

## (Ⅱ - 1) パソコン制御による不規則波造波装置の製作

東京理科大学大学院 小田 健次  
愛知県 嶋田 達昌  
東京理科大学 小林 智尚

1. はじめに 現在、海岸・海洋工学に関する室内実験では不規則波を扱った研究が一般的となっているが、性能の良い不規則波造波装置は未だ高価である。そこで本研究では不規則波を発生させることのできる造波装置を製作し、任意のスペクトル分布を有する不規則波の発生を試みた。

2. 造波装置の特徴と原理 本研究では両面ガラス張りの2次元鋼製水槽(長さ 8m, 幅 150mm, 高さ 300mm)に設置することを前提とした造波装置の製作を行った。この造波装置は図 1 に示すとおりピストン型の不規則波造波装置である。この装置は可能な限りボルト結合を採用し破損・腐食部分の修理及び交換を容易にしている。

造波板を作動させる動力源には小型で高出力が得られかつメンテナンスが不要という点から AC サーボモーターを採用した。また造波板にはアクリル板(厚さ 10mm)を用いて軽量、強度及び耐腐食性を高めている。造波板はリニアガイドレールの台車に固定されており、このレールに沿ってピストン運動するようになっている。さらに造波板と水槽との隙間にテフロンシートを張ることにより密閉性をよくした。これによって造波板の運動に対して正確な波が発生できるようにしている。

本造波装置は図 2 に示すとおりパーソナルコンピュータにより制御する構造となっている。したがって、パソコンに入力する波形データを変更するのみで規則波や不規則波など様々な波が発生可能である。波を発生するにはまずパソコンに希望の波形データを入力する。この波形データはコントローラを介してモータに伝えられる。モータはこのデータに従って任意に回転し、タイミングベルトを駆動する。そして図 1 中の T 字形の金具によりベルトに固定されている造波板はガイドレール上をタイミングベルトと共に移動し、パソコンの入力波形に対応する波を発生する。

3. 検定及び考察 まず、この造波装置を用いて周期 1 秒、波高 40mm の規則波を発生させた。そのとき波高計によって測定された水面形を図 3 に示す。この図より安定した規則波が発生されているのがわかる。

次に、任意のスペクトルを有する不規則波の発生を試みた。対象としたスペクトルは次式によって表される合田(1977)のスペクトルである。

$$S(f) = 0.257 H_{1/3}^2 T_{1/3} \frac{1}{(T_{1/3} f)^5} \exp \left( - \frac{1.03}{(T_{1/3} f)^4} \right) \quad (1)$$

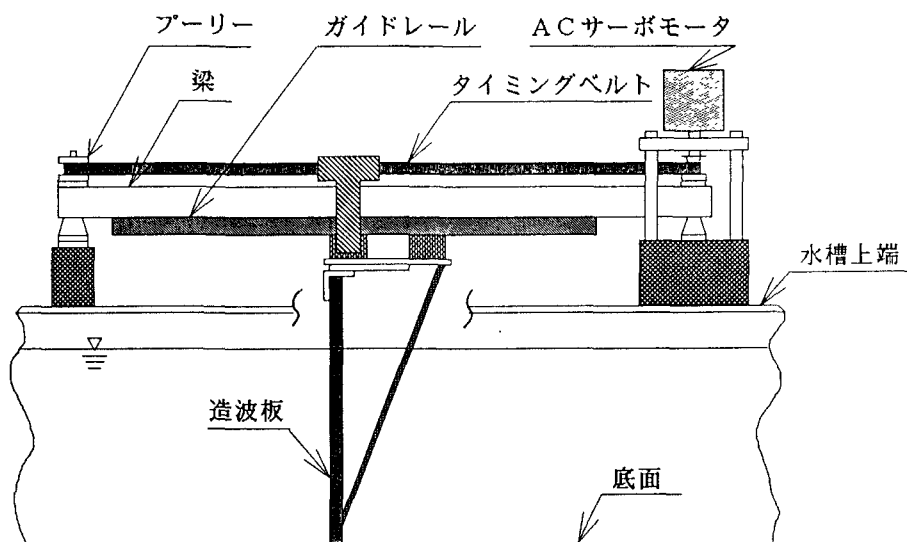


図 1: 不規則波造波装置 (側面図)

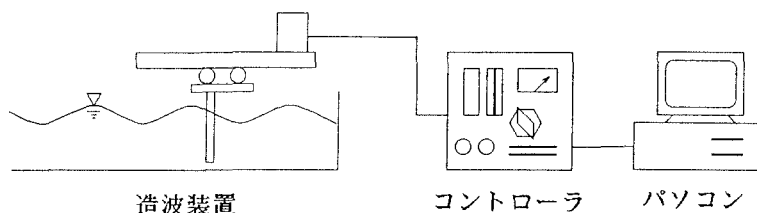


図 2: 造波装置の構成

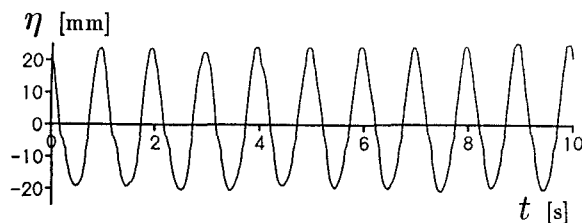


図 3: 測定された規則波の水面形

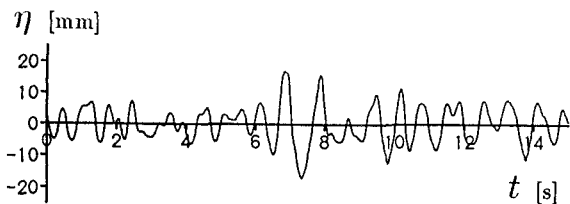


図 4: 測定された不規則波の水面形

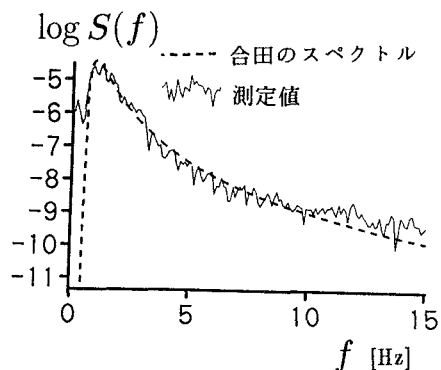


図 5: 入力信号と測定水面形のスペクトルの比較

ここで  $S(f)$  は周波数  $f$  のパワースペクトル,  $H_{1/3}$  は有義波高,  $T_{1/3}$  は有義波周期である。造波装置は一般に各周期の成分波によって造波効率が異なるため、周波数ごとに補正を加える必要がある。本研究で製作したようなピストン型造波装置の場合にはポテンシャル理論よりそれぞれの成分波に対する補正量が次式より算出される (合田, 1977)。

$$F(f, h) = \frac{H}{2e} = \frac{4 \sinh^2(2\pi h/L)}{4\pi h/L + \sinh(4\pi h/L)} \quad (2)$$

ここで  $H$  は波高,  $e$  は造波板の片振幅,  $h$  は水深,  $L$  は成分波の波長を示している。本研究では  $T_{1/3} = 1.0s$ ,  $H_{1/3} = 20mm$ ,  $h = 16.6mm$  とし、式 (1), (2) からパソコンに入力する不規則波データを算出した。そしてこのデータにより造波装置を駆動して不規則波を発生させた。信号発生には小林 (1992) にならい再帰型数値フィルタを用いた。このとき測定された水面形を図 4 に、またそのパワースペクトルを図 5 に示す。図 5 中の破線は式 (1) で表される目的のスペクトルであり、実線は実測データにより得られたものである。この図より本研究で製作した造波装置が十分な精度を有していることは明かである。

4. おわりに 本研究では市販のものとは比べて数 10 分の 1 のコストで造波装置を製作した。この造波装置はパーソナルコンピュータで制御されるため容易に任意の不規則波が発生可能であり、またその不規則波も十分な精度を有していることが示された。

#### 参考文献

合田良実 (1977) : 港湾構造物の耐波設計, 鹿島出版会, p19, p145.

小林智尚 (1992) : 再帰型数値フィルタを用いた不規則波のシミュレーション, 海岸工学論文集第 39 巻, pp96~100.