

カテーテル型ステント融着マニピュレータに関する基礎的研究

Catheter type stent adhesion manipulator

03T1058T 千葉 和貴

指導教員：増澤 徹 教授

1. はじめに 近年、動脈血管の一部が拡大する大動脈瘤という病気が飛躍的に増加している。この病気は自然に治る事はほとんどなく、次第に大きくなり動脈が破裂すると血液が体の中に漏れ出してしまい、生命の危機を招いてしまう。治療方法にはステントグラフト内挿術があげられる。この手術は大腿部の動脈を切開して、カテーテルを入れ、この管を通じてステントグラフトを瘤の部分に運び、そこに留置させる。これにより大動脈瘤内への血液の流入を止め、破裂を防ぐ。しかし、血管との接着を行っていないため、ステントグラフトが患部からズレたり、動脈瘤内へ血液が漏れるエンドリークが起こり、動脈瘤が再発してしまう恐れがある。そこで、本研究ではステントグラフトを血管に融着するカテーテル型マニピュレータの試作機の設計、製作を行った。

2. 原理 融着には 1.振動、2.熱、3.荷重の 3 つのエネルギー付加による蛋白質凝固法を用いる。この方法は本研究室で考案されたものであり有効性は昨年までの研究で立証されている。本融着原理を利用し、マニピュレータでは 1.形状記憶合金による熱と荷重、2.ピエゾ素子による振動を与えることで融着を行う。Fig. 1 に考案したマニピュレータとそれを用いたステントグラフトと血管の融着までの流れを示す。まず、患部先端にステントグラフトを留置し、マニピュレータを患部まで移動する。そして円状に形状記憶した形状記憶合金を加熱し展開、融着面に荷重と熱を与え円柱部のピエゾ素子により融着面に振動を与え融着する。

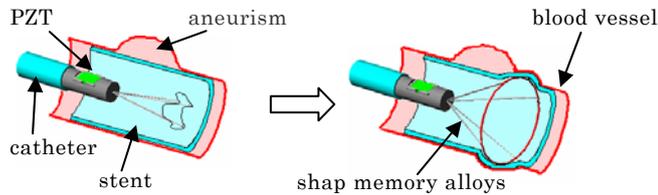


Fig. 1 Catheter type manipulator

3. 計測システム概要と実験

〔形状記憶合金の通電加熱による形状回復力計測実験〕

形状記憶合金の形状回復力を計測するために、円形状に形状記憶した形状記憶合金の半円分を切除して固定した試験片を形状記憶合金の径が 0.5 [mm]、0.8 [mm]の二つ製作した。その概略図を Fig. 2 に示す。この試験片を径方向にたわませ、形状回復する際の回復力を荷重変換器で計測した。また目標温度 110 [°C]までの加熱に必要な電力も同時に計測した。試験片の形状回復のイメージ図を Fig. 3 に示す。

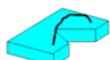


Fig. 2 Test piece



Fig. 3 Shape restoration

〔ランジュバン式振動子の設計製作と振動振幅計測実験〕

振動振幅計測実験のためにランジュバン式振動子の設計製作を行った。ランジュバン式振動子の試作機の概略図を Fig.4 に示す。

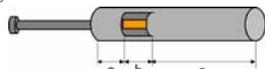


Fig. 4 Langevin type model

試作機の先端を a、ピエゾ素子を組み込むスペースを b、試作機の後端を c とする。ピエゾ素子が円柱を叩くことで発生する振幅を u_0 、振動の波長を λ としてランジュバン式振動子の先端からピエゾ素子先端での合成波の振動振幅を求める式を(1)式に表す。先端から後端にかけての合成波の振動振幅を求める式を(2)式に示す。

$$u_1 = \sum_{n=0}^d \left\{ u_0 \cos\left(\frac{2\pi(a+2an)}{\lambda}\right) \right\} \cdot \dots (1)$$

$$u_2 = \sum_{n=1}^d \left\{ u_0 \cos\left(\frac{2\pi(a+2(a+b+c)n)}{\lambda}\right) \right\} \cdot \dots (2)$$

(1)、(2) 式より、ほかの寸法よりも振幅が大きい結果の得られた $a=20$ [mm]、 $b=10$ [mm]と $a=47$ [mm]、 $b=11$ [mm]の組み合わせで製作した。二つの試作機を振動周波数 1~18 [kHz]の範囲で静電容量変位計を用いて振動振幅の計測を行い、計算値との比較を行った。ランジュバン式振動子のピエゾ素子を固定しているネジのトルクはトルクドライバで 0.08 [Nm]に調節した。

4. 結果および考察

〔形状記憶合金の通電加熱による形状回復力計測実験〕

Fig. 5 に実験結果を示す。回復力の最大値は $\phi 0.8$ [mm]のとき 2.6[N]であり、5.3[W]の電力で目標温度まで加熱が可能であった。

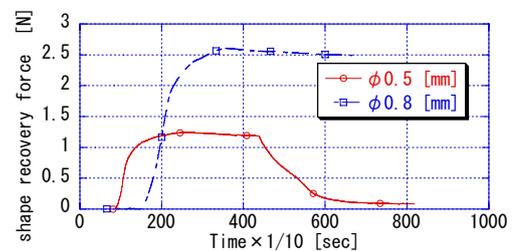


Fig. 6 Sharp recovery force of sharp memory alloys

〔ランジュバン式振動子の設計製作と振動振幅計測実験〕

Fig. 6 に実験結果を示す。振動振幅の最大値は先端 47 [mm]の試作機の 14 [kHz]で 0.9 [μ m]であり、計算値の約 73%であった。

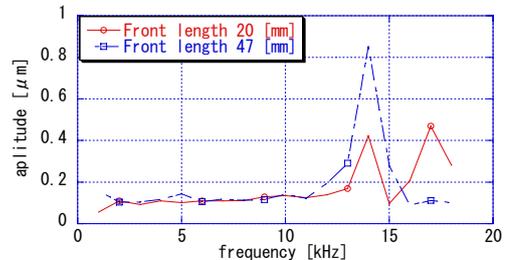


Fig. 6 Relationship between of frequency

5. まとめ 大動脈瘤治療のためカテーテル型ステント融着マニピュレータの開発を行った。形状記憶合金を利用し 2.6 [N]の荷重、110 [°C]野熱付加が可能であることランジュバン振動子を用いて 0.9 [μ m]の振動振幅を付加することが可能であることを確認した。