

영국의 도로교통인프라 디지털화 전략

심지섭 국토연구원 부연구위원

영국 National Highways의 도로 관리 체계

영국 National Highways는 잉글랜드 정부 소유의 기업으로서, 고속도로 및 주요 도로의 운영, 유지 및 개선을 담당한다. 해당 기관은 1994년 3월 영국 교통부(Department for Transport) 소속 Highways Agency로부터 시작하여, 2015년 4월 국영기업으로서 새로 출범한 Highways England라는 이름을 거쳐 2021년 8월 National Highways라는 명칭으로 새롭게 브랜드되었다.

National Highways는 영국 내 잉글랜드 지역에 속하는 고속도로(Motorways)와 Major A Roads의 운영·관리를 맡는다. Major A Roads는 영국 내 “A”로 시작하는 번호를 갖는 도로로서 주요 도시·타운을 연결하거나 인접 지역(스코틀랜드, 웨일즈)과의 연결을 제공하기도 한다. National Highways에서는 고속도로와 Major A Roads를 전략적 도로 네트워크(Strategic Road Network, SRN)로 일컬어 통합 관리하고 있으며, SRN에 해당하는 도로 연장은 약 4,500마일(7,200km)이다. 이는 영국 전체 도로 연장의 2%에 불과하지만, SRN을 통해 수송되는 교통량은 전체 교통량의 1/3 이

상, 화물 교통량은 2/3 이상을 차지할 정도로 매우 중요한 역할을 담당하고 있다.

National Highways의 SRN 운영·관리는 도로투자전략(Road Investment Strategy, RIS)의 비전에 따라 목표 및 방향성을 설정한다. Road Period로 불리는 5년 단위의 기간을 설정하여 도로투자전략을 설정하고, 새로운 Road Period가 시작되기 전에 National Highways는 SRN의 상태 평가, 유지 관리 및 개선 우선 순위, 향후 개발 요구사항을 포함하는 보고서를 작성한다. 이에 따라 정부는 다음 단계의 산출물을 설정하고 자금 계획을 마련하여 RIS 계획 초안을 작성한다. Road Period 1(2015-2020) 기간 동안 Highways England(National Highways의 전신)는 SRN에 약 150억 파운드를 투자했으며, Road Period 2(2020-2025) 기간에는 전체 약 270억 파운드 이상을 투입하고 있다. RIS2에서는 이 투자금을 도로의 개선·운영에 활용할 뿐만 아니라 운전자·커뮤니티·안전·혼잡·환경 등의 문제를 해결하기 위한 미래 도로 분야에도 적극 투자한다고 밝힌 바 있다. 그 중 디지털·데이터 기술 파트의 중심에 디지털 로드(Digital Roads) 항목이 포함된다.

▶ 잉글랜드 지역 Strategic Road Network (SRN) 지도



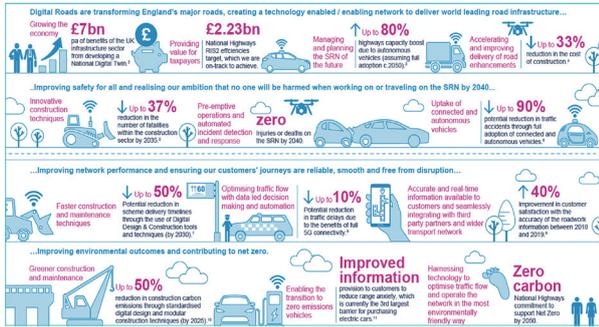
자료: UK Department for Transport (2023), Shaping the future of England's strategic roads (<https://www.gov.uk/government/consultations/shaping-the-future-of-englands-strategic-roads/shaping-the-future-of-englands-strategic-roads>)

디지털 로드(Digital Roads)의 정의 및 개요

National Highways의 디지털 로드 계획은 전술한 SRN을 기반으로 주요 도로의 <설계-구축-운영-사용-서비스-피드백>에 이르는 전 단계를 디지털화하여 관리하는 체계를 개념화한 것이다. 이는 도로 분야뿐만 아니라 도시·자동차·정보 기술 등과 관련된 정부의 정책 및 공약을 넓은 범위에서 적극 지원하는 데 활용하기 위해 기획되었다.

한편 영국은 2050년까지 온실가스 순 제로를 달성하기 위한 Net Zero 계획을 지난 2021년 발표한 바 있다. 그 중 도로 교통의 주요 요소를 대부분 전동화·자동화 함으로써 도로 부문의 온실가스 배출량을 줄이고, 나아가 자율주행·커넥티드·디지털트윈을 지원하는 수단으로서 디지털 로드를 구축하고자 하였다. 디지털 로드 계획에서는 환경·웰빙·혁신·안전과 같은 도로 관련 요소에 대한 개선 목표를 구체적·정량적으로 설정하고 있다.

▶ RIS2 및 디지털 로드 계획에 따라 예상되는 성과 및 효과



자료: National Highways (2021), Introduction to Digital Roads

디지털 로드 계획에서는 도로 분야의 개선을 통해 도로 외 주변 요소의 발전 역시 도모한다. 또한 이를 통해 지난 한 세기 동안의 발전보다 더 많은 변화를 향후 10년 동안 이루겠다는 의지를 담고 있다. 이러한 디지털 로드 계획의 혁신성은 다양한 발간 자료를 통해 확인할 수 있다. 계획과 관련된 상세 내용을 온라인 보고서 자료 및 유튜브 비디오 등을 통해 확인할 수 있으며, National Highways의 웹페이지를 통해서도 가상 환경 내 디지털 로드 계획을 체험해볼 수 있다.

▶ 메타버스 환경 하에 구축된 영국 디지털 로드 계획 소개



자료: <https://digitalroadsvirtualroom.highwaysengland.co.uk/>

디지털 로드 계획의 체계 및 내용

디지털 로드는 세 가지 핵심 테마(Three core themes)로 구성되어 있다. (1) 디지털 설계·건설(Digital Design & Construction), (2) 디지털 운영(Digital Operation), (3) 사용자용 디지털(Digital for Customers)로 구분되는 세 가지 핵심 테마는, 각각 세 가지 서브 테마로 다시 나뉘어 아홉 가지 카테고리를 가진다.

먼저 디지털 설계·건설 분야는 디지털 설계(Digitally enabled design), 모듈화·표준화(Modular and standardised approaches), 건설 자동화(Automated construction)의 세 가지 서브 테마로 분류된다. 디지털 설계의 주요 내용으로 디지털 요구사항(Digitised requirements)을 통한 범·조항 수준의 API 활용 방법, 데이터 효율관리에 액션 플랜 등이 포함되어 있다. 기계중심-인간보조 도구(Mechine-led, human

aided tools) 개발을 통한 효율화 및 자동화 역시 디지털 설계의 주요 내용이며, 이는 디지털 트윈 및 디지털 리허설과 같은 현장을 벗어난 건설 환경 구축의 기본이 된다.

두 번째 핵심 테마인 디지털 운영 분야에서는 지능형 자산관리(Intelligent asset management), 운영 능력 향상(Enhanced operational capability), 업무 디지털화(Digitally enabled workers)로 구분하여 계획을 수립한다. 이 단계에서는 머신러닝·인공지능 기반 기술을 활용한 자산관리 전략 개발, 드론을 활용한 데이터 수집과 같은 신규 데이터의 구축 및 활용 계획 수립을 통해 디지털 자산에 대한 경쟁력을 확보하고 있다. 또한 원격·실시간 대응, 데이터 기반의 교통류 최적화, 안전사고 예방과 같은 선제적·예방적 조치를 위한 수단으로서 첨단 기술들을 활용하되, 해당 워크플로우를 디지털화하여 관리하는 계획을 포함한다.

마지막 핵심 테마는 사용자용 디지털(Digital for customers)로, 디지털 정보 제공(Information provision), 사용자 참여(Customer engagement), 협력 파트너십(Partnerships and alliances)이라는 서브 테마로 구성된다. 디지털 정보 제공은 대규모 도로 관련 데이터를 실시간으로 다양한 채널을 통해 사용자에게 제공하는 것을 뜻한다. 이 과정에서는 모바일 기기, VMS, 차량 통신 등을 통해 도로 정보를 제공하기 위한 도로변 통신 기술 고도화 단계와 신호 체계 및 가변표지판 등 시설물에 대한 개선 단계가 포함된다. 또한 데이터의 품질을 향상시켜 사용자가 얻는 정보의 다양성과 질을 높이는데 주안점을 두고, 내비게이션·차량제조사·물류회사 등 민간업체와의 협력 방안을 수립하는 것 역시 디지털 로드 계획의 일부이다.

디지털 로드의 중장기 추진계획 및 비전

National Highways는 디지털 로드 계획을 통해 도로분야 발전에 대한 장기적 비전을 제시하고 있다. 2050년까지 추진하고자 하는 이 계획의 중심 키워드는 디지털 트윈(Digital twin), 연결형 서비스(Connected service), 자율주행 차량(Autonomous vehicles)이다. 디지털 로드 계획에서는 각각의 분야에서 현재까지 달성한 성과(As-is)와 향후 달성하고자 하는 목표(To-be)별 추진계획을 상세하게 제시하고 있다.

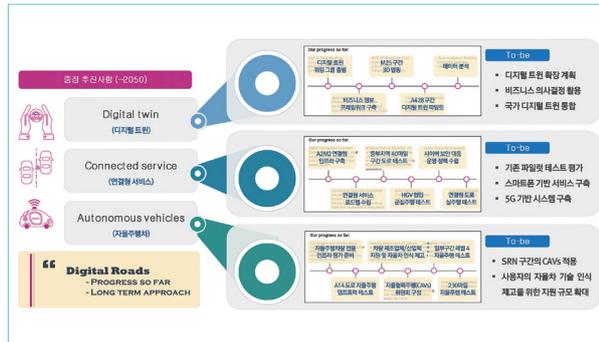
디지털 트윈 분야에서는 현재 SRN 내 일부 파일럿 구간에 대한 3D 맵핑 및 모델링을 통해 다양한 교통 상황 예측·시나리오 분석을 수행하고 있다. 향후에는 SRN 전 구간에 대한 디지털 트윈 모델 확장을 통해 의사결정에 활용하는 국가 디지털 트윈 시스템을 통합 구축하는 것이 목표이다.

연결형 서비스 분야에서는 현재 SRN 내 일부 구간에서

대형 수송차량(Heavy goods vehicles, HGV) 군집주행 테스트를 수행하며 도로변 통신 기술 및 연결형 도로에 대한 실주행 테스트를 진행하고 있다. 이후에는 스마트폰 앱 기반 서비스 모델을 확장 개발해나감과 동시에, 5G 기반의 통신 시스템을 구축하여 연결형 서비스에 활용하는 것을 목표로 한다.

자율주행 자동차와 관련한 디지털 로드 계획의 경우 현재 단계에서는 법·제도의 정비 및 테스트 단계에 머물러 있다. 차량 제조업체 등 산업체에 대한 지원 및 자율주행 자동차의 인식 제고를 위한 캠페인 등 제도적 발전을 도모하는 한편, 자율협력주행 위원회를 구성하여 자율주행 차량 전용 인프라에 대한 기준 마련 및 평가 등을 수행하고 있다. 또한 SRN의 일부 구간에 대해 자율협력주행(CAVs) 테스트를 위한 환경을 조성하여 A14 도로에서 덤프트럭의 자율주행 테스트를 수행하는 등 향후 SRN 전 구간 자율주행을 위한 투자 및 지원을 아끼지 않고 있다.

▶ 디지털 로드 계획의 주요 키워드별 As-is / To-be 모델



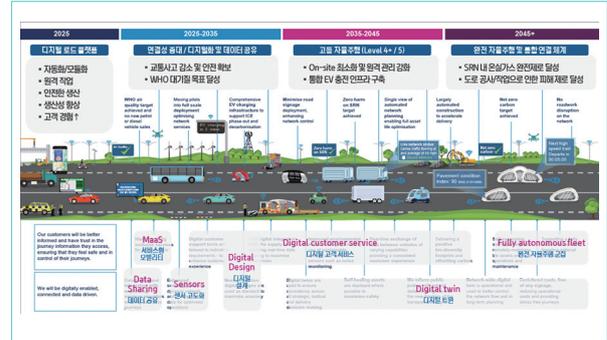
자료: Digital Roads 2025 Roadmap 자료를 기반으로 저자 번역 및 일부 수정

National Highways의 디지털 로드 계획은 2025-2035년, 2035-2045년, 2045년 이후 구간으로 구분한 단계별 로드맵과 중·장기 비전을 제시하고 있다. 앞서 언급한 2050까지의 온실가스 Net Zero 달성, 도로 공사 및 작업으로 인한 피해를 완전히 없애는 것이 최종 성과에 포함된다. 이를 위해 디지털 트윈, 연결형 서비스, 자율주행 차량의 완전 도입과 서비스형 모빌리티(Mobility-as-a-Service)의 활성화를 포함하는 계획 역시 촘촘하게 수립되어 있다.

디지털 로드 계획의 2050년까지의 최종 목표는 “더 안전한”, “더 빠른”, “더 나은”이라는 세 가지 키워드로 요약 정리된다. 앞서 소개한 세 가지 핵심 테마를 주제로 각각의 분야에서 더 안전한 건설(Safer construction and operations) - 더 빠른 운송(Faster delivery) - 더 나은 사용자 경험(Better customer experience)이라는 목표를 세웠고, 이를 위한 세부 로드맵과 액션 플랜을 다시 아홉 가지 카테고리로 나눠

기간별로 계획하고 있다. 궁극적으로는 목표에 도달하기 위한 모든 과정을 디지털화하여 안전·효율·환경 측면의 대대적인 개선을 꾀하는 것이 현재 영국이 취하고 있는 도로교통 인프라 디지털화 전략이다.

▶ 디지털 로드 계획의 2050년 비전



자료: Digital Roads 2025 Roadmap 자료를 기반으로 저자 번역 및 일부 수정

시사점

현재 세계 각국에서는 자율주행을 위한 스마트 하이웨이 등 도로 디지털화 관련 사업과 연구를 적극 추진하고 있다. 그러나 도로 외부 요소를 모두 포함한 교통 인프라의 관점에서 국가 차원의 디지털 전환 계획이 수립된 바는 많지 않다. 디지털 도로 계획을 국가 디지털 전환의 일부 영역에 포함하는 것에 국한하지 않고, 영국 사례와 같이 도로교통인프라를 중심으로 다양한 영역으로의 디지털 전환의 방식을 취한다면 미래 모빌리티 분야 경쟁력을 확보하는 데 큰 도움이 될 것이다.

앞서 소개한 영국의 디지털 로드 계획에는 자율주행, 디지털 트윈, 교통 효율화·안전 등 매우 다양한 개념·수단·기술이 혼재되어 있다. National Highways는 이처럼 복합적인 영역에 걸쳐 있는 세부 요소들에 대해 계획·정책·액션플랜에 해당하는 목표들을 단계적으로 수립하고 있다. 우리나라 역시 미래 교통 환경에 적합한 도로교통인프라 디지털화를 추진하기 위해서는, 각 세부 영역별 현재 기술 수준을 면밀히 파악하고 현실적·구체적이면서도 미래지향적인 전략을 세워야 할 것이다. 🌱

심시섭_gis.up@krihis.re.kr

참고문헌

1. UK Department for Transport (2023), Shaping the future of England's strategic roads
2. National Highways (2021), Introduction to Digital Roads
3. <https://nationalhighways.co.uk/>
4. National Highways (2021), Digital Roads 2025 Roadmap.