

モデル指による粗さ面の評価

1. 緒言

人指センサは、被験者本人の指を実際にセンサとして使用し、対象物との接触を超音波によって触感評価する技術である。しかし人間の指の触覚は、人それぞれの皮膚の厚さ、その日の健康状態、気温や湿度などの外気からの影響を受けてしまうため、定量的な評価が難しい。これまでの研究では歯科用シリコン印象材とスライムを用いて、モデル指を試作し定量的な触感評価を試みてきた。⁽¹⁾本研究では末節骨をモデル指内部へ設け、より人体の指構造へと近づけ、定量的な触感評価が可能か検証を行った。

2. 実験装置および方法

モデル指は皮膚の代替品としてシリコン印象材を用い、皮下組織の代替品としてスライムを用いた。また骨の代替品として人骨の形をした石膏を用いた。そして爪部にはアクリル板を用いて、超音波センサを爪の上部に設置した。図1に示すように実験器具を設置して、実験を行った。試験片には深さ1mm、ピッチ3mmの凹凸面を形成しているものを使用した。今回の測定では、指腹と爪床からの反射エコーとモデル指に加わる荷重、測定時に生じる摩擦力である。

実験方法はまずXYZステージを用いて垂直にモデル指を垂直におろし、試験片に接触させる。次に試験片に接触させた際に生じた摩擦力を1度指を持ち上げることで解放させる。そして試験片の上を移動させる。最後に停止させたのちに垂直に指を持ち上げる。なお、ここでは指腹からの反射エコー高さを h_1 、爪床からの反射エコー高さを h_2 、荷重を W 、摩擦力を F とする。そしてモデル指が非接触状態にある場合の各箇所からの反射エコー高さ h_{10} 、 h_{20} を基準としたときの接触時のエコー高さの割合($H_1 = h_1/h_{10}$ 、 $H_2 = h_2/h_{20}$)をエコー高さ比とする。今回の実験では末節骨(第一関節)を取り付けた場合と取り付けてない場合とで比較を行った。

3. 実験結果および考察

図2は末節骨装着時と末節骨なしの場合での実験結果である。爪床エコー高さ比は一定の値を示している。試験片を通過している際の指腹エコー高さ比はどちらも、粗さピッチに相当する変動がみられているが、末節骨がある場合、指腹エコー高さおよび変動が減少することが確認できた。末節骨装着時は、超音波が骨を通過する際に波の屈折や回折によって、超音波センサに戻ってくる波が減少していることからエコー高さが低下していることが推測される。図3は凹凸面通過時のエコー高さ変動を表したものである。今回はピッチが3mmの試験片と標準粗さ試験片のSN10(ピッチ2mm)、SN9(ピッチ1.4mm)、SN8(ピッチ1mm)を使用した。それぞれ荷重

が増加するにつれエコー高さ変動が増加していることが末節骨の有無にかかわらず確認できる。

4. 結言

末節骨の有無にかかわらず、指腹からの反射エコーは試験片の凹凸を感知することができた。しかし末節骨装着時では反射エコーが弱くなっており、より細かい試験片では測定が困難であった。今後末節骨に超音波を通過させるため、骨に加工や、超音波センサの配置に工夫を加えて測定精度の向上を図っていきたい。

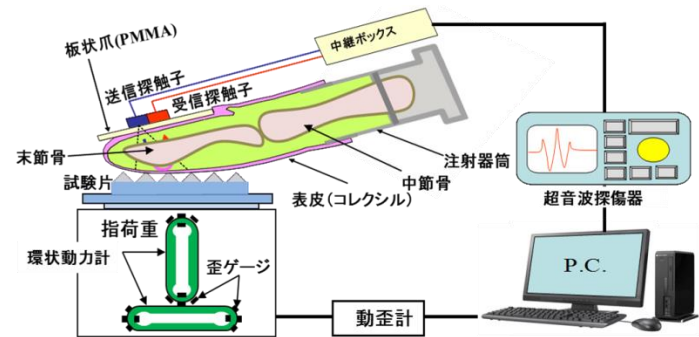


図1 実験装置概略

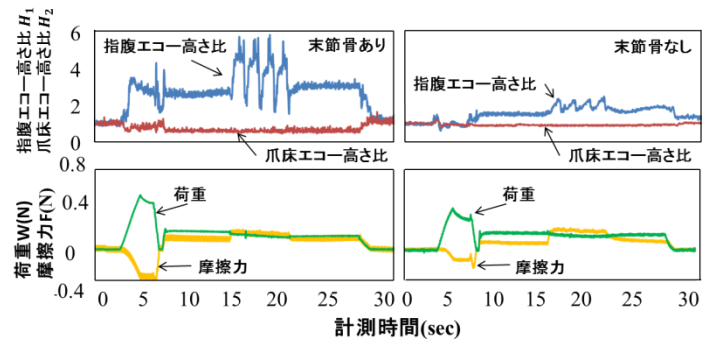


図2 測定結果

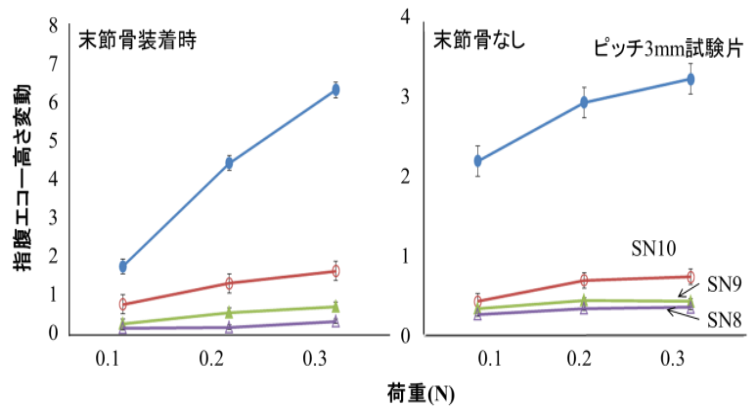


図3 エコー高さ変動の比較

参考文献

(1)山本 辰典、竹内 彰敏 “モデル指を用いた超音波触感

の試み”