

**VRS-RTK GPS측량을 이용한 지적도근점 정확도 분석**  
**- 거제시 사례를 중심으로 -**  
**Accuracy Analysis of Cadastral Supplementary Control Points by**  
**Using Virtual Reference Station-Real Time Kinematic GPS Surveying**  
**- Focused on Geoje City -**

최우석\* · 유환희\*\*  
 Choi, Woo Seok · Yoo, Hwan Hee

要 旨

GPS상시관측망 자료를 이용하여 국토지리정보원에서는 VRS 서비스를 하고 있으며 실시간적이고 정확도를 높이기 위해 VRS-RTK 측량방법이 널리 사용되는 추세이다. 하지만 VRS-RTK GPS 측량에서 이동국과 기지국간의 거리가 멀어지면 정확도가 떨어지는 경향이 있다. 본 연구에서는 지적도근점측량 시 이러한 문제점을 파악하기 위해서 GPS 상시관측망의 안쪽과 바깥쪽에 존재하는 경남 거제시의 실험지역 두 곳을 선정하여 정확도를 분석하였다. 두 지역을 대상으로 정확도를 분석한 결과 위치오차에 대한 평균제곱근오차는 ±0.03m로서 지적측량 규정내에 있었으며, 지적측량 시 VRS-RTK GPS 측량의 적용가능성을 제시하였다.

핵심용어 : GPS상시관측망, VRS-RTK 측량방법, 지적도근점측량, 위치오차

Abstract

National Geographic Information Institute provides VRS service using permanent GPS networks. VRS-RTK(Virtual Reference System-Real Time Kinematic)GPS surveying which enable to accomplish the real time-based GPS surveying has been increasingly popular. However the positioning accuracy tends to deteriorate as the distance between the rover and base station increases in the VRS-RTK GPS surveying. To analysis this problem in this study, the accuracy of VRS-RTK data was analyzed with 2 different test sites of Geoje city, Gyeongnam province within and without the permanent GPS networks in order to accomplish the cadastral supplementary control surveying. As a result of surveying accuracy analysis at two test sites, positioning errors were ±0.03m(RMSE) in both sites. The result was that within the tolerance specified in cadastral surveying law, and indicated the possibility of VRS-RTK GPS surveying in cadastral surveying.

Keywords : Permanent GPS Networks, VRS-RTK GPS surveying, Cadastral supplementary control surveying, Positioning errors

**1. 서론**

최근 전 세계 위성항법 시스템(GNSS: Global Navigation Satellite System)시장은 2014년 운영개시를 목표로 준비 중인 유럽연합 위치추적시스템인 갈릴레오(Galileo)위성과 이에 대응한 미국의 GPS 현대화

계획, 러시아의 GLONASS 자생노력, 일본의 준GPS위성(QZSS)계획, 중국의 북두항법시스템(BNS) 등 위성시장의 다극화가 이루어지고 있다(Kamil, 2009). 특히 국가별로 GPS상시관측소의 증설과 세계GPS관측망에 연계한 효율적인 운영 및 응용에 관심이 모아지고 있으며, 현재 전 세계 여러나라에서 실제 기준국을 세우지

2011년 10월 17일 접수, 2011년 11월 14일 채택

\* 경상남도 거제시청 토지정보과(woosuk47@korea.kr)

\*\* 교신저자 · 종신회원 · 경상대학교 공과대학 도시공학과 교수(ERI, BK21)(hhyoo@gnu.ac.kr)

않고 GPS상시관측망을 이용한 가상기준점 방식(VRS:Virtual Reference Station)을 연구 및 시도하고 있고, 캐나다, 독일, 일본, 스위스 등은 VRS서비스를 활용하고 있다(Dinesh 외 1인, 2005). 우리나라도 국토지리정보원이 주축이 되어 GPS 기준점들을 활용한 실시간기반의 RTK(Real Time Kinematic) GPS 망을 구축, 운용 중에 있으며, GPS 측량의 실용화를 위하여 1995년 3월 GPS 상시관측시스템을 최초로 설치하여, 현재 전국 45개의 GPS상시관측소를 운영하고 있다. 또한 국토지리정보원에서는 실시간 고정밀 보정정보를 제공하기 위하여 네트워크 기반 실시간 이동측위(Network RTK) 서비스 체계를 구축하고 있다(김선철, 2006;김정, 2007). 네트워크 기반 실시간 이동측위는 실제로 존재하지는 않지만 기준점과 같이 사용자에게 보정자료를 제공할 수 있는 가상적인 개념의 기준점을 설정하고 관측점에 보정데이터를 전송하여 실시간으로 얻는 방식이다. 현재 구축이 완료되어 서비스를 제공하고 있는 상태이며, 측량범위는 망 내부에서 측량을 수행할 경우 관측소로부터 50km 이내까지, 망 외부의 경우 10km 이내에서 사용을 제한하고 있다(김준식, 2009). 그러나 거제시 지역은 부산지역과 제주도지역을 연결하는 장기선에 의한 망에서 벗어나 있어서 기하학적으로 매우 불안정한 곳으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 GPS 상시관측소들을 기선으로 연결한 후 삼각망을 구축할 경우 국토의 동남쪽 최하단에 위치한 거제시지역의 지리적 여건을 고려하여 GPS 상시관측소망 안에 위치하는 거제시 성포 불부합지구와 망 밖에 위치하는 아주동 도시개발지구를 선정하여 이 지역에 설치된 지적도근점의 정확도를 비교분석하는데 목적을 두었다.

## 2. VRS-RTK GPS 측량

가상기준점을 이용한 실시간 동적관측기법(Virtual Reference System by Real-Time Kinematic : VRS-RTK)은 네트워크 내의 실제 기준점들을 이용하여 존재하지 않는 가상의 기준점에 대한 관측값을 형성한다는 개념에서 비롯되었으며, 기선의 길이가 길어질수록 오차의 공간적 상관성이 결여되어 나타나는 이동국의 위치 정밀도 저하를 극복하는 방법이다. 즉, 절대측위 방식으로 계산된 이동국의 대략적인 좌표를 네트워크 서버로 전송한 후, 임의의 이동국에 가까운 지점에 가상의 기준국이 있다고 가정하고, 이 가상의 기준국에서 획득된 것과 같은 관측치를 상시기준점의 네트워크 자료를 이용하여 형성한 후 이동국의 위치는 가상기준국

과의 상대측위에 의하여 결정한다(한중희 외 2인, 2010). 이때 가상으로 생성된 가상기준국의 자료가 관측자에게 전송 되어야하는데, 전송하는 자료는 RTC(Radio Technical Commission for Maritime Services)나 CMR(Compact Mmeasurement Record) 형식을 통하여 전송된다(이우화 외 2인, 2009). 현재 개발된 Network RTK시스템에서 가상기준점은 MultiRef(Multi Reference), FKP(Flachen-Korrektur-Parameter), VRS의 3가지 방식이 있으며(Castleden, 2004; Erhu, 2006), 이들 방식은 관측공간에서의 오차 모델링과 공간 상태에서의 오차모델링의 차이에 의한 데이터 정리 알고리즘의 차이, 그리고 추정된 오차를 전송하는 형태와 방식에 의한 것이다. 본 연구에서 활용한 Network RTK는 3가지 방식 중에서 국토지리정보원에서 실시간으로 GPS 데이터를 서비스하는 VRS 방식을 채택하여 대상지역에서 측량을 실시하였다. Network-RTK GPS 방식을 활용하기 위하여 Castleden(2004)은 정지측량과 VRS 측량 기술을 비교분석 하는 연구를 수행하였고, Dinesh 외1인(2005)은 VRS 전송방식인 CDMA방식이 아닌 WCDMA 방식을 적용한 연구를 수행하였다. 또한 VRS-RTK의 원리와 알고리즘에 대한 연구를 수행하여 VRS-RTK의 적용성에 대한 연구(Erhu, 2006; Kamil, 2009)도 수행되었다. 국내에서도 Network RTK-GPS 측량의 적용성을 지적측량과 건설분야에 도입하기 위하여 다양한 연구가 수행되어 왔으며(김선철, 2006;김정, 2007;오현우, 2010;이우화 외 2인, 2009), 또한 지적측량의 도근점 측량에서 VRS-RTK의 정확도를 분석하였다(정완석, 2010).

## 3. 대상지 선정과 GPS 측량

### 3.1 대상지 선정

본 연구에서는 기존의 지적기준점 고시성과와의 정확도 비교-분석을 위하여 경상남도 거제시를 대상으로 실험대상지역을 선정하였다. 현재 우리나라 GPS 상시관측점들을 기선으로 연결한 후 삼각망을 구축할 경우 거제시의 경우 삼각망의 외부에 위치한 지역이 발생되는 특수성이 있어서 삼각망 내에 위치한 성포 불부합지구와 삼각망 밖에 위치하게 되는 아주동 도시개발지구의 지적도근점망을 선정하여 정확도를 평가하였다(그림 1, 2).

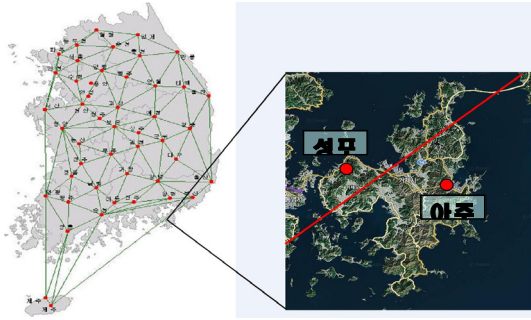


그림 1. GPS 상시관측소 삼각망 구성에 따른 실험지구 선정

성포 불부합지구	아주동 도시개발지구
항공사진	항공사진
지적도면	지적도면
도근점망도	도근점망도

그림 2. 대상지역 현황

성포 불부합지구는 거제시 사등면 성포리로서 축척 1/1,200의 지적도 지역으로 전형적인 어촌마을로서 3층 이상 건물이 없으며 최근 2년 사이 도로정비가 완료된 지역이며, 아주동 도시개발지구는 거제시 아주동으로서 축척 1/500의 수치지적지역이며 구획정리 지역으로 현재 도로망과 택지만 구성되어 있다.

### 3.2 VRS-RTK GPS 측량

사용된 GPS 수신장비는 2010년 대한지적공사에서

VRS-RTK 측량 및 DGPS 측량의 실용화를 위해 보급한 TOPCON사의 Hiper-Ga 수신기이다. Hiper-Ga 수신기는 GPS+GLONASS L1/L2 C/A, P-Code, Full Code & Carrier 신호를 수신하며 40채널의 블루투스 기능을 내장하고 있고 정지측량 시 3mm+0.5ppm, 이동측량 시 10mm+1ppm의 정확도를 가진다. Hiper-Ga 수신기와 무선 또는 유선으로 연결되어 사용되는 컨트롤러는 TOPCON사의 FC-250 컨트롤러로 Microsoft사의 Windows Mobile 6.5 OS를 사용, 3.7인치 TFT 컬러 LCD 패널과 멀티카드 슬롯이 장착되어 있고 휴대폰과 통신하기 위한 블루투스 기능이 내장되어 있다.

VRS-RTK 측량 및 GPS 상시관측망 안과 밖의 성과에 대한 정확도 비교분석을 위하여 두 곳의 실험측량 대상지역에 지적기준점(SCP : supplementary control point)을 각각 24점, 66점을 선정하였으며, TS측량(토탈스테이션측량)으로 취득한 기존의 지적기준점 성과와 VRS-RTK 측량에 의한 동일점 좌표를 취득하였다.

VRS-RTK GPS측량은 국토지리정보원의 시스템과 휴대폰 단말기의 블루투스 기능을 통해 연결하여 해당 보정신호를 수신 받고 이들 보정신호로 측량 위치에 대한 좌표를 컨트롤러에 저장한 후 저장된 좌표를 컴퓨터로 다운로드하여 기존 성과와 비교분석하였다. 두 실험측량 대상지역을 날씨에 의한 오차를 줄이기 위해 같은 날에 관측하는 것이 이상적이지만 동일수신기를 사용



그림 3. 성포 불부합지구 현장관측사진



그림 4. 아주동 도시개발지구 현장관측사진

해야하는 시간적 한계로 양일로 나누어 관측하였으며 관측 시 관측점 당 최소 3초 이상의 수신이 이루어져야 하며 정확한 성과를 위해 평균 15~30초의 관측을 실시하였다(그림 3, 4). 또한 관측점의 위치계산을 위해 평균 6~9개의 위성이 수신되어 안정적인 관측이 이루어졌다.

### 4. 결과분석

#### 4.1 성포 불부합지구의 측량성과 분석

GPS 상시관측망 내에 위치하는 성포 불부합지구(그림 3, 5)의 24점의 지적도근점을 2011년 3월 19일에 관측하였으며, 표 1에서 관측값이 없는 6점은 도로포장으로 망실된 점이며 3개의 관측점(6118, 6119, 6120)은 전신주 밑에 위치하여 오차가 크게 발생하였다. 이는 GPS측량 시 전신주의 전파방해로 수신기의 송수신 감도가 떨어진 것으로 판단되며, 표 1은 6개의 망실점을 제외하고 RMSE를 계산한 성과이다.

그림 6, 7은 성포 불부합지구에서 망실된 6점을 제외한 24점의 오차량을 dx와 dy로 구분하여 표시한 그림으로서 순번 9, 10, 11번째점(6118, 6119, 6129)이 전신주 밑에 위치한 점으로 0.06m~0.23m 까지 오차가 발생한 것을 볼 수 있다.

따라서 오차가 크게 발생한 점에 대한 연결오차를 점검한 결과 6118번째점은 0.22m, 6119번째점은 0.21m, 6120번째점은 0.24m로서 지적도근점 허용정확도(GPS에 의한 지적측량규정 제14조 6호 및 지적측량 시행규칙 제27조에 의거, 수치지역은 0.15m이내)를 초과하였다.

오차가 큰 3점을 포함한 경우의 위치오차에 대한 RMSE값은 dx = ±0.06m, dy = ±0.06m, 연결오차 = ±0.08m로 산출되었다. 그러나 GPS에 의한 지적측량규정 제14조 6호 및 지적측량 시행규칙 제27조에 의거하

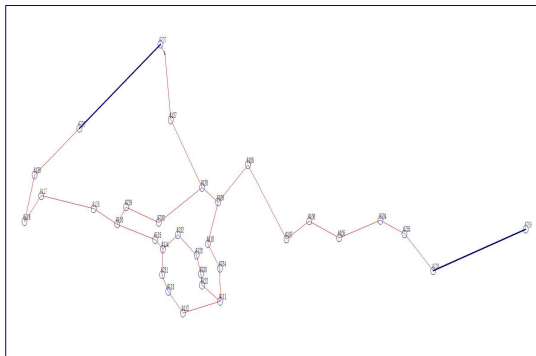


그림 5. 성포 불부합지구 지적도근점망도

표 1. 성포 불부합지구 지적도근점 좌표 오차

순번	점번호	기존 지적측량 좌표		VRS-RTK측량 좌표		오차		비고
		X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	dX(m)	dY(m)	
1	6106	158092.72	156865.78	158092.69	156865.82	0.03	-0.04	
2	6107	158069.35	156820.85	—	—	—	—	망실
3	6108	158165.60	156744.94	—	—	—	—	망실
4	6109	158117.28	156686.04	—	—	—	—	망실
5	6110	158063.38	156666.01	—	—	—	—	망실
6	6111	157988.95	156690.38	157988.94	156690.41	0.01	-0.03	
7	6112	157973.67	156616.89	157973.67	156616.92	0.00	-0.03	
8	6113	158001.70	156588.14	158001.71	156588.14	-0.01	0.00	
9	6114	158056.39	156577.41	158056.42	156577.44	-0.02	-0.02	
10	6115	158068.76	156562.32	158068.75	156562.33	0.01	-0.01	
11	6116	158088.79	156487.32	158088.79	156487.35	0.00	-0.03	
12	6117	158125.51	156337.75	158125.49	156337.76	0.02	-0.01	
13	6118	158091.98	156304.75	158091.78	156304.81	0.21	-0.06	전신주
14	6119	157976.64	156277.82	157976.76	156277.65	-0.12	0.17	전신주
15	6120	157903.04	156258.89	157903.12	156259.12	-0.08	-0.23	전신주
16	6122	158009.70	156654.42	158009.73	156654.42	-0.03	0.00	
17	6123	158048.51	156643.88	158048.50	156643.86	0.01	0.02	
18	6126	158136.13	156654.75	158136.10	156654.73	0.03	0.02	
19	6127	158223.54	156592.95	158223.51	156592.94	0.03	0.02	
20	6128	158108.76	156441.07	158108.79	156441.07	-0.02	0.00	
21	6129	158152.51	156324.79	158152.48	156324.82	0.03	-0.03	
22	6130	157810.14	156248.92	157810.17	156248.93	-0.03	-0.01	
23	6706	158212.75	156412.94	158212.74	156412.93	0.01	0.01	
24	6707	158321.39	156572.73	158321.44	156572.73	-0.05	0.00	
25	6729	158110.88	156504.81	—	—	—	—	망실
26	6730	158090.92	156569.14	158090.90	156569.19	0.03	-0.05	
27	6731	158023.37	156575.94	158023.37	156575.94	0.00	0.00	
28	6732	158075.00	156607.04	158074.98	156607.02	0.02	0.02	
29	6733	158024.23	156652.48	158024.23	156652.50	0.00	-0.02	
30	6734	158031.51	156690.07	—	—	—	—	망실
평균계곡근오차(RMSE)						±0.06	±0.06	

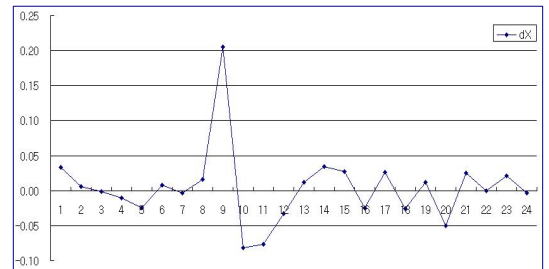


그림 6. 성포 불부합지구 좌표오차(dx)

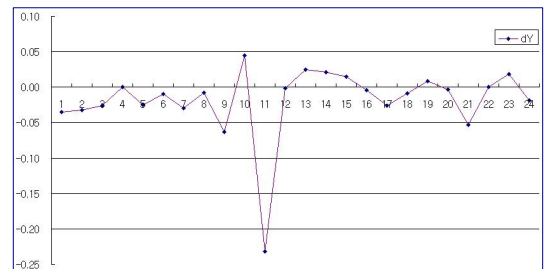


그림 7. 성포 불부합지구 좌표오차(dy)

여 오차가 큰 3점을 제거하고 RMSE값을 계산하면  $dx = \pm 0.02m$ ,  $dy = \pm 0.02m$ , 연결오차 =  $\pm 0.03m$ 로 산출되었다. 따라서 성포 불부합지역이 GPS 상시관측망 내에 위치하는 지역으로서 VRS-RTK GPS측량으로 지적도근점 측량을 실시할 경우 지적측량 작업규정을 만족할 수 있는 성과를 얻을 수 있었다.

4.2 아주동 도시개발지구의 측량성과 분석

아주동 도시개발지구는 GPS 상시관측망의 밖에 위치하는 지역으로서 그림 8과 같이 66개의 지적도근점으로 구성된 도근점망이다. 그림 1에서 알 수 있듯이 해안지역에 위치한 기준점은 GPS 상시관측망을 벗어나는 지역이 많이 존재하게 된다. 따라서 해안 도서지역에서 VRS-RTK GPS 지적측량을 수행할 때 정확도를 어느 정도까지 확보할 수 있는지가 관심사가 되고 있다. 이 지역은 아직 개발이 이뤄지지 않고 기본적인 토지정지작업만 이뤄져서 GPS측량 시 아무런 장애물이 존재하지 않았다. 표 2는 측량성과로서 기존의 지적측량성과와 VRS-RTK GPS 측량성과를 비교한 것으로서 총 66점에 대한 RMSE값은  $dx = \pm 0.02m$ ,  $dy = \pm 0.02m$ , 연결오차 =  $\pm 0.03m$ 로 산출되었다. 관측현장 여건이 우수하여 과대오차 발생점도 없었으며 결과도 매우 우수하였다. 즉, 거제시 지역의 경우 일부지역이 GPS 상시관측망을 벗어난 지역이 있음에도 불구하고 VRS-RTK GPS 측량방법으로 지적도근점측량을 수행할 경우 정확도측면에서 아무런 문제가 없음을 알 수 있었다.

결론적으로 GPS 상시관측망 안쪽과 바깥쪽에 위치한 두 지역을 선정하여 VRS-RTK GPS 측량으로 지적도근점측량을 수행하고 기존의 지적측량성과와 비교한 결과 위치오차에 대한 RMSE값이  $dx = \pm 0.02m$ ,  $dy = \pm 0.02m$ , 연결오차 =  $\pm 0.03m$ 로 동일하게 산출되어서

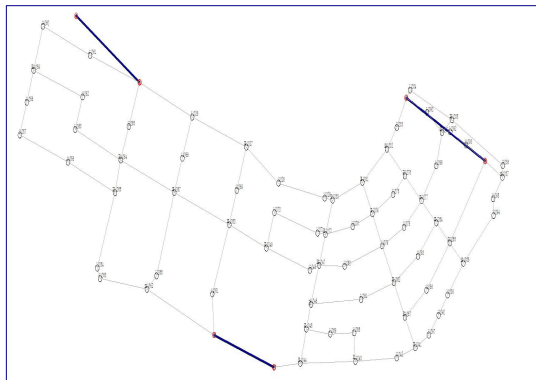


그림 8. 아주동 도시개발지구 지적도근점망도

표 2. 아주동 도시개발지구 지적도근점 좌표오차

순번	점번호	기존 지적측량 좌표		VRS-RTK측량 좌표		오차		비고
		X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	dX(m)	dY(m)	
1	11026	152239.02	171018.11	152238.99	171018.09	0.03	0.02	
2	11027	152189.77	171164.05	152189.76	171164.07	0.01	-0.02	
3	11028	152130.96	171250.62	152130.96	171250.62	0.00	0.00	
4	11029	152106.36	171374.92	152106.34	171374.92	0.02	0.00	
5	11030	152103.05	171396.29	152103.05	171396.31	0.00	-0.02	
6	11031	152132.10	171476.47	152132.11	171476.45	-0.01	0.02	
7	11032	152186.33	171542.28	152186.33	171542.25	0.00	0.03	
8	11033	152221.77	171568.96	152221.75	171568.93	0.02	0.03	
9	11034	152283.18	171604.55	152283.19	171604.54	-0.01	0.01	
10	11035	152234.31	171717.30	152234.33	171717.28	-0.02	0.02	
11	11036	152159.75	171854.14	152159.74	171854.15	0.01	-0.01	
12	11037	152140.39	171853.19	152140.41	171853.21	-0.02	-0.02	
13	11038	151999.89	171747.87	151999.90	171747.86	-0.01	0.01	
14	11039	151947.83	171705.56	151947.87	171705.55	-0.04	0.01	
15	11040	151914.59	171681.61	151914.62	171681.62	-0.03	-0.01	
16	11041	151861.59	171618.90	151861.62	171618.92	-0.03	-0.02	
17	11043	151839.35	171457.57	151839.39	171457.59	-0.04	-0.02	
18	11044	151836.11	171309.54	151836.11	171309.53	0.00	0.01	
19	11045	151892.04	171325.54	151892.06	171325.56	-0.02	-0.02	
20	11046	151932.57	171337.91	151932.61	171337.92	-0.04	-0.01	
21	11047	151996.43	171359.81	151996.43	171359.83	0.00	-0.02	
22	11048	151988.29	171335.06	151988.29	171335.08	0.00	-0.02	
23	11050	152062.92	171118.16	152062.91	171118.18	0.01	-0.02	
24	11051	151949.49	171072.24	151949.51	171072.24	-0.02	0.00	
25	11052	151957.24	170896.58	151957.22	170896.59	0.02	-0.01	
26	11053	151974.80	170770.29	151974.78	170770.30	0.02	-0.01	
27	11054	151992.02	170762.98	151992.01	170763.00	0.01	-0.02	
28	11055	152115.28	170810.71	152115.26	170810.73	0.02	-0.02	
29	11056	152165.22	170684.23	152165.21	170684.26	0.01	-0.03	
30	11058	152263.05	170573.40	152263.00	170573.39	0.05	0.01	
31	11059	152315.35	170591.68	152315.30	170591.70	0.05	-0.02	
32	11060	152387.52	170616.75	152387.50	170616.78	0.02	-0.03	
33	11061	152339.96	170743.24	152339.95	170743.26	0.01	-0.02	
34	11062	152271.77	170723.30	152271.74	170723.30	0.03	0.00	
35	11063	152218.69	170703.49	152218.68	170703.49	0.01	0.00	
36	11064	152168.58	170826.06	152168.58	170826.09	0.00	-0.03	
37	11065	152223.55	170847.87	152223.54	170847.86	0.01	-0.01	
38	11066	152171.67	170991.95	152171.67	170991.94	0.00	0.01	
39	11067	152115.56	170970.24	152115.55	170970.27	0.01	-0.03	
40	11068	151979.25	170922.28	151979.23	170922.33	0.02	-0.05	
41	11069	152118.93	171138.29	152118.92	171138.28	0.01	0.01	
42	11070	152082.60	171239.56	152082.60	171239.55	0.00	0.01	
43	11071	152049.09	171355.67	152049.08	171355.65	0.01	0.02	
44	11072	152047.06	171377.00	152047.05	171377.01	0.01	-0.01	
45	11073	152059.97	171450.28	152059.99	171450.28	-0.01	0.00	
46	11074	152080.76	171503.26	152080.77	171503.27	-0.01	-0.01	
47	11075	152112.36	171558.89	152112.36	171558.90	0.00	-0.01	
48	11076	152142.75	171590.73	152142.75	171590.74	0.00	-0.01	
49	11077	152102.28	171635.69	152102.28	171635.70	0.00	-0.01	
50	11078	152058.51	171588.43	152058.53	171588.43	-0.02	0.00	
51	11079	152028.04	171529.66	152028.04	171529.67	0.00	-0.01	
52	11080	151994.94	171428.48	151994.96	171428.48	-0.02	0.00	
53	11081	151940.59	171472.75	151940.59	171472.77	0.00	-0.02	
54	11082	151967.87	171561.58	151967.85	171561.61	0.02	-0.03	
55	11083	152011.16	171625.73	152011.15	171625.75	0.01	-0.02	
56	11084	152065.88	171675.29	152065.89	171675.29	-0.01	0.00	
57	11085	152033.14	171711.47	152033.17	171711.49	-0.03	-0.02	
58	11086	151955.66	171648.94	151955.67	171648.97	-0.01	-0.03	
59	11087	151911.47	171590.77	151911.48	171590.80	-0.01	-0.03	
60	11088	151885.93	171453.88	151885.96	171453.91	-0.03	-0.03	
61	11089	151884.01	171389.72	151884.03	171389.73	-0.02	-0.01	
62	11090	152246.52	171650.40	152246.54	171650.40	-0.02	0.00	
63	11091	152213.74	171690.74	152213.75	171690.75	-0.01	-0.01	
64	11094	152077.88	171829.34	152077.89	171829.37	-0.01	-0.02	
65	11095	152105.20	171828.11	152105.24	171828.10	-0.04	0.01	
66	11096	152159.01	171675.09	152159.04	171675.09	-0.03	0.01	
평균제곱근오차(RMSE)						$\pm 0.02$	$\pm 0.02$	



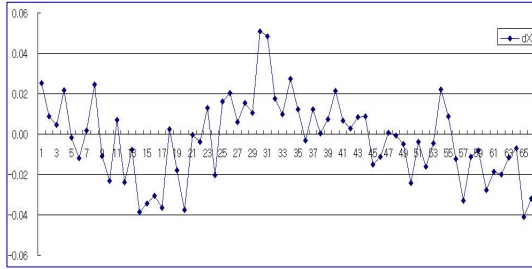


그림 9. 아주동 도시개발지구 좌표오차(dx)

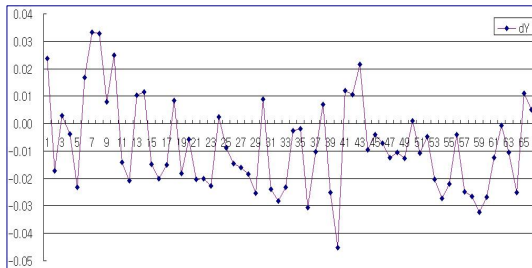


그림 10. 아주동 도시개발지구 좌표오차(dy)

거제시지역의 경우 VRS-RTK GPS 측량방법을 지적측량에 활용 할 경우 문제점이 없을 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

VRS-RTK GPS측량에 의한 지적도근점측량 수행가능성을 평가하기 위해 GPS 상시관측망구성에서 일부가 망의 밖으로 벗어나 있는 거제시 지역을 선정하여 지적도근점망의 오차를 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, VRS-RTK GPS측량에 의한 성과와 토털스테이션측량으로 얻어진 기존의 지적 도근점성과와 비교 분석한 결과 위치오차에 대한 RMSE 값이  $dx = \pm 0.02m$ ,  $dy = \pm 0.02m$ , 연결오차 =  $\pm 0.03m$ 로서 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 이 성과는 GPS에 의한 지적측량규정 제14조 6호 및 지적측량 시행규칙 제27조에 의한 허용정확도수치지역 15cm 이내)를 충분히 만족시켜 VRS-RTK GPS측량에 의한 지적측량작업 수행이 가능함을 알 수 있었다.

둘째, GPS 상시관측망 안쪽에 위치한 성포 불부합지구와 바깥쪽에 위치한 아주동 도시개발지구를 선정하여 지적도근점 측량을 VRS-RTK GPS측량으로 수행한 결과 모두 연결오차가  $\pm 0.03m$ 로서 지적측량 작업규정에서 규정한 허용오차를 만족하고 있어서 거제시의 경우 GPS 상시관측망을 벗어난 지역에서도 충분히 사용

가능함을 알 수 있었다.

셋째, 본 연구는 거제시 지역의 측량성과를 중심으로 얻어진 결론으로서 우리나라 해안가를 중심으로 GPS 상시관측망을 벗어난 다른 도서지역에서의 측량성과 정확도의 평가는 추가적인 연구가 요구되며, VRS-RTK GPS측량 시 전파방해가 이뤄질 경우 발생하는 오차발생원인 제거에 대한 연구도 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. 김선철, 2006, 지적측량을 위한 Network RTK-GPS의 적용에 관한 연구, 석사학위논문, 금오공과대학교 산업대학원.
2. 김정, 2007, Network RTK-GPS 측량의 정확도 비교 분석, 석사학위논문, 성균관대학교 일반대학원.
3. 김준식, 2008, RTK-GPS측량 현장 품질검증모듈 개발, 석사학위논문, 서울시립대학교 도시과학대학원.
4. 오현우, 2010, 가상기준점을 이용한 실시간동적관측에 의한 도로선형 추출, 석사학위논문, 부경대학교 대학원.
5. 이우화, 홍성언, 오이균, 2009, "지적세부측량에 있어서 RTK-GPS의 실용화 방안", 한국지형공간정보학회지, 17권, 1호, pp.89-95.
6. 정원석, 2010, "지적도근점 측량방법의 정확도 개선에 관한 실증적 연구", 인하대학교 대학원 석사논문.
7. 한중희, 권재현, 홍창기, 2010, 공공기준점 측량에 적용을 위한 VRS(가상기준점) 방식의 Network-RTK 정확도 분석, 한국지형공간정보학회지, 제18권 제2호, pp.13-22.
8. Castleden, N., 2004, "First results from Virtual Reference Station (VRS) and Precise Point Positioning (PPP) GPS research at the Western Australian Centre for Geodesy", Journal of Global Positioning Systems, Vol.3, No.1-2, pp.79-84.
9. Dinesh K., John H., 2005, "Efficient RTK Positioning by Inegrating Virtual Reference Stations With WCDMA Network" Journal of Global Positioning Systems, Vol.4, No.1-2, pp.48-55.
10. Erhu Wei., 2006, "VRS Virtual Observations Generation Algorithm", Journal of Global Positioning Systems, Vol.5, NO.1-2, pp.76-81.
11. Kamil, Eren., 2009, "Results from a Comprehensive Global Navigation Satellite System Test in the CORS-TR Network: Case Study", ASCE November.