

関西大学工学部 正員 島田 広昭
 関西大学大学院 学生員 渡邊 彰
 伊勢屋機械製作所 正員 向 勝巳

1. まえがき : 規則波と不規則波では、波高や周期など見かけ上の特性が等しい場合でも、構造物などに異なる影響を及ぼすことがあるため、従来の規則波を対象とした研究だけでは、解決不可能な問題もある。このため、不規則波発生装置が製作され、それを用いて種々の研究が行われ、今後こうした傾向はますます強まるものと思われる。このようなことから、本文では不規則波発生装置の一つである電気油圧サーボ式不規則波造波機の概要を紹介するとともに、その造波特性と不規則波の再現性について若干の検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験装置および方法 : 水槽は片面一部ガラス張りの鋼製(W0.7m×H1.0m×L30m)で、水槽両端にはフィン付多孔板およびステラシート製の消波装置が設置されている。造波機は、揺動型ロータリーアクチュエータ式の駆動部をもつピストン型である。一般に造波機の駆動部は、速い速度と長いストロークを必要とし、静止保持力はあまり必要としないなど特有の性質が要求されるが、この揺動型はそれらの特性を考慮したもので、油の粘性による流体シール構造で摩擦抵抗が非常に小さく、またそれ自体を小型化できるため、油圧ユニットの容量を軽減できるという特徴をもっている。不規則波の信号は、0.05s 間隔でデジタル演算し、リアルタイムに造波機を制御した。実験条件は表-1のとおりであり、波高の検出は容量式波高計を用いた。なお、期待スペクトルは、Pierson - Moskowitz, Neumann および Bretschneider ($H_{1/3} = 0.1m$ 一定) のそれぞれ3種類のスペクトルを作成し、Biesel - Suquetの理論による水深補正を行った数値フィルターを作成した。

表-1 実験条件

波 高	造波特性試験		期待スペクトルの再現性
	砕波限界、その1/4	砕波限界	
水深 (m)	0.6	0.6	0.6
波高検出位置 (m) (波高計から)	3.6、13.6、 29.6	3.6	8.6
油温 (°C)	35~40	30、40、 50、60	35~40

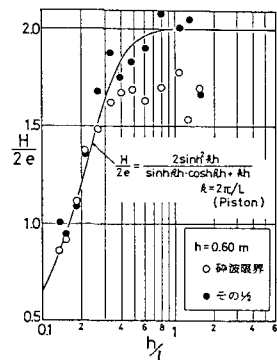


図-1 造波特性

3. 実験結果および考察 : 図-1は造波特性を示したもので、縦軸は造波効率 $H/2e$ 、横軸は水深波長比 h/L である。なお、図中の実線は、Biesel-Suquetの理論式である。これによると全般的には理論曲線にはば一致しているようであるが、砕波限界波高で、 h/L が大きくなると若干造波効率の低下がみられる。これは水深が最大設定水深の0.6mであり、造波板の受ける水の抵抗が大きくなるためと思われる。また、木村はこの現象を砕波によるものと指摘しており、著者らの実験では砕波限界を目視により判定したため、実際には砕波していたことも考えられる。図-2および3は周波数応答特性を示したもので、それぞれ縦軸は位相角 ϕ (deg.) およびGain (dB) であり、横軸はいずれも周波数 f (Hz) である。この場合、位相角とは信号と造波板の動きとの時間的なずれであり、Gainは信号の振幅と造波板の振幅との比である。これらの図から、位相角、Gainのいずれも周波数の増大と油温の上昇にともない劣化することがわかる。しかし、実際に使用する周波数帯内ではその影響はあまりなく、高周波数に対してのみ考慮すればよいようである。また、油温については、

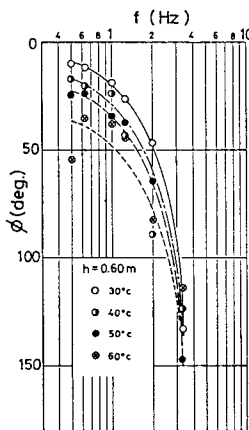


図-2 位相角特性

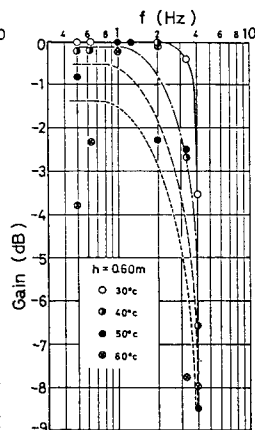


図-3 Gain特性

この場合、位相角とは信号と造波板の動きとの時間的なずれであり、Gainは信号の振幅と造波板の振幅との比である。これらの図から、位相角、Gainのいずれも周波数の増大と油温の上昇にともない劣化することがわかる。しかし、実際に使用する周波数帯内ではその影響はあまりなく、高周波数に対してのみ考慮すればよいようである。また、油温については、

冷却水で通常35~40℃に保つことができ、ほとんどその影響はないようである。図-4~6は期待スペクトルの再現性を示したものであり、縦軸はスペクトル密度、横軸は周波数である。図中の実線が期待スペクトル、破線は水深補正を行ったものである。なお、各図の(a)~(c)はそれぞれPierson-Moskowitz, Neumann および Bretschneider のスペクトルである。実験値はサンプリング間隔 0.05s, 総データ数25,600個, FFT におけるデータ数

1,024個, 平均回数25回で得られたものである。これらによると、いずれも低周波数でのスペクトル密度が期待スペクトルよりかなり大きくなっている。これは、サーフビートなど長周期の水位変動によるものと思われる。次に、中心周波数ごとに比較すると、1.0Hz と0.8Hz では、高周波数側でよく一致しており、0.6Hz では逆に低周波数側での再現性が良くなっている。また、実験波のスペクトル密度のピークについても、1.0Hz と0.8Hz とでは低周波数側に、0.6Hz では高周波数側に若干ではあるがずれるようである。これらのことから、中心周波数が0.6~0.8Hzの間に高周波側も低周波側ともに合致するようなスペクトルが存在するようであり、このことは、Pierson-Moskowitz, Neumann および Bretschneider などのスペクトルの形状には関係がないようである。

以上、電気油圧サーボ式不規則波造波機の造波特性を検討した結果、不規則波発生装置として一応の目安を得ることができた。最後に本造波装置および不規則波信号の設計・製作にあたり熱心な御助言をいただいた鳥取大学工学部海洋土木工学科木村晃助教授ならびに本実験の遂行に際し御指導をいただいた関西大学工学部土木工学科井上雅夫教授に深甚な謝意を表する。

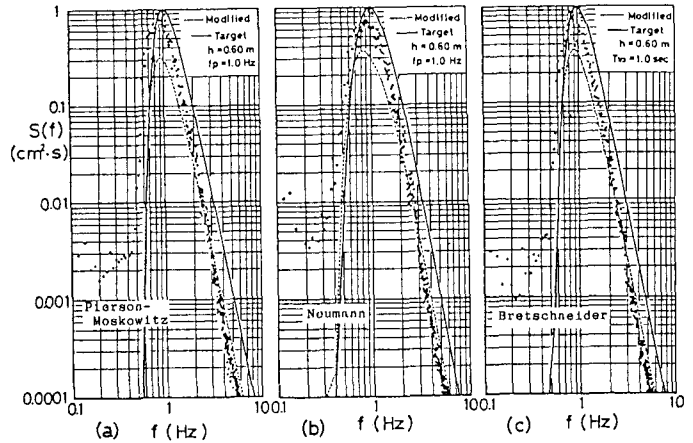


図-4 期待スペクトルの再現性 ($f_p=1.0\text{Hz}$, $T_{1/3}=1.0\text{s}$)

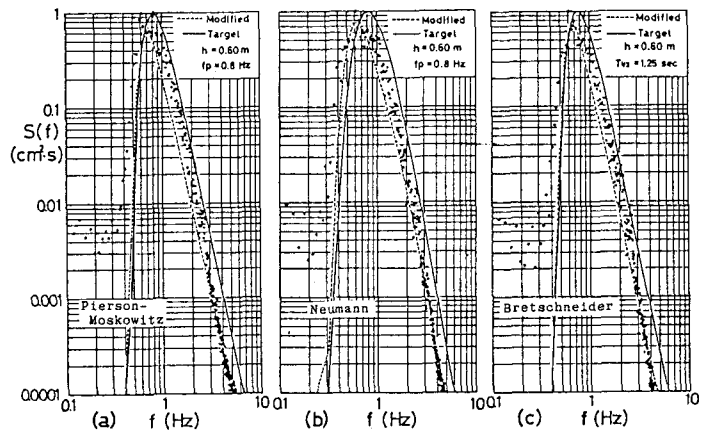


図-5 期待スペクトルの再現性 ($f_p=0.8\text{Hz}$, $T_{1/3}=1.25\text{s}$)

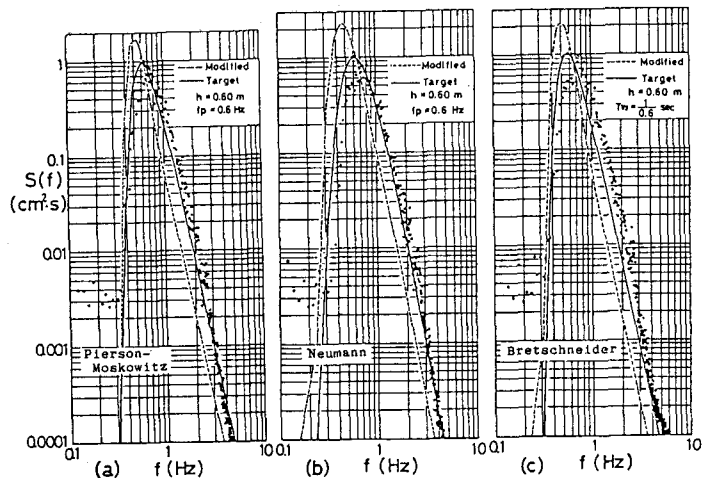


図-6 期待スペクトルの再現性 ($f_p=0.6\text{Hz}$, $T_{1/3}=1/0.6\text{s}$)