

最適展開図設計支援システムの開発研究*

外山 眞也*¹・清水 徹*²・片倉 義文*²

Study of the Program for the Development for Sheet Metal Products

Masaya TOYAMA, Toru SHIMIZU and Yoshifumi KATAKURA

本研究は、三次元CADを利用して、展開図の作成を省力化することを目的としたものである。これまでに、二つの断面形状を定義すると、自動的に最適な展開図を生成するプログラムを開発した。

さらに、この手法を用いて絞り設計支援システムの開発を目標として研究開発を実施したが、現状では解決できない問題がいくつかあり、実現することはできなかった。しかし、三次元CADを利用し、そのCAD上で動作可能な展開図を作成するコマンドの開発を実現できたので報告する。

キーワード：探索、展開図、板金、CAD

1 はじめに

従来の方法では、展開図を作成する構造物の設計において、二つの断面形状を二次元CAD「TOMCAD」上で定義し、その断面間の結線を最適化問題として解いて側面を生成することにより、展開図を得ていた。

二次元CAD「TOMCAD」での断面形状の設計では、曲面の定義は容易ではなく、多種多様な構造物の展開図作成には、特に絞り形状などの複雑な曲面形状があるような場合には対応できないという問題があった。

そこで、プログラム開発によりコマンド追加が可能な三次元CAD「SolidWorks」を利用して、絞りに対応した展開図作成の省力化を目指した。

今回の研究開発では、展開したい側面を指定し、その側面に他の形状が交差している場合はその交差部分を穴として認識させ、展開図面上にその形状を転写することもできたので報告する。

2 開発方法

2-1 一般的な展開図

これまでに開発してきた展開図生成プログラム

は、二つの断面形状を指定すると、その断面間をどのように結線して側面を生成すれば、最適な展開図が得られるのかということを重視しており、最適な展開図のための側面を求めていた。

しかし、三次元CADを利用する場合は、先に構造物形状を決定するが多いため、展開図を得たい側面の指定を行い、その形状から輪郭線を抽出し、さらには穴形状の輪郭線を抽出する方法を検討した。

具体的には、以下の方法で行った（図1参照）。

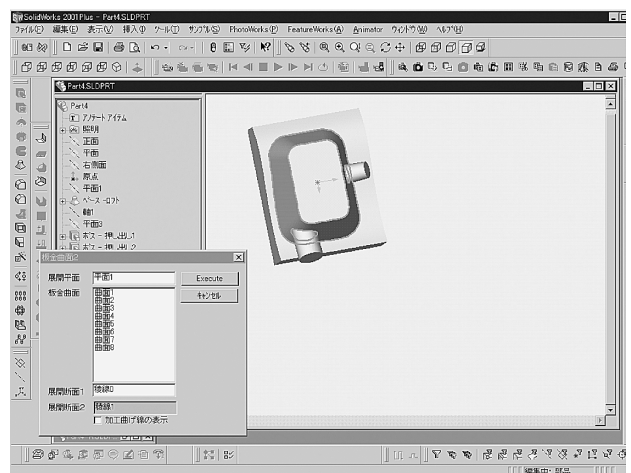


図1 展開図作成コマンドの実行

* 県単共同研究

* 1 機械電子・デザイン部

* 2 コンピュータエンジニアリング(株)

- 1) 展開図を作成する平面を指定する。
- 2) 展開図を作成したい側面を指定する。
一つの曲面には複数の境界線が存在するが、隣接する側面の境界線は共有されている状態となる。そのため、複数の曲面が指定されたら、すべての曲面から境界線の情報をすべて抽出し、その中から共有境界線は取り除く処理を行う。
- 3) 輪郭線を指定する。
2)の処理で、残った境界線の中から、指定した輪郭線と連続する境界線を、順番に取り出す。この抽出処理の後、残された境界線は穴形状として認識し、閉じた形状となるかどうかを確認する。
- 4) 曲げ加工線を表示するかどうか選択する。
- 5) 指定された輪郭線を元に、動的計画法を用いて側面を三角形に分割して構成し、求められた三角形の集合を平面に順番に並べて展開図を作成する。

以上のような処理を行って展開図を求めるようにした。

また、図1に示す形状では、自由曲線部分があるため、指定された輪郭線形状は、一旦微小な直線に分割され、その端点の座標を基に、二つの輪郭線間を結線する最適化問題として解き、展開図を求めた。

2-2 絞り展開図

絞り形状の展開図においては、一般的な展開図と異なる。つまり、一般的な展開図においては、側面をすべて三角形に分割し、それらの隣接する境界線を共有させながら平面上に展開することができる。しかし、絞りの場合には、その展開を隣接する境界線とは異なる線に対して接しながら展開させる必要がある。

そのため、接する境界線に対して法線方向へ帯状に分割した側面を展開する手法などを検討したが、場合によっては重合したり、隙間を作ったりする場合がある。実際の絞りにおいては、材料の伸びなどを考慮し、体積は一定として解析する必要があると考える。

3 結果及び考察

本手法により得られた結果を図2に示す。この手法では、輪郭線を微小な直線に分割して求めるので、結線は多くなる。しかし、結線により生成された三角形側面において、隣接する三角形側面の法線ベクトルが一致する場合は、同一平面に存在すると判断し、その結線部分は展開図上に表示しないようにすることで、曲げ加工線のみを表示することができた。

ただし、図2に示す状態では、曲げ加工線が表示されているので、穴形状の一部分が重なってしまった。次に、絞り形状の場合を図3に示す。

このような形状の場合、展開しようとする側面が底部の平面と一体となるように展開図を求めなくてはならない。しかし、展開しようとする側面は、隣接する側面の境界線と、底部の平面との境

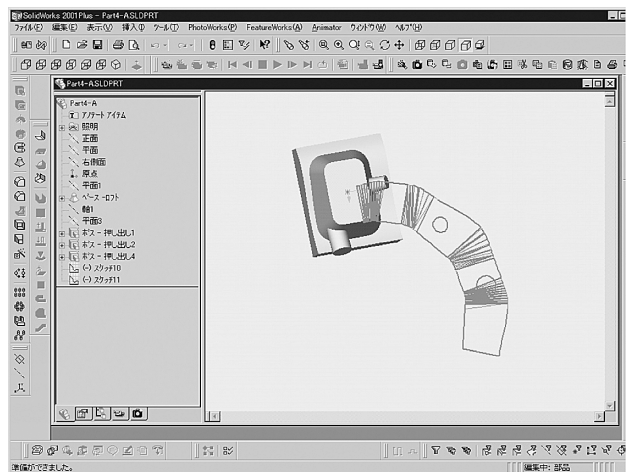


図2 展開図作成の実行結果

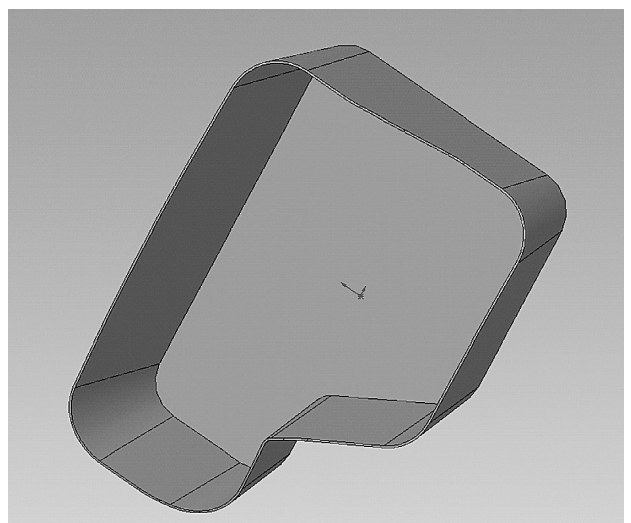


図3 絞り形状の場合の一例

界線の二つの境界線に接するように求めなくてはならない。

これまでの研究開発においては、この問題を解決することができなかった。

本研究では、東芝製 DynaBook Satellite CPU700MHz（メモリ192MB）を計算に用いた。

4 まとめ

三次元CAD「SolidWorks」上で動作可能な展開図作成コマンドを開発することができた。この開発にはVisual Studio Ver6.0 C++言語を用いた。

そして、SolidWorksに対応したコマンドの開発、各種データの取り扱い手法など多数の開発手法を習得することができた。

最後に、共同開発にあたり清水氏（コンピュータエンジニアリング株）には、ご指導とご助言を頂き迅速な開発を進めることができた。ここに深く謝意を表します。

5 参考文献

- 1) 松永省吾：“システム工学入門” 71-73, 東京電機大学出版局 (1987)
- 2) 繁山俊雄：“板金製缶 展開板取りの実際” 理工学社 (1973).
- 3) 外山眞也, 富田重幸, 吉富康成, 春成嘉弘：“遺伝的アルゴリズムを用いた板金構造物の展開図のための結線手法” 日本オペレーションズ・リサーチ学会論文誌, **44**(3), 230 (2001)
- 4) 外山眞也, 富田重幸, 吉富康成：“動的計画法を用いた板金構造物の展開図作成のための結線決定法” 日本応用数理学会論文誌, **12**(1), 45 (2002)
- 5) 外山眞也, 富田重幸：“動的計画法を用いた最適板金構造物の展開図の自動設計” 日本機械学会論文集 (C編), **69**(679), 812 (2003)