

【技術分類】 2 - 2 - 2 安全性・信頼性の拡大 / 施工・メンテナンス / 遠隔操作・診断

【 F I 】 F16K31/06,385@C F16K37/00@Z

【技術名称】 2 - 2 - 2 - 1 油圧バルブ異常の検出

【適用分野】 油圧装置

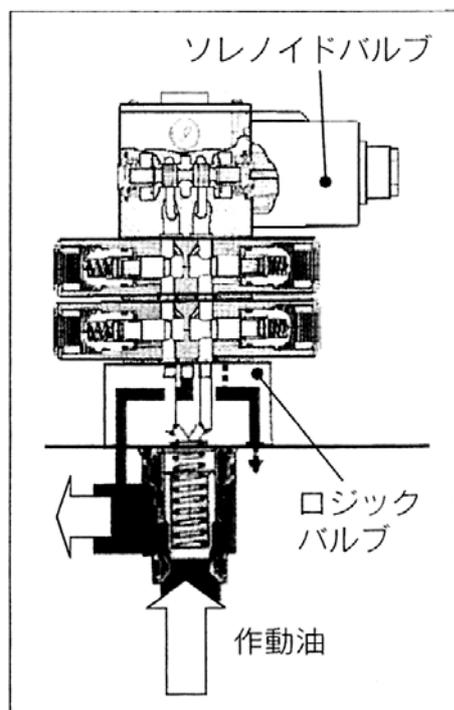
【技術内容】

アルミ型材の押出し成形プレスを対象とする故障診断システムについて記述する。プレスの油圧回路には多くの油圧ブロック（油圧バルブが組み合わされたもの）が存在する。油圧ブロックの構成を図1に示す。油圧ブロックはロジックバルブやソレノイドバルブで構成され、ロジックバルブ内部のバルブを押し上げて作動油が流れる。油圧ブロックには決まった役割があるため、故障現象から故障箇所をいくつかの油圧ブロックに絞り込むことができる。回路内で各ブロックが故障した場合の圧力検討と実機での結果を基に故障している油圧ブロックが特定される。

油圧バルブは、スプリングとソレノイドバルブが制御するパイロット圧力によって開閉する。バルブが固着した場合、図2に示すようにスプリング力がバルブに掛からず、入側と出側の圧力が同じになる。バルブが正常のときは入側の圧力がスプリング力の分だけ高くなる。これにパイロット圧力および電気信号の有無を考慮することにより、油圧ブロック内のどの油圧バルブが故障しているかを診断する。油圧機器に故障が発生した際に、本故障診断システムを用いて修理を行った例では、従来160分を要した修理が、本システムの適用により18分で完了している。

【図】

図1 油圧ブロック

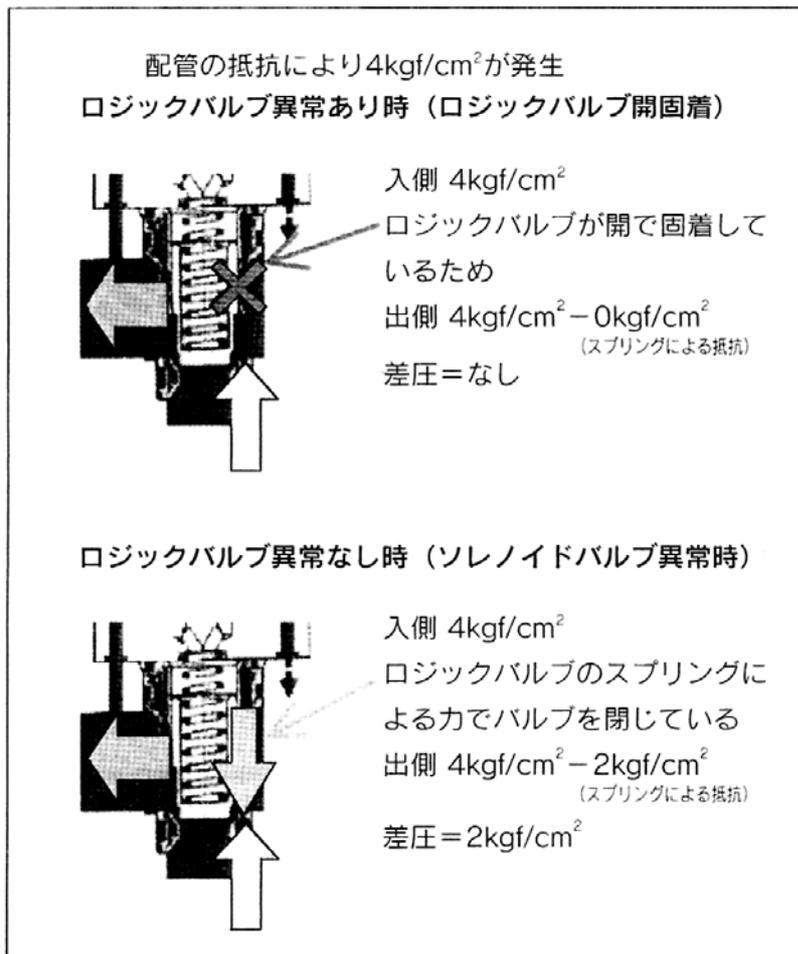


図表—4 油圧ブロック

出典:「保全マンが語る現場の設備診断事情 故障診断エキスパートシステムを自社で開発」,「プラントエンジニア VOL.32 No.3 22頁」,「2000年3月」,「能松典之、舛岡肇(立山合金工業株式会社)著」,「社団法人日本プラントメンテナンス協会発行」

図2 油圧バルブの診断

図表—5 油圧バルブの診断



出典:「保全マンが語る現場の設備診断事情 故障診断エキスパートシステムを自社で開発」,「プラントエンジニア VOL.32 No.3 23頁」,「2000年3月」,「能松典之、舩岡肇(立山合金工業株式会社)著」,「社団法人日本プラントメンテナンス協会発行」

【出典 / 参考資料】

出典:「プラントエンジニア VOL.32 No.3 20-23頁」,「2000年3月」,「能松典之、舩岡肇(立山合金工業株式会社)著」,「社団法人日本プラントメンテナンス協会発行」

【技術分類】 2 - 2 - 2 安全性・信頼性の拡大 / 施工・メンテナンス / 遠隔操作・診断

【 F I 】 F16K37/00@Z

【技術名称】 2 - 2 - 2 - 2 調節弁の固着現象の自動診断システム

【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

プラントの安定操業や設備安全上の課題である調整弁異常に関連する固着現象を検知する診断アルゴリズムについて記述する。図1に示す典型的な調節弁の固着現象の原因部位には、グランドパッキン摺動部とガイド摺動部がある。パッキンの過度の締め付けや劣化、異物の噛み込みなどが、ステムの上下運動への摩擦力上昇要因となる。過大な摩擦力は、非線形な「固着滑り」と呼ぶ現象を惹起する。これが発生すると、図2に示す正常時の弁開度挙動が、図3のようになり制御が不安定になる。

固着滑りの発生に伴う弁軸速度の変化の発生頻度分布に着目し、弁開度信号を用いて固着滑りの検出手法を検討した。なお、弁軸速度は弁開度の差分値より求める。弁軸が固着状態から滑り状態になるときの弁開度の挙動は、弁軸の運動方程式から分析することにより、滑り速度は弁の応答速度に比べ非常に速いことが判明している。このため、固着滑りの発生時には、固着と滑りを繰り返すことになり、速度の分布に偏りが発生する。弁軸速度の分布を図4のごとく仮定し、分布形状パラメータと弁軸動作の滑らかさとを関連付け、弁軸速度の平均的大きさと二乗平均の比を用いて固着滑りを検出するアルゴリズムが作成されている。本アルゴリズムのパッキン摺動部への適用では、固着を発生させる部位やそのメカニズムが整理でき、軽微な固着が検出できるオンライン動作診断手法として有効である。

【図】

図1 典型的な調節弁

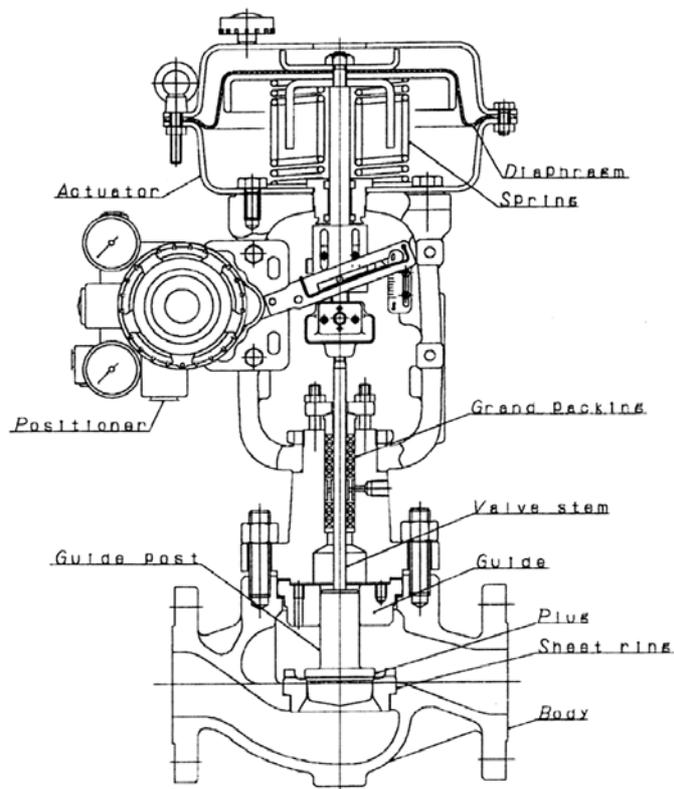
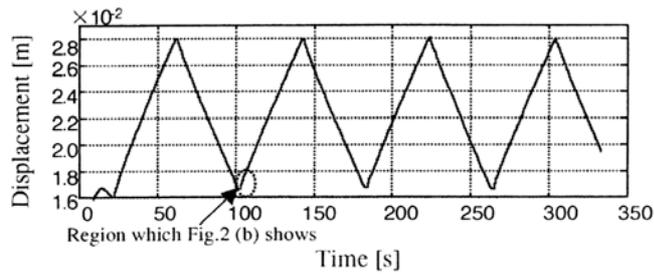


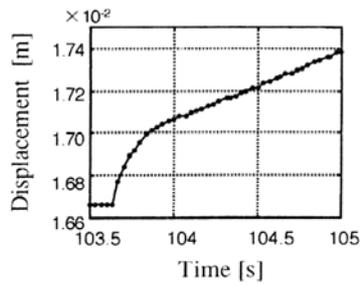
図1 典型的な調節弁

出典：「調節弁の異常自動診断システム」、「工業加熱 VOL.39 No.4 54頁」、「2002年7月15日」、「黒田正人、総田長生（株式会社山武）著」、「社団法人日本工業炉協会発行」

図2 標準状態での弁開度の動き



(a)バルブ開度

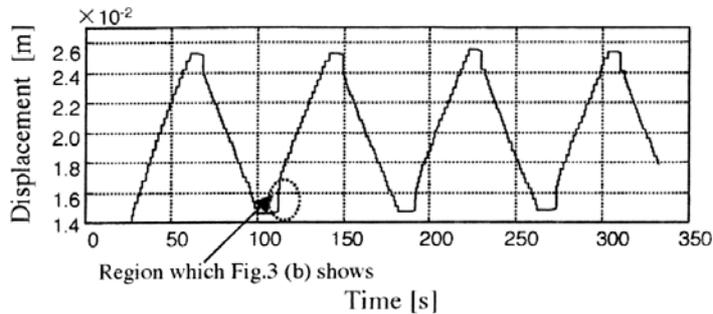


(b)図2 aの円の中の中のバルブ開度

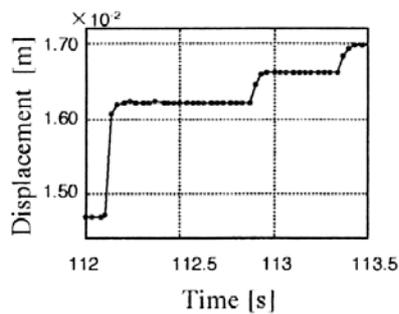
図2 標準状態でのバルブ開度の動き (工場にて)

出典：「調節弁の異常自動診断システム」, 「工業加熱 VOL.39 No.4 55頁」, 「2002年7月15日」, 「黒田正人、総田長生(株式会社山武)著」, 「社団法人日本工業炉協会発行」

図3 固着を故意に起こしたときの弁開度の動き



(a)バルブ開度



(b) 図3 aの円の中の中のバルブ開度

図3 スティックスリップを故意に起こしたときのバルブ開度の動き (工場にて)

出典：「調節弁の異常自動診断システム」, 「工業加熱 VOL.39 No.4 55頁」, 「2002年7月15日」, 「黒田正人、総田長生(株式会社山武)著」, 「社団法人日本工業炉協会発行」

図4 弁開度の速度密度関数モデル

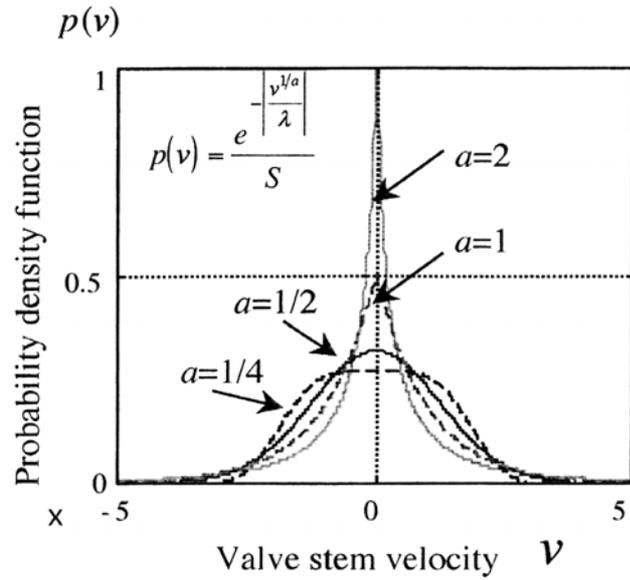


図7 バルブ開度の速度密度関数モデル

出典：「調節弁の異常自動診断システム」, 「工業加熱 VOL.39 No.4 57頁」, 「2002年7月15日」, 「黒田正人、総田長生（株式会社山武）著」, 「社団法人日本工業炉協会発行」

【出典 / 参考資料】

出典：「工業加熱 VOL.39 No.4 53 - 59頁」, 「2002年7月15日」, 「黒田正人、総田長生（株式会社山武）著」, 「社団法人日本工業炉協会発行」

【技術分類】 2 - 2 - 2 安全性・信頼性の拡大 / 施工・メンテナンス / 遠隔操作・診断

【 F I 】 F16K37/00@Z

【技術名称】 2 - 2 - 2 - 3 電動アクチュエータによるバルブの異常検出

【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

電動アクチュエータによりバルブ操作力の異常を検出するには機械的方法と電気的な方法がある。バルブのトルク異常を機械的に電動アクチュエータで検出する例を図1に示す。アクチュエータ内の減速部に負荷に比例し変形する皿バネを設け、この変形により発生するウォーム軸の動きで歯車を回転させ、回転角を増幅した上で、マイクロスイッチにより一定以上のトルクを検出する。異常トルクの電気的な検出には、操作源となるモータの電流値を検出する方法と、開閉信号に対するバルブの動作から検出する方法がある。電流値による検出を ON-OFF 弁である場合でも、単に電流値の比較ではなく、一定時間の電流値を積算するなど工夫が必要である。バルブの応答動作から検出する方法は、指示に対し一定時間経過してもアクチュエータが動作しない、あるいは指示した位置に到達しない場合を異常とする方法と、入力指示に対しバルブ・アクチュエータの動作を正常時の動作と比較する方法がある。バルブの漏れについては、特殊ガスであれば近くにセンサーを設置する場合もあるが、一般的には目視で確認している。2次側への漏れは、圧力計や流量計など配管に設置された計器で検出されている。漏れ検知と調整手順の例を図2に示す。正常状態の圧力変動を一定期間記録し、正常状態のデータにもとづく判定基準を算出後に監視運転にはいる。

アクチュエータの動作異常は、ハンチングの検出と温度の異常検出の方法がある。図3にハンチングの検出方法を示す。判定時間内の反転回数、動作の角度、全体的な動作の推移幅の3点が、いずれも設定条件に入った時ハンチングとして検出する。温度の異常検出は、温度センサをアクチュエータ内部に設けて異常判定温度との比較により検出するものである。

【図】

図1 トルクの機械式検出例

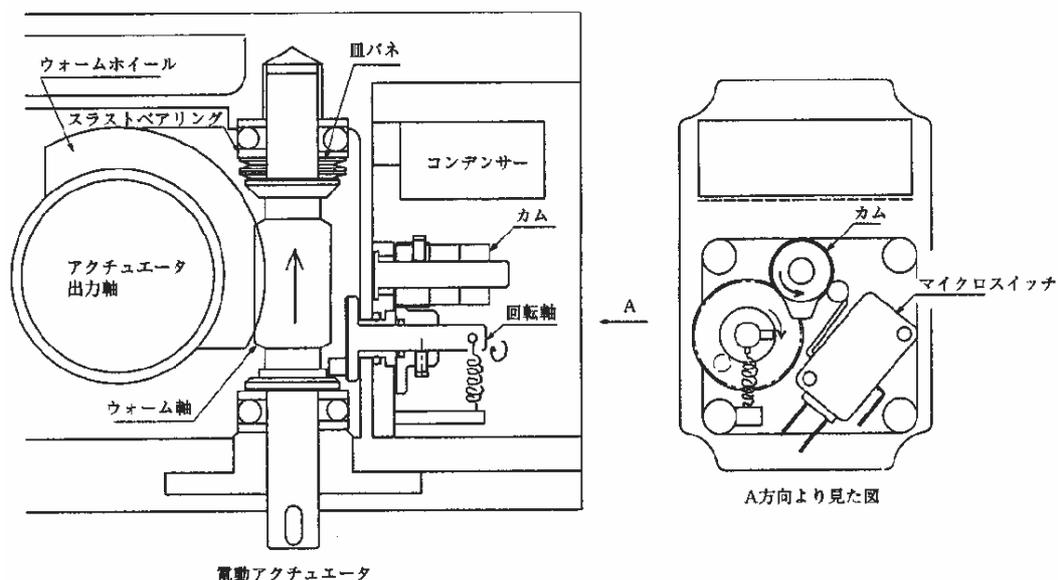


図1 トルクの機械式検出例

出典：「電動アクチュエータによるバルブの異常検出」、「バルブ技報 VOL.16 No.1 81頁」、
「2001年3月30日」、「萩原秀雄（巴バルブ株式会社）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

図2 漏れ検知と自動調整手順

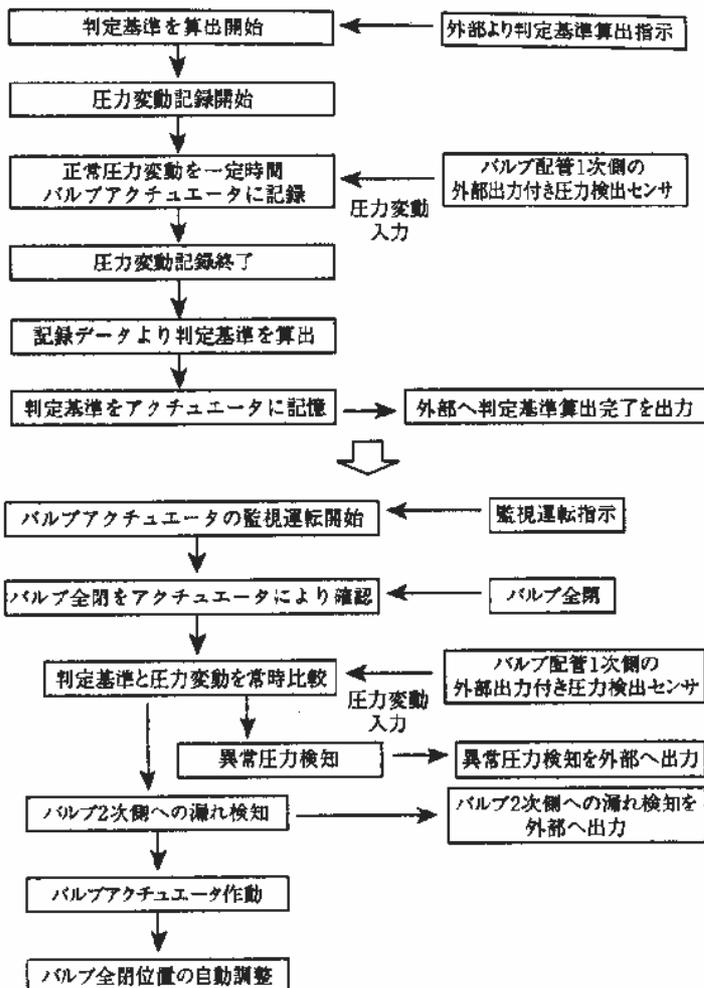


図3 漏れ検知と自動調整手順

出典：「電動アクチュエータによるバルブの異常検出」、「バルブ技報 VOL.16 No.1 83頁」
 「2001年3月30日」、「萩原秀雄（巴バルブ株式会社）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

図3 ハンチングの検出方法

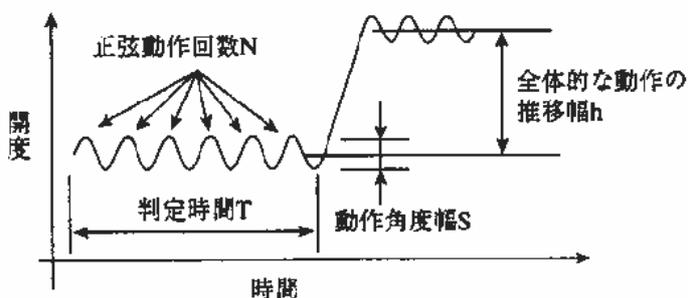


図4 ハンチングの検出方法

出典：「電動アクチュエータによるバルブの異常検出」、「バルブ技報 VOL.16 No.1 84頁」
 「2001年3月30日」、「萩原秀雄（巴バルブ株式会社）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

【出典 / 参考資料】

「バルブ技報 VOL.16 No.1 80 - 85頁」
 「2001年3月30日」、「萩原秀雄（巴バルブ株式会社）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

【技術分類】 2 - 2 - 2 安全性・信頼性の拡大 / 施工・メンテナンス / 遠隔操作・診断

【 F I 】 F16K37/00@Z

【技術名称】 2 - 2 - 2 - 4 電動弁・空気作動弁の遠隔診断技術

【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

原子力発電所では、計画的な分解点検から、運転状態の診断により異常兆候があれば点検する状態監視保全への移行が重要である。そこでプラント運転中に電動弁および空気作動弁の診断を遠隔で実施可能な弁データ無人収集システムについて記述する。構内 PHS を用いた弁データ収集システムの構成を図 1 に示す。データ収集ユニットは現場の弁近傍に設置され、複数台の弁データの収集を行う。データの収集は、弁作動時に自動測定する「プリトリガ測定」、一定時間毎に自動測定する「インターバル測定」、手動測定する「マニュアル測定」の選択ができる。測定データは、電動弁ではトルク、応力、電流、磁気、振動等の中から、空気作動弁では開度、応力、振動、圧力等の中から適切な組合わせで選定される。

図 2 に電動弁のデータ測定例を示す。開閉時間、運転トルク、保持トルク等のデータが採取でき、主要な異常事象について遠隔診断できる。とくに、図 3 で示されるように、モータからステムナットまでの伝達系の時間や、ステムナットから弁体までの伝達系の時間については、経時変化を調べることにより、伝達系各部の磨耗状況を把握することが可能である。

空気作動弁に弁開度計および弁棒応力センサを取付け遠隔監視が可能である。これによりハンチング、スティック等に関する異常診断や異常原因調査が有効に行える。また空気作動弁のポジションに、振動センサを数ヶ所取付け、定期的に数秒間の振動データを収集・解析することにより、共振点の有無や運転状態による振動の変化を効率的に把握することができる。

【図】

図 1 PHS による弁データ収集システムの構成例

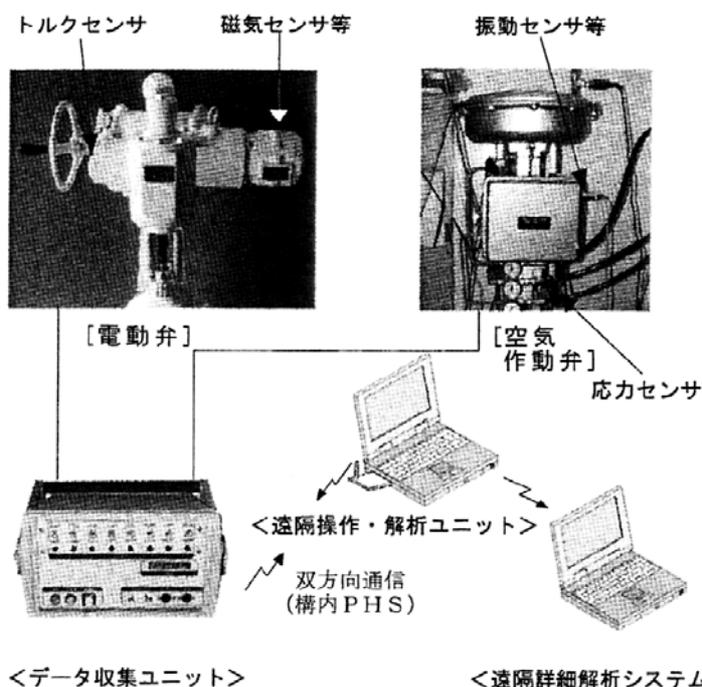


図 1 PHS による弁データ収集システムの構成例

出典：「電動弁・空気作動弁の遠隔診断技術の開発」、「電気評論 VOL.86 臨時増刊号 63 頁」、
「2001 年 6 月 30 日」、「梶原正義（四国電力株式会社）、小野隆浩、西岡邦昌（株式会社四国総合

図2 電動弁のデータ測定例

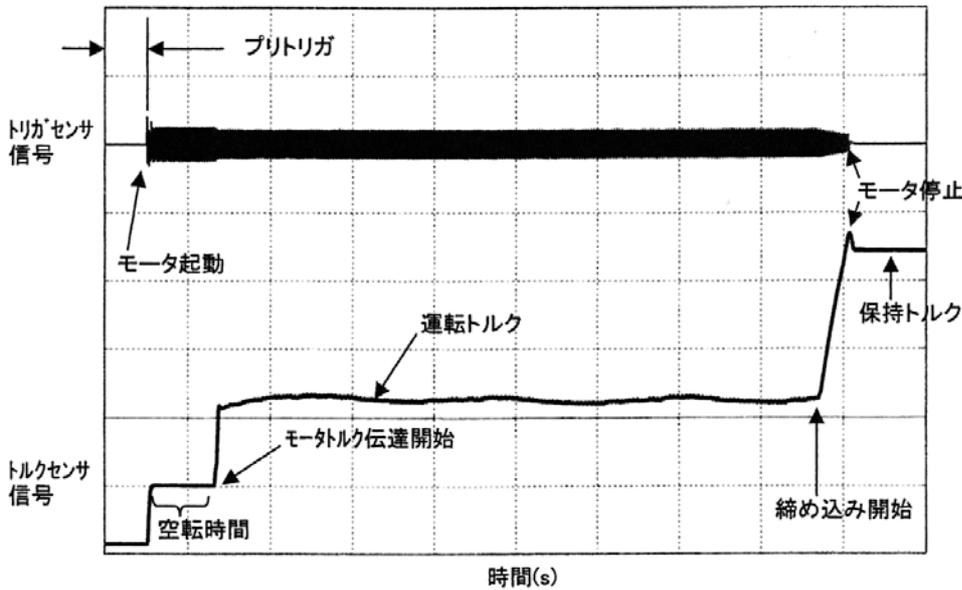


図3 電動弁のデータ測定例 (開→閉)

出典: 「電動弁・空気作動弁の遠隔診断技術の開発」, 「電気評論 VOL.86 臨時増刊号 64頁」, 「2001年6月30日」, 「梶原正義(四国電力株式会社) 小野隆浩、西岡邦昌(株式会社四国総合研究所) 著」, 「株式会社電気評論社発行」

図3 電動弁駆動力の伝達系

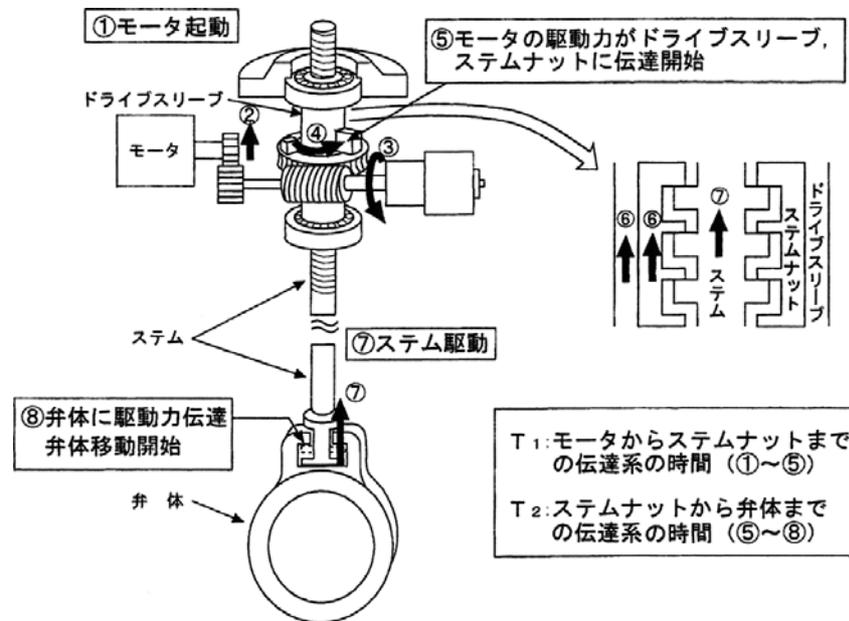


図4 電動弁駆動力の伝達系

出典: 「電動弁・空気作動弁の遠隔診断技術の開発」, 「電気評論 VOL.86 臨時増刊号 64頁」, 「2001年6月30日」, 「梶原正義(四国電力株式会社) 小野隆浩、西岡邦昌(株式会社四国総合研究所) 著」, 「株式会社電気評論社発行」

図4 空気作動弁の異常診断データ例

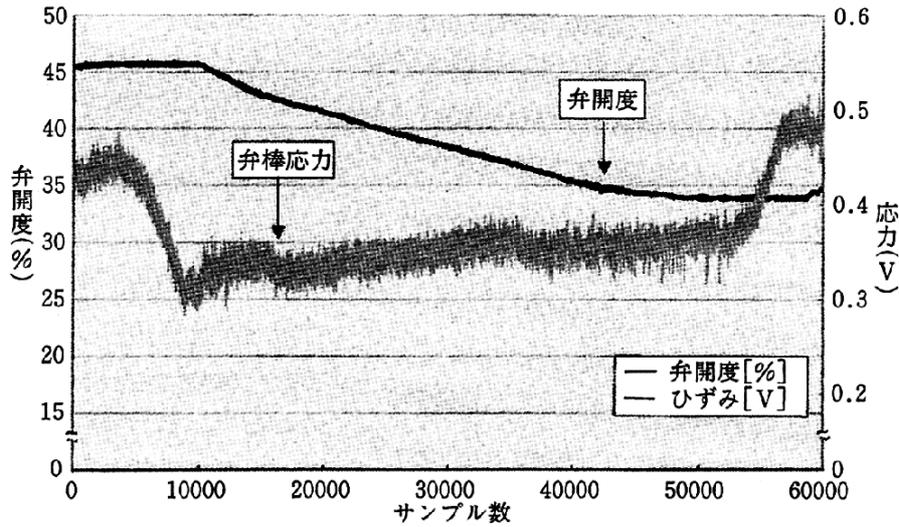


図6 空気作動弁の異常診断データ例

出典：「電動弁・空気作動弁の遠隔診断技術の開発」、「電気評論 VOL.86 臨時増刊号 65 頁」
 「2001 年 6 月 30 日」、「梶原正義（四国電力株式会社）小野隆浩、西岡邦昌（株式会社四国総合研
 究所）著」、「株式会社電気評論社発行」

【出典 / 参考資料】

「電気評論 VOL.86 臨時増刊号 63 - 66 頁」、「2001 年 6 月 30 日」、「梶原正義（四国電力株式
 会社）小野隆浩、西岡邦昌（株式会社四国総合研究所）著」、「株式会社電気評論社発行」

【技術分類】 2 - 2 - 2 安全性・信頼性の拡大 / 施工・メンテナンス / 遠隔操作・診断

【 F I 】 F16K37/00@Z

【技術名称】 2 - 2 - 2 - 5 原子力発電所における電動弁保全の高度化と規格対応

【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

原子力発電所の電動弁の診断システムと電動弁の規格化対応について記述する。

図 1 は原子力発電所で多く使われるリミトルク型電動弁の機構図である。原理的にはモータの回転をウォームギアで弁棒に伝える仕組みである。モータが弁棒負荷抵抗に打ち勝って弁棒を動かすため、ウォーム歯車のトルクに比例した反力、すなわちスラストがウォームの軸方向に作用する。このため弁棒負荷に応じて、トルクスプリングを左右に圧縮しながら、ウォームを軸方向に移動する。弁負荷反力を受ける部材にトルクセンサを直接内蔵させて、駆動装置と弁棒にかかる負荷を測定することが可能で、電動弁の異常や劣化を知ることができる。さらに振動センサ、漏洩電流センサを加えたりリモート診断システムを図 2 に示す。これで遠方での電動弁状態の自動監視・傾向管理が可能になる。

原子力発電所の電動弁保全の指針については、民間指針「軽水炉原子力発電所の運転保守指針」がある。図 3 は指針に述べられている機能確認試験の流れである。上に述べたトルクセンサ内蔵の診断装置を用いることにより、大掛かりな試験装置なしに基本的な性能パラメータの確認ができる。図 3 のベースライン試験は原則として実ライン状態で実施される試験であるが、これにも診断装置が有効に機能する。このように本診断装置を最初から使うことで、プラントライフに渡って完結した状態監視保全が可能となり、メーカ・ユーザによる連続的な信頼性が担保される。図 4 は本診断装置で得られるトルク波形と裕度の関係を示す。運転中の弁遮断に要する実際の弁棒閉止トルクを図 4 のように測定できる。

【図】

図 1 リミトルク型電動弁機構図

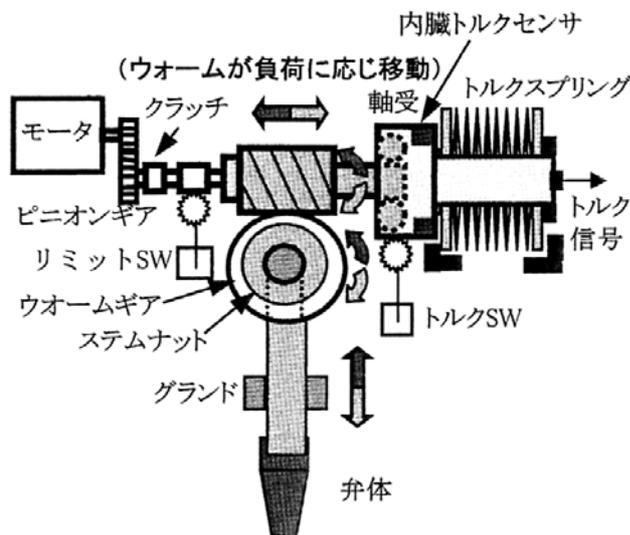


図 1 リミトルク型電動弁機構図

出典：「原子力発電所における電動弁保全の高度化と規格対応」、「電気評論 VOL.88 No.11 65 頁」、「2003 年 11 月 10 日」、「伊藤晴夫（日本原子力発電株式会社）著」、「株式会社電気評論社発行」

図2 リモート診断システムの概要

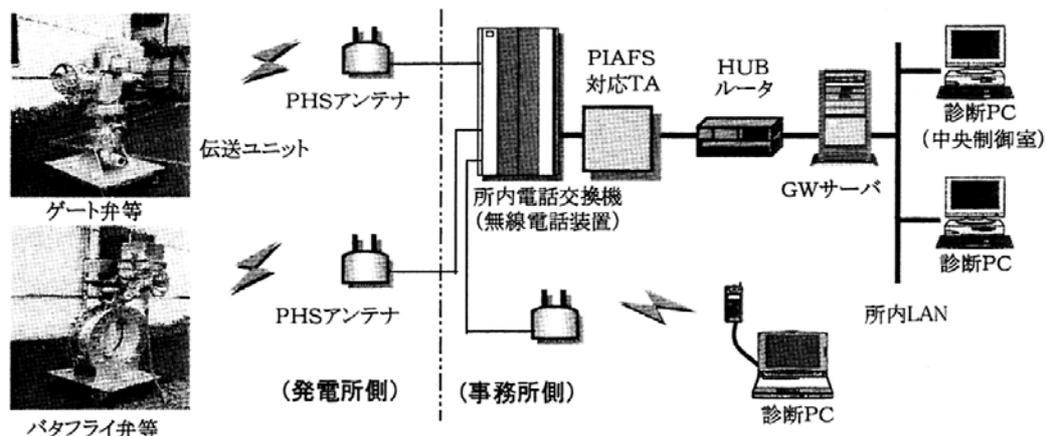


図4 リモート診断システムの概要

出典：「原子力発電所における電動弁保全の高度化と規格対応」、「電気評論 VOL.88 No.11 67頁」、「2003年11月10日」、「伊藤晴夫（日本原子力発電株式会社）著」、「株式会社電気評論社発行」

図3 機能確認試験の流れ

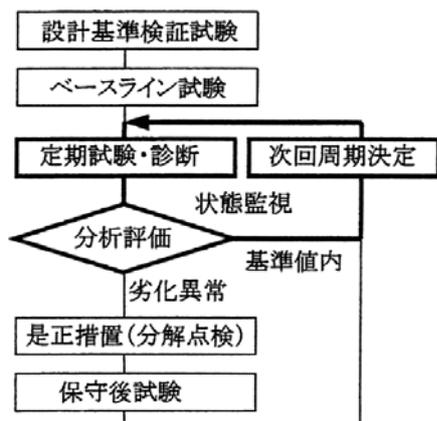


図8 機能確認試験の流れ

出典：「原子力発電所における電動弁保全の高度化と規格対応」、「電気評論 VOL.88 No.11 69頁」、「2003年11月10日」、「伊藤晴夫（日本原子力発電株式会社）著」、「株式会社電気評論社発行」

図4 トルク波形と裕度

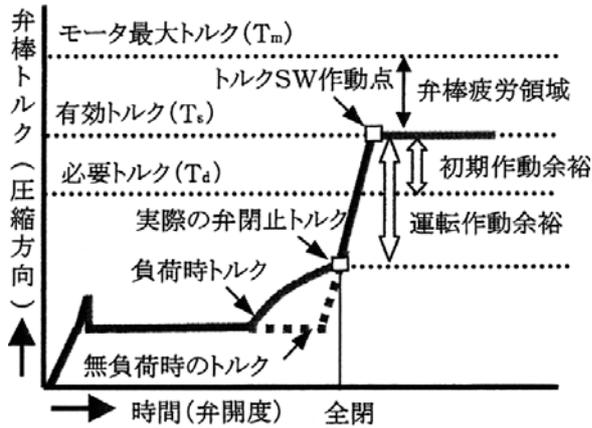


図9 MOVDAS トルク波形と裕度

出典：「原子力発電所における電動弁保全の高度化と規格対応」、「電気評論 VOL.88 No.11 69 頁」
 「2003年11月10日」
 「伊藤晴夫(日本原子力発電株式会社)著」
 「株式会社電気評論社発行」

【出典 / 参考資料】

「電気評論 VOL.88 No.11 65 - 70 頁」
 「2003年11月10日」
 「伊藤晴夫(日本原子力発電株式会社)著」
 「株式会社電気評論社発行」