

I-117 鉄道橋変動応力に対する打切り限界

関西大学工学部 正会員 坂野昌弘  
 関西大学大学院 学生員 宮川欣也

関西大学工学部 正会員 三上市蔵  
 関西大学大学院 学生員 西村 剛

1. はじめに

鋼鉄道橋設計標準<sup>1)</sup>では特に疲労設計曲線は設定されておらず、変動応力の影響は修正マイナー則により評価されている。修正マイナー則を適用した場合には一般に過大に安全側、即ち不経済な寿命評価となる傾向がある。JSSC疲労設計指針(案)<sup>2)</sup>ではWeibull分布で表されるような連続的な応力範囲頻度分布を持つ変動応力を想定し、変動応力に対する打切り限界を持つ疲労設計曲線を設定している。鉄道橋部材では、離散的な応力範囲頻度分布となる場合が多く、それらの変動応力特性を十分に考慮した経済的な疲労設計曲線を設定する必要がある。本研究では、列車荷重シミュレーションによって発生させた鉄道橋変動応力波形を用いて疲労亀裂進展解析を行い、鉄道橋部材に対する疲労設計曲線の打切り限界について検討した。

2. 解析方法

変動荷重として新幹線旅客列車荷重を想定し、軸重の分布が対数正規分布に従うような活荷重列をモンテカルロ・シミュレーションによって発生させた。構造ディテールとしては垂直補剛材、横リブ、ダイヤフラム等の取付部を想定して荷重非伝達型(リブ)十字溶接継手、箱断面部材の角継手部等を想定して縦方向部分溶込み(レ形)溶接継手を対象とした。また、変動応力波形として、活荷重列が単純桁あるいはトラスを通過するとき、桁中央に生じるモーメントの変動波形あるいはトラスの斜材と下弦材に生じる軸力の変動波形を用いる。単純桁のスパンは8~50m、トラスのスパンは75mと仮定した。

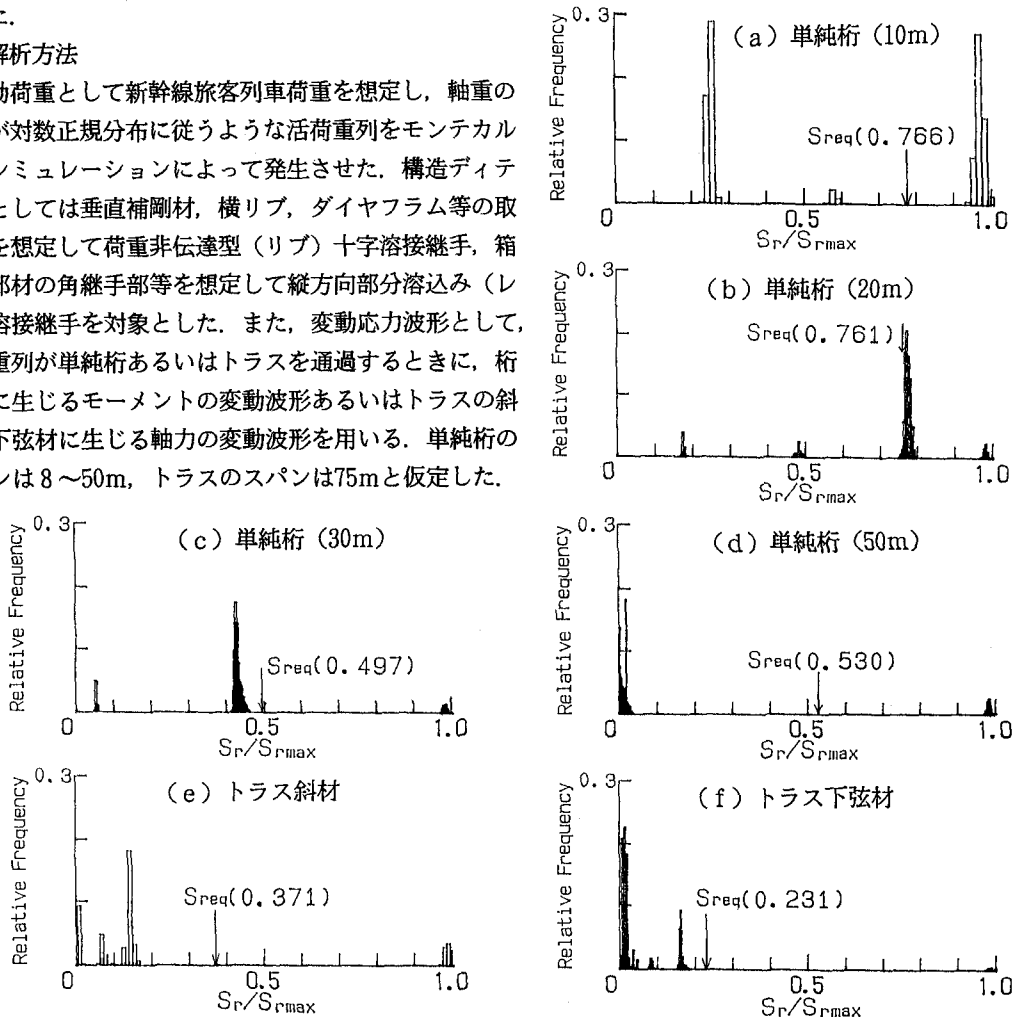


図1 変動応力範囲の頻度分布

疲労寿命の計算方法は文献3)と同様である。変動応力に対する打ち切り限界は応力範囲頻度分布の高応力側から計算したマイナー和が1に達したときの応力範囲として算出した。

### 3. 解析結果と考察

(1)鉄道橋変動応力の特徴 図1にスパン10, 20, 30, 50mの単純桁およびトラス斜材と下弦材の変動応力範囲頻度分布を示す。列車本数は200本である。スパン10mの単純桁では、隣合う2台の台車ごとに最大応力範囲が生じ、また、それら2台の台車間ではほぼ同数の小さい応力分布が生じている。単純桁のスパン20m以上およびトラス部材では最大応力範囲は1列車で1回生じている。スパン20mと30mの単純桁では、隣合う2台の台車によって生じる応力範囲の頻度が最も高く、等価応力範囲はそれとほぼ一致している。スパン50mの単純桁およびトラス部材では、列車ごとに生じる最大応力範囲の他には微小な変動応力成分のみがカウントされている。

(2)疲労寿命曲線の形状 図2に単純桁およびトラス部材の変動応力を用いて求めた各継手の疲労寿命曲線を示す。両継手ともに疲労限以下の低応力域では、スパン20mと30mの単純桁の曲線の傾きが長寿命側に変化しているのに対し、スパン10mと50mの単純桁およびトラス部材の曲線の傾きは一定振幅のものとはほぼ一致している。したがってスパン10mと50mの単純桁およびトラス部材の場合には小さい方の応力範囲は疲労亀裂の進展にほとんど寄与していないと考えることができる。

(3)変動応力に対する打ち切り限界 図3に各変動応力に対して求めた打ち切り限界を示す。図中に記されていない変動応力に対する打ち切り限界は5MPa未満である。リップ十字継手ではスパン20m以下の単純桁の変動応力に対する打ち切り限界はJSSC(案)の値よりも高く、スパン30m以上の単純桁およびトラス部材の変動応力に対するものはJSSC(案)よりも低い。レ形溶接継手では全ての打ち切り限界値がJSSC(案)よりも低い値となる。

### 4. おわりに

限られた解析結果であるが、鉄道橋に生じる変動応力に対して設定した打ち切り限界は変動応力の種類によって大きく異なることが示された。今後、さらに種々のケースについて検討を行う予定である。

[参考文献] 1)土木学会：国鉄建造物設計標準解説(鋼鉄道橋編)，1983。 2)日本鋼構造協会：疲労設計指針(案)，1989。 3)三木・坂野：構造工学論文集，Vol.36A，pp.409-416，1990。

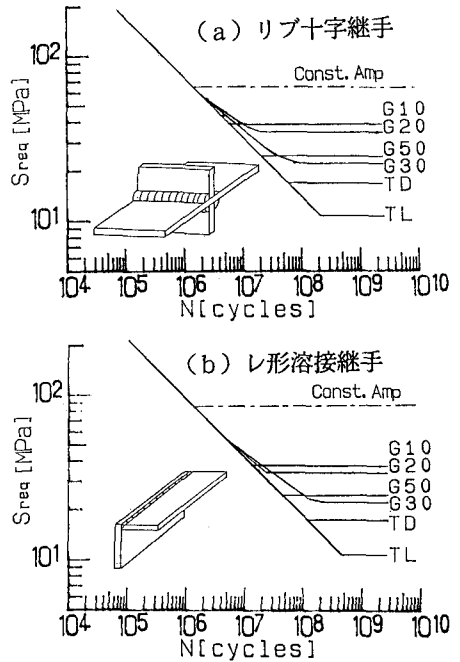


図2 疲労寿命曲線

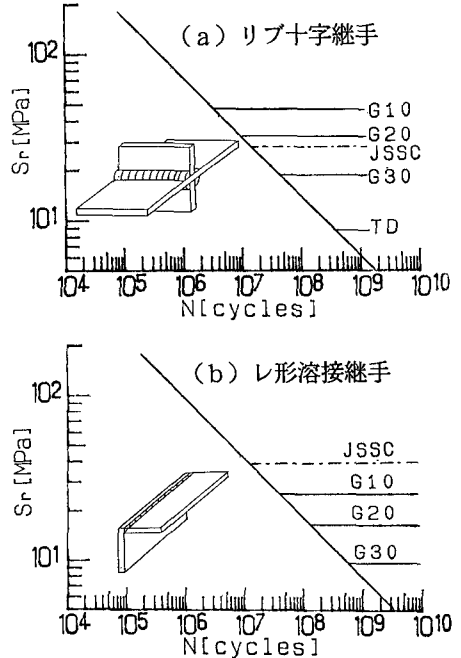


図3 変動応力の打ち切り限界