

工作機械の主軸剛性の推定に関する研究

工学部 機械工学科 精密工学研究室

院生A(M2) 学生D(B4) (指導教員:井原 之敏教授)

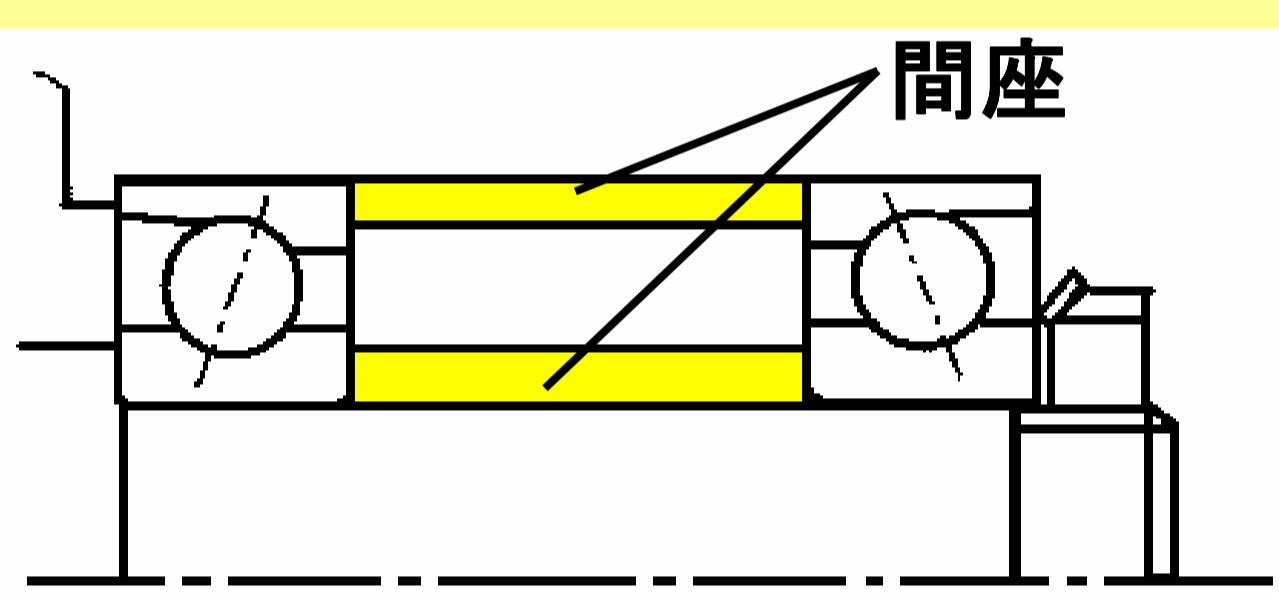
研究目的

近年、工作機械には加工の高能率化、工具の進歩、被削材の変化などによって主軸の高速化、高精度化が求められている。一般に工作機械主軸には主軸の剛性を高めるために予圧が与えられている。予圧は大きいほど主軸剛性が高くなり、切削能力が向上する。逆に予圧が小さいと主軸剛性が低くなり、切削能力が低下する。しかし、予圧の与えすぎは主軸の破損の原因となる。また予圧は主軸を回転させることに生じる遠心力・発熱により増加する。従ってこの増加量を考慮したうえで予圧を与える必要がある。本研究では予圧と密接な関係を持つ固有振動数を加振法で測定し、主軸回転中の予圧を測定する。また、主軸を回転させることにより生じる影響を計算で解析し、推定する。それにより、より高い予圧を与えることを可能とし性能向上を目指すことを目的とする。

予圧とは

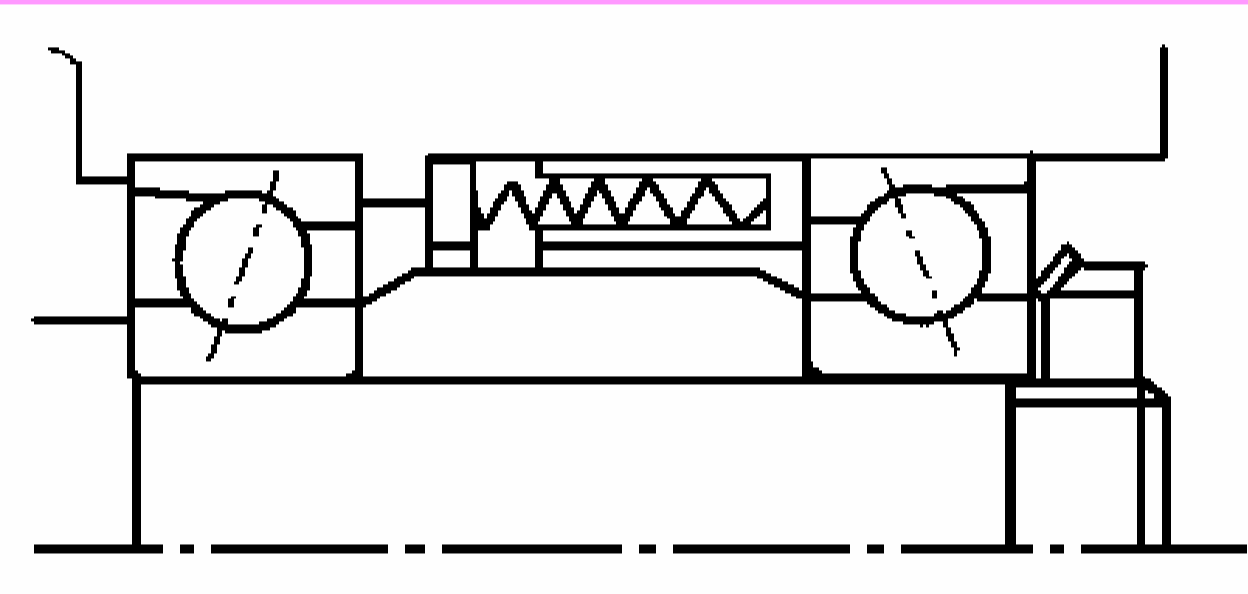
予圧とは、軸受を締め付けることにより軸受に荷重をかけることをいう。予圧の与え方は、大きく定位置予圧と定圧予圧の2種類に分けることができる。

定位置予圧



アキシャル方向の相対位置が使用中にも変化しない方法。

定圧予圧

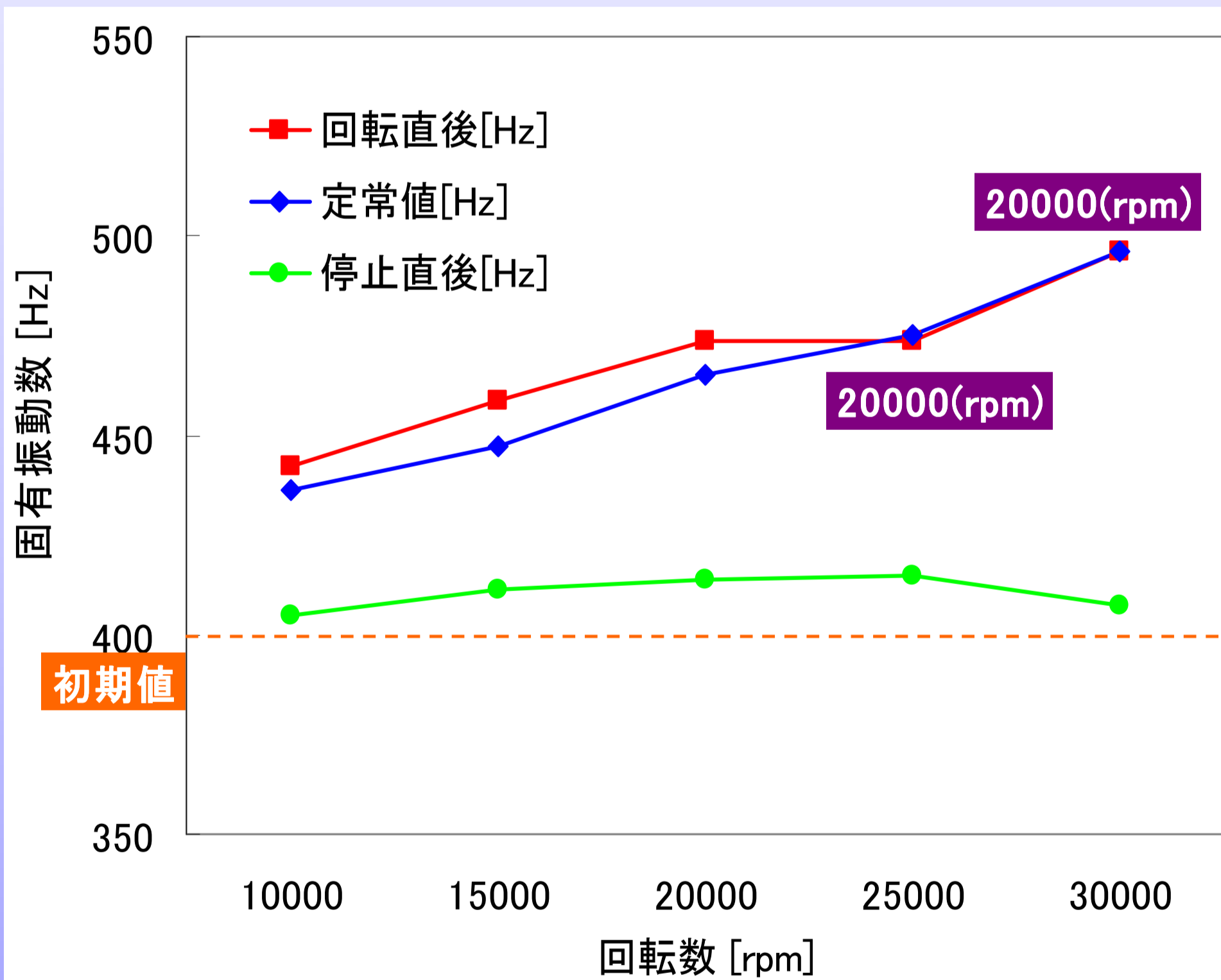


コイルばね、皿ばね等を使い適正な予圧を与える方法。

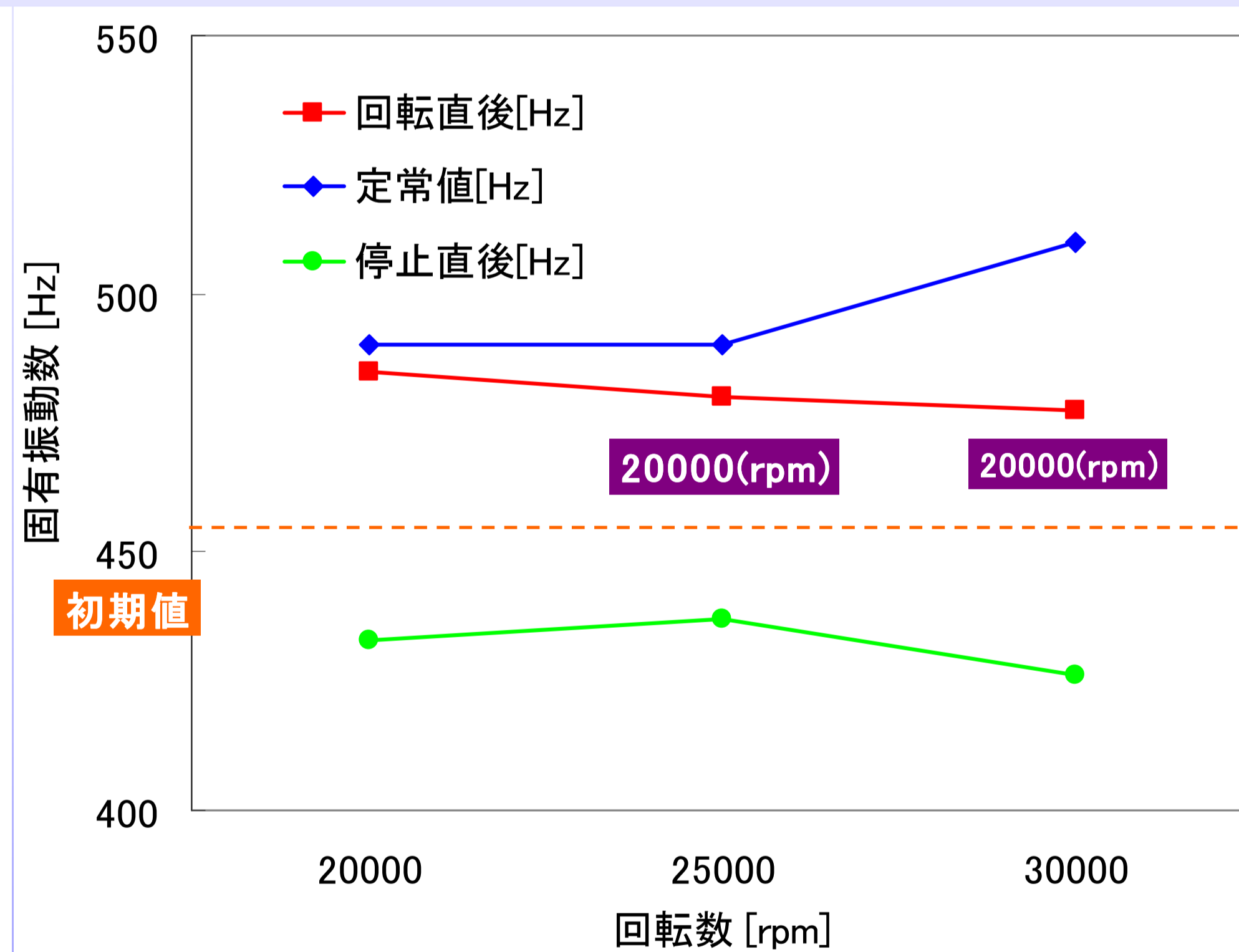
実験方法・実験装置



工作機械主軸の伝達関数を測定し、固有振動数を求めるためには、主軸への入力および出力を同時に測定する必要がある。そこで、インパルスハンマを用いた加振法を行う。



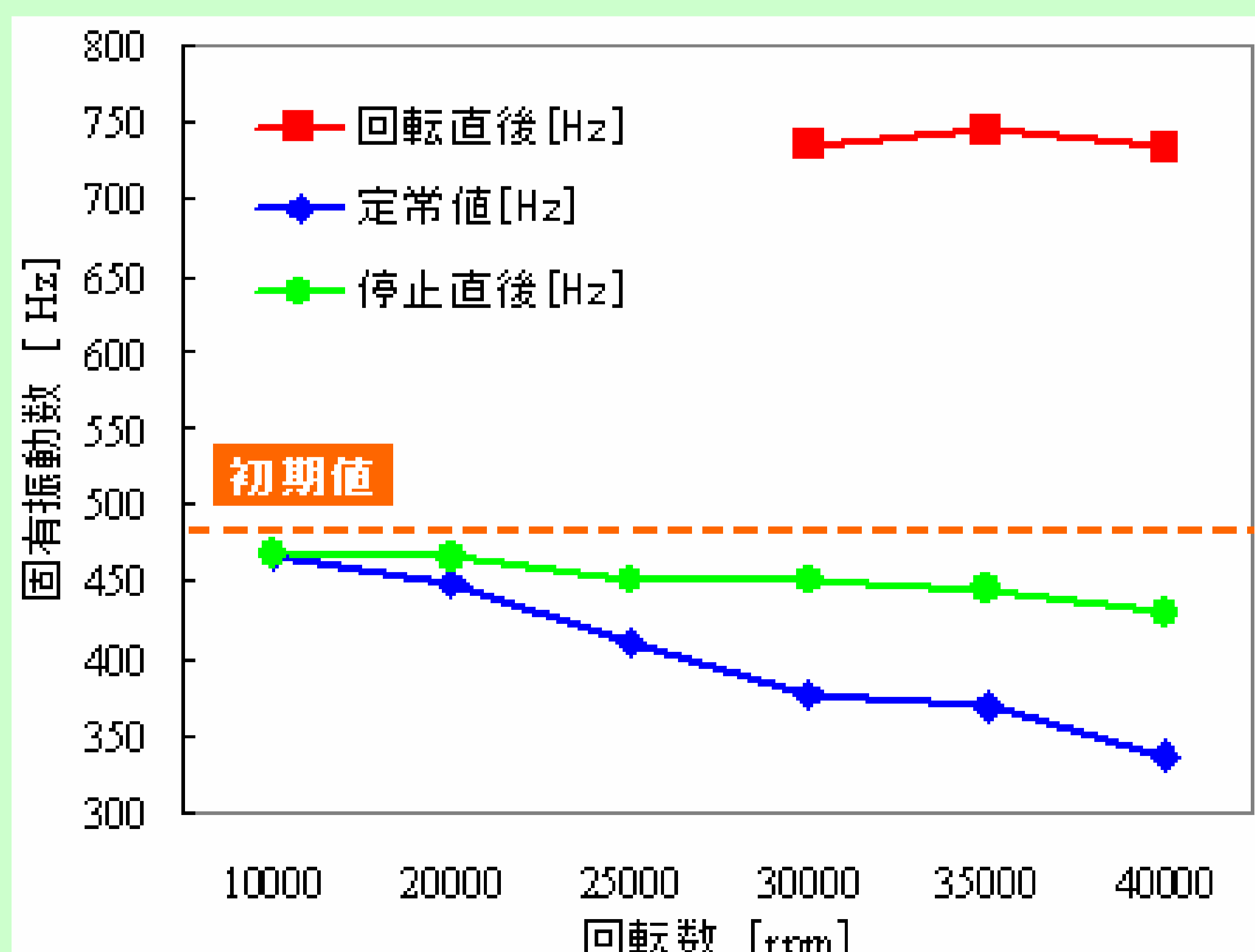
機械A(定位置予圧) その①



機械A(定位置予圧) その②

- 両データとも、20000rpmの固有振動数の定常値と30000rpmの固有振動数の定常値を比較すると、30000rpmの固有振動数の方が高いのが確認できる。

主軸の回転数を上げると発熱量が増加し、軸受内輪が、軸受外輪に比べて熱膨張する。また主軸の回転による遠心力で軸受内輪が膨張する。これらの要因により、転動体と軸受内外輪との内部隙間が減少する。それにより、転動体と軸受内外輪軌道面との接触面圧が増加し、予圧が増加する。



機械B(定圧予圧) その①

- 今回の実験結果から10000rpmを基準に考えると主軸の回転数を上げると固有振動数の定常値が少しずつ減少していることが確認できる。

定圧予圧には予圧を一定に保つ仕組みがある。しかし、今回の実験結果から主軸の回転数を上げると固有振動数が少しずつ減少していることがわかる。

まとめ

定位置予圧方式の主軸の場合は、主軸の回転数を上げることによって発熱量・遠心力が増加したことで接触面圧が増加し、予圧が増加することがわかった。

定圧予圧方式の主軸の場合は、予圧を一定に保つ仕組みがあるが、今回の実験結果から回転数を上げると予圧が徐々に減少することがわかった。