

特殊綜統を用いた大柄ドビー織物設計に関する研究

松浦 勇^{*1}、安藤正好^{*1}

A Study on Weaving Complicated Dobby Pattern Fabric with Long-eye Heald

Isamu MATSUURA^{*1} and Masayoshi ANDOH^{*2}

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1}

当県の織物業界では、差別化・高品質化した新商品開発が急務となっている。そこで、長目綜統をドビー織機に用いて、一本のたて糸を複数の綜統に通すことにより、普通綜統を使う場合よりも、より複雑な模様の織物を製造する手法について研究を行った。その結果、既設の織機に大きな改良を加えることなく、複雑な模様の織物を織る方法と、織りたい組織図から、長目綜統を使った場合の紋柱図、綜統通図を求めるソフトウェアを開発した。

1. はじめに

ドビー織機では、織物規格（たて糸の太さ、密度等）の変更が容易で小ロット生産にも対応しやすいという利点があるが、綜統枠の枚数に制限があるため、複雑な柄の織物を織ることは不可能である。そこで、長目綜統をドビー織機に用いて、一本のたて糸を複数の綜統に通すことにより、普通綜統を使う場合よりも、より複雑な模様の織物を製造する手法について研究を行った。

2. 実験方法

2.1 組織図、綜統通図、紋柱図との関係解析

長目綜統を使った場合の組織図、綜統通図、紋柱図との関係を解析した。

2.2 組織図作成の最適化手法の検討

ブル行列の分解を、グラフ彩色問題に帰着させて解く手法について検討した。

2.3 組織図作成プログラムの作成

Windows上で動作するアプリケーションを作成した。

2.4 特殊綜統の設計・試作

昭和製レピア織機に装着できる長目綜統を設計した。

2.5 特殊綜統の性能評価

試作した長目綜統を織機にかけて、開口量などの動作チェックを行った。

3. 結果及び考察

3.1 組織図、綜統通図、紋柱図との関係解析

織物組織図において、経糸浮きを「1」、緯糸浮きを「0」とすると、ブル行列とみなすことができる。この行列を2つのブル行列の積に分解することにより、長目綜統を使用した場合の長目綜統通図と紋柱図行列を求めることができる。そして、ブル行列の階数が、必要となる綜統枠の枚数となる（図1参照）。

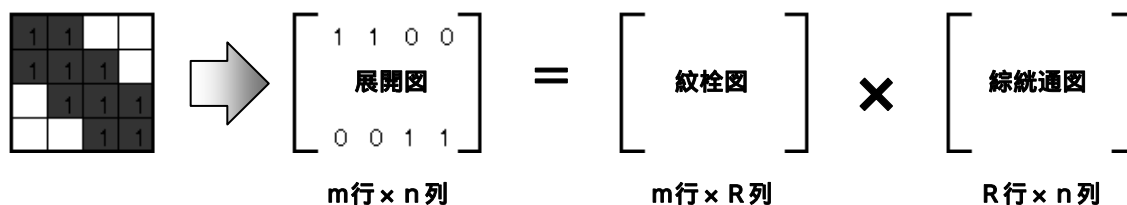


図1 組織図と長目綜統通図、紋柱図の関係

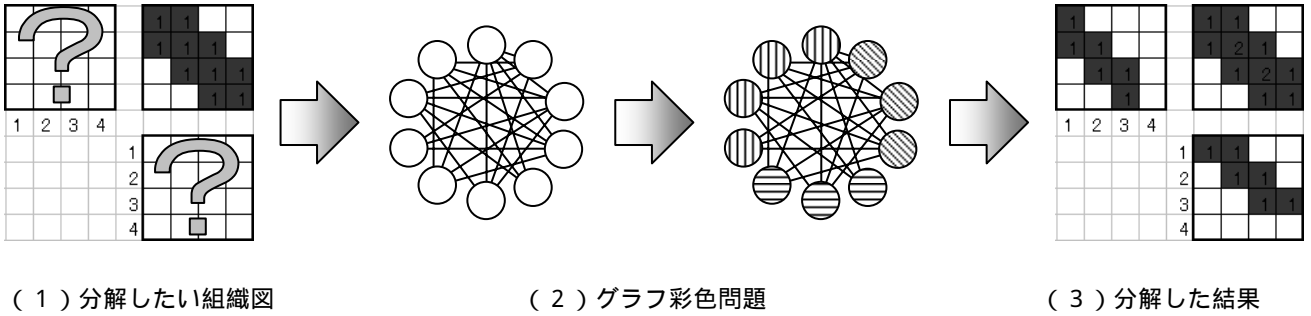


図2 組織図をグラフ彩色問題を使って長目綜統通図、紋柱図に分解する方法

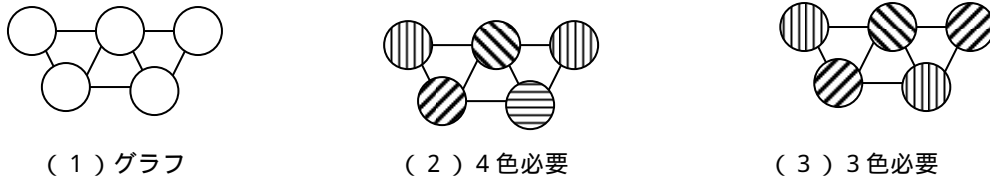


図3 グラフ彩色問題

3.2 組織図作成の最適化手法の検討

図2に示すように、プール行列の分解は、グラフ彩色問題に帰着させることができる¹⁾。グラフ彩色問題とは、隣接する頂点を異なる色で塗り分けるための最低必要な色数を求める組合せ最適化問題である(図3参照)。図3(2)(3)共に条件を満たしているが、(3)は、3色ですべての頂点を塗ることができているため、望ましい解である。

大きな織物組織から誘導したグラフの頂点数は大きくなる。頂点数が大きいグラフの彩色数の厳密解を求めるための計算量は膨大になるため、近似解法を用いるのが現実的である。近似解を求める手法の代表的なものには、()LF法、()DSATUR法、()RLF法などがあり、LF法とDSATUR法には、さらに改善した()LFI法、()DSI法がある。

また、()通常綜統を使用した場合の綜統枠枚数と、緯糸パターン数のいずれもグラフ彩色問題の解となる。

3.3 組織図作成プログラムの作成

上記の6つの解法を実装したWindows上で動作するプログラムを作成した(図4参照)。通常の綜統を使用した場合、裏織りをして、必要な綜統枚数は同じであるが、長目綜統を使用する場合、裏織りをすることで、綜統枠枚数を減らせる可能性があるため(図5参照)、裏返した組織に対しても、6つの解法を適用した。

739の織物組織に対して、実験を行った結果の概要を表1に示し、各アルゴリズムの性能を表2に示す。表2の最良解は、織物組織に対して各解法を適用して、綜統枠枚数が最小だったものである。

最も必要綜統枚数が減少した組織は、一循環が経糸24本×緯糸24本のグレーシアン織りで、綜統枠枚数が24枚から、14枚に減少した。

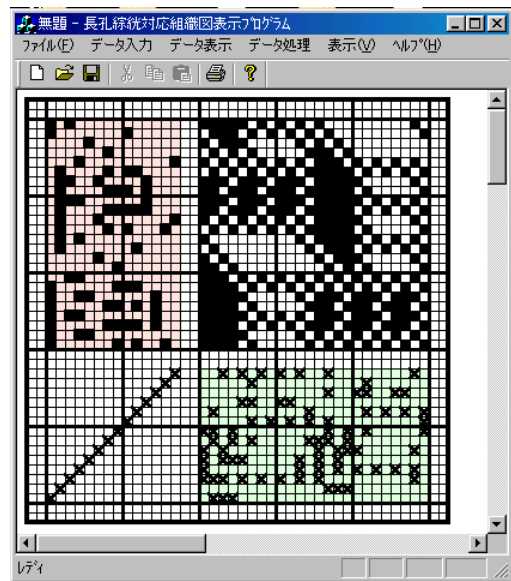


図4 Windows アプリケーション

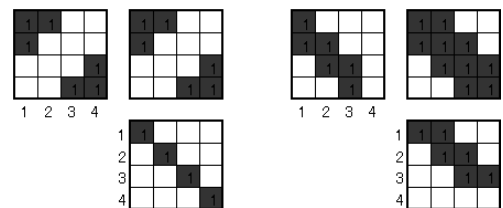


図5 裏織りと綜統枠枚数

表1 実験結果概要

織物組織数	739
平均経糸本数	11.4
平均緯糸本数	11.2
平均必要綜統枠枚数	7.5
平均グラフ頂点数	70
平均グラフ辺密度	0.63
平均必要長目綜統枠枚数	6.6

表2 各アルゴリズムの性能

アルゴリズム	綜統枠枚数
() LF	7.1
() DSATUR	6.8
() RLF	6.9
() LFI	6.9
() DSI	6.7
() 通常綜統使用または、 緯糸パターン数	6.9
最良解	6.6
裏織りを含めた最良解	6.3

3.4 特殊綜統の設計・試作

長目綜統を使う場合には、閉口時には、経糸張力と自重により降下するため、織機の回転数が増すと、経糸が降下する前に、緯入れ運動が始まってしまい、緯糸浮きの箇所が経糸浮きになってしまう（目飛び）おそれがある。そこで、上昇した状態の糸が、下降し、振動が収まるまでの時間を測定した。90cmの長さで糸を張り、端から30cmの位置で糸を10cm持ち上げて、手を離してからの持ち上げた位置での変位の時間変化を測定した。2/60のウールを用いた場合、最適な経糸張力は、66cNである。49cN、98cNの2通りの張力で実験を行った。49cNの場合の実験結果を図6に示す。糸の変位がプラスマイナス5mm以下になれば、次の緯入れの際に目飛びが発生しないと仮定すると、張力49cNの場合には、0.146秒後以降であることが分かる。実際には、綜統との干渉などを考慮する必要があるが、織機の400回転まで追従できると考えられる。

昭和製レピア織機を想定し、図7に示すように、最前

列の綜統枠が上がった場合、最後列の綜統枠が上がった場合を考慮して、図8に示す長目綜統を設計した。

3.5 特殊綜統の性能評価

試作した2つの長目綜統を、昭和製レピア織機の最前列と最後列の綜統枠に装着し、経糸を2つの長目綜統に通した。そして、最前列の綜統枠のみ上昇させた場合と、最後列の綜統枠のみ上昇させた場合の2通りについて、動作のチェックを行った。両方の場合で、経糸が、上昇しない長目綜統の目の上部に接触することなく動作することを確認した。その様子を図9に示す。

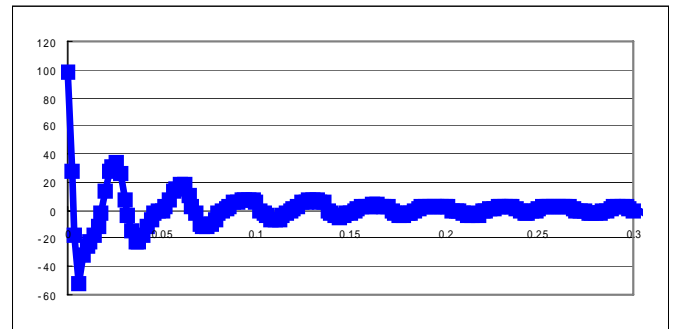


図6 糸の変位の時間変化（2/60毛、張力49cN）
（縦軸：cm、横軸：秒）



図9 長目綜統を織機にかけた様子

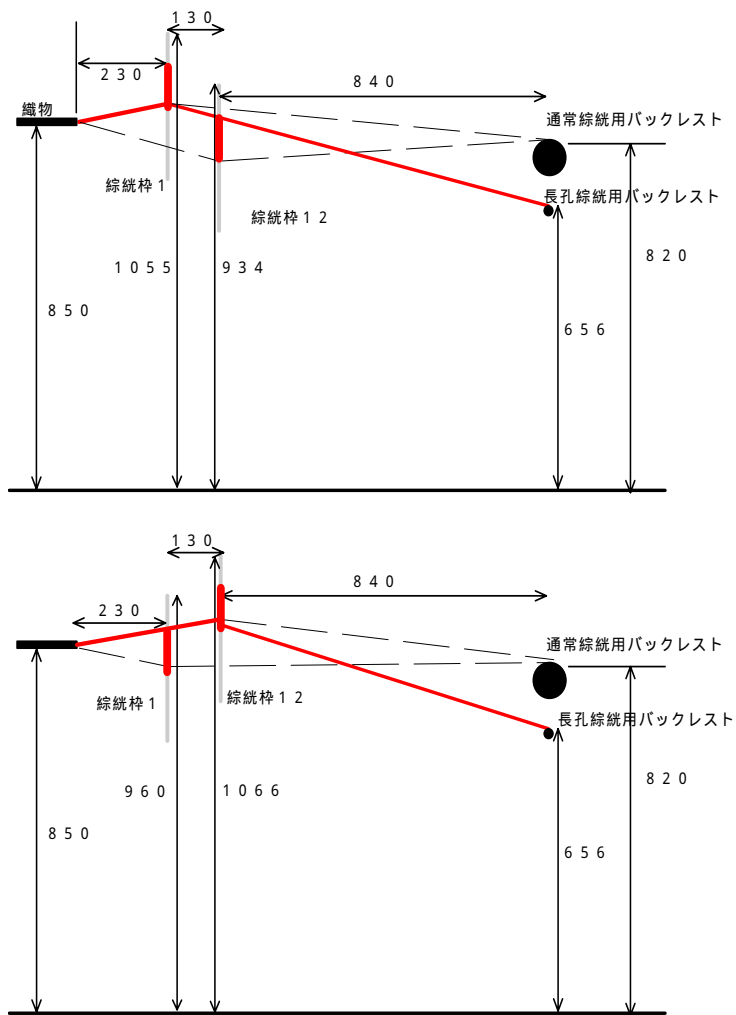


図7 長目綜統使用時の開口状況（昭和製レピア織機）

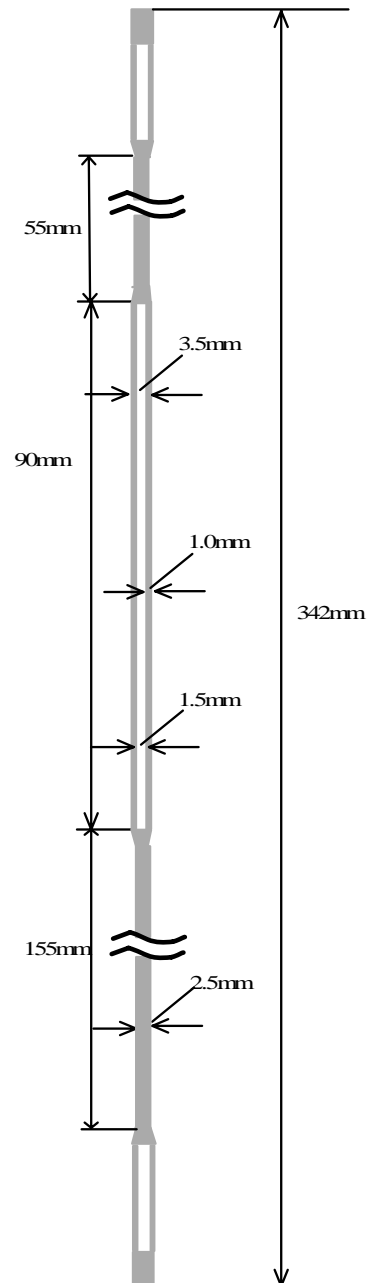


図8 設計した長目綜統

4. 結び

4.1 組織図、綜統通図、紋柱図との関係解析

長目綜統通図を使った場合、綜統通図と紋柱図は展開図をプール行列に分解することで求められることがわかった。

4.2 組織図作成の最適化手法の検討

プール行列の分解がグラフ彩色問題に帰着できることが分かった。グラフ彩色アルゴリズムには、LF法、DSATUR法、RLF法、LFI法、DSI法などのアルゴリズムがあることが分かった。

4.3 組織図作成プログラムの作成

Windows上で動作する上記のアルゴリズムを実装したプログラムを作成し、実験を行った。

4.4 特殊綜統の設計・試作

昭和製レピア織機を想定し、長目綜統を設計した。

4.5 特殊綜統の性能評価

試作した長目綜統を織機にかけて、動作チェックを行ったところ、スムーズに動作することを確認した。

文献

- 1) Hans Ulrich Simon: "On approximate solutions for combinatorial optimization problems". *SIAM J. Disc Math*, 3, 294 (1990)