

# I-115 鉄道橋縦桁のフランジの首振り疲労に関する研究

トビー工業 正員 石黒邦男  
 宇都宮大学 正員 阿部英彦  
 トビー工業 土橋健治

## 1. はじめに

鉄道橋の縦桁として広く用いられているI形桁は、その上を列車が通る際に、図-1の様に枕木を支えている上フランジに偏心荷重がかかり、いわゆる、首振り疲労の問題が生じる可能性がある。

本年は、実際のI形桁の断面寸法に近い試験体を用い、主として補鋼材の影響に着目して疲労試験を行うと共に、下路トラス鉄道橋の縦桁を軌道と1体にモデル化し、首溶接部の応力状態を知るためにFEM解析を行った。

## 2. 実験概要

本実験では図-2に示す通り、実際に使われている縦桁に近い寸法のI形断面の短桁に対し、垂直補鋼材の取り付け方を3種類変えて、静的および疲労試験を行った。荷重方法は、試験体を図-3に示すように傾け、特製のピボットを介して偏心荷重をかけた。

タイプ1は補鋼材を上下フランジ、ウェブの3辺で溶接した試験体、タイプ2およびタイプ3は、それぞれ、補鋼材上端と上フランジの間にR=2cmのスカラップと小さいギャップを設けた試験体、および15cmの大きいギャップを設けた試験体である。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 静的試験

タイプ1の試験体では、上フランジの傾きが補鋼材によって拘束されたために、首溶接止端部の応力は余り大きくならなかった。タイプ2の試験体では、フランジと補鋼材との間にギャップがあるので、フランジの傾きは大きくなるが、桁の中央部ではウェブも変形することにより応力が緩和された。しかし、補鋼材部ではギャップの下側は補鋼材で変形が拘束されるため、補鋼材先端の溶接部に応力が集中する。タイプ3の試験体でも、補鋼材先端に応力は集中するが、ギャップが大きいのでタイプ2ほど応力が集中しなかった。首溶接止端部における偏心量2.5cm、荷重8tfの場合の各タイプの桁長手方向の応力分布を図-4に示す。(ゲージの中心の位置はすみ肉溶接止端から8mm)

### 3.2 疲労試験

タイプ1では、試験機の限界能力である30tfで試験を行ったが、疲労亀裂が発生しなかった。タイプ2、タイプ3では、補鋼材とウェブとの溶接上端部に亀裂が発生した。図-5に示す結果から、引張側の応力が等しい場合、20万回程度までは偏心量が大きい方が長寿であるが、その後は逆転する傾向が見られる。また、引張側の応力が同じであれば、ギャップの大小は余り関係ない様である。なお、昨年行った小型の溶接組立H形断面梁で首溶接部に亀裂が発生した場合(図-9)と比較すると、補鋼材先端の溶接部に応力が集中するため、その部分により早く亀裂が生じることがわかる。

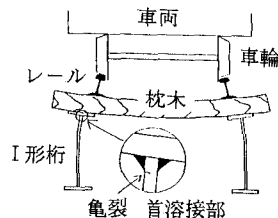


図-1 概念図

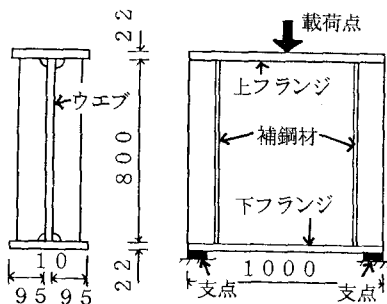


図-2 試験体の形状

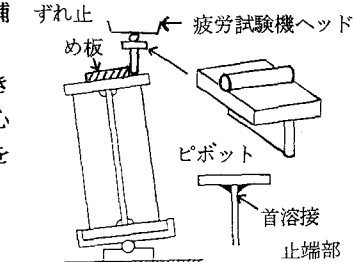


図-3 荷重方法

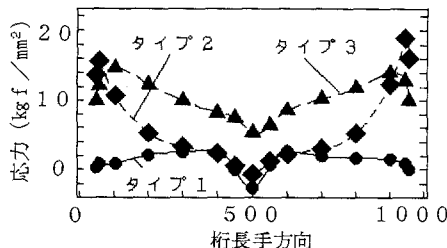


図-4 各タイプの首溶接部の応力

#### 4. 解析概要

構造の対称性を考慮して実橋の半分を図-6のようにモデル化し、3次元有限要素法弾性解析を行うことによって列車荷重によるI形桁の首溶接止端部の公称応力(集中応力を考慮しない値)を求めた。

鉄道トラス橋の縦桁(I形)と枕木およびレールを取り出し、実橋に近い条件となるようにそれぞれを結合し、これらを一体として解析を行った。このモデルでスパン中央のレール上に1車輪を載せた場合と2.2 m離れたところにもう1車輪を載せた場合の2つの条件で解析を行った。縦桁、枕木およびレールの形状、寸法、材料特性は、新幹線における例を参考にした。車輪荷重は衝撃の影響を含めて10tfと仮定した。

また、このプログラムを用いて荷重以外にフランジ厚を22mmから15mmに薄くした場合、枕木とレールの剛度をそれぞれ1/2とした場合、および両方を1/2とした場合等について解析した。

#### 5. 解析結果および考察

1車輪および2車輪を載せた時の首溶接止端部の桁長手方向の公称応力を図-7および8に示す。

これによると、2車輪を載せた場合では、それぞれの車輪の荷重は互いに余り影響を及ぼさないが、枕木やレールの剛度に関しては、応力にかなり影響を及ぼすことがわかる。

1車輪を標準のレール、枕木に載せた場合の首溶接止端部の公称引張応力の最大値は約1.6kgf/mm<sup>2</sup>であり、この値を図-9(昨年の小型試験)と比較すると、車輪の繰返し回数を2億回(70年間推定)としても相当安全であることが推察される。

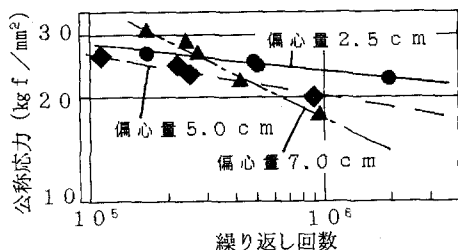


図-9 昨年得られたS-N線図

#### 6. 結論

鉄道橋における縦桁として用いられているI形桁の首溶接部の疲労損傷については、本研究によると、ほとんど問題がないと考えられる。しかし、実際の繰返し回数は、図-9よりかはるかに多く、このS-N線図を直線的に延ばして判断することの不確かさ、また解析からも分かるように、まくら木、レールの状態によっては首溶接止端部の応力もかなり大きくなるので、今後、さらに多い繰返し回数の試験と共に枕木やレールの影響について研究をする必要があるであろう。

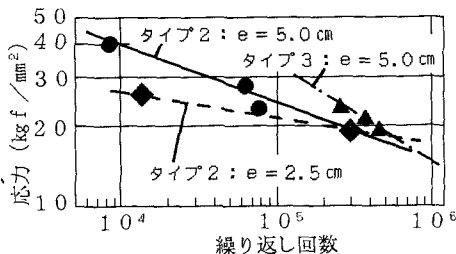


図-5 今年得られたS-N線図

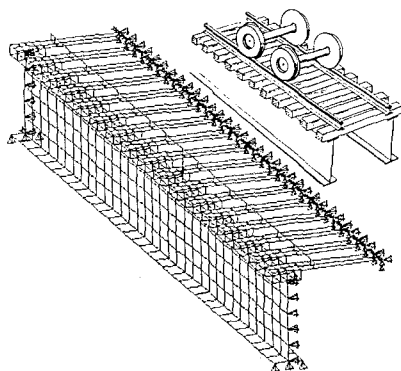


図-6 解析モデル

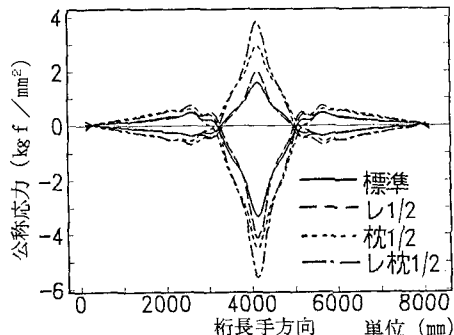


図-7 1車輪を載せた場合の応力

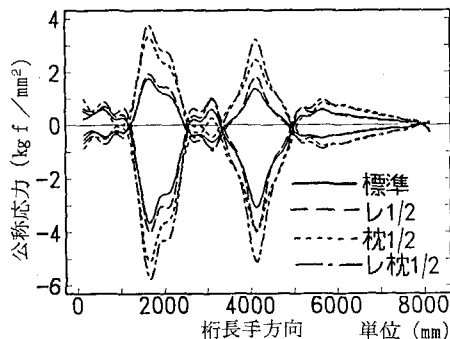


図-8 2車輪を載せた場合の応力