

(財) 電力中央研究所

同 上

正員

正員

○小森 修蔵

田中 寛好

1. まえかき

従来、海岸工学上の諸問題は主として規則波を対象として研究されてきたが、現実の波浪は波高、周期とも非常に不規則な様相を呈しており、その不規則性が諸現象に与える影響の程度については、十分解明されていないのが現状である。そこで、この外海波浪実験設備は、現実の波と同一のスペクトルを装置の造波特性とともにハイブリッド制御装置に記憶させ、この制御装置からの指令に従って油圧サーボ機構を駆動、加振機を上下することによって発生した実験波波形を検出してそれをスペクトル解析し、設定スペクトルと比較して、所期のエネルギースペクトルをもった実験波となるよう収束制御する機能を有しており、海岸構造物に及ぼす不規則波力・波圧の問題や碎波帯内における温排水の稀釈拡散特性等諸々の研究に用いられる。この設備の使用に際しては、造波装置の造波特性を理解することが重要であり、本報告は直立式フラップ型および水中起伏式フラップ型造波機の特性和実験により調べたものである。

2. 実験装置および実験方法

本実験では、ハイブリッド制御システムを用いて不規則波を発生させる前段階として、単一規則波の造波特性を調べるため、マニュアルで造波機駆動用装置に、加振機に加える電圧の周波数と振幅とをセットし、図-1に示した如く、電気-油圧サーボ機構により変位制御される加振機によって造波板を駆動し、造波板位置より約30mのところに波高計を設置して発生波形をピックアップしペン書き記録計に収録した。

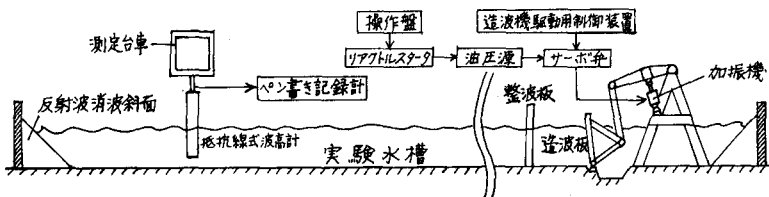


図-1 実験装置の構成

表-1 造波機性能

実験水槽寸法	幅25m、長さ50m、深さ1.5m
造波機型式	直立フラップ型、水中起伏式フラップ型
寸法	スパン6m×3基
特性	発生波高 最大50cm
周波数	0.1~3.3h2
供給油圧	210 kg/cm ²
出力	動的14.6ton
加振機ストローク	±82.5mm
油圧サーボ式	
駆動方式	油圧サーボ式
入力信号	±10Vフルスケール

3. 実験結果および考察

ペン書き記録計に収録された波形から平均波高 H を読取り、直立式の場合は造波板の静水面における振幅の2倍、水中起伏式の場合は造波板底部ヒンジより1.5mの距離の点の振幅の2倍を S として(図-2参照)、 H/S を縦軸、周波数 f を横軸にとって実験結果を整理したもののが図-3、図-4である。

直立フラップ型造波特性については、過去にBiésel¹⁾が理論的研究を行っている。彼等は、完全流体、非圧縮性流体、渦なし流れ、運動方程式の非線形項無視、波の反射無視と仮定し、 Φ を速度ポテンシャルとして、非同次線形境界条件としての自由表面の条件、水がフラップに追従する条件、底面での不透水条件、 Φ および Φ の1次導関数が全領域で有限である条件を考慮して、連続の式に相当する同次線形方程式 $\Delta\Phi=0$ を解いて Φ を求め、これより水粒子の変位を導き、 H と S との関係を次式の如く得ている。

$$\frac{H}{S} = \frac{2 \sinh mh (1 - \cosh mh + mh \sinh mh)}{mh (\sinh mh \cosh mh + mh)}$$

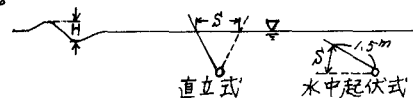


図-2 HとSの定義

ただし、 h は水深、 m は $(2\pi f)^2 = mg \tanh mh$ で得られる波数である。

水深が小さい場合は、比較的良好理論曲線と一致しているが、これは造波板より流体に与えられるエネルギー

が小さいため波高が小さく、しかも水深の減少率よりも波高の減少率の方が上まわり波高水深比が小さくなつて線形理論がよくなるのはそのためである。水深が大きくなると、ある f で H/S はピークを生じてそれを越すと減少し、しかも水深が大きくなるに従つてピークは低周波側へ移動する傾向がみられる。ピークまでは波の反射を無視すればほぼBiéselの理論は成立つが、それを越すと、波の変形・碎波等非線形現象が現われ、またさらに周波数が大きくなると、水

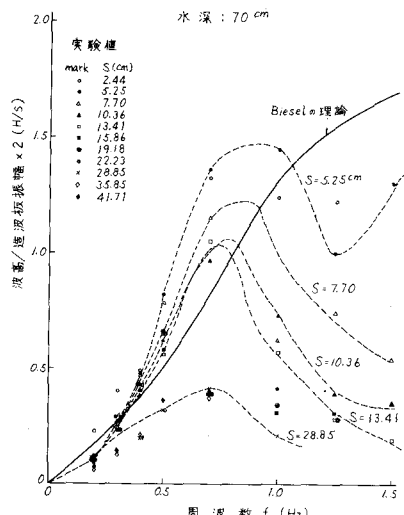
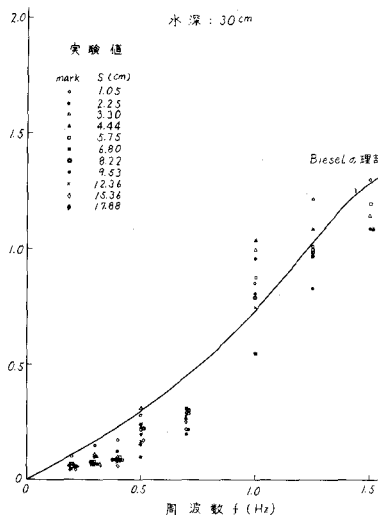


図-3 直立式フラップ型造波機の造波特性

かフラップに追従するという仮定もくずれ造波板と発生波高との周波数が異なる現象が生じてくる。それゆゑ線形理論からはすれ、しかも水深が大きい程波高水深比も大きく、小さい周波数で非線形的様相を呈しはじめる。さらに、 S が大きくなる程、 H/S のピークは低周波側へ移動しその値は小さくなる傾向もみられるが、これは S が大きいと普通波高も大きくなり、それにより運動方程式の非線形項が無視できなくなるためである。また、特に水深が小さい場合低周波側でプロットが理論曲線より下にくる傾向があるが、整波板通過の際の波の運動エネルギー消失、底面・側壁部での粘性によるエネルギー逸散が主たる原因であろうと思われる。さらに、水深が大きい場合、ある程度 f が大きくなるとプロットは理論曲線より上に多く存在するが、これは造波板で波の反射が起こり、発生波と反射波とが合成されて波高が増大する効果が粘性によるエネルギー逸散を上まわる結果であろう。

水中起伏式フラップの造波機構は直立式と異り、フラップが下降した際に水面低下が生じ、それを埋めるような形で波が発生する。この造波特性は図-4に示すが、現在までにその理論は確立されていない。この型は直立式に比べて波の反射が少い利点を有するが、造波機に強大な力がかかるため非常な機械的強度を必要とし、この面からは不利である。さらに、造波特性では、直立式に比べ H/S のピークの現われる周波数が小さく非線形性が強いので、利用可能な周波数帯はごく狭いものになってしまうという欠点も有する。

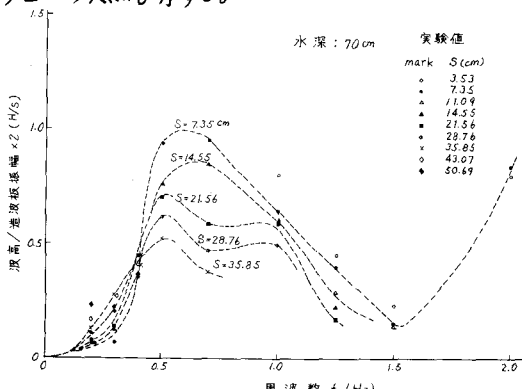
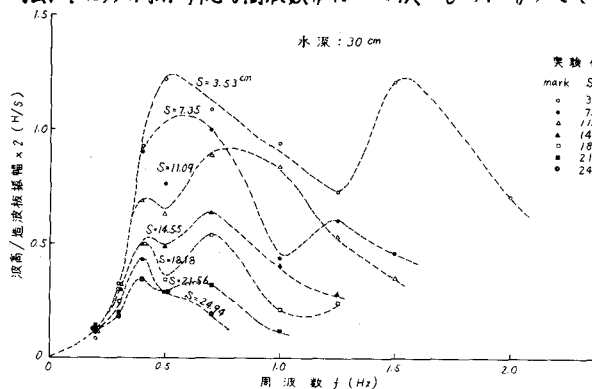


図-4 水中起伏式フラップ型造波機の造波特性

参考文献: 1) F. Biésel et F. Suquet; Les Appareils Générateurs de Houle en Laboratoire, La Houille Blanche pp147~165 Avril 1951