

地上・地下近接構造物の地震時相互作用に関する解析的研究 ～トンネルの剛性の違いによる応答特性～

首都大学東京大学院(修士)

加治 徹夫

首都大学東京大学院(教授)

フェロー会員

○岩楯 敞広

建設技研インターナショナル(株)

小川 淳一郎

1. 背景・目的

近年,都市部では建築物,道路,地下鉄,上下水道などの地上・地下構造物が多く建設されている.新設構造物建設にあたっては,既設構造物に近接するケースが多い.そのため,大地震時における地上・地下近接構造物の動的相互作用の評価や耐震性が重要な課題となっている.本研究は,剛性の異なるトンネルが橋脚の近傍に構築された場合を想定し,大地震時の動的相互作用を解析的に検討したものである.

2. 解析モデル

解析対象は,新設構造物(高さ20mの杭基礎の橋脚)の近傍にシールドトンネル(直径8m,RCセグメント)が新設された場合を想定する.橋脚-周辺地盤モデル図を図-1に示す.

- (1) 地盤は平面ひずみ要素でモデル化し,地盤の非線形性($\tau - \gamma$)は,Ramberg-Osgood モデルを用いた.境界条件は,地盤側方および底面を粘性境界とした.
- (2) 橋脚は,躯体・杭基礎を非線形はり要素,頂部・フーチング部を線形はり要素でモデル化した.
- (3) シールドトンネルは,線形はり要素でモデル化した.

3. 入力地震動および解析条件

- (1) 入力地震波は,レベル2地震動(最大加速度749.6gal)で基盤(深さ30m)に入力した(図-2).
- (2) 解析条件は,積分手法がNewmark β 法,積分間隔0.002secである.解析コードはTDAFを用いた.
- (3) トンネルの剛性の違いを,ヤング率を変えることによって表し, $2.55 \times 10^6 (\text{kN/m}^2) = E$ を基準とし,1/10E, E, 10Eの場合と橋脚のみの場合の4ケースについて解析を行った.

4. 解析結果

- (1) 剛性の違いによる橋脚の挙動を調べると,剛性が大きくなるにつれ,橋脚の最大応答変位は若干減少し,最大応答加速度は若干増加した.トンネルなしの場合は剛性10Eとほぼ同じ最大応答変位を示し,剛性0.1Eより大きい最大応答加速度を示した.橋脚の挙動はトンネルの有無・剛性の違いによって若干の差があるがわずかであり,大きな影響を与えていない.これは橋脚の挙動が周辺地盤に支配されており,地盤剛性が剛性の異なるトンネルが入ることによって大きく変化しなかったためであると考えられる(図-3).
- (2) 剛性の違いによる橋脚水平変位最大時刻での杭基礎断面力を比較すると,軸力,せん断力は4ケースとも異なる分布を示し,また曲げモーメントは同じような分布となった.しかし,全ての場合において応答値には大きな差異が現れており,トンネルの剛性の変化による影響が大きいことが分かる(図-4, 図-5).
- (3) 剛性の違いによる橋脚水平変位最大時刻での杭基礎直土圧を比較すると,左杭(トンネル反対側)には大きな違いはみられなかった.一方右杭(トンネル側)は4ケースとも異なる分布となっており,トンネルの有無,剛性の違いによって大きな差異が生じている(図-6, 図-7).

5. 結論

本研究で,近接構造物の剛性の違いが,既設構造物である橋脚の杭基礎に大きな影響を与えているが,橋脚の応答に与える影響は,小さいことが判った.今後,さらに多くの事例について検討を進めたい.

6. 参考文献 岩楯敞広(1985),地中構造物の耐震性に関する研究

伊藤喜広,岡本浩資(2006),地上地下近接構造物の地震時相互作用に関する解析的研究

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 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 都市環境学部 0426-77-2946

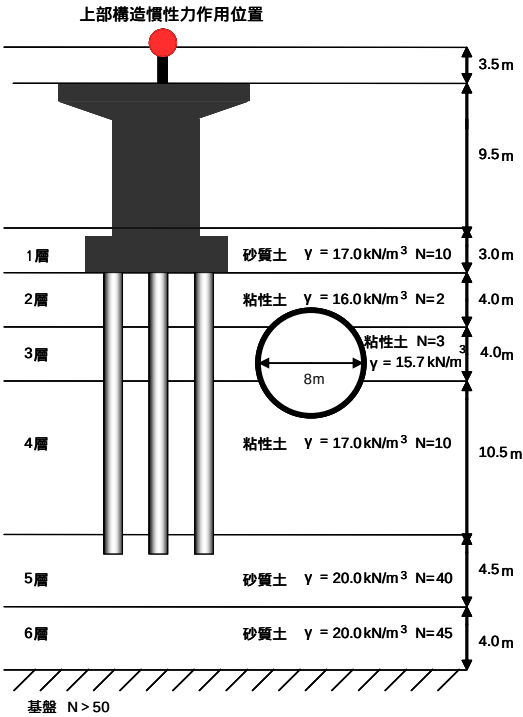


図-1 橋脚-周辺地盤モデル図

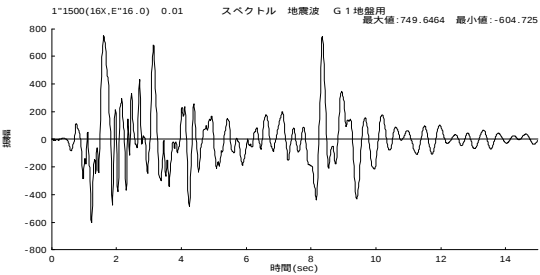


図-2 入力地震動波形

モデル		トンネルなし	剛性(0.1E)	剛性(E)	剛性(10E)
最大応答変位 (cm)	上部構造(12m)	37.68	43.46	40.78	37.67
	支承部(9.5m)	37.62	43.40	40.71	37.60
	地表(0m)	37.43	43.22	40.50	37.40
	アーチング底面(-3m)	37.43	43.22	40.50	37.40
	基盤面(-30m)	0.87	0.96	1.08	1.19
最大応答加速度 (cm/s ²)	上部構造(12m)	440.08	429.02	468.60	478.04
	支承部(9.5m)	436.26	426.55	466.45	473.58
	地表(0m)	439.79	419.57	464.84	471.08
	アーチング底面(-3m)	439.81	419.61	464.97	471.02
	基盤面(-30m)	726.35	727.55	724.90	723.36

図-3 最大応答値比較

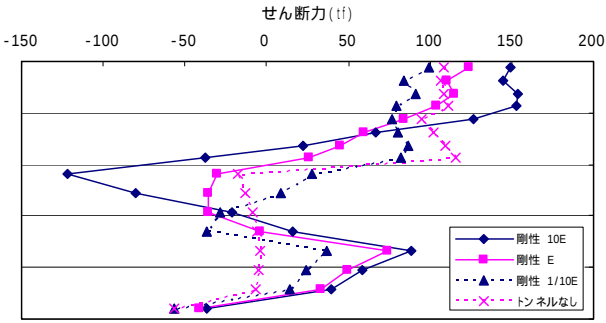


図-4-1 右杭せん断力比較図

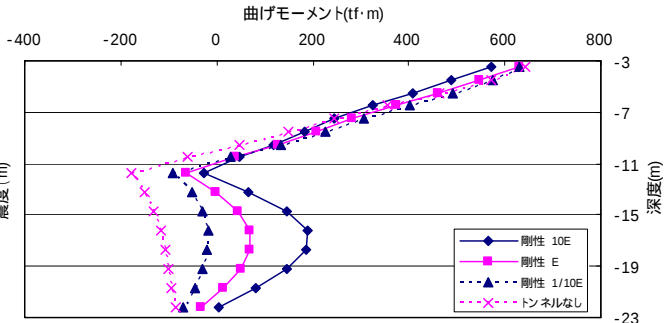


図-5-1 右杭曲げモーメント比較図

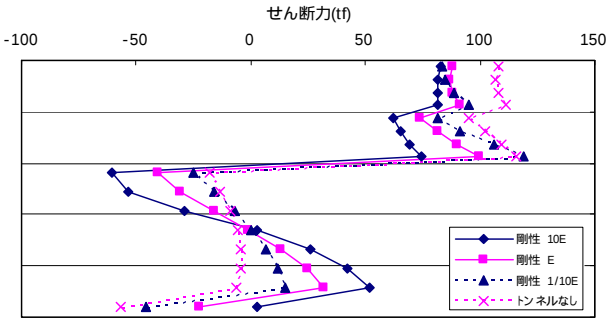


図-4-2 左杭せん断力比較図

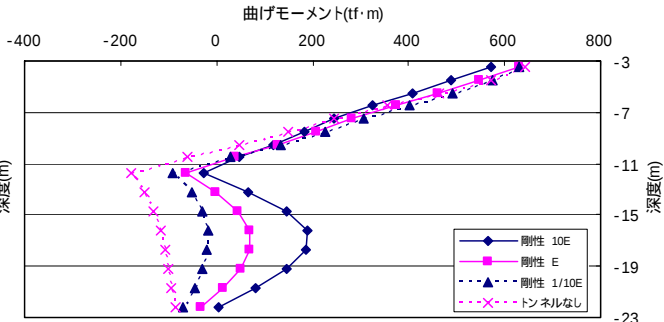


図-5-2 左杭曲げモーメント比較図

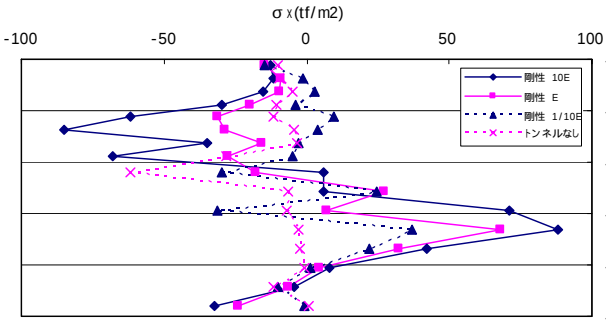


図-6 右杭に作用する直土圧比較

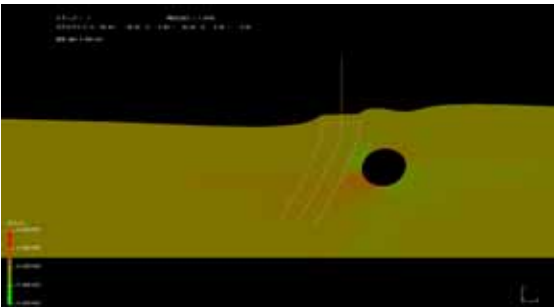


図-7 応力分布図(剛性 10E)