

反復曲げを受ける鋼箱桁柱の強度について

京都大学工学部 正員 丹羽 義次
 京都大学工学部 正員 渡辺 英一
 大阪ガス正員 山内 徹

1. まえかき わが国の都市高速道路には鋼製橋脚が多用されている。鋼製橋脚は通常薄肉の補剛板で構成された箱形断面柱である。このような鋼製橋脚が地震荷重を受けた場合、橋脚には上部構造から伝達される軸方向圧縮力と地震による繰り返し曲げモーメントが作用する。またそのときの鋼製橋脚の挙動は圧縮フランジの座屈等の不安定性を含む複雑なものとなることが予想され、その極限耐荷性状、崩壊性状の解明が必要となる。本研究では、マイクロコンピュータ制御の二軸サーボ試験システムを用い、鋼箱桁柱に一定軸力と、漸増たわみを与える繰り返し曲げを作用させ、基礎的な繰り返し載荷実験を行なった。また供試体の断面パラメータを変化させ、鋼製橋脚の耐震性、劣化特性についての基礎的な資料を得た。

2. 実験方法 載荷装置は図-1に示すような二軸サーボ試験システムであり、水平方向アクチュエータによる一定軸力と鉛直方向2点載荷による繰り返し曲げが加えられる。供試体は図-1の⑥の純曲げ区間に図-2に示すA, B, C3タイプの断面を持つものが設置される。材質はSS41である。断面で異なるのは、圧縮、引張を受けるフランジの補剛材部のみで、Aは無補剛、Bは $r/r^*=1$ 、Cは $r/r^*=3$ である。ここでは補剛材剛比、 r^* はDIN4114に示される基準剛度である。繰り返し曲げは一定に漸増するたわみを供試体を与えるように載荷される。

3. 実験結果と考察 各載荷サイクルにおける作用モーメントの最大値を全塑性相関曲線内にプロットしたのが図-3である。無補剛のAタイプ供試体では、桁柱の耐荷力がフランジの局部的な弾性座屈に支配され、

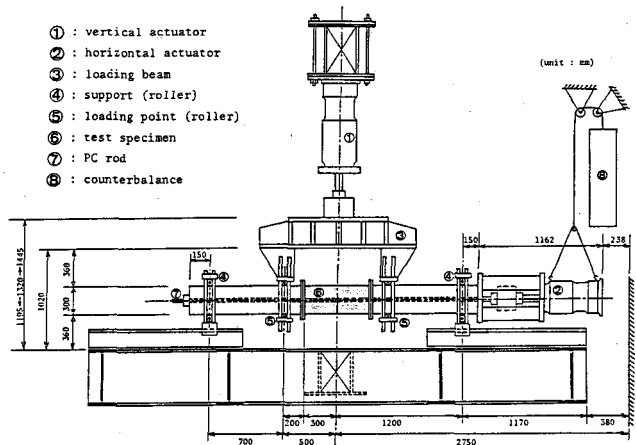
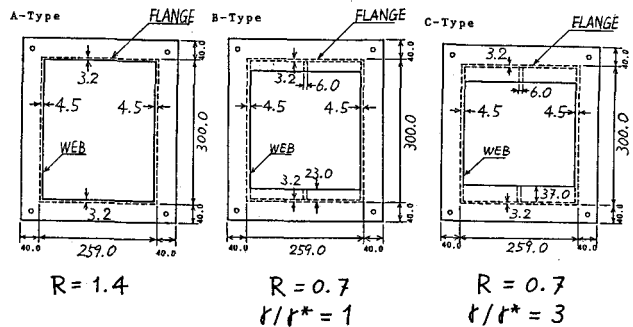


図-1 載荷装置



R = 1.4

R = 0.7
 $r/r^* = 1$

R = 0.7
 $r/r^* = 3$

図-2 供試体断面(単位mm)

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 R^2}$$

最大耐力力は弾性限界内にある。これに対し、補剛されたBタイプは弾性限界を越えてもモーメントが上昇し、最大耐力力は弾性限界と全塑性相関曲線の間にある。これはBタイプの一般化幅厚比が0.7と小さく、圧縮フランジの局部座屈があまり生じないためである。

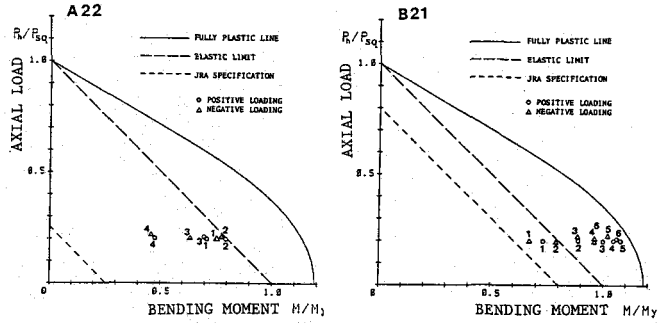


図-3 軸力と曲げモーメントの相関

モーメント-曲率関係の履歴曲線を図-4に示す。Aタイプの場合、最大モーメントも小さく、最大モーメントを過ぎれば耐力力低下が著しくなる。これに対し、Cタイプでは最大モーメントも大きく、最大モーメントに対応する曲率も大きいので変形能がすぐれているといえる。また、無軸力下での繰り返し曲げ実験も行っており、軸力の存在による耐力力の低下は補剛されたB、Cタイプのほうが無補剛のAタイプより少ないことがわかった。

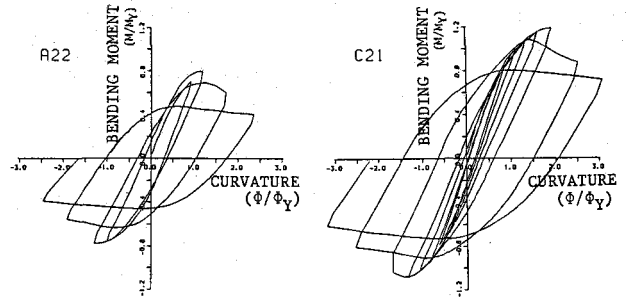


図-4 モーメント-曲率関係

繰り返し圧縮、引張を受けるフランジ部の典型的な面外たわみを図-5に示す。無補剛のAタイプの場合、長さ方向に3半波長、横方向に1半波長の面外たわみ崩壊モードが卓越する。補剛されたCタイプの場合、大きな補剛材剛度を有するにもかかわらず、補剛材が板とともにたわむモードが大きく出る。しかし局部的に見れば補剛材を節とするモードが出ており、このモードは長さ方向に6～7半波長の高次のモードであった。

A21 FLANGE 1
2.0 CYCLE RESIDUAL
18.38 =

C22 FLANGE 1
7.0 CYCLE RESIDUAL
7.19 =

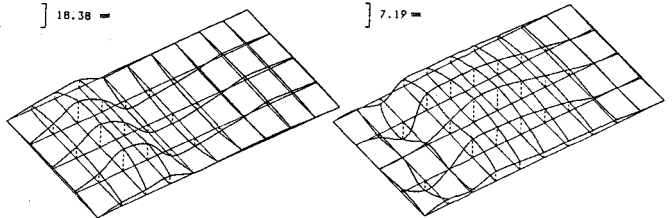


図-5 フランジの面外たわみ

4. 結論 一定軸方向圧縮力と繰り返し曲げを受ける鋼箱桁柱は次のように崩壊する。まず圧縮フランジに座屈または降伏がおこり、圧縮フランジの面外たわみが増大する。しかし耐力力はウェブによって維持され、さらに上昇する。次にウェブにフランジと連成した面外たわみが増大し、崩壊に至る。設計上の観点から見ると、圧縮フランジの一般化幅厚比を適切に小さく、そしてその補剛材の剛度を適切に大きくとれば、軸方向圧縮力による耐力力の低下や、耐力力がヒークを過ぎた後の載荷サイクルにおける耐力力の低下をかなり小さくすることができ、じん性を向上させることができることがわかった。

5. あとがき 実験結果の詳細については学会当日に報告する。