



ハードボード雑感

鈴木 弘

はじめに

わが国に本格的なハードボード工場が誕生してから既に10年、現在ではメーカーの数も十指に余るようになり、生産量も第1図のように順調に増加している。この増加率は年間約15%であるから、政府の目標とする経済成長率を上廻り、ハードボード工業は一見好況のように思えるが、各企業体の経営は決して楽でなく、この生産量の増加にたいする需要を確保するため、むしろ苦境に立っているとみるべきであろう。

各国における繊維板の消費量を国民一人当たりについて調べてみると第1表のように、わが国の消費量は欧米諸国に較べて誠に微々たる量である。したがってこの数字からみれば、わが国のハードボードの需要は楽に数倍には伸び得る可能性をもち、まだまだ売手市場

第1表 繊維板の国民1人当り消費量 (1960年)

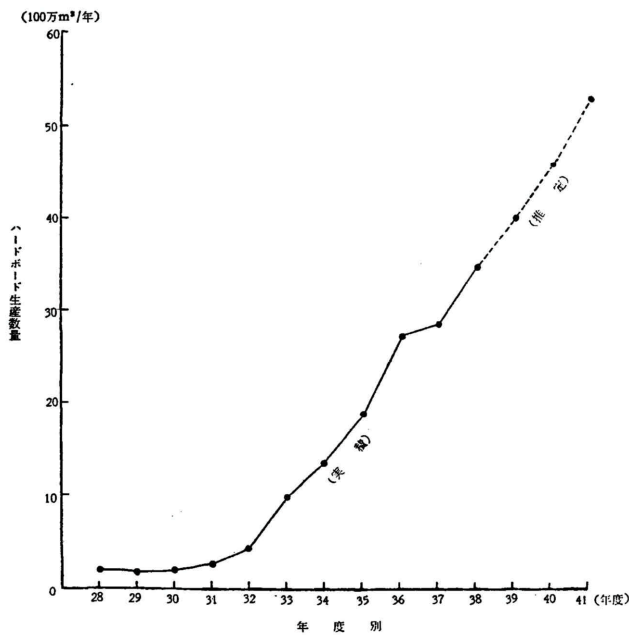
消費量	国 別
kg/人	
20 ~ 25	スウェーデン
15 ~ 20	ノルウェー
10 ~ 15	フィンランド, カナダ, オーストラリア
5 ~ 10	米国, デンマーク, オランダ, オーストリア, 英国, アイルランド, スイス
1 ~ 5	西独, ベルギー, フランス
1以下	日本, イタリア, ブラジル, スペイン

FAO 統計年報より (1961年)

が続くであろうと考えられるが、現実には厳しく、買手市場でメーカーは散々値段をたゞかされているのである。

初めてハードボードが市場に出た当時は、ハードボードはいわゆる工業製品ということで、他の木質材料に較べて、材質の均質性と品質の安定という点が宣伝され、もの珍らしさのうえに、製材とか合板に較べると格段に値段も高かったのも、高価なものほど上等で高級品であるかのように誤認されたきらいがあった。しかしながらある程度大量に出廻ると、長所のほかにいろいろな欠点がみえてきて、今度は下級品扱いされる始末である。

そこでユーザーにはハードボードを正しく認識し、その特性を生じた使い方を考えていたゞき、また一方メーカーには材質の向上、新しい用途開拓の一助ともなれば幸いと思ひ、市販ハードボードの品質およびこれからのハードボードに対する私見を述べてみたい。



第1図 わが国のハードボード生産量の推移

またメーカーの立場でも必要であると思い、われわれがかかって測定した結果を第3表に紹介する。

これは8社の市販ボード11種について、それぞれ91×182cmボード2枚を抽出して調べたものである。したがって、これは個々の品質であるから、このデータから全体の製品を推定することは危険であるが、一応の目安にはなる。

厚さムラ - JISによる厚さ3.5mmのハードボードは±0.41mmまで許容されるので、供試ボードの多くはこの規格に合格する。一枚のボードの中における厚さのムラは、大部分のものが標準偏差0.1mm以下であるから、市販品の厚さムラの範囲は一応±0.3mmと考えておけばよいであろう。用途によってはこれ以上厚さのバラツキが小さいものが要求されるであろうが、その場合にはプレーナーまたはサンダーによる厚み修正の後処理を考えなければならなければならない。

比重ムラ - 比重は曲げ強さとか吸水率などの材質と密接な関係があるので、バラツキはできるかぎり小さいことが望ましい。また吸湿吸水によってボードが膨潤するとき、比重の差によって膨潤量が異なり、凹凸を生ずるおそれもある。

多くのものは標準偏差0.03以下と比較的バラツキは小さいが、二、三バラツキのかなり大きいものがあった。この大きいものはマットの抄造条件の不適（パルプ分散の不十分）に由来するものと考えられるので、メーカーとして検討の要がある。

含水率ムラ - 二、三バラツキ範囲の大きなものが見当るが、ボードの膨脹、収縮率は含水率と略々比例関係にあることを考えるとき、このように何らかの欠陥によって含水率にムラを生ずるボードは、膨脹、収縮量にも局部的に差を生じ、ひずみも生じ易いと考えねばならない。

曲げ強さムラ - いづれも相当なバラツキがあり、またメーカー間の差も激しいことがわかる。バラツキの特に甚だしいものは、比重のバラツキの大きいものと一致している。一枚のボードの中では特に周辺部の強度は低く、どの部分についても規格以上の数値を示したものは僅か3種であった。

また強度に方向性がはっきりうかゞえるものがあるが、これはマットを丸網式抄造機で抄きあげたものである。これによって丸網式では抄造の際に繊維がかなり一定方向に配列することが明らかであり、長網式の方がすぐれていることが知られる。

吸水率ムラ - かなりのバラツキを示しており、どの部分をとっても合格するものは全体の半分に過ぎない。

以上5種類の材質について測定した結果を総合すれば、工業製品として本当に均質で安定したボードは極めて少ないといわざるを得ず、まだまだメーカーとしても材質向上の余地が残されているようである。

水分にたいする性質

一般に繊維物質はその含水率が増加すれば次第に体積は膨潤し、その物理的強度は低下するが、吸水による場合と吸湿による場合とでは傾向が異ってくる。そこで材質にあたる水分の影響を、市販の湿式法によって製造された厚さ3.5mm、S-350のハードボードについて測定した結果により説明する。

第2図は市販品を一旦105℃で絶乾状態まで乾燥し、20℃における吸水および吸湿による含水率の増加速度を測定したものである。

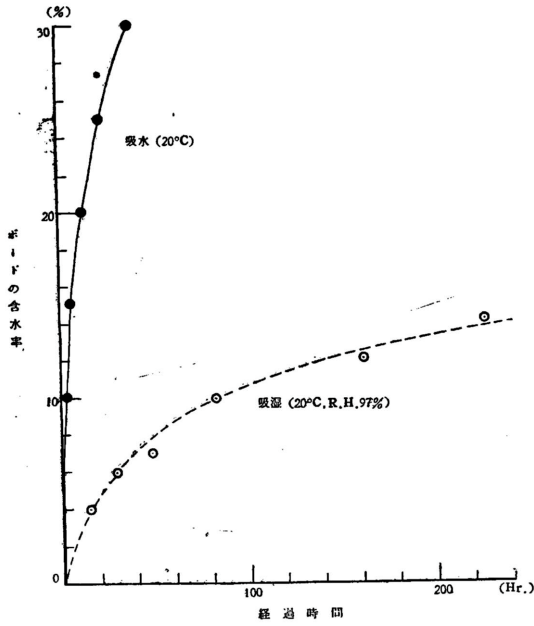
吸湿による含水率の変化は関係湿度97%の高湿度において、含水率の増加は10%附近から極めて緩慢になる。したがって、普通の使用状態では予め含水率7~8%に調湿しておけば、その後の変化は比較的小さいので、ボードの吸湿による膨脹収縮の変化も然程生じないことが推測される。

吸水の場合には40時間経過してもなお吸水速度は大であるので、絶えず濡れているような箇所には特殊耐水処理を行ったものを使用しなければならない。

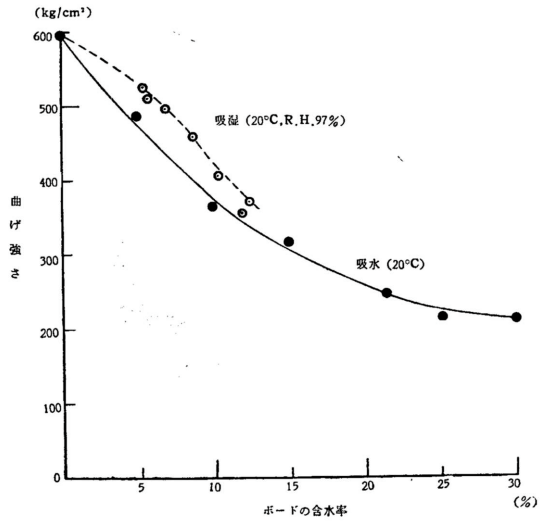
第3図は含水率と曲げ強さの関係を示したものであり、同一含水率においては吸水の場合の方が、若干曲げ強度低下は大きくあらわれる。

含水率15%で絶乾時の約1/2の強度まで低下するので、その用途によっては考慮が必要であろう。

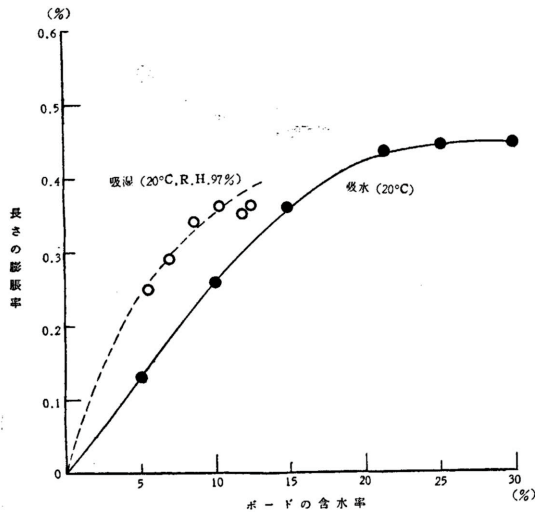
第4図は含水率と長さ膨脹率の関係を示したものである。同一含水率の場合、吸水による方が若干小さい



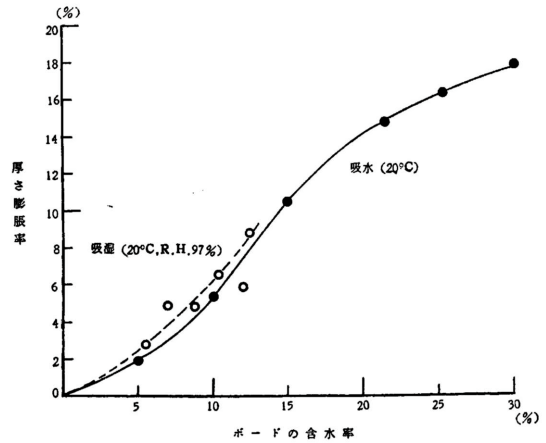
第2図 S-1-Sハードボードの吸水および吸湿速度



第3図 S-1-Sハードボードの含水率と曲げ強さ



第4図 S-1-Sハードボードの含水率と長さ膨脹率



第5図 S-1-Sハードボードの含水率と厚さ膨脹率

値を示すが、これは吸水の場合には吸収された水の一部が繊維間の空隙に遊離水として保有され、全水分が膨脹長に参与してないためであろう。

吸湿の場合には含水率7~8%で膨脹率は約0.3%である。これは一見かなり大きい値のように考えられるが、ハードボードの使用における含水率の変動範

囲を5~10%とし、含水率7.5%のときの長さを基準として膨脹収縮率を考えれば僅か±0.05%位にすぎない。即ち、長さ1mについて±0.5mmの膨脹収縮であるから、多くの場合、実用上の支障は生じないであろう。

第5図は含水率と厚さ膨脹率の関係を示したもので

ある。木材の膨張が繊維に平行方向と直角方向では大きな差を示すように、ハードボードの厚さ膨張率も長さ膨張の約20倍に達するが、厚さそのものの絶対値が3.5mmとか5.0mmと極めて小さいので、これも実用的には然程問題にはならないのでなかろうか。

以上ハードボードの水分に対する一般的性質について述べたが、ハードボードの製造法にはいろいろな方法があり、原料樹種も雑多なので、製造法や原料によって生ずる材質の差異について述べる。

比重、曲げ強さ、吸水率などの性質に対しても、製造法や原料樹種の影響は大きいですが、これらの点についてはサイズ剤の添加率など製造条件の調節によって比較的容易にコントロールできるので、こゝでは現在技

術的に改善の困難な吸湿による膨張率の差について紹介する。

第4表は市販のハードボード20種の平衡含水率と膨張率について測定した結果である。

ハードボードの平衡含水率は合板など木材に比較すれば、製造時に高温処理が行はれるので一般に低く、熱処理を行ったボードは更に低い値を示す。また乾式法によるハードボードよりも、湿式法のものが低い傾向を示すが、これはボード中に残存する可溶性糖類の量に起因するものであろう。

ボードの膨張率は平衡含水率が高い乾式法が大きく、さらに乾式法によるボードは、原料樹種による差異が明確にあらわれるので、寸度安定のよいボードを

製造するためには目下のところ原料樹種を選ばなければならない。

また膨張収縮は関係湿度が65%以上の高湿度において急速にあらわれることがわかる。

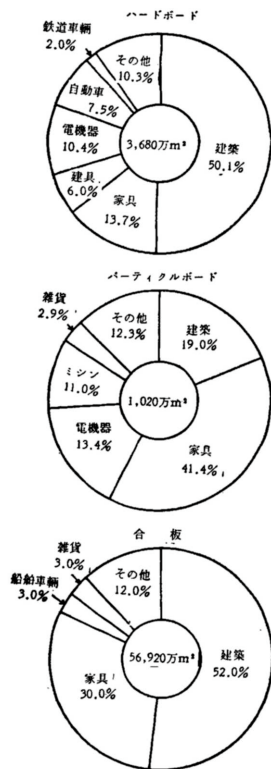
ハードボードにたいする考え方

次にハードボードのこれからの用途、或は製品の種類について考えてみたい。

先ず現在のハードボードと合板の用途別使用比率を調べてみると第6図のようである。これをみればまことに一目瞭然、ハードボードの用途は合板と完全に競

第4表 市販厚さ3.5mmハードボードの吸湿膨張

種別	20°Cにおける平衡含水率			長さ膨張率 (%)		厚さ膨張率 (%)		備考
	33%	65%	94%	33~65%	33~94%	33~65%	33~94%	
	R.H.	R.H.	R.H.	R.H.	R.H.	R.H.	R.H.	
湿式法 (S 350)	6.4	8.0	16.0	0.14	0.27	1.3	10.3	
	6.4	8.1	15.9	0.10	0.29	0.8	9.2	
	6.1	7.8	16.1	0.11	0.29	1.1	9.6	
	5.1	6.7	13.9	0.11	0.37	0.7	7.1	
	5.1	6.5	14.6	0.10	0.28	1.0	12.9	
	5.3	6.8	13.7	0.11	0.40	0.5	7.0	
	5.7	7.3	15.0	0.11	0.32	0.9	9.4	
	6.4	8.1	16.1	0.14	0.40	1.3	12.9	
	5.1	6.5	13.7	0.10	0.27	0.5	7.0	
	1.3	1.6	2.4	0.04	0.13	0.8	5.9	
湿式法 (T 450)	6.0	7.5	14.8	0.10	0.27	1.5	9.4	
	6.2	7.7	14.9	0.10	0.28	1.3	8.3	
	6.0	7.7	15.2	0.14	0.35	1.1	9.3	
	4.9	6.3	13.2	0.13	0.41	0.8	7.1	
	5.2	6.6	12.4	0.12	0.46	1.0	5.9	
	5.7	7.2	14.1	0.12	0.35	1.1	8.0	
	6.2	7.7	15.2	0.14	0.46	1.5	9.4	
	5.2	6.3	12.4	0.10	0.27	0.8	5.9	
	1.0	1.4	2.8	0.04	0.19	0.7	3.5	
	乾式法 (S 350)	6.5	8.3	16.1	0.12	0.38	1.1	
4.9		6.5	15.9	0.12	0.35	0.7	12.9	
5.0		6.4	15.3	0.10	0.49	0.9	10.4	
6.2		8.5	16.2	—	0.33	—	11.2	
5.1		6.5	15.3	0.13	0.51	1.3	11.9	
6.4		7.9	17.0	0.13	0.49	0.6	11.6	
6.8		8.4	15.6	0.12	0.37	1.2	10.8	
5.8		7.7	15.9	0.12	0.42	1.0	11.1	
6.8		8.5	17.0	0.13	0.51	1.3	12.9	
4.9		6.5	15.3	0.10	0.33	0.6	9.2	
1.9	2.0	1.7	0.03	0.18	0.7	3.7		
乾式法 T 450	5.4	6.8	14.6	0.16	0.53	1.2	9.4	エゾ、トドマツ
	6.2	8.4	16.1	—	0.35	—	10.9	
シナ合板 (I)	6.8	8.9	20.2	0.08	0.21	0.8	4.7	



第6図 ボード類の用途別使用比率

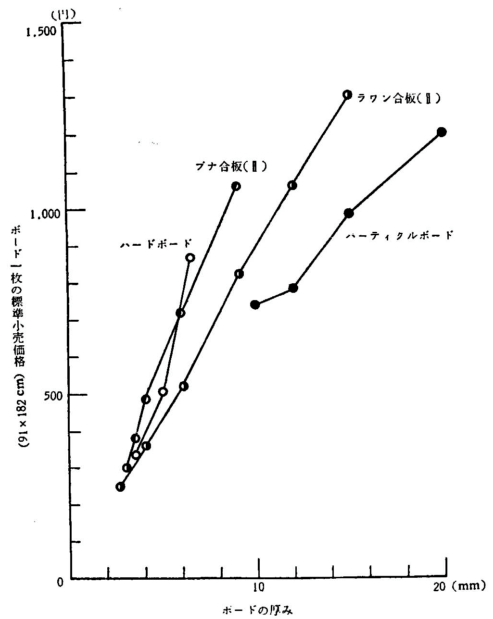
合してあり、いづれも建築材料として約50%が消費されている。

しかるに一方の合板の需要量はハードボードの10倍である。この大差の生ずる原因はどこにあるであろうか。そこには歴史の差も当然考えられるがいづれも木材の加工品である以上、強度、耐水性、耐火性、断熱性、遮音性、耐久性などの材質について総合的に判定すれば、画然とした優劣は認められないように考えられる。とすればあとは価格の問題のみであろう。

そこでハードボード、合板、パーティクルボードの小売相場を調べてみると、第7図のように同じ厚さのボードを買うならばラワン合板が一番安く、厚物になるほどその開きは大きくなる。特に厚物になればパーティクルボードが最も格安である。

したがって、ハードボードが今後更に建築材料の分野で需要拡大を望むならば、価格の点で何らかの工夫が必要である。

建築材料の進歩は現在第3次の進歩階程に入ってきている。即ち、第一次の階程とは石とか木材の天然材料を建築に使いやすい形の板や角材に加工する材形加工技術の進歩であり、第二次階程は新しい材料の創造材質の改善、生産方式の改良の段階であった。たとえば19世紀の初めから中期にかけて、セメントの発明、鉄鋼とか、ガラスなどの革命的な生産改良により鉄筋、鉄骨コンクリートが生まれ、また最近では軽量形鋼



第7図 ボード類の厚みと標準小売価格 (昭39. 11)

の使用による鋼材の経済的な利用が生まれ、或はシボレックス、シリカリチートのような気泡コンクリートの誕生、その他石膏ボード、石綿スレート、木毛セメント板、合板、繊維板、プラスチック材料など新しい建材が次々と創造された時代である。そしてこれからの第三次の進歩階程は建築の工業生産化、即ちプレハブの進歩の階程であるといはれている。このためには単一材料では満たすことのできない性質を二種或はそれ以上の性質の異った材料を組合せ、その長所を生かし欠点を補った複合材料の研究が必要であるといわれている。

したがって、ハードボードとか合板など比較的薄いボード類は今後サンドウィッチパネルの合成材料としての利用研究が必要であり、ハードボードを他の材料と組合せ、そこに優れた性質をもった新しい複合材料が得られたとき、ハードボードの建築材料としての需要は安定するのではないだろうか。

そこでハードボードを他の材料と組合せるとすれば、その長所である表面の平滑緻密さ品質の安定性を生かし、寸度の不安定、剛性の不足(腰がよわい点)などの欠点を補うため、ペーパーコアとか、単板との積層などが考えられる。このときハードボードの厚

さは果して現在の3.5mmが必要かどうか、表面保護効果だけが要求されるとすれば、より薄いもので充分であり、それによって価格も安いものを供給し得るものでなからうか。

またハードボードは根本的に、木材屑の再製品と考えるべきであり、常識的には再製品は色艶よりも、材質そのものの必要性とか資源愛護から生れたものであって、もとの品物よりも気楽に使い、観賞用とか恒久的な品物でなく、消耗品と考えるべきであるという意見が成り立つと思う。ということはハードボードはチリ紙やダンボールのように、一度使ったら惜し気なく捨ててしまえる値段までコストダウンするよう努力すべきであり、合板より高い価格ではいけないということである。このために一つのゆき方として、比較的厚物のハードボードでは、表層と内部のパルプの性質、接着剤の使い方に検討を加え、表層はハードで内部はセミハードないしソフトボード的な製品を開発して比重を小さくすることによって価格を下げることに、また合板の厚さの限界が2.7mmとすれば、これよりも薄い1~2mmのハードボードを製造することなど、現在のハードボードの概念にとらわれない、新しい製品の開発が必要でないだろうか。また特にこのような新製品の開発には、新しい乾式法が湿式法よりも適応性が大きいと考えられる。

なぜならば、湿式法に較べて乾式法の方が、性質の異ったパルプの抄き合せが容易であるし、両面平滑であるから1~2mmの特に薄いものの製造も可能である。また、乾式法ではホットプレス時における、マット内部の温度上昇時間は、理論的にマットの厚さの自乗に比例すると考えられるので、薄くなる程、成型時間は著しく短縮され、熱盤温度を低くすることも可能である。さらにパルプマットを圧縮するときの、所定

圧縮圧力に到達する時間も、薄い物ほど速くなる。

薄いハードボードの経済性

このような考え方から、特に薄いハードボードの製造条件の検討を若干試み、さらに厚さ別の製造原価を試算してみたので紹介する。

ホットプレスの条件について成型温度、圧力および時間の影響を直交表₉(3⁴)により検討した結果は第5表の通りである。ホットプレスのスケジュールは予備試験によって、厚さ1.5mm位の薄物になれば、従来の二段成型法によらず一段成型法が適当であると考えられたので、一段成型の条件検討を行った。

試験結果を要約すれば、曲げ強度にたいして有意な因子は圧縮圧力であり、圧力は高い方が望ましいが、3.5mm厚さのボードの場合には65~70kg/cm²が現在標準条件になっているが、1.5mmの場合には僅か

第5表 厚さ1.5mm S-2-S ハードボードの成型条件の検討

- 製造条件

樹種	シナ剥芯
蒸煮	6 kg/cm ² - 5分間 水蒸気蒸煮
解繊	D.D.R. 間隙 1.0mm
レジ	スミライト PR-9500 2.7%添加
パラフィン	日産研磨用ワックス 2.2%添加
マット水分	7.4%

2. 成型条件の試験結果

No.	成型条件			ボードの材質					
	成型温度 °C	成型圧力 kg/cm ²	成型時間 min	厚さ mm	含水率 %	比重	曲げ強度 kg/cm ²	吸水率 %	
1	150	15	1	1.83	7.8	0.62	214	107.3	
2	〃	30	2	1.42	8.0	0.80	409	61.8	
3	〃	45	3	1.36	8.1	0.86	504	57.7	
4	160	15	2	1.75	8.1	0.67	259	64.9	
5	〃	30	3	1.32	7.7	0.86	519	50.7	
6	〃	45	1	1.32	7.4	0.88	538	50.7	
7	180	15	3	1.68	8.2	0.71	315	54.9	
8	〃	30	1	1.41	8.3	0.83	474	47.0	
9	〃	45	2	1.21	8.2	0.92	617	43.9	

3. 分散分析の結果

要因	曲げ強度		吸水率	
	効果	寄与率	効果	寄与率
温度		8.9%		40.8%
圧力	*	88.1		40.9
時間		1.4		11.4
誤差		1.6		6.9
計		100.0		100.0

45kg/cm²でも充分実用上差支えないハードボードの製造の可能性がある。ボードの吸水率にたいしては、特に有意な因子は認められず、圧力と温度が同程度の効果を示し、温度180位でも充分可能性があることが認められた。

次にフェノールレジン添加率と成型圧力の影響について二元配置で検討した結果は第6表の通りである。レジンの添加率は曲げ強さにたいして有意ではあるが、寄与率は極めて低く、成型圧力の効果と寄与率が極めて大きい。したがって1.5mmの薄いボードにたいしては、レジンの添加量は1~2%で充分であり、それ以上加えても曲げ強さや吸水率の向上はさほど期待できないことが判る。

以上の試験結果から、ボードの厚さ別製造原価を試算した結果が第7表であり、ホットプレス・スケジュールは第8図のようなものを仮定、厚さ3.5mmのボード日産100トン規模の設備で、1.5mmおよび6.5mmのハードボードを生産するとして比較した。したがって生産可能重量は厚さによってかなり差を生じ、1.5mmの場合には生産重量は3.5mmの約半分にあがるのでパルプ生産設備を日産55トンまで縮小すれば、償却費などが低減され、1.5mmハードボードの生産原価は147円/坪まで下り、梱包材料などの消耗資材としての利用の可能性も生ずるのでなかろうか。

また特に薄いボードのみの生産を計画する場合には生産重量当りの坪数が多いので、合板工場などの1日15~20トン程度の自家廃材のみを対象とした小規模プラントを計画し、単板との積層を行うのもおもしろいのではないかと考えられる。

ハードボード工業の弱さは、要するにユーザーの欲していたものを提供したのでなく、廃材利用の一環として生み出された再製品をユーザーに押しつけようとしているところにあるのではなかろうか。

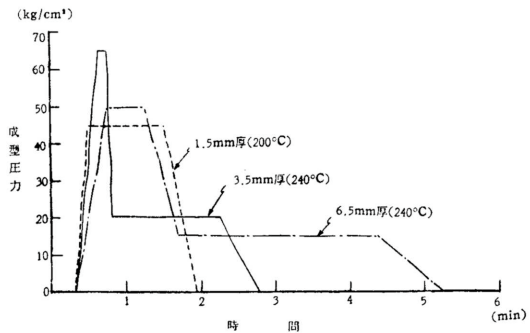
第6表 レジン添加率の影響

1. 製造条件	
樹種	第5表の条件と同じ
蒸煮	〃
解織	〃
パラフィン	日産研磨用ワックス 1.8%添加
マット水分	6.6~6.8%
ホットプレス	185°C, 2分間, 一段成型法
2. 試験の結果	

No.	製造条件		ボードの材質						
	レジン添加率 %	プレス圧力 kg/cm ²	厚さ mm	含水率 %	比重	曲げ強さ kg/cm ²	吸水率 %	長さ膨脹率 %	厚さ膨脹率 %
1	1.74	15	1.71	8.2	0.64	252	68.5	0.16	41.0
2	〃	30	1.37	8.1	0.82	449	51.9	0.15	35.8
3	2.45	15	1.73	8.5	0.66	249	60.6	0.14	31.0
4	〃	30	1.41	8.3	0.83	439	49.8	0.14	32.8
5	3.00	15	1.77	8.3	0.68	260	62.2	0.14	28.3
6	〃	30	1.43	8.1	0.82	456	55.9	0.15	32.3
7	3.76	15	1.83	8.0	0.66	244	59.5	0.14	26.0
8	〃	30	1.48	7.5	0.82	434	50.4	0.14	28.1

3. 分散分析の結果

要因	曲げ強さ		吸水率	
	効果	寄与率	効果	寄与率
レジン添加率	*	0.5%		4.8%
プレス圧力	**	99.4		73.1
誤差		0.1		22.1
計		100.0		100.0



第8図 S-2-Sハードボードの厚さ別プレス・スケジュール

勝手な私見を述べさせて戴いて恐縮であるが、新年の放談として聞いて戴ければ幸いである。

第7表 S-2-S ハードボードの厚さ別製造原価

ボードの厚さ (mm)	1.5	3.5	6.5
ホットプレスサイクル (秒)	120	170	320
1日のプレスサイクル数	720	508	270
生産坪数 (坪/日)	10,260	8,265	3,847.5
生産重量 (トン/日)	55.2	103.8	89.8

	数量	金額	数量	金額	数量	金額
原材料費		千円		千円		千円
原木 (m ³)	29,476.8	88,430	55,429.2	166,288	47,953.2	143,860
レジ (トン)	248.4	54,648	682.8	137,016	538.8	118,536
ワックス (トン)	331.2	9,936	622.8	18,684	538.8	16,164
電力料 (千KWH)	10,764	53,820	20,241	101,205	17,511	87,555
蒸気代 (トン)	12,088.8	9,671	22,732.2	18,186	19,666.2	15,733
小計		216,505		441,379		381,848
労務費 (技師28名)		16,800		16,800		16,800
(工員110名)		35,200		35,200		35,200
修理費 (機械設備の2%)	(10,831)	13,690		13,690		13,690
償却費 (の8.5%)	(46,028)	58,183		58,183		58,183
(建物の4.25%)	(9,095)	9,095		9,095		9,095
以上合計	(334,458)	349,473		574,347		514,816
一般管理費 (以上の10%)	(33,446)	34,947		57,435		51,482
金 利 (建設費の10%)	(84,550)	98,850		98,850		98,850
総 計	(452,454)	483,270		730,632		665,148
製品1トン当り製造原価	(27,322)	29,183		23,463		24,690
坪当り単価	(147)	157		295		576

- 注：(1)ホットプレスは3'×12'×15段1基とし、製品不良率5%を見込む。
 (2)年間稼働日数は300日とする。
 (3)ボードの厚さ1.5mmのものはレジ添加率1.5%、他は2%とする。
 (4)原木数量はナラなど硬材基準とした。
 (5) () 内金額はパルプ生産設備能力を生産重量に合せた場合。

- 林産試 繊維板試験工場 -

