

# AGF 직천공 강관보강공법 설계적용 및 시공사례

이태세\*, 하광현\*, 백동호\*, 김대활\*

## 1. 머리말

일반적으로 널리 알려진 강관다단 그라우팅 공법은 터널보강 공법의 일환으로 정착되어 널리 사용되고 있는 실정이다. 그러나 현장 지반은 연약층이 포함되는 복합적인 지질구성 또는 호박돌층이 혼재되는 등 지질조건이 대단히 불균질하여 천공 후 강관의 삽입시 천공홀 내의 무너짐 또는 이물질 혼합 현상 등으로 강관의 삽입이 용이하지 않은 관계로 정밀시공이 힘든 경우가 많은 것이 현실이다. 이의 개선대책으로 개발된 AGF(All Ground Fasten) 직천공 강관 그라우팅 공법은 천공과 동시에 강관이 삽입되므로 과거에 겪었던 천공 후 강관삽입의 어려움을 일시에 해결하는 공법으로 다른 공법에 비해 공기 단축, 정밀 시공, 공사비 절감 등을 꾀할 수 있는 공법으로 추천되고 있다. 또한 본 AGF 직천공 강관

그라우팅은 그라우팅 측정장치의 도입으로 촬영된 현장지반조건을 분석하여 그라우팅재료를 선택하게 되므로 일반 주입 공법으로 해결하기 어려운 지반 및 환경조건 하에서 차수 및 보강효과를 동시에 확보할 수 있다.

본 고에서는 MCG(Multi-mixing counterflow prevented Grouting)약액 주입재 그라우팅과 우레탄 그라우팅의 시공사례 조사를 근거로 지반보강 효과도 분석된다.

또한 서울지하철 9호선 000공구 00길 과업구간의 AGF 직천공 보강공법 적용에서는 터널의 정밀시

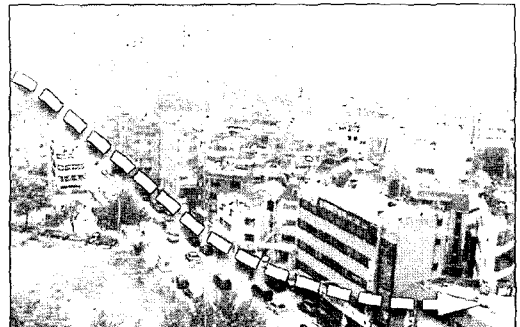


그림 1. 000 공구 터널통과 구간

\*1 정회원, (주)삼보기술단 지반사업부 과장(itse@paran.com)

\*2 정회원, (주)삼보기술단 지반사업부 전무

\*3 정회원, (주)삼보기술단 지반사업부 이사

\*4 비회원, (주)지중공영 이사

공을 통한 안전성 확보 확인을 위해서 수치해석 예 상변위값과 현장측정 계측값이 비교검토된다.

## 2. 현장개요

서울지하철 9호선 000공구의 터널구간은 그림 1과 같이 대부분 도로중심을 지나고 있으며, 폭 15m의 4차로로 교통량이 많은 00길은 하천복개도로의 하부를 통과하고 있다. 도로폭원이 협소한 주변에는 일반상업 및 주거밀집지역으로 주택이 재건축중이며, 지하 주요지장물이 지표로부터 1.0~2.0m에 상수관, 체신관로, 하수관, 도시가스관, 복개하수BOX(4연BOX, 3연BOX, 1연BOX 등)가 매설되어 있다. 또한 상부에는 2개소에 하천복개 교량이 있다.

해석단면 지층조건은 그림 2와 같이 매립층 GL(-) 0~1.06m, 충적층 GL(-) 1.06~7.70m, 풍화토층 GL(-) 7.70~14.75m, 풍화암층 GL(-) 14.75~31.82m, 연암층 GL(-) 31.82m이하로 지층이 분포되어 있으며, 지하수위는 GL(-) 4.00m로 조사되었다.

터널이 통과하는 전 구간은 포장부를 포함한 보조기층 두께가 1.2m이고 매립층은 평균 GL(-) 1.2~

1.7m, 충적층은 GL(-) 4.5~7.0m가 터널상부에 위치하고 있으며, 풍화토층은 GL(-) 8.5~17.0m로 터널 천단부에서 인버트부까지 변화하며 분포하고 있다. 풍화암층은 GL(-) 23.5~35.0m로 터널 하단부에 분포되어 있고 지하수위는 평균 GL(-) 4.0m 정도로 터널천단에서 높이 6.0m 상부에 위치하고 있다. 그림 3에 대표적 심도별 N치 분포를 참고로 나타내었다.

## 3. 굴착 및 보강공법의 설계적용 및 시공

### 3.1 굴착공법의 선정

검토 구간의 터널을 상술한 바와 같이 풍화토 지반(일부 풍화암)을 통과하므로 굴착중 안정성을 확보하기 위해서 그림 4와 같이 천단부, 측벽부에 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법을 적용하였다. 또한 하부 및 막장에는 GRP 락볼트 보강을 적용하였으며, 굴착공법은 풍화토 지반에서 많이 적용하는 Ring Cut+기계굴착이다. 터널이 통과하는 지층이 충적층, 풍화토로 구성된 구간의 천단부는 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법(ø 114mm×15m)을 적용

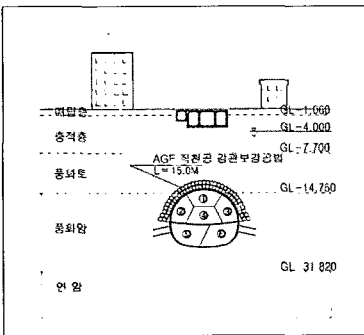


그림 2. 단면 개요도

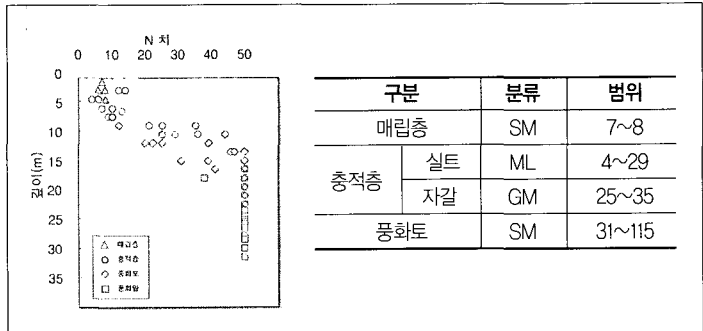
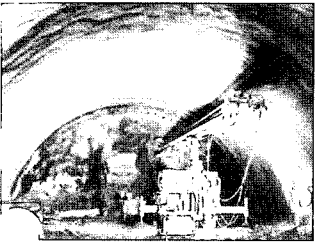
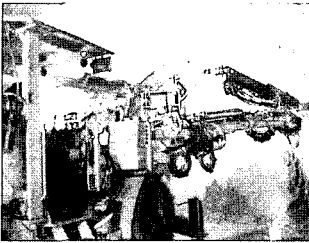
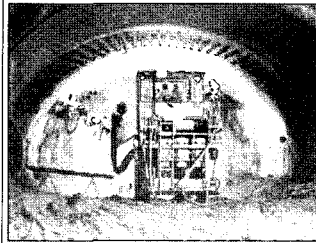


그림 3. 심도별 N치분포

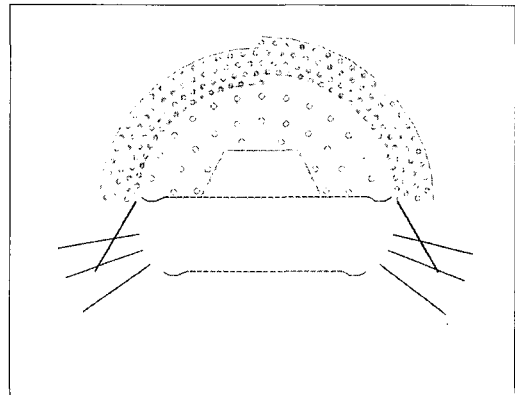
## | AGF 직천공 강관보강공법 설계적용 및 시공사례 |

**표 1. 굴착보강공법 비교**

구분	RPUM 방식	AGF 방식	AT 방식
단면			
지보간격	0.8m	0.8~1.0m	0.8~1.0m
보강방법	· 대구경 직천공 강관보강 (Ø114, T=6mm) · L=12m	· 대구경 직천공 강관보강 (Ø114, T=6mm) · L=12~15m	· 대구경 직천공 강관보강 (Ø114, T=6mm) · L=12~15m
보강재	· 시멘트 또는 LW	· 시멘트 또는 LW · 우레탄계도 가능	· 시멘트 또는 LW
사용장비	· 터널전용 특수장비	· 점보드릴 또는 유압드릴	· 점보드릴 또는 유압드릴
직천공방식	· Casing Bit가 천공홀 속에 남고 Pilot Bit는 회수 · Casing Bit가 각 천공홀마다 손실됨	· 확장식 Bit로 천공후 강관(Casing)만 천공홀속에 남게됨 · Casing bit가 필요 없으므로 경제적인 공법임	· Ring Bit가 천공홀 속에 남고 Pilot Bit는 회수 · Ring Bit가 각 천공홀마다 손실되므로 단가가 높아짐
장·단점	· 천공각도를 유지하기 위해 굴착단면의 확폭이 필요 · 굴착단면의 변화로 라이닝 단면변화부에 응력집중우려 · 강지보재의 종류가 복잡· 강관길이가 12m 단관으로 취급이 어려움 · 전용장비 의존으로 장비 수급이 어려움	· 일정단면 및 확폭도 가능 · 장비 선택이 자유로움 · 강관 길이가 3m정도이므로 소운반이 용이 · 토공, 슛크리트량을 최소화 할 수 있음	· 천공 각도를 유지하기 위해 굴착단면의 확폭필요 · 굴착단면의 변화로 라이닝 단면 변화부에 응력집중우려 · 강관 길이가 3m정도이므로 터널내 소운반이 용이

하였고, 측벽부에도 AGF직천공 강관 그라우팅 공법(Ø76mm×4m)을 적용하였다. 또한 GRP 하반부에 시멘트 그라우팅(L=7~8m)과 막장 보강용으로 선형 그라우팅(Ø25mm×6m)을 적용하여 슛크리트(250mm)를 강지보공(H125mm)에 타설하는 것으로 계획하였다.

굴착공법의 선정에는 표 1의 검토과정을 통해 AGF공법이 우수한 것으로 판단되었으며, MCG약액을 지반에 침투시켜 보강하여 아치형 고결체가 형성되도록 하였다. MCG공법은 약액주입에 의한 미



**그림 4. 보강공법 적용개요도**

표 2. MCG 표준배합

(마이크로시멘트 분말도 : 6000cm<sup>2</sup>/g 이상)

구 분	A액(마이크로 무기질 급결재 : MQC)			B액(마이크로 시멘트 : MCG)			용 적
	표준배합		용 적	표준배합			
	MQC	물		E형(급결)	N형(완결)	물	
급 결 액	50kg	181ℓ	200ℓ	100kg	-	167ℓ	200ℓ
완 결 액	50kg	181ℓ	200ℓ	-	100kg	167ℓ	200ℓ

세한 공극충진으로 차수와 지반보강 효과를 동시에 발휘하여 터널 굴진작업의 안정성을 확보할 수 있는 공법으로 검토된다.

### 3.2 MCG공법에 의한 보강공법

MCG공법은 주입재의 혼합가이드와 역류방지벨브 시스템을 갖춘 특수 주입선단장치를 장착한 이중관 룯드를 천공경에 삽입하여 마이크로 시멘트액, 경화제 등을 혼합하여 지반조건과 주입목적에 적합한 재료를 저압으로 침투시켜 지반의 불투수화 또는 강도 증진을 목적으로 하는 주입공법이다.

또한 MCG공법은 차수 및 지반보강으로 초내구성 및 친환경성이 요구되는 공사, 토사지반(세립, 조립사, 사력층 등), 암반파쇄대에서 효과적인 공법으로, 표 2에 표준배합비를 나타냈다.

MCG공법의 적용현장은 서울지하철 9호선 000공구, 보성~임성리 2공구 복선전철, 고속철도 14-1공구로 지반조건이 대부분 풍화대 또는 파쇄대가 많이 분포된 구간으로, 현장 지반조건에 따라 다양하게 적용되어 왔다. 시공사례를 통한 배합비는 다음과 같다 : 평균 약액 그라우팅 배합비는 그동안 경험에 의한 시공사례에서 주입량 1,000ℓ 기준으로, A액의 규산소다 200kg, 물 300ℓ 이며, B액은 N형(완결)이 250kg~375kg, 물 420ℓ, W/C 168%가 적용되고 있는 실정이다.

주입효과의 품질관리를 위한 시험항목은 현장투수시험, 표준관입시험, 육안관찰에 의한 침투성 확인, 내구성 등으로 구분하고 있다. 현장투수시험은 투수계수  $k=10^{-4}$ cm/sec이상, 표준관입시험은 주입 전·후 N값을 비교하여 지내력의 증대를 비교한다. 또한 육안관찰에 의한 침투성 확인 방법은 산염기의 페놀프탈레인(C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>)이 알칼리성인 주입재와 반응하게 되면 붉은색으로 변화되어 육안확인이 가능하므로 현장에서 손쉽게 수행할 수 있다.

### 4. 터널 안정성 검토

서울지하철 9호선 000공구의 복개하수BOX 및 상가건물 하부통과시 터널시공에 따른 인접구조물 및 터널의 안정성 확보를 위해 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법과 MCG공법에 의한 보강공법을 그림 5와 같이 적용하였다. 따라서 보조·보강공법의 적용 후 인접구조물 및 터널의 안정성 검토, AGF 직천공 강관 그라우팅 공법의 보강효과를 확인하기 위해 현장조건과 근접하게 모사한 2차원 수치해석을 수행하였다. 그리고 2차원 수치해석에 의한 결과와 현장 계측결과를 비교·분석하여 구조물 안정성 및 보강효과를 확인하였다.

그림 5에 수치해석에 사용한 단면개요를 나타내었고, 도로부, 주변건물, 하수BOX의 침하량과 굴착

| AGF 직천공 강관보강공법 설계적용 및 시공사례 |

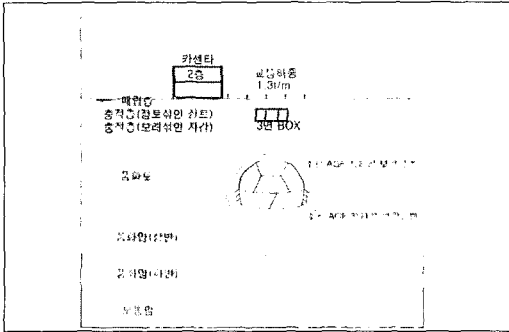


그림 5. 해석단면개요

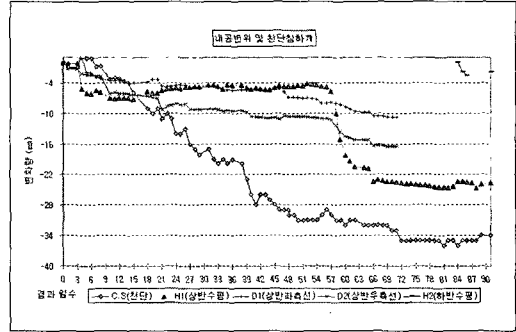
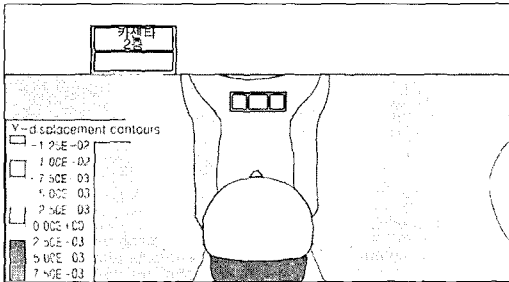
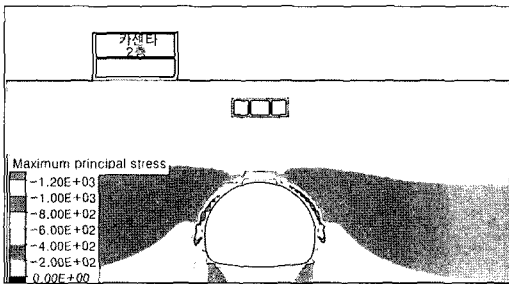


그림 7. 내공변위 및 천단침하계에 의한 현장 계측결과



(a) 변위도



(b) 응력도

그림 6. 수치해석결과

후 발생하는 슛크리트 응력에 대한 결과를 표 3에, 또한 수치해석 결과를 그림 6에 나타내었다.

터널 통과구간의 해석결과, 천단변위는 10.95~13.00mm, 내공변위는 4.30~5.02mm의 값으로 허용기준 25mm 이내로 나타났으며, 슛크리트 응력은 31.80~47.50kgf/cm<sup>2</sup>로 허용기준 84kgf/cm<sup>2</sup>을 하회하는 것으로 분석되었다. 또한 록볼트 축력값은 6.74~8.0tf으로써 허용범위인 9.0tf이내로 안정한 것으로 나타났다.

상기 검토는 설계단계에서의 수치해석결과이므로 상기결과를 바탕으로 실제 시공시 발생되는 변위는 ①수평경사계의 변위, ②계측변위, ③선행침하비율로 설정하였다. 수평경사계의 변위(mm)는 선행변위 + 초기변위, 계측변위(mm)는 천단 침하량, 선행침하비율(%)은 수평경사계 변위/(수평 경사계 변위+천단침하)로 계산하였다.

표 3. 수치해석 결과

검 토 항 목	최대침하량 $\delta_{max}$	허용침하량 $\delta_a$	해석결과
도로부 발생침하(mm)	13.09	30	O.K (도로보수보강기준)
주변건물 발생침하(mm)	5.08	25	O.K
하수BOX 총침하(mm)	11.64	100	O.K
스틁크리트 응력(kgf/cm <sup>2</sup> )	31.4	84	O.K



그림 8. 그라우팅 측정장치의 적용개요

그림 7에 나타난 현장 계측결과를 보면, 터널 변형 특성은 초기 단계인 ①까지는 내공변위가 더 크나, 굴착이 더 진행된 ②에서는 천단변위가 더 커지는 현상을 나타내고 있었다. 또한 내공변위는 신속하게 수렴하고 있었으며, 천단변위는 내공변위보다 늦게 수렴하고 있는 것으로 나타났다.

## 5. AGF 직천공 강관 그라우팅 공법 “그라우팅 측정장치” (특허출원중)

본 절에서는 터널 보조공법 및 차수공법으로 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법 적용시에 천공홀에 지반측정장치를 삽입하여 공내 상황을 확인함과 동시에 시료채취, 공내시험 등을 수행할 목적으로 개발한 그라우팅 측정장치를 소개하고자 한다. 또한 우레탄 그라우팅공법은 재료가 고가이며, 환경적으로 문제가 있다는 인식이 과거에 있었다. 그러나 최근 국내에서도 연구개발을 통해 기존의 약액주입 그라우팅과 거의 유사한 정도로 경쟁력을 갖췄으며, 또한 주입재료의 환경 영향성 시험을 통해 친환경적 재료로 입증됨에 따라 향후 지반보강·차수공법으로 많은 활용이 기대된다.

### 5.1 그라우팅 측정장치의 개발

AGF직천공 강관 그라우팅 공법과 병용되는 “그라우팅 측정장치”는 그림 8과 같으며 터널 보조공법 및 차수공법 설계에 있어서 천공 후 동 지반측정장치를 삽입하여 공동 크기, 석탄층, 파쇄대를 사진촬영하고, 시료를 채취 분석하는 등 사전 그라우팅 지반조사를 통한 설계자료로 활용하기 위해 개발하였다. 본 측정장치는 운영중 촬영된 데이터의 보관, 활용이 가능하며, 인터넷을 이용하여 공사현장에서 수집되는 모든 촬영자료를 언제, 어디서나 현장과 직접 연계하여 분석할 수 있다. 또한, 측정결과를 바탕으로 시공계획 수립 및 보강작업을 효율적으로 수행할 수 있다. 따라서 굴착중 터널 안정성이 확보되며, 지하수 측정 및 조사 데이터의 자료분석을 토대로 그라우팅 재료를 선택하여 네트워크를 통해 현장에 직접 제시할 수 있는 기능을 갖는다. 아울러촬영자료를 보관하여 운영중 문제점 발생시의 자료로도 활용할 수 있다.

### 5.2 현장 시공 및 작업순서

“그라우팅 측정장치”를 이용한 현장의 작업순서

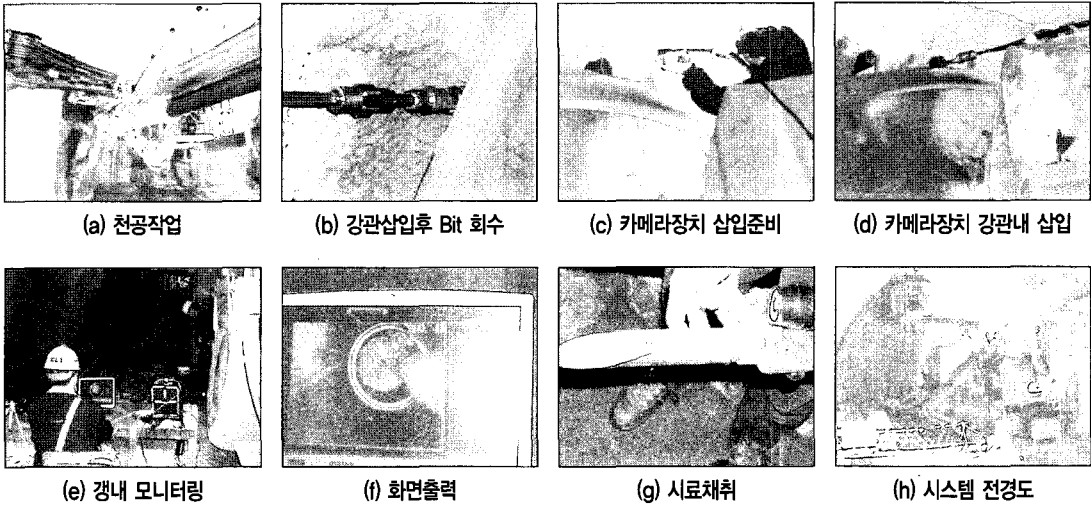


그림 9. 그라우팅 측정장치 작업순서

를 그림 9에 나타내었다. 터널내 막장에서 천공작업 시 삽입된 강관속의 Bit를 회수한 후 방수용 카메라를 장착한 그라우팅 측정장치를 삽입하여 천공경내 지반조건을 분석 확인하고, 시추코아를 채취하여 현장조건과 설계상의 적용 그라우팅 재료가 적합한지 또는 주입압력은 어느 정도가 적절한지를 분석한다.

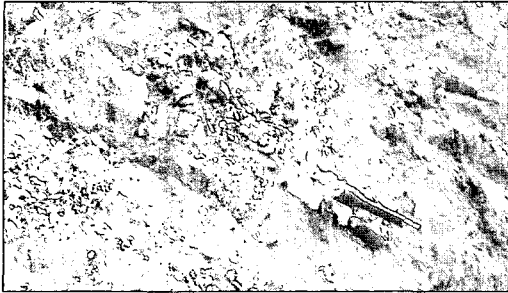
### 5.3 우레탄 보강공법의 적용과 환경성

우레탄 그라우팅공법은 절리가 심한 파쇄대 및 단층대, 풍화가 심한 풍화암 및 풍화토, 지하수 유량이 많은 지층에 적용사례가 증가하고 있다. 이 공법은 터널단면에 일정한 간격(CTC 0.6~1.5m)으로 천공(Ø38~75mm)하여, 미리 제작한 압입볼트(Ø27~60mm, L=3~8m)를 상황에 따라 적절하게 천공홀에 삽입하고, 삽입된 압입볼트의 이중관속으로 고분자계 우레탄 약액을 일정압력(2~25kg/cm<sup>2</sup>)으로 주입시켜 지반과 볼트 및 주입 약액이 일체형 아치형태를 형성하게 한다. 또한 이와 동시에 주변의

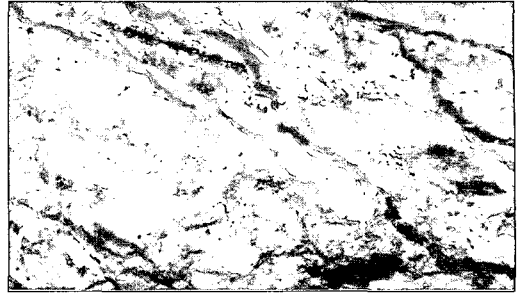
공극 및 절리에 약액을 침투 발포하여 고결시킴으로써 터널 천단부의 암반 상재하중을 지지하며, 붕락·박락·변형을 방지하게 되어 터널굴진의 지반 안정성 증대에 효과를 얻는 공법으로 인정받고 있다. 아울러 우레탄 그라우팅공법은 국내도입 초기에는 수입에 의존하였기 때문에 고가로서 극히 제한된 조건에서만 사용되어 왔으나 최근에는 국산 개발로 인한 비용절감을 통해 각종 보강공사에 광범위하게 적용되고 있는 실정이다. 국내에서 수행한 현장시험 사례를 통한 우레탄 그라우팅공법의 효과가 간략히 정리하면 다음과 같다.

먼저 부산지하철 1호선 0-0공구에서 풍화토에 대해 수행한 현장시험<sup>4)</sup>의 경우, 단위중량은 주입전 1.77tf/m<sup>3</sup>, 주입후 2.18tf/m<sup>3</sup>로 약 1.2배가 증가하였다. 일축압축강도시험에서는 주입전 14.4 tf/m<sup>2</sup>, 주입후 540tf/m<sup>2</sup>로 약 37배가 증가되었다.

서울지하철 3호선 0-0공구에서 토사지반에 대해 수행한 현장시험<sup>3)</sup>에서는 일축압축강도는 주입전 0.0tf/m<sup>2</sup>, 주입후 400tf/m<sup>2</sup>로 나타났으며, 투수계수



(1) 시험전경



(2) 주입 지반 시료 채취

그림 10. 우레탄 Grouting 시험시공 사진

는 주입전  $7 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 에서 주입후  $7 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 로 약 100배 정도 감소되었다.

서울지하철 6호선 터널보강공사에는 RMR 30이하의 지하수 유출이 심하며, 절리가 많이 발달한 풍화암층에서 보강효과에 대한 현장시험을 수행하였다. 그 결과, 일축압축강도는 주입전  $350 \text{tf/m}^2$ , 주입후  $840 \text{tf/m}^2$ 로 약 2.4배 증가되었으며, 투수계수는 주입전  $1.8 \times 10^{-3} \sim 3.2 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ , 주입후  $1.1 \times 10^{-5} \sim 7.1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 로 약 10~100배가 감소된 것으로 나타났다<sup>9)</sup>.

이와 같은 현장시험 결과로 볼 때, 우레탄 그라우팅공법에 의한 지반보강은 강성을 증가시켜 터널의 굴착중 안정성 확보에 큰 역할을 할 것으로 판단되며, 우레탄 그라우팅에 의해 형성된 고결체는 치수를 목적으로 하는 경우에도 그 적용성이 우수한 것으로 추천된다.

또한 우레탄 약액의 환경영향성 시험(어독성)결과, 지반보강용 우레탄 약액은 무독성의 플라스틱인 폴리우레탄으로 변화되므로 공해 유발성, 수질오염 등의 문제 발생도 거의 없고 수질오염·환경공해가 거의 없는 친환경적 공법이라는 것을 확인 할 수 있었다<sup>9)</sup>.

그림 10에는 풍화토, 풍화암에서 수행한 강관 우레탄 그라우팅에 의해 형성된  $L=10.0\text{m}$ ,  $\phi 50.8\text{mm}$ ,

CTC=0.6m의 개량체를 나타내었으며, 일축압축강도시험결과  $85 \sim 100 \text{kgf/cm}^2$ , 투수시험결과  $k=1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 의 개량체가 형성되었다.

## 6. 결론

도심지 터널시공의 일례로 서울지하철 000공구 구간중 000터널의 AGF 직천공 강관 그라우팅 설계 및 시공사례에 대하여 소개하였다. 본 시공사례를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 설계에서 검토한 지반조건과 현장에서 직접 수집된 측정 자료를 분석한 결과 구성물질이 매우 조밀한 상태의 암편석인 실트질 모래로 천공시 지하수 흐름이 적어서 기존 우레탄 그라우팅 주입재를 MCG약액 주입재로 변경하여 시공함으로써 현장에 적합한 그라우팅 주입재의 적용이 가능하게 되었다.

2) 현장 계측값과 설계해석 결과 및 주요지장물에 상변위값을 비교 검토한 결과 그림 7과 같이 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법 적용구간인 STA.00k+000~000에 설치된 초기 계측치는 내공변위가 천단



## | AGF 직천공 강관보강공법 설계적용 및 시공사례 |

변위보다 크게 나타나지만 굴착이 진행되면서 천단 변위가 진전되는 현상을 보이고 있어 내공변위는 신속하게 수렴하지만 천단변위는 늦게 수렴한다는 것을 알 수 있었다.

3) 굴착이 완료된 후 수평경사계의 변위량은 평균(-) 21.4mm로 나타났으며, 계측된 천단 침하량은 평균(-) 19.6mm로 허용기준인 25mm이내를 만족함으로써 터널의 안정성에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 또한 해석결과에 의하면 천단변위가 10.95~13.00mm, 내공변위는 4.30~5.02mm의 값으로 허용기준 25mm이내이며 슛크리트 응력은 31.80~47.50kgf/cm<sup>2</sup>로 허용기준 84kgf/cm<sup>2</sup> 범위내에 분포하고 있다. 또한 록볼트 축력값은 6.74~8.0tonf이며, 허용범위인 9.0tonf 이내로 해석결과와 변위값과 표 3의 수치해석에 의한 주요 지장물 예상변위 값을 현장측정 계측치와 비교하면, 현장측정 계측치가 더 크다는 것을 확인할 수 있었다.

4) 지층상태가 불량하고 인접구조물과 지장물이

많은 현장조건에서의 터널 보조공법으로 AGF 직천공 강관 그라우팅 공법의 적용은 터널의 안정성 확보 측면에서 유리한 것으로 확인 되었다. 또한 이 공법은 터널막장에 1~2공을 천공하여 그라우팅 측정 장치를 설치하면 막장 지반상태도 동시에 확인할 수 있는 공법으로 시공중 안전성 확보가 증대될 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

1. 천병식(1997), "지반주입용 폴리우레탄의 공학적 특성 및 보강효과", 대한토목학회 논문집, 제17권 제3-4호 p475~483
2. 천병식(2001), "약액주입과 지반환경문제", 한국지반환경 공학회 학술발표회, p18~24
3. 우레탄 약액에 의해 형성된 고결토의 토질시험성과보고서, 서울지하철공사, 서울지하철 3호선 3-1 공구
4. 정성교(1993), "우레탄 보강공법에 따른 토질시험결과보고서", 동아대학교

## 제13차 ARC 논문 모집

제 13 차 ARC (13th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering)가 2007년 12월 10일부터 14일까지 인도 Kolkata에서 개최됩니다. 우리나라에 20편(편당 최대 4쪽)의 논문이 할당됨에 따라 2006년 3월 20일(월)까지 초록을 접수하오니 웹 사이트 [www.13arc2007.com](http://www.13arc2007.com) 을 참조하시어 관련 분야 (Theme and Topic)에 관심 있으신 회원 여러분의 많은 참여 바랍니다.

■ 논문초록접수처 : 한국지반공학회 - 서울특별시 서초구 서초동 1355-3 서초월드 1201호  
Tel : 02-3474-4428, 7865 Fax : 02-3474-7379 E-mail : kgssmie@chollian.net

■ 논문 초록은 영문으로 작성하여야 하며 초록제출 시 관련분야(Theme and Topic), 소속, 이름, 연락처 및 이메일을 명기하여 주시기 바랍니다.