
SPUG공법

SPUG공법

1. 대구경 뉴강관 보강 그라우팅(SPUG)공법

1.1 일반사항

1.1.1 사용범위

뉴강관 보강 그라우팅 공법은 터널 굴착 공사시 천단 또는 막장안정을 위한 보조공법으로 공사에 적용하며, 설계도면에 의해 시행하고, 설계도면 변경시에는 반드시 공사 감독자의 승인을 득한 후 시공해야 한다.

1.1.2 적용일반

- (1) 뉴강관 보강 그라우팅 공법은 막장 아치부(연약한 지층은 측벽부까지)의 보강목적으로 천공후 강관을 삽입하고, 강관 내 동시주입관을 통해 그라우팅을 시행하여, 지반을 보강하는 공법을 말한다.
- (2) 시공예정인 막장지반의 지질, 강도, 용수량 등에 따른 적절한 조치를 위하여, 선진보링 또는 천공시 Slime을 조사하여 공사 감독자에게 보고한 후 공 간격·공수 등 시공 방법에 대해 공사 감독자의 승인을 득한 후 시공한다.
 - ① 뉴강관 그라우팅 공법은 지질상황에 따라 천공기 종류 및 주입방법 등이 변함에 따라 공기 및 효과에 차이가 있으므로 사전에 충분한 조치가 있어야 한다.
 - ② 천공은 터널내 막장 외주면에서 막장 바깥방향으로 10° 내외 정도로 각도를 유지하며 천공하여야 시공효과도 크다.

1.2 재 료

주요 재료는 천공자재, 강관자재, 주입자재 등으로 구성되어 있다.

1.2.1 사용 재료

- (1) 강관은 휨 하중에 대한 충분한 내력을 지녀야 하며, 강관의 연결은 일반적으로 특수 사각 나사식이나, 현장에 따라 용접도 가능하다.
- (2) 강관의 간격은 실제 도면대로 배치하며, 현장 지반조건을 감안하여 가장 효율적인 주입이 가능하도록 배치한다.
- (3) 주입재료는 속경성주입재료를 주재료로 하여 지반여건에 따라 배합비를 결정한다.

1.2.2 강 관

(1) 강관

- 규 격 : 외경 114.3mm
- 두 께 : 6mm ± 0.5

(2) 합성수지재 연장관(HI-VP 파이프, 1m 내외)

- 규 격 : 외경 114mm
- 두께 : 7.1mm ± 0.5

1.2.3 주 입 재

속경성주입재료 A액, B액

1.2.4 코 킹 재

주입압력에 충분히 견딜 수 있고 급결성이 있는 코킹재 사용
(발포우레탄 또는 급결시멘트)

1.3 시 공

1.3.1 시공일반

- (1) 시공시 강관의 설치간격은 일반적으로 횡간격 0.4~0.6m이나 현장 지반조건을 고려하여 효율적인 주입이 가능하도록 조정해야 한다.
- (2) 뉴강관 보강그라우팅 공법은 터널 내에서 사용이 적합한 장비를 사용하여, 직경 $\varnothing 150\text{mm}$ 내외의 공을 천공함과 동시에 하중을 감안한 응력부담재인 강관을 삽입하고, 주변을 그라우팅하여 지지구조로써 사용하는 것이다.
- (3) 강관이 정확한 보강각도와 설계길이를 지반내에 잔류하면서 막장지지효과를 최대한 발휘할 수 있도록 Steel-Rib에 정확히 지지되도록 하며, 천공위치는 막장면 굴착예정선보다 약 30cm 아래 지점에 천공을 실시한다.
- (4) 통상 일정 단면 굴착 시 보강 후 터널 굴착을 할 경우, 강관이 외부로 노출되어 강관의 절단에 따른 공정의 지연 및 보강각도의 불일치, 보강길이의 축소 등 정밀 시공에 어려움이 있었으나, 뉴강관 보강 그라우팅 공법은 강관 말단부에 1m정도의 절단이 쉬우면서도 고강도 재질인 HI-VP파이프 or 동등한 성질의 합성수지관을 연결하여 보강 튜브 조립체로 시공함으로써 그 문제점을 해결한다.
- (5) 사용될 강관에 일정한 구멍을 뚫어서 적정 간격으로 배치하여 강관을 삽입한 후 동시주입관을 사용하여 주입을 실시, 주변지반을 보강하게 된다.

1.3.2 작업 순서

(1) 천 공

- ① 천공직경 : 천공의 구경은 $\varnothing 150\text{mm}$ 이상으로 한다.
- ② 천 공 장 : 설계도면에 의해서 천공하며, 현장의 지반 조건에 따라 감독자의 승인을 득하여 조절하여 사용한다.

(2) 강관의 삽입

- ① 가공된 강관의 본당 길이는 6m로 하고 암수나사 또는 커플러를 사용하여 연결하며, 현장 상황에 따라 12M단본도 사용가능하다.
- ② 특별한 경우에는 강관을 용접하여 사용할 수 있다.
- ③ 말단부에는 강관과 HI-VP 파이프 or 동등한 성질의 합성수지관을 연결하여 시공한다.

(3) 천공 주입구 Caulking

- ④ 천공 홀과 강관 사이는 주입 압력에 충분히 견딜 수 있는 Caulking재를 사용하여 지하수의 유입을 차단하여 주입재가 외부로 누출되는 것을 방지한다.

(4) 동시 주입

- ① 천공이 완료된 후 공장에서 제작된 동시주입관을 설치한다.
- ② 동시주입관을 강관 내부에 설치 후 주입재가 강관내부로 흘러나오지 못하도록 캡을 조립한다.
- ③ 소정의 주입압(3~15kg/cm²)으로 주입펌프를 조정하여 동시에 주입한다.
- ④ 주입재는 속경성주입재료 A,B액을 주재료로 하고, 표준배합비의 규정 및 지방서 규정에 따라 주입한다.

(5) 주입재

주입재의 배합비는 다음의 표와 같으며 현장여건에 맞는 배합비를 선정 주입한다.

표1 속경성주입재료 A,B액 배합비

구 분	A액		B액		주입량 (ℓ)
	급결재 (kg)	물 (kg)	시멘트 (kg)	물 (kg)	
주배합	100	166	120	162	각200

※ 현장 상황에 따라 배합비는 조정 할 수 있다.

1.3.3 시공관리

- (1) 본 공사에서는 수평 또는 경사 천공이 대부분이므로 천공장비는 정확한 천공위치와 작업 각도를 일치시켜야 한다.
- (2) 그라우팅 시공 시에는 반드시 시공경험이 풍부한 기술자를 상주시켜 현장의 작업 상황을 수시로 보고할 수 있도록 조치한다.

- (3) 작업종료 후 작업일보, 주입일보, 자동유압 기록계의 기록치를 공사감독자에게 제출한다.
- (4) 현장의 자재 및 배합비의 변경 등은 시공결과에 대한 관련 전문 기술자의 확인에 따라 공사 감독자의 승인을 득하여 결정한다.

2. 소구경 뉴강관 보강 그라우팅(SPUG)공법

2.1 일반사항

2.1.1 사용범위

- (1) 뉴강관 그라우팅 공법은 터널 굴착 공사시 천단 또는 막장안정을 위한 보조공법으로 공사에 적용하며, 설계도면에 의해 시행하고, 설계도면 변경시에는 반드시 공사 감독자의 승인을 득한 후 시공해야 한다.

2.1.2 적용 일반

- (1) 뉴강관 그라우팅 공법은 막장 아치부(연락한 지층은 측벽부까지)의 보강목적으로 천공 후 강관을 삽입하고, 강관 내 동시주입관을 통해 그라우팅을 시행하여, 지반을 보강하는 공법을 말한다.
- (2) 시공예정인 막장지반의 지질, 강도, 용수량 등에 따른 적절한 조치를 위하여, 선진보링 또는 천공시 Slime을 조사하여 공사 감독자에게 보고한 후 공 간격·공수 등 시공 방법에 대해 공사 감독자의 승인을 득한 후 시공한다.
 - ① 뉴강관 그라우팅 공법은 지질상황에 따라 천공기 종류 및 주입방법 등이 변함에 따라 공기 및 효과에 차이가 있으므로 사전에 충분한 조치가 있어야 한다.
 - ② 천공은 터널내 막장 외주면에서 막장 바깥방향으로 10° 내외 정도로 각도를 유지하며 천공하여야 시공효과도 크다.

2.2 재 료

주요 재료는 천공자재, 강관자재, 주입자재 등으로 구성되어 있다.

2.2.1 사용 재료

- (1) 강관은 휨 하중에 대한 충분한 내력을 지녀야 하며, 강관의 연결은 일반적으로 특수 사각 나사식이나, 현장에 따라 용접도 가능하다.
- (2) 강관의 간격은 실제 도면대로 배치하며, 현장 지반조건을 감안하여 가장 효율적인 주입이 가능하도록 배치한다.
- (3) 주입재료는 속경성주입재료를 주재료로 하여 지반여건에 따라 배합비를 결정한다.

2.2.2 강 관

(1) 강관

- 규 격 : 외경 60.5mm
- 두 께 : 4mm ± 0.5

(2) 합성수지재 연장관(HI-VP 파이프, 1m 내외)

- 규 격 : 외경 60mm
- 두께 : 4.5mm ± 0.4

2.2.3 주 입 재

속경성주입재료 A액, B액

2.2.4 코 킹 재

주입압력에 충분히 견딜 수 있고 급결성이 있는 코킹재 사용
(발포우레탄 또는 급결시멘트)

2.3 시 공

2.3.1 시공일반

- (1) 시공시 강관의 설치간격은 일반적으로 횡간격 0.4~0.6m이나 현장 지반조건을 고려하여 효율적인 주입이 가능하도록 조정해야 한다.
- (2) 뉴강관 보강그라우팅 공법은 터널 내에서 사용이 적합한 장비를 사용하여, 직경 $\varnothing 105$ mm내외의 공을 천공함과 동시에 하중을 감안한 응력부담재인 강관을 삽입하고, 주변을 그라우팅하여 지지구조로써 사용하는 것이다.
- (3) 강관이 정확한 보강각도와 설계길이를 지반내에 잔류하면서 막장지지효과를 최대한 발휘할 수 있도록 Steel-Rib에 정확히 지지되도록 하며, 천공위치는 막장면 굴착예정선보다 약 30cm 아래 지점에 천공을 실시한다.
- (4) 통상 일정 단면 굴착 시 보강 후 터널 굴착을 할 경우, 강관이 외부로 노출되어 강관의 절단에 따른 공정의 지연 및 보강각도의 불일치, 보강길이의 축소 등 정밀 시공에 어려움이 있었으나, 뉴강관 보강 그라우팅 공법은 강관 말단부에 1m정도의 절단이 쉬우면서도 고강도 재질인 HI-VP파이프 or 동등한 성질의 합성수지관을 연결하여 보강 튜브 조립체로 시공함으로써 그 문제점을 해결한다.
- (5) 사용될 강관에 일정한 구멍을 뚫어서 적정 간격으로 배치하여 강관을 삽입한 후 동시주입관을 사용하여 주입을 실시, 주변지반을 보강하게 된다.

2.3.2 작업 순서

(1) 천 공

- ① 천공직경 : 천공의 구경은 $\varnothing 105$ mm 이상으로 한다.
- ② 천 공 장 : 설계도면에 의해서 천공하며, 현장의 지반 조건에 따라 감독자의 승인을 득하여 조절하여 사용한다.

(2) 강관의 삽입

- ① 가공된 강관의 본당 길이는 6m로 하고 암수나사 또는 커플러를 사용하여 연결하며, 현장 상황에 따라 12M단본도 사용가능하다.
- ② 특별한 경우에는 강관을 용접하여 사용할 수 있다.
- ③ 말단부에는 강관과 HI-VP 파이프 or 동등한 성질의 합성수지관을 연결하여 시공한다.

(3) 천공 주입구 Caulking

- ① 천공 홀과 강관 사이는 주입 압력에 충분히 견딜 수 있는 Caulking재를 사용하여 지하수의 유입을 차단하여 주입재가 외부로 누출되는 것을 방지한다.

(4) 동시 주입

- ① 천공이 완료된 후 공장에서 제작된 동시주입관을 설치한다.
- ② 동시주입관을 강관 내부에 설치 후 주입재가 강관내부로 흘러나오지 못하도록 캡을 조립한다.
- ③ 소정의 주입압(3~15kg/cm²)으로 주입펌프를 조정하여 동시에 주입한다.
- ④ 주입재는 속경성주입재료 A,B액을 주재료로 하고, 표준배합비의 규정 및 지방서 규정에 따라 주입한다.

(5) 주입재

주입재의 배합비는 다음의 표와 같으며 현장여건에 맞는 배합비를 선정 주입한다.

표1 속경성 주입재료 A,B액 배합비

구 분	A액		B액		주입량 (ℓ)
	급결재 (kg)	물 (kg)	시멘트 (kg)	물 (kg)	
주배합	100	166	120	162	각200

※ 현장 상황에 따라 배합비는 조정 할 수 있다.

2.3.3 시공관리

- (1) 본 공사에서는 수평 또는 경사 천공이 대부분이므로 천공장비는 정확한 천공위치와 작업 각도를 일치시켜야 한다.
- (2) 그라우팅 시공 시에는 반드시 시공경험이 풍부한 기술자를 상주시켜 현장의 작업 상황을 수시로 보고할 수 있도록 조치한다.
- (3) 작업종료 후 작업일보, 주입일보, 자동유압 기록계의 기록치를 공사감독자에게 제출한

다.

- (4) 현장의 자재 및 배합비의 변경 등은 시공결과에 대한 관련 전문 기술자의 확인에 따라 공사 감독자의 승인을 득하여 결정한다.