

# 絹糸の摩擦係数

窪田 潤\*・石川 博\*

(昭和27年9月5日受理)

Jun KUBOTA AND Hiroshi ISHIKAWA : COEFFICIENT OF FRICTION OF SILK FIBRES

## 緒 言

絹繊維は摩擦に弱いということは屢聞くことである。又絹繊維の摩擦試験も品位測定上平易な比較試験として盛んに用いられ繊維に於ける摩擦の重要性は万人の認める所である。

筆者の一人は之の摩擦が触感の重要な一要素である点に着目し先に絹布の静止摩擦係数の測定を行い興味ある結果を得た。

然るに之れほど重要な摩擦も主として機械電気学方面に於て盛んに研究され、その理論的取扱も非常に進歩して来て居るのであるが、繊維工学方面ではその材料の性質上表面構造が著しく複雑なため、その基礎的研究はほとんど皆無の状態にある。

摩擦の主な原因として古くから表面の凸凹と凝着との二説があり、種々論争を続け最近では凝着説に落着いた感がある。即ち凸凹説によれば一つの面が相手の面の凸凹にかみ合い乍ら上下して動くためポテンシャルの損失として摩擦仕事があられ、また凹部を剪断するためエネルギーを失うと云うのである。凝着説によれば真の接觸面の分子や原子が相手の面の分子力、原子力の圏内に入つて凝着を生じ、その凝着部が再び剪断されるので摩擦力が働くと云うのである。

吾々は絹繊維の相互間に之の本質的な摩擦の原因あることに着目し、先づ基礎的調査として絹糸相互の静止摩擦係数の測定を行った。

## 試 料

本実験に使用した試料は未精練絹、圧力精練絹、石鹼精練絹でいずれも昭和26年春本学部産白馬×天竜である。

試料調製方法としては、生糸を2.5cm×11cmのガラス板に糸條一本揃いに5回巻き重ね又荷重に用いた原料も同様な方法で2cm×2cmのガラス板に巻き重ね未精練区として使用した。圧力精練区、石鹼精練区の原料は上記の方法により巻き取つた試料を高圧釜及び精練釜中にて精練したものでありその精練率は平均22%のものである。

## 実 験 方 法

生糸及練絹を巻いた試料の斜面上を同じく生糸及練絹を巻いた荷重が滑り始める時の摩擦角 $\theta$ を測定し $\mu = \tan\theta$ をもつて静止摩擦係数を求めた。摩擦回数を増すに従い絹糸の分裂を生じ毛羽立つて表面の状態が著しく悪化するため10回測定毎に新しい試料と交換し測定値はいずれも10回測定の平均値を以つて示した。摩擦係数は絹糸の表面構造著しく複雑なため若干の誤差は免がれないが測定値の精度を表わすため±をもつてその測定値の誤差の範囲とした。

## 実 験 結 果 及 び 考 察

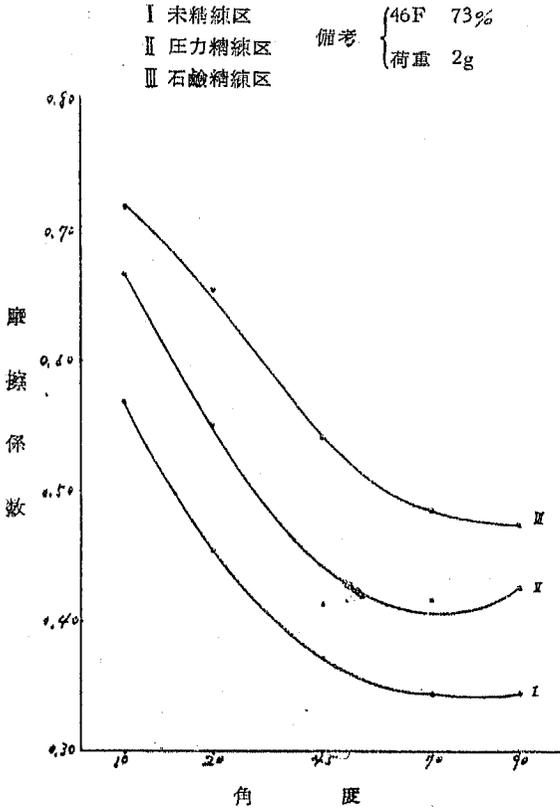
### 1. 絹糸の接触状態による摩擦係数の変化

本実験は室内温度46°F関係湿度73%の同一条件の下に於て上記実験方法により絹糸相互が繊維軸方向に対し、平行、20°、45°、70°及び直交の状態に接觸して滑る場合の摩擦係数を測定し第1表第1

\* 信州大学繊維学部 絹糸学研究室

図の如き結果を得た。

第1図 絹糸の接触状態による摩擦係数の変化



第1表 接触状態による摩擦係数の変化

区分 角度	生糸区	圧力精練区	石鹼精練区
	平均値	平均値	平均値
0	0.568±0.0073	0.665±0.0083	0.716±0.0087
20	0.454±0.0113	0.550±0.0115	0.655±0.0126
45	0.372±0.0066	0.412±0.0067	0.541±0.0074
70	0.344±0.0010	0.416±0.0111	0.484±0.011
90	0.344±0.0010	0.425±0.0010	0.475±0.0071

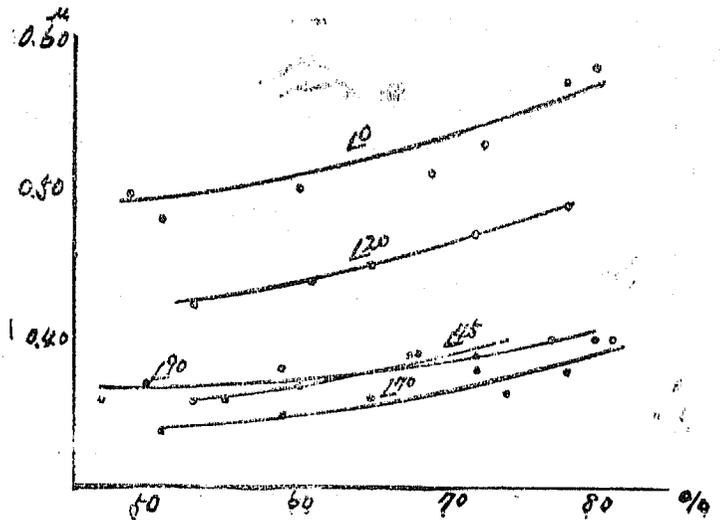
即ち絹糸相互が平行状態に接触して滑る場合は著しく摩擦係数は大であり繊維軸方向に接觸角を増すにしたがい摩擦係数は減少し直交状態に接触して滑る場合は筆者の一人が先に発表した絹布の摩擦係数の値に近づく、又未精練区、圧力精練区、石鹼精練区を比較するに未精練区が最も摩擦係数少く、圧力精練区、石鹼精練区の順に摩擦係数は大となつて居る。

之は平行状態に接触する場合の方が直交状態に接触する場合よりも真の接触面が大なるため並に絹繊維の方向性に多分に影響して居るものと推定される。又触感上練絹は生糸に比し非常に滑らかであり、摩擦は小であるかの如く思われて居るが、測定した結果によれば全く逆の傾向が見られ、この事実は従来の凹凸の影響のみを簡単に取り入れる事は出来ない様に思われる。

2. 湿度の摩擦に及ぼす影響

試料として未精練区、圧力精練区、石鹼精練区の3種につき特に湿度の影響を調査し、第2, 3, 4表及び第2, 3, 4図の如き結果を得た。

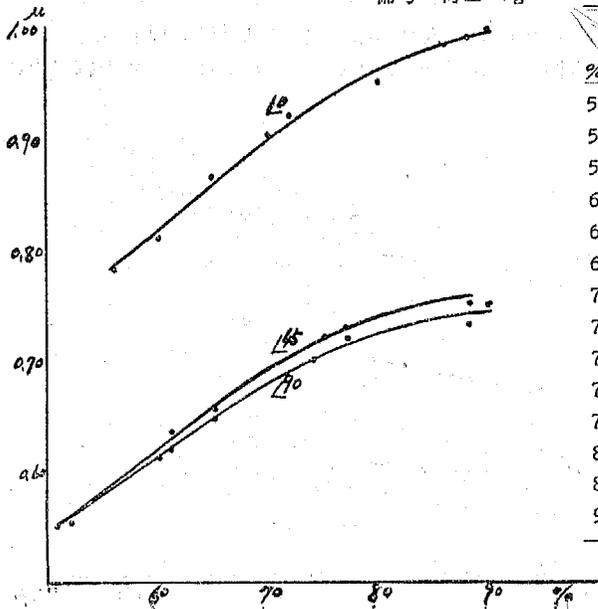
第2図 湿度の摩擦に及ぼす影響 (未精練区) 備考荷重1.5g



第2表 温度の摩擦に及ぼす影響 (未精練区)

%	角度 F	0	20	45	70	90
		平均値	平均値	平均値	平均値	平均値
47	74					0.360±0.017
49	73	0.485±0.028				
50	72					0.374±0.010
51	72	0.484±0.012			0.347±0.0047	
53	70		0.424±0.0050	0.364±0.0086		
55	68			0.865±0.015		
59	67				0.354±0.005	0.383±0.0067
60	67	0.503±0.036		0.370±0.016		
61	66		0.445±0.013			
63	66			0.382±0.0067		
64	65	0.502±0.024				
65	65		0.463±0.009		0.363±0.019	
68	64					0.391±0.0094
69	63	0.513±0.0052				
72	62		0.474±0.020	0.390±0.010		
73	61	0.533±0.0052		0.383±0.009	0.365±0.009	0.384±0.0146
74	61			0.382±0.014	0.365±0.006	
77	59					0.4041±0.0084
78	59	0.572±0.0161	0.485±0.007		0.380±0.005	
80	58	0.580±0.029			0.401±0.012	0.401±0.018

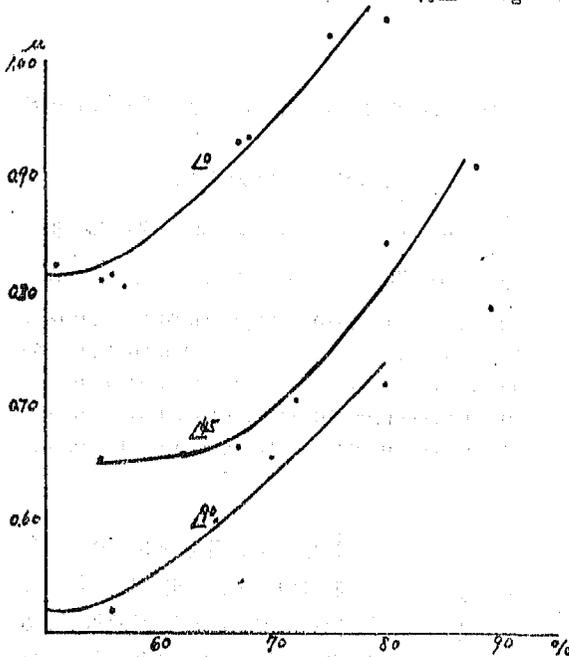
第3図 温度の摩擦に及ぼす影響 (圧力精練区)  
備考 荷重 2g



第3表 温度の摩擦に及ぼす影響 (圧力精練区)

%	角度 E	0	45	90
		平均値	平均値	平均値
51	72		0.553±0.022	
52	72			0.555±0.0158
56	68	0.784±0.084		
60	67	0.811±0.022	0.613±0.010	
61	66		0.636±0.030	0.624±0.0244
65	65	0.868±0.0248	0.656±0.019	0.650±0.0167
70	63	0.905±0.010		
72	62	0.924±0.0424		
74	61			0.701±0.0394
75	61		0.724±0.0146	
77	59		0.732±0.0165	0.721±0.0435
80	58	0.952±0.011		
88	54	0.993±0.0331	0.754±0.021	0.713±0.0394
90	53	1.000±0.0342		0.751±0.0382

第4図 湿度の摩擦に及ぼす影響 (石鹼精練区)  
荷重 1.7g



第4表 湿度の摩擦に及ぼす影響 (石鹼精練区)

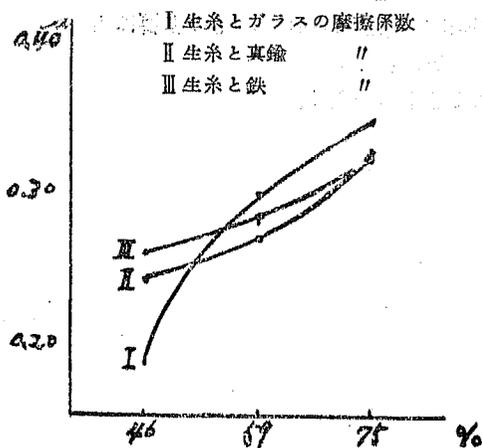
角度 %	E	湿度 (%)		
		0	45	90
		平均値	平均値	平均値
50	72	0.824±0.026		0.531±0.031
51	72	0.824±0.023		
55	70	0.809±0.022	0.653±0.026	
56	69	0.814±0.029		0.552±0.010
57	69	0.805±0.036		
59	68			0.522±0.012
62	66		0.655±0.032	
65	65			0.601±0.026
67	64	0.932±0.037	0.662±0.023	
68	64	0.935±0.055		
70	63			0.655±0.038
72	62		0.704±0.050	
75	60	1.026±0.050		
80	58	1.043±0.0998	0.846±0.02	0.720±0.025
88	54		0.908±0.038	

即ち未精練区に於ては湿度の増加にともなつて摩擦係数はわずかながら増加するが、湿度70%附近より幾分摩擦係数が増加する傾向が見られる。

これはセリシンの吸湿性に関係あるものの様に思われる。又圧力精練区、石鹼精練区のものとは未精練区のものに比し、湿度の増加と共にはるかに大なる摩擦係数を示し湿度60%附近より急激な上昇を見る。これはフィブロインの吸湿性並に繊維表面の状態の変化に関係あるものと思われる。

又未精練区の料子に対し荷重として硝子 (2.6g) 真鍮 (10g) 鉄 (15g) を用い、その摩擦係数と湿度との関係を調査し、第5表及び第5図の如き結果を得た。

第5図 湿度の摩擦に及ぼす影響



第5表 湿度の摩擦に及ぼす影響

区分 %	F	湿度 (%)		
		ガラス(2.6g)	真鍮(10g)	鉄(15g)
		平均値	平均値	平均値
46	64	0.1872±0.006	0.2419±0.0061	0.2605±0.0061
59	52	0.2981±0.0103	0.2717±0.0051	0.2867±0.0050
75	42	0.3483±0.0099	0.3327±0.0064	0.3249±0.0050

即ちこの場合も繊維の曇合と同様に湿度の増加と共に摩擦係数の増加の傾向が認められ、硝子の場合はその影響が殊に著しい様である。

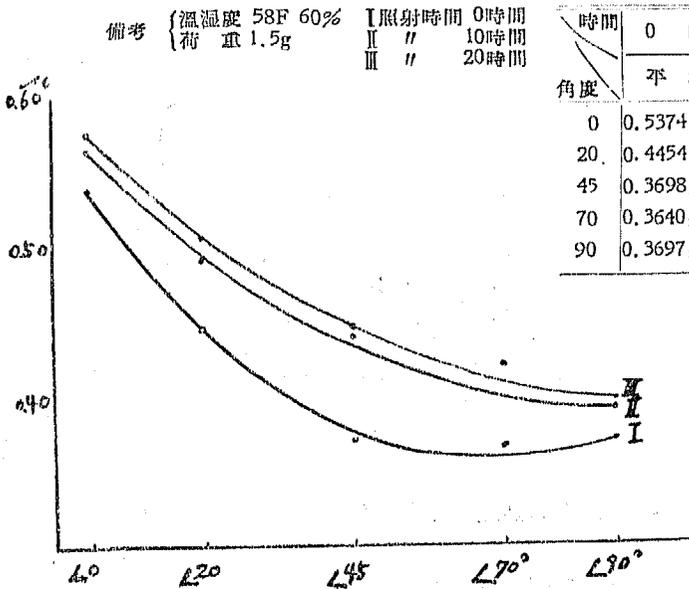
今回は主として湿度の影響のみに重点を置いて調査したのであるが、湿度の影響は以上の様な簡単なもの

ではなく相当温度に支配される所が大きい様に考えられ、又荷重に用いた試料の目方が少いため種々の因子の影響も大きく作用して居るのであろう事も考えられるので、之の点も考慮に入れて現在温度の影響について実験中故後日発表することとする。

3. 紫外線の摩擦に及ぼす影響

本実験は未精練区の試料に就いて日光曝露法によりその紫外線の摩擦に及ぼす影響を測定し第6表及び第6図の如き結果を得た。

第6図 紫外線の摩擦に及ぼす影響 (未精練区)



第6表 紫外線の摩擦に及ぼす影響

時間 角度	0 時間	10 時間	20 時間
	平均 値	平均 値	平均 値
0	0.5374±0.0363	0.5642±0.0074	0.5728±0.0062
20	0.4454±0.0131	0.4908±0.0093	0.5051±0.0059
45	0.3698±0.0156	0.4423±0.009	0.4454±0.013
70	0.3640±0.0050	0.3982±0.0061	0.4163±0.0068
90	0.3697±0.0094	0.3896±0.0094	0.3919±0.0066

本実験は室温を 58F 60%に保ち同一条件の下で測定したもので紫外線照射により摩擦係数は増加の傾向を示すが10時間曝露のものと20時間曝露のものとの間には大差は認められない。即ち生糸の表面状態は紫外線照射10時間以内に

その大半が変化をうけ、後の10時間では大した変化をうけないものと思われる。

総 括

以上の実験結果を総括すると。

1. 絹繊維の摩擦はその絹糸相互の接触状態に密接な関係があり絹糸相互が平行状態に接して滑る場合の静止摩擦係数は直交状態に接して滑る場合よりもはるかに大なる値を示す。
2. 温度湿度の絹繊維の摩擦に及ぼす影響は大であり精練絹糸は未精練絹に比し、その影響は著しい。
3. 紫外線の照射は未精練絹の摩擦係数を大ならしめる様に思われる。

本研究に要した費用は文部省科学研究費(昭27年度)によるものである。

## 文 献

1. 窪田 潤：繊維学部研究報告第一号
2. 曾田 範宗：科学 第21卷 第6号
3. F.P.Bowden, K.E.W.Ridler : Proc Roy Soc 1936
4. F.P.Bowden and Leben : Proc Roy Soc 1939
5. M.E.Merchand : J Appl Physics 2 (1940) No3
6. 木下 是雄：科学の実験 Vol II No5 1951
7. 齊藤・山本：金属材料検査叢書第8巻（昭18.3）磨耗試験

## Summary

For the purpose of studying the mechanism of the static friction of the silk fibres the writers measured the static friction coefficient of silk fibres with the following results.

1. The static friction coefficient of silk fibres varies with the changes of the directions of contact; it is highest in parallel contact, and lowest in rectangular contact.
2. The influence of humidity on the static friction coefficient of silk fibres is exceedingly great in boiled-off silk but little in raw silk.
3. The exposure of ultra-violet rays to raw silk increases the friction coefficient.