한국측량학회지, 제 25권 제 3호, pp. 267~275(2007년 6월 30일)

RTK GPS에 의한 하천현황측량
Hydrographic Surveying in River by RTK GPS

이석배[1] · 최보용[2]
Lee, Suk Bae · Choi, Bo Yong

Abstract

Nowadays, it grows bigger the importance of water resource management, and so, hydrographic surveying technology in river is important because it serves basic data about river environment. And, also, the application field of GPS has been increased and expected to be more increased because of the change of the geodetic reference system to World Geodetic System. In this study, hydrographic surveying in Hwang river in Geochang is accomplished by RTK GPS and Total Station and they are compared and analyzed the both results. The section profile in river is made by Hec-Ras program and CAD. The results show it can be saved 15.3% in surveying times and the amount of surveying works can be enlarged 42.5%. And the standard error between RTK results with calibration and the results without calibration turned out as 2.1 cm. So we have a conclusion that RTK GPS is more efficient surveying method than total station in hydrographic surveying in river.

Keywords : Hydrographic surveying, RTK GPS, Total Station, Calibration

초 록

오늘날 수자원관리의 중요성이 날로 증가하는 가운데 하천측량기술은 하천현황의 기본자료를 제공한다는 점에서 중요한 기술이다. 또한 GPS는 그 활용성이 증가하고 있으며, 세계측지계를 기준으로 하는 시대에는 활용범위가 더욱 넓어질 것으로 예상된다. 본 연구는 이러한 GPS의 RTK측량방법을 이용하여 거창 황강에서 하천현황측량을 실시하고 그 결과를 기존의 주요한 하천측량기술이었던 토탈스테이션에 의한 측량결과와 비교한 연구로, 횡단면도는 Hec-Ras 수문해석프로그램과 CAD를 이용하여 작성하였다. 연구결과 작업시간은 15.3%가 절감되고, 작업량은 42.5%가 늘어났으며, RTK측량에 있어서 캘리브레이션 실시여부의 표준오차는 2.1cm인 것으로 나타났다. 따라서 하천현황측량에 있어서 RTK GPS에 의한 측량방법이 토탈스테이션에 의한 방법보다 더욱 효율적인 측량방법이란 것을 것을 알 수 있었다.

핵심어 : 하천현황측량, RTK GPS, 토탈스테이션, 캘리브레이션

1. 서 론

수십년 후에 세계의 많은 나라들이 물 부족 국가가 될 것으로 예상되는 가운데 오늘날 각 나라의 수자원관리의 필요성은 더욱 증가하고 있으며, 특히 수자원을 관리하는 주요 인프라가 될 댐과 하천에 대한 관리의 필요성은 지속적으로 증가할 것이다. 하천은 수자원관리의 목적 외에 재해예방의 역할을 동시에 수행하게 되는데, 이를 위해 하천의 하천현황의 기본자료를 제공하게 될 하천측량기술이 중요하다고 할 수 있다. 그런데 오늘날의 하천측량기술은 현장에서 평판과 앨리데이드를 이용하여 도해법에 의하여 작도하던 고전적인 평판측량 단계를 넘어서서 토탈스테이션(Total Station)에 의한 기준점 측량 및 현황측량 단계로 정착되었으며, 평판측량 기술에 비해 상당한 위치정확도의 향상을 가져온 것이 사실이다.

오늘날 GPS(Global Positioning System)는 그 활용성이 날로 증가하고 있으며 활용분야 또한 매우 넓어지고 있는 추세이다. GPS의 활용성은 다양한 형태의 GPS 수

1) 연결저자 · 정회원 · 국립진주산업대학교 토목공학과, 조교수(E-mail:sblee@jinju.ac.kr)
2) 국립진주산업대학교 토목공학과, 석사과정(E-mail:bychoi@jinju.ac.kr)

신기의 개발 및 관련기술의 발전과 함께 수신기 가격의 인하와 여러 학문분야 및 사업영역에서의 GPS 응용기술 개발 등에 힘입어 증가하고 있다. 또한 지역측지계기준 시대에는 GPS측량결과를 각 나라가 채택한 지역측지기준계로 좌표변환해 주는 변환과정이 필요하므로 이러한 측지학적 지식을 갖추지 못한 이용자들에게는 GPS활용에 하나의 걸림돌로 작용하여 온 것이 사실이다. 그러나 우리나라를 포함하여 미국, 일본, 유럽연합 등 대부분의 나라가 각 국가의 지역측지기준계를 GPS시스템의 기준계와 같은 세계측지계로 변환함에 따라서 GPS의 활용성은 더욱 늘어날 전망이다. 따라서 오늘날의 GPS측량은 항법네비게이션과 기준점측량 목적외에도 유통물류 추적, 재해예방을 위한 변동량 검출 등 그 활용범위를 넓혀가고 있다. 강준묵(2004) 등은 실시간 지적측량과 도면제작의 자동화시스템 구축에 RTK(Real Time Kinematic) GPS방법을 활용하였고, 박운용(2003) 등은 RTK GPS와 IMU를 이용하여 현수교 주탑의 거동을 모니터링하였으며, 이종출(2002) 등은 RTK GPS 방법에 의하여 도로의 평면선형 재현 및 현황측량을 실시하고 토탈스테이션 관측자료와 비교하였다. 또 박운용(2002) 등은 국지측량에서 현장 캘리브레이션에 의한 RTK-GPS를 실시하여 6cm 이하의 오차가 발생한다는 정확도 분석결과를 발표하였다.

본 연구는 하천측량기술의 효용성을 검증하고자 RTK GPS방법을 적용하여 하천현황측량을 실시하고 그 결과를 토탈스테이션에 의한 하천측량결과와 비교·분석한 연구이다. 연구를 위하여 경상남도 거창군의 황강에 대하여 연구대상지역을 선정하고 실제로 RTK GPS에 의한 현황측량과 토탈스테이션에 의한 현황측량을 실시하여 측량과정에서 작업시간과 작업량을 중심으로 하여 작업효율성과 측량결과를 비교·분석 하였다. 또한 RTK GPS측량을 실시함에 있어서 이동국의 위치정확도를 향상시키기 위하여 사이트 캘리브레이션을 실시하게 되는데 본 연구에서는 사이트 캘리브레이션의 실시여부에 따른 오차를 파악하기 위하여 황강 일부 지역에서 캘리브레이션을 실시하지 않은 경우와 실시한 경우의 측량을 실시하여 또한 그 결과를 분석하였다.

2. 하천측량

2.1 하천측량

하천측량은 하천의 계획, 조사, 설계, 유지관리 등에 필요한 자료를 수집하기 위하여 지형지물의 위치와 형상, 수위, 수심, 단면, 구배를 측정하여 평면도, 종단면도, 횡단면도 등을 작성하는 작업을 말하며, 유속과 유량측정을 포함한다(백은기 외, 1993).

하천현황측량은 하천측량의 목적에 따라 그 범위가 정하여지며 일반적으로 제외지에서는 전지역으로, 제내지에서는 300m 내외로 하고 있으나 필요에 따라 범위를 확대한다. 예를 들면 하천 개보수계획을 수립하기 위해서는 유제부와 무제부를 구분하여 범람, 노제, 유수, 내수, 합류 또는 분류하천의 유무 등에 따라 제내지를 넓게 측량할 필요가 있다. 무제부에서는 홍수시의 물가선으로부터 약 100m까지 확대하여 실시한다.

하천현황측량결과를 도시한 현황도의 제작방법은 측량구역이 넓은 지역에서는 항공사진측량방법을 주로 사용하고 있고, 측량구역이 좁은 지역에서는 전통적인 지상측량방법에 따라 기준점측량과 세부측량을 실시하고 있다. 이때 지형의 기복은 등고선에 의하여 표시한다. 평면도의 제작방법은 특별한 경우를 제외하고는 일정한 도식규정에 의하여 자연 및 인공지형 지물은 축척에 따른 실물크기로 표시하며 실물크기로 표시하기가 어려운 것은 기호로 표시한다. 아울러 하천현황측량에서는 제방, 호안, 옹벽, 수제, 갑문, 수문, 통관, 승선장, 하선장, 용배수로 등 인공구조물의 위치를 상세히 측량하고 이들을 현황도에 표시한다(Barry 등, 1992).

또한 하천측량의 주요한 부분은 종단측량과 횡단측량으로 나뉘어진다. 종단측량은 하천의 양안에 설치된 거리표, 양수표, 수문, 기타 중요한 장소의 표고를 측정하는데 그 목적이 있다. 측량은 수준기점으로부터 다음의 수준기점에 결합하는 방법으로 시행하며 반드시 1왕복 이상 관측하여 충분한 정밀도를 확보하여야 한다. 종단측량에서는 거리표의 표고 및 거리표 위치의 지반고를 측정함과 동시에 제방의 높이, 지반고, 수문, 통문, 용수로, 배수로 등의 높이, 교량의 상판, 교각, 교대의 높이 등 필요한 구조물의 높이를 측정하여 종단면도를 작성한다.

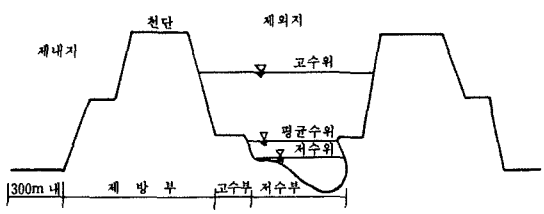

그림 1. 하천의 일반적인 형상

횡단측량은 하천 횡단면의 모양을 결정하는 측량으로서 좌우 양안에 설치된 거리표가 서로 시통되는 시준선을 기준으로 횡단면의 변곡점에 대한 높이와 좌안으로부터의 평면거리를 측정한다. 거리표와 거리표 사이의 중간 지점이라도 하상이 급변하거나 수위 및 유량관측소 등에서는 횡단측량이 필요하다. 횡단측량의 범위는 평면측량의 범위에 준하여 실시하거나, 단면이 급변하는 장소에서는 말뚝을 다시 설치하고, 그 거리를 측정한 후 횡단수준측량을 실시한다.

2.2 RTK GPS측량

RTK GPS 측량은 GPS를 이용한 실시간 동적측위 방식으로 기준국과 이동국을 설치하고 기준국에서 모뎀을 이용하여 오차량을 전송함으로써 이동국의 위치정확도를 향상시키는 GPS 측량방식이다(노태호 등, 2002). 기준국은 GPS신호를 수신하기 위한 안테나와 수신기, 기지좌표와의 차이를 발견하고 그 차이값을 변조하는 변조장치, 이동국으로 전송하는 신호를 증폭시키기 위한 증폭장치로 구성되며, 이동국은 GPS신호를 수신하기 위한 안테나와 수신기 및 기준국에서 송신하는 신호를 수신하기 위한 안테나와 자료제어기로 구성되어 있다. 또 실시간 동적측위 방식은 오차량을 전송하는 신호종류에 따라 코드만을 사용하는 RTCM(Radio Technical Commission for Marinetime Service), NMEA(National Marine Electronics Association)와 반송파 방식의 CPD(Carrier Phase Differential)로 나누어진다(Hubio Lan, 1996). 또한 RTK GPS 측량시 적합한 환경설정은 컨트롤러를 이용하게 되는데 측량스타일 설정 및 로버, 베이스 옵션 선택, 프로젝트 설정 및 기준좌표계 선택, 기준국 및 이동국의 제어 등을 컨트롤러를 이용하여 할 수 있으며, 정확한 RTK GPS 측량을 위해서는 현장 주변의 네 개 이상의 기지점에 대하여 사이트 캘리브레이션을 필요로 한다.

3. 시험지역 관측

실험을 위하여 연구대상지역에 대하여 현장에서 두가지 방법에 의하여 하천측량을 실시하였다. 연구대상지역은 경상남도 거창군에 위치한 황강으로서, 황강은 합천댐의 지류하천이다. 연구결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 3개의 서로 다른 지류지역에서 하천측량을 실시하였으며, 하천측량이 실시된 황강 주변의 연구대상지역은 그림 2 및 그림 3과 같다.

그림 2는 거창지역의 축척 1/25,000의 지형도로서 거창군 거창읍에 위치하고 있는 거창1지역의 거창 위천과 거창2지역의 황강천을 나타내고 있으며, 그림 3은 거창군 가조면에 위치하고 있는 거창3지역의 가조천을 나타내고 있다. 연구대상지역인 거창읍과 가조면은 축척 1/50,000 지형도상에서 서로 다른 도엽에 표시되어 있을만큼 거리

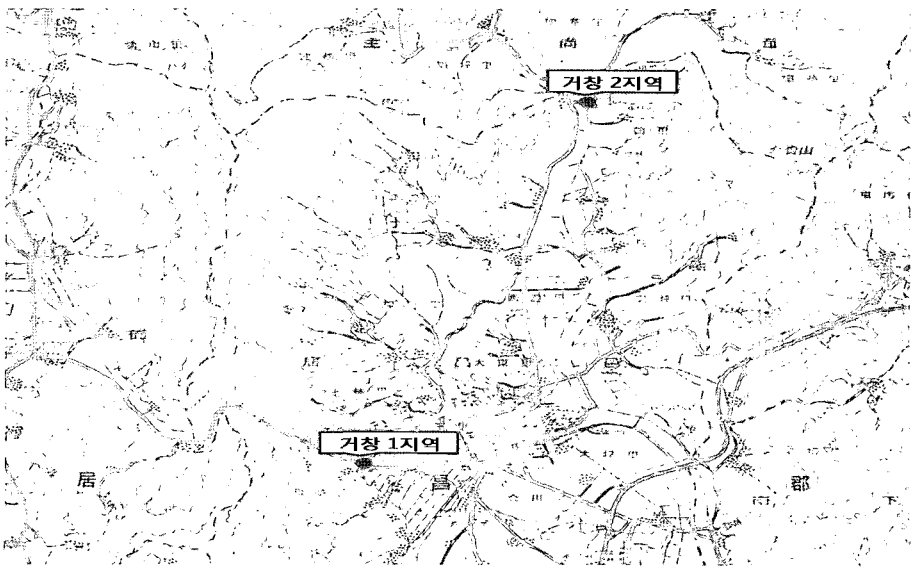

그림 2. 거창군 거창읍 연구대상지역(거창1지역, 2지역)

가 떨어져 있어 부득이 두 개의 그림으로 표시하였다. 이렇게 3개의 서로 다른 지역의 하천을 대상으로 함과 동시에 각 지역별로 또한 서로 다른 단면들을 선정하였는데, 거창1지역에서는 A, B, C, D의 네 단면을 거창2지역에서는 E, F, G의 세 단면을 거창3지역에서는 H, I, J, K의 네 단면을 선정하고 모두 10개의 하천단면에 대한 하천횡단측량을 실시하였다.

3.1 RTK GPS에 의한 하천현황측량

연구대상지역에 있어서 10개의 하천단면에 대하여 GPS를 이용하여 실시간이동측위(RTK)방식으로 하천현황측량을 실시하였다. 그림 4는 거창 2지역 황강천에서의 기준국과 이동국(로버)에 의한 RTK GPS 측량모습을 보여주고 있으며, RTK GPS 측량장비와 내용을 정리하면 표 1과 같다. RTK GPS는 측량과정에서 3차원 좌표가 직접 취득되므로 후처리할 내용이 없으나 측량계획과 기준점 처리 등 전체적인 GPS 데이터의 처리는 Trimble TGO를 이용하였다. 기준좌표계는 베셀타원체 기반의 지역측지계 기준이며, 이는 컨트롤러를 이용하여 프로젝트 설정단계에서 설정해 준 것이고 기지좌표 입력에 있어서 또한 베셀좌표값을 입력해 주었으므로 모든 좌표는 베셀좌표계를 기준으로 나타나게 된다.

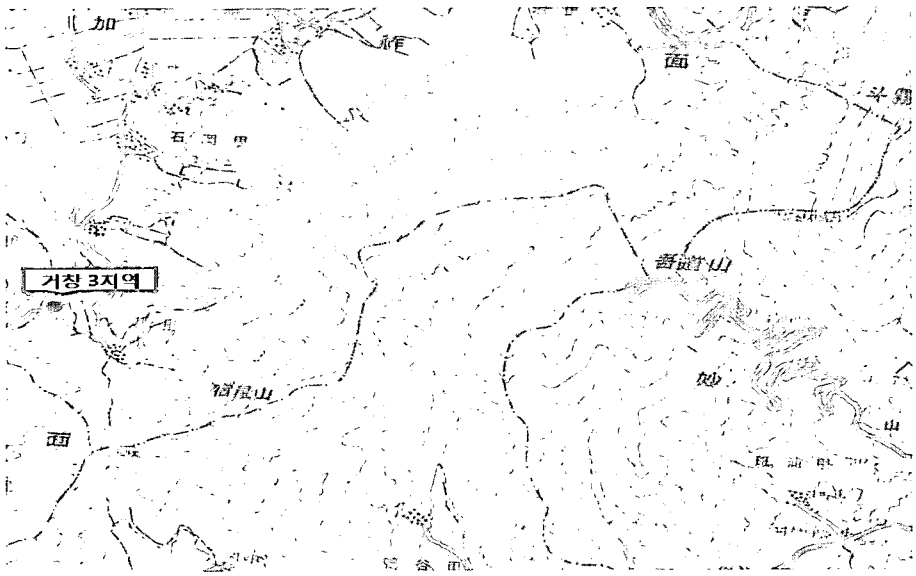

그림 3. 거창군 가조면 연구대상지역(거창3지역)

그림 4. RTK GPS에 의한 하천현황측량(기준국과 이동국)

10개의 단면에 대한 측량결과는 각 단면에서 RTK측량을 실시한 변곡점에 대한 3차원 좌표로 취득되었으며 그 중 거창1지역의 A단면에 대한 하천현황측량 결과를 보여주면 표 2와 같고 이를 횡단면도로 표시하면 그림 5와 같다.

그림 5의 횡단면도는 수문해석 프로그램인 Hec-Ras에 의하여 작성하였으며 RTK GPS 측량의 경우 기준국이 설치되고 캘리브레이션이 실시된 후 이동국(로버)이 움직이기 시작하면 변곡점 측량이 매우 수월하므로 A단면에 대하여 36개의 표고가 변하는 변곡점에서 RTK측량을 실시하여 비교적 상세한 횡단면도를 얻을 수 있었다.

또한, 황강천 F단면에 있어서는 RTK GPS 측위방식에서 캘리브레이션의 영향정도를 파악하기 위하여 먼저 캘리브레이션을 실시하지 않고 RTK 측량을 실시하였으며, 다시 현장주변의 네 개의 기지점을 활용하여 캘리브레이션을 실시한 후 다시 RTK 측량을 실시하였다. 그림 6은 Trimble 컨트롤러에서 사이트 캘리브레이션을 실시하기 위한 메뉴를 보여주고 있다.

3.2 토탈스테이션에 의한 하천현황측량

연구대상지역에 대하여 10개의 단면에 대한 하천현황측량 계획을 수립하고 토탈스테이션을 이용하여 하천측량을 실시하였다. 토탈스테이션에 의한 하천측량 작업내용은 표 3에 정리하였으며, 그림 7은 거창 위천에서 토탈스테이션에 의한 하천측량 모습을 보여주고 있다. 또 기준좌표계는 역시 베셀좌표계를 사용하고 있으며, 횡단수준측량의 기준이 되는 표고는 정표고(orthometric height)로서 수준점을 기준으로 하고 있다.

측량은 하천주변에 설치된 기지기준점을 기준으로 하천현황측량과 횡단측량으로 나누어 실시되었으며, 측량결과는 하천단면을 따라 표고가 변하는 변곡점에 대한 3차원 좌표값으로 정리되었다. 10개의 측량단면중 토탈스테

표 1. RTK GPS에 의한 하천현황측량

구 분	내 용	
측량 일시	2006. 4/14-24, 2006. 10/21-22	
측량 장비	기준국	이동국
	Zephyr Geodetic Antenna	Zephyr Antenna
	Trimble 5700 Receiver	Trimble 5700 Receiver
	Trimmark3 Radio Modem	Radio Antenna
데이터 처리 S/W	Trimble TGO / Hec-Ras	

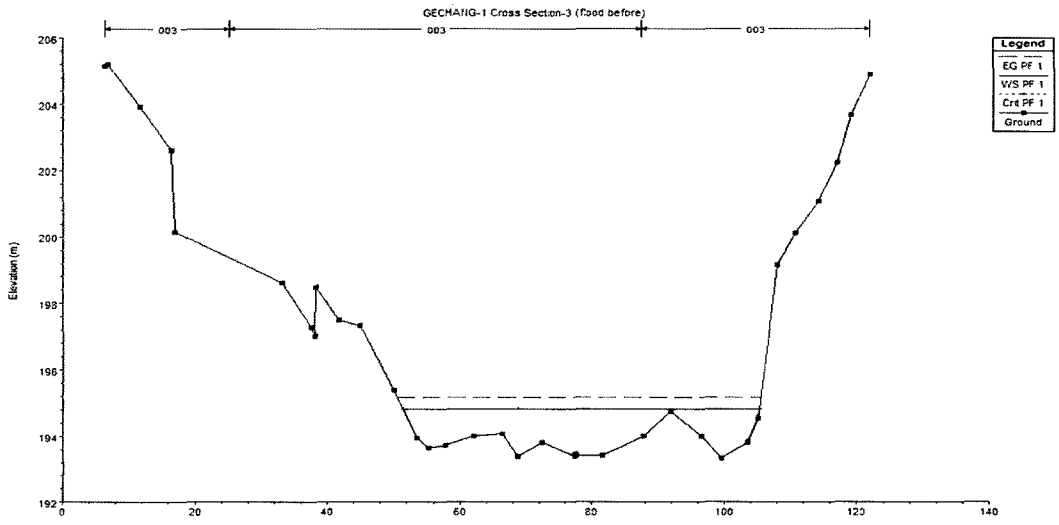

그림 5. RTK GPS에 의한 횡단면도(거창1지역, A단면)

표 2. RTK GPS에 의한 측량결과(거창 1지역, A단면)

측점	X	Y	H
a01	243214.781	100214.708	205.158
a02	243209.031	100211.917	205.204
a03	243208.315	100212.545	203.917
a04	243203.964	100210.361	202.619
a05	243199.89	100207.679	200.155
a06	243199.741	100206.938	198.636
a07	243184.867	100200.45	197.302
a08	243181.328	100197.194	197.036
a09	243180.876	100196.976	198.496
a10	243180.852	100196.526	197.504
a11	243177.998	100194.559	197.337
a12	243174.776	100193.807	195.394
a13	243170.241	100191.595	193.938
a14	243167.369	100189.181	193.665
a15	243165.884	100188.504	193.738
a16	243163.653	100187.156	193.997
a17	243159.158	100186.492	194.079
a18	243155.171	100185.219	193.398
a19	243153.151	100183.641	193.826
a20	243150.248	100181.14	193.4
a21	243145.77	100178.39	193.46
a22	243145.774	100178.383	193.428
a23	243145.769	100178.378	193.417
a24	243142.368	100175.996	194.014
a25	243137.559	100171.491	194.764
a26	243133.711	100170.013	194.004
a27	243129.548	100167.726	193.338
a28	243126.874	100166.489	193.822
a29	243123.037	100165.23	194.526
a30	243122.167	100163.2	199.165
a31	243119.643	100161.614	200.125
a32	243117.216	100160.645	201.076
a33	243113.91	100159.19	202.242
a34	243111.217	100158.312	203.666
a35	243109.464	100157.166	204.912
a36	243107.109	100155.462	204.955

이션에 의한 A단면의 측량결과를 정리하여 나타내면 표 4와 같고, 또 이 결과를 수문해석프로그램인 Hec-Ras에 입력하여 그려준 횡단면도는 각각 그림 8과 같다.

표 3. 토탈스테이션에 의한 하천현황측량

구 분	내 용
측량일시	2006. 4/24-25, 2006. 10/22-23
측량장비	SOKKIA SET310 1소자 프리즘
데이터처리 S/W	Power Comms / Hec-Ras

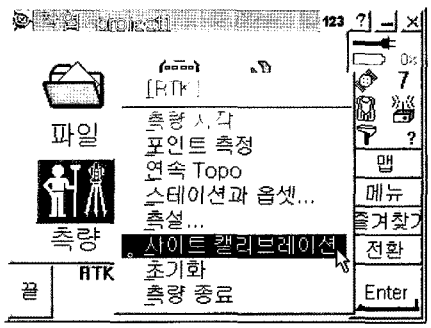

그림 6. 컨트롤러의 사이트 캘리브레이션 메뉴

그림 7. 토탈스테이션에 의한 하천현황측량

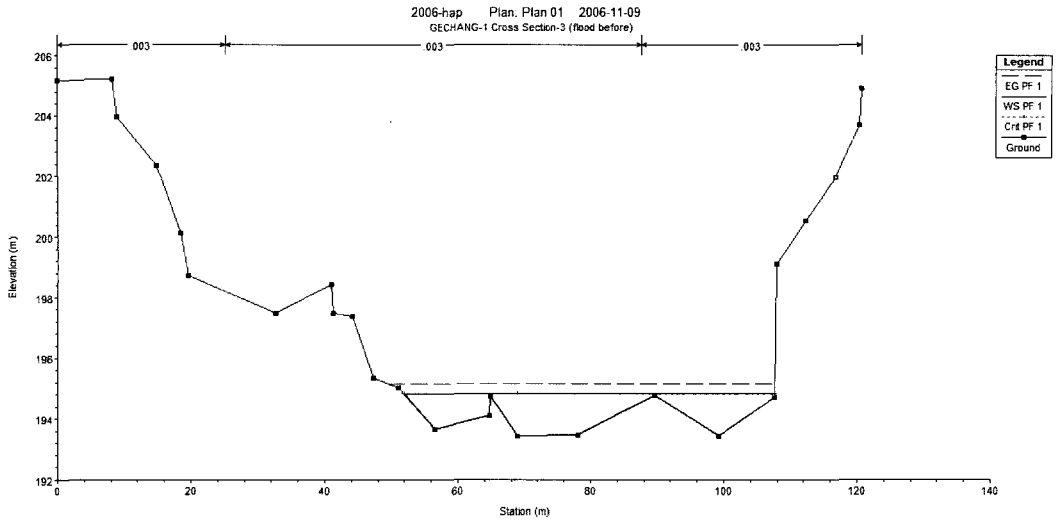

그림 8. 토탈스테이션에 의한 횡단면도(A단면)

표 4. 토탈스테이션에 의한 A단면 측량결과

측 점	X	Y	H
A1	243216.9	100215.8	205.195
A2	243209.4	100212.4	205.221
A3	243208.4	100212.9	203.974
A4	243203.4	100209.8	202.382
A5	243200.7	100206.9	200.164
A6	243199.8	100206.4	198.749
A7	243188.6	100199.4	197.516
A8	243180.2	100197.5	198.462
A9	243180.9	100195.4	197.508
A10	243178	100194.7	197.427
A11	243175.4	100193.1	195.391
A12	243172	100191.5	195.065
A13	243166.8	100189.6	193.698
A14	243159.7	100185.2	194.149
A15	243159.7	100185.2	194.769
A16	243155.6	100184.2	193.476
A17	243148	100178.9	193.483
A18	243138.6	100172	194.806
A19	243129.3	100169	193.45
A20	243122.4	100164.2	194.726
A21	243122.2	100164.1	199.156
A22	243118.6	100161.7	200.578
A23	243114.8	100159.4	202.003
A24	243111.6	100157.7	203.726
A25	243111.3	100157.5	204.958

4. 결과분석

본 연구를 위하여 거창군 황강 지류에서 실시된 하천측량결과를 비교하기 위하여 토탈스테이션에 의한 측량결과와 RTK-GPS에 의한 측량결과를 하나의 도면으로 중첩시켜 보았다. Hec-Ras프로그램에서는 두 단면의 비교단면을 만들 수 있는 기능이 없으므로 CAD를 이용하여 두 단면에 대하여 횡단면을 작성한 후 다시 중복도면을 작성하였다. 이는 두가지 방식에 의한 측량이 서로 다른 날자에 실시되었고 또한 횡단측량을 실시한 변곡점이 단면마다 측량방식에 따라 약간 다르게 나타나므로 두 가지 측량결과를 하나의 도면으로 중첩시켜 비교해 보고자 한 것이다.

그러나 그림 9에서 보는 바와 같이 단면의 차이는 거의 나타나지 않고 있으며 단지 표고가 변하는 지점의 변곡점의 위치 선정에 따라 하천 중앙부 왼쪽과 우안부에서 약간의 표고차이를 보여주고 있다. 그러나 이를 확대하여 보면 토탈스테이션에 의한 측량결과는 25개의 지점을 표시하고 있고 RTK GPS에 의한 측량결과는 36점의 지점을 표시하고 있어 RTK GPS에 의한 측량결과가 더욱 자세한 횡단면도를 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 두 측량방법에 의한 작업효율성을 비교하고자 10개의 단면에 대한 작업시간을 측정하였고 아울러 횡단측량을 위해 거리와 표고를 측정한 총 변곡점의 수를 정리하면 표 5와 같다.

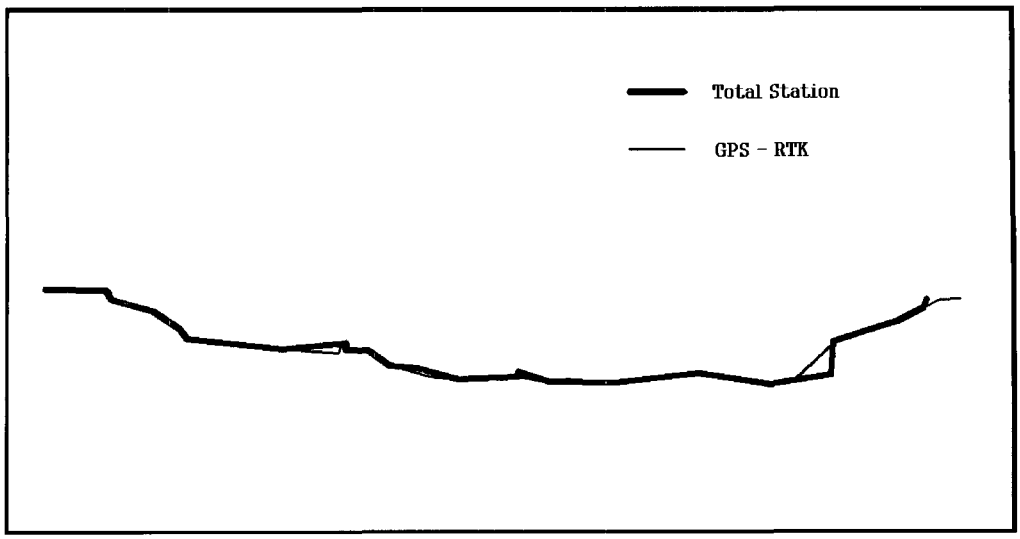

그림 9. 토탈스테이션과 RTK GPS에 의한 A단면 결과비교

표 5. 측량방법에 따른 작업효율성 비교

구 분	토탈스테이션측량		RTK GPS측량	
작업인원	3인		2인	
기계설치	5회	15분	3회	12분
기계좌표입력	5회	13분	3회	13분
calibration	미실시		3회	27분
횡단측량	242지점	240분	345지점	175분
소계	268분		227분	

표 5에서 보는 것과 같이 토탈스테이션에 의한 하천측량의 경우 작업자가 기계수, 보조수(기록수), 표척수의 세 사람이 필요하였으며, RTK GPS측량의 경우 이동국 기계수와 보조수(기록수) 두 사람이 필요하였다. 아울러 횡단측량에 소요되는 시간이 1단면 평균 토탈스테이션에 의한 측량의 경우 26.8분이 소요되었고 RTK GPS에 의한 경우 22.7분이 소요되어 작업시간에 의한 단순비교시 RTK GPS측량방식이 토탈스테이션 측량방식보다 작업시간을 4.1분 단축시킬 수 있었으며, 이는 1단면 측량에 소요되는 전체 작업시간의 15.3%에 해당하는 수치이다. 그러나 작업시간을 줄어들었음에도 불구하고 10개의 단면을 횡단하면서 측량한 지점의 수는 토탈스테이션 측량의 경우 총 242점이었고 RTK GPS의 경우 총 345지점으로 나타나 작업량은 103점이나 늘어났으며 이는 토탈스테이션의 작업량을 기준으로 볼 때 42.5%나 늘어난 수치이다. 이는 하나의 하천횡단면에 대하여 토탈스테이션 측량의 경우 1단면 평균 24.2점을 측량하였고, RTK GPS의 경우 1단면 평균 34.5점을 측량하여 RTK GPS측량의 경우가 실제지형과 가까운 더욱 자세한 횡단면을 나타내고 있음을 말해 주는 것이다. 그러나 GPS의 경우 토탈스테이션에 비해 기자재가 고가이고 자료처리를 위한 고급기술자가 필요하다는 단점이 있으므로 이에 대한 선행투자가 필요한 단점이 있다고 할 수 있다.

따라서 이와 같은 비교분석을 통하여 하천현황측량에 있어서 RTK GPS측량의 경우가 토탈스테이션 측량의 경우보다 정확도면에서는 큰 차이를 나타내지 않으면서 단면을 더 자세하게 묘사하고 있었으며, 작업시간을 단축시키면서 작업량을 늘려주고 있어 작업효율성을 크게 개선시키는 것을 알 수 있었다.

또한 F단면 측량에 있어서는 RTK GPS측량을 실시함에 있어서 캘리브레이션(Cablibration) 시행여부가 측량결과에 미치는 영향을 파악하고자 캘리브레이션을 실시하지 않고 먼저 RTK GPS측량을 실시하였으며, 동일지점에 대하여 캘리브레이션을 실시하고 다시 RTK GPS측량을 실시하였다. 표 6은 F단면에 대한 RTK GPS측량결과를 정리한 것이다.

표 6에서 보는 것과 같이 표고의 교차는 최소 0.003m에서부터 최대 0.043m에 이르기까지 나타나고 있으며, 교차의 절대값의 평균은 0.018m이고 표준오차(standard error)는 0.021m로 나타나 국소지역에서 RTK GPS측량을 실시하는 경우 사이트 캘리브레이션에 의한 영향은 그

표 6. 캘리브레이션 실시여부에 따른 변곡점 표고변화(F 단면)

변곡점	X좌표	Y좌표	표고 1	표고 2	교차
FF01	246933.754	102710.422	201.401	201.372	0.029
FF02	246937.016	102714.735	201.409	201.427	-0.018
FF03	246937.697	102715.649	201.335	201.324	0.011
FF04	246938.786	102717.144	200.444	200.469	-0.025
FF05	246939.432	102718.075	200.331	200.358	-0.027
FF06	246942.453	101722.927	197.964	197.961	0.003
FF07	246945.985	102726.785	197.656	197.613	0.043
FF08	246950.379	102731.843	197.250	197.259	-0.009
FF09	246954.836	102736.527	196.877	196.858	0.019
FF10	246958.413	102741.631	196.753	196.740	0.013
FF11	246963.200	102747.840	196.680	196.662	0.018
FF12	246968.751	102755.118	196.651	196.656	-0.005
FF13	246973.699	102761.987	196.613	196.598	0.015
FF14	246978.555	102768.523	196.648	196.643	0.005
FF15	246982.792	102774.182	196.950	196.941	0.009
FF16	246986.127	102778.792	197.092	197.111	-0.019
FF17	246988.285	102782.300	198.555	198.572	-0.017
FF18	246993.721	102789.584	198.670	198.689	-0.019
FF19	246996.285	102792.808	200.474	200.512	-0.038
FF20	246997.613	102795.147	201.945	201.967	-0.022
FF21	247002.117	102801.029	201.998	201.990	0.008

주) 1. 표고 1은 캘리브레이션을 실시하지 않은 표고값임.
2. 표고 2는 캘리브레이션을 실시한 표고값임.

리 크지 않은 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 하천측량에 있어서 기존에 실시되어 오던 토탈스테이션에 의한 측량방법과 RTK GPS의 측량방법에 의한 작업효율성을 비교하고 RTK GPS측량에 있어서 캘리브레이션의 실시여부에 따른 차이를 분석하고자 거창군 황강일대에 시험관측지역을 선정하고 두 가지 방법에 의한 하천현황측량을 실시하고 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 먼저, 같은 작업조건하에서 한 단면의 횡단측량에 소요되는 작업시간을 비교한 결과 토탈스테이션 측량의 경우 1단면 평균 26.8분이 소요되었고 RTK GPS의 경우 22.7분이 소요되어 RTK GPS측량방식이 토탈스테이션 측량방식보다 작업시간에 있어서 4.1분(작업시간의 15.3%)을 단축시킬 수 있음을 알 수 있었고, 한 단면당 표고변화를 알기 위해 측량된 변곡점이, 토탈스테이션 측량의 경우 평균 24.2점을 측량하였고, RTK GPS의 경우 평균 34.5점을 측량하여 RTK GPS측량의 경우가 보다 많은 측점을 보다 짧은 시간에 측량할 수 있었으며, 따라서 횡단면도 작성시 실제 지형에 더욱 가까운 횡단면도 작성이 가능함을 보여 주었다. 따라서 하천현황측량에 있어서 RTK GPS측량방식이 토탈스테이션 측량방식보다 작업효율성이 높다는 것을 알 수 있었다. 또 하천측량과 같은 국소지역에서 RTK GPS측량을 실시하는 경우 현장사이트 캘리브레이션의 실시여부에 따른 교차의 평균값은 1.8cm, 표준오차의 크기는 2.1cm로 나타났다.

감사의 글

"이 논문은 2005년도 진주산업대학교 구조개혁 선도대학 지원금 및 간접연구경비를 지원받아 수행된 연구과제이며, 이에 감사드립니다."

참고문헌

강준묵, 김홍진, 조성호 (2004), RTK-GPS와 CAD의 결합에 의한 현지측량의 구현, **한국측량학회 04춘계학술대회논문집**, 한국측량학회, pp. 145-150.

노태호, 장호식, 이종출 (2002), RTK GPS/GLONASS 조합에 의한 도로의 평면선형 정확도 분석, **한국지형공간정보학회 논문집**, 제10권, 제2호, 한국지형공간정보학회, pp. 29-37.

박운용, 신동수 (2002), 국지측량에서 현장 Calibration에 의한 RTK-GPS 정확도 분석, **한국지형공간정보학회 논문집**, 제10권, 제2호, 한국지형공간정보학회, pp. 87-95

박운용, 홍순현, 차성렬, 김정동 (2003), RTK GPS를 이용한 거대구조물 변위분석, **한국측량학회 03추계학술대회논문집**, 한국측량학회, pp. 97-101.

백은기 외 (1993), 측량학, pp. 298-301.

이종출, 서정훈, 노태호, 김진수 (2002), RTK GPS를 이용한 도로관리시스템 구축, **한국측량학회 02추계학술대회논문집**, 한국측량학회, pp. 79-82.

Barry F. Kavanagn and S.J. Glenn Bird (1992), Surveying Principles and Applications, Prentice Hall, pp. 543-546.

Hubiao Lan (1996), Development of a Real-Time Kinematic GPS System: Design, Performance and Result, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, pp. 12-17.

(접수일 2007. 6. 4, 심사일 2007. 6. 11, 심사완료일 2007. 6. 19)