室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

細棒への直交する屈曲振動の励振と超音波モータへの応用(2)
ー矩形振動子の直交する屈曲振動を利用する構成ー

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 日本音響学会
	公開日: 2012-09-28
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 高野, 剛浩, 田村, 英樹, 富川, 義朗, 青柳, 学
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1678

室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

細棒への直交する屈曲振動の励振と超音波モータへの応用(2) －矩形振動子の直交する屈曲振動を利用する構成－

その他（別言語等）のタイトル	Study on two orthogonal flexural vibrations excited on a slender pipe and an application to ultrasonic motor
著者	高野　剛浩，田村　英樹，富川　義朗，青柳　学
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2008年秋季
ページ	1441-1442
発行年	2008-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1678

細棒への直交する屈曲振動の励振と超音波モータへの応用(2)*

－矩形振動子の直交する屈曲振動を利用する構成－

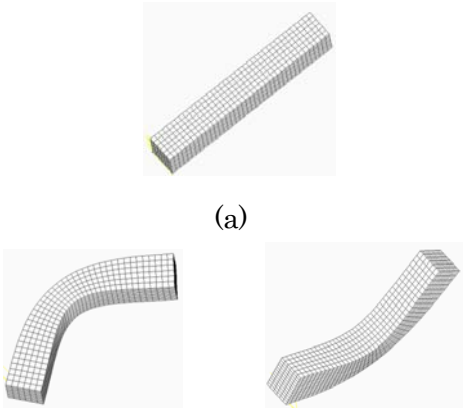
○高野　剛浩　　田村 英 樹　　富川　義朗　　青柳 学
（東北工大）　（山形大工）　（山形大工）　（室蘭工大）

まえがき：　圧電振動子に細いパイプ等を接着することにより、パイプに屈曲振動が励振できることが報告されている[1-3]。筆者らの提案した屈曲振動の励振方法は、駆動源として圧電セラミック円環振動子を用いたもので、そのなかで円環振動子の縮退する((1,1)) - ((1,1))'モードを用いることにより、パイプに直交す屈曲振動を励振し､その直交する 2 つの振動に 90°の位相差を与えることにより、その先端で回転駆動力を取り出せることを示した[1,3]。

本研究で報告する超音波モータは、駆動源として矩形振動子の縮退する屈曲振動を利用し、超音波伝送路として振動減衰の少ない材料（ステ ンレス）を用いて、直交する屈曲振動を励振し、その先端で形成される変位の楕円運動から駆動力を取り出すものである[4]。直径が 0.5mmφ、長さが 1m を越すパイプの先端でもロータが回転することを確認できた。

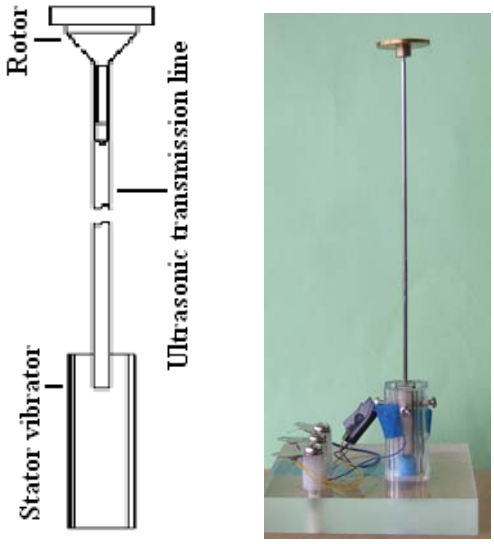
振動モードとモータ構造：　前報では駆動振動子の面内の屈曲振動を利用し、超音波伝送路に屈曲振動を励振したが[1,3]、駆動振動子の振動モードの傾斜成分を利用しても超音波伝送路に屈曲振動を励振することができる[2]。本文ではFig.1(a)に示す正方形断面を持つ矩形振動子を用いた構成について報告する[3]。この振動子はFig.1(b),(c)に示す互いに直交する縮退モードが存在するので、Fig.2 に示すように振動子の端面に超音波伝送路（細棒）を接着すれば、それぞれのモードに対応して細棒に直交する屈曲振動を励振することができる。したがって、これらの屈曲振動に 90°の位相差を与えれば、細棒の先端ではモード回転による変位の楕円運動が形成されるので、ロータを取り付ければ駆動力を取り出すことができる。

Fig.2 にモータの構造図と写真を示している。振動子は断面が 5.0×5.0mm、長さが 20mm である。振動子には屈曲振動を励振するために 4 枚の圧電セラミックス（厚さ 0.5mm）を接着している。超音波伝送体として、直径 1.2mm、内径 0.8mm、長さ 9.1cm のステンレスパイプを振動子端面の中央部に図のように接着している。



(a)　(b)　(c)

Fig.1 (a):Stator vibrator with square cross section.
(b),(c):Degeneration modes of the vibrator.



(a)　(b)

Fig.2 Construction of a trial motor.

---

* Study on two orthogonal flexural vibrations excited on a slender pipe and an application to ultrasonic motor. By T.Takano (Tohoku Institute of Technology), H.Tamura, Y.Tomikawa (Yamagata University) and M.Aoyagi (Muroran Institute of Technology).

振動子は Fig.2(b)に示すように、アクリル円筒に挿入され、振動のノード点をボルトにより 4 箇所支持されている。

ロータは真鍮製の円板（直径 15mm、厚さ 1mm、重さ 1.9gr）の中央にピンを取り付け、パイプに差し込んでいる。加圧はロータの自重だけである。

試作モータの特性： Fig.3 は、パイプ表面上の振動速度の測定値である。測定条件は、f=50.3kHz、Vin=6V、Pin=10mWで、単一のモードだけを駆動している。 図の左側 20mmが振動子の部分で、波長が 15mm程度の定在波が立っている。またパイプの先端で形成される変位の楕円運動の様子をFig.4 に示している。これは 縮退する 2 つのモードを 90° 位相差を与えて駆動し、パイプ端部から 5mm程度離れた点で、直交する面の振動速度を測定したもので、パイプに直交する屈曲振動が励振されていることが分かる。

Fig.5 に試作モータの回転特性を示している。支持は先に述べたように振動子の node 部を 4 点支持している。加圧が小さいために高速で回転する特性が得られたが、加圧がロータの自重だけなので、入力が大きくなると回転は不安定になる。ロータの構造が今後の課題である。

あとがき： 超音波伝送路を介して、ステータとロータを配置する超音波モータの構造と試作特性例について報告した。モータ構造が不安定なために、モータ特性としての評価はできなかったが、この構成はステータとロータが分離して配置できること、Fig.6（パイプ直径 0.5mm）に示すようなマイクロサイズの回転機構が構成できることなどの特長を有しているので、ロータ構造を含めて今後さらに検討を加えたい。

参考文献：

[1] T. Takano et al., Jpn. J. Appl. Phys., Vol.30, Suppl. 30-1, pp. 200-202, 1991.

[2] R. Carotenuto et al., APPLIED PHYSICS LETTERS, Vol.77, No.12, 2000-09.

[3] 高野他:日本音響学会 2008 年秋季研究発表会講演論文集 2008－09.

[4] 高野他:第 20 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集、No.23A1-4, pp.575-578, 2008-05.

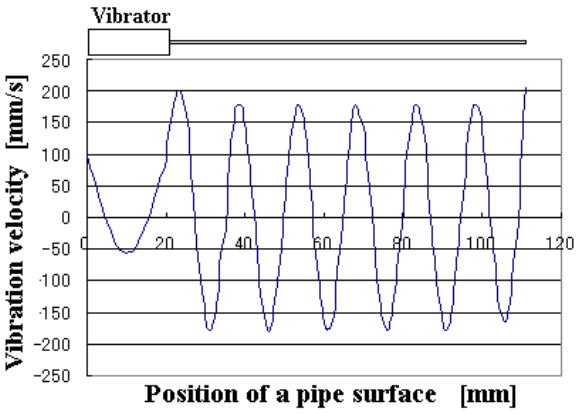


Fig.3 Vibration velocity along the pipe surface.

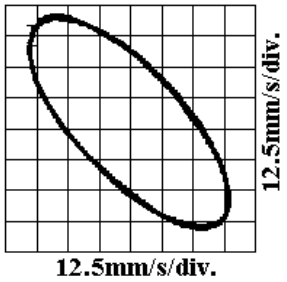


Fig.4 Vibration locus of the top of transmission line

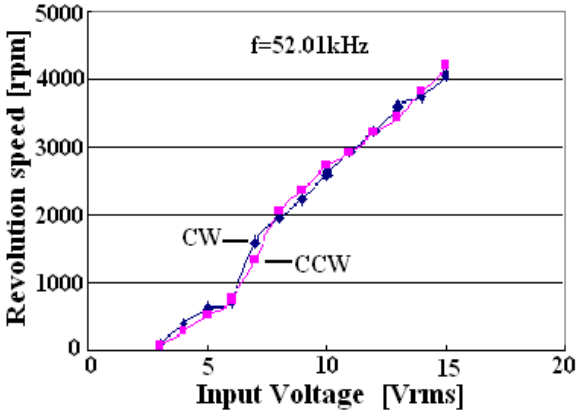


Fig.5 Characteristics of the trial motor.

Fig.6 Trial motor using a slender(0.5mm ϕ) ultrasonic transmission line.