

Dynamic Relaxation 法による

薄肉変断面はり一柱の面内強度解析

関西大学工学部 正会員 三上 市藏

嵯峨東洋情報システム 正会員 三浦 泰夫

関西大学大学院 学生員 ○田中 成典

1. まえがき 変断面鋼はり一柱部材の耐荷力を明らかにし、設計に適した相関式を検討することは、設計上重要である。道路橋示方書には、変断面部材に関する明確な規定はない。差分法の一環であるDynamic Relaxation Method(D.R.M.)が、等断面鋼柱の弾塑性座屈解析¹⁾に有効であることがわかっているため、D.R.M.を用いて変断面鋼柱の面内耐荷力解析を行い、実験値²⁾と比較して解の妥当性を検討した。

2. 基礎微分方程式 解析モデルは、図-1に示すように一軸対称のI形断面で、x軸方向に上下フランジと腹板にテーパが付いている変断面鋼部材である。部材は、両端で単純支持され、両端に軸

方向圧縮力P、大断面側の端にモーメントM(u)が作用する。また、z軸方向の初期たわみを有し、任意断面で図-2に示すような分布の残留応力³⁾を持つ。

D.R.M.では、静的釣り合い式に慣性項と減衰項を付加した次式を用いる。

$$m \dot{u}, t + k_u \dot{u} = N, x \quad (1)$$

$$m \dot{w}, t + k_w \dot{w} = M, xx + N (w + w_0), xx \quad (2)$$

ここで、m:線密度(kgf・s²/cm²)、k_u、k_w:減衰係数(kgf・s/cm²)、u、w:図心軸の付加変位(cm)、w₀:初期たわみ(cm)、M:曲げモーメント(kgf・cm)、N:軸力(kgf)である。

変位速度 $\dot{u}$ 、 $\dot{w}$ は、変位u、wと次の関係がある。

$$\dot{u} = u, t \quad \dot{w} = w, t \quad (3)$$

図心軸xからzだけ離れた点のひずみ ε と変位u、wの関係は次のようになる。

$$\varepsilon = u, x - z w, xx \quad (4)$$

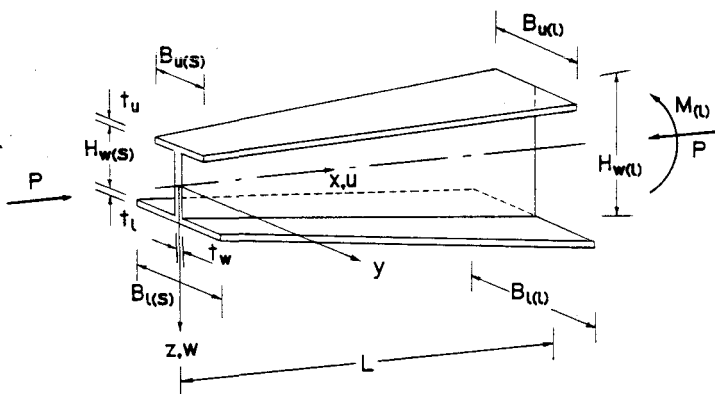


図-1

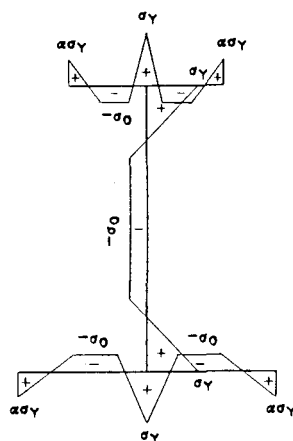


図-2

Ichizou MIKAMI, Yasuo MIURA, Shigenori TANAKA

同じ点の応力 σ は、次式より算定される。

$$\sigma = E \varepsilon + \sigma_{re} \quad (5)$$

ここに、 σ_{re} ：残留応力(kgf/cm²)、 E ：ヤング率(kgf/cm²)である。降伏の判定は次式で行う。

$$\left. \begin{aligned} |\sigma| < \sigma_Y &: \sigma = \sigma \\ |\sigma| \geq \sigma_Y &: \sigma = \pm \sigma_Y \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

ここに、 σ_Y ：降伏応力(kgf/cm²)である。

軸力 N と曲げモーメント M は、次式で算定される。

$$N = \int_A \sigma dA, \quad M = \int_A z \sigma dA \quad (7)$$

ここに、 A は任意点の横断面積(cm²)である。

また、境界条件は、次式で表される。

$$x = 0 : u = w = M = 0 \quad (8)$$

$$x = L : w = 0, \quad M = M_{(L)}, \quad N = -P \quad (9)$$

以上の式を、場と時間に関して差分表示し、繰り返し計算をする。

3. 数値計算例 解析は、参考文献2)で行われた面内耐荷力実験の供試体に対して行った。

初期たわみは、次のようにする。

$$w_0 = f_0 \sin(\pi x/L) \quad (10)$$

ここで、 f_0 の値は実験における実測値を用いる。

載荷方法は、 $M_{(L)} = k \cdot P$ が成り立つようにした。ここに、 k は比例定数である。

D.R.M.の初期条件は次のようにする。

$$M = M_{(L)} x/L, \quad N = -P \quad (11)$$

$$\dot{u} = \dot{w} = w = 0, \quad u = -Px/EA \quad (12)$$

図-3は、5体の荷重-部材中央点のた

わみ曲線である。また、図-4と図-5は

供試体番号IT-1.4-1のたわみ分布と

曲げモーメント分布である。終局強度に達

した時、たわみ曲線の最大たわみの位置が、

大断面側に移動していることがわかる。

最後に表-1は、D.R.M.解と実験値の耐

荷力を比較したものである。これより、本

解析法の妥当性がわかる。

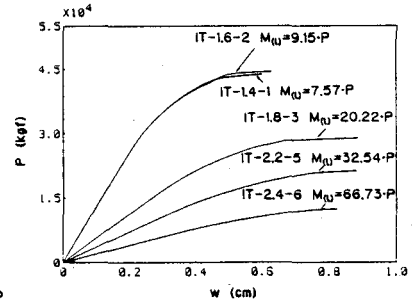


図-3

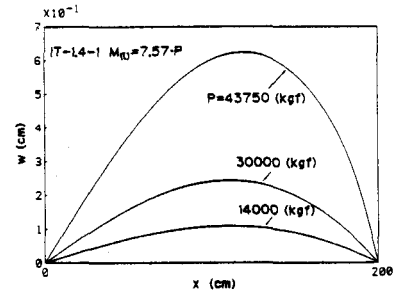


図-4

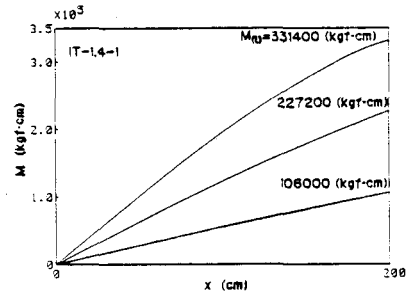


図-5

表-1

Test No.	D.R.M. 解		実験値		D.R.M. 解 / 実験値
	P (kgf)	M(kgf cm)	P (kgf)	M(kgf cm)	
IT-1.4-1	43750	331400	41230	312300	1.061
IT-1.6-2	44380	406200	42140	385700	1.053
IT-1.8-3	28890	584100	27860	563300	1.037
IT-2.2-5	21230	690700	18470	601000	1.149
IT-2.4-6	12330	822400	11530	769400	1.069

1) 三上・三浦・田中・藤井：土木学会年次学術講演会，I-64, 1985-9。

2) 塩見・西川・倉田：土木学会論文報告集，No.334, pp163-172, 1983-6。

3) 西田・星名：土木学会論文報告集，No.340, pp.209-212, 1983-12。