

事例3

回転機械の設計に向けた モーションコントロール技術

名古屋大学 藪井 将太*

*やぶい しょうた：工学研究科 機械システム工学専攻 助教

回転機械における設計課題

日本機械学会 機械力学・計測制御部門に所属する振動工学データベース研究会は、産業界の設計力・検査力の向上に寄与することを目的とし、機械システムで遭遇した振動トラブル事例を収集し、収集したデータのデータベース：*v*-BASEを作成している。そのデータベースによると、図1のように直近89件のトラブルのうち、約46%が回転機械で発生した振動トラブルである。回転機械は洗濯機、換気扇といった身近なものから、自動車、ヘリコプター、ロケットといった輸送機、そして化学プラント、発電所など社会インフラを支える設備に使われており、産業界の幅広い分野で活躍しているが、各分野において振動トラブルに悩まされていることの表れと考えられる。

回転機械の振動トラブルを未然に防ぐため、設計時点で回転機械の挙動を予測し、機器の破壊につながるような振動が発生しない機構の検証が進められている。そのためには挙動をできるだけ正

確に予測する必要があるが、依然としてその予測が難しいのが実情である。その要因の一つが、回転機械で発生する振動は静止構造物の振動とは異なり、それ自体の挙動だけでなく、回転によって生じる空気や燃料の流れ、つまり流体の挙動と絡み合って発生する点である。この回転機械の機構系と流体系の連成問題はときに、自励振動を発生する可能性がある。自励振動は系の内部減衰が負の状態であるため、理論上は際限なく振動が増大し、機械の破壊につながりやすい。つまり、機構-流体の連成振動問題はその挙動の予測が難しく、かつ破壊的な振動を引き起こす可能性がある。さらに、近年は高効率化や軽量化に向けたダウンサイジングによる剛性低下や、高性能化に伴う機械の複雑化など、予測の困難さに拍車をかけている。

回転機械の挙動を予測する手法

破壊につながる振動を防ぎ、高速・高信頼の回転機械を設計するため、正確な挙動予測に向けた手法の開発が進められている。この挙動予測に向けた活動は大きく3つに分けられる。1つ目は理論式に基づく挙動の解析解を導出する手法である。解析解の導出が実現できれば、事前の設計値から直接挙動の予測が可能になると考えられるが、流体の運動方程式とも言えるナビエ・ストークス方程式の解がいまだに導出されていないという点が大きな課題である。

2つ目はナビエ・ストークス方程式にいくつかの近似を仮定し、時間平均化したレイノルズ平均

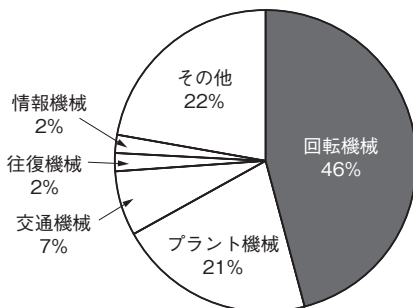


図1 *v*-BASEにおける直近89件のトラブル内訳