

リサイクルを見据えた提案型家具の研究 (第1報)

—着脱しやすい金具の開発—

古曳博也・吉岡誠司・豊田修身

日田産業工芸試験所

Proposal Study on the Wooden Furniture Product for Recycle (1)

-Development of Join Connect an Easy to Attached or Removed-

Hiroya KOHIKI・Seiji YOSHIOKA・Osami TOYODA

Hita Industrial Art Research Division

要旨

ソファの骨格を担うフレーム部品の分離が容易となる接合方法を研究開発した。開発した金具のうちの4種を取り付けたフレームを製作し強度試験を行った。ステープルを用いて製作した従来のフレームと比較した場合、背もたれ等の接合に不安が残ったものの座面の接合については特に問題はみられなかった。

1. はじめに

循環型社会形成推進基本法を礎とし商品分野別のリサイクル関連法が制定されてきたことにより、廃棄物の低減や再利用・再生利用化への取組みが加速してきた。

木製家具分野においてはリサイクル関連の法規制化がなされていないため本格的な施行に若干の猶予があるものの、修理や部品交換による長寿命化への移行、廃棄物品のリサイクル資源化への推進等を図るため、製造段階から部品ごとに分離分別しやすい構造設計に改善するなど早急な対応が求められている。

木製脚物家具(ソファ)の現状として、ソファの骨格を担うフレームの一例(以下従来品と記す)をFig.1に示した。材料は両サイドの座枠、背枠及び笠木部材には合板が、また座面や背の部材を構成する横架材には木材が使用されている。部材同士の接合は角木等を添え

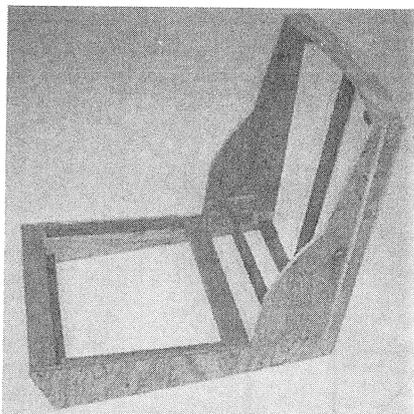


Fig.1 フレームの一例 (従来品)

たうえ接着剤を併用したステープル接合が主流である。このフレームを分離するには作業の困難さと危険性が予想されることから、ステープル接合に替わる接合方法並びに分離分別の容易さを配慮したフレームについて検討することとした。

2. 実験方法

2.1 金具の開発

日常の使用時には安全性が十分に確保され、修理などのメンテナンス時や廃棄時には分離分別が容易に行えるような接合方法について検討した。建築分野では特にツーバイフォー住宅に各種金具が用いられているが、今回家具版の金具としてFig.2及びFig.3に示す二つのタイ

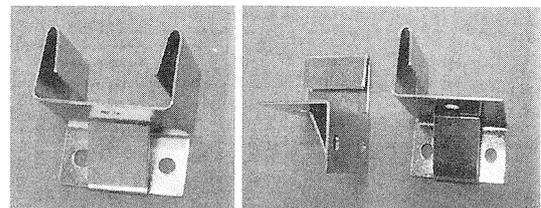


Fig.2 板バネ差し込み金具

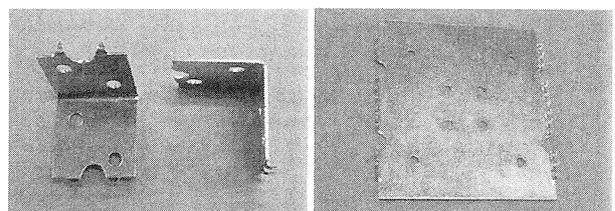


Fig.3 着脱金具

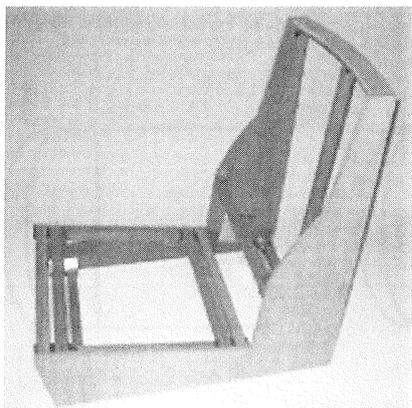


Fig. 4 金具を用いたフレーム（試作品）

ブを考案した。

金具及び部材の固定法には分離が困難な接着剤やステープルは使用しないこととし、木ネジによる固定締結を基本とした。それぞれの金具の特徴は以下のとおりである。

板バネ差し込み金具（以下板バネ金具と記す）は、板バネの弾力性を利用して木材を差し込み固定するタイプの金具である。両受けタイプと片受けタイプを製作。

着脱金具は金属板の端に突起部を設け木材に圧着締結させ固定するタイプの金具である。L型のコーナータイプと平板のフラットタイプを製作。

いずれの金具も厚さ1mmの炭素工具鋼（SK5M）を用いた。接合する木材の標準断面寸法をW30mm×T20mmに設定しその寸法に適應するように金具を製作した。なおFig. 3のフラットタイプの着脱金具は部材同士の矧ぎ接合用として製作。

2.2 金具を用いたフレームの製作

前述の金具を用いて分離分別式のソファフレーム（以下試作品と記す）を製作した（Fig. 4）。従来品に準ずる形状とし外寸法もW520×D735×H695mmと同様にした。材料はT12mm及びT18mmの合板及びW30×T20×L390, 496, 660mmのウォーターガム材を使用した。

試作品の特徴としては廃材の低減化を加味した点で、木材部品のモジュール化の試みとして断面寸法をW30×T20mmに統一した。なお、使用した金具は4種30個、木

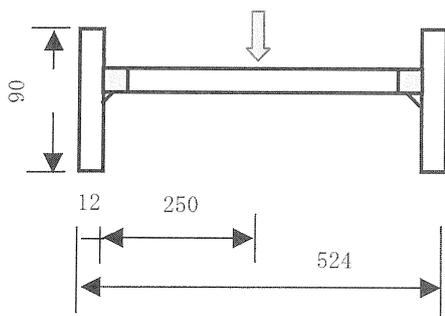


Fig. 5 金具の強度試験（模式図）

ネジは106個である。

2.3 金具の強度試験

2.3.1 試験片

試験片の模式図をFig. 5に示す。W90×T12×L90mmの合板の中央部に両受けタイプの板バネ金具及びコーナータイプの着脱金具を木ネジ（φ4×L10mm）にて固定し、さらにW30×T20×L500mmのウォーターガム材を金具に装着し木ネジで固定した。

比較対象としてステープルを用いて接合した試験片で接着剤を併用したものとししないものを用意した。接着剤には酢酸ビニル樹脂系接着剤を、またステープルにはW8×T1.2×L32mmのU形状のものを用い0.7Mpaの圧力で取りつけた。試験片の個数は一条件につき5本とした。

2.3.2 曲げ試験

万能試験機5568型（インストロンジャパン製）を用いクロスヘッドスピード5mm/minで中央集中荷重の曲げ試験を行った。最大荷重を求め接合部の強さを評価した。力を加える方向は、金具に対して木材を装着する方向（insert：以下in方向と記す）、脱出させる方向（escape：以下es方向と記す）及び横向き方向（side：以下si方向と記す）の3方向とした（Fig. 6）。

なお上記試験に先立ち、ウォーターガム材の曲げ特性を調べるために、スパン440mm、クロスヘッドスピード5mm/minの条件で3点曲げ試験を行った。

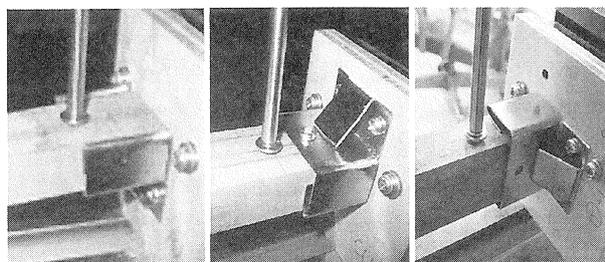


Fig. 6 負荷の方向（in方向 es方向 si方向）

2.4 フレームの強度試験

木製家具の強度試験法は日本工業規格JIS S 1203等で定められているが、完成した製品が対象であり製作過程のものは規約がない。それにより前述した試作品と従来品とを比較する形式で評価を行った。

試験には家具強度試験機（㈱米倉製作所製）を用いた。

力を加える方向は、座面、背もたれ、背もたれの横方向の3方向とした。力は所定の位置に10回加え、各回ごとに少なくとも10秒間程度維持した。負荷による部材の変位は、変位計CDP-100（東京測器製：最大変位100mm）及びCDP-5（東京測器製：最大変位5mm）を用いて測定した。負荷方向及び変位計取り付け位置の模式図をFig. 7に示す。

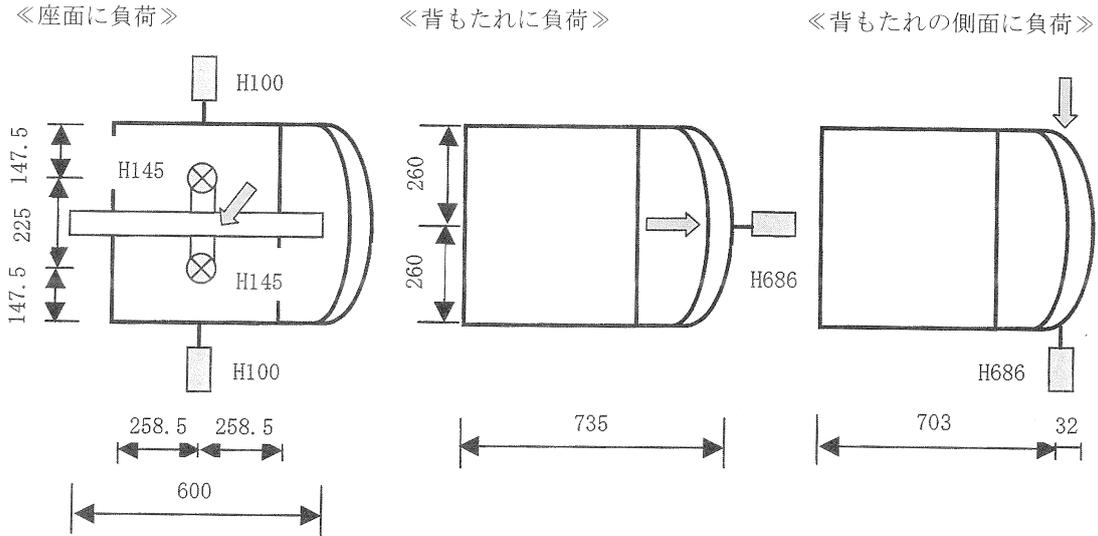


Fig. 7 フレームの強度試験 (模式図)

3. 結果と考察

3.1 金具の強度について

今回試験に供したウォーターガム材は、含水率 15.3% 密度 $0.77\text{g}/\text{cm}^3$ であった。スパン 440mm の 3 点曲げ試験によって求めたデータを Table 1 に示す。

各種接合部材の曲げ試験結果 (最大荷重) を Fig. 8 に示す。T20mm 及び T30mm いずれの場合もステーブルを用いた接合部材が最も高い値を示した。その際接着剤の有無による違いはさほどみられなかった。

金具による接合では、in 方向の負荷すなわち木材を装着する方向に力を加えた場合、ステーブル接合による強度値と比較的近い値を示した。

si 方向の負荷すなわち横向きの方向に力を加えた場合は、in 方向とほぼ同様な値を示したもののステーブル接合と比較すると約 60% の強さでしかなかった。

in 方向及び si 方向の力に対しては、金具の一面がちょうど木材を支える受けの役割を担うことから、ある程度の耐力が発揮されるものと考えられる。合板と金具の取り付け方法 (現状木ネジ固定) を改善し、金具本体の固定をより強固にすればさらに高い強度値が得られるも

Table 1 ウォーターガム材の曲げ特性

データ項目		板厚 20mm	板厚 30mm
最大荷重 (kN)	平均	2.13	3.17
	標準偏差	0.06	0.34
最大変位 (mm)	平均	16.26	13.43
	標準偏差	2.37	1.92
曲げ強さ (MPa)	平均	117.0	116.4
	標準偏差	3.36	12.5
弾性係数 (GPa)	平均	16.1	15.0
	標準偏差	1.31	3.10

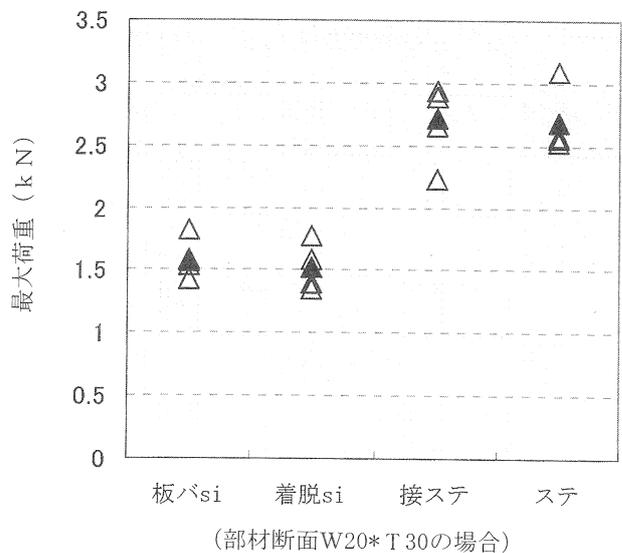
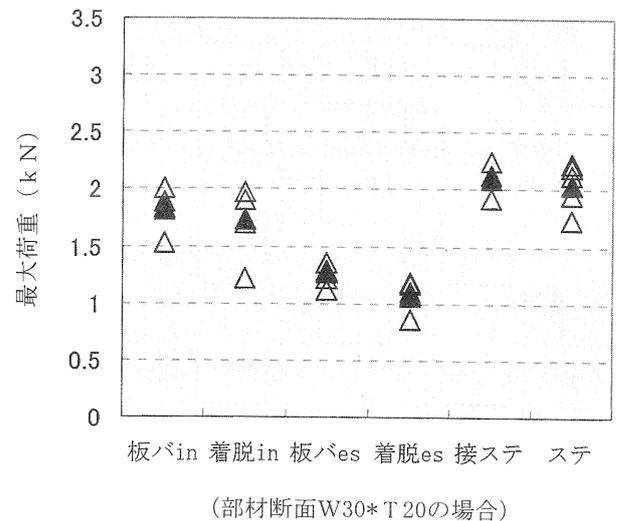
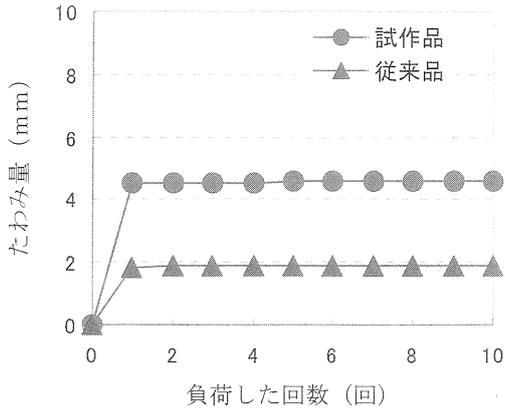
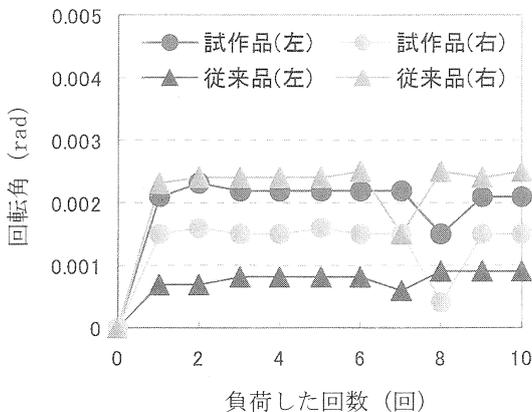


Fig. 8 各種接合部材の曲げ試験の結果



(座面に1.34 kNの負荷を加えた場合)

Fig. 9 座面のたわみ



(座面に1.34 kNの負荷を加えた場合)

Fig. 10 座枠の開き

のと思われる。

es 方向の負荷すなわち木材を脱出させる方向に力を加えた場合は、木材を支える受けがなく結局木ネジと板バネの弾力だけで耐えることとなるために、前述の3方向の負荷では最も低い強度値を示した。

3.2 フレームの強度について

3.2.1 下向き負荷に対して

座面中央部に1.34 kNの負荷を下向きに10回加え、フレームの破損状況ならびに座面のたわみ、座枠の開きの程度を調べた。

金具を用いて製作した試作品とステープルを用いて製作した従来品はともに接合部及び部材に破損は認められなかった。試作品の場合、座面となる横架材の接合に両受けタイプの板バネ金具を用いたが、金具に対して木材を装着する方向に力を加えているために耐力が発揮されたものと推測できる。

Fig. 9に座面のたわみの状況を、またFig. 10にH100mmの位置における座枠の開きの状況を示す。座面のたわみについては従来品が1.9mmたわむのに対して試作品の場合は約2.4倍の4.6mmの変位量を示しクッション性に若

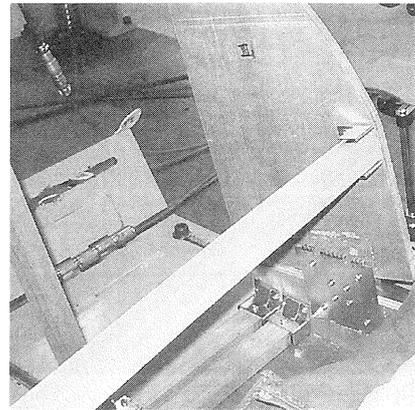


Fig. 11 着脱金具突起部の逸脱

干の違いがみられた。座枠の開きについては、10回目の負荷を加えた際の回転角を求めたところ従来品が0.0009~0.0025rad、試作品は0.0015~0.0021radでいずれのフレームも座枠の開きはほとんどないことが確認できた。

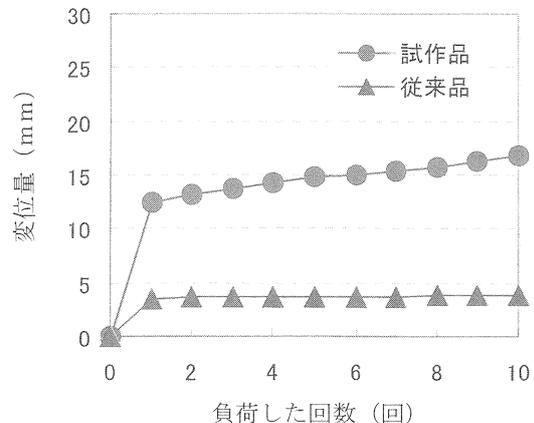
次の製作工程ではクッション性を付与する目的で座面部にエラストテープ、コイルスプリングやウレタンフォーム等¹⁾が取り付けられる。そのためフレームはさらに補強されることから、今回座面部材の接合に用いた板バネ差し込み金具は強度的に問題ないものと判断できる。

3.2.2 水平方向の負荷に対して

背もたれを構成する笠木の中央部に0.41 kNの負荷を水平方向に10回加え、フレームの破損状況ならびにH686mmの位置における背もたれの変位を調べた。

従来品の場合は接合部及び部材に破損は認められなかったものの、試作品の方はFig. 11に示すとおり座枠と背枠を接合しているフラットタイプの着脱金具の突起部が抜け、よって部材間に隙間が生じた。

Fig. 12に背もたれ(笠木)の変位量を示す。10回目の負荷を加えた際に従来品が3.8mm移動するのに対して



(背に0.4 kNの負荷を加えた場合)

試Fig. 12 背もたれ(笠木)の変位量

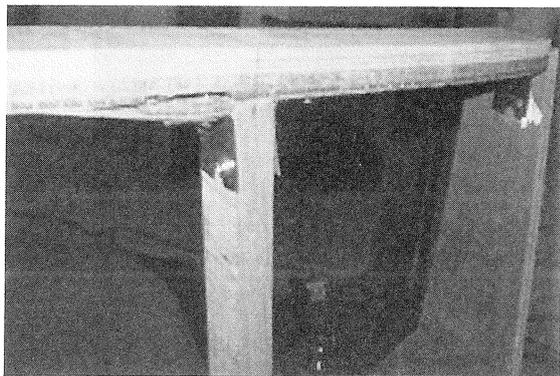


Fig. 13 笠木部材の亀裂

作品は約 4.4 倍の 16.8mm の変位量を示した。これは前述したとおり座枠と背枠を接合している着脱金具が負荷によって逸脱したことが原因し、そのために背もたれを構成する部材が大きく後方に押し出されたためである。

金具による接合強度が十分に確保されるように、例えば突起部の形状や取り付け方法を工夫すること、金具の接地面積（現状 100×100mm）を可能なかぎり広めに設けることなど更なる改善が必要である。

3.2.3 横方向の負荷に対して

背もたれの横方向に 0.16 kN 及び 0.33 kN の負荷をそれぞれ 10 回加え、フレームの破損状況ならびに H686mm の位置における背もたれの側方変位を調べた。

従来品の場合は 0.33 kN の負荷に対して接合部及び部材に破損は認められなかったものの、試作品の方は Fig. 13 に示すとおり 0.21 kN の力が加わった段階で笠木部材にせん断による亀裂が生じた。

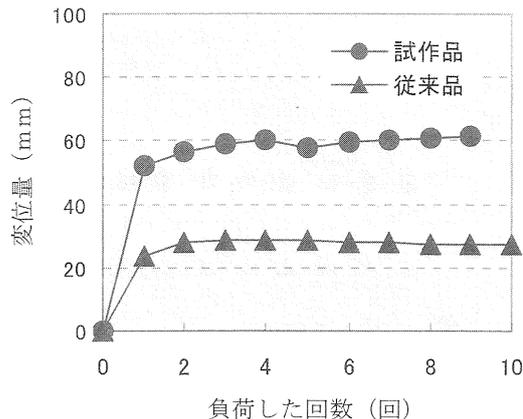
Fig. 14 に 0.16 kN の負荷を加えた際の背もたれの側方変位量を示す。10 回目の負荷を加えた際に従来品が 27.4mm 移動するのに対し、試作品は 9 回目の負荷を加えた段階で約 2.2 倍の 61.5mm の変位量を示した。これは 3.2.2 で記述したように座枠と背枠を接合する着脱金具の取付けが不十分であったため、背もたれを構成する部材が横方向の力に対して抵抗力がなく大きくゆがんだためと推測できる。

4. まとめ

今回部材の着脱のしやすさという観点から、木ネジによる固定締結を基本とした二つのタイプの金具を考案した。一方が板バネの弾力性を利用して木材を差し込み固定するタイプの金具で、他方が金属板の端に突起部を設け木材に圧着締結させ固定するタイプの金具である。

金具及び金具を用いたフレームの強度特性について実験し以下の結果が得られた。

- (1) 考案した金具において、木材を装着する方向の力に対してはステーブルを用いた従来の接合と比較的近い強度値を示した。



(側方より 0.16 kN の負荷を加えた場合)

Fig. 14 背もたれの側方変位量

- (2) フレームの座面中央部に 1.34 kN の負荷を加える実験により、板バネ差し込み金具使用による座面部材の接合は強度的に問題ないものと判断できた。
- (3) 背もたれの水平方向に 0.41 kN の負荷を、また背もたれの横方向に 0.33 kN の負荷を加える実験では、座枠と背枠を接合しているフラットタイプの着脱金具が逸脱またはゆるみ、背もたれの水平方向並びに横方向に大きなゆがみが生じた。

今後フレームについては強度に対する信頼が確保できるように、また作業性やコスト的な面も考慮に入れて再度接合方法を検討する。

さらにクッション材料や張地等の取り付け工程にも言及し分離分別しやすくりサイクル対応型ソファをトータルに検討する。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり金具の開発に際して貴重なご意見アドバイスをいただきました有限会社スプリングの佐竹の代表取締役佐竹亨氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 上田康太郎, 土屋欣也, 藤城幹夫: 技術シリーズ木工, (1998), 77-82, (株)朝倉書店。