

I-53 継手を有するプレストレス集成材の弾塑性挙動について

秋田大学大学院 学生員○鎌田充洋

秋田大学 土木環境工学科 正会員 長谷部薫

秋田大学 土木環境工学科 正会員 薄木征三

まえがき

近年、木材がもつ天然材料としての良さを十分に生かした各種構造物が建造されている。しかしながら、大断面集成材の製作が可能になり、長スパン部材の架設が可能になった反面、現場への搬入および施工性から部材を分割し、現場継手を行う必要が生じてきた。本論文では、集成材はりの継手として、はり軸方向の木材の繊維方向にプレストレスを作用させて接合した部材を対象とし、完全弾塑性解析を行う。

解析モデル

(1) 解析対象モデル

解析の対象となるモデルは、曲げ試験を行った試験体と同様のモデルである。図-1に集成材試験体を、図-2に集成材試験体の断面及び締着部を示す。

(2) FEM 解析モデル

実際の解析で対象としたモデルは、実験で使った試験体と同様の図-3に示すような集成材はりモデルと、支間中央に継手部となる切断面を設けたモデルを対象として解析し、検討を行った。

(3) 数値解析

数値解析において汎用有限要素解析プログラム MSC/MARC.Mentat を使用し、平面応力要素を用いた 2 次元解析を行った。鋼材を無視し、木部のみを対象としている。解析で使った木材の材料特性を表-1に示す。 E_x は実験より得られた実測値である。木材の応力-ひずみ関係を図-4に示す。 $\sigma_y=1.6 \text{ kgf/mm}^2$ 、 $10 \varepsilon_y=20000 \times 10^{-6}$ と仮定する。継手部なしの解析モデルの節点数は 1501 で要素数は 1404、継手部ありの解析モデルの節点数は 1516 で要素数は 1404 である。

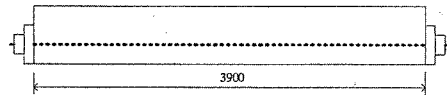


図-1 試験体

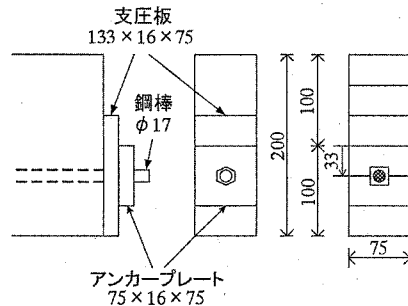


図-2 試験体の断面及び締着部

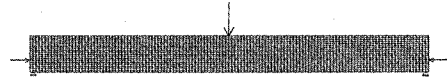


図-3 解析モデル

表-1 材料特性

ヤング係数 (kgf/mm^2)	$E_x=908$ $E_y=E_z=E_x/25=36.3$
ポアソン比	$\nu_x=0.4$ $\nu_y=\nu_z=0.016$
せん断弾性係数 (kgf/mm^2)	$G=E_x/15=60.5$

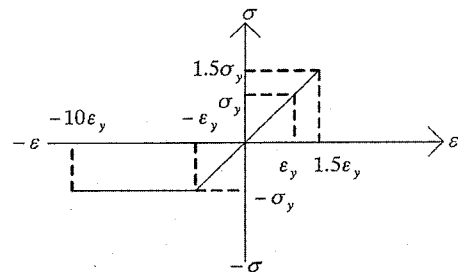


図-4 応力-ひずみ関係

解析結果

図-5 に、鋼棒を緊張することにより木部に作用する圧縮力 $N=6tf$ を作用させたときの、支間中央の荷重増加によるたわみ図を示す。継手部あり、なしの弾塑性解析値はそれぞれ終局荷重まで載荷させた結果である。弾塑性解析においては継手部のあり、なしの状態を比較すると最大荷重に 50%近い大きな差が生じた。それぞれ弾性解析値と比較した場合も最大荷重時のたわみに大きな差が生じた継手部なしの場合は、塑性後、塑性部分が応力を受け持つことができず、その後、引張部分の応力が大きくなって破壊するという結果になった。継手部ありの場合は、継手部が開いた時点から継手上縁に局部的な圧縮の応力集中が生じ、終局ひずみに達して破壊すると考えられる。最大荷重時の塑性領域を図-6 に示す。

図-7 に $N=12tf$ を作用させたときの支間中央の荷重増加によるたわみ図を示す。 $N=6tf$ のときと比較すると、継手部あり、なしの状態での最大荷重の差が小さくなっていることが分かる。継手部ありの場合は、プレストレスを大きくすることにより継手部の開きを遅らせ、塑性領域を広げることで、局部的な圧縮の応力集中が緩和され、最大荷重が増加したものであると思われる。これに対して継手部なしの場合の最大荷重が $N=6tf$ のときとほとんど同じという結果が得られた。許容値の 2 倍のプレストレスを作用させているため、塑性開始後の塑性領域の広がりが $N=6tf$ のときより速く、引張側の負担が大きくなり、結果、破壊を遅らせることはできなかった。図-8 に継手部あり、なしの最大荷重時の塑性領域を示す。継手部あり、なしいずれの場合も $N=6tf$ のときより塑性領域は広がったが、その影響は異なるものである。継手部なしの場合は塑性領域の広がりにより弾性領域の負担が大きくなり、終局荷重の向上は見られなかったが、継手部ありの場合は塑性領域が図-6 と比べて広がり、終局荷重が増大している。なお、終局時は圧縮ひずみで支配されている。

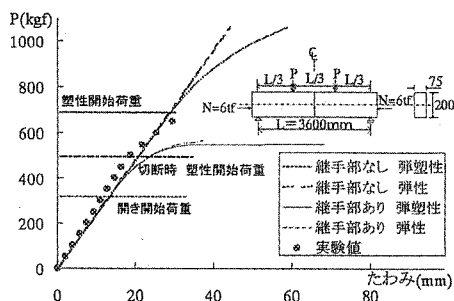


図-5 荷重-たわみ関係図(6tf)

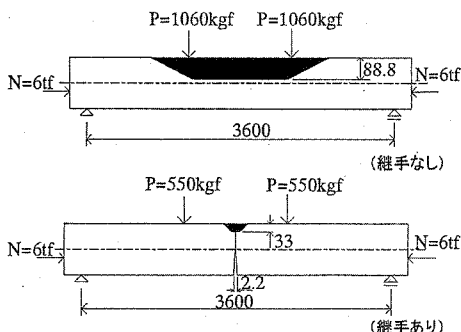


図-6 最大荷重時塑性領域図(6tf)

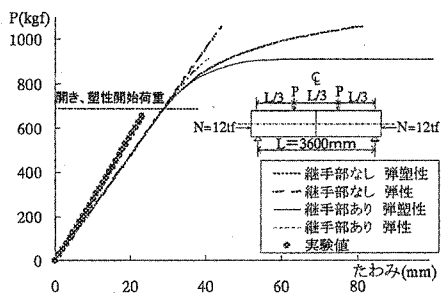


図-7 荷重-たわみ関係図(12tf)

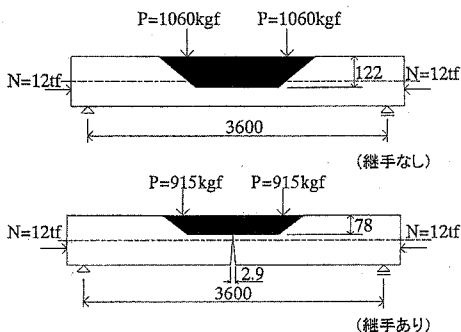


図-8 最大荷重時塑性領域図(12tf)