Non - contacting Suspension Support and Conveyance of Object
Using Negative Pressure of Externally Pressurized Thrust Gas Bearing

正 小沢 康美(福井工大)

Yasumi OZAWA Fukui University of Technology, 3-6-1, Gakuen, Fukui-shi, Fukui

1. 緒 言

静圧気体スラスト軸受は軸受剛性を最大にする条件で設計され、通常は反発支持軸受として使用されている。その条件下では圧力分布に大気圧以下の圧力である負圧が生じることはない。しかしながら軸受の中央に単一の自成絞り給気孔を有する静圧気体スラスト軸受においては、軸受すきまが大きい場合や給気圧力が高い場合には衝撃波や負圧などが生じ、軸受すきま内の流れは複雑なものとなる¹⁾。負圧の発生は反発支持軸受の正の負荷能力を低減させるため、通常反発支持軸受としては望ましくないものである。一方、反発支持軸受とは逆に負圧を積極的に利用する立場から非接触吸引支持型の気体軸受が提案され、基本特性が報告されている^{2)~10)}。

中央に単一自成絞り給気孔を有する非接触吸引支持型の円板形静圧スラスト気体軸受(以下、円板形吸引スラスト気体軸受)では軸受すきま内で発生する負圧を積極的に利用すると物体の非接触懸垂支持と搬送が可能となる。

本研究では円板形吸引スラスト気体軸受による物体の非接触懸垂支持と搬送について論じている。

2. 円板形吸引スラスト気体軸受の負荷容量

円板形吸引スラスト気体軸受は軸受の中央に単一の自成絞り給気孔を有する円板形静圧気体スラスト軸受である。この気体軸受の軸受諸元は軸受半径 $R=30\text{mm}$ 、給気孔半径 $r_0=0.5\text{mm}$ 、無次元軸受半径 $R/r_0=60$ である。この気体軸受においては、軸受すきまが大きい場合や給気圧力が高い場合には圧力分布に負圧が生じる領域が現れる。圧力分布を軸受面全体にわたって積分すると負荷容量 W が求められる。 W が正の場合には負荷容量は反発力となり、 W が負の場合には負荷容量は吸引力となる。

本研究では独自に開発した負荷容量測定装置を用いて実験によって負荷容量を求めた。図1は円板形吸引スラスト気体軸受によって円板(直径100mm、厚さ4mm、重量2.35N、材質 SUS420J2)を支持した場合の負荷容量(反発力と吸引力)の実験結果の一例であり、給気圧力比 $P_s/P_a=8$ の場合である。ここで P_s/P_a は給気圧力 P_s を大気圧 P_a で無次元化した圧力比である。図1の横軸は軸受すきま h [μm]、縦軸は負荷容量 W [N] である。図1において $W>0$ の場合は反発力発生領域であり、通常の円板形反発支持スラスト気体軸受として機能する。また $W<0$ の場合は吸引力発生領域であり、円板形吸引スラスト気体軸受として機能する。

3. 円板形吸引スラスト気体軸受の特長

円板形吸引スラスト気体軸受には、以下に示すような特長がある。(1)非接触状態の懸垂支持と搬送の機能、(2)軸受すきまの自動調整機能、(3)軸受剛性の調整機能である。

(1)の円板形吸引スラスト気体軸受による非接触懸垂支持と搬送の機能については、従来の反発支持型の気体軸受では実現できなかった機能である。

(2)の軸受すきまの自動調整機能とは、円板形吸引スラスト気体軸受とこの軸受により非接触懸垂支持され搬送される物体との間の軸受すきまは、物体の自重と釣り合う軸受すきまに自動的に設定されるという機能である。

(3)の軸受剛性の調整機能とは、円板形吸引スラスト気体軸受の給気圧力を変化させることにより軸受剛性を自由に変化させることができる機能である。

4. 円板形吸引スラスト気体軸受による物体の非接触懸垂支持と搬送

円板形吸引スラスト気体軸受の負圧と特長を利用すると様々な物体の非接触懸垂と搬送が可能になる。物体を完全な非接触状態で懸垂支持して搬送するためには、円板形吸引スラスト気体軸受によるスラスト方向の非接触懸垂支持に加えて、物体の半径方向の動きを非接触で拘束するための支持ガイドの役割をなす円板形静圧気体ラジアル軸受を配置する必要がある。

実験の結果、布を除く、金属・アクリル・ガラス・紙などの物体の非接触懸垂支持と搬送が可能であることが明らかになった。

5. 結 言

負圧を積極的に利用する円板形吸引スラスト気体軸受により、布を除く様々な物体の非接触懸垂支持と搬送が可能となる。

Fig.1 Load capacity

文 献

- 1)~10)については既報¹¹⁾に記述の文献1)~10)と同一
11) 小沢康美, 日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集(4)
No.08-1 (2008), 143-144