

討15 棒鋼工場におけるオンラインモニタリングシステムの概要

(株)神戸製鋼所 神戸製鉄所 三越賢次 川島克美
藤本知司 ○ 藤岡和明

1. 緒言

1984年4月に稼働した当所の棒鋼工場は、最新の制御システムを導入し、加熱炉設備から精整設備までの全自動運転が可能な高生産性の工場である。従って、設備故障による生産休止損失が大きく、また、高度に自動化されている設備であるため、故障時の原因解明が困難であり、復旧に時間を要することが考えられる。そのため従来の保全員の経験にのみ頼らず、保全活動を支援することをねらいとして、オンラインモニタリングシステムを導入設置した。

このモニタリングシステムは、機械設備の監視、診断システムおよび電気設備の監視システムから成っており以下にその概要を紹介する。

2. 機械装置の診断システム

2.1 システムの構成

Fig. 1 に当所の棒鋼工場に設置されている監視診断システムの構成を示す。

本システムは、1台のCS (Central Station) と6台のLS (Local Station)、および211個のセンサから構成され、CSにおいて設備の状態を集中監視することが可能である。

Table 1 にセンサの種類、取付箇所を示す。

振動のデータは毎時、振動加速度、速度として取り込まれる。これらのデータは、時報、日報、月報、傾向管理グラフとして出力される。また、任意にあるいは定期的にこれらをプリントアウトすることができる。

Fig. 2 に日報データ例を示す。なお、判定

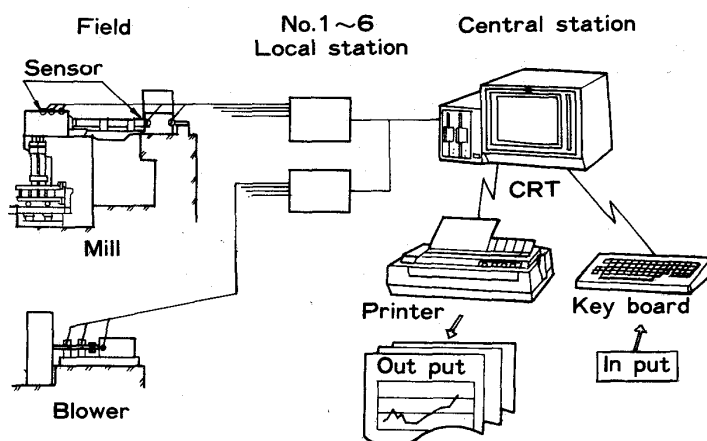


Fig. 1 Diagram of Monitoring System in Mechanical Equipment

Table 1 Sensors

Sensor	Equipment	Amount of Equipments	Amount of Sensors	Remarks
Vibration	Rolling mill	16	32	Motor
			69	Reducer
	Flying shear	3	12	Reducer
	Cold shear	2	11	Reducer
	Blower	8	16	Bearing
	Pinch roller	2	49	Reducer
Oil level	Coiler	2	10	Motor & Reducer
	Lubrication oil central	6	6	
Displacement	Hydraulic unit	4	4	
	Coiler(Pouring reel)	2	2	
Total		45	211	

Photo. 1
Central Station

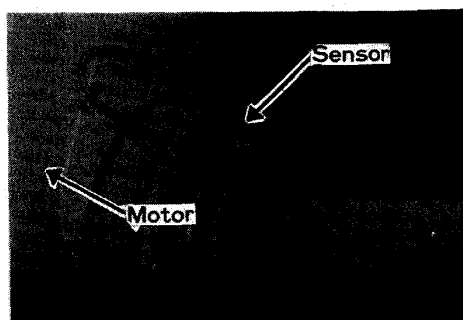
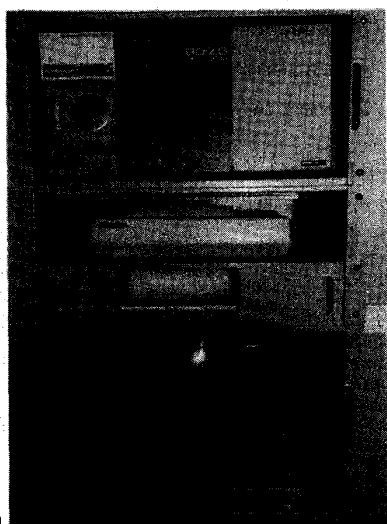


Photo. 2 Sensor

値を超えたものに関しては、アラーム出力される。

本システムにおいては以下の技術的な配慮を行っている。

①振動データは、回転数の影響を受ける。

この影響をなくすために各設備機器毎に回転数と振動の関係を求め基準回転数での値に補正している。

②振動データは、負荷、無負荷あるいは、衝撃によって変化する。したがって、採取するタイミングを一定にするための条件信号を設けている。

③振動データは、異常部位を検出しやすいようにフィルターを通して周波数帯域別に、Hi、Md、Lo の3つのレンジに分けられている。

④判定値に関しては、各設備機器ごとに正常時のデータをもとに、相対判定の考え方を採用して所内の技術標準としている。

DAILY DATA OF VIBRATION 1H-STAND 1987-3-12										
Today						Yesterday				
No.	Level	RPM	Vibration	G	D	RPM	Vibration	G	C	D
1	Lo-A	315.0	0.16	○	—	302.4	0.15	○	—	—
	Lo-P		0.94	○	—		0.68	○	—	—
	Md-A		0.14	○	—		0.17	○	—	—
	Md-P		0.50	○	—		0.48	○	—	—
	Hi-A		0.04	○	—		0.05	○	—	—
2	Lo-A	321.9	0.19	○	—	302.9	0.16	○	—	—
	Lo-P		1.01	○	—		0.90	○	—	—
	Md-A		0.03	○	—		0.03	○	—	—
	Md-P		0.11	○	—		0.10	○	—	—
	Hi-A		0.01	○	—		0.01	○	—	—
3	Lo-A	318.5	0.16	○	—					
	Lo-P		0.80	○	—					
	Md-A		0.06	○	—					
	Md-P									
	Hi-P									

※

	Frequency range	Vibration
Lo	5~1,000Hz	Velocity/mm/s
Md	5~40,000Hz	Acceleration/g
Hi	10,000~40,000Hz	— do —

G	Good
C	Caution
D	Damage

Fig. 2 Daily Data of Vibration

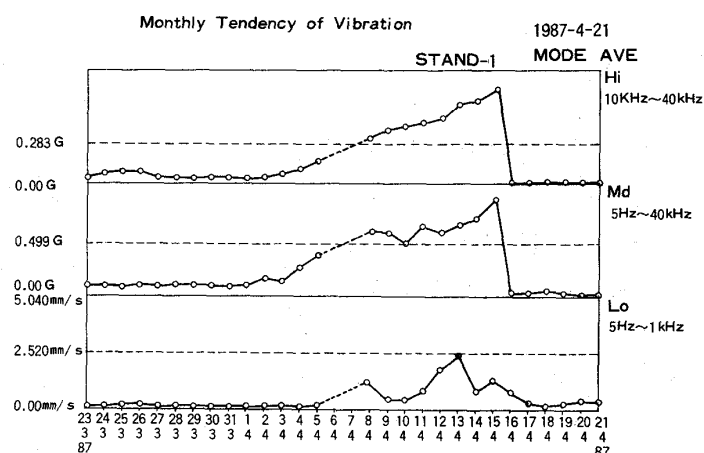


Fig. 3 Monthly Tendency of Vibration

2.2 診断システムによる事例

1987年4月に圧延機モータの反負荷側軸受異常による振動をキャッチした事例を紹介する。

Fig. 3に圧延機モータ（反負荷側）の傾向管理出力画面を示す。4月8日のアラーム出力により、異常振動をキャッチし、原因究明のため精密診断を実施した。精密診断は、CSの出力信号より取り出した振動を包絡線処理し周波数分析を行った。(Fig. 4) この結果軸受外輪にキズがあることがわかった。

軸受取替日については、

- ①振動が危険域に達すると予想される時期
- ②予備品の調達できる期間により決定した。

軸受を取替えることにより異常振動はなくなった。Photo. 3は取外した軸受外輪の状況を示す。

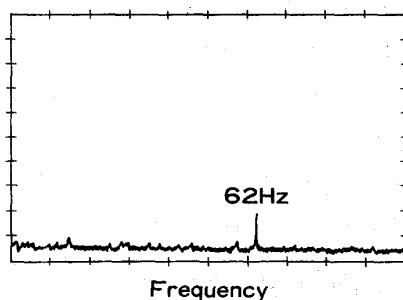


Fig. 4 Frequency Analysis of Envelope Wave

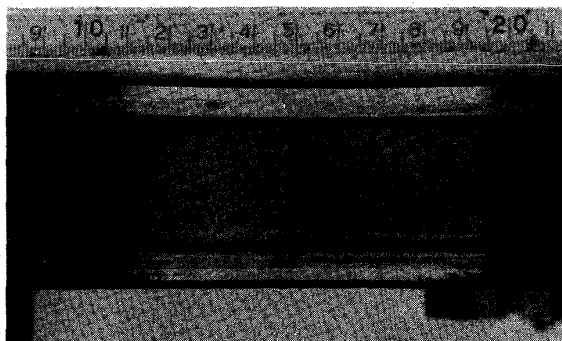


Photo. 3 Outer Lace of Bearing

3. 電気設備の監視システム

本監視システムは5台のプラントコントローラにより構築されており、Fig. 5に示す3つの機能を有している。

3.1 トレース機能

当工場では2000個以上に及ぶセンサ (Table 2) を用いているが、その個々の信頼性が工場トータルシステムの安定稼働に直結している。しかし、センサは他の電気設備と比較して、水蒸気、振動、塵埃といった環境条件の影響を非常に受けやすく、その信頼性は低下しがちである。そのため、鋼材検出センサ、機械位置センサを中心とした状態データ約1200点と速度指令などの数値データ16点のトレースを可能にすることにより故障原因探査支援、復旧時間の短縮をはかっている。

センサごとにその誤動作により発生する故障信号をトリガとして設定しておく、当該故障発生時に、原因究明に必要なデータ群の情報がCRTにグラフィック表示される。

このトレース機能はその主機能を1台のプラントコントローラにより実現している。

各種データは、実際のプラントを制御している他の22台のプラントコントローラより光データウェイを介して送信されている。

Fig. 6のトレースバック画面は、故障が発生する前の12秒間のセンサの動作状況を読み出したもので、設備が正常に動作しているにもかかわらず鋼材検出センサが正しく動作しなかった例を示している。

3.2 監視ロギング機能

本システムは

- ①設備の異常兆候の早期発見に必要な情報の提供
 - ②履歴管理に必要な情報の精度向上と蓄積作業の合理化
 - ③故障復旧に必要な情報の提供
- をねらいとして構築しており、2台のプラントコントローラにより実現している。

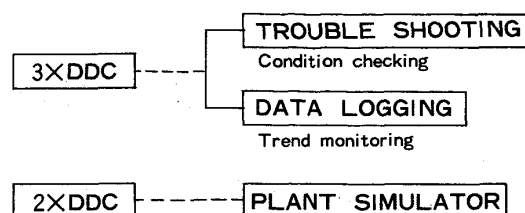
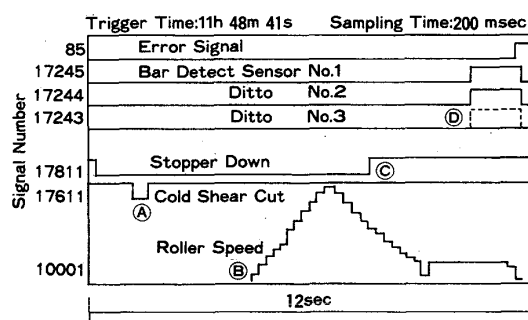


Fig. 5 Function of Monitoring System

Table 2 Sensor List for Process Control

Type	Application		
	Detection of machine position	Detection of billets or bars	Others (temperature, pressure, etc.)
Limit switch	554	12	0
Proximity sensor	854	23	0
Optical sensor	3	175	0
Rotary encoder	189	33	0
Conductive touch sensor	0	78	0
Load cell	0	0	36
Laser sensor	0	7	0
Others	0	3	383
Total	2350		

☆Number shows quantity of sensors.



Before error signal on, mechanical motion (A, B) and C are normal. At point D, bar detect sensor No. 1 and 2 are normal but No. 3 is abnormal.

Fig. 6 Example: Trace back chart of mechanical motion and sensor signals of cold shear

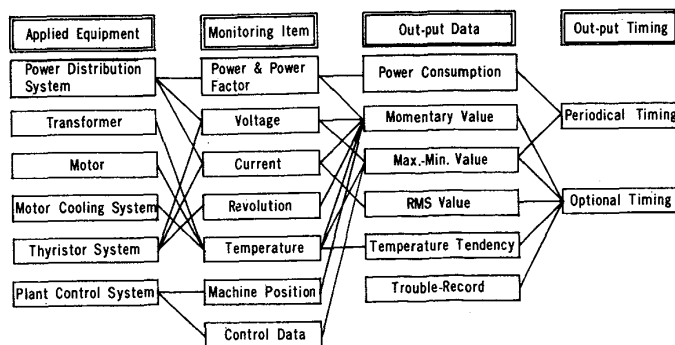


Fig. 7 Data Logging System

主な監視及びロギング項目には

- ①配電設備の電圧、電流、電力、力率
- ②モータの電圧、電流、回転数、RMS 値及び巻線、軸受温度
- ③故障設備、故障内容及び故障発生時刻
- ④機械動作情報

があり、CRT 画面に表示され、任意にあるいは定期的にそのデータをプリントアウトすることができる。

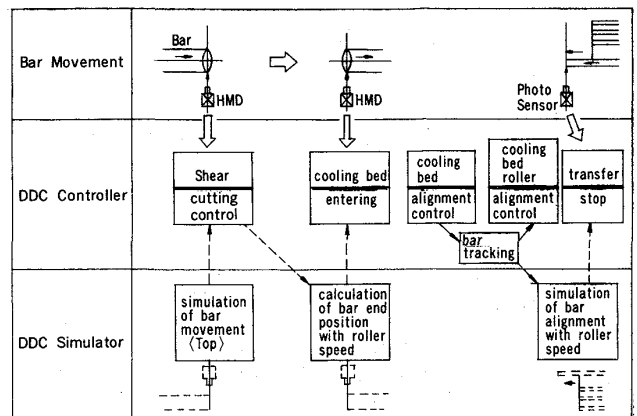


Fig. 8 Example : Simulation Model

3.3 プラントシミュレータ機能

設備の改造や定期修理後は、所期の機能を確認するために、試運転をすることが不可欠である。

鋼材検出センサの信号を受けて自動運転されている当工場では、鋼材がないと試運転が成り立たない。実際に鋼材を流すといけないので、鋼材を流さずに試運転を可能とするために本システムを導入した。本システムは2台のプラントコントローラにより実現しており、鋼材の有/無にて、ON/OFF するHMD、フォトセル、ロードセル等の信号、または、移載/積載信号等をプラントシミュレータにより模擬的に発生させ、鋼材が無い状態においてあたかもそれが存在するかのごとく各設備機器の自動運転を行うことができる。このことにより制御状態の確認、機械動作の不具合チェック、動作確認センサの不具合チェックを行う。

Fig. 8 に、プラントシミュレーションの考え方をモデルで示す。

4. 結 言

以上、当工場の安定操業に寄与しているオンラインモニタリングシステムについて紹介した。

本システムには、一部未完成なものがあるため、今後、完成したシステムになるよう努力していきたい。