

○長野技研 正会員 中嶋 孝満
信州大学 “ 草間 孝志

1. まえがき

生長変形法(growing-reforming method)という言葉は、梅谷陽二教授によって名付けられたものであり、骨の外力に対する適応過程によって、外形のみならず組織の粗密性をも変化させながら形成される過程に因んだもので、この原理を最適設計法の中の一手法として提唱された言葉である。従来の設計法は、まず、構造物の骨組等を設定した上で、力学的(ときには経済的)に部材寸法を定めきた。これに対し、生長変形法は構造物の外形と組織分布を変化させながら最適な構造物の形態を見出すことを目的とした方法である¹⁾。

筆者らは、この方法に興味をもち、研究に着手したが、目下電算プログラムを作成中である。特に、土木構造物にみられる移動荷重に主眼を置いて検討しているが、現在までに行なった計算結果の一部を報告する。

2. 生長変形法の設計手順と様式¹⁾

(1) 与えられた外力の作用点と方向、外力と自重の合成力を支持する固定部、構造物形状にとつての空間制約、これらを条件として構造物の任意の素原形を形成する。(2) 外力と自重を原形に加える。(3) 構造物に誘起する応力分布を求める。(4) 構造物の局所総てに亘つて局所応力を評価する。(5) 評価に対応した生長変形を施す。(6) 手順(2)に戻り繰り返す。(4)の評価法に対しては、2つの方法が考えられている。すなわち、(a)表面変化法と(b)等価剛性変化法である。以下、計算例によって示す。計算例はいずれも主応力を評価応力とし、自重は考慮しなかった。また、等価剛性変化法としては肉厚変化法を採用した。

3. 計算例

(A) 表面変化法による計算例(I)

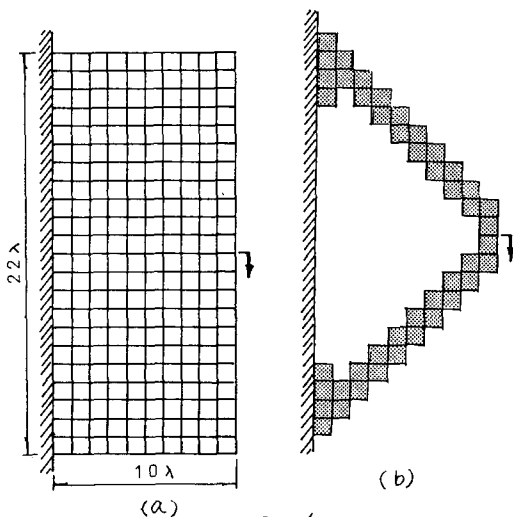
図-1(a)に示すように、空間的制約として、左端の固定部の高さ 22λ 、厚さは一定とする。いま固定部より 10λ の図示の点に集中荷重が作用する場合を計算する。(a)の素原形に対し、評価応力として主応力を取り、主応力ができるだけ等しくなるように生長変形を施すことにする。この場合の計算結果は図-1(b)に示すように、トラス構造が得られる。

(B) 表面変化法による計算例(II)

空間的制約はなく、荷重状態として図-2(a)を考える。さきの例とは異なり、単一はり構造を想定して、内部の要素を除去せずに表面の主応力が目標応力になるように生長変形を施すことにする。ただし、厚さは一定とする。計算結果を図-2(b)に示す。実線で示した曲線は、はり理論による等強度はりである。両者はよく一致していることがわかる。

(C) 肉厚変化法による計算例(I)

図-3(a)は一端固定、他端単純支持のりりである。このりりに単一移動荷重が作用した場合について、主応力に比例した厚さになるように生長変形を施すことにする。図の(a)は厚さが一定な素原形であり、上下対称に解が得られるように、りりの高さの中央に移動荷重を作用させた。図の(b)は計算結果で、厚さの分布



四-1

を示したものである。なお、図中の下は厚さである。

(D) 肉厚変化法による計算例(Ⅱ)

図-4(a)は、高さ 12λ 、幅 23λ の空間的制約があり、厚さ方向には制約のない構造物の厚さを一定とした素原形である。支持条件は最下端の面ご支持とする。いま、上端に単一移動荷重が作用するとき、主応力に比例するように厚さを変えて生長変形を施すと、図-4(b)を得る。厚さの大きい部分を辿ると、内形ラーメンを連想するような形状になっている。

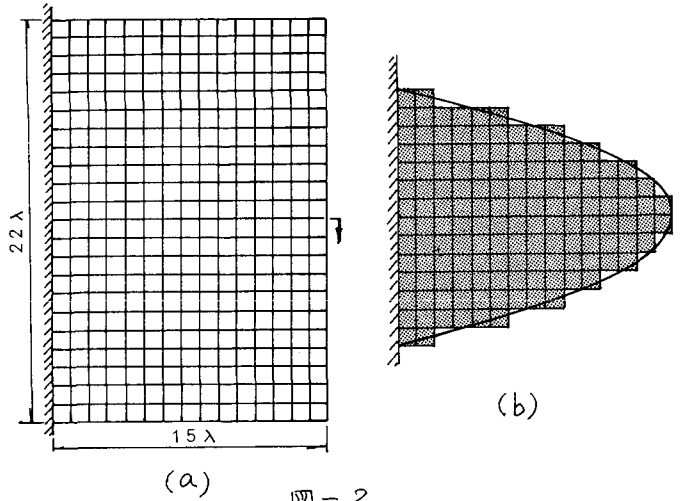


図-2

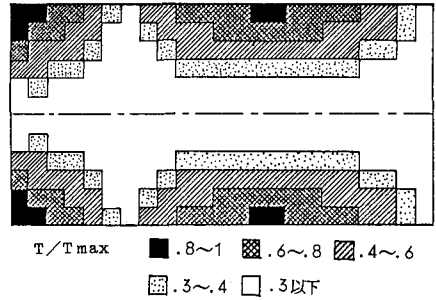
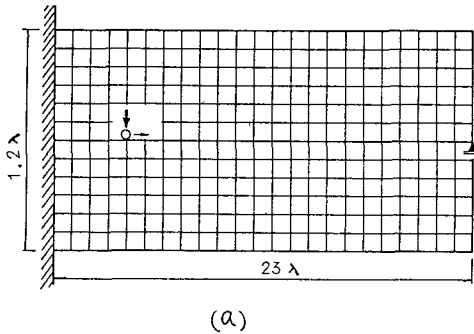


図-3

(b)

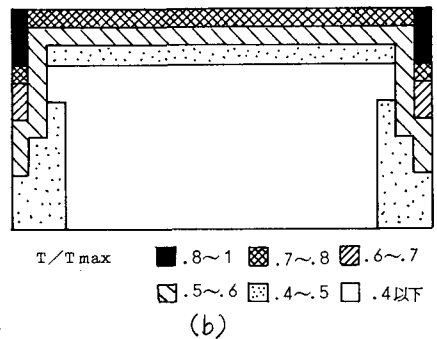
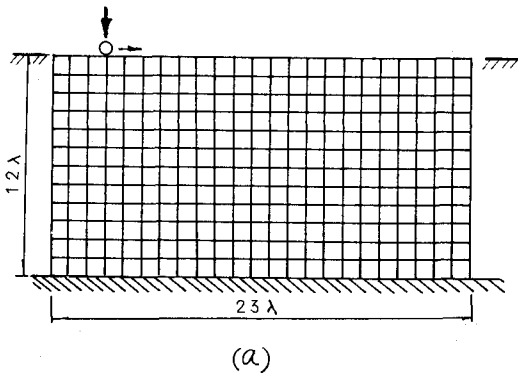


図-4

(b)

4. おまけ

この方法は考え方としては単純なものであるが、構造物の形状を当初から設定しない点に特徴があり、幅広い構造物の設計が可能となる。本計算例では評価応力として主応力を採用したが、評価応力に降伏条件を用いることも考えられよう。なお、表面変化法と肉厚変化法との併用については現在検討中である。図-4(a)を表面変化法で解く場合については図示を省略したが、表面変化法の場合、応力の小さい要素を除去すると、時には最終形状に達する前に、宙にういた要素群が現われて不定となることがあるゆえ注意を要する。

参考文献 1) 梅谷陽二：生物工学の世界，スチールデザイン，183，p.19，1978