

鋼柱の全体および局部座屈の連成挙動について

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 西村寛男

大阪大学大学院 学生員 永藤寿宮

1. 概要 全体座屈と局部座屈が、連成して生じる様な着形断面および箱形断面鋼柱の圧縮実験を行ない、極限強度と連成挙動について考察した結果を報告する。

2. 供試体の選定 鋼種は、SS41とし、箱形断面について局部座屈強度は、小松らによる圧縮板の耐力力曲線、全体座屈は、ECCSの複数柱強度曲線を用いて、両座屈強度が等しくなること、および試験機の能力300t、ヘッドクリアランス2.8mの制約条件を満たすように基本供試体(B)の断面構成と長さを決定した。更に基本供試体と同一断面で長さ、基本供試体の1.09倍の供試体Aおよび0.89倍の供試体Cを作成した。それぞれの断面諸元を図1に示す。また、着形断面については両端固定、箱形断面については、両端ピン支承とした。ピン支承については、設計荷重90tとして、弱軸方向回転可能なピン支承を設計作成した。写真1に実験用供試体と載荷装置を示す。

3. 材料試験、残留応力度測定、初期たわみ測定 引張試験片は、圧縮実験用供試体と同一鋼材から切り出したJIS5号片を用いた。鋼材の機械的性質の測定結果を、表1に示す。また残留応力度は、試験用短柱供試体で切断法により測定した。残留応力の断面内分布を図2に示す。初期たわみ測定は、変位計(1/100mm)

表1 材料試験結果

	$\sigma_{y,u}$	$\sigma_{y,e}$	σ_T	σ_B	E	ν	δ
□	3120	3010	4040	2920	2.08	0.273	38.8
□□	2832	2804	3795	2670	2.14	0.260	30.4

を用い柱の初期たわみおよび板の初期たわみ、初期ねじれ角を測定した。その結果を表2に示す。

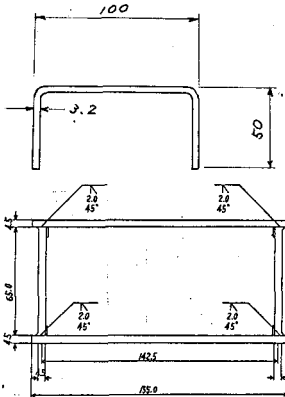


図1 供試体の断面形状

4. 長柱実験 荷重偏心が、発生しない様、推定極限強度の1/2程度の荷重レベルにおいて調整用ゲージによ

表2 供試体の初期たわみ(最大値)

	span	$w_{e,x} (w_{e,y}/2)$ max	$w_{e,y} (w_{e,x}/2)$ max	$w_p (w_p/b)$ max	θ rad max
□	1300	0.17 (1/7600)	0.21 (1/6200)	0.78 (1/60)	0.73×10^{-3}
□□A	1844.9	0.83 (1/2200)	0.81 (1/2200)	1.41 (1/100)	—
□□B	1693.2	0.92 (1/800)	0.25 (1/7000)	1.13 (1/30)	—
□□C	1509.5	0.85 (1/800)	0.33 (1/2800)	1.34 (1/110)	—

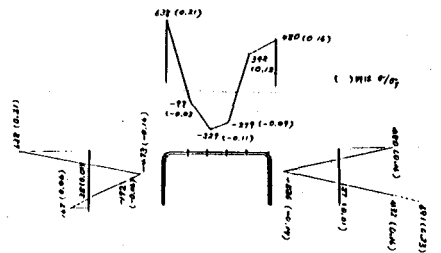


図2 残留応力度分布

りそれぞれの値が、それら平均値の5%以内に収まる様にスペーサーで調整した。局部座屈が発生する箇所を変位計で、ある程度予測し、その部分に変位計等を集中させ局部座屈性状を観察した。

5. 実験結果 箱形断面柱については、初期ねじれ形状が、ねじれ成分を含み、一軸対称箱形断面柱特性から、図5に示す様に荷重の増加に伴い、徐々にねじれ変形が、増加し、終局状態において、せん断中に回りに回転するねじり座屈現象を生じた。(図4)ほとんど同時に、柱の中央のウェブに、横断面方向に1波形の局部座屈を起こした。箱形断面柱については、前述の通り、全体座屈が先行するケースも必要であったが、残留応力値の影響により、3体とも局部座屈が、先行し、図5～図7で示す様に、その後、若干の荷重増加後、全体座屈が、発生し、全体崩壊に至った。(表3)

6. 結論 箱形断面について：

・ねじれ座屈とそれに伴う局部座屈が、観察された。

箱形断面について：

・局部座屈形状は、軸方向にほぼフランジ中の波長を持ち、2～3波のモードが、柱の中央付近に発生した。

・局部座屈が、先行しその後、全体座屈を起こして崩壊したが、局部座屈の発生が、ただちに全体の柱の崩壊につながる。全体座屈は、局部座屈荷重の1.18～1.33倍の荷重レベルで生じた。

7. 参考文献 1)小松定夫、北田俊行：初期不整を有する圧縮板の極限強度特性に関する研究，土木学会論文報告集 第270号 昭和53年2月 P1～P14

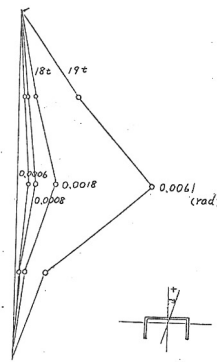


図3 ねじれ角分布

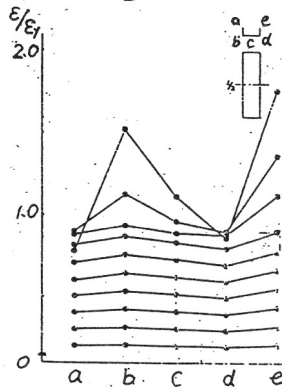


図4 中央断面の軸方向変位ひずみ分布

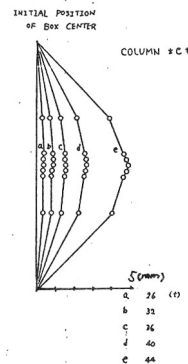


図6 柱としての変位

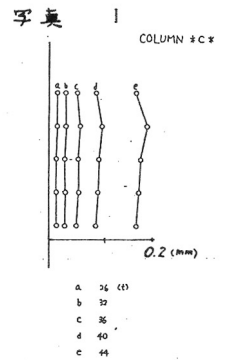
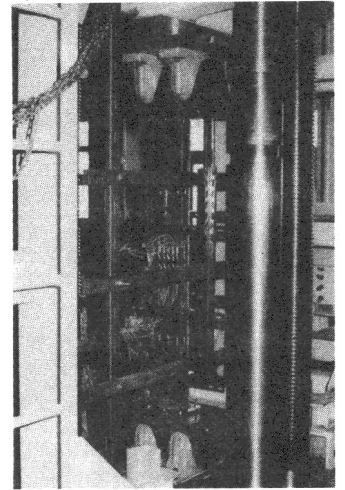


図5 座屈側フランジ変位

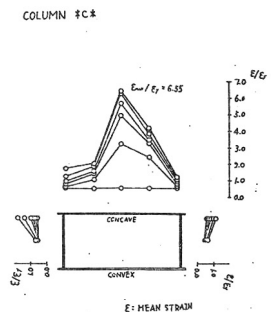


図7 座屈側フランジの軸方向変位ひずみ分布

表3 座屈強度の比較 σ_{cr}/σ_y

	局部座屈		全体座屈	
	理論値	実験値	理論値	実験値
IIA	0.84	0.60	0.83	0.71
B	0.84	0.60	0.84	0.72
C	0.84	0.55	0.85	0.73