

# 自己補償形歯車減速機の基礎検討

## 一般論文

伊藤 昌彦

Masahiko Itoh

1. まえがき 産業用ロボットおよび一般産業機械用として種々な形態の歯車減速機が提案されている。機械システムに歯車減速機を用いることのメリットは、高いモータ回転数の採用により動力伝達系のコンパクトかつ高効率化設計ができることである。これに対し、今日注目されているダイレクトドライブモータの採用は減速機が不要となるメリットはあるが、大きな設置容積空間が許容される特定のアプリケーションに限定される。実機械システムへこれらの減速機を組み込む場合には、減速機の価格、重量、容積、内部構造、減速比さらにその動特性を考慮した選択が行われている。しかし、たとえ仕様に基づく選択が行われたとしても、動特性上減速機自体で局所的に発生する速度やトルクのリップルが被駆動機械系を励振し、組み込み後の機械システムの性能を必ずしも満足できない場合がある。ここに動特性上、速度リップルやトルクリップルの少ない歯車減速機の追求と同時に、減速機を機械システムへ組み込む最適化技術が必要とされる。

一般に、歯車減速機内部で速度リップルおよびトルクリップルが生ずる原因として、

- (1) 減速機自体の構造形態
- (2) 構成要素の部品精度
- (3) 構成部品を組み上げたときの組立精度
- (4) バックラッシを伴う動挙動の非線形特性
- (5) 歯車のかみ合いに依存する内部励振

が考えられる。

(1)～(3)に起因する速度リップルおよびトルクリップルの低減には精度の向上と維持にコストがかかりすぎるのが難点であり、そして精度の向上には限界がある。(4)についてはより詳細な研究が必要とされる。(5)は歯形・歯すじ誤差等の歯車の精度に依存し、かみあい周波数に係わった内部励振が減速機系内で生じ速度リップルおよびトルクリップルが発生するということである。(1)～(5)の原因によって生ずる振動現象を周波数領域で大まかに区分すると(1)～(3)は比較的低い周波数領域での振動現象であり、(4)と(5)は高い周波数領域での振動現象であるといえる。産業用ロボットや一般産業機械の理想とする運動を実現するためには、まずセミクロースドループ制御の制御周波数帯域(バンド幅)内で発生する低周波数域の強制励振成分が実機械システムに及ぼす影響を低減する必要がある。

本報においては、主に(1)～(3)の原因で生ずる低周波数域の強制励振成分の低減におけるサーボ技術の利用法についての基礎検討結果を述べる。

\* 以下に見出しのみを列挙します。

## 2. 減速機内部で生成される低周波数域の

## 強制励振成分の例

### 3. 自己補償制御系の基本的な考え方

### 4. 自己補償制御系の基本構成

4-1. 内部励振成分の定式化

4-2. 制御系の構成

4-3. 制御系のブロックダイアグラム

### 5. 歯車段内自己補償制御の適用例

5-1. ハーモニックドライブ減速機の例

5-2. RV減速機の例

### 6. むすび

---

SANYO DENKI Technical Report

No.1 May - 1996