

スリット構造物における波力について

大阪大学工学部 正員 榎本 亨
大阪大学大学院 学生員 中村 孝幸
大阪大学大学院 学生員 菅田 浩

1. まえがき 本研究は、水平スリット構造物を対象とし、このスリット間隔、部材幅、スリット部潜水深さ等を変化させて、これに作用する水平波力とその作用点を、実験的に求めた。そして、その波力の变化を、波の反射率、透過率の変化と結びつけて、このスリット構造物の水理特性を明らかにして、スリット構造物の設計に対する基礎資料を得ようとしたものである。

2. 実験装置 図-1は、本実験において試作した波力測定装置を示しているが、これは、2つのヒンジを有した変形固定梁で、水平力のみを、上部、下部に分けて取り出すようになっている。なお、波力計の固有振動数は、 $7\text{Hz} \sim 24\text{Hz}$ であり、その振動振幅の最大値は、 1mm 以下で、波の周期と比較して、解析上、この測定器の固有振動は、考慮する必要はないものと考えられる。また、作用せしめた波の条件は、波高約 4cm 、周期 $0.9 \sim 1.2$ 秒、水深は、 $12.5, 22.5, 45\text{cm}$ の3種である。以降の論議は、水深 22.5cm のものについて、図示している。また、スリット部の潜水深さ d は、 d/h が $0.2 \sim 1.0$ 間に5種類変えて行なっている。

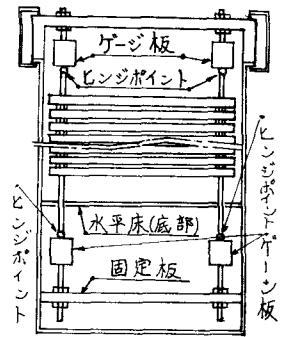


図1 波力測定装置
上部 } ゲージとも4ゲージ法
下部 }

3. スリット構造物に作用する全波力について
記録紙上にあらわれた水面変動 η と、実験波力 F_1 (上部)、 F_2 (下部) とを図-2に示す。図-2(a)(b)は、代表例として、空隙率 m が、 0.059 と 0.6 の場合であるが、これら一連の m の変化にもともなう実験の結果より、空隙率 m が大きくなるにしたがって、水面変動と波力変動のピークの位相差が大きくなってゆく。これは、この壁体に作用す

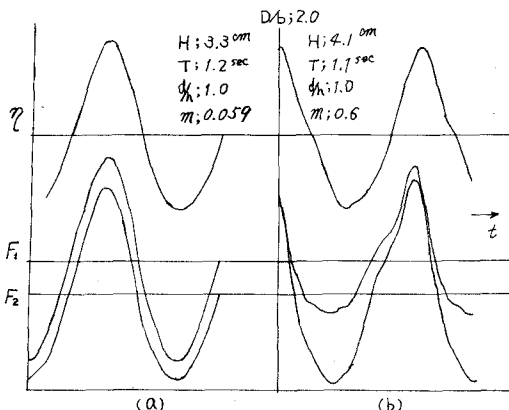


図-2 壁面水面変動 η 、上、下部波力 F_1, F_2 。

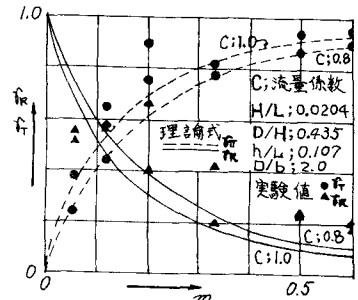


図-3 $F/F\eta$ に及ぼす m の効果

る波力が、重複波の波圧を積分した結果として求められる型から、部材の個々に作用するものとして考える型（例えば、モリソン型の波力公式が適用できるもの）に移行していることを示しているものである。

この事実から、以下に述べる完全反射の状態と、完全透過の状態に対応する、波力算定値と実験値を、比較検討することとした。まず、スリット間隔を小さくした極限としての不透隔壁体とした取り扱いでは、波圧のサンフルー式を用いたカーテンウォール型の波力算定式が提案されている。したがって、本文においても、波圧算定式であるサンフルー式を用い、各部材中心の波圧を、部材幅に一様に作用するものとし、その間隔に作用する波圧を、全波圧から差し引いて、作用する全波力 F_s とした。

つぎに、空隙率を大きくした場合、その極限としての取り扱いにおいては、円柱パイルなどに用いられているモリソン式を用いた。なお、静水面以上の部材にかかる抵抗力算定については、静水面での水粒子水平速度 u を用いている。

さて、空隙率 m と波の反射率 R 、透過率 T については $m=0.2\sim 0.3$ のところで、 T が急激に変化しており、

植木・岩田等によりなされた反射率、透過率と空隙率の理論曲線と、この実験の結果を合わせて図3に示す。このうちの R の変化は、図4に示す、実験最大波力 F_e と、サンフルー式による計算値 F_s との比 F_e/F_s の m の変化にともなう変化と、極めてよく似た傾向を示している。図4(a)(b)から、浅水比 d/h にかかわらず、 $m=0.3$ 付近から、急激に F_e/F_s が小さくなるのがわかる。また、図4(a)(c)から、部材断面比 D/b が2倍になると、 F_e/F_s の値は5%程度大きく、曲線の変化が、 $m=0.3$ 付近から0.4近傍に移行するのがみられる。なお、森平らによ

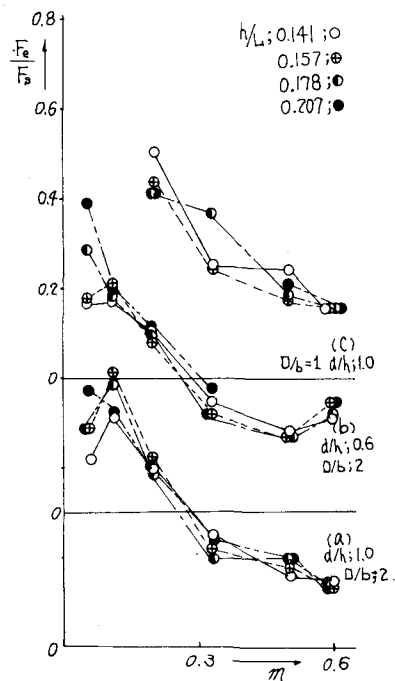


図-4 $F_e/F_s - m$

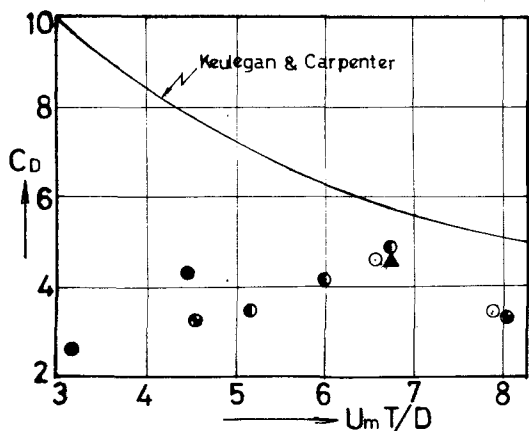
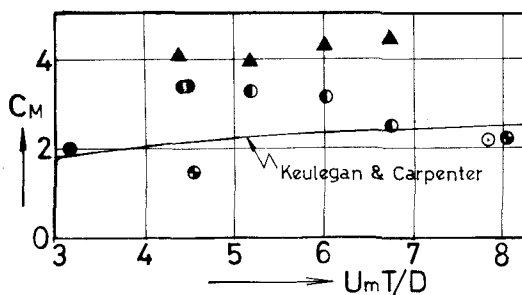


図 5-(a)

d/h	D/b	d/h	D/b
○ 0.2	2.0	▲ 0.6	1.0
● 0.4	"	● 0.8	2.0
● 0.6	"		



るカーテンウォール型防波堤
の試験では、 $d/h \approx 0.7$ では、 F_0/F_s の値が、 $0.4 \sim 0.8$ 位に分布しているが、本試験においても、ほとんど同様の傾向を示している。

図5は、モリソン式に基づいて、実測波力より求めた慣性係数 C_M 、抗力係数 C_D を、K.C数でまとめたものである。ここで用いたK.C数には、各部材中心の水粒子水平速度 u を、水深方向に自乗平均したものである。

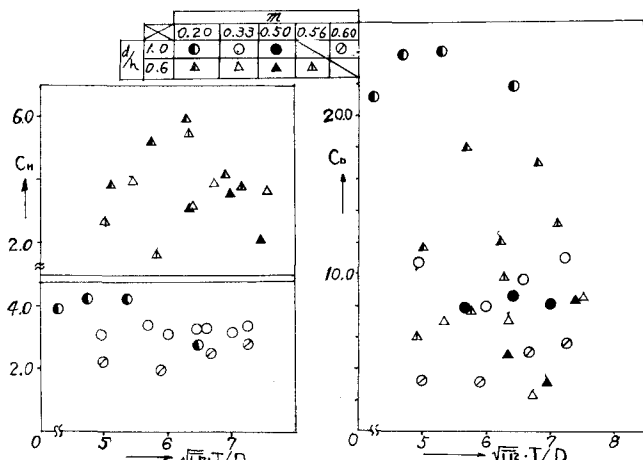


図-5(b) 慣性係数 C_M 、抗力係数 C_D -K.C数 (水マス、スリット構造物)

単一部材の試験結果を図5(a)に示す。 $D/b=1.0, 2.0$ に対し、 C_M は、それぞれ前後、4前後であり、 C_D はともに、4前後の値を取る。同じ図中に、Keulegan-Carpenterの試験結果をプロットしてあるが、それと比較すると、 C_D において極めて大きな差異があるが、これは部材断面の差異によるものと思われる。図5(b)では、 m が小さくなるにつれ、 C_D が増加し、これは $d/h=1, m \leq 0.2$ で非常に顕著である。これは、 m が小さいことにより生じる壁の前後面の水流差によるものと思われる。また、 $d/h=1$ で $m=0.6$ の時、 C_M は単一部材より0.5程度小さく、 C_D はほぼ同じである。 $d/h=0.6$ では、 C_M, C_D とも傾向はほぼ等しい。しかし、全体として、 C_M に関し、 $m \geq 0.5$ 、 C_D では $m=0.6$ で、単一部材と同程度であるいはそれ以下の値を示していることから、各部材に作用する合力としてこのスリット型構造物の波力を取り扱うことができるのは、上述の $m \geq 0.5$ と推定できよう。また、モリソン式の算定にあたり、波の静水時の力 F_s と、波峰時の力 F_0 とから求めた F_{max} と F_s の比は、ほとんど1に近い。つまり、位相差($\Delta\theta$)を、 $\eta/L, m$ について整理した図6から、 η/L が増加するにしたがって、 $m \geq 0.5$ の場合の $\Delta\theta$ は、 $m \leq 0.5$ の場合に比較して大きくなっていくことが明らかにになっている。

以上のことから、このようなスリット構造物の波力算定については、 $m \leq 0.1$ でサンフル式、 $m \geq 0.5$ でモリソン式を用い、 $0.1 \leq m \leq 0.5$ を遷移領域として、この範囲では、サンフル式に低減係数を用いるか、または、モリソン式で空隙を考慮した C_M, C_D の算定によって決定できるものと議論づけられよう。なお、波力作用点については、現在、壁体部材の

各々に作用する波力を個別に測定して、波力分布を求めることを行っているため、
まとめて次の機会に発表したい。

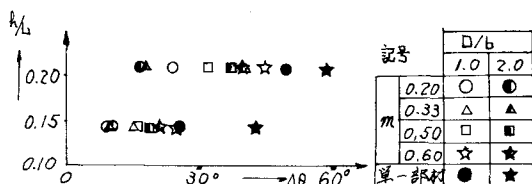


図-6. 浅水比 η/L と位相差 $\Delta\theta$