

V-502 大スパン合成トラス桁における鋼管ウェブの発生応力及び破壊性状について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員○小林 將志

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 中山弥須夫

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 米倉 頼夫

1. はじめに

鋼管をウェブ材と下弦材等の構造用鋼材として使用し、コンクリートを床版上弦材とした合成トラス桁は、海外においていくつか報告されており、我国においても鋼管の材料と工作技術の品質向上に伴い、このような桁の開発及び利用が進められている。

鋼管トラス構造については、建築の分野において数多く検討されているが、トラスの形式・部材の形状・部材軸線の交点位置・部材の接合方法等の構成要素により、破壊時の挙動も様々に変化する事もあり、終局耐力・変形性能の評価方法については、一概に論ずることは困難であるとされている¹⁾。

本研究では、既に提案されている大スパン合成トラス桁に対し、床組とウェブ材の格点構造を変化させた部分系モデルの載荷実験を行い、その分析結果から応力及び破壊性状を明らかにする。

2. 試験方法

本実験に用いた試験体の一例を図1に示す。試験体は実物大のスパン方向の1パネルについて取り出し、四隅をピン構造とした。載荷方法は、下弦材を固定し上弦材に軸方向力を加えることにより行い、ウェブ材及び床組材に対する応力状態を、全体系モデルでの載荷時と一致させるものとした。各試験体の概要は、表1に示す通りである。応力の計測点は、圧縮側ウェブ材の上中下段の3断面に対し構面内方向の各2点設置し（図1参照）、計6点で計測を行った（②はウェブ材長中央、①、③は床組材、下弦材面から軸線距離で7cm離れ）。

使用部材の諸元は以下の通りである。上弦材はデッキプレート（APA60）にコンクリートを打設したもの、ウェブ材は中空のSTK400（ $\phi 114.3 \times 4.5t$ ）、下弦材はSTK400（ $\phi 318.5 \times 10.3t$ ）にコンクリートを充填したものをそれぞれ用いた（コンクリート平均強度は材令7日 $\sigma_c = 493 \text{ kgf/cm}^2$ ）。

3. 実験結果

特に圧縮側ウェブ材に注目し、降伏及び破壊性状を表2に示す。ウェブ材の降伏時に作用する軸力及び曲げモーメントは、計測点のいずれかが0.2%ひずみを発生した時の値を、弾性計算により算出した。

(1)降伏時 ウェブ材の降伏位置は、全ての試験体において①断面において発生した。また、H形鋼を使用したNo. 1、2は、IN側（図1参照）において降伏し、C T形鋼を利用したNo. 3、4は、OUT側において降伏した。

(2)破壊時 鋼管の座屈挙動は、②の部材中央周辺で座屈す

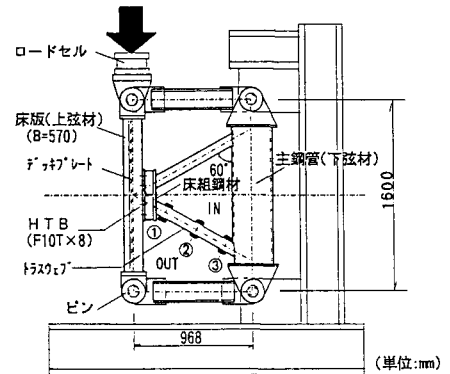


図1 載荷台の概略と計測位置

表1 試験体の概要

No.	床組鋼材	交点の位置	概略図
1	加工H形鋼 H400×400×13×21	上弦材重心軸 上弦材重心軸	上弦材 床組鋼材 トラスウェブ 補剛材 100 400
2	加工H形鋼 H400×400×13×21	上弦材下端	150 400
3	C T形鋼 CT400×400×13×21	上弦材重心軸	200 400
4	C T形鋼 CT400×400×13×21	上弦材上端	200 400

表2 載荷力対照表

No.	降 伏 時				破 壊 時	
	降伏位置	載荷力(Py) (t)	軸 力 (t)	曲げモーメント (t・m)	座屈位置	載荷力(Pu) (t)
1	①-IN	25.7	30.1	0.49	②	59.7
2	①-IN	14.0	22.7	0.79	①&②	60.6
3	①-OUT	39.6	28.7	0.56	②	55.5
4	①-OUT	30.6	17.6	1.00	①&③	57.5

るNo. 1、3のタイプと、主にウェブ材端部周辺で座屈するNo. 2、4のタイプの2タイプに分かれた。破壊挙動としては、全試験体において圧縮側ウェブ材の座屈により破壊したが、脆性的な破壊性状は確認されなかった。

4. 考 察

(1)軸 力 荷重力と圧縮側ウェブ材の発生軸力の関係を、実測値と解析値より比較したものが図2である。実測値は、3断面の平均値とし、解析値は骨組構造解析により算出した。床組材にC T形鋼を使用したNo. 3、4は、解析値に比べ発生軸力が小さくなったが、骨組構造解析にて応力算定する事は可能であると思われる。また、加工H形鋼を用いたNo. 1、2の形式は、表2に示したように、降伏時において格点周辺の軸力が荷重力(P_y)より大きな値を示す。これは、上弦材の軸方向力が板要素である補剛材を介して立体部材の円形鋼管に伝達されるため、発生応力が断面において偏分布した事が原因と思われる。

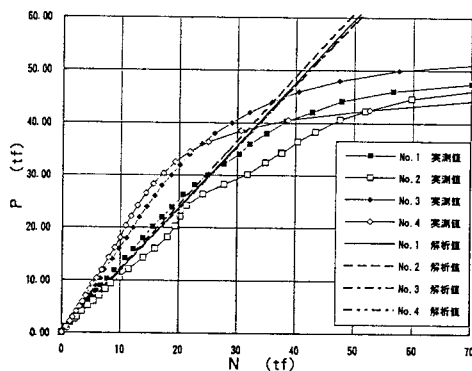


図2 荷重力と軸力の関係

(2)二次応力 荷重力と発生曲げモーメントの関係を、実測値と解析値より比較したものが図3である。図より、No. 3は、想定された解析値とほぼ等しい発生応力を示す。No. 2、4は、①断面において過大な曲げモーメントを生じており、偏心により局部的な応力集中が発生すると思われる。また、No. 1、2のような構造では、解析値と正負逆の応力が発生しており、床組材の面内方向の剛性が高いために変形性能が向上し、I N側の圧縮応力を増大させるような曲げモーメントが生じたと予想される。

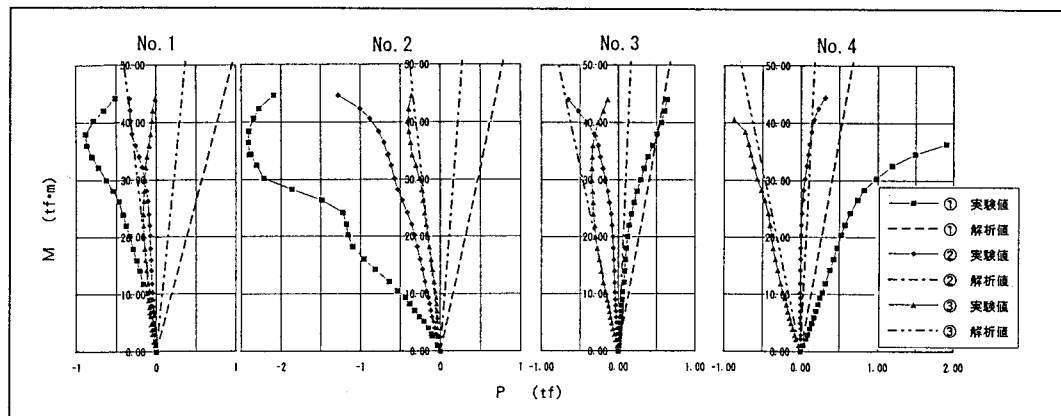


図3 荷重力と発生曲げモーメントの関係

5. 結 論

本研究において明らかとなった事項を要約して以下に示す。

- (1)床組材をウェブ材(円形鋼管)の格点として利用する場合、交点位置の偏心により、格点近くに過大な二次応力を生み出し、破壊形態にも影響する。
- (2)骨組構造解析は、上弦材とウェブ材軸線の交点が一致する場合、軸力の算出に有効であるが、交点が偏心した場合及びH形鋼を介する構造では、応力性状を把握する事は困難となる。
- (3)ウェブ材の座屈を先行させる桁の構造では、主に軸力の影響により座屈するタイプと、主に曲げモーメントの影響で座屈するタイプの2タイプが存在するが、どちらのタイプも靱性の高い破壊性状を示す。

《参考文献》

- 1)鋼管構造設計施工指針 日本建築学会 1990改訂