

## 軌道モーターカー運用計画支援システムの開発

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 泉 英治  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 三和 雅史  
 四国旅客鉄道株式会社 吉田 徳克

## 1. はじめに

複数の軌道モーターカー (MC) を保有する現業区においては、MC の運用計画は予定作業を各 MC に割り付けながら作成される。このような計画は担当者により手作業で作成されており、作成された計画の妥当性が不明であると共に計画の作成に多くの手間を要している。そこで、MC の運用と計画作成作業の効率化を目的とした軌道 MC 運用計画支援システムを開発したので以下に示す。

## 2. 軌道 MC の運用実態データ分析

ここでは、MTT 運用計画作成モデルを応用できる範囲や方法を検討するために、JR 四国高松保線区における MC の運用実績データ (2004 年 2 月から 1 年間) を分析する。

## 2.1 分析データ

本保線区には 4 台の MC が所属し、線区と基地のレイアウトは図 1 に示すとおりであり、MC は 4 線区内を行き来し、使用する基地数は 22 基地である。また、レール、道床、まくらぎ等の運搬する材料によって使用可能な基地が限定される場合がある。

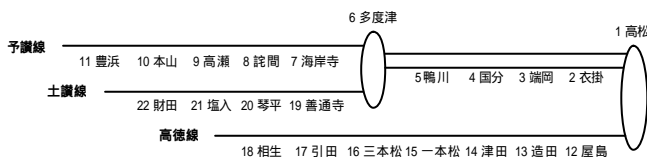


図 1 担当線区、基地の配置

## 2.2 分析結果

## (1) 作業内容と作業量

道床散布の作業日数が最も多い。以下、レール運搬、まくらぎ運搬、除草剤散布、削正車牽引の順に多い。材料積込・取卸等の 1 作業における必要日数は道床散布については他の作業よりやや長い傾向にある。また、作業内容によっては使用可能な MC が限定される場合 (以下「限定 MC」) がある。

以上より、作業の時期と場所は決まっていることから、作業は「作業名、時期、場所、必要日数、使用限定 MC の有無」の組で与えられる。

## (2) 使用基地

全 22 基地中、14 基地での使用実績がある。各 MC については担当エリアがほぼ決まっている。

## (3) 移動距離

基地間移動距離は 1 台を除いて年間 400-500km/台程度であり、1 回あたりの平均値は 16.88km、最大値は 42.45km である。基地間の移動には、MC を用いた作業の後に移動する場合と回送日が設定されて移動する場合とがある。特に後者の回送については削減できれば効率的な運用が可能になると考えられる。

## 3. 軌道モーターカー運用計画モデル

前章で、MC 作業は「作業名、時期、場所、必要日数、使用限定 MC の有無」の組で与えられ、回送を削減することで基地間移動距離を減少することを目的として運用計画モデルを構築した。

## 3.1 モデルの構築

## (1) モデルの考え方

MC の各保守基地 (発基地、経路基地、着基地) への配備時期を期単位で出力する。

## (2) 決定変数と制約条件

MC を各保守基地に配備する時期と担当する作業を決定する 2 種類の決定変数が存在する。制約条件は、論理制約に加えて MC の運用に関する制約、作業の時期、場所等に関する制約とから構成される。

## (3) モデルの評価基準

計画期間中における MC の基地間移動距離を最小化するように計画を作成する。

## 3.2 モデルの定式化

## (1) 集合

$$\begin{aligned} \text{(a) 期} & K = \{ 1, 2, \dots, K^{\max} \} \\ \text{(b) 保守基地} & D = \{ 1, 2, \dots, D^{\max} \} \\ \text{(c) MC} & C = \{ 1, 2, \dots, C^{\max} \} \text{ 等} \end{aligned}$$

## (2) 変数 (0-1 型)

$k$  期の着基地と  $k+1$  期の発基地は同一箇所

$$\text{(a) } s_{nks} \quad n \in C, k \in K, s \in D$$

期  $k$  に発基地  $s$  へ限定 MC <sub>$n$</sub>  を配備する

キーワード 軌道モーターカー, 保守基地, 制約条件, 目的関数, 最適化

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7278

(b)  $q_{nkq} \quad n \in C, k \in K, q \in D$

期  $k$  に經由基地  $q$  へ限定 MC $n$  を配備する

(c)  $d_{nksq} \quad n \in C, k \in K, s \in D, q \in D$

期  $k$  に発基地  $s$  から經由基地  $q$  へ限定 MC $n$  を移動する

(d)  $d'_{nkqs} \quad n \in C, k \in K, q \in D, s \in D$

期  $k$  に經由基地  $q$  から着基地  $s$  へ限定 MC $n$  を移動する

(e)  $s_{mks} \quad m \in C, k \in K, s \in D$

期  $k$  に発基地  $s$  へ一般 MC $m$  を配備する

(f)  $q_{mkq} \quad m \in C, k \in K, q \in D$

期  $k$  に經由基地  $q$  へ一般 MC $m$  を配備する

(3)制約条件

(a)期別 MC 別配備基地指定制約

(b)期別配備基地指定制約

(c)発着禁止基地指定制約

(d)MC 基地間移動論理制約 等

(4)目的関数

計画期間中における MC の基地間移動距離を最小化する。

$$L = \sum_{n \in C} \sum_{k \in K} \sum_{s \in D} \sum_{q \in D} d_{nksq} \Delta_{sq} + \sum_{n \in C} \sum_{k \in K} \sum_{q \in D} \sum_{s \in D} d'_{nkqs} \Delta_{qs} \rightarrow \min .$$

$\Delta_{sq}$  : 発基地  $s$  から經由基地  $q$  の間の距離

$\Delta_{qs}$  : 經由基地  $q$  から着基地  $s$  の間の距離

4 . 軌道MC 運用計画支援システム

4.1 システムの構成

前章で構築した計画モデルに基づいた軌道 MC 運用計画支援システムについて本システムの構成を図 2 に示す。プラットフォームはマイクロソフト社の Excel である。また、計画モデルを解くための最適化計算には、数理システム社の汎用数理計算ソフトウェア「NUOPT」をライブラリとして使用する。

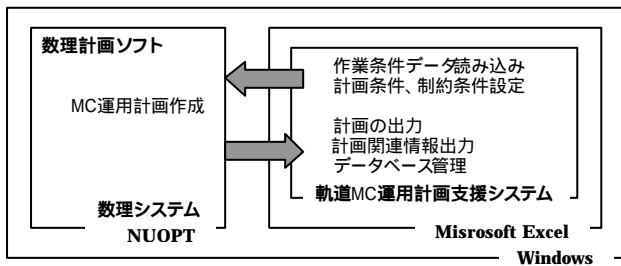


図 2 軌道 MC 運用計画支援システム構成

4.2 システムの機能

(1)作成する計画

構築した軌道 MC 運用計画モデルに基づいて複数台の MC 運用計画を作成する。計画は、1 期を 1 日として 1 ヶ月間の MC 配備基地が示され、最短の基地間移動距離を実現するように作成される。

(2)入力条件、データ

本システムを起動すると図 3 に示す主操作シートが現れる。本画面上で計画作成時に必要な入力条件、データをシステムに直接入力する。また、入力することで 1 ヶ月の MC 移動表を出力でき、移動距離も算出される。

軌道MC運用計画システム 入力画面

No.	時期	作業名	発基地	経由基地	着基地	MC
1	2006.9.1	まくらぎ運搬	11:豊浜	10:本山	11:豊浜	35:軌道モーター
2	2006.9.4	過床散布	16:三本松	15:一本松	14:津田	37:軌道モーター
3	2006.9.4	レール運搬	12:屋島	01:高松	12:屋島	35:軌道モーター
4	2006.9.4	過床散布	06:多摩津	09:高瀬	07:海岸寺	31:ハラスト作業車
5	2006.9.4	まくらぎ運搬	11:豊浜	10:本山	11:豊浜	35:軌道モーター
6	2006.9.7	レール運搬	12:屋島	01:高松	12:屋島	35:軌道モーター

初期設定

計画開始日	MC開始位置	保守基地
2006.9.1	15:軌道モーター	12:屋島
	31:ハラスト作業車	06:多摩津
	35:軌道モーター	11:豊浜
	37:軌道モーター	16:三本松

基地又はMCを固定する  
 基地又はMCを固定しない

図 3 主操作シート

(3)計画作成処理

NUOPT にて入力データの最適化計算を行う。

(4)出力

NUOPT にて求めた最適解の各期における MC 配備基地データから、図 4 に示す最短の基地間移動距離による計画が出力される。

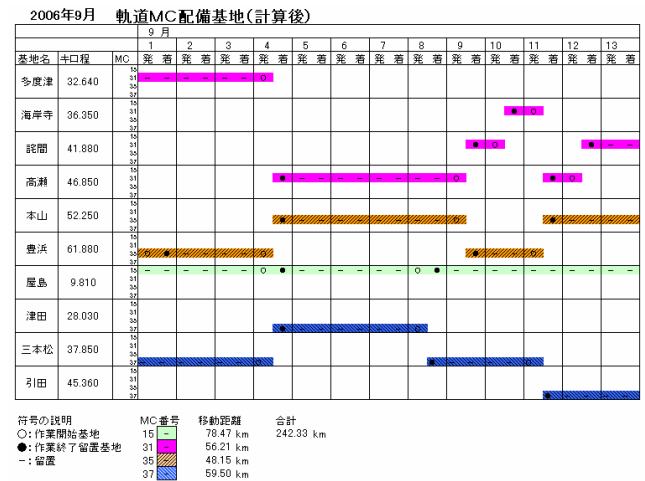


図 4 計算後の計画出力画面

5 . まとめ

本システムは、基地間移動距離を最小化する MC 計画を作成でき、今までには無かった MC 運用の一つの指標になればと考えている。

今回のシステムはプロトタイプ版であり、実際に MC 運用が決定されるには作業間合等を考慮する必要がある。また、Excel から NUOPT への相互データの受け渡し等で完全な自動化は実現できていない。今後は、詳細な制約条件を付加することに併せて、自動化により現場に即したシステムに改良していきたいと考えている。