

III-141 テーパーによる凍着凍上力の軽減に関する実験的研究

北見工業大学 正 ○鈴木輝之 沢田正剛 尾中孝美

1. まえがき 北海道のような寒冷地では下水用のマンホールや路面集水桝などの構造物が凍着凍上によって持ち上げられてしまい、破損あるいは機能の低下を生じる被害がしばしば発生する。この凍着凍上力を低下させる手段の1つとして、構造物の外形にテーパーをつける方法が考えられる。本研究は凍着凍上におけるテーパーの効果調べるために、テーパーのついたものとそれをつけないストレートの2種の小型コンクリート杭を平坦地盤に設置し、地盤凍上に伴って発生する杭の凍着凍上量や持ち上がりを拘束したときの凍着凍上力を測定したものである。本実験の結果、凍着凍上におけるテーパーの効果は明らかに認められ、テーパーをつけることによって凍着力はそれをつけない場合の1/4程度にまでなることが分かった。

2. 実験内容 図-1に設置した2種の杭の諸元と凍着凍上力の測定方法を示す。また、実験地盤土の性質を表-1に示す。テーパー杭のテーパー角は 3.3° である。この杭は既製品として市販されていたものであるが、テーパー杭の形状を定める一般的な規格は現在のところ未だ無いようである。一方、図には示していないが図-1と同様の状態で2種の杭を設置し、ロードセルを挟まないで凍着凍上量を測定する実験も並行して行なっている。

以上の2種の杭の凍着凍上量と凍着凍上力の他に、メチレンブルー凍結深度計による凍結深さ、地表面に置いた凍上板（直径150mm、厚さ20mm）による凍上量、及びC-C熱電対温度センサーによる気温や土中温度の測定を行なった。なおこれらの測定は常に除雪状態で行なった。

図-2に実験シーズンの日平均気温とその累積、及び凍結深さの推移を示す。このシーズンは12月10日から1月10日にかけての比較的一定した寒気と、1月10日～31日頃にかけての強い寒気の2つのパターンに分かれている。凍結深さは除雪状態で最大70cmであった。また積雪状態での凍結深さも

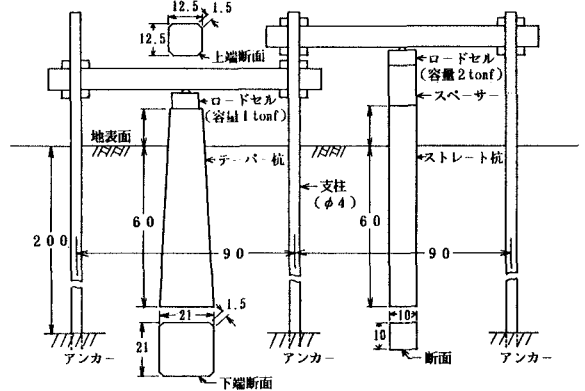


図-1 設置した杭の諸元と凍着凍上力の測定状況（単位：cm）

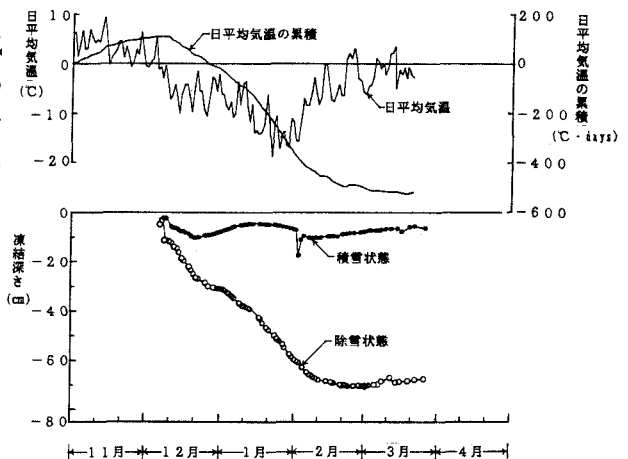


図-2 気温と凍結深さの推移

比重	Gs	2.56
粒度	砂分	52 %
	シルト分	27 %
	粘土分	21 %
締固め特性	最適含水比	26.1 %
	最大乾燥密度	1.38 t/m ³
凍上特性	凍上率	42 %
	凍結様式	霜降状凍結

※道路土工排水工指針による

表-1 地盤土の性質

示しているが、凍結深さは積雪の影響を強く受けることが分かる。

3. 凍上量 図-3に地表面の凍上量と2種の杭の凍着凍上量を示す。地表面の凍上は地盤凍結の始まりと同時に12月1日頃から始まり、最大8cm程度に達している。これに対し、杭の凍着凍上は凍結深さが12cmくらいに入った12月10日頃から始まり、ストレート杭で最大3.5cm、テーパ杭で最大3.1cm持ち上がっている。このように杭の凍着凍上が地表面の凍上より遅れて発生し始めさらに凍上量も小さいのは、未凍土部分の引き抜き抵抗によって凍着面での滑りや、周辺凍土のクリープ変形が生じるためと考えられる。

4. 杭の凍着凍上力 前項で示した凍着凍上を拘束すると力が発生することになる。いま図-1に示す方法でロードセルによって測定された力をそのままプロットすると図-4が得られる。力のピークは2月20日頃に現われているが、図-2から分かるように、1月31日頃に凍結面は杭底面に達しているのに、その時点以後の力は凍着凍上力とは違うものということになる。

図-4の力を凍着面積で除して単位面積当りの凍着力をプロットすると図-5が得られる。図から分かるように、凍着力の最大値はストレート杭では最大1.40kgf/cm²、テーパ杭では最大0.34kgf/cm²であった。また凍着力はある値で一定になるのではなく、低下と増加を何度か繰り返しているが、これは一時的な暖気によるものである。木下¹⁾は外形9.4cmの円柱形コンクリート杭で2シーズンにわたって最大1.16kgf/cm²と1.3kgf/cm²の凍着力を測定しており、この値と比べても本実験のストレート杭の凍着力はほぼ妥当な値と思われる。以上のようにテーパ杭の凍着力の最大値は、ストレート杭のその約1/4であり、凍着凍上力に対するテーパの効果は明らかに認められることが分かった。

5. あとがき コンクリート構造物の凍着凍上力を減少させる手段としてのテーパの効果調べるために、小型の杭を用いた実験を行ない、その効果はかなりあることが確認された。今後はテーパ角度の影響などの実験を進め、実用化の可能なデータを得ていきたい。

参考文献 1) 木下, 大野, 小黒; 凍上力Ⅱ, 低温科学物理編, 第24輯, 1966.

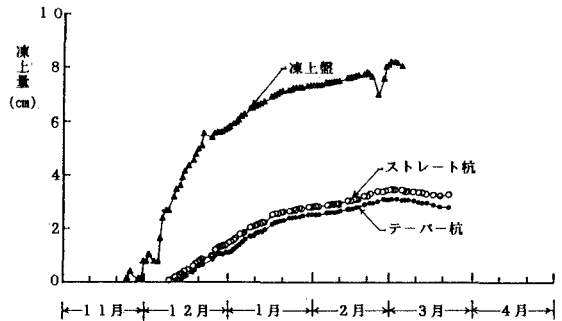


図-3 凍上盤と杭の凍上量の推移

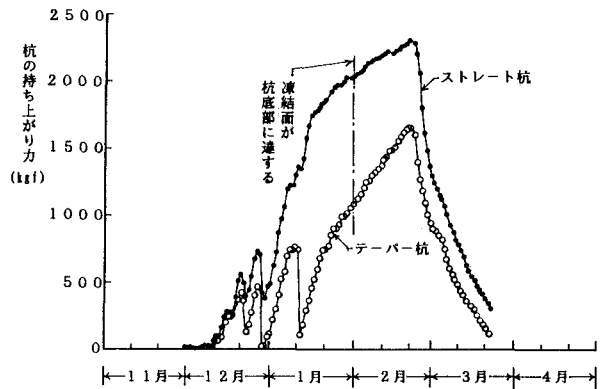


図-4 杭に加わる持ち上がり力の推移

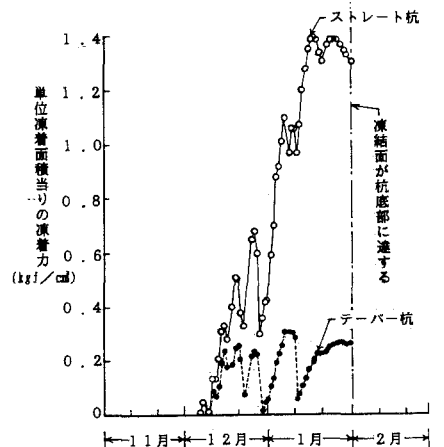


図-5 単位面積当たりの凍着力の推移