

# パルプ，故紙パルプで軽量防火板

葛 西 章

## 1. はじめに

経済成長期に入ってしばらく続いた我が国の住宅産業時代は、かげりを見せながらも、住宅着工数は当分 150万戸代を維持するかと思われたが減少の一途をたどり昭和55年は127万戸に減少し、さらに昭和56年は110万戸台にとどまると予測されている。この減少の原因は地価の急騰、建築費の値上がり、実質所得の目減りのみならず、住宅着工数に密接に関連する新世帯数増加率の低下、大都市圏への人口移動数の伸び率低下等にもあるため、着工数の増加は当分の間見込めないと思われる。また、一戸当たりの建築面積はわずかながら増加の傾向にあるとはいえ、嗜好の多様化の影響もあって、木造住宅の中に占める木材の使用量もここ数年減少の傾向を見せている。

このような社会情勢を考えると、内装材料は薄物合板で良しとした安物の大量消費の時代は過ぎ去り、居住性の向上、デザインの高級化等製品性能の向上、製品種類の多様化に対応する時代に入ったと言える。

一方、資源の乏しい我が国にあっては、省資源、省エネルギーの重要性が叫ばれ、産業廃棄物、生活廃棄物の有効利用法の開発が急務とされている。北海道においては、パルプ工場、製紙工場の廃棄物であるヘドロすなわちパルプかすは、固形分で年間 4万トンに達しているにもかかわらず、そのほとんどが廃棄、焼却されているに過ぎない。また、生活廃棄物の一つである新聞、ダンボール、雑誌等の故紙類も、道内の回収率は30%を下回り、特に雑誌故紙については潜在供給量は年間60万トンと言われているにもかかわらず、その回収量は 3万トンに過ぎない。

このため林産試験場では、廃棄物の有効利用、時代に適応した新製品の開発研究の一環として、パルプかすあるいは故紙パルプの建材原料として

の利用法について研究を重ねて来た。その結果、パルプにパーライト、防災剤、補強剤等を加えることによって、軽量かつ断熱性、防火性に富む新しい建材の開発に成功した。この建材すなわちパルプ・パーライト軽量防火板は天井を主用途とした内装材料であるが、パルプとパーライトの混合比率、防災剤の種類と添加量、補強剤の使用等によって、幅広いボード性能を付与することが可能である。ここでは内装ボードとして具備すべきいくつかの性能、すなわち防火性能、断熱性能、吸音性能、強度性能について、この軽量防火板の持つ特徴を紹介する。

## 2. 防火性能

まず内装材料として具備すべき性能として、火災に対する安全性すなわち防火性能が上げられる。現在の国の基準では、防火性能はその最もすぐれたものから順に不燃材料、準不燃材料、難燃材料の3等級に区分され、劇場、公会堂、病院、デパート等の特殊建築物の内装は難燃材料又は準不燃材料以上の防火材料を使うように定められている。また一般の木造住宅においても、台所、風呂場等の火気使用室の壁・天井は準不燃材料以上、とくに北海道においては、居間の天井も準不燃材料以上の防火材料を使うよう規制されている。この規制を満たさない場合は金融公庫の融資を受けられないようになっているが、子供部屋、寝室、和室等、あるいは平屋住宅の場合はこの規制の対象外で、どのような可燃材料の使用も認められている。

しかし、最近の火災事故の分析によると、火災による死亡事故の61%が一般住宅の火災により生じている。これにアパート等の共同住宅、併用住宅の死亡事故も含めると、実に88%がいわゆる住宅火災による死亡事故によるものである。これは

デパート，ホテル等の大規模建築物の火災による死亡事故よりもはるかに多く，一般住宅の内装材料こそ強い防火規制の対象とされるべきことを示すものである。また，天井を準不燃材料以上の材料とすることにより，屋根裏への延焼が防止されるため他室への火災の拡大が大幅に抑制されると言われている。したがって，一般住宅の内装材料を準不燃材料以上とすることによって，死亡事故を大幅に防ぐことが可能になるとされる。

さて，防火性能の判定は国で定められた試験法により行われるが，その主な判定項目は発熱量，発煙量，有害ガスの発生量である。しかし本軽量防火板の発煙量，有害ガスの発生量は極めて少なく，その防火性能は発熱量のみで判断することができる。したがって，ここではパルプの混合比率，ボード比重，補強剤，防災剤等の発熱量に及ぼす影響について紹介する。

### 1) パルプ含量の影響

パルプ・パーライト軽量防火板の発熱量は，ボード中に含まれる可燃物の量すなわちパルプの量に支配される。1枚のボード中に含まれるパルプの量はパルプの混合比率が大きいものほど，ボード比重の大きいものほど，またボード厚みの大きいものほど大きく，したがって発熱量も大きくなる。一例として，ボード比重0.25，厚み12mmボードのパルプの混合比率と発熱量の関係を図-1に示す。図から明らかなどおり，発熱量はパルプ含量の増加と共にほぼ直線的に増大することがわか

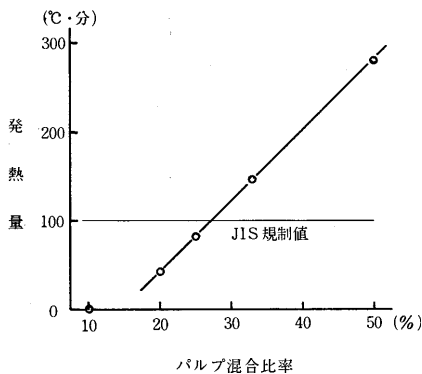


図-1 パルプの混合比率と発熱量

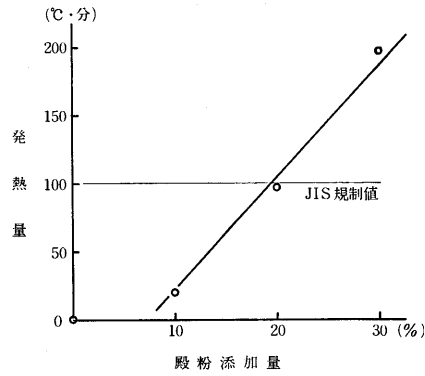


図-2 殿粉添加量と発熱量

る。準不燃材料に合格するためには，発熱量は100(°C·分)以下でなければならないが，この規制値を満足するためには，パルプ分を少なくとも30%以下に抑えなければならない。しかし，防火性能を上げるためパルプの使用量を少なくすることにより，強度が低下し，極端な場合はボードの取り扱いに支障を来すこともある。このため補強剤が必要となるが，補強剤もまた発熱量に影響を及ぼす。

### 2) 補強剤の影響

補強剤にはフェノール樹脂，尿素樹脂等種々あるが，安価で最も補強効果の大きいものは殿粉である。殿粉の発熱量に及ぼす影響は図-2に示すとおりである。これはパルプとパーライトの混合比率が10:90・ボード比重が0.25，厚みが12mmのボードに殿粉を10，20，30%加えた時のものであるが，図から明らかなどおり，殿粉の添加量の増大と共に発熱量はほぼ直線的に増大し，もともと0であった発熱量は，殿粉20部の添加で準不燃材料の規制値100(°C·分)をやや上回るようになる。このようにパルプ含量が10%と極めて少ないこのボードにおいてすら，殿粉の添加により燃焼性が増大することから，発熱量を抑制し，防火性能を向上にするためには防災剤の添加が必要になる。

### 3) 防災剤の影響

防災剤の種類は，例えば磷酸，燐安等の燐系防

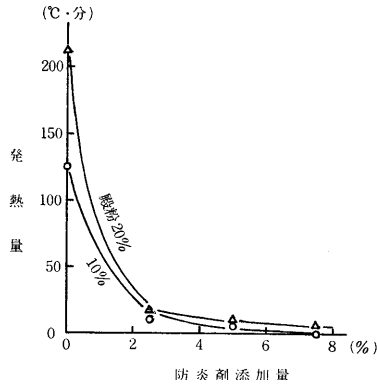


図-3 防火剤の添加量と発熱量

炎剤、塩安、臭安等のハロゲン系防火剤、硼酸、硼砂等の硼素系防火剤等非常に多数の種類が知られている。これらの防火剤は通常単独で使われることはほとんどなく、それぞれの特徴を生かすよう組み合わせて使用される。しかし、燐系、ハロゲン系防火剤は防火性能は極めて高いが、マットの乾燥過程で材料の強度を低化させる場合が非常に多く、特に補強剤として殿粉を用いる場合、その影響が著しい。したがって、ここでは防火性能はやや劣るが、ボードの劣化を生じない硼素系防火剤の効果について述べる。

図-3は発熱量と防火剤添加量の関係を示したものである。これは一例として、バルブとパーライトの混合比30：70、ボード比重0.25、厚さ12mmで、殿粉の添加量10、20%の場合について示したものである。図から明らかなように、殿粉の添加量のいかんにかかわらず、防火剤の添加により発熱量は急激に低下し、わずか3%の添加でほとんど0になる。準不燃材料を目的とする場合、その規制値は100 (°C・分)なので、防火性能は過剰とも考えられるが、実際の商品化の際にはこの軽量防火板を基材として表面に塗装したり、ビニルシート、ツキ板等を化粧張りするため、基材の発熱量はできるだけ小さいものにしておくことが望ましい。

市販の準不燃材料には石こうボード、スレート板、ロックウール板等種々あるが、本軽量防火板はその防火性能において、それら無機系製品に何

らのそん色がない。

### 3. 断熱性能

快適な生活を送ることのできる住宅の条件の一つとして、断熱性能が上げられる。断熱材は、夏は屋外の熱気が室内に入ることを防ぎ、冬は室内の暖房による熱が屋外へ逃げるのを防ぐため、夏は涼しく、冬は暖かく、しかも冷暖房費の節約にもつながるものである。断熱材としては現在グラスウールが主流を占め、北国の寒冷地では天井200mm、壁100mm、床下150mm以上使うように指導されている。しかし、グラスウールを用いても完全に熱の流出を防ぐことができるわけではない。内装の天井、壁にも断熱性に富む材料を用いて、さらに断熱性能を補強するのが望ましい。このため再販の内装天井材、壁材として、ロックウール板、インシュレーションボード等を用いてこのプラス面を生かす場合も多い。断熱性能の尺度は熱伝導率によって表され、この数値の小さいものは断熱性能が高く、すぐれた断熱材と言える。

図-4はバルブ、パーライトの混合比率及びボード比重と熱伝導率の関係を示したものである。図から明らかなように、バルブの混合比率の大きい

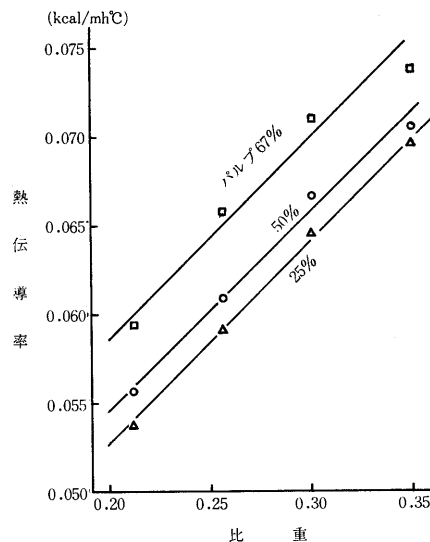


図-4 バルブの混合比率、ボード比重と熱伝導率

ものほど熱伝導率が大きくなる傾向がうかがわれるが、その差は小さく、ボードの熱伝導率に対しては比重の影響の方がはるかに大きく、混合比率のいかに問わず、熱伝導率は比重と共にほぼ直線的に増大する。これはパルプとパーライトのみで作られたボードについての測定結果であるが、これに殿粉や防災剤を加えてもほとんど影響を受けず、やはりボード全体の比重のみによって決まる。

本軽量防火板の熱伝導率は、例えばパルプとパーライトの混合比率が50：50の場合、比重0.25で0.055Kcal/mh、比重0.30で0.065Kcal/mh

である。これは市販材料の熱伝導率、すなわちスタイロフォームの0.03、グラスウールの0.04、A級インシュレーションボードの0.045Kcal/mh

に比べやや劣るが、合板の0.14、石こうボードの0.17Kcal/mh よりもはるかにすぐれており、市販のロックウール板の0.056及びB級インシュレーションボードの0.075Kcal/mh に相当する断熱材と言える。

#### 4. 吸音性

音に対する性質として重要なものに遮音性と吸音性がある。遮音性とは音をささぎる性能で、自動車の騒音、隣りの部屋の物音等の侵入を防ぐ効果を持つ。遮音性は一般に金属、石、コンクリート等のような重い材料の方がすぐれている。

一方、吸音性とは材料の表面で音を吸い取ってしまう性質で、一般に軽い材料あるいは表面に孔のあいたボードの方がすぐれている。ここでは軽量防火板の吸音性について紹介する。

いま、仮りに室内全体を音を吸収しない反射材料で仕上げたとすると、話し声やテレビ、ラジオの音声ががんと響き、非常にやかましく感ずる。この部屋の天井だけでも吸音材料に張り替えると、話し声が極めて聞きやすくなると言われている。このように天井材の性質は室内音響に対しては非常に重要なかわりを持ち、音に関しての生活の快適さに強い影響を及ぼす。

一般に吸音材料は音の周波数によって吸音率、

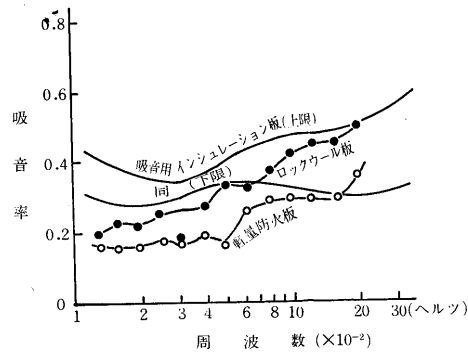


図-5 軽量防火板の吸音特性

すなわち音を吸収する程度が異なると言われている。このため軽量防火板の吸音率も周波数を変えて測定したが、結果は図-5に示すとおりである。測定に用いたボードはパルプとパーライトの混合比率50：50、ボード比重0.28のものであるが、参考のために市販のロックウール板の測定結果も記した。また図の2本の曲線は吸音用インシュレーションボードの上限及び下限の吸音率を示したものである。

図には示さなかったが、パルプとパーライトの混合比を変えても、また防災剤を用いても吸音率の大きな差はなく、したがって本軽量防火板においては原料構成の吸音性に及ぼす影響は少ないと言える。

さて、図から明らかとなっており、本軽量防火板は低周波域の吸音性は低いですが、1,000ヘルツ程度の高周波域になると、ほぼ吸音用インシュレーションボードと同程度になる。また、ロックウール板に比べると全体的に吸音性は劣るが、合板、パーティクルボード等の吸音率が0.1前後であることを考慮に入れると、本ボードは十分吸音板としての性能を合わせ持つと言える。

#### 5. 施工性

建材の備えるべき性能として、安全性すなわち防火性能、居住性すなわち断熱・吸音性能等の外にその材料の取り扱いやすさ、施工時の使いやすさの尺度である施工性も重要である。施工性とは具体的には鋸断や釘打ちが可能か否か、軽量で作

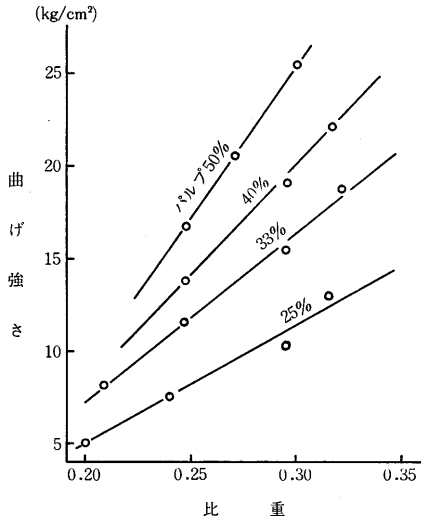


図-6 パルプの混合比率，ボード比重と曲げ強さ

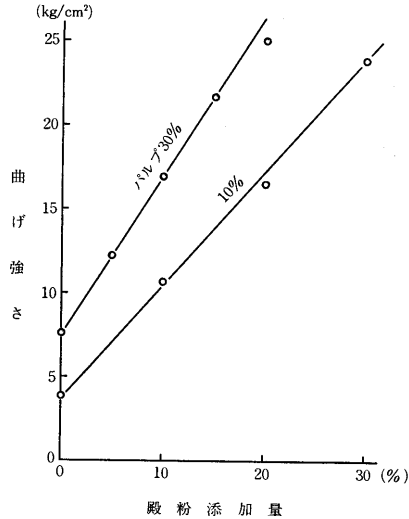


図-7 澱粉の添加量と曲げ強さ

業労力の低減につながるか否かが判断の基準になるが，本防火板は十分それらの性能を保持している。さらに取り扱い中に簡単に折損しない強さがあるか否かも施工性の中に加えられる。

図-6はパルプ，パーライトの混合比率及びボード比重と曲げ強度の関係を示したものである。図から明らかなように，パルプ比率の大きいものほど，またボード比重の大きいものほど曲げ強さは強くなる。これはボードの強度はパルプ繊維のからみ合い等により生じていることを示すものである。しかし，高度の防火性能を付与する場合，パルプの比率を極力抑える必要があるが，それと共に曲げ強さも低下し，したがって補強剤の添加が必要になる。

図-7は補強剤として澱粉を用いた時の澱粉添加量と曲げ強さの関係を示したものである。図から明らかなとおり，パルプの混合比率のいかんを問わず曲げ強さは澱粉の添加量と共にほぼ直線的に増大する。パルプ混合比率10%の場合でも，澱粉10%の添加で曲げ強さは10 k g / c m<sup>2</sup>，パルプ混合比率30%の場合は澱粉20%の添加で25 k g / c m<sup>2</sup>となり，それぞれB級，A級インシュレーションボード相当の強度を持つようになる。このように澱粉はパルプと無機物であるパーライトの混合ボー

ドに対しても，すぐれた補強剤となることがわかった。しかし，澱粉の添加により防火性能は低下するので，防火剤の添加が必要になる。

図-8は硼素系防火剤の曲げ強さに及ぼす影響を示したものである。これは一例としてパルプとパーライトの混合比率10：90，ボード比重0.25の場合について記したものである。図から明らかなように，データにばらつきはあるが，防火剤の添加により曲げ強さは増大することがわかる。通常燃

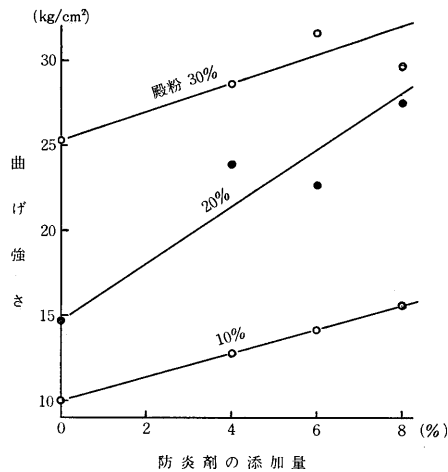


図-8 防火剤の添加量と曲げ強さ

系，ハロゲン系の防災剤は曲げ強さを低下させるが，これはボードの製造工程の一つである加熱乾燥の過程で，パルプ及び澱粉が加水分解を受けたり，熱劣化を受けるためである。これに対し硼素系防災剤は150 程度の乾燥温度でもパルプや澱粉に対してはほとんど影響を及ぼさず，特に澱粉を補強剤とする場合は極めて適切な防災剤と言える。

## 6. まとめ

以上，新たに開発されたパルプ，パーライト軽量防火板について総括的に述べてきたが，その内容をまとめると，次のことが言えよう。

1) パルプかす，故紙などの未利用資源を活用

し軽量で防火性に富む新建材をつくり得る。

2) このボードは防火性にすぐれ，表面化粧等の2次加工が容易である。

3) また断熱性，吸音性等をもち建材として居住性向上につながる性能が高い。

4) 軽量で強度が大きく，釘打ち，鋸断，さね加工等，施工性にもすぐれている。

しかしながら，これらの特徴がさらに生かされるためには，防水剤による耐水性の付与など，残された技術的課題の解決と現行商品に対する競争力を得るよう経済性を高めるための大量生産方式の取込みを如何になすかが問題となろう。

(林産試験場 繊維板試験科長)