

ビルの直下に位置する地下鉄の地震時応答に関する基礎的検討

弘前大学 学生会員 ○八木橋 怜
 弘前大学 学生会員 三浦 千穂
 弘前大学 フェロー会員 有賀 義明

1. まえがき

1985年に発生したメキシコ地震では、地下鉄の真上に位置していたオフィスビルが倒壊した。また、1995年の兵庫県南部地震では、地下鉄大開駅の中柱が破壊した。これらの地震被害事例を踏まえ、地下構造物と地上構造物の相互影響を考慮した耐震性能評価が必要であると考えられる。また、地上に比べて地下では地震動の加速度振幅が小さい傾向にあるため、地下は安全上有利であると思われる。しかし、隣接する構造物や周辺地盤の影響等によっては、地下構造物の耐震性に大きな影響が及ぶことが想定される。そこで本研究では、高層ビルの直下に地下鉄がある場合を想定し、地下鉄の地震時安全性に主眼を置いて、三次元動的解析により地下鉄と高層ビルの地震時の相互影響について基礎的な検討を行った。

2 三次元動的解析による検討

2.1 概要

地下構造物と地上構造物の地震時の相互影響を検討することを目的として、地下鉄のみの場合と1棟の高層ビルの直下に地下鉄が存在している場合を想定し、高層ビルの有無が地下鉄の地震時応答にどのような影響を及ぼすかについて比較検討した。

2.2 三次元動的解析モデル

解析対象とした地下鉄と高層ビルの形状と寸法を図-1に示す。また、地下鉄単独モデルの全景を図-2に、1棟の高層ビルの直下に地下鉄が存在している連成モデルの全景を図-3に示す。地下鉄は地表から5mの位置に設定した。地下鉄と高層ビルの動的物性値を表-1に、地盤の動的物性値を表-2に示す。解析モデルの側方境界は粘性境界、下方境界は剛基盤とした。地下鉄単独モデルの節点数は20332、要素数は22038であり、地下鉄と高層ビルの連成モデルの節点数は26740、要素数は24342である。解析プログラムはDIANAを用いた。

2.3 入力地震動

入力地震動は、図-4に示したように、土木学会コンクリート標準示方書耐震性能照査編¹⁾に例示されているレベル2地震動基盤波の0秒～13の区間を使用し、下方剛基盤から入力した。入力地震動の加振方向は地下鉄の縦断方向とした。

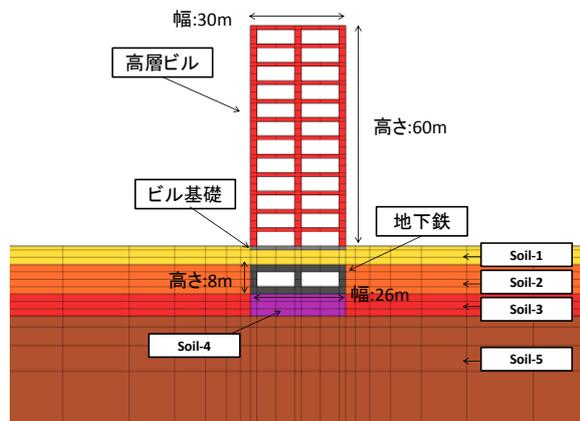


図-1 解析対象

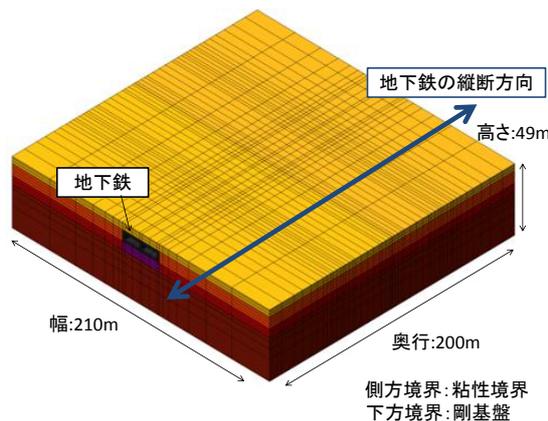


図-2 地下鉄単独モデル

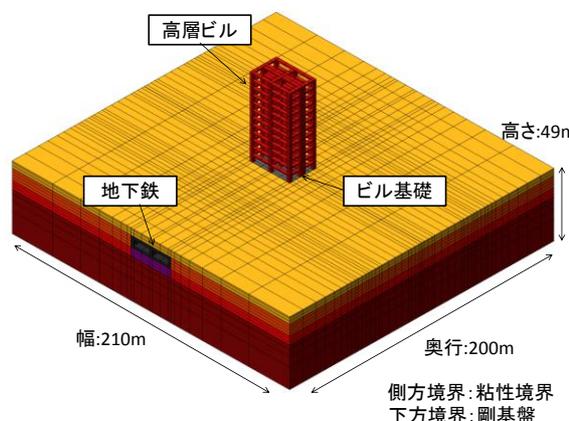


図-3 地下鉄と高層ビルの連成モデル

キーワード：地下鉄，高層ビル，三次元動的解析，地震時相互影響

連絡先：〒036-8561 弘前市文京町3，弘前大学大学院理工学研究科地球環境学コース Tel・Fax 0172-39-3608

表-1 構造物の動的物性値

項目	高層ビル	ビル基礎	地下鉄
せん断剛性(N/mm ²)	6700	1250	9000
密度(g/cm ³)	2.3	2.5	2.3
ポアソン比	0.20	0.25	0.20
減衰定数	0.03	0.03	0.03

表-2 地盤の動的物性値

層 No.	層厚 (m)	せん断剛性 (N/mm ²)	密度 (g/cm ³)	ポアソン比	減衰定数
1	5.0	340	2.1	0.40	0.05
2	8.0	560	2.1	0.35	0.05
3	6.0	840	2.3	0.35	0.05
4	6.0	840	2.3	0.35	0.05
5	30.0	1250	2.5	0.25	0.03

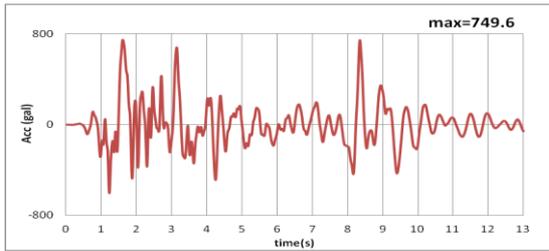


図-4 入力地震動

24 解析結果

(1) 加速度応答

地下鉄周辺部で最大加速度が発生した時刻の地下鉄単独モデルでの加速度分布を図-5に示す。また、地下鉄と高層ビルの連成モデルでの最大加速度分布を図-6に示す。地下鉄周辺部の加速度応答は、両解析モデルで大きな差がない結果となった。

(2) 地震時応力

入力地震動を地下鉄の縦断方向に加振したため、ここではせん断応力に着目して解析結果を示す。地下鉄単独モデルの地下鉄中柱で最大せん断応力が発生した時刻の地震時せん断応力分布を図-7に示す。また、地下鉄と高層ビルの連成モデルでの地震時せん断応力分布を図-8に示す。2つの解析ケースを比較してみると、地下鉄中柱の地震時せん断応力は、高層ビルの有無の影響を受け易く、単独モデルでは2.65 N/mm²、連成モデルでは3.40 N/mm²となった。このことから、地下鉄直上に高層ビルが存在する場合には、その影響によって地下鉄の中柱等に大きな地震時応力が発生する可能性があるのではないかと考察される。

3. あとがき

今後の課題としては、地盤の動的変形特性の影響(非線形性の影響)、地震動の加振方向の違いによる影響、高層ビルが杭基礎の場合の地震時の相互影響について検討する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会:コンクリート標準示方書耐震性能照査編 p.47, 2002

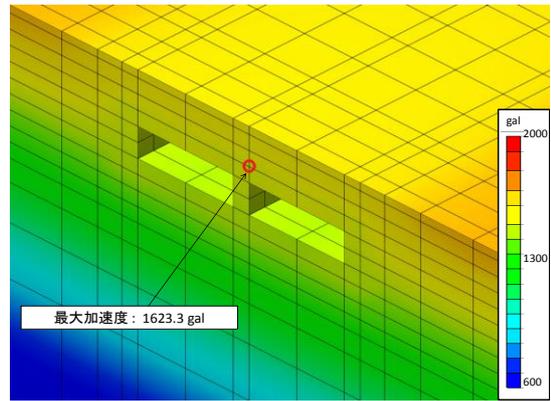


図-5 地下鉄単独モデルの最大加速度分布

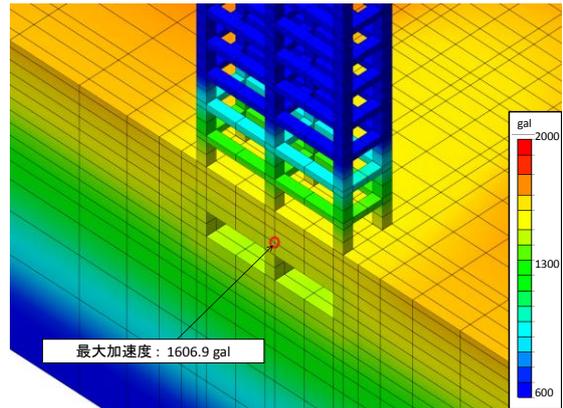


図-6 地下鉄と高層ビルの連成モデルの最大加速度分布

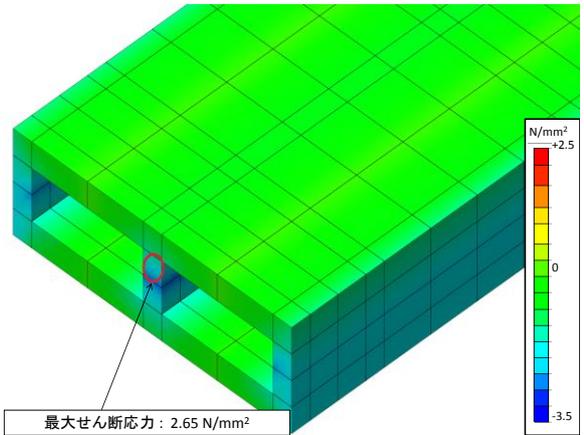


図-7 地下鉄単独モデルの地震時せん断応力分布

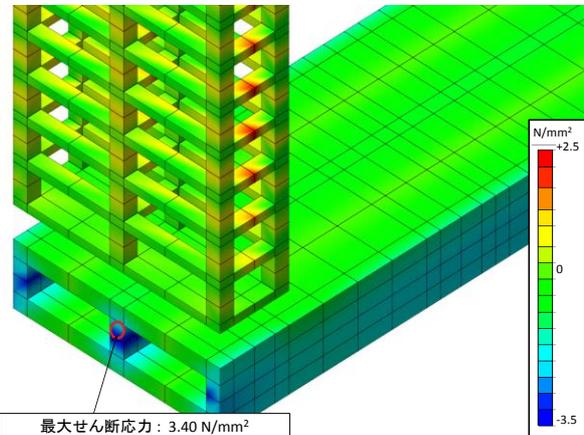


図-8 地下鉄と高層ビルの連成モデルの地震時せん断応力分布