

도로 건설산업의 새로운 혁명

이보라 대한건설정책연구원 미국 주재 객원연구원(bora@ricon.re.kr)

The University of North Carolina at Charlotte 소속

1. 소개

교통 혁신을 생각하면 도로가 먼저 떠오르지 않을 것이다. 건설 자재 및 기법이 점진적으로 개선되고 있지만, 도로의 기본 구성과 건설은 지난 수십 년 동안 크게 변하지 않았다. 결과적으로, 탄소 중립 파워트레인, 이동성 생태계 및 (반)자율 주행에 관한 질문이 교통의 미래에 대한 대부분의 논의를 지배하는 반면, 도로 인프라는 이러한 논쟁에서 사소한 역할을 하고 있다.

지금까지 도로망은 교통수단을 둘러싼 논의에서 뒷전으로 밀렸다. 예를 들어, 개인 차량은 EU에서 승객 1인당 이동 킬로미터의 80% 이상을 차지하는 가장 일반적인 운송수단이며, 도로 운송은 EU에서 전체 내륙 화물 운송의 75%를 차지한다. 또한 전 세계적으로 거의 모든 선진국을 비롯하여 운송관련 건설은 EU에서만 한정했을 때, 620만 킬로미터에 달하는 규모이며 이는 계속 성장하는 도로 네트워크인 것이다.

따라서 신뢰할 수 있는 도로 네트워크는 경제가 변창하는 데 도움이 되지만 사람과 상품이 교통 체증에 휘말리면 추가 성장과 번영을 억제할 수 있다. 그러므로 정부는 토목 공학 예산의 상당 부분을 도로 프로젝트에 사용한다. 예를 들어, 유럽 정부는 2030년까지 매년 1,000억 유로 이상을 도로 프로젝트에 지출할 계획이며(그림 1), 무엇보다도 미래의 교통수단을 충족 하면서 도로를 비용 효율적으로 건설하고 업그레이드하도록 노력하고 있다.



그림 1 유럽의 도로 인프라 투자

이러한 논의를 바탕으로 보고는 다음과 같은 문제를 제기할 수 있다.

- 건설 자재의 혁신뿐만 아니라 자동화, 디지털화 등 현대의 메가트렌드는 도로 교통과 건설에서 어떻게 패턴을 형성할 것인가?
- 이러한 동향과 관련된 편익을 극대화할 수 있도록 도로 공사의 도구와 프로세스가 왜 그리고 어떤 방식으로 변경되어야 하는가?
- 이러한 변화들은 도로 건설 산업의 미래를 위해 무엇을 의미하며 건설 회사, 공공기관, 정부와 그들의 납세자들은 어떻게 이에 대비할 수 있을까?

따라서 정책입안자, 도로당국자, 민간개발자/운영자, 건설사 등을 대상으로 구체적인 방안을 제안하여 향후 도로건설의 기술·재정적 기회에 대한 논의의 시발점이 될 수 있기를 기대하며 다음의 결과를 도출할 수 있을 것이다.

- 4개의 메가트렌드가 미래의 도로 설계 및 건설에 강력한 영향을 미칠 것으로 예상된다.
 - 자율 주행 차량(AV)이 임계 질량에 도달하면 도로 폭이 1/3로 줄어들 수 있다.
 - 도로 건설의 자동화는 생산성과 이윤을 높일 것이다.
 - 디지털화를 통해 차선 용량을 개선하고 도로 기능을 향상시키는 스마트 도로 지원
 - 건설 자재의 발전은 도로의 내구성을 60% 증가시킨다.
- 도로건설 속도는 2배 이상 빨라질 것으로 예상되는 반면 새로운 기술과 공정 최적화가 일관되게 적용되면 비용은 30% 줄어들 수 있다.
- 새로운 가치풀과 행위자들은 도로 건설의 경쟁력을 높일 가능성이 높다.
- 혁신을 채널링하고 경제적 이익을 실현하기 위해, 정부는 스마트 도로의 표준을 설정하기 위해 주도권을 잡고 민간 부문의 관련 참여자들과 광범위한 제휴를 맺을 수 있다.

2. 미래 도로 설계 및 건설 가능한 4가지 메가트렌드

현대 사회의 변화를 설명하는 데 일반적으로 사용되는 "변화의 속도가 이렇게 빠른 적이 없었지만, 다시는 느리지 않을 것"이라는 격언은 2050년까지 크게 변화할 것으로 예상되는 도로 산업에도 적용된다. 자율 주행, 자동 생산, 디지털화, 도로 건설 자재의 발전 등 4대 트렌드가 이러한 변화를 촉진할 것이다. 이러한 메가트렌드가 작용하면 늦어도 2050년에는 EU와 미국, 캐나다, 중국과 같은 국가의 도로가 오늘날보다 더 좁고, 빠르며, 건설비용이 저렴하고, 스마트하고, 내구성이 향상될 것이다. 이 분야의 플레이어들에게 있어, 내일의 혁명이 오늘의 계획과 관심을 필요로 하는 세 가지 주요 이유는 다음과 같다.

- 이러한 새로운 도로를 건설하기 위한 여건을 계획하고 조성하는 데는 15년 이상의 긴 소요 시간이 걸릴 수 있다.
- 대부분의 경우 이러한 새로운 기능을 사용하려면 기존 도로 인프라의 브라운필드 업그레이드에 상당한 투자를 해야 한다.

- 모든 메가트렌드는 향후 도로 설계 및 건설에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상되지만, 그 시기는 다르게 전개될 수 있다. 건축 자재의 발전이 임박했으며 점진적인 최적화 가능성이 있다. 도로의 디지털화는 기존 도로가 업그레이드되고 건설의 모듈화가 시작되면서 단계적으로 일어날 것이다. 대조적으로, 도로는 중요한 수의 차량이 완전히 자율적이어야만 좁아질 수 있다.

1) 도로 폭의 1/3로 감소 가능성

머지않은 미래에 자율 기능의 가용성과 사용이 급격히 증가할 것으로 예상된다. 2035년까지 전 세계적으로 판매되는 경자동차의 15%가 완전 자율 기능(예: 레벨 4 또는 레벨 5)을 탑재할 것으로 예상되며 선진국에서는 이 점유율이 훨씬 더 높을 것으로 예상된다. 사람들이 더 이상 운전 면허증이 필요하지 않고 무인 트럭이 더 이상 휴식 단계가 필요하지 않은 세상에서 차량 킬로미터는 크게 증가할 것으로 예상된다. 이는 주로 다음 2가지 이유 때문이다.

- 더욱 높은 운송 효율성. 혼잡 지연 및 사고와 같은 비효율성은 현재 EU 국가에서 연간 국내총생산(GDP)의 약 1%에 해당하는 비용을 부담한다. AV의 증가는 사고 감소 기술 및 "군집 주행"은 차량을 결합하여 이전보다 더 가깝게 운전하는 방법이다.
- 이동 비용 절감. AV의 보급은 휴지 단계(트럭의 경우)의 필요성을 제거하여 활용도를 높여 이동성 비용을 낮출 것으로 예상된다.

필요에 따라 차량 공유를 통해 2035년까지 일반 자동차의 총 소유 비용인 이동 비용을 USD 0.85/마일(USD 0.53/km)에서 USD 0.4(USD 0.22/km)로 줄일 수 있다.

자율주행은 타의 추종을 불허하는 정밀도와 신뢰성을 보장해 차량보다 훨씬 넓은 차선이 필요 없게 된다. 보통 3.50미터에서 3.75미터 사이의 폭을 가진 전통적인 차선이 인간의 실수를 설명하기 위해 고안된 반면, 미래의 차선의 폭은 2.8미터로 줄여 여전히 큰 크기의 차량을 수용할 수 있다. 승용차 전용도로는 차선이 2.5m까지 좁아질 수 있다. 이것은 4차선 도로가 오늘보다 최대 4미터 더 좁아질 수 있다는 것을 의미한다.

새로 건설되는 도로의 경우 도로가 좁아지면 필요한 건축자재가 최대 3분의 1까지 감소할 수 있다. 기존 도로의 경우 차선이 좁아지면 기존 도로의 용량을 최대 50%까지 늘리거나(4차선 도로를 6차선으로 확장) 다른 교통수단(예: 보행자도로, 자전거도로, 버스전용차로, 전차선로)에 전용할 수 있는 귀중한 공간이 확보된다.) 특히 비좁은 도시 환경에서 그렇다.

일반적으로, 높은 수준의 차량 자동화와 높은 AV 채택률은 도로가 좁아질 수 있는 핵심 요건이다. 현재 어떤 정부도 고속도로 사용을 AV로 제한할 가능성이 있다는 징후가 없기 때문에, 모든 것이 채택률에 의존할 것이다. 여기서는 당국이 경제 전반의 편익과 개별 도로 사용자에게 대한 비 AV를 제한하는 규제 사이의 절충을 고려하도록 하려면 최소 85%의 채택률이 필요할 것으로 추정된다.

2) 도로 건설의 자동화를 통한 생산성과 이윤 증가

AV 외에도 자동화는 주로 만성적으로 낮은 생산성으로 인해 도로 건설에 상당한 영향을 미칠 것이다. 20년 동안 소매 및 제조와 같은 다른 산업은 자동화 및 프로세스 흐름 최적화를 통해 스스로를 체계적으로 재창조했기 때문에 연간 2.8%의 생산성 향상시켰다.

건설업계는 같은 기간 연 1%의 개선 효과를 거두는 데 그친 자동화의 잠재력을 아직 활용하지 못하고 있다. 도로를 건설하는 데 필요한 노동력이 상대적으로 많은 것을 고려할 때, 자동화는 이윤이 적은 이러한 도로건설 산업에서 생산성을 향상시킬 수 있다.

3) 디지털화를 통한 차선 용량을 개선 및 유지 보수를 허용하는 스마트 도로 실현

자동화와 마찬가지로 디지털화는 가까운 미래에 도로 설계와 건설에도 영향을 미칠 것이다. 약 5년 전까지만 해도 도로 설계와 건설은 어떠한 형태의 디지털화 및 분석도 거의 활용하지 않아 개선 가능성이 매우 컸다.

첫째, 도로는 교통 밀도에 대한 일부 시스템이 있는 순수한 기계적 아스팔트 구조에서 측정 및 안내 시스템으로 변경된다. 도로 구조(신규 도로의 경우)에 내장되거나 도로 주변에 위치하는 센서(기존 도로의 경우)를 안내용으로 사용하면 차량이 더 가깝게 운전할 수 있으며 차선 용량이 50% 증가할 것으로 예상된다. 이 접근 방식은 현재 중국 당국과 디트로이트 시내와 미시간 남동부의 앤아버 사이에 연결된 자동 차량 통로를 개발 중인 Cavnue에서 테스트 중이다.

또한, 도로는 차가운 온도나 물로 인한 마찰 수준과 같은 표면 조건을 AV에 전달할 수 있을 것이다. 예측 정비에 다른 유형의 센서가 사용되어 비용과 도로 폐쇄 횟수를 줄이면서 자산의 작동 시간을 늘릴 수 있다. 예를 들어, 네덜란드 도로청은 이미 건설회사들에게 도로 자체의 상태에 대한 데이터를 얻기 위해 센서를 설치하도록 권장하고 있다.

도로의 또 다른 "스마트"한 특징은 전기 요금제 기반 시설이 될 것이다. 2018년에 스웨덴은 전기 자동차를 충전하는 "전기화 도로"를 설치한 첫 번째 국가이다.

4) 새로운 건축 자재로 도로 내구성 60% 향상

도로건설에 차질이 빚어질 또 다른 흐름은 새로운 건설자재의 가용성이다. 도로 건설 비용의 거의 절반은 특히 파쇄된 암석, 시멘트, 석유 파생품(아스팔트), 물, 모래와 같은 원자재에서 비롯된다. 과학자들은 도로 건설을 위한 새로운 재료, 특히 내구성과 가벼운 재료를 오랫동안 찾아왔다.

개인용 차량은 앞으로 수십 년 동안 더 가벼워질 것으로 예상되지만 2050년에는 차량 소유 증가와 군집 주행으로 인한 차선 용량 증가로 인해 현재보다 내구성이 더 높아야 한다. 아스팔트 믹스에 플라스틱과 같은 건설 자재는 도로를 기존 아스팔트 도로보다 최대 60% 더 튼튼하게 만들어 도로 1km당 더 많은 차량을 수용하기에 적합하다.

기존 도로도 이러한 요건을 수용하기 위해 상당한 재정비를 거쳐야 할 것으로 보이며, 이는 EU 정부의 상당한 인프라 투자를 필요로 할 것이다. 그러나 AV의 비율과 도로에서의 관련

스트레스는 20~30년에 걸쳐 점진적으로 증가할 것이기 때문에, 정부는 이러한 재정비를 미리 계획하고 조정할 수 있는 기회를 갖게 될 것이다. 또한 이러한 업그레이드는 도로의 최상층(마무리 및 구속 코스)으로 제한되므로 처음부터 새 도로를 건설하는 것보다 비용 집약도가 낮다.

3. 미래의 도로 건설: 속도는 2배 이상, 비용은 30% 감소

시간이 지남에 따라 도로 프로젝트는 점차 길어지고, 더 저렴해지고, 더 빨라지고 있다. 이들 메가트렌드가 현재 성과로 봤을 때 차선당 비용을 3차선에서 2차선으로 이동시켰다면 88차선 중앙도로 건설 결정 시점부터 도로 준공까지 약 2년 7개월을 절약할 수 있다.

1) 도로 건설에서 속도와 비용의 이해

속도는 도로 건설의 핵심 비용 동인이다. 총 건설비용은 사전 설계 단계 시작부터 건설 완료까지 걸리는 시간에 따라 상당히 달라진다. 속도(또는 속도 부족) 또한 비용 초과와 중요한 요인이다.

고용할 노동자, 임대할 기계, 공사 시 폐쇄할 기존 도로 등이 있다. 또한, 혼잡으로 인한 간접 거시경제 비용은 건설에 필요한 시간과 관련이 있다. 특히 도로 건설이 정기적으로 예정된 공사 시간(최대 105%), 24% 및 그에 따른 예산(평균 20%)을 초과하기 때문에 공사 시간 단축은 많은 이해관계자들에게 중요하다.

더 긴 프로젝트는 배달되는 각 차선 킬로미터마다 비용이 많이 드는 경우가 종종 있다는 것은 놀라운 일이 아니다. 도로 프로젝트가 오래 지속될수록 해당 프로젝트가 예산을 초과할 가능성이 커진다. 더 긴 프로젝트는 단가도 더 비싸기 때문에 이중고를 겪는다. 속도는 절대적이고 상대적인 면에서 비용 보호에 매우 중요하다.

향후 도로 건설로 인도 시간이 크게 단축되고 비용 초과 가능성이 줄어들며 단가도 낮아질 것으로 예상된다. 이는 특히 다른 유형의 도로보다 비용초과가 높은 자동차 전용도로에 중요하다. 또한 프로젝트 납기를 단축하면 물리적으로 더 긴 도로로 인해 발생하는 단가를 낮추고 더 오래 지속되는 프로젝트의 단점을 줄일 수 있다. 도로 건설 최종 결정부터 개통까지 평균 기간은 5.5년이다. 디지털 도구는 도로 프로젝트의 각 단계를 개선하여 필요한 도로 사양의 분석(그리고 과잉 생산으로 인한 폐기물 감소)을 지원할 뿐만 아니라 표준화를 통해 더 빠른 설계와 더 빠른 시공 모두를 지원한다.

2000년 이후 차선 1km당 평균 중위비용은 950만 달러에서 760만 달러로 감소했으며, 이 수치에는 이 분석 범위에 포함되지 않는 토지, 재산 등 모든 프로젝트 관련 비용이 포함된다. 도로 건설 비용에 미치는 메가트렌드의 파괴 효과를 측정하기 위해 도로의 수명 비용 30에 초점을 맞추고 있는데, 도로의 수명 비용은 주로 직접 건설 비용에 의해 발생하며, 이는 다시 재료 비용과 설치 비용으로 나눌 수 있다. 도로의 25년 수명에 걸쳐, 차선 킬로미터당 비용은 20만 달러, 31달러에 달한다. 이 중 직접 건설 비용이 약 85~90%를 차지한다. 도입된 개선

레버가 엄격하게 구현되면 3가지 주요 비용 요인인 자재, 토공 및 설치가 상당한 최적화 잠재력을 갖기 때문에 차선-킬로미터당 직접 건설 비용의 비율은 크게 변하지 않을 것으로 예상된다.

- 자재: 노반의 재료는 극적으로 바뀌지 않을 것이지만, 플라스틱과 같은 새로운 재료는 포장 상층에 사용되어 비용을 낮출 것이다. 신소재를 통한 도로 강도 향상으로 포장도 얇아지고 재료소모가 적어진다.
- 토공: 기술적인 관점에서는 비교적 단순하지만 토공은 상당한 비용 영향을 미치며 필요한 재공사로 인해 지연되기 쉽다. 레이저 유도 굴착 대신 GPS 기반 굴착, 3-D 등급 제어, 틸트 회전 장치 제어, 원격 모니터링 등 토공의 시간과 비용 절감을 목표로 하는 다양한 스마트 머신 유도 기술이 현재 시범 적용되고 있다. 이러한 접근 방식을 통해 사업자는 더 높은 수준의 표준화를 달성하고 불일치가 발생할 때 이를 발견한다.
- 설치: 디지털 툴의 자동화와 활용도가 높아져 기계 중심 설치가 빨라져 기계 대여와 인력 총원이 필요한 시간이 줄어들 전망이다. 게다가, 높은 수준의 자동화는 도로 건설에서 인간의 실수를 줄일 것이다. 각 프로젝트에서 평균적으로 약 2~3%의 재작업이 수행되어야 한다는 점을 고려하면, 이는 평생 비용을 더욱 절감시킬 것이다.

평생 비용의 약 10~15%를 차지하는 도로 정비가 덜 필요하다는 점도 비용 감소가 예상되는 이유다. 재료와 설치의 절약 가능성이 거의 동일한 수준이기 때문에 이 점유율은 일정하게 유지될 것이다. 플라스틱과 같은 새로운 재료는 일반적으로 도로의 수명을 100에서 300퍼센트까지 연장한다. 이는 예측정비를 적용하지 않아도 그대로 유지돼 추가적인 수명연장 효과가 있다. 이에 따라 도로의 총수명은 현재 평균 12년에서 향후 25~30년으로 연장될 뿐만 아니라 유지관리 비용도 현재보다 크게 줄어들 것으로 보인다. 이에 따라 토지와 재산비용이 일정하다고 가정할 경우 차선 1km당 평균 비용은 30% 가량 하락해 160만 달러가 될 것으로 예상된다.

2) 도로 건설 프로세스 개선을 통한 공사 시간 및 비용 절감

여러 건설 프로세스 단계의 시간과 비용을 줄이고 다른 단계를 쓸모없게 만들면 4가지 메가 트렌드가 전통적인 도로 건설 프로세스를 완전히 파괴할 것으로 예상할 수 있다. 새로운 프로세스는 1) 데이터 기반 요구 사항 평가, 2) 설계 및 구현 계획, 3) 제조 및 건설의 세 가지 주요 단계로 구성될 가능성이 높다.

이러한 단계는 함께 2050년까지 차선-킬로미터당 직접 건설 비용이 현재와 비교하여 약 30% 감소할 것으로 예상되는 독특한 프로세스를 구축한다(그림 2). 이러한 비용 절감은 프로젝트의 각 단계에서 분명하며 프로젝트에 더 많은 비용이 드는 초기 지출이 필요하지 않다.

다음은 향후 도로건설 공정에서 가장 중요한 3단계의 설명과 현재 공종과 차이점을 나열하였다.

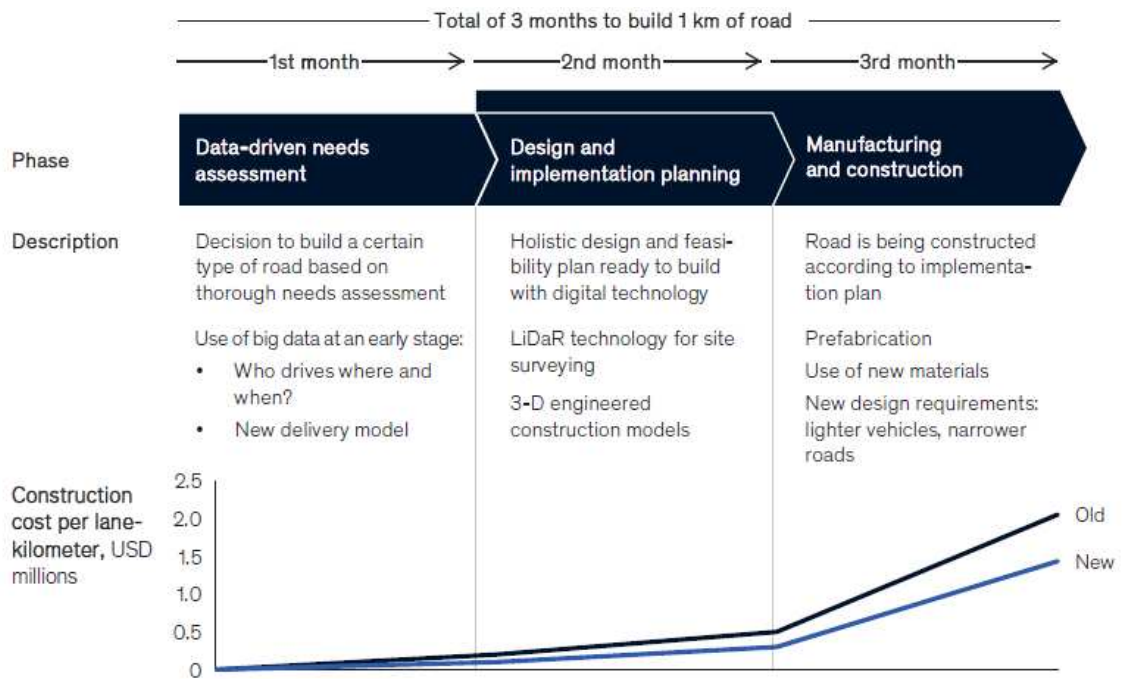


그림 2 도로 건설을 위한 새로운 프로세스를 통한 건설 시간과 비용 저감 효과

자동화는 바닥층을 구축하는 데 필요한 시간을 단축하는 반면, 새로운 건축 자재의 가용성은 상부 포장층을 설치하는 방법을 크게 바꿀 것이다. 주거용 건물과 같은 다른 건축 분야와 달리 부품은 이미 조립식이며 대부분의 도로 요소는 여전히 현장에서 제조된다. 그러나 플라스틱을 특징으로 하는 도로는 모듈화 및 사전 제작을 허용할 것이며 사전에 표면을 생산할 수 있고 오프사이트에서 시작할 수 있는 회사는 경쟁업체보다 훨씬 일찍 시작하고 완료할 수 있다. 재활용 플라스틱으로 만든 조립식 모듈식 도로를 개발한 네덜란드 회사 KWS는 심지어 자사의 "PlasticRoad"가 기존 도로보다 최대 70% 더 빠르게 건설될 수 있다고 주장한다. 또한 차선이 최대 1/3로 좁아지는 미래 도로 설계도 공사 시간 단축에 기여할 것이다.

4. 도로 건설산업의 경쟁 심화에 따른 대비 필요

새로운 공정 흐름뿐만 아니라 자율주행, 자동화 생산, 디지털화, 도로건설자재 발전 등 4대 메가트렌드는 도로건설이 훨씬 빠르고 저렴해질 수밖에 없다. 도로 건설에서 그런 실질적인 가치를 끌어내는 것은 분명 새로운 플레이어들을 끌어들이는 것이다.

1) 새로운 가치 풀과 시장 진입자의 출현

수작업에 의존하고 자동화 수준이 낮은 기존 건설 회사가 이러한 기술이 과중한 도로를 건설하는 데 필요한 기술 역량을 자체적으로 개발할 수 있는지 여부는 여전히 미해결 문제로

남아 있다. 기존 건설사가 뒤처지면 알파벳, 애플, 테슬라 등 자율주행차를 개발하는 하이테크 업체들이 스마트 도로 건설 사업에서 서로 또는 스타트업과 파트너십을 맺을 수 있도록 유인된다.

이 회사들이 종단 간 플레이어로 도로 건설 사업에 진출할 가능성은 낮지만 도로 시스템에 처음으로 진출했다. Alphabet의 자회사인 Sidewalk Labs는 스마트 스트리트를 포함하여 토론토에 세계 최초의 "스마트 이웃"을 건설할 계획이고, Tesla의 자회사인 The Boring Company는 미국 도시의 교착 상태에 대한 솔루션으로 "스마트 터널"을 홍보하고 있다.

전통적인 건설 회사가 도로 건설에서 이러한 혁신을 채택하기 위한 전문성을 개발하지 못하면 기술에 정통한 플레이어에게 원자재 공급업체가 될 위험이 있다. 이들은 새로운 비즈니스 모델을 통해 새로 부상하는 가치 풀을 포착할 수 있다.

도로 혼잡을 기반으로 한 동적 통행료. 전반적으로 도로 건설 사업에서 새로운 기술과 비즈니스 모델의 출현은 경쟁을 심화시켜 도로 건설의 전체 비용을 더욱 하락시킬 수 있다.

4가지 메가트렌드는 향후 30년 동안 도로 설계 및 건설을 혼란에 빠뜨릴 것이며, 도로 건설을 더 빠르고 저렴하게 만들 뿐만 아니라 더 나은 도로를 통해 상당한 경제적, 사회적 가치를 실현할 것이다. 이에 대한 두 가지 예: 1) 유럽연합 집행위원회는 교통 혼잡으로 인해 연간 GDP의 1%에 달하는 비용이 발생한다고 추정한다. 이는 연간 1,000억 유로라는 엄청난 비용에 해당한다. 2) 스마트한 교통 관리는 자동차의 CO2 배출량을 최대 30%까지 억제할 수 있다.

2) 행동 촉구

미래의 도로건설산업에서 기회는 분명하지만 유럽은 뒤처질 위험이 있다. 중국 등 신산업 실체들이 대형 레거시 도로 시스템이나 단편화된 규제에 발목을 잡히지 않으면서 유럽 도로 생태계의 플레이어들은 도약해야 할 장애물이 더 많아졌다. 이러한 참여자들, 특히 정부와 건설 회사들은 다음 교통 혁명을 향한 경쟁에서 경쟁력을 유지하기 위한 조치를 취해야 한다.

조정된 실행계획은 다음과 같은 다섯 가지 접근법으로 구성될 수 있다.

① "스마트 도로"에 대한 표준 제정

도로 설계의 기술 혁신이 등장함에 따라 미국과 중국의 기업들은 이미 국가 지원을 통해 새로운 접근 방식을 시험하기 시작했다. 그러나 더 좁고, 더 똑똑하고, 더 오래갈 미래의 도로에 대한 정해진 기준이 아직 없다. 따라서 유럽 정부는 주도권을 잡고 유럽 민간 부문(특히 건설 회사와 자동차 제조업체)의 관련 참여자들의 광범위한 연합을 설립하여 과도한 부담 없이 혁신을 채널화하는 데 도움이 되는 EU의 스마트 도로의 초안 표준을 정의할 수 있다. 이러한 맥락에서 유럽 정부는 이미 전략적 우선순위로 도로 디지털화를 제시한 유럽 27개국 국도 당국 대표들로 구성된 유럽 도로 감독 회의와 같은 이미 존재하는 조직 내에서 노력을 모을 수 있다.

② 공공조달을 통한 혁신의 도약

필요한 기술과 표준의 개발을 지원하기 위해, EU 정부는 공공 조달을 전략적으로 활용해야 한다. 이 모델에는 파일럿 프로젝트를 위한 전용 자금을 제공하거나 표준 설정 과정에 참여하는 참가자들에게 우선권을 주는 것이 포함된다. 한 예로, 영국 정부는 영국 고속도로를 통해 "디지털 도로" 건설을 위한 "창의적 솔루션"을 제공하는 기업들에게 총 2,000만 파운드를 제공하기 위한 이니셔티브를 시작했다. 이는 유럽 정부가 목표 금융 인센티브를 제공함으로써 혁신을 시작할 수 있는 한 가지 접근 방식을 보여준다.

더욱이, 2019년에 월론 보완 인프라 파이낸싱 회사(SOFICO)는 공공-민간 파트너십으로 실행될 조명 계획 4.0을 제정했다. 파트너들은 왈롱 지역의 주요 도로와 자동차 도로에 새로운 조명 인프라를 설치하는 데 전념했다. 이 조명 지점들(첫 4년 동안 약 10만 개)에는 교통 밀도에 따라 빛의 강도를 관리하기 위한 여러 센서가 설치될 것이다. 모든 가능한 사용 시나리오를 예측하기 위해, 특히 미래의 자율주행 차량을 위해, 컨소시엄은 원격으로 관리할 존재 센서, 도플러 레이더, 블루투스 카메라가 포함된 도로변 장치도 설치할 것이다.

③ 새로운 가치 풀을 포착하기 위한 협력 및 협력 구축

마찬가지로 도로 설계가 "스마트 기술"을 채택하기 시작하면서 유럽 건설 회사와 센서 제조업체, 데이터 분석 및 인공지능 전문가 또는 자동차 제조업체와 같은 비전통적인 업체 간의 협력과 협업이 이러한 새로운 가치 풀을 포착하는 중심이 될 것이다. 정부는 가치 있는 선점자 이점을 확보하기 위해 국내 도로건설업체와 연구기관을 연계함으로써 여기서 중추적인 역할을 할 수 있을 것이다.

④ 새로운 금융 모델 활용

설명된 기준(예: 자율 주행)을 충족하도록 설계된 도로를 통해 도로 운영자는 스마트 통행료 또는 자동차 데이터의 수익화와 같은 새로운 자금 조달 모델을 구현할 수 있으며 이를 통해 기존 도로 인프라를 업그레이드하는 데 필요한 많은 자본을 동원할 수 있다.

⑤ 필요한 새로운 기술 및 기능 구축

향후 20~30년 내에 도로 건설은 여전히 수동 노동에 크게 의존하는 전통적이고 아날로그적인 사업에서 고도로 자동화된 디지털 기업으로 변화할 것이다.

공공사업 기관은 적절한 표준을 개발하는 데 필요한 관련 역량과 기술을 구축하여 공공 조달에 혁신 지원 메커니즘을 내장하고 새로운 자금 조달 모델을 활용할 수 있다. 이와는 대조적으로, 건설 회사들은 비용 절감과 품질 개선 잠재력을 완전히 실현하기 위해 자동화된 기계와 디지털 도구(레이더 장착 드론 등)를 배치하는 데 필요한 관련 능력과 기술을 구축해야 한다.

출처 : Mckinsey&Company, "Road work ahead"

<https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/road-work-ahead-the-emerging-revolution-in-the-road-construction-industry>