

1. 緒言

内燃機関のピストンリング-シリンダ間には潤滑油の膜が形成されており、エンジン性能に影響していると考えられているため、その形成状態の基準として油膜の厚さを知ることが重要である。この油膜はリング外周部を取り囲むように形成されるため、測定は1カ所ではなく複数箇所で行うことが望ましい。そのため本研究では、従来1ヶ所(1ch)で行われてきた油膜厚さ測定装置を、複数のchで行えるよう改良し、その妥当性を検証した。

2. 多ch測定に適した超音波探触子の開発

現在、油膜厚さ測定に用いられている市販の超音波探触子は、本来平坦な面で使用するもので曲面への密着性は低い。また高価で、複数のセンサを使用する多ch測定には適さない。そこで今回の研究においては、まずその準備段階として、安価で測定条件に合った専用の探触子を開発する必要があった。

これら探触子の素材については、(1)安価で(2)ピストンリング内周に密着可能(3)ピストンリングの幅に収まる、という3つの条件を設定した。そして2種の素材を検討し(表1)、これらの素材を使って探触子を試作して、実際に油膜厚さが測定できるか実験を行った。

表1. 多ch超音波振動素子の種類

名称	材質	変形	薄幅化
コンポジット	樹脂+圧電セラミックス	可能	
P V D F	ポリフッ化ビニリデン	可能	

3. コンポジット探触子の試作と検証

探触子の設計においては、振動子背面側の反射波がリング表面側の反射波(観測波)に干渉しないことが重要である。つまりエコー波形における(b)は(a)と十分な距離があり、かつ波高が低ければ良い(図1)。試作した探触子は、振動子背面の超音波を拡散・減衰させるため、振動子を鉛粉入り的高分子材によりバックングし、その表面を傾斜させ背面反射の対策とした。

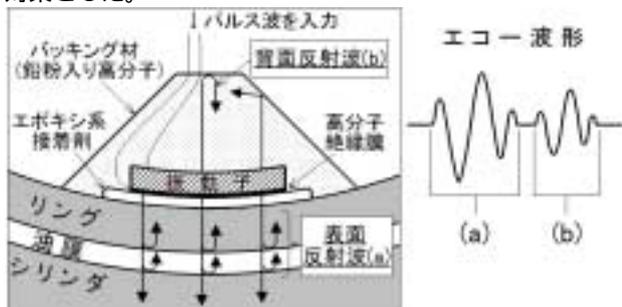


図1. 試作コンポジット探触子とエコー波形

4. 油膜厚さ較正実験

試作した探触子が膜厚変動に反応するかどうか確認するため、較正実験を行った。まず、実験で使用したピストンリング・シリンダ及びセンサの諸数値を表2に示す。

表2. ピストンリング・シリンダの仕様

	外径	内径	幅	材質
リング	86 mm	82 mm	3 mm	SCM440
シリンダ	96 mm	86 mm	- - -	S45C

油膜厚さLを1μmごとに变化させ、膜厚Lとエコー高さ比  $H[=h/h_0 \times 100]$  との関係を求めた(図2参照)ただし  $h_0$  はリング表面が乾燥している状態での第1反射エコーの高さである。実験の結果、測定波の膜厚変動に応じた定量的な変化がみられた。またバックング材の減衰効果を調べるため油面の高さを3段階に変えて測定したが、測定値に大きな差はみられず背面反射の影響が低減されていることが確認された。

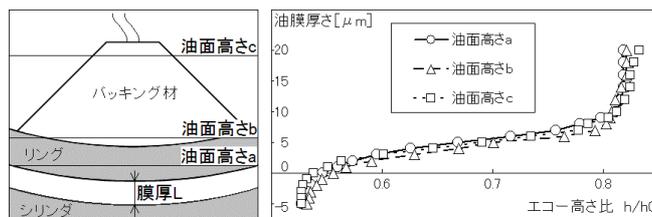


図2. 膜厚-エコー高さ比グラフ

5. 油膜厚さ測定装置の8ch化

探触子と同様、油膜厚さ測定装置にも8chに対応するための改良を行った。油膜形成サイクルは1ストローク毎にほぼ定常であることを考慮し、より簡単に測定するため1chずつ順次切り換える方式とした。(図3)リニアモータ駆動のシリンダ摺動装置を基本に、ch切り換えスイッチと制御系を追加した。シリンダ摺動時は位置センサがスライド位置を検出し、それを得た切替用PCはシリンダの上・下死点から切替時期を決定し、スイッチを差動させる。この改良により、8ch分の油膜厚さデータの連続測定と記録が可能となった。

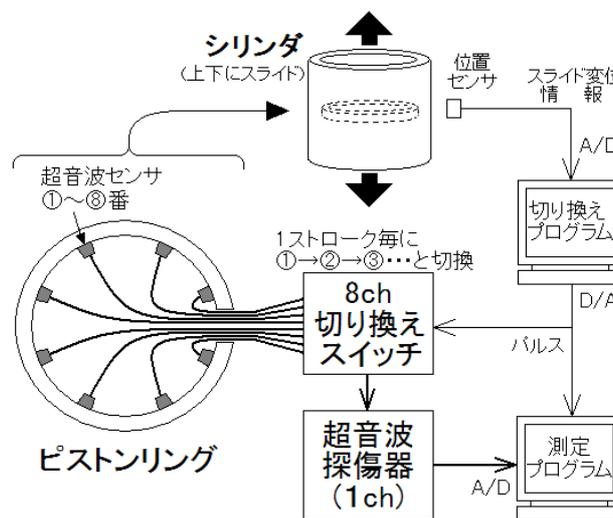


図3. 8ch切り換え式油膜厚さ測定装置

6. 結果と今後の課題

本研究により、コンポジット素子を使用してピストンリング円周方向の油膜厚さを測定できる可能性がみられた。また、8ch分のデータを記録する準備も整った。

今後はPVDF素子の較正も実施し、膜厚測定性能を確認するほか、実際に8ch分の油膜厚さ分布を明らかにすることを目標とする。

参考文献

岡本純三ほか トライボロジー入門 幸書房 1990