

絹織物のトルクパラメーターに関する一考察

— 水洗いの影響 —

児 玉 恒 雄

(1997年10月8日 受理)

A Study of Torque Parameters of Woven Silk Fabrics

—The Effect of Washing in Water—

Tsuneo KODAMA

Abstract

Woven silk fabrics were washed in water using an electric washing machine and the effect of washing on Kawabata's torque parameter were studied.

The results are summerized as follows.

1. Torque parameter (T_{R0}) increased in the number of washing.
2. Torque parameter (C_1) was not affected by the number of washing.
3. Steric structure of the yarn had a remarkable effect on the torque parameter (T_{R0} , C_1).

I 緒 言

織物の特性, 特に「風合い」を検討する上でせん断変形特性は重要な項目である。せん断変形特性は織物を構成しているたて糸とよこ糸の交差点における摩擦と弾性抵抗に基づくと考えられているが, 現在までせん断変形機構について多くの報告がある。また, せん断変形特性の理論的解析についても, P. Grosberg^{1,2)}, R. L. Shishoo³⁾ など多くの理論が提案されているが, 一般的な織物に適用できるせん断変形理論としては川端ら^{4,6)} の提案した式(1)がある。

$$T_R = \pm T_{R0} \pm (C_1 + C_2 \phi) F_c + (C_3 + C_4 F_c) \phi \quad (1)$$

ただし、 T_r ：たて糸とよこ糸の交差角の変化によって生じるトルク

T_{r0} , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 ：トルクパラメーター

ϕ ：交差角

F_c ：交差点でたて糸とよこ糸が互いに押し合う力

(±：プラスは交差角の増加過程，マイナスは減少過程を示す。)

式(1)で右辺の第1, 2項は摩擦に基づく項であるが、織物の中でも絹織物、特に羽二重などはたて糸とよこ糸の間に“gap” (“effective gap”)⁷⁾があり、トルクパラメーターにも影響を与えると考えられている。また、この“effective gap”は絹が独特の風合いを有する理由とされているので、絹織物が損傷によって絹特有の風合いを失った場合に、これら摩擦項のパラメーターがどう変化するか非常に興味ある点である。かかる観点から絹織物を電気洗たく機を使用して水洗いし、せん断変形特性への影響について検討したところ、損傷による風合いの変化とトルクパラメーター T_{r0} との関係について興味ある結果が得られたので報告する。

II 実 験

1 実験材料

1-1 試験布

試験布の織物構造を Table 1 に示した。

1-2 試験布の水洗い条件

試験布を電気洗たく機で水洗いした。水洗い条件などは以下の通りである。

1) 電気洗たく機：日立製作所(株) PA-861 型

2) 水洗い条件

- ① 水洗い用水：水道水
- ② 洗たく機の水流の強さ：標準水流
- ③ 水洗い時間：水洗い（8分，ただしすすぎ3分を含む）－脱水（3分）
- ④ 回数：最高30回

Table 1 試験布

	糸密度 (本/cm)		織り縮み率 (%)		厚さ (mm)
	た て	よ こ	た て	よ こ	
絹 (平織)	45.0	54.0	4.3	4.2	0.156

- ⑤ 乾燥：水平状態で自然乾燥

2 評価方法

せん断変形特性および通気性の測定は測定温度 20 ± 1 ℃、湿度 65 ± 2 %で行った。

2-1 せん断変形特性

カトーテック(株)製の KES-F1-1 型せん断試験機を使用した。たて 20 cm, よこ 20 cm の試験布を使用し, 伸長荷重 300 g (15 g/cm) および 1,000 g (50 g/cm) でせん断変形特性を測定した。せん断変形速度 0.411 mm/sec, 最大せん断変形角 8 度。

2-2 通気性

カトーテック(株)製の KES-F8-1 型通気性試験機を使用し, 通気量 $4 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\text{sec}$ および $24.6 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\text{sec}$ における試験布の表裏の圧力差 $\Delta P (P_a)$ を測定した。

なお, 通気量 $24.6 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\text{sec}$ の場合は通気穴の大きさを 1 cm^2 に調整して測定した。(通気量 $4 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\text{sec}$ の場合の通気穴の大きさは 6.15 cm^2)

III 結果と考察

1 水洗い回数のせん断変形特性および織物構造に与える影響

1-1 せん断変形特性

水洗い回数 0, 5, 10, 20, 30 回の試料について, 伸長荷重 (W) 15 g/cm および 50 g/cm における平均的なせん断変形特性曲線を Fig. 1~5 に示した。せん断剛性値 (G), せん断ヒステリシスの巾 (2HG, 2HG5) が水洗い回数の増加とともに増加していることが分かる。トルクパラメーターに対する水洗いの影響を検討するためにせん断変形特性曲線から川端らの方法⁵⁾に従いトルクパラメーターを計算した。 $\phi = 0 \sim 8$ 度の間で, せん断変形特性曲線から、 $(F_s - W \tan\phi) \lambda y_0 \cos\phi$ (ただし, F_s : せん断力, W: 伸長荷重, ϕ : せん断角, λ : 伸長比, y_0 : 糸間隔) を計算し, ϕ との関係を図示したグラフの 1 例を Fig. 6 に示したが, 本報告では Fig. 6 に見られるようにグラフは直線にはならず, すべて曲線になった。したがって, グラフの勾配から誘導されるトルクパラメーター (C_2, C_3, C_4) をこのグラフから計算するには本報告の場合は問題があると思われるので, ここではヒステリシスの巾をもとに T_{r0} と C_1 の 2 つのトルクパラメーターを計算した。 $\phi = 5$ 度のヒステリシスの巾から計算した結果を Fig. 7 に示した。 T_{r0} は水洗い回数の増加とともに増加したが, C_1 にはあまり傾向的な差は見られなかった。

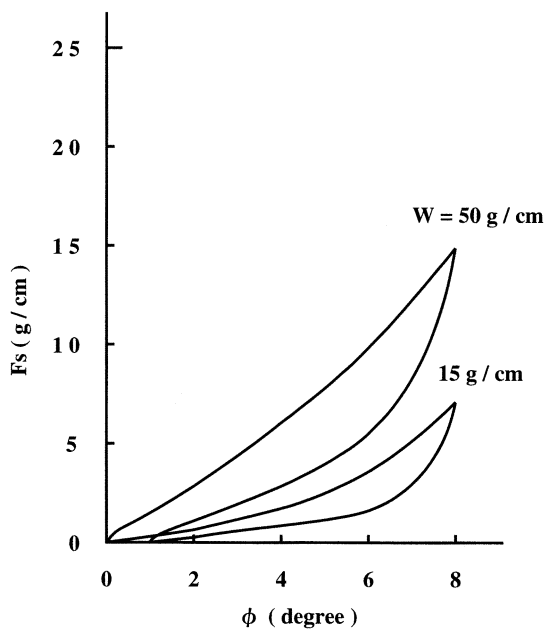


Fig. 1 せん断変形特性曲線
(水洗い回数：0回)

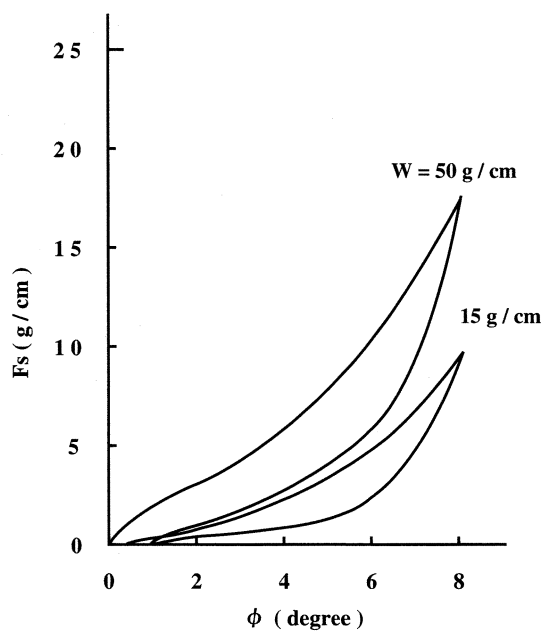


Fig. 2 せん断変形特性曲線
(水洗い回数：5回)

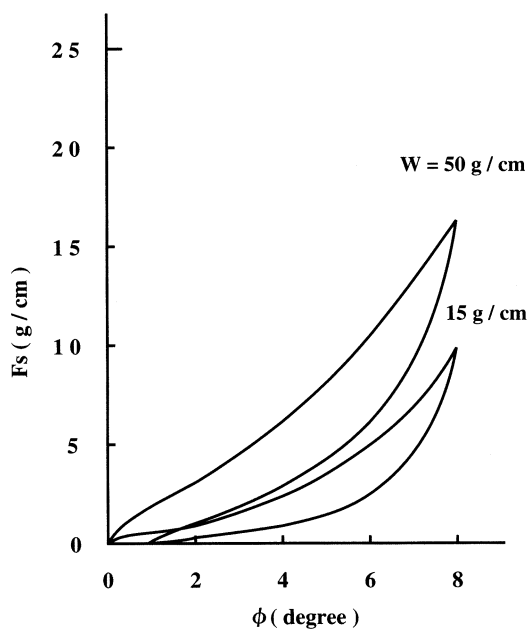


Fig. 3 せん断変形特性曲線
(水洗い回数: 10回)

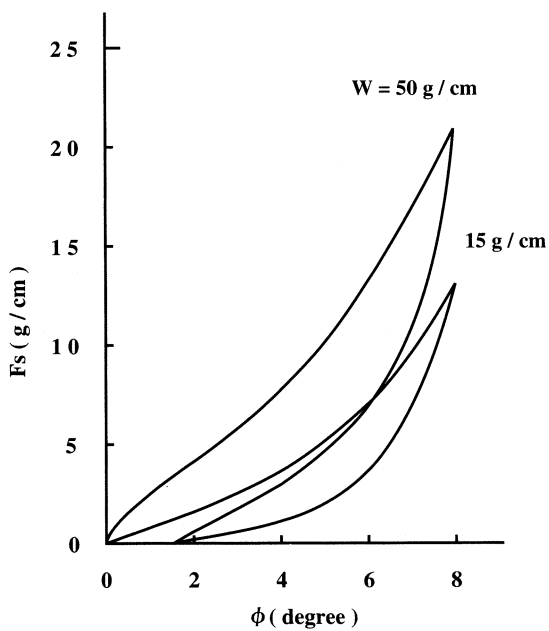


Fig. 4 せん断変形特性曲線
(水洗い回数: 20回)

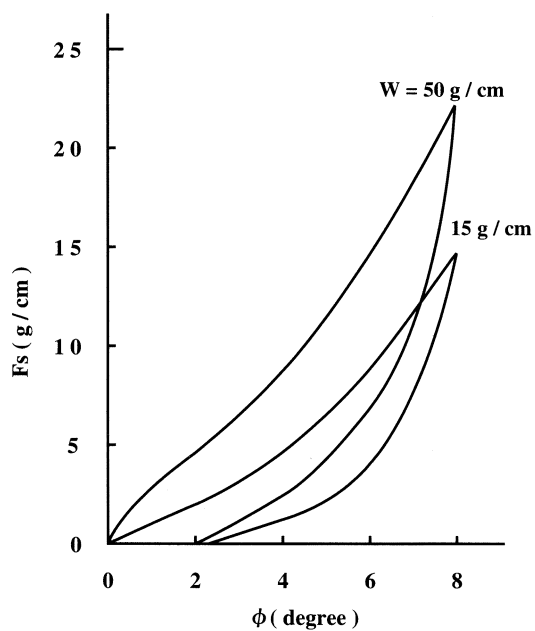


Fig. 5 せん断変形特性曲線
(水洗い回数: 30回)

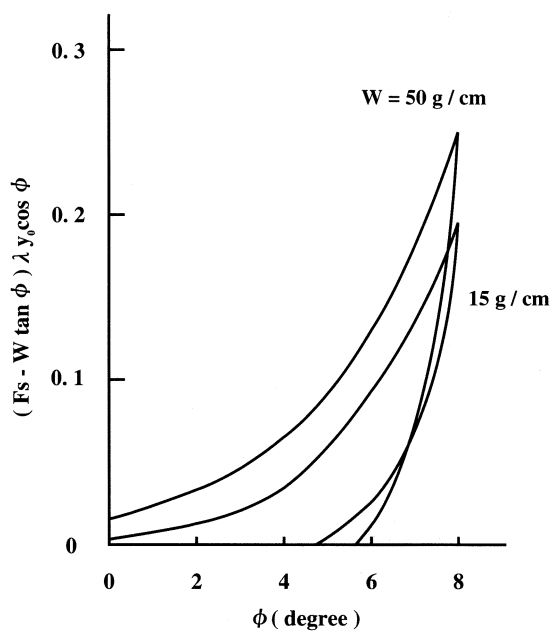


Fig. 6 $(F_s - W \tan \phi) \lambda y_0 \cos \phi$ vs ϕ 関係曲線
(水洗い回数: 10回)

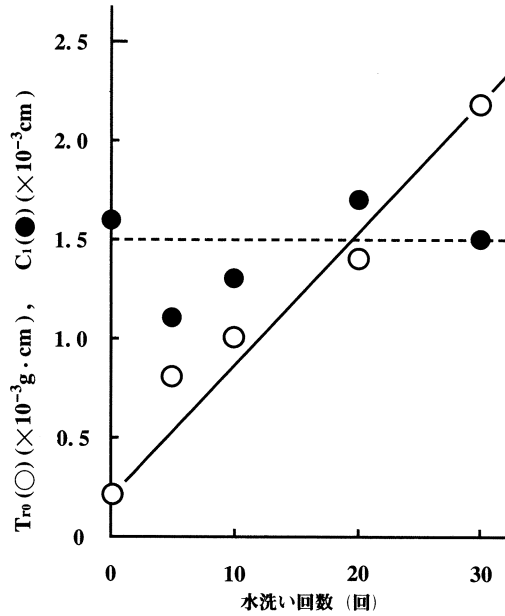


Fig. 7 トルクパラメーター (T_{r0} , C_1) に対する水洗い回数の影響

Table 2 織物構造に対する水洗い回数の影響

水洗い回数 (回)	糸密度 (本/cm)		織り縮み率 (%)		厚さ (mm)
	たて	よこ	たて	よこ	
0	45.0	54.0	4.3	4.2	0.156
5	45.0	54.0	5.3	5.3	0.181
10	45.0	54.0	5.6	5.6	0.180
20	45.0	54.0	5.5	5.5	0.183
30	45.0	54.0	6.0	5.9	0.182

1-2 織物構造

水洗い回数の織物構造に対する影響を Table 2 に示した。織り縮み率は、水洗い回数の増加とともに増加したにもかかわらず糸密度は水洗い30回でも、たて、よこ方向ともまったく変化しなかった。また、織物の厚さも5回までは増加したが、5回以後はほとんど変化は認められなかった。

2 織物構造とトルクパラメーター (T_{r0} , C_1)

Fig. 7 に示したように T_{r0} は水洗い回数の増加とともに増加したが, C_1 にはあまり傾向的な差は見られなかった。 T_{r0} , C_1 ともにせん断変形特性の摩擦項であるが, C_1 はたて糸とよこ糸の交差点に圧力がかかった場合の摩擦項であり, 繊維の摩擦係数と太さに比例する⁵⁾ [$C_1 = \mu D/3$ (μ : 繊維の摩擦係数, D : 繊維が最密充填したときの糸の太さ)] と考えられているが, C_1 にあまり差が見られなかったので, 繊維の摩擦係数と太さは水洗いによってほとんど変化していないのではないかとと思われる。それに対して T_{r0} は, たて糸とよこ糸の交差点で力が働かない場合でも, 糸の立体的構造によって繊維がからみ合って生まれるトルクであり, 絹織物における“effective gap”の存在とも関連して, 水洗いによる糸の立体的構造の変化が影響しているのではないかと考えられる。

糸の立体的構造, すなわち糸の見かけの太さや糸中の繊維の配列状態は織物の通気性に影響を与えると考えられるので, 糸の立体的構造を検討する目的で水洗いした試験布の通気性を測定した。糸の立体構造と織物の通気性の関係については都竹らの研究⁸⁾があり, 下に示す式(2)~式(5)の関係から, 通気量 (V) を変えて ΔP を測定すれば, 織物を構成する糸中の繊維と繊維の間隙, いわゆる毛管部分の通気量 (V_C) を計算することが出来ることが報告されている。通気量 (V) を変えて ($4 \text{ cm}^3/\text{sec cm}^2$ および $24.6 \text{ cm}^3/\text{sec cm}^2$), ΔP を測定し, k' から毛管部分の通気量 (V_C) を計算した結果を Fig. 8 に示した。 ΔP は水洗い回数5回までに急激に増加し, 以後は水洗い回数の増加とともに若干減少傾向ながらほぼ一定であった。それに対して毛管部分の通気量 (V_C) は水洗い回数10回までは増加し, 以後は水洗い回数が増加すると減少することが分かった。Table 2 に示したように水洗い回数の増加とともに織物の厚さも ΔP とほぼ同じ傾向で増加しているが, 厚さ増加率はそれほど大きくないので, ΔP への影響は少なく, 織物の糸密度が全く変化していないことを考え合わせると ΔP の増加は主として糸の見かけの太さの増加によると考えてよいと思われる。このような糸の見かけの太さの増加により T_{r0} は増加すると考えられるが, 水洗い回数の少ない間は毛管部分の通気量 (V_C) の測定値が

$$V = V_N + V_C \quad (2)$$

$$V_N = k \sqrt{\Delta P} \quad (3)$$

$$V_C = k' \Delta P \quad (4)$$

$$V = k \sqrt{\Delta P} + k' \Delta P \quad (5)$$

(ただし, V : 織物の通気量, V_N : 織目いわゆるノズル部分の通気量, V_C : 織物を構成する糸中の繊維と繊維の間隙, いわゆる毛管部分の通気量, ΔP : 布の表裏の圧力差, k, k' : 定数)

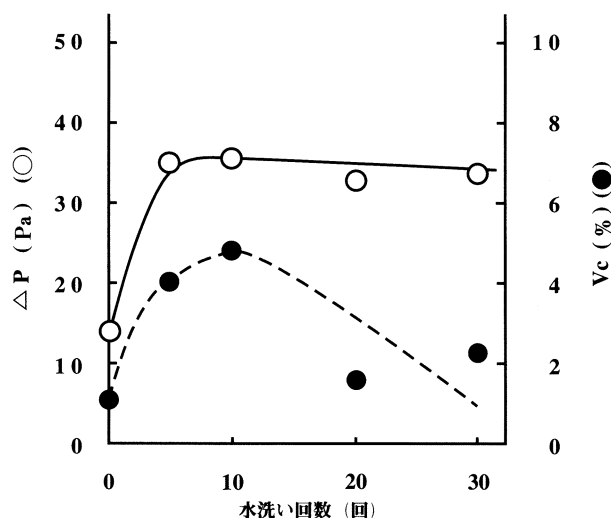


Fig. 8 ΔP および V_c に対する水洗い回数の影響
(通気量 : $4 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec}$)

示すようには糸中の繊維と繊維の間に隙間が多く、糸の見かけの太さの増加の割りには T_{r0} の増加は少ないと思われる。しかし、水洗い回数が増えると厚さ、糸密度はほぼ一定であるにもかかわらず、織り縮み率が増加しており、したがって繊維が伸びて、糸中の繊維と繊維の隙間が詰まってくるので、 T_{r0} への影響が大きくなってくると思われる。このように、糸の見かけの太さの増加と糸中の繊維の配列状態の変化、すなわち繊維と繊維の間の隙間の減少の二つの要因が重なって、 T_{r0} は Fig. 7 に示すように水洗い回数の増加とともに数値が上昇したと考えられる。

IV 要 約

絹織物を電気洗たく機を使用して水で洗い、せん断変形特性を測定し、川端らの提案しているトルクパラメーター (T_{r0} , C_1) に対する水洗いの影響について検討した。

その結果、次のことが分かった。

1. トルクパラメーター (T_{r0}) は水洗いの回数とともに増加した。
2. トルクパラメーター (C_1) は水洗い回数に関係なくほぼ一定であった。
3. トルクパラメーター (T_{r0} , C_1) は、糸の立体構造 (見かけの太さ、繊維の配列状態) と密接な関係があることが分かった。

おわりに、本研究にあたり試料作製に御協力頂いた本学卒業生山根恭子氏に感謝します。

引用文献

- 1) P. Grosberg, B. J. Park; *Textile Res. J.*, **36** 420 (1966)
- 2) P. Grosberg, G. A. V. Leaf, B. J. Park; *Textile Res. J.*, **38** 1085 (1968)
- 3) R. L. Shishoo, B. Olofsson; *J. Text. Inst.*, **60** 211 (1969)
- 4) 川端, 丹羽, 河合; 繊維機械学会年次大会講演論文集, No. 21 124 (1968)
- 5) 丹羽, 川端, 河合; 繊維学会誌, **26** (No. 10) 461 (1970)
- 6) S. Kawabata, M. Niwa, H. Kawai; *J. Text. Inst.*, **64** 62 (1973)
- 7) M. Matsudaira, S. Kawabata; *J. Text. Inst.*, **79** 476 (1988)
- 8) 都竹, 稲垣, 中山, 長井; 織消誌, **20** (No. 12) 37 (1979)