

日本大学理工学部土木工学科 学生会員 小野 大輔
 日本大学理工学部土木工学科 正会員 長谷部 寛
 日本大学理工学部土木工学科 正会員 野村 卓史

1. はじめに

都市の風況解析を有限要素法により行う際、直方体メッシュを用いることで四面体メッシュよりメッシュ数が節約出来るが、構造物の形状、配置は任意なため直方体メッシュでは表現出来ない場合がある。そこで清水らの方法¹⁾に基づいて、都市の風況解析のためのメッシュ作成法を検討した。その方法は構造物の全ての辺を直交軸に平行な線分に写像し、直方体メッシュで分割し、そのメッシュを再び実空間に写像する方法である。

2. アルゴリズム

以下、構造物の底面形状の扱いに関するアルゴリズムを説明する。

- () 解析対象となる構造物を線分のみで構成する。
これを幾何モデルとよぶ。〔図 1 (a)〕
- () 各線分を直交座標軸に平行な線分に割り当て、長さを決定する。
このモデルを認識モデルとよぶ。〔図 1 (b)〕
- () 認識モデルを直交格子状に要素分割する。このモデルを
写像モデルとよぶ。〔図 1 (c)〕
- () 写像モデルの節点において Laplace 方程式を解くことで
実空間での節点座標値を求め、メッシュを作成する。〔図 1 (d)〕

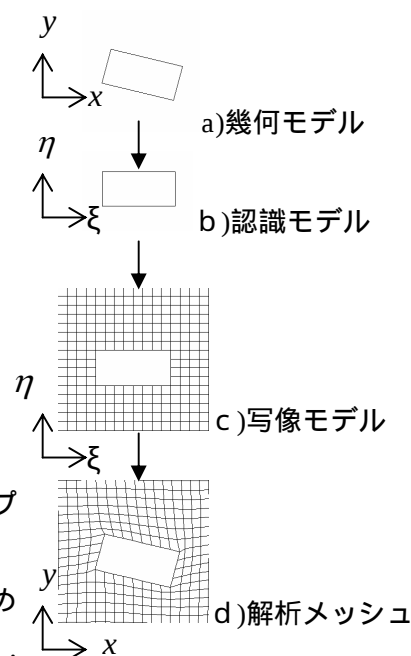


図 1 メッシュ生成方法

2. 1. 認識モデルにおける辺の方向の決定

幾何モデル〔図 1 (a)〕の各辺を写像空間での直交座標軸(ξ, η)のどちらかの方向に割り当てる。その可能性を示す適応度(P_ξ, P_η)をメンバシップ関数を用いて表す。図 2 (a)に示すように、幾何モデルの各辺と x 軸との成す角度を θ_x とし、図 2 (b)に示すメンバシップ関数より P_ξ の初期値を求める。また、対象とする辺と軸となす角度 θ_y により決まる適応度を P_η と表す。なお、 $P_\eta = 1 - P_\xi$ である。

続いて図 2 (a)に示す隣接する 2 辺 AB の狭角 θ_α から図 2 (c)に示すメンバシップ関数より P_α を求める。 P_α は 2 辺 AB が同一方向に写像される可能性が高いか、2 辺 AB が異なる方向に写像される可能性が高いかを表す値である。各辺の適応度の初期値を決定したら、次式より適応度を修正し各辺の割り当て方向を決める。

$$\begin{aligned} \theta_\alpha > 0.5 \text{ の場合} \\ \Delta P'_{\xi B} &= \beta (P_\alpha - 0.5) P_{\xi A} P_{\xi B} \cdots (1) \\ \Delta P''_{\xi B} &= -\beta (P_\alpha - 0.5) P_{\eta A} P_{\eta B} \cdots (2) \\ \theta_\alpha < 0.5 \text{ の場合} \\ \Delta P'_{\xi B} &= \beta (0.5 - P_\alpha) P_{\eta A} P_{\xi B} \cdots (3) \\ \Delta P''_{\xi B} &= -\beta (0.5 - P_\alpha) P_{\xi A} P_{\eta B} \cdots (4) \end{aligned}$$

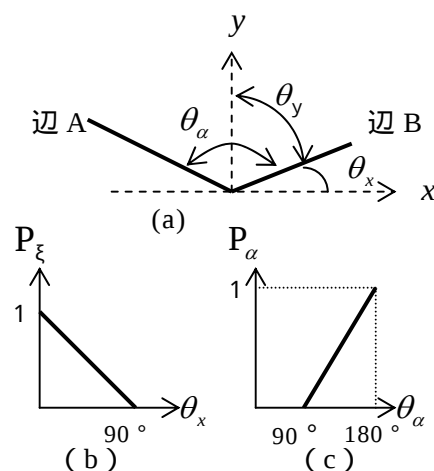


図 2 メンバシップ関数

キーワード：風況解析、有限要素法、写像、解析メッシュ

連絡先：千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 Tel03-3259-0411

β は修正速度を決定する係数で 0.05 としている．

これより，辺 A 辺 B の適応度の修正を行う．

$$P_{\xi(i+1)} = P_{\xi} + \Delta P'_{\xi} + \Delta P''_{\xi} \cdots (5)$$

全ての辺の P_{ξ} の値が 0 か 1 に収束するまで式(1)～(5)の

計算を繰り返す． $P_{\xi} = 1$ の場合は ξ 軸に平行な辺へ，

$P_{\xi} = 0$ ならば η に平行な辺へ写像される．

2.2. 認識モデルにおける辺の長さの決定

式(5)から決定した各辺の割り当て方向を図3(b)に示す $\sim$ の4方向に分類し，線分の幾何モデルでの長さの和を各方向別に求める．

$$S_i = \sum_{j=1}^N S_{ij} \quad (i = \sim) \cdots (6)$$

S_{ij} は幾何モデルにおける辺の長さ， N_i は $\sim$ の方向ごとの辺の数を示す．

認識モデルの辺の長さは次式で求められる．

$$t_{ij} = \frac{T_i}{S_i} S_{ij} \cdots (7)$$

T_i は認識モデルにおける各方向別の線分の長さの合計値であり，次式で求められる．

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= T_3 = (S_1 + S_3)/2 \\ T_2 &= T_4 = (S_2 + S_4)/2 \end{aligned} \right\} \cdots (8)$$

以上の手順で認識モデルが構成される．図4は正20角形の幾何モデル及び認識モデルを示す．

2.3. 写像空間でのメッシュ分割

認識モデルを取り除いた領域を直交格子状に要素分割することで写像モデルを作成する．

図5は正20角形の写像モデルを示す．

2.4. 解析メッシュの生成

構造物の辺上の節点座標を求める．これを境界条件として

Laplace 方程式を解くことで解析メッシュが完成する．

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2} &= 0 \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} &= 0 \end{aligned} \right\} \cdots (9)$$

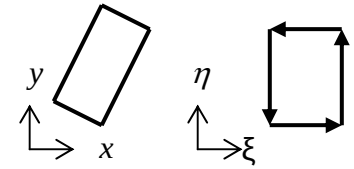
図6は正20角形の解析メッシュを示す．

3. メッシュの問題点

幾何モデルの辺と，写像された認識モデルの辺の方向の違いが大きいと解析メッシュの歪みが大きくなりすぎてしまう．この問題の対策を現在検討している．その上で，底面メッシュ上に直方体メッシュを積み上げて3次元メッシュを作成する予定である．

参考文献

(1) 清水，高橋，千葉，山下：3次元シェル構造物の有限要素自動生成，日本機械学会論文集(A編)，59巻565号 pp188-195，



(a) [幾何モデル] (b) [認識モデル]

図3. 線分の方角の分割

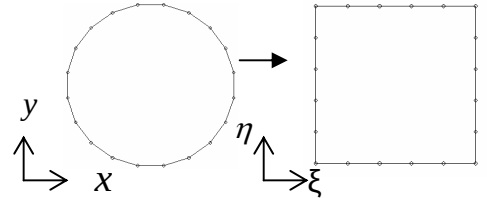


図4 幾何モデルと認識モデル

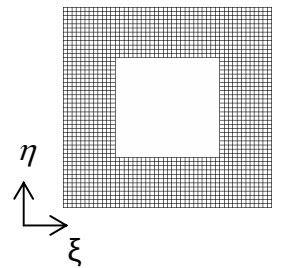


図5 写像モデル

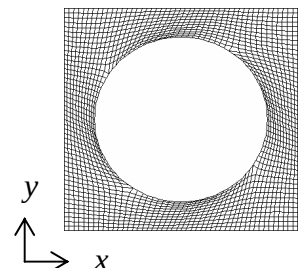


図6 解析メッシュ

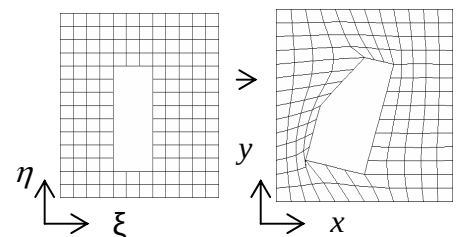


図7 歪みの大きいメッシュ