

FEM を用いた近接施工の影響予測手法の検証（その 2：模型鉛直載荷実験）

戸田建設 正会員 ○緒方 智之  
戸田建設 正会員 佐野 大作  
戸田建設 正会員 福田 健

1. はじめに

前報（その 1）<sup>1)</sup>で示した通り，近接協議は施工条件や周辺環境などを考慮し，適切な検討を行う必要がある．また通常，2 次元の FEM を用いた弾性解析で影響予測を行うことが一般的と思われるが，施工条件等によっては必ずしも安全側の結果とはならないことが示唆された．一方で現場における実測値は，施工条件だけではなく，様々な要因が複合的に作用された結果であり，その値を基に解析手法の検証を行うことは困難であると考えられる．

そこで今回は，温度変化や潮位等の環境要因による影響を受けづらい室内空間にて実験土槽を用いた模型実験を実施し，そのシミュレーション解析を行った．（その 2）では，新築建物の鉛直荷重の影響に着目した鉛直載荷実験の概要と結果について報告する．

2. 実験概要

建物施工時に生じる地盤変位としては，掘削や新築建物荷重による鉛直変位及び山留め壁の変形に伴う水平変位が考えられる．実際は同時に作用するが，それぞれの影響を把握するため，今回は鉛直変位を対象とした実験を実施した．ただし掘削によるリバウンドは，1G 場の模型実験では再現が難しいことから，新築建物荷重による影響に着目した．

(1) 実験装置

図 1(a) (b)に実施した実験の断面図を示す．実験土槽（長辺 6000mm×短辺 4000mm×深さ 6000mm）中に，乾燥珪砂 7 号を用いて下部地盤（目標相対密度  $Dr_{90\%}$ ，層厚 3750mm）と表層地盤（ $Dr_{60\%}$ ，層厚 1950mm）の 2 層地盤を作製した．所定の高さまで表層地盤を作製したのち，山留め壁を模した口の字で囲った合板（内寸で 1050mm 角，高さ 600mm）を中央に設置し，25mm の根入れをした．その後，背面側の模型地盤を 5700mm の高さまで積み上げることで根切り後の状況を再現した．また根切り底面には 1m 角の鋼材（載荷板）を敷き，油圧ジャッキで加力することで，新築建物荷重を模擬した．山留め壁背面側には後述する函体を模した試験体を近接して埋設させてあり，鉛直荷重の増加に伴う函体の変状について確認した．

(2) 試験体概要

図 2 に函体を模した試験体の断面図を示す．アルミ製（ヤング率  $E=70000\text{MPa}$ ）及びポリスチレンボード製（ヤング率  $E=400\text{MPa}$ ）の中空の角材（共に長さ 3950mm 75mm 角，

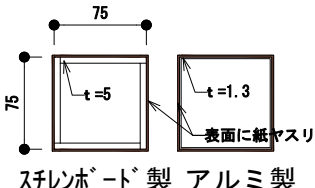


図 2 試験体断面図(単位: mm)

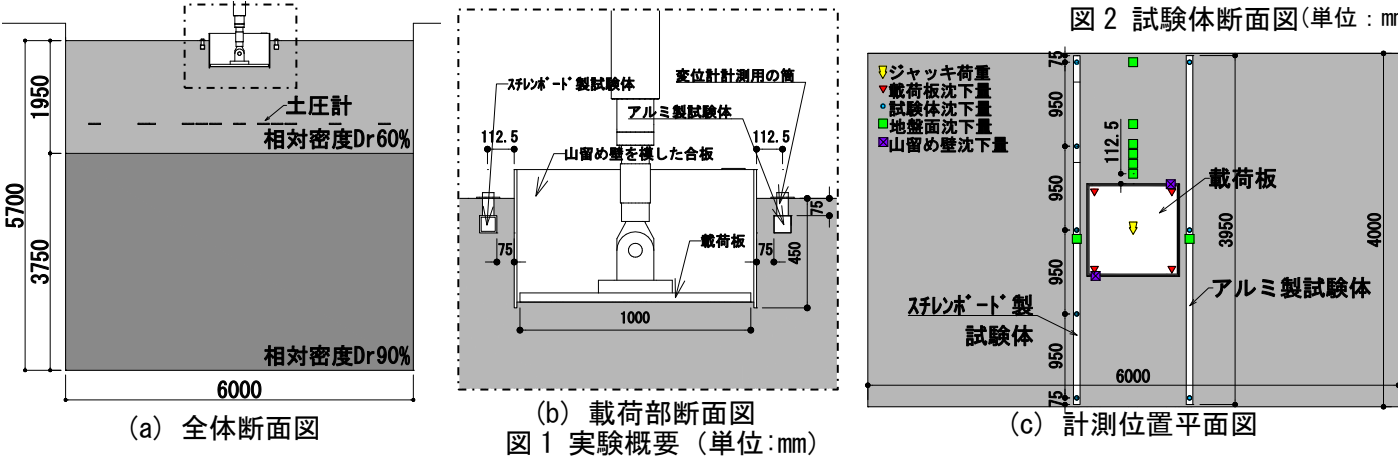


図 1 実験概要（単位: mm）

キーワード 近接施工，鉛直載荷実験，模型実験，沈下

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315 (株) 戸田建設 技術研究所

TEL029-864-2961

$t=1.3\text{mm}$  及び  $t=5\text{mm}$ ) の 2 種類を用意し、山留め壁からそれぞれ 75mm 離れた位置に土被り厚が 75mm となるように表層地盤作製中に設置し埋設した。

本実験における寸法スケールは 1/66.7 であり、実大換算では 70m 角かつ深度 30m 程度の掘削工事において、5m 角の函体が埋設深さ及び離隔距離が共に 5m で近接している状況を想定した。また模型実験における函体と実大の函体の曲げ剛性の相似則については既往の文献<sup>2)</sup>を参考にし、曲げ剛性の高いアルミ製と曲げ剛性の低いスチレンボード製で比較を行った。

### (3) 計測項目と計測位置

図 1(c)に計測項目と設置位置の平面図を示す。山留め壁四方は、いずれも同じような応力伝播状況であることを平面状に埋設した土圧計で確認し、東西方向はそれぞれスチレンボード製試験体とアルミ製試験体が埋設する条件、北方向は埋設物が無い条件で比較する。各所に変位計を設置し、函体の沈下量及び水平変位、地盤面の沈下量、山留め壁の沈下量を計測した。根切り底への荷重と沈下量については、油圧ジャッキに接続したロードセルの値及び載荷板の四隅に当てた変位計の平均値とした。

### (4) 載荷手順

目標荷重は、事前に同様な模型地盤上において実施した静的平板載荷試験にて、直線状の荷重変位関係を描いた範囲である 180kN とし、地盤工学会の静的平板載荷試験の手順に準拠<sup>3)</sup>した 5 段階載荷サイクルの鉛直載荷実験を行った。その際の載荷速度は小さい挙動を正確に計測するため 0.2kN/sec とした。

## 3. 実験結果

図 3 に根切り底の載荷板の荷重沈下関係を示す。最大荷重 180kN までほぼ直線状に推移し、最大沈下量は 14.5mm 程度であった。図 4 に最大荷重 180kN 時の各所沈下量を南北方向の水平分布図を示し、図 5 は最大荷重時の各所沈下量を山留め壁からの離隔距離の分布図で示す。載荷板の沈下量に対し、山留め壁の沈下量が 4.5mm 程度であった。地盤面の沈下量については山留め壁から離れるほど、沈下量が減少する傾向が確認され、函体と同離隔距離のもので 4.2mm、端部は 0.1mm 程度であった。函体については共に両端部の沈下量が小さく、中央部が最大となった。中央部の沈下量は曲げ剛性の低いスチレンボード製が 4.7mm と同離隔距離の地盤面変位と同程度の値であったが、曲げ剛性の高いアルミ製試験体は 1.8mm と地盤面変位より小さくなる差が見られた。また各函体上の地盤面の沈下量は、試験体中央部の沈下量と同様な値が得られた。

## 4. おわりに

本報では、建物施工時の鉛直荷重の増加に伴う近接構造物の変状について模型鉛直載荷実験を通して確認した。その結果、函体の曲げ剛性が高い場合、函体の沈下量はその地点の地盤変位よりも小さい値になる事を計測で確認した。

### 参考文献

- 1) 佐野ら：FEM を用いた近接施工の影響予測手法の検証（その 1 実測事例との比較），土木学会第 78 回年次学術講演会，2023（投稿中）
- 2) 飛田 哲男：地盤工学における模型実験の相似則と遠心模型実験，理工学と技術（関西大学理工学会誌），23 巻，pp. 11-17，2016
- 3) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，二分冊の 2，pp. 698-706，2020

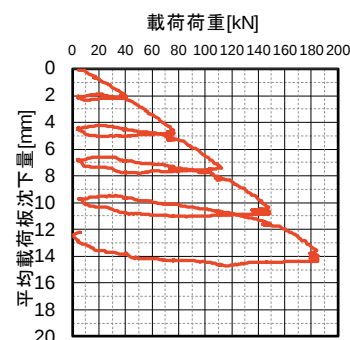


図 3 荷重-沈下関係

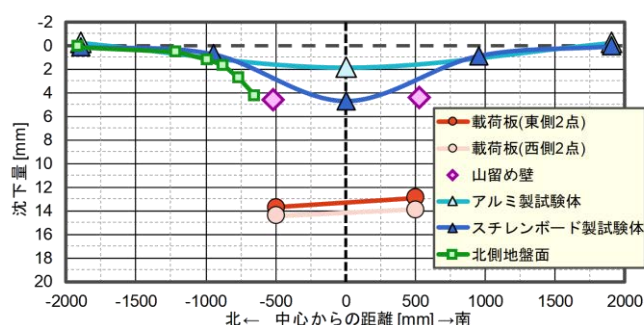


図 4 最大荷重時の沈下量分布（南北面）

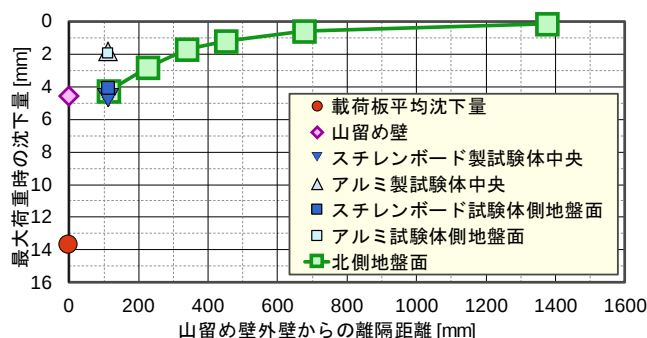


図 5 最大荷重時の沈下量分布（離隔距離）