

도로정책 Brief

8

August 2019

No. 142

해외정책동향

미래 친환경 화물운송을 위한 도로인프라, ERS
샌프란시스코의 공유 전동킥보드 파일럿 프로그램

기획시리즈 : 4차 산업혁명과 도로교통 인프라의 진화 ③

4차 산업혁명과 미래의 도로교통 인프라 그리고 법률과 제도



미래 친환경 화물운송을 위한 도로인프라, ERS

김정화 국토연구원 책임연구원

머리말

운송 부문은 현재 주요 에너지원으로 화석 연료를 사용하고 있으며 2014년 기준으로 전 세계 온실 가스 배출량의 약 14%(ITF, 2016), EU의 23%를 차지하고 있다(Schulte and Ny, 2018). 이에 따라 각국에서는 파리기후협약(2015) 등을 통해 온실가스 배출량의 제한을 피하여 왔다. 지속가능한 사회로의 전환을 위해서는 특히 운송부문의 화석연료 사용을 적극 줄여야 한다. EU에서는 운송부문의 온실가스 배출량의 25%가 화물차를 통해 발생 되고 있으며 특히 대형 트럭의 급속한 증가로 인해 2050년까지 도로화물 운송부문에서 CO₂ 배출량이 두 배 이상 늘어날 것으로 예측되고 있다. 따라서 이제는 화물 운송차량의 脫화석연료화가 시급하다는 점을 반드시 인식해야 한다.

다만 전기차가 현재까지 상용화되지 못했던 주 원인 중 하나가 배터리의 한계라는 점도 중요하게 다루어져야 한다. 기존 내연기관차와 비교하여 배터리의 충전시간 대비 주행거리가 짧은 것은 전기차의 치명적인 약점이며 더욱이 전기차의 사용 기간이 길어질수록 배터리의 효율저하로 인해 주행거리가 짧아질 수 있다. 물류운송을 위한 대형트럭의 경우 승용차보다 더 큰 배터리가 필요하여 현재의 기술수준으로는 거대 차종을 움직이기에 한계가 있다. 최근 이에 대한 대응책으로 친환경에너지 운송방법 중 가장 효율적인 체계라고 볼 수 있는 “전력을 충전하며 달릴 수 있는 도로, ERS(Electric Road System)”가 등장하였으며, 본고에서는 유럽 및 미국에서 실증되고 있는 화물운송 중심의 팬터그래프식 ERS인 e-하이웨이에 대해 중점적으로 소개하고자 한다.

ERS 기술 및 실증 사례

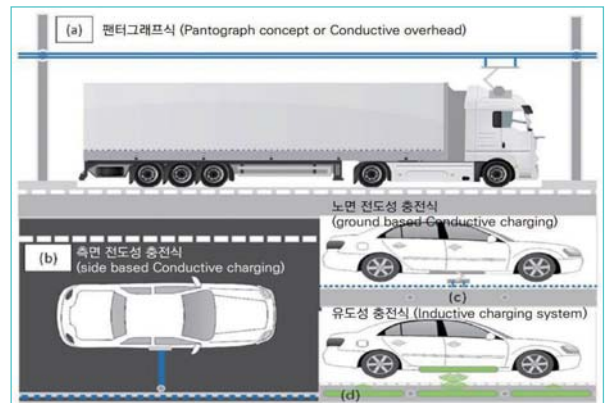
ERS의 외부 전원 공급 기술은 3가지 방식(팬터그래프식, 노면 전도성 충전식, 유도성 충전식)으로 구분될 수 있다. 팬터그래프식(Pantograph concept 또는 Conductive overhead)의 경우 열차 및 전차에 전력을 공급하는 데 사용되는 시스템과 유사하며 이미 오랜기간 입증된 안정적인 기술 유형으로 ERS에서는 트럭 위의 팬터그래프를 통해 전력을

공급받는 형태이다. 이는 기존의 도로인프라에 전력선만 구축하는 것으로 비내연 화물차의 주행이 가능토록 하며 승용차와 트럭의 혼재 상황에서도 본선의 교통 흐름에 큰 영향이 미치지 않는다. 반면 현재의 설계 개념으로는 중형차량(버스 및 트럭)을 대상으로만 적용할 수 있다는 한계가 있다.

노면 (혹은 측면) 전도성 충전식(Ground or Side based Conductive Charging)은 도로 표면에 통합된 도체 라인을 통해 차량에 전력이 공급되는 방식으로, 화물차 이외의 승용 EV(Electronic Vehicle)의 경우에도 해당 시스템을 통해 전력을 공급받을 수 있다. 다만 아직 더 높은 수준의 안전기준이 요구되고 전력공급 장치의 구축 및 수리 작업 시 교통 흐름에 상당한 영향을 주며 높은 초기 비용이 든다는 단점이 존재한다.

마지막으로 유도성 충전식(Inductive Charging System)은 도로 포장면에 설치된 유도 루프를 통해 비접촉 상태에서 차량에 전력이 공급되는 방식이다. 전도성 충전식과 동일하게 도로를 주행하는 EV라면 차량유형 및 크기에 관계 없이 충전시스템을 사용할 수 있다는 장점을 가지나 도로의 전면적 재구축 및 재포장이 필요하며 에너지 효율성이 낮은 한계가 있다. 현재의 기술수준에서는 위의 3가지 외부 전원 공급 방식 중에서 팬터그래프식이 경제적 측면에서 가장 효율적인 것으로 여겨지고 있다.

▶ ERS 외부전원 공급 기술 유형



출처 : Electric Road Systems : A Solution for the Future?, 2018, A PIARC Special Project

▶ ERS 구축비용에 대한 기존 연구

기존 연구	ERS 기술 유형	구축비용 (million€ per km)
Ranch (2010)	팬터그래프식	~1.01
Sundelin et al. (2017)	전도성 충전식	~1.67
Boer et al. (2013)	유도성 충전식	2.04~3.06
Olsson (2013)	유도성 충전식	2.56~4.92
Wilson (2015)	유도성 충전식	2.19~3.24

출처 : Taljegard et al, 2019

화물운송 중심의 팬터그래프식 ERS인 e-하이웨이는 2016년 스웨덴을 시작으로 독일과 미국에서 개발되어 시범 운행되고 있다. 일상적인 주행은 디젤 하이브리드 시스템을 기반으로 하고 전력 공급선이 설치된 구간에서는 모터로 구동하는 방식으로 노면전차와는 달리 전력공급선이 종료되는 지점부터는 타 동력으로 대체할 수 있어 대기오염을 줄일 수 있는 도로운영 시스템을 갖추었다고 볼 수 있다.

e-하이웨이는 변전소에서 트럭의 휠까지 80-85% 수준의 높은 에너지 전달 효율을 가지며 특히 내리막 구간에서 주행 에너지를 회복할 수 있는 하이브리드 트럭의 적용으로 추가적인 비용 효율을 얻을 수 있는 것으로 나타났다. CO₂ 배출량의 높은 비율이 화물수송에서 발생되고 있으며 특히 물류의 경우 도로 이외의 다른 교통시스템으로 대체할 수 있는 부분이 한정된 상황에서 향후 3개국의 e-하이웨이가 확대되어 운영될지 그 귀추가 주목된다.

시사점

본고에서는 탈화석 연료 체계를 구축하기 위한 화물운송

도로시스템인 팬터그래프식 ERS, e-하이웨이에 대해 소개하였다. 스웨덴, 미국, 그리고 독일의 실증 실험을 통해 해당 시스템은 기술적 측면에서 매우 안정적이며 환경 및 경제적 측면에서도 매우 큰 이점을 가진다는 것이 밝혀졌다. 특히 지멘스사의 지속적 실증을 통해 10만km 주행시 트럭 한 대 당 약 2,400만 원의 연료비가 절약될 수 있는 것으로 조사되었다. 물류운송의 화석연료 의존도를 낮추기 위해 트럭과 같은 거대 차종을 전기만으로 달리게 하려면 상당한 무게의 대형 배터리가 필요하지만, 수 톤에 달하는 배터리를 탑재 시키는 것은 현실적으로 쉽지 않으며 이로 인한 트럭의 중량 상승은 도로노면 파손과 같은 2차적인 문제를 발생시킬 수 있다. 이러한 점에서 비록 초기 구축비용이 요구되더라도 e-하이웨이는 장기적인 강점을 가진다고 볼 수 있다.

우리나라는 최근 온라인 쇼핑 및 가상 물류네트워크의 확대, 라이프 스타일의 변화 등으로 거래의 방식과 물품의 범위가 다양해지면서 물류수송 규모의 급격한 성장이 이루어지고 있다. 한국에너지공단(2018)에 의하면 2017년 평균 CO₂ 배출량은 승용차와 승합차, 화물차에서 모두 증가하였고, 특히 화물차의 경우가 전년대비 0.8% 수준 더 악화된 것으로 조사되었다. 증가하는 물류시장에 대응하여 노선선별을 통한 화물 전략도로의 지정 및 관리가 필요하며 이에 특화된 도로기능의 고도화 방안 마련을 위한 정책이 시급히 요구되는 상황이다. 이러한 점에서 e-하이웨이와 같은 친환경 화물운송 시스템은 미래 한국에 있을 사회, 경제, 환경변화에 대응할 수 있는 전략적 초석(Stepping Stone)이 될 수 있을 것으로 보인다. 🌱

김정화 _junghwa.kim@krihs.re.kr

▶ e-하이웨이 실증 추진 현황

스웨덴	미국	독일
		
<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 6월 세계 최초의 e-하이웨이 개통 및 실증 시작(E16 고속도로; 2km) • 스카니아사가 제작한 하이브리드 트럭 사용 • 스웨덴 교통국(Trafikverket)의 자금 지원 프로젝트 	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 11월 남부 캘리포니아 고속도로 실증 시작(1.6km) • 다양한 대체 연료 기술을 갖춘 하이브리드 트럭 테스트 • LA와 롱비치 인근에 자리 잡은 항구와 철도를 연결하는 화물운송 처리를 위해 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019년 5월 프랑크푸르트 근처의 아우토반 6마일(약 10km) 구간 개통¹⁾ • 지멘스사가 건설을 담당하였으며 독일 정부의 1400만 유로(17억 원) 투입 • 2022년 까지 실증 실험 진행

1) 독일 중심부에 위치하며 하루 트럭의 통행량이 독일에서 가장 많은 구간(약 13만 4000대의 승용차 통행, 이 중 대형 트럭 약 1만 4600대, 약 11.89%)

샌프란시스코의 공유 전동킵보드 파일럿 프로그램

박종일 국토연구원 책임연구원

들어가며

전 세계적으로 공유 전동킵보드가 빠르게 확산되고 있다. 우리나라도 서울의 주요 도심과 대학가를 중심으로 서비스가 확대되고 있으며, 관련 사고도 증가하고 있다. 삼성교통안전문화연구소에 따르면 전동킵보드 관련 사고는 2016년 49건에서 2018년 258건으로 5배 이상 증가하였다. 사고 증가에 따른 우려와 함께 이용자의 무분별한 이용 행태에 대한 문제 제기와 관련 제도 개선 및 관리 강화를 요구하는 목소리가 높아지고 있다.

공유 전동킵보드가 가장 먼저 도입된 지역 중 하나인 샌프란시스코에서도 유사한 문제들을 경험하였고, 공유 전동킵보드의 체계적인 관리를 위해 관련 제도를 정비하고 파일럿 프로그램을 시행하였다. 본 고에서는 최근 발표된 샌프란시스코의 공유 전동킵보드 파일럿 프로그램의 중간평가 결과를 소개하고 국내 공유 전동킵보드 관리를 위한 시사점을 도출하고자 한다.

파일럿 프로그램 시행의 배경

공유 전동킵보드는 단거리 통행에 대한 새로운 대안교통 수단이며, 대중교통과 연계될 때 라스트 마일 서비스로 유용한 수단이 될 수 있다. 공유 전동킵보드의 매력과 편리함은 승용차에 대한 의존도를 줄일 수 있고 대중교통 이용을 활성화하는 데 기여할 수 있다.

2017년부터 공유 전동킵보드는 샌프란시스코를 비롯한 미국 전역의 주요 도시에서 빠르게 확산되었다. 공유 전동킵보드 서비스가 폭발적으로 인기를 끌면서 도시의 이동 편의성 증가에 기여하였으나, 무분별한 주차로 인한 도시미관 저해, 전동킵보드 이용자 안전 문제, 보행자와의 상충으로 인한 보행자 안전 저해, 불법적인 보도 주행 등 다양한 문제가 발생하였다. 그러나, 이를 규제할 수 있는 규정의 부재로 지자체의 관리가 어려웠다.

샌프란시스코는 공유 전동킵보드의 부정적인 요인을 해결하고 제도권하에서 체계적인 관리를 위하여 샌프란시스코 교통청(San Francisco Municipal Transportation Agency,

이하 SFMTA)이 관할하는 공유 전동킵보드 파일럿 프로그램(Powered Scooter Share permit and Pilot Program)을 시행하였다. 2018년 6월부터 1년간 시행되는 파일럿 프로그램은 Skip, Scoot의 두 업체가 선정되었으며, 각각 6개월간 625대의 전동킵보드를 운영하고 7개월 이후로는 최대 2,500대까지 운영할 수 있도록 하였다. 최근, 파일럿 프로그램의 중간평가 결과가 발표되었다.

파일럿 프로그램의 주요 결과

관리체계

파일럿 프로그램 시행 이전에는 시민들은 부적절한 주차 또는 보도 주행과 같은 이용자의 무분별한 행동에 대한 우려를 표명했다. 이에 각 사업자들은 개별 이용자에게 책임을 물을 수 있는 체계를 구축했다. 공공의 불만을 야기하는 이용행위에 대해 기록하고, 반복적으로 위반을 하는 이용자에게 제재를 할 수 있게 되었다.

Scoot는 주차 및 안전 규정을 반복적으로 위반을 하는 이용자에 대해서 서비스 정지 및 벌금을 포함한 처벌을 부과했다. 2019년 3월 현재, 안전하지 않은 승차 또는 주차에 대해 80명의 이용자에게 경고를 하였으며, 12명의 이용자에게는 각각 \$300의 벌금을 부과하고, 2명의 이용자는 사용을 정지시켰다.

무분별한 주차와 관련하여 SFMTA는 전동킵보드의 잠금장치 구축을 파일럿 프로그램의 우선 개선사항으로 요구했다. 두 운영자 모두 잠금장치를 전체 전동킵보드에 설치하였고 전동킵보드의 주차 관련 민원이 감소했다. 또한, 잠금 시스템의 구축 이후 전동킵보드의 분실 또는 도난 대수가 감소하는 효과도 발생했다.

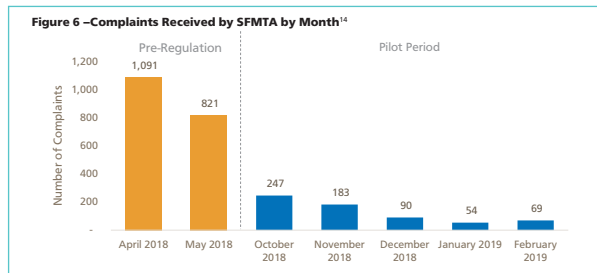
민원

주 및 지역 법률에 따라 샌프란시스코에서는 전동킵보드의 이용 및 주차를 제한했다. 보행자 통행을 방해하는 방식으로 전동킵보드를 이용하거나 주차하는 것은 다른 보행자,

특히 시력이 약하거나 시각 장애가 있거나 지팡이, 보행기를 사용하거나 사용하는 사람과 같은 장애인이나 노인의 안전에 중대한 위협이 될 수 있다.

파일럿 프로그램 시행 이후 연석 옆, 보행자 통로 또는 접근 가능한 주차공간 근처에서는 전동킴보드의 주차가 금지되었다. 이로 인해 부적절한 주차 빈도가 크게 감소하였다. 2018년 10월 15일과 2019년 2월 28일 사이, SFMTA는 부적절하게 주차된 전동킴보드로 인한 624건의 민원을 접수했고 부적절한 이용과 관련하여 추가로 69건의 민원이 접수됐다. 이는 파일럿 프로그램이 시행되기 이전인 2018년 4~5월 동안 SFMTA에 접수된 민원이 2,000건임을 고려할 때 상당히 개선된 것이다.

▶ 공유전동킴보드로 인한 민원건수

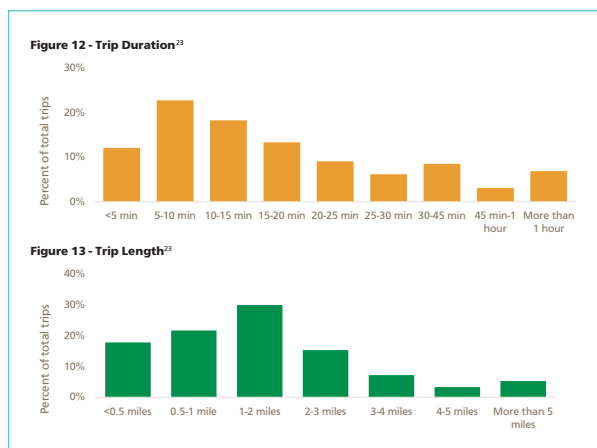


이용행태

2019년 2월 현재, Scoot 이용자수는 22,985명, Skip은 72,448명으로 조사되었다(계정수 기준). 2018년 10월부터 2019년 2월까지 공유 전동킴보드는 242,398번 이용되었고, Scoot는 24,295번, Skip은 218,103번 이용되었다. 2019년 2월 기준으로 Scoot는 일평균 303회, Skip은 1,054회 이용되었다.

공유 전동킴보드는 평균 이용시간은 20분, 이용거리는 1마일 미만이었다. 중위값 기준으로 이용시간은 9분, 이용거리는 0.7마일이었다.

▶ 공유 전동킴보드의 이용시간(상) 및 거리(하) 분포



통행과정 중 마지막 교통수단으로 공유 전동킴보드를 이용할 수 없는 경우의 수단선택을 설문조사한 결과, 36%가 우버, 리프트와 같은 라이드셰어링, 31%가 도보, 11%가 대중교통, 9%가 자전거를 선택하였다.

설문 응답자의 34%가 공유 전동킴보드와 대중교통을 연계하여 이용한 것으로 나타났다. 공유 전동킴보드를 이용할 수 없는 경우 응답자의 28%는 대중교통을 이용하지 않을 것이라고 응답했고 7%만이 대중교통을 이용할 것이라고 응답했다.

공유 전동킴보드의 평균 이용시간 및 거리, 공유 전동킴보드의 이용 불가능시 수단선택 결과, 대중교통과의 연계 이용에 대한 의사 등을 종합하면, 공유 전동킴보드는 도시의 Last miles 수단으로 높은 경쟁력을 지닌 것으로 판단된다.

시사점

샌프란시스코는 공유 전동킴보드 파일럿 프로그램의 시행을 통해 잠금 시스템의 도입, 이용자에 대한 교육과 제재 방안을 마련하였고 전동킴보드의 보도 주행 및 부적절한 주차에 대한 불만이 크게 감소시켰고 이용자 및 보행자의 안전을 높이는데 기여하였다. 또한, 공유 전동킴보드는 자동차 사용 및 주행거리 감축에 기여할 수 있으며, 적절한 규제와 관리를 통해 공공의 이익에 기여할 수 있음을 밝혔다.

현재 우리나라에서도 킥고잉(약 2,000대), 썬썬(약 1,000대) 등 많은 업체들이 서울을 중심으로 공유 전동킴보드 서비스를 제공하고 있으며 기존 사업자의 사업 확대 및 신규 사업자들의 진입소식도 발표되고 있다. 그러나, 아직까지 관련 제도가 완비되지 않고 있으며, 관련 제도도 안전 측면에만 초점을 두고 있다.

샌프란시스코의 공유 전동킴보드 파일럿 프로그램은 이용자 및 보행자의 안전 뿐만 아니라, 공유 전동킴보드가 도시의 라스트 마일 수단으로 체계적으로 발전할 수 있음에 주목하고 도시교통수단으로 자리매김하여 지속가능한 도시교통 체계 구축에 기여할 수 있도록 관리체계를 구축해가고 있다.

우리나라에서도 관련 규정이 정비되지 않은 상태에서 확산되고 있는 공유 전동킴보드에 대한 적절한 관리방안 마련이 시급하다. 샌프란시스코의 사례를 참고하여 관련 제도 개선과 시범사업을 통해 도시민의 편리한 이동성 향상과 공유 전동킴보드 산업이 체계적으로 성장할 수 있도록 지원할 것이다.

박종일 _ jipark@krihs.re.kr

참고문헌

- SFMTA, 2019, Powered Scooter Share Mid-Pilot Evaluation (https://www.sfmta.com/sites/default/files/reports-and-documents/2019/04/powerd_scooter_share_mid-pilot_evaluation_final.pdf)

4차 산업혁명과 미래의 도로교통 인프라 그리고 법률과 제도

류재영 한국항공대학교 교통물류연구소 연구교수

자율주행 스마트자동차 등장에 따른 통행과 이용의 우선순위

향후 15년~25년 후에 자율주행 스마트자동차가 보편화 되면 자율주행 스마트자동차가 넘칠 것이다. 도로에는 인간이 운전하는 자동차와 AI가 운전하는 자동차가 통행을 하고 자전거와 보행자도 통행을 하게 될 것이다. 자동차 전용도로와 고속도로에도 자율주행자동차가 달리게 될 것이다. 이 때 통상적인 자동차, AI운전 자동차, 자전거, 보행자 등 중 도로교통 인프라의 통행과 이용 등에 대한 우선순위를 정할 필요가 있게 될 것이다. 매우 사소하고 지엽적인 문제라고 생각할 수 있지만 통행과 이용에 우선순위를 부여하는 것은 도로교통 인프라 구축에서도 논의는 해보아야 할 사안이다.

도로교통법에서는 자동차, 자전거, 보행자 그리고 기타의 도로를 이용하는 모든 교통수단을 대상으로 도로상태와 상황에 따라서 통행우선권을 정하고 있다. 통행우선권이란 관습 또는 통념 그리고 법률 등에 따라서 다른 차량에 우선하여 한 차량에 부여되는 통행의 우선순위를 의미한다. 자동차 전용도로의 통행, 교차로에서 통행, 우회전 차량과 좌회전 차량 등에 통행의 우선순위가 부여되고 있다.

인공지능(AI)이 자동차를 운전하려면 인공지능이 운전하는 자동차라도 통행우선권을 준수하도록 하여야 한다. 아주 극단적인 예일지는 모르지만 AI가 운전하는 자동차가 인간이 운전하는 자동차 또는 보행자, 인간이 타는 자전거 등과 마주쳤을 때, AI가 운전하는 자동차의 통행우선권은 통상적인 자동차와 동일하다고 볼 것인가? 통행우선권은 인간에게 있다고 보고 통상적인 자동차, 보행자, 자전거가 AI가 운전하는 자동차 보다 통행우선권이 있다고 볼 것인가?

아주 사소한 질문이지만 앞으로도 논의해보아야 할 흥미로운 문제이다. 이와 관련하여 자율주행 스마트자동차를 운전하는 인공지능(AI)에게 운전면허를 받도록 할 것인가? 자율주행 스마트자동차가 교통법규를 위반할 때, 누구에게 어떻게 위반의 책임을 물을 것인가? 등도 사소하지만 향후 도로교통 인프라 진화과정에서 논의해보아야 할 사안일 수 있을 것이다.

도로교통 인프라의 진화와 제도적 장치의 정비

4차 산업혁명 시대의 도로교통체계는 기존 도로교통체계 구성요소의 진화를 바탕으로 수십 년 이상에 걸쳐서 일반차량과 자율주행차량이 도로교통 인프라와 연계되어 도로교통서비스의 공유(Sharing)와 자동화(Automation)로 고도화할 것이다. 기존 도로망의 개념은 차량의 이동공간으로서의 기능을 담당하였다면, 미래 도로교통체계가 구축된 도로는 모빌리티 서비스(MaaS) 기능까지 수행하는 디지털망으로 변화할 것이다. 자율주행차량(AV)과 자율주행시스템, 자동주행이 가능한 도로(AR)에 힘입어 도로에서 주행하는 이동수단의 운전은 대부분 인간이 아닌 인공지능일 것이다. 도로교통의 패러다임의 대전환이 시작된다. 미래 세대가 이용할 도로교통 인프라는 이러한 도로의 패러다임 전환에 대응하여 구축되어야 한다. 도로교통 인프라는 가시적인 도로와 교통체계만이 아니다. 도로교통의 질서와 안전을 잡아주는 법률과 제도도 도로교통 인프라이다.

도로교통과 관련된 법률은 도로교통법, 도로법, 유료도로법, 자동차관리법, 국가통합교통체계효율화법, 교통시설특별회계법 등을 들 수 있다. 이들 법률은 인간이 자동차를 운전하는 시대에 만들어진 제도적 장치로 인공지능이 자동차를 운전하는 이른바 자율주행자동차 시대에도 그대로 적용하는 데에는 한계와 많은 문제점을 노정할 것이다. 4차 산업혁명은 자동차와 도로혁명으로 이어지고 도로교통과 관련된 법률과 제도의 혁신이 필수적이다. 그래서 지금부터 법률과 제도의 정비방향을 설정해야 한다.

도로교통법 시행령의 별표1에는 전용차로의 종류와 전용차로로 통행할 수 있는 차를 열거하고 있다. 여기에서 고속도로 외의 도로의 버스전용차로에는 “대중교통수단으로 이용하기 위한 자율주행자동차로서 「자동차관리법」 제27조제1항 단서에 따라 시험·연구 목적으로 운행하기 위하여 국토교통부장관의 임시운행허가를 받은 자율주행자동차”는 통행을 할 수 있도록 하고 있다. 이는 한 예일 뿐이다. 도로교통과 관련된 법률에는 도로교통 인프라 투자, 자율주행자동차의 생산과 운행 등과 관련된 수많은 조문들이 있다. 도로

인프라 투자나 자율주행자동차의 보급 등을 규제하거나 지연시킬 수 있는 조문들도 있고 촉발시킬 수 있는 조문 등도 있을 것이다. 그러나 대부분의 조문은 인간이 운전하지 않은 자동차를 염두에 두고 제정되지는 않았을 것이다. 따라서 4차 산업혁명으로 촉발되는 자율주행자동차의 보편화와 물류기술 발전, 이의 기반이 되는 도로인프라의 진화속도를 감안할 때 제도적 장치의 정비도 서둘러야 할 시점이다.

도로교통 인프라와 직접적인 관련이 있는 도로법의 조항 정비부터 출발할 수 있을 것이다. 예컨대 도로의 건설 및 유지·관리를 위한 종합계획에 대해 규율하는 제6조(도로건설·관리계획의 수립 등)에는 지속가능한 발전을 위한 조건인 스마트(smart)와 공유(sharing), 환경/안전을 반영하여야 한다. 제59조(도로 계획 등의 정보화), 제60조(도로교통 정보체계의 구축·운영 등) 등도 정비하여야 할 것이다. 그 밖에, 도로교통과 관련된 대부분의 법률을 포함한 제도적 정비가 추진되어야 할 것이다.

제도적 장치의 정비는 4차 산업혁명의 진행속도와 이에 따른 도로교통 혁신속도를 감안하면서 단계적으로 정비하는 방안과 병행하여 정비하는 방안이 있을 수 있을 것이다. 4차 산업혁명의 진행속도에 대해서 다양한 견해가 있을 것이지만 이에 대한 논의의 전개속도를 볼 때 상당히 빠른 속도로 진행될 것으로 예상된다. 따라서 지난번 기고에서 도로교통 인프라 투자를 단계적으로 하는 것보다 병행할 필요가 있다고 보았듯이 제도적 장치의 정비도 4차 산업혁명으로 도로교통 패러다임이 변화할 것으로 보고 이에 대응한 별개의 제도적 장치를 도입하는 등 병행하는 것도 고려해야 할 것이다.

연재를 끝내며

도로교통의 주무부처와 예산당국은 4차 산업혁명으로 촉발될 도로교통체계 변화에 대응하여 도로교통 인프라 투자를 확대하거나 도로교통 패러다임의 변화에 대응하여 도로교통과 관련된 법률과 제도의 정비는 아직은 시급하지 않다고 생각하고 있을 것이다. 현안 도로교통 문제의 해결이 더 시급하다고 생각할 것이다. 따라서 4차 산업혁명으로 촉발될 도로교통체계 혁신에 대응할 도로인프라의 투자도 상황을 보아가며 단계적으로 추진하는 것이 현실적이고 효율적이라고 생각할 수 있다.

그러나 4차 산업혁명이 본격화하고 있고 향후 도로교통체계를 크게 변화시킬 자율주행자동차의 진화는 매우 빠른 속도로 진행되어 15년~20년 후에는 AI가 운전하는 자동차가 보편화될 것으로 전망되듯이 도로교통체계 혁신과 도로

교통 패러다임의 변화는 매우 빠르게 진행될 것이다. 이에 대응하여 대부분 선진국들은 도로교통 인프라 투자전략을 수정하고 있고 도로교통체계 혁신과 도로교통패러다임의 변화 등에 맞추어 관련 법률과 제도의 정비를 서두르고 있다. 국가별로 처해진 상황과 여건 등에 따라서 대응 방안과 전략에 차이가 있으나 단계적인 추진보다는 현안에 대한 투자와 미래의 변화에 대한 투자를 별개로 보아 병행하여 추진하는 것을 선호하였다.

이 글에서는 이러한 선진국의 움직임을 살피면서 4차 산업혁명에 대응한 도로교통 인프라 투자는 단계적 투자를 통한 도로교통 인프라의 개량과 향상보다는 병행투자로 4차 산업혁명 시대에 걸맞는 도로교통 인프라를 구축할 것을 제안하였고 도로교통과 관련된 제도적 장치도 별개의 법률을 제정하고 제도를 신설하는 등 혁신적인 접근을 할 것을 제안하였다. 그러나 이 제안은 해외자료나 논문 등에서의 주장을 토대로 한 상식적인 수준에서의 논의한 결과를 근거로 하고 있다는 점에서 많은 논란이 있을 수 있는 있는 제안일 수 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 제안을 한 것은 앞으로의 도로교통체계 혁신과 도로교통패러다임의 변화에 대응하여 합리적이고 효율적인 투자전략을 마련하기 위해서는 이와 같은 논의도 필요하다고 보았기 때문이다.

발제자 : 류재영 (전국토연구원국토인프라·교통물류부문/선임연구위원, 현 한국항공대학교 연구교수)

논객1 : 이용재 (중앙대학교 명예교수, 대한교통학회 명예회장, 현 제주연구원 초빙연구위원)

논객2 : 이동우 (전 국토연구원 지역계획부문/선임연구위원, 현 한·일국토정책비교연구소 소장)

논객3 : 김재영 (전 국토연구원 건설경제·공간정보부문/선임연구위원, 현 통찰과 통섭 대표)

논객1 4차 산업혁명 시대의 교통체계 변화는 이동방식(mobility)의 변화에서 찾아 볼 수 있다. 이동방식의 변화는 ‘자율주행’과 ‘차량공유’로 나타난다. 앞선 산업혁명의 변화를 겪어오면서 자동차에 의한 이동 비효율성, 환경훼손 등 역기능이 확인되면서 나타난 전 지구적 보편현상이다. 미국 자동차공학회(SAE)에 의하면 ‘자율주행’은 운전자의 개입 여부에 따라 6단계로 나뉜다. 완전자율주행(무인운전) 단계까지는 운전자의 개입이 필요하기 때문에 혼합교통상태에서 ‘통행우선권’을 규정하는데 이러한 전환기적 상황이 반영되어야 한다. ‘차량공유’는 자동차 소유에 관한 문제이다. 만일 현재와 같은 수준의 소유상태에서는 자동차 구입에 따른 경제적 부담은 크나 한계비용이 낮기 때문에 통행선택은

비교적 단순하나 MaaS와 같은 모빌리티 서비스를 선택하는 경우 초기 투자비용은 낮으나 한계비용이 상대적으로 높기 때문에 선택의 다양성에 유의해야 한다. 미래자동차와 도로 교통 인프라 관련 법과 제도의 변화 또한 모빌리티 혁신의 발전과 맥을 함께 해야 할 것으로 보인다. 모빌리티의 혁신은 '미래자동차 기술혁신'의 관점보다는 자동차의 '이동 비효율성'의 관점에서 바라 볼 필요가 있으며 자율주행 도입으로 인한 운수종사자의 대량 실직문제, 차량공유에 대한 사회적 수용 등 관련 사안들이 시급히 해결되어야 할 사회문제로 판단된다.

논객2 자율주행자동차를 위한 도로투자는 기회비용을 고려하여 그 타이밍을 적절하게 가져갈 필요가 있다. 그러나 법률 제·개정을 포함한 제도 정비는 미리 준비하는 것이 좋다. 제도의 불비가 자율주행차의 기술 발전이나 사업화를 막아서는 안되기 때문이다. 현재 가장 시급한 것은 꼭 필요한 안전성 담보를 전제로 도로에서의 실증실험을 가능하게 하는 규제개혁이다. 일본은 지난 6월에 국가전략특구 내에서 자율주행차의 실증실험을 과감하게 허용하는 규제샌드박스제

도를 도입하였는데, 참고할 만한 것으로 보인다.

논객3 4차 산업혁명으로 영향을 받을 수 있는 분야 중 도로 교통분야도 상당히 크게 영향을 받을 것으로 예상되는 분야이다. 그 이유는 인간이 운전하던 자동차 보다 인공지능이 운전하는 자율주행자동차가 4차 산업혁명 과정에서 보편화 될 것이기 때문이다. 새로운 도로교통 혁명이 촉발되어 이제까지 경험하지 못하였던 도로교통체계가 구축되면서 도로 교통 패러다임이 형성될 것이다. 이에 맞추어 현시점에서 도로교통 인프라를 어떻게 구축하고 제도적 장치를 어떻게 정비할 것인가는 매우 중요한 과제이고 논의해볼 만한 주제라 할 수 있다. 그러한 점에서 이번 발제도 매우 의미 있었다고 할 수 있다. 특히 도로교통과 관련된 법률과 제도에 대한 논의의 현행의 법률과 제도의 정비수준에 머물지 말고 혁신적이고 새로운 별개의 법률과 제도의 도입이라는 관점에서 논의하여야 한다는 점에 공감한다. 앞으로 이에 관련된 후속 논의가 도로정책을 담당하는 국토연구원에서 이어졌으면 하는 바람이다. 🍀

류재영 _jryu54@gmail.com



도로정책연구센터 홈페이지(www.roadresearch.or.kr)

홈페이지를 방문하시면 도로정책Brief의 모든 기사를 볼 수 있습니다. 또한 센터관련 주요 공지사항과 다양한 도로관련 정책 자료도 서비스 받으실 수 있습니다. 홈페이지에서 구독신청을 하시면 메일링서비스를 통해 매일 도로정책Brief를 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 • 발행인 | 강현수
- 주소 | 세종특별자치시 국책연구원로 5 • 전화 | 044-960-0269 • 홈페이지 | www.krihs.re.kr www.roadresearch.or.kr

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