

碩士學位論文

GPS 測量을 이용한 濟州道
基準 三角占 정확도 분석에
關한 研究



濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

李 大 福

2005

碩士學位論文

GPS 測量을 이용한 濟州道
基準 三角占 정확도 분석에
關한 研究



指導教授：李 秉 杰

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

李 大 福

2005年 6月

GPS 測量을 이용한 濟州道 基準 三角占 정확도 분석에 關한 研究

指導教授：李 秉 杰

이 論文을 工學 碩士學位 論文 으로 提出함

2005년 6월



濟州大學校 産業大學院
建設環境工學科(土木工學)

李 大 福

李大福의 工學碩士學位 論文을 認准함

2005년 6월

委 員 場：_____ (印)

委 員：_____ (印)

委 員：_____ (印)

A Study on the accuracy estimation of the
triangular network of Jeju island based on
GPS survey

Dai - Bock Lee



Supervised by Propessor Byung-Gul Lee

2005

Department of Construction and Enviornmental
Engineering
Graduate School of Industry
Juje National University

目 次

Abstract

I. 서 론	1
1.1 연구의 배경 및 동향	1
1.1.1 연구의 목적	3
II. GPS에 의한 인공위성 측량	6
2.1 GPS 측량의 특성	6
2.2 GPS 측량을 이용한 측위방법	11
2.3 GPS 위치결정 원리	15
2.4 GPS 정오차	17
III. 우리나라 측지좌표계 변환	19
3.1 WGS-84 좌표계	19
3.2 우리나라 측지측량 기준계	21
3.3 좌표변환기법	22
3.3.1 경,위도 좌표와 지심직각좌표의 변환	24
3.3.2 7-매개변수 좌표변환(3개 모델 적용)	27

IV. 제주도 삼각점 분포현황 결과 및 분석	-----	34
4.1 제주도삼각망 분포현황	-----	34
4.1.1 GPS 자료 처리 흐름도	-----	35
4.2 제주도 최초 관측망도 및 좌표성과	-----	36
4.2.1 최초관측망도	-----	36
4.2.2. 좌표성과도	-----	37
4.3 제주도 삼각점 인공위성 GPS 이용 관측망도 및 측량결과 표	-----	38
4.3.1 인공위성 GPS이용 관측망도	-----	39
4.3.2 인공위성 GPS이용 측량결과	-----	39
4.4 관측자료 처리결과 및 분석	-----	40
V. 결 론	-----	44
VI. 참 고 문 헌	-----	45
부 록		
(7-매개변수 좌표 변환기법 활용 제주지역 기준)		

List of Figures

Fig. 1. GPS distribution	2
Fig. 2. The position system law of GPS.....	12
Fig. 3. DGPS concepts	12
Fig. 4. Trans-loaction method	13
Fig. 5. Interferometric matho.....	14
Fig. 6. Coordinate system of GPS.	15
Fig. 7. Coordinate system transformation process. ...	23
Fig. 8. The polar and rectangular system.	25
Fig. 9. Bursa-wolf transformation model.	30
Fig. 10. Mododensky-Badekas transformation model. ...	31
Fig. 11. Veis transformation model	33
Fig. 12. The characteristic of GPS receiver and EDM	34
Fig. 13. Triangular observation system in Jeju island. ...	35
Fig. 14. Diagram of GPS data process.....	35
Fig. 15. Triangular observation system in Jeju island. ...	36
Fig. 16. GPS network observation system.	39

List of Tables

Table 1.	Comparison between NNSS and GPS ...	10
Table 2.	WGS 84 constants	21
Table 3.	Reference triangular network coordinator between points boriginal observation and GPS one	37
Table 4.	The difference values between the observation and the compation.	41
Table 5.	The difference bectangalar values between the observationand the ompatation.	42
Table 6.	The difference WGS 84 values between the observationand the compatation.	43



Abstract

The main purpose of the present study was to investigate coordinate transformation based on two different systems: one was the World Geodetic System 1984(WGS84) adopted as a reference system for GPS satellite surveying and another was the current Korean geodetic system based on Bessel ellipsoid. For this purpose, three methods were used to determine 7 parameters as follows: Bursa-Wolf model, Molodensky-Badekas model, and Veis model. The coordinate transformation was carried out using similarity transformation applied the obtained 7 parameters and the precision of transformed coordinate was evaluated. From this results, we found that Bursa-Wolf model is more suitable than others for the determination of transformation parameters in this study. The applied model shows that the accuracy of the triangular network of Jeju island has not suitable for the civil engineering application. However, we found that as we omitted some triangular network points, we can improve the accuracy of the engineering application.

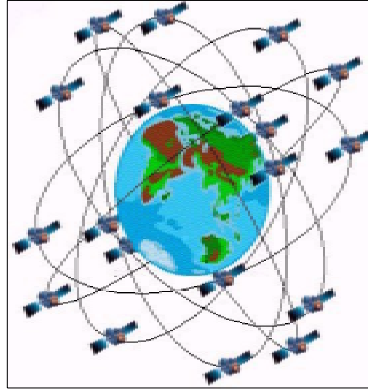
I. 서 론

1.1. 연구배경 및 동향

측량에서의 위치 결정은 천문측량, 삼각측량, 다각측량, 으로 결정 하지만, 측점이 이동하는 경우는 종래의 측량방법 으로는불가능하다¹⁾. 특히 기준점 측량을 하고자 할 때 기준점이 되는 물체가 시야에 잡히지 않을 경우 기존의 기계식측량 으로는 불가능하다. 인공위성측량 (satellite positioning system)은 이러한 문제점을 해결하여 동시 움직이는 물체에 대하여 연속적으로 측량을 하는 것이 가능하다.

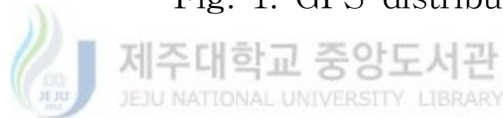
위성측량의 개발은 1950년대에 시작되었으나 군사적인 목적이 강하고 정도가 높지 않아 실용에 이용되지 않았기 때문에 일반에 알려지지 않았다. 그러나 지속적인 연구와 기술의 발달로 최근에는 그 정도가 높아지고 수신기를 간단하게 조작할 수 있게 되어 그 이용이 늘어나고 있다.

위성측량시스템중 최근 이용이 증가하는 것은 1990년대 완성될 미국의 GPS(Global position System)로서 궤도고도 약 20.200km 상공에 6 개 궤도면에 4개씩 총 24개 위성을 배치하여 전세계 어디에서도 위치와 시간정보를 얻을 수 있다.³⁾⁴⁾ 이 시스템은 항공기나 선박등의 항법 유도에이용되고 있으며, 그것의 이용방법이 연구되고 있다. 23번째의 NevStar 위성 1993년3월 발사 되었으며, 미국 국방성에서 위성을 운영하고 있다.



궤도 : 대략원궤도
 궤도수 : 6개
 위성수 : 24개 + 3개 = 27개
 궤도경사각 : 55°
 높이 : 약 20,000km
 사용좌표계 : WGS-84

Fig. 1. GPS distribution.



미국이나 일본등에서는 GPS를 이용하여 군사목적이나 상업용에 널리 이용하고 있으며 정도가 높은 것을 이용하여 측지, 측량부분 응용에 관한 연구도 많이 되고 있다. 실례로 미국에서는 포탄의 경로추적과 적 중률에 관한 연구를 GPS를 이용하여 실시하였으며, 원격조정운반체 (remote operate vechile)을 이용한 해저지도 작성의 예가 있었다.⁵⁾ 일본의 경우 1986년 고도 1,495km에 측지위성 아지사이(Ajisai)를 궤도에 올렸으며, 유럽의 경우도 각국에서 독자적인 연구를 수행 하고 있다⁵⁾⁶⁾. 국내에서는 기선측량에서의 장기선(長基線)측정과 GPS측량에 의한 측지학적 위치결정과 좌표변환에 관한 연구가 있었으며⁷⁾⁸⁾⁹⁾ 해양오염 물질의 확산검정에 있어서 인공위성측량을 이용한 연구가 있었다³⁾.GPS에 의한 계절 및 시각에 따른 1점의 정도변화를 해양을 중심으로 실시한 경우와 GPS를 사용한 측지학적 지오이드高를 연구한 예도 있었다.¹⁰⁾¹¹⁾

GPS를 비롯한 위성측량기술의 발전은 종래의 측량기술을 대체할 수 있는 신기술로 각광 받고 있다. 특히 GPS는 항법용 위치측정은 물론 기준점 측량을 통한 측지망의 구성, 지적측량, 지도제작, 건설공사측량 등에 활용되어 종래의 측량기법에 비해 정확성, 경제성과 신속성이 인정되어, 현재 세계적으로 많이 이용되고 있다. 국내에서도 GPS를 이용한 항법을 비롯한 많은 측량분야에의 활용이 기대된다.

그간 국내에서도 많은 연구의 성과로서 GPS의 활용성을 충분히 입증하였으나 아직 민간부문에서의 사용은 활성화되지 않고 있다. GPS 수신기가 아직까지는 고가이며 사용하기가 결코 쉽지 않다는 점에서도 그 이유를 찾을 수도 있지만 무엇보다도 GPS의 기준계와 우리나라의 측지기준계가 다르다는 측지학적 문제에서 기인한다고 볼 수 있으며 이러한 측지학적인 문제로는 GPS기준원점의 설치문제와 지오이드기복의 산정 및 타원체간의 변환관계의 정립을 들 수 있다. 타원체간의 변환관계에 대한 문제는 GPS에서 채택된 WGS-84와 우리나라의 기준인 Bessel 타원체간의 변환으로 GPS에서 얻어지는 측량성과는 WGS-84 타원체에 대한 것이므로 우리나라의 측지계로의 변환이 필요하기 때문이다. 이러한 변환관계에 대한 문제는 GPS를 사용하려는 모든 국가에 공통된 문제이며 실제로 변환관계가 정립된 여러나라에서는 GPS가 널리 사용되고 있다.

1.1.1. 연구의 목적

본 연구에서는 WGS-84상의 좌표와 우리나라의 Bessel타원체상의 좌표가 기지인 삼각점 20개를 사용하여 좌표변환을 수행하였다.

좌표변환의 방법으로는 그간의 연구성과로 그 정밀도가 인정된 매개변수 방법의 3가지 모델 Bursa-Wllf모델, Veis모델, Molodensky Badekas모델로써 WGS-84를 우리나라 측지계로 좌표 변환하여 각 모델별로 7개의 매개변수를 구하였으며, 각 모델에 대한 좌표변환의 정밀도를 비교, 분석하였다.

위와같이 GPS의 효율성은 날로 증가 되고 있다. 그러나, 기존에 수행되어 온 연구는 정밀도 현상에 대한 연구가 주류를 이루고 있었으며, 그의 응용성 및 확장성에 관한 연구가 최근들어 많은 연구가 진행되고 있다. 정확한 측량 측정 오차는 도로공사, 신시가지 단지 설계, 도시 설계등에 큰 영향을 미치며, 평면 경계가 불균형으로 인하여 시간적·경제적 손실이 상당히 크다.

지형정보시스템에서 이용이 가능한 요소를 획득하기 위해 수신되는 자료를 GPS-84상의 좌표와 우리나라의 Bessel타원체의 좌표가 기지인 삼각점을 사용하여 7-매개변수 좌표 변환에 의해 제주도 삼각망 정밀도 분석 효율성 여부를 파악하는데 목적을 두고 있다. 지형정보시스템의 기본적인 자료구조는 점,선, 다각형의 지형자료(location data)와 각각의 개체에 非地形資料(non-locational data)를 연결하는 형태이다. 일반적으로 지형정보시스템의 자료획득용 GPS센서가 아닌 경우, 지형요소와 비지형요소의 결합을 지원하고 있지 않으며, 非地形요소를 입력하는 체제를 가지고 있지 않다. 그리고 우리나라와 같이 지형정보시스템이 지적도 중심으로 구성되는 경우, GPS에서 수신되는 WGS84의 경위도 좌표로는 실용상 적용의 한계를 가지고 있다.

일반 GPS취득한 자료를 지형정보시스템에 이용하기 위해서는 이와 같은 큰 문제를 해결해야 하고, 도시의 중심부에서 측량을 실시하는 경

우 도심지의 각종 장애물에 의해 GPS장비를 사용하여, 자료수신 및 처리용 프로그램을 개발하고, 지형정보시스템에서 이용가능한 요소를 획득하기 위해 수신되는 자료를 WGS84에서 우리나라의 지도좌표인 7-매개변수 좌표로 변환하고자 한다.



II. GPS에 의한 인공위성 측량

2.1. GPS 측량의 특성

GPS는 인공위성의 전파를 수신하여 자기자신의 위치를 정확하게 아는 목적의 시스템이다. GPS는 항법보조와 측량의 이용을 목적으로 한 과거 사용되었던 NNSS(Navy Navigation Satellite System)의 개량형이다. GPS나 NNSS의 용어는 인공위성 그 자체를 말하는 것이 아니며, 인공위성과 지상계의 관리시스템으로 구성된 시스템적 정의를 말한다. GPS에 사용되는 논문 등을 보면 GPS System으로 사용되고, space segment, control segment, user segment로 불리며, 우주부분, 제어부분, 사용자부분의 뜻이지만 필요에 따라서 GPS인공위성, 지상의 추적관리장치 시스템, 이용자의 장치로 말하기도 한다. GPS는 이것들의 전체를 가리키는 것으로 이해된다.

이용자의 입장에서 보면 GPS와 NNSS의 큰 차이는 전파의 주파수와 이용시간대의 제약 등이다. NNSS에는 150MHz와 400MHz의 VHF의 2파를 사용하고, 위성의 수와 궤도관계에서 상공에 위성이 없는 시간대가 있다. 그것에 비교하여 GPS에는 1575.42MHz(약 105GHz, L1대)의 높은 주파수 전파를 사용하고, 시스템 완성시에는 궤도고도 약 20,200km의 24개 위성을 적당한 궤도에 배치하는 것으로 지구상 어디에도 항상 4개 이상의 위성이 시계내에 있도록 한다.(Fig.1) 궤도 경사각이 약 55도이고, 승교점경도가 다른 6개의 궤도상에 3 혹은 4개씩의 인공위성을 배치한다. 궤도반경은 약 26600km(궤도고도 약 20,200km)에서 주기 0.5항성일(약 11시간 58분)이 되도록 한다.⁵⁾

전파신호의 방식에서 L2대(1.2MHz)쪽은 군사용의 채널임으로 일반적인 방법에는 이용할 수 없다. L1대(1.5MHz)쪽도 C/A코드쪽이다. C/A코드 및 P코드는 각각 Clear and Acquisition 또는 Coarse and Access, Precution 또는 Protect의 의미이며, C/A 코드는 S 코드(Standard Code)로 말해지기도 한다.(Fig.3). C/A코드의 방식은 그 코드정보가 공표되어 있으나, P코드는 기밀 급으로 되었고 일반의 이용에는 대단한 제약이 있다. 그러나 실제에는 P코드정보도 각국의 알려진 경로로 유통되고 있고, 미국 측의 방침이 아직 유동적으로 돼있다. 군사적인 측면도 가진 GPS이용은 여러 가지의 어려움이 있으며, 유사시에는 코드정보를 바꾸기도 한다.

GPS위성은 모두 루베슘, 세슘등의 지극히 안정도가 높은 원자주파수 표준인 원자시계를 탑재한다. 이것으로 GPS위성은 GPS시각이라 불리는 지극히 정확한 시각을 유지하고 있다. GPS시각은 국제 원자시에 유사(類似)의 것이지만, 우리들이 일상 사용하는 시각의 정수 초와 다르기 때문에 주의 하여야 한다.

일반 항법의 GPS의 이용에 있어서는 동시에 4개의 위성이 보이는 것이 필요하다. 그리하여 C/A Code 신호에 포함된 인공위성의 궤도정보, 천문력 정보와 시각을 해독하여 스스로의 위치를 계산한다. 1,2대(1,2 GHz)의 전파에는 P Code가 실려있다. 2개의 주파수 동시관측에 의한 전리층의 영향의 보정은 P Code 가 실려있다. 2개의 주파수 동시관측에 의한 전리층의 영향의 보정은 P Code가 이용 가능한 경우로 제한되나, 측량과 과학관측의 목적에 간보게 방식을 사용하는 때에는 코드 보턴을 알지 못해도 2개의 주파수의 동시관측으로 의해 전리층의 보정이 가능하다.

GPS의 1점 측위의 경우와 측량 간보계의 경우도, 인공위성에서의 전

파를 이용하기 때문에 천후의 영향을 거의 받지 않으며 측점간의 시통의 문제도 없다. 그러나 地中이나 海底에는 전적으로 사용 될 수 없다. 현재 GPS이용의 경우, L1대(1.5GHz)의 전파를 수신하고 C/A Code만을 사용하여 측위를 한다. 전리층의 보정은 국제적인 전리층의 상태를 판정하여 계산하며, 이 경우 측위정도는 公@으로 100미터 이내이다. 이것을 측지적인 의미의 정도로서 보정함에는 인공위성의 정밀한 궤도정보가 필요하다. 만일 P Code가 사용할 수 있고, L1대(1.5 GHz)와 L2대(1.2 GHz)의 2파가 동시관측이 가능하면, 정도는 공칭 16M이내에 있다. 그러나 P Code의 이용은 미국 측의 정책상의 이유에 의해 현실에는 비상시에 어렵다고 생각된다. 측위간보계 방식에 의한 수 km에서 수 100km의 기선의 측정에서는 cm의 정도가 얻어진다. 측위간보계에서는 반드시 코드버튼을 알지 않더라도, 2주파수의 동시측정이 가능하여서, 전리층 영향의 보정이 가능하다. 이 때에도 정밀 천문달력에 상당한 것이 필요하게 되지만, 여러개의 조로 간보계시스템을 구성하고, 그것을 기준으로 자기 스스로 정미라한 궤도 정보를 만들어 내는 것이 가능하다.

GPS와 같은 인공위성에 의한 고도의 측위시스템의 구상이 검토되기 시작한 것은 NNSS가 겨우 일반에 공개된 정도인 1960년대의 말썬의 일이었다고 되어있다. NNSS가 겨우 일반에 공개된 정도인 1960년대의 말썬의 일이었다고 되어있다. NNSS도 그것이 개발된 정도의 썸은 기밀 급이었으나, 1976년 7월에 당시 미국의 부대통령(副 大統領)에 의해 공개가 선언되었다.

그리고, 그 뒤에 HFO 경과하지 않아서 만들어진 NNSS위성의 추적 관계장치의 매뉴얼 가운데에는 “GPS(Global Positioning System)”의 문자가 보였다. 그리고, 150MHz와 400MHz의 NNSS용 수신채널에 1.2GHz대 1.5GHz대의 GPS용 채널을 증설하려는 준비가 되었었

다. GPS를 NNSS의 발전개량형으로 한 개발이 진행되고 있는 한편, 측위간보계에 의한 정밀측량의 연구와 실험을 하였다. 이것은 VLBI(Very Long Baseline Interferometry, 초장기선전파간보법)의 연구개발을 미국의 JPL(Jet Propulsion Laboratory)와 MIT의 그룹이 그것으로부터의 경험을 살려 추진한 것이다. 이 이전에 JPL에서는 ALSEP(Apollo Lunar Experimental Package, 아폴로 계획에서 월면에 설치한 달그림자등의 측정2장치)의 전파를 간보계에 수신하여 캘리포니아주 단층지역의 지반변동의 측정실험을 행하였다. 민데dmf 사용한 이유는 VLBI에 사용된 전파 원에 비하여 월등하게 전파강도가 크고, 또 인공의 전파 원이기 때문에 신호의 처리가 간단하다는 것에 있었다.

얼마 되지 않아 ALSEP의 전파는 정지되었기 때문에 보다 정상적인 GPS전파의 이용에 목적을 두었다. NNSS를 간보계에 측정하려 한 시험이 유산된 것은 NNSS위성의 궤도 고도가 약 1000km의 낮은 것 때문이다. 간보계에 의한 기선측정의 정도를 얻기 위해서는 어느 정도의 궤도고도가 필요한 것이기 때문이었으며, GPS를 이용한 측위간보계에 의한 기선측정은 JPL과 MIT등에서 미소한 점에서 발전한 방법의 차이 있었으나 본질 적에서는 동일하다. 측정가능한 기선의 길이는 수 100km 까지고 그 이상이면 정도가 저하된다. 수 100km이상의 기선을 cm의 정도로 측정할 때는, 초장기선간보계(또는 인성위성 레이저측거)를 이용하여야 한다.

GPS개발의 목적은 NNSS의 몇 개의 단점을 개량하는데 있으며 Table1.은 NNSS와 GPS의 비교를 보여주고 있다. NNSS와 크게 다른 점은 2개 있는데, 1개는 NNSS 인공위성이 상공에 있는 때가 아니라 측위가 가능하지 않는 것, 또 1개는 측위에 적으나마 10초 이상이라는 시간이 걸리는 데 있다. 현재의 최신의 전자장치를 이용한다면 동일한

NNSS를 이용하는데 좀더 단시간에 측량이 가능하다. 그러나, 소프트웨어 등에서 개방당초와 동일한 방식을 탑재한 관측장치가 많이 사용되고 있다.

Table 1. Comparison between NNSS and GPS

	NNSS	GPS
궤도	極·圖궤도	원(圖)궤도
궤도고도	약 1000km	약 20000Km
주기	약100분	0.5항성일
위성수	5~6개	24개
주파수	150MHz, 400MHz	1227.6MHz 1575.42MHz
측위 방식	도플러효과측정	거리측정에 의함
응용	(현재 사용하지 않음) 선박의 항법 측지기준점	선박, 항공기, 로케트의 항법보조 시각비교, 측량, 지각변동의 측정

NNSS와 크게 다른 점은 2개 있는데, 1개는 NNSS 인공위성이 상공에 있는 때가 아니라 측위가 가능하지 않는 것, 또 1개는 측위에 적으나 10초 이상이라는 시간이 걸리는 데 있다. 현재의 최신의 전자장치를 이용한다면 동일한 NNSS를 이용하는데 좀더 단시간에 측량이 가능하다. 그러나, 소프트웨어 등에서 개방당초와 동일한 방식을 탑재한 관측장치가 많고 있다.

측위 불능의 시간대가 있는것과, 긴 측정시간이 필요한 것은 선박 등의 항법보조나 측지 기준점의 설치 등에 의한 목적에는 큰 결점이 되지 않으나 항공기나 로케트 등에 의한 고속이 동체에의 응용에는 문제가 있다.

또 기술적인 측면에서 보면, NNSS는 진공관의 능력을 전제로 한 고찰에 의해서 생각되었다. NNSS의 개발이 계획된 1950년대 경은 트랜지스터가 발명(1948)되었고, 아직 개념도 없는 때였기 때문에 이것은 당연한 것이었다. 그리고, 측위 계산용의 소형전자계산기도 아직 일반적이 아닌 시대이었다.

2.2 GPS를 이용한 측위 방법

GPS시스템을 이용한 측위의 방법은 일점측위법과 상대측위법으로 나눌 수 있다. 일점측위법은 C/A나 P코드를 이용하여 Fig.2 와 Fig.3,과 같은 원리로 측위를 하는 방법이다. 최소 3개의 인공위성 신호를 받아서 측정점의 위치를 정할 수 있으며, 오차 보정을 위해 4개의 위성에서 수신해야 된다. 각 위성에서 보내오는 신호는 각각 오차를 가지고 있으므로, 이것을 제거하기 위해 유사거리법이 이용된다.

만일 P Code가 사용될 수 있고, L1대(1.5GHz)와 L2대(1.2 GHz)의 두 가지 전파가 동시관측이 가능하면, 전리층의 영향을 보정하여 정도는 공칭 16미터이내에 있다. 그러나 P Code의 이용은 Iarnrcmrdml 정책상의 이유에 의해 비상시에는 어렵다.¹⁰⁾¹³⁾

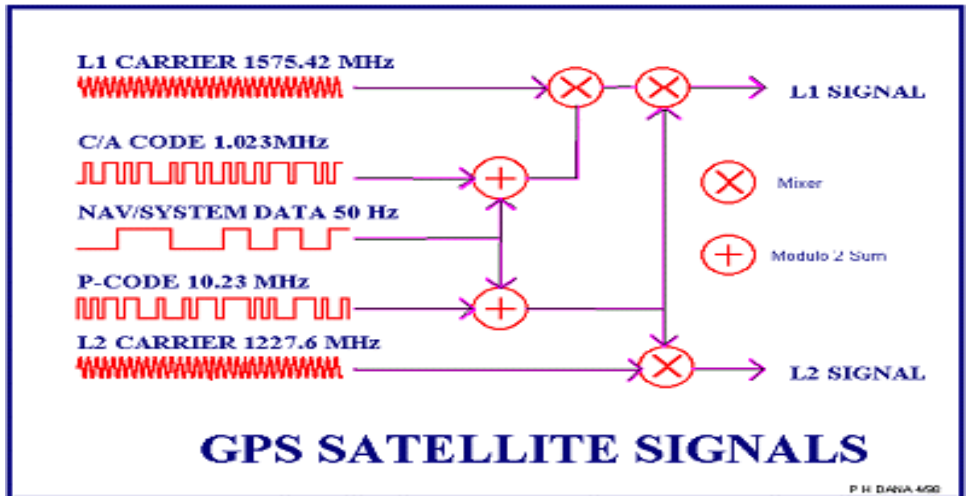


Fig. 2. The position system law of GPS.

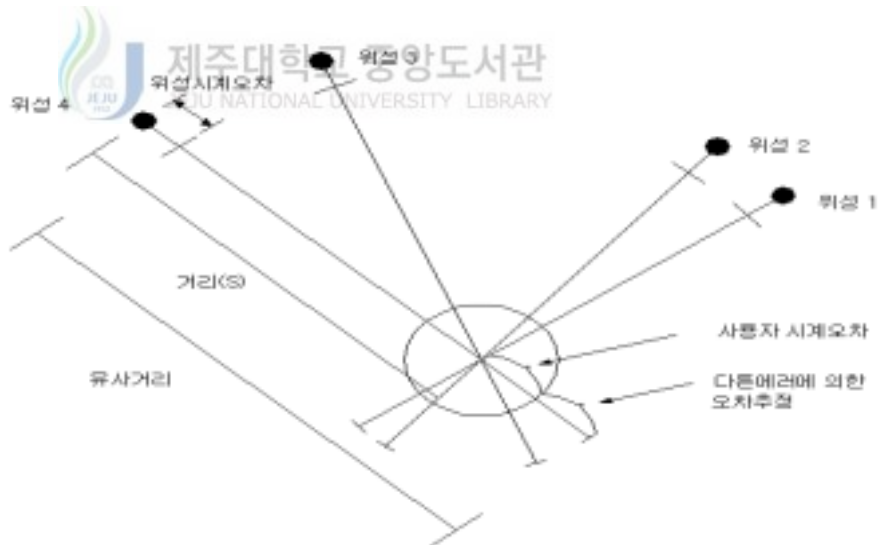


Fig. 3. DGPS concepts.

이것과 비교해서 상대측위법은 측점의 절대좌표를 구하는 것이 아니라, 일점측위에서 전리층의 영향을 보정해주는 P코드가 군사용이어서 이용에 제약이 있으므로 두점의 위치가 약100km 전후까지 동시에 두군데에서 GPS신호를 받아, 절대적인 위치오차가 조금 있으나,

상대적으로 GPS측위에 영향을 주는 전리층고 대기의 요소를 제거하여 상대거리를측량하는방법이다.

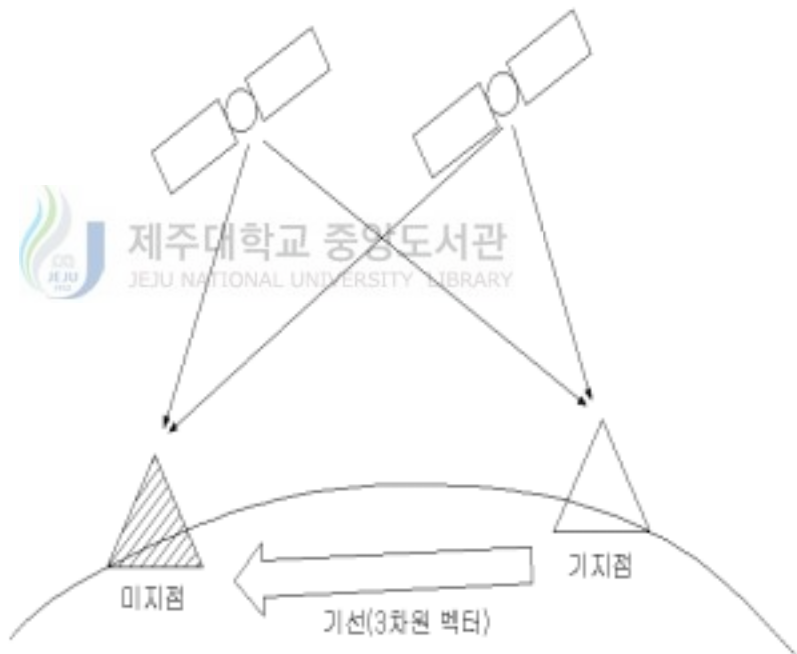


Fig.4. Trans-loaction method.

여기서GPS코드정보만을이용하는방식을일반적으로트랜스로케이션법 (Trans-loaction method)이라 하고, GPS신호의 위상조합을 함께 이용하는 방법을 인터페로메트리법(Interferometric method, 혹은 Differential GPS)이라한다. Fig.4, 는 트랜스로케이션법이며 Fig. 5,는 인터페로메트리법의 원리를 보여주고 있다.

GPS 일점측위와 상대측위는 인공위성의 전파를 이용하기 때문에 날씨와 영향을 거의 받지 않으며, 측점간의 시통(視通)의 문제도 없지만 지중(地中)의 터널이나 깊은 해저에는 사용될 수 없다.

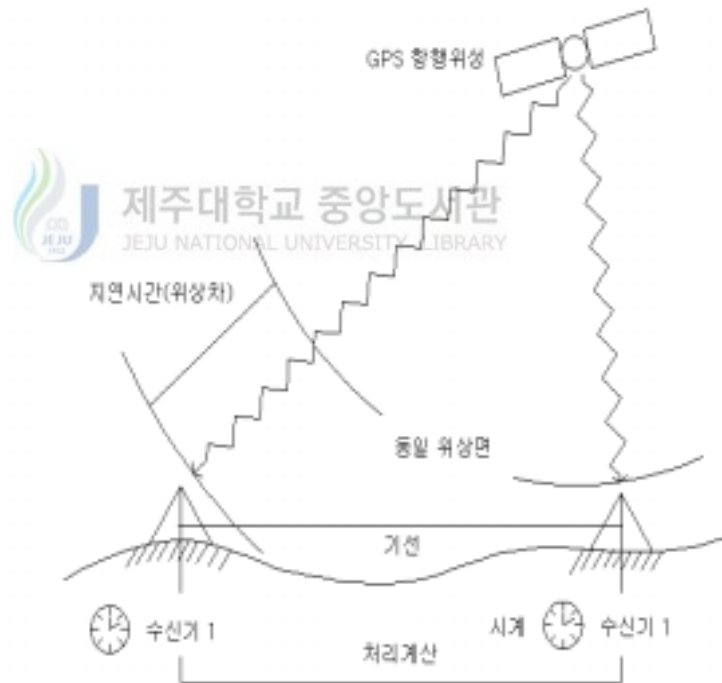


Fig. 5. Interferometric method.

2.3. GPS 위치결정 원리

GPS는 위성에서 발신된 신호가 수신기까지 도착한 시간을 계산하여 위성의 궤도요소와 천문력정보, 각종 오차보정 요소등을 고려하여 얻은 거리를 사용하는 의사거리(Pseudo range)법을 사용하고 있다.

관측자료를 이용하여 측점의 위치를 계산하기 위해서는 지구중심(지심)을 원점으로 하고 자전축을 Z축으로 하여 그리니치 자오면과 교점을 진북으로 하는 X축 좌표계를 사용한다. Fig. 6. 에서 GPS에서 이용하는 좌표계를 보여주고 있다.²⁾¹⁰⁾

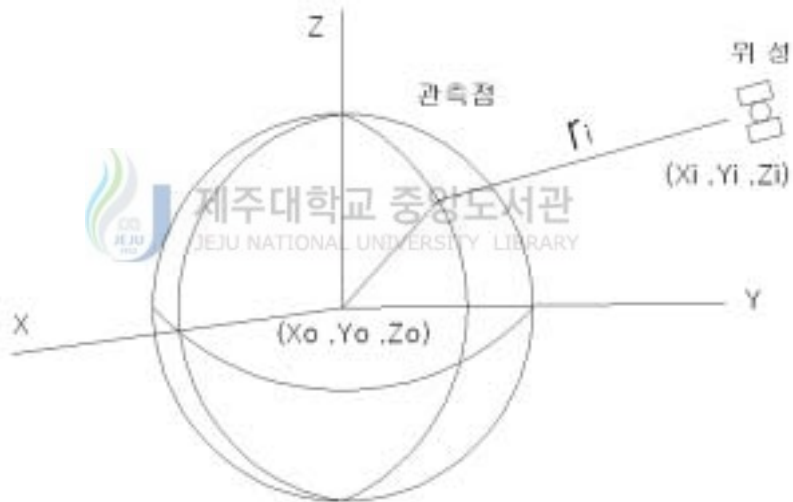


Fig. 6. Coordinate system of GPS.

위성측량의 기본식은 다음의 식(2-1)과 같다.

$$r = r_i + s \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

여기서, s = 수신기시계오차
 r = 위성과 측점과의 거리

위성의 위치와 관측점 좌표간에 다음 식(2-2)와 같은 관계가 성립한다

$$\gamma_i = \sqrt{(X_o - X_i)^2 + (Y_o - Y_i)^2 + (Z_o - Z_i)^2} + s$$

.....(2-2)

식(2-2)에서 수신기의 위치 X_o , Y_o , Z_o 가 얻어질 수 있다.



식(2-2)는 미지수에 대하여 선형이 아니어서 미지수를 그 근사값과 보정값의 합으로 나타내고, 그 식을 보정값으로 전개하여 2차 이상의 항을 무시하여 선형화하여 계산한다. 반복법을 사용하는 것으로, 전개하여 결과적으로 보정값에 대한 연립1차 방정식을 구성한 후 방정식을 풀면 해를 얻을 수 있다. 식(2-2)를 일반화하여 벡터로 표시한 후 X 성분에 대한 방향여현을 구하면 다음식(2-3)과 같게 되며, Y , Z 성분을 포함하면 식(2-4)와 같게 된다.

$$\frac{\delta \gamma}{\delta X_o} = \frac{X_o - X_i}{\sqrt{(X_o - X_i)^2 + (Y_o - Y_i)^2 + (Z_o + Z_i)^2}}$$

.....(2-3)

$$\gamma_x = \gamma_{ox} + s_x + \frac{\delta \gamma}{\delta X_o} \Delta X \dots\dots\dots(2-4)$$

각각 x, y, z성분 방향여현(α , β , γ)과 4개이상의 위성으로 위치결정 연립방정식을 구성하게되면 식(2-5)과 (2-6)이 된다. 식(2-6)의 해로서 관측점 위치가 구해진다.

$r_j - r_o = \Delta r_j$ 로 하게 되면,(여기서, Δr_j 는 의사거리와 근사치의 차이)



$$\begin{bmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 & 1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 & 1 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 & 1 \\ \alpha_4 & \beta_4 & \gamma_4 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \gamma_1 \\ \Delta \gamma_2 \\ \Delta \gamma_3 \\ \Delta \gamma_4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2-5)$$

그러므로 $A \cdot \delta P = \delta R \dots\dots\dots(2-6)$

(여기서 A:위성의 방향여현, P:관측점의 위치와 시계오차)

2.4 GPS 정오차

GPS에서는 관측값 및 매개변수의 초기값과 조정값에 대한 분산 공분산 행렬을 구함으로서 관측값을 기준으로 한 각각의 상대적 정밀도를 평가한다. 정밀도 평가를 위하여 GDOP(Geometric Dilution of Precision)을 사용하고 있으며 다음식(2-7)로 나타낸다.

$$GODP = \sqrt{\text{Trace}(A^T \cdot A)^{-1}} \dots\dots\dots (2 -7)$$

매개변수에 포함된 오차 크기는 위성의 기하학적인 배치상태에 의존하게 되므로 수신기에서 관측되는 모든 위성들 중에서 가장 기하학적 배치상태가 좋은 위성들을 선택하는데 이용되며, 관측값이 갖는 절대오차 크기와 매개변수에 포함된 절대오차 크기 사이의 함수관계를 제공하기도 한다.



Ⅲ. 우리나라 측지좌표계 변환

3.1 WGS84 좌표계

WGS84(world geodetic system 1984)좌표계는 미국방성(Department of Defence:DOD)에서 전세계에 대하여 하나의 통일된 좌표체계를 이용하기 위해서 제작한 지심좌표를 기준으로 하는 준거확전타원체이다. WGS1984좌표계는 WGS1972, WGS1966, WGS1960의 개선된 형태로서 새로운 측량기술인 인공위성 레이저 측량등을 사용하여 지구 형상을 재현하여 사용하였다.¹⁴⁾

과거타원체 피라미터를 결정하는데 있어서 1985 베타위성으로부터 얻은 자료를 비롯하여 그당시에 이용 가능한 모든중력 자료, 천문측량 자료를 종합하여 $a= 6,378,156 + 50m$, $f=1/298.8 + 0.1$ 을 얻어 WGS1960을 결정하였다.

1966년 1월, WGS개발 위원회는 WGS1960을 개발이후로 확장된 삼각망과 삼변망, 도플러 및 광학위성자료들을 적용하여 더욱 개선된 WGS1966을 만들게 되었다. 또한 WGS1966이후에 도플러 및 광학위성 자료, 표면중력측량, 삼각 및 삼변측량, 고정밀 트래버스와 천문측량으로부터 얻은 새로운 자료와 발달된 전산기 및 정보 처리기법을 이용하여 WGS1972 ($a= 6,378,155m + f=1/298.26$)을 만들었다.

WGS1972 의 개발에 사용된 전자위성 자료는 미국해군 항행위성체계

로부터 얻었으며 광학위성 자료는 BC-4 사진기 및 Baker-Num 사진기로부터 얻었다. 이상과 같은 자료들을 이용하여 WGS1974 타원체 및 관련상수를 결정하는데 있어서, IUGG에서 제정한 GRS 1967을 확정하기 위해 사용한 개념과 방법을 최대한 수용하였다.¹⁵⁾

그러나 WGS1972 체계를 사용하는 데 있어서 큰 문제점은 없었으나 WGS1972 체계에 사용된 지구중력모형(EGM; gravitational model)과 지오이드 모형이 오래 되었으며, 더욱 정확하고 광역의 기준계 변환이 요구되었으므로 WGS1984로의 개정이 시도되었다.

WGS1984가 기존의 것보다 개선된 점은 방대한 양의 자료를 이용하는데 있으며, 개선된 전자기에 의한 정보처리기법을 사용하여 도플러 위치 결정으로부터 얻은 좌표를 사용하였다는 점이다. 또한 개선된 레이저 추적자료와 표면중력자료를 사용하였고, 발달된 위성레이저 고도계를 이용하여 얻은 해양지오이드고를 이용하였다.

따라서, WGS1984의 원점은 지구질량중심이며 Z축은 지구 회전축인 관성형상축(CTP: conventional terrestrial pole)방향과 평행하며 WGS84 타원체 회전축이다. X축은 국제시보국(BIH)에서 정의한 0 자오선에 평행한 WGS84기준 자오면과 CTP적도면의 교차선이며, Y축은 X축으로부터 적도면을 따라 동쪽으로 90도 위치에서 결정된다. WGS 84의 타원체상수는 Table. 2 와 같다.¹⁵⁾

Table 2. WGS 84 constants

반장축	6,378,137 m
편평율	1/298,25223563
각속도	7,292,115×10 rad/s
지심인력상수	3,986,005×10 m ³ /s



WGS84좌표계와 지역 측지 좌표계간의 상호 변환을 위해서 각 지역내의 여러 개의 측지 기준점이 있어야 하며 이러한 측지 기준점에 대해 각각의 좌표계에 대한 좌표값을 정밀하게 측량하는데 이 좌표값들은 좌표계수를 구하는데 이용된다.

3.2 우리나라의 측지측량기준계

우리나라 측지측량기준계는 구한말 일본에 의해서 처음 실시되었으며, 1945년 미군의 진주와 한국전쟁을 거치면서 체계화되었다. 이러한 역

사적인 배경과함께 우리나라의 측지망은 아직도 완전하지 않은 상태에 있으며 국립지리원에서는 독자적인 측지망 구축을 위한 사업을 추진중에 있다. 그러나 수준원점은 어느정도 활용되고 있으며, 경,위도 원점의 경우 일본의 것을 이용하고 있다.¹⁶⁾¹⁷⁾

우리나라의 평면직각좌표계는 일본에서 사용한 방법을 쓰고 있으며 동부, 중부, 서부의 가상 평면직각원점을 가지고 있다. 삼각점의 경우, 1920년대 조선 총독부에서 조선토지 조사사업의 일환으로 시행한 삼각 측량에 이용한 가우스 이중 투영으로 직각좌표를 사용하고 있다. 그러나 국가기본도에서 사용하는 직각좌표는 가우스-크리거 (Gauss-Kruger)투영을 사용한 TM투영을 채택하고 있어 업무에 따라서 이중으로 사용하고 있는 실정이다.¹⁾¹⁶⁾

3.3 좌표계의 변환 기법



실험에 사용될 기본지도 축척 1/5000으로 국립지리원 수치지도작성 규칙으로, 우리나라의 측지기준계를 따르고 있으며, 부산의 경우 동부 원점(N38, E129) 직각좌표를 이용하고 있다. GPS시스템에서 출력되는 결과가 경도, 위도 및 고도인 반면 지구를 평면으로 가정한 직각좌표 지도를 이용하는 것에 대하여는 다음과 같은 절차를 거쳐야 한다.¹⁶⁾

WGS84 지심좌표를 기준으로 한 회전타원체에 투영한 경위도 좌표로서, 우리나라에서 제작된 TM좌표를 사용하기 위해서는 **Fig. 7.**과 같은 절차에 따라서 좌표변환을 실시하여야 한다. 회전 타원체간의 좌표변환의 방법은 변환요소 방법, MRE좌표변환법, 그리고 Molodensky 방법등이 있다.¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾

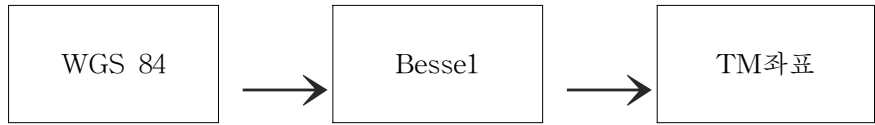


Fig 7. Coordinate system transformation process.

WGS1984를 우리나라에서 사용하는 벡셀(Bessel) 국지타원체로의 변환은 GPS를 항상 관측하는 정밀한 기준점을 이용해야만 정확한 해석이 가능하지만, 근사적인 방법을 사용하였다. 다음의 식 (3-1), (3-2)는 동경 원점의 벡셀 타원체의 MRE변환식으로 ϕ 는 경도, λ 는 위도를 나타내고 있다.

$$\begin{aligned} \delta \phi'' &= 11.42838 + 0.3811U + 0.66055V - 2.85156U^2 - 7.90920U^3 + 2.660655U^2V - \\ & 1.44720U - 0.5588V^3 + 17.02465U^4 + 13.83455U^3V + 2.24425UV^3 + 4.26478U^5 + 10. \\ & 19286U - 12.27058U^3V^2 + 1.72169UV^4 - 10.70332U^6 + 9.42547U^4V^2 - 0.04957U^3 \\ & V^3 - 1.63710 - 3.31782U^4V^3 + 5.58416U^3V^4 - 2.14642U^8 - 3.44749U^4V^4 - 0.18249 \\ & V^8 - 0.40958U^2 - 0.08997V^9 + 0.75251U^3V^7 - 0.14797U^2V^8 - 0.00866U^9V^5 \\ & \dots\dots\dots(3-1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta \lambda'' &= -9.4185 - 4.14394V - 0.20672UV - 1.37944V^2 - 1.23235U^3 - 0.8304U^2V^2 + \\ & 5.623081 + 1.80683V^4 - 4.51075V^5 + 0.09944U^6 - 0.91183V^6 + 0.90813U^7 \\ & + 0.287U^2V^5 + 1.489621 + 0.16266V^8 - 0.279818U^8 - 0.16036V^9 - 0.003918U^5V^8 \\ & + 0.001027U^7V^8 \\ & \dots\dots\dots(3-2) \end{aligned}$$

여기서, $U=0.15707963(-35)$
 $V=0.15707963(-129)$

동경원점의 벡셀국지타원체로 변화한후, TM도법으로 투영을 실시하여 국내에서 사용하고 있는 직각좌표를 작성하였다. TM투영의 원점은 북위38도, 동경 129도에 위치한 가상의 점의 동부원점을 이용하였다. 다음의 식(3-3)과 (3-4)는 TM투영법에서 이용된 Jordan 과 Eggert 의 최종 결과식이다.¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾

$$\frac{x}{N} = \lambda \cos \phi + \frac{1}{6} \lambda^2 \cos^3 \phi (1 - t^2 + \eta^2) + \left(\frac{1}{120} \lambda^5 \cos^5 \phi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2 \eta^2) + \frac{1}{5010} \lambda^7 \cos^7 \phi (61 - 479t^2) + 179t^4 - t^6 \right) \dots \dots \dots$$

.....(3-3)

$$\frac{y}{N} = \frac{S_\phi}{N} + \frac{1}{2} \lambda^2 \sin \phi \cos \phi + \frac{1}{24} \lambda^4 \sin \phi \cos^3 \phi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \frac{1}{720} \lambda^6 \sin \phi \cos^5 \phi (61 - 58t^2 + t^4 270\eta^2 - 330t^2 \eta) + \frac{1}{40320} \lambda^8 \sin \phi \cos^7 \phi (1385 - 3111t^2 + 543t^4 - t^6) \dots \dots \dots$$

(3-4)

여기서,

$$t = \tan \phi, \quad \eta^2 = \frac{e^2}{1 - e^2} \cos^2 \phi$$

$$s_\phi = \int_0^\phi N \cos \phi dt$$

3.3.1. 경,위도(지리좌표)와 지심직각좌표의 변환

매개변수 변환방법을 사용하기 위해서는 우리나라의 실용성과를 Bessel 지심직각좌표로 표현하여야 하며, 이때의 변환식은 (1) 과 같다.²³⁾

$$X = (N + h) \cdot \cos \phi \cos \lambda$$

$$X = (N + h) \cdot \cos \phi \sin \lambda \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$X = \left(\frac{b^2}{a^2} N + h \right) \cdot \sin \phi$$

여기서 a 는 타원체의 장반경, b는 타원체의 단반경이며, N은 황곡률반경으로 식 (2) 와 같다.

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

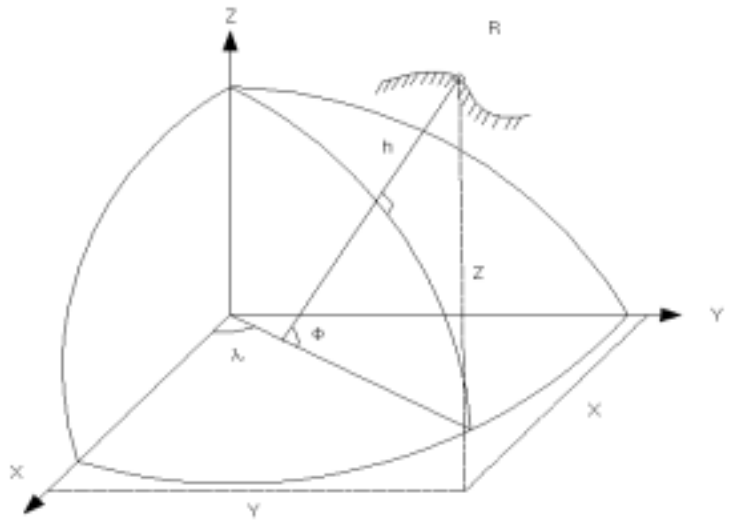


Fig. 8. The polar and rectangular system.

한편 식(1)에서 h 는 Bessel 타원체 면에서 관측지점까지의 높이, 즉 Bessel 타원체고(ellipsoidal height)를 의미하며, 우리나라 실용성과 높이는 평균해수면 (지오이드) 으로부터의 높이 H (orthometric height)이므로 관측지점의 Bessel 타원체고를 구하기 위해서는 식 (3) 과 같이 타원체면과 지오이드의 높이차 N (geoidal height)을 알아야 한다.

$$h = H + N \quad \text{----- (3)}$$

본 연구에서는 관측지점의 지오이드고를 구하기 위하여 DMA에서 TokyoDakyo 에 대하여 개발한 회귀다항식을 사용하였으며식(4)와 같다.¹⁶⁾²⁴⁾



$$N = 19.004 - 37.468U + 31.786V + 3.470UV - 4.018U^3 + 1.326UV^2 - 8.480V^3 - 3.724U^3V + 7.243U^2V^2 - 4.923V^4 + 0.293U^9V^2 - 0.225U^5V^6 + 0.200U^2V^9 \quad \text{----- (4)}$$

$$\begin{aligned} \text{여기서,} \quad U &= K (\Phi - 35) \\ V &= K (\lambda - 135) \\ K &= 0.15707963 \end{aligned}$$

3.3.2. 7-매개변수 좌표변환(3개 모델 적용)

1. Bursa-Wolf 변환모델

Bursa-Wolf에 의해 제시된 7-매개변수 변환모델은 식(5)와 같으며 일반적인 형태는 Fig. 9 과 같이 표시된다.²¹⁾

$$X_B = (1 + \Delta s) R_z(\kappa) R_y(\phi) R_x(\omega) X_W + T \quad \dots\dots\dots(5)$$

식(5)에서 X_B 은 우리나라 실용성과의 지심직각좌표 X_W 는 WGS84상의 지심직각좌표이고 T 는 이동량벡터

$$R_z R_y R_x = \begin{bmatrix} \cos \phi \cos K & \cos \omega \sin K & \sin \omega \sin \phi \cos K & \sin \omega \sin K \\ -\cos \phi \sin K & \cos \omega \cos K & \sin \omega \sin \phi \sin K & \sin \omega \cos K \\ \sin \phi & -\sin \omega \cos \phi & \cos \omega \cos \phi & \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (6)$$

($\Delta x, \Delta y, \Delta z$)이며, Δs 는 축척차이다. $R_z(\kappa)R_y(\phi)R_x(\omega)$

는 두 좌표계사이의 회전을 나타내는 행렬로서 식(6)과 같다.

식(6)에서 ω, ϕ, κ 는 각 축에서의 회전각을 의미하며, 회전각이 미소하다 가정하면 식(6)은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$RzRyRx = \begin{bmatrix} 1 & k & -\phi \\ -k & 1 & \omega \\ \phi & -\omega & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (7)$$

식(6)과 식(7)의 불일치(차이)가 회전각이 1°정도일 때에 0.5×10⁻⁹ 수준이며 3" 정도일 때에는 0.5×10⁻¹¹ 수준이며 9" 정도일 때에는 0.5×10⁻⁹의 오차는 좌표에 있어서 3mm 정도로 전과된다.

7개 매개변수를 구하기 위해서 식(5)를 조정을 위한 수학적 모델로 다시 쓰면 식(8)과 같다.



$$F = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi \\ \omega \\ \alpha \end{bmatrix} + (1 + \Delta S) \begin{bmatrix} Xw \\ Yw \\ Zw \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} XB \\ YB \\ ZB \end{bmatrix} = 0$$

\dots\dots\dots(8)

여기서,

$$U = \begin{bmatrix} 0 & -Zw(1 + \Delta s) & Yw(1 + \Delta s) \\ Zw(1 + \Delta s) & 0 & -Xw(1 + \Delta s) \\ Yw(1 + \Delta s) & Xw(1 + \Delta s) & 0 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(9)$$

식(8)을 최소제곱조정을 위하여 선형화하면 식(10), 식(11)과 같은 관측 방정식이 되며 최소제곱조정에 의해 7개 매개변수를 구하게 된다.

$$BV + Ax^* + W = 0 \dots\dots\dots (10)$$

또는,  제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} VXw \\ VYw \\ VZw \\ VXb \\ VYb \\ VZb \end{bmatrix} + \dots\dots\dots (11)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -Zw & Yw & Xw \\ 0 & 1 & 0 & Zw & 0 & -Xw & Yw \\ 0 & 0 & 1 & -Yw & Xw & 0 & Zw \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ \omega \\ \phi \\ x \\ \Delta s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Xw - Xb \\ Xw - Xb \\ Xw - Xb \end{bmatrix} = 0$$

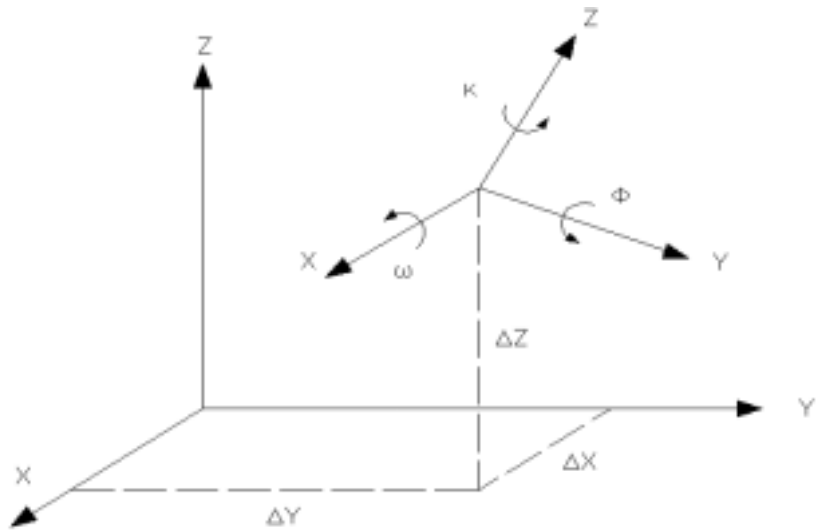


Fig. 9. Bursa-wolf transformation model.

식(10)에서 V는 관측값의 잔차, x*는 7개의 매개변수를 나타낸다.

2. Molodensky - Badekas 변환 모델

WGS-84의 좌표계를 구좌표계(x, y, z)라 하고 Bessel 타원체에 근거한 우리나라의 좌표계를 신좌표계(X,Y,Z) 라하면 Molodensky-Badekas 변환모델은 식(12)와 같으며, 좌표축의 설정은Fig. 10. ,와 같다.

$$\begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{vmatrix} + (1 + \Delta s) \begin{bmatrix} 0 & x & -\Phi \\ -x & 0 & \omega \\ \Phi & -\omega & 0 \end{bmatrix} \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots(12)$$

식(12)에서 이동량벡터(dx, dy, dz)는 좌표계 기준원점간의 이동을 의미하며 식(13)과 같다.

$$\begin{vmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \overline{X_0} \\ \overline{Y_0} \\ \overline{Z_0} \end{vmatrix} \text{-----(13)}$$

식(13)에서 X_0, Y_0, Z_0 는 신좌표계에 대한 기준원점의 좌표이며 $\overline{X_0}, \overline{Y_0}, \overline{Z_0}$ 는 구좌표계에 대한 기준원점의 좌표 X_0, Y_0, Z_0 를 신좌표계로 회전하여 얻을 수 있다. 이 모델은 이동량 매개변수를 기준원점에

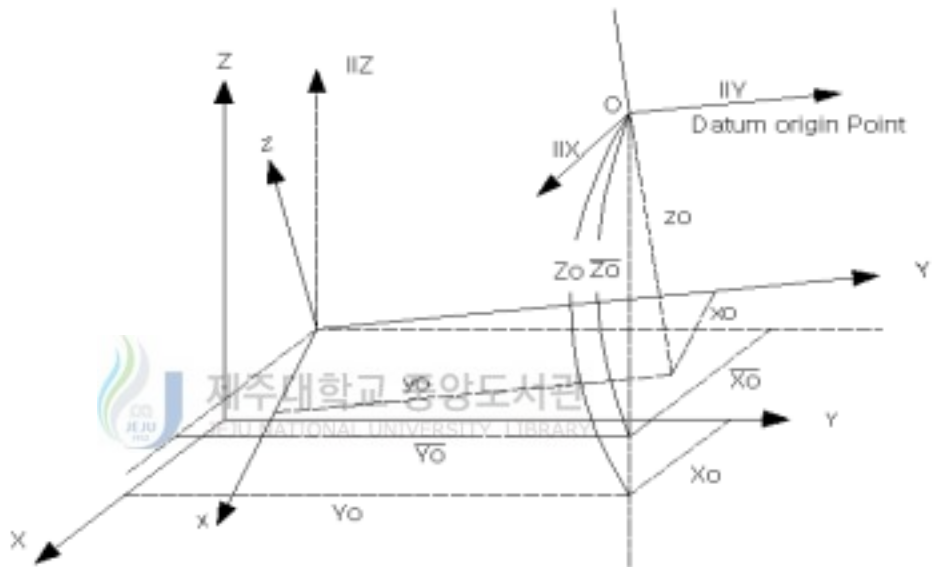


Fig 10. Mododensky-Badekas transformation model.

대해 적용하므로써 매개 변수들 간에 높은 상관관계를 가지는 Bursa-Wolf 변환모델의 문제를 해결할 수 있다.

3. Veis 변환모델

Veis모델은 축지기준점이 정의되어 있는 경우에, 기준원점에서의 회

전과 다른 과정이 결합된 모델이다. 먼저 구좌표계에서 ϕ_0, λ_0 로 정의된 기준원점이 국지좌표 계상에 정의되어야 한다.

국지좌표계의 축은 μ (측지자 오선의 접선, 양의 방향은 남쪽), ν (측지자 오선에 수직이고 기준원점을 지나온 선, 양의 방향은 동쪽), ω (기준원점에서 타원체의 법선, 양의 방향은 윗쪽)이다. 기준 원점은 국지좌표축에 대한 회전에 의해 바뀌게 된다. 즉, α, ν 축에 대해 ξ, μ 축에 대해 η 이다. 식(14)의 회전을 기준원점과 임의의 점(i) 벡터 $X_i - X_0$ 적용시키면 벡터 $X_i - X_0$ 는 국가좌표계에서 직각좌표계로 변환된다.

$$M = R_z^T(\lambda_0) R^T Y(90^\circ - \phi_0) R_x(\eta) R_z(\alpha) R_y(90^\circ - \phi_0) R_z(\lambda_0) \dots \dots \dots (14)$$



식(14)에 의해 회전된 벡터에 축척계수 $(1 + \Delta s)$ 와 기준 원점간의 이동량 벡터 T 를 고려하면 Veis 변환모델은 식(15)와 같이 정의할 수 있다.

변환과정은 Fig. 11. 에 표시한 바와 같다.

$$X = T + X_0 + (1 + \Delta s) M (x - x_0) \dots \dots \dots (15)$$

$$U = \begin{pmatrix} 1 & \alpha \sin \phi_0 - \eta \cos \phi_0 & -\alpha \cos \phi_0 \sin \lambda_0 - \xi \cos \lambda_0 - \lambda \eta \sin \phi_0 \cos \lambda_0 \\ -\alpha \cos \phi_0 + \eta \cos \phi_0 & 1 & -\alpha \cos \phi_0 \cos \lambda_0 - \xi \cos \lambda_0 & -\eta \sin \phi_0 \cos \lambda_0 \\ \alpha \cos \phi_0 \sin \lambda_0 + \xi \cos \lambda_0 & -\eta \sin \phi_0 \sin \lambda_0 & -\alpha \cos \phi_0 \sin \lambda_0 - \xi \sin \lambda_0 - \eta \sin \phi_0 \cos \lambda_0 \\ \dots \dots \dots \end{pmatrix} \dots \dots \dots (16)$$

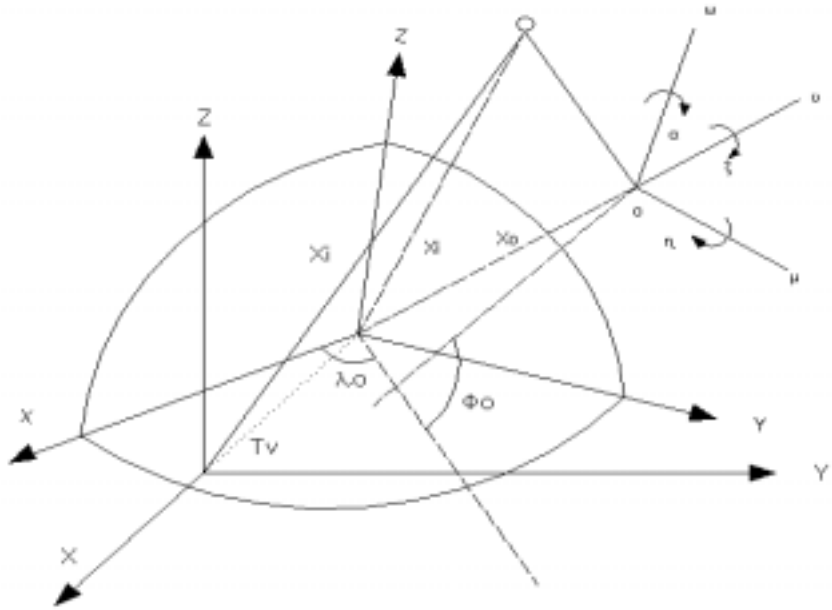


Fig 11. Veis transformation model.



식(14)의 M 을 서로 곱하면 식(16)과 같으며, 식(15)선형조정 모델로 되어 Veis 모델의 7-매개변수($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta sv, \alpha, \eta, \eta$)를 추정할수 있다

IV. 제주도 삼각점 분포현황 결과 및 분석

4.1 제주도 삼각망 분포현황

본연구에서는 Fig.12.의 GPS 측량 기기를 이용하여 측량을 수정하였다.



Fig 12. The characteristic of GPS receiver and EDM

제주도 삼각점 분포현황 Fig. 13. 과 최초관측 결과표 및 부록 에 의거 1등삼각점(지미봉,한라산, 고내봉)과 2등삼각점(사라봉외20 점),3등삼각점(어도봉외17점),4등삼각점(수산봉외29점)으로 분포 되어 있다.

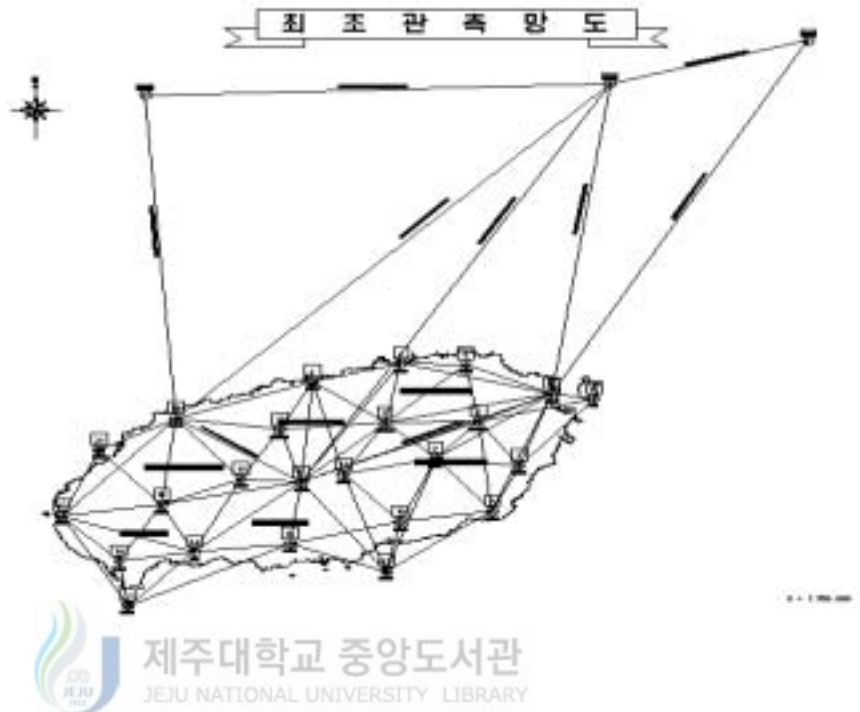


Fig 13. Triangular observation system in Jeju island

4.1.1 GPS 자료 처리흐름도



Fig 14. Diagram of GPS data process.

4.2. 제주도 최초 관측망도 및 좌표성과

4.2.1. 최초 관측망도

GPS의 관측자료를 처리하여 구한 기준점과 기준점 근처에 있는 수준점의WGS84좌표값을 산정하여 자료화로 만들었다. 현재 제주도에서 사용되고있는 최초좌표 성과도는 1910 - 1918년 당시측량된 성과표를 기준으로 하여 사용하고 있으나, 1939년 일부는 재매설하여 기준점을 사용되고있지만, 현재 삼각점기준은 지리원 성과로 중심으로 좌표측량을 이루어 지고 있다.

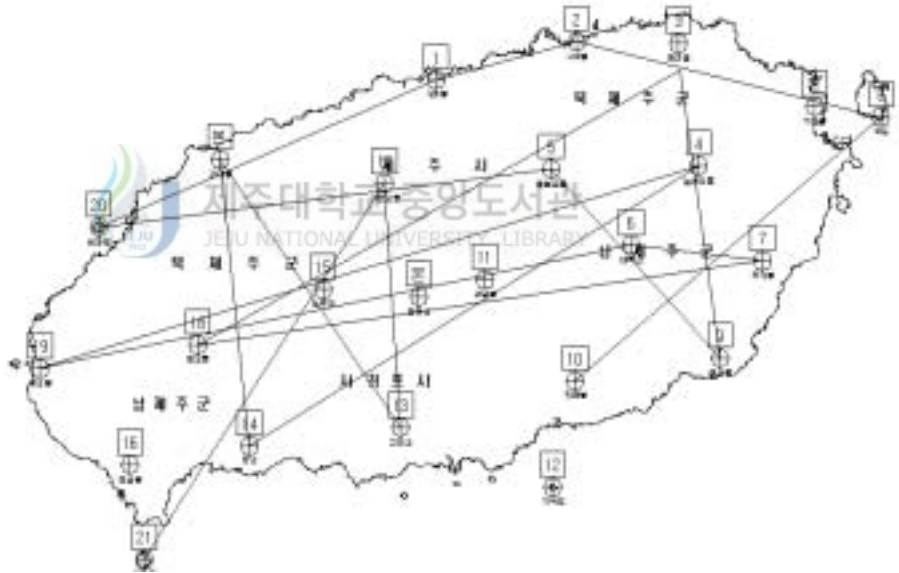


Fig 15. Triangular observation system in Jejuisland.

4.2.2. 좌표 성과도

Table 3. Reference triangular network coordinator points between original observation an GPS one

급 수	등급	명 칭	최초측량성과		기존지리원성과	
			X	Y	X	Y
1등삼각	본점	지모봉	50326.54	190858.28	50326.54	190858.28
1등삼각	본점	한라산	35129.87	156128.90	35129.87	156128.90
1등삼각	본점	고내봉	46083.12	138683.42	46083.12	138683.42
2등삼각	보점	사라봉	52477.97	157635.42	52477.97	157635.42
2등삼각	보점	서우봉	55529.59	169981.09	55529.59	169981.09
2등삼각	보점	만장굴	53269.53	179094.99	53269.53	179094.99
2등삼각	보점	자배봉	28374.67	169836.43	28374.67	169836.43
2등삼각	보점	지귀도	19884.75	167895.09	19884.75	167895.09
2등삼각	보점	고근산	24639.56	154538.83	24639.56	154538.83
2등삼각	보점	군 산	23192.84	141273.09	23192.84	141273.09
2등삼각	보점	노루악	35706.00	147741.75	35706.00	147741.75
2등삼각	보점	모슬봉	21648.06	130794.24	21650.16	130794.04

급수	등급	명칭	최초측량성과		기존지리원성과	
			X	Y	X	Y
3등삼각	1	어 도 봉	41801.61	135606.16	41801.61	135606.16
3등삼각	1	판 포 약	34926.34	126709.86	34926.34	126709.86
3등삼각	1	조 약	28458.89	129034.27	28460.06	129034.34
3등삼각	1	명 도 암	47735.05	163927.45	47735.46	163925.70
3등삼각	1	원 당 봉	53278.27	162735.88	53278.27	162735.88
3등삼각	1	도 두 봉	51410.64	150527.23	51413.03	150528.04
3등삼각	1	극 락 봉	43466.72	145463.01	43466.72	145463.01

4등삼각	2	갑성이봉	34956.41	179624.53	34956.41	179624.53
4등삼각	2	토 산 약	30644.07	179021.43	30644.07	179021.43
4등삼각	2	백 려 약	28922.02	173353.60	28992.02	173353.60
4등삼각	2	문 섬	20134.62	159599.14	20134.62	159599.14
4등삼각	2	범 섬	19240.87	154762.30	19240.87	154762.30
4등삼각	2	소 길 리	43883.18	141368.34	43884.17	141367.91
4등삼각	2	돈 두 약	22936.91	126326.38	22936.91	126326.38
4등삼각	2	운 평 리	38801.28	190252.53	38801.28	190252.53

4.3. 제주도 삼각점 인공위성 GPS 이용 관측망도 및 측량결과표

인공위성GPS 측량 결과표 부록에 의거, 일부예로써 가파도 (2등삼각점) 기준측량값 위도 $33^{\circ} - 30' - 38.4837''$, 경도 $126^{\circ} - 31' - 47.3512''$ 를기준으로 하여 측량성과 결과 위도 $33^{\circ} - 30' - 38.4837''$, 경도 $126^{\circ} - 31' - 47.3512''$ 나타나고 있는데, 오차량 $dx = 11.6525''$, $dy = 3.1847''$ 로결과를 얻었다.

따라서, 측량결과표에 의거 제주도 삼각기준점 19점을 관측하여 평균오차가 다음과 같이, $dx=305m(11'')$, $dy=75m(3'')$ 로 현저히 나타나고 있어 불가피하게 조정이 이루어져 기준값을 정하여 사용함이 타당함.

4.3.1. 인공위성 GPS 이용 관측망도

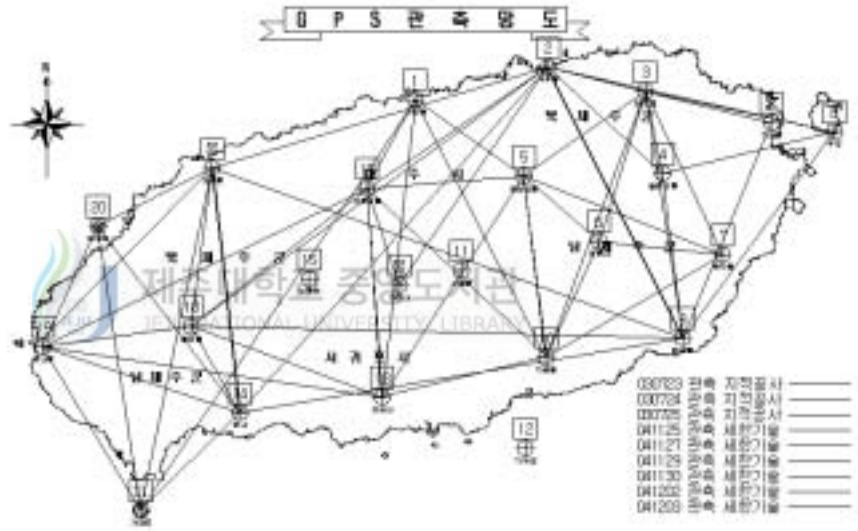


Fig 16. GPS network observation system.

4.3.2. 인공위성 GPS 이용 측량결과표 (제주지역중심)

인공위성 GPS 측량 결과표 . 에 의거 가파도외 19점을 측량을 한결과, 일부예로써 가파도 (2등삼각점)기준측량값 위도 $33^{\circ} - 30' - 38.4837''$, 경도 $126^{\circ} - 31' - 47.3512''$ 를기준으로 하여 측량성과 결과 위도 $33^{\circ} - 30' - 38.4837''$, 경도 $126^{\circ} - 31' - 47.3512''$ 나타나고 있

는데,

오차량 $dx = 11.6525''$, $dy = 3.1847''$ 로결과를 얻었다.

따라서, 측량결과표에 의거 제주도 삼각기준점 20점을 관측하여 평균오차가다음과 같이, $dx=305m(11'')$, $dy=75m(3'')$ 로 현저히 나타나고 있어 불가피하게 조정이 이루어져 기준값을 정하여 사용함이 타당함.

4.4. 관측자료 처리결과 및 분석

GPS의 관측자료를 처리하여 구한 19기준점과 기준점 근처에 있는 19개 수준점의WGS84좌표값을 각각 표과 에 실었다. 이 표에서 높이는 WGS84타원체면에서 관측지점까지의 높이이다.

WGS84 좌표계를 Bessel 좌표계로 변환할 때 MRE방법과 Molodensky 방법에 의하여 산출된 위도, 경도, 높이의 보정량이다. 이 보정량을 WGS84 좌표에 더하면 우리나라 측지계에서의 좌표를 얻을 수 있다.

7개 천문점에 대해 변환요소 방법으로 산출한 7개 좌표변환요소는 표와 같다. 표은 좌표변환 방법을 이용하여 WGS84 좌표를 우리나라 측지계의 좌표로 변환한 결과를 제주도의 실용성과와 비교한 것이다. 표는 각각의 방법을 이용하여 변환한 좌표값과 실용성과의 차이를 나타낸 것이다제주도 최초 관측망도 기준삼각점 19점 기준 1900~1918년 당시 측량된 좌표를 기준으로 WRS 80(GRID)와 Bessle(GRID)값을 산정한 결과 차이량 $dx=305m(11'')$ $dy=75(3'')$ 의 오차 현저히 나타나고 있어 현재Bessle 값을 사용하여 제주도 기준삼각점을 사용할 경우 우리나라 좌표계(Bessle)와 GPS(WGS 84)좌표 계간의 변환 계산기법을 19점 기점 이용하여측량 한결과 평방제곱근 오차가 $e=4.982m$ 로 현저히오차가 많음을 알수있다.

Table 4. The difference values between the observation and the computation.

측점	본연구 측량성과						기존 측량값						위도차			경도차		
	도	분	초	도	분	초	도	분	초	도	분	초	도	분	초	도	분	초
CHJU(지리원)	33	30	50.1362	126	31	47.3512	33	30	38.4837	126	31	44.2745	0	0	11.6525	0	0	3.0767
CHJU(행자부)	33	23	5.0475	126	37	8.6103	33	22	53.3491	126	37	5.5583	0	0	11.6984	0	0	3.0520
JEJU(천문대)	33	17	18.0375	126	27	43.8313	33	17	6.3037	126	27	40.7357	0	0	11.7338	0	0	3.0956
가파도(모슬포25)	33	10	13.6010	126	16	19.9183	33	10	1.8230	126	16	16.7696	0	0	11.7780	0	0	3.1487
거문오름(한림22)	33	26	34.0940	126	29	48.2184	33	26	22.4165	126	29	45.1328	0	0	11.6775	0	0	3.0857
고근산(서귀23)	33	16	0.4531	126	30	46.3406	33	15	48.7114	126	30	43.2590	0	0	11.7418	0	0	3.0817
고내봉(한림11)	33	27	33.4960	126	20	28.8060	33	27	21.8252	126	20	25.6777	0	0	11.6708	0	0	3.1283
군산(모슬포22)	33	15	11.2058	126	22	14.1543	33	14	59.4589	126	22	11.0333	0	0	11.7470	0	0	3.1210
높은오름(성산23)	33	27	23.0826	126	47	35.0503	33	27	11.4090	126	47	32.0460	0	0	11.6737	0	0	3.0044
당산봉(모슬포24)	33	18	27.8752	126	10	22.7171	33	18	16.1429	126	10	19.5398	0	0	11.7323	0	0	3.1773
대륙산(표선21)	33	23	56.9243	126	43	46.3605	33	23	45.2302	126	43	43.3387	0	0	11.6941	0	0	3.0218
독자봉(표선22)	33	23	16.8551	126	51	12.7006	33	23	5.1561	126	51	9.7128	0	0	11.6990	0	0	2.9879
돌오름(모슬포21)	33	19	32.7234	126	19	16.5874	33	19	21.0035	126	19	13.4531	0	0	11.7199	0	0	3.1343
만장굴(성산21)	33	31	32.4518	126	46	32.7753	33	31	20.8028	126	46	29.7662	0	0	11.6490	0	0	3.0091
매오름(표선23)	33	19	3.6500	126	48	49.0331	33	18	51.9255	126	48	46.0342	0	0	11.7244	0	0	2.9989
바늘오름(제주23)	33	27	13.5768	126	39	13.6910	33	27	1.9030	126	39	10.6486	0	0	11.6739	0	0	3.0425
비얏도(한림21)	33	24	35.2579	126	13	37.9990	33	24	23.5729	126	13	34.8406	0	0	11.6850	0	0	3.1584
사라봉(제주21)	33	31	4.4701	126	32	41.2832	33	30	52.8192	126	32	38.2107	0	0	11.6509	0	0	3.0725
서우봉(제주22)	33	32	45.0283	126	40	39.3073	33	32	33.3870	126	40	36.2713	0	0	11.6413	0	0	3.0360
우도(성산22)	33	29	29.8871	126	57	53.7616	33	29	18.2252	126	57	50.8047	0	0	11.6618	0	0	2.9570
자매봉(표선24)	33	18	3.6126	126	40	36.9749	33	17	51.8826	126	40	33.9384	0	0	11.7300	0	0	3.0365
지모봉(성산11)	33	29	57.5298	126	54	8.7804	33	29	45.8708	126	54	5.8059	0	0	11.6590	0	0	2.9745
한라산(서귀11)	33	21	41.1287	126	31	45.9068	33	21	29.4242	126	31	42.8307	0	0	11.7044	0	0	3.0761

Table 5. The difference rectangular values between the observation and the computation.

측점	GRS80(GRID)		BESSLE(GRID)		차이량	
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)	dx	dy
CHJU(지리원)	52348.110	156316.462	52042.312	156240.640	305.798	75.823
CHJU(행차부)	37985.054	164554.993	37679.289	164479.017	305.766	75.976
JEJU(천문대)	27358.426	149902.388	27052.811	149826.398	305.615	75.990
가파도(모슬포25)	14389.267	132115.046	14083.807	132039.027	305.460	76.019
거문오름(한림22)	44473.963	153203.654	44168.253	153127.790	305.710	75.864
고근산(서귀23)	24944.975	154613.644	24639.330	154537.608	305.645	76.036
고내봉(한림11)	46384.878	138766.016	46079.291	138690.246	305.586	75.769
군산(모슬포22)	23498.574	141348.448	23193.032	141272.466	305.542	75.982
높은오름(성산23)	45889.142	180761.847	45583.174	180685.840	305.968	76.007
당산봉(모슬포24)	29686.206	122980.397	29380.620	122904.510	305.586	75.887
대륙산(표선21)	39551.163	174839.453	39245.283	174763.429	305.880	76.024
독자봉(표선22)	38293.579	186371.940	37987.586	186295.840	305.994	76.100
돌오름(모슬포21)	31584.468	136804.423	31278.946	136728.536	305.523	75.886
만장굴(성산21)	53575.374	179170.196	53269.367	179094.259	306.007	75.937
매오름(표선23)	30498.616	182644.893	30192.693	182568.751	305.924	76.142
바늘오름(제주23)	45630.730	167813.334	45324.888	167737.400	305.842	75.934
비양도(한림21)	40966.420	128116.241	40661.060	128040.520	305.360	75.720
사라봉(제주21)	52783.526	157710.278	52477.721	157634.453	305.805	75.825
서우봉(제주22)	55835.461	170056.151	55529.528	169980.283	305.933	75.868
우도(성산22)	49777.276	196741.245	49471.134	196665.186	306.141	76.059
자매봉(표선24)	28680.034	169911.638	28374.234	169835.550	305.801	76.088
지모봉(성산11)	50632.637	190934.311	50326.540	190858.280	306.097	76.030
한라산(서귀11)	35433.700	156202.632	35128.087	156126.696	305.613	75.936

Table 6. The difference WGS 84 values between the observation and the computation.

측점	GRS80(경위도)		BESSEL(경위도)	
	N(X)	E(Y)	N(X)	E(Y)
CHJU(지리원)	33° 30' 50.13620" N	126° 31' 47.35120" E	33° 30' 38.48369" N	126° 31' 44.27450" E
CHJU(행차부)	33° 23' 05.04750" N	126° 37' 08.61030" E	33° 22' 53.34908" N	126° 37' 05.55827" E
JEJU(천문대)	33° 17' 18.03754" N	126° 27' 43.83129" E	33° 17' 06.30372" N	126° 27' 40.73574" E
가파도(모슬포25)	33° 10' 13.60096" N	126° 16' 19.91830" E	33° 10' 01.82300" N	126° 16' 16.76964" E
거문오름(한림22)	33° 26' 34.09396" N	126° 29' 48.21842" E	33° 26' 22.41651" N	126° 29' 45.13275" E
고근산(서귀23)	33° 16' 00.45314" N	126° 30' 46.34064" E	33° 15' 48.71138" N	126° 30' 43.25898" E
고내봉(한림11)	33° 27' 33.49603" N	126° 20' 28.80600" E	33° 27' 21.82520" N	126° 20' 25.67771" E
군산(모슬포22)	33° 15' 11.20581" N	126° 22' 14.15432" E	33° 14' 59.45886" N	126° 22' 11.03331" E
높은오름(성산23)	33° 27' 23.08264" N	126° 47' 35.05031" E	33° 27' 11.40899" N	126° 47' 32.04595" E
당산봉(모슬포24)	33° 18' 27.87518" N	126° 10' 22.71711" E	33° 18' 16.14288" N	126° 10' 19.53983" E
대륙산(표선21)	33° 23' 56.92430" N	126° 43' 46.36047" E	33° 23' 45.23024" N	126° 43' 43.33867" E
독자봉(표선22)	33° 23' 16.85510" N	126° 51' 12.70064" E	33° 23' 05.15607" N	126° 51' 09.71278" E
돌오름(모슬포21)	33° 19' 32.72344" N	126° 19' 16.58737" E	33° 19' 21.00351" N	126° 19' 13.45311" E
만장굴(성산21)	33° 31' 32.45182" N	126° 46' 32.77527" E	33° 31' 20.80281" N	126° 46' 29.76615" E
매오름(표선23)	33° 19' 03.64995" N	126° 48' 49.03306" E	33° 18' 51.92553" N	126° 48' 46.03416" E
바늘오름(제주23)	33° 27' 13.57682" N	126° 39' 13.69104" E	33° 27' 01.90296" N	126° 39' 10.64856" E
비양도(한림21)	33° 24' 35.25788" N	126° 13' 37.99897" E	33° 24' 23.57293" N	126° 13' 34.84061" E
사라봉(제주21)	33° 31' 04.47006" N	126° 32' 41.28322" E	33° 30' 52.81916" N	126° 32' 38.21070" E
서우봉(제주22)	33° 32' 45.02833" N	126° 40' 39.30730" E	33° 32' 33.38702" N	126° 40' 36.27130" E
우도(성산22)	33° 29' 29.88706" N	126° 57' 53.76164" E	33° 29' 18.22524" N	126° 57' 50.80469" E
자매봉(표선24)	33° 18' 03.61259" N	126° 40' 36.97493" E	33° 17' 51.88261" N	126° 40' 33.93842" E
지모봉(성산11)	33° 29' 57.52978" N	126° 54' 08.78040" E	33° 29' 45.87083" N	126° 54' 05.80588" E
한라산(서귀11)	33° 21' 41.12868" N	126° 31' 45.90677" E	33° 21' 29.42424" N	126° 31' 42.83065" E

V. 결 론

GPS와 인공위성 측량의 국내 실용화를 위해 제주도 일원의 삼각점을 관측한 결과 다음과 같이 결론을 얻었다.

1). GPS 인공위성을 이용하여 제주도 기존삼각점 및 도근점을 측량한 결과 통해 측량 방법보다 편리하고 경제적이며 오차보정도 좌표변환이 전산화 처리되므로 장래 측지 및 지적측량에도 효과적인 방법임을 알 수 있다.

2). 제주도 최초 관측망도 기준삼각점 19점 기준 1900~1918년 당시 측량된 좌표를 기준으로 WRS 80(GRID)와 BESSLE(GRID)값을 산정한 결과 차이량 $dx=305m(11'')$ $dy=75(3'')$ 의 오차 현저히 나타나고 있어 현재 BESSLE 값을 사용하여 제주도 기준삼각점을 사용할 경우 우리나라 좌표계(BESSLE)와 GPS(WGS 84)좌표 계간의 변환 계산기법을 19점 기점 이용하여 측량 한결과 평방제공근 오차가 $e=4.982m$ 로 현저히 오차가 많음을 알수있다. 오차를 최소화 하기위해 7-변환 페라미터 이용하여 19점을 중심으로 (d x y z)값이 제일 큰 곳을 표에 의거 우도, 가파도, 고내봉, 한라산 지모봉 해오름 값을 제외하여 변화마다 메터 값을 산출한 결과 평균제공 오차가 $e=0.211m$ 값을 얻게 되어서 19점중 과대 오차가 발생한 6점(우도,가파도,고내봉,한라산,매오름,지모봉) 제외하여 기준점으로 사용하여 자료로써 관측함이 타당하다고 사료됨.

3). 본 연구는 연구대상지가 제주도 일원 극한되어 측량한 관계로써 정확하고 정밀측량을 하기 위해 향후 넓은 면적을 GPS 측량후 측지 및 지적측량의 성과에 일치시키기 위해 정밀측지망 재정비 및 각 지역별 좌표 환산계를 산정하여 사용하면 현행 기준점 측량에는 효과적으로 실용화 할 수 있다는 것을 알수 있었다.

參 考 文 獻

1. 유복모, 측량학원론(I), 개문사, 1992. pp. 402-410
2. 日本測地學會, 入工衛星による 精密測位システム, 日本測量協會, 1986.pp. 69—87
3. 강인준, “인공위성측량에 의한 해양오염 물질의 확산검정 기법“, 측지학회지, 1992. 제10권, 제1호,pp. 19-24
4. 유복모, 측량학 원론(2), 동명사, 1992, pp.482-517
5. T, J, M, KENNIE, Engineering Surveying Technology, Blackie, 1990,pp. 111—145
6. 星 仰, 地形情報處理學, @北出版株式會社, 1989, pp. 1-12
7. 박필호,한인우,김천휘,강준목, “GPS 측지기준점 설정에 관한 연구“, 한국측지학회지, 제9권, 제1호, 1991, PP.37-44.
8. 이영진, “GPS위성의 P코드/위상측정용 2주파수 수신기에 의한 정밀 측위“,대한토목학회지.제13권, 제2호, 1993, pp. 219-228
9. 홍순현, 박운용,“GPS 관측결과값 분석에 관한 연구“, 토목학회 개요집(2)1992. pp. 395-398
10. 정창식, “GPS에 관한 계절 및 시각에 따른 Point position의 정도에 관한 연구“, 측지학회지, 1992, 제10권, 제1호, pp. 33-40
11. 송승호, “GPS를 이용한 Goild heght에 관한 연구“, 토목학회 학술개요집(2), 1992, pp. 391-394
12. 김동현, “GPS에 의한 절대좌표에 해석에 관한 연구“, 토목학회 개요집(2) 1992, pp.375-378
13. 박병옥, 안철호, “GPS이용한 위성기준점 측량에 관한연구“, 토목학회 학술개요집(2), 1992, pp. 368-370
14. 유복모, 측량학 동명사, 1992, pp. 72 -116
15. The Defence Mapping Agency, Supplement to Department of

DefenceWorld Geodetic System 1984 DMA Technical Report : Part 1 ",DMA,1987, pp. 7 - 40.

16. 박필호, 한인우, 김천휘, 강준목, "GPS 실용화를 위한 우리나라 측지계와WGS84의좌표변환(1)"측지학회지,Vol 10, 제1호, 1992, PP.41-50
17. 최재화, 김세걸, 최윤수, " 우리나라 삼각점 실용성과 계산에 관한 연구 " 한국측지 학회지. 제8권, 제1호 ,1990, pp. 1 - 13.
18. 野村正七, 地圖投影法, 1981, pp. 310 - 332
19. 최재화, " 우리나라 평면직각 좌표에 관한 연구 ". 한국측지학회지. 제1권,제2호, 1993, pp. 42 - 59
20. 日本測量協會, 測量の數學的 基礎, 現代測量學1卷, 日本測量協會, 1979.pp. 114 - 143
21. Richard H. Rapp, "Geometric Geodesy", Published by Departmnet of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State U niversity, Columbus,1989,pp.57-74.
22. Aldred Leick, "GPS Satellite Suveying",Tohn Wiley & Sons Inc, 1995,pp.476-482
23. B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J, Collins, 'Global Positioning System; Theory and Practice" Springer-Verlag Wein,1992,pp. 229-246
24. Defense Mapping Agency, "Supplement to Departmant of DefencsWorld Geodetic System 1984 DMA Technical Report; part II,DMATR 8350.2-A, 1987.
25. 국립지리원, "정밀 1차망의 실용성과 산정에 관한 연구", 1994.
26. 홍순원, "GPS위성에 의한 실용측지좌표의 획득에 관한 연구". 1993, 동아대학교 대학원 박사학위 청구논문.
27. Tomas Soler and Larry D. Hothem, 'Coordinatc Systems Used

in Geodesy: Basic Definitions and Concepts", Journal of Surveying Engineering, Vol. 114, No. 2, 1988, pp. 84-97.

28. Tomas Soler and Larry D. Hothem, "Important Parameters Used in Geodetic Transformations", Journal of Surveying Engineering Vol. 115, No. 4, 1989, pp. 414-417.
29. 최재화, 김세걸, 최윤수, "우리나라 삼각점 실용성과 선정에 관한 연구", 한국측지학회지, 제8권, 1호, 1990, P.1.
30. 박필호, 한인우, 김천희, 강준목, "GPS 측지기준점 설정에 관한 연구", 한국측지학회지, 제9권 제1호, 1991. P.73
31. Dennis, G., Milbert, "GPS and Geoid90-The New Level Rod", GPS World February 1992. p. 38.
32. Defense Mapping Agency, "Supplement to Department of Defense World Geodetic System 1984 DMA Technical Report; Part I", DMATR 8350.2-B, 1987.



부 록 (7-매개변수 좌표 변환기법 활용 제주지역 기준)

=====

우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산
지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0

=====

1. 관련정보

- | | | | |
|----|--------|---|-------|
| 1) | 지역 명 등 | : | 제주 통합 |
| 2) | 측 량 | 자 | '' |
| 3) | 고정 점명 | : | '' |
| 4) | 사용 기종 | : | '' |

2. 입력정보

- | | | | |
|----|--------|---|----|
| 1) | 총 점 수 | : | 19 |
| 2) | 사용 점 수 | : | 19 |
| 3) | 변환 변수 | : | 7 |
| 4) | 고정 변수 | : | 0 |

3. 계산처리

1) 변환파라미터 : 19 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

SCALE	(X0)	(Y0)	(Z0)	(RX)	(RY)	(RZ)
141.608	592.598	-1111.211	-1182.684	7.979	-11.107	1.246

2) 평방제곱근 오차 : 4.982

- * X-성분 : 2.562
- * Y-성분 : 3.544
- * Z-성분 : 2.387

4. 변환계산결과

1) 삼차원 직교좌표계

	(DX0)	(DY0)	(DZ0)	(DX1)	(DY1)	(DZ1)	
(DXYZ)							
2.69	군산	357.53	-350.41	-683.94	357.45	-348.74	-686.04
2.61	돌오름	357.71	-350.55	-683.94	358.70	-348.62	-685.39
4.33	서우봉	356.77	-349.37	-683.72	356.98	-352.08	-680.35
	대륙산	356.99	-349.36	-683.19	354.96	-351.90	-681.91

3.50	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	353.51	-352.82	-681.31
5.71	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	356.32	-351.52	-681.66
2.66	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	354.57	-351.19	-683.54
3.04	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	360.16	-347.50	-686.56
4.40	비양도	357.98	-350.71	-684.15	360.56	-348.27	-684.90
3.62	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	354.83	-352.58	-680.78
4.90	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	355.71	-352.74	-680.01
5.21	고근산	357.02	-350.45	-683.36	356.02	-349.83	-684.98
2.00	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	358.15	-351.00	-681.53
2.65	우도	338.32	-376.15	-666.16	353.32	-354.02	-679.28
29.78	가파도	354.64	-345.39	-693.45	357.73	-347.76	-687.76
6.89	고내봉	364.57	-347.84	-680.94	359.80	-349.28	-683.54
5.63	한라산	356.63	-351.58	-682.21	356.71	-350.11	-683.52
1.97	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	354.08	-353.58	-679.56
7.49	매오름	357.37	-349.21	-682.44	353.25	-352.28	-682.48
5.13							

2) 경위도 좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및
 변환-현행(")

-0.0358	군산	33 15 11.20596 33 14 59.37708 33 14 59.45900	126 22 14.15397 126 22 11.02417 126 22 11.06000	356.11 331.05 92.84	-0.0819
-0.0750	돌오름	33 19 32.72378 33 19 20.95351 33 19 21.01000	126 19 16.58736 126 19 13.39704 126 19 13.47200	462.39 437.32 78.96	-0.0565
0.0563	서우봉	33 32 45.02822 33 32 33.52652 33 32 33.39400	126 40 39.30739 126 40 36.36127 126 40 36.30500	135.26 109.45 29.59	0.1325
0.1220	대록산	33 23 56.92331 33 23 45.29540 33 23 45.24600	126 43 46.35899 126 43 43.49397 126 43 43.37200	497.99 471.82 45.58	0.0494
0.2061	독자봉	33 23 16.85153 33 23 5.23499 33 23 5.16800	126 51 12.69733 126 51 9.94012 126 51 9.73400	182.23 156.17 87.74	0.0670
	바늘오름	33 27 13.57539 33 27 1.98469	126 39 13.69008 126 39 10.74703	576.32 550.16	

0.0610		33 27 1.91500	126 39 10.68600	25.11	0.0697
	자매봉	33 18 3.61195 33 17 51.88297 33 17 51.90400	126 40 36.97377 126 40 34.08984 126 40 33.97500	234.30 208.38 74.67	-0.0210
0.1148					
	당산봉	33 18 27.87529 33 18 16.06051 33 18 16.14800	126 10 22.71687 126 10 19.40660 126 10 19.54100	170.39 146.03 80.65	-0.0875
-0.1344					
	비양도	33 24 35.25800 33 24 23.54794 33 24 23.57600	126 13 37.99892 126 13 34.70778 126 13 34.84400	136.73 112.11 61.06	-0.0281
-0.1362					
	높은오름	33 27 23.08242 33 27 11.51898 33 27 11.42200	126 47 35.05048 126 47 32.22450 126 47 32.07400	429.70 403.59 83.35	0.0970
0.1505					
	만장굴	33 31 32.45166 33 31 20.94887 33 31 20.81300	126 46 32.77501 126 46 29.91705 126 46 29.79700	118.55 92.58 87.07	0.1359
0.1201					
	고근산	33 16 0.45275 33 15 48.66263 33 15 48.72600	126 30 46.34030 126 30 43.32672 126 30 43.31000	419.23 393.62 639.56	-0.0634
0.0167					
	사라봉	33 31 4.46816 33 30 52.91657 33 30 52.83200	126 32 41.28326 126 32 38.23209 126 32 38.25000	172.77 147.11 77.97	0.0846
-0.0179					
	우도	33 29 29.88715 33 29 18.38667 33 29 18.89700	126 57 53.76169 126 57 51.07220 126 57 52.05200	152.85 126.66 491.61	-0.5103
-0.9798					
	가파도	33 10 13.60113 33 10 1.67690 33 10 1.45600	126 16 19.91784 126 16 16.72700 126 16 16.76900	43.57 19.09 72.32	0.2209
-0.0420					
	고내봉	33 27 33.49577 33 27 21.85273 33 27 21.95300	126 20 28.80587 126 20 25.59805 126 20 25.41600	198.07 172.99 83.12	-0.1003
0.1820					
	한라산	33 21 41.12861 33 21 29.43224 33 21 29.48800	126 31 45.90731 126 31 42.88152 126 31 42.91800	1973.06 1946.85 29.87	-0.0558
-0.0365					
	지모봉	33 29 57.52956 33 29 46.02512 33 29 45.87600	126 54 8.78041 126 54 6.03613 126 54 5.80700	188.80 162.69 26.54	0.1491
0.2291					

	매오름	33 19 3.64977	126 48 49.03328	159.42		
		33 18 51.96076	126 48 46.26038	133.45		
		33 18 51.96200	126 48 46.06200	93.62	-0.0012	
0.1984						
2.9840	* WGS84좌표계와 변환성과의 차이 평균 (위도",경도") :					11.6608
0.2632	* 변환성과와 현행성과간의 표준 편차 (위도",경도") :					0.1549
	3) 평면좌표계 : GPS변환성과(X,Y,H) / 현행성과(X,Y,H) 및 변환성과-현행성과					
	군산	-26809.632	141272.145	331.05		
		-26807.114	141273.088	92.84	-2.518	-0.943
238.207						
	돌오름	-18722.721	136727.005	437.32		
		-18720.993	136728.955	78.96	-1.728	-1.950
358.359						
	서우봉	5533.698	169982.588	109.45		
		5529.620	169981.124	29.59	4.078	1.464
79.856						
	대륙산	-10752.857	174767.420	471.82		
		-10754.371	174764.264	45.58	1.514	3.156
426.245						
	독자봉	-12010.132	186301.704	156.17		
		-12012.188	186296.374	87.74	2.056	5.330
68.431						
	바늘오름	-4672.733	167739.917	550.16		
		-4674.874	167738.334	25.11	2.141	1.583
525.050						
	자매봉	-21625.916	169839.432	208.38		
		-21625.259	169836.463	74.67	-0.657	2.969
133.708						
	당산봉	-20622.021	122900.957	146.03		
		-20619.354	122904.455	80.65	-2.668	-3.498
65.384						
	비양도	-9339.806	128037.006	112.11		
		-9338.968	128040.532	61.06	-0.838	-3.526
51.055						
	높은오름	-4413.578	180690.437	403.59		
		-4416.558	180686.545	83.35	2.980	3.892
320.242						
	만장굴	3273.734	179098.141	92.58		
		3269.556	179095.034	87.07	4.179	3.107
5.510						
	고근산	-25362.329	154539.300	393.62		

0.424-245.941		-25360.375	154538.877		639.56	-1.954
	사라봉	2480.598	157634.976	147.11		
69.143		2477.991	157635.426	77.97	2.607	-0.451
	우도	-524.024	196672.090	126.66		
-25.296-364.949		-508.311	196697.386		491.61	-15.712
	가파도	-35920.839	132037.807	19.09		
-53.230		-35927.652	132038.848	72.32	6.813	-1.041
	고내봉	-3919.968	138688.132	172.99		
89.871		-3916.849	138683.450	83.12	-3.119	4.681
	한라산	-14871.811	156127.963	1946.85		
-0.9511916.979		-14870.098	156128.914		29.87	-1.713
	지도봉	331.160	190864.218	162.69		
136.153		326.572	190858.300	26.54	4.588	5.918
	매오름	-19806.382	182574.583	133.45		
39.835		-19806.334	182569.453	93.62	-0.048	5.131



제주대학교 중앙도서관

!! 계산 종료 !!

=====

우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산

지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0

=====

1. 관련 정보

- 1) 지역명등 : 제주통합(우도제외)
- 2) 측량자 : ''
- 3) 고정점명 : ''
- 4) 사용기준 : ''

2. 입력 정보

- 1) 총점수 : 19
- 2) 사용점수 : 18
- 3) 변환변수 : 7

4) 고정변수 : 0

3.계산처리

1) 변환파라미터 : 18 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

	(X0)	(Y0)	(Z0)	(RX)	(RY)	(RZ)
SCALE	244.186	-641.790	-810.882	4.865	-7.355	4.495
32.892						

2) 평방제곱근 오차 : 1.926

- * X-성분 : 1.060
- * Y-성분 : 0.857
- * Z-성분 : 1.361

4.변환계산결과

1) 삼차원 직교좌표계

(DXYZ)	(DX0)	(DY0)	(DZ0)	(DX1)	(DY1)	(DZ1)	
1.50	군산	357.53	-350.41	-683.94	357.73	-349.36	-684.99
1.64	돌오름	357.71	-350.55	-683.94	358.16	-349.36	-684.97
1.15	서우봉	356.77	-349.37	-683.72	357.60	-349.49	-682.92
0.14	대륙산	356.99	-349.36	-683.19	356.91	-349.45	-683.14
1.09	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	356.41	-349.49	-682.68
0.56	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	357.38	-349.45	-683.28
0.80	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	356.76	-349.43	-683.63
1.96	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	358.63	-349.34	-685.62
1.82	비양도	357.98	-350.71	-684.15	358.78	-349.38	-685.11
0.78	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	356.88	-349.48	-682.72
1.08	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	357.17	-349.51	-682.59
1.49	고근산	357.02	-350.45	-683.36	357.25	-349.39	-684.38
1.26	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	357.99	-349.46	-683.53
9.31	가파도	354.64	-345.39	-693.45	357.80	-349.34	-685.63
7.18	고내봉	364.57	-347.84	-680.94	358.54	-349.41	-684.51
3.02	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.54	-349.34	-684.01
2.07	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.62	-349.53	-682.17
1.23	매오름	357.37	-349.21	-682.44	356.32	-349.47	-683.04
	우도	338.32	-376.15	-666.16	356.36	-349.54	-681.94

35.81

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및
 변환-현행(")

-0.0303	군산	33 15 11.20596	126 22 14.15397	356.11	92.84	-0.0415
		33 14 59.41751	126 22 11.02971	331.05		
		33 14 59.45900	126 22 11.06000			
-0.0413	돌오름	33 19 32.72378	126 19 16.58736	462.39	78.96	-0.0402
		33 19 20.96975	126 19 13.43072	437.32		
		33 19 21.01000	126 19 13.47200			
-0.0229	서우봉	33 32 45.02822	126 40 39.30739	135.26	29.59	0.0321
		33 32 33.42615	126 40 36.28207	109.45		
		33 32 33.39400	126 40 36.30500			
0.0047	대록산	33 23 56.92331	126 43 46.35899	497.99	45.58	0.0021
		33 23 45.24806	126 43 43.37668	471.82		
		33 23 45.24600	126 43 43.37200			
0.0389	독자봉	33 23 16.85153	126 51 12.69733	182.23	87.74	0.0135
		33 23 5.18150	126 51 9.77289	156.17		
		33 23 5.16800	126 51 9.73400			
-0.0200	바늘오름	33 27 13.57539	126 39 13.69008	576.32	25.11	0.0074
		33 27 1.92239	126 39 10.66603	550.16		
		33 27 1.91500	126 39 10.68600			
0.0063	자매봉	33 18 3.61195	126 40 36.97377	234.30	74.67	-0.0255
		33 17 51.87849	126 40 33.98133	208.38		
		33 17 51.90400	126 40 33.97500			
-0.0449	당산봉	33 18 27.87529	126 10 22.71687	170.39	80.65	-0.0514
		33 18 16.09659	126 10 19.49609	146.03		
		33 18 16.14800	126 10 19.54100			
-0.0554	비양도	33 24 35.25800	126 13 37.99892	136.73	61.06	-0.0366
		33 24 23.53938	126 13 34.78856	112.11		
		33 24 23.57600	126 13 34.84400			
0.0152	높은오름	33 27 23.08242	126 47 35.05048	429.70	83.35	0.0218
		33 27 11.44384	126 47 32.08919	403.59		
		33 27 11.42200	126 47 32.07400			
-0.0001	만장굴	33 31 32.45166	126 46 32.77501	118.55	87.07	0.0351
		33 31 20.84806	126 46 29.79688	92.58		
		33 31 20.81300	126 46 29.79700			
	고근산	33 16 0.45275	126 30 46.34030	419.23		
		33 15 48.68552	126 30 43.27828	393.62		

426.245		-10754.371	174764.264	45.58	0.063	0.121
	독자봉	-12011.773	186297.380	156.17		
68.431		-12012.188	186296.374	87.74	0.415	1.006
	바늘오름	-4674.645	167737.819	550.16		
525.050		-4674.874	167738.334	25.11	0.229	-0.515
	자매봉	-21626.046	169836.625	208.38		
133.708		-21625.259	169836.463	74.67	-0.786	0.161
	당산봉	-20620.928	122903.280	146.03		
65.384		-20619.354	122904.455	80.65	-1.575	-1.174
	비양도	-9340.086	128039.091	112.11		
51.055		-9338.968	128040.532	61.06	-1.118	-1.441
	높은오름	-4415.886	180686.938	403.59		
320.242		-4416.558	180686.545	83.35	0.672	0.394
	만장굴	3270.636	179095.034	92.58		
5.510		3269.556	179095.034	87.07	1.080	-0.001
	고근산	-25361.618	154538.050	393.62		
-0.827-245.941		-25360.375	154538.877		639.56	-1.243
	사라봉	2478.195	157634.179	147.11		
69.143		2477.991	157635.426	77.97	0.204	-1.248
	가파도	-35918.343	132038.703	19.09		
-53.230		-35927.652	132038.848	72.32	9.309	-0.144
	고내봉	-3921.139	138689.213	172.99		
89.871		-3916.849	138683.450	83.12	-4.289	5.762
	한라산	-14872.283	156126.838	1946.85		
-2.0761916.979		-14870.098	156128.914		29.87	-2.185
	지모봉	328.047	190859.748	162.69		
136.153		326.572	190858.300	26.54	1.476	1.448
	매오름	-19807.070	182570.443	133.45		
39.835		-19806.334	182569.453	93.62	-0.736	0.990
	우도	-527.208	196666.964	126.66		
-30.422-364.949		-508.311	196697.386		491.61	-18.897

===== !! 계산종료 !! =====

=====
우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산
지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0
=====

1. 관련정보

- 1) 지역명등 : 제주통합 (우도, 가파도제외)
2) 측량자 :
3) 고정점명 :
4) 사용기종 :

2. 입력정보

- 1) 총점수 : 19
2) 사용점수 : 17
3) 변환변수 : 7
4) 고정변수 : 0

3. 계산처리

1) 변환파라미터 : 17 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

Table with 6 columns: SCALE, (X0), (Y0), (Z0), (RX), (RY), (RZ). Values: 7.052, 168.647, -533.512, -711.847, 1.933, -2.861, 7.853

2) 평방제곱근 오차 : 1.245

- * X-성분 : 1.018
* Y-성분 : 0.519
* Z-성분 : 0.496

4. 변환계산결과

1) 삼차원 직교좌표계

Table with 7 columns: (DXYZ), (DX0), (DY0), (DZ0), (DX1), (DY1), (DZ1). Rows for 0.84 and 0.75 scales, with values for 3 points: 군산, 돌오름, 서우봉.

0.91							
0.31	대록산	356.99	-349.36	-683.19	357.25	-349.30	-683.03
0.38	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	356.92	-348.99	-682.85
0.66	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	357.44	-349.53	-683.12
0.47	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	357.42	-349.35	-683.18
0.64	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	358.74	-350.60	-683.96
0.69	비양도	357.98	-350.71	-684.15	358.56	-350.55	-683.81
0.46	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	357.06	-349.19	-682.90
0.72	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	357.08	-349.31	-682.89
1.12	고근산	357.02	-350.45	-683.36	357.87	-349.72	-683.45
0.92	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	357.69	-349.86	-683.25
7.29	고내봉	364.57	-347.84	-680.94	358.25	-350.31	-683.60
2.50	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.84	-349.71	-683.36
1.30	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.75	-348.97	-682.71
0.63	매오름	357.37	-349.21	-682.44	357.05	-349.03	-682.95
36.77	우도	338.32	-376.15	-666.16	356.59	-348.81	-682.61
11.40	가과도	354.64	-345.39	-693.45	358.52	-350.24	-683.89

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및 변환-현행(")

	군산	33 15 11.20596	126 22 14.15397	356.11		
		33 14 59.46849	126 22 11.02964	331.05		
-0.0304		33 14 59.45900	126 22 11.06000	92.84		0.0095
	돌오름	33 19 32.72378	126 19 16.58736	462.39		
		33 19 21.01854	126 19 13.44477	437.32		
-0.0272		33 19 21.01000	126 19 13.47200	78.96		0.0085
	서우봉	33 32 45.02822	126 40 39.30739	135.26		
		33 32 33.42148	126 40 36.29204	109.45		
-0.0130		33 32 33.39400	126 40 36.30500	29.59		0.0275
	대록산	33 23 56.92331	126 43 46.35899	497.99		
		33 23 45.25222	126 43 43.36252	471.82		
-0.0095		33 23 45.24600	126 43 43.37200	45.58		0.0062
	독자봉	33 23 16.85153	126 51 12.69733	182.23		
		33 23 5.17527	126 51 9.74572	156.17		
0.0117		33 23 5.16800	126 51 9.73400	87.74		0.0073

-0.0199	바늘오름	33 27 13.57539	126 39 13.69008	576.32	0.0135
		33 27 1.92847	126 39 10.66609	550.16	
		33 27 1.91500	126 39 10.68600	25.11	
-0.0158	자매봉	33 18 3.61195	126 40 36.97377	234.30	-0.0073
		33 17 51.89666	126 40 33.95917	208.38	
		33 17 51.90400	126 40 33.97500	74.67	
-0.0195	당산봉	33 18 27.87529	126 10 22.71687	170.39	0.0128
		33 18 16.16083	126 10 19.52146	146.03	
		33 18 16.14800	126 10 19.54100	80.65	
-0.0216	비양도	33 24 35.25800	126 13 37.99892	136.73	0.0131
		33 24 23.58909	126 13 34.82237	112.11	
		33 24 23.57600	126 13 34.84400	61.06	
0.0026	높은오름	33 27 23.08242	126 47 35.05048	429.70	0.0148
		33 27 11.43681	126 47 32.07664	403.59	
		33 27 11.42200	126 47 32.07400	83.35	
-0.0020	만장굴	33 31 32.45166	126 46 32.77501	118.55	0.0232
		33 31 20.83621	126 46 29.79504	92.58	
		33 31 20.81300	126 46 29.79700	87.07	
-0.0432	고근산	33 16 0.45275	126 30 46.34030	419.23	-0.0040
		33 15 48.72205	126 30 43.26685	393.62	
		33 15 48.72600	126 30 43.31000	639.56	
-0.0297	사라봉	33 31 4.46816	126 32 41.28326	172.77	0.0166
		33 30 52.84865	126 32 38.22025	147.11	
		33 30 52.83200	126 32 38.25000	77.97	
0.2540	고내봉	33 27 33.49577	126 20 28.80587	198.07	-0.1035
		33 27 21.84948	126 20 25.66998	172.99	
		33 27 21.95300	126 20 25.41600	83.12	
-0.0804	한라산	33 21 41.12861	126 31 45.90731	1973.06	-0.0451
		33 21 29.44286	126 31 42.83757	1946.85	
		33 21 29.48800	126 31 42.91800	29.87	
0.0389	지모봉	33 29 57.52956	126 54 8.78041	188.80	0.0268
		33 29 45.90284	126 54 5.84595	162.69	
		33 29 45.87600	126 54 5.80700	26.54	
0.0057	매오름	33 19 3.64977	126 48 49.03328	159.42	-0.0198
		33 18 51.94216	126 48 46.06767	133.45	
		33 18 51.96200	126 48 46.06200	93.62	
	우도	33 29 29.88715	126 57 53.76169	152.85	
		33 29 18.25710	126 57 50.84972	126.66	



제주시
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

-1.2023		33 29 18.89700	126 57 52.05200	491.61	-0.6399	
	가파도	33 10 13.60113 33 10 1.82597 33 10 1.45600	126 16 19.91784 126 16 16.75909 126 16 16.76900	43.57 19.09 72.32		0.3700
-0.0099						
3.0492		* WGS84좌표계와 변환성과의 차이 평균 (위도",경도") :				11.6718
0.0702		* 변환성과의 현행성과의 표준 편차 (위도",경도") :				0.0321
	3) 평면좌표계 : GPS변환성(X,Y,H) / 현행성(X,Y,H) 및 변환성					
	-현행성					
	군산	-26806.817 -26807.114	141272.304 141273.088	331.05 92.84	0.297	-0.784
238.207						
	돌오름	-18720.725 -18720.993	136728.253 136728.955	437.32 78.96	0.268	-0.702
358.359						
	서우봉	5530.468 5529.620	169980.792 169981.124	109.45 29.59	0.848	-0.332
79.856						
	대륙산	-10754.179 -10754.371	174764.019 174764.264	471.82 45.58	0.192	-0.245
426.245						
	독자봉	-12011.964 -12012.188	186296.677 186296.374	156.17 87.74	0.223	0.303
68.431						
	바늘오름	-4674.457 -4674.874	167737.821 167738.334	550.16 25.11	0.417	-0.513
525.050						
	자매봉	-21625.484 -21625.259	169836.053 169836.463	208.38 74.67	-0.225	-0.410
133.708						
	당산봉	-20618.955 -20619.354	122903.952 122904.455	146.03 80.65	0.399	-0.502
65.384						
	비양도	-9338.561 -9338.968	128039.976 128040.532	112.11 61.06	0.407	-0.556
51.055						
	높은오름	-4416.102 -4416.558	180686.614 180686.545	403.59 83.35	0.456	0.069
320.242						
	만장굴	3270.271 3269.556	179094.985 179095.034	92.58 87.07	0.715	-0.049
5.510						

고근산	-25360.492	154537.760	393.62			
-1.117-245.941	-25360.375	154538.877		639.56	-0.117	
사라봉	2478.507	157634.661	147.11			
69.143	2477.991	157635.426	77.97	0.516	-0.765	
고내봉	-3920.080	138689.988	172.99			
89.871	-3916.849	138683.450	83.12	-3.231	6.538	
한라산	-14871.479	156126.829	1946.85			
-2.0851916.979	-14870.098	156128.914		29.87	-1.381	
지모봉	327.397	190859.306	162.69			
136.153	326.572	190858.300	26.54	0.826	1.006	
매오름	-19806.945	182569.598	133.45			
39.835	-19806.334	182569.453	93.62	-0.611	0.146	
우도	-528.013	196666.346	126.66			
-31.040-364.949	-508.311	196697.386		491.61	-19.702	
가파도	-35916.253	132038.670	19.09			
-53.230	-35927.652	132038.848	72.32	11.399	-0.177	

===== !! 계산종료 !! =====

=====

우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산

지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0

=====

1. 관련 정보

- 1) 지역명 등 : 제주통합 (우도, 가파도, 고내봉 제외)
- 2) 측량자 : "
- 3) 고정점명 : "
- 4) 사용기종 : "

2. 입력 정보

- 1) 총 점 수 : 19

- 2) 사용 점수 : 16
- 3) 변환변수 : 7
- 4) 고정변수 : 0

3.계산처리

1) 변환파라미터 : 16 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

SCALE	(X0)	(Y0)	(Z0)	(RX)	(RY)	(RZ)
-14.304	98.430	-441.729	-639.890	2.238	-3.431	7.482

2) 평방제곱근 오차 : 0.437

- * X-성분 : 0.205
- * Y-성분 : 0.302
- * Z-성분 : 0.240

4.변환계산결과

1) 삼차원직교좌표계

(DXYZ)	(DX0)	(DY0)	(DZ0)	(DX1)	(DY1)	(DZ1)	
0.38	군산	357.53	-350.41	-683.94	357.52	-350.63	-683.63
0.31	돌오름	357.71	-350.55	-683.94	357.52	-350.77	-683.82
0.58	매오름	357.37	-349.21	-682.44	357.05	-349.05	-682.90
0.35	서우봉	356.77	-349.37	-683.72	357.00	-349.44	-683.47
0.10	대록산	356.99	-349.36	-683.19	357.08	-349.31	-683.17
0.24	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	356.96	-348.89	-682.92
0.26	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	357.12	-349.55	-683.39
0.21	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	357.20	-349.54	-683.13
0.83	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	357.66	-351.30	-684.07
0.58	비양도	357.98	-350.71	-684.15	357.53	-351.07	-684.11
0.19	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	356.98	-349.07	-683.13
0.27	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	356.93	-349.11	-683.26
0.49	고근산	357.02	-350.45	-683.36	357.38	-350.12	-683.38
0.30	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	357.15	-349.92	-683.67
0.91	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.83	-348.67	-682.99
2.16	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.36	-350.01	-683.50
37.23	우도	338.32	-376.15	-666.16	356.77	-348.46	-682.86
	가파도	354.64	-345.39	-693.45	357.66	-351.01	-683.69

11.66
8.29 고내봉 364.57 -347.84 -680.94 357.39 -350.65 -683.97

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및
변환-현행(")

 군산 33 15 11.20596 126 22 14.15397 356.11
 33 14 59.47056 126 22 11.06506 331.05
0.0051 33 14 59.45900 126 22 11.06000 92.84 0.0116

 돌오름 33 19 32.72378 126 19 16.58736 462.39
 33 19 21.01450 126 19 13.48289 437.32
0.0109 33 19 21.01000 126 19 13.47200 78.96 0.0045

 매오름 33 19 3.64977 126 48 49.03328 159.42
 33 18 51.94399 126 48 46.06805 133.45
0.0061 33 18 51.96200 126 48 46.06200 93.62 -0.0180

 서우봉 33 32 45.02822 126 40 39.30739 135.26
 33 32 33.40430 126 40 36.29940 109.45
-0.0056 33 32 33.39400 126 40 36.30500 29.59 0.0103

 대록산 33 23 56.92331 126 43 46.35899 497.99
 33 23 45.24688 126 43 43.36811 471.82
-0.0039 33 23 45.24600 126 43 43.37200 45.58 0.0009



제주대학교 중앙도서관

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

 독자봉 33 23 16.85153 126 51 12.69733 182.23
 33 23 5.17212 126 51 9.74196 156.17
0.0080 33 23 5.16800 126 51 9.73400 87.74 0.0041

 바늘오름 33 27 13.57539 126 39 13.69008 576.32
 33 27 1.91812 126 39 10.67669 550.16
-0.0093 33 27 1.91500 126 39 10.68600 25.11 0.0031

 자매봉 33 18 3.61195 126 40 36.97377 234.30
 33 17 51.89830 126 40 33.97031 208.38
-0.0047 33 17 51.90400 126 40 33.97500 74.67 -0.0057

 당산봉 33 18 27.87529 126 10 22.71687 170.39
 33 18 16.15662 126 10 19.57126 146.03
0.0303 33 18 16.14800 126 10 19.54100 80.65 0.0086

 비양도 33 24 35.25800 126 13 37.99892 136.73
 33 24 23.57760 126 13 34.86648 112.11
0.0225 33 24 23.57600 126 13 34.84400 61.06 0.0016

 높은오름 33 27 23.08242 126 47 35.05048 429.70
 33 27 11.42775 126 47 32.07648 403.59
0.0025 33 27 11.42200 126 47 32.07400 83.35 0.0058

-0.0019	만장굴	33 31 32.45166	126 46 32.77501	118.55		
		33 31 20.82163	126 46 29.79515	92.58		
		33 31 20.81300	126 46 29.79700	87.07	0.0086	
-0.0189	고근산	33 16 0.45275	126 30 46.34030	419.23		
		33 15 48.72457	126 30 43.29112	393.62		
		33 15 48.72600	126 30 43.31000	639.56	-0.0014	
-0.0117	사라봉	33 31 4.46816	126 32 41.28326	172.77		
		33 30 52.83219	126 32 38.23828	147.11		
		33 30 52.83200	126 32 38.25000	77.97	0.0002	
0.0297	지모봉	33 29 57.52956	126 54 8.78041	188.80		
		33 29 45.89166	126 54 5.83669	162.69		
		33 29 45.87600	126 54 5.80700	26.54	0.0157	
-0.0589	한라산	33 21 41.12861	126 31 45.90731	1973.06		
		33 21 29.43830	126 31 42.85913	1946.85		
		33 21 29.48800	126 31 42.91800	29.87	-0.0497	
-1.2162	우도	33 29 29.88715	126 57 53.76169	152.85		
		33 29 18.24719	126 57 50.83578	126.66		
		33 29 18.89700	126 57 52.05200	491.61	-0.6498	
0.0343	가파도	33 10 13.60113	126 16 19.91784	43.57		
		33 10 1.83335	126 16 16.80330	19.09		
		33 10 1.45600	126 16 16.76900	72.32	0.3774	
0.2886	고내봉	33 27 33.49577	126 20 28.80587	198.07		
		33 27 21.83538	126 20 25.70457	172.99		
		33 27 21.95300	126 20 25.41600	83.12	-0.1176	
3.0280	* WGS84좌표계와 변환성과의 차이 평균 (위도",경도") :					11.6798
0.0211	* 변환성과의 현행성과의 표준 편차 (위도",경도") :					0.0154
-238.207	3) 평면좌표계 : GPS변환성과(X,Y,H) / 현행성과(X,Y,H) 및 변환성과-현행성과					
238.207	군산	-26806.759	141273.221	331.05		
		-26807.114	141273.088	92.84	0.355	0.133
358.359	돌오름	-18720.856	136729.238	437.32		
		-18720.993	136728.955	78.96	0.137	0.283
39.835	매오름	-19806.889	182569.608	133.45		
		-19806.334	182569.453	93.62	-0.555	0.156

79.856	서우봉	5529.938 5529.620	169980.980 169981.124	109.45 29.59	0.318	-0.143
426.245	대륙산	-10754.344 -10754.371	174764.164 174764.264	471.82 45.58	0.027	-0.100
68.431	독자봉	-12012.061 -12012.188	186296.580 186296.374	156.17 87.74	0.127	0.206
525.050	바늘오름	-4674.777 -4674.874	167738.094 167738.334	550.16 25.11	0.097	-0.240
133.708	자매봉	-21625.435 -21625.259	169836.342 169836.463	208.38 74.67	-0.175	-0.122
65.384	당산봉	-20619.094 -20619.354	122905.239 122904.455	146.03 80.65	0.259	0.785
51.055	비양도	-9338.923 -9338.968	128041.113 128040.532	112.11 61.06	0.045	0.581
320.242	높은오름	-4416.381 -4416.558	180686.609 180686.545	403.59 83.35	0.177	0.064
5.510	만장굴	3269.821 3269.556	179094.987 179095.034	92.58 87.07	0.266	-0.047
-0.489-245.941	고근산	-25360.417 -25360.375	154538.388 154538.877	393.62	639.56	-0.042
69.143	사라봉	2477.999 2477.991	157635.124 157635.426	147.11 77.97	0.007	-0.303
136.153	지모봉	327.053 326.572	190859.067 190858.300	162.69 26.54	0.482	0.767
-1.5291916.979	한라산	-14871.622 -14870.098	156127.385 156128.914	1946.85	29.87	-1.524
-31.400-364.949	우도	-528.318 -508.311	196665.985 196697.386	126.66	491.61	-20.007
-53.230	가파도	-35916.034 -35927.652	132039.817 132038.848	19.09 72.32	11.618	0.970
	고내봉	-3920.520	138690.879	172.99		

0.13							
0.67	매오름	357.37	-349.21	-682.44	357.07	-348.98	-683.00
0.35	서우봉	356.77	-349.37	-683.72	357.05	-349.34	-683.51
0.19	대륙산	356.99	-349.36	-683.19	357.11	-349.22	-683.25
0.15	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	356.97	-348.81	-683.00
0.34	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	357.16	-349.45	-683.46
0.36	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	357.23	-349.45	-683.24
0.62	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	357.76	-351.15	-684.20
0.42	비양도	357.98	-350.71	-684.15	357.63	-350.92	-684.21
0.10	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	357.00	-348.98	-683.19
0.24	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	356.96	-349.02	-683.30
0.63	고근산	357.02	-350.45	-683.36	357.44	-350.01	-683.51
0.43	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	357.21	-349.80	-683.73
0.83	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.84	-348.60	-683.04
37.30	우도	338.32	-376.15	-666.16	356.77	-348.39	-682.91
11.48	가과도	354.64	-345.39	-693.45	357.75	-350.88	-683.86
8.19	고내봉	364.57	-347.84	-680.94	357.47	-350.51	-684.05
2.32	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.41	-349.89	-683.60

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및
변환-현행(")

-0.0002	군산	33 15 11.20596 33 14 59.46585 33 14 59.45900	126 22 14.15397 126 22 11.05980 126 22 11.06000	356.11 331.05 92.84	0.0069
0.0051	돌오름	33 19 32.72378 33 19 21.01024 33 19 21.01000	126 19 16.58736 126 19 13.47713 126 19 13.47200	462.39 437.32 78.96	0.0002
0.0038	매오름	33 19 3.64977 33 18 51.94043 33 18 51.96200	126 48 49.03328 126 48 46.06580 126 48 46.06200	159.42 133.45 93.62	-0.0216
-0.0093	서우봉	33 32 45.02822 33 32 33.40216 33 32 33.39400	126 40 39.30739 126 40 36.29569 126 40 36.30500	135.26 109.45 29.59	0.0082
	대륙산	33 23 56.92331 33 23 45.24376 33 23 45.24600	126 43 46.35899 126 43 43.36509 126 43 43.37200	497.99 471.82 45.58	-0.0022

-0.0069	독자봉	33 23 16.85153 33 23 5.16912 33 23 5.16800	126 51 12.69733 126 51 9.73983 126 51 9.73400	182.23 156.17 87.74	0.0011
0.0058	바늘오름	33 27 13.57539 33 27 1.91527 33 27 1.91500	126 39 13.69008 126 39 10.67301 126 39 10.68600	576.32 550.16 25.11	0.0003
-0.0130	자매봉	33 18 3.61195 33 17 51.89441 33 17 51.90400	126 40 36.97377 126 40 33.96712 126 40 33.97500	234.30 208.38 74.67	-0.0096
-0.0079	당산봉	33 18 27.87529 33 18 16.15202 33 18 16.14800	126 10 22.71687 126 10 19.56449 126 10 19.54100	170.39 146.03 80.65	0.0040
0.0235	비양도	33 24 35.25800 33 24 23.57380 33 24 23.57600	126 13 37.99892 126 13 34.85987 126 13 34.84400	136.73 112.11 61.06	-0.0022
0.0159	높은오름	33 27 23.08242 33 27 11.42514 33 27 11.42200	126 47 35.05048 126 47 32.07378 126 47 32.07400	429.70 403.59 83.35	0.0031
-0.0002	만장굴	33 31 32.45166 33 31 20.81950 33 31 20.81300	126 46 32.77501 126 46 29.79217 126 46 29.79700	118.55 92.58 87.07	0.0065
-0.0048	고근산	33 16 0.45275 33 15 48.72017 33 15 48.72600	126 30 46.34030 126 30 43.28684 126 30 43.31000	419.23 393.62 639.56	-0.0058
-0.0232	사라봉	33 31 4.46816 33 30 52.82965 33 30 52.83200	126 32 41.28326 126 32 38.23368 126 32 38.25000	172.77 147.11 77.97	-0.0023
-0.0163	지모봉	33 29 57.52956 33 29 45.88953 33 29 45.87600	126 54 8.78041 126 54 5.83468 126 54 5.80700	188.80 162.69 26.54	0.0135
0.0277	우도	33 29 29.88715 33 29 18.24510 33 29 18.89700	126 57 53.76169 126 57 50.83422 126 57 52.05200	152.85 126.66 491.61	-0.6519
-1.2178	가파도	33 10 13.60113 33 10 1.82792 33 10 1.45600	126 16 19.91784 126 16 16.79753 126 16 16.76900	43.57 19.09 72.32	0.3719
0.0285					



	고내봉	33 27 33.49577	126 20 28.80587	198.07			
		33 27 21.83211	126 20 25.69866	172.99			
0.2827		33 27 21.95300	126 20 25.41600	83.12			-0.1209
	한라산	33 21 41.12861	126 31 45.90731	1973.06			
		33 21 29.43453	126 31 42.85476	1946.85			
-0.0632		33 21 29.48800	126 31 42.91800	29.87			-0.0535
	* WGS84좌표계와 변환성과의 차이 평균 (위도",경도") :						11.6824
3.0306	* 변환성과의 현행성과의 표준 편차 (위도",경도") :						0.0083
0.0142	3) 평면좌표계 : GPS변환성과(X,Y,H) / 현행성과(X,Y,H) 및 변환성과-현행성과						
	군산	-26806.903	141273.084	331.05			
		-26807.114	141273.088	92.84	0.211		-0.004
238.207							
	돌오름	-18720.987	136729.088	437.32			
		-18720.993	136728.955	78.96	0.006		0.133
358.359							
	매오름	-19806.999	182569.550	133.45			
		-19806.334	182569.453	93.62	-0.665		0.097
39.835							
	서우봉	5529.872	169980.884	109.45			
		5529.620	169981.124	29.59	0.252		-0.239
79.856							
	대록산	-10754.440	174764.085	471.82			
		-10754.371	174764.264	45.58	-0.068		-0.179
426.245							
	독자봉	-12012.154	186296.525	156.17			
		-12012.188	186296.374	87.74	0.034		0.151
68.431							
	마늘오름	-4674.865	167737.999	550.16			
		-4674.874	167738.334	25.11	0.009		-0.336
525.050							
	자매봉	-21625.554	169836.259	208.38			
		-21625.259	169836.463	74.67	-0.295		-0.205
133.708							
	당산봉	-20619.235	122905.063	146.03			
		-20619.354	122904.455	80.65	0.119		0.608
65.384							
	비양도	-9339.039	128040.942	112.11			
		-9338.968	128040.532	61.06	-0.071		0.410
51.055							
	높은오름	-4416.461	180686.539	403.59			

320.242		-4416.558	180686.545	83.35	0.097	-0.006
	만장굴	3269.756	179094.910	92.58		
5.510		3269.556	179095.034	87.07	0.200	-0.124
	고근산	-25360.552	154538.277	393.62		
-0.600		-25360.375	154538.877		639.56	-0.177
-245.941	사라봉	2477.921	157635.005	147.11		
		2477.991	157635.426	77.97	-0.070	-0.421
69.143	지모봉	326.988	190859.015	162.69		
		326.572	190858.300	26.54	0.416	0.715
136.153	우도	-528.383	196665.945	126.66		
		-508.311	196697.386		491.61	-20.072
-31.440	가파도	-35916.200	132039.666	19.09		
		-35927.652	132038.848	72.32	11.452	0.819
-53.230	고내봉	-3920.620	138690.726	172.99		
		-3916.849	138683.450	83.12	-3.771	7.275
89.871	한라산	-14871.737	156127.272	1946.85		
		-14870.098	156128.914		29.87	-1.640
-1.642						
1916.979						

===== !! 계산종료 !! =====

=====

우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산

지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0

=====

1. 관련정보

- 외) 1) 지역명등 : 제주통합 (우도, 가파도, 고내봉, 한라산, 지모봉 제외)
- 2) 측량자 : "
- 3) 고정점명 : "
- 4) 사용기종 : "

2. 입력정보

- 1) 총 점 수 : 19
- 2) 사용 점 수 : 14
- 3) 변환 변수 : 7
- 4) 고정 변수 : 0

3. 계산처리

1) 변환파라미터 : 14 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

SCALE	(X0)	(Y0)	(Z0)	(RX)	(RY)	(RZ)
-8.716	119.171	-470.212	-651.094	2.609	-3.386	7.376

2) 평방계급근 오차 : 0.238

- * X-성분 : 0.155
- * Y-성분 : 0.127
- * Z-성분 : 0.130

4. 변환계산결과

1) 삼차원 직교좌표계

(DXYZ)	(DX0)	(DY0)	(DZ0)	(DX1)	(DY1)	(DZ1)
0.18	357.53	-350.41	-683.94	357.60	-350.48	-683.79
0.10	357.71	-350.55	-683.94	357.63	-350.61	-683.95
0.69	357.37	-349.21	-682.44	356.96	-349.06	-682.99
0.39	356.77	-349.37	-683.72	357.02	-349.43	-683.43
0.08	356.99	-349.36	-683.19	357.05	-349.30	-683.22
0.30	357.08	-348.71	-683.03	356.87	-348.92	-682.97
0.27	356.88	-349.65	-683.46	357.12	-349.52	-683.41
0.32	357.16	-349.70	-682.99	357.16	-349.50	-683.24
0.54	358.21	-350.74	-684.30	357.82	-351.09	-684.22
0.34	357.98	-350.71	-684.15	357.69	-350.89	-684.19
0.20	356.96	-348.94	-683.27	356.93	-349.08	-683.14
0.29	356.79	-349.00	-683.47	356.90	-349.12	-683.23
0.60	357.02	-350.45	-683.36	357.40	-350.02	-683.53
0.39	356.90	-350.08	-683.67	357.21	-349.85	-683.66
37.11	338.32	-376.15	-666.16	356.66	-348.54	-682.83
11.40	354.64	-345.39	-693.45	357.76	-350.82	-683.92
	364.57	-347.84	-680.94	357.52	-350.51	-684.01

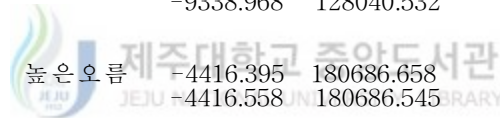
8.14								
2.29	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.39	-349.91	-683.58	
1.00	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.75	-348.73	-682.96	

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및
변환-현행(")

-0.0006	군산	33 15 11.20596	126 22 14.15397	356.11		
		33 14 59.46470	126 22 11.05937	331.05		
		33 14 59.45900	126 22 11.06000	92.84	0.0057	
0.0039	돌오름	33 19 32.72378	126 19 16.58736	462.39		
		33 19 21.00994	126 19 13.47589	437.32		
		33 19 21.01000	126 19 13.47200	78.96	-0.0001	
0.0090	매오름	33 19 3.64977	126 48 49.03328	159.42		
		33 18 51.94082	126 48 46.07097	133.45		
		33 18 51.96200	126 48 46.06200	93.62	-0.0212	
-0.0064	서우봉	33 32 45.02822	126 40 39.30739	135.26		
		33 32 33.40530	126 40 36.29857	109.45		
		33 32 33.39400	126 40 36.30500	29.59	0.0113	
-0.0030	대록산	33 23 56.92331	126 43 46.35899	497.99		
		33 23 45.24508	126 43 43.36898	471.82		
		33 23 45.24600	126 43 43.37200	45.58	-0.0009	
0.0114	독자봉	33 23 16.85153	126 51 12.69733	182.23		
		33 23 5.17049	126 51 9.74537	156.17		
		33 23 5.16800	126 51 9.73400	87.74	0.0025	
-0.0102	바늘오름	33 27 13.57539	126 39 13.69008	576.32		
		33 27 1.91718	126 39 10.67579	550.16		
		33 27 1.91500	126 39 10.68600	25.11	0.0022	
-0.0044	자매봉	33 18 3.61195	126 40 36.97377	234.30		
		33 17 51.89437	126 40 33.97056	208.38		
		33 17 51.90400	126 40 33.97500	74.67	-0.0096	
0.0204	당산봉	33 18 27.87529	126 10 22.71687	170.39		
		33 18 16.15124	126 10 19.56136	146.03		
		33 18 16.14800	126 10 19.54100	80.65	0.0032	
0.0132	비양도	33 24 35.25800	126 13 37.99892	136.73		
		33 24 23.57445	126 13 34.85721	112.11		
		33 24 23.57600	126 13 34.84400	61.06	-0.0016	
	높은오름	33 27 23.08242	126 47 35.05048	429.70		
33 27 11.42731		126 47 32.07837	403.59			
33 27 11.42200		126 47 32.07400	83.35	0.0053		

0.0044								
	만장굴	33 31 32.45166	126 46 32.77501	118.55				
		33 31 20.82253	126 46 29.79638	92.58				
-0.0006		33 31 20.81300	126 46 29.79700	87.07	0.0095			
	고근산	33 16 0.45275	126 30 46.34030	419.23				
		33 15 48.71943	126 30 43.28822	393.62				
-0.0218		33 15 48.72600	126 30 43.31000	639.56	-0.0066			
	사라봉	33 31 4.46816	126 32 41.28326	172.77				
		33 30 52.83222	126 32 38.23490	147.11				
-0.0151		33 30 52.83200	126 32 38.25000	77.97	0.0002			
	우도	33 29 29.88715	126 57 53.76169	152.85				
		33 29 18.24799	126 57 50.84097	126.66				
-1.2110		33 29 18.89700	126 57 52.05200	491.61	-0.6490			
	가파도	33 10 13.60113	126 16 19.91784	43.57				
		33 10 1.82553	126 16 16.79601	19.09				
0.0270		33 10 1.45600	126 16 16.76900	72.32	0.3695			
	고내봉	33 27 33.49577	126 20 28.80587	198.07				
		33 27 21.83358	126 20 25.69737	172.99				
0.2814		33 27 21.95300	126 20 25.41600	83.12	-0.1194			
	한라산	33 21 41.12861	126 31 45.90731	1973.06				
		33 21 29.43504	126 31 42.85614	1946.85				
-0.0619		33 21 29.48800	126 31 42.91800	29.87	-0.0530			
	지모봉	33 29 57.52956	126 54 8.78041	188.80				
		33 29 45.89243	126 54 5.84060	162.69				
0.0336		33 29 45.87600	126 54 5.80700	26.54	0.0164			
3.0346								* WGS84좌표계와 변환성과의 차이 평균 (위도",경도") : 11.6845
0.0115								* 변환성과와 현행성과간의 표준 편차 (위도",경도") : 0.0083
								3) 평면좌표계 : GPS변환성과(X,Y,H) / 현행성과(X,Y,H) 및 변환성과-현행성과
238.207	군산	-26806.938	141273.072	331.05				
		-26807.114	141273.088	92.84	0.176	-0.015		
358.359	돌오름	-18720.996	136729.056	437.32				
		-18720.993	136728.955	78.96	-0.002	0.101		
	매오름	-19806.987	182569.684	133.45				

39.835		-19806.334	182569.453	93.62	-0.653	0.231
	서우봉	5529.969	169980.959	109.45		
79.856		5529.620	169981.124	29.59	0.349	-0.165
	대륙산	-10754.399	174764.186	471.82		
426.245		-10754.371	174764.264	45.58	-0.028	-0.078
	독자봉	-12012.112	186296.668	156.17		
68.431		-12012.188	186296.374	87.74	0.076	0.294
	바늘오름	-4674.806	167738.071	550.16		
525.050		-4674.874	167738.334	25.11	0.068	-0.263
	차매봉	-21625.556	169836.348	208.38		
133.708		-21625.259	169836.463	74.67	-0.296	-0.116
	당산봉	-20619.258	122904.982	146.03		
65.384		-20619.354	122904.455	80.65	0.096	0.527
	비양도	-9339.018	128040.873	112.11		
51.055		-9338.968	128040.532	61.06	-0.050	0.341
	높은오름	-4416.395	180686.658	403.59		
320.242		-4416.558	180686.545	83.35	0.163	0.113
	만장굴	3269.849	179095.019	92.58		
5.510		3269.556	179095.034	87.07	0.294	-0.015
	고근산	-25360.575	154538.312	393.62		
-0.565-245.941		-25360.375	154538.877		639.56	-0.200
	사라봉	2478.000	157635.037	147.11		
69.143		2477.991	157635.426	77.97	0.008	-0.390
	우도	-528.294	196666.120	126.66		
-31.266-364.949		-508.311	196697.386		491.61	-19.983
	가파도	-35916.273	132039.627	19.09		
-53.230		-35927.652	132038.848	72.32	11.379	0.779
	고내봉	-3920.574	138690.692	172.99		
89.871		-3916.849	138683.450	83.12	-3.725	7.242
	한라산	-14871.722	156127.308	1946.85		
-1.6071916.979		-14870.098	156128.914		29.87	-1.624



지모봉 327.077 190859.167 162.69
 136.153 326.572 190858.300 26.54 0.505 0.868

===== !! 계산종료 !! =====

=====

우리나라 좌표계와 GPS(WGS84)좌표계간의 변환계산
 지적기술연구소, 1998/04/20 VERSION 2.0

=====

1. 관련정보

- 름) 1) 지역명등 : 제주통합(우도, 가파도, 고내봉, 한라산, 지모봉, 매패)
- 2) 측 량 자 : ''
- 3) 고정점명 : ''
- 4) 사용기준 : ''

2. 입력정보

- 1) 총 점 수 : 19
- 2) 사용 점 수 : 13
- 3) 변환 변수 : 7
- 4) 고정 변수 : 0

3. 계산처리

1) 변환파라미터 : 13 점을 이용하여 7 변환계수를 구함. 뒤 0 변수는 고정치임.

	(X0)	(Y0)	(Z0)	(RX)	(RY)	(RZ)
SCALE	124.037	-477.132	-657.404	2.393	-3.129	7.603
-7.063						

2) 평방제곱근 오차 : 0.211

- * X-성분 : 0.135
- * Y-성분 : 0.131
- * Z-성분 : 0.095

4. 변환계산결과

1) 삼차원 직교좌표계

	(DX0)	(DY0)	(DZ0)	(DX1)	(DY1)	(DZ1)
(DXYZ)						
군산	357.53	-350.41	-683.94	357.62	-350.43	-683.83

0.15							
0.07	돌오름	357.71	-350.55	-683.94	357.65	-350.58	-683.96
0.32	서우봉	356.77	-349.37	-683.72	356.95	-349.45	-683.47
0.11	대륙산	356.99	-349.36	-683.19	356.98	-349.29	-683.28
0.36	독자봉	357.08	-348.71	-683.03	356.79	-348.91	-683.05
0.22	바늘오름	356.88	-349.65	-683.46	357.07	-349.52	-683.45
0.40	자매봉	357.16	-349.70	-682.99	357.12	-349.47	-683.31
0.48	당산봉	358.21	-350.74	-684.30	357.87	-351.06	-684.21
0.31	비양도	357.98	-350.71	-684.15	357.72	-350.88	-684.18
0.20	높은오름	356.96	-348.94	-683.27	356.85	-349.09	-683.21
0.24	만장굴	356.79	-349.00	-683.47	356.82	-349.14	-683.28
0.64	고근산	357.02	-350.45	-683.36	357.40	-349.98	-683.58
0.35	사라봉	356.90	-350.08	-683.67	357.17	-349.87	-683.69
37.08	우도	338.32	-376.15	-666.16	356.55	-348.55	-682.92
11.36	가파도	354.64	-345.39	-693.45	357.81	-350.76	-683.95
8.14	고내봉	364.57	-347.84	-680.94	357.52	-350.51	-684.01
2.32	한라산	356.63	-351.58	-682.21	357.37	-349.89	-683.62
1.04	지모봉	357.27	-347.99	-683.38	356.64	-348.75	-683.04
0.81	매오름	357.37	-349.21	-682.44	356.90	-349.04	-683.08

2) 경위도좌표계 : WGS84(GPS성과) / GPS변환성과 / 현행성과 및 변환-현행(")

-0.0023	군산	33 15 11.20596 33 14 59.46335 33 14 59.45900	126 22 14.15397 126 22 11.05772 126 22 11.06000	356.11 331.05 92.84	0.0044
0.0026	돌오름	33 19 32.72378 33 19 21.00932 33 19 21.01000	126 19 16.58736 126 19 13.47456 126 19 13.47200	462.39 437.32 78.96	-0.0007
-0.0038	서우봉	33 32 45.02822 33 32 33.40388 33 32 33.39400	126 40 39.30739 126 40 36.30121 126 40 36.30500	135.26 109.45 29.59	0.0099
-0.0013	대륙산	33 23 56.92331 33 23 45.24248 33 23 45.24600	126 43 46.35899 126 43 43.37069 126 43 43.37200	497.99 471.82 45.58	-0.0035
	독자봉	33 23 16.85153	126 51 12.69733	182.23	

		33 23 5.16709	126 51 9.74772	156.17	
0.0137		33 23 5.16800	126 51 9.73400	87.74	-0.0009
	바늘오름	33 27 13.57539	126 39 13.69008	576.32	
		33 27 1.91535	126 39 10.67751	550.16	
-0.0085		33 27 1.91500	126 39 10.68600	25.11	0.0003
	자매봉	33 18 3.61195	126 40 36.97377	234.30	
		33 17 51.89150	126 40 33.97113	208.38	
-0.0039		33 17 51.90400	126 40 33.97500	74.67	-0.0125
	당산봉	33 18 27.87529	126 10 22.71687	170.39	
		33 18 16.15139	126 10 19.55900	146.03	
0.0180		33 18 16.14800	126 10 19.54100	80.65	0.0034
	비양도	33 24 35.25800	126 13 37.99892	136.73	
		33 24 23.57488	126 13 34.85603	112.11	
0.0120		33 24 23.57600	126 13 34.84400	61.06	-0.0011
	높은오름	33 27 23.08242	126 47 35.05048	429.70	
		33 27 11.42466	126 47 32.08094	403.59	
0.0069		33 27 11.42200	126 47 32.07400	83.35	0.0027
	만장굴	33 31 32.45166	126 46 32.77501	118.55	
		33 31 20.82041	126 46 29.79944	92.58	
0.0024		33 31 20.81300	126 46 29.79700	87.07	0.0074
	고근산	33 16 0.45275	126 30 46.34030	419.23	
		33 15 48.71732	126 30 43.28754	393.62	
-0.0225		33 15 48.72600	126 30 43.31000	639.56	-0.0087
	사라봉	33 31 4.46816	126 32 41.28326	172.77	
		33 30 52.83142	126 32 38.23652	147.11	
-0.0135		33 30 52.83200	126 32 38.25000	77.97	-0.0006
	우도	33 29 29.88715	126 57 53.76169	152.85	
		33 29 18.24454	126 57 50.84486	126.66	
-1.2071		33 29 18.89700	126 57 52.05200	491.61	-0.6525
	가파도	33 10 13.60113	126 16 19.91784	43.57	
		33 10 1.82428	126 16 16.79309	19.09	
0.0241		33 10 1.45600	126 16 16.76900	72.32	0.3683
	고내봉	33 27 33.49577	126 20 28.80587	198.07	
		33 27 21.83364	126 20 25.69728	172.99	
0.2813		33 27 21.95300	126 20 25.41600	83.12	-0.1194
	한라산	33 21 41.12861	126 31 45.90731	1973.06	
		33 21 29.43340	126 31 42.85634	1946.85	
		33 21 29.48800	126 31 42.91800	29.87	-0.0546

5.510	만장굴	3269.784 3269.556	179095.098 179095.034	92.58 87.07	0.228	0.063
-0.583-245.941	고근산	-25360.640 -25360.375	154538.294 154538.877	393.62	639.56	-0.265
69.143	사라봉	2477.975 2477.991	157635.078 157635.426	147.11 77.97	-0.016	-0.348
-31.166-364.949	우도	-528.400 -508.311	196666.220 196697.386	126.66	491.61	-20.089
-53.230	가파도	-35916.311 -35927.652	132039.551 132038.848	19.09 72.32	11.341	0.703
89.871	고내봉	-3920.573 -3916.849	138690.690 138683.450	172.99 83.12	-3.723	7.240
-1.6021916.979	한라산	-14871.772 -14870.098	156127.313 156128.914	1946.85	29.87	-1.675
136.153	지모봉	326.983 326.572	190859.260 190858.300	162.69 26.54	0.412	0.960
39.835	매오름	-19807.097 -19806.334	182569.723 182569.453	133.45 93.62	-0.763	0.270

===== !! 계산종료 !! =====

감 사 의 글

본 연구 논문을 작성 하기까지 피곤한 몸을 마다 하지않고 학문적 정진을 위해 많은 격려와 지도를 편달해주신 이 병걸지도교수님께 이지면을 통해 머리숙여 진심으로 깊이 감사 드립니다.

그리고, 이논문을 심사 하여주신 김상진교수님, 남정만교수님의 따뜻한 배려에 깊이 감사를 드리고, 아울러 본논문을 작성하기위해 자료 제공과 측량을 직접 진두 지휘하신 새한엔지니어링 직원여러분과 양영보 교수님 계도 고마운 말씀을 전하고자 합니다.

변함없이, 늦은 나이에 책과 가까이 하는 남편을 뒤에서 묵묵히 지원하며 부처님 전에 정진하며, 용기와 희망을 심어주는 나의동반자인 "서 영희 아내에게" 사랑한다고 이지면을 통해 들려주고 싶습니다.

또한, 직장 생활과 대학원 생활에 지친 아빠에게 기쁨과 행복을 주는 오늘도, 밤늦게 돌아오는 미수, 혁준 그리고 재룡등이 은아에게 도 고마움을 느끼며, 내 주위에 모든 이 들에게 이영광과 기쁨을 만끽 나누고져 합니다.

감사합니다....

2005년 7월 이 대 복