

アーチ橋の疲労解析

名古屋大学 ○学生員 土橋 勝 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の方法を示し、その評価を行うとともに、補修・補強案についても評価した。この方法では、まず構造物をモデル化して有限要素解析を行い、トラック走行時の変位と応力を求めて比較し、日本鋼構造協会（JSSC）疲労設計指針（案）にもとづいて疲労寿命を評価した。

2. 応力解析手法

対象橋梁は図-1に示すようにアーチ支間85mの上路式鋼2ヒンジアーチ橋であり、架設後約20年に中間支柱上下の取付ガセット（図中○印）等に疲労き裂が発見された。ここでは解析モデルを以下のように設定し、代表的な節点変位および要素の応力を求めた。

- ①モデルⅠ：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モデルⅤ：すべての支柱断面を支柱V1相当に増加したモデル。
- ③モデルⅦ：モデルⅠに斜材を付加し、スパンドレルブレースドアーチとしたモデル。斜材端部は剛結。

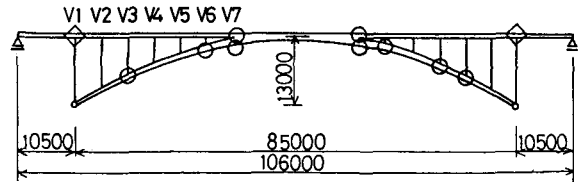


図-1 対象橋梁の一般図およびき裂位置

図-2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（モデルⅤ）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（モデルⅦ）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（モデルⅤ）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（モデルⅦ）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載荷位置も着目している支柱近傍に限られる。つまり斜材を附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。

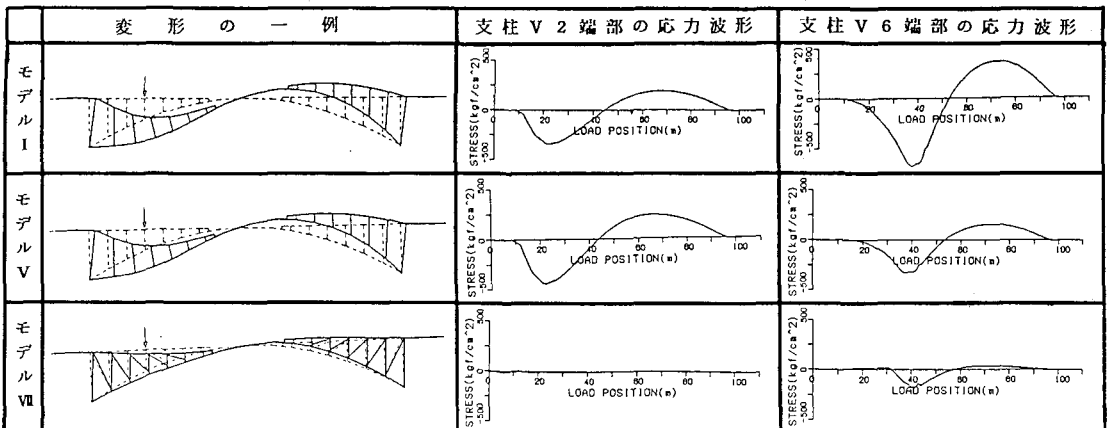


図-2 各モデルの変形と応力の一 例

3. 疲労寿命の計算

今回応力解析を行なった支柱端部はアーチリブにすみ肉溶接されている。ここでは、支柱外縁端の20万回疲労強度が80MPaであるとした。交通量は、T-20荷重を用い、交通量の特徴については次のように仮定した。図-3に示すように、供用開始当初のトラック交通量が500台/日であって、毎年3%づつ増加していく場合（実線）、500台/日のトラックが供用開始から一定である場合（破線）と供用開始当初はトラック交通量がほぼ0に等しく、毎年25台/日づつ増加していく場合（一点鎖線）の3通りである。

このような交通量によって得られたモデルⅠ、Ⅴ、Ⅶでの各支柱の疲労寿命を交通量の線上に示す。まずモデルⅠの場合には、どちらの交通量の推移パターンでも、約20年で支柱V6、V7に疲労損傷が生じる計算結果となった。さらに、支柱の断面剛性を増加させたモデルⅤでは、支柱の剛性を増加させることでモデルⅠより寿命が長くなるが、架設後30年以内に疲労損傷が生じる計算となった。仮に現在の交通量が将来あまり変化しないとしても、このような補修・補強方法では再度疲労損傷が生じる可能性がある。しかし、斜材を付加したモデルⅦでは、支柱V7を除いてどのトラック交通量推移を用いてもすべて60年以上の疲労寿命となる。過去の損傷事例から考えて、交通の推移が仮定したものに近ければ、アーチリブと補剛桁間に斜材を付加することは補強方法として有効であることがわかる。

4. まとめ

既設橋梁の延命には、将来の橋梁の使われ方を正しく把握して補修計画を立てる必要がある。構造全体に関わるような大きな補修・補強でなく、ガセット形状の変更、溶接方法の変更、一部部材の変更などについても検討し、橋梁の将来の使われ方に促した対策が望まれる。

現在、幹線道路に架かるこの種の橋梁の疲労解析を行っており、当日この結果もあわせて発表する。

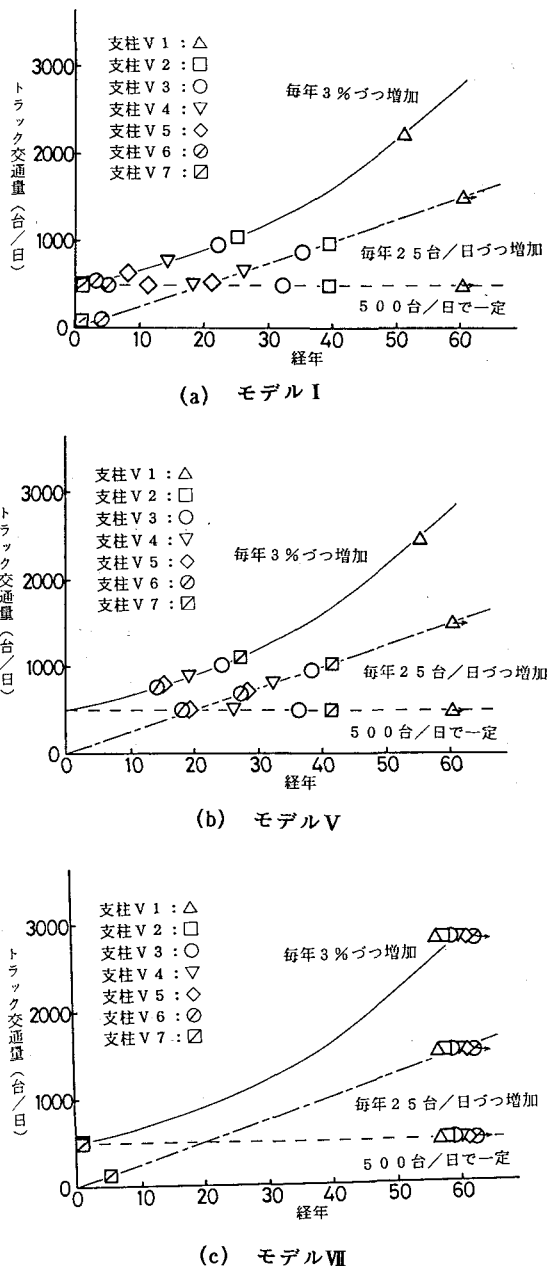


図-3 トラック交通量と経年の関係