

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

トラス鉄道橋の床組は、通常、縦桁と横桁によって形成される格子構造になっている。一般に列車荷重は軌道→縦桁→横桁→トラスの弦材→支承の順に伝達されると仮定して設計する。しかし、実際には縦桁は横桁、下横構などを介して下弦材に作用する応力の一部を分担していることが多い。そのため縦桁に作用する応力は仮定よりも大きくなったり、縦桁と下横構との結合部や下横構にも過大な力が伝達されて、これらの部材に変状を来す可能性がある。

そこで、本研究では、簡略化したトラス構造の模型を作製し、下弦材に対する床組みの協力作用を調べるため構造形態を6通りに変えて、各部材のひずみを測定した。また、有限要素法により模型の構造解析を行い、実測値と比較した。

2. 計測方法

模型は図-1に示す様な5格間のワーレントラス構造である。また、部材の結合には剛性を高めるために部材を引き寄せるナット付きネジと、ズレを防止するタッピングネジを併用した。

下弦材への協力作用を持たせない構造形態の場合には特定の結合部のタッピングネジを外し、ナット付きネジも緩めて応力が伝達しないようにした。荷重は上弦材中央部の両側にそれぞれ20kgf、計40kgfの錘を載荷し、下弦材の応力が最も大きくなる中央格間の下弦材の軸方向ひずみを測定した。なお、各構造形態について、同じ条件下で5回ずつ測定し、その平均値を求めた。

3. 結果および考察

表-1および図-2には、各構造形態における下弦材中央部の軸ひずみの比較をまとめた。下弦材に対して他の部材の協力作用を全く持たない構造形態Aの解析値および実測値を共に100%として、各構造形態の場合の比率も示した。これは、構造形態の変化に伴って床組の諸部材が下弦材に対して協力作用を持つことで、ひずみ比率が軽減している事を表している。今回の結果から次の事がわかる。下横構は①縦桁と結合されて下弦材の応力を縦桁に伝達する役目と、②下弦材に対して橋軸方向に対して断面増の効果の両方役目を持つ。各構造形態における①、②の効果の有無は表-1に記す通りである。また、横桁の水平橋軸方向の曲げ剛度の影響より下弦材のひずみが軽減していることがわかる。

今回、模型の実測値と解析値との間にある程度差が認められたが、この原因について、まず第一に模型の橋軸方向の水平曲げ剛度に影響を及ぼす横桁端部の結合剛度が十分でなかった可能性が挙げられる。下弦材に作用している軸力による長さ変化が横桁に水平橋軸方向の曲げを生じさせ、縦桁に軸力が移行するが、横桁端部

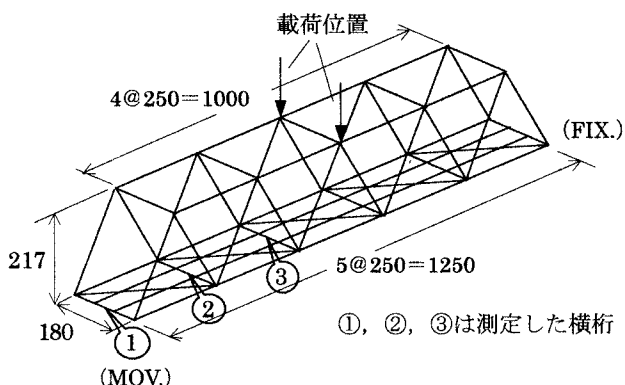


図-1 試験模型 (単位: mm)

キーワード: 鋼鉄道橋, 構造計算, 維持管理

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

の結合部の剛度やズレなどが縦桁の協力作用に影響を及ぼした可能性がある。そこで模型の端横桁（横桁1）、2番目の横桁（横桁2）および3番目の横桁（横桁3）の結合剛度を知るため、模型に載荷させた時、各々の横桁中央部のたわみ量をクリップゲージにより測定した。その結果を表-2に示す。なお、この場合、下横構が協力しない構造形態Dを採用した。また解析においても同じ構造形態を採用し、結合は完全剛結合と仮定した。その解析値よりも実測値の方がたわみ量が小さいことから、今回作製した模型の結合は完全剛結合より結合剛度が小さい事がわかった。この理由により、縦桁に移行する応力も解析モデルより模型の方が小さくなったものと考えられる。

第二に、構造形態を変更するたびにタッピングネジの取り外し、締め付けを繰り返したために部材のネジ穴に緩みが生じ、再度締め付けた際、結合剛度が低下した可能性もある。

図-3 は先の横桁と下弦材の結合剛度の影響について調べるため、解析でこの剛度を広い範囲で変化させた場合の下弦材中央部におけるひずみを示す。横軸は横桁端部の取り付けネジ1本当たりのせん断パネ定数であり、また、縦軸は下弦材中央部のひずみを表す。この結果からパネ定数が1kgf/mm程度まではヒンジ結合の状態に近く、10⁵kgf/mm程度になると剛結合の状態になる事がわかる。今回、作製した模型の横桁端部の剛度は下弦材のひずみの実測値 74.36 μ から、ネジのせん断パネ定数は30kgf/mm程度と推測される。

4. おわりに

今回、実測値と解析値とも協力作用には近い傾向がみられた。そのことから、(1)横桁の水平橋軸方向の曲げ剛度の影響、(2)縦桁と下横構の結合による影響、(3)下横構の断面増の効果による影響の各々を明らかにすることができた。この結果を、今後の設計に活かしたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 阿部、中島、堀内：合成桁におけるスラブ分割の影響と柔ずれ止めの開発、構造工学論文集、Vol. 35A、pp. 1205-1214、1989
- 2) 渡辺、阿部：トラス鉄道橋における床組の弦材への影響 土木学会第 54 回年次学術講演会、pp. 674-675、1999

表-1 下弦材のひずみ、比率、下横構の協力

構造形態		値	ひずみ (μ)	比率 (%)	下横構 の協力
A	下弦材に対する 協力作用なし	解	85.30	100.0	なし
		実	86.50	100.0	
B	横桁、結合材 協力作用なし	解	66.53	78.0	②
		実	70.63	81.7	
C	横桁協力作用なし	解	50.09	58.7	①、②
		実	55.13	63.7	
D	下横構、結合材 協力作用なし	解	70.86	83.1	なし
		実	74.36	86.0	
E	結合材協力作用なし	解	56.67	66.4	②
		実	62.91	72.7	
F	全て協力作用あり	解	47.99	56.3	①、②
		実	55.24	63.9	

注) 解：解析値 実：実測値

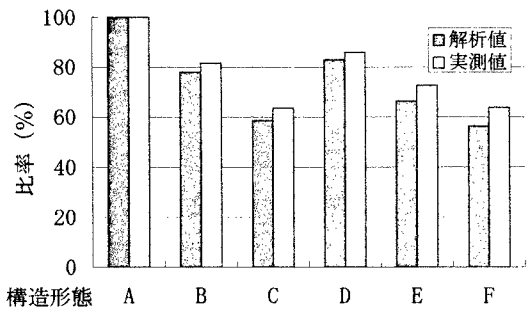


図-2 下弦材のひずみ比率

表-2 横桁中央部の水平方向曲げたわみ量

測点箇所	解析値	実測値	単位 (mm)
横桁1	0.019	0.013	
横桁2	0.015	0.010	
横桁3	0.007	0.003	

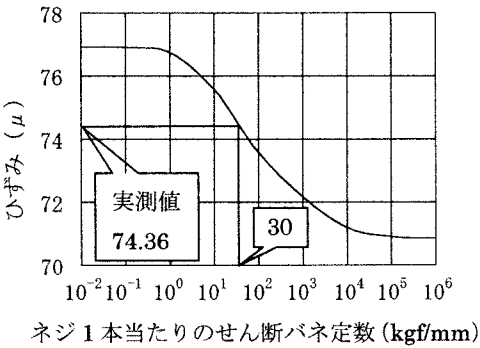


図-3 横桁と下弦材の結合剛度の変化が下弦材のひずみに及ぼす影響