

마이크로터널링 기술의 현재와 미래①

- 마이크로터널링 기술의 소개 -

최명진^{*1}, 이창호^{*2}, 김명모^{*3}

1. 서론

가. 터널링공법 일반

“인류와 동물은 여러 가지 이유로 땅 속의 구멍을 이용해 왔다”¹⁾ 는 말과 같이 근대이후의 터널링공법이 다양해지기 이전부터 인류는 터널을 축조하고 활용하여 왔다. 최근 들어 산업의 발달과 함께 도시인구 과밀화 현상 등에 의해 지상공간활용이 한계에 달하고, 토지에 대한 효율적 활용에 대한 요구가 증대됨에 따라 지하철, 도시터널 뿐만 아니라 지하상가, 주차장, 각종 사회기반시설(상·하수도, 통신·전력관로 등)과 더불어 점차적으로 각종 비축시설을 지하화하기 위해 터널을 축조하는 사례가 증가하고 있는 추세이다.

목적이 다양한 만큼 건설방법 및 기술의 발전도 다양하여 기존의 인력굴착으로부터 NATM, TBM, Shield, Micro-Tunnelling Method, 개착식 Box 구조물의 설치 등 매우 다양한 기술이 터널을 축조하는데 사용되고 있다. 이 외에도 1970년대까지 대부분의 터널공사를 수행하였던 재래식 터널공법인 ASSM (American Steel Support Method)공법과 국내에서는 시공실적이 거의 없으나 미공병단이 개발하여 사용하고 있는 Cannon-Method 등이 있다.

최근 들어서는 특수한 목적을 제외하고는 NATM 공법이나, Shield공법을 사용하는 구간이 대부분이

지만, 소구경-장거리-정밀도를 요구하는 사회기반시설에 대한 비개착 터널링공법에 대한 적용으로서는 상기의 공법들이 적합하지 않다는 판단을 하고 있는 실정이다. 이에 본 고에서는 소구경(직경 2000mm이하) 터널시공에 적절한 마이크로터널링공법에 대하여 개념 및 다양한 공법별 특징 및 장점에 대하여 서술하고 개략적이거나 국내의 시장에서의 동향 및 시공실적에 대하여 소개하고자 한다.

나. 마이크로터널링공법의 개념

본 기사에서 서술하고자하는 마이크로터널링(일명 Semi-Shield)공법은 전 절에서 언급하였던 여러 종류의 터널링기법 중의 하나로서 강성이 있는 추진관(대개의 경우)을 발진 수직구(入坑)로부터 잭으로 선단부에 설치된 굴착기와 함께 밀어 도달(목적지) 수직구까지 터널을 시공하는 공법이다. 일반적인 마이크로터널링공법 현장의 장비구성 및 배치도는 다음의 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는 바와 같이 본 공법은 막장을 뚫고 나가기 위한 굴진기(굴착기), 터널벽체로의 마감재와 시공중 굴진기에 잭의 추진력을 전달시키기 위한 추진관, 추진용 유압잭로 구성되어 지하에서 시공을 하도록 구성되어 있다. 부대공으로서는 유압잭의 반력을 견디기 위한 반력벽체와 굴착방향 및 추진력 조절을 위한 조작설비, 굴착기에 공급하기 위한 슬러리 제조장치, 막장에서부터 발생하는 잔토를 처리하기

¹⁾ 정희원, 한국통신 연구개발본부 전임연구원

²⁾ 정희원, 한국통신 가입지망연구소 전임연구원

³⁾ 정희원, 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 교수

¹⁾ 지반공학시리즈 7 “터널”, (한국지반공학회, 1996, 1쪽)

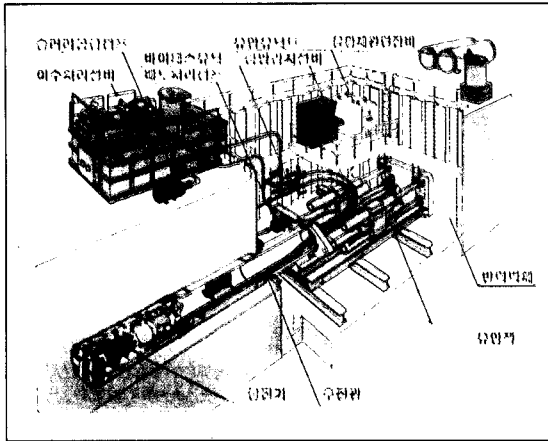


그림 1. 일반적 형태의 장비배치 및 구성도

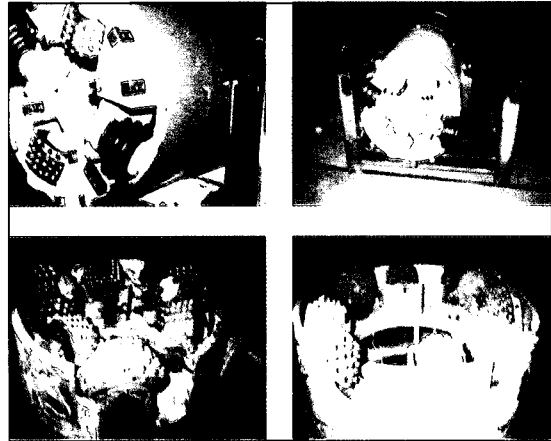


그림 2. 다양한 형태의 굴진기 전면부

위한 배토처리장치와 추진관에 걸리는 토압을 경감시키기 위한 유회유 주입장치 등이 있다.

강성의 추진관은 실드공법에서의 세그먼트와 유사한 개념의 구조물이고, 스스로 세그먼트를 반력체로 하여 추진하는 쉴드공법이나, TBM 공법에서는 없는 유압잭으로 관과 굴진기(추진기)를 함께 밀어 시공하는 것이 대표적인 차이점으로 볼 수 있다.

이외에도 시공에서의 정밀/정확도를 향상시키기 위해 발전수직구에 추진기 추적장치를 별도로 설치하거나, 추진기 자체에서 신호를 발생시켜 추진기의 현재심도, 방향을 정확히 지표면에서 파악하기 위한 장치를 사용하기도 하는데 이러한 장치는 하수도관의 설치공사와 같이 고도의 정밀/정확도를 요구하는 소구경 터널공사에 유용하게 사용되고 있는 추세이다.

다. 마이크로터널링공법의 장점

마이크로터널링공법은 소구경의 터널공사에 있어 정밀/정확한 시공성을 기대할 수 있고, 최소한의 도로점용으로 시공이 가능하며, 경우에 따라서는 복공관을 사용하여 교통소통에 전혀 지장을 초래하지 않는 상태에서 시공이 가능한 장점을 가지고 있다.

지상의 설비(이수처리설비, 유회유 관련장비)는 슬러리공급관과, 배토처리관, 유회유 주입관의 연장

과 중간지점의 추가적인 펌프설치로서 원거리에 설치하여 주민의 불편이 없는 지점에서 작업이 가능하다. 또한 점차 대구경, 장거리, 곡선부시공 등 기술개발이 진행됨에 따라 사용성이 발전할 수 있는 장점이 많은 공법이다.

이러한 마이크로터널링공법은 추진기의 형상, 추진방식, 잔토처리방식, 추진관의 사용방식 등에 따라 매우 다양한 장비가 지반의 특성에 따라 다양하게 개발되어 세계적으로 사용되고 있는 추세임에 따라 본 기사에서는 공법의 종류 및 각 공법별 특징에 대하여 세목별로 장단점을 파악하고, 국제적 기술동향 및 개략적 시공실적에 대한 판단을 통해 최신기술의 발전 현황을 알아보려고 한다.

또한 국내에서의 시공현황과 기술수준 및 앞으로의 전망에 대해 간략하게 정리하여 적합한 공법의 소개와 더불어 국내기술수준의 발전을 기대하며 그로 인해 다양한 종류의 사회기반시설(상·하수도관, 통신·전력관로)의 잦은 공사로 인해 겪게되는 국민의 불편과 시공사의 공사외적 노력을 경감시키는 대안이 되었으면 하는 바램으로 소개하는 바이다.

2. 마이크로터널링공법의 종류 및 특성

가. 개요

공법의 종류 및 장비의 형상, 각 공법별 특징을 파악하여 두는 것은 공사비용의 절감, 적정토질에의 적용, 공사현장에서의 입지조건 등을 고려하기 위해 매우 중요한 사항이다. 어느 공법과 장비를 선택하는냐 하는 점은 이에 따른 보조공법, 타공법과의 연관성, 경제성을 동시에 고려하여야 함이 타당하다.

지금까지 사용되고 있는 마이크로터널링공법의 종류를 개략적으로 표로 정리하면 다음의 표 1과 같다.

과거에는 표 1상의 인구추진 방식이나 직경 800mm 이하의 관중을 추진할 때 압입방식을 사용하여 왔으나 점차 기술의 발달로 인해 각각의 공법에 맞는 굴진방식을 채택하고 있는 것이 세계적인 추세이다. 또한 표 1에서 표기하고 있는 소구경관 추진방식은 직경의 제한영역이 점차 커지는 관계로 2000mm의 추진관을 포설한 실적도 종종 눈에 띄므로 현재의 분류 방법은 지금까지의 기술을 정리하는 정도임을 밝혀둔다.

이러한 분류방법외에도 철관, 콘크리트관, 흙관, 플라스틱관 등 추진관의 재질에 의한 분류도 별도로 존재하는데 본 기사에서는 마이크로터널링의 공법상 분류에 보다 큰 비중을 두기위해 이 부분은 생략하기로 한다.

공법분류의 궁극적인 목표가 경제성의 비교에 있는 만큼 비교의 중요점을 서술하면, 보조공법의 필요성, 수직구(입갱)의 크기, 허용추진거리의 한계 등을 들 수 있는데, 시공현장의 여건과 적용토질의 적정성을 함께 고려하여야 한다.

나. 각 공법별 특성 및 장/단점

전 절에서 언급한 표에서 1 또는 2공정식의 차이점은 하나의 터널을 시공하는데 있어 한번의 추진(굴진)으로서 완공이 될 경우 1공정식이라 하고, 상대적으로 가느다란 관을 보내 목적하는 구경의 관을 인발·압입하는 경우에 2공정식이라 한다. 이제 각 공법별로 특성 및 장단점을 설명하는데 있어서, 표 1의 상단부 공법은 점차로 아래의 소구경관추진공법

표 1. 마이크로 터널링공법의 종류



으로 대체되어가는 추세이므로 소구경관추진공법 위주로 서술하고자 한다.(표 2 참조)

(1) 압입방식

강관, 소구경관 추진용 흡관을 유압력으로 직접압입하는 1공정식과 선도체 또는 유도관을 먼저 압입한 후 강관, 콘크리트관 등을 압입 추진하는 2공정식으로 나뉜다.

(2) 오거방식(Auger type)

이 방법은 선단부에 굴착헤드를 장착하여 방향 수정 기능을 가지고 있는 선도체를 밀게 되는 추진관이나 유도관 안에 압입한 오거스크류 및 케이싱으로 굴착된 토사를 발진수직구로 배토하는 공법을 총칭한다.

(3) 슬러리 주입방식

소구경의 현탁액주입 굴진기를 원격조작하여 추진시키는 공법으로서 이 공법은 굴착을 회전식 커터로 하여 굴착된 토사는 슬러리형태로 만들어 파이프를 통해 지상으로 배출한다. 방향의 수정은 굴진기에 부착되어 있는 자동제어조정축에 의해 행해지고, 1·2 공정식이 있다.

(4) 수평 보어링방식

선단부에 칼날(blade)을 부착하여 강관의 본체를 회전하면서 추진용 잭키에 의해 회전하여 추진하는 방식이다. 표 1에서 보는 바와 같이 1중케이싱방식은 단단한 지반이나 모래와 자갈등이 혼재되어 있는 지반에 사용하는데, 추진선단부만 회전하는 것이 아니고, 추진관 전체가 회전하므로 강관만을 사용한다.

2중케이싱방식은 관 본체의 내부에 회전케이싱을 장착하여 그 회전케이싱의 회전에 의해 굴착을 수행하고, 외부의 케이싱은 압입하여 시공한다. 물론 시공이후에는 내부 회전케이싱은 뽑아내고 마감한다.

(5) 수압밸런스방식

이 방식은 압입방식 또는 오거방식의 응용방식으로 볼 수 있는데, 추진장치의 밀폐구조로 막장을 완전히 물로 충전하여 지반내의 수압밸런스를 유지하며 굴진기 선단부로 굴착하는 방식이다. 방식은 역시 1·2공정식 두가지 방식이 있다.



(6) 저내하력방식

본 공법은 상대적으로 토압·수압의 영향이 적은 지역에 가벼운 재질의 플라스틱관을 삽입하여 시공하는 방법으로서 플라스틱관을 직접 잭으로 밀 경우 결합부위의 파손을 방지하기 위해 내부의 강성롯드와

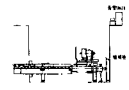
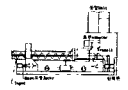
중간중간에 롯드와 관을 연결하기 위한 팽창재를 사용하여 일체화시킨 후 롯드를 밀는 형태의 방식이다.

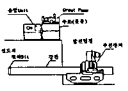
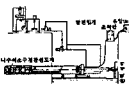
이상으로 각 공법 및 방식의 특징을 간략히 소개한 것을 다음의 표 2에서 상호비교 및 시공방법의 이해를 돕기위해 특징, 시공방법, 굴착방법, 토사배출방법, 방향수정장치, 표준추진거리(지속적으로 개선

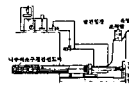
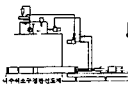
표 2. 각 추진방식별 특징 비교

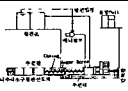
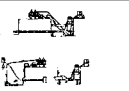
구분	압입 방식	
	1 공정식	2 공정식
특징	선도체로 지반을 압축해 포설하면서 관을 추진하므로 배토는 하지 않음. 비교적 큰 추진력을 요하며 강관을 주로 사용한다.	1공정에서 선도체 및 유도관을 삽입하여 2차공정에서 확공/추진함. 유도관 후부에 확대커터가 추진관을 접속하고 스크류로 배토함.
시공/장비		
굴착법	압축무배토	무배토 + 확대커터
배출법	-	오거스크류
방향	선도체내부수정식	선도체내부수정식
추진장	20~50m	50~100m
적용관	S, V	H, C, S, D
구경(mm)	200~400	250~750

H-콘크리트관, V-플라스틱관, S-강관, C-도관, D-덕타일관

구분	오거 방식	
	1 공정식	2 공정식
특징	선도체에 직접 추진관을 접속하여 추진을 함. 자갈층에서는 톨러비트등의 특수비트를 사용하여 굴진을 해나감.	1공정에서는 큰 추진력에 대응할 수 있는 유도관을 사용하므로 비교적 경질 점성토, 사질토, 자갈층에서의 추진에 적합함.
시공/장비		
굴착법	오거헤드	오거헤드
배출법	오거스크류	오거스크류
방향	선도체내부수정식	선도체내부수정식
추진장	50~100	60~150
적용관	H, C, S, D	H, C, S, D
구경(mm)	200~700	250~700

구분	수평보어링방식	
	1중 케이싱 방식	2중 케이싱 방식
특징	강관의 선단에 초경굴착 비트를 장착하여 강관본체를 회전하며 추진함. 강관설치후 내벽에 플라스틱관을 설치함.	회전하지 않는 강관안에 스크류부착한 내관을 넣어 내관의 회전에 의해 선단의 굴착비트로 굴착함.
시공/장비		
굴착법	굴착 비트	굴착 비트
배출법	내부공간	스크류부착 내관
방향	-	편심선도체
추진장	20~50	40~60
적용관	S+V	S+V
구경(mm)	200~700	200~700

구분	슬러리주입방식	
	1 공정식	2 공정식
특징	슬러리의 품질 및 압력에 의존하여 선도체에 직접추진관을 접속하여 추진함. 구동방식에 따라 선도체 및 입강방식 있음	1공정식과 굴진 및 추진의 원리는 같으나 제2공정에서 입강으로부터 추진관으로 유도관을 다른쪽의 입강에 밀어 치환함.
시공/장비		
굴착법	밀폐식 커터	밀폐식 커터
배출법	유체수송	유체수송
방향	선도체내부수정식	선도체내부수정식
추진장	80~150	100~170
적용관	H, C, S, D	H, C, S, D
구경(mm)	250~700	250~500

구분	수압밸런스방식	
	1 공정식	2 공정식
특징	오거방식 1공정식 추진방식으로 막장을 물로서 밀폐하여 정상수압에 적용함. 굴착토사는 스크류컨베이어로 반출함	압입방식의 2공정식을 개선한 방법으로서 유도관의 안내로서 확공 추진함.
시공/장비		
굴착법	오거헤드	확대 절단기
배출법	오거스크류	유체수송
방향	선도체내부수정식	선도체내부수정식
추진장	50정도	50정도
적용관	H, C, S, D	H, C, S, D
구경(mm)	250~700	250~700

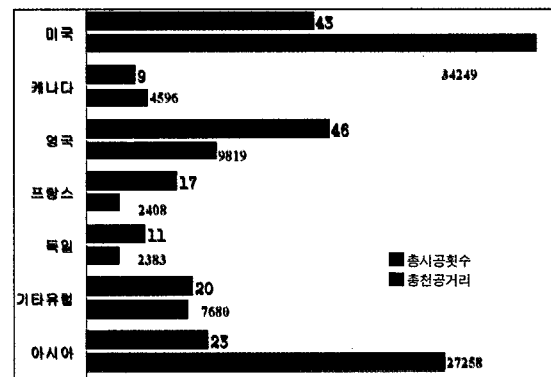


그림 3. 각국의 시공실적(1996년도 한해실적)

실적에 비해 상대적으로 작은 국가에서의 시공기술의 발전과 시공실적이 우세한 것은 사실이다.(그림3 참조) 다만, 그림 3에서 시공길이 및 시공횟수 및 시공연장에서 수적으로 미국의 시공실적이 많은 것은 상대적인 물량의 차이에서 오는 현상으로 해석할 수 있다.

본 공법은 이미 30여년전부터 시공이 시도되어 지금에 이르러서는 곡선시공, 장거리 추진 등의 특수분야에 까지 상당한 수준의 기술력이 축적되어 있다. 기술분야는 2월호에 연재되는 기술편의 자료를 통해 자세히 서술하도록 하고 본 기사에서는 시공실적 및 적

중), 주적용 관중, 최적의 적용구경을 서술하였다.²⁾

3. 기술동향 및 시공일반

가. 개요

본 공법의 특성상 광활한 영토를 가진 국가에서의

²⁾ 최신비개착기술편람 참조(JSTT, 일본비개착기술협회)

용토질에 관한 사항을 개략적으로 언급하기로 한다.

나. 구미각국의 현황

미국의 경우 지역이기주의(NIMBY)의 개념이 강한 관계로 20여년 전부터 비개착공법(Trenchless Technology)이라 하면 주택가 등에서 케이블등을 직접 인발하는 방식의 지향성 착공공법(Directional Drilling)이 주된 관심사항이 있고, 이분야에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

상기의 그림 3에서 보는 바와 같이 시공횟수와 천공거리에 따른 시공실적은 전체물량의 절반이상을 유럽을 위시한 동남아시아 각국에서 우세하게 나타나고 있다.

또한 상기 시공실적에 대비한 적용토질의 조건을 살펴보면 아래의 표 3과 같이 암반보다는 상대적으로 토파가 낮고, 다양한 지반조건에서 시공이 이루어졌음을 알 수 있다.

본 공법의 특성상 추진력의 한계 및 관의 강성에 따라 암반층에서의 시공보다는 토사층에 적용된 사례가 많다. 이는 상대적으로 수직구의 깊이를 낮추어 지층의 변화가 다양하게 변하는 구간에서 적용이 수월하다는 점을 입증하고 있기도 하다.

참고로 ISTT (International Society for Trenchless Technology)의 가입국가 및 단체는 20여개국 및 협회가 있고 다양한 방법의 기술을 개발중에 있다.

다. 일본

전 세계적으로 마이크로터널링공법의 기술적 발전

표 3. 각국별 적용토질별 시공횟수비교

국가	사질토층	점성토층	혼합층	암반층
미국	4	5	31	3
캐나다	1	3	5	-
영국	4	6	35	1
프랑스	3	2	12	-
독일	1	1	9	
기타유럽	2	1	14	2
동남아시아	5	6	5	-

과 시공실적 및 시공기술 노하우의 축적이 가장 잘 되어 있는 나라는 일본이다. JSTT (Japan Society for Trenchless Technology)의 소속단체가 296개이며 이중 227개 단체가 장비제작 및 시공업체이다.

20여년전부터 일본전역에 대한 하수도관 일체정비사업의 일환으로 마이크로터널링공법을 중심으로 개발, 발전시켜 온 이 분야의 기술력은 세계적으로 공인받은 상태이며, 일본내의 시공실적은 대체적으로 다음의 표 4와 같다.

이제 본 공법의 적용정도가 어느 정도인지를 알아보기 위해 다음의 두가지 일본내 시공사례를 통하여 알아보도록 하겠다. 첫째는 관의 크기에 따른 적용토질 및 시공빈도에 대한 검토를 통해 본 공법의 적용범위에 대해 논할 것이고(표 5 참조), 둘째는 지반조건에 따른 시공기간에 대한 검토를 통해 대략적인 시공성을 판단해 보기로 한다. 참고로 본 자료는 여러가지 시공법중 한가지 방법에 의한 자료로 국한하였으며 다양한 시공법상의 시공성 및 최근의 기술동향에 관하여서는 2월호에 연재되는 시공기술발전방향 부분에서 세밀하게 다루도록 하겠다.

다음의 표에서 보듯 현재까지의 기술력으로는 일반토사층에서의 2600mm까지 추진이 가능한 것으로 보이고, 자갈층에서는 상대적으로 관경이 줄어들며, 암반층에서의 시공은 관경의 제약이 상당히 받는 것으로 판단된다.

또한 기술의 추이를 판단하기 위한 중요한 요소가 있다면 공법별 일일추진량을 들 수 있다. 하루에 어느 정도의 굴진이 가능한 지를 파악하는 일은 대상 지

표 4. 각 사업종류별 시공길이 누계

사업별 분류	시공누계(km)	비고
통신사업	150	-
전력사업	560	1951~1991년
상수도사업	842	1980~1990년
하수도사업	6550	1982~1992년

* 각각의 자료가 기간이 일정치 않아 직접적인 시공 누계를 산정하지는 못하였으나, 일본내 마이크로 터널링공법의 연간 사용량이 대략 400km인 점을 감안하기 위하여 본 자료를 제시함.

표 5. 관경별 토질상태에 따른 시공횟수
(1982-1997, 일본 사제공 일본내 시공자료)

관경(mm)	모래, 실트	자갈혼합	암반
500	1		
600	1	1	1
700	2		
800	5	8	1
1000	3	4	2
1100	5	2	1
1200	7	5	
1350	7	3	11
1500	6	7	
1650	5	1	1
1800	3	1	
2000	1	2	
2200	1		
2280	1		
2400	2		
2600	1		

반의 상태에 따라 시공성과 경제성을 파악하는 데 매우 중요한 요소이기 때문이다.

다음의 표 6에서는 각 토질종류별 일일추진량이 서술되어 있는데, 이 역시 개략적인 참고사항이며, 토압, 지하수위, 지반의 응력상태등에 따라 현장적용 시에 많은 변수가 있음을 미리 밝혀둔다.

시공기술향상 및 정책적 지원, 연구개발에의 아낌 없는 투자로 일본은 현재 전세계 마이크로터널링시장의 50%이상을 점유하고 있다. 저심도에서의 지하공간을 활용하는 각종 사회기반시설의 시공뿐 아니라 점차 적용구경의 확대, 다양한 형태의 굴곡시공, 장거리화를 통해 장기간의 기술노하우가 축적되어 있는 실정이다.

라. 신기술 동향

현재까지의 마이크로터널링공법의 적용에 있어 가장 큰 문제점으로 대두되었던 점은 역시 후방에서 굴진기와 추진관을 동시에 추진하는데서 오는 지반과

표 6. 일일추진량 계산사례

작업내용	호칭경 토질구분	1350mm			
		A	B	C	D
관의 설치 과정	송배수관 설치공	20 (분)			
	관 이동설비 구축	15			
	송배수관 및 관부착공	30			
	소계(분)	65			
굴진 준비	측량, 기타공	20			
	슬러리 압력조정	20			
	소계(분)	40			
굴진	굴진속도 (cm/분)	9.3	2.2	0.9	1.7
	굴진시간 (분/1관)	26	110	270	143
매추진관당 소요시간 (분)		131	215	375	248
매추진관별 추진량 작업시간 8시간	추진관수	3.66	2.23	1.28	1.94
	일일량(m)	8.9	5.4	3.1	4.7

* A : 보통토사-자갈함유율 10%미만의 사질토, 점성토, 자갈최대입경 20mm
 * B : 자갈지반-자갈함유율 30%미만, 최대입경 50mm
 * C : 대형자갈지반-자갈함유율 60%미만
 * D : 경질지반-고결토, 연암구간, (1축압축강도 50kg/cm² 정도)

의 마찰력으로 인해 거리상의 한계이다. 최근들어 500m이상 1km정도의 시공이 성공적으로 완료되고 있는 보고서³⁾가 자주 등장하고 있고, 추진책의 성능, 추진관의 재질향상 및 운항방법의 개선을 통해 지속적으로 1회당 시공거리는 점차 늘어날 전망이다.

또한 관경의 확대를 통한 쉘드공법의 대체 공법으로 활용하기 위한 노력이 진행되고 있다. 쉘드공법의 약점중의 하나인 세그먼트 수를 추진관으로 대체할 경우 상당한 비율로 감소시킬 수 있어 원격제어가 이미 가능하고, 막장으로 사람이 들어갈 경우가 극히 드문 마이크로터널링공법이 쉘드공사에 대한 대안으로서 적극적으로 검토될 수 있을 것이다.

마지막으로 상대적으로 얇은 구간에서의 시공을 전제로 한 본 공법의 장점을 최대한 살려 원활한 곡선시공을 통해 시공상 어려운 지반을 부분적으로 피해갈 수 있는 노력도 진행중에 있다. 후방잭킹으로서 직진성을 위주로 시공하던 방식에서 벗어나 이제는

³⁾ 요코하마, (직경 1200m, 추진거리 500m) 등

분할형 추진기와 편심커팅을 이용 곡률반경을 최소화하는 연구가 진행중이고, 일부는 제품화되어 시공에 투입되고 있는 실정이다.

4. 국내현황 및 전망

가. 현재까지의 시공실적 및 기술수준

우리나라에서도 수년전부터 통신구 및 전력구, 가스관, 하수관, 제방통과 등 다양한 분야에서 마이크로터널링공법으로 시공하여 왔다. 지금까지의 시공실적을 간략하게 정리한 것이 표 7에 정리되어 있는데 장비는 전량 수입에 의존하고 회당 시공거리나 시공기술 측면에서 NATM에 버금가는 시공노하우를 축적하기에는 아직 어려운 실정이다. 또한 도로상에서의 시공시 선진국에서는 지상장비를 제외한 일체의 장비를 2층내지는 3층구조의 수직구내에 설치하

표 7. 국내 시공실적 및 시공정도

회사명	최대관경(mm)	시공거리(m)
A사	1500	4,020
B사	-	440
C사	2400	3,062
D사	1650	1,000
E사	314	1,500

고 하루에 필요한 추진관을 미리 넣어두고 복공관으로 덮어서 시공을 하는 반면 도로점용을 통한 인근주민의 불편을 야기하는 상황이 발생하는 등 아직은 미숙한 부분이 많은 것이 사실이다.

이는 시공초기에 발생하는 어쩔 수 없는 시행착오로서 시공실적이 쌓이고, 그에 따른 노하우가 증진되면 긍정적인 방향으로 시공 및 설계가 이루어 질 것이다.

나. 향후 전망

이 분야에 대한 연구 및 시제품의 개발이 이미 국책과제의 형태로 상당부분 진전되어 있고 장비의 국산화에 대한 관심을 가지는 사업자들이 점차 늘고 있

는 시점에서 우리 스스로의 힘으로 본 분야의 발전을 이끌어 나갈 날이 멀지 않다고 생각하며, 여기서 주의할 점은 이미 오래전부터 이 분야에 많은 투자와 연구개발을 해온 사례들을 충분히 검토하여 주변지반에의 영향을 최소화하는 방향으로 연구가 진행되어야 할 것이다.

5. 결론

마이크로터널링공법 자체가 대상으로 하는 영역이 지반이기 때문에 앞으로 학계와 관련기관의 전문가들이 지속적으로 관심을 가지고, 천층에 대한 각종 사회기반시설의 정밀한 시공을 도모하고자 노력한다면 우리 자체의 기술력을 비교적 단기간내에 습득이 가능한 분야이고, 기계식 터널공법의 일부분으로서 이미 상당부분 이에 대한 학술적 물적기반이 국내에 쌓여 있는 상태이기 때문에 지반학계와 기계전문업계간의 관심이 요망되는 분야이다.

다음호의 기술분야에서 자세히 언급이 되겠지만 장비의 고도화와 더불어 시공기술의 향상이 동시에 진행되어 도심지 등에서의 공사시 주민들의 불편을 최소화할 수 있는 방안을 모색하는 것 또한 중요하다.

끝으로 본 기사의 작성에 충분한 자료제공과 아낌없는 조언을 해준 JSTT(일본비개착기술협회)와 ISEKI Polytech-Korea의 서현욱사장에게 감사하게 생각하고, 본지 2월호의 기술분야에 많은 독자의 관심을 기대하며 짧은 글을 마치고자 합니다.