

研究タイトル：

直動転がり案内を用いた超精密位置決め



氏名：	田中 淑晴 / TANAKA Toshiharu	E-mail：	ttanaka@toyota-ct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	精密工学会, 日本機械学会, 日本設計工学会, 日本工学教育協会 計測自動制御学会		
キーワード：	精密・超精密位置決め		
技術相談 提供可能技術：	・位置決め技術		

研究内容： 直動転がり案内を用いた超精密位置決め

直動転がり案内を用いた位置決め装置において 1nm 以下の位置決め精度を達成するために、サブナノメートルレベル (0.1nm レベル) の変位領域での案内部の転がり摩擦挙動を解明する。その結果を基にして、転がり摩擦モデルを構築する。そして、位置決め制御系に摩擦モデルを摩擦補償器として適用することによって、1nm 以下の位置決め精度を得る。また、産業用機器への応用を見越して磨耗等の経年変化による摩擦モデルの各パラメータの変化にも対応できるように、パラメータ同定作業の自動化法を構築する。

現在までのところ、直動転がり案内の 10nm 程度での変位領域の摩擦挙動(「非線形ばね特性」と呼ばれる変位と印加力の関係)は解明されている。この挙動は一見するとほぼ線形のように見えるが、拡大するとヒステリシスを生じているとの見方もある。今まで、この変位レベルでのヒステリシスの特性について触れられている研究は無く、サブナノメートルレベルでの転がり摩擦挙動を測定した例も無い。そこで、サブナノメートルレベルでの転がり摩擦の挙動を解明するために、34pm 分解能のリニアエンコーダを用いて位置決め時の変位を測定し、さらにそのとき生じる印加力の測定を行う。

直動転がり案内の摩擦特性へ及ぼす影響因子は、予圧、温度、湿度など数多くある。そこで、最も影響の度合いが大きいと考えられる予圧について検証する。予圧を変えるためには、キャリッジを外し、ボール径を変えたものを挿入するなど、専門的技術を要し、また非常に手間がかかるため、ステージに錘を載せることによって擬似的に予圧を変えた状態で測定を行う。0.1~100mm/s の送り速度の範囲で摩擦力(リニアモータからの推力)を測定することによって、ストライバックカーブと呼ばれる速度依存する摩擦特性を実験的に明らかにする。また、0.1Hz の低周波数による変位の正弦波関数による送りによって、非線形ばね特性を測定する。これらのことにより、直動転がり案内の摩擦特性の測定を行い、それらを数式モデルによって、挙動を推定することを目指す。

本研究によって得られた結果を図 1 に非線形ばね特性、図 2 に定速度送り時の摩擦特性を示す。図 1 より 100nm 程度の変位の大きさでは、ヒステリシス特性を有することが分かった。図 2 より、キャリッジにかかる負荷を変化させたとき、影響が及ぶことが分かった。その一方、同じ傾向を示すことも分かった。

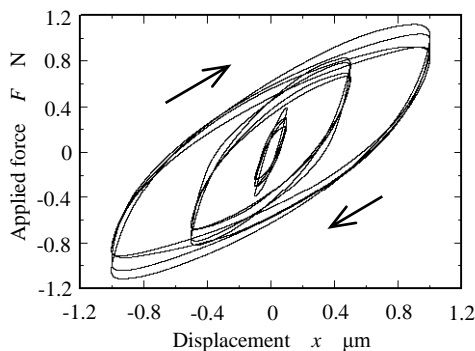


Fig. 1 Result of measured NSB for changing loads

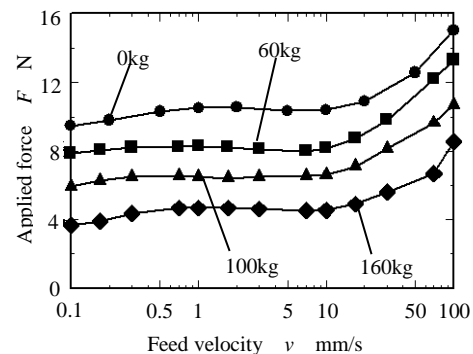


Fig. 2 Feed velocity effects on the applied force

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)

メモリハイコーダ・8861-50(日置電機)	
カレントプローブ・3273-50(日置電機)	
超小型動ひずみレコーダ・DC-204R(東京測器研究所)	
静電容量式変位センサ・ACCUMEASURE9000 (MTI)	