

新設地下構造物の地震時応答が既設地下構造物に及ぼす影響評価

小田急建設(株) 正会員 ○小林 孝行
 首都大学東京 フェロー会員 岩楯 敏広
 小田急建設(株) 武菱 邦夫

1. はじめに

都市部においては、生活の利便性向上のため、地下鉄、道路、上下水道および電力施設等の地下インフラストラクチャが道路直下に輻輳して構築されている。しかし、地震発生時の地下構造物相互の影響評価はいまだ十分検討されていないため、2次元FEMによる時刻歴応答解析により影響評価を実施した。本報告では、開削トンネル直下に新たに内径7.5mの鉄道規模のシールドトンネルを並列に構築した際の開削トンネルに与える影響を、構造物間の距離をパラメータとして検討した結果について述べる。

2. 検討モデルと解析条件

【検討モデル】対象構造物は開削トンネルと双設のシールドトンネルとした。解析地盤は沖積地盤とし、基盤深さはGL-24.7mである。位置関係及び地盤条件を図-1に示す。本解析においては、以下に示す5モデルにより地盤および開削トンネルに対する地震時影響評価を実施した。

Model-1：自由地盤モデル、**Model-2**：開削トンネルのみ構築したモデル、**Model-3～5**：開削トンネル直下に離隔dによりシールドトンネルを構築した3モデル（d=2,4,6m）

【解析条件】解析に使用した代表モデルを図-2に示す。解析条件では、シールドトンネルは線形二次元はり要素でモデル化し、開削トンネルを非線形二次元はり要素でモデル化した。非線形二次元はり要素のM- ϕ 関係をバイリニアモデルで再現した。また、地盤要素には平面ひずみ要素を用い、非線形特性を修正Ramberg-Osgoodモデルで表している。入力地震動には、鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計編のL2地震のスペクトルII G1地震動（最大加速度749.6gal）の内、9秒～24秒の15秒間を用いた。

3. 解析結果

解析結果の比較は、開削トンネル中壁上下端の最大変位差を発生する時刻において、測線A（図-2）の地盤応答分布と開削トンネルへの作用土圧および発生断面力の観点より実施した。

(1) 地盤応答分布

図-4に測線Aにおける地盤の絶対変位量の分布を示す。全てのモデルとも同様な挙動を示していることが見て取れる。また、図-5は開削トンネル左側壁における上床版と下床版の相対変位を示す。相対変位は、開削トンネルとシールドトンネルの離隔が大きいほど大きな値を示し、離隔6mで開削トンネルのみのモデルとほぼ同値となる。最大値と最小値の差は約5mm程度でありほぼ同じ挙動を示していると判断する。以上の結果より、構造物近傍の地盤においてもその応答は構造物の影響をあまり受けず自由地盤と同様な挙動を示すと考える。

(2) 開削トンネルの断面力および作用土圧

キーワード 動的相互作用、地震応答解析、都市地下構造物

連絡先 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-19-5 小田急建設(株) 技術部 TEL045-323-3974

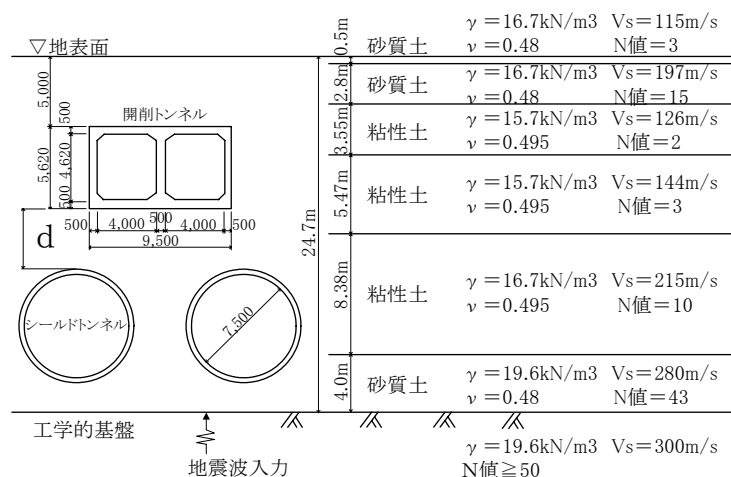


図-1 地盤条件と構造物の関係

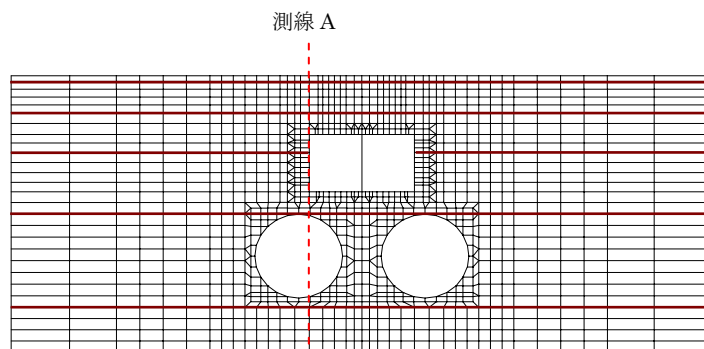


図-2 解析モデル

図-6、図-7に開削トンネルの断面力を示す。せん断力および曲げモーメントにおいて、全モデルともほぼ同等な値となる。図-8～図-11に開削トンネルに作用する直土圧を示す。図-8と図-9の側壁に作用する直土圧 σ_x では、モデルによる差異は生じていない。また、上床版に作用する直土圧 σ_y （図-10）についても、モデルごとの差異は生じていない。しかし、図-11の下床版に示す直土圧 σ_y では、両側壁近傍において、最大値を示すModel-3と最小値を示すModel-2の間に10%程度の差異が生じた。これは、図-3の全体変形図で見て取れるように、両側壁の直下にはシールドトンネルの天端が位置することより、地盤とシールドトンネルの剛性差とシールドトンネルの天端の形状が原因し、地震時には側壁下の地盤のせん断変形を増長させ直土圧 σ_y が増加したものとする。

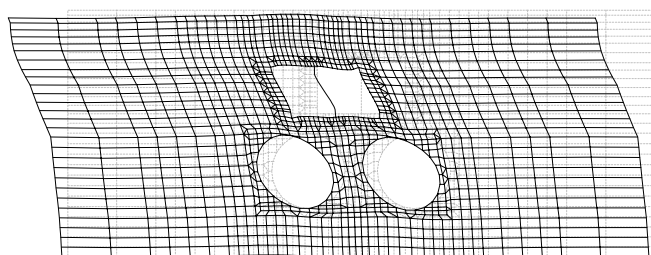


図-3 全体変形図

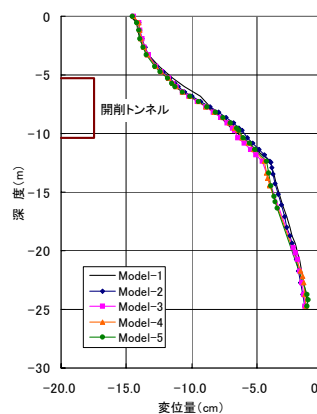


図-4 絶対変位分布

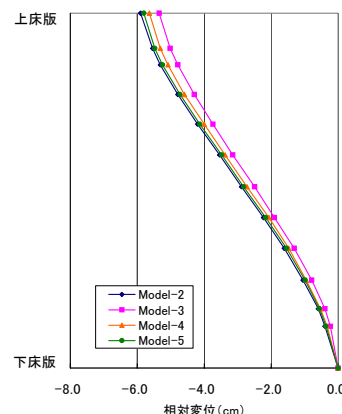


図-5 側壁の相対変位

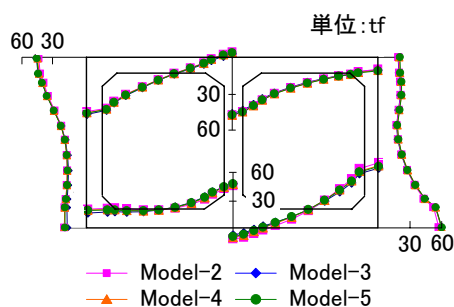


図-6 せん断力図

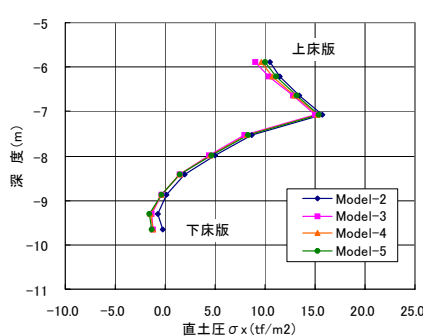


図-8 左側壁の直土圧

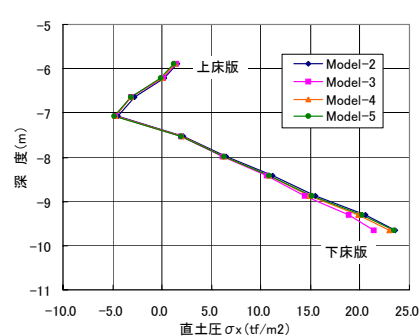


図-9 右側壁の直土圧

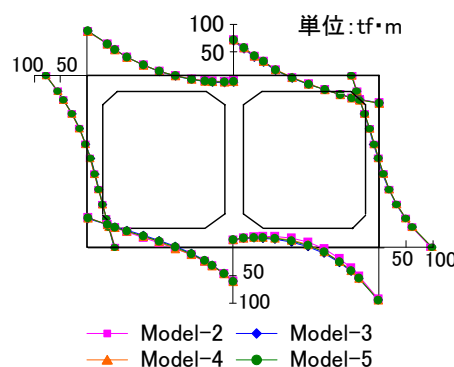


図-7 曲げモーメント図

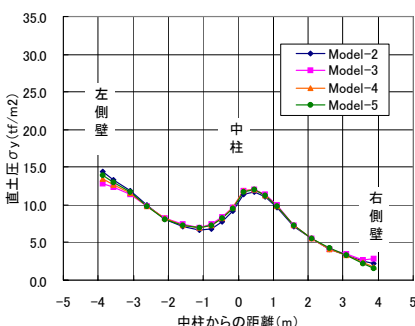


図-10 上床版の直土圧

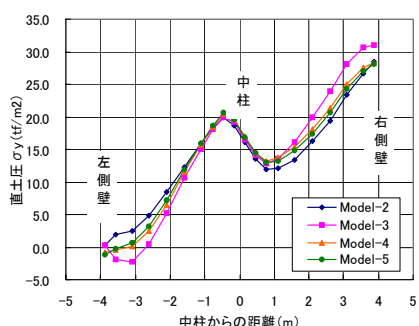


図-11 下床版の直土圧

4. おわりに

本検討では、シールドトンネル上部の開削トンネルの地震時応答を離隔変化により検討した。水平動に関しては地盤の挙動に委ねられるため、開削トンネル側壁部の変位、断面力および直土圧ともほとんど変化しない結果を得た。しかし、下床版に作用する直土圧は増加の傾向を示した。これは、シールドトンネル直上の地盤変形に伴う地盤応力の変化によるものと思われる。この結果は、地盤条件およびシールドトンネルの規模、横方向の位置関係によっても変化するものと思われる。今後、条件を様々に変化させて影響評価を実施し、設計に反映させることが重要であるとする。

参考文献：1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 平成11年10月 2) 土木学会：開削トンネルの耐震設計(トンネルライブラリー第9号), 平成10年10月