

プレストレスにより接合されたバットジョイント継手の崩壊挙動

環境構造工学講座 7509717 金子 大
指導教員 長谷部 薫 後藤 文彦

1, はじめに

集成材は、製作・加工技術、防腐技術の進歩により、建築や小規模な橋梁の主構造部材料として使われるようになった。しかし長スパン部材の架設の際、現場への搬入や施工性から、部材を分割し、現場での継手を行う必要が出てしまう。さまざまな梁の継手工法がある中で、プレストレスによる継手は、他の継手と比べ、工期やコストを比較的抑える事が出来る工法である。しかしながら、接着力がほとんど現れず、強度が得られにくいいため、構造用木質材料では一般的に採用されない傾向にある。本研究では、集成材梁における連結用の継手にプレストレスを使用しうる可能性に関して、細長比と強度に着目し、継手部が崩壊挙動に及ぼす影響を分析する。

2, 解析モデル

図1に本研究で対象とした基本モデルを示す。使用する木材の材料特性はスギ E70 と仮定し、木橋の梁を想定している。支間長 L mm、高さ 200mm、幅 750mm とし、支間中央部に継手を設け、プレストレスは梁軸方向(X 軸方向)に部材下面から 133mm の位置まで、一様に合計で $9tf$ とする。荷重は $1/3L$ mm ごとに 2 点荷重 P を加える。解析モデルの分割の様子を図2に示す。

また、継手を持つ集成材梁と比較するため、継手を持たない集成材梁の解析も行すが、これはプレストレスをかけないで解析を行う。なお、材料特性を表1に示す。

3, 解析方法

継手を持つ集成材梁の数値解析において、汎用有限要素解析プログラム MSC/MARC.Mentat を使用し、三次元解析を行う。2 点荷重 P を徐々に大きくしていき解析モデルが崩壊する点を見る。解析モデルの崩壊基準は、部材の重心がプレストレスの合力の作用線より下方向にたわんだ時と仮定した。また、このときの荷重 P を臨界荷重と呼ぶことにし、その状態のモデルを図3に示す。次に、プレストレス・継手を持たないモデルの破壊荷重を手計算する。手計算に用いる木材の引張り強度はスギ E70 の $17.4N/mm^2$ を使用する。

そして梁の細長比を大きくしていき、臨界荷重と破壊荷重の変化を分析し、比較する。各モデルごとの支間長 L 、細長比を表2に示す。

表2- 各モデルの支間長 L 、細長比

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
L (mm)	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9300	10800
細長比	41.6	62.4	83.1	103.9	124.7	145.5	161.1	187.1

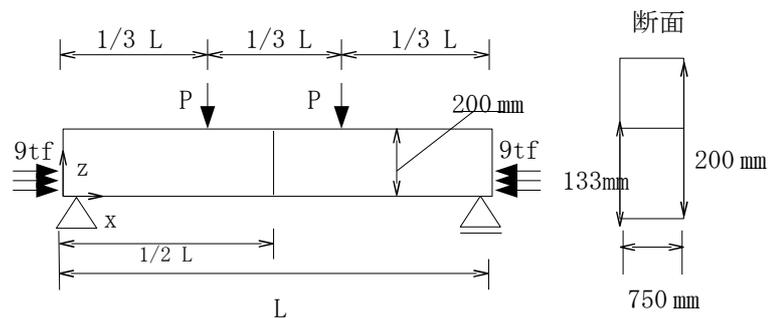


図1- 基本モデル

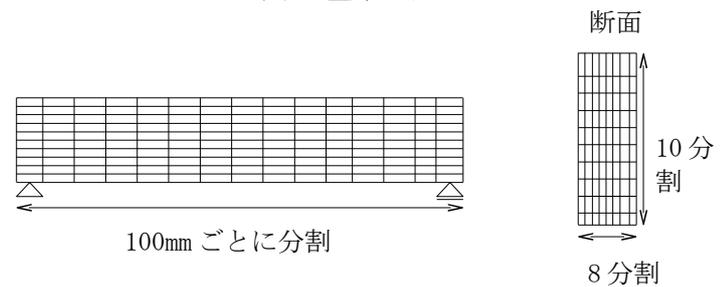


図2- 解析モデルの分割の様子

表1- 材料特性

ヤング係数 (N/mm^2)	$E_x=7000$ $E_y=E_z=E_x/25=280$
ポアソン比	$\nu_x=0.4$ $\nu_y=\nu_z=\nu_x/25=0.016$
せん断弾性係数 (N/mm^2)	$G_x=G_y=G_z=E_x/15=467$

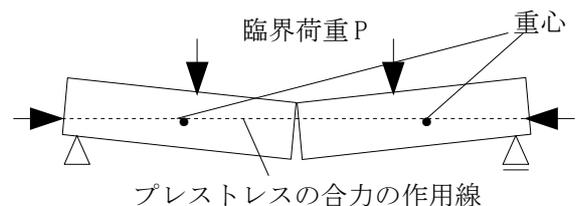


図3- 臨界荷重時の解析モデル

細長比

$$\lambda = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}}$$

4, 解析結果

図4に解析モデル1の荷重とたわみの関係を示す。どのモデルにおいても図3と同じように荷重Pが0N/mm²の時はマイナス方向にたわんだ。これは、プレストレスの影響しか受けないためである。また、荷重Pを徐々に増加させていき、重心のたわみが33.5mm (プレストレスの合力の作用線と重心との距離)に達した時に崩壊したと判断し、解析モデル臨界荷重を求めた。細長比を約40~180まで大きくさせた時、破壊荷重、臨界荷重のどちらも減少した。

次に、図5は縦軸に臨界荷重/破壊荷重、横軸に細長比をとった無次元のグラフである。グラフより、細長比約94の時に臨界荷重/破壊荷重が1を下回っている。このことから細長比が約94以下の領域では、プレストレスにより接合させた継手を持つ集成材梁の方が強度が高く、逆に細長比約94以上の領域ではプレストレス・継手無しの集成材梁の方が強度が高いという結果が分かった。

また、この結果をより細長比94のモデルを作成し、解析を行った。その結果、破壊強度4809N/mm²、臨界強度4799N/mm²となり、ほぼ一致した。そのため、上記の結果は正しいと判断できる。なお、細長比94のモデルの長さL、破壊荷重、臨界荷重を表3に示す。

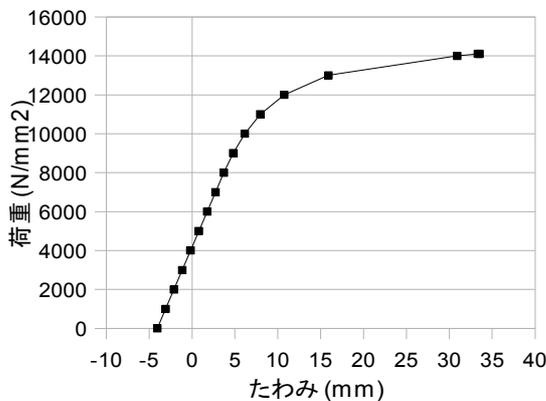


図4- モデル1の荷重とたわみの関係

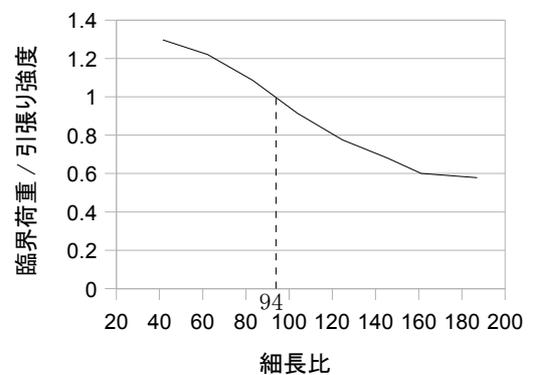


図5- 臨界荷重と細長比の関係

5, まとめ

本研究の解析結果より、集成材梁の細長比がある程度以下であれば、プレストレスにより接合された継手を有る集成材梁でも十分に強度が得られることが分かった。特にプレストレスが本研究の加え方で合計9tfであれば細長比94までの集成材梁は、木材そのものだけで十分な強度が得られる。

したがって、木橋等の長スパン部材の架設際の継手に関して、プレストレスを用いたバットジョイント継手は有効に使用できると考えられる。

しかし、本研究ではプレストレスのかけ方、大きさについては触れていないので、その影響に関してはまだまだ研究は必要である。

表3- 細長比94のモデルについて

L (mm)	5427
破壊荷重 (N/mm ²)	4809
臨界荷重 (N/mm ²)	4799

参考文献

- 1) 国土交通省告示 第1024号
- 2) 本間邦夫; プレストレス木橋の施工例「洞合橋」, 第3回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集 p175
- 3) 長谷部薫, 薄木征三, 佐藤亜希子; プレストレスを作用させた集成材の曲げ試験と解析, 第3回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集 p167