

自由曲面の展開精度向上について

3S-7

* 島田 哲夫 阪本 英男
 加藤 敏春 岸本 和一郎
 多田 幸生

1. まえがき

筆者らは自由曲面上の領域を平面に展開するため有限要素法を導入し、平面応力問題として解く手法について検討を加えてきたが、本報告では、自由曲面において曲面形状に依存した展開法により高精度の平面展開をおこなう手法について考察する。さらに展開精度の向上を図るため曲面自体の分割方法についても検討をおこなう。

2. 形状に依存した平面展開手法

曲面形状に依存した平面展開を行う手順を(図1)に示す。まず最初に、曲面を四角形メッシュに分割し、曲面を平面に展開した初期形状として位相的に等しい二次元形状を想定する。ここで個々の四角形メッシュについて各接ベクトルの差を算出し、その値に比例した割合でそれぞれの四角形を三角形メッシュに再分割する。さらに平面展開の初期形状として再分割した各点に対応する曲面形状の値を算出する。これにより新たに曲面形状上の三角形と対応する初期平面展開図上の三角形の対が形成された。そこで改めて三次元曲面上の三角形と対応する平面上の三角形を対比し、その差を初期展開作業における平面展開歪であると解釈することにより、自由曲面の展開を有限要素法における平面応力問題として取扱うことを可能にする。この手順を繰返すことにより初期の平面展開歪は小さくなり、全体として一定値に収束させることができ、その結果展開図が形成される。靴モデルの展開例(図2)とその評価値(表1)を示す。

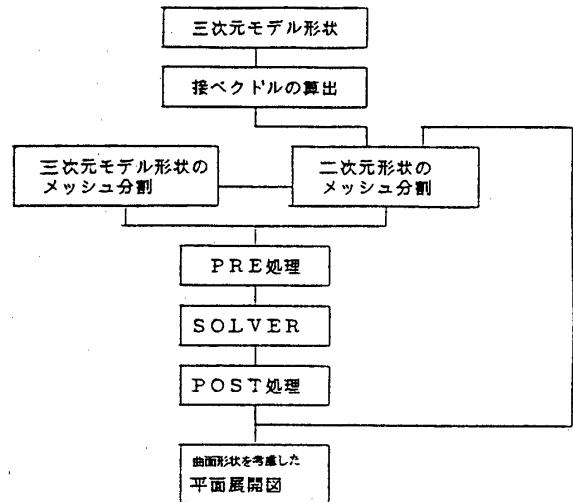


図 1. 自由曲面の平面展開手順

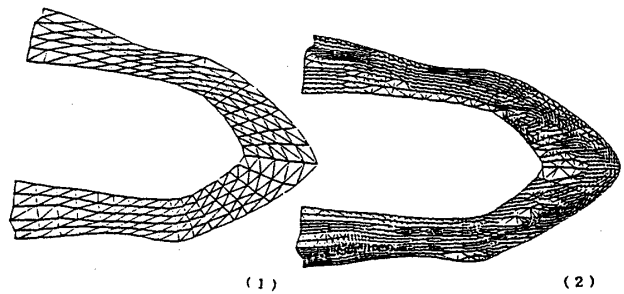


図 2. 曲面の平面展開例(靴モデル)

表 1. 平面展開の評価値(靴モデル)

展開方法	節点数	要素数	評価関数Jの値
自由パッチを単位とした平面展開	198	320	$1.61 \cdot 10^{-6}$
歪歪を考慮した平面展開	1330	2486	$5.59 \cdot 10^{-10}$

Improvement of Accuracy on Development of curved surface

Tetsuo SHIMADA, Hideo SAKAMOTO, Toshiharu KATOU, Waitirou KISHIMOTO, Yukio TADA
 INDUSTRIAL INSTITUTE OF HYOGO PREF. KOBE UNIV.

3. 曲面分割

一般に対象が自由曲面である場合、初等幾何学形状である球体の場合のように曲面が一様でないため、球体の分割手法を適用することは、困難である。位相的に円柱および長方形に等しい自由曲面を対象に曲面自体の分割手法を考察する。

3.1 接ベクトルによる分割

自由曲面は対象とする形状が千差万別であるため、一般論で分類することは非常にむずかしい。しかし平面展開を必要とする工業製品は位相的に円柱の側面形状か長方形形状に等しいことが多い。そこで位相的に円柱に等しい場合、中心軸に平行な側面で切り開き長方形に等しくする。次に中心軸に平行な側面上で中心軸方向の接ベクトルを算出し、その値によって曲面を分割する。(図3)は円柱と位相的に等しい対象モデルに対し中心軸に平行な側面で切り開いた状態で平面に展開した図である。この場合、(表2)より(図3)の(2)で曲面分割すると展開精度が良いことがわかる。

3.2 微分値の不連続線による分割

自由曲面の平面展開において精度を向上するために、面分割が重要であり、比較的变化の少ない曲面に対しては接ベクトル差を算出すればよいが、たとえば曲面の微分値が不連続である曲線が存在する場合は、その曲線にそって曲面分割する必要がある。(図4)は自動車モデル全体とその平面展開図である。ここで不連続曲線(1)と(2)で分割した曲面に対して平面展開した評価値を(表3)にあげる。

3. むすび

本報告では、曲面の形状によりメッシュ分割数を変化させることで平面展開の精度を向上させる方法を考察した。また、どのように面分割すれば展開精度が向上するかということを検討した。

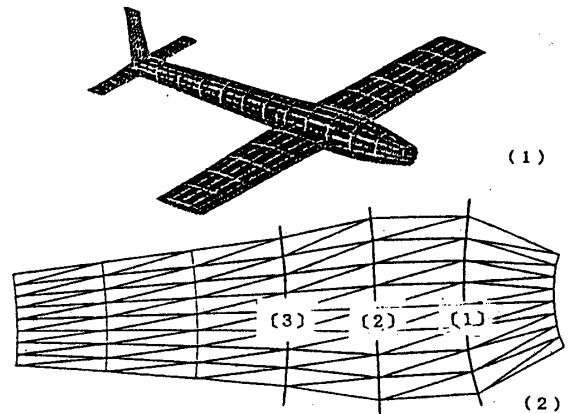


図 3. 曲面の平面展開例(航空機(胴部)モデル)

表 2. 曲面分割による平面展開の評価値(その1)

展開領域	節点数	要素数	評価関数 J の値
全領域	63	96	$1.04 \cdot 10^{-8}$
(1)の左側	54	80	$1.27 \cdot 10^{-10}$
(1)の右側	18	16	$9.22 \cdot 10^{-10}$
(2)の左側	45	64	$2.43 \cdot 10^{-11}$
(2)の右側	27	32	$8.86 \cdot 10^{-20}$
(3)の左側	36	48	$2.22 \cdot 10^{-18}$
(3)の右側	36	48	$1.05 \cdot 10^{-8}$

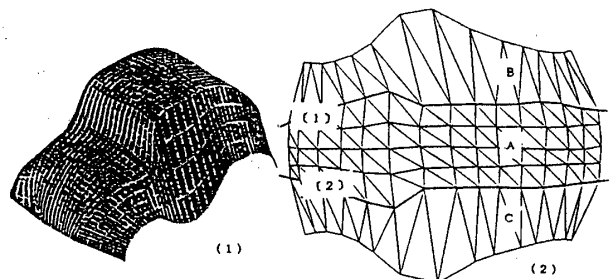


図 4. 曲面の平面展開例(自動車モデル)

表 3. 曲面分割による平面展開の評価値(その2)

展開領域	節点数	要素数	評価関数 J の値
全領域	105	168	$6.20 \cdot 10^{-8}$
A	75	112	$1.80 \cdot 10^{-10}$
B	30	28	$4.79 \cdot 10^{-11}$
C	30	28	$4.54 \cdot 10^{-12}$