

織物の摩耗過程について

堀 てる 代

On Abrasion Processes of Woven Fabrics

Teruyo Hori

Abstract

Abrasion processes of woven fabrics are analyzed through the variation of the frequency of rubbing along the warp, weft, and bias directions. The plane weaves in three different intersecting states of warp and weft threads are mainly adopted as test materials. The following conclusions are obtained.

- 1) As the frequency of rubbing increases, woven fabrics become slightly thicker in the initial stage, thinner afterwards, and are fractured in the end.
- 2) There is a clear relation on abrasion between the direction of rubbing and the intersecting state of threads.
- 3) The change in thickness of woven fabrics, abrasion, can be explained from the change in the number of the free fibers in threads and woven fabrics.

1. ま え が き

織物の疲労あるいは摩耗に関連して、いろいろな研究がなされている。例えば、摩擦による毛羽の発生、生長とピルの発生が観察され¹⁾、また被服について、摩擦によるピル構成の状態²⁾あるいは、摩擦方向と布表面を構成する糸との関係から、摩擦係数の変化が検討されている³⁾。またさらに羊毛、綿、絹繊維の摩擦により破壊される事情についても研究されているが⁴⁾⁵⁾⁶⁾、摩擦により摩耗が進行する過程についての研究が見当たらないので、ここではこのことについてとりあげて見た。

摩耗は上記の各研究成果から見て、織物の表面形状、特に布表面に浮き出る糸の状態、あるいは、織物に対する摩擦方法、主として摩擦方向との関係が大きいことが考えられる。

本実験においては、交錯状態の異なる織物を主として取りあげ、繊維素材の変化、織物組織の差異についても触れ(本実験では朱子組織を唯一点のみ取りあげた)、摩擦方向との関連から、摩耗進行過程を検討した。

2. 実 験 方 法

2-1. 試 料

実験に供した試料は第1表に示す通りである。

試料は構成繊維，原糸形態(紡績糸，フィラメント糸)，たて，よこ糸の交錯状態などに変化をもたせ，これらと摩擦回数，摩擦方向との関係で摩擦耗について検討を試みた。

ただし本実験では，重点を交錯状態との関係をみることに おき，構成繊維および原糸形態との関係は解れる程度にした。

なお表の諸事項はすべて実測結果を記したものである。

2-2. 実 験 方 法

学振型染色摩擦堅牢度試験機を用い，摩擦子に耐水性研磨紙1000番を使用し，摩擦子は200 g/cm²の荷重とした。試験機の摩擦速度は，毎分30回として，予備実験の結果から，あらかじめ定めた繰返し回数で，摩擦することとした。試験布の大きさは，幅3 cm，長さ30 cmとし，これに初張力500 gをかけて試験機にセットした。

試料に対する繰返し摩擦回数は，予備実験で摩擦により破壊されるまでの回数を求め，その値をほぼ4段階にわけ，25回，50回，75回，100回とした。ただしウールモスリン，アセテートタフタ，ペンベルグサテンについては，予備実験で摩擦による破壊の事情が異なったので，別の繰返し摩擦回数20回，40回，60回，80回，又は50回，100回，150回，200回の段階をおいた。

また摩擦方向については，よこ糸方向を0°として，左廻りに45°，90°，および135°の4方向とし，これらの方向に上記の大きさの試験布をとり実験を行なった。この4方向の摩擦をそれぞれ0°，45°，90°，135°摩擦とよぶことにする。

このようにして，実験は各試料に対し，各方向，各繰返し摩擦回数段階について，前記の実験条件で，それぞれ3回ずつ行ない，摩擦子の研磨紙は各試験回数毎に取り変えた。

まず，実験を行った各3回の試験結果の布については，織物厚さ計を用いて厚さを求め，その平均値をもって各段階の値とした。ついで試験布よりランダムに5本ずつのたて糸，およびよこ糸を取り，顕微鏡下で糸長1 cm間に存在する遊離繊維数（一端が糸に保持され，他端が切断又は抜け出ている繊維数）を求め，それぞれの平均値を求めた。この場合遊離せず両端が布に保持され，ループ状になっているものは数に入れなかった。

さて織物の毛羽立ちを考えると，これは，たて糸およびよこ糸それぞれの遊離繊維数の合計として求められるので，上記に得られた，たて，よこ糸の遊離繊維数と織物を構成する，たて，よこ糸密度から1 cm²当りの遊離繊維数が求められるが，数字が大きき繁雑であるので次の式で簡略化して，これを布遊離繊維数としてとりあつかうことにした。

$$\frac{\text{たて糸密度}}{\text{よこ糸密度}} \times \text{たて糸遊離繊維数} + \text{よこ糸遊離繊維数} = \text{布遊離繊維数}$$

当然のことながら，布遊離繊維数が大きいほど織物表面の毛羽は多いわけであり，繰返し摩擦回数の増大に伴う，織物の摩擦，破壊の過程が観察される。

第1表 試料の名称と構成

糸の形態	(1) 金		巾		(2) ブ		ロ		ド		(3) ウ		ール		モ		ス		リ		(4) ア		セ		テ		ー		タ		フ		タ		(5) カ		シ		ミ		ロ		ン		モ		ス		リ		(6) ベ		ン		ペ		ル		グ		サ		テ		ン	
	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸																
糸の太さ(tex)	19.0	15.1	14.1	14.1	14.1	14.1	20.4	16.0	11.7	11.9	15.5	15.5	8.9	12.0																																																				
糸密度(本/cm)	33	27	52	24	29	27	44	29	29	134	40																																																							
よりり方向, より数	Z 688.9	Z 719.8	Z 790.1	Z 756.9	Z 564.6	Z 555.9	S 62.1	S 64.6	Z 596.5	Z 638.3	S 61.5	S 86.5																																																						
厚さ(mm)	0.2106		0.2146		0.2352		0.1308		0.2368		0.2222																																																							
織組織	平	織	平	織	平	織	平	織	平	織	平	織	8枚正則朱子																																																					
交錯状態 ⁷⁾	よこ曲がり構造		たて, よこ曲がり構造		よこ曲がり構造		たて, よこ曲がり構造		よこ曲がり構造		たて, よこ曲がり構造		よこ曲がり構造																																																					

(注) (1) 撚り数はフィラメント糸, 紡績糸ともにT/mで示す。

(2) 交錯状態は, たて, よこ各方向の断面をとり顕微鏡下で観察した結果である。

(3) 織組織については, 平織以外にいろいろな織物を考えたが, 今回は一応朱子織だけとした。

*

01

*

02

3. 結果と考察

3-1. 織物の厚さの変化

繰返し摩擦による試料の厚さの変化を第1図(1)~(6)に示す。

各試料を通じ、また各摩擦方向を通じて、厚さは摩擦回数の増大に伴ない減少傾向を示している。そしてその減少の進度を見ると、試料(4)(6)は他の試料に比べて遅い。これは試料(4)(6)がフィラメント糸織物であり、他が紡績糸織物であることから、フィラメント糸織物は摩耗されにくい⁹⁾ことを示すものと考えられる。なかでも紡績糸織物の試料(3)は摩耗が特に早い。これはこの実験における摩擦子が金剛砂であったため⁹⁾激しい摩擦をうけたためと考えられる。

次に摩擦方向と布厚さとの関係について試料(1)(3)(5)は、90°摩擦の場合が各繰返し摩擦回数を通じて最も大きな厚さを示し、0°摩擦の場合が最も小さな厚さを示す傾向がある。また試料(2)(4)(6)については、0°摩擦が大きな厚さを各段階で示し、90°摩擦が最も小さな厚さを示す傾向をとっている。そして45°摩擦、135°摩擦の結果は、大体において0°摩擦と90°摩擦の中間的な存在である。また45°摩擦、135°摩擦相互間には顕著な差が見られなかった。

3-2. 糸の遊離繊維数の変化

実験の結果を第2図(1)~(6)に示す。

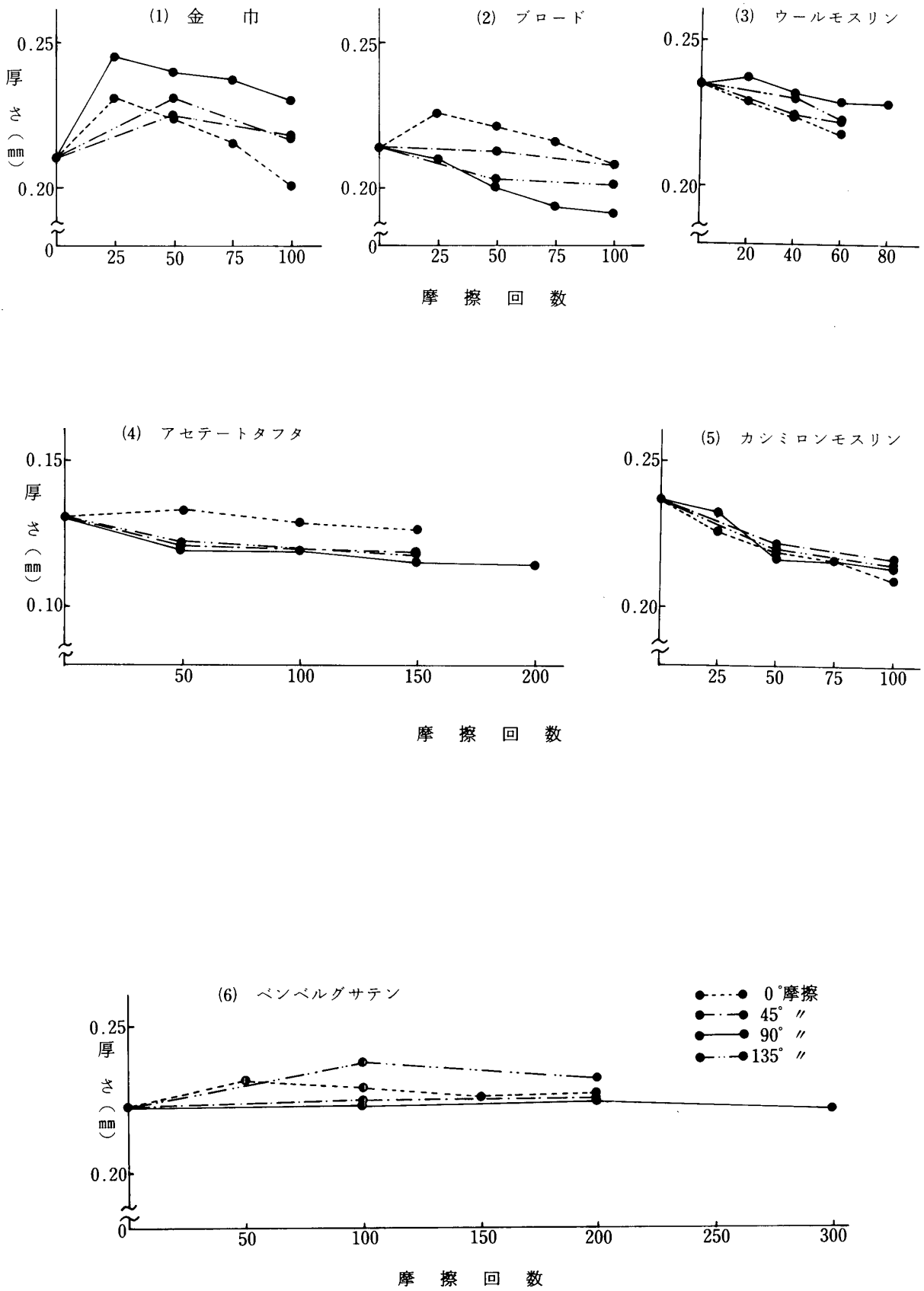
図において試料(1)(3)(5)の結果は、よこ糸の遊離繊維数がたて糸のそれより摩擦方向に関係なく多い。しかもよこ糸の90°摩擦における遊離繊維数が最も多く、0°摩擦においてよこ糸のなかでの最小値を示し、45°摩擦、135°摩擦においては、90°摩擦、0°摩擦の中間的な値を示す傾向であった。

そこで試料(1)(3)(5)のたて、よこ糸の交錯状態を第1表で見ると、これらはすべてよこ曲がり構造である。すなわちよこ糸が織物表面に浮き出す構造をもっている。

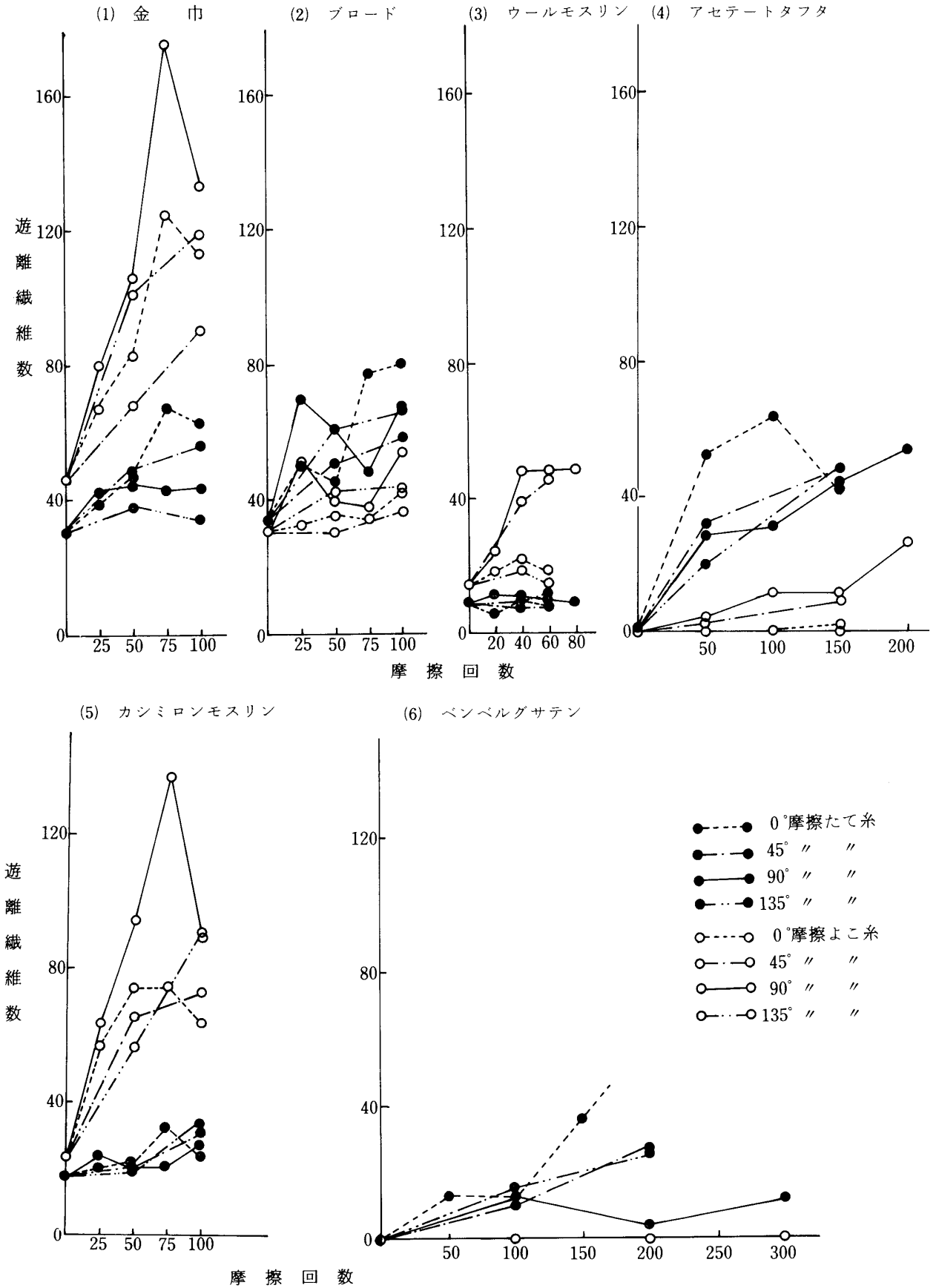
藤原らの研究⁹⁾によれば、糸軸に対して直角に摩擦が行なわれたとき、繊維の破壊が大きいという結果が出ている。本実験において、90°摩擦時に最大の遊離繊維数を見たのは、表面に浮き出たよこ糸に対して90°摩擦は、直角方向の摩擦となるわけで、糸の破壊は最大となったものと考えられる。0°摩擦においては、よこ糸に対し平行な摩擦が行われたことになり、糸の破壊すなわち遊離繊維は少なくなったわけであろう。しかしそれにしてもなおよこ糸は、交錯状態から見て織物表面に浮き出ているため、たて糸よりは大きな繊維の遊離をおこしたわけである。45°摩擦、135°摩擦において両者間に差が見られなかったのは、試料がすべて平織であり、組織に方向性がなかったためと考えられる。しかし摩擦作用は、0°摩擦、90°摩擦の中間的な存在であることは推測できるので、結果はやはり中間的な値を示したことになる。

次に試料(2)(4)においては、たて糸の遊離繊維数がよこ糸のそれよりすべて大きい。なかでも0°摩擦が最も大きく、90°摩擦が小さい。45°摩擦、135°摩擦は中間的な値を示している。このことも織物の構造から見ると、第1表に示すようにこれらの織物は、たて、よこ曲がり構造であり、その限りにおいては、たて、よこ糸の織物表面への浮き出しに差がないが、これらの試料の場合、たて糸密度がよこ糸密度にくらべ相当大きく、そのため織物表面にたて糸が多くなり、これに対して直角方向の摩擦す

第1図 摩擦回数による厚さの変化



第2図 たて、よこ糸1cm当りの遊離繊維数の変化



なわち0°摩擦が作用した場合、前記と同じ理由により、遊離繊維数は最大値を示した。また90°摩擦においても0°摩擦よりは小さいが、織物表面に存在する糸数の少ないたて糸よりも遊離繊維数が大となったものと考えられる。

さらに試料(6)は、たて曲がり構造であるとともに、織物の性質から織物表面全面をたて糸が覆っているため、よこ糸における遊離繊維数は見られず、試料(2)(4)と同じ理由で0°摩擦が最大遊離繊維数を示したのと考えられる。

以上を総合して、織物表面に浮く糸に対し直角方向の摩擦が行われるとき、糸の遊離繊維の発生が最大となる。すなわち破壊が大きく進められることになり、また織物表面を構成する糸がまず繊維の遊離をおこし、さらに繰返し摩擦回数が増すに従って、遊離繊維数は大となる傾向を示している。

なお実験の過程において、摩擦回数の増大に伴い、破碎、引抜きによる脱落繊維が増すことが認められた。

3-3. 布遊離繊維数の変化

前項で得られた結果は、織物を構成する糸の毛羽立ちであるが、織物の摩耗、破壊過程を考えるにあたっては、当然織物としての毛羽立ち、すなわち遊離繊維数を考えなければならない。そこで2-2の実験方法で示した布遊離繊維数を求め第3図(1)~(6)に示した。すなわち第3図は摩擦方向、摩擦回数と織物の遊離繊維数との関係を示したものである。

布遊離繊維数は摩擦回数の増加に伴って大きくなっている。また摩擦方向との関係では、たて糸あるいはよこ糸に大きな遊離繊維数を出した摩擦方向で、織物としても大きな布遊離繊維数を出している。すなわち織物の交錯状態で表面に浮き出す糸に対して働く摩擦が、織物としての布遊離繊維数に差を生ずることになる。具体的には、試料(1)(3)(5)において、よこ糸は90°摩擦で大きな遊離繊維数を出し、また試料(2)(4)(6)では、たて糸が0°摩擦において同様に大きな値を出しているが、この傾向をうけて試料(1)(3)(5)の織物は、90°摩擦で大きな布遊離繊維数を出し、また試料(2)(4)(6)の織物は、0°摩擦において同様に大きな値を出している。

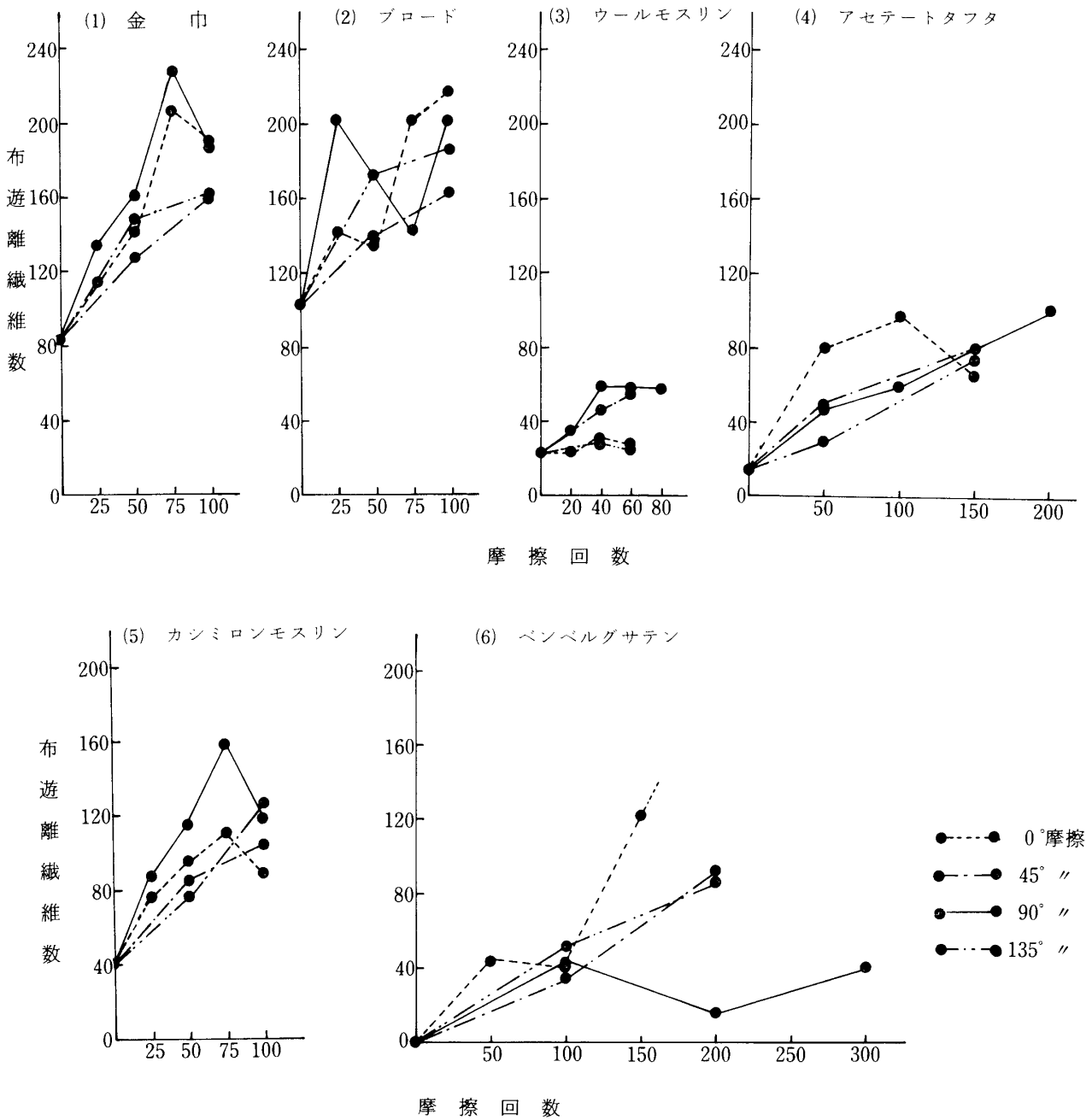
3-4. 布遊離繊維数と織物の厚さとの関係

第1図(1)~(6)に見るように全体的に厚さは、摩擦回数が進むにつれて減少しているが、第3図の布遊離繊維数は増えている。このことについてはすでに触れたように、実験の過程で摩擦回数が進むにつれて破壊された繊維、抜け出た繊維等の脱落が増加していることが認められているが、このことが大きな関係をもっている。すなわち摩擦により織物の破壊が進み、毛羽立ちが進むが、同時に脱落も多くなり結果において厚さの減少、摩耗、破壊への過程をたどるものと考えられる。

また第1図において、摩擦初期に織物厚さが増大する傾向が認められるが、これは初期の毛羽立ちが多い反面まだ脱落が少ないことから結局毛羽立ちが厚さの増大をもたらしたのと考えられる。

また第3図(1)~(6)において試料(1)(3)(5)は、90°摩擦で布遊離繊維数すなわち毛羽立ちが多く、試料(2)(4)(6)では、0°摩擦において毛羽立ちの多いことを示しているが、第1図においても全く同じ傾向で試料(1)(3)(5)の布厚さが90°摩擦で、および試料(2)(4)(6)の布厚さが0°摩擦で大きい傾向を示している。これは、それぞれの摩擦方向において布遊離繊維数、すなわち毛羽立ちの多いことが、布の厚さを大き

第3図 布遊離繊維数の変化



くしているものと考えられる。

さらに試料(1)(2)(5)に比べて、試料(4)(6)は布遊離繊維数の増加が少ない。これは前者が紡績糸織物で、後者がフィラメント糸織物であるため、フィラメント糸織物の方が毛羽立ちにくいということになる。

4. ま と め

本実験は織物の摩耗過程について、織物の交錯状態による摩耗進行の変化を、織物表面の摩擦方向を変え検討した。

摩擦方向と織物構造とに関係して毛羽立ちが増減し、それが織物の厚さに影響する。そして摩擦を

重ねるにしたがって織物の厚さが減少し、最後には破壊に至る。

摩擦方向と織物構造との関係は、織物表面に浮き出た糸の配列方向に対して、直角方向の摩擦が毛羽立ちを最も多くし布厚さも大きい。また平行方向の摩擦は、最も毛羽立ちが少なく、布厚さも小さい。さらにバイヤス方向については、織物が平織と朱子織で織組織に方向性がないため45°摩擦、135°摩擦に差異が見られず、直角方向と平行方向の中間的な毛羽立ち、布厚さを示した。

また紡績糸織物はフィラメント糸織物に比べ遊離繊維数が多く、摩耗進度も早い。なお繊維素材との関係については、別途の研究を要するところである。

最後に、本研究について終始ご懇切なご指導をいただきました本学教授岡亨四郎先生に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 元治ほか：織消誌, 16, 90, (1975)
- 2) 広田：織消誌, 19, 225, (1978)
- 3) 名倉ほか：織消誌, 18, 74, (1977)
- 4) C. A. Anderson: Text. Inst. 62, 281. (1971)
- 5) M. A. Young: Text. Res. J. 41, 370. (1971)
- 6) 藤原ほか：織消誌, 16, 331. (1975)
- 7) たとえば田中道一ほか：被服材科学, 137, 化学同人
- 8) たとえば：繊維物理学, 繊維学会編, 319, (1967) 化学同人
- 9) たとえば：繊維物理学, 繊維学会編, 317, (1967) 化学同人

(1980. 10. 1. 受理)