

프랑스 지하도로 A86 West Beltway Tunnels 소개 및 시사점

김 주 현 국토연구원 연구원

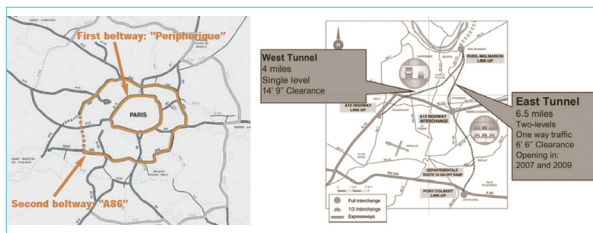
들어가며

수년 간 우리나라의 자동차 등록대수는 지속적으로 증가하고 있고, 특히 수도권을 중심으로 교통정체가 심화되고 있는 실정이다. 이러한 교통난을 해소하기 위해 도로 확장을 통한 개선 방안이 있으나, 도심 내 공간 부족에 따른 확장에 한계가 따르고 있다. 또한 교통 정체와 더불어 도로 주변의 주거 환경 저해 등의 문제와 원도심 재생의 필요성이 부각되고 있어, 이를 대응하기 위한 새로운 방안이 필요한 시점이다. 이에 우리나라는 교통난을 해소하고 국토의 입체적 활용을 위해 '지하화'를 시도하고 있으며, 실제 경부고속도로와 경인고속도로의 지하화 추진 및 서울시의 일부 도로의 지하화가 추진되고 있다. 지하도로를 통한 기존의 교통문제 해소 등 긍정적인 요소들이 많지만, 선제적 해결 사항으로 안전성 측면이 대두되고 있다. 이에 본고에서는 프랑스 파리의 지하도로 추진 및 운영 사례를 고찰하고 시사점을 제시하고자 한다.

프랑스 A86 West Beltway Tunnels

일 드 프랑스 지역 개발 프로젝트의 일부였던 A86 도로는 교통 혼잡을 완화하고 파리 교외 지역 간의 교통 연결성을 개선하기 위해 건설된 2차 외곽순환도로이다. 다만 서부지역에서 연결되지 않은 일부 구간이 있었으며, missing link 연결을 통해 파리 주변의 두 번째 순환도로를 완성하고 교외간 통근 개선과 혼잡을 줄이고자 A86 West beltway 프로젝트를 진행하였다.

▶ A86 West Beltway Tunnels 프로젝트



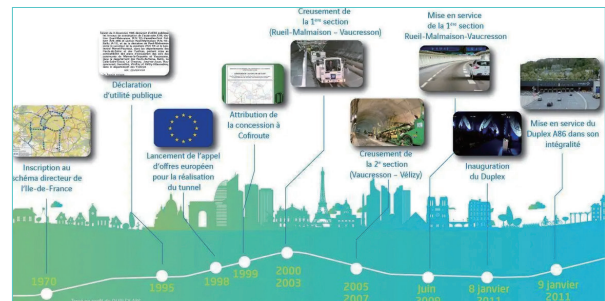
자료: FHWA(2006), Underground Transportation System in Europe: Safety, Operations, and Emergency Response

프로젝트는 최초 지상도로로 계획하였으나 시공 과정에서의 주변 환경과 거주 지역에서의 피해 최소화, 도시 인근 대규

모 녹지와 그린벨트 보존, 역사 유적지와 문화재의 피해 방지, 지상의 교통정체 완화, 온실가스 배출 감소 등의 목적을 고려하여 지하 구간으로 변경되어 1988년에 제안되었으며, 이를 기반으로 지상도로가 아닌 지하도로로 설계하게 되었다.

지하도로 공사는 1997년 시작되었으나, 건설을 진행하는데 있어 어려움이 따라 1998년 중단되었고, 특히 몽블랑 터널 화재 이후 터널의 안전 문제 제기로 인하여 한동안 진행되지 못하였다. 그러나 화재 이후에 개발된 새로운 터널 안전 규정을 사용하는 것으로 결정함에 따라, 2000년에 재차 공되어 2009년 1단계 구간이 개통되었고 2011년 2단계 구간이 개통됨으로써 A86 순환도로의 최종적인 연결 도로가 완성되었으며 현재까지 운영되고 있다.

▶ A86 West Beltway Tunnels 운영까지의 주요 추진 경과



자료: <https://www.vinci-autoroutes.com/fr/duplex-a86/securite/>

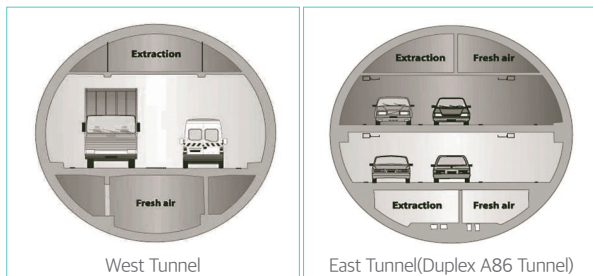
Duplex A86 Tunnel

West Beltway Tunnels는 총 16.5km의 지하 구간을 포함하는 노선으로서, 2개의 유료 터널(East Tunnel, West Tunnel)로 구성되어 있다. West Tunnel은 6.5km 길이, 차도 높이 4.55m의 1층 2차로로 설계된 일반적인 터널로서 모든 차량(승용차와 화물차)의 통행을 허용하고 있는 반면에, East Tunnel은 10km 길이, 차도 높이 2.55m의 2층 6차로(각 층당 3차로)로 설계된 소형차 전용(승용차) 복층 터널이며, 차선은 통행이 가능한 2개의 차선과 1개의 대피차선으로 구성되어 있다.

A86 West Beltway Tunnels 중 East Tunnel을 일반적으로 Duplex A86 Tunnel로 표현하고 있으며, Rueil-Malmaison과 Vélizy간 10km 구간을 연결하는 도로이다. 1단계로 Rueil-

mamaison과 Vaucresson 구간을 연결하였으며, 2단계로 Vaucresson과 Vélizy 구간을 연결함으로써, 약 10분 내 통행이 가능해지게 되었다. 터널은 2개 층으로 구성되어 있어 위층은 상행선, 아래층은 하행선으로 각각 일방통행으로 운영되고 있다. 이러한 운영을 통해 교차 통행이 없어지며 차량의 정면충돌 방지와 함께 사고 위험성을 줄임으로써, 교통 접근성 개선은 물론 안전까지 함께 고민한 흔적을 볼 수 있다. 또한 터널 내부의 속도는 70km/h로 제한하며 고정식 카메라를 통해 속도 준수 여부를 지속적으로 모니터링을 진행하고 있고, 인터체인지 차선, 경사로, 연결로 인근에서는 기하학적 특성에 따라 30km/h~70km/h 범위 내에서 제한하고 있다.

▶ A86 West Beltway Tunnels 프로젝트의 터널

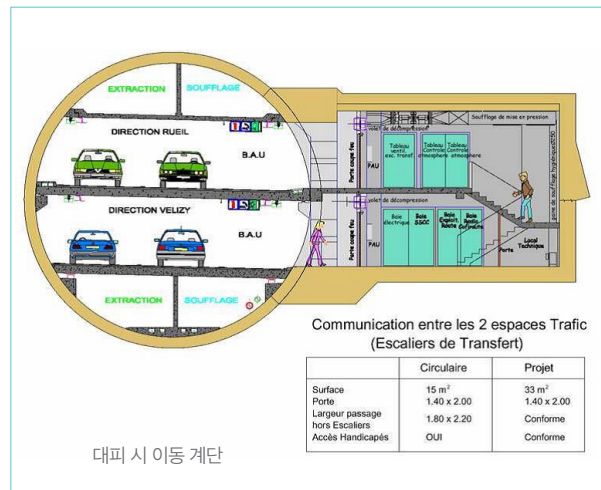
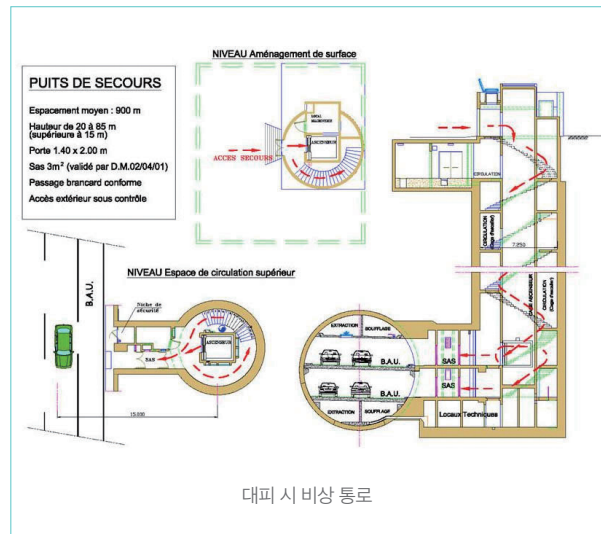


자료: FHWA(2006), Underground Transportation System in Europe: Safety, Operations, and Emergency Response

터널 설계 단계에서부터 안전 부문을 상당히 중요하게 고려하였으며, 각 층에 독립적인 환기 장치를 마련하고 환기 시스템은 정상 작동 중에는 종방향으로 작동하여 만일의 터널 화재 시 연기 관리를 위한 배출 기능을 갖추고 있다. 또한 터널 전체에 총 13개의 비상 통로가 0.5km~1.2km 간격으로 구축되어 있으며, 해당 통로에는 계단과 엘리베이터가 설치되어 있어 응급 구조대원들이 지표면에서 터널로 빠르게 접근할 수 있고, 운전자를 위험 상황에서 대피시킬 수 있는 시설을 갖추고 있다. 게다가 200m 간격으로 밀폐된 대피소가 설치되어 있어, 화재나 심각한 사고 발생 시 운전자는 대피소에서 안전하게 보호받을 수 있다. 터널 내 54개의 대피소에는 사고 발생 시 상부층과 하부층을 접근할 수 있도록 계단이 설치되어 있으며, 비상 출구의 역할을 함께 하고 있다. 이렇듯 사고고 또는 화재 발생에 따른 피해를 최소화하고 도로를 이용하는 운전자의 안전을 도모하기 위해 설치된 대피 시설, 환기시설 등의 인프라를 통해 “유럽에서 가장 안전한 터널”이라는 이름을 얻었다.

터널 내부를 보면 운전자의 편안함과 안전을 더욱 향상시키는 장비와 시설들이 설치되어 있다. 먼저 조명이 없는 대형 도로 표지판 대신 조명이 있는 소형 도로 표지판을 내부

▶ Duplex A86 Tunnel의 대피시설 설계



자료: PIARC WG5 “Complex Underground Road Networks” - Part A “Case Studies” - appendices

에서 사용하고 있으며, 400m마다 VMS(Variable Message Sign)가 차선 위에 설치되어 있고, 18자 길이의 200mm의 한 줄로 구성하여 정보를 제공하여, 운전자는 사건 발생 시 30초 내 주의를 받을 수 있다. 또한 비상구 인근에 대피차

선(비상차선)이 설치되어 있으며, 대피소(비상구)와 안전 쉽터는 각각 초록색과 주황색으로 사용하고 있다. 차도와 측벽에는 운전자의 가시성 확보를 위해 밝은 색상을 사용하고 있으며, 터널 천장은 어두운 색을 사용하는 것으로 권장하고 있다.

▶ VMS 기반의 정보 제공 형태



자료: <https://www.vinci-construction-projets.com/en/realisations/a86-duplex/>

내부 조명은 터널 전체에 조명이 잘 분산되도록 다양한 흰색 조명을 사용하고, 광도는 프랑스 규정으로 요구하는 6칸델라/m² 대비 강화된 10.5칸델라/m²의 조명광에 가까운 수준으로 사용하고 있다. 이는 Duplex A86 터널이 모든 유형의 차량이 이용 가능한 일반적인 터널과 비교해 작은 크기인 점을 상쇄시키는 장점으로 작용하고 있다. 또한 80m 간격으로 설치된 자동 사고 감지 카메라와 각종 센서를 통해 터널 내부에서 발생하는 사건에 대하여 중앙관제센터에 보고되며, 이를 통해 센터에서는 터널 내부를 모니터링 할 수 있도록 하고 있다. 안전 메시지는 10개의 주파수로 방송되며 비상 서비스의 무선 주파수는 터널 전체에서 사용할 수 있고, 237개의 비상 콜 포인트와 675개의 비상 콜 박스를 보유하고 있는 특징이 있다.

▶ Duplex A86 Tunnel 내부 시설



자료: VINCI AUTOROUTES(2023), GUIDE DUPLEX A86 자료를 기반으로 저자가 번역 및 재구성

시사점

프랑스는 파리의 교통 혼잡을 완화하고, 교외 지역 간의 연결성 개선을 2차 외곽순환도로를 건설하였으며, A86 West Beltway Tunnels의 Duplex A86 Tunnel을 마지막으로 순환도로를 완성하게 되었다. Duplex A86 Tunnel 사례를 통해 통행 시간의 단축 효과를 확인할 수 있었으며, 지하도로 건설에 있어 운전자와 이용자의 안전을 위한 방재시설의 구축이 얼마나 중요한 요소인지를 확인할 수 있었다. 이는 사후 대응성 안전시설 마련이 아닌, 설계 과정에서부터 사전에 안전시설을 구축하는 지하도로 건설 및 운영의 방향성을 엿볼 수 있는 대목이다. 국내에서 추진하고 있는 지하도로 건설 및 운영 시 현재까지도 전세계적으로 우수한 방재 시스템을 갖춘 도로로 평가되는 Duplex A86 Tunnel을 참고 사례로 하여, 국민들이 안전하게 지하도로를 이용할 수 있는 날이 오기를 기대한다. 🌱

김주현 _jhhkim95@krihs.re.kr

참고문헌

1. 한국도로공사 도로교통연구원, 2011, 지하고속도로 계획 및 운영방안 연구
2. 백승걸, 강정규, 고승영, 지하고속도로 국내외 추진사례 및 주요 쟁점 사항, 교통 기술과 정책, 제8권 제6호, 2011년 12월
3. 한국과학기술기획평가원, 2019, 지하공간 개발동향, KISTEP 기술동향브리프, 2019년 14호
4. FHWA, 2006, Underground Transportation System in Europe: Safety, Operations, and Emergency Response
5. VINCI AUTOROUTES, 2023, GUIDE DUPLEX A86
6. <https://www.vinci-autoroutes.com/fr/duplex-a86/securite/>
7. <https://tunnelsmanual.piar.org/en/strategy-and-general-design-strategic-issues/complex-underground-networks>