

名古屋大学 正員 福本 秀士
 名古屋大学 学生員 ○ 梶田 順一

1 まえがき

座屈強度の変動性については、最近多く研究がみられ、その基本的性質については、かなり解明されてきている。また、これらの成果をもとにして、統計的評価にもとづいた設計基本式も、提案されるようになった。

本研究は、さきに発表した文献 1) の継続として、座屈強度に関する統計的研究の基礎データを得ることを目的とし、モンテカルロ法による適用の妥当性を調べ、この方法を用いて、箱形およびH形断面柱の座屈強度の変動性について検討した。

2 モンテカルロ法および解析モデル

座屈強度は、柱が有する初期不整によって、大きく変動することがすでによく知られている。一方、初期不整は、ある確率分布に従うと考えられるので、この初期不整を乱数として発生させ、モデル柱の座屈強度の変動性を調べた。用いたモデル柱には、以下の理想化を行っている。

- (1) 断面形状は、箱形断面 Fig 1 または、H形断面とする。
- (2) 柱の初期不整は、初期たわみ (f_0/l)、残留応力 (σ_r)、降伏点応力 (σ_y)、ヤング係数 (E) などである。
- (3) 初期たわみ、降伏点応力、ヤング係数は、正規分布に従うとする。
- (4) 正規分布の平均値 (M)、標準偏差 (S) の値は、それぞれ実測による数値を用い、初期たわみについては、H形断面柱の強軸まわりのものを用いる。それぞれの値を、Table 1 に示す。

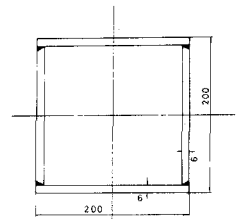
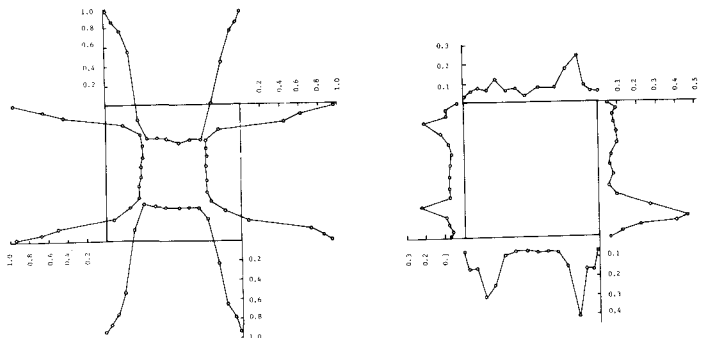


Fig 1

Table 1

	σ_y (kg/cm^2)	E (kg/cm^2)	f_0/l ($\times 10^{-4}$)			
			60	80	100	120
M	2802.0	21230000	2.388	3.215	2.417	2.308
S	92.0	680000	1.361	1.671	1.180	1.365

- (5) 箱形断面の残留応力は、13本の柱の実測データを用いる。残留応力の値の平均値、標準偏差を、Fig 2 (a), (b) に示す。
- (6) 初期不整としての残留応力は、分布形状に注目、残留応力の変動は、分布形状の違いにより生ずるものとする。
- (7) 箱形断面の残留応力分布は、1本の実測結果より、各板要素の4個のパターンをとりだし、計52種類とする。
- (8) 数値実験個数は、同一細長比に対して104個とする。
- (9) パラメーターの組み合わせは、機械的にコンピューターの中でおこなう。



(a)

Fig 2

3. 数値計算

柱の数値計算に用いる仮定は、通常のものであるが、初期たわみおよびたわみ形は、sin曲線の半波長とし、

中央点のつり合いのみを考える。

計算方法は、断面分割法を用い、まず残留応力を含んだ断面のM-φ-P関係を求めた。計算結果の一例を示したものが Fig 3 である。次に中央点のたわみ量を仮定し、

$$\phi = \delta \left(\frac{P}{E} \right)^2 - f_0 \left(\frac{P}{E} \right)^2$$

より曲率を計算し、これにつり合うP・Mを、M-φ-P関係より求めた。たわみ量を順次増大させながら、この手順を繰り返し、P-δ関係を求め、Pmaxを得た。

4. 結果

溶接H形断面の、弱軸まわりの

座屈強度の変動性を、モンテカルロ法で求め、Fig 4 にヒストグラムとして示した。図の下方の曲線は、変動係数の値を示した。また、Fig 5 は、Fig 4 の結果と、文献(1)の実験による強度分布との比較を示した。この図より、

座屈強度の変動性を、モンテカルロ法で求め、Fig 4 にヒストグラムとして示した。図の下方の曲線は、変動係数の値を示した。また、Fig 5 は、Fig 4 の結果と、文献(1)の実験による強度分布との比較を示した。この図より、

平均値については、次の関係が

成り立つ。

平均値については、次の関係が

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

成り立つ。

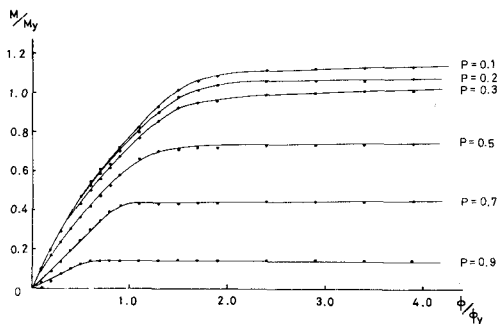


Fig 3

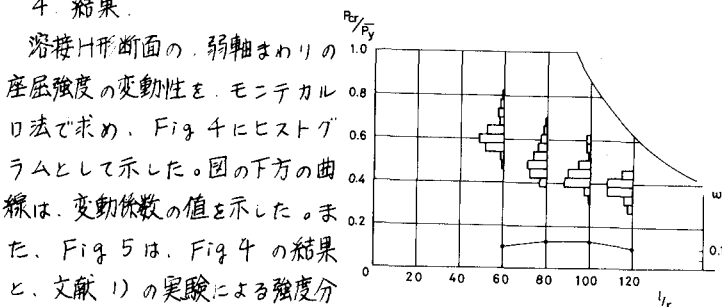


Fig 4

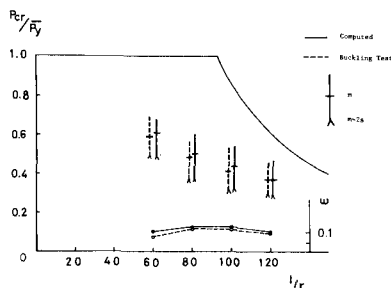


Fig 5

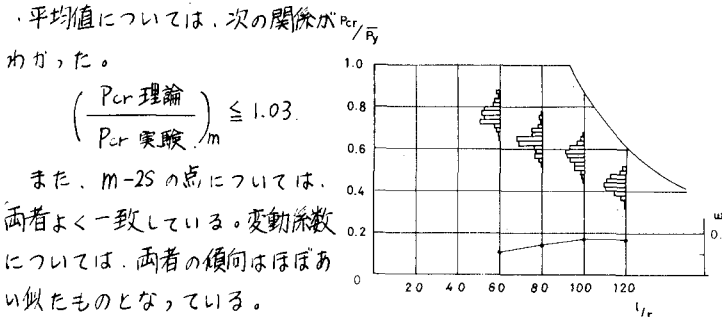


Fig 6

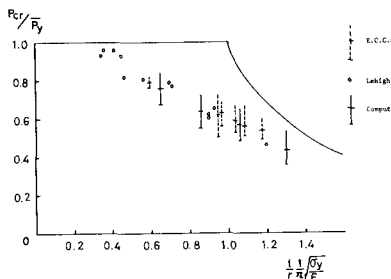


Fig 7

箱形断面について計算した結果

が Fig 6 である。この図より、変動係数は、H形断面と同様に、 l/r が 100 ~ 120 の所で最大になっている。

また大きさについては、0.05 ~ 0.09 程度であり、H形断面と比較して少し小さいことがわかる。一方、

木国(ソーハイ大学)・ヨーロッパ(E.C.C.S)で行われた実験結果と、本研究で得られた計算結果を、箱形

断面に対して比較したものが Fig 7 である。

5. まとめ

- (1) 初期不整を、ある確率分布に従う乱数として発生させ、モデル柱に対する座屈強度の変動性を調べたが、この方法による結果は、実験による強度のばらつきの傾向を、よく説明することができる。
- (2) 箱形断面については、座屈強度の変動性は、 l/r が 100 ~ 120 で最大を示し、その大きさは、約 0.09 であり、箱形断面柱の座屈強度のばらつきは、溶接H形断面柱のそれに比して小さいことがわかる。

6. 参考文献

- 1) 青木 福本 “溶接H形鋼柱の座屈強度分布について” 土木学会論文集 第222号 1974年2月