

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 - トンネルの離間距離による応答特性 -

首都大学東京 フェロ-会員 岩楯 敬広、学生会員 伊藤 喜広
前田建設工業(株) 正会員 大嶋 義隆、八千代エンジニアリング(株) 正会員 石川 義樹

1. 背景・目的

近年，都市部において地下空間の高度利用目的とし，都市部の地下に多くの構造物が構築されており，大地震時における隣接した地上・地下構造物同士の相互作用の評価が重要な課題となっている。

本研究は，既設構造物(橋脚)の近傍に新設構造物(シールドトンネル)が構築された場合を想定し，両構造物の離間距離を変化させた時の地震時相互作用を数値解析により検討したものである。

2. 解析モデルと解析条件

2.1 解析モデル (1) 地盤は，平面ひずみ要素でモデル化する(図-1，図-2)。地盤側方，底面は粘性境界とした。地盤の非線形性()は，Ramberg-Osgood モデルを用いる。(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する。非線形性(M-)には，骨格曲線は非対称トリリニアモデル，履歴特性は武田モデルを用いる。(3) シールドトンネル(直径 8m，RC セグメント)は，線形はり要素でモデル化する。

2.2 解析条件 (1) 解析は，有限要素法汎用プログラム TDAP を用いて非線形時刻歴応答解析(直接積分法)によって行う。積分手法：Newmark-法($\alpha=1/4$)，積分間隔： $\Delta t=0.002\text{sec}$

(2) 工学的基盤面(地下 30m)における入力地震動(レベル 2 地震動)を図-3 に示す。

(3) 橋脚のみの場合と，橋脚とシールドトンネルの離間距離をパラメータとして $D=3\text{m}$ ， 6m ， 9m に変化させた場合の 4 ケースについて解析し，構造物の応答を比較する。

3. 結果

(1) 離間距離 D の減少に伴い橋脚の最大応答変位，最大応答加速度ともに若干増加した(図-4，図-5)。これは地盤にトンネルが入ることによって，橋脚付近の地盤剛性が低下したためだと考える。しかし，トンネルなしのケースと，最も変化の大きいケース($D=3\text{m}$)を比較すると，上部構造位置において，最大応答変位は約 7%，最大応答加速度は約 5%の差であり，離間距離の影響は比較的小さいことがわかった。

(2) 杭基礎のせん断力，曲げモーメントともに地盤物性が大きく変化する 3 層と 4 層の境界(深度 -11m)付近で最大となった。

(3) 3 列の杭基礎(左杭，中杭，右杭)は，3，4 層境界で応答が最大となる時刻($t=1.45\text{sec}$)のせん断力分布，曲げモーメント分布を図-6，図-7 に示す。左杭(トンネル反対側)と右杭(トンネル側)を比較すると，左杭の応答はトンネルの離間距離 D の影響は僅かしか見られないが，右杭の応答は離間距離の減少に伴いトンネルなしのケースの応答と差異が現れた。

4. まとめ

本研究では，既設構造物と新設構造物との離間距離は，両構造物の地震時相互作用に大きな影響を与えない結果となったが，今後さらにパラメータ解析を追加し，検討を進めたい。

5. 参考文献

岩楯敬広(1985)，東京都立大学博士論文 地中構造物の耐震性に関する研究

車愛蘭(2003)，東京都立大学博士論文地下鉄構造物の大地震時挙動に関する実験及び解析的研究

キーワード 動的相互作用、地上・地下近接構造物、動的応答解析

連絡先：〒179-8903 練馬区高松 5-8 J.City 前田建設工業(株) TEL03-5372-4744,Fax:03-5372-4768

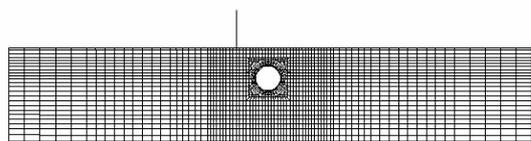


図-1 モデル全体図

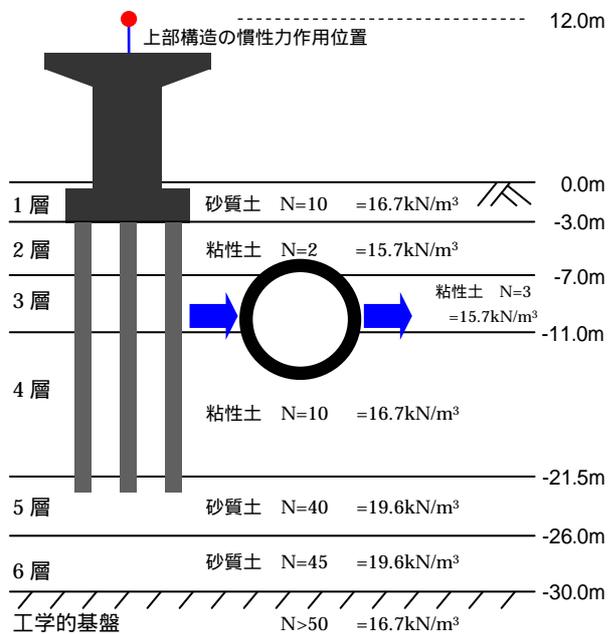
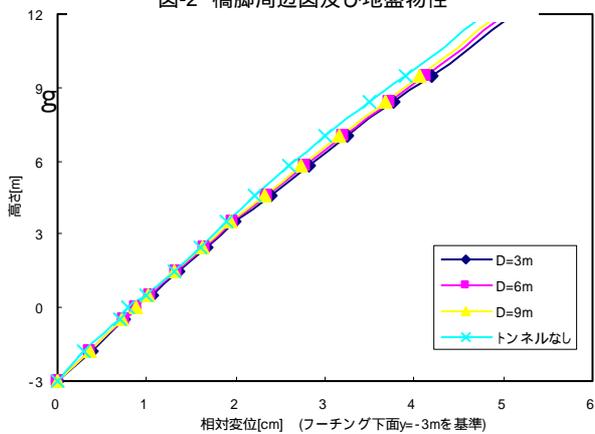


図-2 橋脚周辺図及び地盤物性



最大値：749gal (t=1.61sec)

図-3 入力地震動波形

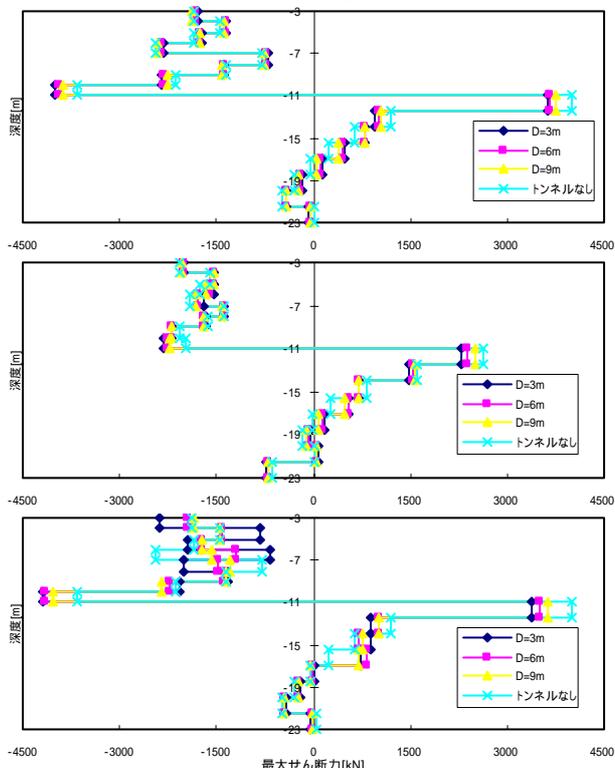


図-4 橋脚の最大応答変位

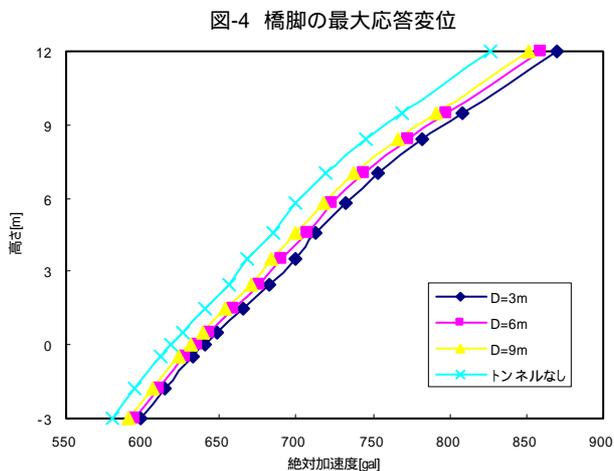


図-5 橋脚の最大応答加速度

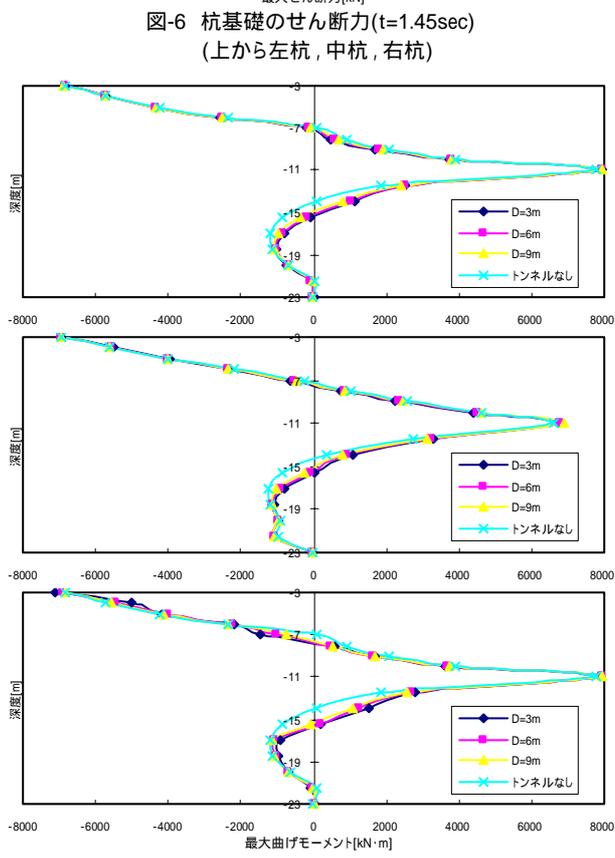


図-6 杭基礎のせん断力(t=1.45sec)
(上から左杭, 中杭, 右杭)

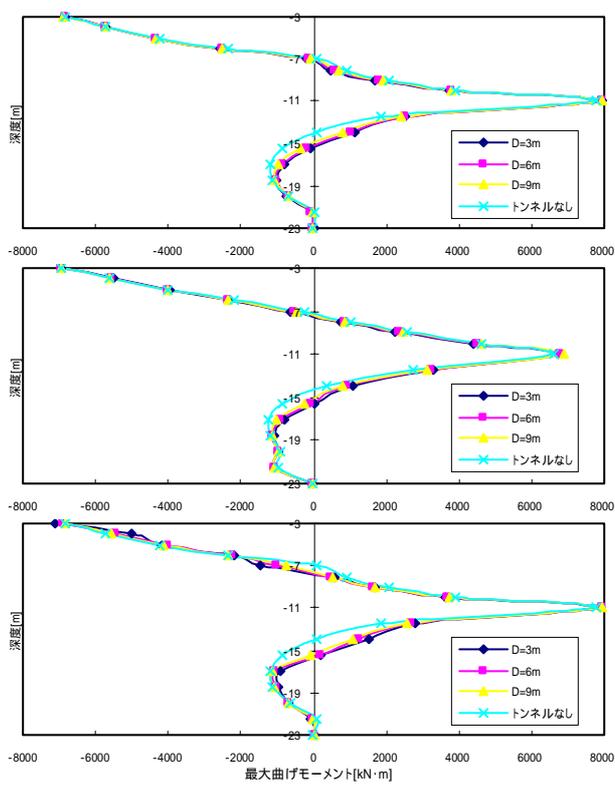


図-7 杭基礎の曲げモーメント(t=1.45sec)
(上から左杭, 中杭, 右杭)