

I-613 鋼薄肉中空断面部材のエネルギー吸収能

京都大学大学院 学生員 樋口 良典
 京都大学工学部 正 員 渡邊 英一

京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征
 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⁾、美観上優れていると考えられ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载荷実験を行う。ここでは、断面構成薄板要素の局部座屈にともない比較的小さ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明らかにし、鋼薄肉中空断面部材のエネルギー吸収能について考察する。

2. 载荷実験

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

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

载荷形式Ⅰ:一定軸圧縮力下で単調に曲率を増加させる。

载荷形式Ⅱ:一定軸圧縮力下で一定振幅の曲率を両振りで繰り返し与える。（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ケースについて行い、繰り返し载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ケースの曲率振幅で実験を行う。Table 1に、供試体名とその载荷形式を示す。

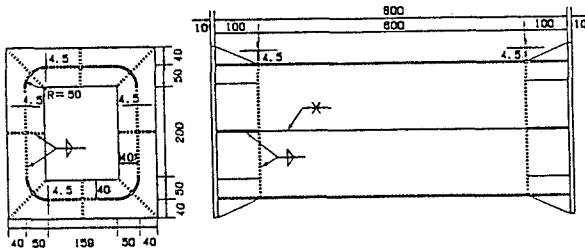


Fig.1 供試体の設計寸法（単位：mm）

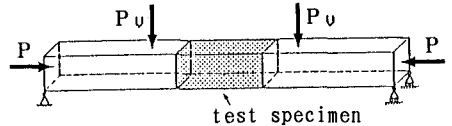


Fig.2 载荷形式

Table 1 各供試体の载荷形式

供試体名	P / P_v	ϕ / ϕ_v
BR-M0	0.0	単調载荷
BR-L0	0.0	8.11
BR-S0	0.0	3.22
BR-M2	0.2	単調载荷
BR-L2	0.2	7.40
BR-S2	0.2	3.25
BR-M3	0.33	単調载荷
BR-L3	0.33	4.85
BR-S3	0.33	2.43

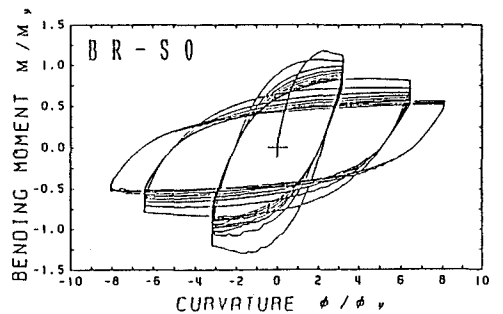


Fig.3 曲げモーメント-曲率曲線

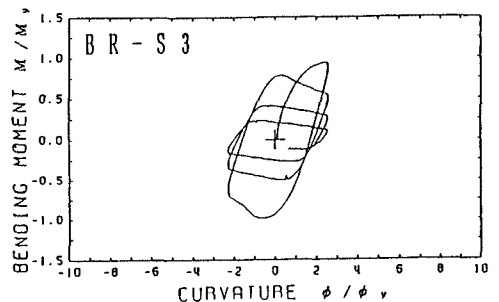


Fig.4 曲げモーメント-曲率曲線

3. 実験結果と考察

繰り返し载荷を行った供試体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载荷を続けた。これらを比較すると、軸圧縮力が高い程、各サイクルにおける繰り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では荷重反転の後、ピークに至るまでの累積曲率がサイクル毎に減少するのがわかる。

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、最大曲率時で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う著しく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、曲率振幅が大きい程、1サイクルでの履歴吸収エネルギーは増加するが、設定した破壊基準に達するまでの全履歴吸収エネルギーは減少するといえる。また軸圧縮力が大きい程、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の仕方が著しくなり、破壊に至るまでの全履歴吸収エネルギーは減少するのがわかる。

4. 結 論

- 1) 軸圧縮力が大きい程、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) 軸圧縮力が大きい程、各サイクルにおける繰返し強度及び弾性剛性の低下の仕方が著しくなる。
- 3) 曲率振幅が大きい程、1サイクルでの履歴吸収エネルギー能は増加するが、設定した破壊基準に達するまでの全履歴吸収エネルギー能は減少する。
- 4) 軸圧縮力が大きい程、繰返し回数の増加にともなう履歴吸収エネルギー能の低下の仕方が著しくなり、破壊に至るまでの全履歴吸収エネルギー能は減少する。

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, pp. 33-40.

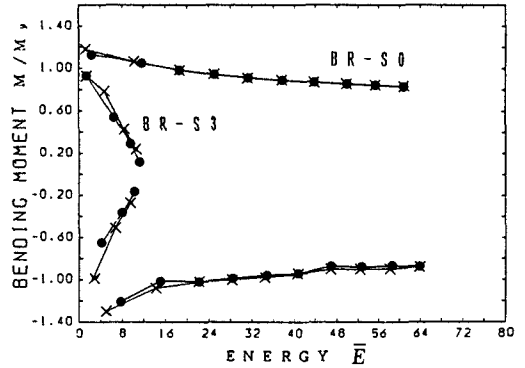


Fig. 5 曲げモーメント-履歴吸収エネルギー曲線

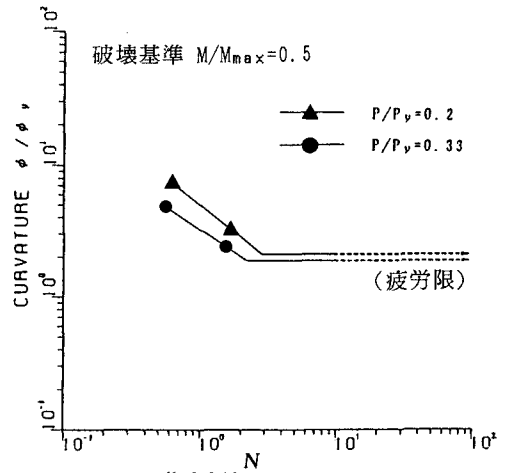


Fig. 6 曲率振幅-繰返し回数曲線

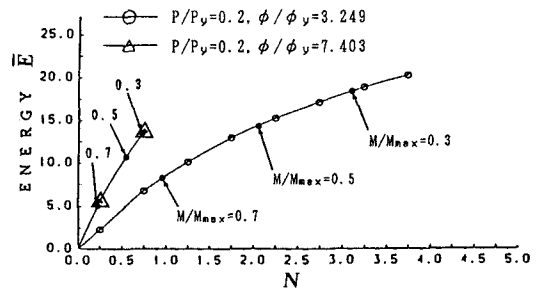


Fig. 7 履歴吸収エネルギー-繰返し回数曲線

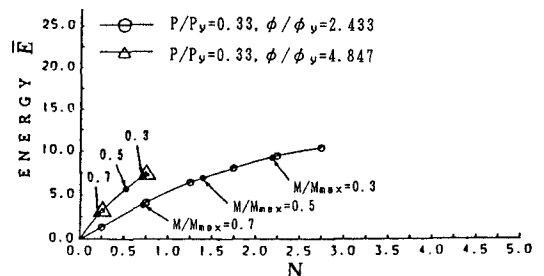


Fig. 8 履歴吸収エネルギー-繰返し回数曲線