

GPS를 이용한 지적측량기준점 관측값의 분석에 관한 연구

A study on the Analysis of Cadastral Control Point Observations by GPS

김택진*
Kim, Taik Jin

요 지

본 연구는 지적재조사사업의 추진시 활용하게 될 GPS에 대한 기초 이론과 측량기준점에 대하여 실제 관측한 자료를 분석함으로써 GPS의 지적측량에 활용방안과 선행되어야 할 과제등을 도출 시켜 지적측량 분야의 발전에 기여함에 목적이 있으며, 연구결과 GPS에 대한 기초이론의 계속적인 연구, 기준점정비를 위한 국가상시관측소의 설치운영, GPS 관련교육과정의 확대운영, GPS 관련장비의 조기도입 운영등이 필요 한것으로 분석되었다.

ABSTRACT

The purpose of this study is contribute to the development of the cadastral survey field throught the contact between cadastral survey and GPS that will be used during the carring out cadastral reform by to analyzing of the observation data.

It shows a lot of necessary things that involved the need for the study of fundamental theory, operations, educations and installation of GPS equipment.

1. 序 論

21세기 정보화시대를 대비하기 위한 지적재조사법의 제정을 위하여 6 차례에 걸친 의견수렴 절차와 3차의 공청회 및 입법예고가 완료 됨에 따라 GPS(Global Positioning System)에 의한 기존의 지적측량기준점의 재정비가 선행되어야 함이 도출되었다.

GPS에 의한 위치결정방식은 기존의 트랜싯, 평

판등에 의한 지적측량방식과는 획기적으로 다른것으로 접근 거리 및 시통상 제한을 받지 않을 뿐더러 관측시각과 24시간 기상조건에 관계없이 관측이 가능하며 기존의 2차원 좌표체계에서 3차원좌표체계를 구현할 수 있는 최첨단 시스템이라 할 수 있다.

그러나 GPS에 의해 산출되는 X, Y, Z좌표와 경위도 좌표 (경도, 위도, 높이)는 현재우리가 사용하고 있는 벡셀타원체상의 평면적각중형선좌표계

* 내무부 지적과

(WORLD GEODETIC SYSTEM 1984)로 구현되는 것이며 타원체 역시 지구중심으로 부터 표현되는 지심좌표계인 3차원적인 위치정보이므로 우리지적에 효율적으로 사용하기 위하여는 Bessel 준거 타원체상의 평면직각중형선좌표로 변환하여야 하며 이를 위하여는 우리 실정에 맞는 독립된 지오이드의 모형개발이 선행되어야 하는 등 많은 과제를 가지고 있다.

여기에서는 GPS에 대한 기초이론을 간략히 살펴보고 GPS의 관측내용과 관측자료의 분석내용 등을 토대로 지적측량에 GPS를 어떻게 접목시켜 사용할 것인가와 GPS를 도입하기 위하여 해결해야 할 과제들에 대하여 살펴보고자한다.

2. GPS 基礎理論

1. GPS의 개념

GPS의 원래 명칭은 NAVigation Satellite Timing And Ranging (NAVSTAR) Global Positioning System으로 위성을 사용하여 수동적으로 조작되는 항법시스템으로 미국방성에서 모든것을 관리하고 있다.

GPS의 근본목적은 군사작전용으로 육·해·공군을 통합하여 전략 및 전술상 필요로 하여 범지구상 어느곳이라도 그 지점의 위치결정과 선박·항공기등의 항법을 지원하는데 있었으나 최근 민간부분에 개방되어 다음과 같이 널리 활용되고 있다.

1) 지상응용부분

지적측량, 일반측지측량, 지도제작, 토목공사 등을 위한 육상측량부분과 국가기준점 정립을 위한 정밀측량, 구조물의 변형, 광산침강 등을 위한 변형감시부분, 지각운동감시 및 지진예보, 구급차, 구조탐색, 자동차항법을 통한 차량통제 부분.

2) 해상응용부분

항만공사, 해도작성, 각종 해상시설물의 위치확인, 해양중력측정 등을 위한 해상측량부분과 선박

위한 해양과학부분

3) 항공응용부분

항공지형도제작, 항공사진측량, 중력측정 등을 위한 항공측량과 항공비행, 공항관제 등을 위한 항공항법부분

4) 우주응용부분

저고도 인공위성의 위치결정, 원격탐사, 인공위성을 이용한 지상고도측정 부분

5) 통신응용부분

이동통신의 시각동기, 각 나라의 국제적인 시각 동기 부분

6) 여가응용부분

등산, 보드, 낚시, 하이키 등 여가부분

7) 기초과학응용부분

지구의 극운동 변화량 감시, 국부적인 이온층 및 대류층변화감시 부분

2. GPS의 3대구성요소

GPS의 구성은 우주부분(위성), 제어부분(지상추적 및 감시국), 사용자부분 (공중, 지상, 해상수신기)등 크게 3개분야로 구성되어 있다. <그림 2-1>

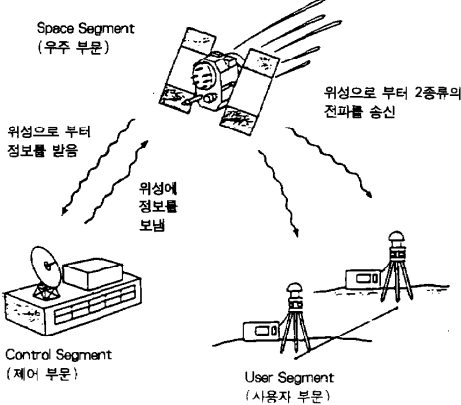
1) 우주부분(Space Segment)

우주부분은 궤도상에 있는 모든 GPS위성으로 구성되어 있다.

GPS에 이용되는 인공위성은 1973년 미국방성의 군사목적으로 개발을 시작하여 1978년 첫번째 위성이 발사되었다.

개발단계에 있어서는 BLOCK I, II, III의 3단계로 약 60일 간격으로 발사되었으며 현재에는 24개의 위성이 있다.

<그림 2-1> GPS의 구성현황



세부적으로 살펴보면 현재 6개의 BLOCK I 또는 개발당시의 위성이 궤도에 있으나 이들 모두가 작동되는 것은 아니며 BLOCK II의 전체 위성군 또는 완성되어져 있는 위성은 현재 DELTA II 우주선을 이용하여 미국부성에서 조정할 날짜에 궤도 진입을 시키고 있다.

24개의 위성은 21개의 기본동작위성과 3개의 예비위성으로 구성되어져 있으며 지상의 사용자는 3개의 예비위성을 구별할 수는 없다. 즉, 어떤 위성이 가동중인 위성이고 어떤것이 예비위성인지 알 수가 없다는 것이다. 이러한 위성은 각 궤도마다 4개의 위성이 6개 궤도를 적도와 55° 기울어진 상태로 고도 10,989해리 (20,183 Km)상에서 12시간을 주기로 지구를 선회하게 된다.

현재는 BLOCK IIR 위성에 대한 제작연구 활동을 진행중에 있으며 2025년까지 완전한 위성시스템이 완성되게 된다.

<그림 2-2>는 완전하게 BLOCK IIR 위성의 배

<그림 2-2> NAVSTAR GPS BLOCK II 위성배열특성

일원된 위성 배치 궤도경면은 적도면과 55° 기울어짐 궤도 높이는 10,924 해리(20,180km) 1궤도평면당 4개의 위성 21개의 가용위성과 3개의 예비위성			
NAVSTAR GPS Block II 위성			
신호구조	10으로 나눔		
기본 주파수	L 밴드	C/A 코드	P 코드
10.23MHz	(1) 1575.42MHz	1.023MHz	10.23MHz
	(2) 1227.50MHz	신호사양	10.23MHz
	길이(m)	293	29.3
	반복주기	1개월	1주일
			5950k

치가 완료된 NAVSTAR GPS의 통상적인 설계특성을 나타낸 그림이다.

2) 제어부문(Control Segment)

GPS제어부문은 그림 <2-3>과 같이 하와이, 콜로라도, 아센션섬, 디에고 가르시아, 괘자레인의 5개 위성감시국(MS)으로 구성되어져 있으며, 세분하면

① 주제어국 (Master Control Station)

미국 콜로라도 스프링스에 위치하고 있으며 4개의 위성추적지상국으로부터 송신된 자료를 분석하여 위성의 위치계산, 궤도의 예측과 궤도조정, 작동상태를 감독하며 GPS TIME의 유지 및 제어를 담당하고 있다.

모든 위성은 주제어국으로 부터의 자료전송으로 제어되고 있으며 GPS 위성의 일상적인 관리·통제 및 제어분야에 걸친 임무를 수행하고 있다.

② 위성추적지상국

하와이, 디아고 가르시아, 아센션 섬, 괘자레인에 각각 위치하고 있으며, 위성으로 정보를 송신하는 선송 지구국으로도 활용이 된다.

주요 기능으로는 정확한 세습시계를 장착한 이중 주파수(L1/L2) 수신기에 의하여 추적된 위성정보를 분석 각각의 지상국에서 추적된 위성정보자료를 주제어국에 전송하여 주제어국에서 위성으로의 자료송신으로 위성의 시각보정, 제어명령을 하는 임무를 맡고있다.

<그림 2-3> 위성감시국 분포현황



3) 사용자부문 (User Segment)

사용자부분은 지상·해상·공중 등을 기본으로

하는 다양한 응용분야를 총망라하는 것을 말한다. 즉 GPS위성을 이용하여 육상·해상·항공측량, 지구의 물리적현상 분석 및 관측, 차량·선박·항공기 등의 항법, 통신, 군사, 기초과학응용분야 등 다양하게 위치를 결정 활용하는 부분을 말하는 것으로 지적측량에 GPS위성을 이용하여 위치를 결정하는 방법은 GPS전체응용 분야에 비교하여 볼때 아주 작은 영역에 불과한 것이다.

3. GPS 좌표체계

GPS에 의하여 미지의 관측점위치를 3차원적으로 결정하기 위하여는 여러개의 위성으로부터 송신되는 DATA를 취득하여야만 한다. 취득된 DATA를 처리분석 하게 되면 관측점의 위치가 3차원으로 산출되게 되는데 이른바 세계측지좌표계라 불리는 WGS'84 좌표체계이다. 이러한 좌표체계를 간략히 살펴보면,

1) 측지좌표체계

임의의 거리측정으로 부터 직접 구하는 절대점은 WGS'84 지심타원체의 3차원 좌표체계에 기준을 두고있다.

2) WGS'84 준거타원체

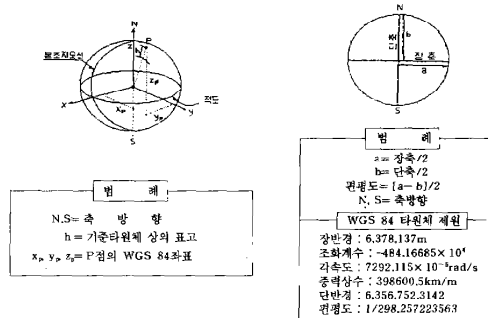
WGS'84 준거타원체의 3차원 직교좌표 원점은 지구 질량중심이며 Z축은 지구의 극운동을 위한 남극과 북극의 협정된선에 평행하며 국제시보국에서 정의한 지구회전축과도 동일하다. X축은 WGS'84의 기준자오선면과 극선의 적도면과 교차되는 선으로서 이 기준 자오선은 국제시보국 관측소들에 의해 채택된 경도좌표를 기준으로 하여 국제시보국에서 정의한 영점자오선과 평행하다.

Y축은 X축의 동쪽으로 90°의 극선 적도면에서 측정된 지심지구고정직교좌표체계로서 오른쪽 방향으로 완성된다. 이 체계를 도식화하면 <그림 2-4>과 같으며 여러 타원체의 유형을 보면 다음과 같다.

<표 3-1> 국가별 GPS 자원

명칭	적도반경(m)	편경도	사용국가
Krassowski(1904)	6,378,245	1/298,3	러시아
Internation(1924)	6,378,388	1/297	유럽
Clark(1880)	6,378,249	1/293,46	프랑스, 아프리카
Clark(1866)	6,378,206	1/294,98	북아메리카
Bessel(1841)	6,377,379	1/299,15	한국, 일본
Airy(1830)	6,377,563	1/299,32	영국
Everest(1830)	6,377,276	1/300,80	인도
WGS 66(1966)	6,378,145	1/298,25	미국(국방성)
GRS 67(1967)	6,378,160	1/298,25	호주, 남아메리카
WGS 72(1972)	6,378,135	1/298,26	미국(국방성)
GRS 80 (1980)	6,378,137	1/298,26	미국(국방성)
WGS 84 (1984)	6,378,137	1/298,26	미국(국방성)

<그림 2-4> WGS '84 기준 타원체



4. GPS 위치결정체계

GPS의 위치결정은 기준 방식의 광파측거기 등에 의한 후방교회의 삼변측량방법을 사용하여 수신기로 수신된 DATA를 분석함으로써 간단하게 측정점과 GPS위성간의 거리를 측정하게 되는 것이다. 각 위성은 지구상의 원형형태로 지구반경에 해당하는 거리를 산출하고 2개의 위성으로 부터 2개의 원이 교차하는 수평위치를 계산할 수 있다.

또한 제3의 위성으로 부터 지구중심의 X, Y, Z 지심좌표를 구할 수 있으며 여러번 위성거리를 중복 관측함으로써 측정점의 위치정밀도를 높일 수 있다. 관측점의 위치측정 정도는 측정거리의 정밀

도와 위성의 기하학적 배치형태에 따라 다르며 지구표면상의 구면 후방교회로 계산되고 이것은 GPS에 있어서 불확실한 도형적인 정도를 나타내는 것으로 DOP (Dilution of Precision : 정밀도를 저하시키는 요인)에 의해 결정된다.

실질적으로 임의의 관측점위치 (X, Y, Z)를 결정하기 위하여는 4개의 의사 거리를 관측하여야만 3차원 위치를 구해낼 수가 있다. 위치결정의 방법을 도식화하면 <그림 2-5>와 같다.

3개의 의사거리 관측만으로는 평면위치만을 산출해 낼 수 있으며 위성과 수신기에 있는 시계의 시간편차 상수를 계산하기 위하여는 1개의 의사거리관측이 더 필요하다.

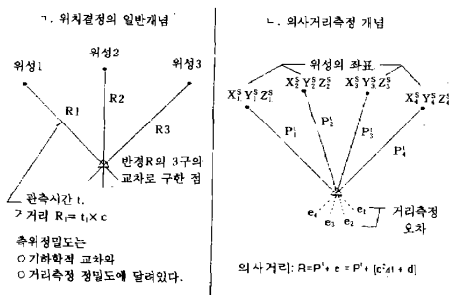
따라서 4차방정식을 풀면 X, Y, Z 좌표값을 구할 수 있는 것이다.

이는 곧 관측시 최소한 4개의 위성으로 부터 DATA를 수신해야 한다는 것과 같다.

물론 4개이상 예를들면 7 ~ 9개의 위성이 동시에 관측된다면 관측되는 위성수만큼의 방정식이 만들어지지만 그래도 구하고자하는 미지수는 4개이며 많은 방정식의 해로 미지수의 정도는 높아진다고 볼 수 있다.

즉, 어떠한 측정이든 간에 한점에서 계속적으로 반복하여 오래 관측을 한다면 모든점에 대하여 상대적으로 정확도가 높게 된다는 것이다.

<그림 2-5> GPS 위성에 의한 위치결정 방법



3. GPS 基準點觀測

1. 관측배경

내무부에서는 지난 '95.8.8 ~ 9.2일까지 25일간 미국방성지도국 (DMA)지원하에 전국 30점의 측량 기준점을 국·방·부, 시·도, 대한지적공사 등이 공동으로 참여하여 관측한 경험을 토대로 '95.11.6 ~ 11.22일까지 12일간 내무부, 대한지적 공사본사, 연구소, 연수원직원 40명을 대상으로 4개조를 편성, 조별 2박3일간의 일정으로 GPS기본이론, 장비조작, 현장관측 등을 통하여 다목적지적제도 창설을 위한 지석재조사사업에 필요한 새로운 측량기술을 습득하였다.

현장 관측으로는 STATIC(정지 측량)과 KINEMATIC(이동측량)을 실시하여 관측한 자료를 처리 분석 및 산출된 WGS'84좌표를 벡셀좌표계로 변환하여 경지정리확정좌표와 상호 비교 분석하였다.

2. 관측계획

관측대상 기준점은 용인군소제 사암지구 경지정리사업지구내 도근점으로서 Trimble 사의 4000SST L1/L2 2주파 수신기 1대와 4000SSE L1/L2 2주파 수신기 2대를 이용하여 3점의 측점에 대하여 다음과 같은 수신조건을 설정하여 동시 관측을 실시하였다.

① 관측시간 : 3개의 측정점별로 점간이동거리, 이동시간 등을 고려하여 오전 10:00 ~ 10:30, 11:00 ~ 11:30까지 30분씩 1조당 2개의 session을 만들어 각각 1개점을 2번씩 중첩시키는 형식으로 총 6개의 session으로 구성하여 동시 관측을 실시하였다.

② 최소관측위성수 : 4개

③ 관측 DATA 수신간격 : 15초 단위로 수신

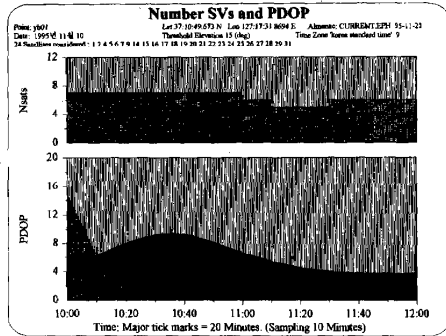
④ 수신기제한 고도는 15°로 지정하여 Multi-path의 영향을 최대한 배제시켰다.

⑤ PDOP : 7이하 등으로 설정수신 하였다.

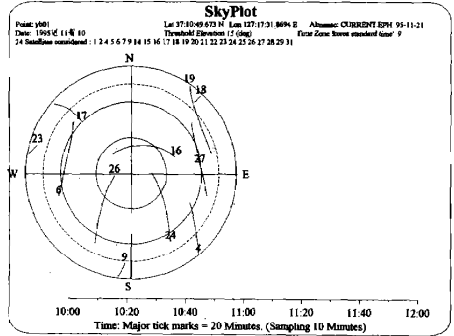
관측시간의 위성상태 등을 분석하여 보면 그림 <3-1> (a)~(e)와 같다.

<그림 3-1>

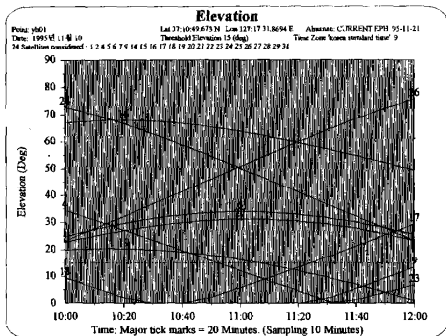
관측 위성 상태 분석도



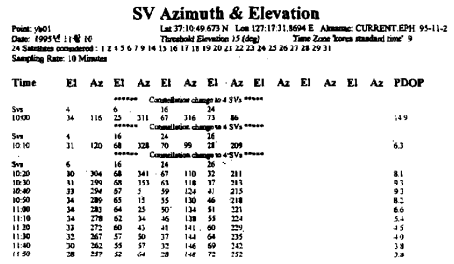
(a) 관측가능 위성수 및 PDOP



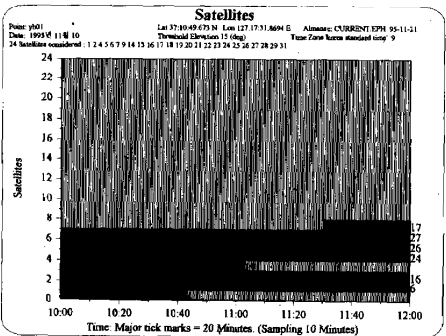
(d) 관측 위성 진행 경로 분석



(b) 관측 위성의 고도 분석



(c) 관측 시간대별 위성정보 분석표



(c) 관측 위성수 및 위성번호

3. 관측순서

관측계획 및 선점이 완료되면 다음의 순서에 의거 관측을 실시하게 된다.

- ① 관측점 구심표시
- ② 삼각대, 정준대 설치
- ③ 구심 및 수평표정
- ④ 안테나 설치 (↑를 정북으로 표정)
- ⑤ 안테나와 수신기 등 관련 연결선 연결
- ⑥ 안테나 높이 측정(3방향이상 정확히 측정하여 산술평균)
- ⑦ 수신기에 안테나 높이 입력

- ⑨ 계획된 관측종료시각에 관측종료
- ⑩ 다음 관측점으로 이동
- ⑪ 관측완료후 수신 DATA DOWN LOADING
- ⑫ 수신 DATA의 처리분석

4. 觀測結果分析

1. 관측DATA FILE

각조별 2개의 session을 구성 관측한 결과 아래와 같은 DATA를 취득하였다.

관측일	측 점	DATA File	SIZE (BYTE)	안테나 높이 (M)	수신기 기종
95.11.6	YB01	YB013101.DAT	504,921	1.300	4000 SSE
		YB013110.DAT	65,546	1.295	4000 SST
95.11.10	YB01	YB013142.DAT	53,099	1.238	4000 SSE
		YB023101.DAT	66,288	1.636	4000 SSE
	YB02	YB023102.DAT	51,827	1.571	4000 SST
		YB043101.DAT	65,667	1.502	4000 SSE
95.11.14	YB01	YB043102.DAT	53,780	1.614	4000 SSE
		YB013181.DAT	58,581	1.421	4000 SSE
95.11.21	YB01	YB013182.DAT	90,877	1.425	4000 SST
		YB023181.DAT	66,580	1.666	4000 SSE
	YB02	YB023182.DAT	60,523	1.673	4000 SSE
		YB043181.DAT	101,275	1.593	4000 SST
	YB04	YB043182.DAT	56,464	1.654	4000 SSE
		YB01	YB013251.DAT	58,827	1.319
YB02	YB013252.DAT		93,537	1.249	4000 SST
	YB04	YB023251.DAT	56,973	1.589	4000 SSE
YB023252.DAT		61,983	1.490	4000 SSE	
95.11.21	YB04	YB043251.DAT	85,993	1.574	4000 SST
		YB043252.DAT	61,399	1.385	4000 SSE

2. 관측DATA처리분석 과정

관측결과 얻은 19개 DATA화일을 미 Trimble사에서 개발한 GPSurvey Version 2.00 S/W를 사용하여 우선 기지점을 정하기 위하여 대전광역시소재 천문대 상시관측소와 YB01점을 동시관측하여 천문대관측자료를 제공받아 자료처리하였다.

Adjustment로 정하고 YB01점을 Baseline Solutions로 정하는 기법으로 처리 분석하여 YB01의 WGS'84 좌표값을 산출하였으며, YB01을 Fixed control(기지점)로 고정시키고 구하고자 하는 YB02, YB04점에 대하여는 all baseline processing 기법과 Independent Set 기법에 의하여 처리하여 측정점간 기선거리, 방위각, 경·위도 좌표등을 산출하여 지역 좌표계인 Bessel 타원체상의 X, Y좌표로 변환 처리하였다.

위성으로 부터 수신된 관측DATA의 분석은 최소제곱법, 행렬, 회귀분석 등 수학적으로 복잡한 과정을 거치게 되나 제공되는 S/W로는 간단한 조건 입력만으로 자동적으로 Processing이 수행되어 그 결과를 얻을 수 있다.

그러나 기선해석, 망조정, 변환계수의 적용, WGS'84좌표의 Bessel좌표계로의 변환등은 전문적인 자료처리 경험과 이론이 필요하다.

관측DATA의 처리순서는

1) 취득된 DATA를 처리하기 위한 DATA LOAD과정

취득DATA의 현장정보인 관측일시, 안테나의 높이와 종류, 수신기 기종, 위성 상태등의 정보를 확인할 수 있으며 잘못 입력된 관측조건 및 정보 등을 수정 입력할 수 있다.

2) Loading된 DATA처리를 위한 조건 선택입력

자료처리를 수행하기 위하여 Loading된 화일을 확인, 관측점간기선 선택, 반복계산회수 선택, 모든 기선을 처리할 것인지 또는 관측점을 독립적으로 처리할 것인지의 처리방법 등의 조건을 선택 입력하게 된다.

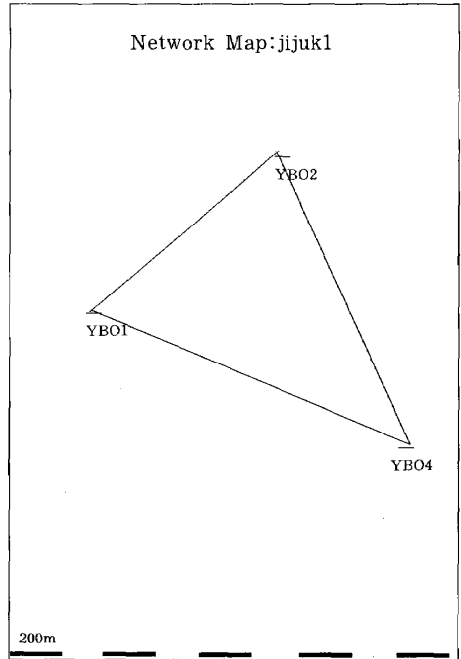
3) 자료처리의 수행

위와같은 과정을 거쳐 모든 조건이 정확함을 확인한 후 자료처리를 수행하게 되는데 처리과정은 Programming된대로 자동적으로 수행되며 그 결과를 얻을 수 있게 된다.

4) 기선해석, 망조정 및 좌표변환 등

기후 DATA의 시계열 대표값에 관한 관측한 WGS'84타원체상의 지구 중심좌표계인 경·위도, 높이, X, Y, Z 값을 얻을 수 있는데 이 자료를 토대로 각 관측점의 정도를 높이기 위한 기선의 해석, 망조정 등의 절차와 LOCAL좌표계인 Bessel좌표계로 변환하여 기존의 경지정리확정 좌표와 비교 분석자료로 활용토록 하였다.

<그림 4-1> 관측망도



3. 관측DATA처리분석 결과

관측한 DATA의 처리결과 <그림 4-1>과 같은 망이 구성되었으며, 관측횟수에 따른 정밀도, 조별 관측점의 WGS'84좌표값, 좌표변환 후 비교분석 등은 다음과 같았다.

1) 관측횟수에 따른 정확도

일반적으로 평판, 트랜시, 테오드라이트, 토탈스테이션의 기존 장비를 이용 같은점을 같은 방법으로 여러번 관측하였을때 발생하는 기계오차, 개인오차, 누적오차에 비하여 GPS에 의한 관측성과의 정밀도가 상대적으로 매우 높은 것으로 분석되었다.

분석결과는 표(4-1), (4-2)의 같다.

위 표와 같이 기지점으로 고정시킨 YB01점에 대하여는 각 조별 관측성과가 동일하게 산출되었으며 구하고자 하는 YB02, YB04점의 관측자별 성과를 비교하여 보면 전반적으로 각각의 편차가 경·위도의 경우 0.0001 ~ 0.00019초, X, Y좌표의 경우 0.007 ~ 0.01m로 나타나 관측자별 오차는 거의 없

는 것으로 나타났다.

그림 (4-2)는 WGS'84좌표성과에 대하여 수평, 수직, 방향에 관한 3차원적인 오차량을 나타내는 타원도형으로서 눈금1개의 단위는 1mm로 비교적 양호한 성과임을 나타내고 있으며 그림(4-3)은 WGS'84 좌표성과에 대한 정확도를 수평, 수직으로 나타낸 분포곡선이다.

< 표 4-1 >

관측일별 관측점 경위도 비교표

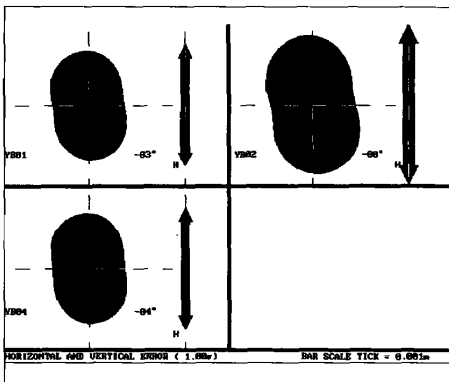
측점 관측일	YB01			YB02			YB04		
	경도	위도	높이	경도	위도	높이	경도	위도	높이
'95.11.10	37-10-49.67301	127-17-31.86944	202.6320	37-11-06.06212	127-17-55.93971	159.4923	37-10-76.76971	127-18-41.4144	156.3478
'95.11.14	37-10-49.67301	127-17-31.86944	202.6320	37-11-06.06221	127-17-55.93931	159.4756	37-10-76.76986	127-18-41.423	156.3345
'95.11.21	37-10-49.67301	127-17-31.86944	202.6320	37-11-06.06219	127-17-55.93950	159.4556	37-10-76.76975	127-18-41.426	156.3349

< 표 4-2 >

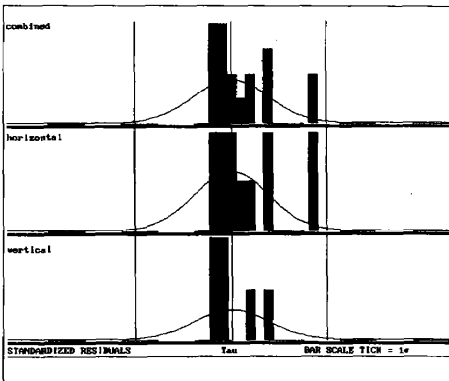
관측일별 관측점 좌표 비교표

관측일	YB01			YB02			YB0		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
'95.11.10	-3082	404785	3833.	-3083	4047	3833	-3083	4047	3833
	763.	0.2546	491.	029.	220.	868.	595.	495.	122.
	2139		5644	6948	2325	0384	3429	6531	0860
'95.11.14	-3082	404785	3833.	-3083	4047	3833	-3083	4047	3833
	763.	0.2546	491.	029.	220.	868.	595.	495.	122.
	2139		5644	6779	2264	0307	3306	6456	0817
'95.11.21	-3082	404785	3833.	-3083	4047	3833	-3083	4047	3833
	763.	0.2546	491.	029.	220.	868.	595.	495.	122.
	2139		5644	6723	2114	0179	3327	6470	0793

< 그림 4-2 > WGS '84 좌표성과의 3차원 오차 타원도



< 그림 4-3 > WGS '84 좌표성과의 정확성 분포곡선



2) 좌표변환 비교분석

GPS에 의하여 수신된 DATA의 처리결과는 WGS'84 좌표계로 설정된 지구타원 체(Ellipsoid)로 부터 높이와 지심으로 부터의 X, Y, Z 좌표로 산출된 것이므로 현재 우리가 사용하고 있는 Bessel 타원체상의 성과와는 차이가 발생 된다. 높이인 경우 평균해수면상의 높이를 0으로 부터 시작하여 수준측량을 통하여 결정하는 Bessel 좌표계와 WGS'84 지구타원체로 부터의 높이를 결정한 성과와는 근본적으로 차이가 발생된다는 것을 의미한다.

LOCAL 좌표계인 Bessel 좌표계로 변환하기 위한 방법으로는 각 측지계간의 차이인 ΔX , ΔY , ΔZ 와 좌표계간의 비틀림 상관계수 등을 나타내는 7개의 변환요소를 최소제곱법으로 산출하여 각각 보정함으로서 좌표를 변환하는 매개변환요소 기법과 미 국방지도국(DMA)에서 제공하는 변환공식에 의한 상관계수를 산출하여 변환코자 하는 좌표값에 가감하여 변환하는 회기다항식 변환기법(MRE)이 있으며 역시 미 국방지도국에서 제공하는 변환공식을 사용하여 WGS'84 타원체와 지역좌표계의 차이를 산출하여 변환하는 Molodensky 방법 등이 있으나, 3점의 관측만으로는 7개의 변환 상수의 적용이 무의미한 분석결과를 나타내므로 적용하지 아니하였고 자료처리후 기선해석 및 망조정 과정에서 백터량의 조정을 통하여 정확한 결과치를 구하려고 시도하였으나 관측 시간이 30분으로 한정되어 있어 조정 가능한 불량 백터량을 버릴 경우 자료처리가 불가능하게 됨을 알수 있었다.

결국 최소 자료처리 가능 백터량만을 취하여 삼

<표 4-3>

좌표변환성과의 기존성과의 비교분석표

관측점	WGS'84 성과			좌표변환성과		기존성과		차 이	
	X	Y	Z	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY
YB01	-3082 763. 2139	4047 850. 2546	3833 491. 5644	408774 .607	225877 236	408774 .84	225875 .90	0.233	1.336
YB02	-3082 029. 6948	4047 220. 2325	3833 868. 0384	408281 .689	226469 .407	409272 .54	226557 .24	9.049	87.833
YB04	-3083 595. 3429	4047 495. 6531	3833 122. 0860	408348 .709	226755 .386	408349 .10	226754 .23	0.391	1.156

각망조정, 기선해석 등의 방법을 통하여 자료처리를 한후 미 국방지도국(DMA)에서 제공하는 변환식에 의한 Molodensky 좌표변환 방식으로 자료처리를 할 수 밖에 없었다.

좌표변환하여 기존성과의 비교분석한 결과는 표 <4-3>과 같다

관측점기존성과의 좌표는 경지정리확정한 평면 직각중형선 수치로서 X, Y좌표가 Z(높이)보다 중요하므로 X, Y좌표 값만을 비교분석하였다.

위와같이 WGS'84좌표계의 기존좌표계로의 변환한 결과 측정점별로 YB01점은 0.2 ~ 1.3m, YB02점은 9.0 ~ 87.8m, YB04점은 0.4 ~ 1.2m의 차이가 있음을 알 수 있다. YB02점의 9 ~ 87.8m의 차이에 대한 원인은 수신기상 구조적인 오차로서 수신데이터의 불량으로 판단된다.

즉 수신기의 조작 미숙이나 수신기상의 일시적인 성능 저하 등으로 생각된다. 이러한 수신데이터는 일반적으로 비려야 하며 재관측을 하여야 하는 결과를 초래하므로 수신시 각별한 주의를 요함을 알 수 있다.

나머지 점인 YB01과 YB04의 수신데이터는 비교적 양호한 것으로 그 차이는 지구 타원체상의 근본적인 차이라고 사료되나 자세한 결과를 얻기 위하여는 많은 점을 관측하여 회기분석이 가능한 망을 구성하여 자료처리 분석하는 것이 가장 중요하다는 결론을 얻었으며, 향후 상시관측소의 운영과 시·도별 관측소의 설치운영 등을 통한 관측과 자료처리 등의 연구가 필요하다는 결론을 얻었다.

5. 向後 推進方向

이러한 관측을 통하여 GPS의 지적측량분야에 실용화를 위하여 다음과 같은 향후 추진 방향이 제시되었다.

1. 기초이론연구 필요

GPS를 좀더 심도있게 연구하기 위하여는 지구 재원의 연구 및 이해가 선행되어야 하므로 지구과학, 물리학, 수학 등의 지속적인 연구 및 습득이 필요하다.

2. 국가상시관측소설치 운영

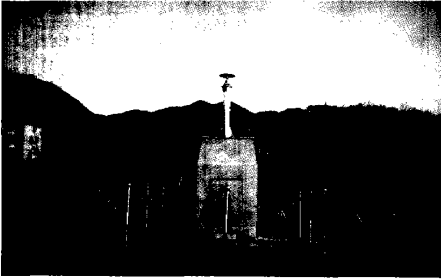
GPS측량의 국내 도입을 위하여 정확한 기준점의 설정이 필요하며 이를 위하여는 상시관측소설치 운영함으로써 고정된 기준점을 확보해야 한다는 것이다.

이에 내부부에서는 경남 창원시에 상시관측소의 시설공사를 완료하고 시험관측을 거쳐 정상가동에 들어가 통일된 국가기준망구축에 크게 기여함은 물론 국제공인을 획득하여 지적재조사사업추진시 기준점으로 활용할 예정이다

상시관측소의 전경은 사진 <5-1>과 같다.

3. GPS관련교육과정확대 운영

<그림 5-1> 내무부 상시관측소 전경



GPS의 이해를 위하여 지적기술연수원에 GPS기초·전문과정의 교육과정을 확대 운영함으로써 지적재조사사업추진시 기준점정비분야를 담당할 인력을 양성할 필요가 있다

4. GPS관련장비의 조기도입

지적재조사사업추진시 전국의 기준점을 재정비하기 위하여 사용될 GPS관련 장비를 조기에 도입하여 사전교육 및 기술습득을 향상시켜야 할 것이다.

5. GPS 이론연구 실시

GPS의 이론적배경, 원리, 활용방안 등을 정립하기 위하여 구체적으로 다음과 같은 연구가 선행되어야 할 것이다.

1) 지적재조사사업을 위한 GPS 측량의 연구

GPS측량작업공정을 구체적으로 검토하고 정확도를 분석하며 수신기 기종별 관측처리의 호환성검토 등에 대한 연구

2) WGS'84 좌표계와 지역좌표계간의 호환성에 관한연구

현재 우리나라에서 쓰고 있는 지역좌표계인 Bessel 지구타원체의 모델을 분석하고 지역좌표계의로의 변환 방법별 정확도를 분석하기 위한 연구

3) 지적측량에 GPS적용가능성 검토

우선 현행 좌표체계와 WGS'84좌표체계를 심층 분석하고 외국의 적용사례를 분석하며 WGS'84와 기존좌표체계의 병행사용방안 검토. 지적측량에 GPS적용 가능범위의 설정과 GPS의 지적측량기준점 관측시 적용의 문제점 검토. 세부 측량시 GPS 적용을 위한 방안 등의 연구

6. 結 論

위와같은 관측을 통하여 관측한 자료를 처리분석한 결과 관측점수가 적어 좌표 변환을 위한 7개의 변환상수를 산출하여 적용치 못하여 GPS에 대한 심도있는 성과를 얻지 못하는 등 아쉬움은 있었으나 GPS의 기초이론 습득과 지적재조사사업 추진시 GPS에 의한 기준망 구축 및 지적측량 필요성을 인식하였으며, 지적기술 자의 GPS 측량기술능력을 제고하는 좋은 기회가 되었다고 생각한다.

지적재조사사업추진 등 지적업무에 GPS를 활용하기 위하여는 법·제도 등 행정적인 제도적 장치와 GPS에 대한 기초이론 연구, 지구타원체의 새로운 모델링 구축 등 다방면의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각되며, GPS의 연구분야와 실용분야는 무한히 넓고 측량분야에 새로운 비전을 제시해 줄 것으로 확신하며 우리 지적인 모두가 이 분야에 깊은 관심과 연구를 통하여 21세기 정보화 시대에 걸맞는 앞서가는 지적인으로서의 확고한 위상이 정립될것으로 기대된다.

參 考 文 獻

1. Alfred Leick, GPS Satellite Surveying,second edition,Department of Surveying Engineering, University of Maine,Orono,Maine 1995.
2. B.Hofmann Wellenhof,H.Lichtenegger,and J.collins, GPS Theory and Practice,Third revised edition, Springer Verlag Wien New York 1994.
3. 土屋 淳, 辻宏道,やさしいGPS測量, 日本測量協會,東京 1991.
4. 강준묵,신봉호,이용창,윤철규,매개변환요소에 따른 WGS84와 Bessel타원체간의 좌표변환해석.

5. 강준목, 윤희천, 김홍진, GPS에 의한 지적삼각망의
정확성분석, 한국지형공간 정보학회지 제2권제1

6. 박필호, GPS, 지적기술연수원 교육교재, 1995.