

京都大学	正員	丹羽義次
阪神高速道路公団	正員	江見 晋
京都大学	正員	渡辺英一
奥村組	正員	○浅野 剛

1. はじめに 近年、我国の大都市では鋼橋脚が数多く建設されており、¹⁾その耐震性および健全度を判定し、説明することは非常に重要な問題となっている。地震荷重を受ける鋼橋脚は簡略化すれば、曲げモーメント M 、軸力 P を受ける Beam-Column と考えることができ、このとき図-1 に示す様に Plate A と Plate B には近似的に純引張圧縮の荷重状態が出現する。本研究はこの点に着目し、鋼橋脚の耐震性を調査する一歩前の段階として薄肉箱断面柱に関する基本的な繰返し圧縮引張実験を行ない、その反復大変形特性、崩壊形式、劣化特性等を明らかにすることを目的とする。

2. 実験の概略 薄肉構造物の強度は初期変形、偏心、残留応力等に大きく影響され、地震荷重を受ける際に大変形の履歴を受けて劣化が進行する。こうした現象の実験的検証には、それらが有する非線形性のため精密な制御が必要となる。そこで本実験ではデジタルフィードバック機能と測定データの即時処理機能を備えたマイクロコンピュータを中核とするオンライン自動制御実験システムを用いた。²⁾

実験は載荷から耐荷力の検出、除荷に至る一連の過程を一つのサイクルとし、サイクルを重ねることにより耐荷力、面外変位がどのように推移し、劣化が進行するかを調べる。

3. 板の弾塑性解析 板の弾塑性解析では荷重増大に伴う塑性域の拡がりを追跡するが、一般には大きな計算時間と計算費用を必要とする。このため本研究では理論耐荷力は弾塑性域に拡張されたカストロフイー理論により計算したが、当理論によれば構造物の不完全性と耐荷力の相関は分岐集合により表わされる。³⁾ この手法の概略は以下のとおりである。

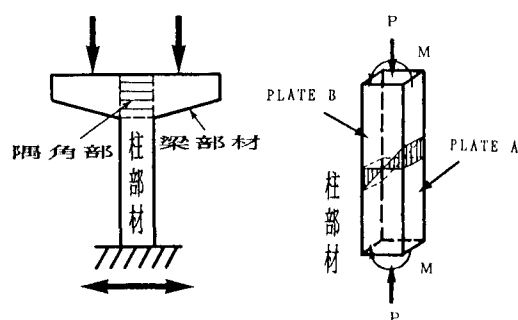


図-1. 簡略化した鋼橋脚モデル

- (i) 完全系における弾塑性座屈荷重を算出し、弾塑性後座屈曲線を求める。
- (ii) 崩壊機構を仮定することにより塑性除荷曲線を求める。
- (iii) (i), (ii) の交点として「等価分岐点」を求め、そこに特異点を持つように「擬似ポテンシャル」を定義する。
- (iv) 幾何学的初期不整は、実際の圧縮板の挙動を考慮し「等価初期不整」に修正する。
- (v) 擬似ポテンシャルを用い三次元空間に釣合面を求め、その特異点の集合である分岐集合を算出する。

4. 実験結果 面外変位と荷重の大きさの推移を図-2、図-3に示す。図-2は圧縮のみを受ける補剛板(板厚1.6mm, $\gamma/\gamma^* = 5$)の場合、図-3は圧縮引張を交互に受ける補剛板(板厚0.8mm,

* γ = 板剛度 γ^* = DINの最小板剛度

$\gamma/\gamma^* = 5$) の場合を示している。荷重は降伏荷重で無次元化されており、正が圧縮である。また、面外変位としては、モード解析の結果得られたモードの大きさを板厚で無次元化した値を用い、 m は載荷方向波数、 n は載荷と直角方向の波数を表している。これらの結果より以下の様なことが言える。

(i) 面外変位の増加が耐力に及ぼす影響は大きい。図-2ではサイクルが重なるにつれて面外変位が蓄積し、耐力が低下していく。それに対し、図-3では引張により面外変位が回復するため耐力の低下が少ない。

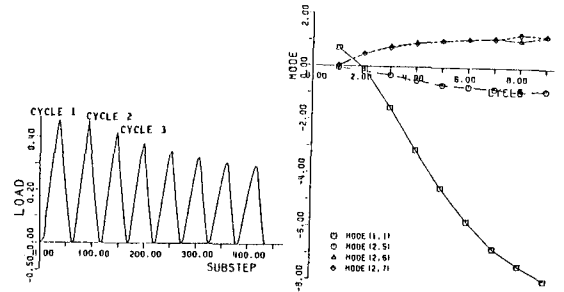


図-2 面外変位と荷重の推移

(ii) 崩壊機構の形成の有無が耐力に及ぼす影響も大きい。図-3において面外変位が小さく回復しているにもかかわらず、サイクル4における耐力はサイクル2における耐力に比べ、かなり低下している。これはサイクル2で崩壊機構が形成されたため、崩壊機構形成後にいくら面外変位が形成前の値に回復しても、耐力が以前の値に回復することはない。

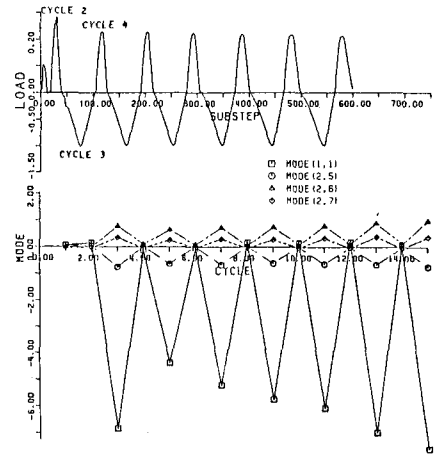


図-3 面外変位と荷重の推移

(iii) 図-3において、サイクル4以後面外変位が回復しているにもかかわらず、前サイクルに比べ1~2%ずつ圧縮耐力が低下しているが、これは崩壊機構に沿った部分の塑性疲労による影響と考えられる。塑性疲労が耐力に及ぼす影響は(i)，(ii)に比べて小さい。

(iv) 圧縮のみを受ける場合の耐力と面外変位の相関をカタストロフィー理論による分岐集合と比較した図が図-4である。この図より耐力と面外変位の関係は分岐集合によりある程度評価できると考える。

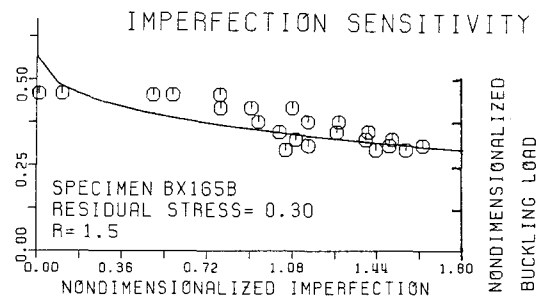


図-4 分岐集合と実験値の比較

参考文献 1) 中井, 河井, 吉川, 北田, 酒造: 鋼製ラーメン橋脚の実績調査 (上, 下) 橋梁と基礎 No. 6. 7 1982.

2) Niwa, Y., E. Watanabe and H. Isami: Automated structural testing using microcomputer system. Proc. JSCE. No. 332. 1983. pp 145~158.

3) Niwa, Y., E. Watanabe and H. Isami: A new approach to predict the strength of compressed steel plates. Proc. of JSCE. No. 341. 1984. pp 23~31.