

# I - A62 薄肉箱形断面長柱の終局強度特性と座屈現象に関する基礎的研究

大阪市立大学工学部 学生会員 水越牧郎  
 同上 正会員 北田俊行  
 同上 正会員 中井 博  
 日本構研情報 正会員 狩野正人

## 1、まえがき

本研究では、薄肉箱形断面長柱における柱座屈、箱断面を構成する板パネルの局部座屈、および、これらの連成座屈がそれぞれ卓越する場合の終局強度特性について検討する。また、これらの座屈のうちいずれが卓越するかを、簡単に判別する方法についても考察する。そこで、この目的を果たすために、無補剛薄肉箱形断面長柱の解析モデルの幅厚比パラメータ $R (= \sqrt{\sigma_y / \sigma_{crp}})$ 、 $\sigma_y$ :降伏点、 $\sigma_{crp}$ :板パネルの弾性座屈応力度)、および細長比パラメータ $\lambda (= \sqrt{\sigma_y / \sigma_{cre}})$ 、 $\sigma_{cre}$ :柱としての弾性座屈応力度)を種々変化させた弾塑性有限変位解析が行われている。

## 2、解析モデル

本解析で対象とした薄肉箱形断面長柱の解析モデルを、図-1に示す。

まず、この図に示すように、対象柱の構造、載荷荷重、および、たわみ波形の対称性を利用して、対象柱から軸方向に1/2の部分、および断面方向にも1/2の部分、をそれぞれ取り出し、解析モデルとした。

つぎに、初期たわみ波形は、板パネルの局部的な初期たわみ波形と柱としての全体的な初期たわみ波形とを重ね合わせた。とくに、局部的な初期たわみ波形は、柱中央断面から柱端に向かって減衰してゆくようにし、柱中央部のフランジにおける局部座屈が最も不利になるように導入した。

また、載荷荷重としての軸方向圧縮力は、強制軸方向変位として導入した。そして、細長比パラメータ $\lambda$ を0.305、0.500、0.704、1.009、1.271、および1.696とし、また幅厚比パラメータ $R$ を0.406、0.517、0.711、および0.948とした合計24体の解析モデルを作成した。なお、解析には、板構造の弾塑性有限変位解析のための専用プログラムであるUSSP<sup>1)</sup>を用いた。

## 3、終局強度特性

図-2には、解析結果を整理した終局強度の値を示す。この図では、道路橋示方書の柱の耐荷力曲線bなども示し、比較・検討した。そして、同図によると、 $R=0.948$ で、 $\lambda$ が0.711以下である場合、解析値が曲線bを下回っている。また、連成座屈を考慮した耐荷力曲線c、およびdのうち、Q-factor法による耐荷力曲線dの方が、道路橋示方書で採用されている積公式による耐荷力曲線cよりも、 $R=0.948$ の解析結果に近い終局強度の値を与えていることがわかる。

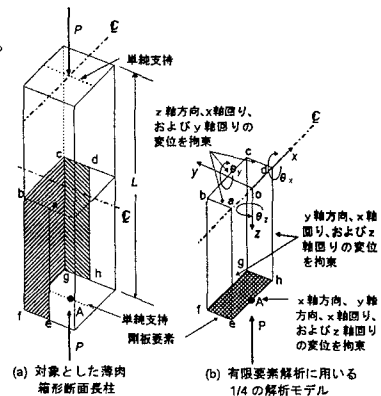


図-1 解析モデル

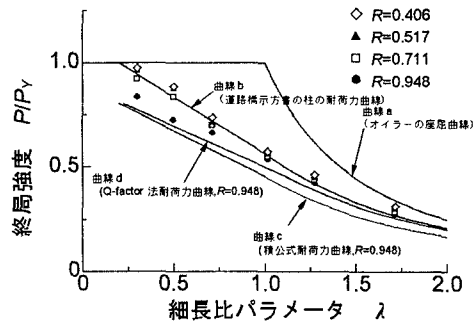


図-2 解析結果と道路橋示方書の耐荷力曲線との比較

キーワード 薄肉箱形断面長柱、弾塑性有限変位解析、板パネルの局部座屈、柱座屈、連成座屈

〒558 大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL 06-605-2735 FAX 06-605-2765

## 4. 柱座屈、局部座屈、および、それらの連成座屈の判別法

(1) 方法-1 図-3 に示すように、柱中央断面の両フランジにおける軸方向垂直ひずみ  $\varepsilon_a$ 、 $\varepsilon_b$ 、 $\varepsilon_c$ 、および  $\varepsilon_d$  に着目し、 $\varepsilon_{bc} = \varepsilon_c - \varepsilon_d$  によって局部座屈の度合いを、またフランジ表裏面の平均ひずみの差  $\varepsilon_{bl} = (\varepsilon_a + \varepsilon_b - \varepsilon_c - \varepsilon_d)/2$  によって柱座屈の度合いを調べる。なお、これらのひずみ  $\varepsilon_{bc}$ 、および  $\varepsilon_{bl}$  は、降

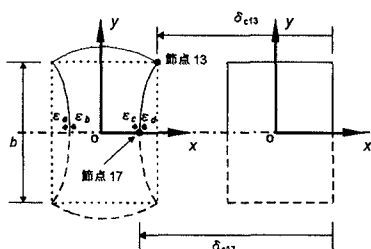


図-3 柱中央断面のたわみとひずみ

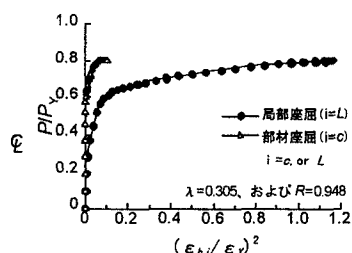


図-4 作用圧縮力-ひずみ曲線の例

伏ひずみ  $\varepsilon_y$  で割り、2 乗した値で図化している。すると、図-4 に例示する  $\lambda=0.305$ 、および  $R=0.948$  の解析モデルでは、ひずみ  $\varepsilon_{bl}$  が大きくなっており、局部座屈が卓越していると考えられる。

(2) 方法-2 箱断面のコーナー部と中央部とのたわみ差で局部座屈、またコーナー部のたわみで柱座屈の度合いを調べる。すなわち、図-3 に示したように、圧縮フランジのコーナー部の節点13のたわみを  $\delta_{cl3}$  とし、その中央の節点17のたわみを  $\delta_{cl7}$  とする。そして、両者の差を板幅で割ったものの2乗、すなわち  $\{(\delta_{cl3} - \delta_{cl7})/b\}^2$  によって局部座屈の度合いを、また  $(\delta_{cl3}/L)^2$  によって柱座屈の度合いを調べる。図-5 に例示する  $\lambda=1.271$ 、および  $R=0.711$  の解析モデルでは、 $(\delta_{cl3}/L)^2$ 、および  $\{(\delta_{cl3} - \delta_{cl7})/b\}^2$  がほぼ類似の傾向で増加しており、連成座屈を起こしている可能性があることを示唆している。

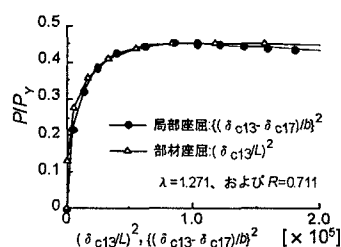


図-5 作用圧縮力-たわみ差曲線の例

(3) 方法-3 細長比パラメータ  $\lambda$  を横軸に、また幅厚比パラメータ  $R$  を縦軸にとった DAST Ri012 の柱座屈、局部座屈、および連成座屈の区分相関図を、上記の(1)、および(2)の方法で判定した解析結果とともに、図-6 に示す。DAST Ri012 の座屈区分相関図と上記の方法とでは、全塑性領域と柱座屈領域、および局部座屈領域と連成座屈領域との境界位置が、若干、異なることを明らかにできた。

## 5. まとめ

- i) ひずみ、および、たわみ差を用いる判定法によって、柱座屈、局部座屈、および連成座屈が、ほぼ区別できる。
- ii) DAST Ri012 の座屈区分相関図は、厳格な解析に先立ち、対象部材に発生する座屈の種類をあらかじめ推定できるため、今後、本研究を発展させていく際に、利用価値が高いことを明らかにできた。

なお、本研究では、平成8年度の文部省・科学研究費補助金・基盤研究C(研究代表者:北田俊行)として研究補助を受けて行ったものである。

## 参考文献

- 1) USSP 研究会 : USSP Ver. 3.0、ユーザーズ・マニュアル、理論編、日本構研情報㈱、平成8年10月7日
- 2) 北田俊行・中井 博・國広昌史・岸田和人・原田直樹 : 鋼薄肉箱形断面柱の連成座屈強度に及ぼす構成板パネルの初期たわみ波形の影響、構造工学における数値解析法シンポジウム論文集、第18巻、日本鋼構造協会、pp.3~8、平成6年7月

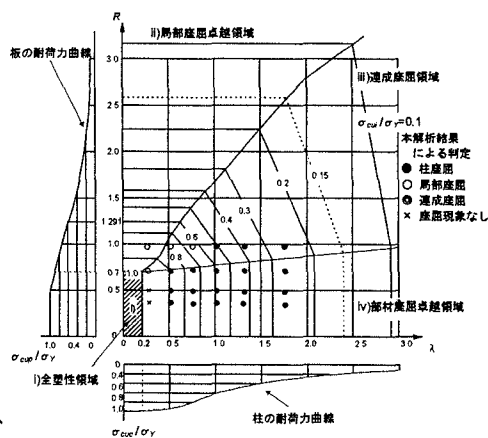


図-6 DAST Ri012の部材座屈と局部座屈との相関区分図