

## 마이크로 벤치컷 공법

### 1. 머리말

지반조건이 불량한 대단면 터널에 적용된 NATM 공법의 경우, 터널을 상 하 반단면으로 분할 굴착하는 벤치컷(bench cut) 공법이 지금까지 표준공법으로 활용되고 있다. 이 경우 롱 벤치컷(long bench cut) 공법 및 쇼트 벤치컷(short bench cut) 공법을 적용한 시공이 일반적이다. 그러나 기존 벤치컷 공법은 시공성, 안전성, 작업환경의 측면에서 여러 가지 개선의 여지를 안고 있다.

따라서, 본고에서 소개하는 SMB공법(Sato Micro Bench Cut Tunnelling Method)은 개발된 유압식 점보 및 슛크리트 로봇을 이용하여 벤치 길이를 줄이고 상반 및 하반 동시 굴착을 가능케 하여 시공성과 안전성, 작업환경의 근본적인 개선을 꾀한 효율적인 터널 굴착 시스템이다. 그림1은 마이크로 벤치컷 공법의 모식도를 보여주고 있다.

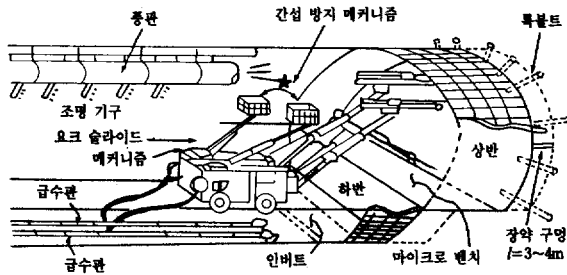


그림1. 마이크로 벤치컷 공법 모식도

표1. 공법 비교표

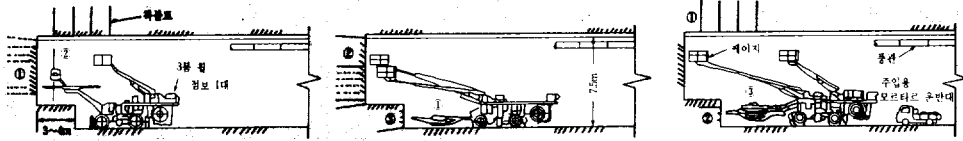
	벤치컷 공법	마이크로 벤치공법
시공성	상반 및 하반 분할작업에 따른 시공 효율의 저하	상반 및 하반의 병행시공을 통해 공정을 단축하고 시공 효율이 향상됨
안전성	상반 및 하반의 분할작업에 따른 시공장비의 접촉장애 발생	천공에서 슛크리트 타설까지 일련의 작업을 동일 막장에서 수행함으로써 작업이 단순해지고 안전성이 향상됨
경제성	기계나 작업자 및 직업장비의 증가로 시공비용 상승	사용 기계를 줄이고 노무절감이 가능 환기용 풍관, 전선 등이 발파 때문에 손상되거나 타설작업의 지연이 생기는 것을 방지함
작업환경	스�크리트 및 버력처리작업 중 발생하는 분진 및 배기가스가 상 하반의 두 군데에 걸쳐 발생하여 갱내 환경의 악화요인이 됨	동일 막장에서 작업을 수행함으로써 버력처리, 슛크리트 작업의 횡수를 기존의 절반으로 줄일 수 있고, 이에 소요되는 환기량을 충분히 확보함으로써 분진 및 배기가스의 배출시간이 감소하며 갱내 환경의 개선을 도모함

### 2. 기존공법과의 비교

표1은 기존 벤치컷공법과 마이크로 벤치컷공법을 시공성, 안전성, 경제성 및 작업환경의 측면에

서 비교한 것이다. 특히 마이크로 벤치컷 공법에서는 작업의 기계화가 가능하여 필요한 작업공간을 감소시킴으로써 인력 소요가 기존공법에 비해 대폭 줄었다.

## 기술동향



### 시공순서

- I. ① 상반 장약 구멍 천공  
② 록볼트 구멍 천공

- II. ① 상반 록볼트 타설  
② 상반 장약 구멍 천공  
③ 하반 록볼트 천공

- III. ① 하반 록볼트 타설  
② 상반 다이내마이트 장전  
③ 하반 다이내마이트 장전  
④ 상반·하반 동시 발파

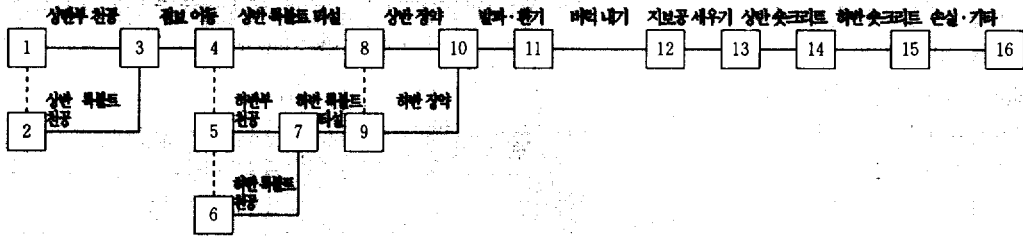


그림2. 마이크로 벤치컷 공법의 시공 순서도

### 3. 시공방법

굴착 단면은 막장의 안정성을 확보하기 위해 상반과 하반 둘로 나누고 막장의 안정성과 작업 공간을 확보하기 위해 벤치길이를 3~4m로 한다. 상반과 하반 동시 병행작업의 시공 순서는 다음과 같다. 이 공법의 특징은 마이크로 벤치컷공법용으로 개발된 유압식 휠 점보(wheel jumbo,

3booms, 2 charging cages 장착)를 이용하여 병행 작업을 하는 것이다.(그림2 참조)

① 상반 장약 구멍과 록볼트 구멍은 병행작업으로 천공한다. 이때, 슬라이드식 charging cage는 2대 모두 점보의 맨 뒷부분으로 이동하고 있으므로 천공용 붐(Boom)과 얽히지 않고 효율적으로 천공할 수 있다.

② 상반 천공 작업이 끝난 뒤 유압식 휠 점보는 4~5m 후퇴하여 하반 장약 구멍과 록볼트 구멍을 천공한다. 이와 병행하여 2대의 charging cage를 상반 막장까지 슬라이드시켜 록볼트를 타설하고, 이어 장약한다.

③ 하반도 상반과 마찬가지로 천공이 끝나면 록볼트를 타설하고 장약한다.

4. 맺음말

본 공법에서는 숏크리트 타설 시간을 단축시키고, 지보설치를 원활히 하기 위해서 기 개발된 유압식 휠 점보와 숏크리트 로봇의 활용이 필수적이다. 일본에서는 여러 대단면 도로터널에 적용되어서 높은 효율성 및 적용성을 보였다. 시공이 끝난 터널의 경우를 보면 매우 빠른 속도의 시공과 인력절감 효과를 확인할 수 있는 것으로 나타났다.

본 마이크로 벤치마크공법은 터널 단면을 효율적이고 안정하게 굴착하는 것이 가능하므로 지질의 변화가 심한 지역에서의 대단면 터널도 안전하게 시공할 수 있다고 판단된다. ☺

- 자료: 日本 ジェオフロッテ 研究會  
"山岳 イソネル의 新技術" 1996. 1.
- 자료제공: 김창용(지반연구실)

상향류식 자갈접촉산화법을 이용한 수질정화시설

하천정화법중 자갈을 이용한 직접정화기술로는 주로 수평류식

을 사용하여 왔으나 본고에서는 상향류식 자갈접촉산화법에 대하여 기술하고자 한다. 원리는 기존의 자갈 접촉산화방식(接觸酸化方式)과 같으나 기존의 방식에서는 부유물질의 침적 및 생물막의 脫離가 일어나 유출수질의 악화 및 공극의 막힘 등이 문제가 되기 때문에 이를 보완하여 유입된 하천수를 1차침전 후, 여재와 상향류식으로 접촉하고 여재하부에 포기장치를 두어 막힘이 일어날 때 슬러지 배출용으로 사용하는 방식이다.

상향류식 자갈접촉산화법은 2가지 큰 특징을 갖는다. 첫째, 기존의 수평류를 지양하고 상향

류를 채택함으로써 상향류에 의해 물보다 밀도가 낮은 부유물질이 자갈층에 부착, 침강이 보다 용이하게 되며, 물의 흐름은 여재 전체단면을 균질하게 흐르게 되어 여재층을 유효하게 이용할 수 있게 된다는 점이다. 둘째, 하부에서 상부로 갈수록 입경이 작은 자갈의 여재를 사용하고 최상부는 燒成球狀濾材를 사용하여, 2가지의 여재를 혼용한 점이다. 후자의 여재는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 입경이 균일한 球狀濾材이기 때문에 편류가 발생하지 않고, 따라서 유효 접촉면적이 자갈에 비해 2~4배 증가하

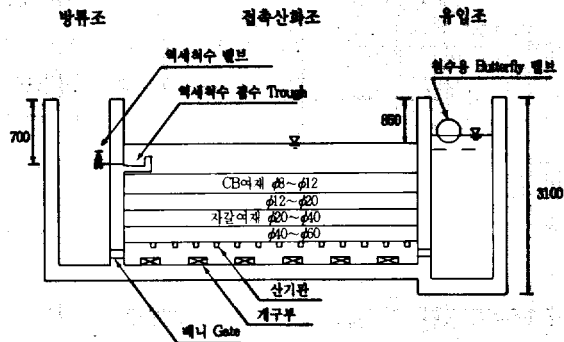


그림1. 정화시설 종단면도