

I - 38

プレストレス木床版の応力と変形に及ぼすバットジョイントの影響

秋田大学大学院 学生員 ○直井 瑞明

秋田大学 正 員 長谷部 薫

秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき

プレストレス木床版は、1970年代に釘打ち積層床版の補強法としてカナダで考案され、現在までに単なる木床版橋としてばかりでなく、アーチ橋やトラス橋の床版等、広範囲に利用されている。その構造は製材ラミナまたは、集成材ラミナを橋軸直角方向に敷き並べプレストレスにより一体化して版構造としたものである。ラミナとは本来は集成材を構成するひき板を意味し、本報ではプレストレス木床版を構成する最小単位の材料とし、ラミナ間に働く摩擦係数とプレストレスの関係、ラミナ橋軸方向の不連続部(バットジョイント、BJ)を分散させたときにプレストレス木床版の応力と変位に与える影響を確認するため、実橋の縮小モデル床版を対象としてはりとしての解析モデルを作成し、隣接するラミナ間と BJ 部を接触部として汎用有限要素法解析プログラム MSC.Marc Mentat を用いて解析を行った。

2. 解析の概要および解析結果

2.1 プレストレスと摩擦係数の関係について

7.5cm×14cm×480cm のラミナ 5 枚を用いて図-1 に示すモデルを作成した。プレストレスにより 5 枚の集成材ラミナを一体化させ、鋼棒の間隔は、はり軸方向のラミナ厚中心部に 60cm 間隔で 8 本配置し、集成材ラミナの幅方向に圧縮力を作用させる。幅員方向のラミナ間の摩擦係数 μ を 0.15、0.35、0.7 としたときに、プレストレス力 N をそれぞれ 400kgf、800kgf、1600kgf と変化させ計 9 ケースで比較する。また、プレストレス力を小さくした場合の挙動を調べた。このときの荷重条件は図-1 に示すように、50kgf を支間中央部に 2 点、中央のラミナのみに載荷した。3 次元ソリッド要素数、接点数はそれぞれ 120、500 で、解析に使用した材料特性を表-1 に示す。

図-1 に示す木床版ラミナの支間 4800mm、幅 37.5mm をそれぞれ 24 分割、5 分割し幅方向で中心となる 3 枚目のラミナの変形挙動に注目する。図-2 は、摩擦係数 μ を 0.15 としたときのプレストレスの違いによる、幅員中央ラミナの支間方向のたわみを示したものである。実線は 5 枚のラミナを 1 枚の板とした時の平板解析の値である。摩擦係数 $\mu=0.15$ の時、板の最大たわみ 0.317cm に対して $N=1600\text{kgf}$ では 0.6%、 $N=800\text{kgf}$ では、2.2%に対して、 $N=400\text{kgf}$ では 12.3%大となっている。 $\mu=0.35$ と 0.7 に対する値を表-2 に示す。プレストレス、摩擦係数が大きくなるにつれて板のたわみに近づくことがわかる。

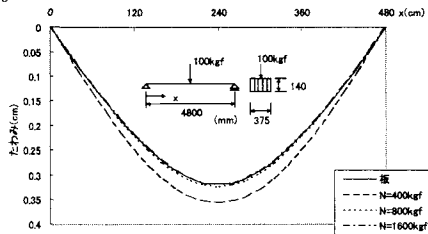


図-2 たわみ図(幅員中央ラミナ、 $\mu=0.15$)

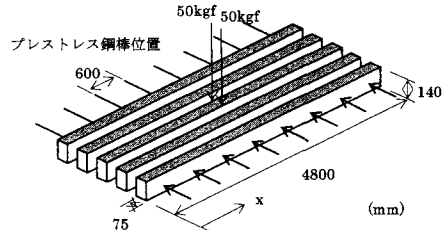


図-1 木床版ラミナ(モデル 1)

表-1 材料特性

ヤング係数	$E_x = 84500\text{kgf/cm}^2$
	$E_y = E_z = 0.04E_x = 3380\text{kgf/cm}^2$
せん断弾性係数	$G = 0.067E_x = 5633\text{kgf/cm}^2$
ポアソン比	$\nu_x = 0.4$
	$\nu_y = \nu_z = 0.016$

表-2 板の最大たわみとの比較(モデル 1)

板	摩擦係数	最大たわみ	%
N=400kgf	0.15	3.17E-01	0.0
木部に作用する応力	0.35	3.21E-01	12.3
0.5kgf/cm ²	0.7	3.19E-01	0.6
N=800kgf	0.15	3.24E-01	2.2
木部に作用する応力	0.35	3.19E-01	0.6
1.0kgf/cm ²	0.7	3.19E-01	0.6
N=1600kgf	0.15	3.19E-01	0.6
木部に作用する応力	0.35	3.19E-01	0.6
2.0kgf/cm ²	0.7	3.19E-01	0.6

また図-3は、木口面をプレーナー仕上げした場合に対して一般に設計で使用されている摩擦係数 $\mu=0.35$ で、プレストレスの値を変化させたときの支間中央における幅員方向のたわみ分布である。Nの値が0kgfから50kgfまでは中心部の3枚目のラミナのみが変形しているが、N=100kgfで板とほぼ同じ変位を示している。

2.2 バットジョイント位置の変化による影響

7.5cm×14cm×480cmのラミナ23枚を用いてBJを有するモデル2(図-4)について考察する。

BJ部位置の決定は、BJに対する規定により、「隣接するラミナ4本以上で、木材の繊維方向1.2mのスパン内に1つのBJが許容される(4BJ)」とあるので、4BJ間隔で変化させ、支間中央部でのBJ部を1、2、5に変化させ解析した。このときの荷重条件は図-4に示すよう、3等分点として支間中央部より80cmの位置に、P=500kgfを2点、幅方向に一樣に分布させて载荷した。このとき幅員方向ラミナ間と、橋軸方向のBJ部の摩擦係数を $\mu=0.35$ 、プレストレス力をN=1600kgfとした。解析に使用した材料特性はモデル1と同様に表-1に示したデータを使用し、3次元ソリッド要素を用いて解析を行った。

図-4に示す木床版ラミナの支間4800mm、幅172.5mmをそれぞれ24分割、23分割し幅員方向で中心となる12枚目のラミナに注目する。図-5、6はそれぞれ、幅員中央ラミナの支間方向たわみと下縁側の応力示している。実線は前述と同様に23枚のラミナを1枚のはりとした場合の結果である。図-5でcase1-1、2-1、5-1は、図中に示すようにそれぞれ支間中央にBJが1、2、5箇所、配置されているものである。どの場合もBJ位置では最大たわみが増加しており、case2-1では支間中央にBJは無いため、ラミナ中央にBJが配置されているcase1-1の方が最大たわみがやや大きい(図-7参照)。図-6は同様に幅員中央ラミナの支間方向の下縁側応力示している。BJ位置で応力がほぼ0であるがBJ付近で応力集中が起こっているのがわかる。図-7は幅方向のたわみである。この場合も同様にBJ位置でややたわみが増加している。

参考文献

- 1) Ritter, M.A. Timber Bridge Design, Construction, Inspection and Maintenance, Forest Service, USDA, Washington, D.C., 1990.

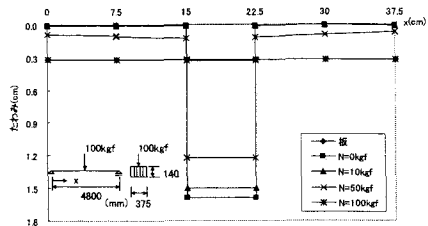


図-3 幅員方向たわみ図(支間中央、 $\mu=0.35$)

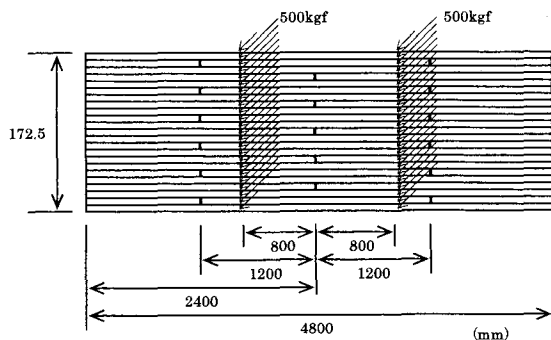


図-4 BJを有する木床版ラミナ(モデル2)

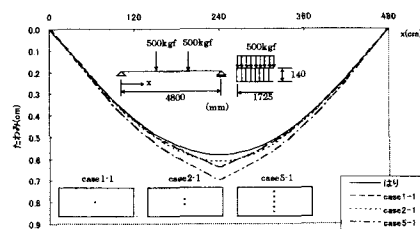


図-5 たわみ図(支間方向、幅員中央ラミナ、 $\mu=0.35$)

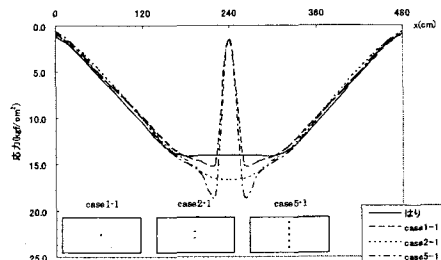


図-6 下縁側の応力(支間方向、幅員中央ラミナ、 $\mu=0.35$)

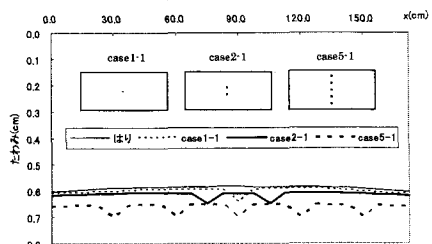


図-7 たわみ図(幅員方向、支間中央ラミナ、 $\mu=0.35$)