

- 研究 -

FJラミナを用いて製造した大断面 構造用集成材の曲げ性能 (第1報)

- 大断面集成材の製造と曲げ破壊試験 -

石井 誠 前田 典昭*¹
堀江 秀夫*² 長原 芳男*¹
小松 幸平*³

Bending Performance of Large Dimensional Glulam Timbers Made with Finger-Jointed Laminas ()

- Production and bending test of glulam timbers -

Makoto ISHII Noriaki MAEDA
Hideo HORIE Yoshio NAGAHARA
Kohei KOMATSU

For the purpose of the studies about the large dimensional glulam timbers, bending, compressional and tensile tests of finger-jointed laminas were practiced. After that, bending tests for the four types of the large dimensional glulam timbers were done.

Results of the tests for the FJ laminas showed that there was not a drop of the rigidity of FJ laminas, and the bending strength was as high as the data in the reference¹⁾. From the observation of the destruction on the bending tests, FJ specimens looked more brittle than non-FJ ones, and from the results of the compressional and tensile tests, it can be supposed that the tensile strength performance greatly influences upon the bending strength performance of the FJ laminas.

Results of the tests about the strength of the four types of the large dimensional glulam timbers (span:2.7, 5.4, 8.1, 11.09m) showed that their strength exceeded the allowed bending stress for the structural glulam timber of Ezo and Todomatsu except only one specimen (type 4:GL10). Strain distributions near the midspan of the specimens were linear till the load reached the failure point. And the looks of the destruction showed brittle at the tensile side. So considering about the bending strength of the large dimensional glulam timber, it should be considered the tensile strength of the laminas and height of the beam in the analysis theory.

FJを用いた大断面集成材の曲げ性能を調べるため、FJラミナの曲げ、圧縮、引張り性能を調べた。その後、エゾ・トドマツFJラミナを用いて実大断面集成材を製造し、曲げ試験に供した。その結果は次のように要約できる。

1. FJラミナの曲げ試験の結果、剛性の低下はほとんどみられなかった。また、耐力は既往の文献¹⁾に見られる性能であった。
2. FJラミナの圧縮試験の結果、剛性、耐力ともコントロール材のそれより低下した。
3. FJラミナの引張り試験の結果、圧縮試験結果同様コントロール材のものより低下したが、 σ_p/σ_c は高い値を示し、コントロール材よりFJがあるほうがより脆性的に破壊することがわかった。
4. FJラミナの曲げ試験結果でもFJを有するほうがコントロール材より脆性的に破壊しており、3.の結果から曲げ破壊に引張り性能が大きく関与していることが推測できる。
5. FJで縦継ぎした集成材用の全ラミナに、1等ラミナでは集成材の、2等ラミナでは製材の短期許容応力度をやや上回る保証荷重を加えて、FJの良否を検査した。その結果、FJは適正な性能を有していると判断された。
6. 集成材の曲げ破壊試験の結果、GL10以外はすべてエゾ・トドマツ構造用集成材の材料強度を上回った。
7. 集成材の曲げ試験の結果、荷重とたわみの関係は、破壊まで直線的であった。
8. 集成材のスパン中央部のひずみ分布から、破壊直前まで中立軸の移動はほとんど見られなかった。
9. 破壊形態は、ほとんどFJ部から発生し、破壊性状は脆性的であった。
10. 大断面集成材の曲げ性能を考えると、従来の無欠点通直梁の弾塑性理論をそのまま適用することは適切ではなく、引張り側最外皮のラミナの引張り性能と梁せいを考慮する必要がある。

1. はじめに

集成材の歴史は古く、20世紀初めには既に実用化されていた。また、大断面集成材を使用した建築物は、第2次世界大戦後ヨーロッパ、北米を中心にかなり建てられており²⁾、スパン20mを超えるものも多く、中にはスパン50m以上のものもある。日本でも、北海道のサンモク工業株式会社工場、筑波の農林水産省林業試験場体育館、新潟県新発田市立体育館、岩手県安代町立山体育館、北海道立林産試験場試験棟などいくつかの例が見られる。しかし、普及度でいえばまだ低いものである。これは、価格（工事費）がRC造、鉄骨造に比べ高い。強度、耐久性、耐火性等にまだ不信感があるなどの理由によるものと思われる。

また、構造用集成材に使用されるラミナの縦継ぎには、欧米ではフィンガージョイント（以下FJ）が多く使われているが、日本では主にスカーフジョイントが使用されている。これは、FJが製造条件により性能にかなりのバラつきを生じる可能性があるためであるが、安定した製造条件が得られ、十分な性能が認められる

なら作業効率、歩留まりが向上することが予想できる。

そこで、本研究では、FJラミナの強度試験を行い、FJの性能を掌握したのちFJで縦継ぎしたラミナを用いた大断面集成材の曲げ強度性能と、断面寸法と耐力との関係について検討を加えた。

2. FJラミナの強度試験

2.1 供試材

試験に使用した材料は、北海道大雪、幾寅両営林署管内のエゾ・トドマツである。これらの原木から208材寸法に製材、人工乾燥し、含水率約12%のラミナを作製した。

2.2 FJラミナの製造

FJラミナの性能を把握するため、FJラミナと比較のためFJしていないラミナ（コントロールラミナ）を作製し、圧縮、引張り、曲げ性能について強度試験を行った。なお、試験体数はFJラミナ、コントロールラミナとも各試験方法について91体ずつである。ラミナの仕分けはストレスグレーディング（3.2項参照）

によって得たMOE（曲げヤング係数）と重量測定による見かけの比重を指標として、高MOE・高比重材から低MOE・低比重材まで順位付けを行い、各試験でMOEが均等に配分されるよう配慮した。また、圧縮試験体は曲げ試験後の非破壊部から切り取り試験に供した。FJラミナは、水平方向FJとし既報³⁾の製造条件（第1表）により製造した。使用した接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤（プライオーフェン#6000）である。

第1表 フィンガージョイントの製造条件

FJ 形状	
FJ 長さ	11.5 mm
ピッチ	4.04 mm
チップ厚さ	0.72 mm
圧縮圧	60 kgf/cm ²
カッター	
カッター回転数	1800 rpm
カッター切刃の鋭利度	鋭利
予備切削	無し
カッターのタイプ	ウィングタイプ
FJ 方向	水平
送材速度	10 m/分

2.3 試験方法

曲げ試験の方法を第1図に、圧縮試験の方法を第2図に、引張り試験の方法を第3図にそれぞれ示した。

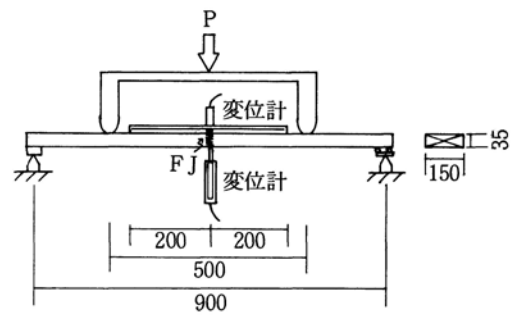
試験体の断面寸法は幅150mm、厚さ35mmとした。

曲げ試験は、5トン容量インストロン型試験機を用い、スパン中央では1/100mm精度の変位計で、等モーメント区間ではスパン400mmの変位量を1/1000mm精度の変位計でそれぞれ測定した。

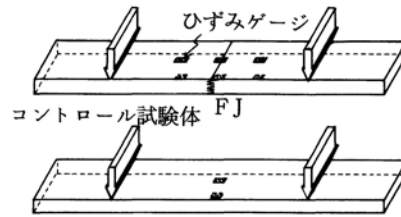
圧縮試験は、20トン容量アムスラー型試験機を用い、測定スパン25mmのエクステンソメーターによって試験片中央部の縮み量を測定した。

引張り試験は、100トン容量引張り試験機を用い、材中央部270mm区間の伸び量を1/1000mm精度の変位計を用いて測定した。

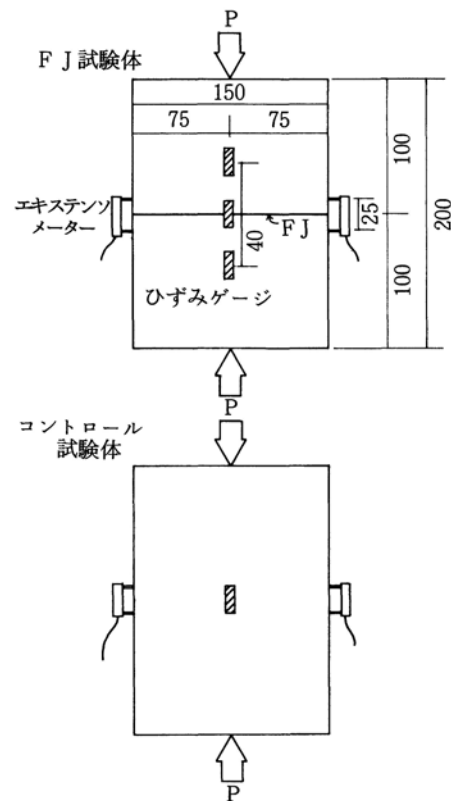
さらに、各々の試験で試験体の半数について試験体中央部、及びFJラミナ試験体ではFJ部に20mm長のペーパーベースストレインゲージを貼り、ひずみを測定した。



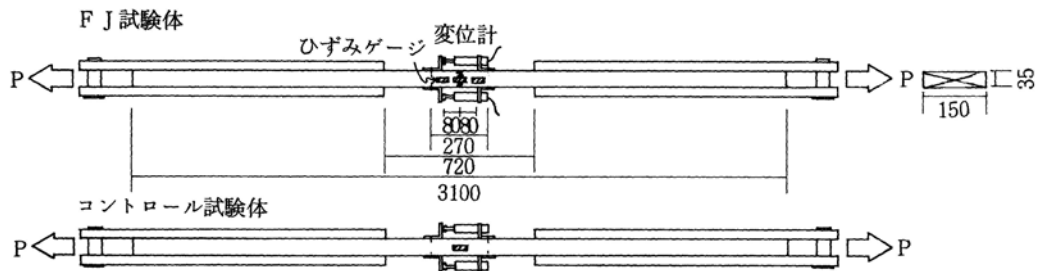
FJ試験体



第1図 ラミナの曲げ試験方法



第2図 ラミナの圧縮試験方法



第3図 ラミナの引張試験方法

2.4 試験結果

2.4.1 曲げ試験結果

FJラミナ，コントロールラミナの曲げ試験結果を第2表に示す。

(FJラミナのヤング係数/コントロール材のヤング係数)を剛性効率とすると， E_1 で1.02とFJによる剛性低下は見られない。また，曲げ強さについて(FJの σ_b /コントロール材の σ_b)を耐力効率とすると，0.85と文献¹⁾にみられる値とほぼ一致する。

(σ_{bp}/σ_b)についてFJラミナとコントロール材を比較するとややFJラミナの方が大きくなっており，FJの存在により曲げ荷重時にはやや脆性的になっていることがわかる。

FJラミナの破壊形態を見ると，FJ部の引き抜けによるもの22%，フィンガー付け根から破断したものの37%，FJ以外で破壊したものの41%であった。各破

第2表 ラミナの曲げ試験結果

	E_1	E_m	gE_c	gE_m	σ_{bp}	σ_b	P_{bmax}	σ_{bp}/σ_b
	(tonf/cm ²)				(kgf/cm ²)		(kgf)	
コントロールラミナ								
平均	109	115	111	...	462	585	1803	0.80
標準偏差	14	15	16	...	77	108	332	0.09
変動係数(%)	13	13	15	...	17	19	19	11
FJラミナ								
平均	111	112	113	126	409	498	1520	0.83
標準偏差	12	12	18	19	58	64	195	0.09
変動係数(%)	11	11	16	15	14	13	13	11
FJラミナ/コントロールラミナ								
平均	1.02	0.97	1.02	...	0.89	0.85	0.84	1.04

注) E_1 : 全スパンのたわみ量から求めたMOE
 E_m : 等モーメント区間のたわみ量から求めたMOE
 gE_c : スパン中央部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE (FJ試験体ではFJ部)
 gE_m : FJ試験体の非FJ部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE
 σ_{bp} : 比例限曲げ強さ
 σ_b : 曲げ破壊強さ
 P_{bmax} : 曲げ破壊荷重

第3表 FJラミナの曲げ破壊形態ごとの剛性・耐力

	E_1	E_m	gE_c	gE_m	σ_{bp}	σ_b	P_{bmax}	σ_{bp}/σ_b
	(tonf/cm ²)				(kgf/cm ²)		(kgf)	
Aタイプ (FJの引き抜け)								
平均	113	115	112	125	433	520	1586	0.83
標準偏差	7	8	12	9	45	43	131	0.07
変動係数(%)	7	8	11	7	11	9	9	8
Bタイプ (FJの付け根からの破断)								
平均	110	111	112	124	409	508	1552	0.81
標準偏差	11	11	20	19	49	52	159	0.09
変動係数(%)	10	10	19	16	12	11	10	12
Cタイプ (FJ以外の部材からの破壊)								
平均	110	112	115	127	397	477	1455	0.84
標準偏差	15	16	19	21	67	76	231	0.10
変動係数(%)	13	15	17	17	17	16	16	12

注) 第2表に同じ

第4表 ラミナの圧縮試験結果

	E_{ex}	gE_c	gE_m	σ_{cp}	σ_c	P_{cmax}	σ_{cp}/σ_c
	(tonf/cm ²)			(kgf/cm ²)		(kgf)	
コントロールラミナ							
平均	110	123	...	368	449	23533	0.82
標準偏差	18	21	...	62	50	2592	0.10
変動係数(%)	16	18	...	17	17	11	12
FJラミナ							
平均	102	113	121	284	375	19695	0.76
標準偏差	15	17	22	45	40	2095	0.08
変動係数(%)	15	15	18	16	11	11	11
FJラミナ/コントロールラミナ							
平均	0.93	0.92	...	0.77	0.84	0.84	0.93

注) E_{ex} : エキステンソメーターの縮み量から求めたMOE
 gE_c : スパン中央部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE
 (FJ 試験体では FJ 部)
 gE_m : FJ 試験体の非 FJ 部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE
 σ_{cp} : 比例限圧縮強さ
 σ_c : 圧縮破壊強さ
 P_{cmax} : 圧縮破壊荷重

第5表 ラミナの引張り試験結果

	E_t	gE_c	gE_m	σ_{tp}	σ_t	P_{tmax}	σ_{tp}/σ_t
	(tonf/cm ²)			(kgf/cm ²)		(kgf)	
コントロールラミナ							
平均	123	123	...	420	450	23508	0.94
標準偏差	25	16	...	134	147	7587	0.09
変動係数(%)	20	13	...	32	33	32	10
FJラミナ							
平均	112	118	125	327	338	17690	0.98
標準偏差	14	21	24	78	73	3817	0.05
変動係数(%)	13	19	18	24	22	22	5
FJラミナ/コントロールラミナ							
平均	0.91	0.96	...	0.78	0.75	0.75	1.05

注) E_t : スパン中央の変位計の変位量から求めたMOE
 gE_c : スパン中央部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE
 (FJ 試験体では FJ 部)
 gE_m : FJ 試験体の非 FJ 部のひずみゲージのひずみ量から求めたMOE
 σ_{tp} : 比例限引張り強さ
 σ_t : 引張り破壊強さ
 P_{tmax} : 引張り破壊荷重

壊形態ごとの剛性、耐力については第3表に要約した。剛性は各破壊形態で差はみられないが、耐力ではFJの引き抜けにより破壊したものがそれ以外で破壊したものより高い耐力を有していた。

2.4.2 圧縮試験結果

圧縮試験結果を第4表に示す。

剛性効率0.92~0.93、耐力効率0.84となりFJの存在が圧縮性能を低下させることを示した。また、 σ_{cp}/σ_c から圧縮強さに対して素材より低い割合の応力レベルで塑性域に入ることがわかった。

2.4.3 引張り試験結果

引張り試験結果を第5表に示す。

圧縮試験結果と同様、剛性効率、耐力効率とも1.0以下(剛性効率0.91~0.96、耐力効率0.75)となりFJにより性能が低下することが伺える。また、 σ_{tp}/σ_t の値はFJの方が大きくなった。このことと前出の耐力効率の低下から、曲げ試験においてコン

材によるもの15%)であった。

トロール材よりFJラミナの方が脆性的に破壊した主要因に引張り破壊が関与していることが推測できる。

破壊形態ごとの試験結果を第6表に要約した。破壊形態の割合は、FJ部の引き抜けによるもの32%、フィンガー付け根で破壊したものの32%、FJ部以外で破壊したものの36%(うち、節によるものは全体の21%、部

3. 集成材の曲げ試験

3.1 供試材

試験に使用した材料は、FJラミナの強度試験に供したものと同じ北海道大雪、幾寅両営林署管内のエゾ・

トドマツである。

これらの原木から208材
寸法に製材，人工乾燥し，
含水率約12%のラミナを作
製した。また，構造用集成
材の製造基準に基づきラミ
ナの品等区分を行い，1等
ラミナと2等ラミナに分類
した。

3.2 ラミナのMOE

製造したラミナは，スト
レスグレーディングマシン
(Plessy/林産試改良型)
を用いてMOEを測定した。
測定の様様を写真1に，ま
た測定したMOEの分布を
第4図に示す。測定した
MOEは平均91tonf/cm²
(35~152tonf/cm²)で
あった。

使用したストレスグレー
ディングマシンは，倉田⁴⁾
が行った集成材ラミナの曲
げヤング係数の測定に使用
したものであるが，測定を
バッチ式とし，マイクロコンピュータにより測定値か
らMOEを計算し，記録する機能を持たせるよう改良

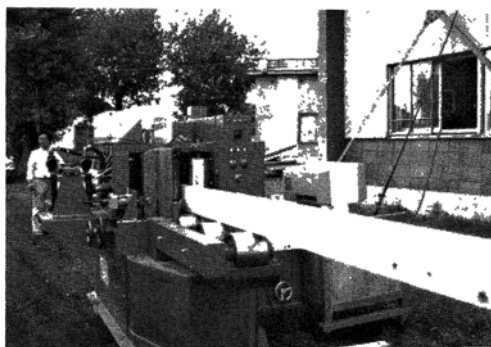
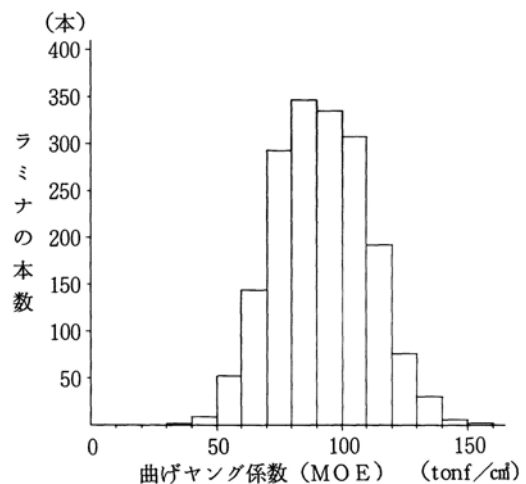


写真1 ストレスグレーディングマシン
(Plessy/林産試改良型)

第6表 FJラミナの引張り破壊形態ごとの剛性・耐力

	E_t	gE_c	gE_m	σ_{tp}	σ_t	P_{tmax}	σ_{tp}/σ_t
	(tonf/cm ²)			(kgf/cm ²)		(kgf)	
Aタイプ (FJの引き抜け)							
平均	110	117	122	377	386	20200	0.98
標準偏差	15	30	19	53	56	2942	0.06
変動係数(%)	14	27	16	14	15	15	6
Bタイプ (FJの付け根からの破断)							
平均	118	122	132	310	314	16450	0.98
標準偏差	14	16	24	77	72	3789	0.05
変動係数(%)	12	13	18	25	23	23	5
(Bmタイプ 部材からの破壊)							
平均	118	122	134	310	319	16707	0.97
標準偏差	14	17	22	77	70	3694	0.05
変動係数(%)	12	15	17	25	23	23	6
(Bkタイプ 節からの破壊)							
平均	114	122	126	296	296	15467	1.00
標準偏差	11	11	28	76	76	3979	0
変動係数(%)	11	10	23	28	28	28	0
Cタイプ (FJ以外の部材からの破壊)							
平均	110	113	121	313	317	16573	0.99
標準偏差	13	11	26	64	66	3438	0.03
変動係数(%)	12	11	22	21	21	21	3
(Cmタイプ 部材からの破壊)							
平均	113	112	127	304	305	15958	0.99
標準偏差	12	13	30	61	59	3115	0.03
変動係数(%)	11	12	24	21	20	20	3
(Ckタイプ 節からの破壊)							
平均	106	114	112	324	332	17409	0.98
標準偏差	14	8	14	67	70	3671	0.04
変動係数	13	8	13	22	22	22	4

注) 第5表に同じ



第4図 ラミナのMOE

したものである。

3.3 ラミナの縦接合

ラミナのFJによる縦接合は、2章で行ったFJラミナと同じ製造条件で行った。

ラミナの組み合わせは、同一等級同士のラミナを接合し、FJはラミナの狭い面にフィンガー形状が現れるように切削した。接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤（プライオーフェン#6000）を用いた。ラミナは縦接合後1週間の養生期間を置いて試験に供した。

なお、製造したラミナの本数は、長さ12mのラミナ；51枚、9mのもの；39枚、6mのもの；24枚、3mのもの；12枚の計126枚である。

3.4 FJラミナの保証荷重試験

縦接合を行ったすべてのFJラミナについてブルーフローダ（旭川技研製AG-84型）を用いて保証荷重試験を行った（写真2）。

試験方法は、ラミナの広い面に曲げ荷重を加えた。加えたブルーロードはラミナの短期許容応力度の1.13倍とした。すなわち、

1等ラミナ

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{proof}} &= \text{集成材の } \sigma_s f_b \times 1.13 \\ &= 230 \times 1.13 = 260 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}\end{aligned}$$

2等ラミナ

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{proof}} &= \text{製材の } \sigma_s f_b \times 1.13 \\ &= 140 \times 1.13 = 160 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}\end{aligned}$$

である。

なお、この1.13倍には特に意味はなく短期許容応力

度をやや上回る値でブルーフローダのエアシリンダーの圧力と直径等の関係から切りの良い荷重となるようにした結果この値となった。

保証荷重試験の結果、1等ラミナでは長さ12mのもの；2枚、9mのもの；1枚。2等ラミナでは12mのもの；1枚、9mのもの；1枚が破壊した。これらのラミナの破壊形態は、いずれも目切れや節が原因となっており、ラミナ中のFJから破壊したものはなかった。

保証荷重試験の結果、破壊したラミナは欠点を除去後、FJ接合を行い集成材ラミナとして使用した。

3.5 集成材の製造

製造した集成材の寸法を第7表に示す。

集成材は、1枚のラミナ厚を3.5cmとし、スパンに応じて積層数を変えている。また、製造に際して留意した点は、

1) 引張り側最外層ラミナのスパン中央部分には必ずFJ部がくるようにした。

2) ラミナ相互のFJ避距離は、1等ラミナ同士の場合、 $24t$ 以上（ t ：ラミナ厚さ）、2等同士または1等と2等の場合は無制限（避距離が0tも可）とした。

第7表 集成材の寸法

タイプ	梁せい h (cm)	積層数 n	スパン L (cm)	L/h	試験体数 N
1	14.0	4	270	19.3	3
2	28.0	8	540	19.3	3
3	45.5	13	810	17.8	3
4	59.6	17	1109	18.6	3

梁幅 $b = 15\text{cm}$, ラミナ厚さ $t = 3.5\text{cm}$

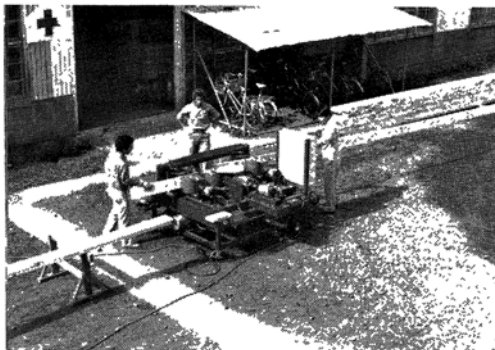
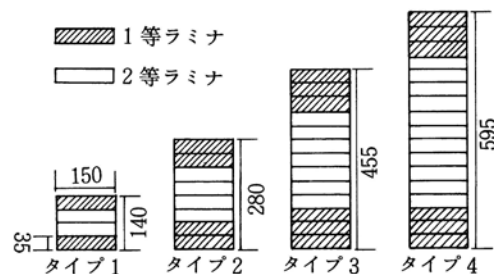


写真2 ブルーフローダ (AG-84型)



第5図 集成材の1等ラミナと2等ラミナの配置

3) 1等ラミナと2等ラミナの配置は第5図のようにした。

集成材の積層接着は、写真3のような小型門型プレスを用いて行った。圧縮圧力は10kgf/cm²となるようトルクレンチを用いて調整した。使用した接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤(プライオーフェン 6000)である。

積層接着後約1週間の養生後、ハンドプレーナを用

いて幅15cmとなるよう仕上げた。

3.6 集成材の曲げ試験

集成材の曲げ試験は、写真4に示す「プーリーとワイヤによる負荷システム」を用いて行った。このシステムにより、近似的に等分布荷重と見なせる状態となった。試験方法を第6図に示す。なお、タイプ4の集成材の曲げ試験では試験体の横だおれを防止するため横だおれ防止ガイドを設けた。

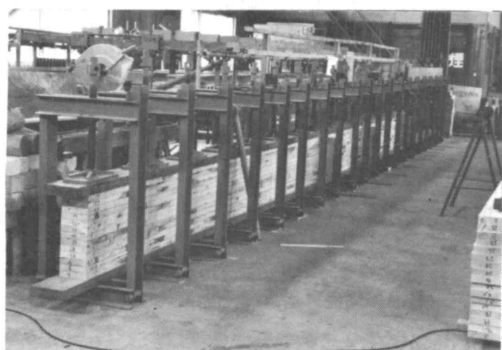


写真3 集成材の積層圧縮

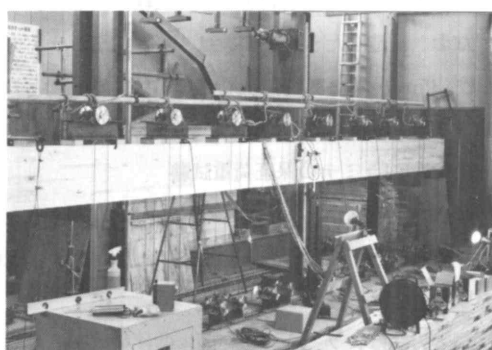
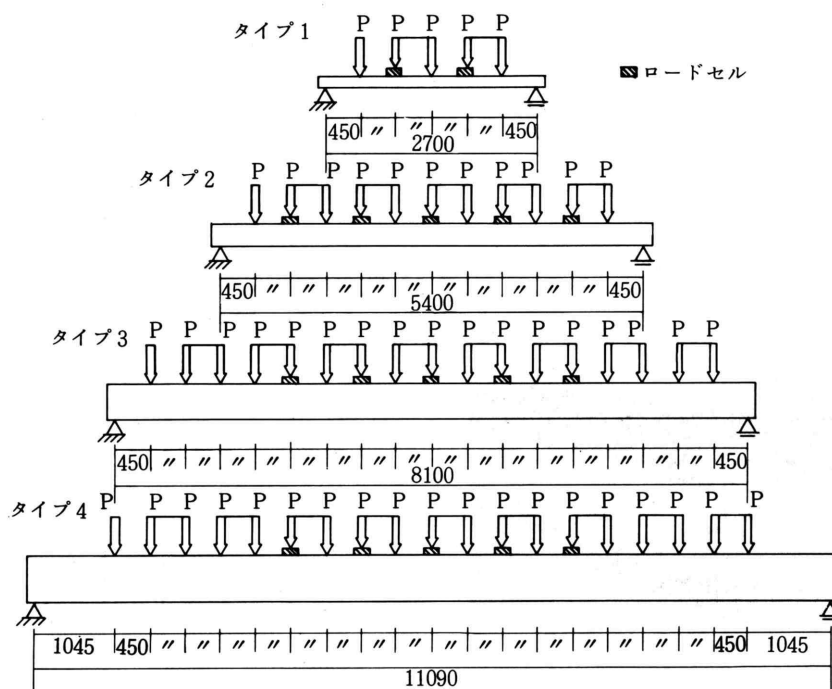
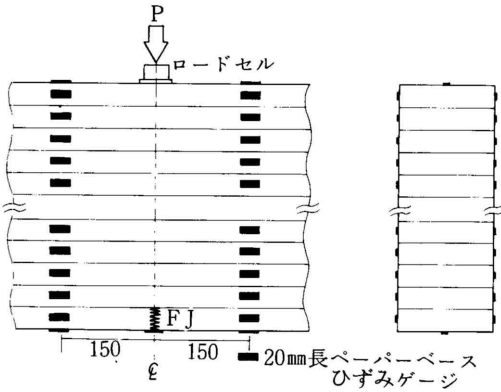


写真4 プーリーとワイヤによる負荷システム



第6図 集成材の曲げ試験方法



第7図 ひずみの測点位置

荷重は無段変速電動モーター付きのウィンチで鋼索を巻き上げることにより加えた。荷重速度は、曲げ応力度に換算して平均毎分7kgf/cm²であった。荷重の測定は、スパン中央部の5個の荷重ブロック（タイプ1では3個）の片側の支点に設置した容量1トンのロードセルで測定した。たわみの測定は、スパン中央の全体たわみについてストローク100～200mmの摺動型変位計を用いて集成材の中立軸のたわみ量を測定した。各ラミナのひずみ度を第7図に示す位置にペーパーストレインゲージ（ゲージ長20mm）を貼って測定した。

3.7 結果及び考察

3.7.1 使用した計算式

ここで算出した結果は次式により得た。

破壊荷重：

$$P_{max} = P_0 + P_i / i_p$$

P_{max} ：荷重点1個当たりの破壊荷重（kgf）

P_0 ：荷重ブロックの総重量が1個の荷重点にかかる重量（kgf）

P_i ：破壊時の各ロードセルの実測荷重（kgf）

i_p ：ロードセルの数

最大曲げモーメント：

タイプ1 $M_{max} = 4.5l_1 \cdot P_{max}$

タイプ2 $M_{max} = 18l_1 \cdot P_{max}$

タイプ3 $M_{max} = 40.5l_1 \cdot P_{max}$

タイプ4 $M_{max} = (10.5l_2 + 50l_1) \times P_{max}$

M_{max} ：最大曲げモーメント（kg・cm）

l_1 ：荷重点間距離（45cm）

l_2 ：荷重点間距離（104.5cm）

曲げ強さ：

$$MOR = M_{max} / Z$$

MOR：曲げ強さ（kgf/cm²）

Z：断面係数（cm³）

$$Z = bh^2 / 6$$

b：材幅（cm）

h：材せい（cm）

集成材の見かけのMOE：

$$E = (P / \delta) \cdot (5L^3 np / 384I) \cdot \{1 + 1.2(h/L)^2 \cdot (E/G)\}$$

E：曲げMOE（kgf/cm²）

δ ：スパン中央たわみ（cm）

L：スパン（cm）

np：荷重Pの作用する荷重点の数

I：断面2次モーメント（cm⁴）

$$I = bh^3 / 12$$

G：せん断弾性係数（kgf/cm²）

ここで、E/G = 18と仮定

3.7.2 試験結果

試験結果を第8表に要約した。また、各試験体のDP-

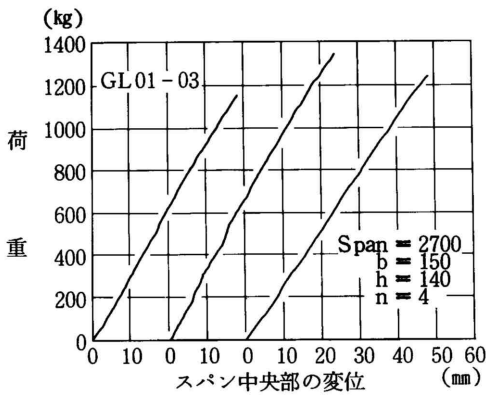
（スパン中央）曲線を第8～11図に、スパン中央近辺のひずみ分布の各タイプの一列を第12～15図に示す。

なお、ラミナ側面のひずみ度の値は、各ラミナの各側面に2枚ずつ計4枚貼ったひずみゲージから得られた値の平均、最外表皮のひずみ度は最外層ラミナの上面または下面に貼ったそれぞれ2枚のゲージから得られた値の平均、FJ部はFJ上に貼った1枚のゲージの値である。また、第10図のGL07、GL09に見られる破壊近辺で変位量が一定になっているのは、集成材スパン中央の変位量が変位計の測定範囲を超えたためである。

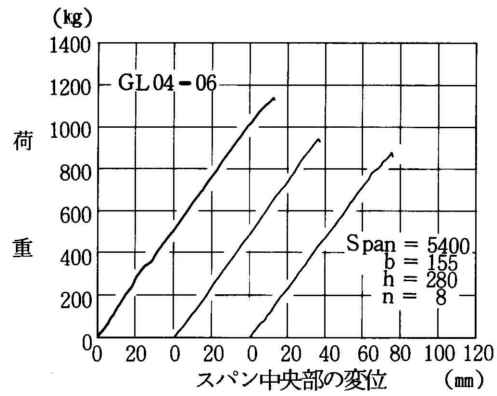
各ロードセルの破壊時実測荷重のばらつきは、変動係数2～7%であった（第8表）。このことから、本研究で用いた「プーリーとワイヤーによる負荷システム」は大断面集成材のような大規模構造物の曲げ破壊

第8表 集成材の強度試験結果

タイプ	No.	死荷重 P_o (kgf)	比例限荷重 P_p (kgf)	各ロードセルの破壊時実測荷重					実測 MOE (tonf/cm ²)	破壊荷重 P_{max} (kgf)	曲げ強さ σ_b (kgf/cm ²)
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5			
1	GL01	9.4	853	1151	1186	...	...	...	122	1178	487
	GL02	9.4	853	1322	1399	...	...	...	139	1370	566
	GL03	9.4	1200	1223	1273	...	...	...	107	1257	519
2	GL04	10.7	1050	1130	1051	1115	1222	1226	112	1160	464
	GL05	10.7	947	975	902	918	1015	980	104	969	387
	GL06	10.7	797	911	820	861	935	919	103	900	365
3	GL07	11.1	1176	1142	1132	1203	1190	1155	101	1176	401
	GL08	11.1	1038	990	990	1064	1070	1019	103	1038	354
	GL09	11.1	733	995	967	996	1042	1034	107	1018	347
4	GL10	11.2	849	851	857	800	821	859	104	849	310
	GL11	11.2	1030	1120	1123	1046	1066	1179	103	1107	404
	GL12	11.2	1057	1048	1085	1037	1014	1046	135	1057	386



第8図 荷重 - 変位曲線 (タイプ1)

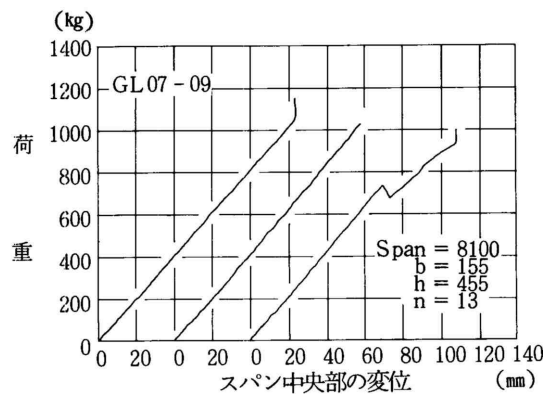


第9図 荷重 - 変位曲線 (タイプ2)

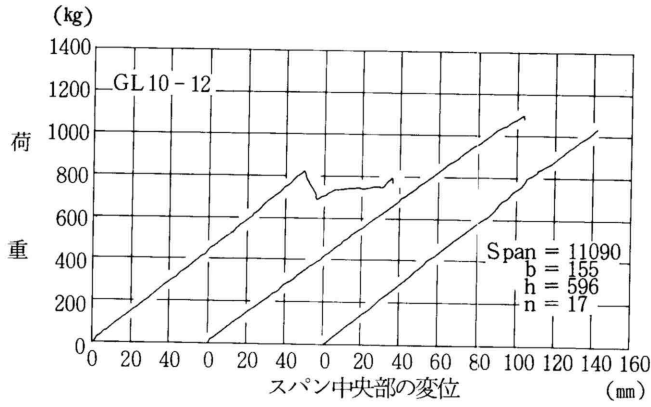
試験に適したものであることが確認された。

曲げ強さは、建設省告示1799号で定められたエゾ・トドマツ集成材の材料強度 $F_b = 345 \text{ kgf/cm}^2$ (長期許容応力度 $f_b = 115 \text{ kgf/cm}^2$ の3倍)を下回ったのは最も梁せいの大きいタイプ4のうちのGL10だけであった。

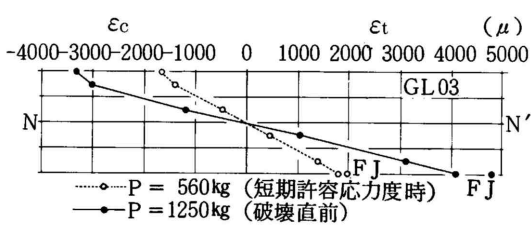
破壊形態を見ると(写真5~8)、ほとんどの試験体で引張り側最外層のFJ部から破壊した。また、P-曲線からも見られるように非常に脆性的な破壊形状であった。このため、特に大断面集成材の場合、引張り側ラミナの引張り強さに基づいたMORの予測をす



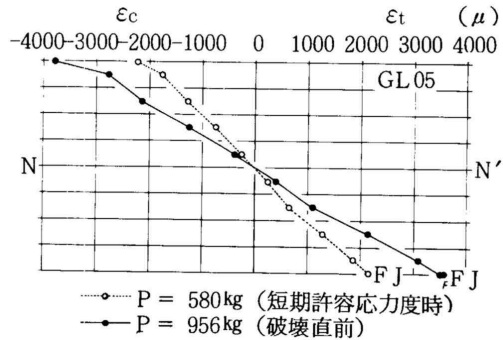
第10図 荷重 - 変位曲線 (タイプ3)



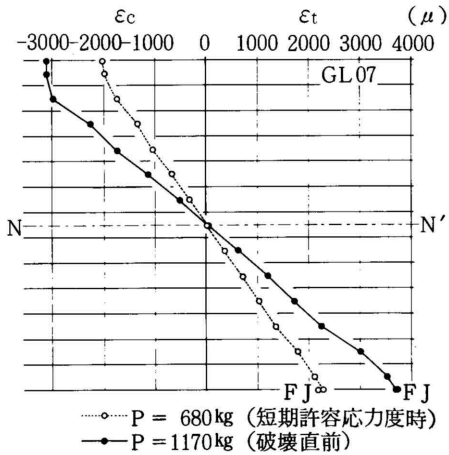
第11図 荷重 - 変位曲線 (タイプ4)



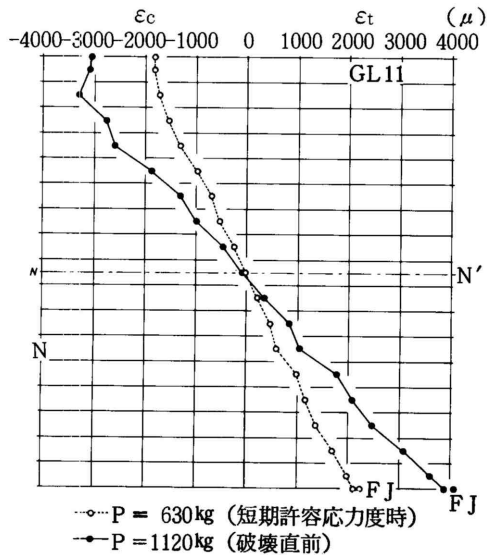
第12図 スパン中央のひずみ分布 (タイプ1)



第13図 スパン中央のひずみ分布 (タイプ2)



第14図 スパン中央のひずみ分布 (タイプ3)



第15図 スパン中央のひずみ分布 (タイプ4)

る必要がある。

ひずみゲージを用いて測定したひずみ分布を見ると、破壊直前まで中立軸の移動がほとんど認められず、破壊が圧縮側に顕著な塑性域を生じる前に引張り破壊し

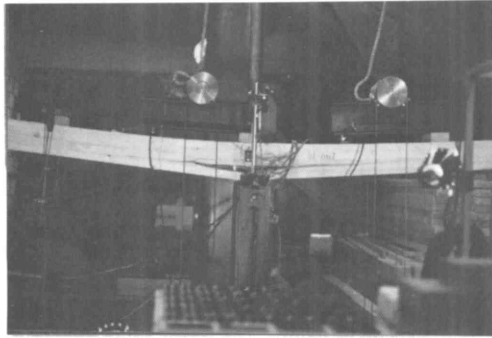


写真5 集成材の曲げ破壊形状 (タイプ1)

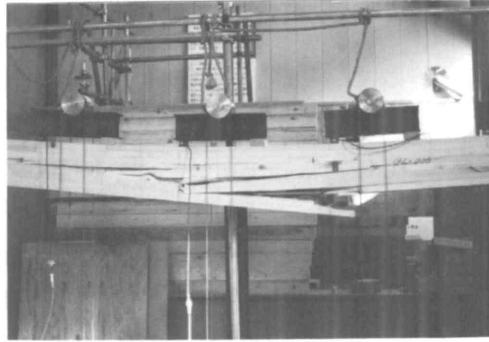


写真6 集成材の曲げ破壊形状 (タイプ2)

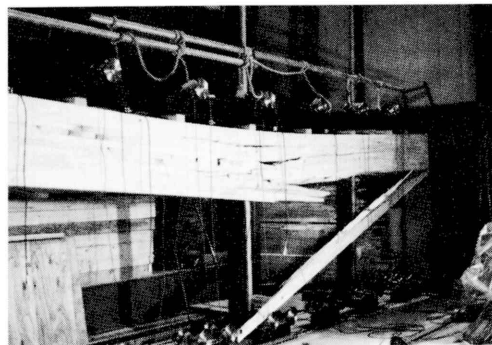


写真7 集成材の曲げ破壊形状 (タイプ3)

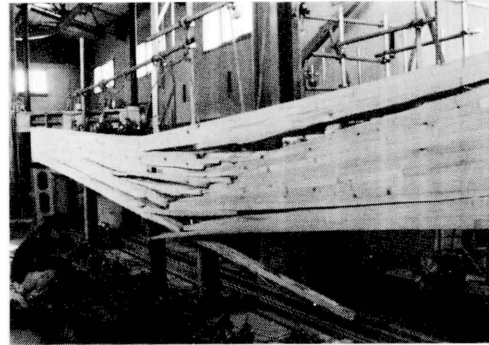


写真8 集成材の曲げ破壊形状 (タイプ4)

たことを示している。そのため、従来無欠点小試験片の曲げ破壊試験を行うとき考えられるような弾塑性理論を、FJラミナを用いて製造した大断面梁にそのまま適用することは適切ではないように思われる。

4. おわりに

FJを有するラミナの性能試験の結果、おおむね従来報告されているものと同様の値を得た。また、集成材の曲げ性能は、試験した試験体のほとんどでエゾ・トドマツ集成材の材料強度を上回った。破壊形態から、試験体寸法と引張り側最外皮のラミナの引張り性能によって集成材の曲げ性能が左右されるように思われた。そのため、次報では寸法による強度推定について検討する予定である。

文 献

- 1) 例えば、宮島 寛, 生田晴家: 北大演習林研究報告, 33, 1 (1981)
- 2) 集成材便覧編集委員会編: 集成材建築設計便覧, 工業調査会 (1973)
- 3) 堀江秀夫, 倉田久敬, 石井 誠: 林産試験場研究報告, 76 (1986)
- 4) 倉田久敬: 林産試験場研究報告, 70 (1981)

- 木材部 加工科 -
- *1 試験部 複合材試験科 -
- *2 木材部 強度科 -
- *3 農林水産省林業試験場 -
(前試験部 複合材試験科)
(原稿受理 昭63.2.12)