

GPS를 이용한 농업용수로조직의 수치지도 구축

GPS application for the digital map construction of Irrigation Canal Networks

최진용^{*}(서울대) · 윤광식(공주대) · 박희성(서울대)
Choi, Jin Yong · Yoon, Kwang Sik · Park, Hee Seong

Abstract

GPS is a effective surveying instrument using satellite measurement system and can be applicable to digital map construction of irrigation canal networks. In this study, selected a main canal of a irrigation district and GPS surveyed. The obtained survey data was corrected with post-processed DGPS and imported to GIS for the digital map construction.

I. 서론

지금까지의 생산기반조성사업은 내한능력을 높이기 위한 농촌용수의 개발에 초점이 맞추어져 추진되어 왔으며, 이로 인한 저수나 양수장과 같은 수원공과 수로 및 수리구조물은 실로 방대한 규모이다. 그러나 김 등(1997)이 농조관할 저수지 1824개소를 조사한 바에 따르면 저수지의 88%가 1980년대 이전에 설치된 것이고 평균 설치년도가 1961년으로서 대부분 20년 이상된 것으로 나타나 있으며 관개조직을 이루고 있는 수로나 수리구조물 역시 이와 비슷한 실정이라고 할 수 있을 것이다. 또한 1960년대 이후 활발하게 이루어진 생산기반조성 사업으로 이제 우리나라는 1995년을 기준으로 약 90만 7천 ha의 수리답과 전체 답면적의 75%에 이르는 수리답을 달성하였다. 그러나 10년 빈도의 가뭄에 대한 수리안전답은 수리답을 75%에 미치지 못하는 것으로 조사되어 주곡의 안정적인 공급기반을 유지하기 위해서는 지속적인 시설의 유지관리 노력이 절실하다고 할 수 있을 것이다. 이와 같이 노후화되고 있는 농업용 수리시설물의 개보수와 이의 효율적인 관리를 위해서는 전국의 농업 수리구조물에 대한 데이터베이스화가 절실하며, 김 등(1997)은 농지개량조합이 관리하고 있는 수리시설물을 중심으로 조회시스템을 개발하여 수리시설물을 효율적으로 관리할 수 있는 IFIS를 개발한 바 있다.

한편, 최근 정부에서는 국가지리정보체계 구축 사업으로 국립지리원은 국가기본도의 수치지도 공급을 준비하고 있으며, 농공학 분야에서도 농촌용수의 합리적 개발과 관리를 위한 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)구축 노력이 진행되고 있다(고재균 외, 1990), 농조의 수리시설관리에 있어 GIS를 활용하려는 노력이 이루어지고 있으나(고 등, 1998), GIS의 개발과 운영을 위해서는 정확한 자료의 구축이 사업의 성패를 좌우하는 만큼 설치년도가 오래된 농업용수 수리시설물은 많은 개보수 사업으로 변경된 내용이 많아 현재 상태의 정확한 자료를 측량하여 수치지도 형태로 구축하기에는 많은 어려움이 있으며, 설계도가 준비되어 있어도 좌표체계 일치를 위한 기준점이 미비하여 국가기본도와 수치지도의 통합 구축에는 장애요인이 되고 있는 실정이다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

따라서, 본 연구에서는 최근 측량분야에서 활발하게 이용되고 있는 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 농업용 수로의 측량을 실시하기 위한 방법을 제시하고, 대상지역을 선정하여 측량을 실시하였으며, GIS로 입력하여 수치지도를 작성하고 수로 관리를 위한 자료를 구축하여 농업용 수로의 유지관리에 활용할 수 있도록 하였다.

II. 이론적 배경

1. GPS 측량의 원리

GPS(Global Positioning System)는 미국정부가 1970년대 초반부터 개발에 착수하여 약 60억불의 예산을 투자하여 구축한 항법지원시스템이다. 원래는 군사목적으로 개발을 시작하였지만, GPS신호중 L1, C/A 코드는 민간에 개방되었다. GPS 위성에서 방송하는 C/A 코드를 이용하면 전세계 어디에서나 전천후, 24시간 측위가 가능하며, 그 정확도는 약 100m정도가 된다. GPS시스템은 위성, 위성을 관제하는 지상 관제설비, 그리고 사용자가 이용하는 GPS수신기를 모두 포괄하게 된다.

가. GPS 위성

GPS위성은 적도와 55도로 경사를 이루는 6개의 궤도면에, 각 궤도마다 4-5개씩의 위성을 배치하고 있으며, 지구 표면으로부터 약 20,200km의 상공에 위치하고 있다. 또한 공전 주기를 11시간 58분으로 하여 위성이 하루에 지구를 2번씩 돌도록 함으로써, 지구상 어디에서나 항상 4개 이상의 위성을 추적할 수 있도록 하고 있다. 또한 위성에는 세슘이나 루비듐 원자시계를 탑재하여 시각을 일치시키고 있다.

나. GPS 측위원리

GPS의 측위는 거리측정방식에 의한 삼각법(Triangulation)을 이용하는데, C/A코드를 이용하여 위성과 수신기 안테나간의 거리를 구한다. 위성은 항상 1575.42MHz의 L1주파에 C/A코드를 실어서 방송하고 있고, 수신기에서도 똑같은 코드를 발생시켜 수신된 위성의 코드와 비교하여 위성의 신호가 위성을 떠나 수신기까지 도착하는데 소요된 시간을 측정한다. 따라서, 광속(위성신호의 속도) x 소요시간으로 위성과 수신기간의 거리를 측정하게 된다.

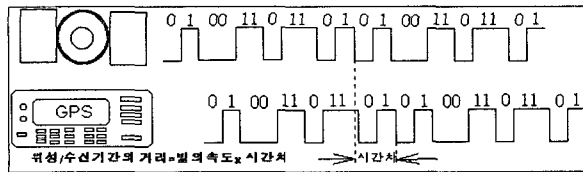


Fig. 1 Measurement of code travel time.

2. DGPS(Differential GPS)

DGPS는 GPS수신기를 2개이상 사용하여 상대적 측위를 하는 방법인데, 좌표를 알고있는 기지점에 베이스 스테이션용 GPS 수신기를 설치하고, 위성들을 모니터하여 개별위성의 거리오차 보정치를 정밀하게 계산한후 이를 작업 현장의 로버(Rover)용 수

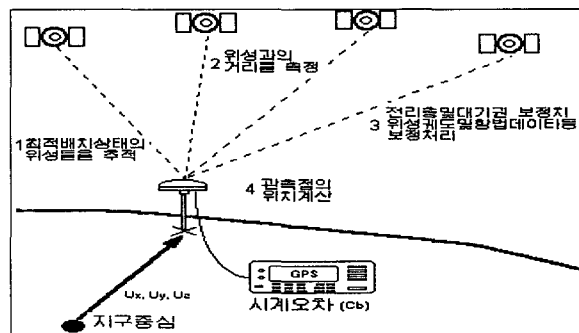


Fig. 2 4-Step of the position measurement

신기의 오차보정에 이용하는 방식이다. 즉 DGPS (Differential GPS)는 GPS수신기를 이미 좌표를 알고있는 지점에 설치하여 GPS위성으로부터 코드를 수신하여 위치를 계산, 비교하여 각 위성의 코드로 구해지는 의사거리의 오차를 산출, 이를 측위작업용 수신기로 송신하여 측위보정을 시킴으로서 최대 100m나되는 GPS의 측위오차를 1m이하(약 30cm-60cm)까지 줄인다. 데이터의 송수신은 단거리인 경우 UHF, 장거리인 경우 MF Beacon을 사용한다. 정확도는 100km이내에서 약 1m이하 정도이다. 이 방식을 도해하면 다음 그림과 같다.

DGPS의 위치의 오차는 항법장비의 경우, 대략 10m내외, GIS 데이터 취득용 장비 또는 해양측량용 장비의 경우는 1m가 된다. 또한 DGPS측위는 실시간(Realtime)처리방식과 후처리(Post-processing)방식의 2가지로 대별된다.

가. 실시간 DGPS

베이스 스테이션에서 취득한 DGPS보정치를 무전기를 이용하여 송신하고, 로버에서 이를 수신하여 보정치를 의사거리에서 가감한후 위치를 계산함으로써 현장에서 바로 DGPS위치를 구하는 방식이다. 현장에서 정확한 위치를 구할 수 있기 때문에 해양측량, 도로보수공사, 지하매설물 보수공사등의 분야에 응용된다.

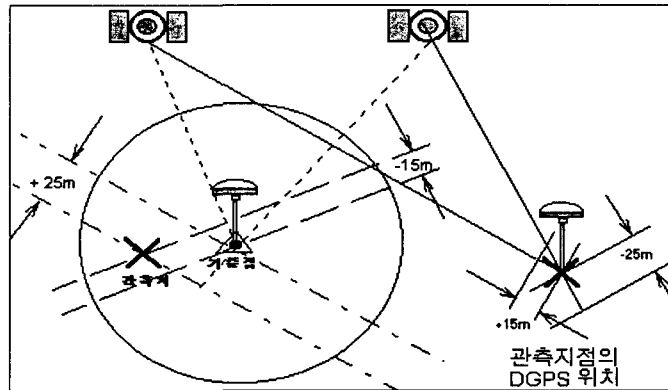


Fig. 3 Concept of the DGPS correction of position.

나. 후처리 DGPS

베이스스테이션에서는 작업기간동안 연속적으로 GPS 데이터를 수신하여 베이스용 파일을 생성시키고, 로버는 현장작업시 GPS데이터 및 속성자료등을 취득하여 로버 파일을 생성시킨 후 이를 사무실에서 후처리 소프트웨어로 DGPS보정을 행하는 방식이다. 현장에서 얻어지는 데이터는 100m 2dRMS의 오차를 가지나, 후처리 후에는 정확한 DGPS위치를 얻게된다. 후처리를 하여야만 GPS위치를 얻을 수 있기 때문에 GIS용 데이터 취득에 이용되며, 수도관, 가스관, 전신주조사 등에도 손쉽게 이용할 수 있다.

3. 농업용수로 조직 및 코드화

가. 농업용수로 조직

농업용수로 조직은 각종 수원공 즉, 저수지, 양수장 등으로부터 포장까지 농업용수를 운반하고 분배하기 위한 구조물의 집합이라고 할 수 있다. 용수로 조직을 계통적으로 구분하면 용수간선, 지선, 지거로 나눌 수 있으며, 형식에 따라 구분하면 개수로형식과 관수로 형식으로 구분할 수 있을 것이다. 이 중 현재 대부분의 농업용수로 조직에 이용되고 있는 개수로 형식의 수로조직을 살펴보면 수로의 종류에 따라 토공, 라이닝, 개거 등으로 분류할 수 있으며, 라이닝의 경우 콘크리트, 슛크리트, 콘크리트블록, 아스팔트, 돌붙임, 흙 라이닝 등으로 구분할 수 있다. 또한 용수의 수두 조절을 위하여 낙차공, 급류공, 제수문 등의 구조물과, 지형적인 요인을

극복하기 위한 암거, 잠관, 터널, 가통 등과 용수의 분배를 위한 분수공 등으로 구분할 수 있을 것이다.

나. 코드화

본 연구에서는 이와 같은 수리구조물을 수치지도화하기 위하여 수리구조물의 형태에 따라 점속성과 선속성으로 분류하고 이를 계통, 종류, 재료, 형식으로 재분류하는 수치구조로 코드를 부여하기로 하였으며 이는 표 1 과 같다.

Table 1. Attribute code of the irrigation canal and hydraulic structures

지형속성	수로 계통	수로 종류	재료	형식	비고
선	1.간선 2.지선 3.지거 4.기타	1.일반 2.라이닝 3.개거 4.관수로 5.터널 6.암거 7.잠관 8.수로교 9.급류공 10.기타	1.흙 2.콘크리트 3.주철 4.강판 5.강관 6.블록 7.나무 8.돌 9.기타	1.타원형 2.제형 3.원형 4.구형 5.마제형 6.기타	
점	1.주요점 2.두수공 3.분수공 4.기타	1.수로종류의 시작 2. “ 끝 3.낙차공 4.분수문 5.기타	1.콘크리트 2.주철 3.블록 4.나무 5.돌 6.기타	1.게이트형 2.웨어형 3.원통형 4.밸브형 5.기타	

III. GPS 측량

GPS 측량은 대부분 측량성과의 수치지도화를 전제로 이루어 지며, 특히 작업과정 전체에 걸쳐 수치자료로 수집, 저장되고 처리되므로 보다 세심한 주의가 필요한 반면, 잘 계획되고 준비 되면 신속하고 효율적인 측량 작업이 이루어 질 수 있으며, 양질의 측량성과의 획득이 가능할 뿐만 아니라 성과물의 작성에 있어서 CAD 또는 GIS 소프트웨어를 이용하여 자동화 할 수 있는 장점이 있는 측량방법이다.

GPS를 이용한 측량 및 성과처리를 위해서는 보통 GPS 수신기 외에 측량준비 및 자료의 처리, 보정을 위한 컴퓨터와 소프트웨어를 사용하게 되며, GPS를 이용한 측량의 작업과정을 그림으로 표현하면 Fig. 4. 와 같다.

IV. 자료의 구축

본 연구에서는 충청남도 예산군 대술면 방산리 소재 방산저수지의 용수간선을 선정하여 GPS 측량을 실시하였으며 방산저수지의 주요제원은 Table 2 와 같다.

Table 2. 방산저수지 제원

유역면적 (ha)	몽리구역 (ha)	유효저수량 (천톤)	제당(m)		용수로(m)	
			길이	높이	간선	지선
690	331	194.10	336	19	4649	10,758

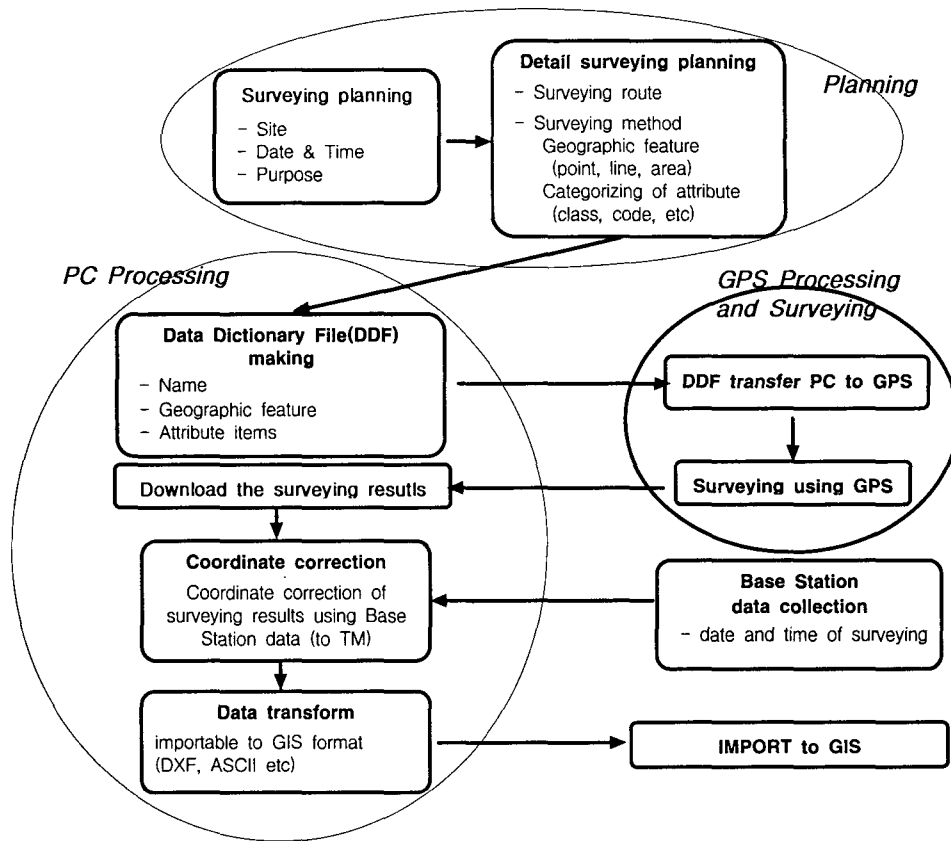


Fig. 4. GPS surveying procedures.

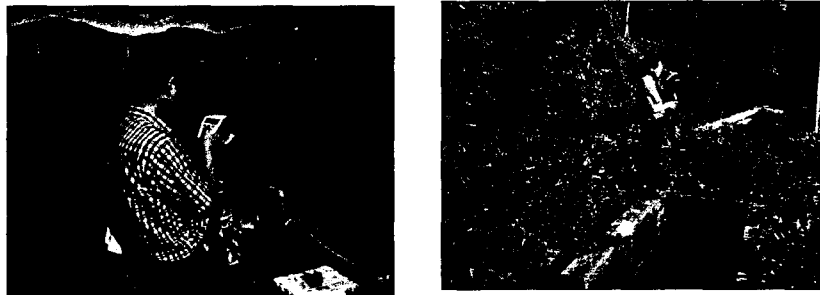
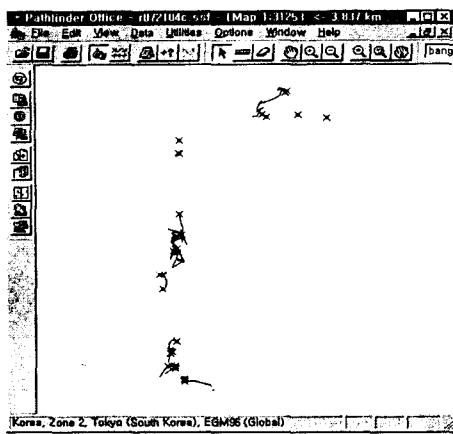


Fig. 5. Surveying with GPS

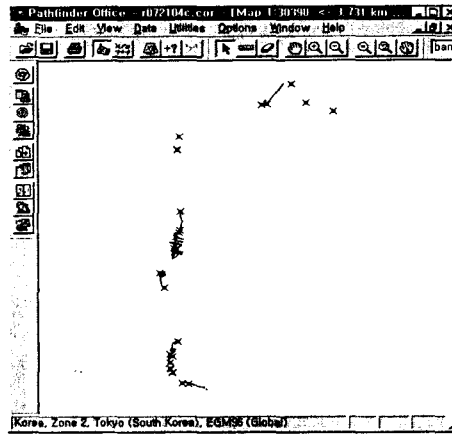
V. 요약 및 결론

최근 측량분야에서 활발하게 이용되고 있는 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 농업용 수로의 측량을 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대상지역으로 충남 예산군 방산지의 용수간선을 선정하였으며, DGPS 방법을 이용하여 측량을 실시하였다.
2. GPS를 이용한 측량결과를 DGPS의 후처리 방법에 의하여 보정하였고, 이를 좌표 변환하여 수치지도를 작성하였다.
3. 작성된 수치지도를 GIS로 입력하였으며, 수로 관리를 위한 자료를 구축하여 농업용 수로의 유지관리에 활용할 수 있도록 하였다.



(a) Pre-correction

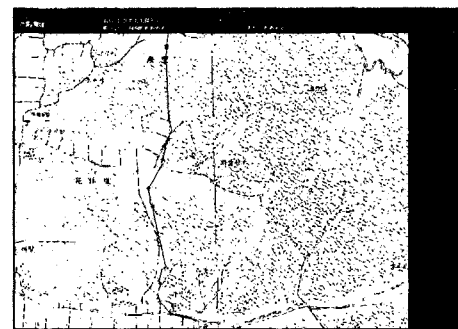


(b) Post-correction

Fig. 6 GPS surveying results



(a) Pre-editing



(b) Post-editing

Fig. 7 Imported to GIS S/W, Arc/Info and editing

참고문헌

- 강동호, 1996, GPS 시스템에 의한 해상측량 및 육상측량 기법, 한국관개배수, Vol. 3, Np.2, 한국관개배수위원회, pp.94-102
- 고흥석 등, 1998, 농업수리시설물의 웹 기반 지리정보시스템 설계 및 프로토타입 구현, 한국농공학회지, 제 40권, 제3호, pp. 54-62
- 김선주, 박성삼, 1998, 수리시설물 통합관리시스템 실용화 연구, 한국농공학회지, 제40권 제3호, pp. 42-53
- 김선주, 이광야, 박재홍, 1997, 수리시설물의 특성조사 연구, 한국농공학회지 제39권 제6호, pp.41-53