
THE FLUID POWER SYSTEM INTELLIGENCE CENTRE

FPIC QUARTERLY

J F P S

Vol.12, No.1

2004.3



THE JAPAN FLUID POWER SYSTEM SOCIETY

FPIC Quarterly Vol.12, No.1

目 次

巻頭言 大学と企業の連携	永田精一	1
IRO2003 報告	川嶋健嗣	2
ドイツにおける職業教育事情雑感	木村哲也	4
2003年度ウィンターセミナー参観報告	落合正巳	7
計測自動制御学会第4回流体計測制御 シンポジウム 参観記	小山 紀	8
[外国文献抄訳]		
Study of Instabilities of a Direct Acting Relief Mini-valve Flow Configuration	David Huguet and Esteve Codia	11
	(訳・永田精一)	

巻頭言 大学と企業の連携

カヤバ工業株式会社 永田精一

バブル経済崩壊後、日本企業の経営環境は国際化の中で極めて厳しい状況が続いている。経営基盤強化のため、合理化に向けて組織構造から社員一人一人の作業のまで徹底的な見直しが進められ、利益にいかに関与するかが特に重要視されるようになった。当然、企業内の研究開発活動に関しても、従来にも増して厳しい目が向けられている。このような中で、企業の研究開発部門では、おのずと商品開発への志向が強くなり、企業として基礎的な研究を行う研究組織の必要性は低下している。何から何まで自前で行うよりも、必要に応じてアウトソーシングし効率化する方向に進んでいる。

一方、大学などでは、文部科学省による国立大学の統合再編の方針が打ち出され、法人としての自立に向けて大きな変化が現れた。従来の大学の使命は真理探究と人材育成を含めた社会貢献であろうが、自立のための経営的な思考も求められるようになった。日本の少子化傾向と大学教育の国際競争力確保の必要性は、国立大学の再編を核として、大学における研究活動にも影響を与え、従来の遠い将来を見据えた基礎的な研究から、より製品開発に近い研究開発に重点を移しているように感じられる。

こういった大学や企業での研究開発活動に対する考え方の変化は、一見して同じ方向を志向しており、従来の企業での研究開発活動を大学が補完するように見える。果たして十分な移行が行われているだろうか。また、基礎研究活動は今後どのように推移するのだろうか。両者の歩調が乱れると大きな穴があくことになる。

大学研究機関との共同研究や開発を進める中で、必ずしも両者の利害が一致するわけではない。企業は他に先んじた新技術を獲得して商品化することでより多くの利潤を得ようとする。一方、大学などの公的研究機関は、いかに広く研究成果が社会に貢献するかが重要となる。研究成果の発表一つとっても、お互いのフェーズが合わない場合が多い。厳しい競争原理にさらされている企業と社会的な貢献が求められる大学では当然の結果かもしれない。

学会活動は、技術交流の場として、大学関係者や企業技術者などによる情報交換を司る存在として、今までにも増して活性化する必要がある。情報センターの役割もさらに重要となろう。心してかかりたい。

IRO2003 報告

東京工業大学 川嶋健嗣

平成 15 年 8 月 27 日～ 31 日まで、米国ラスベガスのバリーズホテルにおいて IRO2003 が開催された。投稿論文 1023 のうち約 6 割にあたる 623 件が採択され発表が行われた。いかにもラスベガスらしく発表会場にはカジノを抜けて行く必要があるが、7 部屋同時進行の会場では大変熱気あふれる発表が行われていた。また、ロボットの展示もあり、ソニーのキュリオ 4 体が扇子を持って踊るデモには多くの人だかりができていた。それらの発表の中でフルードパワー関連のものは 7 件が挙げられる。以下に各論文の概要を示す。

セッション名 Medical Robots

- ・ 早稲田大学の岡本、藤江らは、脳手術ロボット先端部分のマニピュレータに油圧、空気圧と電動を組み合わせたシステムを採用し、豚での実証実験でその有効性を確認した。

セッション名 Robot Assisted Surgery

- ・ フランス National Institute of Applied Science の G.Chen らは、ベローズを用いた柔軟性を有する腸内探査用のアクチュエータを試作し、その特性を明らかにした。

セッション名 Assistive Devices

- ・ スロベニア University of Ljubljana の R.Kamnik らは、油圧サーボを用いて座位から立位動作をアシストするシステムの開発し、拡張カルマンフィルタを用いて力を推定する制御アルゴリズムを導入し評価実験を行った（写真 1）。
- ・ 東京理科大学の小林らは、空気圧ゴム人工筋を用いたマッスルスーツを開発し、その有効性を実験によって明らかにした。

セッション名 Humanoid Robots I

- ・ 東京理科大学の小林らは、顔の表情を再現できるフェイスロボットの開発を行い、そのアクチュエータとして空気圧ゴム人工筋を用いている。人間とそっくり喜怒哀楽を表現できるロボットである（写真 2）

セッション名 Robots and Systems for Disaster Response II

- ・ 東工大の菊地、広瀬らは、空気圧シリンダを用いて大きく跳躍できる 4 足ロボットの開発を進めており、その脚部の動作実験の報告が行われた（写真 3）。本ロボットは災害現場などで容易に踏破できることを目的に開発が進められている。
- ・ 東工大の川嶋（著者）らは、空気圧ゴム人工筋を用いたロボットアームで建機の遠隔操縦を行い、災害現場での活用を目指している。建機の遠隔操縦の実験結果を発表した（写真 4）。

このように、フルードパワーを用いたロボットの研究開発は、医療、介護、福祉およ

びレスキュー分野での適用を目指したものが多い。最近、ロボット開発では、フルードパワーの電動にはないメリットが見直されており、アクチュエータとして利用される事例が増えている。

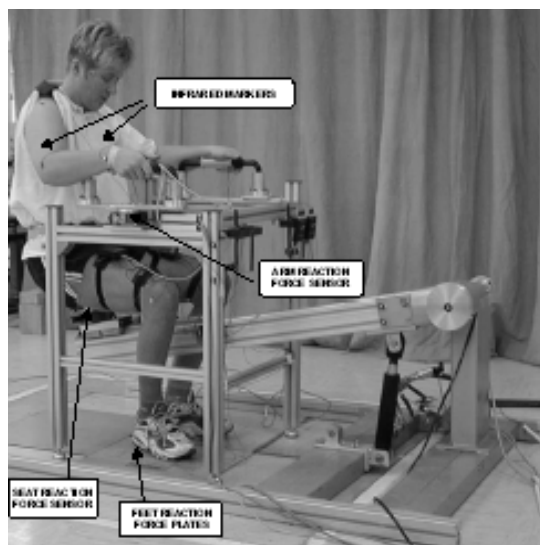


写真 1

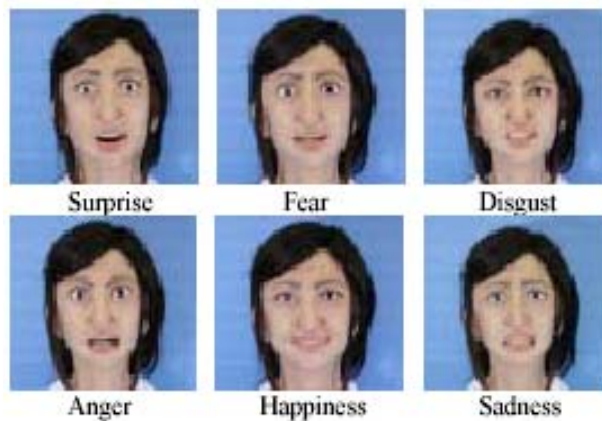


写真 2

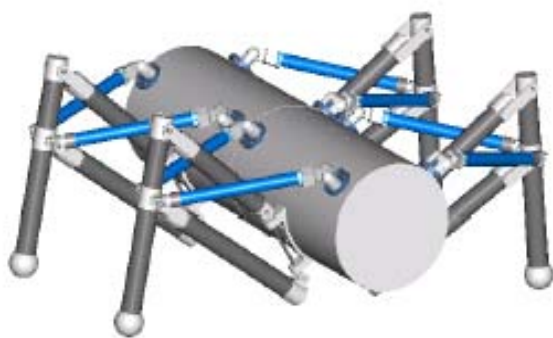


写真 3



写真 4

ドイツにおける職業教育事情雑感

長岡技術科学大学 木村哲也

1. はじめに

文部科学省在外研究員としてドイツのダルムシュタット工科大学、および労働安全研究所(BIA) に2003年8月から2004年3月まで滞在する機会を得た。本稿では、滞在期間中に調査したドイツの新旧の職業教育システムを紹介する。

(注：なぜ、職業教育の専門家でない筆者がこのような調査をしたのかを以下に簡単に説明しておく。筆者のドイツ滞在は、現在日本で対応が必要とされている国際安全規格[1][2]の調査を目的としている。その調査の過程でドイツの様々な関係者(大学研究者、安全研究所の研究者、技術者、指導者)から、ことあるごとに「安全は文化に基づく」とのコメントを得ておりドイツの文化に関しても調査が必要となった。文化と言うと、あまりにも幅が広すぎるため、今回の滞在では職業教育の観点からドイツの文化を探ることにした。)

2. 伝統的職業教育システム

2.1 デュアルシステム

日本の高校卒業後に相当する時期に、手工業関係に職を得ようとする若者は、デュアルシステムを通してさらに教育を受ける。デュアルシステムとは、職場での実地訓練と、学校での座学を平行して行うシステムである。具体的には、週のうち半分を職場で技能の教育を受け、残りの半分をベルーフスシューレ(Berufsschule, 職業学校)で関連知識の教育を受ける。ベルーフスシューレでは、座学だけでなく、実際に職場で用いる機器を利用して、より知識の理解を深めようとしている。筆者の訪問したベルーフスシューレでは、NC工作機械の他、簡単な生産ラインがあり、工場で働く若者が実際に物を作りながら、知識の習得に努めていた。

2.2 マイスター制度

デュアルシステムにおいて、職場での教育に責任を持つのがマイスターである。日本では「マイスター」=「高品質」とされており、「マイスター」の名称を用いた商品に特別な興味を持った方も多いのではないだろうか(筆者も日本製ビールで「マイスター」の名称を冠したものを愛飲していた)。しかし、ドイツにおいてマイスターの資格を有する技術者は、単に高度な技術を有していれば良いのではない。マイスターの資格を得るためには、次の3つの段階を経て資格を習得していく。

レーリング(Lehring, 見習い) ゲゼレ(Geselle, 職人) マイスター(Meister, 親方)

デュアルシステムでは、マイスターはレーリングをゲゼレにする教育に責任を持つ。マイスターになるためにはゲゼレの資格習得後、マイスターシュー

(Meisterschule, マイスター学校) に一定期間(2 年程度) 通い準備をして、マイスターの試験に受かる必要がある。マイスターシューレへは平日夜間や休日に通うことになり、時間的、精神的、費用的にも大変厳しい。ドイツではマイスターの資格がないと店の責任者(店長) になれないため、特に跡継ぎとされる若者は、それこそ必死になってマイスターの資格習得に励むそうである。マイスターの教育は次の4 つの柱からなる:

1. 特殊技能
2. 経営、法律
3. 社会学
4. 教育手法

特に注目したいのは、教育手法の習得もマイスターの要件とされている点であり、マイスターがドイツ社会で社会のリーダーとして高い尊敬を得ている一因にもなっている。ちなみに、どの程度マイスターの地位が高いかドイツの知人に聞いてみたところ「ドイツの高級車の顧客リストにはマイスターの名前がならんでいるが、あなたのような大学教官は、そのリストに入るのは難しいだろう。」との返答であった。

3 . 新しい職業教育システム : ベルーフスアカデミー

ドイツの高等教育機関として、大学(Universitaet)、専門大学(Fachhochschule, FH と以下略記) がある。前者が博士養成まで担当するのに対し、後者は実務をより重視した内容となっている。その違いにより、専門大学卒業資格では、ドイツでは博士課程に入学はできない。上記に加え、近年、ベルーフスアカデミー(職業アカデミー、Berufsakademie、BA と略記)[3] という新構想大学がバーデンビュルッテンベルグ州で開学されている。BA は次の特徴を持っている。

入学にはアビテュア(Abitur, ドイツ大学入学資格) と訓練企業との契約(学生が個別に交渉。企業リストはBA のホームページに掲載) が必要

BA 在学中は訓練企業に雇用される形になり、協力企業から給料がもらえる。

訓練企業で3ヶ月働き、その後、BA にて3ヶ月の学習、を繰り返す。

FH の卒業資格(通常5 年必要) と同等の資格を3 年で習得できる

また、その歴史は下記のようになっている。

1972 年: 民間企業と政府機関によりBA の構想がスタート

1974 年: BA 設立。60 の訓練企業の下で160 人が学生として入学。(現在は1400 の訓練企業と16000 人の学生)

1982 年: 同州で、BA の卒業資格は大学、FH と同じ扱いにする法律を制定。

1994 年: 同州の要請により、ドイツの資格審査機関 ” Deutscher Wissenschaftsrat ” がBA を審査し、BA 卒業生の能力はFH 卒業生と同等であるとの結果を公表。

1998: BA の卒業資格(Diplom(BA)) は、大学, FH で得た卒業資格と同等であるとヨーロッパ評議会(European Council) が認定

5 年必要なFH 卒業資格が3 年で取れるのは制度的に問題が無いか聞いたところ、

BA では夏休み等の長期休暇がないため実質的な授業時間はFH と同じであり、制度的に問題ないとのことであった。

BA の数名の学生になぜBA 進学を決めたか聞いたところ、いずれも次の順番でその動機を説明していた。

1. 職場と学校と双方で学べる
2. 3 年で卒業できる
3. 奨学金がもらえる

単に金銭的な利点でなく、職場と学校とのフィードバック効果に魅力を感じる学生が多かったのに驚いた。ある学生は「どのように働くのか知らないまま就職するのは大変不安だ。BA では職場に関しても十分学べるのでその心配が無いのが良い」と語っていた。

4 . おわりに

新しい職業教育システムであるBA では、従来のデュアルシステムの利点を引きついでアカデミーレベルの職業教育を行っている。高度な科学技術に対応できる職業人養成システムとして産官学が協力してBA を作り上げたのは、理想像を徹底的に議論して作り上げていくドイツ文化の賜物であるように感じた。

日本での職業教育は企業内教育が中心であったが、昨今の厳しい経済状況を反映して企業内教育の充実は難しい環境となっている。ドイツ流の産官学の融合した職業教育システムでは、中小企業でも十分な職業教育を受けた社員を確保することが可能となっており、日本でも参考にすべき点が多いと感じた。

謝辞：本調査にあたっては、ノイドルファー博士(ダルムシュタット工科大学、長岡技術科学大学客員教授) に多大な協力をいただいた。感謝いたします。

参考文献

[1] “ IS012100 は黒船ではなく潜水艦です , ” 日経メカニカル2000 年3 月号 no.546, 日経メカニカルOn-line,

<http://nmc.nikkeibp.co.jp/kiji/ts5468.html>, (2000)

[2] “ 制御システムの構築概説 -BIA 報告 6/97e 解説 -, ” , 安全技術応用研究会 , (2003)

[3] 職業アカデミーホームページ、<http://www.ba-bw.de/>

2003年度ウィンターセミナー参観報告

日立建機 落合正巳

平成16年1月30日、東京ファッションタウンビル；有明クラブにおいて、「メンテナンスエンジニアリング」と題し、ウィンターセミナー2003が開催された。このセミナーは、不況感から抜け出せず、あらゆる産業分野においてコスト低減は必須の課題となっている状況下、フルードパワーとは、多少逸脱するセミナーテーマであるが、メンテナンスコスト低減を睨んで、フルードパワー関係者のみならず、広く他分野の方々の参加を願いつつ、開催されたものである。講演は、5テーマであり、参加者は、37名と盛況であった。以下、講演内容の概要を報告する。

講演1：是枝先生（保全技術者連盟）による「メンテナンスエンジニア」は、メンテナンスの基本理念としてのメンテナンスにおける物の診かた、考え方、もの作りの技術とメンテナンスの関係、ムダの排除等、について解説していただき、先生の長年の経験を活かされた具体的コスト低減の実際例についても紹介いただいた。

講演2：佐々木先生（（株）クリーンテック工業）による「フルード・パワーシステムのメンテナンス」は、油圧システムの汚染物に関して、システムに障害を与える汚染物は、油層内の汚染物ではなく、機器の内面に付着している汚染物であると指摘し、汚染物を分子レベルで捉えた紹介であった。解析手法に対して実験データを基にした説明や机上実験を交えた講義であり、有意義であった。

講演3：似内先生（玉川大学）による「トライボロジーから見たメンテナンス」は、動的設備において、その中核をなすトライボロジーの領域にある潤滑管理についての講演であった。メンテナンストライボロジー、潤滑設計、摩擦と磨耗、軸受け/歯車/シール潤滑、設備診断/設備管理と幅広い観点での内容であった。特に、日本トライボロジー学会で進められている研究会MAP（Maintenance Action Plan）でのメンテナンスに関する資格制度については強い関心が寄せられた。

講演4：野田先生（日本精工（株））による「転がり軸受の異常診断」は、機械装置全体に影響を及ぼす軸受の故障を未然に防止する故障予知診断技術についての講演であった。転がり軸受の代表的な故障モードとその対策方法、実用化されている異常検出方法、また、最近の技術動向として、センサー軸受の開発事例について紹介された。機械にとっては、必須の要素であり、診断方法、現象には、多くの参加者が興味を持たれた。

講演5：松山先生（出光興産（株））による「長寿命作動油」は、油圧機器の高圧化、コンパクト化に伴い作動油の負荷が一層大きくなってきた現状下、鉱物油を基油とした作動油の耐酸化安定性の向上と今後の課題についての講演であった。更に、近年、対環境問題の高まりとともに、話題となっている生分解性作動油の紹介がなされた。作動油の性能データや実機適用例は、大変参考になったようである。

今回のセミナーは、各企業の方々が非常に興味をもたれているテーマであったようで、企業参加者が多く盛況であった。が、残念ながら、学生の参加者は零であった。全ての会員の方々に、賛同を得られるセミナー企画は、困難を極めると思われるが、企業、学生会員ともに両立が図れるセミナー企画を目指して努力していただくことを願う。

計測自動制御学会

第4回流体計測制御シンポジウム参観記

明治大学 小山 紀

標記シンポジウムは2003年11月19日(水)に開催された。会場は東京都目黒区・大岡山の東京工業大学百年記念館である。昨年度と同様、計測自動制御学会の産業応用部門大会の中の行事として実施された。

シンポジウムの英名はFLUCOME-Jという。FLUid COntrol and MEasurementのことで、分野としてはさらにflow visualizationも含まれる。最後のJはJapanのことである。英名の由来は同名の(-Jは付かないが)国際会議International Symposium on FLUCOMEである。なお、この国際会議は昨年(2003年)8月にイタリア・ソレント市で開催された。次回は2005年に中国でおこなわれる。

流体制御部会は工業プラントなど産業に関連する分野が多いことから、2000年度から産業応用分野に所属することになった。このときから従来隔年で実施していた流体計測部会との合同シンポジウムを原則毎回開催することになった。

今年度の発表件数は一般講演が16件で、参加登録者数は約50名であり、特別講演が1件おこなわれた。講演の内容を簡単に報告する。

特別講演は産業技術総合研究所石橋氏の「流量計測に関する国際規格ISOとその動向」と題するもので、同氏が閉管路内の流量測定委員会TC30のメンバとして参画されたときの経験を元に講演された。ISOの理念や組織および規格作成に関する活動内容などが報告された。案外知られていない、ISO委員会の素顔や普段の活動の様子が多くの写真や資料によって明らかにされ興味深かった。「任意団体」でありながら、国際間の政治的な戦略・規格作成の機能を持つISOを改めて認識させ意義のある講演であった。

一般講演は3セッション設けられ、それぞれ流体に関する計測、制御そして流体を使ったロボティクスや流体との複合システムなどアプリケーションを扱ったものである。

産業における流体流量の計測は、省エネ、環境そして次世代技術への適用などが要求されている。これらの要求にこたえるため種々の原理で、非定常計測の実現、レンジアビリティの向上などの方策が試みられている。今回発表されたものは、オリフィス、ピトー管など従来からの原理のものを新たな利用分野に適応させたもの、フルイディクスや発音器および微細加工技術を使った流量計の開発、そして容積流量計の精度評価の報告である。温井らは圧力検出口を下流側に設けた小口径ピトー管式流量計を提案した。指向性が広くミストに強い構造になる1)。清水らはフルイディクスを使った発振流量センサの、作動流体による特性変化を報告した2)。澤田らはオリフィス流量計の動特性を、等温化圧力容器を用いて検証した結果について示した3)。志賀らは呼笛型の超音波発音器を管内流れの流量計測に用いる手法を提案した4)。小林らは湿式ガスメータの設置姿勢に誤差のあるときの計量誤差について系統的に調べて報告した5)。五十嵐らはエッチングにより膜上に形成した熱戦流量計の特性とその駆動

方式について論じた6)。

流体制御では油圧・空気圧システムを扱ったものがほとんどであった。空気圧アクチュエータの位置や速度制御、オンオフ弁やサーボ弁の特性解析と圧力制御そして油圧ポンプの制御が報告された。寺島らは空気圧シリンダの低速度駆動の際、摩擦力の影響がシリンダ口径により異なることを示した7)。宮島らはボイスコイル駆動のスプール型サーボ弁を使った空気圧サーボテーブルの特性モデルとこれを用いたシミュレーションについて報告した8)。松本らは鉄道車両用ブレーキシステムを油圧で置き換える方法を提案し、この際問題となる電磁弁内部の漏れを無くするため複数の電磁弁を用いたPWM圧力制御方式を提案した9)。佐藤らは駆動用ハイドロスタティックトランスミッションの解析モデルとシミュレーション結果について報告した10)。王らはノズルフラップ機構のサーボ弁の特性解析結果を報告した11)。

アプリケーションでは、人命救助や介護に使う流体アクチュエータやシステムが報告された。いずれも流体の特性を利用して柔軟な動作を実現している。高岩らは手首部の運動訓練装置として空気圧を使ったパラレルマニピュレータによる可変インピーダンス機構を提案した12)。林らは介護者の肩の動作をアシストする空気圧制御システムを報告した13)。塚越らは土砂内に埋没した人を探索するため、自己伸縮して掘削する水圧駆動ホースを提案した14)。吉田らは電磁粘性流体(MRF)を直接作動媒体とする液圧シリンダを提案しその特性を明らかにした15)。館野らは比例増幅型フルイディックスの噴流制御を小形圧電素子を用いておこなう方法を提案した16)。

どの講演も会議室はほぼ満席となり、立ち見者もできるほど熱心な討論がおこなわれた。しかしながら以前、流体計測、流体制御シンポジウムが単独で行われていたときには、それぞれ延べ2日間の開催期間であったことを考えると少しさびしい。

最後になるが、大会を運営された産業応用部門運営委員の方に謝意を表す。

参考文献(いずれも第4回流体計測制御シンポジウム講演論文集(2003)より)

- 1) 温井一光、船木達也、川嶋健嗣、香川利春：小口径ピトー管流量計の実用化、1/4
- 2) 清水久記、千葉雅浩、廣木富士男、山本圭治郎：作動流体の異なるLPAフィードバック発振流量センサの特性比較、5/9
- 3) 澤田義博、船木達也、川嶋健嗣、香川利春：オリフィス流量計を用いた非定常流量の計測、10/13
- 4) 志賀健一、谷澤 茂、廣瀬治男：気流による発音器を用いた流量測定法の基礎検討、14/17
- 5) 小林 駿、金田賢二：湿式ガスメータの設置姿勢と計量誤差解析、18/23
- 6) 五十嵐康一、船木達也、川嶋健嗣、香川利春：定温度型微細熱式流量計の特性、24/27
- 7) 寺島幸雄、本田晋也、河合素直：空気圧シリンダの口径変化による応答特性の実験、34/35
- 8) 宮島隆至、川嶋健嗣、香川利春、藤田壽憲、榊 和敏：高精度サーボ弁による空気圧サーボテーブルの定速度制御の高精度化、36/39

- 9) 松本 晃、朴 聖煥、北川 能：複数の高速オンオフ弁を用いた PWM 方式圧力制御に関する研究、40/45
- 10) 佐藤輝一、種村英朗、眞田一志：HST 用電子油圧式制御ポンプの制御に関する研究、46/51
- 11) 王寿、蔡茂林、船木達也、川嶋健嗣、香川利春：ノズルフラップ型空気圧サーボ弁の特性解析、52/55
- 12) 高岩昌弘、則次敏郎：空気式パラレルマニピュレータを用いた手首部運動訓練装置の開発、56/59
- 13) 林 良明、山本圭治郎、吉満俊拓：介護者用パワーアシストスーツの開発～肩部の改良～、60/64
- 14) 塚越秀行、小山輝憲、北川 能：土砂内人命探査を目指した振動推進ホースの提案、65/70
- 15) 吉田和弘、曾我 力、横田眞一、河内 仁、枝村一弥：MRF 駆動マニピュレータ、71/73
- 16) 舘野恵理子、小山 紀、吉満俊拓：圧電素子を用いた噴流制御に関する研究、74/75

[外国文献抄訳]

Study of Instabilities of a Direct Acting Relief Mini-valve Flow Configuration

David Huguet and Esteve Codia

SAE Paper No.2002-01-1398 NCFP I02-11.4

(要約 : 永田精一)

本研究では、小型および超小型油圧装置に使用される直動型リリーフ弁の振動現象に関して、その原因究明のためのモデル化と設計パラメータの影響検討を行った。

図1に対象とした弁の構造を示す。シート部周辺に着目すると、流量が少ない場合は層流となり圧力は上流から下流に向かって低下するため、弁体を押し上げて開く方向に力が働く。しかし、流量が増えてレイノルズ数が高くなると、乱流となりキャビテーションが発生する。このとき弁体周辺の圧力が下流側に対して低下し弁体を閉じる方向に力が働く。このような軸方向の力が弁の動特性と安定性に大きく影響を与える。

図2は、軸対称流れとしての解析例である。弁開度により渦の発生状況が異なることが判る。図3は、弁体が0.1mm 偏芯した場合の3次元流れ解析結果で、圧力調整ねじの操作によりしばしば発生する状況を考慮したものである。同図に示されているのは流線であり、図の左側で大きな渦が発生し、この部分で強烈なキャビテーションが発生すると予測された。このような非対称性はさらに弁を不安定にする要因となる。

流れ解析と同時に実験計測も行い、実験データの周波数分析結果や可視化結果から、振動現象は、弁体部での不規則な付図の発生とそれに付随したキャビテーションが原因であるとの結論を得た。また、弁振動時の騒音は、弁に接続された管路の共振周波数に一致することが判った。解析によりキャビテーションが発生しにくい多段絞り構造の新しい弁を提案した。

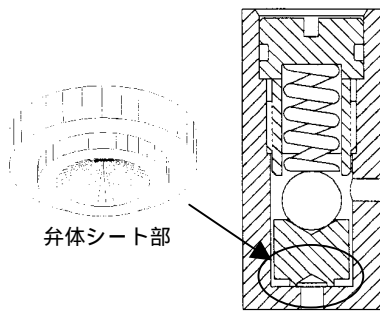


図1 対象リリーフ弁構造

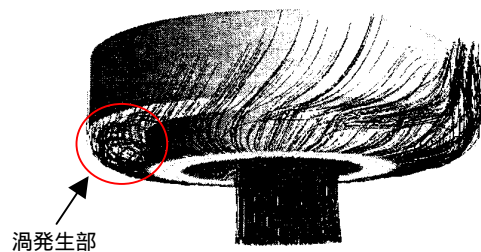


図3 偏芯時流れ解析結果

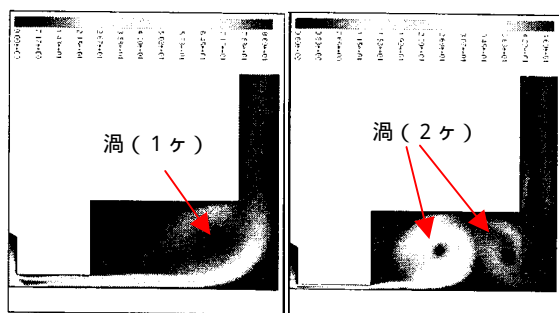


図2 弁体周辺流れ解析結果

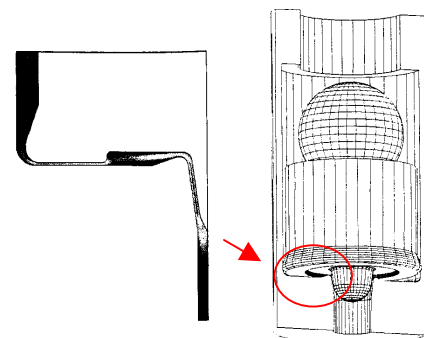


図4 新規多段絞り構造構造弁