

乾式解繊ファイバーマットのかさ密度

高橋 裕 大沢 清志
遠藤 展

1. まえがき

乾式繊維板の製造にあたり、フェルターで抄造後のマットの厚さは原料ファイバーの特性に応じた値を示す。したがって、製品ボードの厚さをみて、これに適合するマットの厚さをきめるか、ファイバーの粒度形状、水分、ファイバーの供給速度などから、経験的にマットの厚さを規正しているのが現状であろう。

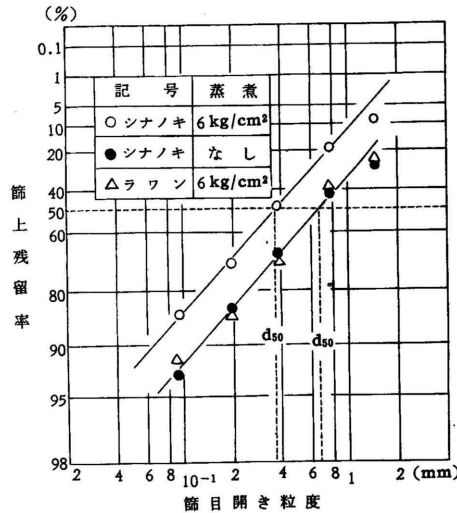
出来上りボードの比重、厚さに応じた坪量のマットが抄造されるならば、常に所定のボードが製造するので、ある長さのマットの坪量を計測し工程を管理する方法もとられてる¹⁾。

坪量が一定であっても、マットの厚さはファイバーの特性によって変動する。このように同一坪量で、厚さの大きいマットは、厚さの薄いマットより、かさ密度が小さく表示されるので、かさ密度はマットの厚さに及ぼすファイバー特性値の影響を示すことになる。したがって、ファイバーマットのかさ密度を測定すれば、抄造特性をある程度予測しうることになる。本報告では、マットのかさ密度に変動をもたらす因子のいくつかについて、実験的検討の結果をのべる。

2. ファイバー試料の調整

供試したファイバーはシナノキ、ラワンのファイバーで、乾式法の常法にしたがってチップの水蒸気蒸煮処理をおこない、ダブル・ディスク・リファイナーで解繊し、気流乾燥機で水分10%以下に乾燥した。

それぞれのファイバーのJIS標準篩による篩分け結果を、ロジン・ラムラー粒度線図上にプロットしたのが第1図である。この結果、同線図上で篩分けによる粒度分布はほぼ直線的に表示され、篩分け重量分布が50%に相当する篩の目開きを d_{50} とすると、それぞれのファイバーの d_{50} は、ほぼ0.35~0.65mmの範囲で



第1図 供試ファイバーの粒度分布と粒度

通常の乾式法ファイバーの粒度範囲にあり、しかも粒度分布のひろがりを表示する同図の直線の勾配はほぼ同等の値を示し、粒度分布の形も類似しているといえよう。このように、供試したそれぞれのファイバーは、篩分析でみ限りでは、非常に類似したファイバーといえよう。

3. かさ密度とその測定

通常の粉体のかさ密度は、粉体の充填状態における空隙率、安息角、付着力など粉体の物性値との間に相関関係が認められ、粉体群の流動性などに関係するので、重要な基礎特性の一つとなっている。したがって、貯蔵タンクなどの設計には重要な事項となっている。かさ密度は、またかさ比重、見かけ密度、見かけ比重などとも呼ばれている。

かさ密度は、一定容器中に静かに充填したときの密度をいい、充填状態としては極めて疎充填に相当する

ため、容器中にどのようにして詰めるかということによって、その値は変動する。したがって、通常の粉体についても、どの程度に詰めた状態、あるいはどのようにして充填したものをかさ密度として表示するかまた再現性の点など、問題が多いとされている²⁾。

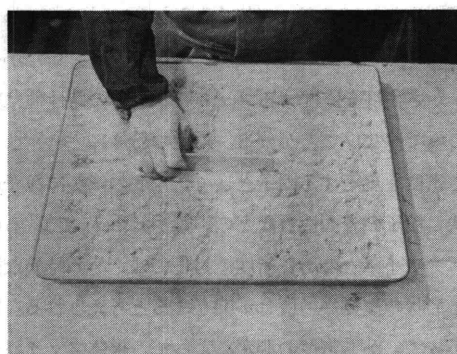
ファイバーは、元来包絡すなわち、からみ合いの性質が大きく単体に分離しがたい特徴をもっている。したがって、ファイバーを単体の状態で充填したときと、ある大きさに包絡した状態で充填したときではこれらのかさ密度に差異が生ずるばかりでなく、両者のかさ密度のもつ意義はそれぞれ異なったものとして考えねばならなくなる。

本実験で用いた容器は、内径105mm、高さ115mm 内容積 1,000cm³の塩ビ製円筒容器で、内壁をペーパーで平滑に仕上げ、壁効果を無視しうるようにした。よく混合されたファイバー群から、四分法によって縮分し、代表サンプルを採取した。採取した代表サンプルを標準篩（主として5または9メッシュ篩を用いている）にとり、この篩目を通してファイバーを静かに充填したときの値をもって見かけ容積とし、充填されたファイバーの質量を計測して、この両者から得られる値を、静かさ密度（以下、かさ密度と呼ぶ）とした。ファイバーを充填しているときに、円筒容器に振動を与えないために、標準篩と容器とは接触しないよう留意している。容器に充填されたファイバーと容器の上端とを、いわゆるすり切りの状態にするためにピンセットで余分のファイバーを除去している。これらの操作は第2図に示した。このようにして測定されたかさ密度は、極めて再現性も良好であり、また、個人差もほとんど無視しうる程度であった。

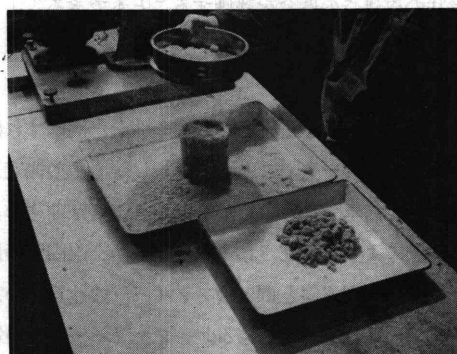
第1表にそれぞれのファイバーのかさ密度の測定結果を示した。この結果、前述のように篩分析結果から

第1表 供試ファイバーのかさ密度

樹種	蒸 煮 条 件	かさ密度(g/cm ³)
シナノキ	6kg/cm ² 5分間 スチーミング	0.0204
シナノキ	無 蒸 煮	0.0273
ラワン	6kg/cm ² 5分間 スチーミング	0.0492



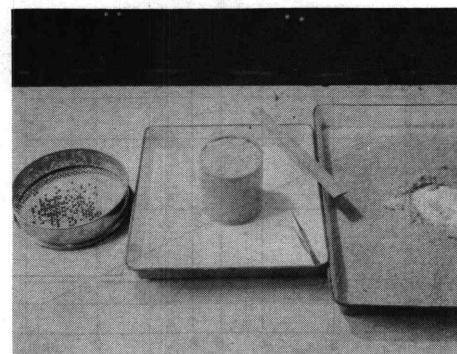
1) 四分法によって代表試料をうる。



2) 代表試料を鉛玉添加の篩に入れ、篩目を通して容器に充填する。



3) ピンセットで容器の高さとすり切りにする。



4) 充填完了。

第2図 かさ密度測定の手順

は類似したファイバーの如くみられたにもかかわらず、そのかさ密度は異った値を示している。したがって、かさ密度を支配するファイバー自身の特性値は粒度のみではないことが分る。通常の粉体についてもかさ密度を規定する因子として、粒度のほか粒子の形状、粒子の表面性質などの影響が知られているので、ファイバーのかさ密度に対しては、その特異な形状と形状の複雑さの度合が関与すると考えられる。したがって、かさ密度の測定によって、単体ファイバーの形状の複雑さの度合を評価することもできる³⁾。

4. 粒度の影響

ファイバーのかさ密度は、測定条件を一定にすれば再現性のある値をうることができ、しかもその測定方法は極めて簡単である。しかし、かさ密度は前述のような因子によって支配されるので、この支配因子の影響の度合い、測定値と個々のファイバーの性質との定量的関係の把握が必要であるが、ファイバー個々の物理的特性が明らかにされていない現状では、多くの困難が伴う。

ここでは、ファイバーの形状因子がほぼ同等と考えられるファイバーについて、粒度とかさ密度の関係を検討した。

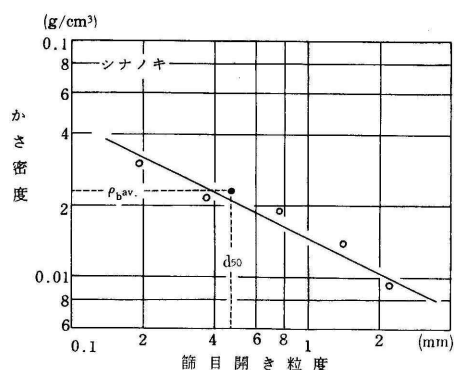
シナノキのファイバーを標準篩で各フラクションに分画し、前記の方法により各フラクションのかさ密度を測定した。かさ密度と篩目開き粒度との相関を第3図に示す。ここで用いた篩目開き粒度はフラクションに分画した篩の目開きの中央値を採用している。この

結果、かさ密度に及ぼす粒度の影響は顕著であり、粒度の減少とともにかさ密度は大きくなる。すなわち粒度が小さくなるにしたがって、ファイバーは詰りやすくなるということになる。このことは、一見、通常の粉体について粒度の減少とともに、空隙率が大きくなるという知見²⁾と逆の傾向を示すことになるが、単体ファイバーのみかけ密度は粒度の減少とともに大きくなるので³⁾、充填された粉体の占める容積に対する粉体層中の空隙の容積の割合を示す空隙率をもって充填されたファイバー層を見た場合には、必ずしも通常の粉体と逆の傾向にあるとはいいがたくなる。したがって、空隙率を直接表示していないかさ密度で、充填ファイバー層をみる場合、粒度の減少とともにみかけ上、詰りやすくなるように観察されていると解すべきであろう。

かさ密度は、粒度の大きさの影響をうけるので、かさ密度を評価する場合には粒度を知る必要がある。実操作でえられるファイバーは、粒度分布をもっているため、粒度分布をもったファイバーのかさ密度を評価するにあたり、そのかさ密度に適合する粒度の大きさを、いかに選定すべきかが問題となる。粒度分布をもったファイバーの平均粒度として、前述の d_{50} を選定し、また、かさ密度は系全体の平均のかさ密度を表示しているものとすれば、 d_{50} とかさ密度とは対応関係にあるとみることができる。第3図に黒丸印でこの関係を示した。この結果、粒度分布をもっている通常のファイバーについても、 d_{50} を代表粒度として選定するならば、フラクション別粒度とかさ密度との間に認められる相関とほぼ一致した結果がえられる。したがって、粒度分布をもった通常のファイバーについても、その平均粒度を d_{50} とすれば、そのファイバーのかさ密度は、粒度 d_{50} に相当するかさ密度を表示しているとみなしうることになり、ファイバーの品質、もしくは製造工程の管理などに、かさ密度の測定は意義をもつことになる。

5. レジンの影響

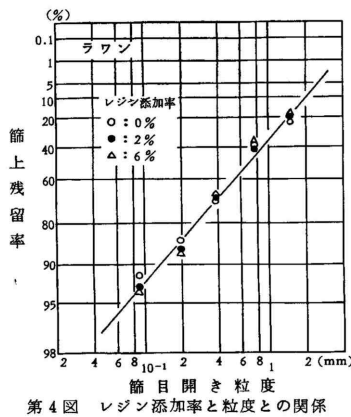
前述のように、かさ密度に対しては、粉体の表面性



第3図 粒度とかさ密度との関係

質、とくに粒子表面に吸着した物質の影響が大きいとされている。乾式繊維板のようにファイバーにフェノールレジンなどの添加剤を、比較的多量に添加する場合には、かさ密度に対してもこれら添加剤の影響は考えられる。

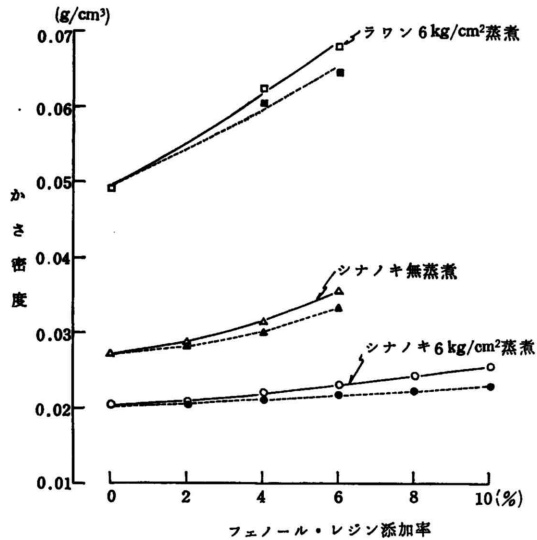
添加剤としてフェノールレジンを使用し、添加率は2~10%とした。添加方法は、横型のパドル・ミキサーを用いて、ファイバーを攪拌しながらエアスプレーで添加した。レジン添加したファイバーを所定の水分に規正するため、気流乾燥機で乾燥した。このように、このファイバーはレジン添加のための処理工程をへているので、粒度分布ならびに粒度に影響が与えられているかも知れず、かさ密度の評価にあやまりをおかしてはとの配慮から、レジンの各添加率ファイバーについて篩分析をおこなった。その結果を第4図に示



第4図 レジン添加率と粒度との関係

す。この結果、ファイバーの粒度分布および平均粒度などは、レジンの添加率などの影響を受けず無処理のファイバーとほとんど同じ傾向を示している。したがって、これら試料のかさ密度はレジンの添加の影響を示しているとみなすことができる。

第5図にレジンの添加率とかさ密度の関係を示した。第4図で検討したように、粒度特性に対してレジンには影響を与えないにもかかわらず、レジンの添加率の増大とともに、かさ密度が増大する傾向を示している。したがって、レジン添加することによって、かさ密度は増大し、詰りやすくなることが分る。これはファイバーの表面性質がレジン無添加の場合と異なる



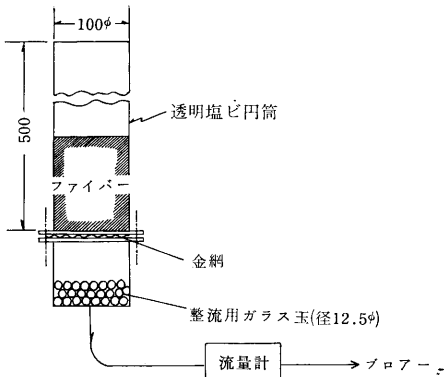
第5図 かさ密度とレジン添加率の関係
(点線はレジンの質量分を控除した値)

ことに基づいているといえよう。このように、レジンの添加によってもかさ密度は影響を受けるので、抄造特性すなわちフォーミングマットの厚さに対して、レジンの添加率は影響を与える。したがって、フォーミングマットの坪量(または面積重)の管理にあたりマットの厚さをかさ密度との関連で把握すれば、より適格で実用的な管理手段となりうるであろう。

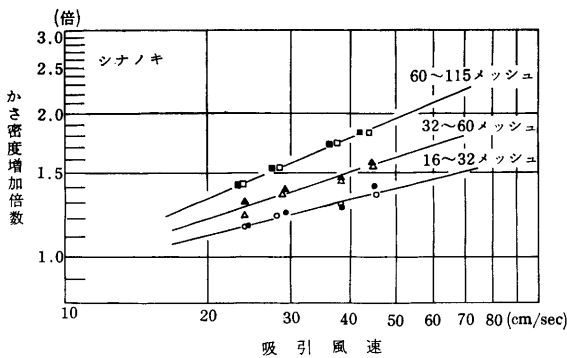
6. 吸引速度とかさ密度

乾式繊維板の製造では、通常ファイバーマットの抄造に吸引型フェルターを使用する。したがって、抄造時のマットのかさ密度は吸引空気速度の影響により、前述の方法で測定したかさ密度よりも大きくなる。すなわち、マットの厚さが薄くなるはずで、マットの厚さ規正装置の操作条件は抄造時のかさ密度を把握して決める必要がある。

吸引空気速度によって、かさ密度がどのように変動するかを検討するために、シナノキの各フラクション別ファイバーについて、第6図に示した吸引装置により吸引風速下におけるかさ高さを測定した。各フラクションとも、最初の充填高さを25cmと35cmとし、かさ密度測定時同様、篩目を通して静かに充填した。この時のかさ密度を静かさ密度とし、各吸引風速下にお



第6図 吸引装置



第7図 吸引風速とかさ密度増加倍数の関係

けるかさ密度は、ブローアで吸引しかさ高の変動がなくなつてから測定した。

静かさ密度と各吸引風速下のかさ密度との比を、かさ密度増加倍数で表わし、吸引風速との関係を第7図に示した。この結果、かさ密度の増加倍数はファイバーの粒度ならびに吸引風速の影響はうけるが、初期充填高さの影響(同図中白印は初期充填高さ25cm, 黒印は35cmを示す)は顕著ではない。実操業における吸引風速を、フェルター寸法1×2mとして全面から均一に吸引されるとすれば、吸引風量100m³/minではほぼ83cm/secとなる。実験条件は40cm/sec前後までであるが、この傾向がそのまま継続するとみなせば、ファイバーの粒度によっては、かさ密度の増加倍数は2倍以上、すなわち吸引下のマットの厚さは、初期かさ密度(前述の静かさ密度とほぼ同じとみなしてもよいと考えられるが、かさ密度は仕込高さ、すなわちファイバー自身の自重も関係するので厳密には一致しない)

時の厚さの1/2以下になる。

以上のように、かさ密度に対して関与する因子の数は非常に多い。したがって、工程の管理または操業条件の変動をかさ密度によってえようとすれば、目的に応じたかさ密度を把握しなければならないが、本実験の要因としてとりあげた粒度、レジン添加率、吸引風速などの影響は、いずれも静かさ密度に対してある相関性が認められようから、静かさ密度は粒度特性、レジン添加率などの管理、あるいは抄造特性など工程管理指標として意味をもちうる事が分る。

7. むすび

乾式繊維板の製造工程、とくに抄造特性を規定すると考えられるファイバーマットのかさ密度の測定法、およびかさ密度に影響を与える因子について実験的検討をおこなった。

シナノキ、ラワンのファイバーについて、再現性の良好なかさ密度の測定法(第2図)と、ファイバー粒度、レジン添加率、フォーミング時の吸引風速などとかさ密度との関係を検討し、つぎの知見をえた。

- 1) ファイバー粒度の減少とともに、かさ密度の増大傾向が認められ、実用的ファイバーに関しては、平均粒度 d_{50} とかさ密度とが対応関係にあることが分つた。
- 2) レジンの添加率の増大とともに、かさ密度の増大が認められ、ファイバーの表面性質にレジンが影響を与えるものと解される。
- 3) フォーミング時の吸引風速によって、かさ密度は静かさ密度の数倍に増加し、増加率はファイバーの粒度特性の影響をうける。

文 献

- 1) Anon: "Tomorrow's technology today produce medium density fiberboard", Wood and Wood Products, July, (1971)
- 2) 久保輝一郎ほか: 粉体一理論と応用一, 丸善(1962)
- 3) 高橋裕, 遠藤一夫, 鈴木弘: 木材学会誌, Vol. 18, No. 1, 9 (1972)

—試験部 繊維板試験科—
(原稿受理 47.2.16)