

超音波による微小液膜厚さの測定

Thin Liquid Film Thickness Measurement by Ultrasound

*和田 裕貴¹, 佐川 淳², 広瀬 意育³, 佐藤 聡¹, 柴本 泰照¹, 与能本 泰介¹

¹日本原子力研究開発機構, ²水戸電子ソリューション, ³アドバンストアルゴリズム&システムズ

本研究では、パルスエコー法を利用した測定可能液膜厚さをより小さくするために中心周波数 15MHz の圧電素子と独自の駆動回路を用いた超音波液膜厚さ測定装置を製作した。本装置では先行研究よりも使用する周波数が高いことから、0.2mm 程度の液膜厚さまでは液膜内多重反射波が干渉することなく明確に分離して観測可能であり、それ以下の液膜厚さにおいても高い精度での液膜厚さ測定の可能性が示された。

キーワード：超音波、液膜

1. 緒言

従来の炉心熱流動実験での模擬燃料棒表面のドライアウト・リウエットの判定は、熱電対での温度測定によって行われてきている。しかしながら、温度測定に基づく液膜有無の判定には不明確な点があるため、液膜を直接測定する手法の開発は重要である。本研究では高温・高圧条件下での液膜ドライアウト・リウエット判定及び液膜厚さ測定を最終目的として、超音波による非接触液膜厚さ測定手法を開発している。

2. 測定手法と条件

最も基本的な超音波による液膜厚さ測定手法の一つに伝播時間差を用いるパルスエコー法がある。本研究では高周波数を利用することによる精度向上の指標としてパルスエコー法による測定下限液膜厚さを示す。液膜測定実験では、中心周波数 15MHz の圧電素子（素子サイズ：5mm×5mm）を厚さ 10mm のアクリル母材に貼付け、母材上に任意の厚みの液膜を設置して測定した（図 1 参照）。

3. 結果

図 2 に液膜厚さを約 0.2 mm としたときの受信波形を示す。図中の青色線は選択周波数 15MHz のハードウェア BPF（バンドパスフィルタ）後の受信波形の生信号を表しており、赤色線はローパスフィルタ処理後の信号、黒色線は処理後の信号の包絡線を示す。図から明らかなように、本測定では SN 比が十分に高く、界面反射波を明確に観測できることがわかる。また、第一波と第二波が互いに干渉することなく明確に分離されていることから、伝播時間差に基づいて 0.2 mm 程度の液膜厚さを測定可能であることがわかる。

4. 結論

本研究における超音波液膜厚さ測定装置は高周波数を用いることから、0.2 mm 程度の液膜厚さまでは界面反射波が干渉することなく観測可能であり、伝播時間差のみに基づいて液膜厚さを算出可能である。それ以下の液膜厚さでも周波数が高いことから微小厚さの液膜内にも超音波が進入可能であり、より薄い液膜厚さの高精度測定の可能性が示唆される。

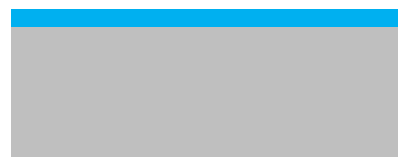


図 1 測定体系
(■：圧電素子、■：母材、■：液膜)

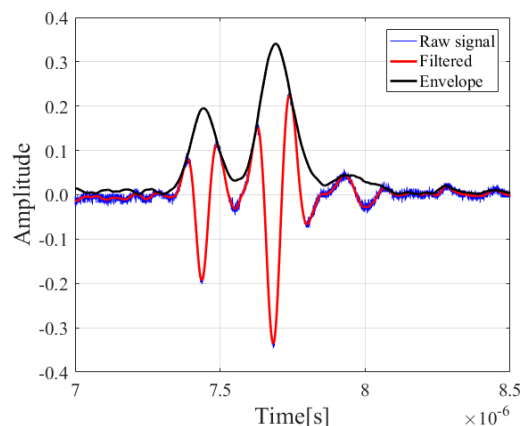


図 2 液膜厚さ約 0.2 mm 時の受信波形

*Yuki Wada¹, Jun Sagawa², Yoshiyasu Hirose³, Akira Satou¹, Yasuteru Sibamoto¹ and Taisuke Yonomoto¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Mito Electronic Solution, ³Advanced Algorithm & Systems