

港湾模型実験に関する考察

北海道工業大学 正会員 村木 義男

1. まえがき

これまで種々港湾模型実験を経験してきたが、いつも思うことは、最善をつくしながらも、いいかげんな実験をやつていやしいかということである。現象がやるたびにちがうような気がすることもある。測定は何回必要なか、水位ほどの程度厳密に維持しなければならぬのか、実験と実験との間の待ち時間ほどの程度必要なか、等々。このようなことから、このたび、遮蔽模型実験について実験的に少し考察してみた。すなわち、模型実験における現象の再現性、沖波波高の場所によるちがいが、水位変化の影響、波高変化にともなう波高減衰係数の変化、水面動揺の影響、造波板スタート位置の影響などについてしらべてみた。自らの不安解消のための実験であるが、参考になるどころもあろうかと考えここに概要を報告する。

2. 実験方法

図-1に示すように、ある港の模型を本土木工学科小型造波水槽(4m×6m×0.4m)の中に縮尺1/200でつくり、これについて実験を行った。すなわち、図に示す1, 2, 3, のろゝで沖波, 外港波, 内港波の波高を同時測定し、記録を整理し検討したものである。

実験波は、周期0.6秒, 0.8秒の2種、波高1.5~3.5cmの各種で、各ケース10回測定とした。

波高測定は計測技研k.k.製容量式波高計によつた。波高計のギヤリブレーションには十分注意をほうつたつもりである。測定誤差は、安全をみれば±0.5mmとメーカーの担当者は云う。ワイヤーへの水の付着状態等一様でないので確かのところわからないが、この範囲には十分おさまっているものと考ええる。

一定水位の保持、造波板スタート位置の一定保持にも十分な注意をしたつもりである。また実験間隔時間についても、目測で可能な限り完全静止を期し、十分な待ち時間をとつた。

造波機は1HPモーターを動力とし、無段変速プーリーを介し造波板を往復運動させるフラッター型で、振中調整は停止時における固定式である。発生可能な波は、周期に17.92~1.2秒、波高にして0~40cmである。

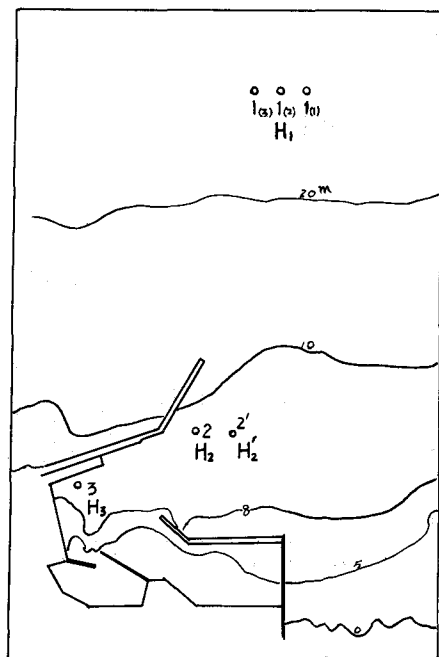


図-1 実験に使用した模型と測定位置

3. 再現性

地形、防波堤配置、波発生条件など諸条件を同一にして実験をくりかえすとき、各地点の波形、その移り変りなど(単純には波高と周期)が毎回同じ状態をくりかえしてくれることをわがわが望む。一般に、実験においては、計算とちがって、同じ状態をくりかえさないのがむしろ普通である。このことを承知しながらも、波の実験においては、気まぐれ的な現象が時に現われるような気がしてはならない。このようなことから、ここで根本

(初歩)にかえて、気まぐれな現象が現われるかどうか、再現性はどうかしらべてみた。

同じ条件で実験を10回くりかえす。毎回同じ測尺でスタートから50波までの波の記録をとる。この連続した50波の1波1波について、10回の測定値間にどのくらいのちがひがあるかしらべてみた。すなわち、1波について10回の平均をとる。これと、10コの値の中の最大値、最小値との差をとる。これを次々と50波まで行ない図示した。波の種類と種々変え同様な図を数例得た。本文ではそのうち両極端の2例を図-2と図-3に示した。

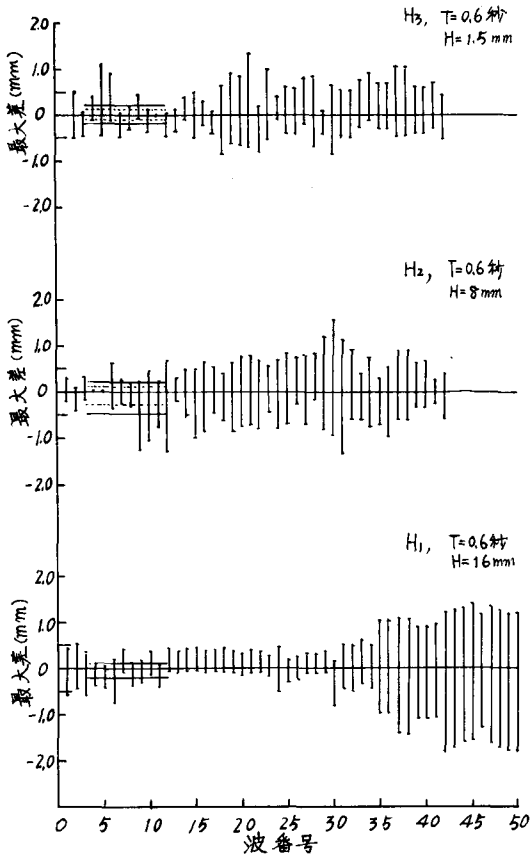


図-2 再現性の検討

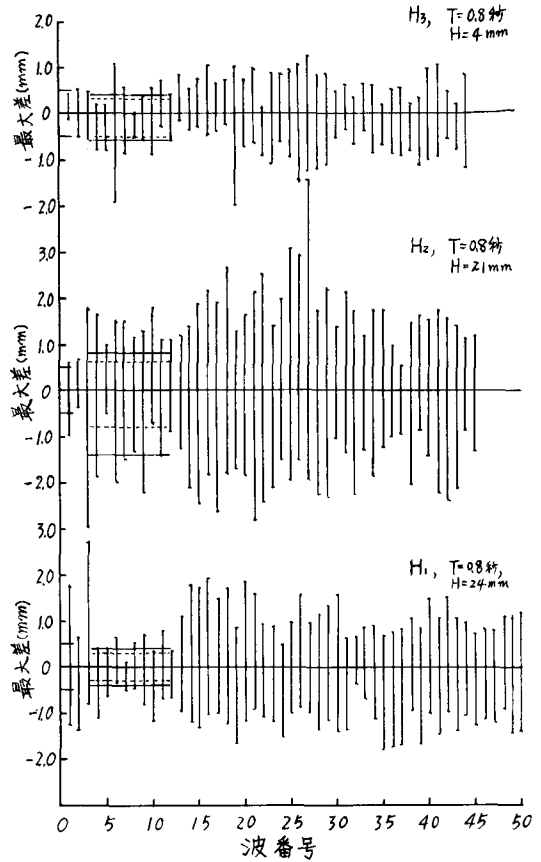


図-3 再現性の検討

一般的結果を説す。1) はじめの方の波が再現性がよい。ただし1波、2波はわるい場合が多い。2) あとの方の波は再現性がわるい。反射、水面振動、水位変化などの影響によるものと思われる。3) 波高の小さい波の方が再現性がよいようだ。4) 反射、越波、屈折など諸現象の重なる複雑な場所の再現性は当然のことながらわるい。5) 1つの実験においては沖波が最もよい。

図-2の場合($T=0.6$ 秒, $H=16$ mm), 全般的に $\pm 0.5 \sim 1.0$ mm内におさまっている。とくにはじめの方の波は ± 0.5 mm内とあり、再現性は非常によいとみえるべきである。図-3の場合($T=0.8$ 秒, $H=24$ mm), 再現性はかなりわるくなるが、それでもはじめの方の波は割合によい。

次に各回について、まづ1波~12波の10波の平均をとり、この平均値について10コの値の比較(10コの平均値に対する最大差をとる)をしてみると、図中横軸に平行な実線で示したように、1波1波の場合よりか

なりよくなる。図-3のH₂の側を除けばすべて±0.5mm内になる。実際の実験においては、これに近いやり方をすると思われるが、理にかなっていることになる。

上のやり方は1回観測の場合に相当するが、次にこれを3回観測の形にする。大きい方の値の平均と小さい方の値の平均ととり、10回平均に対する差を出し図示すると、図-2、図-3の中に実線で示したとおりとなり、図-3のH₂の側以外はすべて±5mm内となり、図-3 H₂の場合でもかなり±5mmに近づく。3回観測すれば安心できるということになる。一般に実験において2-3回の観測するのはあたりまえだと思うけれども、3回観測は手間としてはかなりなものであり、せうかばせうかという気持になる。とくに実験ケースの多い場合その感を強くする。

4. 沖波波高

港内静穏図と描くには沖波波高1に対する港内波の波高すなわち港内波高/沖波波高の値が必要である。沖波波高は基準になるものであるが場所的にも時間的にも設定した値に安定していることを望む。図-2、図-3の沖波H₁にみられるように、沖波は反射などの影響のないほどの波については非常に再現性がよい。文庫都合よい。次に場所的な立場からみてもみる。図-1に示した25cm離して設けた1_(a)、1_(b)、1_(c)の3測尺における測定結果は、これは3波から12波までの10波についての10回測定の前平均であるが、H_{1(a)}} = 39.5mm, H_{1(b)}} = 40.7mm, H_{1(c)}} = 38.8mmで、3測尺間に1~2mmの差がみられる。25cmという近い距離なので、0.5~1.0mmくらいの差しかないのではないかと予想していたか上のような値であった。水面振動、造波板振動その他の影響がありこのような差がまいたものと思われる。測尺の固定は是非必要なことである。

5. 水位変化の影響

実験中水位が設定水位に維持されるよう努力するが、場合によっては漏水等により変化することもある。水位変化により波高がどのように変るかをしらべたものを図-4に示した。全般的に水位が高くなれば波高も高くなるという当然の結果が得られたが、中でも沖波は明確にその傾向を示している。本施設の場合、水位変化5mmに対し波高1.0mmぐらいの変化になる。したがって、1mm程度の水位変化はあまり気にしなくてもよいと考える。

6. 造波板位置の影響

実験をくりかえす場合造波板のスタート位置を一定にする必要があるが、停止したところからすぐスタートさせてかまわないか、この点についてしらべてみた。図-5にその結果を示した。3波から12波までの10波について10回観測の前平均したものを用いてある。とくに一定の傾向は認め難い。しかし変動はいずれも0.5mm以内で小さく気にすることはないと判断する。

7. 水の動揺の影響

1つの実験が終わったあと水はしばらく動揺する。完全に静止してから(本実験の場合待ち時間約5分必要)実験を行った場合と、未だ少し動いているうちに実験を行った場

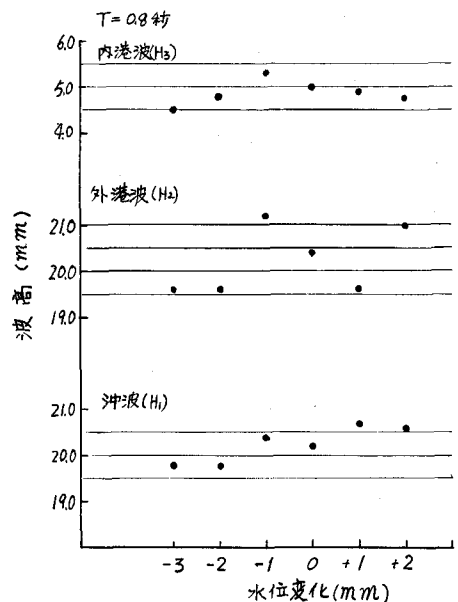


図-4 水位変化の影響

合とどのくらい波高がちがうかしらべてみた。図-6にその結果を示した。一定の傾向は認められない。いずれにしても、右側の外港波を除いては、そのちがいは0.5mm以内であり、完全静止せよればそれにこしたことはないが、多少のちがいがあってもそれほど気にする必要はないと判断する。待ち時間は作業能率に大きく影響するので短かくすめばそれにこしたことはない。

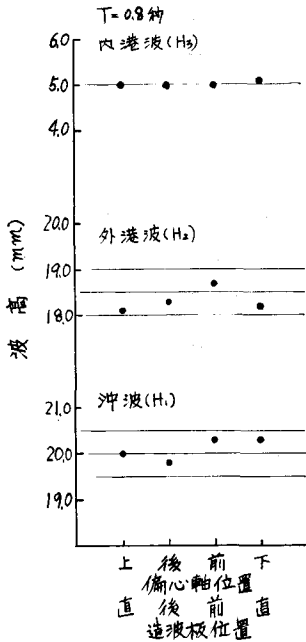


図-5 造波板位置の影響

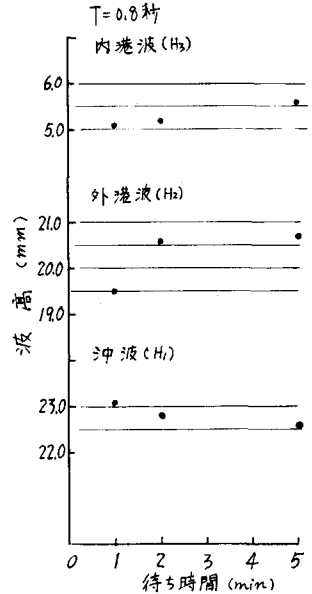
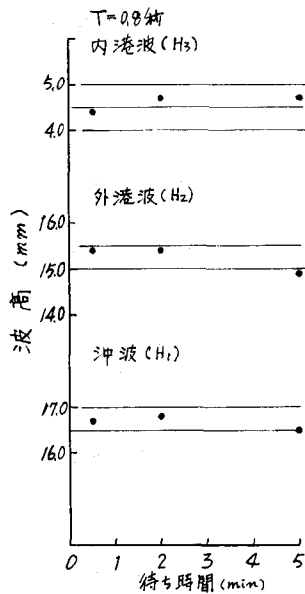


図-6 水面動揺の影響

8. 波高変化による減衰係数の変化

沖波波高が変わっても港内各奥の波高減衰係数が変らなけりば、あるいは変わっても極くわずかであらば、実用上大変都合よい。沖波波高をきびしく設定しなくてもよいし、また一度減衰係数がある波高について求めておけば、任意の到来波に対して港内の絶対波高をすぐ求めることができるので利用面でも都合よい。この真についてしらべてみた。結果を図-7, 図-8, 図-9に示した。

データの数が少なく確定的なことは云えないが、わづかに都合のよい結果がでていように思われる。図-7の場合と図-8の場合もその差は2~4%で小さく、ほぼ一定と考えてもよいであろう。図-9の場合はその差5%~10%でやや大きく、しかも沖波波高H₁に対し一定した関係も認め難い。いずれにしても、もっと多くのデータをとらなければ最終的な議論はできないが、今回の実験からわづかに都合のよい結果が期待できそうなきがする。

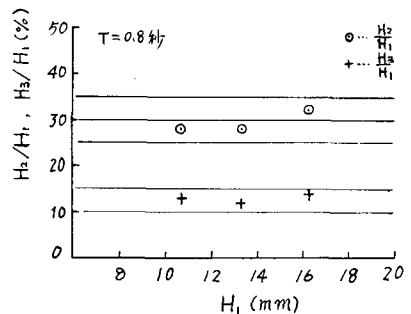


図-7 減衰係数の変化

9. あとがき

本報告で述べたことから与えられた小型水槽における実験結果である。一般性をたす立場から今後大型水槽におけるこの種実験を実施してみたいと考えている。

減衰係数については今後多くのデータもとり検討を続けたい。

終りに、本研究実施にあたり、終始助力を願った本学土木工学科学生木村吉秀、工藤仁、後藤隆博、佐藤正の諸君に厚く感謝の意を表す次第である。

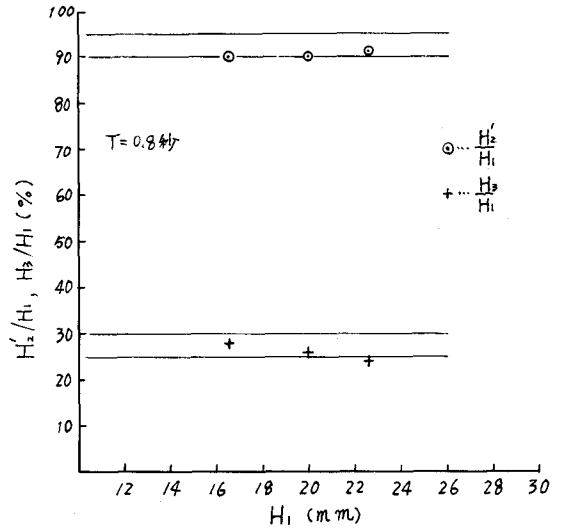


図-8 減衰係数の変化

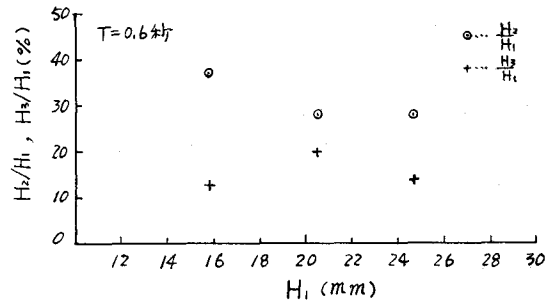


図-9 減衰係数の変化