

# 自動分割を考慮した2次元弾性体の境界要素法による最適設計

岩手大学工学部 学生員 ○栗石 敏見

岩手大学工学部 正員 宮本 裕

岩手大学工学部 正員 岩崎 正二

岩手大学工学部 正員 出戸 秀明

## 1. はじめに

近年、境界要素法（BEM）は、計算機の発達と普及に伴い注目されている解析方法である。境界要素法は、積分方程式を使って、対象とする領域の次元に対して、要素の次元が1つ低くなるので、計算する際に、入力するデータの量が少なく、扱う方程式の元数も少ない。そして入力するデータやプログラムに手を加えることにより、様々なものに適用することができる。まさにコンピュータに向いた解析法といえる。

当研究室では、さきに要素関数に線形関数を選び、自重、遠心力などの物体力を考慮した2次元弾性体の境界要素法の理論と計算結果を発表し、一昨年は表面力を計算するプログラムを作り応力の急変するカドの点の扱いにおいて、2重節点を考えることにより計算精度の向上がはかられた。そこで、これらの計算プログラムに、室蘭工業大学の杉本博之助教授の汎用最適設計プログラムADSを使用させていただき、形状変化に伴い分割数も自動的に変わるように考え、最適設計プログラムとした。

## 2. プログラムの概略

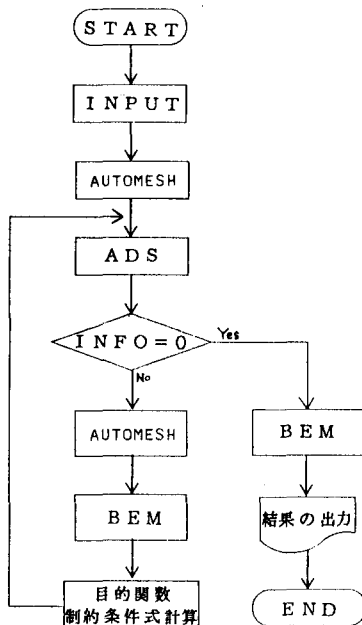


図-1

- ① 最適化に必要なパラメーターや形状をしめす設計変数の初期値、荷重条件などのデータを読み込む。
- ② 設計変数で与えられた値より、形状が決定される。そして、節点座標や各節点での境界条件などが計算される。
- ③ 最適化の開始のためにADSの内部パラメーターの初期値を設定し、配列領域の割り当てをする。
- ④ 自動分割（②と同じ）
- ⑤ 境界要素法により応力計算する。
- ⑥ 目的関数（対象となる2次元弾性体の面積）と制約条件式（応力制限）の計算。

$$\frac{\sigma_{vi}}{\sigma_r} - 1 \leq 0$$

$\sigma_{vi}$  : 節点*i*での相当応力

$\sigma_r$  : 降伏点応力

- ⑦ 最適化のための計算
- ⑧ ADS内の情報パラメーター；INFO=0となると計算が終了される。それ以外は、④へ
- ⑨ 結果の出力。

3. 自動分割の方法

単純梁を例として

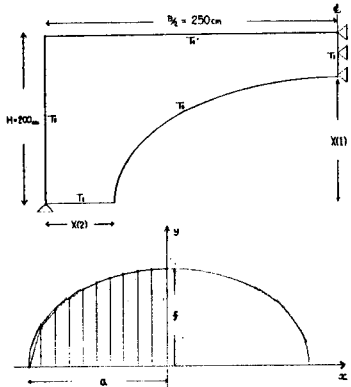


図-2

- ① 各辺(T)をあらかじめ設定した分割決定因子 (Δ)で割り, その値を四捨五入して各辺の理想分割数(n)とする。  
$$n = \text{INT}(T/\Delta) \quad ※1$$
- ② 各辺をそれぞれの分割数(n)で割り, 部分要素長(Δt)とする。  
$$\Delta t = T/n \quad ※2$$
- ③ 節点数を計算し, 各節点の座標をきめる。

※1 ただし  $n \leq 1$  のとき  $n = 2$

※2 曲線部は,  $y = -\frac{f}{a^2}(x^2 - a^2)$  の放物線とし, 曲線長は,  $l = \int \sqrt{1 + (dy/dx)^2}$  より求める。そして, x座標で等分割して, y座標は曲線式より求めた。

4. 計算結果

表-1

| 分割方法 | 設計変数 cm |       | 目的関数(OBJ) cm <sup>2</sup> | 計算時間(S-2000)   |
|------|---------|-------|---------------------------|----------------|
|      | X(1)    | X(2)  |                           |                |
| 固定   | 182.48  | 40.00 | 0.51705E+5 (51.7%)        | 1:26           |
| 変動   | 191.90  | 40.00 | 0.49067E+5 (49.1%)        | 8:33 (Δ=20.0)  |
|      | 192.19  | 40.00 | 0.48987E+5 (49.0%)        | 10:09 (Δ=22.0) |
|      | 191.46  | 40.00 | 0.49193E+5 (49.2%)        | 4:05 (Δ=25.0)  |

分割数固定では, 形状は変化しても, 分割数が変わらないため, 部分要素長に極端なバラツキがでることが考えられるが, 変動型ではそのバラツキをある程度抑えられる。結果をみても変動型の方が全般によいことがわかる。しかし, Δの値の取りかたで許容応力を越えてしまう点が出てしまうことがある。そのときは, 最適化実行中に印刷される制約条件から最適値を予想することができる。また, 計算時間がかかるのも問題だが, 分割を何度も繰り返すためにしかたないと考えられる。

5. おわりに

この最適設計プログラムをつくるにあたって室蘭工業大学の杉本先生にたいへんお世話になったことを深く御礼申し上げます。

【 参 考 文 献 】

1) 宮本裕, 岩崎正二, 本郷雅俊, 角田宏一: 2重節点を用いた境界要素法による2次元弾性問題の解法, 昭和60年度土木学会東北支部講演概要集, 1986.3

2) 宮本裕, 杉本博之, 岩崎正二, 戸野秀明: 境界要素法による2次元連続体形状最適化問題における適用の試み, 構造工学論文集 Vol.33A, 1987.3

3) 佐々木一彦, 宮本裕, 岩崎正二: 物体力を考慮した境界要素法による二次元弾性問題の解法, 第40回年次学術講演会講演概要, 1985.9