

도로정책 Brief⁺

07

July 2023 | No. 158

이슈&칼럼

- 교통혼잡 해소의 새로운 해법 '지하고속도로'

해외정책동향

- 지하도로 상부 개발 사례 소개 및 시사점
: 일본의 도라노몬 개발사업
- 프랑스 지하도로 A86 West Beltway Tunnels
소개 및 시사점

기획시리즈 : 서울시 도로정비 변천사 ②

- 방사축 도로 기능 강화와 시가지 외곽 확산을
지원하기 위한 도로정비 시기
(1970년대 중반~1980년대 중반)

간추린소식

- 장애인·유공자 대상 통합복지카드 하이패스
감면서비스 확대

용어해설

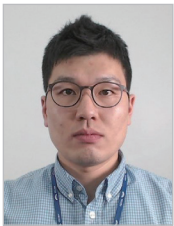
- 도로구역·입체적 도로구역·도로보전입체구역



이슈&칼럼

교통혼잡 해소의 새로운 해법 ‘지하고속도로’

“ 도로의 지하화는 교통문제의 해소는 물론 도시재생 및 도시공간의 확장을 위한 근본적인 대안이 될 수 있으며, 도시단절·슬럼화 등 도시문제를 해결할 수 있는 해법이 될 수 있다. ”



이종현
국토교통부 지하고속도로팀장

추진배경

최근 지하로 내려가는 대규모 도로시설이 붓물을 이루고 있다고 할 만큼 많은 지하도로 사업에 대한 계획들이 연일 TV, 신문매체를 통해 발표되고 있다. 도로라는 교통시설의 설치에 있어 ‘도로의 신설 또는 기존도로의 확장’이라는 전통적인 방법과 더불어 지하공간을 활용한 입체적 확장이라는 또 하나의 대안으로서 새로운 교통의 패러다임이 형성되고 있다. 주요 도로의 지하화를 통한 수도권 등 대도시권의 도심에서 발생하는 극심한 교통정체 해소는 물론 기존 지상부의 도로가 차지하고 있던 공간을 활용한 도시재생 및 환경개선의 필요성에 대한 사회적 공감과 이에 대한 논의가 본격화되고 있다.

수도권 등 대도시권에서 발생하고 있는 극심한 교통정체의 해소를 위해서는 기존 도로의 용량 증대가 필요하나 도로 주변의 도시화로 인해 지상의 수평적 확장이 현실적으로 불가능한 상황으로 지하도로를 통한 입체적 확장은 유일한 해법이 될 수 있다. 도로의 지하화와 함께 지상공간의 재구조화를 통해 도로로 인해 단절된 도시공간을 연결하고 지상은 공원과 같은 친환경 공간 또는 상업·교육·체육시설 등이 설치되는 다양한 거점공간으로 활용할 수 있다. 다시 말해 도로의 지하화는 교통문제의 해소는 물론 도시재생 및 도시공간의 확장을 위한 근본적인 대안이 될 수 있으며, 도시단절·슬럼화 등 도시문제를 해결할 수 있는 해법이 될 수 있다.

지하고속도로 현황 및 효과

지하고속도로는 재정 사업의 경우 지난 2022년 1월 발표된

제2차 고속도로 건설계획(2021~2025)에 경부선(용인~서울), 경인선(인천~서울), 제1순환선(구리~성남) 등 중점사업 3개 노선과 일반사업으로 영동선(용인~과천) 1개 노선이 최초로 반영되었다. 현재 경부·경인선은 예비타당성조사가 진행 중이며, 제1순환선(구리~성남)과 영동선(용인~과천) 또한 사전타당성 검토 후 순차적으로 예비타당성조사, 설계 등 필요한 행정 절차가 진행될 예정이다. 민간투자 도로사업 또한 수도권을 중심으로 양재-고양, 서창-김포, 성남-강남, 성남-서초 등 다수의 사업이 제안되어 민자적격성 조사 및 전략환경평가 또는 실시협약 등 본격적인 사업화 단계에 있다.

향후 본격적으로 추진될 지하고속도로 사업을 통해 다양한 효과를 기대할 수 있다. 가장 우선적으로 지하고속도로는 지상도로와는 별도의 도로로 구축되므로 지상도로의 교통체증 문제를 완화할 수 있다. 일례로 경인(인천~서울) 지하고속도로 사업 추진 시, 상습정체구간인 남청라-여의도 구간이 23분 단축(40분→17분), 기흥-양재 구간이 30분(50분→20분) 단축될 것으로 예상된다.

지하고속도로는 국토개발과 도시재생에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 도시의 중심부나 주요 지역에서 지상도로를 지하로 이동시킴으로써 도로로 인해 단절된 도시공간을 연결하고 도로주변의 환경을 개선할 수 있다. 이를 통해 지상도로 공간을 공원, 보행자 공간, 상업시설 등으로 재생하고 도시의 공간을 확장할 수 있다. 향후 경인(인천~서울) 지하고속도로 건설 및 상부도로 일반화 사업을 통해 중앙녹지 조성, 보도 확충, 평면교차로 신설 등으로 도시 단절을 해소하고 쾌적한 주거환경을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

지하고속도로는 환경측면에서도 긍정적인 효과를 기대할

수 있다. 지하로의 차량 유입에 따라 지상도로에서 발생하는 소음문제를 해소할 수 있으며, 지하도로의 환기 및 배기·공기정화 시스템을 통해 대기오염 문제를 완화할 수 있다.

마지막으로, 지하고속도로는 대중교통 활성화 및 지속가능한 교통망 구축에 기여할 수 있다. 고속도로의 지하와 상부공간을 활용한 복합환승센터와 같은 랜드마크 설치 등을 통해 일반 대중교통은 물론 미래 모빌리티를 포함한 다양한 교통수단 간의 연계를 촉진하여 개인 및 공공 교통수단의 운행시간을 단축하고 대중교통의 효율성을 제고하여 도시의 교통체계를 지속적으로 발전시킬 수 있다.

추진방향 및 계획

우선적으로 제2차 고속도로 건설계획에 중점사업으로 반영되어 현재 예타가 추진 중인 경부선(용인-서울)·경인선(인천-서울) 지하고속도로는 현 정부의 120대 국정과제 <39. 빠르고 편리한 교통 혁신>에 반영되어 있는 국토부의 최우선 추진과제 중의 하나로서 속도감 있는 사업추진이 필요하다. 아울러 동 사업은 주요 간선도로에 대한 최초의 대규모 지하도로 사업인 만큼 상징적인 의미가 있어 지하도로 사업에 대한 국민 체감도를 제고할 수 있으며 이를 통해 지하고속도로 사업 전반에 필요한 기술적인 사항은 물론 법·제도적 부분 또한 정립될 수 있는 기회가 될 것이다. 이를 위해 우리부에서는 동 노선들에 대한 조기 착공방안을 마련하고 관계부처 및 기관들과 협력하여 예타 통과, 설계 등을 조속히 추진할 계획이다.

둘째, 수도권 지하고속도로 마스터플랜의 수립이다. 지하고속도로 건설 및 이에 수반되는 상부개발 등 고속도로 입체개발 사업의 효율적이고 체계적인 추진을 위해서는 관련 정책 및 제반 계획을 담은 마스터플랜이 필요하다. 이를 통해 지하고속도로의 정책방향을 종합적으로 제시하여 사업추진의 방향성과 정책의 일관성을 확보할 수 있으며, 효율적·체계적 사업추진이 가능할 것이다.

셋째, 고속도로 지하화에 따른 도로 상부공간 개발 등 입체개발의 본격적인 사업화를 위한 준비가 필요하다. 지하도로로 교통량이 전환됨에 따라 기존 고속도로의 여유·유휴부지를 활용한 입지별 맞춤형 시설과 미래 신교통수단과의 연계 등 다양한 개발 및 활용방안을 구상해야 한다. 예를 들어 점(Spot) 개발형태에는 복합환승시설, 교육시설, 공원, 주차장 등의 공익형 개발은 물론 호텔, 업무·상업시설 등의 수익형 개발이 있을 수 있으며, 선(Line) 개발형태에는 트램, PM(개인형 이동수단), XRT(고속도로형 BRT), UAM vertiport(도심항공교통 수직이착륙장) 등 다양한 미래 교통수단과의 연계를 고려한 활용이 있을 수 있다. 아울러 이러한 입체개발 추진을 위

해 법·제도적인 기반구축 또한 선행되어야 할 것이다. 도로 지하화 및 도로부지의 효율적 개발을 지원하기 위한 사업절차 및 도로 지하화 재원확보방안, 각종 개발 특례사항 등을 담은 특별법 제정과 도심에서 원활한 지하화 사업을 추진하기 위해 상부대지에 대한 구분 지상권 설정 방안 및 보상기준, 기타 상부공간 활용도 제고를 위한 점용 등 관련 제도 개선 등이 이에 해당된다.

넷째, 안전한 지하고속도로의 구축이다. 방재·화재안전 등의 분야에서 세계 최고 수준의 안전기준을 마련하고 적용해야 한다. 방재·안전 지침 등을 강화하고 전기차 화재 대응, 수해 방재 등 관련 이슈에 대해서 전문가 논의 및 관련 연구를 통해 체계적인 대응책을 마련해야 한다. 이를 위해 우리부는 지하고속도로의 안전성 강화 기술을 위주로 국토교통 R&D를 추진하여 관련 기술을 개발하고 개발된 기술들이 경인·경부 등 실제 지하고속도로 사업의 설계 및 시공과정에 적용될 수 있도록 할 계획이다.

다섯째, 미래 모빌리티 플랫폼으로서의 지하고속도로 미래비전을 구상해야 한다. 교통정책의 해소 및 도시환경 개선 등의 일차적인 기능 외에 향후 지하고속도로가 도심의 교통과 물류의 핵심 플랫폼이 될 수 있도록 물류복합 지하고속도로의 개념을 도입하고 상부도로의 여유공간을 활용한 트램·PM·UAM 등 미래 모빌리티와 연계한 지상부 도로 공간의 다양한 활용방안을 구상하는 등 지하고속도로의 역할·기능의 확대를 검토해야 한다.

마지막으로, 기대감과 더불어 막연한 우려가 공존하고 있는 지하고속도로에 대한 국민인식을 제고하고, 사업추진의 모멘텀 확보를 위한 노력이 필요할 것이다. 이에 우리부는 한국도로공사와 협력하여 올해부터 지상과 다큐멘터리 제작, 주요 일간지 상의 전문가 기고는 물론 유관 연구기관·학계와 협력하여 지하고속도로에 대한 학술행사 및 토론회를 개최하는 등 언론홍보 및 대외 공조를 통한 ‘지하고속도로 바로알기’ 대국민 홍보를 위한 다양한 활동을 계획하고 있다.

수도권 도심도에 20km 이상의 장대 지하고속도로 건설사업은 지금까지 한번도 가보지 않은 길이며, 처음으로 추진되는 대규모 지하건설사업이기 때문에 예상치 못한 문제도 발생할 수 있다. 계획단계인 지금부터 향후, 지하고속도로의 설계, 건설, 유지관리 단계별로 예상되는 문제점들에 대한 꼼꼼한 점검이 필요하다. 점검 후 보완이 필요한 사항에 대해서는 전문가 포럼, 연구 등을 통해 공론의 장에서 토론하고 대안을 마련하여 이를 정책에 반영하는 선순환이 이루어질 수 있도록 지속적인 노력이 필요하다. 🍀

이종현 _ ljhjong@hanmail.net

지하도로 상부 개발 사례 소개 및 시사점 : 일본의 도라노몬 개발사업

김승훈 국토연구원 부연구위원

들어가며

최근 대심도 철도 및 도로와 같은 교통기반시설의 입체화에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. GTX 철도의 계획·건설이 활발히 추진되는 가운데 총연장 10.33km에 달하는 서부간선 지하도로가 완공·개통되었으며, 신월여의 지하도로도 뒤를 따라 개통하였다. 정부 국정과제에서도 대심도 고속도로 건설을 통해 수도권 상습 정체를 해결하고자 한다. 제2차 고속도로 건설계획에 상습 정체·혼잡구간인 수도권 지역의 경부고속도로 구간 지하화 계획이 포함되었으며, 서울시는 2022년 10월 27일 경부간선도로의 지하화를 추진하겠다고 발표한 바 있다.

한편, 지하도로와 법·제도와 지침 등을 마련하고자 하는 노력은 지속되고 있다. 2023년 2월에 「도시지역 지하도로 설계지침」이 「지하도로 설계지침」으로 명칭을 변경하면서 개정되었으며, “교통시설의 대심도 지하 건설 및 관리에 관한 특별법안”, “대도시권 철도의 지하화와 지상부지 통합개발을 위한 특별법안” 등 지하 교통시설의 건설 및 관리에 대한 법안이 발의되어 있다. 발의되어 있는 법안을 살펴보면 철도의 경우, 지상부지 활용에 대한 필요성이 인지되고 있는 반면에, 지하도로 지상부의 활용방안 및 정책에 대해서는 아직 논의가 부족한 상황이라고 할 수 있다.

일본은 2000년대부터 입체도로제도를 제정·시행하였고 도쿄 외곽순환고속도로, 추오신칸센, 세이칸터널, 도쿄만 아쿠아라인 등의 지하 교통인프라 사업이 계획·건설되었다. 일본의 입체도로제도는 지하시설물의 상부를 개발하기 위한 제도를 포함하고 있다. 이에 입체도로에 기반하여 추진된 일본의 여러 지하 교통인프라 사업들 중 지하도로 상부를 효과적으로 개발하여 성공한 도시재생 사례 중 하나로 손꼽히고 있는 도라노몬 힐즈의 사례를 통해 국내 지하고속도로 관련 정책의 시사점을 제안해보고자 한다.

도라노몬 개발사업의 추진 배경

도쿄는 1970년대 중반부터 도심으로의 업무기능 집중 가속화로 도심의 업무지구 규모가 급격히 증가하면서 주거 인구가 감소하여 도심공동화 현상이 발생하였다. 그 결과, 도

심부 커뮤니티의 붕괴, 출근통행거리 증가, 스프롤(urban sprawl) 현상에 의한 도쿄 외곽지역에 무질서한 시가지의 형성되는 등 다양한 문제가 발생했다. 이러한 문제가 도심에 업무기능이 과도하게 집적된 단핵도시구조에 기인한 것으로 판단한 도쿄도는 도심에 업무기능 집중을 억제하고 부도심이나 위성도시에 분산시켜 직주 근접을 구현하는 다핵도시구조로 전환하고자 하였다. 업무기능을 분산시킬 부도심으로서, 신주쿠, 시부야, 이케부쿠로 등을 우선 선정하였고, 제2차 도쿄도 장기계획(1986년)에서 임해 부도심이 추가되었다.

▶ 도쿄의 환상 제2호선 및 도라노몬 개발사업 위치도



자료: http://www.douroweb.jp/region13025/c138d_planning.html

도쿄 환상 제2호선은 임해 부도심과 도쿄 구도심인 미나토구의 신바시, 도라노몬을 직접 연결하며 항공 주변의 주요 지역을 거쳐 지요다구의 간다사쿠마초우에 이르는 연장 14km의 도시계획 도로이다. 도쿄 도심부 북측에 위치에 있는 종점 간다사쿠마초우에서 도쿄 도심부 남측의 신바시까지의 9.2km 구간은 1946년 3월에 노선이 결정되었다. 2014년 이전까지 사쿠마초에서 도라노몬까지의 연장 7.9km의

구간은 지상도로로 건설되어 외호도로로 공용되고 있었다.

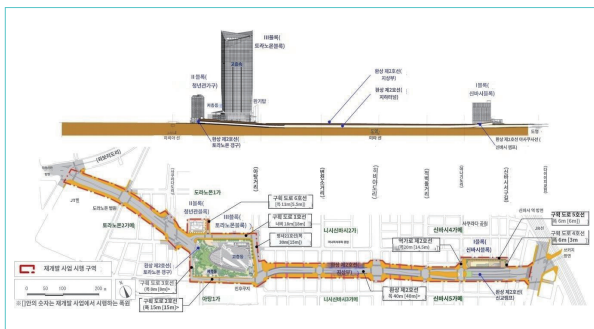
하지만 본지에서 다루고 있는 도라노몬(Toranomon) 개발사업지역(신바시-도라노몬 1.4km구간¹⁾)은 제2환상선의 핵심 구간으로 구도심 지역과 임해 부도심 사이에 위치해 중요한 역할을 해야하는 도로이다. 또한, 해당 지역은 도쿄 구도심으로 낮고 낮은 업무용 건물이 들어서 있어 도시 재개발 사업 및 도로건설 사업 추진이 필요함에도 불구하고 높은 수용비, 이해관계자 및 주민과의 협의 문제 등으로 다른 구간에 비해 사업추진이 용이하지 않았다. 결국, 구도심과 임해 부도심을 연결하는 기능을 해야 할 신바시-도라노몬 구간의 건설이 추진되지 않는 동안 해당 지역에는 극심한 교통혼잡이 발생하였다.

1998년 입체도로 제도가 정비된 것을 계기²⁾로 도로 및 도로 주변지역의 상하 공간에 건축물의 건설이 가능해졌다. 이로써 도라노몬 지역으로부터 이주하기를 원하지 않던 주민을 위한 복합용도지구를 지하도로 상부에 조성할 수 있게 되었고, 도쿄도는 민자로 참여한 모리빌딩이 제안한 도로와 고층건물을 일체화시키는 설계를 채택하여 사업을 추진하였다. 그리하여 총사업비 2조 3000억원 규모의 초고층 복합빌딩 도라노몬 힐즈가 건설되었으며 건물 지하를 통과하는 도라노몬~미나토구 신바시 구간의 지하 간선도로가 개통되었다. 환상 제2호선은 신바시에서 츠키치 구간을 마지막으로 2022년 12월에 전구간이 개통되었으며, 임해 부도심 지역과 도시부를 연결하는 교통 및 물류 네트워크의 강화, 주변도로의 정체 완화, 임해부 지역의 피난동선의 다양화 등의 효과가 기대되고 있다.

도라노몬 개발 사업

도라노몬 개발사업은 지하 및 지상부 도로 사업과 도시 재생사업으로 이루어져 있다. 개발사업 지역은 I (신바시거리), II (문화회관), III (도라노몬 힐즈) 블록과 신바시부터 도라노몬까지 I-III블록 사이 가로공간으로 나누어져 있는데,

▶ 환상 제2호선 신바시-도라노몬 지구 제2종 시가지 개발사업 위치도



자료: http://www.douroweb.jp/region13025/c138d_construction.html

지하도로는 도라노몬 힐즈(III블록)의 고층 빌딩 지하 구간부터 시작하여 I 블록까지 이어져 있으며 지상도로 구간은 도라노몬 힐즈 남측으로부터 신바시 사이에 구성되어 있다.

도라노몬 힐즈 개발 사업

도로와 상부의 복합개발건물을 결합한 도라노몬 힐즈는 도라노몬 신바시 구간의 지하도로 구간이기도 하다. 지하도로의 심도는 깊지 않지만 지상 52층, 지하 5층의 복합용도 건물과 결합한 형태로 건설되었고(2014년), 구역 전체가 도라노몬 힐즈, 고층부가 도라노몬 힐즈 모리타워, 저층부가 도라노몬 힐즈 가든하우스로 명명되었다. 도라노몬 힐즈 모리타워 개발 이후에 주변 지역의 유동인구는 7% 이상 증가하였으며, 지가는 약 34% 상승하는 등 낙후된 주변 지역이 활성화되기 시작하였다. 최근에는 2020년 도라노몬 힐즈 비즈니스타워, 2022년 도라노몬 힐즈 레지덴셜타워가 건설되었고 2023년 도라노몬 힐즈 스테이션타워가 준공 예정이다.

도라노몬 힐즈 비즈니스타워에서는 도쿄 간선급행버스, 공항리무진 버스 등을 위한 버스터미널이 설치되고 도라노몬 힐즈 스테이션타워와 함께 도라노몬역을 연계하여 교통 중심지로서 도쿄 지역의 랜드마크의 역할을 하고 있다.

▶ 도라노몬 힐즈의 평면도



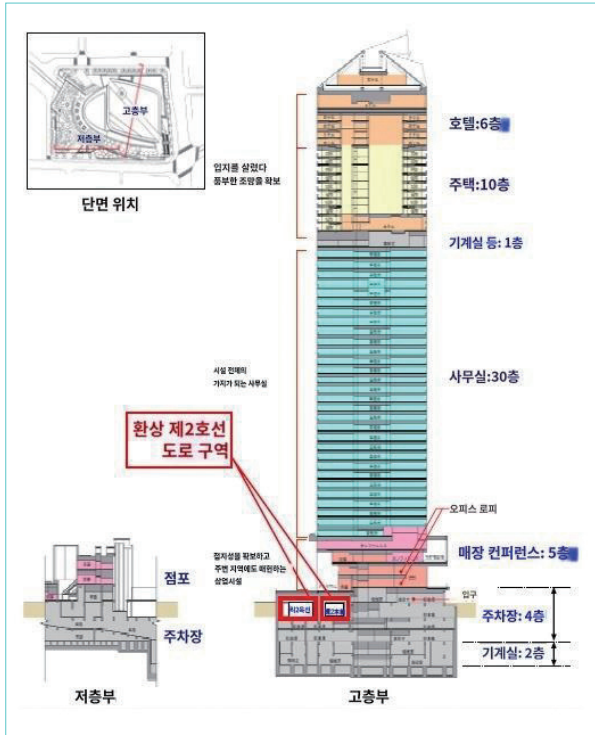
자료: http://www.douroweb.jp/region13025/c138d_construction.html

▶ 도라노몬 힐즈 건물 하부를 통과하는 지하도로 입구의 모습



자료: http://www.douroweb.jp/region13025/c138d_construction.html

▶ 도라노몬 힐즈 건물의 구조



자료: https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000043265.pdf#page=6

지하도로 상부 가로공간의 개발

도쿄도는 도라노몬 힐즈로부터 신바시까지의 지상구간에 대해 「환상 제2호선 주변지구 도시정비 가이드라인」을 수립하여 도시 재생사업을 수행하였다. 도시재생사업과 더불어 지상부 도로 건설이 수행되었다. 해당 구간은 대량의 통행량 처리를 위해 40m로 넓은 폭의 도로가 계획이 되어 있었는데, 지하도로가 대부분의 통행량을 처리할 수 있는 점을 적극 활용하여 충분한 녹지 및 보행공간을 확보하고 주변과 단절되지 않은 생활가로로서 주변지역을 연결하는 가로공간으로 설계되었다.

▶ 도라노몬-신바시 구간 지상부 가로공간 설계안



자료: <https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/dainiseibi/tikubetu/kanjyoungou/t01L.html>

시사점

도라노몬 개발사업은 일본의 대표적인 도시재생 사례로 논의되고 있다. 도라노몬 지역은 도라노몬 힐즈의 개장 1년 만에 유동인구가 7% 이상 증가했으며 지가는 34.4% 상승했다³⁾. 또한, 지하도로와 상부 복합개발을 결합하여 기존 구도심의 지역 주민들을 보존하면서도 막대한 토지수용비를 절감할 수 있었던 좋은 사례이다.

국내의 지하도로 사업이 활발해지고 관련 법제도 개정 및 제정이 추진되고 있지만 대부분의 계획은 교통혼잡 완화 효과에 초점을 맞추고 있다. 국토교통부가 2017년부터 입체도로 관련 정책을 추진하고 지하도로 건설 및 관리에 관련한 지침을 마련하였지만 시설의 안전, 지상 구분권에 초점을 맞추고 있어 지하도로 상부의 개발방안과 관련 법제도에 대한 고려는 미흡한 실정이다.

하지만 일본의 도라노몬 개발사업의 사례로부터 알 수 있듯이 적절한 상부개발과 연계된 지하도로 사업은 도시재생의 부작용을 줄이면서도 사업의 효율성을 제고할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 그리고 일본에서 도라노몬 개발사업이 추진될 수 있었던 것은 입체도로 제도의 역할이 주요했다고 할 수 있다. 그러므로 국내에서도 계획·건설 중인 지하도로 사업의 효과를 극대화하기 위한 법·제도 정비가 서둘러 이루어져야 할 것이다. 🍀

김승훈_sh.kim@krihs.re.kr

- 1) 정확한 명칭은 “환상 제2호선 신바시-도라노몬 지구 제2종 시가지 재개발 사업”이지만 여기서는 편의상 도라노몬 개발사업으로 칭함
- 2) 1998년 이전에는 도로의 입체공간에 타시설물의 건축을 원칙적으로 금지하였던 것으로 보임 (백승관, 2020)
- 3) <http://www.globale.co.kr/news/articleView.html?idxno=2154>

참고문헌

1. <http://www.douroweb.jp>
2. <https://www.toranomonhills.com>
3. <http://www.globale.co.kr>
4. <https://www.ktr.mlit.go.jp>
5. <https://www.toranomonhills.com/ko/about/>
6. 백승관 (2020), “도로공간의 입체적 개발을 위한 일본 입체도로제도에 관한 분석” 한국산학기술학회논문지 제21권 제11호

프랑스 지하도로 A86 West Beltway Tunnels 소개 및 시사점

김주현 국토연구원 연구원

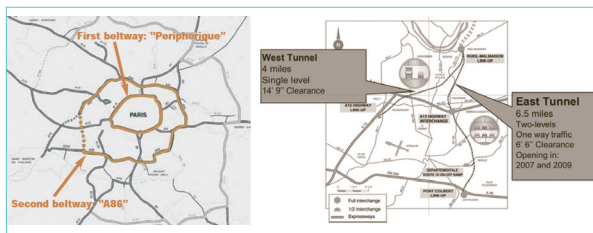
들어가며

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



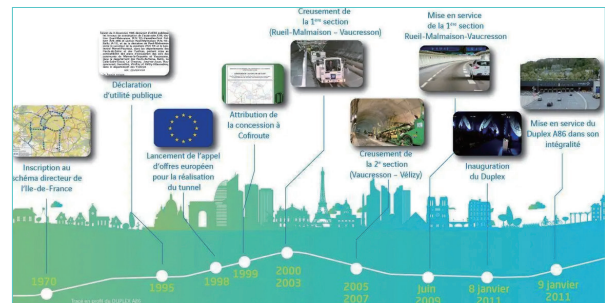
자료: FHWA(2006), Underground Transportation System in Europe: Safety, Operations, and Emergency Response

프로젝트는 최초 지상도로로 계획하였으나 시공 과정에서 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/>

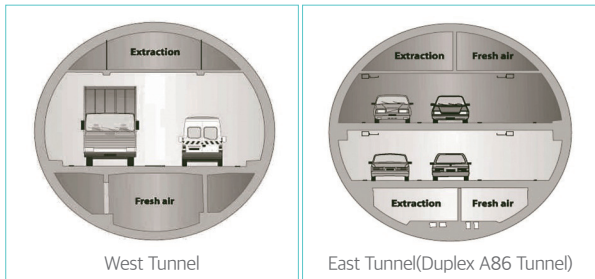
Duplex A86 Tunnel

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

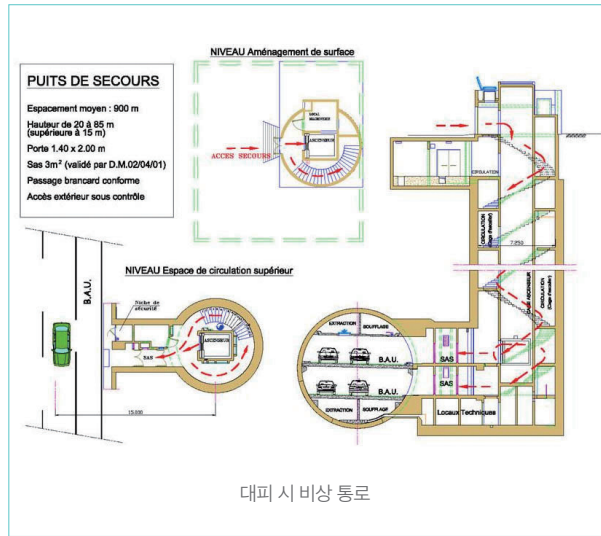


자료: FHWA(2006), Underground Transportation System in Europe: Safety, Operations, and Emergency Response

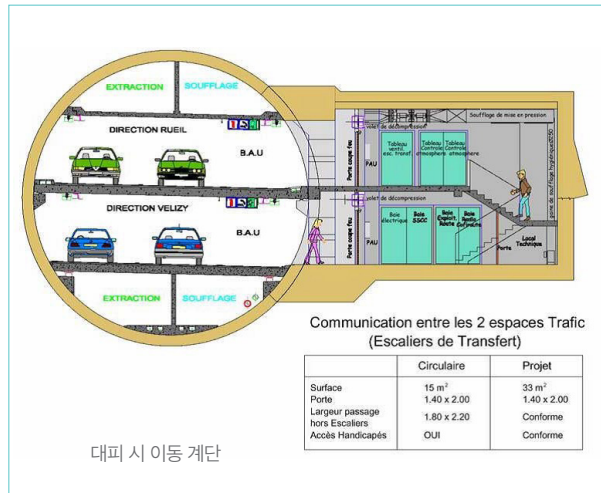
터널 설계 단계에서부터 안전 부문을 상당히 중요하게 고려하였으며, 각 층에 독립적인 환기 장치를 마련하고 환기 시스템은 정상 작동 중에는 중방향으로 작동하여 만일의 터널 화재 시 연기 관리를 위한 배출 기능을 갖추고 있다. 또한 터널 전체에 총 13개의 비상 통로가 0.5km~1.2km 간격으로 구축되어 있으며, 해당 통로에는 계단과 엘리베이터가 설치되어 있어 응급 구조대원들이 지표면에서 터널로 빠르게 접근할 수 있고, 운전자를 위험 상황에서 대피시킬 수 있는 시설을 갖추고 있다. 게다가 200m 간격으로 밀폐된 대피소가 설치되어 있어, 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



대피 시설상 통로



대피 시 이동 계단



대피 경로의 전반적인 형태

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 쉽 터는 각각 초록색과 주황색으로 사용하고 있다. 차도와 측 벽에는 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 _jhkim95@krihs.re.kr

참고문헌

1. 한국도로공사 도로교통연구원, 2011, 지하고속도로 계획 및 운영방안 연구
2. 백승걸, 강정규, 고승영, 지하고속도로 국내의 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/secureite/>
7. <https://tunnelsmanual.piar.org/en/strategy-and-general-design-strategic-issues/complex-underground-networks>

방사축 도로 기능 강화와 시가지 외곽 확산을 지원하기 위한 도로정비 시기(1970년대 중반~1980년대 중반)

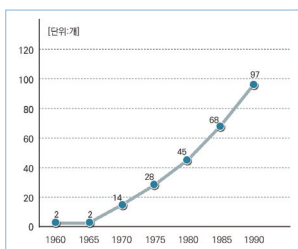
이 광 훈 서울연구원 명예연구위원

방사축 도로 기능 강화와 순환도로 체계의 보강

1970년대에 들어서도 도로건설 추세와 도로정책 방향은 1960년대 후반의 연장선에 있었다. 비록 지하철 건설 등이 교통난 완화책으로 제시되고 추진되고 있었지만 당면 교통문제를 해결하기 위해서는 도로 밖에 방법이 없다는 데 의견을 달리할 수 없었다. 이 시기의 도로정비 정책 기조는 도시의 외연 확산에 따른 기존 방사선도로의 연장 신설과 추가 순환도로의 건설이었다.

우선 기존 방사축 도로를 신설, 확장을 통하여 정비하였는데 방사축 도로의 교통수요를 도심부에서 원활히 처리하기 위한 도심지역 입체고가도로와 고가차도 건설도 이때 시작하였다. 서울에 처음 생긴 고가도로는 아현고가도로로 1968년에 준공되었다. 이후 1970년대 들어 고가도로, 고가차도 건설이 붐몰을 이루었다. 1960년대 후반 서울시 총 차량 대수가 2만 5천여 대에 자가용이 4천대 밖에 없었는데도 고가도로, 고가차도의 건설은 도로계획에서 보면 과하다는 느낌이 들고 실제 청계고가도로 건설을 두고 실무진의 반대가 있었음에도 당시 김현옥 시장이 박정희 대통령의 워커히 내왕을 쉽게하기 위해 무리하게 추진했다는 증언도 있다.

▶ 서울시내 누적 고가차도 수



고가차도는 고가도로와 달리 하나의 도로구간을 형성하지 않고 교차로와 같은 짧은 구간을 연결하는 입체도시시설로서 남산육교가 고가차도로 처음 건설된 후 방사축 도로의 기능 개선을 위해 1970~80년대에 많이 건설되었다. 고가차도 건설의 목적은 교차로를 교통신호에 의한 정차없이 통과할 수 있도록 함으로써 방사 간선도로축의 도심 방면 교통기능을 증강시키는 것이었다. 당시 도심 집중으로 인한 도심지 주

변 교차로 교통정체가 심각했는데, 방사 간선도로와 교차하는 도로를 고가차도로 횡단함으로써 교차도로의 신호대기 시간을 줄이는 효과도 있었다. 이외에도 철도 건널목 사고를 원천적으로 예방하기 위해서도 고가차도를 건설하였다. 행당고가차도나 옥수고가차도가 대표적이었다.

고가차도가 건설되었던 1970~80년대는 교통운영 전문가도 없었고 교차로 설계 수준도 미흡해 교차로 교통정체 해결 방안으로 고가차도에 의존했던 시기로 보인다. 방사축 도로의 신설과 기능 보강은 도심 방면 교통소통에는 도움이 되었으나, 이 시기 이미 시 외곽으로 확산된 시가지로 인해 도심 이외의 교통도 빠르게 늘어나고 있었다. 방사도로에 의존하다 보니 서울시 전체 교통의 30%가 도심을 목적지로 하거나 통과교통이었고 도심 통과교통 문제는 도심 방사도로의 교통정체를 더욱 가중시켰다. 도심 주변에 너무 가깝게 정비된 기존 제1, 제2순환도로로는 역부족이었다. 서울시는 시 외곽을 크게 우회하는 제3순환도로의 필요성을 인식하고 ADB 차관을 활용해 건설에 착수하였다. 남쪽과 북쪽 지역에 각각 2개 노선으로 계획된 제3순환선은 북부지역은 행주대교-상계동-교문리를 연결하고 남부지역은 암사동-둔촌동-가락동-사당동-오류동-신월동-행주대교를 연결해서 총 58.7km로 계획되었다. 후에 남부지역은 남부순환로로 불리게 되었고 대부분 준공되었으나 강북구간은 정비가 미흡하여 반쪽짜리 순환도로가 되었다.

▶ 1970년대 초 도시재개발지구와 ▶ 신부도심과 인구배분 및 토지구획정리계획도 1, 2, 3순환로 계획도면



시가지 확산 지원을 위한 강남북 연결 한강 교량의 건설

1980년 서울인구가 800만명에 달하자 서울의 도시공간은 빠르게 확대되어 갔다. 영동지구와 잠실지구의 대규모 개발

은 강남지역을 새로운 도시거점으로 부각시켰고 지금까지의 도심 단핵구조에서 도심과 영등포에 더해 강남 지역을 포함하는 3핵 도시구조로 발전하여 나갔다. 불과 10년 사이에 서울의 인구는 1.5배 늘어났고 폭발적인 인구 증가는 많은 도시문제를 가져왔다. 도시에 집중되는 기능 분산과 더불어 인프라 공급이 당면 과제였다.

1970년부터 1985년까지 서울시는 서울로의 인구집중으로 늘어난 주택수요를 해결하기 위하여 토지구획정리사업을 활발히 진행하였다. 19개 지구 6,419만㎡에서 토지구획정리사업이 행해졌다. 토지구획정리사업은 강남지역에서 활발히 진행되었는데 특히 지금의 강남이 있게 된 영동 제1, 제2지구 토지구획정리사업은 제3한강교 건설(1966~1969년)과 경부고속도로 서울-수원간 개통(1968년 12월)으로 빠르게 추진되었다. 한강 이남지역이 대대적으로 개발되면서 화곡, 영등포, 영동, 잠실지역을 도심으로 연결하기 위한 한강교량이 이 시기에 대부분 건설되었다. 남산 1, 3호 터널이 1970년대 준공되었고 터널 개통으로 동서축 중심이었던 도로체계에서 남북교통을 보완하였다.

▶ 성수대교 개통(1979)



▶ 남산 1호터널 개통(1970)



당시 제3한강대교로 불리던 한남대교는 경부고속도로로 함께 개통하였다. 경부고속도로가 개통하면서 강남 신시가지 개발을 목표로 영동 제1, 제2지구 60만 인구를 위한 신시가지 계획이 발표되었고 계속되는 강남 개발로 강남지역이 동서로 넓어지자 한강 남북을 연결하는 교량도 속속 건설되었다.

1970년에는 잠실대교, 마포대교가 개통되었고 1973년에는 영동대교가 도심권 인구 분산과 영동지구 개발을 위해 일곱 번째 한강교량으로 건설되었다. 1976년에는 반포대교를 개통하였다. 국내 최초로 2층 교량으로 세워졌으며, 1층은 잠수교 2층은 반포대교로 명명하였다. 군사 목적으로 건설된 잠수교는 한강 수위가 올라오면 잠기도록 설계하였다.

연이은 한강 교량의 건설에도 강남북의 교통혼잡은 주요 교량을 중심으로 날로 심해져 갔다. 추가 교량 건설에 필요한 자금 동원이 마땅치 않자 서울시는 민간자본을 유치해서 교량 건설을 추진하였다. 1979년에는 영동 신도시 개발에 따른 서울 동부권의 균형 있는 발전을 도모하고 영동지역이 서울

부도심으로 자리매김하기 위해 성수대교를 건설하였다. 성산대교는 서울 도심에서 신촌을 경유하여 영등포와 경인고속도로를 연결하였다. 인접한 양화대교의 교통량이 늘어남에 따라 신촌 지역의 교통량을 서울의 남서 지역인 김포가도와 연결하기 위하여 건설한 것이다.

원효대교는 1981년 준공되었다. 한강대교 및 마포대교의 과중한 교통량을 분산 처리하는 것이 목적이었다. 원효대교는 보상비를 서울시가 부담하고 공사비 전액은 시공회사인 동아건설이 부담하는 형식으로 세워졌다. 동아건설이 20년간 통행료 징수권을 부여받았으나 유료 통행에 대한 시민 저항으로 유료화는 무산되었고 무료로 개통되었다.

동작대교도 1984년 완공하였는데, 동부이촌동과 반포를 연결하면서 과천지역과 강북지역을 이어주는 기능을 하였다. 동작대교는 지하철 4호선을 통과시키는 병행교로 철도교량과 도로교량이 병행되는 방식으로 건설되었다. 이 시기 한강 교량의 건설 실적은 단기간 유례를 찾아보기 힘든 성과였다.

▶ 한강 교량 건설

교량명	준공일자	교량명	준공일자
마포대교	1970.05.16	잠실철교	1979. 10. 30
잠실대교	1972.07.01	성산대교	1980. 6. 30
영동대교	1973.11.08	원효대교	1981. 10. 27
천호대교	1976.07.05	반포대교	1982. 6. 25
잠수교	1976.07.15	당산철교	1983. 12. 31
행주대교	1978.07.22	동작대교	1984. 12. 29
성수대교	1979.10.15	동호대교	1984. 12.31

1980년대 중·후반까지 도로는 빠르게 정비되어 갔다. 1980년대 중반 도로율은 16~17% 수준에 달하고 있었다. 한때 제5공화국의 안정 기조정책으로 인해 도로투자는 처음으로 전년도 대비 감소한 적이 있었지만 도로투자 감소도 잠깐 뿐 86아시안게임과 88서울올림픽의 유치로 도로는 다시 한 번 전성기를 맞이한다. 🍀

이광훈 . going08translee@gmail.com

참고문헌

1. 서울특별시 시사편찬위원회, 2000, <서울교통사>
2. 서울특별시, 1976, <시정개요>
3. 손정목, 2003, <서울 도시계획 이야기>

간추린 소식



장애인·유공자 대상 통합복지카드 하이패스 감면서비스 확대

국토교통부와 한국도로공사는 장애인과 유공자가 전국 고속도로 하이패스를 이용할 때 통행료를 편리하게 감면받을 수 있도록 서비스를 개선하고 있다. 장애인과 유공자는 고속도로 하이패스 차로에서 통행료를 감면받기 위해 지문인식 단말기를 탑재하고 지문을 인식한 후 통과해야 한다. 지문인식 방식은 4시간마다 혹은 차량 재시동 시 재인증을 해야 하는데, 지문이 없거나 영유아, 뇌병변 등의 장애가 있는 경우는 지문 등록 및 인증 절차가 복잡한 문제가 있었다.

국토교통부는 이러한 불편사항을 개선하기 위해 ‘휴대전화 위치조회’를 사전에 동의하면 지문인식 단말기 대신 일반 단말기를 이용하여 할인이 가능한 시스템을 도입(2022.11)하였다. 현재 재정고속도로 전체 노선에서 통합복지카드 하이패스 감면서비스를 운영하고 있으며, 민자고속도로의 경우 6월 30일부터 수도권 제1순환선 일산~퇴계, 용인~서울, 서울~문산 등 3개 노선이 추가되어 21개 노선 중 19개 노선에서 운영 중이다. 2023년 하반기에는 나머지 2개 민자 노선에도 통합복지카드 하이패스 감면 서비스를 추가하여 전국 고속도로에 적용할 계획이며, 지자체 관리 유료도로에도 서비스가 도입될 수 있도록 협의할 계획이라고 한다. 🍀

▶ 통합복지카드 하이패스 감면서비스 개요

기존	개선
지문인식 단말기 구매(영업소·온라인) → 지문 등록(행정복지센터) → 이용 전 지문 인증(차량 내) → 지문 재인식(4시간마다, 재시동 시)	지문인증 절차·방법의 어려움을 개선하기 위해 지문인증 없이 ‘일반 하이패스 단말기’에 ‘통합복지카드’ 삽입 방식으로 개선
 USB 케이블 단말기 감면(지문) 인식기 < 지문인증 방식 >	 < 통합복지카드 하이패스기 + 일반 하이패스 + 휴대폰 위치추적 >

자료: 국토교통부 보도자료(2023.6.28.)

용어해설



도로구역·입체적 도로구역·도로보전입체구역

‘도로구역’이란 도로를 구성하는 일단의 토지로서 「도로법」 제25조에 따라 도로관리청이 공공목적에 공용될 도로의 범위를 구체적으로 확정하여 결정·고시(공용지정)한 부지구역을 의미한다. 도로관리청은 도로공사의 시행을 위하여 필요하면 도로구역에 있는 토지·건축물 또는 그 토지에 정착된 물건의 소유권이나 그 토지·건축물 또는 물건에 관한 소유권 외의 권리를 수용하거나 사용할 수 있다.

‘입체적 도로구역’은 그 도로가 있는 지역의 토지를 적절하고 합리적으로 이용하기 위하여 필요하다고 인정하면 도로관리청과 토지소유자 등이 협의하여 도로의 지상 또는 지하 공간의 일정한 범위를 도로구역으로 정할 수 있도록 하는 제도이다(「도로법」 제28조). 도로관리청이 입체적 도로구역을 지정할 때에는 토지·건물 또는 토지에 정착한 물건의 소유권이나 그 밖의 권리를 가진 자와 구분지상권(區分地上權)의 설정이나 이전을 위한 협의를 하여야 하며, 지상의 공간에 대한 협의가 이루어지지 아니하면 입체적 도로구역으로 지정할 수 없다. 지상권의 존속기간은 「민법」 제280조 및 제281조에 규정되어 있으나, 입체적 도로구역 설정을 위한 구분지상권의 존속기간은 도로가 존속하는 때까지로 한다.

도로관리청이 입체적 도로구역을 지정한 경우 그 도로의 구조를 보전하거나 교통의 위험을 방지하기 위하여 필요하면 그 도로에 상하의 범위를 정하여 도로를 보호하기 위한 구역인 ‘도로보전입체구역’을 지정할 수 있다(「도로법」 제45조). 도로보전입체구역은 해당 도로의 구조를 보전하거나 교통의 위험을 방지하기 위해 필요한 최소한도의 범위로 지정해야 하고, 도로보전입체구역에 있는 시설 등의 소유자나 점유자는 그 시설로 인해 발생하는 도로구조나 교통안전에 대한 위험을 방지하기 위해 필요한 조치를 취해야 한다. 🍀

국토연구원 홈페이지(www.krihs.re.kr)

홈페이지를 방문하시면 도로정책Brief의 모든 기사를 볼 수 있습니다. 홈페이지에서 회원가입을 하시면 메일링서비스를 통해 도로정책Brief를 받아 볼 수 있습니다.

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

※ 도로정책Brief에 수록된 내용은 필자 개인의 견해이며 국토교통부나 국토연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.

