

地下街交差部の地震時応力に対する隣接高層ビルの影響

弘前大学 フェロー会員 有賀義明

1. まえがき

一般的に、地下は地上に比べて地震動の加速度振幅が小さい傾向にあるため、耐震上有利であると考えられている。しかし、隣接する構造物や地盤構造等の影響によっては地下構造物等に発生する地震時応力や相対変位が増大することが想定される。地下構造物と地上構造物の接続部は構造変化部であり、地震被害が生じやすい箇所であることから地震時の安全性を適確に評価するためには、隣接する構造物間の相互影響を考慮した解析評価が必要になる。そこで、地下街交差部と高層ビルの地震時の相互影響について三次元動的解析により検討した。

2. 三次元動的解析

2.1 解析対象

直交する地下街の両側に高層ビルが建っている場合を想定して、図-1 に示したような解析モデルを設定した。図-1 は表層地盤を取り除いて表示したものである。地下街は、土被り 5m の地下に位置し、幅 40m、高さ 5m を想定した。2 棟のビルは、ともに高さ 60m とし、高層ビル A では間口 50m、奥行 20m、高層ビル B では間口 30m、奥行 40m とした 2 棟のビルの地震時挙動が複雑になるように、ここでは 2 棟のビルの形状を変化させた。境界条件は、側方境界は粘性境界、下方境界は剛基盤とした。

2.2 解析モデル

一方向の地下街だけの解析モデル（図-2、一方向地下街モデル）、直交する地下街だけの解析モデル（図-3、直交地下街モデル）、直交する地下街の両側に高層ビルがある解析モデル（図-4 地下街-高層ビル連成モデル）の 3 種類を設定した。

2.3 動的物性値

高層ビルと地下街の動的物性値は表-2 に、地盤の動的物性値は表-3 に示したように設定した。ビルの動的せん断剛性の値は、地上 12 階建のビルを想定し、経験則から一次の固有周期が 1.2 秒になるように設定した。減衰定数については、強震時のひずみ依存性を考慮して少し大きな目の値を仮定した。地盤については、直接基礎のビルを支える水平地盤を想定し、各層の S 波速度としては第 1 層 400m/s、第 2 層 500m/s、第 3 層 600m/s、第 4 層 700m/s を仮定した。

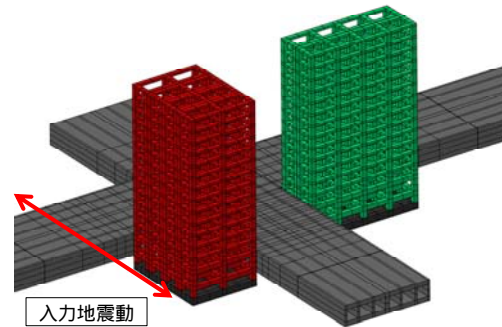


図-1 地下街と高層ビルの位置関係と形状

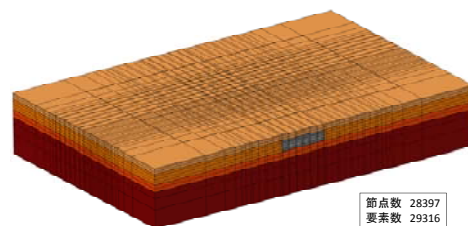


図-2 一方向地下街モデル

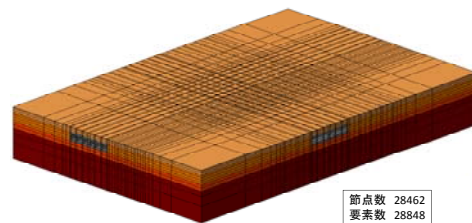


図-3 直交地下街モデル

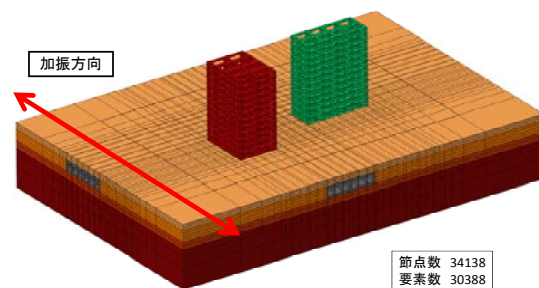


図-4 地下街-高層ビル連成モデル

表-1 高層ビルと地下街の動的物性値

構造物	動的せん断剛性(N/mm ²)	密度(g/cm ³)	動ポアソン比	減衰定数
ビル A	6700	2.3	0.20	0.03
ビル B	6700	2.3	0.20	0.03
地下街	9000	2.3	0.20	0.03

キーワード：地下街，地震時安全性，三次元動的解析，相互影響，隣接構造物

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-2 地盤の動的物性値

地盤構成	動的せん断剛性 (N/mm ²)	密度 (g/c m)	動ポアソン比	減衰定数
1層	340	2.1	0.40	0.05
2層	560	2.2	0.35	0.05
3層	840	2.3	0.35	0.05
4層	1250	2.5	0.25	0.05

2.4 入力地震動

図-5 に示した模擬地震動¹⁾を入力地震動とした。最大加速度は 749.6 gal である。

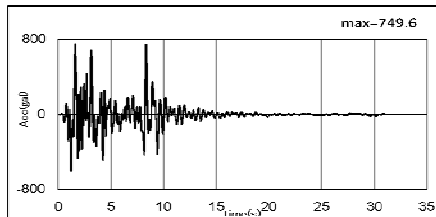


図-5 解析に用いた入力地震動

2.5 地震時応力に関する解析結果

地下街の交差点に発生した地震時の最大引張応力の分布状況を図-6～図-8 に示す。図-6 の一方向地下街モデルでは地震時の最大引張応力は 1.94N/mm^2 であった。それに対して、図-7 の直交地下街モデルでは、交差点で大きな応力が発生しており、その値は 3.07N/mm^2 となった。更に、図-8 の地下街・高層ビルモデルでは、ビルと地下街の接続部でも大きな応力が発生し、地下街の内壁にも応力が拡大し、地震時の最大引張応力の値は 10.17N/mm^2 と大きくなった。このように、地下街が交差する場合、更に地下街交差点に高層ビルが接続された場合には、交差点で大きな地震時応力が発生する結果が得られた。

3. まとめ

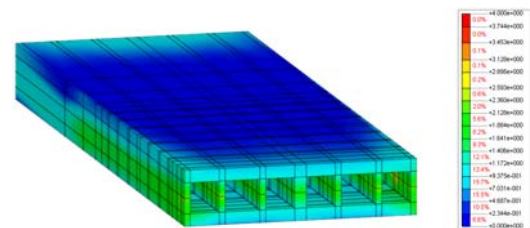
地震時に被害が発生しやすいと想定される地下構造物と地上構造物の接続部に着目して、三次元動的解析によって比較解析を行い、地下構造物と地上構造物の地震時の相互影響について検討した。

加速度応答に関しては、地下街中央部の天端において、一方向地下街モデルでは 1662.9gal 、直交地下街モデルでは 1731.4gal 、地下街・高層ビルモデルでは 1655.0gal となり、加速度応答の値には大きな変化はみられなかった。

それに対して、地震時応力に関しては、地下街の交差の有無によって、そして、地下街交差点におけるビルとの接続の有無によって大きく変化することを示す結果が得られ、地下街・高層ビルモデルでは地震時の最大引張応力の値が 10.17N/mm^2 となった。以上の結果から、地下

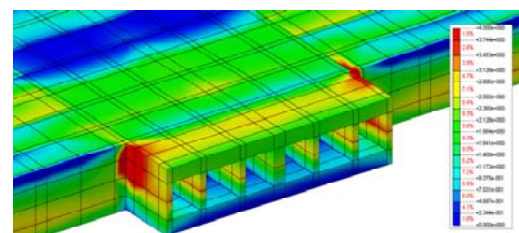
街と高層ビルの接続部では地震時の損傷や破壊が生じやすいことを確認することができた。

地下街の交差点では市民の通行量が多く、また、ビルとの接続部は有事時には重要な避難経路になると考えられ、こうした箇所が地震時に損傷・破壊を起こした場合には、人的被害や二次災害に拡大する危険性も想定される。今後の課題としては、地盤及び構造物の強震時の非線形性の考慮、地震動の加振方向および周波数特性の影響、構造物と構造物の間の接続部の非連続的挙動(剥離・滑動等)の影響およびその影響を考慮した合理的な地震対策技術の工夫等と考えている。



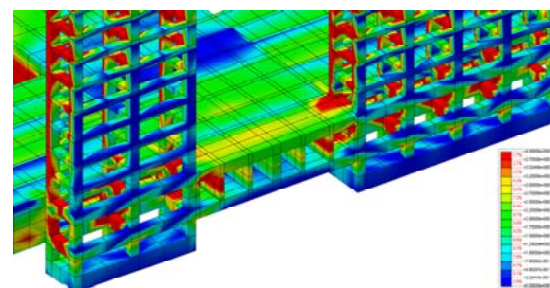
一方向地下街モデル 1.94N/mm^2

図-6 一方向地下街モデルにおける地震時の引張応力の分布状況



直交地下街モデル 3.07N/mm^2

図-7 直交地下街モデルにおける地震時の引張応力の分布状況



地下街・高層ビルモデル 10.17N/mm^2

図-8 地下街・高層ビルモデルにおける地震時の引張応力の分布状況

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,2002