

名古屋大学 正員 伊藤 義人
名古屋大学 正員 福本 啓士

1. はじめに

これまでに、鋼柱および鋼はりの内外の実験データを収集し、数値データベース(NVDS)を作成してきた。そこで、本報告では鋼柱および鋼はりの座屈強度の評価を行い、評価式の統一化についての検討を行う。

2. 鋼柱の実験データ

これまでに収集しデータベース化した中心軸圧縮柱の実験体数を断面種別、実験実施地域別に示した表が Table 1 である。ECCS、アメリカ、日本でそれぞれ 1018 体、137 体、510 体の合計 1665 体である。

鋼柱についての数多くの研究が進むにつれて、柱の強度が断面形および製作方法などによって異なることが明らかとなり、1本の基準強度曲線では合理的でないとして、複数設計曲線(Multiple Column Curves)を採用する世界的傾向がある。代表的なものとしては、ECCS と SSRC の提案式がある。

SSRC はそれぞれ条件の異なる柱の 112 体の強度曲線を解析により求め、これを3つに分類し、それぞれの平均強度曲線として、多項式表現の Curve (1), (2), (3) を提案している。一方、ECCS は鋼柱を5つに分類し、Curve (a⁰), (a), (b), (c), (d), の5曲線を当初は Table の形で提案した。しかし、Table 形式では扱いにくいとして、1982 年に次の評価式を採用した。¹⁾

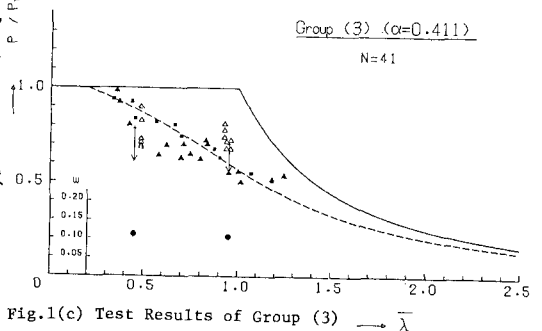
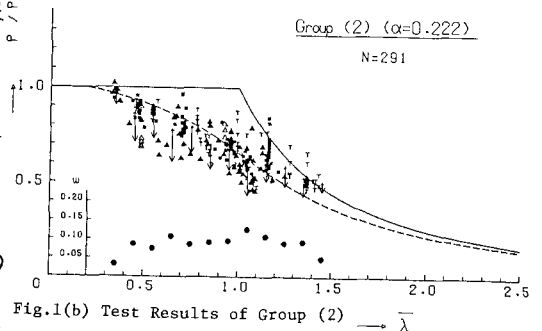
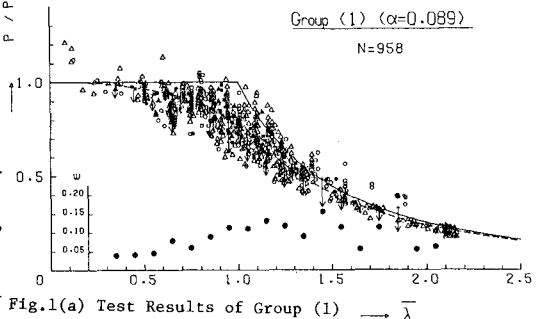
$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} = \frac{1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2}{2\bar{\lambda}^2} - \frac{1}{2\bar{\lambda}^2} \sqrt{\{1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2\}^2 - 4\bar{\lambda}^2} \quad \text{---(1)}$$

α の値としては、Curve (a⁰), (a), (b), (c), (d) にたいしてそれぞれ 0.125, 0.206, 0.339, 0.449, 0.756 を与えている。ただし、ECCS の曲線は公称降伏点応力で実験値を整理したとき下限を示すものである。

Fig. 2 (a), (b), (c) は実験データを断面形などにより3つに分類し、それぞれについて、(1) 式の評価式を用いて最小二乗近似を行った結果である。ただし、実験値は実測の降伏点応力と断面積を用いて計算した降伏荷重で無次元化している。 α の値は、Group (1), (2), (3) でそれぞれ、0.089, 0.224, 0.432 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
	Other	—	5	4	9
Box	Welded	74	14	41	129
Square	Rolled	67	—	—	67
Tube	Welded	120	—	—	120
Circular	Rolled	99	—	4	103
Tube	Welded	40	—	145	185
Circular Solid	—	—	26	—	26
T Shape	Rolled	80	—	—	80
Composite	Rolled	14	—	—	14
	Riveted	—	6	—	6
Total		1018	137	510	1665



3. 鋼はりの実験データ

これまでに収集し、データベース化した鋼はりの横倒れ座屈実験のデータ数を圧延はり、溶接はり、プレートガーダーについて実験実施国別に示したのがTable 2である。圧延はり、溶接はり、プレートガーダーでそれぞれ348体、175体、42体の合計565体である。ただし、溶接はりの中には着着りの21体の連続はりの結果も入っている。

Table 2 Number of Beam Data

Type of Profile	Rolled Beams	Welded Beams	Girders
Japan	240	173	28
U.K.	35	0	14
U.S.A.	31	2	0
West Germany	27	0	0
Australia	15	0	0
TOTAL	348	175	42

中心軸圧縮柱の場合の形状パラメーターは細長比によって一意的に表わすことが可能であるが、鋼はりの場合は、種々のパラメーターが強度に関連するため、設計曲線の形状パラメーターは各国の示方書によって異なる。こゝのが現状である。その中で代表的なものとして ECCS の次の提案式がある。

$$\frac{M_u}{M_p} = (1 + \lambda^{2n})^{-1/n} \quad \text{--- (2)}$$

ここで、 $\lambda = \sqrt{M_p / M_E}$ (M_p = 全塑性モーメント, M_E = 弾性座屈モーメント) である。 n はシステム係数と呼ばれ強度の平均は $n = 2.5$, 下限は $n = 2.0$ であらわされるとしている。

実験データを圧延はり、溶接はり、プレートガーダーの3つに分類して、(2) 式の評価式を用いて最小二乗近似を行うと、システム係数はそれぞれ、 $n = 2.493$, 2.504 , 1.295 が得られた。

さらに、(1) 式を用いて同様に最小二乗近似をし、実験データと比較したのが Fig. 2(a), (b), (c) である。 α の値は、それぞれ $\alpha = 0.077$, 0.103 , 0.373 の値が得られた。ここで得られた曲線は、前述の(2) 式の評価式を用いて得られた曲線と良好一致を示した。

4. 結論

ECCS が提案している鋼柱と鋼はりの評価式を用いて最小二乗近似により平均値係数を求め、鋼柱と鋼はりの強度を実験データから評価した。その結果、鋼柱と鋼はりでは形状パラメーターは異なるが、同じ評価式を用いても評価できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) Maguoi, R. and Rondal, J., An Towards a Unified Approach To Main Stability Problems of Steel Structures, Staveb, Cas., 20, C.12, VEDA, Bratislava, 1980
- 2) 福本, 佐藤, 「座屈データベースによる鋼柱の基準強度に関する定量的研究」工学会論文報告集, No. 335, 1983年7月

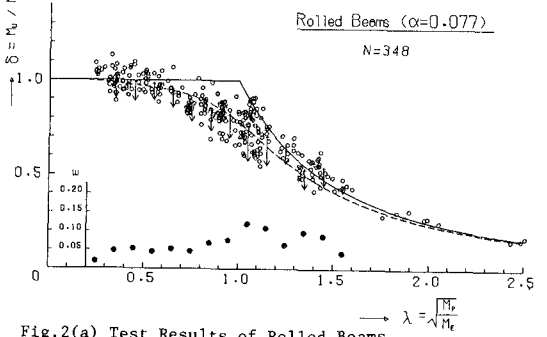


Fig. 2(a) Test Results of Rolled Beams

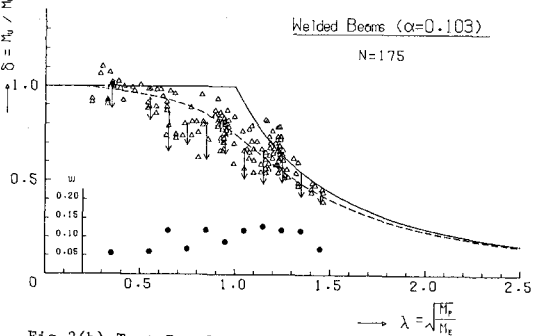


Fig. 2(b) Test Results of Welded Beams

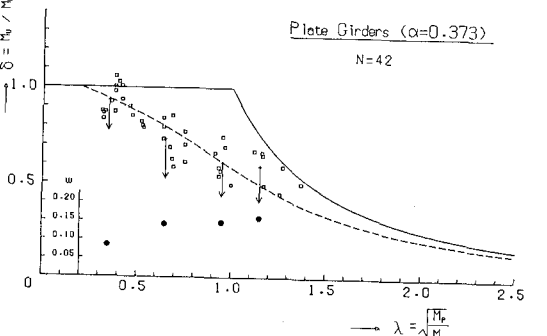


Fig. 2(c) Test Results of Plate Girders