

## 綿・合繊織物の性能評価と製品化技術（第3報）

- 引張り強度と通気度を要因とした織物設計システムについて -

繊維工業指導所

編 織 部 栗原 勇次 井沢 徹  
村田 和男

### 1. 緒 言

近年の生産技術力の向上あるいは新しい繊維素材の研究発展に伴い、本県の綿・合繊織物業も“多品種少量生産システム”、“品質性能評価技術力の向上”等、ユーザーの厳しい注文に対応しなければならなくなっている。従って、これまでのような経験と勘を中心とした設計方法では対応できなくなっており、科学的かつ効率的な織物設計システムの開発が求められている。

このため、61年度は引張り強度を主体にした織物設計を、また、62年度は通気性を主体にした織物設計法を検討し、報告した<sup>1)2)</sup>。本年度は、61年度、62年度のデータに新たに提供されたデータを補足追加し、信頼性の向上を図ると共に、ポリエステル・フィラメント糸を使って当所で試料を製織し、合繊についての織物構造と強度及び通気性の関係を系統的に調査した。

さらに、これまでの綿及び数種の合繊織物を使った試験結果を利用し、簡単な織物設計システムを作成した。本手法が、今後科学的かつ効率的な織物設計法を実用化していく上での一助となれば幸いである。

### 2. 試験方法

#### 2.1 試 料

試料には、第1報、第2報で使った試料に新たに若干の合繊試料を追加したものと、当所で重布用力織機を用いて試織したポリエステル・フィラメント織物表1を使用した。

#### 2.2 強伸度及び通気度測定

JIS L 1096 一般織物試験法に基づき、標準状態の温・湿度下で測定を行った。強伸度の測定はA法、カットストリップ法を採用し、綿織物については試料幅5cm、合繊織物については試料幅2.5cmとし、つかみ間隔20cm、引張り速度は200mm/minで試験した。測定機は、万能試験機UTM-500（オリエンテック社製）を使用した。

また、通気度の測定はフラジール法に従って行い、5回の測定の平均値を採用した。

表1 試織試料測定データ

① P.E.T.f 2/2斜文

項目 \ 品番	1	2	3	4	5	6	7	8
たて糸織度 (D)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
よこ糸織度 (D)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250
たて糸密度 (本/in)	57	57	57	57	57	57	57	57
よこ糸密度 (本/in)	15	20	25	30	15	20	25	30
たて糸換算密度率	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713
よこ糸換算密度率	0.150	0.200	0.250	0.300	0.189	0.250	0.313	0.375
合計換算密度率	0.863	0.913	0.963	1.013	0.902	0.963	1.026	1.088
たて引張り強さ (kg)	400	416	415	420	406	415	418	415
よこ引張り強さ (kg)	96	125	163	189	120	146	195	229
合計引張り強さ (kg)	496	541	578	609	526	561	613	644
たて糸被覆密度率	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637
よこ糸被覆密度率	0.10	0.20	0.25	0.32	0.167	0.224	0.280	0.335
合計被覆密度率	0.737	0.837	0.887	0.957	0.804	0.861	0.917	0.972
通気度 (cc/cm <sup>2</sup> /sec)	171.5	85.5	63.9	37.5	103.2	56.5	43.3	31.8

② P.E.T.f 平

項目 \ 品番	1	2	3	4	5	6	7	8
たて糸織度 (D)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
よこ糸織度 (D)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,250	1,250	1,250	1,250
たて糸密度 (本/in)	57	57	57	57	57	57	57	57
よこ糸密度 (本/in)	10	15	18	20	10	15	18	20
たて糸換算密度率	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713	0.713
よこ糸換算密度率	0.100	0.150	0.180	0.200	0.125	0.188	0.225	0.250
合計換算密度率	0.813	0.863	0.893	0.913	0.838	0.901	0.938	0.963
たて引張り強さ (kg)	429	425	416	412	434	423	418	418
よこ引張り強さ (kg)	68	98	116	132	80	120	143	160
合計引張り強さ (kg)	497	523	532	544	514	543	561	578
たて糸被覆密度率	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637	0.637
よこ糸被覆密度率	0.100	0.150	0.180	0.200	0.112	0.168	0.190	0.224
合計被覆密度率	0.737	0.787	0.817	0.837	0.749	0.805	0.827	0.861
通気度 (cc/cm <sup>2</sup> /sec)	56.0	26.7	15.3	10.7	42.1	20.7	13.2	9.7

### 3. 試験結果及び考察

#### 3.1 合計換算密度率と合計引張り強さ及び合計被覆密度率と通気度

第1報では、織物の組織と引張り強度との関係の評価のためのファクターとして、合計換算密度率を定義し、また、第2報では、織物組織と通気度との関係評価のファクターとして、合計被覆密度率を定義した。

$$\text{合計換算密度率} = \text{たて糸換算密度率} + \text{よこ糸換算密度率} \quad (1)$$

ここで

$$\text{たて糸換算密度率} = \text{たて糸密度率} \times \text{たて糸織度率} \quad (2)$$

$$\text{よこ糸換算密度率} = \text{よこ糸密度率} \times \text{よこ糸織度率} \quad (3)$$

$$\text{合計被覆密度率} = \text{たて糸被覆密度率} + \text{よこ糸被覆密度率} \quad (4)$$

ここで

$$\text{たて糸被覆密度率} = \text{たて糸密度率} \times \sqrt{\text{たて糸織度率}} \quad (5)$$

$$\text{よこ糸被覆密度率} = \text{よこ糸密度率} \times \sqrt{\text{よこ糸織度率}} \quad (6)$$

なお密度率、織度率については前報と同様に、織密度 100 本/吋を 1.0 (密度率)、原糸織度 1,000 デニールを 1.0 (織度率) とした。

(1) ~ (6) 式を用い、第1報、第2報で使った綿・合繊織物のデータに、今回新たに若干量の合繊織物データを追加したもの、さらに今回当所で試織したポリエステル・フィラメント織物のデータを使って、統計処理した結果求められた回帰式を表2、表3に示す。また、これらをグラフで表した例を図1、図2及び図3に示す。

回帰式としては、一次回帰式、指数回帰式、対数回帰式及びべき乗回帰式のなかから、相関係数及び決定係数の良いものを選んだ。合計換算密度率—引張り強さ間回帰式としては一次回帰式を採用し、合計被覆密度率—通気度間回帰式としては指数回帰式を採用した。

表中の記号は次のとおりである。

$y_1$  ; 合計引張り強さ (kg)

$y_2$  ; 通気度 (100cc / cm<sup>2</sup> / sec)

$x_1$  ; 合計換算密度率

$x_2$  ; 合計被覆密度率

$r$  ; 相関係数

$R^2$  ; 決定係数

なお引張り強さの値は、綿試料については試験片幅 5cm の値を使用し、合繊試料については幅 2.5cm の値を使用している。

表2 合計換算密度率-引張り強さ間回帰式

	原 糸	組 織	試料数	相 関 係 数	一 次 回 帰 式
1	綿 (当所製織試料)	2/2斜文	15	r=0.989	$y = 338 \cdot x - 34.9$ $R^2 = 0.978$
		平	15	r=0.963	$y = 299 \cdot x - 11.4$ $R^2 = 0.927$
2	P. E. T. f (当所製織試料)	2/2斜文	8	r=0.990	$y = 665 \cdot x - 71.6$ $R^2 = 0.980$
		平	8	r=0.990	$y = 511 \cdot x + 82.0$ $R^2 = 0.981$
3	P. E. T. f	2/2斜文	4	r=0.998	$y = 530 \cdot x + 37.1$ $R^2 = 0.995$
		平	3	r=0.969	$y = 477 \cdot x + 84.7$ $R^2 = 0.940$
4	P. P. f	2/2斜文	3	r=1.0	$y = 464 \cdot x + 62.5$ $R^2 = 1.0$
5	P. P. S	2/2斜文	3	r=0.999	$y = 382 \cdot x - 9.06$ $R^2 = 0.998$
		平	3	r=0.976	$y = 267 \cdot x + 126$ $R^2 = 0.952$
6	N	2/2斜文	3	r=0.901	$y = 62.6 \cdot x + 246$ $R^2 = 0.814$
		平	4	r=0.949	$y = 318 \cdot x + 54.2$ $R^2 = 0.901$

表3 合計換算密度率-通気度間回帰式

	原 糸	組 織	相 関 係 数	指数回帰式 I	指数回帰式 I
1	綿 (当所製織試料)	2/2斜文	r=-0.949	$y = 645 \cdot e^{-11.2 \cdot x}$ $R^2 = 0.926$	$x = 0.773 \cdot e^{-0.330 \cdot y}$ $R^2 = 0.926$
		平	r=-0.950	$y = 875 \cdot e^{-12.7 \cdot x}$ $R^2 = 0.979$	$x = 0.745 \cdot e^{-0.469 \cdot y}$ $R^2 = 0.979$
2	P.E.T.f (当所製織試料)	2/2斜文	r=-0.947	$y = 295 \cdot e^{-7.04 \cdot x}$ $R^2 = 0.971$	$x = 1.00 \cdot e^{-0.192 \cdot y}$ $R^2 = 0.971$
		平	r=-0.962	$y = 28,800e^{-14.8 \cdot x}$ $R^2 = 0.981$	$x = 0.865 \cdot e^{-0.313 \cdot y}$ $R^2 = 0.981$
3	P.E.T.f	2/2斜文	r=-0.989	$y = 0.754 \cdot e^{-1.30 \cdot x}$ $R^2 = 0.982$	$x = 2.14 \cdot e^{-3.7 \cdot y}$ $R^2 = 0.982$
		平	r=-0.989	$y = 1,160,000 \cdot e^{-23.2 \cdot x}$ $R^2 = 0.993$	$x = 0.787 \cdot e^{-0.748 \cdot y}$ $R^2 = 0.993$
4	P. P. f	2/2斜文	r=-0.988	$y = 1.78 \cdot e^{-2.78 \cdot x}$ $R^2 = 0.955$	$x = 1.28 \cdot e^{-2.36 \cdot y}$ $R^2 = 0.955$
5	P. P. S	2/2斜文	r=-0.991	$y = 3.68 \cdot e^{-4.77 \cdot x}$ $R^2 = 0.998$	$x = 1.14 \cdot e^{-4.10 \cdot y}$ $R^2 = 0.998$
		平	r=-0.944	$y = 88.2 \cdot e^{-10.8 \cdot x}$ $R^2 = 0.997$	$x = 0.811 \cdot e^{-1.85 \cdot y}$ $R^2 = 0.997$
6	N	2/2斜文	r=-0.989	$y = 1.37 \cdot e^{-1.66 \cdot x}$ $R^2 = 0.953$	$x = 1.73 \cdot e^{-2.1 \cdot y}$ $R^2 = 0.953$
		平	r=-0.904	$y = 329 \cdot e^{-11.4 \cdot x}$ $R^2 = 0.956$	$x = 0.708 \cdot e^{-0.308 \cdot y}$ $R^2 = 0.956$

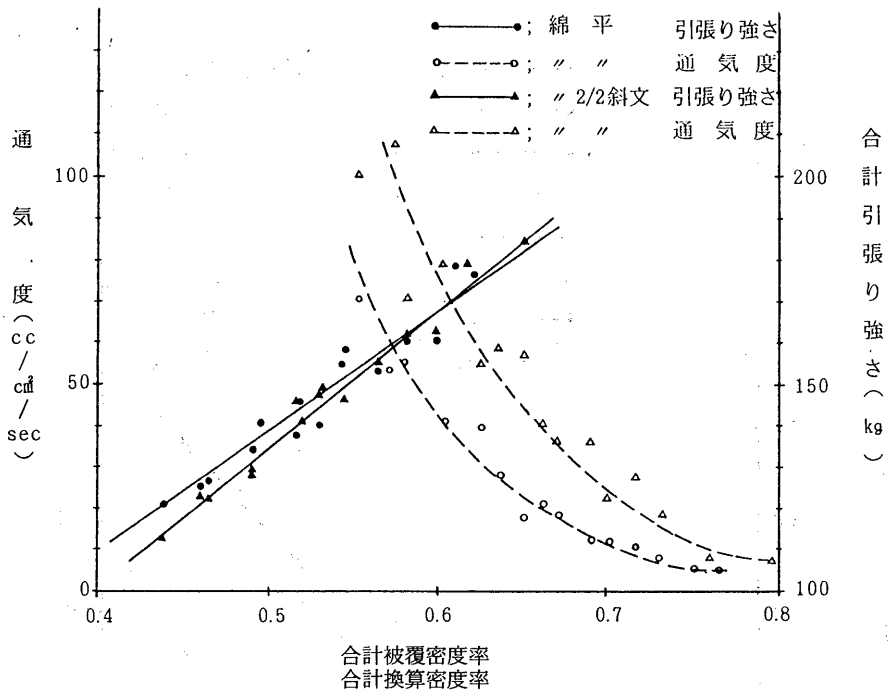


図1 綿(当所製織試料) 散布図

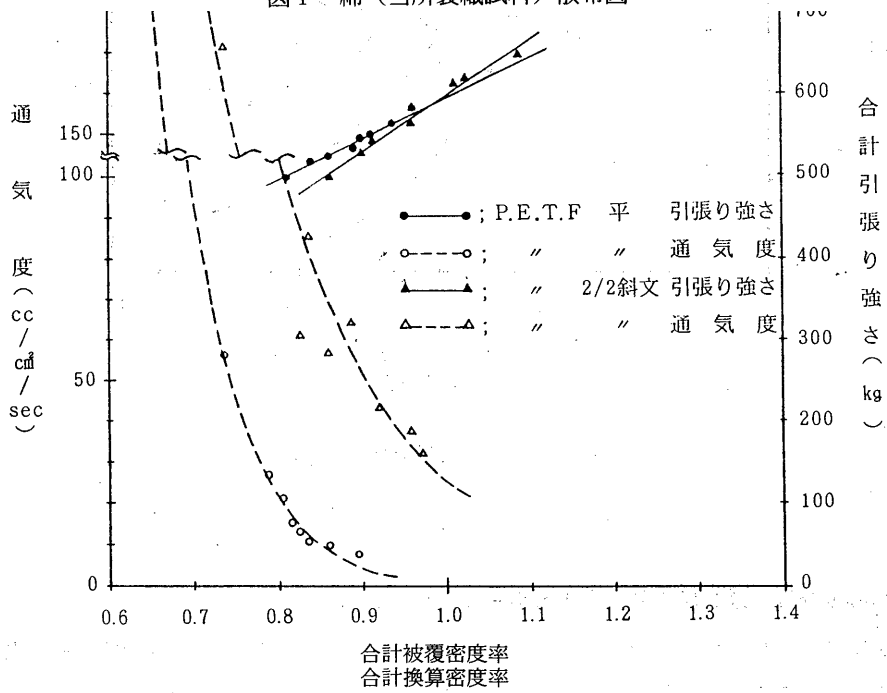


図2 P.E.T.f(当所製織試料) 散布図

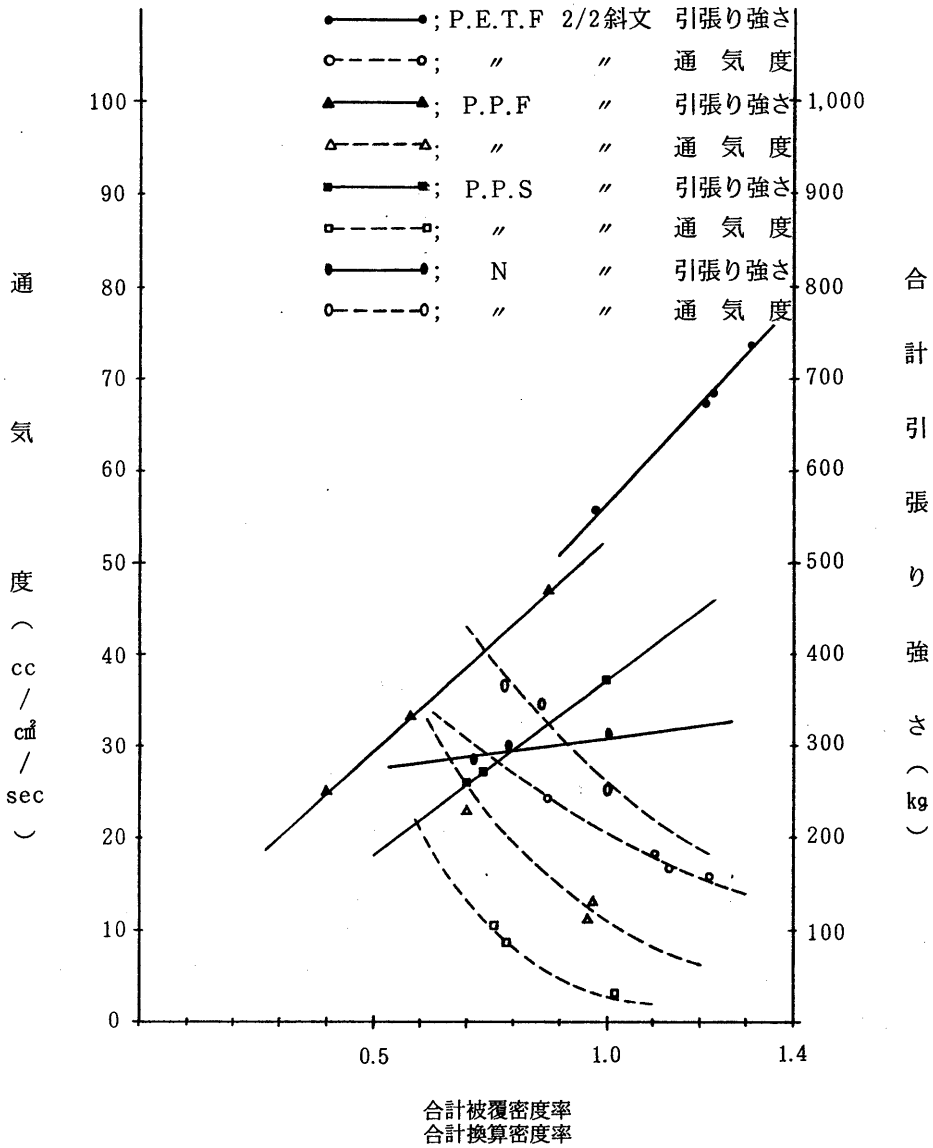


図3 各種合織散布図

### 3.2 引張り強度と通気度を要因とする織物設計システム

これまでに得られたデータを全てコンピュータにインプットして、引張り強度と通気度を要因とする織物設計システムを作成した。プログラムのフローチャートを図4に示す。このシステムによって必要な引張り強度あるいは通気度のある綿・合織織物の設計を迅速に行うことができる。

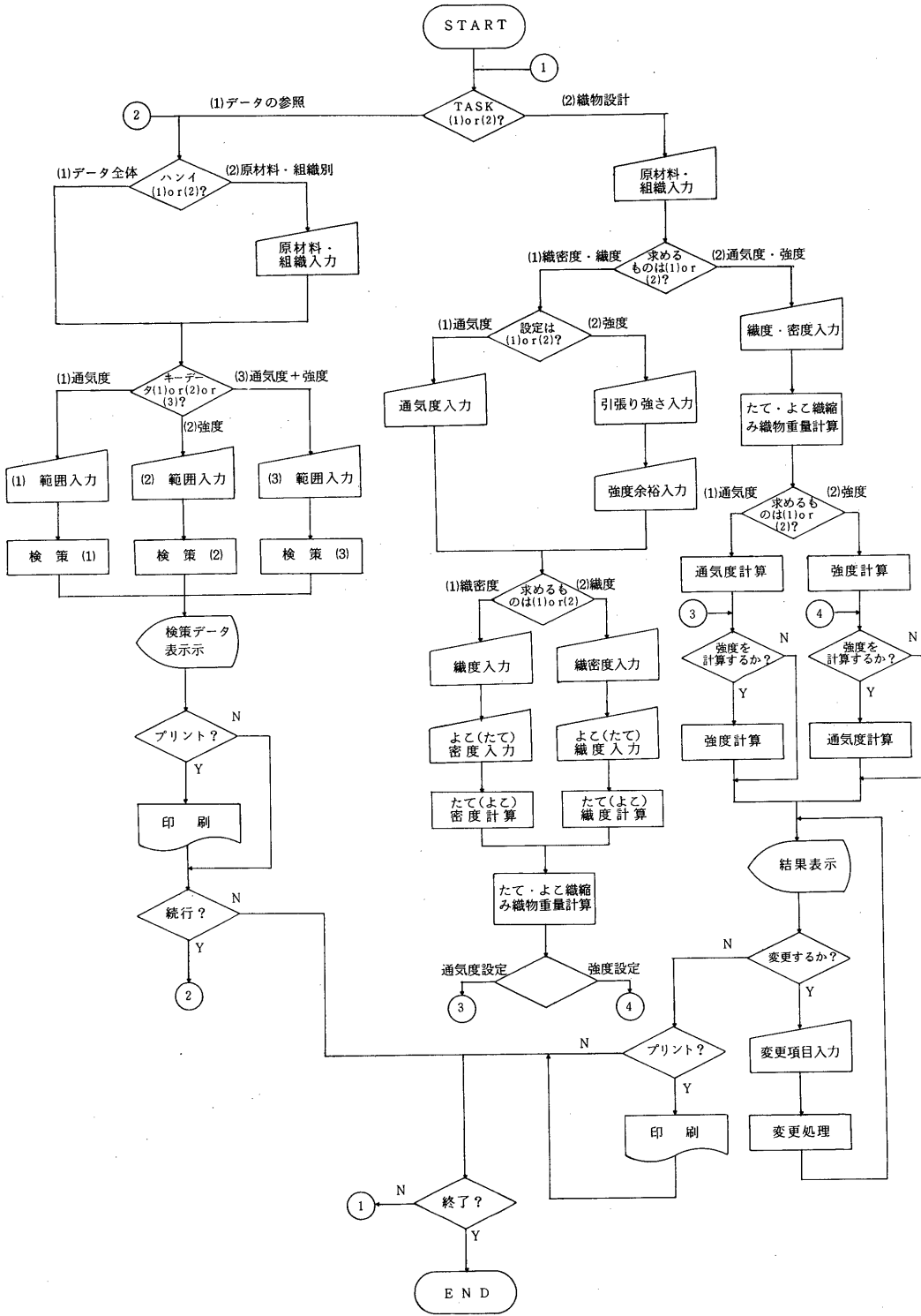


図4 フローチャート

#### 4. 結 言

本研究では、産業資材用織物の各種物性及び性能のなかで、共通して要求される重要な機能である引張り強度及び通気度を取り上げ、織物素材、組織、糸密度等との関係を分析し、次の成果を得た。

(1) 綿及び各種合繊織物について、織物構造と引張り強度に関しては表2に、また、織物構造と通気度に関しては表3に示すような回帰式を得ることができた。

特に今回は、ポリエステル・フィラメント系で試織した試料を使って、ヒートセットを施していない合繊織物の各種データをとることができ、ヒートセットを施した織物との物性等の比較ができた。図2及び図3を比較してみると、同じポリエステル・フィラメント織物でも、ヒートセットを施していない試料の方が、引張り強度、通気度ともに大きな値となっていることがわかる。

(2) 図4に示すようなフローチャートに基づき、簡単な織物設計システムのプログラムを作成した。

本プログラムを使って、必要な通気度及び強度を持った綿・合繊織物が迅速に設計できるようになった。本手法が、高性能・高強度織物の設計あるいは多品種少量生産システムの開発を図っていく上で、有用な手法になると考えられる。

(3) 今後、強度面についていえば破裂強度、疲労強度等、あるいは性能面では通水性等、より使用状態に近い条件での試験データを得て、これまでの研究成果に補足していけば、さらに実用的な織物設計システムを開発していくことが可能である。

#### 参考文献

- 1) 茨城県工業技術センター 繊維工業指導所：綿・合繊織物の性能評価と製品化技術の研究（第1報）（1986）
- 2) 茨城県工業技術センター 繊維工業指導所：綿・合繊織物の性能評価と製品化技術の研究（第2報）（1987）