

軌道保守計画策定支援システムの開発

軌道技術研究部 軌道管理
主任研究員 三和雅史

1. はじめに

軌道保守には、適切な経費で列車の走行安全性および乗り心地を確保することが期待される。このため、明確な根拠に基づく軌道保守計画の策定が必要であり、そこでは短期的および長期的観点から計画を評価することが不可欠である。このような評価には、数理計画技術の応用が有効であり、これを応用した「軌道保守計画策定支援システム」を開発したので、以下に紹介する。

2. 軌道保守計画策定支援システム

保守計画には、鉄道事業者の本社等において長期的な計画（施策計画）を検討する段階と現業機関において日常的な保守計画（運用計画）を検討する段階があり（図1）、軌道保守計画策定支援システムには、この関係を戦略的かつ継続的に発展させる機能が求められる。そこで、本システムを構成する主要なサブシステムとして、運用計画段階で用いるマルチ運用計画システム、レール削正車運用計画システムおよび軌道モーターカー運用計画システムを開発し、実用に供してきた。また施策計画段階において、各年度での保守量や予算を考慮した計画を作成するシステム（軌道保守長期計画システム）を開発した。以下では、これらのシステムの概要を示す。

2.1 マルタイ運用計画システム

有道床軌道では列車の繰り返し通過に伴い軌道変位（狂い）が成長するため、その検測データに基づいて、主にマルチプルタイタンパ（MTT）による保守が行われる。そこで、軌道変位データから将来の軌道変位推移を予測し、軌道変位保守計画（年度計画）を作成するためのマルチ運用計画システムを開発した。

(1) システムの概要

本システムは、線区および保守基地レイアウトと各ロットの軌道変位、計画作成上の制約条件

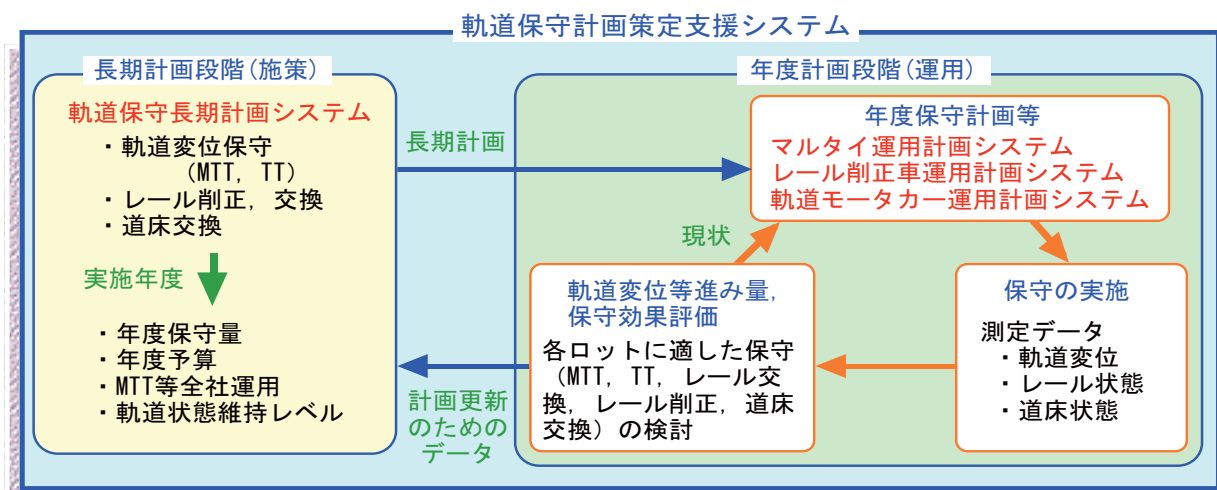


図1 軌道保守計画策定支援システム

を入力データとし、MTT 配備計画（各期〔週や旬等〕の配備基地）と保守実施計画（各期の保守箇所）を出力する。本システムの画面例を図2に示す。本システムは、計画作成のための全操作をExcel上で行なうことができ、出力には各期のMTT 配備基地と保守箇所の一覧表（踏切等の介在に関する情報も含む）、各ロットおよび線区全体の軌道変位推移予測等が含まれる。

本システムで用いる計画モデルでは、軌道変位が大きなロット（軌道変位推移の予測単位、100m 区間）をできるだけ多く含むようにブロック（保守作業単位、連続Nロット）を作成し、これに保守時期を割り当てる。計画作成の際には、軌道変位量が基準値を超過する前に保守すること（軌道変位上限値制約）、MTT について特定期に配備基地を指定したり、遠い基地間の回送を禁止すること（MTT 運用制約）、各ロットについて保守可能な時期を指定すること〔夏季作業制限等〕（保守時期制約）等の制約条件を考慮できる。

また、計画作成の目的に応じて使い分けられるように、「総保守量を与えて線区全体の軌道状態をできるだけ良好に維持する基準」、または「目標軌道状態を与え、できるだけ少ない保守量でこれを維持する基準」から選択し、これらの評価基準に拠る計画を作成できる。

この他に、矛盾する制約条件が設定された場合には、一部の制約を満たさない暫定計画と満たせない制約を合わせて出力するため、ユーザは設定した制約の妥当性を確認しながら、この暫定計画をマニュアルで修正して実際の計画に代えることもできる。

(2) システムの導入効果

本システムの導入前後の軌道状態、保守量の推移例を図3に示す。導入後、MTT 保守延長は減少したが軌道状態は良化した。また、導入前には下り線の軌道状態が悪かったため、導入後に多くの保守が下り線へ計画された結果、上下線とも同程度の状態となった。よって、本システムの導入により軌道状態が良化し、また上下線間における軌道状態の格差も解消されたと考えられる。

現在、本システムはJRの一部で使用されており、本社や支社等で本システムにより作成した

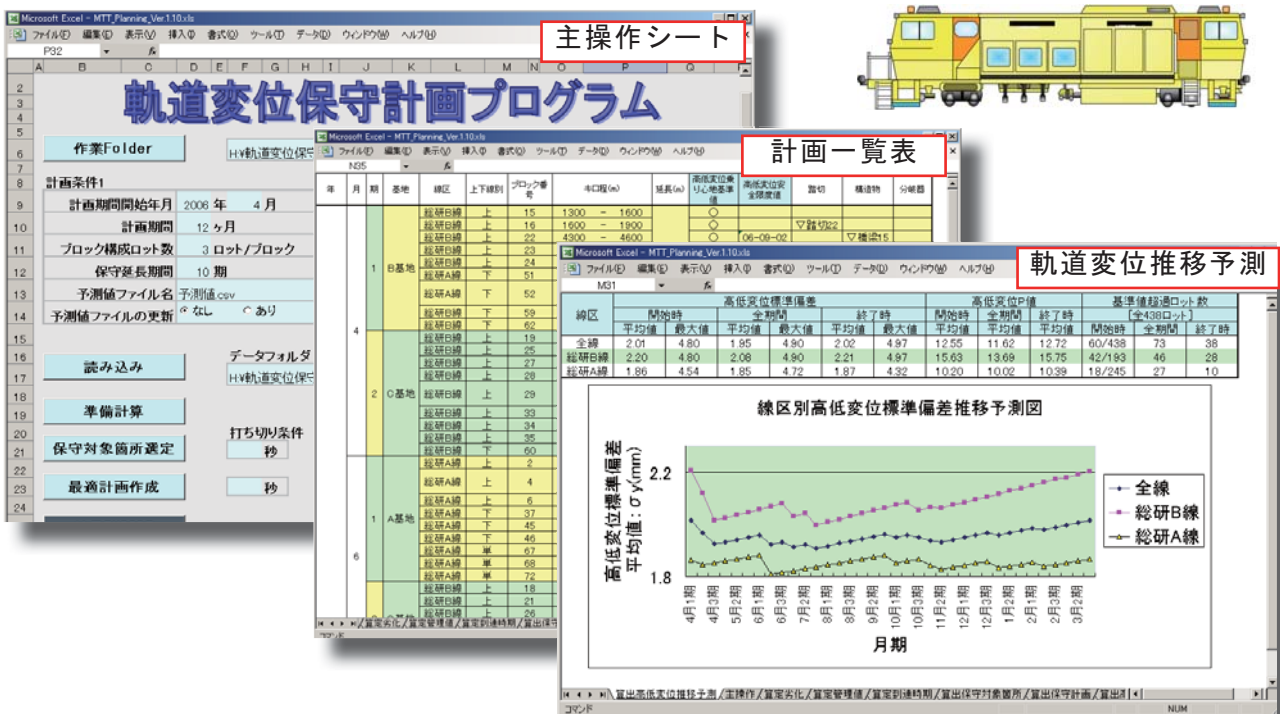


図2 マルタイ運用計画システム

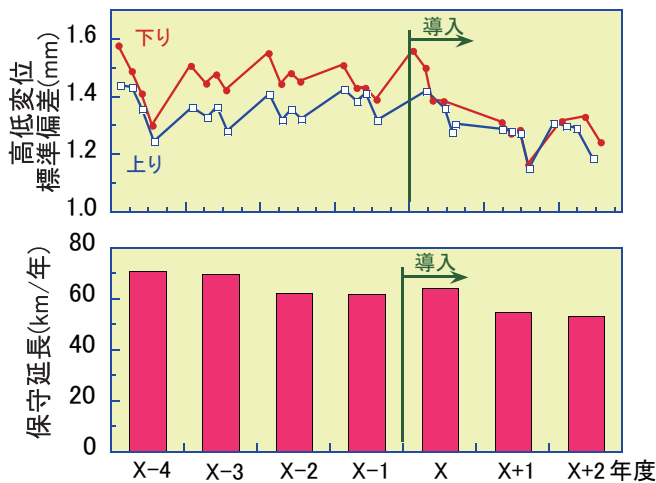


図3 導入前後の軌道状態及び保守延長

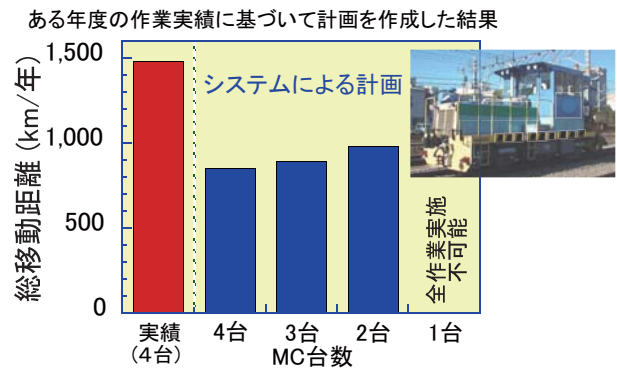


図4 MC 適正台数検討結果

計画案を現業区が受け取り，これを参考にした保守が行われている。

2.2 レール削正車運用計画システム

レールについても，列車の繰り返し通過により凹凸が成長して乗り心地や騒音が悪化することから，削正車により削正される．よって，各ロットのレール凹凸量（車両の軸箱加速度での代用が考えられる）や削正車の運用上の制約等を考慮して計画（年度計画）を作成するシステムを開発した．本システムは，通過トン数によるレールの削正や交換期限の制約を考慮可能にする等の改良を，マルチ運用計画システムに加えて開発した．本システムは現在，実線区で試験中である．

2.3 軌道モーターカー運用計画システム

材料保守等に用いる軌道モーターカー（MC）の運用計画（年度計画）や保有台数を検討するためのシステムを開発した．本システムでは，材料保守内容に応じて使用可能な基地や各保守時期を入力データとし，MCの回送距離が最小となるように運用計画を作成する．また，MCの台数を自由に変更できるため，保有するMC台数の適正化についても検討できる（図4）．

2.4 軌道保守長期計画システム

本システムは，MTTおよびタイタンパ（TT）保守，レール交換および削正，道床交換を対象とした長期の保守計画を図5に示す各モデルにより作成する．

まず，ロット別保守計画モデルでは，軌道状態の履歴データに基づいて，将来の各ロットの軌道変位，レール凹凸および道床劣化状態を予測し，ロット別に保守計画を作成する．ここでは，軌道変位の推移予測に材料（レール，道床）の状態が悪化すると進みが増加するモデルを用いるため，適切な時期に材料保守を行うことによる保守後の軌道変位保守量の減少効果を考慮でき，計画期間中における軌道変位と材料保守を含む総保守費用が最小となる計画を作成する．

次に，全ロット保守計画モデルにより全ロットを対象とした保守計画を作成する．本モデルでは，年度保守量および予算上限制約等を考慮しながら，ロット別保守計画モデルの結果にできるだけ近い計画を作成するため，保守量や費用が各年度で平準化された計画が出力される．

この他に，上記の両モデルでは，各ロットの軌道変位等の劣化量，通過トン数が目安値や交換基準を超過するまでに保守を行うこと（劣化状態等上限値制約）等も考慮する，

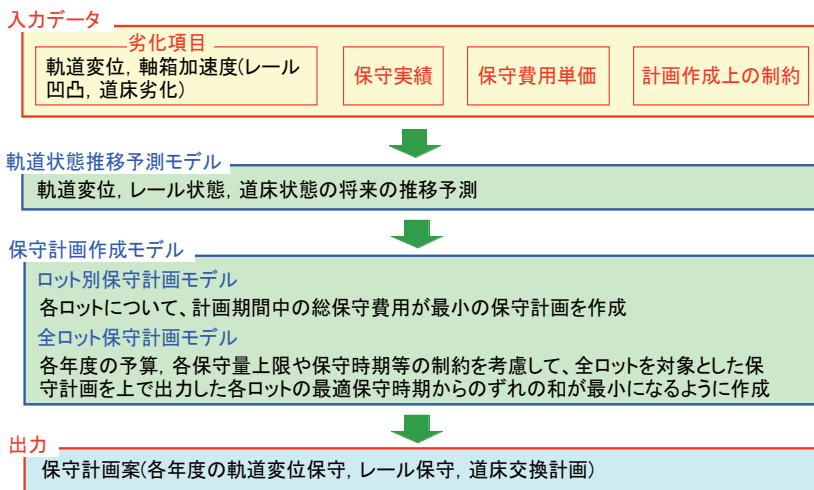


図5 計画モデルの構造

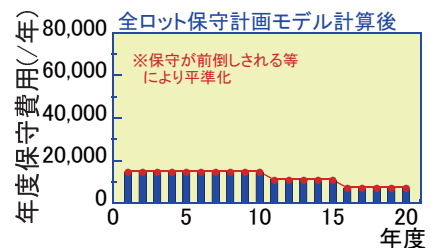
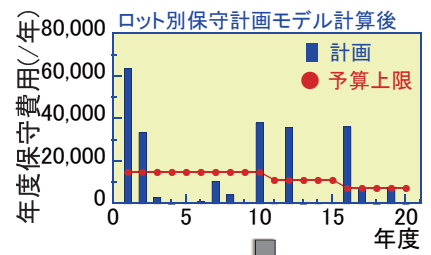


図7 年度別保守費用の計算例

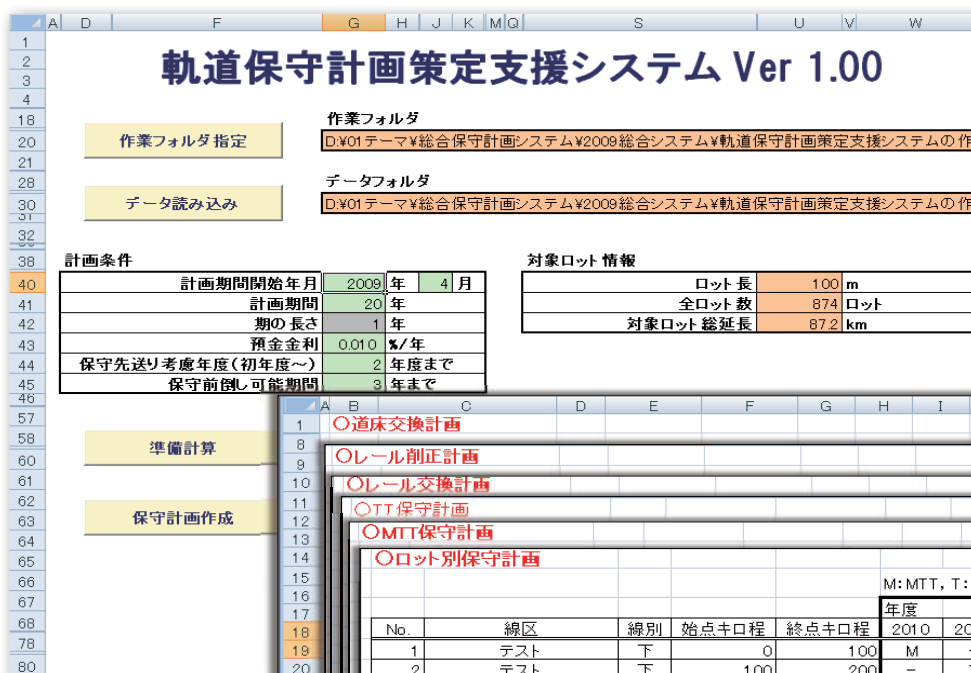


図6 軌道保守長期計画システムの画面例

本システムの画面例を図6に示す。本システムもExcel上で動作し、計画には各ロットの年度別保守内容や軌道状態の推移予測、各年度の保守費用等の情報が含まれる。

本システムにより年度別保守費用を計算した例を図7に示す。ロット別保守計画モデルを解いただけでは、保守費用が各年度で大きく変動するが、その後に全ロット保守計画モデルを解くことで、一部の保守が前倒される等して平準化され、実用的な計画を作成できることが分かる。

3. おわりに

従来は経験豊富な担当者が作成していた保守計画の品質を永続的に維持、向上することは、多くの鉄道事業者にとって重要課題であり、客観的な評価に基づいた適切な保守計画を提案できる軌道保守計画策定支援システムを活用することは、極めて有効な解決手段と考えられる。したがって、実使用時の意見を反映し、本システムの機能向上に向けた技術の開発を今後も継続していく。