

地下構造物間の接触面における地震時の剥離・滑動を 評価するためのジョイント要素の配置について

弘前大学 学生会員 ○三上侑子
弘前大学 フェロー会員 有賀義明

1. まえがき

構造物と構造物の接触面がジョイントで接続されている場合、地上構造物同士であれば、構造物と構造物の接触面のみにジョイント要素を配置して解析すれば接触面の非連続的挙動（剥離・滑動現象）を評価することが可能である。しかし、地下構造物の場合は、地下構造物の周囲に地盤が存在しているため、単に地下構造物間の接触面のみにジョイント要素を配置しただけでは非連続的挙動を評価することができない。このような必要性から、免震ジョイントによって接続された地下構造物を研究対象として、三次元動的解析により、強震時の接触面の剥離・滑動を評価するための解析法（ジョイント要素の配置方法）について検討した。

2. 三次元動的解析による検討

2.1 概要

地下街の両側にビルが在り、地下街とビルの接触面が免震ジョイントで接続されている場合を設定して解析モデルを作成した。免震ジョイントは、ジョイント要素（接触面要素）でモデル化し、地下街とビルの接触面における剥離・滑動現象の評価法について検討した。

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、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。現場での免震ジョイントは、図-3 に示したように地下街とビルの接続部に施工されているが、接触面の剥離・滑動現象を模擬するために図-4 に示したように、ジョイント要素の配置方法について配置-A と配置-B の二ケースを設定した。構造物、地盤およびジョイント要素の動的物性値は、それぞれ表-1、表-2、表-3 に示したとおりである。解析モデルの四方の側方境界は粘性境界、下方境界は剛基盤とした。解析プログラムは DIANA を使用した。

2.3 入力地震動

入力地震動は、図-6 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地震動基盤波を使用した。

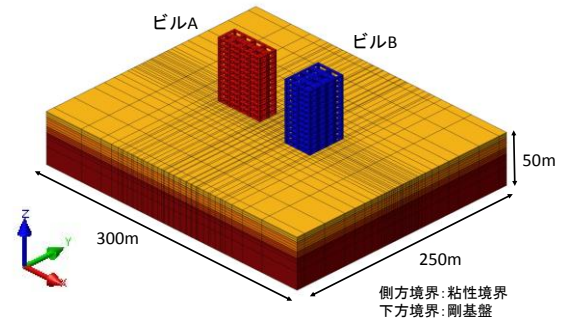


図-1 検討対象とした解析モデル(地盤・構造物連成)

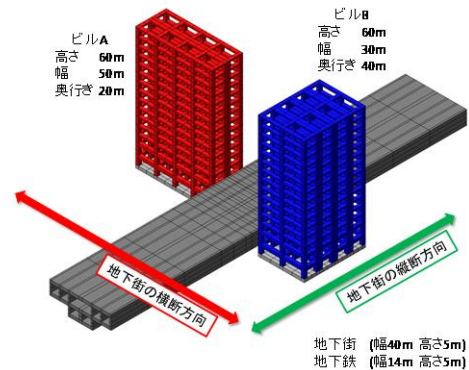


図-2 構造物のみを表示した解析モデル

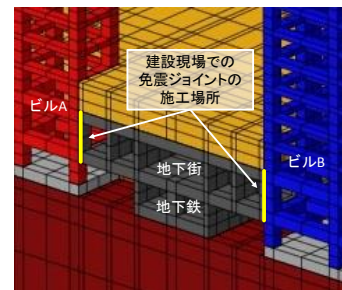


図-3 免震ジョイントの施工位置

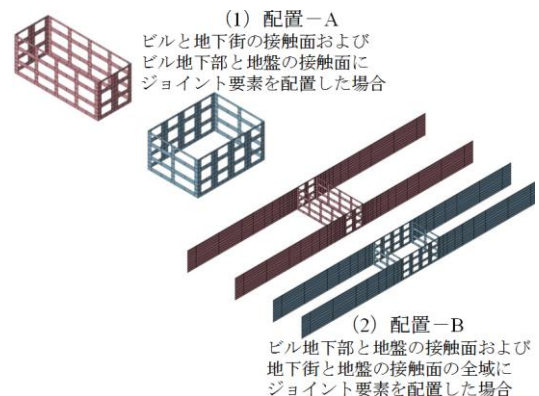


図-4 ジョイント要素の配置

キーワード：地下構造物、免震ジョイント、三次元動的解析、剥離・滑動、ジョイント要素

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

地震動は、下方基盤から入力し、接触面での剥離に主眼を置いた解析では地下街の横断方向に、滑動に主眼を置いた解析では地下街の縦断方向に入力した。

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

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

表-3 ジョイント要素の物性値

法線方向剛性 (N/mm ²)	せん断剛性 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	減衰 定数
20000	10000	0.01	0.01	0.05

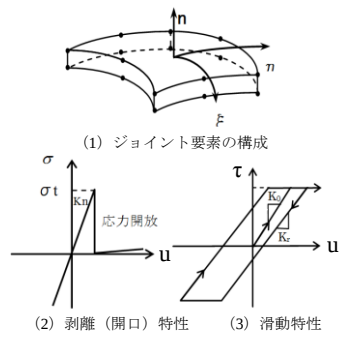


図-5 ジョイントの構成

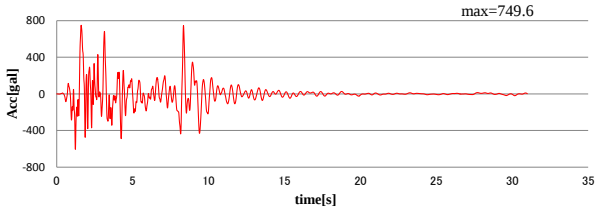


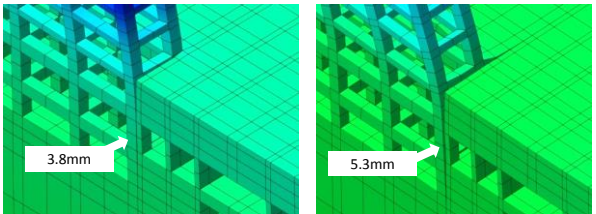
図-6 入力地震動

24 解析結果

地下街の横断方向に加振した場合に地下街とビルAの接触面での剥離量が最大になった時の変位を図-7 に示す。ジョイント要素の配置-A（地下街とビルの接触面およびビル地下部と地盤の接触面にジョイント要素を配置）では、最大剥離量は 3.8mm となった。配置-B（ビル地下部と地盤と地下街と接触面の全面にジョイント要素を配置）では、最大剥離量は 5.3mm となった。また、配置-Aでは、剥離が接触面の領域のみに限られている

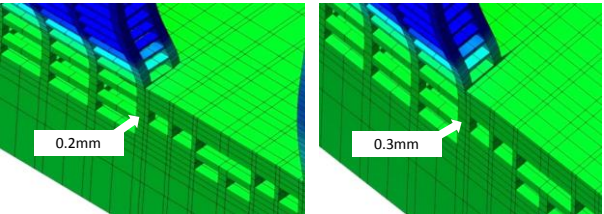
のに対して、配置-Bでは、地下街に沿う地盤内にも及ぶ結果となった。

同様に、地下街の縦断方向に加振した場合の接触面の滑動量が最大になった時の変位を図-8 に示す。ジョイント要素の配置-Aでは最大滑動量は 0.2mm、配置-Bでは最大滑動量は 0.3mm となった。



(1) 配置-A (2) 配置-B

図-7 地下街の横断方向に加振した場合の地下街とビルの接触面における剥離の状況



(1) 配置-A (2) 配置-B

図-8 地下街の縦断方向に加振した場合の地下街とビルの接触面における滑動の状況

25 地下構造物の剥離・滑動の解析法に関する考察

地下構造物間の非連続的挙動（剥離・滑動）を再現するためには、構造物と構造物の接触面のみならず、地下構造物の周囲、地下構造物と地盤の接触面等にもジョイント要素（接触面要素）を配置した解析が必要である。剥離と滑動を比較した場合、剥離現象よりも滑動現象の評価の方が難しいものと考えられる。剥離に関しては、接触面の狭い領域の剥離でも剥離量が出現しやすいのに対して、滑動に関しては、接触面の広い領域が滑動しないと大きな滑動量に至らないためではないかと考察される。滑動現象の評価に際しては、ジョイント要素の側方境界での取り扱いについての工夫も必要ではないと思われる。

3. あとがき

地下構造物間の非連続的挙動（剥離・滑動等）を定量的に評価するためには、ジョイント要素等の配置を解析対象に応じて工夫することが必要であり、この問題は、地下構造物に特徴的な課題である。

参考文献

1)土木学会:コンクリート標準示方書 耐震設計編, p. 47, 2000