

# 電気抵抗測定によるフローズンフリンジの構造の検討

A study of frozen fringe structure by electric resistance measurement.

○ 渡辺晋生 石崎武志 (北大低温研)

Kunio WATANABE, Takeshi ISHIZAKI

## はじめに

凍上のメカニズムに関して、フローズンフリンジ内の水分移動と熱移動が重要であるといわれている。フローズンフリンジはほぼ0°Cの凍結面とより低温のアイスレンズとの間の領域であり、土粒子と不凍水、間隙氷からなるとされている<sup>1)</sup>。

しかし、武田ら<sup>2)</sup>の実験はフローズンフリンジ中に氷が存在するというモデルについて疑問を示した。

そこで著者らは、凍土と未凍土の電気比抵抗値が大きく異なること<sup>3)</sup>を利用して、凍結しつつある土のフローズンフリンジ中の電気抵抗値を測定し、その構造を明らかにする目的で実験を行った。

## 実験方法

図1のような実験装置を用い、オープンシステムの凍上実験を行った。装置は試料をおさめる内径10cmのアクリル製シリンダーと上下端のアルミ部からなる。低熱源は上端アルミ部に置く。アルミ部はシリンダーから自由にもちあがり、凍上量が測定できる。また、下端アルミ部はシリンダーと結合しており、高熱源と接している。ここで、装置上下の熱源の温度と上載荷重は任意に設定できる。このシリンダーの側面に添って5mm間隔で測定点をもうけ、試料の温度と電気抵抗値の時間変化を測定する。尚、電気抵抗値の測定電極の間隔は10mmとした。

実験に用いた試料は藤野森粘土である。これは脱気水で飽和し、300KPaで24時間圧密した後使用した。

## 結果

以下に実験結果の一例を示す。実験条件は上載荷重50KPa、上端温度-4°C、下端温度2°Cに設定し、100時間実験を行った。その後、上端の温度を2°Cに再設定し12時間融解させた。この時の最大凍上量は8mmであった。

図2に試料内の温度分布を示す。縦軸は試料下部からの高さ、横軸は試料温度である。また、測定されたアイスレンズの位置を図中に、図右には電気抵抗の測定位置を示す。試料内の温度分布とアイスレンズの成長面の位置から、アイスレンズが-1°C以下で生じることがわかる。

一般に土の電気比抵抗のオーダーは未凍土で約 $10^3 \Omega m$ 、凍土で約 $10^5 \sim 10^6 \Omega m$ であり、凍土において高い値を示す。図3は各測定点(m3,m4,m5,m6)における電気抵抗の時間変化である。m5,m6は高い値を示し、測定点の試料が凍結していることを示している。一方、m3,m4は低い値を示すことから、試料が未凍結の状態にあることを示している。

## まとめ

アイスレンズが成長しているところ(m5)やより温度の低いところ(m6)では電気抵抗は大きく、土が凍結していることが伺われる。が、それより温度が高く且つ0°C以下の領域(フローズンフリンジ領域、m4,m3)の電気抵抗値は低く未凍土のそれと変わらない。

以上のことから、フローズンフリンジと呼ばれる領域に氷は存在していないこと、この領域が土粒子と過冷却した水のみで構成されていることが考えられる。このフローズンフリンジの構造が、上載荷重、温度条件、また土質条件でどのように変わるのかは今後の課題である。

## 参考文献

- 1) Miller, R.D., 1972, Freezing and heaving of saturated and unsaturated soils, Highway Research Record, No. 393, 1-11
- 2) 武田一夫、岡村照彦, 1994, 凍結しつつある土中での凍結面近傍の微視的観察(I), 雪氷学会予稿集, 206
- 3) 吉田透、竹内直樹、河内邦夫、武藤章, 1993, 土の凍結が電気比抵抗に及ぼす影響について, 開発技法, 第35号, 15-22.

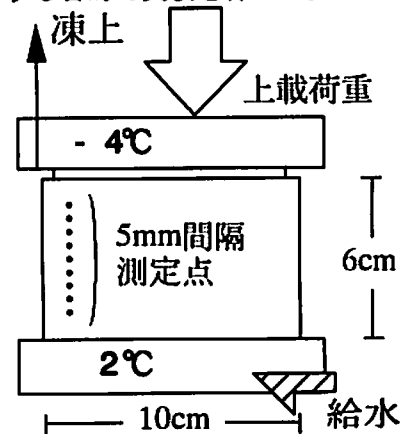


図1. 実験装置

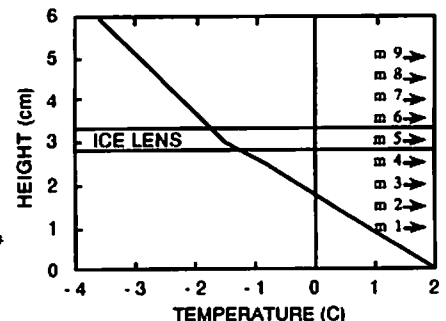


図2. 試料内の温度分布

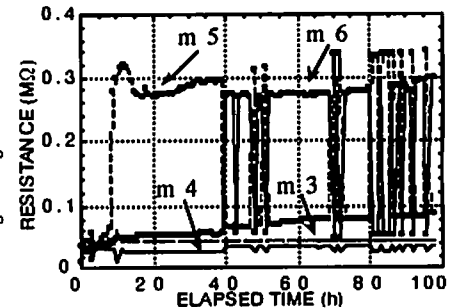


図3. 電気抵抗値の時間変化