

# 卒業論文要旨 モデル指の粗さ検出感度の向上基礎

超音波医・工活用研究室

河野将軍

## 1. 緒言

本研究では、これまでに、人の指を模したモデル指による触感覚の定量評価の可能性について調べてきた。その結果、 $20\mu\text{m}$ 以上の規則的な凹凸の検出は可能になったが、それより小さな粗さの検出は難しかった。そこで、ここでは、表皮より内側に、指外形に沿った隔壁を設けた2重構造のモデル指(図1)を提案し、表皮と隔壁間での超音波の干渉を利用した微細粗さ検出法の可能性を平行2平面に限定して検討する。

## 2. 実験装置および方法

図2は、平行2平面間での超音波の干渉観測に用いた基礎実験装置である。送信用探触子(5MHz)から入射された音波は、指の皮下組織に相当するアルミ円筒内の水を透過し、その一部は隔壁部(アクリル:2mm)の底面で反射し(②で示す)、残りは真皮に相当する水部を通って表皮に相当するアクリル部(厚さ5mm)で反射する(③で示す)。図2の装置の場合、②と③の波は逆位相であるため、膜厚 $L$ を水部での波長の1/4以下に薄くすると、それらの干渉波のエコー高さ $h$ は減少することになる。ところで、実際の表皮は、 $0.1\text{mm}$ 程度と薄く、触動作時には相手材との接触部以外は空気と接する。この状態を再現するために、相手側に発泡スチロールを選定した(図3)。この場合の②と③の波は同位相となるため、薄膜時の干渉波のエコー高さ $h$ は増加する。

## 3. 実験結果および考察

以上のことは、図4,5に示した反射波の観測波形からも明らかであり、接触時のエコー高さ $h$ は、相手材がアクリルの場合にはゼロに近く、発泡スチロールでは1.0近くになる。図6と7は、膜厚 $L$ を変化させた場合のエコー高さ比 $H(h)$ ( $h$ をアルミ円筒下面のアクリル裏面が乾燥した状態での $h_0$ で規格化)の変化であるが、例えば、図7の発泡スチロールの場合、水中波長の1/4の膜厚となる $70\mu\text{m}$ 以下でエコー高さ比の著しい増加が認められる。したがって、粗さの検出感度の向上には図1の隔壁と表皮の隙間を $70\mu\text{m}$ 程度に設定することが望ましいといえる。

## 4. 結言

表皮と隔壁間の隙間をその間を充填する物質の超音波波長の1/4程度にした2重構造のモデル指により、粗さの検出感度の向上が期待できる。

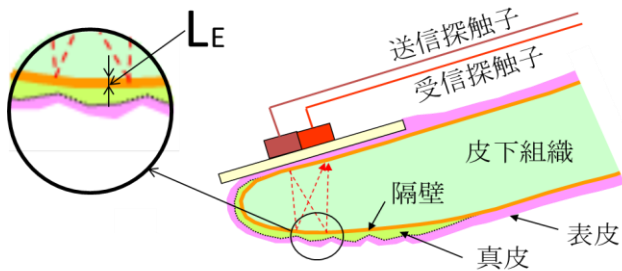


図1 モデル指

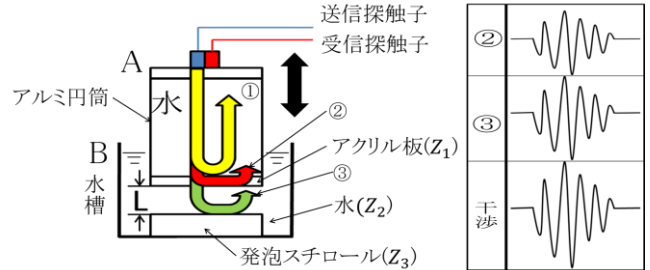


図2 アクリル/アクリル板間のエコーモデル

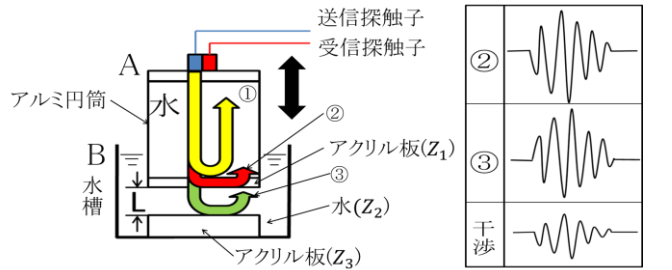


図3 アクリル/発泡スチロール板間のエコーモデル

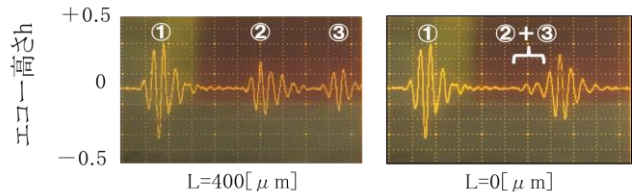


図4 アクリル/アクリル板間のエコーモデル

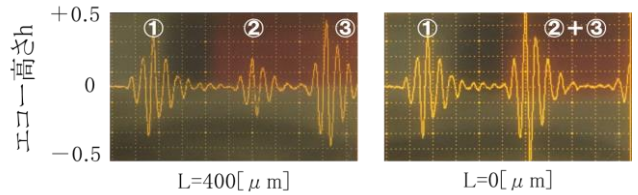


図5 アクリル/発泡スチロール板間のエコーモデル

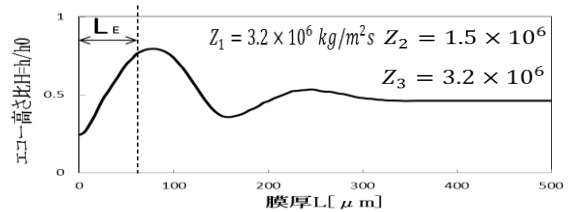


図6 アクリル/アクリル板間のエコー

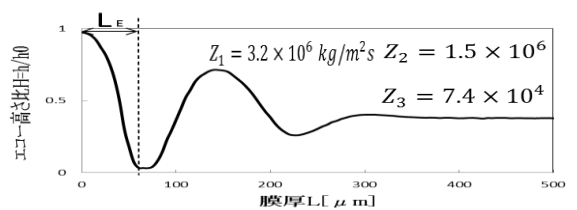


図7 アクリル/発泡スチロール板間のエコー