

지형현황측량을 위한 VRS 방식 GPS의 활용성 평가

윤희천¹ · 이제중¹ · 김민규^{1*}

Usefulness Assessment of VRS for Topographic Surveying

Hee-Cheon YUN¹ · Je-Jung LEE¹ · Min-Gyu KIM^{1*}

요 약

중래의 실시간이동측위 방법은 단일 기준국에서 이동국의 위치를 보정하여 새로운 좌표를 전송하는 방법이었으나 거리가 멀어질수록 위치정확도를 확보할 수 없는 한계가 있었다. 가상기준국은 다중의 기준국을 네트워크로 연결한 후, 중앙처리센터에서 이동국의 인접지역에 가상의 기준국을 생성하여 보정신호를 전송하는 방법으로 기준국과의 거리에 상관없이 정밀한 측량이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 국토지리정보원에서 제공하는 VRS 서비스를 이용한 측량을 실시하고, 그 성과를 지적도근점 성과 및 토탈스테이션 측량 성과와 비교·분석을 통하여 정확도를 평가하여 VRS 측량의 활용 가능성을 제시하였다.

주요어 : GPS, 가상기준점, 상시관측소, 지형현황측량

ABSTRACT

The classical RTK System requires that GPS data is transmitted from a single reference receiver to one or more roving units. But its error increase due to distance between reference and rover. VRS(Virtual Reference Station) system, a network of reference stations can be used to isolate the components of these systematic errors and use the resultant corrections to create Virtual Reference Stations at any location within the network. Use of a VRS significantly reduces the effects of systematic errors and improved accuracy. In this study, Network-RTK survey using VRS serviced by NGII(National Geographic Information Institute) was performed and the results were compared with results of total station surveying and notified coordinates of cadastral control points for utilization assessment of VRS.

KEYWORDS : GPS, VRS, Permanent GPS Site, Topographic Survey

2010년 3월 15일 접수 Received on March 15, 2010 / 2010년 6월 7일 수정 Revised on June 7, 2010 / 2010년 6월 16일 심사완료 Accepted on June 16, 2010

¹ 충남대학교 공과대 토목공학과 Dept. of Civil Engineering, Chungnam National University

* 연락처자 E-mail : kmgtpq@paran.com

서론

VRS(Virtual Reference System)는 여러 개의 GPS 상시관측소 자료로부터 이동국 인근에 가상점을 생성시켜 이동국의 정밀한 위치 결정을 도모하는 기법으로 여러 기준점들의 관측 자료를 모두 사용하기 때문에 단일 기준점 측위에 비해 서비스의 신뢰성과 이용성이 높다. 그러나 VRS의 경우도 기준국 측점에 중속된 요인(Multipath, 상이한 기종의 안테나 사용에 따른 phase 중심의 변동, 기타 noise)에 따른 오차의 영향은 해결해야 할 과제로 남아 있으며, 현재 VRS 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다.

국외의 경우 VRS 방식에 대한 다양한 연구를 통해 그 효율성이 입증됨에 따라 독일, 캐나다, 일본, 미국, 호주, 싱가포르, 영국, 스웨덴 등 세계 각국에서는 GPS 상시관측망을 활용한 VRS서비스를 국가 전체 혹은 지역 단위로 제공하고 있다. 특히 독일에서는 약 150개소의 상시관측소를 활용한 다양한 종류의 DGPS/RTK 서비스를 VRS 방식에 기초하여 제공하고 있으며 일본의 경우 약 1,200개소의 상시관측소에 VRS 시스템을 적용하여 일본 전역을 대상으로 VRS 서비스를 제공 중이다. Wanninger(2006)은 GPS 상시 관측망 RTK 기술을 사용하여 기준국과 이동국간의 거리가 멀어질수록 전리층과 대류권 등에 의한 측위오차가 증가하기 때문에 정확도가 저하되는 문제점의 개선방안을 연구하였고 Euler와 Zebhauser(2003)는 제조사간 호환이 될 수 있는 VRS 보정메세지의 전송 형식을 RTCM V2.3 및 아직 검토중인 V3.0에 채택하는 방식에 관련한 제안과 비교연구를 하였다.

국내의 경우 VRS 시스템의 국외 운영 사례 조사와 도입 방안 연구가 선행된 바 있으

며 VRS 시스템의 효율성 평가를 위해 외국에서 운용중인 상시관측망의 자료를 활용한 연구들이 진행되었다. 이용창과 강준목(2003)은 독일의 GPS 기준망을 이용하여 후처리 방식으로 가상관측값을 산출하였으며, 국토지리정보원(2003)은 독일의 기준망 데이터를 이용한 VRS 가상 테스트를 실시하였다. 이밖에도 박운용 등(2003)은 국내에 임의의 가상기준점을 만들어 VRS RTK 측량을 실시하고, 그 결과와 기존 삼각점으로 이루어진 삼각망 및 GPS 상시관측소로 구성된 삼각망을 이용한 RTK측량 결과를 비교하여 정확도를 평가하였다. 이용창(2004)은 VRS 기준망 내외에 다양한 조건의 가상기준점들을 만들어 가상기준점 자료의 정확도를 검증하였다. 정태준 등(2007)은 VRS 방식과 단독기준국 RTK방식 간의 거리에 따른 정확도 비교와 VRS 망 내·외의 정확도 및 재현성을 비교하였고 김혜인 등(2008)은 국토지리정보원에서 구축한 VRS 시스템을 이용한 GPS 측량의 정확도를 평가하여 VRS 측량이 일반 RTK 측량의 단점을 보완하면서 대등한 수준의 정확도를 달성할 수 있음을 제시하였다. 김선철 등(2007)은 경기도 일원에 MAC 방식의 network를 구축하여 network 측량의 효율성과 타당성을 분석하였다. 이에 본 연구에서는 국토지리정보원에서 제공하는 VRS 서비스를 이용한 측량을 실시하고 그 성과를 지적도근점 성과 및 토털스테이션 측량 성과와 비교·분석을 통하여 정확도를 평가하고 VRS 측량의 활용 가능성을 제시하고자 하였다. 그림 1은 본 연구의 연구 흐름도를 나타낸다.

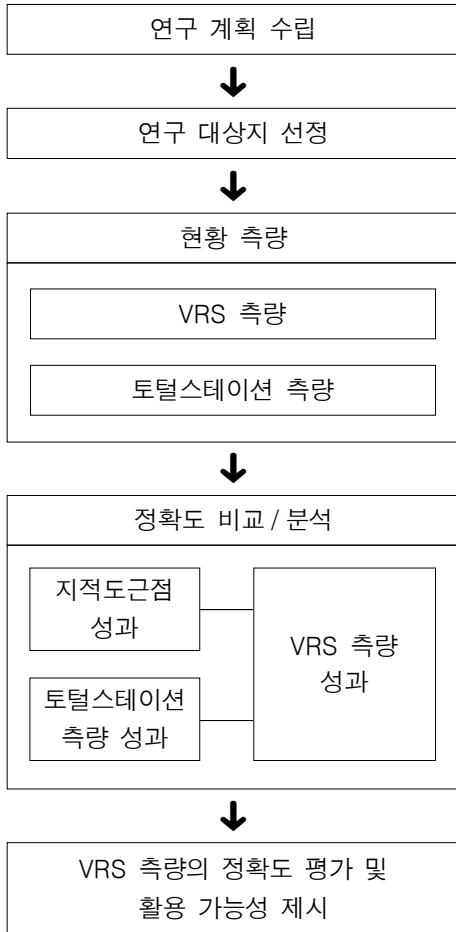


FIGURE 1. 연구 흐름도



FIGURE 2. 연구대상지

그림 3은 연구대상지의 수치지도를 나타낸 것이다.

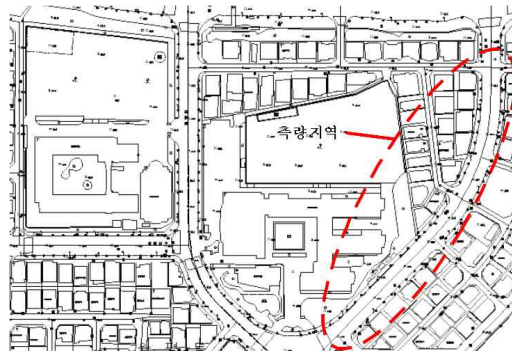


FIGURE 3. 연구대상지 수치지도

연구대상지 및 장비 구성

1. 연구대상지

본 연구에서는 국토지리정보원에서 운영 중인 VRS 서비스를 이용한 측량의 정확도 분석을 통한 VRS 측량의 활용성 제시를 위해 대전광역시 갈마동 일대를 연구대상지로 선정하고 VRS 측량 및 토털스테이션 측량을 실시하였다. 그림 2는 연구대상지의 구글어스 영상이며 측량을 실시한 지역을 점선으로 표시하였다.

대전광역시 갈마동 일대는 최근 도로 경계석 공사를 완료한 지역으로 경계석을 기준으로 측점의 선정이 용이하고, 연구 대상지 내의 지적도근점 성과를 이용하여 VRS 측량 및 토털스테이션 측량 성과의 정확도 분석이 가능할 것으로 판단되어 연구대상지로 선정하게 되었다.

2. 이동국 장비 구성

본 연구에서는 현재 국토지리정보원에서 운영 중인 VRS 시스템에 휴대폰을 이용하여 인터넷으로 접속, 보정신호를 취득하여 이동국 1대를

사용한 측량을 수행하였다. 본 연구에 사용된 GPS 수신기는 Sokkia 사의 GSR2700ISX이다. 이 수신기는 L2C, L5, GLONASS를 수신할 수 있는 3주파 GNSS 수신기이며 수신기, 안테나, RTK용 모뎀, 메모리, 배터리가 통합된 일체형으로 구성되어 있다.

이동국은 수신기, 컨트롤러, 이동국용 폴, 양각대, PDA형 휴대전화로 구성하였으며 이동국의 설치순서를 그림 4에 나타내었다.

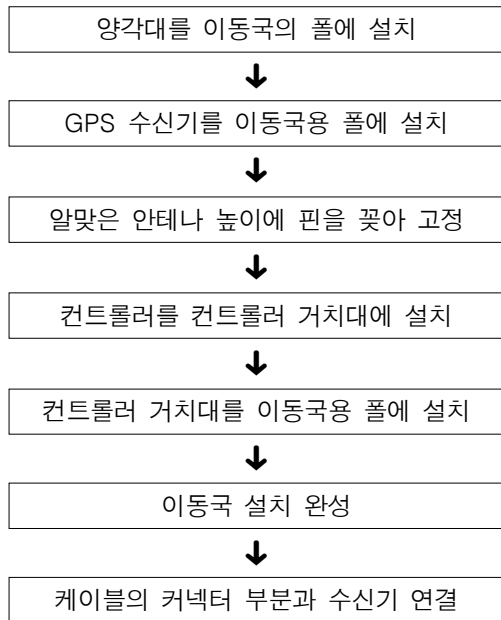


FIGURE 4. 이동국 설치순서

현황측량

1. 토털스테이션

토털스테이션을 이용한 측량 성과의 정확도 분석을 위하여 갈마동 소재의 3곳의 지적도근점 성과를 이용하였다. 그림 5는 지적도근점의 위치를 지적도 상에 표시한 것이며 표 1에 연구에 사용된 지적도근점의 명칭 및 성과를 제시하였다.



FIGURE 5. 연구에 사용한 기준점 위치

TABLE 1. 기준점 성과

기준점 명칭	종류	소재지	기준점 성과	
			X(m)	Y(m)
1697	지적도근점	대전 서구 갈마동	317308.34	233167.19
1854	지적도근점	대전 서구 갈마동	317345.94	233199.67
1855	지적도근점	대전 서구 갈마동	317330.42	233170.13

측량에 사용된 토털스테이션은 Sokkia사의 530RK모델이다. 현황측량의 수행을 위해 연구 대상지 내의 3점의 지적도근점 성과를 이용하였으며, 측점은 도로 경계석을 기준으로 지적도근점과의 배치를 고려하여 22점을 선정하였다. 그림 6은 기준점 및 측점 배치 현황이며 그림 7은 지적도근점이다.



FIGURE 6. 기준점 및 측점의 배치 현황



FIGURE 7. 지적도근점

본 연구에서는 연구대상지 내의 지적도근점 성과를 이용하여 총 22점에 대한 토털스테이션 측량을 수행하였다. 그림 8은 측량성과를 수치지적도상에 중첩한 것이다. 그림 8의 11, 14, 19 점은 지적도근점이며 나머지 점들은 토털스테이션 측량의 성과를 나타낸다.

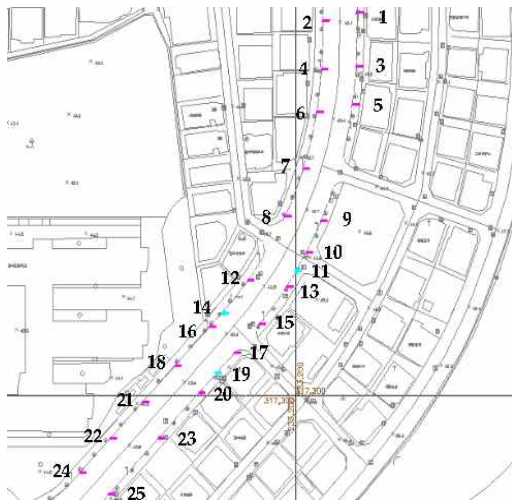


FIGURE 8. 토털스테이션측량 결과와 수치지적도 중첩

토털스테이션을 이용한 현황측량 성과를 표 2에 정리하였다.

TABLE 2. 토털스테이션 측량 결과 성과

No.	X(m)	Y(m)	비 고
1	233224.976	317441.404	
2	233210.923	317438.535	
3	233224.769	317421.530	
4	233210.616	317420.604	
5	233223.209	317407.580	
6	233208.645	317404.660	
7	233202.944	317383.584	
8	233795.503	317366.281	
9	233210.187	317364.364	
10	233204.228	317352.823	
11	233199.670	317345.940	지적도근점(1854)
12	233180.264	317342.296	
13	233196.209	317340.207	
14	233170.130	317330.420	지적도근점(1855)
15	233184.998	317326.306	
16	233164.736	317325.253	
17	233174.945	317315.674	
18	233150.697	317310.950	
19	233167.190	317308.340	지적도근점(1697)
20	233160.233	317300.700	
21	233137.414	317297.424	
22	233124.347	317284.081	
23	233143.900	317284.060	
24	233111.803	317271.305	
25	233123.604	317263.414	

2. VRS

국토지리정보원에서 운영중인 VRS 서비스를 이용한 측량의 정확도 분석을 위하여 지적도근점 3점과 토털스테이션 측량을 수행한 22점에 대하여 VRS 측량을 수행하였다.

휴대폰과 GPS 수신기간의 블루투스 설정을 하고 휴대폰을 이용하여 인터넷으로 국토지리정보원의 VRS 서버에 접속을 한 후 이동국 1대만을 운용하여 측량을 수행하였다. 그림 9는 VRS 측량 순서를 나타낸다.

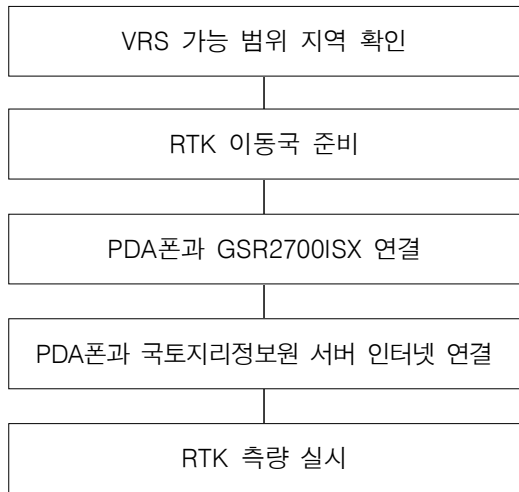


FIGURE 9. VRS 측량 순서

그림 10은 VRS 측량 결과를 수치지적도와 중첩하여 나타낸 것이며, 그림 10의 11, 14, 19 점은 지적도근점이며, 다른 점들은 VRS 측량의 성과이다.

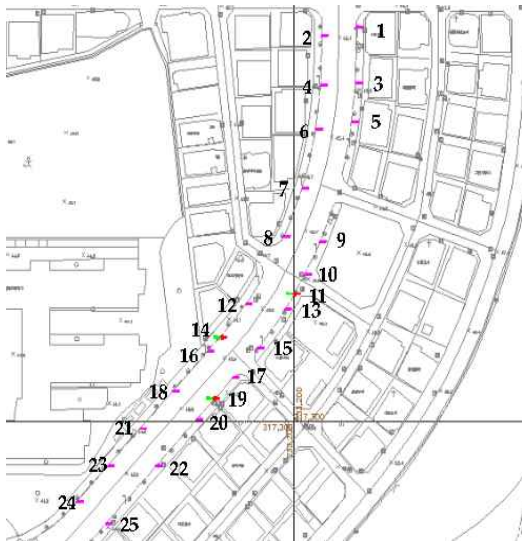


FIGURE 10. VRS 측량 결과와 수치지적도 중첩

VRS를 이용한 현황측량 성과를 표 3에 제시하였다.

TABLE 3. VRS 측량 결과 성과

No.	X(m)	Y(m)	비 고
1	233224.951	317441.380	
2	233210.915	317438.530	
3	233224.752	317421.515	
4	233210.605	317420.597	
5	233223.205	317407.582	
6	233208.644	317404.664	
7	233202.942	317383.534	
8	233195.505	317366.280	
9	233210.199	317364.378	
10	233204.248	317352.802	
11	233199.660	317345.929	지적도근점(1854)
12	233180.284	317342.309	
13	233196.197	317340.193	
14	233170.124	317330.422	지적도근점(1855)
15	233184.991	317326.295	
16	233164.753	317325.232	
17	233174.919	317315.680	
18	233150.734	317310.922	
19	233167.206	317308.349	
20	233160.249	317300.719	
21	233137.411	317297.439	지적도근점(1697)
22	233124.380	317284.062	
23	233143.937	317284.070	
24	233111.830	317271.315	
25	233123.582	317263.402	

정확도 분석

1. 기준점 성과와 VRS 측량 성과

국토지리정보원에서 운영중인 VRS 서비스를 이용한 측량의 정확도 분석을 위하여 지적도근점 3점과 토털스테이션 측량을 수행한 22 점에 대하여 VRS 측량을 수행하고, 지적도근점 성과 및 토털스테이션 성과와 VRS 측량 성과를 비교하였다.

표 4는 지적도근점 성과와 VRS 측량 성과의 편차이며 표 5는 공공측량의 작업규정 세부기준의 지상기준점 정확도를 나타낸다. 그림 11은 각 성분별 편차를 그래프로 나타낸 것이다.

TABLE 4. VRS 측량 성과의 편차

도근점 번호	지적도근점 성과		VRS 측량 성과		편차	
	x	y	x	y	dx	dy
1697	317308.340	233167.190	317308.349	233167.206	-0.016	-0.009
1854	317345.940	233199.670	233199.660	317345.929	0.010	0.011
1855	317330.420	233170.130	233170.124	317330.422	0.006	-0.002

TABLE 5. 지상기준점의 정확도

축척	정확도	평면위치 (표준편차)	표고 (표준편차)
1:500~1:600		0.1m 이내	0.05m 이내
1:1,000~1:1,200		0.1m 이내	0.10m 이내
1:2,500~1:3,000		0.2m 이내	0.15m 이내
1:5,000~1:6,000		0.2m 이내	0.20m 이내

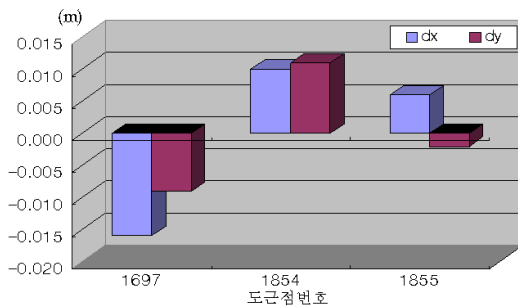


FIGURE 11. 지적도근점 성과와 VRS 측량 성과의 편차 그래프

VRS측량 성과와 지적도근점 성과와의 편차는 x, y 성분별로 각각 $\pm 0.6\text{cm} \sim \pm 1.6\text{cm}$, $\pm 0.2\text{cm} \sim \pm 1.1\text{cm}$ 의 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 이는 국토해양부에서 고시한 공공측량의 작업규정의 축척 1:500~1:600 지도제작을 위한 지상기준점 허용정확도 이내의 값으로 VRS를 이용한 지상기준점 측량이 가능함을 나타내는 결과라 할 수 있다.

2. 토털스테이션 측량 성과와 VRS 측량 성과

표 6은 토털스테이션 측량 성과와 VRS 측량 성과의 편차이며 그림 12는 각 성분별 편차를 그래프로 나타낸 것이다.

TABLE 6. 토털스테이션 측량 성과와 VRS 측량 성과의 편차

No.	편차	
	dx(m)	dy(m)
1	0.025	0.024
2	0.008	0.005
3	0.017	0.015
4	0.011	0.007
5	0.004	-0.002
6	0.001	-0.004
7	0.002	0.050
8	-0.002	0.001
9	-0.012	-0.014
10	-0.020	0.021
12	-0.020	-0.013
13	0.012	0.014
15	0.007	0.011
16	-0.017	0.021
17	0.026	-0.006
18	-0.037	0.028
20	-0.016	-0.019
21	0.003	-0.015
22	-0.033	0.019
23	-0.037	-0.010
24	-0.027	-0.010
25	0.022	0.012
RMSE	± 0.020	± 0.017

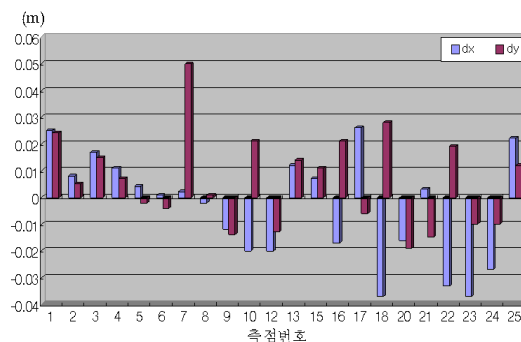


FIGURE 12. 토털스테이션 성과와 VRS 측량 성과의 편차 그래프

VRS 측량 성과와 토털스테이션 측량 성과와의 편차는 x, y 성분별로 최대 3.7cm, 5.0cm, 표준편차는 약 ± 2 cm의 양호한 결과를 얻었으며 VRS 측량의 지형현황측량 활용이 가능할 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 국토지리정보원에서 제공하는 VRS 서비스를 이용한 측량을 실시하고 그 성과를 지적도근점 성과 및 토털스테이션 측량 성과와 비교·분석을 통하여 정확도를 평가하고 VRS 측량의 활용 가능성을 제시하고자 한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, VRS 측량 성과와 지적도근점 성과와의 편차는 x, y 성분별로 ± 1.6 cm 이내의 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 이는 국토해양부에서 고시한 공공측량의 작업규정 세부기준의 축척 1:500~1:600 지도제작을 위한 지상기준점 허용정확도 이내의 값으로 VRS를 이용한 지상기준점 측량의 가능성을 제시하는 것이다.

둘째, VRS 측량 성과와 토털스테이션 측량 성과와의 편차는 x, y 성분별로 최대 3.7cm, 5.0cm, 표준편차는 약 ± 2 cm의 양호한 결과를 얻었다. 현재 지형현황측량 부분에서 토털스테이션 측량이 가장 많이 사용되고 있는 방법임을 감안할 때 이 결과는 VRS 측량의 지형현황측량 활용이 가능함을 제시하는 것이라 판단된다.

셋째, 향후 여러 기관 GPS 상시관측소의 통합운영을 통한 VRS 서비스가 이루어진다면 현장에서 높은 정밀도를 갖춘 데이터를 실시간으로 취득하는 것이 가능하므로 GPS 측량의 정확성, 확장성, 효율성을 높일 수 있을 것이며, ITS 나 LBS 등의 응용 분야에 활용이 가능할 것으로 판단된다. **KAGIS**

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0087434).

참고문헌

- 국토지리정보원. 2003. 가상기준점(VRS) 도입에 관한 연구. 23-66쪽.
- 김선철, 강상구, 이진덕. 2007. Spider Net 방식 Network RTK-GPS측량의 반복재현성에 대한 실험연구. 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집. 37-42쪽.
- 김혜인, 유기석, 박관동, 하지현. 2008. 국토지리정보원 VRS RTK 기준망 내부 측점 측량 정확도 평가. 한국측량학회지 26(2):139-147.
- 박운용, 이용희, 광두호, 배경호. 2003. VRS 개념에 기반한 GPS 상시관측소 활용 연구. 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집. 109-113쪽.
- 이용창, 강준목. 2003. GPS 기준망의 가상기준점에 의한 후처리 측위 분석. 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집. 55-60쪽.
- 이용창. 2004. GPS 상시 관측망에서 산정된 가상기준점 자료의 정확도 분석. 한국지형공간정보학회지 12(1):55-62.
- 정태준, 윤홍식, 황학. 2007. 수직기준 결정을 위한 기초 연구, 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집 55-58쪽.
- Euler H.-J., and B.E. Zebhauser, 2002. Comparison of Different Proposals for Reference Station Network Information Distribution Formats. Proceedings of ION GPS 2002. pp.2311-2321.
- Wanninger, L. 2006. Introduction to Network RTK, IAG Working Group 4.5.1. **KAGIS**