

# 木質ボードの開口型モード破壊じん性値（第1報） 各種木質ボードの破壊じん性値の測定

鈴木直之<sup>\*1</sup>・松下由香<sup>\*1,2</sup>

Fracture toughness of Wood-based composite boards in Opening Mode I  
Measurement of fracture toughness of various wood-based composite boards

Naoyuki SUZUKI and Yuka MATUSHITA

Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu Mie 514 - 8507

## 要 旨

ファイバーボード、パーティクルボード、OSBなど9タイプの市販の木質ボードについてコンパクト引張試験により開口型破壊モードにおける破壊じん性値の測定を行った。破壊じん性値は木質ボードの構成エレメントの影響を受けていることがわかった。インシュレーションボード、MDF、ハードボードなどのファイバーボードでは破壊じん性値と比重との関係は、ほぼひとつの回帰直線で示すことができた。パーティクルボードにおいても、3種類のボードの破壊じん性値は比重と正の相関がみられたが、ファイバーボードの回帰直線とは異なっていた。また、OSBの配向性は破壊じん性値にあまり影響を及ぼさなかった。木質ボードの破壊じん性値は木材（RLおよびTL）のそれより大きく、開口型破壊に対する強度は木材（RLおよびTL）より木質ボードの方が強いことがわかった。

キーワード：木質ボード、開口型破壊モード、破壊じん性値、コンパクト引張試験

## ABSTRACT

Fracture toughness of nine kinds of commercial wood-based composite boards (fiber board, particle board, OSB (Oriented Strand Board) and the like) in opening fracture mode were measured by compact tension test. Fracture toughness was found to be affected composite element of boards. In fiberboards such as insulation board, MDF and hardboard, the relation-

\*1 三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514 - 8507

\*2 現在：K.K. 希望社 K.K.Kibousha, Gifu 500

ship between fracture toughness and the specific gravity could be showed by a regression line. Though there was a positive correlation between fracture toughness and the specific gravity in three kinds of particleboard, a regression line of particleboards was different from that of fiberboards. Fracture toughness were found to be unaffected orientation of particle of OSB. AS fracture toughness of wood-based composite boards were larger than those of wood (RL and TL), the strength of wood-based composite boards were found to be stronger than those of wood (RL and TL) in opening mode.

*Keywords : Wood-based composite board, Opening fracture mode, Fracture toughness, Compact tension test*

## 1. 緒 言

ファイバーボードやパーティクルボードなどの木質ボードは、原材料がファイバーやパーティクルなど木材の小片であるため資源の有効利用において有利な材料であるが、強度面においては、より素材に近い構成要素を用いた他の木質材料の合板、集成材、LVLなどに比べて劣っている。しかし、エレメントに配向性を持たせ強度を向上させた OSB（配向性ストランドボード）など、より高性能の木質ボードの開発が進められており、合板などの単板採取に適した原木が年々減少している現状から、今後木質ボードの使用量はさらに増加するものと予想される。これまで木質ボードの強度性能に関してかなり多くの研究がなされているが(1,2)、応力集中を受ける場合の強度とみなされる破壊じん性値の測定はほとんどなされていない。そこで、本研究でファイバーボードなど数種類の木質ボードについて開口型モード(モード I) の破壊じん性値測定を試みた。

## 2. 実 験

### 2. 1 供試材

破壊じん性値測定に市販のインシュレーションボード、MDF、ハードボード、パーティクルボード、OSB の 5 種類の木質ボードを供した。供試した木質ボードの概要を表-1 に示す。

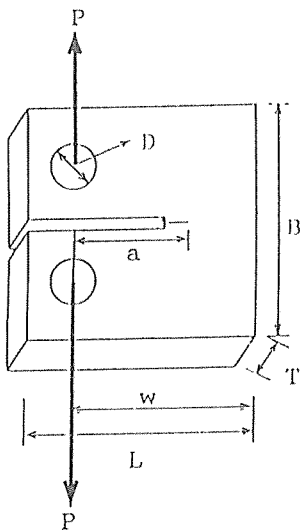
### 2. 2 破壊じん性値測定用試験体

破壊じん性値には臨界ひずみエネルギー解放率と臨界応力拡大係数の 2 種類がある。臨界ひずみエネルギー解放率は、き裂を単位面積進展させるために必要なエネルギーを、臨界応力拡大係数は破壊時に、き裂近傍の応力状態を示すもので、ともに強度特性値と考えられており、これら 2 つは弾性定数を介して互換性がある。本研究では、試験の容易な ASTM 規格 E-37 のコンパクト引張試験法により破壊じん性値（臨界応力拡大係数  $K_{Ic}$ ）の測定を行った。

図-1 に破壊じん性値測定に使用した試験体を示す。試験体の各寸法は図-1 に示す通りである。き

表-1 供試木質ボードの仕様

木質ボード種類	製造会社	種類	比重
インシュレーションボード (IFB)	ニチハ(株)	畳ボード	0.26
中比重ファイバーボード (MDF)	(株)ノダ	LC: 広葉樹軽量タイプ	0.53
		LD: 広葉樹軽量タイプ	0.58
		L: 広葉樹標準タイプ	0.63
ハードボード (HB)	ニチハ(株)		0.97
パーティクルボード(PB)	日本ノボパン工業(株)	YS	0.71
		S	0.81
	永大産業(株)	A	0.75
配向性ストランドボード (OSB)	AINSWORTH LUMBERCo.		0.63



木質ボード種類	L(mm)	W(mm)	B(mm)	T(mm)	D(mm)
IFB	75	60	75	15	4.5
MDF	75	60	75	15	4.5
HB	50	40	50	5	4.5
PB	60	48	60	12	4.5
OSB	60	48	60	12	4.5

き裂長さ a: 0.5W T 方向: ボードの厚さ方向

図-1 破壊じん性値測定用試験体

裂の長さ a は 0.45 W から 0.55 W の範囲にとるよう規定されている (3) ため 0.5 W とした。また、切欠き先端を鋭くするために 1.3mm 以上の疲労き裂を入れることになっているが、木質ボードではき裂延長線上にうまく疲労き裂を入れることができないため、歯厚の薄いカッターナイフで長さ 5mm 程度のき裂を入れることで疲労き裂の代わりとした (4)。また、OSB は、配向性を持っているので、き裂を入れる方向をフレークの配向している方向 (A タイプ) およびそれと直交方向 (B タイプ) の 2 種類とした。

### 2. 3 試験方法

インストロン 1000 型万能試験機を用いて、毎分 3mm のクロスヘッドスピードで引張破壊試験を行い、荷重および荷重点変位 (クロスヘッド移動量) を X-Y レコーダに記録させた。

測定した破壊荷重から次式により破壊じん性値  $K_{IC}$  を算出した。

$$K_{IC} = \sigma \cdot \sqrt{a} \cdot F(\xi) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $\sigma$  は単位厚さあたりの破壊荷重  $P_{max}$  を、加力点から試験体端までの寸法  $W$  で除した値、 $a$  はき裂長さで、各試験体での実測値、 $F(\xi)$  は形状補正係数で、 $a/w = \xi$  とおいて

$$F(\xi) = 29.6 - 185.5\xi + 655.7\xi^2 - 1017\xi^3 + 638.9\xi^4 \quad \dots\dots\dots(2)$$

で表わされる。

### 3. 結果および考察

いずれの木質ボードも、荷重-荷重点変位は破壊までほぼ線形性を示していた。測定された各種木質ボードの破壊じん性値を表-2に示す。図-2に各種木質ボードにおける比重と破壊じん性値との関係を示したが、同じエレメントで構成されているインシュレーションボード、MDF、ハードボードなどのファイバーボード間では、破壊じん性値と比重との間にはほぼ直線関係があった。パーティクルボードも比重とは正の相関が見られたが、ファイバーボードより破壊じん性値は小さかった。OSBでは破壊じん性値におよぼす配向の影響はほとんどみられなかったが、破壊じん性値は同一比重の他の木質ボードに比べて高い値が得られた。これらのことから木質ボードを構成しているエレメントの形状が破壊じん性値にかなり大きな影響をおよぼしていることが考えられる。

表-3の木材の破壊じん性値(5)と比較すると同一比重の木質ボードの方が破壊じん性値は大きい。このことから、木材素材は割裂破壊に対して極めて弱い、木質ボードに成形加工することにより、ある程度割裂抵抗の増加が期待できる。

表-2 各木質ボードの破壊じん性値 $K_{Ic}$ 測定結果

木質ボード	試験体数	破壊じん性値 (平均) (MPa・m <sup>0.5</sup> )	変動係数 (%)
IFB	50	0.26	13.8
MDF (LC)	40	1.46	5.21
(LD)	30	1.66	3.95
(L)	40	1.90	4.66
HB	50	3.78	7.56
PB (YS)	30	1.64	9.70
(A)	30	1.89	9.65
(S)	30	2.06	11.4
OSB (A)	30	3.45	16.4
(B)	30	3.35	15.4

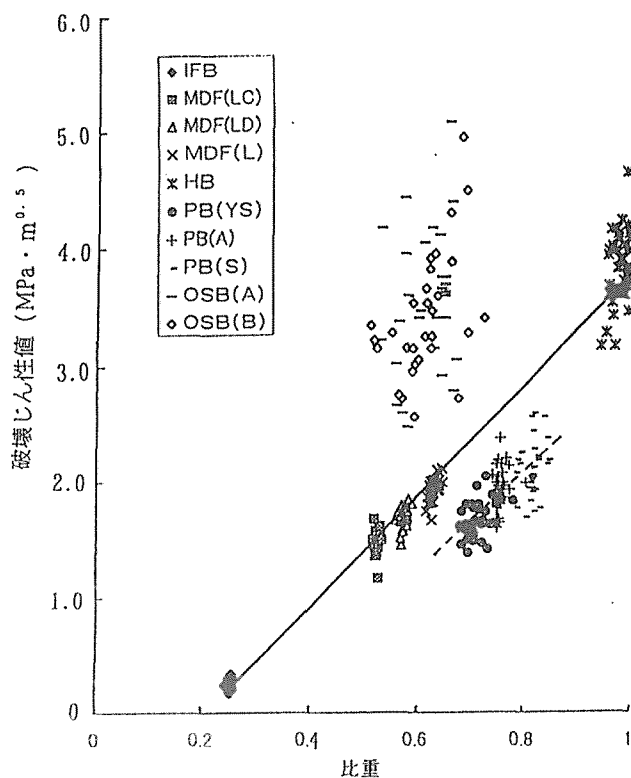


図-2 各種木質ボードの破壊じん性値と比重との関係

— : IFB、MDF、HB の回帰直線  $y = 4.98x - 1.15$   
 - - - : PB の回帰直線  $y = 4.08x - 1.23$   
 MDF(LC),(LD),(L) : 比重がそれぞれ0.53,0.58,0.63のMDF  
 PB(YS),(A),(S) : 比重がそれぞれ0.71,0.75,0.81のパーティクルボード  
 OSB(A),(B) : OSBのき裂の方向がフレークの配向方向に平行(Aタイプ)  
 OSBのき裂の方向がフレークの配向方向に直交(Bタイプ)

表-3 木材の破壊じん性値(鈴木(5)未発表データ)

	比	重	含水率 (%)	破壊じん性値 (MPa·m <sup>0.5</sup> )
ヒノキ(RL)	0.48		13.0	0.281
(TL)	0.46		12.2	0.334
ベイマツ(RL)	0.52		12.8	0.159
(TL)	0.48		12.1	0.313
スギ(RL)	0.34		13.1	0.289
(TL)	0.36		12.4	0.234
ベイツガ(RL)	0.47		10.9	0.234
(TL)	0.46		11.8	0.249

RL : 引張加力方向半径(R)方向、き裂進展方向繊維(L)方向の試験体  
 TL : 引張加力方向接線(T)方向、き裂進展方向繊維(L)方向の試験体

#### 4. 結 論

木質ファイバーで構成されるインシュレーションボード、MDF、ハードボードなどファイバーボードの破壊じん性値は、比重に対して強い正の相関を示し、1本の回帰直線で表すことができた。一方、木材チップで構成されたパーティクルボードにおいても、比重と破壊じん性値との間に正の相関がみられたが、その回帰直線はファイバーボードに比べやや傾きが緩く、かつ破壊じん性値の低い側にシフトしており、ファイバーボードとは明らかに異なる直線上にあった。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、ニチハ㈱、㈱ノダより実験試料を提供していただいた。ここにつつしんで感謝の意を表する。

## 引 用 文 献

- (1) ㈱日本住宅・木材技術センター：(1978)、木質材料性能データ集、㈱日本住宅・木材技術センター、東京
- (2) 静岡大学農学部林産学科改良木材学講座：(1991)、改良木材学講座研究報告集
- (3) 白鳥正樹、三好俊郎、松下久雄：(1980)、数値破壊力学、220、実教出版、東京
- (4) 佐藤清：(1988)、“中比重ファイバーボードの破壊じん性に及ぼす試験片寸法、き裂長さ、負荷速度および切欠き先端半径の影響”、木材学会誌、34 (11)、955 - 958
- (5) 鈴木直之：未発表データ

Received October 22, 1997