

## 靴下口ゴム部の快適性と締付力との関係について（第3報）

辻坂敏之<sup>\*1)</sup>， 東 義昭<sup>\*1)</sup>

## Comfort Pressure of the Top of Socks (The 3rd Report)

TSUJISAKA Toshiyuki and AZUMA Yoshiaki

In this paper, the relation between clothing pressure and pressure feeling of men's socks top part was analyzed to design and develop the wearing comfort of socks. Samples for the wear experiment were prepared Japanese 32 males as subjects. Leg size, tensile property and clothing pressure of the top part were measured, and pressure feeling was evaluated. We have found that the pressure feeling changes depending on wearing time because of the top part of men's casual socks that are stretched to some extent induces stress relaxation. We clearly recognize that correlation between pressure value and pressure feeling was strong at the front region compared with the inside, outside and backside regions, and it is necessary to wear over about two hours for the evaluation of pressure feeling.

## 1. 緒言

靴下のサイズに関する規定は少なく、JIS L 4007（靴下類のサイズ）にあるだけで、脚部の太さに関係なくしかも足長のみの規定である。また靴下は、消費者が購入前に試着できないため、購入後に着用してはじめて口ゴム部がきつい、ゆるくてずれる、サイズが小さい、大きいとかという問題が生じている。特に最近では、靴下の快適性への消費者ニーズが強まっており、より消費者の脚部サイズに合ったさまざまなサイズを用意することが重要になってきている。そこで、快適な靴下サイズの設計に対し重要な項目の一つとして、脚部口ゴム部の圧迫力と快適感の関係があげられる。これまでに、パンティストッキングの圧迫力や圧迫感に関する研究と報告は多く見られる<sup>1-5)</sup>。しかし、紳士用カジュアルソックスの口ゴム部に関して定量的に考察した研究はいまだ見られなかった。

筆者の前年度までの研究の結果<sup>6-7)</sup>、快適であると評価した口ゴム部における圧迫力平均値の信頼係数 95%の信頼区間は、 $1.74\text{kPa}(17.8\text{gf}/\text{cm}^2)$   $\mu$   $2.31\text{kPa}(23.6\text{gf}/\text{cm}^2)$ であり、口ゴム部をこの範囲内にすることが快適な圧迫力を有した靴下の設計に必要なことがわかった。また、快適な圧迫力に寄与する脚部部位を調べた結果、最小下腿周径、下腿周径最大部高径、およびかかと周径であることがわかった。さらに、男性が快適と感じる口ゴム部圧迫力と女性が快適と感じる口ゴム部圧迫力の平均値には、有意水準 5%で差はみられなかった。

本研究では前年度に引き続き適度な締付けがあり、ずれない靴下を製造するために必要な基礎的指針を得ることを目的とし、紳士用カジュアルソックスについて圧迫感の変化と着用時間との関係、圧迫感と口ゴム部分周径寸法との

関係について検討した。

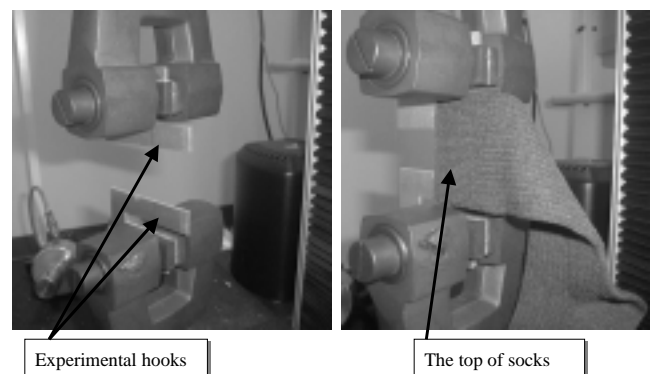


Fig. 1 Stretch test for a top part of socks using experimental hooks.

## 2. 実験方法

## 2.1 試料

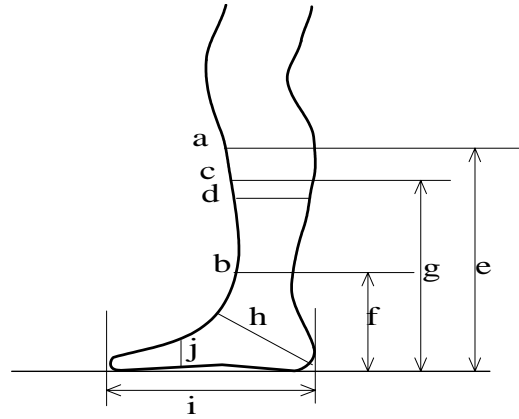
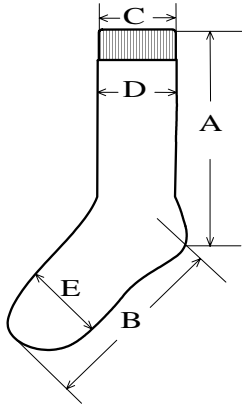
試料には市販の紳士用カジュアルソックス（サイズ表示 25cm ~ 27cm）1 種類を用いた。綿 60%/アクリル 40%の混紡糸（28.1tex）を用いて口ゴム部がリブ編（1×1）、身部がリブ編（2×2）、足部がリブ編（2×2）と平編（足底部分）されている。その寸法を Table 1 に示す。

口ゴム部の応力緩和試験は、Fig. 1 に示す試作固定治具を付設したインストロン引張試験機（5565 型、インストロンジャパン（株））を用いて、一定伸長状態（伸長率 143%、伸長周径寸法 34.0cm）において 20 分間隔で 240 分間測定した。なお、実験室の環境は温度  $20 \pm 2$ 、湿度  $65 \pm 2\%$  に設定した。

\*1) 繊維技術チーム（現在、繊維・高分子技術チーム）

**Table 1** Details of sample socks

	Size (cm)
A Length of the leg part	26
B Length of the foot part	23
C Width of the top	7
D Width of the leg part	8
E Width of the foot part	8



**2.2 被験者**

被験者は 20 代から 60 代までの日本人男性 32 名である。その年齢構成は 20~29 歳 8 人、30~39 歳 7 人、40~49 歳 9 人、50~59 歳 7 人、60 代 1 人である。被験者は座面高さ：45cm の事務用椅子に安静椅座位姿勢であり、ソックス着用直後と 2 時間経過後の計 2 回測定を行った。

**2.3 脚部寸法の測定**

被験者は、まず試料靴下を着用して、椅座位姿勢で口ゴム部上部の正確な測定位置を定めた。ついで、靴下を脱いだ後、メジャーを用いて脚部各部位の寸法測定を行った。測定部位は Fig. 2 に示したように最大下腿の周径：a とその高さ：e、最小下腿の周径：b とその高さ：f、口ゴム部の高さ：g における下腿周径：c とその 1cm 下における下腿周径：d、かかと周径：h、足長：i、および甲周径(舟状骨がある部分の周径)：j の計 10 箇所とした。Table 2 は全被験者の脚部における各部位の平均寸法を示す。

**2.4 口ゴム部の圧迫力測定**

口ゴム部の圧迫力は衣服圧測定装置 AMI3037-10 (株式

会社エイ・エム・アイ)を用いて測定した<sup>8-10)</sup>。本装置はエアバックを測定部位に取り付け、そのエアバックにかかる内圧をチューブを通じて本体内の微圧センサで計測し、大気との差圧を DC 電圧で出力するものである。なお、測定の単位は kPa ではなく gf/cm<sup>2</sup> で表示されるので、データの計算解析時はそのまま gf/cm<sup>2</sup> 単位の値を用いた。エアバックセンサは口ゴム部が皮膚を圧迫している位置において脚部の前・後面、および内・外面の計 4 か所に取り付けて測定した。

**2.5 圧迫感の官能評価**

各被験者は下腿周径(口ゴム部)、下腿周径(口ゴム部より 1cm 下)、かかと周り、足長部、甲周り、ならびに下腿周径最小部の 6 箇所の圧迫感をそれぞれに評価した。評価法は非常にきつい(+3 点)から非常にゆるい(-3 点)までの 7 段階を点数化する方法で行った。

**Table 2** Mean sizes of the leg and foot regions in all subjects (n=32)

	a	b	c	d	e	f	g	h	I	j
Mean	36.7	21.5	35.6	35.1	31.4	9.9	30.0	32.2	24.7	24.5

**3. 結果及び考察**

**3.1 圧迫感と時間の関係**

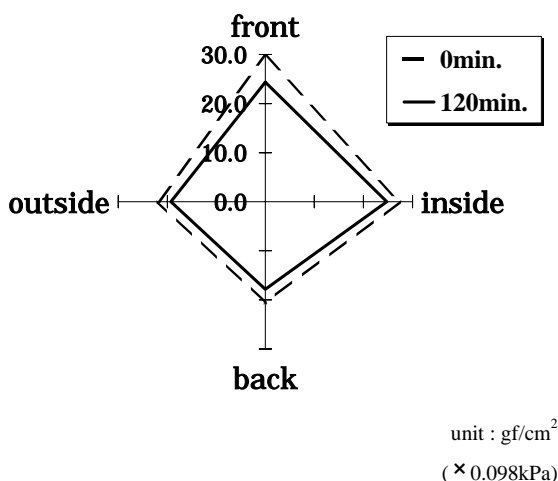
Table 3 は靴下着用直後と 2 時間経過後において得られた圧迫感に関する

平均スコアを示す。平均値の差の検定(有意水準 =0.05)を行った結果、口ゴム部、足長部分、および甲周り部では時間経過により圧迫感に差異が生じていることがわかった。すなわち、足長部分と甲周り部では時間経過とともに「少しゆるく感じていた」のが「ちょうど良くなる」という平均スコアの増加がみられた。また、口ゴム部では「少しきつく感じていた」のが「ちょうど良くなる」という平均スコアの減少がみられた。

**Table 3** Mean scores of feeling of pressure

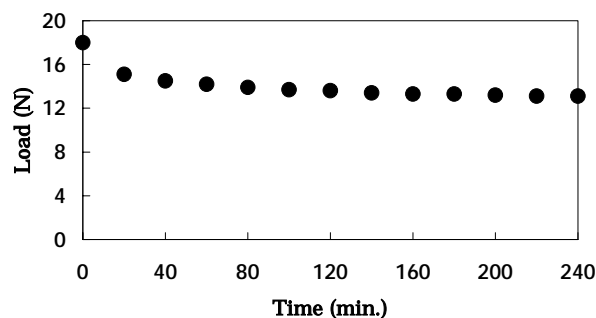
Leg and foot regions	0min.	120min.
Ankle	0.1	0.1
Top of socks	1.2	0.9
The region 1cm lower than the top of socks	1.0	0.8
Heel	0.3	0.3
Foot	-0.3	0.1
Instep	-0.1	0.3

Fig. 3は靴下着用直後と2時間経過後において得られた平均圧迫力を示す。平均値の差の検定(有意水準 =0.05)を行った結果、いずれのセンサ位置においても平均値に差が認められ、口ゴム部の圧迫力は着用時間経過によって弱くなっていることがわかった。さらに、Fig. 4は口ゴム部の応力緩和曲線を示す。初期荷重18Nは時間経過とともに次第に減少して、2時間経過後には荷重14Nとなり、ほぼ安定することがわかった。



**Fig 3** Mean pressure values of a top of socks

したがって、口ゴム部における圧迫感の変化は応力緩和にともなう圧迫力の変化が主な原因である。このような圧迫感が着用時間に影響されるという結果は、「フィット性の良い」という履き心地が着用時間に影響されるという西松ら<sup>11)</sup>の実験結果ともよく一致している。しかし、時間経過



**Fig. 4** Stress relaxation curve of a top of socks (Maximum extension = 143%)

による着用感の変化には、慣れなどを考慮することも必要であろう。

### 3.2 圧迫力と圧迫感との関係

Table 4は靴下着用直後と2時間経過後における口ゴム部の圧迫感と圧迫力の相関係数を示す。着用直後に比べて2時間経過後では脚部全面において、口ゴム部の圧迫力と圧迫感の相関は高くなることがわかった。口ゴム部の位置している脚部部位については、内・外面部、および後面部に比べて、前面部における圧迫感と圧迫力の相関が高い。この結果はストッキングに関する中橋ら<sup>5)</sup>の実験結果、すなわち圧縮がたい下腿部前面部の圧感覚が後面部より鋭敏であることと一致している。脚部前面部では表皮近くに脛骨があり筋肉層も薄いために、圧迫力の変化は少ない。一方、その他の部分では筋肉層が厚くなるために圧縮やわらかく、圧迫による変形量が大きくなる。

したがって、脚部前面部における圧迫感と圧迫力との相関が他の部分と比べて高くなったものと考える。

**Table 4** Correlation coefficient between the scores of feeling of pressure and pressure values

	0min.	120min.
Front	0.1479	0.3673
Inside	0.0182	0.2032
Back	-0.1267	0.2948
Outside	0.1856	0.2524

### 3.3 口ゴム部の脚部周径寸法と圧迫感の関係

口ゴム部分が快適であると判定した Group1 ときついと判定した Group2 について、口ゴム部の位置している脚部の平均周径寸法間に差があるか否かを検討するために、着用2時間経過後における圧迫感の平均スコアを用いて平均値の差の検定(有意水準 =0.05)を行った。その検定結果

は Table 5 に示す。口ゴム部位置における脚部の平均周径寸法は、Group1 と Group2 との間で差が認められず、被験者間で脚部の圧縮かたさが異なっていたものと考えられる。すなわち、口ゴム部の脚部周径寸法は靴下を着用しない状態で測定したものであり、靴下を着用した状態の周径寸法が各グループ内でも大きく変動しているものと予想できる。また、脚部の圧縮特性や脂肪厚等についても検討が必要であると考えられる。

**Table 5** Mean girth of the region compressed by the top

Group1	Group2	
n=11	n=21	<i>t</i>
(cm)	(cm)	
35.4	35.7	0.324

#### 4. 結論

安静椅座位姿勢での紳士用カジュアルソックス着用において、口ゴム部の圧迫力（物理的特性値）と圧迫感（官能評価値）との関係を検討した結果、つぎの知見が得られた。

- (1) 一定伸長状態の口ゴム部は応力緩和を引起すために、口ゴム部の圧迫感は着用時間の影響を受ける。
- (2) 圧迫感評価には着用後約2時間が必要である。
- (3) 口ゴム部の位置している脚部部位については、内・外面部、および後面部に比べて、前面部における圧迫感と圧迫力の相関が高い。
- (4) 圧迫力測定には脚部の圧縮特性や脂肪厚等についても検討が必要であると考えられる。

今後は消費者に対してますます重要になってくると考えられる個別対応の靴下設計において、これまでに得られた知見を指針として、引張強度の測定等により口ゴム部の強度と圧迫力との関係を解析し口ゴム部の製造条件について明らかにすることが必要である。

#### 謝辞

本研究の遂行に当たり、助言・指導をいただいた信州大学繊維学部松本陽一教授に感謝します。

#### 参考文献

- 1) H. Morooka, Y. Azuma, Y. Matsumoto and H. Morooka, Text. Res. J., **70**, 44-52 (2000)

- 2) H. Morooka, M. Nakahashi and H. Morooka, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **38**, 324-332 (1997)
- 3) M. Nakahashi, H. Morooka and H. Morooka, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **39**, 392-397 (1998)
- 4) M. Nakahashi, H. Morooka and H. Morooka, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **41**, 756-762 (2000)
- 5) M. Nakahashi, H. Morooka, H. Morooka, S. Hiraga and J. Deguchi, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **40**, 661-668 (1999)
- 6) 辻坂敏之, 奈良県工業技術センター研究報告, No.27,1-4(2001)
- 7) 辻坂敏之, 奈良県工業技術センター研究報告, No.28,1-4(2002)
- 8) Y.Komimami, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **43**, 348-355 (2002)
- 9) N. Ito, Sen'i Gakkaishi, **54**, P209-213 (1998)
- 10) N. Ito, Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses., **40**, 781-786 (1999)
- 11) T. Nishimatsu, T. Hananouchi, Y. Matsumoto, E. Toba, T. Matsuoka, M. Kondou and H. Ishizawa, Sen'i Gakkaishi, **57**, 285-290 (2001)