

‘실드TBM 활용’ 선진국선 대세, 한국은 고작 1%

집중

분석

1984년 첫 도입하고도 활성화 안돼

“조오련하고 바다거북하고 수영시합하면 누가 이길 것 같노?” 1970년대를 배경으로 한 영화 ‘친구’에서 나온 대사다.

우리도 다소 엉뚱한 질문을 던져보자. 만약 한중 해저터널 공사가 현실화돼 두 나라에서 동시에 터널을 파기 시작한다면 누가 더 빨리 중간지점에 도착할까. 이 방식은 실제로 1994년 도버해협 밑을 뚫

어 영국과 프랑스를 연결한 유로터널 공사에서 공구경계가 없는 경쟁방식으로 적용한 바 있다. ▶관련기사 11면

당시에는 프랑스업체의 관정승이었다. 차수형(遮水形 물막이방식) 실드TBM 장비를 선정한 프랑스가, 해저터널의 해수 유입을 무시하고 개방형 실드TBM을 사용한 영국보다 안정성과 공기에서 앞선 것이다.

터널 전문가들은 당장 한중 해저터널을 실드TBM 공법으로 뚫는다면 한국의 승리를 장담할 수 없다고 말한다. 중국이 어느새 실드TBM 공법의 강국으로 떠올랐기 때문이다.

약 10년 전부터 대구경 TBM 장비를 사들여 현재 130여 대가 터널공사에 쓰이고 있으며, 올해는 대구경 TBM이 100여 대나 추가 투입될 예정이다.

김태형기자kth@

▶2면에 계속

▶1면서 계속 = TBM 활용 선진국선 대세, 한국은 고작 1%

이에 비해 실드TBM은 한국시장에선 발파공법(NATM)에 밀려 활용률이 극히 저조하다. 업계에 따르면 세계 교통터널 건설공사에서 실드TBM을 적용하는 비율은 유럽이 80%로 가장 높고, 이어 일본 60%, 미국 50%, 중국 40%, 대만 30% 등으로 파악됐다.

반면 한국은 TBM이 1984년 도입돼 30년 가까운 역사를 갖고 있지만 교통터널 공사에서 실드TBM이 쓰이는 비율은 전체의 1%에도 미치지 못하고 있다. 더구나 전력구나 통신구 공사에 쓰이는 지름 5m 이하의 소구경 실드TBM이 아닌 지름 7m 이상 대구경 실드TBM을 적용한 지하철 터널공사는 지금까지 모두 7곳에 불과했을 정도다. 이 중 4개 공사를 경빈개발공업이, 나머지 3개 공사는 동아지질이 각각 해당 시공사로부터 수주받아 처리했다. 전문건설사인 동아지질은 TBM 장비 11대 중 3대만 중대구경 실드TBM이고, 종합건설사 중 TBM 최다 보유회사로 유명한 울트라건설은 암반 굴착전용 TBM, 즉 ‘개방형 TBM’만 8대를 갖고 있다.

TBM 전문가인 평화엔지니어링 지왕률 부사장(터널굴착공학 박사)은 “국내업체들이 보유한 TBM의 대부분이 소구경으로 철도나 도로터널 용도가 아니며, 일부 보유한 중대구경 실드TBM 역시 한국의 불규칙한 암반에 안 맞는 연약지반용인 경우가 많다”며 “유럽이나 미국, 일본, 중국 등에 뒤지지 않으려면 우리도 실드TBM의 설계와 시공에 투자를 아끼서는 안 된다”고 말했다.

김태형기자

● + ●

GTX·U스마트웨이 등 지하개발 활짝... TBM 재조명 시급

〈수도권광역급행철도〉

지하 40~50m의 대심도(大深度) 개발이 현실화되고 있다. 경기도가 추진하는 수도권광역급행철도(GTX)와 서울시가 추진하는 'U스마트웨이'를 비롯해 전국 각지에서 지하개발이 활발하게 모색되고 있는 것.

2012년 착공해 2016년 완공 목표인 GTX의 경우 예상 건설비가 모두 14조원에 달한다. GTX가 완공되면 지하 40~50m에 최고 속도 시속 200km, 평균 속도 시속 100km의 급행열차를 타고 서울과 수도권 동서 간, 남

북 간을 이동할 수 있다.

서울시의 U스마트웨이는 11조2000억 원짜리 '지하 자동차 전용도로'다. 서울 도심을 격자형으로 연결하는 총연장 149km 지하도로의 완공목표는 2017년. 시는 지하 도로망이 완공되면 서울 전역을 30분대에 이동할 수 있을 것으로 보고 있다.

국제적 프로젝트인 한중해저터널 공사

의 실현 가능성도 높아지고 있다. 국토해양부가 지난해 4월 교통연구원에 의뢰한 '한중해저터널 타당성 검토'정책용역 결과를 토대로 내년 5월까지 정부 차원의 추진 여부가 결정된다. 한국과 중국을 170~320km의 해저터널로 연결하는 이 프로젝트는 총사업비만 최소 60조원, 최대 100조원(경기연구개발원 추정) 규모가 될 전망이다.

따라서 머지않은 장래에 국내 지하개발 시장은 연간 수조원대에 달할 전망이다. 이처럼 지하개발시장이 빠르게 확대될 것으로 예상되면서 터널굴착 기술 가운데 하나인 TBM(Tunnel Boring

Machine)이 부각되고 있다. 그러나 TBM은 국내시장에선 발파공법(NATM)에 밀려 활용률이 극히 저조한 실정이다. 교통터널 건설공사에서 TBM이 적용되는 비율이 유럽의 경우 80% 가까이 되고 일본, 미국, 중국, 대만 등도 적게는 30%에서 많게는 60%에 이른다. 하지만 국내에서는 적용률이 한 자릿수에 그치고 있다.

국내업체들이 보유한 TBM 대부분이 소구경으로 철도나 도로터널 용도가 아닌 데다, 일부 보유한 중대구경 TBM 역시 한국의 불규칙한 암반에 맞지 않는 연약지반용인 경우가 많기 때문이라는 것이 전문가들의 설명이다.

전문가들은 확대되고 있는 지하개발사업의 효율적인 수행을 위해서는 TBM에 대한 관심을 높여야 할 시기라고 지적하고 있다. 김태형기자 kth@



지름 13m의 대구경 실드(Shield) TBM 장비. 대형 터널굴착공장과 비슷한 실드TBM은 철제로 된 원통형의 실드를 터널 안에 투입시켜 커터헤드(Cutter head)를 회전시키면서 터널을 굴착하고, 실드 뒤쪽에서 세그먼트(Segment)를 반복해 설치하면서 터널을 만들어 간다.

해외선 '각광' 국내선 '외면' 왜?

기존 오픈TBM, 비싸고 잔고장 많아 '불신'

실드TBM은 암반에서도 시공... 보편화되면 독자적 성장 가능성

해외에서 필립하는 TBM이 유독 한국에서 외면받는 이유는 뭘까. 그동안 TBM은 '가격만 비싸고, 제 몫을 못한다'는 인식이 팽배해 있었다. 이는 기존 오픈형 TBM이 단단한 암반이 아닌 연약지반에서 좀처럼 힘을 쓰지 못한 채 터널붕락에 무방비상태였기 때문이다. 더구나 잔고장이 심한데다 한번 고장이라도 나면 이를 즉시 수리해 곧바로 작동시킬 수 있는 국내 전문가도 턱없이 부족했다. 높은 초기비용도 부담이 됐다.

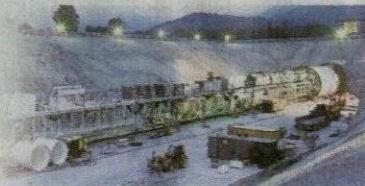
이에 비해 오픈TBM의 단점을 개선한 실드TBM은 지하 깊은 곳이나 물을

많이 포함한 연약지반은 물론이고 단단한 암반에서도 시공이 가능하다. 소음 및 진동이 적고, 작업 안전성도 높다. 다만 실드의 제작이 어려워 공사비가 발파공법(NATM)보다 1.5~2배 더드는 것이 단점이다. 기계 자체도 비싸지만 100% 전량 수입에 의존하기 때문에 생기는 문제다. 대구경 실드TBM의 가격은 대당 250억~500억원 수준.

동아지질 관계자는 "국내에는 실드TBM을 제작할 수 있는 업체가 없고, 그러다보니 우리 실정에 맞는 다양한 머신이 부족한 게 사실"이라고 말했다.

하지만 이 같은 문제도 충분히 해결

할 수 있다고 전문가들은 말한다. 국내 경암질 굴착에 적합한 현대화된 고성능(High-Power) TBM으로 굴진을 개선할 수 있고, 지보재(Segment)버팀구조를 경량화해 공사비를 줄일 수 있다는 것이다. 또 중국 처럼 실드TBM공법이 일반화되면 부품산업의 동반성장으로 TBM부품 국산화가 가능해져 커터(Cutter) 등 고가의 소모성 부품 가격이 내려가 비용을 낮출 수 있다고 설명한다. 장기적으로는 해외 수출도 가능해져 조선업처럼 독자적인 거대 TBM산업으로 성장할 가능성도 있다. 김태형기자



인터뷰 - 'TBM 전문가' 지왕를 박사

국제 전문가 영입, 발주방식 개선 필요

실드TBM을 보면 마치 '이동식 터널굴착 공장' 같다. 하지만 너무 크고 비싸지 않다. 터널길이 3km 이상의 대구경 TBM에서 경제성이 입증됐고, 장비가격은 프로젝트 공사비의 10% 정도이며, 재사용이 가능하다. 또한 굴진율이 개선돼 공기 단축사례가 많고, 특히 터널길이 길수록 굴진 효율이 높다.

해저터널 등 세계 지하개발시장이 열마나 커지고 있다.

영국과 프랑스를 연결하는 유로터널, 덴마크와 스웨덴을 연결하는 올레순 연결공사, 일본 세이칸 해저터널 등 지구촌에는 총 5개의 해저터널이 있다. 또한 한중, 한일 해저터널을 비롯해 유럽과 아프리카 대륙을 잇는 지브롤터 해저터널, 러시아와 알래스카를 통하게 하는 베링해협 해저터널 등 총 7개의 해저터널이 건설계획 중에 있다.

앞으로 전 세계의 모든 대륙은 터널로 연결될 것이고 고속철도터널의 사용으로 물류에 있어 대규모 혁명이 일어날 것이다. 현재 미국에서는 뉴욕과 런던을 연결하는 해저터널(Trans-Atlantic project)을 연구 중이다.

국내 실드TBM 시장의 활성화를 위해 필요한 것은.

1984년 TBM이 국내 최초 도입됐지만 우리나라 지층 조건에 맞는 맞춤형이 안되면서 장비가 자주 멈추고 덩달아 굴진율도 떨어지면서 제자리를 잡지 못했다. 그러나 지난 20년간 TBM은 눈부시게 발전해 세계 터널현장의 주류로 자리잡고 있다.

학계는 새로운 공법에 대한 연구를 통해 국제적인 TBM 전문가를 영입해야 하며, TBM장비의 특성상 터널분야 외에도 기계, 시스템, 전기, 장비운영, 재료공학 등 다양한 전문가들과의 공동 연구가 필요하다. 설계업계도 TBM 장비 설계에 있어서 터널의 굴진을 개선할 전문적인 장비사양설계 능



력을 키워야 한다. 하도급체계도 문제다. 시공사의 전문직영 체제나, 대구경 실드TBM을 IT화한 전문적인 시공업체가 필요하다. 이 방식이 일단 도입 성공적으로 운영되면, 실드TBM공법은 짧은 기간 내, 즉시 국내에서 일반화 될 것으로 예상된다.

발주방식도 개선이 필요하다. 미국과 유럽, 중국 등에서는 좋은 TBM장비를 현장에 도입하기 위해 TBM장비와 세그먼트는 발주자(Owner)가 직접구입하는 OPP(Owner Procure Process)발주 방식을 사용한다. 이 방법을 사용하면 △시공단계에서 바로 시공이 가능하고 △장비와 세그먼트비가 공사비에서 빠져 총 계약규모가 축소되며 △적정한 우수 장비 구매가 가능하고 △장비 보유에 따른 유사 터널 공사의 발주가 용이해지는 등 유리한 점이 많다.

▶ 지왕를 박사는?

현 평화엔지니어링 터널공간사업부 부사장. 한양공대를 졸업한 후 독일 아헨(Aachen) 공대에서 암반공학 석사과정을, 호주 뉴사우스웨일즈(UNSW)대학에서 터널굴착공학 박사과정을 수료했다. 미국 CSM공대 교수생활을 비롯해 국내외 터널설계, 감리, 시공, 연구 등 지난 30년간 현장과 이론을 접목하며 국제적인 TBM 전문가로 활약해 왔다. 한국터널공학회 터널기계화시공기술위원장도 맡고 있다. 김태형기자

국내 건설업계는

대우-한강하저터널 적용 등 TBM 관심 상승중

기존 TBM의 장점에다 실드(Shield) 원통형 보호를)공법을 결합한 실드 TBM이 요즘 대세다. 이 공법은 터널 길이가 57km로 세계에서 가장 긴 스위스 고트하르트 터널(Gotthard base tunnel)과 영국과 프랑스를 연결하는 유로터널에도 적용됐다.

국내에서도 분당선 한강하저터널을 비롯해 인천공항철도, 서울지하철 9호선(909공구), 7호선 연장(704공구) 구간 등에 연이어 채택되기도 했다.

대형 건설사들도 한창 커지고 있는 국내 지하개발시장을 잡기 위해 바빠졌다.

이로 인해 TBM에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 터널 및 지하 공간의 설계 및 시공 분야에서 눈에 띄는 실적을 홀그라운드에서 거둬야 이를 발판삼아 해외시장에 진출할 수 있기 때문이다.

SK건설이 지난 4월 인도에서 9000만 달러(약 1100억원) 규모의 '망갈로르' 원유 지하비축기지 건설 공사에 이어, 지난 6월 싱가포르 육상교통국이 발주한 지하철도 도심선(Downtown Line) 2단계 공사 중 915공구를 연이어 따낼 수 있었던 것도 국내에서 축적한 지하터널 공사 실적 덕분이었다.

대우건설도 최근 지하철도 분당선 왕십리-선릉 간 복선전철 건설3공구에 직경 8.06m의 중대형 실드TBM으로 난코스였던 한강하저터널 공사를 성공적으로 마쳤다. 한강하저터널은 길이도 길지만 단단한 암반층과 단층 파쇄대가 교차해 있는 데다 최대 5bar(대기압의 5배)의 막대한 수압에 효과적으로 대응해야 하는 난공사였다.

GS건설 역시 실드TBM 공법을 앞세워 강변북로 확장공사 하저터널 구간 수주전에 뛰어드는 등 지하개발시장을 본격적으로 공략한다는 전략이다.