

I-48 鋼構造部材の耐荷力の変動特性に関する一考察

名古屋大学工学部 正員 伊藤義人
名古屋大学工学部 正員 福本湧士

1. はじめに

これまでに、著者らは、鋼材の材料強度、鋼柱¹⁾、鋼はり²⁾および鋼板³⁾の耐荷力に関する内外の実験データを収集整理しデータベースを作成し、その利用例を示し、また、結果に統計的処理をほどこし評価検討を加えた。各々についてはすでに発表済みである。本報文は、鋼柱、鋼はりおよび鋼板の耐荷力特性、とくに強度の変動性について比較検討を行うものである。変動特性は簡単な解析結果からは得られないため実験データからの値は貴重なものとする。

2. 収集実験データ

収集整理した実験データ数を、それぞれTable 1, 2, 3に示す。それぞれ、実験実施国、実験体形状、製作方法などによって分類してある。全体の収集実験データ数は、鋼柱、鋼はりおよび鋼板でそれぞれ1665体、544体、793体である。なお、鋼柱は中心軸圧縮のものだけを対象としており、原則として両端ピンの実験データである。鋼はり、は、横倒れ座屈によってその強度が決定されているものを対象としている。また、鋼板は一樣圧縮の下での実験データである。

Table 1 Number of Column Data

Type of Profile		ECCS	USA	JAPAN	TOTAL
H or I	Rolled	502	55	87	644
	Welded	22	31	229	282
Box	Other	-	5	4	9
	Welded	74	14	41	129
Square	Rolled	67	-	-	67
	Welded	120	-	-	120
Circular	Rolled	99	-	4	103
	Welded	40	-	145	185
Circular	Solid	-	26	-	26
	Rolled	80	-	-	80
T Shape	Rolled	14	-	-	14
	Riveted	-	6	-	6
Composite		-	-	-	-
Total		1018	137	510	1665

3. 部材強度の分類

鋼柱、鋼はり、鋼板のそれぞれの設計曲線を考える時、形状、製作方法などによって強度特性が異なることが明らかになったものに対しては、複数設計曲線による対応が望ましい。文献1)、2)、3)では以下のように対応している。

Table 2 Number of Beam Data

	Rolled Beams	Welded Beams	Plate Girders	Total
Japan	240	152	28	420
U.K.	35	0	14	49
U.S.A.	31	2	0	33
West Germany	27	0	0	27
Australia	15	0	0	15
Total	348	154	42	544

鋼柱—断面形状および製作方法によってSelection Chartをつくり3種のグループに分けている。Group1は、強度が比較的高い圧延柱、および高張力鋼柱が含まれ、Group2は溶接柱が主なものである。Group3は、主としてユニバーサルミルを用いた柱であり、日本では一般には用いられない。Fig. 1に示したのが、Group1に対応する実験データをプロットしたものである。縦軸は、最大荷重 P_u を降伏荷重 P_y で無次元化し、横軸は $\lambda = \sqrt{P_y / P_E}$ (P_E = 弾性座屈荷重)を用いている。図中には破線で提案した強度の平均値曲線と強度の下限を示すM-2S曲線を示してある。また、図の下部には、 λ の0.1きざみにはいるデータの各々の変動係数を●で示してある。

Table 3 Number of Plate Data

Type of Profile	Europe	North America	Japan	Total
Single Plate	362	-	55	417
Welded Square	74	8	93	175
Box	-	-	49	49
Square Tube	-	-	6	6
Welded Rectangular	20	-	22	22
Box	-	-	72	72
Rectangular Tube	20	12	-	32
Cruciform	-	-	-	-
Total	476	20	297	793

鋼はり—製作方法および寸法形状により、圧延はり、溶接はり、プレートガーダーの3つに分類している。Fig. 2に示したのが圧延はりの実験データをプロットしたものである。縦軸は最大モーメント M_u を全塑性モーメント M_p で無次元化し、横軸は $\lambda = \sqrt{M_p / M_E}$ (M_E = 弾性座屈荷重)を用いている。図中には、鋼柱と同

様に平均値曲線、M-2S 曲線および変動係数を示してある。

鋼板——残留応力のあるなしによって2つに分類している。

Fig. 3 に示したのが残留応力のある場合の実験データをプロットしたものである。縦軸は、最大応力 σ_u を降伏点応力で無次元化し、横軸は $\bar{\lambda} = \sqrt{\sigma_y / \sigma_E}$ (σ_E = 弾性座屈応力) を用いている。図中には、鋼柱、鋼はりと同様に平均値曲線、M-2S 曲線および変動係数を示してある。

4. 強度特性および変動特性の比較

Fig. 1, 2, 3 では、鋼柱、鋼はり、および鋼板の中でそれぞれ実際に最もよく用いられるであろう分類の実験データおよび関連する曲線を示した。それぞれの強度特性および変動特性を比較すると次のことがいえる。

a) 部材が材料の降伏いっぱいまでもつ限界値 ($P_u / P_y = 1$, $M_u / M_p = 1$, $\sigma_u / \sigma_y = 1$) は、それぞれの座屈パラメータ $\bar{\lambda}$ を用いると、鋼柱 ($\bar{\lambda} = 0.2$)、鋼はり ($\bar{\lambda} = 0.4$)、鋼板 ($\bar{\lambda} = 0.57$) の順に大きくなる。

b) $\bar{\lambda}$ が1よりかなり大きな範囲での実験結果とオイラー曲線を比較すると、鋼柱は一般にオイラー曲線を下まわり、鋼はり、鋼板は後座屈強度のため一般にはオイラー曲線より上にばらつき、上限は von Kármán の式で抑えられる。

c) 変動係数を比較すると、鋼柱と鋼はりではよく似ており、 $\bar{\lambda} = 1.0 \sim 1.2$ でピークを示し、最大値は約 0.13 程度である。鋼板は、 $\bar{\lambda}$ の小さな範囲でデータ数が少ないため大きな変動を示しているが、そのほかは $\bar{\lambda}$ に無関係に約 0.1 程度である。このように、鋼柱、鋼はりにおいては、 $\bar{\lambda}$ の値によって変動係数が変化することがわかる。

なお、薄肉板要素により構成される部材の局部座屈と全体座屈強度との連成効果による強度の低減ならびに変動性については、実験データ数も限られており十分な結論は得られていないが、より詳細な検討結果について当日発表する。

参考文献

- 1) 福本 昉士, 伊藤 義人: 座屈実験データベースによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究, 土木学会論文報告集, 第335号, pp. 59 - 68, 1983年7月。
- 2) 福本 昉士, 伊藤 義人: 座屈実験データベースによる鋼はりの横ねじれ基準強度に関する実証的研究, 土木学会論文報告集, 第341号, pp. 137-146, 1984年1月。
- 3) Fukumoto, Y. and Y. Itoh: Basic Compressive Strength of Steel Plates from Test Data, Proc. of JSCE, No. 344, April 1984, pp. 433~461.

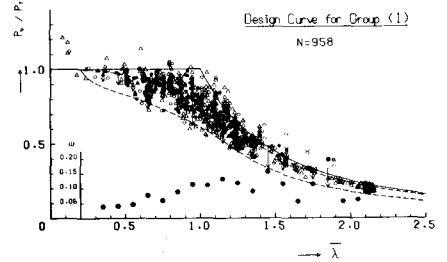


Fig. 1 Test Results of Columns

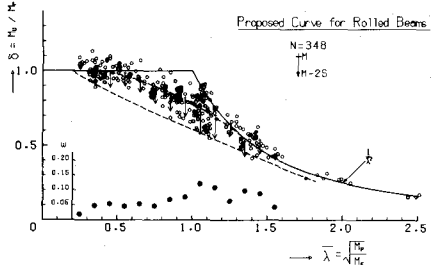


Fig. 2 Test Results of Beams

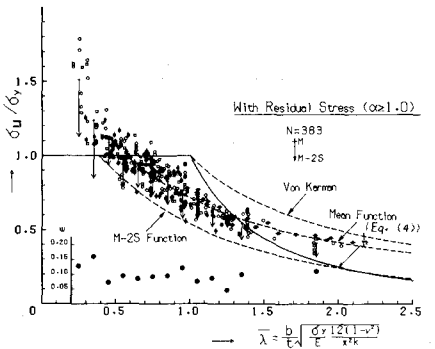


Fig. 3 Test Results of Plates