

接続部の免震ジョイントの挙動を考慮した場合の 地下街と高層ビルの地震時応答について

弘前大学 フェロー会員 ○有賀 義明
ニュージェック 正会員 樽井 紀和

1. まえがき

従来の耐震設計では、隣接する構造物間の相互影響は考慮せずに個々の構造物毎に個別的な耐震設計が行われるのが通例である。しかし、隣接する構造物間の相互影響によっては、それぞれの耐震性能に大きな影響が生じ地震被害が生じることが考えられる。このような考えから、ここでは、複合的、重合的な位置関係にある構造物群の耐震性能評価の精度・信頼性の向上を目的として、免震ジョイントで接続している、地下街と高層ビルの地震時応答について三次元動的解析により検討した。

2. 三次元動的解析による検討

2.1 概要

地下街の両側に高層ビルが建っており、地下街と高層ビルの接続部に免震ジョイントが施工されている場合を想定して解析モデルを作成した。そして、ジョイント要素によるモデル化が有る場合と無い場合について比較解析を行い、免震ジョイントの非連続的挙動が地下街と高層ビルの地震時応答に及ぼす影響について検討した。

2.2 解析モデル

解析モデルの全景を図-1 に示す。図-2 は、地盤を非表示とし構造物（地下街、地下鉄、高層ビル）のみを表示したものである。ビルは、地上部の高さ 60m、地下部の深さ 15m とし、形状と寸法は図-2 のように設定した。免震ジョイントは地下街とビルの接続部のみに施工されるが、解析上、ジョイント部での剥離・滑動が生じるように、解析モデルでは図-3 のようにビルの地下外周にジョイント要素を配置した。構造物と地盤の動的物性値は、それぞれ表-1 と表-2 に示したとおりである。ビルの動的せん断剛性の値は、一次の固有周期が概ね 1.2 秒になるように設定した。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。節点数は 35080、要素数は 30880 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～15 秒の区間を使用し、下方剛基盤から入力した。

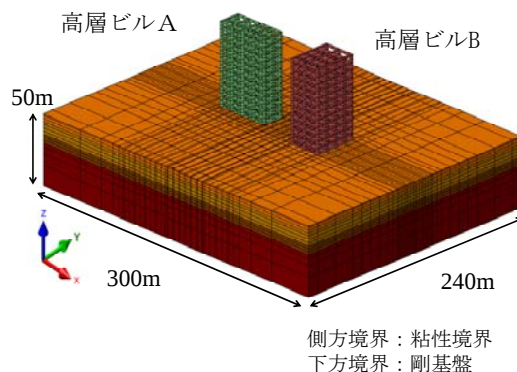


図-1 解析モデルの全景(地盤 - 構造物連成)

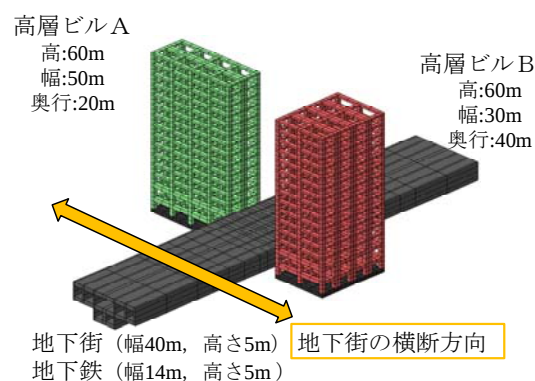


図-2 構造物のみを表示した解析モデル

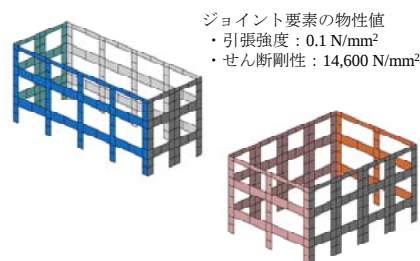


図-3 ジョイント要素の配置

表-1 構造物の動的物性値

項目	高層ビル		地下街 地下鉄
	A	B	
せん断剛性(N/mm ²)	14,600	14,600	9,000
密度(g/cm ³)	2.3	2.3	2.3
ポアソン比	0.2	0.2	0.2
減衰定数	0.03	0.03	0.03

キーワード：地下街，高層ビル，三次元動的解析，地震時挙動，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-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	340	2.1	0.40	0.05
2	9	560	2.2	0.35	0.05
3	6	840	2.3	0.35	0.05
4	30	1250	2.5	0.25	0.03

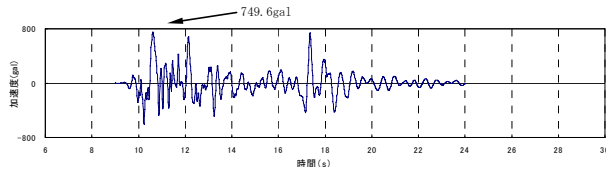


図-4 入力地震動

2.4 解析結果

(1) 加速度応答

ビル A の頂部で加速度が最大になった時刻の加速度分布を図-4 に示す。全体的には、ジョイント要素有りの場合の方が無しの場合よりも加速度応答がやや小さい傾向となった。なお、ジョイントの周辺部では、解析上、ジョイント要素が剥離する際に周波数の高い振動が派生するため、部分的に加速度応答が大きくなった。

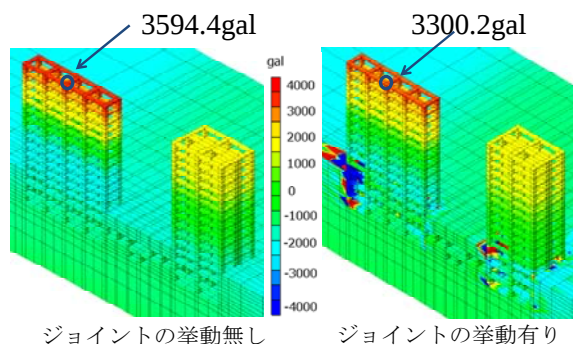


図-5 ビル A の加速度が最大になった時の加速度応答

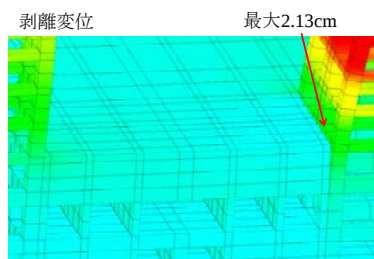


図-6 ジョイントでの剥離変位

(2) 剥離変位

ジョイントが剥離する際に生じた非連続的な変位の状況を図-6 示す。剥離で生じた変位量は 2.13cm であった。

(3) 地震時応力

全時刻を通しての最大地震時応力の分布を図-7 に示す。横断方向加振では引張応力に着目して解析結果を示した。図-8 に示した代表出力位置の最大地震時応力の

値は表-3 に示したとおりである。図-7 より、地下街と高層ビルの接続部で剥離が発生して場合は、接続部での地震時応力が開放され低下することが確認できた。なお、図-9 は、ジョイント部の地震時応力と剥離変位量の時刻歴の一例である。これより、ジョイント部の地震時引張応力が強度を超えると剥離が生じることが理解できる。

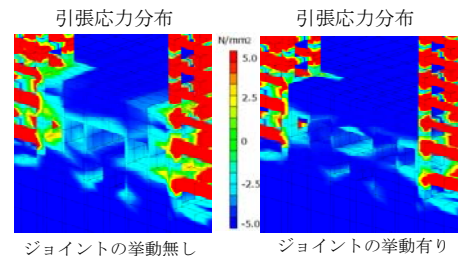


図-7 全時刻を通しての最大地震時応力の分布

表-3 代表出力位置の最大地震時応力

出力位置	地震時引張応力 (N/mm ²)	
	ジョイント無し	ジョイント有り
点1	2.97	2.50
点2	3.09	0.28
点3	0.13	-0.47
点4	0.15	-0.53
点5	3.28	0.25
点6	3.94	2.98

(備考：出力位置は図-8 参照，－：圧縮)

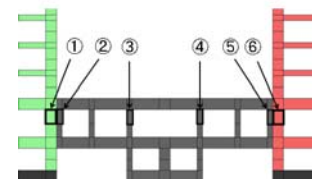


図-8 地震時応力の代表出力位置

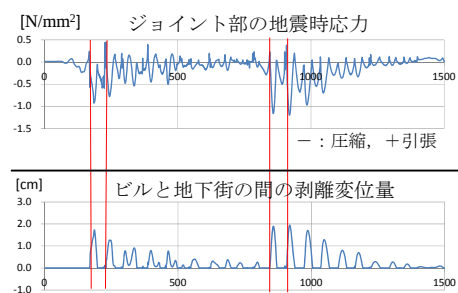


図-9 地震時応力と剥離変位量の時刻歴の例

3. あとがき

構造物・施設の耐震性能照査では、個々の構造物に着目した個別的な評価のみならず、接続・隣接する構造物間の相互影響を考慮した評価が必要である。実現象に即した耐震性能照査を行い、想定外ということを予防するためには三次元動的解析の活用が有効である。

参考文献 1) 土木学会:コンクリート標準仕方書耐震性能照査編,p.47,2002