

研究背景

汎用サーボモータ

産業用機械の駆動装置
 近年、高速化・軽量化に伴い
低剛性・高慣性の機械の使用が要求される

従来用いられているPID補償器では
 十分な性能を出せるとは限らない

制御性能の改善が必要

従来の実験装置

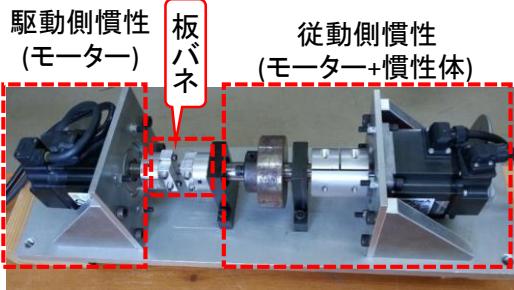


Fig.1 従来研究の二慣性系の実験装置

問題点

- ・バネ定数がねじりに対して非線形
- ・再現性に乏しい

目的

ねじりに対して**復元力を線形化・再現性の向上**を図る
 → 実験装置のバネ部を板バネから金属軸に変更

金属軸の決定

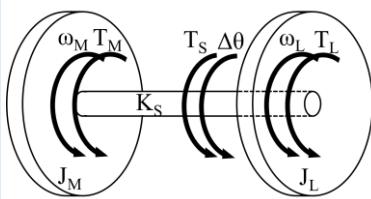


Fig.3 二慣性系モデル
 T_M : 駆動側入力トルク T_L : 従動側入力トルク
 ω_M : 駆動側角速度 ω_L : 従動側角速度
 J_M : 駆動側慣性モーメント J_L : 従動側慣性モーメント
 $\Delta\theta$: 駆動側に対する従動側の相対角度
 K_S : バネ定数 T_S : $\Delta\theta$ に対するバネ部復元力

設計条件

- ・共振周波数が60[Hz]以下
 → 従来の実験装置と同等かそれ以下
- ・モータの定格トルク0.64[N・m]に耐える

金属軸の直径の選定

- ・復元力が外形Dの4乗に比例
 → 軸が細いほど金属軸の長さLは短くできる

(1) 金属軸の位相差 $\Delta\theta$ に対する復元力 T_S

$$T_S = \frac{G\pi D^4}{32L} \Delta\theta = \frac{GI_P}{L} \Delta\theta$$

Table.1 各外形の許容トルク

外形 D[mm]	許容トルク [N・m]	判定
4	3.92	○
3	1.65	○
2	0.49	×

(2) 許容トルクの計算

$$T_{allow} = 0.6 \frac{\tau_{max} I_p}{D/2}$$

金属軸の長さの選定

(3) fig.3の共振周波数 ω_r

$$\omega_r = \sqrt{\left(\frac{1}{J_M} + \frac{1}{J_L}\right) K_S}$$

[設定値]と式(3)より $K_S = 2.31$ [N・m/rad]

式(1)より $L = \frac{GI_P}{K_S} = 237.5$ したがって $L = 237.5$ [mm] となった

以上より、バネ部を直径3[mm],長さ237.5[mm]の金属軸に決定した。

[二慣性系設定値]
 $J_M = 2.00 \times 10^{-5}$ [N・m]
 $J_L = 2.63 \times 10^{-4}$ [N・m]
 目標共振周波数 $\omega_r = 56$ [Hz]
 [金属軸の設定値]
 材料: SUS304
 横弾性係数 $G = 6.9 \times 10^5$ [N/mm]
 許容トルク T_{allow} [N・m]
 → 引っ張り強さ τ_{max} の60%から算出

製作した実験装置

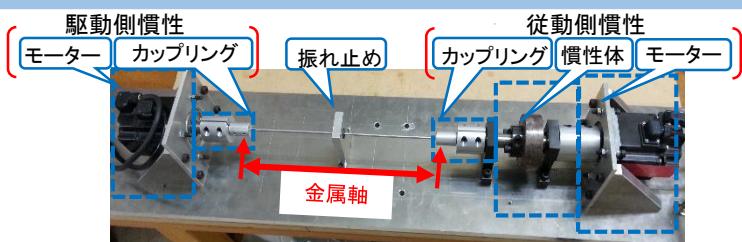


Fig.4 製作した実験装置の概観

特性確認方法および結果

共振周波数・再現性確認方法

[共振周波数の確認]

周波数応答実験結果

共振周波数

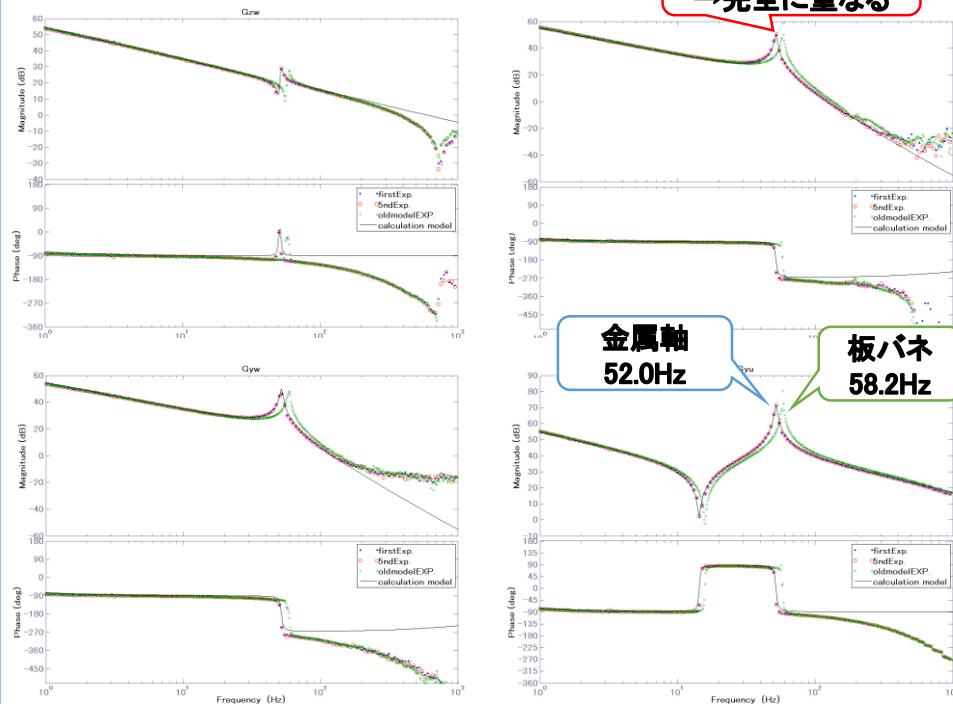
[再現性の確認]

5回分の実験結果

周波数応答実験結果

1回目と5回目を比較

共振周波数・再現性の確認結果



1回目と5回目
 → 完全に重なる

金属軸
 52.0Hz

板バネ
 58.2Hz

Fig.5 1回目と5回目の実験の周波数応答実験結果

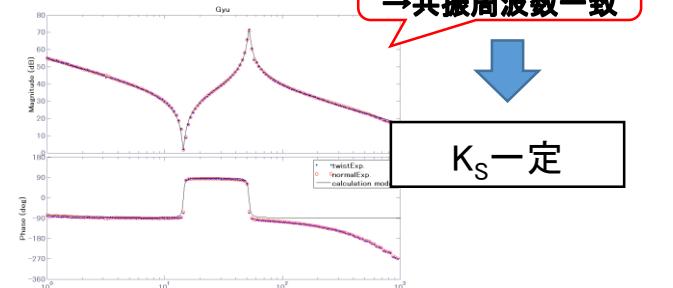
- ・共振周波数は52[Hz] → **目標範囲内**
- ・1回目と5回目で重なる → **再現性を確認**

バネ定数の線形化の確認方法

実験時のトルク範囲変更

通常状態と比較

バネ定数の線形化の確認結果



ひねり状態と通常
 → 共振周波数一致

K_S 一定

Fig.4 ねじりを加えた状態と通常との比較

→ ねじりに対して **バネ定数が線形**

まとめ

- ・実験装置を板バネから金属軸に変更した。
- ・実験装置の**バネ定数の線形化・再現性の向上**ができた。

今後の展望

製作した実験装置を用いて制御性能の改善を行っていく。