鉄道車両の保守とヒューマンファクター

西日本旅客鉄道(株) 田仲 文郎

鉄道車両の保守には大勢の係員が関わっており、ヒューマンエラーによるトラブルの防止は現場管理上の重要な課題として様々な対策の工夫がなされてきている。本稿ではヒューマンファクターの観点からこれまでの取り組みを振り返り、ヒューマンエラー対策だけでなくヒューマンファクターを前向きに活用することや、全社的な安全管理、品質管理マネジメントの一環として現場の問題を考えることの必要性について述べる。

I. はじめに

西日本旅客鉄道(株)(JR 西日本)では約 6,500 両の車両(第 1 表)を用い日々安全・快適な輸送サービスの提供に努めている。車両の品質はおお客様の安全に直結するだけでなくサービスレベルや企業イメージを大きく左右するため、その維持・向上は鉄道事業者にとって常に大変重要な課題となっている。

40 年以上もの長い期間使用する場合もある車両の品質は、計画、設計段階から廃車までのライフサイクルを通じた品質管理の取り組みによってはじめて確保されるものであるが、その中でも日常の検査、修繕、清掃など保守作業の占める比重は非常に高く、また、保守を通じて得られる情報がライフサイクル全体の考え方を大きく左右している。

本稿では、これまで故障防止対策という視点で語られることが多かった鉄道車両の保守について、ヒューマンファクターの側面から振り返りを行うとともに、安全管理や品質管理に対するマネジメントのあり方について考察することとした。

第 1 表 JR西日本の車両保有数

車種	車両数 () は JR 後の製作	主な車両形式
新幹線電車	991 (991)	N700系, 700系, 500系
電車	4,746 (3,078)	683系, 681系, 381系, 287系, 285系 283系, 281系, 521系, 321系, 223系 225系, 207系, 115系, 103系
気動車	444 (190)	わ189, わ187, わ127, わ126, わ122 わ121, わ120, わ47, わ40, 141系, 143系
客車	62	24系, 14系, 12系
電気機関車	17	EF81, EF65
ディーゼル機関車	47	DD51, DE10, DE15, DD15, DD16
蒸気機関車	5	D51, C62, C61, C57, C56
貨車	199	計、特
計	6,511 (4,259)	

Maintenance of Rolling Stock based on Human Factors :
Fumio TANAKA.

(2014 年 10 月 22 日 受理)

II. 鉄道車両のライフサイクル

1. 維持管理の基本的考え方

(1) 定期検査

鉄道車両の基本的な安全は国土交通省令に定められた技術基準に基づく構造と定期検査によって確保されている。定期検査は第 2 表に示す通りこまめな外観検査から解体して行うオーバーホールまで段階的に定められており、各々第 3 表に示す通りの周期を超えないように実施される。

(2) 更新修繕

定期検査やそれに伴う修繕だけでは対処できない老朽化、陳腐化への対処と、機能やサービスの向上のため、

第 2 表 定期検査の種類

種類	検査内容
仕業検査	消耗品の補充、代替 車両の状態、作用に対する外観検査
交番検査	各装置の作用、機能に対する在姿状態での検査
要部検査	走行装置、ブレーキ装置、その他重要な装置 について取り外し、解体の上行う検査
要部検査	機器及び装置の全般について、取り外し、 解体の上行う検査

第 3 表 定期検査の周期

車 種	検査期間 (併記してある場合はどちらか早く達したものを採用)
新幹線電車	全検 交換 全検 ● 7日 18ヶ月 36ヶ月 (3万キロ) (60万キロ) (120万キロ)
電車	全検 交換 要検 全検 ● 7日 90日 48ヶ月(60万キロ) 96ヶ月
気動車	全検 交換 要検 全検 ● 7日 90日 48ヶ月(50万キロ) 96ヶ月
客車	全検 交換 要検 全検 ● 9日 90日 36ヶ月(40万キロ) 72ヶ月(80万キロ)
電気機関車	全検 交換 台検A 台検B 台検A 全検 ● 7日 90日 18ヶ月 36ヶ月 72ヶ月 (20万キロ) (40万キロ)
ディーゼル機関車	全検 交換A 交換B 交換B 交換B 全検 ● 7日 90日 18ヶ月 72ヶ月 (2.5万キロ) (12.5万キロ) (50万キロ)

第1図 車両更新計画の一例

車両寿命の中間において、大規模な更新修繕や改造が計画される場合が多い。これらは多くの場合、全般検査と呼ばれるオーバーホールの際に併せて実施される。第1図に電車の場合の計画例を示す。

2. ライフサイクルを通じた品質管理

(1) 車両投入計画

車両の新造は、多大な投資につながるだけでなく輸送や営業面での施策展開と密接に関連し、また、地上側設備との整合や保守体制のあり方にも関連するので重要な経営判断となる。単なる老朽取替ではなく、安全性向上、サービスアップやランニングコストの削減を可能とする様々なアイデアを実現すべく、その仕様や要求品質が議論される。

(2) 設計

鉄道車両は、既製品としてではなく鉄道事業者それぞれ独自の仕様に基づいて生産されるため、設計にも細部までユーザー側技術者の思想が色濃く反映されることが特徴である。性能や機能だけでなく保守性に関しても、過去の経験や事故防止対策、現場のニーズなどを踏まえたきめこまかな配慮がなされ、保守係員や乗務員のヒューマンエラー対策も盛り込まれる。

また、鉄道の世界においても昨今の技術の進歩は著しく、新素材やマイクロエレクトロニクス、パワーエレクトロニクスなどの恩恵によるメンテナンスフリー化や軽量化、省エネ化、高機能化が進んでいるが、一方でブラックボックス化・ソフトウェア化された機器への対応や電子機器などの製品寿命の短さなど新たな課題も顕在化しつつある。

(3) 導入・運用

新車の導入に当たっては自社線路での試運転、受け取り検査は当然であるが、新たな車種に対する技術的知見を十分獲得するため、様々な条件での性能試験を入念に行うこととしている。また、保守サイドでも納得いくまでの確認走行試験を行い、自職場独自の故障や事故の防止対策工事を施したのち本使用となる。併せて説明書の作成、図面の整備、乗務員への訓練や教育、車両への備

品類の搭載、検査設備やシステムの対応、検査基準の制定、部品や予備品の準備など、多くの準備業務を経ての新車導入となる。

(4) 保守

車両の検査や修繕、調整、清掃などは規定に定められた内容に基づき正確に実施するのが基本であるが、現実の車両状態は必ずしも事前に想定した範囲内に収まるものではなく、想定外の故障や劣化、破損、不具合などが生じるのが普通である。また、社会の変化に伴うお客様の要求水準のレベルアップも当然生じてくる。正しい検査、作業が実施されることに加え、想定外の事象を早期に発見したりその予兆を見抜き、適切な対処を迅速に行うことは、保守係員としての大きな使命である。また、そのようにして日々得られる現場最前線の情報を適切にフィードバックすることも同様に重要な任務である。保守のコストはインシタルコストを上回る車両のライフサイクルコスト中最大の要因であり、その効率的な実施は重要な経営課題であるが、安全確保や故障防止のための機動的な対策費の手当ても疎かにしてはならない。

(5) 改造

前述のとおり車両の長いライフサイクルの中で更新修繕や改造は避けられない重要な節目となっている。しかしその実施にはメーカーだけでなくユーザーも合わせた総合的な技術力、特に保守に伴う知見が不可欠であり、工事内容も新製とはまた違った難しさを孕んでいる。狭隘な場所での通常触らない部位への複雑な工事などはヒューマンエラーの可能性も通常作業とは比べ物にならないくらい高く、ハイレベルな計画、管理が要求される。

(6) 廃車

高価な車両はできる限り長期間使用すべきものであるが、陳腐化、老朽化、保守コストの増加などとの兼ね合い、また会社としての投資の平準化を十分考慮し取替計画を策定する必要がある。また単なる老朽取替に終わらせず充実した施策に結びつけるべきであるのは前述の通りである。廃車に際しては、頑丈なステンレス車体の解体方法や産業廃棄物の適切な処理、リサイクルの促進など、それ自体にも様々な課題が存在している。

Ⅲ. 保守におけるヒューマンファクター

1. いわゆるヒューマンエラー対策

当社の保守現場は第2図に示す通り総合車両所と呼ばれるオーバーホールまで実施できる工場を核に構成されており、日常の点検は多くの車両基地で昼夜行われている。

保守関係者は当社とパートナー会社合わせて4,000人を超え、更に関連メーカーや部外委託先等を含めると大変な数の人達が関わっており、当然、ヒューマンエラー的な事象の発生とは無縁ではいられないのが実態であ

第2図 車両保守拠点の配置

る。車両自体が長年の歴史の中でメンテナンスフリー化やヒューマンエラー対策が施されていることや、検査設備の改良、作業環境やチェック体制の工夫など過去の失敗への対策の積み重ねにより極端に減少しているが、特に臨時作業などに関連した伝達ミス、確認モレ、手順間違いなどに起因する事象はなかなか根絶には至っていない。また、ネジの締め付け不良などのように、ヒューマンエラー的要素と技量不足などの複合的な事象も見られる。以下にこれまで現場を中心に実施してきた主な対策について列挙する。

(1) ハード対策

保守現場において社員のヒューマンエラーが労働災害に繋がりにくいようなリスクが発見された場合はハード対策をとることを基本としている。万一それが不可能な場合は残留リスクとして管理し、ソフト対策を講じるとともに注意喚起を行う。お客様の危険に繋がりにくいリスクも同様にハード対策を第一とし、「ボルトの数自体を減らす」「配線をコネクタ化する」「取り換えやすい部品を同一形状に統一する」「コックを復位しないと蓋が閉まらなくなる」など車両構造や検査環境の改善に努めてきた。

(2) 教育

精神論でヒューマンエラーが防げるものではないが、列車の運行は(場合によっては一列車千人以上もの)多くのお客様の尊い命をお預かりしているのであり、車両保守においても一つ一つの作業の正確さが人命に直結するのだという自覚を徹底することは絶対必要である。また、正しい身のこなし、安全を確保しているしくみ、技術的知識などの基本を確実に身につけさせることもプロにふさわしいレベルのパフォーマンスを発揮させるためには不可欠である。教育効果をあげるためには単調な座学だけでなく、血の通ったコミュニケーションの中で過去の実例などを交え、反復して指導を行っていく必要がある。チェックリストや指差確認喚呼、ダブルチェック、復唱、確認会話などの有効な方策も、習慣として確実に身につけなければ実効は発揮できない。また、教育

の前提として適切な教材やマニュアル、教育プログラムの整備が欠かせない。

(3) 見える化

要注意作業、要注意箇所への注意喚起表示を徹底することや、工具置き忘れ防止のための姿見管理、セット材料化による取付忘れ防止、作業未完表示、移動禁止表示など、視覚に訴える様々な失念防止対策が有効である。その前提として整理整頓された作業環境が必要となる。

(4) 全員参加による品質管理

不具合事象を発生させたり発見した場合は安全報告を行うこととし、その内容については非懲戒としている。ほんの些細な失敗でも報告して真剣に対策を検討することが大きなトラブルを防ぐことにつながると確信しているが、隠さずに報告させるためには職場内の信頼関係が不可欠であり、管理サイドの責任が重大である。また、対策についても現場作業者を参画させることにより実態に即した対策の立案が可能であり、参画したこと自体も作業者の意識を高める大きな効果をもたらしている。更に事象の真の原因が明確になりにくい場合はM-SHELLモデルによる多面的分析を行い、背後要因を管理の課題まで掘り下げ、対策を行うこととしている。(第3,4図)

2. ヒューマンファクターの前向きな活用

現場におけるヒューマンエラーの防止という視点に立てば、前述のような対策を根気よく徹底しながらヒュー

M-SHELLモデル

第3図 多面的分析1

多面的分析手法の4つの段階

第4図 多面的分析2

マンエラーをなるべく抑え込み、また重大な事故につながらないように管理し続けるしかないというのが現実であろうと思われるが、現実には鉄道車両の品質管理に強く求められているのは高機能化、複雑化した車両において突発的に発生し、お客様にご迷惑をおかけする不具合の根絶である。そのために最も求められるのがマニュアルにも載っていない未経験の不具合の予兆の発見であり、また、それへの対処策の迅速な検討である。それを可能とするのは保守係員の経験に基づく感性や洞察力、創造力であり、これらもまさにヒューマンファクターの重要な側面ではないかと考えている。

現在当社ではそのような感性を磨くための取り組みとして全員参加のリスクアセスメントを展開するとともに

第5図 リスクアセスメントの基本的手順

トロを2名で搬出中、擁壁上で向きを変える際に1名が足を踏み外して約1.8m下の側溝に転落				
高さ2m以上の高さの擁壁の踏切場でトロを運搬中(トリガー事象)、擁壁上で向きを変える際に足を踏み外し、墜落し(想起事象)、 生命の危険(重大性)				
リスクの見積もり	重大性	生命の危険	10	リスクポイント
	想定事象に至る可能性	ハード要因 相互に声かけなど守られないことがある(50%) ソフト要因 労災教育1回/年(50%)	HA SB	6
	発生確率(頻度)	2m以上の橋のない擁壁2箇所、使用の可能性 2回/年		2
低減措置の検討	昇降階段の除去等	当該箇所の使用禁止 2回/年⇒減多になし、重大性⇒被害なし		被害なし
	落下防止柵等	※トリガー事象の要因(=原因)の除去を検討する		
	落下防止柵等(安全帯)	防止柵等 HA⇒HD、重大性⇒被害なし		
		繰り返し教育(安全帯の着用、網等設置含む)⇒SD		14

※残留リスクが存在する場合は、残留リスクを広く周知し、リスクの共有化を図ることとします。

第6図 リスク見積もりの事例

第7図 検修リスクマネジメント

作業前にKRM(検修リスクマネジメント)と称する小ミーティングを実施している。その概要を第5～7図に示す。

ヒューマンファクターの良い側面を発揮させるためには社員のやりがいや充実感、チームワークなども不可欠であり、自ら研究や工夫を行った成果を発表できる業務研究発表会や安全活動発表会、改善・提案制度などへの参加を奨励している。また、現場の意見を本社の技術基準や車両設計に反映することも大きな満足感につながる。さらに乗務員など他職場の社員との交流や意見交換、共同での問題解決なども意識を高め、視野を広げる非常に良い機会となる。

IV. 更なる品質向上を目指して

現場作業者のヒューマンエラーは確かに品質阻害要素とはなるが、その対処は現場だけの課題としてではなく全社的なマネジメントの一環として位置付けることが必要ではないだろうか。そもそも車両品質の確保はそのライフサイクルにわたる管理によって成し遂げられるものであり、それに係わる個別の部署の有機的な連携なくして成立し得ないものである。現場の社員の地道な取り組みを支え、その力を最大限発揮させるためには、彼らの活力を引き出し、能力をフルに発揮させる動機づけを、経営レベルの課題として実行していかなければならない。

もとより鉄道はハードウェアとしての鉄道システムだけでなく、その運営に係わる経営層、技術層、実行層、つまり会社全体が人・技術システムとして適正に機能して初めて安全や品質が担保されるものである。もちろん経営者や技術者も人であるからヒューマンファクターによって誤った判断をすることもあるが、組織全体が正しく機能していれば必要な修正が行われリスクの顕在化は防げるはずである。そういう意味では現場実行層も経営者も等しくヒューマンファクターの支配を受けていることに謙虚になり、それを念頭に置いたマネジメント、経営を心掛けることが重要であると考えます。

著者紹介

田仲文郎 (たなか・ふみお)

西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術開発部長

(専門分野/関心分野) 鉄道車両の保守/鉄道の安全性向上