

# 木質単板積層によるウッドパイプの品質向上に関する研究

藤田純一\*, 中村寿一\*\*

## A Improve Quality of Wood-Pipe maked by Slice Wood

Jun'ichi FUJITA and Toshikazu NAKAMURA

厚さ1mmの薄い木質単板を3枚積層接着し、細長いウッドパイプを製造する方法を考案した。このウッドパイプを福祉用具や家具などの部材として利用するために、強度向上や剥離試験を行った。また、屋外で使用するエクステリア製品としての耐候性を確認するため屋外暴露試験も行った。その結果、強度や暴露試験にまだいくらかの課題を残すこととなった。さらに、ウッドパイプを用いた製品の用途開発を行ったところ、インテリア家具への適用がふさわしかった。

**Keyword** : 木, パイプ, 板, ウッド, 筒

### 1. 緒言

福祉用具や家具などでは、手触り感の良い木製品が好まれるのは自然の流れと考えられる。しかし現状では木材の加工特性や強度などの問題から、安全性が要求される部分には金属・プラスチック製品が主に使われている。

従来、福祉用具や学校用学習机いす等に使用される木製部材は、そのほとんどが無垢の木材で構成されており、重量が有り、使い勝手が悪いものであった。そのため、木製部材数を減らすか、細い部材に替えて軽量化が図られたが、強度が低下するという問題が生じた。

今回開発したウッドパイプは木の持つ美しさや手触り感を損なうことなく、軽量かつ高強度で、かつ伸縮構造にも発展できる優れた可能性を持つ部材である。しかし現状では、福祉用具や家具などの部材として利用するためには強度を更に向上させる必要があり、そのため今回は、パイプ自体の強度を向上させる研究を行った。また、屋外での暴露試験も行った後、ウッドパイプを用いた製品の開発検討を行ったので報告する。

### 2. ウッドパイプの製造方法

#### 2.1 木の持つ特性と材の選定

木は触った時暖かくぬくもりがあり、触り心地も人に優しく、かつ適度な滑り止め効果もあり、健康で快適な材料である。また、木には色々な木目があり、美しい木目が更に人の心を和ませる事も木の特徴である。

一方、ウッドパイプでは筒状に加工する必要性から、材料にある程度の柔軟性が要求される。筒状に曲げた時に割れないのは当然であるが、しわができるだけ入らない事、節が少ないことから今回はブナの1mm厚ロータリー単板を

使用した。

#### 2.2 芯棒 (マンドレル)

単板をパイプ状に巻く際、その芯棒が必要となる。今回の研究では、この芯棒に色々な工夫を施した。通常、芯棒はただの丸棒を使用するが、このまま単板を積層接着してしまうと完成したパイプが芯棒に密着してしまい、芯棒を引き抜くのが非常に困難になってしまう。そこで今回の芯棒は図1に示すとおり、テーパを付けてくさび状に分割してあり、積層接着後くさび状になった芯棒の片側半分を金槌などで打ち出してスライドさせることにより、ウッドパイプ本体を傷つけることなく、パイプと芯棒を容易に分離することが可能となった。

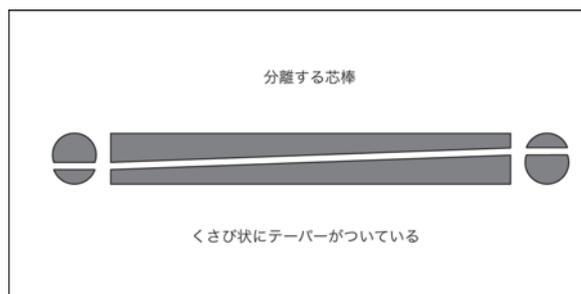


図1 芯棒の構造

#### 2.3 積層と接着

まず、積層するにあたり、単板に水分を含ませ曲がりやすくした後、用意した芯棒に第1層目を仮巻きして寸法どおりに切断する。この時、単板が乾燥してくると巻き方向に縮むので作業を手早くしなければならない。3層巻きの場合であれば、3枚の単板を寸法通りに加工し、1層目を先に芯棒に仮巻きして、その後、2層目と3層目を巻いて接着していく。

一方、3枚を同時に巻いていく方法もあり、その方が単板それぞれの収縮の影響を受けにくいのはあるが、作業

\*デザイン・工芸部

\*\*デザイン・工芸部 (現 (財)かごしま産業支援センター)

にかなりの慣れが必要なのと、特に2層目に巻き始め辺と巻き終わり辺の接合部が綺麗に合わない場合が多いので、今回はその巻き方とはっていない。

今回、単板間の接着には、接着強度と環境保全の兼ね合いから、水性高分子イソシアネート系接着剤を用いた。

木目を長手方向に揃えて所定の寸法に切断した複数の木質薄単板の、まず1層目の外側に接着剤を塗布し、芯棒の外周方向に仮巻きする。その後、1枚ずつ各層毎に巻いていくのであるが、この時各層の巻き始め辺と巻き終わり辺の接合部が各層で重ならないように配置していく。さらに単板の全てを積層してパイプ状に成形した後、該筒状体をゴムバンドのような伸縮性を有する部材にて十分に圧縮し、接着剤が硬化するのを待つ。

2. 4 芯棒の抜き取り

接着剤が十分に硬化した後、前記のくさび状に分割する芯棒の片側を金槌などで叩いてずらし、パイプの長さだけスライドさせて完全に抜き取る。パイプの成型時、若干の水分を含ませて接着している関係で、パイプは十分芯棒に密着している。くさび状になっている最初の10cm程度はかなりの抵抗があるが、そこを越えたら簡単に引き抜ける。また、芯棒の片側を引き抜いても残った片側はまだ密着し

ていたり、はみ出した接着剤で離れない場合もあるが、芯棒を横方向に多少ずらしたりすることで、簡単にはずすことができる。図2に製造法を示す。

3. パイプの強化方法

このようにして製造できるウッドパイプであるが、直径30mm、肉厚3mmのウッドパイプを手で握りしめると、若干の変形が感じられる。このままでは強度が若干不足しているので、いくつかの強度向上の方法を検討した。

パイプの外側に何らかの処理を施した場合は、ウッドパイプが持つメリットが生かせなくなってしまうので、今回はウッドパイプの内側に対してのみ強度向上の処理を施すこととした。

3. 1 多層巻き

まず、最初に行ったのが、巻く単板の数を増やすことである。現在3層巻きであったので、ここでは5層巻きを試験している。しかし、肉厚が5mmに増えることでパイプ内部に収縮構造を持たせる場合は不向きである。

3. 2 樹脂含浸

次に、パイプ内部に樹脂を流し込み硬化させる方法である。ウッドパイプの内部に適量のポリエステル樹脂を流し



図2 ウッドパイプの製造法

込んだ後に、パイプ両端を密閉し、既存の木工機械の材料送り装置を利用して、樹脂が均一に塗布され硬化するまでウッドパイプを回転させることで塗布する方法を用いた。

### 3.3 FRP化

さらに、パイプの内部をガラス繊維でFRP化する方法を2種類検討した。最初の方法は、芯棒にテープ状のガラスマットを螺旋状に巻き、その上に木質単板の1層目を巻く方法である。この方法では、芯棒を引き抜く時に、ガラスマットが芯棒と共に引き出される事があった。またガラスマットの上に木質単板を巻き付ける時に、ガラスマットに弾力があるため、木質単板をしっかりと巻き込むことが困難であった。2種類目の方法は、まず木質単板のみでウッドパイプを製作し、その後、テープ状のガラスマットを配置しながら、パイプ内部にポリエステル樹脂を流し込みながら、先がふくらんだ押し棒で、ガラスマットを密着させる方法である。この方法は作業性も非常に良好であったが、ガラスマットをテープ状にカットする際にガラス繊維のほつれができ、そのほつれが多数あると、樹脂塗布の際に塗膜の厚みが偏りができた点が若干問題であった。

### 3.4 他部材との複合化

一方、ウッドパイプのみでは強度不足が予想される場合のために、プラスチックや金属などを芯そのものに使用したタイプも試作した。この芯は、木質単板1層目を直接接着しているため引き抜く事はできないが、単純に木質単板を多層巻きするのとは比べ、同じ強度で肉厚を薄くすることができるので、アイデア的には新規性はなく、いわゆる化粧巻きに近いものではあるが、ウッドパイプを実用化するには必要な方策かと考える。今回は市販のプラスチックやアルミのパイプを流用したが、木材との融和生を考えると、次の試作では天然系材料を使用したいと考えている。

## 4. 試験及び結果

### 4.1 剥離試験

ウッドパイプ自体が、木質単板を接着して構成されており、高強度化の検討でも色々な材料が付加されている。そこで、木質単板間や他の材料との剥離が予測されるため剥離試験を行った。用意した試験体を図3に示す。

まず、積層板の剥離試験を行った。試験体は1mm厚のブナ単板を3枚積層し接着したものである。この際、積層する加重を0.25N間隔で、0.25~2.25Nの範囲で試験を行った。試験内容は、煮沸を4時間行った後、60℃乾燥を20時間、そして再び煮沸を4時間、60℃乾燥を3時間行った。

試験結果としては、図4に示すように加重0.25Nの試験体の一部に剥離が見られた。ゴムバンドの圧縮圧力に相当すると思われる、1.0Nの試験体を含むその他の試験体には剥離は見られなかった。

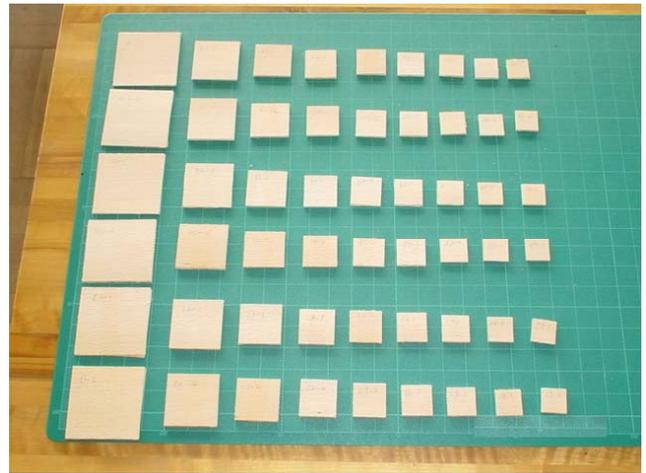


図3 積層板剥離試験体

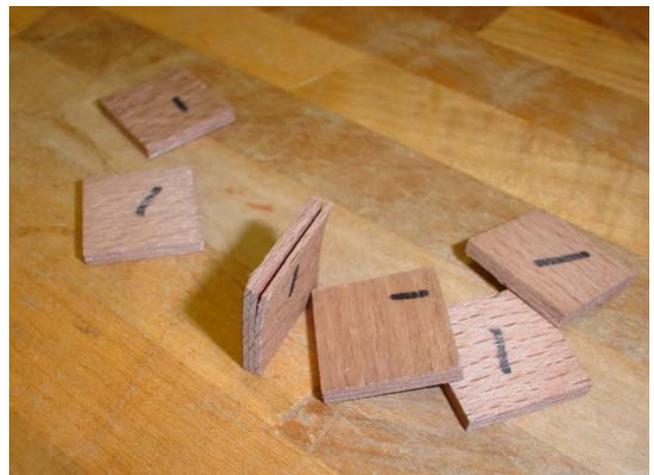


図4 剥離が見られた0.25Nの試験体

次はパイプ状での剥離試験である。積層板と同じ、1mm厚のブナ単板を3枚積層接着し十分に乾燥した後、以下の4種類の試験体を用意した。

- A. 木質単板のみの場合
- B. パイプ内部にポリエステル樹脂を重量比17%程度塗布した場合
- C. 同じく樹脂を重量比35%程度塗布した場合
- D. ガラスマットでFRP化した場合

このパイプを幅27mmで輪切りに切断したものを、剥離試験体と横圧縮試験体を交互に取った。(図5)



図5 試験体の取り方

パイプ状の剥離試験も、積層板での試験と同条件の、煮沸と乾燥の繰り返して試験した。

結果を図6に示すが、ほとんどのウッドパイプ試験体で、木質単板層間の剥離が見られた。また樹脂の量が多くなる

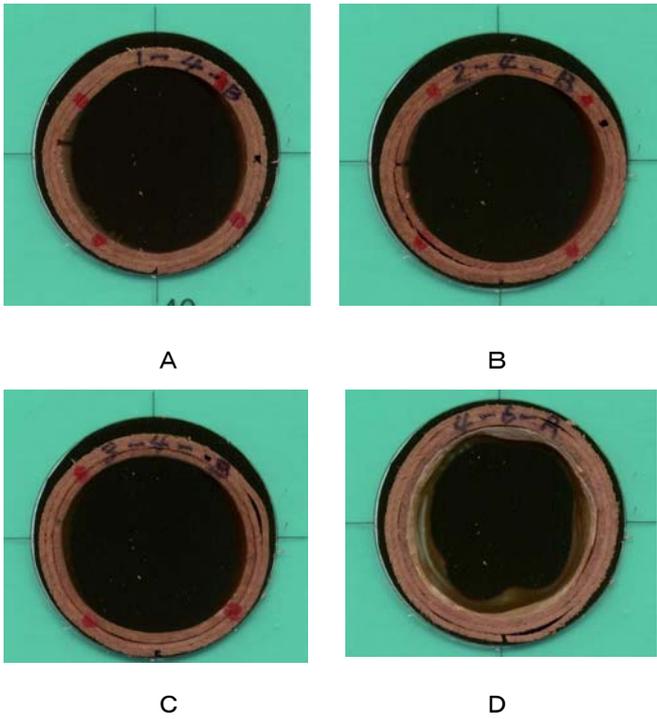


図6 パイプ状の剥離試験結果

ほど単板層間の剥離が多く見られた。樹脂だけを塗布したBとCは、樹脂部と木質部の剥離は見られなかった。DのFRP試験体は、FRP部と木質部が完全に剥離した結果となった。

4.2 横圧縮強度試験

ウッドパイプの強度を単純に把握する指標として、パイプの横圧縮強度を測定した。パイプの全長が長い場合、ヤング率の測定も必要となるが、今回は横圧縮強度のみを測定した。測定には、引っ張り試験器を用い、直径30mm幅28mmの寸法に切断した試験体を試験した。(図7)(図8)

通常の3層巻きのウッドパイプの場合、横圧縮強さは平均して50N程度であったが、5層巻いたパイプでは87Nで、約1.7倍の強度の向上があった。試験後の試験体を図8に示した。そこで、パイプ内部に樹脂を流し込んだ場合や、内部をFRP化した場合、そしてパイプの芯に市販のプラスチックパイプやアルミパイプを用いた場合などを試験し

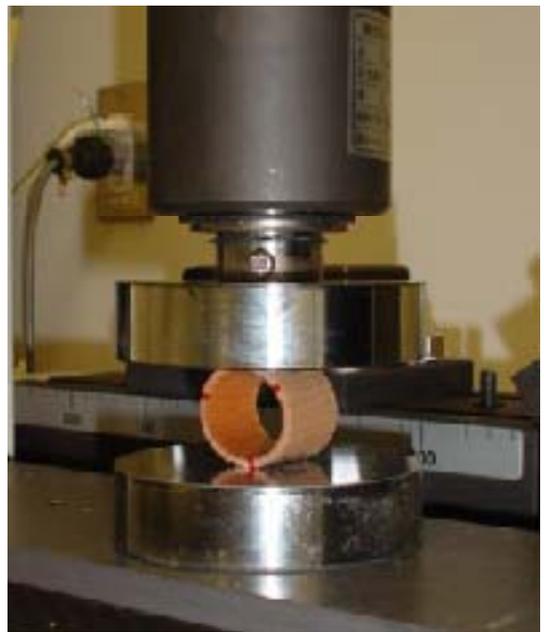


図7 横圧縮強度試験



図8 試験後の試験体

た結果を図9に示す。芯にプラスチックやアルミを用いたパイプは、芯となったプラスチックやアルミの強度に多分に影響を受けているのは確かであるが、500N前後の強度が無いと既存パイプの代替え材料としては使いにくいこととなる。

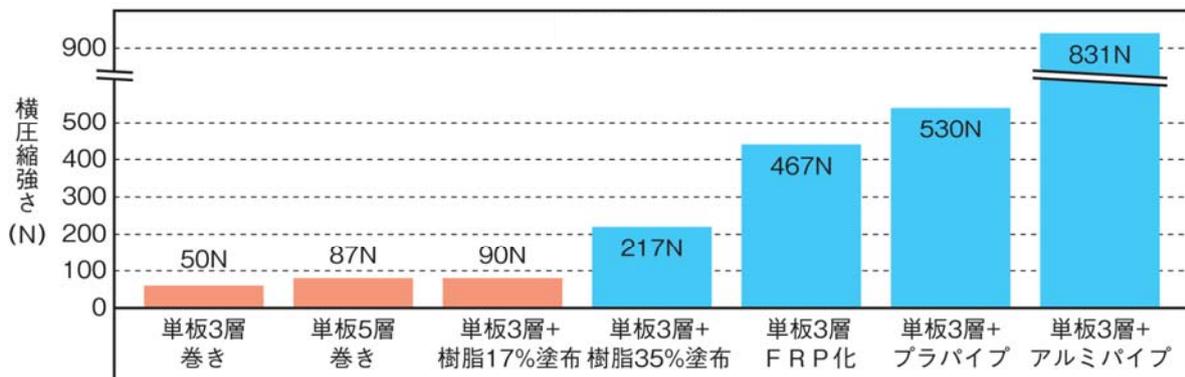


図9 横圧縮強度の比較結果



図10 耐候試験結果

### 4.3 耐候性試験

屋外での使用を想定し、耐候性を確認するため屋外暴露試験を行った。1mm厚タブ材を3層巻きした標準的なウッドパイプを用いて、以下の4種類の塗装を施した。

- A. 未塗装のもの
- B. 通常市販のステイン系塗料を塗布
- C. 低分子フェノール樹脂（加熱硬化なし）
- D. 低分子フェノール樹脂（加熱硬化あり）

この4種類の塗装それぞれに対し、木口まで処理したものと未処理の計8種類の試験を行った。

試験は、梅雨前の5月から真夏の9月までの丸5ヶ月間暴露した。その間に台風が2回来ている。

結果は図10のとおりであるが、いずれもかなり表面が劣

化し、一番劣化した未塗装のものと、一番劣化が少なかったものとの差はわずかなものであった。一番劣化が少なかったDタイプのものでも、外層の木質単板はかなり劣化してぼろぼろに近くなっており、ひび割れが発生している箇所もあった。また、木口に処理を施した有無で結果が変わらなかったことは、通常の木材のように木口からの劣化ではなく、材料表皮が1mmと薄いことから、表皮からの損傷で影響を受けていると考えられる。

以上の観察から、当ウッドパイプは屋外での使用には現状では課題が残ることとなった。

### 5. 用途開発

開発初期の段階では、ウッドパイプの用途として、図11

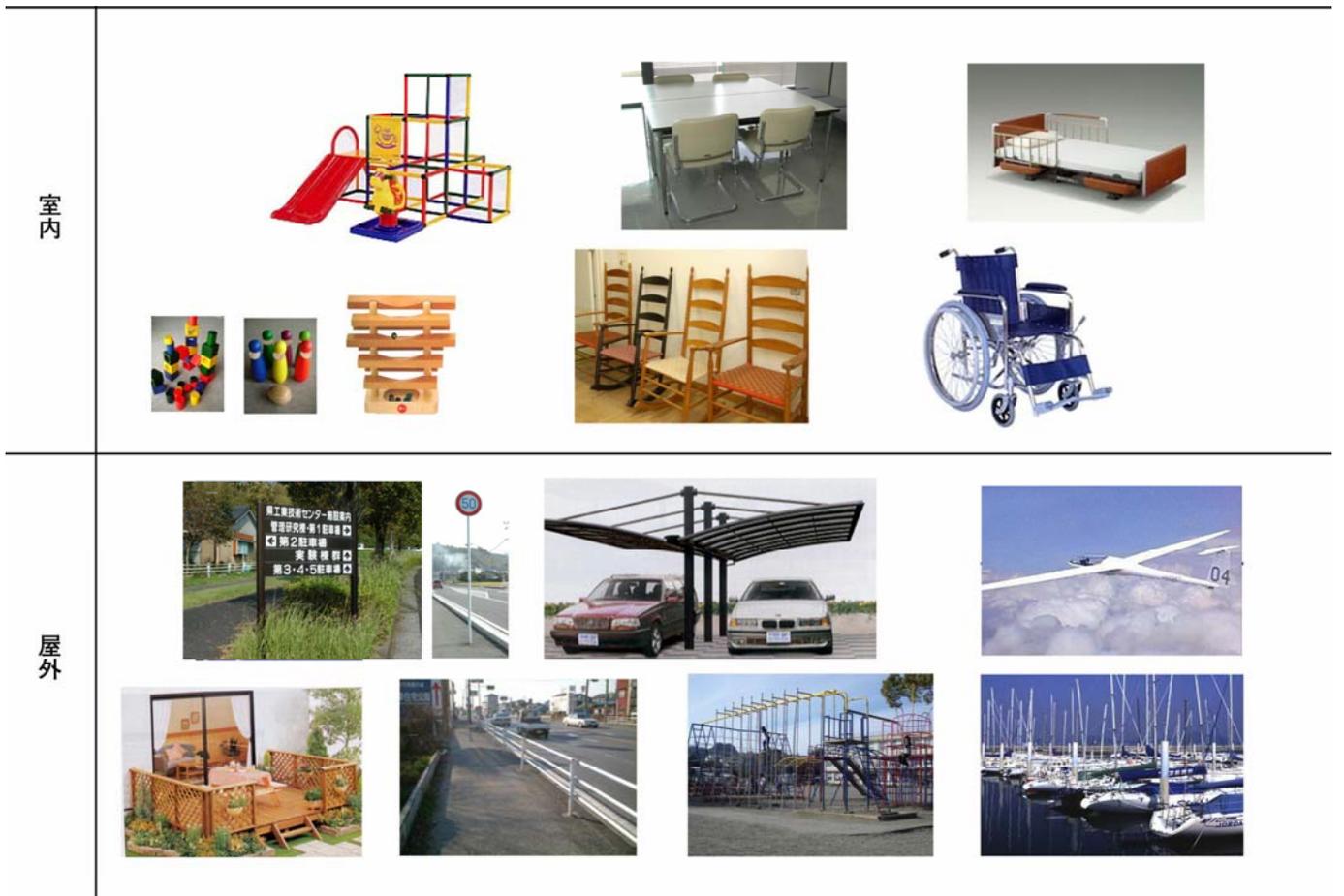


図11 ウッドパイプの用途

に示す製品のように、屋内外を問わず、肌触りが良い、軽くて強い、腐りにくいと言った特徴を生かせる製品に用いる予定であった。しかし耐光性試験の結果は、現状では屋外に使用することは難しいことから、屋内での使用に限った製品化に絞ることにした。

パイプの特徴を考えると、まずインテリア家具への使用が考えられる。特に大きな丸い棒とらえると、図12のようなテーブルや図13のようなラックへの利用がふさわしい。



図12 インテリアテーブルの例



図13 インテリアラックの例

## 6. 結 言

以上、ウッドパイプの実用化に向けて色々な検討を行い屋内でのインテリア製品などへの使用が可能な材料が開発できた。しかし、まだ研究途上でありまだまだ解決していかなければならない問題点も多い。特に耐候性の向上は重要な課題の一つと考えられ、今後も追加の研究を行いたいと考えている。