

GIS の建物形状情報を考慮した簡易的構造モデルの固有値解析 による動的特性の検証

徳島大学大学院 賛助会員 ○武中雅樹

徳島大学大学院 正会員 中田成智

1. はじめに

近年、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震などの大規模な地震が多発しており、今後は南海トラフ地震といった大規模な自然災害の発生が危惧されている。地震による建造物の挙動を把握し被害を予測するためには、構造解析のさらなる発展が必要となっている。

構造解析のさらなる発展の一例として、都市レベルでの個々の建造物の動的応答を求める都市地震シミュレーションがある。本研究では、そのような都市地震シミュレーションを可能にする簡易的かつ拡張性のある構造モデルの提案を行う。ここで提案するモデルは、GIS の建物形状データから偏心を考慮した構造モデルであり、ここでは地図情報幾何学モデルと呼ぶ。このモデルの動的特性を検証するために固有値解析を行った。

2. 地図情報幾何学モデルの作成の流れ

街を想定して対象物は一般建造物とする。まず、それら個々の GIS の建物形状データを取得する。得られた各建造物の座標を、平面直交座標系に変換する。次に、重心・剛心の計算を行い、単位面積質量と単位長さ剛性から各層の質量マトリクスと剛性マトリクスを求め、図-1 のような偏心を組み込んだ平面 3 自由度モデルを各層に適用する。

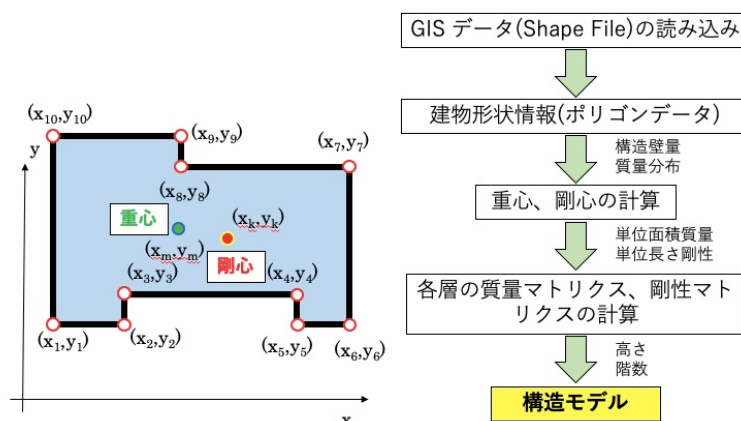


図-1 構造モデル作成手順

3. 偏心を組み込んだ水平断面形状モデル

建造物は周囲を全て同じ材料の壁で囲まれているとし、各階の質量と剛性の分布は一樣のものとして考える。建造物の単位面積質量は木造や RC 造の一般的な値を使い、単位長さ剛性を未知のパラメーターとして扱う。その場合の建造物の動的特性を平面 3 自由度である X,Y 方向の水平変位とせん断変型による θ で表すこととした。

ここで、提案したモデルについて検証を行った結果が図-2 となる。このモデルでは、断面形状と偏心の関係を表したものであり、2つの関係性から建造物の動的特性を予測できる。

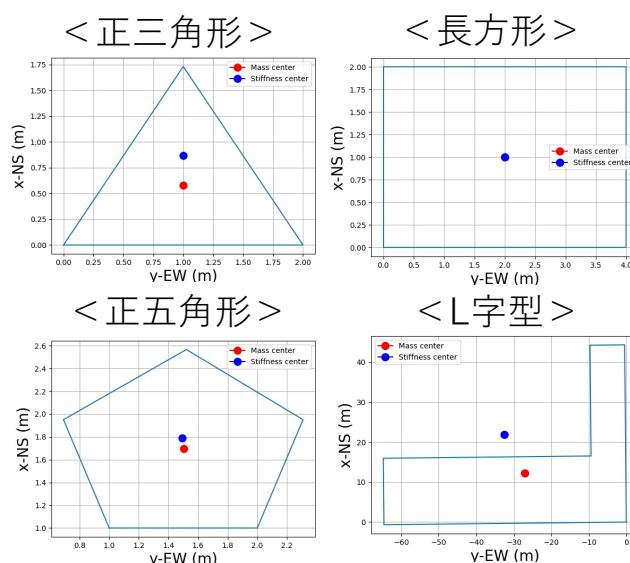


図-2 簡易的な水平断面形状モデル

4. L字型モデルの固有値解析

構造モデルの検証の1つとして、構造物の動的特性を求めるために最も重要な固有振動数、固有モードの評価をする固有値解析を行った。固有モードとは、建物の変形形状を定量的に評価したものであり、平面3自由度である各階の X, Y, θ をベクトル表記したもので、階数が増えるごとにモード数も増え、各モードにおいて値が異なる。しかし、一般的な構造物では最も大きな変形は1次モードに現れるため、低次モードに注目することとする。

図-4はL字型モデルの2階までの結果を表す。減衰定数は、RC造の一般的な値である0.03を用い、単位面積質量は1(kg/m²)、単位長さ剛性は4×10⁵(kN/m²)という簡単な値に設定して算出した。

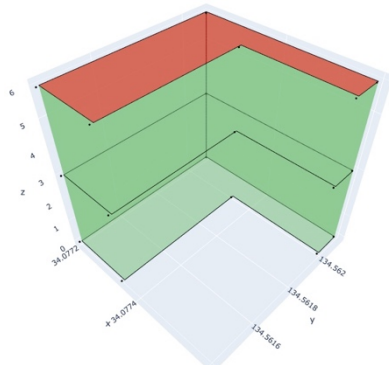


図-3 L字型モデル外観

$w =$	32.78,	37.51,	59.40,	85.81,	98.21,	155.5		
$v =$	0.1092	-0.0227	-0.0026	0.1767	0.0367	0.0043	NS	1階
	0.0281	0.0693	-0.0086	0.0455	-0.1122	0.0140	EW	
	-0.5135	-0.5206	-0.5257	-0.8309	0.8424	0.8505	θ	
	0.1767	-0.0367	-0.0043	-0.1092	-0.0227	-0.0026	NS	2階
	0.0455	0.1122	-0.0140	-0.0281	0.0693	-0.0086	EW	
	-0.8309	-0.8424	-0.8505	0.5135	-0.5206	-0.5257	θ	
$f =$	5.22	5.97	9.45	13.66	15.63	24.75		
	1次	2次	3次	4次	5次	6次		

図-4 固有値解析結果

5. 固有値解析得られたモード形状

3節で示した水平断面形状モデルから推測された動的特性は、形状がEW方向に長いことからNS方向に変形が卓越する点、また、偏心が大きい回転が卓越するという推測であった。これらの推測を図-5のモード形状のうち、1次モードにおける結果と比較してみると、NS方向に変形が卓越し、回転は1次モードのみならず、全てのモードで同程度の変形を起こしていた。また、1次モード以外では2次モードでEW方向に卓越、3次モードで回転 θ に卓越していた。

したがって、用いたパラメータは任意のものであり、固有振動数などの定量的な評価はまだ行えないが、定性的なモード形状では、矛盾が見られないことが確認された。

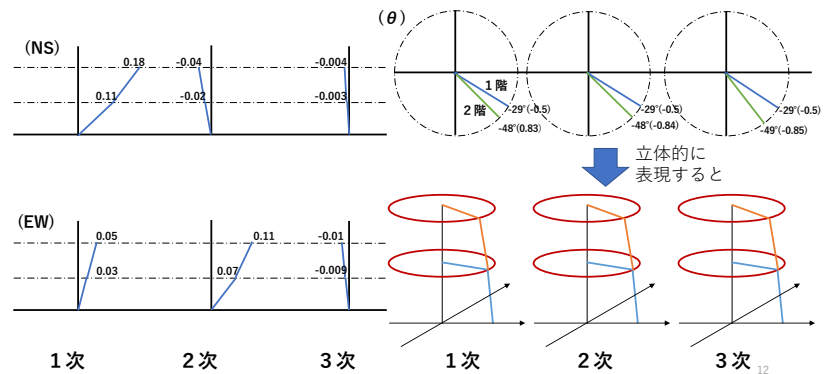


図-5 L字型モード形状

6. 結論

本研究では、理論から広域展開を想定した簡易的な動的応答解析モデルを地図情報から作成した。さらに、固有値解析を行うことで、動的特性を評価することにも並行して取り組んだ。しかし、地図情報から作成された構造モデルにより、得られた固有振動数は信頼性が低いと言える。これは、未知のパラメーター設定に対しての処理手段が確立されていないことによるものと考えられる。よって、パラメーターの設定に関しては、今後、さらなる検討が必要となってくる。また、広域展開を想定して対象物をRC造や木造といった様々な構造物に適用し、モデルの正当性を評価することが今後求められる。

7. 参考文献

堀宗朗, 田中謙吾, Sobhaninejad Gholamreza, 市村強, 小国健二: 自然災害シミュレーションのためのGISから都市モデルへの汎用的データ変換, (2010), 土木学会論文集 A Vol.66 No1, pp.1-12