

## 砂と粘土の互層凍土梁の曲げ実験（2）

## —縦型互層凍土梁の場合—

精研 正会員 ○姜 仁超  
 精研 山本 英夫  
 精研 正会員 生頼 孝博

## 1. はじめに

地盤凍結工法において、凍結対象となる地盤は、砂や粘土等の単一層は少なくそれらの互層である場合が多い。そこで、互層地盤凍土の力学特性を把握する目的で、互層凍土梁の曲げ実験を行なってきた。互層凍土の層方向とそれに加えられる荷重方向の組み合わせは種々有り、その例を図1に示す。前報<sup>1)</sup>では、図1(a)に示す横型互層凍土梁の実験結果を示した。本報告では、図1(b)に示す縦型互層凍土梁について曲げ実験を行い、その結果を示す。

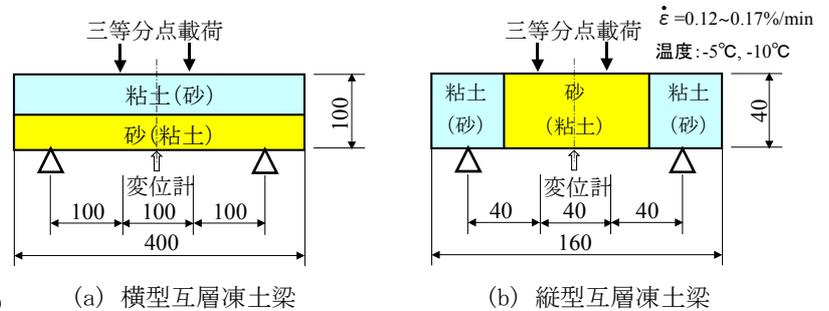


図1 互層凍土梁の組合せ例

## 2. 供試体作製と実験方法

供試体には、豊浦珪砂と藤森青粘土（以下、砂・粘土と略記）を用いた。本実験では、粘土/砂境界の凍着状態が実験結果に大きく影響を与えるので、次の手順で縦型互層凍土を作成した。最初にスラリー状粘土を 160×40×40mm の型枠にて凍結した後、所定の幅に切断する。次に、型枠の目的の位置に粘土凍土を配置し、約3°Cに冷却したスラリー砂を残りの部分に振動を加えながら充填する。このとき、砂がプラス温度であるため、粘土凍土境界では一部融解する。次に、-10°Cにて全体を凍結する。粘土/砂境界を再凍結することによって安定した凍着状態にした。

図1(b)のように砂凍土を梁の中央部に配置した場合を砂中央配置型合成凍土梁、逆の場合を粘土中央配置型合成凍土梁と呼ぶ。記号“粘土53”や“砂80”等は梁中央に配置された粘土層長さ（以下、粘土長と略記）が約53mm、砂層長さ（以下、砂長と略記）が約80mmであることを表す。供試体の上端面と下端面の中央部及び下端面の砂と粘土凍土境界部にひずみゲージを貼付け、経時変化を計測した。支持台に設置した変位計で、梁中央部たわみを計測した。実験温度は-5°C及び-10°C、上（下）縁実験ひずみ速度は $\dot{\epsilon} = 0.12 \sim 0.17\%/min$ である。

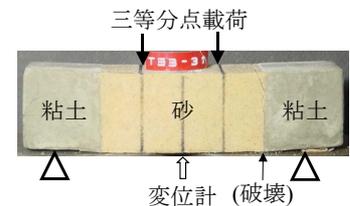


写真1 砂中央配置型合成梁の破壊

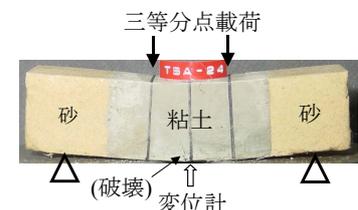


写真2 粘土中央配置型合成梁の破壊

## 3. 実験結果

## 3.1 荷重～たわみ、荷重～ひずみ曲線と発生クラック

図2と図3は粘土中央配置型と砂中央配置型合成凍土梁の荷重～たわみ曲線である。最大荷重を比べると、図2の全ての粘土中央配置型合成凍土梁は粘土凍土梁とほとんど変わらなく、図3の砂中央配置型合成凍土梁は砂層が長くなると大きくなっている。

図4と図5はそれぞれ-5°Cの粘土中央配置型と砂中央配置型合成凍土梁の荷重～ひずみ曲線である。両図とも上縁中央ひずみと下縁中央ひずみの形はほぼ左右対称となっているが、粘土凍土の弾性係数が砂凍土より小さいので、下縁境界ひずみは上（下）縁中央ひずみと比べ、粘土中央配置型が小さく、砂中央配置型が大きくなっている。

キーワード 互層凍土、曲げ実験、耐力、ひずみ、たわみ

連絡先 〒542-0066 大阪市中央区瓦屋町2丁目1番16号 (株)精研 技術本部 TEL06-6768-5031

写真1に砂層長さが約80mmの砂中央配置型合成凍土梁、写真2に粘土層長さが約80mmの粘土中央配置型合成凍土梁の破壊状況例を示す。砂中央配置型合成梁は砂と粘土凍土の境界面にクラックが生じて破壊したが、粘土中央配置型合成梁は荷重スパン内の粘土凍土にクラックが生じて破壊した。

**3. 2 最大荷重と温度の関係**

図6は梁中央に配置された粘土と砂凍土が約53mm場合の実験温度と最大荷重の関係である。また、粘土凍土と砂凍土梁の実験結果も併記した。温度が低くなると荷重は大きくなるが、同じ温度帯では、全ての合成凍土梁の最大荷重は粘土凍土梁と同じ値となっている。図6には示していないが、20mmの場合も同じ傾向を示している。

**3. 3 最大荷重と中央部凍土長の関係**

図7は粘土中央配置型合成凍土梁の粘土長と最大荷重の関係であり、最大荷重は粘土長に関係なく、粘土凍土梁と変わらない。図8は砂中央配置型合成凍土梁の砂長と最大荷重の関係であり、砂長が大きくなると、最大荷重は増加し、砂凍土梁に近づいている。梁の三等分点荷重の場合、中央部載荷スパン内で、曲げモーメントが最大かつ一定となる。従って、図7のようにこのスパン内に粘土凍土が入ると、粘土の強度に支配されることが分かる。また、図8のように載荷スパン範囲を超えて砂凍土が入ると最大荷重は砂凍土のものに近づいていくことを示している。

**4. まとめ**

縦型互層凍土梁の曲げ実験により得られた結果を列举すると次の通りである。

- 1) 荷重～たわみ曲線において、中央部砂凍土長さが大きくなるに従って最大荷重時のたわみは大きくなる。また、境界部のひずみは砂中央配置型のほうが粘土中央配置型より大きくなる。
- 2) 単体凍土と同様、互層凍土においても温度が低下すると最大荷重は増加する。
- 3) 載荷スパン内に粘土凍土が入ると、耐力が粘土の強度に支配されることになる。
- 4) 粘土中央配置型では最大荷重は粘土長に依存せずほぼ一定となる。砂中央配置型では砂長が大きくなると最大荷重が大きくなる。

**参考文献**

1) 姜仁超他：砂と粘土の互層凍土梁の曲げ実験，土木学会第60回年次学術講演会，3-348，pp695-696，2005.9.

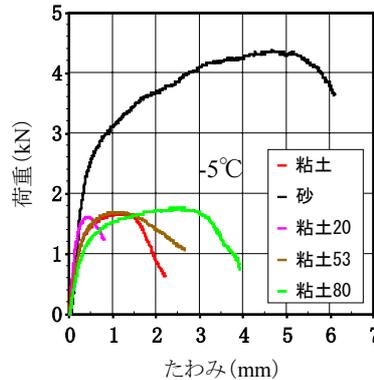


図2 荷重～たわみ曲線  
(粘土中央配置型の場合)

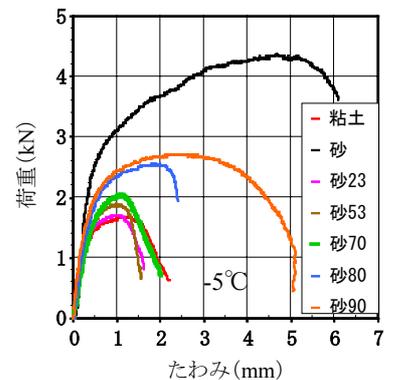


図3 荷重～たわみ曲線  
(砂中央配置型の場合)

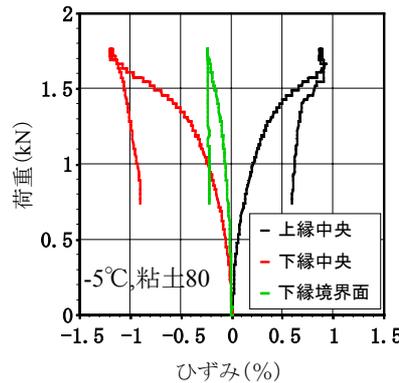


図4 荷重～ひずみ曲線  
(粘土中央配置型の場合)

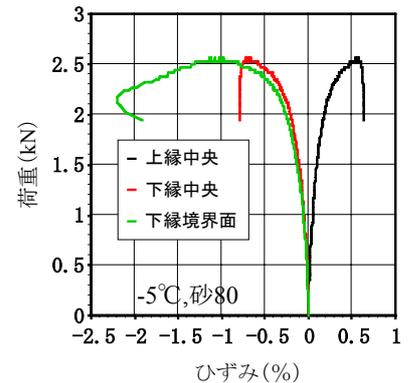


図5 荷重～ひずみ曲線  
(砂中央配置型の場合)

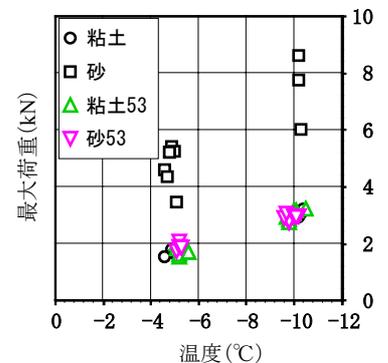


図6 温度と最大荷重の関係

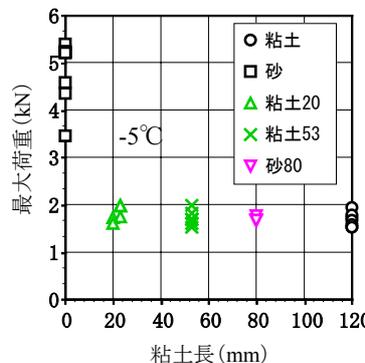


図7 粘土長と最大荷重の関係

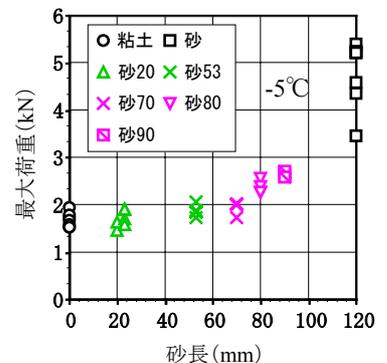


図8 砂長と最大荷重の関係