

1. はじめに

在来線においては、旅客のニーズに対応すべく、高速化とさらなる乗り心地の向上を重視した軌道管理を、今まで以上に重点的かつ効率的に実施していく必要がある。そこで、その一つの対策として、今回はMTTによる軌道整備の効果的な実施方法に着目した。軌道整備を効果的に実施するには、軌道状態がどの程度になった時点で整備を実施するか判断が重要になるが、現状の整備基準である規定上の整備基準値と整備目標値は軌道における「点」に対する基準であり、「区間」を対象にしたMTT作業に適しているとは言い難い。また、「区間」に対する指標としてはP値が挙げられるが、乗り心地等を考慮したP値に対する明確な基準は定められていない。そこで、MTT作業を対象とした軌道整備の実施基準を算定し、その基準を用いた効果的な軌道管理手法について検討した結果を以下に示す。なお、今回は管理指標として高低狂い500mロット標準偏差を採用し、JR東海在来線における軌道・電気総合試験車「ドクター東海」によるデータを用いて検討を実施した。

2 軌道整備の実施基準の算定

2.1 乗り心地を考慮に入れた管理基準

(1) 上下動揺の乗り心地許容値

図-1に「ドクター東海」の上下振動の周波数特性を示す。図-1よりドクター東海の上下振動の卓越周波数は $0.0563(1/m) \times 25.32(m/sec) = 1.5Hz$ となる。これを図-2の乗り心地区分に当てはめると、最も乗り心地の良い領域①との交点は $0.13g$ (片振幅)となり、これを上下動揺の乗り心地許容値とした。

(2) 高低狂い500mロットσの管理値

図-3は、各500mロットの高低狂いの標準偏差と、同一区間中の上下動揺最大値(片振幅)の関係を表している。これより両者は直線で近似できることが分かる。しかし、検測速度によって動揺値は変わるので、乗り心地を考慮に入れた管理基準を決定するためには、上下動揺加速度を線区最高列車速度まで速度補正する必要がある。

図-4は同一箇所における検測速度と上下動揺の関係を表している。これより両者は直線で近似でき、本論文での速度補正は、式(1)を用いて算出した。

$$\text{※式(1)} = \text{上下動揺}(V) = \text{上下動揺}(V_0) + 0.0006 \times (V - V_0)$$

V_0 : 各データの検測速度 V : 換算速度

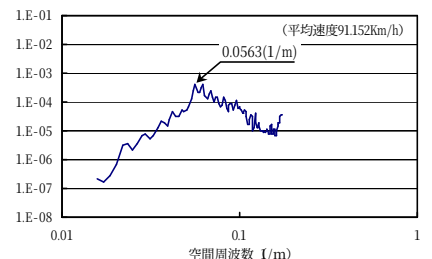


図-1 ドクター東海の上下振動の周波数特性

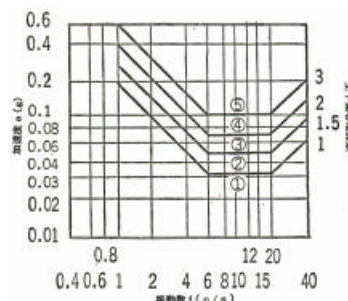


図-2 乗り心地限度

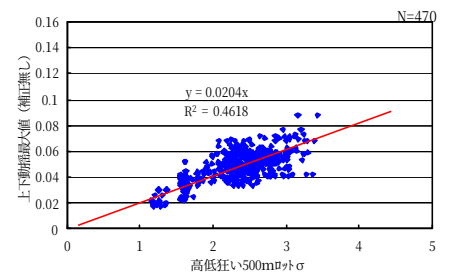


図-3 上下動揺の最大値と標準偏差の関係

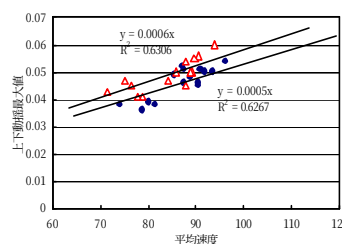


図-4 速度と上下動揺の関係

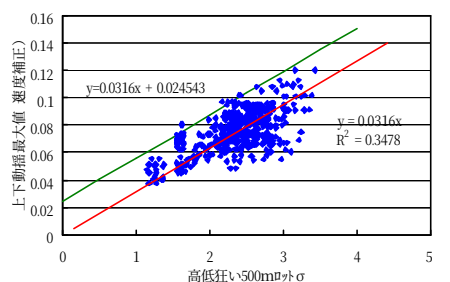


図-5 上下動揺の最大値と標準偏差の関係

キーワード：高低狂い、上下動揺加速度、標準偏差、軌道狂い進み、軌道管理手法

連絡先：〒453-8520 名古屋市中村区名駅 1-3-4 東海旅客鉄道(株) 東海鉄道事業本部工務部保線課

TEL: 052-564-2383 FAX: 052-564-2604

図-5は図-3の上下動揺最大値を式(1)で120km/hへ速度補正したものである。

ここで、より適切な管理値を算定するために式(2)に示す回帰式+2σを用いると、0.13gに対応する高低狂い500mσは3.3mmとなる。

$$\text{※式(2)=上下動揺最大値 (V=120km/h)} = 0.0316 \times \text{高低狂い 500m } \sigma + 0.024543$$

2 2 規定上の整備値を考慮に入れた管理基準

図-6は、各500mσの高低狂いの標準偏差と、同一区間中の最大値の関係を表している。これより両者は直線で近似できることが分かる。ここで、より適切な管理値を算定するために式(3)に示す回帰式+2σを用いると、列車速度が120km/h以上の線区における整備基準値23mmに対応する高低狂い500mσは4.4mm、整備目標値13mmに対応する高低狂い500mσは2.2mmとなる。

$$\text{※式(3)=高低狂い最大値} = 4.6536 \times \text{高低狂い 500m } \sigma + 2.6438$$

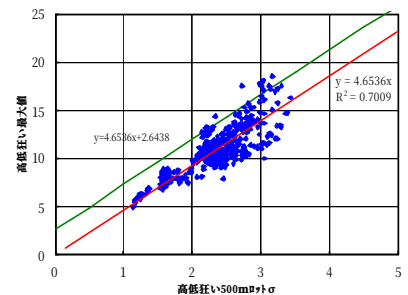


図-6 高低狂いの最大値と標準偏差の関係

2 3 高低狂い500mσ管理値の設定

以上の結果から、整備目標値13mmと上下動揺0.13gに対応する値を採用し、マルチ作業を対象とした高低狂い500mσの管理値を2.2~3.2mmとした。3.3mmは管理値の幅が切りの良い1mmとなるように3.2mmへと安全側に修正した。なお、線区最高列車速度の異なる他の線区についても、同様の手順で軌道整備の実施基準が設定できる。

3 高低狂い500mσの時間変化

高低狂い500mσの軌道整備実施前後の推移を、28箇所の試験区間で2年間に渡り調査した結果の一例を図-7に示す。これより、直線的に増加した標準偏差は、軌道整備により低減し、作業後は作業前よりも緩やかに増加していくことが明らかとなった。なお、近似直線の相関係数は平均で0.91であった。

ここで、過去のデータから予め各区間の軌道狂い進みの近似式を設定しておけば、上記で定めた高低狂い500mσ管理値を用いて、マルチ作業の実施時期を事前に算定する事が出来る。

例えば、図-7の場合、近似式のYに管理値2.2mm及び3.2mmを代入すると、この区間の軌道整備実施時期は3~17ヶ月後と算出される。また、各区間の管理値に到達する時期や一定期間後の軌道状態を比較する事により、マルチ作業の優先順位を精査する事も可能となる。

現在、上記の考え方を基本にしたマルチ作業の計画業務を支援するための試作システムを作成し、システムの構成や運用方法の精査を目的に、モデル区によるモニターを実施している。

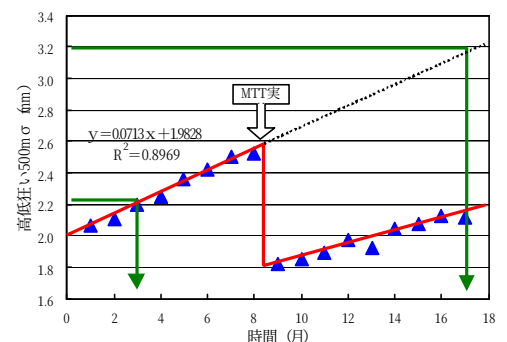


図-7 高低狂い標準偏差の時間推移

4 今後の課題

本論文において、高低狂い500mσ管理基準を設定する手法を確立できた。また、高低軌道狂い進みを高低狂い500mσの時間的推移で表した場合、直線的に近似できることが分かった。今後はさらに検討を深度化し、管理基準設定手法の信頼性向上、標準偏差を用いた軌道狂い進み予測管理手法及びマルチ作業の計画業務支援システムの構築まで視野に入れ、研究を進めていきたい。