

## 圧電素子を用いたリニアモータの研究 (円筒管内走行用慣性式リニアモータについて)

### Study on Linear Motor Using Piezoelectric (Movement of Inertia Type Linear Motor in Cylindrical Tube)

○猪俣聡\*, 鬼頭宏一\*, 菅野宗和\*\*, 岡部宏\*\*

○ Satoshi Inomata\*, Hirokazu Kitou\*, Munekazu Kanno\*\*, Hiroshi Okabe\*\*

\*日本大学大学院工学研究科, \*日本大学工学部

\*Graduate School of Mechanical Engineering, Nihon Univ., \*\*College of Engineering, Nihon Univ.

キーワード: 圧電素子 (piezoelectric), リニアモータ (linear motor), 円筒管 (cylindrical tube)  
アクチュエータ (actuator), 慣性 (inertia), マイクロマシン (micro machine)

連絡先: 〒 963-8642 郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部機械工学科菅野研究室  
菅野宗和 Tel./Fax.:024-956-8759

## 1. はじめに

近年, 圧電アクチュエータは低電磁ノイズ, 小型, 軽量という利点からバイオ工学, 精密機械工学における位置決め機構やマイクロマシンとして注目されている。

図 1 に示す前報で報告したリニアモータは, バイモルフ型圧電素子の自励振動により生じる振動片の慣性力を駆動源とした慣性式リニアモータで, 平面軌道レール上を走行する。

本研究では, 前報での平面軌道レール上の走行から発展させ, 水道管, 油圧制御用チュ

ーブなどの機械工学的な見地に立った円筒管内での走行を目的とした。また, 円筒管内走行において, 媒体運搬や管内点検・測定・清掃といった管内用途への応用としての必要性から, 円筒管内での走行を可能にした慣性式リニアモータを試作した。

本報では, 今回試作した慣性式リニアモ

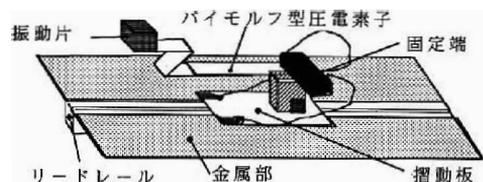


図 1 慣性式リニアモータ

タの試験機の構成と基礎的諸特性について報告する。

## 2. 実験装置

### 2. 1. 従来の慣性式リニアモータ

図1に示す従来の慣性式リニアモータは、モータ本体と軌道となるレールで構成されている。モータ本体の構造は、バイモルフ型圧電素子の一端を片持ちばり形式で動体部に固定し、自由端側におもりを付けた振動片が取り付けられている。摺動板下面には案内用の直径3mmのベアリングが長手方向に2個取り付けられている。また、レールに接地する動体部摺動板に銅線が設けてあり、アクリル材のリードレール表面に接する金属部から集電する。本体寸法は、長さ57mm、幅30mm、高さ30mmであり、本体重量は6.6gである。

### 2. 2. 円筒管内走行用慣性式リニアモータ

図2、図3に試作した円筒管内走行用慣性式リニアモータの本体概略図と構成概略図を示す。

本モータの構造は、摺動円筒管内部の末端に、アクチュエータ部としてバイモルフ型圧電素子を片持ちばり形式で固定し、その自由端におもりとなる振動片を取り付けた。また、モータ本体と軌道円筒管内面との摩擦低減のため、摺動円筒管の外周面に摺動刃を4枚取り付け付けた。集電形式は摺動円筒管内部に設けた三角柱状に成形した2つの銅板に、2本の通電した集電用ステンレス棒を貫通、接触させることにより集電した。

本体寸法は、長さ60mm、幅30mm、

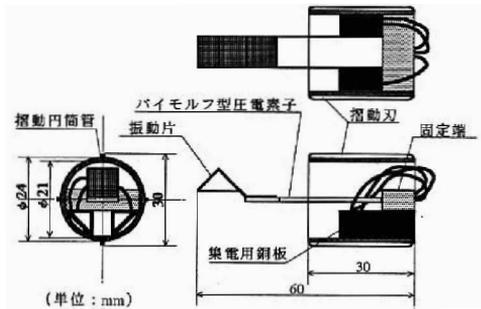


図2 円筒管内走行用慣性式リニアモータ本体概略図

高さ30mmであり、本体重量は10.2gである。

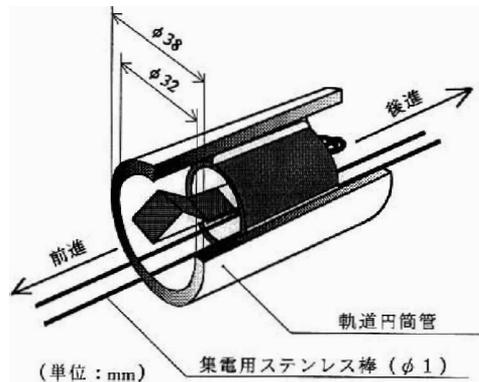


図3 円筒管内走行用慣性式リニアモータ構成概略図

## 3. 駆動特性

### 3. 1. 周波数速度特性

図4に円筒管内走行用慣性式リニアモータの周波数速度特性を示す。

入力波形、入力電圧、入力周波数はそれぞれ、方形波、60 V<sub>PP</sub>、10~1000 Hzとした。速度は、一定の標点間距離の通過時間より算出した平均速度とした。また、動体

部が自由端側に移動した場合を前進（正）とし、固定端側に移動した場合を後進（負）とした。速度は、周波数の変化に従い連続的に変化している。100～170 Hz の範囲で後進し、200～880 Hz の範囲は前進した。

前進の最高速度は270 Hz 近傍のときに15.93 mm/s となり、後進の最高速度は40 Hz 近傍のときに18.56 mm/s となった。

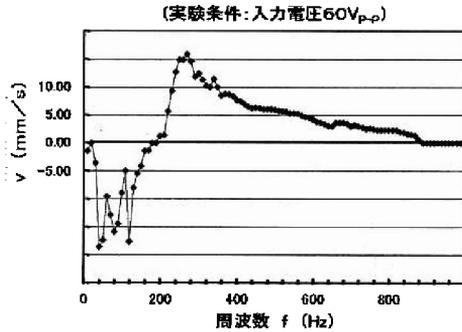


図4 周波数速度特性

### 3. 2. 周波数出力特性

図5に、円筒管内走行用慣性式リニアモータの周波数出力特性を示す。実験条件は周波数速度特性と同様とした。

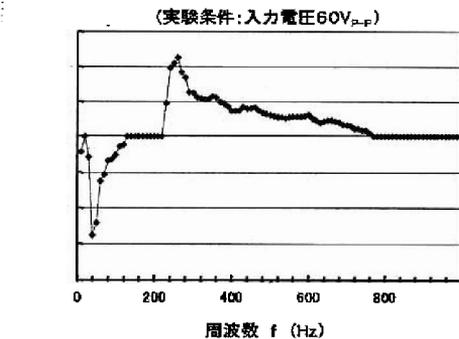


図5 周波数出力特性

出力の変化は、周波数速度特性とほぼ同様の傾向を示し、周波数の変化に従い連続的に変化した。

前進の最大出力は260 Hz のときに $4.53 \times 10^{-4}$  W となり、後進の最大出力は40 Hz のときに $5.52 \times 10^{-4}$  W となった。

## 4. まとめ

- (1) バイモルフ型圧電素子を用い、モータ本体の慣性力を駆動源とする円筒管内での走行を可能にした慣性式リニアモータを試作した。
- (2) 円筒管内走行用慣性式リニアモータの諸特性は、従来の慣性式リニアモータと定性的に同様の傾向を示した。
- (3) 本モータの入力周波数に対する速度、出力の基礎特性を明らかにし、前進時の最高速度・最大出力は15.93 mm/s・ $4.53 \times 10^{-4}$  W、後進時の最高速度・最大出力は18.56 mm/s・ $5.52 \times 10^{-4}$  W という結果が得られた。
- (4) 本モータの管内用途への応用の可能性を確認した。

## 参考文献

- 1) M.KANNO・H.OKABE AND S.SAKANO  
PIEZOELECTRIC MICRO-MOTOR,  
Ferroelectrics, vol.134, (1992), 83
- 2) 伊藤寛明・岡部宏・菅野宗和, 圧電素子を用いた小型リニアモータの研究, 機構論 No.930-252, (1993-9), 144
- 3) 猪俣聡・岡部宏・菅野宗和, バイモルフ型圧電素子を用いた慣性式リニアモータ, 精密工学会講演集 B60, (1999-9), 70