メカニカルパルプの特性評価 (第1報) 評価法の再検討

(株)日本紙パルプ研究所 大 沢 純 二, 小 松 幸 正, 米 田 豊

An Attempt to Characterize Mechanical Pulp. I. Reexamination of Several Characterization Methods

Junji Ohsawa, Yukimasa Komatsu and Yutaka Yoneda
Japan Pulp and Paper Research Institute, Inc.

Suitability of various properties to characterize mechanical pulp such as L and S factors, settling rate or wet web strength proposed so far was reexamined using pulps produced by a laboratory pressurized refiner of 12 inch diameter disc with a 30 kW motor.

It was found that properties depending on fiber shape, such as specific surface area, freeness or settling rate, of a given fraction of pulp could represent those of other fractions except for fines.

Wet web breaking length, burst factor, breaking length and tear factor of hand made sheet showed good correlation with long fiber content retained on 42 mesh (L_{42}), and with specific surface area and freeness of the fraction passed through 80 mesh but retained on 150 mesh ($S_{80/150}$ and $CSF_{80/150}$, respectively). They also showed good correlation with settling rate and terminal pulp consistency of whole pulp. Tear factor showed especially good correlation with L_{42} and the other 3 strength properties with $CSF_{80/150}$. It is confirmed that L and S factors, settling rate can reasonably predict mechanical pulp quality.

Wet web breaking length also showed good correlation with the other 3 dry sheet strength properties, so it is a suitable value for predicting pulp quality.

Though $CSF_{80/150}$ and $S_{80/150}$ showed good correlation, $CSF_{80/150}$ showed better correlation with strength properties than $S_{80/150}$. Freeness is mainly determined by specific surface area, but it also depends on specific volume and compressibility of pulp mat. This fact suggests that the significance of the latter 2 properties concerning pulp flexibility can not be ignored for characterization. But these properties did not show meaningful correlation with strength properties.

Though it is generally said that fiber length distribution is independent from fiber shape, an increase of L_{42} correlated to a certain degree with a decrease of $CSF_{80/150}$ in this experiment.

1. はじめに

メカニカルパルプの品質を適切に評価(特徴づけ)しようという試みは、古くからなされている。1963年に Forgacs¹⁾が、Length factor と Shape factor の2

つのパラメータを提案して以来、種々のパルプ特性の測定により、より正確に、あるいはプロセスコントロールを目的としてより迅速にメカニカルパルプを評価する方法が探索されている。

メカニカルパルプの品質を支配する基本的なパルプ

特性として,

(1) 繊維長分布 (繊維長パラメータ)

(2) 繊維の結合能力 (形態パラメータ)

の2つが重要であると考えられている。繊維長パラメータは、普通長繊維含有率¹⁾²⁾あるいは平均繊維長と繊維長分布の形³⁾⁴⁾で表示される。また形態パラメータは、種々のパルプ特性値、例えばフラクシオンパルプの比表面積¹⁾、フリーネス²⁾、沝水時間⁵⁾⁶⁾あるいはホールパルプの沈降速度⁷⁾などで表示される。これらのパルプ特性値のうち、繊維長に関するパラメータと形態に関するパラメータとは、測定法からみて互いに独立のパラメータとして扱えるが、ホールパルプあるいはフラクシオンパルプの繊維形態に依存する種々のパラメータは、それぞれ相互に何らかの形で依存するものと予想される。また、パルプ特性のみでは十分にシートの強度特性を予測できないとして、それらの中間的性格をもつ湿紙強度を一つのパラメータとして扱う場合もある⁸⁾⁹⁾。

しかし、TMP プロセスの発展に伴い、非常に幅広い特性をもったメカニカルパルプが生産されるようになったため、従来から良く知られている Length, Shape factor のみでは、もはや十分にメカニカルパルプを評価できないという問題提起がなされている⁹⁾¹⁰⁾。また、TMP におけるファインの形態が、GP に比べ非常に異なっていることが認められ¹¹⁾、その強度に及ぼす効果も強調されている¹²⁾。そこで、本報告では、Forgacs をはじめ多くの研究者により提案されてきた種々のメカニカルパルプ特性評価法のうち、いくつかを再検討した。

2. 実 験

2.1 実験用加圧リファイナー

1 次リファイナーとして、日本紙パルプ研究所と熊谷理機工業の両社で共同試作した、300 mm ϕ シングルディスク型加圧リファイナー、30 kW、を使用した。リファイニング濃度は、チップフィード量および希釈水量の調節によりコントロールされる。また、希釈水はスチーム熱交換器を通じて任意の温度に加温できる。ただし、プレスチーミングベッセルはバッチ式であり、約 1 kg A. D. のチップを充てんできる。また、2 次リファイナーとして、300 mm ϕ 大気開放型リファイナー、22.5 kW、を使用した。

2.2 チ ッ プ

Table 1 Refining Conditions

Condition		Range
1st stage refining		
Steaming pressure	kg/cm ²	0.4—7.0
(Temperature	°C	110—170)
Presteam time	min	2
Refining consistency	%	11—30
Canadian Standard Freeness	mℓ	536—755
2nd stage refining*		
Refining consistency	%	8.5—15.8
Screen reject (0.15 mm slit)	%	0.05—13.7
CSF after screening	mℓ	73—234

* Atmospheric refining, operated several times to obtain the desired CSF level

エゾマツ (*Picea jezoensis*) および トドマツ (*Abies sachalinensis*) の混合チップを使用した。

2.3 メカニカルパルプの調製

表 1 に示したように、広範囲のリファイニング条件により、24 種の特性の異なるメカニカルパルプを調製した。得られたパルプは、濃度 1% 以下で、85°C、15 分間の攪拌により、レイテンシーを除去したのち、フラットスクリーン (6 カットプレート) で、微細繊維の流出を防止するため白水を循環させながら精選し、実験に供した。得られた精選パルプ (以下、ホールパルプ: whole pulp とよぶ) は、JIS ふるい分け試験機により、24, 42, 80 および 150 メッシュでふるい分け、5 つのフラクシオンパルプを得た。以下、これらのフラクシオンを長繊維側から、R24, F24/42, F42/80, F80/150 および P150 とよぶ。ファインフラクシオン (P150) は、150 メッシュ通過白水を全量、連続遠心分離機にかけ、捕集した。

2.4 パルプおよびシート特性の測定

この報告では、パルプのふるい分け試験によって得られる繊維長分布に関する特性値を、繊維長パラメータとよぶ。また、繊維の結合能力を多かれ少なかれ表現できると考えられる、繊維形態に依存するすべての物理的特性値、たとえば比表面積、比容積あるいは柔軟性などを形態パラメータとよぶ。

メカニカルパルプ評価のために測定したパルプ特性を表 2 に示す。繊維長パラメータとしては、ふるい分け試験結果から長繊維含有率 (L_{42} ; R24 及び F24/42

の含有率の和) およびファイン含有率 (L_{-150} ; P150 含有率) を算出した。

また、形態パラメータとして、ホールパルプ及びフラクションパルプのフリーネス (CSF)、水力学的外部比表面積 (S)、水力学的比容積 (α)、圧縮性 (C)、沈降速度 (R)、最終沈降濃度 (T_c)、保水度 (WRV) およびホールパルプの汙水時間 (D) を測定した。フリーネス、保水度および汙水時間の測定は、TAPPI 試験法に準じて行った。比表面積および比容積は液体透過法により測定した。透過法による測定に際し、パルプ濃度を変えるため、約5分間隔で段階的にパルプマットに加える荷重を増していくが、新たな荷重を加えてから5分後のパルプ濃度と荷重の関係から圧縮性を算出した。圧縮性は、パルプマットを10%濃度に圧縮するのに要する荷重と定義した。沈降速度および最終沈降濃度は Marton の方法²⁾に準拠し、250 ml メスシリンダ (有効高さ 210 mm) を使用して、パルプ濃度 0.3%、温度 25°C で測定した。1 昼夜放置後の沈降パルプ濃度を最終沈降濃度とした。

手すきシートの調製は、白水を循環して行った。白水濃度は6枚目でほぼ平衡に達したが、11枚目以降のシートについて湿紙強度および一般紙質試験を行った。

ホールパルプについて測定された特性値の範囲を、表 3 に示す。

3. 結果および考察

3.1 形態パラメータの各フラクションにおける連続性

チップを機械的に解繊して得られるメカニカルパルプの繊維長分布は、化学パルプとは異なり、種々の要因で変化する。したがって、特性評価に用いられる形態パラメータは、繊維長あるいは繊維長分布の影響を排除するため、一般にふるい分けで分割された特定のフラクションの特性値、たとえば比表面積¹⁾、フリーネス²⁾ あるいは汙水時間³⁾⁴⁾ などで表現されることが多い。しかし、繊維長分布の影響を加味した総合的な特性評価手段として、ホールパルプの沈降速度で表現した例⁷⁾ もある。形態パラメータは、パルプの形態的特性を十分に反映し、かつ全体を代表できるものでなければならないと考えるが、特定のフラクションの特性値が、他の4つのフラクションを代表しうるのか否

Table 2 Notations for MP characterization

L_{42}	%	long fiber content retained on 42 mesh screen
L_{-150}	%	fine content passed through 150 mesh screen
CSF	ml	Canadian Standard Freeness
S	m ² /g	specific surface area ^{*1)}
α	cm ³ /g	specific volume ^{*1)}
C	g/cm ²	compressibility ^{*1)}
D	sec	drainage time
WRV	%	water retention value
R	ml/min	settling rate ^{*2)}
T_c	g/l	terminal pulp consistency ^{*2)}
WS	m	initial wet web breaking length at 20% solid
BF	—	burst factor (JIS)
BL	km	breaking length
TF	—	tear factor

Note; The values for fractionated pulp are denoted by the following numbers in such a way that none, 42, 80/150, -150 indicate whole pulp, and pulp fractions, R 42, F 80/150, P 150, respectively.

*1) Determined from permeability data.

Compressibility is defined as required force for compressing the pulp mat up to 10% solid.

*2) According to Marton's method. (pulp cons. 0.3%, 25°C)

か、あるいは、これらの特性とホールパルプの特性とはどのような関係にあるのかについては、いまだ十分討論された報告はみあたらない。

そこで、図 1～4 に例を示すように、種々のパルプ特性について、F 80/150 の特性値を基準として、ホールパルプ (図中、WP)、R 24、F 24/42、F 42/80 および P150 の特性値を比較したところ、それぞれ次のような特徴をもつことが明らかとなった。

比表面積; ホールパルプおよび P150 の比表面積はバラツキが大きい。F 42/80 以上の長繊維フラクションでは測定値の幅は小さいが、測定精度が高いため、各フラクション相互の相関は高い (図 1 及び 2)。

フリーネス; 比表面積と同様である。2つのフラクションを合わせた F 42/150 も良い相関を示す。ただし、P150 については精度上無意味なので測定してな

Table 3 Range of pulp and sheet properties of TMP prepared in laboratory pressurized refiner

Property		Range	Number of observations
CSF	ml	73—234	24
<i>S</i>	m ² /g	4.54—9.50	22
α	cm ³ /g	1.30—3.14	22
<i>C</i>	g/cm ²	33.1—90.6	22
<i>R</i>	ml/min	0.475—34.0	18
<i>T_c</i>	g/l	5.86—13.39	18
WRV	%	168—374	12
<i>D</i>	sec	11.1—42.4	18
CSF _{80/150}	ml	285—624	20
<i>L</i> ₄₂	%	20.2—51.5	24
<i>L</i> ₁₅₀	%	26.7—43.6	24
WS	m	4.1—20.3	18
BF	—	0.89—2.67	24
BL	km	1.70—4.83	24
TF	—	34—85	24
Density	g/cm ³	0.34—0.47	24
Specific light scattering coefficient	cm ² /g	515—817	24
Porosity	sec	16—420	24

い (図 3)。

沈降速度；P150 を除き、各フラクシオンおよびホールパルプ相互の相関は高い (図 4)。

保水度；図 1 に示した比表面積と同様のパターンをみせるが、各フラクシオン相互の相関はあまり高くない。

比容積、圧縮性および最終沈降濃度；測定値のパラツキが大きく、各フラクシオン相互の相関は低い。

以上の形態パラメータのうち、比表面積、フリーネスおよび沈降速度は、長繊維から短繊維までの 4 フラクシオン (R24~F80/150) で連続的に比例関係をもって変化する。したがって、一つのフラクシオンの特性を測定することにより、他のフラクシオンのそれをも知ることができる。また、短繊維側フラクシオンほど、それぞれの測定範囲が大きくなり、パルプ間の差

Fig. 1 Relation between specific surface area of F 80/150 and that of other fractions and whole pulp. **Fig. 2** Similar plot as in Fig. 1, but ordinate is enlarged to show clearly correlation for various fractions of pulp.

がより明りょうとなる。ただし、P150 の比表面積と沈降速度はバラツキが大きい。これは、P150 の捕集あるいは特性測定法にも問題があるかもしれないが、むしろふるい分けで分割された同じフラクシオンのパルプでも、実際にはパルプによって多少異なった繊維長分布をもち、それがファインでは特性値が拡大されてバラツキとなるものと考えられる。

したがって、P150 を除く、一つのフラクシオンの比表面積、フリーネス及び沈降速度は、他の 3 フラクシオンのそれを十分に代表することができる。また、パルプによる差の検出能力および測定精度からみて、

Fig. 3 Relation between freeness of F 80/150 and that of other fractions and whole pulp.

F 80/150 の特性値をパラメータとして用いることが望ましいといえる。

このうち、比表面積とフリーネスについては、フラクシオンパルプの特性値とホールパルプのそれとが無関係であるから、それぞれについてホールパルプおよび F 80/150 の特性値の 2 つのパラメータが得られる。沈降速度については、ホールパルプとフラクシオンパルプの特性値が高い相関をもつため、いずれか一方がパラメータとなりうる。

また、他の形態パラメータの測定値はバラツキが大きく、一つのフラクシオンで他のフラクシオンを代表させることはできない。これらはメカニカルパルプ特性の測定としては、精度が不十分であると考えられ、この報告では、ホールパルプの特性値のみがパラメータとして意味があると考えた。

したがって、パルプ特性評価のための形態パラメータとして十分意味をもつことが期待されるものは、F 80/150 およびホールパルプの比表面積およびフリーネス、あるいはホールパルプの沈降速度、最終沈降濃度、保水度、比容積および圧縮性である。また、沝水時間はホールパルプについてしか測定していないため、後者に含める。

3.2 形態パラメータ相互の関係

繊維形態に依存する物理的特性値として定義される、それぞれ測定法の異なる形態パラメータは、その性格上、何らかの形で他のパラメータと相関をもつ。図 5 ~ 7 に例を示すように、ホールパルプと P150 を除く他のフラクシオンパルプでは、比表面積とフリーネス、

Fig. 4 Relation between settling rate of F 80/150 and that of other fractions and whole pulp.

あるいは沈降速度との相関はきわめて高い。また、ホールパルプのフリーネスと沝水時間とは密接な関係にあり、フリーネスが 100 ml 前後のパルプでは、沝水時間の方が形態の差を良く表わすことができるということが明らかである。他のパラメータについても同様に、それぞれのパラメータの組合せにより、様々な相関関係をみせた。これらの相互関係を、寄与率あるいは決定係数と呼ばれる r^2 として相関表にまとめたものが表 4 である。

形態パラメータのうち、最も基本的なパラメータは、繊維長分布幅の狭い、すなわち繊維長の影響を消去したフラクシオンパルプの、繊維表面形態に関する比表面積と、繊維の内部形態に関する比容積であると考えられる。表 4 に示すように、その他のフラクシオンパルプの特性値は、大なり小なりそのフラクシオンの比表面積あるいは比容積に依存する。一方、ホールパルプについての特性値は、繊維長分布の影響を受けるため、長繊維含有率にも依存することが明らかである。また、図 5 および 6 に示したように、フラクシオンパルプのフリーネスあるいは沈降速度は、比表面積の測定とほぼ同じ意味をもっている。しかし、ホールパ

Fig. 5 Relation between freeness and specific surface area of whole and fractionated pulps.

Fig. 7 Relation between drainage time and freeness of whole pulp.

Fig. 6 Relation between settling rate and specific surface area of whole and fractionated pulps.

ルプのフリーネスと沈降速度を比較すると、前者はホールパルプの比表面積と、また後者は F 80/150 のそれとの相関が高い。したがって、これら 2 者はそれぞれ異なったパラメータとしての意味をもつことが明らかである。

3.3 繊維長および形態パラメータと紙質との関係

3.3.1 強度特性

手すきシートの代表的な強度特性である、比破裂強さ、裂断長および比引裂強さは、図 8 および 9 に示すように、相互に高い相関関係をもつ。これらの強度特性とパルプ特性とを対比する場合、常法のようにフリ

ーネスを用いると、図 10 および 11 に示すように、非常に相関が低いものとなる。しかしながら、Forgacs の提案¹⁾以来の手法である長繊維含有率 (L_{42}) およびフラクションパルプの形態パラメータ (ここでは F 80/150 のフリーネス; $CSF_{80/150}$)、あるいは Marton²⁾ による沈降速度などのパラメータで強度特性を表現すると、図 12~17 に示すように、いずれもフリーネスとの関係に比べ、相関が高くなる。これは、これらのパラメータの妥当性を示すものである。また、パルプ特性とシート特性との中間的性格をもつ湿紙裂断長も、これらのパラメータと図 18 および 19 に示すような相関関係をもつ。さらに、図 20 に示すように、シート強度とも高い相関関係をもつため、シート強度を予測するという意味では、 L_{42} あるいは $CSF_{80/150}$ などと同様にパラメータとしての妥当性をもつものである。

繊維長および形態パラメータと強度特性との関係を、表 5 に示す。比破裂強さ、裂断長および湿紙裂断長は $CSF_{80/150}$ と、また比引裂強さは L_{42} と高い相関をもつ。

形態パラメータとして、 $CSF_{80/150}$ と $S_{80/150}$ (F 80/150 の比表面積) を比較すると、 $CSF_{80/150}$ の方が強度特性とより高い相関をもつ。 $CSF_{80/150}$ は、表 4 に示したように、 $S_{80/150}$ ときわめて高い相関をもつが、比容積あるいは理論的にはパルプマットの圧縮性も関与している。この事実は、パルプの形態的特性を正確

Table 4 r^2 -correlation of whole and fractionated pulp properties

Property of whole pulp	(a) L_{42}	(b) S	(c) $S_{80/150}$	(d) α	(e) CSF	(f) $CSF_{42/150}$	(g) $CSF_{80/150}$	*1) multiple	*2) Property of fractionated pulp	S_f	α_f	*3) S_f, α_f
S	.16(20)	—	.31(16)	.21(16)	.57(20)	.36(16)	.30(16)	—				
CSF	.04(20)	.57(20)	.38(16)	.30(16)	—	.34(16)	.44(16)	(b, d) .65(16)	CSF_f	.95(16)* .96(40)*	.52(16) .19(40)	.95(16)* .96(40)*
R	.60(16)	.22(16)	.85(12)*	.01(12)	.19(16)	.90(12)	.87(12)	(a, g) .95(12)	R_f	.97(12)* .96(32)*	.11(12) .31(32)	.97(12)* .96(32)*
T_c	.73(16)	.39(16)	.81(12)	.01(12)	.33(16)	.85(12)	.87(12)	(a, g) .89(12)	T_{cf}	.70(12) .05(32)	.06(12) .05(32)	.77(12) —
D	.00(16)	.46(16)	.40(16)	.61(12)	.88(16)*	.25(16)	.35(16)	(d, e) .94(16)*				
C	.37(20)	.00(20)	.03(16)	.40(16)	.12(20)	.35(16)	.06(16)	(a, e) .60(20)	C_f	.37(12) .43(24)	.17(12) .00(24)	.37(12) .47(24)
WRV	.03(12)	.25(12)	.00(12)	.00 (8)	.07(12)	.00(12)	.00(12)	(b, d) .41(12)	WRV_f	.17(12) .61(32) .97(42)	.00(12) .29(44) —	.21(12) .61(32) .97(42)
WS	.50(16)	.51(16)	.71(16)	.10(12)	.50(16)	.89(16)	.82(16)	(a, f) .89(16)				

* Both variables are changed into logarithmic values.

*1) Multiple correlation, variables used are shown in the brackets as alphabetic letters.

*2) Subscript "f" indicates the properties of pulp fractions, R 24, F 24/42, F 42/80, F 80/150, P 150, which used in this calculation are shown in the brackets as numbers, 1, 2, ..., 5, respectively.

*3) Multiple correlation

() Numbers in brackets indicate that of observations.

Fig. 8 Burst factor vs. breaking length.

Fig. 11 Tear factor vs. freeness of whole pulp.

Fig. 9 Tear factor vs. breaking length.

Fig. 12 Breaking length vs. long fiber content.

Fig. 10 Breaking length vs. freeness of whole pulp.

Fig. 13 Tear factor vs. long fiber content.

Fig. 14 Breaking length vs. freeness of F 80/150.

Fig. 15 Tear factor vs. freeness of F 80/150.

Fig. 16 Breaking length vs. settling rate of whole pulp.

Fig. 17 Breaking length vs. terminal pulp consistency of whole pulp.

Fig. 18 Wet web breaking length vs. long fiber content.

Fig. 19 Wet web breaking length vs. freeness of F 80/150.

Fig. 20 Burst factor, breaking length and tear factor vs. wet web breaking length.

に表現するためには、比表面積以外にパルプの柔軟性を表わすパラメータが必要であることを示唆している。柔軟性に関連するパラメータとして、パルプ比容積およびパルプマットの圧縮性の測定を行ったが、前述のように、パラメータとしては十分に使いうる特性値ではなかった。また、これとは別に、湿紙の圧縮試験によりパルプのコラプシビリティ (collapsibility) を測定しようと試みたが、目的を達することはできなかった。

$CSF_{42/150}$ は、 $CSF_{80/150}$ に比べ測定されるフラクションの幅が広いため、繊維長分布の影響を受けやすい。しかし、強度特性との相関は、比破裂強さおよび裂断長で $CSF_{80/150}$ が、湿紙裂断長では $CSF_{42/150}$ が多少優れているとはいえ、大きな差があるとはいえないため、測定フラクションの幅が異なるこれら 2 者がほぼ同等に形態パラメータとして使用できると考えられる。

3.3.2 密度、比散乱係数および透気度

密度、比散乱係数および透気度と、繊維長あるいは種々の形態パラメータとの相関を表 6 に示す。

密度はいずれのパラメータとも高い相関関係を示さない。また、密度と強度特性との相関も低かった。これは、手すきシートの平滑度が低いために、厚さの測定に問題があるものと考えられる。

比散乱係数は長繊維含有率あるいはファイン含有率との相関が比較的高い。すなわち、平均繊維長の低下とともに比散乱係数は上昇する傾向をみせるが、明確ではない。供試手すきシートの不透明度は、大半が 99% 以上であり、きわめて狭い範囲の測定値をもとにした比散乱係数の算出にも問題があったと考えられる。透気度は種々のパラメータと高相関をもつが、なかでも $CSF_{80/150}$ との相関が高い。

3.4 繊維長パラメータと形態パラメータの相互依存性

これまで、繊維長パラメータと形態パラメータとは、測定法上から互いに独立のパラメータであるとして考察してきた。しかし、表 5 および 6 で示したように、強度およびその他のシート特性に対し L_{42} と $CSF_{80/150}$ とで重相関を求めたが、寄与率 (r^2) は単相関のとき以上には高くないといえる。これは、図 21 に示すように、本実験で使用した一連のパルプの $CSF_{80/150}$ と L_{42} とが、99.9% レベルで有意 ($r^2=0.59$) という高い相関関係をもつためであると考えられる。しかしながら、この相関関係については、Law ら¹³⁾ も認めているように、一般性をもつ概念とはいえず、さらに検討を要する問題と考える。

4. ま と め

実験用加圧リファイナにより調製されたメカニカルパルプを用いて、従来より提案されている特性評価法を再検討した。

パルプの形態に依存する特性値である比表面積、フリーネスおよび沈降速度については、ファインを除いて、特定のフラクションの特性値が他のフラクションの特性を代表しうる。

湿紙裂断長、比破裂強さ、裂断長および比引裂強さと相関の高いパラメータは、長繊維含有率 (L_{42})、 $F_{80/150}$ の比表面積 ($S_{80/150}$) とフリーネス ($CSF_{80/150}$)、およびホールパルプの沈降速度と最終沈降濃度である。とくに、比引裂強さは L_{42} と、また他の 3 強度は $CSF_{80/150}$ と高い相関をもつ。一方、湿紙裂断長は他の乾紙強度と高い相関をもつ。従って、従来から提案されている特性評価法には妥当性が認められる。

$CSF_{80/150}$ と $S_{80/150}$ とはきわめて高い相関をもつが、強度特性に対しては $CSF_{80/150}$ の方がより高い相関をもつ。フリーネスは比表面積の他に、比容積およびパ

Table 5 r^2 -correlation between pulp properties and strength properties

L_{42}	S	$S_{80/150}$	CSF	$CSF_{80/150}$	$CSF_{42/150}$	L_{42}^{**} $CSF_{80/150}$	R	T_c	WS
BF	.71(20)	.82(16)	.33(20)	.92(16)	.79(16)	.93(16)	.85(16)*	.83(16)*	.80(16)*
BL	.74(20)	.77(16)	.35(20)	.90(16)	.81(16)	.92(16)	.90(16)*	.81(16)*	.84(16)*
TF	.78(20)	.37(16)*	.09(20)	.48(16)	.47(16)	.67(16)	.80(16)*	.70(16)*	.66(16)*
WS	.50(16)	.71(16)	.50(16)	.82(16)	.89(16)	.83(16)	.88(12)*	.83(12)*	—

* Both variables are changed into logarithmic values.

** Multiple correlation

() Numbers in brackets indicate that of observations.

Table 6 r^2 -correlation between pulp properties and sheet properties

	L_{42}	L_{-150}	S	$S_{80/150}$	CSF	$CSF_{80/150}$	L_{42}^{**} $CSF_{80/150}$	R	T_c
Density	.16	.20	.47	.42	.24	.36	.36	.06	.23
Specific light scattering coefficient	.66	.57	.11	.28	.00	.31	.66	.12	.10
Porosity	.35*	.33*	.56*	.72*	.62*	.83*	.84*	.75*	.77*

* Both variables are changed into logarithmic values.

** Multiple correlation

Note : Values are obtained from 16 pulp samples.

Fig. 21 Long fiber content vs. freeness of F 80/150.

ルプマットの圧縮性が関与した特性値であり, 比容積および圧縮性の重要性が示唆されるが, これら単独の特性値では強度との相関はきわめて低い。

メカニカルパルプの繊維長分布と形態的特性とは, 互いに独立のパラメータであると考えるのが一般的であるが, 本報で用いたパルプでは, L_{42} と $CSF_{80/150}$ とは負の比較的高い相関関係をもつ。

文 献

- 1) O. L. Forgacs : Pulp Paper Mag. Can., **64**(C), T89 (1963)
- 2) B. D. Heerensperger : Tappi, **49**(8), 94 A (1966)
- 3) U. Ullman : Svensk Papperstidn., **68**, 230 (1965)
- 4) B. Mannström : Papperi ja Puu, **49**(4a), 137 (1967)
- 5) W. Kindler and J. d'A Clark : Tappi, **49**(8), T13 (1966)
- 6) E. Vecchi : *ibid.*, **52**(12), 2390 (1969)
- 7) R. Marton and J. O. Robie : *ibid.*, **52**(12), 2400 (1969)
- 8) U. Ullman : *ibid.*, **52**(5), 834 (1969)
- 9) J. J. Garceau, H. C. Lavalee, K. N. Law and Sung-N. Lo : Pulp Paper Can., **76**, T 67 (1975)
- 10) Ulla-B. Mohlin : *ibid.*, **78**, T 291 (1977)
- 11) G. Gavelin : Svensk Papperstidn., **78**, 603 (1975)
- 12) Ulla-B. Mohlin : *ibid.*, **80**, 84 (1977)
- 13) K. N. Law and J. J. Garceau : Appita, **29**, 437 (1976)

(受理 54.4.16)