

# 「ポンプと水車のキャビテーション動特性の高精度計測技術の開発」に関する報告書

(2024年度 オートレース補助事業)

## 1 研究の概要

ポンプや水車では、低吸込圧下で、液体が気化してキャビティと呼ばれる蒸気泡が生じる、キャビテーションという現象が発生する(図1、図2)。キャビティの体積がしばしば時間的に変動し、振動や激しい流量変動が問題となる。これらの発生には、圧力や流量の変動に対するキャビティ体積の時間変化率、すなわちキャビテーションの動特性が強く影響する。そこで、動特性を高精度に計測するための実験装置、および動特性と流れ場の関係を解明するための流れ場の計測システムの構築に取り組んだ。



図1 ポンプに生じるキャビテーション

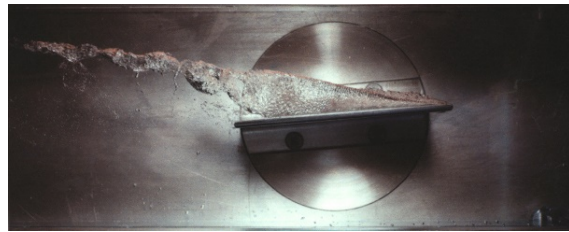


図2 単独翼に生じるキャビテーション

## 2 研究の目的と背景

本補助事業により、申請者が近年開発した動特性計測の技術を改良し、キャビテーションの動特性の高精度計測技術を開発することを目的とする。

ポンプや水車では、低吸込圧下で、液体が気化してキャビティと呼ばれる蒸気泡が生じる、キャビテーションという現象が発生する。キャビティの体積がしばしば時間的に変動し、振動や激しい流量変動が問題となる。これがH-IIロケットの打ち上げ失敗や水力発電所の停止の原因になっている。振動や流量変動の発生には、圧力や流量の変動に対するキャビティ体積の時間変化率、すなわちキャビテーションの動特性が強く影響することが、理論的に明らかにされている。しかしながら、計測が難しく、実際の動特性はよくわかっていない。振動や流量変動が生じないポンプや水車の設計を可能とするためには、この動特性の知見が必須であるため、動特性の計測技術の開発が強く望まれている。以上が本事業の背景になっている。

## 3 研究内容

PIVによる流れ場計測のために、直径が数マイクロメートルの蛍光粒子を流体に混入させる。キャビテーションと動特性に与える粒子の影響を明らかにすることを目的として、比較対象として、錆などの微細粒子の混入が無い清浄な水環境における実験を実施するために、現有の実験装置内に設置されている鉄製のケーシングと調圧タンクをステンレス製のものに置換した(図3、図4)。

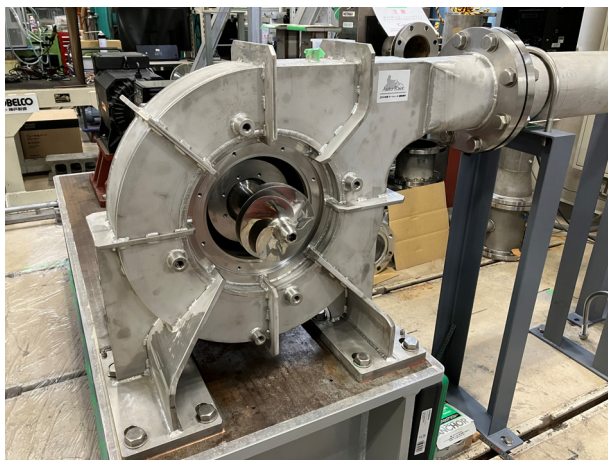


図3 ステンレス製ケーシングと  
軸流ポンプ羽根車



図4 ステンレス製調圧タンク

また、キャビティの大きさなどに影響を与える、液体に溶け込んでいる空気含有量の影響を明らかにできるよう、光学式溶存酸素計を設置した。

さらに、キャビティが発生した単独翼の両面の流れを同時測定(図5)できるように、現有のものに加えて、もう一組のレーザーシート発生装置を設計、製作した(図6)。

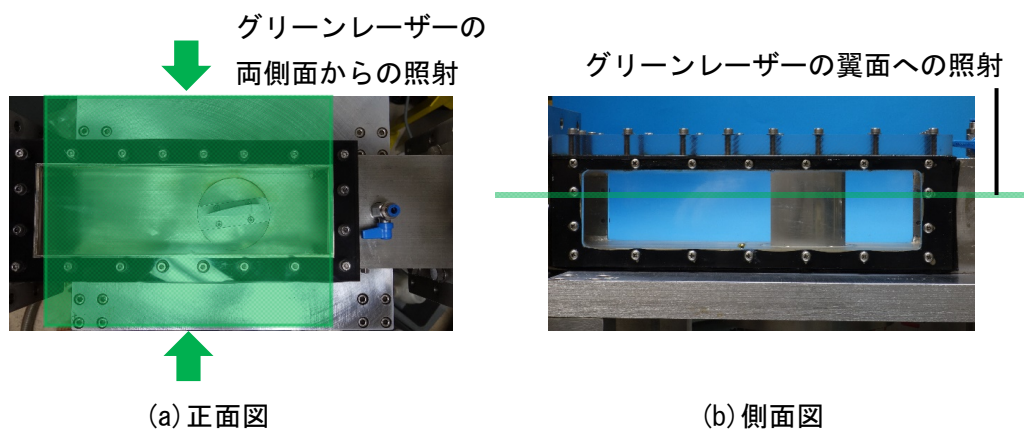


図5 単独翼へのグリーンレーザー照射の模式図

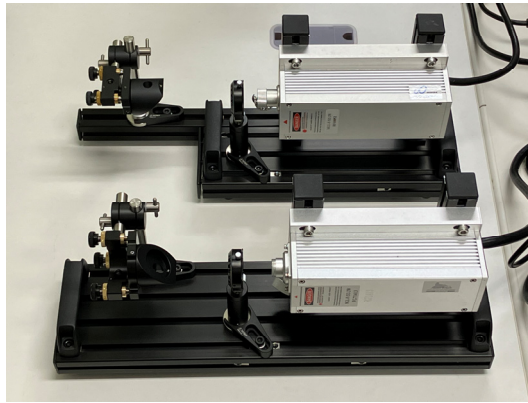


図6 レーザー発信器と光学系

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

動特性の計測は容易ではないため、不明な点が多く残されている。本補助事業で整備した実験装置、計測システムを活用することで、今後多くの新しい知見が得られ、社会のインフラを支えるポンプや水車の高信頼化に貢献することが大いに期待できる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

この15年ほど断続的に動特性の計測に取り組んでいて、計測のノウハウを確立している。しかしながら、ひとまず計測ができたという状況で、精度の保証が十分とは言えない。本補助事業で構築した実験装置を用いることにより、混入粒子や溶存空気量の影響を考慮した、信頼性の高い動特性計測が可能となる。また、計測のノウハウをブラッシュアップすることで、高精度計測手法が確立され、これにより動特性に関し多くの有用な知見が得られるものと期待している。