

# 대심도 교통·물류 네트워크 구축 기술 기획과정 소개



**김창웅**  
한국건설기술연구원  
SOC성능연구소  
Geo-인프라  
연구실 연구위원

→ 대심도 교통·물류 네트워크 구축기술 기획사업은 국토해양 미래핵심기술(Green-Up 30) 중 하나의 기획 사업으로 과밀한 도심 정체를 해소하고, 도심 지상공간의 효율적인 활용 및 지속가능한 지하공간의 개발을 위해서 필요로 하는 핵심 전략 기술들을 기획하여 향후 수요가 예상되는 지자체 및 나아가서는 해외에 수출할 수 있는 패키지화할 수 있는 기술들을 기획하는 사업이다.

필요성, 기후 변화에 대비한 교통 인프라 다목적 활용방안 등이 제기 있고 지속 가능한 발전 대안으로 대심도 지하 활용방안이 제기 되고 있다(그림 1).

- 본 기획은 지상의 교통/환경/에너지 부하를 최소화 하도록 도심 교통시설을 지하화하고, 다층 형으로 서로 교차하는 지하 교통네트워크를 구축하는데 요구되는 핵심 전략 기술들을 기획하며 광역 대도시권의 수요에 맞춰 도심 교통 접근성을 극대화하고 교통혼잡 비용 절감형 첨단 기술 기획을 추구하는데 목적을 두고 있다.

## 1. 기획 배경 및 목적

- 현재 지하공간 활용으로 지상부의 쾌적한 환경 조성



그림 1. 대심도 지하교통 인프라 활용방안

## 2. 대심도 지하 발전 단계

### • 대심도 지하 활용 변천사

- 대심도는 도시부에서 기존 교통 및 유틸리티 시설의 간섭을 받지 않고 토지 보상을 최소화 할 수 있는 구조물 평균 심도가 지하 40m 이상일 경우로 정의한다(그림 2 참조).

### • 대심도 지하 교통 네트워크 구축 단계

- 기존 지하차도 및 터널은 단순 시·종점만이 존재하는 형태를 취하지만, 지하도로는 지하 내 분·합류부가 존재하고, 철도와 도로의 복합환승네트워크 구축 및 향후 지하에 도시교통 네트워크가 구성되는 것이 최종 단계의 지하 교통 네트워크이며, 본 기획에서는 2단계와 3단계의 교통인프라 구축을 위한 주요 기획이 이루어 졌다(그림 3 참조).

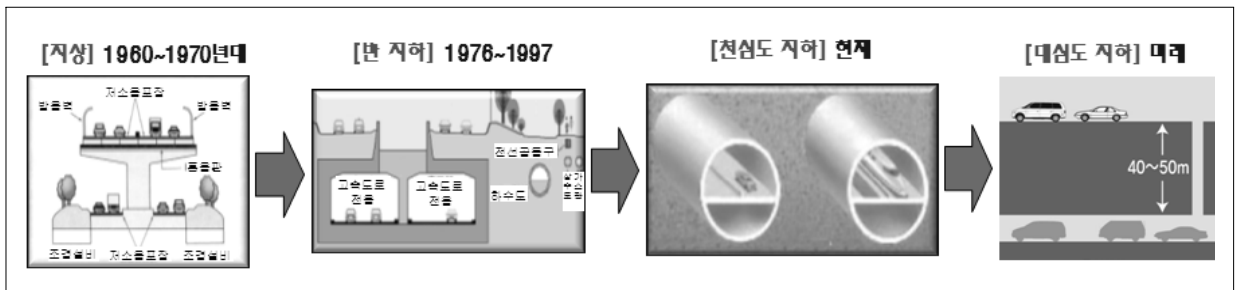


그림 2. 지하 활용 변천사

구분	1단계	2단계	3단계	4단계
유형	지하차도, 터널	지하도로	지하간선교통네트워크	지하 도시교통 네트워크
개념	지상 장애물(교차로, 산악 등)을 통과하기 위함	지상의 간선축도와 유사한 기능의 지하도로	도로와 철도 등을 포함하는 지하 교통 간선망	지하공간 간선 외 지선개념의 교통네트워크 구축
특징	시종 점 유·출입만 가능, 지하공간내 유·출입 무	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하간선도로망이므로 대심도 건설 및 중장거리연장</li> <li>• 대심도 이므로 이동성, 안전성 중요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하공간에서 분기, 유·출입 (나들목, 분기점) 필요</li> <li>• 도로, 철도 복합교통네트워크</li> <li>• 교통수단간 연계환승 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상 및 지하 통합도시계획 지원 위한 교통네트워크</li> <li>• 지선 개념이므로 천심도 건설 및 중단 거리 연장</li> <li>• 천심도 이므로 접근성 중요</li> </ul>
국내외 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교차로통과 차도 다수운영중</li> <li>• 도로 및 철도 터널 다수운영중</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내: 서부간선도로, 제물포길(설계중) 등</li> <li>• 국외: 프랑스 파리 A86, 스페인 마드리드 M30</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프랑스 라데팡스</li> </ul> 	

그림 3. 대심도 지하 교통 네트워크 구축 단계

### 3. 대심도 교통·물류 네트워크 구축 기술 기획 진행과정

- 본 기획 기간은 2011년 6월13일부터 2012년 3월13일 까지 총 9개월이다.
- 최초 기획 시 “대심도 교통·물류 네트워크 구축 기

술”로 기획 하였으나 2차례의 기획 타당성 검토를 거쳐 물류 및 철도부분은 본 기획에서 제외되었다.

- 2차례 기획 타당성 검토를 거친 기획과제 변화 과정은 표 1과 같다. 표 2에는 3단계 (현재) 주요 기획 과정을 표시하였다.

표 1. 각 단계별 기획과제 변천 과정

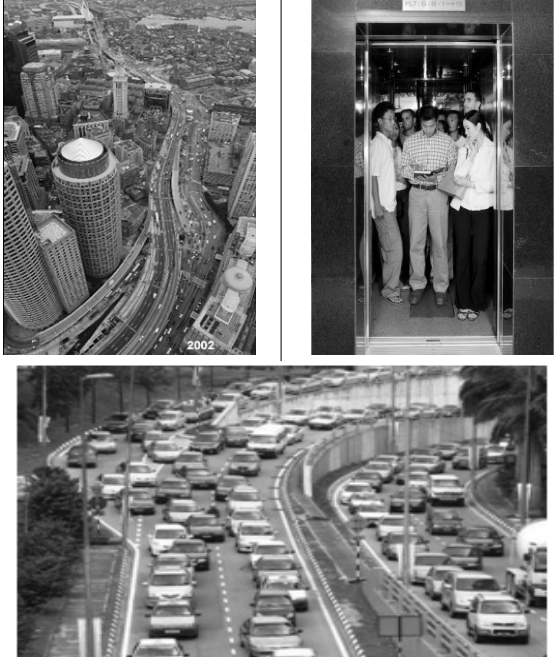
1단계	2단계 1차 타당성 검토 완료 후	3단계 2차 타당성 검토 완료 후
5개 중점추진분야	4개 중점추진분야	2개 연구단 (총 7개 세부과제)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대심도 교통 네트워크 계획 및 운영</li> <li>• 미래형 대심도 교통 인프라 첨단 설계 및 시공</li> <li>• 안전한 대심도 지하교통망 최적 환기 및 화재안전 확보</li> <li>• 지상과 연계된 3차원 이동시스템 구축</li> <li>• 대심도 급행 철도 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대심도 교통 네트워크 계획 및 운영</li> <li>• 미래형 대심도 교통 인프라 첨단 설계 및 시공</li> <li>• 안전한 대심도 지하교통망 최적 환기 및 화재안전 확보</li> <li>• 지상과 연계된 3차원 이동시스템 구축</li> </ul>	<p>대심도 지하 교통 인프라 구축 연구단</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대심도 관련 법/제도 개선방안</li> <li>• 복층터널 최적화 설계를 위한 터널 및 내부시설 설계기술 개발</li> <li>• 복층터널 안정성 및 경제성 확보를 위한 시공기술 개발</li> <li>• 대심도 지하도로 환기 및 화재 안전 설계기술 개발</li> </ul> <p>3차원 수직이동 시스템 연구단</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 신개념 3차원 스마트 이동시스템 구축 기술</li> <li>• 신개념 3차원 스마트 이동시스템 운영 및 제어 기술</li> <li>• 신개념 3차원 스마트 이동시스템 분석 및 평가기술</li> </ul>

표 2. 3단계 주요 기획 과제 세부 내용 구성

연구단 명	세부과제	세세부과제
대심도 지하 교통 인프라 구축 기술 연구단	대심도 관련 법/제도 및 운영기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구분지상권 산정 기준 개발</li> <li>• 지하도로 특성을 고려한 표지판 기준 개발</li> <li>• 지하도로 이용자의 행태 분석을 통한 입체네트워크의 평가지침 개발</li> <li>• 지하도로 특성을 고려한 조명 기준 개발</li> <li>• 지하도로 진입부 규제 및 요금소 운영기술 개발</li> </ul>
	복층터널 최적화 설계를 위한 터널 및 내부시설 설계기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하도로 기하구조 및 분기부 설계 연구</li> <li>• 인접 구조물 및 지장물 안정성 확보 기술 개발</li> <li>• 복층터널의 감성공학적인 경관 설계기술</li> <li>• 복층터널 최적단면 설계 연구</li> <li>• 복층터널의 내부 활용 연구</li> </ul>
	복층터널 안정성 및 경제성 확보를 위한 시공기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복층터널 최적화 시공을 위한 굴착기술 개발</li> <li>• 복층터널 구조체 시공기술 개발</li> <li>• 대심도 수직구의 친환경 시공기술 개발</li> <li>• 대단면 지하구조물 구축을 위한 지중 확폭기술 개발</li> <li>• 복층터널의 안정성 평가를 위한 사전 보강 기술 개발</li> </ul>
	대심도 지하도로의 환기 및 화재안전 설계를 통한 안전성 확보 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 네트워크 지하도로 환기설계 및 해석 기술 개발</li> <li>• 설계화재강도 제시 및 화재확산 제어 기술</li> <li>• 복층형 지하도로의 정량적 위험도 평가 기술 및 피난안전 설계 기술</li> <li>• 외부확산 방지를 위한 환기탑 설계 기술</li> <li>• 복층형 지하도로 구조물 내화성능 및 표준시험법 개발</li> </ul>
지상과 연계된 3차원 이동시스템 구축 기술 연구단	신개념 3차원 스마트 이동시스템 구축 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대용량 고속 승강기 시스템 구축 기술</li> <li>• 신에너지 친환경 이동시스템 구축 기술</li> <li>• 신구동방식의 3차원 이동시스템 구축 기술</li> <li>• 대피용 3차원 이동 시스템 구축 기술</li> </ul>
	신개념 3차원 스마트 이동시스템 운영 및 제어기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중앙통제시스템 구축 및 운영 기술</li> <li>• 3차원 이동시스템의 최적 운영 알고리즘 구축 기술</li> <li>• 승강기 고장 감지 시스템 구축 및 운영 기술</li> <li>• 승강기 환승 터미널 설계 및 운영 기술</li> </ul>
	신개념 3차원 이동시스템 분석 및 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3차원 이동시스템 이용자 모형화 기술 및 평가체계 개발</li> <li>• 3차원 이동시스템 평가 시뮬레이션 툴 개발</li> <li>• 대심도, 지상을 연계한 3차원 이동시스템 사전 평가 기술 개발</li> </ul>

## 4. 기술개발에 따른 미래상

**AS-IS**



지하공간에 대한 법/제도 미흡; 지상 가용공간 및 교통시설 포화; 일방향 터널 환기 및 방재에 국한; 새로운 지하공간 개발에 따른 교통수요 처리 시스템 부족

**현재기술수준**

- 교통정보 정확도 및 신뢰수준 수준 낮음
- 터널내 교통사고 평균 처리시간 약 35분
- 천심도, 병렬터널 시공이 일반적
- 유출구부 및 접합부, 분함류부 시공 사례 미흡
- 병렬 터널 유효 단면적 과다
- 현행 터널 환기/화재 안전 설계 대안 필요
- 내화성능 및 자동소화설비 부재, 일차적 터널외부 유도 화재 진압
- 15~20인승 소형용량 중심 중저속 리프트 위주 운영, 승객 지하 대기 시간 증가

**현재수준의 경제적 파급효과**

- 수도권 교통혼잡비용 14조5천억원
- 수도권 평균통행속도 24km/h 수준
- 수도권 교통사고비용 약 5조원
- 병렬터널 m 당 공사비 3,229만원
- 18.93km시공 시 공기 77.6개월 소요
- 대규모 인적피해 외 최근 도심지 연간 300억~400억 원 이상 수해재해발생(서울시)

**TO-BE**



지하공간에 대한 법제화 정립; 쾌적한 지상공간 확보; 대심도 역사의 안전성 확보 기술 부상; 새로운 지하공간 개발에 대응할 수 있는 3차원 수직이동시스템 개발

**기술개발 완료 후**

- 개별차량에 제공되는 교통정보 정확도 90% 수준 유지 및 교통사고 처리시간 30% 단축
- 대심도, 복층터널 건설
- 유출구부 및 접합부, 분함류부 시공 가능
- 복층활용으로 단면 효율 극대화 등
- 대심도 네트워크형 도로 환기 해석 기술 확보
- 쾌적성 향상, 에너지 소비 최적화 도모
- 30~50인승 중형이상, 초고속 운송수단

**경제적 효과**

- 효율적인 지하교통시설 계획 및 교통운영기술고도화를 통한 교통혼잡비용 30% 절감 및 도심접근속도 50% 개선 기여
- 안전한 지하도로 교통운영 기술개발을 통한 교통사고 발생률 및 사고비용 감축
- 복층터널 m 당 공사비 2,708만원
- 18.93km시공 시 62.1개월
- 해외도목사업 수주기대 장단기 흥수사상대비약 65%, 88% 침수저감효과

## 5. 결론

- 본 기획 사업은 정부의 녹색 정책의 일환으로 제안된 Green-Up 30 중 하나의 기획과제로 도심공간의 녹색화를 지향하는 정책방향과 도심의 안전하고 쾌적한 지상공간의 활용과 이를 위한 지하공간의 효율적인 활용에 그 초점을 맞추고 있다.
- 또한, 그 동안 토지보상문제 등 도심 지하공간 개발

시 매우 중요한 이슈가 되었던 부분을 해소하기 위해 대심도라는 표현을 도입하여, 도심 공간의 효율적인 활용을 유도하기 위한 법·제도·정책 등의 방향 설정도 기획 내에 포함시켰다.

- 아울러, 이러한 사업기획을 통해 도심 지하공간 활용 및 관련 분야의 기술 경쟁력을 한 단계 Up-Grade 시킬 수 있는 계기가 될 것으로 판단된다.