

慣性正矢軌道検測装置の低速時検測性能の向上

鉄道総合技術研究所 正会員 ○矢澤英治
 J R 九州（前：鉄道総研） 正会員 吉田昌史
 鉄道総合技術研究所 正会員 坪川洋友

1. はじめに

昨年報告したように¹⁾，開発中の慣性正矢軌道検測装置は時速20km/h以上の検測では既に実用精度が得られる段階に達している．しかし，慣性測定法の弱点である低速域での誤差増大を抑え込み，例えば警戒信号による時速25km/h以下での徐行時に，できる限り低速まで検測可能にすることは，在来線のダイヤの密な線区での運行に供する場合に重要となる．このため，今回演算回路のさらなる改良を行い，低速時の検測精度向上を試みたので報告する．

2. 検測精度向上策の検討

図1は昨年までに開発した高精度演算ユニットによる，高低検測結果である²⁾．既に精度の確認されていた25km/h時の波形を基準にし再現性誤差を計算するとすると，時速10km/hで急激に大きくなり，精度が低下していることがわかる．これはこの速度では測定される加速度成分に比べ，装置内で発生している直流誤差成分が無視できない大きさになるためと考えられ，この時点の回路では走行前に調整を行っても，その発生を完全に抑え込むことはできなかった．

この直流誤差の原因として，図2に示す演算回路をはじめとする電子部品，特にオペアンプの温度誤差が疑われたため，回路内のオペアンプの温度ドリフト量を確認した．結果を図3に示す．演算回路のオペアンプは，環境によっては検測中に起こり得る20℃程度の温度差に対して，最大0.3mVのドリフトを発生していた．これは時速10km/h走行時の，積分演算後の正矢狂いにして約4mmに相当する値で，さらに速度変化にともない，その大きさを変えながら検測波形に重畳するので，精度上無視することができない．

このため，積分回路1組当たり，図2の回路内の5個と，速度電圧入力部に使用されている1個，さらに前段のセンサ信号の入力回路等に使われている7個，計13個のオペアンプを，温度ドリフトが従来品の1/100程度の高精度の部品に変更してさらなる精度向上を目指すことにした．図3中で「新部品」と表記したものが今回採用したオペアンプの温度特性で

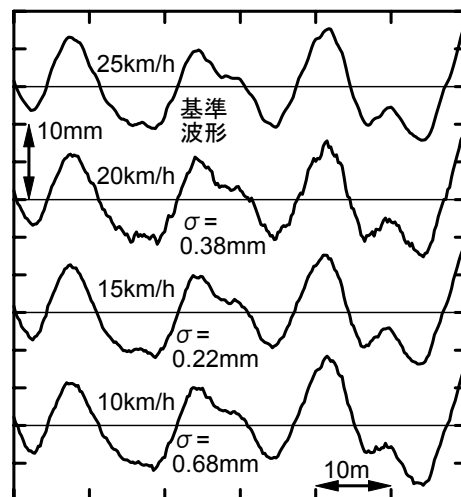


図1 開発した装置の速度と検測精度

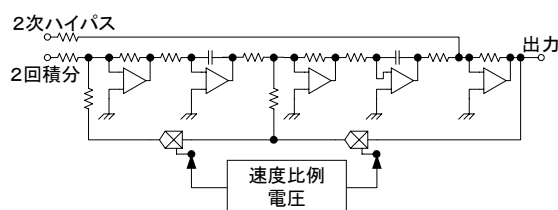


図2 慣性正矢検測装置の演算回路

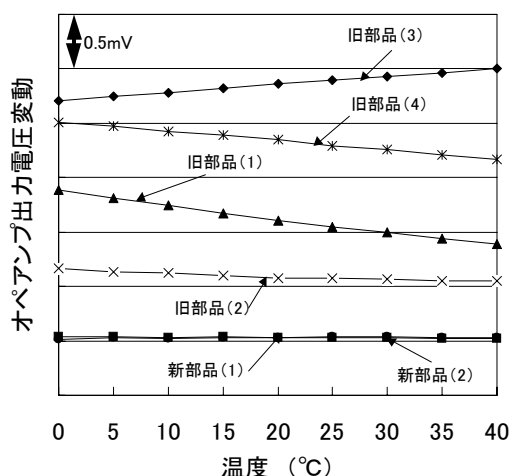


図3 回路に使用したオペアンプの温度特性

キーワード：軌道検測，慣性正矢法，検測誤差，検測下限速度，温度特性

連絡先：〒158-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 Tel:042-573-7278 Fax:042-573-7296

ある。この部品であれば温度変化にともなう電圧ドリフトがほとんど発生しないことがわかる。

また、図1の試験走行では、20km/h走行時にノイズ状の波形が生じ、15km/h時より精度が低下する現象が見られた。これはジャイロと変位計の出力が時間にして25msずれていることが原因と判明したので、両者のタイミングが合うよう、同時に改修を行った。

3. 演算装置改良後の高低狂い検出精度

検出精度確認のため、今回製作した演算ユニットを搭載した慣性正矢検出装置の鉄道総研構内走行試験を実施した。直結軌道主体の100mの区間の時速10km/hでの検出結果を図4に示す。区間の半分は軌道がフローティング支持されており、牽引機の重量による動的・静的差が見られるが、通常支持の区間では一部継目部のピークを除いて、十分な検出精度が得られていることがわかる。

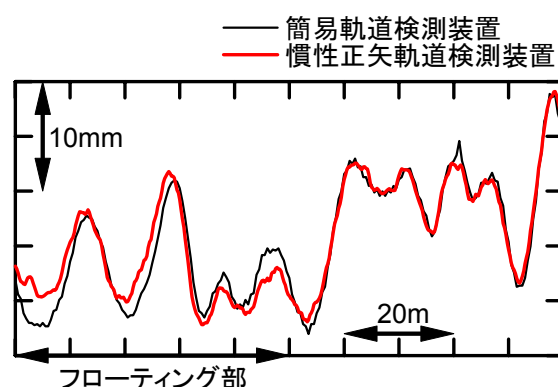


図4 総研構内線での高低検出結果

4. 演算装置改良後の通り狂い検出精度

この演算回路は高低狂い演算も通り狂い演算も共通仕様であるから、今回の改良により通り狂い検出精度の向上も期待できる。しかし通り狂いの精度向上のためには、積分回路だけでなく、ジャイロによる加速度計の傾き補正精度の向上がもうひとつの鍵となる。

今回の試験では時速20km/h未満の速度で、曲線正矢等、長波長域の現象にドリフトが見られ、傾き補正精度が十分でないことがうかがわれた。そのような誤差が長波長成分のみに留まる現象であるか否かを検証するため、検出結果に40m移動平均による中心線補正を行い、長波長成分を除いた状態での比較を行った。時速15km/hでの波形を図5に示す。中心線補正を行っても部分的になお5mm程度の誤差が見られ、実用精度には達していない。このため、現状での検出下限速度は依然として文献1)の時点で精度が確認された20km/hである。

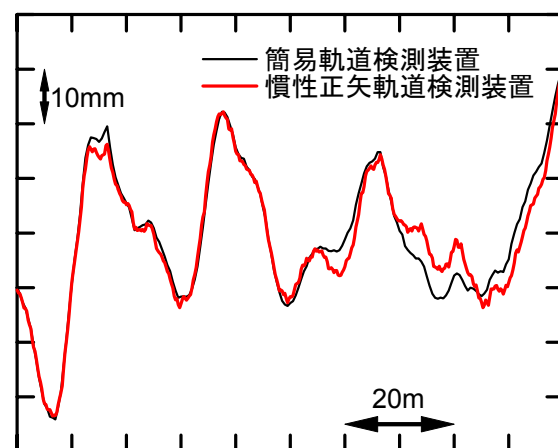


図5 総研構内線での通り検出結果

なお、これらの現象は、速度検出部のプログラムミスで低速時にジャイロに誤った指示が出され、それによって生じたロール角の検出誤差が精度低下に直結したものであることが試験後に判明している。

5. おわりに

このように、演算回路の改良により、高低狂いの検出下限速度として10km/hが視野に入ってきた。今後、プログラムの改修を行い、通り検出下限速度の引き下げの可能性についても早急に再確認を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 矢澤, 吉田, 坪川, 岡井: 慣性正矢軌道検出装置用高精度演算ユニットの開発, 土木学会第59回年次学術講演会, 4-043, 2004年9月
- 2) 矢澤, 岡井: 慣性正矢軌道検出装置実用化に向けた性能向上, 鉄道総研報告, Vol. 18, No. 3, pp. 35-40, 2004年3月