

# パーティクルボードの内部結合力判定法

## 割裂型剥離試験(1)

山 岸 祥 恭 井 村 純 夫  
岡 田 幹 夫

パーティクルボードの剥離試験に一定先端角のナイフエッジによる割裂型剥離試験を採用し、他の垂直引張型剥離試験および JIS の剥離試験と比較したところ、これらに代る試験方法として十分採用の可能性が認められた。なお本研究は一般市販のパーティクルボードおよびパーティクルボードコア合板の各種性能判定方法を確立するための基礎資料を得る目的で実施したもので、先に報告した表面材料とコアボードとの接着性判定法\*、および本報告、さらに別途報告の予定であるパーティクルボードの狂いに関する研究と併せて一体をなすものである。

### まえがき

パーティクルボードの内部結合力 (internal bond) 、即ち剥離強さの判定には、我が国の工業規格<sup>1)</sup>ではメタルシリンダーによる圧縮型の剥離試験が採用され、アメリカ<sup>2)</sup>、英国<sup>3)</sup>、およびドイツ<sup>4)</sup>ではボード表面と垂直方向の引張型剥離試験が採用されているが、我が国の方法は円形の孔を穿ったり、鋸目を入れたりするために試験片の作成が中々厄介で、また中央部に加えられる集中荷重によって試験片の撓むことが考えられ、剥離形も中央荷重面の円孔底部の周辺から派生して、真の剥離強さよりも低い値を示す心配がある。英国、ドイツ及びアメリカ等の外国規格に規定されている垂直引張型剥離試験は、パーティクルボードの内部結合力の判定には理想的な荷重方法をとるものと考えられるが、アタッチメントへの試験片の接着或はビスなどによる取り付け操作が必要となるので面倒であり、試験材が単板接着を行ったパーティクルボードコア合板だと、単板との接着層から剥がれてしまってコアボードの剥離を生じない場合もある。

剥離強さ或は内部結合力を求める方法としては、これら以外に種々な方法が試みられて報告例<sup>5)6)7)</sup>もある

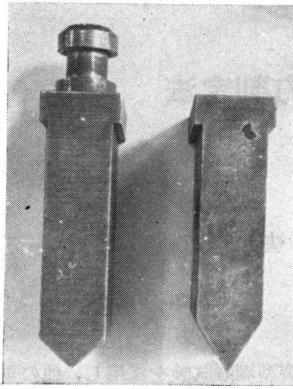
が、本試験では Northcott<sup>8)9)</sup> が合板の接着性判定に適用した接着層の割裂試験 (glue line cleavage test) を採用し、一定先端角のくさび形ナイフエッジによる割裂型の剥離試験を行って、JIS の剥離試験および垂直引張型剥離試験とを比較し、さらにこの方法を一般市販のパーティクルボードおよびパーティクルボードコア合板に適用した結果を解説的に述べてみよう。

### 各剥離試験方法の細部説明

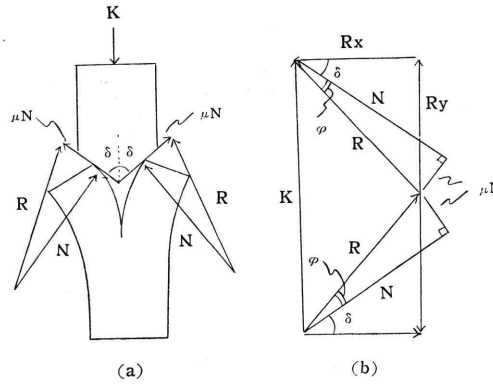
#### 1. 割裂型剥離試験

この方法はくさび形の鑄鋼製ナイフエッジによってボード木端面中央層の割裂を行うもので、この割裂に要した破壊荷重から、次項に述べるようにして、ボード表面と垂直方向に作用する力を割裂剥離強さとして求めた。割裂試験片の寸法は 5 cm × 5 cm、くさび形のナイフエッジの形状は第 1 図に示すとおりで、その先端角は 90° と 60° のもの 2 種を用いた。ナイフエッジの厚さは 20 mm、巾は 50 mm で、使用した試験機は 500 kg 容量のオルゼン型試験機であるが、一部のボードで破壊荷重が 500 kg を超えるような場

\* 指導所月報 (木材の研究と普及) 11, 1961



第1図 割裂剥離試験用ナイフエッジ



第2図 荷重と抗力の関係説明図

合には、2 ton容量のアムスラー型試験機によった。

## 2. 割裂による剥離強さの求めかた

第2図(a)において、割裂荷重 K によって試験片が割裂破壊を起すものとすれば、第2図(b)に示すような力の平衡条件が求り立つことになる。

ここに、K：割裂破壊荷重    μ：摩擦係数  
N：垂直抗力                    R：実際の抗力  
μN：摩擦力

とすれば、第2図(b)より抗力(R)の水平分力(Rx)、垂直分力(Ry)はそれぞれ

$$\begin{cases} Rx = K/2 \tan(\delta) \\ Ry = K/2 \end{cases}$$

となる。但し、 $\delta$ ；くさび半角、

$$\mu = \tan(\delta) \quad (\tan \delta = \mu N/N)$$

K なる荷重がナイフエッジに作用したならば、ナイフエッジの先端傾斜面からボード表面と垂直な方向に作用する剥離力は、Rxのみを考慮すればよいことになる。ボードとナイフエッジとの摩擦係数が未知なので、ここで摩擦を無視したならば、

$$\begin{aligned} \delta &= 45^\circ, \quad \mu = 0 \quad \text{だから} \\ Rx &= K/2 \tan 45^\circ \\ &= K/2 \end{aligned}$$

試験片の割裂巾は 50 mm であるから、単位長さに作用する剥離力は

$$K/2 \times 1/5 = K/10 \text{ (kg/cm)}$$

となる。本試験ではこの値を以てボードの割裂剥離強さとした。

また 60° 先端角のナイフエッジでは  $\delta = 30^\circ$  となるから、同様に

$$Rx = K/3$$

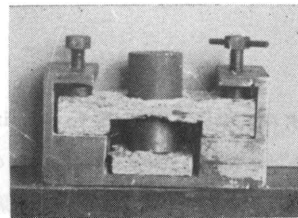
故に割裂剥離強さは

$$K/3 \times 1/10 = K/30 \text{ (kg/cm)}$$

で表示されることになる。

## 3. JISによる剥離試験

JIS A - 5908に規定されている剥離試験で、試験の実施に当っては第3図に示す様な金属製のアタッチメントを使用して、試験片の中央部に丸棒で加えられ



第3図 JISの剥離試験に用いたアタッチメント

る荷重によって試験片が撓むのを防ぐよう考慮した。試験片の形状寸法は規格に示されているので省略するが、中央部に円形の孔を穿ったり、この円孔の底面と左右2本入れる鋸目の深さとの違いを 1 mm にしたりするので仲々面倒である。試験面積は 12.9 cm<sup>2</sup> で、従って破壊に要した荷重をこれで除して JIS の剥離強さ (kg/cm<sup>2</sup>) とする。

## 4. A T S M, B. S, D I N による垂直引張型剥離試験

試験片は 5 cm x 5 cm で、この表裏に金属製のアタッチメントを常温硬化性エポキシ樹脂で接着し、その後第4図に示した様に、垂直方向の引張試験を行ってボード内部の剥離を生ぜしめる方法である。垂直剥離強さ (kg/cm<sup>2</sup>) は剥離に要した荷重を試験面積 25 cm<sup>2</sup> で除して得られる。なお、外国規格では試験片寸法が異ったり、アタッチメントが木製或は金属製であったりするが、試験方法としては大差がない。

## 実験室製造ボードによる割裂型剥離試験

### 1. 供試ボードの種類とその製造条件

第1表に示す様な各種のボードを実験室にて製造

して試験に供したが、その製造条件は次のとおりである。

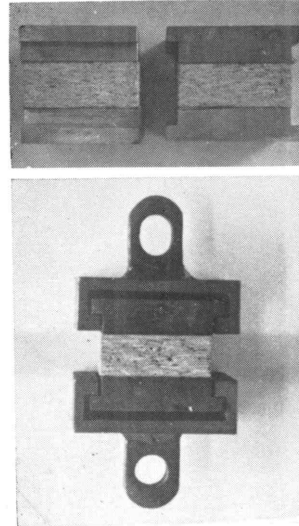
- ボードの仕上り厚さ：18mm
- ボードの予定比重：各種のボードについて  
0.4, 0.5, 0.6, 0.7の4種
- フォーミングマット：50 cm × 40 cm
- 結合剤：未濃縮尿素樹脂（大日本インキ化学工業  
KK製）
  - 樹脂率 46%
  - 添加量 単層ボード 8%
  - 3層ボード表層 10%
  - 内層 8%
- 圧縮条件：温度140℃，時間 25 min
  - 圧力 比重 0.4 15 kg/cm<sup>2</sup>
  - 0.5 20 kg/cm<sup>2</sup>
  - 0.6 25 kg/cm<sup>2</sup>
  - 0.7 30 kg/cm<sup>2</sup>

削片構成：3層ボードでは表層削片と内層削片の使用重量比は1：2，単層ボードで樹種の混用を行ったものは重量パーセントで第1表に表記してある。

圧力のステップダウンおよび実験室製造ボードに用いた削片の形状は研究報告を参照いただきたい。

2. 割裂剥離試験片

割裂剥離試験に使用するナイフエッジの形状，寸法



第4図 垂直引張型剥離試験に用いたアタッチメント

は先に説明したが、割裂剥離試験片はボード木端面中央層に表面と平行に鋸目を入れるものと、入れないものとの2種を用いた。この鋸目の深さは、90°先端角のナイフエッジの場合は約5mm，60°先端角のナイフエッジの場合は約7mmとし、これは割裂破壊の際にナイフエッジの先端が鋸目の底部に触れない様に

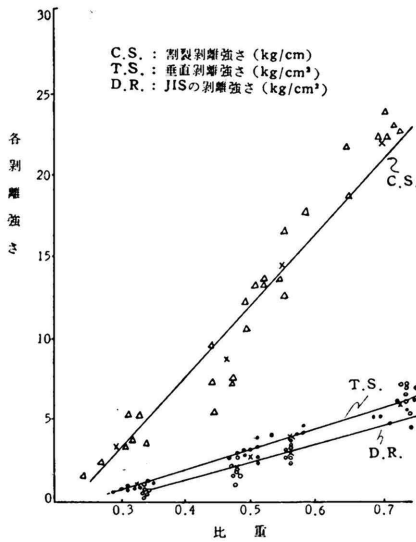
第1表 実験室製造ボードの種類一覧表

ボード No.	ボードの名称	層構成	削片種類
1	ネマガリタケ単層ボード	1	ネマガリタケ・バルマン削片
2	ネマガリタケ内層・シナ表層3層ボード	3	表層：シナ・フレック削片 内層：ネマガリタケ・バルマン削片
3	ネマガリタケ，シナ内層・シナ表層3層ボード	3	表層：シナ・フレック削片 内層：ネマガリタケ，シナ・バルマン削片
4	ネマガリタケ単層ボード (A)	1	ネマガリタケ・バルマン削片
5	" (B)	1	ネマガリタケ・バルマン削片
6	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (A)	1	ネマガリタケ・バルマン削片 75% シナ・バルマン削片 25%
7	" (B)	1	"
8	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (A)	1	ネマガリタケ・バルマン削片 50% シナ・バルマン削片 50%
9	" (B)	1	"
10	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (A)	1	ネマガリタケ・バルマン削片 25% シナ・バルマン削片 75%
11	" (B)	1	"
12	シナ・バルマン削片単層ボード (A)	1	シナ・バルマン削片
13	" (B)	1	"
14	シナ単板破碎削片単層ボード (A)	1	シナ単板破碎削片
15	" (B)	1	"
16	カバ単板破碎削片単層ボード (A)	1	カバ単板破碎削片
17	" (B)	1	"
18	セン単板破碎削片単層ボード (A)	1	セン単板破碎削片
19	" (B)	1	"

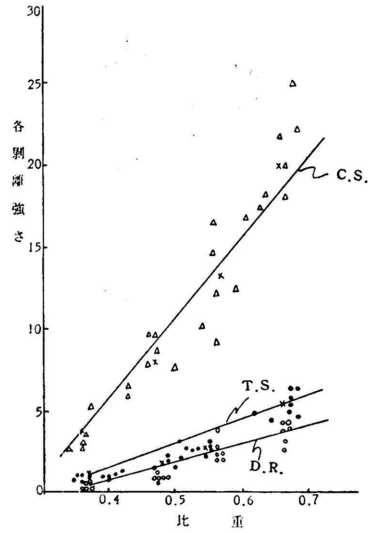
考慮したものである。こうすれば鋸目を入れない試験片では、ナイフエッジの先端部がボードを構成する削片を割裂の初期において切断する形になるが、鋸目試験片ではナイフエッジの先端傾斜面がボードに接触するため、先端部はボードに全く触れないことになる。

### 3. 各剥離試験方法による結果の概要

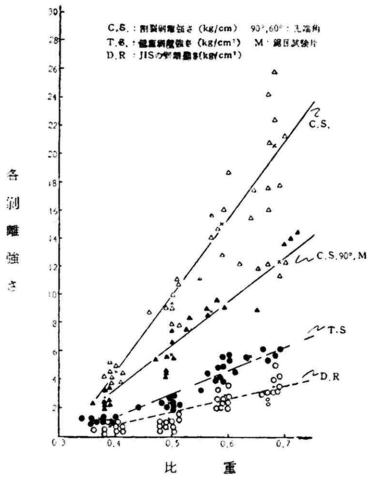
前述のようにして実施した割裂型剥離試験、JISの剥離試験および垂直引張型剥離試験による剥離強さを、各ボードの代表的なものについて示すと第5図～第9図のとおりである。なお試験を行う前に、試験片



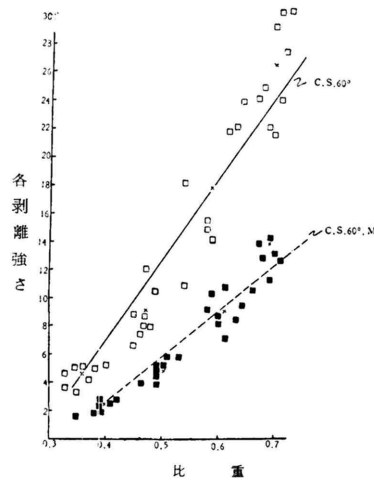
第5図 ネマガリタケ、シナ内層・シナ表層3層ボードの名剥離強さ(ボード No. 3)



第6図 ネマガリタケ内層・シナ表層3層ボードの各剥離強さ(ボード No. 2)

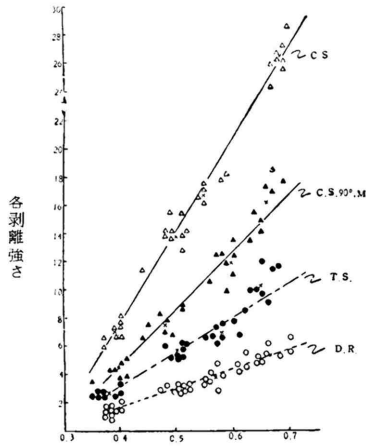


(a) 割裂剥離試験, 90° ナイフエッジ

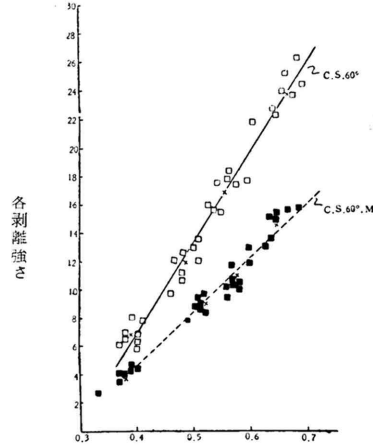


(b) 割裂剥離試験, 60° ナイフエッジ

第7図 ネマガリタケ単層ボードの各剥離強さ(ボードNo. 4)

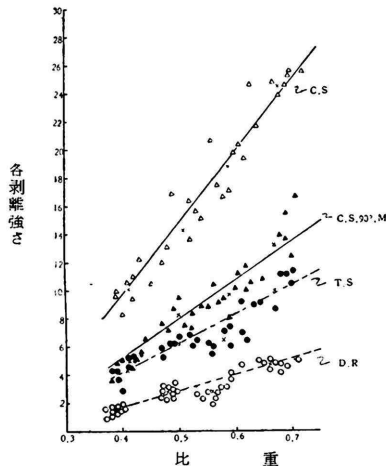


(a) 割裂剥離試験，90°ナイフエッジ

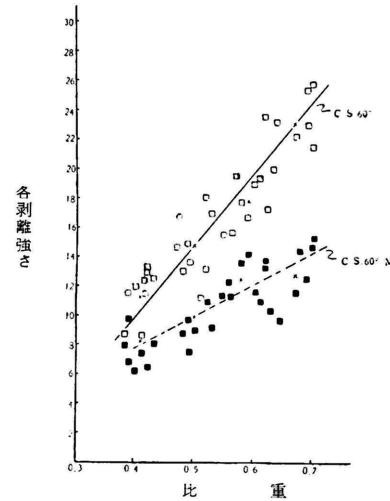


(b) 割裂剥離試験，60°ナイフエッジ

第8図 シナ・パルマン削片単層ボードの各剥離強さ (ボード No. 12)



(a) 割裂剥離試験，90°ナイフエッジ



(b) 割裂剥離試験，60°ナイフエッジ

第9図 シナ平板破碎削片単層ボードの各剥離強さ (ボード No. 14)

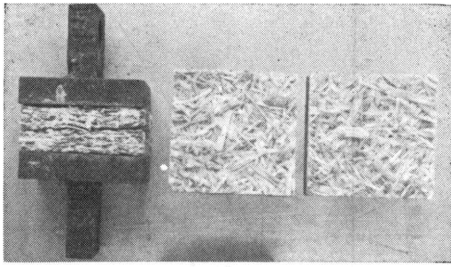
は容積，重量を個毎に測定して気乾比重を算出し，各剥離強さは試験片各個の比重別にプロットした。ボードの予定比重はそれぞれ0.4，0.5，0.6，0.7であるが，実際に製造されたボードは1枚毎は勿論，同一ボード内でも部分的に比重は異って来るのが普通だからである。この比重の数値，ばらつきについては後に掲げる各剥離強さの一覧表を参照いただきたい。

第5図～第9図の結果によれば，各剥離強さはこの試験の比重範囲ではボード比重の増加と共に直線的に上昇する傾向を示し，単位は異なるが割裂剥離強さが最も高い数値となり，次に垂直剥離強さ，JISの剥離強さの順序となる。

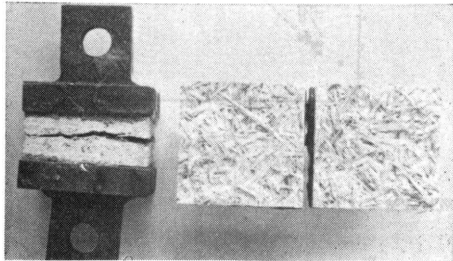
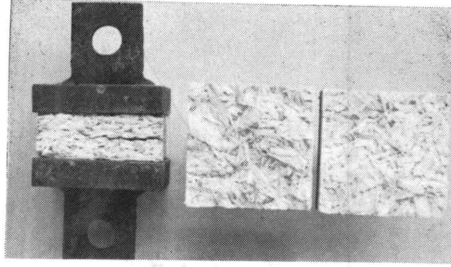
各剥離試験における試験片の破壊状態の例を第10図

～第14図に示したが，比重が低い0.4程度ではボードを構成する削片の絡み合い，或は緊密性に欠ける事から剥離形がやや不完全になり，比重が増大するに伴い完全となる。然し，シナ・パルマン削片のみの単層ボード，シナ・パルマン削片混入量の多いネマガリタケ削片との混用単層ボードでは，比重が0.4でも破壊形は比較的良好で，この破壊形の良否には原料削片の容積重，形状等が関係しているものと思われる。即ち，比重の低い樹種の削片や，薄いフレーク削片では，ボード比重が多少低くても削片の詰まり具合がよくなるからである。この破壊形が不完全なことは試験数値のばらつきにも影響し，後述する様に比重0.4では一般に各ボードとも，それぞれ剥離試験値の分散

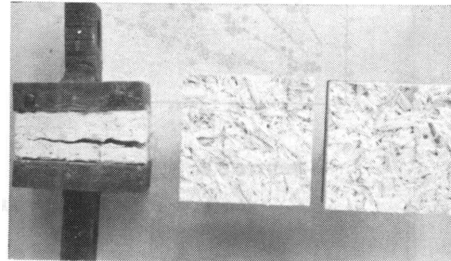
パーティクルボードの内部結合力判定法



(A)

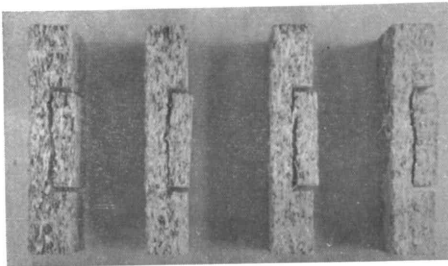


(B)

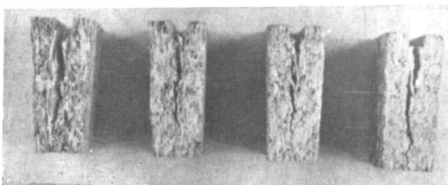
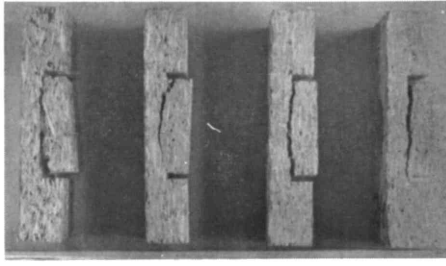


(a) 垂直剥離試験  
A : 比重 0.4  
B : 比重 0.7

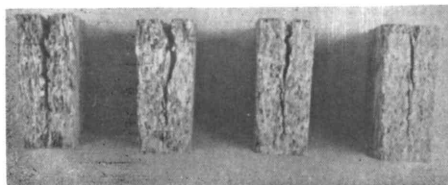
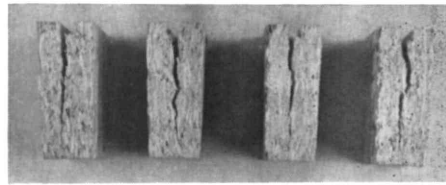
(a) 垂直剥離試験  
A : 比重 0.4  
B : 比重 0.7



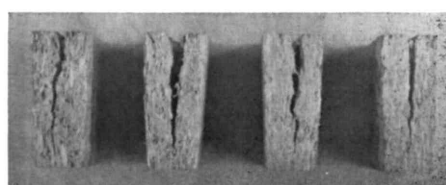
(A)



(B)



(C)



(b) A : JIS の剥離試験  
B : 割裂剥離試験, 90°, 鋸目  
C : 割裂剥離試験, 90°

(b) A : JIS の剥離試験  
B : 割裂剥離試験, 90°, 鋸目  
C : 割裂剥離試験, 90°

第10図 ネマガリタケ単層ボード (ボード No. 1) の破壊状態

第11図 シナ・バルマン単層ボード (ボード No. 12) の破壊状態

係数が他の比重のボードに比べて非常に大きくなっている。

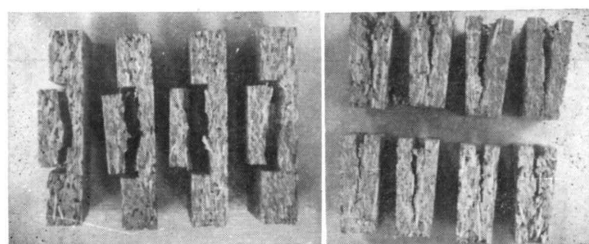
各剥離強さは削片形状、削片樹種、さらにはその混用割合、削片構成等によってそれぞれ異って来るようであるが、本試験では剥離試験方法の検討を行う目的から、ボード種類間の比較は項を改めて述べることにし、主として試験方法としての可否、試験片の形状（割裂剥離試験の場合）の面から各剥離試験の結果を比較してみよう。

各剥離試験による剥離強さの個々の数値と試験片の比重別数値の代表例は、既に第5図～第9図に示したとおりであるが、各ボードの試験片比重別平均値、最大値、最小値、および試験片各個によって多少異なる比重を考慮しないで、剥離強さの数値のみから標準偏差を求め、変化係数（標準偏差/算術平均 × 100）を算出した結果をそれぞれ示すと第2表の通りである。この結果によれば、各剥離試験による剥離強さは、破壊形がやや不完全と認められる低比重のボードの場合に変化係数が大きい傾向を示し、比重が増すにつれてこの数値は小さくなるが、比重 0.6あたりが最も小さい値を示す様である。第2表に示した変化係数を、各剥離試験方法別の平均値で示すと同表最下段の欄内のおりで、これによれば JIS の剥離試験で比重 0.4 の場合が 30.9 % と最も大きな値をとり、比重の増大と共に一応この数値は小さくなるが、他の割裂剥離試験、垂直剥離試験の数値に比べると大きく、従って JIS による試験方法では結果のばらつきの大きいことがわかる。然し、低比重の場合を除いては各剥離試験

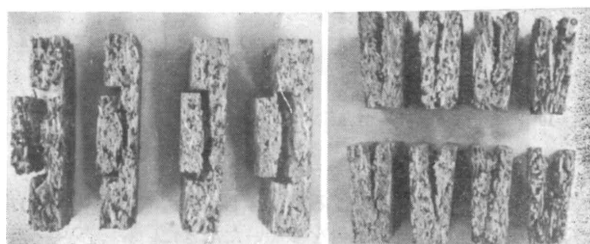
結果のばらつきには大差はなく、また割裂剥離試験におけるナイフエッジの形状、或は鋸目の有無による変化係数にも大差は認められない。従って強度数値のばらつきからだけでは、JIS の低比重ボードの場合を除き、各剥離試験方法の間には特に問題はないとしてよい。

#### 4. 各剥離強さの実験式とその相互関係

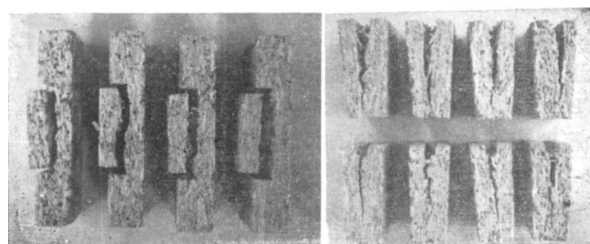
試験ボードの比重を変数（ $x$ ）とし、これに対する剥離強さ  $y$  の実験式を求めてみると第3表の通りである。各剥離強さは前述の様に、この試験の比重範囲では比重によって直線的に変化するから、得られる実



(A) JIS の剥離試験 (B) 割裂剥離試験  
第12図 シナ単板破砕削片ボードの破壊状態  
(ボード No. 14)



(A) JIS の剥離試験 (B) 割裂剥離試験  
第13図 カバ単板破砕削片ボードの破壊状態  
(ボード No. 15)



(A) JIS の剥離試験 (B) 割裂剥離試験  
第14図 セン単板破砕削片ボードの破壊状態  
(ボード No. 16)

験式は当然  $x$  に関する一次式となる。

いま試験方法の異なるこの2つの剥離強さの実験式

$$\begin{cases} y = a_1 x + b_1 \\ y = a_2 x + b_2 \end{cases}$$

において、 $b_1/a_1 = b_2/a_2$  は一定となる関係があるものとすれば、各剥離強さの実験式において  $y$  の比、即ち剥離強さの比は各実験式の勾配の比で表示することが出来る。第3表より  $b/a$  の逆数である  $1/(b/a)$  を各ボードについて、各剥離試験方法別に算出すると、その範囲は 2.81～4.85、即ち略 3～5 の値となつて一応一定と見做ることが出来る。なおこの個々の数

第3表 実験室製造ボードの剥離強さの実験式

試験法 ボードNo.	割裂強さ, 90°	割裂強さ, 90° 鋸目試験片	割裂強さ, 60°	割裂強さ, 60° 鋸目試験片	垂直剥離強さ	JIS の剥離強さ
1	Y=77X-24.0				Y=25X-7.9	Y=16X-5.7
2	Y=50X-14.5				Y=16X-5.4	Y=11X-3.7
3	Y=44X-9.9				Y=12X-2.9	Y=12X-3.6
4	Y=54X-17.0	Y=32X-9.6	Y=57X-15.9	Y=33X-10.7	Y=17X-5.5	Y=9X-2.8
5	Y=49X-14.1				Y=13X-3.8	Y=8X-2.6
6	Y=52X-14.9	Y=32X-9.1	Y=55X-15.8	Y=31X-8.9	Y=18X-5.4	Y=8X-2.1
7	Y=49X-14.1				Y=13X-3.4	Y=9X-3.1
8	Y=57X-17.7	Y=33X-10.4	Y=52X-15.1	Y=32X-9.6	Y=19X-6.1	Y=12X-4.0
9	Y=58X-17.1				Y=18X-5.1	Y=12X-3.8
10	Y=62X-18.1	Y=34X-8.8	Y=60X-17.3	Y=37X-10.6	Y=29X-9.2	Y=15X-4.6
11	Y=62X-17.0				Y=20X-5.3	Y=12X-3.5
12	Y=65X-18.5	Y=39X-10.7	Y=61X-17.5	Y=37X-10.2	Y=25X-6.9	Y=14X-4.0
13	Y=58X-14.5				Y=27X-7.6	Y=14X-3.9
14	Y=50X-10.3	Y=28X-6.0	Y=50X-10.3	Y=22X-1.1	Y=22X-4.8	Y=11X-2.7
15	Y=54X-12.5				Y=21X-4.6	Y=10X-2.2
16	Y=109X-32.3	Y=52X-14.2	Y=124X-35.4	Y=57X-12.7	Y=36X-10.1	Y=17X-5.7
17	Y=116X-35.1				Y=39X-11.8	Y=17X-5.2
18	Y=123X-32.2	Y=80X-22.3	Y=126X-33.4	Y=58X-9.1	Y=42X-10.7	Y=22X-6.2
19	Y=141X-37.8				Y=48X-13.7	Y=25X-7.3

値は紙数の関係もあって省略するが、詳しくは次に述べる勾配の比とともに研究報告を参照いただきたい。従っていま  $b/a =$  一定なる関係が成立するものとすれば、各剥離試験方法による剥離強さの実験式において、勾配の比が剥離強さの比を示すことになるから、さらにこの勾配の比をそれぞれ算出し、これに基づいて各剥離強さの比を求めることが可能である。

この勾配の比から、90°先端角のナイフエッジ、鋸目なし試験編片による割裂剥離強さ(A)は垂直剥離強さ(B)の2.1~3.8倍、JISの剥離強さの1.0~2.3倍の範囲となっていることが知れた。勿論この数値はボードの種類によって変動するとも考えられるが、実験室製造ボードの結果を機械的に平均すると、

$$A/B \ 3.0, A/C \ 5.2, B/C \ 1.8$$

となる。

これからさらにA:B:Cの値を求めると

$$A/B, B/C \text{ より } 5.4:1.8:1$$

$$A/B, A/C \text{ より } 5.2:1.7:1$$

$$A/C, B/C \text{ より } 5.2:1.8:1$$

なる関係が得られる。これをさらに平均して、

$$A:B:C=5.3:1.8:1$$

なる関係を得る。なおナイフエッジの形状、即ち先端角が90°、60°と異なるものおよび鋸目の有無については、別途ナイフエッジの種類と試験片の形状の項で説明する。

5. 実験式より求めた各比重における剥離強さの比  
前項では実験式  $y = ax + b$  において、 $b/a$  が略一定値をとるものと見做して各剥離強さの比を勾配の比

から求めたが、次に各剥離試験方法による剥離強さの実験式から、ボード比重がそれぞれ0.4、0.5、0.6、0.7における各剥離強さを計算して求め、これから更に各剥離試験方法間の比を求めると第4表のとおりである。これによれば、比重が低い0.4のボードでは高比重のものに比べてその数値の変動が比較的大きいが、各ボードについて比重別に各剥離強さ間の比を平均すると、それぞれ

$$A/B=3.01 \sim 3.17$$

$$A/C=5.53 \sim 6.84$$

$$B/C=1.86 \sim 2.21$$

の範囲となるが、比重が0.4のときの強度数値の変動が比較的大きいこと、および実際に製造されるパーティクルボードも比重は0.5程度以上のものが多いこと等から、比重0.4を除外して0.5、0.6、0.7の3種の比重における数値だけをとり上げて平均すると、

$$A/B=3.0, A/C=5.7, B/C=1.9$$

が得られる。従ってこれから更にA:B:Cを算出すると、 $A/B, B/C; A/B, A/C; A/C, B/C$ よりそれぞれ求めた数値はいずれも5.7:1.9:1となる。

これを前項で求めた比と比較すると、ややこの方が高い値を示すが大差はない。従って本試験では、各剥離強さの比較は本項で求めた比によって行うことにした。

各剥離試験方法による剥離強さは、ボード種類、削片樹種および形状等によって個々の数値に相当の変動はあるが、比重別平均値の比較では割裂剥離強さ、垂直剥離強さおよびJISの剥離強さの間には略一定比の関係が成立するものと認められる。また各比重にお



ける剥離強さの変化係数を考慮したならば、ナイフエッジによる割裂型剥離試験は他に代る試験方法として信頼性も高く、他の剥離強さへの換算も可能なこと、および試験片作成、試験実施の容易さ等からみて、ボードの内部結合判定方法として十分採用し得るのではないかと考えられる。

#### 6. ナイフエッジの形状と割裂剥離強さ

割裂剥離試験においては、ナイフエッジの先端部は多少に拘わらずボード木端面にくい込み、さらに荷重が加わると、ナイフエッジはボード内を滑るように移動して割裂破壊を起すことになる。従ってナイフエッジの先端角が変わった場合には、割裂破壊を生ずるまでのボードへのくい込み量が異なり、当然先端の鋭利な、即ち本試験では60°先端角のナイフエッジの方が90°先端角のものよりくい込み量は大きくなる。割裂に要する荷重は、同一ボードの同一比重の試験片においても90°ナイフエッジの方が大きな数値となるが、これを第2図によって説明したボード表面に垂直な剥離力、即ち割裂剥離強さに直すと、既に第2表に示した通りの結果が得られる。割裂剥離試験はくさびによる割裂試験であって、先端角の小さなナイフエッジほどいわゆるくさびの効率が大きいから、割裂破壊に要する荷重が少なくてよいのは当然である。

割裂剥離強さの単位はkg/cmで表示されるが、実際にはナイフエッジの先端傾斜面がボード内にくい込む関係から、線接触でなくて或る巾を持つ事になり、従って或る面積を以て接触する。ナイフエッジの先端角が小さく、ボード内へのくい込み量が大きくなれば接触面積も大となり、ボードの剥離力となって作用する水平分力が分散され、単位面積（或は単位長さ）に作用する力は小さくなる。即ち、60°ナイフエッジの場合はくい込み量の大きいだけ割裂荷重がより多く必要とされ、それより求めた水平分力に従って剥離強さが大きな値を示す事になるものである。然しこの差は僅少であって、ボードによっては90°ナイフエッジの方が大きな場合（ $A/E > 1.00$ ）或は同一値（ $A/E = 1.00$ ）を示す場合も見受けられることから、実際には何れのナイフエッジを用いても、このくい込み量の変化と剥離強さの変動については特に心配する必要はない様に思われる。これについては次に述べる鋸目試験片での結果（ $D/F$ の値）に於ても同様である。

#### 7. 試験片の形状と割裂剥離強さ

次にボードの木端面中央層にボード表面と平行に鋸目を入れ、既に試験方法の説明の項で述べたように、ナイフエッジの先端がボード木端面にくい込むのを多

少でも防ぐようにして行った結果では、鋸目なし試験片に比べて90°、60°先端角のメタルエッジとも相当低い値を示し、即ち $A/D$ 、 $E/F$ の値は平均値でそれぞれ1.69、1.71となっていることによって知れる。鋸目を入れることによって、ナイフエッジ先端部の両傾斜面は鋸目なしのものより少くとも線接触に近い状態でボードに接触し、このためナイフエッジに加えらるる割裂荷重は、有功に水平分力に転じてボードの割裂剥離力となって作用するものと考えられる。

なお、90°先端角ナイフエッジ、鋸目なし試験片の割裂剥離強さを他の試験方法によるものと比較すると、各剥離強さの実験式における勾配の比からは、

$$D/B = 1.6, D/C = 3.1, B/C = 1.8$$

各比重における剥離強さからは

$$D/B = 1.7, D/C = 3.3, B/C = 1.9$$

がそれぞれ得られる。但し、 $D$ は90°ナイフエッジ、鋸目試験片による割裂剥離強さである。

これから $D : B : C$ の値を求めるとそれぞれ

$$3.0 : 1.9 : 1 \text{ および } 3.2 : 1.9 : 1$$

となり、鋸目なし試験片の場合と同様にやや後者の方が大きな値となるが、鋸目試験片の割裂剥離強さは垂直剥離強さの約1.7倍、JISの剥離強さの約3倍、また垂直剥離強さはJISの剥離強さの約2倍となっていることが認められる。勿論この比は鋸目の有無による割裂強さの比が出してあれば、この値からも算出することが出来るし、また90°、60°各ナイフエッジの間でも同様換算が可能である。

前項の結果から、90°、60°ナイフエッジによってボード内部へのくい込み量が多少異ったとしても、割裂破壊荷重から得られる割裂剥離強さには大差なく、また鋸目試験片による場合でも、ナイフエッジ先端角が異なることによる割裂剥離強さの差は僅少で、剥離強さを求める試験としてはいずれのナイフエッジによっても差支えはない。鋸目試験片は割裂破壊形が比較的良好であり、ナイフエッジ先端傾斜面とボードとの接触が線接触に近くなることから、割裂剥離強さがkg/cmと長さで除した単位で表示される点からでは理想に近いかも知れない。然し、第4表より $A/D = 1.69$ 、 $E/F = 1.71$ と略相等しい値をとる事、及び他の剥離試験方法による剥離強さの間にも一定比の関係が成立するから、強いて鋸目を入れる必要はない。先端角では90°ナイフエッジを用いた方が、剥離強さが割裂破壊荷重の1/10となって計算は簡単である。試験機の容量からみると、90°先端角、鋸目なし試験片の合に一部500kgを超えるものが市販ボードのテストの際にみられたが、鋸目を入れると割裂破壊荷

重が小さくなるから 500kg 容量の試験機で全て試験することが出来る。

なお、市販ボードでの試験結果の項で述べるが、パーティクルボードの製造過程におけるフォーミング工程で、機械的に削片を落下方式で厚く一度にフォーミングする場合には、マシン方向に対して削片が多少に拘わらず傾斜して配列する傾向がある。斯かるボードは割裂を行う木端面がマシン方向か、或はこれと直角方向かによって、ナイフエッジの尖端の巾方向と削片が傾斜して並ぶ場合と平行に近い場合とを生ずる。純者をヨコ( )、後者をタテ(//)と仮に区別すると、この両者では破壊形が異るとともに、多少剥離強さも違って来ることが知れた。このような場合には鋸目を入れると、破壊形は比較的良好となる。また厚さが10mm 程度の薄いボードでは、鋸目を入れると左右何れかの残存部が鋸目の基部から折損して破壊形が不完全になる事が認められた。これらについては市販ボードの試験結果で述べることにしてここでは省略するが、鋸目を入れた試験片について行ったのは、破壊形が比較的良好になること、およびタテ、ヨコの差がこれによって防げないかという観点から採用したものであることを附記する。

8. ボード種類と剥離強さの比

実験室で製造したボードの種類は既に第1表に示した通りで、ネマガリタケ・パルマン削片による単層ボード、シナ・フレーク削片表層ネマガリタケ削片内層の3層ボード、シナ・パルマン削片単層ボード、シナ、カバ、セン単板破碎削片単層ボード等の数種であるが、これらボードの剥離強さは第2表、各種ボードの比重別剥離強さの比を平均した値は第4表に示す

通りである。第4表よりこれをボード種類別に各剥離成さの比から、更にA : B : Cの値を求めてみると第5表を得る。ボードの種類が少ないため完全な比較は出来ないが、単板破碎削片のボードでは JIS の剥離強さに比べて、垂直剥離強さおよび割裂剥離強さが高い比を示し、ネマガリタケ削片とシナ削片混用単層ボードでは、シナ削片の混用割合が多くなるにつれて割裂剥離強さの比が低くなる。JIS の剥離強さを基準に考えれば、前者の場合には他の剥離強さに比べて JIS の剥離強さが低く、後者の場合には逆に JIS の剥離強さが大きいことを示している。ネマガリタケ削片単層ボードは3層ボードよりこの比は大きく、また3層ボードでも内層削片にネマガリタケ削片混入量の多い方が大きくなっている。斯様に実験室製造ボードの結果では、ボード種類、即ち削片樹種、形状或は構成等によって、各剥離試験で求められる剥離強さに変動がある。

一般にパーティクルボードのJISの剥離試験による剥離強さは、フレーク削片による単層或は3層ボードでは、単板破碎削片のボードに比べて同一比重では劣るといわれ、またこの実験室製造ボードの材質試験結果では、ネマガリタケ削片によるボードは曲げ、木ねじ保持力はシナ・パルマン削片のボードより優れているが、JIS の剥離強さに劣ることが認められた。ネマガリタケ削片にシナ・パルマン削片を混入した単層ボードでも、ネマガリタケ削片使用量の多いもの程この傾向がはっきりと認められ、シナ削片が多くなるにつれてこれとは逆の傾向を示す。

剥離試験の方法が変われば、これより求められる剥離強さも多少変わった傾向を示すことになるかも知れない

第5表 各試験法による剥離強さの比(ボード種類別)

ボード No.	ボードの種類	A/B	A/C	B/C	A:B:C	D/B	D/C	D:B:C	E/B	E/C	E:B:C	F/B	F/C	F:B:C
1,4,5	ネマガリタケ単層ボード	3.44	6.25	1.83	6.2:1.8:1	2.06	3.70	3.4:1.8:1	3.95	7.10	7.1:1.8:1	1.94	3.49	3.5:1.8:1
2	ネマガリタケ内層・シナ表層 3層ボード	3.75	5.44	1.45	5.5:1.5:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	ネマガリタケ・シナ内層・シナ表層 3層ボード	3.85	4.66	1.21	4.7:1.2:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,7	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (シナ25%)	3.25	6.40	1.98	6.5:2.0:1	1.88	3.72	3.6:2.0:1	3.20	6.34	6.3:1.9:1	1.80	3.58	3.6:2.0:1
8,9	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (シナ50%)	3.12	5.21	1.68	5.2:1.7:1	1.87	2.96	3.1:1.7:1	3.07	5.11	5.1:1.7:1	1.82	3.04	3.1:1.7:1
10,11	ネマガリタケ・シナ混用単層ボード (シナ75%)	2.68	4.92	1.84	4.9:1.8:1	1.44	2.70	2.6:1.8:1	2.30	4.27	4.3:1.8:1	1.43	2.65	2.6:1.8:1
12,13	シナ・パルマン削片単層ボード	2.46	4.60	1.88	4.7:1.9:1	1.57	2.89	2.8:1.9:1	2.35	4.34	4.4:1.9:1	1.48	2.74	2.8:1.9:1
14,15	シナ単板破碎削片単層ボード	2.42	5.16	2.14	5.1:2.1:1	1.32	2.78	3.2:2.2:1	2.35	5.08	5.1:2.2:1	1.46	3.17	3.2:2.2:1
16,17	カバ単板破碎削片単層ボード	2.93	7.18	2.47	7.2:2.5:1	1.48	3.85	4.7:2.5:1	3.39	9.15	8.9:2.6:1	1.85	4.83	4.7:2.5:1
18,19	セン単板破碎削片単層ボード	2.99	6.05	2.04	6.1:2.0:1	1.76	3.68	3.7:2.1:1	2.91	5.93	5.9:2.0:1	1.79	3.75	3.7:2.1:1

注: A : B : CはそれぞれA/B, A/C, A/C, B/C ; A/B, B/C より求めた比重0.5, 0.6, 0.7の全平均値より求めた。  
D : B = C, E : B : C, F : B : C も同様に算出した。

が、JISの剥離強さの増減に伴いこれと対照的に垂直剥離強さおよび割裂剥離強さも増減したならば、A : B : Cの値は略一定となるべきである。然し、各剥離強さの比は前述のようにボード種類によって多少変動し、この試験の結果から各種ボード間に特に関連性を見出すことは困難で、さらに削片樹種、形状、構成等を変えた各種のボードについて試験を行い比較する必要がある。なお、各種市販ボードにこの割裂型剥離試験を適用した結果については次報に改めて報告する予定である。

9. 割裂剥離試験における摩擦の取扱い

1) ナイフエッジとボードとの摩擦について

既に試験方法の説明の項で述べた割裂による剥離強さの計算式においては、ナイフエッジとボードとの摩擦の影響を無視したが、ボードと鋳鋼との摩擦係数が知れたならば、摩擦に影響されるみかけの割裂破壊荷重の増加分を知り、真の剥離強さを求めることが出来るわけである。

割裂破壊荷重 $K$ より剥離強さを算出する際に摩擦係数を考慮したならば、

$$R_x = K / 2 \tan(\theta + \phi)$$

において、 $\tan(\theta + \phi)$ の値が摩擦を無視したときより大きくなり(但し、 $\theta + \phi < 90^\circ$ )、剥離強さ $R_x$ が同一ボードでは等しく一定であるから、必要とされる割裂破壊荷重 $K$ は当然大きくならねばならない。

従って剥離強さの計算において、この摩擦の存在によって増大した $K$ から $R_x$ が求められる事になるから、摩擦を無視した場合には真の剥離強さよりも大きな値をとることになる。これはくさびの効率からも明らかで、摩擦が存在すれば割裂荷重によって発生するナイフエッジのくさび面の垂直抗力が $\mu = \tan \phi$ のだけずれることになり、このため効率が低下して割裂荷重が有効に抗力に転じないからである。なお抗力 $R$ は次式で表示される。

$$R = K / 2 \sin(\theta + \phi)$$

パーティクルボードとナイフエッジとの摩擦係数が不明であるが、木材素材と他材料との摩擦係数についても、樹種、材面、繊維方向、含水率或は表面状態等によって非常に異なり、その測定例も少なく正解な数値をつかむことが難しい。勿論パーティクルボードとナイフエッジ、即ち鋳鋼との摩擦係数については全く実測されたものがないので、木材の鋭削面と鋳鋼との滑り摩擦係数<sup>①</sup>をそのまま利用して、樹種、材面、繊維方向を含めた気乾状態での数値は略最大0.337から最小0.101の範囲内にあるものと仮定し、摩擦を無視したときと考慮したときとの割裂破壊に変わる荷重の比を計算すると次のようになる。

即ち、 $\mu = \tan \phi = 0.337$ の時は  $\theta = 18^\circ 36'$  だから  
90° ナイフエッジの場合は;

$$\tan \theta = \tan 45^\circ = 1.0000$$

$$\tan(\theta + \phi) = \tan 63^\circ 36' = 2.0057$$

$$\mu = 0 \text{ のとき } R_{x0} = K_0 / 2$$

$$\mu = 0.337 \text{ のとき } R_{x90} = K_{90} / 2 \times 2.0057$$

$$R_{x0} = R_{90} \text{ より}$$

$$K_0 / 2 = K_{90} / 2 \times 2.0057$$

$$2.0057 K_0 = K_{90}$$

60° ナイフエッジの場合は;

$$\tan \theta = \tan 30^\circ = 0.5774$$

$$\tan(\theta + \phi) = \tan 48^\circ 36' = 1.1343$$

$$\mu = 0 \text{ のとき } R_{x0} = K_0 / 2 \times 0.5774$$

$$\mu = 0.337 \text{ のとき } R_{x60} = K_{60} / 2 \times 1.1343$$

$$R_{x0} = R_{60} \text{ より}$$

$$K_0 / 2 \times 0.5774 = K_{60} / 2 \times 1.1343$$

$$1.965 K_0 = K_{60}$$

次に $\mu = \tan \phi = 0.101$ のときは  $\theta = 5^\circ 48'$  だから

90° ナイフエッジの場合は;

$$\tan(\theta + \phi) = \tan 50^\circ 48' = 1.2261$$

$$K_0 / 2 = K_{90} / 2 \times 1.2261$$

$$1.2261 K_0 = K_{90}$$

60° ナイフエッジの場合は;

$$\tan(\theta + \phi) = \tan 35^\circ 48' = 0.7212$$

$$K_0 / 2 \times 0.5774 = K_{60} / 2 \times 0.7212$$

$$1.239 K_0 = K_{60}$$

但し、 $R_{x0}$ 、 $R_{x60}$  : 摩擦がないとしたときの割裂剥離強さ

$R_{x90}$ 、 $R_{x60}$  : 摩擦が存在するときの " "

$K_0$ 、 $K_0$  : 摩擦がないとしたときの割裂破壊荷重

$K_{90}$ 、 $K_{60}$  : 摩擦が存在するときの " "

これらの結果を範囲で示すと、

90° ナイフエッジでは

$$(1.23 \sim 2.01) K_0 = K_{90}$$

60° ナイフエッジでは

$$(1.25 \sim 1.97) K_0 = K_{60}$$

即ち、摩擦がないとして求められる割裂剥離強さは、摩擦が存在する場合に比べて、90° ナイフエッジでは約1.23~2.01倍、60° ナイフエッジでは約1.25~1.97倍の範囲で真の剥離強さよりも高くなっている事になる。いま剥離強さの実験式(第3表参照)において、比重別に各ボードについて求めた剥離強さから、それぞれA/B、D/B、E/B、F/B即ち垂直剥離強さに対する各割裂剥離強さの比を、ボードNo. 4、6、8、12、14、16、18のそれぞれにつ

いて求めてみると 第6表が得られる。

垂直引張試験によって求められるボードの剥離強さが、ボードの真の剥離強さに最も近いものと仮定すれば、ここで求めた摩擦の存在によるみかけの割裂破壊荷重の増加分だけ、各割裂剥離強さは垂直剥離強さより高い数値をとるはずである。

第6表の結果によればA/B、即ち、90°ナイフエッジ、鋸目なし試験片では $\mu = 0.101 \sim 0.337$ として求めた1.23~2.01倍の範囲より相当高い値(各比重における平均値で2.4~3.4倍)を示し、D/B即ち、鋸目試験片での結果はその殆んどが1.23~2.01倍の範囲(各比重における平均値で1.3~2.1倍)に入ってくる。60°ナイフエッジでもE/B即ち、鋸目なし試験片では1.25~1.97倍より高い値を示すが(各比重における平均値で2.3~2.9倍)、鎌目試験片F/Bでは全てがこの1.25~1.97倍の範囲(各比重における平均値で1.4~1.9倍)に入ってしまう。従って摩擦係数が0.101~0.337の範囲であると仮定して、摩擦を考慮して求めた割裂剥離強さは、単位は異なるが鋸目試験片では垂直引張による剥離強さに殆んど近い値となっている事が知られる。鋸目なし試験片で高い比を示すのは、摩擦の存在に加えてナイフエッジ尖端部のボードへのくい込み量の増加が関係し、即ちこれが更にもみかけの割裂破壊荷重の増加を来す事に起因するものと考えられる。なお第6表の括弧内の数値は、各割裂剥離強さの垂直剥離強さに対する比を、更に各先端角のナイフエッジの摩擦による倍率の範囲、即ち90°ナイフエッジではそれぞれ1.23、2.01、60°ナイフエッジでは1.25、1.97で除した数値を示すものでこの数値が1.00に近いもの程単位は異なるが割裂剥離強さの数値が垂直剥離強さの数値に近いことを示す。また1.00より大きい場合は何年剥離強さの数値より高いことを示し、1.00より小さい場合は低いことを示すのは勿論である。

以上の結果から、パーティクルボードの木端面とナイフエッジとの滑り摩擦係数が知れたなら、或程度真の割裂剥離強さに近い値を計算によって求めることは出来る。然し、前述のように各剥離試験方法による剥離強さ、およびナイフエッジの先端角、試験片形状による割裂剥離強さの間には略一宅比の関係が認められ、また摩擦の存在、くい込み量の増大はボード比重の増加および割裂剥離強さの増大方向と一致するから、摩擦を無視して割裂剥離強さを算出しても、パーティクルボードの内部結合力判定方法としては別に支障はないものと考えられる。

## 2) 割裂剥離試験から求められる摩擦係数

本試験における割裂剥離試験では、ナイフエッジは90°先端角のもの2種、試験片は鋸目の有無についてそれぞれ、試験を実施したから、同一比重の同一ボードにおける割裂剥離強さ、即ちボードの割裂を生ぜしめるに必要な抗力の水平分力を等しいものとするれば、それぞれの試験結果から逆に摩擦係数を算出することが出来るはずである。

先ず90°ナイフエッジ、鋸目なしおよび鋸目試験片の場合、ボードの割裂剥離強さ $R_{x1}$ 、 $R_{x2}$ が等しいならば、

$$\begin{aligned} K_1 / 2 \tan(\delta + \varphi_1) &= K_2 / 2 \tan(\delta + \varphi_2) \\ &= 45^\circ \text{ だから} \\ K_1 (1 + \tan \varphi_2) / (1 - \tan \varphi_2) &= K_2 (1 + \tan \varphi_1) / (1 - \tan \varphi_1) \\ \tan \varphi_1 \cdot \tan \varphi_2 &= 0 \text{ とみれば} \\ K_1 - K_2 &= (K_1 + K_2) (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \\ \tan \varphi_1 - \tan \varphi_2 &= K_1 - K_2 / K_1 + K_2 \\ &= \mu_1 - \mu_2 \end{aligned}$$

即ち、鋸目の有無による摩擦係数の差がこれによって求められる。

同様に60°ナイフエッジ鋸目の有無による場合は、

$$\begin{aligned} K_3 / 2 \tan(\delta + \varphi_3) &= K_4 / 2 \tan(\delta + \varphi_4) \\ \delta &= 30^\circ \text{ だから} \\ K_3 (1 + \sqrt{3} / \tan \varphi_4) / (1 - \sqrt{3} / \tan \varphi_4) &= K_4 (1 + \sqrt{3} / \tan \varphi_3) / (1 - \sqrt{3} / \tan \varphi_3) \\ \tan \varphi_3 \cdot \tan \varphi_4 &= 0 \text{ とみれば} \\ K_3 - K_4 &= \sqrt{3} / 3 (K_3 + K_4) (\tan \varphi_3 - \tan \varphi_4) \\ \therefore \tan \varphi_3 - \tan \varphi_4 &= \sqrt{3} (K_3 - K_4) / K_3 + K_4 \\ &= \mu_3 - \mu_4 \end{aligned}$$

この関係より、実際の各割裂破壊荷重を $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ に代入して(各割裂破壊荷重は掲載しなかったが第2表の割裂剥離強さより逆算出来る)

$\mu_1 - \mu_2$ 、 $\mu_3 - \mu_4$ を計算すると 第7表を得る。

一般に摩擦力は接触する面の状態、或は接触面に作用する力によって異なるが、接触面積の大小には無関係であるし。従って本試験での90°、60°先端角或は鋸目の有無についての割裂剥離試験にあつては、それぞれ摩擦係数は同一ボードでは等しく、従って割裂破壊荷重から求められた摩擦係数の差は0とならねばならない。然るに、前述の計算結果によれば  $\mu_1 - \mu_2$ 、 $\mu_3 - \mu_4$ から明かな様に、得られた摩擦係数には差のある事が認められる。これはナイフエッジのくい込みによってみかけの割裂破壊荷重が増大することに起因

第7表 割裂破壊荷重より求めた摩擦係数

ボードNo.	比重	割裂破壊荷重 kg				摩擦係数及びその差			
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	μ <sub>1</sub> -μ <sub>2</sub>	μ <sub>3</sub> -μ <sub>4</sub>	μ	μ'
4	0.5	100	64	73	33	0.22	0.65	0.37	0.76
	0.6	154	96	106	52	0.18	0.58	0.44	0.68
	0.7	208	128	139	72	0.24 (0.21)	0.55 (0.59)	0.47 (0.43)	0.66 (0.70)
6	0.5	111	69	68	38	0.23	0.49	0.55	0.69
	0.6	163	101	99	56	0.24	0.48	0.58	0.68
	0.7	215	133	131	74	0.24 (0.24)	0.48 (0.48)	0.58 (0.57)	0.68 (0.68)
8	0.5	108	61	63	37	0.28	0.42	0.63	0.58
	0.6	165	94	93	55	0.27	0.45	0.96	0.62
	0.7	222	127	123	74	0.27 (0.27)	0.43 (0.44)	0.65 (0.65)	0.63 (0.61)
10	0.5	121	82	73	46	0.22	0.39	0.66	0.67
	0.6	191	116	108	67	0.25	0.41	0.66	0.64
	0.7	253	150	143	88	0.26 (0.24)	0.41 (0.40)	0.66 (0.66)	0.62 (0.64)
12	0.5	140	88	75	48	0.23	0.38	0.72	0.70
	0.6	205	127	110	69	0.24	0.40	0.72	0.70
	0.7	270	166	145	91	0.24 (0.24)	0.40 (0.39)	0.71 (0.71)	0.69 (0.70)
14	0.5	147	80	85	57	0.30	0.34	0.63	0.40
	0.6	197	108	114	70	0.29	0.41	0.63	0.51
	0.7	247	136	143	83	0.29 (0.29)	0.46 (0.40)	0.63 (0.63)	0.57 (0.49)
16	0.5	222	118	154	91	0.31	0.45	0.43	0.31
	0.6	331	170	225	124	0.32	0.50	0.45	0.37
	0.7	440	222	297	157	0.33 (0.32)	0.53 (0.49)	0.46 (0.45)	0.41 (0.36)
18	0.5	293	177	171	115	0.25	0.25	0.62	0.50
	0.6	416	157	244	148	0.24	0.43	0.92	0.64
	0.7	531	337	317	182	0.23 (0.24)	0.47 (0.38)	0.61 (0.62)	0.71 (0.67)

註：括弧内の数値は平均値を示す。

し、このため割裂破壊荷重から算出される摩擦係数が実際より大きくなり、鋸目なし試験片による摩擦係数が90°、60°ナイフエッジとも大きくなっているものと思われる。その差も60°ナイフエッジの方が90°ナイフエッジより遙かに大きい(μ<sub>1</sub>-μ<sub>2</sub><μ<sub>3</sub>-μ<sub>4</sub>)のもこれを央仕けるものであるし即ち、60°ナイフエッジの方がボードへのくい込みが大きいからで、また鋸目を入れるといづれのナイフエッジともこのくい込みの要素が可成り減殺されるものと認められる。

この結果から、鋸目なし試験片の場合はナイフエッジのくい込みがみかけの割裂荷重を増大させることになるが、90°、60°のナイフエッジにおいて、摩擦係数がそれぞれ等しいと仮定すれば、各割裂破壊荷重から摩擦係数を求めることが出来る。

即ち、先ず鋸目なし試験片で摩擦が等しければ

$$(\tan \varphi_{90} = \tan \varphi_{60} = \tan \varphi)$$

$$K_{90} / 2 \tan(45^\circ + \varphi_{90}) = K_{60} / 2 \tan(30^\circ + \varphi_{60})$$

φ = φ<sub>90</sub> = φ<sub>60</sub> だから

$$K_{90} / 2 \tan(45^\circ + \varphi) = K_{60} / 2 \tan(30^\circ + \varphi)$$

tan<sup>2</sup>φ = 0 とみれば

$$K_{90} [1 - \tan \varphi + (\sqrt{3}/3) \tan \varphi] = K_{60} [1 + \tan \varphi - (\sqrt{3}/3) \tan \varphi]$$

$$\tan \varphi = 2.366(K_{90} - K_{60}) / K_{90} + K_{60}$$

$$\therefore \tan \varphi = 2.366(K_1 - K_3) / K_1 + K_3 = \mu$$

鋸目試験片での場合も同様にして、

$$\tan \varphi = 2.366(K_{90} - K_{60}) / K_{90} + K_{60}$$

$$\tan \varphi = 2.66(K_2 - K_4) / K_3 + K_4 = \mu$$

この間係を用いてμ、μ'をそれぞれ求めた結果、及び各割裂破壊荷重を第7表に示した。これによれば、各摩擦係数とも先に示した木材素材と鋳鋼との摩擦係数(0.101~0.337)より相当高い値を示している。本項ではナイフエッジとパーティクルボードとの摩擦の種類を滑り摩擦として取扱ったが、若し割裂剥離試験におけるナイフエッジとの摩擦係数が静摩擦に近いものとしても(静摩擦係数は一般に滑り摩擦係数よりも大きく、一般木材と金属とでは略0.20~0.60の範囲<sup>1)</sup>である)、本項で求めたμ、μ'の値は静摩擦係数より更に高くなっている場合が多い。パーティクルボードとナイフエッジとの静摩擦係数或は滑り摩擦係数の実測値がないから断定は出来ないが、これらの計算によって求められた高い摩擦係数の値は、ボード内へのナイフエッジのくい込みがみかけの割裂破壊

荷重を増大させ、従ってこれより機械的に算出される摩擦係数も大きくなることに起因するものと考えられる

3) 垂直剥離強さとの比から算出した摩擦係数

真の摩擦係数が知れ、これを考慮して求めた割裂剥離強さが、単位は異るとはいえ垂直剥離強さの数値に近い値をとるものとすれば、垂直剥離強さに対する摩擦を無視して求めた割裂剥離強さの比、即ち、A/B、D/B、E/B、F/Bが求めてあるから、この関係を用いて一応摩擦係数を算出することも出来る。

摩擦を考慮して求めた割裂剥離強さを Rx とすれば、

先ず90°ナイフエッジの場合は；

$$Rx = K / 2 \tan(\delta + \varphi) \dots\dots (1)$$

A/B = S<sub>1</sub> とおけば、摩擦係数を無視したときの割裂剥離強さは Rx の S<sub>1</sub> 倍となるから、

$$S_1 \cdot Rx = K / 2 \tan \delta \dots\dots\dots (2)$$

= 45° だから (2) 式は

$$Rx = K / 2 S_1$$

これを (1) 式に代入して

$$K / 2 S_1 = K / 2 \tan(\delta + \varphi)$$

$$\tan(\delta + \varphi) = S_1 - 1 / S_1 + 1 = \mu_1$$

次に D/B = S<sub>2</sub> とおけば、鋸目試験片の場合も同様にして、

$$\tan(\delta + \varphi) = S_2 - 1 / S_2 + 1 = \mu_2$$

60° ナイフエッジの場合は；

E/B = S<sub>3</sub> とおけば、

$$\begin{cases} Rx = K / 2 \tan(\delta + \varphi) \dots\dots\dots (1) \\ S_3 \cdot Rx = K / 2 \tan \delta \dots\dots\dots (2) \end{cases}$$

= 30° だから (2) 式より

$$Rx = 3K / 2 S_3$$

これを (1) 式に代入して

$$3K / 2 S_3 = K / 2 \tan(\delta + \varphi)$$

$$\sqrt{3} (1 / \sqrt{3} + \tan \varphi) / (1 - 1 / \sqrt{3} \tan \varphi) = S_3$$

$$\therefore \tan \varphi = \sqrt{3} (S_3 - 1) / S_3 + 3 = \mu_3$$

鋸目試験片のときは F/B = S<sub>4</sub> とおけば、

$$\tan \varphi = \sqrt{3} (S_4 - 1) / S_4 + 3 = \mu_4$$

これらの関係から μ<sub>1</sub> ~ μ<sub>4</sub> を算出すると第8表が得られ、一応ナイフエッジの先端角および鋸目の有無による各割裂剥離試験における摩擦係数がそれぞれ別個に得られる。これによれば、90° ナイフエッジ、鋸目なし試験片では0.41~0.55、鋸目試験片では0.13~0.36、60° ナイフエッジ、鋸目なし試験片では0.43~0.73、鋸目試験片では0.16~0.32の範囲となっている。従って鋸目なし試験片の摩擦係数は90°、60° ナイフエッジとも鋸目試験片より高い数値となり、60°、60° ナイフエッジでは60° ナイフエッジの方が鋸目の有無に拘わらずやや高い数値を示す。これには既に述べたように、ナイフエッジのくい込みによるみかけの割裂破壊荷重増大の影響が入っているものと考えられ、鋸目試験片でも60° ナイフエッジの方が高い数値を示すことによっても知れる。

鋸目を入れてもナイフエッジの先端傾斜面とボード木端面との接触部が完全な直線になるわけではなく、或る面積を以て接触することには変りはないから、みかけの割裂破壊荷重の増加を完全に避けることは不可能である。然し鋸目を入れた試験片での結果から求められる摩擦係数はほぼ真の摩擦係数に近いとみてよいであろう。従ってナイフエッジとボードとの摩擦係数に本項で求めた鋸目試験片による数値(μ<sub>2</sub>或はμ<sub>4</sub>)を用いたなら、ナイフエッジのくい込み、或は接触面積の相違によるみかけの割裂破壊荷重の増加分を知ること出来る。勿論この場合、真の割裂剥離強さ、即ちボードの割裂に直接作用する抗力の水平分力の数値が垂直剥離強さの数値に等しいものとする。

第8表 垂直剥離強さとの比から求めた摩擦係数

ボ-ドNo.	A/B (S <sub>1</sub> )	D/B (S <sub>2</sub> )	E/B (S <sub>3</sub> )	F/B (S <sub>4</sub> )	$\frac{S_1-1}{S_1+1}$ (μ <sub>1</sub> )	$\frac{S_2-1}{S_2+1}$ (μ <sub>2</sub> )	$\frac{\sqrt{3}(S_3-1)}{S_3+3}$ (μ <sub>3</sub> )	$\frac{\sqrt{3}(S_4-1)}{S_4+3}$ (μ <sub>4</sub> )	μ <sub>1</sub> -μ <sub>2</sub>	μ <sub>3</sub> -μ <sub>4</sub>
4	3.4	2.1	3.9	1.9	0.55	0.36	0.73	0.32	0.19	0.41
6	3.0	1.9	3.2	1.8	0.50	0.31	0.61	0.29	0.19	0.32
8	3.1	1.8	3.1	1.8	0.51	0.29	0.60	0.29	0.22	0.31
10	2.4	1.4	2.3	1.4	0.41	0.17	0.43	0.16	0.24	0.27
12	2.5	1.6	2.3	1.5	0.43	0.23	0.43	0.19	0.20	0.24
14	2.4	1.3	2.4	1.5	0.41	0.13	0.45	0.19	0.28	0.26
16	2.9	1.5	3.4	1.9	0.49	0.20	0.65	0.32	0.29	0.33
18	2.9	1.8	2.9	1.8	0.49	0.29	0.56	0.29	0.20	0.27

## 文 献

- 5) 齊藤藤市・穴沢忠；スプリント合板の剥離試験について，  
指導所月報，No. 91 (1959)
- 6) M. IWASHITA . T. MATSUDA ; Particle board  
using the plywood waste , particularly on particle  
preparation , Bulltin of the Government
- 10) 辰沢武雄・熊谷秀治；日本産主要木材の摩擦係数，  
九大学会雑誌，4，4 (1931)
- 11) 建築学便覧；日本建築学会編 (昭31)

- 林指合板研究室 -