

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏名 (Name) 志田 洋

論文名: 安全性と信頼性を考慮した鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に関する
(Dissertation Title) 研究

近年の少子高齢化の進展や経済の低成長により、鉄道利用者の減少による鉄道事業における運輸収入の減少が予想されるため、鉄道事業者は継続可能な鉄道事業運営への転換が求められている。特にJR各社は、大都市圏輸送、地方都市圏および都市間輸送、地方ローカル圏輸送と広範囲にわたる鉄道事業運営のために多くの鉄道設備を保有しており、設備維持のために各種設備のライフサイクルコストを低減することが求められている。また鉄道設備の中でも鉄道信号設備は耐用年数が20～30年と長く、安全性と信頼性の両立が不可欠な設備のため「保全コスト」がライフサイクルコストの多くの割合を占めている。

本論文では、保全コストの最適化が鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に有効であると考え、保全コストを構成する要素のうち「設備の機能維持に毎年一定額を必要とする点検コストに関する設備保全項目」および「設備故障が旅客に与える経済的損失コストを考慮した設備保全」の最適化について述べる。更に、今後の研究の進展として「設備故障が旅客以外に与える経済的損失コスト」について考察する。最後に保全コストの最適化を考慮した設備保全が、鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に与える効果を評価する。

産業機器の保全手法は、事後保全から予防保全へと変遷している。更に、予防保全は、TBM(時間基準保全)からCBM(状態基準保全)へと変遷している。現行の鉄道信号設備の保全手法はTBMであり、周期的な設備保全を基本とする本手法は、設備の信頼性向上に一定の成果をあげてきた。しかしながら、TBMは個々の設備の使用環境を考慮しない均一的な保全手法であるため、設備保全項目が網羅的であり、かつ設備の良否判定に用いる基準値や更新期間に大幅な余裕をもたせており、過剰な設備保全を行う傾向にある。

一方近年、保全コストの低減と最適化を目的としたRCM(信頼性評価保全)や RBM(リスクベース保全)が提案されている。そこで本論文では、鉄道信号の設備保全に新たにRCMやRBMの概念を適用した設備保全の最適化について考察する。まず、設備の機器構成や各機器がもつ機能の再評価に基づき再検討した設備保全項目の最適化が、鉄道信号設備の保全コスト低減に効果があることを示す。そして、再検討した設備保全項目の安全性・信頼性の妥当性評価を行う。次に、設備故障の対策としてよりよい設備とするために実施する設備改善(以下、「設備改修」という)に対する設備故障の低減効果がライフサイクルコストに反映されていない課題に対し、設備故障が旅客に与える経済的損失コストの数理モデルを提案する。数理モデルの提案により、損失コストの大きさに応じた設備故障の原因分析や対策検討、また事前にシミュレーションを行うことにより設備改修の効果、実施順位、および実施範囲の判定が可能となることを述べる。そして、設備故障が旅客に与える経済的損失コストを考慮した設備保全が、鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に効果があることを示す。更に今後の研究の進展として、設備故障が旅客以外に与える経済的損失コストの数理モデルを提案し、設備故障が旅客に与える経済的損失コストとの比較、および今後の研究課題について述べる。最後に、鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に対して、保全コストの最適化を考慮することの有用性を評価する。

本研究の貢献は、以下の点を明らかにしたことである。①鉄道信号設備は技術の進歩に伴い日々進化しており、鉄道事業者は設備保全項目の最適化に向けた継続した取り組みが必要なこと。②設備故障が旅客や旅客以外に与える経済的損失コストの数理モデル化により、経済的損失コストの大きさに応じた設備故障の原因分析や対策検討、また事前にシミュレーションを行うことにより、設備改修の効果、実施順位、および実施範囲の判定が可能となること。③これらの組合せにより費用対効果の優れた設備保全を可能とし、鉄道信号設備のライフサイクルコスト低減に効果があることである。

本論文の構成を示す。第1章では、本論文の目的と構成を述べる。第2章では、産業機器の保全手法の変遷と現行の鉄道信号設備の保全手法、およびライフサイクルコストの考え方を整理し、本研究の目的を述べる。第3章では、研究対象とする軌道回路と踏切保安装置の基本的事項について述べる。第4章では、設備の安全性・信頼性を考慮した設備保全項目の最適化について述べる。第5章では、設備故障が旅客に与える経済的損失コストの数理モデルを提案し、その数理モデル化の効果について述べる。第6章では、今後の研究課題について述べる。第7章では、本論文のまとめを述べる。