

1. はじめに

合理的な軌道管理システムの構築と目標とする調査・研究が肉体着速によって鋭意進められており、その成果も多く報告されつつある。本研究は、これらの成果をもとにして、軌道管理における基本的事項である軌道状態の急激な変化に対してSDモデルの導入を試みたものである。

2. 軌道管理システムの構成とフロー

軌道管理システムは図1に示すような三つのセクターに大別されると考える。軌道構造セクターでは列車荷重と軌道構造との間の軌道力学的応答が主な役割を演じ、その結果、軌道劣化という出力が生ずる。検査・評価セクターは軌道状態と車両の走行性との関係から軌道の検査、補修の基準と定めの部門で、前セクターからの入力には補修基準に照らして必要あれば補修箇所として作業セクターに出力される。作業セクターは作業性能と作業計画に関わる部門であり、前セクターからの入力に応じて補修を実施する。軌道状態はこれらを通じて劣化→補修→劣化→…という過程を繰り返す。本研究では、軌道構造セクターにおける諸要素を内生変数とし、軌道狂いおよびレベルなどの軌道材料の劣化の急激な変化をモデル化する。他の二つのセクターに関する要素は外生変数とするが、計算においてはとくに外生変数の変更が軌道狂い状態に与える効果に着目する。

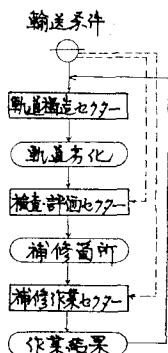


図1 軌道管理システムのフロー図

3. モデルの構成

モデルの構築に当っては、変数の性格から軌道狂いセクターと材料セクターに区別する。後者にはレール、軌道パッド、道床の3種類の材料が含まれる。軌道狂いセクターのフロー図は図2のとおりで、レベル変数はある区間における個々の25m最大高低狂いで、レイト変数は狂い込みとする。狂い込みは、年間通トン、列車速度、軌道構造係数、定尺・ロングレール制、監査条件の函数として得られている算式を標準とし、これにレール、道床の劣化による補正を施したものとす。この補正は狂い込みが材料劣化の影響を受けるという至極を加味したもので、レール劣化によって生ずる輪重変動式と道床土砂混入率と狂い込みとの実測値から得られた回帰式を用いて補正係数を設定した。単位期間後に各最大狂いは狂い込みにより増大するが、これらの最大狂いが別定に定める基準値を超えているか否かを照査し、基準超過率があら

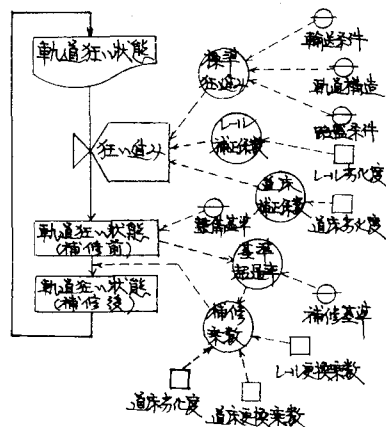


図2 軌道狂いセクターのフロー図

かじの定めた補修基準を超えていれば全区間を補修する。また、レール更換、道床更換が行われる際には軌道狂いも補修される。これらの場合、補修率は道床の劣化度により定めらるものとする。このような過程を至る各最大狂いは次のレベル変数となり、同じ過程を繰り返す。モデルではレベル変数を各最大狂いにとり、区間の軌道狂い状態を示すにはP値によるのが便利なので、最大狂いの平均値と区間標準偏差との回帰分析結果を用いてP値表を行なった。材料セクターには3種類の材料があるが、レールを例としてフロー図と図3に示した。材料劣化は標準とされている寿命(果獲通トン)の中央断欠を基準として劣化度と定義する。レベル変数はそれぞれ

この材料の方化度で、レート変数は方化率とする。方化率は通
トンと標準に、材料固有の寿命から定まる定数と乗じたものと
するが、各材料の方化による輸重変動を考慮した材料方化補正
係数による補正を行う。これはその時点の各材料の方化度によ
り累積通トンの増減を行うもので、材料が古くならない方化度の
進行は加速されることになる。単位期間と通過後に各材料は交換
基準に照らして必要により交換される。軌道狂いと同様に、こ
のような過程を経て次期の方化度が定まり、同様な過程を繰返す。
上記のようなシステムフローを考え、28の内生変数と13の外生
変数を用い、定義式と他の36のシステム方程式を較定した。

4. 計算結果

設定したモデルにより、延長500mの区間について四半期ごとに15年間にわたる軌道狂いの年時変化を求めた
結果を示す。計算の条件は次のとおりである。

固定条件:

軌道構造 50N レール PCまくら木 $44\frac{1}{2}/25m$ 道床厚 250mm
輸送条件 年当通トン 44万トン 列車速度 70km/h
材料交換基準(累積通トン) レール 4億トン 道床 6億トン
初期値 最大狂い 2.1~7.5mm ($P=18.7$)

材料方化度 基準値

図4は、良路盤・定尺レールの場合に補修基準を次の三つにとり、
それぞれのP値の年時変化を求めた結果を示したものである。

基準Ⅰ: 13mmを超える率が10%以上となった場合に補修する。

基準Ⅱ: 6mmを超える率が30%以上となった場合に補修する。

基準Ⅲ: 基準超過率に関係なく1年ごとに定期的に補修する。

これらの図により、維持される軌道狂い状態のレベルが補修基準
によって着しく変わることは明確に見られる。一方、良好な軌道
狂い状態を維持する場合には補修周期は短くなり、補修費用は
増えることになる。上記のほか、不良路盤やロングレールの場合
などについてもいくつかの結果が得られているが、いずれの場合
も条件の特性がよく示されるものとなっている。

5. おわりに

今回実施したのは試算的なもので、システム方程式にはさらに
検討を要すると思われるものも含まれてはいるが、大局的には概
略に合った結果が得られた。これより、今後本格的にSDモデル
の導入を行うことは十分に有用なものと考えられる。なお、本研
究は国鉄鉄道技術研究所よりの委託研究であることと付記する。

文献:

- 1) 日本鉄道建設協会, 軌道保守システムの研究報告書, 昭55.3
- 2) 同前, 新しい軌道管理手法の研究, 昭58.3
- 3) 杉山徳平, 軌道狂い歪みの実態調査とその解析, 鉄研報告No.1081, 1978.7
- 4) 佐藤吉彦, 東海道新幹線において951形式試験電車に発生した着大輪重とその対策, 鉄研報告No.824, 1972.9

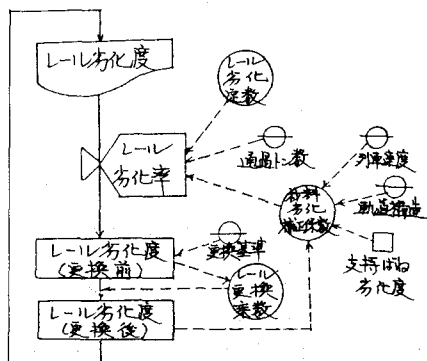
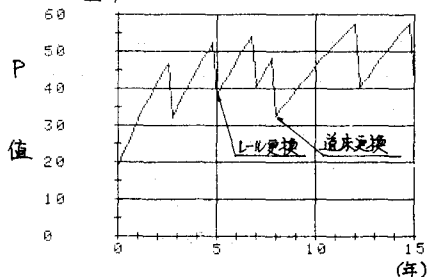
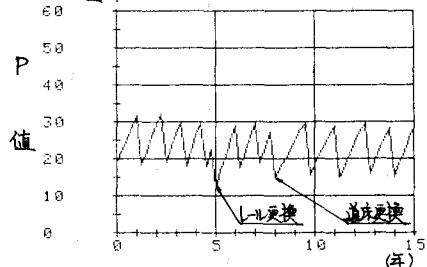


図3 材料とファクターのフロー図

基準Ⅰ:



基準Ⅱ:



基準Ⅲ:

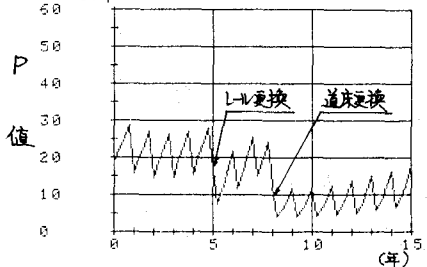


図4 P値の年時変化