

# 設備診断用マシンアナライザ MK-300\*1

永井 勲\*2 竹内 一則\*3 和田 憲三\*4 寺前 克彦\*5

## Machine Analyzer Model MK-300 for Machine Diagnosis

Isao Nagai, Kazunori Takeuchi, Kenzo Wada, Katsuhiko Teramae

### 1 はじめに

近年、設備の大型化、連続化、高速化が進んで生産性は向上し、製品の品質は改良されてきたが、反面ひとたび故障が発生すると大きな経済的損失だけでなく安全管理上にも大きな影響を与えるようになってきた。そこで、最近、設備建設と設備保全技術をトータルで考える設備管理技術が重視されるようになってきた。

この設備保全技術を効果的に実行させる要素技術として設備診断技術がある。これは一般に、「設備の状態を運転中に科学的方法でとらえ、内部に発生している異常徴候、原因、部位、程度を明らかにし、具体的方策をたてて修正する技術」と定義されている。これは言い換えると設備の寿命または信頼性を定量的に予測するとともにその修正法を決定する技術である。

この診断技術を活用し効果をあげるには、設備の状態を的確にとらえる設備診断用機器およびシステムの開発、実用化と、これらにより得られるデータをもとにして異常徴候、原因、部位および程度を明らかにする判別技術すなわち診断ソフトウェアの確立が重要になる。

ここでは当社で開発した振動法による設備診断用機器とシステムについて、特に精密診断用ポータブル型マシンアナライザを中心に紹介する。

### 2 振動法による設備診断機器とシステム

設備診断にはポータブル機器による定期的、間欠的な点検と常時振動監視システムによる連続的なモニタリングとがある。前者に使

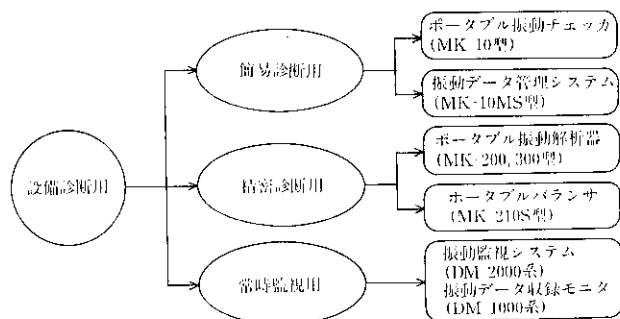


Fig. 1 設備診断用機器、システム

われるのは簡易診断用機器と精密診断用機器である。また、後者に使われるのは振動センサ 5~10 個程度の小規模なシステム、10~100 個の中規模システム、100 個以上の大規模なシステムなどである。各々の機器、システム名を Fig. 1 に示す。これらは設備の重要度、保全コスト、マンパワーの実情などを考慮して、最適な組合せで使用される。

川崎製鉄ではこれらの機器およびシステムを開発、実用化し社内需要に対処するとともに、川鉄計量器を通じ広く社外に販売している。今回、新たに精密診断用の MK-300 型マシンアナライザを開発したので、その概要を紹介する。

### 3 MK-300 型マシンアナライザ

研究所レベルで使われていた FFT (Fast Fourier Transform) アナライザが、現場での設備診断やさらには操業診断にまで利用されるようになってきた。MK-300 型マシンアナライザは現場の設備診断用として、これまでの精密診断作業ノウハウの集大成版として開発、商品化した。その外観を Photo 1 に示す。主な特長は次のとおりである。

<自動診断ソフトを内蔵している>

振動アンプを内蔵しており、加速度ピックアップを接続するだけで変位、速度、加速度およびエンベロープの 4 モードの振動測定および FFT 方式による周波数分析ができる。さらに独自の診断方式 (当社特許) により解析データから回転機械のバランス不良、ミスアライメントなど機構的な異常、ベアリングの異常、

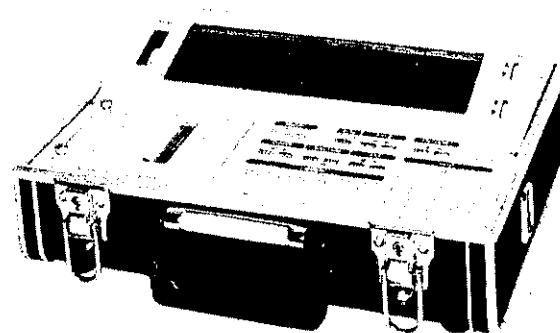


Photo 1 MK-300 型マシンアナライザ外観

\*1 昭和60年12月18日原稿受付

\*2 本社 計量器技術センター 主査(課長)

\*3 本社 計量器技術センター 主査(掛長)

\*4 本社 計量器技術センター 主査(掛長)

\*5 川鉄計量器(株) 製造部

ギヤの異常などを自動的に診断する。診断結果は大型液晶表示器 (LCD) 画面に表示される。表示項目は優勢な分析スペクトラム 10 点の周波数と振幅値および本器が判断した異常の原因 (前記のバランス不良, ベアリング異常など) である。

#### <任意の場所で使用できる>

バッテリー駆動でわずか 6 kg の重さのため現場に手軽に持ちこびができ、使用場所を選ばない。解析結果のプリントアウトがその場でできるうえに、電源を切っても最大 32 画面をメモリして持ち帰ることができるので、工場内はもちろん、出張診断にも広く活用できる。

#### <豊富な機能を有している>

- (1) 大型液晶表示器を装着し、測定条件、入力信号の波形、リニアスペクトラム、診断結果、次の操作方法など種々の状況を表示している。
- (2) 振動ピックアップ入力端子のほか音響、電圧の入力端子、および外部同期トリガ端子を有しており、あらゆるセンサおよびアンプからの電圧信号を処理できる。また出力端子として RS-232C 端子があるので外部メモリや上位 CPU とデータの伝送ができる。
- (3) 容量が最大 4K ワードのトランジェントメモリ機能があるので衝撃振動など過渡現象の波形の記憶と再生ができる。
- (4) スペクトラムの時間的変化を 3 次元表示する機能があるため、回転機械の固有振動数などの観察が容易である。

#### <だれにでも簡単に操作できる>

FFT アナライザとして操作キーの数を最小限におさえ、また操作は LCD 画面上で対話形式で簡単に操作できる。

### 3.1 仕様

#### (1) 処理内容

- ・時間波形表示
- ・トランジェントレコーディング (記憶容量 4 kW)
- ・リニアスペクトラム
- ・スペクトラムの 3 次元表示
- ・スペクトラムの大きいもの 10 個抽出表示
- ・バランス不良, ミスアラインメント, ベアリング不良および歯車破損の自動診断

#### (2) 入力部

- ・入力チャンネル : 1 チャンネル
- ・入力インピーダンス: 1 MΩ (電圧入力)
- ・入力結合特性 : <振動> AC (10 Hz—1 dB)  
<電圧> AC (1 Hz—3 dB), DC
- ・入力レンジ  
<振動> 変位: 5, 15, 50, 150, 500, 1500 μm  
速度: 0.05, 0.15, 0.5, 1.5, 5, 15 cm/s  
加速度: 0.05, 0.15, 0.5, 1.5, 5, 15 Gal  
ENV : 0.05, 0.15, 0.5, 1.5, 5, 15 Gal  
<電圧> AC/DC: ±0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50 V
- ・入力端子  
振動入力用メタルコンセント: 振動ピックアップ PU-101 手持用 (標準装備)  
電圧入力用 BNC 接栓: 音響分析時マイクロホン用 (オプション)
- ・許容入力電圧 : AC 100 Vrms 1 分間 (電圧端子)
- ・入力レベル表示: アナログメータ指示
- ・トリガソース : 内部トリガ, 外部トリガ (無電圧接点)

- ・トリガレベル : 振動および電圧レンジ内で連続可変
- ・トリガ極性 : 立上がり, 立下がり

#### (3) 解析部

- ・周波数レンジ (Hz): 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000
- ・サンプリング点数 : 1024 点
- ・周波数分解能 : 分析レンジの 1/400
- ・スペクトラムライン: 400 本 (LCD 表示)
- ・ダイナミックレンジ: 60 dB 以上
- ・A/D 分解能 : 12 bit/W
- ・サンプリング周波数: 分析レンジの 2.56 倍
- ・アベレージモード : 周波数軸リニア平均
- ・アベレージ回数 : 2, 4, 8, 16, 32 回

#### (4) 表示部

- ・表示方法 : LCD グラフィック (128×480 ドット)
- ・表示寸法 : 62 mm×230 mm
- ・視野 : 調節ボリュームにより視野角度可変
- ・X 軸スケール: 周波数または時間 (リニア)
- ・Y 軸スケール: レベル (リニアと対数)
- ・文字表示 : 入力, 解析, 診断, コンディションなどを表示

#### (5) 出力部

- ・ハードコピー  
記録内容: LCD 表示をそのまま記録  
プリンタ: 小型グラフィックプリンタ  
記録方式: 感熱シリアルドット方式  
記録紙: ロール紙 58 mmW×48 mmφ
- ・外部出力: アナログ出力 (波形出力) およびデジタル出力 (RS-232C)

#### (6) 記憶部

- ・トランジェントメモリ機能 (記憶容量 4 kW)
- ・解析データを 32 画面記憶可能 (バッテリーバックアップ付)
- ・パネルコンディションメモリ機能 (電源 OFF 時の設定内容記憶)

#### (7) 警報および保護部

- ・自動診断結果 : 異常の場合, 警報音を発生
- ・ローバッテリー表示: バッテリー 11.5 V 以下で LCD にマーク点滅するとともに警報音を発生

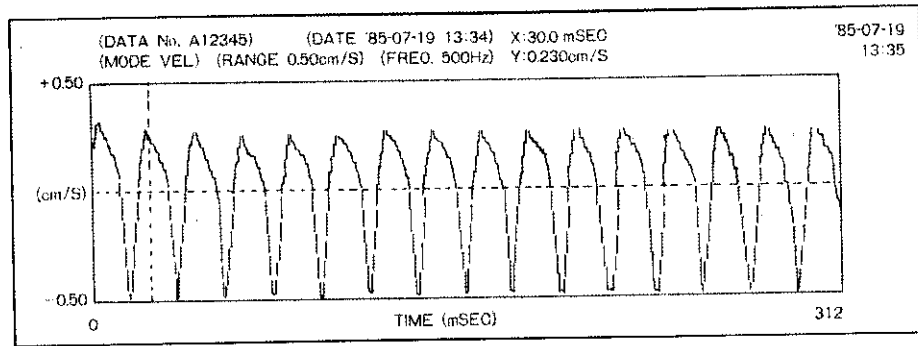
#### (8) 一般仕様

- ・内部電源 : シール型鉛蓄電池 12 V/2 Ah
- ・外部電源 : AC 100 V (アダプタ使用), DC 11.5~30 V
- ・消費電力 : 約 5 VA
- ・連続動作時間: 3 H 以上 (標準的使用時の場合)
- ・使用温度範囲: 0°C~40°C
- ・保存温度範囲: -10°C~60°C
- ・外形寸法 : 350 W×270 D×130 H (mm)
- ・重量 : 約 6 kg (バッテリー含む)

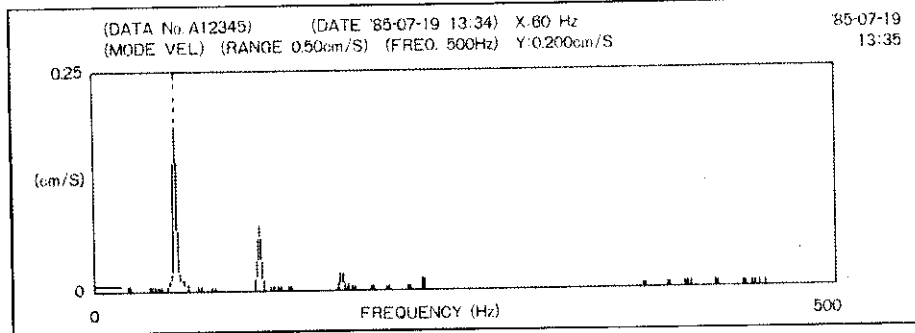
#### (9) 標準構成

- ・本体 : MK-300, 1 台, キャリングケース付
- ・振動ピックアップ: PU-101, 1 個, ケーブル 5 m 付
- ・入力ケーブル : 1 本, BNC 接栓付 1 m
- ・AC アダプタ : 1 個, 充電器共用
- ・記録紙 : 5 巻
- ・取扱説明書

振動時間軸波形



振動スペクトラム (FFT)



診断結果

(NO.)	(FREQUENCY)	(SPECTRUM)	OVER ALL
1	60 Hz	0.20 cm/S	0.40 cm/S
2	120	0.12	
3	180	0.08	
4	300	0.06	
5	10	0.05	
6	200	0.03	
7	240	0.03	
8	20	0.02	
9	30	0.02	
10	480	0.02	

MACHINE CLASS : 2  
 CONDITION : C: UNSATISFACTORY  
 ROTOR SPEED : 3600 RPM  
 10 : 60 Hz  
 RESULT OF ANALYSIS : MISALIGNMENT  
 FFT DISPLAY : SPACE

Fig. 2 MK-300 型マシンアナライザによる診断例

### 3.2 診断事例

Fig. 2 は回転機据付時の振動測定による診断例である。振動モード、レンジ、解析周波数範囲などの測定条件およびデータ No., 測定日時などが、時間軸波形およびスペクトラムとともに LCD 画面に表示される。

診断は内蔵の自動診断ソフトにより、オーバオール値とスペクトラムによって行われる。その結果はオーバオール値とスペクトラムの大きなもの 10 点の周波数と振動値が LCD 画面に表示される。

本例ではオーバオール値の大小とスペクトラムからミスアライン

メントと自動診断している。これは回転機 (60 Hz) スペクトラムの状況 (60 Hz:  $f_0$ , 120 Hz:  $2f_0$ , 180 Hz:  $3f_0$  が顕著に出ている) などを総合的に判断して得られた結果である。

### 4 おわりに

精密診断用のマシンアナライザの概要を中心に紹介した。設備診断技術の発達と普及の時代を迎え、これらの機器およびシステムが大いに活用されていくことを願っている。