糸の曲げ剛性の一測定方法

古金谷圭三^{*,#}

A Measuring Method of the Bending Rigidity of Thread

Keizou Koganeya^{*,#}National Institute of Technology, Wakayama College,
77, nadachou-nojima, Gobou, Wakayama 644-0023, Japan

Abstract: As for measurement of the bending rigidity of thread, generally, the KES method has been used. A test sample based on the relation among the bending rigidity of a ring-formed beam, compression load and displacement is adopted. Results from the test samples are comparatively in agreement with those of KES method..

(Received 24 December 2014 ; Accepted 18 February, 2015)

1. 緒 言

セーターなどに使われる糸の曲げ剛性は、一般に可編性に影響すると言われている。一例として、麻混紡糸のような曲げ剛性が大きな糸は、工業用編機で編成を行った場合、目落ち等が頻発するので編みにくいことが知られている。糸の曲げ剛性の測定には、一般的にカトーテック株式会社製の純曲げ試験機 KES-FB2 シリーズが使われている[1]。その原理は、測定用の試料に純曲げ変形を与えて、その反力から曲げ剛性を得るものである。

圧縮試験機を使った糸の曲げ剛性の測定に関しては、糸に横圧が加わった場合の曲げ剛性について、糸を薄肉円筒に巻きつけた試料に、圧縮試験機 KES-F3 を適用した結果が報告[2]されている。

単純に糸の曲げ剛性を測定するのに、糸に張力を加えて薄肉円筒に巻き、円環方向に圧縮した場合、測定される剛性は、糸と円筒との摩擦や糸の初期張力などのために、両者の曲げ剛性の単純な総和とはならなくなる。

ところで、今回実験で使用した市販の双糸では、円筒形状の直径のサイズにもよるが、支持部材がなくとも円環状に巻かれた形状のままで安定している。単糸でこのような試料を作成すると、残留トルクの影響と考えられるが、振れて円筒形状が維持できない。双糸が円筒形状を維持できる理由として、主にセーターなどの生産に使われる市販の双糸では、上撚り下撚りのトルクバランスが取られているからであると考えられる。

そこで、双糸に限定されるが、円環を重ねた円筒状の試料を作成、その試料を直接に直径方向に圧縮強制変位

を与えた時の反力を測定し、その変位と反力から解析解[3]によって曲げ剛性を求める。

このようにして得られた曲げ剛性の測定結果を多目的純曲げ試験機 KES-FB2 で得られた測定結果と比較する。

2. 実 験

2.1 素 材

測定用の試料として、選んだセーターで使われる双糸は、Table 1 に示すとおり。なお、表中の A, B については、素材、番手は同じだが、製造メーカーが異なる糸である。

2.2 測定試料

Fig. 1 に測定用に調整した試料を示す。測定対象の双糸を円筒形状に整え、形状が保持できるように、側面 4ヶ所に極細い粘着テープを貼り付けている。この試料の双糸の巻回数は 50 回、円筒形状の直径は約 18.5mm である。

双糸を円筒形に整えるには、例えばプラスチックなどの表面のすべりの良い円筒形のものに、糸に均等な張力をかけながら巻きつけることで行う。

Table 1 Test Sample.

Sample	Tex(Cnt.)	Comp.
A	76.9(2/26)	Cashmere 100%
B	76.9(2/26)	Cashmere 100%
C	58.8(20/2)	Cotton 100%
D	66.7(2/30)	Wool 100%
E	50.0(2/40)	Hemp 100%

corresponding author

* 和歌山工業高等専門学校

Fig. 1 Sample for Measurement (Sample A).

Fig. 2 Sketch of Measurement Unit.

Fig. 3 Outline of Signal Communication.

Fig. 4 Ring-formed Beam and Load.

Fig. 5 Load Value by Sensor with Displacement.

Table 2 Comparison between 2 Methods.

Sample	Present Method	KES(10samples)	
		Average	Normal Deviation
A	5.29	5.81	0.386
B	4.79	5.42	0.331
C	5.15	4.56	0.370
D	5.30	5.60	0.282
E	17.90	17.93	1.790

(Unit: $\text{mN} \cdot \text{mm}^2$)

2.3 測定装置及び測定方法

測定装置の概要を Fig. 2 に示す。Fig. 1 に示すサンプルを直径方向に圧縮し、その時の反力を荷重として測定する。荷重測定に使用した圧力センサーは、INTERLINK ELECTRONICS 社製 FSR-406 である。

センサー、モーターに関する制御の概要を Fig. 3 に示す。なお、センサーからの信号は、プッシュビームの下降 1 mm 毎に受信するように設定されている。

3. 結果および考察

3.1 曲げ剛性の計算

Fig. 4 に示す、円環形状の曲り梁の曲げ剛性 EI (E : ヤング率, I : 断面 2 次モーメント) は、荷重 P と変位 δ を用いて、次式で得られる。

$$\text{曲げ剛性: } EI = 0.149 \times \left(\frac{P}{\delta}\right) \times R^3 \quad (1)$$

双糸を巻いている本数を n とすると、糸自体の曲げ剛性は、次式で得られる。

$$\text{糸の曲げ剛性: } 0.149 \times \left(\frac{P}{\delta}\right) \times R^3 \div n \quad (2)$$

荷重 P と変位 δ が一定の比率で変化しているのであれば、曲げ剛性が求められる。

3.2 測定結果

サンプル A のプッシュビームの変位と測定された荷重との関係を Fig. 5 に示す。この図からビームが約 1mm 下降した位置から円筒状の糸に接触し、その後、変位に比例して荷重が増加している。

ビームの変位が2mmから9mmの間での傾きを求めると、2.245 mN/mmが得られ、これを(2)式に代入して、糸1本の平均的な糸曲げ剛性、5.29mN・mm²が得られる。

3.3 KES法の測定データとの比較

Table 1に示したサンプルの多目的純曲げ試験機 KES-FB2-Sによる測定結果と、今回示した試料/装置による測定結果との比較を Table 2に示す。今回示した方法での測定結果が、KES-FB2-Sでの測定結果の、(平均値 $\pm$ 2 $\times$ 標準偏差)の範囲にあり、ほぼ同等の測定結果が得られたと判断できる。

4. 結 言

セーター類の編成で一般的に使われる市販の双糸について、その糸の特性の一つである曲げ剛性を測定する場合、糸を円筒状に整えた試料の有用性が示せた、この試料を直径方向に圧縮し、その変位と測定される荷重から曲げ剛性が求められる。

謝 辞

今回の測定にあたり、サンプル提供、測定協力をいただいた、東洋紡糸工業株式会社、山下義博氏、林牧子氏に謝辞を表します。

文 献

1. A. Yasuda, Y. Fukuda, K. Oota, T. Sasaki, T. Sasaki, "Development of the Protection Method of the Carbon Fiber by the Thread Twisting", Aichiken Sangyougijutu Kennkyuujo Kennkyuuhoukoku 2010, pp.96-99 (2010).
2. M. Niwa, S. Kawabata, *J. Text. Mech. Soc. Japan.* **27**, No. 12, pp.192-200 (1974).
3. K. Terasawa, G. Matuura, *Zairyourikigaku(joukann)*, 4th ed. pp.188 (1975).