

Dynamics and Design Conference 2017に参加して

今井 貴彦
Takahiko IMAI

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

Dynamics and Design Conference (D&D) は、機械力学・計測制御部門が毎年開催している研究講演会で、宇宙や航空機、自動車、電気製品といった様々な分野に携わっている大学の研究者や、企業の技術者たちが参加し、情報や意見交換が幅広く行われている。今年では愛知大学豊橋キャンパスで開催され、以下では「大容量蒸気タービン静翼の強制振動応答」というテーマで発表を行った内容について紹介する。

2. 研究の背景と目的

一般的に軸流回転機械の静翼は、組立てや分解上の都合から、図1に示すような、内周リングと外周リング（ケーシングに固定される部分）で数10枚の静翼を溶接し、半周リング翼構造が採用されている。

一方、回転側の動翼は周期対称構造体（1ピッチ回転させても元に戻る構造）であり、式(1)を満

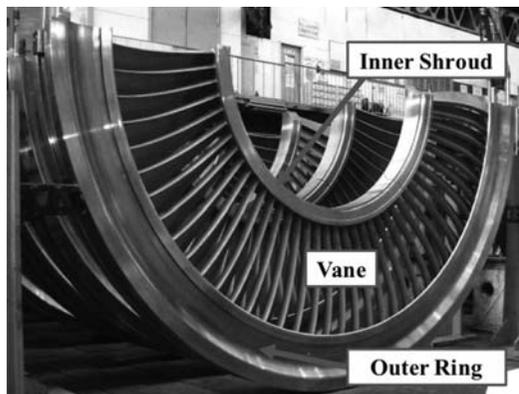


図1 半周リング翼構造の蒸気タービン静翼

足する場合にのみ応答することが知られている。したがって、周期対称構造体ではない静止側の静翼は、厳密にはフルモデルでの有限要素解析 (FEA: Finite Element Analysis) が必要であり、振動応答について体系的に調査を行った報告例は少ない。このため、周期対称法（翼1枚の特性から全体の特性を把握する手法）の結果から半周リング翼構造の応答を簡便に予測計算する方法について提案する。

$$\begin{cases} \omega_n = H\Omega & \dots (1) \\ H \pm k = \lambda N_T \end{cases}$$

ここで、 ω_n は固有振動数、 H は加振力のハーモニク数、 Ω はローターの回転速度、 k は振動モードの節直径数、 $\lambda (= 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ は任意の整数、 N_T は全周の翼枚数を示している。

3. 解析方法

3.1 FEA による固有値解析

図2では、周期対称法により得られた全周リング翼構造と、フルモデルにより得られた半周リング翼構造のFEAの解析結果を示す。横軸は軸方向変位の振動モードの節直径数であり、類似の固有振動数が現れていることが分かる。

3.2 低次元モデルの作成

図2で示したように、FEAと等価になるよう各

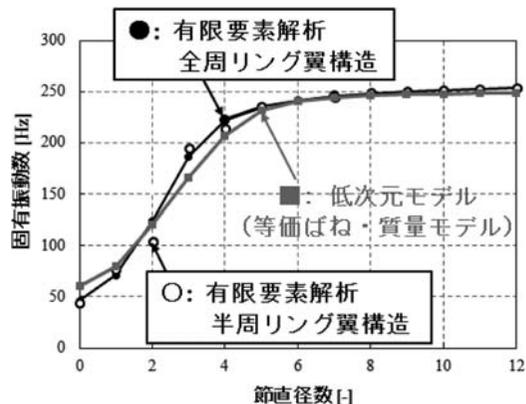


図2 節直径数に対する固有振動数

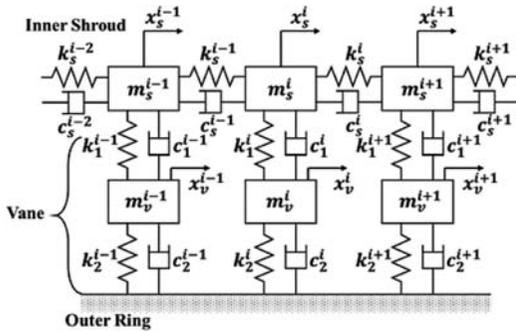


図3 低次元モデル (等価ばね・質量モデル)

モーダルパラメータを $m_v^i = 1 \times 10^{-3}$, $m_v^i/m_s^i = 0.25$, $k_2^i/k_1^i = 1$, $k_s^i/k_1^i = 50$ と決定して、図3で示した低次元モデルを作成する。減衰の値は実験結果を反映できるモーダル法を利用して解析を行った。

4. 解析結果

4.1 半周リング翼構造の周波数応答特性

図4では、半周リング翼構造のハーモニック共振応答についての解析結果を表示している。丸の大きさが共振振幅の大きさを表しており、破線で結ばれたモードが、全周リング翼構造と同様の式(1)を満足する共振点を示している。特に、振動数が密集する250 Hz付近で、応答が大きくなっている。

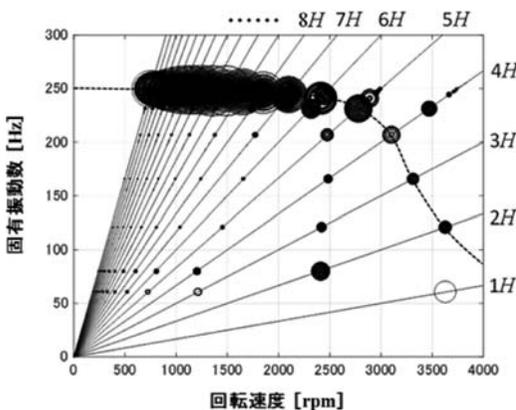


図4 半周リング翼構造のキャンベル線図

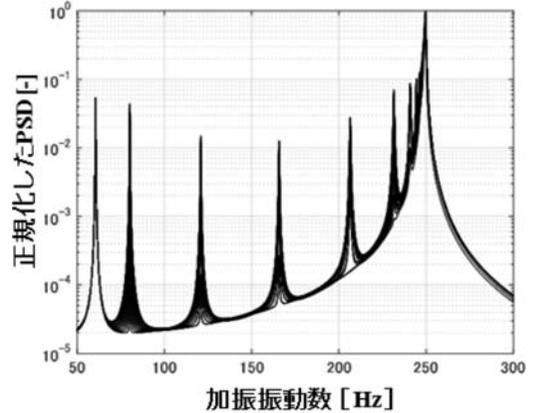


図5 半周リング翼構造のランダム応答

4.2 半周リング翼構造のランダム応答特性

図5では、半周リング翼構造がランダム加振された場合のパワースペクトル密度 (PSD) の大きさを示しており、こちらも同様に、振動数が密集している250 Hzで最大値になっている。

5. 結論および考察

半周リング翼構造の蒸気タービン静翼について、FEAと一致するように低次元モデルを作成し、周波数応答やランダム応答解析を行った。その結果、半周リング翼構造の振動応答特性を明確にすることができ、簡便に予測できることが示された。

6. おわりに

今回D&Dに参加して、他の研究についても動向を伺うことができ、非常に有益な知見を得ることができた。特に、自動車の騒音に関する発表がいくつかあり大変面白いと感じた。最後に、今回の発表を行なうにあたり、日頃からご指導をいただいた金子康智先生には深く感謝を致します。