

Ⅲ - 5 矩形泊地の水面振動について

宮崎大学工学部 正廣 吉高 益男

○はじめに 最近の港湾建設では土地の埋立てによつて埠頭が作られるたり、陸地を掘り込めて泊地を作ることもなにより、港内の形状は比較的簡單なものが多い。單純な泊地形状の水面振動は理論的にも解かれていて、大体の傾向は知らうるが (Méhauté: Theory of Wave Agitation in a Harbor; ASCE: Vol. 89, HY2, 61')、入口をせばめても副振動が小さくなるという harbor paradox があつたりして (Miles, Munk: Harbor Paradox; ASCE: Vol. 89, WW3, 61')、反射波や副振動の組合せなどで予期し難い状況もあるのは、その水面振動をあらわすに力つてはるき問題が多い。

よつて基本形な矩形形状の泊地に対し、反射波や副振動などのふるまひをあらはれるるが、また若干の消波構造について実験的検討を行つたのでここに報告する。なおこれは「高潮災害の総合的研究」(九大、篠原教授)の分担研究であり、長周期波による泊地の水面振動を求め、よりよい泊地形状を解明するための基礎実験であることも附記する。

○実験方法 当分の港湾実験水槽も長さ 16.2 m、中 6 m の大きさに区切り、全周固を碎石による消波板で囲つた。水槽は図-1 に示す。矩形泊地の中 (b) 1.1 m、長さ (l) 1.95 m (基本長) で、先端は起波板より 10.5 m に直前にあはれ水槽中に孤立してゐる。

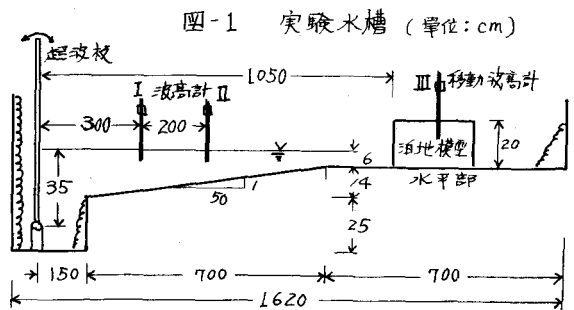
実験波は周期 2 秒で、矩形泊地を没してゐるときの波高は I で 2.74 cm、Ⅲ で 2.92 cm

(深水波高 2.61 cm) であつたが、矩形泊地を没けると I で 3.30 cm になつた。波長はⅢで 1.95 m であり、長波として計算した 1.52 m (水深: 6 cm) と違つてゐた。1.95 m で逆算すると水深は 9 cm となり、水の打寄せがあつたかと考える。データは基本波高 (H_0) 2.92 cm、基本波長 (L) 1.95 m で整理した。

また港奥より港口にむかつて X 方向、中方向を Y 方向とし、XY と 10 cm 間隔にオシホ計設置高計 (1 mm 精度) で測定した。

○この形状泊地の実験 この実験は港口を連絡されてゐるので、港口側方部分の反射などの影響はなく、港奥の反射が外海にどのような影響を及ぼすのか、また副振動が港内以外の反射によつて乱されることもないと考えた。泊地の長さを変えて実験した泊地内波高を Y 方向に平均して X 方向に、X 方向に平均して Y 方向にプロットすると図-2、-3 となり、全平均波高 H_m と H_0 との比、および反射率 $R = (H_{max} - H_{min}) / (H_{max} + H_{min})$ をプロットすると図-4 となる。たゞし H_{max} と H_{min} とは $L/4$ 間隔にあはれるはずだが、図-2 をみると $L/4$ よりずれるものもあるし副振動はいつていふと思はれる。値も必ずしも同じではなく港口の方が比較的フラットになることから外海の影響により反射波が消されることも考えられる。

オの H_{max} は $l = L$ 、 $l = 0.5L$ では $L/2$ にあり値も大きい。他の場合は $L/2$ より短いところへ



あり値も港奥より小さい。図-

4では L , $0.5L$ は H_m , R とともに大きいが, $0.6L$, $0.8L$ は R は小さくなり, $0.7L$ で H_m の極大もみられる。

Méhaute に δ と共振 $n\delta$ の波高増大は、一般には $n\frac{1}{2} < l < (n+\frac{1}{2})\frac{1}{2}$, 港を閉じたとき (セイシュ) は $l = n\frac{1}{2}$, 全開

図-2 X方向波高分布 (港地長 l : $0.4L \sim 1.0L$)

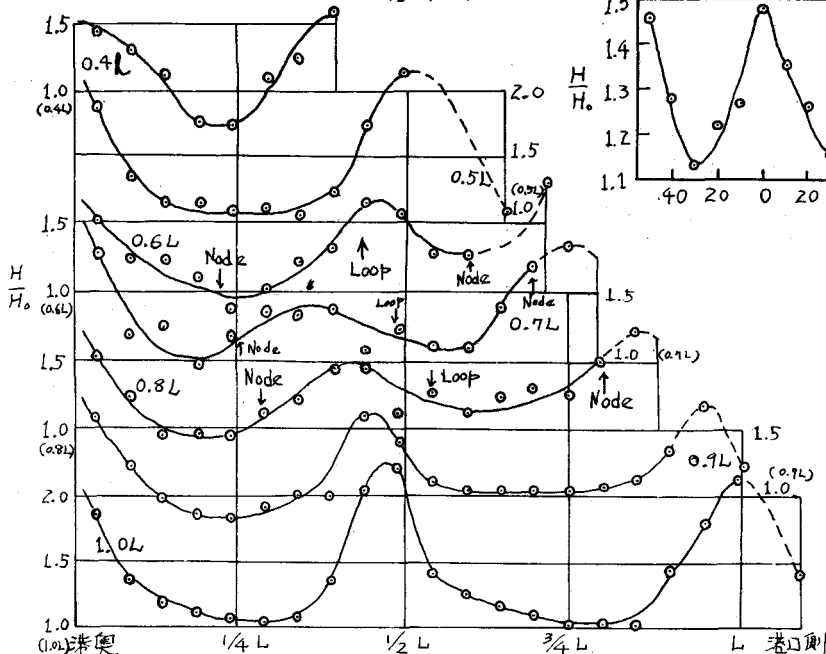
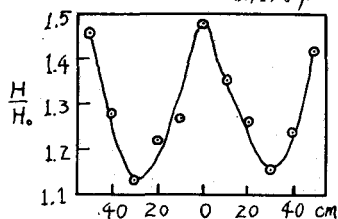


図-3 Y方向波高分布



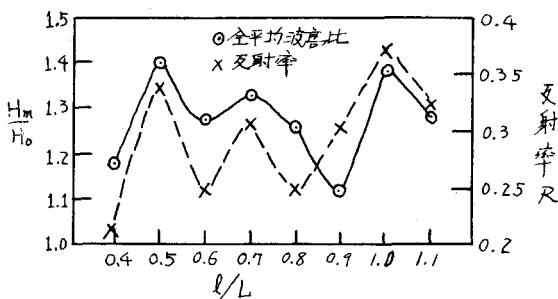
口ときは $l = (n+\frac{1}{2})\frac{1}{2}$ である。この実験では $l = n\frac{1}{2}$ で H_m が大きくセイシュに似ているが、また $l = (n+\frac{1}{2})\frac{1}{2}$ 付近でも山がみられる。それで港地長と波長とが一致すると反射波の影響が強く、重降波の山が港口にあり外海の波によって港内反射波が打ち消されるにくくなっているように、その中間では共振があらはれているようだ。例えばこの矩形港地の副振動周期で計算

すると、双節で $0.6L$ のとき水深 $6m$ で 2 秒であり、港口補正係数を考えれば水深 $10m$ で 2 秒である。また図-2より $0.6L$ では節と腹の位置があっているし、 $0.7L$, $0.8L$ にもそれとみられる。しかし副振動と反射波とを分離してみることができず、夫々の影響の割合ははっきりしない。ワグネルにせよ重降波の山で港口が開かされるとセイシュ状態を示し、その中間点 ($0.75L$, ...) 付近では副振動が卓越して見るとみられる。

横方向の波高分布は図-3のようだが、これは隅部での波の吸収率の影響により側壁にわたる反射波を生じたものと考えられるが、中には $0.5L$ に近くしたものは他の振動をいれたいため、丁度重降波ありセイシュを生じているような状態であった。

〇消波堤の実験 この字形港地は沖波より波高が高くなるので港口をせきめり方法をとられる。しかし harbor paradox により副振動は決して小さくならず、港口堤の反射も加わり、港地内の状況は悪くなる。例えば全開口の H_m/H_0 は 1.38 に対し、 $1/3$ 開口で 1.58 とある。これに $1:1.5$

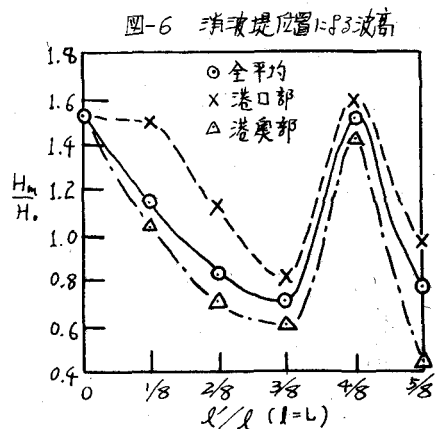
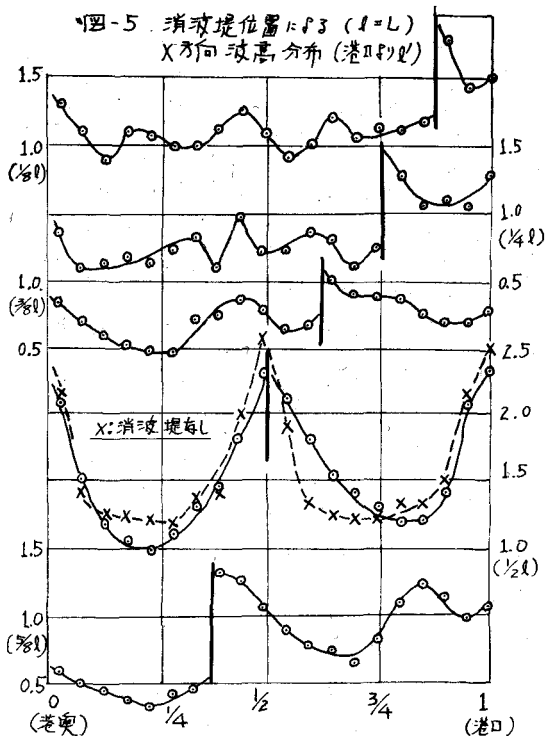
図-4 字形港地の波高 (長さによる変化)



の捨石(港奥のみ)を置いてみても1.09に上れる事あり。全周囲を消波構造にすればよいが、バースの損壊が大きい。よつてここには最近とリリル水たつある共振現象を利用する消波構想を実験してみた。するはる着地を多量すにして本堂での反射波の位相を進入波と逆にするこゝにより振動をおさえるもので、ここには図-7のような簡化を考へてこれを消波堤とよんでおく。実験は $1/3b$ の港口中で消波堤は港口より l' にあか水間に $1/3b$ をけ開いている。着地長は $l=L=19.5m$ のみ用いた。図-5に波高を Y 方向に平均して X 方向にプロットし、図-6に H_m/H_0 と l'/l の関数で、図-7に等波高線図を示した。

図-5で消波堤がない場合、波高分布は対稱的になり、セイシュに収束状態になり、港内波高は増大する。 $l'=\frac{1}{2}l$ は中央に消波堤をかいの場合だがセイシュ状態をささることはできず、図-6でも $\frac{1}{2}l$ は港口、港奥部とも H_m/H_0 は値が同一値である。港口部、港奥部でその単節のセイシュになるもみえる。このように反射波による振動が増大する場合中央部に消波堤をいれても効果的である。消波堤を $1/8l, 1/4l, 3/8l$ と奥にあかたつ水 H_m/H_0 は減少し、また $5/8l$ でも小さいが(図-6)、 $1/8l, 1/4l, 5/8l$ では港口部と港奥部との差が大きい。図-7にみると $1/8l$ では港口部の大きな波高が港奥に進入し(うと)てあり、 $1/4l$ では港口部の波高回廊で高く全く共振をふにしていることと表示し、その波高には進入し(うと)てあり。 $3/8l$ では港口部の共振はうすく水港奥には小さい波しか進入し(うと)て

と表示している。図-5をみると $1/4l$ 港口部と単節のセイシュ波、 $3/8l$ 港口部と単節の副振動状態あり、 $3/8l$ 港奥部、 $5/8l$ 港口部が単節の副振動状態に近い状態があるもみえる。これは前述の実験からもうるづける。 $1/4l$ のように港口部のセイシュ状態に進入波は消えて、港口部の波高が大きいので、泊地全体からす水た波高の減少は小さくあるが、若く進入波は消えても港口部の副振動が小さい $3/8l$ の方が効果はあがっている。そして $1/8l$ は港口部に進入波をささるには港口部が小さくすきたし、 $5/8l$ は港口部での共振で進入波は消えて港奥部は非常にうすくあるが、港口部の波高が泊地全体からす水た波高の減少は小さい。するはる共振を利用するにせよ、ある程度は反射波をささる



がある大きさの量を振りうるよう考えねばならぬし、あまり大きな共振をおこさせても無意味であることがわかった。そして $3/8l$ のように両方の振動ともありとわりの位相を逆たわつてゐるようには少し効果があるという常識的な結論であつた。しかしバースのとり方を考えればいろいろの組合せも考えられるであらう。

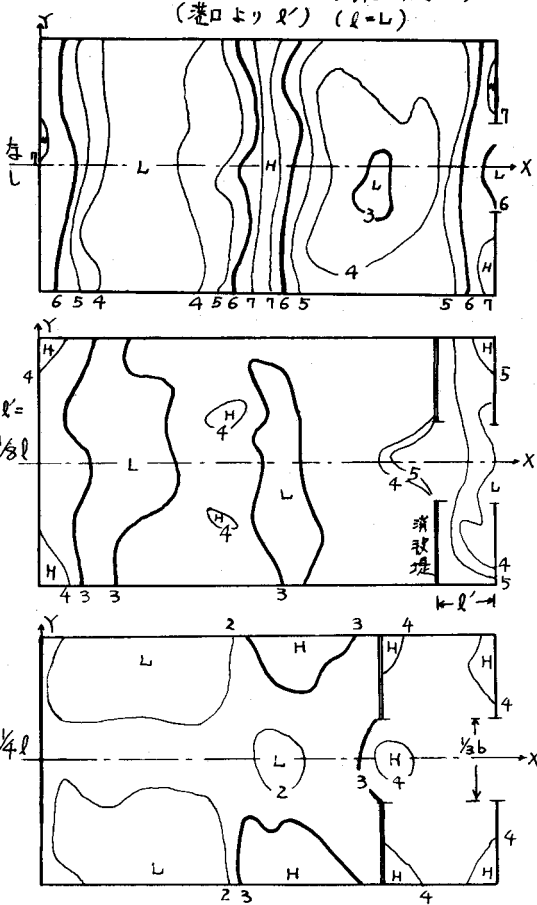
航路長を定めた場合にもこれらを利用してみると、例へば図-8 のようになり、泊地が $1/2l$ ではセイシエ状が成立し、 H_0/H_1 は 1.63 と増加してくるが、泊地長 $3/4l$ では進入波はあつたが泊地内は振動系がなく $H_0/H_1 = 1.18$ と小さくなる。泊地長 $2/2l$ (図-7 の $3/8l$ に相当) では泊地内での副振動があらひやすくなる。

○おすひ

ここでは定性的な検討しかおこなつたが、共振計算を行つて、定量的な検討を將來に行ふ。その結果、高潮などによる振動にも適用できるかと考えてゐる。實際は当浮生佐々木橋部、日高嘉明、山下茂二の諸君に行つてもらつて。お礼として感謝の意を表す。

— 以上 —

四-7 消波堤位置に $3/8$ 等波高線 (cm)
(港口より l') ($l=l$)



四-8 航路長による等波高線 (cm)

