

# 교차로 구조개선을 위한 GPS측량 GPS Surveying for Intersection Improvements

김 석 종 \*  
Kim, Seok Jong

손 기 현 \*\*  
Shon, Ki Hyun

## 要 旨

GPS의 원개념은 의사거리의 변조된 코드에 의해 수행 중인 차량의 위치를 결정하는 항법체계이다. 본 연구에서는 교차로에 있어 kinematic방식을 이용한 GPS측위와 기존 측량방식을 비교·검토 함으로써 GPS의 실무적용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## ABSTRACT

The original concept of GPS is the feature of instantaneous navigation which is the determination of the position of a moving vehicle(ie, a ship, a car, an air craft) by unsmoothed code pseudoranges. The objective of study is compare the efficiency (or time, accuracy) between GPS surveying by using kinematic method and conventional surveying methods in the intersection, and then suggest research materials for actual application.

### 1. 서론

GPS(Global Positioning System)는 인공위성을 이용한 고정밀의 범 지구적 위치 측정 시스템으로 항공기나 선박의 항해용, 측지측량용, 원격탐사, 지형정보 시스템(GIS)분야 등에서 그 이용이 급속히 증가하고 있다.

GPS를 이용한 측량방법(1)에는 고정점에 대해서 1시간 이상 측정해야 하는 static측량방법과 하나의 고정점에 대해서 roving하여 상대적인 위치를 결정하는 kinematic측량방법으로 대별된다.

본 연구에서는 교차로에 있어 kinematic방식을 이용한 GPS측위와 기존 측량방식을 비교·검토함으로써 GPS의 실무적용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

### 2. GPS 측위의 개요

범세계적 위치결정체계(Global Positioning System: GPS)는 NNSS2)와 교체되는 새로운 항법체계이다. 인공위성의 도플러 관측에 의한 항법체계인 NNSS는 낙도의 위치결정과 개발도상국의 지도작성을 위한 기준

\* 대구전문대 측지공학과 교수

\*\* 대구전문대 측지공학과 강사

점측량 등에 유효하게 이용되고 있으나, 관측의 소요 시간과 정확도면에서의 문제점을 보완하기 위해 NNSS의 발전형으로 GPS체계를 미국에서 개발하게 되었다.

GPS는 인공위성을 이용한 범세계적 위치결정체제로, 정확한 위치를 알고있는 위성에서 발사한 전파를 수신하여 관측점까지의 소요시간을 관측함으로써 관측점의 위치를 구한다. 관측점의 위치좌표(X,Y,Z)가 미지수이므로, 원리적으로는 3개의 위성에서 전파를 수신함으로써 관측점의 위치를 구할 수 있으나, 이때 위성의 시계와 관측점의 시계가 일치해야만 한다. 따라서, GPS에서는 그림 1 과 같이, 4개의 위성을 동시에 관측함으로써 시계의 오차도 미지수로 취급하여 해석한다. 즉, GPS는 관측점의 좌표(X,Y,Z)와 시각 t 의 4차원 좌표의 결정방식이므로, 비행기, 배 및 자동차와 같이 고속운동하는 물체의 위치관측은 물론 속도관측에도 유효하다.

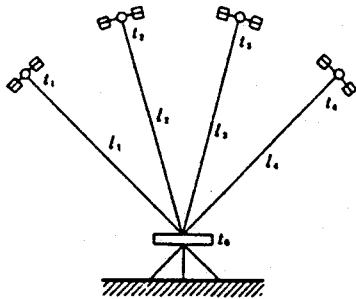


그림 1 GPS의 위치결정 원리

NNSS에서는 위성이 상공을 통과할 때만 관측이 가능하기 때문에 수시간을 기다려 관측을 해야 하며 관측시간이 수분 내지 수십분 필요한데 비해, GPS에서는 임의시간 언제든지 관측이 가능하며, 대략 초단위의 관측시간으로 자료가 얻어진다. 따라서, NNSS는 선박과 같은 저속의 항법에만 이용되지만, GPS는 항공기와 같은 고속의 항법에도 이용이 가능하며, 그 비교는 표 1 과 같다.

GPS위성으로부터 송신되는 위치결정용 신호3)에는 고정확도용신호인 P (Precision 또는 Protect) 코드와 저정확도용신호인 C/A(Clear and Acquisition 또는 Coarse and Access) 코드가 있으며, C/A코드만 일반인에게 공개되며, P코드는 정부간 협정에 의하여 군사용으로 한정된 범위에서 사용되고 있다. GPS는 수십 Km이상의 범위에서도 상대정확도 10-6(10Km에서의 오차 1cm)을 충분히 얻을 수 있음이 실험으로 확인되었다. 그러나, GPS를 이용하여 지각변동, 지질구조 등 지구물리적, 측지학적인 연구를 하기 위해서는 10-7의 정확도가 요구되므로 대학연합연구조직인 미국의 UNAVCO(University Navstar Consorting) 등에서 연구·실험이 계속되고 있다.

표 1 NNSS와 GPS의 비교

	NNSS	GPS
개발시기	1950년대	1973년대
사용주파수	150MHz, 400MHz	1575.42MHz(C/A), 1227.6MHz(P2)
구성	위성 5개	위성21개+위성3개 이상
주기	약 107분	0.5 항성일 (11시간 58분)
궤도	고도 약 1075km의 극궤도운동	고도 20183km의 6궤도면을 원궤도 운동
정확도	수 m	10-6 ~ 10-7
이용좌표계	WGS-72	WGS-84
거리관측법	인공위성 전파의 도플러효과 이용	전파의 도달 소요시간 이용 (위성으로부터 거리관측)
위치	2차원 (x,y) 정지된 대상만 가능	3차원 (x,y,z) 정지 및 고속운동 대상도 가능
용도	선박의항법, 측지기준점	선박, 항공기, Rocket의 항법원조시간비교, 측량지각변동의 관측

### 3. 실험 및 분석

#### 3.1 관측 및 자료처리

관측지점은 관측조건과 측지망의 기하학적 조건이 양호한 경산시에 있는 공단네거리를 대상으로 1994년 9월에 실시하였다. GPS센서장비는 Trimble-4000SE 수신기 2대를 사용하여 한 session당 2개 측정점의 동시관측이 진행되도록 하였고, elevation mask는 15°로 하였다. 위성의 주파수 수신방식은 Single frequency 방식으로 L1대의 C/A(Clear Access)코드로 하였다. Data processing은 TRIMVEC-PLUS의 kinematic module방식으로 처리하였다.

TRIMNET-PLUS상에서 예들들어 손실되는 기선이 주로 세선화일이 전송되지 않았거나 잘못 위치한 측량부분에 경계를 표시하는 것과 같은 계획이나 오류 점검과 같은 목적을 위해 GPS측량지도를 화면에 표시하고 인쇄하기 위한 유틸리티인 TMAP을 사용하여 TRIMVEC 결과화일에서 지역 수평면으로 위치와 벡터정보(dx,dy)를 지도화한다. 이 결과에서 얻어진 GPS측량지도와 실지 stadia로 측량한 도면과 비교·분석한다. 이러한 연구방법을 간략히 나타내면 그림 2와 같다.

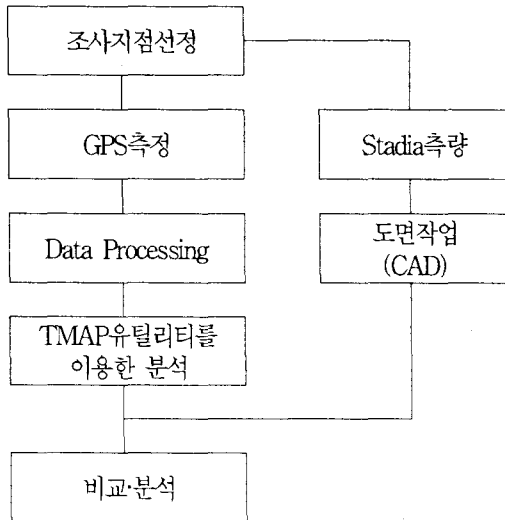


그림 2 연구방법의 개요

#### 3.2 결과 분석

그림 3은 경산시에 있는 공단네거리를 TMAP을 사용하여 화면에 나타낸 결과이다.

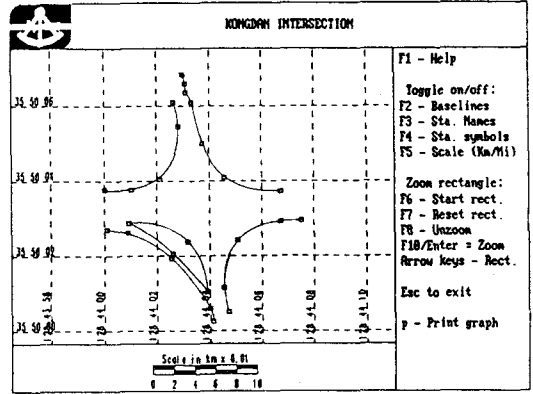


그림 3 GPS 측위결과

그림 4는 stadia측량 결과를 도면작업한 결과이다.

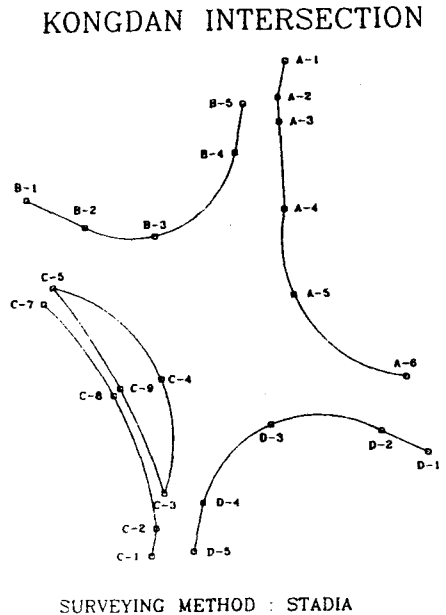
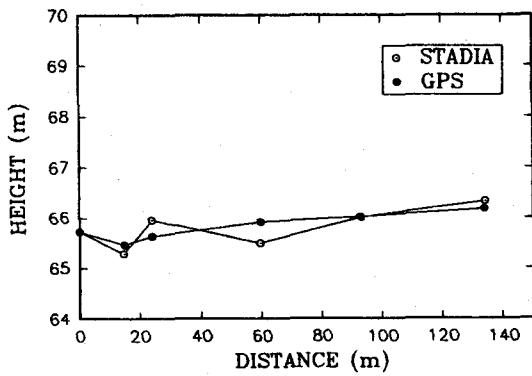
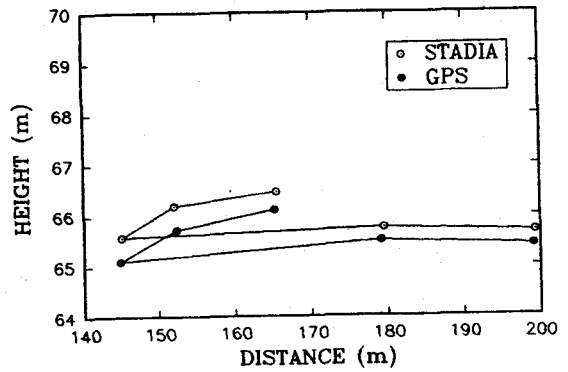


그림 4 Stadia 측량결과

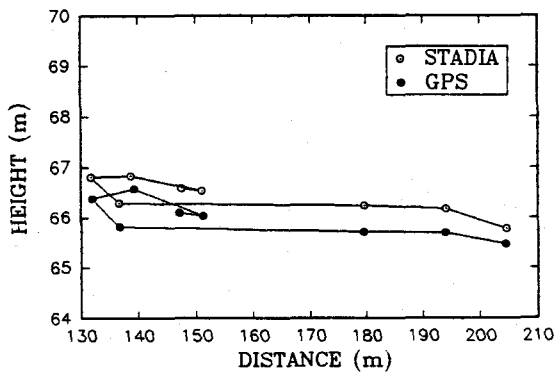
각 점간에 GPS와 Stadia 측량결과 비교를 그림 5와 표 2에 나타내었다.



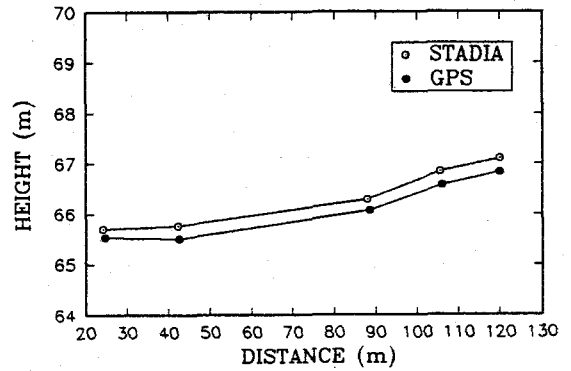
(제 A 단면)



(제 B 단면)



(제 D 단면)



(제 C 단면)

그림 5 GPS와 Stadia 측량에서 각 점간 비교

표 2 GPS와 STADIA의 측량결과

측점	수평거리		시간요	
	GPS	STADIA	GPS	STADIA
No.A-1	0.0	0.0	65.7330	65.7330
A-2	14.65	15.015	65.4704	65.2337
A-3	24.05	24.057	65.6331	65.9533
A-4	59.65	59.745	65.9158	65.4989
A-5	93.2	93.093	65.0233	66.0051
A-6	134.4	134.229	66.01786	66.3301
No.B-1	165.5	165.293	66.01149	66.4710
B-2	152.1	152.309	66.7090	66.1901
B-3	145.0	144.832	66.0974	65.5769
B-4	179.5	179.107	66.4982	66.7472
B-5	199.4	199.218	66.4129	66.6841
No.C-1	204.5	204.433	66.4733	66.7741
C-2	194.1	193.892	66.7003	66.1742
C-3	179.7	179.439	66.7184	66.2422
C-4	136.7	136.754	66.8115	66.2893
C-5	131.8	132.032	66.3740	66.8180
C-6	138.8	139.357	66.5817	66.8409
C-7	151.0	151.170	66.0346	66.5489
C-8	147.5	147.162	66.1051	66.5651
No.D-1	120.0	119.98	66.8378	67.1009
D-2	105.6	106.156	66.5868	66.8452
D-3	88.0	88.639	66.0670	66.2935
D-4	42.1	42.403	65.5134	65.7685
D-5	24.0	274.558	65.5394	65.7056

또한, 교차로 분석을 위한 GPS측량과 Stadia측량 간의 소요인원과 시간을 비교해보면 <그림 6>과 같다.

그림 6 GPS와 Stadia 측량 간의 소요인원과 시간의 비교

	GPS측량	STADIA측량
소요인원	3명	4명
소요시간(외업)	1시간 30분	1시간
소요시간(내업)	1시간	1시간30분

#### 4. 결론

- 1) Kinematic GPS에 의한 교차로 측량성과는 수평거리에서 오차는 평균 7cm이며, 고저차에서의 오차는 평균 28cm로 나타나 실측치와 많은 차이를 보이지만, 이것은 지오이드 분포에 의한 차이로 여겨지며, 측지계간 좌표변환 수행시 높은 정도의 변환계수를 산출할 수 있는 프로그램상의 연구가 요구되어진다.
- 2) 본 연구에서 수행한 교차로 구조개선을 위한 GPS 측위방법은 각 점당 2분씩의 시간이 소요되는 점별 측위방법으로 실시하였다. 여기서 epoch를 1초 정도의 짧은 시간간격으로 정하여 움직임에 따라 좌표를 산출, 응용하여 실제 우리나라 좌표계와 도면을 나타낼 수 있는 소프트웨어가 개발된다면 시간적, 경제적, 정밀성에서 기존측량보다 훨씬 유리하다고 사료된다.
- 3) 교차로 구조개선을 위한 지형측량을 할때 GPS측위법을 사용함으로써 기존의 측량방법보다 기상상태나 계절의 영향을 받지 않으며, 또한 GPS장비를 차량에 탑재하여 주행할 경우 차량의 최소, 최대 회전반경을 직접적으로 산출할 수 있는 장점이 있다.

#### 참 고 문 헌

1. 안철호, 김동현, GPS에 의한 絕對座標 分析에 關한 研究, 1992, 대한토목학회 학술발표회 개요집(II), pp.375-378.
2. 지형공간정보 편집위원회, 인공위성 측량자료의 이용, 한국 지형공간정보 학회지, 제1권 제2호, 13월, PP.12-15.
3. 강인준, 정재형, 광재하, 1993, GPS를 이용한 지형정보시스템의 자료획득, 한토목학회지, pp.383-386.
4. 강준목, 이용창, 박필호, 전재홍, 1992, G.P.S의 실용화를 위한 3차원 좌표변환에 관한 연구(II), 대한토목학회 학술발표회 개요집(II), pp.383-386.

5. 강준목, 박필호, 한인우, 이연숙, 김홍진, 1991, G.P.S에 의한 測地 位置 決定에 관한 研究, 대한토목학회지,
6. 강준목, 이용창, 박필호, 김홍진, 안승호, 1991, GPS에 의한 측지학적 위치결정과 좌표변환, 대한토목학회지, pp.479-482.
7. 강준목, 김홍진, 안승호, 이형석, 1992, G.P.S를 이용한 Geoid Height에 관한 연구, 대한토목학회 학술발표회 개요집(II), pp.391-394.
8. 정창곤, 교통정보시스템을 위한 GPS기법의 적용에 관한 연구, 영남대학교 석사 학위논문.
9. B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J.Collins ; Global positioning System: Theory and Practice.