている。海水を導体として海面の上下の変化は、海面下のステップ数の変化となり、波高は抵抗の変化となる。この抵抗変化によつてマルチ共振回路による基本可聴波数を変化させる。

3.2 波高テレメータ装置。この装置のブロックダイアグラムを図3に示す。即ち変換によつて得られた可聴周波数帯によつて送信機の搬送波を振幅変調する。AM方式によつて送信する。これをス

Fig. 2 Schematic diagram of bamboo wave pole.

Fig. 3 Schematic diagram for telemetering system.

スーパーヘテロダイン方式によつて受信して、上記の波高の変換された可聴周波数帯を検出しテープレコーダーに、又はデイスクリミネーターを通して、その出力を増幅し、ペン書オツシロに入れると、海面の波形としてステップ形に記録する。

3.3 波高計の性能

測定可能最大波高	4.0m
波高ゲージ	10cm 間隔
10cm 毎周波数変化	7.5 c/s
基本可聴周波数	550 c/s
送信機。クリスタル制御	27.13 MC
出力	10mW 以下
測定値送信可能時間	連続約 2 時間
全重量	4.6 kg
受信及び記録機	スーパーヘテロダイン方式ペン書オツシロ 渡辺測器製
G-III-15 平衡型, 線輪抵抗	7,940 Ω
全振幅	40mm, 波高 10 cm に対して 1 mm
記録の直線性	400 c/s から 700 c/s まで

Fig. 4 Sample section of the recording chart in pen and ink recorder.

4. 波高測定の実験

本波高計による波高測定は、種々の条件において行われている。図4は測定記録紙の一部である。

この記録について、20分間の連続記録を抽出し、1秒毎の波高値に対するパワースペクトラムの計算の結果を図5に示す。尚、これに対して波の進行方向に約5哩の海岸附近に設置されたステップ式波高計の記録にもとづくパワースペクトラムの計算値を図5に示した。周波数範囲が殆んど変っていないことが分る。

Fig. 5 Power spectra for ocean waves.

5. 結 言

波高検出及びテレメータ装置は、海岸附近の底置用としても使用できる。現在、実用化への一段階として更に実験を重ねるために実験局としての申請準備中である。

終りに、本波高計の試作実験にあたり、種々の御便宜をたまわつた東京商船大学学長はじめ航海科教官に深謝する。

文 献

- 1) 降旗常雄：沿岸観測用遠隔自記波浪計 第7回海岸工学講演会講演集(1960)
- 2) 高橋 将：ステップ波高計による波浪観測 苫小牧港調査報告、昭和34年度 (1960) P P81~89
- 3) H. G. Famer et al : A technique for ocean wave measurements. Proceeding of the first Conference on Ship and Waves, (1952) PP 11~32.
- 4) M. J. Tucker : A ship-borne wave recorder, Quarterly Transaction of the Institution of Naval Architects, 198 (1956) PP 236~246.
- 5) 例えば J. Willard : An interpretation of the observable properties of "sea" waves in terms of the energy spectrum or the gaussian record, Transaction Geophysical Union, 135 (1954) PP 747~757.