

VI-354

観測鋺を用いた新三次元土木計測システムの測定精度

パスコ 正会員 大山 真一

日本鉄道建設公団 正会員 米澤 豊司

同上 正会員 北川 修三

日本鉄道建設公団 正会員 新山 純一

同上 井上 好一

はじめに

本文は、文献 1)の計測理論に基づいた各種観測条件下での試験結果から測定精度を分析し、本システムの有効性を検証したので報告する。

1 試験概要

試験で用いた観測鋺は、図-1 に示すように一辺が 100mm の正四面体を構成した測点 (P1~P4) と、頂点 (P4) を共有し底面の正三角形の一辺が 50mm とする非正四面体を構成する測点 (P5~P7) の計 7 点が刻印されている。観測鋺上の各測点間距離は、 $-10/100 \sim +15/100\text{mm}$ の精度で刻印されており、刻印線の太さは $0.25 \sim 0.35\text{mm}$ である。正四面体の構成測点を観測する場合を基準のケースの Case1 とし、観測鋺の大きさが測定精度に与える影響を検討するために非正四面体の構成測点を観測する場合を Case2 とする。試験で用いたトランシットは、1 秒読みのデジタルトランシットである。

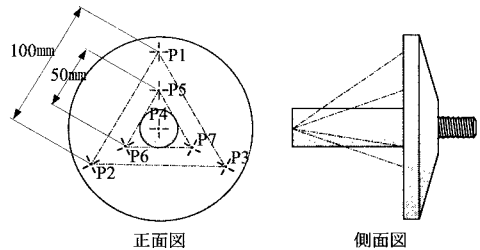


図-1 観測鋺（試験用）

試験場所は、青函トンネル北海道方の吉岡海底駅付近にある内空 10.8m（スプリングライン）の横取り基地である。観測鋺は、スプリングラインよりやや上方の任意の位置に取り付けた。試験観測は、トンネルの中央付近にトランシットを据付けて観測鋺の各測点（7 点）を視準して水平角と鉛直角をオンラインでパソコンに取り込んだ。各種観測条件下での測定精度の影響を検討するために、トランシット位置・観測対回数・観測者などを変えて実施した。

具体的な精度の検討は、観測鋺の正四面体および非正四面体の各辺長の理論値と試験値との比較およびバラツキである。なお、参考のために測定精度の高い従来²⁾のシステムによる観測と同時に行っている。

2 試験結果

半対回または半対回に相当する観測による各測点間辺長の試験結果を図-2~4 および表-1~3 に示した。図-2 は Case1 の観測（データ数： $n=41$ ）によって得られた各辺長の理論値に対する差を表し、表-1 は観測によって得られた各辺長の平均値と理論値との差および平均値に対する標準偏差を表している。同様に、図-3、表-2 は Case2 ($n=50$) の結果を表し、図-4、表-3 は Case1 と Case2 を合わせた ($n=91$) 結果を表している。これらの結果から次のことが言える。①試験観測データの平均値と標準偏差から $\pm 2\text{mm}$ 以内の精度が実現できた。②正四面体 (Case1) に比べ、非正四面体 (Case2) を構成している観測点のデータが精度的に良い。③各データ解析ごとに見られる特徴は、P4~P3 または P4~P7 の辺長が大きく変動している。

③の辺長の問題については、現在検証中であるが、これが解決されれば $\pm 0.5\text{mm}$ 程度の精度の確保が可能となる。さらに測定精度に与える観測条件の変化とその要因の分析とともに、精度を向上させるための最適な計測条件および適用条件を明確に行くため、現在データ整理・解析等により検討中である。

三次元計測システム，測量，変位測定，トンネル

〒1538555 東京都目黒区東山 2-13-5 TEL03-3715-1626 FAX03-3715-5171

〒1000014 東京都千代田区永田町 2-14-2 (山王グランドビル 6 F) TEL03-3506-1861 FAX03-3506-1891

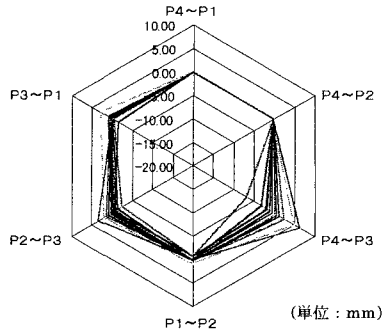


図-2 Case1（正四面体）の各辺長の理論値との差

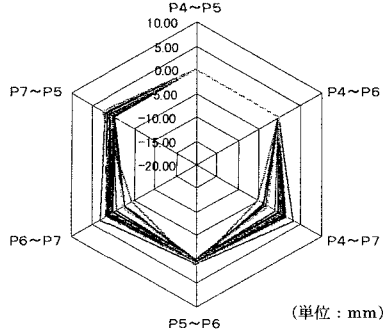


図-3 Case2（非正四面体）の各辺長の理論値との差

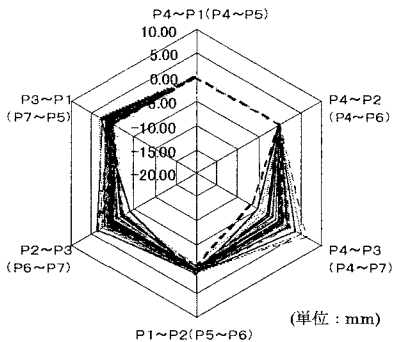


図-4 Case1+Case2 の各辺長の理論値との差

表-1 Case1 の各辺長の平均値と標準偏差

辺長名	理論値 (mm)	理論値と平均 値の差 (mm)	標準偏差 (mm)
P4~P1	100.00	0.00	0.00
P4~P2	100.00	0.00	0.00
P4~P3	100.00	0.24	2.01
P1~P2	100.00	0.13	0.24
P2~P3	100.00	0.14	0.91
P3~P1	100.00	0.31	0.52

表-2 Case2 の各辺長の平均値と標準偏差

辺長名	理論値 (mm)	理論値と平均 値の差 (mm)	標準偏差 (mm)
P4~P5	86.60	0.00	0.00
P4~P6	86.60	0.00	0.01
P4~P7	86.60	0.13	1.58
P5~P6	50.00	0.23	0.34
P6~P7	50.00	0.13	1.35
P7~P5	50.00	0.47	0.63

表-3 Case1+Case2 の各辺長の平均値と標準偏差

辺長名	理論値 (mm)	理論値と平均 値の差 (mm)	標準偏差 (mm)
P4~P1 (P4~P5)	100.00 (86.60)	0.00	0.00
P4~P2 (P4~P6)	100.00 (86.60)	0.00	0.01
P4~P3 (P4~P7)	100.00 (86.60)	0.18	1.78
P1~P2 (P5~P6)	100.00 (50.00)	0.18	0.30
P2~P3 (P6~P7)	100.00 (50.00)	0.13	1.16
P3~P1 (P7~P5)	100.00 (50.00)	0.40	0.59

3 まとめ

今回の試験結果から、測定精度は $\pm 2\text{mm}$ 以内に期待できるシステムであることが判明した。また、今後のデータ分析等により測定精度向上の可能性が期待できるものと考えられる。一方、本システムは、トランシット1台による角度だけの測定のため測定の省力化が図れることや、光波測距儀とトランシットを組合せた計測システムのように反射シートやミラーを使用しないので測点の維持管理が容易であること等からも、三次元計測の新しい計測方法として有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 三島・米澤・北川・坂井・小幡：観測値を用いた新三次元土木計測システムの計測理論，土木学会第 53 回年次学術講演会，1998.10.
- 2) 下河内・登坂・三島：三次元計測システムによるトンネル内空断面測定，トンネルと地下，Vol-19，pp.39-44，1988.11.