

外壁の存在しない部分を考慮した地図情報幾何学モデルの開発

徳島大学大学院 賛助会員 ○蔵本和泉
徳島大学大学院 正会員 中田成智

1. 序論

複数の建物を扱う地震シミュレーションを行う場合、既存のモデル化の手法として、単質点モデルは精度が不十分、多質点モデルでは必要とするパラメータの推定が困難、また有限要素モデルでは詳細な図面が必要となる等、精度の問題や拡張性への課題が存在する。個々の構造特性を考慮し、拡張性への課題を解決する手法として、図 1 に示すような地図情報に含まれる建物の平面形状と高さを用いた地図情報幾何学モデルが提案されている。この地図情報幾何学モデルは平面形状を考慮することができるが、現段階では、立面において壁が存在しない部分(本研究においては開口部とよぶ)を有する建物形状まで扱うことはできていない。そこで本研究では地図情報幾何学モデルに開口部を有する構造物においても適応可能とすることを目的とする。

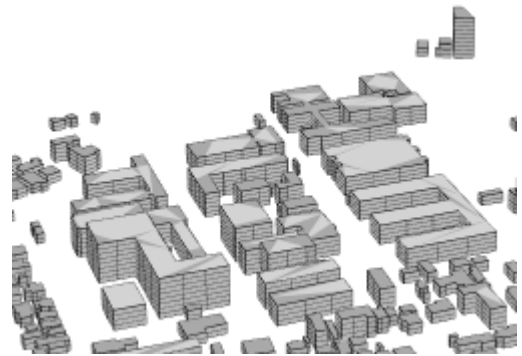


図 1 地図情報幾何学モデル

2. 地図情報幾何学モデルの詳細

地図情報幾何学モデルは、建物形状、高さと構造に関する仮定により求める各層の質量、剛性マトリクスに基づいている。面における質量及び辺における剛性が一様と仮定することにより、図 2 に示した重心 (x_m, y_m) 及び剛心 (x_k, y_k) を算出する。パラメータとして単位面積当たりの重量、単位長さ当たりの剛性を組み込むことで 1 層あたりの質量 m と回転慣性 I から成る質量マトリクス、 x, y 方向の全剛性 R_x, R_y 、極慣性モーメント J_p から成る剛性マトリクスを求める。

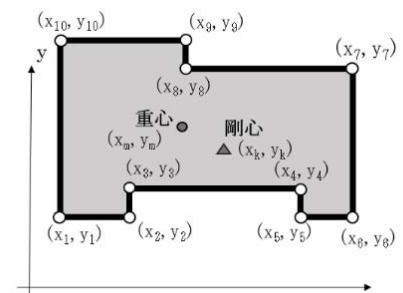


図 2 形状による重心剛心

$$M = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} R_x & 0 & -R_x(y_k - y_m) \\ 0 & R_y & R_y(x_k - x_m) \\ -R_x(y_k - y_m) & R_y(x_k - x_m) & J_p + R_x(y_k - y_m)^2 + R_y(x_k - x_m)^2 \end{bmatrix}$$

これを高さ方向に層を重ねることにより、各階平面 3 自由度の構造モデルとなる。

開口部の考慮

地図情報に含まれていない開口部を考慮するため、地図情報に含まれている建物 ID を指定し、図 3 に示すように 1 階から順に面に番号を定義していき、その番号の面にあたる剛性を組み込まないことで開口部を考慮した剛性マトリクスを求める。その剛性マトリクスと質量マトリクスにより、構造モデルが作成される。この図における赤の線は剛心で緑の線は重心としており、1 階部分の重心、剛心はすべての面が存在するものとし、2 階以降は任意で開口部を与える。各階の重心、剛心から開口部を考慮することで、剛心が剛性の大きい方に表れるという違いを示している。

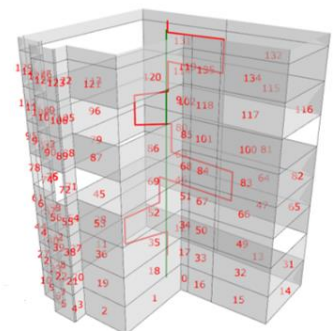


図 3 開口部位置及び重心剛心

3.開口部をもつ解析モデル

今回は1階部分にシャッターを有することの多い商店街地区の構造物を例に取り上げる。この構造物は13個の点から成る平面形状を4階建ての高さだけ壁を積み上げ、合計52個の面により成り立っている。道路に面する辺は構造壁でないシャッターが存在するため、開口部として扱う。単位面積当たりの重量は $1.0 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ とし、単位長さ当たりの剛性は任意で $1.0 \times 10^5 \text{kN/m}$ とした。また軸の取り方は道路に平行な方向をx軸とし、垂直方向をY軸とする。

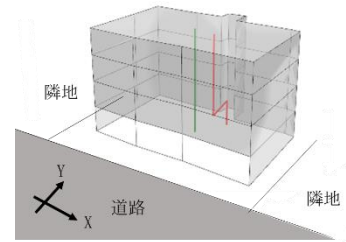
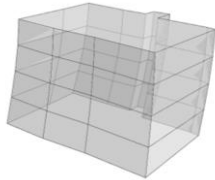
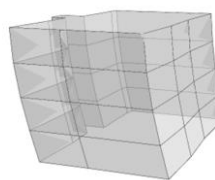
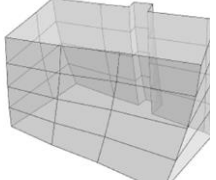
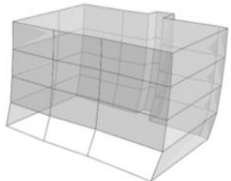
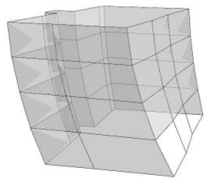
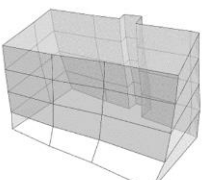


図4 解析モデル

4.剛心位置及びモード形状評価

拡張した構造モデルを検証するために固有値解析を行った。表1の左より1次モードにおいては上段から開口部なしのものに関してx方向に卓越しているのが分かるが、下段より開口部をもつものに関して1次モードがねじれをもつ形となる。中央より、2次モードは、開口部なしの場合Y方向に卓越していたが、開口部もつものは、1次モードと同様、水平方向とねじれの連成したモード形状となっていることが示される。右より、3次モードは開口部なしの場合もねじれが卓越したモードとなっており、他の開口部をもつ場合と比べてもそれほどの

表1 開口部によるモード形状の比較

| | 1次モード | 2次モード | 3次モード |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 開口部なし |  0.51Hz |  0.54Hz |  0.88Hz |
| 開口部あり |  0.44Hz |  0.50Hz |  0.82Hz |

モード形状の差は見受けられなかった。また、開口部を設けた1階部分の層間変形角が最も大きいことがすべてのモード形状から示されている。以上のモード形状の考察とその他振動数などの考察から、ねじれが低次モードで現れること、水平とねじれが連成すること、固有振動数の低下がみられることから、開口部を考慮することができたと考えられる。

5.結論

本研究では広域化を行うため、複数の構造物のモデル化できるような地図情報幾何学モデルをとりあげた。このモデルは現段階までは壁の存在しない部分まで考慮することができていなかったが、その部分の剛性を取り入れないことで考慮したモデルを作成できるようにした。剛性が異なることによる剛心位置の違いが確認され、検証のために行った固有値解析では、モード形状の違いが確認された。このことから、本研究でたてた仮定のもと地図情報幾何学モデルに壁の有無による特性を組み込むことが可能となったといえる。



図5 開口部を考慮した
地図情報幾何学モデル