

パーティクルボードに関する研究 (X)

パーティクルボードのダボ接ぎに関する研究

パーティクルボードのはく離抵抗とダボ接ぎ 強度の関係について

岩 下 睦⁽¹⁾

青 木 恒 太 郎⁽²⁾

宇 川 暹⁽³⁾

1. 緒 言

パーティクルボードがわが国に紹介されて以来すでに 10 年以上を経過しているが、欧米において主として家具材料として使われていながら、わが国ではいまだ家具の需要に伸びがないうらみがある。その需要構成の数字の上では、昭和 39 年に家具に 46% も使用されているが、それは主としてテーブルの天板、コタツの上板の心材料として使われているに過ぎず、家具の主体をなす箱物に対する需要はきわめて微々たるものである。その原因としては、箱物家具のベタ・コアーにボードを使用した場合の重さの問題、厚さむら、吸湿膨張、切削の困難性、はく離抵抗、木ねじ保持力の弱さに原因する緊結の困難性、表面化粧した場合の反りの問題などをあげることができる。特に緊結法に関しては現在の市販のパーティクルボードの主体をなす 3 層ボードが内層をきわめて粗にしたボードであるため、従来の素材の結合法がそのままパーティクルボードに用いえない欠点を有する。すなわち角ホゾ、アリ組などの緊結法はボードの内層が弱いために、ほとんど不可能である。一方家具の緊結法として早くからダボ構造を用いている諸外国では、パーティクルボードの緊結法も一部においてダボ接ぎ構造で解決している。しかし、ダボ接ぎに対するパーティクルボードの適応性に関するデータはきわめて少ない。また、パーティクルボードの緊結が可能であれば、ボードが量産材料であるだけに、箱物家具への需要開拓が期待される。

しかしながら前述のように、パーティクルボードは素材と異なり、内層の接着性、すなわちはく離抵抗がきわめて弱いため、箱物家具の構造部材として用いる場合、種々の問題点を生ずることが予想される。

一方、パーティクルボードのはく離抵抗はボードの内層比重によって変化するので、内層比重を高めることによって、ダボ接ぎ強度も向上することが考えられる。

したがって、この研究は 3 層ボードの内層比重を規制することは困難であるため、ボード比重の異なる単層単板オーバーレイボードを製造し、内層はく離抵抗がダボ接ぎ強度におよぼす影響を検討し、あわせて市販の 3 層ボードのボード比重の異なる 2 種類のボードと比較対照せしめて、ダボ接ぎ構造に必要なはく離強度を考察すると同時に、ダボ接ぎ構造に対するパーティクルボードの適応性を検討したものである。

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室長・農学博士

(2) 工業技術院産業工芸試験所第 2 技術部木工技術課主任研究員

(3) 工業技術院産業工芸試験所第 2 技術部木工技術課

なお、この研究は昭和 40 年度に工業技術院産業工芸試験所と共同して行なったものである。全体の計画、パーティクルボード試料の製作、材質試験は岩下が担当し、ダボ接ぎ試験関係は青木、宇川が担当したが、この報告は材料的立場から岩下がとりまとめたものである。

この実験を行なうにあたり、試料その他について種々ご便宜をいただいた日本硬質繊維板工業会の方々、また全般の実験の労をともにされた農大林学科学学生渡辺星一君に厚くお礼申しあげる。

2. 供試材料および実験方法

2.1 供 試 材 料

この実験に供されたダボ接ぎ強度測定用試料はボード比重、すなわち、はく離抵抗の影響を調べるために特に製造した 4 段階の比重の単板オーバーレイ単層ボード、2 種類の比重の 3 層ボード（市販品、ボード比重 0.67 および 0.58、厚さ 20 mm）と比較のための素材として、ラワン類の 1 種であるマヤビス (*Shorea squanta* DYER.) の人工乾燥材である。また、使用したダボ材料はブナ (*Fagus crenata* BL.) とマヤビスの人工乾燥材である。

単層ボードの製造

(1) 試料の準備

小片の樹種はレッド ラワン (*Shorea negrosensis* Foxw.) で厚さ 1.2 mm のロータリー単板をクラッシャーで破砕し、粗大片と微粉をスクリーンにより取り除いた。小片は乾燥し含水率 3% に調節した。

オーバーレイに供した単板は小片製造に使用したものと同じ厚さ 1.2 mm のレッド ラワンの単板で、温度 20°C、関係湿度 45% の空気条件で調湿したものを使用した。

(2) 成板条件

小片用接着剤は尿素樹脂（大日本インキ化学工業株式会社製のホーラミン J-452、固形分 48%）を使用した。接着剤添加量は小片全乾重量に対して樹脂固形分で 7% であった。硬化剤は同じく大日本インキ化学工業株式会社製 CATALYST 376 で、樹脂液に対して 3% 使用した。

単板オーバーレイ用の接着剤は尿素樹脂（東洋高压株式会社製ユーロイド 22、固形分 67%）で、塗付量は両面で 35 g/30×30 cm²、硬化剤は 20% 塩化アンモニウム溶液を樹脂液に対して 3% 使用した。オーバーレイ単板は、小片マット熱圧時に同時接着した。

熱圧時の小片含水率は約 10% になるようにした。

ボード比重は 0.4、0.5、0.6、0.7 の 4 段階を仮定した。ボード厚さは 20 mm、成板面積は 45×45 cm² であった。厚さ規制はデスタンスパーを使用した。

熱圧温度は 140°C 一定、圧縮圧は比重によって異なり、初期圧縮圧は比重の低い方から順に 15 kg/cm²、20 kg/cm²、25 kg/cm²、35 kg/cm² とし、5 分ごとに step down した。熱圧時間は 15 分とした。

成板枚数は各比重ごとに 10 枚であった。

2.2 実 験 方 法

2.2.1 試験片の採取

比重別に各 10 枚ずつ製造されたボードの試験片の採取方法は Fig. 1 に示すとおりである。

各ボードともはく離抵抗試験片計 40 個、比重測定試験片計 40 個とダボ接ぎ強度試験片計 60 個を採取した。

3層ボードは(高比重および低比重ボードとも)2枚の8×5尺のボードから、79×120 cmの大きさにそれぞれ3枚ずつ計6枚切断し、これらのボードからの試験片採取方法は Fig. 2 に示す。

5×10 cm の試験片は各列の偶数番を比重測定試験片に(54 個)、奇数番を離抵抗測定試験片(72 個)とし、10×25 cm, 10×22 cm の試験片は、ダボ接ぎ強度試験体(L型、T型で計 120 個)に使用した。

比較のための素材マヤビスは人工乾燥後ダボ接ぎ試験のみ行なうため、20×10×2 cm の試験片 30 個を別に作製した。

このようにして木取ったすべての試験片は温度 20°C、関係湿度 65% の空気条件で恒量に達するまで調湿した。

2.2.2 材質試験方法

(1) 比重の測定

比重は比重測定試験片のディメンションを精度 1/20 mm のノギスで測定し、重量を精度 1/100 g のメトラーで測定し、重量と容積から気乾比重を求めた。

(2) 内層はく離抵抗の測定

試験方法は JIS A 5908-1961 によった。

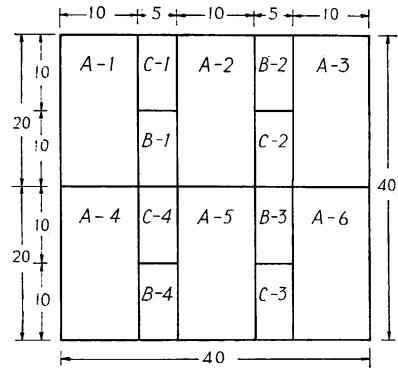
2.2.3 ダボ接ぎ強度試験体の製造

(1) ダボ材料

ダボ樹種はブナ (*Fagus crenata* BL.) とマヤビス (*Shorea squanta* DYER.) の2種類を用い、人工乾燥後、断面 10×10 mm, 12×12 mm, 14×14 mm で長さ 50 cm の角棒に製材し、温度 20°C、関係湿度 45% の空気条件で調湿し、目切れ、その他の欠点材は除いた。なお各材料の比重、含水率は Table 1 のとおりである。

(2) ダボの製造

ダボ径は 8 mm, 10 mm, 12 mm の3水準とし、それぞれ西独 LÖSER 社のダボ製作機およびダボ切断機によりスパイラル状溝付圧縮ダボを製造した。



CODE LETTER (Unit: cm)

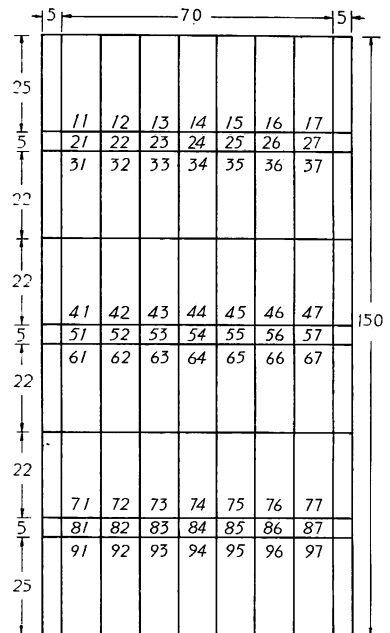
A: Dowel joint strength

B: Tensile strength perpendicular to surface

C: Specific gravity

Fig. 1 単板オーバーレイ、単層ボードの試験片の採取

Cutting diagram for veneer overlaid mono-layer board.



CODE NUMBER (Unit: cm)

22, 24, 26, 52, 54, 56, 82, 84, 86, : Specific gravity

21, 23, 25, 27, 51, 53, 55, 57, 81, 83, 85, 87 : Tensile strength perpendicular to surface

11~17, 31~37, 41~47, 61~67, 71~77, 91~97 : Dowel joint strength

Fig. 2 3層ボードの試験片の採取
Cutting diagram for three-layer board.

Table 1. ダボ材の比重(気乾)
Specific gravities of dowel species (Air dry).

樹 種 Species	比 重 Specific gravity	含 水 率 (%) Moisture content
ブ ナ Beech	0.63	8.0
マヤビス Mayapis	0.55	11.8

まずダボ製作機でスパイラル状に圧縮溝の付いた丸棒をつくり、目切れ、くされ等の不良品を除いたものについて、任意に 10 か所の測点を取って、直径をマイクロメーターで測定し、平均値を計算して、この値に対して ± 0.3 mm の範囲にあるものを選び出した。ついでこれを切断機にかけ長さを 28 mm に切断し、同時に両端に約 1 mm ずつの面を付けた。

(3) ダボ孔の穿孔

ダボ孔は 10×2 cm² の胴付面に 2 個のダボ孔をあけ、ダボ孔の間隔は 50.0 cm 一定とした。またダボ孔の深さは 15.0 mm 一定として、ダボを埋めた場合にダボの両端には約 0.5 mm の余裕を持たせるように孔の深さを加減した。ダボ孔の穿孔は主軸回転数 1,600 rpm の卓上ボール盤を使用した。多孔質なパーティクルボードのダボ接ぎであるため、また、ダボがスパイラル状圧縮溝付ダボであることから、嵌合度はプラス 0.1~0.2 mm とした。

素材マヤビスの場合、比重が 0.55 と比較的低いため穿孔条件はパーティクルボードの場合と同一にした。

た。

(4) 接着剤および塗付

接着剤は尿素樹脂(東洋高圧株式会社製のユーロイド 22, 固形分 67%)を使用し、硬化剤として 10% 塩化アンモン溶液を樹脂液に対して 10% 使用した。また、充填剤としてピタシル(無水硅酸)を樹脂液に対して 5% 使用した。接着剤はダボ、ダボ孔およびボードの胴付面にそれぞれ筆によって塗付した。塗付量はパーティクルボードが多孔質のため、一般の木材接着の場合よりもいくぶん多くした。接着剤塗付後、ダボとボードを組み合わせ、150 kg/min の荷重速度で密着するまで圧力を加えた後、48 時間放置した。

2.2.4 ダボ接ぎ強度試験方法

結合された試験体の形状ならびに荷重方法は Fig. 3~5, Photo. 1~2 に示すように、実際の家具における結合方法を考慮して、L型とT型を使用した。強度試験は荷重速

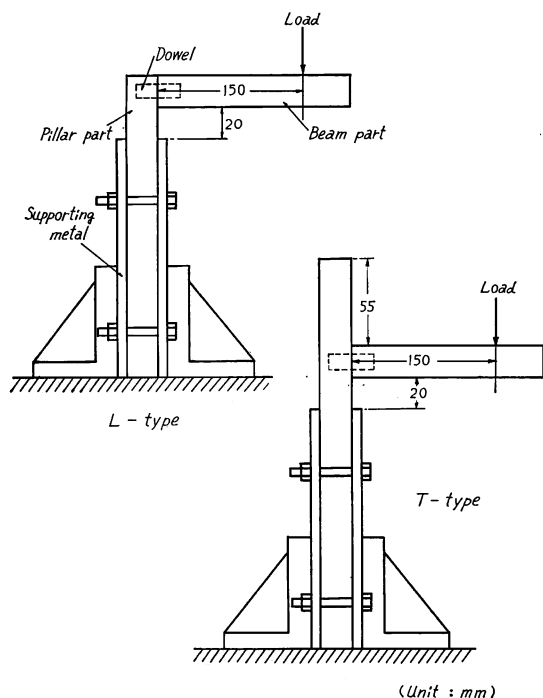


Fig. 3. 試験装置と試験方法
Apparatus and method of the dowel joint strength test.

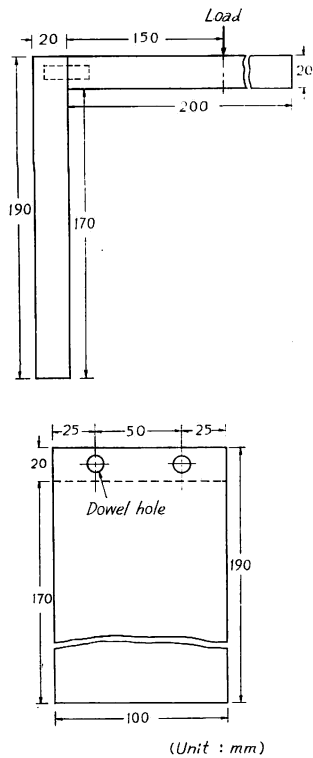


Fig. 4 L型試験体
L-type test specimen.

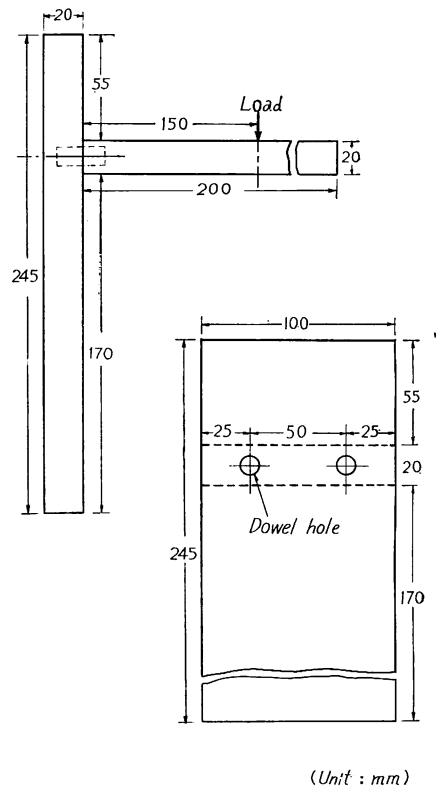


Fig. 5 T型試験体
T-type test specimen.

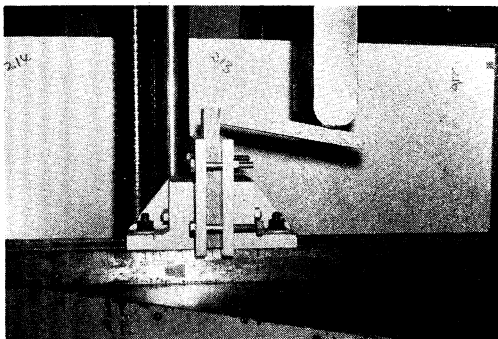


Photo. 1 ダボ接ぎ強度試験方法 (L型)
Testing apparatus for dowel joint
strength (L-type).

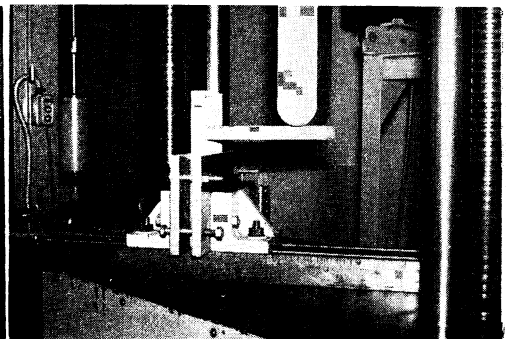


Photo. 2 ダボ接ぎ強度試験方法 (T型)
Testing apparatus for dowel joint
strength (T-type).

度 150 kg/min で荷重をかけ、最大破壊荷重 (kg) をもってダボ接ぎ強度とした。試験体は単層ボードの場合、L型のみで 120 個、3 層ボードは L 型 60 個、T 型 60 個とし、素材は 15 個であった。

3. 実験結果ならびに考察

3.1 試料パーティクルボードの材質

ボード比重を 4 段階 (0.4, 0.5, 0.6, 0.7) に変えた、単層単板オーバーレイボードの比重とはく離抵

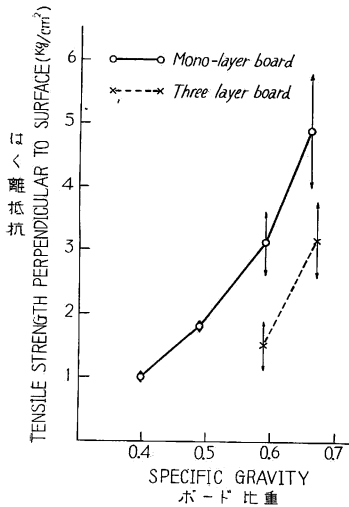


Fig. 6 ボード比重とはく離抵抗
The relationship of board specific gravity and tensile strength perpendicular to surface.

でダボにこねられて、板面に平行に剪断破壊を起こしており、ダボ接ぎ強度がボードのはく離抵抗の強さに左右されていることを示している。

しかし、Fig. 7, 8 に示すとおり、ダボ接ぎ強度ははく離抵抗の増加ほどには増大していない。すなわち、はく離抵抗が 3 kg/cm^2 (比重 0.6) くらいまでは直線的な関係を示しているが、それ以上になると

抗との関係ならびに 3 層ボード (市販品) の 2 種類の比重とはく離抵抗との関係は Fig. 6 に示すとおりである。

両者を比較してみると、比重が同じくらいのボード間にはく離抵抗の差を生じている。これは 3 層ボードの表層がかなり高比重のため、内層は逆に粗になっており、したがってボード比重としては同じくらいでも、内層のはく離抵抗は後者が低くなったものと思われる。

3.2 ダボ接ぎ強度におよぼすはく離抵抗の影響

3.2.1 単層ボード

単層ボードのはく離抵抗とダボ接ぎ強度の関係は Fig. 7, 8 に示すとおりで、分散分析の結果 (Table 2)、はく離抵抗の要因効果がきわめて大きいことを示している。また、試験片の破壊状態によってもボードのはく離抵抗がダボ接ぎ強度におよぼす影響がきわめて大きいことを示している (Photo. 3)。

すなわち、外力がかかった場合、柱部材に挿入されたダボの先端付近に応力集中を生じ、接合部はほとんどダボの上側

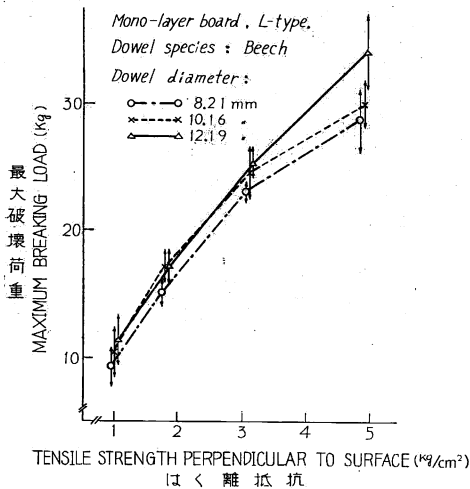


Fig. 7 はく離抵抗、ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in mono-layer board.

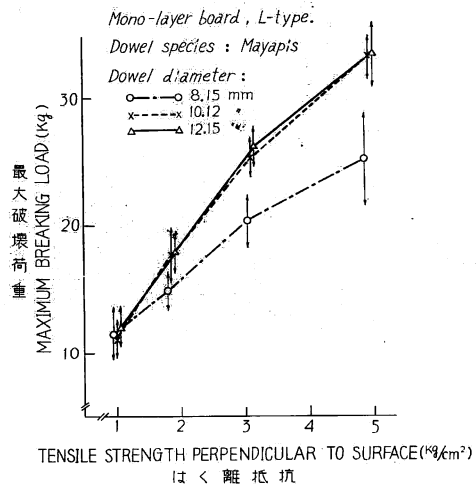


Fig. 8 はく離抵抗、ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in mono-layer board.

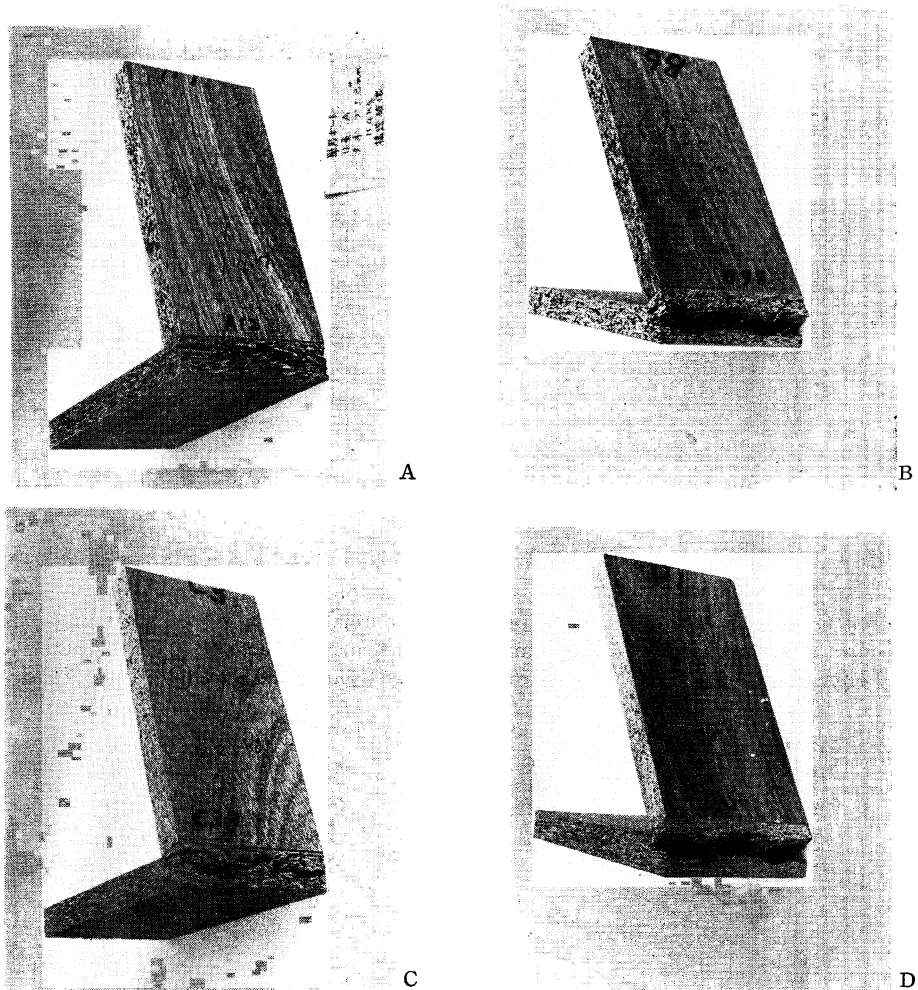


Photo. 3 単層ボードL型の破壊形状 (ボード比重 A: 0.40, B: 0.49, C: 0.59, D: 0.67)
Rupture form of L-type in mono-layer board (Board specific gravity A: 0.40, B: 0.49, C: 0.59, D: 0.67).

直線の傾斜はゆるくなっている。これははく離抵抗が低いボードの場合、ボードの内層小片とダボ表面の接着力がボードの小片間の接着力を上回るため、ボードの内層ははく離抵抗がそのままダボ接ぎ強度として現われていると思われる。一方、はく離抵抗がある程度以上高くなると、小片間の接着力がボード内層小片とダボとの接着力を上回るようになり、ダボ径、ダボ樹種等のダボ自体の影

Table 2. ダボ接ぎ強度分散分析表 (単層ボードL型)
Analysis of variance for dowel joint strength
(Mono-layer board, L-type).

要 因 Factors	有 意 差 Significance	p (%)
A. はく離抵抗 Tensile strength	* *	88.4
B. ダボ樹種 Dowel species		} 3.7 7.9
C. ダボ径 Dowel diameter	* *	
A × B		
A × C	* *	
B × C		
A × B × C	* *	

(注) ** 1% 有意水準 Significant at the 1% level
* 5% 有意水準 Significant at the 5% level

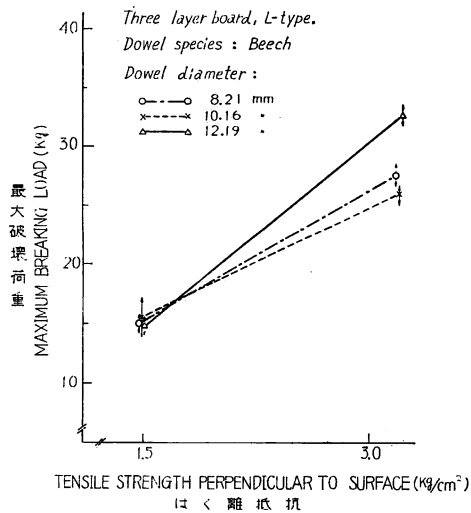


Fig. 9 はく離抵抗, ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in three-layer board.

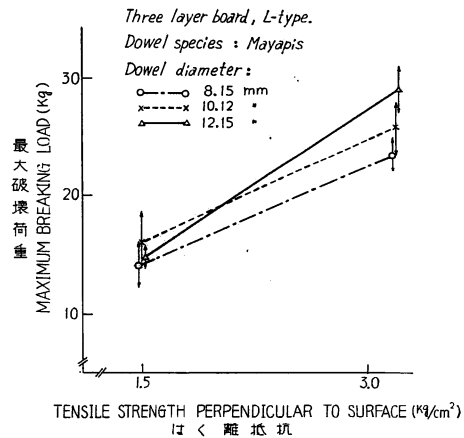


Fig. 10 はく離抵抗, ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in three-layer board.

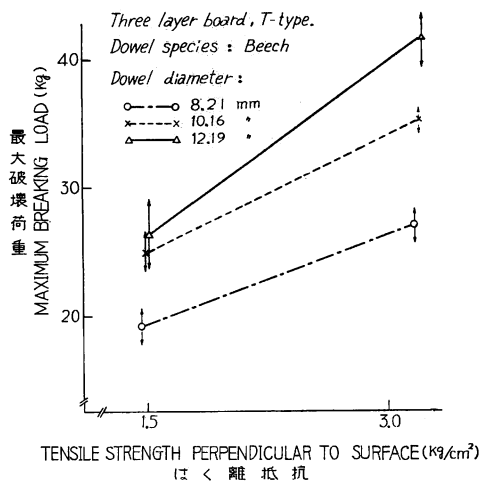


Fig. 11 はく離抵抗, ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in three-layer board.

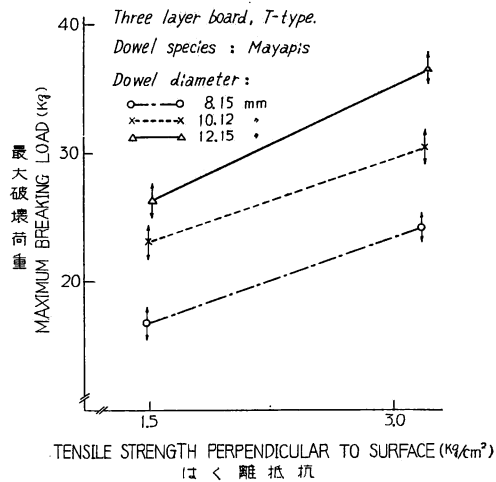


Fig. 12 はく離抵抗, ダボ径とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel joint strength in three-layer board.

響がはいってくるため, ダボ接ぎ強度がボードのはく離抵抗の増大ほどには高く現われないのではないかとと思われる。

3.2.2 3層ボード

3層ボードは2種類の比重のボードを試料として, L型とT型の試験方法によってダボ接ぎ強度を測定

Table 3. ダボ接ぎ強度分散分析表 (3 層ボード L 型)
Analysis of variance for dowel joint strength (three-layer board, L-type).

要 因 Factors	有 意 差 Significance	p (%)
A. はく離抵抗 Tensile strength	* *	78.8
B. ダボ樹種 Dowel species	*	1.3
C. ダボ径 Dowel diameter	* *	3.2
A × B	* *	16.7
A × C		
B × C		
A × B × C		

(注) ** 1% 有意水準
Significant at the 1% level.
* 5% 有意水準
Significant at the 5% level.

Table 4. ダボ接ぎ強度分散分析表 (3 層ボード T 型)
Analysis of variance for dowel joint strength (Three-layer board, T-type).

要 因 Factors	有 意 差 Significance	p (%)
A. はく離抵抗 Tensile strength	* *	47.3
B. ダボ樹種 Dowel species	* *	4.4
C. ダボ径 Dowel diameter	* *	39.1
A × B	* *	9.2
A × C	* *	
B × C	* *	
A × B × C	* *	

(注) ** 1% 有意水準
Significant at the 1% level.

した。結果は Fig. 9, 10, 11, 12 および Table 3, 4 に示すとおりである。

分散分析の結果および破壊状態を見ると、ダボ接ぎ強度におよぼすはく離抵抗の影響は単層ボードの場合と同じように他の要因に比べ大きいことがうかがえる。L 型の場合の破壊状態は単層ボードの場合と同じく、柱部材の接合部のボードの内層はく離である。一方 T 型の場合は、同じくボードの内層はく離で破壊されているもののほかに梁部材のダボ付近における破壊があった (Photo. 4)。

パーティクルボードのダボ接ぎ構造体に Fig. 3 に示したような試験方法で荷重を加えた場合、ダボを媒体として力が梁部材から、柱部材へ伝えられる。換言すれば、接合部を中心としてダボは回転しようとし、ダボ先端に応力集中を生ずる。すなわち、ダボによってボード内層に「こねり」が働くことになる。

L 型の場合は単層、3 層とも、柱部材のダボ埋め込み位置より上の面積が小さいため、柱部材上部で内層はく離を起こして破壊される。これに対して T 型の場合、試験体の柱部材がダボ

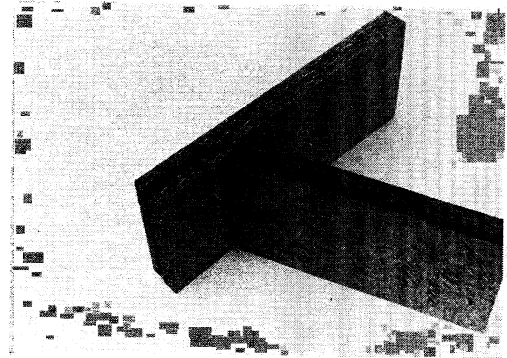


Photo. 4 3 層ボード T 型の破壊形状
(ボード内層はく離)

Rupture form of T-type in three-layer board
(delamination in inner layer)

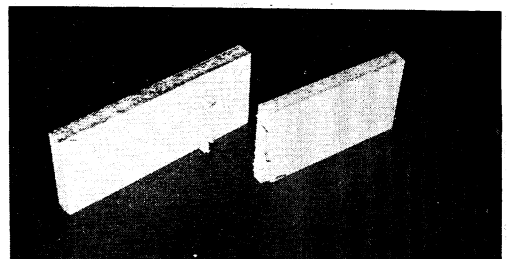


Photo. 5 3 層ボード T 型の破壊形状 (ダボ付近のボード破壊およびダボぬけ)

Rupture form of T-type in three layer board
(board rupture near dowel and dowel pulled out).

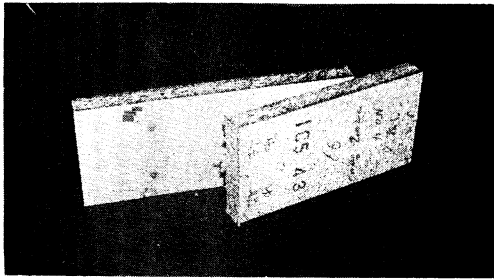


Photo. 6 破壊形状 (ダボ折れ)
Rupture form of T-type in three-layer
board (dowel breakage)

埋め込み位置より上に 6 cm 余裕を残すことにより剪断面積が 50 cm^2 も増加しており、柱部材のはく離抵抗の絶対値は大きくなっている。しかしそれでも、はく離抵抗の低い低比重ボードの場合は柱部材の内層はく離を生じた。これに対し、はく離抵抗の高い高比重ボードの場合は、柱部材の内層のはく離抵抗がきわめて高くなり、逆に梁部材のダボに平行な小片の接着力が相対的に弱くなり、L型の場合とは反対方向のダボのコネリが梁部材のボード内層に

働き、ダボ付近の内層で破壊を起こしたと思われる (Photo. 5)。

3.3 ダボ接ぎ強度におよぼすダボ径の影響

3.3.1 単層ボード

ダボ径の影響を調べるためにダボ径を 8 mm, 10 mm, 12 mm の 3 水準をとってダボ接ぎ強度の測定を行なったが (Fig. 13), 分散分析の結果 (Table 2), ダボ径の影響もわずかではあるが認められた。これは高比重ボードにおいて、マヤピス材の 8 mm ダボが折れたことに原因される (Photo. 6)。しかし、

ダボ材質の点でマヤピスよりもまさるブナの場合、ダボ折れがないため、ダボ径による影響はほとんどなかった。

したがって、ダボ折れが無い場合、単層ボードはほぼ均質体ではあるが、試験片における最も弱い部分は柱部材のボードの内層であるから、ダボ材料を被緊結材と同等以上の材質のものを使用すれば、ダボ径の影響はほとんどなくなると考えられる。

3.3.2 3層ボード

3層ボードの場合、前述のごとく低比重および高比重の2種類のボードを用い、L型とT型の構造の試験を行なった。

L型の場合、分散分析の結果 (Table 3), ダボ径は 1% 有意水準で有意差が認められたが、その寄与率はきわめて低く、ボードの比重が低い場合はダボ径間にダボ接ぎ強度の差が認められなかった。しかし、ダボ比重が高くなるとダボ径 10 mm において、ダボ接ぎ強度が低下したが、その原因については不明である。この点についてはさらに検討を要する (Fig. 14)。

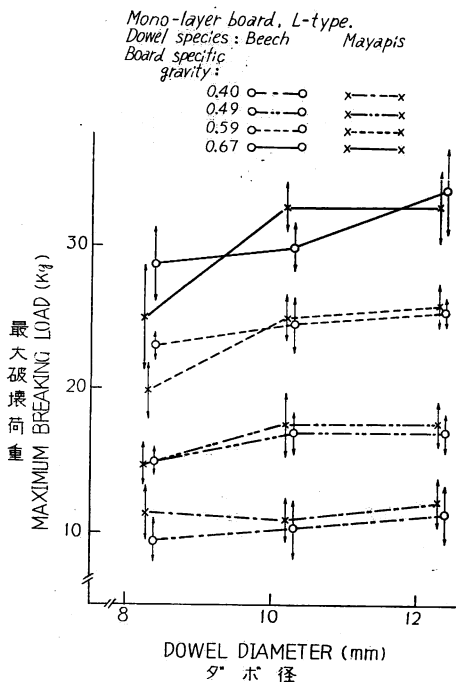


Fig. 13 ダボ径, ダボ樹種, ボード比重と
ダボ接ぎ強度の関係

The relationship of dowel diameter, dowel species, board specific gravity and dowel joint strength in mono-layer board.

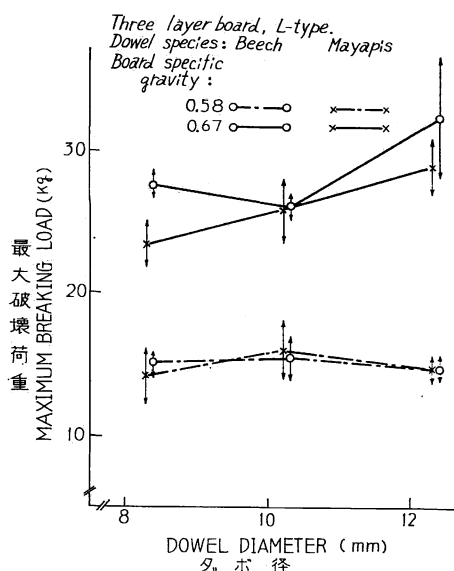


Fig. 14 ダボ径、ダボ樹種、ボード比重とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of dowel diameter, dowel species, board specific gravity and dowel joint strength in three-layer board.

T型構造の場合、分散分析の結果 (Table 4) および Fig. 15 に示すように、L 型の場合とは異なり、ダボ径の影響が明らかに現われていることが特徴的である。

T型の場合、前述のように試験体の柱部材がダボ埋め込み位置より上にダボのこねりに抵抗しうる面積を有しているため、その部分の内層はく離を生ずることが少なくなるため、逆に梁部材にダボのこねりが影響するようになる。この場合、ダボ折れが無いならば、荷重を一定と考えると、ダボがボードに外力を伝えるダボの荷重面が小さいほどその部分に生ずる応力集中は大きくなり、それに接するボード内層面の単位面積あたりに加わるダボのこねりは大きくなる。すなわち、ダボ径が小さいほどダボのこねりは大きくなる。反対にダボ径が大きいものの方がダボのこねりは小さくなり、ダボ接ぎ強度は大きくなると考えられる。

しかしながら、L型構造の場合や、T型構造でもはく離抵抗の低いボードの場合は柱部材がダボのこねりではなく離破壊してしまうため、ダボ径の影響はでないが、T型構造ではく離抵抗の高いボードの場合は柱部材ではなく離壊を生じないため、梁部材の破壊の際にダボ径に影響されるものと思われる。

3.4 ダボ樹種の影響

3.4.1 単層ボード

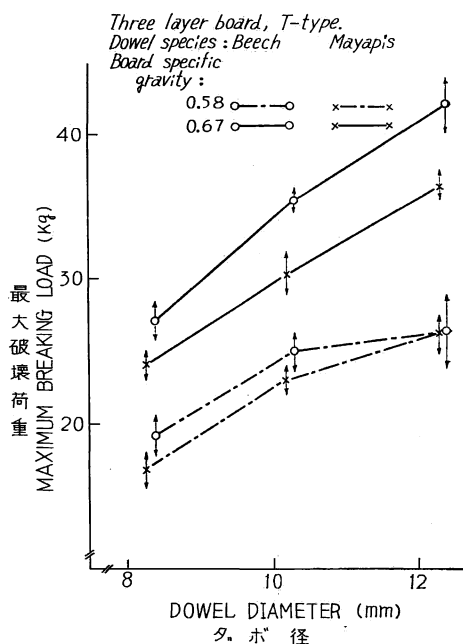


Fig. 15 ダボ径、ダボ樹種、ボード比重とダボ接ぎ強度の関係

The relationship of dowel diameter, dowel species, board specific gravity and dowel joint strength in three-layer board.

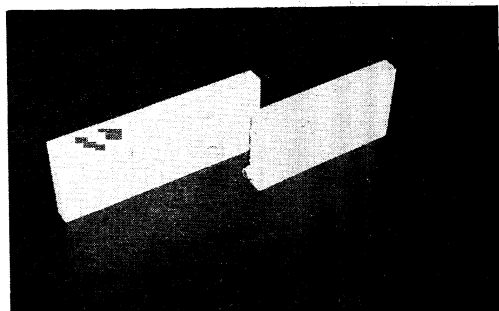


Photo. 7 破壊形状 (ダボぬけ)
Rupture form of T-type in three-layer
(dowel pulled out).

Table 5. 単層ボードと3層ボードのダボ接ぎ強度の比較
Comparison of dowel joint strength between mono- and three-layer board.

試験方法: L型, ダボ樹種: ブナ

Testing method: L-type, Dowel species: Beech

ボードの種類 Type of board	ボード比重 Board specific gravity	はく離抵抗 Tensile strength* (kg/cm ²)	ダボ接ぎ強度 (kg) Dowel joint strength		
			ダボ径 (mm) Dowel diameter		
			8.21	10.16	12.19
単層ボード Mono-layer board	0.49 (0.02)	1.8 (0.1)	15.0 (1.2)	16.9 (1.8)	17.0 (1.4)
	0.59 (0.02)	3.1 (0.5)	23.0 (1.0)	24.6 (2.2)	25.4 (1.2)
	0.67 (0.01)	4.9 (0.9)	28.7 (2.7)	29.8 (2.0)	34.0 (3.0)
3層ボード Three-layer board	0.58 (0.02)	1.5 (0.4)	15.0 (0.8)	15.4 (1.8)	14.8 (0.8)
	0.67 (0.02)	3.2 (0.6)	27.6 (1.1)	26.0 (2.4)	32.5 (4.1)

(注) カッコ内は標準偏差

Note: ()…Standard deviation. *…Perpendicular to surface.

分散分析の結果 (Table 2) に示すように, 5% 有意水準で有意差がなかった。しかし, 傾向としてはマヤピスの場合, Fig. 8 に示したように, 一部分ダボ接ぎ強度は低下している。これは 8 mm のダボがダボ折れを起こしたことによる。したがって, マヤピス材の場合, ダボ径 8 mm のダボは高比重ボードのダボ接ぎには適さないと思われる。それゆえ, ダボ材料は被緊結材料と同等以上の材質のものを使うべきである。

3.4.2 3層ボード

3層ボードの場合, ダボ樹種の影響はL型では単層ボードの場合とほとんど同じであったが, わずかに有意差が認められた。T型の場合も分散分析の結果, わずかにダボ接ぎ強度に影響をおよぼしていると考えられる (Fig. 15 および分散分析表 Table 4)。破壊状態を見ると, マヤピス材のダボを使ったボード

Table 6. 素材とボードのダボ接ぎ強度の比較

素材: マヤピス (比重 0.55)

ボード: 単層単板オーバーレイボード (比重 0.67)

ダボ樹種: ブナ

Comparison of dowel joint strength between solid wood and particle board.

Solid wood: Mayapis (S. G. 0.55)

Board: Mono-layer board (S. G. 0.67)

Dowel species: Beech

ダボ径 Dowel diameter (mm)	ダボ接ぎ強度 (kg) Dowel joint strength	
	素 材 Solid wood	ボ ー ド Board
8	28.0 (4.6)	28.7 (2.7)
10	32.7 (3.8)	29.8 (2.0)
12	39.6 (1.9)	34.0 (3.0)

(注) カッコ内は標準偏差

Note: () Standard deviation.

比重の高い試験片は柱部材からのダボ抜けが見られ, スパイラル状に溝を付けた山の部分に剪断破壊を生じていた (Photo. 7)。このことがボードのはく離抵抗の高い場合に, かえってダボ接ぎ強度を低下した。したがって, T型構造の場合, ボードの内層はく離抵抗が低いときには, ダボ接ぎ強度におよぼすダボ樹種の影響は少ないが, ボードのはく離抵抗が高いものにはマヤピス材のごとく, 比重の低いものでなく, ブナ, カバのような被緊結材料と同等以上の材質のものを使用するべきである。

3.5 ボード構成の影響

単層ボードと3層ボードをL型の構造について, 2種類の比重の間および2種類のはく離抵

抗間で、実験結果をもとに比較した (Table 5)。大体同一の比重間で比較すると、単層ボードの方が高いダボ接ぎ強度を示した。これは単層ボードが3層ボードよりも同一比重の場合、はく離抵抗が高いことによると思われる。しかしながら、同じくはく離抵抗間で比較すると3層ボードの方がいくぶん高いダボ接ぎ強度を示した。このことははく離抵抗以外のボード材質が、ダボ接ぎ強度に影響しているように思われる。すなわち、3層ボードの曲げヤング率が単層ボードより低い場合、この試験方法では、3層ボードの部材に単層ボードより多く撓みを生じ、そのことが結果的にダボ接ぎ強度を高めていると思われる。

換言すれば、単層ボードの場合は、外力がかかったときの撓みという緩衝作用がないため、むしろ、応力集中が強くなり、ダボ接ぎ強度が弱くでたものと考えられる。

3.6 単層ボードと素材の比較

単層ボードの比重の最も高いものと、素材としてラワン類の1種であるマヤビス材のダボ接ぎ強度を比較した場合、Table 6 に示すようにあまり差がない結果が得られた (Photo. 8)。このことはパーティクルボードの緊結法として、ダボ接ぎ構造を用いる1つの目安になると思われるが、マヤビス材のダボ接ぎ強度はブナ、カバの場合に比べかなり低い数値である。それゆえ、パーティクルボードのダボ接ぎ構造はこのままでは必ずしも十分な構造強度が得られないように思われる。したがって、十分な強度を得るためには、何らかの補強工作の考慮が必要である。たとえば、隅木をあてることによって、結合部に生ずる応力集中を低減させるような方法を検討する必要がある。

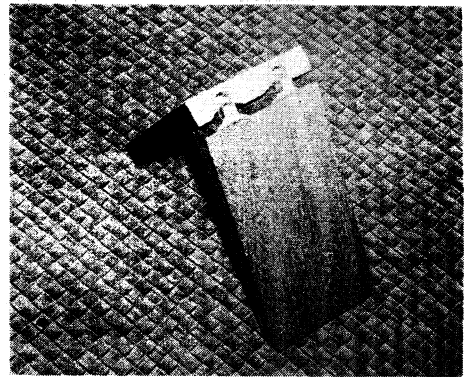


Photo. 8 素材の場合の破壊形状
Rupture form of L-type in solid wood
(Mayapis).

4. 結 論

パーティクルボードの利用上の難点の1つである結合法の困難性を解決するために、ダボ接ぎ構造におよぼすパーティクルボードの内層はく離抵抗、ダボ径およびダボ樹種について検討し、大要次の結論を得た。

(1) パーティクルボードのダボ接ぎ強度におよぼすボードの内層はく離抵抗の影響は、きわめて大きい。試験体の破壊状態は単層ボード、3層ボードとボードの種類が違っても、また、L型、T型と試験体の型が変わっても、ボードの内層はく離抵抗がダボ接ぎ強度に大きな影響をおよぼしていることを示している。しかしながら、試験体の形式が異なった場合、その破壊状態はいくぶん変化した。

L型試験体を使用した単層ボードにおいて、ボードの内層はく離抵抗を4段階に変えて実験を行なった結果、はく離抵抗の増加にともなってダボ接ぎ強度が増大した。しかし、はく離抵抗とダボ接ぎ強度との関係は完全な直線関係にならなかった。このことはダボ接ぎ強度に影響する要因として、ボードの内層はく離抵抗のほかにはダボ自体の影響や試験方法による影響がいくぶんはいつていることによると考えられるが、前者の要因に比べると、その影響力はきわめて弱い。ボードのはく離抵抗とダボ接ぎ強度の関係は3

層ボードについても同じ関係が得られた。また単層ボードと3層ボードを比較した場合、はく離抵抗が大体において同じならば、3層ボードのダボ接ぎ強度が単層ボードを上回った結果が得られた。これはダボ自体の要因ではなく、ボード自体の曲げヤング率の影響がはいっていることによると思われる。

3層ボードでT型とL型構造の試験体による比較を行なったところ、T型の場合、L型よりも柱部材を6 cm 多く取ったため、はく離に抵抗する力の絶対値がL型より大きくなって、ダボ接ぎ強度は増大した。

(2) ダボ接ぎ強度におよぼすダボ径の影響はL型構造の場合、ボード構成にかかわらず、きわめて小さかった。8 mm ダボの場合、ダボ折れがあったが、これはダボ材料としてマヤビスを使ったことに原因し、ブナの場合はダボ折れをほとんど生じなかった。したがって、L型構造の場合、単層ボード、3層ボードともダボ材料を被緊結材料と同等以上の材質のものを使えば、ダボ径がダボ接ぎ強度におよぼす影響はほとんどなくなると思われる。T型の場合は3層ボードについてのみであるが、L型の場合とは異なり、ダボ径がダボ接ぎ強度にかなり影響をおよぼしている。これは柱材部の内層はく離に抵抗する力の絶対量が増加したため、ダボのこねりが梁部材に影響したことによると考えられる。特にダボ折れがない場合、ボードの内層はく離抵抗が大きいほどダボ径の影響は大きくなると思われる。

(3) ダボ樹種がダボ接ぎ強度におよぼす影響はボードの種類の間でも、また試験体が違っても、ほとんど見られなかったが、マヤビスの場合、8 mm のダボに一部ダボ折れを生じた。このことは高比重ボードの場合、マヤビス材のごとき低比重材の 8 mm ダボは不相当であることを示している。同様に高比重ボードの場合、ダボの材質が悪いと、ダボのスパイラル溝の山の部分が剪断破壊を起こした。これはT型構造の場合のマヤビスに一部見られた現象である。したがって、ダボ径のところで述べたように、ダボ材料は被緊結材料と同等以上の材質のものを使用すべきである。

(4) 素材(マヤビス)とパーティクルボード(単層ボード、比重0.67)のダボ接ぎ強度を比較した場合、ほぼ同程度の数値であった。しかし、マヤビスのダボ接ぎ強度はブナ、カバに比較するとかなり低い数値を示している。それゆえ、現在のパーティクルボードを使用して、より良品質の家具を製造する場合、緊結法としてのダボ接ぎ構造は必ずしも最適の方法といえないように思われる。十分な強度をうるためには、むしろ積極的にボード自体のはく離抵抗を改善するか、それとも、結合強度の増強に対する何らかの考慮が必要である。

文 献

- 1) 青木恒太郎・宇川 暹: ダボ接合における基本的問題, 木工生産, 8, 1, (1964).
- 2) 宇川 暹: ダボの強度について, 日本技協資料, 134, (1965).

Studies on Particle Board. (X)

Study on dowel joint of particle board.

Influence of tensile strength perpendicular to surface of particle board on dowel joint strength.

Mutsumi IWASHITA, Tsunetaro AOKI and Noboru UGAWA

(Résumé)

In order to solve a jointing problem which is one of the impediments in utilization of particle board, this study dealt with the effects of tensile strength perpendicular to surface, dowel diameter and dowel species on strength of dowel jointing construction of particle board.

The results obtained are summarized as follows:

(1) The effect of the tensile strength perpendicular to surface on strength of dowel jointing construction of board was significant in spite of different type board specimen (mono- or three- layer board) and different type construction of board (T-type and L-type) (Fig. 4~5). The strength of dowel jointing construction was increased with increase of inner layer bonding strength shown by tensile strength perpendicular to surface of particle board. When T-type construction was compared with L-type, T-type construction showed stronger dowel joint strength than that of L-type, because in the case of T-type, absolute value of strength against delamination of board was increased.

(2) The effect of the dowel diameter on strength of dowel jointing construction was not significant in the case of L-type construction, in spite of different type board specimens, whereas the dowel joint strength of T-type construction was somewhat influenced by the dowel diameter.

(3) The effect of the dowel species on strength of dowel jointing construction was scarcely recognized between different type board specimens or different type constructions. In the case of Mayapis (*Shorea squanta* DYER.), however, the dowel failures occurred in 8 mm diameter dowel. This means that a small diameter dowel of low density species such as Mayapis is not suitable for jointing high density board. Therefore, the material used for dowel must be stronger than jointing board material.

(4) Generally, however, the dowel joint strength of particle board is inferior as compared with that of wood such as beech or birch. Therefore, it seems that the dowel joint construction as a jointing method is not always suitable for producing high quality furniture using the present particle board.

To improve the dowel joint strength of particle board, it is necessary to increase the tensile strength perpendicular to surface or to investigate further method of increasing the joint strength.