

Hyper Mesh による山体の 3 次元モデルを用いた固有振動特性の推定

山中浩明、小嶋薫（東京工業大学大学院総合理工学研究科）

1. はじめに

日本には 110 の活火山が存在し、噴火した場合、その経済的・社会的影響は計り知れない。したがって、噴火を予知することが火山防災を検討する上で大変重要になってくる。

噴火を事前に予測することは、近年の火山噴火予知研究によってある程度可能になってきたものの、なお多くの課題が残っている。したがって、噴火予知の高度化と実用化に向け、マグマの動きや噴火のメカニズムを解明するための基礎的研究や観測の強化、新技術の開発などが求められている。

そこで、本研究では火山の活動のモニタリング方法として、マグマの貫入を山体の振動特性の変化から検出できるか検証することを目的とした。そこで、その第一段階として、まず山体の振動特性を理解するため、数値計算によるシミュレーションを行った。山体の代表的な例として富士山を Hyper Mesh により 3 次元モデル化し、固有値解析を行い、富士山の振動特性を推定した。

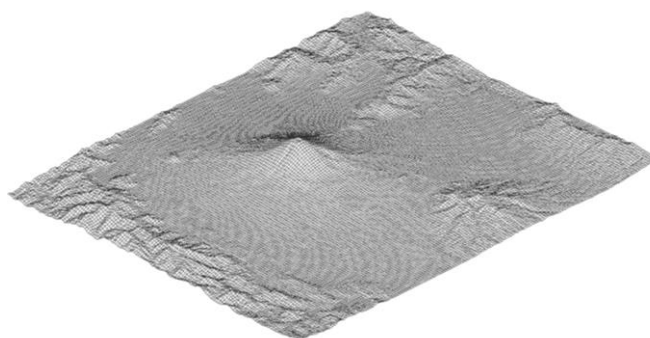
2. Hyper Mesh による GIS デジタルデータを用いた山体の 3 次元モデル化

数値計算による固有値解析から振動特性を把握する。富士山のモデルは、国土地理院の提供する数値標高データ (DEM) を用いて、Hyper Mesh によって作成した。モデルの対象領域は標高 1200m 以上とした。富士山は複数の火山体から構成されている¹⁾ため、本研究では内部構造に古富士、小御岳を取り入れ、それぞれ単純な円錐台モデルを作成した。古富士の上底半径は 1 km、下底半径は 5.5 km、小御岳の上底半径は 0.5 km、下底半径は 2.5 km とした。モデル化の手順を以下に示す。なお、メッシュ分割は 300m の四面体要素に分割し、要素数は 28793 個、節点数は 77700 個となった。

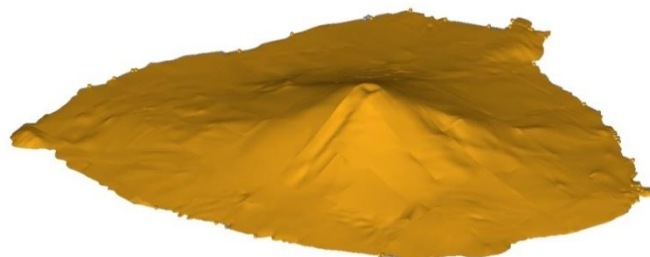
- 1) DEM データから、対象地域の点群データを抽出し、四角形要素(シェル)モデルを作成する。
- 2) 四角形要素(シェル)モデルから標高 1200m 以上の成分を抽出し、サーフェスモデル(ジオメトリ)を作成する。また、円錐台のサーフェスモデルを作成する。
- 3) サーフェスモデルから三角形(シェル)要素を作成し、四面体要素(ソリッド)モデルを作成する。

図 1 に上記工程によって作成した富士山の 3 次元モデルを示す。なお、物性値は小村ら²⁾の掘削によるコア物性測定の結果を参考にして表 1 のように設定した。

四角形要素
シェルモデル



Hyper Mesh による
サーフェスモデル作成



四面体要素
ソリッドモデル

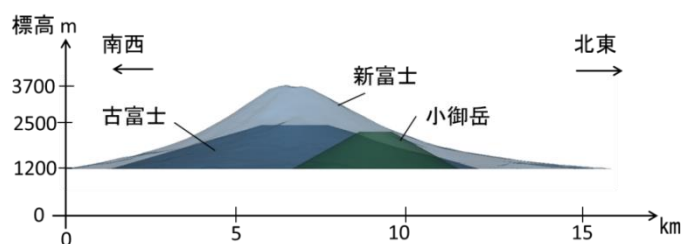
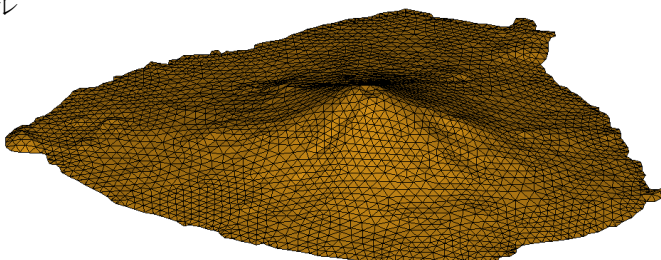


図 1 GIS デジタルデータを用いた富士山の 3次元モデル化における工程

表 1 物性値

	新富士	古富士	小御岳
ヤング率(Gpa)	7.824	12.675	21.168
剛性率(Gpa)	2.941	4.765	7.958
ポアソン比 ν	0.33	0.33	0.33
密度 ρ (kg/m ³)	2037.5	2112.5	2450
Vp/Vs	2	2	2
Vp(km/s)	2.4	3.0	3.6
Vs(km/s)	1.2	1.5	1.8
Q値	100	100	100

3. 固有値解析

固有値解析は、底面を固定条件として行った。その結果として図 2 に固有モードの変形図と固有振動数を示す。また、図 3 に mode1 の時の各成分の振動モード形を示す。なお、振動モード形は各観測点に対応する節点の変位を 10 合目で正規化し、水平成分は富士山の形状をもとに北西 35° を NS'、北東 55° を EW'方向と定義した。

この結果から、富士山の 1 次固有振動数は 0.22Hz という結果が得られた。また、この時の振動モード形を見ると、水平成分では一直線上の振動モード形が得られ、mode1 は NS' 方向の並進 1 次モードであると考えられる。同様に mode2 は EW'方向の並進 1 次モードと考えられる。また、図 3 を見ると、EW'成分では mode1 と mode2 がほぼ分離できているものの、NS'成分では mode1 と mode2 が一致していることがわかる。これは、富士山の振動軸は NS'軸と EW'軸で実際は直交しておらず、EW'軸は北側に傾いていることが示唆される。

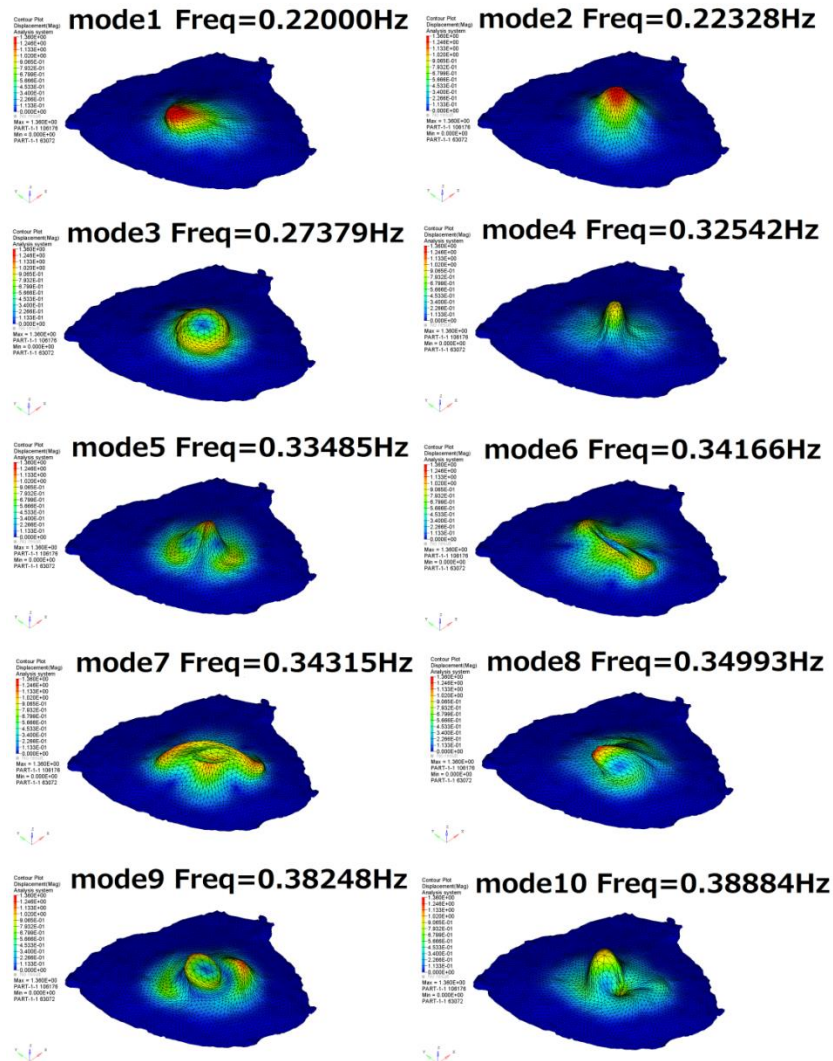


図 2 固有値解析結果

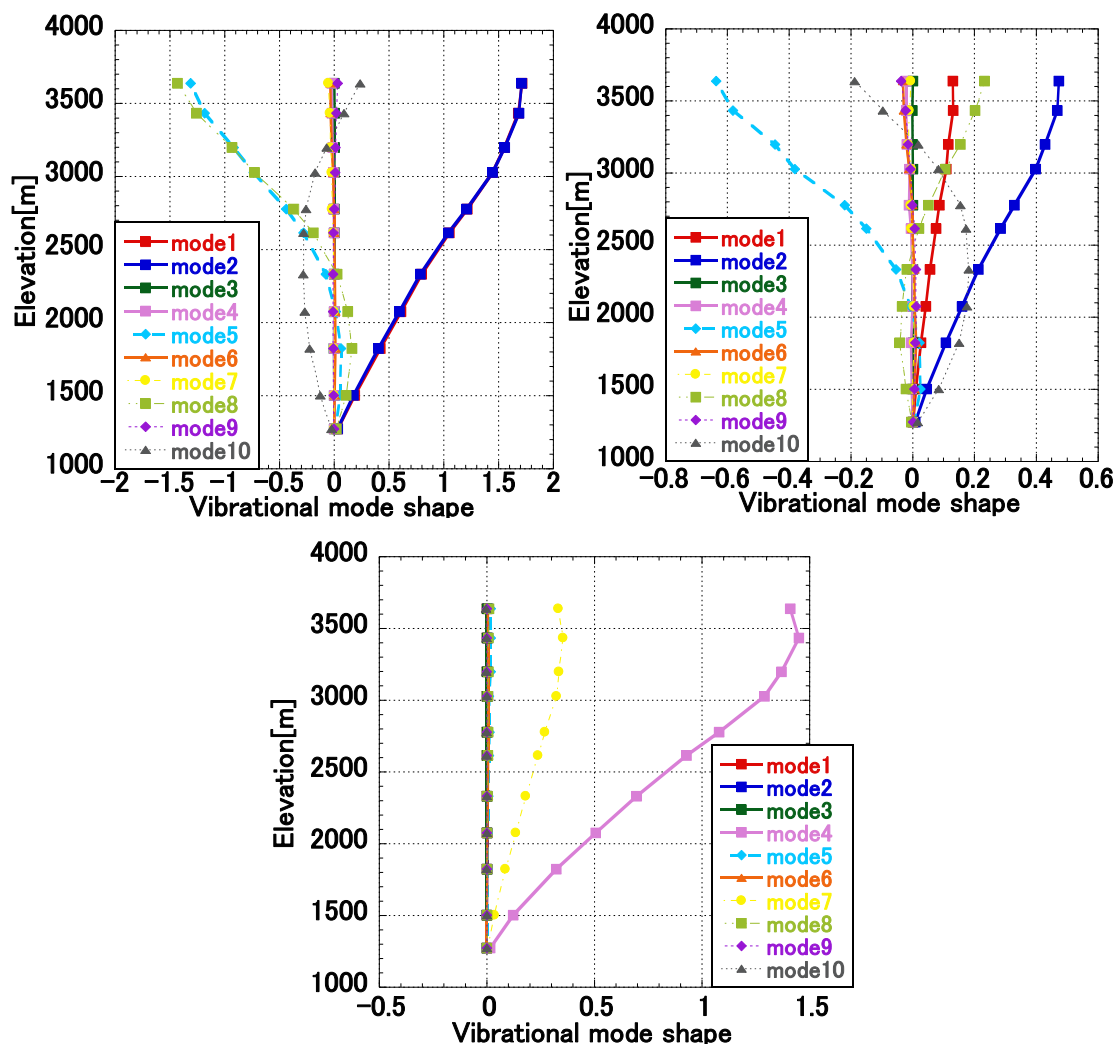


図 3 振動モード形(左上-NS'成分、右上-EW'成分、下-UD成分)

4. まとめ

代表的な山体の例として富士山を Hyper Mesh を用いて 3次元モデル化し、固有値解析を行った。その結果、1次固有振動数はおよそ 0.22Hz となり、富士山の 1次固有振動数は 0.22Hz であると推定できた。また、富士山の振動軸は直交しておらず、EW'軸は実際は北側に傾いていることが示唆された。

参考文献

- 1) 吉本充宏・金子隆之・嶋野岳人・安田敦・中田節也・藤井敏嗣 (2004) : 掘削試料から見た富士山の火山形成史, 月刊地球, **48**, 89-94
- 2) 小村健太郎 (2004) : 富士火山の活動の総合的研究と情報の高度化, 科学技術振興調整費成果報告書, 46-51

本研究に関連して発表した論文

<ポスター発表>

- 1) 小嶋薫・山中浩明・地元孝輔・佐口浩一郎 (2013) : 微動観測による富士山の固有振動特性の推定, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, 2013年大会, SSS33-P03