

光ファイバを用いた3Dタッチプローブに関する研究

静岡大学 大岩 孝彰, 長谷川 誠, 竹内 義博

1. 緒言

近年, CMM用タッチプローブの小型化・高性能化の研究が各所で行われている^{1)~4)}。この検出器の性能を高めるためには, 感度やプリトラベル量および固有振動数などの改善を行う必要がある。従来はボールとシャンクからなるスタイルスの変位や加速度をセンサ等で検知していた。しかし, シャンクが長くなるにつれて質量が増加し固有振動数が低下するため, 外乱振動などの影響を受けやすくなる。本研究ではシャンクに内蔵した光ファイバ式変位計により, ボール自体の変位を測定する方式のプローブについて報告する。

2. 原理

原理を図1に示す。3組の光ファイバ変位計束の先端と球体(ボール)を弾性体で接続した構造となっている。投光ファイバを通りボール表面で反射した光は, 受光ファイバを戻ってディテクタで検出される。ボールが被測定物に接触するとギャップの大きさが変化し, ディテクタ出力電圧が線形的に変化する。このようにボールの変位を直接測定するため, アップのオフセットを小さくできる。このプローブは以下の特長を有すると考えられる。

- (1) 光ファイバ変位計の分解能はナノメートル以下が可能であり, プリトラベルの減少や検出分解能の向上が見込める。
- (2) 変位計を3本束ねることにより, ボールの微小変位だけではなく接触の方向についても検知できる。また, 校正を行うことにより, 方向による感度の違いを均一化できる。
- (3) バネ下質量はボールの質量のみであるため, 固有振動数を高められ, 測定速度の向上や高分解能化が可能となる。
- (4) シャンクの長さを増大しても, 特性が変化しにくい。
- (5) 摩擦による影響がない。また, 小型化が容易である。

3. 1本の変位計による予備実験

まず, 市販の光ファイバ変位計(Philtec社D20L, 感度10 nm/mV, 分解能3 nm, 周波数特性DC-100 Hz)のプローブ先端に1.5の軸受用ステンレスボールを紫外線硬化型接着剤で接着した(図2(a)参照)。積層型圧電素子で駆動する微動台上に固定したラップ面にボールをz方向から接触させた際の変位と出力電圧を図2(b)に示す。微動台の変位は静電容量式変位計(ADE社Microsense)を用いて測定した。接触後の電圧変動の傾き(感度, 0.172 μm/mV)およびノイズレベル(約1 mVp-p)からこのプローブの接触感知変位(プリトラベル)は約0.17 μmと見積もられる。しかし, 半径方向から接触させた際の感度にはばらつきが見られることから, 1本の変位計によるプローブでは感度を均一にすることが困難であることがわかった。

4. 3本の変位計による実験

次に図3(a)に示す3組の光ファイバ変位計を用いたプローブを作成した。投光・受光用ファイバ束を0.8のパイプ内に納めた変位計プローブ3本を外径3のパイプ内に納めた。先端には5の平面ミラーを前出接着剤で固定し, その下部に1/4"のセラミック球を瞬間接着剤で固定した。前章と同様にz方向より接触させた場合の出力電圧の例を図3(b)に示す。接触感度は0.111 μm/mVとより高くなっているが, 自作アンプのためノイズレベルは約4 mVp-pと悪化しており, プリトラベルは約0.5 μmとなる。半径方向の感度は1.3 μm/mVと低く, これは半径方向のはね定数が比較的高くなっている(7.5 mN/μm)ためと思われる。さらに, 半径方向から接触させたときの出力電圧の変化量を, 360°にわたって測定した結果を図4に示す。各出力が約120°の位相差を持つことから, ボールの変位ベクトルが求められること, 感度の方向性の補正が可能であることが推察できる。

5. 結言

光ファイバを用いた3Dタッチプローブを提案し, 原理について述べた。1本および3本の変位計を用いたプローブを試作して本プローブの実現可能性を示した。差動型光ファイバ変位計プローブの製作

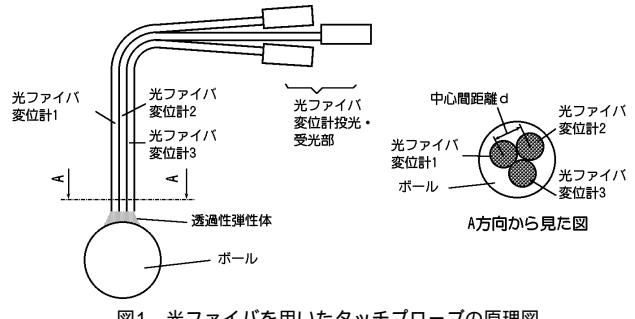


図1 光ファイバを用いたタッチプローブの原理図

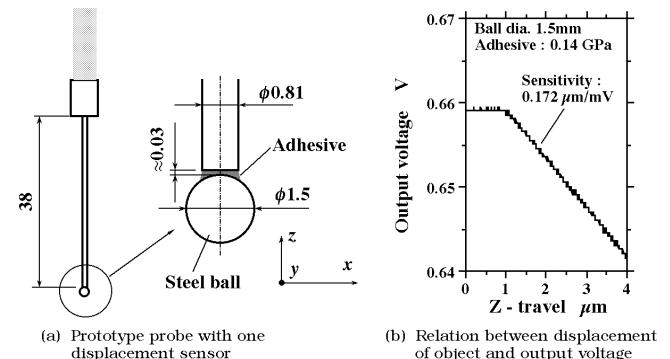


図2 1本の変位計を用いた予備実験と結果

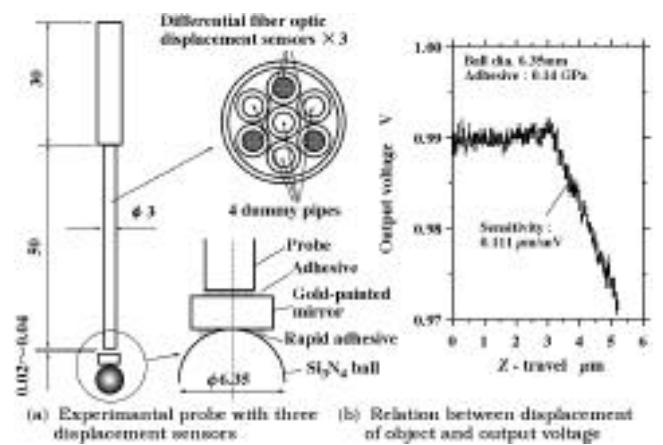


図3 3本の変位計を用いた実験装置と結果

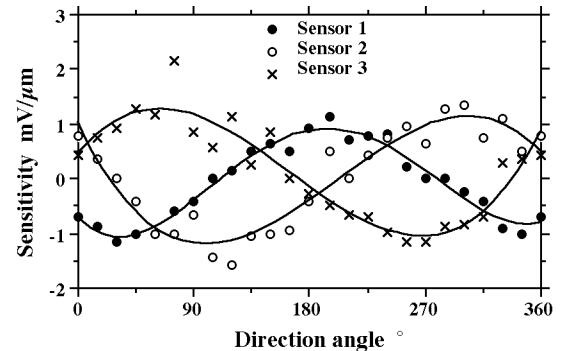


図4 3本の変位計出力による半径方向の感度

にはシマモト技術研究所にご協力頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 鈴木他3名: 吸気型ボールプローブの開発(第一報) 基本構成, 1996年度春季大会学術講演会講演論文集, (1996) 665.
- 2) 花岡他3名: 小物部品測定用三次元座標測定機の開発(第2報), 1997年春季大会学術講演会講演論文集, (1997) 787.
- 3) Wim P. van Vliet, et al: Development of a fast mechanical probe for coordinate measuring machine, Prec. Eng., 22, 3 (1998) 141.
- 4) 石川他3名: 三次元測定機用タッチ信号プローブのセンサ機構の開発, 精密工学会誌, 66, 2 (2000) 304.