

織物形状変化の制御に関する研究

—カーリングと糸トルクの関係解析—

池口達治、村井美保

要 旨

カーリングの評価方法として、角度法、3次元法、リボン法の3種類を考案した。角度法は織物先端の向く角度で評価する。3次元法は織物の高さを計測し、その対角線断面形状を基に評価する。リボン法は短冊状に裁断した織物の回転トルクから評価する。

糸の撚係数と密度を変化させた織物を製織し、カーリングの程度を上記評価方法を使って評価した。この結果、経緯の撚係数と密度のバランスが崩れた織物でカーリングが発生しやすいことを確認した。また、角度法、3次元法の有効性が確認できた。

1. はじめに

毛織物業界では薄地織物、強撚糸織物の占める割合が増加し、これに伴いカーリングの発現頻度も高くなってきている。カーリングが起きやすい織物は、裁断、縫製工程で作業の妨げとなるばかりでなく、製品になった後でも形態安定性の面からクレームに発展することもあり、重要課題のひとつとなっている。

カーリングはその発現機構により2種類に大別できる。

一つは朱子織物や高収縮率織物などに多く見られる“収縮によるカーリング”である。浮き糸が多い朱子織物などは、経糸や緯糸が収縮するとその収縮力が織物の表面側か裏面

側に集中する。収縮力がある程度以上になると“収縮によるカーリング”が起こるが、この場合、収縮する糸に沿った方向に巻く。

もう一つは、強撚糸織物などに多く見られる“解撚によるカーリング”で、構成糸の解撚トルクが要因である。ウール糸の撚がセットされる機構は、緊張状態にあるウール繊維中のS-S結合が湿熱環境下で一旦破壊され、SH基と再結合する(SH/SS交換反応)ことにより、そのときの形状が維持されるためといわれている^{1) 2)}。このセットは製織工程を円滑に行うための仮セットと考えるべきで、完全に解撚トルクが除去されるものではない。環境湿度が変化すると再架橋したS-S結合が還元分解され、セットが解消される。このとき固定されていた撚が元に戻ろうとする力、即ち解撚トルクが発生し、カーリングが起こる。この場合、織物は角からななめに巻いていく。

本研究では“解撚によるカーリング”を研究対象とし、本報告では“解撚によるカーリング”のことをカーリングと呼ぶこととする。

カーリングを根本的に抑制するためには具体的な製造条件とカーリングが発現する様子との関係を明らかにする必要があるが、これを対象とした過去の研究はほとんどない。

カーリングに影響を及ぼす因子としては、糸の撚セット、織物規格、仕上加工条件など

いくつか考えられる。これらのうちカーリングの根本的原因であると考えられる解熱トルク及び経緯密度とカーリングとの関係について調べた。

2. 実験方法

図1は経にS撚、緯にZ撚の糸を使用した織物を表す。糸1本に注目すると、吸湿により糸に解熱トルクが発生し、経糸、緯糸にはそれぞれ矢印の方向に回転する力が発生する。糸がらせん形状をとると解熱トルクが緩和され安定することは強撚糸のスナール現象などからよく知られている。同様に織構造により束縛された状態にある糸では織物全体が円筒

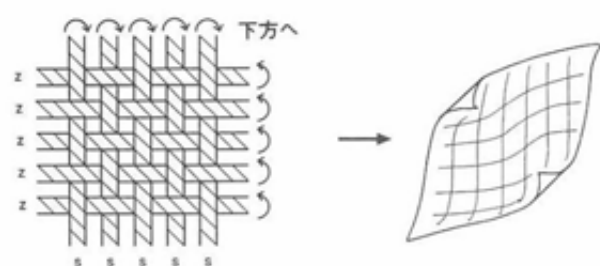


図1 カーリングの発現機構

状になって安定する。織物自身の束縛による抵抗力と曲げ抵抗が最も小さいのは織物の角付近であるので、カーリングは織物の角から発生する。織物中心部へ行くほどこれらカーリング抵抗力が増加するため、バランスがとれた位置でカーリングがストップする。経緯とも同じ撚方向の糸を使用した場合でも、撚トルクに差があれば同様のことがいえる^{3) 4) 5)}。

樹脂加工、疎水加工、パーマネントセット加工などは糸の解熱を抑制する効果が期待できる。毛織物に防縮加工（BAP）とシロセット加工を行い、カーリングがどう変化するか調べた。後述する角度法でカーリングの程度を評価した結果を図2に示す。グラフは縦軸の0から離れるほどカーリングが起きやすいことを意味する。どちらの加工方法でもカーリング抑制に若干の効果が得られたが、完全に除去するにはいたらない。さらにコスト、脱変色、風合いの変化などが問題となるケースもあり、カーリング対策だけを目的としてこれらの加工を行うのは実用的とはいえない。

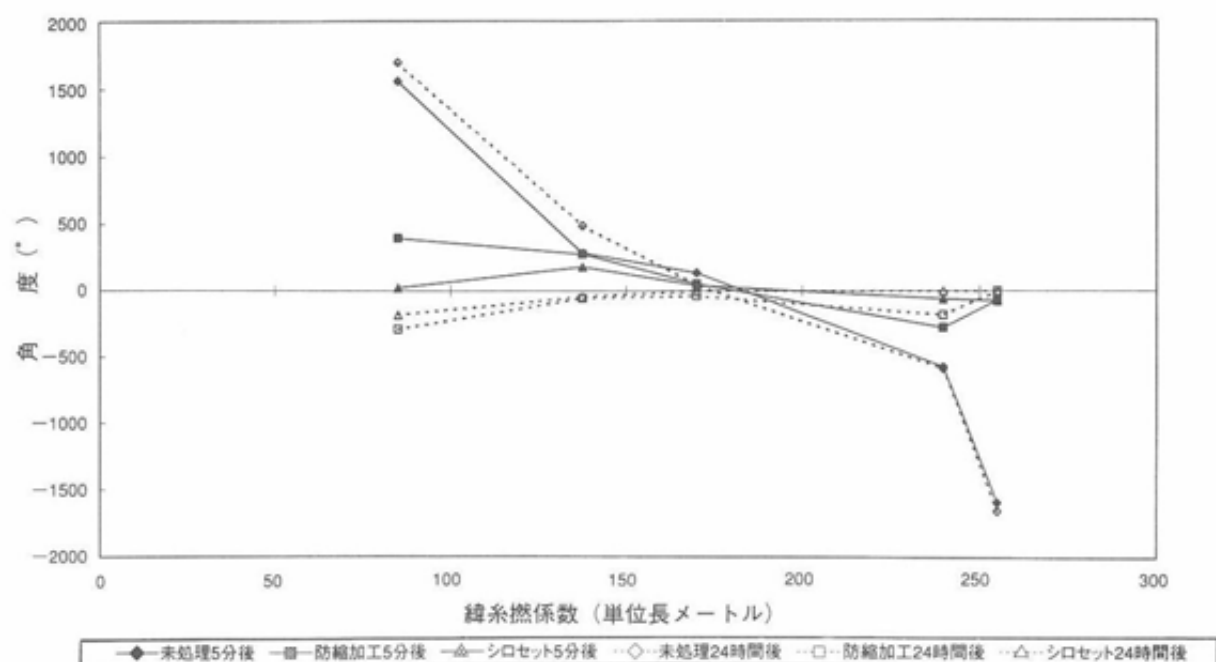


図2 後加工がカーリングに及ぼす影響

梳毛糸2/60 経糸撚係数170 (単位長メートル) 経糸密度200.0本/10cm (50.8本/in) 緯糸密度143.3本/10cm (36.4本/in)

以上の点からカーリングの抑制には経緯の解熱トルクのバランスを考慮する必要があると考えられる。解熱トルクの要素として糸の撚係数があり、経緯のトルクバランスに影響を与える要素として糸密度がある。これらの組み合わせ方がどのようなときにカーリングが発現しやすいのか、また、カーリングが発生しにくいバランスがとれた状態にするには織物規格をどう考えていったらよいのか、という観点から、糸の撚係数と密度が異なる織物を製織し、カーリングの程度との関係について検討した。

2. 1 解熱トルクの測定方法

解熱トルクの測定は糸トルク計を使用した。測定装置の概略を写真1-a、bに示す。チャック間距離25cmの測定装置に、初荷重5gfを与えた糸をセットする。上部チャックには糸の回転トルクを検出するロードセルを取り付けてあり、データはA/D変換器を経由して0.5秒毎にパソコンに取り込む。チャック部

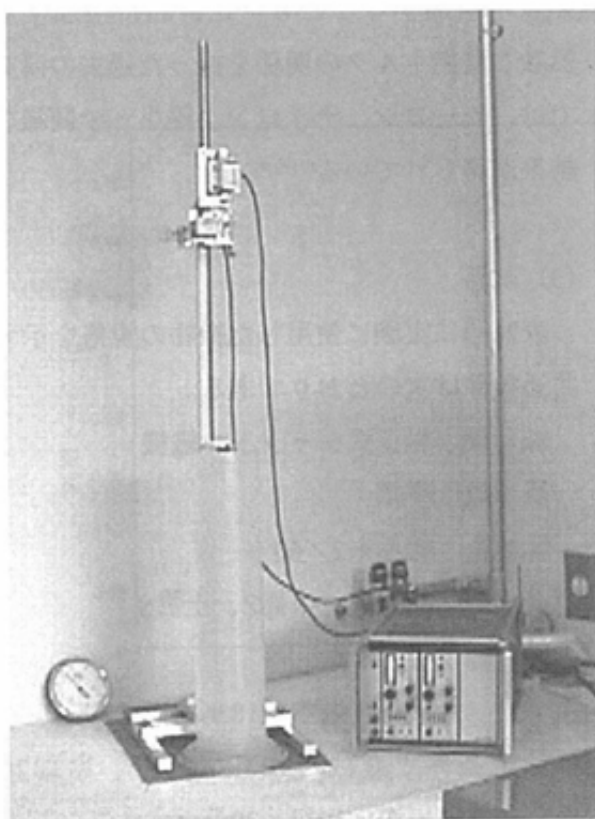


写真1-a 糸トルク計

は支柱に沿って上下にスライドするので、同一試料の室内環境での解熱トルクと浸水環境での解熱トルクを測定することができる⁶⁾。この装置を使用して、室内環境(20℃、65% RH)での解熱トルクと70℃の湯に90秒間浸水したときの解熱トルクを測定した。

2. 2 試料

(1) 撚セット条件

図3に強撚梳毛糸の撚セット温度と浸水前後の解熱トルクの関係を示す。

浸水前の解熱トルクをみると、セット温度が高いほど解熱トルクが減少する傾向があり、90℃以上で一定になる。一方、浸水後の解熱トルクは100℃までは未セット糸と同等の値を示し、この結果からも撚セットは一時的なセットであることがわかる。110℃では浸水後の解熱トルクが低下するが、表面が黄変しており、品質への影響を考慮すると不適當であると判断した。

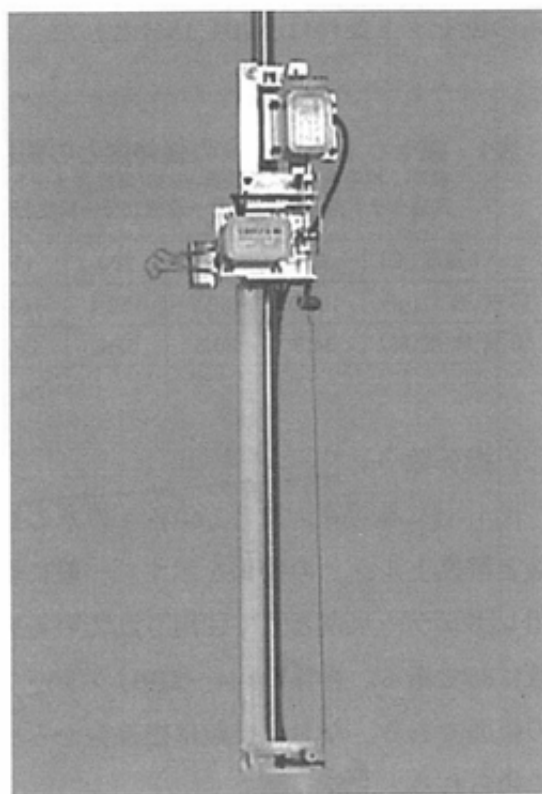


写真1-b 糸トルク計（糸測定時）

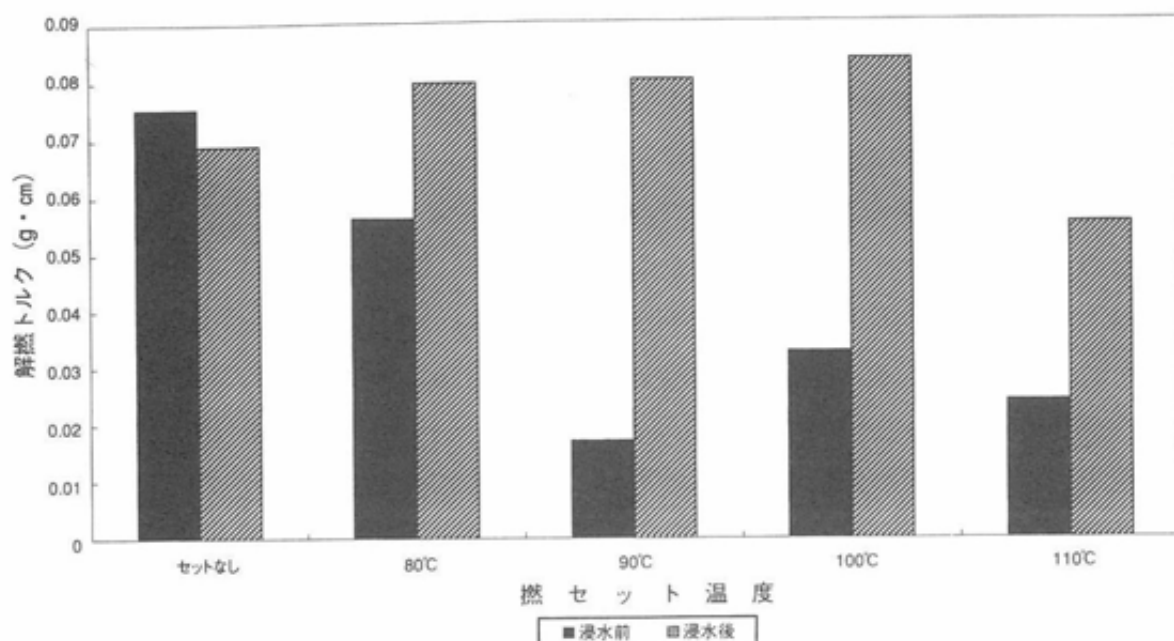


図3 燃セット温度と解燃トルクとの関係

梳毛糸2/72 燃係数238 (単位長メートル) 共通セット条件：真空6分→蒸気15分→真空6分

表1にこれらの糸の強伸度試験結果を示す。切断強力はセット温度が高くなると比例的に減少する。

これらの結果を考慮して、実験に使用する糸の燃セット条件は、90℃15分とした。

表1 燃セット温度と糸の強伸度との関係

試料：梳毛糸2/72 燃係数=238(単位長メートル)
共通セット条件：真空6分→蒸気15分→真空6分

セット温度(℃)	80	90	100	110
切断強力(gf)	163.5	158.7	153.4	147.8
切断伸度(%)	34.3	30.6	32.6	29.7

(2) 燃係数

図4、5に梳毛糸2/72と2/60各々の糸の燃係数と解燃トルクとの関係を示す。一般に織物用レギュラー双糸として使用されている燃係数は85である。燃係数144～219はクレープ糸の範囲である。なお、燃数は燃係数から次式で得られる。

$$\text{燃数 (回/m)} = \text{燃係数} \times \sqrt{\text{単糸番手}}$$

浸水前の解燃トルクは、燃係数が増加してもある一定値より増加せず、燃セット効果が現れている。一方、浸水後の解燃トルクは燃係数が増加するとともに比例的に増加する。燃数と解燃トルクの関係を保った過去の研究では、レーヨン、ナイロン、綿などで同様の結果が得られている^{6) 7) 8)}。

(3) 試料

表2～3に実験に使用した織物の規格を示す。共通条件は次のとおりである。

織 機：岩正式シャトル織機

組 織：平織

経緯糸：梳毛糸2/60

燃方向 下燃Z、上燃S

通し幅：91.4cm

(総経糸本数1836本)

仕上条件：煮絨（90℃×20分、冷却20分）→洗絨（洗い50℃×20分、すすぎ50℃×20分、25℃×20分）→乾燥→蒸絨

2. 3 カーリング評価方法

現在一般的に行われているカーリングの評価方法は、25cm四方に切った織物に試料重量の30～40%の水をスプレーで均一に与える。これを室温で放置し、5分後と24時間後のカ

ーリング状態を横から見て評価する。通常は図6に示すように、カーリング度を1～5級のクラス分けで評価する。

このほかにもいろいろな方法が採用されているが、細かい点を除いてほぼ同様である。

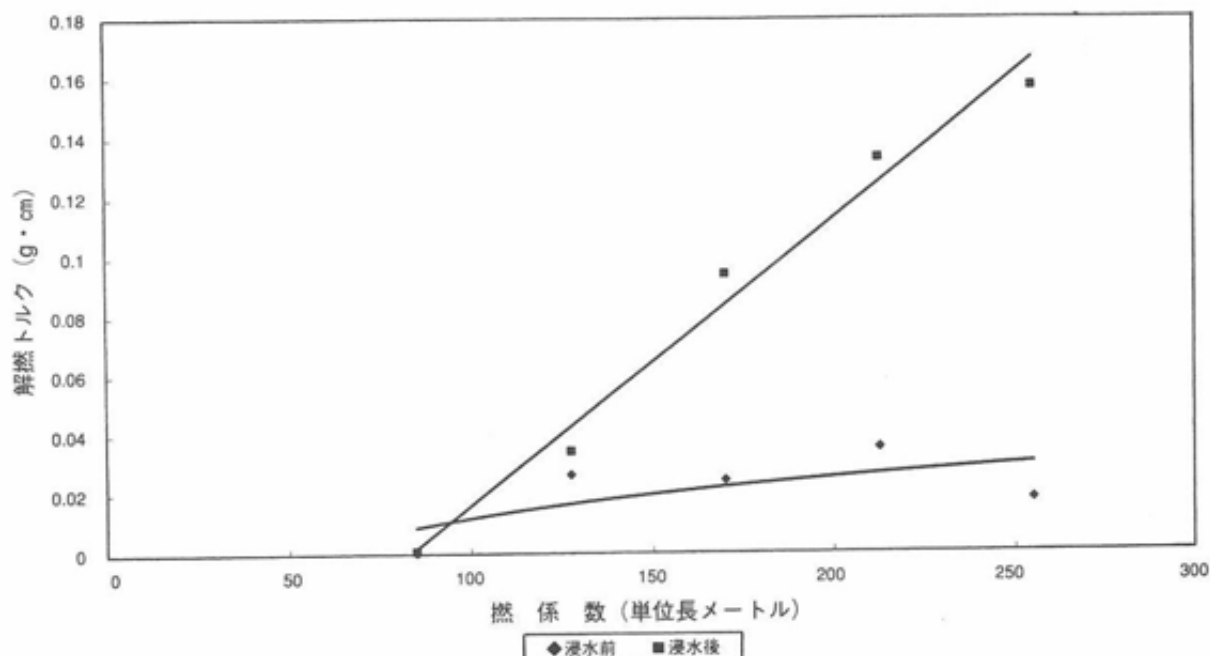


図4 梳毛糸2/72の燃係数と解燃トルクの関係
浸水前と浸水後の比較

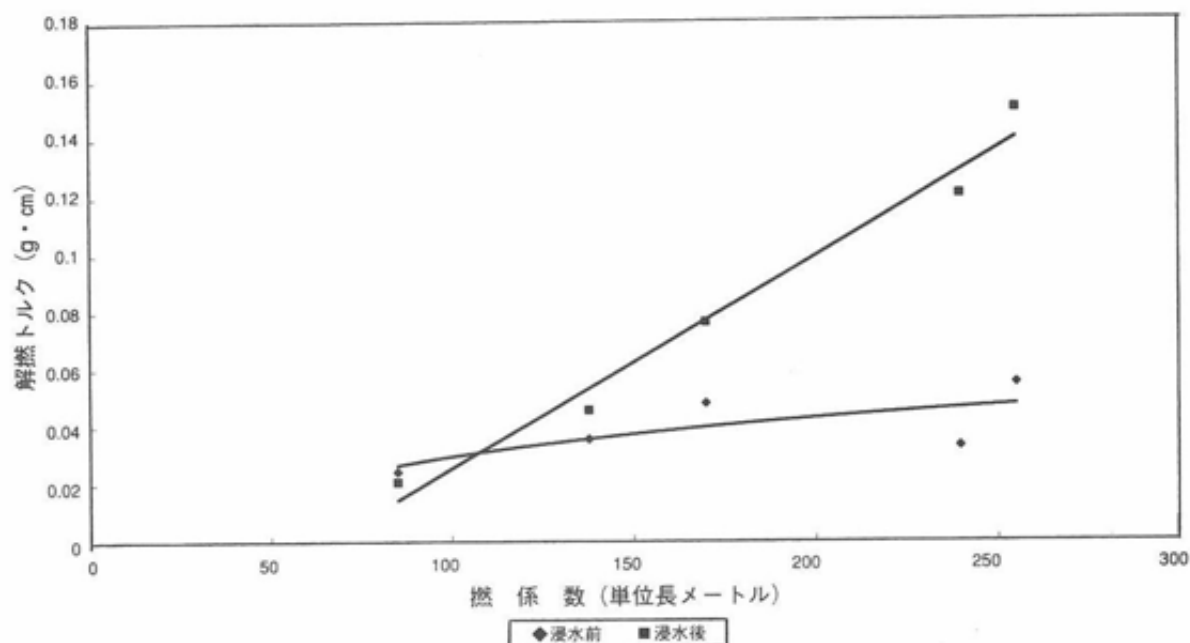


図5 梳毛糸2/60の燃係数と解燃トルクとの関係
浸水前と浸水後の比較

表2 試料の製織条件

試料名	糸番手	経			緯		
		密度 (本/10cm)	Brierleyの理論密度	燃係数 (単位長メートル)	密度 (本/10cm)	Brierleyの理論密度	燃係数 (単位長メートル)
Sample 1	2/60	200.0	×0.86	170	135.0	×0.57	240
Sample 2	2/60	200.0	×0.86	170	136.7	×0.58	240
Sample 3	2/60	200.0	×0.86	170	143.3	×0.61	85
Sample 4	2/60	200.0	×0.86	170	143.3	×0.61	138
Sample 5	2/60	200.0	×0.86	170	143.3	×0.61	170
Sample 6	2/60	200.0	×0.86	170	143.3	×0.61	240
Sample 7	2/60	200.0	×0.86	170	143.3	×0.61	255
Sample 8	2/60	200.0	×0.86	170	175.0	×0.74	85
Sample 9	2/60	200.0	×0.86	170	175.0	×0.74	170
Sample 10	2/60	200.0	×0.86	170	175.0	×0.74	255
Sample 11	2/60	200.0	×0.86	170	200.0	×0.86	85
Sample 12	2/60	200.0	×0.86	170	200.0	×0.86	170
Sample 13	2/60	200.0	×0.86	170	200.0	×0.86	255

表3 試料の規格

試料名	織下密度(本/10cm)		仕上密度(本/10cm)	
	経	緯	経	緯
Sample 1	212.6	137.8	204.7	149.6
Sample 2	212.6	137.8	212.6	141.7
Sample 3	204.7	145.7	212.6	153.5
Sample 4	208.7	141.7	208.7	141.7
Sample 5	208.7	149.6	208.7	149.6
Sample 6	208.7	161.4	208.7	153.5
Sample 7	212.6	149.6	212.6	153.5
Sample 8	216.5	185.0	212.6	177.2
Sample 9	216.5	185.0	216.5	189.0
Sample 10	216.5	189.0	216.5	208.7
Sample 11	224.4	208.7	216.5	212.6
Sample 12	224.4	204.7	220.5	212.6
Sample 13	220.5	208.7	212.6	216.5

この方法はカーリングの程度を感覚的に知ることができ便利である。しかし本研究ではカーリングの程度をより細かく数量的に表す必要があったので、新たに3種類の方法を考案した。

(1) 試料サイズ

カーリング評価の実験を行うに当たり、織物サイズとカーリングの起こり方との関係を調べた(写真2、3)。この結果、試料サイズが大きいほどカーリング変形が起こりやすいが、1辺が10cm以上では程度の差はほとんどないことがわかった。また、1辺が10cm以下の試料を評価する場合は、試料間のサイズを統一する必要がある。

(2) 角度法によるカーリング計測

カーリングの一般的な評価方法に準じた計測方法である。25cm四方に切った織物に試料重量の30%の水をスプレーで均一に与える。室温で放置し、5分後と24時間後のカーリング状態を横から見て評価する。図7に示すよ

5級		カール発生せず
4級		$\theta \leq 45^\circ$
3級		$45^\circ < \theta \leq 90^\circ$
2級		$90^\circ < \theta < 180^\circ$
1級		$180^\circ \leq \theta$ 完全にカール

図6 一般的なカーリング試験方法

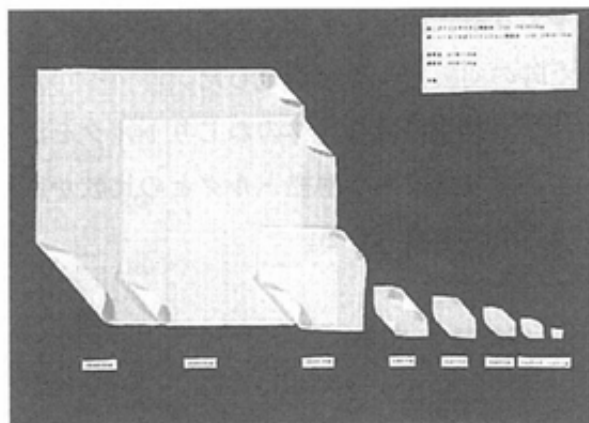


写真2 試料サイズとカーリングとの関係
(紡績糸織物)

経：ポリエステル糸1/25 Z78.3回/10cm
 緯：レーヨン糸1/26 Z78.3回/10cm
 試料サイズ：左から25 (cm) × 25 (cm)、20×20、
 10×10、5×5、4×4、3×3、
 2×2、1×1

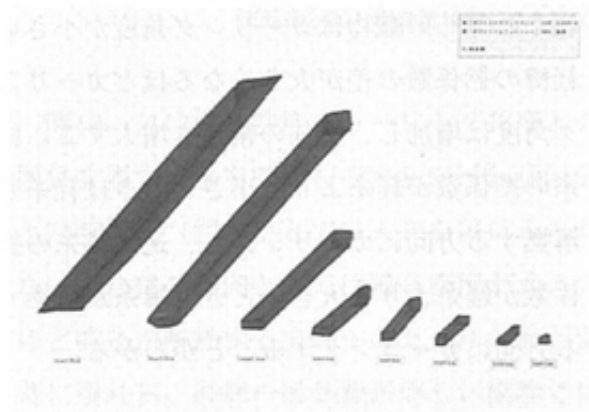


写真3 試料サイズとカーリングとの関係
(フィラメント糸織物)

経：ポリエステル糸150D Z120回/10cm
 緯：ポリエステル糸100D 無撚
 試料サイズ：左から25 (cm) × 25 (cm)、20×20、
 10×10、5×5、4×4、3×3、
 2×2、1×1

織物形状	θ
	0°
	90°
	180°
	360°
	720°

図7 角度法によるカーリング計測

うに織物先端の向いている方向を分度器で計測し角度で表す。この計測方法を角度法と呼び、この方法での計測値をカーリング角度と呼ぶこととする。

角度法の長所は、特別な測定器具が必要ない点と一般的な評価方法との関連付けが容易である点である。一方、毛羽の多い織物や360°以上カールした織物ではカーリング状態がわかりづらいため測定が困難である。

(3) 3次元法によるカーリング計測

試料は2cm四方に切り、角度法と同様に水分を与え、24時間室温にて放置した。この試料のカーリングの高さを三次元表面形状測定システム（写真4）により計測した。この装置は試料に照射したレーザーの反射光をもとに試料の高さを計測するもので、試料は縦、横それぞれ2cmまで移動可能なX-Yステージに乗せる。測定結果はパソコンに保存する。測定条件は次のとおりである。

測定器：シグマ光機(株)製

測定間隔：0.2mm

測定点数：縦×横＝100×100

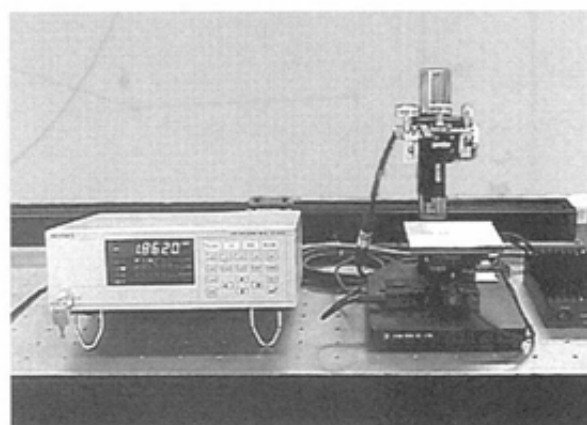


写真4 三次元表面形状測定システム

(4) リボン法によるカーリング計測

写真5に示すように3×27cmのリボン状に切断した織物の湿潤回転力を測定する方法でカ

ーリングを評価した。この測定方法をリボン法と呼ぶこととする。

測定装置は糸トルク計のチャック部分を改造した。リボン状の織物に20gfの荷重を加え、

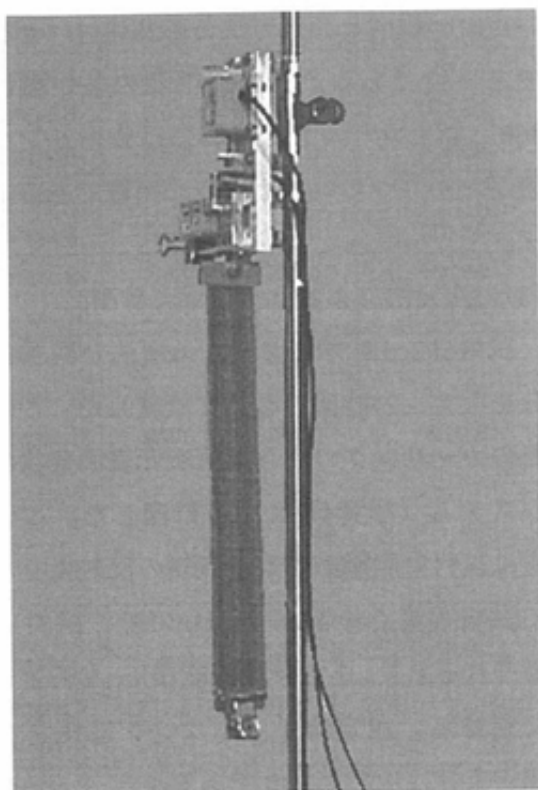


写真5 糸トルク計（織物測定時）

トルク計に固定し、70℃の湯に90秒間浸水した時の回転トルクを測定した。

リボン法は織物自体のねじりトルクを測定するので構成糸の解捻トルクとの比較が容易であると考えられる。

3. 結果と考察

3. 1 角度法

図8、9は緯糸の捻係数とカーリング角度との関係を表す。カーリング角度のプラスは経糸が解捻する方向へのカーリングを表し、マイナスは緯糸が解捻する方向を表す。水を噴霧してから5分後（図8）と24時間後（図9）とでは大きな差はなかった。緯糸の捻係数が経糸と等しい織物はカーリング角度が小さい。経緯の捻係数の差が大きくなるほどカーリング角度は増加し、増加の割合も増大する。緯糸の捻係数が経糸よりも小さいときは経糸が解捻する方向にカーリングし、逆に緯糸の捻係数が経糸よりも大きいときは緯糸が解捻する方向にカーリングすることがわかる。

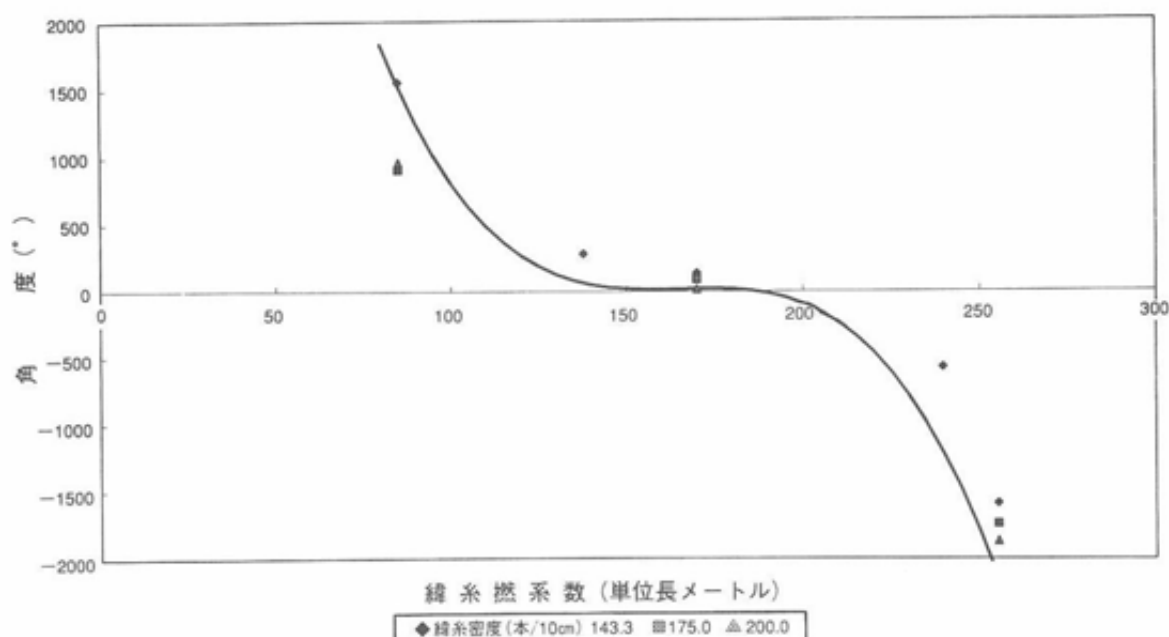


図8 緯糸捻係数とカーリングとの関係（角度法、5分後）
梳毛糸2/60 経糸捻係数170（単位長メートル）経糸密度200.0本/10cm（50.8本/in）

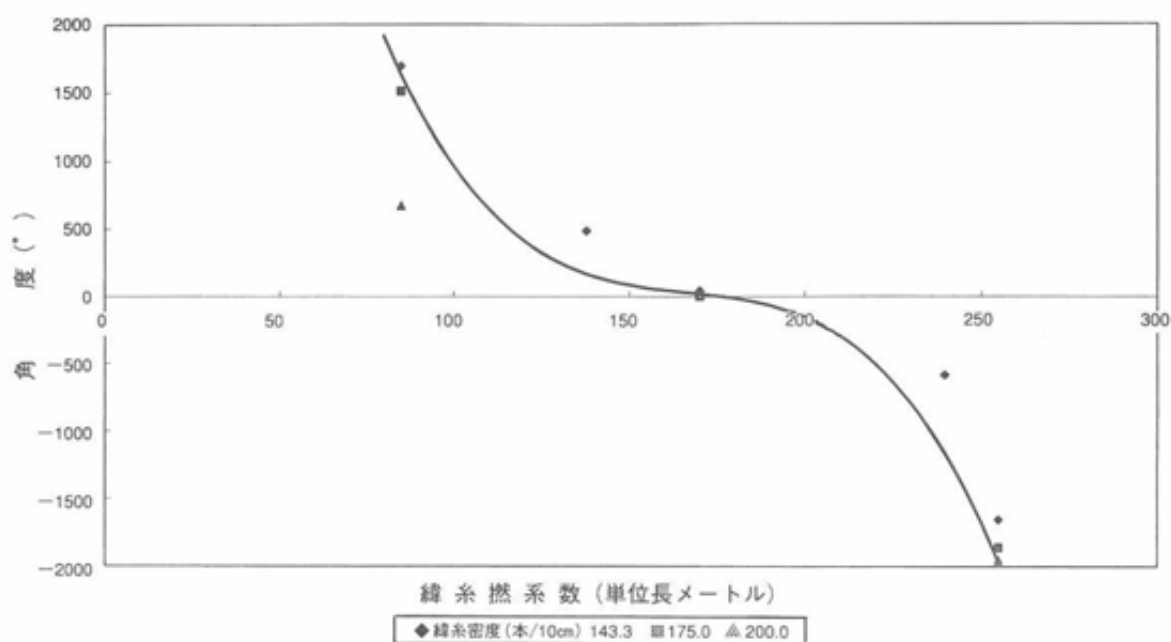


図9 緯糸撚係数とカーリングとの関係（角度法、24時間後）
 梳毛糸2/60 経糸撚係数170（単位長メートル）経糸密度200.0本/10cm（50.8本/in）

図10、11は緯糸密度とカーリング角度との関係を表す。水を噴霧してから5分後（図10）と24時間後（図11）とでは大きな差はみられない。全体の傾向としては緯糸密度が大きいほど緯糸が解撚する方向へのカーリングが顕著に現れる。経緯の撚係数が等しい織物では

経緯の密度の差が小さいほどカーリングが起きにくい。経糸の撚係数が緯よりも大きい織物では、緯糸密度が多いほどカーリングが起きにくい。逆に経糸の撚係数が緯よりも小さい織物では、緯糸密度が少ないほどカーリングが起きにくい。

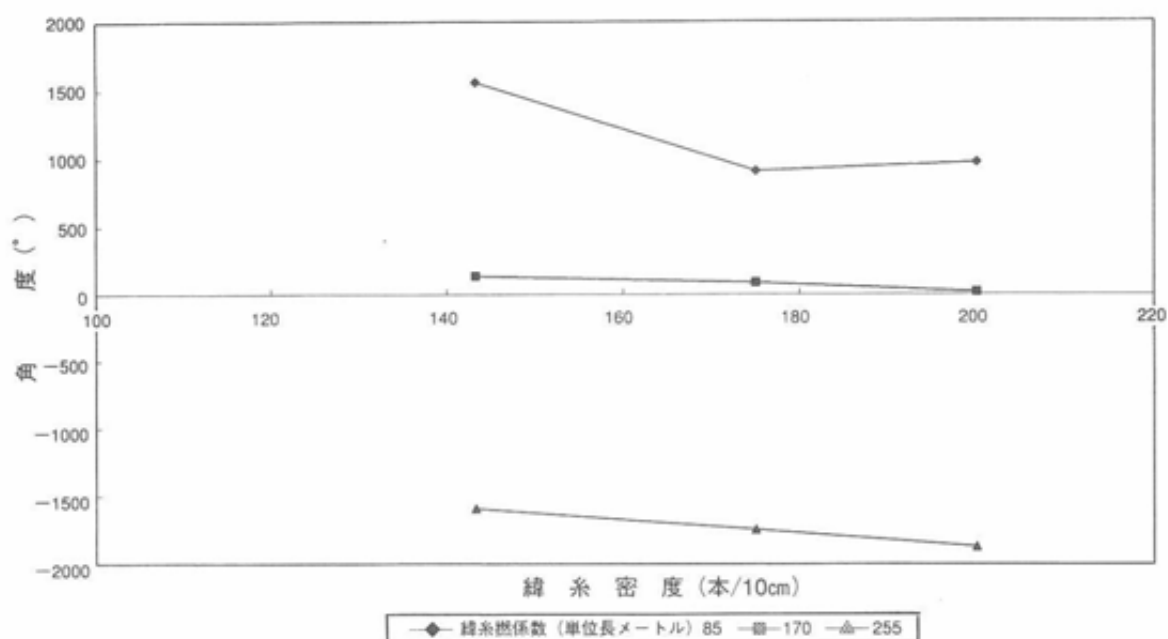


図10 緯糸密度とカーリングとの関係（角度法、5分後）
 梳毛糸2/60 経糸撚係数170（単位長メートル）経糸密度200.0本/10cm（50.8本/in）

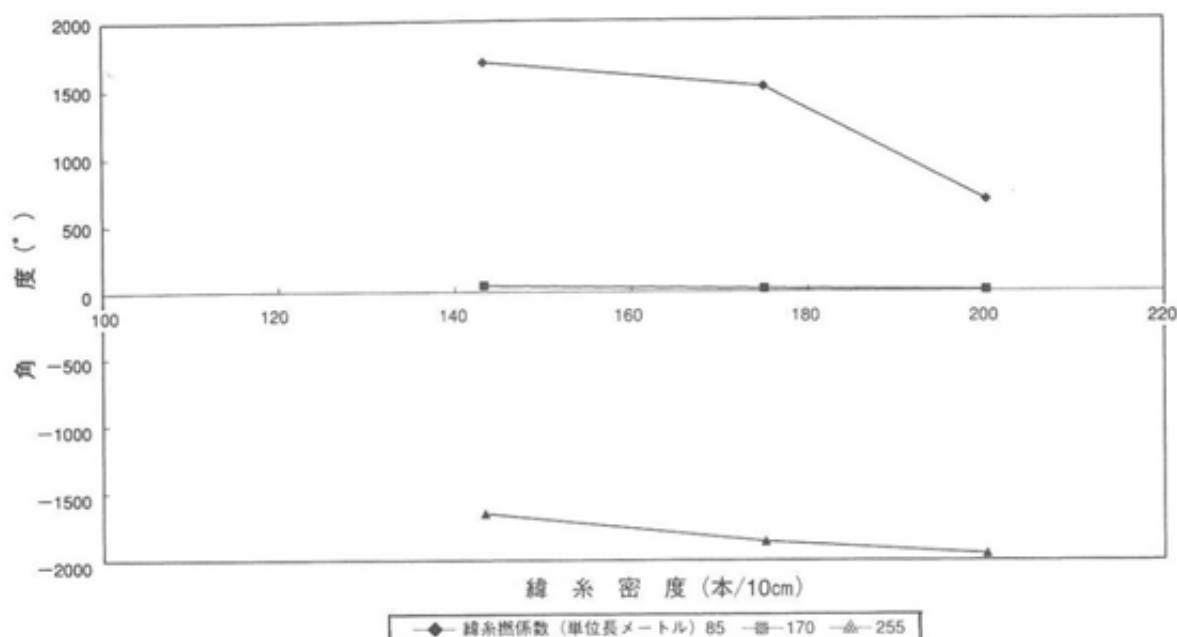


図11 緯糸密度とカーリングとの関係（角度法、24時間後）
梳毛糸2/60 経糸撚係数170（単位長メートル）経糸密度200.0本/10cm（50.8本/in）

以上のことからカーリング角度には撚係数と密度双方の影響が強いことがわかった。カーリングは経緯の解撚トルクのバランスが崩れたときに発生するといえるので、解撚トルクと密度の組み合わせによる経緯のトルクバランスを次式で表し、これをトルク指数と呼ぶこととした。経糸及び緯糸の撚係数は、図8、9の結果から撚係数が増加するとカーリング角度が急激に大きくなることから3乗値を用いることとした。

$$F = M_{wf} \times K_{wf}^3 - M_{wp} \times K_{wp}^3$$

F : トルク指数

M_{wf} : 緯糸の密度

K_{wf} : 緯糸の撚係数

M_{wp} : 経糸の密度

K_{wp} : 経糸の撚係数

図12は水を噴霧してから5分後のカーリング角度を縦軸に、横軸にトルク指数をとりプロットした。実線は測定値の近似直線である。トルク指数が0に近い織物ほど経緯のトルクバランスがとれ、カーリングが起きにくい。

またトルク指数の絶対値が大きいほど、カーリング角度が大きい。これは経緯どちらか一方のトルクが勝るのでカーリングが発生しやすいためである。この結果は水を噴霧してから24時間後（図13）でも同様である。

3. 2 3次元法

図14は3次元法で得られたSample4の高さデータを色濃度に置き換えて表した画像である。画像の色が明るい場所は高い位置にあることを示している。この試料では右下と左上が上方にカーリングしている。

図15は図14のデータから試料の対角線上のデータを抽出し、対角線断面の形状を表したものである。なお①②は同一規格の試料である。この曲線は試料間のカーリング形状の違いをよく表現しているので、カーリングの程度を表す尺度として使用することとした。

図16～18は緯糸密度が等しい織物ごとにカーリング形状を示したものである。Sample6、7、10、13はカーリングする位置に合わせて

データを抽出する対角線方向を逆にしたので
高さ値をマイナスで表した。

図18は経緯の密度が等しく、緯系の撓係数

が異なる3種類の試料のカーリング形状を表
している。経緯の撓係数が等しいSample12で
はカーリングがほとんど発生していない。緯

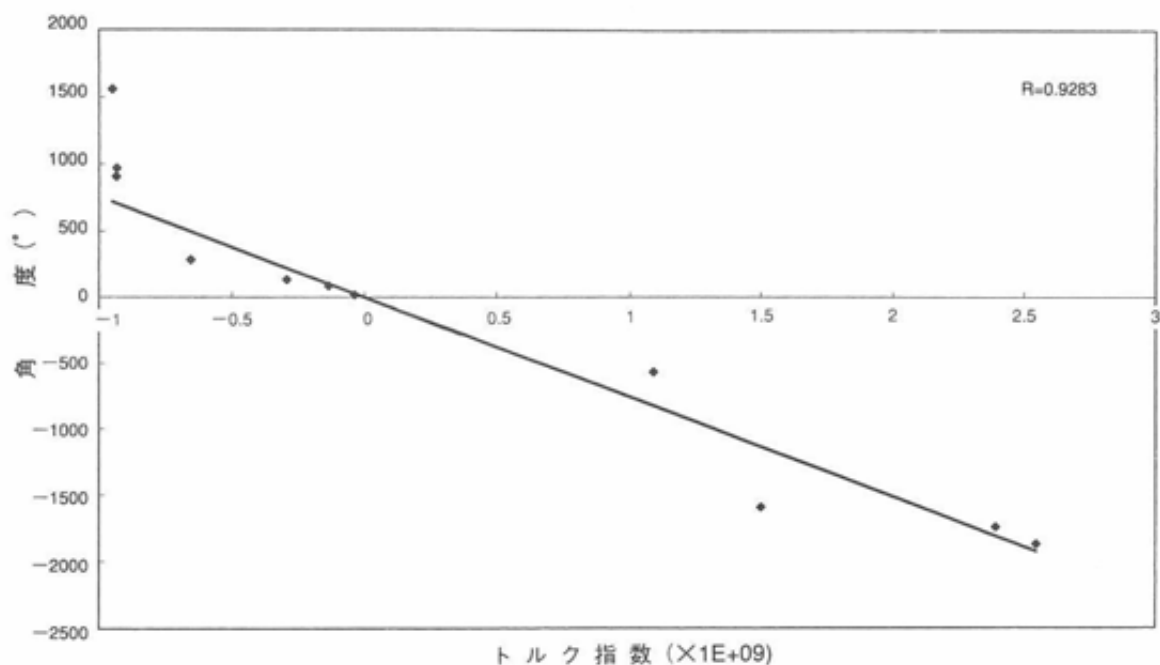


図12 トルク指数とカーリングとの関係（角度法、5分後）

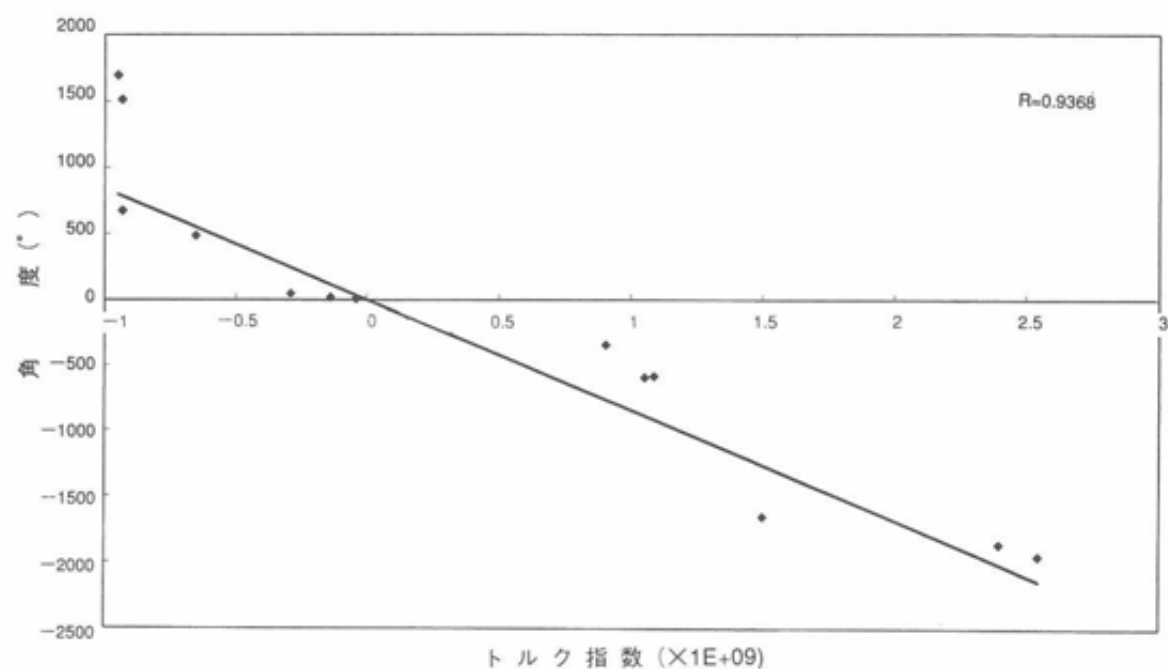


図13 トルク指数とカーリングとの関係（角度法、24時間後）

糸の撚係数が大きいSample13は最もカーリングが大きく現れており、筒状になっている。これらの傾向は角度法と同様である。しかしSample11はほとんどカーリングが発生しないという角度法とは異なる結果が得られた。こ

の試料は緯糸の撚係数が経糸より小さいのでカーリングが発生しやすい規格条件である。観察では水を噴霧した直後はカーリングが発生し、その後時間経過とともにカーリングが消失したことを確認した。この理由として、

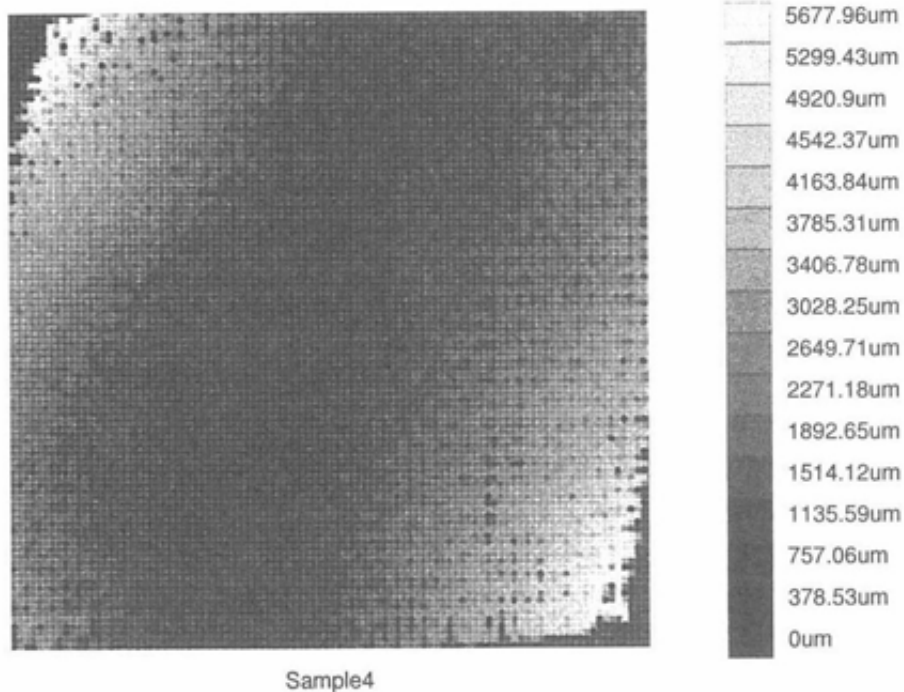


図14 三次元法による織物高さの測定結果

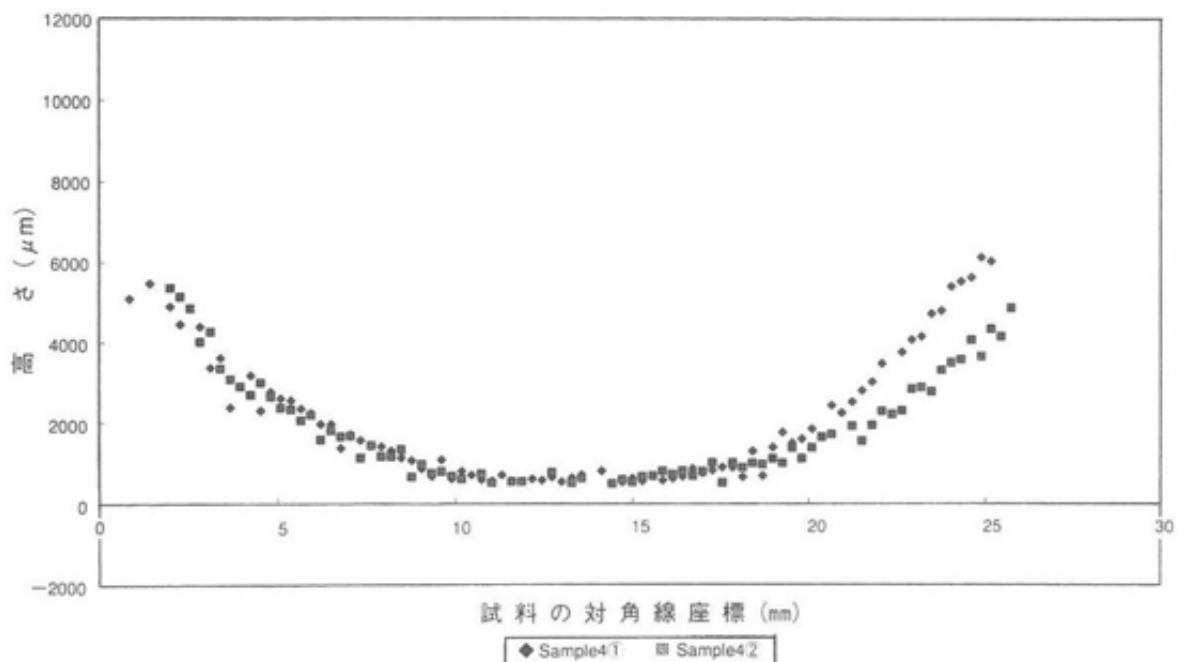


図15 三次元法による対角線上の織物断面形状

3次元法では2cm四方の小さいサイズの試料を使用するので、織物組織による拘束力が小さく、糸の解捻スリップが起きやすいということが考えられる。特に捻係数が小さい普通糸は拘束力が弱く、カーリングが起きている間

に解捻スリップが起き、24時間後には解捻トルクが十分緩和してしまったと考えられる。したがってこのような織物のカーリング形状を3次元法で計測するときには、水を噴霧した直後に計測するのが望ましい。

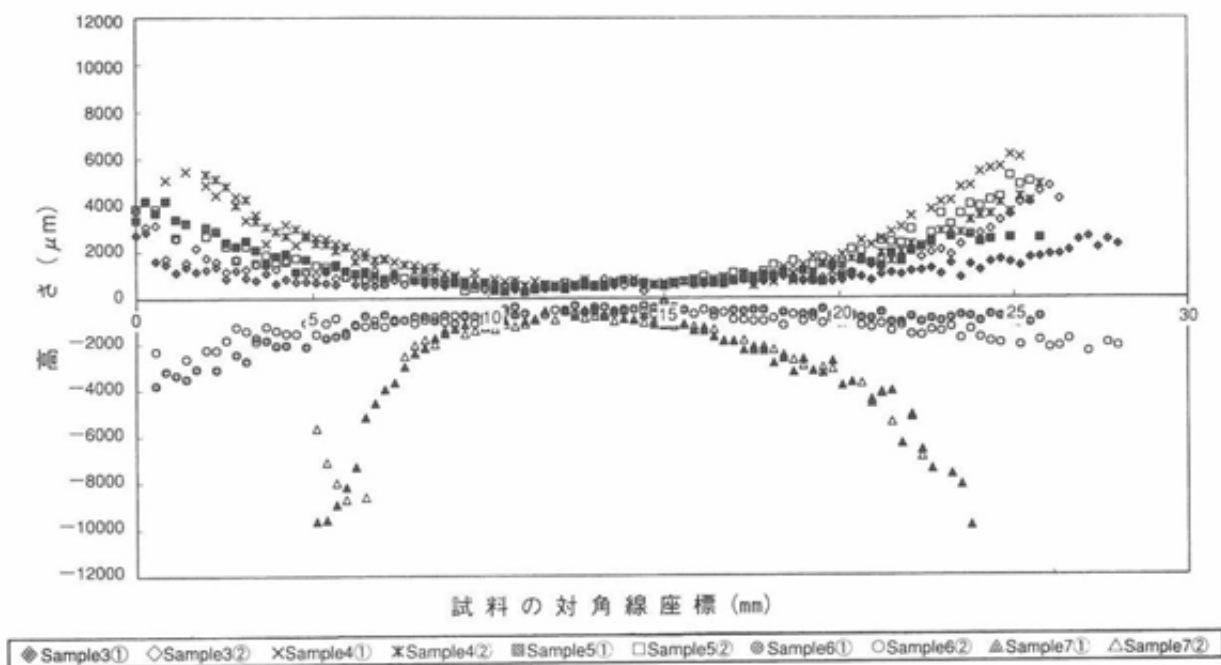


図16 緯糸捻係数とカーリングとの関係（三次元法、緯糸密度143.3本/10cm）

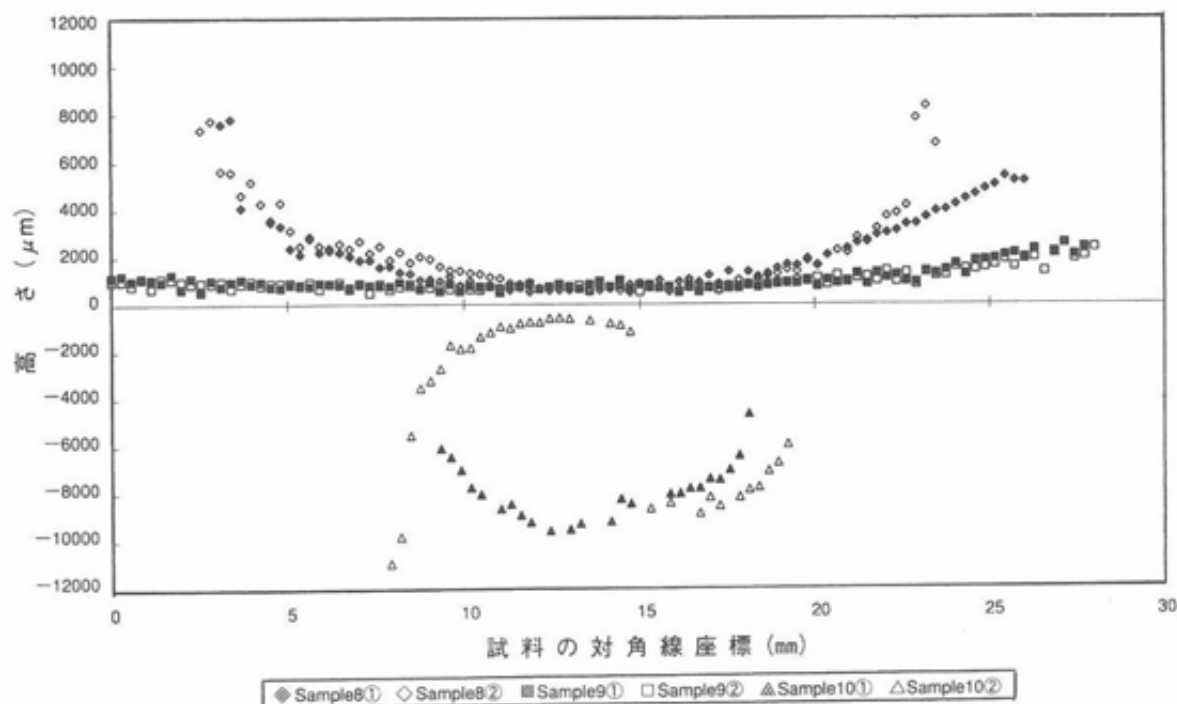


図17 緯糸捻係数とカーリングとの関係（三次元法、緯糸密度175.0本/10cm）

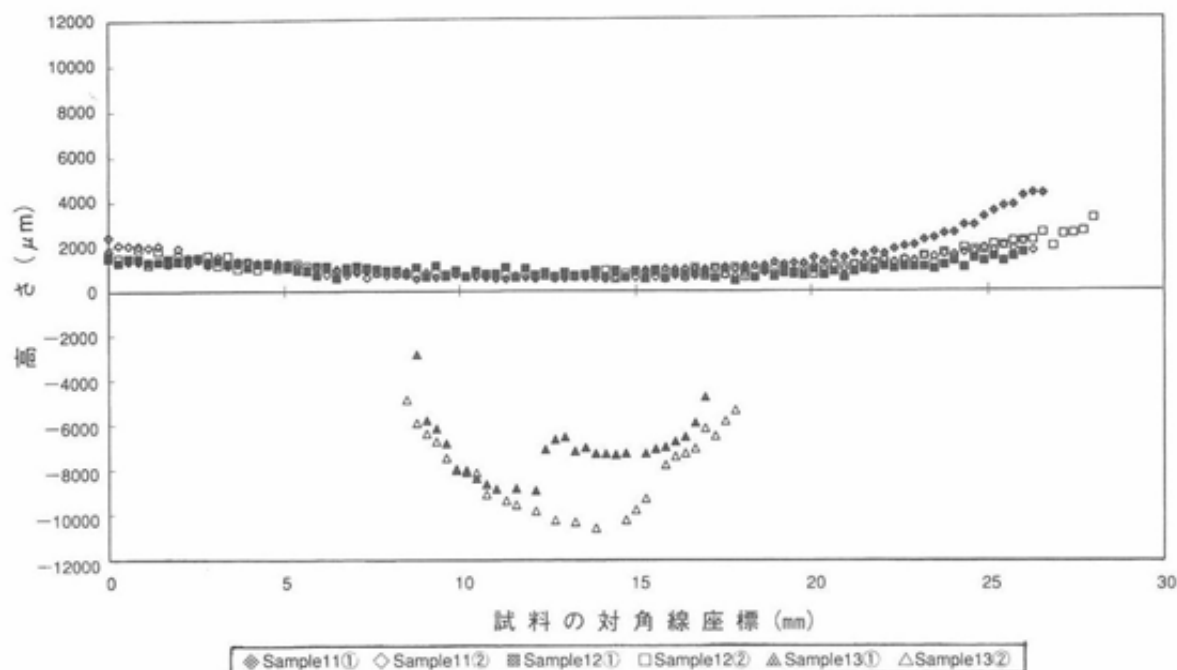


図18 緯糸撚係数とカーリングとの関係（三次元法、緯糸密度200.0本/10cm）

図19～21は緯糸の撚係数が等しい織物ごとにカーリング形状を示したものである。経緯の密度差が大きい試料ほどカーリング形状が直線から円に近づくのわかる。

また、図16～18の結果は図22～24のように

円弧で近似することができる。

これまでカーリングの程度を曲線の形状で比較してきた。解撚スリップが起きやすい試料以外では、大きいサイズの試料でのカーリングの発生傾向と一致した傾向が得

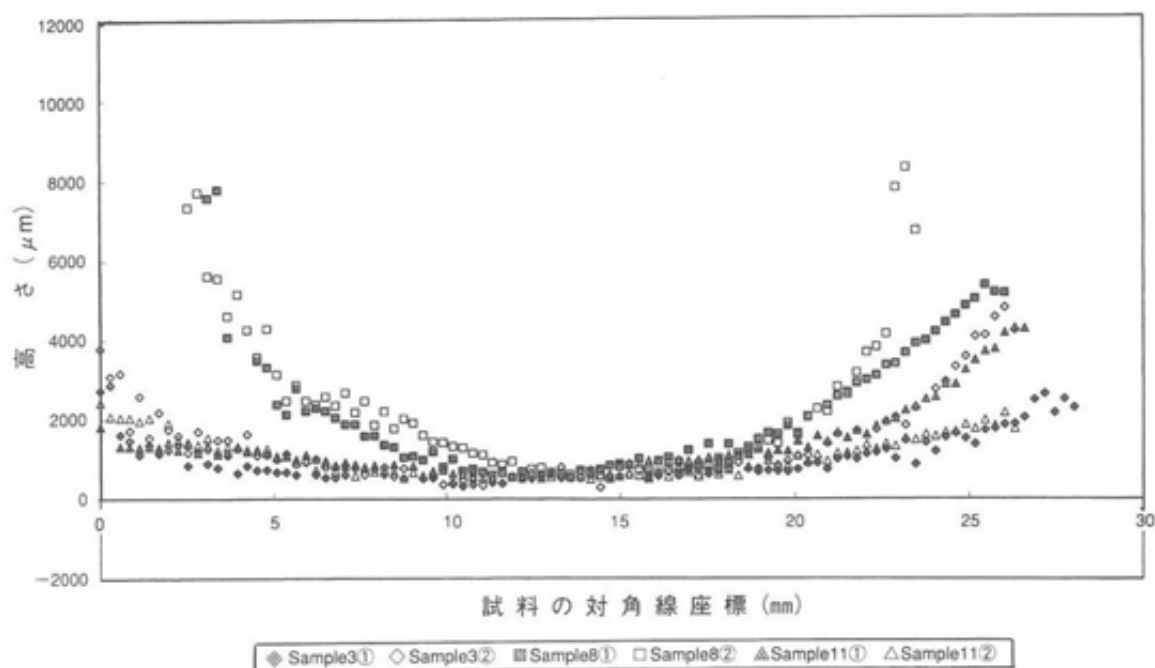


図19 緯糸密度とカーリングとの関係（三次元法、緯糸撚係数85（単位長メートル））

られ、測定方法として有効であることがわかった。そこでトルク指数から求めたカーリング角度と3次元法で得られたカーリング形状とを比較した。カーリング形状は図22～24に示した近似円の半径で表すこととす

る。各円弧の半径とトルク指数から求められる角度法のカーリング角度との関係を図25に示す。両者の相関係数は約0.89と高く、3次元法の有効性が確認できた。

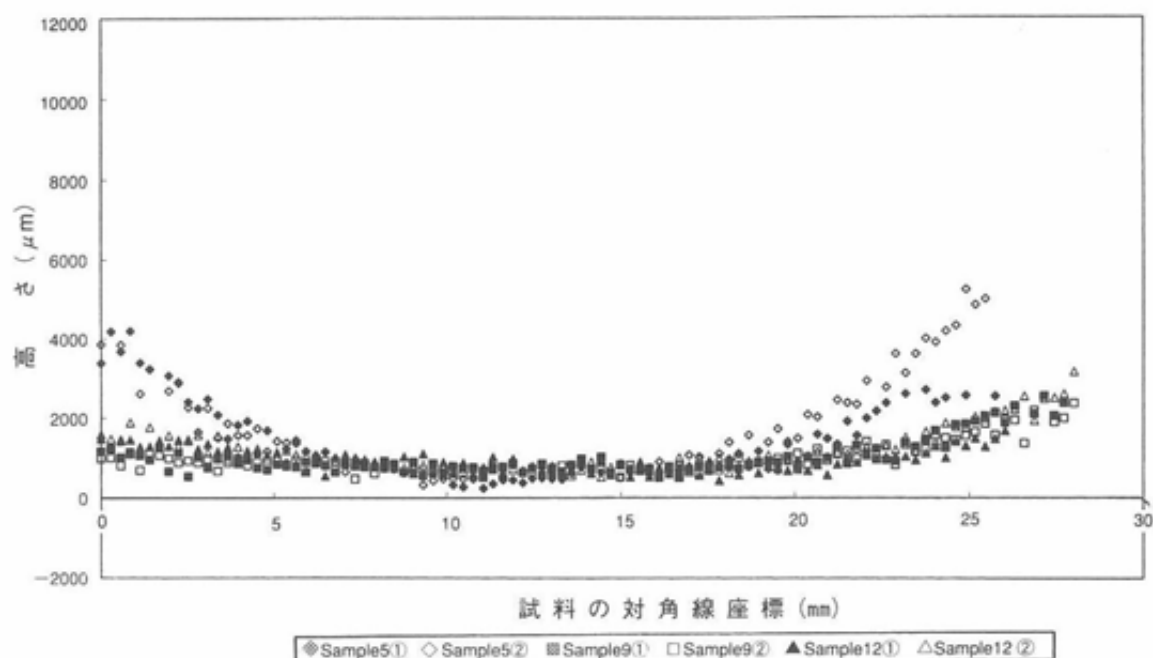


図20 緯糸密度とカーリングとの関係（三次元法、緯糸撚係数170（単位長メートル））

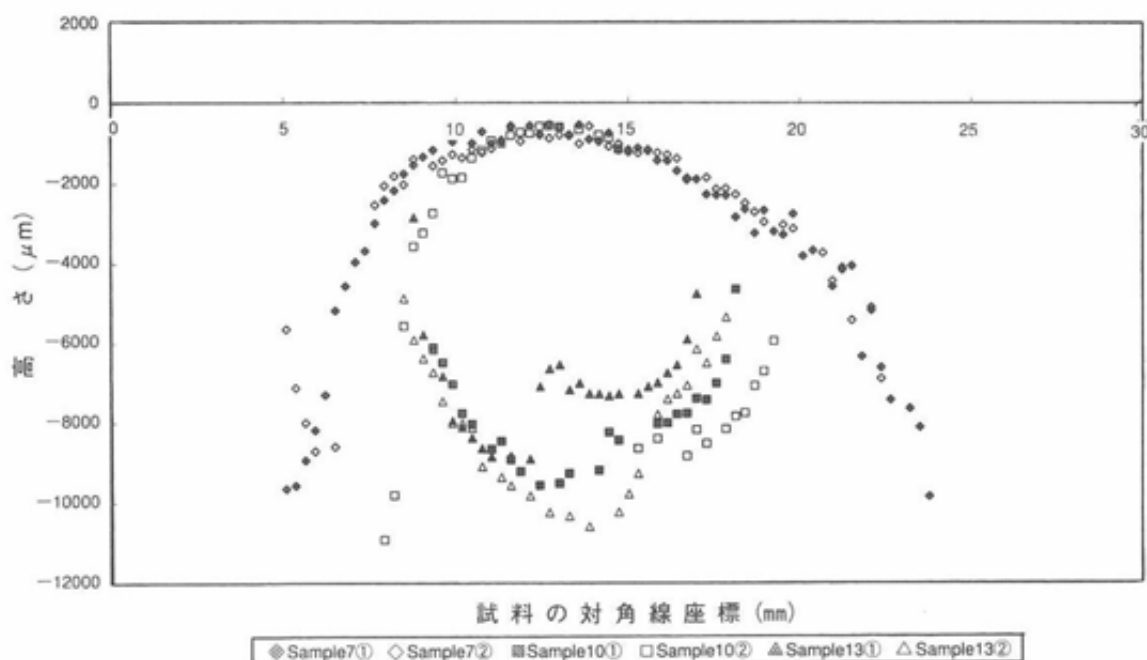


図21 緯糸密度とカーリングとの関係（三次元法、緯糸撚係数255（単位長メートル））

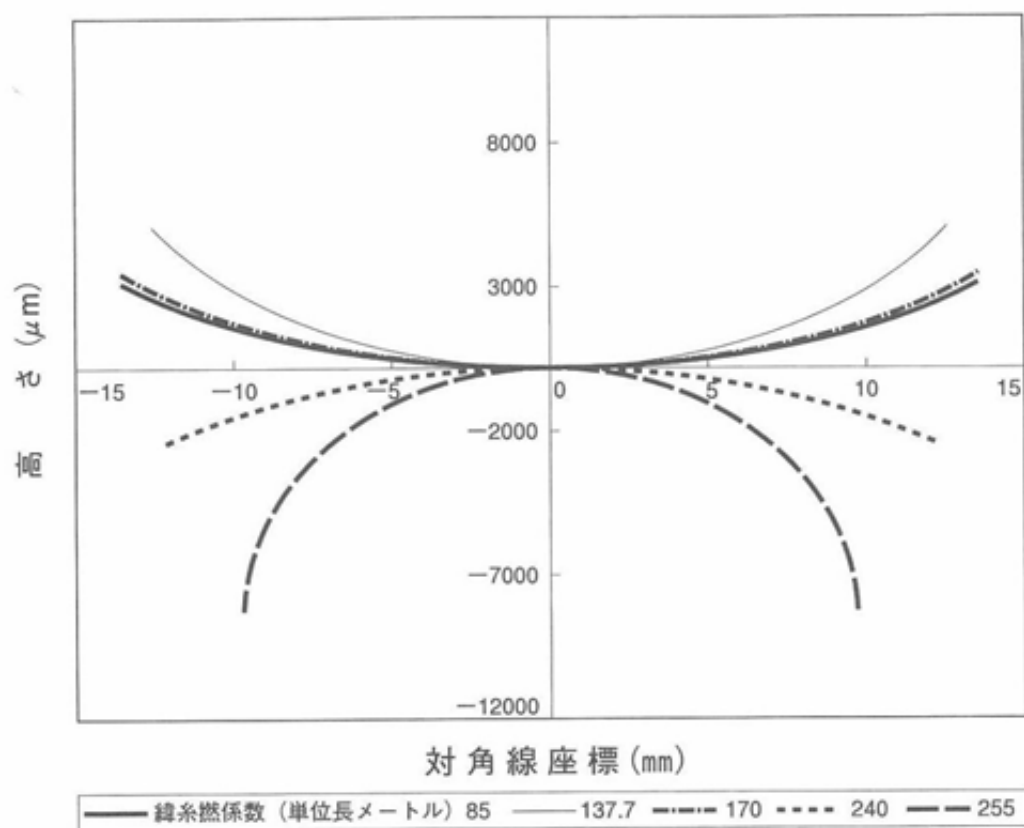


図22 カーリング形状の近似円 (緯糸密度143.3本/10cm)

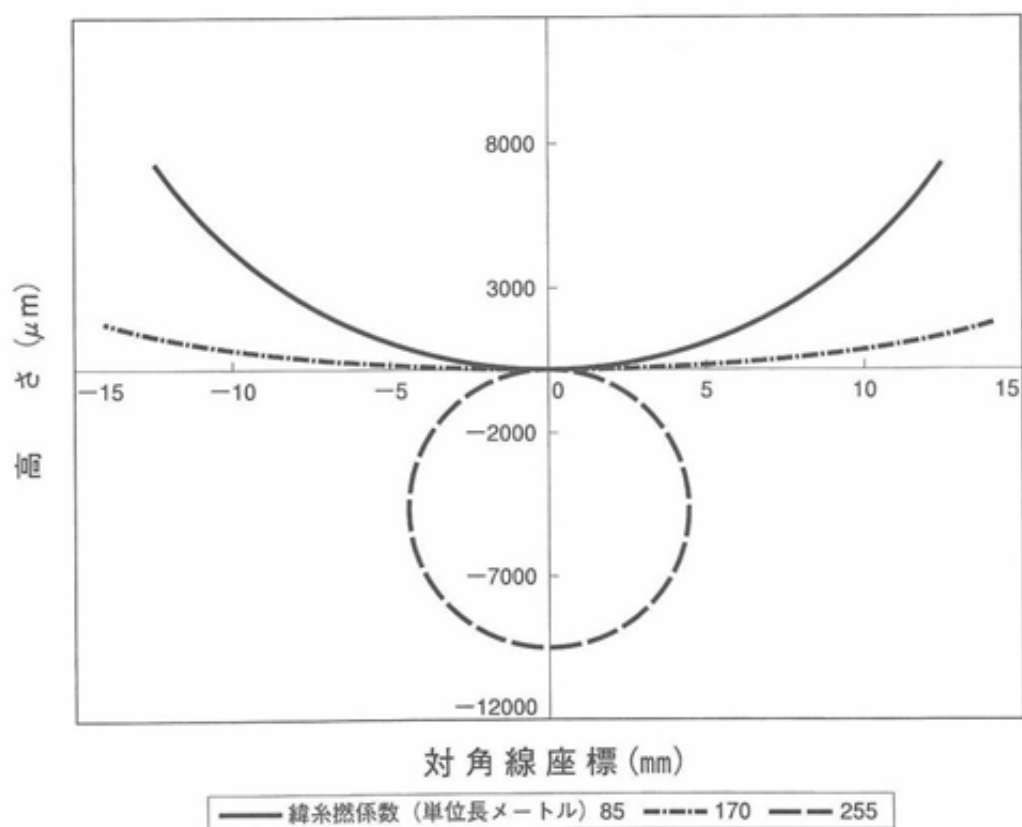


図23 カーリング形状の近似円 (緯糸密度175.0本/10cm)

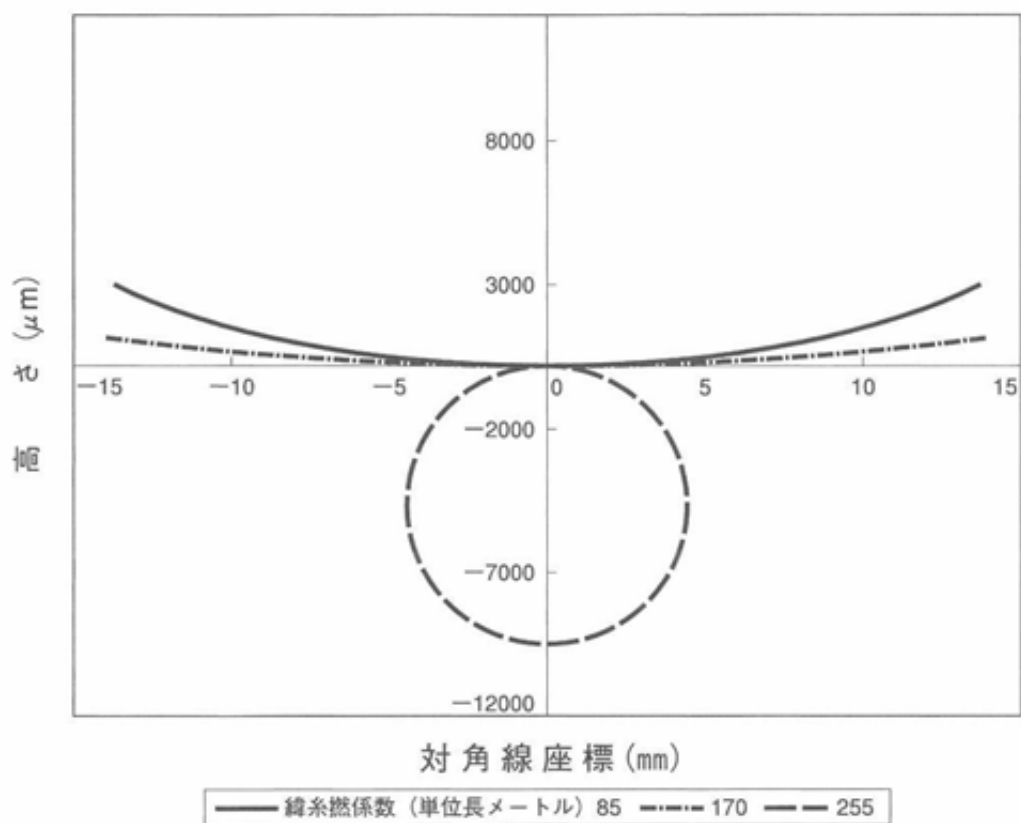


図24 カーリング形状の近似円（緯糸密度200.0本/10cm）

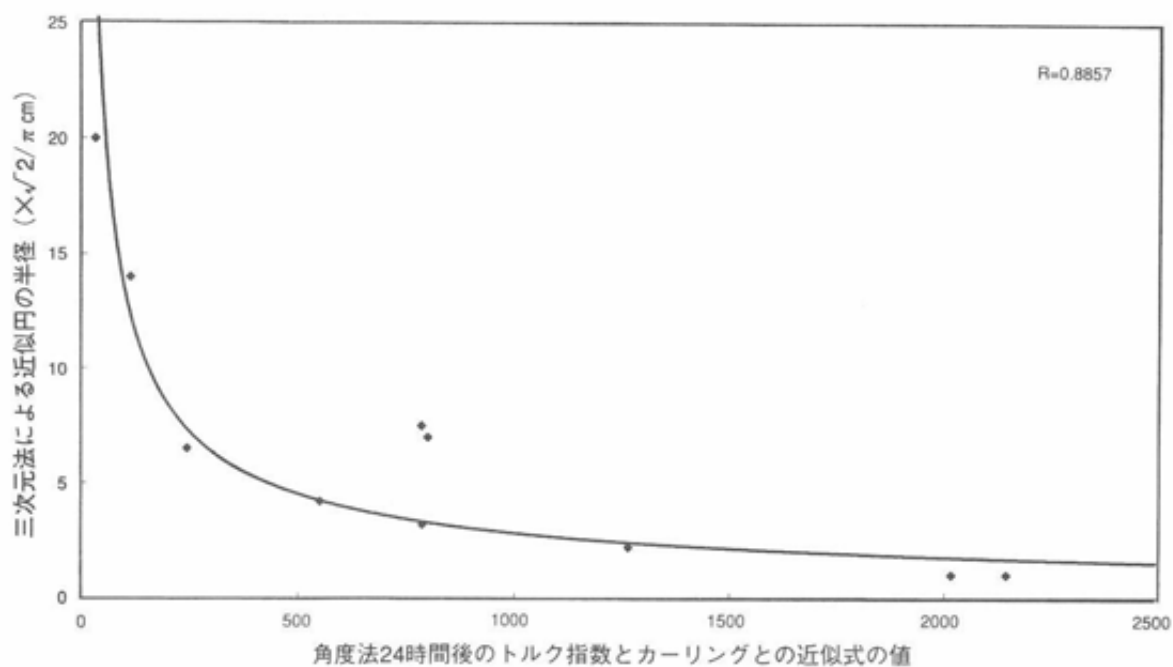


図25 三次元法および角度法によるカーリング評価の関係

3. 3 リボン法

図26は経糸を長辺方向に裁断した試料の緯糸

の撚係数とねじれトルクとの関係を示す。緯糸の撚係数がねじれトルクへ及ぼす影響は少ない。

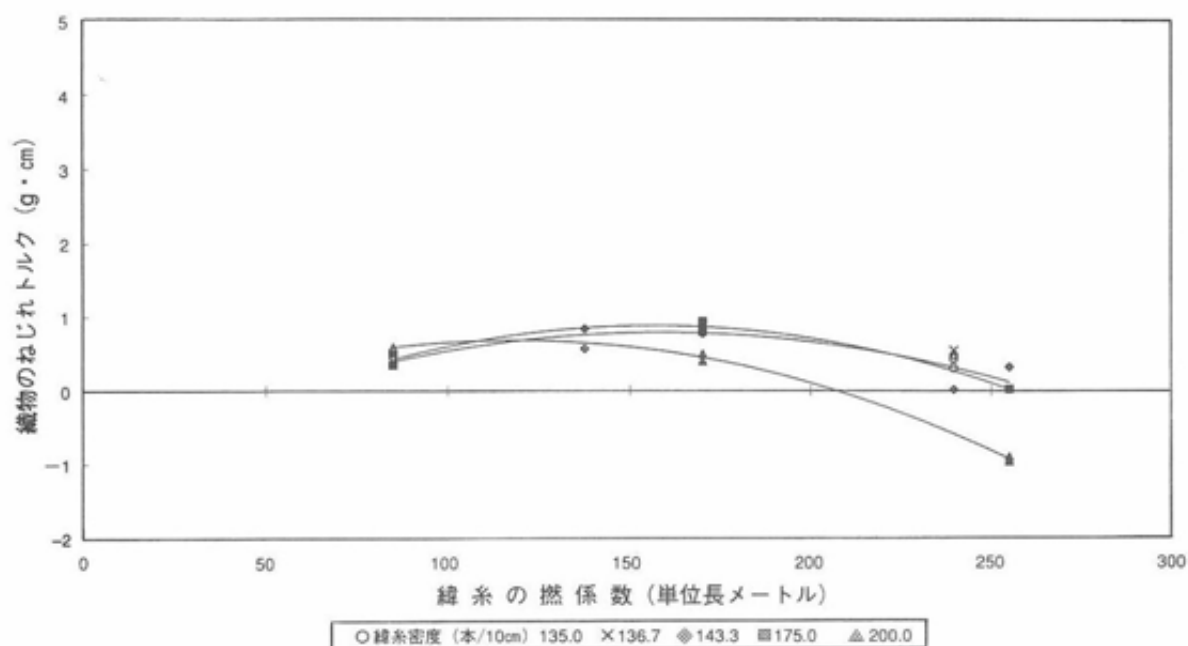


図26 緯糸の撚係数と織物のねじれトルクとの関係（リボン法 たて方向 浸水後）

図27は緯糸を長辺方向に裁断した試料の緯糸の撚係数とねじれトルクとの関係を示す。

緯糸の撚係数が増加するとねじれトルクは増加し、増加割合は大きくなる。

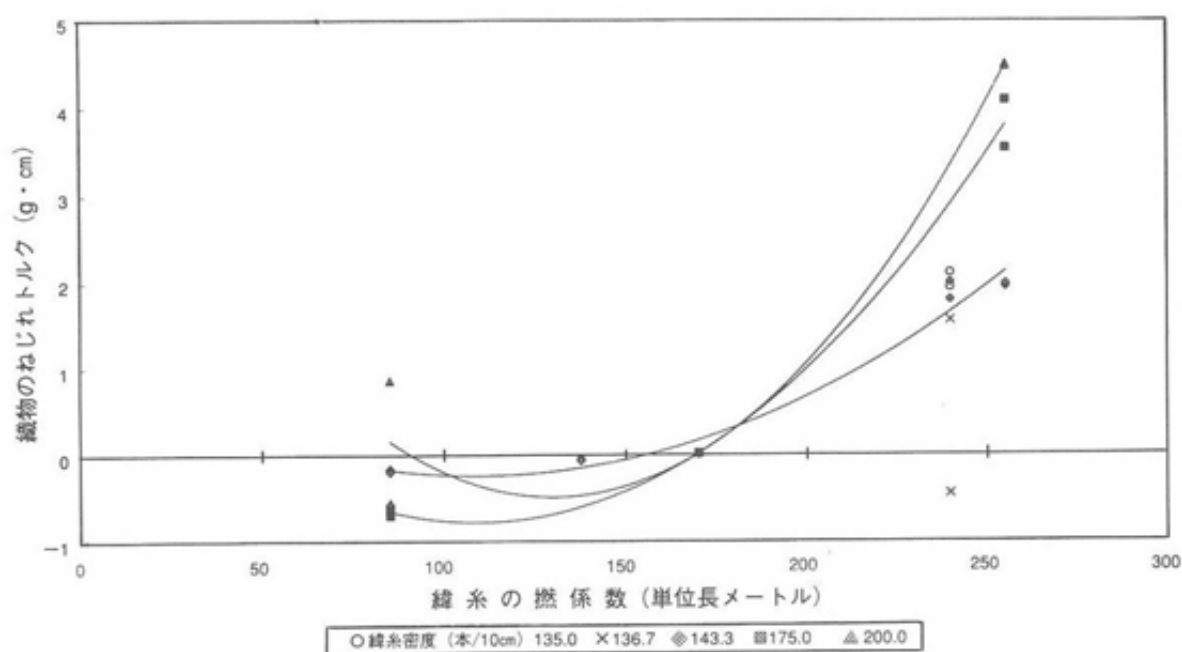


図27 緯糸の撚係数と織物のねじれトルクとの関係（リボン法 よこ方向 浸水後）

図28は経糸を長辺方向に裁断した試料の緯糸密度とねじれトルクとの関係を示す。緯糸

密度がねじれトルクへ及ぼす影響は少ない。

図29は緯糸を長辺方向に裁断した試料の緯糸

密度とねじれトルクとの関係を示す。緯糸の撚係数が大きい試料では緯糸密度が増加するとねじれトルクも増加する。他の試料では緯糸密度がねじれトルクへ及ぼす影響は少ない。

以上の結果から、リボン法では短辺方向の糸の影響が測定結果に反映しにくいことがわかった。

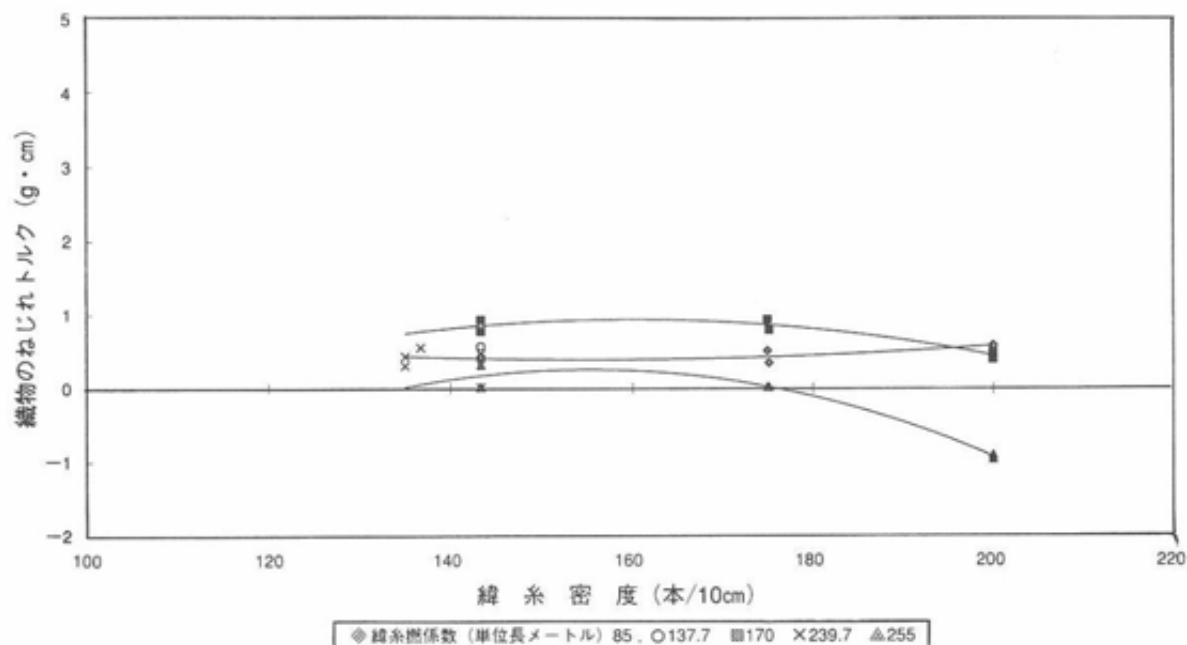


図28 緯糸密度と織物のねじれトルクとの関係（リボン法 たて方向 浸水後）

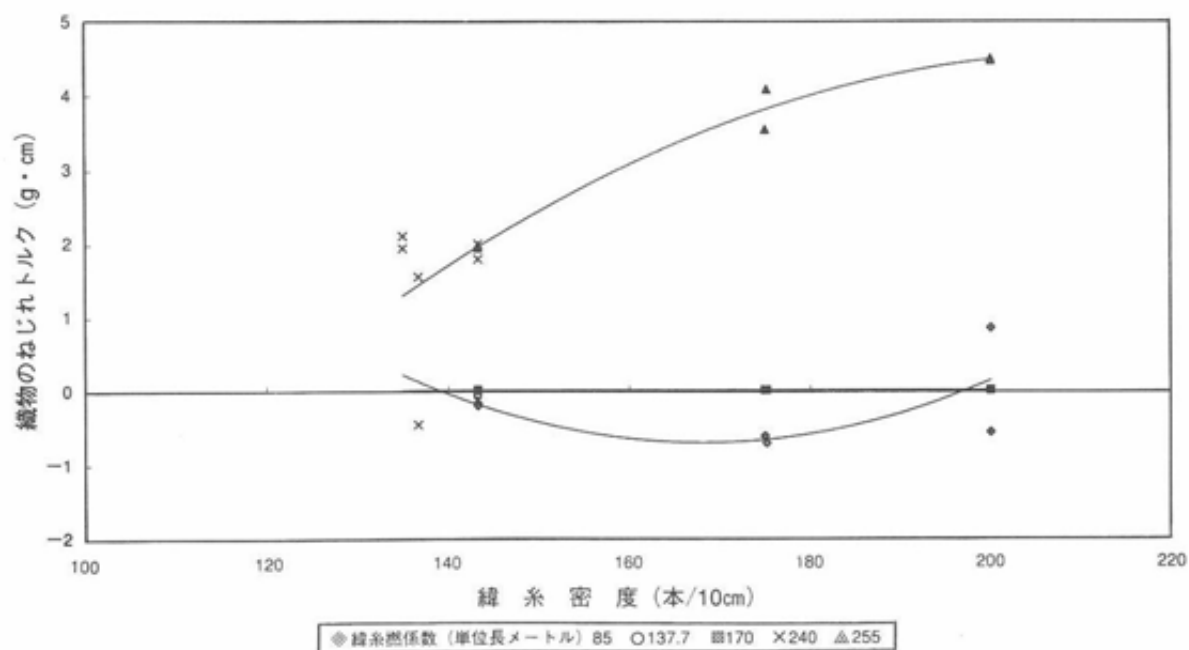


図29 緯糸密度と織物のねじれトルクとの関係（リボン法 よこ方向 浸水後）

4. おわりに

3種類の方式によりカーリングの評価を行ったが、角度法及び三次元法についてはその有効性が確認できた。リボン法については、今回の目的である経緯の撚係数や密度とカーリングとの関係解析において、評価方法として適当とはいえない。しかし縫製工程で短冊形状のパーツを扱うことがあれば、ねじれトルクの計測値が利用できる。

また、以上の結果からカーリングの発生要因として糸の撚係数と織物密度との関係が重要であることが明らかとなった。これらの組み合わせを最適とすることにより強撚糸織物でもカーリングが発生しにくい織物を設計することが可能と考えられる。

原料が異なる糸、異素材を交撚した空糸、同じ原料でもトップ染め糸と先染め糸というように加工履歴の異なる糸などを使った強撚糸織物などを経緯に組み合わせた織物は、カーリングに対して特別に注意を払う必要がある。使用するすべての糸について解撚トルクを測定できず、解撚トルクと密度のバランスをとることが困難な場合は、経緯とも撚方向の異なる糸を1:1に配し、経糸どうし及び緯糸どうしで解撚トルクを相殺させることがカーリングに対する唯一の有効な手段であると

いえる。

また、カーリングが起きない織物で後加工を行うことにより、逆にカーリングが発現してしまうことがあった。後加工に限らず、糸や織物に強いセットを与えるとこのような現象が発現することがある。また、過去の研究では高セットを行った織物は低湿度でカーリングが発生し、低セットを行った織物は高湿度でカーリングが発生することが確認されているが、これらの現象の解明については今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 飯沼;愛織誌,Vol.31、No.6 (1979)
- 2) 浅井;テキスタイル&ファッション, Vol.13,No.5,229 (1996)
- 3) 大野;テキスタイル&ファッション, Vol.13,No.9,511 (1996)
- 4) 呉、篠原;繊維学会誌,Vol.15,281 (1959)
- 5) 朝田泰英;"材料力学",P.52,(株)朝倉書店
- 6) 大野、河村;繊維機械学会誌,50,No.9,T251 (1997)
- 7) 源間、福島;繊維機械学会誌,16、T525 (1963)
- 8) 山下、高寺、篠原;繊維機械学会誌,50、T115 (1997)