

都市地下構造物の地震挙動が近接地下構造物の応答に与える影響に関する研究

東京都立大学 藤本 健太郎
 首都大学東京(フェロー) 岩楯 敞広

1. はじめに

近年、都市部におけるライフライン建設では、環境への影響を配慮して地下空間が高度利用され、多くの構造物が構築されている。地下構造物の地震時安全性に関しては、兵庫県南部地震以降多くの研究者によって研究され、大地震時の挙動や破壊メカニズムについて解明されてきている。しかし、地下構造物の地震時挙動が近接する地上・地下構造物の応答に与える影響など地震時の相互作用については、十分検討されていない。本研究は、地震工学委員会地下構造物合理的な地震対策研究小委員会の活動の一環として、既設の地下構造物の近傍に新設の地下構造物が構築されたと想定し、地震時挙動、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) 委員会で標準モデルを設定した。解析モデルと地盤の初期物性値を図1、図2に示す。地盤は、深さ-30mを基盤として6層の平面ひずみ要素でモデル化した。地盤の非線形特性は、修正 Ramberg-Osgood 曲線で評価した。

(2) 既設地下構造物は、地下鉄等に使用されるボックスカルバート RC 構造を想定し、非線形性ははり要素でモデル化した。せん断に関しては、線形弾性、曲げについては、修正武田型で非線形特性を考慮した。

(3) 新設地下構造物は、RC セグメントのシールドトンネル(下水管、地下鉄、道路トンネル)を想定し、大きさ(直径:R)をパラメータとして解析する。線形はり要素とし、非線形は考慮しない。構造全体の減衰は Rayleigh 減衰を使用する。また、本解析では、地盤の液状化や構造物と地盤とのすべり・剥離(ジョイント要素)については考慮しない。

2.2 解析条件

(1) 解析は、2次元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)を行った。積分手法は、Newmark-法($\beta = 1/4$)で、積分間隔: $\Delta t = 0.002\text{SEC}$ である。

(2) 工学的基盤面における入力地震動は図3に示した神戸海洋気象波形(最大加速度 396gal、ステップ数 4096)を水平基盤に入射する。

(3) 以上の条件を元に今回パラメトリックに検討を行うため2つの検討パラメータ((a)近接構造物どうしの離間距離 (b)新設構造物の大きさ・形状)を設定する。

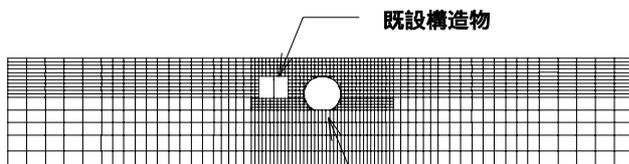


図1 解析モデル全体図

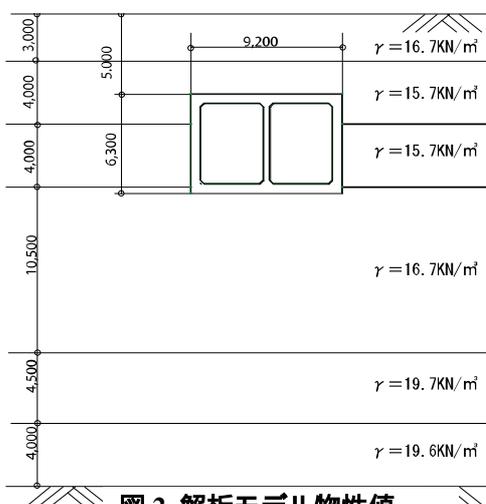


図2 解析モデル物性値

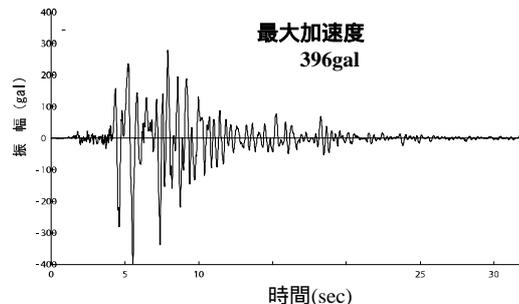


図3 入力地震動

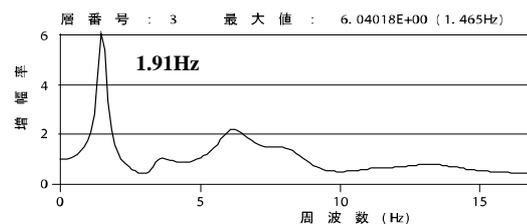


図4 解析モデルの伝達関数

キーワード: 都市地下構造物、動的相互作用、地震応答解析、動土圧
 連絡先: 東京都八王子市南大沢 1-1 0426-77-2946

3. 解析結果

(1)解析モデルの伝達関数を図4に示す。1次卓越振動数は、1.91Hzとなった。

(2)図5に、既設構造物と新設構造物の離間距離(D)をパラメータ(D=4m,7m,10m)として求めた両構造物中間地点の地盤の最大水平変位分布を示す。既設構造物周辺地盤の水平応答変位は、新設構造物により拘束され、自由地盤(新設構造物がない場合:以下基本ケース)より、かなり小さいが、離間距離が大きくなるに従って、基本系の値に近づき、新設構造物の影響は小さくなることわかる。

(3)既設構造物側壁上隅部に作用する直土圧(σ_x)を図6(新設構造物側)に示す。Dは離間距離、Rは近接構造物(シールド)の直径である。新設構造物側の直土圧は、近接構造物の影響を強く受け、近接構造物がない場合(基本形)より、かなり小さい。これは、新設構造物に拘束され周辺地盤と構造物の相対変位が減少したためと考える。しかし、離間距離の増加に伴って、基本形の値に漸近する傾向が見られた。

(4)図7は、既設構造物の両壁地震時最大断面力(せん断力、曲げモーメント)を新設構造物(直径R=4m)の離間距離毎に示している。図7-1は近接構造物側断面であり、図7-2は反対側の断面である。近接構造物側の断面力は、近接構造物の影響で低減しているのに対し、反対側ではほとんど影響は見られないことわかる。

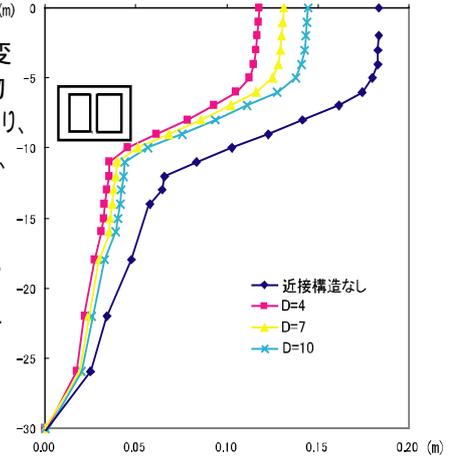


図5 最大変位分布

4. まとめ

本研究は、地震工学委員会、地下構造物の合理的な地震対策研究小委員会の活動の一部として実施したものである。今後、地盤条件や近接構造物の大きさや形状などをパラメータとして検討を進めたい。

参考文献

1. 車愛蘭 「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」 東京都立大学博士論文

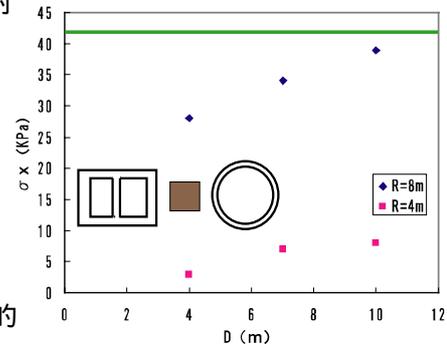
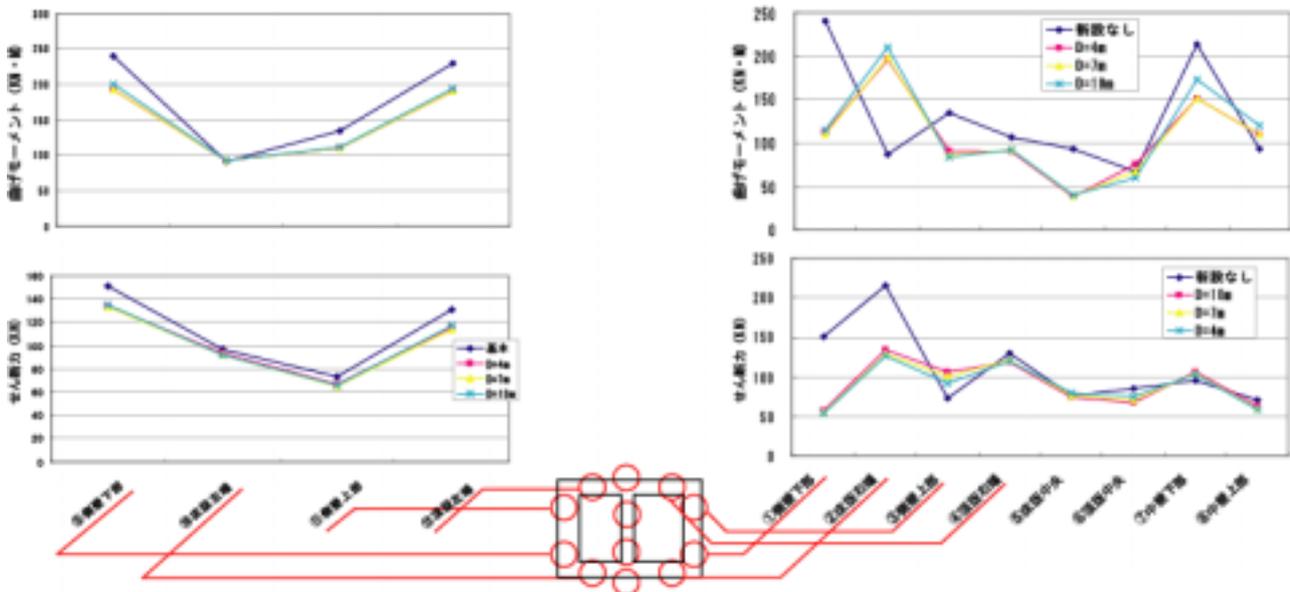


図6 離間距離と直土圧の関係



7-1 新設構造物反対側の断面

7-2 新設構造物側の断面力

図7 構造物の断面力(曲げモーメントとせん断力)