

GPS보정항법 시스템을 활용한 절개지 위치조사 기법

Location Technique of Cutting Area Used by GPS Augmentation System

강호윤¹⁾ · 강인준²⁾ · 송석진³⁾

Ho-Yun, Kang · In-Joon, Kang · Suk-Jin, Song

Abstract

Collapses of cutting area have frequently occurred due to heavy rainfall caused by the recent unusual weather patterns. Collapses of cutting area have the most crucial influence on the damaged property and casualties. Therefore, formulating and preparing an effective measures and control system is urgent. For this reason, in this study, we researched formation investigation method of location-based cutting area for an efficient management of cutting area. We conducted comparative and analytic research on the hand GPS method and DGPS method which is GPS augmentation system, using SBAS signals. The results of the research showed that there was difficulty in discerning the accurate shape of cutting area when the existing method was used; however, the detecting the shape of four sides and accurate location was possible when DGPS was used. Consequently, it is possible to establish a preventive measures for cutting area, which considers the condition of the surrounding environment of cutting area because the polygon based management of incision cliff is attainable, apart from the existing control point based approach.

Keywords : SBAS, GBAS, DGPS, Cutting Area

초 록

최근 이상기후로 인한 집중호우의 증가로 절개지 붕괴사고가 빈번하게 발생하고 있다. 절개지 붕괴사고는 재산 및 인명피해에 가장 큰 영향을 끼치고 있어 적극적인 대책마련과 관리체계가 시급한 편이다. 따라서 본 연구에서는 절개지의 효율적인 관리를 위해 절개지 위치기반의 형상조사기법에 대해 연구를 하였다. 기존의 핸드 GPS방법과 GPS보정항법시스템인 SBAS신호를 활용한 DGPS방법의 비교분석을 실시하였다. 연구결과 기존의 방법의 경우 절개지의 정확한 형상파악에는 어려움이 있었으나 DGPS를 활용할 경우 사면의 형상파악 및 정확한 위치파악이 가능하였다. 따라서 기존에 포인트 위주의 사면관리에서 폴리곤기반의 절개지 관리가 가능하여 절개지 주변의 지형적인 여건을 고려한 절개지 방지대책 수립이 가능하다.

핵심어 : SBAS, GBAS, DGPS, 절개지

1. 서 론

GPS(Global Positioning System)는 범 지구위치결정시스템으로 GNSS(Global Navigation Satellite System)의 한 분류에 속한다. GNSS는 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS(GLObal NAVigation Satellite System), 유럽의

GALILEO(satellite navigation)로 크게 구분할 수 있으며 이 밖에도 중국의 COMPASS(北斗,) 일본의 QZSS(Quasi-Zenith Satellite System), 인도의 GAGAN(GPS and Geo Augmented Navigation system) 등이 있다. GPS는 초기에 군사목적으로 제작되었으나 현재는 차량항법시스템 및 정밀측지 등 광범위한 분야에서 이용되고 있다.

1) 정회원 · 도로교통대학 토목과 겸임교수(E-mail:happy76@pusan.ac.kr)

2) 교신저자 · 정회원 · 부산대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 교수(E-mail:ijkang@pusan.ac.kr)

3) 정회원 · 부산대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 박사과정(E-mail:songsjin@pusan.ac.kr)

최근에는 절개지 위치파악 및 조사를 위해 GPS를 활용하는 연구가 진행되고 있다. Mobile PC를 이용한 절토사면 현황조사 기법 개발(구호본 등, 2007)로 국도에 위치한 절토사면 현황조사에 적용방법에 대해 제안을 하였고, 도심절개지의 경우 모바일 환경의 경사지 공간정보 획득 프로그램 구축(강인준 등, 2009)으로 절개지 위치 확보방안에 대한 연구가 진행되었다. 그러나 대부분 핸드 GPS기반의 위치조사 연구로 절개지에 대한 정확한 위치 및 형상에 대한 정보획득은 어려웠다(강호윤, 2009; 강호윤, 등 2007). 즉, 대부분의 시스템들이 절개지의 형상 및 규모에 상관없이 하나의 포인트로 관리하고 있는 실정이다.

우리나라는 국토의 70%이상이 산악지역으로 이루어져 있어 절개지 붕괴사로인한 경제적, 사회적 손실이 증가하고 있다. 또한 최근의 이상기후로 인한 국지성 집중호우의 경우 절개지 붕괴사고를 유발시키는 가장 큰 요인으로 작용하고 있다. 따라서 이러한 절개지 붕괴사고는 국내의 문제뿐만 아니라 전 세계적으로 관심이 많은 부분이다. 따라서 본 논문에서는 기존의 절개지 위치 및 현황파악에 대한 포인트 위주 관리의 문제점을 제시하고 최근 GPS 보정항법시스템을 적용한 DGPS측량을 이용하여 절개지 위치 및 현황조사 기법을 제시함으로써 절개지 위치기반의 관리를 통해 붕괴사고에 대한 피해를 최소화 하고자 한다.

2. GPS보정항법 시스템

GPS를 이용한 측위방법은 크게 단독측위와 상대측위로 구분할 수 있다. 단독측위는 한 대의 수신기를 이용하는 방법으로 내비게이션 등에 가장 많이 적용되는 방

법으로 정확도는 약 10m 이내(민간용 표준측위서비스(standard point positioning : SPS)에서 C/A코드 사용 시)이다. 상대측위는 두 대의 수신기를 이용하는 방법으로 한 대는 기지국 나머지 한 대는 이동국이 되어 GPS 오차량을 보정하는 시스템으로 측량방법에 따라 수 cm까지 확보가 가능하다. 또한 수신방식에 따라 코드방식과 반송파 위상 관측방법으로 구분한다. 코드방식의 경우 위치 결정시간이 빠르며 수신기 가격이 저렴한 장점은 있지만 상대적으로 정확도(5~10m)가 낮아 항법용으로 주로 이용된다. 반송파 위상관측의 경우 위치결정을 위해 위성 수신시간이 많이 소요되며 GPS수신기 가격이 고가이지만 고 정확(수mm~수cm) 위치 결정이 가능하여 측량용으로 주로 이용된다. 표 1은 GPS측위방법 및 정확도(공간정보공학, 2002; B. Hofmann-Wellenhof 등, 2009)를 나타낸 것이다.

여기서 DGPS측량은 코드처리 방식의 장점을 이용하면서 위치정확도를 높이는 방법으로 GIS현황조사 등에 주로 이용되는 방법이다. 2대 혹은 그 이상의 수신기를 이용하여 1대는 기준국 즉 고정된 기지점에 설치하고 다른 1대의 수신기는 이동을 하면서 측량이 이루어진다. 이때 양쪽의 수신기에서 최저 4개 이상의 위성이 동시에 관측되어야 한다. 고정국의 기지좌표는 GPS관측으로 얻은 좌표 또는 의사거리에 대한 보정량(correction)을 계산하는데 이용된다. 이렇게 계산된 보정량은 특정한 무선통신으로 이동수신기에 전송되고, 이를 통해 이동수신기의 위치가 단독측위에 비해 높은 정밀도로 계산된다. 즉, DGPS측량은 2대 이상의 수신기를 이용하여 측량이 이루어짐으로 이러한 문제를 해결하기 위해 위성항법보정시스템을 활용한다(B. Hofmann-Wellenhof 등, 2009).

표 1. GPS측위방법 및 정확도

측위방식		정도	처리	계산방식
단독측위(Point Positioning)		약10m이내 (SPS, C/A)	측시	코드처리
		수 m이내 (PPS, C/A와 P)		
상대측위	다퍼럴설 측위(DGPS)		측시	코드처리
	2-3m이내 (C/A코드)			
	1m 이내 (P코드)			
측위	간섭	Static	수처리	반송파처리
		Kinematic		
	RTK		측시	

2.1 항법보정시스템

위성항법보정시스템은 크게 LADGPS(Local Area DGPS)와 WADGPS(Wide Area DGPS)로 분류된다. LADGPS는 하나의 지상 기지국으로부터 생성된 위치보정신호를 VHF 또는 MF 전파를 이용하여 중장거리의 DGPS 기능을 수행하는 것(Yun 등, 2008)으로 국내의 경우 Beacon DGPS를 들 수 있다. 이는 국토해양부에서 선박이나 항공기의 항로안내를 위해 DGPS기준국(비콘 기지국)에서 방송하는 위치 보정신호(비콘신호)를 수신하여 GPS수신기 한 대만으로도 1~3m의 정확도로 위치정보를 획득할 수 있는 실시간 DGPS측위법이다. 국내의 경우 영도, 호미곶, 주문진 등의 11개 지역에 기준국이 설치되어 있으며 측위가능 범위는 기지국으로부터 반경 100km~180km지역이다. 측위정확도는 약 1~3m정도로 전국의 해상 및 해안에서의 DGPS측위가 가능하다. 한편, WADGPS는 지상에 기지국을 설치하지 않고 통신위성을 이용하여 다수의 기지국 네트워크를 통하여 생성한 위치보정 신호를 반송함으로써 적어도 1개 국가 내에서는 어디서나 1개의 GPS수신기만으로도 약 1m이내의 위치정확도로 실시간 측위가 가능하도록 하는 광역 DGPS 측위 체계이다. 따라서 전자의 LADGPS가 중거리용이라면 WADGPS는 장거리용 측위시스템이다(김혜인 등, 2008). 또한 보정신호를 주는 방식에 따라 SBAS(Satellite Based Augmentation System)와 GBAS(Ground Based Augmentation System)으로 구분한다. SBAS는 추가적인 위성 방송 메시지를 통하여 광범위한 지역에 보정신호를 보내주는 시스템으로 WADGPS의 일종이다. 즉, 보정신호를 전송하기 위한 고정위성을 이용하여 보정신호를 사용자에게 보내주면 사용자는 보정된 신호를 이용하여 약 1m내외의 정확도를 확보할 수 있다. 따라서 최근에는 각 국가별로 SBAS를 활용하고 있는 추세이다. 미국은 WASS(Wide Area Augmentation System), 유럽은 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service), 일본은 MSAS(Multi-functional Satellite Augmentation System)을 사용하고 있다. 국내에서는 일본의 MSAS서비스를 이용할 수 있지만 일본에 최적화되어 있기 때문에 지역별로 정확도에는 차이를 보이고 있다(Lestarquit 등, 2009).

GBAS 또는 GRAS(Ground-Based Regional Augmentation System)는 육지의 라디오 메시지를 이용하여 보정신호를 전달하는 시스템으로 LADGPS방식이라 할 수 있다(Saito 등, 2008; Wanninger 등, 2008). 그림 1

은 광역보정시스템 개념도 이다.

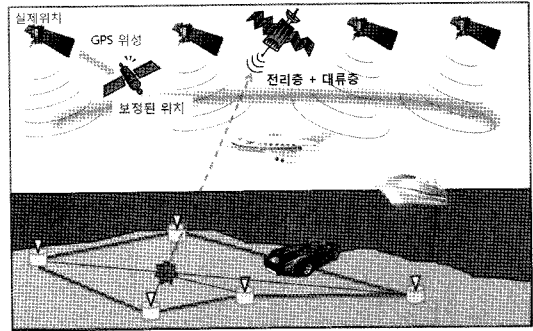


그림 1. 광역보정시스템 개념도

2.1.1 지상형 보정시스템

GBAS(Ground-Based Augmentation System)은 공항 부근과 같이 지상기반으로 구축된다. 이 시스템은 GPS와 동일한 신호를 송출하는 지상에 설치된 의사위성(pseudolite)으로 정의되며, 여기에는 차분보정량을 항공기에 송신하는 기준국이 포함되어 있다.

GBAS의 대표적인 예로 미국연방항공국(FAA)에 의해 개발된 LAAS(Local Area Augmentation System)을 들 수 있다. 이 시스템은 2003년 이후 미국의 주요 공항에 설치되었으며 FAA기준단계 II/III에 따른 정확한 이·착륙을 가능하게 하고 있다(B. Hofmann-Wellenhof 등, 2009).

2.1.2 위성형 보정시스템(SBAS)

SBAS(Satellite-Based Augmentation System)은 다수의 정지위성으로 구성되며 전 지구적 혹은 지역적 규모로 운영되는 시스템이다. 이들 정지위성을 이용하면 GPS위성과 같은 거리측정이 가능하며, WADGPS보정량 또는 위성의 동작상황을 송신하는 전용장치를 갖추고 있다(B. Hofmann-Wellenhof 등, 2009). SBAS의 대표적인 예로는 현재 FAA에 의해 미국과 그 인접지역에 구축 중인 WAAS(Wide Area Augmentation System)을 들 수 있다. 이 시스템은 주관제국과 기준국으로 구성된 지상 기준망으로 이루어져 있으며(CGSIC, 1996), 기준국에서 수집된 자료는 DGPS보정량으로 가공되어 정지위성에 전송된다(Loh 등, 1995). WASS는 정확한 항공기 이·착륙을 위한 FAA의 기준단계 II/III를 제외한 모든 비행기의 항법에 사용된다. WASS의 완전한 운용은 2001년으로 예정되어 있었지만, 여러 가지 사정에 의하여 2005년 이후

로 연기되었다. 국제해상위성(Inmarsat, International Maritime Satellite)은 WASS에 사용되는 정지통신위성을, 반송파 L1의 C/A코드신호를 송신하는 중계기를 갖추고 있다.(Nagle 등, 1993) 그러나 이 위성의 본래 목적은 항법기능이 제대로 작동하고 있는지를 감시하는 것이었다.

3. 절개지 조사

3.1 연구지역

본 논문의 연구지역은 부산광역시 동래구 지역의 절개지 일제조사가 이루어진 3곳을 선정하였다. 특히 이 지역의 경우 부산의 동과 서를 가로지르는 산악지역으로 절개지가 많이 존재하는 지역이다. 그림 2는 연구지역을 나타낸 것이다.

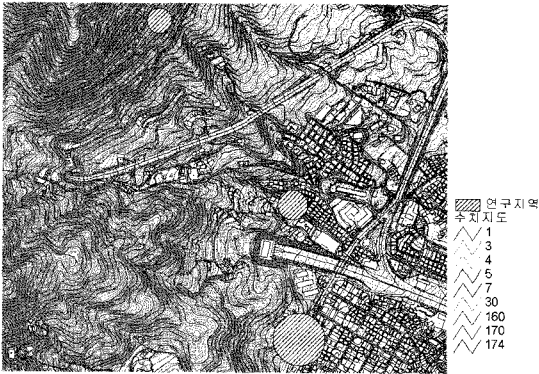


그림 2. 연구지역

조사방법은 절개지 위치 확인에 대한 일반 핸드 GPS 방법과 SBAS를 이용한 DGPS 측량법을 비교하였다.

3.2 기존 절개지 조사 방법

국토해양부에서 관리하고 있는 점도사면 위치 조사방법의 경우 거리표와 핸드 GPS를 이용하고 있다. 그림 3은 거리표를 이용한 위치표시 방법을 나타낸 것이다. 거리표를 기점으로 사면이 위치한 곳 까지 거리는 자동차

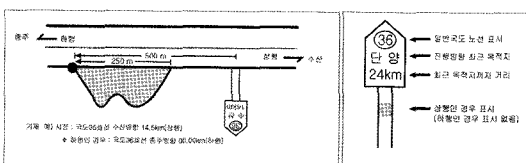


그림 3. 거리표 작성 및 요령

의 거리계를 이용하여 위치를 표시함으로써 사면의 정확한 위치를 표시 할 수가 없다. 그림 4는 국토해양부의 국도의 사면관리 시스템(CSMS : Cut-Slope Management System)의 기본현황 입력화면이다.

그림 4에서 일반현황을 보면 사면의 위치를 거리표와 핸드 GPS상의 위경도로 표시하고 있어 사면의 형상에 상관없이 하나의 포인트로 관리하고 있다.

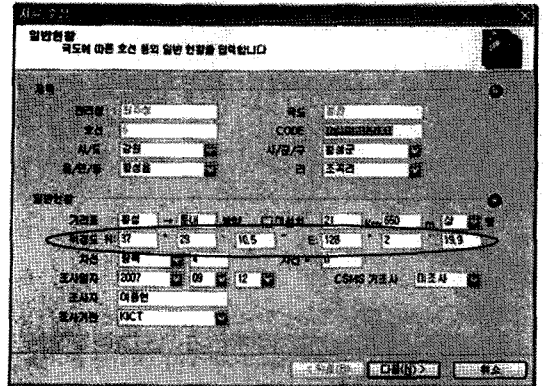


그림 4. 자료수집 화면

그림 5는 점도사면 관리를 위한 기본조사양식이다. 사면의 위치는 거리표와 핸드 GPS를 이용한 위경도를 이용하여 표시하며 사면의 길이는 워킹미터를 이용하여 측정을 하고 있으며 높이는 목측으로 구하고 있어 사면의 정확한 위치 및 형상파악에는 한계가 있었다.

출현 국도	주 소선	07WH08U05900	형성년	형성용	조각비
일반현황	거리표	[형성→관리현황 (21)km (650m) (W형)] N : (87°(29)'(10.9) E : (128)(02)(18.9) 조선일자 : 2007년 9월 12일			
점도사면	길이	22 m	경사도		14 m
	경사	60° (1:0.6)	산형도		-14°
	폭	평균 3 m	노선		1 개소
	면적	평면 110.0㎡ 기둥 110.0㎡	노선		노선상 노선상
	위치	노선상 노선상	노선		노선상 노선상
조사자	조사자	이동현	조사기관		KOCT

그림 5. 점도사면 조사양식

3.3 SBAS신호를 이용한 DGPS 절개지 조사

본 논문에서는 기존의 절개지 조사에서 사용되는 핸드 GPS와 SBAS를 이용한 DGPS방법을 이용하여 동일한 지역에 대해 GPS자료를 수집하여 분석하였다. 본 연구에서 사용된 정밀형 DGPS장비 제원을 표2에 나타내었다.

표 2. DGPS측량장비 제원

구분	내용
위성수신채널수	L1, 14 Channels
실시간 DGPS(SBAS, MSAS위성 수신시)	0.5~1m (X, Y, H)

측량방법은 DGPS의 경우 설정모드에서 SBAS모드를 선택한 다음 측량을 실시하였으며 핸드 GPS 경우 NMEA 0183데이터 형식으로 수신 한 다음 PocketGIS 소프트웨어를 이용하여 수신된 GPS자료를 1:1000 수치지도상에 표현하기 위해 BESSEL TM좌표로 변환하였다. 그림 6은 MakeDXF프로그램을 이용하여 추출된 좌표를 캐드파일로 변환하는 것을 나타낸 것이다. 변환이 완료된 캐드 파일을 ArcView에서 확인하기 위해 Shp파일로 변환을 하였다. 그림 7은 연구지역에서 DGPS측량을 하는 장면이다. 그림 8은 기존의 GPS와 SBAS신호를 이용한 DGPS측량의 수신결과를 나타낸 것이다. 그림 8의 우측 그림을 보면 기존의 GPS에 의한 방법의 형상을 전혀 파악이 불가능 하였지만 SBAS를 이용한 DGPS 방법의 경우 사면의 형상파악이 용이함을 알 수 있다.

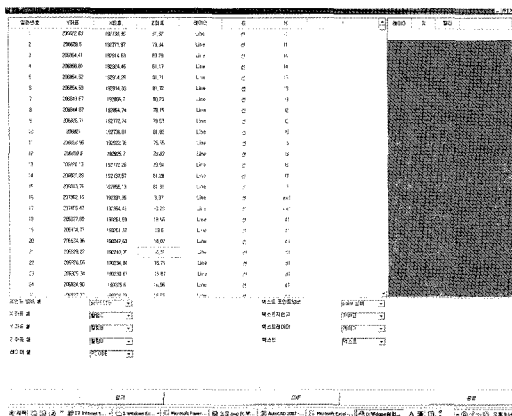


그림 6. 좌표 추출 화면

그림 9는 실제 측척 1:1000수치지도상에 위치를 표현한 것이다. 기존 GPS 경우 사면의 형상조차 파악이 불가

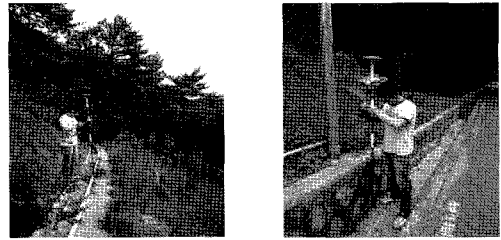


그림 7. 현장 DGPS측량

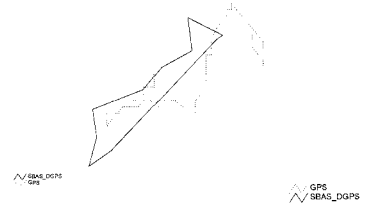


그림 8. GPS와 DGPS측량비교

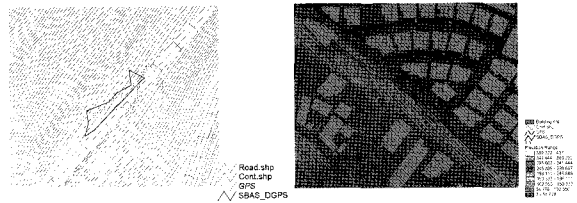


그림 9. 실제 지형도상의 위치 비교

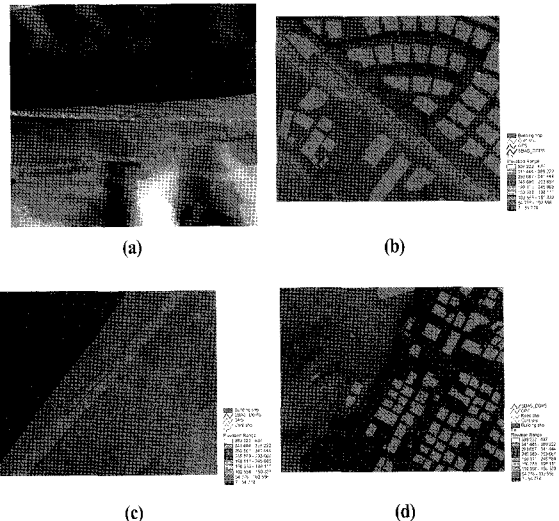


그림 10. TIN모델에 절개지 위치 표현

능하며 사면의 개략적인 위치정도만 파악이 가능하다. 반면에 SBAS를 이용한 DGPS의 경우 사면의 형상 및 위치 그리고 길이정보 등을 파악할 수 있다.

그림 10은 TIN모델에 절개지의 위치를 표현하였다. 그림 10의 (a), (c)의 경우 절개지가 산림도로에 위치하고 있는 것을 알 수 있으며 만약 절개지가 붕괴가 된다면 단순히 도로가 막히는 정도이지만 그림 10의 (b), (d)의 경우 절개지가 주택가에 위치하고 있어 붕괴 시에는 주변 가옥에 영향을 미치며 절개지 위쪽에 위치한 가옥들도 상당히 위험한 것을 3차원 지형을 통해 충분히 파악이 가능하다.

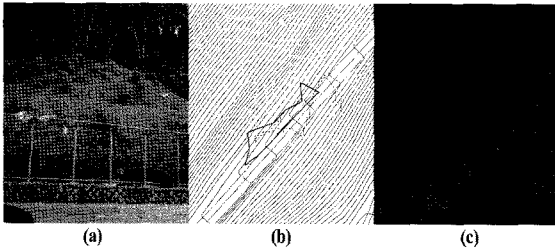


그림 11. 절개지 표현법

그림 11의 (a)는 실제 현장의 사진이며 (b)는 DGPS측량성과를 이용하여 수치지형도에 표시한 것이며 (c)는 3차원 모델 상에 위치를 표시한 것이다. 기존의 방법인 거리표와 핸드 GPS를 이용할 경우 절개지의 개략적인 위치 파악정도에 불가하였지만 본 연구에서 제안한 SBAS신호를 이용한 DGPS방법을 이용할 경우 1대의 GPS 수신기만으로 높은 정확도를 확보할 수 있어 절개지의 위치 및 형상에 관한 자세한 정보 획득이 가능하였다.

4. 결 론

절개지의 정확한 형상정보 획득과 위치정확도 향상을 위해 GPS보정항법시스템을 적용하여 다음의 결론을 얻었다.

첫째, SBAS위성항법 보정신호를 이용한 DGPS측량시 한 대의 GPS수신기만으로 0.5~1m정확도의 확보가 가능하였으며 절개지 조사에 적용 가능하였다.

둘째, 기존의 거리표나 핸드 GPS방법을 이용한 사면의 위치표현방식과 SBAS를 이용한 DGPS 기법의 사면 위치 및 형상표현 방법의 비교결과 SBAS 보정신호를 이용한 DGPS측량방법은 사면의 형상이나 위치에 대한 정확한 정보획득이 가능하였다.

셋째, 기존의 절개지 및 사면조사에서의 절개지 위치나 형상은 내비게이션 GPS나 도로상의 거리표에 의존하

고 있으나 본 연구에서 실험한 DGPS측량방법을 적용할 경우 정확한 사면의 위치 및 형상정보를 기반으로 한 절개지 정보 획득이 가능하였다.

앞으로 절개지 위치 및 형상조사로 획득된 정보를 모바일로 실시간 전송함으로써 현장에서 바로 수집된 데이터를 서버에서 관리할 수 있는 통합적 시스템 구축에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 과제는 부산대학교 교수국외장기파견지원비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- 강인준, 강호운 (2009), 모바일 환경의 경사지 공간정보 획득 프로그램 구축, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 27권, 제 3호, pp. 367-374.
- 강호운 (2009), 절개지 붕괴위험관리 웹GIS시스템 구축, 박사학위논문, 부산대학교
- 강호운, 홍순현, 강인준 (2007), Web-GIS기반의 도로 사면재해위험정보시스템 구축, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제 27권, 제 2D호, pp. 241-248.
- 구호본, 이종현, 김승현, 임광수, 임채희 (2007), Mobile PC를 이용한 절토사면 현황조사 기법 개발, 한국방재학회지, 한국방재학회, 제 7권, 제 4호, pp. 128-136.
- 김해인, 손은성, 이호석 (2008), SBAS 이동측위 정확도 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 5호, pp. 493-504.
- 무라이슈운지 (2002), 공간정보공학, 대한측량협회, pp. 138-139.
- CGSIC (1996), Summary record of the 24th meeting of the Civil GPS Service Interface Committee, CGSIC, Falls Church, Virginia, March, pp. 19-21.
- Hofmann-Wellenhof. B., H.Lichtenegger, J.Collins (2009), *GPS Theory and Practice*, Sigma Press, pp. 414-415.
- Lestarquit, L., Issler, J.-L., Nouvel, O (2009), SBAS Interface : Worst-Case Scenario, *GPS World*, Vol. 20, No. 4, pp. 37-42.
- Loh R, Wullschlegler V, Elrod B, Lage M, Haas F (1995) The U.S. Wide-Area Augmentation System (WAAS), *Navigation*, Vol. 42, No. 3, pp. 435-465.

Saito, S., Fujii, N., Suzuki, K (2008), Solutions to Issues of GBAS using SBAS Ranging Source Signals, *Institute of Navigation ION GNSS 2008*, ION GNSS, Savannah, pp. 2135-2141.

Yun, H., Kim, D., Jeon, s (2008), Enhanced SBAS Integration Method Using Combination of Multiple SBAS Corrections, *Institute of Navigation ION GNSS 2008*, ION GNSS, Savannah, pp. 2052-2058.

Wanninger, L(2008), The Future is Now : GPS+GLONASS+SBAS=GNSS, *GPS world*, Vol. 19, No. 7, pp. 42-48.

(접수일 2009. 9. 30, 심사일 2009. 10. 19, 심사완료일 2009. 10. 26)