

大阪大学 工学部

大阪府立工業高等専門学校

正員 前田幸雄

正員 ○日笠隆司

1. まえがき 初期不整・残留応力度を有する鋼柱の圧縮強度・座屈理論を適用するに曲げ剛性の評価が問題となる。本文ではこのため、前回¹⁾に継続して、溶接集成H形鋼柱の弱軸廻りの座屈実験を報告する。

2. 実験概要 供試体の寸法及び実験装置はFig.1に示す。供試体の材質はSM41Aであり、座屈有効長さは190cm, 135cmの二種とする。残留応力度の導入条件はCG, CM, CRの三種とひずみ取り焼鈍としたC区の一種の計四種である²⁾。供試体の両端部は治具を添接し、弱軸に単軸支持、強軸に固定に近い状態とする。荷重は200トンのアムスラー試験機による。

3. 実験結果 各供試体について、平均応力度 $\bar{\sigma}_x$ と鋼柱中央断面の凸側のフランジ端のひずみ ϵ_x の関係は、それぞれ、降伏点応力度 σ_Y 、降伏ひずみ ϵ_Y より無次元化し、Fig.3~5に示す。ひずみの逆転は残留応力度を有する供試体では早い荷重段階で起り、C区供試体では極限状態の直前まで起らないことが分る。Table-5に各供試体の無次元細長比 λ ・無次元初期たわみ v_0/l ・ひずみ逆転時の無次元平均応力度 $\bar{\sigma}_{scr} = \bar{\sigma}_{scr}/\sigma_Y$ と中央断面の凸側凹側のフランジ端における無次元ひずみ $\epsilon_\xi = \epsilon_x/\epsilon_Y$ ・極限状態の無次元強度 $\bar{\sigma}_{ult} = \bar{\sigma}_{ult}/\sigma_Y$ とそのひずみ ϵ_ξ を示す。 λ は細長比 λ より、 $\lambda = \sqrt{\sigma_Y/E}/\pi$ とする。 v_0/l は初期たわみ $= v_0 \sin \pi x/l$ と仮定し、中央断面フランジ端の凸側と凹側のひずみ測定値の差より計算する。 $\bar{\sigma}_{scr}$ 及びそのときの凸側の ϵ_ξ はFig.3~5より、ひずみの逆転前後を放物線に近似し、求める。極限状態の実測出来なかつた凸側の ϵ_ξ 及び $\bar{\sigma}_{scr}$ ・ $\bar{\sigma}_{ult}$ の凹側の ϵ_ξ も実測値より、同様を求める。この表のひずみの逆転に関するデータより次のことがいえる。

1) 応力焼鈍したA=0.58, 0.83の全てのCG供試体において、凹側の中央断面のフランジ端部のひずみが降伏ひずみに達したとき、ひずみの逆転が生じる。2) ひずみ取り焼鈍した供試体において、初期たわみより $\bar{\sigma}_{scr}$ は低下している。初期たわみより、中央断面の凹側フランジ端の応力度は増加するので、1)より当然の結果としていえる。3) 残留応力度を有する供試体についても、初期たわみより、 $\bar{\sigma}_{scr}$ の低下が生じるはずであるが、そのような現象は認められず、 $\bar{\sigma}_{scr}$ の値のばらつきは大きい。これは残留応力度の $\bar{\sigma}_{scr}$ に与える影響が大きいことを示している。4) 1)の結果として、CG供試体ではひずみの逆転が生じるまで全断面が弾性であるので、凸側の ϵ_ξ と凹側の ϵ_ξ の平均値は $\bar{\sigma}_{scr}$ に等しい。残留応力度を有する供試体CG-135-3, CM-135-2, CR-135-3, CR-190-1についても同様のことがいえる。このことはこれらの供試体の残留応力度の分布状態において、圧縮残留応力度は凹側のフランジ端部では低下して

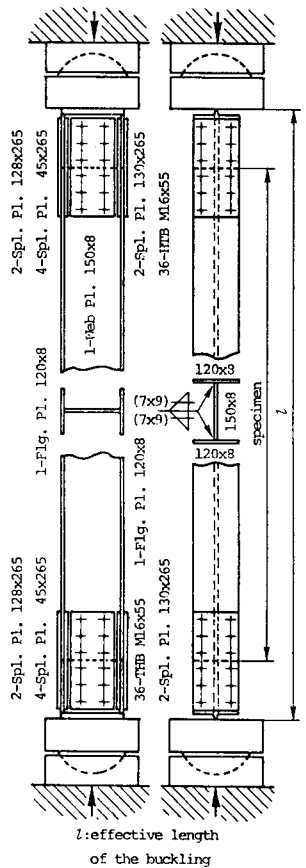
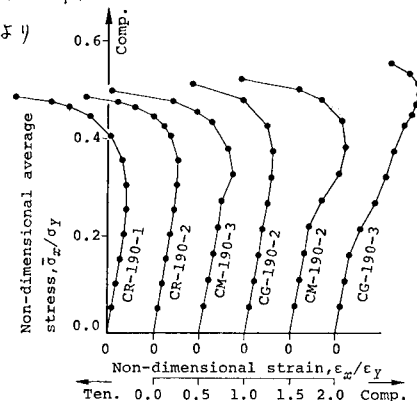


Fig.1 Column specimen in position

Fig.3 Non-dimensional average stress, $\bar{\sigma}_x/\sigma_Y$, versus strain, ϵ_x/ϵ_Y , on a convex side

いないことである。また、残留応力のある供試体について、凹側のフランジ端部において、残留応力と載荷応力が σ_Y に達したとき、ひずみの逆転が生じる。5) $\sigma_{\xi cr}$ 較べて凹凸側の ϵ_x の平均値が大きい供試体についてはひずみが逆転する以前に残留応力分布状態により、フランジ端部以外で一部塑性化していることを示しているが、フランジ端部が塑性化することによりひずみが逆転するものと類推することが出来る。6) フランジ端部の残留応力の分布状態が $\sigma_{\xi cr}$ に大きく影響することが分る。Table-5の極限状態のデータより次のことがいえる

1) $\lambda=0.58$ のCG供試体において、初期たわみは $\sigma_{\xi ult}$ にほとんど影響しないが、 $\lambda=0.83$ のCGでは初期たわみの影響は大い。2) 残留応力より $\sigma_{\xi ult}$ は著しく低下しているが残留応力のパターンによる影響は余りみられない。Fig.6はCZ供試体の極限状態及びその直前の中央断面のフランジのひずみ状態を示す。極限状態の測定値の差のすれにより、中央断面の弾性部分の曲げ剛性は著しく異なるが、極限状態の直前の弾性部分の曲げ剛性を用いることにより、極限強度を座屈計算で求めることが出来ることを示している。

参考文献 1) 前田・日笠, 関西支部年次学術講演概要集, 5.54年

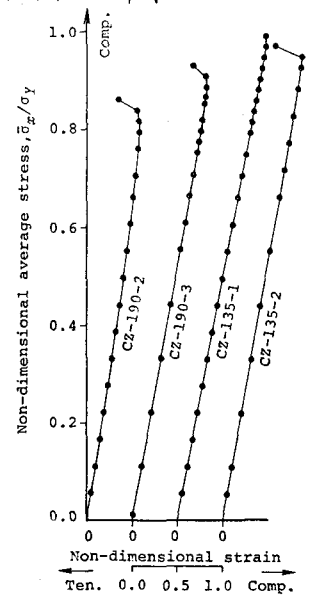


Fig.5 Non-dimensional average stress, $\bar{\sigma}_x/\sigma_Y$, vs. strain, ϵ_x/ϵ_Y , on a convex side

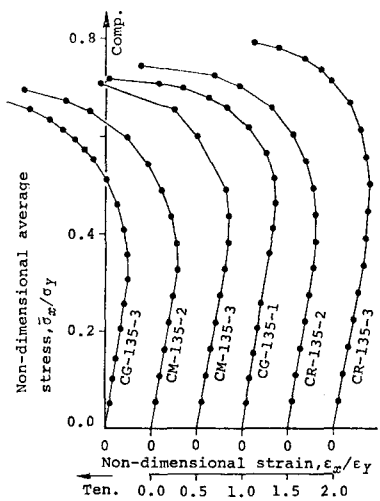


Fig.4 Non-dimensional average stress, $\bar{\sigma}_x/\sigma_Y$, versus strain, ϵ_x/ϵ_Y , on a convex side

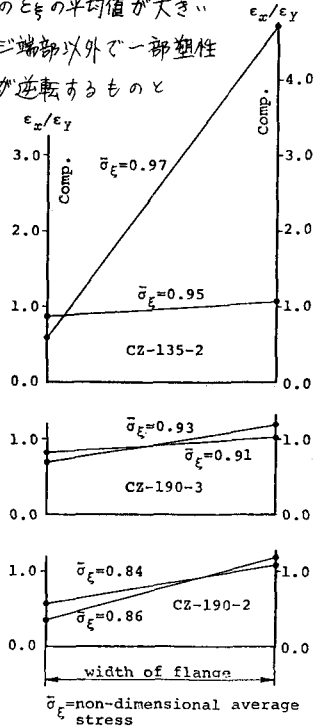


Fig.6 Non-dimensional strain of flange

Table-5 Column test results on the strain reversal and ultimate state

specimen No.	λ	v_0/l (10^{-3})	strain reversal			ultimate state	
			$\sigma_{\xi cr}$	strain, ϵ_x/ϵ_Y convex side	strain, ϵ_x/ϵ_Y concave side	$\sigma_{\xi ult}$	strain, ϵ_x/ϵ_Y convex side concave side
CG-135-1	0.606	1.4	0.47	0.37	0.75	0.72	-1.38 4.42
CG-135-3	0.604	1.5	0.32	0.25	0.47	0.69	-1.67 5.20
CG-190-1	0.836					0.52	
CG-190-2	0.840	0.06	0.37	0.31	0.94	0.52	-0.81 2.15
CG-190-3	0.842	0.05	0.50	0.92	1.67	0.57	0.34 3.35
CM-135-2	0.596	0.7	0.34	0.29	0.43	0.70	-1.67 5.10
CM-135-3	0.595	2.2	0.42	0.36	0.66	0.71	-1.11 5.00
CM-190-2	0.839	0.1	0.40	0.61	0.65	0.52	-0.55 3.23
CM-190-3	0.845	0.05	0.34	0.38	0.73	0.50	-1.03 4.26
CR-135-2	0.575	1.2	0.42	0.34	0.68	0.74	-1.78 6.49
CR-135-3	0.576	0.4	0.50	0.45	0.59	0.79	-1.13 4.85
CR-190-1	0.856	0.7	0.28	0.23	0.35	0.49	-1.37 2.86
CR-190-2	0.850	0.8	0.34	0.29	0.61	0.49	-0.93 3.38
CZ-135-1	0.586	0.04	0.98	0.97	0.98	1.00	0.97 1.00
CZ-135-2	0.582	0.6	0.96	0.86	1.06	0.98	0.57 4.69
CZ-190-2	0.835	0.7	0.80	0.58	0.98	0.86	0.35 1.19
CZ-190-3	0.831	0.2	0.89	0.81	1.00	0.93	0.67 1.19

λ =slender ratio $x/\sigma_Y/E/\pi$, initial deflection= $v_0 \sin \pi x/l$, $\sigma_{\xi cr}$ =non-dimensional average stress at the strain reversal, $\sigma_{\xi ult}$ =non-dimensional ultimate strength, minus is tension.