地下構造物に作用する鉛直土圧特性に関する基礎的研究

東洋大学大学院 学生員 川中島寛幸 東洋大学工学部 正会員 石田 哲朗

1. はじめに

現状の地下建設全般にわたる技術については、多くの施工実績や研究成果などにより、ある程度確立され てきているものの、今後、複雑な施工条件において建設していくためには、まだ現時点では対応しきれない 多くの問題点をかかえている.取り組むべき点のひとつとして、各種地下構造物に生じる相互問題を統一的 に評価する手法の構築が挙げられる.そのため、構造物と地盤の相互作用による影響は、詳細の把握が望ま れるところである.

本研究では、地中構造物端部形状の違いによる鉛直土圧作用特性の把握を目的としている.本報では、3 種類の端部形状(4ケースのモデル)を有する構造物模型を用いて、模型実験による土圧計測と2次元 FEM 解析を実施した.以下に得られた知見を報告する.

2. 実験方法

1) モールの応力円 (Mohr's stress circle) を用いた試験装置の検定

図-1 にモールの応力円(以下,応力円と記す)を作成する ために行った模型実験の一例(α =30°)を示す.地盤材料には, 珪砂 6 号を D_r =60%に調整して用いている.なお,応力作用面 の勾配 α は,0°,30°,45°,60°,90°の5パターンで各5 回ずつ応力計測を実施しており,それぞれ土圧計受圧部からの 土被り厚は7.0 cm で統一している.



図-1 模型実験概要

計測時に生じる摩擦の影響は、模型をテフロンシートで覆うことにより、最小限のものとしており、側圧 係数 K=0.5 となるように誤差修正を行っている。各修正データの平均によって応力円を作成し、先に述べた 試験条件における本試験装置の応力伝達特性の把握を試みている。なお、本実験で用いている土圧計計測値 は全て加圧時のみのデータである.

2) 鉛直土圧計測

図-2 に本実験に用いた構造物模型の概要を示す. 形状は土圧計設置用模型のみのもの,端部に直方体 模型を設置したもの,端部に斜め形状模型を設置し たものおよび端部に円形形状模型を設置したものの 4パターンで,各5回ずつ応力計測を行った.(以下, それぞれの模型を形状0,形状1,形状2,形状3と 記す)実験の概要は,図-1と同様の条件であり,



図-2 構造物模型概要

表-1 解析に用いたパラメータ

土圧計受圧部からの土被り厚を 7.0 cm 取り, 珪砂 6 号を D_r=60 %に積層した.

3. 解析方法

ラメータを用いて,2次元弾 ステンレス	2.1×10^{7}	0.275	45	0.01
牛解析を実施していろ 図−3 ^{建砂6号(D_r=60%}	1.5×10^4	0.300	35	0.01

は、解析条件確認図の一例として形状1の条件を示したもので、側面に水平方向面拘束を指定し、底面に鉛

KeyWords:模型実験,FEM解析,地下構造物,応力

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部環境建設学科 Tel./Fax.:049-239-1409

中心座標(0.0304,0) σ₁=0.0408

誤差R=±0.0005

0.02

図-4 土被り7 cm における応力円

0.03

応力伝達割合(σ_{α}/σ)

0.04

0.05

直方向面拘束を指定している.また、構造物と地 盤との間には接触面を設定し、土圧計出力位置が 実験により作成した応力円のσ1を出力するよう分 布荷重を入力している.

4. 結果および考察

図-4 は本実験によって得られた応力円である. 横軸に油圧によって加えられた応力(σ)が土圧計へ伝わった割合(σ_{α}/σ)を示し、縦軸にせん断力の伝達割 合(τ_σ/σ)を示している.破線(赤色)で示す円が得られた応力円である.この応力円は、本試験装置で珪 砂6号をD,=60%に調整して用いると,土被り厚7.0 cmの位置で計測される応力状態を意味するものである.

また、計測精度の確認という面では、各角度の平均計測データ と応力円の誤差範囲が±0.0005ということから、高い信頼性を 持つデータを得られていると判断できる.

図-5,6はそれぞれ土圧計出力結果,FEM 解析出力結果によ って作成したものである.縦軸には、構造物中央部における鉛 直土圧と左右計測位置における出力平均鉛直土圧の比を取り, 無次元化した値を土圧比(左右鉛直土圧/中央部鉛直土圧)と して示している. なお, 地盤内の構造物は, 応力集中の影響を 受けるため,端部に土圧が大きく作用し,土圧比は常に1以上 を示す. 図中の破線部は、形状0による出力値を基準とし、形 状を変えることによって軽減された土圧比をそれぞれ示したも のである.結果としては、模型実験・FEM 解析共に同様の傾向 が見られ、形状1のように構造物端部からの距離が離れると、

左右計測位置に設置され た土圧計出力値は著しく 緩和され,土圧比が軽減 される.また,形状2と 形状3の結果を比較する と、構造物の端部形状は 角を持たない方が応力集 中による鉛直土圧を軽減 できると判断する. すな



わち、円形形状を有する構造が最も端部に集中する鉛直土圧を緩和することができ、本実験で行った3種類 の端部形状の中では形状3が最も有効であるといえる.

5. あとがき

地下構造物へ作用する鉛直土圧は構造物端部の局所的な位置に大きく作用するが、構造物の端部を円形形 状とすることによって、応力集中の影響を軽減することができると考えられる。なお、今回の試みでは、地 盤と構造物の相対変位量がほとんどない状態を想定しているが、相対変位が生じた際の土圧特性について解 明していくことが今後の課題である.

最後に,本報は,東洋大学の卒論生である桐竹孝徳君,大河聡君らに実験や解析,データ整理などを担当 してもらった.ここに記して、心から感謝の意を表する次第である.

参考文献

川中島寛幸・石田哲朗:地下構造物の形状に伴う砂質土地盤の挙動に関する研究,第29回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集,2002.

図-3 解析条件確認図

0.05

0.04

0.02

0.01

-0.01

-0.02

0

0.01

n

 (τ_{α}/σ) 0.03

せん断力伝達割合