

RTK-GNSS を用いた地震後係留施設の使用可否判断支援ツールの計測精度の検証

港湾空港技術研究所
関東地方整備局

正会員 ○伊藤 広高 正会員 小濱 英司
非会員 遠藤 正洋 非会員 黒木 真也

1. はじめに

係留施設は、地震後に船舶による緊急物資等の輸送や救援活動などに使用されるため、地震後には係留施設の使用可否判断を行う必要がある。当研究所では、RTK-GNSS を用いて地震直後でも計測可能な係留施設の天端残留水平変位から係留施設の各部材の損傷程度を簡易的に推定できるツールの開発を行っている¹⁾。RTK-GNSS は、位置情報が既知の点（基準局）と測定したい点（計測点）のそれぞれに GNSS 受信機を設置し、基準局で観測された位相データを無線等で計測点へ送信し、計測点の観測データと合わせて位置をリアルタイム解析により誤差が水平で 2cm 程度の高精度の測定が可能である。

大地震時においては、広域の地殻変動や護岸移動および液状化等による局所的な地盤移動が生じる可能性があり、係留施設の損傷に係する地震時変位量の測定においては、測定の基準となる点の設定に注意が必要である。そこで、RTK 測位において基準局を係留施設の変形や液状化等の地盤の局所的な変位の影響がない位置に設置する。さらに、地殻変動量が計測点と基準局で同じと仮定し、地震前と同じ基準局座標を設定して、計測点座標を測定する。これと地震前に RTK 測位で測定された計測点座標との差分により、地殻変動量を取り除いた、係留施設の変形による変位量を取得することが考えられている²⁾（図 1）。

しかし、地殻変動により移動した基準局の実際の座標が入力された地震前の座標と大きく異なる場合、RTK 測位で測定された計測点座標が地殻変動量を差し引いた値と異なる可能性があり、その精度は不明である。そこで本研究では、地殻変動を模擬した状態で RTK 測位を行い、座標計測精度の検証を行った。

2. 計測精度の検証方法

地殻変動の再現は難しいため、本検証では基準局の入力座標を変えることで再現した。基準局は、RC 造 3 階建の屋上に設置した。計測点は基準局から約 10m 離れた屋上内に設定した。基準局座標の X 座標または Z 座標について、事前に実施したスタティック観測の結果である真値から 1.0m～200m 加算して入力した 7 ケースを設定し、RTK 測位を行った。測定された計測点の座標値（測定値）について、基準局座標の変更前に RTK 測位した計測点座標値（真値）に基準局座標の変更分を加えた座標値（想定値）と比較し、計測精度検証を行った。使用した GNSS の使用を表 1 に示す。

3. 検証結果

X 座標の入力値を加算した場合の計測結果を表 2、Z 座標の入力値を加算した場合の計測結果を表 3 に

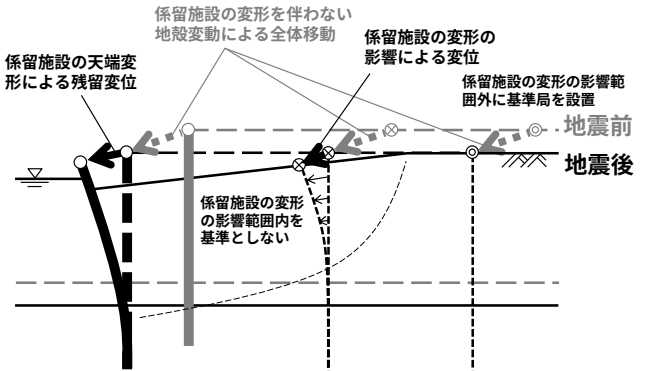


図 1 RTK-GNSS による係留施設の変形による変位量測定の概要

表 1 GNSS の仕様

GNSS	メーカー：Spectra Precision 製品名：SP60
測位性能 (RTK 測位時)	水平：8mm+1.0 μm/m 高さ：15mm+1.0 μm/m
寸法、重量	寸法：210mm×210mm×70mm 重量：0.93kg (GNSS 本体のみ)

キーワード RTK-GNSS、残留水平変位、RTK 測位、計測精度

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
地震防災研究領域 耐震構造研究グループ TEL：046-844-5058

示す。計測点の真値及び測定値ともに RTK 測位結果であるため、それぞれ**表 1**の測位性能範囲内の誤差があると考え、その 2 倍（水平 16mm、鉛直 30mm）程度までは計測精度に影響がないと判断することとした。X 座標ではケース 4（20m 加算）までは通常の RTK 測位の精度範囲の誤差であり、ケース 5（50m 加算）において鉛直誤差が 53mm とやや大きくなった。Z 座標ではケース 5（50m 加算）までは通常の RTK 測位の精度範囲の誤差であった。また X、Z 座標ともにケース 6（100m 加算）では誤差がやや大きいものの計測は可能であったが、ケース 7（200m 加算）では計測できない場合が発生した。

4. おわりに

地殻変動を模擬した RTK 測位の計測精度の検証の結果、20m 程度までの基準点移動であれば計測精度に問題なく残留水平変位を計測することができることが分かった。この値は東北地方太平洋沖地震時の

地殻変動の最大値約 5m³)を大きく超える値であるので、地震直後の係留施設の残留水平変位の計測への使用にあたっては問題ないといえる。本システムでは、係留施設の残留水平変位は係留施設の各部材の損傷程度を簡易推定に使用しているため、残留水平変位の計測精度は係留施設の使用可否の判断に重要な影響を与える。

参考文献

1) 伊藤広高, 小濱英司: RTK-GNSS を用いた地震後の係留施設の変位量計測・安定性評価支援システムの開発, 港湾空港技術研究所資料, No.1370, 2020
2) 小濱英司、菅野高弘: RTK-GPS を用いた地震後岸壁変形量計測ツールの開発、地盤工学会誌、Vol63(1)、34-35、2015
3) 平成 23 年 3 月の地殻変動について:国土地理院, 2011

表 2 X 座標の入力値を加算した場合の計測結果

	計測点座標			
		X	Y	Z
ケース1 (1.0m加算 した場合)	真値	-58585.136m	-17545.538m	13.833m
	想定値	-58584.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58584.136m	-17545.536m	13.843m
	真値と測定値の差	1.000m	0.002m	0.010m
	誤差	0.000m	0.002m	0.010m
ケース2 (5.0m加算 した場合)	想定値	-58580.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58580.131m	-17545.537m	13.851m
	真値と測定値の差	5.005m	0.001m	0.018m
	誤差	0.005m	0.001m	0.018m
ケース3 (10m加算 した場合)	想定値	-58575.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58575.137m	-17545.539m	13.836m
	真値と測定値の差	9.999m	-0.001m	0.003m
	誤差	-0.001m	-0.001m	0.003m
ケース4 (20m加算 した場合)	想定値	-58565.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58565.137m	-17545.540m	13.843m
	真値と測定値の差	19.999m	-0.002m	0.010m
	誤差	-0.001m	-0.002m	0.010m
ケース5 (50m加算 した場合)	想定値	-58535.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58535.137m	-17545.548m	13.886m
	真値と測定値の差	49.999m	-0.010m	0.053m
	誤差	-0.001m	-0.010m	0.053m
ケース6 (100m加算 した場合)	想定値	-58485.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	-58485.513m	-17545.559m	13.921m
	真値と測定値の差	99.623m	-0.021m	0.088m
	誤差	-0.377m	-0.021m	0.088m
ケース7 (200m加算 した場合)	想定値	-58385.136m	-17545.538m	13.833m
	測定値	計測不可	計測不可	計測不可
	真値と測定値の差	-	-	-
	誤差	-	-	-

※太字：測位性能の 2 倍を超えるもの

表 3 Z 座標の入力値を加算した場合の計測結果

	計測点座標			
		X	Y	Z
ケース1 (1.0m加算 した場合)	真値	-58585.136m	-17545.538m	13.833m
	想定値	-58585.136m	-17545.538m	14.833m
	測定値	-58585.141m	-17545.534m	14.838m
	真値と測定値の差	-0.005m	0.004m	1.005m
	誤差	-0.005m	0.004m	0.005m
ケース2 (5.0m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	18.833m
	測定値	-58585.135m	-17545.536m	18.841m
	真値と測定値の差	0.001m	0.002m	5.008m
	誤差	0.001m	0.002m	0.008m
ケース3 (10m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	23.833m
	測定値	-58585.143m	-17545.531m	23.837m
	真値と測定値の差	-0.007m	0.007m	10.004m
	誤差	-0.007m	0.007m	0.004m
ケース4 (20m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	33.833m
	測定値	-58585.137m	-17545.535m	33.855m
	真値と測定値の差	-0.001m	0.003m	20.022m
	誤差	-0.001m	0.003m	0.022m
ケース5 (50m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	63.833m
	測定値	-58585.142m	-17545.525m	63.838m
	真値と測定値の差	-0.006m	0.013m	50.005m
	誤差	-0.006m	0.013m	0.005m
ケース6 (100m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	113.833m
	測定値	-58585.163m	-17545.506m	113.821m
	真値と測定値の差	-0.027m	0.032m	99.988m
	誤差	-0.027m	0.032m	-0.012m
ケース7 (200m加算 した場合)	想定値	-58585.136m	-17545.538m	213.833m
	測定値	-58585.245m	-17545.423m	213.849m
	真値と測定値の差	-0.109m	0.115m	200.016m
	誤差	-0.109m	0.115m	0.016m