

GNSS 測位における街路周辺の建物材質に着目した信号強度の比較検証

日本大学 学生会員 ○大手 駿平
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 江守 央

1. はじめに

近年、様々な産業において衛星測位技術が使用されており、GNSS (Global Navigation Satellite system/全球測位衛星システム) を用いた高精度な位置情報の取得が必要となってきた。しかし、GNSS 測位の現状として、高層ビルなどの立ち並ぶ都市部のような環境下では測位精度が大きく劣化することがわかっている¹⁾。この誤差要因としては電波が建物に反射することにより発生するマルチパスがある。マルチパス波は全て一様な経路を辿ってくるとは限らない。そのためマルチパスを特定し低減させることは困難で、大きな課題となっている。このようななか、既存研究においてもマルチパスの発生は、周辺建物の高さや密集度だけでなく、個々の建物によっても衛星電波の反射や回折度合いに違いが生じる可能性を示しているものは多い。そこで本研究では、GNSS 受信機をそれぞれ異なる材質板で囲んで都市の受信環境を再現して測位を行い、発生するマルチパスと建物の表面材質との関係性を調べた。表面材質の違いによる受信電波の信号強度の変化と傾向を検証していくことを目的としている。

2. 実験概要

2021年12月に日本大学理工学部船橋校舎にて実験を行った。実験の様子を図-1に示す。本実験では対象材質をアルミ板と木材板の2種類とし、ホワイトボードに立てかけて設置した。GNSS 受信機に対し東側に遮蔽物として設置し、互いに干渉しない距離で同時刻に実験を行った。ただし、衛星電波の伝搬距離と比べ2つの材質板の距離は十分に短く、同地点での実験であるとした。天頂方向及び受信機周囲には材質板以外に遮蔽物はない。また、ホワイトボードの傾斜角度は45°と90°の2パターンで実施し、傾斜角度のみを変えて別日にそれぞれ3時間及び1.5時間測位を行った。受信機と材質板の高さはそれぞれ1.0m、1.9mであり、間

キーワード 建物材質、信号強度、仰角、マルチパス、傾斜角度

連絡先 〒274-0063 千葉県船橋習志野台 7-24-1 日本大学大学院理工学研究科交通システム工学専攻 空間情報研究室

TEL047-469-8147

隔は0.8mとしている。受信機はTrimble社製NetR9を使用する。測位解は1秒ごとに取得した。



図-1 実験風景 (手前：木材板, 奥側：アルミ板)

3. 解析概要

解析には解析ソフト RTKLIB ver2.4.3 を使用した。本研究では信号強度を解析指標として使用する。アルミ板での信号強度から木材板での信号強度を差し引き、その差分で材質の影響度を評価した。材質ごとに違いがなければ差分は0のまま推移していくはずである。

本研究では GLONASS, Galileo, GPS の3種の衛星を対象とした。また、衛星の仰角は低仰角域 (15° ~ 35°), 中仰角域 (35° ~ 55°), 高仰角域 (55° ~) として区分けした。

4. 解析結果

図-2 から図-4 に、ボードの傾斜角度 45° における衛星ごとの信号強度差のグラフを示す。縦軸は信号強度差で、アルミ板での信号強度を木材板での信号強度で差し引いている。横軸は経過時間である。いずれも信号強度差は0にならず、材質板による違いがみられた。ただし Galileo 衛星と GPS 衛星ではともに信号強度差は0近辺を推移し、材質板の違いによる影響は小さい。

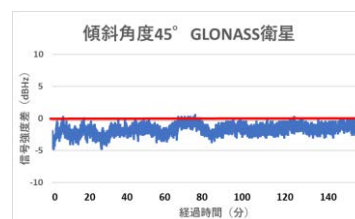


図-2 信号強度差の分布 (GLONASS)

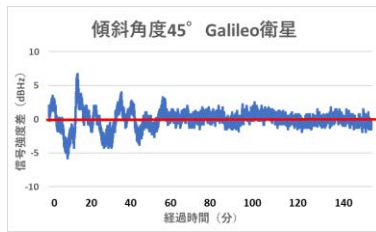


図-3 信号強度差の分布 (Galileo)

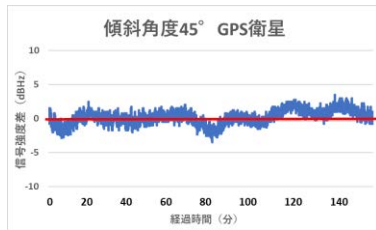


図-4 信号強度差の分布 (GPS)

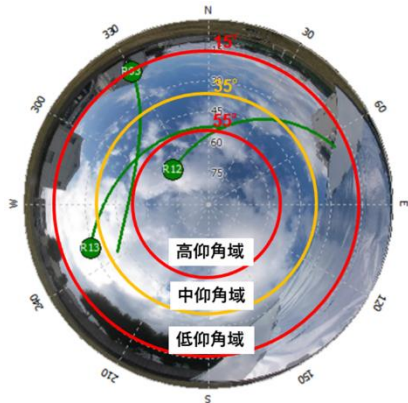


図-5 衛星分布図 (R : GLONASS)

一方、GLONASS 衛星は 0 以下で推移しており、信号強度は一貫して木材板の方が高くなっていた。このように、材質の影響は衛星種類によって異なっていた。

続いて衛星位置による影響度を調べるため、仰角ごとに信号強度差をみていく。一例としてボードの傾斜角度 45° とした時の GLONASS 衛星での検証結果を示す。図-5 は低中高の各仰角角度における衛星 3 機の分布を示した天空図であり、図-6 から図-8 は信号強度差のグラフである。低仰角及び中仰角では一貫して信号強度差が 0 以下で木材板が高い強度となっている一方、高仰角では信号強度差が 0 以上となっていて差も大きくアルミ板の強度が高い。なお、傾斜角度が 45° であることから、高仰角で木材板の方が材質反射を起こして信号強度が減衰しやすくなるのは、衛星電波が

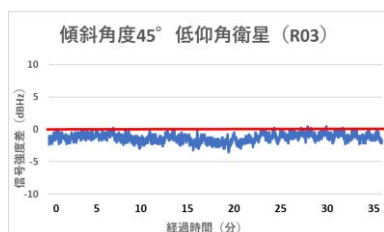


図-6 信号強度差 (低仰角)

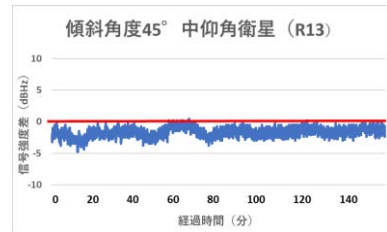


図-7 信号強度差 (中仰角)

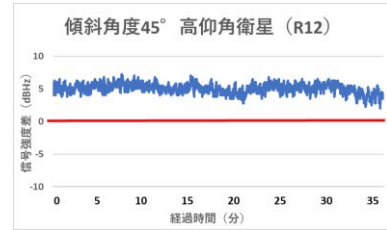


図-8 信号強度差 (高仰角)

材質板に対しほぼ直角に入射している場合となる。

全実験での信号強度差の平均値を表-1 にまとめた。

表-1 信号強度差の平均値

仰角角度	低	中	高
傾斜角度 45°			
GLONASS	-1.73	-1.39	2.58
Galileo	0.03	0.16	0.94
GPS	-0.25	0.21	0.28
傾斜角度 90°			
GLONASS	-1.21	-	0.08
Galileo	-0.13	-	1.32
GPS	0.05	-	-0.17

傾斜角度 45° では信号強度差の仰角による違いは GLONASS 衛星で最も顕著であった。一方で GPS 衛星は仰角による違いが小さい。傾斜角度 90° では仰角での信号強度差は衛星によらず小さくなっていた。

5. まとめ

本研究ではマルチパスの発生による信号強度の減衰傾向と建物材質の関係性を検証し、アルミ板と木材板とでは減衰傾向に違いがみられることを確認した。特に傾斜角度 45° における GLONASS 衛星において違いが顕著にみられ、様々な建物が乱立する都市部では今後、建物材質まで考慮した衛星選択及び運用が必要となってくると考えられる。また、解析により信号強度の減衰には衛星電波の入射角度が影響している可能性があることがわかった。より詳細な検証に向け、材質板と入射角度との関係性についても考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土地理院：「屋外 3 次元空間における高精度衛星測位の適用範囲拡大のための技術開発」,
<<https://www.gsi.go.jp/common/000206802.pdf>>
, (入手日付：2021.12.31)