

複合トラス橋の格点構造の力学的挙動に関する解析的研究

早稲田大学大学院 学生員 堀井真太郎

早稲田大学理工学部 学生員 梶村 宏一

早稲田大学理工学部 正会員 依田 照彦

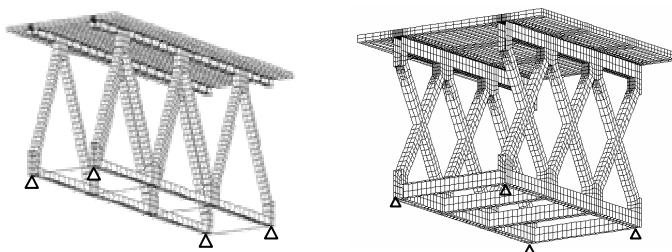
1. はじめに

鋼・コンクリート複合構造橋梁の最大の目的は、単一の材料のみで得られない合理的で優れた力学的特性を有する構造物を生み出すことである。すなわち、安全性、耐久性、施工性、景観および維持管理などに関して構造物に要求される諸性能を、鋼とコンクリートを適材適所に組み合わせ、両者の長所を生かし、短所を補うことによって満足させようとするものである¹⁾。

このような構造では、異種材料間の連結部で、その位置や継手構造が課題となり、部材と同等以上の剛性および耐力を確保するとともに、断面力の各成分が円滑に伝達される必要がある。

そこで本研究では、複合トラス橋における上弦材（橋軸方向）の必要性和上弦材を省略した時の問題点の解決策について、有限要素法の汎用コードABAQUSを用いてFEM解析により検証することを目的とした。

2. 解析モデル



モデル 1

モデル 2

図 1 解析モデル図

3次元有限要素解析を適用する解析モデルを図1に示す。これらのモデルでは、橋軸直角方向の上弦材（横支材）については、既存の研究により省略できるとされているので、省略することとした。部分トラスでは下弦材の両端で支持する構造とした。上弦材（橋軸方向）の有無に関して、表1に示す2TYPEのモデルについて比較検討を行った。それぞれの解析モデルにおいて、コンクリート床版をソリッド要素、鋼トラスを、箱形断面を持つシェル要素、ガセットプレートをシェル要素で、スタッドをバネ要素で近似している。モデル1は床版寸法 10.5m×29m 厚さ 30cm、鋼トラスが箱桁断面 75cm×40cm 厚さ 3cm、トラス高さ 9.5m、格点間 9.7m で、モデル2は床版寸法 9.5m×10.5m 厚さ 30cm、鋼トラスが箱

表 1 解析モデルの TYPE

TYPE1	上弦材（橋軸方向）を取り入れ、上弦材全体にほぼ一様にスタッドを配置し、床版とトラスを接合するモデル
TYPE2	上弦材（橋軸方向）を省略し、トラスと床版をガセット（格点）のみで接合するモデル

表 2 載荷条件

CASE1	T 荷重(10tf×4) を格点間に載荷
CASE2	上弦材（橋軸方向）を取り入れ、上弦材全体にほぼ一様にスタッドを配置し、床版とトラスを接合するモデル

桁断面 40cm×60cm 厚さ 5cm、トラス高さ 7.0m、格点間 3.5m で載荷条件は表2に示す2CASEである。

3. 解析結果

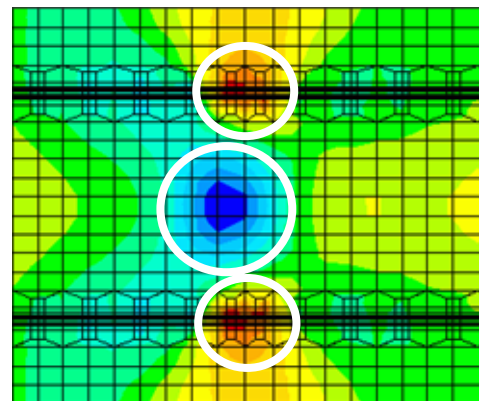


図 2 モデル 1-TYPE1-CASE1

（床版上面 橋軸直角方向応力分布）

解析結果として、モデル1-TYPE1にT荷重を載荷したとき（CASE1）の床版上面の橋軸直角方向の応力分布図を図2に示す。T荷重を載荷した場合、モデル1・モデル2それぞれ、上弦材を取り入れた場合も上弦材を省略した場合も図2のように床版中央部と、床版と上弦材直上、ガセットプレートの接合部で応力が最大値を取ることがわかった。このときの、圧縮応力・引張応力の最大値を表3、表4に

表 3 モデル 1 TYPE 別 橋軸方向最大応力

	モデル1-TYPE1-CASE1	モデル1-TYPE2-CASE1
圧縮応力	6.61 kgf/cm ²	18.8 kgf/cm ²
引張応力	8.13 kgf/cm ²	17.1 kgf/cm ²

表 4 モデル 2 TYPE 別 橋軸方向最大応力

	モデル2-TYPE1-CASE1	モデル2-TYPE2-CASE1
圧縮応力	7.66 kgf/cm ²	7.75 kgf/cm ²
引張応力	9.92 kgf/cm ²	9.26 kgf/cm ²

キーワード：複合トラス、格点部、ガセットプレート

連絡先：早稲田大学理工学部 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 tel&fax：03(5286)3399

示す．

また、上弦材直上に分布荷重を載荷した（CASE2）場合は、モデル1・モデル2それぞれ、上弦材を取り入れた場合も上弦材を省略した場合も縦桁上に載荷しているため、格点間中央部と床版とガセットプレートの接合部に応力の最大値が見られた．このときの、圧縮応力・引張応力の最大値を表5、表6に示す．

表5 モデル1 TYPE別 橋軸方向最大応力

	モデル1-TYPE1-CASE2	モデル1-TYPE2-CASE2
圧縮応力	1.67 kgf/cm ²	9.35 kgf/cm ²
引張応力	0.909 kgf/cm ²	8.91 kgf/cm ²

表6 モデル2 TYPE別 橋軸方向最大応力

	モデル2-TYPE1-CASE2	モデル2-TYPE2-CASE2
圧縮応力	0.964 kgf/cm ²	2.80 kgf/cm ²
引張応力	0.786 kgf/cm ²	2.08 kgf/cm ²

表3、表5から分かるように、ワーレントラスのモデル1では、上弦材の有無に関しては、床版の上下面それぞれでの圧縮応力・引張応力の最大値を比較すると、CASE1では上弦材を省略した場合は上弦材がある場合の2.57～7.34倍、CASE2においては最大9.8倍にもなる．一方、表4、表6から分かるように、ラチストラスのモデル2に関しては、圧縮応力・引張応力の最大値を比較すると、CASE1では床版の上下面それぞれで、上弦材を省略した場合は上弦材がある場合の1.09～2.07倍、CASE2においては1.36～5.53倍である．

モデル1・モデル2共に上弦材を省略した場合もコンクリート床版、鋼トラス、スタッドそれぞれにおいて弾性限に至るような応力値は見られなかった．特にモデル2においては、格点間距離が短く、トラス自体の剛性が高いことから床版中央部やガセットプレート端部で、上弦材の有無で安全性を損ねるような影響は見られない．よって実際の施工では上弦材が無いと加工工数が増えてしまうが、上弦材を配置しなくても安全であると言える．モデル1については上弦材を省略した場合、ガセットプレート端部において大きな引張力が見られるため上弦材の有効性を十分に認識しておく必要がある．

ここで、モデル1についてガセットプレート端部の応力集中を緩和させる改善策として図3のようにガセットプレート上部に鋼板を貼り付けたモデルをモデル3として提案する．

モデル3のCASE1、CASE2についての解析結果として、T荷重を載荷したとき（CASE1）の床版上面の橋軸直角方向の応力分布図を図4に示す．また、床版の受ける圧縮応力・引張応力の最大値を表7に示す．モデル3についても、モデル1-TYPE2同様、CASE1では床版中央部とガセットプレート上に取り付けた鋼板の端部で応力集中が見られ、CASE2で

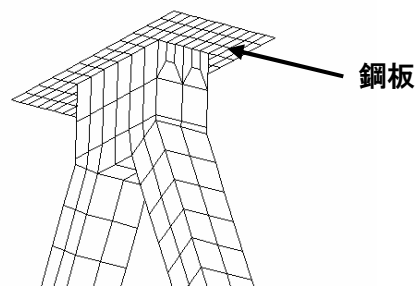


図3 モデル3 格点部付近

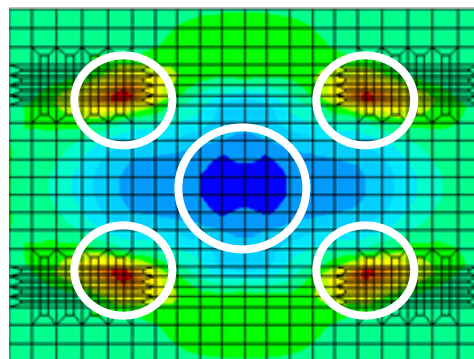


図4 モデル3-CASE1

床版上面 橋軸直角方向応力分布

表7 モデル3 橋軸方向最大応力

	モデル3-CASE1	モデル3-CASE2
圧縮応力	12.6 kgf/cm ²	3.20 kgf/cm ²
引張応力	11.2 kgf/cm ²	3.77 kgf/cm ²

は格点間中央部と床版とガセットプレートの接合部に応力の最大値が見られた．しかし、上弦材を省略したモデル1-TYPE2に比べ、圧縮応力・引張応力の最大値が、CASE1では圧縮・引張それぞれ約0.66倍に、CASE2では0.34～0.42倍になっている．このように、ガセットプレート上部に鋼板を配置することにより、上弦材を省略する場合に比べ十分安全側の構造が可能となる．また、図には示していないが偏心によるねじれ荷重を載荷した場合にもガセットプレート上部の鋼板は有効に働いている．

4. まとめ

今回の解析結果から、ラチストラスのモデル2に関しては上弦材を省略した場合にも十分に安全性を保てることが分かり、逆にワーレントラスのモデル1に関しては上弦材の有効性を確認することが出来た．ここで、モデル1については上弦材を省略した場合のガセットプレート端部における応力集中を緩和するための改善策として、ガセットプレート上部に鋼板を配置することが考えられる．その結果、上弦材を配置するのに比べ、はるかに重量の軽減が図られ、材料コストを抑えながら十分な安全性を保てることが確認できた．