

パルプ，無機物混合軽量防火板の製造

- 数種のパルプ，無機物の配合組成と物性 -

葛西 章 山岸 宏一 駒沢 克巳
伊東 英武 布村 昭夫*

1. 緒言

最近，省資源，省エネルギーが強く叫ばれ，省資源の立場から廃資源の有効利用に対し，また，省エネルギーの立場から断熱性建材に対して，多大の関心が寄せられるようになった。また，昭和51年版の消防白書の分析による¹⁾と，天井，壁を準不燃材料以上の防火建材とすることにより，火災の拡大が大幅に抑制されることが明らかになり，高性能の防火建材に対する要求が高まっている。

以上のような情勢から，我々はパルプ，製紙工場の産業廃棄物であるパルプ滓を用い，これにパーライト及び防災剤を併用することにより，断熱性に富む軽量な準不燃材料の製造について検討してきた²⁻⁷⁾が，近く中小企業振興事業団の助成を得て，企業化の可否が検討されようとしている。

しかし企業化を考える場合，原料を特定のものに限定すると，社会情勢の変化等により，品不足あるいは価格の高騰を来し，原料の安定供給が困難となる事態も予測される。また，企業化に際しては高い生産性が要求されるが，このためにはフォードリニアタイプのような連続生産方式をとらざるを得なくなるものと思われる。したがって繊維質としてパルプ滓のみを用いることは瀧水性の点から困難となり，廃棄物の一つである新聞，雑誌等の利用も考慮の中に入れねばならぬものと考えられる。更に工場の道内立地を考える場合，パーライトの輸送コストをできる限り抑えるため，道内で自給できる火山灰パーライトの使用も検討課題の中に組み入れられねばならぬものと思われる。

以上のような背景から，パルプの種類，パーライトの種類によっては，ボード原料として不適なものがあるのか否かを明らかにする必要に迫られた。このた

め，今回は基礎データとして，防災剤を用いないボードにより，パルプ，パーライトの種類とボード物性の関係を測定し，原料としての適否を検討したので結果を報告する。

なお，本報告は第29回日本木材学会大会（昭和54年7月，札幌市）において発表したものである。

2. 実験

2.1 試料

実験に用いた試料は，従来から用いていたパルプ経と真珠岩パーライトの外に，繊維質分として，新聞，ダンボール，雑誌の故紙パルプを，軽量無機骨材としては道内で自給できる火山灰パーライトを加えた。

パルプ滓は，新聞用パルプ製造の際に廃出される沈殿池滓を回収したもので，組成は木材の組成にほぼ等しいものである。

故紙パルプは，古新聞，廃ダンボール箱，古雑誌をそれぞれ脱墨することなくそのまま細かくさき，約300gを約8 lの水に浸し，往復回転式アジターにて約5分間予備解繊し，これを更に10分間，2,800rpmのヘンシェルミキサーにて解繊したものである。

真珠岩パーライトは，真珠岩を粉碎後1,100~1,200で加熱発泡させた白色の粒子で，粒径0.15~1.2mm，かさ比重0.055のきわめて軽量なものである。

火山灰パーライトは道内の火山灰を予備乾燥後，1,100~1,200で加熱発泡させたもので，真珠岩パーライトに比しやわらかく，やや黄色味を帯び，かつ粒径がやや小さい。かさ比重は約0.05である。これらのパーライトはともに熱的にきわめて安定で，通常の木材の燃焼最高温度である1,100前後でも，何らの変化を示さない。

これらの試料の基本的配合比は第1表に示すとおりである。

第1表 基本配合比 (部)

| パルプ | パーライト | 水 |
|-----|-------|------|
| 10 | 90 | 800 |
| 30 | 70 | 1000 |
| 50 | 50 | 1200 |

2.2 ボードの製造

第1表に示す配合のものを，攪拌翼を2枚直角方向に取り付けた往復回軽式アジターで，500rpmの回転数で十分混合して均質なスラリーとし，これを24cm角の組立式成型用ボックスにあげ，下からポンプで吸引しながらハンドプレスで圧縮してマットとし，このマットを120～130の熱風乾燥器で1昼夜乾燥して，ボードを得た。

2.3 パルプの粒度分布測定

試験に用いたパルプの粒度分布はJIS P 8207 (1961)「製紙用パルプのふるい分け試験法」に準じて行った。すなわち，あらかじめ含水率を測定したパルプ滓の固形分10g相当量を，3lの水で十分離解分散後ふるい分け槽に入れ，毎分8.3lの水を約20分間流しながらふるい分けた。なお，使用したメッシュは25，45，80，110，150の5種である。

2.4 加熱収縮率の測定

加熱収縮率は未乾燥マットの長さ，乾燥後のボードの長さとの差を，もとの未乾燥マット長で除した値で表示した。

2.5 吸水試験

吸水量は厚さ12mm，5×8cm角の全乾試料を25の恒温水槽中に2時間浸漬し，その重量増加から求め，吸水膨潤は吸水試料と全乾試料の長さとの差を，全乾試料の長さで除した値で表示した。

2.6 曲げ強度

曲げ強度は島津製作所製のオートグラフを用い，荷重速度1cm/min.，ヘッド径1cm，スパン長18cmの条件で測定した。

2.7 燃焼試験

燃焼試験はJIS A 1321に定められる試験のうち，10分加熱の表面試験のみを行った。

3. 実験結果と考察

3.1 パルプの粒度分布

第2表は各種パルプの粒度分布の測定結果である。表から明らかのように，故紙パルプについてはダン

第2表 パルプの粒度分布 (%)

| 種類 | メッシュ | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|
| | >25 | 25-45 | 45-80 | 80-115 | 115-150 | <150 |
| パルプ滓 | 5.36 | 7.14 | 7.60 | 5.91 | 1.69 | 72.31 |
| 新聞故紙 | 19.81 | 17.71 | 23.27 | 7.96 | 2.61 | 28.66 |
| ダンボール故紙 | 36.59 | 15.22 | 21.62 | 3.91 | 2.15 | 20.52 |
| 雑誌故紙 | 19.65 | 13.40 | 23.95 | 8.90 | 2.90 | 31.20 |

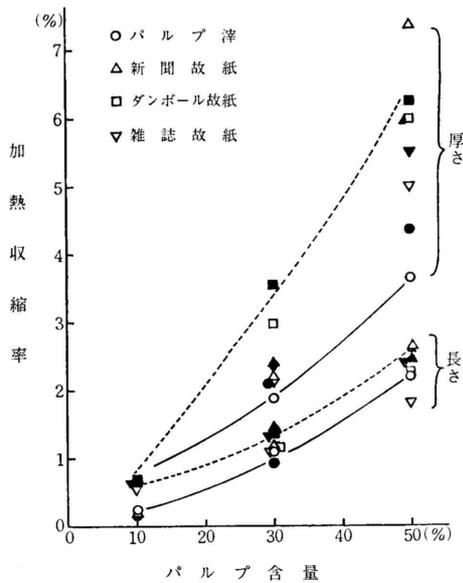
ボールの25メッシュを通過しない割合が比較的多い点を除けば，ほとんど似通った分布を持っている。これに対しパルプ滓は，粒度の大きな部分がすべて10%以下の少量にとどまっているのに対し，150メッシュを通過する割合が70数%にも達している。すなわち，パルプ滓は故紙パルプに比し，繊維が非常に細かい特徴を持つ。したがってフォードリニアタイプの装置によるボード製造を考える場合，パルプ滓のみの使用では瀘水性の点で無理が予測され，故紙パルプの利用を考えざるを得ないものと思われる。

3.2 パルプ，パーライトの混合比率と加熱収縮率

第1図はマットを加熱乾燥した際に生ずる収縮率をパルプ，パーライトの混合比率すなわち，パルプ含量に対してプロットしたものである。図から明らかのように，長さ方向，厚方向の収縮率は，パルプ含有量の増加とともに増大し，かつ厚さ方向の収縮率の方が長さ方向のそれより大きい傾向が得られた。

また，データにばらつきはあるが，おおむね真珠岩パーライトの方が火山灰パーライトを用いた場合より，収縮は大きくなる傾向が得られた。

パルプの種類による差は，長さ方向にはほとんどないと言えるが，厚さ方向ではかなり大きくなる。差の最も大きなパルプ50%と比較すると，パルプ滓が最も収縮が小さく，新聞故紙が最も大きいと言える。



図中の白抜き記号は火山灰パーライト，黒記号は真珠岩パーライトを示す。(以下各図同じ)

第1図 パルプ・パーライトの混合比率と加熱収縮率

3.3 パルプ，パーライトの混合比率と吸水性

第2図は吸水量をパルプ含有量に対してプロットしたものである。

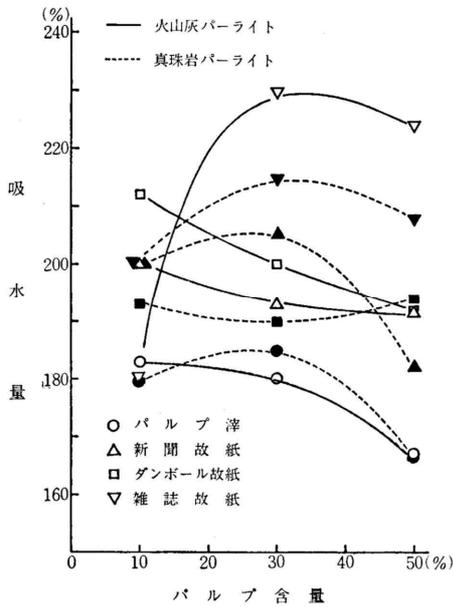
図から明らかなように，各点をなめらかに結んだ曲線は複雑に入り組んでいるため，全体的な傾向は必ずしも

しも一様ではない。しかし，パルプ含量30，50%と比較すると，ダンボール故紙，真珠岩パーライト系ボードを除いて，すべて吸水量はパルプ含量の増大により減少している。パルプの種類としては，パルプ滓の吸水量が最も小さく，雑誌故紙の吸水量が最も大きい。また，パーライトの種類については傾向が明瞭に表れなかった。

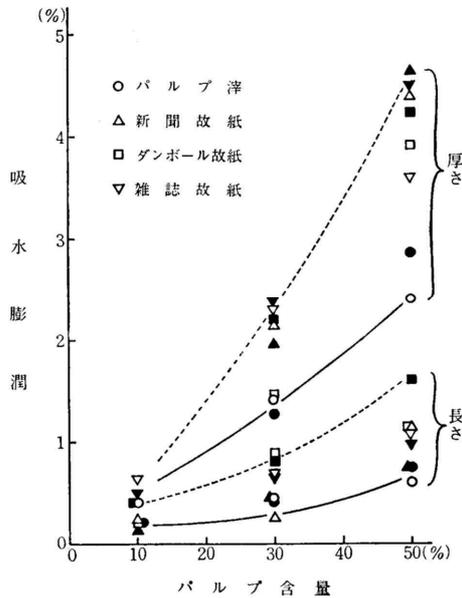
それでは，ボードは吸水することによってどのような膨潤状態を示すのだろうか。この点を明らかにするために，吸水膨潤量をパルプ含量に対してプロットしたものが第3図である。

図から明らかなように，パルプ含量と共に吸水膨潤量は長さ，厚さ方向共に増大する傾向が得られた。また，長さ方向の伸びの割合が大きい傾向も得られた。

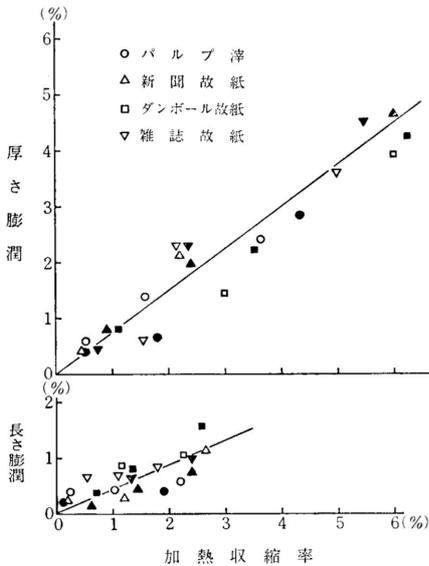
パルプの種類，パーライトの種類による差は必ずしも明瞭ではないが，差の最も大きなパルプ50%の厚さ方向の伸び率で比較すると，真珠岩パーライトを用いた方が火山灰を用いるより伸びの割合は大きくなり，かつパルプの種類としては，パルプ滓が最も伸び率が小さく，新聞故紙が最も伸び率が大きいと言える。しかし，伸び率は最大でも4.6%程度で，インシュレーションボードの9%前後に比し，約半分程度に収まっ



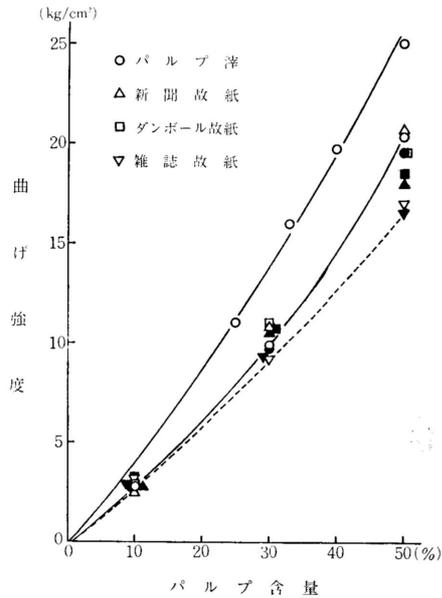
第2図 パルプ・パーライトの混合比率と吸水量



第3図 パルプ・パーライトの混合比率と吸水膨潤



第4図 加熱収縮率と吸水膨潤



第5図 パルプ・パーライトの混合比率と曲げ強度

ていることが分かる。したがって吸水膨潤から見たボード原料としてはパルプ滓が最も良いが、故紙パルプを用いても特に問題になることはないと考えられ、結局、ボード原料として種類を限定する必要はないものと思われる。

第3図の吸水膨潤の傾向は、第2図の加熱収縮率の傾向に類似している。このため吸水膨潤を加熱収縮率に対してプロットすることにした。その結果は第4図に示すとおりである。

図から明らかなように、データにばらつきがあるとはいえ、厚さ膨潤、長さ膨潤共に、加熱収縮に対し直線的に増大する傾向が得られた。これは加熱によって収縮した部分が、吸水によりまた元に戻ることを示すものと思われるが、もし完全に元のマットの状態に戻るとすれば、直線の傾きは45°になるはずである。しかし、実際の傾きは45°より小さく、この差が加熱によって生じた、水の膨潤に対し永久的に抵抗性を持つ繊維どうしのからみ合い、あるいは水の侵入を防ぐ強固な水素結合、すなわち角質化の形成に相当するものと思われる。

3.4 パルプ、パーライトの混合比率と曲げ強度

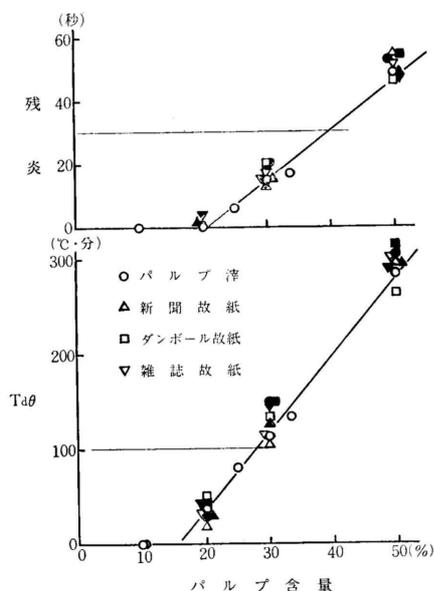
第5図は比重0.30のボードの曲げ強度を、パルプの

含有量に対してプロットしたものである。

図から明らかなように、曲げ強度はパルプの混合比と共に上昇するが、各点を滑らかな曲線で結ぶと0を基点とした曲線となる。これはボードの曲げ強度はパルプ繊維のみのからみ合い、接触抵抗等によって生じていることを示すものと思われる。

また、曲げ強度はパルプとパーライトのせまい範囲では、パルプ含量に対しほぼ直線的に上昇すると言い得るが、パルプの混合範囲を広くとると、曲線は第5図のようにわん曲し、図には示さなかったが、log-logプロットによりよい直線関係の得られることが分かった。

また、曲げ強度のパルプによる差は、差の最も大きく表れるパルプ50%と比較すると、パルプ滓が最も強く、雑誌故紙が最も弱いと言える。しかし、B級インシュレーションの10kg/cm²を強度の目安とすれば、ボード比重0.3ではパルプの混合比率を30%以上にするれば、パルプの種類に関係なく10kg/cm²以上の強度の得られることが分かる。これはどのような種類のパルプをも用い得ることを意味し、原料選択の幅を広げる上からきわめて重要な結果であると思われる。



第6図 パルプ・パーライトの混合比率と燃焼性

また，パーライトの種類で比較すれば，火山灰パーライトの方がやや強くなる結果が得られた。しかし，その差は小さく，ボードの曲げ強度を考慮する上で，パーライトの種類を選ぶ必要はないとも言い得るが，乾燥前のマットの強度は火山灰パーライトの方がはるかに強く，取り扱いやすさから見れば火山灰パーライトの方が真珠岩パーライトよりすぐれているものと考えられる。

3.5 パルプ，パーライトの混合比率と燃焼性

第6図は，比重0.25，厚み12mmボードのパルプ含量と発熱量Td，残炎の関係をプロットしたものである。図から明らかなように，パルプの種類，パーライトの種類による差はなく，Td，残炎ともにパルプの混合比率と共に直線的に上昇する結果が得られた。これはボードの燃焼性は，単位面積当たりに含まれる可燃物すなわちパルプの量のみによって支配され，パルプの種類にはよらないことを意味し，したがって燃焼性の上からもボード原料としてどの種のパルプを用いても差し支えないことがわかった。

図には示さなかったが，パルプ含量30%ボードの場合，貫通亀裂は火山灰パーライトには生じなかったが真珠岩パーライトの場合には生じた。したがって，燃

焼性の上からはパーライトの種類としては，火山灰パーライトの方がすぐれていると言い得よう。

また，図からTdの値を準不燃材料の規制値100以下に抑えるためには，パルプの種類に関係なく，パルプ含量を28%以下にすれば良いことが分かる。残炎の規制値30秒を下まわるためには，パルプの種類に関係なくパルプ含量を40%以下に抑えれば良いことが分かる。結局準不燃材料に合格するためには，比重0.25，厚さ12mmボードの場合，パルプ25%に対し火山灰パーライトを75%混合すれば良いものと思われる。

4. まとめ

以上，パルプ，パーライトの種類と吸水性，曲げ強度，燃焼性等について述べて来たが，結果をまとめると次のようになる。

- 1) 吸水膨潤量はパルプの種類により異なるが，厚さ方向の膨潤はすべて高々5%以下，長さ方向の膨潤は高々1.5%以下にとどまり，吸水膨潤の立場からはどのパルプもボード原料として使用し得る。
- 2) 曲げ強度もパルプの種類により異なるが，その差は比較的小さく，どのパルプを原料としても強度上問題になることはない。
- 3) パルプの種類による燃焼性の差はない。
- 4) パーライトの種類としては，マット強度，貫通亀裂に対する抵抗性から判断して，火山灰パーライトの方が良い。

結論として，ボード原料，特にパルプ原料については，その時々々の社会情勢，価格を考慮して，手に入れやすいものを使用して差し支えないと言い得る。

文献

- 1) 関沢愛；火災，27，6，24（1977）
- 2) 葛西 章ほか3名；林産試月報，241，5（1972）
- 3) 布村昭夫ほか3名；同上，257，9（1973）
- 4) 布村昭夫ほか2名；同上，301，12（1977）
- 5) 同上；同上，302，4（1977）
- 6) 葛西 章ほか4名；同上，330，7（1979）
- 7) 同上；同上，314，6（1978）

- 林産化学部 木材保存科 -
 - * 林産化学部長 -
 （原稿受理 昭和54年8月20日）