

I - 28

バットジョイントを有するプレストレス木床版の FEM 解析

秋田大学 学生員 ○元沢 清佳

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ラミナを幅員方向に敷き並べ、床版厚さ中心の幅員方向に貫通する孔にプレストレス鋼棒を挿入し、これに横締めプレストレスを与えることにより一体とした構造であり、幅員方向のラミナ間には一般に接着剤を使用しない。支間が 20m 以上のプレストレス木床版では、部材の製作上の制限や輸送上の制限からラミナの支間方向への縦継ぎにバットジョイント(木口面の突きつけ継手)を用いるのが一般的であり、バットジョイント部には接着剤を使用しない。本報では、プレストレス木床版の一部を取り出してはりモデルを作成し、模型実験を行った。また、このバットジョイントがプレストレス木床版の曲げ挙動に与える影響を確認するために、隣接するラミナ間とバットジョイント部を変形体と変形体の接触部として接触解析を行った。

2. 試験体および解析方法

実橋の床版モデルで使用した 7.5×14×500cm のスギ集成材ラミナ 20 枚を用い、ラミナを切断して図-1 に示すバットジョイント(BJ)をラミナ間に設けて 75×14×500cm のはりモデルの試験体を作成した。BJ に対する規定では、図-2 に示すように隣接するラミナ 4 本以上で、木材の繊維方向 1.2m のスパン内に 1 つの BJ が許容されるとしている(4BJ120)。はり軸方向の BJ 間を 120cm とし 2 本のラミナに 1 つの BJ を設けた図-3 に示す試験体(2BJ120)と、はり軸方向の BJ 間を 60cm とし 2 本のラミナに 1 つの BJ を設けた図-4 に示す試験体(2BJ60)を用いて曲げ試験を行ったが、この 2BJ120 と 2BJ60 はともに規格外の BJ 配置である。Φ 13 のプレストレス鋼棒の間隔は図-3 と図-4 に示すように 60cm で、8 本の鋼棒をラミナ厚中心部に挿入し油圧ジャッキを用いて鋼棒を緊張することにより、集成材ラミナの幅方向に圧縮力を作用させた。鋼棒の緊張作業は 2 本のジャッキを用いて両端から支間中央部へ順に行うことで、アンカープレート(12.5×7.5×1.6cm)と支圧板(19×13.5×1.2cm)を介して均等なプレストレスの導入を図っている。支間 4.8m の単純ばりを対象として、支間中央部で 500kgf をはりの幅方向に一様に分布させて载荷した。

解析に用いた弾性係数を表-1 に示す。はり軸方向の繊維に平行なヤング係数 E_x は曲げ試験から得られた実測値で、10 枚のラミナの平均値であり、2BJ120 と 2BJ60 の試験体の E_x はほぼ等しい値である。せん断弾性係数は $G=G_{xy}=G_{xz}=20G_{yx}$ とし、単純支持条件で汎用有限要素法解析プログラム MSC/MARC を使用して解析した。解析では、3 次元ソリッド要素を用い、接触点で貫通が生じない接触問題とし、隣接するラミナ間と BJ 間の摩擦係数は 0.35 としている。FEM 解析の要素数は 240 で、接点数は 4BJ、3BJ、2BJ に対して 1028、1040、1060 である。



図-1 バットジョイント

表-1 弾性係数

ヤング係数(繊維に平行): $E_x=93000\text{kgf/cm}^2$
ヤング係数: $E_y=E_z=0.04E_x=3720\text{kgf/cm}^2$
せん断弾性係数: $G=0.067E_x=6200\text{kgf/cm}^2$
ポアソン比: $\mu_x=0.4, \mu_y=\mu_z=0.016$

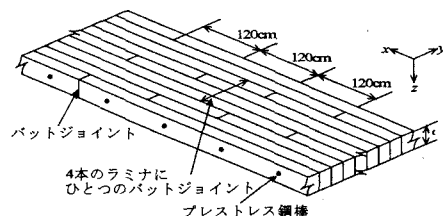


図-2 BJ の配置

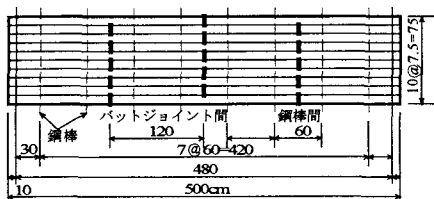


図-3 2BJ120のBJ配置図

3. 結果および考察

図-5は2BJ120のたわみ曲線を示している。実線と白丸は木部に圧縮応力 4.1kgf/cm^2 を作用させたときの計算値と実験値で架設時に相当する。一点鎖線と黒丸は設計で用いられるプレストレスが60%損失した場合に相当する計算値と実験値である。点線はBJがなく、10枚のラミナが完全に合成されたはりに対する計算値である。白丸と黒丸の実験値の差は9%程度でありたわみに及ぼすプレストレス損失の影響は小さい。図-6は2BJ60のたわみ曲線を示している。図-5と同様に実線と白丸は木部に圧縮応力 4.1kgf/cm^2 を作用させたときの計算値と実験値で架設時に相当する。一点鎖線と黒丸は設計で用いられるプレストレスが60%損失した場合に相当する計算値と実験値である。白丸と黒丸の実験値の差は17%で、たわみに及ぼすプレストレス損失の影響は2BJ120よりやや大きい。いずれの場合も実験値は接触解析の予想値とほぼ等しい値である。

図-7は木部に架設時に相当する圧縮応力 4.1kgf/cm^2 を作用させたときの計算値、4BJ120と4BJ60および3BJ120と3BJ60の比較を行ったものである。4BJ120と4BJ60の最大たわみの差は3%、3BJ120と3BJ60の最大たわみの差は5%で、BJ間の長さの差は見られない。図-8は図-7の圧縮応力が60%損失した場合に相当する 1.7kgf/cm^2 を作用させた場合のたわみ曲線である。4BJ120と4BJ60の差は6%と図-7の場合と同様に小さいが、3BJ120と3BJ60では20%の影響が見られる。図中にバットジョイントに対する低減係数0.8(4BJ120)を用いた計算値を一点鎖線で示す。低減係数を用いたたわみ曲線は4BJ120の計算値よりやや大きく、低減係数を用いる設計法は、やや安全側の設計を行うといえる。4BJ60の計算値と低減係数を用いた計算値はほぼ一致しており、規格外の4BJ60に対して4BJ120の低減係数を用いても実用上問題ないと考えられる。

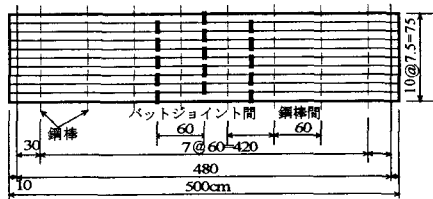


図-4 2BJ60のBJ配置図

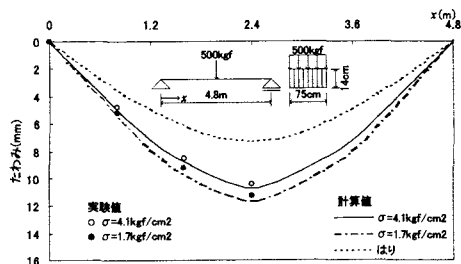


図-5 たわみ曲線(2BJ120)

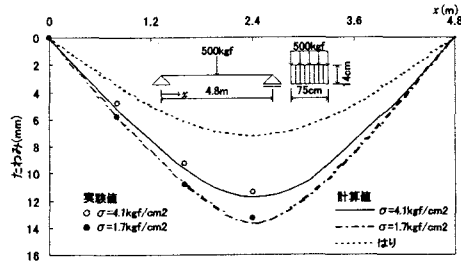


図-6 たわみ曲線(2BJ60)

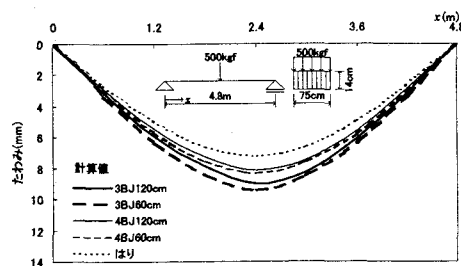


図-7 BJ間の比較($\sigma = 4.1\text{kgf/cm}^2$)

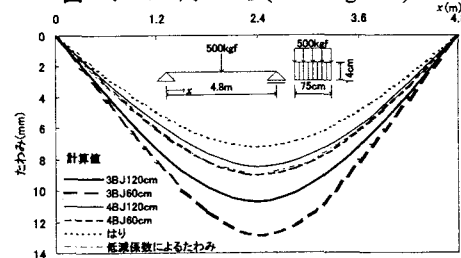


図-8 BJ間の比較($\sigma = 1.7\text{kgf/cm}^2$)