

## 건설 Brief – 건설 기술 동향<sup>1)</sup>

한국건설기술연구원

### 1. 건설 Brief 2014년 7월호 - 이슈/극한지 건설 기술

#### 1. 극한지(極寒地)에서의 건설활동 - 에너지·자원개발을 중심으로

- 선진국의 경우, 자국의 동토지역을 대상으로 한 파이프라인 설계 및 시공경험이 있지만, 당시의 기술적 한계를 극복하고 좀 더 극한 조건으로 진출하기 위한 연구가 현재까지도 계속되고 있다. 그러나 국내의 경우 극한지 관련 기술은 거의 걸음마 수준의 개발 초기 단계라고 생각된다. 선진국과 경쟁하여 극한지 미개척 에너지 자원을 확보하기 위해서는 지금부터라도 극한지 건설에 대한 관심을 가지고 지속적인 연구개발을 수행해야 할 것이다. 누구나 다 할 수 있는 기술개발보다는 누구도 할 수 없는 기술개발을 통하여 극한지에서도 제2의 중동건설 붐과 같은 특수를 누릴 수 있도록 지금부터라도 건설인을 중심으로 준비해야 할 것이다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 김영석 연구위원  
(한국건설기술연구원 Geo-인프라연구실)

#### 2. 동토 지반의 정량적 평가방법

- 극한지 환경에서 영하의 대기온도로 인하여 지반은 동결된 상태이며 지반온도의 변화에 따라 기초지반의 지지력 변화 및 지반침하 등 구조물에 심각한 영향을 미친다. 이와 같이 극

한지 동토지역 건설공사에서 지반의 열적 거동에 따라 예상되는 문제들을 분석하고 이를 해결할 수 있는 공학적 접근방법이 필요하며 이를 위한 동결토의 거동에 대한 정량적 평가 및 지반조사 기법연구가 선행되어야 한다. 한국건설기술연구원에서는 동토 지반의 거동을 평가하기 위한 실험 인프라 및 기준 제정과 극한지용 지반조사장비 및 광역탐사기법 개발에 지속적인 연구를 수행하고 있으며, 이러한 연구 성과들을 바탕으로 향후 진행되는 극지 과학기지 건설사업 및 극한지 건설사업에 적극적으로 활용할 예정이다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 홍승서 수석연구원  
(한국건설기술연구원 Geo-인프라연구실)

#### 3. 극한지 지반 안정화 기술

- 영구동토지역의 지반을 안정화하기 위해서는 외부의 온도 유입을 막고, 지반 내 잠열을 최대한 배제하는 것이 이상적이다. 지반의 온도가 높은 겨울철에 지반의 잠열을 외부로 배출하여 장기적인 관점에서 지반의 열적 안정화를 가져오는 온도 제어형 구조체는 한국건설기술연구원의 ‘극한지 지반 안정화’ 과제 수행을 통해 개발되었으며, 향후 다양한 현장 조건에 적용하여 설계 및 시공 관련 데이터를 축적한다면 극한지 지반에 적용할 수 있는 효과적인 공법이 될 것으로 기대된다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 강재모 전임연구원  
(한국건설기술연구원 Geo-인프라연구실)

1) 한국건설기술연구원에서 월간으로 발간하는 「건설 Brief」는 연구원에서 수행하고 있는 연구 프로젝트와 관련 건설 기술에 대한 정보를 제공하고 있습니다. 학회지 [CEM Info] 섹션에서는 「건설 Brief」 최신호 일부를 요약하여 게재하고자 합니다. 소개된 전문은 한국건설기술연구원 홈페이지(<http://www.kict.re.kr>)의 홍보간행물 섹션에서 확인하실 수 있습니다.

#### 4. 극한지 기초구조물 설계기술

– 영구동토 지역에서 기초구조물을 설계하기 위해서는 대상 지반에 대한 동상 및 동착 특성을 반영할 수 있는 설계정수에 관한 연구가 필요하다. 이에 한국건설기술연구원에서는 ‘극한지 지반거동을 고려한 변위대응형 지지 시스템 개발’ 과제를 수행하여 다양한 기초구조물 재료와 동결 온도조건에 따른 기초 설계 정수인 동착강도 비례계수를 제안하였다. 영구동토 지역에 설치되는 기초구조물과 주변 토사에서 발현되는 동착강도의 특성은 토사의 종류와 다양한 주변 환경에 따라 변화하므로, 기초 설계정수로서 동착강도를 분석하기 위해서는 다양한 영향 인자들을 고려할 수 있는 다각적인 연구가 이루어져야 할 필요가 있다. 또한, 연구 결과로 제안된 동착강도 비례계수를 실제 설계에 범용적으로 활용하기 위해서는 다양한 현장 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 판단된다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 최창호 연구위원  
(한국건설기술연구원 Geo-인프라연구실)

#### 5. 극한 환경 대응 재료 및 급속시공기술

– 건설이 가능한 기간이 극히 제한된 지역에서는 재료 및 구조적으로 적합화 된 기술이 필요하다. 한국건설기술연구원에서는 ‘극한환경 대응 재료 및 급속시공기술 개발’ 과제를 수행하여 극한지 인공지반용 구조시스템을 개발하였으며, 또한 저온 경화가 가능한 그라우트 재료를 개발하였다. 본 연구에서 얻은 성과는 극한지를 대상으로 하였으나, 최근 국내에서도 극한지와 같은 건설환경에 노출되어 있음을 인지할 수 있다. 인구 밀집과 교통문제로 환경이 열악해짐에 따라 다양한 공기단축공법이 시도되고 있다. 기후적 측면에서는 최근 겨울철의 경우 극한지에 버금가는 저온상태가 발생됨에 따라 시공에 큰 불편을 겪고 있다. 이러한 점에서 극한환경 대응 건설기술은 국내에서도 반드시 필요한 기술이라고 할 수 있다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 신현섭 수석연구원  
(한국건설기술연구원 인프라구조연구실)

#### 6. 남극 대륙 진출의 허브, 장보고과학기지

– 남극 대륙 환경에서의 기지 건설은 27년 전 세종과학기지 건설 상황과는 많은 부분에서 달랐다. 대륙을 둘러싼 2, 3m에 달하는 해빙(海氷), 건설자재의 운반과 하역부터가 차원이 다른 상황을 보여주었다. 여기에 얇은 활성층 아래의 암석보다

단단한 동토층은 현장답사를 통해 면밀하게 검토·작성한 시공계획을 무색하게 하였고 잦은 장비고장의 원인이 되기도 하였다. 그리고 모듈러 공법의 적용은 남극 환경에 매우 적합하다는 평가는 있었으나 내·외장 패널이 분리되어 있어 시공 기간을 줄이는데 한계가 있었다. 또한 월동대원에 의한 유지관리가 가능하고 남극의 저온 환경과 폭풍설에서 검증된 풍력발전기의 수급은 남극에서 기지를 운영하고 있는 많은 나라들의 공통적인 어려움으로 인식되고 있으며, 해당 분야의 국내 기술 발전이 더디게만 느껴지는 부분이기도 하였다. 이처럼 남극 대륙에서의 시공경험은 국내 건설관련 업계는 물론 학계에 다양한 노하우 축적과 함께 많은 숙제를 남겼으며, 이들 문제점은 시베리아와 같은 동토 지역과 남극 대륙 진출을 위해 꼭 풀어야 할 숙제들이기도 하였다. 이에 한국건설기술연구원에서는 국내외의 이러한 요구에 대비하여 다양한 방면에서의 동토 지역 연구 역량 강화에 힘쓰고 있는 것으로 안다. 발전적인 연구 성과가 있기를 이 자리를 빌려 기대해본다. 이제 세종과학기지를 비롯한 장보고과학기지는 국가 연구 인프라로서 극지 기초과학 연구의 장인 동시에 극지공학, 소재공학과 같은 응용기술 분야의 새로운 기술과 제품을 시험할 수 있는 테스트 베드(test-bed)로 활용될 예정이다. 또한 융복합연구 기반으로서, 그리고 남극 대륙 내부로의 진출 허브로서의 남극기지의 역할과 이를 발판으로 한 극한지 건설공학의 지속적인 발전을 아울러 기대해 본다.

건설 Brief 2014년 7월호(제63호) 김지희 책임연구원  
(극지연구소 대륙기지건설단)

## II. 건설 Brief 2014년 8월호 - 통합 수문해석 기술의 발전 방향

### 1. 통합 수문해석 기술의 오늘과 미래

– 수자원 분야에서의 세계 기술 동향은 자연적, 인위적 환경 변화에 따른 수문, 물질순환계의 변화를 예측·평가할 수 있는 통합 수문해석 기술 개발에 관심이 모아지고 있다. 또한, 요소 기술의 통합·융복합을 통하여 단일 목적 달성형 수문해석 모형에서 다목적형 수문해석 모형으로 변모하고 있는 바, 통합의 시대에 걸맞은 세계시장 선도형 KICT 브랜드 통합 수문해석 모형개발이 필요하다. 이 글에서는 기개발된 SWAT-K(Soil and Water Assessment Tool-Korea)를 간략히 소개하고 차세대 통합 수문해석 모형 개발을 위한 연구 방향을 제시하고자 한다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 김남원 선임연구위원  
(한국건설기술연구원 수자원연구소)

## 2. 지표수-지하수의 연계 해석 사례

- 6월부터 9월 사이에 연간 강수량의 약 70%가 집중되는 우리나라 기후의 특성상 수자원 관리와 많은 어려움이 있다. 효과적인 수자원 관리를 위하여 지표수-지하수 연계 관리가 필요하며, 통합 수문해석 모형의 사용을 통하여 지표수와 지하수의 거동을 해석을 수행하는 것이 필수적이다. 대표적인 사례로 무심천의 지하수 가능 채수량 산정과 쌍천 지하댐의 정량적 효과 분석이 있다. 이밖에도 지표수-지하수-생태 상호작용, 하안의 식생조성에 따른 물수지의 변화 해석 등에 지표수-지하수 통합 모형이 사용될 수 있다. 또한 해안의 염수침입과 같은 밀도류 모형과 연계를 통해 해안지역의 지하수 보전 계획과 같은 분야에도 적용이 가능할 것이다. 보다 창조적인 적용과 융합해석을 바탕으로 한 지표수-지하수 연계 해석은 국내외에서 보다 활발하게 진행될 것이며 연결된 수자원으로서의 연속성을 드러내는 지표가 될 것으로 기대한다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 정일문 연구위원  
(한국건설기술연구원 수자원연구소)

## 3. 통합 수문해석 기반 하천변 지하수 이용 영향 평가 기술

- 안정적인 하천수 취수, 하천유지 유량 공급, 환경개선용수 확보, 생태유량 확보 등의 건강한 하천 환경을 유지하기 위해서는 하천구역 내 유수 관리뿐만 아니라 하천구역 외 지하수 관리 또한 매우 중요하다. 특히 하천변에서의 과도한 지하수 이용은 하천 건전화 문제를 유발할 수 있기 때문에 하천의 정상적인 기능 유지를 위해서는 하천수와 지하수를 통합적인 관점에서 합리적으로 이용하고 관리해야 하며 통합 수문해석 기술의 발전이 함께 이뤄져야 한다. 이러한 기술의 활용을 통해 하천수와 지하수의 효율적 이용, 공정한 수리권의 정립, 하천과 지하수 관리체계의 개선 등 최적의 수자원 관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 이정우 수석연구원  
(한국건설기술연구원 수자원연구소)

## 4. 통합 수문해석 기반 해안 지하수 관리 기술

- 최근 기후변화에 의한 해수면 상승, 가뭄 또는 해안지대의 지하수 취수량 증가 및 토지 이용 변화가 해안 지하수 관리의 이슈로 떠오르고 있다. 해안 지하수 연구는 국내외에서 활발히 연구가 진행되고 있는 분야이며 한국건설기술연구원에서는 새롭게 도전하고 있는 분야로서 그 역할이 크게 기대되고 있다. 해안 지하수 연구는 미국과 유럽에서 수십 년에 걸쳐 대규모 연구 그룹에 의해 수행되었고 국내에서도 해안 및 도서지방에서 염수 침입에 따른 지하수 수질 장애가 실질적으로 발생함에 따라 해안 지하수 관리가 주목받게 되었다. 관리 방안의 수립 자체가 하나의 기술적인 도전이며, 유역 수문해석과 동적 연계한 해안 지하수 연구는 수문학적으로 유의한 과학적 지식이 축적될 수 있는 좋은 기회가 될 것으로 본다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 장선우 수석연구원  
(한국건설기술연구원 수자원연구소)

## 5. 수량-수질 통합 관리를 위한 모델링 기법 및 유역평가 방안

- 기존의 수자원 확보, 홍수·가뭄 등의 수재해 예측, 비점 오염 해석 등 독립적·개별적인 연구에서, 이제는 유역 생태환경의 건전성을 평가하고, 나아가 기후변화와 같은 거시적 자연환경의 변화와 경제·사회적인 요인까지 포괄적으로 고려할 수 있는 통합적 유역평가가 필요하며, 유역 모델링 기법이 그 중추적인 역할을 할 것으로 기대한다. 삶의 질 향상에 따른 보다 깨끗한 물 환경에 대한 요구, 녹색에너지 및 식량안보 등과 관련된 전 지구적인 패러다임의 변화가 물 사용 및 주요 작물의 영농 패턴에 큰 영향을 미치는 점을 고려할 때, 다양한 외부요소들의 변화에 따른 최적의 수자원 관리 및 유역 통합 관리를 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 김철겸 연구위원  
(한국건설기술연구원 수자원연구소)

## 6. KICT에 바라는 미래 수문해석 기술

- 기후변화 및 인간활동에 의하여 초래되는 물순환 과정의 변화를 예측하고, 지속가능한 수자원 관리 및 수질 관리, 물 관련 재해 관리를 위하여 현재보다 더 정밀하고 정확한 수문해석 기술의 개발을 위한 체계적인 계획과 로드맵을 수립하여 KICT 연구진과 여러 연구공동체가 협력하여 국내 수문환경에 적합

한 독자적인 수문해석 기술을 개발하기를 바란다. 미래 수문해석기술의 핵심 방향은 인간 활동과 기후변화의 영향을 고려할 수 있으며 미계측 유역에 대한 지표수, 지하수, 유사 및 수질 등을 신뢰성 있게 예측할 수 있는 통합모형의 개발이 필요하다. 그리고 미래 수문해석 기술의 발전을 위해 중요한 요소 중의 하나는 기술의 개방성이다. 아무리 좋은 기술이라도 많은 사람이 활용할 수 없으면 기술의 가치가 퇴색될 수밖에 없다. KICT에서 개발되는 새로운 모형이나 해석기술은 대외적으로 공개되어서 관련 연구자나 학생, 관심 있는 기술자 등 모든 사람들이 자유롭게 활용하고 다양한 피드백을 통하여 더 큰 기술의 발전이 이루어 질 수 있다. 앞으로도 KICT 연구진에 의해 더 새롭고 혁신적인 수문해석 기술이 개발되기를 기대한다.

건설 Brief 2014년 8월호(제64호) 이도훈 교수  
(경희대학교 공과대학 사회기반시스템공학과)