

남극 GPS측량을 위한 최적방법 연구 Precise GPS Surveying in Antarctica

손호웅¹⁾ · 박준규²⁾ · 박은호³⁾

Shon, Howoong · Park, Joon Kyu · Park, Eunho

¹⁾ 정회원 · 배재대학교 공과대학 건설환경철도공학과 교수(E-mail: hshon@pcu.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 충남대학교 토목공학과 겸임교수(E-mail: surveyp@empal.com)

³⁾ 배재대학교 건설환경철도공학과 석사과정(E-mail: geopeh@gmail.comk)

Abstract

Korea established a King Sejong Station in King George Island in 1988. With the establishment of a station, various researches such as geology, biology, geophysics and meteorites have been conducted. Surveying and mapping has been performed since 1990, however, the results had a large errors due to old GPS instrument and autonomous positioning with SA. In this study new GPS surveying was tried using a state-of-the-art GPS instrument and relative positioning.

요 지

본 연구에서는 세종기지 주변의 지리정보 시스템 구축을 위하여 정확한 정밀좌표를 취득하고자 GPS 상대측위를 실시하였다. 한편, 이제까지 항공사진 및 영상분석에 의해서만 실시되었던 마리안 소만의 빙벽의 변위/후퇴양상을 GPS 측량에 의해 정량적 분석을 제시하여 향후 남극에서 이루어지는 지리정보시스템 연구의 기초자료를 제공하고자 하였다.

1. 서 론

남극(南極: Antarctica)은 지축의 남단인 남위 90°지점으로서 지구의 최남단에 위치하며, 남위 60° 이남의 섬과 남극해를 포함하는 남극점 주위 지역을 남극대륙이라고 한다. 남극대륙은 남극권 이남 거의 전부를 차지하고 있으며 남극해에 의해 둘러싸여 있다. 면적은 약 1,440만 km²로서 아시아, 아프리카, 북아메리카, 남아메리카에 이어 다섯 번째로 큰 대륙이며, 한반도의 약 60배에 달하는 면적이다. 대륙의 중심부는 해발고도 4,000m에 달하는 고원을 이루고 있으며, 대륙의 평균고도는 약 2,300m이다. 남극의 약 98%는 얼음으로 덮여 있으며, 얼음은 평균 두께는 약 1.6km에 이른다. 지구상의 전체 빙하면적의 86%, 체적의 90%를 남극의 얼음이 차지하고 있다. 이러한 얼음의 양은 지구 담수(fresh water)의 70%를 차지한다. 얼음으로 덮이지 않은 면적은 약 28만km²에 불과하다.

한국은 1986년 남극조약에 33번째로 가입하였고, 1989년 10월에는 남극조약협약당사국(총 23개국)의 지위를 획득함으로써 남극대륙의 자원개발을 위한 기득권 확보는 물론, 남극의 대기, 기상, 지질, 생물 등 기초과학 분야뿐만 아니라 동토건설을 위한 영구동토의 특성 연구 등 응용분야의 연구에도 기여하고 있다. 세종기지는 준공이후 20여년간 많은 분야에서 괄목할만한 연구가 수행되어오고 있으나, 세종기지에서 보유하고 있는 지형도가 부정확하여 연구에 어려움을 가지고 있다. 한편, 지리정보시스템(GIS) 구축을 위해서는 정밀한 위치정보 및 지리정보를 획득, 구축할 필요성이 대두되었다.

세종기지에는 (삼각)기준점(KSJ1, KSJ2, KSJ3)이 표설되어 있으며, 이들 기준점, 특히 세종기지에서 제일 접근성이 좋은 KSJ1에 대해 1990년 이후 GPS 측량이 수행되어 왔으나, 대부분 2000년 5월 SA(Selective availability)의 해제 이전에 측위가 실시되었고, GPS 단독 측위(autonomous positioning)를 실시하여 세종기지의 측량기준점 성과에 많은 오차를 가지게 되었다. 따라서 본 연구에서는 세종기지 주변의 지리정보 시스템 구축을 위하여 정확한 정밀좌표를 취득하고자 GPS 상대측위를 실시하였다. 한편, 이제까지 항공사진 및 영상분석에 의해서만 실시되었던 마리안 소만의 빙벽의 변위/후퇴양상을 GPS 측량에 의해 정량적 분석을 제시하여 향후 남극에서 이루어지는 지리정보시스템 연구의 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. GPS 측량

1990년 이후 세종기지의 기준점에 대한 GPS에 의한 좌표측량은 2000년 5월 오차의 주요 오차 원인 중의 하나인 SA가 해제되기 전에 실시하여 측량성과가 좋지 않은 면이 있었다. 또한 이러한 오류를 극복하기 위해서는 상대측위에 의한 DGPS방식을 채용하여야 했지만 지금까지 세종기지에서의 측량은 단독측위 방식으로 수행되어 많은 오차를 갖고 있다고 볼 수 있다. 또한 사용된 대부분의 GPS장비가 1주파 수신 GPS 장비로서 취득된 자료를 잘 처리한다 하더라도 오차를 많이 가질 수밖에 없었다. 따라서 본 연구에서는 정밀한 좌표획득을 위하여 재측량을 실시할 필요가 있는 것으로 판단하였다. 한편, 자료처리과정에서도 정밀도 향상을 위하여 장시간 GPS 정지측량자료에 대해 일반 방송력이 아닌 정밀궤도력을 이용한 기선해석 및 망조정 처리, 분석을 하여 정밀한 측량좌표를 획득하고자 하였다.

GPS를 이용하여 정확한 WGS84 좌표를 취득과 지리정보 시스템 구축을 하기 위해서는 관측지역 및 지점에 대한 사전조사 및 GPS 사전 계획수립이 중요하다. GPS 사전 계획수립에서는 정확한 관측에 필수적인 사항들 즉, 관측시간에 따른 위성의 수, 위성의 상태, PDOP 및 지구운동모델, 전리층과 같은 대기모델 등을 고려하여 관측계획을 실시하였다.

2.1 연구대상지

본 연구 대상지역인 세종과학기지는 남셰틀랜드 제도(South Shetland Islands)의 섬들 가운데 킹조지섬(King George Island)과 넬슨섬(Nelson Island)으로 둘러 싸인 맥스웰만(Maxwell Bay)에 있다(Fig. 3.1a, b).

세종기지는 1986년 11월 33번째로 남극조약 서명 국가가 된 후 세종기지 건설과 함께 남극지역의 해저지형 및 지층탐사, 저서생물, 해양생물, 육상지질, 육상식물, 대기, 고층대기, 지구물리 관측, 해양학적 환경 특성 규명, 자원 조사 등의 다양한 연구·조사활동을 하여오

고 있으며, 1989년 10월 세계 23번째 남극조약협약당사국 지위를 획득하였다.

킹조지섬은 남미대륙 최남단으로부터 1,200km 거리에 있으며 현재 킹조지섬에는 한국, 중국, 칠레, 러시아 등 8개국 기기가 상주하고 있다. 세종기지는 킹조지섬의 바톤(Barton)반도에 위치하고 있다. 연구 대상지역은 세종기지를 포함한 바톤반도와 위버(Weaver)반도이다.

2006-2007 하계연구 기간동안 1차연구를 수행하였으며, 2007-2008 하계연구 기간동안 2차연구를 수행하였다. 연구기간 동안 일조량은 풍부하지만 영하 15℃ 이하의 온도와 풍속 20m/s 정도의 강한 강풍이 부는 날도 있었으며, 강한 눈바람인 블리자드(blizzard)로 연구수행에 많은 제약조건이 있었다.

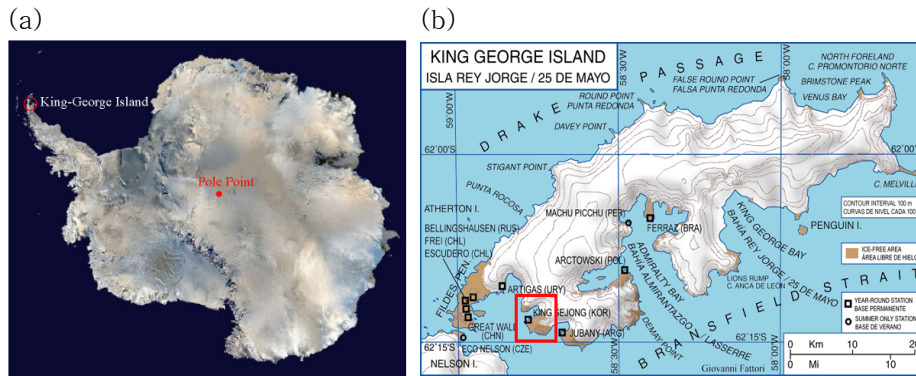


Fig. 1 Location of King Sejong Station (a) in Antarctica and (b) in King George Island

2.2 기존 측량자료 및 성과

1990년 이후 세종기지의 기준점에 대한 GPS에 의한 좌표측량은 2000년 5월 오차의 주요 오차 원인 중의 하나인 SA가 해제되기 전에 실시하여 측량성도가 좋지 않은 면이 있었다. 또한 이러한 오류를 극복하기 위해서는 상대측위에 의한 DGPS방식을 채용하여야 했지만 지금까지 세종기지에서의 측량은 단독측위 방식으로 수행되어 많은 오차를 갖고 있다고 볼 수 있다. 또한 사용된 대부분의 GPS장비가 1주파 수신 GPS 장비로서 취득 자료를 잘 처리한다 하더라도 오차를 많이 가질 수밖에 없다.

2006-2007 1차 하계연구기간 및 2007-2008 2차 하계연구기간 동안의 DOP 수치와 인공위성수를 비교하여 볼 때 최근 남극에 대한 국제적인 관심이 증가함에 따라 매우 향상되었음을 확인할 수 있었으며, GPS 인공위성 수신상태도 좋아졌음을 확인할 수 있었다. Table 1은 세종기지의 기준점 및 수준점 역할을 하고 있는 KSJ1 기준점에 대한 그동안의 GPS 측량성도를 정리한 것으로 자료성도에 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

Table 1. WGS84 coordinates of KSJ1 in King Sejong Station by various surveyors

	WGS84 Coordinates		Remark
	Latitude(B)	Longitude (L)	
1	62°13'23.587"S	58°47'21.287"W	김예동과 권순재, 1990
2	62°13'21.885"S	58°46'56.621"W	유홍룡과 권수재, 1991*
3	62°13'23.597"S	58°47'21.327"W	김규중 등, 1998

2.3 관측장비

본 연구에서 GPS 측량을 위해 사용된 수신기와 안테나는 2006-2007 1차 하계연구 기간 동안에는 Trimble사의 5700모델과 5800모델을 사용하였다. 5800모델은 해안선 측량을 위해 GPS RTK측량시 기지국(base)으로 사용하였으며, 5700모델은 이동국(Rover)으로 사용하였다.

2.4 측량 및 망구성

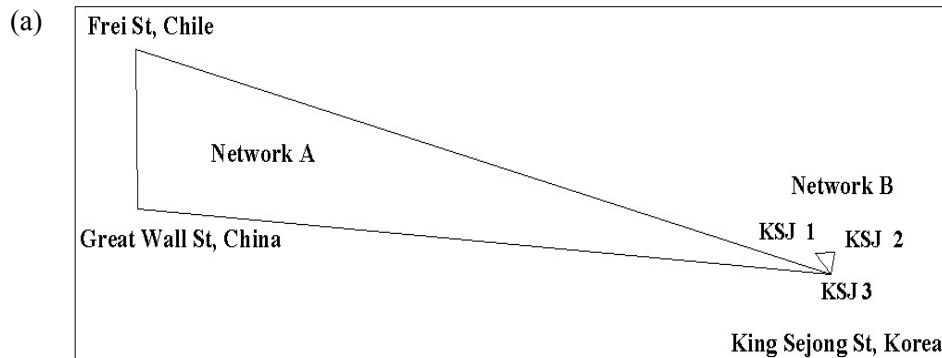
세종기지의 정확한 GPS 기준점 측량을 실시하기 위해 상대측위 및 폐합조정을 위하여 삼각망을 구성하였다. 상대측위를 실시하기 위하여 남극의 중국 장성기지에 위치한 GPS 기준점을 활용하고자 하였으며, 중국 남극측량센터 (Chinese Antarctic Center of Surveying And Mapping: CACSM)로부터 기준점 측량성과를 확보하였다.

Table 2. WGS84 Coordinates of GPS reference station in Great Wall Station, China, Antarctica

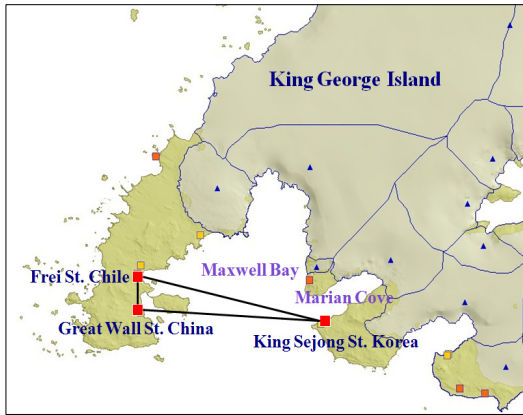
WGS84	Latitude	Longitude	Height(m)
	62°12'58.59874"S	58°57'44.06956"W	34.283

중국 장성기지의 GPS측량 기준점을 기점으로 GPS 기준점 관측망을 계획하였다. 관측망은 기본적으로 삼각망을 구성하여 폐합조정이 가능하도록 하였으며 기준점 및 대상지역에 대한 사전조사를 실시하였다. 사전작업은 후속작업에 큰 영향을 미치므로 매우 신중하게 하였으며, 측량 기준점의 이상 유무 확인, 경로, 시통, 상공 시계 확보, 관측시 장애물 등을 조사하고, GPS측량시 부근의 레이다 기지, 송신탑 등 전파반사에 의한 다중경로(Multipath)발생 장소를 피하였다.

세종기지에서는 3개의 (삼각)기준점 중에서 관측점 주변의 전자파 수신장애 및 Multipath 영향을 가장 적게 받을 것으로 판단되는 KSJ3 기준(삼각)점을 기본적으로 선택 하였다. 이렇게 중국의 장성기지, 칠레의 프레이기지, 한국의 세종과학기지 등 3지점을 한 세션(Session)으로 구성하였고, 이를 Network A라 정의하였다. Network A에서 얻은 세종기지의 KSJ3 기준점을 기준으로 세종기지 내 3개의 기준점 KSJ1, KSJ2, KSJ3를 다시 삼각망을 구성하였으며, 이를 Network B로 정의하였다.



(b)



(c)



Fig. 2 (a) GPS surveying networks; (b) Network A and, (c) Network B

2.5 결과

GPS 자료처리는 중국 장성기지의 GPS 측량기준점을 고정으로 하여 처리하였으며, 수준점은 세종과학기지내 KSJ1의 수준점(9.869m)을 고정하였다. 세종과학기지의 수준점은 1991년 2월에 1개월간 조위관측한 자료를 이용하여 평균해수면을 구하였으며, 이로부터 KSJ1에 수준점(BM)을 설치하였다.

GPS자료처리 과정에서 모든 좌표는 UTM(Universal Transverse Mercator)좌표를 사용하였으며, Zone 21의 S(south)를 적용하였다. GPS 자료처리에 의한 최종 조정좌표를 Table 3.6과 3.7에 정리하였다. 좌표는 WGS84좌표와 UTM 좌표로 나타내었다. 세종기지 내 삼각점 KSJ2, KSJ3은 KSJ1(BM, 9.869m)로부터 수준측량을 실시하여 정표고를 고정하였다. 중국 장성기지의 기준점은 N, E 및 타원체고(ellipsoidal height)를 고정시켰다.

Table 3. WGS84 coordinates of reference station in King Sejong Station

Reference Point	Latitude	Longitude	정표고 (m)
KSJ1	62° 13' 23.5593" S	58° 47' 21.4045" W	9.869
KSJ2	62° 13' 23.2784" S	58° 47' 03.4366" W	15.623
KSJ3	62° 13' 31.3822" S	58° 47' 07.4553" W	38.040

3. 결론

남극 세종과학기지에서 2006년에서 2009년 까지 3차례의 하계기간동안 GPS 기준점 측량을 수행하였다. 현재 보유하고 있는 세종기지 주변의 수치지형도와 측량 기준점 좌표가 오차를 가지고 있는 바, GPS 기준점 측량을 실시하여 세종기지 삼각기준점의 정밀, 정확한 좌표 획득 하였다. 또한, GPS 해안선 측량을 실시하여 마리안 소만 빙벽 후퇴의 변화량을 측정하였고 경량 항공사진측량을 실시하여 세종과학기지 및 주변지역의 수치지형도를 제작하였다. 중국장성기지(GreatWall St. China)의 기지점을 이용하여 상대측위를 실시하였다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비 지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었으며, 한국과학재단 특정기초연구사업(R01-2007-000-20194-0)의 일부 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- 강준목, 박운용, 이용창, 1994, Geoid 기준설정이 타원체간 좌표변환에 미치는 영향, 한국측지학회지, 12권, 1호, pp.69~76
- 김규중, 남상헌, 진영근, 이덕기, 김예동, 유인성, 2000, Global Positioning System(GPS) 관측을 통한 세종기지의 위치변화 측정, ECPP 99001-03, 9절, 640-662
- 김용권, 백원대, 조규표, 1994, 세종기지 주변 수심 및 육상 측량, 남극환경 및 자원탐사 기술, BSPN 00221-702-7, 4절, 741-751
- 김예동, 권순재, 1990, GPS를 이용한 남극 세종기지의 위치 측정, Ocean Research, 14권, 1호, 35-39
- 남상헌, 1994, 세종기지 기준점으로서의 중력전이, Korean Journal of Polar Research, 5, 2, 9-13,
- Hernandez-Pajares, M., Juan, J.M., Sanz, J., and Colombo, O.L., 1999, "Precise Ionospheric Determination and its Application to Real-Time GPS Ambiguity Resolution", Institute of Navigation ION GPS'99, Nashville, Tennessee, U.S.A
- Hofmann-Wellenhof., B. H. Lichtenegger, and Collins., J. 1992, Global Positioning System, Springer-Verlag Wien New York
- Lemoine F.G., D.E. Smith, R. Smith, Kunz, E.C. Pavlis, N.K. Pavlis, S.M. Klosko, D.S. Chinn, M.H. Torrence, R.G. Williamson, C.M. Cox, K.E. Rachlin, Y.M. Wang, S.C. Kenyon, R. Salman, R. Trimmer, R.H. Rapp, R.S. Nerem, 1996, The Development of the NASA GSFC and DMA Joint Geopotential Model, International Symposium on Gravity, Geoid, and Marine Geodesy 1996(GraGeoMar96), 146.
- Nard, G., Broustal, j. and Gounon, R, 1989, Real Time Differential GPS and Postprocessed Accurate Trajectories Recovery~An Update of Methods and Results, Proceedings of ION GPS'89, 333~342
- Seeber, G. and Wubbena, G., 1989, Kinematic Positioning with Carrier Phase and on the way Ambiguity Solution, Proceeding of the Fifth International Symposium on Precise Positioning with Global Positioning System, II, 600~609.
- Teasley, S. P., Hoover, W. M. and Johnson, C.R, 1980, Differential GPS Navigation, IEEE Position Location and Navigation Symp, 9~16.