

## 屋根付き橋の屋根部材に期待される冗長性

環境構造工学講座 09710 尾山 龍之介  
指導教員 長谷部 薫 後藤 文彦

### 1.はじめに

トラスには橋桁の補強に利用され変形しにくいという特徴があり幅広い分野で利用されている。中でも屋根付トラス橋というものがあり、日本では阿蘇望橋を始めとした屋根付トラスも存在する。既存のトラスと比べ景観的に美しく、屋根付き橋の屋根は剛性に寄与しない無駄な材料のように見えるが、実は効果的な冗長性を与えているかもしれない。そこで屋根部材がある場合と屋根部材がない場合とで、部材力の増加が緩和されるか考察し、さらにある部材が何らかの原因で腐って部材力が無くなってしまったときに他の部材にどのような影響を及ぼすのかを考察する。

### 2.解析モデル

解析モデルは、図-1に屋根なしモデルを示し、図-2に屋根ありモデルを示す。屋根なしモデルは支間長  $L=50\text{m}$ 、斜材長  $d=7.147\text{m}$ 、高さ  $h=6.5\text{m}$ 、幅  $B=6.9\text{m}$  各部材の断面積  $A$  は  $10\text{cm}^2$  とする。

屋根ありモデルは支間長  $L=50\text{m}$ 、斜材長  $d=7.147\text{m}$ 、高さ  $h=6.5\text{m}$ 、各部材の断面積  $A=100\text{cm}^2$  ( $10\times 10\text{cm}$ )、屋根の高さ  $1.5\text{m}$  とする。なお、各部材のヤング率を  $E=7000\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比を  $\nu=0.3$  とする。

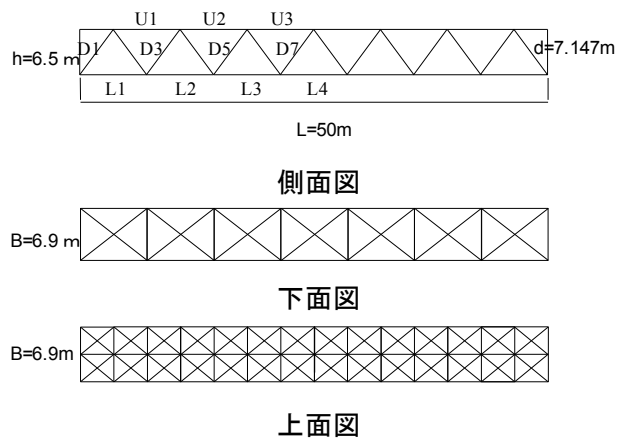


図-1 屋根なしモデル

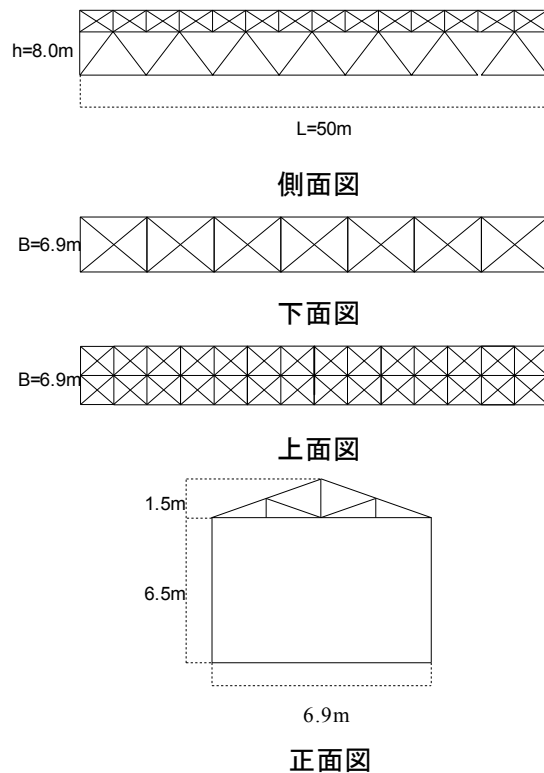


図-2 屋根ありモデル

### 3.解析方法

数値解析において、汎用有限要素解析プログラム MSC/MARK.Mentat を使用し、3次元解析を用いる。

始めに各点はヒンジとし、 $P=1$  (両側) の単位荷重を下弦材の各点に左から順に載荷し、その載荷位置を変えていくことで軸力を解析していく。トラスは平面構造であり、外力はその平面内に働くと仮定して部材力を求める。その際、理論上の仮定としては、部材が真直ぐであり、各点を自由に回転できるヒンジとし、外力が各点に集中して作用するものとする。単位荷重の載荷位置を移動させることで軸力を算出し、それぞれの部材の影響線を求め、屋根なしと屋根ありの比較をする。

次にある一部の部材が腐朽することを仮定するために斜材  $D1$  のヤング率を徐々に下げていき荷重  $P=5000\text{N}$  (両側) をトラス橋の中心の位置に載荷し、下弦材のたわみ算出し、屋根なしモデルと屋根ありモデルの比較をする。なお、断面積  $A=100\text{cm}^2$  ( $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ ) ポアソン比  $\nu=0.3$ 、ヤング率  $E=0\text{N/mm}^2$  は部材がない状態を示す。

#### 4. 解析結果

まず解析により算出した屋根なしモデルと屋根ありモデルの影響線の比較を図-3に示す。上弦材は圧縮、斜材は圧縮と引張、下弦材は引張が支配する形になることがわかる。また、屋根ありと屋根なしの影響線の比較をしてみると上弦材は屋根なしの方が影響少なくなっていることがわかる。一方、斜材や下弦材はあまり変化が見られなかった。

次に斜材D1におけるヤング率と下弦材のたわみの関係を図-4に示す。

屋根ありモデルは下弦材L4のたわみのグラフもヤング率を減少させてもたわみの値はあまり変わらないことがわかる。

一方で屋根なしモデルはヤング率が低くなるにつれ屋根なしモデルはたわみの値が大きくなることがわかる。そして、 $E=0\text{N/mm}^2$ の(部材D1がなくなった状態)とき、下弦材L4では約90mmもの差が生じることがわかる。表-1は $E=7000\text{N/mm}^2$ のときのたわみと $E=0\text{N/mm}^2$ のときのたわみを示す。

◆ 屋根なしモデル  
■ 屋根ありモデル

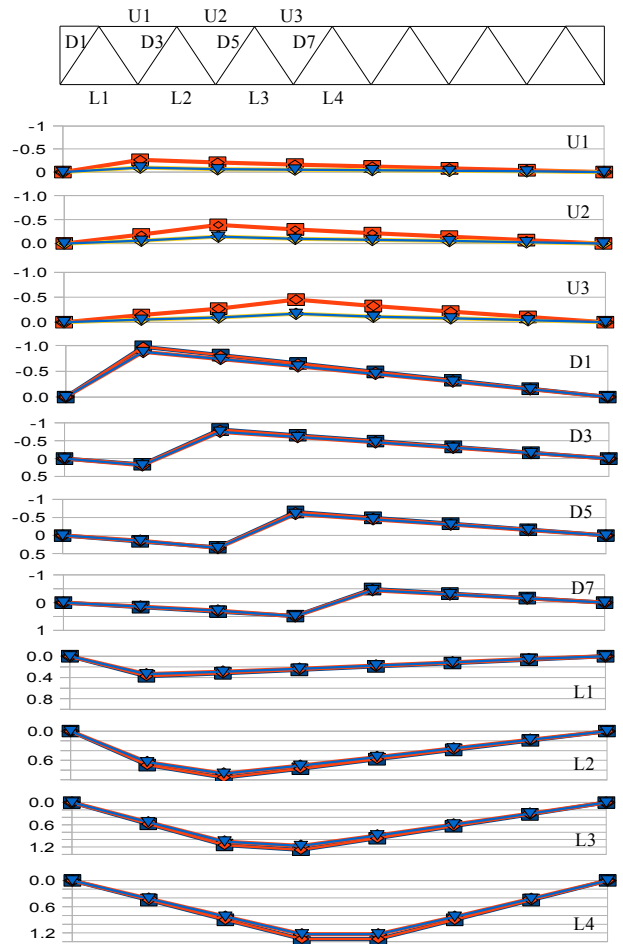


図-3 屋根なしモデル 屋根ありモデルの影響線

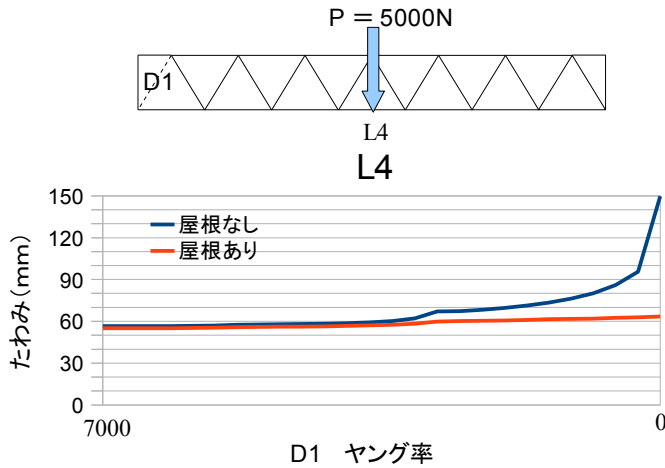


図-4 L4 たわみ

	$E=7000\text{N/mm}^2$	$E=0\text{N/mm}^2$
屋根なし	56.5063mm	149.709mm
屋根あり	54.9469mm	63.5009mm

表-1 D1 ヤング率とたわみの関係

#### 5. まとめ

まず屋根なしと屋根ありの影響線の比較から斜材Dと下弦材Lへの影響の変化はあまり見られなかったが、上弦材Uの部材力が屋根なしと比べて屋根ありの方が影響が小さくなり、斜材D1におけるヤング率と下弦材のたわみの関係からも木橋トラスの一部の部材が腐朽していったとしても屋根が付いていればある程度のたわみに耐えることができることがわかる。なので屋根の部材が効果的な冗長性をもたらしめているのではないかと考えられる。

#### 6. 参考文献

鋼トラス橋のリダンダンシー解析の維持管理への適用性評価：水谷 秀樹  
実務者のための木橋の設計と施工：財団法人林業土木コンサルタンツ