

# 慣性正矢軌道検測装置

タイトルに登場する「慣性正矢」なる用語ですが、特許出願の頃に、この装置の開発チームで考えた合成語です。そしてこの合成語が、本装置の特徴を良く表していますので、まずその意味を説明しましょう。

「加速度を2回積分すると変位になる」という物理の基本法則があります。この方法によって物体の位置を知る方法を「慣性測定法」といいます。良く知られている実用例として、スケールの大きなものでは航空機の慣性航法、もう少し小さなものではGPS受信ができない地点でのカーナビゲーション制御などがあります。

さらにそのスケールを小さくして、この方法で線路の不整量を測ろうという試みも数多く試行されてきました。しかし、この方法で0.1 mm単位の現象を正確に測ろうとすると、図1(a)に示す理由で、どのようにしても満足な計算ができず、波形もゆがんでしまうというのが実情でした。また、実際に線路の管理に用いられているのは、レール上の等間隔の3点の相対変位を不整量と定義する「正矢法」という方法です。この正矢法と、波形のゆがんだ慣性測定の結果とは、明らかに測定された不整量が異なってしまうと

いう点も、実用上のネックとなっていました。

しかし、近年のデジタル演算の進歩により、図1(b)のような、複雑な計算をリアルタイムに行うことが可能になりました。加速度をこの特性の回路で処理しますと、ゆがんでしまった結果の波形を、正矢法で測った結果と同じ波形にすることができます。この「正矢法の結果が得られる慣性測定法」を、開発チームでは「慣性正矢法」と呼ぶことにしました。

そしてこの手法を、実際に測定器の形にしたのが、本特許の装置です。この方法の最大のメリットは「レール上の3点を測らなくても良い」ことです。1点の測定だけで正矢法の結果が得られますので、これまで車両1台分を占めていた軌道検測装置に比べ、桁違いに小型化することができます。図2のように、台車の中央部に収めてしまうことも可能です。質量も、これまでの装置の数トンに対し、製作した標準軌用の装置では130 kgまでの軽量化を実現しました。そして線路の不整の波形も、図3のように、3点を測定した装置と遜色ないものが得られます。

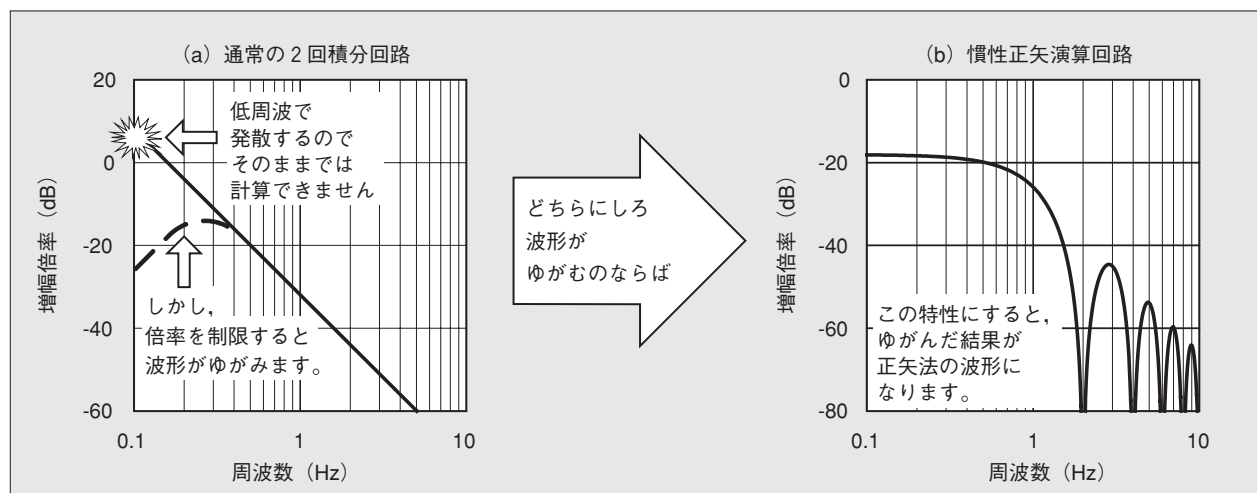


図1 「慣性正矢法」とはどのようなものか？

## 発明余話

「案ずるより生むが易し」と言うことわざがありますが、少なくとも、この装置に関しては話が逆でした。理論的には容易に実現可能に思え、実際、実験室レベルで簡単な試作基板を組み、過去の試験データから短区間の波形を求める段階までは順調に進みました。ところが、実際に線路の上を走らせ、一日中稼働させなくてはならない装置を作り始めると、その間、処理回路の増幅倍率を正しく維持し続けるという点で困難を極めることになったのです。部品の温度変化による誤差に始まり、計算上必要な列車速度の検出誤差、はては、センサの仕様上あってはならないはずの「左右方向の加速度計が上下方向の振動にだまされる」という我が目を疑ってしまう現象まで、さまざまなトラブルが容赦なく、間髪を入れず襲ってきました。

これらをひとつひとつ丁寧に解決し、測定精度を上げていったのですが、このような積み上げ改良は、重ねすぎますと別の問題を生むことも体験しました。特に、後から増設した回路基板を結ぶコネクタの振動により、接触抵抗が変化して誤差になって現れる現象は、試作機の段階では軽減こそすれど、完全解決に至りませんでした。また、増設基板への結線にノイズがまわり、基板上のコンピュータが現地試験中に破壊されるというトラブルも発生しました。試験にご協力いただいた事業者の皆様にご迷惑をおかけしたことを、この場を借り、改めて深謝させていただきます。

このように難渋する中、開発のスケジュールは当初見込

### 《権利メモ》

**発明の名称：**慣性正矢法軌道狂い検出装置

**概要：**これまでの装置より少ないセンサで、正矢法の波形が得られる軌道検出装置。部品が少なく小型化できることから、取付車両を選ばない、走行安定性への影響が非常に小さい、装置自体のメンテナンスが容易である等の特徴を有する。

**出願番号：**特願平 11-242720 (1999. 8.30)

**公開番号：**特開 2001-63570 (2001. 3.13)

**登録番号：**特許第 3411861 号 (2003. 3.20)

**総研発明者：**矢澤英治、竹下邦夫、高木喜内  
佐藤正男

みより2年遅れとなりましたが、さきごろ、上記の問題点をすべて取り除いた、実用前提の新設計機が長期試験走行に入り、順調に稼働を始めています。そして、今回、このパテントシリーズで、当技術をご紹介できる段階に至ったことを嬉しく思います。

なお、この装置の実現の鍵を握ったもうひとつの技術として、加速度計を設置したフレームと、レールの間の相対変位を検出する、新方式のレール変位検出装置の開発がありました。この技術につきましては、本誌の特集ページ「高速走行のためにレール変位を測る」で紹介しておりますので、あわせてご覧ください。

(軌道技術研究部 軌道管理 矢澤英治)

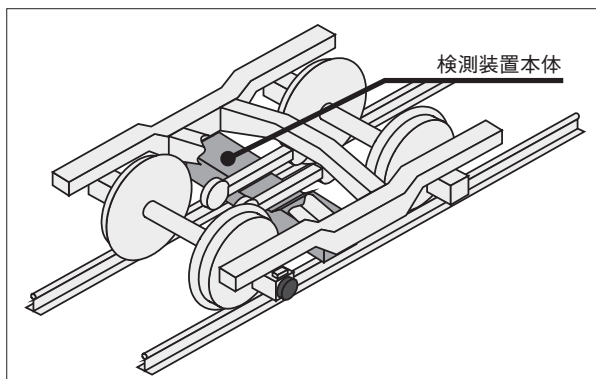


図2 検出装置の台車取付イメージ

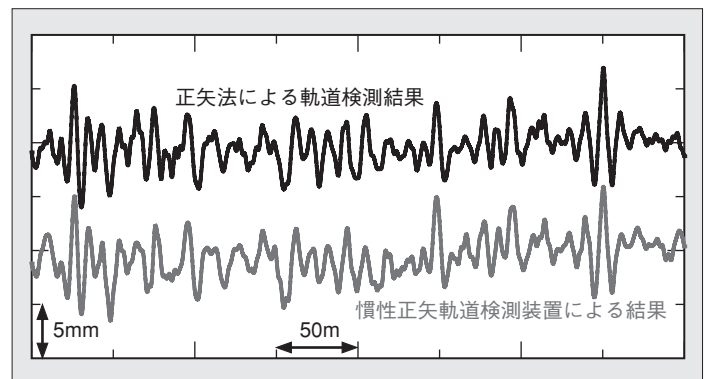


図3 慣性正矢軌道検出装置試作機による測定例

※記事に関するお問合せ先 情報管理部(知的財産)  
NTT : 042-573-7220 J R : 053-7220