

II - 101

変形氷固結層のクリープ特性について (1)

八戸工業大学 ○佐藤 慧、江良 守英、村上 崇
 八戸工業大学 会員 竹内 貴弘
 八戸工業大学 会員 佐々木 幹夫

1. はじめに

氷板に風や流れが作用することに起因して氷板同士が互いに衝突し圧縮もしくはせん断することにより氷片 (Ice block) が生成される。これらの作用により変形氷である Ice ridge や Hummock Ice などが形成され、それらは主に sail、固結層、および、keel の 3 部位に分類される。これらは氷厚が大きいため、寒冷地の海洋構造物と相互作用した場合には、大きな荷重が発生する。特に、比較的強度の大きい固結層が海洋構造物に与える荷重の評価には、そのクリープ特性の把握が必要となる。本研究では、複数の氷片によりモデル化した変形氷固結層を用いた室内クリープ試験を行い、氷片 (Ice block) size が粘弾性変形に与える影響を検討した。

2. 実験内容

氷供試体の作製方法は、塩分濃度 1% の塩水を作り、穴の開いた型枠（一辺の代表寸法が 2.3cm、3.6cm、5.1cm の 3 通りの立方体）をバット (80cm×50cm×20cm) に入れ、さらに、塩分濃度 1% の塩水を水深 10cm になるように入れ、 -20°C で約 2 日間凍結させ海氷に近い塩分濃度 0.5% の氷を作製、これを Ice block とした。それを型枠から取り外し所定の容器 (100cm×90cm×45cm) に入れ、さらに水温を結氷温度 (約 -1.1°C) 付近まで低下させた塩分濃度 2.0% の塩水を流し込み、 -20°C の低温室で約 2 週間凍結させる。凍結させた Ice block 入りの氷を取り出し、コアドリルで直径約 10cm の円柱状に削りだし、切断機で直径の 2 倍の高さ (約 20cm) になるように円柱の両端面を切断した。これを氷供試体とした。試験方法は、作製した氷供試体を図-1 のクリープ試験機により、あらかじめコンプレッサーで圧縮した空気をレギュレーターで調整し、ペロフラムシリンダーにより氷供試体に鉛直圧力 (P) を加えた。計測は、ロードセルにより鉛直圧力 (P) を測り、ダイヤルゲージにより時間あたりの氷供試体の変位量を測定した。試験条件は、Ice block size a (一辺の代表寸法; 2.3cm、3.6cm、5.1cm) 3 種とし、鉛直圧力 P は (0.36MPa、0.47MPa、0.61MPa) の 3 種類を目標とした。水温は -5°C を目標とした。

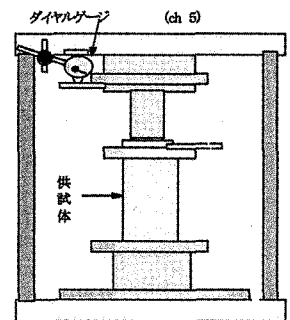
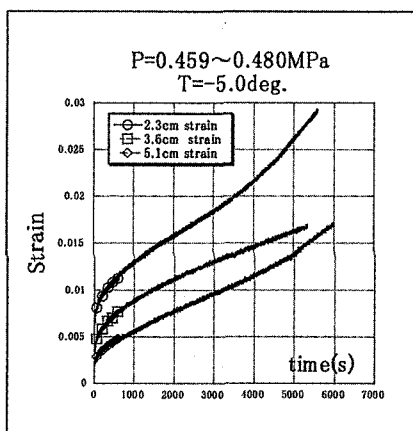


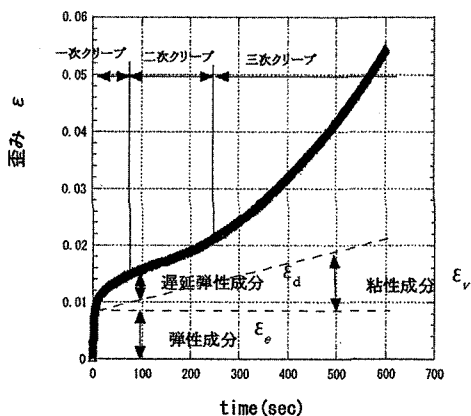
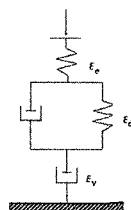
図-1 クリープ試験機

3. 実験結果・考察

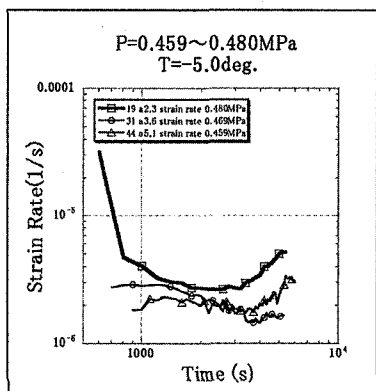
クリープ試験を行なった結果、鉛直圧力 (P) がほぼ一定で、Ice block size の変化による歪みの変化は、図-2 から Ice block size が減少するにしたがって、歪みは増加する。これらに対しては、図-3 のような 2 次クリープまでは、4 要素から構成されるレオロジーモデルが適用できる可能性がある (Sanderson, 1988)。すなわち、一定圧力下での全歪量 (ϵ_t) は、弾性成分 (ϵ_e)、遅延弾性成分 (ϵ_d) および粘性成分 (ϵ_v) の和で表される。ここで、遅延弾性成分 (ϵ_d) が 1 次クリープ、粘性成分 (ϵ_v) が 2 次クリープに対応する。また、ほぼ圧力が一定で Ice block size の変化による 2 次クリープの発生時間は、図-4 より Ice block size が減少すると、2 次クリープの発生時間が早くなる。また、応力が一定のとき Ice block size の変化による歪み速度の変化は、図-4 より Ice block size が減少するにつれて歪み速度は増加する。これは、図-5 より供試体作製時に占める Ice block の表面積の割合が大きいため供試体作製時に Ice block size が小さいほど多く Ice block が入り、そのため凍結時の塩水と Ice block の間隙が Ice block size が小さいほど多く出来て、すべりに相当する欠陥部分の面積が増大するためと考えられる。



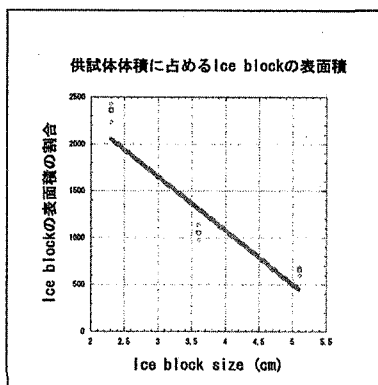
図一2 歪と時間の関係



図一3 4要素レオロジーモデル



図一4 歪み速度と時間の関係



図一5 Ice block size と供試体
体積に占める Ice block の表面積

4. まとめ

一定圧力下での実験結果から、時間と歪の関係は、4要素から構成されるレオロジーモデルが適用できる可能性がある。さらに、Ice block size の減少により、歪や歪み速度が増大し、また、2次クリープの発生時間は早くなることが知られた。

参考文献

Sanderson, T.J.O.: "Ice Mechanics - Risks to Offshore Structures," Graham & Trotman, 1988.