

GPS를 이용한 가공송전선로 측량

정태호 · 김창호 · 윤영순 · 이안근 · 김정호 · 신태우
한국전력공사 전력계통건설처 765kV 송전부

Surveying a 765kV Transmission Line Using GPS

Tay-ho Jung · Chang-ho Kim · Young-soon Yoon · An-keun Lee · Jung-ho Kim · Tae-woo Shin

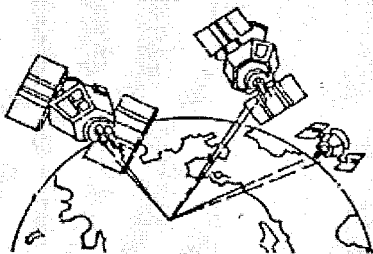
765kV Dept. Power System Construction Office, KEPCO.

abstract : This paper discusses the surveying of a power transmission line using Real Time Kinematic(RTK) GPS technology. The use of RTK provides users with an accurate position at the moment in time. Application result of a 765kV transmission line surveying proved to be more accurate and efficient than using a traditional EDM (Electro-magnetic distance measurement) method. More, decrease in numbers of trees cut down which is a major cause of public discontents was achieved. Improvements in doing a surveying of a power transmission line using GPS is expected in the future.

1. GPS 개요

GPS(Global Positioning System)는 1973년 미 육군, 해군 및 공군이 항법지원 체계 구축을 목적으로 한 협력사업의 일환으로 개발을 시작하여 현재는 24개의 NAVSTAR (Navigation System with Time and Range) 위성으로 구성된 3차원 위치결정시스템이다. 본래 군사용으로 한정되었으나 GPS 위치정보 신호 일부가 미 의회의 승인을 거쳐 개방됨으로서 일반인의 사용이 가능하게 되었다.

GPS위성은 20,200km의 궤도를 약 12시간 주기로 회전하며 1궤도면에 최소 4개의 위성이 총 6궤도면을 구성하도록 운행한다. 위성은 위치정보를 담고 있는 L1,L2파를 방송하며, 이는 정밀한 3차원 위치 및 속도 등의 정보를 담고 있는 C/A, P, Y CODE를 포함한다.



사용자는 안테나에 수신된 GPS신호로부터 현재의 위치를 파악할 수 있으며, 일반 측량 및 토목공사에의 적용의 이를 응용한 CAR NAVIGATION, 유통업계의 물류관리 시스템, 개인 레저용 소형 GPS 등 다양한 상품개발과 연구가 진행되고 있다.

2. GPS 측량

GPS측량은 정확한 좌표를 알고 있는 기지점과 위치를 파악하고자 하는 미지점에서 4개 이상의 인공위성으로부터 동시에 GPS신호를 수신하고, 기지점의 좌표를 기준으로 한 거리 및 방위각 등 상대적인 위치를 계산하여 3차원 위치를 결정하는 상대측위 방식을 사용하며, 오차범위 수 cm의 매우 정밀한 결과를 얻을 수 있다 (이를 Differential GPS, DGPS라고 한다).

GPS측량의 장점은 기지국과 이동국 간의 시통 제약을 받지 않음으로 수십km 이상의 장거리 노선 측량이 가능하며, 분진, 비 등 기상조건이나 시공(時空)에 의한 제약을 받지 않는다는 것이며, 또한 측량자의 육안에 의존한 기존 측량방법에 의한 오차 발생을 줄일 수 있는 등 기존 측량방법보다 진일보한 측량방법이다.

최근에는 현장에서 기지점(Base Station)과 미지점(Rover)간에 무선통신을 이용하여 GPS관측 데이터를 송,수신함으로써 이동국의 위치를 실시간으로 결정할 수 있는 RTK(Real Time Kinematic)측량방법이 개발되어 사용되고 있다.

RTK측량은 이동국의 위치를 즉시 파악할 수 있으므로 찾고자하는 위치를 추적하여 정확하게 찾는 것이 가능하다. 따라서 가공 송전선로 측량에 적용 시 사전 경과지 설계에 의해 제시된 절단위치 및 기타 주요 측량 개소의 위치를 파악하는 것이 가능하며, 항만 공사의 파일공사 시 항타점의 위치 파악 등이 가능하다.

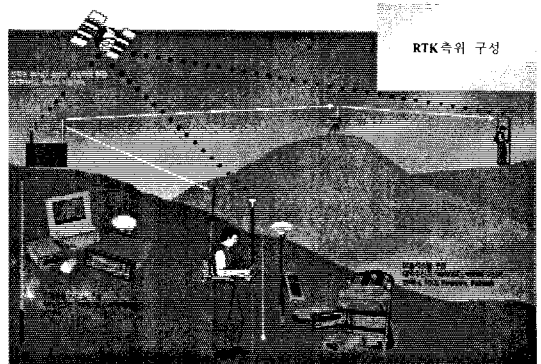


그림 1. RTK측량의 구성

경과지의 대부분이 산악지에 위치한 가공 송전선로 측량에 있어 기존 광파측량 방식은 측량기와 측량대상 간의 시통확보를 위한 수목벌채가 불가피하여 산림훼손, 집단 민원 발생 및 업무 효율 저하의 원인이 되어왔다. GPS측량은 인공위성의 전파 수신을 위한 입사각 15°의 천공확보가 필요하나 발생하는 수목벌채가 상대적으로 적다.

3. 가공 송전선로 측량의 적용

가공 송전선로 측량의 정확성을 기하고 업무 효율의 향상 및 수목 벌채량 감소의 효과를 위하여 765kV 신안남 T/L 총 250km구간 중 40km구간에 GPS측량을 적용하여 적용성을 평가하였다.

가공 송전선로 측량의 역무는 크게 중심선측량, 중단측량, 철탑부지측량, 지적측량으로 나뉘며, 기존 측량의 흐름도 대비 GPS측량 흐름도는 다음과 같다.

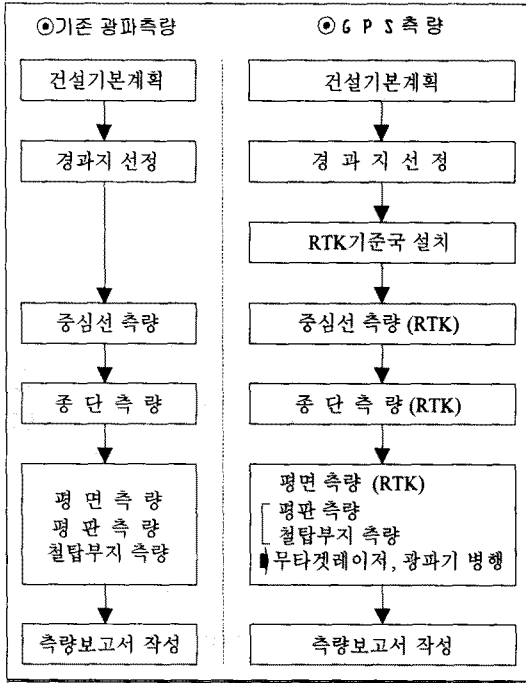


표 1. 가공송전선로 측량 흐름도

GPS측량의 각 공정별 측량 방법은 다음과 같다.

RTK 기준국 설치 : 무선통신을 통한 이동국(rovers)의 좌표보정을 위한 RTK기준국의 위치는 GIS설계에 의해 검토된 철탑 위치로부터 무선모뎀의 최대출력범위(2-5km)내 위치하고, 수목 및 기타 공작물이 없는 개활지로 한다.

RTK기준국의 좌표(reference station coordinate)는 국가 기준 삼각,수준 기준점을 기준으로 한 DGPS후처리 방식을 사용하여 취득하며, 취득된 GPS원시 DATA의 후처리는 국가 좌표변환계수 및 사용 기준점의 고시 성과를 기준으로 보정한다.

중심선측량 : GIS설계에 의해 검토된 철탑위치를 RTK측량을 사용하여 파악하고, 철탑위치의 적부를 결정하여 선로를 구성한다. 철탑위치의 측량은 RTK측량의 중심선 측량 기능을 사용한다. 두 각도주의 위치를 기준으로 하여 철탑의 위치가 표준경간을 최대한 준수하고 중심선 상에 정확하게 위치하도록 한다.

RTK측량시 위성 수가 5개 이상, PDOP(position delusion of precision : 위성 배치에 의한 위치 정도 저하율) 6이하, 모호정수치가 계산된 초기화 상태에서 수평오차 3cm, 수직오차 5cm미만의 오차로 시행하여 철탑위치의 정확성을 극대화한다.

중단측량 : 선정된 중심선 상에 돌출부분 및 공작물 횡단개소 등 전선과의 이격거리의 문제점이 예상되는 부분 및 전선 횡간격을 고려한 산복장애 예상개소에 대하여 RTK중심선 기능으로 정확한 좌표를 취득한다.

평면측량 : 경과지 좌우 150m 구역 내 위치하는 도로,하천 및 공작물의 위치를 DGPS후처리 방식을 사용하여 측량한다.

평판측량 : 변전소 인입,인출 및 복잡개소 등 중요개소를 GPS와 전자평판을 사용하여 세밀한 측량을 실시한다. GPS와 호환성이 있는 전자평판을 사용하여 정확성과 도면작성의 편리함 및 DATA관리의 효율을 높인다.

철탑부지측량 : 철탑예정부지의 세밀한 지형,수준측량을 통한 철탑기초 및 토공량 계산 등을 위한 측량으로 중심선을 기준으로한 8방향에 대하여 실시한다. 신속한 지형굴곡의 측량이 필요하므로 GPS의 KINEMATIC(이동측위) 방법으로 지형 DATA를 취득한다. 지형생성 S/W를 이용하여 취득된 결과의 도면을 작성한다.

4. GPS 검증측량

신기술 도입 적용성의 평가를 위하여 GPS구간 40km 중 3.328km에 대하여 기존 광파측량 검증 측량을 시행하고 수치화된 비교데이터를 분석하였다. 선정 경과지는 GIS설계에 의해 총 8기의 철탑이 건립될 예정 경과지로, 산악지에 위치한다.

검증 측량은 GPS와 광파측량기를 사용하여 동일한 위치에서 측량을 시작, 사전 경과지 설계에 의해 제시된 철탑의 위치를 각각 측량하여 철탑 위치간 거리(경간), 철탑간 지형의 고저차(지반 고저차)를 비교하는 방식으로 측량성과의 정확성을 판단하였다. 또한, 철탑 별 수목 벌채량과 투입 인력 및 소요시간에 대한 조사를 시행하여 수목벌채 감소 효과와 역무 수행의 효율측면을 비교하였다.

검증 측량 시행결과, 철탑위치간 거리(경간)과 철탑 지형의 고저차(지반 고저차)에 대한 GPS와 광파측량기의 결과 비교표는 아래와 같다.

철 탑 번 호	GPS		광파측량		오차(GPS-광파)		오 차 율	
	경간 (m)	지반 고저차 (m)	경간 (m)	지반 고저차 (m)	경간 (m)	지반 고저차 (m)	경간 (%)	지반 고저차 (%)
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	490.700	3.325	490.730	3.333	-0.030	-0.008	0.006	0.24
17	369.176	-1.410	369.200	-1.511	-0.024	0.101	0.007	6.684
18	595.391	-49.587	595.417	-49.776	-0.026	0.189	0.004	0.380
19	502.085	7.661	502.120	7.640	-0.035	0.021	0.007	0.275
20	655.804	120.377	655.804	120.290	0.000	0.087	0.000	0.073
21	393.894	126.801	393.991	126.830	-0.097	-0.029	0.025	0.023
22	320.812	-98.507	320.812	-98.400	0.000	-0.107	0.000	0.109

표 2. 중심측량 검증 비교표

표2에서와 같이 두 측량기에 의한 성과는 경간에서 최대 9.7cm, 지반 교저차에서 최대 18.9cm을 나타내 거의 정확하게 일치되었다.

GPS측량과 광파측량의 수목벌채량의 비교결과는 아래와 같다.

(단위 : 본)

구 분	G P S		광 파		대비율(%) (GPS/광파)
NO.15-16	소나무(0.2m)	3	소나무(0.2m)	9	41.7
	참나무(0.1)	2	참나무(0.1)	3	
NO.16-17	-	-	소나무(0.1)	8	-
NO.17-18	참나무(0.3)	2	참나무(0.3)	9	37.5
	낙엽송(0.3)	4	낙엽송(0.3)	7	
NO.18-19	낙엽송(0.3)	3	낙엽송(0.3)	11	47.1
	낙엽송(0.4)	5	낙엽송(0.4)	6	
NO.19-20	낙엽송(0.1)	5	낙엽송(0.1)	13	38.5
NO.20-21	참나무(0.05)	2	참나무(0.05)	7	75
	낙엽송(0.1)	4	낙엽송(0.1)	1	
NO.21-22	-	-	참나무(0.05)	3	-
	-	-	소나무(0.4)	3	
	-	-	소나무(0.2)	6	
NO.15-22		30		86	34.9

표 3. 수목벌채량 비교표

위에서와 같이 검증측량의 전체구간에서 GPS측량의 수목벌채량은 광파측량의 35%로 매우 적었다. 따라서 타구간에 대해서도 GPS측량을 도입하여 송전선로 측량을 시행할 경우, 수목벌채의 획기적인 감소로 인하여 작업의 효율성을 기할 수 있으며, 민원 발생도 사전에 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

측량 투입 인원과 소요 시간의 비교 결과, GPS측량이 42M/D (MAN DAY), 광파측량이 54M/D의 인력과 시간이 소요되어 GPS측량이 우수하였다.

검증 구간 적용 결과, 측량 방법 측면에서 정확도 부분에서 양 측량 방법간 오차가 거의 없었으며, 측량 시행과정에서의 수목 벌채량과 소요인력 비교 측면에서는 GPS측량이 상당히 우수한 것으로 판명되었다.

그러나 적용 결과, 송전선로 측량 역무 중 철탑부지측량과 평판측량의 일부에 대해서는 GPS측량이 기존 광파측량에 비해 적용성이 낮았다.

적용성이 낮은 철탑부지측량과 평판측량에 대해서는 GPS측량기와 호환하여 사용함으로써 GPS측량기의 단점을 보완할 수 있는 무타겟 레이저 측량기와 기존 광파측량과의 병행이 보완책으로 제시되었다.

4. 결 론

본 글에서는 가공 송전선로 설계측량의 품질향상과 측량업무의 효율성 증대 및 민원예방을 위하여 측량분야의 신기술인 GPS를 도입하여 적용한 결과에 대하여 논하였다.

GPS는 정밀한 3차원 좌표취득에 최대 장점이 있으며,

특히 RTK기법은 가공 송전선로 측량의 철탑위치 결정과 기타 장애개소의 측량에 매우 적합하다. 또한 정밀한 경계측량이 요구되는 지적측량과 기존 측량 위치의 정확한 좌표 취득이 필요한 시공측량으로의 적용성도 매우 높다.

가공 송전선로 측량에 GPS측량의 도입으로 측량의 정확성과 업무 수행의 효율성 증대에 기여하였으며, 민원 발생의 극소화를 꾀할 수 있었다. 추후 타 송전선로의 조사측량에 GPS측량을 확대 적용할 경우 가공 송전선로 건설의 품질 향상을 기할 수 있으리라 판단된다.

[참고 문헌]

1. 한전 송변전처, 765kV 송전선로 경과지선정 및 설계측량에 신기술 도입 적용, 1997.
2. 한전 송변전처, 765kV 가공송전선로 측량용역 설계지침, 1996.
3. 김천권역, 지구 위치확인 시스템, 토목기술 제3권 5호, P88-111, 1995.5.
4. (주)지피에스코리아, GPS FIELD GUIDE(1), 1998.
5. Trimble Navigation System Limited, 4000SSE GEODETIC SYSTEM SURVEYOR Operation Manual, 1992.
6. Trimble Navigation System Limited, Survey Controller Operation Manual, 1992.