

건설동향

- 국외 스크린도어 시스템 적용 사례
- '제4차 건설기술진흥기본계획' 수립 현황
- GIS기반의 도로점용민원 현장점검 지원
- 정밀 RTK-GNSS 기술 활용을 위한 국내외 기술 개발 현황

국외 스크린도어 시스템 적용 사례

도시철도의 지하구간은 반밀폐적 터널공간으로 화재발생 시 안전확보에 취약하고 빈번한 열차운행으로 인한 열차풍과 분진, 고온의 기류에 의해 이용환경의 악화가 초래되고 있으며, 또한 승강장에서의 추락사고가 지속적으로 발생하는 등 승객의 안전과 편의 도모에 취약한 시설로 평가되고 있어, 도시철도의 환경 개선을 위한 기술개발이 절실히 요구되어지고 있다.

선진국에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 능동적 개념의 설비시스템으로 스크린도어 시스템(Platform Screen Door System)을 설치, 운영하고 있으며 국내에서도 신규 도시철도와 함께 기존 도시철도에도 도입이 활발히 진행 중에 있다.

일본의 경우 도시철도 지하구간으로는 동경의 Nanboku Line과 교토의 Tozai Line에 스크린도어 시스템이 설치되어 운행 중이다. 일본 내에 설치된 스크린도어 시스템은 반밀폐형으로서 이를 반영하여 정거장내 환기 및 제연 시스템이 운영된다. 즉 Nanboku



그림1. 교토 Tozai Line 스크린도어



그림2. 파리 14호선 스크린도어

Line의 환기시스템은 본선중앙에서 대용량 송풍기를 이용해 배기를 하고, 정거장에서 반밀폐형 스크린도어 시스템의 개구부를 통해 본선터널로 급기한다. 또한 정거장에서 화재발생 시 정거장 내에 제연시스템이 가동되면서 화재로 인해 발생하는 연기가 스크린도어 시스템의 상부 개구부를 통해 배기되도록 하였다.

일본에서는 스크린도어 시스템을 도입하기 위하여 스크린도어 자체의 제작기술과 함께 스크린도어 시스템이 설치될 도시철도의 특성에 따른 건축기준 및 구조안전기준 개발 등에 대한 체계적인 연구를 수행하고 있다.

스크린도어의 구조적 안전설

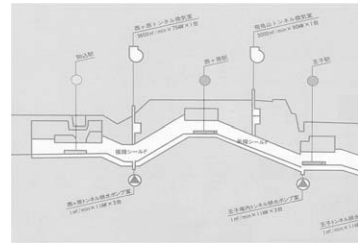


그림3. Nanboku Line 본선터널 환기시스템

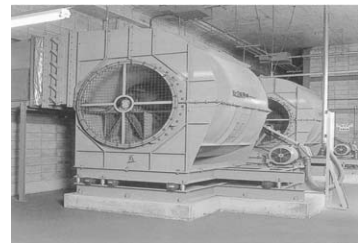


그림4. 본선터널 환기용 송풍기

계를 위해서는 스크린도어 시스템에 작용하는 풍압하중을 분석하고, 이를 고려한 구조설계를 수행해야 한다. 선진외국에서는 지상역사와 지하역사를 구분하며, 지상역사에 대해서는 태풍 등에 의한 풍압하중을 고려하고 지하역사에서는 열차풍에 의한 하중을 적용하고 있다. 또한 이용자의 밀침에 의한 집단하중을 구조설계에 추가하고 있다. 이렇게 조건별로 스크린도어 시스템에 작용하는 하중에 대한 하중분포 모델이 작성되어 스크린도어 구조설계의 기본자료로 활용되며, FEM 구조해석과 내풍압 시험장치가 성능평가를 위해서 활용되고 있다.☞

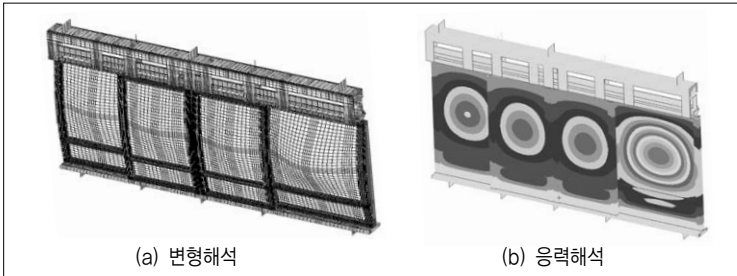


그림5. FEM 구조해석

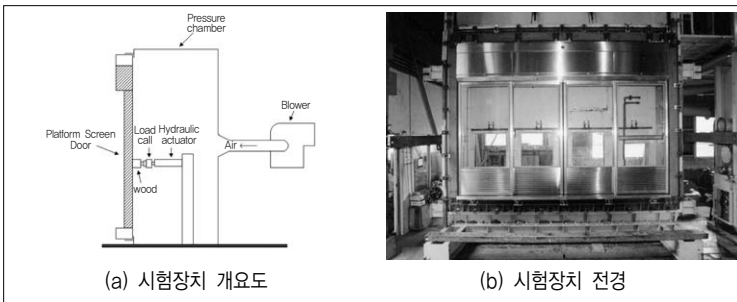


그림6. 내풍압 시험장치

- 자료 : 한국건설기술연구원(2007. 12), “도시철도 환경개선 및 방재를 위한 스크린도어 시스템 최적설계기술 개발” 연구보고서
- 김정엽 (화재 및 설비연구센터 선임연구원)
- jykim1@kict.re.kr

제4차 건설기술진흥기본계획 수립 현황

1. 개요 및 추진경위

건설기술진흥기본계획(이하, 기본계획)은 건설기술관리법에 근거한 5년 단위의 법정계획으로, 건설기술 정책·제도의 선진화 및 연구개발의 촉진·활용 등을 통해 건설기술수준 향상 및 경쟁력 제고를 목적으로 하고 있

다. 1991년도에 제1차 기본계획이 수립되었고, 제3차 기본계획의 추진기간이 2007년으로 종료됨에 따라, 2006년 12월 말부터 제3차 기본계획에 대한 성과평가를 시작으로 향후 5년간 적용이 될 제4차 기본계획(2008년~2012년) 수립이 착수되었다.

건설교통부와 한국건설기술연구원에서 함께 추진한 제4차 기본계획은 계획 수립의 효율적인 운영을 위하여 2007년 6월부터 각계의 전문가 90여 명으로 구성된 기본계획 수립 추진단을 구성·운영하였다. 추진단은 건설교통부 기술안전기획관을 단장

으로 하고 기술정책팀장을 총괄 반장으로 하여, ‘건설기술인력’, ‘건설엔지니어링’, ‘건설R&D’, ‘건설생산시스템’ 등 총 9개의 전문분과로 구성되었다.

각 전문분과에서는 총 45여회(분과별로 5회 정도 실시)에 걸친 회의를 통해 기본계획(안)의 추진과제들을 최종 도출하였으며, 분과간의 상호 의견을 정리·교류하기 위하여 각 전문분과의 위원장 회의를 4회 실시하였다. 추진단에 의해 제시된 기본계획(안)을 바탕으로 2회에 걸친 외부전문가 간담회를 실시하였고, 계획의 실천주체인 건설교통부 내부 담당자에게 설명회를 실시하는 등 객관성과 실천성을 확보하기 위하여 노력하였다. 또한, 2007.11.08일에 한국수자원공사 수도권지역본부에서 관련자 150여명이 참석한 가운데 ‘제4차 기본계획 수립을 위한 공청회’를 개최하여 다양한 의견을 수렴하였다.

2. 제4차 기본계획의 비전, 목표, 전략 및 추진과제

제4차 기본계획은 ‘꿈을 실현하는 건설기술 창조’를 비전으로 설정하고, 이를 달성하기 위한 6대 목표 및 전략을 제시하였다.

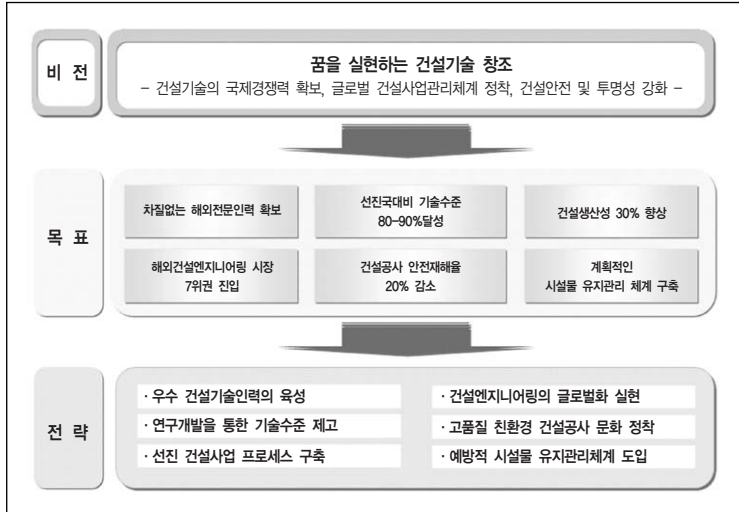


그림1. 제4차 기본계획의 비전, 목표 및 전략

표1. 제4차 기본계획의 6대 전략별 추진과제

전략(6)	추진과제(19)
우수 건설기술 인력의 육성	1. 글로벌 건설기술인력 양성을 위한 교육과정 개발 2. 건설기술인력 수급 원활화와 관리의 내실화 3. 기술인력의 체계적 경력관리 및 전문역량 제고
연구개발을 통한 기술수준 제고	1. 건설 R&D 기반 확충 및 투자 효율성 제고 2. R&D 활성화를 위한 지원제도 구축 3. 개발기술의 이전, 확산 등 활용 촉진
선진 건설사업 프로세스 구축	1. 건설사업 수행방식의 글로벌화 2. 건설사업의 사후평가 강화 및 공사비 합리화 3. 건설사업 환경성 강화 4. 정보화를 통한 건설사업 효율성 및 투명성 제고
건설엔지니어링의 글로벌화 실현	1. 글로벌 스탠다드 설계기준 도입 2. 건설엔지니어링 육성체계 구축 3. 건설엔지니어링의 기술경쟁력 강화
고품질 친환경 건설공사 문화 정착	1. 건설공사 품질향상 2. 건설공사 안전 제고 3. 깨끗한 건설현장 실현
예방적 시설물 유지관리체계 도입	1. 시설물 유지관리체계 선진화 2. 합리적 시설물 안전 및 유지관리체계의 확립 3. 시설물 보수·보강 기술력 향상

이러한 6대 전략을 구체적으로 실천하기 위해 19개 추진과제를

제시하였다.

3. 맺음말

건설분야 뿐만 아니라 전 산업 분야에 걸쳐 관련법에 근거하여 많은 계획들이 수립되고 있다. 이러한 계획들의 대부분이 해당 분야가 장차 나아가야 할 미래지향적인 방향성과 실행가능성 사이에서 많은 고심을 하기 마련이다. 제4차 기본계획 수립에 있어서도 계획의 수립주체인 건설교통부와 민간으로 구성된 추진단 간의 수많은 회의와 토론을 거쳐 건설기술에 대한 방향성과 실행가능성과의 균형점을 찾는데 많은 관심과 노력을 기울여 내실 있는 계획을 수립하게 되었다. 이와 같이 수많은 건설전문가들이 시간과 노력을 기울여 수립된 계획인 만큼 기본계획이 구체적이고 실천력 있게 추진될 수 있도록 년차별로 시행계획을 수립함과 더불어 계획추진에 수반되는 예산은 관련 사업계획 등과 연계하여 확보될 수 있도록 할 예정이며, 매년 계획의 추진성과를 측정하고 그 결과를 대외적으로 공개토록 할 방침이다.☞

■ 자료 : 건설교통부(2007), '제4차 건설기술진흥 기본계획'

■ 자료제공 : 이두현(건설관리연구실 연구원)

■ ldh24@kict.re.kr

GIS기반의 도로점용민원 현장점검 지원

1. 개요

국민의 권익과 밀접한 관계가 있는 도로점용 민원의 허가여부 판단 및 불법점용현황 등을 파악하려면 기 허가된 위치 등 점용 정보에 대한 손쉬운 획득이 중요함에도 불구하고, 전용위치를 나타내는 도면 등이 종이로 관리됨에 따라 업무담당자가 기존 도로점용 정보파악이 쉽지 않은 실정이다. 이에 GIS 맵 정보 및 건설 인허가시스템에서 관리하는 도로점용정보와 UMPC 등 모바일 기기를 활용하여 전자공간과 물리공간이 융합된 도로점용정보 현장점검도구를 개발하여 실제 업무에 적용함으로써, 도로점용 민원업무의 효율성을 높였다.

2. 도로점용허가 민원업무의 특성

도로점용허가 업무는 매년 늘어나는 피허가자와 오랜 기간 동안 누적되어 온 수많은 점용허가로 이미 소수 담당자가 감당하기에는 매우 벅찬 업무가 되어 버렸다. 특히, 도로점용 허가건수

가 폭주하면서 허가장소를 파악하거나 불법점용을 점검하는 것이 상당히 어려워졌고, 업무특성상 수십여 건의 도로점용허가 관련 문서철을 지참하고 현장을 확인하다 보니 업무의 효율이 극도로 저하됨은 물론 인사발령으로 노선담당자의 변경이 있을 때에도 같은 어려움이 되풀이되고 있는 실정이다. 일례로 업무담당자들이 다수의 민원신청으로 도로점용 허가위치의 확인이 필요할 경우 방대한 양의 서류를 모두 챙겨나갈 수 없다는 점과 출장지의 이동에 소요되는 시간문제로 수차례에 걸쳐 출장을 나가는 것이 현실이며, 그 결과 담당자가 사무실에서 근무할 시간이 줄어들어 결국 개인에게는 업무부담으로 이어지고 민원인에게는 민원처리 기간이 늘어나 민원만족도가 나빠지는 현상이 반복되고 있다.

3. GIS기반의 도로점용민원 현장점검 지원

도로점용민원 관련의 대민서비스 개선을 위해 가장 시급한 부분은 빠른 민원응대와 정확한 정보의 습득이다. 이를 위해 인허가기관의 업무담당자는 보관하고 있는 수많은 종이문서를

대신할 새로운 저장매체가 필요하며, 정확한 도로점용정보를 빠르게 찾을 수 있어야 한다. 이 두 가지 요인에 착안하여 민원 업무처리에 사용하는 문서의 종류 및 형태와 도로점용정보를 찾는 데 있어 문제점을 도출하였다.

민원업무처리에 사용하는 대부분 문서에는 도로점용위치를 표시하기 위해 지적도나 도면이 상당부분 차지하고 있음을 알 수 있으며, 그 밖에 도로점용허가자의 개인정보와 허가위치에 대한 상세내용이 주를 이루고 있었다. 즉, 종이문서의 상당부분에 해당하는 도면이나 위치정보 그리고 피허가자의 정보만 데이터화 한다면 사무실 밖에서 필요한 서류의 양을 대폭 감소할 수 있으며, 시간이 허락되는 한 담당자가 여러 출장지에서 자유롭게 정보를 이용할 수 있다는 것이다. 특히, 도로점용 허가위치의 확인은 현지에 실제로 건물이 존재하지 않으면 정확한 지점을 찾기가 매우 어렵다는 것이 가장 큰 문제점이었다. 그러므로 정확한 도로점용 허가위치를 획득하려면 도로점용 허가위치를 지도상의 지점과 현장에서의 위치를 정확히 일치시켜줄 방법이 필요하다. 이러한



그림1. 도로점용민원 현장점검도구 개념도

표1. 민원처리 소요기간 개선

구 분	법률상 처리기간	현장점검도구 활용이전	현장점검도구 활용이후
일반점용	7일	5일~7일	3일~4일
연결허가	21일	18일~21일	15일~18일

문제점은 건설인허가시스템의 도로점용과 관련된 허가위치 및 정보를 GIS 맵에 표시함으로써 해결하였다.

건설인허가시스템에서 관리하는 도로점용허가정보에는 도로점용료를 계산하기 위해 점용지역의 지반정보를 관리하고 있다. 이 지반정보와 GIS 맵에서 관리하는 지반의 위치정보를 매핑하여 수치지도상에 도로점용위치를 표시할 수 있다.

4. 맺음말

표1은 건설교통부의 산하기관인 국도유지건설사무소에 도로점용정보 현장점검도구를 시범적으로 적용해본 결과 도출된

민원처리 기간 개선효과이다. 이러한 민원처리 소요기간 개선은 민원인들에게도 큰 만족도를 가져다주었다.

도로점용정보 현장점검도구를 이용하여 민원상담 시 민원인이 점용하고자 하는 장소의 파악 및 기존 허가장소와의 중복여부를 신속하고 정확하게 확인토록 할 수 있게 해주며, 출장 중인 담당자가 현장에서 즉시 도로점용 허가여부를 확인할 수 있게 도와줌으로써 불법도로점용의 초기근절에 큰 기여를 할 수 있다.☞

- 자료 : 건설교통부 수탁과제 "06 건설CALS 운영 및 기능개선(2)"
- 자료출처 : 김영진(건설정보연구실 연구원)
- yjkim73@kict.re.kr

정밀 RTK-GNSS 기술 활용을 위한 국내외 기술 개발 현황

1. 개요

3차원의 위치결정기술은 건설분야에서 매우 중요하다. 지반조사 시 시추공 위치를 결정하거나 지형의 형상재현 및 물량산출을 위한 정밀측량 등 정밀 3차원 위치를 결정할 수 있는 측량기술은 건설의 모든 분야에서 가장 기본적이고 중요한 기술의 하나이다.

현재, 건설분야에서 주로 사용되고 있는 정밀측량장비로는 평판, 데오돌라이트, 레벨, 광파거리측량기 등이 있으며, 최근 들어 인공위성을 이용한 GNSS(Global Navigation Satellite System) 측량기술이 점차 활용되고 있다. GNSS 측량기술은 급속도로 발전되어, 과거 측지, 측량, 건설분야에서 후처리기반의 GNSS 측량이 사용되었지만 최근 실시간 기반의 정밀 GNSS 측량기술 적용을 위한 시도가 늘어가고 있다.

본 건설동향에서는 건설분야에서 많은 관심을 가지고 있는 실시간 정밀 위치측량기술인

RTK-GNSS(Real Time Kinematic - GNSS) 기술개발에 대한 국내·외 현황을 소개하고자 한다.

2. 국내·외 기술 동향

GNSS 위성은 미국의 GPS (Global Positioning System), 러시아의 GLONASS (GLObal Navigation Satellite System), 유럽연합의 Galileo 위성으로 구성된다. 현재, GNSS 위성의 명칭보다는 GPS 위성의 명칭을 사용하고 있는 이유는 러시아의 경제사정으로 GLONASS 위성은 거의 사용할 수 없는 상태에 있고, 유럽연합의 Galileo 위성은 아직 개발 중이기 때문이다. 그러나 러시아의 GLONASS 현대화정책과 2008년 이후 Galileo 위성의 활용이 가능하게 되면 GPS, GLONASS, Galileo의 GNSS 위성군을 이룰 것이다. 이러한 위성군을 활용하게 되는 시기가 되면 현재 GPS 위성을 통하여 얻을 수 있었던 약 10~30m의 위치정확도는 약 1~3m의 위치정확도로 향상될 것이다.

GNSS 측량기술에는 한대의 GNSS 수신기를 활용한 절대위치결정방법과 두 대 이상의 GNSS 수신기를 활용한 상대위

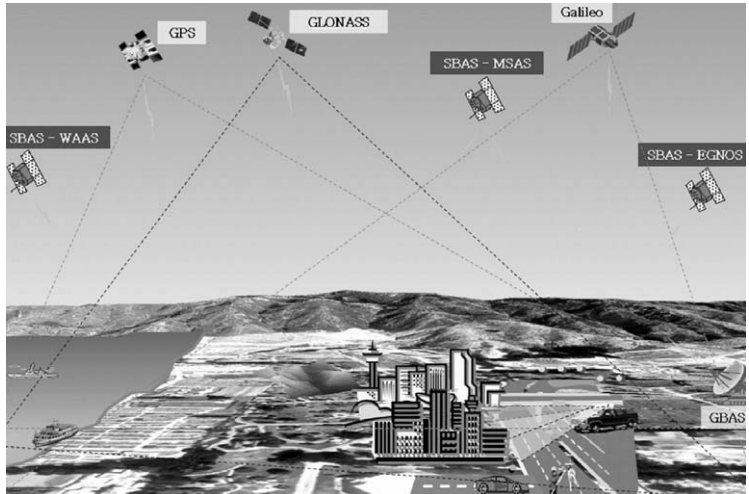


그림1. GNSS 위성 및 보강시스템 활용 개념도

치결정방법이 있다. 절대위치결정방법(Absolute GPS)은 보통 네비게이션용 GNSS 수신기로 많이 사용되고 있으며, 상대위치결정방법(Differential GPS)은 측지·측량용으로 많이 사용되고 있다. 특히, 수십 cm이하의 고정밀을 요하는 측량에는 현재 후처리 방식의 DGPS방식을 주로 사용하고 있지만, 전세계적으로 우주 및 지상기반의 보강시스템의 구축이 이루어지고 있어 가까운 미래에는 RTK-GPS 방식이 고정밀측량에 활용될 것으로 판단된다.

실시간의 보다 정밀한 GNSS 위성정보를 제공하기 위해 개발 중인 보강시스템(Augmentation System)은 우주기반의 보강시스

템(Space Based Augmentation System)과 지상기반의 보강시스템 (Ground Based Augmentation System)으로 분류된다. 우주기반의 보강시스템은 주로 항공관제에서 활용하기 위해서 개발된 시스템으로 GNSS 위성의 위치정보에 대한 보정정보를 보정위성을 활용하여 보정된 정밀 위치정보를 GNSS 사용자에게 전송해주는 위성기반의 광역보정시스템이다. GNSS 보정 위성에는 WAAS, EGNOS, MSAS가 있으며, WAAS(Wide Area Augmentation System)는 미국의 연방항공청에서 개발 중인 위성광역보정 시스템이고, EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)는 유럽연합이

EUROCONTROL과 제휴한 유럽 우주국에서 개발 중인 위성광역보정 시스템이다. 또한, MSAS (MTSAT(Multi-function Transport SATellite) Statellite Augmentation System)는 일본 민간항공국에서 개발 중인 위성광역보정시스템이다.

GNSS 전문가들은 이 3개의 보정위성이 구축되면 전세계 어디에서나 1m이하의 위치정확도를 획득할 수 있는 RTK-GPS 측량을 수행할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 그림1은 GNSS 위성 활용개념도를 보여준다.

지상기반의 보강시스템은 공항 또는 그 주변의 비교적 좁은 지역 내에 3~4개의 기준수신기들로 이루어진 몇 개의 수신기들로 구성되며, GNSS에서 획득한 위치정보에 지상기준국에서 분석된 오차량을 보정한 정밀 위치정보를 GNSS 수신자에게 제공해주는 지상보정시스템이다.

세계의 각 나라들은 실시간 정밀 GNSS 위성정보들을 제공해주는 보강시스템과 함께 도심지 내에서의 고층빌딩, 신호 음영지역 등의 위성신호가 수신되지 않는 사각지역이나 모든 지역의 위치정보를 보다 향상시키기 위하

여 지역적인 보정시스템을 개발하고 있다. 일례로, 일본에서는 미국의 GPS 위성을 적극적으로 활용하면서 GPS 위성신호 사각지역에서의 위치보완을 위해 QZSS 지역보정위성시스템을 개발하고 있다. QZSS(Quasi-Zenith Satellite System)은 일본 내 항법시스템인 JRANS 개발프로젝트로 JRANS(Japanese Regional Advanced Navigation System)는 준 극궤도 위성 QZSS 3개, 긴 타원궤도 위성 HEO 3개, 정지위성 GEO 1개로 구성되며, 고층빌딩에 의해 GPS 정밀도가 현저히 떨어지는 도심지역의 GPS 정밀도를 보강하기 위해 고안된 시스템이다.

JRANS 위성들은 2008년도에 첫 위성을 발사할 예정이다. 또한, 중국에서는 중국 자체의 위성항법과 관련 응용산업 및 인프라 구축을 위하여 복두항법시스템 구축프로젝트를 추진하고 있다. 복두항법시스템은 2000년에 공식적으로 시작하여 실험위성을 발사하였고, 2003년 5월 3개 위성을 궤도에 진입시켰다. 현재 총 4개의 정지궤도위성이 사용되고 있으며, 이 중 2개는 운영하고 나머지 2개는 백업용으로 활용하고 있다.

국내에서도 해양수산부와 국토지리정보원이 주축이 되어 GPS 기준점들을 활용한 실시간 기반의 RTK-GPS 망을 구축·운영 중에 있다. 해양수산부는 1990년말부터 해상의 선박의 정밀 위치정보를 제공하기 위한 약 1m 정도의 정밀도를 확보할 수 있는 실시간 기반의 해상 DGPS 보정정보를 제공하고 있으며, 2000년 12월 국무총리 훈령 제 409호를 제정을 통하여 전국의 실시간 기반의 DGPS 보정정보를 제공하고 있다. 현재, Beacon망을 통하여 전국의 실시간 GPS 보정정보를 제공하기 위하여 해양수산부에서는 1개의 중앙사무소, 11개의 해안기준국, 6개의 내륙기준국, 9개의 감시국을 운영하고 있다.

또한, 국토지리정보원에서는 GPS측량의 실용화를 위하여



그림2. 해양수산부의 NDGPS 보정정보 서비스제공 사이트 (<http://www.ndgps.go.kr>)

1995년 3월 GPS 상시관측시스템을 최초로 설치하여, 현재 전국 14개의 GPS상시관측소를 운영하고 있다. 현재, 국토지리정보원에서는 실시간 고정밀 보정정보를 제공하기 위하여 네트워크 기반 실시간 이동측위(Network RTK) 서비스 체계를 구축하고 있다. 네트워크 기반 실시간 이동측위는 실제로 존재하지는 않지만 기준점과 같이 사용자에게 보정자료를 제공할 수 있는 가상적인 개념의 기준점(VRS : Virtual Reference Station)을 설정하고 관측점에 보정데이터를 전송하여 좌표값을 실시간으로 얻는 방식이다. 현재, 구축이 완료되어 시범서비스를 제공하고 있는 상태이며, 측량범위는 망 내부에서 측량을 수행할 경우 관측소로부터 50km 이내까지, 망 외부의 경우 10km 이내에서 사용을 제한하고 있다. 또한, 아직은 시범서비스로 1년간 운용 중에 있어 발생하는 측량 및 시스템 상의 문제점 및 개선점을 보완하여, 2009년부터 본격적인 네트워크 기반의 실시간 보정정보를 제공할 계획이다. 국토지리정보원의 네트워크 기반 실시간 이동측위로 측량할 경우 수십 cm 정



그림3. 국토지리정보원의 VRS서비스제공 사이트 (<http://www.vrs.ngii.go.kr>)

도의 실시간 측량정밀도를 확보할 수 있을 것이다.

3. 맺음말

앞에서 소개한 바와 같이 전세계 각 나라들은 실시간 기반의 고정밀 GNSS 보정정보 제공을 위한 광역의 우주기반의 보강시스템(WAAS, EGNOS, MSAS)과 지상기반의 보강시스템들을 개발하고 있다. 또한, GNSS 시스템이 가지고 있는 단점인 고층빌딩, 터널 등 GNSS 전파수신이 불가능한 사각지역에서의 정밀한 위치정보를 획득하기 위해 지역보정시스템(QZSS, 복두항법시스템 등) 개발을 위한 적극적인 투자를 하고 있다.

국내에서는 우주기반의 보강시스템 개발의 어려움 때문에 지상기반의 보강시스템을 구축 운영 중에 있다. 특히, 해양수산부

와 국토지리정보원에서는 지상의 GPS 기준국들을 이용하여 고정밀의 실시간 GPS 보정정보를 제공하고 있어, 향후 1m 이내의 RTK-GPS 측량이 가능해질 것으로 판단된다.

현재 GNSS 시장은 과거 고정밀 후처리 기반의 측지·측량분야에서의 활용시장에서 실시간 기반의 고정밀 위치결정 정보를 활용한 다양한 영역(건설, 네비게이션, LBS, 도시공간정보, 유비쿼터스 환경 등)에서의 응용시스템 개발 시장으로 확장되고 있다.

따라서, 현재 제공 중인 많은 실시간 GNSS 보정정보의 통합 활용이 이루어진다면 국내 어디에서나 수십 cm 이내의 고정밀의 위치정밀도를 얻을 수 있는 실시간 기반의 RTK-GPS 측량이 가능해져 다양한 분야에서 고정밀 GNSS 위치정보를 실시간으로 활용한 응용시스템 개발이 가능할 것이다.☞

■ 자료 :

1. 국토지리정보원, 국토지리정보 2007년 11·12월제(48호), 2007, 11
2. 국토지리정보원, <http://www.ngi.go.kr>
3. 대한측량협회, SURVEYING & MAPPING, 3·4월호, 2007, 3
4. 대한측량협회, SURVEYING & MAPPING, 7·8월호, 2007, 7
5. 위성항법중앙사무소, <http://www.ndgps.go.kr>

■ 자료제공 :

장용규(유비쿼터스국토연구실 선임연구원)
 ■ wkddydrn@kict.re.kr