

高応答性リニア・アクチュエータ

～その設計から実際の使用まで～

High Response Actuator

赤地 一彦

Kazuhiko AKACHI

川田工業(株)航空事業部開発室技術開発課

佐藤 裕二

Yuji SATO

川田工業(株)航空事業部開発室技術開発課

五十棲 隆勝

Takakatsu ISOZUMI

川田工業(株)航空事業部ヘリ・テクノロジー
センター設計課係長

ここに紹介するリニア・アクチュエータは、現在開発中の“ロボコプタ”的操縦装置として設計したものです。ロボコプタとは、実機（3人乗りの機体）を無人化したヘリコプタで、これに搭載されるべき操縦装置には、人が操縦する場合と同様の操縦量（ストローク）と操縦力が必要とされ、さらにジャイロなどにより機体を自動的に安定させる場合にはそれなりの応答性（3 Hz程度）が要求されます。

このように設計するリニア・アクチュエータには、軽量コンパクトでありながら速い応答性と高推力を有し、任意の位置で位置決めできなければならないという設計仕様が要求されました。

本文ではこれら仕様に沿って設計製作したアクチュエータについて、その構造を説明します。さらに性能評価試験を行った結果、当初の仕様を満足していることが実証できましたので、試験結果を交えながら紹介したいと思います。最後に、この高応答性、高推力という特徴を生かした応用方法を幾つか考えており、これについても触れます。

アクチュエータの構造

本アクチュエータの駆動源はDCサーボモータ（定格出力60W、定格電圧24V）です。このDCサーボモータの駆動力は、カップリングを介してボールねじの雄ねじを回転させ、最終的に雌ねじおよびストロークシャフトがライダの作用（回転運動を往復運動に変換する）により往復直線運動するような構造になっています（内部の構造および仕様は図2カットモデル参照）。

軸受けにはラジアル荷重と両方向のアキシャル荷重（推力方向）が受けられるようにアンギュラベアリングを2個組み合わせて使用しており、またこれと先端に配置したリニアブッシュによって、曲げに対する強度を持たせています。

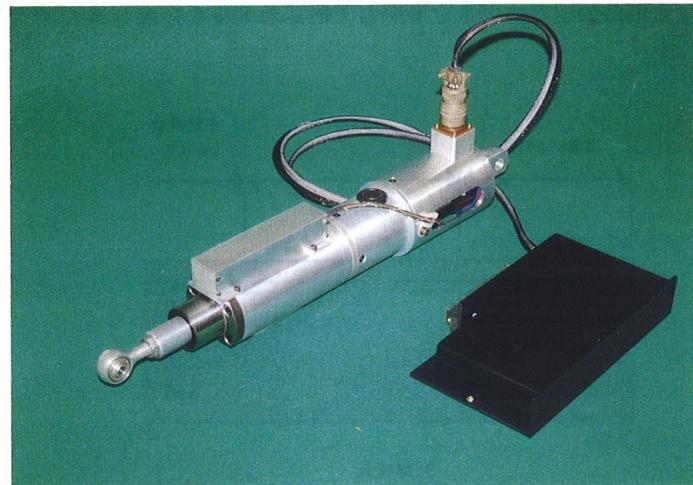


図1 アクチュエータおよびドライバ

ケーシングはすべてアルミニウム合金で製作することにより軽量化を図りました。また一端の取付け部をロックエンドにすることにより、装置への組み込みに汎用性を持たせました。

位置制御用センサとして、ポテンショメータをアクチュエータ前部に配置しました。

アクチュエータの駆動方式

アクチュエータを駆動するためのシステムの構成例を図3に示します。

① コントロールドライバ

アクチュエータをコントロールするために使用しているドライバは、PWM (Pulse Width Modulated) 方式により、サーボモータを駆動させるアナログサーボドライバです。位置制御や速度制御など多種の制御に対応しています。

② アナログ信号入力装置

電圧信号で、アクチュエータに位置（動き）の指令を出す装置。

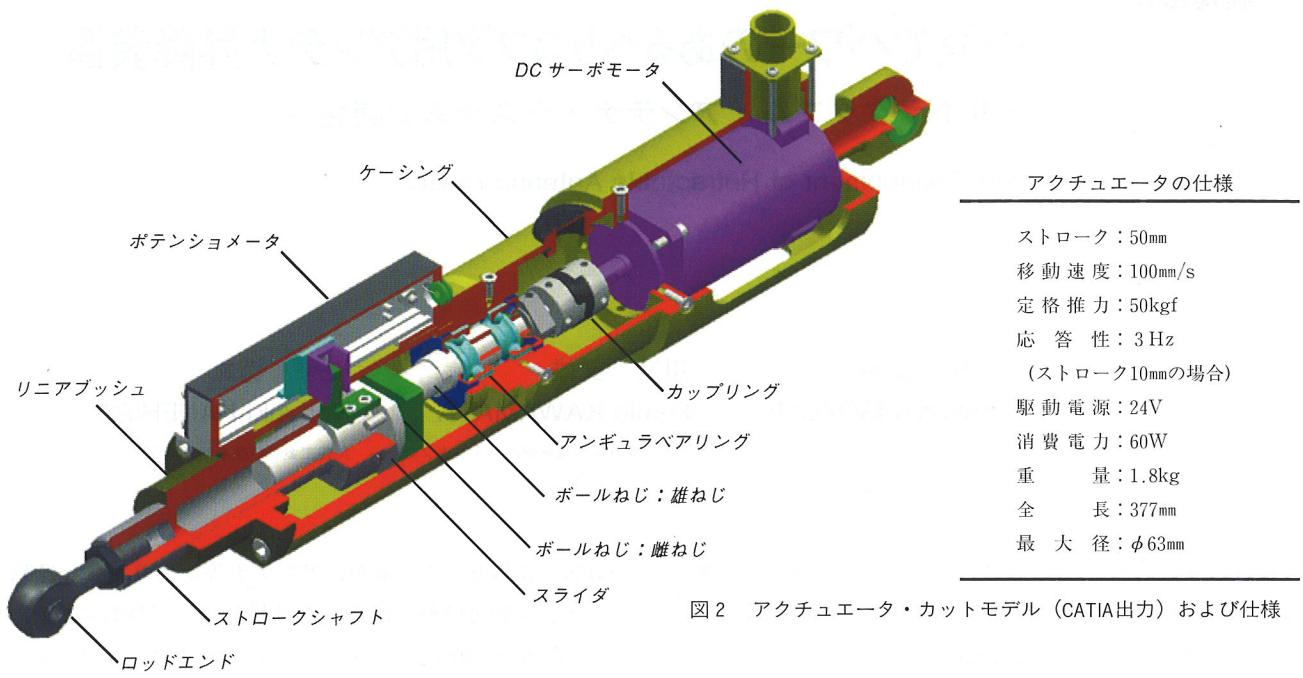


図2 アクチュエータ・カットモデル（CATIA出力）および仕様

③ 電源

アクチュエータの駆動電圧に応じた電圧を供給します。今回製作したアクチュエータは直流24V駆動です。

アナログ信号入力装置にて出された位置指令と、アクチュエータに設置されているポテンショからの位置フィードバック信号をコントロールドライバにて比較し、アクチュエータを駆動させています。

性能評価試験

性能評価試験の一つとして行った応答試験の結果を図4に示します。この図は一定の負荷(軸方向に引張荷重: 5kgf)をかけた状態で、アナログ信号入力として正弦波を入力し、この入力波の周波数を上げていったときの応答を、振幅比として表したものです。試験結果から、ストロークが25mmの場合は2Hz、ストロークが5mmの場合は4Hz程度の応答性を有していることがわかりました。

以上から設計製作したアクチュエータは、最初に設定した仕様（ストロークが10mmで3Hzの応答）とほぼ同等の性能を持つことが実証できました。

アクチュエータの応用方法

本来の利用目的であるロボコプタの操縦装置としてはもちろん、ヘリコプタの改修工事で行ったアンテナ昇降装置の駆動源として、すでに使用されています（本技報収録の技術紹介「小型でパワーのあるヘリコプタ用アンテナ昇降装置」参照）。またこのアクチュエータの特徴である高応答、高推力を生かし、産業機器あるいはアミューズメント装置などで使用されているパラレルリンク、マニピュレータとしても利用できると考えています。

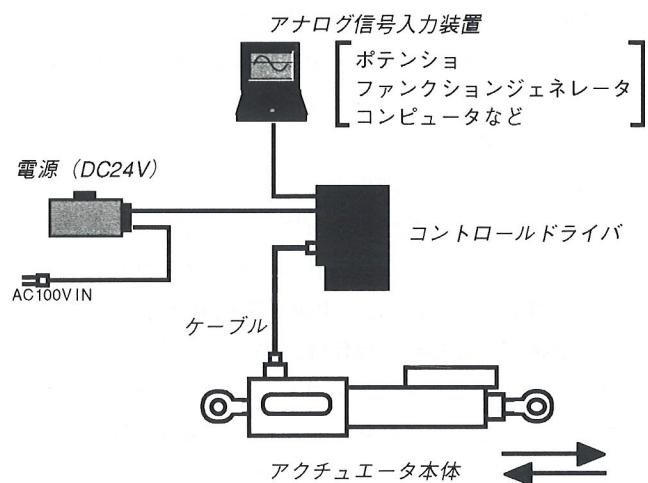


図3 アクチュエータシステム構成例

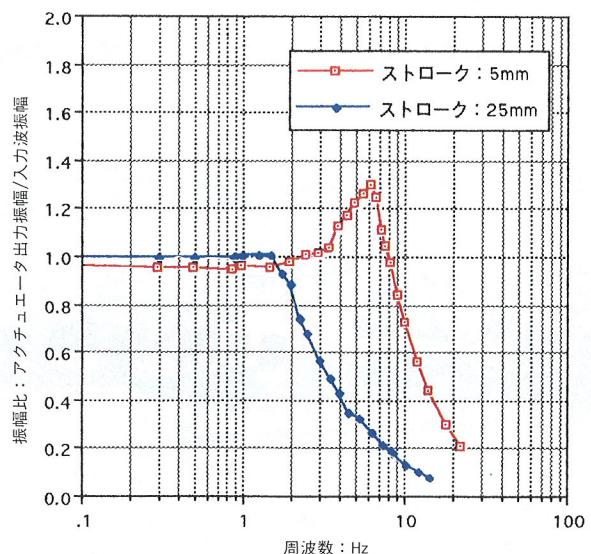


図4 応答曲線（周波数 - 振幅比）