

予兆診断技術で支えられた昇降機新保全システム —リモート メンテナンス システム「ヘリオス」—

New Elevator Maintenance System by Preventive Diagnosis Technology

久保田弘司 Hiroshi Kubota

河野真一郎 Shin'ichirô Kawano



メンテナンスエンジニアによるエレベーター運行状態の
診断・保全

管制センター

エレベーター リモート メンテナンス システムの概要

エレベーターの保全は、リモート メンテナンス システムが主流となっている。専門技術者による保全作業と、このシステムの遠隔知的診断装置により、24時間365日、エレベーターの運行状態を監視、診断する。このシステムは、エレベーターの安全性と信頼性をいっそう高めることができる。

全国で約40万台が稼動しているエレベーターは、高齢者をはじめ多数の人たちが利用することから、その安全性と信頼性に対して最善の管理が要求されている。そのため、エレベーターの快適性を維持し、故障を未然に防止するためには、高度なメンテナンスシステムが必要である。

株式会社日立ビルシステムは、エレベーターの性能を維持し、性能を最大限に発揮させる保全サービスの実現と、「いつでも、快適に、安心して利用したい」とするユ

ーザーのニーズにこたえて、リモート メンテナンス システム(ヘリオス: Hitachi Elevator Remote and Intelligent Observation System)を開発した。

このシステムは、24時間365日、エレベーターの運行状態を監視、診断し、異常があればその前兆をとらえ、データを解析して専門技術者に通信する機能を持つ。また、メンテナンスのためのエレベーター停止時間を短縮でき、万一の故障時でも迅速な復旧を可能とする。

伝送する。

2.1.5 端末装置

サービス拠点の端末装置は、中央処理コンピュータから送られてきたデータにより、診断報告書の出力と、保全作業指示書のデータを携帯メンテナンスコンピュータへ伝送する。また、万一故障が発生したときに、サービス拠点では、専門技術者を該当するエレベーターに急行させるとともに、エレベーター故障診断支援機能により、故障発生時の運転状況を通信で収集、分析し、故障現場に到着した専門技術者のバックアップを行う。

2.1.6 携帯メンテナンスコンピュータ

携帯メンテナンスコンピュータは、端末装置から定期保全作業情報と予兆保全作業情報を収集する。

専門技術者は、この携帯メンテナンスコンピュータの保全情報に基づいて作業を行う。

2.2 リモートメンテナンスシステム

「ヘリオス」の機能

エレベーターの保全サービスの役割は、顧客がエレベーターを利用したいときに、いつでも快適に安心して利用できるように、その機能を維持し、性能を最大限に発揮することである。

このシステムでは、知的診断機能、耐用期限予測機能、および故障診断支援機能の三つの機能を有効に活用し、顧客のニーズにこたえる保全サービスを実現している。

2.2.1 知的(異常)診断機能

リモートメンテナンスシステムでとらえる異常の予兆とは、熟練技術者でも気づかないような微妙な変化のことである。機器によっては微妙な変化が劣化や摩耗によって増大し、故障に及ぶことがある。

この知的診断機能は、熟練技術者の豊富なノウハウを、微妙な異常が故障に至る過程の分析・解明に活用し、蓄積したデータを統計的手法によって解析することにより、将来発生しうる故障現象と、微妙な異常の発生から故障発生に至るまでの時期を予測している。この予測結果に基づいて、即時実施が必要な保全作業と、次回以降の保全作業日に実施が必要な保全作業に区分けし、故障発生を未然に防止している。

また知的診断では、エレベーター利用中でも行う「稼働診断」と、月1回夜間などの利用頻度の少ない時間帯にプログラミング制御で運転させて性能診断を行う「診断運転」の二通りの診断を行っている。主な診断項目を表1に示す。診断結果に基づいて、保全技術者が、エレベーターの状況に合った、きめ細かな点検、整備を行

表1 エレベーターの主な診断項目

膨大な制御情報を100項目に集約し、24時間365日診断している。ここでは、その中の代表項目を掲載した。

診断項目	ヘリオス予兆診断内容
かごの運行状況	● 運転性能診断 「起動時間」、「加速時間」など
機械室の環境	● 着床レベル診断 ● 制御盤温度
機械室の機器の状態	● 制御盤内リレー動作状態 ● 制御盤内マイコン診断 ● ブレーキ動作診断 ● 油圧機器動作診断
かご内操作盤、照明などの状態	● 操作盤診断 ● はかり装置診断
インタホンなど外部連絡装置の状態	● インタホンバッテリー診断
乗り場ボタンの状態	● 乗り場ボタン診断
戸の安全装置および開閉装置の状態	● ドア開閉状態診断 ● セーフティシューケーブル、光電装置診断
昇降路、ピット内機器の状態	● リミットスイッチ動作状態診断
合計	約100項目

っている。

2.2.2 耐用期限予測機能

摩耗・劣化による機器の耐用年数は、過去の実績をベースに設定している。機器の動作回数・通電時間、階床ごとの戸開閉回数を計測、蓄積し、適切な整備や取り替え修理を実施する。主な計測項目と修理・整備部位を表2に示す。

2.2.3 故障診断支援機能

遠隔知的診断装置の持つ故障情報記憶装置を最大限に活用し、緊急出動中の専門技術者への故障復旧支援を行う。

故障診断支援機能は、故障発生時の記憶データから、運行状態モニタ表示、運行タイムチャート表示、シーケンスタイムチャート表示の内容など、故障情報を解析して故障の因果関係などを分析し、原因の究明を行う。その結果を出動中の専門技術者へ指示することにより、故障調査時間、復旧時間の短縮を図ることができる。

表2 主な計測項目

合計約42項目の計測を24時間365日行っている。ここでは、その中の代表項目を掲載した。

計測項目	修理・整備部位
走行時間(距離)	ガイドシュー、走行潤滑油、ロープ
起動回数	ブレーキ関連機器、制御系機器
階床別戸開閉回数	戸関連機器

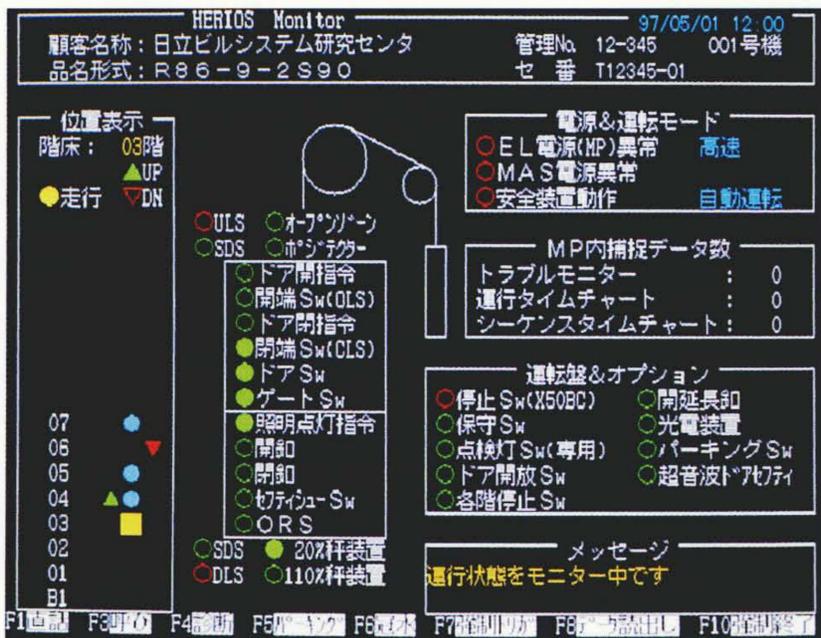


図2 運行状態モニタの表示画面

位置表示部(左辺) 3階付近を上昇運転で走行中, かご位置(■), かご内行き先ボタン(●), 上昇・下降乗り場呼び(▲, ▼), および戸が開いている状態がわかる。赤丸は安全装置の状態を示す。

(1) 運行状態モニタ表示機能

この機能では, エレベーターの運行状態をリアルタイムに遠隔で確認することができる。運行状態の表示画面を図2に示す。エレベーターの走行, かご位置, 呼びボタンの登録, 戸関連の信号, かご内操作ボタン, 電源・安全装置関係などの状態が確認できる。さらに, かご内との通話機能でも, エレベーターの状態を確認することができる。

(2) 運行タイムチャート表示機能

この機能では, エレベーターの故障発生前後のエレベ

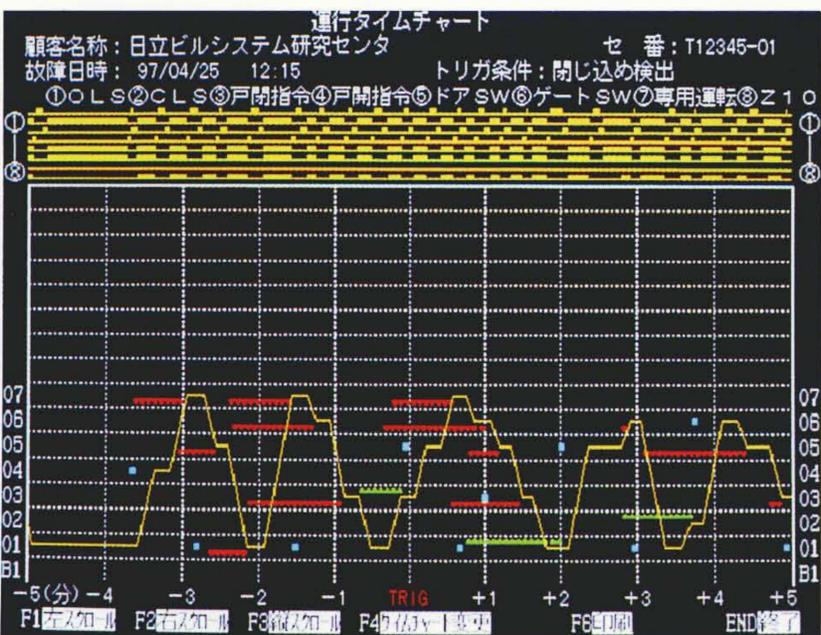


図3 運行タイムチャートの表示画面

エレベーターの走行状態(折れ線グラフ部), 呼び発生状態[かご内行き先ボタン(■), 乗り場呼び(▲, ▼)], および戸関連信号の状態(上辺部)をそれぞれ表示している。

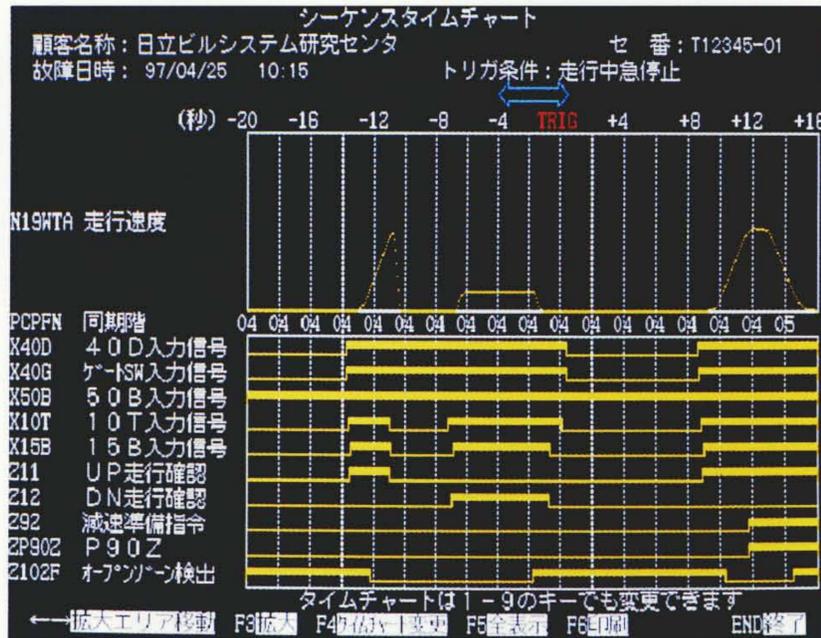


図4 シークンスタイムチャートの表示画面

4階から高速上昇中に走行信号断によって急停止した例を示す。その後, 低速運転を行い, 4階で停止後に戸が開いたことがわかる。

ーターの動きを確認できる。運行タイムチャート表示画面を図3に示す。画面下部のトリガが故障の発生時点を示し, その前後のエレベーターの走行位置, 呼び発生状態, および戸関連の信号の状態を表示している。

(3) シークンスタイムチャート表示機能

この機能では, エレベーターの故障発生前後の制御信号の状態を確認することができる。シークンスタイムチャートの表示画面を図4に示す。100種類以上のエレベーター制御信号の時系列変化が確認できるため, 複雑な故障原因の究明や故障機器の特定も容易に行える。

3. ヘリオスによる新保全方式

3.1 ヘリオスによる新保全方式の概要

保全方式は, リレー制御方式昇降機の保全と, マイコン制御方式昇降機の保全に大別できる。前者は現地保全を主体とし, 後者は遠隔監視診断保全と現地保全とを組み合わせた方式で実施している。

マイコン制御方式は, 一部自己診断機能によってマイコン内部に診断結果を蓄積する機能を持っている。

MASによる従来の保全方式では, この機能を利用して, 蓄積された運行来歴の読み出しや, 制御プログラムの機能を確認して制御機器の保全を行っている。従来, この作業は, 昇降機の保全作業の4割を占める定期保全の一部として, 月1回専門技術者が携帯コンピュータを使用して現地でエレベーターを停止させて行っていた。

ヘリオスによる新保全方式では, 上述の作業を遠隔知的診断装置が常時行っている。さらに, 異常の予兆と故

障時診断支援ができることから、これまで定期的に停止して行っていた点検作業の一部をヘリオスで行うことにより、(1)メンテナンスのための停止を極力低減、(2)24時間365日監視・診断、(3)万一の故障時もすばやく復旧などが可能となった。これにより、利用者の利便性が向上し、また、グレードの高いメンテナンスが提供できるようになった。

保全作業内容と各作業実施時期のパラメータを表3に、ヘリオス保全とMAS保全の比較概要を表4にそれぞれ示す。

3.2 予兆診断保全事例

異常の予兆を検出し、故障に至る前に保全を実施した事例について以下に述べる。

(1) 起動用コンタクタ(電磁接触器)動作異常

従来は、専門技術者が外観から動作状態を点検(電動・手動による投入・開放時の異常音・競り確認)していたので、内部の異常を発見することは困難であった。

「ヘリオス」では、エレベーターの起動時と停止時に、起動用コンタクタの投入・開放時限を診断している。

この事例では、起動用コンタクタの開放時限の異常予

兆を検出した。正常時のコンタクタの開放時限は120 ms以下であるが、160 msで開放している状態を検出した。このため、ヘリオスの予兆検出情報に基づいて予兆信号保全作業指示書(コンタクタの点検指示)が発行され、確認の結果、可動接点絶縁台にき裂が生じ、開放時限が異常であることが判明した。

(2) はかり装置の異常

エレベーターのかご下部には、硬質ゴムのたわみを利用して乗客の荷重を検出するはかり装置がある。この装置の役割は、満員検出や、エレベーター起動ショックを抑制するための電動機駆動力の補正などを行うことである。

この事例では、かご内が無負荷にもかかわらず、定格積載荷重の20%を検出した。これは、はかり装置の硬質ゴムのたわみ量が経年的に変化したもので、放置するとエレベーターの起動時にショックが発生するなどの不具合が発生する。ヘリオスによる異常予兆検出後、適切な調整を行うことにより、常に性能の維持ができるようになった。

表3 保全作業内容

保全内容は作業区別に18種類の作業メニューに分類し、実施している。その作業の実施時期は8種類のパラメータで決定する。MASによる保全方式の定期保全作業比率40%が、ヘリオスによる新保全方式では15%まで低減できるので、メンテナンスによる停止時間・回数を大幅に短縮した。

作業区分	作業メニュー	新保全方式(ヘリオス)		従来方式(MAS)		パラメータ内容	
		パラメータ	作業比率	パラメータ	作業比率		
初期整備	●機械の初期なじみ期間に行う初期点検・整備 合計4分類	機種	2%	機種	2%	1.機種： 昇降機の機種・用途 2.稼動時間： 月平均走行時間と納入時点からの累積走行時間 3.経過年数： 納入時点からの経過年数 4.使用環境： 建物の種類と特殊環境 5.機器： 仕様別の装置・部品番号 6.契約内容： 保証範囲、現地保全の回数指定など 7.起動回数： 月平均起動回数 8.戸開閉回数： 月平均各階ごと、およびかごの戸開閉回数	
定期保全	点検	●稼動・停止状態での各機器の状態点検 合計3分類	契約, 機種 機器 使用環境	15%	契約, 機種 機器 使用環境		40%
遠隔監視	●MASによる遠隔異常監視	契約	—	契約	—		
遠隔知的診断	●ヘリオスによる異常予兆診断	契約	25%	—	—		
計画保全	予兆保全	●ヘリオス予兆診断結果に基づく調整・整備	予兆	5%	—		—
	整備	●稼動状況、使用頻度で劣化・摩耗する部位の整備 ●経過年にリンクして劣化する部位の整備 ●設置環境にリンクして汚損する部位の清掃 合計3分類	契約, 機種 機器 稼動時間 使用環境 起動回数 戸開閉回数	43%	契約, 機種 機器 稼動時間 使用環境		48%
	診断	●所定の稼動時間、経過年数到達時に実施する修理、オーバーホール要否の判定 合計2分類	契約, 機種 機器 稼動時間 経過年数		契約, 機種 機器 稼動時間 経過年数		
修理	●所定の経過年数または稼動時間に到達した時点で定期的に部品交換 ●劣化状況を判定し、必要のつど部品交換 合計2分類						
検査	●法定検査	機種, 機器	10%	機種, 機器	10%		

表4 ヘリオス保全とMAS保全の比較概要

ロープ式マイコンエレベーターのヘリオス保全とMAS保全との現地点検項目、診断内容、特徴の比較を示す。ヘリオス保全では、現地点検項目の稼働点検(年8回)29項目が不要となり、監視診断項目は常時予兆診断(77項目)ができ、点から線(連続)の保全が可能となった。

比較項目	ヘリオス保全	MAS保全
専門技術者による現地点検	<ul style="list-style-type: none"> ●機能点検(年3回):48項目 ●予兆保全(予兆検出のつど実施) 	<ul style="list-style-type: none"> ●稼働点検(年8回):29項目 ●機能点検(年3回):48項目
監視診断	<ul style="list-style-type: none"> ●ヘリオスによる診断 (1)診断運転(月1回):52項目 (2)予兆診断(常時):77項目 (3)異常監視(常時):8項目 閉じ込め、起動不能、電源異常、安全装置動作、制御機器の状態、制御マイコンの状態、走行・ドア異常 	<ul style="list-style-type: none"> ●MASによる監視 (1)異常監視(常時):8項目 閉じ込め、起動不能、電源異常、安全装置動作、制御機器の状態、制御マイコンの状態、走行・ドア異常
保全の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ●エレベーターを動かしながら80項目にわたる診断を常時実施 ●各機器の変化の兆候が把握でき、的確な予防保全が可能 ●点から線(連続)の保全が可能となった。 	<ul style="list-style-type: none"> ●エレベーターを停止させた状態で、そのときの良否判断を行う。

3.3 ヘリオスによる故障低減

マイコン制御エレベーターの故障発生形態は、(1)機器の摩耗・劣化進行による「経年的故障」、(2)マイコンの一時的ダウンによる「リトライ故障」、(3)トランジスタ不良やいたずらなどによる「突発故障」、(4)「原因不明故障」、(5)異常音などの「その他」に分けられる。

ヘリオス導入前の平成5年度で1年間の故障の割合は、経年的故障15%、リトライ故障10%、突発故障50%、原因不明故障5%、その他20%となっている。ヘリオスを導入することにより、経年的故障とリトライ故障では予兆診断が可能であり、停止故障に至る前に適切な処置ができる。さらに、原因不明故障でもヘリオスがその故障に至る前の状況を記憶しているため、原因の究明が可能となった。その結果、平成8年6月から平成9年5月までの1年間の故障発生状況では、ヘリオスを導入していないマイコンエレベーターに対して、ヘリオスを導入しているマイコンエレベーターの故障率を40%低減することができた。

4. おわりに

ここでは、エレベーターのリモートメンテナンスシステムの特徴とその昇降機新保全システムについて述べた。このシステムは予兆診断技術を活用した保全方式であり、今ではこのシステムが主流となっている。

利用者やオーナー、管理者にとって、エレベーターの利用中・待機中にかかわらず、エレベーターが24時間365日常に診断され続け、また、メンテナンスによる停止時

間を最少に抑え、故障時でも処理がすばやく行われることは、今まで以上に安心感がもたらされるものである。さらに、広域災害の一例として、地震発生時にも地震計の動作状態が把握できるため、病院や公共施設などに対して、エリア単位に優先順位と巡回効率を考えた迅速な復旧を可能としている。

今後も、エレベーターの機能を維持し、性能を最大限に発揮できる、信頼される保全業務に努め、保全サービスの向上を図っていく考えである。

参考文献

- 1) 河野, 外: 遠隔知的診断システムを用いたエレベーターの予防保全, 日立評論, 75, 7, 487~492(平5-7)
- 2) 下妻, 外: 昇降機の高信頼性を支える新保全システム, 日立評論, 75, 7, 481~486(平5-7)

執筆者紹介



久保田弘司

1973年株式会社日立ビルシステム入社, 昇降機保全事業部 保全技術部 所属
現在, 昇降機保全開発・設計に従事



河野真一郎

1975年株式会社日立ビルシステム入社, 研究・開発センター ビル保全技術開発部 所属
現在, エレベーター遠隔診断システムの研究・開発に従事
電気学会会員, 日本信頼性学会会員