

# IV-336 システム・ダイナミクス手法を用いた軌道保守モデルに関する研究

J R 東海 正会員 嶋武 正郎

## 1. はじめに

軌道状態の経時変化を観察するモデルとして、システム・ダイナミクス(SD)手法<sup>1)</sup>が、文献2)により検討されている。有道床軌道においては、列車荷重による軌道破壊と、軌道保守作業による軌道状態の改善が繰り返される。軌道状態の時間的な変化は、交通条件や線形だけでなく、軌道材料の状態(劣化度)にも依存する。本研究は、文献3),4)において提案された、有道床軌道の設計法の、軌道狂い進み、軌道沈下の考え方を用い、SD手法によりモデルを構築するものである。加えて、軌道材料の劣化も考慮に入れ、モデルに取り入れた。<sup>1)5)</sup>

## 2. 軌道保守モデルの概要

SD手法においては、システムの領域を特定し、その領域内で取り扱う、初期条件、及び変数の因果関係を明らかにする。図1は、本研究で取り扱う変数の因果関係を現したものである。このモデルでは大きく(a)軌道狂いセクション(b)材料セクションの2つに分け、モデル変数の時間的な変化を追う。(a)では、高低及び通り方向の軌道狂いを、(b)においてはバラスト、マクラギ、軌道パッド、レールの4材料の劣化度を取り扱う。ただし、この2つのセクションも独立したものではなく、材料の劣化(バラスト劣化、軌道パッド劣化)が軌道狂い進みに影響を及ぼすものとしている。

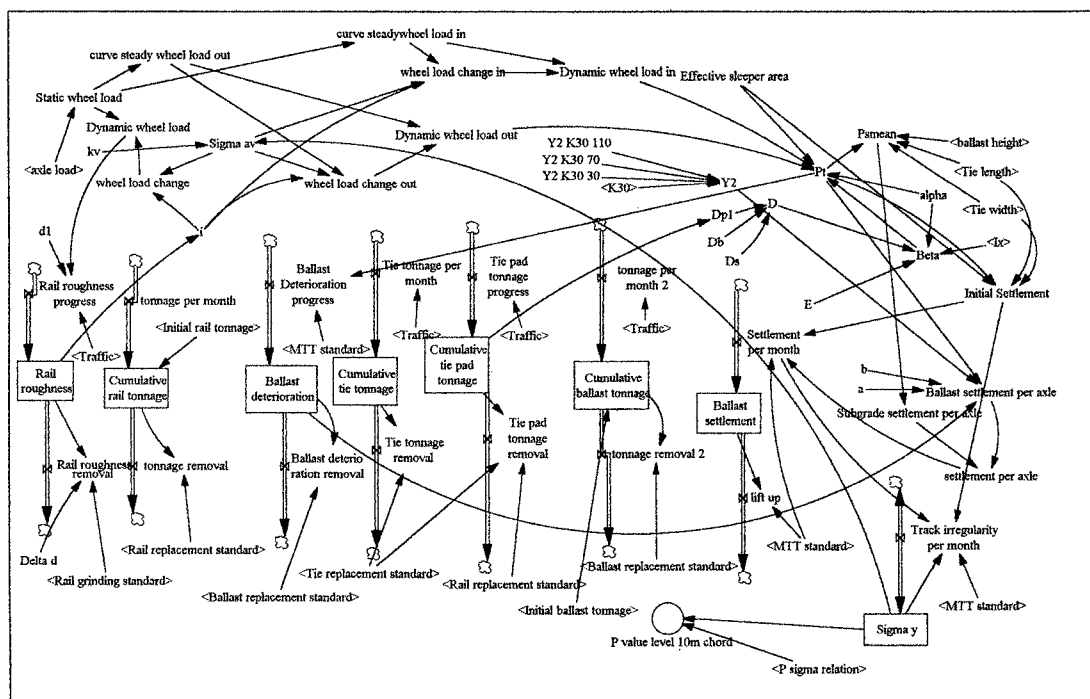


図1 軌道保守モデル・因果関係図

キーワード: システム・ダイナミクス, 軌道狂い, 材料劣化, 軌道保守モデル

〒103 東京都中央区八重洲1-6-6 TEL:03-3274-9743 e-mail:masao@mit.edu

本研究においては、線路の一定区間(1km)を対象として、その経時変化を観察する。文献4)5)の手法に基づき、列車の動的輪重を算定する。これより、車輪1軸当りの軌道沈下量、及び軌道通り方向移動量を算定する。高低方向狂い進みは軌道沈下量に、通り方向狂い進みは通り方向移動量に比例し、両者とも交通条件、及びモデル計算時点での軌道狂い量、材料劣化度に依存する関数として現される。また、軌道作業（マルタイ総突き固め）により、軌道狂い量が減少する。各材料の劣化度は、主に通トン数に依存する関数として表されるものとした。

### 3. 入力条件

モデルの初期入力条件として、代表的なものとして以下のものを挙げる。軌道条件（レール、マクラギ、軌道パッドのばね定数など）、路盤条件、初期軌道狂い（狂い標準偏差）、線形（曲線半径、カント）、補修政策（定期型、軌道狂い超過基準型）、交通条件（列車本数、列車速度等）

### 4. 出力結果例

出力結果例として、図2を示す。これは、10m弦高低狂いP値の推移を、マルタイの投入周期別（1年、2年、3年）に比べた

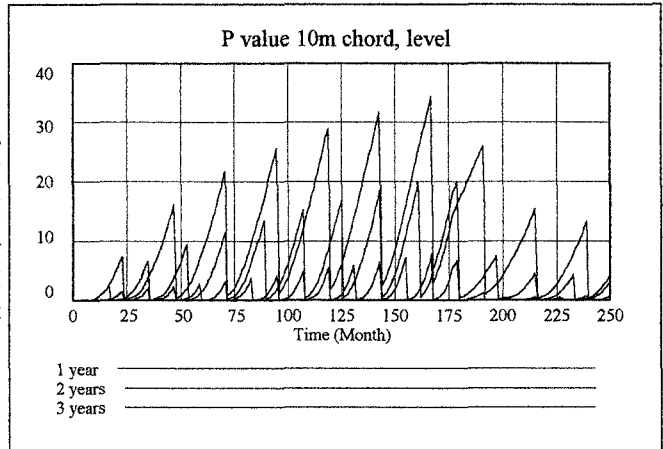


図2 出力結果例・高低狂いP値

ものである。いずれの場合でも、時間経過に伴い、修繕前のP値が大きくなっていることが分かる。これは、本研究が、材料劣化を加味しており、劣化が軌道狂い進みを大きくしていることに起因する。図2では、180ヶ月付近で道床更换が行われ、軌道狂い進みが小さくなることが確認できる。

### 5. 今後の課題

この研究では東海道新幹線での、軌道作業や、補修周期などを前提にモデルを組み立てた。軌道劣化、軌道狂い進みについては、現実の線路により近い物へと改良していく必要がある。軌道条件、交通条件により保守周期や軌道材料を変えていくことにより、保守目標値を変えることなく、保守費用の低減をはかる論拠を与えることが出来ると考えられる。

### 6. おわりに

本研究は、鉄道総研、弊社新幹線保線課、名古屋保線所など多くの方々からの協力を得た。ここにお礼を申し上げる次第です。<sup>6)</sup>

### 参考文献

- 1) Forrester, Jay W., : Industrial Dynamics
- 2) 池守昌幸: 軌道狂い状態の経時変化モデルとその応用, 土木学会論文集No. 365/IV-4, 1986. 1
- 3) 内田雅夫, 石川達也, 三和雅史: 有道床軌道の設計に関する新しい考え方(上), 鉄道施設協会誌, 1996. 1
- 4) 内田雅夫, 石川達也, 三和雅史: 有道床軌道の設計に関する新しい考え方(下), 鉄道施設協会誌, 1996. 2
- 5) 内田雅夫, 三和雅史: 材料劣化を考慮した軌道狂い経時変化の予測モデル, 鉄道総研報告, 1997. 2
- 6) 嶋武正郎: A track maintenance model of High Speed Rail using System Dynamics approach, Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1997.5.