

연구논문

CORS를 이용한 Single RTK-GPS 정확도 검증

The Verification of Precision of Single RTK-GPS using CORS

박운용* · 이동락** · 이인수*** · 배경호****

Park, Un-Yong · Lee, Dong-Rak · Lee, In-Su · Bae, Kyoung-Ho

요 旨

GPS 측량에서 GPS 상시관측소의 폭넓은 이용성과 높은 정확도로 인해 그 중요성이 점점 커지고 있다. 본 연구에서는 현재 RINEX FORMAT 형태로 인터넷에서 서비스 되고 있는 GPS 상시관측소의 자료를 이용하여 기존 삼각점과 GPS 상시관측소를 이용해 관측망(network)을 형성하여 임의의 기준점의 성과를 도출하였으며, 이 기준점을 고정국으로 하여 RTK GPS 측위를 수행하였다. 그리고 향후, 이 방식을 이용하여 측량 작업시간과 경비를 획기적으로 줄일 수 있는 VRS-GPS 측량에 대해 연구하고자 한다.

핵심용어 : GPS 상시관측소, RTK-GPS, 가상기준점, VRS-GPS

Abstract

The plenty of availability and high precision of GPS CORS is the reason why it become important more and more in the fields of surveying widely. In this study, I extracted the arbitrary point's coordinate which is using GPS CORS data, now served in RINEX FORMAT via Inter-Net, with observation network of the existing triangulation and GPS CORS data. Then, with this arbitrary point as reference station, RTK GPS was performed. And I will study VRS-GPS concept which reduces the time and cost in the fields of surveying.

Keywords : GPS CORS, RTK-GPS, VRS-RTK, VRS-GPS

1. 서 론

현재 GPS 측량은 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 삼각점에 직접 수신기를 설치하고 망 조정을 하는 후처리(post-processing)에 의한 방법과 단독 고정점을 이용한 실시간 동적측위(Real Time Kinematic)로 대표된다. 그러나 가상기준점(VRS:Virtual Reference Station) 기법을 이용해 실제 삼각점을 이용하지 않고, 가상의 기준점을 이용한 후처리 및 실시간 관측을 하여 삼각점까지 오르내리는 시간적인 면과 수신기, 인원에 대한 경제적 부분을 줄여보고자 한다¹⁾.

VRS-GPS(Virtual Reference Station Global Positioning System) 측량에서 GPS 상시관측소(GPS CORS:Global Positioning System Continuous Operating Reference Station)는 DGPS와 Network RTK의 기준국으로써의 활용가능성, 효율성 그리고 대중성을 증가할 방안 중 하나이다. 임의의 기준점을 선정한 뒤 VRS-GPS의 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 실시하였다²⁾.

향후, 다중기준국을 활용한 RTK-GPS의 중 하나인 VRS-RTK 방법을 적용하기 위해 이 기준점을 고정국으로 하여 미지점을 RTK-GPS로 획득하여 다시 그 미지점에 대해 GPS 상시관측소를 이용한 Static 측량으로 결과를 비교, 분석하였다.

2004년 4월 21일 접수, 2004년 5월 25일 채택

* 정회원, 동아대학교 토목해양공학부 교수 (uypark@daunet.donga.ac.kr)

** 정회원, 장신대학 건설환경과 교수 (drlee@csc.ac.kr)

*** (주)한성 U. I. Eng 부설 연구소 연구원 (lis9919@yahoo.co.kr)

**** 동아대학교 일반대학원 토목공학과 박사과정 (qpandora@hanmail.net)

2. GPS 위성관측

2.1 개요

NAVSTAR GPS(NAVigation System Time And Ranging Global Positioning System)는 미 국방성이 군사적 목적으로 운영하는 항법시스템으로, 약 20,183km의 고도를 운행하는 24개의 위성들을 이용하여 지상, 해상 및 공중의 사용자에게 기상상황이나 사용자의 수에 구애받지 않고 측량을 수행할 수 있다. 단일 위성 항법시스템 중 표준 위치 측정 서비스에서는 수평 위치 오차 $36m(2\sigma)$, 수직 위치 오차 $77m(2\sigma)$ 의 정도를 가지고 있다.

2.2 GPS 관측값

GPS의 기본 관측값은 의사거리(pseudo-range), 반송파 위상(carrier phase)과 도플러 위상차(Doppler)이다. 이 관측값의 기본 관측 방정식은

$$P = \rho + c(d_t - d_T) + d_{ion} + d_{trop} + d_\rho + \varepsilon_P \quad (1)$$

$$\Phi = \rho + \lambda N + c(d_t - d_T) + d_{ion} + d_{trop} + d_\rho + \varepsilon_\Phi \quad (2)$$

$$Z = \sigma + c(e_t - e_T) + e_{ion} + e_{trop} + e_\rho + \varepsilon_Z \quad (3)$$

여기서, P : 의사거리 관측치(m)

Φ : 반송파 위상 관측치($m \cdot s^{-1}$)

Z : 도플러 관측치

ρ : 수신기와 위성 간 기하학적 거리(m)

σ : 수신기와 위성간 거리비($m \cdot s^{-1}$)

λ : 반송파 파장($m \cdot cycle^{-1}$)

N : 반송파 위상 정수부 미지정수(cycle)

c : 광속($m \cdot s^{-1}$),

d_t : 위성 시계 오차(m)

e_t : 위성 시계 오차 편차($m \cdot s^{-1}$)

d_T : 수신기 시계 오차(m)

e_T : 수신기 시계 오차 편차($m \cdot s^{-1}$)

d_{ion} : 전리층 지연(m)

e_{ion} : 전리층 지연 편차($m \cdot s^{-1}$)

d_{trop} : 대류권 지연(m)

e_{trop} : 대류권 지연 편차($m \cdot s^{-1}$)

d_ρ : 궤도오차(m)

e_ρ : 궤도오차 편차($m \cdot s^{-1}$)

ε : 수신기 잡음과 다중경로(m)

위 식 (1)과 식 (2)에서 위성과 수신기간의 기하학적 거리는 $\rho = \|\mathbf{r}^s - \mathbf{r}^r\|$ 로 계산할 수 있다. 여기서 \mathbf{r}^r 은 WGS-84에서 수신기의 미지점 지심직각좌표(ECEF: Earth-Fixed Earth-Centered) 위치벡터이고, \mathbf{r}^s 는 WGS-84

에서 위성의 지심직각좌표 위치벡터이다. 식 (1)과 식 (2)에서 전리층 지연오차는 크기가 같지만 부호는 반대이다. 이런 특성은 반송파 위상차에 종종 영향을 미친다.

2.3 차분측위

차분측위(Differential positioning)는 두 대 이상의 수신기를 사용하는 기술로서, 기지좌표를 가진 기지국 A에 한대의 수신기를 정지시켜 설치하고, 이동국 수신기 B는 이동한다. 기지국에서는 의사 거리 보정량(PRC: Pseudo-Range Corrections)과 거리율 보정량(RRC: Range Rate Corrections)을 생성해서 실시간으로 이동국 수신기에 전송한다. 이동국 수신기는 그 보정량을 관측된 의사거리에 적용해서 보정된 의사거리로 단독측위를 수행한다.

2.3.1 코드를 이용한 차분측위

기지국 A의 관측시점 t_0 에서 측정된 코드 의사거리는 아래와 같은 모형을 가진다.

$$R_A^j(t_0) = \rho_A^j(t_0) + \Delta\rho_A^j(t_0) + c\delta^j(t_0) - c\delta_A(t_0) \quad (4)$$

여기에는 방사 궤도오차 $\Delta\rho_A^j(t_0)$ 가 부가되어 있다.

거리 $\rho_A^j(t_0)$ 는 기지값이고 기준시간 t_0 에서 위성 j 에 대한 코드 의사거리보정량은 아래와 같이 모형화 시킬 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{PRC}^j(t_0) &= -R_A^j(t_0) + \rho_A^j(t_0) \\ &= -\Delta\rho_A^j(t_0) - c\delta^j(t_0) + c\delta_A(t_0) \end{aligned} \quad (5)$$

연속적인 거리보정량으로부터 거리율보정량 $\text{RRC}^j(t_0)$ 는 미분으로 계산할 수 있다. 따라서 임의 관측시점 t 에서 코드 의사거리보정량은 아래와 같이 근사적으로 나타낼 수 있다.

$$\text{PRC}^j(t) = \text{PRC}^j(t_0) + \text{RRC}^j(t_0)(t - t_0) \quad (6)$$

여기서 시간지연 $(t - t_0)$ 는 고정밀도에 필수적이다. 관측시점 t 와 이동국 B에서 측정된 코드거리는 식 (4)와 유사한 형태로 아래와 같이 모형화 시킬 수 있다.

$$R_B^j(t) = \rho_B^j(t) + \Delta\rho_B^j(t) + c\delta^j(t) - c\delta_B(t) \quad (7)$$

거리율보정량을 측정된 의사거리에 적용하면 측정 B의 보정된 코드 의사거리는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} R_B^j(t)_{\text{corr}} &= R_B^j(t) + \text{PRC}^j(t) \\ &= \rho_B^j(t) + (\Delta\rho_B^j(t) - \Delta\rho_A^j(t)) \\ &\quad - (c\delta_B(t) - c\delta_A(t)) \end{aligned} \quad (8)$$

여기서는 위성시계오차가 제거되었다. 장기선에서 기지국과 이동국에서 방사궤도오차는 상관성이 높고 동일해서 그 차이를 무시하면 식 (8)은 아래와 같이 수정할 수 있다.

$$R_B^i(t)_{corr} = \rho_B^i(t) - c\Delta\delta_{AB}(t) \quad (9)$$

여기서, $\Delta\delta_{AB}(t) = \delta_B(t) - \delta_A(t)$ 는 결합된 수신기 시계오차이다. 이 방식을 이용하므로 고의적 잡음에 의한 교란효과(위성시계의 떨림, 궤도의 하강)가 제거되고 전리층이나 대류권 굴절과 같은 다른 오차도 제거된다. 따라서 측정 B에서의 단독측위는 보정된 코드 의사거리로 위치정확도가 향상된다. 코드 의사거리보정량은 RTCM (Radio Technical Commission for Maritime) 포맷으로 전송되므로 “RTCM Differential GPS”라고도 한다.

2.3.2 반송파 위상을 이용한 차분측위

기지국 A의 관측시점 t_0 에서 측정한 반송파 위상으로부터 구한 의사거리의 수확모형은 다음과 같다.

$$\lambda\Phi_A^i(t_0) = \rho_A^i(t_0) + \Delta\rho_A^i(t_0) + \lambda N_A^i + c\delta^i(t_0) - c\delta_A(t_0) \quad (10)$$

여기서, N_A^i 는 반송파 위상의 미지정수이고 기준 관측시점 t_0 에서 위상거리보정량은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} PRC^i(t_0) &= -\lambda\Phi_A^i(t_0) + \rho_A^i(t_0) \\ &= -\Delta\rho_A^i(t_0) - \lambda N_A^i - c\delta^i(t_0) + c\delta_A(t_0) \end{aligned} \quad (11)$$

그리고 관측시점 t에서 위상 거리올보정량은 아래와 같다.

$$PRC^i(t) = PRC^i(t_0) + RRC^i(t_0)(t - t_0) \quad (12)$$

여기서 $RRC^i(t_0)$ 는 관측시점 t_0 에서의 거리올보정량이다.

앞과 동일한 절차를 이용해서 관측시점 t에서 이동국의 보정된 위상거리는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\lambda\Phi_B^i(t)_{corr} = \rho_B^i(t) + \lambda\Delta N_{AB}^i - c\Delta\delta_{AB}(t) \quad (13)$$

여기서, $\Delta N_{AB}^i = N_B^i - N_A^i$ 는 결합된 정수 미지정수이다. 고의적 잡음에 의한 오차는 완전히 제거되었다. 측정 B에서의 단독측위는 보정된 위상 의사거리로 이루어져 위치정확도가 향상된다. 위상 거리보정량은 RTCM 포맷으로 전송되거나 수신기별로 다른 포맷으로 전송된다³⁾.

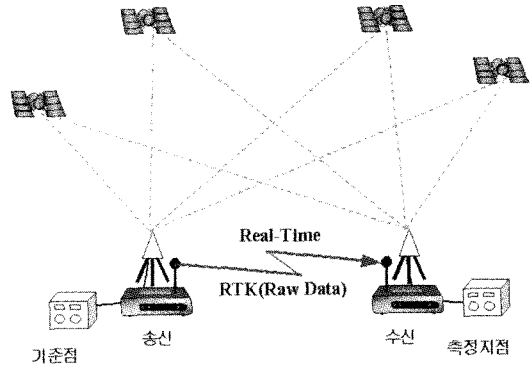


그림 1. Real-Time Kinematic GPS

2.3.3 실시간 동적관측

실시간 동적측량(RTK-GPS:Real-Time Kinematic GPS)에서 높은 정밀도(cm 또는 수십 cm)를 얻기 위해서 반송파 위상을 이용하는 이중차분법(double differencing method)을 사용한다. 원시(raw) 의사거리와 반송파 위상 관측값 또는 그 보정량은 기지국에서 이동국까지 0.5~2 초(sec) 간격으로 갱신하여 전송되어야 한다. 이것이 “실시간 동적측량”이다. 공간상 비상관성(decorrelation)이 이중차분 관측값의 정확도를 저하시키므로 기지국과 이동국의 거리는 10km로 제한한다. 정수부 미지정수(ambiguity)는 이동중 초기화로 고정 할 수 있고 또는 실수해(float solution)로 해결할 수 있다. 정수부 미지정수가 고정되면, cm 수준의 정밀도를 획득할 수 있다. 대안으로 실수부 미지정수 해를 사용하여 수십 cm 수준의 정밀도를 일반적으로 획득할 수 있다. 그림 1은 실시간 동적측량의 개념을 설명하고 있다.

3. GPS 상시관측소와 VRS-GPS 측량

3.1 GPS 상시관측소

3.1.1 국토지리정보원의 GPS 상시관측소 구성

표 1과 그림 2는 현재 국토지리정보원에서 이용하고 있는 상시관측소 외경과 필라 내부 사진 그리고 이 시스템의 구성요소를 기록한 것이다.

3.1.2 GPS 상시관측소 현황 및 활용

현재 국내 GPS 상시관측소의 현황은 약 70여개로 각기 다른 용도 및 목적으로 유지, 운영 및 활용되고 있다. 또한 입체적으로 관리하는 주무부서가 없는 관계로 효율적인 배치 및 관리, 서비스가 효율적으로 이루어지지 관리하지 못하고 있다. 국토지리정보원에서는 RINEX FORMAT, 해

표 1. GPS 상시관측소 구성

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



그림 2. 상시관측소의 안테나와 필라 내부

표 2. 기관 별 보유대수 및 목적

기관 별	보유 대수	목적
국토지리정보원	14	정밀 지도제작 및 위성측지기준망 구축
행정자치부	32	지적재조사용 GPS기준망 구축, 지각변동, 기상예보, 재해예방 연구 목적
해양수산부	13	지상기준점 제공 서비스
한국천문연구원	9	지구기준좌표계 실현 등의 위치천문연구, 지구자전 및 지각변동 연구, MBC와의 FM DARC/DGPS 서비스
한국지질자원연구원	4	지진연구

양수산부는 비콘(Beacon) 방식으로 인터넷 서비스를 실시하고 있으며, 천문연구소는 MBC와 연계한 FM-DARC 서비스를 준비 중이다.

표 2에서 각 기관별 보유 대수와 목적을 나타내고 그림 3에서는 각 기관별 배치현황을 나타낸 것이다.

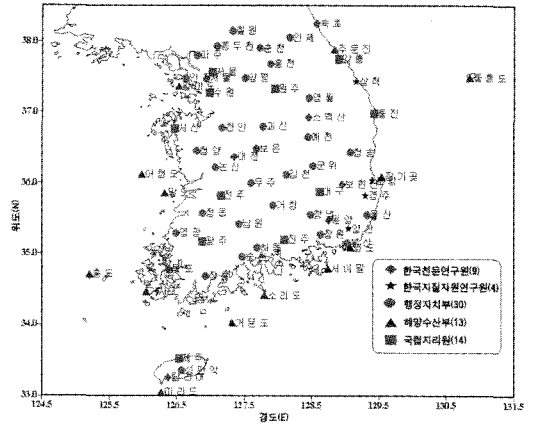


그림 3. 한국의 GPS 상시관측소 배치도

3.2 VRS-GPS 측량

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

VRS 자료 전송 기준은 다음과 같다.

① 지속적인 자료 수신 ② 이동시간에 따른 무계약 ③ 통신방식이 전국 포함 ④ 24시간 지속적인 서비스 ⑤ 저렴한 이용요금 등이 있다. 전송 형태별로 일방향 전송과 양방향 전송이 있으며, 인터넷을 이용한 방법, 휴대폰과 모뎀을 이용한 방법, 그리고 전파를 이용한 비콘, FM-DARC 방식이 있다.

3.2.1 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 대신, 가상 기준국에서 오차를 계산한다. 이런 오차 중에서 가장 뚜렷한 것은 전리층과 대류권 오차이다⁴⁾.

실제 기지의 기준국 위치에서 거리 경중를 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 4는 VRS-RTK 측량 중 하나인 FM-DARC 기본 구성도이다⁵⁾.

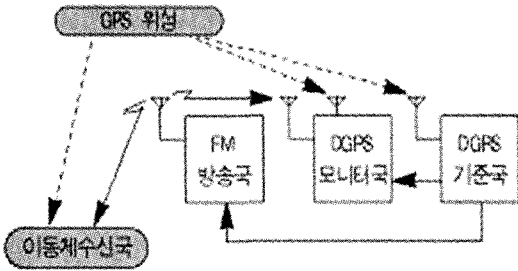


그림 4. FM-DARC 기본 구성도

3.2.2 VRS-Static

이 기법은 기존의 삼각점을 고정점으로하는 망조정과 달리 GPS 상시관측소를 기지점으로하여 망조정을 실행한다. 이때 GPS 상시관측소의 자료 형식은 RINEX FORMAT 형식으로 인터넷에서 다운로드하여 처리할 수가 있다.

4. 실험 및 분석

관측장비로는 Topcon사의 GPS 수신기와 라디오 송·수신기 통합형인 Legacy이며, 안테나는 외부형으로, 타입은 Microstrip인 LegAnt 제품을 사용하였으며 정확도는 표 3과 같다.

4.1 삼각점을 이용한 삼각망

삼각점을 이용한 삼각망에서 각 측점의 수신시간은 GPS에 의한 정밀 2차 기준점 측량 작업 규정에 의거 4시간씩 실행했으며, 수신간격은 상시관측소와 동일하게

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

표 4. 삼각점 고시성과

	고시 성과		
	N	E	Z
김해 삼각점	191014.463	190956.388	24.590
황령산 삼각점	184236.814	192592.222	427.630
절영도 삼각점	175947.421	204971.493	394.720

30초 간격으로 수신하였다.

절영도의 1등 삼각점과 황령산의 4등 삼각점을 고정점으로 하여 후처리하였으며, 위치정밀도 저하율(PDOP: Position Dilution of Precision)은 평균 2.0정도로 양호한 위성상태였다. 각 기선별 평균제곱근오차(R.M.S.E)는 X(37.0mm), Y(40.3mm), 그리고 Z(125.8mm)로 나타났다.

표 4와 표 5는 국토지리정보원에서 고시한 성과값과 김해지역 삼각점 성과를 획득하기 위해 구한 Static측량 성과값을 명기한 것이다.

4.2 GPS 상시관측소를 이용한 삼각망

GPS 상시관측소를 이용한 삼각망에서는 상시관측소의 효율적인 적용을 위해 국토지리정보원에서 관리하는 대구와 진주 자료를 이용하였고, 천문 관측소의 밀양 자료를 이용하였다. 마찬가지로 측점의 수신시간은 GPS에 의한 정밀 2차 기준점 측량 작업 규정에 의거 4시간씩 실행했으며, 수신간격은 상시관측소와 동일하게 30초 간격으로 수신하였다. 대구, 진주 그리고 밀양을 고정점

표 5. 삼각점 관측값

	관측값		
	N	E	Z
	기선 길이(m)		잔차(mm)
김해 삼각점	191014.287	190956.344	24.756
황령산 삼각점	184236.812	207407.779	427.778
	17797.368		14.3
절영도 삼각점	175947.450	204971.494	394.720
	20581.423		0.6



그림 5. 임의의 삼각점에 대한 static측량

으로 하여 후처리하였으며, PDOP은 평균 2.0정도로 양호한 위성상태였다.

그림 5는 삼각점에 대한 static측량모습이며 그림 6은 대구, 진주, 밀양을 고정점으로 한 삼각망도를 명기한 것이다.

각 기선별 R.M.S.E는 X(12.1mm), Y(16.1mm), 그리고 Z(30.3mm)로 나타났다.

표 6은 국토지리정보원에서 고시한 성과값을 표로써

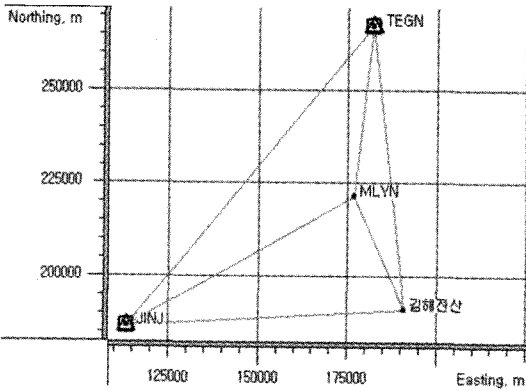


그림 6. 상시관측소를 이용한 망조정

표 6. GPS 상시관측소와 삼각점 고시성과(m)

	고시 성과		
	N	E	Z
김해 삼각점	191014.463	190956.388	24.590
대구 상시관측소	267666.710	182123.521	
진주 상시관측소	186711.138	113428.224	
밀양 상시관측소			

표 7. 상시관측소를 이용한 삼각점 성과 비교

	관측값		
	N	E	Z
	기선 길이(m)		잔 차(mm)
김해 삼각점	191014.842	190956.280	24.756
대구 상시관측소	267358.984	182075.914	59.493
	76860.0		3.0
진주 상시관측소	186403.668	113379.425	77.288
	77721.1		18.3
밀양 상시관측소	221332.408	176719.839	-2.038
	33497.8		-8.4

정리하였고 표 7은 인터넷에서 RINEX 형태로 서비스하고 있는 GPS 상시관측소 자료를 다운로드하여 후처리한 김해 삼각점에 대한 성과값을 획득하였다.

4.3 RTK와 GPS 상시관측소 자료에 의한 임의기준점 성과값 비교

RTK-GPS 측량 시 고정국은 상시관측소를 이용한 망 조정의 성과값으로 하고, 현장에서 임의의 CP-1과 CP-2를 확보하여 RTK-GPS측량을 하였다. CP에 대한 검증 차원에서 Static 측량은 현장의 신속성을 유지하기 위해 2시간 실시하였고, 이때 위성의 상태는 PDOP 2 이하로 비교적 양호하였다.

그림 7은 검사점에 대한 RTK-GPS 측량 모습이고 그림 8은 이 검사점에 대해 상시관측소 자료를 이용한 망 조정의 모습이다.

따라서 최종 성과값은 GPS 상시관측소를 이용한 Static 측량과 RTK GPS의 성과이다. 각 기법 별 성과값은 표



그림 7. RTK-GPS 측량작업

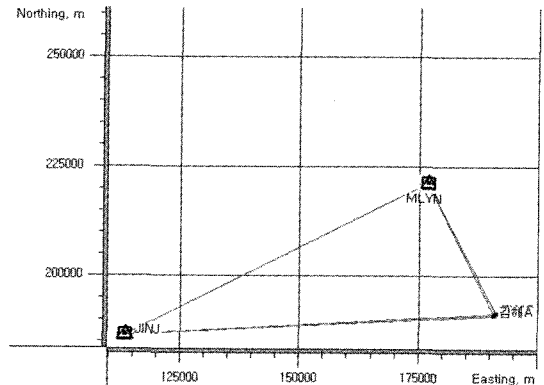


그림 8. 상시관측소를 이용한 CP 망조정

표 8. 검사점의 좌표값(RTK-GPS 측량시)

	RTK 성과값		
	N	E	Z
CP-1	190896.539	190842.535	-10.828
CP-2	191207.729	191299.604	-10.693

표 9. 검사점의 좌표값(상시관측소 이용시)

	Staic 성과값		
	N	E	Z
CP-1	190896.275	190842.555	-10.967
CP-2	191207.911	191299.813	-10.772

8과 표 9에 명기하였다.

CP-1, CP-2에 대한 평균 편심은 N방향으로 0.082m, E방향으로 -0.229m, 그리고 Z방향에 대해서는 -0.218m로 나타났다.

5. 결 론

GPS 상시관측소와 RTK-GPS 측량을 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 이내 이므로 충분히 활용이 가능하여 시간과 경제적인 면에서 상시관측소의 활용은 더욱 확대될 것이다.
2. RTK-GPS 측량시 삼각점 대신 GPS 상시관측소로부터 현장에 가상 기준점(VRS)을 확보하여 후처리로 기준좌표를 설정한 후, 획득한 임의점 좌표와 동일점에 대해 상시관측소를 이용하여 Static 측량으로 구한 성과차이는 N이 0.082m, E가 -0.229m, 그리고 Z방

향에서 -0.218m로 나타났다. 향후 통신장치, 전리층이나 대류권 오차 등의 문제점을 극복할 경우 실시간으로 장거리 측량에서도 높은 정확도를 얻을 수 있을 것이다.

GPS 측량은 일반적으로 기선거리가 짧을수록 정밀도나 정확도면에서 효과적이므로 각기 다른 기관에서 관리되고 있는 70여개의 GPS 상시관측소의 통합운영이 절실히 요구되고 있으며, 현재 국토지리정보원에서 VRS 실험을 1, 2차에 걸쳐 수행하였으며, 시스템 구축 후에는 GPS 측량의 획기적인 발전을 기대할 수 있을 것이다.

Network RTK 방식이 기존 RTK-GPS 방식에 비해 우수한 실용성을 가지고 있음을 독일, 북유럽, 호주, 미국, 일본, 싱가포르 등의 연구 및 실험 논문을 통해 입증하였다.

이런 각국의 실태와 기타의 참고 문헌을 통해 우리의 실정에 맞는 VRS 방식을 채택하기 위한 깊이 있는 연구가 필요한 시기이다.

참고문헌

1. 이상운, "FM DARC용 교통정보 수집, 가동 및 전달시스템 개발", 한국 정보통신 기술학회 홈페이지 <http://www.ita.or.kr/StdInfo/jnal/jnal63/hnm/7-1.htm>
2. 이용창, 강준목, "GPS 기준망의 가상기준점에 의한 후처리 측위 분석", 2003한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 57.
3. 황창섭, 이계동, 신계종, 이재기, "기준점측량을 위한 GPS 상시관측소 활용 방안", 2003한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 61-64.
4. B.Hofmann-Wellenhot, H.Lichtenegger, and J.Collins, 1997, "Global Positioning System Theory and Practice : Fourth, revised edition", pp. 185-187.
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", 1999, the University of Calgary, Canada.