

III-B 370 土の凍上力測定実験

北海道開発局開発土木研究所 正員 桑島正樹

北海道開発局開発土木研究所 正員 西川純一

北海道開発局開発土木研究所 北野初雄

1. はじめに

寒冷地においては、アンカーが凍上によって破壊する事例が、しばしば報告されている¹⁾。本研究では、アンカーが凍上によって受ける影響を調査する基礎資料とするため、土質試料の凍上試験を実施したので、その結果を報告する。

2. アンカーと凍上現象

凍上現象がアンカーに与える影響を調査する場合、以下の点が重要である。

- 1) 開放されている地盤の凍上と違い、凍上を拘束する力が働く。
- 2) アンカーにより働く拘束は、単に構造物が地盤に載っているような場合とは異なり、変位量の増加につれて、拘束力も大きくなる性質のものである。

凍上率は上載圧の増加につれて減少することが知られている²⁾が、

2) のように連続的に拘束力が変化する凍上時の挙動の解析が求められる。本研究では、同一の試料を用いて、地盤表面にかかる荷重の違いが凍上現象にどのように影響を与えるかに着目した実験を行った。

3. 実験装置

実験装置の概略を、図-1に示す。試料容器は、直径15cm、高さ30cmの亚克力製のシリンダーで、不凍液で満たされた水槽内に設置されている。不凍液の温度は自在に変えることができ、試料内への給水は、水槽内に設置された給水タンクから、ビニールチューブと試料下面のポーラスストーンを介して行われる。このため、給水タンクの水温は、試料の下面の温度と等しく保つことが出来る。水槽には試料上面の高さに断熱蓋を付け、試料容器を水槽ごと低温室に設置し、試料を上面から冷却している。

4. 実験方法

実験に使用した試料は、新十津川町で採取した粘土である。その物性を、表-1に示す。この試料を、6個のモールドに入れ、20cmの高さになるように締め固めて供試体を作成し、24時間水浸したのち、水槽にセットする。

6個のモールドは、それぞれ、上部の変位を拘束する荷重を変化させられる。また、そのうちの1個のモールドには、周りにフレームを組み、試料上部から、凍上による変位を押さえ込むことが可能で、この時に発

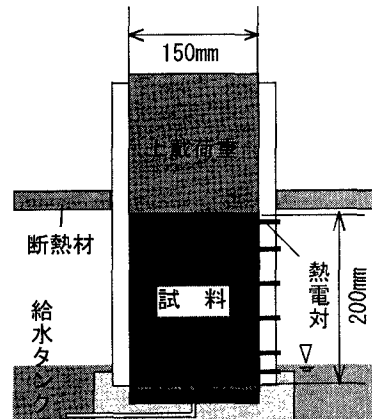


図-1 実験装置概略図

表-1 試料土の性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.665
自然含水比 w_n (%)	40.39
粒度分布 (%)	
砂 分	37.6
シルト分	40.6
粘土 分	21.8
液性限界 w_L (%)	53.3
塑性限界 w_P (%)	31.1
塑性指数 I_P	22.2
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.424
最適含水比 w_{opt} (%)	26.53

表-2 水浸後の供試体の状態と試験時荷重

モールドNo.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
上載荷重 (N)	12.95	160.98	308.55	456.28	604.14	完全拘束
上載圧 (kPa)	0.8	9.3	17.7	25.9	34.8	
湿潤密度 (g/cm ³)	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
含水比 (%)	30.6	31.0	28.0	30.7	31.8	31.5

生ずる凍上力は、ロードセルにより計測できる。今回の実験では、5つのモールドについては、モールドごとに異なった荷重をかけ、試験中の荷重はそれぞれ一定とした。それぞれの供試体の水浸後の状態、上載荷重などを表-2に示す。

また、各モールド内には、試料下端から4 cm おきに熱電対が設置しており、実験中の試料内の温度変化を計測できる。そのほかの計測項目は、低温室内の気温、水槽内不凍液の温度、試料頭部の変位、ロードセル荷重、吸水量（給水タンク内の水位観測による）などである。

5. 実験結果と考察

図-2にNo. 1からNo. 5までの変位の経時変化を、図-3にNo. 6で計測された凍上力の経時変化をそれぞれ示す。10日目から11日目にかけて凍上変位、凍上力とも急に減少しているところがあるが、これは停電により不凍水の恒温装置が作動せず、未凍土側の温度が1℃から2℃上昇した時期に相当する。この前後の両者の挙動を比較してみると、凍上力の変化は、1サイクル目（C1）と2サイクル目（C2）とで、似通った挙動を示している。それに対して、凍上変位の経時変化を見ると、C1に対してC2では、立ち上がりの凍上速度が小さく、むしろC1の

終了直前の凍上速度に近いことがわかる。これは、完全拘束の場合には、土粒子の移動も押さえられるため、C1とC2とで、試料の間隙比などの条件がさほど変化していないのに対して、拘束荷重が小さいNo. 1～5では、間隙比が増大し、試料内の水の移動速度などに影響を与えているためと考えられる。

6. おわりに

本研究の目的は、アンカーが、凍上現象によって受ける影響を事前に推定する方法を明らかにすることである。今後は、今回報告した模型実験装置を使用して、より実際のアンカーに近い条件での実験、さらには、実アンカーの冬期の挙動の計測結果との比較、検討などを進め、アンカー設計の参考資料のとしたいと考えている。

参考文献

- 1) 奈良、小林、西田：主に凍上作用によって破断したグラウンドアンカーの事例について、土木学会第47回年次学術講演会概要集第3部、1992
- 2) 土質工学会編：土の凍結—その理論と実際—、土質工学ライブラリー No.23、1994

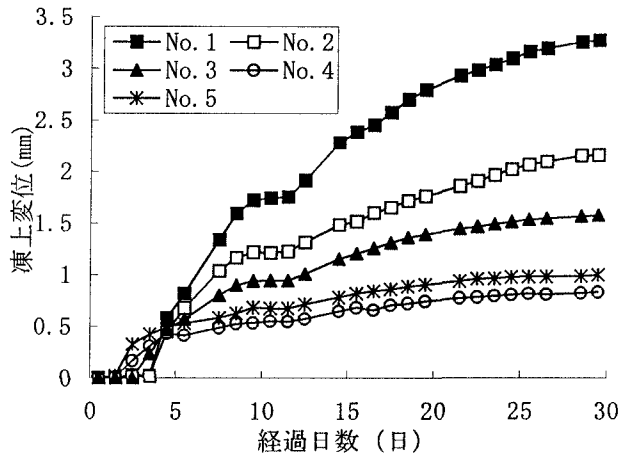


図-2 各ケースの凍上変位の経時変化

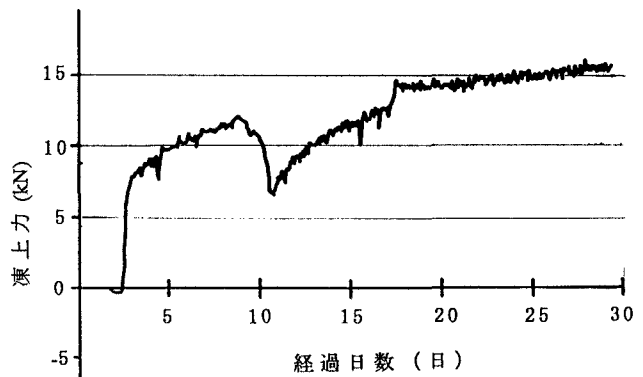


図-3 完全拘束時の凍上力変化