

鉄道橋の疲労設計曲線に関する一考察

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¹⁾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)²⁾では道路橋に生じるような低応力側に著しく偏った応力範囲頻度分布の変動応力を想定して変動応力に対する打ち切り限界を持つ疲労設計曲線を設定しているが、鉄道橋に対しても、そ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、列車荷重の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、鉄道橋部材のための疲労設計曲線の打ち切り限界について検討した。

2. 解析方法

(1)荷重条件 新幹線旅客列車荷重を想定し、モンテカルロ・シミュレーションによって軸重の分布が対数正規分布に従うような活荷重列を発生させた。

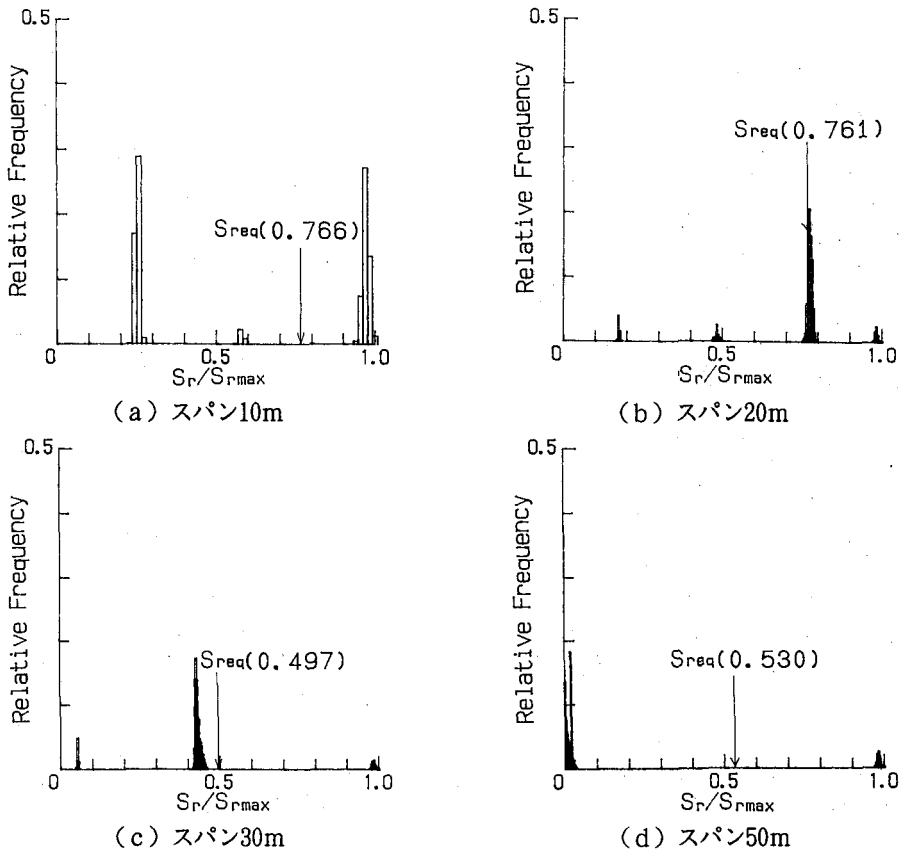


図1 変動応力範囲の頻度分布

(2)対象部材 プレートガーダーの垂直補剛材取付部を想定し、荷重非伝達型（リブ）十字溶接継手を対象とした。応力波形として活荷重列が単純桁上を通過するときにはスパン中央で生じる曲げモーメントの変動波形を用いる。単純桁のスパンは8～50mを仮定した。

(3)疲労亀裂進展解析 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求めた。

3. 解析結果と考察

(1)鉄道橋変動応力の特徴 図1にスパンが10, 20, 30, 50mのときの変動応力範囲頻度分布を示す。スパン10mでは、隣合う2台の台車で最大応力範囲が生じ、それとほぼ同数の1台ずつの台車による小さい応力分布が生じている。スパン20m以上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では、隣合う2台の台車により生じる応力範囲の頻度が最も高く、等価応力範囲（3乗平均値）はそれとほぼ一致している。スパン50mでは、列車ごとに生じる最大応力範囲の他には極めて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に各スパンについて求めた疲労寿命曲線を示す。疲労限以下の有限寿命域では、スパン20mと30mの曲線の傾きが長寿命側に变化しているのに対し、スパン10mと50m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ことが推察できる。

(3)変動応力に対する打ち切り限界 図3に各スパンの変動応力に対して求めた打ち切り限界を示す。スパン20m以下の変動応力に対する打ち切り限界はJSSC指針（案）の値よりも高く、スパン30m以上の変動応力に対するものはJSSC指針（案）よりも低い。

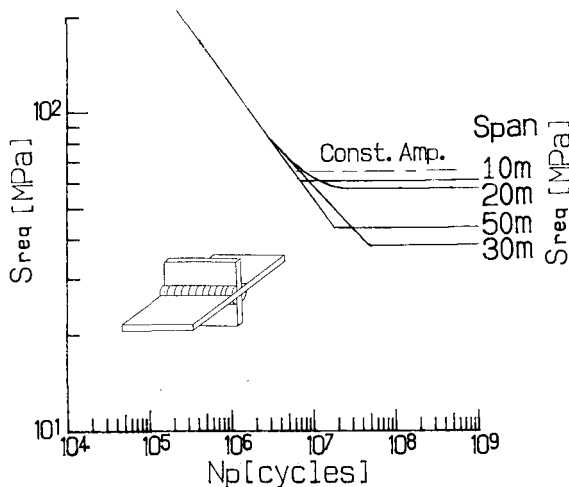


図2 疲労寿命曲線

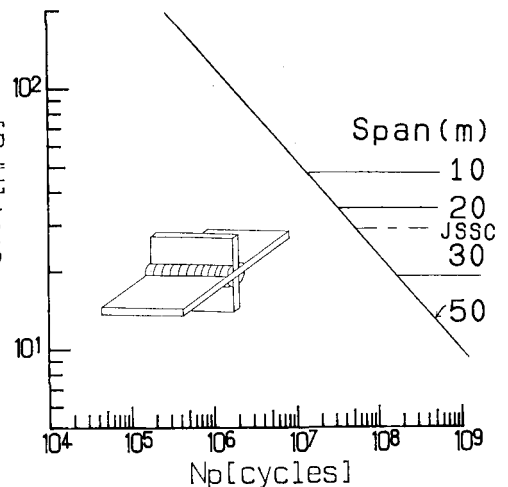


図3 変動応力に対する打ち切り限界

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。