

## 一体構造型把持鉗子の形状最適化

### Shape optimization for one part grasping forceps

○ 今井雄一 (立命館大) 野方誠 (立命館大)

Yuichi IMAI, Ritsumeikan University  
Makoto NOKATA, Ritsumeikan University

**Abstract:** Minimally Invasive Surgeries (MIS) becomes popular by use of catheters and forceps in recent years. Therefore, grasping forceps that consists of several parts developed in order to use intravascular surgery. But, it has problem that assembly is difficult. For this reason, a grasping forceps that consists of one part was developed. This report presents shape optimization of one part grasping forceps for try to find a new shape. As a results, a grasping forceps of volume and maximum stress value are both decreased.

**Key Words:** Grasping forceps, One part, Shape optimization

#### 1. 背景

近年、QOL(Quality of Life)の概念の普及により、患者の身体的・精神的負担を軽くするための低侵襲治療が医療現場で重視されている。低侵襲治療の一つとして、カテーテルを用いた血管内手術がある。この手術では、血管にカテーテルという細い管状の器具を挿入して手術を行うため、患者の身体を大きく切開せずに手術を行うことができる。そのため、従来の手術とは異なり、術後の社会復帰が早いといった利点がある。

血管内手術では、人工物を血管内に留置することにより治療を行うが、その人工物の位置調節や除去をする専用の医療器具が必要となる。このため、ガイドワイヤと呼ばれる極細径のワイヤによって、血管内の人工物を「引っ掛ける」「絡める」といった不確実な方法がとられている。また、複数のパーツによって構成される把持鉗子が開発されているが、組み立て難易度が高いといった問題がある。

この問題を解決するため、本研究室では、血管内治療用極細径一体構造型把持鉗子が開発された。<sup>(1)</sup>しかし、形状の最適化がされていないため、不必要な部分が存在する可能性がある。そのため、製作された鉗子データに対して、ソフトウェアによる形状の最適化が望まれる。

#### 2. 目的

血管内手術で用いられる極細径一体構造型把持鉗子の最適な形状の実現を目的とする。先行研究にて製作された把持鉗子に対して、最適化手法を用いてより良い形状を模索する。

#### 3. 最適化手法

最適化の手法としては、ノンパラメトリック形状最適化を用いる。ノンパラメトリック形状最適化とは、最適化対象の構造表面を連続的に変化させて最適形状を求める手法である。ノンパラメトリック形状最適化を用いて最適化を実行したサンプル例を図1に示す。

#### 4. 最適化対象

本研究にて最適化の対象となる把持鉗子の全体図を図2に示す。この把持鉗子はアンギオカテーテルに搭載することを想定されており、最外径1.4mm、全長8.0mm、開口幅1.2mmとなっている。

#### 5. 解析環境

最適化を実行する際に設定した解析環境を図3に示す。把持鉗子の固定部を完全拘束し、鉗子把持部で物体を把持している状態において駆動力伝達部に荷重を与える。

#### 6. 最適化設定

ソフトウェアにて形状最適化を行うために、制約条件と目的条件を設定する。制約条件とは、最適化を実行するときに必ず満たしたい力学条件や製造要件であり、目的条件とは、最適化を実行するうえで最も変化させたい力学条件や製造要件である。

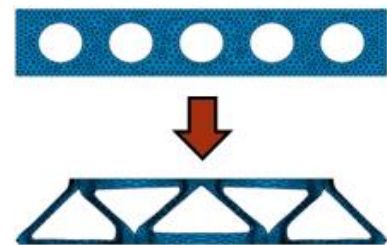


Fig. 1 Example of non-parametric shape optimization

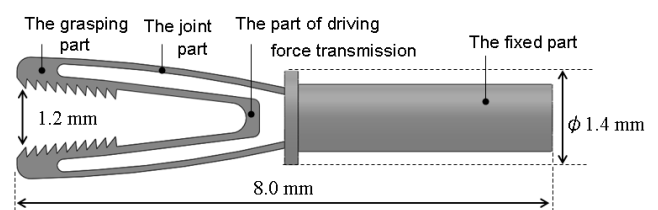


Fig. 2 Size of grasping forceps

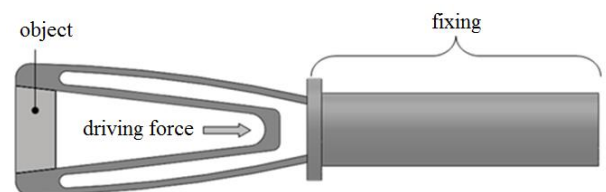


Fig. 3 Situation of analysis

本研究では、制約条件として全体の体積を一定値まで減少、目的条件として鉗子の把持動作時に発生する最大応力値を可能な限り減少させるように設定した。

7. 結果

7.1 第1回目最適化の結果

第1回目最適化として行った研究の結果を図4,5に示す。ソフトウェアの設定としては、制約条件として全体の体積を95%, 90%, 80%まで減少、目的関数として鉗子の把持動作時に発生する最大応力値を減少させるように設定した。グラフの数値について、目的条件は初期値を100%としたときの値が表示されており、制約条件は設定した制約値を100%としたときの値が表示されている。

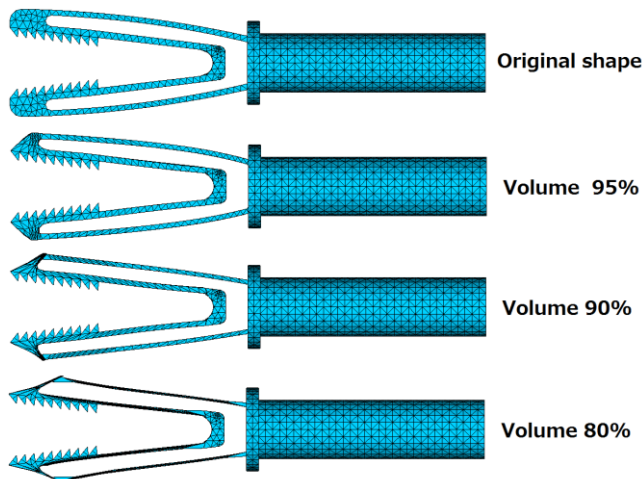


Fig. 4 Result of shape optimization

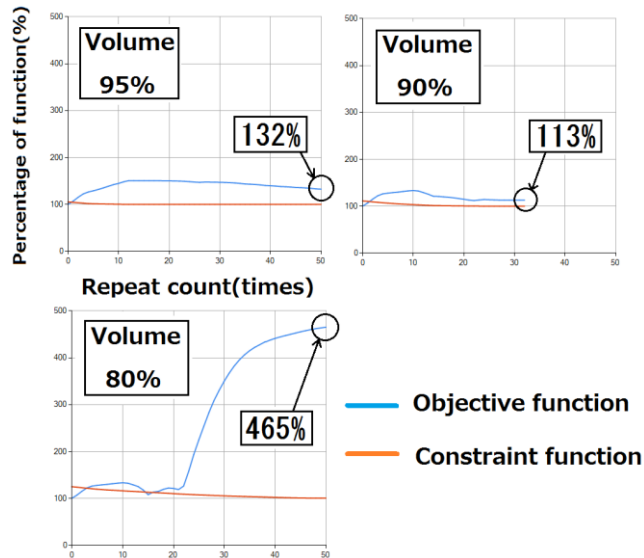


Fig. 5 Graph of result

7.2 第1回目最適化の考察

第1回目最適化の結果において、体積を減少させすぎると最大応力値が急激に上昇することを確認したが、その他の結果においても、初期値を下回るような結果にはならなかった。

この原因として、制約条件や目的条件の設定が不十分であったことや、形状の変化に対する設定が不十分であったことなどが考えられる。

7.3 第2回目最適化の結果

第1回目最適化の結果より、ソフトウェア上での設定を見直し、再度最適化を実行した結果を図6,7に示す。ソフトウェアの設定として、目的条件は昨年度と同様の条件であり、制約条件は全体の体積を80%まで減少させるように設定した。

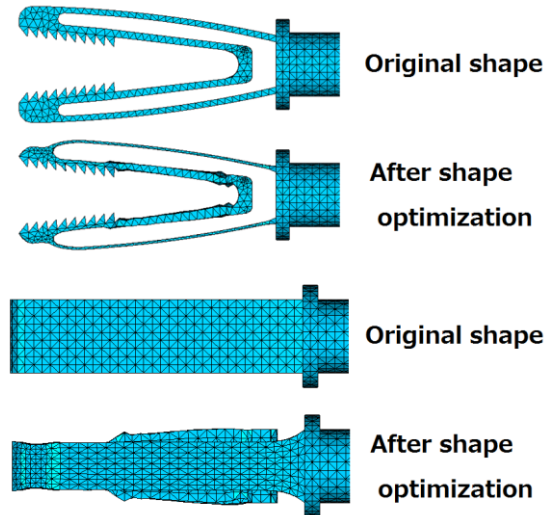


Fig. 6 Result of shape optimization

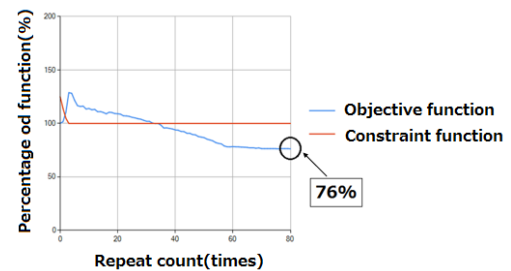


Fig. 7 Graph of result

7.3 第2回目最適化の考察

第2回目最適化の結果において、制約条件や目的条件、そして形状の変化に対する設定を見直すことにより、全体の体積と最大応力値が同時に減少することを確認した。

しかし、形状最適化後の鉗子形状が複雑化するという問題を確認した。この原因として、ソフトウェアでの設定が複雑化したということが考えられる。

8. 結論

本報では、血管内手術において人工物の位置調節や除去をするために用いられる専用の医療器具である極細径一体構造型把持鉗子の形状最適化についての報告を行った。

1つのパーツによって構成される極細径把持鉗子に対して、ソフトウェアによる形状最適化を実行するための条件を設定し、実際に形状の最適化を行った。今後は、各種条件設定のさらなる見直しを行い、実際に製作をする際に考えられる製造要件などを考慮した形状最適化を行う。

参考文献

(1)佐藤, 大森, 野方, 血管内治療用一体構造型把持鉗子の開発, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2014 (LIFE2014), GS2-1, 2014.