

# ハードボードの打抜剪断加工について

松 本 章 西 川 介 二  
新 納 守

## はじめに

現在約30万トン近く生産されているハードボードの3分の1以上は、テレビやステレオのキャビネット部品、さらにまた自動車の天井板、ドアの内張りなどに広範囲に利用されている。

第1表 ハードボード需要部門別出荷量(12)

用 途	1971年		1972年	
	1000m <sup>2</sup>	%	1000m <sup>2</sup>	%
建 築	25,240	40.8	24,781	36.0
建 具	2,474	4.0	2,272	3.3
家 具	8,475	13.7	9,637	14.0
電 機	8,104	13.1	9,705	14.1
自 動 車	9,960	16.1	13,010	18.9
造 船 車 輻	1,114	1.8	964	1.4
包 装・雑 貨 他	6,495	10.5	8,467	12.3
合 計	61,862	100.0	68,836	100.0

ボード加工工業における最大の問題は、なんとといっても、密度、厚さの不均一があり、さらに吸脱湿により伸縮するボードをいかに精度よく加工するかということであろう。このことは、ボードの打抜加工に限定した場合でも、打抜剪断面の精度と仕上り面の良否ということにつながり、打抜く際の種々の条件とは切離せない問題となる。

一般に仮材の打抜加工においてはポンチとダイスの材質(特に剛性)とクリアランス、打抜加工速度、プレスのトン数、ボードの押え方、ポンチとダイスの刃先の形状および摩耗状態、潤滑剤および潤滑方法(特に金属の場合)などが複雑に作用し合って製品品質に影響をおよぼすものと考えられている。<sup>1).2).3).10)</sup>

ハードボードの打抜加工についての報告は非常に少ないが、SosTAKがポンチ(10°~60°)とダイス(45°~90°)の刃先角とスキ間が打抜剪断抵抗におよぼす影響について若干の報告をし<sup>4)</sup>、McNATTが本試験で用いたのと同じの試験治具で、荷重速度が毎分0.12~

1.02mmのきわめて遅い範囲で、ジョンソン型ダブル剪断治具との比較をおこなっている<sup>5)</sup>。

SosTAKは6.25および3.35mm厚ハードボードについて、ポンチとダイスのスキ間が0.2~0.5mmの範囲で打抜剪断抵抗が若干上昇し、以下試験をおこなったスキ間1.5mmまで漸減すると報告している。刃物の角度の影響については、角度が大きくなるにしたがって打抜剪断抵抗が大きくなる傾向を見出している。なお荷重速度は毎秒180mmできわめて早く、オッシログラフで剪断力を解析している。

クリアランスが打抜剪断抵抗におよぼす影響については、銅、アルミニウムなどの金属類に関しては、かなり詳細に検討されており<sup>3)</sup>、たとえば板厚1.6mm、ダイス直径18.03mmの条件で、クリアランスが5%までは急激に低下し、それ以後は緩やかに下降すると報告されている。金属類にみられるこのような性質が即ハードボードに当てはまるとは限らないが、大きな相異はないものと思われる。

打抜剪断速度の影響については、McNATT<sup>6)</sup>はハードボードの厚さによって速度を変えており、同じ厚さのボードについても2,3の速度水準の影響を検討しているが、前述のようにきわめて遅い速度範囲なので、その影響は明瞭ではないが、速度が早くなるにしたがって、わずかに大きくなるデータを示している。

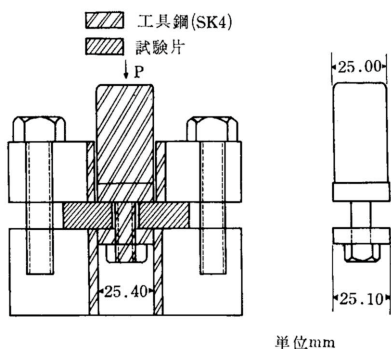
金属類の剪断抵抗と速度との関係について下村が試験片の形状、押え方などを変えて詳細な検討をおこなっている<sup>6)</sup>。それによると剪断抵抗は試験片の押え方には影響されず、速度が毎分150mm前後でピークが現われ、また試験片が厚くなるほどピークは早い速度の側に移動する傾向があることを認めている。また製品の切口形状に関しては、剪断速度による影響はなく、板厚の変化によって影響を受けると報告している。この試験装置は平行直線復刃型剪断装置で、ポン

チとダイスのスキ間は0.07mmである。

神馬も金属類について、剪断速度のきわめて遅い範囲で試験し<sup>7)</sup>、McNATT<sup>5)</sup>と類似した結果を得ている。速度は毎分0.18~1.0mmであるが、金属類はハードボードよりも速度の影響を強く受ける傾向が認められている。

**試験方法**

試験に用いたハードボード剪断用治具は、ASTM D732 - 46「プラスチックの剪断強さ測定のための標準法」という規定<sup>8)</sup>の中に述べられているもので、断面図を第1図に示した。



第1図 打抜剪断用治具の断面図

なおこの治具のポンチとダイスの刃の材質は工具鋼(SK4)で、そのスキ間は0.30mmである。一般にクリアランスを表示する場合はポンチとダイスの片側のスキ間が、その時打抜く板材の厚さの何%に相当するかという考え方にしている<sup>3)</sup>、同じスキ間でもボードの厚さによってクリアランスは異なることになる。

ここでは打抜剪断速度のみを変数としてとらえ、これを毎分0.25, 0.5, 5, 50および500mmまで変えて打抜剪断抵抗、打抜きに要する仕事量、打抜面の形状におよぼす影響について検討した。次いで打抜剪断速度一定(毎分50mm)のとき、熱処理によってボード材質に変化をもたせた場合、これらがどのように変化するかも合わせて検討した。熱処理条件は170℃で2, 4および8時間である。

なお打抜剪断抵抗は打抜きに要した破壊荷重を打抜面の面積(2.54×3.14×ボード厚さ)で割ったものと定義した<sup>5)</sup>。

また仕事量についてはいろいろ表わし方もあるが<sup>9)</sup>、本試験では試験機に連動した記録計が描いたグラフについて、最高破壊荷重に達した点までに描いた面積を仕事量として表わした。試験機は島津オートグラフIS-5000、ロードセルは5トン用を用いた。

供試用ボードはラワンを主原料とする市販の5mm厚セミハードボード、2.5, 3.5および5mm厚のハードボードで、これらの基礎材質は第2表に示した。

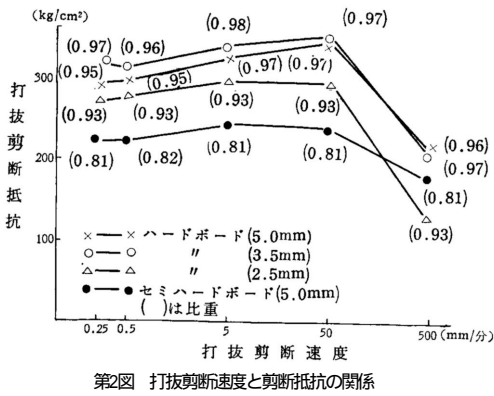
91×182cmのボードより5×5cmの大きさの試験片をランダムに25枚とり各速度条件につき5枚試験した。得られた100枚(4種類のボード合計)の試験片についてボードの種類、試験する速度条件などを一括してランダム化し、ポンチとダイスの刃先の摩耗などの外的因子による影響を無視できるようにした(100枚程度の打抜きでは刃先の摩耗はほとんど認められなかった)。

**試験結果と考察**

打抜剪断速度が打抜剪断抵抗におよぼす影響につい

第2表 供試ボードの基礎材質

ボード種類	厚さ	比重	曲げ強さ	衝撃強さ	剥離強さ	含水率	クリアランス*
	mm		kg/cm <sup>2</sup>	kg·cm/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	%
セミハードボード 5.0	5.04	0.81	160	5.0	3.2	8.3	3.0
ハードボード 2.5	2.71	0.93	378	5.5	22.6	7.9	5.5
ハードボード 3.5	3.52	0.96	378	7.6	20.4	9.0	4.3
ハードボード 5.0	4.76	0.97	389	7.9	18.6	7.6	3.2
*参考	純鉄	6~9%	アルミニウム	6~10%			
	ステンレス	7~11%	鉛	6~9%			
	銅	6~10%					



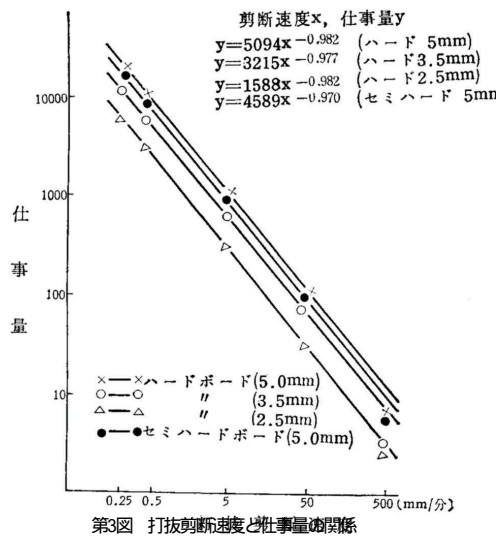
では第2図に示した。これによると剪断抵抗は速度が毎分0.25~50mmの範囲では各ボード共に大きな変化はないが、速度が早くなるにしたがって若干の増大を示し、既報の文献<sup>7)</sup>と類似した傾向が認められた。

また剪断速度が毎分500mmになると剪断抵抗が急激に低下しているように見えるが、横軸が対数目盛である点に注意されたい。このときセミハードボードでは剪断抵抗が毎分0.25~50mmの速度での平均剪断抵抗の77%、2.5mmハードボードでは45%、3.5および5mmハードボードでは65%まで低下し、さらに速度が早くなれば、より小さな力で打抜けることが予想される。

打抜剪断抵抗におよぼす剪断速度の影響について、統計的に有意差を検定したところ、各ボードについて速度が毎分500mmと他の4水準の間には1%危険率で有意差が認められた。さらに速度が毎分5または50mmとそれより遅い速度との間にも有意差の認められたものも若干あった。

またボード比重と剪断抵抗との間には高度に有意な相関性が認められた(相関係数0.92)。

打抜剪断速度と仕事量との関係については第3図に示した。仕事量は前述のごとく面積で表わしたが、これをさらに相対的な比として表わしたので単位は記入していない。この図より仕事量は剪断速度によって大きな影響を受けることがわかる。さらにまた、当然のことではあるが厚いものほどより多くの仕事量を必要とすることが認められたが、たとえば毎分50mmの速度のとき、セミハードボードでは単位厚さ当たり200、

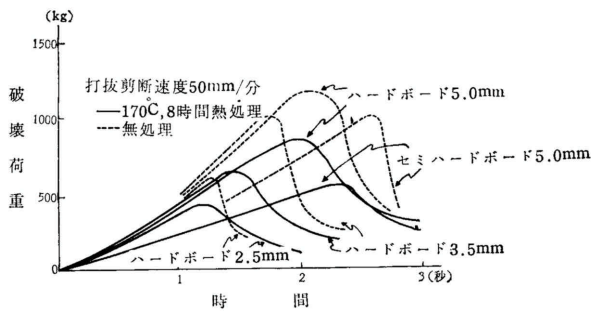


2.5mmハードボードでは120、3.5mmで210、5mmでは240となり、単位厚さに換算してさえも、厚いものがより多くの仕事量を必要とすることがわかった。また、比重の小さなセミハードボード(0.81)では、第4図にも示したように力のかかり方が3種類のハードボードに比較してかなり遅いことがわかる。これは最初加えられる力が、ボードの圧縮のために消費されるためで、そのため荷重のかかっている時間が長くなり、打抜剪断抵抗の小さな割に多くの仕事量を必要とすることになる。

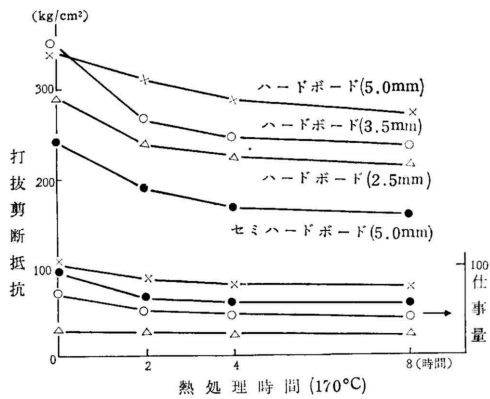
打抜面の形状に関しては剪断速度、ボードの比重および厚さが変わっても、外観上ほとんど差は認められなかった。

第4図は横軸に時間、縦軸に破壊荷重をとって、熱処理ボードを打抜いた時の力のかかり方を示したものである(170℃, 8時間処理したもの。点線はコントロール)。熱処理することにより破壊荷重がかなり低下し、そのため仕事量も少なくて済み、無処理のものに比較して力の抜け工合がなだらかになり、最高破壊荷重到達時間が若干早くなることわかる。

170℃で4時間あるいは8時間という過酷な条件下で熱処理すれば、当然木質ファイバーが劣化するため、打抜剪断抵抗ならびに仕事量は当然低下することが予想される。第5図にも示したように熱処理時間が長く



第4図 打抜剪断時の荷重変化グラフ



第5図 熱処理時間と打抜剪断抵抗の関係

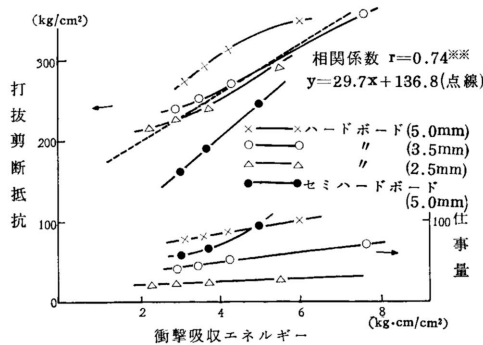
なるほど剪断抵抗はかなりの低下を示し、特に比重の高い3.5mmハードボードの低下が著しいが、これは無処理の時の値が特に高かったため、その傾向が一層顕著に現われたものと考えられる。仕事量の低下は剪断抵抗のそれほど顕著ではなかった。また打抜面の形状は熱処理時間の長いものほど、きれいに剪断されることがわかった。このことは試験した4種類のボードすべてに認められた結果である。

打抜面の良否とボードの強度的性質との関係について、佐野<sup>11)</sup>は静的な強度よりも動的な強度、たとえば衝撃吸収エネルギーの大きいものほど打抜加工の仕上がりが良いとしているが、本試験においては熱処理によって衝撃吸収エネルギーの低下したものの仕上がりが良いというまったく逆の結果が得られたが、これは熱処理により強制的に材質を低下せしめており、常態で衝撃吸収エネルギーの異なるものについて試験したものとは多少条件が異なり直接比較はできないものと考え

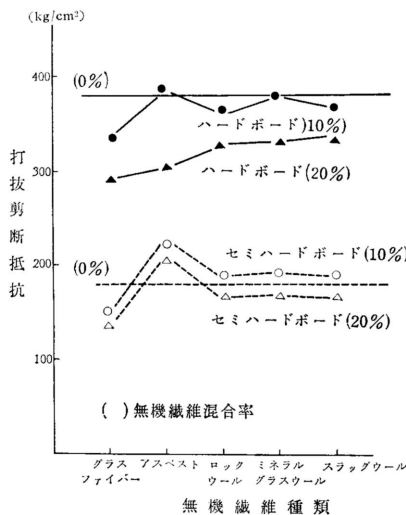
えられ、さらに打抜治具の相異もあるので、一概には結論づけることができない問題であろう。

打抜剪断抵抗、衝撃吸収エネルギーともに動的な強度であり、これらの間には高い相関性が予想されたので、第6図にグラフで示した。ボードの種類別にほぼ平行な直線が得られ、4種類のボードを一括して相関係数を求めたところ0.74で有意性が認められた。この

回帰直線の勾配は約30で、後で述べる実験室製無機繊維混合ボードについて得られた値32と近似しており、興味ある点である。



第6図 衝撃吸収エネルギーと打抜剪断抵抗および仕事量との関係



第7図 無機繊維混合ボードの打抜剪断抵抗

木質ファイバーに無機質繊維を混合して製造したボード（S-I-Sボード，5mm厚。ハードおよびセミハードボード）は加工性が劣るのではないかという懸念があったので，打抜加工をおこなってその剪断抵抗および剪断面の形状などを検討した。その結果，第7図に示したように無機質繊維を混合していないボードと大差なく，むしろ無機質繊維混合率の高いものほど少ない力で打抜けることがわかった。また剪断面の形状も無機質繊維混合率が極端に高い場合（80%）を除けば，無機質繊維を混合していないものと比較して大きな差は認められなかった。

#### おわりに

ハードボードの打抜切断加工について報告した。結論を要約すれば次のようになる。

1. 荷重速度が毎分0.25~50mmの範囲で剪断抵抗は若干上昇し，毎分500mmになるとかなりの低下を示した。
2. 打抜く際の仕事量はボードの単位厚さに換算してさえも，厚いものがより多くの仕事量を必要とすることがわかった。
3. 荷重速度の違いによる剪断面形状に差は認められなかった。
4. 熱処理ボードの剪断面形状は各ボードともに無処理のものより良く，処理時間が長くなるほどその

傾向は一層顕著になった。

5. 木質繊維に無機質繊維を混合してもボードの加工性は悪くはならないことがわかった。ただし，刃先の損傷あるいは摩耗については，試験片枚数が100枚程度なので，試験前後では差は認められなかった。

今回の試験は剪断速度のみを要因としてとらえたが，次に大きな要因と考えられるクリアランスについても検討しなければならないであろう。また表面ファイバーの結合性が劣るとして，現在ではこの分野であまり用いられていない乾式ボードの打抜きについても今後の検討課題としたい。

#### 参考文献

- 1) 川口雄一，水野正夫ら：材料試験，共立出版（1967）
- 2) 宮川松男，石橋明則：塑性と加工，7，No.66，338（1966）
- 3) 精密機械学会塑性加工専門委員会：精密機械，25，No.11，601（1959）
- 4) SOSTAK, V.V.：木材加工工業雑誌（ソ連誌）19，No.10（1970）
- 5) McNATT, J.D.：F.P.J. 22，No.6（1972）
- 6) 下村英太郎，中部主信：材料試験，5，287（1956）
- 7) 神馬敬：塑性と加工，6，No.52，243（1965）
- 8) ASTM D732-46 Approved May 20.（1971）
- 9) 日本材料試験協会編：材料試験便覧，丸善（1957）
- 10) 宮川松男，石橋明則ら：日本機械学会誌，68，1064（1965）
- 11) 佐野弥三郎：ハードボード・パーティクルボード，23（1967）
- 12) 姫野富幸：ハードボード・パーティクルボード 55（1973）（第6回日本木材学会北海道支部大会にて発表）

—林産化学部 繊維化学科—

（原稿受理 49.4.8）

（12ページより続く）

であることがわかる。ただ，高濃度部分と低濃度部分を比較してみると，理論回帰に対する適合性は，低濃度範囲で秀れている。また，高濃度範囲では，比較的高い濃度でわずかに低めの測定値が得られ，比較的低い濃度でわずかに高い測定値が得られる傾向がある。しかし第1表に示すように，回帰定数  $b=1$  および切片  $a=0$  の検定結果は，両濃度範囲ともに相対誤差が存在しないことを示しており，バラツキの大きさからみても，現場の目安としての測定では十分使用できると判断できる。一方，検知器Bについて見ると，高濃度範囲における相関係数0.76，回帰定数0.30，切片3.23と理論回帰に対する適合性，バラツキともにいち

じるしく悪い。低濃度範囲では，高濃度範囲にくらべると明らかに適合性はよくなるが，実用性という点からみると，五十歩百歩であって，現場の目安といえども使用にたえないと考えられる。

以上の試験結果から，供試した3種の検知器のうち，合板工場等の作業環境のホルムアルデヒド濃度測定に用いることのできる検知器は，検知器A（ガステック）のみであった。またこの検知器は，取扱いやすさ，検知管の丈夫さなどの点でも他の2機種より秀れていた。なお，測定者による読取りの個人差は，実用上無視できる程度であった。

—林産化学部 化学利用科—

（原稿受理 49.4.11）