

# 동김천~문경 주배관 건설공사 현장의 세미실드 적용사례

글 황인용 \ 동김천~문경 주배관 건설공사 현장 대리 \ 전화 054-531-0780 \ E-mail gghiro@ssyenc.com

## 1. 머리말



본 사업은 지식경제부의 제9차 장기천연가스수급계획에 의해 전국 74개의 천연가스 미공급 지역 중 타당성 조사를 통해 상주, 무

주, 김천, 삼척, 포항, 통영 및 거제 등 17개 공구의 천연가스 우선 공급지역을 선정하여 발주되었다. 우리회사는 김천, 상주지역의 가스공급을 위해 총연장 약 60km의 천연가스 주배관을 매설하는 동김천~문경 주배관 건설공사를 2009년 6월에 수주하여 현재 공사를 수행하고 있다.

당 현장의 천연가스공급은 2010년 6월부터 2012년 12월까지 3차례로 나누어 진행된다. 현재 청리공단과 상주지역은 천연가스가 공급되고 있으며, 2012년 12월 문경관리소 가스공급을 목표로 잔여공사를 수행하고 있다.

본고에서는 우리 현장이 공기단축을 위하여 적용한 하천횡단공법 중 하나인 세미실드공법에 대하여 소개하고자 한다.

## 2. 공사 개요

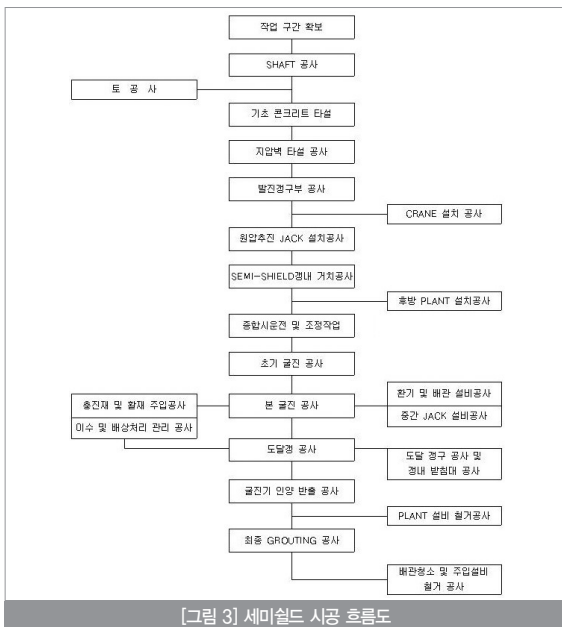


- 1) 공사명 : 동김천~문경 주배관 건설공사
- 2) 공사위치 : 경북 김천시~경북 상주시 일원
- 3) 공사기간 : 2009년 6월 10일~2012년 12월 31일
- 4) 공사금액 : 833억 원
- 5) 발주처 : 한국가스공사
- 6) 설계사 : 현대엔지니어링
- 7) 시공사 : 쌍용건설(60%), 경남기업(40%)
- 8) 공사내용
  - 주배관 매설 : 60.1km
    - 30인치 : 44.6km
    - 20인치 : 15.5km
  - 공급관리소 : 6개소(중설 1개소, 신설 5개소)
  - 수압 및 기밀 시험 실시

### 3. 세미실드공법

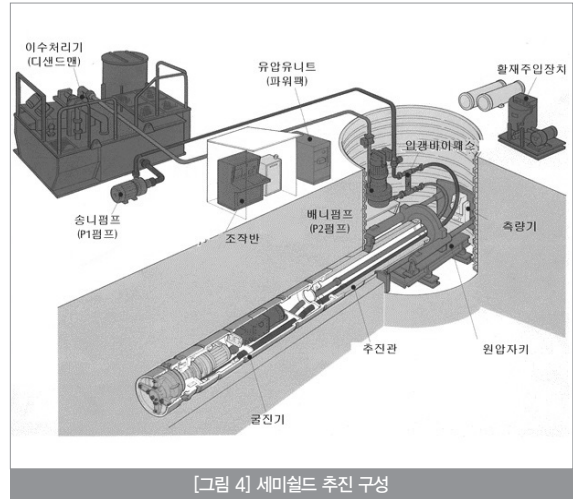
세미실드공법은 굴진이라는 강제 원동형의 굴착기계를 굴진구내에 투입시켜 기계의 선단부에 장착되어 있는 굴착용 커터 헤드를 회전시키면서 지반을 굴착하고, 각종 보조공법(이수 및 활재 주입)으로 막장면의 붕괴를 방지하면서 굴진구에 설치된 추진잭으로 추진시키는 것을 반복하여 굴진하는 원리를 적용한 공법이다.

#### 1) 세미실드공법의 구성



[그림 3] 세미실드 시공 흐름도

세미실드공법은 크게 굴진기 및 추진설비가 설치되는 발전구, 쉴드기에 추진력을 전달하고 굴착된 단면의 안정을 유지하며 최종적으로 관로를 형성하는 추진관 및 굴진기가 인양되는 도말경 등으로 구성된다.



[그림 4] 세미실드 추진 구성

#### 2) 실드공법의 분류

실드의 분류는 전면의 구조형식에 따라 개방형 실드와 밀폐형 실드로 구분한다. 개방형 실드는 전면 개방형과 부분 개방형으로 구분된다. 전면 개방형 실드는 굴착방법에 의해 인력식 실드와 반기계식 실드 및 기계식 실드의 3가지로 분류되며, 부분 개방형 실드에는 블라인드식 실드가 있다. 밀폐형 실드는 토압식과 이수가압식으로 구분되며, 토압식 실드는 토압실드와 이토압 실드로 구분된다.

##### 가. 개방형 실드

전면 개방형 실드는 터널막장면의 전부 또는 대부분이 개방되어 있는 실드를 말하며, 막장의 자립을 전제로 하고 있다. 자립하지 않는 막장에 대해서는 보조공법에 의해 자립조건을 만족시켜야 한다. 부분 개방형 실드는 막장의 대부분이 밀폐되어 있지만, 그 일부에 토사 유입구를 설치하여 토사의 유입을 조절하는 것에 의해 막장의 안정을 유지하는 구조로 되어 있다.

##### ① 인력식 실드

토사의 굴착을 쇼벨, 곡괭이, 브레이커 등에 의해 인력으로 작업하며, 벨트컨베이어와 굴착토 운반차 등으로 배토하는 실드공법이다. 이 실드에는 토질의 상태에 따라 후드(Hood), 기타

토류공 및 토류 등 막장의 안정기구를 설치하는 것이 바람직하다.

#### ② 반기계식 쉴드

인력식 쉴드에 굴착기, 적입기 및 굴착적입겸용기 등을 조립한 것으로 굴착중의 막장은 크게 개방되어 있는 것이 많고 굴착중의 토류는 곤란하다.

#### ③ 기계식 쉴드

전면에 커트헤드를 장착하여 토사를 기계적인 연속작업으로 굴착하는 쉴드이다. 커트헤드 등에 의해 어느 정도의 토류효과를 기대할 수 있다.

#### ④ 블라인드식 쉴드

막장면을 밀폐하여, 그 일부에 조절 가능한 토사 유입구를 장착한 쉴드를 말한다. 이 쉴드는 쉴드 전면을 지반에 관입시켜 관입부분의 토사를 소성 유동화하여 토사 유입구에 의해 배토하는 것이기 때문에 소성 유동화 상태의 배토저항을 조절하는 것에 의해 막장의 안정을 꾀한다.

#### 나. 밀폐형 쉴드

격벽을 갖고 있으며 막장과 격벽 사이의 챔버(Chamber) 내부를 토사 또는 이수로 채우고, 토사 또는 이수에 충분한 압력을 유지시켜 막장의 안정을 도모하는 구조의 기계 굴착식 쉴드를 말한다.

#### ① 토압식 쉴드

굴착토를 이토화시켜 소정의 압력을 가하여 막장의 안정을 꾀하는 것으로 혼합기구, 굴착토를 배출하는 배토기구, 굴착토의 압력을 일정하게 유지하는 제어기구 등의 설비를 장착한 쉴드이다.

#### ② 이수가압식 쉴드

이수에 소정의 압력을 가하여 막장의 안정을 유지하며, 이수의 순환에 의해 굴착토의 액상수송을 시행하는 방식이다. 지반을 굴착하는 굴착기구, 이수를 순환시켜 이수에 일정한 압력을 가하기 위한 설비, 굴착 수송된 이수를 분리하여 이수를 소정의 소성상태로 조정하기 위한 설비, 이수처리설비 등을 구비한 쉴드이다.

### 3) 세미쉴드공법의 장단점(개착공법과의 비교)

#### 가. 장점

- ① 가시설공 설치량 및 토공량이 적다.
- ② 교통상황에 구애받지 않는다.

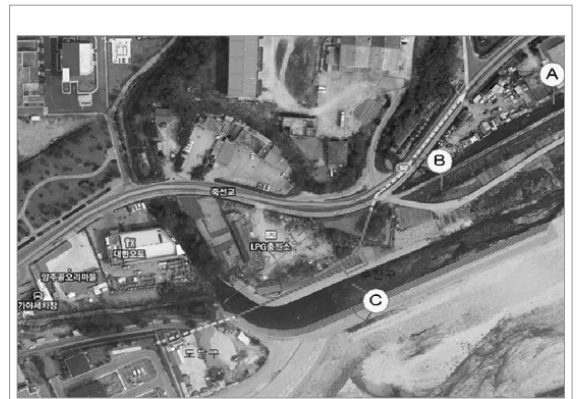
- ③ 진동 및 소음 발생이 적다.
- ④ 공기가 단축된다.
- ⑤ 작업 인원이 적게 투입된다.
- ⑥ 안전성이 확보된다.

#### 나. 단점

- ① 곡선시공이 불가능하다.
- ② 토피가 얇으면 막장의 안정이 어렵고 지반침하의 우려가 발생한다.
- ③ 시공중 단면의 변경이 불가능하다.
- ④ 초기투자가 많고 전문인력 확보가 어렵다.

## 4. 현장 적용사례

### 1) 현장 개요



[그림 5] 현장 전경

- 위치 : 경북 김천시 대광동(하천명 : 감천)
- 적용공법 : 이수가압식 세미쉴드(하천 횡단)
- 추진연장 : 90m
- 추진관경 : D1,200mm

### 2) 지반조사 실시

당초 상기 하천을 횡단하기 위해 개착식 공법으로 설계되었지만 하천 상류에 하수종말처리장이 위치하여 지속적으로 방류수가 감천으로 공급되고 있어, 일반 개착식 공법으로는 차수 및 유수의 처리에 어려움이 있어 지반조사를 실시하여 하천횡단을 위한 합리적인 공법을 검토하였다.

표 1 지반조사 내용

조사항목	수량	단위	규격	비고
시추조사	2	개소	NX size(76mm)	
표준관입시험	13	회	KS F 2307	1.5m 간격
함수비시험	2	회	KS F 2306	
액성한계시험	2	회	KS F 2303	
소성한계시험	2	회	KS F 2304	
입도분석시험	2	회	KS F 2302	
#200체 통과량	2	회	KS F 2309	
비중시험	2	회	KS F 2308	
투수시험	1	회	KS F 2322	

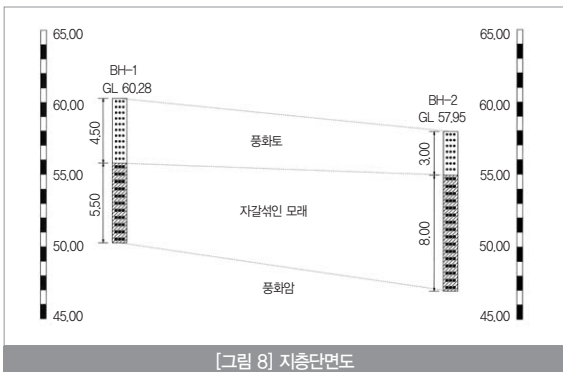


[그림 6] 시추조사 위치도



[그림 7] 시추조사(보링) 전경

가. 시추조사 결과



[그림 8] 지층단면도

조사 구역의 지반상태를 파악하기 위하여 NX(76mm) size로 2 개소를 선정하여 시추조사를 실시하였고, 지층상태는 지표에서부터 아래로 풍화토, 자갈섞인 모래, 풍화암의 순으로 형성되어 있는 것으로 조사되었다.

① 풍화토층

실트섞인 모래로서, 느슨하고 습윤한 상태이며 하부로 갈수록 자갈이 함유되어 있다. 층후는 3.0~4.5m로 N치는 6~10으로 측정되었다.

② 자갈섞인 모래층

자갈섞인 모래로서 습윤하고, 느슨~보통 조밀한 상태이다. 하부에는 암맥이 형성되며, 층후는 5.5~8.0m로 상부층의 N치는 6~10, 하부층의 N치는 38~50으로 측정되었다.

③ 풍화암층

풍화암층의 상부는 습윤한 암편섞인 자갈질 모래이고, 풍화정도는 심한풍화(Highly Weathered) 상태이며, N치는 50으로 측정되었다.

3) 공법검토

지반조사결과 감천은 사질토층으로 지층이 구성되어 있고, 유량이 많고 유속이 빨라 작업자의 안정성 확보 및 공기를 고려할 때 세미실드공법을 적용하는 것이 타당하다고 판단되며, 자갈섞인 모래층이 존재하여 이수가압식 공법을 적용하였다.

4) 시공설비

가. 세미실드 장비

항목	규격	
크기	D : 1,200mm	
중량	13.3tonf	
송배기관	100mm	
면판	토크	219 / 186kN·m
	회전수	1.7 / 2.0RPM
	스크레이퍼 Cutter	29개
크라셔	전동기	45kW
	최대일축압축강도	200MPa
	파쇄방식	콘 크래셔
	편심회전수	1.7 / 2.0RPM
크라셔	파쇄경	40mm 이하
	최대일축압축강도	200MPa

방향제어	제어방식	레이저 유도방식 각도 표시 지시계 병행	
	잭 추력	1,074kN × 2개	
	편향각	상하	1.7도
좌우		1.2도	
컨트롤유압유닛	전동기	2.2kW	
	펌프형식	기어타입	

#### 나. 이토반출 및 재료반입 설비

항목	규격
이수처리량(m <sup>3</sup> /min)	2.0
처리능력(tonf/hr)	9 ~ 12
교반펌프(kW)	3.7
진동프레임(kW)	3.0(2대)
사이클론펌프(kW)	15
1차 탱크 침전조(m <sup>3</sup> )	15
2차 탱크 저장조(m <sup>3</sup> )	15(일체형)
중량(tonf)	3.7

#### 다. 기타 부대설비

항목	규격
전력설비	발전기 300kW 1대
조명설비	300W 수은등 7개
통신설비	무전기
환기설비	7.5kW 배풍기
운반설비	배니펌프 : 1대 송수펌프 : 1대 교반펌프 : 1대
송니 및 배니 운반설비	4" 배관 및 이수처리장치
안전통로	안전계단 설치
소화 방화 설비	3.3kg 분말식 소화기 2대

#### 5) 세미셴드 시공사진



[그림 9] 발진구 천공작업



[그림 10] 발진구 Sheet Pile 설치



[그림 11] 발진구 치수공법(JSP) 실시



[그림 12] 이수처리 플랜트 설치





[그림 13] 반력벽 설치



[그림 14] 세미실드 추진



[그림 15] 천연가스 주배관 설치

## 6) 세미실드 시공결과

당초 개착식 공법으로 시공시 예상했던 공사기간은 3개월이었으나, 세미실드공법을 적용하여 21일 만에 하천 횡단을 완료하였고, 기계를 통한 시공으로 안정성 확보 및 도금액 증액 등의 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

## 5. 맺음말

본 공사는 상주시가 상주시 공성면 청리지역에 조성된 산업단지 내에 태양광 전지판의 소재를 생산하는 웅진 폴리실리콘을 유치 하면서 1차적으로 2010년 6월까지 천연가스를 공급기로 합의된 구간이 포함되었지만, 현실적으로 민원 발생이 예상되는 축사밀집 지역, 문화재 발굴구간, 경암구간 등으로 인해 성공적인 마무리를 장담하지 못하는 상황이었다. 이러한 악조건에서 공사전 적극적인 주민 홍보, 노선 변경 및 신공법 검토 등의 직원들 노력으로 천연가스의 적기 공급을 완료하였고, 이를 발주처로부터 인정받아 국내 유수의 건설사들 사이에서 2010년 발주처 최우수 시공사로 선정되었으며 우리회사의 위상을 드높일 수 있었다. 또한 이를 통해 향후 주배관 프로젝트 수주에 긍정적인 영향이 있으리라 기대한다. S