

MDFの内部結合力評価に関する研究

誌名	静岡大学農学部研究報告 = Reports of the Faculty of Agriculture, Shizuoka University
ISSN	05598850
著者	鈴木, 滋彦 斎藤, 藤市 朴, 昌先
巻/号	37号
掲載ページ	p. 55-60
発行年月	1988年3月

MDF の内部結合力評価に関する研究

鈴木 滋彦*・朴 昌先**・斉藤 藤市*

(昭和62年10月31日受理)

Study on the Evaluation of Internal Bond Properties of MDF.

Shigehiko SUZUKI*, Chang-Xian PIAO**, and Fujiichi SAITO*

ABSTRACT

To obtain basic information on the internal bond properties of medium density fiberboard (MDF), IB strength test, interlaminar shear test, and bending test at various spans were conducted using five types of commercial MDFs. The possibility of employing a short-beam bending test method for the evaluation of the internal bond properties of MDF was discussed in this study. The results obtained were summarized as follows:

- 1) It was found that there was a correlation between internal bond strength (IB) and interlaminar shear strength (IS) of the different types of MDF boards.
- 2) Decreasing test span in three point bending, shear failure occurred in center plane of the beam when $L/h < \sigma/2\tau$, where σ and τ are bending strength and shear strength, respectively.
- 3) Maximum shear stress τ_{max} increased with decreasing test span for each type of board.
- 4) Interlaminar shear strength (IS) was found to be closely related to the estimated shear strength at transition point of bending with shear failure. It could be concluded that the short-beam bending test method can be applied for the evaluation of internal bond properties of MDF.

1. 緒 言

近年、中質繊維板MDF(Medium Density Fiberboard)の企業化が欧米各国で相次いで行われ、我国でも本格的なMDF工場が生産を始めている。MDFは家具、建築、木工、弱電器機、音響器機、自動車などの工業材料として用途が広く、それぞれに必

要な性能要求があるため、形状、寸法その他、物理的、機械的性質も多岐にわたっている¹⁾。このため、JIS A 5906では、曲げ強さ、はく離強さ、木ネジ保持力、ホルムアルデヒド放出量、湿潤時曲げ強さ、吸水厚さ膨張率等をタイプ別に規定している。

内部結合力の評価ははく離試験、インターラミナせん断試験によって求められるが、これらは、治具に試験片を接着した後に強度試験を行うため、煩雑であり作業性が良くない。多品種のサンプルの内部結合力を、生産工程上で評価するためには簡便な方法が必要となる。本研究ではMDFの内部結合力の基礎的なデータを得ることと同時に、ショートビームの曲げによる内部結合力の評価の可能性²⁾について検討した。

* 静岡大学農学部改良木材学研究室

Laboratory of Wood Processing, Faculty of Agriculture, Shizuoka University

** 中華人民共和国吉林省和竜県計画委員会

The Planning Committee of He-Long Xian, Jie-Lin Prov., Peoples Republic of China.

2. 試験方法

2.1 供試材料

市販の15mm厚のMDF 5種類を用いた。2種類は針葉樹を、3種類は広葉樹を原料とするものである。供試ボードの比重をTable 1に示す。

2.2 試験

2.2.1 はく離試験

JIS A 5096に準拠した。5cm×5cmの試験片をホットメルト接着剤を用いて治具に接着した後、ボード面に垂直方向の引張り試験を行った(Fig.1a)。

2.2.2 インターラミナせん断試験

ASTM D 1037に準拠して行った。5cm×15cmの試験片を治具に接着した後、Fig.1bに示す要領でボード面と平行方向の負荷により強度を求めた。

2.2.3 ショートビーム曲げ試験

Fig.1cに示すように、中央集中負荷による曲げ試験を行った。水平せん断破壊とスパンとの関係を検討するため、スパンL=6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 25cmの8条件を設定した。また、試験片中央部のたわみ速度を2mm/分とした。

3. 結果と考察

3.1 ボード面に垂直方向の比重分布

木質ボードでは一般に、表層付近の比重が高く芯層の比重が低くなる傾向がある。MDFでは、コアの比重を低く抑え表層の比重を高めることは、ボードの曲げ性能を高めるために有効であると同時に、表層の緻密化による表面性向上の目的もあわせもっている。一方、端面の加工性をよくするためには表層と芯層との比重差は小さい方が良く、MDFの材質と垂直方向の比重分布とは密接な関係がある。

Table 1. Board specifications.

Board type	Material	SG*
N 1	Soft wood	0.73
N 2	Soft wood	0.57
L 1	Hard wood	0.65
L 2	Hard wood	0.58
L 3	Hard wood	0.48

* : Specific Gravity.

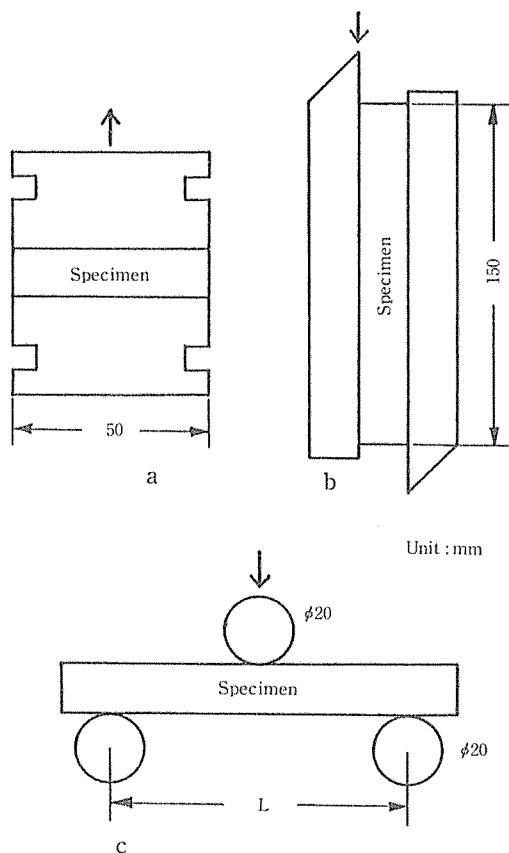


Fig. 1. Testing diagram.

Note : a; Internal bond strength test.
b; Interlaminar shear test.
c; Bending test.

ある。

本実験で使用した5種類のボードの比重分布をFig.2に示す。N1, N2, L1のボードは表層比重が約1となっている。また、N1, N2を比較すると、N2ではコアの比重を低くすること、表層の高比重部を薄くすることにより全体の比重を低下させている。L1, L2ではコア部の比重がほぼ等しく、表層の比重が異なっている。一般に木質材料は比重が大きくなれば強度が増加するため、内部結合力も同様にコアの比重が高くなれば向上するが、これに加えて、レジン添加率等の製造条件も内部結合力に影響を及ぼす重要な要因である。

3.2 内部結合力

Fig.3に5種類のボードのはく離強さ(IB)を示

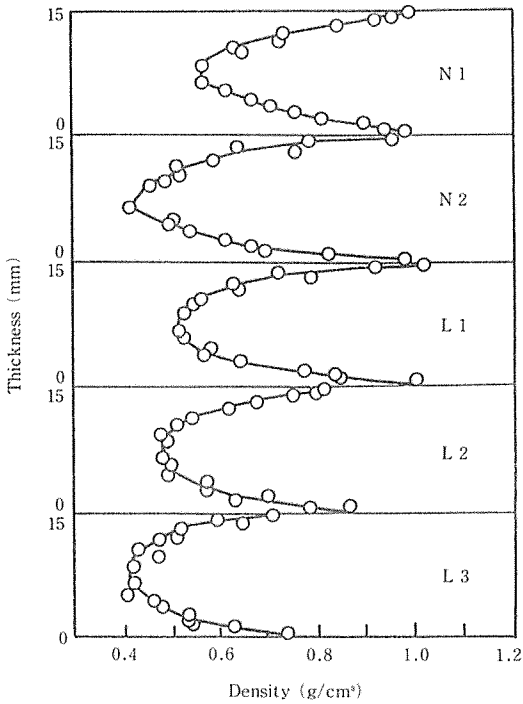


Fig. 2. Density profile.

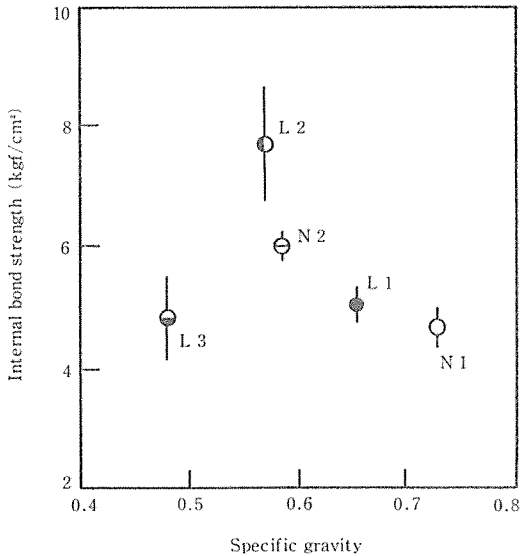


Fig. 3. Relationship between specific gravity and internal bond strength.

す。図の横軸は比重とした。各プロットは試験片20本の平均値であり、縦棒は標準偏差を示す。L2が最も高い値を示し、N1は平均比重ならびコア比重が最も高いにもかかわらず、IB値は低い値を示した。ここでは内部結合力評価のために、あえて製造条件を異にするボードを選出したため、比重とIBとの相関は見られないが、同一条件下で比重のみを変化させ製造したボードであれば、比重との相関が見られるものと考えられる。

Fig.4に5種類のボードのインターラミナせん断強さ (IS) を示す。全体として比重が高くなれば、ISは増す傾向を示しているが、必ずしも相関は明瞭ではない。また、IBとも異なる傾向を示している。これは、破壊のモードが異なることも一因である。すなわち、はく離は垂直引っ張りであるのに対し、ISはボード面と平行方向のせん断強度を示しているため、ファイバーの絡み合いその他のファクターが両者の差異の要因となっているものと考えられる。

しかしながら、木質ボード一般について考えるならばIBとISとは内部結合力の指標という点で共通するものであり、両者の間に関係があると考える

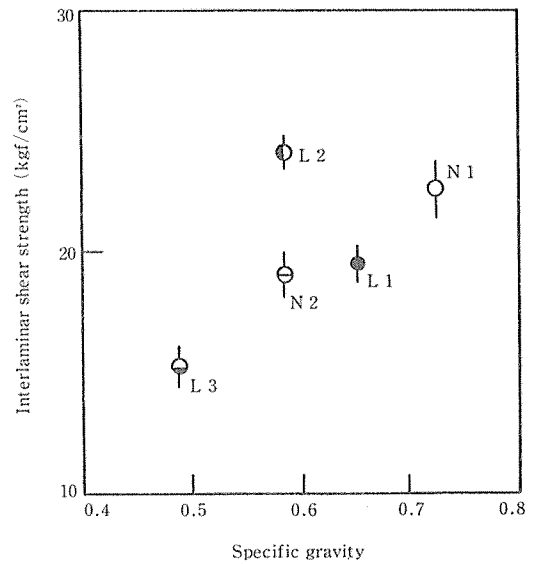


Fig. 4. Relationship between specific gravity and interlaminar shear strength.

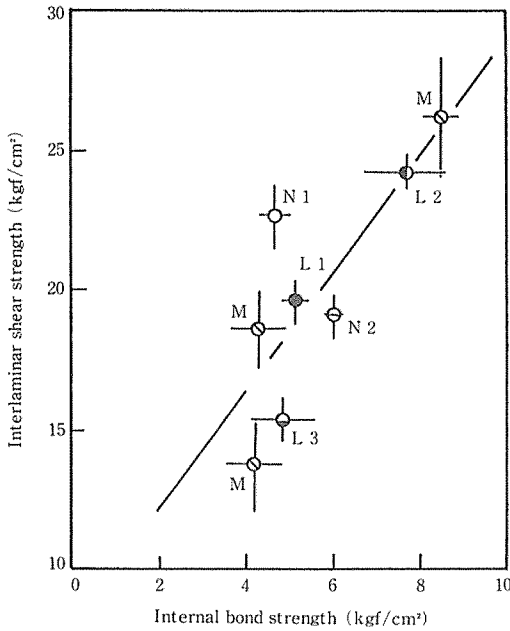


Fig. 5. Relationship between internal bond strength and interlaminar shear strength for eight types of MDFs.
Note: M; Commercial MDF⁴⁾
Regression line;
 $y = 8.03 + 2.10x \quad r = 0.80$

のが妥当である。McNatt³⁾は数種の市販ならび実験室製パーティクルボードのIBとISについて正の相関関係を報告している。そこで、本実験で用いた5種類に他のMDF3種のIBとISの値⁴⁾を加えて、両者の関係をFig.5にプロットした。各点は試験片10本の平均値であり上下左右の線分は標準偏差を示している。製造条件等が異なっても、サンプル数を増やせば、IBとISとの間に正の相関が認められる。

3.3 ショートビーム曲げによる内部結合力の評価

3.3.1 曲げ破壊とせん断破壊の転移点

曲げを受けるMDFはりの破壊は、試験片のL/hすなわち(スパン/厚さ)比の大きい場合は曲げ破壊を生じ、L/hの小さい場合には水平せん断破壊に移行する傾向がある。単純支持はりの3点曲げ試験の場合、曲げ応力 σ_{max} 及びせん断応力 τ_{max} は、

$$\sigma_{max} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1),$$

$$\tau_{max} = \frac{3P}{4bh} \quad (2),$$

で表わされる。ここで、P:荷重、L:スパン、b、h:試験片の幅ならびに厚さ(高さ)である。 σ_{max} は試験片の最外層すなわち両表層で最大となり、 τ_{max} は試験片の中立面で最大となる。L/hを変化させたとき明瞭な転移点があると仮定すれば、それは(1)、(2)式において荷重Pが等しくなる点であるから、転移点では

$$\frac{3L\sigma_{max}}{2bh^2} = \frac{3\tau_{max}}{4bh} \quad (3),$$

を満たすことになる。(3)式を変形すれば(4)式が得られる。

$$L/h = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_{max}}{\tau_{max}} \quad (4)$$

これは転移点での曲げ応力とせん断応力との関係を示しており、仮に σ をMDFの曲げ強さ、 τ をせん断強さとすれば、スパンと厚さの比が

$$L/h > \sigma/2\tau \quad (5)$$

を満たす範囲内では曲げ破壊を生じ、逆に

$$L/h < \sigma/2\tau \quad (6)$$

ではせん断破壊を生ずることになる⁵⁾。5種類のボードのISは平均で約20kgf/cm²である。これをせん断強さ τ とし、曲げ強さ σ を約350kgf/cm²とすれば転移点のL/hは8.75となり、厚さ1.5cmであるからスパンに換算すれば約13cmとなる。転移点は必ずしも明瞭であるとは限らないため、この値の周辺に曲げ破壊からせん断破壊に移行する領域が存在することが考えられる。

3.3.2 最大曲げ応力 σ_{max} に及ぼすスパンの影響

Fig.6に5種類のボードの最大曲げ応力(σ_{max})とスパン(L)との関係を示す。各々のプロットは試験片10ヶの平均値である。L=25cmではせん断の影響は小さく無視することができるため、この値を曲げ破壊係数とすれば、ボード間ではN1>L1>N2>L2>L3の順となっており、比重の順と一致している。また、スパンを短くしていった場合、N1

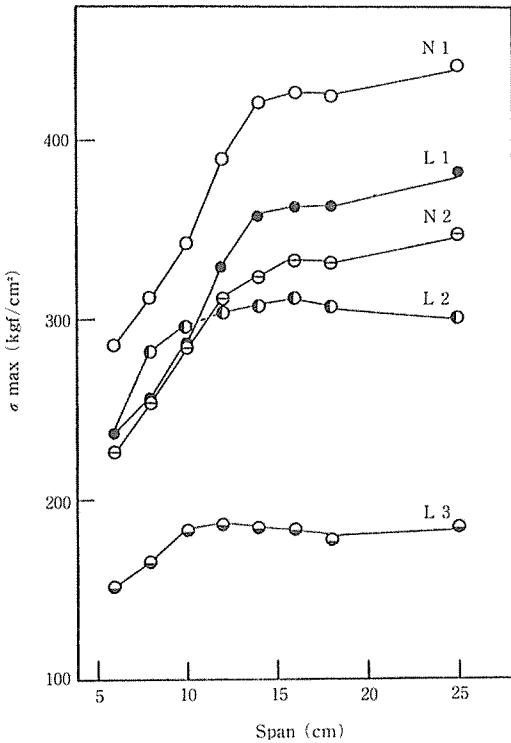


Fig. 6. Effect of test span on the maximum bending stress.

では $L=14\text{cm}$ あたりを境に急激に低下し、5種類のボードとも曲げ破壊からせん断破壊に移行する傾向を示した。曲げ破壊とせん断破壊は破壊の形態が明らかに異なるため、各々の試験片について区別することが可能であり、S-Sカーブ上にもその特徴が現われる。各条件におけるせん断破壊を起こした試験片の数を Table 2 に示す。L 2, L 3 ではスパン 8~10cm 付近に、L 1, N 1, N 2 ではスパン 14~

Table 2. Number of test pieces with shear fracture in bending at various spans.

Board type	Span(cm)							
	6	8	10	12	14	16	18	25
N 1	10	10	10	10	9	1	0	0
N 2	10	10	10	10	7	0	0	0
L 1	10	10	10	10	10	0	0	0
L 2	10	9	1	0	0	0	0	0
L 3	10	9	3	0	0	0	0	0

Total number of test pieces at each condition : 10

16cmの間に転移領域が存在することが明らかとなった。ここでは、試験片の50%がせん断破壊を生ずるスパン（または L/h ）を転移点と呼ぶことにする。各々のボードの転移点をスパンで表わせば、L 3;9.3, L 2;9.0, L 1;15.0, N 2;14.6, N 1;15.0 cm となった。比重の高いボードの方が転移点のスパンは大きくなる傾向が見られた。

3. 3. 3 最大せん断応力 τ_{\max}

(2)式によって計算される最大せん断応力 τ_{\max} とスパンとの関係を5種類のボードについて Fig.7 に示した。いずれのボードについても τ_{\max} はスパン L の減少にともない増大する傾向を示した。また、転移領域は明瞭に現われていない。

ショートビームの曲げ試験において純粋な曲げならびせん断破壊のみが生ずるとすれば、スパンを短くした場合には τ_{\max} は一定値をとることになる。

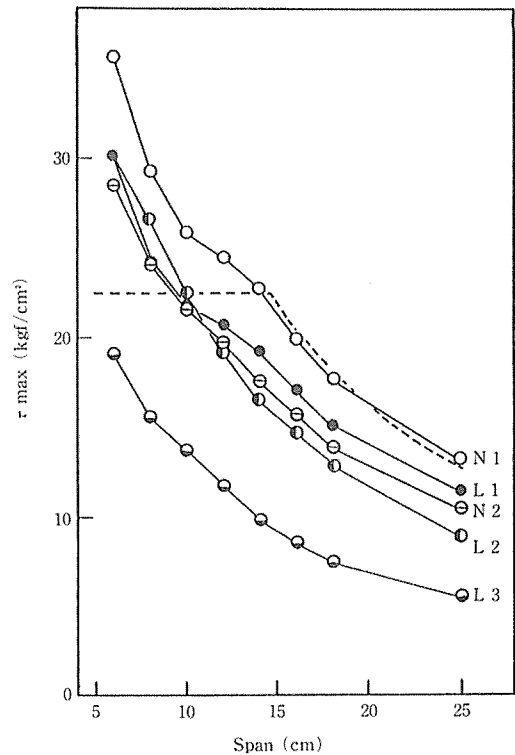


Fig. 7. Effect of test span on the maximum shear stress.

すなわち

$$\tau_{\max} = \begin{cases} \tau & (L < L_T) \\ \sigma/2 (L/h) & (L > L_T) \end{cases} \quad (7)$$

となる。ここで L_T は転移点におけるスパンである。

Fig.7中に、(7)式をN1ボードの場合について、 $\sigma = 440 \text{ kgf/cm}^2$ として点線で示した。 $L > L_T$ では τ_{\max} は(7)式とよく一致するが、 $L < L_T$ では異なる傾向を示している。これは、スパンが短くなった場合せん断破壊は生ずるが、ボード面に垂直方向の圧縮等の他の要因が影響しせん断破壊に要する荷重よりも大きな荷重が必要となるため、見かけ上 τ_{\max} が上昇するものと考えられる。しかしながら、転移点付近までは(7)式と実験値が一致する傾向を示すことから、同点付近の τ_{\max} はせん断強さを示すものと考えてよいであろう。

3. 3. 4 最大せん断応力 τ_{\max} とISの関係

ショートビーム曲げから計算される τ_{\max} はスパンLの減少とともに増加している(Fig.7)。同図の各々のボードの τ_{\max} とLとの曲線から、3. 3. 2で定義した転移点におけるスパン L_T に対応する τ_{\max} を求めた。L3では14.2, 以下L2:24.6, L1:18.2, N2:17.0, N1:21.4 kgf/cm^2 となった。これを、せん断強さ τ とし、インターミナせん断強さISとの関係をFig.8にプロットした。原料の樹種、比重、その他製造条件の異なる5種類のボードについて得られた結果であることを考慮すると、 τ とISとは極めて高い相関を示すことが認められた。

このことは、転移点またはそれよりもややスパンの短いところで水平せん断破壊を生ずる曲げ試験を行えば、簡易な曲げ試験からインターミナせん断強さISを評価可能であることを示している。生産工程上でボードのIB、ISを継続的に測定することは困難であるため、ISと τ とのマスターカーブを描いておけば、簡易な方法により内部結合力を評価することができるため、品質管理の上からも有力な手段となるであろう。

4. 摘 要

(1) MDFでは、比重、強度の範囲を広げボードの種類を多くすることにより、はく離強度とイン

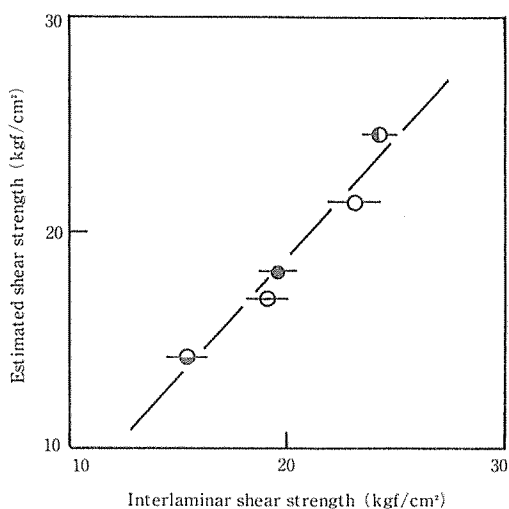


Fig. 8. Relationship between interlaminar shear strength and estimated shear strength at transition point of bending and shear failure.

Note: $y = -4.10 + 1.15x$ $r = 0.98$

ターミナせん断強度の間に正の相関が見られた。

(2) 3点曲げ試験でスパンを短くしてゆくと、曲げ破壊からせん断破壊に移行する転移領域が確認された。

(3) 最大せん断応力 τ_{\max} はスパンの減少とともに増加する傾向を示した。

(4) 転移点における τ_{\max} はインターミナせん断強度と強い相関が見られた。このことは、簡易なショートビーム曲げ試験からボードの内部結合力を評価可能であることを示唆するものである。

5. 引用文献

- 1) 郷司聯平: 木材工業, 39, 189 (1984).
- 2) 規格標準委員会: 強化プラスチック, 22, 433 (1976).
- 3) McNatt, J. D.: *Proc. of 7th PB Symp.* WSU. p376 (1973).
- 4) 鈴木滋彦: 未発表.
- 5) 林 毅: 「複合材料工学」, 日科技連, 617-620, (1971).