

不規則波発生機の試作とそれによる波の特性に関する研究

京都大学工学部

正員 岩垣雄一

京都大学防災研究所

正員 土屋義人

名古屋工業大学

正員 ○石田 昭

川崎重工業K.K.

後藤克彦

1. まえがき 任意のスペクトル構造を持った波を発生させることができる不規則波発生装置を作る前の段階として、まず、8個の成分波を合成する発生機を試作し、合成波の発生特性を調べると同時に、合成波の速度分散や統計量についても解析を行なった。

2. 不規則波発生装置 試作した不規則波発生機は、周期の異なる8個のピストン運動を油圧によって合成し、その合成運動を造波板に伝達するものであり、写真-1にその外観を示す。各ピストンの周期は短かい方から順に公比約 $\sqrt{2}$ の等比数列になるような歯数比にしてあるが、等差数列になるような歯車も用意してある。図-1はモーターの回転数と各ピストンの周期の関係を示したものである。造波板の最大変動量は30cmであり、この範囲内で各ピストンの振幅を変えることができる。なお、各ピストンに取り付けたコックを操作することによって、単一波をも、また、任意に組合わせた合成波をも発生させることができるようになっている。

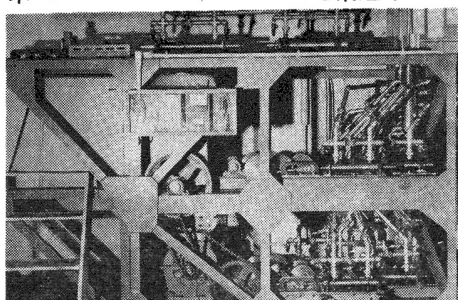


写真-1 不規則波発生機の外観

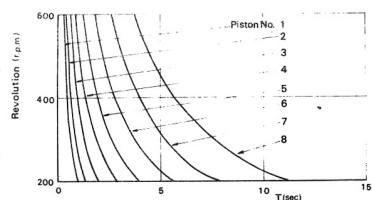


図-1 モーターの回転数とピストンの周期

3. 波の特性 図-2は4個および5個のピストンを使ったときの造波板の運動の記録から、フーリエ分析によって各成分振幅 R_c を求め、各ピストンを単独に用いた場合の振幅 R_s との比を示したもので、横軸には周期がとってある。この図からわかるように、 R_c/R_s の値は約1.0であり、周期による違いは見られないことから、造波板の動きは単一波の線型重ね合わせになっていることがわかる。

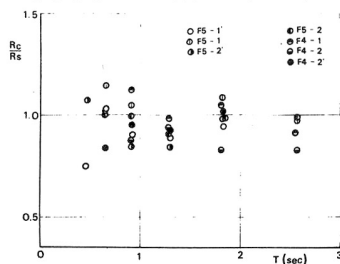


図-2 造波板の運動特性

図-3および4は4個および5個のピストンを使って

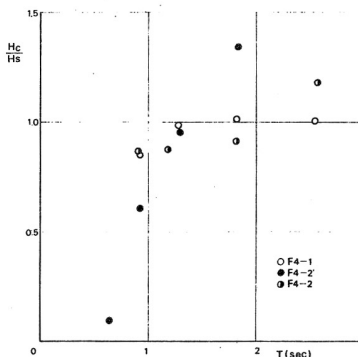


図-3 合成波の発生特性(4個の場合)

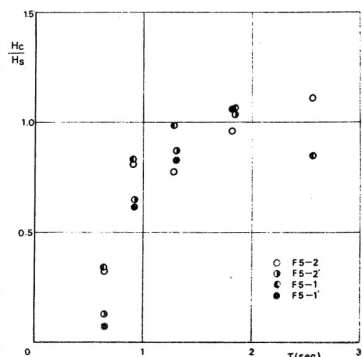


図-4 合成波の発生特性(5個の場合)

発生させた波の波形記録から、各成分波高 H_c を求め、ピストンを単独に動かしたときの単一波高 H_s との比を示したものである。4個の場合でも、5個の場合でも、 H_c/H_s の値は周期が 1.0 sec 以上の波については約 1.0 であって、線型重ね合わせになっているが、1.0 sec 以下の波については急激に 0 に近づき、発生した波が単一波の場合より小さくなることわかる。この傾向は 2 個および 3 個の場合でも同じであった。図-5 は単一波の発生特性を示したもので、実線は微小振幅波理論から導いた Biesel の結果が示してある。

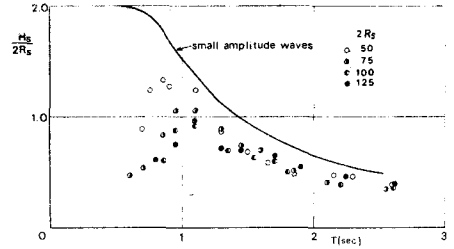


図-5 単一波の発生特性

図-6 は 210 cm 離れた 2 台の波高計から得た記録をフーリエ分析して、各成分波の位相を求め、その位相差から成分波の波速 C_c を調べたものである。図-6 からわかるように、解析した範囲では実線で示す微小振幅波理論の波速に従って速度分散が生じている。

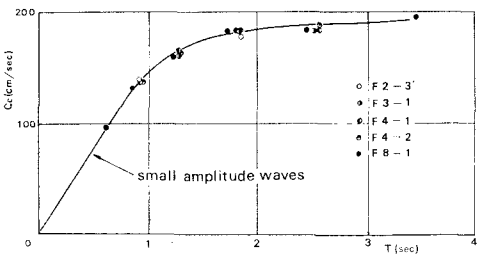
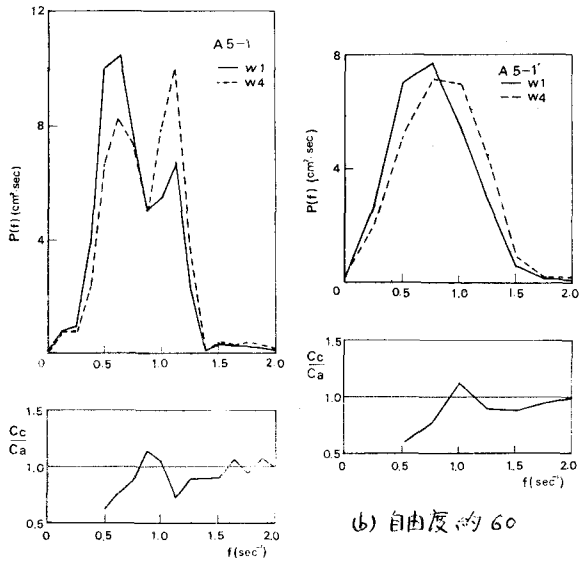


図-6 合成波の速度分散

図-7 (a) および (b) は、自由度を約 30 と約 60 にしてスペクトル解析を行なった 2 例を示したものである。 $P(f)$ はエネルギー Spektral を、 C_c/C_a はクロス Spektral から求めた成分波の波速 C_c と微小振幅波理論による波速 C_a との比を表わしている。実験記録は線 Spektral に近いものであるので、波速 C_c の値は図-6 にくらべて、かなり不正確になっているようである。



(b) 自由度約 60

図-8 は不規則波としての統計量を調べたもので、実線は Spektral 幅 ϵ をパラメーターとした Rice の結果である。実験値は 5 個のピストンを挟った一例であるが、水位の頻度分布は正規分布に近く、極大値の分布は、 ϵ に約 0.4 を代入した理論値に近いが、実際に計算した ϵ の値は 0.796 であった。これは図-7 (a) で示したように Spektral に 2 つのピークがあることが原因であると思われる。なお、本発生機は正堂工学実験装置製作所の考案による方式である。

(a) 自由度約 30

図-7 スペクトル解析

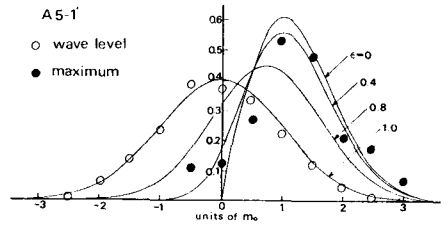


図-8 波の統計量