

Ⅱ-14 氷板と波の干渉に関する実験

岩手大学工学部 学生員○川口 臣 正 員 笹本 誠
正 員 堺 茂樹 正 員 平山健一

1. はじめに

北極、南極の極地方を始めとする氷海域はもちろん、北海道オホーツク海域においても大小様々なサイズの氷板からなる浮氷域がみられ、これら浮氷による波の減衰を明らかにすることは、海洋構造物の最適設計のうえで重要となる。また浮氷域を航行する船舶に対する安全性の確保のためにも、波と氷の干渉の理解が必要である。そこで本研究においては氷海域における氷板を小スケールの模型により再現し、波により氷を破壊させるという氷板と波の干渉についての実験を行い、その結果を検討した。

2. 実験装置及び方法

実験には図1に示すような、長さ26.0 m、幅 0.8 m、深さ1.0 m の両面ガラス張りの水槽を用いた。反射波の影響を出来るだけ少なくするため、勾配1/4の 2.0 m の斜面とそれに続く 2.0 m の水平部分を設置し、その上にブロックを敷き詰めた。造波機より6.0 mの所から3.0 m間隔に3ヶ所、鉛直方向に1cm 間隔のメッシュを切り、それらの位置を通過する波を水槽側面よりビデオ・カメラで撮影し、再生時に水位を読み取り、波高の測定を行った。その際、造波開始から 4波目から 6波目までの 3波の波高を平均し、その位置での波高とした。これは一般の場合よりも早い時点での波高を用いたことになるが、反射波を減じるために設置した斜面上でも水表面は氷で覆われているため、氷の無い場合より反射波が発生しやすいため、上記のように行った。

水槽内の水温を常時氷点に保っているため、実験室の室温が下がるにつれ水面に細かい氷結晶が形成されてくる（-2℃から-3℃）。それらを取り除き、水面に微細な霧を噴霧する wet seeding を均一かつ十分に行い（seedingの量も一定になるようにした）、夜間それらを放置し氷板を形成させた。

適度な厚さの氷板が形成されたならば曲げ強度試験を行い、また波が一定区間氷の影響を受

けないように 3.5m の位置までの氷板をとりのぞく。そして測定された氷板の厚さと強度に見合う程度に波高を調節し、氷板の破壊状況の観察と波高の測定を行った。

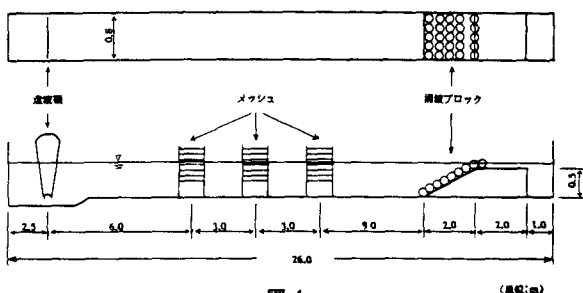


図-1

(単位:cm)

push-pull 試験器

3. 実験結果

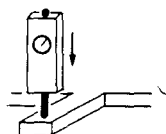
曲げ強度は片持ち梁を手のこで整形し、最大荷重 2 kgf の push-pull試験器により、push試験を行った（図2）。算定式は、浮力を考慮せず梁の根元の回転などを無視した弾性理論式を用いた。

$$\sigma_f = 6pl / (Bh^2)$$

図-2

pf: 破壊荷重(kgf), σ_f : 曲げ強度(kgf/cm²), l: 梁の長さ(cm), B: 梁の幅(cm), h: 氷厚(cm)

前記のような実験を行った結果、図-3,4,5 に示されるような結果となった。これらのグラフは、造波機から9.0mと12.0mのところに設置した2つのメッシュ間における波高の減衰率と氷の曲げ強度の関係、減衰率と氷板の厚さの関係、減衰率と破壊後の氷板の長さとの関係をそれぞれ示している。本実験条件の範囲内では波高減衰率はほぼ一定であったが、今後の広範囲の実験により全体的傾向を検討する予定である。



また図-5には浅川ら⁽¹⁾の実験により得られた値も同時にプロットしたが、これは氷板の代わりにパラフィンの板を用いたものであり、更にパラフィン板の間隔が変化しないよう細い紐で結んでいるため、実際に氷板を用いた本実験の値よりも小さくなったと考えらる。

D. Carterら⁽²⁾はある強度を有する氷板を壊すための最小の波高を次式で近似している。

$$H_0 = 1240(\sigma/E)h^{0.53}d^{0.864}$$

H_0 :氷板の破壊に必要な波高(m), σ :曲げ強度(N/m²), E :弾性係数(N/m²), h :氷の厚さ(m), d :水深(m)
これより表-1 には、上式より求めた氷板の破壊を起こす最小の波高の理論値と、本実験における氷板の破壊時の実測値とを比較した結果を示した(計算において $\sigma/E=1/3000$ とした)。これより実測値が理論値を上回る結果となったが、これは造波機の性能上、理論値程度の波高に調整できなかったためであり、今後は更に硬い氷での実験を行う必要があると言える。

本実験は、気象条件から多くの影響、制約を受けた。そのためにデータ数が少ない結果となった。今後有効なデータを、幅広く収集できる実験を行う予定である。

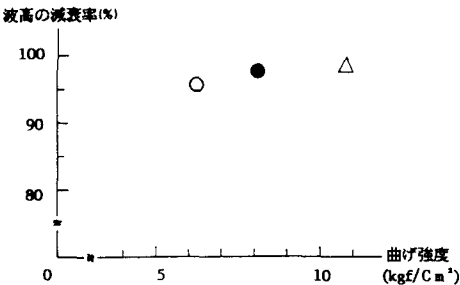


図-3

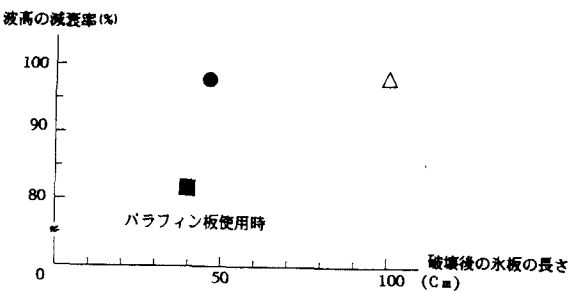


図-5

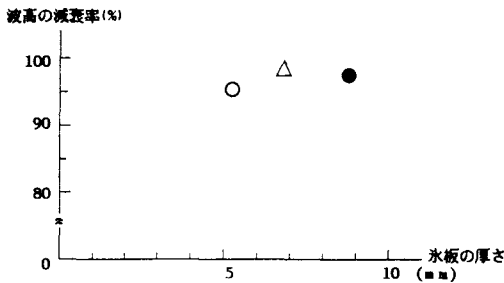


図-4

観測日	水深 (cm)	氷板の厚さ (cm)	波高の実測値 (cm)	波高の理論値 (cm)
2 / 10	0.53	0.519	4.00	2.80
2 / 14	0.52	0.683	4.00	3.24

表-1

《参考文献》

(1)、浅川 典敬 ら：「浮氷盤群による波浪の減衰に関する実験的研究」p410-415, 1989
(2)、D. Carter ら：「FRACTURE OF A SOLID ICE COVER BY WIND-INDUCED OR SHIP-GENERATED WAVES」
p.843