ダイレクトドライブサーボ機構の NC ホブ盤への応用

江 村 超* 鐘 兆 偉**

本研究速報は、ダイレクトドライブサーボ機構の NC ホブ盤への応用を述べている。NC ホブ盤のホブスピンドルとワークテーブルのバックラッシュは、歯切過程に悪影響をおよぼすので、著者らは、ダイレクトドライブによって、このバックラッシュを除去することを試みた。

ダイレクトドライブ NC ホブ盤の基礎的データを得るために、プロトタイプが製作された。このプロトタイプは、モジュール 1.5、ピッチ円径 57 mm の平歯車を、1 度切りで切削する能力を有している。

種々の切削実験により、ダイレクトドライブサーボ機構は、ロボット機構のみならず、NC 歯切盤においても有用であることが実証された。

1. はじめに

歯切盤は、歯車を切削加工する工作機械であり、その機構には、伝統的に、歯車が多用されている。近年、歯切盤の NC 化が推進され^{1),2)}、歯切盤に使用される歯車の数が極端に減少した。しかし、工具軸とワーク軸の回転には、依然として減速歯車が用いられており、この減速歯車が、歯切精度を向上させる上で、大きな障害となっている。

歯切精度を左右する最も重要な減速歯車は、親歯車とよばれる、テーブル軸の終段歯車である。親歯車のピッチ誤差は、被削歯車のピッチ誤差を決定し、親歯車のバックラッシュは、切削時にビビリ振動を誘発し、被削歯車の歯形誤差を増大させるのが普通である。

親歯車のピッチ誤差に関しては、ピッチ誤差を補正しながらテーブル軸を回転させる方法、すなわちクロズドループ法が研究されている³⁾。しかし、補正ループのゲインを上げると系が発振したり、テーブル軸を高速で回転させると、サーボモータの追従が間に合わず、補正が十分に行われないなどの欠点を有している。

親歯車のバックラッシュに関しては、2 台のサーボモータによりバックラッシュを除去する方法や、ローラを用いた無背隙減速機などが研究されている^{4),5)}。

親歯車は、ギヤシューパにおいては、工具軸とワーク軸に用いられており、ホブ盤においては、ワーク軸のみに用いられている。ホブ軸は、ワーク軸ほどの高精度回

転を必要としないが、減速歯車のバックラッシュによってビビリ振動を生じることがある。それ故、ホブ軸にはバックラッシュの無いことが望ましい。

以上に述べたように、歯切盤のワーク軸および工具軸は、バックラッシュの無い高精度回転軸であることが望ましいので、ダイレクトドライブ式の NC 歯切盤を研究することとした。また、研究対象として、技術的に難しい NC ホブ盤を選んだ。

2. ワーク軸および工具軸の回転振動

NC 歯切盤をダイレクトドライブ化する上において問題となるのは、ワーク軸および工具軸の回転振動の増大である。いま、Fig. 1 の簡易モデルを考え、サーボモータの回転子の慣性モーメントを I_m 、減速機の減速比を $1/N$ 、切削トルクの変動すなわち負荷トルク変動を ΔT とし、負荷トルク変動によって生じる出力軸の角加速度を $\Delta \ddot{\theta}$ とする。また、減速歯車列の慣性を無視し、かみ合は常に片歯面が接触を保っているとする。

平行軸歯車のように伝動効率の高いものでは、摩擦を

Fig. 1

原稿受付 1986 年 8 月 15 日

* 東北大学工学部 ** 東北大学大学院

←Fig. 3

数 38 枚の平歯車を切削することにより行った。得られた歯車は、アキシャル送り 1 mm/t·rev、一度切りのク
ライムカットのとき、JIS 4 級程度の精度を有していた。

6. 結 論・謝 辞

ダイレクトドライブサーボ系をNCホブ盤に応用し、実際に歯切り可能なシステムを試作した。工具軸は、イ
ナーシャダンパを併用して位置ループゲインを増し、剛
性を高めた。ワーク軸は、イナーシャダンパの助けで剛
性を高めると同時に、角加速度フィードバックによって
等価慣性モーメントを増大させた。

歯切り実験の結果、JIS 4 級程度の精度を有する歯車
の加工が可能であることが分かった。歯切精度の向上は
これからの課題である。

終りに、ホブ盤機構部の試作に協力を得た東北大学技
官の鈴木正俊氏と長内譲悦氏、ならびに電気回路の試作
に協力を得た鈴木宗良氏（現在、NTT）と伊藤昌彦氏

Fig. 4

（東北大・院生）に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 江村ほか，“ギヤシェーパのNC化に関する研究”，機械学会論文集，47 巻，422 号，pp.1383-1390，1981
- 2) 江村ほか，“CNC ホブ盤に関する研究”，機械学会論文集，51 巻，465 号，pp.1034-1041，1985
- 3) 江村，“歯車加工とサーボメカニズム”，計測と制御，23 巻，4 号，pp.345-352，1984
- 4) 江村，酒井，“A Dual Motor Type NC Rotary Table with High Position Stiffness”，Bull. Japan Soc. of Prec. Eng., Vol.15, No.1, pp.59-60，1981
- 5) 本橋，江村，“ローラを用いた無背隙減速機に関する研究”，機械学会論文集，52 巻，473 号，pp.138-144，1986
- 6) 鐘，“ダイレクトドライブ式回転テーブルに関する研究”，東北大学修士論文，pp.9-27，1986
- 7) 背戸，鈴木，“振動の能動制御と動特性同定”，機械学会誌，89 巻，811 号，pp.635-642，1986
- 8) 江村，“機械制御におけるメカトロニクス”，機械学会誌，88 巻，799 号，pp.603-608，1985

An Application of Direct Drive Servomechanism to NC Hobbing Machine*

Takashi EMURA** Zhawei ZHONG***

ABSTRACT

This short paper describes an application of a direct drive servomechanism to a NC hobbing machine. Since the backlash of the hob-spindle and work-table of the NC hobbing machine gives some bad influences to the gear cutting process, the authors tried to remove this backlash by means of direct drive.

In order to obtain some basic data of the direct drive NC hobbing machine, a prototype was made. This prototype has the ability to cut a spur gear whose module is 1.5 and whose pitch diameter is 57 mm at one time cut.

Some cutting experiments verified that the direct drive servomechanism is usefull for not only robot mechanism but also NC gear cutting machine.

Key words : Servomechanism, Direct drive servomechanism, Acceleration feedback, NC hobbing machine

* Received August 15, 1986

** Faculty of Engineering Tōhoku University

*** Graduate Student Tōhoku University