

III-223

自然地盤の層別凍着凍上力に関する実験的研究

北見工業大学 正員 鈴木 輝之
同 大学院生 学員○朱 青
北見工業大学 沢田 正剛

1.はじめに 冬期間の自然地盤の凍上は、構造物にさまざまな形態の被害を発生させる。地盤凍上の中で、構造物に作用する凍着凍上力は重要な役割を果たす。著者らは¹⁾、模型杭を用いてコンクリート表面に作用する自然地盤の凍着凍上力の測定を行ない、ある程度定量的なとらえを可能にしてきた。一般に土の凍着力は含水比や温度などのいくつかの因子に支配される²⁾。これらの因子は、自然地盤中では深さ方向に分布するのが普通であり、したがって作用する凍着力も凍着面で均一にはならない。本実験では、自然地盤中で深さ方向の凍着力の分布を実測し、その特性を調べた。

2.実験内容 本実験に用いた装置の設置状況を図-1に示す。直径10cm、長さ12cmまたは28cmの鋼管リングを六個接続して地盤に埋設した。各リングは荷重計によって接続され、下端部は固定底板によって未凍土層中で固定されている。各荷重計の読み、地表面の持ち上がり量、および凍結深さの測定は一日に一回決められた時刻に行った。また、気温や土中温度は2時間間隔で自動測定した。

3.結果と考察 実験期間中の日平均気温、地表面の凍上量、及び凍結深さを図-2に示す。実験シーズンの最大凍結深度は70.5cm、積算寒度は654.4℃・day、最大凍上量は6.9cmである。

各リングに作用した凍着凍上力及び凍着強度は次の式で計算している。

$$F_n = P_n - P_{n-1} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$R_n = F_n / A_n \quad \cdots \cdots (2)$$

P_n は第n番目の荷重計で測定された力である。 F_n は第n番目のリン

グに作用した凍着凍上力で、これを層別凍着凍上力と呼んでいる。 R_n は単位面積あたりの層別凍着凍上力で、これを層別凍着強度と呼ぶ。 A_n は各リングの凍着面積である。

図-3に1番目と2番目の荷重計で測定された力 P_1 、 P_2 の変化を示す。リングへの力は12月3日ころから加わり始めている。このときの凍結深さは、図-2から9cm程度であることが分かる。その後1月上旬までは気温の変動によって、凍着凍上力は激しく変動するが、比較的定常的な寒さの継続した、1月上旬～2月上旬に

かけては、凍着凍上力も定常的に作用している。ここで、荷重計の力は引っ張り、すなわちリングへの上向きの凍着凍上力を正としている。図-3で、 P_1 より P_2 が大きいということは、1番目のリングはもちろん、2

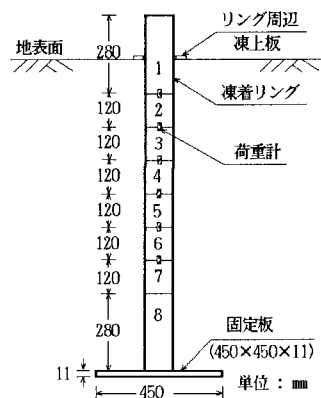


図-1 層別凍着凍上力測定装置

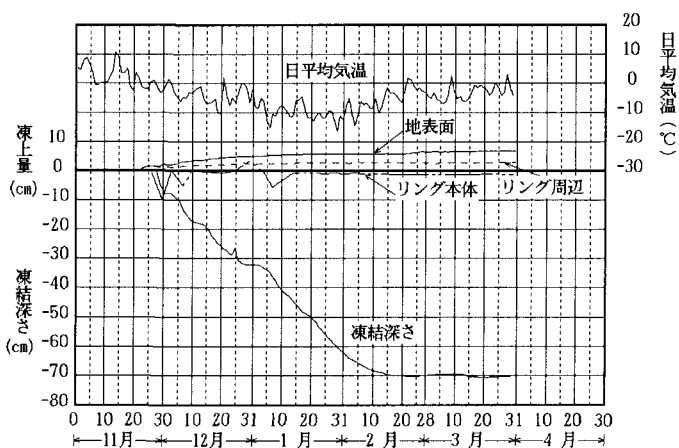


図-2 日平均気温と凍結深さ及び凍上量の推移

番目、3番目のリングにも上向きの凍着凍上力が作用したことを示している。

図-4は(1)式と(2)式によって1番目と3番目のリングに加わる層別凍着強度を求めプロットしたものである。上の図から分かるように、1番目リングの凍着凍上力は最大 2kgf/cm^2 に達しているのに対し、3番目リングでは相対的に小さな値となっている。図-4でもう一つ分かることは、1番目リングに作用する凍着凍上力は、値そのものも大きい外気温の変化による変動も大きいことである。これは地表面に近い層ほど気温変化の影響を受けやすいためと考えられる。

定常的な寒気と、凍着凍上力の作用が認められる。1月10日～2月15日の間について、各リングにおける凍着強度と、各荷重計における張力の平均値を示したのが図-5である。図から分かるように凍着強度は1番目リングすなわち地表面にごく近い位置で集中的に作用しており、2番目リングより下での凍着強度の発現は非常に小さい。また、5番目リングの凍着強度が負の値になっているのは、5番目の荷重計の値（ P_5 ）が相対的に小さいためであるが、これが正しい値であるかどうかは、今後確認したい。いずれにしてもこの位置での凍着強度の発現は小さなものであることは間違いないであろう。

4. まとめ 自然地盤の凍着凍上力は凍着面に均一に作用するのではなく、地表面に近い位置に集中して作用していることが分かった。この結果は、構造物の凍着凍上対策を行ううえでも有効である。今後は、凍結時の地盤含水比分布、温度分布の測定結果、さらに室内実験結果を用いた解析を進めたい。

参考文献：

1). 鈴木、沢田、劉、朱；コンクリート表面働く凍着凍上力に関する室外実験，土質工学会北海道支部技術報告集，第34号，1994。

2). 福田、木下、中川；鋼管に作用する凍着凍上力抑制法に関する実験，低温科学，物理編，第45輯，1986。

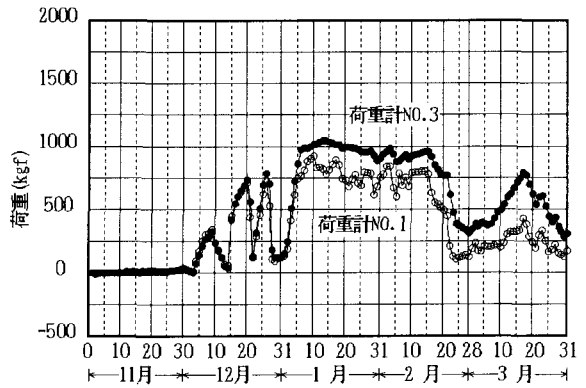


図-3 荷重計NO.1とNO.3の読みの推移

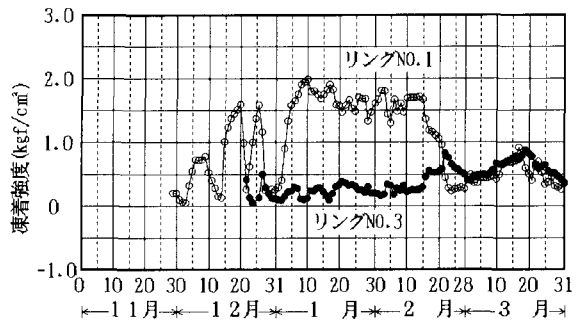


図-4 凍着強度の経時変化

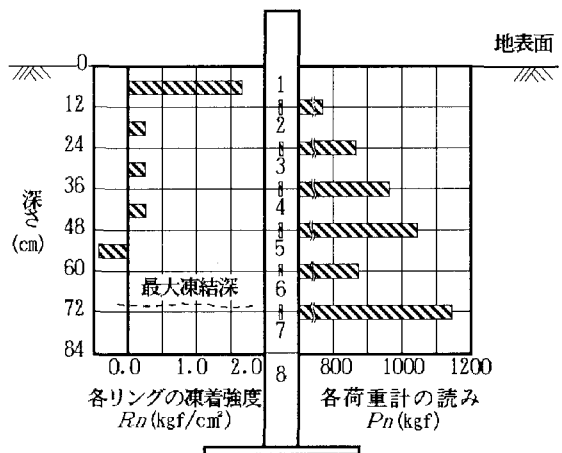


図-5 各荷重計の読みと各リングの凍着強度
(1/10～2/15の平均値)