

箱形断面柱の相関座屈実験と開発ピン支承*

永藤 壽 宮**

1 ま え が き

近年、構造解析において、電子計算機の発達に伴い、橋梁本体及び、各部材の力学的合理化断面が、多く用いられ、薄肉軽量化が進められている。しかしながら1969年11月の第4 Danube 橋の落橋事故から始まり次々の事故に会い、その中で圧縮板の耐荷力特性について指摘された。近年において耐荷力における大きなファクターである初期不整等を考慮した局部座屈問題や、全体座屈問題については、多く研究が、なされたが、特に局部と全体座屈の相関性については、余り取り扱われておらず、最近では、名古屋大学と大阪市立大学で、その分野について進められているだけである。我が国の道路橋示方書も、その相関性について若干の改訂が、なされたが、理論的根拠は、明白ではない。したがって本研究は、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、極限強度と連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、2軸方向回転可能な経済的な球面支承を開発した。

2 供試体の選定

鋼種は、SS41 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、ECCS 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

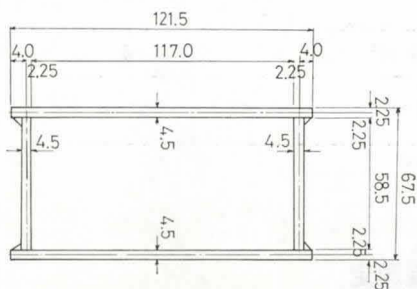


図1 断面諸元

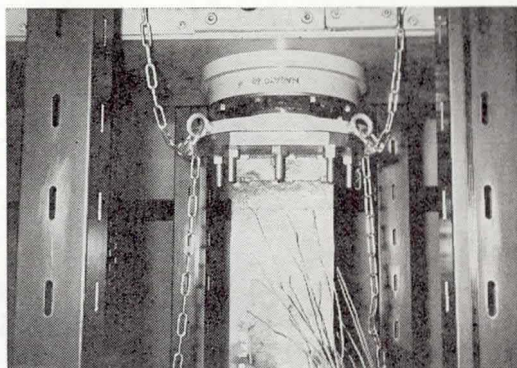


写真1 上部支承

* 昭和61年3月 土木学会中部支部において発表

** 土木工学科 講師
原稿受付 昭和61年9月30日

及び、耐圧試験機の能力100 t、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量100 tとして設計、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、写真2に示す。

実験用供試体をピン支承に取り付けた実験状況を写真3に示す。

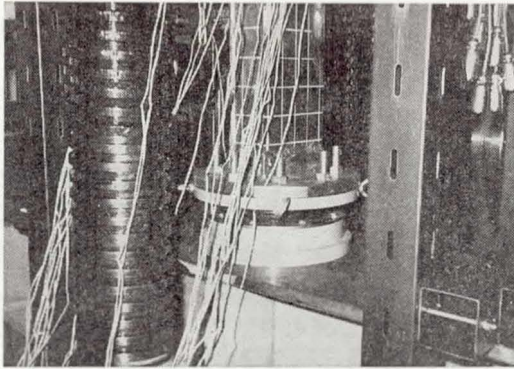


写真2 下部支承

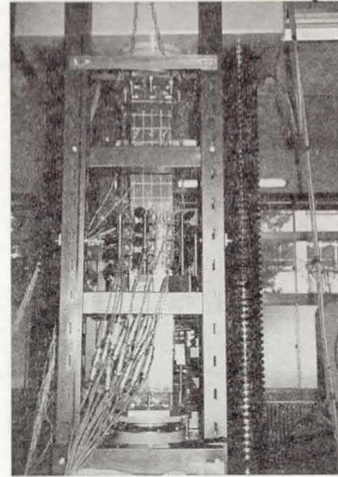


写真3 実験状況

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 JIS 5号片を用いた。その結果は、表1に示す通りである。なお、それぞれの値は、4本ずつ試験を行った平均値である。

σ_{yv}	σ_{yl}	σ_T	$E \times 10^6$	ν	δ
2559	2504	3575	2.103	0.275	37.3

表1 材料試験

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。それぞれ溶接後に、銅球を打ち込み、切断したあと、銅球の距離をコンタクトゲージ(1/1000mm)で測定し、算出したものである。切断後の供試体を写真4に、また、その結果を図2に示す。

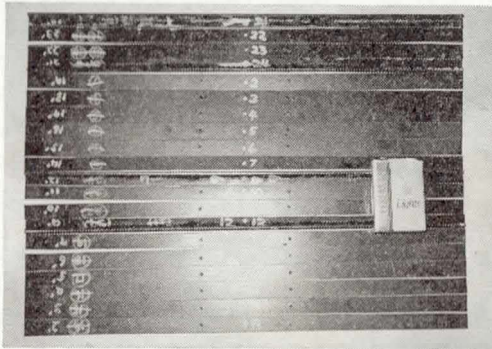


写真4 残留応力度供試体(切断後)

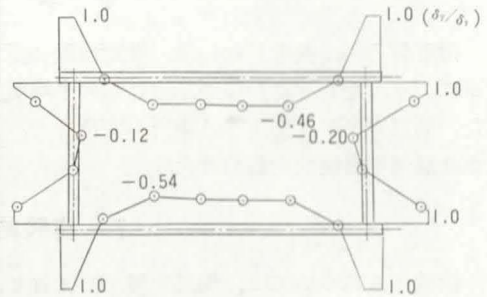


図2 残留応力度分布図

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。また供試体AのA面の板の初期たわみ形状を図3に、柱の初期たわみを図4に1例として示す。

span (mm)	W_{pmax} (板A面)	W_{pmax} (板B面)	W_{cmax} (弱軸方向)
A(900mm)	1.73(1/70)	3.41(1/30)	1.03(1/900)
B(1000mm)	1.44(1/80)	2.38(1/50)	0.74(1/1400)
C(1100mm)	2.01(1/60)	1.34(1/90)	0.67(1/1700)

表2 供試体の初期たわみ

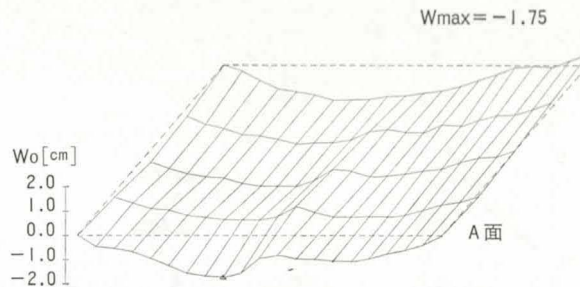


図3 供試体AのA面の板初期たわみ分布図

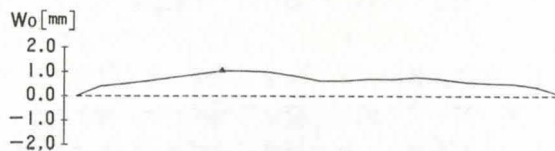


図4 供試体Aの柱初期たわみ分布図

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。

7 実験結果及び考察

供試体Aについては、局部座屈が、先行し、全体座屈を生じ崩壊にいたった。また供試体Bについては、局部座屈と全体座屈が、連成し相関座屈を誘発させた。供試体Cについては全体座屈が、先行し、局部座屈を起こして崩壊した。それぞれの破壊後の供試体を写真5、6に示す。

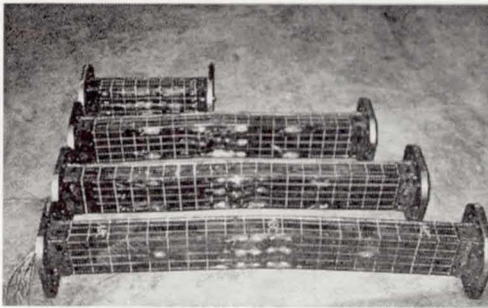


写真5 座屈後供試体

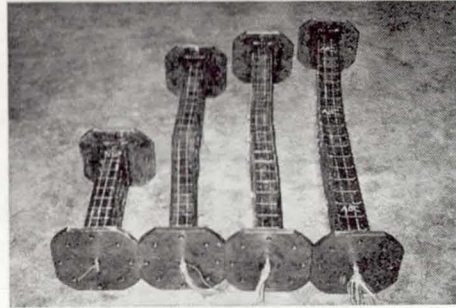


写真6 座屈後供試体

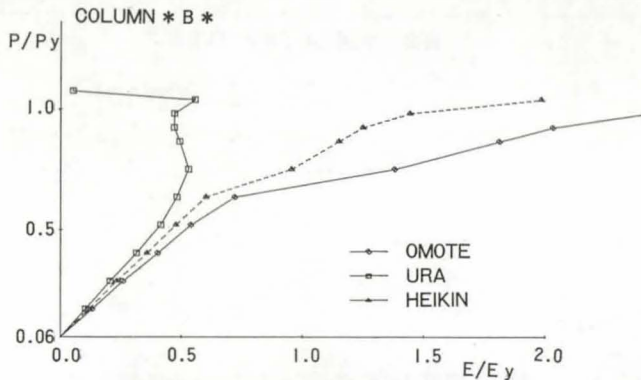


図5 供試体B ひずみ-荷重曲線

特に連成座屈を起こした供試体Bについて図を見ながら考察するとまず、図5のひずみ-荷重曲線を見ると、表と裏のゲージの値が、荷重増加につれ、離れていっている事から、板に曲げが、生じているという事が考えられ、最終荷重に近づいたところに、座屈を起こした。また、図6の荷重と板のたわみ曲線は、それを示している。また、全体座屈については、図

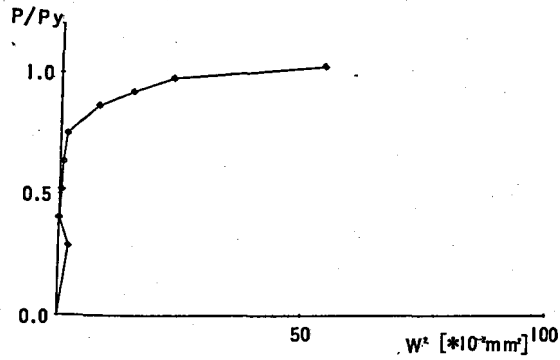


図6 供試体B 板たわみ-荷重曲線

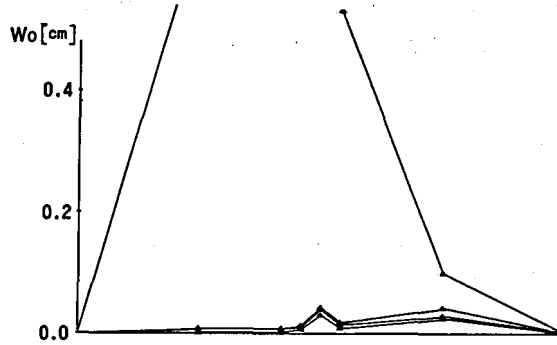


図7 供試体B 柱たわみ-荷重曲線

type	最終強度	備考
S	48.9	局部座屈
A	47.5	局部座屈→全体座屈
B	46.6	局部座屈と全体座屈の連成
C	47.5	全体座屈→局部座屈

表3 各供試体の座屈強度の比較

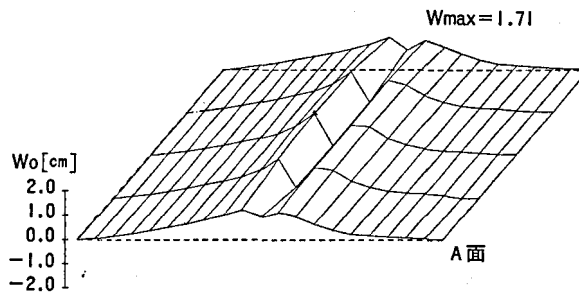


図8 供試体B 座屈後の残留たわみ図 (A面)

7の荷重と柱のたわみ曲線においてやはり最終荷重にいたり急激にたわみを増加させている。したがってこの両者から、全体と局部の連成を、数値的に証明できうるものである。図8に座屈後の供試体Bの残留たわみ図を示す。それぞれの供試体の座屈強度の比較を表3に示す。

8 結 論

- 1 球面ピン支承を経済的に作製した。
- 2 裏側にゲージをはる為に溝形断面にしてゲージをはり、ふたをして溶接という形をとっている。残留応力は、大きな値が、でている。
- 3 局部座屈を起こしたあとただちに全体崩壊につながらず、5～11%の後座屈強度を持っている。
- 4 局部座屈は、柱の中央部に、フランジ巾の波長を持って1～2波生じた。
- 5 全体と局部の連成座屈は、5%程度の最終強度の低下をもたらす。
- 6 連成座屈問題の理論適用データーを提供した。