

大阪市立大学工学部 正会員 北田 俊行 高田機工(株) 正会員 山田 靖則  
日本構研情報(株) 正会員 狩野 正人 高田機工(株) 正会員 森下 泰光  
大阪市立大学工学部 学生員 ○平瀬 隆宏

1. まえがき 鋼橋のような薄肉鋼構造物の終局強度特性、および終局限界状態以降の負の剛性や強度低下量などは、局部座屈と部材座屈(および構造全体の座屈)との連成現象に依存している<sup>1)</sup>。本研究では、この連成現象を明らかにするための基礎資料を得るために、座屈形式の異なる 2 体の供試体を製作し、純圧縮載荷実験を行った。また、これら実験供試体を補剛板構造にモデル化し、弾塑性有限変位解析も行った。ここでは、その実験・解析結果を比較・考察している。

2. 実験供試体の設計 対象とする実験供試体が弾塑性領域で柱としての座屈を起こすように、細長比パラメータ  $\lambda$  が 0.3 になるよう、供試体長を決定した。ただし、 $\lambda = 0.3$  の実験供試体を両端ピン支持で実験を行うと、供試体が著しく長いものになる。そこで、両端固定支持の条件で実験を行った。また、局部座屈による強度低下が問題となる場合と、ならない場合とを想定して幅厚比パラメータ  $R$  が、それぞれ約 1.0 および 0.5 になるように断面寸法を決定した。ここで、 $R = \sqrt{\sigma_y / \sigma_{cr}}$  ( $\sigma_{cr}$ : 補剛材間の板パネルの弾性座屈応力度、 $\sigma_y$ : 降伏点)、 $\lambda = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \frac{l}{r}$  ( $l$ : 部材の有効座屈長、 $r$ : 断面二次半径)

また、縦補剛材は、道路橋示方書の必要最小剛比を満足するように設計した。以上の設計条件に基づいて、表-1 に示すように、実験供試体 L3R5 および L3R10 の 2 体を作製し、図-1 に示す載荷装置を用いて、耐荷力実験を行った。図-2 には、実験供試体の断面図を示す。

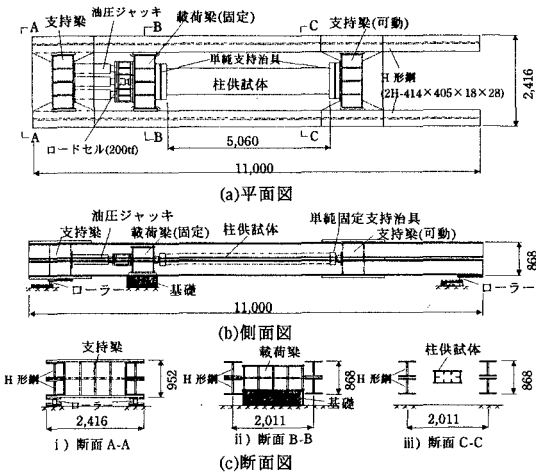


図-1 載荷装置(寸法: mm)

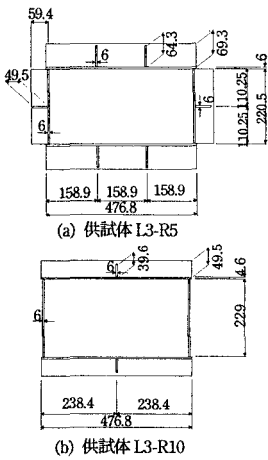


図-2 供試体断面図(寸法: mm)

3. 実験結果 (1)供試体 L3R5: この供試体は、全断面降伏に近い作用圧縮力  $P$  が作用した状態で、まず、写真-1 に示すように、供試体の中央断面付近の縦補剛材に局部ねじり座屈が発生し、それによって縦補剛材の剛性が急減し、中央断面の補剛板パネル全体が座屈し、 $P = 0.944P_y$  ( $P_y$ : 全塑性軸方向力)で終局限界状態に至っている。

(2)供試体 L3R10: この供試体は、全断面降伏状態に至るまでに、供試体の中央断面の縦補剛材間の板パネルに局部座屈が発生し、その後、縦補剛材に局部ねじり座屈が発生すると同時に、補剛板パネル全体にも座屈が発生し、供試体の耐荷力が、用いた載荷装置ではそれに追従できないほど急激に低下した。その時の終局荷重は  $P_u = 0.78P_y$  であった。

Toshiyuki KITADA, Yasunori YAMADA, Masato KANO, Yasumitsu MORISHITA, Takahiro HIRASE

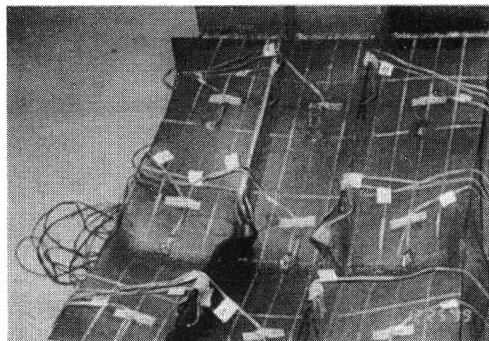


写真-1 崩壊状況(供試体 L3R5 の中央パネル)

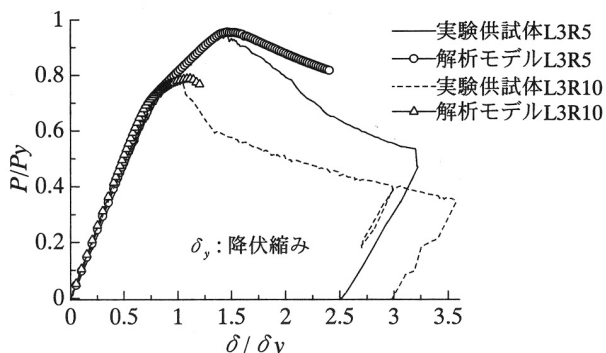


図-3 作用圧縮力  $HP_y$ /軸方向変位  $\delta/\delta_y$  曲線

以上の両供試体の作用圧縮荷重  $P$  と縮み  $\delta$  との関係を示している。

4. 解析結果との比較 実験結果との比較・検討のため、補剛板構造の弾塑性有限変位解析の専用プログラム USSP<sup>2)</sup>を用いて、初期たわみ、および残留応力を考慮して、実験供試体を補剛板構造にモデル化し弾塑性有限変位解析を行った。ただし、縦補剛材は、局部座屈が考慮できない梁・柱要素でモデル化した。図-4には、終局限界状態付近における両解析モデルの変形状態を示している。図-4(a)に示すように、解析モデル L3R5 では、終局限界状態付近でも板パネルの局部座屈、および柱としての部材座屈の両方がみられず、柱の中央部付近は、大部分が弾塑性領域となっていた。一方、図-4(b)に示すように、解析モデル L3R10 でも、終局限界状態付近で、部材座屈はほとんどみられない。しかし、柱中央付近のフランジおよびウェブに局部座屈が発生した。次に、

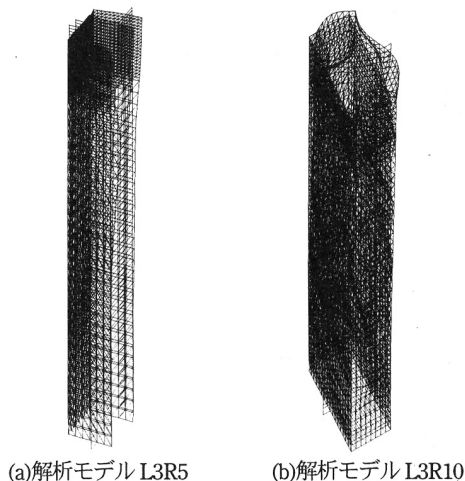


図-4 変形形状図

実験結果と解析結果とを比較した図-3 からわかるように、最大荷重点に達するまでは、両実験供試体の実験結果と両解析モデルの解析結果とが良好に一致している。しかし、実験結果における最大荷重点以降の強度低下が、解析結果より著しい。これは、縦補剛材の局部ねじり座屈の影響を今回用いた解析モデルでは考慮していないためと考えられる。

5. まとめ 板パネルは板要素、縦補剛材は梁・柱要素で理想化した解析モデルによる弾塑性有限変位解析により、柱としての座屈が発生しにくい薄肉補剛箱形断面柱の終局状態に至るまでの挙動は、良好にシミュレートできることがわかった。しかし、縦補剛材の幅厚比パラメータの大きい補剛箱形断面柱の終局状態付近の挙動、あるいは幅厚比パラメータが小さくても、終局状態以後の挙動をシミュレートするには、板パネルのみでなく縦補剛材も板要素でモデル化する必要があることがわかった。また、この一連の研究では、柱としての座屈も発生する細長比パラメータが 1.0 程度の供試体 2 体( $R=1.0$ , および  $R=0.5$ ) の実験も行っている。その概要については、当日、本概要集の内容と比較して、発表する予定である。

本研究は、(財)大阪市土木技術協会の研究費補助を受けて行ったこと、また、研究に際し、当時、大阪市立大学教授の中井 博先生のご協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 水越牧郎：局部座屈と全体座屈との連成を考慮した薄肉骨組構造物の弾塑性有限変位解析の解析法、大阪市立大学大学院、修士論文、1999 年 3 月

2) USSP 研究会：USSP ユーザーズ・マニュアル、理論編、Ver.4.0、日本構研情報(株)、1999 年 9 月