

箱形断面柱の相関座屈の実験的研究

長野工業高等専門学校 正会員 ○永藤 壽宮

1. 目的

本研究は、相関座屈の耐荷力に対しての影響を3つのタイプつまり(1)局部座屈が、先行し、全体座屈を生じるもの(2)局部座屈と全体座屈の同時発生(3)全体座屈が先行し、局部座屈を誘発させるもの3種に分類しそれぞれ供試体を作製し、圧縮耐荷力実験を行い、極限強度と達成強度について考察した結果を報告し、理論適用の材料とする。また実験の際の両端ピン支承という条件に対し著者が開発した2軸方向回転可能な経済的な球面支束を使用した。

2. 供試体の選定

鋼種は、SS400とし箱形断面についての局部座屈強度は、小松等による圧縮板の耐荷力曲線、全体座屈は、E. C. C. S. の複数柱強度曲線を用いて、両座屈強度が、等しくなるという点及び、耐圧試験機的能力100tf、ヘッドクリアランス1.5mの制約条件を満たす様に、基本供試体Bの断面構成及び長さを決定した。更に基本供試体と同一断面で長さが、基本供試体の1.1倍の供試体A及び0.9倍の供試体C、及び短柱供試体Sを作製した。支持条件は、上述の通り、両端ピン支承で、弱軸強軸とも回転可能な球面ピン支承を設計荷重100tとして設計及び作製した。箱形断面諸元を図1に示す。上部、下部支承を写真1に示す。実験用供試体を球面ピン支承に取付け、変位計等を設置した圧縮耐荷力試験状況を写真2に示す。

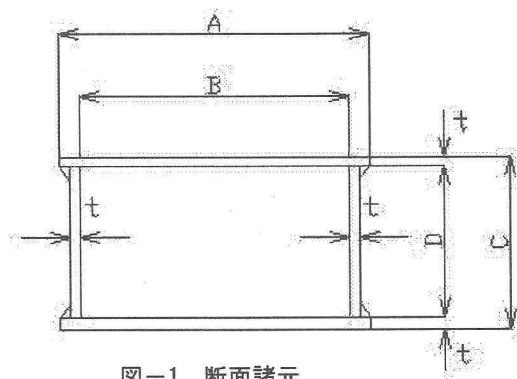


図-1 断面諸元

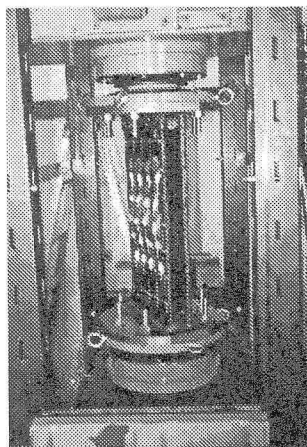


写真-1 開発ピン支承

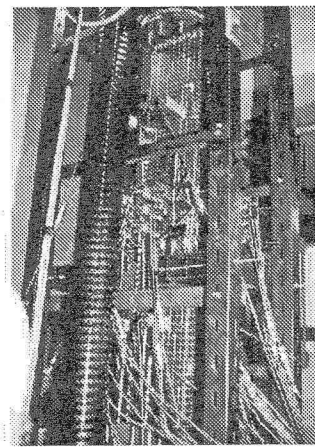


写真-2 耐荷物試験状況

3. 材料実験

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。その結果は、表1に示す通りである。それぞれの値は、4本ずつ試験を行った平均値である。

4. 残留応力度測定

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。それぞれ熔接後に、鋼球を打ち込み、切断した後、鋼球の距離をコンタクトゲージ(1/1000m)で測定し、算出したものである。その結果を図2に示す。

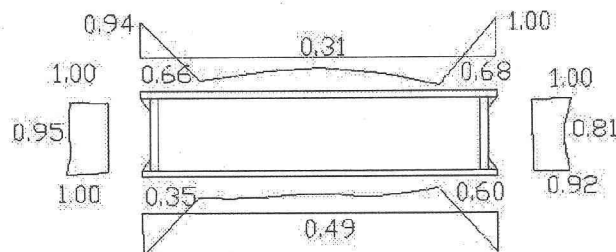


図-2 残留応力度分布図

表-1 材料試験結果

σ_{yu}	σ_{yl}	σ_t	E	ν	δ
2467	2342	3357	2.17	0.273	31.4

5. 初期たわみ測定

初期たわみ測定は、測定用ジグを開発し、柱の初期たわみ（弱軸，強軸方向）及び、板の初期たわみをそれぞれ変位計（1/100mm）を用いて測定された。その結果を表2に示す。またある供試体の柱の初期たわみを図3に、板の初期たわみを図4に1例として示す。

6. 本実験

荷重偏心が、発生しない様、推定極限強度の1/3程度の荷重レベルにおいて、調整用ゲージにより、それぞれの値が、それらの平均値の5%以内に収まるように、スパーサーで調整した。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。

7. 実験結果及び考察

数年間の相関座屈実験についてまとめると、種々の断面諸元別に分類して、初期たわみ、残留応力及び柱の細長比と板の幅厚比でまとめ、連成座屈荷重と達成なしの座屈荷重の比較の表を表4に示す。

全体座屈と局部座屈の連成座屈強度は、非連成座屈強度に対して一般的に座屈強度の低下をもたらしている。またその低下の割合は、柱の細長比の増大と板の幅厚比の増大とともに大きくなっている事が観察される。

表-1 実験結果

MODEL	柱初期たわみ (δ/L)	板初期たわみ (δ/B)	残留応力 (σ_r/σ_y)	板細長比 (L/r)	板幅厚比 (B/t)	実験値 連成(無連成)
(A)	1/1000	1/61	0.46	19.7	26.0	46.6(48.9)
(B)	1/980	1/55	0.45	26.8	31.4	43.5(47.3)
(C)	1/950	1/70	0.40	38.5	36.2	42.5(46.5)
(D)	1/980	1/55	0.45	53.4	38.1	43.5(47.3)
(E)	1/970	1/47	0.46	65.9	40.7	45.0(53.8)

9. 結論

- (1) 全体座屈と局部座屈との連成座屈問題の理論適用データを提供した。
- (2) 裏側にゲージを貼る為に最初に溝形で供試体を作り、その後で蓋をするという方式を採った為に残留応力が比較的大きい。
- (3) 本研究室で開発した全方向回転可能ピソ支承は、有効的に稼働した。
- (4) 局部座屈は、供試体の長芋方向に幾つか発生するが、多くは中央部分に2~3波のブランチ幅の波長をもって生じる。
- (5) 局部座屈優先のスパン長0.9倍の供試体は、局部座屈発生後直ちに全体座屈につながらず、5~11%の後局部座屈強度を有しており、またその傾向は幅厚比の大きい供試体ほど顕著に観察された。
- (6) 柱の細長比及び板の幅厚比が大きくなるほど、連成座屈の影響が大きくなり極限強度の低下をもたらす。

参考文献

- ・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
- ・永藤寿宮，小林 清：箱形断面柱の相関座屈実験，土木学会中部支部年次講演集 I-27 平成元年3月