

鉄道車両用位置検出システム

山間部や海岸線など多数の曲線区間が含まれる線区を中心に導入されている制御付き振子車両は、曲線通過速度の向上により速達性に大きく貢献しています。曲線においてタイミングよく車体を傾斜させるには、自車位置と曲線との正確な相対位置を車両側で認識する必要があります。新幹線車両の場合にはATCシステムが完備しており、これにより正確な自車位置の特定(以下、位置検出)が可能です。一方、在来線の場合にもATCに相当するシステムが都市部を中心に近郊線区に導入されつつありますが、これはごく一部に限られ、都市間路線全てに展開するには相応の投資が必要となります。現行の制御付き振子車両では、車輪回転数の積算による移動距離(以下、速発累積距離)および信号保安設備であるATS地上子の位置データによる補正により位置検出を行っています。ただし、ATS地上子は信号保安の事情により移設されるケースもあり、常にATS地上子の位置データベースを最新に保つメンテナンスが不可欠です。

そこで、本発明では地上設備であるATS地上子に依存せずに、車両側で取得する情報のみで位置検出を実現します。事前に測定されたGPSデータと距離情報が関連づけられたテーブル(以下、GPSマップ)と、車内床上に設置したヨー角速度センサと速度発電機による速度により算出される線路曲率データ(以下、曲率マップ)を車両側で保有しておきます。そして、図1のように走行中に得られるGPS測位データとGPSマップにより、自車が存在するエリアを設定します。次に、曲率マップ(図2①)のうち特定されたエリア内の曲率データと、走行中直前に得られた曲率データ(図2②)を照合し、最も一致する地点を現在地点とします。車両がトンネル、地下など電波遮蔽物下においてGPS測位が困難な場合には、直前に確定した地点に対して、速発累積距離を加算した自車の概算地点をもとに曲率照合エリアを設定することで継続した位置検出処理が可能です。位置検出精度は平均して $\pm 4\text{m}$ 以内を実現しています。

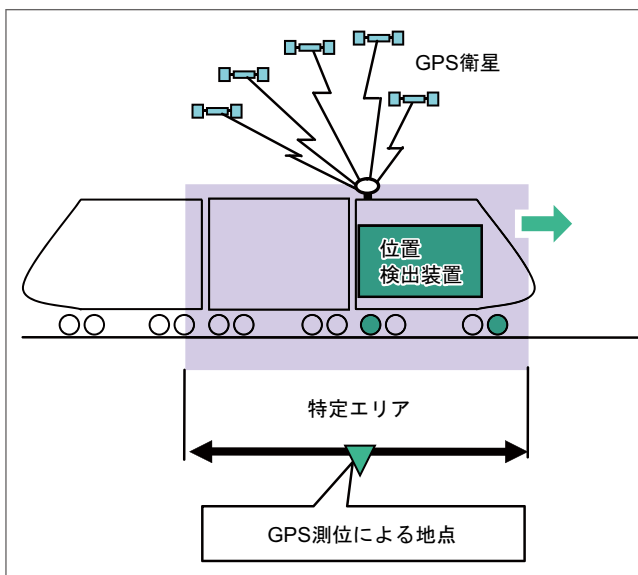


図1 GPS測位によるエリア特定

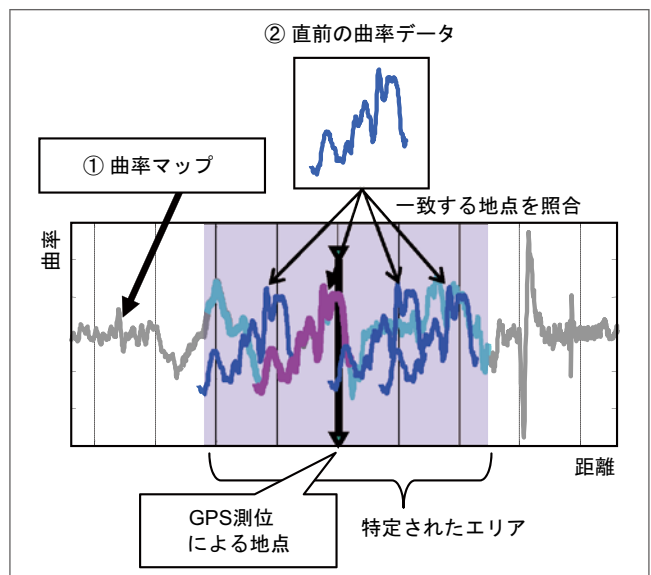


図2 曲率照合による位置検出

発明余話

本発明における曲率データ同士を照合するというアイデアは、車両が同一地点を複数回走行した場合に、車内で測定される車体のヨー角速度に高い再現性があることをヒントに考案されました。以前にも台車枠にセンサを設置し、台車枠のヨー角速度を用いて走行位置の特定を行う試みがなされました。しかし、走行中にセンサに加わる衝撃力を考慮すると台車枠よりも車体への設置が有利であり、車体ヨー角速度による曲率照合でも問題ないことが分かりました。また、ヨー角速度は同一地点を走行する場合でも走行速度により大きさが異なりますが、走行速度で除することにより、曲率という距離ベースの物理量で扱うことで速度差による問題は解決します。

システムとして構成する際に考慮した点は、車体ヨー角速度信号に対してかける適切なローパスフィルタの設計でした。フィルタリングによるカットオフ周波数を低くとりすぎると、各車両に固有のヨーイング方向の振動モードが除去され、また曲率の値が直線部では0の一定値、曲線部では曲線諸元（円曲線では一定値、緩和曲線では単調増加または単調減少）に近づくこととなり、特に直線部での曲率照合が困難になります。一方、カットオフ周波数を高くとりすぎると、再現性の低い高周波信号がランダムに入力

《権利メモ》

発明の名称：列車自車位置検出方法、及び列車自車位置検出システム

概要：GPSシステム、速度発電機、車体ヨー角速度の3種類の信号を組合せ、走行装置を地上設備の支援無しに正確かつ安定に測定する方法。

出願番号：特願2002- 92605 (2002. 3.28)

公開番号：特開2003-294825 (2003.10.15)

登録番号：特許第3816018号 (2006. 6.16)

総研発明者：真木康隆，佐々木君章，榎本衛，岡本勲，中野敏，神山雅子，菅原能生

されることで、不適切な場所において2つの曲率データが一致してしまうことになり、同じく曲率照合が困難となります。そこで、複数の線区で取得したデータをもとにベンチ試験を繰り返すことで、適切なカットオフ周波数を見出し、リアルタイム制御に使用しても問題ない継続した位置検出が可能となりました。

現在までに、本発明による地点検出装置（図3）を使用した振子車両の走行試験を実施し、新たに開発した振子パターン等と組み合わせることにより、振子車両特有の乗り物酔いの低減に効果があることを確認しています。

（車両構造技術研究部 走り装置 真木康隆）

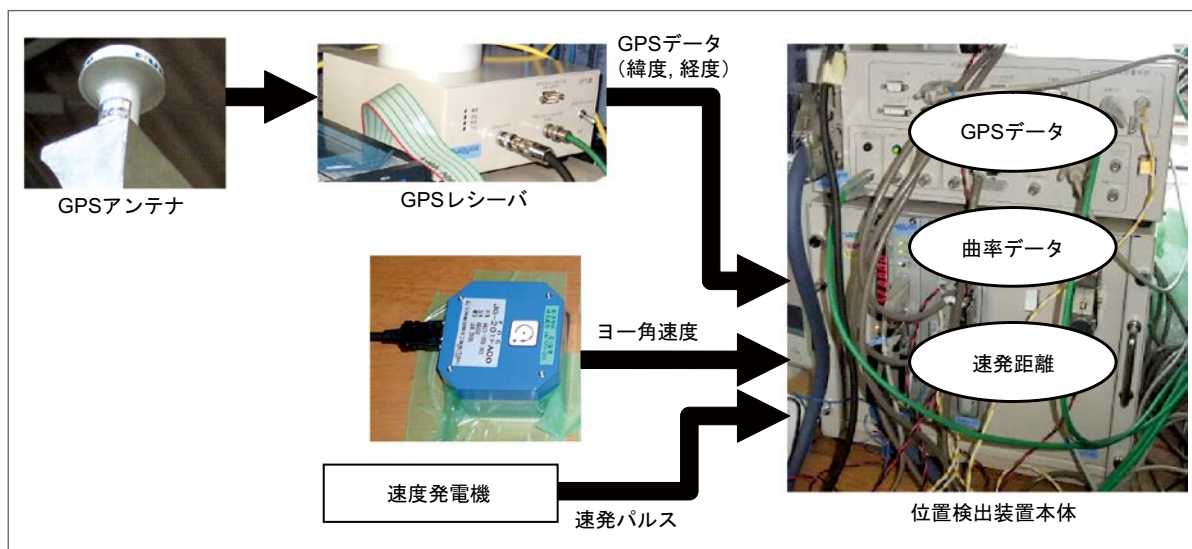


図3 システム構成

※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