

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ラ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
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10nm/mV, 分解能3nm, 周波数特性DC-100Hz)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, 0.172μm/mV)および
ノイズレベル(約1mVp-p)からこのプローブの接触感知変位(プリ
トラベル)は約0.17μm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製
作した。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0.111μm/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4mVp-pと悪化して
おり, プリトラベルは約0.5μmとなる。半径方向の感度は1.3μm/mV
と低く, これは半径方向のばね定数が比較的高くなっている(7.5mN
/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

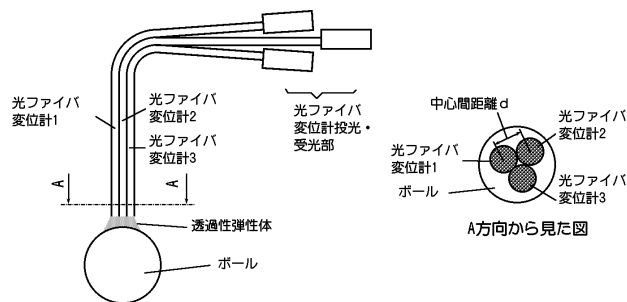


図1 光ファイバを用いたタッチプローブの原理図

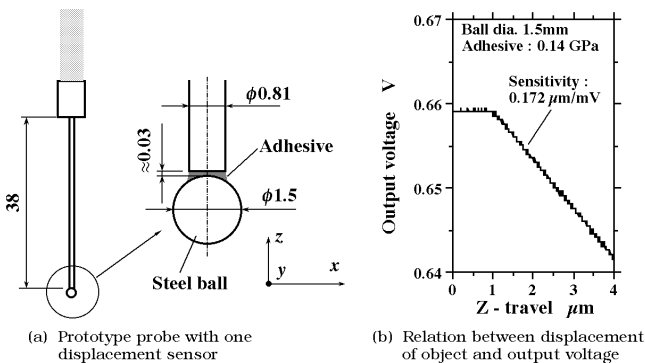


図2 1本の変位計を用いた予備実験と結果

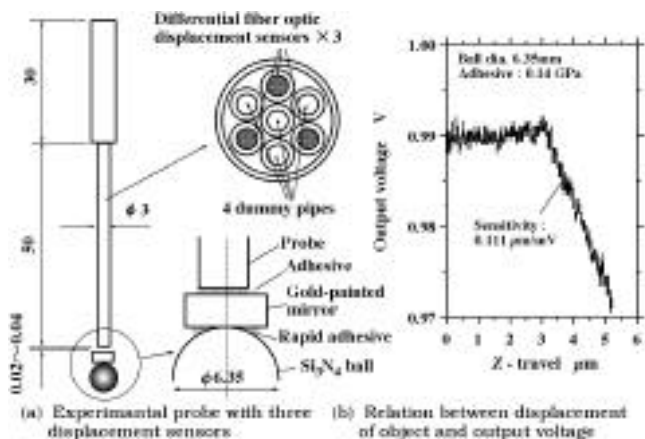


図3 3本の変位計を用いた実験装置と結果

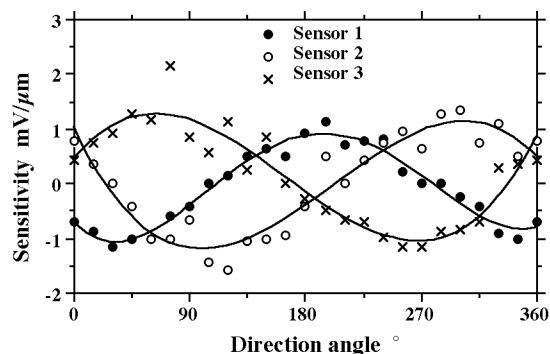


図4 3本の変位計出力による半径方向の感度

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年度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。