

JFPA

アクアドライブシステム ー 技術資料 2



社団法人 日本フルードパワー工業会

表紙 : Copyright © 福岡県朝倉町、国指定史跡の三連水車
裏表紙 : 茨城県、袋田の滝



Copyright © 2003 by Japan Fluid Power Association

発 刊 に あ た っ て

近年、環境・安全性・クリーン性さらにサニタリー性等は新技術開発に欠くことのできないキーワードとなっています。環境と言えばこれまで地球規模的な CO₂ 排出、ダイオキシン、土壌汚染、水質汚濁などの問題さらには産業廃棄物処理にからむ 3R つまり、リサイクル、リユース、レデュースが主導的に産業、社会活動において重要視されてきました。しかし、これらの問題解決の機運は直接上記の関心域だけでなく、それぞれの分野の技術開発領域で発生しています。これまで機械産業の骨格を成してきた機械や装置の駆動技術（油圧・空気圧および電気）においても、その技術が用いられる周囲の環境条件や使用条件に対して、上述の環境保全・安全性・クリーン性・省エネルギー・省資源およびゼロエミッション等の観点から厳しい検討がなされるようになってきたところです。

当工業会ではこれらの重要性に鑑み、平成 10 年度～12 年度の 3 ヶ年間日本小型自動車振興会より機械工業振興資金の補助を受け「環境融和型水圧駆動システムに関する調査研究」委員会を設置し事業を推進して参りました。この事業で提案している「アクアドライブ技術」は作動流体に従来の油・空気と違って「水道水」を用いたフルードパワー技術であります。「アクアドライブ技術」は上記の問題点を解決するための最適な技術として最近欧米においても関心が持たれています。

平成 12 年度には、3 ヶ年の事業成果を要約し、英文小冊子「Aqua Drive System」を発行し、平成 13 年 4 月のハノーバメッセ会場で配布するとともに水圧サミット会議において日本の水圧技術への取組みの実状を紹介しました。一方、国内でも会員ほか関係者に配布しましたところ日本語版の要望が強く、その関心の大きさが感じられました。そこで、委員会としては、「アクアドライブ技術」を広く普及するため、また、水圧機器およびシステムユーザーとメーカーが開発と実用化を進めるにあたっての技術資料として寄与することを願い、平成 13 年 12 月に第 1 版として発行しました。その後、引き続き実用化を目指した調査研究を行っており、あらたに有効な知見も得られ、データも集蓄されております。したがって、14 年度においてもそれらをまとめ、技術資料第 2 版として本書を発行することになりました。

「アクアドライブ技術」の実用化にはまだ課題も多く、現時点では本書が調査研究過程でのまとめであり、必ずしも満足できる内容とは言えません。本事業の最終年度であります平成 15 年度には、6 年間の調査研究の総まとめとして、「ADS 技術の集大成」として第 3 版を発行する予定でありますのでご期待ください。本書が業界の皆様をはじめ多くの関係各位のお役に立ち、わが国の「アクアドライブ技術」の発展の一助となることを期待しております。

最後に、本事業を推進するにあたって、ご指導、ご鞭撻をいただきました経済産業省製造局産業機械課並びに日本小型自動車振興会殿に厚く御礼申し上げます。

平成 15 年 3 月 吉日

社団法人 日本フルードパワー工業会
技術委員会 委員長 平 野 謙 一
「アクアドライブ技術の実用化に関する調査研究」委員会
委員長 山 口 惇

目次

1 章	ADS の概要	1
1.1	ADS の実用化に向けて	1
1.2	本書の概要	2
2 章	ADS 用機器の選定	3
2.1	取扱い企業と機器一覧	3
2.2	水圧機器の概略仕様と取扱い状況	6
2.2.1	ポンプ・モータ・シリンダ	6
2.2.2	制御弁	7
2.2.3	アクセサリ	10
2.3	機器とシステムの材料	11
3 章	ADS の運転	12
3.1	ADS の水質評価実験	12
3.1.1	実験装置と実験条件	12
3.1.2	実験結果	13
3.2	サージ圧力の抑制	14
3.2.1	サージ圧力	14
3.2.2	シリンダ駆動回路におけるサージ圧力の実験とシミュレーション解析	14
3.2.3	サージ圧力の抑止法	15
3.3	ADS の実用運転	17
3.3.1	実験装置	17
3.3.2	実験手順	17
3.3.3	実験結果およびシミュレーション結果	19
3.3.4	まとめ	21
4 章	ADS の応用	22
4.1	ADS の応用分野	22
4.2	公表された ADS の応用事例	23

委員会参加企業と大学.....26

平成 10 年度～平成 12 年度「環境融和型水圧駆動システムに関する調査研究」委員会
平成 13 年度～平成 14 年度「アクアドライブ技術の実用化に関する調査研究」委員会

1章 ADS の概要

1.1 ADS の実用化に向けて

いかにして環境負荷を低減させるか、2001 年春に成立した「循環型社会形成推進基本法」は、環境関連六法の中で中核的意味を持つ。これまでの ISO14000、ISO9000、HACCP などの具体的行動様式と関連して、「環境保全」にかかわる社会システムがますます鮮明になってきた。

ADS (Aqua Drive System) 技術の実用化に向けて、社会システムという枠組みの中で「環境保全」（第一のキーワード）の具体的目的（第二のキーワード）と対応させると、応用産業領域が明らかとなり、図 1.1 として示される。中心部に機械装置の根幹である駆動・制御の ADS、そのまわりに第二のキーワードを配置。その組み合わせにより、ADS 実用化の産業分野が具体化される。ADS の実用化は、これらの産業領域が外側の社会システムに対して大きく貢献するものと考えられる。

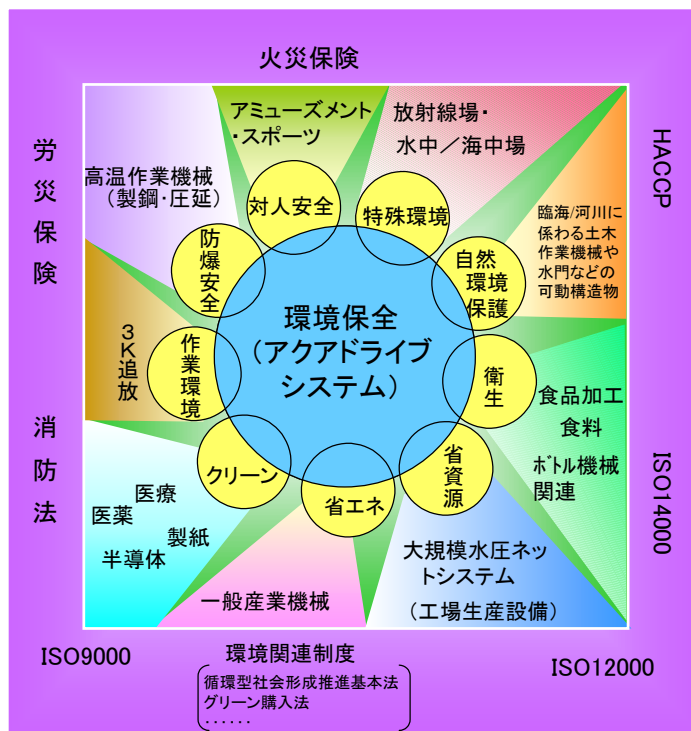


図 1.1 アクアドライブ技術を支援する 9 つの条件

(1) 第一のキーワードとしての「環境保全」である ADS の特長

- 作動流体に「水道水」を用いたフルードパワー技術。
- LCA（ライフサイクルアセスメント）のコンセプトに基づき、機械駆動の「オイルフリー」をハイテク技術で構成。安全、衛生、クリーン、省エネ、省資源などを実現。

(2) 第二のキーワードとしての環境保全の意味することと「応用分野」

- 対人安全、特殊環境、自然環境保護、衛生、省資源、省エネ、クリーン、作業環境、防爆安全の 9 つの分野と ADS の組み合わせは、応用領域を明確にする。
- ADS は「応用領域」において第二のキーワードを付加価値とする、機械装置・製造ラインの「トータルソリューション」を提供。

(3) ソリューションとしての ADS

- 環境負荷低減を目指し、循環型社会の実現のために有効な機械駆動技術。
- ISO14000、ISO9000、HACCP などの社会的コンセプトを機械装置に一体化。

1.2 本書の概要

近年、わが国においても水圧機器を取扱う企業が増え、産業機械分野でも水圧駆動を使用した装置が実用化されるようになってきた。しかし、構成機器の取扱い企業やその仕様範囲、入手性、実用例、使用指針などはまだあまり知られていなく、ADS の計画初期には、これらの情報を幅広く入手することが必要となる。本書は、ADS 用機器選定のガイドとして ADS の計画が少しでも容易にできる資料を提供することをねらいとしている。「アクアドライブシステム—技術指針」の総括は、第 3 版にて行う計画である。

本書では、まず第 1 に水道水を作動媒体とする水圧機器を対象とし、わが国で入手できる「水圧機器の取扱い企業」「水圧機器の概略仕様」「水圧機器に使用される材料」を示す。これらは、水圧機器の取扱い企業に対して実施したアンケート調査に基づいてまとめたものである。

第 2 に、第 1 版発行以降に実施した水質、特に一般細菌数の変化についての試験結果、およびサージ圧力の抑止に関する試験結果を示す。また、実用化をねらいとした水圧駆動装置の実験計画と予備実験・シミュレーション結果について述べる。この実用化実験の結果と実験の総まとめ、および水質の管理に関する総まとめは、第 3 版に記載する予定である。

第 3 に、前述のアンケートにより調査した応用分野、および新聞、雑誌などに公表されている実用事例などの情報を集約した結果を述べる。

アンケートの調査項目は、水圧機器の取扱い状況、適用分野などを含め以下の 5 項目とし、平成 13 年度と平成 14 年度の 2 回にわたって実施した。

- ① 水圧機器の取扱い状況と機器の仕様範囲
- ② 機器の特徴
- ③ 機器の材料・表面処理
- ④ 適用分野と適用装置事例
- ⑤ 取組み方針、工業会に対する要望事項

調査対象企業は、当工業会の会員名簿に記載されている企業のうち「水圧機器を生産品目としてまたは販売取扱品目として取上げている企業」、および水圧関連機器取扱い企業として知られている会員・会員外企業とした。

本書に記載された内容は、当研究委員会が実施したアンケートの回答内容と、カタログ・刊行物などの公表資料の調査結果に基づくものであり、各機器の仕様・性能の差や、販売取扱品の販売権に関わる内容を表すものではない。これらについては、各企業にお問い合わせ願いたい。

2章 ADS 用機器の選定

2.1 取扱い企業と機器一覧

ADS の構成機器は、「アクアドライブシステム—技術指針」（第 1 版）に示したように、図 2.1 で表される。

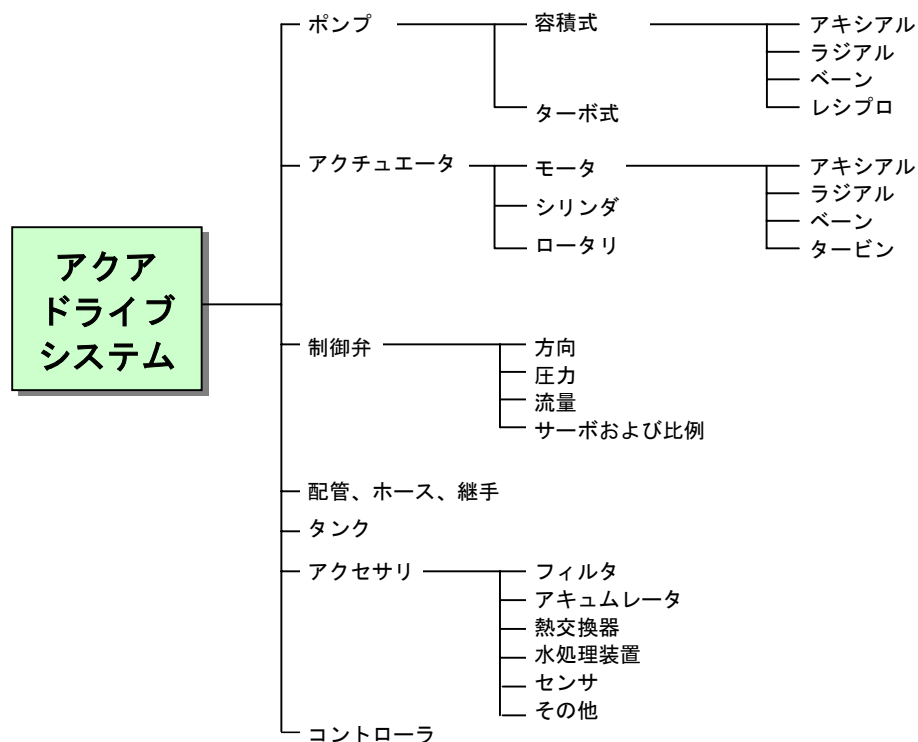


図 2.1 ADS を構成する機器とアクセサリ

表 2.1 に、わが国における水圧機器の取扱い企業一覧表を示す。

水圧機器の種類は、図 2.1 を基準として分類した。工業会名簿に示されている機器のうち、「ターボ式ポンプ」「水系作動液」を除き、あらたに「カートリッジ弁」「計測器」を追加した。「冷却器」は「熱交換器」とし、「配管材」と「継手」とを組み合わせ、「圧カスイッチ」は「計測器」に含めた。「その他」は、「ゲージコック、サージダンパ、メカニカルシール」などである。

記載した企業名は、平成 14 年 9 月現在の JFPA 会員名簿にて水圧機器の取扱いを明示している企業、および研究委員会の調査によって水圧機器の取扱いが明確になった会員・会員外企業とした。取扱い機器の区分は、生産品目を○、販売品目を▲とした。記載データは、平成 13 年度と平成 14 年度のアンケート回答を基に、会員名簿に示されているものを加えた。したがって、2.2 節以降に示す各機器のアンケート回答数分析結果と、本節の表 2.1 とは一部相違している。

表 2.1 水圧機器の取扱い企業（あ～た）

製品名 会社名 (計 71 社)	水圧機器およびアクセサリ																				会 員 資 格
	容積式ポンプ	モータ	シリンダ	水圧ジャッキ	圧力制御弁	流量制御弁	方向制御弁	カートリッジ弁	比例弁	サーボ弁	アキュムレータ	増圧器	計測器	フィルタ	熱交換器	水圧ユニット	継手・配管材	ホース	パッキン	その他	
(株)荒井製作所																			○		賛
荒木鉄工(株)			○																▲		賛
イハラサイエンス(株)																	○				正
イートン機器(株)																	▲	▲			正
ASK(株)													○				○	○		○	正
SMC(株)			○		○		○						○	○						○	正
(株)荏原総合研究所	▲	○	▲		▲	▲	▲		○	○						○					賛
NOK(株)											○								○		正
オイル・ライブ工業(株)	▲	▲			▲	▲	▲			▲	▲	▲	▲		▲	▲	○				正
逢坂工業(株)			○																▲		正
(株)大阪ジャッキ製作所	○		○	○													▲	▲			正
かつま鋼管(株)																	○				賛
神威産業(株)																				○	正
カヤバ工業(株)	○		○										○			○					正
川重商事(株)	▲		▲										▲		▲		▲			▲	賛
キーパー(株)																			○		賛
喜多村商工(株)	○	▲	○	○	○	○	○	▲	▲	▲	▲	○	▲	○	▲	○	▲	▲	▲		賛
(株)工進精工所	○																				賛
国際興業(株)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	賛
(株)阪上製作所																			○		正
(株)鷺宮製作所							○						○								正
サンマックス(株)		○	○	○							○	○				○	▲	▲	▲		
CKD(株)			○		○	○	○								○						正
(株)島津製作所												○									正
ジャパニューマックス(株)			○																		
(株)潤工社																	○	○			賛
(株)正和																				▲	賛
新東ブレーター(株)																				○	賛
新日本製鐵(株)																				○	賛
スギノマシン(株)	○				○						○	○	▲				○	▲			
住友精密工業(株)	○																				正
太陽鉄工(株)	○		○	○	▲		▲	▲			○	○	○			▲	▲	▲			正
タイヨーインタショナル(株)			▲		▲		▲	▲				▲	▲	▲			▲	▲			正
(株)タカコ		○							○								○				正
ダンフォス(株)	▲	▲	▲		▲	▲	▲		▲					▲		▲					

水圧機器の取扱い企業（と～よ）

製品名 会社名 (計 71 社)	水圧機器およびアクセサリ																				会 員 資 格
	容積式ポンプ	モータ	シリンダ	水圧ジャッキ	圧力制御弁	流量制御弁	方向制御弁	カートリッジ弁	比例弁	サーボ弁	アキュムレータ	増圧器	計測器	フィルタ	熱交換器	水圧ユニット	継手・配管材	ホース	パッキン	その他	
(株)トーワ機器	▲		○		▲	▲	▲						▲	▲		○	▲	▲	▲		
(株)トキメック							▲														正
東海ゴム工業(株)																	○	○			賛
東都興業(株)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲		▲	▲			▲	賛
東洋エレメント工業(株)														○							賛
東洋鋼管(株)																	○				賛
豊興工業(株)			○		○		○		○							○					正
中西商事(株)																	▲	▲	▲		賛
中村工機(株)											○								▲		正
(株)ナブコ			○		○		▲		▲							○					正
日工産業(株)			▲																		賛
ニッタ・ムアー(株)																	○	○			賛
日東工器(株)	○																○				賛
日本アキュムレータ(株)											○						○				正
日本オイルポンプ(株)	○															○					正
日本バルカー工業(株)			○																○	○	正
日本ピラー工業(株)																	○		○	○	賛
日本ボール(株)														▲							賛
日本ムーグ(株)			○		○	○			○	○											正
ハーカー・ハネフィン日本(株)														▲			▲	▲	▲		賛
(株)ハシックス											▲										賛
日吉工業(株)																	○	○			賛
廣瀬バルブ工業(株)						○	○														正
ブサークアンド・ジャンパソン(株)																			○		賛
ブリヂストンフローテック(株)																	○	○			賛
(株)堀内機械			○																		正
(株)増田製作所														○							正
(株)マツイ	▲		▲		▲	▲	▲				▲			▲	▲	▲	▲				正
マルヤマエクセル(株)	▲				▲						▲										賛
(株)三尾製作所			○																		正
三菱重工業(株)	○					○				○						○					正
三菱電線工業(株)																			○		正
山信工業(株)														○							賛
(株)山本水圧工業所	○		○	○	○	○	○				○	○	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	○	正
ユアサ工機(株)			○	○																	
横浜ハイデックス(株)																	○	○			賛

2.2 水圧機器の概略仕様と取扱い状況

表 2.2 に、わが国で入手可能な水圧機器の概略仕様範囲を示す。

表中の最高圧力範囲および最高回転速度範囲は、各機器の最高仕様がどのレベルにあるかを示す。なお、最高圧力範囲は、アンケートで使用した 5 段階の圧力レベルの数字を表している。また、圧力、流量およびサイズ・口径などの数値は相互の関係がなく、それぞれの最高仕様を示す。

表 2.2 わが国で入手可能な水圧機器の概略仕様範囲

機器名		最高圧力範囲	最高回転速度範囲 min ⁻¹	サイズ・口径	
アキシャルピストンポンプ		4	1,500～1,800	押しのけ容積 cm ³	2～225
アキシャルピストンモータ		4	3,000～4,000		3.1～225
シリンダ		1～4	—	サイズ	φ20～250
圧力制御弁	リリーフ弁	1～5	—	口径	1/8"～2"
	減圧弁				
流量制御弁	流量調整弁	2～5	—		1/4"～1/2"
	絞り弁				1/8"～2"
方向制御弁	電磁切換弁	1～5	—		1/8"～2"
	チェック弁				1/8"～4"

圧力レベル（1. 水道水圧、2. P<3.5MPa、3. P=3.5～14MPa、4. P=14～21MPa、5. P>21MPa）

2.2.1 ポンプ・モータ・シリンダ

(1) 水圧ポンプ

ADS に用いられる容積式ポンプの取扱い企業数をタイプ別に分類した結果を図 2.2 に示す。容積式ポンプとしては、アキシャルピストンタイプとレシプロタイプが大半を占めている。レシプロタイプは、これまでウォータージェット用などでの使用実績があり、国内の取扱いメーカーも多く、各種サイズの品揃えがある。これに対し、アキシャルピストンポンプは、海外メーカー 2 社の販売品扱いと国内メーカー 2 社による特注品扱いである。海外メーカー品はいずれも、標準品としてかなりのシリーズ化が行われており、数 L/min～400L/min 程度のもので製品化されている。

これまでの調査では、可変容量形アキシャルピストンポンプやラジアルピストンタイプは見当たらなかった。ベーンポンプについては、比較的低压用のもの（圧力 1.75MPa、流量 40L/min）が国内メーカーから入手可能である。

(2) 水圧モータ

水圧モータの取扱い企業数をタイプ別に分類した結果を図 2.3 に示す。アキシャルピストンタイプとベーンタイプ、揺動タイプは入手可能であるが、ラジアルピストンタイプについては取扱いメーカーが見当たらなかった。

アキシャルピストンモータは海外メーカーの販売品扱いで、各種サイズのシリーズ化も行われており、数 kW～100kW 程度のもので品揃えができています。

ベーンタイプについては、低速高トルクモータ（海外メーカー）と低压用モータ（国内メーカー）が入手可能である。

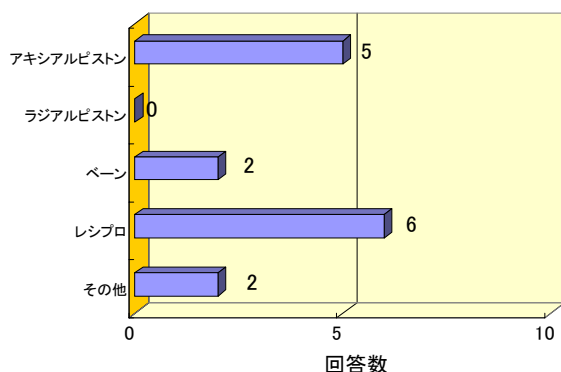


図 2.2 容積式ポンプのタイプ別分類

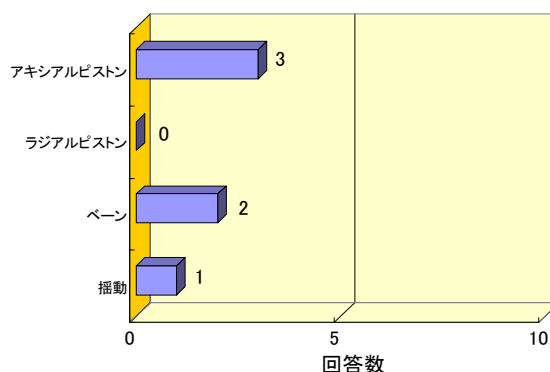


図 2.3 水圧モータのタイプ別分類

(3) 水圧シリンダおよび水圧ジャッキ

水圧シリンダおよび水圧ジャッキの取扱い企業数を圧力仕様別に分類した結果を図 2.4、図 2.5 に示す。水圧シリンダは水圧機器の中で最も取扱いメーカーが多く、水道水圧から 21MPa まで、圧力レベルとしては幅広く扱われている。標準品扱いは、3.5MPa より低い圧力レベルのものが多く、特注品扱いでは、圧力レベルが最大 14MPa あるいはそれ以上についても対応可能である。また、シリンダサイズについては、油圧と同様に、 $\phi 20 \sim \phi 250$ 程度が一般的に取り扱われている。

水圧ジャッキについては、用途の関係から、比較的圧力レベルの高い（14～21MPa）製品の取扱いが多く、国内メーカーから容易に入手可能である。

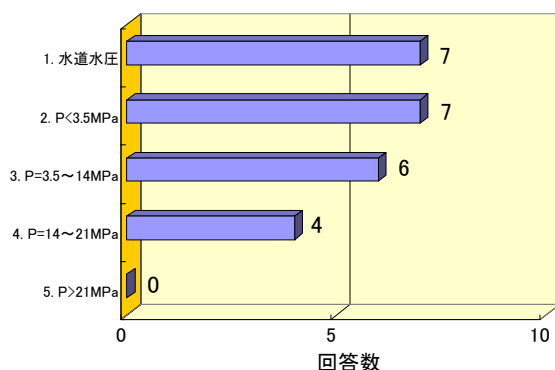


図 2.4 水圧シリンダの圧力仕様

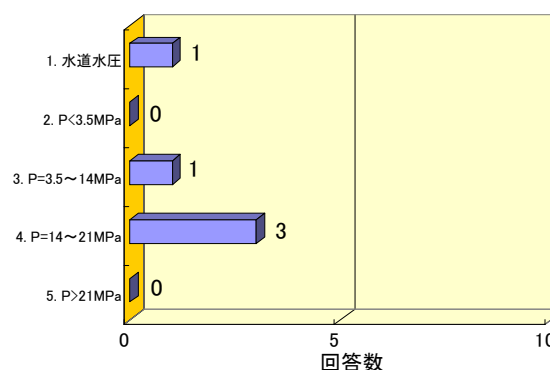


図 2.5 水圧ジャッキの圧力仕様

2.2.2 制御弁

(1) 圧力制御弁

圧力制御弁（リリーフ弁と減圧弁）の取扱い企業数を、制御可能な圧力レンジ別ならびに口径サイズ別に分類した結果を図 2.6 に示す。グラフの上段はリリーフ弁、下段は減圧弁を示す。

リリーフ弁の圧力レベルは約半数が 14～21MPa の高圧対応可能である。21MPa 以上の製品も数社で扱われている。口径サイズは 1 インチまでがほとんどであるが、1500L/min の大流量まで使用可能なものもある。取扱いについては、2 社が標準品として取り扱っており、いずれも国内メーカーである。

減圧弁の圧力レベルは低圧から 21MPa 以上の高圧まで幅広く平均的に取り扱われている。口径サイズについてはリリーフ弁と同様に 1 インチまでの取扱いがほとんどである。

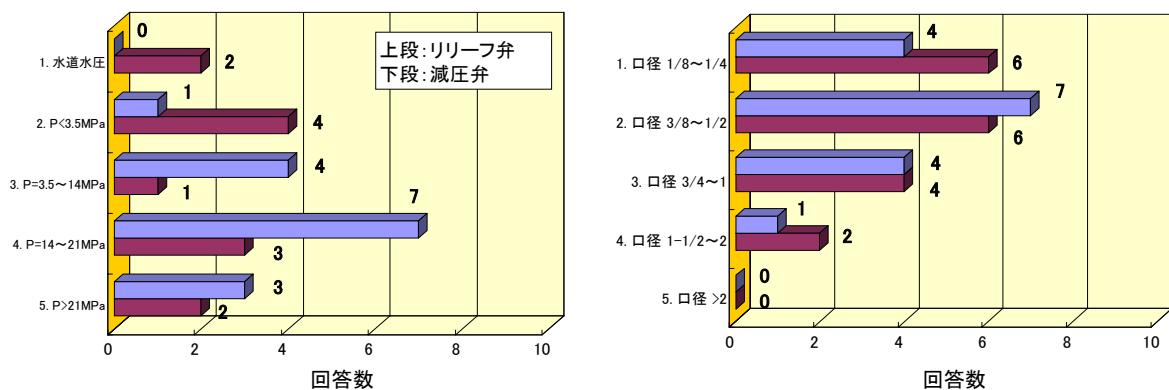


図 2.6 圧力制御弁の圧力、口径サイズ分類

(2) 流量制御弁

流量制御弁（流量調整弁と絞り弁）の取扱い企業数を図 2.7 に示す。グラフの上段は流量調整弁、下段は絞り弁を示す。カタログ調査の範囲では、ニードル弁形状の絞り弁が圧倒的に多く品揃えされている。

流量調整弁の圧力レベルは 14~21MPa の製品が半数以上を占め、21MPa 以上の製品も数社で扱われている。流量範囲は、最大 60 L/min までの比較的低流量仕様である。

絞り弁の圧力レベル 14MPa 以上がほとんどであり、高圧仕様が多く取り扱われている。流量範囲は、14~21MPa のものは最大 1,000 L/min、21MPa 以上のものは最大 30 L/min 程度である。

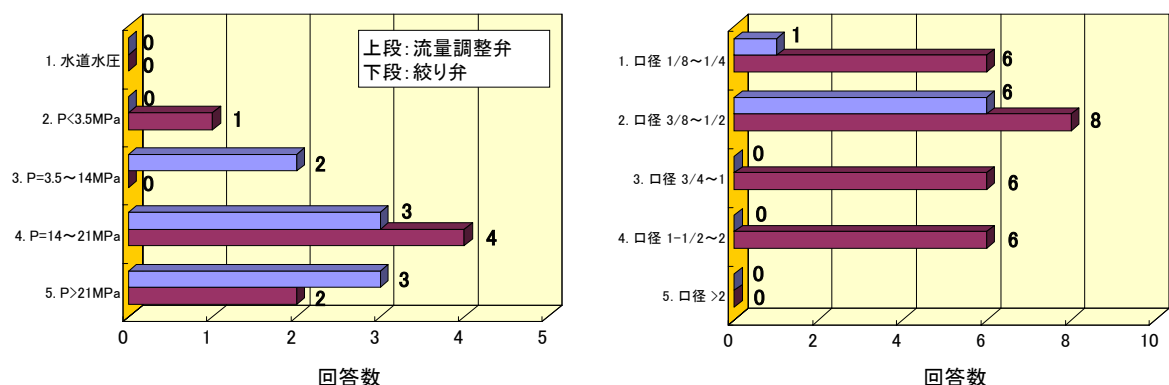


図 2.7 流量制御弁の圧力、口径サイズ分類

(3) 方向制御弁

方向制御弁（切換弁とチェック弁）の取扱い企業数を図 2.8 に示す。アンケート回答の切換弁は、すべてが電磁切換弁であり回答数も 10 社に及ぶ。グラフの上段は電磁切換弁、下段はチェック弁とその他の弁を示す。その他の弁とは、絞り弁とチェック弁の複合形の弁やストップ弁、ゲージ弁などである。

電磁切換弁の圧力レベルは 21MPa 以上まで幅広く取り扱われており、サイズは接続口径から判断すると 2 インチまで取り揃っている。カタログから判断すると、構造はゴム製のダイアフラムで開閉するタイプが多い。また、2~4 方向弁までがカバーされて、品揃えが豊富なことが他の制御弁と比較して特徴的である。バルブの構造上、気体~液体まで使用できるため、明確な流量規定がない。そのため、カタログ上、ユーザが流量係数を基に計算する方法をとっている。

チェック弁の圧力レベルは 14MPa 以上がほとんどである。

ストップ弁は圧力レベル 14MPa 以上、最大流量 4,000 L/min（最大 4 インチ）で、標準品である。また、ゲージ弁は圧力レベル 21MPa 以上、口径サイズ 1/4~1/2 で、標準品である。

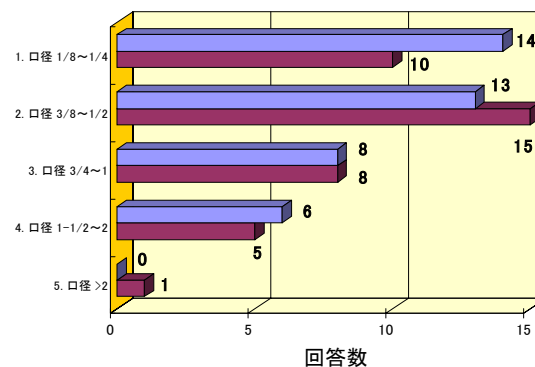
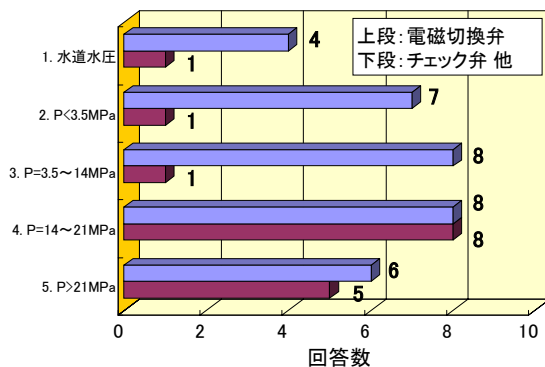


図 2.8 方向制御弁の圧力、口径サイズ分類

(4) カートリッジ弁、サーボ弁および比例弁

カートリッジ弁、サーボ弁および比例弁の 3 種類の取扱い企業数を図 2.9~図 2.11 に示す。

カートリッジ弁の圧力レベルは 14MPa 以上が半数以上を占めており、全て海外品である。口径サイズはすべて 1 インチ以下である。

サーボ弁の圧力範囲は 3.5~21MPa で口径サイズは 3/8 インチ以下である。すべてが国内品であり、特注品扱いである。

比例弁の圧力レベルは 3.5MPa 以上であり、国内品・海外品共に口径サイズはすべて 3/4 インチ以下である。比例弁の場合、国内品は特注品であり、販売品は海外メーカーのみである。

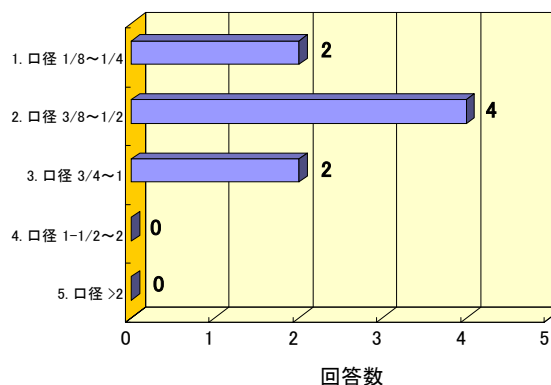
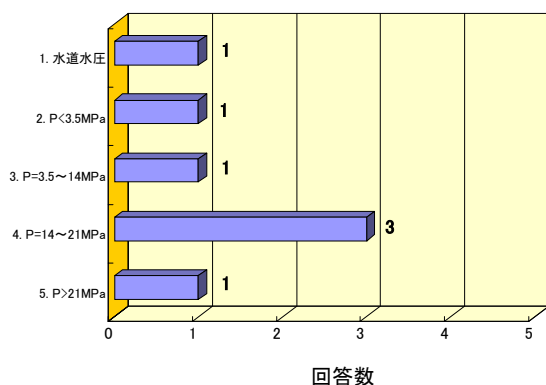


図 2.9 カートリッジ弁の圧力、口径サイズ分類

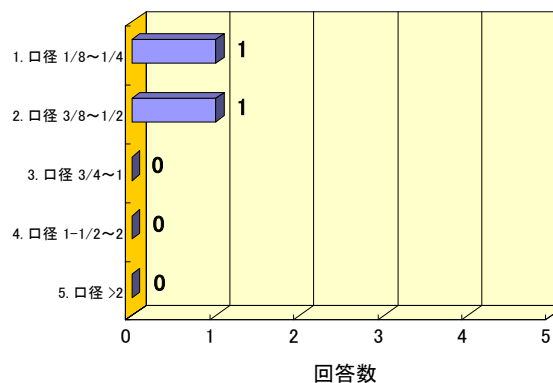
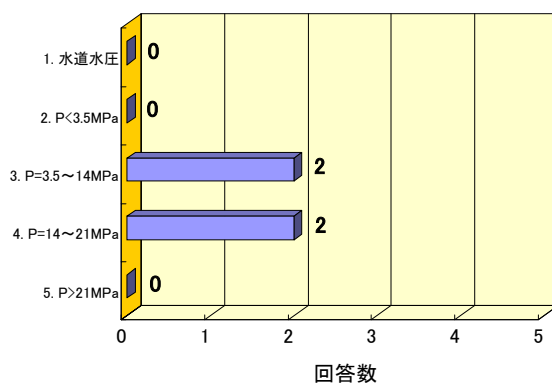


図 2.10 サーボ弁の圧力、口径サイズ分類

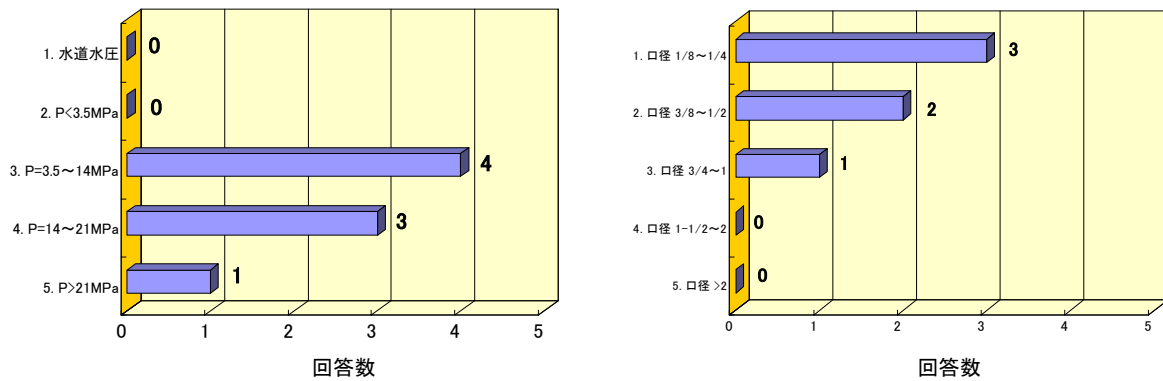


図 2.11 比例弁の圧力、口径サイズ分類

2.2.3 アクセサリ

(1) アキュムレータ

アキュムレータは、カタログから確認できた範囲では、ブラダタイプが主流である。

容器接液部に塗装あるいはメッキを施した簡易耐水仕様のアキュムレータは、一般の油圧システムに用いられるものと同じ仕様（最高使用圧力、ガス容積）のものが選定可能である。特に要求が多い 14～28MPa の使用圧力に対しては、ガス容積 0.1～150 リットル超までの豊富なバリエーションが準備されている。

(2) 計測器

圧力計、レベル計、温度計、流量計、その他の計測器（センサ・スイッチ類を含む）の取扱い企業数は、圧力計 8 社、レベル計 2 社、温度計 3 社、流量計 4 社であった。圧力計、流量計は水用の標準品があるが、レベル計、温度計は特注品扱いとしているところが多い。

(3) フィルタ

フィルタの圧力レベルは 3.5MPa 以下が主流である。最高使用圧力 21MPa を越えるものを扱う企業があり、流量・ろ過粒度についても豊富な種類を取り揃えている。

(4) 熱交換器

熱交換器（クーラ、ヒータ）は、メーカー数が少なく、特注品の取扱いで対応しているメーカーもある。

(5) 水圧ユニット

水圧ユニットの圧力レベルは、水道水圧レベルから 21MPa 以上のものまで製作・販売されている。最大流量は 24～144L/min までである。水圧ユニットは、ほとんどのメーカーが特注品扱いであるが、各種仕様に対応可能である。

(6) 継手・ホース

継手・ホースの圧力レベルは水道水圧力から 21MPa 以上まで、接続口径は 1/8～2 インチまで豊富に揃っている。ADS を構築する場合に、継手・ホースが問題になることは無いと考えられる。

(7) パッキン

パッキンの圧力レベルは水道圧力～21MPa 以上まで使用可能とのメーカーも多い。

(8) 増圧器

増圧器は高圧タイプが多く、4 社が 14～21MPa、1 社が 21MPa 以上のものである。1 社が標準品扱いであり、3 社が特注品扱い、残りの 1 社は販売品扱いであった。

2.3 機器とシステムの材料

ADSを計画し、そのシステムを信頼性のあるものにするためには、システムを構成する機器から配管、継手などアクセサリ類まで、使用している材料を把握しておく必要がある。

一般に水圧機器やシステムに使用する材料は、耐腐食合金（ステンレス鋼、アルミニウム合金、銅合金、ニッケル合金）、樹脂、セラミックスの中から選ばれる。また、耐腐食性、耐摩耗性、耐壊食性改善のため、表面改質を行うことも多い。母材の種類、使用箇所に応じて、適切な表面処理方法（メッキ法、蒸着法、溶射法など）が選ばれる。用いる材料は、金属、樹脂、セラミックスなどまで幅広く、母材には、コスト、入手性を重視して、炭素鋼が用いられることもある。

シール部材には、水に適合する材料として知られている以下のものが用いられる。

(1) エラストマ（ゴム）：NBR、HNBR、FKM（FPM） など

(2) サーマプラスチックエラストマ：ポリウレタン など

(3) プラスチック：充填材入り PTFE、超高分子量 PE など

このほか、固定用シールでは、金属も使用される。ポンプ、モータ、シリンダなどの運動用シールでは、特に、しゅう動特性、耐久性などが重要となる。

表 2.3 は、わが国の水圧機器に使用されている材料の一覧表であり、表 2.4 は、水圧機器用シール部に使用されるゴム材料の一覧表である。これらのデータは、2.1 項で示した水圧機器の取扱い企業に対して実施したアンケート調査およびカタログ調査などによって得られたものである。

表 2.3 水圧機器に使用されている材料

機 器 名	鉄系材料			非鉄材料			樹 脂	セラミックス	ゴ ム
	ステンレス鋼	炭素鋼	鋳 鉄	アルミニウム	黄 銅	青 銅			
ポ ン プ	○					○	○	○	
モ ー タ	○						○		
シ リ ン ダ	○			○					
汎用制御弁	○	○	○	○	○	○			
比例・サーボ弁	○							○	
アキュムレータ	○	○					○		
増 圧 器		○							
計測・測定器	○								
フ ィ ル タ	○								
水圧ユニット	○								
配 管 ・ 継 手	○				○				
ホ ー ス							○		○

備考)

- 1) ステンレス鋼は、SUS304、SCS13などを示す。硬質クロムメッキ処理などを施して使用する場合もある。
- 2) 炭素鋼は、メッキまたはエポキシ樹脂コーティングなどの防錆処理をして使用する。
- 3) アルミニウムには特殊アルマイト処理などを施して使用する。
- 4) 青銅には、AIBCなどを含む。
- 5) 樹脂には、PP樹脂（アキュムレータ）、ナイロン、ポリオレフィン（ホース）などを含む。

表 2.4 水圧機器用シール部に使用されるゴム材料

機器名	使用部位	NBR、HNBR	VMQ	EPDM	FKM	IIR
シリンダ	パッキン	○				
電磁切換弁	ダイヤフラム、Oリング	○			○	
アキュムレータ	ブラダ、シール	○				○
水圧機器	オイルシール	○	○			
全般	Oリング、ガスケット	○	○	○		

記号) NBR：ニトリルゴム、HNBR：水素化ニトリルゴム、VMQ：シリコーンゴム、
EPDM：エチレンプロピレンゴム、FKM：フッ素ゴム、IIR：ブチルゴム

3章 ADS の運転

3.1 ADS の水質評価実験

アクアドライブシステムにおける水質変化について、引き続き調査を行った。水質項目は、第1版に示す定期的な検査においてほとんど変化がなかった「pH 値」「塩素イオン」「硬度」「蒸発残留物」を除き、運転初期に急激な増加現象がみられた「一般細菌数」に注目した。水質評価実験は、以下の条件で行い、特に運転初期のサンプリング回数を増すとともに、実験中の水温の変化なども計測した。

- システムの連続運転状態における水質変化
- システムの運転停止（放置）状態における水質変化

3.1.1 実験装置と実験条件

図 3.1 に水質実験装置を示す。図 3.2 は実験装置の回路図である。実験を開始する前に、装置を十分にフラッシングした。実験の期間中、新しい水を供給せずに作動水を循環して使用した。作動水は東京都で水道水として供給されている水を使用した。図 3.3 は実験装置運転中の回路圧力である。



図 3.1 水質実験装置

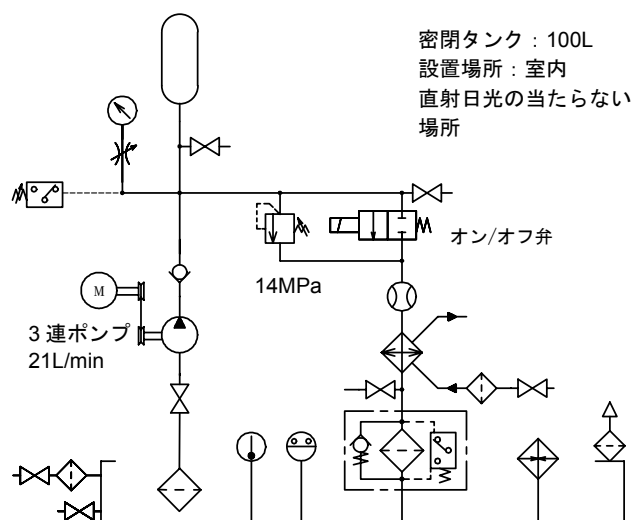


図 3.2 水質実験装置の回路図

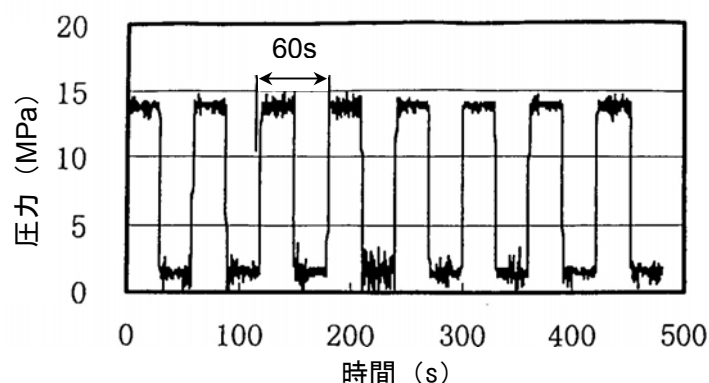


図 3.3 実験装置回路圧力（実験値）

3.1.2 実験結果

システムを連続運転した場合と運転せずに放置した場合の比較を図 3.4 に示す。また、この試験中の水温および室温の変化を図 3.5 示す（試験期間 2002 年 8 月 12 日～9 月 30 日）。連続運転時の水温は、温調器によりほぼ 40℃に保持している。放置試験の場合には、温調していないので水温は室温と同じ傾向で変化している。

連続運転の場合は、運転開始からすぐに細菌が増え始め、1 日後に細菌数は最大になり、その後減少し始め、10 日ほどで細菌数は約 4,000 個/mL となり、以後ほとんど変化していない。運転せずに放置した場合には、最初の 7 日間は細菌が確認されていないが、その後の細菌数の推移は、連続運転の場合と同様である。なお、放置試験の細菌数が少なくなっているのは水温の影響と思われる。

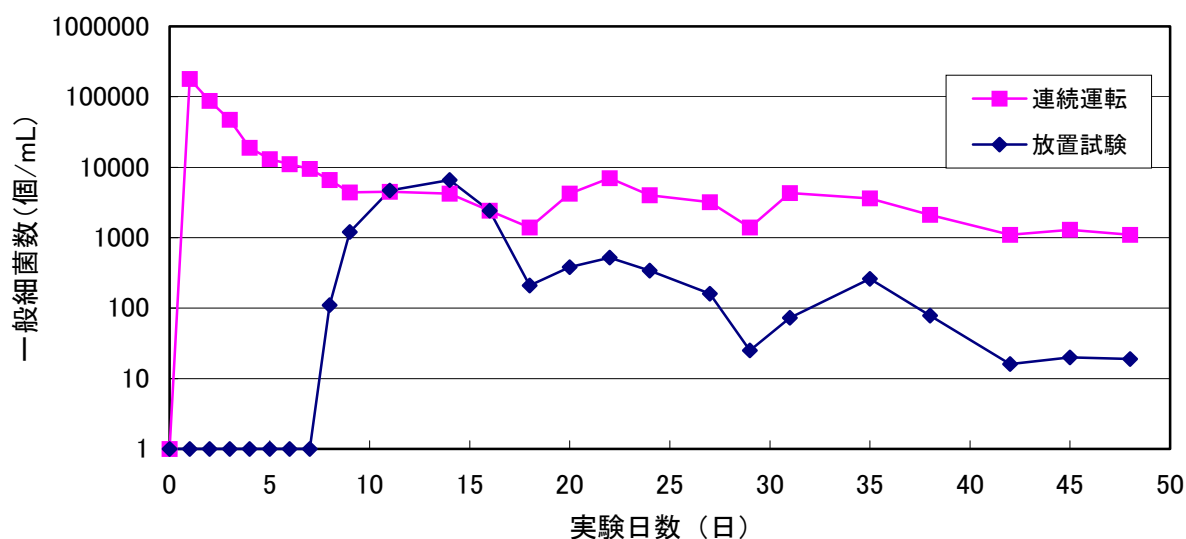


図 3.4 システムの運転と停止による一般細菌数の変化（リザーバ内）

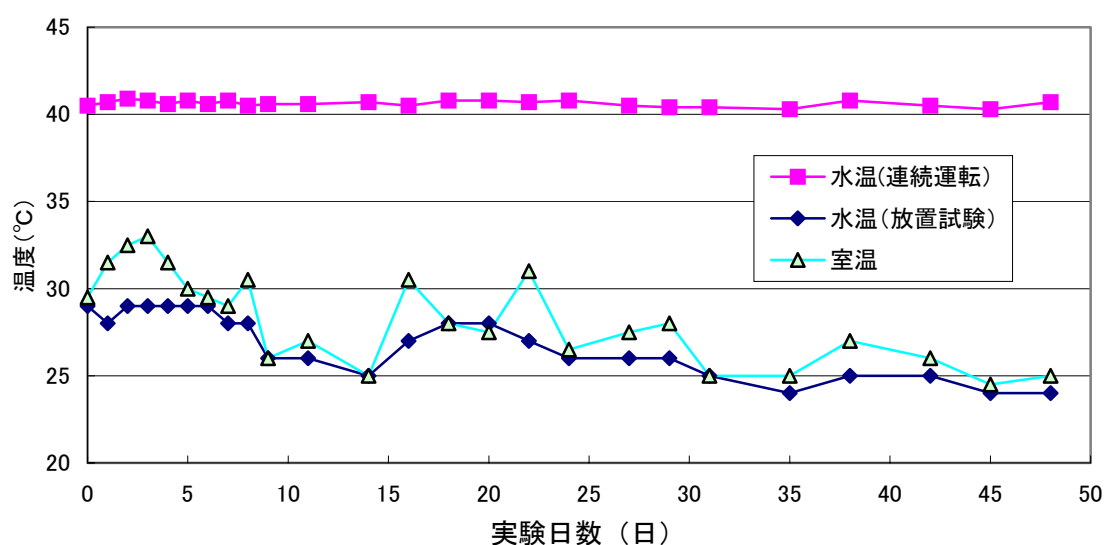


図 3.5 水質試験における水温および室温の変化

3.2 サージ圧力の抑制

3.2.1 サージ圧力

液圧システムの流速が大きく、急激なシステムの運転と停止を行う場合は、サージ圧力の発生に注意する必要がある。ADS では作動水の特性的ため、油圧に比べてサージ圧力が大きくなる。このため、高速動作を行う一方、過大なサージ圧力の発生が予測される場合には、設計段階でシステムの水圧回路や構成機器に工夫することが望ましい。たとえば、比例弁やサーボ弁などの制御機器を用いたショックレス駆動などが考えられる。

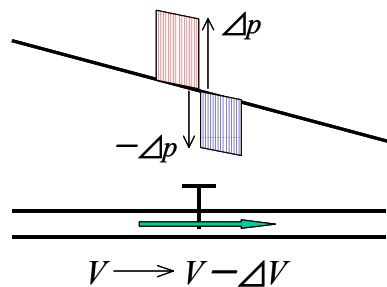


図 3.6 弁の急激な閉鎖によるサージ圧力の発生

3.2.2 シリンダ駆動回路におけるサージ圧力の実験とシミュレーション解析

(1) サージ圧力の実験

図 3.7 に示すサージ圧力の実験装置を使用した。流速は 9.05m/s である。質量 50kg の負荷を両ロッドシリンダで駆動し、荷重が一定速度で運転されているときサーボ弁を図 3.8 のパターンで閉じた。パターン A は直線閉鎖であり、パターン B と C が折れ線操作である。弁閉鎖時間を T とすると、パターン B の折れ点の時間は $(3/4)T$ であり、パターン C の折れ点の時間は $T/2$ である。折れ点の電圧 V_b は、実験では 1.0V とした。

サージ圧力 Δp はポート B の過渡圧力波形から測定した。

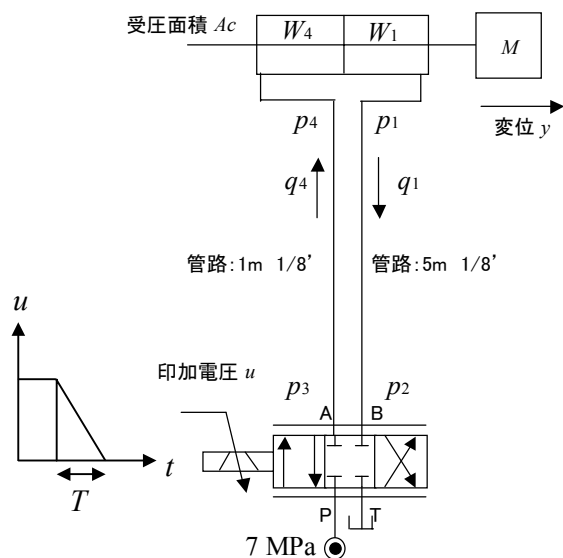


図 3.7 サージ圧力の実験装置の概要

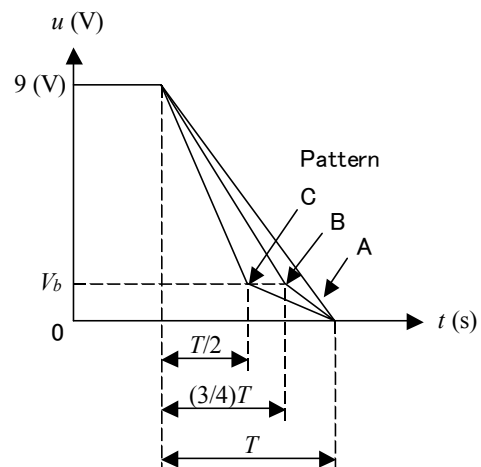


図 3.8 折れ線操作のパターン

(2) 実験結果とシミュレーション結果の比較

パターン A における実験結果とシミュレーション結果の比較を図 3.9 に示す。

シミュレーションは管路動特性を特性曲線法で計算し、サーボ弁と負荷の運動方程式、シリンダの作動水の圧縮性を考慮した。実線が実験結果を、破線がシミュレーション結果を示す。時刻ゼロで弁閉鎖が開始され、サージ圧力 Δp が発生している。シミュレーション結果は実験結果を十分に再現していることがわかる。

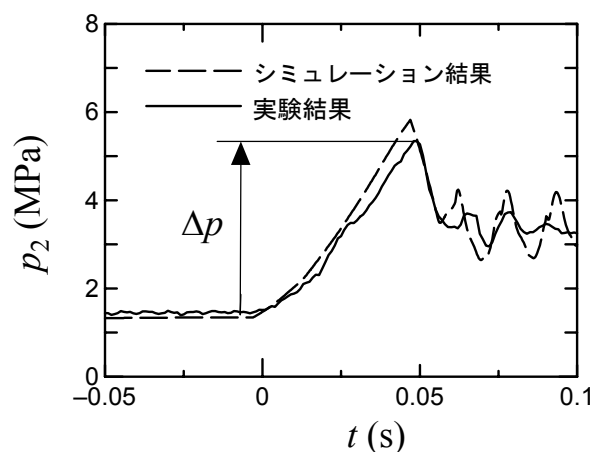


図 3.9 サーボ弁圧力 p_2 の計算結果と実験結果の比較（パターン A）

3.2.3 サージ圧力の抑止法

(1) サージ圧力と弁閉鎖時間の関係

サージ圧力 Δp と弁閉鎖時間 T の関係（図 3.8 のパターン B の場合）を図 3.10 に示す。折れ線電圧 V_b は 1.0V である。実験結果を丸印で、シミュレーション結果を破線で示す。弁閉鎖時間 T が長くなる程、サージ圧力が減少している。

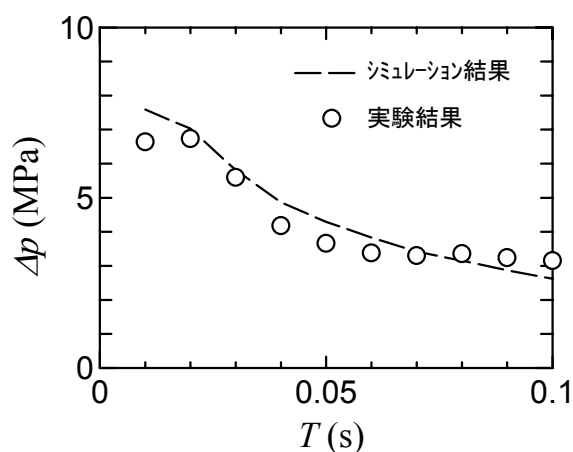


図 3.10 サージ圧力と弁閉鎖時間の関係（パターン B）

(2) サージ圧力と折れ点電圧の関係

折れ点電圧 V_b の影響について、シミュレーションによって検討する。一例として、図 3.8 のパターン C の場合について、折れ点電圧をさまざまな値に設定し、生じるサージ圧力 Δp をシミュレーションによって求めた結果を図 3.11 に示す。折れ点電圧 V_b が 3.0V のときに最小になった。この場合の過渡圧力 p_2 のシミュレーション結果を図 3.12 に示す。 V_b が 3.0V のとき、サージ圧力が効果的に抑制されていることがわかる。折れ点電圧 V_b をさらに大きくするとサージ圧力は再び増加する。このように、折れ点電圧もサージ圧力の大きさに影響する。折れ線操作においては、折れ点の時間だけでなく電圧も調整することによってサージ圧力を効果的に抑制することが可能である。

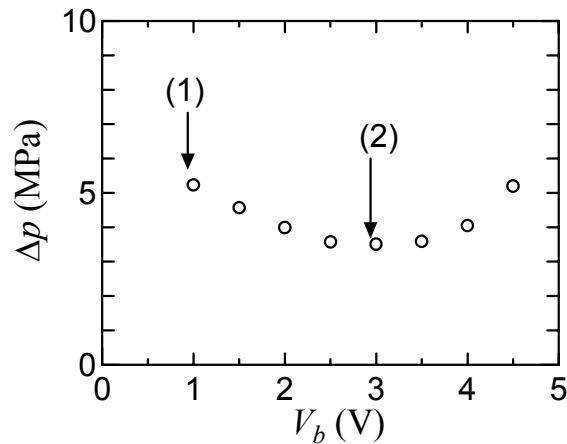


図 3.11 折れ点電圧 V_b とサージ圧力 Δp の関係（シミュレーション結果）
（パターン C、弁閉鎖時間 $T = 0.05$ s）

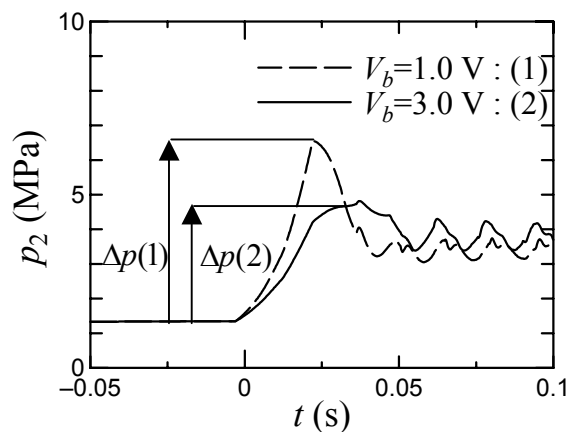


図 3.12 折れ点電圧 V_b の調整によるサージ圧力の抑制効果（パターン C）
（実線：図 3.11 の (2) に対応、破線：図 3.11 の (1) に対応）

(3) まとめ

- ① サーボ弁の弁操作時間を長くすることにより、サージ圧力が抑制される。
- ② 折れ線形弁操作を採用すれば、効果的にサージ圧力が抑制され、折れ点の時間および印加電圧（弁開度）を調整することによって、発生するサージ圧力を最小化することができる。

3.3 ADS の実用運転

油圧精密成形機の射出シリンダを想定した模擬装置を高速運転することによって、アクアドライブ技術を実用化するために解決すべき課題を抽出し、実用化の指針を得ることを目的として実験を行った。本節では、アキュムレータとロジック弁とで構成した制御部により、水圧シリンダがどの程度まで高速運転可能か、また、アクアドライブシステム固有の問題点は何かを探るための予備実験結果と、模擬回路による数値シミュレーション結果を紹介する。

3.3.1 実験装置

実験装置の外観および回路図をそれぞれ図 3.13 および図 3.14 に示す。

実験装置は、大別して、アクアドライブユニット、水圧シリンダおよび負荷装置で構成される。また、アクアドライブユニットは、水圧ポンプユニットとバルブユニットからなる。水圧ポンプユニットは、固定容量ポンプを電動機でインバータ駆動することにより、任意に流量設定ができるようにした。水圧シリンダを駆動するためのバルブユニットは、大容量ロジック弁とアキュムレータとからなる高速運転回路とし、比較の意味で通常の 4 ポート 3 位置電磁切換弁回路も併設した。射出シリンダを想定した水圧シリンダ（チューブ径 40mm、ロッド径 22mm、ストローク 250mm）には、同一サイズの水圧シリンダを対抗させて負荷を与えた。負荷装置は、油圧ポンプと油圧アンロード弁で構成し、弁のロード/アンロードによって制御した。



(a) アクアドライブユニット
30cm³/rev ピストンポンプ+15kW 電動機



(b) 負荷装置
φ40 水圧シリンダ（奥）および同油圧シリンダ（手前）

図 3.13 実験装置実機外観

3.3.2 実験手順

(1) 作動サイクル

射出シリンダの作動サイクルは以下の 4 工程とする。

1. 射出工程：水圧シリンダ変位が 100mm に達するまでロジック弁または電磁切換弁操作により流量を供給
2. 昇圧工程：射出工程完了後、負荷側アンロード弁を作動させ、負荷側の油圧シリンダ圧力が設定圧力に達するまでさらに流量を供給
3. 保圧工程：ロジック弁または電磁切換弁を閉鎖し、保圧時間 0.75s の経過を待つ
4. 収縮工程：電磁切換弁により水圧シリンダ変位を 50mm の位置まで収縮させる

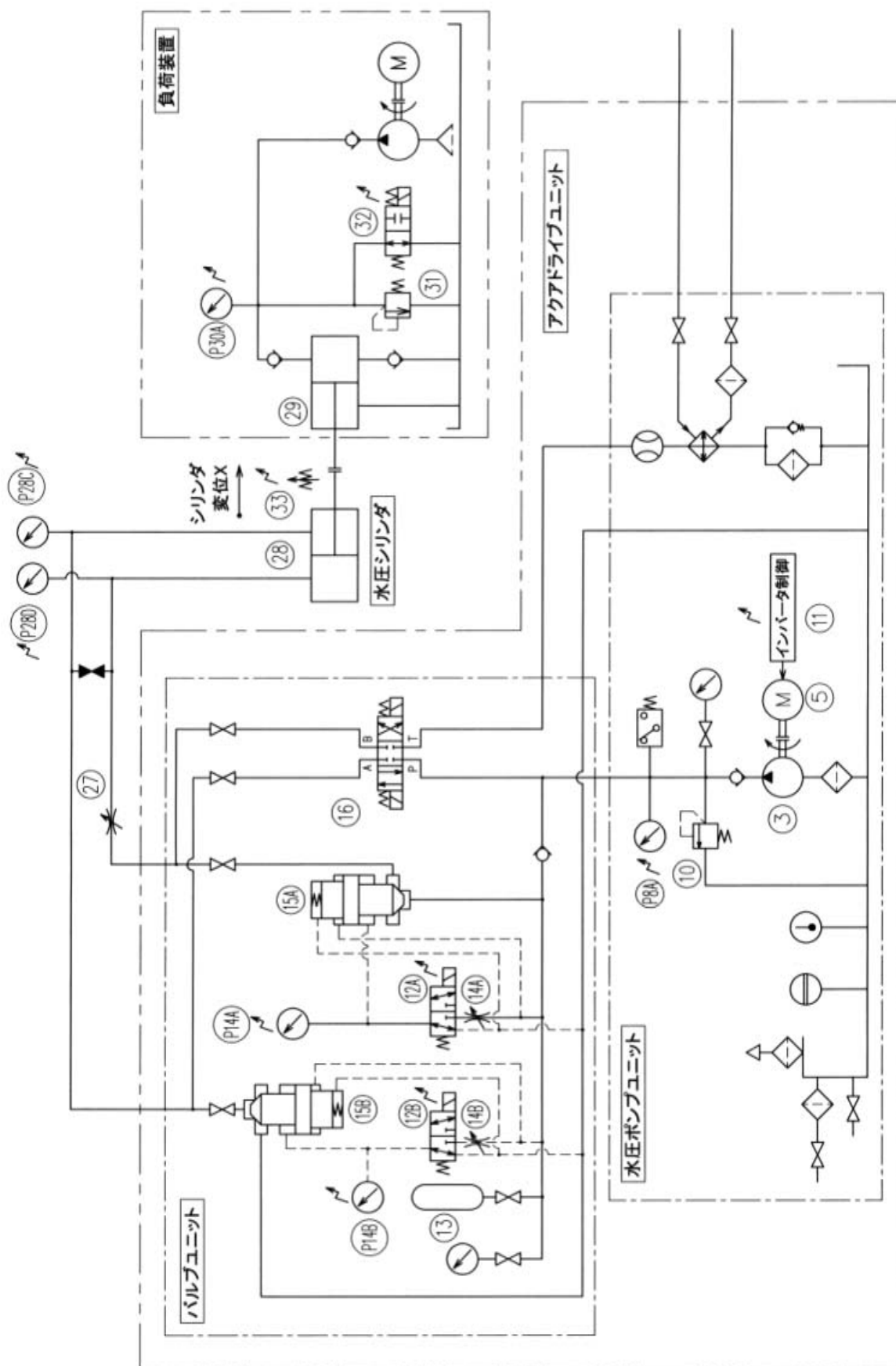


図 3.14 実験装置回路図

(2) 実験パラメータ

- ・ポンプ3の流量：インバータ11により三相誘導電動機5の回転数を設定
 - ・ポンプ3の吐出圧力：アキュムレータ13の蓄圧力としてリリーフ弁10により設定
 - ・負荷シリンダ29の負荷圧力：リリーフ弁31により設定
 - ・ロジック弁15のパイロット流量：パイロット弁12の固定絞り14開度により設定
 - ・可変絞り弁27の開度：圧力計P 8Aと圧力計P 28D間の差圧として設定
- 備考) この可変絞り弁は本来不要であるが、安全性およびサージ圧力による機器破損の回避を目的として設け、予備実験では便宜的な実験パラメータとして設定した。

(3) 測定項目

- ・圧力：以下の各ゲージ位置6点
ポンプ吐出圧力：P 8A
射出シリンダロッド側圧力およびヘッド側圧力：P 28C および P 28D
ロジック弁パイロット圧力：P 14A および P 14B
負荷リリーフ弁圧力：P 30A
- ・射出シリンダ変位：X

3.3.3 実験結果およびシミュレーション結果

(1) 実験条件

- ・ポンプ流量：22.5L/min
- ・供給圧力：3MPa
- ・アキュムレータ蓄圧力：2.1MPa
- ・負荷側リリーフ弁設定圧力：2MPa
- ・ロジック弁パイロット部絞り径：1.0mm
- ・可変絞り弁開度： $\Delta p = 0.1\text{MPa}$ および 1.5MPa

(2) 射出シリンダの作動確認

アキュムレータおよびロジック弁の組み合わせを用いた場合と電磁切換弁単体を用いた場合のシリンダ変位の測定例を図3.15に示す。

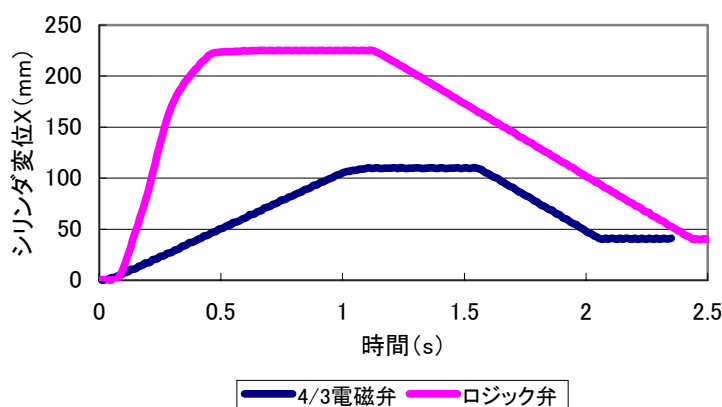


図 3.15 シリンダ変位 X の測定例 ($\Delta p = 0.1\text{MPa}$)

可変絞り弁の差圧を変化させて行った実験結果をもとに、シリンダ速度を求めると表 3.1 のようになる。アキュムレータおよびロジック弁の組み合わせによる射出シリンダの運転では、 $\Delta p = 0.1 \text{ MPa}$ のときのシリンダ速度 0.795 m/s が示すように、設定したポンプ流量 22.5 L/min におけるシリンダ速度の理論値 0.298 m/s と比較して十分な高速運転が可能なが確認できた。なお、電磁切換弁単体による運転の場合のシリンダ速度は、弁サイズの選定に影響されるため参考値として示す。

表 3.1 シリンダ速度測定結果

絞り弁の差圧 Δp (MPa)	シリンダ速度 (m/s)	
	アキュムレータ+ロジック弁	(参考) 電磁切換弁
1.0	0.254	0.091
0.1	0.795	0.109

(3) 射出シリンダのサイクル運転

射出シリンダの作動サイクルを確認するため、絞り弁の差圧を $\Delta p = 1.5 \text{ MPa}$ に設定した低速状態でシリンダ変位と各部の圧力を測定した結果を図 3.16 に示す。図中に引かれた破線はそれぞれ射出工程、昇圧工程、保圧工程、収縮工程を表している。図よりアクアドライブシステムを用いて精密成形機の射出シリンダの作動を模擬できることが確認された。

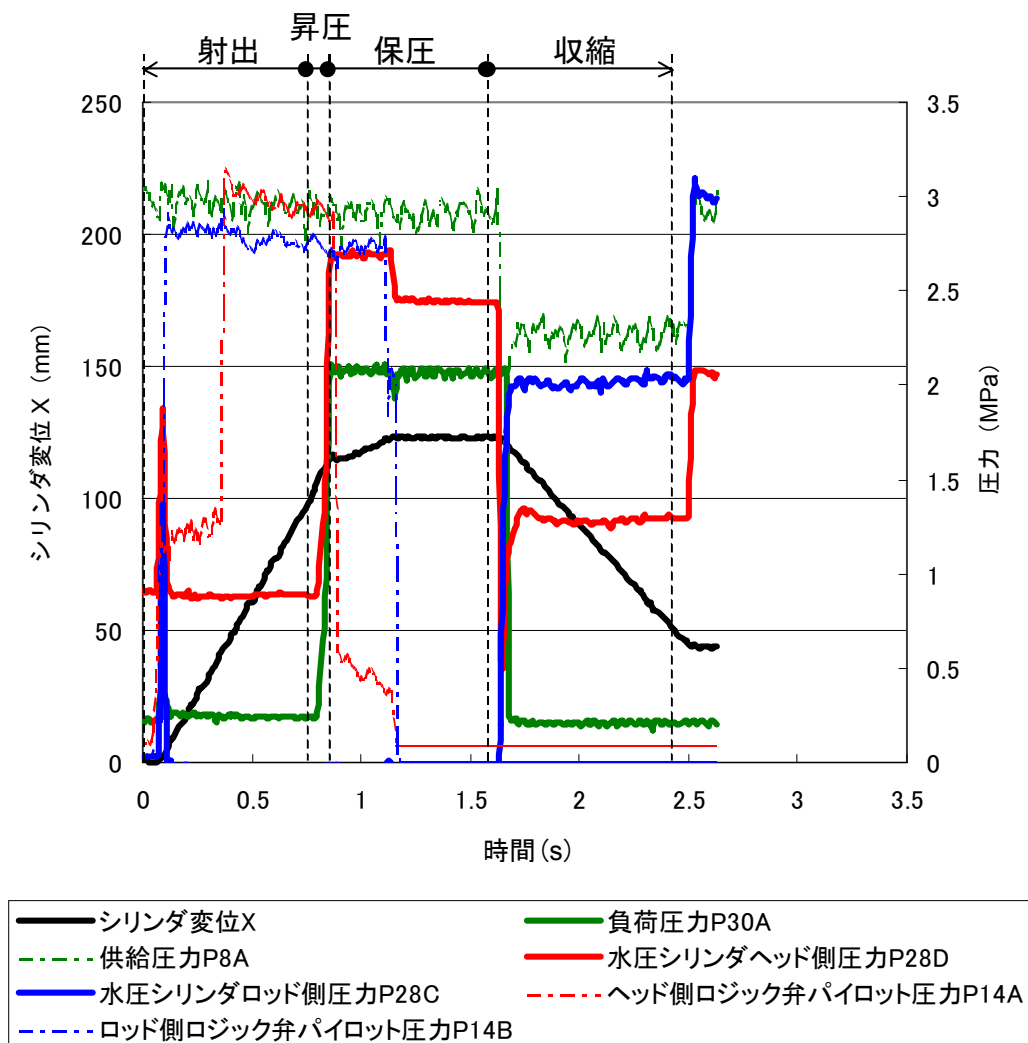


図 3.16 シリンダ変位と圧力変化 ($\Delta p = 1.5 \text{ MPa}$)

(4) シミュレーション結果

射出シリンダの工程に着目してシミュレーションを行った結果を図 3.17 に示す。計算にあたっては以下を考慮した。

- ・ピストンの運動方程式（慣性、粘性、動摩擦力）
- ・シリンダ室内の作動流体の圧縮性
- ・ロジック弁および絞りにおける圧力損失
- ・ロジック弁の動作遅れ

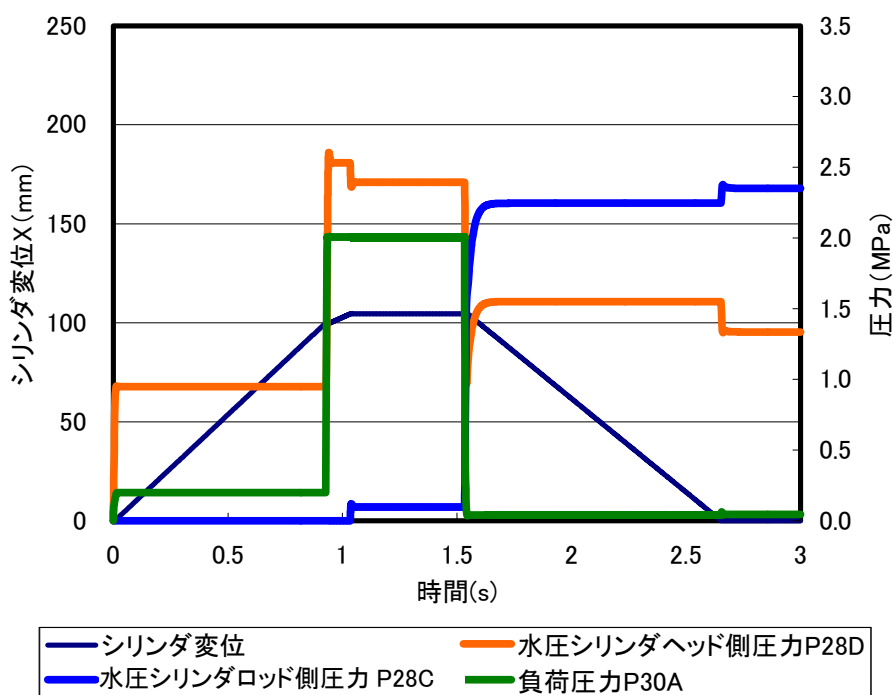


図 3.17 シミュレーション結果

3.3.4 まとめ

シミュレーション結果は、実験結果とほぼ一致しており、今後の高速化実験の予測に効果を発揮すると思われる。なお、実験結果においてはヘッド側ロジック弁パイロット圧力 P14A の変化に約 0.4s の大きな立ち上がり遅れの特徴が見られるが、この遅れは、本実験で用いたロジック弁のパイロット弁構造や諸寸法なども要因の一つと推測される。これは今後の調査・研究で明らかにされるべき項目であり、ロジック弁単体の応答性試験なども考慮に入れ、油圧の場合との比較も含めてさらに詳細に検討してゆく必要がある。

シリンダの高速運転化に関しては、今回の実験条件の範囲で約 0.8m/s の速度が達成された。この速度は、本実験の目標値である 3~4m/s の速度と比較して決して速くはないが、供給圧を上げアキュムレータの蓄圧力を上げることにより、さらに高速での運転が可能なることを示唆しており、今後の実験に期待が持てる。

4章 ADS の応用

4.1 ADS の応用分野

ADS の応用分野としては、一般に食品機械、医療・介護装置などがよく知られている。これら 9 分野とその他の分野の計 10 分野について、水圧機器の適用分野を調査した結果を図 4.1 に示す。調査は、1.2 に示したアンケートにより行い、回答総数 50 のうち 8 割強の回答に記入があった。

適用分野の回答件数は合計 123 であり、その内訳は、図 4.1 からわかるように回答件数の多い順に上位から ①食品、②船舶・海洋、③土木、④医療・介護となっている。この 4 分野で全体の約半数を占めている。5 位の原子力以降 9 位のレジャーまで漸減して続き、ある特定分野に集中する傾向は見られない。

その他の分野としては、以下のような内容であった。

- (1) 一般産業機械：7 件（機械、産業機械、タイヤ成形機、射出成形機、クランプ装置）
- (2) 洗浄：5 件（洗浄、消火、高圧噴霧、高圧水装置）
- (3) 一般工業設備：4 件（一般工業、製造工場、一般 FA、鉄鋼、自動車）
- (4) 半導体関連：4 件（半導体製造装置、半導体モールド装置、電子）
- (5) その他：3 件（工作機械クーラント配管、プール、研究）

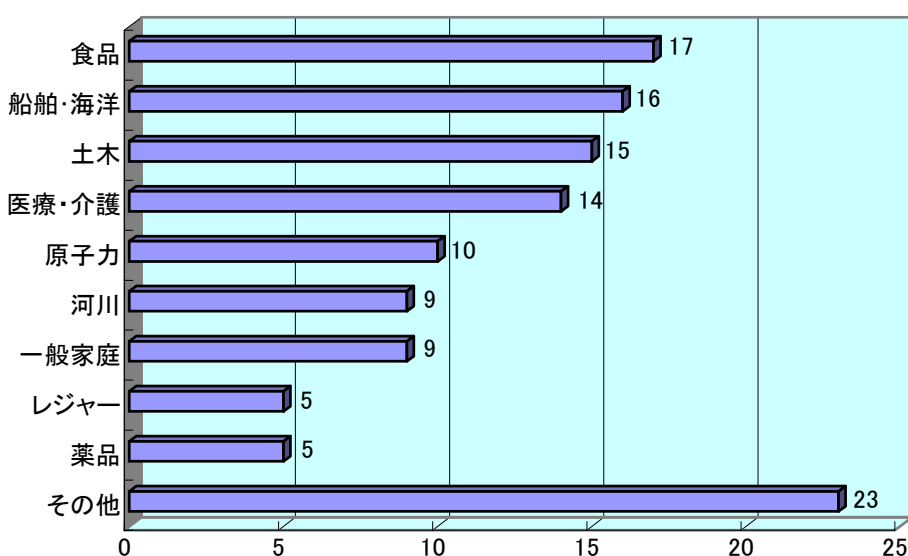


図 4.1 水圧機器の応用分野

アンケートから得られた各適用分野での具体的な装置名称を以下に示す。

- (1) 食品：食品加工機械
- (2) 医療・介護：リフター、介護用入浴装置、歯科医療器
- (3) レジャー：プール可動床昇降装置
- (4) 一般家庭：井戸水ポンプ
- (5) 河川：魚道ゲート駆動、高圧洗浄機
- (6) 土木：杭打ち機、水圧トレンチ
- (7) 船舶・海洋：機関室局所消火システム
- (8) 原子力：冷却水循環装置、廃棄物処理装置
- (9) その他・一般産機：ハイドロフォーミングマシン

水圧システムを使用する理由に関しては、多くの回答が環境への影響の少なさを上げていた。

- (1) 環境（環境保全） : 8 件
- (2) 安全性、クリーン性 : 4 件
- (3) 作動液の入手が容易、圧力源（水道水）の入手が容易 : 2 件
- (4) 漏洩時の汚染がない : 2 件
- (5) 廃液の処理が不要 : 1 件
- (6) 放射能で変異しない : 1 件

4.2 公表された ADS の応用事例

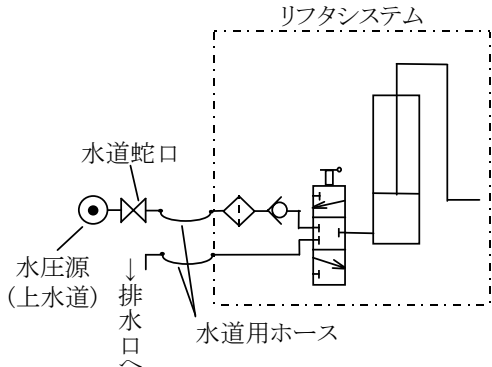
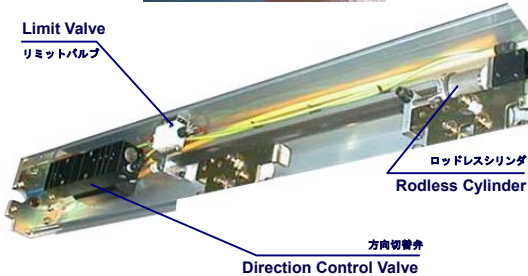
表 4.1 は、2002 年までにわが国の新聞、雑誌などに公表された ADS の応用装置に関する一覧表である。開発機関は、企業のほか大学の研究室や、複数企業が集まった研究委員会などである。応用事例として、まだ実用化されていない研究段階のものも含まれている。

これらの中から、実用化段階の事例に関する外観写真、概略仕様などを表 4.2 に数例紹介する。

表 4.1 公表された ADS の応用事例

No.	名称と開発機関・企業名	出典誌・紙(公表年月日)	用途・応用分野および特徴
1	水圧リフト ・カヤバ工業(株)	油空圧技術、Vol.39、 No.13、(2000.11)	介護・福祉機器 ・水道水圧駆動
2	鶏胸肉自動脱骨機 ・(株)前川製作所	日刊工業新聞、 (2001.2.16)、ほか	食品一次加工 ・装置の水洗浄、漏電心配なし、 HACCP対応
3	水圧フォークリフト ・三菱重工業(株)	フルイドパワーシステム、Vol.32、No.2 (2001.3)	運搬用産業車両（バッテリーフォーク） ・油による汚染防止が必要な環境
4	半導体成形水圧プレス ・NEDO	平成 12 年度新規産業創 造型提案公募事業成果 報告、(2001.3.27)	半導体成形 ・圧力分布の均一化
5	水圧昇降機 ・サンマックス(株)	日本工業新聞、 (2001.6.14)、ほか	昇降装置 ・汚れが少なく、災害活動にも威力、 最高使用圧力1MPa以下の機器構成
6	水圧ドアエンジン ・日本バルカー工業(株)	フルイドパワー、 Vol.15、No. 3 (2001.7)	自動スライドドア ・水道水圧のみで開閉、 低騒音、省エネ、安全
7	入浴介助装置 ・日本バルカー工業(株)	フルイドパワー、 Vol.15、No. 3 (2001.7)	入浴介助力ーター ・水道水圧で作動、中間停止可能
8	水門用水圧駆動システム ・水門の風土工学研究会	小冊子「水門用水圧駆動 システム」、(2001.8)	河川水門 ・環境にやさしく、パワフルで安全
9	水道水の水圧を動力源と したモータ ・東京工業大学	日経産業新聞、 (2001.10.29)	介護機器 ・電気不使用、水道水圧を動力源
10	入浴介助器 ・ライン工業(株)	日経産業新聞、 (2001.11.08)	介護・福祉機器 ・給排水の水圧を動力として使用
11	パワーシリンダ ・ファルコム(株)	日刊工業新聞、 (2002.2.08)	サーボモータ駆動のパワーシリンダ ・環境配慮で油圧から水圧への転換
12	半導体封止装置 ・TOWA(株)	日経産業新聞、 (2002.12.03)、ほか	半導体封止装置 ・環境対策

表 4.2 ADS の応用事例
その 1 : 水道水圧利用例

No.	名称および概観写真	概略仕様（回路）																								
1	名称：水圧リフト  資料提供：カヤバ工業(株) 【表 4.1：No.1】	<table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>駆動源</td><td>水道圧力（0.2MPa 以上）</td></tr><tr><td>積載荷重</td><td>体重 100kg 以下</td></tr><tr><td>全長</td><td>最縮時 1.7m／最伸時 3.0m</td></tr><tr><td>昇降ストローク</td><td>1.3m （プールの水深 1.1～1.3m に対応）</td></tr><tr><td>重量</td><td>総重量 32kg （シリンダ本体 18kg）</td></tr><tr><td>昇降切換</td><td>手動切換弁 （上昇・下降・停止）</td></tr><tr><td>椅子水平移動</td><td>手動にて回転</td></tr><tr><td>プールへの設置方法</td><td>2 種類の方式から選択 （プレート方式、ソケット方式）</td></tr></table> 	項目	仕様	駆動源	水道圧力（0.2MPa 以上）	積載荷重	体重 100kg 以下	全長	最縮時 1.7m／最伸時 3.0m	昇降ストローク	1.3m （プールの水深 1.1～1.3m に対応）	重量	総重量 32kg （シリンダ本体 18kg）	昇降切換	手動切換弁 （上昇・下降・停止）	椅子水平移動	手動にて回転	プールへの設置方法	2 種類の方式から選択 （プレート方式、ソケット方式）						
項目	仕様																									
駆動源	水道圧力（0.2MPa 以上）																									
積載荷重	体重 100kg 以下																									
全長	最縮時 1.7m／最伸時 3.0m																									
昇降ストローク	1.3m （プールの水深 1.1～1.3m に対応）																									
重量	総重量 32kg （シリンダ本体 18kg）																									
昇降切換	手動切換弁 （上昇・下降・停止）																									
椅子水平移動	手動にて回転																									
プールへの設置方法	2 種類の方式から選択 （プレート方式、ソケット方式）																									
2	名称：水圧ドアエンジン   資料提供：日本バルカー工業(株) 【表 4.1：No.6】	<table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>駆動源</td><td>水道水圧（0.2MPa 以上）</td></tr><tr><td>適用水圧</td><td>0.3MPa</td></tr><tr><td>適用ドア重量</td><td>20kg 以下</td></tr><tr><td>最大開閉速度</td><td>250mm/s</td></tr><tr><td>クッション性能</td><td>10～100mm/s（閉じ側可変）</td></tr><tr><td>開閉力</td><td>58N</td></tr><tr><td>作動音</td><td>40dB 以下</td></tr><tr><td>耐久回数</td><td>20 万回以上</td></tr><tr><td>安全機能</td><td>挟まれ時、外部ブラケットの固定が解除</td></tr><tr><td>外部電源</td><td>不要</td></tr><tr><td>作動温度範囲</td><td>0～60℃（結露なきこと）</td></tr></table> 適用：電気が使用できない場所や、安全性が重要な場所（温泉・風呂、病院・福祉施設、工場施設・研究施設、危険物倉庫（油・有機溶剤等）	項目	仕様	駆動源	水道水圧（0.2MPa 以上）	適用水圧	0.3MPa	適用ドア重量	20kg 以下	最大開閉速度	250mm/s	クッション性能	10～100mm/s（閉じ側可変）	開閉力	58N	作動音	40dB 以下	耐久回数	20 万回以上	安全機能	挟まれ時、外部ブラケットの固定が解除	外部電源	不要	作動温度範囲	0～60℃（結露なきこと）
項目	仕様																									
駆動源	水道水圧（0.2MPa 以上）																									
適用水圧	0.3MPa																									
適用ドア重量	20kg 以下																									
最大開閉速度	250mm/s																									
クッション性能	10～100mm/s（閉じ側可変）																									
開閉力	58N																									
作動音	40dB 以下																									
耐久回数	20 万回以上																									
安全機能	挟まれ時、外部ブラケットの固定が解除																									
外部電源	不要																									
作動温度範囲	0～60℃（結露なきこと）																									

その2：工場内生産機械

No.	名称および概観写真	概略仕様（回路）												
3	名称：鶏胸肉自動脱骨機  資料提供：(株)前川製作所 【表 4.1：No.2】	（機能） 鶏の上半身を胸肉、ササミ、およびガラに分割加工する装置である。本装置は、ターンテーブルの割出昇降部と加工機部から構成され、食品の安全と衛生の十分な確保のため、頻繁な洗浄作業が行われる。 <table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>処理能力</td><td>Max.900 羽／時間</td></tr><tr><td>ADS 仕様</td><td>圧力 割出昇降部 7MPa 加工機部 2MPa</td></tr><tr><td>構成機器</td><td>ポンプ、モータ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、その他</td></tr></table> （ADS 適用メリット） ・ 洗浄に対する、耐水性の向上（ショートや錆付きが無い、HACCP 対応） ・ 小型高出力で機器配置が容易 ・ 食品に対する衛生管理面の向上 ・ 駆動源の一元化によるメンテナンスの簡略化	項目	仕様	処理能力	Max.900 羽／時間	ADS 仕様	圧力 割出昇降部 7MPa 加工機部 2MPa	構成機器	ポンプ、モータ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、その他				
項目	仕様													
処理能力	Max.900 羽／時間													
ADS 仕様	圧力 割出昇降部 7MPa 加工機部 2MPa													
構成機器	ポンプ、モータ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、その他													
4	名称：半導体成形水圧プレス  資料提供：NEDO 【表 4.1：No.4】	（機能） 半導体製造の後工程において、半導体素子の外部を樹脂封止するために用いられるプレス装置である。 <table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>プレス力</td><td>Max. 980kN</td></tr><tr><td>プレス速度</td><td>成形時 0.01～20mm/s 高速移動時 75mm/s</td></tr><tr><td>成形有効ストローク</td><td>150mm</td></tr><tr><td>ADS 仕様</td><td>圧力 13.7MPa 流量 52L/min</td></tr><tr><td>構成機器</td><td>ポンプ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、アキュムレータ、その他</td></tr></table> （ADS 適用メリット） ・ 環境負荷の低減 ・ 装置のコンパクト化が可能(小形高出力) ・ 水圧シリンダの直圧方式により均一な樹脂皮膜の成形が可能 ・ 高精度の位置／速度／圧力の制御が可能	項目	仕様	プレス力	Max. 980kN	プレス速度	成形時 0.01～20mm/s 高速移動時 75mm/s	成形有効ストローク	150mm	ADS 仕様	圧力 13.7MPa 流量 52L/min	構成機器	ポンプ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、アキュムレータ、その他
項目	仕様													
プレス力	Max. 980kN													
プレス速度	成形時 0.01～20mm/s 高速移動時 75mm/s													
成形有効ストローク	150mm													
ADS 仕様	圧力 13.7MPa 流量 52L/min													
構成機器	ポンプ、シリンダ、サーボ弁、方向切換弁、アキュムレータ、その他													

委員会参加企業と大学

平成 10 年度～平成 12 年度「環境融和型水圧駆動システムに関する調査研究」委員会

平成 10 年度（7 社）

（株）荏原総合研究所 カヤバ工業（株） 豊興工業（株） 油研工業（株）
（株）ナブコ （株）トキメック 喜多村商工（株）

平成 11 年度（10 社）

（株）荏原総合研究所 カヤバ工業（株） 豊興工業（株） 油研工業（株）
（株）ナブコ （株）トキメック 喜多村商工（株） （株）不二越
（株）山本水圧工業所 （株）タカコ

平成 12 年度（10 社）

（株）荏原総合研究所 カヤバ工業（株） 豊興工業（株） 油研工業（株）
（株）ナブコ 喜多村商工（株） （株）不二越 （株）山本水圧工業所
（株）タカコ （株）阪上製作所

平成 13 年度～平成 14 年度「アクアドライブ技術の実用化に関する調査研究」委員会

平成 13 年度（16 社）

（株）荏原総合研究所 カヤバ工業（株） 豊興工業（株） 油研工業（株）
（株）ナブコ 喜多村商工（株） （株）不二越 （株）山本水圧工業所
（株）タカコ （株）トキメック 太陽鉄工（株） 廣瀬バルブ工業（株）
川崎重工業（株） NOK（株） TACO（株） 日本バルカー工業（株）

平成 14 年度（16 社）

（株）荏原総合研究所 カヤバ工業（株） 豊興工業（株） 油研工業（株）
（株）ナブコ 喜多村商工（株） （株）不二越 SMC（株）
（株）タカコ （株）トキメック 太陽鉄工（株） 廣瀬バルブ工業（株）
（株）カワサキプレシジョンマシナリ NOK（株） TACO（株） 日本バルカー工業（株）

平成 10 年度～平成 14 年度委員会参加大学

上智大学理工学部 横浜国立大学工学部

（注）本事業は、補助金 50%と参加企業分担金 50%で実施しています。

事務局 （社）日本フルードパワー工業会

本冊子の内容または製品に関するお問い合わせは、事務局までお願いします。



この事業は、オートレースの補助金を受けて実施したものです。

平成 15 年 3 月 発行

発行人 弘 光 進

発 行 所

社団法人 日本フルードパワー工業会
〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号
機械振興会館 311 号室
TEL : 03-3433-5391
FAX : 03-3434-3354
URL : <http://www.japan-fluid-power.or.jp/>
E-mail : jfpa@japan-fluid-power.or.jp



社団法人 日本フルードパワー工業会

〒105-0011

東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号

機械振興会館 311 号室

TEL : 03-3433-5391

FAX : 03-3434-3354

URL : <http://www.japan-fluid-power.or.jp/>

E-mail : jfpa@japan-fluid-power.or.jp