

Ⅱ－82

変形氷と構造物の相互作用に関する室内実験

八戸工業大学 ○三部 寛和、高橋敦志、三浦一夫

八戸工業大学 正会員 竹内貴弘

八戸工業大学 正会員 佐々木幹夫

1. はじめに

氷海域における沖合構造物の設計荷重(支配荷重)はしばしばこの first-year ice ridge で与えられ、特に consolidated part と呼ばれる破壊氷片が再凍結している部分の強度特性を把握することが重要となる。しかし、従来の研究では、平坦氷によって与えられる氷荷重や強度に関する研究が多く、Hummocked Ice 固結層の厚さは平坦氷の厚さの 2~3 倍と言われているにも拘わらず、強度特性に関しては不明な点が多い。本研究は特に固結層に注目し、室内においてモデル化した変形氷供試体を作成することにより貫入試験を行い、固結層を形成する Ice block のサイズ (a) や貫入速度 (V) が氷荷重に与える影響を検討した。

2. 実験方法

今回の試験では、相互作用の観察を容易にするため淡水を用いた。一辺 a の容器にメッシュ状の型枠を入れ淡水を入れて所定の厚さまで凍らせた後、型枠から ice block を取り出し、ほぼ cubic 型として所定の量を作成する。所定の水槽 (100cm×90cm×45cm) に高さ 15cm まで淡水を入れ、凝固点付近まで冷却させる。上記の淡水の凝固点付近で、あらかじめ作成した Ice block を入れ、約 2 日凝固させた後、水槽から取り出し氷板を実験装置 (図 1) に移す。氷厚目標値は 10cm とした。氷板には氷温計測用の K 型熱電対を埋めた。氷温目標値は -4℃ 付近とした。計測には、変位計、Load cell、さらに、供試模型と氷との境界面の圧力計測のために平面圧力パネルセンサーを用いた。電動ジャッキの速度を設定し、貫入を開始する。ストロークは 30cm 程度とした。試験条件を表 1 に示す。

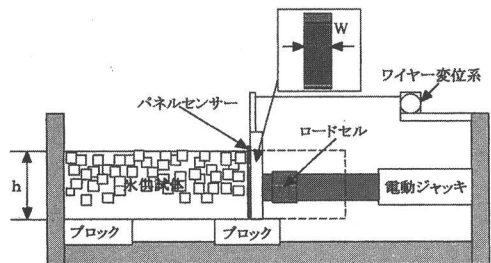


図 1 実験装置の概略図

表 1 試験条件

温度 T(℃)	速度 V(cm/s)	氷厚 h(cm)	供試模型幅 W(cm)	block size a(cm)	block占有率 P(%)
-4.5	0.20	7.4	15	無	0
-4.4	0.20	10.2	15	無	0
-4.5	0.20	10.8	15	3	19.4
-4.5	0.20	10.9	15	3	19.3
-4.5	2.00	10.4	15	3	20.2
-4.4	2.00	10.1	15	3	20.7
-4.4	0.02	9.4	15	3	22.3
-4.9	0.02	11.0	15	3	19.1
-5	0.20	10.8	15	6	22.2
-4.5	0.20	11.1	15	6	21.6

3. 実験結果・考察

図 2 には貫入試験の様子を示す。また、図 3 は、このようにして計測された貫入氷圧力の時刻歴の例である。氷板先端初期形状が荷重に与える影響を取り除くために、初期ピーク後の変動荷重値を用いて解析した。図 4 と図 5 は、貫入速度一定 (0.2cm/s) 下での block size の変化に伴う貫入氷圧力の平均値および極値 (平均+3*標準偏差) の結果である。Block size (a/h) が大きくなるに従って平均値および極値は僅かな減少傾向を示した。Ice block の一辺を氷供試体の欠陥に相当すると考えると (a/h) の増大に伴い圧力は減少すると考えることができる。a/h=0(a=0) の場合が、通常の平坦氷に相当し、今回の結果からは、変形氷による荷重は平均値および極値ともに僅かに減少傾向を示す程度である。



図 2 貫入試験の様子

次に、図6は、Ice block のサイズが一定で、貫入速度(V)の変化に伴う貫入氷荷重の最大値の変化を調べたものである。V/h の増大に伴い貫入氷荷重の最大値が減少する傾向を示しており、これは、平坦氷の場合と同様な傾向となった。さらに、V が 0.02cm/s と 2cm/s における平面圧力センサーによる境界での圧力分布を示したものが図7である。V が小さい場合には圧力が発生する部分の面積が貫入に伴い増大し延性的な挙動を示すのに対して、V が大きい場合には圧力が発生する部分の面積が比較的減少し貫入に伴って圧力の増減が発生する。試験後の氷板の観察では、V が大きい場合には氷板内のマイクロクラックの発生する領域が 5~7mm 程度と少ない範囲であったのに比較して、V が小さい場合には 200~300 mm と拡大した。

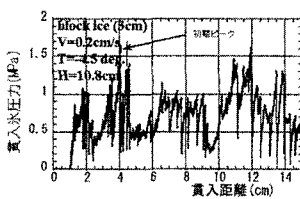


図3 貫入氷圧力の計測例

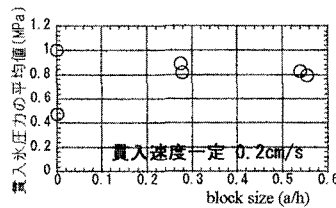


図4 block size の影響
- 平均値

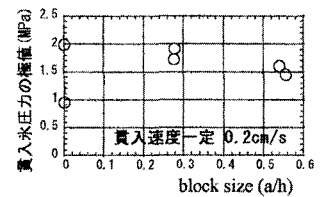


図5 block size の影響
- 極値

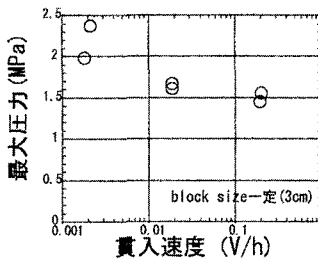


図6 貫入速度の影響
- 最大値圧力

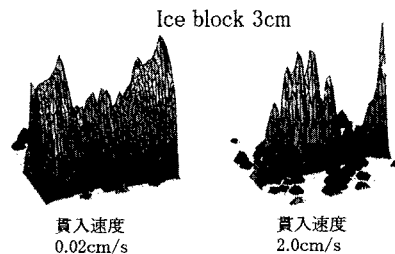


図7 貫入速度による局部氷圧力の分布形状

4 結論

変形氷の氷荷重に関する室内試験を実施した。平坦氷に比較して、変形氷の場合には僅かに貫入氷圧力が減少する傾向がみられた。そして、Ice block size が大きくなるに従って貫入氷圧力の平均値や極値は僅かに減少する傾向にある。また、貫入速度が減少するに従って貫入氷圧力は増大し、これは平坦氷による傾向と同様であった。さらに、平面圧力パネルセンサーによる計測から、境界の圧力分布形状が貫入速度によって変化することが明らかとなった。今後の課題として、同一試験条件での実験回数を増大し再現性を確認するとともにデータの精度向上をはかっていきたい。

5 参考文献

- (1) 木岡 信治・安永 善勝・松尾 優子・佐伯 浩：「Ice Ridge 強度に関する統計的研究」、寒地技術シンポジウム論文報告集 Vol.16、p 191~198,2000.
- (2) 安永 善勝・松尾 優子・木岡 信治・佐伯 浩：「Ice Ridge の非固結層部における強度特性に関する基礎的研究」、寒地技術シンポジウム論文報告集 Vol.17、p431~435,2001