

F1-10

街路周辺の建物材質に着目した信号強度とマルチパス誤差の比較検証

Comparative Verification of Signal Strength and Multipath Error Focusing on Building Materials around Streets

○大手駿平¹, 佐田達典², 江守央²Shunpei Ote¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: In recent years, RTK technology by Global Navigation Satellite System (GNSS) has greatly related to various research industries. However, the positioning accuracy is degraded by multipath in shield environments. The degree of degradation may vary depending on the type of building. This study focusing on the surface material of the building, examined the difference in the effect of multipath by two types of materials, glass and galvanized iron. As a result, the signal strength and multipath error were the lowest for GPS with glass shielding and for Galileo with galvanized iron shielding.

1. はじめに

近年、自動車分野や土木分野をはじめとした数多くの産業において衛星通信技術が使用されており、GNSS（全球測位衛星システム）を用いた高度な位置情報の取得が必要となってきた。しかし、各種の衛星測位システムはそれぞれ特性が異なっている。また、現状として GNSS 測位は、遮蔽物環境下では測位精度が大きく低下し、取得する位置情報に誤差が生じることがわかっており、建物が密集する都市部での測位では場所により精度に違いがみられることもある^[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数多い。そこで本研究では、発生するマルチパスと建物の表面材質との関係性を明らかにするため、材質の違いによる信号強度とマルチパス誤差の変化とその傾向を衛星の種類ごとに検証していくことを目的としている。

2. 実験概要

本研究では 2021 年 7 月 13 日にて日本大学理工学部船橋キャンパス構内で同じ時間帯に得られたデータを用いる。受信機は Trimble 社製の NetR9 受信機を使用し、データ取得間隔は 1 秒とした。衛星電波が反射する建物材質はガラス、トタンの 2 種類とし、それぞれの測位状況を **Figure 1.** に示す。各建物高と受信機までの距離は、ガラス遮蔽が高さ 12.2m, 距離 4m, トタン遮蔽は高さ 16.8m, 距離 5.5m である。双方の相対距離

は等しく、建物の向きはいずれも東方向である。

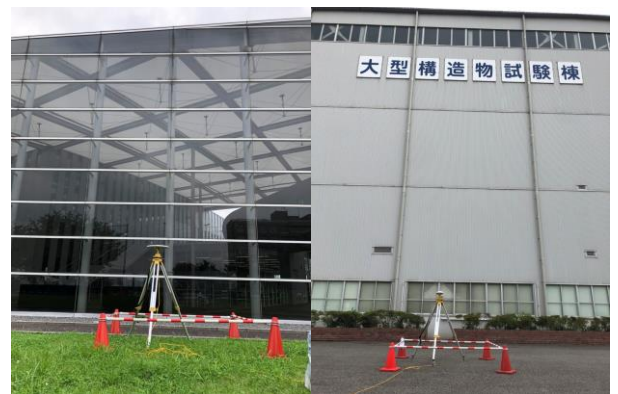


Figure 1. Experimental scenery

Left : Glass shielding, Right : Galvanized iron shielding

3. 解析概要

解析には解析ソフト RTKLIB ver2.4.3 を用いた。使用する周波数帯は L1 に設定した。使用する衛星は GPS, GLONASS, Galileo の 3 種である。建物が東向きであることから東方向に仰角 15° から 30° に位置する衛星からの電波信号が建物に反射していると想定される。そのため、本研究では GPS19 番, GLONASS21 番, Galileo26 番衛星をそれぞれ解析に用いた。マルチパス誤差量は、ソフト内のアプリケーションである RTKPLOT より算出した。

4. 実験結果

Figure 2. から **Figure 4.** に材質ごと、衛星ごとの信号強度 (SNR: 信号対雑音比) を示す。以下 GPS は G, GLONASS は R, Galileo は E と表記する。時刻、相対距離が等しい条件の下、ガラスとトタンのいずれの場合においても信号強度は 45~50dBHz 付近を推移しており、時間推移による振幅の大きさもおおむね等しい。

1 : 日大理工・院 (前) ・交通 2 : 日大理工・教員・交通

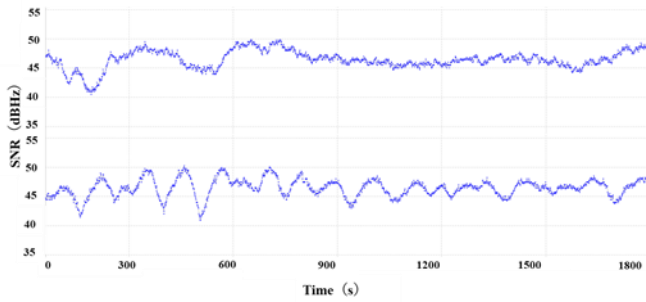


Figure 2. Signal Strength of G19
Above : Glass , Below : Galvanized iron

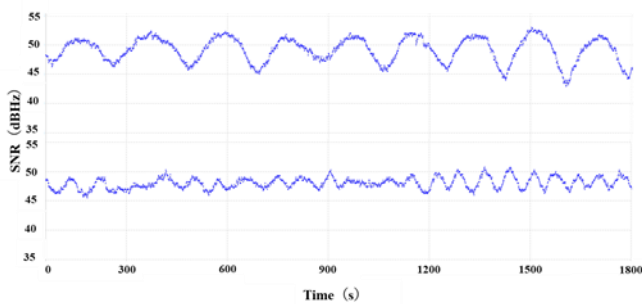


Figure 3. Signal Strength of R21
Above : Glass , Below : Galvanized iron

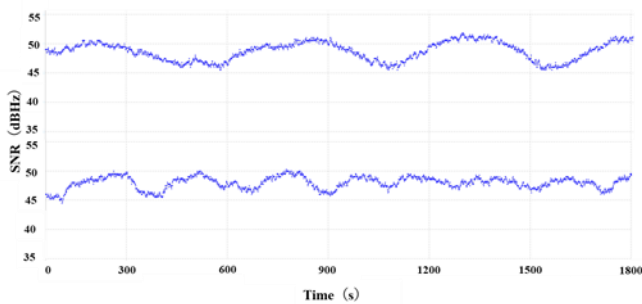


Figure 4. Signal Strength of E26
Above : Glass , Below : Galvanized iron

一方で波動の周期には違いがみられる。周期はガラスと比べてタンは2倍近く短くなっていた。衛星ごとの比較では、ガラスとタンともにR21, E26, G19の順に周波数が長くなっていた。G19は全体的に波形が崩れており、特にガラスにおいてはばらつきが少なくほぼ一定の信号を受信できている箇所もみられた。

Table 1. にマルチパス誤差の標準偏差, Figure 5. にマルチパス誤差の絶対値の平均値を示す。標準偏差は材質によらずR21の値が最も大きく、最も小さい値の約2倍であった。絶対値の平均値のグラフよりR21は材質によるマルチパス誤差の違いはほとんどみられず、総じて誤差が大きい。このようにG19とE26は材質によって誤差に違いがみられ、ガラスの場合はE26、タンの場合には、G19が最も誤差が小さくなった。

Table 1. Multipath Error of Standard Deviation

使用衛星	ガラス (m)	タン (m)
G19	0.495	0.656
R21	0.881	0.857
E26	0.784	0.482

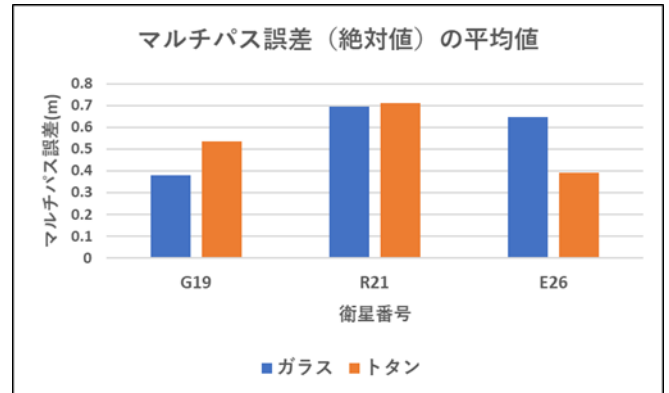


Figure 5. Multipath Error (Absolute Value) of Average

5. まとめ

本研究では、材質による信号強度とマルチパス誤差の変化を衛星の種類ごとに検証した。信号強度は本研究で検証した材質では、いずれの衛星においてもタンの方が周期が短かった。これはタンが金属で誘電物質であるため、電波信号が反射によるマルチパスの影響をより受けやすくなっていたことが一因として考えられる。マルチパス誤差はガラスはG19、タンはE26で最も誤差が小さくなり、材質によって影響を受けにくくなる衛星に違いがみられた。このことから、特に移動体測位において、今後マルチパスの影響を低減させるためには、遮蔽環境下では建物材質を考慮した衛星選択を行うことが必要となってくると考えられる。

6. 今後の課題

本研究では、対象とした建物材質が既存の建物であった。そのため、実験において材質の違い以外の外的要因が解析に影響している可能性は否めない。また、今後は別の建物材質でも解析を行って結果を比較し、発生するマルチパスの変化を検証していく必要がある。

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：2021.9.1) .