

家具部材の機械仕上げ加工について

中 川 宏 長 原 芳 雄
 若 井 実 宮 野 力
 千 野 昭 佐 藤 光 秋

1. はじめに

製材、乾燥および木取りを終った家具製作用未加工材料、いわゆる家具部材の機械による仕上げ加工工程についての技術的資料の公表されたものは殆んどなく、一般的にも手工業的な経験としてうけ継がれているのが実情のようだ。このことは家具材に限らず、乾燥材を鉋削を主とする加工によって使用する場合にその寸度の変化について明確にされねばならない課題である。本試験は家具製造上特に機械加工(切削加工)に主要部分をおく家具部材の加工を通じて問題点を取り上げたものであり、その手ははじめとして、部材の加工における寸度のあり方、歩止り、各種機械加工の作業時間について考察したものである。

すなわち、与えられた部材を鉋削仕上げする場合に切削量をいくらにすべきか、その時の部材の歩止りはいくらになるか、逆に仕上り寸法が決められた場合、未加工材の寸法はいくらであるべきか、更に乾燥による収縮量を考慮して製材の挽き寸法、木取り方法をどうするか、これらの問題を検討することはひいては収縮量、狂い変形等を最小限にする木取り方法、乾燥方法のあり方が検討されることにもなる。また、機械仕上げによって量産化する場合の加工機械の機種、数量、性能、配置等、および部材の樹種、材種別の最適加工条件等が課題になるものと考えられる。

2. 試験方法

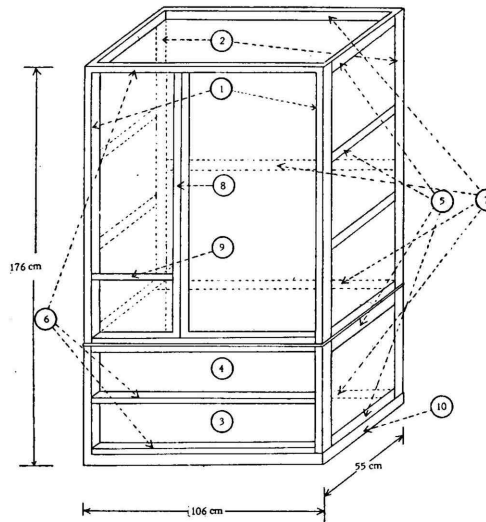
(1) 供試材

本試験に用いた樹種はカバ類、ミズナラおよびヤチダモの3種であり、供試部材は直径 20~30 cm の原木を丸挽きにして得た耳付板を内部送風循環型の乾燥装置で第1表に示す条件で人工乾燥を行い、仕上り平均含水率を 10~13% とした。

尚これら部材の原木からの木取り試験については本誌の前月号(1963, 1)に枝松、小西他が詳述している。その公称寸法は次の通りである。

板厚; 28 mm, 板幅; 52 mm, 材長; 60, 105, 140 cm の3種

No	部 材 名	部 材 長
1	上 前 堅 か ま ち	140 cm
2	上 後 堅 か ま ち	140
3	下 前 堅 か ま ち	60
4	下 後 堅 か ま ち	60
5	横 か ま ち	60
6	棚	105
7	裏 つ な ぎ	105
8	中 堅 か ま ち	140
9	小 抽 斗 糊 口	60
10	台	輪 (供試材外)



第 1 図 洋服ダンスの部材位置

第 1 表 耳付材の乾燥条件

	初 期 含水率 (%)	乾 燥 温 度 (°C)	乾 燥 時 間 (hr)	調 湿 時 間 (hr)	備 考
カバ	75~90	55→70	134	12	材間気流速度 200~400 cm/sec 乾燥装置は研究報告 No. 21 参照
ミズナラ	75~85	50→70	176	12	
ヤチダモ	50~65	55→70	132	12	

これらの部材は洋服ダンスの枠材を主要目的として、木取ったものであり、その各使用部分を第1図に示した。

(2) 加工方法

部材の機械加工を行った順序およ

第2表 部材の機械加工工程

工 程	機 械	加 工 内 容	人 員
面 き め	手 押 鉋 盤	隣接2材面の鉋削	1
厚 さ 巾 ぎ め	自 動 面 鉋 盤	鉋削による寸法ぎめ	2
表 面 仕 上 げ	超 仕 上 鉋 盤	4面の最終仕上げ	2
墨 付	—	堅かまち、棚口材の柄孔墨付	1
横 切	円 鋸 機	下堅かまち、小抽斗、棚口材の長さぎめ	1
柄 取	柄 取 機	棚口横かまち、裏つなぎ材の柄付	1
柄 受 穿 孔	角 ノ ミ 機	堅かまち、棚口材の柄穿孔	1
溝 と り	溝 取 機	堅かまち、横かまち、棚口、裏つなぎ材の小溝つけ	1

第3表 加工機の諸元

機 械 名	直 径 又は長さ (cm)	刃 物			回 転 数 (rpm)	送 り 速 度 (m/min)	電 動 機 HP
		刃 数	刃 角	材 積			
手 押 し 鉋 盤	φ: 12×30	3	40°	HS-3	2950	手おくり	2
自 動 鉋 盤	φ: 12.5×60	4	40°	HS-3	2950	7.14	5
超 仕 上 げ 鉋 盤	60	1	40°	HS-3		25	5
柄 取 機	17	2			2900	手おくり	1.5
円 鋸 機	19	1			2900	"	1.5
角 ノ ミ 機	2.5×2.5×15				2800	"	3
面 取 機	18	10		HS-3	3500	"	3

び加工内容を第2表に示した。この順序は一般に部材加工工程として行われているものに準じている。しかし、本試験では特に部材平均鉋削量を加工要因としてとり上げているので、超鉋仕上盤による仕上げ加工を墨付工程の前においた。各工程の加工機械の諸元は第3表に示す通りである。

(3) 試験要因測定法

) 寸度および削り残し率

部材の品質評価の一つとして機械加工を通じて与えられた家具部材の仕上げに必要な平均切削量がいくらかであるかをとり上げた。また、これによって乾燥処理された部材の寸度、製材における挽立寸法をいくらかにすべきかを知る指針ともなり得る。

本試験では、部材に対して手押鉋盤で1回当り切削量を1.0 mmとして板幅、板厚の各1面が反りや曲りのない、しかも削り残しのない平面が得られるまで2回、3回、と繰返し切削を行った。次いで自動鉋盤および超仕上鉋盤によって、切削量(削りしろ)の合計が平均3.0 mmになるよう規制して鉋削り板幅および板厚について、板長方向で3点の各寸度および削り残し量を測定した。

この第1回の鉋削仕上げで削り残しのある材を自動鉋盤および超仕上鉋削によって部材の平均板幅および板厚寸法(未加工部材の寸法)に対して、切削量が3.5, 4.0, 4.5 mmになるよう0.5 mmきざみに鉋削し、毎回寸度および削り残し率を求めた。ここで削り残し率とは、削り残しのある部材の枚数と削り残し面積の両者についてそれぞれ全体に対する平均比率によって示した。

) 歩止り

)の鉋削回数毎の寸度測定により、その平均寸度から材積を求め、未加工部材の平均寸度から求めた材積に対する比率を歩止りとし、鉋削回数に伴う歩止りの変化を求めた。ここでいう歩止りは手押鉋盤、自動鉋盤、超仕上鉋盤による板幅、板厚の寸度変化に伴うもののみを対象にした。

) 作業時間

加工工程の作業時間分析要因としては材料の移動または運搬、直接加工、加工機械の性能、数量および配置状態、作業者の熟練度、作業環境、生産規模等数多

くの因子が挙げられるが、本試験では各加工機械毎の直接加工時間だけをとり挙げて洋服ダンス1本当りの時間を求めた。

3. 試験結果と考察

(1) 切削量の決定

) 切削量と寸度

供試材および鉋削仕上げ毎の寸度の平均値と標準偏差を樹種別に求めて第4表に示した。未加工部材の平均寸度は樹種によって異なるが、板幅の標準偏差は0.63~0.66mmで乾燥耳付板をテーブル式帯鋸盤で小割りにした時の挽割りの偏差を表わすものである。これに対して板厚の標準偏差は0.71~1.20mmで板幅よりかなり大きい。これは原木より耳付板に挽割った時の偏差と乾燥による板の厚さの収縮量の偏差が相絡んで表われたものである。鉋削1回(平均切削量3.0 mm)の偏差は小さいが、2回(平均切削量3.5 mm)以降において、比較的大きな値を示しているのは板長の3測点部分が未だ削り残しとなっていた部分のあることを示すものである。

供試材に対する仕上げ材の寸度の減少量が切削回数毎の平均切削量の減量に一致しないのは、偏差の大きさと測点部分の削り残しの有無、機械の精度に起因するものと考えられる。

また、各部材の手押鉋盤による仕上げに必要な切削回数別の数量を百分比で表わしたものが第2図で、

第4表 板巾、厚さの寸度経過 単位：mm

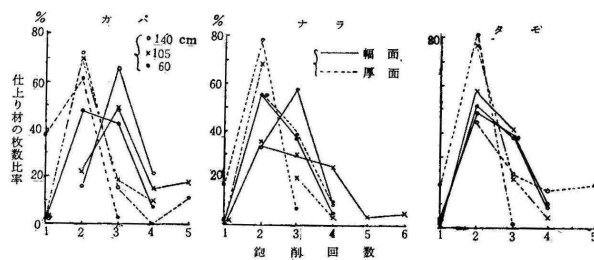
切削回数	樹種	カバ		ナラ		タモ	
		厚さ	巾	厚さ	巾	厚さ	巾
供試材	\bar{X}	29.1	52.3	28.6	53.1	28.2	52.7
	σ	0.70	0.63	1.00	0.66	1.20	0.63
1回	\bar{X}	25.9	49.0	25.5	50.2	25.1	49.7
	σ	0.24	0.09	0.19	0.16	0.15	0.17
2回	\bar{X}	25.5	48.4	25.0	49.6	24.6	49.2
	σ	0.19	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13
3回	\bar{X}	25.0	48.0	24.4	49.0	24.0	48.4
	σ	0.11	0.16	0.09	0.11	0.08	0.12
4回	\bar{X}	24.4	47.5	24.0	48.3	23.5	47.9
	σ	0.05	0.11	0.06	0.21	0.10	0.13
5回	\bar{X}	24.0	47.0	23.3	47.9	22.9	47.3
	σ	0.04	0.02	0.21	0.25	0.28	0.26
6回	\bar{X}			23.0	47.5	22.5	47.0
	σ						

これによると板幅面の切削回数，すなわち切削量は厚面より大きく，この傾向は樹種別にはカバ類，ミズナラ，ヤチダモの順に小となる傾向を示す。部材長別には60cm長だけが切削回数は少なくなっている。このことは寸度の偏差は各材長共通であるが，板の反りまたは曲りの材長に対する比率の許容限度を一定として木取ったが（材長の0.5%以内），材長の長い程その絶対量は大きくなったことが原因の一つである。樹種別の比較では幅面仕上げにおいてカバ類に較べてヤチダモがよく，厚面仕上げにおいては逆にヤチダモが大きくカバ類は小さい。

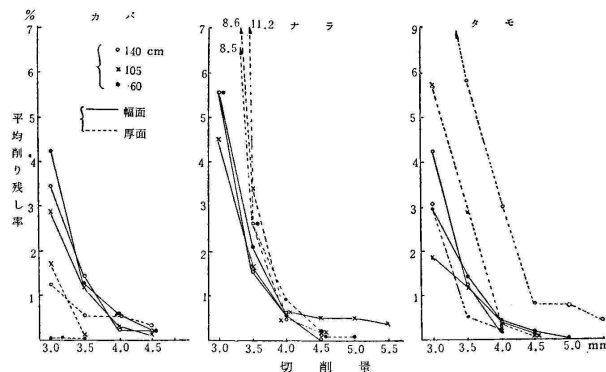
）削り残し率

鉋削仕上げ回数（鉋削量）と削り残し率を求めて第5表，第3図を得た。第5表は各部材種別に全枚数に対する削り残しのある材の枚数の比率を求めて表わしたものであり，第3図は削り残しの面積の全切削面積に対する比率を求めたものである。すなわち，切削量を一定にした同一仕上げ加工回数では厚面よりも幅面に削り残しの比率が大きく現われ，樹種別では幅面に対してミズナラ，カバ類，ヤチダモの順に小さくなっており，厚面に対してはミズナラとヤチダモはほとんど同様でカバ類が小さい。この傾向は平均削り残し率においても同様の傾向を示している。特にカバ類では削り残しの量および，その深さも小さく必要仕上げ回数も小さいことから反りまたは曲り量が小さかったものと考えられる。ミズナラは幅面、厚面ともに大きく，全体の反りまたは曲りが大きいとともに部分的な凹凸の存在を裏付けるものと考えられる。ヤチダモは幅面の値は小さいが厚面の値が大きいのは耳付板の幅反りが他の樹種に比較して大きく，このため部材木取りの時に木口断面が方形として得られなかったに起因するものと考えられる。しかし，手押鉋盤による幅面の鉋削は実用的には大なり小なりの上からの抑圧により多少の反りを許容している。その許容限度は部材の材種，操作

(注) X : 平均値 : 標準偏差



第2図 仕上げに必要な手押鉋盤の鉋削回数



第3図 鉋削量と削り残し率の関係

員の熟練度等によって一定していないので，本試験では抑圧なしに行ったので削り量も大きく，削り残し量は大きく現われたと見做すことが出来よう。

(2) 歩止り

鉋削量（回数）と歩止りの関係は第6表に示すよ

第 5 表 鉋削仕上げ回数と削り残し率 単位：%

削り面	材料 (cm)	カ				ナ				タ				モ																																																																	
		140	105	60	平均	140	105	60	平均	140	105	60	平均	140	105	60	平均																																																														
巾面	鉋削回数	1	45	32	25	31	65	53	38	47	45	15	21	23	2	35	20	13	19	40	33	16	27	30	13	12	13	3	15	10	7	9	20	8	7	9	10	8	7	8	4	10	5	4	6	0	8	3	4	0	5	3	3	5	0	0	0	0	0	5	1	2	0	3	2	2	6	—	—	—	—	0	3	0	1	0	0	0	0
	厚面	1	15	15	2	8	35	43	16	28	50	33	15	26	2	5	5	0	2	30	25	9	16	30	18	6	13	3	5	0	0	1	15	13	1	7	30	5	3	8	4	5	0	0	1	5	3	1	2	10	3	0	2	5	0	0	0	0	0	0	1	1	10	0	0	2	6	—	—	—	—	0	0	0	0	5	0	0	1

第 6 表 鉋削量 (回数) と歩止り

鉋削回数(量)	寸 度	歩止り	寸 度	歩止り	寸 度	歩止り
1 (3.0 mm)	25.9×4.90	83.6	25.5×50.2	84.4	25.1×49.7	83.2
2 (3.5 mm)	25.5×48.4	81.2	25.0×49.6	81.7	24.6×49.2	80.9
3 (4.0 mm)	25.0×48.0	79.0	24.4×49.0	78.8	24.0×48.4	77.6
4 (4.5 mm)	24.4×47.5	76.3	24.0×48.3	76.4	23.5×47.9	75.2
5 (5.0 mm)	24.0×47.0	74.0	23.3×47.8	73.5	22.9×47.3	72.5
6 (5.5 mm)	—	—	23.0×47.5	72.0	22.5×47.0	70.7

(注) 横切機による材長の鋸断は考慮しない

第 7 表 - (a) 手押鉋盤による面ぎめ作業

材 料 (cm)	カ			ナ			タ			モ																	
	140	105	60	140	105	60	140	105	60	140	105	60															
1 枚当り回数	巾面	3.2	3.0	2.4	2.4	2.8	2.3	2.4	2.3	2.3	厚面	2.2	2.2	1.5	2.4	2.4	1.8	2.7	2.2	1.7							
	1 組当り延長さ (cm)	2065	3124	2415	1820	2940	2060	1645	2415	2370	1505	2256	1515	1680	2285	1815	1890	2310	1770								
作 業 時 間 (sec)	340			475			475			293			428			465			328			468			492		
	1290			1186			1288																				

第 7 表 - (b) 自動鉋盤寸度ぎめ作業

単位：sec

材 料	カ			ナ			タ			モ									
	140	105	60	140	105	60	140	105	60	140	105	60							
削り面	34	49	64	34	49	61	35	53	65	巾面	35	48	74	35	53	74	37	53	78
厚面	147	315	145	307	153	321	計	厚面	168	162	168								

(注)：各材種とも 2 枚宛各面 1 回通し

第 7 表 - (c) 選別および墨付作業

単位：sec

作 業 内 容	カ	ナ	タ
部材の品質により組立部分を決める (i)	480	510	420
角ノミ機による穿孔位置、寸法を墨付する (ii)	870	1005	855

うに鉋削回数が多くなるに伴ない 1 回につき約 2% 余りの歩止り低下をする。また、板厚の寸法は板幅より小さく、従って幅面の仕上げに要する鉋削回数 (鉋削量) が多い程歩止りの低下は厚面より大きく影響する故、板厚の寸法の偏差、幅反り、板長の反り、部分的な凹凸を最小限にすること、すなわち、丸太からの挽立寸度、木取り方法、乾燥方法に深い考慮が望まれる。

(3) 作業時間

洋服ダンス 1 本当りのかまち材の機械加工の各機械別の直接作業時間を測定して第 7 表 (a - g), 第 4 図を得た。合計時間では樹種間の差異はほとんどないが、各工程の切削方式によって、その難易が作業時間の差となって現われている。主な機械工程の概要を述べる。

手押鉋盤による面決め作業

第 7 表 (a) に示した通り、切削回数が多い幅面、および長材程作業時間が長くなって

いる。このことは寸度のあり方が直接影響することを示す。また本作業は手動によって送材速度を決め、鉋削による逆目発生を防ぐため、板の木理方向の観察によって切削方向を決めるので作業の熟練度によって差異が生ずる。また作業環境によっても動作の速さが左右されることがある。

例えば作業時気温がカバ類；1ミズナラ；- 7 ヤチダモ；0 で鉋マークから算出した平均送材速度はそれぞれ11.1, 14.2, 12.7m/minであった。

作業種の比較

機械加工作業中時間比率の大きい作業種は選別、墨付作業、穿孔作業、面決め作業何れも約20%を占め、溝取作業、柄付作業が14%前後でこれらに次いでいる。機械送りである寸度決め作業、超仕上げ作業は5%前後で最も短く、しかも同時に多数板送りも出来るので更に時間の短縮が考えられる。選別、墨付作業は材料の数量と標準墨付型の決定により時間短縮を期することが出来る。手押鉋盤による面決め作業は1回当りの鉋削量を大きくすれば、切削回数を少なくすることは出来る

が、手送りであること等のため、加工上の他の欠点を招くおそれがあるので1回当りの鉋削量を大きくするには限度がある。穿孔作業も孔の寸法、部材の位置等によって時間の短縮には限度があると考られる。従ってこれらの作業種においては機械数量(作業員を含め)増すことが必要である。

3) 樹種の比較
鉋削、穿孔、カッター切削等においては樹種によって作業時間に差異があると考えられる。本試験においても、柄取機、角ノミ機、面取機の

第7表 - (d) 超仕上げ鉋盤による仕上げ作業 単位：sec

材料 (cm)	カバ			ナラ			タモ		
	140	105	560	140	105	69	140	105	60
削り面									
巾面	38	90	95	40	75	87	43	70	87
厚面	35	64	86	40	66	83	40	66	84
計	巾面 厚面	223 185	408	202 190	392	200 190	390		

(注)：1枚4面宛1回通しとし、切削量0.1mm

第7表 - (e) 柄取機による柄付作業

部材名	加工内容				作業時間(sec)		
	加工程	加工部分	長×巾×厚 (cm)	数量	カバ	ナラ	タモ
横かまち	両胴付	厚面	2.4×4.8×1.0	24	877	843	811
	鋸断	横断面	2.4×3.6×1.0	12			
	両胴付	巾面	2.4×2.7×1.0	8			
				4			
縦かまち	両胴付	巾面	1.8×1.2×2.4	3	877	843	811
	鋸断	横断面		2			
	両胴付	巾面	1.8×1.2×2.4	4			
棚口	両胴付	巾面	1.8×1.2×2.4	6	877	843	811
	片胴付	巾面	1.8×3.3×2.4	4			
つなぎ	片胴付	厚面	1.5×4.8×1.5	10			

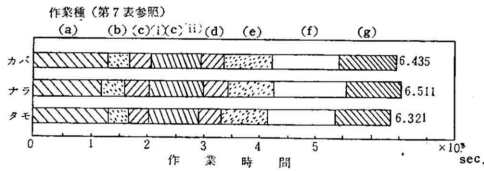
第7表 - (f) 角ノミ機による穿孔作業

部材名	穿孔内容		作業時間(sec)		
	長×巾×深サ (cm)	数量	カバ	ナラ	タモ
上, 下 縦かまち	3.0×1.0×2.6	16	1.267	1.367	1.355
上, 下 縦かまち 棚口	2.4×2.4×2.0	8			
中 縦かまち 前棚口	2.4×1.2×2.0	6			
上, 下 かまち 後	4.8×1.0×1.5	12			

第7表 - (g) 面取機による溝付作業

面取作業の種類	部材名と加工位置	加工寸法 (cm)	数量	作業時間(sec)		
				カバ	ナラ	タモ
帆立羽目板溝	上縦かまち……前後	130	4	325	320	303
	下縦かまち……前後	37	4			
	横縦かまち……上, 下	47	8 *4			
裏板羽込溝	上縦かまち……後	130	2	140	146	138
	下縦かまち……後	37	2			
	裏つなぎ	103	4 *1			
上底板羽込溝	裏つなぎ	103	1	54	55	60
	横かまち	47	2			
	棚口	103	1			
天納落込溝	裏つなぎ……上, 下	103	2	143	142	136
	横かまち……上, 下	47	4			
	棚口……上, 下	103	2			
横かまち面取り	横かまち……上, 下	47	8 *4	266	210	244
計		4024		928	873	881

* 2稜線切削



第4図 作業時間の比較

作業時間に樹種による大小が認められた。しかし、作業時間の内容は直接切削に必要な時間と材料の品質、特に繊維の走行状態、小節、節まわり等の欠点の状態の観察と手動による送り速度の加減を含み、その上、切削そのものは刃工具の諸条件、作業動作では板の観察、作業者の熟練度等の影響を受ける。これらのことから、本試験の範囲内では樹種による切削加工の作業性の差異を明確に結論することは無理であろう。

4. むすび

カバ類、ミズナラ、ヤチダモの3樹種の比較的小さい径級の原木を丸挽きにした耳付板を人工乾燥し、決められた基準で木取られた家具部材の機械加工を主とした仕上げ加工試験を通じて、材面仕上げに必要な鉋削量と寸度の変化、歩止り、作業時間について検討した。

1) 仕上げに必要な鉋削量が3.0mmでは削り残し

率が大きく、4.0mmとすれば削り残し面積比率は1%以下になる。板の反りまたは曲り量は仕上り材の反り、曲りを許容しない場合は材長に無関係に絶対量で決めることが望ましい。

2) 歩止りは鉋削量と材長の横切りによって比例的に低下する。鉋削量は材の寸度品質に左右される。材長の横切りは供試材と製品のデザインの選択の関係によって決まるので、部材の効果的利用はこの点から考慮されねばならない。

3) 機械加工の作業時間は加工の種類によって機械毎に異なる。3樹種間の差異は機械加工の中でも材の送りが手動による場合が多いので不明確であるが、切削加工上の材の欠点等材の品質の観察方法、送り速度の手加減が操作員により左右されることがある。

4) これらの試験結果から家具部材の仕上げ加工には予め部材の品等評価とその区分により、区分別の加工方法 - 主として鉋削量の軽減、従って歩止りの向上、作業時間の短縮をはかり、更に部材の寸度精度の向上を挽立技術の点から考慮されねばならない。

尚本試験を通じ、終始御指導頂いた枝松木材部長に厚く謝意を表す。

林指加工研究室