

鉄鋼プラントにおけるシステム監視

Supervision of Systems in Iron Steel Plants

中村 雄有 * Katsunari Nakamura · 川田 正治 * Masaji Kawada · 岡崎 賢 * Ken Okazaki

I. まえがき

最近の鉄鋼プラントは省人化、品質の向上、生産性の向上のために高度な自動化、制御の高度化、連続化が進み、その制御システムは複雑化、高級化、大規模化の傾向にある。その結果、一部分の故障でもその波及範囲及び休止損失が大きいと、信頼性を維持するための保全コストが増加し、かつ高度な保全技術が必要とされる。

このような背景のもとに、ミニコンピュータ及びマイクロコンピュータの進歩に伴い、最近の鉄鋼プラントには生産管理制御システムと密接に関連を持ちながら、保全コストの低減、稼働率の向上、保全要員の省人化及びトラブルシュートの容易化のために保守・監視システムないし設備監視システムが導入される傾向にある。

一般的な保守・監視システムの概要を第1図に示す。保守・監視システムにおいては各機器の操作及び状態・故障表示・記録のほかには運転監視、故障データ収集、故障診断など予防保全に関連する機能が重要な位置を占めている。特に制御システムが複雑かつ高級な鉄鋼プラントにおいては機器単体を対象とするだけでなく、複数の機器、場合によっては製品材料をも組み合わせて所定の機能を発揮するシステム〔例えば熱塊検出器(HMD)によって材料をトラッキングするシステム〕を対象とした監視、すなわちシステム監視を行い、システムとしての異常状態の検出、故障の予知、故障診断を行うことが

極めて重要である。

ここに計算機によるシステム監視に焦点を絞り、幾つかの実例と最近の技術動向を述べる。

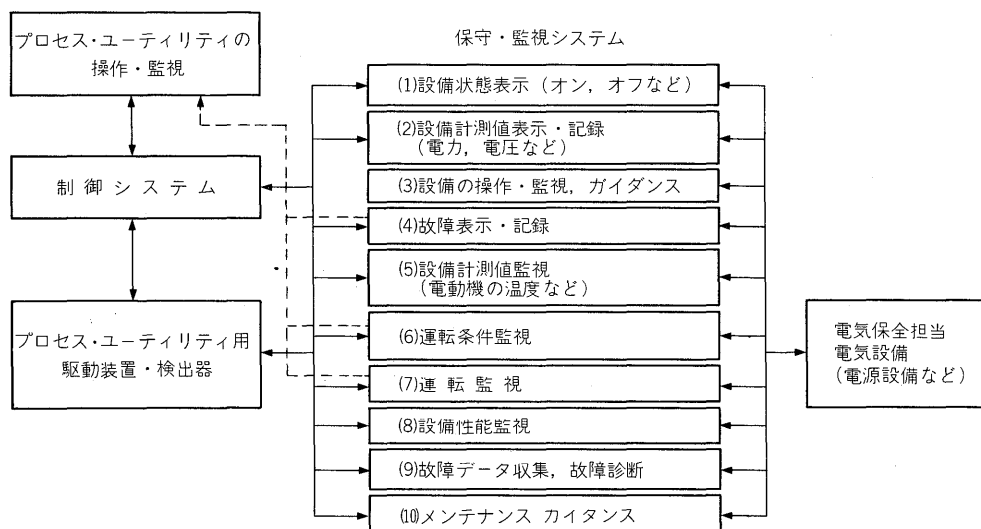
II. システムの監視

1. 運転監視

ここ数年のマイクロコントローラの処理能力の向上は、従来のハードロジックシーケンスレベルの概念ではなし得なかった機能、すなわちマイクロコントローラ自身によって制御する系の動作、及びその状態を監視することが可能になっている。

マイクロコントローラによる制御システムはシーケンス制御、位置決め制御、速度制御などがあり、それらを単独あるいは組合せによりシステムが構成される。それらを監視する機能としてはスタティックな処理とダイナミックな処理とがある。前者は機械的条件及び電気的条件を構成しているアナログ、デジタルなどの各種信号の状態を監視しながら、自動的あるいは要求に応じてその時点で指定されたシーケンスの整合・不整合状態、あるいは条件不成立の要因を指摘し出力する。そして後者は、

- (1) シーケンス制御を構成する要素単位の処理時間、又はサイクリックなシーケンス動作における1サイクル分の動作時間。



第1図 保守・監視システムの概要

Fig. 1. Outline of system for maintenance and supervision

(2) 位置決め制御における1ストロークごとの整定時間及び加減速度。

(3) 速度制御における整定時間。

などのシステムの特徴を利用して、それぞれ前回に計測・演算した実績値と比較し、差異の程度に応じた警報を出力する。

更にこのような周期的データを管理・分析することにより機械系の磨耗、制御系の特性劣化などの傾向を把握することができるため、保守上の効果が大きく、また定期的に定期点検の計画立案の一助とすることができる。

2. PI/O (プロセス入出力装置) トレース

この機能はマイクロコントローラのPI/Oメモリ内容を100ms程度の周期でスキャンし、常に現時点から過去数十秒間にわたるPI/Oのオン・オフ状態を記憶する処理機能である。システム動作に異常が生じたときには、トレースバックにて過去数十秒間のPI/Oオン・オフ状態を再現又はシミュレーションすることにより、原因の究明を効果的に行うことができる。

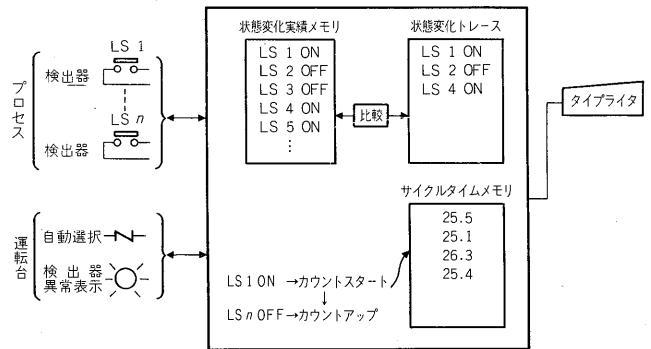
3. 検出器の監視

圧延・精整プロセスにおいてはリミットスイッチ、HMD(熱塊検出器)、近接スイッチ、光電スイッチなどの検出器が多数使用されており、しかもこれら検出器は数秒から数十秒のサイクルでオン・オフ動作を繰り返している。これらの検出器においては検出器自身の故障のほか、被検出体との相対的位置(距離、角度など)、被検出体の温度・形状の変化、ごみの付着などのため正常に動作しない場合があり、異常原因の発見に多くの時間を費やす場合がある。また、検出器の保守に多くのマンパワーを費やしているのが現状である。

検出器の監視方法は、信号処理技術としてロジック信号によるパターン識別を利用し、かぎとなる検出器の状態変化(オン又はオフ)から始まって設備動作1サイクル中に、いずれかの検出器に状態変化(オン、オフ)が発生したとき、他の検出器の状態も含めてパターンとして記憶し、次のサイクル以降はいずれかの検出器に状態

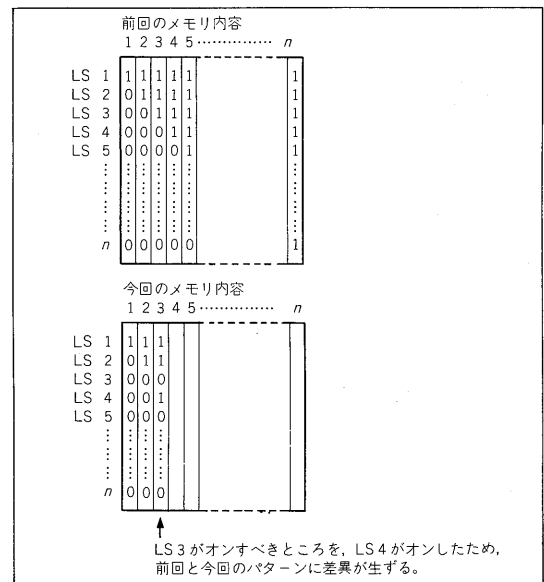
変化が発生しても、その時点で前サイクルで記憶したパターンと順番に比較し、差異があれば異常と判断する。つまり、モニタリングシステムと称するもので、ここでは検出器異常動作発見用とすることにより検出器の故障傾向を知ることができ、保守上の効果が期待できる。

第2図に、このシステム概念図、第3図に異常検出の原理を示す。また第4図はタイプライタへ印字した例



第2図 検出器監視システム

Fig. 2. Supervisory system for sensors



第3図 異常動作の検出方法

Fig. 3. Principle of fault detection

		検出器の名称、グループなど									
		発生時刻									
例1	15:51	TMR01	TML13	1010	0000	0000	0000	← 前回のオン・オフパターン			
				1100	0000	0000	0000				
例2	16:01	WMX75	WMX70	1010	0000	0000	0000	← 今回のオン・オフパターン			
		*****	W-4	1100	0000	0000	0000				
例3	16:01			0000	0000	0000	0000				
				1110	0000	0000	0000				

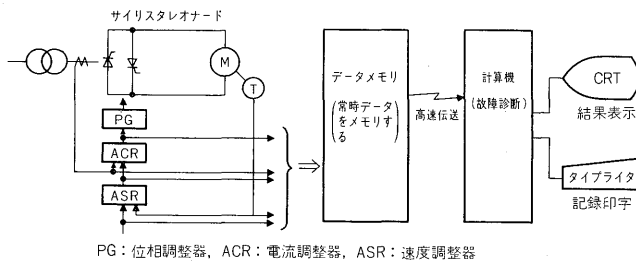
第4図 異常動作検出印字例

Fig. 4. Example of fault output

を示す。第 4 図において、例 1 及び例 2 は前回と今回のサイクルのオン・オフパターンに検出器 2 点の差異を発見したときの例であり、例 3 は前回のサイクルでは動作していなかった検出器が、今回は同時に 3 点動作したため、3 点の差異として印字した例である。このシステムでは 3 点以上の差異を発見したときには例 3 のように検出器群のグループ名称 (W-4) を印字している。

4. レオナード装置の監視

可変速でかつ高度の制御性能を要求される駆動装置として、サイリスタレオナード、また最近では交流可変速システムが多数採用されている。これらはいずれも信頼性は高く、故障の発生は少なくなったが、ひとたび故障が発生すると、システムが複雑なため故障原因の発見に多くの時間を要することがある。アナログ制御回路を用いた制御装置に対しては、次のような故障監視システムで解決することができる。レオナード装置を例にとれば、速度調節器などの各調節器の入出力信号 (アナログ値)、及び運転指令などの演算器オン・オフ信号 (デジタル信号) を、データメモリ装置にて短時間周期ごとにスキャンニングし、サイクリックに更新するとともに一定時



第 5 図 サイリスタレオナードの故障診断
Fig. 5. Fault diagnosis of thyristor converter

トランジスタインポートリク	ROUTE NO.	MESSAGE	55.07.29	125° 00分
	231	ト*ク フリク カイセキ カシ.		
	235	ASR セツイチ アリ. (N* > 0)		
	237	ASR シュツリョク アリ. (IA * > K)		
	241	ACR セツイチ アリ. (IA1 * > K)		
	243	ACR シュツリョク アリ. (ス* -)		
	244	DVR シュツリョク アリ. (ス* -)		
	246	シ*ン テルイカ キ*アウ ハ*ル スレイ アリ.		
	249	ACR シュツリョク アリ. (チ*ル)		
	253	DVR シュツリョク アリ. (チ*ル)		
	255	チ*ンリョク シュツリョク アリ. (ス* -)		
	257	チ*ンリョク シュツリョク アリ. (チ*ル)		
		トランジスタインポートリク	55.07.29	125° 00分
		HIMB システム		
		1. DVR シュツリョク イ*ン*コウ. (STAR)		OMS
		オブリ		

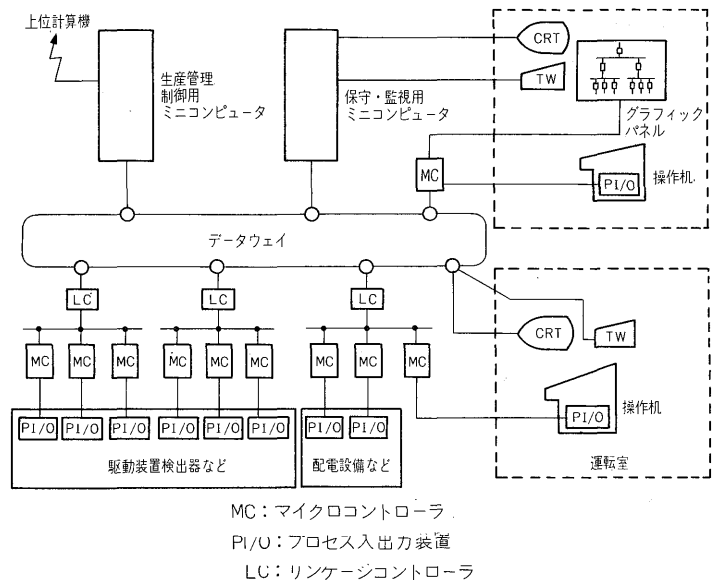
第 6 図 故障解析結果の印字例
Fig. 6. Example of analysis output

間以内のデータを常に時系列信号として記憶する。故障発生信号又は上位計算機からの停止指令によりデータメモリ装置はスキャンニングを自動的に停止し、診断・解析に必要な量のデータを保持する。保守要員の操作指令により、データメモリ装置は保持しているデータを上位計算機に伝送し、計算機にてそれらのデータをあらかじめ決められた論理に基づいた特性解析による故障診断あるいは過去に実行した解析データとの比較を行い、故障箇所の究明、特性変化の異常判定を行う。第 5 図に監視システムの一例を示す。第 6 図は故障解析の結果をタイプライタに印字した例であり、解析プログラムの進行に従って解析ロジックのルート No. と解析処理内容を印字し、最後に総合判断としての故障診断結果及び異常検出時の時間をタイプアウトしている。

III. システム構成

II 章で述べたシステム監視のための各システムは、一般には保守・監視システムのシステム構成の中に組み込まれている。ここで保守・監視システムのシステム構成の動向について述べるとともに、第 7 図に最近の全体のシステム構成を示す。

初期の保守・監視用システムは、生産管理・制御用システムとは独立に導入が行われてきた。しかし保守・監視用システムで使用される信号の多くが生産管理・制御用システムで使用される信号と共通であり、これら共通信号は発信元で分離変換され、各システムへ入力されていた。保守・監視用システムで使用する信号はトータルで数千点以上にもなり、これら信号をいかに集めるかが大きな問題であった。だが、この分野においても最近のマイクロコンピュータの適用及び信号伝送技術の著し



第 7 図 システム構成図
Fig. 7. System configuration

い進歩により、保守・監視用信号の生産管理・制御用システムとの共有化が可能となり、保守・監視用システムは生産管理・制御用システムと結合されて新しいトータルハイアラキーシステムが形成されている。

II章の各システム監視機能のシステム構成上の一般的な機能分担は、ソフトウェア上の観点から以下となる。

1) 運転監視

シーケンス制御、位置決め制御などは単一制御レベルとしてマイクロコントローラによる処理が一般化している。また制御の処理時間も数十msと非常に速くなっている反面、上位計算機による監視は現状におけるデータ伝送速度を考慮して、マイクロコントローラによる制御の処理時間監視といったダイナミックな処理は、マイクロコントローラ自身あるいは信号伝送用多重伝送システム(マルチコントローラバス)により有機的に結合している他のマイクロコントローラで実行し、異常検出したときに、その内容をマンマシンインタフェース装置(タイプライタ、CRTディスプレイなど)へ出力する。またシーケンス不整合判別などのスタティックな処理は、必要などきだけPI/Oメモリの内容を上位計算機へ伝送し、上位計算機によりロジック判定処理及びマンマシンインタフェース装置への出力が実行される。

2) PI/Oトレース

PI/O信号点数の少ない場合は、スキミングしたPI/Oデータをマイクロコントローラ自身で記憶する。しかし、PI/O点数が多い場合、又はマイクロコントローラが複数台あってPI/O信号の同時性が必要なときは、マルチコントローラバスで結合されている記憶専用マイクロコントローラあるいは上位計算機へ、一定周期ごと

にその周期内に蓄積したPI/Oデータを伝送する。

3) 検出器の異常監視

運転監視と同様、リモートPI/Oに入力された検出器の信号は、多重伝送回線によりマイクロコントローラへ伝送され、オン・オフ信号のパターン判別による異常検出にて異常情報をマンマシンインタフェースへ出力する。

4) レオナード装置の監視

アナログデータをサイクリックにスキミングして記憶したり、複雑な解析プログラムを必要としない監視は専用のマイクロコントローラで実行し、異常現象の詳細な解析が必要になったときは上位計算機に伝送して診断・解析を実行する。

IV. あとがき

システム監視は未完成、未着手の分野が多いといっても過言ではない。今後、富士電機はシステムの信頼性の向上と安全性の向上に向けて技術開発に努め、市場ニーズにこたえていく所存である。

最後に、ここで述べたシステムの採用と御指導を賜った関係各位に深く感謝する次第である。

参考文献

- (1) 小坂宏夫ほか：扇島における電気設備の集中監視および故障探究システム、日本鋼管技報 No.81 (1979)
- (2) 中村雄有ほか：日本鋼管・京浜製鉄所(扇島納入)監視及びメンテナンス用計算機システム、富士時報, 52, 9, pp.603~608 (1979)
- (3) 中村雄有ほか：圧延制御システム、富士時報, 54, 12, pp.814~820 (1981)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。