

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○牛渡 裕二 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 國松 博一
 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 石川 博之 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 岡田 慎哉
 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

日高帯は北海道のほぼ中央を縦断して広く分布している地質帯である。日高帯では、地震発生後に斜面の崩落した事例が幾つかあることから、日高帯の地震時の応答特性を把握することは、肝要であると考えられる。

本報告では、解析対象斜面の固有振動特性の把握および地震応答解析で用いる解析モデル形状を決定することを目的とし、日高帯に属する斜面をモデル化して3次元有限要素法による固有振動解析を実施した。ここでは、主に地震応答解析で用いる解析モデル形状を決定するに至るまでの過程を述べることにする。

2. 解析の概要

本解析では、地震応答解析に用いる解析モデル形状を決定することから、以下のような流れで、解析を実施している。

- (1) 鉛直方向に層状となる平面等高線図および奥行方向に層状となる正面等高線図から作成した2種類のモデルについて固有振動解析結果の比較を行い、メッシュ構成の違いが及ぼす影響を検討する。
- (2) 次に解析領域の違いが与える影響の比較を行うため、奥行方向への領域が異なるモデルで比較を行う。
- (3) メッシュ構成および解析領域を決定し、地震応答解析用モデルを作成し、固有振動解析を行う。

上記の流れで、地震応答解析用のモデルを作成することとする。

3. 解析モデル

図-1～図-4に、本解析で使用した三次元有限要素モデルを示す。解析は、全5ケース実施しており、最後のケースについては、Case01～Case04の結果を踏まえたモデルとしている。また、解析の内容については表-1に示す。なお、解析モデルは斜面を正面にしたとき、横方向をNS(x)、奥行方向をEW(y)、上下方向をUD(z)と設定している。なお、解析モデルは、詳細データの存在する実斜面をモデル化した。

境界条件は、底面を完全固定とし、側面および背面、前面は水平せん断振動に注目し、鉛直方向を拘束している。総節点数および総要素数は、地震応答解析に用いたモデル

表-1 解析ケース一覧

	解析モデルの概要
Case01	平面等高線図から作成したモデル
Case02	正面等高線図から作成したモデル
Case03	奥行方向に広げたモデル
Case04	奥行方向に広げないモデル
Case05	地震応答解析用のモデル

表-2 日高帯斜面動的応答解析用物性値

	弾性係数 E(GPa)	ポアソン比 ν	密度 ρ(t/m ³)
Case01～Case04	5.0	0.3	2.70
Case05	30.0	0.3	2.70

表-3 各解析ケースにおける固有振動数の一覧

モード	最大応答値				
	Case01	Case02	Case03	Case04	Case05
1次	1.44	1.45	1.38	1.65	3.01
2次	1.81	1.83	1.74	2.03	3.19
3次	2.31	2.34	2.14	2.49	3.54
4次	2.60	2.58	2.18	3.28	4.67
5次	2.71	2.74	2.25	3.32	5.35
6次	2.74	2.77	2.34	3.47	5.46
7次	2.81	2.84	2.46	3.50	5.51
8次	2.87	2.91	2.46	3.68	5.96
9次	2.93	2.96	2.54	3.70	6.37
10次	2.98	3.04	2.57	3.74	6.48

では約60,000～70,000となっている。物性値については、すべて岩石試験から得られた値を使用した。なお、Case05については、地震応答解析に向けたモデルであることを考慮し、超音波伝播速度試験から得られた動弾性係数を使用している。また、解析モデルは一律な地質と仮定している。表-2に、本解析で使用した物性値を示す。

4. 解析結果およびまとめ

表-3に、実施した固有振動解析から得られた各解析ケースにおける固有振動数を一覧にして示す。また、表には10次までの固有振動数を示している。

はじめに、奥行層状モデル(Case01)と鉛直層状モデル(Case02)の比較を実施した。表-3より、両者ともに同程度の値を示しており、振動モードも同様であったことから、

キーワード：日高帯，3次元有限要素法，固有振動解析，地震応答解析

連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1番1号 TEL 011-780-2813 FAX 011-780-2832

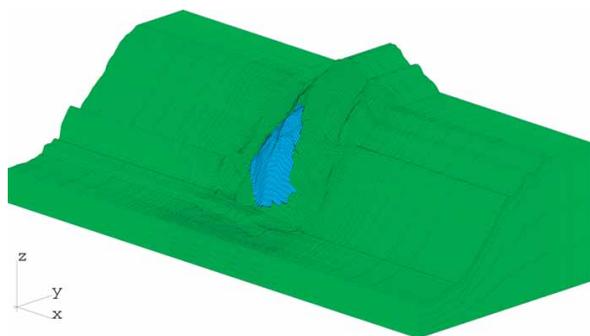


図-1 解析モデル (Case01)

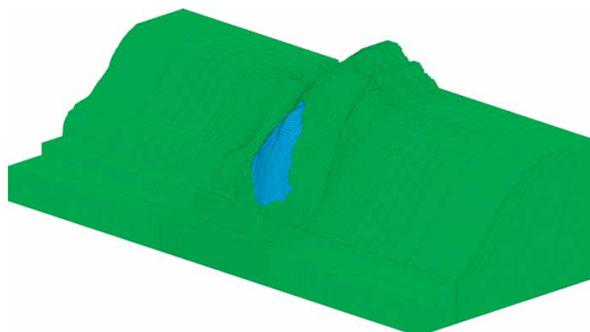


図-2 解析モデル (Case02)

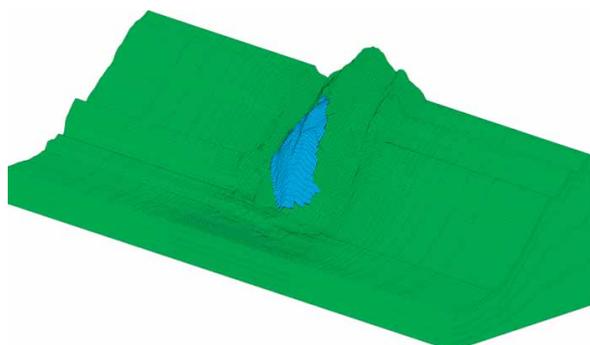


図-3 解析モデル (Case03)

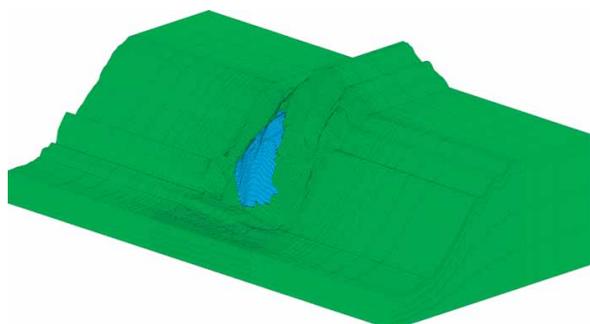


図-4 解析モデル (Case04)

以後の解析については地形をより詳細に表現できていると思われる奥行層状モデルを使用することとした。

次に、前述の比較結果を踏まえて、解析領域の違いが与える影響の比較 (Case03、Case04) を実施した。その結果、

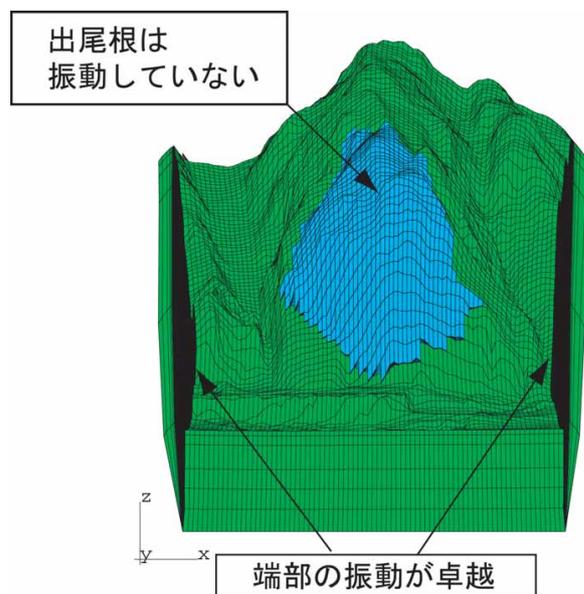


図-5 変形図

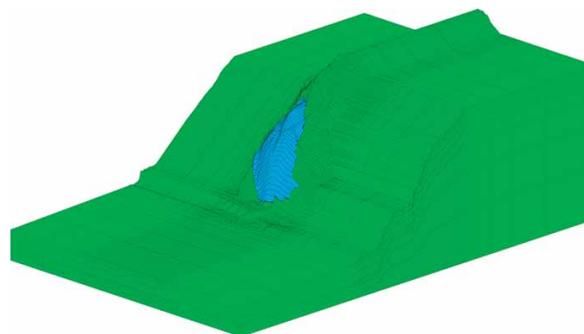


図-6 地震応答解析用モデル (Case05)

図-5に示すように、解析領域にかかわらず出尾根以外の部分の振動が卓越したモードを示した。これは、Case01およびCase02についても同様の傾向である。このことから、モデルの谷になっている部分を削除して、出尾根部分以外の振動が卓越しないモデルを作成することとした。

なお、解析領域を決定する際には、以上の固有振動解析結果から得られたモデルに対して、NS方向に領域を変化させた解析を実施し、詳細な検討を行った。結果、図-6に示している領域以上をモデル化しても、解析結果に大きな影響を与えないことがわかった。

以上より、図-6に示すモデルを地震応答解析用モデルとして採用することとした。

参考文献

- 1) 大崎順彦著：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1998
- 2) 北海道開発土木研究所，平成16年度日高帯斜面動的応答解析業務，2005