

薄液膜厚さ計測に向けた光ファイバプローブの最適設計

Optimal Design for an Optical Fiber Probe to Measure Thin Liquid Film Thickness

静岡大工¹ ○(B)下林 紀幸¹, (B)渡邊 潤¹, (D)水谷 浩也¹, (B)齋藤 隆之¹

Shizuoka Univ.¹, [○]Noriyuki Shimobayashi¹, Jun Watanabe¹, Hiroya Mizutani¹, Takayuki Saito¹

E-mail: saito.takayuki@shizuoka.ac.jp

蒸気タービンプレードを始めとする幅広い工業分野で薄い液膜の計測技術への需要が高まっているが、 μm オーダーの薄液膜を実機で計測できる信頼性の高い計測手法は見当たらない。筆者らが開発してきた「光ファイバ気泡液滴計測手法^{(1),(2)}」を基に、光ファイバを用いた薄液膜計測技術の開発を目的とする。

単一光ファイバプローブ (Single Tip Optical Fiber Probe: S-TOP) は、S-TOP のセンシングチップ (以下, ST) が液中にある時, ST の楔状先端から放射される光が気液界面で反射し, ST の楔先端面に再入射することにより気液界面に接する前に光信号が変化する (プレシグナル)⁽¹⁾。本報告では、プレシグナルの光強度と気液界面と ST 楔状先端との距離の關係に着目する。まず、液中から S-TOP を気液界面に接近させた際の光信号を取得した。次に、実験で使った S-TOP と同様の条件で、独自開発した光線追跡法による数値解析⁽³⁾を実施し、両結果を比較して、数値解析の妥当性を検証した。S-TOP の先端径や楔角を変化させ、得られるプレシグナルの特性を定量的に考察した。

ST の半径、楔角がそれぞれ $30\ \mu\text{m}$ 、 35° の実験結果と数値解析結果とを Fig. 1 に示す。正規化した光強度は、ST 楔先端が気液界面を貫通した位置 (図中 $-0.016\ \text{mm}$) で極大値を取る。その増加率と減少率は実験結果と数値解析結果とで良く一致しており、本数値解析は液薄膜計測用 S-TOP の最適設計に利用できる。

Fig. 2 に ST 径を変化させた際の数値解析結果を示す。ST 径が小さくなるにつれ、プレシグナルの信号強度の変化率が大きくなる。この

ことから、計測対象の膜厚さにより先端径を変えることで最適な計測が出来ることがわかる。

先端角がプレシグナルの信号強度に与える影響については講演にて報告する。

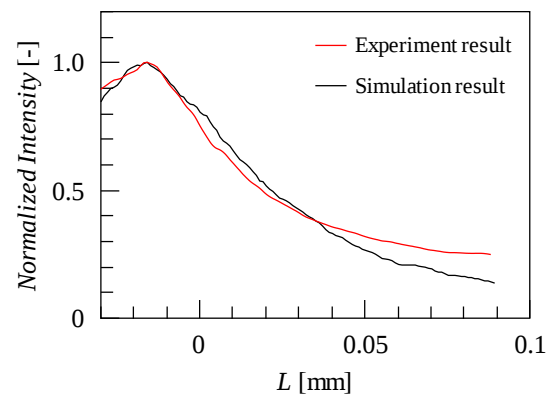


Fig. 1: Experimental and Numerical results of the pre-signal intensity measurement.

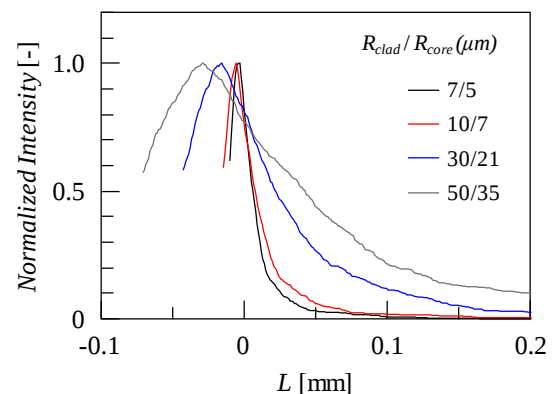


Fig. 2: Numerical simulation results of the pre-signal varying with the S-TOP's radius.

参考文献

- (1) T. Saito et al., 2009 Meas. Sci. Technol. 20 114002.
- (2) Y. Mizushima and T. Saito 2012 Meas. Sci. Technol. 23 085308
- (3) A. Sakamoto and T. Saito 2012 Rev. Sci. Instr. 83 075107.