1604

正[土] 〇千田 耕大 正[土] 川崎 祐征 (東海旅客鉄道株式会社)

Study on Influence of Track Stiffness on Track Irregularity Inspection

by Asymmetrical Chord Offset Method

Kodai SENDA, Yoshiyuki KAWASAKI

(Central Japan Railway Company. 1545-33, Ohyama, Komaki City)

In asymmetrical chord offset method, a difference may arise in the result of track irregularity inspection by combination of measuring axes. It is caused by the track stiffness. In this paper, we describe the result of study about relation between track stiffness and track irregularity inspection by asymmetrical chord offset method using numerical simulation

Keywords : asymmetrical chord offset method ,10m versine , track irregularity ,numerical simulation

1. はじめに

東海道新幹線では、電気・軌道総合試験車(通称:ド クターイエロー)を使用して2台車による偏心矢測定を 用いた軌道検測を行っている.ドクターイエローの高低 狂い測定は、進行方向からの台車軸1-2-4軸による2.5m - 17.5m 偏心矢及び台車軸1-3-4軸による17.5m-2.5m 偏 心矢で測定することができる.この両者で測定を行った 場合、測定結果が同じ値を示すのは、測定する軌道の形 状が同一の場合のみとなる.そのため、軌道の支持剛性 が低く、列車荷重によって軌道形状が変化する場合や、 軟弱地盤箇所、軌道の支持剛性が変化する箇所などでは 測定結果に差が生じることが予想される.この測定差を 活用することで軌道状態悪化箇所や、弱点箇所を抽出で きる可能性はこれまでも述べられている¹⁾.

本検討では,偏心矢の測定差を活用した軌道管理手法 の可能性を探るため,様々な軌道条件が偏心矢測定に与 える影響を解析的に検討していくこととした.本論では, 検討の初期段階として一様の条件が連続する軌道での偏 心矢測定結果について検証した.具体的には一般的な条 件と,弾性まくらぎ使用を想定した条件及び軟弱路盤を 想定した条件での検証を行ったのでその結果を報告する.

2. 検討内容

本検討では,軌道条件を通常条件(条件①),弾性まく らぎ敷設条件(条件②),軟弱地盤条件(条件③)の3 つの軌道条件を解析モデル上で設定し,その軌道上に車 両を走行させる解析を行った.解析から得られる輪軸変 位から偏心矢測定結果を算出し,10m弦軌道狂いに変換 した.1--24軸,1-3-4軸を用いて偏心矢測定を実施した 際に得られる10m弦軌道狂いに差が生じるかを検証し た.

3. 解析モデル

本検討で用いた解析モデルを図1に示す.モデルでは レールをオイラー梁でモデル化し、まくらぎ、バラスト 道床についてはそれぞれ、質量要素・ばね・ダンパーで 構成しており,道床は3層に分かれている.この軌道モ デル上と1車両モデルとを組み合わせたモデルとなって いる.解析に用いた諸元を表1に示す.モデルの軌道延 長は1500m,走行速度は東海道新幹線と同じ270km/h (75m/s)である.軌道高低狂いは解析時に作成したラン ダム波形を用いている.条件②,③では表2に示したよ うに諸元を変更した.



図 1 解析モデル図

3. 解析結果

3 つの軌道条件による解析から得られた 10m 弦高低狂 い結果を図 2 に示す.図 2 において,縦軸は 10m 弦高低 狂い,横軸には車両位置をとっている.解析結果を見る と,通常軌道,弾性まくらぎ敷設,軟弱地盤条件のいず れにおいてもほぼ同一の 10m 弦高低狂い波形となった. また,いずれの条件においても 1-2-4 軸, 1-3-4 軸を用い て得られる波形にほとんど差は見られなかった.

1-2-4 軸と 1-3-4 軸の場合の偏心矢測定差(以下,測定 差と称す)を図 3 に示す.測定差は条件①では最大で 0.0063mm,条件②,条件③ではそれぞれ 0.018mm, 0.016mm となり,0.01mm 程度の差となった.また,位 相遅れはあるものの,高低狂いが大きい箇所で測定差が 大きくなる傾向が見られた.条件②と条件③ではそれぞ れ道床の上層部と下層部の弾性係数及び減衰係数を変化

[No. 12-79] 日本機械学会 第 19 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集 [2012-12.5~7.東京]

表 1	解析諸元	(条件①)
11 1	ガキャノロ目ノレ	(XITU)

車体質量	(kg)	15,914.5
台車質量	(kg)	3040
輪軸質量	(kg)	891.5
軸距	(m)	2.5
レール質量 (単位長あたり)	(kg/m)	60.8
レール曲げ剛性	(N · m ²)	6.359×10 ⁶
車輪/レール間の 接触ばね係数	(N/m)	1.5×10^{9}
走行速度	(m/s)	75
軌道パッド弾性定数	(kN/m)	$1.0 imes 10^{8}$
軌道パッド減衰定数	(kN·s/m)	9.800×104
まくらぎ質量	(kg)	130
まくらぎ支持ばね係数	(kN/m)	1.780×10^{9}
まくらぎ減衰定数	(kN·s/m)	9.800×10^{5}
バラスト質量(1層目)	(kg)	52.5
バラスト剛性(1層目)	(kN/m)	8.900×10^{8}
バラスト減衰係数(1層目)	(kN·s/m)	9.800×10^{5}
バラスト質量(2層目)	(kg)	52.5
バラスト剛性(2層目)	(kN/m)	8.100×10^{8}
バラスト減衰係数(2層目)	(kN·s/m)	9.800×10^{5}
バラスト質量(3層目)	(kg)	90.3
バラスト剛性(3層目)	(kN/m)	$2.500 imes10^9$
バラスト減衰係数(3層目)	(kN·s/m)	9.800×10^{5}

させたが、両者の測定差波形にはほとんど差は見られな かった.

表2 条件②及び条件③の解析諸元

条件②		
まくらぎ質量	(kg)	175
まくらぎ支持ばね係数	(kN/m)	$2.000 imes 10^{7}$
まくらぎ減衰定数	(kN·s/m)	9.800×10^{3}
条件③		
バラスト剛性(3層目)	(kN/m)	2.500×10^{7}
バラスト減衰係数(3層目)	$(kN \cdot s/m)$	9.800×10^{3}

4. 今後の課題

本論では軌道の支持条件が均一な場合について条件数 を絞って検討を行ったが、さらに様々な条件下で解析を 行い、引き続き軌道諸元が偏心矢測定差に与える影響を 行っていきたい.また、解析上で軌道の途中から道床の 諸元を変更できるようにプログラムの改良を行い、軌道 の支持条件が変化する地点において偏心矢測定差に変化 が生じるかを検証してきたい.

参考文献

- 森本勝, 偏心矢測定による軌道状態の把握手法, 平成14年鉄道技術連合シンポジウム(J-RAIL2002), 講演論文集, pp.417-420, 2002 年
- A.Yoshimura, M.Miwa, Y.Kawasaki, Study on numerical simulation methods of vertical dynamic interaction between railway vehicle and track, IAVSD'09, Proceedings CD-ROM, P187, 2009







図 3 各条件における 10m 弦高低狂い波形測定差