

9 국토관리와 사회인프라

앞으로 10년, 기술개발로 국토 새 단장

글 **손석호** 한국과학기술기획평가원 연구원 shson@kistep.re.kr

미국 ‘공학주간’ (National Engineering Week) 위원회는 매년 미래 도시 디자인 경연 대회 (Future City Competition)를 개최한다. 미래 예비공학자인 중·고등학생들에게 미래도시디자인을 통해 미래지향적 사고력을 키워주고, 팀워크로 문제를 해결하는 공학적 마인드를 길러주기 위한 행사다. 그런데 왜 미래도시 디자인이 그 주제로 선정되었을까? 예를 들어 정보통신의 미래라는 주제도 가능할 법해 보이는데 말이다. 이는 국토관리 및 사회 인프라 분야가 다른 어떤 분야보다도 다종다양한 과학기술들이 고도로 연계된 통합적인 시스템 기술의 특성을 지니기 때문이다.

‘하드(hard)’ 기술 측면에서는 다양한 기초과학기술 및 산업기술 요소들의 융합이 요구된다. 특히 관련 건설기술의 진보에는 재료·기계·전기·통신·전자·컴퓨터 등 핵심 산업기술의 혁신적 수용을 절대적으로 필요로 한다. ‘소프트(soft)’ 기술의 측면에서는 건설 프로세스의 시간·경비 차원의 경제성 향상과 품질제고를 위한 건설·인력·구매 관리 및 공정관리 관련 경영 및 사업관리 관련 기술혁신의 수용을 필요로 한다. 그 밖에도 건설행위와 관련된 각종 규제성 정책·제도 및 법령에 대한 충분한 지식과 경험, 그리고 친환경·친인간 측면의 각종 환경영향 요인과 사회적인 요

구에 대한 제한도 요구된다.

다른 기술 통합하는 ‘시스템 기술’

과학기술예측조사(2005~2030) ‘국토관리와 사회 인프라’ 분과는 총 4개의 관련 영역을 선정하고 최종적으로 88개의 기술 과제들을 도출했다. 4개 영역은 국토개발/보존 및 공간 활용계획, 주택/건물건축(도시개발, Lifeline 및 건설관리), 교통/물류 네트워크 건설 및 운영, 산업생산/환경처리시설 및 건설지원 분야이다.

국토개발/보존 및 공간 활용계획분야는 산업화를 지원하기 위한 물적 기반을 효율적으로 구축하기 위한 기술들이 포함됐다. 산업화 과정에서 파생된 부산물들을 해소하기 위한 국토개발의 개념에서 벗어나 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발원칙 아래 환경과 조화를 이루는 방향으로 발전함을 전제로 한다. 따라서 이 분야는 자본, 노동, 토지 등과 함께 환경을 하나의 자원으로 인식함으로써 국민의 삶의 질을 높이기 위한 접근이라 할 수 있다.

주택 및 건물건축(도시개발, lifeline 및 건설관리)분야는 인간의 주거환경을 보다 편리하고 쾌적하게 개선하기 위한 다양한 기술들을 포함한다. 효율적 공간 활용을 위한 신공간의 개발, 정보화 설비의 수요 급증 및 인공 지능형 운영·관리 시스템, 인간친화형 자원의 이용 및 폐자원의 재활

용, 환경 친화적 건설재료 등이 포함된다. 도시기능을 유지하기 위한 공공시설을 의미하는 도시 Lifeline은 에너지 시설(전력, 가스, 석유공급시설 등), 물 운영시설(상수도, 하수도, 하천, 댐 등), 교통시설(도로, 철도, 공항, 항만 등), 정보통신시설(전화, 통신, 방송, 각종 정보매체 등)과 같이 도시기능을 유지하는 데 필수적인 시설들을 포함한다. 도시환경분야는 방재 및 시스템 통합기술, 스마트센싱기술, 나노 복합재료 제조 공정기술, 건설용 신소재 기술, 바이오 미소 전자시스템소자 기술 등을 활용하여 인간 친화적인 도시환경을 만들기 위한 분야이다.

교통/물류 네트워크 건설 및 운영분야는 수송수단을 한 장소에서 다른 장소로 이동시키는 모든 활동과 그 과정 및 절차에 이용되는 모든 유·무형의 기술이 해당된다. 즉 도로, 철도, 해상, 항공과 관련된 교통로, 수송수단, 동력, 운행관리에 관한 기술들이 포함된다. 이 분야에서는 사회의 발전에 따른 경제활동의 증가 및 국제적인 인적·물적 이동에의 대응과 국민의 삶의 질 향상에 따른 물류서비스의 질적 향상 (door to door) 요구에 부응하기 위한 미래의 교통/물류 네트워크 건설 및 운영분야가 관련되어 정보통신, 전기, 전자기술 등 첨단기술들의 활용이 급증할 것이다.

산업생산/환경처리시설 및 건설지원부

아는 첨단 산업시설의 건설, 건물과 시설물 사용 에너지의 최적 관리, 친환경 에너지의 활용, 수자원 등 국토자원의 효율적 활용, 폐기물의 처리, 환경처리시설의 건설을 위한 기술들을 포함한다. 미래에는 생산 활동에 소비되는 에너지를 극소화할 수 있는 최적의 관리기술과 함께 버려지는 에너지를 재활용하기 위한 냉각수 순환기술, 자연 냉각탑 설계기술 등 다양한 기술들의 발전이 이루어질 것이다.

대부분의 과제들 10년 안에 실현 가능

국토개발 및 보존, 공간 활용계획분야에서는 국토관리, 기상해석 및 시뮬레이션, 침식방지, 해양시설물 건설, 건설용 신소재, 환경성 지표기술, 국토관리 정보화, 국토관리용 전문가시스템, 지하공간 시공, 도시공간 계획, 도시관리 시스템과 관련된 15개의 과제들이 도출되었다. 도출된 전체 15개 과제들이 2010~2014년에 실현된다고 예측되고 있으며, 그 중 11개 과제들(73.3%)은 2012년 이전까지, 4개 과제는 2013년(3개)과 2014년(1개)까지 실현될 것으로 조사됐다.

주택/건물건축(도시개발, lifeline 및 건설관리)분야는 도시개발, 지역개발, 도시관리, 무공해 천연 건축자재, 구조물 수명 연장, 도시인프라 구축, 환경오염방지, 에너지 절감 및 폐기물 처리, 방재, 구조해석, 통합건설 생산 자동화 시스템, 시공현장 기획 등과 관련된 과제들이 도출됐다. 도출된 전체 33개 과제들의 실현 시기는 2012년에서 2018년에 걸쳐 분포되어 있는 것으로 조사되었다. 전체 33개 과제 중 21개 과제(63.6%)는 향후 10년 이내에 실현될 수 있을 것으로 조사되어 주택/건물건축 분야의 기술과제 대부분이 가까운 미래

기술에 기반하고 있는 것으로 나타났다. 특징적인 과제들을 살펴보면 '고령화 사회 전망에 따라 독거노인 등을 위한 cyber doctor, interactive nursing 등의 기능을 갖춘 실버케어(silvercare)타운은 2012년까지 실현된다. 또 유비쿼터스 IT기술을 응용한 도시관리 시스템 역시 비슷한 시기인 2013년까지 실현이 가능할 것으로 예측됐다. 2014년 이후에 실현이 가능할 것으로 예측된 과제에는 온도, 습도, 먼지 등 기상변화를 감지하는 건물외벽기술(2016년), 산소를 생성하고 일산화탄소를 제거하는 유기물 이용 광합 건설재료 개발(2018년) 고인성 및 대변형 능력이 탁월한 고성능 시멘트 복합체 기술 개발(2015년) 등이 있다.

교통/물류 네트워크 건설 및 운용분야는 해저터널, 해양시설물, 에너지저장, 자동차·철도 차량, 도로건설, 교통시설, 대심도 지하터널, 진공터널, 항만, 조류해석 등과 관련된 기술과제들이 도출되었다. 자체 발광(發光)형 도로포장재 실용화(2012년)와 도로안내, 교통혼잡안내, 기타 도로교통 관련 정보를 실시간으로 보행자 및 운전자에게 전달하는 홀로그램 네비게이터 실용화(2010년), 유비쿼터스 환경을 기반으로 한 고도 ITS(Intelligent Transportation system) 실용화(2013년)등의 과제들이 향후 10년 내에 실현 가능할 것으로 조사됐다.

반면 한반도, 일본, 중국 및 동남아를 잇는 해저터널망 구축 기술과 마그네틱 와류장, 부력, 진공을 이용한 고속 물류운송 튜브망을 지상, 지하, 해양에 건설하는 기술 등은 실현에 있어 상당한 시간이 필요할 것으로 나타났다. 산업생산·환경처리시설 및 건설자원 분야는 소음 및 진동흡수 포장

재료, 수처리, 지하수 활용, 초고도 구조물, 저장시설 등과 관련된 과제들이 도출되었다. 터널내 차량 배출 매연을 흡수하는 첨단 터널 라이닝 공법과 터널화재 발생시 연기를 초고속 배출하는 환기시스템은 2013년까지 개발될 것으로 예상됐다. 또 첨단 우수(雨水)·오수처리 시스템을 이용한 중수 활용 시스템도 20112년에 실용화되며 대규모 지하 저온 저장시설 (농축수산물, LNG 등)의 설계 및 시공기술도 2013년에 실용화된다. 이 밖에도 전체 과제의 60%에 해당하는 과제들이 향후 10년인 2014년까지 실현 가능할 것으로 예측됐다.

국가 지속 성장 위한 기술개발 방향 설정해야

국토관리 및 사회 인프라 분야에서 중요도 지수가 높은 상위 10대 과제들의 목록은 <표1>과 같다. 환경오염 모니터링 시스템, 수자원의 통합관리기술, 투수성 도로 포장재료기술, 능동형 도시방재 모니터링 시스템, 도로교통 관제 시스템, 건설관리 시스템, 에너지 절감형 건축 설계기술, 사회기반시설물 관리용 통합정보시스템, 첨단 건설 재료 기술 등과 관련된 기술과제들이 중요도 상위에 분포하고 있다.

미래의 국토관리 및 사회 인프라는 자연재해로부터 안전한 환경의 조성 요구, 안락하고 풍요로운 사회생활의 실현 요구, 최첨단 기술의 발전과 확대적용을 통해 한반도를 지속가능한 개발환경의 확보에 대응하기 위한 방향으로 발전시킬 요구를 받을 것으로 판단된다.

국토개발 및 보존, 공간활용계획 영역에서 중요도 상위에 포함된 기술에는 국토환경보전을 위한 친환경 연안침식방지 기술, 국토개발관리기법, 국토·도시·시설입지계획용 전문가 시스템 등인 것으로 나타났

〈표 1〉 중요도 상위 10개 과제

과제 번호	과제	중요도 지수	실현시기(연)		연구개발 수준(%)
			국내	해외	
74	국토의 생태환경 변화 감시를 위한 식생성장, 대기오염, 수질오염, 토양오염의 통합 모니터링 및 분석 기술이 개발된다.	79.4	2016	2011	55.8
88	수계별 용수 이용량이 실시간 평가되는 수자원 통합관리 기술이 개발된다.	77.4	2014	2009	66.8
87	수자원 고갈과 수질환경 악화 문제를 해결하기 위한 투수성 도로 포장재료 및 도로의 우수 배수의 저장, 재활용기술이 개발된다.	76.9	2013	2010	64.0
30	홍수, 화재 및 지진 등 각종 재해를 방지하기 위한 능동형 도시방재 모니터링 시스템이 개발된다.	76.1	2013	2009	49.3
55	자동차 종류의 속도, 밀도 등을 파악해 도시내 교통흐름을 실시간으로 최적화하고, 교통사고를 ZERO화하는 smart 도로교통 관제시스템이 보급된다.	75.4	2013	2010	56.4
38	계획/설계/시공/유지관리/해체의 전생애 주기 infrastructure 건설 관리시스템이 개발된다.	74.9	2013	2010	53.7
79	건물내부 공급 수돗물을 안심하고 먹을 수 있는 고도정수처리 물탱크 및 100% 무균, 방청 바이오 파이프 시스템이 개발된다.	74.5	2014	2014	54.9
26	건물 에너지를 50% 절감할 수 있는 건물 외장재 개발 등 초저에너지 건축 설계기술이 개발된다.	74.2	2013	2010	52.3
48	모든 사회기반시설물에 대한 Infrastructure 통합정보시스템 구축 및 유지관리에의 활용 기술이 개발된다.	74.2	2015	2012	50.8
80	재활용률이 100%에 가까운 첨단 건설재료 제조기술이 개발된다.	73.9	2015	2013	53.2

다. 따라서 선진국 진입을 선도하는 SOC 고도화, 균형적인 국토개발을 통한 국민의 편익증대를 목표로 하는 국토의 재창조, 신기술 활용 SOC 설계의 고도화 등을 위한 연구개발 등에 적극적인 투자가 이루어져야 할 것이다.

주택/건물건축(도시개발, lifeline 및 건설관리) 영역에서는 첨단기능의 실버타운 개발기술, 무공해·고내구성 전자재 개발, 건물배출 쓰레기를 자원화하는 whole building system, 초저에너지 건축설계기술, Micro bio-sphere facility(house), 도

시방재 모니터링기술 등이 중요도가 높은 것으로 조사되었다. 이는 고령화 사회에 대비해 편의성이 확보된 첨단 주거환경을 선호하는 사람이 많아진 데다 에너지의 재활용률이 높은 주택 및 건물의 수요가 더욱더 늘어날 것으로 예상됨에 따라 나타난 결과로 풀이된다.

교통/물류 네트워크 건설 및 운영 영역에서는 교통정보의 실시간 전달이 가능한 홀로그램 네비게이터기술, 스마트 도로교통 관제 시스템, 가변차선 고속도로 건설 기술, 에너지 절약형 자동 도로 제설기술,

통합 교통물류 분석기술 등의 중요도가 높은 것으로 분석됐다. 또한 편리한 교통체계의 확보와 관련된 기술들이 중요도 상위 기술에 많이 분포되어 현 교통체계의 문제점을 극복하기 위한 노력이 많이 요구되고 있음을 알 수 있다. 그러나 현 교통체계의 문제점 해결은 대규모의 자본투입이 필수적이고 그에 따른 사회적인 파급효과도 매우 큰 사업이다. 따라서 편리하고 효율적인 교통 및 물류체계의 확보를 위해서는 정부의 체계적이고도 지속적인 연구개발 계획의 마련이 시급히 이루어져야 할 것으로 보인다.

산업생산/환경처리시설 및 건설자원 영역에서는 환경오염 통합모니터링 및 분석 기술, 고도 정수처리 물탱크 및 무균·방청 바이오파이프시스템, 재활용 가능 첨단건설재료제조기술, 대규모 지하저온 저장시설의 설계 및 시공기술, 수자원통합관리기술 등이 중요도가 높은 것으로 나타났다. 환경오염의 진단 및 개선 요구와 수질관리, 부족한 수자원의 해결 등은 미래에도 우리 사회의 중요한 이슈로 인식될 것이다. 국토관리 및 사회 인프라 분야는 그 특성상 첨단기술과 전통기술의 접목을 통하여 보다 인간의 삶에 편리한 고기능 건축물들을 건립하는 데 있어 필수불가결한 기술과제들을 포함하고 있다. 또한 국가의 지속적인 성장을 위해 기반이 되는 분야로서 국가차원의 확고한 비전의 수립을 통해 정부의 지속적인 투자가 이뤄져야 할 것이다. 또한 국토관리 및 사회 인프라 분야의 기술 개발을 통해 우리 나라의 지적·문화적 특성들을 반영하여 국가 경쟁력 제고를 위한 기반을 수립하고, 균형적인 국토개발을 통한 국민 편익증대에 이바지할 수 있도록 해야 할 것이다. ㉔