

# (I-45) 鉄道用トラス橋の縦桁と下横構の結合部の性状に関する研究

足利工業大学大学院 学生会員 関根 秀明  
足利工業大学土木工学科 フェロー 阿部 英彦

## 1. はじめに

下横構の本来の役割は、下弦材や横桁と平面内でトラスを形成し、側方より加わる荷重に対して橋の強度や剛性を確保する事である。下横構は、通常細長い部材を使用するので、座屈を起こしたり、列車通過時に大きく振動する可能性がある。中間支持として縦桁と結合するが、これにより下弦材応力の一部が下横構およびこれと縦桁とを結合する連結材を介して縦桁に伝達される。このため、下横構や連結材に過剰な力が作用し、疲労損傷が見られる例がある。なお、現在、新たに設計するトラス橋では上下方向には変位を拘束するが、水平面内では無理なく変位できる吊構造を採用している。

本研究では、縦桁と下横構を結合する連結材に着目し、これがどの程度のせん断剛性を持っているかを調べるため、実橋の1/5程度の部分構造の試験体とこれに加力するための試験装置を製作した。連結材の長さは2種類、結合方法は高力ボルト結合とし、各部の応力を詳細に測定してその性状を確認した。

次に、試験体に対し有限要素法を用いて応力の伝達状況を解析し、連結材の長さおよびその結合方法(溶接またはボルト)による応力の差異を明らかにした。

## 2. 実験および解析の概要

製作した試験体は縦桁、下横構、連結材で構成された部分構造である。加力した時に、試験体および加力装置にねじり変形が生じないように、重量約1tfの剛な鋼製の台に全体を固定した。試験体と加力装置の概要を図-1に示す。力は橋軸方向の縦桁から、斜めの下横構に伝達されるが、この際、縦桁などにねじりが入らないように、剛な枠構造で縦桁を支えた。また、縦桁が水平に平行移動し、縦桁から連結材を介してのみ下横構に力が伝達されるように、両端

を支える枠材の垂直材には厚さ1mmを残して切込みを各々4箇所入れた。

加力方法は、細かいピッチの送りネジを用いて、これを回転させて縦桁に安定した変位が与えられるようにした。送りネジと試験体との間にパイプを介し、その4面に単軸ゲージを貼付してひずみ量を読み取った。また、送りネジ棒の先端部や試験体との接点にはボールベアリングを挟み、荷重の偏心を避けた。なお、最高荷重は15kNとした。

試験に用いた連結材の種類は、長さ200mmと125mmの2種類、結合にはボルト結合で実橋に似せて、縦桁下フランジに2本、下横構に2本の計4本の高力ボルトを用いた。ひずみ測定は、連結材のせん断力も測定するために図-2に示すように3軸ゲージを貼付した。リブが付いた方を表面とした。また、縦桁端にダイヤルゲージを設置し、その変位を併せて測定した。

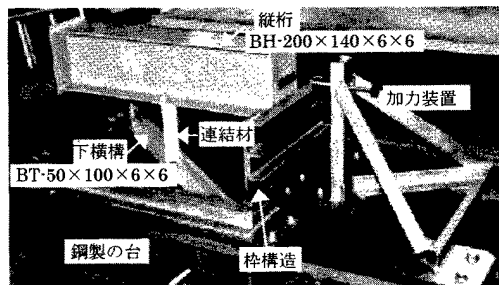


図-1 試験体と加力装置の概要

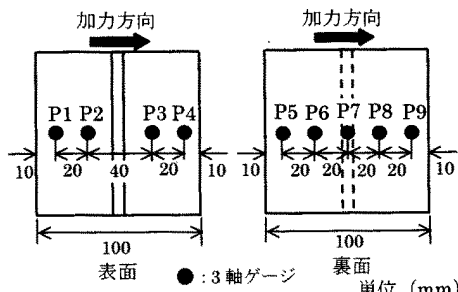
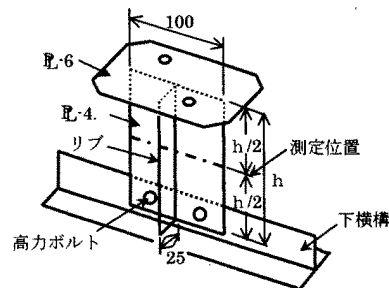


図-2 連結材の概要とその測定位置

キーワード：鉄道トラス橋、維持管理、構造解析

連絡先：〒326-8558 栃木県足利市大前町268-1 TEL 0284-62-0605 FAX 0284-64-1061

次に、有限要素法を用い、ボルト結合部を含む試験体に対し、線形弾性体として構造解析を行った。なお、縦桁、下横構、連結材およびボルトをソリッド要素でモデル化した。ボルト結合部は、ボルトの頂点でのみ節点を共有させ、その他の節点では別個にした。圧縮部では解析上、板同士が互いに潜り込む可能性があり、不合理となるので、変形ボディの外側にある節点の変形ボディを通過しないような拘束を適用した。また、ボルトの締付け力は外力として与えた。

連結材が縦桁下フランジと下横構とが接している部分を溶接した場合と比較するために、接した部分で節点を共有させた溶接解析モデルも作成し、解析した。

### 3. 実験、解析結果および考察

連結材に貼付した3軸ゲージから得られた3方向のひずみの値に基づき、荷重 10kN 時の最大主ひずみ(引張)と最小主ひずみ(圧縮)およびそれらの方向を求め、その結果を図-3 に示す。図中の実線は主引張ひずみの方向、点線は、主圧縮ひずみの方向を表し、長さは値の大きさを表す。長タイプの方のひずみの方が大きく、また、連結材の両端側に高いひずみが発生し、加力側とその反対側では、それぞれ引張と圧縮の分布が逆になっている。このことから、縦桁の水平移動により、連結材にかなりの曲げモーメントが発生したことがわかる。これについては、図-4 における連結材の垂直方向の応力分布から見られる様に長タイプの方が大きく変形している。図-5 は、連結材の水平せん断応力分布を示す。これは3軸ゲージから得られた主ひずみ値により描いたモールの応力円に基づき、水平方向のせん断応力を求めたものである。これによると、縦桁から連結材、下横構へと応力を伝達する過程で、連結材の水平方向せん断応力の分布は長タイプの方が若干大きかった。また、連結材の両面で水平せん断応力に僅かな差が生じていることから、連結材にねじりモーメントも働いている事がわかる。図-6 は、縦桁端に設置したダイヤルゲージの読みと、解析における変位と荷重の比較を示す。200-B の場合が最も変位が大きく、200-W、125-B、125-W の順に小さくなっている。変位が小さいほど連結材の剛度が大きい事を意味し、下弦材の応力を縦桁に伝達する割合が大きくなる。また、ボルト継手の解析値と実測値は良く近似していたので、この解析方法は妥当であると考えられる。

### 4. おわりに

縦桁と下横構の結合部は、短タイプほど下弦材の応力を縦桁に大きく伝達し、また、ボルト結合より溶接結合の方が剛な結合になる事が定量的に明らかになった。また、ボルト継手の解析方法の妥当性が証明された。

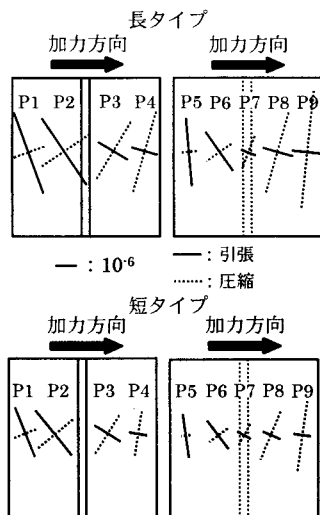


図-3 連結材における主ひずみ方向分布

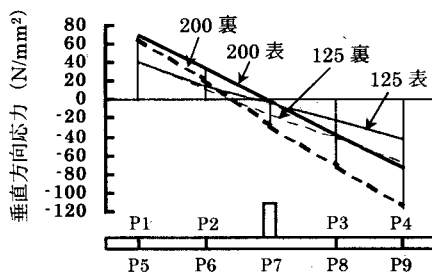


図-4 連結材における垂直方向応力分布

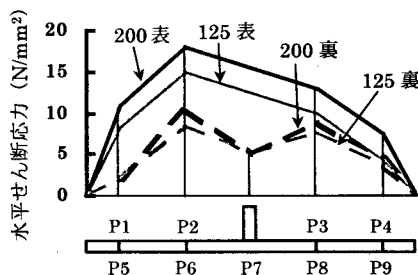


図-5 連結材における水平せん断応力分布

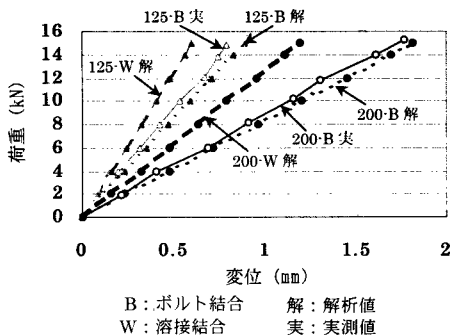


図-6 縦桁端の変位と荷重の比較