

名古屋大 孝正員 ○草間 晴幸

名古屋大 正会員 福本 秀士

1 はじめに 鋼構造物に対する耐震設計の発展に伴ない、大地震のもとで構造物の崩壊を防止するために、じん性や変形能の評価に関する研究が行なわれるようになった。その結果、繰り返し荷重を受ける構造物の挙動に関する研究が必要不可欠であることが認識され、構造部材の履歴特性やエネルギー逸散率が評価の要因として検討されるようになった。現在まで、中実梁一柱、円筒管、単一ノールム半がその研究の主な対象物である。H型鋼柱や箱型断面柱の実験的研究から交替的に発生消滅する局部座屈が部材全体の崩壊に對し、非常に大きな影響を及ぼすことが明らかにされてきたにもかかわらず、それらの部材を構成する板要素の挙動に注目した研究はほとんど見あたらない。本研究は繰り返し面内荷重を受ける板の履歴曲線と、さらにその特性を持つ薄板から構成される薄肉部材の繰り返し挙動について、若干の考察を示すものである。

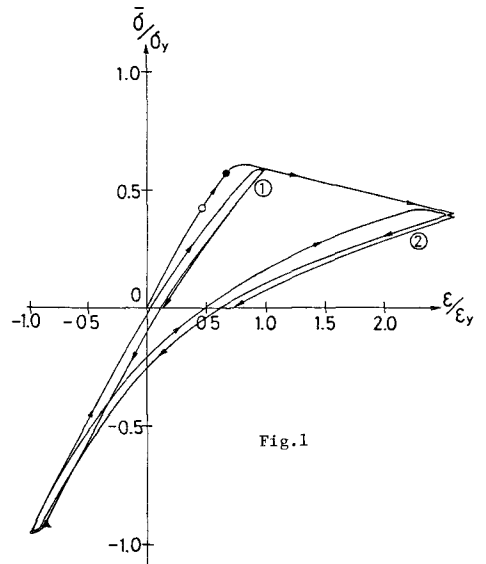


Fig. 1

2. 板の繰り返し挙動 繰り返し面内荷重を受ける板の挙動が文献[1, 2]に示された手法により求められた。解析の詳細は文献を参照していただきたい。

幅厚比 $b/t = 80$ および 40 の薄板の履歴曲線がそれぞれ図-1, 図-2 に示されている。なお数値計算において使用された諸元は板幅 $b = 1.0$ m, アスペクト比 $= 1$, 降伏応力 $\sigma_y = 274.4$ MN/m², $\mu = 0.3$, $E = 205.8$ GN/m², 初期たわみ $w_0/t = 0.1$ である。図中、縦軸は無次元化された平均面内応力、横軸は無次元化された伸びひずみである。曲線上的 $\circ$ は弾性座屈応力、 $\bullet$ は弾性限界応力である。図-1 の曲線①は伸びひずみ張力が $-1.0 \leq \epsilon/\epsilon_y \leq 1.0$ の領域で描かれた曲線であり、②は最大圧縮ひずみが 2.6 の場合の曲線である。 $b/t = 40$ の場合は弾性座屈荷重に到達する以前に弾性限界荷重に至る。繰り返し載荷のもとで板の極限強度は減少するが、しかし、その値は除荷開始点の強度より大きくなっている。

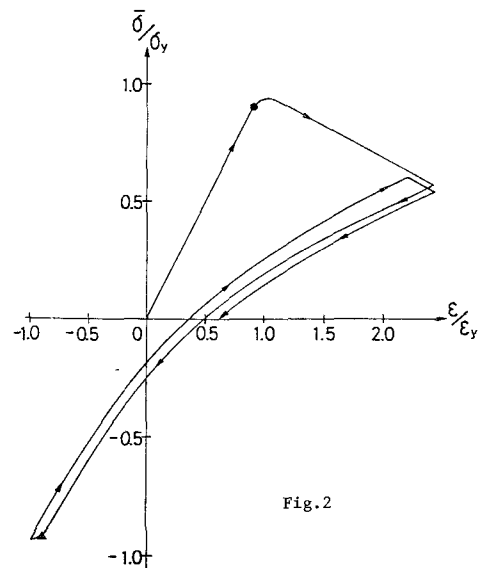


Fig. 2

3. 単純化された梁モデル 板要素の交番座屈が薄肉部材全体の崩壊に及ぼす影響を顕著に示す、箱型断面薄肉梁モデルを提案する。そのモデルは次の仮定に従うものとする。(1) 薄肉梁の上下フランジは前節で示した履歴特性をもつ薄板から構成される。(2) 左は上下フランジ間に存在はするが外力に対し、力学的に何らの抵抗をしない。(3) 上下フランジの断面積はその中央面に集中していると見なす。(4) 局座屈の発生により中立軸は移動するが、薄肉梁は平面保持の法則に従うとする。これらの仮定は実際の薄肉梁に対して、大胆なものであるが、繰り返し载荷による交番局座屈の発生および消滅が薄肉梁の耐力に及ぼす影響を調べるには、物理的意義を明確にする上で適切であると思われる。

4. 薄肉梁の繰り返し挙動 上記の仮定に基づき薄肉梁の曲げモーメント-軸方向力-曲率関係を以下に示す。なお、薄肉梁の幅および高さは $B = d = 1.0m$ である。図-3に $B/t = 80$ ($P/R_y = 0$) の場合の cyclic loop が示される。曲線①, ②は図-1の①, ②に対応しており、曲率振幅はそれぞれ $-0.8 \leq \frac{M}{My} \leq 0.8$, $-1.5 \leq \frac{M}{My} \leq 1.5$ である。図のように座標軸をとると、曲率の勾配が梁の剛性を表わすことは周知のことであるが、繰り返しにより剛性が低下していくこと、また曲率振幅が大きいほど剛性の低下率が大きいことが観察される。図-4は同じく $B/t = 80$ の場合であるが曲線①は局座屈が生じないとした単純塑性理論によるもの、②は図-3の②と同じ曲線、③は軸方向力 $P/R_y = 0.15$ の場合の曲線である。図から交番座屈の影響は大であり、また軸方向力の存在が梁の劣化を促進することも分る。図-5は $B/t = 40$ の場合の cyclic loop である。 $B/t = 40$ の梁は比較的厚肉で単調増加荷重による板要素の耐力も比較的高いという認識を持っているが、強度劣化に関する全体的な傾向は $B/t = 80$ の場合に類似している。

〔参考文献〕 1. 草間, 福本, 第36回年次学術講演会概要集Ⅱ, pp. 85~86, 2. 草間, 福本, 昭和55年度中部支部研究発表会概要集 pp. 50~51.

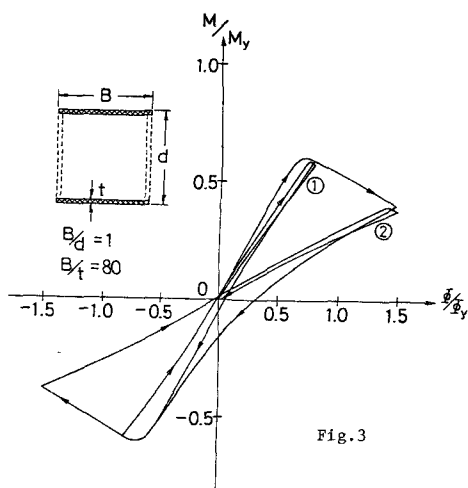


Fig. 3

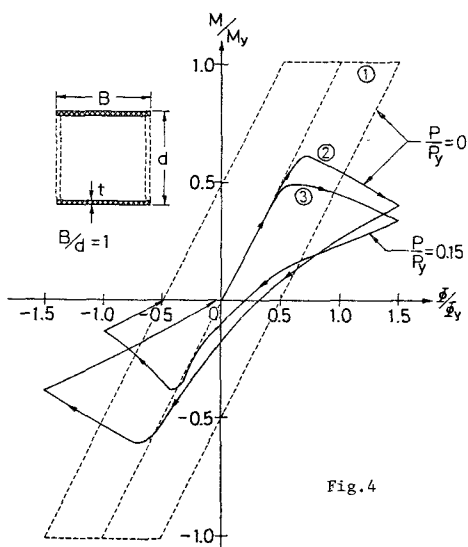


Fig. 4

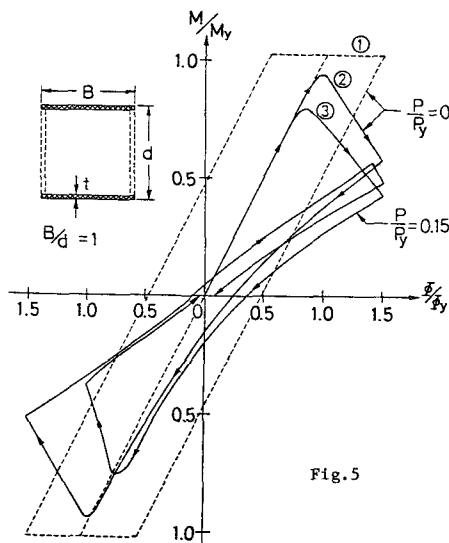


Fig. 5