

② 鉄道の安全性向上を目的とした衛星測位の精度向上に関する検討

交通システム研究部

※工藤 希

竹内 俊裕

篠田 憲幸（客員専門調査員）

1. はじめに

鉄道ではこれまで位置検知に軌道回路及び地上子等を用いることで鉄道の安全を守ってきた。一方、衛星測位システム（GNSS：Global Navigation Satellite System）は、良好な受信状態のもとでは、常に位置検知が可能なシステムである。特に平成 30 年度から 4 機体制でのサービスが予定されている準天頂衛星の活用により位置検知精度向上が見込まれるため、様々な分野への展開が期待されている。

今回、GNSS を鉄道の安全性向上を目的として利活用することを前提に、線路方向を考慮した仰角マスクによる GNSS の精度向上方策について実験した内容を報告するとともに、鉄道分野における GNSS 利活用に関するガイドラインを作成したのでその概要を紹介する。

2. 鉄道における GNSS 利用

鉄道における GNSS 利用の取り組みとして、保線作業用の列車位置検知・通報システム及び運転士への支援システム等のシステムが実用化されている。一方、列車制御システムとしては、研究開発として平成 19 年頃から、「次世代運転管理システムに関する技術開発」や、「ATP 閉そくシステム(Automatic Train Protection and Block System)」の検討がされてきているが、現在、国内で実用化されているものはない。

当研究所ではこれまでに、衛星測位と汎用無線を用いた地方鉄道向けの列車制御システムを検討しているが、GNSS の測位精度が課題となっている。

3. 仰角マスクによる測位誤差低減効果

GNSS 単独での測位誤差は数十 m 程度であるが、1 つ前の測位結果と車両性能（加減速度等）を超える位置の差があればそのデータは用いない等の検定をすることで、誤差を含むデータはある程度取り除くことができる。しかし、このような検定を用いても、GNSS には一定量の誤差が常に含まれている可能性がある。

この状態で列車制御に用いるためには、推定される測位誤差の分、制御に用いる列車位置にバッファ（余裕）を持たせる必要がある。過去の実験では、ある路線においては±17m のバッファを見込めば安全に支障ない制御が可能という結果を得ている¹⁾。

一方で、このバッファは短い方が良く、そのためには GNSS そのものの精度向上が必要である。当研究所では、森林や建物などにより電波が遮られ、検知誤差を生じやすいとされる線路直角方向の衛星を測位計算に用いないことで、衛星測位の誤差を低減させる方法を提案してきた。今回は、受信した全ての衛星を測位計算に利用する場合と、全方位に 30 度のマスクをした場合、及び線路直角方向のみマスクした場合（図 1）を比較した。その結果を図 2 に示す。図 2 より、マスクしていない状態に比べ、マスクした方が基準からの距離が小さくなるという結果が得られた。一方、マスクの効果は誤差の大きい図 2 の「マスク無し」のような場合には効果があるが、マスクせずとも誤差が少ない場合には効果がないことも分かっている。そのため、マスク処理を行う必要がある状況かどうかを判断する仕組みが必要となる。



図 1 仰角マスクの設定

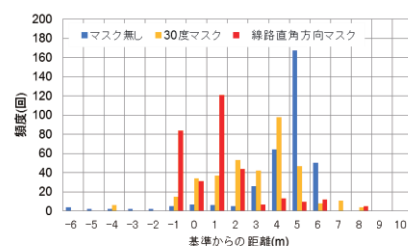


図 2 仰角マスクの効果

4. GNSS 利活用に関するガイドラインの作成

2. に示す状況の中、鉄道において GNSS の利用が進んでいる分野については情報共有により一層の活用を、まだ実用化に至っていない分野についてはその実用化の後押しをするため、「鉄道分野における GNSS 利活用ガイドライン検討委員会（座長：中村英夫日本大学特任教授）」において、ガイドラインを作成した²⁾。ガイドラインには、表 1 に示すような利用レベル毎に GNSS を利活用する際、注意すべき項目を検討しやすいように整理（表 2）するとともに既に実用化しているシステムを列挙している。

このガイドラインに法的根拠はないが、鉄道事業者、メーカ、研究機関、関係団体等が参画しており、業界標準的な位置づけを目指している。また、GNSS の技術は発展途上にあるため、今後の技術の進展等にに応じて改訂することを前提としている。

5. おわりに

本稿では、鉄道における衛星測位利用の課題の一つである精度の向上方策について述べるとともに、鉄道

分野における GNSS 利活用ガイドラインの概要を紹介した。今後は、他の装置による GNSS 位置情報の補完の方法等について検討していく予定である。

参考文献

- 1) ”交通分野における高度な制御・管理システムの総合的な技術開発の推進”（2015）
<http://www.mlit.go.jp/common/001124041.pdf>
- 2) 鉄道分野における GNSS 利活用ガイドライン検討委員会, ”鉄道分野における GNSS 利活用に関するガイドライン”, (2017)
<http://www.spac.jp/media/pdf/library/20170710-01.pdf>

表 1 利用レベルの定義

利用レベル	定義	
	目的	実現手段
レベル1	安定輸送の確保/ 機能・性能の向上	人間系+システム
レベル2		システム
レベル3	安全の確保	人間系+システム
レベル4		システム

表 2 ガイドラインの概要

分類		安定輸送の確保 /機能・性能の向上		安全の確保	
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
(A) システムの設計に関する事項	安全に関連する装置には接続しない	HR	HR	—	—
	最終的な安全の確保は人間系又はシステムにより担保			HR	—
	GNSS を使用する/しない区間を定義してシステムを設計し、GNSS を使用しない区間には、他の手段を用意				HR
	リアルタイム性を確保	R	HR	HR	HR
	受信機の性能に適応した測位精度を定義してシステムを設計		HR	HR	HR
(B) GNSS 情報の利用に関する事項	GNSS の測位状態や動作状態を監視し、使用者に対し必要なアラームを速やかに発する		R	HR	—
	衛星測位信号に基づき、衛星測位系が正常であることを確認（※1）				HR
	GNSS による位置情報の健全性を確認（※2）				HR
(C) システムの稼働に関する事項	(B) の※1 もしくは※2 が満足されない場合、又は、GNSS による位置情報の精度低下が確認された場合には、その位置情報を使用しない				HR
	GNSS の位置情報の利用をシステムとして実稼働させるに当たっては、事前に GNSS による測位の傾向を把握し、妥当性を確認				HR

HR: 強く推奨 R: 推奨 —: 対象外