

12

December 2017  
No. 122

# 도로정책 Brief

## 이슈&칼럼

공간정의와 국가간선도로망(7×9)의 공공성

## 해외정책동향

무신호 횡단보도의 해외 운영 사례 및 시사점  
교통부문 UAV 활용 및 관련 연구 해외 동향  
노면 대중교통시스템(트램)의 해외 사례 및 시사점

## 기획시리즈 : 도로의 가치 탐구 ⑤

도로의 네트워크 가치

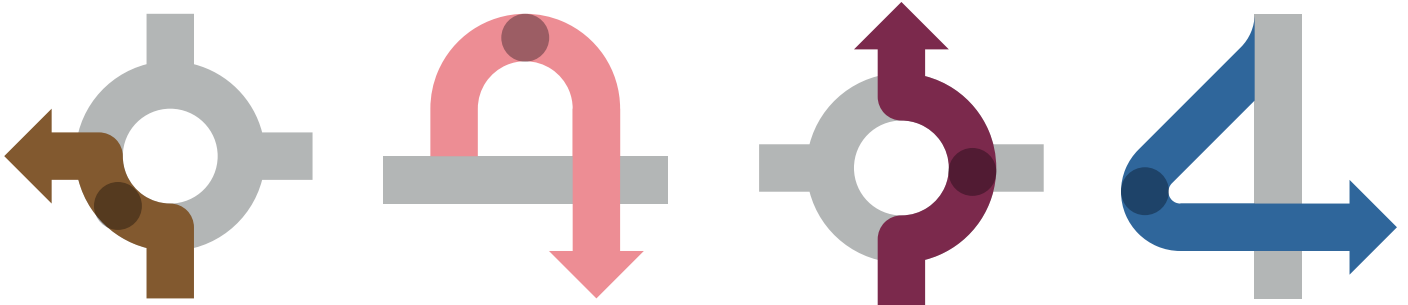
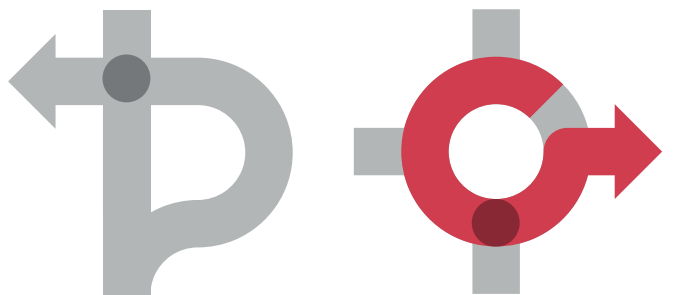
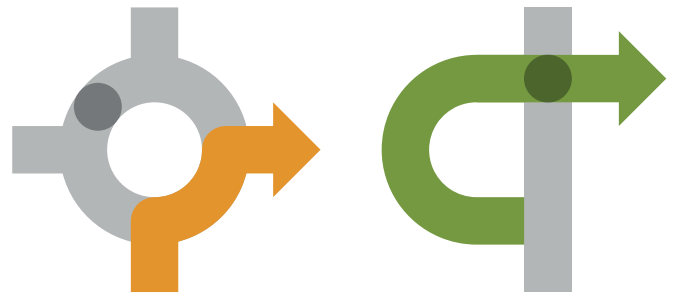
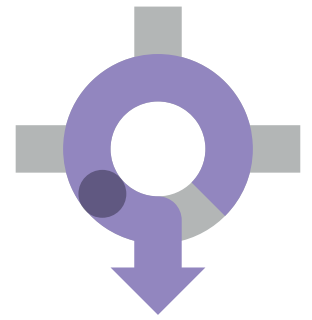
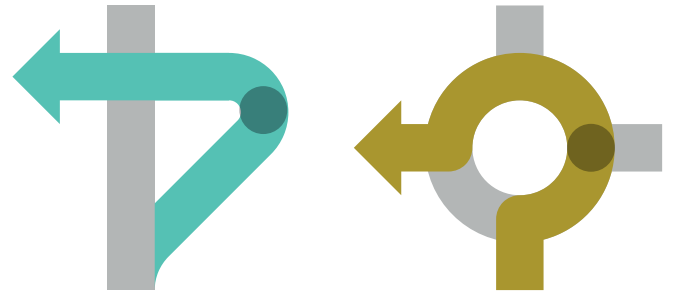
## 간추린소식

국토연구원, '지역교통체계개선' 컨퍼런스 개최

## 용어해설

UAV(Unmanned Aerial Vehicle)

KRIHS 국토연구원    VAPRC 도로정책연구센터    10th Anniversary 2007-2017





# 공간정의와 국가간선도로망(7×9)의 공공성



“우리나라의 전 국토를 동서남북의 격자형으로 구성한 국가간선도로망, 소위 7×9계획은 공간적 정의(正義)를 실현하기 위한 도로분야의 대표적인 계획체계이자 구상이다”

고 용 식 국토연구원 도로정책연구센터장

최근 들어 언론이나 인터넷 등을 통해 가장 많이 듣게 되는 단어 중 하나가 ‘정의(Justice)’가 아닐까 한다. 격변한 정세에 따라 새롭게 출범한 현 정부의 정책기조 중 하나로 ‘정의’가 언급되고 이 단어의 의미와 실현에 국민적 관심이 고조된 탓일 것이다. 여기서 언급되는 정의는 그 단어의 개념 상 ‘사회적 정의(Social Justice)’를 말하며 이러한 사회적 정의에 공간의 개념을 더한 것이 바로 ‘공간적 정의(Spatial Justice)’라 할 수 있다.

공간적 정의는 1973년 Harvey에 의해 언급된 후 최근 Soja(2010)에 의해 발전되었다고 한다. Soja(2010)에 따르면 공간적 정의는 재화 및 서비스는 지리적으로 균일하게 분포되어야 하며 이는 모든 도시민이 가져야 할 기본적인 권리임을 말한다고 한다. 공간적 정의에 대한 학술적인 논쟁을 이어가기에는 필자의 전문성의 한계상 접어두기로 한다. 다만 정의의 관점에서 우리 사회 구성원들이 인식하게 되는 불평등과 불공정한 사회적 현상이 공간이라는 지리적 실체와 분리될 수 없으며 공간의 불평등적 상황을 교정하기 위한 정책개입은 매우 중요하다는 인식에 동의가 되는 개념인 것은 확실해 보인다.

이런 관점에서 우리나라의 전 국토를 동서남북의 격자형으로 구성한 국가간선도로망, 소위 7×9계획은 공간적 정의(正義)를 실현하기 위한 도로분야의 대표적인 계획 체계이자 구상이지 않은가 싶다. 반나절 생활권 실현을 위한 도로교통체계의 구축, 전국 어디서나 고속도로라는 최상위 간선도로서비스를 30분 이내에 접하게 한다는 7×9계획의 정책목표는 공간적 정의를 물리적 시설공급으로 구현해보고자 하는 상징적 계획이라고 생각한다.

## 국가간선도로망(7×9)계획의 수립과정

우리나라의 근대적인 도로건설 계획은 1962년부터 시작된 ‘경제사회개발 5개년계획’과 그 궤를 같이 하고 있다.

제1차 경제개발계획(1962~66)에서는 산업철도 건설 등 철도부문에 치중한 개발로 상대적으로 도로개발은 크게 부진했으며 주로 대도시지역의 포장사업 등에 주력하는데 그쳤다. 그 이후 제2차 경제개발계획(1967~71)에서는 경인고속도로, 경부고속도로를 필두로 본격적인 고속도로 건설에 대한 정책적 관심이 태동한 시기라 하겠다. 제3차 경제개발계획(1972~76)이후 제4차(1977~81), 제5차(1982~86) 등에서는 지속적인 도로망의 형성과 함께 국도 포장 및 확장, 지방도 포장 사업 등에 주력하였다. 제6차 경제개발계획기간인 1987~91년에는 각급 도로의 중장기개발계획을 수립하여 기능적으로 위계화된 도로망체계를 정립하고 과학적이고 효율적인 도로행정 기반을 확립하고자 하였다.

한편, 국가간선도로망(7×9)계획 수립과정에서 중요한 연구보고서가 있는데 그 중 몇 개를 소개하면 다음과 같다.

첫째, 「전국도로망 기본계획」(국토개발연구원, 1986)이다. 여기에서는 급변하는 장래 상황에 신속적으로 대처하기 위하여 장래의 국토환경 추세를 감안한 간선망을 구축하고자 하였다. 집중개발형, 권역중심개발형, 분산개발형 등 국토개발 방식별로 효율적인 간선망 구상 대안을 수립하여 평가하였다. 각 대안이 가지는 문제점을 최소화하고 장점을 극대화할 수 있는 ‘융합형 간선도로망’을 구축·제시하였으며, 이를 위해 분산개발형

(격자형) 간선도로망을 기본으로 설정하였다.

둘째로는 「전국도로망의 기본구상과 도로정책방향」(국토개발연구원, 1990)이다. 여기에서는 간선망 특성에 따라 9개의 동서축과 7개의 남북축으로 구성된 격자형 도로망을 제시하여 전국 어디서나 쉽게 접근할 수 있어 지역균형 발전을 유도할 수 있는 기반을 제공하고 분산형 국토개발을 도모하며 간선도로 서비스 소외지역을 해소하고자 하였다. 대도시 중심으로 방사·환상축을 구성하여 대도시 지역의 교통수요에 적극 대처하며, 대규모 공업단지, 항만, 공항, 관광지 등은 상호 직접 연결하여 물동량 수송을 원활하게 하는 것을 목표로 설정하였다.

세 번째 보고서는 「전국도로망체계 재정비(1단계~3단계)」(국토개발연구원, 1991~1993)인데 여기에서는 「제3차 국토종합개발계획」 수립에 따른 지역개발 계획이 수립되는 등 다양한 여건 변화에 맞추어 전국 도로망체계를 재정비하고자 하였다.

이러한 기초연구 등을 통해 정립된 격자망의 기본골격 구조는 큰 변화없이 지금까지 유지되어 오고 있다. 또한 이러한 구상에 따라 1990년대 후반 수립된 제1차 도로정비기본계획, 2005년의 수정계획 및 2011년 수립된 제2차 도로정비기본계획, 2017년 1월에 수립 고시된 제1차 고속도로건설5개년계획 등 일련의 법정계획을 통해 각 축별 우선순위에 따라 체계적으로 구축되고 있다. 이러한 계획체계의 기반과 함께 1994년 목적세인 교통세 신설로 조성된 교통시설특별회계의 재정적 기반 등이 곧 실현될 것으로 예상되는 고속도로 5,000km 시대를 견인하게 된 양대 축으로서의 역할을 해 온 것이다.

### 국가간선도로망(7×9)의 미래정책 방향

앞서 언급한 국가 차원의 일관된 계획체계와 이를 뒷받침하는 재정지원 체계 등으로 말미암아 우리 국민들 대다수(약 70% 이상)는 고속도로를 30분 이내에 이용할 수 있는 시대에 살고 있다. 국토공간의 기본골격을 형성하는 데 집중해 온 물적 공급정책의 효과를 실질적으로 체감하는 시대가 도래한 것이다. 그러면 이제 어느 정도 양적 공급의 성과가 충족되었다고 하여 7×9의 역할과 사명은 다하였다고 볼 수 있을까? 다음 세대를 위한 7×9의 미래정책 방향은 어떻게 설정해야 할 것인지에 대한 고민이 필요한 시점은 아닐까? 필자는 이러한 미래정책 방향을 논함에 있어 이른바, 4-Ware를

고려해야 한다고 본다.

첫째, 하드웨어(Hard-Ware)이다. 양적 공급정책의 효용성이 한계적인 상황에서 왜 하드웨어인지 의아하겠지만 정책의 성과는 결국 실체가 있어야 한다. 필요 최적화된 물적 시설공급을 통한 성장거점화 전략, 기본 골격의 완성이라는 차원에서 7×9계획 미확충 구간의 추진, 7×9의 입체화를 통한 신서비스 창출 등이 그 예라 하겠다.

둘째, 소프트웨어(Soft-Ware)이다. 기존의 획일화된 양적 공급에만 치중하는 정책서비스만으로는 삶의 질에 대한 국민의 높은 요구수준을 충족시키지 못할 수 있다. 보다 차별화되고 이동성이라는 본연의 기능 이외에 다양한 가치와 콘텐츠의 결합을 통한 전혀 새로운 서비스 공급에 주력해야 한다. 타 분야와의 활발한 융복합이 정책적 구체성을 제고하는 데 유효할 수 있다.

셋째, 스마트웨어(Smart-Ware)이다. IoT, 인공지능 등 스마트기술과 결합된 미래지향적인 서비스 구현을 위한 7×9이다. 도로와 차량이 별개가 아니고 정보의 소비자이자 생산자가 되는 도로의 공급이다. 다만, 첨단기술의 고도화로 인한 디바이드 문제, 개인정보보호, 일자리 문제 등 파급될 수 있는 부정적 영향 등은 최소화하는 지혜가 필요하다.

넷째, 휴먼웨어(Human-Ware)이다. 사실 모든 정책은 결국 사람이 중심이 되어야 한다. 기존 양적 공급시대의 의사결정이 몇몇 전문가 및 관료 중심으로 이루어졌다면 이제는 국민의 보다 다양한 의견과 아이디어가 활발히 교류되는 가운데 정책이 추진되는 진정한 거버넌스의 시대가 되어야 할 것이다. 모든 정책의 지향이 국민을 향한다면 7×9의 역할과 사명에 대한 사회적 논란은 불식될 것이다.

### 국가간선도로망(7×9)의 공공성

끝으로 7×9의 공공성 강화를 언급하고자 한다. 공공성에 대한 각자의 개념과 정의가 있겠지만 필자는 공공성을 논함에 있어 ‘공정, 공평, 공익, 공개’의 4가지 요소를 강조하고 싶다. 7×9의 향후 정책집행의 모든 과정은 공정해야 할 것이며, 그 정책 성과는 특정 계층 등에 편향되지 않도록 공평해야 할 것이다. 7×9이 추구하는 정책의 목표와 효과는 공공의 이익, 즉 공익을 극대화하는 지향을 가져야 할 것이며 이와 관련된 의사결정 과정과 관련 정보는 공개를 원칙으로 해야 할 것이다. ■

고용석\_ysko@krihs.re.kr



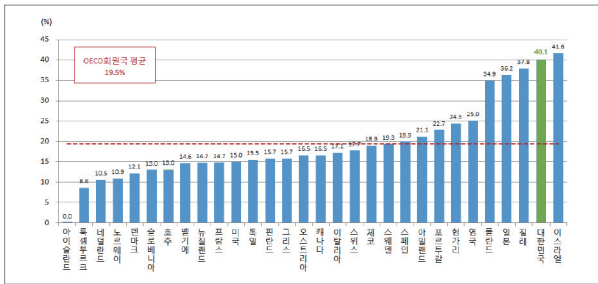
# 무신호 횡단보도의 해외 운영 사례 및 시사점

김태현 교통안전공단 선임연구원

## 서론

우리나라의 보행자 교통사고 사망자 비율은 40.1%로 OECD 평균인 19.5%의 2배 이상의 수치를 기록하고 있다. 자동차 1만대당 교통사고 발생건수는 점차 감소하고 있으나 보행자 사망자 비율의 지속적인 증가는 우리나라의 보행자 교통안전에 대한 의식수준이 어느 정도 인지를 알 수 있게 한다.

### ▶ 보행 중 사망자 구성비



출처 : OECD 회원국 교통사고 비교, 도로교통공단, 2016

현재 국내 무신호 횡단보도에서는 매년 보행자 횡단 중 교통사고가 증가하고 있으며, 이에 따른 사망자수도 점차 증가하고 있다. 또한, 전국의 무신호 횡단보도의 비중이 신호등이 설치되어 있는 횡단보도의 비중 보다 크다. 횡단 중 보행자 사고가 차대차 사고 등의 다른 유형의 교통사고 보다 치사율이 높다는 것을 고려했을 때, 국내 환경에서 무신호 횡단보도가 보행자에게 얼마나 많은 위험을 노출시키는지 생각해 봐야 한다.

### ▶ 무신호 횡단보도 횡단 중 교통사고 현황

| 구분 | 2014년 |       |       | 2015년 |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 사고(건) | 사망(명) | 부상(명) | 사고(건) | 사망(명) | 부상(명) |
| 전국 | 4,524 | 92    | 4,674 | 4,849 | 101   | 5,001 |

출처 : 무신호 횡단보도 보행자 교통사고 원인 분석과 대처방안, 이명수의원실, 2017

### ▶ 무신호 횡단보도 전국 현황

| 구분 | 횡단보도(개소) |                |                 |
|----|----------|----------------|-----------------|
|    | 계        | 신호등이 있는 횡단보도   | 신호등이 없는 횡단보도    |
| 전국 | 217,617  | 93,146 (42.8%) | 124,471 (57.2%) |

출처 : 무신호 횡단보도 보행자 교통사고 원인 분석과 대처방안, 이명수의원실, 2017

무신호 횡단보도는 교통안전 측면에서는 지양해야 하지만 효율적인 교통운행을 위해서는 지속적으로 운영 및 관리되어야 한다. 해외의 무신호 횡단보도의 운영 사례 검토를 통해 안전하고 효율적인 무신호 횡단보도 운영을 지속할 필요가 있다.

## 미국의 무신호 횡단보도

미국에는 무신호 횡단보도가 많이 설치되어 운영되고 있으며, 연방도로청에서 만든 MUTCD(Manual on Uniform Traffic Control Device)를 통해 설치방법을 제시하고 있다. 하지만 설치기준은 각 주의 교통법에 적용받고 있다.

미국은 보행자의 안전을 확보하기 위해 각 주에서 운전자의 교통 법규를 강화하였다. ‘일시정지’와 ‘양보’ 규정을 무신호 횡단보도에 적용하고 있으며, 보행자가 무신호 횡단보도에 접근하는 경우 반드시 일시정지 또는 양보하도록 하고 있다. 9개 주에서 일시정지를 원칙으로 하고 있으며, 19개 주에서 양보하여야 한다고 규정하고 있다. MUTCD에서는 무신호 횡단보도에 설치하도록 권장하는 안전표지판을 제시하고 있다.

### ▶ 무신호 횡단보도 안전표지판(예시)



출처 : Institute of Traffic Engineers, Install Signs Warning of Pdestrans and Bicyclists

## 일본의 무신호 횡단보도

일본은 보행자 안전 확보를 위해 법으로 횡단보도의 통행 방법을 규정하고 있다. 먼저 보행자의 유무를 확인할 수 없으면 횡단보도의 정지선 이전에 멈출 수 있는 속도로 진행하도록 하고 있으며, 횡단보도에 대기 중인 보행자 또는 자전거가 있을 때는 반드시 일시정지 하도록 규정하고 있다. 또한 횡단보도 및 횡단보도 30m 이전에서는 추월을 금지하도록 규정하고 있다. 이 외에도 고령자나 어린이가

횡단하고 있는 경우에는 일시정지하도록 하고 있으며 위반 시에는 범칙금을 부과하고 있다.

일본은 현재 무신호 횡단보도에 보행자가 대기하는 경우 센서로 감지하고 운전자에게 도로표지병과 같은 도로안전 시설로 주의를 환기시키는 시설을 개발하여 시험 운영하고 있다. 일본은 해당 시설의 도입을 통해 횡단보도 보행자의 교통사고 감소효과를 기대하고 있다.

▶ 횡단보도 대기 중 보행자 감지식 주의환기시스템

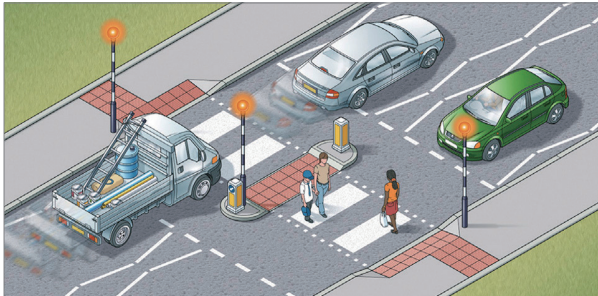
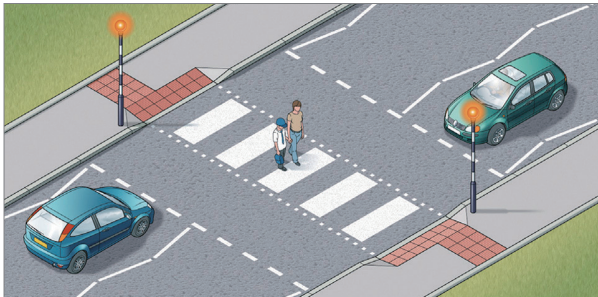


출처 : <http://www.oriconsul.com>

영국의 무신호 횡단보도

영국은 횡단 중 보행자의 안전 확보를 위해 다양한 시설을 설치·운영하고 있다. 대표적으로 무신호 횡단보도인 지브라 횡단보도가 있다. 지브라 횡단보도는 현재 한국, 미국, 영국, 일본 등 많은 국가에서 횡단보도로 사용하고 있는 일반적인 형태이나, 영국에서의 지브라 횡단보도는

▶ 지브라 횡단보도 및 보행자 안전지대



출처 : <https://www.gov.uk/guidance/the-highway-code/rules-for-pedestrians-1-to-35>

신호등 없이 횡단보도를 설치할 경우에 적용하는 형태이다. 지브라 횡단보도는 지브라 노면표시와 황색 점멸 비이컨(Beacon)이 부착된 기둥, 횡단보도 양측면의 백색 지그재그선(주·정차금지, 추월금지)으로 구성 되고, 보행자가 횡단할 수 있도록 차량이 서행 또는 일시정지하여 보행자에게 통행권을 우선 부여하는 규정과 함께 운영되고 있다.

그 밖에도 다양한 형태의 횡단보도가 있으며, 횡단보도 내에 보행자 안전을 위해 추가적으로 설치하는 시설이 있다. 도로상의 횡단보도에 적용하는 가장 일반적인 시설인 보행자 안전지대이다. 보행자 안전지대는 최소 폭 1.2m 이상으로 보행자의 대기 장소를 제공한다. 보행자 안전지대를 설치할 때에는 보행자가 안전지대 옆으로 횡단하지 않도록 차도와 보도의 경계를 확실하게 구분하고, 그렇지 않은 경우에는 가드레일을 추가로 설치한다.

시사점

국내의 무신호 횡단보도를 이용해본 사람이라면 건너편으로 횡단하기 위해서 높은 속도로 통과하는 차량에 의해 위험에 노출된 경험이 있을 것이다. 대부분의 경우 차량이 모두 통과할 때까지 대기한 후 더 이상 접근하는 차량이 없는 것을 확인하고 건너편으로 횡단할 수 있다. 이러한 문제는 보행자 중심의 시설 부재에서 기인하는 것도 있겠지만 근본적으로 운전자의 보행자 안전에 대한 의식이 많이 부족하기 때문일 것이다. 운전자의 의식 개선을 위해서는 기본적으로 미국의 사례와 같이 일시정지와 서행에 대한 규정을 이행할 수 있게 하는 제재 강화가 필요하다. 지속적으로 증가하는 보행자 교통사고 사망자 비율을 빠른 시일내에 감소시키기 위해서는 관련 법규 개정에도 대한 의지와 노력이 필요하다. 또한 법규 개정과 더불어 운전을 하는 우리 모두가 본인 또는 본인의 가족이 보행자라는 생각을 가지고 보행자를 배려하는 교통안전문화화를 만들어 나가야 한다. ■ 김태현\_kth-kan@ts2020.kr

참고문헌

1. 여운용, 2005, “영국의 교통 안전시설 설치 사례(횡단보도를 중심으로)”, 한국도로학회지, 제7권 제1호
2. “무신호 횡단보도 보행자 교통사고 원인 분석과 대처방안”, 2017, 이명수의 원실
3. “OECD 회원국 교통사고 비교”, 2016, 도로교통공단
4. Institute of Traffic Engineers(ITE), Install Signs Warning of Pedestrians and Bicyclists,
5. National Conference of State Legislatures, Pedestrian Crossing: 50 State Summary,
6. Federal Highway Administration, 2009, Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) Edition Chapter 2B. Regulatory Signs, Barricades, and Gates,
7. <https://www.gov.uk>



# 교통부문 UAV 활용 및 관련 연구 해외 동향

신 동 윤 국토연구원 연구원

## 배경

차량의 지속적인 증가로 인한 도로혼잡을 줄이기 위해 교통관리 당국에서는 교통 모니터링 및 관리를 위한 최첨단 지능형 교통정보를 요구하고 있다. 최근에는 화물 운송, 사고 대응, 고속도로 상태 모니터링, 교통신호 네트워크, 여행자 정보, 긴급 차량 안내 등 교통부문에서 UAV(Unmanned Aerial Vehicle, 무인항공기)가 활용되고 있다. 본고에서는 UAV를 활용하여 교통부문에서 어떤 기술이 개발되고 어떤 연구가 이루어져 있는지에 대해 보여주하고자 한다.

## 교통부문 UAV 활용 분야

교통부문에서 UAV를 활용하는 분야로는 교통 감시, 교통 시뮬레이션, 구조물 모니터링 및 건설현장 안전점검, 도로자산 감지 및 추적 등 크게 네 가지로 볼 수 있다. 교통 감시에서는 고속도로/간선도로 등의 교통흐름, 속도, 밀도, 사고현장 대응 등에 활용되고 있다. 교통 시뮬레이션에서는 실시간 데이터를 수집하고 처리하여 OD 흐름을 결정하고 비상 대응을 위한 교통 패턴을 분석하는 데 활용되고 있다. 구조물 모니터링 및 건설현장 안전점검에서는 교량자산의 관리 및 상태평가, 도로, 파이프, 수로, 강, 운하와 같은 인프라 검사 및 모니터링, 건설작업 현장에서 일어나는 사고나 현상 등에 대해 실시간 모니터링 등 건설현장에서 일어날 수

있는 안전사고에 대해 집중적으로 모니터링하고 있다. 마지막으로 도로자산 감지 및 추적분야에서는 UAV에서 획득한 이미지로부터 도로자산을 감지하여 추적하는데 활용되고 있다.

## 교통부문에서 UAV 연구 사례

### ■ 도로 탐지

미국 버클리 대학에서는 실시간 도로 탐지 알고리즘을 개발하여 모든 유형의 도로를 감지할 수 있으며 목표 도로의 단일 이미지를 처리함으로써 실시간으로 도로를 탐지하는 새로운 접근 방법을 제시하였다. 이미지의 도로 구조는 1차원 프로파일로 표시되며 대상의 각 수평 주사선을 일치시켜 탐지되며 각 라인의 도로 위치가 발견되면 피팅(fitting) 알고리즘을 사용하여 최종 도로 위치를 찾는다. 이 알고리즘의 장점은 1) 도시 환경에서 도로 탐지를 위한 실시간 계산 가능, 2) 검색 알고리즘과 관련된 실시간 제약은 수직 샘플링 속도를 줄임으로써 해결 가능, 3) 도로뿐만 아니라 다른 분야에서도 적용이 가능하다는 점이다. 단점으로는 UAV가 낮은 고도에서 날지 않으면 차선 표시를 탐지하는 데 어려움이 발생한다. 또한 굴곡된 도로에서는 탐지가 어렵고 위치 오차는 가우시안 분포를 따르지 않으므로 최소제곱근에 부정확한 적합성 결과를 제공한다.

### ▶ 도로 탐지 알고리즘을 사용하여 탐지된 도로 라인

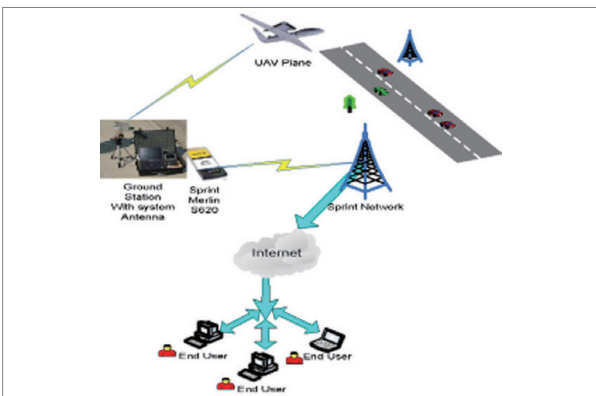


출처 : Zuwhan Kim, 2005

### ■ 항공 이미지로부터 차량 감지

교통통제 및 기타 응용분야에서 자동 차량 탐지를 위한 특징 추출 알고리즘을 활용한다. 이 방법은 두 단계로 나뉘어져 있다. 첫 번째 단계는 사람이 만든 객체(차량)를 찾는다. 여기서 특징 탐지, 특징 밀도 추정, 대

### ▶ 교통 감시를 위한 UAV 시스템 처리과정



상 클러스터링, 색상기반 탐지 세분화의 단계를 거쳐 객체를 탐지한다. 두 번째 단계에서는 목표 분류가 구현되고 오탐지율을 감소시킨다. 목표 분류를 위해 특징 추출, k-Nearest Neighbors(k-NN), Random Forest(RF), Support Vector Machines(SVM) 방법을 이용한다. 이 단계에서 프로그램의 전반적인 정확도를 합리적으로 추정 가능하며 다양한 빛 조건에서 수행하기 때문에 거의 모든 차량을 탐지하는 데 있어 오탐지율을 반으로 줄인다.

### ■ UAV 시스템 Visual MTI

UAV에 탑재된 비디오 카메라를 이용하여 지상에서 움직이는 물체를 감지하는 기술이다. 짧은 시간 간격으로 캡처된 이미지 프레임을 비교하는 방법으로 이미지 등록에 기반을 두지 않고 정적인 장면모델에 대한 특징들의 모션 분석에 기반한 접근법을 제시하고 있다. 특징 분석은 3가지로 나뉜다. 첫 번째, 한 쌍의 이미지 프레임을 사용하여 고정된 물체를 찾은 후, RANSAC를 기반으로 한 방법을 사용하여 가장 많이 매치가 된 특징의 행렬을 계산한다. 두 번째, 더욱 향상된 정지 및 이동 분류를 획득하는 것이며 시간적 분석은 높은 신뢰성을 가지는 이동 또는 정지된 것으로 판단되는 특징을 식별하기 위해 많은 프레임 쌍의 결과에 대해 수행한다. 세 번째, 누락된 대상으로 인한 나머지 오류에 대한 성능 향상을 위한 과정을 거친다.

### ■ 고해상도 이미지로 교통흐름 관리 지원

Brzezinska and Merry(2003)는 무인 헬리콥터 운영을 통해 교통정보를 획득하여 품질에 관한 타당성 연구를 수행하였다. 무인 헬리콥터를 이용해 차량을 추적하고 교통 매개변수(속도, 추적거리 등)를 추정하며 이미지 좌표, 초점 거리, 자세, 각도 등을 추정하기 위해 시

물레이션을 수행된다. 무인 헬리콥터에서 획득한 고해상도 이미지를 이용한 매칭 방식은 기존 도로 형상 정보를 사용하고 추적되는 차량들의 추정된 속도로부터 위치를 예측하는 방법을 사용한다.

### ■ 오하이오 주립 대학 - National Consortium on Remote Sensing in Transportation

오하이오 주립 대학에서는 고속도로 시나리오, 고속도로 조건, 교차로에 대한 정보 수집, 이동 방향, 네트워크 경로 및 주차장 모니터링 등 분석을 위해 UAV를 활용하였다. UAV를 통해 교통흐름, 속도, 밀도, 경사로 및 차량궤적 등이 관찰되며 탑재된 카메라로 수집된 비디오 이미지는 실시간으로 지상국에 전송된다. UAV에 의해 수집된 정보는 링크 속도, 링크 밀도 및 대기열 길이에 따라 실시간 신호 타이밍을 제어할 수 있기 때문에 미 교통부가 사용할 수 있는 네트워크 조건을 허용하고 예측하는 데 유용한 자료로 사용된다. 또한 통행자에게는 준 실시간으로 정보를 제공할 수 있다.

### 시사점

해외에서는 차량의 지속적인 증가로 교통 모니터링 및 효율적인 관리를 위해 첨단장비 UAV를 활용하는 방안이 증가하고 있다. 교통 감시, 교통 시뮬레이션, 구조물 모니터링, 도로자산 모니터링 등 교통부문에서 UAV의 활용이 증가하고 있는 추세이다. 특히 도로 및 차량의 정확한 탐지를 위한 알고리즘 개발이 주로 이루어지고 있으며 획득된 영상을 기지국으로 전송하고 이미지 처리를 위한 새로운 방법들이 연구되고 있다. 국내 UAV 관련 기술도 높은 수준이지만 교통 부문의 교통 감시, 도로 탐지, 교통흐름 관리 등 다양한 분야에서 독자 기술을 개발하는 데 많은 투자와 지원이 필요하고 정부와 민간 간의 상호작용이 잘 어우러져야 할 것이다. ■

신동윤\_sdy718@krihs.re.kr

### ▶ 15cm 고해상도 이미지로부터 차량 탐지 샘플링



출처 : C. Toth, G-Brzezinska and C. Merry, 2003

### 참고문헌

1. Anuj Puri, 2005, A survey of unmanned aerial Vehicles(UAV) for traffic surveillance, University of South Florida
2. C. Toth, G-Brzezinska, and C. Merry, 2003, Supporting traffic flow management with high definition imagery, Proc. Of Joint ISPRS Workshop on High Resolution Mapping from Space, Hannover, Germany
3. Javier Irizarry and E.N. Johnson, 2014, Feasibility study to determine the economic and operational benefits of utilizing unmanned aerial vehicles(UAVs), Georgia Institute of Technology
4. Yu, M. C., Liang, D. and Oh, J.S, 2007, Real-Time Video Relay for UAV Traffic Surveillance Systems Through Available Communication Networks
5. Zuwhan Kim, 2005, Realtime road detection by learning from one example, Seventh IEEE Workshops



# 노면 대중교통시스템(트램)의 해외 사례 및 시사점

임 현 섭 국토연구원 연구원

## 노면 대중교통시스템(트램)의 재조명

기술의 발전과 사회환경은 새로운 교통수단의 등장과 과거 교통시스템의 대체를 야기한다. 국내에서 노면 대중교통시스템(Tram, 이하 트램)은 1899년 등장 이후 각광 받다 버스와 자동차가 가진 이동성과 접근성에 밀려 1968년 사라졌다.

최근 수년 전부터 트램이 갖는 친환경성, 경제성,景觀성, 정시성 및 안전성 등의 특성이 새롭게 조명되면서 트램의 새로운 도입이 논의되고 있다. 과거 단점으로 지적되던 공중 전기를 제거한 무가선 트램의 개발이 이루어진 상황이다. 해외 여러 도시에서 오랜 기간 운행된 트램이 국내에서는 아직 도입되지 못하는 것은 도시별 교통 및 재정 여건에 따른 이유가 주가 되나, 관련 법·정책·제도 등이 미비한 현실도 주요한 원인일 수 있다. 해외의 트램 도입 및 운영현황 등을 검토하고 국내 도입 시 예상되는 난점 및 이점에 대한 고려가 필요하다.

## 트램의 정의 및 특성

트램은 도로 위에서 운행되는 버스의 속성과 독립된 레일을 이용하는 도시철도의 성격이 혼합되어 있다. 별도의 구조물이 필요 없어 경전철 등에 비해 사업비가 저렴하고, 승객 수요에 맞춰 운행차량대수를 탄력적으로 조정할 수 있다. 바닥은 노면과 높이차가 거의 없어 저상버스처럼 교통약자의 승하차가 용이한 장점이 존재한다. 트램이 도시철도나 경전철에 비해서는 건설·운영비가 저렴하지만, 버스 전용차로와 비교하면 여전히 고가의 교통수단이고 버스에 비해 노선 설정 및 변경에 제약이 존재한다.

국내 교통환경에서 트램, 자동차, 보행자가 하나의 노면공간에 공존하는 점에 대한 정서적 거부감과 함께 이러한 거부감을 불식시키기 위한 법·제도적 체계도 부족한 상황이다. 그러나 전력을 사용하는 수단 특성 상 도심부 대기오염 저감을 위한 대안으로서의 역할이 존재할 것으로 예상된다.

## 트램의 해외 운행 및 추진 동향

트램의 특성에 걸맞게 많은 도시에서 다양한 목적으로 활용되고 있다. 기본적으로 버스나 도시철도의 대체 수단이나 간선 대중교통의 지선노선과 같이 교통네트워크의 일부로 활용된다. 더불어 관광지 내부에서 보행자 친화적 교통수단으로 활용되거나 도심 순환하며 전차 자체가 관광수단으로 활용되기도 한다. 낙후된 도심에 새로이 도입된 트램은 도시의 활력을 불어넣거나 지역상권 활성화에 기여하기도 한다. 합리적인 도입 목적과 활용계획의 수립, 경제성·안전성 등에 대한 꼼꼼한 분석이 전제될 경우, 트램은 상당한 활용가능성과 잠재력을 가진 교통수단이 될 수 있다.

### ▶ 해외의 트램 도입목표 및 기능

| 기능            | 사례도시             |
|---------------|------------------|
| 간선버스로부터 전환·대체 | 쿠리찌바, 리옹         |
| 도시철도의 지선 기능   | 로마, 마드리드         |
| 철도 네트워크의 보완   | 파리, 로마           |
| 도심지구의 유람 및 관광 | 달라스, 로마, 보르도, 니스 |
| 도심재생의 촉진 수단   | 더블린, 포틀랜드        |

자료 : 서울형 신노면전차 기능 및 위계정립 연구, 서울연구원, 2010, 재구성

UITP(Union Internationale des Transports Publics, International Association of Public Transport)에 따르면, 전세계 388개 도시에서 경전철과 트램 시스템이 운영되고 있는 것으로 나타났다(2015. 10). 총 2,300여개의 노선이 약 15,600km 연장으로 구성있고, 매년 약 136억명의 승객이 사용 중이며, 하루 기준 4,500만명 수준이다. 아시아-태평양 지역의 경우, 서구권 국가에 비해 운영 수준이 낮은 편으로, 운영 트램 노선만을 비교할 경우, 상대적으로 더 높은 격차를 나타낼 것으로 보인다.

유럽지역 대중교통수단에서 트램이 차지하는 수단분담비율은 전체 14% 정도로 그 역할이 크다. 오랜 운행역사와 기술개선 반영이 지속적인 수요를 확보한 이유일 것으로 예상된다.



EU 주요 국가별 인구 백만명당 해당 경전철 및 트램 시스템의 수와 네트워크 규모는 다음과 같다(2009년). 백만 인구당 구축 시스템 수를 비교 시 에스토니아(0.77), 체코 공화국(0.68), 독일(0.68)이 유사한 수준의 높은 시스템 인프라가 구축되어 있는 것으로 판단된다. 인구 백만명당 네트워크 규모 측면에서는 국가별 편차가 큰 편인데 1950~60년대에 네트워크 일부를 폐쇄하거나 축소한 스페인, 프랑스, 이탈리아 등은 인구 대비 규모에서 상대적으로 낮은 수준을 나타냈고 경전철 및 트램을 지속적으로 운행해온 오스트리아, 독일, 폴란드 등은 높은 수준의 네트워크 규모를 나타낸다. EU의 경우, 트램의 도입 및 운영에 있어 오랜 역사와 다양한 국가별 도시별 사례를 가지고 있어 국내 경전철 및 트램 도입이나 정책방향 설정 시 참고할 수 있을 것으로 판단된다.

▶ 유럽국가의 인구당 경전철 및 트램 구축수준 비교(2009년)

| 국가     | 시스템 수 | 네트워크 규모 (km) | 인구 (백만명, 2009년) | 인구 백만명당 시스템 수 | 인구 백만명당 네트워크 규모 |
|--------|-------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 독일     | 56    | 3,184        | 82.3            | 0.68          | 38.7            |
| 벨기에    | 5     | 314          | 10.4            | 0.48          | 30.2            |
| 스페인    | 12    | 194          | 40.6            | 0.30          | 4.8             |
| 프랑스    | 1     | 490          | 64.1            | 0.30          | 7.6             |
| 이탈리아   | 10    | 372          | 58.1            | 0.17          | 6.4             |
| 영국     | 6     | 155          | 61.1            | 0.10          | 2.5             |
| 네덜란드   | 4     | 345          | 16.8            | 0.24          | 20.54           |
| 스웨덴    | 3     | 122          | 9.1             | 0.33          | 13.41           |
| 아일랜드   | 1     | 24           | 4.3             | 0.23          | 5.58            |
| 오스트리아  | 6     | 314          | 8.2             | 0.73          | 38.29           |
| 포르투갈   | 2     | 85           | 10.7            | 0.19          | 7.94            |
| 그리스    | 1     | 24           | 10.8            | 0.09          | 2.22            |
| 핀란드    | 1     | 91           | 5.3             | 0.19          | 17.17           |
| 체코 공화국 | 7     | 422          | 10.3            | 0.68          | 50.0            |
| 로마니아   | 13    | 661          | 22.2            | 0.59          | 29.8            |
| 라트비아   | 1     | 123          | 2.2             | 0.45          | 60.0            |
| 헝가리    | 4     | 337          | 9.9             | 0.40          | 34.0            |
| 슬로바키아  | 2     | 74           | 5.5             | 0.36          | 13.5            |
| 폴란드    | 14    | 905          | 38.5            | 0.36          | 23.5            |
| 불가리아   | 1     | 308          | 7.2             | 0.14          | 42.8            |
| 에스토니아  | 1     | 39           | 1.3             | 0.77          | 30.0            |

자료 : ERRAC, UITP, 2012, Metro, light rail and tram systems in Europe

### 트램 도입 관련 국내 여건 및 시사점

과거 국내에는 트램 운행과 관련한 규정이 1962년 제

정된 도로교통법 상에 존재하였으나, 1981년 4월 개정된 도로교통법에서 이와 관련된 규정을 모두 삭제한 상황이다. 현재는 「도시철도법」 제2조 2호에 따라 도시철도의 한 종류로 규정되며, 건설 및 운영에 있어 해당 법을 따른다. 하지만 트램의 운영과 면허에 대한 사항은 기존 철도사업과는 다르므로 이에 대한 법률적 고려가 반드시 필요하다. 노면공간을 자동차와 일부 공유하거나 교차되는 수단의 특성 상 운영 시의 우선권 및 신호 체계에 대한 현실적 접근이 요구된다. 또한 기존 도로 네트워크에 연계된 통합적인 신호운영 체계 등 인프라 구축에 있어 여러 해외사례를 참고할 필요가 있다.

트램을 도입하여 운영 중인 국가 중 트램 운전자에 대한 자격제도를 법제화하여 운영 중인 나라는 일본, 뉴질랜드 등이 있으며, 영국, 호주, 프랑스 등에서는 트램 운영기관이나 전문교육기관에서 교육 이수 후 트램 운전 면허를 받고 있다. 트램 운전자격을 법제화하여 운영 중인 일본은 우리나라 철도안전법에서 규정한 철도차량 운전면허와 유사한 체계로 응시자격을 제한하고 필기와 기능(실기)시험을 통해 자격을 부여하고 있다. 해당되는 대부분의 나라에서 트램운전 절차와 비상시 조치, 트램운전관련 각종 장치의 취급, 트램차량에 대한 응급 조치 등을 교육하고 있다.

트램과 같은 새로운 교통수단의 도입은 단순히 새로운 시설을 건설하는 문제가 아니라 사회적 시스템의 변화라는 관점에서 신중하고 면밀한 접근이 필요하다. 트램은 서구권의 경우, 오랫동안 운행되어 왔고 수단분담 수준도 높은 대중교통수단으로 대안적 대중교통수단으로서 고려할 필요가 있다. 도심지의 정시성 확보 및 환경성 측면에서 유리한 이점이 존재하나, 과거 수단 퇴출 이후 구축되어 온 도로 네트워크와의 상충을 방지하고 안정적인 도입과 정착을 위해, 국내 도입에 있어 충분한 법·제도적 완비와 해외 사례 검토가 필요할 것이다. ■

임현섭\_hsim@krihs.re.kr

#### 참고문헌

1. 교통과학연구원, 2017, 트램 우선신호 관련 해외 운영사례
2. 이종석 외 5명, 2014, 트램 운전자격제도 도입방안 연구 - 한국철도학회
3. 한국교통연구원, 2012, 신노면 대중교통시스템 도입에 관한 연구 트램을 중심으로
4. ERRAC, UITP, 2012, Metro, light rail and tram systems in Europe
5. UITP, 2014, Statics Brief-Local Public Transport Trends In The European Union
6. UITP, 2015, Light Rail in Figures-statics brief



# 도로의 네트워크 가치

조 남 건 충북연구원 충북공공투자분석센터장

## 네트워크 가치의 개념

인터넷 위키피디아 등을 통해 네트워크 가치 또는 효과에 대해 검색해 보면, 정보통신분야에서 자주 이용되고 있는 것을 알 수 있다. 한 사람 한 사람의 연결이 또 다른 사람과 연결되어 확산되어 가면 그 연결망이 확대되어 그 가치가 증가된다는 것을 의미한다. 요즘 SNS를 보면 나도 모르는 사이에 친구 또는 1촌이 다른 친구나 1촌을 연결하여 네트워크로 연결된 사람이 금세 수백 명으로 증폭되어 가는 현상을 보면 쉽게 이해가 간다. 따라서 도로 네트워크 가치는 어떤 노선을 이용하는 이용자가 많아질수록 그 노선의 이용 가치가 높아지는 현상이라고 볼 수 있다. 이것을 네트워크의 외부성이라고 부르기도 한다. 정보통신분야의 네트워크는 점 단위가 모두 연결될 수 있는 특징이 있지만, 도로 네트워크는 도로와 도로가 연결되면서 격자형 및 방사형 구조로 발전하여 목적지에 최단거리로 연결하는 특징이 있다. 특히 도로망(네트워크)이 확대되면서 선택지가 증가하며, 접근성이 좋아지고, 목적지에 도달하는 대체 노선이 늘어나면서 통행거리가 감소하고, 혼잡이 줄면서 노선의 효율이 증가하게 된다. 따라서 도로가 연계되어 망을 이루어가면서 통행시간 절감 및 운행비 저감에 따른 혜택을 주어 국가경제의 경쟁력도 강화시켜주는데 이로써 네트워크 가치가 향상된다고 볼 수 있다.

## 네트워크의 확산 효과

우리나라의 고속도로 연장은 2016년말 4,437km이다. 전체적으로 보면 점차 격자형 및 방사형 구조를 갖추어 가고 있다. 이런 도로망 구조는 접근 면적을 확대시키므로 국토 구석구석까지 접근성을 향상시켜 준다. 국토간선도로망을 계획할 때 전국 어디서나 고속도로까지 접근하는 시간을 30분 내로 하겠다는 목표를 두었는데, 이제 그것이 거의 실현될 수준까지 온 것 같다. 격자방사형 노선은 최단경로를 찾는 데 도움을 주므로 결과적으로 평균주행거리를 줄여주는 역할을 한다. 이는 같은 교통량이 흐르더라도 도로의 경제성이 향상된다는 것을 의미한다. 이를 통해 네트워크 효과가 발생한다. 한국도로공사의 고속도로 교통통계에 의하면, 고속도로를 이용한 차량의 총 주행거리는 증가하고 있지만, 차량 당

연평균 주행거리는 약간씩 감소하는 것으로 나타났다. 2016년의 경우 고속도로를 이용한 차량은 하루 평균 4,209천대로 전년도에 비해 127천대 증가하였지만 평균주행거리는 58.2km로 0.3km가 감소하였다. 2016년에 고속도로 연장이 157km, IC가 17개소 증가하였다. 연장 증가는 격자형 네트워크를 만들고, 나들목의 증가는 목적지의 접근성을 향상시켜 평균주행거리 감소에 기여한 것으로 추론해 볼 수 있다.

오래된 모델이지만, 일본에서 개발된 도로의 연락도(K)를 산출해 보면 우리나라 고속도로 망구조의 변화를 추적해 볼 수 있다. 이 모델이 개발된 것은 1986년으로 지금부터 약 30년 전이다. 당시 일본건설성(현 국토교통성) 도로경제연구실에서 자국의 도로수준이 선진국들보다 열악함을 드러내어 고속간선도로사업에 매진하려고 한 배경이 었보인다. 이 연락도 K는 고속도로 연장을 국토면적과 도로가 연결되는 인구10만 이상의 도시 수(거점 수)로 판정하는 거시적인 모형이다. K가 1이면 나무형의 이미지를, 2이면 격자형 구조를 나타낸다(西田寿起, 1986; 森昌文, 1987). 당시 국가별 연락도를 비교하면 표와 같다. 우리나라의 도로망 구조는 1985년 0.77에서 2016년 1.63으로 격자형 구조로 변하고 있음을 알 수 있다.

K = 고속도로 연장 / (평균 거점간격 × 거점 수) 이다. 여기서 평균 거점간격은  $\sqrt{(\text{면적} \times \text{거점수})}$ 를 이용하면, 이 식은 고속도로 연장 /  $\sqrt{(\text{거점수} \times \text{면적})}$ 이 된다. 우리나라의 2016년 연락도 K는 인구 10만 이상 도시 75개와 제주를 제외한 국토면적 98,490km<sup>2</sup>을 반영한 결과이다.

▶ 국가별 도로 연락도 비교

| 국가   | K값   | 비고                   |
|------|------|----------------------|
| 영국   | 0.97 | 도로 1981년<br>인구 1978년 |
| 서독   | 1.98 |                      |
| 프랑스  | 1.55 |                      |
| 이탈리아 | 1.66 |                      |
| 미국   | 1.87 | 1983년                |
| 일본   | 0.44 |                      |
| 한국   | 0.77 | 1985년                |
| 한국   | 0.81 | 2000년                |
| 한국   | 1.63 | 2016년                |

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| K=1.00 | K=2.00 | K=3.41 | K=3.22 |
|--------|--------|--------|--------|

출처 : 西田寿起, 1986; 森昌文, 1987에 한국의 자료(e-나라지표)를 이용하여 보완함

## 네트워크의 경제적 가치

고속도로가 놓인 후 그 노선이 국가경제 및 국민의 생활에

기여하는 것은 확실하다. 그러면 고속도로와 고속도로가 연결되어 가면 어떤 결과를 가져올까? 일본에서 일반균형 모델을 적용한 연구에 의하면, 고속도로가 네트워크화 되어가면서 전국적으로 투자대비 경제적 효과가 상승한 것으로 분석되었다. 야마우치 등(山内弘隆 등, 1999)은 1963년부터 개설된 일본 고속도로에 대해 전국 모형을 구축하여 30년간에 걸쳐 비용-편익분석을 실시하였는데, 국민경제에 상당히 기여하였다는 결과를 제시하고 있다. 특징적인 점은, 도쿄를 중심으로 한 수도고속도로는 개통 후 10년간 경제적 편익이 발생하지 않았는데 그 이유는 수도고속도로가 다른 고속도로와 연결되지 않아 시간단축 효과가 작았고, 고속도로 이용으로 일반화비용이 감소하지 않았기 때문이었다. 1988년 이후 경제적 편익이 급증하였는데 그 이유는 수도고속도로를 경유하는 고속도로들이 연계되어 네트워크화 되었고, 소요시간이 대폭 단축되었기 때문이었다. 이 연구는 고속국도가 다른 고속국도와 연계됨으로써 네트워크 효과를 나타내어 편익이 높아질 수 있음을 입증하고 있다(조남건, 김준기 2008 재인용).

또한, 靑木優 외(2015)는 1963년부터 2013년 4월까지 이용 중인 고속도로 9,142km의 경제효과를 분석하였는데 그 결과는 2.3으로 투자액 대비 효과가 있다는 것을 밝혔다. 지역별 편익을 산출하였는데 고속도로가 정비되면서 타 지역과 연결되는 것이 적은 지역에서는 편익이 상대적으로 작았다는 것을 밝히고 있다. 이는 고속도로 네트워크의 효과가 고속도로의 연결정도에 영향을 받고 있음을 보여주는 사례이다. 우리나라도 고속도로망이 점차 격자형구조를 갖춰가면서 비슷한 경제적 효과를 가져왔을 것으로 예상된다. 따라서 교통혼잡을 해소하는 노선 신설 또는 확장사업시, 그 노선을 독립적으로 놓고 영향권 내에서 분석하는 것보다는 전국 네트워크에서 분석하는 것이 더 나은 결과를 가져올 가능성이 있으며, 이는 연구할 가치가 있다.

## 재난과 잉여도로

최근 포항일대에 지진이 발생하여 수능시험이 연기되는 사태가 있었다. 지난해에는 경주일대에 지진이 발생하였다. 우리나라도 지진으로부터 안전하지 않다는 불안감이 커지고 있다. 다행히 아직까지는 지진발생으로 도로와 같은 기반시설이 붕괴되는 불상사는 없었다. 그렇지만 해외의 지진피해를 보면, 교량 파손이나 도로의 함몰 또는 산사태 등에 따른 통행두절도 있어서 우리도 이에 대한 대응책 마련이 필요하다. 지진 등의 재난으로 도로의 이용이 제한되면 일상생활은 물론이고 경제활동이 마비되는 일도 나타나게 된다. 도로가 막히게 되면 우회로를 찾게 되는데, 이런 극한 상황 하에서 “잉

여도로(redundancy road)”가 도움이 될 수 있다. 문자 그대로 남아 도는 도로이지만 그렇다고 쓸모없는 도로는 아니다. 가끔 교통이 혼잡한 구간을 지날 때 우회도로 안내판을 볼 수 있는데, 이러한 우회로가 경우에 따라서는 ‘잉여도로’로 활용될 수도 있다. 잉여도로는 평시에 주요 지점을 직결하지 않고 우회하므로 차량통행이 뜸할 수 있어 심한 경우에는 예산 낭비라는 비판을 받을 수도 있다.

그런데 일본에서는 이 잉여도로가 우회 대피로의 기능을 수행하여 좋은 평가를 받은 것으로 밝혀졌다. 2004년 10월 일본 서쪽(우리나라 동해쪽)의 니가타 현에서 지진이 발생하여, 니가타와 도쿄를 연결하는 주요 고속도로가 통행이 두절된 적이 있다. 본래 니가타와 도쿄 간에는 세 개의 고속도로가 연결되어 있는데, 주로 이용하던 최단 거리의 고속도로를 이용하지 못하게 되자, 자연스럽게 다른 두 고속도로로 우회하게 되었다. 그 결과 인접한 고속도로의 통행량이 평소보다 40~60% 증가한 것으로 나타났다(조남건, 김준기 2008). 재난에 의한 불상사를 잉여도로가 구제하여, 주민의 일상생활과 경제활동의 피해가 최소화된 것이었다. 재난의 경우에서 볼 때, 잉여도로는 예산낭비가 아니다.

Jenelius(2010)도 잉여도로가 재난으로 인한 손실을 충분히 보상할 수 있다고 강조하고 있다. 잉여도로는 대체 노선으로서 재해시 도로망의 기능을 초기에 회복(resilience)시키는 훌륭한 역할을 한다. 재난은 언제 어느 곳에서 어떤 상황을 만들어 낼지 아무도 모르므로, 재난에 대비한 피난로를 확보하는 일은 중요하다. 일본에서는 재난에 대비하여 긴급수송로 계획을 수립하여 운영 중에 있다. 그리고 재난을 회피하거나, 재난의 피해를 최소화하기 위해 도로 네트워크를 형성하고자 할 때 “도로방재기능의 평가수법”을 활용하고 있다(일본 국토교통성 도로국 홈페이지). 우리나라도 재난에 대비한 대피로나 장거리 우회를 단축하는 피난도로에 대한 계획을 수립해야 하며, 이런 도로사업은 새로운 평가방법을 연구하여 적용할 필요가 있다. ■

조남건\_ngcho@cri.re.kr

### 참고문헌

1. 조남건, 김준기, 2008, 비상재해에 대응하는 도로망 연계성 제고방안, 국토연구원
2. 山内弘隆 외, 1999, “일반균형모델에 의한 고속도로 비용편익분석”, 『高速道路と自動車』, 42卷 5号, 22-30.
3. 森昌文, 1987, “도로망의 평가방법”, 『高速道路と自動車』, 30卷 5号, 26-34.
4. 西田寿起, 1986, “고규격 간선도로망 계획에 대하여”, 『高速道路と自動車』, 29卷 12号, 29-36.
5. 靑木優 외, 2015, “고속도로 네트워크 9,142km의 경제효과”, 『高速道路と自動車』, 58卷 3号, 16-25.
6. Jenelius, Erik, 2010, Redundancy Importance : Links as rerouting alternatives during road network disruptions, ScienceDirect, Procedia Engineering 3, 129-137. (www.sciencedirect.com)



### 국토연구원, '지역교통체계개선' 컨퍼런스 개최

국토연구원 국토인프라연구본부는 지난 11월 24일 (금) 부산 BEXCO에서 지역교통체계개선을 주제로 컨퍼런스를 개최하였다. 이번 컨퍼런스는 2017 대한민국 균형발전박람회 프로그램의 일환으로 국가균형발전을 위해 현 지역교통체계의 문제점을 진단하고 향후 우리나라 지역교통체계 개선을 위한 새로운 정책 아이디어 발굴과 바람직한 정책 방향을 모색하였다. 이를 위해 전주지속가능협의회 엄성복 실장과 국토교통부 신윤근 신교통개발과장, 국토연구원 이백진 국토인프라연구본부장을 발표자로 초청하여 '시민들이 꿈꾸는 대중교통', '대중교통 사각지대 해소를 위한 정책방향', '균형발전을 위한 지역교통의 현황과 정책과제'에 대한 발표가 있었다. 이어서 대한교통학회 최기주 회장이 좌장을 맡은 종합토론에서는 각계 전문가들이 열띤 토론을 펼쳤다. 특히, 지역교통 활성화를 위해 기술, 재정, 제도 등을 종합적으로 고려하여 실질적으로 정책에 반영될 수 있는 실행 의지 및 정부·지자체·민간의 지속적인 관심과 정보공유가 중요함을 강조하였다. 또한, 교통체계개선을 위해서는 도시구조와 교통문제가 함께 해결되어야 하며 도시재생과 교통개선을 접목한 정책 연구가 필요한 시점이라는 지적도 있었다. 이날 컨퍼런스에는 이상준 국토연구원 부원장, 청와대 황태규 균형발전비서관, 신광호 행정관, 박대규 행정관 등이 참석하였다. □



### UAV(Unmanned Aerial Vehicle)

UAV(Unmanned Aerial Vehicle)은 무인항공기를 뜻하는 용어로, 조종사를 탑승시키지 않고 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작한 비행체로 최근 별이 윙윙거린다는 것에서 유래되어 드론(Drone)이란 명칭으로 불리기도 한다. 각국에서 정의하는 UAV의 기준이 다르지만 미국 국방장관실이 발간한 UAV 로드맵에서는 “조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반 화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체를 말한다.” 또한, 미국 연방항공국에서는 “원격조종 또는 자율조종으로 시계박 비행이 가능한 민간용 비행기로서 스포츠 또는 취미 목적으로 운용되지 않으며, 또한 승객이나 승무원을 운송하지 않는다”고 정의하고 있다. 제1차 세계대전 때 군사적 목적을 위해 처음 등장한 UAV는 당시 잠재적인 활용능력을 인정받아 중요한 전투훈련수단으로 부상하기 시작하였다. 이후 베트남전(1960~1975)에서 정찰·감시를 목적으로 스텔스(Stealth) UAV기 활용된 후 국방분야에서 개발이 활발히 진행되었다. 1990년대에는 국방분야에서 첨단무기 발전에 중요한 역할을 했고, 환경감시 등의 민간영역으로 그 활용범위가 확대되기 시작했다. 최근에는 과학기술, 통신, 배송, 촬영 등 다양한 분야에 활용되고 있다. UAV 외에 무인기에 대한 다양한 영문표현은 다음과 같다. □

|   |   |
|---|---|
| RPV(Remote Piloted Vehicle)             | 지상에서 무선통신으로 원격조종 비행하는 무인비행체   |
| UAS(Unmanned Aircraft System)           | 무인항공기가 일정하게 한정된 공역에서의 비행뿐만 아니라 민간 공역에 진입하게 됨에 따라, Vehicle이 아닌 Aircraft로서의 안전성과 신뢰성을 확보해야 하는 항공기임을 강조하는 용어 |
| RPAV(Remote Piloted Air/Aerial Vehicle) | 2011년 이후 유럽을 중심으로 새로 쓰이기 시작한 용어   |
| Robot Aircraft                          | 지상의 로봇 시스템과 같은 개념으로 비행하는 로봇의 의미에서 사용되는 용어   |

\* 한국항공우주연구원 및 한국드론산업진흥협회 홈페이지 참조

### 도로정책연구센터 홈페이지(www.roadresearch.or.kr)

홈페이지를 방문하시면 도로정책 Brief의 모든 기사를 볼 수 있습니다. 또한 센터관련 주요 공지사항과 다양한 도로관련 정책 자료도 서비스 받으실 수 있습니다. 홈페이지에서 구독신청을 하시면 메일링서비스를 통해 매월 도로정책 Brief를 받아 볼 수 있습니다. ▶ 홈페이지 관련 문의 : 관리자(road@krihs.re.kr)

### 도로정책Brief 원고를 모집합니다.

도로 및 교통과 관련한 다양한 칼럼, 소식, 국내외 동향에 대한 여러분의 원고를 모집하며, 소정의 원고료를 지급합니다. 여러분의 많은 관심 부탁드립니다. ▶ 원고투고 및 주소변경 문의 : 044-960-0269

- 발행처 | 국토연구원
- 주 소 | 세종특별자치시 국책연구원로 5
- 홈페이지 | www.krihs.re.kr www.roadresearch.or.kr
- 발행인 | 김동주
- 전 화 | 044-960-0269

※ 도로정책 Brief에 수록된 내용은 필자 개인의 견해이며 국토연구원이나 도로정책연구센터의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.