

GPS によるトンネル坑口斜面の変位計測と上空障害物の影響の除去

山口大学大学院 学生会員 ○中村 賢治 平川 隼敏
産業総合技術研究所 正会員 船津 貴弘
山口大学大学院 正会員 清水 則一

1. はじめに

トンネル掘削にともなう地山の安定性を評価・監視するため、現場計測は重要である。特に、トンネル坑口付近は土被りが浅く、地山も脆弱であることが多く、動態監視をすることによって、トンネルの掘削の影響を把握することは施工管理上重要である。

筆者らは、GPS を利用して地盤の三次元変位を連続的に、しかも、高精度に計測することが可能な計測システムを開発し、さらに、人工衛星からの電波の障害となる上空障害物が存在する環境でも、従来に比べて数倍の精度向上を図れる方法を検討している¹⁾。本研究では、上空障害物の影響を除去する方法を、トンネル坑口地山変位の連続計測に適用した計測事例を示す。

2. 計測点における上空視界の状況

トンネル坑口斜面に計測点を設置し、計測点から約 100m 離れた位置に基準点を設置した。計測点における上空視界の状況を図-1 に示す。図-1 は、計測点の上空を魚眼レンズで撮影したもので、南側を除く範囲において、樹木(上空障害物)が計測点の上空視界を遮っていることがわかる。なお、トンネル掘進方向を Y 軸、トンネル掘進直角方向を X 軸として、図-1 に示併せて示す(鉛直方向は H 軸とする)。坑口斜面の地表面変位を三次元的に、一時間毎に 24 時間連続計測した。

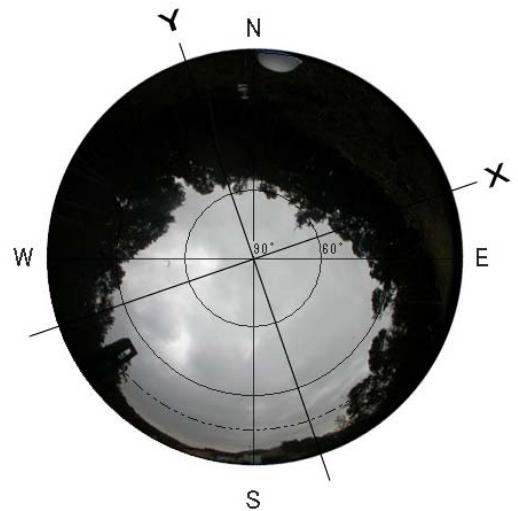


図-1 計測点における上空視界の状況

3. GPS による地表面変位の三次元計測結果

3.1. 上空障害物の影響を含む三次元計測結果

人工衛星の軌道を上空写真に重ねて図-2 に示す。同図から南西～北西および南東～北東において、上空障害物と衛星軌道が重なっていることがわかる。図-3 にこの地点の地表面変位の三次元計測結果を示す。計測期間は 2007 年 3 月から 2007 年 11 月の約 8 ヶ月である。○が計測値、赤い実線は計測値の平滑化結果である。図-3 に示すように、計測期間を通じて、計測値が大きくばらついている。これは、衛星からの電波が上空障害物の影響を受けて、電波の位相を正しく計測できず、変位計測値に大きな誤差を生む結果となったと考えられる。

3.2. マスク処理を適用した三次元計測結果

上空障害物によって上空視界が遮られる範囲を指定し、その範囲を横切る衛星の電波(データ)を使用しないで、GPS の基線解析を行う。このような処理を「マスク処理と呼ぶ」こととする。当該計測点に対するマスクの設定を図-4 に示し、マスク処理を適用した地表面変位の三次元計測結果を図-5 に示す。図-5 から、マスク処理を行っていない三次元計測結果(図-3 参照)と比べ、いずれの軸方向変位においても計測値のばらつきが大幅に小さくなることがわかる。特に高さ方向の変位(H 軸方向)は、劇的に改善されている。表-1 に各軸方向における変位の標準偏差を示す。同表から標準偏差は、X 軸方向では 6.4mm から 1.6mm、Y 軸方向では 11.3mm から 3.3mm、H 軸方向では 22.5mm から 6.5mm とすべての方向に対して 30%以下に低減された。

4. まとめ

(1) 計測点上空に障害物がある場合でも、マスク処理によって GPS 変位計測精度は大きく改善される。

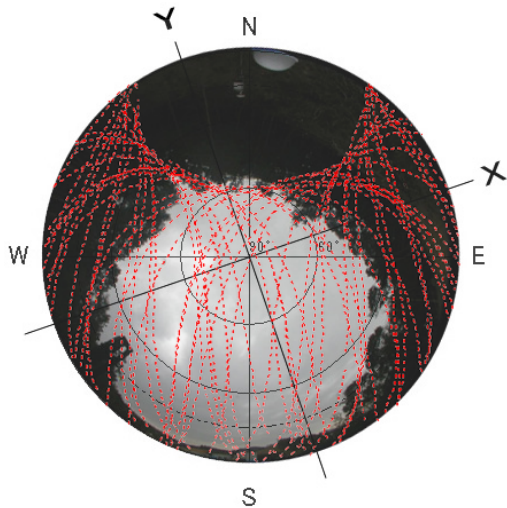


図-2 上空写真と衛星軌道

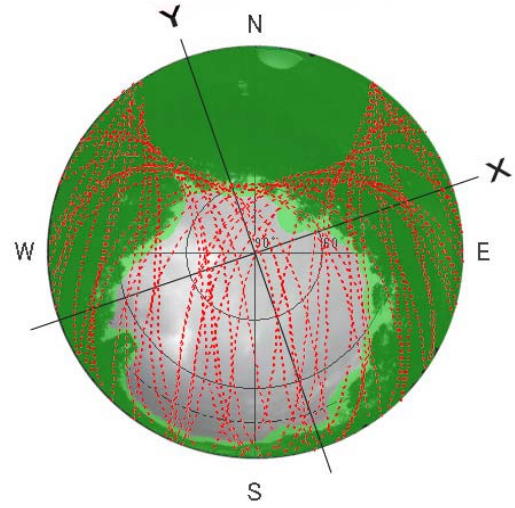


図-4 マスク設定図と衛星軌道

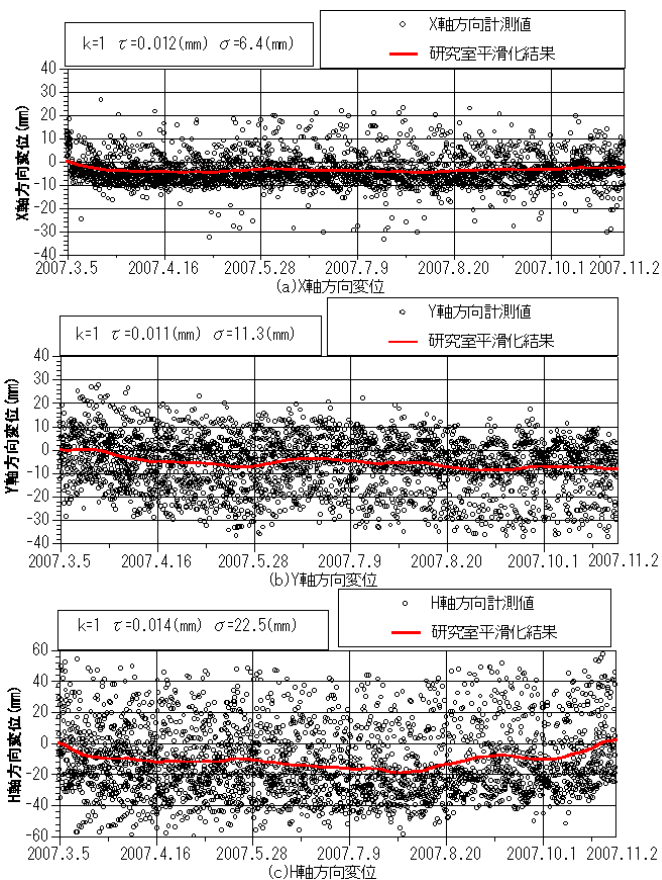


図-3 計測結果

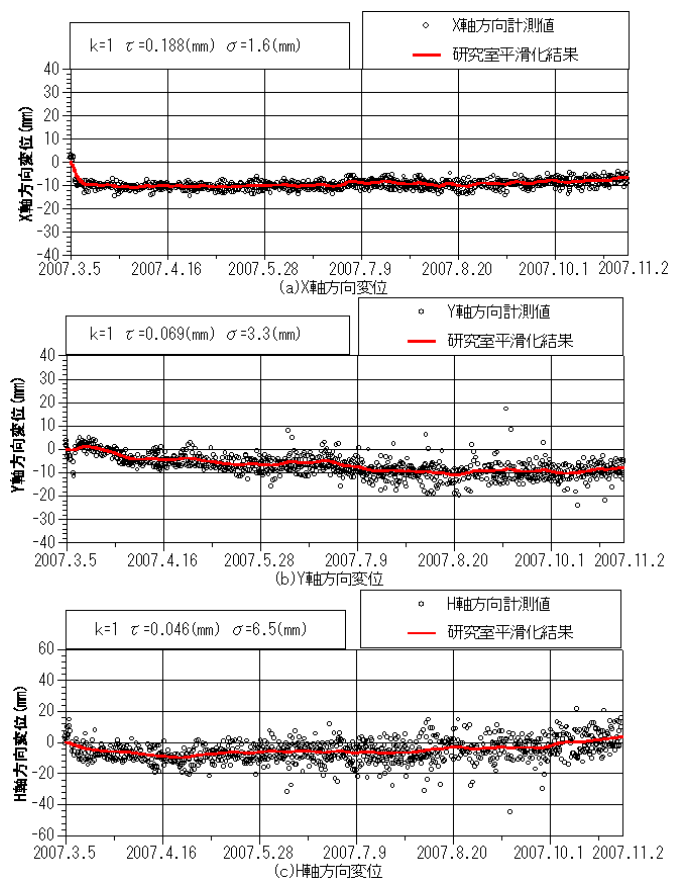


図-5 マスク処理適用結果

(2) トンネル坑口のように上空視界の狭い環境においても、GPS によって精度よく 3 次元変位を計測できることが示された。

参考文献

- 1) 平川隼敏, 田村尚之, 清水則一, 船津貴弘, 増成友宏: GPS変位計測における上空障害物の影響調査と精度改善手法の検討(その3), 2007年土木学会年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)

表-1 マスク処理有無による標準偏差の比較

方向	処理なし (図-3)	処理あり (図-5)	処理あり
			処理なし
X 軸方向 (mm)	6.4	1.6	0.25
Y 軸方向 (mm)	11.3	3.3	0.29
H 軸方向 (mm)	22.5	6.5	0.29