

보스턴 'Big Dig' - 21세기형 도시개발 프로젝트

- 교통 체증과 시민의 삶의 질 개선, 도시 인프라 사업의 교훈으로 삼아야 -



Big Dig 공사 전경.
(출처 : construction equipment guide.com)

김 윤 주 한국건설산업연구원 책임연구원
yjkim@cerik.re.kr

2007년 12월 31일은 미국 보스턴시의 악명 높은 교통난 해소와 21세기형 도시 개발¹⁾을 목표로 진행되던 '빅딕(Big-Dig)²⁾ 프로젝트가 종료된 날이다. 빅딕 프로젝트는 공식적으로 논의되기 시작한 1982년부터 무려 25년 만에 종료되었다. 프로젝트의 구상은 1970년대부터 시작되었으며, 구상 시점에서부터 보면 30년이 넘는 기간이다. 정식 명칭은 중앙간선도로·터널 프로젝트(The Central Artery/Tunnel Project(CA/T)로, 미국 보스턴 외곽과 도심 사이(약

26km)를 연결하는 6차선 도로를 8~10차선으로 넓히고, 고가도로를 철거하고 지하도로로 대체하는 대규모 인프라 프로젝트이다.

교통 지옥에서 친환경 도시로

보스턴은 미국에서 가장 오래된 도시이며, 교통문제 악명 높은 도시이다. 1950년대부터 이를 해결하기 위한 사업을 시작하는데, 2만여 명을 외곽으로 이주시키고 도시를 관통하는 도로를 건설하는 것이다. 10년에 걸쳐 건설된 것이 6차선 고가도로 Central Artery이다.

1) 차 막힘없는 도심 공원에서 맑은 공기를 마시는 보스턴 건설.
2) 땅속 깊숙이 파고 들어가는 도로.



1950년대 보스턴의 고가도로.

고가도로 건설 당시에는 많은 청사진이 있었다. 외곽에서 막힘없이 도시에 진입하고, 차량은 고가도로 밑에 주차할 수 있는 효율적인 시설물이 그것이다. 하지만, 1960년대 들어서면서 하루 교통량은 이미 설계 최대치인 7만 5,000대에 이르고, 1990년대에는 매일 20만 대의 차량이 통행하며 도시는 하루 14시간 동안 교통 지옥을 경험해야 했다. 교통 체증에 따른 연료 소비나 물류 지연으로 인한 연간 손실액이 5억 달러에 이르렀다. 사고율도 미국 도시 내 고속도로 사고율의 4배에 달했다. 또한, 시내를 관통하는 고가도로의 교각 밑은 슬럼화되었고 시민들은 소음 등으로 고통 받았다.

빅딕은 이러한 문제를 야기하고 있는 도시 도로망을 재건하여 만성적인 교통 체증을 해결하고, 주민 삶의 질 향상이라는 두 마리 토끼를 잡고자 하였다. 실제로 보스턴에는 사업 종료 후 많은 변화가 나타났다. 우선 출퇴근 혼잡 시간대에도 통행 시간이 단축되면서 연간 200만 달러의 시간 및 연료비 절감 효과를 얻게 되었다. 그리고 도로를 지하화함으로써 얻어진 약 27에

이커에 이르는 지상 공간에 공원과 상점들이 들어서면서 일산화탄소가 12% 감소되었다. 이는 공기 질 개선과 소음 감소 효과로 이어졌으며, 조망권 확보로 주민의 삶의 질이 향상되는 효과를 얻었다. 뿐만 아니라 지하 터널 공사 중 현장에서 나온 흙(1,300만톤)을 버려진 매립지에 사용하여 골프장을 건설, 주민들이 이용할 수 있도록 했다.

미국 최대 규모의 공공 토목사업

빅딕은 보스턴 도심 한복판을 통과하는 93번 도로 구간의 지하화를 비롯하여, 터널과 대교 등을 건설하는 사업이다. I-90(소머빌~시가지, 6.5km) 터널 구간 및 I-93(차이나타운~동부 보스턴, 6.5km) 등이 주요 구간으로, Logan 국제공항과 시가지를 연결하는 구간에는 테드 윌리엄스 터널(Ted Williams Tunnel)이, 찰스강을 가로지르는 구간은 사장교인 자킴 벙커 힐 대교(Zakim Bunker Hill) 등을 건설하는 것이다.

이 프로젝트는 미국 공공 건설사업 중 최대 규모로, 기술의 복잡성과 공사 금액에 있어 세계 최고로 손꼽히며, 완성되기까지 많은 노력과 시간, 그리고 막대한 비용이 소요되었다. 전체 사업 기간 동안 148억 달러가 투입되었는데, 이는 파나마운하와 후버댐 건설 비용과 맞먹는 것이다. 피크타임에 들어서는 하루 투입 인력 5,500명, 24시간 근무에 주6일 근무, 150대 기중기 사용, 인건비를 포함한 하루 공사비가 약 300만 달러에 이르기도 했다.

도시 활동에 지장 없도록

대형 사업인 만큼 빅딕은 시공에 많은 어려움이 있었는데, 특히 프로젝트가 종료될 때까지 도시 활동에

인류 역사와 함께한 건설 상품 100선 99

지장을 주지 않는 것이 중요했다. 이를 위해 기술자들은 다양한 공법들을 적용하는 등 사업의 성공을 위해 수많은 노력을 경주하였다.

우선, 운행 중인 지하철의 안전을 저해하지 않고 터널을 건설해야 했다. 이 사업은 1914년 건설된 지하철 노선의 1.2m 위에 터널을 건설하는 것이다. 기술자들은 지하철 노선 주변에 110개의 콘크리트 기둥을 암반까지 박았다. 지하철 노선 주변으로는 콘크리트 터널이 만들어졌으며 공사는 무사히 끝났다.

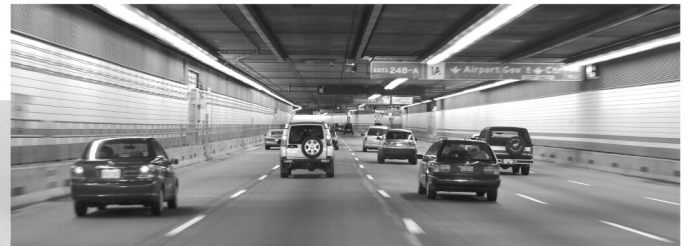
두 번째, 남부 철도 밑을 지나는 지하 터널 건설공사는 매일 15만명이 이용하는 철도 철로의 변형 없이 진행해야 했다. 하지만 도시 전체의 70%가 매립지 위에 건설된 보스턴은 대부분 연약지반으로 늘 붕괴 위험에 놓여 있었다. 지반을 강화하기 위한 방법이 필요했다. 이를 해결하는 데는 냉각기법이 적용되었는데, 지반을 냉각하여 강화시킨 후 터널 공사를 진행하는 것이다. 15개월 후인 2003년 1월 터널이 완공되었다.

마지막으로, 도심을 관통하는 고가도로 밑에 지하도

로를 건설하는데, 지하도로 건설 중에도 차량이 고가도로를 이용할 수 있어야 했다. 여기서는 고가도로를 통과하는 차량의 무게를 지탱할 수 있는 지주 벽을 설치하기 위해 슬러리 월(slurry wall) 공법을 적용하였다. 완성된 지주 벽은 지하 고속도로의 터널 벽으로 활용하였다.

부실 시공, 비용 초과 등 시행착오도 겪어

빅딕은 건설 중 기존 도시의 파괴 없이 도시에 변화를 가져왔다. 그동안 시도되지 않았던 다양한 공학 기술들이 적용되어 토목공사에 대한 새로운 지식을 얻을 수 있었으며, 미래 도시 개발의 표준을 제시했다고 칭송도 받았다. 하지만 건설 과정과 준공 후에 몇몇 문제점이 드러났다.



I-93 터널.



자킴 번커 힐 대교.

우선, 부실 시공으로 인한 논란이다. 2004년 9월 15일, I-93터널 구간에서 누수가 발생했다. 이는 슬러리 월이 지하수 수압을 견디지 못해 생긴 것으로, 공사가 일시 중단되기도 했다. 이 사고를 계기로 공사 구간 내 다른 누수 지점들이 추가로 발견되기도 했다. 부실 자재 공급에 의한 문제도 발생했다. 2005년 6월 매사추세츠주 경찰은 지하 도로망 건설에 사용된 콘크리트를 공급한 업체에 대해 부실 자재 공급 혐의로 조사에 착수했고, 계약 기준 미달 품질의 콘크리트를 공급한 것으로 밝혀져 업체 담당자들이 기소되었다. 2006년 7월 10일에는 테드 윌리엄스 터널 입구 근처에서 12톤에 이르는 대형 콘크리트 패널이 무너졌다. 천장 패널 공사에 사용된 에폭시 접착제가 하중을 견디지 못해 발생한 사고였다. 사고로 이곳을 지나던 차량에 타고 있던 여성 한 명이 사망했고, 한 명은 부상을 당했다. 이 시기엔 공사 중이기는 했지만 공정률이 94%에 이르러, 일부 구간은 개통하여 운영되던 상황으로 주민들에게 큰 충격을 주기도 했다.

두 번째로, 사업관리 주체의 부재로 인한 문제점이 발생하였다. 대형 토목사업에 경험이 부족한 MTA(Massachusetts Turnpike Authority, 매사추세츠 유료도로공사)는 벡텔-파슨스 컨소시엄(Bechtel & Parson Consortium)과 사업관리 용역 계약을 체결하여 설계, 계약, 공정관리 등의 관리 업무를 대행시키면서 많은 권한도 위임하였다. 결국 발주기관의 관리 감독 기능은 약화되었고, 이들 컨소시엄은 많은 권한을 위임받았음에도 불구하고 자문의 역할을 제대로 수행하지 못했다. 사업에 채택되는 혁신적인 시공 기술에 대한 검토는 물론 인터페이스 관리도 제대로 이루어지지 못했다. 이는 곧 부실 공사, 비용 초과, 안전 기준 위반 등으로 귀결되었다.

마지막으로, 천문학적인 공사비가 소요되면서 시민에게 많은 부담을 안겼다. 실제 미국 역사상 가장 비싼 인프라 건설사업으로 기록되었다. 빅딕의 초기 예산은 26억 달러(2조 6,000억원)였으나, 완공된 후의 총 공사비는 148억 달러(약 15조원)였다. 사업 초기에 수립된 예산에는 공기 증가, 추가적인 교량 건설과 같은 설계 변경, 민원·인플레이션에 의한 비용 등이 포함되어 있지 않았다. 결국 이러한 관리상의 오류는 막대한 비용 증가로 이어졌고, 연방정부의 예산 지원이 당초 예상보다 적은 40억 달러에 그치게 되면서 주정부는 거대한 부채를 떠안게 되었다.

‘빅딕’에서 교훈 얻어야

2014년 9월 서울시는 ‘서울시정4개년계획’을 통해 ‘도시고속도로 공원 환원’ 등을 포함한 25개 핵심 과제를 발표했다. ‘도시고속도로 공원 환원’ 과제에는 국회대로 지하화 및 상부 공원화, 서부간선도로 지하화 및 상부 공원화, 동부간선도로 지하화 및 상부 공원화 등 3개 사업이 포함되어 있다. 현재 실시설계를 진행 중인 서울제물포터널 사업을 필두로 각각의 사업들은 2023년 완공을 목표로 하고 있다. 이들 사업의 추진에는 대규모 예산이 소요되는 만큼, 서울시는 재정 부담을 최소화하며 사업 실효성을 확보하기 위해 민자 유치 및 국비 지원 등 재원 확보 방안을 검토 중에 있다고 한다. 우리나라도 현재 기존 도시의 시설 위에 새로운 시설들을 건설해야 하는 상황이 되었다. 하지만 빅딕 사업과 같이 대규모 인프라 건설사업은 비용 예측 및 사업관리 역량이 제대로 갖추어지지 못할 경우 많은 어려움에 처할 수 있다. 빅딕 프로젝트는 앞으로 진행될 도시 내 인프라 사업에 큰 교훈이 될 것이다. CERIK