

鉄道用トラスの縦桁のたわみが下横構連結部に及ぼす影響

東京鐵骨橋梁 正会員 ○正木 洋
 東京鐵骨橋梁 フェロー 阿部 英彦
 東京鐵骨橋梁 正会員 大坪 恭

1. はじめに

開床式の鉄道用トラス橋の縦桁、下横構間の連結部に疲労変状が発生する例が報告されている。その原因として「下弦材と床組との応力分担作用」および「縦桁のたわみによる影響」が考えられ、単線トラス橋では前者が主原因であり、後者の影響は無視しうる程度である事が記されている^{1), 2)}。しかし、実際には複線トラス橋でも同様の変状が見られる。複線橋の場合、前者の影響が現れるのは複線同時载荷の下であり、その頻度は非常に低いので、前者の影響は極めて小さいと考えられる。従って縦桁のたわみによる影響も無視できないのが実状であると考えられ、本研究ではその影響について、より詳細に検討を加えた。

2. 解析モデル

今回、解析の対象とした橋梁は図-1に示す支間62.4m、主構間隔4.7m、7格間の標準的な開床式下路ワーレントラス鉄道橋である。なお、3次元有限要素による解析にあたり、以下の様な点に留意した。

(1) 図-2に今回使用したモデルの拡大図を示す。縦桁の詳細な変形挙動を解析するために、縦桁、下横構及び連結材はPlate要素により構成した。また、縦桁のねじり剛性の影響を取り入れるために縦桁と主構の格点部分にもPlate要素を用いた。なお、下弦材、斜材、上弦材、上横構等の役割は、今回のモデルでは主として床組を支持するだけであるので、簡略化してBeam要素を用いた。さらにPlate要素とBeam要素との結合部に対しては剛結合に近似させるために剛性の高い仮想部材を配置した。

(2) 今回の解析では縦桁のたわみによる影響を求める事のみを目的としているので、縦桁は下弦材の各格点位置で「すべり支承」により支え、下弦材や床組の応力作用の影響が及ばない様にした。なお「下弦材と床組との応力分担作用」との重ね合わせ効果を調べるために全体解析する計画である。

(3) 列車荷重は、軸重や軸配置が縦桁に大きな影響を持つ車両として、101系電車(M荷重)を選んだ。また、定員の2.5倍の乗客率と平均的な衝撃効果を考慮して、1車軸あたり200kNと仮定した。

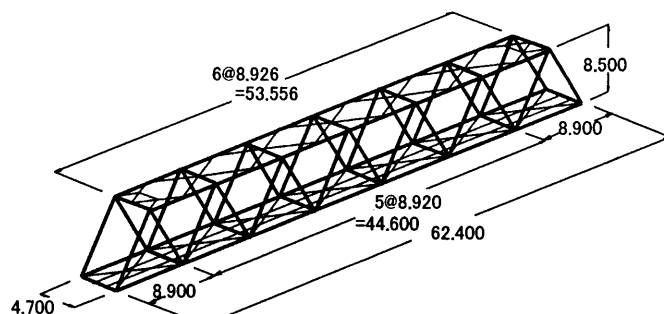


図-1 解析対象のトラス橋梁

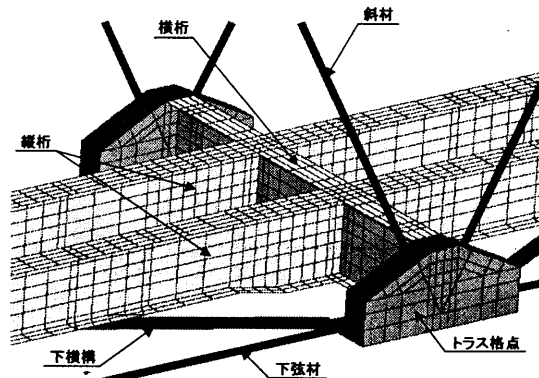


図-2 橋梁部材のモデル化

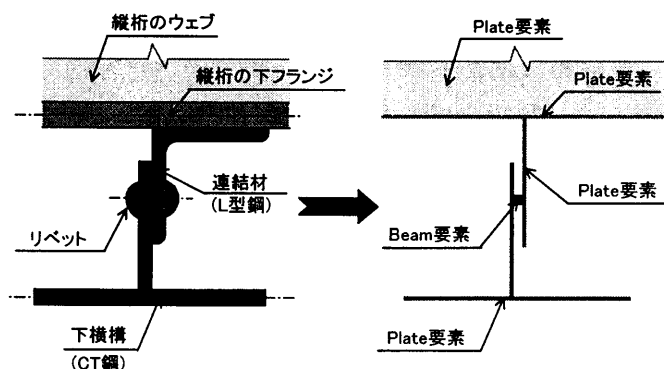


図-3 縦桁と下横構の連結部の詳細構造

キーワード：鋼橋、構造力学、数値解析、疲労強度、維持管理、鉄道

連絡先：〒108-0023 東京都港区芝浦 4-18-32

TEL 03-3451-1145 FAX 03-5232-3336

3. 解析結果

(1) 連結部のモデル化

縦桁と下横構との連結部の構造と、FEMモデル化した場合の比較図を図-3に示す。リベットにより伝達されるせん断力を求めるためにリベットはBeam要素とした。また、CT鋼製の下横構とL形鋼製の連結材とが重なる部分は剛性が高くなるので、その部分の要素群に対しては剛性を増加した。解析の結果、リベットの伝達せん断応力度および支圧応力度は、それぞれ、図-4および図-5に示す様になった。

即ち、せん断応力は実橋の部材剛性に近いと考えられる値の 10^2 倍辺りから増加し始め、 10^5 倍辺りで飽和する傾向が見られる。そこで後述する疲労破壊の回数予測計算では安全側を考慮して実質上、連結部の剛性を無限大であると想定し、 10^5 倍した場合の値を用いた。

(2) 疲労破壊回数の推定

今回得られたせん断応力と支圧応力により、それぞれの疲労破壊回数を推算するために、既往研究¹⁾において作成した疲労S-N線図(図-6)を利用した。その結果、リベットのせん断力および支圧力による破壊回数は、それぞれ、約15万回および約43万回となった。

なお、これらの寿命は実態より短いと感じられるが、その理由は次の様に推察される。即ち、連結部の剛性を 10^5 倍（事実上、無限大）として解析したが、構成する板の変形などにより実橋の剛性はこの値よりも小さく、したがって、リベットの伝達力も減少していると考えられる。しかし今回の解析により、少なくとも縦桁のたわみが下横構との連結材に対して大きな影響を及ぼす可能性のある事が解析的にも説明された。

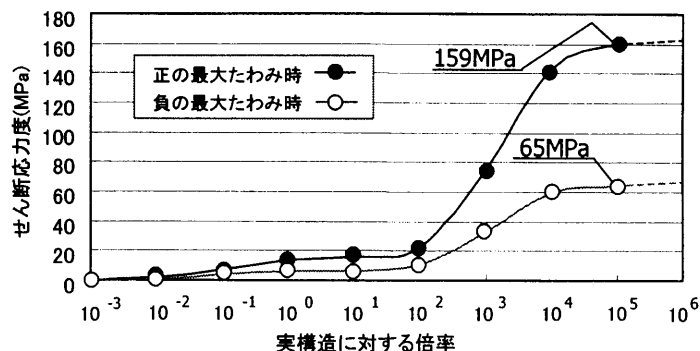


図-4 連結部の剛度とせん断応力度

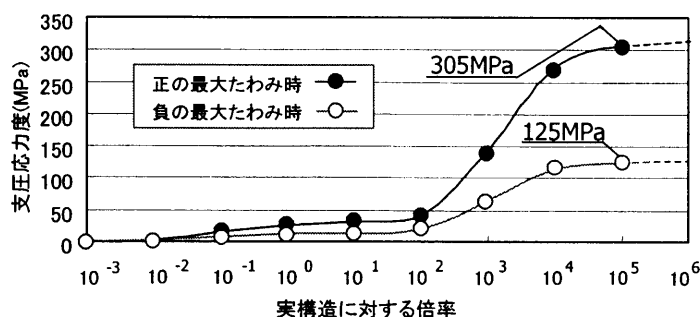


図-5 連結部の剛度と支圧応力度

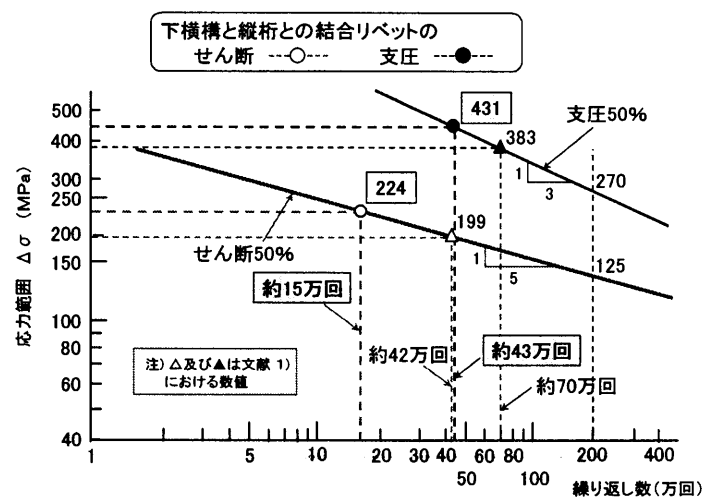


図-6 連結部の疲労破壊回数の予測

4. まとめ

今回の研究により、縦桁と下横構との連結部の変状の原因として、縦桁のたわみによる影響が無視できない事が推察された。連結部の疲労に対して複線橋の場合には縦桁のたわみが主要原因であると考えられるが、連結部の位置の差により外縦桁の方が疲労損傷を起こしやすいと考えられる。今後、解析モデルをより実態に近く構成し、複線トラスについても新たに解析して連結材の取付け位置の影響などを明確にすると共に、実橋における変状例と比較したい。また床組への応力分担作用の影響と併せた総合的な疲労効果を明らかにし、実橋における損傷原因の究明とその対策を提言できるよう、研究を継続したい。

【参考文献】

- 1) 阿部他：鉄道用トラスにおいて弦材の応力が床組部材に及ぼす影響、鉄道力学論文集 No.5、土木学会、pp.31~36、2001
- 2) 阿部他：鉄道用トラスにおける縦桁のたわみによる下横構への影響、土木学会第57回年次学術講演会概要集 I-280、2002.9