

一定軸圧縮力と繰返し曲げを受ける鋼薄肉中空断面部材の
曲げ強度と靱性に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 ○樋口 良典
京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征
京都大学工学部 正 員 渡邊 英一

NKK 正 員 高尾 道明
阪神高速道路公団 正 員 大志万和也

1. 研究目的

本研究では、鋼橋脚の柱部材の断面形状として研究され¹⁾、最近よく用いられているコーナー部に曲率を有する鋼薄肉中空断面部材を取り上げ、一定軸圧縮力作用下で弾塑性領域での曲げ載荷実験を行う。ここでは、局部座屈にともない比較的少ないサイクル数で破壊に至る場合の曲げ強度と靱性について実験的に解明する。また、部材の損傷と残存強度の相関についても考察する。

2. 載荷実験

本実験で用いた供試体は9体で、その断面形状および設計寸法はFig. 1の通りである。

曲げの載荷方式と軸方向圧縮力の有無により、次のような載荷形式で実験を行った (Fig. 2参照)。

載荷形式1: 一定軸圧縮力下で単調に曲率を増加させる。

載荷形式2: 一定軸圧縮力下で一定振幅の曲率を両振り
で繰返し与える。(一定曲率制御)

一定軸圧縮力としては、初期降伏荷重の0%, 20%, 33%の3通りについて行い、繰返し載荷における一定曲率振幅としては、それぞれの軸圧縮力ごとに2通りの曲率振幅で実験を行う。Table 1に、供試体名とその載荷形式を示す。

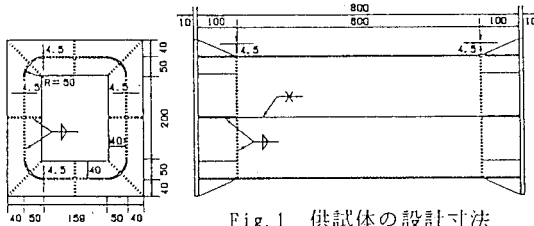


Fig. 1 供試体の設計寸法

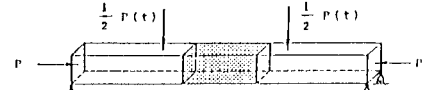


Fig. 2 載荷形式

Table 1 各供試体の載荷形式

供試体名	P / P_y	ϕ / ϕ_y
BR-M0	0.0	単調載荷
BR-L0	0.0	8.11
BR-S0	0.0	3.22
BR-M2	0.2	単調載荷
BR-L2	0.2	7.40
BR-S2	0.2	3.25
BR-M3	0.33	単調載荷
BR-L3	0.33	4.85
BR-S3	0.33	2.43

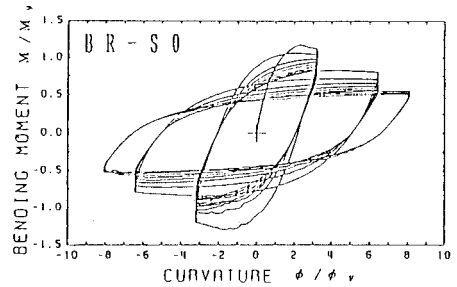


Fig. 3 曲げモーメント-曲率曲線

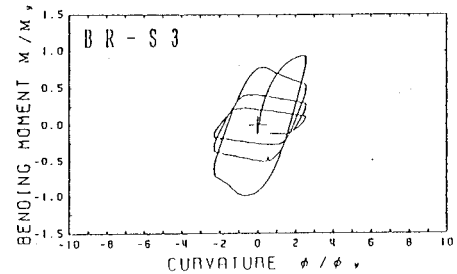


Fig. 4 曲げモーメント-曲率曲線

3. 実験結果と考察

繰返し載荷を行った供試体BR-S0, S3の曲げモーメント-曲率曲線をFig. 3及びFig. 4に示す。BR-S0では履歴ループが定常化したため、その後は曲率振幅を大きくして載荷を続けた。これらを比較すると、軸圧縮力が大きい程、各サイクルにおける繰返し疲労強度及び初期剛性の低下の仕方が著しくなるのがわかる。また、BR-S3では、ピーク時での曲率がサイクル毎に減少するのがわかる。

Yoshinori HIGUCHI, Michiaki TAKAO, Kunitomo SUGIURA, Kazuya ŌSHIMA, Eiichi WATANABE

Fig. 5に供試体BR-S0, S3の曲げモーメントと履歴吸収エネルギーの関係を示す。各サイクルのピーク時での曲げモーメントを×印で、最大曲率時の曲げモーメントを○印で表している。このグラフから、破壊に至るまでの全履歴吸収エネルギーは、軸圧縮力の増大にともなって急激に減少するのがわかる。

Fig. 6に曲率振幅と繰返し回数との関係を両対数軸目盛りで表した、いわゆるS-N曲線を示す。ただし、繰返し回数には曲げモーメントが規定した破壊基準 (M/M_{max} : 初期最大曲げモーメントに対するその時点での曲げモーメントの比) に達するまでの繰返し回数を採用し、Fig. 6は $M/M_{max}=0.5$ の場合である。また $M=M_{max}$ での ϕ の値を ϕ^* としたとき、 $\phi \leq \phi^*$ の範囲内では繰返し載荷しても、低サイクル疲労破壊は生じないと考えて疲労限を設定した。

Fig. 7に供試体BR-L2, S2の、Fig. 8に供試体BR-L3, S3の履歴吸収エネルギーと繰返し回数との関係を示す。グラフ中に示した数字は、設定した破壊基準 ($M/M_{max}=0.7, 0.5, 0.3$) に達した時点を表している。このグラフから、曲率振幅が大きい場合は、1サイクルでの履歴吸収エネルギーは増加するが、サイクル毎の履歴吸収エネルギーの減少の仕方は著しくなることいえる。また、軸圧縮力大きい程、繰返し回数の増加にともなう履歴吸収エネルギーの劣化が著しくなり、破壊に至るまでの全履歴吸収エネルギーも減少するのがわかる。

4. 結 論

- 1) 軸圧縮力大きい程、最大耐力は小さく、しかも小さな曲率で最大耐力となり、その後の耐力の低下の仕方も著しくなる。
- 2) 軸圧縮力大きい程、各サイクルにおける繰返し疲労強度及び弾性剛性の低下の仕方が著しくなる。
- 3) 軸圧縮力及び曲率振幅大きい程、履歴ループは定常化しにくくなり、低サイクルで破壊に至る可能性が強くなる。

- 4) 曲率振幅大きい程、1サイクルでの履歴吸収エネルギーは増加するが、サイクル毎の履歴吸収エネルギーの減少の仕方は著しくなる。

5. 参考文献

- 1) 渡邊英一・杉浦邦征・狩野正人・高尾道明・江見 晋：コーナー部に曲率を有する箱型断面はり一柱の繰返し変形特性に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol. 36A, 1990年3月。

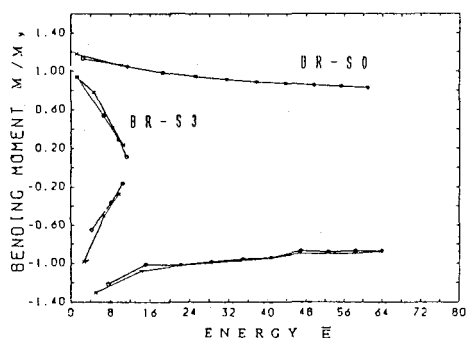


Fig. 5 曲げモーメント-履歴吸収エネルギー曲線

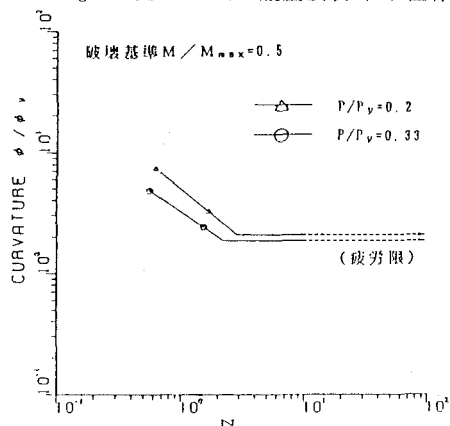


Fig. 6 曲率振幅-繰返し回数曲線

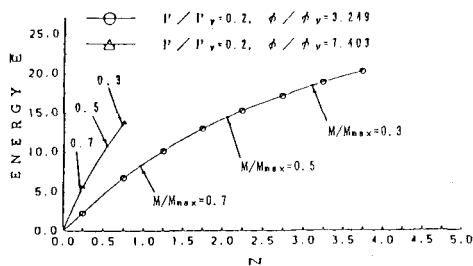


Fig. 7 履歴吸収エネルギー-繰返し回数曲線

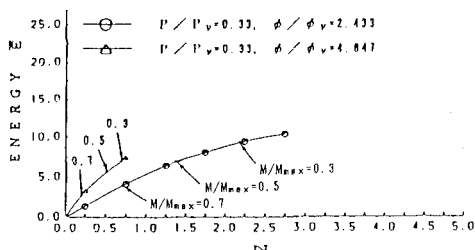


Fig. 8 履歴吸収エネルギー-繰返し回数曲線