

早稲田大学大学院 学生員 白波瀬 道英
早稲田大学理工学部 学生員 堀井 真太郎
早稲田大学理工学部 正員 依田 照彦

1. はじめに

近年、コンクリート床版を上弦材の一部として設計の中に組み入れることにより、強度を損なわず橋梁全体の自重を低減させることができる、複合トラス橋が注目を浴びている。複合トラス橋の研究はヨーロッパに端を発したが、最近では我が国でもいくつかの複合トラス橋が計画されている。床版から鋼トラスへ力を円滑に伝達するためには、接合部の構造や上弦材の必要性など検討しなくてはならない。

本研究では、上弦材（橋軸方向）の必要性、その上弦材上にスタッドをどのように配置するのが良いかを、FEM解析により解明することを目的とした。解析には、有限要素法の汎用コード ABAQUS を用いた。

2. 解析モデル

3次元有限要素解析を行うための解析モデルの概要を図1に示す。モデルを作成するにあたり橋軸直角方向上弦材（横支材）は、既存の研究により省略できるとされているので、今回のモデルでは省略することにした。上弦材（橋軸方向）の有無と、スタッドの配置方法により以下の3TYPEのモデルを考えた。

TYPE①：上弦材（橋軸方向）を省略し、トラスと床版をガセット（格点）のみで接合したモデル

TYPE②：上弦材（橋軸方向）を取り入れ、ガセット（格点）上のみスタッドを配置したモデル

TYPE③：上弦材（橋軸方向）上全体にほぼ一様にスタッドを配置したモデル

それぞれのTYPEにおいて、コンクリート床版（橋軸方向12m×橋軸直角方向11.5m×床版厚33cm）をソリッド要素、鋼トラスを箱形断面(80cm×60cm 板厚2cm)を持つはり要素、ガセットプレート部を板厚2cmのシェル要素、スタッド（直径25mm）をバネ要素で近似した。また、荷重条件を表1に示す。

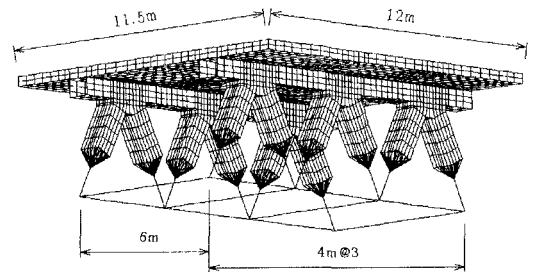


図1 解析モデルの概要図(上弦材あり)

表1 荷重条件

CASE	荷重条件
CASE1	T荷重 (10tf×4) を載荷
CASE2	L荷重に相当する分布荷重 0.35tf/m ² を床版全面に載荷した時と反力が同等になる分布荷重を縦桁上に載荷

3. 解析結果

解析結果として、T荷重を載荷した時 (CASE1) の橋軸直角方向T荷重載荷線上の床版応力を図2に示す。ここに、負の応力を圧縮とし、正を引張とした。図2に示すように床版中央部と上弦材の直上において応力は最大値をとる。これはどのTYPEにおいてもみられ、上弦材があるTYPE②、③の方がT荷重線上の応力は大きくなった。しかし、上弦材のないTYPE①では、T荷重載荷線上ではなくガセットプレートとの接触部分において最大値をとった。

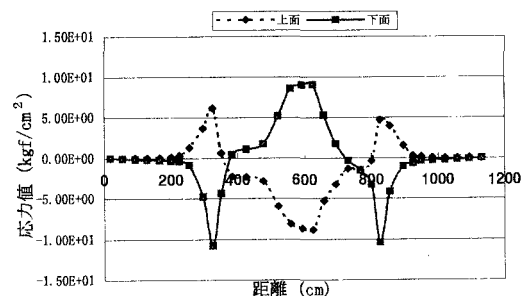


図2 幅員方向の床版の橋軸直角方向応力 (TYPE②-CASE1)

キーワード：複合トラス、格点構造、スタッド、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

次に床版上下面の橋軸方向、橋軸直角方向の最大応力値を表2、3に示す。橋軸方向に関しては、上弦材なしの **TYPE①** に比べ、上弦材ありの **TYPE②** の最大応力値は **TYPE①** の20%~80%になっている。橋軸直角方向に関しては、最大応力値はほとんど差異は見られない。また、スタッド配置の異なる **TYPE②** と **TYPE③** では橋軸方向も橋軸直角方向も応力にはほとんど差異は見られなかった。このことから、スタッドの配置は床版に対してそれほど影響がないと思われる。**T** 荷重を載荷した場合 (**CASE1**)、方向に関わらず、上面はガセットの端部に、下面は床版の中央部に、引張応力の最大値がでた。これはどの **TYPE** にも共通してみられた。

TYPE① の **T** 荷重を載荷した時(**CASE1**)のスタッドの軸力分布図を図3に示す。ただし、軸力値は負を圧縮、正を引張とする。橋軸直角方向に関して中心を手前側にある。ガセットプレートにあるスタッドの軸力値が特に大きい値になる。これはどの **TYPE** においても共通している。

次に、スタッドの最大軸力値を表4に示す。上弦材なしの **TYPE①** に比べ、上弦材ありの **TYPE②** では30%に小さくなる。また、**TYPE②** と **TYPE③** では、ほとんど変わらないが **TYPE③** の方がわずかに小さい。最大軸力値は、**T** 荷重を載荷した場合には (**CASE1**)、載荷した場所に近いガセットプレートの端部に、分布荷重を載荷した場合には (**CASE2**)、両端のガセットプレート部のスタッドに大きな軸力が出る。これはどの **TYPE** においても見られた。また、どの **TYPE・CASE** においてもスタッドを破断させるような軸力値は発生していない。

4. まとめ

以上の結果から、床版の応力、スタッドの軸力を見る限り、上弦材を組み込むことの有効性も確認できた。スタッドに関しては、問題ないと思われる。しかし、自重を考慮した場合など、床版にひび割れが起きる引張応力が発生するおそれがある。

それに対して、スタッドの配置に関しては、格点部のみに配置する場合と全体に配置する場合とは、床版の応力もスタッドの軸力もそれほど変わらな

表2 床版における最大応力値 (kgf/cm²)

CASE		TYPE①	TYPE②	TYPE③
CASE1	上面圧縮	-13.8(1.00)	-11.7(0.59)	-11.7(0.59)
	上面引張	5.29(1.00)	2.15(0.41)	2.15(0.41)
	下面圧縮	-7.16(1.00)	-2.67(0.37)	-2.67(0.37)
	下面引張	12.7(1.00)	10.7(0.84)	10.7(0.84)
CASE2	上面圧縮	-1.69(1.00)	-0.774(0.46)	-0.773(0.46)
	上面引張	2.91(1.00)	0.807(0.28)	0.807(0.28)
	下面圧縮	-2.77(1.00)	-0.559(0.20)	-0.559(0.20)
	下面引張	0.658(1.00)	0.31(0.47)	0.31(0.47)

(注) 括弧内に **TYPE①** の値に対する割合を示した

表3 床版における最大応力値 (kgf/cm²)

CASE		TYPE①	TYPE②	TYPE③
CASE1	上面圧縮	-11.0(1.00)	-10.8(0.98)	-10.8(0.98)
	上面引張	10.1(1.00)	11.0(1.09)	11.0(1.09)
	下面圧縮	-10.1(1.00)	-10.1(1.00)	-10.1(1.00)
	下面引張	10.1(1.00)	9.95(0.99)	9.95(0.99)
CASE2	上面圧縮	-1.09(1.00)	-0.659(0.60)	-0.660(0.60)
	上面引張	0.566(1.00)	0.459(0.81)	0.453(0.81)
	下面圧縮	-0.659(1.00)	-0.468(0.71)	-0.467(0.71)
	下面引張	0.787(1.00)	0.603(0.77)	0.603(0.77)

(注) 括弧内に **TYPE①** の値に対する割合を示した

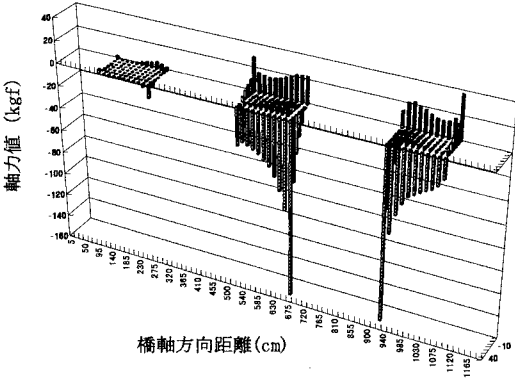


図3 スタッドの軸力値(**TYPE①**—**CASE1**)

表4 スタッドの最大軸力値 (kgf)

CASE	TYPE	最大圧縮力	最大引張力
CASE1	TYPE①	-154(1.00)	37.99(1.00)
	TYPE②	-46.14(0.30)	11.86(0.31)
	TYPE③	-34.83(0.23)	11.25(0.30)
CASE2	TYPE①	-24.03(1.00)	0.9043(1.00)
	TYPE②	-8.596(0.36)	0.1775(0.20)
	TYPE③	-8.574(0.36)	0.8697(0.96)

(注) 括弧内に **TYPE①** の値に対する割合を示した。しかし、全体にスタッドを配置する **TYPE** では、約3/4に本数を減らしていること(**TYPE②** : 462本、**TYPE③** : 330本)から、スタッドの配置も軸力に影響することが解った。

参考文献 1)中俣孝、小室光治他、“外ケーブルを使用した複合トラス橋の設計に関する一考察”、第4回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、(1999,11)

2)中俣孝、小室光治他、“複合トラス橋の部材の合理化に関する検討”、土木学会第55回年次学術講演会、(2000,9)