

ローカル線区に特化した整備対象箇所簡易予測

九州旅客鉄道(株) 正会員 ○茗荷将浩
九州旅客鉄道(株) 田神哲也
九州旅客鉄道(株) 正会員 西本晋平

1. はじめに

弊社における軌道状態を把握する方法の1つとして、年4回行われる軌道検測車(マヤ車)による軌道検測(以下、マヤ検測)がある。現在、この年4回のマヤ検測の結果から軌道状態の把握、補修の計画・実施・効果の確認を行っているが、稀に軌道変位の急進から上下動揺が整備対象値を超過することがある。そこで本研究ではiPhoneアプリ(図-1)を用いた動揺測定(以下、アプリ測定)に着目した。このアプリ測定はiPhoneアプリによって容易に列車動揺が測定でき、また営業列車に設置するだけで良いことからマヤ検測よりも高頻度で測定できるという利点がある。本研究では簡易かつ高頻度で測定できるこのアプリ測定を活用し、ローカル線区に特化した効率的な軌道管理手法を提案することとする。

2. 研究方法

本研究ではアプリ測定によって年4回のマヤ検測間の軌道状態を補完し、上下動揺の推移から整備対象箇所の予測を行う。その予測に基づいて軌道補修を行い、計画的かつ効率的な軌道管理を目指す。

3. アプリ測定精度の検証

アプリ測定の精度を確かめるため、検証実験を実施しマヤ検測との比較を行った。実験1ではマヤ車にiPhoneを設置しアプリ測定を行った。なお、iPhoneの設置位置はマヤ車動揺加速度検出器の付近とした。結果を図-2に示す。マヤ車上で行ったアプリ測定の波形とマヤ検測による動揺波形に顕著な差異は生じなかった。また、図-3に各測定方法による上下動揺の関係を示す。マヤ車上で行ったアプリ測定とマヤ検測の上下動揺には相関係数0.89と高い相関が得られた。したがってマヤ検測とアプリ測定の測定機構による影響は小さいと考えられる。

続いて、実験2では営業列車においてアプリ測定を行った。同日に行ったマヤ検測との比較を図-4に示す。営業列車で行ったアプリ測定の上下動揺は、マヤ検測の上下動揺と比べ高い値を示し、測定範囲全域にわたり同様な傾向が確認された。これは営業列車とマヤ車では測定条件が異なるためであり、原因としては走行速度および台車形式の違いなどが考えられる。

4. 整備対象箇所の簡易予測手法

4.1 補正式の提案

営業列車で行うアプリ測定の結果を、年4回のマヤ検測を補完するデ



図-1 アプリ測定

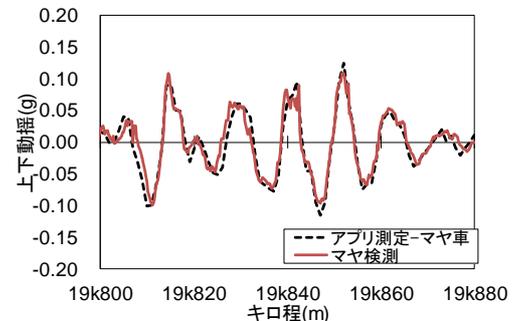


図-2 アプリ測定(マヤ車)とマヤ検測

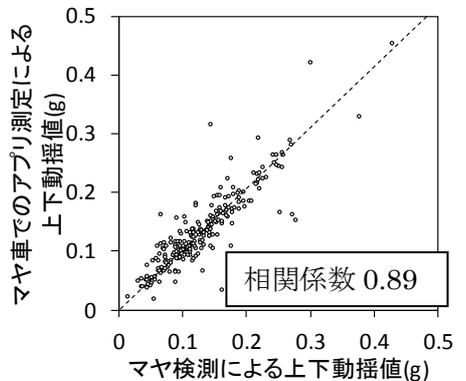


図-3 上下動揺の関係

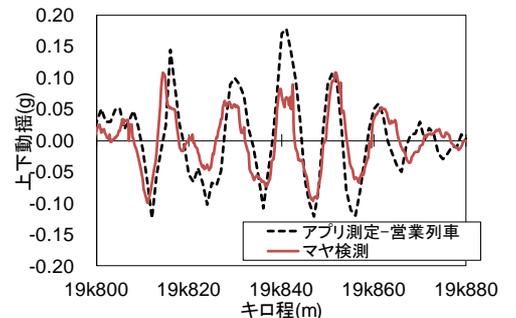


図-4 アプリ測定(営業列車)とマヤ検測

キーワード：軌道管理, 軌道変位, 列車動揺, 動揺測定, ローカル線区

連絡先：九州旅客鉄道(株)筑豊篠栗鉄道事業部工務 〒822-0034 福岡県直方市大字山部 301-1 TEL0949-22-0520

ータとして扱うためには測定条件の違いを考慮して補正する必要がある。本研究では営業列車で行うアプリ測定とマヤ検測の測定条件の違いとして、列車速度の違いと列車のバネ定数の違いに着目した。

営業列車とマヤ車の列車速度の違いは図-5 に示すとおりであり、駅での停車の影響を除けば営業列車の方が速く、上下動揺が生じやすい条件であるといえる。また、列車のバネ定数についてもアプリ測定を行う営業列車が 0.67MN/m、マヤ車が 0.75MN/m であることから、営業列車の方が上下動揺が生じやすい条件であることが分かった。以上の2点から、列車速度比(マヤ車速度/営業列車速度)とバネ定数比(営業列車バネ定数/マヤ車バネ定数)を補正係数として、以下のような簡易補正式を提案した。

補正アプリ動揺=列車速度比×バネ定数比×アプリ動揺 (Eq.1)

簡易補正式により得られる補正アプリ動揺とマヤ動揺の比較は図-6 に示すとおりであり、相関係数は 0.70 と一定の相関を示した。

4.2 整備対象箇所予測手法の提案

Eq.1 で得られる補正アプリ動揺を用いて整備対象箇所の予測を行う。予測に関しては、日々のアプリ測定から補正アプリ動揺の算出を行い、その推移から次回のマヤ検測日における上下動揺の予測値を推定する。予測値の推定に関しては、補正アプリ動揺の推移から線形予測によって求めた。この予測値が 0.30g を超過する場合、動的測定における整備対象値(0.35g)を超過する可能性があるとして、整備対象箇所として判定した。

5. 結果

5.1 3/4マヤ検測

比較として、アプリ測定による予測結果は用いず、従来法によって整備対象箇所を予測し補修を行った(総つき固め 21 箇所、MTT 施工 11.1km)。ここで従来法とは、前回のマヤ検測の値を参考に予測を行う方法である。その結果、2017 年 12 月に行われた 3/4マヤ検測では 4 カ所の整備対象値超過が見られた。この 4 カ所は、前回のマヤ検測後に動揺の急進が生じた箇所であった。いずれの箇所も従来法の予測では急進をとらえることが出来なため整備対象箇所として抽出されていなかったが、アプリ測定を用いた本研究の予測手法では急激な動揺の急進をとらえることが出来ており、4 カ所全てで整備対象箇所と判定していた。これらのことから、マヤ検測間の軌道状態を把握し、整備対象箇所を予測する手法としてアプリ測定を用いた予測は有効であると言える。

5.2 4/4マヤ検測

3/4マヤの結果からアプリ測定を用いた予測の有効性が確かめられたため、今回はアプリ測定を用いた整備対象箇所の予測に基づいて補修(総つき固め 9 箇所、MTT 施工 5.6km)を行った。その結果、2018 年 2 月に行われた 4/4マヤ検測ではアプリ測定対象エリアにおいて整備対象値超過は見られず、予測手法の有用性が確かめられる結果となった。

6. まとめ

本研究では多くの利点を有するアプリ測定に着目し、ローカル線区における効率的な軌道管理手法の提案を目指した。アプリ動揺を補正するため営業列車とマヤ車の測定条件の違いに着目し、列車速度比とバネ定数比を補正係数とした簡易的な補正式の提案を行った。その補正值の推移を用いて次回マヤ検測日における上下動揺の予測値を算出し整備対象箇所の判定と補修を行った結果、上下動揺の整備対象値超過は見られず本手法の効果が確かめられた。今後は他線区においても本手法を活用し、ローカル線区における軌道管理に役立てる。

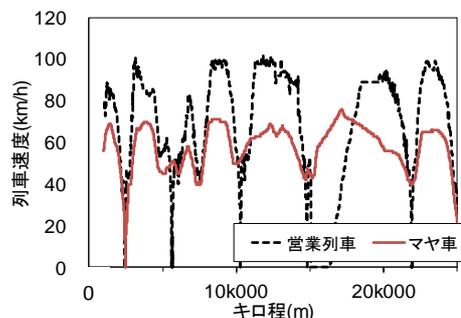


図-5 列車速度の違い

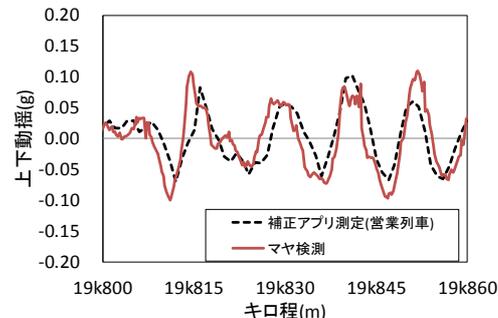


図-6 補正アプリ動揺とマヤ検測

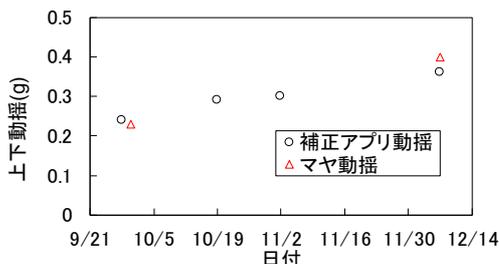


図-7 動揺の推移(整備対象値超過)