

線織面に基づく衣服形状設計の検証

吉田 哲也^{1,a)} 高井 さや²

概要: 本稿では、剪断変形や曲げなどを考慮する必要がない線織面に基づく衣服形状設計の検証として、型紙上の平面曲線の測地的曲率と、縫合後の空間曲線の曲率および振率を指定し、線織面が可展面となる制約条件を満足する領域の同定について報告する。

キーワード: 線織面, 衣服形状設計

Verification of Clothing Design via Ruled Surface

TETSUYA YOSHIDA^{1,a)} SAYA TAKAI²

Abstract: This paper reports the verification of clothing design via ruled surface. Based on the specified curvature, torsion, and geodesic curvature of a solid line, admissible area in terms of ruled surface is calculated in this approach. We consider two models for solid line, and verified these models in terms of clothing design. The results suggest that ruled surface may be useful for clothing design.

Keywords: ruled surface, clothing design

1. はじめに

近年の情報技術の発達に伴い、衣服形状設計に計算機処理を積極的に活用する研究が行われている。特に、胸囲などの寸法に対応する長さではなく、曲線や曲面の曲がり具合を表す曲率に基づく衣服設計のアプローチも提案されている [1], [2]。我々も、曲率に基づくアームホールの特徴付けの検証を報告した [6]。

本稿では線織面に基づく衣服形状設計 [3] の検証について報告する。衣服の曲面を線織面として定式化した場合に曲面が可展面となるための領域として型紙を捉えるアプローチ [3] に対し、2つのモデルを検討するとともに、モデルが生成する形状に対する被服の観点からの評価について報告する。

2. 線織面

2.1 準備

本稿では、小文字の太字イタリック体でベクトル表記する。曲線のパラメータ表示においては、一般のパラメータを t 、弧長パラメータを s で表し、弧長パラメータ s による微分は $y' = \frac{d}{ds}y$, $y'' = \frac{d^2}{ds^2}y$ と表記する。

2.2 線織面

線織面とは、1つのパラメータで表現される空間曲線と、曲線上の各点を始点とする半直線（母線）で構成される面である。具体的には、線織面は

$$\mathbf{x}(s, t) = \mathbf{p}(s) + t\mathbf{q}(s)$$

と表される。ただし、 $\mathbf{p}(s)$ は弧長 s をパラメータとする空間曲線を表し、 $\mathbf{q}(s)$ は母線の単位方向ベクトル、 t は母線長を示す [4]。

2.3 線織面の縫合可能条件

可展面とは平面に展開できる面のことであり、布などの

¹ 奈良女子大学大学院人間文化研究科
Graduate School of Humanities and Sciences, Nara Women's University, Nara, 630-8506 Japan

² 奈良女子大学生生活環境学部
Faculty of Human Life and Environment, Nara Women's University, Nara, 630-8506 Japan

a) tyoshida@cc.nara-wu.ac.jp

2次元の平面から裁断や縫合を行わずに構成できる曲面に対応する。3次元空間における衣服の曲面を線織面として定式化した場合、裁断や縫合を行うことなく2次元の布に展開できるためには以下の条件を満たす必要がある [3]。

- 条件 1 線織面が可展面である。
条件 2 空間曲線の測地的曲率と縫合する型紙の平面曲線の曲率とが等しくなる。
条件 3 母線の最大長が縫合可能な領域にある。

上記の条件は、数理的には

$$\kappa(s)\cos\theta(s)\sin\phi(s) = \sin\theta(\phi'(s) + \tau(s)) \quad (1)$$

$$k(s) = \kappa(s)\cos\phi(s) \quad (2)$$

$$\sin\theta(s) = T(\theta'(s) + \kappa\cos\phi(s)) \quad (3)$$

という等式の組で表され、条件 1 には式 (1)、条件 2 には式 (1) および (2)、条件 3 には式 (3) が対応する [3]。

3. 線織面に基づく衣服形状設計

3.1 線織面に基づく衣服形状設計の手順

文献 [3] における線織面に基づく衣服形状設計の手順を紹介する。以下では、弧長パラメータ s に対して $\kappa(s)$ は空間曲線の曲率、 $\tau(s)$ は空間曲線の振率、 $k(s)$ は測地的曲率を表す。

設計手順

- (i) $\kappa(s)$, $\tau(s)$, $k(s)$ を指定する。
(ii) 立ち上がり角 $\phi(s)$

$$\phi(s) = \cos^{-1} \frac{k(s)}{\kappa(s)}, \quad \phi'(s) \quad (4)$$

- (iii) 回転角 $\theta(s)$

$$\theta(s) = \tan^{-1} \left(\frac{\kappa(s)\sin\phi(s)}{\phi'(s) + \tau(s)} \right), \quad \theta'(s) \quad (5)$$

- (iv) 母線の最大長 $T(s)$

$$T(s) = \frac{\sin\theta(s)}{\theta'(s) + k(s)} \quad (6)$$

- (v) 平面曲線 \tilde{p}

$$\Theta(s) = \int_0^s k(v)dv \quad (7)$$

$$\tilde{p} = \left(\int_0^s \cos\Theta(v)dv, \int_0^s \sin\Theta(v)dv \right) \quad (8)$$

- (vi)

$$\tilde{p}, \quad \tilde{p} + T(s)\tilde{q}(s) \quad (9)$$

を描画し、両者の先端と終端をそれぞれ直線で結ぶ。 \tilde{p} と \tilde{q} は、可展面 $x(s, t)$ 上にある空間曲線 $p(s)$ と空間曲線における線織面の母線方向を表すベクトル $q(s)$ を型紙を仮定した平面曲線へ展開させた際の値である。

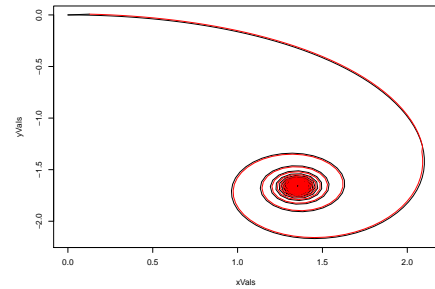


図 1 undercupModel の描画例

Fig. 1 An example of undercupModel.

3.2 線織面に基づく衣服形状設計の検証

3.1 節で紹介した手順に従い、手順 (i) で指定する曲率、振率、測地的曲率として以下のモデルを検討した。

- a) 円錐モデル:

$$\kappa(s) = 1, \tau(s) = 0, k(s) = 1/L$$

L は円錐の母線長。

- b) undercupModel:

$$\kappa(s) = 1, \tau(s) = 0, k(s) = as^2 + c$$

a, c は定数。

それぞれのモデルに対して 3.1 節の手順に基づいて解析的に式 (6) の $T(s)$ などを求め、線織面が可展面となる制約条件を満足する領域を同定した。導出の詳細については [5] を参照されたい。描画例を図 1 に示す。検討したモデルを用いることにより、ウエディングなどのドレスで見られるフラウンスフリルというらせんのフリルに似た形状を設計できることを確認した。

4. おわりに

本稿では、せん断変形や曲げなどを考慮する必要の無い線織面に基づく衣服形状設計 [3] の有効性を検証した。空間曲線として 2 つのモデルを検討し、曲率、振率、測地的曲率を適切に設定することにより、線織面に基いてフラウンスフリルのような螺旋状の形状や襟の見返しのような形状の設計が可能であることを示唆した。

参考文献

- [1] 東正毅, 毛利仁, 齊藤剛: 縮閉線に基づく曲率変化の滑らかな曲線, 曲面の生成 (第一報), 精密工学会誌, Vol. 59, No. 11, pp. 141-146 (1993).
- [2] 今岡春樹: 裁縫の曲率的解釈と縫合の式, 繊維製品消費科学会誌, Vol. 37, pp. 422-429 (1996).
- [3] 伊藤海織, 今岡春樹: 可展面理論を用いた縫合後の立体形状予測と縫合可能性, 繊維製品消費科学会誌, Vol. 48, pp. 42-51 (2007).
- [4] 中内伸光: じっくり学ぶ曲線と曲面, 共立出版 (2005).
- [5] 高井さや: 線織面に基づく衣服形状設計の検証, 奈良女子大学卒業論文 (2016).
- [6] 吉田哲也, 蛸谷七海: 曲率に基づくアームホールの特徴付けの検証, 技術報告 2015-MPS15-106 No.8, 情報処理学会数理モデル化と問題解決研究会 (2015).