

I-240

鉄道橋変動荷重下の垂直補剛材取付部の疲労挙動

関西大学工学部	正員	坂野昌弘
関西大学工学部	正員	三上市蔵
片山ストラテック	正員	米本栄一
松尾橋梁	正員	西村 剛

1. はじめに

長寿命領域における鋼構造物の疲労挙動は作用する変動荷重の特性に大きく影響される。鉄道総合技術研究所では数種類の溶接継手を有する桁試験体を用いた変動荷重疲労実験が行われている^{1) 2)}が、それらは比較的一定振幅に近い変動荷重によるものである。鉄道橋に生じる変動応力は部材の種類や影響線基線長により様々な頻度分布性状を示す³⁾ことから、それらの特性を反映した変動荷重疲労実験を行う必要がある。本研究では、垂直補剛材取付部を対象として、シミュレーション³⁾により発生させた2種類の変動応力を用いて疲労実験を実施し、鉄道橋変動荷重下における垂直補剛材取付部の疲労強度特性について検討した。

2. 実験方法

用いた試験体は一定振幅荷重実験⁴⁾と同様である。鉄道橋に生じる変動応力は、その応力範囲の頻度分布形状から分離型と集中型に分類することができる³⁾。本研究では、それぞれの代表としてスパン10mと20mの単純桁上を新幹線車両が通過する際に生じる曲げモーメントの変動波形を用いた。

図1にレインフロー法により求めた応力範囲の頻度分布を示す。図1中には3乗平均値の3乗根として求めた等価応力範囲 $S_{r,eq}$ もあわせて示す。スパン10mの場合、隣り合う2台の台車毎に大きい方と小さい方の応力範囲が同じ頻度で生じており、頻度分布が左右(大と小)に分離した形状となっている。一方、スパン20mでは大きい方の応力範囲は列車毎に1回、またその7~8割の大きさの応力範囲が車両毎に生じており、頻度分布は等価応力範囲付近に集中する形状となっている。

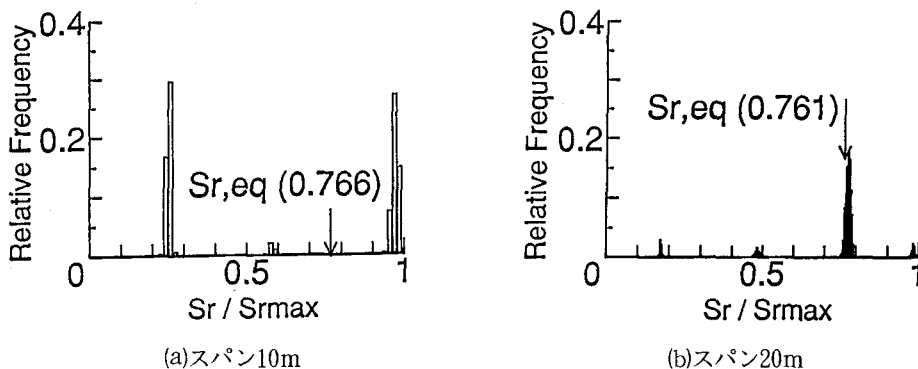


図1 変動応力範囲頻度分布

3. 実験結果と考察

(1)一定振幅荷重試験結果との比較

図2に最大応力範囲 $S_{r,max}$ で整理した変動荷重試験結果と一定振幅荷重試験結果の回帰曲線を示す。いずれの変動応力についても、 $S_{r,max}$ が一定振幅荷重下の疲労限よりも大きい場合には疲労亀裂が発生

しフランジの破断に至っているが、疲労限よりも小さい場合には疲労亀裂の発生は認められなかった。

(2) 疲労設計曲線との比較

図3には、等価応力範囲 Sr, eq で整理した変動荷重試験結果と鉄道構造物等設計標準⁵⁾の疲労設計曲線を示す。 Sr, eq は修正マイナー則に従って求めた場合(M.M.)と打ち切り限界を用いて求めた場合(C.L.)の2通りで示してある。スパン10mではスパン20mに比べて打ち切り限界の影響が大きく現れている。スパン10mの疲労寿命は20mの半分以下となっているが、いずれの点も滑らかな止端部をもつ十字継手に適用されるD等級の設計曲線を十分満たしており、スパン20mの場合には一等級上のC等級以上の強度を示している。

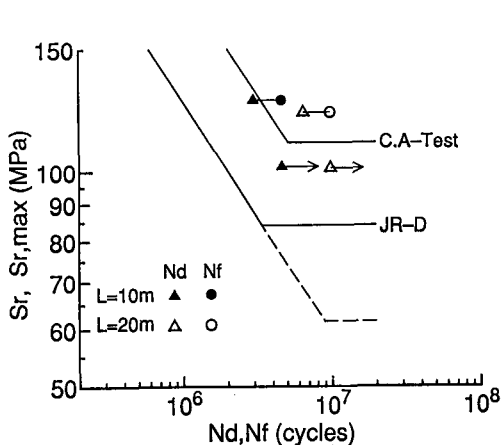


図2 一定振幅荷重試験結果との比較(Sr, max)

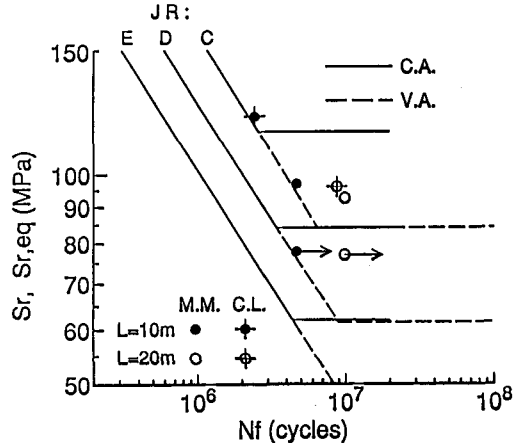


図3 疲労設計曲線との比較(Sr, eq)

(3) 寿命予測曲線との比較

図4には、等価応力範囲 Sr, eq で整理した変動荷重試験結果と疲労亀裂進展解析により求めた寿命予測曲線を示す。寿命予測曲線は、スパン20mの試験結果の方が長寿命となる傾向および Sr, max が疲労限以下では疲労破壊が生じない現象をよく表している。

4. おわりに

2種類の鉄道橋変動荷重波形を用いて垂直補剛材取付部の疲労実験を行った。その結果、強度的には設計曲線を十分満たすこと、および変動応力の種類により疲労強度特性が異なることが示された。

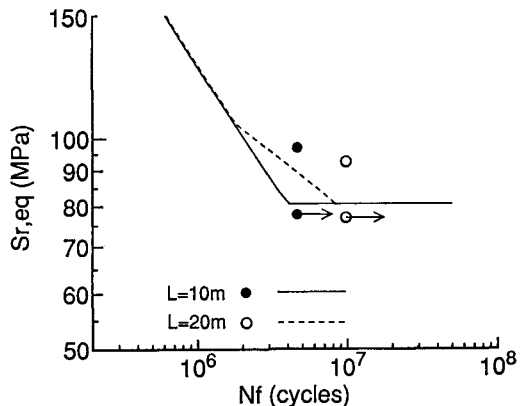


図4 寿命予測曲線との比較(Sr, eq)

参考文献：

- 1) 阪本・阿部・杉館：鉄道総研報告，Vol.3，No.10，1989.10.
- 2) 阪本・阿部・杉館：鉄道総研報告，Vol.5，No.5，1991.5.
- 3) 坂野・三上・西村：第17回土木情報ステムシンポジウム，1-12，1992.
- 4) 坂野・三上・米本・西村・岡：土木学会第49回年次学術講演会，1994.
- 5) 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.