

国鉄・鉄道技術研究所

正会員

佐藤 吉彦

1. まえがき

昨年度の報告において述べたように、 250 km/h を実現するような高速軌道においては、従来慣用されて来た 10 m 弦正天による 10 m 附近の軌道狂いのほかに、輪重変動の立場から 1 m 程度の短波長の軌道狂い¹⁾の管理が必要であり、また乗心地の立場から 70 m 程度までの長波長の軌道狂いの管理が重要なこと知られている。

そこで、これらの軌道狂いを検測する装置に関する構想をまとめ試作を行なったので、その概要について報告する。

2. 短波長高低狂いの絶対形状の測定

短波長の軌道狂いについては、これが車両のばね下質量と軌道のレール支持ばねによって形成される振動系の固有振動に基因すること明らかにされている。この固有振動数は 50 Hz 程度なので、これを波長に直すと 250 km/h までの速度範囲では 1.5 m 程度までの波長を考慮すればよい。

このような軌道狂いは、レール製造時の条件によってレール頭頂面の凹凸として生じた例もあるが、これらはその後購入時に規制されることになっているので、大部分の場合はレール接合箇所の局所的な凹凸として現われる、そしてその形状は山陽新幹線新大阪ー岡山間の開業時における実測の結果によれば大部分落込みとして現われ、 1 m 支間の継目形状測定器による測定値と相関があることが知られている⁴⁾。

このような狂いの概略の形状と、大きさについて測定する方法について検討した結果、 7 m までの波長範囲でその絶対形状を測定すれば良いことが明らかにされた。そこでこの測定は車両の軸箱加速度を取り出し、速度に応じた 7 m に相当するカットオフ周波数範囲まで2重積分することにより測定記録することとした。

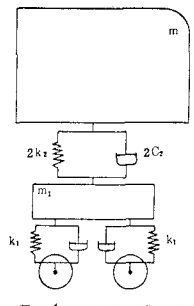


図-1 1質量1剛体モデル

3. 乗心地処理高低狂いの測定

鉄道車両の上下方向乗心地を論ずる際には、図-1のモデルをとれば実用上充分なものであることが知られている。そこで、このモデルで新幹線の量産車の係数値を取り、軸距の平均効果を無視して車輪変位から車体加速度への用波数レスポンス関数の振巾特性をJanewayの乗心地曲線(乗心地係数 Z)

とともに図示したのが図-2である。この図で車輪変位は車体加速度がこの乗心地曲線に合致する値をとれば、これに乗心地係数 Z に合致する場合の軌道高低狂いの整備限度になるのである。これにさらに軸距の平均効果を考慮して速度毎に高低狂いの波長に対してこの整備限度を求めたのが図-3の破線である。

最高速度 260 km/h で運転する線路に対しては、この図の曲線の包絡線をとれば、これがその整備限度になるのである。これを示したのが実線に示す曲線である。

一才、軌道管理の立場から言えば、各波長に対する軌道高低

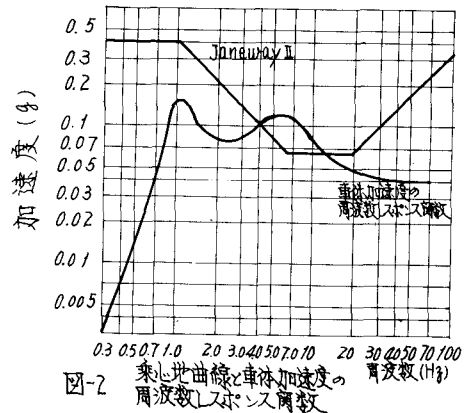


図-2 乗心地曲線と車体加速度の周波数レスポンス関数

狂いをこの図の10m附近の極小値に対する比率で縮小する検知フィルターをかけて記録すれば、この記録には極小値の数値で限度線を引けることになる。このフィルターの特性を示したのが図-4で、この図から検知フィルターとしては従来慣用されて来た破線で示す10m弦正天によるような10m附近にピークを持つ検出性能に加えて、このピークの約1/3程度の値であるが、30~70mという長波長の高低狂いを検出整正する必要あることがわかる。

この測定に当っては、短波長高低狂いの絶対形状の場合と同じく車両の軸箱加速度を2回積分して変位に直したのち、上記の波長特性に対応する空間周波数に対するフィルターをかけて記録することとした。

4. 回路の構成と記録例

以上の回路のブロックダイアグラムを示したのが図-5であり、高速軌道検測車で東海道新幹線で試験し、10m弦による測定と比較した場合の記録の一例を示したのが図-6である。

この記録によれば、測定結果は10m弦による記録とよく合致していること、長波長の狂いについて10年間の整備を経て良く整正されて居り、ほとんど見られないことがわかる

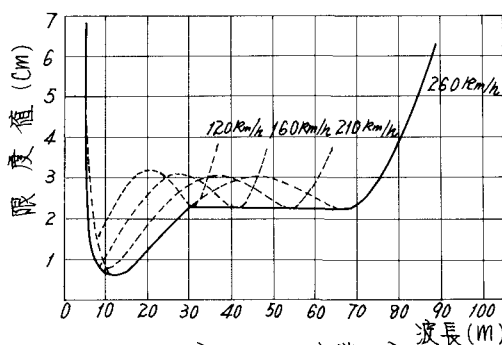


図-3 高低狂いの整備限度

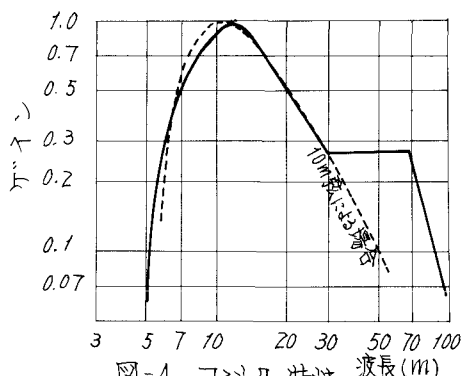


図-4 フィルター特性

文献

- 1) 佐藤吉彦「新幹線用新有道床軌道構造」
土木学会第28回年次学術講演会IV-155, 1973年10月。
- 2) 佐藤吉彦「軌道狂い波形測定装置」
鉄道線路第19巻第2号, 1971年2月。
- 3) 宇塚範吉, 杉山 亨「レール波状曲り」
鉄道技術研究資料, 第30巻第1号, 1973年1月。
- 4) 佐藤吉彦他2名「451速度向上試験における軌道関係試験結果」
鉄道技術研究資料, 第31巻第2号, 1974年2月。

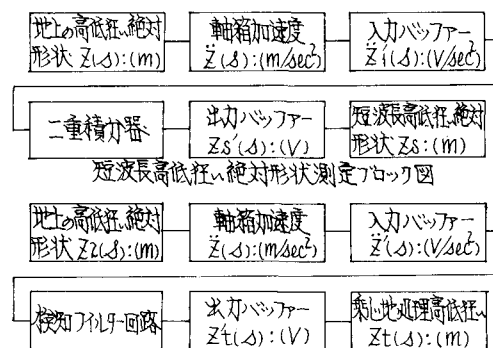


図-5 乗心地処理高低狂い測定ブロック図

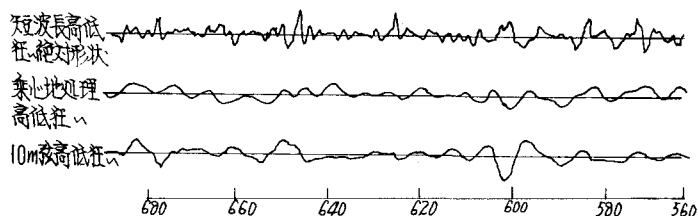


図-6 記録の一例 (423×630m附近)