

課題番号 06-021

平成 20 年度シーズ発掘試験（発掘型）研究報告書


報告日：平成 21 年 4 月 20 日

技術分野


課題名：空気ばね定数を操作量としたアクティブ除振装置の開発

研究期間：平成 20 年 7 月 4 日～平成 21 年 3 月 31 日

1. 担当コーディネータ

氏名（役職）	藤井 國久	
所属機関名	国立大学法人信州大学 地域共同センター	
連絡先	所在地	〒380-8553 長野市若里4-17-1
	TEL/FAX	026-269-5627 / 026-269-5630
	E-mail	kfujii@shinshu-u.ac.jp

2. 代表研究者（代表研究者のみ記入してください。）

氏名（役職）	千田 有一（教授）	
所属機関名	国立大学法人信州大学工学部	
連絡先	所在地	〒380-8553 長野市若里4-17-1
	TEL/FAX	026-269-5150 / 026-269-5150
	E-mail	chida@shinshu-u.ac.jp

3. 共同研究者（JST と委託研究契約を締結した共同研究機関の場合のみ記入してください。）

氏名（役職）		印
所属機関名		
連絡先	所在地	
	TEL/FAX	
	E-mail	

4. 試験研究の結果報告

(1) 試験内容

本試験研究では、空気ばねの内圧を操作量として用いたアクティブ型除振台の制御技術の開発を目的としている。そこで、既存のパッシブ型除振台を利用し、空気ばねの内圧を調節できるように改造して試験装置を構築した。さらに、ばね内圧を適切に自動制御することによって減衰効果を付加する制御技術の確立を目指した。これらを試験検証するため、当初予定の試験計画を実施し、ほぼ予定通りのスケジュールで実施できた。

表 1 実施計画

	7~9月	10~12月	1~3月
実験装置構築	■		
制御プログラム作成		■	
制御実験実施		■	■
性能評価・改善検討			■

(1) 実験装置の構築：小型のパッシブ型除振台を実験対象とし、調節弁と DC モータで空気ばね内圧を調節できる機構に改造した。その際、当初購入した調整弁を改造し、応答性の良い調整弁を自作することによって実験システムを構築することができた。

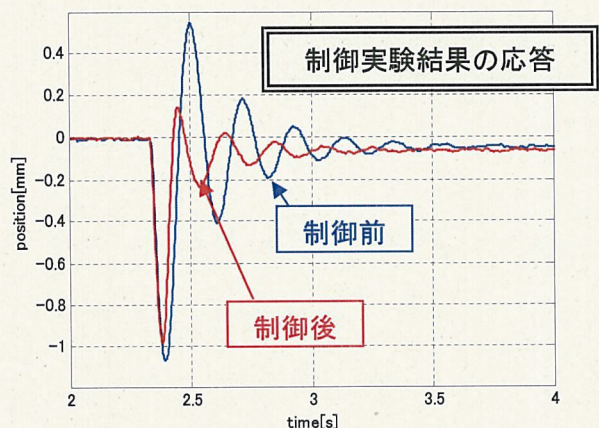
(2) 制御プログラムの作成：空気ばねの内圧変化によって、ばね定数等が非線形的に変動することを実験によって検証し、制御対象モデルを構築した。その後、構築したモデルに基づいて、望ましい性能をもたらす制御方法を考案し、計算機シミュレーション等によって制御効果を確認した。

(3) 制御実験の実施：開発した制御方法を用いた制御実験を行った。その結果によれば、振動抑圧効果が認められ、性能向上が図れることを確認した。一方、圧縮空気の配管長の問題、空気ばね内圧調整機構の問題等、作成した実験装置の制約によって制御性能が制約されている問題点も明らかとなり、実験装置の改良が今後の課題として残された。

当初計画した試験は、ほぼ全てについて試験期間内に実施できたが、性能向上のためには、実験装置の改修が必要であることが判明した。この部分の改造と追加試験については、試験期間中に実施できなかった。

(2) 得られた成果

非線形制御手法の開発とその手法を用いた制御実験の実施により、振動の減衰性を向上させることに成功した。右図に実験結果の応答例を示す（制御後）。無制御時（制御前）に比較して、整定時間を約 0.5 秒間短縮できている。この研究結果は、信州大学工学系研究科修士論文「空圧式除振台の非線形制御に関する研究」(石原寛之, 2008 年 3 月)として纏めた。ただし、実験装置構成上の問題（圧縮空気の配管長の問題、空気ばね内圧調整機構の問題）によって制御性能が制約されて



いることが判明している。その影響により、当初の数値目標である減衰係数 0.7 は達成できていない。これを改善するために、実験装置の改修を予定している。問題点となっている部分を改修すれば、当初予定の良好な制御性能が得られることは、計算機シミュレーション等によって確認している。また、もう一つの問題点として、空気ばね内圧を変化させた場合には、除振台変位の再現性が損なわれると言う点が明確化された。この問題は、制御系に位置制御を追加することで解決可能である。そこで、位置制御まで含めた制御システムを構築し、実験検証を行うことが今後の課題として残された。

(3) 今後の展開

製作した実験装置を用いた制御実験検証の結果、実験装置の問題によって実現できる制御性能が制約されていることが判明した。これらの実験装置の制約（圧縮空気の配管長の問題、空気ばね内圧調整機構の問題）を解消するため、実験装置の改修を計画している。実験装置の問題点を解消できれば、当初予定した制御性能が達成できると考えている。実験装置を改修した後の結果については、計測自動制御学会主催の中部支部シンポジウム 2009、等における講演発表を計画中である。また、もう一つの問題点として、空気ばね内圧を変化させた場合には、除振台変位の再現性が損なわれると言う課題が明確化されている。この課題についても、制御系に位置制御を追加することで解決される目処を得ている。そのため、位置情報を利用した制御系を新規開発し、それによる制御実験の実施を計画している。これらの結果が予定通りに実施できれば、実用化に耐え得る制御システムとしての目処が得られると考えている。これらの結果については、除振台メーカーの一つであるヘルツ株式会社が興味を示しており、見込み通りの制御性能の実現を目指すことにより、共同研究等に繋がりたいと考えている。

(4) 知的財産権について

現状、特許出願は行っていない。実験装置の改修を行い、当初予定の制御性能が得られた場合には、その時点で特許出願を検討する予定である。ただし、制御アルゴリズム等のソフトウェアについては、特許侵害発見が容易ではないため、実質的に意味をなさない場合がある。そのため、特許侵害発見の可能性の困難さについても念頭に置いた上で、特許出願を行うかどうか検討したいと考えている。また、本試験研究の結果がベースとなって発展的に共同研究を実施する場合には、これまでの成果の取り扱いに留意し、必要であればこれまでの結果の権利化も念頭に置いた対応を考えている。

(5) 今後のフォローアップ等について（コーディネータ記載）

本試験研究での目的である、空気ばねの内圧を操作量として用いたアクティブ型除振台の制御技術の開発については、ほぼ当初の試験計画通りに進行し、結果についてもほぼ予定通りのものが得られている。一方、今回の試験実施によって、装置製作上の新たな課題の明確化も行うことができた。発見された課題の解決方法についても有る程度の目処を得ており、今後、それらの課題は解決できると推察されるので、実用化について当初の目標以上に良い結果が得られると予想している。今回の試験結果について国内の除振台メーカーが興味を示しており、課題となっている幾つかの問題点が解決され、所望の性能が達成できることが確認できれば、実用化に向け企業との同研究体制が新たに構築できると考えられる。今回の試験研究結果をベースとして、課題を解決し、共同研究、実用化へと発展させることを支援していく。