

鋼管変形に対する凍土の追従性把握実験

(株)精研 正会員 森内浩史
 (株)精研 正会員 上田保司
 (株)精研 正会員 生頼孝博

1. はじめに

パイプルーフ工法において鋼管間の凍土での止水が考えられる。工事中の止水を維持するためには鋼管の変形に対して凍土が追従し、凍土と鋼管の凍着が切れないこと、及び凍土にクラックが生じないことが条件である。本報では、鋼管に凍土が凍着した梁（以下「鋼管+止水凍土」梁と呼ぶ）を作製し、鋼管に荷重をかけた曲げ実験を行い、鋼管変形に対する凍土の追従性を調べた。

2. 実験方法

図1に実験模式図を示す。供試体は、SGP 25A 鋼管を用い、試料土は豊浦硅砂を用いた。止水目的の薄い凍土を想定して、供試体の凍土厚を鋼管径の1.3倍とした。鋼管に荷重を与える三等分点荷重曲げ実験を行った。実験温度は、-2、-5、-10の3種類で、歪速度は0.15%/minである。図1に示す位置に歪ゲージを張り付けて、実験中の凍土の引張歪と鋼管の圧縮歪を計測した。比較の為、鋼管及び凍土単体での曲げ実験も行った。

3. 実験結果と考察

実験中の目視観察では、荷重開始後しばらくの間、凍土にクラックは入らず、凍土は鋼管の変形に追従した。その後の荷重増加の途中で、凍土と鋼管がずれて凍着が切れた。凍着が切れた後は、鋼管の変形が凍土の変形より大きくなり、左右両端部の凍土は鋼管に押し上げられて図2に示すクラック及び隙間が発生した。その後さらに荷重が増加しても、新たなクラックが生じることはなかった。

図3に-2、-5及び-10での「鋼管+止水凍土」梁の鋼管と凍土それぞれの歪を示す。以下では圧縮と引張の区別をせず、両者を絶対値で表記する。荷重初期、凍土の歪は鋼管の歪に追従して増加していく。その後の荷重増加に伴い、ある時点から鋼管と凍土の歪の増加勾配が異なる。凍土の歪と鋼管の歪の増加勾配が異なる時点は実験中の目視観察での凍着切れの時点と一致する。この時点の凍土及び鋼管の歪を凍着切れ時の歪として以後の実験結果の整理に用いる。

図4に「鋼管+止水凍土」梁の荷重-たわみ曲線を示す。キーワード 凍土、パイプルーフ工法、凍着、止水

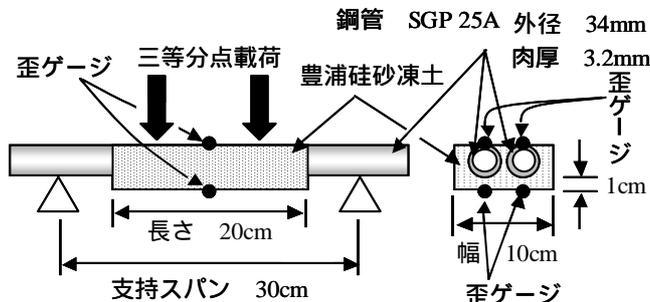


図1 実験模式図

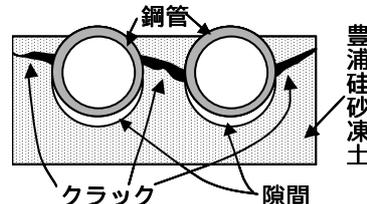


図2 実験中の供試体の状況

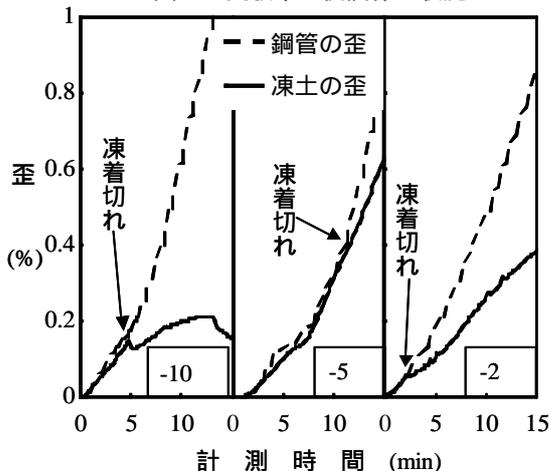


図3 歪測定結果

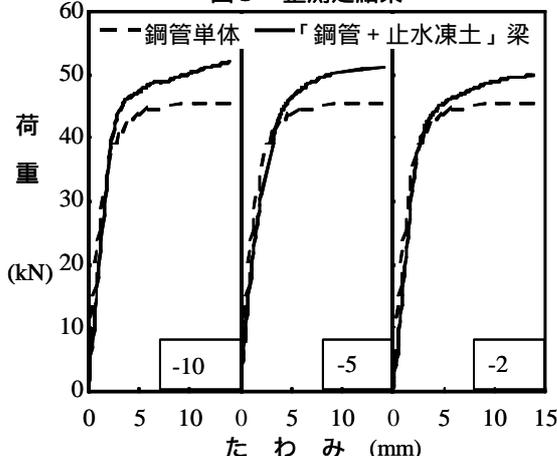


図4 荷重-たわみ曲線

較のために鋼管単体の荷重 - たわみ曲線も示す．いずれの温度でも「鋼管 + 止水凍土」梁の荷重は，鋼管単体の荷重をやや上回っている．

凍着切れ時の鋼管の歪と温度の関係を図5に示す．-5 における凍着切れ時の歪は，-2 及び-10 の場合よりも大きい．一般に砂凍土は，温度が高くなるほど曲げ最大応力が減少するが，変形は大きくなる¹⁾．一方，凍土と鉄の凍着強度は温度が高くなるほど小さくなり，凍着が切れやすくなる²⁾．「鋼管 + 止水凍土」梁において，温度が高くなると凍土は変形しやすくなるので，鋼管変形に追随しやすくなるが，凍着強度は低下するため，凍土と鋼管の凍着は切れやすくなる．本実験における凍着切れ時の鋼管の歪が-5 で最も大きかったのは，この2つの理由によるものと考えられる．結果として，凍土の追随性を大きくできる最適の凍土温度が存在するといえる．

次に，図6に示すように鋼管単体の応力 - 歪曲線から，「鋼管 + 止水凍土」梁の凍着切れ時の鋼管の応力を求めた．凍着切れ時の鋼管の応力は，-5 ，-10 ，-2 の順に大きかった．図6に示した破線は，パイプルーフ工法における鋼管の短期許容応力度³⁾である．「鋼管 + 止水凍土」梁の凍着切れ時の鋼管の応力は，-5 及び-10 の場合で短期許容応力度の2倍を越え，-2 の場合でも短期許用応力度に近いが少し上回っている．したがってパイプルーフ工法において凍土を止水に用いる場合，短期許用応力度の範囲内では凍着切れやクラックを生じることなく，凍土は鋼管の変形にほぼ追随すると考えられる．

凍土単体梁の応力 - 歪曲線から，「鋼管 + 止水凍土」梁における凍着切れ時の凍土の応力を求め，図7に示すように温度との関係を整理した．比較のため，図7に凍土単体梁の破壊応力も示す．「鋼管 + 止水凍土」梁の凍着切れ時の凍土の応力は，温度降下に伴って増加し，すべての温度で凍土単体の破壊応力よりも下回っている．本実験では凍土と鋼管の凍着が切れるため，凍土破壊に至る応力は発生していないことがわかる．この結果から，凍土と鋼管の凍着力を増強することで，凍土が鋼管変形に追随して止水を確保できる荷重の限界をさらに大きくできる可能性がある．

4. まとめ

- ・ 鋼管変形に対する凍土の追随性を大きくできる最適な凍土温度が存在することがわかった．
- ・ 凍土が凍着切れやクラックを生じることなく，鋼管の変形に追随する条件が把握できた．
- ・ 凍土と鋼管の凍着力を増強することで凍土が鋼管変形に追随でき，より大きな荷重に耐えられる可能性がある．

文献

- 1) 伊豆田他：凍土の曲げ条件下における変形挙動と強度特性，雪氷，vol.50,No.1,pp.25-32,1987.
- 2) 大浦浩文他：土の凍着力について，低温科学・物理編， pp.215-223,1960.
- 3) 斉藤重治：パイプルーフ工法・地盤，理工図書， pp.58-61,1982.

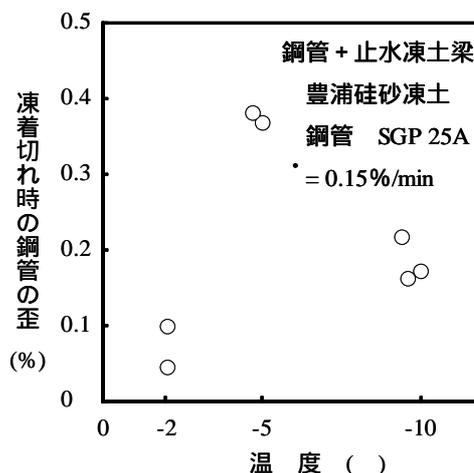


図5 凍着切れ時の鋼管の歪と温度の関係

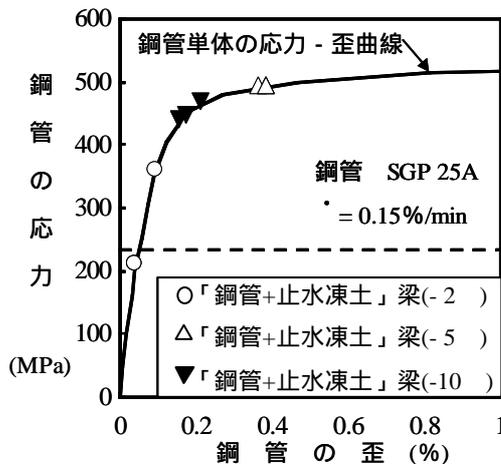


図6 凍着切れ時の鋼管の応力

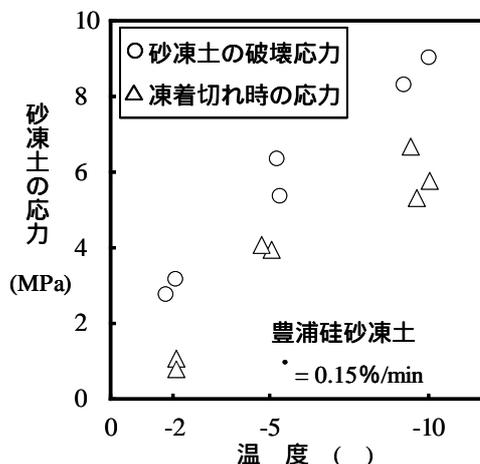


図7 凍着切れ時の凍土の応力と温度の関係