

浅い地中構造物と地盤との周面摩擦に関する模型実験

千葉工業大学 学生会員○中塚 里桜
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁
 建設技術研究所 正会員 小玉乃理子

正会員 遠藤 宗仁
 フェロー 小山 幸則

1. はじめに

地中に設置されたトンネルやボックスカルバート等の周面と地盤との境界には周面摩擦が存在する．例えば，トンネル内を車両が走行した場合や水路トンネル内の水位が変化した場合には，トンネルとこれらの総質量が変化する．この時周面摩擦力の大小が地盤の応力変化に影響すると考えられるが，この時作用する周面摩擦の大きさや土圧変化への影響については未解明な点がある．

本研究は，室内模型実験により，周面摩擦の異なる正方形断面の地中構造物模型の質量を変化させた時の構造物下面の土圧を測定し，構造物側面と地盤との間に作用する摩擦力について基礎的な考察を行ったものである．

2. 模型実験の概要

模型実験には，幅 1500mm × 高さ 1000mm × 奥行き 100mm の土槽を用いた．地盤は乾燥状態の 6 号珪砂を土槽上面よりふるいを通して自由落下させて作製した．地盤の単位体積重量は 15.9kN/m^3 ，間隙比は 0.78 であった．

地中構造物の模型（以下模型と言う）は正方形断面であり，寸法は幅 200mm × 高さ 200mm × 奥行き 100mm である．模型は上部に蓋のない箱になっている．模型下面の土圧を測定するために，模型底面に 4 個の土圧計を等間隔に設置した．図-1 は，土圧計の設置位置を示したものである．模型と地盤の周面摩擦を変えるために，地盤に接する模型側面にテフロンシートを貼付した模型およびサンドペーパーを貼付した模型の 2 つを用いて実験を行った．実験では，図-2 に示すような手順で行程 1 から行程 5 までの土圧を測定した．図-3 は，模型内の砂を除去した後の行程 5 における模型と周辺地盤の写真である．

3. 地盤と構造物模型との間の静止摩擦係数の推定

テフロンシートとサンドペーパーを張り付けた模型の側面部の摩擦係数を求めるために，図-4 に示す装置を用いて測定を行った．傾斜板には，両面テープを用いて地

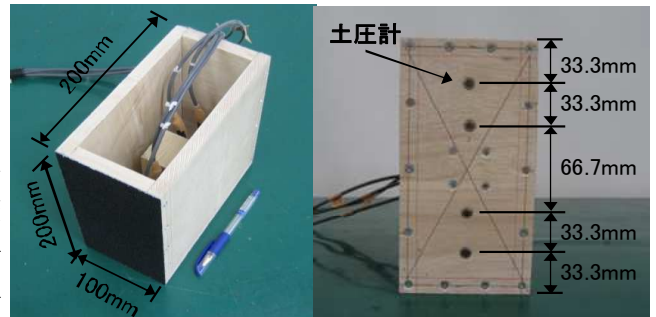


図-1 土圧計の設置位置

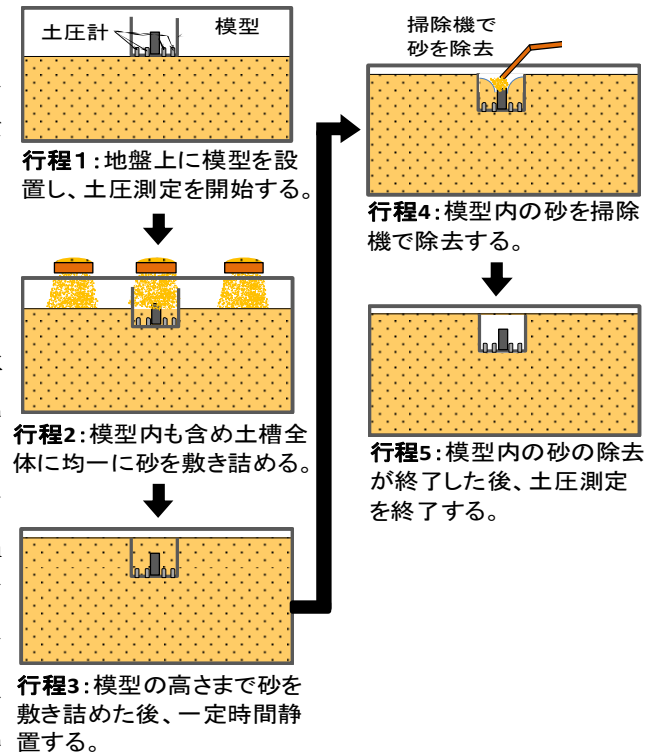


図-2 模型実験の手順

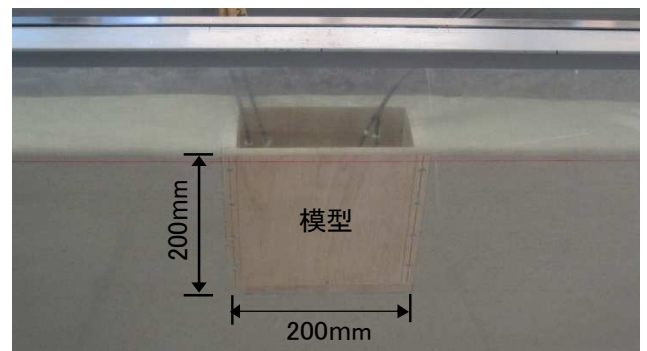


図-3 行程 5 における模型と地盤

キーワード 地下構造物，周面摩擦，砂質土，土圧，模型実験

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 建築都市環境学科 TEL 047-478-0205

盤に使用した 6 号珪砂を板全体に均一になるように貼付した．図-5 に示すような長さ 100mm の正方形の板にテフロンシートとサンドペーパーをそれぞれ貼り付け試験片とした．

静止摩擦係数の推定は，水平な傾斜板上に試験片を置き，ジャッキを用いて傾斜板の傾斜角を一定速度で上げていき，試験片が滑り始めたときの傾斜角を読み取る方法で行った．滑り始めの角度の正接（ $\tan\theta$ ）を静止摩擦係数とした．実験の結果，静止摩擦係数はテフロンシートでは 0.453，サンドペーパーでは 0.875 であった．

4. 地中構造物と地盤の間に作用する摩擦力について

2. に示した模型実験で得られた，模型下面の土圧測定結果を図-6 に示す．図には，行程 1 から行程 5 までの模型下面の土圧の経時変化を示す．土圧は模型底面部の 4 箇所の土圧計の値の平均値とした．なお，模型に砂を入れる前の状態の土圧を初期値とした．

行程 1 から行程 2 における実験開始から砂の敷き詰め行程では，サンドペーパーとテフロンシートの両ケース共に土圧がほぼ同じ傾向で増えていき，行程 3 における土圧も両方とも同程度であることが分かる．しかし，行程 4 から行程 5 における模型内の砂除去後の土圧値は，行程 1 での土圧初期値 0 に戻らず，サンドペーパーのケースで 1.5kN/m^2 ，テフロンシートのケースで 0.74kN/m^2 となり，2 倍程度の違いが確認された．この残留応力が，構造物模型に作用する下向きの摩擦力であると考えられる．

ここで，図-7 に示すような模型側面に作用する静止土圧により側面摩擦力が生じるメカニズムを仮定した場合と実験の行程 5 における模型底面の残留応力の合力との定量的な比較を行った．表-1 は，仮定したメカニズムによる摩擦力の最大値と実験値で得られた残留応力の合力を示したものである．テフロンシートおよびサンドペーパーの両ケースで，摩擦力の最大値と残留応力の合力がほぼ同じであることが分かった．

5. まとめ

模型実験の結果，正方形断面の模型を用いたシンプルな境界条件下では，浅い地盤に埋設された構造物の質量の減少に伴い発生する，構造物側面と地盤との間に周面摩擦力は，静止土圧と摩擦係数で評価できることがわかった．今後は，地中構造物の形状や，深度，土質等を変えた実験を行い，周面摩擦が地中構造物周辺の地盤の応力変化に及ぼす影響を明らかにしたい．

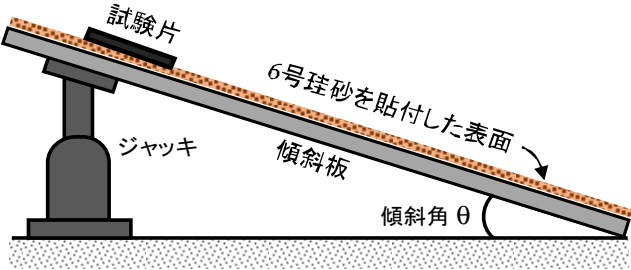


図-4 摩擦係数測定実験装置

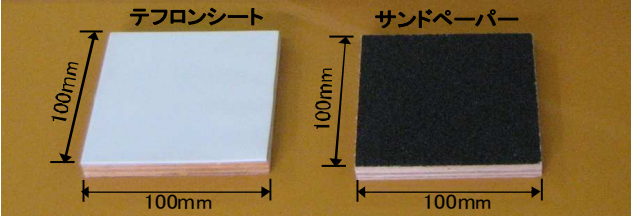


図-5 摩擦係数測定用の試験片

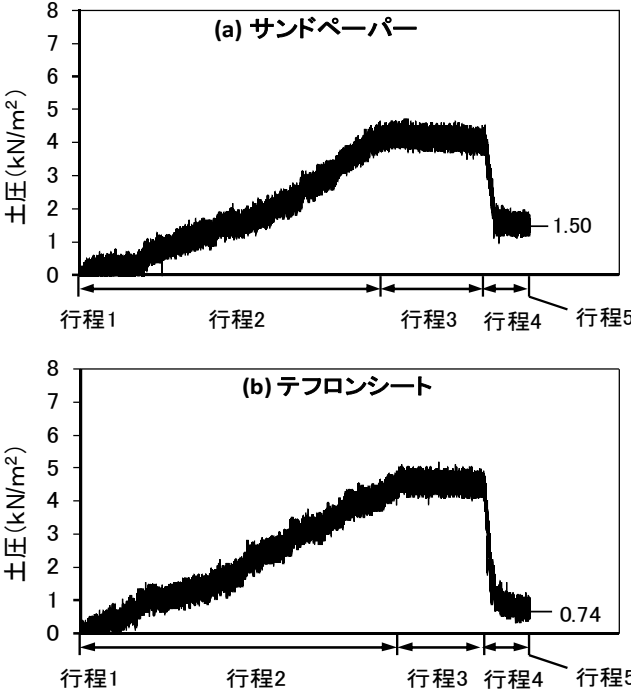


図-6 模型底面部の土圧挙動



ここに f:摩擦力 N:静止土圧による力
 μ :模型側面の静止摩擦係数

図-7 仮定した摩擦のメカニズム

表-1 模型側面の摩擦力の比較

ケース	静止土圧による摩擦力 の最大値	模型底面の土圧の 合力
テフロンシート	14.4 N	14.8 N
サンドペーパー	27.8 N	30.0 N