

## VRS 개념에 기반한 GPS 상시관측소 활용 연구

### A Study on Application of GPS CORS Based on VRS Concept

박운용 · 이용희 · 콧두호 · 배경호

Park, Woon-Yong · Lee, Yong Hui · Kwak, Doo Ho · Bae, Kyoung-Ho

부산대학교 토목해양공학부 교수

부산대학교 건설교통정보과 교수

부산대학교 토목공학과 박사

부산대학교 토목공학과 박사과정

#### 要 旨

GPS 상시관측소의 활용과 중요성은 GPS측량에서 폭넓은 사용과 비교적 높은 정확도를 충족시키는 방안으로 점점 더 가치를 더 하고 있다. 현재 RINEX 포맷 형태로 인터넷 서비스를 하고 있는 GPS 상시관측소의 자료를 이용하여 기준점으로써의 가치를 평가하고 또한 시간과 경비를 줄일 수 있는 방법인 VRS-GPS기법을 연구하고자 한다.

본 연구에서는 임의의 기준국을 설치하여, 기존 삼각점과 GPS 상시관측소를 이용해 관측망을 형성, 그 결과를 비교 관찰하였으며 이 기준국을 RTK-GPS의 고정국으로 하여 실시간 측위를 하였다. 고정국은 전자 가상 기준국인 VRS-RTK 개념으로 가정하고 비교, 검증하였다.

Keywords : GPS 상시관측소, Static-GPS, RTK-GPS, VRS-GPS

#### 1. 서론

현재 GPS측량은 지형공간정보시스템, 위성측위시스템, 지능형 교통시스템, 그리고 공간영상정보시스템의 4S(system)와 더불어 각광받고 있으며, 측량 및 측지분야 뿐만 아니라 토목, 해양, 차량항법 등에서 널리 이용되고 있다.

기존의 GPS 측량 방식은 삼각점 성과표를 이용해 실제 삼각점에 수신기를 설치하고 망 조정을 하는 후처리(post-processing)에 의한 방법과 고정점을 이용한 실시간 동적측위(Real Time Kinematic)으로 대표된다. 그러나 VRS(가상기준점 : Virtual Reference Station)개념을 이용해 실제 삼각점을 이용하지 않고, 가상의 기준점을 이용한 후처리 및 실시간 관측을 하여 삼각점까지 오르내리는 시간적인 면과 수신기, 인건에 대한 경제적 부분을 줄여보고자 한다. 여기서 논의하는 VRS 개념은 GPS 상시관측소의 DGPS와 Network-RTK의 기준국으로써의 활용가능성, 효율성 그리고 대중성을 증가할 방안 중 하나이다.

임의의 기준점을 선정한 뒤 VRS의 두 종류인 VRS-RTK와 VRS-Static 중 현재 인터넷 서비스중인 GPS 상시관측소의 자료를 이용한 망조정과 삼각점을 이용한 망조정과의 차를 비교, 분석한 뒤 이 기준점에 고정국을 설치하여 RTK-GPS 측량을 실시하였다.

향후 Network GPS의 기법인 VRS-RTK 개념을 적용하기 위해 이 기준점을 고정국으로 하여 미지점을 RTK-GPS로 획득한 뒤 다시 그 미지점에 대해 GPS 상시관측소를 이용한 Static 측량으로 비교, 분석하였다.

## 2. GPS 상시관측소와 VRS개념

### 2.1 GPS 상시관측소

#### 2.1.1 국토지리정보원의 GPS 상시관측소 구성

무인 GPS 상시관측소 안테나필라 내부	중앙국 관측소(수원 국립지리원 구내)
GPS수신기(2주파)	데이터처리시스템(해석프로그램:Bernese ver4. 2)
GPS안테나 (Choke-ring antenna)	통제 및 제어시스템(프로그램: Gard II)
통신장치(Modem 또는 ISDN)	백업시스템(NT)
경사계	DB용 서버
전원공급장치	통신장치
항온기	프린터

표 1. GPS 상시관측소 구성

#### 2.1.2 GPS 상시관측소 현황 및 활용

현재 국내 GPS 상시관측소 현황은 약 70여개로 각기 다른 용도 및 목적으로 유지, 운영 및 활용되고 있다. 또한 입체적으로 관리하는 주무부서가 없는 관계로 국내의 배치 및 관리, 서비스를 효율적으로 관리하지 못하고 있다. 국토지리정보원에서는 RINEX Format 형식으로 인터넷 서비스, 해양수산부의 비이콘(Beacon) 방식으로 실시하고 있으며, 천문연구소는 MBC와 연계한 FM-DARC 서비스를 준비중이다.

표 2. 기관 별 보유대수 및 목적

기관별	보유대수	목적
국토 지리 정보원	14	정밀 지도제작 및 위성측지기준망 구축
행정자치부	32	지적재조사용GPS기준망 구축, 지각변동, 기상예보, 재해예방 연구 목적
해양수산부	13	지상기준점 제공 서비스
한국천문 연구원	9	지구기준좌표계 실현등의 위치천문연구, 지구자전 및 지각변동 연구, MBC와의 FM DARC/DGPS 서비스
한국지질자원 연구소	4	지진연구

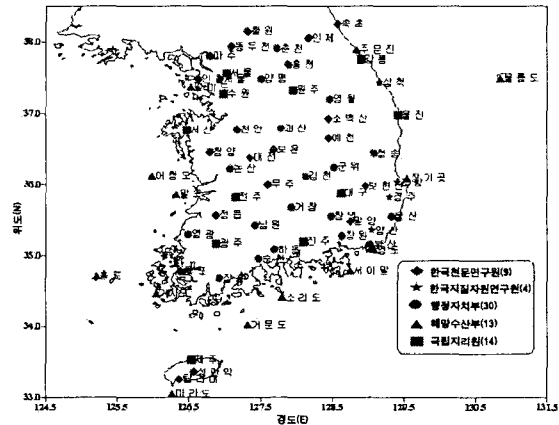


그림 1. 한국의 GPS 상시관측소 배치도

## 2.2 VRS 개념

VRS(Virtual Reference Stations) 시스템은 실제 관측점 A, B, C에서 생성한 관측량을 보간하여 동일 관측시간 동안 가상점 V의 위치에 있는 GPS 수신기의 가상 관측량을 산정한다.

VRS data 전송 기준은 다음과 같다.

- ① 지속적인 자료 수신
  - ② 이동시간에 따른 무제한
  - ③ 통신방식이 전국 포함
  - ④ 24시간 지속적인 서비스
  - ⑤ 저렴한 이용요금 등이 있다.
- 전송 형태별로 일방향 전송과 양방향 전송이 있으며, 인터넷을 이용

한 방법, 휴대폰과 모뎀을 이용한 방법, 그리고 전파를 이용한 비이콘, FM-DARC 방식이 있다.

### 2.2.1 VRS-RTK

RTK-GPS측량은 기지의 고정국에서 위성 시간 오차, 위성 궤도 오차, 전리층 및 대류권 지연 오차의 영향은 기지값의 기준 좌표를 입력하여 계산되고, 의사 거리 보정값은 자료 연결 장치를 통해 이동국에 전송된다. 오차 보정량을 전송하는 RTK 측량은 10~15km의 영역으로 기지의 고정국을 필요로 한다. 그러나 VRS-RTK 측량은 실제 고정 기준국 사용을 대신해, 비존재의 가상 기준국에서 오차를 계산한다. 이런 오차 중에서 가장 명백한 것은 전리층과 대류권 오차이다. 실제 기지의 기준국 위치에서 거리 경중률을 가진 오차를 사용함으로써, 측정가능하고 오차의 근사적인 크기를 알 수가 있을 것이다. 사용자 위치에 근접한 평균 오차를 찾기 위해서는 오차의 근사적인 크기를 알 수가 있을 것이다.

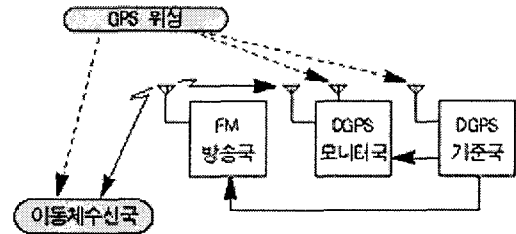


그림 2. FM-DARC 기본 구성도

### 2.2.2 VRS-Static

기존의 삼각점을 고정점으로하는 망조정과는 달리 GPS 상시관측소를 기지점으로하여 망조정을 실행한다. 이때 GPS 상시관측소의 자료 형식은 RINEX Format 형식으로 인터넷에서 다운받아 처리할 수가 있다.

## 3. 실험부

관측장비로는 Topcon사의 GPs 수신기와 라디오 송·수신기 통합형인 Legacy이고, 안테나는 외부형이며, 타입은 Microstrip인 LegAnt 제품을 사용하였다.

표 3. 관측장비의 정확도

구분	정확도
Static/Rapid Static	수평 정확도 : 3mm+1ppm
	수직 정확도 : 5mm+1ppm
RTK GPS	수평 정확도 : 10mm+1ppm
	수직 정확도 : 20mm+1ppm

### 3.1 삼각점을 이용한 삼각망

삼각점을 이용한 삼각망에서 각 측점의 수신시간은 GPS에 의한 정밀 2차 기준점 측량 작업 규정에 의거 4시간씩 실행했으며, 수신간격은 상시관측소와 동일하게 30초 간격으로 수신하였다. 절영도의 1등 삼각점과 황령산의 4등 삼각점을 고정점으로 하여 후처리하였으며, PDOP은 평균 2.0정도로 양호한 위성상태였다. 각 기선별 R.M.S는 X (37.0mm), Y (40.3mm), 그리고 Z (125.8mm)로 나타났다.

표 4. 삼각점 고시성과와 관측치 비교

	고시 성과			관측치			기선 길이	잔 차
	N	E	Z	N	E	Z		
김해 삼각점	191014.463	190956.388	24.590	191014.287	190956.344	24.756	17797.368	14.3
황령산 삼각점	184236.814	192592.222	427.630	184236.812	207407.779	427.778		
절영도 삼각점	175947.421	204971.493	394.720	175947.450	204971.494	394.720		

### 3.2 GPS 상시관측소를 이용한 삼각망

GPS 상시관측소를 이용한 삼각망에서는 상시관측소의 효율적인 적용을 위해 국토지리정부원에서 관리하는 대구와 진주 자료를 이용하였고, 천문 관측소의 밀양 자료를 이용하였다. 마찬가지로 측점의 수신시간은 GPS에 의한 정밀 2차기준점 측량 작업 규정에 의거 4시간씩 실행했으며, 수신간격은 상시관측소와 동일하게 30초 간격으로 수신하였다. 대구, 진주 그리고 밀양을 고정점으로 하여 후처리하였으며, PDOP은 평균 2.0정도로 양호한 위성상태였다. 각 기선별 R.M.S.는 X (12.1mm), Y (16.1mm), 그리고 Z (30.3mm)로 나타났다.

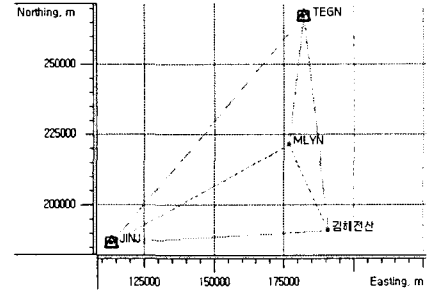


그림 3. 상시관측소를 이용한 망조정

표 5. GPS 상시관측소 고시성과와 관측치 비교 (m)

	고시 성과			관측치			기선 길이	잔차(mm)
	N	E	Z	N	E	Z		
김해 삼각점	191014.463	190956.388	24.590	191014.842	190956.280	24.756	76860.0	3.0
대구 상시관측소	267666.710	182123.521		267358.984	182075.914	59.493		
진주 상시관측소	186711.138	113428.224		186403.668	113379.425	77.288		
밀양 상시관측소				221332.408	176719.839	-2.038		

### 3.3 RTK와 GPS 상시관측소 자료에 의한 임의기준점 성과값 비교

RTK-GPS 측량시 고정국은 상시관측소를 이용한 망조정의 성과값으로 하고 현장에서 임의의 CP-1과 CP-2를 확보하여 RTK-GPS 측량을 하였다. CP에 대한 검증차원에서 Static 측량은 현장의 신속성을 부여하기 위해 2시간 실시하였고, 이때 위성의 상태는 PDOP 2.0이하로 비교적 양호하였다.

따라서 최종 성과값은 순수한 상시관측소를 이용한 Static과 RTK를 성과값임을 알 수 있다. CP에 대한 평균 편심은 N방향으로 0.082m, E방향으로 -0.229m, 그리고 Z방향에 대해서는 -0.218m로 나타났다.

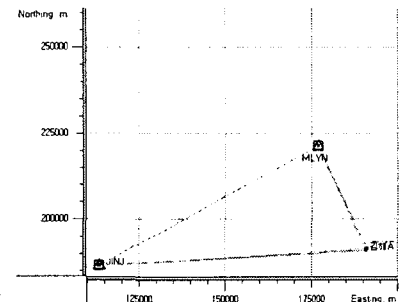


그림 4. 상시관측소를 이용한 CP 망조정

표 6. 임의 기준점에 대한 좌표값

	RTK 성과값			Static 성과값 (상시관측소 이용)		
	N	E	Z	N	E	Z
CP-1	190896.539	190842.535	-10.828	190896.275	190842.555	-10.967
CP-2	191207.729	191299.604	-10.693	191207.911	191299.813	-10.772

## 4. 결론

GPS 상시관측소와 RTK-GPS를 이용하여 임의점의 성과를 검증한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 기존 삼각점을 고정점으로 한 망조정과의 차이는 각 기선별 R.M.S가 X (12.1mm), Y (16.1mm), 그리고 Z (30.3mm)로 나타나므로, 기준점 측량 정밀도 이내이므로 충분히 활용이 가능할 것이다. 시간과 경제적인 면에서 상시관측소의 활용은 더욱 확대될 것이다.

2. RTK-GPS 측량시 삼각점 대신 GPS 상시관측소로부터 현장에 가상의 기준점을 확보하여 후처리로 기준좌표를 설정한 후의 이동국 좌표와 동일점에 대해 상시관측소를 이용한 Static측량과의 좌표차는 N이 0.082m, E가 -0.229m, 그리고 Z방향에서 -0.218m로 나타났다. 향후 통신장치, 전리층이나 대류권 오차 등의 문제점을 극복할 경우 실시간으로 장거리 측량에서도 충분한 정확도를 얻을 수 있을 것이다.

GPS 측량에서는 기선거리가 짧을수록 정밀도나 정확도면에서 효과적이므로 각기 다른 기관에서 관리되고 있는 70여개의 통합운영이 절실히 요구되고 있으며, 현재 국토지리정보원에서 VRS실험을 1, 2차에 걸쳐 하고 있으며, 시스템 구축 후에는 GPS 측량의 획기적인 발전을 기대할 수 있을 것이다. 따라서 VRS를 실시하고 있는 각국의 실태와 기타의 참고 문헌을 통한 깊이 있는 연구가 필요한 시기이다.

## 참고문헌

1. 황창섭 외 3인, 기준점측량을 위한 GPS 상시관측소 활용 방안, 2003한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.61-64
2. 이준석 외 3인, VRS 측량에 의한 실시간 위치 정확도 향상 방안 2003한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.123-126
3. 이용창 외 1인, GPS 기준망의 가상기준점에 의한 후처리 측위 분석, 2003한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.55-60
4. I. Petrovski, S.Kawaguchi, and H. Torimoto, K. Fujii, K. Sassno, M.E. Cannon and G. Lachapelle, "Practical Issues of Virtual Reference Station Implementation for Nationwide RTK Network", GNSS International Symposium. May 2001
5. Bryan Townsend, Gérard Lachapelle, Torbjøbj Nørbech, and Captain J. Raquet, "New Concepts for a Carrier Phase Based GPS Positioning Using a National Reference Station Network", 켈거리대학 논문집, <http://www.geomatics.ucalgary.ca/~lachapel/99NTMBT.pdf>
6. 이상운, FM DARC용 교통정보 수집, 가동 및 전달시스템 개발, 한국 정보통신 기술학회 홈페이지 <http://www.tta.or.kr/StdInfo/jnal/jnal63/htm/7-1.htm>