

課題番号	Q20D-01
課題名（和文）	故障予知に向けた、軸振れ検出可能な角度検出器の開発
課題名（英文）	Development of a rotary encoder designed to detect the spindle runout quantitatively
研究代表者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 先端科学技術研究科・機械システム工学専攻・博士課程
	氏名 上山 裕理
共同研究者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 先端科学技術研究科・機械システム工学専攻・教授
	氏名 古谷 涼秋
	所属（学部、学科・学系・系列、職位）
	氏名
共同研究者	所属（学部、学科・学系・系列、職位）
	氏名
共同研究者	所属（学部、学科・学系・系列、職位）
	氏名

研究成果の概要（和文）

自己校正型ロータリーエンコーダ SelfA(Self-Calibratable Angle Device)を用いて、検出した角度誤差から回転軸の軸振れ量を分離する原理を検証した。この原理を検証するために、軸振れ量の制御と測定を同時にできる実験装置を製作した。原理検証の結果、発生した軸振れ量を±10nm以下で検出できることを確認した。

研究成果の概要（英文）

Using SelfA (Self-Calibratable Angle Device) with a highly angular accuracy of which the principle was based on the EDA (Equal-Division-Averaged) method, it was confirmed how to separate the spindle runout error from the detected angle error. In order to confirm the separating method, the experiment system which could control the amount of the spindle runout and measure it, was developed. As a result, it was confirmed that the spindle runout within 10 nm could be detected.

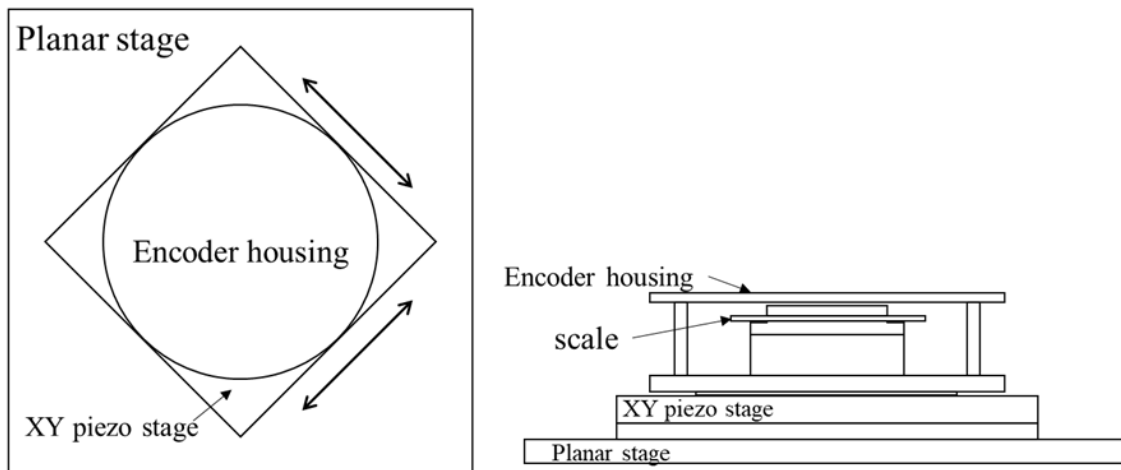


図1 軸振れ発生機構

1. 研究開始当初の背景

工作機械といった回転機械の故障要因の一つとして、軸受けの故障があげられる。軸受けの故障時には、回転軸に対して垂直な方向に並進運動をなす軸振れが発生する。この軸振れ量は、一般的に、 $0.1\sim 50[\mu\text{m}]$ といわれており、この量が軸受けの許容量を超えると機械の故障につながる。そのため、軸振れ量の定期的な検査は、その機械や装置の安全性や寿命管理、故障予知の点で重要である。従来、軸振れ量を測定する機器として、レーザ変位計や渦電流センサなどが使用されている。しかし、これらの測定器を機械や装置に組み込み使用することは、装置の小型化や軽量化の実現を阻害し、実用的でない。これらの問題を解決するために、自己校正により高精度な角度検出能力をもつロータリーエンコーダ(SelfA)が出力する角度信号を解析することで得られた角度誤差から、軸振れを分離する原理が開発された。しかし、この軸振れ分離の方法は、定量的な評価がなされていなかった。

2. 研究の目的

回転軸の軸振れは動的な変化であり、自然に発生する軸振れを測定した場合、その測定結果の検証が困難である。そのため、回転軸に制御した軸振れを発生させる装置を製作する必要がある。この装置を使って、与えた軸振れ量(既知)と測定した軸振れ量を比較し、軸振れ分離方法により軸振れが検出できることを検証する。

3. 研究の方法

図1に製作した軸振れ発生機構を示す。XYピエゾステージにより、任意の方向に軸振れを発生させることができる。実験では、目盛総数18000本、目盛線1ステップの間隔 $20\mu\text{m}$ のSelfAエンコーダによって、回転速度6rpmの超低速状態における軸振れ量(図2)を検出できるかの比較検証を行った。

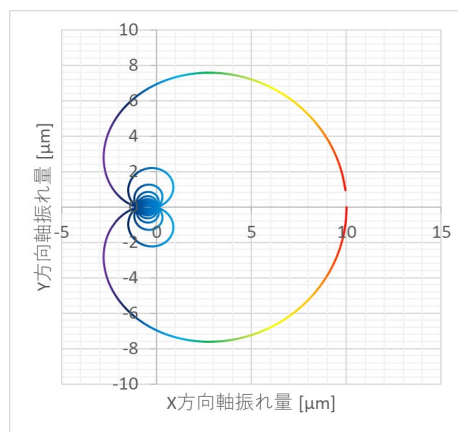


図2 XYピエゾステージにより発生した軸振れ

4. 研究成果

図2の軸振れ量を10回測定し、XYピエゾステージが発生した軸振れ量とSelfAが検出した軸振れ量は、 $\pm 10\text{nm}$ 以下で一致した。

したがって、SelfA+による軸振れ検出の原理は、 $\pm 10\text{nm}$ 以下で実験結果と一致することが検証された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① Y. Ueyama, R. Furutani and T. Watanabe: A super-high-accuracy angular index table, Measurement Science and Technology, Vol.31, No. 094006 (2020)、査読あり

〔学会発表〕(計1件)

- ① Y. Ueyama, R. Furutani and T. Watanabe: Development of the principle for the angle measurement using the two-track scale, Proc. Euspen 2020, pp. 519-520, 2020、査読あり