

Ⅲ-478

自然地盤に埋設された模型杭の凍着凍上特性

長岡技術科学大学大学院 学員 朱 青
北見工業大学 正員 鈴木輝之
北見工業大学 澤田正剛

1. まえがき

寒冷地では水道のマンホールや道路の雨水樹などで、凍着凍上による被害が多く見られる。凍着凍上による構造物の被害は以前から良く知られているが、実構造物の合理的な被害対策工法を確立するまでにはその性質が明らかにされていない。本研究は自然地盤にコンクリート製の模型杭を埋設し、冬期間の地盤凍上によって発生する凍着凍上力を測定し、その性質を明らかにしようとするものである。

2. 実験内容

埋設した模型杭は、コンクリート製の直杭（ストレート杭と呼ぶ）と円錐台杭（テーパー杭と呼ぶ）の2種である。これらの杭の緒元と埋設状況を図-1に示す。測定は杭の動きを拘束しないときの持ち上がり量（凍着凍上量）と、反力フレームによって持ち上がりをゼロに拘束したときに発生する上向きの力（凍着凍上力）の2つである。また、凍着凍上発生と関連する気温、凍結深さ、地表面凍上量も測定した。

3. 結果及び考察

図-2に測定を行った2シーズン（平成4～6年の冬期間）の気温、凍結深さ、地表面凍上量の推移を示す。地盤の継続的な凍結侵入は11月下旬から始まり、凍結深さ、凍上量ともに3月に最大値を示している。また凍結指数Fと凍結深さは2シーズン目（平成5年度）の方が大きい。すなわち、自然

地盤の凍上発生は同一地盤であっても寒さの程度だけ

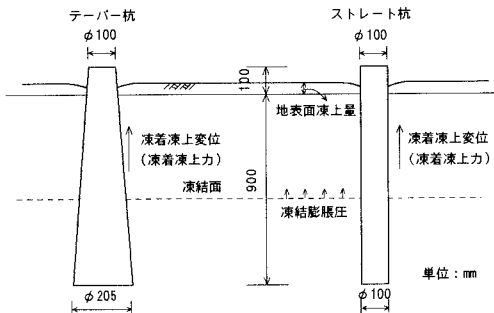


図-1 杭の緒元と埋設状況

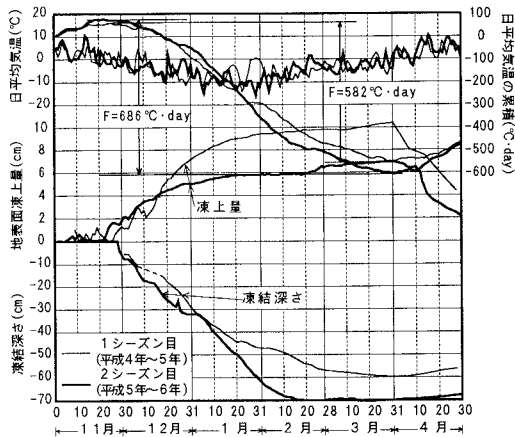


図-2 実験シーズンの気温

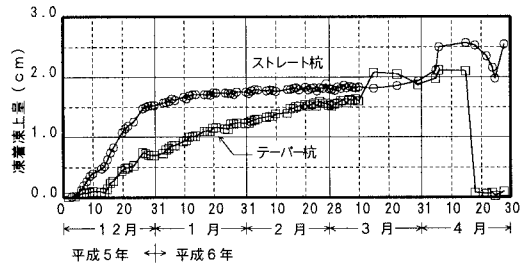
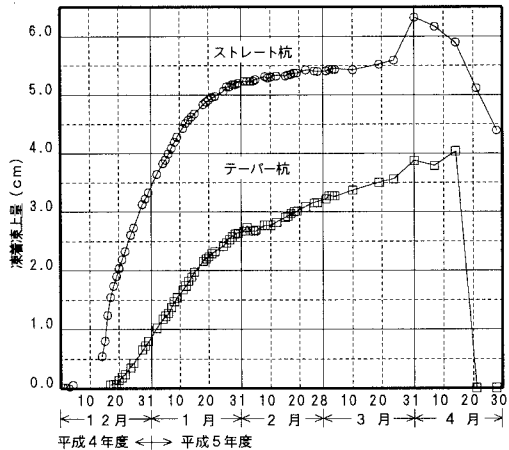


図-3 凍着凍上量の推移

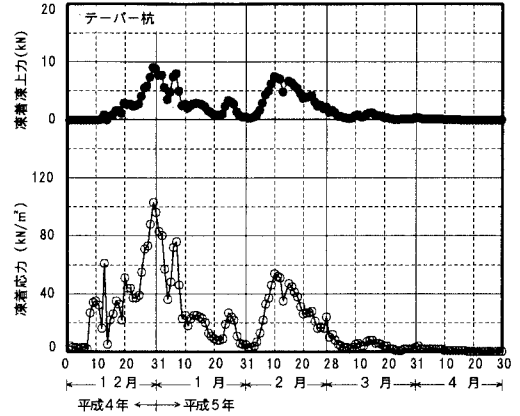
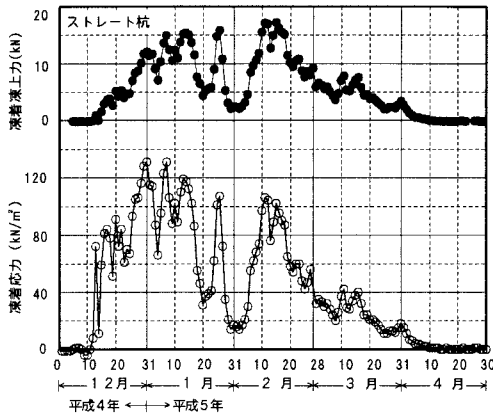


図-4 凍着凍上力の推移（1シーズン目）

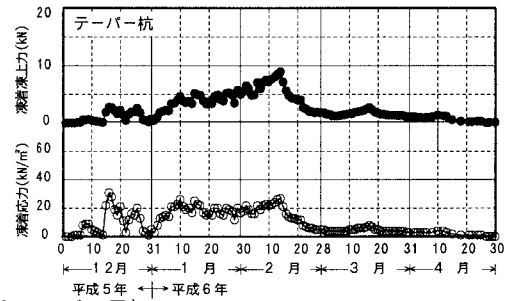
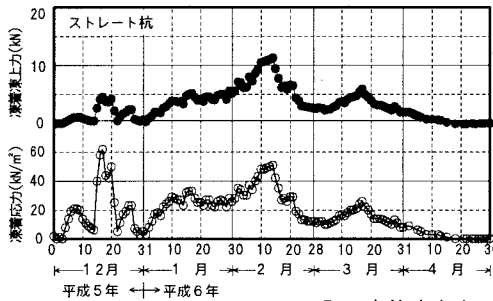


図-5 凍着凍上力の推移（2シーズン目）

では決まらないことが分かる。

図-3は、杭の動きを拘束しなかったときの凍着凍上量を示す。地盤の凍上は11月下旬に始まっているのに対し、杭の凍着凍上は

少し遅れて12月中旬に始まっている。この時点で既に凍結深さが15cm程度、地表面凍上量が4cm程度となっている（図-2）。このように杭周辺地盤では、凍結初期に地表面付近でかなりの凍上が発生しているが、これによる杭の凍着凍上の発生はほとんど見られない。また、1シーズン目と2シーズン目とで凍着凍上量に差があるのは、図-2に示す両シーズンの凍上量の差による。

図-4、5は、持ち上がりゼロに拘束したときに各模型に加わる凍着凍上力と、単位凍着面積当たりの凍着凍上力（凍着応力と呼んでいる）の推移を示す。大きな凍着凍上力が加わり始めるのは12月中旬頃からで、図-3の凍着凍上が始まる時期と一致している。しかし、凍着凍上力の推移は、凍着凍上量の推移と同じ傾向にはなっていない。凍着凍上力は短期的な気温の変動に伴って小刻みに変動し、その値が大きくなるのは凍着凍上量が最大となる3月ではなく、凍着凍上量がどんどん増加する1～2月に現れる傾向が認められる。測定された地表面凍上量、凍着凍上量、及び凍着凍上力の最大値あるいは平均値を表-1にまとめている。凍着凍上力の大きさは、シーズン中の地盤凍上の発生状況によって異なるが、ストレート杭で最大100kN/m²（10tonf/m²）を越えた。一方、杭に3°のテーパを付けることによって凍着凍上力は50～60%程度まで減少することが分かった。

4. おわりに

以上の実験を通して、円柱型杭に加わる凍着凍上力の大きさとテーパの効果について、ある程度定量的にとらえることができた。今後は詳細な室内実験なども通して実務的な設計の要求に答えられるデータを得ていきたい。

	凍結指数 (°C・day)	最大凍結深 (cm)	最大地表面 凍上量(cm)	模型形状	最大凍着 凍上量(cm)	凍着応力(kN/m ²) 2月最大値・1～2月平均
平成4.11 ～平成5.4	582	60.0	10.3	ストレート杭 テーパー杭	6.3 4.0	106.0 54.0
平成5.11 ～平成6.4	686	70.0	6.6	ストレート杭 テーパー杭	2.6 2.2	50.0 28.0
						71.0 28.0 27.0 17.0

表-1 測定値のまとめ