

한국건설기술연구원 지반연구실의 어제와 오늘

Geotechnical Engineering & Tunnelling Research Division in Korea Institute of Construction Technology - Past and Present

김진만¹⁾, Jinman Kim, 이주형²⁾, Juhyung Lee

¹⁾ 한국건설기술연구원 지반연구실, 실장, 연구위원, Head of a Division, Research Fellow, Geotechnical Engineering & Tunnelling Research Division, Korea Institute of Construction Technology

²⁾ 한국건설기술연구원 지반연구실 수석연구원, Senior Researcher, Geotechnical Engineering & Tunnelling Research Division, Korea Institute of Construction Technology

SYNOPSIS : The geotechnical engineering research group in Korea Institute of Construction Technology(KICT), which was first started as a small sub-division of the civil research group in KICT, became an independent research cluster with nearly 90 researchers including 25 doctors(Ph.Ds). Our geotechnical engineering research group has developed to be the best research center related to geotechnical engineering in Korea in terms of number of budget of projects performed annually. As a reaction to the rapid changes of domestic and international issues regarding geotechnical practices, our group established long-term plans which will lead national research projects. For the successful and efficient research and technology development, the group is subdivided by several specialty-divisions. The divisions under the geotechnical engineering research group are tunnels and underground structures, slopes and embankments, geo-environment, foundations, soil reinforcements, and constructions in extremely cold regions. Our research scopes includes planning, site investigation, design, construction, maintenance and management. The geotechnical engineering research group is continuously and successfully examining and analyzing the most recent trends of technology and is predicting and focusing on the researches of newly-developing fields; therefore, the group has been a leading research group in geotechnical engineering nationally.

Keywords : KICT, geotechnical engineering, research group, construction

1. 연구원 소개

한국건설기술연구원(KICT;이하 건기연)은 1983년 6월 11일 인천직할시 중구 만수동에 위치한 건설기술교육원의 청사 일부를 빌어 재단법인으로 발족하였는데 실질적인 연구업무는 1984년 4월 연구계획을 수립하면서 시작되었고 동년 6월부터 소수의 연구진이 연구를 시작하였다. 초창기의 연구는 자료나 실험시설이 전무한 상태에서 국내의 실태조사와 해외의 공법소개를 위주로 이루어졌으나 서서히 실험기구를 확보하고 연구원을 충원함에 따라 실내시험과 현장시험의 성과를 포함하면서 연구내용이 충실해지고 그 수준도 높아졌다. 1988년 1월 8일에는 건설기술관리법에 의한 법정법인으로 등록함에 따라 동 연구원이 건설부 산하의 국책연구기관으로 재발족되었다.

그간 여의도의 라이프빌딩, 우면동의 한국교총회관, 삼성동의 한미특수강 사옥 등을 전전하다가 1997년 11월 일산에 신축한 신청사에 입주하였다. 1999년 1월 15일에는 종전의 “국립 건설시험소”를 흡수, 통합하고 동년 1월 29일에는 “정부출연연구기관 설립 및 육성에 관한 법률”에 의거 건설교통부 산하기관의 위치를 벗어나 국무총리실 산하의 ‘공공기술연구회’ 소속 연구기관으로 바뀌었다. 그 후 건기연은 2004년 10월 23일에 과학기술부 혁신본부 산하 공공기술연구회 소관으로, 2008년 3월 26일에 지식경제부 산하 산업기술연구회로 재편입되는 과정을 거치면서 현재에 이르렀다.

건기연의 조직체계는 2009년 12월 현재 “건설품질정책본부”, “기반시설연구본부”, “수자원·환경연구본부”, “건축도시연구본부”, “건설시스템혁신연구본부” 등 5개의 연구본부와 본부 내 총 16개의 연구실, 3개의 지원부서로 조직화되어 운영되고 있다. 또한, 인력 및 재정은 1983년 연구직 14명, 행정직 10명, 예산 25억원으로 개원하여, 2009년 현재 800여명의 인력(박사급 160명)과 연간 예산 약 1,500억원에 달하는 명실상부 국내 최고의 건설분야 종합연구기관으로 성장하였다.

한편, 건기연 주요업무는 기업의 경쟁력 제고와 공사의 품질향상 및 환경성과 개선을 위하여 ISO 인증업무를 비롯하여, 내화·차음구조 인증, 철강구조물제작 공장인증, 공동주택 바닥충격음 인정, 순환골재품질 인증 등의 인증심사 서비스를 제공하고 있으며, 건설 CALS 표준화사업, 첨단교통시스템(ITS)사업, 국가지리정보(GIS)사업을 수행하고 “건설산업 전자거래진흥센터(ECRC : Electronic Commerce Resource Center)”를 운영하고 있다. 또한, 국토해양부장관(주관부서:기술정책과)으로부터 위임을 받은 국토해양전자정보관(www.codil.or.kr) 운영을 통하여 건설 관련 각종 정보 콘텐츠를 확충하여 대국민서비스를 실시하고 있으며, 건설관련 정보 공동활용의 구심체로서 역할과 기능을 수행하고 있다.

최근 건기연은 지금까지 거둔 양적인 성장의 토대 위에 획기적인 질적인 성장을 이루어 내고자 현재 연구원이 직면한 도전과 기회요인을 분석하여 ‘KICT 2020 중장기 발전계획’을 수립하였다. 이 보고서는 국가건설기술정책의 Think-tank로서 건기연의 역할 강화, 연구개발 결과의 현장 적용성 제고 등과 같은 고객의 다양한 요구 부응, 정부출연 연구기관으로서의 정체성 강화, 국토 미래가치를 구현하는 건설기술 선도, 국민과 사회를 위한 가치 창출 등을 통한 세계 인류 연구기관으로 도약을 제시하고 있다. 건기연은 이러한 노력의 일환으로 목표 달성을 위해 구체적인 5대 전략목표를 수립하고, 실현해야 할 14대 전략연구분야와 7대 브랜드 연구분야와 7대 브랜드 연구를 도출하여 연구원의 핵심 연구역량을 집중하고 있다.



그림 1. 5대 전략목표, 14대 전략연구분야, 7대 브랜드

2. 지반연구실 소개

2.1 현황과 조직

1983년 한국건설기술연구원의 개원과 함께 토목연구 2부 내에 ‘기초 및 토질’ 분야로 출발한 지반연구실은 1988년 재단법인이던 연구원이 정부출연연구기관으로 전환되면서 ‘토질 및 기초 연구실’은 ‘지반연구실’로 바꾸어 토질 및 기초뿐만 아니라 응용지질, 지반환경 등을 포함한 지반분야의 연구가 활기를 띠었다. 특히 1999년 1월 연구원이 건교부 국립건설시험소와 통합되면서 주요 실험 시설과 실험 장비를 대대적으로 확충하였고 실험 전문 인력을 확보함으로써 실험, 실증적 연구에 기반한 기초연구 사업을 활성화할 수 있는 계기를 마련하였다. 이후 연구원의 조직이 보다 큰 규모인 연구부 단위로 조직, 개편되면서 지반연구실은 구조연구실, 도로연구실과 함께 토목연구부로 통합되고, ‘토질 및 기초 연구그룹’과 ‘지반구조물 연구그룹’의 두 그룹으로 나뉘어 전문화된 지반 분야의 연구를 수행하였다. 2003년 4월 직능별 부서개념의 조직 개편에 따라 2개의 지반분야 그룹은 ‘지반연구부’, ‘국토지반연구부’, ‘지반연구실’ 등의 명칭으로 통합되어 기존 그룹제 시행에 따른 문제점을 개선하고 연구인력의 효율적인 활용과 부서간 협동연구의 적극적인 추진 등을 통해 공공성/정책성 연구를 포함한 대형 연구과제를 기획하고 수행하는 업무가 활발히 이루어지고 있다.

1983년 우리 연구원이 개원된 초기에 1명의 연구원으로 시작한 지반연구실의 연구진은 2010년 6월 현재 내부인력 38명, 외부인력 42명 등 총 80명으로 구성되어 있으며, 그중 박사급 전문연구인력 29명과 석사급 연구인력 24명을 주축으로 실용성 있는 건설기술의 개발 및 적용을 위해 이론연구와 함께 실험, 실증적 연구에도 많은 노력을 기울이고 있다.

2.2 연구수행 실적

한국건설기술연구원이 창립된 초창기에는 부족한 예산과 실험시설 장비의 미비로 인해 지반 분야 연구사업은 지반기술의 현황과약과 조사 등의 기본연구 사업이 위주였으며, 1987년 “토목구조물의 현장계측 연구”를 시작으로 수탁연구사업을 수행하기 시작하였다. 이후 연구원의 위상이 높아지고, 국가 정책 기반기술 및 민간 애로기술에 대한 지원요구가 늘어나면서 부서 내 연구 사업의 규모도 확장되었다. 그러나 이러한 연구 사업들은 최근까지 연간 20~30여건의 과제에 예산 규모 20억 정도로 민간 수탁과제가 80% 이상을 차지하는 실정이었지만, 최근 들어 부서의 중장기적인 발전 목표하에 대형/공공성 연구 사업들을 추진한 결과 연간 50여건 이상의 과제에 총예산 60억을 넘어서게 되었고, 그 비율 또한 국가 R&D 사업이 60%, 정부수탁 연구사업이 10%, 연구원 기본과제 사업이 20%, 민간수탁 사업이 10% 가량을 차지하면서 연구 과제의 전체적 성격이 국가 R&D 연구사업 위주로 전환되고 있다. 이러한 연구 사업의 대규모 확장과 함께 2003년 이후 SCI 급 논문의 게재에 관심을 기울여 매년 10여편 이상의 SCI급 논문을 포함하여 150여편 이상의 논문을 발표·게재하고 있으며, 특히, 실용신안 및 S/W 등록도 매년 30여건 이상 되어 산업재산권의 확보에도 박차를 가하고 있다.

2.3 연구시설 및 보유 장비

연구원 설립당시 부족한 연구공간과 예산으로 인해 열악한 실험 환경에 놓였었던 지반연구부는 1985



그림 2. 일산청사의 지반공학실험동 전경

년 작은 규모의 토질시험실을 갖게 된 이후 삼축압축시험기, 압밀시험기, CBR시험기 등의 기본적인 토질시험장비를 마련하면서 본격적인 토질 및 기초 실험을 수행할 수 있게 되었고, 연구 과제 수행에 필요한 전문화된 실험들이 활성화되었다. 1997년 우리 연구원이 일산에 청사를 지어 이전하면서 지반·환경시험동(실험3동)이 마련되었고 1999년 건교부 국립건설시험소와의 통합을 계기로 지반공학시험동 확보와 더불어 지반분야 시험기자재도 확충됨으로써 국내 유일의 건설분야 출연연구기관으로서의 면모를 갖추게 되었다. 또한 최근 들어 세계 최초의 터널설계와 시공, 유지 및 관리의 효율화를 종합적으로 실험할 수 있는 실대형 실험장비(지반구조물 실대형 실험장비)를 구축하였다. 이 장비는 최대 지름 8.0m의 반원형 터널모형의 실험이 가능하고, 강성제어·하중제어·변위제어 등이 가능한 시스템이다. 또한 최근 재해예방이 국민적인 관심사가 되고 있는 현실을 반영하기 위해 우리나라의 앞선 IT기술을 활용한 실시간 산사태 예측기를 개발, 설치하여 이것을 통합적으로 관리하고 있는 실시간 사면 붕괴 상황실을 운영하고 있다. 이밖에도 교량세굴의 메카니즘을 분석하고 국내 세굴 특성을 규명하여 세굴 가능성을 평가, 해석하고 적절한 대책을 수립하기 위한 세굴률 시험장치를 국내에서 유일하게 개발·제작하여 보유하고 있으며, 영국 TRRL 기준에 맞는 동상 시험기를 개발하고 지반의 종류에 따른 기온 변화와 동상량을 평가하여 극지 연구에 활용하고 있다.



그림 3. 지반구조물 실대형 실험장비



그림 4. 실시간 사면 붕괴 상황실

3. 주요 연구활동

조직이 커진 만큼 연구분야도 세분화 되었다. 1980년대 이후 서울지하철 건설을 비롯한 경부고속전철 사업, 도로터널, 철도터널 및 수로터널 등 각종 국가 SOC건설 사업과 원유비축기지 및 도심지 대심도 터널 등 국가적으로 중요한 국책사업들을 다루고 있는 터널 및 지하공간 분야, 여름철 집중호우 및 태풍 등의 영향으로 산사태의 발생은 물론이고 연평균 60여명에 이르는 인명피해 및 경제, 사회적 피해를 줄이기 위한 사면 및 제방 분야, 인구의 도시집중 및 산업화에 의하여 지반 내에 축적된 폐기물과 오염물질에 의한 환경문제를 해결하는 지반환경 분야, 도로, 교량, 항만, 철도 등의 SOC(사회간접자본) 시설물을 안전하게 지지할 수 있는 기초구조물을 연구하는 구조물 기초 분야, 새로운 지반 보강/개량재 개발 및 시공성이 우수한 시공장비의 개발, 첨단 지반조사/시험 기법 개발 등에 대한 연구를 담당하는 지반보강 분야, 남극과 같은 극지 지역의 지반특성 분석 및 기초구조물을 안정적으로 설계, 시공하는 기술을 연구하는 극한지(極寒地)건설 분야 등이 있다. 지반연구실에서는 이러한 다양한 분야의 광범위한 연구결과를 토대로 국가 설계 기준/지침 등의 정부정책을 효율적으로 지원하고 있다. 각 연구분야별 세부적인 연구활동은 다음과 같다.

(1) 터널 및 지하공간

지하공간 활용 관련 연구는 연구원 개원 초기인 1984년부터 국내 지하철 NATM 터널 건설현장에서 지반거동 예측기술 및 인접구조물 안전성 평가기술 등의 개발을 시작으로, 기계굴착기술, 지반보강 및 지하수처리기술, 터널급속시공기술, 터널붕괴예측기술 연구가 이루어졌다.

또한, 정부 지원 사업으로 1995년에 터널공사 표준시방서의 개정을 담당하였고 1999년도에 건설교통부 제정 터널 표준시방서, 터널 설계기준, 도로설계편람(I) 중 터널편 등의 제·개정에 기여하였으며, 2010년 도로설계편람 터널편 개정 작업도 직접 수행하였다. 이밖에도 한중해저터널기획, 목포~제주해저터널기획, 지하 대심도 공동시설물 구축 등을 수행 완료했거나 수행 중에 있다.

(2) 사면 및 제방 등의 국가재난관리분야

자연재난 및 재해는 홍수특성 및 국토의 70%이상이 산악지인 지형특성에 의하여 장마철이나 해빙기간 중 사면 및 제방 붕괴를 발생시켜 천문학적인 인적·물적 피해를 야기시킨다. 지반연구실은 “위험사면 붕괴 이전 사전 예방 프로젝트(1998)” 및 “국가하천 배수통문 안전관리시스템(2006)” 등을 국토해양부로부터 의뢰를 받아, 전국 국도변 절토사면시설 및 하천시설에 대한 방재종합대책을 수행하고 있다. 예로써, 사면 관련 대표적 사업인 “도로절토사면유지관리시스템(Cut Slope Management System, CSMS)”은 전국 약 30,000개소의 절토사면 관련 자료 관리, 112개소의 사면계측관리, 투자우선순위 산정을 통한 연 1000억 정도의 국토부 사면정책지원 등을 수행한다.

(3) 지반환경

지반연구실은 1992년 “안양·평촌지구매립쓰레기에 관한 연구”로 국내 초창기 지반환경 관련 연구를 주도한 경험을 가지고 있다. 또한, 지반연실에서는 2000년부터 환경부의 폐기물 매립시설 검사업무를 수행하고 있으며, 매립시설의 설계 및 기준, 시공법 개선에 대한 연구를 수행하고 있다. 최근에는 폐기물의 분류를 통한 자원화에 대한 연구를 수행하였으며, 건설폐기물의 공사현장에서의 재활용에 대하여도 다수의 연구를 수행하고 있다.

(4) 구조물 기초

기초구조물의 최적 설계/기법 개발, 기초구조물의 효율성 증대를 위한 지지력 증가기법 및 시공관리 개선방안 제시, 지반 침식 및 기초 세굴 메카니즘 규명 및 해석기법 개발 등의 연구를 수행하여 왔다. 최근에는 구조물의 대형화와 복잡화 경향 및 건설기준의 국제적 표준화 변화에 대응하기 위한 경제적이고 합리적인 최적설계 기술인 신뢰성 기반 하중저항계수설계법(LRFD) 개발 연구와 함께 내구성과 경제성이 향상된 고효율 대형 기초 공법 개발 연구에 박차를 가하고 있다.

기초분야는 이러한 연구역량을 바탕으로 현재 국제토질및지반공학회(ISSMGE)의 기술위원회(TC 213, TC 205) 활동 및 국제지반신뢰성학회(GEOSNet) 활동, 아시아토목공학협회(ACECC), 대한토목학회, 한국지반공학회 기초기술위원회 활동에도 적극적으로 참여하고 있으며 기초공학을 중심으로 기초 응용 및 보강, 지반 신뢰성분야 및 지반 보강 분야로 연구범위를 확대시켜 나가고 있다.

(5)지반보강

지반보강분야에서는 열악한 지반 조건하에 건설되는 불안정한 구조물을 안정성이 높은 구조물로 시공하기 위한 다양한 지반보강 및 개량 기술 연구를 진행하고 있다. 특히, 경제성이 높은 보강토 옹벽이나 연약지반 개량 공법에 사용하는 다양한 토목섬유에 대한 실내/현장 실험 및 특성 분석을 통해 각 공법에 사용하는 건설 재료들에 대한 효용성을 검증하고 관련 공법을 개발하여, 실무자가 쉽게 이해할 수 있는 설계, 시공 유지관리 지침 등을 제안하고 있다. 최근에는 생분해성 플라스틱 재료 및 천연 소재 등의 첨단 친환경 소재를 활용한 녹색 지반 보강기술 개발에 연구 역량을 쏟고 있으며, 국내 녹색 지반보강 기술 개발을 선도하고 있다.

(6)극한지 건설

극한건설공학(Extreme Construction Engineering)분야의 연구실적이나 경험이 국내에 거의 전무한 상태에서 한국건설기술연구원은 정부의 북방정책에 부응하여 1989년 당시 소련 과학아카데미 시베리아 지부(Siberian Branch, Academy of Sciences, U.S.S.R.) 산하 동토연구소(Permafrost Institute)와 협력하여 국내에서 극한지(極寒地) 건설에 관한 심포지움을 2회 개최한 바 있다.

그동안 극한지의 환경, 자연, 특이한 지반형태, 건설활동상의 제약, 여러 구조물의 건설방법 등 다양한 내용을 건설기술교육원, 대한토목학회, 한국지반공학회 등에서의 특별강연을 통해 국내에 소개하면서 국내의 지리, 지질, 그리고 지반기술자들의 관심을 환기시켜 왔다.

최근에는 극한지건설 분야는 “남극 제2기지의 건설후보지 적합성 평가 및 친환경 건설기본 계획 구축” 연구사업으로 국가사업에 적극적으로 참여하면서 북방동토지역 및 극지지역에서의 관련 건설기술축적 및 국가정책입안에 실리적인 도움을 주고 있다.

4. 맺음말

지반연구실에서는 국내외 환경 변화에 대응하여 향후 국가 연구 사업을 주도하기 위한 중장기 발전계획을 수립하고 효율적인 연구, 기술 개발을 위해 세부 전문화된 팀들을 구성하여 운영하고 있다. 또한 최근의 기술 동향을 분석하고 평가하여 신규 주력 분야를 미리 예측하고 그 기반을 구축해 나가고 있다. 그러나 지반연구 분야는 지반의 자연적 생성원인으로 인해 가변성과 유동성, 그리고 그에 따른 불가피한 불확실성을 내포하게 되어 그동안 연구 노력에 비해 직접적이고 단기간에 일반적으로 적용할 수 있는 실질적인 성과를 얻기가 쉽지 않았다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 타 분야의 장점들을 결합한 융복합 기술이 지반공학 분야에도 필요하다. 예를 들어 IT와 RT를 지반공학에 접목하여 지반의 불확실성을 최소화하고 정밀한 시공을 가능하게 함으로써, 공기단축은 물론 저탄소 녹색성장이라는 국가적 목표에 부합하는 연구가 필요하다.

이제 지반공학은 우리가 살고 있는 토양뿐만 아니라 곧 다가올 미래를 지향하고 있다. 극한지 건설 및 행성굴착 등이 대표적인 분야이다. 따라서 앞으로 지반연구실 연구원들은 시대를 앞당길 미래지향적 첨단기술개발에 매진하여 선진 지반구조물 기술을 선도하는 세계적인 연구실로 도약하기 위하여 더욱더 큰 노력을 기울일 것이다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원 (2003), KICT 20년사, pp.78-83.
2. 한국건설기술연구원 (2009), KICTzine, 2009년 7-8월호, pp.22-25.
3. 한국건설기술연구원 (2010), KICT 2020 중장기발전계획 - 'High Performance Organization'을 지향하며, pp.3-18.