

I - 90

鋼製八角形断面柱を有するラーメン隅角部の終局強度実験

愛知工業大学 学生員 山田 尚之

愛知工業大学 正 員 青木 徹彦

瀧上工業(株) 正 員 安藤 浩吉

1. はじめに

高速道路などの鋼製橋脚に、八角形断面柱を用いた場合、光の影が縦方向に細長く入るために、錯視現象により実際の寸法よりも細長くスマートに見えるという利点がある。しかし、脚と横梁との接合がやや複雑となる上、応力の分布状態そのものも不明確である。また利用できる適切な設計方法がないのが現状である。そこで本研究では、八角形断面柱に矩形横梁を接合したラーメン隅角部モデルを作成して、載荷実験を行って応力分布状態を調べるとともに、静的および繰返し載荷を行って終局強度を求めることを目的とする。

2. 実験方法

実験供試体の材質はすべてSS400とし、梁、柱部が直交するL型の隅角部モデルとする。その種類は梁の割込みウェブの有るもの(試験体番号: OCTI)および無いもの(OCTO)の2種とし、各3体用意する。梁柱端部をピンで支持し、300tf長柱試験機により、単調圧縮載荷試験(OCTI-C、OCTO-C)、単調引張載荷試験(OCTI-T、OCTO-T)および繰返し載荷試験(OCTI-R、OCTO-R)を行う。Fig.1に供試体の基本寸法を示す。

- (1) 単調圧縮載荷試験 圧縮方向に載荷を始め、予想降伏荷重($P_y=44.3\text{tf}$)まで3tfさきみで荷重制御を行い、降伏荷重付近で変位制御にする。
- (2) 単調引張載荷試験 引張方向に載荷を始め、単調圧縮載荷試験と同様の制御法で行う。
- (3) 繰返し載荷試験 圧縮方向から載荷を始め、変位制御で行う。圧縮側のみ各サイクルごとに降伏変位 δ_y づつピン支承間変位が進むように載荷し、最大 $6\delta_y$ まで繰返し載荷を行う。引張側は、 $-\delta_y$ まで強制変位を与える。 δ_y は静的載荷試験体に予想降伏荷重 P_y を加えたときの変位を用いる。Fig.2に載荷の様子を示す。

3. 実験結果および考察

- (1) 最大荷重の比較 単調圧縮載荷および単調引張載荷の荷重 P 、変位 δ をそれぞれ降伏荷重 P_y 、降伏変位 δ_y (OCTI-Rの1サイクル目より $\delta_y=7.13\text{mm}$ を得た) で除し無次元化した $P/P_y - \delta/\delta_y$ の関係をFig.3に示す。これからも明らかに割込みの有無で、最大荷重 P_u の差はほとんどなく、また圧縮載荷 ($P_u(\text{OCTI-C})=1.56P_y$ 、 $P_u(\text{OCTO-C})=1.58P_y$) よりも引張載荷 ($P_u(\text{OCTI-T})=1.98P_y$ 、 $P_u(\text{OCTO-T})=1.98P_y$) の方が約30%高い荷重となった。
- (2) 荷重-変位 ($P/P_y - \delta/\delta_y$) の関係 Fig.3より単調圧縮載荷を行った OCTI-C、OCTO-Cは、割込みウェブの有無にかかわらず、ほぼ同じ荷重-変位挙動を示すが、最大荷重後の荷重低下が引張載荷に比べて著しい。これは、隅角部では、板の応力集中と曲げ応力が生じやすく早期に局部座屈を生じたためと思われる。一方、単調引張載荷を行った OCTI-T、OCTO-Tは、最

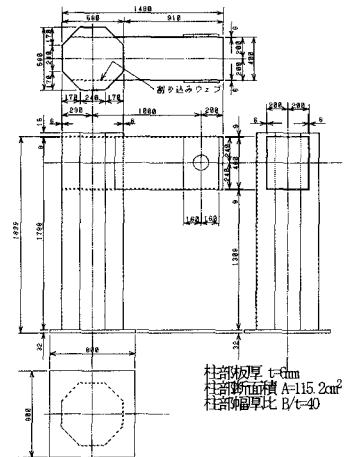


Fig.1 基本寸法

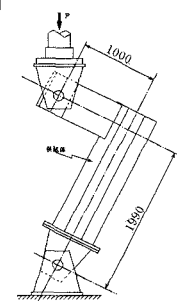
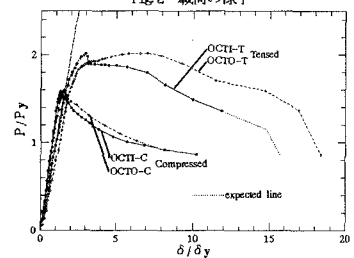


Fig.2 載荷の様子

Fig.3 $P/P_y - \delta/\delta_y$ (Monotonic)

大荷重が圧縮荷重試験体より高く、最大荷重後の荷重低下がよりもゆるやかであった。これは、背面の圧縮フランジ内の応力が分散されたことに起因すると思われる。OCTI-T、OCTO-Tでは、割り込みウェブがないOCTO-Tの方が隅角部としての変位性状は安定している。これは、ウェブがないことにより応力が分散され、局部座屈の発生が遅れたためと思われる。また、割り込みウェブのあるOCTI-Tは応力の分散があるものの、ウェブがあるため、その下方で応力の集中が生じやすくOCTO-Tに比べ局部座屈が早めに生じたためと思われる。

(3) 繰り返し荷重の比較 繰り返し荷重を行ったOCTI-R、OCTO-Rの $P/P_y - \delta/\delta_y$ の関係をFig. 4、Fig. 5に示す。図中には、OCTI-C、OCTO-Cの $P/P_y - \delta/\delta_y$ の関係も示す。OCTI-R、OCTO-Rとも荷重—変位曲線の包絡線が単調圧縮荷重にほぼ一致し、繰り返し荷重による耐力の低下がほとんどなく、本八角形柱を有するラーメン隅角部は、優れた耐震性を有していることがわかる。

(4) エネルギー吸収性能 エネルギー吸収性能は、最大荷重からさらに変位が増加し、 $P/P_y=1.0$ まで低下したときの変位を δ' とし変位 δ が δ' に達するまでの面積とした。ここでは無次元化した $P/P_y - \delta/\delta_y$ の関係をを用いるため、基本エネルギー($P_y \delta_y$)の倍率で表わすことにする。繰り返し荷重では、各サイクルのループ内面積を吸収エネルギーとし、これも基本エネルギーの倍率で表わす。ただし圧縮側のみ求めるものとする。Table 1に静的荷重試験体のエネルギー吸収性能を示し、Fig. 6に繰り返し荷重のエネルギーとサイクルの関係を示す。Table 1から、単調圧縮荷重および単調引張荷重とも梁の割り込みウェブがない方がややエネルギー吸収性能がよいことがわかる。また、Fig. 6の左目盛から、OCTI-R、OCTO-Rとも累積エネルギーが基本エネルギーの約20倍あり、また、同図右目盛から、単位変位当たりのエネルギー吸収率も繰り返しの数が増加しても低下がゆるやかであることより、耐震性が高いと思われる。

4. まとめ

①静的荷重では、圧縮荷重(OCTI-C、OCTO-C)の場合は、割り込みウェブの有無にかかわらず耐力はほとんど変わらなかった。また降伏荷重の約1.5倍の最大荷重が得られた。②引張荷重の場合は、割り込みウェブのあるもの(OCTI-T)よりもむしろない方(OCTO-T)が耐力を示し、隅角部としての変位性状も安定していた。また降伏荷重の約1.9倍の最大荷重が得られた。③圧縮荷重および引張荷重の比較を行うと、引張荷重の方が圧縮荷重より約20%高い荷重になった。④繰り返し荷重の場合は、割り込みウェブの有無にかかわらず、繰り返し荷重による耐力の低下は見られず、包絡線は、静的荷重の場合とほぼ同じとなり、本八角形柱を有するラーメン隅角部は優れた耐震性を有している。⑤吸収エネルギーは、単調圧縮荷重および単調引張荷重とも割り込みウェブがない方がややエネルギー吸収性がよい。⑥繰り返し荷重では、累積エネルギーが基本エネルギーの約20倍あり、また単位変位当たりのエネルギー吸収率も繰り返しの数が増加しても低下がゆるやかであることより、耐震性が高いことがわかった。

〈参考文献〉

黄 元燮：鋼製ラーメン橋脚隅角部の弾性挙動と限界状態照査法に関する研究、1993年7月
土木学会 鋼構造小委員会：鋼構造物の弾性性状と耐震設計法、平成5年8月

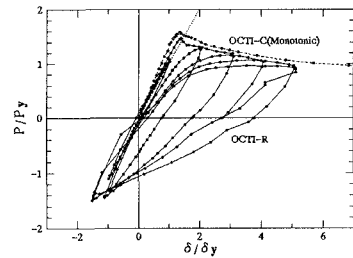


Fig. 4 $P/P_y - \delta/\delta_y$ (OCTI-R)

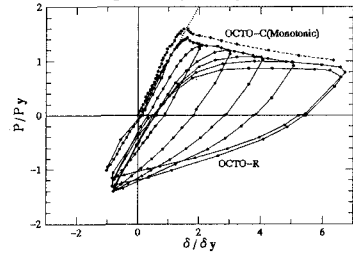


Fig. 5 $P/P_y - \delta/\delta_y$ (OCTI-R)

Table 1 エネルギー吸収性能 (Monotonic)

供試体	AE
OCTI-C	4.61
OCTO-C	5.18
OCTI-T	20.90
OCTO-T	26.16

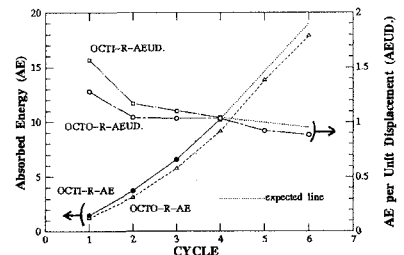


Fig. 6 エネルギー吸収性能 (Cyclic)