

ウェーブレットによる左右車両動揺と軌道狂いの評価に関する一考察

北海学園大学 大学院 学生会員 ○児玉 健太郎
 北海学園大学 工学部 正会員 上浦 正樹
 北見工業大学 工学部 正会員 川村 彰

1. はじめに

車両動揺と軌道狂いにはかなりの相関があるといわれている。そして、その影響を定量的に測定する方法の研究が進んでいる。本研究では1m代表値で構成された左右車両動揺と各軌道狂いの波形を離散ウェーブレット (WT) 変換を行い各レベルでのWT成分を抽出し、同レベルでの波形の相互相関をとることにより軌道狂いがもたらす車両動揺 (左右) への影響を考察するものである。

2. 検測データと測定区間

本研究では2000年10月11日～14日に検測した785系ECの車両動揺 (左右) と軌道狂いの検測に高速軌道検測車 (以下、マヤ車) のデータ (1m代表値) を用いた。解析対象区間は函館本線 (下り線) の札幌～旭川間 318k400m 付近の前後 1024mを用いた。列車速度は112～121km/h (平均速度 116km/h) であった (図-1)。

3. 列車動揺とウェーブレット解析¹⁾

マザーウェーブレットを Daubechies8 に選定し車両動揺に対して離散WT解析を行った。解像度レベルを6までとしWT成分をそれぞれ抽出した (図-2)。この結果から、車両動揺に大きく影響を与えているのは $j = 4, 5$ であることがわかる。この特徴には $j = 4$ が定常的に発生しているのに対して $j = 5$ が318k500m 付近に大きな波形が見られる。ここで、 $j = 4$ は1024mの1m代表値を用いていることから平均列車速度 116km/h では、時間周波数 0.8～1.6Hz である。一方 $j = 5$ では時間周波数が0.4～0.8Hz である。

4. 軌道狂いのウェーブレット解析

車両動揺と同じように軌道狂いに対してそれぞれマザーウェーブレットを Daubechies8 に定めて離散WT解析を行った。ここでは平面性 (図-3)、水準狂い (図-4)、軌間狂い (図-5) を示す。車両動揺では $j = 4, 5$ で比較的大きな波形が見られたが、軌道狂いでは $j = 3, 4, 5$ で大きな波形を見られる。

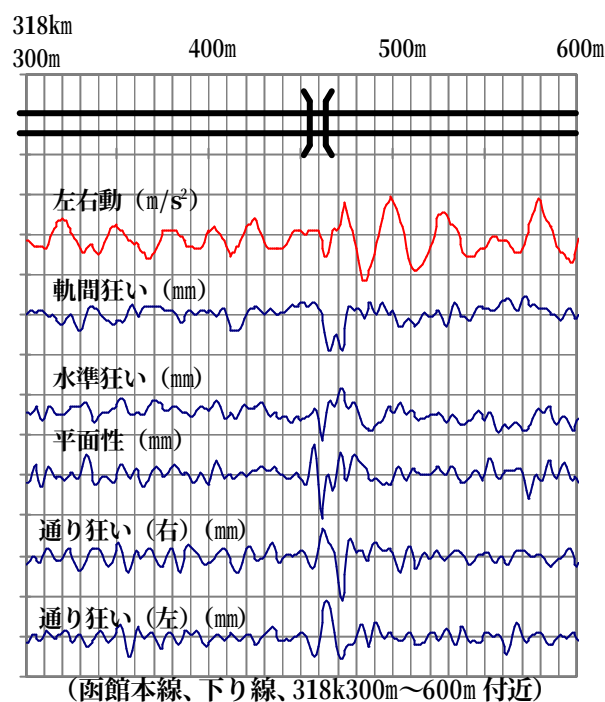


図-1 車両動揺 (左右) と各軌道狂いの測定波形

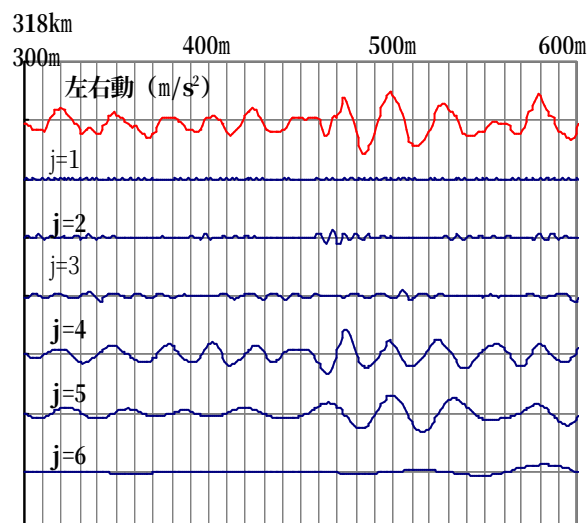


図-2 動揺の各レベルでのWT成分

キーワード：車両動揺 (左右)、ウェーブレット解析、相互相関関数、

連絡先：北海学園大学：〒064-0926 北海道札幌市中央区南27条西11丁目1-1、TEL：011-841-1161、FAX：011-551-2951

北見工業大学：〒090-8507 北海道北見市公園町165番地、TEL&FAX：0157-26-9510

5. 車両動揺と軌道狂いの相互相関関係

車両動揺が軌道狂いから受ける影響を検討するため、WT解析の各レベルごとに相互相関係数を求めた(表-1)。車両動揺で影響のある $j=4$ では、平面性のみが正の相互相関関係が認められた。また $j=5$ での正の相互相関が見られるのは平面性、水準、軌間の各狂いであった。

6. 考察

ローリングなどで見られる固有振動数 (1 Hz) 近傍^{2),3)}の軌道狂い ($j=4$) で誘発される現象が平面性狂い、水準狂い、軌間狂いがあった。しかし、相互相関係数では、平面性狂いのみが小さい値であるが正の相関であり、この区間では平面性狂いが車両の共振に起因する軌道狂いになりうるということが明らかになった。他方、 $j=3$ では、平均速度 116km/h において、時間周波数が 1.6～3.0Hz 程度であり、車両の共振に対する影響は小さいと思われる。それは軌道狂い (波長 10～20m) は一部大きな波形を示しているものの車両振動の波形があまり小さくなく、相互相関係数が小さいことから分かる。

また、 $j=5$ では同様な平均速度において時間周波数が 0.4～0.8Hz 程度で車両の共振に関係している可能性があるが、相互相関係数では平面性、水準、軌間の各狂いが大きく、波長が 40～80m の軌道狂いが直接、車両動揺に影響することが推定される。

7. おわりに

今回の研究から、左右車両動揺、軌道狂いの原波形からは明確にならなかった軌道狂いの各項目の影響度がウェーブレット解析と相互相関係数から明らかになる可能性が見出せたと考える。今後は更にデータを蓄積し、軌道補修方法の改善に生かせるように研究を進めて行きたいと思っている。

最後にデータの提供を頂いた、北海道旅客鉄道(株)工務部保線課に謝意を表します。

表-1 動揺レベルと各 WT 成分との相関値 (R)

	波長(m)	軌間	水準	平面性	通り右	通り左
$i=1$	2.5	5	-0.06	-0.03	0.12	-0.03
$i=2$	5	10	-0.09	0.10	0.04	0.02
$i=3$	10	20	0.15	-0.23	-0.28	-0.21
$i=4$	20	40	-0.15	-0.40	0.37	-0.35
$i=5$	40	80	0.59	0.73	0.74	-0.53
$i=6$	80	160	0.54	0.36	-0.03	0.45

参考文献

- 1) 川村彰：「ウェーブレット解析と路面性状評価」 舗装 25-28 2000.3
- 2) 矢沢英治：「軌道と車両の相互作用 (10) 軌道狂いと車両動揺」 日本鉄道施設協会誌 39-42 2001.1
- 3) 須田征男：「新しい線路」 日本鉄道施設協会 1997.3

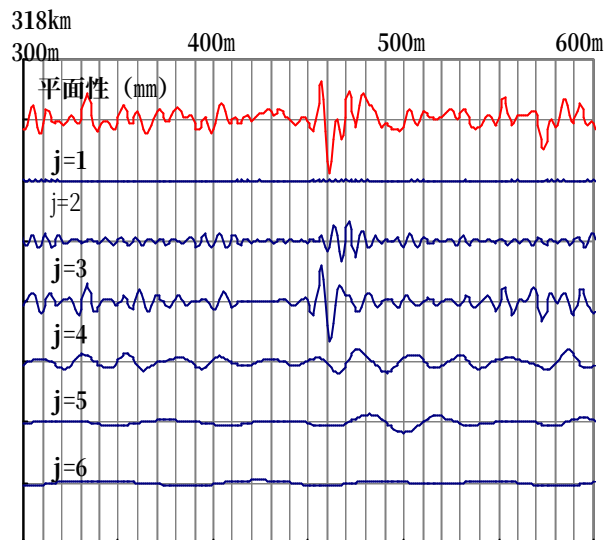


図-3 平面性の各レベルでのWT成分

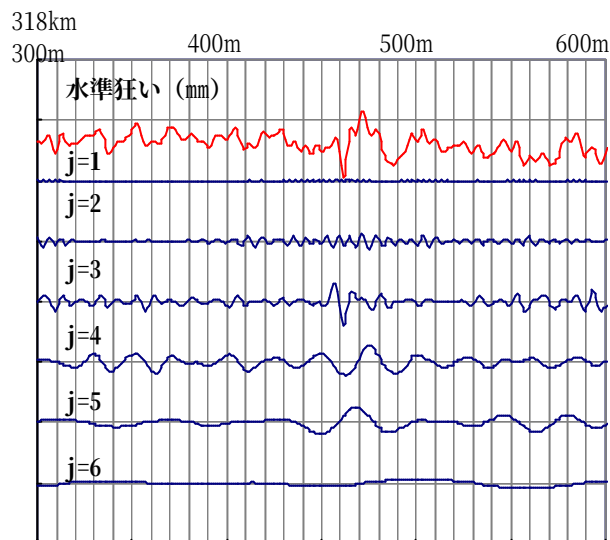


図-4 水準狂いの各レベルでのWT成分

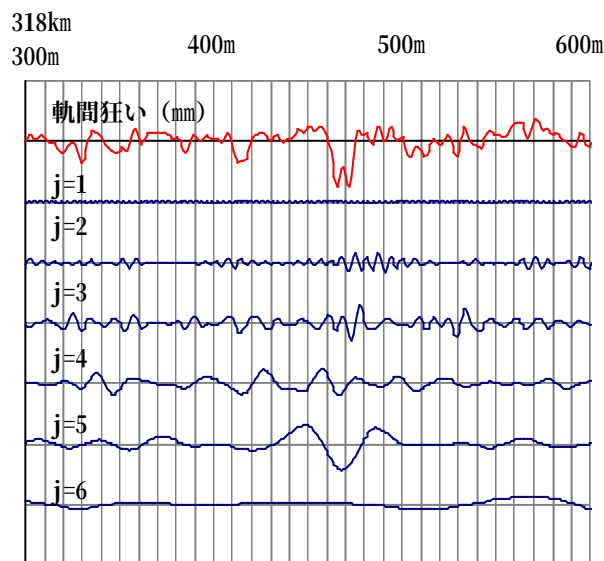


図-5 軌間狂いの各レベルでのWT成分