

岩手大学工学部 学生員 ○ 斎藤 巧
 学生員 坂本典正
 正 員 平山健一

1 はじめに

近年海氷、河川氷、湖水氷等、いわゆる氷が存在する場所での科学的調査と資源探査、あるいは構造物の建設が盛んに行われるようになり氷の力学的性質について多くの研究が行われている。しかし、これらの研究の報告において用いられた供試体の結晶構造、寸法、測定方法などの諸条件の違いがあったり、これらの諸項目について記載の無かったものなどがあり、これらの結果を比較検討するには必ずしも有用なものとはなっていない。本研究では湖水を試料とした圧縮強度試験によりいくつかのパラメーターが強度に及ぼす影響について報告する。

2 試験内容

今回の試験では 1) 供試体の高さに対する強度の影響 2) 氷温変化に対する強度の影響 3) 载荷方向に対する強度の影響について検討した。

2-1 供試体の氷状について

試料採取場所は岩手県玉山村の山間部に位置する岩洞湖とした。この地域は県内で最も気温が低く年平均気温は 5.7°C 、厳冬期(12月～3月)における平均気温は -5.5°C (S. 52～S. 62)であり氷の成長は他の湖沼と比べて大きくなっている。氷板の構成は図-1のようになっている。

図において1層目は雪氷、2、3、4層目は真氷で結晶構造は2層となっている(写真参照)。また氷板は2、3、4、1の順で成長している。2、3、4、層の区分は成長速度の変化によるもので4、3、2層の順で速いため粒径は2、3、4の順で小さくなり密度は2、3、4の順で大きくなっている。雪氷は結晶径が非常に小さいため等方で強度は载荷方向によらず一定となり、真氷は载荷方向の影響を受けることが予想される。

試験における供試体は図-1の真氷(2層目)の部分を使用した。この部分の氷は結晶構造よりS2氷と分類される。

2-2 ひずみ速度の設定及び試験条件について

圧縮試験機のカロスヘッドの上昇速度はインバーターに制御され可変となっている。インバーターの周波数(2～60Hz)との関係について検定すると上昇速度は $0.5 \times 10^{-2} \sim 14.6 \times 10^{-2}$ (mm/sec)の範囲であった。

また、ひずみ速度は次式で表される。

$\dot{\epsilon} = V/H$ ここで V : 载荷速度 H : 供試体の高さ

一般にひずみ速度 $10^{-4} \sim 10^{-3}/\text{sec}$ 氷の圧縮強度は最大となることが知られているが本研究ではすべての試験について

$\dot{\epsilon} = 6.08 \times 10^{-4}$ を用いて以下のような供試体について試験を行った。

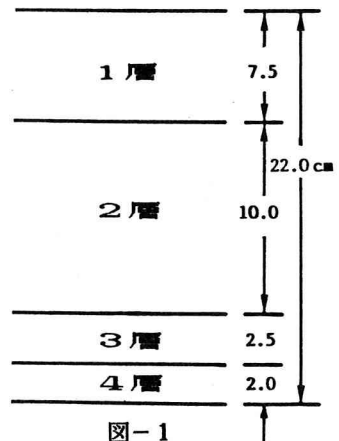
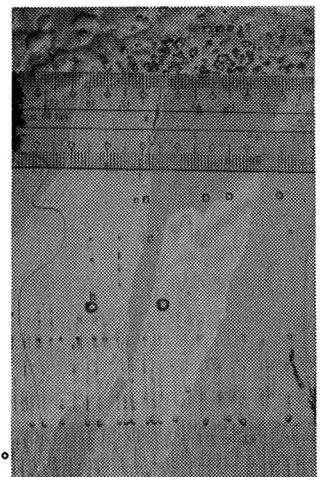


図-1



垂直断面写真

- 試験条件 1) 供試体：円柱（直径8 cm，高さ：8，12，16，20，24 cm），氷温：-5℃，
 載荷方向：氷の表面と水平方向，
 2) 供試体：円柱（直径8 cm，高さ16 cm），氷温：-2，-5，-12℃，載荷方向：
 氷の表面と水平方向，
 3) 供試体：円柱（直径8 cm，高さ8 cm），氷温：-5，-17℃，載荷方向：氷の表面
 と垂直（ σ_v ）または平行（ σ_H ）

2-3 試験結果

- 1) 供試体の高さ（H）と直径（D）の比（ H/D ）と強度（ σ ）の関係を図-2に示す。図において平均と偏差を示し、これより H/D の増加に伴い σ は減少傾向がみられる。また、表-1では $H/D=2$ を基準とした比を示している。（ α ：割増し係数）
 2) 氷温変化（ T ）と強度（ σ ）の関係を図-3に示す。図において T の減少とともに σ も増加傾向にある。また表-2では $T=-5^\circ\text{C}$ を基準とした比を示している。（ β ：割増し係数）
 3) 載荷方向の影響は-5℃では傾向を示さなかったが、-17℃では σ_v は σ_H よりも大きく、その比は、 $\sigma_H : \sigma_v = 1 : 1.59$ であった。

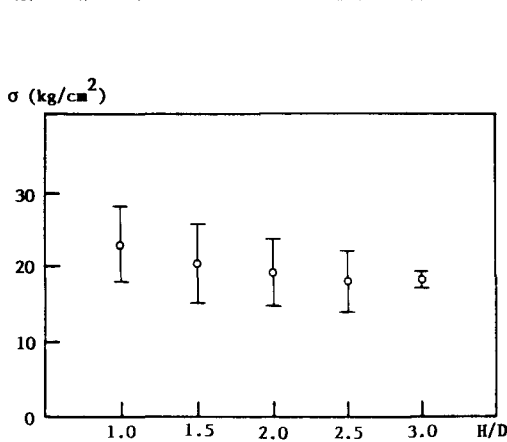


図-2

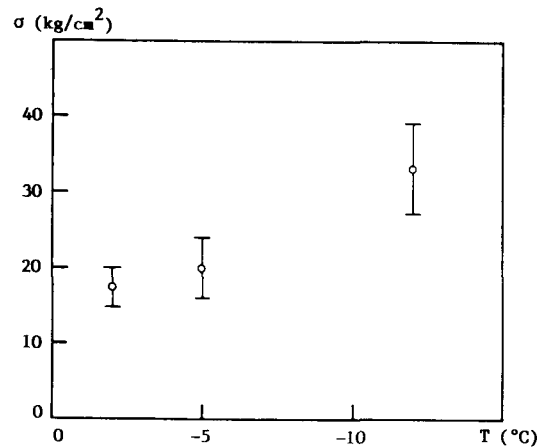


図-3

H/D	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
α	1.15	1.04	1.00	0.91	0.94

表-1

T	-2	-5	-12
β	0.88	1.00	1.68

表-2

3 まとめ

試験の標準化について前述の3項目について検討したが、強度に影響を与える要素としては供試体の結晶構造・形状・断面積・高さ・気泡量・塩分量（海水）、ひずみ速度、氷温、載荷方向、などがあり、今後はこれらについての相関関係や淡水氷と海水氷の強度の関係について広範な調査研究を行う予定である。

4 参考文献

1. V.V.Lavrov : DEFORMATION AND STRENGTH OF ICE
2. G.D.Ashton : RIVER AND LAKE ICE ENGINEERING
3. 財団法人 日本科学技術進行財団 : アイステクノロジーに関する調査研究