

# バットジョイント継手を有するプレストレス集成材梁の挙動

環境構造工学講座 修工 11-159 加賀屋 佑太  
指導教員 長谷部 薫 加賀谷 誠 後藤 文彦

## 1 はじめに

近年、木材が持つ天然材料としてのよさを十分に生かした各種建造物が建造されている。その中で集成材は、製作・加工技術、の進歩により、建築はもとより、小規模な橋梁の主構造材料として注目され使用されてきている。

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行性から部材を分割し、現場継手を行う必要が生じてきた。集成材の接合具には、ドリフトピンとラグスクリューおよび従来から用いられているボルトがある。ドリフトピンは、接合材内部に鋼板を挿入して接合する継手に一般に用いられ、ボルトは鋼板を側材に用いた場合と鋼板を材内部に挿入した継手に用いられている。また、ラグスクリューは側材は鋼板を用いた場合に使用されており、ボルトのように長い先孔を木材中に貫通させる。必要がない。側材の鋼板の代わりにアラミド繊維補強プラスチックとラグスクリューを用いた継手二巻する試みも報告されている。

バットジョイント継ぎ手を有する集成材梁の剛性、継手部応力の挙動。

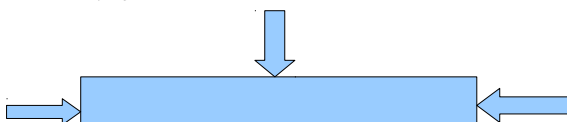
本論文ではたわみ、応力などを重要項目と置き、材料特性やプレストレス、梁の欠陥などを仮定して、継手が曲げ挙動に及ぼす影響について有限要素法解析を行った。本研究では過去の実験をもとに梁の細長比の変化、プレストレスの変化、梁に欠陥がある状態、鋼棒を挿入した状態などについて曲げ挙動を調べてまとめる。これによりプレストレスの効果、どのような形状の梁が耐久性が優れているか、欠陥が梁に及ぼす影響、継手部の密着度の高さが耐久性に外力による引張応力を打消すために、あらかじめ計画的に部材に与えられる応力または応力度、効果について考察する。

材料の性質及び用語について説明する。

木材は水分に弱く腐りやすい。

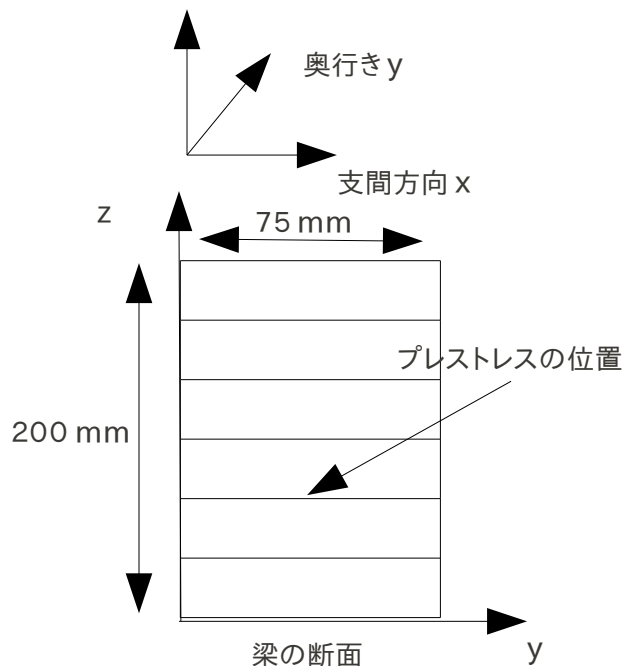
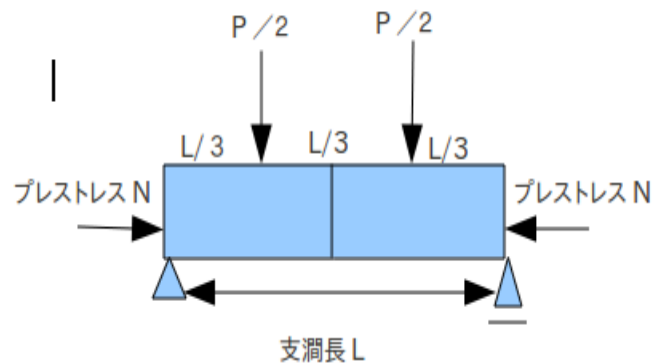
鋼は耐久性、磁性、耐熱、曲げ強度などにすぐれている。

プレストレストは外力による引張応力を打消すために、あらかじめ計画的に部材に与えられる応力または応力度。



## 2. 解析モデル

図一 1 において、本研究で対象となる解析モデルを示す。過去に実験した試験体と同様のモデルで、支間180 cm の集成材を 2 本使用している。これを結合させる。そして、解析モデルの支点は、ヒンジとローラの単純支持条件で、モデルの寸法はしかん360センチ、高さ20cm、幅員7.5 cmとし、実物の1/3~1/4程度のモデルとする。集成材のラミナは33 mm 厚のスギラミナ 6 枚で、JAS に従い対称異等級構成集成材(強度等級 E 75-F 240、ヤング係数 $75 \text{ tf/cm}^2 < 735 \text{ KN/cm}^2 >$ 、曲げ強さ $240 \text{ kgf/cm}^2 < 235 \text{ kN/cm}^2 >$ )を製作した。梁の高さ1/3の位置からプレストレスをかける。解析モデルの梁の断面を変えないで、はりのスパンを変え、細長比を変えて破断を調べたりする。



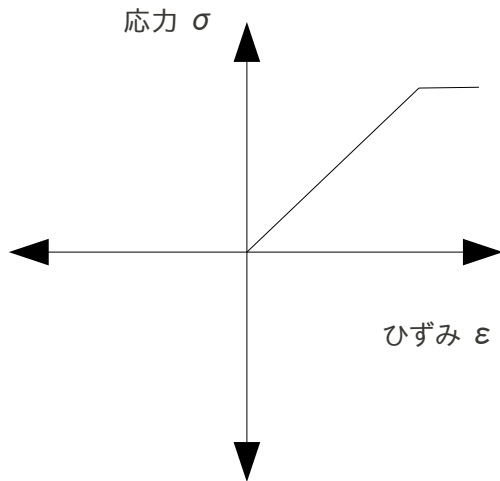
図一 1

### 3.解析方法

数値解析において、凡庸解析有限要素解析プログラム MSC/MARC。Mentat を用いて、3次元リゾッド要素の弾塑性解析を行った。集成材の断面定数、材料特性を表に示す。曲げ応力とひずみの関係を示す。

ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	Ex=8410 Ey=Ez=Ex/25
ポアソン比	$\nu_x=0.4$ $\nu_y=\nu_z=0.016$
センダン弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	G=543

断面積 A (mm <sup>2</sup> )	断面 2 次モーメント i (mm <sup>4</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )
A=14500	i=5×10 <sup>7</sup>	8140



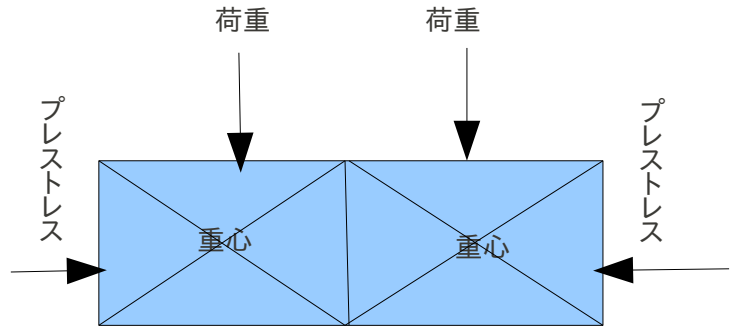
### 4解析結果

継手部を持つ梁において、荷重をかけて、荷重を増やしていく。荷重を増やしていき、2つのそれぞれの梁の重心がプレストレスの位置よりたわんだら継手を持つ梁は破断したと判断する。(重心が33.5

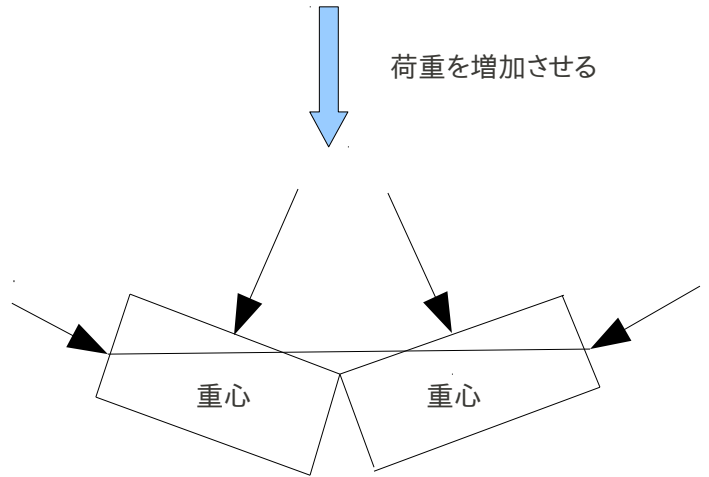
mm 以上たわんだら破断と判断する。)これを図に示す。

この時の荷重を臨界荷重とする。

梁の両端からかけるプレストレスを変えてみる。これによりプレストレスの効果が分かる。



荷重を増加させる

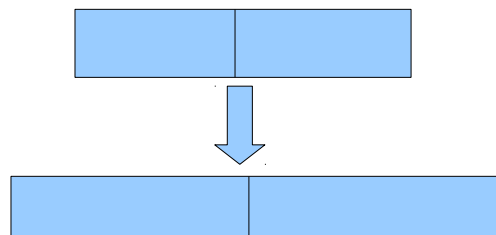


重心の位置がプレストレスよりたわみ、継手で結合された梁が臨界荷重で破断したと判断できる。

これを梁の細長比  $\lambda$  を変えて解析する。

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

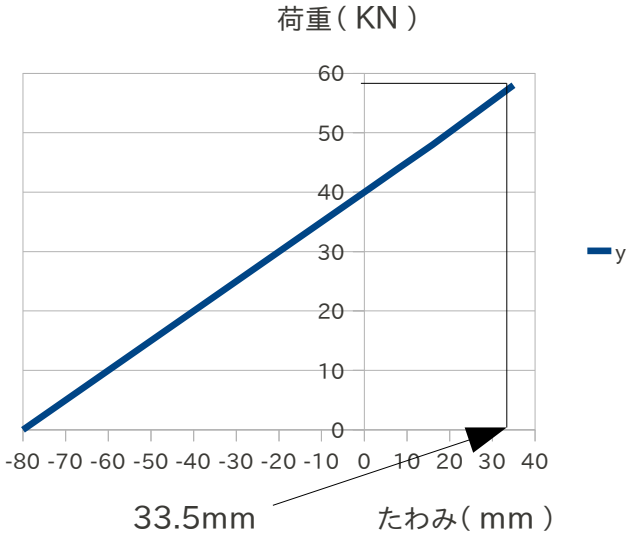
断面はそのまま梁の支間を変える。



梁に継手部がない状態の梁の破壊する時の荷重を破壊荷重とする。臨界荷重と破壊荷重を比較する。

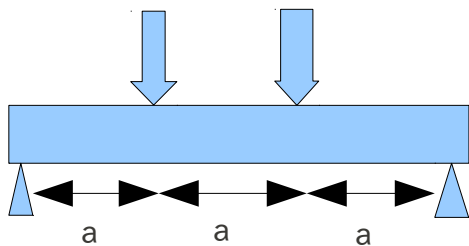
次に臨界荷重をグラフから求める。

支間=1800 mm、プレストレス=120 kN の場合

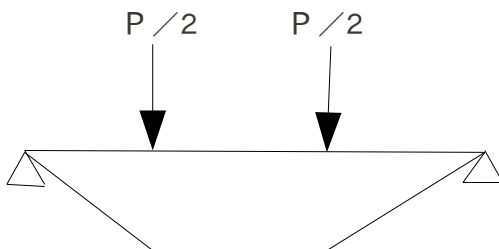


グラフより臨界荷重  $P=57$  kN と読み取ることができる。

次に破壊荷重を求める。破壊荷重は圧縮応力を基準としている。



以下に曲げモーメント図を示す。



曲げ応力  $\sigma = My/I$

$$pa/2=M$$

$$pa/2=M=\sigma_{強}/ay=al/y$$

$\sigma_{強}=17.4\text{N/mm}$  これは強度等級 E 75-F 240を基準としている。

$$P_{破壊}=2\sigma l/ay$$

(3) 臨界荷重と破壊荷重, 細長比の関係を表、グラフにまとめる。

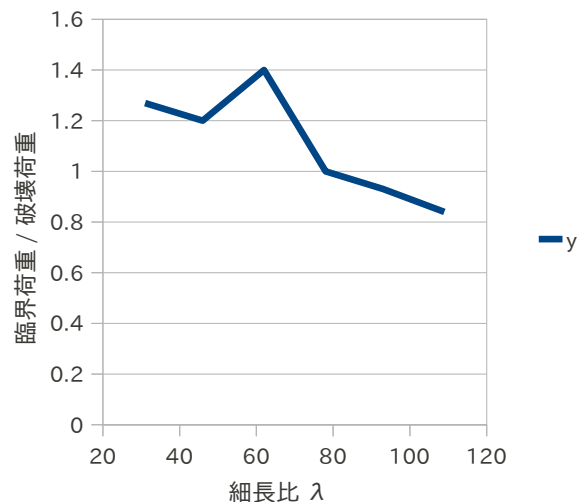
$$p_{臨界荷重}/p_{破壊荷重}$$

この値が 1 以上なら梁は圧縮で破壊する。1 以下なら梁は臨界で破壊する。

プレストレス=60 kN の場合

支間長 L (mm)	1800	2700	3600
細長比 $\lambda$	31	46	78
臨界荷重/破壊荷重	37/27	23/19.3	21/14.5

支間長 L (mm)	4500	5400	6300
細長比 $\lambda$	78	93	109
臨界荷重/破壊荷重	12/11.6	9/9.7	7/8.3



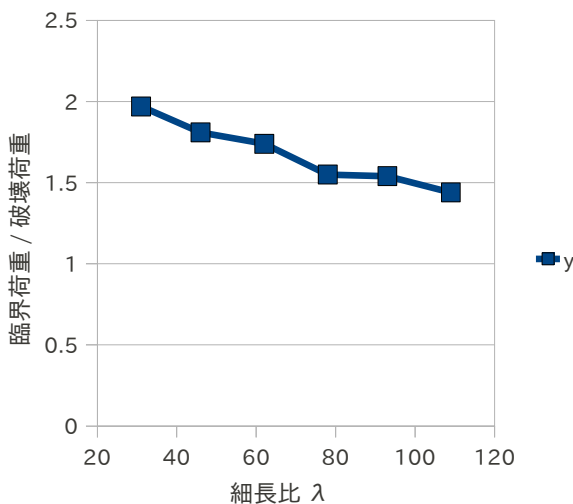
P=60kN のプレストレスの場合は、細長比が 80 以下の短い梁では、臨界荷重/破壊荷重が 1 を越えているので、継手が折れて破壊する前に集成材圧縮側が圧縮強度に達して破壊するが、細長比 80 よりも細長い梁では、集成材の圧縮側が圧縮強度で破壊する前に継手が折れて破壊してしまう。よって、P=60kN のプレストレスの場合は、細長比 80 以下の梁に対しては、このバットジョイントは有効であると考えられる。

さらに、バットジョイントが有効となる細長比の範囲を広げるため、次に、P=120kN のプレストレスをかけた場合について、同様の解析を行った結果を以下に示す。

プレストレス=120 kN

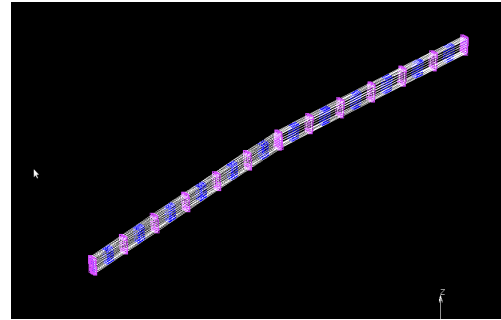
支間長 L (mm)	1800	2700	3600
細長比 $\lambda$	31	46	78
臨界荷重 / 破壊荷重	5.7/27	3.5/19.3	34/14.5

支間長 L (mm)	4500	5400	6300
細長比 $\lambda$	78	93	109
臨界荷重 / 破壊荷重	18/11.6	15/9.7	12/8.3

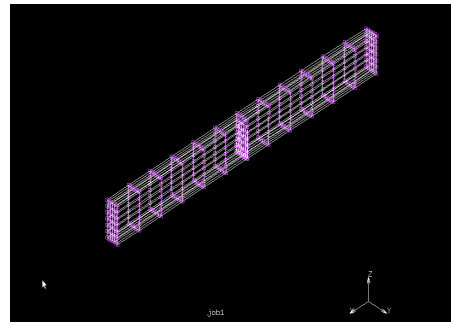


P=120kN のプレストレスをかけた場合には、細長比 109 程度まで、臨界荷重の方が集成材の破壊荷重を上回っており、バットジョイントが有効となる領域がより広がっている。細長比 109 の梁の変形の様子を以下に示す。

梁の変形の様子



プレストレスによる圧縮  
プレストレスにより荷重の形が緩和されている



#### 5 まとめ

軸方向に導入したプレストレス緊張力により接合されたバットジョイント継手を有する集成材梁の有効性について、有限要素解析により検討を行った。

今回、用いた標準的な材料諸元の集成材梁では、60kN の比較的小さいプレストレス緊張力をかけた場合は、細長比 80 以上の細長い梁では、集成材圧縮側の圧縮強度に達する前にバットジョイント継手部が折れて臨界荷重に達してしまうため、細長比 80 以下の比較的短い梁でしか、このバットジョイント継手は有効にならなかった。

一方、120kN の比較的大きいプレストレス緊張力をかけた場合は、細長比 109 程度でも、バットジョイントの臨界荷重に達する前に集成材圧縮側の圧縮強度で破壊するので、バットジョイント継手が有効であると考えられる。