

GPS를 응용한 3D 지형/현황도 작성용 측량자동화 시스템 구성과 그 작업절차에 관한 연구

A Study on the GPS Auto-surveying system and work procedure
to perform a precise three dimensional topographic survey

이 기 부 *
Lee, Kee-Boo

要 旨

본 논문은 RTK GPS 장비와 현장용 펜 컴퓨터 및 실시간 현장 지형/현황도 작성용 CADD 소프트웨어를 이상적으로 조합한 측량 자동화 실용 시스템을 제안, 구성하여 표준 작업절차를 개발하는 것에 연구 목표를 두었다. 연구 대상으로 선정된 지역은 실제의 매립 공사나 단지조성 공사와 같은 중 토목 현장을 가정하여 00 지역 일원의 골프장으로 하였으며 1997년 12월 외업을 실시하였다. 본 연구에서 얻어진 측량 자동화 시스템과 작업절차는 동 골프장을 대상으로 얻어진 위성데이터를 실시간으로 처리하여 최종지형/현황도면을 제작하는 과정을 중심으로 구현되었다.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study the ideal Auto-surveying system and to establish the standard of work procedure involved with completing a precise three-dimensional topographic survey with RTK GPS equipment, a pen based personal computer, and real time CADD software. The fieldwork was done at a golf course which could be regarded as a heavy civil project site such as the reclamation and the site preparation work in December of 1997. The proposed Auto-surveying system and the work procedure in this paper is based on the data processing and the resultant topographic map of the golf course.

1. 서 론

1.1 연구 목적

근래 GPS 위성을 이용하여 정밀 기준점 측량에 관한 많은 연구 논문이 있었다. 본 연구에서는 실무 현장에서의 사용 빈도가 높은 일반 지형/현황측량에

대한 측량 자동화 시스템을 연구하고, 이에 적합한 표준작업 절차를 개발하여 현장에서 일하고 있는 실무자들이 실질적인 현장작업에 적용하여 해당 프로젝트의 원가절감과 기술상승에 기준을 제공하는데에 목표를 두었다.

현재 우리나라의 측량 시장과 현황은 주지하고 있는 바와 같이 3D 업종으로 인식되어 유능한 기술인

* 영남전문대학교 토목과 교수

과 기능인의 이탈이 심화 되어가고 있다.

반면에 현대의 토목/건축 공사는 상대적으로 장대화, 고층화, 광역화 된 규모로서 과거에는 상상도 할 수 없었던 대형 구조물과 광역 단지조성을 대상으로 하고 있으며 이를 뒷받침 해 줄 기술의 기초 분야인 측량분야에서도 보다 정밀/정확한 조사측량 결과와 기타의 설계용 지형자료를 제공해주도록 요청 받고 있는 실정이다.

더구나 측지와 지적분야로 이원화 되어있는 우리나라의 어려운 측량환경은 대형화된 도시계획사업을 효과적으로 진행하기에는 매우 모순된 설계 기준을 안고 있다. 예를 들면 도시계획사업의 경우 조사측량, 설계, 시공, 감리, 준공단계에서의 실제적인 기준점은 곧 도시계획시설 결정 경계선인 지적선이 되어야 하는 바, 설계의 기준이 되는 조사측량 결과는 이를 전혀 반영 할 수 없으며 실측된 지형/현황측량도 위에 해당 지역의 지적도를 입수하여 대략적인 Over-lay를 하는 정도로 설계의 기준을 제시하여 주는 것에 불과하며 실 시공단계에 이르러서는 시공회사의 재측량이 필요하게 되고 설계 변경과 재시공방법으로 예산의 낭비와 공사 기간의 연장을 불러오게 되었다.

이러한 문제점 발생의 근원은 최초 단계에서 프로젝트 기획 및 설계용 자료를 제시하는 조사측량 결과의 부실에 있다.

그러나 이를 제대로 시행해야 할 측량업계는 대부분이 업종의 특성상 제대로 된 선진 기술을 습득할 만한 경제적 여유와 시간이 없는 소규모의 영세한 업체들로 구성되어있으므로 신기술을 습득하고 현장 기술/기능직을 재교육하여 원가절감과 기술 상승의 효과를 얻고자 하는 데는 어려운 실정이다.

이는 우주측지 기술과 고도의 기동성과 운동성을 갖춘 이동식 컴퓨터 기술을 조합 응용하여 측지정보 산업으로 발전해 가는 선진 제국들의 기술과 대비하여 볼 때 심각한 위기에 있다고 본다.

이에 따라 우리나라 측량업계의 이러한 현실을 타개하기 위해 본 연구에서는 측량 자동화 시스템이 사용자가 자동차 운전을 습득하는 정도의 교육만으로도 1) 쉽게 습득할 수 있고 2) 고도로 숙련된 기능을 필요로 하지 않으며 3) 갑작스러운 인원 변동이나

사고발생의 경우에도 단기간의 재교육으로 운용할 수 있는 표준 작업 절차를 지키는 정밀/정확도의 측량이 가능하고 원가절감과 기술 향상의 목표를 달성할 수 있는 시스템의 제안에 그 목표를 두었다.

1.2 연구 내용

위의 연구 목적을 달성하기 위하여 우선 다음 2절과 같은 인적 구성과 물적 구성을 하여 단계별 기록, 문제점 고찰, 대안 제시 등을 하였다.

그리고 실제 상황을 가정한 물적 구성을 하기에 앞서서 험한 지형조건과 기상조건에서도 충분히 목표를 달성할 수 있는 측량 자동화 시스템이 가져야 할 기본사양을 연구 검토하여 2.2 항과 같은 측량자동화 장비 구성 기본 조건을 작성하고 2.3 항과 같은 최소 사양을 작성하였고 3.1 항과 같은 세부장비 구성을 하였다. 최종 결과로 산출된 그림 2.1과 같은 지형/현황도는 국내에서 사용 빈도가 높은 AutoCAD v.12,13 & 14를 사용하여 수치 도면으로 작성하여 디스켓에 저장하였으며 외업 수량대비 단위 Manpower를 산출하여 현장 실행 계획의 기초자료가 될 수 있도록 하였다.

전체 공정을 완료한 다음 작업과정중의 시행착오를 면밀히 검토하여 초보자를 대상으로 표준작업 절차를 보완 작성하였으며 세 그룹으로 나누어 교육 실시 후 현장 투입한 작업원의 적응도를 비교 검토 하였다.

1.3 연구 범위와 방법

연구 범위는 일선 현장에서 우리나라의 평면직각 좌표계를 기준으로 하여 상세 지형/현황측량 작업에 즉시 적용 가능한 최적 측량자동화 시스템의 구성과 간단 명료한 표준 작업 절차를 제시하는 것에 있다.

연구방법으로서 일선 현장의 실제 상황을 가정한 인적 구성을 하였으며, 실무 현장과 동일한 조건에서의 교육 실시, 현장 투입, 일일 결산 및 지도를 통하여 최종도면을 산출해가는 과정을 요약하였다.

2. 현장조건 부여 및 시스템 최소사양

2.1 인적구성

실제 현장을 대상으로 한다는 조건으로 우선 다음과 같이 인적 구성을 하였다. 인적 구성은 첫째 실무교육을 담당하는 교수와 현장외업을 수행하는 실무 작업원으로 구성하였고 실무작업원은 세 그룹으로 나누어 1) 공업고교 토목과 3학년 실습생 그룹, 2) 전문대 토목과 2학년 실습생 그룹, 3) 전공과 전혀 관계없는 공업경영학과 출신의 일반인 그룹으로 구성하였다. 물론 이들 세 그룹 모두 다 지형/현황 측량 실무 경험은 전혀 없는 조건이었다.

2.2 물적구성: 측량자동화 시스템 구성

물적 구성은 측량자동화 시스템의 단순화에 초점을 두었고 사용자의 편의성을 고려하여 다음과 같이 구성하였다.

첫째, 측량 자동화 시스템의 기본요소로서 상호 보완적인 1) GPS 위성 수신기와 2) EDM (Total Station) 장비를 선정하였고, 둘째 복잡한 현장에서도 안전하게 운용할 수 있는 측량 자동화 시스템이 되기 위하여 요구되는 기동성과 운용성 및 견고성을 고려하여 컴퓨터 기종을 펜 컴퓨터로 선정하였으며, 셋째 현장에서 현황 데이터를 눈에 보이는 그대로 (WYSWYC) 그려내도록 하여 복잡한 코드에 의하지 않고 그래픽 상태로 수정 편집할 수 있는 GUI 환경을 갖춘 소프트웨어를 적용하였고, 이는 기존 소프트웨어들과 호환성이 뛰어난 것으로서 GIS DB 구축 및 실무 운용을 목적으로 시판 되고있는 영국제 PenMap ver.3.0을 선정하여 제안 시스템을 구성하였다.

2.3 측량자동화 시스템의 최소사양

물적 구성인 측량 자동화 시스템에서 기본적으로 요구한 사양은 다음과 같다.

1) 기상조건의 영향을 받지 않는 전천후 시스템. 즉

우천시에도 사용 가능한 컴퓨터 시스템과 관측 시스템

2) 컴퓨터의 배터리 사용시간은 8시간 이상일 것

3) 위성수신기의 배터리 교환시간은 4시간 이상일 것

4) 이동시 도보이동 또는 차량 탑재가 가능하고 수시 교체가 가능할 것.

5) 지형정보는 코드 분류가 아닌 실제 현황선이 나타나는 그래픽으로서 다각선 또는 곡선 명령 아이콘을 펜 터치하는 것만으로 자동 생성 될 것.

6) 운용 컴퓨터는 1미터 높이에서 콘크리트 바닥에 떨어져도 이상이 없을 것.

7) 교육 기간이 1일을 넘지 않을 것.

8) 전체 중량은 10 kg 이내 일 것.

9) WGS84 Datum 위성전파 교정용 데이터 통신 모뎀은 증폭기와 모뎀 분리형이며 통달 거리는 최소 2 km 이상일 것.

10) 위성 Lock on 상황을 상시 점검가능 하여야 하고 위성 데이터 초기 정수와 현황을 상시 점검 가능 할 것.

11) 사용자 임의로 RMS 제한값 설정이 가능하여 제한값 이상의 데이터는 자동으로 거부될 것.

12) 별도의 소프트웨어 없이 현황데이터 취득 소프트웨어 상에서 임의 간격 등고선 생성이 가능할 것.

13) 사용자 임의의 심벌을 그릴 수 있고 특정 지형 현황에 현장에서 표시 가능할 것. (예: 과수원, 비탈면 기호 등)

14) 현장 운용 소프트웨어는 최소한 다음과 같은 장비와 호환이 가능할 것.

- EDM 장비로서 Geodimeter, Leica, Sokkia, Topcon, Pentax, Zeiss 모든 기종

- GPS 장비로서 Ashtech, Trimble, Sokkia, Geotronics, Novatel, Leica, Topcon 및 RTCM, NMEA Data와 기타 레이저 응용 망원경과 거리관측기

15) 취득 지형/현황도는 DXF, DGN,

ArclInfo, XYZ, SDR 33, Total Station Data format 등으로 변환 가능할 것.

2.4 연구 대상 지역의 지형조건과 작업수량



그림 2.1 수치데이터로 기록된 현황도

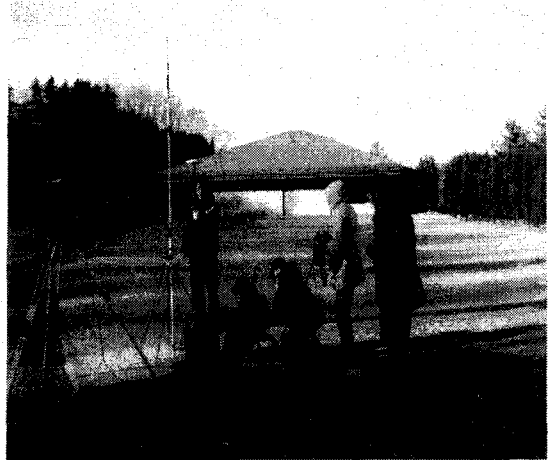


그림 3.1 세부구성 품 사진

연구대상지역인 00 지역의 골프장은 실제의 대단위 매립 현장이나 단지조성 토공 현장 등을 가정하여 비교적 상공의 시계가 양호한 지역이며 차량 기동이 가능한 지역으로서 반경 1 km 이내의 18홀 규모이다. (그림 2.1 현황도 참조)

전체 면적은 약 30만평에 이르며 세부지형정보가 필요한 지형 지물은 골프장 내부 도로와 티샷, 벙커, 그린으로서 총 수량은 200여 개소에 이르며, 시설물 관리를 목적으로 하는 상황을 가정하여 개별 지형지물의 면적을 측량하는 작업도 병행하였다. 또한, 실무 현장에서 구역별 단지의 면적을 산출하는 작업을 3차원 지형DB 구축과 동시에 병행하여 실시하였다. 30만평 규모의 택지조성공사의 경우 항공측량 작업과 대비하여 작업효율이 비교 될 수 있는 현장여건으로 가정할 수 있다.

3. 측량 자동화 시스템의 구성

3.1 시스템 구성

위와 같은 최소 사양을 기준으로 구성한 시스템의 세부구성은 주 장비를 상공의 시계 확보 상태에 따라 GPS수신기와 EDM장비로 상호보완시스템을 구성하였으며 다음과 같은 세부 구성 품(그림 3.1 참조)으로 하였다.

- 1) 기본 구성 품 (위성장비) :
 - GPS위성수신기 : Ashtech /Z-Surveyor
 - L1/L2 band 2 주파 수신기 2 set
 - 정밀도 5m/m+1ppm : H
 - Full Carrier Phase Differential Mode on RTK
 - On the fly option
 - Z-Tracking Option (A/S 가동 시)
- 2) 기본 구성 품 (EDM) : 1 set
 - Geodimeter 500 series : 5 초독
- 3) 현장 기동 컴퓨터 : 1 set
 - Kalidor 2100 Pen Based P/C
- 4) Radio Modem : 1 system
 - Pacific Crest RFM 96
- 5) Real time CADD Software : 1 set
 - PenMap ver. 3.0
- 6) 기타 부속장비 : 1 lot
 - Pen P/C용 배터리10시간용:
 - 모터사이클 용 개조/국내제작
 - 이동국용 Back Pack
 - 기타 부속 기기 및 케이블

3.2 시스템 운용성 극대화화 사용성 단순화

1) 시스템의 운용성을 극대화하고 사용자의 사용 절차를 단순화하기 위하여 우선 사용자가 임의 설정해야 할 Default 값들을 사전에 입력하여 대화상자를 통한 펜 터치 명령으로 작업을 원활히 수행하게 해야 한다. 즉 대한민국 평면 좌표계 등을 미리 입력하여 위성시스템을 이용할 경우 필연적으로 발생하는

WGS 84계와 Bessel 1841 계의 혼란을 사전에 방지할 필요가 있었다.

2) 이에 따라 우리나라 평면직각 좌표계를 운용 소프트웨어인 PenMap에 입력하여 사용자가 펜 터치만으로 장비 최초 세팅을 할 수 있도록 하였다.

3) 특히 GPS 위성장비의 기준국 세팅시에 복잡한 절차를 거쳐서 인근 삼각점에 기준한 현장내 기준국의 좌표를 대한민국 평면 직각 좌표계로 하여야 하는 절차를 단순화하는 공정으로서 펜 컴퓨터에 디스플레이된 측점을 펜으로 터치하는 단순한 절차로 단축하여 사용성을 높였다.

4) 이에 따라 자동화시스템 사용자는 단순히 연결 케이블을 정 위치에 설치하고 전원을 올린 다음 미리 설정된 우리나라 좌표계를 선택하고 국립지리원에서 발급받은 기준점 등본상에서 확인된 투영 Zone을 펜 터치한 다음 자신이 사용하는 장비를 터치하고 펜 컴퓨터에 디스플레이된 사용 기준점을 기준국 위치를 펜 터치하면 실시간 3차원 정밀 지형/현황측량 작업 준비를 완료한 상태가 된다.

5) 이후의 순서는 원하는 지형지물을 대상으로 지형선을 추적하여 따라가는 단순한 동작으로 원하는 지형 선을 3차원 수치 그래픽 데이터화 할 수 있다. 때로는 평행선으로 위치한 도로 등의 현황선을 읍셋 기법으로 측량하여 동일 지역을 반복 이동해야 하는 시간을 절약하게 될 것이다.

4. 도로 및 국도의 세부지형/현황측량

4.1 골프카를 이용한 내부도로 자동측량과 허용오차 자동제어

1) 작업인원 구성 :

팀장 1인, 측량자동화 장비 조작 1인, 골프카 운전원 1인

2) 작업내용 :

- 그림 2.1의 현황도에서 볼 수 있듯이 작업지역은 골프장을 관통하는 국도를 기준으로 나뉘어 있다.
- 우선적으로 작업 현장의 골조로 삼을 수 있는 내부도로와 관통 국도를 차량기동 연속측정 방법을 실시하였다.

- RMS 제한 값을 0.03으로 설정하여 취득되는 연속 지형선 측점의 3D Ellipsoidal Error를 3cm 이내로 자동제어 하였으며 설정값을 초과하는 값은 자동으로 거부되어 Data Logging 이 되지 않도록 하였다. 통상 지형도의 목적은 각종 공사계획에 사용되는 것으로서 그 정밀도가 3cm 이내에 있을 경우 기존의 방법에 의한 지형도의 정밀도보다 뛰어난 것으로 사료되었던 바, RMS제한값을 3cm 이내로 하였다.

- 도로에 관련된 모든 현황선은 곡선 명령 아이콘을 클릭하여 자동으로 곡선이 그려지도록 설정하였다.

- 골프 카에 설치한 GPS Antenna 가도로 선을 따라 주행하도록 하고 1m 이동거리마다 자동으로 위성데이터가 수신되도록 Every Dist. 명령을 설정하여서 도로선이 펜 컴퓨터 화면에 자동으로 그려지도록 하였다.

- 동일한 폭원을 가진 도로는 한 쪽의 현황선만을 그려서 나머지 선을 읍셋하는 방법으로 작업시간을 단축하도록 하였다.

4.2 현장 특기 사항

대상 골프장은 주간에는 골퍼들의 경기가 계속 진행되는 관계로 야간에만 작업이 가능한 곳이다. 이에 따라 모든 작업은 PM 5:00 ~ 10:00 까지의 제한된 시간에 수행되었다.

4.3 EDM 장비 응용 측량자동화 장비의 작업과 단위 Manpower

1) GPS 차량 기동장비 작업의 효율을 대비하기 위하여 동일한 측량자동화 장비에서 GPS 장비만 EDM으로 교체하여 다음과 같이 내부도로를 3D 지형/현황측량 하였다.

장비의 구성은 EDM (Geodimeter 500 series) + Pen P/C + 전자평판 소프트웨어 및 야간 조명 장비로 하였고, 인원 구성은 기계수 1인, 보조기계수 1인, 측부 2인으로 하였다.

2) 작업 결과로서 1일 80m 를 달성하였으나 야간에는 거의 작업이 불가능한 조건이었다. 이에 따라 주

간 작업시의 효율을 검증하고자 골프장 휴무일 1 일 을 기해 동일한 조건으로 작업을 실시하였으나 결과 는 1일 250m 를 달성하였을 뿐이다.

3) 결과적으로 얻어진 단위공수는 야간 0.25 MH/LM 이었으며 주간 0.16 MH/LM 이었다. 반면에 GPS 응 용 자동화 시스템은 차량 전조등에 의한 운전이 다 소 불편할 뿐으로서 작업효율은 주, 야간의 구분이 필요하지 않을 것으로 사료되어 주간 작업을 별도 시행하지 않고 주간 작업 결과와 동일한 것으로 비 교하기로 하였다.

4.4 GPS 응용 측량자동화 장비의 단위 Manpower

- 총 수량 : 10.5 km
- 작업기간 : 2 일 (10시간)
- 작업인원 : 3 인
- 투입공수 : 30 Man-hour
- 단위공수 : 0.00286 MH/LM

4.5 Manpower 기준의 작업 효율 대비

갈수록 높아지고 있는 기술인력의 인건비 비중으 로 보아 현장원가 산출에 있어서 Manpower를 기준 으로 하는 요소분석은 매우 효율적인 것으로 알려져 있다. GPS응용 측량자동화 장비는 EDM 응용 자동 화 장비보다 man-hour 를 기준으로 대비한 결과 874 % 이상 (약 9배)의 효율성을 가진 것으로 검증되었 다. 즉 원가절감 및 공정단축 효과를 8.9배 얻을 수 있다는 것이다.

4.6 소요시간 대비 GPS 응용장비의 효율

단위 Manpower가 아닌 소요시간 대비 작업효율성 검증은 GPS응용장비가 0.000952 Hr/m, EDM 장비가 0.04Hr/m로 결과되어 GPS응용 차량기동장비가 EDM 장비보다 42배 빠른 것으로 나타났으며 그 원 인은 차량 기동 장비에 의한 특수한 조건인 것으로 나타났다.

5. 도보 이동에 의한 지형/현황 측량

차량기동이 불가능한 구릉지를 대상으로 일반 토 목현장의 구릉지와 비교하여 도보이동에 의한 측량자 동화 시스템의 작업효율을 검증하여 보기로 하였다. 장비의 구성은 차량에 장착한 GPS Antenna를 작업 원의 이동식 GPS 배낭에 부착된 Quick Release Adopter에 장치하고 차량 대신 도보로 이동하는 것 으로 하였다. 이동장비에는 GPS Antenna 거치용 측량 폴을 준비하여 작업원이 출입하기 곤란한 지역 은 30 케이블을 이용하여 보조작업원이 안테나 폴만 을 이용하여 지형선을 Tracing하는 것으로 하였다.

그림 5.1 도보이동국



5.1 작업 효율 비교

작업 효율을 EDM 장비와 비교하기 위하여 그림 5.2 및 5.3과 같은 동일한 지역을 각각 지형/현황측량 한 바 GPS 응용 장비는 작업원의 도보 이동속도에 따라 결정되었던 바 35초 만에 작업을 종료하였고 EDM 장비는 기계수의 시준과 Total Station Trigger 작동 및 데이터 취득완료 신호 후 측부의 이동으로 이어지는 일련의 작업과정에 소요되는 시간으로 인하

여 5분 10초가 소요되어서 작업효율의 차이는 소요시간 대비 8~9 배에 달하였다. EDM 장비의 인적구성은 기계수 1인 측부 2인으로 구성하고 GPS 장비의 인적구성은 이동 측량사 1인으로 하였다.

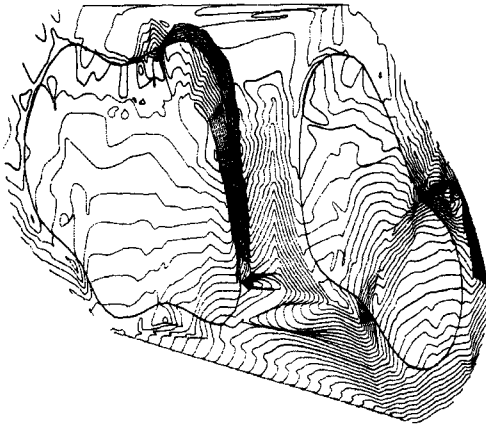


그림 5.2 논밭을 가정한 골프장 지형: 조곡선 간격 5cm, 주곡선 간격 1m

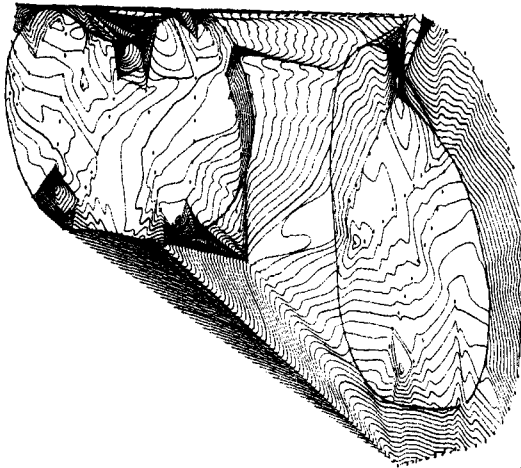


그림 5.3 도보 이동 국 이동경로와 지형도: 조곡선 간격 5cm, 주곡선 간격 1m

Manpower 투입량 대비는 EDM 장비가 0.258

MH/lot 이었고 GPS 장비는 0.0097 MH/lot로서 26~27 배의 차이를 보였으나 하나의 단위 작업량만을 비교하였으므로 EDM 장비의 이동시간과 기계의 이동 설치 시간 등을 고려하지 않은 것으로서 실제 상황에서의 차이는 더욱 벌어질 것으로 사료된다

위의 그림 5.2 & 5.3은 현장에서 그래픽 데이터 취득 즉시 펜 컴퓨터에서 생성한 등고선을 별도 수정 없이 출력한 것이며 설계용 데이터로 사용하기에 용이한 것으로 사료된다. 일차적으로 시행된 내부도로 차량기동 자동측량 의 30만평 지역내의 모든 그린 및 티샷, 방카, 호수 등의 지형 지물과 DTM Point Data Logging 작업은 일반 구릉지의 전답과 같이 가정하여 3D Ellipsoidal Error 제한값 30m/m로 설정하고 다음과 같이 실시되었다.

- 1) 차량 기동측량 : 페어웨이 DTM Point 자동취득간격 10 m Every Dist Mode : 대상 30만평 DTM : 소요시간 2일 (야간)
- 2) 도보이동 국 기동측량 : 자동취득간격 1m Every Dist Mode : 대상 210개 지형지물 : 소요시간 3 일 (야간)

6. 결론

이상과 같은 작업 진행 경과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 즉 잘 훈련된 GPS 측량사 1인이 팀장의 역할을 하면서 무선통신에 의한 작업지도를 할 경우, 상대적으로 비전공자나 미숙련공을 투입하여도 원가 절감과 계획된 공정단축 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

6.1 EDM 장비조작과 기능훈련의 단순화

기존의 EDM 장비들은 다수의 제작사에서 만들어진 모든 장비에 대한 기능의 숙련이 필수적이므로 측량사들은 이러한 모든 장비의 사용에 능통하여야 하나 현실적으로 불가능한 실정이다. 본 연구에서 적용한 시스템은 전자평판과 같은 기능을 발휘하는 것으로서 EDM 장비 제작사의 기종에 상관없이 시중에

시판되고 있는 25종의 장비를 펜 터치로 선택하여 기계 점 지정, 후시점 지정, Trigger 작동, 곡선 및 다각선 과 자유선 그리기, TEXT 입력, 기호 입력을 가능하게 하여 측량사가 기종마다 숙지하여야 할 기능 훈련 단계를 소거하고 시판되는 모든 EDM 기종을 단순하게 조작할 수 있다는 장점이 확인되었다. 즉 측량사가 숙지하여야 할 기능은 EDM 장비의 정준과 정치와 표정으로 국한되어 단순화 된 점이다.

6.2 GPS응용 측량자동화 시스템 적용대상

GPS응용 측량자동화 시스템은 모든 지역에 적용할 수 있는 것이 아니라 상공의 시계가 양호하게 확보될 수 있는 다음과 같은 종류의 공사에 투입할 경우 기존 측량 방법 대비 20~40 배의 작업효율 상승을 가져오고 결과적으로 컴퓨터 자동제어에 의한 정확한 수치지형 모델이 산출됨으로써 적정 설계와 시공의 최적화를 기할 수 있는 것으로 예측되었다. 즉 1) 구릉지를 대상으로 한 택지, 공단 조성공사 2) 대단위 매립공사 3) 신공항 건설공사등에 관련 된 조사측량, 지형/현황측량, 종/횡단 측량, 지질조사위치측량, 지구경계 말뚝박기 측량, 월별 기성선측량, 준공측량도, 지하시설물 매설 확정측량, 환지 확정 및 말뚝박기 측량에 적합한 것으로 기대된다.

6.3 제시 작업절차서

초보자를 대상으로 한 작업절차서는 다음과 같다.

- 1) 배터리 잔량 검사 (배터리에 25~100 % 까지의 잔량 표시가 되는 배터리 사용)
- 2) 연결부 명칭 Tag에 따른 장비 연결
- 3) 기준국 설치 (정준, 정치)
- 4) 전원 올리기
- 5) 펜 터치에 의한 기준점 지정
- 6) 이동국 작업모드 설정 : 축점 간격 1m 또는 10m 의 Every Dist 또는 지정시간 1초, 5초등의 계획 간격
- 7) Ellipsoidal Error 자동제어 수치 설정: 30m/m 등
- 8) 지형 지물의 종류에 따른 다각선, 곡선 명령 설정
- 9) 관제 할 초기 정수화 수치
- 10) Lost of Lock On의 경우 일시 정치

- 11) 지형선 따라 이동하기
- 12) 작업 종료 후 파일 저장
- 13) 완성 지형/현황도 출력과 디스켓 저장

6.4 문제점 고찰과 대안

1) GPS 단독 시스템의 제한성 : 24개의 위성과 55도 궤도 경사각을 가진 6개의 궤도에서 운용되는 GPS 시스템의 특성상 상공의 시계가 어느 정도 제한되는 수목이나 건물 인접지역에서는 사용위성의 개수가 4개 이하로 떨어지고 이에 따라 위성측량 작업이 어려워지는 문제점이 도출되었다. 이러한 지역은 EDM 장비에 의한 보강 작업이 필수적이었다. 이를 극복하려면 러시아의 GLONASS 시스템을 미 국방성의 GPS 시스템과 동시에 사용하는 장비를 이용하여 48 개 이상의 위성을 사용하는 시스템을 이용할 경우 일반 계곡이나 수목 아래, 고층빌딩으로 구성된 Urban Canyon 등의 상공 시계가 제한되는 지역에서도 다수의 위성이 Lock On 되도록 하여 어느정도 상공의 시계가 제한된 지역에서도 원활하게 작업진행을 하도록 하여야 할 것이다. 2) 팀장급의 전문교육 : 자동화 시스템의 조작교육 만으로도 초보자들을 투입 운용하여 충분히 정확한 3D수치 지형을 구축할 수 있었으나 이는 상당한 전문성을 갖춘 팀장의 지도가 있어야 하는 것으로 지적되었던 바 현장 경험이 풍부한 현직 기술자들을 GPS 측량 기술 팀장으로 기술 향상을 시키려면 최소한 120시간의 재교육 프로그램이 필요한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. B. Hofmann-Wellenhof, H.Lichtenegger, and J. Collins 3rd Edition 1997 : GPS Theory and Practice
2. 유복모: 측량학 원론 (개정판) : p143-435
3. Z-Surveyor Manual : Ashtech 1997 : 전권
4. PenMap Manual : Strata 1997 : GPS Method편
5. Surveying : A.Bannister,S.Raymond & R.Baker : p232-234
6. The Global Positioning System and GIS :

Michael Kennedy : p8-15, p49-88, p151-176