

技術ノート

着用状態を想定した脚形疲労試験機の開発

大泉幸乃^{*1)} 富永真理子^{*2)} 堀江 暁^{*3)} 森 紀年^{*4)}

Development of leg style fatigue tester like a wear state

Yukino OIZUMI, Mariko TOMINAGA, Akira HORIE and Noritoshi MORI

1. はじめに

衣服は着用中の外力により、しわや伸びなど形態変化を生じる。この形態変化の一つにバギングがあげられる。これは衣服の膝部、肘部が着用中の手足の屈伸運動により膨れた状態で固定される現象である。バギングの評価法は「JIS L1087 織物及び編物のバギング試験方法」があるが、試験条件、評価方法が着用状態に対応しているとは言いがたい。松岡¹⁾らは型崩れ試験装置を提案しているが、静的な装置であり着用状態の再現は難しい。

そこで、膝の動きや衣服圧、摩擦など着用状態を調べ、この条件を考慮した脚形疲労試験機を試作した。また、バギングの評価は主観的判断に頼る部分が多いので、試験機による疲労と着用による形態変化を三次元計測装置により数量的にとらえ、客観的評価方法について検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

近年、着心地、風合いを重視してポリウレタン混アパレル製品の増加が著しい。そこで、ポリウレタンの形態変化への影響を確認するために、試料には密度・織度・織組織が近似しており、素材に a:綿 100%と b:綿 97%・ポリウレタン 3% 使用の織物および同素材のパンツを用いた(表 1)。

表 1 試料

	a:綿		b:綿・ウレタン	
	たて	よこ	たて	よこ
密度(本/cm)	47.3	24	44.7	24.7
織度(tex)	42.7	55.5	34.2	64.9
厚さ(mm)	0.58		0.54	
重さ(g/m ²)	353.1		312.8	
素材	綿:100%		綿:97% ウレタン:3%	
組織	斜文織		斜文織	

*1)墨田分室(現生活科学グループ)

*2)墨田分室(現八王子分室)

*3)墨田分室(現産学公連携室)

*4)城東地域中小企業振興センター

2.2. 官能検査

形態変化は主観的に評価される場合が多いので、パンツの膝部分の形態変化について官能検査を行った。膝角度が 150~175° の範囲で 6 種類の膝角度が異なるパンツレプリカ写真を用意し、男性 19 名、女性 11 名の被験者に膝のバギングが目立つ膝角度についてアンケートを実施した。

2.3 着用実験

被験者男性 5 名、女性 4 名が 2 種類のパンツ(a.綿製品、 b.綿・ウレタン製品)を事務作業で交互に 14 ヶ月着用した。パンツのバギングを評価するために、着用前後の形状を三次元計測装置(VOXELAN NKV-1100S 浜野エンジニアリング製)により測定し、三次元データからパンツの膝角度を確認した。

2.4 脚形疲労試験機の開発

脚形疲労試験の仕様を決めるために膝部の三次元動作分析、衣服圧を測定した。このデータをもとに脚形疲労試験機を設計開発した(図 1)。



図 1 脚形疲労試験機外観

2.5 疲労試験

脚形疲労試験機で屈曲試験を行い、三次元計測装置により試料の膝角度を測定した。

3. 結果

3.1 バギングが目立つ膝角度の判定

どの程度、パンツの膝角度が小さくなるとバギングが目立

つと判定するかについて、パンツの脚部分の膝角度を6段階に変化させたレプリカ写真(図2)を用い官能検査をおこなった。各膝角度における膝部分のバギングが目立つと指摘した被験者の割合を図2に示す。膝角度172°で30%、168°で83%の被験者がバギング目立つと指摘しており、突出が目立つ膝角度の目安がわかった。

図2 バギングが目立つと指摘した被験者の割合(%)

膝角度が異なるレプリカ写真	175°	172°	168°	158°	150°
割合(%)	3	30	83	97	100

3.2 着用実験とJIS試験の比較

2種類のパンツについて着用前・後の形状を三次元計測し、膝角度でバギングを評価した。その結果、綿製品の膝角度が172.9°で、官能検査のバギングが目立つ膝角度172°に近い値となり、綿・ウレタン製品の174.4°より膝部分が突出していることが判明した。同試料をJIS L1087 織物及び編物のバギング試験方法 A 法で試験をしたところ綿製品が綿・ウレタン製品よりバギング高さが小さくなり、着用実験結果と合致しなかった(表2)。伸長特性が異なるこれらの素材は、既存の試験方法では着用による形態変化を適切に評価できないことがわかった。

表2 パンツの三次元計測結果

	膝角度(°)		JISバギング高さ(mm)
	新品	着用(14ヶ月)	
綿	177.4	172.9	2
綿・ウレタン	178.3	174.4	5

3.3 脚形疲労試験機の開発

表3は下肢動作とJISバギング試験機および脚形疲労試験機の特徴を示している。人間の下肢動作を三次元動作解析したところ、各動作における最小膝角度は57~133°となることが明らかになった。JISバギング試験機では最小屈曲角度が130°または140°であり、座位やしゃがんだ状態まで屈曲できない。そこで、パンツ生地と膝部分の接触圧を測定したところ、人間はしゃがみ時に9.7kPaの圧力がかかるが、JISバギング試験機ではしゃがんだ状態まで屈曲できないため最小屈曲角度130°で6.5kPaと接触圧が小さいことがわかった。このように、JISバギング試験機ではパンツ着用状態を正確に再現できない。脚形疲労試験機は人間の脚の特性に近づけるため、屈曲角度は60~150°の範囲で任意に設定可能とし、骨格部分はアルミ材を使用し、これに成人女子の脚形に成型したウレタンフォームをはめ、皮膚の摩擦特性に近似の合成皮革で覆った。成人女子の体型を参考にしている

ので、製品を切断することなく試験機に装着する事が可能である。屈曲速度は70回/分まで可変で、動作にあわせて速度を設定することもできる。設計製作は城東地域中小企業振興センターでおこなった。

表3 下肢動作と脚形疲労試験機の特徴比較

測定項目	動き	下肢動作		
		歩行	座る	しゃがむ
膝角度	度(°)	133	88	57
速度	回/分	43		
接触圧	kPa	0.3	2	9.7
測定項目	動き	脚形疲労試験機		JISバギング試験機
屈曲角度	度(°)	60~150		130~180
速度	回/分	0~70		100
接触圧	kPa	9.8		6.5

3.4 疲労試験

綿製品、綿・ウレタン製品の2試料について1万~7万回までの屈曲試験を行い、三次元計測機により膝角度を測定した(図3)。2試料とも屈曲回数2万回まで膝角度の減少割合が大きくそれ以上では膝角度の変化が少なくなることがわかった。また、綿製品が綿・ウレタン製品より膝角度が小さくなり、バギングしやすいことがわかった。屈曲回数2万回で綿製品は170.1°、綿・ウレタン製品は173.5°になり綿製品はバギングが目立つ状態であった。以上のことから、開発した脚形疲労試験機による屈曲試験は着用実験と同傾向になることが明らかになった。

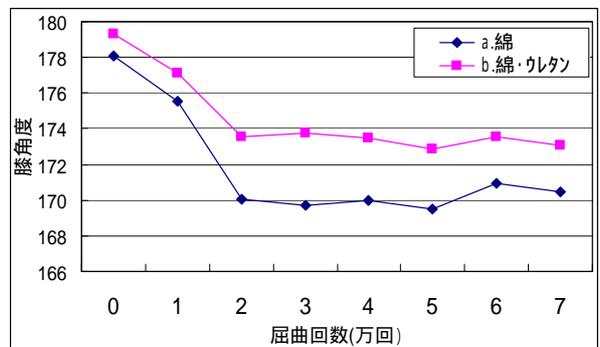


図3 疲労試験によるパンツの膝角度の変化

4. まとめ

人間の下肢動作を模擬した脚形疲労試験機を開発し、疲労試験をおこない、三次元計測装置により立体的に膝角度を測定した。その結果、JISバギング試験機より着用状態に近い形態変化が得られ実用性が高い試験機であることが明らかになった。さらに製品状態で試験が出来るので、表生地だけでなく、縫目、裏地、パターンなども含めた総合的な形態変化の評価が可能になった。

参考文献

1) 松岡弘子, 長江貞彦, 丹羽雅子: 繊維誌 25, 502-509(1984)
(原稿受付 平成16年8月6日)