

東京工業大学 正員 西村俊夫

〃 〃 〇丸山嘉高

〃 〃 荒井国太

1. まえがき

従来鋼材の疲れ強さに関する研究は平均応力及び振巾の変らない応力が繰返される場合についてのものが多く、橋梁など鋼構造物に生ずる応力は大きさ及び周期が様々に変動し、その性状けかなり複雑である。これら構造物の疲れ強さ設計とより合理的に行うには変動応力による構造物の疲れ強さを明らかにする必要がある。著者等はこのような応力下における疲れ強さを解明する基礎段階として応力振巾が終始一定でない場合の疲れ強さについて研究しているが、本報告もその一環として試験片の回転曲げ疲れ試験機において応力振巾が時間とともに正弦形、三角形及び方形に変動する場合に、その疲れ寿命に及ぼす荷重波形の影響及び疲れ寿命と直線被害則等との関係とを述べたものである。

2. 実験方法

(1) 実験装置 本装置は試験片に変動応力を与えたため小野式回転曲げ疲れ試験機の荷重制御部に図-1に示すごとき変動応力負荷装置を取付けたもので、油圧アクチュエーター、荷重制御式サーボコントローラ、ロードセル、油圧源、超低周波発振器と組合せた油圧サーボ機構となっている。負荷装置の動的最大荷重は $\pm 100\text{kg}$ 、動的振巾 $\pm 0.5\text{mm}$ 、静的ストローク $\pm 20\text{mm}$ 、周波数範囲 $0.01 \sim 0.1\text{Hz}$ 、荷重波形は信号発振器により正弦波、三角波、方形波と得ることができる。

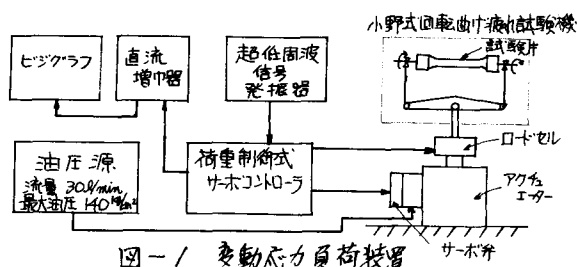


図-1 変動応力負荷装置

(2) 設定繰返し応力 小野式回転曲げ疲れ試験機による応力波と1次波とを、変動応力負荷装置による応力波と2次波とすると、試験片に生ずる変動応力の波形は図-2のようになる。ここに1次波の繰返し数は50回であり2次波の周期は 0.1Hz とした。又2次波の応力振巾は平均応力にかかわらず常に 2.3kg/mm^2 としかつ平均応力の最大値は降伏応以下とした。

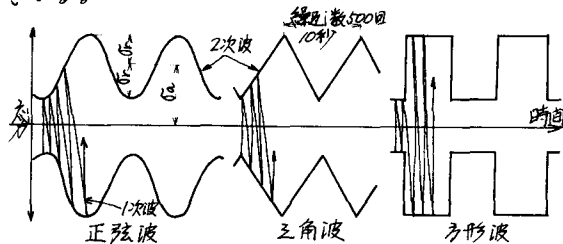


図-2 繰返変動応力の波形

(3) 試験片 実験に供した材料はJIS F41の $\phi 19\text{mm}$ 丸棒鋼でその機械的性質は降伏応 32kg/mm^2 、引張強さ 45kg/mm^2 、伸び 34% （2号試験片）である。試験片は日本材料学会の疲労試験方法規格により $\phi 12\text{mm}$ 平滑試験片および $\phi 15\text{mm}$ 円形断面材に環状V及び半円溝を付いた切欠試験片（溝底断面 $\phi 12\text{mm}$ ）として上述の棒鋼から削り仕上げを行った。（試験片の形状寸法は文献1）参照）

3 実験結果と考察
一定振巾S-N線図と3種の変動応力波によるS-N線図と平滑材および切欠材について比較すると、平滑材では平均応力の高い所で方形波及び三角波は寿命の減少が著しいが正弦波は両者の中間ぐらいである。

但し平均応力の減少とともに上記両S-N線図は接近し平均応力が疲労限の2割増以下になると逆に変動応力波の寿命が増大する。これに付、切欠材では一定振中S-N線図と変動応力波によるS-N線図とは相準しているが、やはり平均応力が疲労限の2割増以下になると変動応力波の寿命が増大している。これら変動応力が作用する場合の疲労寿命の実験値と直線被害則により求めた算定値とを比べるため破断に至る繰返し数Nと種々の平均応力に対して計算し図-3にあらわす。ここに

$$N = 1 / \sum_{k=1}^n \frac{1}{N(\sigma_k) \cdot m} \quad (2)$$

但し σ_k : 1周期の2次波をn等分した番目の応力に入る1次波群の応力振中の平均値

$N(\sigma_k)$: 一定振中S-N線図より求めた σ_k に対する破断繰返し数

算定曲線は方形波の場合が、寿命が短くてたが一定振中S-N線図と相準したのになっている。従って実験値に対して平滑の場合ばかりのひらきがある(正弦波は三角、方形波に比べれば接近している)が、切欠材ではほぼ線上にのっているといえる。しかし平均応力の低いところでは両者の相違は大きくなっている。

いよ山田が提唱している疲労度関数を導入して寿命を算定すれば平均応力の高いところでは直線被害則による算定値と同じになり、平均応力の低いところでは寿命が延伸するので、前述の場合より実験値をカバーすることになる。

上述のように2次波が正弦、三角および方形に変動する場合の疲労寿命についておおよその傾向が把握されたが、さらに応力振中の異なる場合の実験や寿命算定法について検討を続けた。

(参考文献)

- 1) 西村 邦山: 2段重複荷重による疲れ強さ及び切欠の影響 東工大. 土木科研究報告6 (1968)
- 2) 梶村 西村: 変動応力による構造部材の疲れ強さについて 東工大. 土木科研究報告8 (1970)
- 3) 山田: 繰返し変動応力に対する疲労強度 材料試験 6-45 (1957)

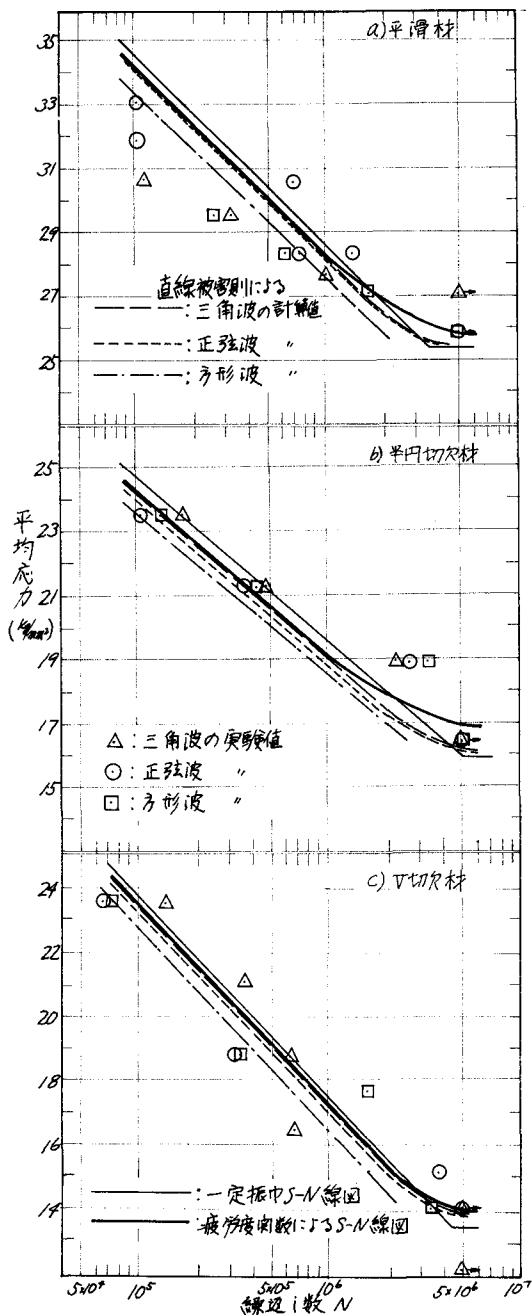


図-3 2次波が正弦、三角、方形波の場合のS-N線図。