

関西大学工学部 正会員 坂野 昌弘 関西大学工学部 正会員 三上 市蔵
 関西大学工学部 学生員○佐島 豊

1.はじめに

1992年に改訂された鉄道構造物等設計標準¹⁾では、新たに、変動応力に対する打ち切り限界を持つ疲労設計曲線が導入された。電車荷重の場合には、変動応力の性状は一定振幅応力のそれに近いとして、変動応力に対する打ち切り限界をJSSC疲労設計指針²⁾の一定振幅応力および変動応力に対するそれぞれの打ち切り限界の平均値として設定されている。しかしながら、電車荷重によって生じる変動応力の頻度分布性状は必ずしも一定振幅応力に近いとはかぎらない³⁾。変動応力下の疲労寿命特性は作用する変動応力の特性に大きく影響を受けるものである。本研究では、特に疲労設計曲線の変動応力に対する打ち切り限界の妥当性に着目し、鋼鉄道橋の疲労寿命評価法について解析的に検討する。

2.鉄道橋に生じる変動応力特性

電車型荷重によって鉄道橋部材に生じる変動応力の応力範囲頻度分布形状は分離型と集中型に分類することができる³⁾。図-1, 2にそれぞれの代表例として、新幹線型列車荷重によってスパン10mおよび30mの単純桁に生じる変動応力の応力範囲頻度分布を示す。

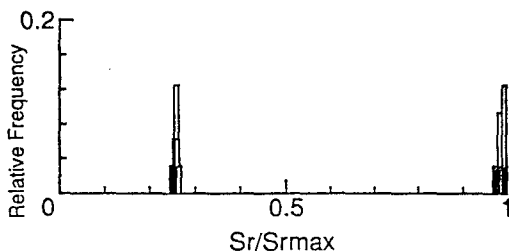


図-1 応力範囲頻度分布 (スパン10m)

3.疲労寿命曲線

著者は疲労亀裂進展解析によって求めた疲労寿命予測曲線と実験値とを比較し、解析手法の妥当性を確認している⁴⁾。ここでは、同じ手法を用い、新幹線型列車荷重によってスパン5~40mの単純桁とスパン75mのトラスの斜材および下弦材に生じる変動応力に対して疲労寿命曲線を求めた。図-3に縦ビード継手、図-4にリブ十字継手に対する疲労寿命曲線を示す。一定振幅応力下の疲労限以下の低応力域では、応力範囲頻度分布が分離型であるスパン5m, 10m, 40m, の単純桁, トラスの斜材および

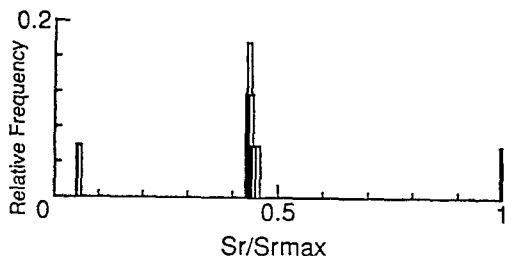


図-2 応力範囲頻度分布 (スパン30m)

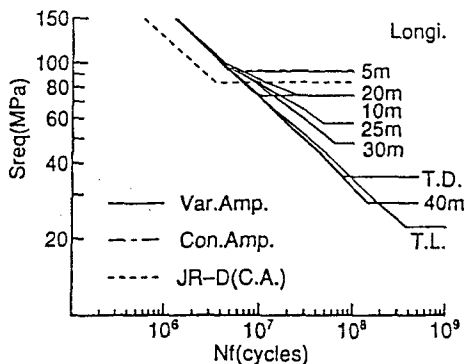


図-3 疲労寿命曲線 (縦ビード継手)

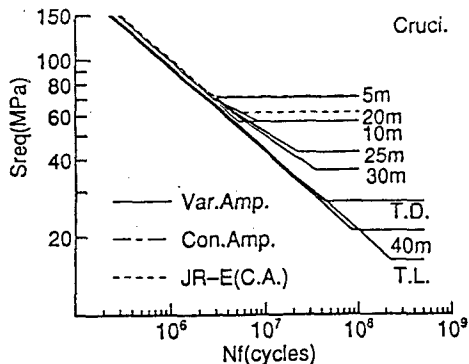


図-4 疲労寿命曲線 (リブ十字継手)

下弦材の寿命曲線は一定振幅応力下の寿命曲線をほぼ延長したものとなっているが、集中型であるスパン20m, 25m, 30mの単純桁の寿命曲線は傾きが徐々に緩やかになっている。

4. 打ち切り限界を用いた線形累積被害則による寿命評価法

図-3, 4に示した疲労寿命曲線とそれぞれの変動応力範囲頻度分布を用い、変動応力に対する打ち切り限界を用いた線形累積被害則による寿命評価を行った。寿命評価法としては、電車荷重に対する打ち切り限界を用いたもの(JR), JSSCの打ち切り限界を用いたもの(JSSC), および打ち切り限界を用いない、即ち修正マイナー則によるもの(M.M.)の3種類である。図-5, 6にスパン10mおよび30mの単純桁の縦ビード継手について、図-7, 8に同様にリブ十字継手について求めた疲労被害を示す。縦軸の疲労被害Dが1に等しければ、寿命評価法が妥当なものであるということが出来る。変動応力頻度分布形状が分離型のスパン10mの場合には、いずれの継手に対しても $D=0.95\sim 1.10$ 程度でありどの評価法でも妥当であるといえる。一方、集中型のスパン30mでは、低応力域において、M.M.とJSSCの場合には $D>1$ 、即ち疲労被害を過大評価しているのに対し、JRの場合には $D<1$ 、即ち疲労被害を過小評価している。

5. おわりに

電車型荷重によって鉄道橋部材に生じる変動応力に対し、設計標準で規定されている打ち切り限界を用いて線形累積被害則による寿命評価を行った場合には、危険側となるケースがあることが示された。鉄道橋に生じる変動応力に対する打ち切り限界の設定に関しては、再検討が必要であると考えられる。

参考文献 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—鋼・合成構造物，丸善，1992。 2) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂，1993。 3) 坂野・三上・西村：第17回土木情報システムシンポジウム論文集，pp.89-96，1992。 4) 坂野・三上・米本・西村：構造工学論文集 Vol.41A, No.9-3，1994。

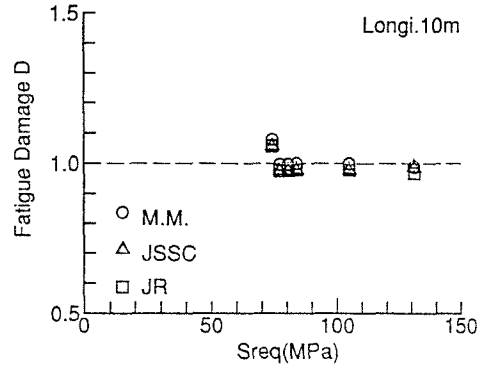


図-5 疲労被害（縦ビード継手，スパン10m）

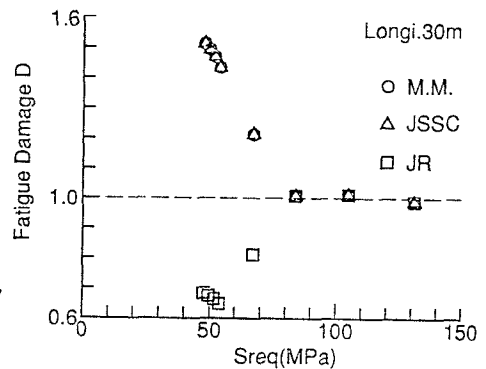


図-6 疲労被害（縦ビード継手，スパン30m）

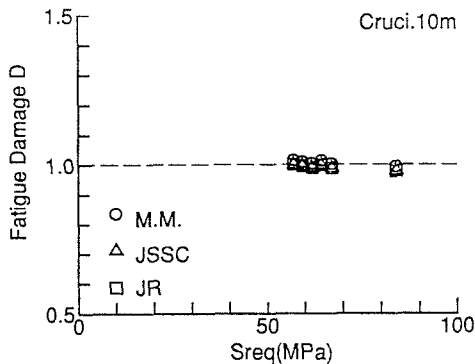


図-7 疲労被害（リブ十字継手，スパン10m）

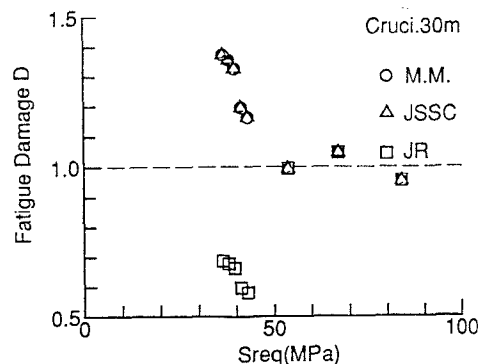


図-8 疲労被害（リブ十字継手，スパン30m）