

## 解 説

## 水圧分野のフルードパワーシース\*

真田一志\*\*

\* 平成 15 年 6 月 19 日原稿受付

\*\* 横浜国立大学大学院工学研究院，〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

## 1. 水圧とは

油圧，空気圧に次ぐ新しい分野として“水圧”が今注目されています。

油圧では油圧作動油が使われ，空気圧では圧縮空気が使われますが，水圧では水を使って油圧や空気圧が行うのと同じような作業をさせることができます。

水圧で使う“水”は，水道の蛇口からでてくる水道水です。他には何も添加剤を入れませんので，人に安全，地球にやさしい技術です。

## 2. シース紹介

水圧については日本国内だけでなく海外でも多くの大学や会社で研究開発が盛んに行われています。ここでは，日本の大学でどんな研究が行われているか，水圧のシースを紹介します。水圧シースの一覧を表 1 に示します。ご覧のように多くの大学でさまざまなシースが開発されていることがわかります。研究をしている人の名前や連絡先がありますので，ご関心をもたれた方はぜひご連絡ください。トピックスとして二三のシースを紹介します。

## (1) 弁に関するシース：表に黄色で着色した部分

## (a) 水圧用圧力補償型流量制御弁の流動特性解析

水の粘度が小さく潤滑性能が低いいため，機器の設計において摺動部のクリアランスを小さくする必要がある。水の流れが機器の特性に大きな影響を与えることが考えられるため，Danfoss 社製圧力補償型流量制御弁 Type VOH 30PM を例に採り，圧力補償弁に働く流体力に注目した弁の数学モデルを構築し，その特性を調べている。

## (b) 水圧駆動用高速電磁弁

新たに水圧駆動用高速電磁弁を開発している。大流量の水圧システムに適用するためポペット形式の主弁とボール形式の小形のパイロット弁を組み合わせている。この弁の特長は主弁ポペットの周囲から漏れる水をパイロット流量として逆に利用するという特徴を持っており，高速の切換が可能である。現在は搬送周波数 50Hz の PWM 制御による流量制御が可能であることを確認している。

## (c) 流体制御用電磁アクチュエータ（電磁式および超磁歪）

電磁弁用オンオフソレノイド，比例ソレノイド，ラッチソレノイド，特殊ポンプ駆動用電磁アクチュエータ，リニアモータ，および磁界の変化に応答して伸長する合金の超磁歪素子をベースとした高応答アクチュエータなどを対象に，FEM 磁場解析，可動部の動特性解析を駆使して，発生力，応答性など各種要求仕様に着目した設計最適化を行っている。

## (2) 回路とシステムに関するシース：表に水色で着色した部分

## (a) 駆動方式(油圧, 水圧, 電動)の棲み分け

射出成形機においては従来油圧駆動が主流であったが, 近年電動射出成形機にその座を奪われつつある。射出および保圧を行う単純な駆動パターンを設定し, 消費動力に着目し, どのような条件のときにどの駆動方式(油圧, 水圧, 電動)が適しているのかを実験およびシミュレーションにより検討している。

## (b) 水圧制御システムの実用化手法の研究(ロバスト制御と高速運転化可能性)

水圧モータを研究対象とし, ポスト現代制御理論を応用したロバスト制御で系内の不確かさに対処しようとする実験を行っている。一方で, 水は鉱物油に比べて圧縮性が小さいことが特徴であるが, これを利用して従来よりも高速な動作を実現させる場合にどのような問題点が生じるかについて実験的研究を行っている。水圧システムで油圧並あるいはそれ以上の性能を実現することができれば, エミッションフリーな動力源としての水圧システムが実現できる。

## (3) その他

## (a) 水道圧で駆動する IP Motor

機械可動部が流体と直接接触することなく, 流体エネルギーから回転運動を取得できる流体圧モータを提案している。ドラム内壁に巻かれた柔軟チューブ内部に流体を流すと, 柔軟チューブを摺動するローラーが高圧側から低圧側へ自転しながら公転し, 回転トルクを生成できる構造である。このような駆動方式は, 漏れ防止のパッキンが不要なため低圧駆動が可能なおうえに, 錆や腐食の懸念もないため, いまだ実用化されていない家庭用水道圧モータとして適している。

## (b) アプレシブサスペンションジェット

研磨材を水に混入したスラリーを加圧・噴出することで形成するアプレシブジェット(アプレシブサスペンションジェット)システムの開発, およびその流動構造と加工特性との関連に関する研究を行っている。アプレシブサスペンションジェットは低い噴射圧力でも非常に高い加工能力を有し, 気中のみならず周囲圧力が高い水中での切断やせん孔作業も可能である。また, ノズル径を小さくすることで切断代が数十マイクロメートルの微細加工を行うことも可能である。

## 参考文献

- 1) 水圧駆動テキストブック, (社)日本フルードパワーシステム学会, 2003
- 2) 水圧システム研究委員会報告書, (社)日本フルードパワーシステム学会, 2000

## 著者紹介



さなだかずし

真田一志君

1960年5月6日生まれ。

1986年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了

同年東京工業大学工学部助手

1998年横浜国立大学工学部助教授

2001年同大学院工学研究院助教授, 現在に至る。

制御工学, 流体制御の研究に従事。日本フルードパワーシステム学会, 日本機械学会, 計測自動制御学会などの会員。博士(工学)。

email:sanada@post.me.ynu.ac.jp

URL: <http://www.sana.me.ynu.ac.jp>

表1 水圧のシーズ一覧

ID	タイトル	機関名	研究担当者	TEL & FAX	email & home page
6	水圧用圧力補償型流量制御弁の流動特性解析	東北大学 流体科学研究所	白井 敦	022-217-5254 022-217-5311	shirai@ifs.tohoku.ac.jp http://reynolds.ifs.tohoku.ac.jp/
76	水圧駆動用高速電磁弁	東京工業大学 大学院 理工学 研究科機械制御 システム専攻	北川 能	03-5734-2550 03-5734-2550	kitagawa@ctrl.titech.ac.jp http://www.ctrl.titech.ac.jp/ctrl-labs/kitagawa-lab/
86	流体制御用電磁アクチュエータ（電磁式および超磁歪）	横浜国立大学 工学研究院シス テムの創生部門	佐藤恭一	045-339-3883 045-339-3883	sato@post.me.ynu.ac.jp http://falcon.forest.me.ynu.ac.jp
80	水圧駆動制御システム	上智大学 理工学部機械工 学科	池尾 茂	03-3238-3302 03-3238-3311	s_ikeo@sophia.ac.jp http://www.me.sophia.ac.jp/fluid/ikeo.htm
81	駆動方式(油圧,水圧,電動)の棲み分け	上智大学 理工学部機械工 学科	池尾 茂	03-3238-3302 03-3238-3311	s_ikeo@sophia.ac.jp http://www.me.sophia.ac.jp/fluid/ikeo.htm
82	水圧制御システムの実用化手法の研究（ロバスト制御と高速運転化可能性）	上智大学 理工学部機械工 学科	伊藤和寿	03-3238-3606 03-3238-3311	kazu-ito@me.sophia.ac.jp http://www.me.sophia.ac.jp/fluid/ito.htm
83	水圧駆動システムに関する研究	東京電機大学 情報環境学部情 報環境デザイン 学科	中田 毅	0476-46-8423 0476-46-8423	nakada@sie.dendai.ac.jp
85	水圧駆動回路	横浜国立大学 工学研究院シス テムの創生部門	真田一志	045-339-3877 045-331-6593	sanada@post.me.ynu.ac.jp http://www.sana.me.ynu.ac.jp
77	水圧駆動消火ロボット	東京工業大学 大学院 理工学 研究科機械制御 システム専攻	北川 能	03-5734-2550 03-5734-2550	kitagawa@ctrl.titech.ac.jp http://www.ctrl.titech.ac.jp/ctrl-labs/kitagawa-lab/
78	水道圧で駆動する IP Motor	東京工業大学 大学院 理工学 研究科機械制御 システム専攻	塚越秀行	03-5734-2550 03-5734-2550	htsuka@ctrl.titech.ac.jp http://www.ctrl.titech.ac.jp/ctrl-labs/kitagawa-lab/
79	共振駆動を用いた高出力圧電マイクロポンプ	東京工業大学 精密工学研究所	吉田和弘	045-924-5011 045-924-5961	yoshida@pi.titech.ac.jp http://yokota-www.pi.titech.ac.jp/
84	複合管路内の流体過渡現象解析用ソフトウェア	神奈川大学 工学部機械工学 科	小嶋英一	045-481-5661 045-481-5122	kojime01@kanagawa-u.ac.jp
87	アプレシブサスペンションジェット	広島工業大学工 学部機械システ ム工学科	清水誠二	082-921-4437 082-921-8973	shimizu@cae1.me.it-hiroshima.ac.jp