

横河ブリッジ ○正会員 土橋 勝
 名古屋大学 正会員 山田健太郎
 名城大学 正会員 近藤明雅

1. はじめに 本報告では、昭和30年代後半に架設され、最近、支柱(垂直材)端部の疲労損傷が報告された上路式鋼2ヒンジアーチ橋を対象として疲労寿命評価を行うとともに、補修・補強案についても評価した。ここでは、まず構造物をモデル化して有限要素解析を行い、T-20トラック走行時の変位と応力を求めて比較するとともに、修正マイケル則とJSSC疲労設計指針のE(80)を用いて疲労寿命を評価した。

2. 平面解析(Case-1) A-橋は、箱断面のアーチ橋を有し、幅員も小さいことから平面解析を行った。

- 1) Model A-1:原橋をモデル化したもので、支柱両端を剛結としたモデル。
- 2) Model A-5:すべての支柱断面を支柱V1相当に増加したモデル。
- 3) Model A-7:Model A-1に斜材を付加し、スラントラブルレストアーチとしたモデル。

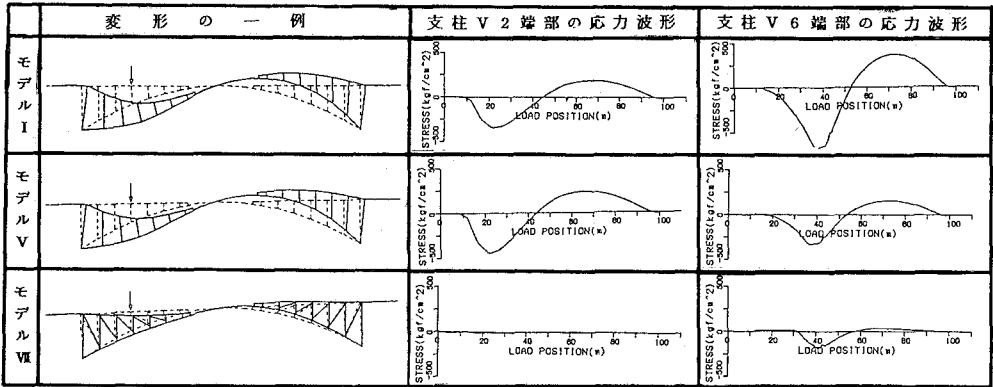


Fig.1 変形図及び支柱端部での応力波形(A-橋)

Fig.1に解析モデルのL/4点に荷重を載荷した場合の変形図と、T-20トラックが走行した場合の支柱V2とV6の上端での応力波形を示す。変形図を見ると、支柱の剛性を高める補強方法(Model A-5)での変位の低減効果は小さいが、斜材を付加する補強方法(Model A-7)は、変位の低減効果は大きいことがわかる。

次に支柱V2とV6の上端の応力波形を見ると、支柱の剛性を高める補強方法(Model A-7)では支柱が長いV2において剛性を増加させた効果はほとんどないが、支柱が短いV6では断面剛性が上がると応力範囲が減少する。斜材を付加する補強方法(Model A-7)では支柱の長さに関係なく支柱端部に発生する応力範囲は減少し、応力を発生させる荷重・荷重位置も着目している支柱近傍に限られる。つまり斜材を付加する補強方法は支柱が長い場合、斜材を付加する効果は著しく大きく、斜材が短い場合であっても全体的な変形が低減されるために発生応力範囲を低減する効果は大きい。

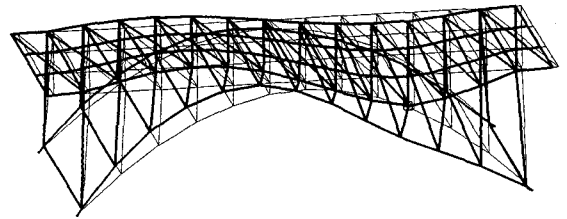
3. 立体解析(Case-2) B-橋は、斜角62°を有する上路アーチ橋であり、このために平面解析と異なった挙動を示す可能性がある。ここでは、疲労損傷を生じた橋梁とその補修案について立体解析を行った。

- 1) Model B-1:架設当初の緒元にもとづいたモデルであり、コンクリート床版は補剛桁の断面剛性の計算に考慮した。
- 2) Model B-3:Model B-1に斜材及び対傾構を付加したモデル。
- 3) Model B-4:床版が鋼床版に置き換えられた新構造をモデル化したものであり、鋼の高欄は断面剛性にいった。
- 4) Model B-7:Model B-4から斜材及び対傾構を除いたモデル。

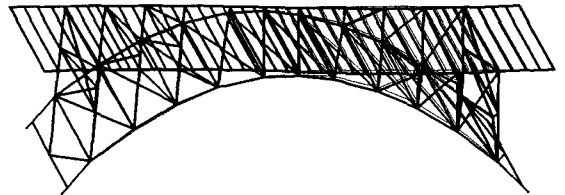
Fig. 2にModel B-1及びModel B-4のL/4点に荷重を載荷した場合の変形図を示す。これによると下横構を有しないModel B-1ではトラックが走行することにより捻り変形が生じ、これが疲労損傷の原因となった。しかし、対傾構、下横構、斜材を有するModel B-5では捻り変形が拘束され、発生応力が大きく低減されている。

交通量は、荷重をT-20トラック用い、Fig. 3に示すように2通りの推移を仮定した。図中の実線は18,000台/日のトラックが供用開始から一定である場合、破線は供用開始当初はトラック交通量が0とし、毎年720台/日づつ増加していく場合である。

このような交通量によって得られたModel B-1, B-3, B-4, B-7での各支柱の疲労寿命を交通量の線上に示す。まずModel B-1の場合には、どの交通量の推移パターンでも、供用後20年以内に大半の支柱に疲労損傷が生じる計算結果となった。さらに、Model B-1に補強を施したModel B-3では、全体的に安全側にシフトしたが短いもので供用後10年以内に疲労損傷が生じる計算となった。しかし、鋼床版を採用し、剛な下横構を付加した場合、Model B-4ではもちろんModel B-7でさえ、Model B-1に比べ非常に安全となった。この要因として床版の剛性、支柱の剛性など考えられるが、剛な下横構により左右の7-桁が一体となって挙動したことが大きい。

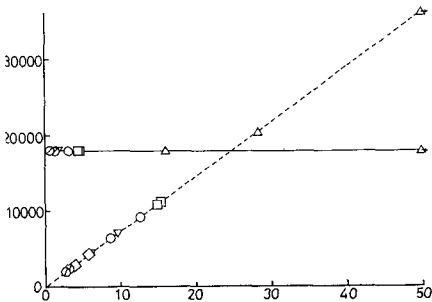


(a) Model B-1

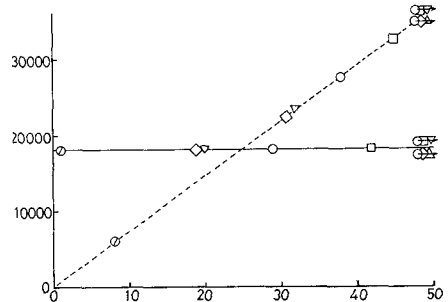


(b) Model B-5

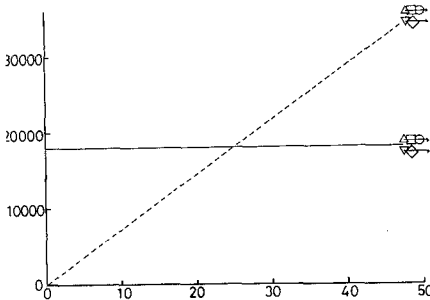
Fig. 2 L/4点の荷重による変形(B-橋)



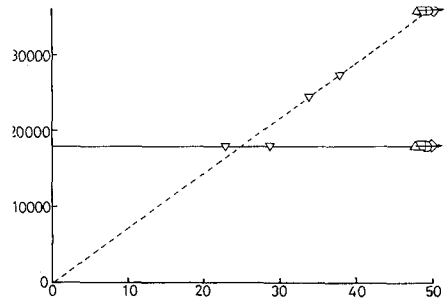
(a) Model B-1



(b) Model B-3



(c) Model B-4



(d) Model B-7

Fig. 3 支柱端部の疲労寿命

4. まとめ 斜材は構造の面内変形を大きく減少させ、横構、対傾構は捻れ変形などに対し、効果を示す。しかし、斜材付加は構造形式を変更するものであり、採用に当たっては十分な検討が必要である。