857 剛性が十分でない基盤上での建設機械の位置決め制御に関する研究

Positioning Control of the Construction Machine on the Base without Sufficient Stiffness

正 鈴木 勝正 教授 (武蔵工業大学)

○学 小林 勇太郎 (武蔵工業大学大学院)

Katsumasa SUZUKI, Yutaro KOBAYASHI

Musashi Institute of Technology, 1-28-1 Tamazutsumi, Setagaya, Tokyo

Key Words :Hydraulic Actuator, Construction Machinery, Servomechanism, Positioning,

Laser displacement sensor

1. 研究背景

建設機械に関する問題

- ・建設機械の操縦には熟練した技術が必要
 - ・近年操縦者の数が不足し、高齢化も進んでいる
 - ・危険な場所や劣悪な環境において作業が不可能
- 建設機械は以上のような問題を抱えている

そこで

- ・未熟者でも簡単に操縦することのできる
 - ・あらゆる環境において作業することのできる
- 機械が求められている

2 研究目的

1. のような問題を解決し要求を満たす為には機械の自動化、電子制御化が必要になると考えられる。また自動化に際しては精密な位置決め制御が必要となってくる。しかし一般に、建設現場等の建設機械を扱うような場所は Fig.1 のように足場が悪いことが多く、また機械本体の剛性も十分ではない。このように剛性が十分でない基盤上で建設機械等を用いて重量物を扱うとその反力により振動が生じて、剛性が十分な基盤上の制御に比べて、精密な位置決めに必要な影響を及ぼす。本研究では、このような剛性が十分でない基盤上で建設機械のような重機械を操作した時でも制御対象に影響が出にくい位置決め制御系を構築するのが目的である。

Fig.1 Construction machine on a soft ground

3. 実験装置

本研究では建設機械として Fig.2 で示すような実用の小型油圧ショベル (パワーショベル) を用いる。作業機の先端の部分 (バケット)、腕の部分 (アーム)、作業機の柱となる部分 (ブーム) にそれぞれシリンダがついている。また、Fig.3 にシステム構成を示すように、電気-油圧サーボ系を用いてこのパワーショベルを制御することにしてサーボ弁、サーボアンプを取り付け、シリンダ長の計測の為にシリンダにはポテンショメータが取り付けられている。また、長さを PC とサーボアンプに入力することにより、フィードバック制御系を構

成している。なお、作業機のバケットには負荷質量を取り付けることが可能となっており負荷を変えて実験ができるようになっている。また、作業機本体の揺れ (絶対変位) を測定する為に Fig.4 のようにレーザー変位計を設置してある。

Fig.2 Experimental equipment (PC-01)

Fig.3 Control system of the experimental equipment

Fig.4 Laser displacement measuring instrument

4. 実験

最終的には、ブーム、アーム、バケットの全てのシリンダを用い作業機先端のバケット位置制御を行うが、シリンダ本体の特性やそれぞれの部位における性能を調べるためにまずは一本ずつ研究を行う。今回はショベルのヘッドを動かす駆動系の特性を調べる。最初にシリンダ変位：4cm, 供給圧力：7MPaでステップ応答を測定した。また、その際のアーム部の揺れを Fig.4 のようにレーザー変位計を用い測定した。Fig. 5, 6, 7にその実験結果を示す。

Fig.5 Displacement of bucket cylinder

Fig.6 Arm displacement (no load)

Fig.7 Arm displacement (20kg)

また、Fig. 8 で示すようなサーボアンプの比例ゲイン P を変化させて、ステップ応答を測定した。なおゲイン P は、安定なゲイン、振動してしまう手前の限界ゲイン (Fig. 11, 12)、振動が持続するゲイン (Fig. 9, 10) について実験を行った。

Fig.8 System block diagram

Fig.9 Displacement of bucket cylinder

Fig.10 Arm displacement (unstable gain)

Fig.11 Displacement of bucket cylinder (stability limit gain)

Fig.12 Arm displacement (stability limit gain)

5. 考察

実験の結果から分かるようにショベルの作業機は扱う負荷の反力によりアーム部が振動する。また、サーボ系の特性からゲインを大きくするとシステムが持続振動してしまうことが確認できた。今後はこのような現象を減少できるようにシステムを構築していく。制御対象にある程度の特性変化が生じて、安定に動作させる(ロバスト安定)ことを可能にする H_∞ 制御を用い、追従制御の性能を向上させるその有効性について検討する。