

# パーティクルボードを構造用に使うために

松 本 章

米国においては、構造用パーティクルボードを建築用として用いる場合、用途やボードの厚さ別に最大支点間隔が決められ、建築法規上もこれが認可されている。また、許容応力度については今のところ決定していないが、そのための努力が精力的に行われ、暫定的にこの方法ではどうか、という試案も出されている。構造的用途として適合するかどうかの認可手続き等も含めて、主としてハント (M. O. Hunt<sup>1)</sup>) とピアソン (R. G. Pearson<sup>2)</sup>) の報告を中心に紹介する。

## はじめに

パーティクルボードというものは、一定の温度と圧力の下で、合成樹脂接着剤を用いて木質小片同士を接着させ成形した板状材料である。工業的に製造されているパーティクルボード (以下P B) 用の小片は、大きさ、形ともに変化に富んでいる。そしてこの小片の大きさや形状は、それを原料として得られるP Bの材質に大きな影響を及ぼし、ひいてはこのことがボードの最終用途さえも決定してしまうことになる。

この再成形木質材料が米国において工業的に生産されてから、既に30年以上経過しており、現在では家具および建築用の下地材料として確固たる市場を得ている。この様な用途においてP Bが受け入れられているのは、一般にボード表面の平滑性とちみつき性の良さ、節や割れがない、合板のような反り、ねじれが少ない、大きな平面材料が得られる、単板やプラスチックの化粧張りが可能である……等々の理由によるものと考えられる。

家具の製造をP Bの用途として考える場合、強度、剛性、耐久性はさほど重要な要求性能とはならない。しかしながら、構造用パネル材料の需要が増加する反面、構造用合板の製造が可能な良質単板の不足が続く中で、これに代わるパネル材料が建築の分野で求められており、P Bがこの分野へ進出することを意図するならば話は別である。

1960年代に、今でいう構造用を目的としたP Bが製造されている。構造用パーティクルボード

(以下S P B) という言葉については現在のところ決った定義付けはなされていないが、構造用として要求される荷重継続期間を通じて、設計された荷重に安全に耐えることを主たる機能として持っているP BをS P Bと呼んでも良いのではなかろうか。さらに耐久性という見地からも、構造用を目的とするP Bの製造においては外装用グレードの接着剤を使用したものでなければならないことはいうまでもない。

品質の良い下地タイプのP Bはモービルホームの床材として取り入れられている。このP Bは十分大きく、平滑であるという性能をそなえていることはもちろん、モービルホームの床材として用いた場合、等分布荷重であれ、集中荷重であれ十分安全に担う性能を持ち合わせていなければならない。外装用接着剤を用いた床下地用のボードは工場組み立住宅の構造用床材としても用いられている。このようなモービルホームや工場組み立住宅用の床材料は米国における最初の構造用タイプのP Bであった。

この60年代とほぼ同時代に、S P Bの製造におけるまさに革命的な展開がカナダにおいてなされていた。長くて薄い小片 (フレーク) を用いて製造されたこのP Bは、比較的短かい小片 (パーティクル) を用いて製造されていたこれまでのP B以上に、同一比重での曲げ性能が優れていた。このボードは「ウェハー」と呼ばれる高品質の小片を用いていたが、その繊維方向の長さは少なくと

も30mm以上はあった。粉末フェノール樹脂接着剤でフレーク同士を結合し、個々のフレークの配向はボードの面においてランダムであり、それゆえ強度的、物理的性質については方向性のない材料であった。強度的には中程度の性能のボードであったが、品等は外装用として認められていた。

通称ウェハーボード（以下WB）と呼ばれるこの製品は、当初、カナダ西部のサスカチュワン州（人口約95万人、面積は日本のほぼ2倍で68万km<sup>2</sup>）で農業用構築物の建設に用いられた。後にこのボードは住宅建築に用いられ、サブフロア、屋根下地、壁下地材料として我が国の建築基準法に相当するカナダの建築法規でも認可されている。WBは米国市場に出る10年も前にカナダで広く用いられていたのである。そして1972、1973年の米国における建築ブーム（表-1<sup>3)</sup>参照）と構造用合板の価格アップの機に乗じ、構造用パネル市場になぐり込みをかけて来たのである。

表-1 米国における新築住宅着工数の推移（単位：万戸）

年次	一世帯用	複数世帯用	小計	モバイルホーム	総計
1970	82	65	147	40	187
1971	115	93	208	50	258
1972	131	107	238	58	296
1973	113	92	205	57	262
1974	89	46	135	33	168
1975	90	28	118	21	139
1976	117	38	155	25	180
1977	145	54	199	28	227
1978	143	59	202	28	230
1979	120	55	175	28	203

米国市場に参加するに当たり、カナダの二、三の業者は個々に連邦政府や建築関係の業界から特別の認可を得ている。この認可は屋根や壁の下地、サブフロア・床下地の組み合わせに限定されていた。1974年からの米国住宅市場の低迷によりWBの引き合いは一時的に低下した。しかしながら、多くの建築法規上の認可が出たことと相まって、最近では一時ほどではないが住宅建設の増もみられ、WBは米国建築材料市場における確固たる地位を築いている。しかし、WBが今日の地

位を確保したことについては、カナダウェハーボード協会の力によるところが大きい。この協会の努力により、現在、BOCA、ICBO、SECCなど住宅関連団体\*及び政府関連機関の認可を得ている。政府関連機関には、住宅金融公庫などによる住宅の建設促進を行っている住宅・都市開発省の機関（HUD/FHA）と、住宅以外の農業用構築物の建設に対する指導を行っている農務省の機関（FHA）とがある。

このようにWBは特別なタイプのボード、すなわち構造用材料として広く認可されているのである。

### 構造用パーティクルボードとしての認可手続

特に慣例というものはないが、論議しやすくするためにSPBを次の二つの部類に分ける。それは工場組み立て住宅用の床材と構造用のフレークボードである。もちろん後者の部類にはWBが含まれる。

NPA（米国のパーティクルボード工業会）では、工業会として各種の規制団体から「工場組み立て住宅用の床材」としての認可を得ている。しかし、構造用のフレークボードについては業者が個々に認可を受けている。構造的用途として適合するかどうかの認可手続きは、両部類のボードについて本質的には差はない。手続きの概略は次のとおりである。

1. 米国におけるPBの商業規格CS-236-66のタイプ2-B-2<sup>4)</sup>に、当該ボードの各最低材質値が合格するかどうかをみる。この格付けは要求される性能の最低数値を示したものである（表-2参照）。
2. 物理的、強度的性質の評価方法として推奨される試験方法はASTM D1037-72A<sup>4)</sup>である。
3. (a) 工場組立住宅用の床材については、当該製品に対し、NPAの工業界規格<sup>6)</sup>により、集中

\*BOCA: Building Officials and Code Administrators International.  
ICBO: International Conference of Building Officials.  
SBCC: Southern Building Code Congress International.

表-2 コマーシャルスタンダードCS-236-66における格付け<sup>4)</sup>

タイプ	比重	クラス	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ弾性係数 (10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	内部結合力 (kg/cm <sup>2</sup> )	長さの伸び率 (50—90%RH, %)	木ネジ保持力(kg)	
							表面	木口
1	A 0.80以上	1	168	24.5	14.0	0.55	204	—
		2	238	24.5	9.8	0.55	—	—
	B 0.80~0.59	1	112	17.5	4.9	0.35	102	73
		2	168	28.0	4.2	0.30	102	91
	C 0.59以下	1	56	10.5	1.4	0.30	57	—
		2	98	17.5	2.1	0.30	79	—
2	A 0.80以上	1	168	24.5	8.8	0.55	204	159
		2	238	35.0	28.0	0.55	227	73
	B 0.80~0.59	1	126	17.5	4.6	0.35	102	73
		2	175	31.5	4.2	0.25	113	91

注) タイプ1 内装用(通常, ユリア樹脂接着剤使用のもの)  
 タイプ2 内装用はもちろん, 表示されていけば外装用に耐えるもの  
 (通常, フェノール樹脂接着剤使用のもの)

荷重を負荷し, 要求性能を満たすことが必要とされる。

(b) 構造用フレックボードについては, 壁, 屋根下地あるいはサブフロアの用途として受け入れ可能かどうかをANSI/ASTM E72-77<sup>7)</sup>により実大サイズの試験結果について判定する。通常, 面外荷重は屋根下地やサブフロアの用途を考えたとき, 必要な性能となり, 一方, 壁下地用途の場合には, ラッキング性能を握しなければならない。これにより支点間の最大スパンに対して推奨されるパネルの最小厚さや緊結条件などが決定される。

要求される性能値は認可する団体間で多少異なる場合もある。上記のほかには衝撃, 集中荷重下での性能や, 等分布荷重下でのタワミ挙動についてもチェックしなければならない場合もある。

表-3にPBを構造的用途として用いる場合のHUD/FHAや関連する主要な団体等が推奨している仕様を示す。農務省のFHAはHUD/FH

表-3 SPBの推奨される用途と仕様<sup>1)</sup>

SPBの種類	用途	最小厚さ (mm)	最大支点間 距離 <sup>a)</sup> (mm)	認可状況 <sup>e)</sup>
工場組立住宅用床材	サブフロア・ 下地材のコンビ ネーション	16	406	B, F, I, S
構造用フレックボード ウエハー ボード	屋根下地材	10	406	B, F, I, S
		11	610	B, F, I, S
		11	406 <sup>b)</sup>	S
	壁下地	8	406	B, F, I, S
		10	610	B, F, I, S
	サブフロア・ 下地材のコンビ ネーション	16	406	S
その他	屋根下地材	10	406	B, F, I
		13	610 <sup>b)</sup>	B, F, I
		10	610	B, F, I
	サブフロア・ 下地材のコンビ ネーション	19	488 <sup>e)</sup>	B, F, I
		19	610 <sup>e)</sup>	B, F, I

注) a) 受け材あり b) 受け材なし  
 c) 現場施工の場合 488mm, 工場組立の場合 610mm  
 d) B..BOAC, F..HUD/FHA, ...ICBO  
 S..SBCC (本文参照)

Aの出した材料の認可や用法について記している官報の内容については, 原則として全面的に受け入れる方針をとっている。したがって, この表は建築パネル市場におけるSPBの認可現況を示す

データと考えてもよい。

**許容曲げ応力度決定の試み**

ピアソンはNPAに対してPBの許容曲げ応力度を誘導するための推奨できる方法を立案提示している。この方法は木材の許容曲げ応力度を引き出す方法をまねているが、多少変化を持たせている。ただPBのせん断、圧縮及び引っ張り等に関する基礎的なデータが不足しており、すべての性能についての許容値が完成するまでは、許容曲げ応力度の認可は協会としては保留している。次にピアソンの試案を示す<sup>2)</sup>。

まず、彼は「平均値の下限値」\* (仮りにS<sub>B</sub>と呼ぶ、<sub>B</sub>は曲げの意味) というも

のを定義付けている。この値はある特性値の許容応力度を誘導するとき用いられる基礎的な値となる。この値は次式により算出される。

$$S_B = \bar{X} - K S$$

$\bar{X}$ ... 材質試験結果の平均値

S... 標準偏差

K... サンプルの大きさ等により決まる値

Kは5%の危険率でも平均値の下限値がS<sub>B</sub>に含まれるように、ということのでかなりの安全をみている数値である。サンプルの大きさ(n)とKの関係は次のとおりである。

n	K	n	K
20	2,396	100	1,927
30	2,220	200	1,832
40	2,126	300	1,800
50	2,065	500	1,763
60	2,022	1,000	1,727
80	1,964		

\* 何個かの試験片をとって材質試験を行い、その平均値を求めても、次に同様の試験をした場合の平均値と一致するとは限らない。そこで、その試験料の平均値(母平均)というものを推定する場合、統計的にはある幅をもった型で表される。ここでいう「平均値の下限値」とはその幅の一番低い値のことを意味する。

表-4 含水率による曲げ補正係数<sup>2)</sup>

試験時含水率 (%)	曲げ強さ				曲げ弾性係数			
	設計含水率 <sup>a)</sup>				設計含水率 <sup>a)</sup>			
	8%	9%	10%	11%	8%	9%	10%	11%
5	0.952	0.919	0.880	0.835	0.906	0.862	0.814	0.763
6	0.958	0.925	0.885	0.840	0.928	0.883	0.834	0.781
7	0.974	0.940	0.900	0.854	0.959	0.913	0.862	0.808
8	1.000	0.965	0.924	0.877	1.000	0.951	0.898	0.842
9	1.036	1.000	0.957	0.908	1.051	1.000	0.944	0.885
10	1.082	1.045	1.000	0.949	1.113	1.059	1.000	0.937
11	1.141	1.101	1.054	1.000	1.187	1.130	1.067	1.000
12	1.212	1.170	1.120	1.063	1.275	1.213	1.146	1.074
13	1.298	1.253	1.199	1.138	1.380	1.311	1.238	1.160
14	1.401	1.353	1.294	1.228	1.495	1.423	1.344	1.259
15	1.523	1.471	1.407	1.335	1.629	1.550	1.463	1.372

注) a) 木材の平衡含水率が15%になるような雰囲気中でPBが使用された時に達する平衡含水率

このS<sub>B</sub>をもとにしてPBの許容曲げ応力度(F<sub>B</sub>)は次式により算出される。

$$F_B = m \times n_d \times f_s \times S_B$$

m... 含水率による補正係数(表-4参照)

n<sub>d</sub>... 荷重継続期間による補正係数\*\*

PBの場合、通常の荷重継続期間なら0.46という値をとる

f<sub>s</sub>... 偶発事故に対する安全係数(0.625)

曲げ弾性係数における許容値(E<sub>B</sub>)は、曲げ強さの場合とは異なり、曲げ弾性係数の平均値=S<sub>E</sub>として、次式により算出する。

$$E_B = m \times S_E$$

曲げ強さの許容応力度と違って、補正係数は含水率の変動にかかわる係数のみである。

木質小片を配向させて製造した配向性パーティクルボードの場合、無配向パーティクルボードに比べて、荷重継続期間の長短による影響を受けず

\*\* 他の荷重継続期間に対する補正係数[10年の時の値/16(0.563)を1.00としている]

永久荷重(10年以上)	0.90
10年	1.00
雪(2カ月)	1.33
積載荷重(1週間)	1.50
風と地震(1日)	1.67
衝撃荷重(1秒)	2.00

らいことが明らかにされている。したがって配向性パーティクルボードの許容応力度決定に当っては、より一層の研究を重ねて適切な補正係数を決定しなければならないことになる。ここでの試案はすべてのPBに推奨される各種補正係数を用いている。

### おわりに

木材の許容曲げ応力度を決定する場合でも、荷重継続期間などは、日本(長期、短期の2本立)は米国に比べてかなり荒っぽいと言われている<sup>8)</sup>。パーティクルボードの許容曲げ応力度決定の試案をみても、ちみつな研究結果の現れと考えられる。もし日本において構造用パーティクルボードが使用されるようになれば、一時的にせよ米国の許容応力度決定法をそのまま使うことにたると

もしれないが、これまで蓄積されている多くのデータを整理し、さらに必要なデータを積み上げていく努力が今後ますます必要になるものと思われる。

この稿を書くに当たり次の文献を引用していません。

- 1) M. O. Hunt : Structural design with Particleboard. , The 1978 winter meeting American Society of Agricultural Engineers .
  - 2) R. G. Pearson : An interim industry standard for deriving allowable unit values for structural particleboard in bending. , Proceedings of 11th Washington State University Symposium on Particleboard . 333 - 350 . ( 1977 )
- ( 15頁につづく )

## トドマツ 造林木考

先般 五十四年  
度北海道林業統計  
の人工造林地現況

を見て驚いた。昭和三十年ないし三十五年度植栽の 齢級のもの樹種別造林面積比率はトドマツ、カラマツがともに同率の四十五パーセントであるが、五十年以降植栽の 齢級のものではトドマツが六十八パーセント、カラマツは十六パーセントに落ちており、国有林の減少割合が著しい。

當場がカラマツ造林木の研究を開始してから二十年になるが、このようなカラマツの激減とトドマツの変らぬ造林面積を見て、今後のこともあり考えさせられるものがある。

四十年初頭、カラマツ造林木が問題になったとき、造林木批判については、短伐期造林木の共通問題と“樹種特性”とを区別して考える必要のあること、カラマツのつぎにはトドマツ間伐材が世間に出て、トドマツが問題になるだろうと考えていた。

顧みると「洞爺丸台風」後に本道のトド・エゾマツが多量に本州に出荷され、これらの樹種が批判の対象になったと聞いた。その後、国立林試の利用研究者が発表した樹種別用

途区分によれば、トドマツは全国的視野でバルブ材など繊維原料として原料材の区分に入れられ、強さを要求される構造用材や木理の美しさを求められる表面材料を主たる目的とする樹種群には入っていない。

最近、昭和木材高橋社長の記事(林、本年の一月号・木材学道支部第十三回研究会講演資料)で、世界中で一番安く何の特徴もない材で、むしろカラマツより心配の多い樹種であると述べられている。また、北海道林材新聞四月九日号によれば、林業研究機関の育林研究者から、トドマツは経済林としてペイしないので、その投入を減らすべきとの発言があったと記載されている。筆者の曲げ試験結果を木構造設計規準によつて格付けしてみたところ、普通構造材二類の合格率はカラマツ心持ち角が九十四パーセント、トドマツは六十四パーセントであった。トドマツは、ストロップマツに次ぐ低比重材で、木理、強度性能とも特に長所がない。

カラマツ激減の面当てで言つつもりはないが、前述の林業・林産の権威者の意見もあり、トドマツの造林について再考を願いたい。

(小野寺重男)

隔があり、これによってプラントの製造能力を45%増加させても操業が可能のように設計されている。現在この工場の生産量は年間16,000m<sup>3</sup>であるが、増産体制をとれば年間24,000m<sup>3</sup>となる。これらの生産量は年間300日、1日22時間操業を基本としている。

現段階では、プレス時間に合わせた成形速度がこの工程の重要な因子となっており、グレコン社が開発した自動制御システムによって完全に制御されている。

マットは幅1,300mm、長さ3,250mmに成形され、ベルトコンベアで運ばれて金属製のあて板の上に置かれる。あて板に乗ったマットは、20~30段づつ架台に積まれ、コールドプレスに入れられる。ここで使われるプレスは下から上へ押し上げるタイプのもので、上下両面のプレス盤は圧縮後に架台と共に次の工程へ運ばれる。一つのラインにはこのような架台を15台備えており、所定の圧力で圧縮されたマットは、架台ごとクランプ止めされる。この作業が終了するとプレスが開圧されて、架台は養生室へ運ばれる。

養生室は十分に断熱されているため、多少暖めるだけで十分なように設計されている。ここではセメントの硬化初期の発熱反応をうまく利用した省エネルギー化がはかられている。

養生が終ると各架台は再びプレスに戻され、クランプをはずし、解圧する。解圧された架台は、自動的にボードとあて板にそれぞれ積み分けられ

る。その後、あて板は十分に洗われ、ボードは裁断部門へ運ばれる。裁断の基本サイズは1,250×3,100mmだが、それより短いボードを裁断することもある。ここで用いられる鋸歯の寿命は通常の使用の場合とほとんど変わらない。

この段階では、これらのボードはまだ“生の状態”と呼ばれ、さらに倉庫内で14日間室温で養生される。最終的には調湿工程へ回され、含水率12%の均一な最終製品にして出荷される。

このボードは多方面で使用されているが、建材業者は通常“スタンダードボード”と呼ばれるものを使っている。また、プレハブメーカーや内装材の製造業者は“ファイン”や“スーパーファイン”と呼ばれる、より表面のちみつな製品を使用している。さらに、ビニールやほかの表面材を張って使用する場合もあれば、その他普通ペイント仕上げやスタッコ調仕上げを施すこともある。

◇

なお、現場ではカラマツを原料として木質セメントボードの試作を行っている。カラマツは硬化不良樹種の一つであるが、現場で開発した油前処理をセメント混合工程前に行うことにより、安定した製品を得ることが確認されている。また、油前処理についての詳細は、林産試月報1980年7月号、同12月号、本誌1981年7月号等に紹介されているので、参照されたい。

(訳 林産試験場 飯田)

(13頁よりつづく)

- 3) E. Dickerhoof; Structural composite panels "Market outlook for the 1980s." PLYWOOD & PANEL Magazine, No. 4, 21 (1980)
- 4) U.S. Dept. of Commerce. Mat-formed wood particleboard. Commercial Standard CS236-66.
- 5) American Society of Testing and Materials. Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. ASTM D1037-72a. (1978).
- 6) National Particleboard Association. Standard for

particleboard decking for factory-built housing.

NPA 2-72. (1972)

- 7) American Society of Testing and Materials. Standard methods of conducting strength tests of panels for building construction. ANSI/ASTM E72-77. (1978)
- 8) 杉山英男; 木質構造, 木材工業, Vol. 29, No. 10, 458-462 (1974)

(林産試験場 繊維化学科)