

異高型複断面トンネルを対象とした静的載荷実験

東京地下鉄株式会社 正会員 ○今村 俊毅 小西 真治
 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 津野 究 鎌田 和孝 佐名川 太亮
 東京大学 フェロー会員 前川 宏一

1. はじめに

著者らは、地下鉄箱型トンネルの異高型複断面部の耐震性能を把握するため、解析による検討¹⁾を行ってきた。今回はそれに対応した、地震時の地盤変位の作用を模擬した静的載荷実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

(1) 実験装置

本実験は、図1に示す基礎の動・静的載荷装置²⁾を用いて行った。ここでは、12段のせん断フレームから構成されたせん断土槽内にトンネル模型を設置し、No.4～6の油圧ジャッキを操作することにより、地盤にせん断変形を生じさせた。

(2) 模型トンネルおよび地盤

単線断面 (Case1) および異高型複断面 (Case2) の2種類の亚克力製の模型トンネル (図2) を作製し、実験に用いた。模型トンネルの部材厚さは20mm、縮尺は実物の概ね 1/12 である。部材に発生する断面力を把握するため、Case1 では40箇所、Case2 では90箇所にひずみゲージを取り付けた。また、模型トンネルに作用する土圧を計測するため、外面に土圧計 (Case1 : 20箇所、Case2 : 40箇所) を取り付けた。

模型地盤は、珪砂6号を300mmごとに撒き出し、転圧を行うことで、相対密度 $D_r=70\%$ の乾燥砂地盤となるように密度管理を行いながら作成した。

(3) 載荷方法

載荷方法は、No.6 ジャッキを固定し、No.4 および No.5 ジャッキの載荷変位量を2:1とする

ことでトンネル底面より上の地盤に様なせん断変形を発生させた (図3)。ここでは、No.5 ジャッキの載荷変位量を3mm、6mm、9mm、12mm、15mm および 18mm と漸増させる多段階正負交番載荷方式を採用した。載荷変位量3mmについては5回、それ以外の変位量については3回ずつ繰返し載荷を行っている。

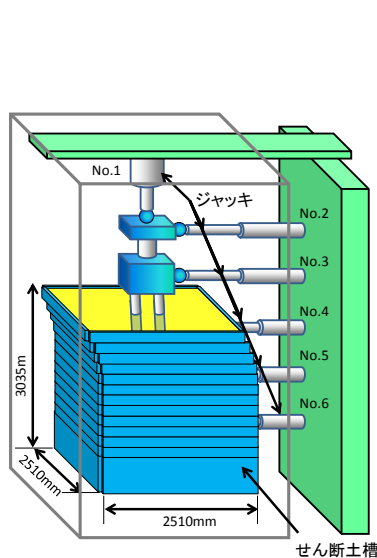


図1 基礎の動・静的載荷装置

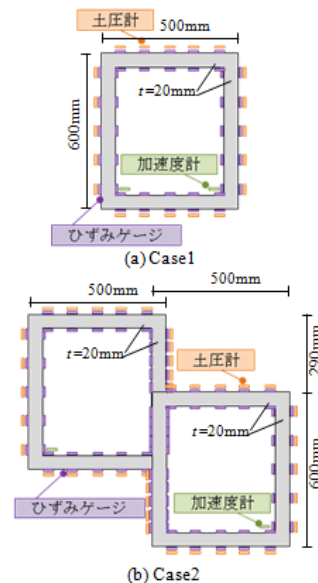


図2 模型トンネル

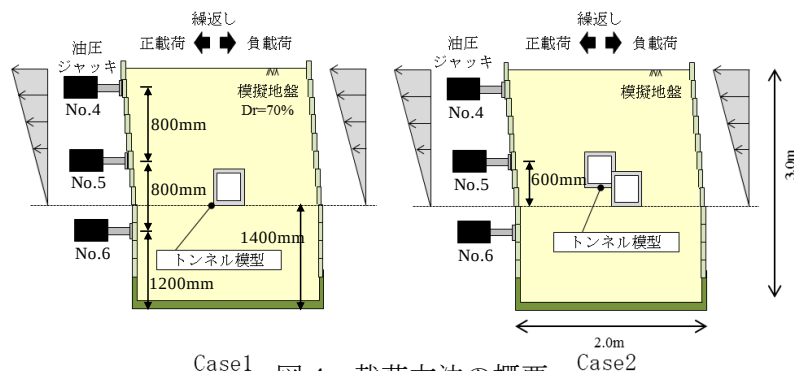


(a) Case1



(b) Case2

図3 模型トンネルの外観



Case1 図4 載荷方法の概要

Case2

キーワード 地下鉄, 開削トンネル, 地震, 地盤変位, 模型実験

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 TEL03-3837-7264

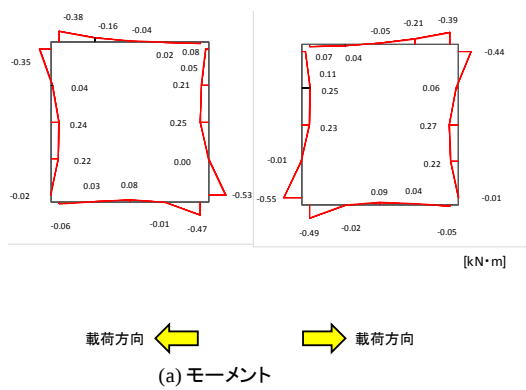


図5 実験結果 (Case1)

(No.5 ジャッキの載荷変位量: 12mm)

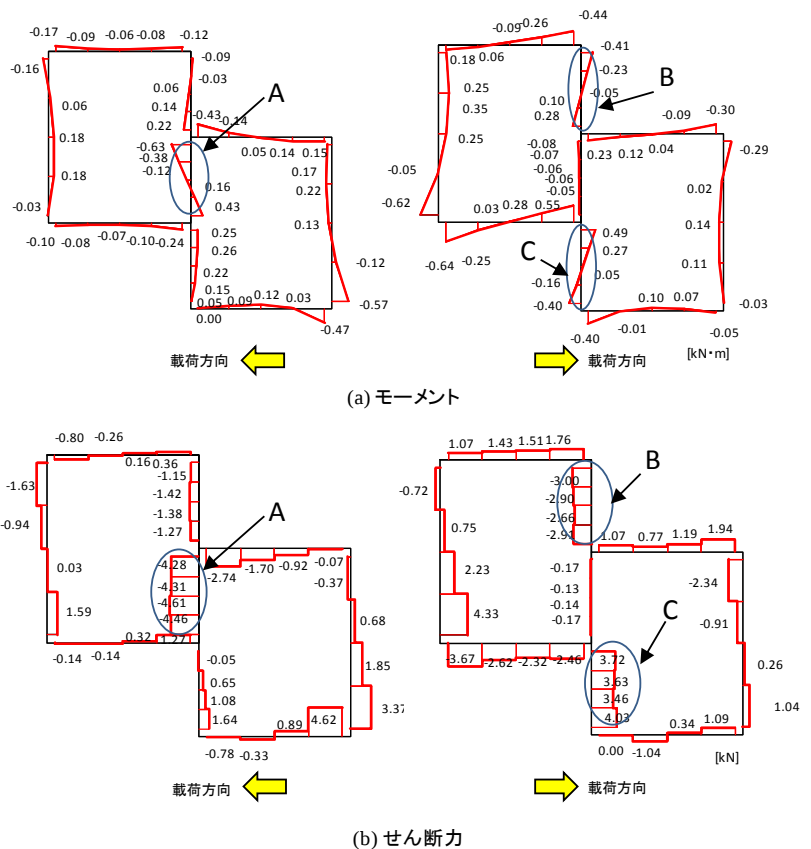


図6 実験結果 (Case2)

(No.5 ジャッキの載荷変位量: 12mm)

3. 実験結果

No.5 ジャッキの載荷変位量が $\pm 12\text{mm}$ 時点のモーメントおよびせん断力分布を図5および図6に示す. ここでは, 模型地盤作成後を基準とし, 地盤の載荷に伴う増分モーメントおよび増分せん断力を整理している.

単線断面のCase1については, 耐震設計時の応答変位法で得られるモーメントおよびせん断力分布形状に, 概ね対応していることが確認できる. つぎに, 異高型複断面のCase2においては, 中壁部分(図6中のA)や, 上・下線間の側壁(図6中のBおよびC)のせん断力およびモーメントが, 他の部材と比較して大きくなる傾向が認められた.

本実験では, Case1では $\pm 18\text{mm}$, Case2では $\pm 15\text{mm}$ までひずみを計測することができた. これは, 地盤のひずみレベルが3.0%および2.5%に相当する. また, 載荷後の模型トンネルの損傷状態を確認すると, Case1, Case2ともに左右の脚部が曲げ破壊するようなモードが認められ, クラックの発生を確認した. これは, 載荷中におけるひずみゲージの値の変化から, 載荷方向から遠い側の脚部が破壊していると考えられる.

4. おわりに

今回, 地震時の地盤変位の作用を模擬した静的載荷実験を行い, 地盤のせん断変形に伴って異高型複断面トンネルに発生する断面力の傾向を把握した. 今後は, FEMや梁ばねモデル等により模型実験のシミュレーションを行う予定である.

参考文献

- 1) 辻貴大, 西垣祐弥, 前川宏一, 小西真治, 尾上豊弘, 今村俊毅: 異高型複断面トンネルの結合位置が耐震性能へ与える影響の検討, 土木学会第70回年次学術講演概要集, pp.377-378(in CD-ROM), 2015.9
- 2) 神田政幸, 西岡英俊, 山畑栄, 高橋一人, 甲斐輝雅: 鉛直力・水平力・モーメントおよび鉛直変位・水平変位・回転角による載荷制御可能な基礎構造物の載荷試験装置の開発, 第40回地盤工学研究発表会, 2005.