

変位制御による軟鋼の曲げ疲労試験

金沢大学工学部 正員 小 堀 為 雄
 ‘ 正員 梶 川 康 男
 ‘ 学生員 〇山 森 広 一

1. まえがき

構造物が地震荷重をうけると部材の一部は塑性変形を示し、損傷の累積によって低サイクル疲労破壊をひきおこす。このとき地震荷重は不規則であるので、ひずみ応答もまた不規則過程となる。YaoとTangはこれを非定常ガウス過程とし、Yao-Munseの累積損傷仮説を用いて疲労損傷期待値の計算を行っている。本研究の目的は地震動という不規則な繰り返し荷重による構造物の疲労破壊を解析するためのアプローチとして、変位制御によるH型鋼の基礎的な疲労現象を把握することにある。

2. 累積損傷仮説

疲労における累積損傷仮説は数多く発表されているが一般にMiner形の仮説 $\sum(1/N) = 1$ が使用されている。このMiner形の仮説にManson-Coffin式やMartin式がある。この仮説を式で表わせばつぎのようになる。

Manson-Coffin式 $\Delta\epsilon_p \cdot N^{\frac{1}{2}} = \epsilon_F/2$ (1)

Martin式 $\Delta\epsilon_p \cdot N^{\frac{1}{2}} = \epsilon_F/\sqrt{2}$ (2)

ここで $\Delta\epsilon_p$; 塑性ひずみ幅, N; 破断繰り返し数, ϵ_F ; 破断延性である。破断延性と引張試験の関係は ψ をしぼりとすれば式(3)で近似できることがCoffinによって提唱されている。

$$\epsilon_F = \ln [1/(1-\psi)] \quad (3)$$

しかしこのMiner形の仮説も種々の実験結果をまとめると、そのばらつきは(0.6~1.5)程度であることが報告されており⁽¹⁾、その適用は確実性のあるものとはいえない。当研究室において以前に行った片持ばりの変位制御曲げ試験においてはMartin式のほうがよい疲労評価基準式であるとの結果を得ている⁽²⁾。

3. 試験体および試験装置

使用した試験体を図1に示す。また中央載荷点から14.5cmの位置に入れた切欠形状およびひずみゲージ貼付位置を図2に示してある。載荷は金沢大学大型構造物疲労試験機(EHF-40)を使用した。実験に先立ち、H型鋼のフランジ部から切り取った供試体を用いて引張試験を行い、静的特性を求めた。その結果、降伏強度

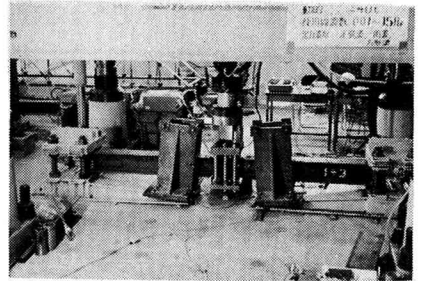


Photo 1

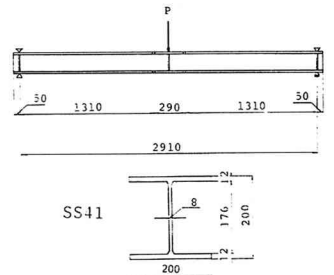


Fig. 1

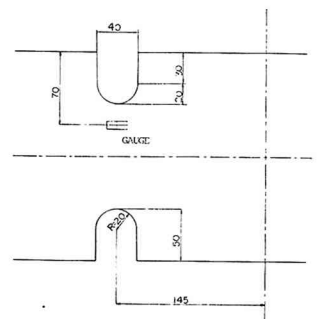


Fig. 2

2567 kg/cm^2 , 引張強度 4482 kg/cm^2 , しぼり 0.462 であつた。なお繰り返し荷重載荷実験のときには写真のような座屈防止装置を取りつけた。

4. 繰り返し荷重載荷試験

繰り返し荷重をかけた場合と比較する目的で両端半脱挿挿状態で静荷重試験を行った。このときの桁の中央点での荷重-たわみ曲線および切欠部の応力-ひずみ曲線の一例を図3、図4に示してある。ただし図中の応力度は切欠部の断面の公称応力度である。次に5本の試験体を用い、繰り返し荷重載荷試験を試験体(1)~(3)は定変位で、

(3)(4)は変位を組み合わせて行った。その結果をまとめ表1に示してある。変動ひずみの場合でも破壊規準を巨視的き裂発生、完全破断のいずれにとらうと統計的有意性はなくほぼ Miner の仮説に従うといわれているため、表中に最初のクラックが確認されたサイクル数 N_1 とクラックがフランジ厚方向に連結したサイクル数 N_2 を記入してある。なお動ひずみ計を用いて測定したひずみ変動の例として試験体(5)のループを図5に示した。

5. 結果および考察

実験結果はほぼ Miner の仮説にあてはまるとみられる。この実験は変位制御で行ったため最終的にはひずみ幅が小さくなっており、そのため累積損傷式の直接の適用は困難であり、変位に対しひずみ幅をなんらかの方法で固定するか、ヒステリシスループの面積の総和によるエネルギー法を用いなければならぬ。実験から得たサイクル数を理論値と近づけるためには切欠先端部とゲージ貼付位置のひずみの関係を探る必要があるが、この先端部は多軸応力状態にあるため解析は困難である。本研究における実験はすべて 0.1 Hz で行っているが、地震荷重のような不規則荷重による疲労を調べるには載荷速度も変化させて行なわなければならないだろう。疲労現象を解析するにはもっと多くの実験データが必要であり、今後 150mm の H 型鋼の実験を予定している。最後に実験遂行に協力して下さった金沢大学工学部 4 年生、松村幸美君に感謝の意を表します。

文献 (1) 入路清嗣; 低繰返し数疲労における累積損傷仮説の検討

J. S. M. E. Vol. 70 No. 576

(2) 小堀、篠塚、水上; 強震時における構造物の動的挙動と疲労破壊

第18回 橋梁・構造工学研究発表会(1971年)

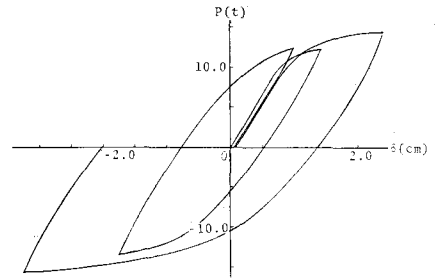


Fig. 3

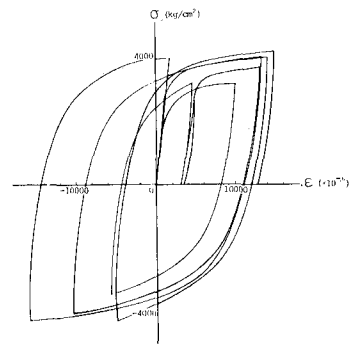


Fig. 4

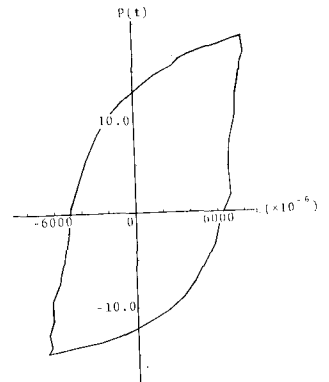


Fig. 5

Table-1

No.	Disp. (cm)	Cycles	N_1	N_2
(1)	+1.77	243	138	243
(2)	+1.81	167	113	167
(3)	+2.00	152	112	152
(4)	+1.50	100		
	+1.97	56	114	156
(5)	+1.46	50		
	+2.31	50		
	+1.46	178	125	278