

形態安定ウール・ニットの開発に関する研究

—糸構造変化による形態安定ウール・ニットの開発—

橋本貴史、服部安紀

要 旨

ニット布には織物と比べて伸縮しやすいという特長がある反面、外力による変形に対して回復しにくいという欠点も併せ持っている。そこで、糸構造と編地の伸長弾性（外力に対する変形回復）及び斜行現象の関係について検討した。

その結果、編地の伸長回復性は、高伸長になるほど糸構造の影響よりも編地密度の影響が大きいことが分かった。また、ニット布の欠点である斜行現象について糸トルクとの関係を調べた結果、 $15\text{mgf}\cdot\text{cm}$ 以上のトルク力があると編地に斜行が発生することが判明した。

1. はじめに

ニットは織物と比べて変形しやすいという特性を持っている。衣服とした場合、その伸縮機能がカジュアル性とマッチし長所ともなるが、欠点として種々の形態変化となって現れることが多々ある。形態変化には次のような要因が挙げられ、それが総合的に型くずれとなるわけである。

- ①洗濯等による縮みや伸びの寸法変化
- ②着用中や保管中の自重による伸び
- ③編地の性質からくる斜行・ねじれ
- ④ひじ抜け・ひざ抜けなどのバギング現象

ここでは編地の斜行とバギング現象を取り上げ、糸構造とこれら形態変化との関係を検討することにより、ニットの形態安定性向上を目指すことにした。

具体的には糸構造としてリング紡績糸、エアージェット紡績糸、ラップヤーン、コアヤーンの4種類の糸構造を用いて、糸物性及び編地物性等の評価試験を行った。

2. 実験方法

2-1 試料作成

(ア) ニット糸の試作

試料糸としてリング紡績糸、エアージェット紡績糸、ラップヤーン、コアヤーンの4種の糸構造の6種類のニット糸を試作した（表1）。それぞれ試作した装置は、次のとおりである。

- ①リング紡績糸（精紡撚糸機コンボスピンHSB-12、(株)小関テクノ製）
- ②エアージェット紡績糸（ツインスピナーMTS-882、村田機械(株)製）
- ③ラップヤーン（トライスピナー、(株)小関テクノ製）
- ④コアヤーン（精紡撚糸機コンボスピンHSB-12、(株)小関テクノ製）
- ⑤撚糸工程（意匠撚糸機、(株)共立機械製作所製）

表1 糸構造変化によるウール100%糸（60原料）

No.	糸種類	番手	構造	表記
1	リング紡績糸	2/48	下撚数Z41.5回/10cm 上撚数S23.2回/10cm	リング
2	エアージェット紡績糸	2/48	上撚数S23.2回/10cm	A・J
3	ラップヤーン	1/24	押え糸：1/60梳毛糸 撚数S28.4回/10cm	ラップ60
4	コアヤーン	1/24	芯糸：1/60梳毛糸 撚数Z28.4回/10cm	コア60
5	ラップヤーン	1/24	押え糸：1/48梳毛糸 撚数S31.2回/10cm	ラップ48
6	コアヤーン	1/24	芯糸：1/48梳毛糸 撚数Z31.2回/10cm	コア48

糸構造での性能相違点を見い出すことを目的としているので、全て羊毛60原料を用いたウール100%糸で、番手を24番単糸相当（1/24または2/48）に統一した。ただし、ラップヤーンの押え糸、コアヤーンの芯糸に1/60及び1/48の2種類の梳毛糸を用いて、それぞれ2種類作成した。

この試作したニット糸を用いて工程フロー図（図1）のとおり編成→仕上げ→評価試験の流れで研究を進めた。

（イ）編成

編成にはFAK型試験編機18ゲージ（LAWSON-HEMPHILL社製）を用いた。編地の密度はカバーファクター（CF）を0.4（普通の密度）及び0.5（密な密度）に設定して2種類のニット地を作成した。

（ウ）仕上げ

作成したニット布の仕上げとして、プレス処理→湯通し→プレス処理を行った。プレス処理はJISのプレス収縮試験H3法の条件で、湯通しは80℃×15分間行った。

2-2 試験方法

（ア）各種ニット糸の物性試験

（1）ラップヤーンの押え糸及びコアヤーン

の芯糸の物性

ラップヤーンの押え糸及びコアヤーンの芯糸に用いた原糸として、梳毛糸1/60、1/48の強伸度と伸長弾性率を測定した。使用した装置は標準引張試験機（オートグラフAG-500A型、（株）島津製作所製）である。

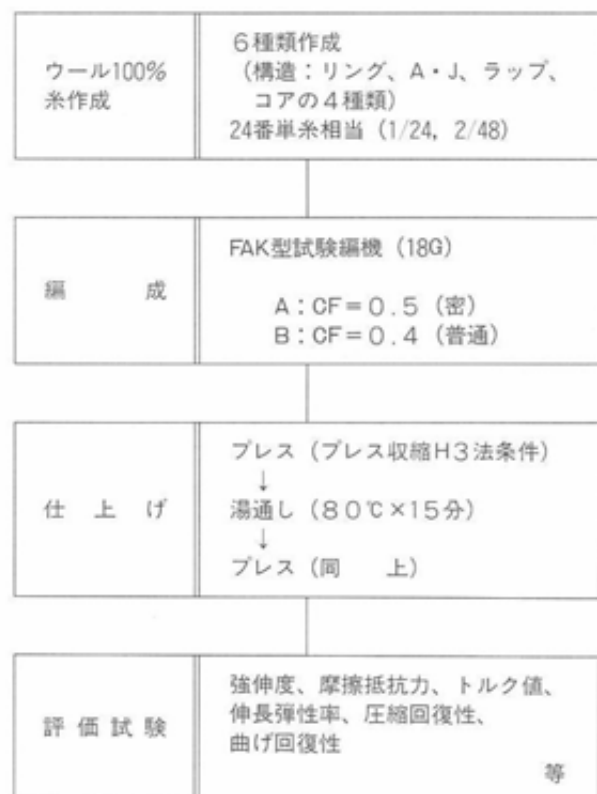


図1 研究の工程フロー

(2) 強伸度

作成した6種類のニット糸について、標準引張試験機(同上)を用いて引張試験を行い、最高強力及び伸度を測定した。

(3) 初期引張抵抗度

同上の引張試験を行うと同時に測定をした。この値は初期25g~50gにおける傾きを算出している。ヤング率に近似した値であるが、値が小さいほど少ない力で伸びやすい性質を表している。初期引張抵抗度として単位を(Kg/24単糸相当)に統一した。

(4) 糸摩擦力

編成性試験機(編成性測定器KS-2、(株)杉原計器製)を用いて糸の摩擦力の測定を行った。速度50m/分、初期張力を7gの条件で測定した。

(5) 伸長弾性率

標準引張試験機(同上)を用いて、一定伸び(5%)を糸に与えた後の回復性を測定した。4回伸長を繰り返し、1回毎の値を出した。初荷重は10gとした。

(6) トルク値

編地の斜行発生には、糸の撚トルクが大きく関与している。このため、トルク計(尾張繊維技術センター試作品)を用いて、6種類の糸のトルク力を測定した。条件は試料糸の長さ25cm、荷重10gで測定した。単位はmgf・cmである。

(イ) ニット布の物性試験

(1) 曲げ回復性、圧縮回復性

KES風合試験機(カトーテック社製)の曲げ試験機及び圧縮試験機を用いて、曲げと圧縮特性を測定した。曲げ試験は試料10cm×10cmの大きさで測定した。また、圧縮試験は筒編地を切り開くことなく、2枚重ねの状態で行った。

(2) 多軸方向の伸長特性

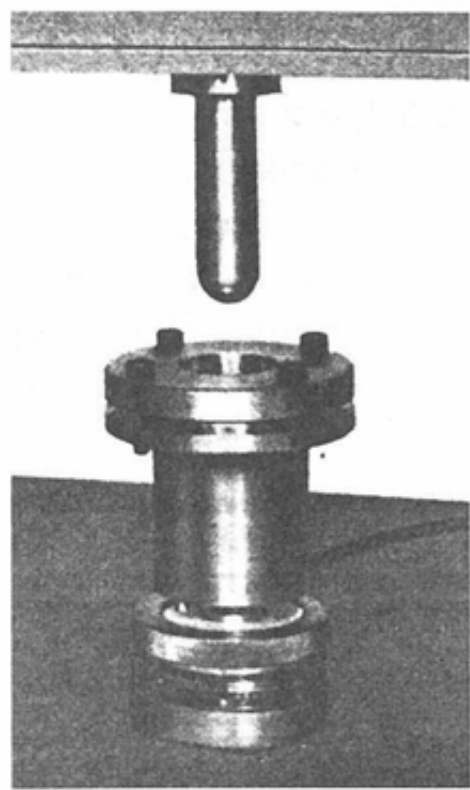


図2 多軸方向圧縮伸長試験装置

前述の引張試験機に破裂試験装置を取り付け、多軸方向の伸長特性を測定した。これは、図2のように円形に裁断した編地試料を装着金具に取り付け、先端球面のポンチを試験片に挿入して、一定伸びまで伸長させ、その伸長弾性を測定するものである。ここでは20%伸長及び40%伸長の2種類の試験を行った。20%と40%に設定したのは、人間の皮膚が最高に伸びきると40%程度伸びるという文献から引用した値である。

この試験では初荷重をゼロとし、20%伸長の場合は15mm、40%伸長の場合は22mmの一定伸びを与え、どちらも10回繰り返し伸長させた。10g荷重が掛かった時の伸びを基準として繰り返し伸長させた時の伸びとの差を残留ひずみ量(mm)として算出した。残留ひずみ量が小さいほど最初の変形に近いので、回復性が優れていると結論づけられる。

また、20%及び40%伸長をそれぞれ10回繰り返した後、その伸びでの負荷強力及び伸長

エネルギーも併せて測定した。

3. 結果と考察

3-1 ニット糸の物性

(1) 梳毛糸1/60、1/48の物性

ラップヤーンの押え糸及びコアヤーンの芯糸に用いた原糸の強伸度及び伸長弾性率を測定した(表2)。

表2 ラップヤーンの押え糸、コアヤーンの芯糸に用いた原糸

糸種類	番手	強力(gf)	伸び(%)	伸長弾性率(%)
梳毛糸	1/60	100	14.7	67.5
梳毛糸	1/48	119	11.7	65.0

伸長弾性率：1回伸長した後の弾性率

強力は48単糸の方が強いが、伸度は60単糸の方が大きくなっている。糸の伸長弾性率については若干60単糸の方が大きい結果となった。

表3 各種ニット糸の物性試験

No.	糸種類	強力(gf)	伸び(%)	初期引張抵抗度
1	リング紡績糸	234	15.5	5.43
2	エアージェット紡績糸	278	20.3	3.96
3	ラップヤーン60	267	23.7	3.57
4	コアヤーン60	225	12.1	5.03
5	ラップヤーン48	272	18.3	4.46
6	コアヤーン48	276	16.5	4.84

初期引張抵抗度(kg/24単糸相当)

：初期25g～50gにおける傾き

値が小さいほど少ない力で伸びやすい。

(2) 試料糸の強伸度

表3のように強力、伸度ともにリング紡績糸と比べて、エアージェット紡績糸(AJ糸)、ラップヤーンが大きい傾向にある。AJ糸は自身による締め付けがあり、ラップヤーンは梳毛糸によるラッピングの影響が大きいと考えられる。また、コアヤーンにおいても芯糸

を48単糸にしたものは強力、伸度ともに大きな値となっている。

(3) 初期引張抵抗度

表3のとおりAJ糸及びラップヤーン60が小さな値を示し、小さな力で伸びやすい性質を表した。この値は、破断伸度が大きければ初期引張抵抗度が小さくなる傾向がある。

(4) 糸摩擦力

表4をみると、AJ糸とラップヤーンが大きな値を示した。AJ糸の毛羽、またラップヤーンの押え糸の凹凸が関係しているといえる。大きな糸摩擦力があると編成時に抵抗が大きいため、編成しにくいという欠点がある。

表4 糸摩擦力試験

No.	糸種類	摩擦抵抗(g)
1	リング紡績糸	117
2	エアージェット紡績糸	150
3	ラップヤーン60	185
4	コアヤーン60	75

測定：編成性試験機、

速度：50m/分、

初期張力：7g

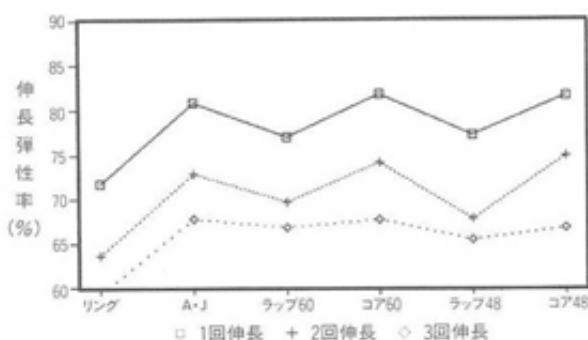


図3 糸構造と伸長弾性率

(5) 伸長弾性率

図3に各糸の伸長弾性率を示す。6種類の中でリング紡績糸に比べAJ糸、コアヤーン、ラップヤーンが高い伸長弾性率を示した。第1回伸長では、AJ糸、コアヤーンの2種が伸長弾性率80%以上の高い結果が得られた。

糸の弾性率は1軸方向の引張・回復であるため、無撚糸を締め付けているAJ糸や芯糸の影響が大きいコアヤーンが良い結果となったと考えられる。

伸長回数が増えると値は低下し、AJ糸、コアヤーン、ラップヤーンの格差は少なくなる。

(6) トルク値

一般的に編地の斜行は糸の撚トルクが大きく関与している。ニット糸の上撚と下撚のバランスが取れていれば、トルク力は小さくなり斜行は起こりにくい。

6種類のニット糸を編成したところ、コアヤーンの2種類だけが約8°の斜行現象を起こした。そこで、各糸のトルクをトルク計を使用して測定した結果、表5のようにコアヤーン2種類だけが他の糸に比べて大きな値を示した。これは、Z撚の梳毛糸をコアに用い、Z撚のコアヤーンとしたため残留撚トルクが大きかったものと考えられる。

表5 糸トルクと斜行の関係

No.	糸種類	斜行	トルク値
1	リング紡績糸	無	6
2	エアージェット紡績糸	無	8
3	ラップヤーン60	無	7
4	コアヤーン60	有(約8°)	16
5	ラップヤーン48	無	6
6	コアヤーン48	有(約8°)	17

測定：トルク計（単位mgf・cm）
荷重：10g、試長：25cm
トルク値はグラフからの読み取り

どのくらいの値で斜行が起こるか追加試験を行ったところ、15mgf・cmを境として約15mgf・cm以上のトルク力が糸に内包していると斜行が発生することが判明した。

3-2 編地物性

(1) 曲げ特性

表6に示すようにどの糸も、密度の大きい編地A（CF=0.5）は普通の密度の編地B（CF=0.4）に比べて曲げ剛く、回復性が遅いことが分かる。

表6 ニット地の曲げ特性

編地種類	試料	B	2HB
A CF=0.5	リング紡績糸	0.0245	0.0261
	エアージェット紡績糸	0.0298	0.0278
	ラップヤーン60	0.222	0.0209
	コアヤーン60	0.0242	0.0251
	ラップヤーン48	0.0244	0.021
	コアヤーン48	0.0239	0.0219
B CF=0.4	リング紡績糸	0.0148	0.0151
	エアージェット紡績糸	0.0242	0.0207
	ラップヤーン60	0.0202	0.0174
	コアヤーン60	0.0196	0.0167

B：曲げ剛さ（大きいほど曲げ剛い）
2HB：曲げヒステリシス
（大きいほど曲げに対する回復が遅い）

表7 ニット地の圧縮特性

編地種類	試料	RC
A CF=0.5	リング紡績糸	58.0
	エアージェット紡績糸	57.6
	ラップヤーン60	57.1
	コアヤーン60	59.4
	ラップヤーン48	58.9
	コアヤーン48	57.6
B CF=0.4	リング紡績糸	59.3
	エアージェット紡績糸	58.8
	ラップヤーン60	59.4
	コアヤーン60	59.3

RC：圧縮レジリエンス
（大きいほど回復性がよい）

(2) 圧縮特性

表7に示すように圧縮の回復性も曲げ特性と同様、編地Aより編地Bの方が良い傾向にある。

(3) 多軸方向の圧縮伸長特性

編地Aに20%伸長を2回及び10回繰り返した時の残留ひずみ量を図4に示す。AJ糸は残留ひずみ量が大きく回復性が悪い結果となり、コアヤーン48は良い結果であった。AJ糸は、糸としての伸長弾性率が高いが、摩擦抵抗力が大きいために変形に対して元に戻ろうとしても動きにくいことが悪い結果となったものと考えられる。コアヤーン48は、糸の伸長弾性率が高く摩擦抵抗も小さく、変形に対して動きやすいことが良い結果になったものと考えられる。2回でも10回繰り返しても傾向としては同じで、回数が増すほど回復性は悪い結果となった。

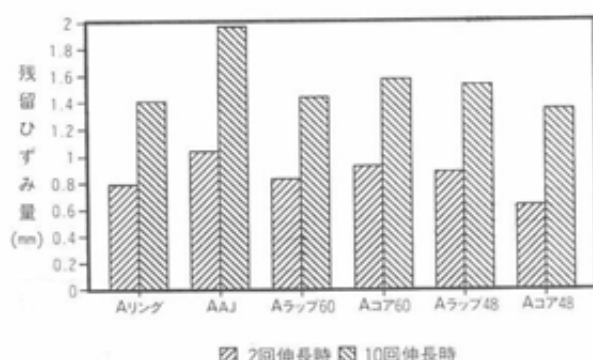


図4 20%伸長時の残留ひずみ量

次に編地Aを40%伸長で2回、5回及び10回繰り返した時の残量ひずみ量を図5に示す。AJ糸はやや大きい値を示して回復性が悪い結果であるが、他もほとんど同程度と大きく変わらない結果である。40%も伸長させると、ループの形が崩れるほどの変形であるため、変形量が大きすぎて糸構造ではカバーできないものと考えられる。しかし、図6に示す。40%伸長を10回繰り返した後の40%伸

長時の負荷強力と伸長エネルギーは、コアヤーン48が他の糸に比べ若干大きい値となっており、回復性はコアヤーン48が優れているものと考えられる。

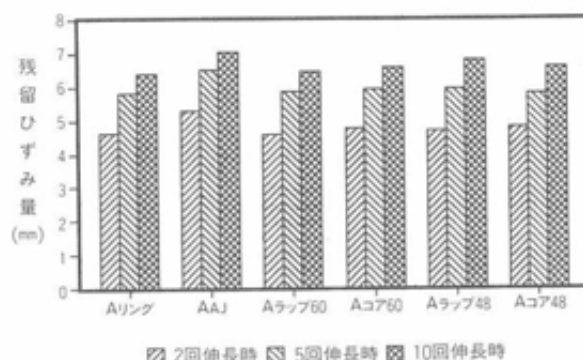


図5 40%伸長時の残留ひずみ量

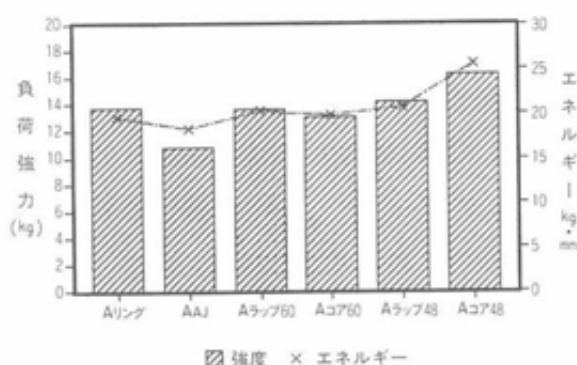


図6 40%伸長時の負荷強力と伸長エネルギー

次に編地の密度差と伸長弾性との関係を見つめる。図7と図8に20%と40%伸長を10回繰り返した後の編地A・Bの残留ひずみ量を示した。図7から20%伸長の場合、AとBとの間にはあまり差が見られない。しかし、図8に示す40%伸長の場合、AとBとの差が大きくなっている。これは、20%程度の緩やかな変形では編地密度の影響は少ないが、40%伸長と大きく変形を起こすと編地の密度、すなわちループの大きさにより回復力が変わってくるということである。

結果としては、糸構造よりも編地の適正密度が回復性の大きな要因となってくることが判明した。

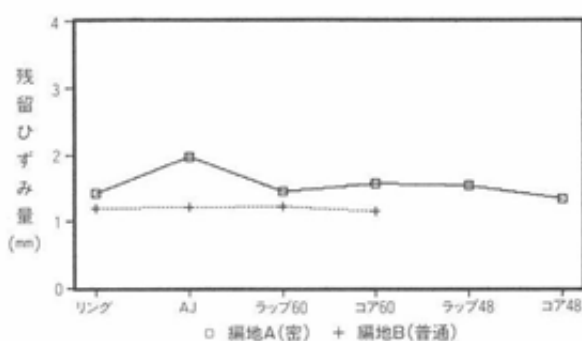


図7 20%伸長時の残留ひずみ量

4. まとめ

糸構造、編地密度と外力に対する変形回復性及び斜行現象の関係について検討した結果、次の成果を得た。

(1) 4種類の糸構造の中で、糸の伸長弾性率は、エアージェット紡績糸とコアヤーンが大きい。

(2) 編地の外力に対する変形回復性は、糸の伸長弾性率の善し悪しだけではなく、摩擦抵抗力も影響することから、糸としてはコ

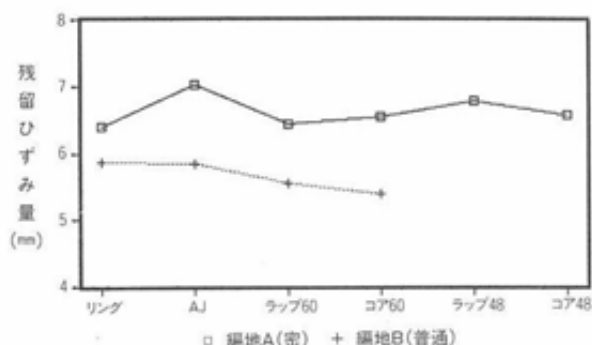


図8 40%伸長時の残留ひずみ量

アヤーンが比較的良かった。

(3) 糸の撚トルクと斜行現象との関係を調べた結果、 $15\text{mgf}\cdot\text{cm}$ 以上のトルク力があると編地に斜行が発生することが判明した。試作したコアヤーンは $16\sim 17\text{mgf}\cdot\text{cm}$ のトルクがあり、約 8° 斜行した。

(4) 40%といった大きな変形ほど、糸構造よりも密度の影響が大きく、適正な編地密度にすることの方が重要である。