

I - 38

集成材梁の曲げ挙動に及ぼすバットジョイントの影響について

秋田大学 学生員 ○西崎 正一

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

構造用集成材のラミナや枠組工法構造用たて継ぎ材には「立て継ぎ」という重要な工程が含まれている。たて継ぎにはフィンガージョイント、スカーフジョイント、バットジョイントの方法がありフィンガージョイントは作業効率、歩止り、強度性能に優れている。スカーフジョイントは強度性能的に最も優れた接合法であり、スカーフ比を十分にとると、母材強度と同程度の強度を発揮することが可能である。しかし、材料の歩止留まりが悪いこと、加工と接着管理が難しいことから、強度性能としては一段劣るが、生産性の高いフィンガージョイントにその地位を明け渡した。フィンガージョイントは集成材のラミナの縦接合には欠かせない重要な接着接合法であるが、尖端の部分の木口面が空隙を形成し、その部分に応力が集中するため、スカーフジョイントのように高い強度効率を得られない。バットジョイントでは他の工法に比べ、十分な強度性能が得られないが、突きつけなので最も簡単な工法である。ここではバットジョイントを有するラミナを用いた集成材梁の強度性能および曲げ特性について、バットジョイントを有さないモデル梁と有するモデル梁それぞれにおいて行った曲げ試験と解析結果について報告する。

2. 試験体および試験方法

縦振動法により得られた各ラミナのヤング係数を基に、 $372 \times 18.1 \times 3.7\text{cm}$ の杉ラミナ 80 枚を用い 8 枚のラミナからなる $300 \times 24 \times 8\text{cm}$ の対称異等級構成集成材を 20 本製作した。試験体は図-1 に示すように単純支持とし、3 等分点 2 点荷重法とした。また支間中央の変位を測定し、支間中央の各層に貼り付けたひずみゲージによりひずみを測定した。破壊試験では、予想破壊荷重 $P_{\max}$ の $1/3$ まで載荷および除荷し、次に $2/3P_{\max}$ まで載荷および除荷し、最後に破壊するまで載荷した。バットジョイントを用いない梁 2 本（ケース 1、ケース 2）と、支間中央に 1 つバットジョイントを有する試験体で、引張下縁側 1 層目に継手を有する材をケース 1-1、2 層目に継手を有する材をケース 1-2、3 層目に継手を有する材をケース 1-3、4 層目に継手を有する材をケース 1-4 とする。支間中央から左右 80cm に 2 つバットジョイントを有するモデルで引張下縁側から 2 層目に継手を有する材をケース 2-1、3 層目に継手を有する材をケース 2-2、支間中央と支間中央から左右 80cm に 3 つのバットジョイントを有するモデルで引張下縁側 2 層目に継手を有する材をケース 3-1、3 層目に継手を有する材を 3-2 とする。試験体 10 本の曲げ破壊試験をそれぞれ行い、得られた結果を表-1 に示す。表-1 では、ケース 2-2 の結果を省略しているが、ラミナの接着不良により載荷中に接着層の剥離を生じたためである。

表-1 最大荷重、最大応力

	ヤング係数 (kgf/cm^2)	$P_{\max}$ (kgf)	$\sigma_{\max}$ (kgf/cm^2)	最大荷重比(比較対象)
ケース1	70600	5630	383	1.00(ケース1)
ケース1-1	69700	2470	221	0.44(ケース1)
ケース1-2	68500	4700	321	0.84(ケース1)
ケース1-3	67100	5370	361	0.95(ケース1)
ケース1-4	66100	5310	351	0.94(ケース1)
ケース2	94400	7150	443	1.00(ケース2)
ケース2-1	93100	5120	329	0.72(ケース2)
ケース3-1	90900	3430	218	0.48(ケース2)
ケース3-2	89700	5380	346	0.75(ケース2)

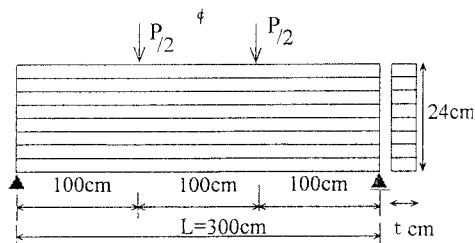


図-1 試験体

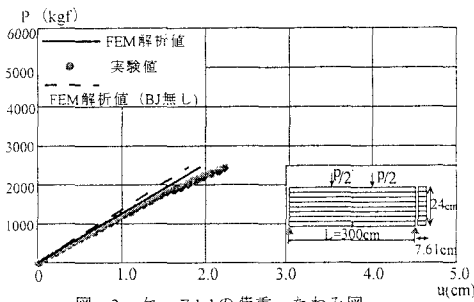


図-2 ケース1-1の荷重-たわみ図

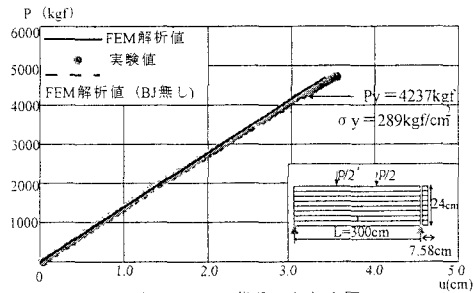


図-3 ケース1-2の荷重-たわみ図

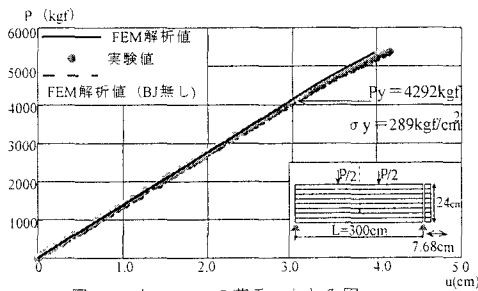


図-4 ケース1-3の荷重-たわみ図

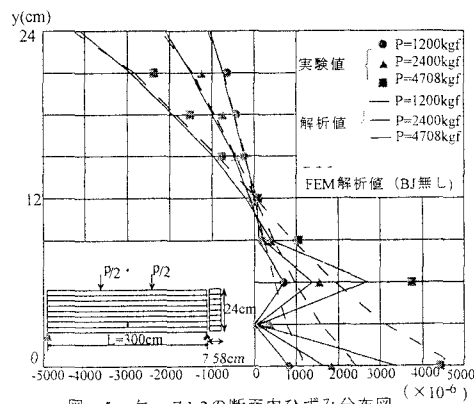


図-5 ケース1-2の断面内ひずみ分布図

3. 結果および考察

実験は載荷除荷を繰り返し 3 回目の載荷で曲げ破壊させた。得られた実験値と計算値を図-2 から図-5 に示す。図中の計算値は非線形構造解析プログラム MSC/Marc を使用し、応力ひずみ関係は完全弾塑性モデルを採用して得られた結果である。なおここで繊維直角方向ヤング係数 $E_y = E_x/25$ (E_x : 繊維平行方向)、せん断弾性係数 $G_{xy} = E_x/15$ である。また計算値としてバットジョイントが無い場合のモデル(図中の BJ 無し)と比較している。

表-1 で、バットジョイントの有無による比較で、モデルによってヤング係数が異なるため単純比較はできないが、バットジョイントの数が多くなるにつれ破壊荷重が小さくなるが、中立面付近に継手を設けても強度に及ぼすバットジョイントの影響が小さい。

図-2 は、支間中央部の引張下縁側 1 層目に継手を設けたケース 1-1 の荷重-たわみ関係を示しているが、降伏応力に達する前に破壊した。破壊の状況はバットジョイント部と 2 層目の接着層から水平クラックを生じて破壊に至っており、表-1 に示したように最大荷重はケース 1 の 44 % と小さい。また、バットジョイントの無い場合のモデルと比較すると、たわみに及ぼすバットジョイントの影響は 12 % であり、引張側 1 層目にバットジョイントを用いることは適さないことがわかる。

図-3 は、支間中央部の引張下縁側 2 層目に継手を設けたケース 1-2 の荷重-たわみ関係を示しており、圧縮側の一部が塑性化するために非線形挙動を示している。図中の計算値は圧縮側の降伏応力 $\sigma_y = 289 \text{ kgf/cm}^2$ とした場合の弾塑性解析値で、この時の降伏荷重は 4237kgf である。破線のバットジョイントを有しない場合とバットジョイントを有するケース 1-2 の実線の計算値と実験値はほぼ一致しており、たわみに及ぼすバットジョイントの影響がほとんど見られない。

図-4 は、支間中央部の引張下縁側 3 層目に継手を設けたケース 1-3 の荷重-たわみ関係を示している。ケース 1-2 と同様に破線のバットジョイントを有しない場合とバットジョイントを有するケース 1-3 の実線の計算値、実験値がほぼ一致しており、たわみに及ぼすバットジョイントの影響は僅少である。

図-5 は、ケース 1-2 の支間中央における断面内ひずみ分布を示している。バットジョイントが無い場合の破線の計算値は対称な分布となるが、バットジョイントがある場合、図-3 で弾性域内である $P=1200 \text{ kgf}$, $P=2400 \text{ kgf}$ の実験値と実線の解析値はほぼ一致した結果となっている。