

II-38 岩洞湖の氷強度特性

岩手大学工学部 学生員○田口 準 学生員 福士 一之
 学生員 前田 智春 正員 笹本 誠
 正員 堺 茂樹 正員 平山 健一

1. はじめに

岩手県内で最も気温が低く、降水の少ない岩洞湖の氷について氷質の調査と圧縮強度試験を行い、岩洞湖の氷強度特性についてまとめ、さらに圧縮強度の標準的試験方法を確立することを目的とする。

2. 岩洞湖氷の特性

岩洞湖は図1に示すように岩手県玉山村の山間部に位置し、本州で最も気温が低い地域として知られており、年平均気温は 5.7℃、厳冬期（12月～3月）に於ける年平均気温は -5.5℃で、氷の成長は他の湖沼と比べて著しく大きくなっている。本地域の積算寒度の平均値は 600(℃・day)程度であり Zubov の式などによる予測氷厚は 60cm に達する。そのため氷結晶は急激に成長し結晶径が大きくなり、また氷中に取り込まれた気泡の不均一な分布が見られる。

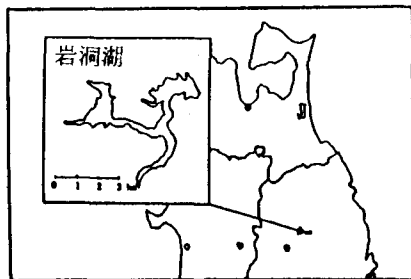


図-1 岩洞湖の位置

3. 実験の概要

岩手県岩洞湖水を用いて室内圧縮強度試験を行い、主に歪速度の効果を調べた。またその実験結果と比較するために併せて人工雪氷を用いた圧縮試験を行った。人工雪氷は円筒形の鉄製の型枠に雪を詰めて、その上から 0℃付近まで冷やした水をいれて -10℃で冷却し作成した。

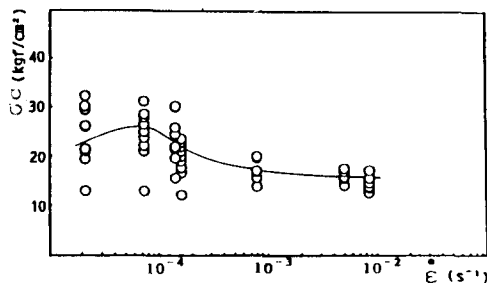


図-2 歪速度と圧縮強度の関係
 (1990 岩洞湖)

4. 実験結果及び考察

4.1 歪速度の効果

平成元年度に行った岩洞湖水の歪速度 $\dot{\epsilon}$ と圧縮強度 σ_c の関係を図2に示す。これによると歪速度が $10^{-4}(\text{sec}^{-1})$ 付近で氷の圧縮強度は最大となり、これより小さい歪速度では延性破壊(DUCTILE FAILURE)が生じ、大きい範囲では脆性破壊(BRITTLE FAILURE)が卓越した。昭和64年度の岩洞湖水での試験結果を図3に示すが、試験された歪速度の範囲では最大強度のピークが見られず、少なくとも今年のピークと同じかあるいはそれ以下であると予想される。次に人工雪氷の試験結果を図4に示す。これによると歪速度が約 $5 \times 10^{-4}(\text{sec}^{-1})$ の時に最大強度となり、上記の結果と比較すると強度のピークとなる歪速度の値が大きめとなっていることが分かる。昨年の岩洞湖水の結

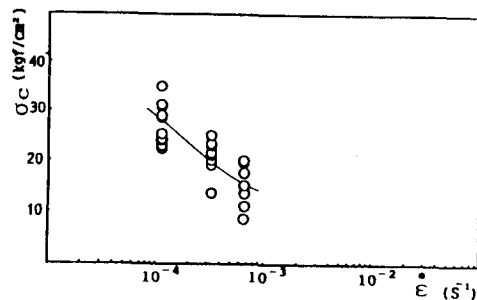


図-3 歪速度と圧縮強度の関係
 (1989 岩洞湖)

晶径が約 4cm、今年の結晶径が約 1.3cm、人工雪氷の結晶径が 1mm 程度であることより、結晶径が小さくなるほど強度のピークとなる歪速度の値が増加し、脆性破壊の範囲が高歪速度の側に近づいている。この理由としては結晶径が大きく形状が複雑で気泡が不均一に分布している氷ほど結晶粒界に応力が集中し、小さい歪速度の場合でも脆性破壊し易くなるためと考えられる。また多くの研究者によって過去に行われた試験結果によると、氷強度が最大となるときの歪速度の値は $1 \times 10^{-3}(\text{sec}^{-1})$ 付近とされているが、今回の試験結果はこの値より小さめとなり、必ずしも上記の値が全ての氷に当てはまるとは言えないと考えられる。また、脆性破壊の範囲でさらに歪速度が増加すると強度はやや減少して一定となる傾向が見られるが、他の文献にも与えられている性状と類似している。よって標準的試験方法として歪速度が脆性破壊の範囲を用いることが適当であるといえる。

4.2 断面積の効果

岩洞湖の水で均一な氷質を持つ大きな断面積の供試体を得ることは無理なため、今回は人工雪氷を用いて試験を行った。この試験において供試体直径を 5~30cm と変化させ、供試体長さを一般に言われているように直径の 2 倍に統一して行った。断面積 A と強度 σ_c の関係を図 5 に示す。ここでは断面積が大きくなるにつれ圧縮強度は小さくなっており、300 cm^2 程度以上になると一定となる傾向がみられる。このような傾向の理由としては、断面積が大きいくほど供試体中に含まれる結晶数が多くなり、供試体内部の材料的欠陥が増加し、確率的に結晶粒界面での破壊が生じ易くなるためと一般的に説明されている。本供試体の結晶径は 1~2mm で非常に小さく上記の説明だけでは不十分であり、氷中に含まれるより大きな材料的欠陥の分布などの検討が必要であろう。

5. おわりに

岩洞湖の水に代表されるように気温が低く雪の少ない地域では、最大強度となるときの歪速度の値が他の結果より小さく、小さい歪速度でも脆性破壊し易いということが結論として得られた。また標準的な試験方法として、歪速度が減少する範囲で一定となるような歪速度を用いること、また供試体の断面積が強度に与える効果については結晶径と供試体径の比以外にも要因が存在することが指摘され、今後の検討が必要である。

参考文献

1. 岩手県気象月報 昭和 53 年~平成元年
2. 前田智春 ” 氷の圧縮強度に及ぼす試験条件の効果に関する実験的研究” 第 13 回海洋開発論文集

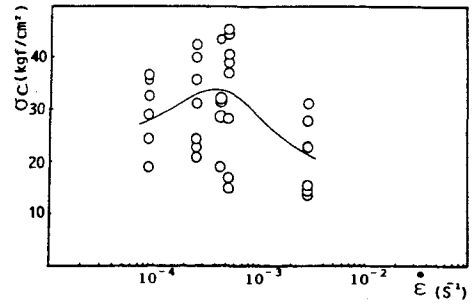


図-4 歪速度と圧縮強度の関係
(1990 雪氷)

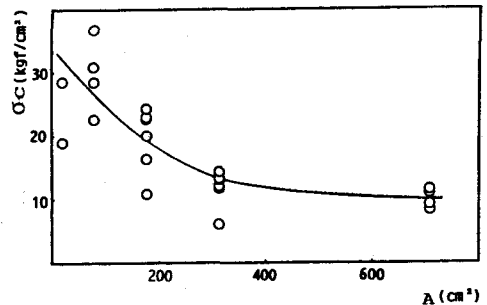


図-5 断面積と圧縮強度の関係
(1990 雪氷)