

III-B 368

鋼管包含による凍土の増強効果

精 研 技術本部 正会員 上田保司
 精 研 技術本部 正会員 小林 進
 東京都立大学名誉教授 正会員 山本 稔

1. 緒言 地盤凍結工法では、凍結膨張による既設構造物などへの影響が懸念される場合があるため、造成する凍結土量は極力少なくする事が望ましい。その1つの方法として、パイプルーフ工法などで用いられる鋼管を埋設して強度増加を図り、凍結土量を減らす事が考えられる。そこで本報告では、三等分点載荷曲げ試験により鋼管と凍土の複合体の挙動を調べるとともに、設計段階で重要となる降伏荷重について、鋼管包含による増加効果を確認した。

2. 実験方法 図1に、実験の模式図を示す。用いた試料土は豊浦標準砂及び藤の森青粘土である。鋼管は、後述の理由で表面に深さ0.2mm、巾0.4mmの溝を、間隔2mmで設けたものと、溝を設けないものを用いた。鋼製モールドの底面に鋼管を並べて水飽和させた試料土を充填し、上面及び側面を防熱して一次元的に凍結させた。その後図1に示す寸法に整形して、供試体を作成した。なお図にも示すように本実験では、鋼管下面からはり上端面までの高さを、供試体高さとする。実験は -10°C の低温室内で、たわみ速度一定で行い、荷重～たわみ曲線をX-Yプロッターで自記記録した。比較の為に鋼管及び凍土単体のほりの試験も行った。

3. 実験結果 図2、3に荷重～たわみ曲線の例を示す。図で、Aは溝の無い鋼管を用いた場合、Bは溝を設けた場合を示す。砂、粘土の場合とも、図中のA（溝無し鋼管）の供試体高さ2cmの場合で示すように、供試体高さが小さい場合には実験の範囲内ではピーク荷重は存在せず、鋼管のみの場合の荷重～たわみ曲線とほぼ同じである。供試体高さを大きくすると粘土凍土についてはピーク荷重が現れる。また図2、3中のA（溝無し鋼管）の供試体高さ8cmの例では、荷重の直線増加領域内で一度荷重が落ち込み、再度増加し始める現象が見られる。この荷重落ち込みは、砂、粘土とも供試体高さ4cm以上で起こり、砂凍土について特に顕著である。

荷重が落ち込む場合について、はり中央の下端面における鋼管、凍土それぞれの歪及びたわみを測定した例を図4に示す。凍土と鋼管のたわみは荷重落ち込み後も追

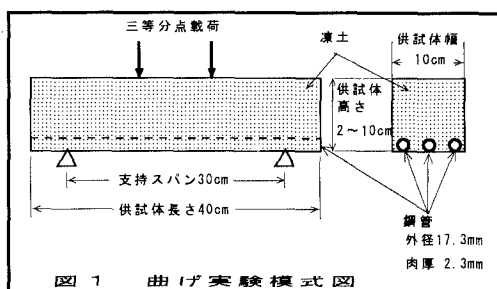
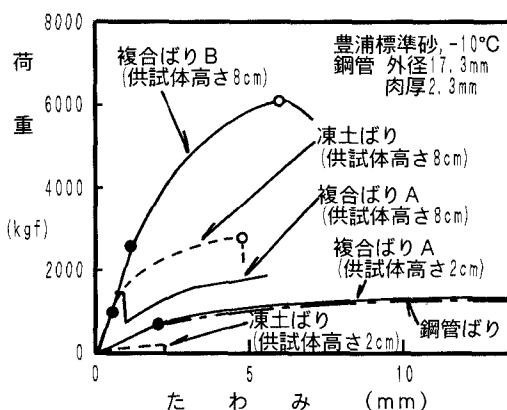
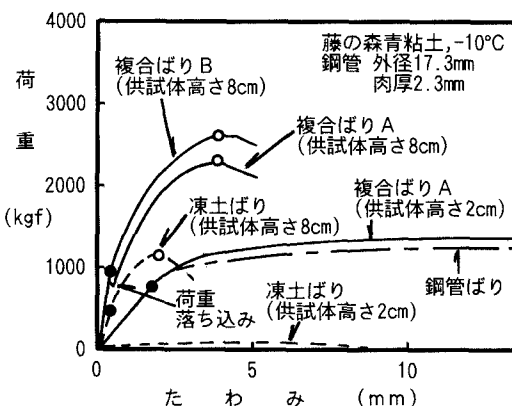


図1 曲げ実験模式図

図2 荷重～たわみ曲線の例
(砂凍土+鋼管の場合)図3 荷重～たわみ曲線の例
(粘土凍土+鋼管の場合)

随するのに対して、歪の増加は鋼管よりも凍土の方が顕著に大きくなる。荷重が落ち込む時は、凍土が鋼管よりはる長手方向に大きく滑る事を示すと考えられる。

図2、3の複合ばりBに示すように、鋼管の表面に溝を設けて鋼管と凍土の付着力を高めた場合には、前述の荷重落ち込みは無くなり、特に砂の場合には荷重も大きく増加し、ピーク荷重も明確になる。なお別に行った凍土内の鋼管の押し抜き試験で、溝による付着力の増加効果は、粘土凍土よりも砂凍土に対して、より大きい事が分かっている¹⁾。本実験のケースでは、溝を設けることにより、溝を設けない場合に対して、砂では約1.8倍、粘土では約2.6倍、付着力が増す。

荷重の初期直線増加からずれ始める点（図2、3中の●）として、降伏荷重を求めた。荷重落ち込みの無い場合、降伏荷重はピーク荷重（図2、3中の○）に対して砂で40～50%、粘土で50～60%である。

図5、6に供試体高ささと降伏荷重の関係を示す。砂凍土では、供試体高さが大きい領域で、溝を設けない場合は、鋼管併用による降伏荷重の増加は凍土のみにに対して2～3割程度しか無いが、溝を設けた場合には、2倍以上に増加する。鋼管と砂凍土を併用する場合には付着力の評価が重要なポイントである事を示している。

これに対して粘土凍土では、溝を設けない場合でも凍土のみの場合の2倍以上の降伏荷重増加効果が見込めるが、溝を設けても、設けない場合の降伏荷重とほとんど変わらず、溝による影響は少ないものと考えられる。

また図5、6より、鋼管併用による降伏荷重の増加は凍土厚みが小さいほど大きい。供試体高さが小さいと、複合ばりの降伏荷重は鋼管のみの場合とほぼ等しい。

今後の課題として、鋼管と凍土の付着特性も含めた、合理的な設計手法の確立を目指してゆきたい。

4. 結言 凍結工法における造成凍結土量の減少を目的として、鋼管と凍土の複合ばりの曲げ実験を行った。以下に、今回得られた結果を挙げる。

- 1) 凍土のみの場合と比較して、鋼管との併用による降伏荷重の増加効果は2倍以上であり、供試体高さが小さいほど効果は大きい。
- 2) 供試体高さによっては、荷重の直線増加領域内で一度荷重が落ち込む場合があるが、鋼管と凍土の付着力を高める事により、解決出来る。

文献：1) 上田他（1995），雪氷予稿集，p 45。

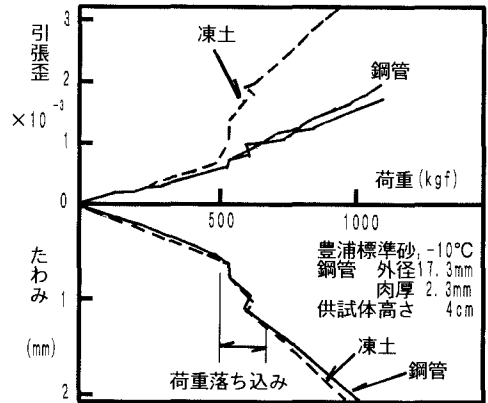


図4 荷重落ち込み前後のたわみ、歪の測定例

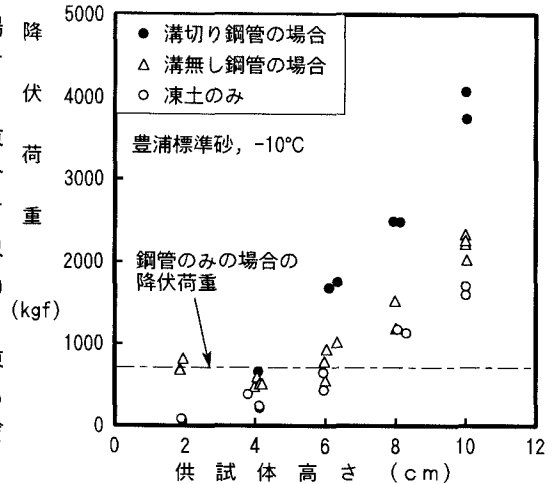


図5 供試体高ささと降伏荷重との関係（鋼管＋砂凍土の場合）

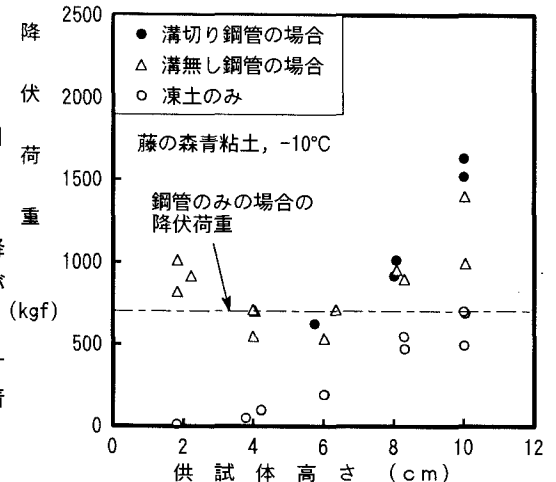


図6 供試体高ささと降伏荷重との関係（鋼管＋粘土凍土の場合）