



節点変位の線形補間機能について

目的・背景

SuperFLUSH/2D Ver6.2L04において、任意の2点を結ぶ直線上の節点変位を2点の線形補間によって求める機能（「LINEINTP」）の追加を行った。

本機能は主に、建屋に質点モデルを使用した場合、建屋質点レベル間の側方地盤節点の補間に用いることを想定している。

このようなケースに関して、従来は剛ビーム要素等を用いて線形補間を行っていたが、本機能を用いることで自由度別に直接補間条件を付与することが可能である。

本検討では、新機能 LINEINTP を用いた手法と剛ビーム要素を用いた従来手法とを比較し、新機能の正確性について検討した。

検討概要

使用する地盤モデルは図1のように切り欠き部に建屋を模した質点モデルを有する2次元地盤とし、地震応答解析を実施する。

切り欠き部側方の節点について、線形補間機能を使用した場合（以降、「LINEINTP」とする）と、剛ビーム要素を用いた場合（以降、「RIGID」とする）の解析結果の違いを検討した。

図2に図1の赤枠で囲んだ、切り欠き部左側面部の詳細を示す。「RIGID」では質点モデルの階高に合わせ2本の剛ビーム要素を配置し、それぞれをピン接合とした上で、地盤節点の水平自由度と接続した。

「LINEINTP」ではZ=-8m~0mの階の上下端の節点を主節点として、主節点1・2を結ぶ直線上に存在する3つの節点のX方向自由度について線形補間機能を適用した。両ケースとも右側面とも同様の設定とし、切り欠き部底面には剛ビーム要素を配置した。

表1(a)~(c)に検討に用いた地盤モデルの物性諸元を示す。境界条件は側方をエネルギー伝達境界、底面を粘性境界とした。解析は等価線形解析とし、図3(a)~(b)に各材料の歪依存特性を示す。

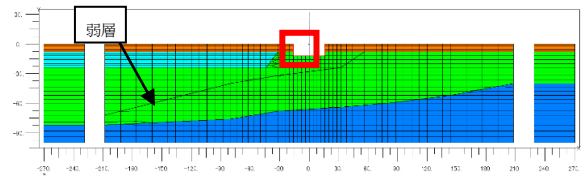


図1 比較用2次元地盤モデル

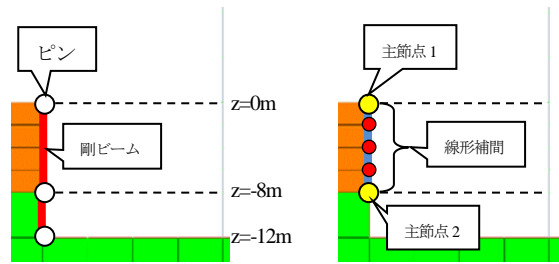


図2(a) RIGID 図2(b) LINEINTP

図2 切り欠き部側面詳細(左側)

表1(a) 地盤モデル物性諸元

材料番号	区分	ポアソン比	単位重量 (kN/m ³)	初期せん断波速度 (m/sec)	初期せん断弾性係数 (kN/m ²)	初期減衰定数 (%)
1		0.450	19.00	230	102492	3.0
2		0.420	19.50	280	155894	3.0
3		0.400	21.00	450	433634	3.0
4		0.350	23.00	700	1149220	3.0

表1(b) 弱層物性

材料番号	区分	ポアソン比	弱層幅 (m)	初期せん断弾性係数 (kN/m ²)	初期減衰定数 (%)
6	弱層	0.450	0.30	250000	3.0

表1(c) 質点モデル諸元

質点重量 (kN)	回転慣性重量 (kNm ²)	階高 (m)	ヤング係数 (kN/m ²)	せん断弾性係数 (kN/m ²)	ポアソン比	減衰	せん断剛性 (kN/m)	曲げ剛性 (kNm)	軸剛性 (kN/m)	せん断面積 (m ²)	I (m ⁴)	軸面積 (m ²)	せん断面積比
312.50	320000	4.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	6.408E+05	1.050E+09	3.078E+06	0.244	41.667	0.488	0.5000
562.50	576000	4.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	9.614E+05	1.575E+09	4.614E+06	0.366	62.500	0.732	0.5000
1875.00	1920000	4.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	3.205E+06	5.250E+09	1.538E+07	1.221	208.333	2.441	0.5000
2343.75	2400000	4.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	3.525E+06	5.775E+09	1.692E+07	1.343	229.167	2.686	0.5000
3125.00	3200000	8.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	2.564E+06	8.400E+09	1.230E+07	1.953	333.333	3.906	0.5000
3437.50	3520000	8.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	3.685E+06	1.207E+10	1.769E+07	2.808	479.166	5.615	0.5000
3750.00	3840000	8.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	5.288E+06	1.732E+10	2.538E+07	4.029	687.500	8.057	0.5000
7812.50	8000000	4.0	2.52E+07	1.05E+07	0.2	0.03	8.400E+07	7.646E+10	2.240E+08	32.000	3034.074	32.000	1.0000
6250.00	6400000												

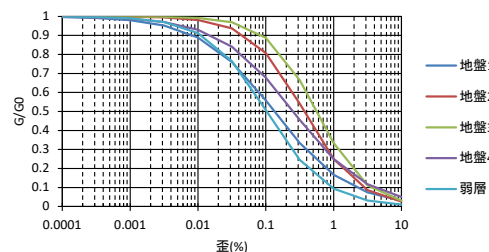


図3(a) G/G0~γ

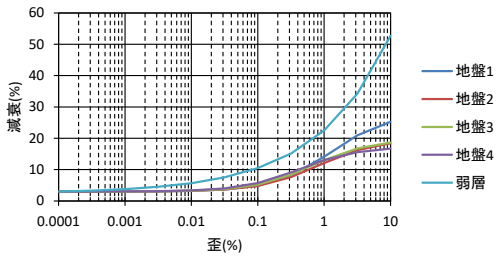


図3(b) $h \sim \gamma$

図3 歪依存特性

入力地震動

図4に入力地震動を示す。入力は水平1方向入力とした。

最大加速度値は409.0galであった。

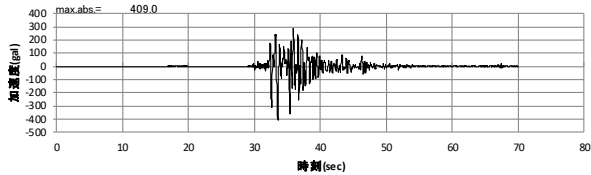


図4 加速度時刻歴(水平X方向)

比較結果

図5(a)~(c)に、RIGIDおよびLINEINTPのX方向変位、X方向加速度、X成分応力の最大値コンター図の比較を示す。いずれの図に関しても、結果は一致していることが分かる。

図6に示す、切り欠き部左側方節点の最大変位深度分布を図7に、それぞれの詳細な数値を表2に示す。両者の結果は完全に一致することが確認できた。

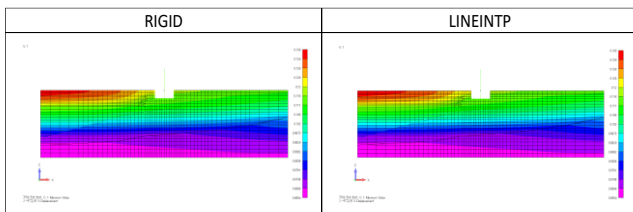


図5(a) X方向変位最大値分布

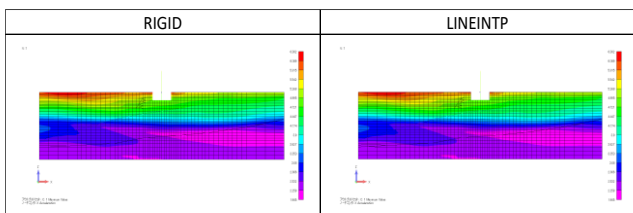


図5(b) X方向加速度最大値分布

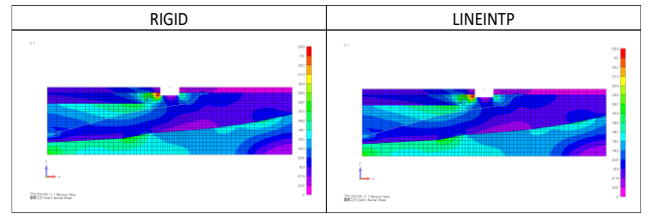


図5(c) σ_x 最大値分布

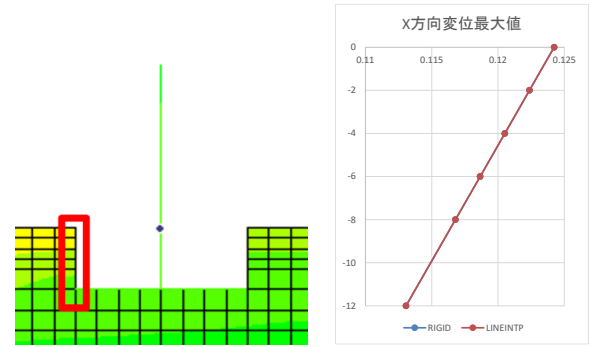


図6 最大値深度分布比較点 図7 X方向最大変位深度分布

表2 X・Z方向最大変位

Z座標	X		Z	
	RIGID	LINEINTP	RIGID	LINEINTP
0	0.1242	0.1242	0.0034	0.0034
-2	0.1224	0.1224	0.0032	0.0032
-4	0.1205	0.1205	0.0031	0.0031
-6	0.1186	0.1186	0.0030	0.0030
-8	0.1168	0.1168	0.0029	0.0029
-12	0.1131	0.1131	0.0027	0.0027

まとめ

切り欠き部に質点モデルを有する2次元地盤を用いて、SuperFLUSH/2D Ver6.2L04において実装された任意の2点を結ぶ直線上の節点変位を2点の線形補間によって求める機能の検証を行った。

剛ビームを用いる従来手法との比較を行い、解析結果は完全に一致することが確認された。

株式会社 地震工学研究所

お気軽にお問い合わせ下さい。

〒160-0004 東京都新宿区四谷 4-27-2 新宿Yビル3階

Tel : 03-3226-8733

Mail : jkk@flush.co.jp

URL : <http://www.flush.co.jp>