

ガセットプレートを考慮したトラス橋圧縮部材の終局強度と変形性能に関する研究

大阪市立大学大学院 学生会員 朱 宇
大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行
大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

1. はじめに

トラス橋圧縮部材の設計では、両端の格点部をピン結合と仮定して、道路橋示方書に定めた許容圧縮応力度曲線に従って、応力照差を行うのが一般的である。しかし実際には格点部ではガセットプレートにより部材が結合されているため、終局状態における強度や変形特性は必ずしもピン結合に理想化した場合のそれらと一致するとは限らない。

そこで、本研究では、FEM 数値解析手法によりガセットプレートによる拘束条件が圧縮部材の終局強度と変形性能とに与える影響を検討し、トラス橋圧縮部材の精度の良い終局強度および変形挙動を解明するとともに、より経済的な許容圧縮応力度曲線の提案を試みている。

2. 解析概要

道路橋示方書に従って設計された2主構の単純下路式トラス橋を解析対象としている(図-1)。本解析では、対象橋梁において、最も厳しい圧縮部材であり、無補剛箱形断面を有する上弦材 U3 を着目部材とした。部材 U3 の断面形状および寸法を図-2に示す。この着目部材が一本の圧縮柱と見なす場合の挙動と、2次元トラス橋の全体モデルの中において、格点部をピン結合でモデル化した場合、剛結合でモデル化した場合、および実構造に近似するように板要素でモデル化した場合とを比較し、トラス橋圧縮部材の精度の良い終局強度と変形性能とを求め、簡易設計法について検討する。

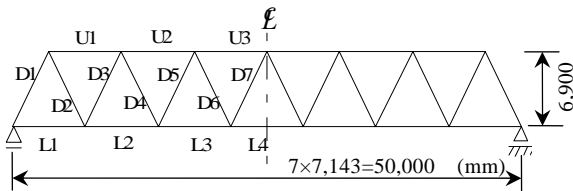


図-1 トラス橋主構平面図および部材名図

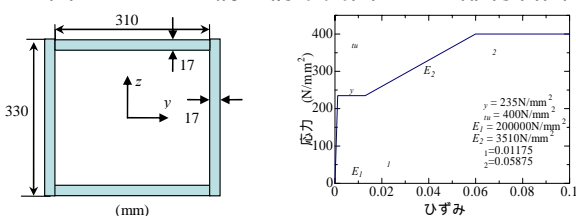


図-2 断面形状図

図-3 応力-ひずみ関係

解析に用いた応力 - ひずみ関係を図-3に示す。なお、文献1)を参考にし、矩形分布の残留応力を導入した解析も実施している。また、文献2)にしたがって、上弦材は正弦半波形の初期たわみを考慮し、隣接部材の初期たわみの方向は着目部材の強度を最も低くするように与えている。

ガセットプレートの影響を考慮するため、図-4と図-5とが示すように、格点部を板要素で、主構の他部材を梁・柱骨組要素でモデル化している。ガセットプレートと主構の他部材とは剛体要素で連結している。実施した解析の内訳を表-1に示す。

3. 解析結果

各解析ケースの着目する部材U3において、平均圧縮応力 σ_c と中央部のたわみ $w+w_0$ との関係を図-6に示す。図-6中の平均圧縮応力は部材に作用する圧縮軸力から算出し、降伏応力 σ_y で無次元化している(図-6(a))。また、ガセットプレートの影響を考慮した解析モデルmodel-bの着目部分の応力コンター図および変形図を図-7に示す。なお、わかりやすくするため、変形図は30倍と拡大している。

図-6より、model-aおよびmodel-bのいずれにお

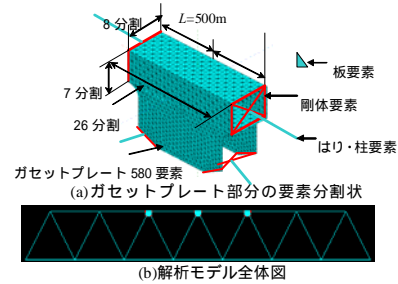


図-4 解析モデル model-a

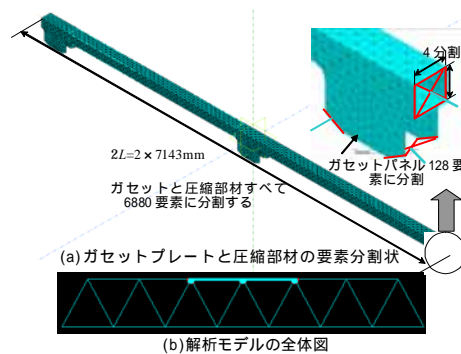


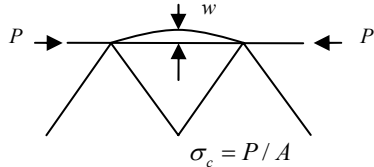
図-5 解析モデル model-b

キーワード：トラス橋，ガセットプレート，格点部，終局強度，変形性能

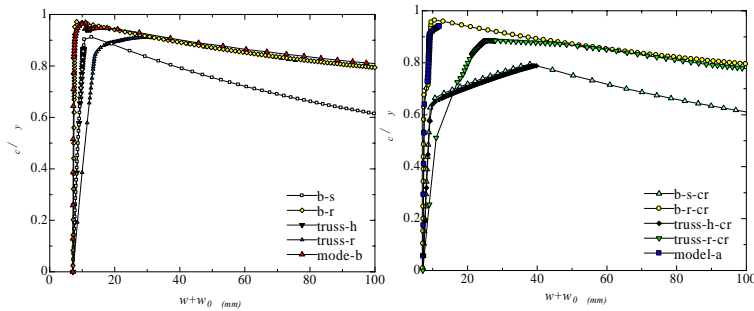
連絡先：〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL(FAX)06-6605-2765

表-1 解析モデルの内訳

解析モデル	解析タイプ	両端境界条件および格点部モデル化	残留応力
b-s	着目部材 U3純圧縮 解析	単純支持	なし
b-f		固定支持	
b-s-cr		単純支持	あり
b-f-cr		固定支持	
truss-h	2次元 トラス橋 全体解析	ピン結合	なし
truss-r		剛結合	
truss-h-cr		ピン結合	あり
truss-r-cr		剛結合	
model-a		実構造に近似する 板要素モデル化	あり
model-b			なし



(a) 着目部材の圧縮応力度とたわみ



(b)残留応力なし (c)残留応力あり

図-6 着目する圧縮部材の終局強度曲線

いても、最初に座屈した圧縮部材に座屈変形が集中するため、着目部材 U3 の終局圧縮強度と終局状態後の部材の変形挙動両方とも、両端固定支持条件の圧縮柱とほぼ一致していることが分かる。なお、同図(b)と(c)とを比較して、ガセットプレートの影響を考慮した際に、残留応力の有無が部材の終局圧縮強度に及ぼす影響は小さいことが確認できた。

図-7 より、トラス橋が終局状態に達した時、部材の柱としての全体座屈モードが卓越することが分かった。終局状態に達した後に、変形の増加に伴うガセットプレートと部材との接合部分での応力集中現象が確認され、塑性ヒンジ的な現象が形成することが予測できる。

4. ガセットプレートを考慮した許容応力度曲線

固定支持圧縮柱のパラメータ解析を行って、ガセットプレートの影響を考慮した圧縮部材の耐荷力曲線を求め、その曲線を安全率 1.7 で割ったものを、トラス橋圧縮部材の実務設計に適用できる許容圧縮応力度曲線として、提案した(図-8)。なお、設計の簡便さを図るため、部材の骨組長を有効座屈長とした。

図-8 より、提案した許容応力度曲線は従来の許容

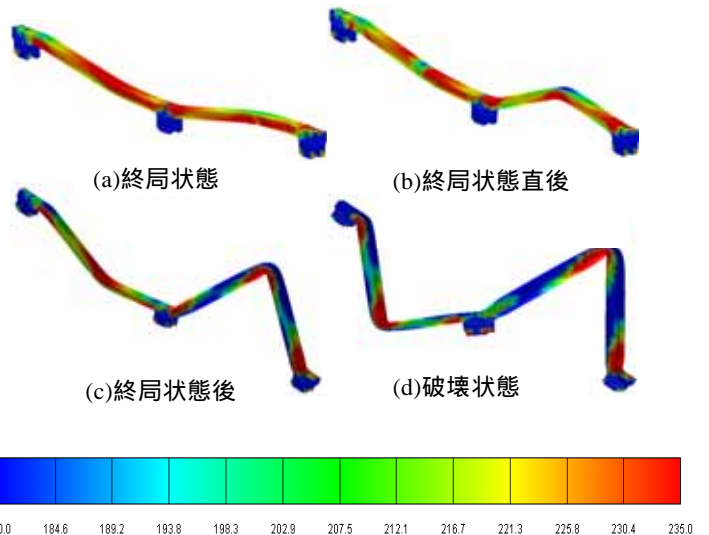


図-7 着目圧縮部材の応力・変形図

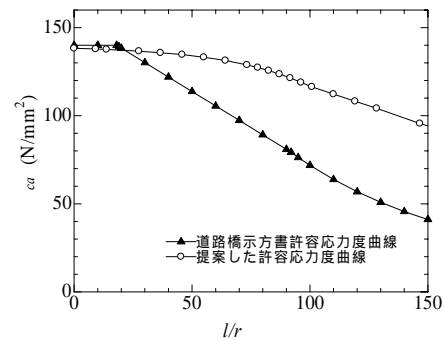


図-8 提案した許容応力度曲線

応力度曲線と比べ、細長比が $l/r > 30$ の範囲においては、強度が高いことがわかる。

5. 結論

最初に座屈した圧縮部材に座屈変形が集中するため、トラス橋圧縮部材の終局強度は、両端固定支持条件の圧縮柱のそれらとほぼ一致していることがわかった。

ガセットプレートを介して連結されるトラス橋圧縮部材は、柱としての部材全体座屈モードが卓越し、両端固定支持柱に類似な強度・変形挙動を呈することが確認された。

現行のトラス橋圧縮部材の設計手法は安全側であり、今後、より合理的な設計手法について検討する必要があることがわかった。

参考文献

- 1)小松定夫, 牛尾正之, 北田俊行: 補剛板の溶接残留応力及び初期たわみに関する実験的研究, 土木学会論文報告書, 第 265 号, 1997.6
- 2) 西村宣男, 小松定夫, 西出俊亮: トラス圧縮材の構面内極限強度特性, 土木学会論文集, 第 386 号 /I-8, 1987.10