

지적재조사 측량에 적용을 위한 반사시트 타깃 토탈스테이션 측량의 정확도 평가

Accuracy Evaluation of Reflective Sheet Target Total Station for Applying in Cadastral Resurvey

박기헌* · 홍성언**

Park, Ki Heon · Hong, Sung Eon

요 旨

본 연구에서는 건축물의 구조적 다양성에 따른 토탈스테이션 측량과 GPS 측량의 어려움을 보완하고, 무 프리즘 토탈스테이션 측량의 건물 재질에 따른 오차 문제를 보완할 수 있는 측량으로 반사시트 토탈스테이션 방법을 이용한 건축물 경계 측량의 정확도를 분석하여 지적재조사 측량에서의 활용가능성을 평가하고자 한다. 반사시트 타깃을 거리에 따른 반사각도별로 실험한 결과, 반사각도가 90°에서는 RMSE가 1.2mm에서 2.8mm로, 60°에서는 2.2mm에서 4.0mm로, 30°에서는 2.5mm에서 4.4mm로 분석되었다. 그리고 실제 건축물의 경계측량을 실험 해본 결과 기존 프리즘과 반사시트 타깃과의 오차는 X축의 RMSE가 0.043m, Y축의 RMSE가 0.038m로 나타났다. 이러한 오차의 발생 원인은 프리즘 소자 봉치를 건축물의 모서리에 정확히 부착하지 못하는데서 일어나는 오차로 판단된다. 따라서 지적재조사 측량에서 건축물의 경계를 측정할 때 반사시트 타깃을 동시에 활용한다면 건축물의 구조적 문제로 인한 시준의 한계 및 오차 발생에 있어서 상당한 도움이 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 프리즘, 반사시트, 토탈스테이션

Abstract

In this research, we would try to evaluate the applicability in cadastral resurvey surveying by analysing the accuracy of building boundary surveying using the reflective sheet total station surveying. When we analyse it, we refer the reflective sheet which can supplement not only the difficulties of total station surveying and GPS surveying caused by the diversity of the building structure but also the errors of non prism total station caused by material of the object. Each reflected angles 90° and 60°, 30° of RMSE results were analyzed by RMSE between 1.2mm~2.8mm and 2.2mm~4.0mm, 2.5mm~4.4mm for each distance. The result of X RMSE was analyzed to be 0.043m in a boundary surveying for existing building between prism surveying and reflective sheet surveying, and also Y RMSE was 0.038m. The source of error is estimated that the body of the prism can not be exactly attached to the edge of a building. Therefore, it will be very helpful to use a reflective sheet surveying with a prism in both the limit of collimation and error reductions as a building boundary measurement in cadastral resurvey surveying.

Keywords : Prism, Reflective Sheet, Total Station

1. 서 론

현재 우리나라에서는 전국토의 일률적인 측량 성과 등록과 토지정보로서의 가치를 확립하기 위해 2012년 지적재조사에 관한 특별법이 시행되어(2030년까지) 2014년 현재 지적재조사사업이 활발히 진행되고 있다.

지적재조사 측량에 있어서 주된 측량 방법은 토탈스테이션(전자평판)과 GPS 측량 방법을 병행해서 사용하고 있다. 그리고 지적재조사사업에서 필지내 존재하는 건축물 측량은 가장 중요한 부분이라고 하여도 과언이 아닐 것이다. 그럼에도 불구하고 시설물의 형상이나 접근

Received: 2014.10.19, accepted: 2014.11.04

* 정희원 · 대구미래대학교 토지정보과 조교수(Member, Assistant Professor, Dept. of Land Information, Daegu, Future College, khpark@dmc.ac.kr)

** 교신저자 · 정희원 · 청주대학교 지적학과 조교수(Corresponding author, Member, Assistant Professor, Dept. of Land Management, Cheongju, University, hongsu2005@cju.ac.kr)

하기 곤란한 시설물의 측량에 있어서 기존의 프리즘 토털스테이션 측량 방법이나 RTK-GPS 측량은 한계가 있다는 것이 사실이다.

현행 지적재조사측량규정에 따른 경계설정의 기준에 의하면 건축물의 처마끝선과 건축물의 외벽선 등 기존의 반사 프리즘과 RTK-GPS 수신기를 거치하기에 어려움이 있는 위치가 많이 존재하고 있다. Jeong and Kim(2005), Jeong(2006), Park and Um(2008)은 기존의 반사 프리즘을 이용한 토털스테이션 측량에서 소자 위치를 바닥과 건축물의 모서리 부분에 밀착하지 못하여 발생하는 건축물 경계 측량의 오차에 대해 문제점을 제시하였다. Park et al., (2013)은 건축물의 구조적 복잡성과 위성신호의 단절에 따른 지적재조사측량에서의 Network RTK 측량 방법의 문제점을 제시하고 토털스테이션 측량의 단일화와 Network RTK 측량의 겸사측량에 활용하는 방법을 제시하였다.

또한 이러한 문제를 보완할 수 있으며 3차원위치를 결정할 수 있는 무 프리즘 토털스테이션이 등장하여 도로, 공항, 항만 등의 토목분야 뿐 아니라 구조물변위, 계측 등의 건축분야에 그 활용이 증대되고 있다. 그러나 무 프리즘 토털스테이션 측량의 선행연구를 분석해 본 결과 대상물의 재료와 색상에 따른 정확도의 영향은 없는 것으로 나타났으나, 반사각도가 예각으로 갈수록 정확도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Seo(2006), Park et al., (2003)은 무 프리즘 토털스테이션을 이용한 시설물 측량에서 반사 대상물의 재질이나 색상에 영향을 받지 않고 매우 양호한 값으로 분석되었으나, 레이저빔이 타겟에서 90°로 정확하게 입사했을 때 정확한 결과를 얻었지만, 예각으로 갈수록 실제보다 거리가 짧거나 RMSE가 높게 나타났다고 연구결과를 공통적으로 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 건축물의 구조적 다양성에 따른 토털스테이션 측량과 GPS 측량의 어려움을 보완하고 무 프리즘 토털스테이션 측량의 반사각 예각으로 인한 오차 문제를 보완할 수 있는 반사시트 토털스테이션 방법을 이용한 건축물 경계 측량의 정확도를 분석하여 지적재조사 측량에서의 활용가능성을 제시하고자 한다.

2. 반사시트 타겟의 원리

빛의 속성에는 투과(transmission), 반사(reflection), 흡수(absorption)의 세가지 특징이 있다. 이 중 반사란 빛이 어느 물체에 비추어졌을 때 물체의 내부에는 아무런 영향을 주지 않고 그 표면으로부터 빛이 되돌아오는 현상을 말한다. 이러한 반사는 정반사(mirror reflection),

난반사(diffuse reflection), 재귀반사(retro reflection)으로 구분할 수 있다(3M, <http://www.3m.com>).

정반사는 거울반사라고도 하며 매끈한 면을 경계로 빛이 일정하게 반사되는 현상으로서 물체의 표면에 30도 각도로 빛을 비추었다면 그 빛은 150도 각도로 반사하게 된다. 물체의 정면에서 빛을 비출 때만 광원으로 빛이 되돌아오게 된다. 난반사는 울퉁불퉁한 거친 면을 경계로 빛이 여러 방향으로 흩어져서 반사되는 현상을 말한다. 빛이 여러 방향으로 흩어져서 광원으로 돌아오는 빛의 양이 매우 적어 물체를 식별하기 어렵게 된다. 끝으로 측량용 반사시트 타겟으로 응용되는 재귀반사는 광원으로부터 온 빛이 물체의 표면에서 반사되어 다시 광원으로 돌아가는 반사를 말한다. 어떠한 각도로 재귀반사 소재에 빛을 비추어도 그 광원의 방향을 빛을 반사한다. 이러한 재귀반사 소재는 도로 표지나 안전소재로 다양하게 사용 된다.

재귀반사의 원리를 이용하는 재귀반사시트는 크게 유리구슬을 이용하는 형태(glass bead type)와 마이크로프리즘을 이용하는 형태(microprismatic type)로 분류된다. 유리구슬에 의한 재귀반사 원리는 미세한 유리구슬을 원단이나 필름 위에 균일하게 도포하여 입사광을 광원의 방향으로 똑바로 되돌리는 원리다. 특히 재귀반사 성능을 향상시키기 위해 유리구슬의 뒷면에 특수 코팅 처리를 하여 반사 성능을 향상시킨다. 각각의 유리구슬 표면에 입사된 빛은 구슬 뒷면에서 굴절된 후 빛이 들어 온 방향과 같은 방향으로 반사되어 나간다(Lim et al., 2011). 마이크로프리즘 방식에는 유리구슬 대신에 삼각뿔모양의 렌즈가 유리구슬과 똑같은 역할을 하며, 입사된 빛은 프리즘 내부의 경사면에서 차례로 굴절되어 광원과 평행한 빛으로 되돌아 나온다. 이

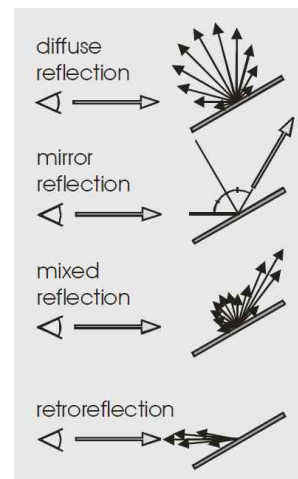


Figure 1. Types of Reflection

때 재귀반사 성능은 프리즘의 정밀도와 입반체의 각도에 따라 좌우된다(Lim et al., 2011).

3. 반사시트 타깃의 정확도 평가

3.1 정확도 평가를 위한 관측장비 및 방법

3.1.1 관측대상 지역 및 관측장비

본 연구에서 사용한 관측장비는 Sokkia사의 SET-530RK이며, 이 장비는 무 프리즘 토털스테이션으로 프리즘 및 무 프리즘, 반사시트를 같이 측정할 수 있는 장비이다. Fig. 2는 본 연구에 사용된 장비이며, 관측장비의 제원은 Table 1에 나타나있다.

반사시트 타깃 토털스테이션 측량의 정확도 평가를 위해 반사시트 타깃은 동일회사의 자가 부착형 5cm×5cm 크기를 사용하였으며, 관측 대상지역은 대구미래대학교 교내 대운동장에서 직선거리가 100m 이내로 선정하였다. 그 모습은 Fig. 3과 같다.



Figure 2. Observation Equipments

Table 1. Data of the Equipment

SOKKIA/SET530RK3
Excerpt from the technical data:
• Magnification / Resolving power: 30x / 2.5"
• Angle measurement accuracy: 5" / 1.5mg / 0.025mil
• Distance measurement accuracy:
Reflectorles: +/- (3 + 2ppm * D)mm
Sheet: +/- (3 + 2ppm * D)mm
Prism: +/- (2 + 2ppm * D)mm
The range of measurement:
• Reflectorles:0.3~350m
• Sheet:1.3~500m
• Prism:6000m

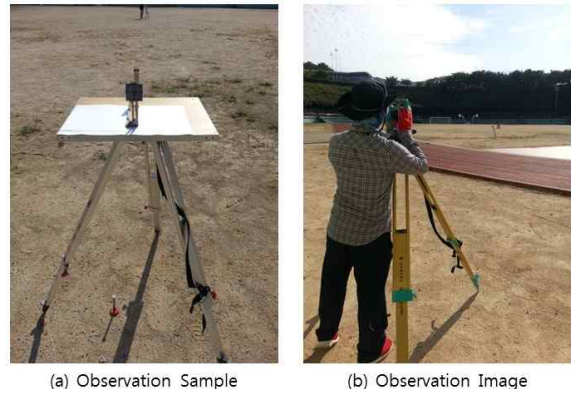


Figure 3. Observation Image

3.1.2 관측 방법

광학적 원리를 이용하는 토털스테이션은 기계로부터 발사된 레이저가 타깃에 반사되어 돌아오는 신호를 수신하여 타깃까지의 거리를 결정한다. 레이저는 접촉면의 표면특성에 따라 반사된 레이저의 분산과 강도가 변화할 수 있으므로 거리관측의 정확도는 반사되는 반사각에 따라도 변화할 수 있다. 따라서 반사시트 타깃의 정확도를 평가하기 위하여 20m, 40m, 60m, 80m, 100m의 거리에 기준점을 선점하고 각 점의 거리는 프리즘을 이용하여 10회 이상의 정확한 거리를 측정하였다. 그리고 반사각도 90°, 60°, 30°로 반사시트를 회전하여 10회 이상 관측하여 그 정확도를 평가하였다. Fig. 3은 측정하는 모습을 나타내고 있다.

3.2 정확도 평가를 위한 관측 결과 및 분석

3.2.1 관측결과

반사시트 타깃의 정확도를 평가하기 위하여 20m, 40m, 60m, 80m, 100m의 거리에 기준점을 선점하고 각 점의 정확한 거리는 프리즘을 이용하여 측정하였다. 반사각은 90°, 60°, 30°의 반사각으로 측정하였으며, 높이는 1.5m로 고정 설정하여 각 경우당 10회씩 측정하여 최확치를 구하였다. Table 2는 반사시트 타깃의 관측값에 대한 최확치를 구한 값이다. 또한 거리별로 반사각도에 따라 측정이 불가능한 측점은 없었다.

3.2.2 관측결과 분석

반사시트 타깃의 거리와 각도에 따른 RMSE를 분석하였으며, 분석 결과는 Table 3과 같이 나타났다. 반사각이 직각인 90°에서는 프리즘과 약1mm의 평균적인 오차가 나타나는 것으로 확인 되었으며, 60°와 30°의 경우 2mm에서 4mm의 평균적인 오차가 나타나는 것으로 확인 되었다. 각 거리별로 분석해 봤을 때 예각으로 갈수록 약1mm정도의 오차가 늘어나는 것으로 분석되지만



Figure 4. Analysis Area and Object

Table 2. Result of Observation(Reflective Sheet)

Distance	The angle of Reflection	Result of Observation	
		Prism(m)	Sheet(m)
20m	90°	19.999	19.998
	60°	19.999	19.995
	30°	19.999	19.995
40m	90°	39.991	39.992
	60°	39.991	39.988
	30°	39.991	39.988
60m	90°	60.000	59.997
	60°	60.000	59.997
	30°	60.000	59.998
80m	90°	80.001	79.999
	60°	80.001	79.998
	30°	80.001	79.997
100m	90°	100.002	100.000
	60°	100.002	100.005
	30°	100.002	100.006

Table 3. RMSE of Reflective Sheet(unit : m)

Angle	20m	40m	60m	80m	100m
90°	0.00148	0.00148	0.00283	0.00210	0.00126
60°	0.00400	0.00224	0.00322	0.00344	0.00300
30°	0.00422	0.00344	0.00253	0.00382	0.00443

예외적으로 60m의 경우 반사각이 60°의 경우 RMSE가 0.00322m이고, 30°의 경우 0.00253m로 더 작게 나타나는 경우도 있었다. 이러한 결과를 놓고 봤을 때 예각으로 갈수록 오차가 늘어난다고 확정지을 수는 없으므로 판단된다. 그리고 전체적으로 RMSE가 4mm 이내로 나타나는 것으로 분석되어 지적재조사 측량에 있어서 건축물 경계측량에 사용할 수 있을 것으로 분석되었다.

4. 실험 측량

4.1 실험 대상 및 방법

실험 측량의 대상은 대구미래대학교 교내에 있는 가장 오래되었고 가장 복잡한 구조의 건축물을 선택하였다. 지적재조사 측량에서 건축물의 경계 측정 방법에 의해 기존 반사 프리즘과 반사시트 타깃, 그리고

Network GPS를 이용하여 건축물의 경계를 관측하여 그 정확도를 비교·분석하였다. Fig. 4는 연구 대상지역과 대상 건축물을 나타내고 있다.

4.2 관측 결과 분석

건축물의 경계측량에서 경계의 기준은 건축물의 외벽선 및 처마끝선을 기준으로 기존의 반사 프리즘을 사용하여 측정한 후 동일한 측점에 반사시트 타깃을 거치시켜 측정하였다. Fig. 5는 대상지역의 건축물을 측정한 결과이다.

Table 4는 건축물의 경계를 측정한 결과와 오차를 나타낸 것이다. 기존 프리즘과 반사시트 타깃과의 오차는 X축의 RMSE가 0.043m, Y축의 RMSE가 0.038m로 나타났다. 이러한 결과는 아래의 Fig. 6과 같이 기존 프리즘 타깃의 경우 건축물의 모서리 부분에 프리즘의 소자 뭉치로 인하여 정확히 밀착시키지 못하여 발생하는 오차로 판단된다. 프리즘의 소자 뭉치를 정확히 밀착시키지 못하는 경우는 Fig. 6과 같이 앞쪽으로 꺾인 모서리와 안쪽으로 꺾인 모서리의 두가지 형태의 경우 오차가 가장 큰 것으로 분석되었다.

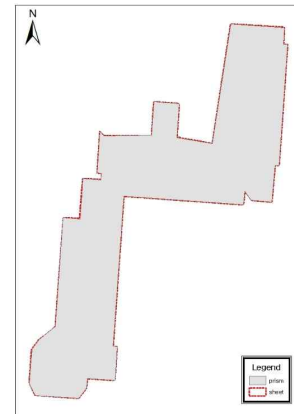


Figure 5. Result of Observation

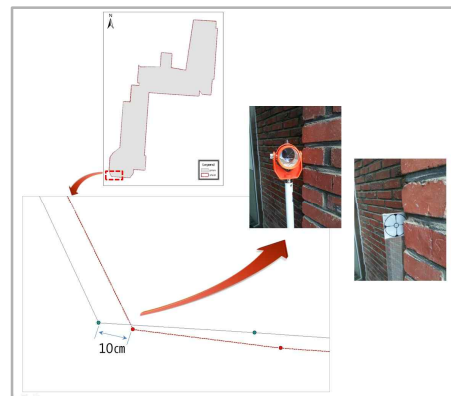


Figure 6. Error Comparison by Type of Target

최대오차로 발생된 측점의 위치오차가 10cm로 나타났다으며, 이는 기계를 설치한 지점과 타깃과의 각도가 예각이며, 프리즘 소자 뭉치가 Fig. 7과 같은 형태로 부착시켰기 때문에 발생하는 오차로 확인되었다.

또한 기존 프리즘 타깃과 반사시트 타깃을 Network GPS 측량 결과와도 비교 관측해 보았다. Fig. 8은 Network GPS 측량 결과와 토털스테이션 측량 결과의 결과도를 비교한 것이다. 관측에 있어 국토지리정보원에서 제공하는 가상기준점 서비스를 이용하여 관측을 수행하였으며, 스마트 폰의 모바일AP 기능과 블루투스

기능을 이용하여 무선인터넷을 연결하여 가상기준점 서비스에 접속해 보정데이터를 전송받아야 하고 접속이 완료된 후에는 이동국이 되는 수신기와 컨트롤러 1대를 이용하여 측량을 수행하였다. Network GPS를 건물 측량 측량에 활용함에 있어 가장 문제가 되는 위성신호의 단절 문제로 인하여 Fig. 8의 도면에서와 같이 동일한 측점 전부가 관측되지 못하였다. 벽면 또는 주위 환경에 의한 위성신호 단절로 인하여 위성신호의 수신이 불가능한 지점이 상당수 존재하였다.

Table 4. Accuracy Comparison by Prism and Reflective Sheet Target (Unit: m)

측점	Prism_X	Prism_Y	Sheet_X	Sheet_Y	ΔX^2	ΔY^2
1	179113.179	356987.292	179113.195	356987.317	0.00026	0.00062
2	179111.838	356987.337	179111.903	356987.348	0.00423	0.00012
3	179110.863	356975.345	179110.858	356975.370	0.00003	0.00063
4	179103.976	356975.833	179103.969	356975.853	0.00005	0.00040
5	179101.885	356978.891	179101.891	356978.906	0.00004	0.00023
6	179101.487	356974.466	179101.482	356974.482	0.00003	0.00026
7	179062.017	356977.278	179062.026	356977.205	0.00008	0.00533
8	179058.487	356927.650	179058.456	356927.559	0.00096	0.00828
9	179059.852	356927.495	179059.884	356927.512	0.00102	0.00029
10	179059.177	356916.475	179059.130	356916.381	0.00221	0.00884
11	179049.991	356917.050	179050.024	356917.055	0.00109	0.00003
12	179049.670	356913.972	179049.771	356913.992	0.01020	0.00040
13	179047.206	356910.469	179047.214	356910.510	0.00006	0.00168
14	179032.800	356911.516	179032.686	356911.538	0.01300	0.00048
15	179033.293	356911.454	179033.205	356911.505	0.00774	0.00260
16	179030.886	356915.414	179030.878	356915.416	0.00006	0.00000
17	179031.733	356926.648	179031.645	356926.602	0.00774	0.00212
18	179034.110	356929.930	179034.135	356929.937	0.00063	0.00005
19	179039.499	356934.197	179039.485	356934.203	0.00020	0.00004
20	179042.102	356970.123	179042.109	356970.124	0.00005	0.00000
21	179047.630	356969.743	179047.564	356969.851	0.00436	0.01166
22	179048.226	356977.716	179048.156	356977.761	0.00490	0.00202
23	179048.550	356983.075	179048.542	356983.073	0.00006	0.00000
24	179054.544	356982.653	179054.566	356982.680	0.00048	0.00073
25	179054.669	356984.850	179054.663	356984.852	0.00004	0.00000
26	179053.254	356985.006	179053.256	356985.006	0.00000	0.00000
27	179054.237	356998.615	179054.202	356998.604	0.00123	0.00012
28	179055.543	356997.166	179055.567	356997.194	0.00058	0.00078
29	179071.267	356997.436	179071.271	356997.433	0.00002	0.00001
30	179071.978	357008.379	179072.000	357008.397	0.00048	0.00032
31	179080.246	357007.855	179080.223	357007.838	0.00053	0.00029
32	179079.509	356996.586	179079.479	356996.595	0.00090	0.00008
33	179091.200	356994.596	179091.190	356994.603	0.00010	0.00005
34	179097.368	357034.071	179097.363	357034.079	0.00002	0.00006
35	179115.003	357032.919	179115.011	357032.922	0.00006	0.00001
36	179114.637	357027.319	179114.724	357027.396	0.00757	0.00593
37	179116.044	357027.349	179116.058	357027.346	0.00020	0.00001
38	179113.227	356987.354	179113.237	356987.324	0.00010	0.00090
	RMSE				0.04331	0.03817

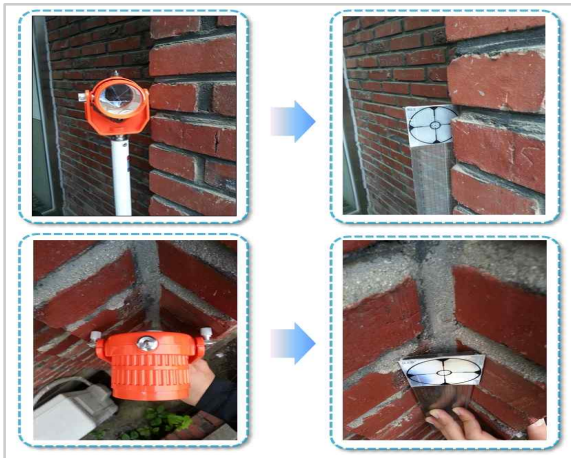


Figure 7. Comparison Target of Prism and Reflective Sheet

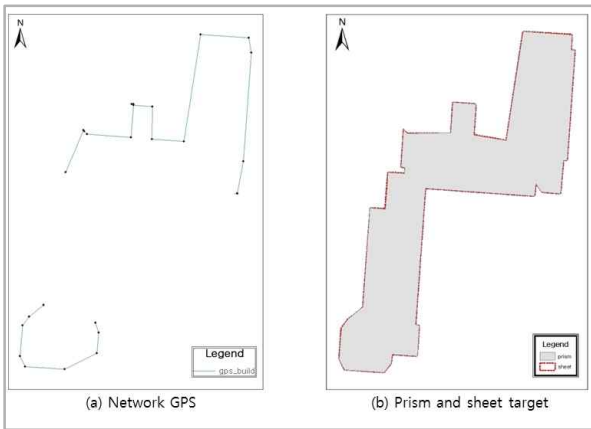


Figure 8. Difference of Building Forms in the Survey Results

Fig. 9는 건축물의 구조적 문제로 인한 수신 장애와 수신기의 부착 문제에 따른 예를 보여주고 있다. 그러므로 관측이 용이하게 이루어진 측점 17점을 비교 분석해 본 결과 아래의 Table 5와 같이 나타났다.

동일한 조건으로 반사시트 타깃 측량과 비교해본 결과 X축의 RMSE가 0.052m, Y축의 RMSE가 0.075m로 나타났다. 그러므로 기존 프리즘 타깃 측량에 비해



Figure 9. Example of GPS Signal Blockage

Table 5. Accuracy Comparison by Network GPS and Reflective Sheet Target(Unit: m)

PNU	Sheet_X	Sheet_Y	GPS_X	GPS_Y	ΔX^2	ΔY^2
1	179113.195	356987.317	179113.213	356987.291	0.00032	0.00068
2	179110.858	356975.370	179110.954	356975.361	0.00922	0.00008
3	179058.456	356927.559	179058.566	356927.694	0.01210	0.01823
4	179059.130	356916.381	179059.197	356916.450	0.00449	0.00476
5	179047.214	356910.510	179047.218	356910.466	0.00002	0.00194
6	179032.686	356911.538	179032.718	356911.439	0.00102	0.00980
7	179030.878	356915.416	179030.812	356915.360	0.00436	0.00314
8	179031.645	356926.602	179031.709	356926.672	0.00410	0.00490
9	179034.135	356929.937	179034.102	356929.974	0.00109	0.00137
10	179047.564	356983.073	179047.672	356983.227	0.01166	0.02372
11	179054.202	356998.604	179054.229	356998.695	0.00073	0.00828
12	179055.567	356997.194	179055.528	356997.245	0.00152	0.00260
13	179079.479	357007.838	179079.588	357007.486	0.01188	0.12390
14	179091.190	356994.603	179091.226	356994.669	0.00130	0.00436
15	179097.363	357034.079	179097.331	357034.113	0.00102	0.00116
16	179115.011	357032.922	179115.199	357032.871	0.03534	0.00260
17	179116.058	357027.346	179116.125	357027.342	0.00449	0.00002
				RMSE	0.05248	0.07461

반사시트 타깃과의 정확도가 더 차이가 큰 것으로 나타났다. 이는 프리즘 소자 뭉치와 마찬가지로 GPS 수신기를 벽면 모서리에 정확하게 부착하지 못해서 나타나는 현상으로 분석된다. Network GPS 장비에는 전자자동 구심 기능을 사용하여 관측이 이루어 졌음에도 불구하고 이러한 오차가 포함 된 것으로 나타났다. 그러므로 Network GPS 측량 방법에 의한 건축물 경계 측량은 다소 무리가 있다고 판단된다.

5. 결 론

지적재조사 측량에 있어서 건축물의 경계측량을 기존 프리즘이 아닌 반사시트 타깃을 이용한 정확도 평가 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 반사시트 타깃의 정확도를 거리별, 반사각도별로 실험한 결과 반사각도가 90°에서는 RMSE가 1.2mm에서 2.8mm로, 60°에서는 2.2mm에서 4.0mm로, 30°에서는 2.5mm에서 4.4mm로 분석되었다. 아주 작은 값의 오차이지만 예각으로 갈수록 오차가 늘어남을 알 수 있었다. 그러나 지적재조사 측량에서 건축물의 경계측량 결과에 영향을 미칠 정도의 오차는 아닌 것으로 분석되었다.

둘째, 반사시트 타깃과 기존 프리즘을 이용하여 실제 건축물의 경계측량을 실험 해본 결과 기존 프리즘과 반사시트 타깃과의 오차는 X축의 RMSE가 0.043m, Y축의 RMSE가 0.038m로 나타났다. 이러한 오차의 발생 원인은 프리즘 소자 뭉치를 건축물의 모서리에 정확히 부착하지 못하는에서 일어나는 오차로 판단된다.

셋째, Network RTK 측량을 이용하여 해당 건축물을 측정해본 결과 위성의 수신장애로 인하여 전 측점을 측정할 수 없는 결과를 얻었으며, 측정된 지점만으로 반사시트 타깃과 정확도를 비교해본 결과 X축의 RMSE가 0.052m, Y축의 RMSE가 0.075m로 나타났다. 건축물의 모든 경계점이 측정 되지 못했다는 한계는 있었지만 오차의 원인을 분석한다면 GPS 수신기를 벽면 모서리에 정확히 부착할 수 없어서 발생하는 오차로 판단된다.

끝으로, 지적재조사 측량에서 건축물의 경계를 측정할 때 반사시트를 부착하여 사용할 수 있는 폴이 개발되어 있지 않아 높이 있는 측점에 거치하는데 한계가 있었으며, 현행 법규에 측량기기별 성능기준에 부합하는 토털스테이션 장비를 사용하여 기존의 프리즘 타깃과 반사시트 타깃을 동시에 활용한다면 건축물의 구조적 문제로 인한 시준의 한계 및 오차 발생에 있어서 상당한 도움이 될 것으로 판단된다.

References

1. Jeong, K. H., 2006, Cadastral map registration plan through comparison accuracy of the structure location between total surveying system and digital map, Master's Degree Thesis, Kangwon National University.
2. Jeong, S. R., Kim, U. N., 2005, A study on the 3D cadastral surveying for cadastral resurvey project by stage, Conference A, The Korean Cadastre Information Association, November: 71-82.
3. Lee, M. H., Lim, D. H., Ahn, J. H., Park, J. W., Yu, J. H., Kim, J. S., Ryu, H. S., Ahn, H. J., Kim, I. H., 2011, Preparation and physical properties of diamond grade reflective sheets using microprism, elastomers and composites, Vol. 46, No. 4, pp. 284-289.
4. Lim, D. H., Lee, M. H., Ahn, J. H., Park, J. W., Yu, J. H., Kim, J. S., Ryu, H. S., Ahn, H. J., Kim, I. H., 2011, Structural and physical properties of reflective sheets prepared by using glass beads, elastomers and composites, Vol. 46, No. 4, pp. 277-283.
5. Park, C. S., Park, K. H., Hong, S. E., 2013, Accuracy analysis of network RTK surveying for cadastral re-survey project, Journal of the Korean Society for Geospatial Information System, Vol. 21, No. 4, pp. 117-123.
6. Park, K. H., Um, J. S., 2008, Developing automatic building registration technology to cadastral map using architectural drawing, The Journal of The Korean Society of Cadastre, Vol. 6, No. 1, pp. 1-12.
7. Park, K. S., Lee, H. J., Hahm, c. H., 2003, A study on the application of non prism total station to facility survey, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Vol. 21, No. 2, pp. 155-164.
8. Seo, D. J., 2006, Accuracy evaluation of non-prism total station for topographic surveying, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Vol. 24, No. 5, pp. 433-441.
9. 3M, <http://www.3m.com>