

山間部建設現場における衛星測位シミュレーション（その1） —ダム建設現場におけるレイトレース解析—

前田建設工業株式会社 正会員 ○工藤 新一 正会員 河野 浩之
 フジミコンサルタント株式会社 秤谷 嘉明
 株式会社構造計画研究所 正会員 江森 洋都 古川 玲
 吉敷 由起子

1. はじめに

山間部の建設現場においては、掘削の進捗に伴いGNSS衛星が捕捉しにくくなり、ICT土工が施工不能となる、もしくは掘削精度が悪くなるケースが確認されている。これらの問題を未然に防止するためには、施工時の衛星測位状況を高精度に予測し、GNSSの活用の問題が生じる要因を明らかにすることが重要である。

本稿では、山間部のダム建設現場を対象として衛星測位シミュレーションを実施し、衛星測位状況の実態調査と比較することで、衛星測位予測の精度向上における課題を分析した事例を紹介する。

2. 調査方法

調査は、RTK-GNSSを利用したマシンガイダンスによるICT施工を適用する岐阜県の内ヶ谷ダムで実施した。

2.1 衛星測位シミュレーション

比較的精度の高い衛星測位の予測ができる「レイトレース法による衛星測位シミュレーション（電波伝搬解析）」を適用した。周辺地形、掘削形状、現地の植生状況（木の高さ10mと仮定）を反映させた3Dモデルを作成し、実際の基準局、移動局の位置も考慮して、現地調査日時のRTK-GNSSの可否を予測した（図1）。

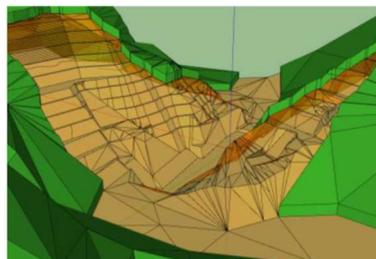


図1 3Dモデル

シミュレーションの判定条件として、基準局と移動局共通で補足可能かつ信号が高品質な衛星の数により判定した。受信した信号が $SNR \geq 38dB$ である衛星を信号が高品質な衛星とし、RTK-GNSSに最低限必要な6機以上であれば衛星測位OK、5機以下をNGと判定する

ようにした。

なお、ソフトウェアは、電離層誤差、対流圏誤差、マルチパス誤差の影響を考慮した測位精度および測位率をシミュレーションできるGPS-Studio¹⁾を使用した。

2.2 衛星測位状況の現地調査

現地では、シミュレーションの対象日に、①移動局・固定局で捕捉される衛星名と衛星数、②信号品質・SNR、③RTK-GNSS利用の可否、④測定位置からの見通し状況等の調査を実施した。調査状況および使用した機器を図2に示す。

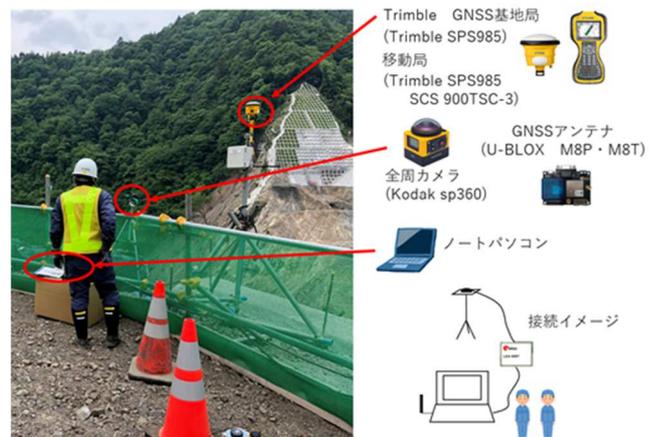


図2 調査状況および使用機器

3. 山間部現場におけるレイトレース解析の適用性

3.1 調査結果の概要

現地調査における固定局の位置および調査結果の一例を図3に示す。全般を通して、衛星測位シミュレーションでは数か所でNGとなっているが、実際の現地調査ではNGと予測された箇所も含め、ほとんどの箇所でGNSS衛星測位がOKという結果になった。

また、衛星測位がシミュレーションではNGで、現地調査においてOKとなった箇所は、掘削法面の切り出し部分や法面脇の樹木に近い場所に集中しているこ

キーワード ダム、衛星測位、GNSS、情報化施工、3Dモデル、レイトレース解析
 連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2
 前田建設工業（株） TEL 03-5276-5166

とが判った。



図3 シミュレーションと現地調査結果の比較例

3.2 シミュレーションと現地調査結果の相違に関する考察

図4にシミュレーションと現地調査に相違がなかった右岸A地点、図5に相違があった右岸B地点における使用衛星と全天球写真をそれぞれ示す。

右岸A地点においては、3Dモデル(図中オレンジ色線)と現地の地形がほぼ整合している。法際のシミュレーションで見通せていないが、現地においては品質が良く、利用可能となっている衛星が若干存在するが、概ねシミュレーションと現地調査の結果は整合しているといえる。

一方、右岸B地点において、シミュレーションに使用した3Dモデルと実際の地形を比較したところ、樹木の張り出しの程度が大きく異なっており、結果に大きな影響を及ぼしたと推測される。また、樹木付近の上空に位置する衛星の信号品質としてSNRを確認すると、樹木により衛星は見通せていないが高品質な信号を受信しているものや、構造物と空の境界付近で見通せているが信号の品質が悪いものがあることを確認した。これらが、衛星測位の予測精度に大きく影響しているものと考えられる。

以上より、シミュレーションと現地調査結果が整合しないデータについても、詳細に検証することで相違の原因が特定できるため、山間部においてGNSSを活用して施工する際には、事前にレイトレース解析によりGNSS衛星測位の状況を確認することが有効であると考えられる。また、今回の調査により、樹木なども含

めた解析モデルの精度が結果に大きな影響を及ぼすため、概略な調査だけではなく、ドローンや3Dレーザースキャナ等の計測を実施し、正確な地形や樹木の高さを把握することが重要であることが明らかとなった。

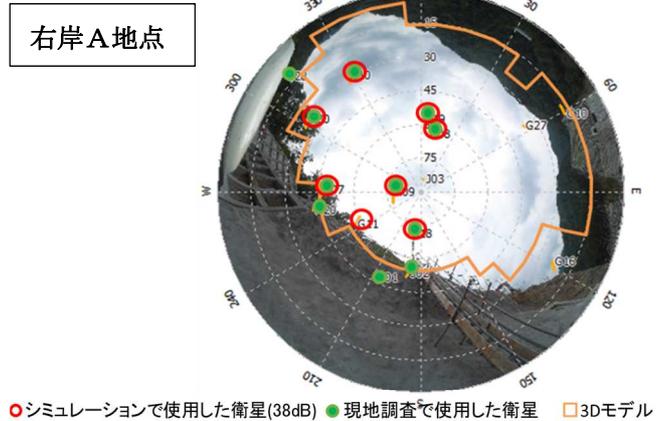


図4 シミュレーションと現地調査の相違①

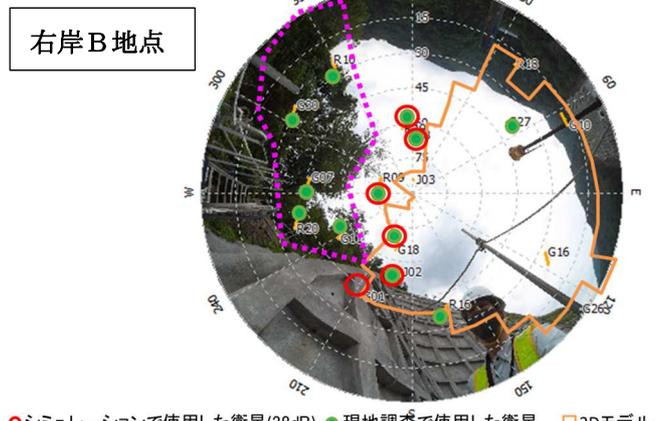


図5 シミュレーションと現地調査の相違②

4. おわりに

今回の調査より、山間部の建設現場におけるレイトレース解析の有効性が明らかとなった。しかし、レイトレース解析は、時刻ごとの衛星と受信機の位置から、地形による遮蔽、マルチパス伝搬などを考慮して計算する高度な方法であり、コスト、工期の負担が大きいことが課題である。今後は、建設現場において工程や施工条件が変更となった際にも、容易にGNSSの状況が把握・確認できるような仕組みが求められ、その構築が期待される。

最後に、本調査にご協力いただきました、岐阜県および現場作業所の関係者皆様に深く謝意を表します。

参考文献

1) GPS-Studio, <https://network.kke.co.jp/products/gps-studio/>