

鉄道車両保守支援システムの最新技術と今後の展望

甲村哲朗* 瓜田直美*
竹内丈志* 平田知行*
辻本典弘*

Recent Technologies and Future Prospects about Maintenance Supporting System for Railway Vehicle
Tetsuo Komura, Takeshi Takeuchi, Norihiro Tsujimoto, Naomi Urita, Tomoyuki Hirata

要 旨

鉄道車両の保守は、これまで事後保全(Breakdown Maintenance : BM)と予防保全(Time Based Maintenance : TBM)の両輪で運用されてきたが、近年は状態監視保全(Condition Based Maintenance : CBM)の導入が検討されている。これら3つの保全の目的は、次のとおりである。

(1) 事後保全

車両搭載機器の故障発生後に実施する保守を指し、輸送サービス低下の抑止を目的としている。

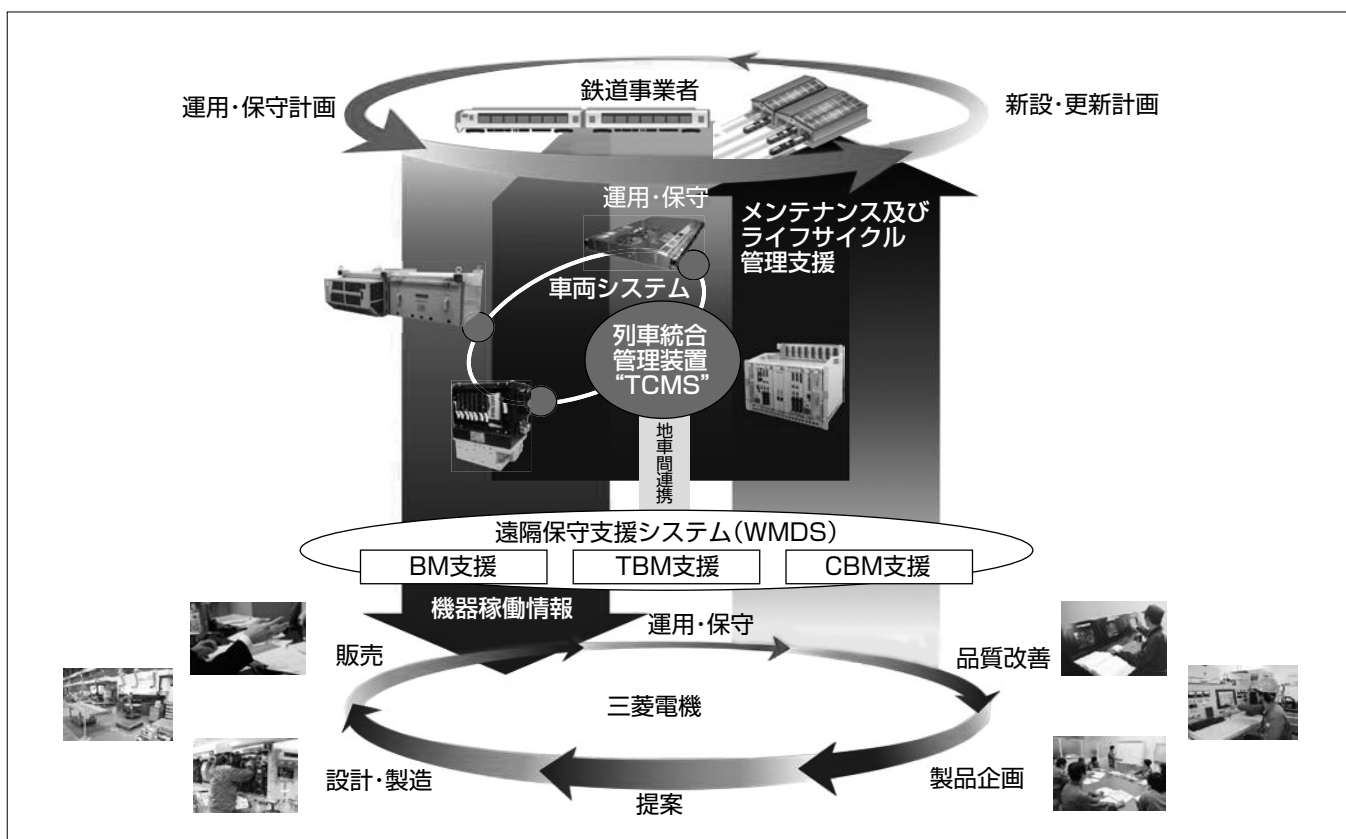
(2) 予防保全

車両基地における定期点検に相当する保守を指し、故障発生頻度の抑制を目的としている。

(3) 状態監視保全

車両搭載機器の稼働状態に合わせた保守を指し、機器ごとに保守実施の最適な時期と適切な処置内容を決定することを目的としている。

三菱電機は、乗務員、指令員、検修員に対するBM/TBM支援を、列車統合管理装置(Train Control and Monitoring System : TCMS)の機能として提供してきた。近年は、遠隔保守支援システム(Wayside Monitoring and Diagnostic System : WMDS)を活用した、CBMに向けた取組みも進めている。



遠隔保守支援システム

当社は、これまでTCMSを活用した車両搭載機器のBM/TBMの保守支援機能を提供してきた。近年は、無線通信の発達を背景に、TCMSと地車間連携を活用した遠隔保守支援システム(WMDS)を製品化した。今後は、WMDSを用いて車両搭載機器のCBMの保守支援機能を提供し、更なる安全・安定輸送への貢献を目指す。

1. ま え が き

当初、鉄道車両の保守は、機器の故障発生後に対応するBMで運用されていた。その後、故障発生時の抑止を目的に、故障発生前に機器や部品を交換するTBMが導入され、現在ではBMとTBMを併用している。

近年、鉄道車両の高度化に伴い、乗務員、指令員、検修員に対するBM/TBMへの処置も複雑・煩雑化が進んでいる。乗務員や指令員の対応の遅れは、輸送障害発生時の遅延拡大、サービス低下につながる。これに対し、当社はTCMSの機能として、ICT(Information and Communication Technology)を活用した鉄道車両保守支援システムの高度化を進め、BM/TBMで乗務員、指令員、検修員を支援する機能を開発してきた⁽¹⁾。

本稿では、TCMSを活用した鉄道車両保守支援システムの技術変遷と機能例を示すとともに、TCMSとWMDSを活用したCBMに向けた今後の取組みについて述べる。

2. 保守支援システムにおける技術変遷

TCMSを活用した鉄道車両搭載機器の保守支援システムは、モニタリング、地車間連携システム、列車統合制御、伝送の大容量・高速化の技術変遷を経て、様々なBM/TBM支援機能を実現してきた(図1)。

この章では、BM/TBM支援機能の実現における技術変遷を述べるとともに、その機能概要を示す。

2.1 モニタリング

モニタリングは、車両搭載機器の故障・稼働状況を監視する機能である。

TCMSと伝送可能な車両搭載機器が拡大したことで、編成全体の搭載機器に対して故障・稼働状況を把握できるようになった。これによって、乗務員に対する状態監視機能や故障発生通知機能といったBM支援機能を提供している。

2.2 地車間連携システム

モニタリングによって、故障部位の特定と発生事象の把握は容易になった。一方で、車両システムの高度化によって取得可能な情報量が増え、車上の乗務員と地上の指令員の間で音声だけでは正確に情報交換をすることが難しくなった。そこで、地上でも車両モニタリング情報を参照したいというニーズが高まった。

これに対し、携帯電話網やデジタル列車無線等の無線通信を用いて、車両モニタリング情報を地上サーバへ伝送する地車間連携システムを開発し、指令員に対するモニタ画面伝送や故障処置支援といったBM支援機能を提供している。

地車間連携システムを活用することで、地上の指令員、検修員も、車両搭載機器の故障・稼働状況を即時に参照できるようになり、故障復旧の早期化に寄与している。

2.3 列車統合制御

TCMSは、機器のモニタリングから制御伝送機能に加え、列車全体の統合制御へと役割が拡大し、鉄道事業者及び車両メーカーからの車両最適制御の要望に対応してきた。例えば、営業運転前の出区点検や、車両基地での定期点検を支援する機能を提供している。

これによって、乗務員が出区点検時に要する時間の短縮及び検修員が車両定期点検時に要する時間の短縮に寄与している。

2.4 伝送の大容量・高速化

最新のTCMSでは、車両内に高速のEthernet^(注1)伝送を適用し、車両機器の状態情報のリアルタイム収集、故障時の詳細情報の収集が可能となった。さらに、地車間連携に用いる無線通信ネットワークは、通信事業者によるLTE(Long Term Evolution)やWiMAX(Worldwide interoperability for Microwave Access)などの高速な汎用公衆無線サービスが充実し、自営で無線通信ネットワークを構築する必要がなくなった。ただし、使用が容易な反面、セキュリティ面での

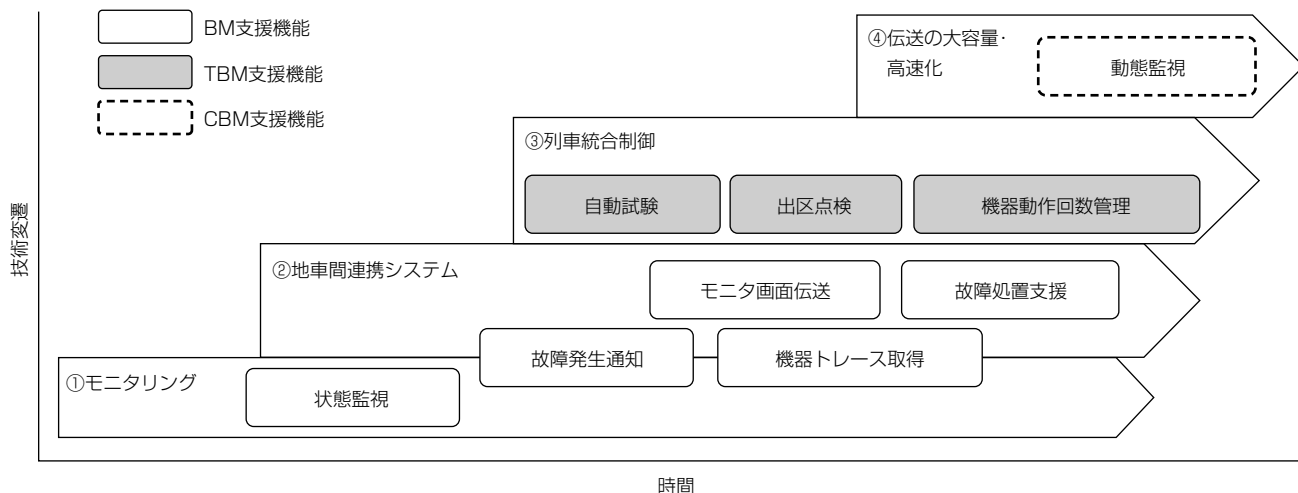


図1. TCMSを活用した保守支援システムの技術変遷

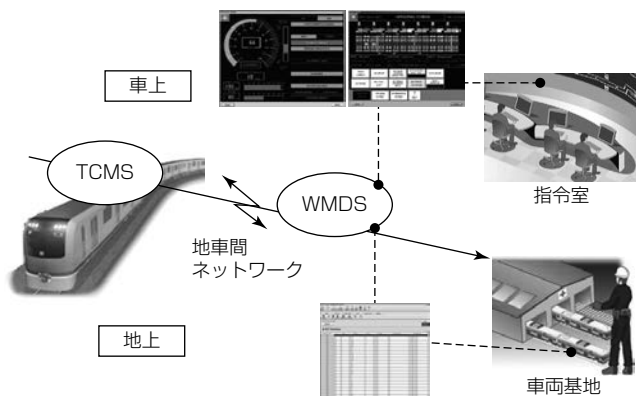


図2. WMDsを活用した保守支援イメージ

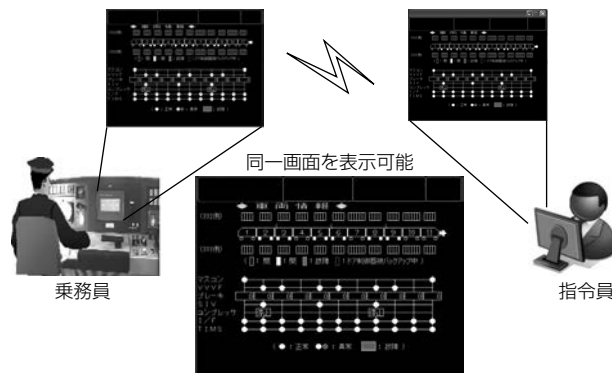


図3. モニタ画面伝送機能の動作イメージ

課題がある。この課題については、地車間連携部分にVPN (Virtual Private Network)通信機能を適用し、セキュリティ対策を行っている。

これらの技術を活用し、近年、TCMSと地車間連携を活用したWMDsを製品化した(図2)。WMDsは、モニタ画面伝送や故障処置支援に加え、地上で車両搭載機器の詳細稼働データを取得可能としている。これによって、機器の状態分析・故障解析を高度化する。また、地上からTCMSを経由することで、車両搭載機器のパラメータ変更が可能となり、パラメータ変更作業の省力化につながる。(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

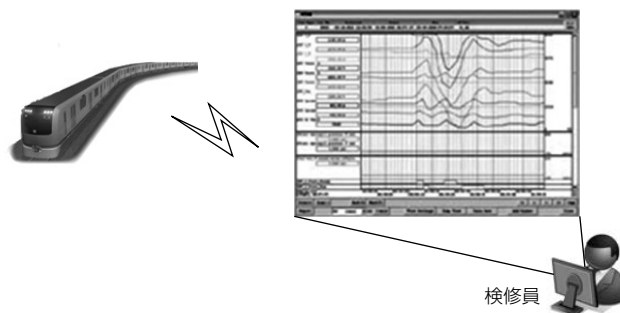


図4. 機器トレース取得機能の動作イメージ

3. 保守業務を支援する機能

当社がTCMSやWMDsを用いてこれまでに提供してきたBM/TBM支援機能について述べる。

3.1 故障発生通知機能

TCMSでは、車両搭載機器の稼働状況を監視し、機器の動作状態、故障有無を運転台モニタへ表示している。故障発生を検知した際は、運転台モニタに警告表示、アラーム鳴動することで乗務員に故障発生を通知している。さらに、地車間連携システムを用いて自動的に地上システムへ故障発生を通知する機能を実現している。

これによって、乗務員からの申告を待たず、指令員、検修員が故障内容を確認し、障害復旧作業の迅速化に寄与している。

3.2 モニタ画面伝送機能

地車間連携によって、運転台モニタ画面に表示している各機器の動作状態等の情報を地上システムでも参照できる。運転台モニタ画面を構成する各種機器データを地上システムへ送信することで、地上に居ながら運転台モニタ画面と同じ情報を確認できる(図3)。

従来は、乗務員と指令員の通話で車両情報の確認が必要であったが、指令員が同じ運転台モニタ画面を見ながら故障部位の特定、復旧支援が可能となり、故障の早期復旧、ダウンタイムの短縮に寄与している。

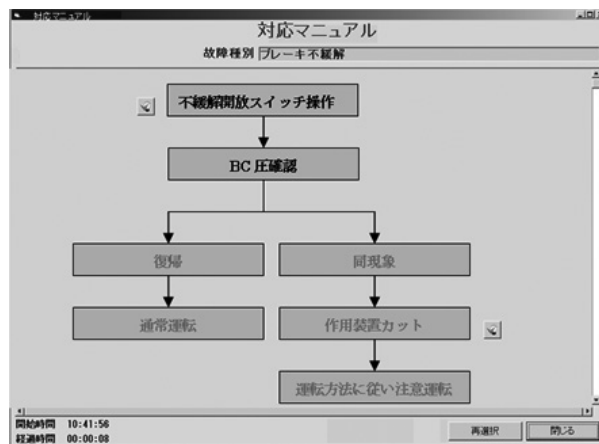


図5. 故障処置支援機能の動作イメージ

3.3 機器トレース取得機能

車両搭載機器が記録している故障発生前後の動作データを、TCMSが車両搭載機器から収集し、地上システムから遠隔で取得可能としている(図4)。

従来、故障発生原因を解析するためには、車両が車両センターに戻るのを待ち、検修員が車両に行って直接、記録データを取得する必要があった。これに対し、故障発生時に遠隔で記録データが取得でき、故障解析の早期着手、故障原因の早期究明に寄与している。

3.4 故障処置支援機能

故障発生時に故障発生通知(3.1節)と連動し、復旧対応マニュアルを運転台モニタ画面に加え、地上システムに表

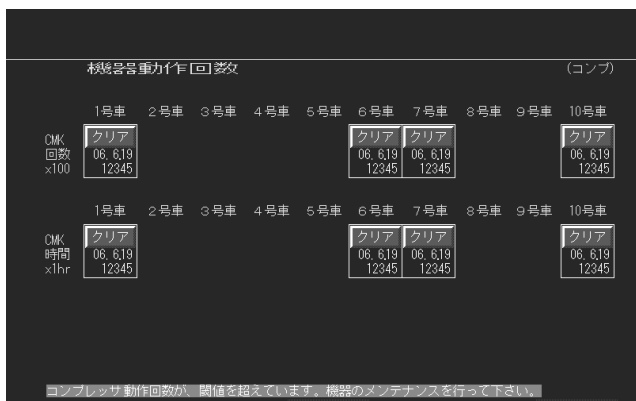


図6. 機器動作回数管理機能の動作イメージ

示する。これによって、故障内容に応じた復旧方法を指令員が乗務員への指示できるような支援し、早期復旧、ダウンタイムの短縮に寄与している(図5)。

3.5 機器動作回数管理機能

TCMSでは、車両搭載機器との伝送によって、車両搭載機器(ドア、ブレーキ、コンプレッサ等)の動作回数を積算・表示している(図6)。動作回数があらかじめ設定された回数以上となった場合は、運転台モニター画面に警告表示し、機器交換を促す機能を実現している。

将来的には、機器動作回数を地上システムへ伝送して管理することでTBMの効率化、その先にはCBMにも活用可能であると想定している。

4. 今後の展望

鉄道車両保守支援システムは、収集・蓄積可能な機器稼働データの大規模化を背景に、鉄道車両保守の更なる省力化・効率化に向けた、機器の状態分析・故障解析の高度化のニーズが高まると想定している⁽²⁾⁽³⁾。

WMDSに対しては、車両のメンテナンス及びライフサイクルの最適管理を支援する機能が求められる。これによって、TBMにおける検査効率化、機器ごとに最適なタイミングで適切な処置を実施できるCBMを実現することができる。

4.1 動態監視によるCBMの実現

2.4節で述べた伝送の大容量・高速化の拡大によって、機器ごとの稼働状態を常時監視する動態監視が可能となった。

現在主流のTBMでは、稼働中の機器に対して一律に検査周期を設け、点検・交換を実施している。これに対しCBMでは、機器ごとに適切なタイミングで交換可能となる(図7)。これによって、機器寿命を最大化しつつ、故障発生によるダウンタイムを最小化できると考える。

今後は、CBMの実現に向け、WMDSが収集した車両搭載機器の稼働情報等を統計的に解析し、故障の特性や故障

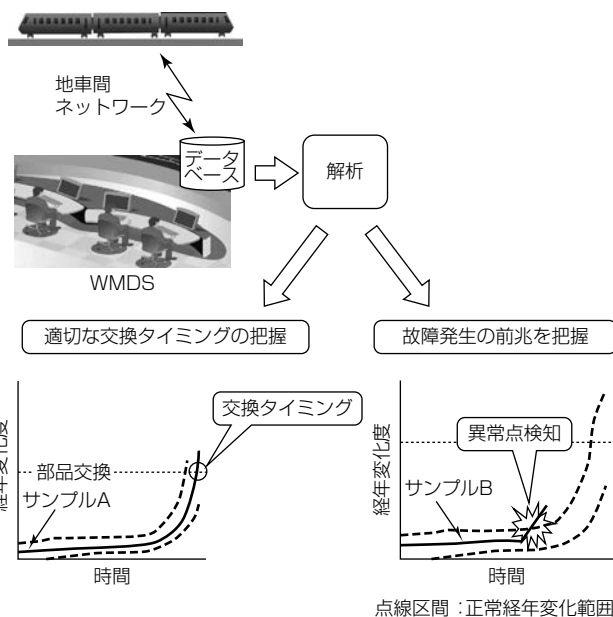


図7. CBMの実現イメージ

の前兆を把握する取組みを進める。

4.2 検査業務の省力化

動態監視の活用によって、CBM以外にもTBMで定期点検業務の省力化に寄与できる。機器ごとの動態監視で蓄積したデータから、定期点検時に似通った負荷状況又は環境下のデータを抽出し、このデータの健全性を確認することで、定期点検結果として代用していくことを検討する。

5. むすび

地車間連携の拡大を背景に、TCMSとWMDSを活用した鉄道車両保守支援システムの最新技術と今後の展望について述べた。

CBMの活用によって、車両のメンテナンス及びライフサイクルの最適管理を実現し、更なる安定輸送の提供、輸送サービスの向上に貢献できると考える。“走る・止まる・制御する”を1社で実現できる当社の強みを活用し、推進装置やブレーキ制御装置などを含めた車両システム全体として、CBMの実用化に向けた技術開発に取り組んでいく。

参考文献

- (1) 竹山雅之、ほか：車上-地上間連携による情報システムの動向、三菱電機技報、80、No.12、797~800 (2006)
- (2) 木村尚史：交通システムの変遷と将来展望、三菱電機技報、88、No.9、518~521 (2014)
- (3) 中島 募：感じる鉄道、日経エレクトロニクス2016年3月号、29~42 (2016)