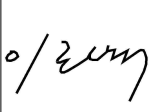
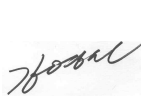






간행물 등록번호
2017-30202-004

소구경 강관다단그라우팅 공사시방서(안)

2018. 1.

확 인	동부엔지니어링(주)		(주)삼보기술단		(주)선구엔지니어링	
	사업책임자	분야책임자	사업책임자	분야책임자	사업책임자	분야책임자
						
	이 근 배	김 영 신	신 동 원	소 충 섭	채 희 남	이 종 근



<소구경 강관다단그라우팅 공사시방서(안)>

1. 일반사항

1.1 적용범위

가. 터널굴착 공사 시 천단 또는 막장안정을 위하여 시행하는 강관다단그라우팅 공법이며, 설계도면에 따라 시행하고, 반드시 건설사업관리기술자의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

나. 강관다단그라우팅이라 함은 다음 작업을 총칭하는 것으로 한다.

- ① 작업원 및 주입재료, 주입 기자재 등의 모든 준비사항
- ② 주입공의 천공 및 주입관 설치에 따른 모든 작업
- ③ 주입재료의 공급, 현지반입, 혼합작업.

1.2 공법일반

가. 공사 전 그라우팅 공사 전반에 관한 자세한 시공계획서를 작성하고 건설사업관리기술자에게 제출하여 승인을 득한 후 시공에 임하여야 한다.

나. 시공계획서는 투입인원, 공정표, 사용재료, 배합표, 기계기구 및 제원, 주입요령, 주입공의 배치, 천공방법 및 천공각도, 주입순서, 안전관리계획 등 강관다단그라우팅 시행에 따른 필요사항을 상세히 기재하여 최소한 시공 7일 전까지 제출하여야 한다.

다. 시험시공 그라우팅 후 그라우팅에 대한 효과 확인 및 지반상태 등을 확인하여 건설사업관리기술자의 승인을 득한 후 본 공사를 시행하여야 한다.

라. 시험시공 시에는 지하수 유무, 지반상태 등 현장여건을 반영하여 다음 사항을 검토 및 확인하여야 한다.

- ① 쉘(seal)재의 배합비별 겔화시간 및 재료분리 여부
- ② 쉘재의 겔화시간은 비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 응결시험 방법((KS L 5108) 또는 쉘재 공시체의 경화상태 판별을 통하여 확인
- ③ 사용하는 벤토나이트 종류별 팽윤도(ASTM D 5890)
- ④ 주입 재료의 배합비별 경화시간, 강도 등 (호모겔 또는 샌드겔 공시체에 대한 압축강도 시험 KS F 2405)
- ⑤ 주입재의 적정 겔타임 (컵도립법 및 B형 점도계에 의한 측정법)
- ⑥ 현장지반의 투수계수를 고려한 적정 주입압

마. 공사에 필요한 기자재 일체를 반입하여 건설사업관리기술자의 지시 및 검수 후에 현장에 투입하여야 한다.

바. 본 공사시방서에 제시된 배합비(예시)를 적용할 경우 제시된 쉘재 겔화시간 및 본 주입재 경화시간을 준수하여야 한다. 단, 동등이상의 기능과 효과를 가진 공법, 기술 및 변경배합 등에 의한 시험시공 및 실내시험을 통해 배합비(예시)에 상응하는 그라우팅 효과가 발휘되는 적정 쉘재 겔화시간 및 본 주입재 경화시간을 확인한 경우 현장여건에 맞게 변경할 수 있다. 이 경우 건설사업관리기술자의 승인을 받아야 한다.

3.2 천공작업

- 가. 지정된 시공위치의 지하 매설물에 대한 간섭 여부를 확인한다.
- 나. 도면상에 표기된 천공위치를 확인 후 천공되도록 한다.
- 다. 천공작업이 완료된 상태에서 물 등을 사용하여 공내의 슬라임을 제거한다.
- 라. 천공길이, 각도, 천공구멍은 설계도면을 따른다.

3.3 강관의 제작 및 삽입

- 가. 강관은 규격품의 재질을 사용하여 사전에 제작한 다음 천공작업과 동시에 공내에 삽입하여 설치할 수 있도록 준비하여야 한다.
- 나. 강관에는 본 주입재의 원활한 분사를 위해 0.5m 간격으로 2개의 공을 좌우 또는 상하의 방향으로 교대로 천공한다. 천공부의 직경은 8~15mm로 한다.
- 다. 썰재 주입 시 역류방지를 위해 강관 천공부(본 주입재 분사구)에 역류방지 밸브(마개)를 삽입하여야 하며, 분사구에 본 주입재의 분사를 방해하는 청테이프 등의 사용을 금지하여야 한다.

3.4 썰재 주입관 설치

- 가. 썰재 주입관의 재질은 Ø12mm 정도의 PE관을 이용하는 것을 원칙으로 한다.
- 나. 효과적인 썰링작업이 이루어지도록 주입관과 확인관을 별도로 설치하여야 한다.
- 다. 주입관은 주입공의 코킹작업 단계에서 공 입구부에 짧게 설치한 다음 이관을 통하여 썰재를 주입하여야 한다.
- 라. 확인관은 강관의 길이와 같게 강관에 고정하여 강관의 공내 삽입시 동시에 설치하며, 썰링작업 시 공내 공기배출과 썰재의 완벽 충전상태의 확인용으로 사용하여야 한다.

3.5 주입공 입구부 코킹

- 가. 천공작업이 완료됨과 동시에 강관을 삽입하고 공내의 지하수 유출을 방지하기 위하여 동시에 시행하여야 한다.
- 나. 코킹용 재료는 급결시멘트 또는 우레탄의 주입재 등을 이용하여 밀실하게 주입공의 입구부를 밀폐시켜야 한다.
- 다. 코킹부 강도는 4MPa이상으로 주입압력 2MPa이상의 압력에서도 견딜 수 있도록 하여야 한다.

3.6 썰(SEAL)재 주입

- 가. 썰재의 주입목적은 강관과 천공홀 사이를 채워 천공홀의 공벽붕괴 및 주입재의 역류를 방지하는 것이며, 적정 겔화시간 미달로 주입재가 역류하거나 적정 겔화시간 초과로 경화가 과다하게 되어 본 주입을 방해하지 않도록 적정 겔화시간을 준수하여야 한다.
- 나. 썰재 배합 시 물과 벤토나이트를 선배합하여 썰재의 팽창성이 확보되도록 한 후 시멘트를 배합하여야 한다.
- 다. 썰재의 주입작업은 기 설치된 주입호스에 그라우팅 펌프를 연결하여 강관과 굴착면 사이의 공간이 완벽하게 충전되도록 주입관리를 하여야 한다.
- 라. 썰재의 배합비는 아래의 배합비(예시) 외에 여러가지 배합비로 시험시공 및 실내시험을 수행하여 결정하여야 한다.

<배합비(예시)>

물(ℓ)	시멘트(kg)	벤토나이트(kg)	비 고
910	200	62.5	1000 ℓ 당

- 마. 위 배합비의 경우 쉘재의 겔화시간은 23±1시간으로 하여야 한다.
- 바. 겔화시간 단축을 위해서는 배합비 및 배합재료를 달리하여 시험시공 및 실내시험을 통해 적정 겔화시간이 확인된 경우 건설사업관리기술자의 승인을 득한 후 변경할 수 있다.
- 단, 배합재료로 급결재는 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- 사. 겔화의 판단기준은 비카트 침에 의한 수경성 시멘트의 응결시험(KS L 5108)을 시행하여 관입량이 30초간 최대 10mm 이하여야 한다.

3.7 본 주입재 주입

- 가. 상기 전 단계의 작업이 완료된 상태에서 강관 내부로 주입용 패커장치를 설치하여야 한다.
- 나. 주입 펌프와 주입용 패커장치가 연결되면 주입 전 청정수를 보내어 주입관의 막힘 상태를 확인하여야 한다.
- 다. 주입은 패커장치를 강관의 선단부에서부터 효과적인 주입이 이루어지도록 수회에 걸쳐서 인발하여 주입하는 다단주입 방법으로 시행하여야 한다.
- 라. 용수상태에 따라 단계별 주입완료 후 급결재를 사용하여 주입재의 역류를 방지한 후 패커를 이동하여 다음단계의 주입을 실시하여야 한다.
- 마. 그라우트재의 배합비는 아래의 배합비(예시) 외에 여러가지 배합비로 시험시공 및 실내시험을 수행하여 결정할 수 있다.

<시멘트 현탁액 주입시 일반적 배합비 (예시)>

구 분	재 료 량		W/C (%)	주입량(ℓ)
	물(ℓ)	시멘트(kg)		
1 배합	905	300	302	1,000
2 배합	873	400	218	1,000
3 배합	841	500	168	1,000
4 배합	810	600	135	1,000

<현탁형 물유리계 주입시 일반적 배합비 (예시)>

구 분	주입량(ℓ)	A액			B액		비 고
		물(ℓ)	시멘트(kg)	W/C(%)	물유리(ℓ)	물(ℓ)	
1 배합	1,000	679	225	302	125	125	
2 배합	1,000	654	300	218	125	125	
3 배합	1,000	631	375	168	125	125	
4 배합	1,000	607	450	135	125	125	

- 바. 위 현탁형 물유리계 주입시 일반적 배합비(예시)의 4 배합으로 주입하는 경우 경화시간은 18±1시간 이상으로 한다.
- 사. 시험시공 및 실내시험을 통해 적정 경화시간이 확인된 경우 건설사업관리기술자의 승인 후 배합비를 변경할 수 있으며 최소 2MPa 이상의 호모겔 강도를 확보 및 확인 후 후속 공정(발파)을 진행하여야 한다.
- 아. 사용한 주입재(시멘트)는 반드시 가감량을 확인하여 정산하여야 한다.

3.8 주입압력

- 가. 주입압력은 1~1.5MPa을 원칙으로 하며 주입심도 및 지하수의 위치, 인접구조물의 현황 등을 고려하여 시공 위치별 적절한 주입압력을 설정하여 효과적인 주입이 되도록 하여야 한다.
- 나. 주입작업을 시작하기 전에 한계주입압력을 임의 설정한 상태에서 시험주입을 실시한 후 결과에 따라 현장의 조건에 적절한 주입 압력을 설정하여야 한다.
- 다. 이때 주입압력이 단시간 내에 급격히 한계주입 압력치에 도달할 경우에는 압력계의 이상여부를 재확인하고 초미립시멘트의 적용, 켈타임 증대 및 용액형 주입재 적용을 검토하거나 그라우팅 필요성 등에 대해서도 검토하여야 한다.

4. 작업관리

- 가. 시공자는 본 공사시방서에 기재된 사항에 대한 적용 및 수행여부 등의 관련사항을 체크리스트에 포함시켜 관리하여야 한다.
- 나. 시공자는 사전에 시공계획서를 제출하여야 하며 작업시 강관다단그라우팅 기록지(작업 시간, 주입량, 유량기록계 등)를 건설사업관리기술자에게 제출하여야 한다.
- 다. 강관다단그라우팅 시공경험이 풍부한 기술자를 상주시켜 현장의 작업 상황을 수시로 보고할 수 있도록 하여야 한다.

강관다단그라우팅 기록지 발부대장

* 기록대장 감리단에 비치

현 장 명 : ○○~○○ 제0공구

감 리 단 :

연번	발부번호	발부일시	발부자(감리단)			수령자(시공사)		
			소속	성명	서명	소속	성명	서명
1	현장명-터널명-막장 No.	0000년 00월 00일 00:00			날인			날인
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								

* 발부번호 : 현장명-터널명-막장No. (예 : 삼성동탄1공구-00터널-00막장)
* 발부시간 : 0000년 00월 00일 00:00
* 발 부 자 : 소속 성명 (인) (예 : 삼성동탄 감리단 000, 실무자 서명)

강관다단그라우팅 기록지

강관다단 협력업체	원도급사 당	건설사업 관 리 단 당
성명	성명	성명
서명	서명	서명

시 공 사 : 〇〇건설(원도급사), 〇〇건설(강관다단그라우팅 협력업체)
공 구 명 : 〇〇-〇〇 제0공구
위 치 : 〇〇(현) 00Km+000
일 자 : 0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일

터널명 막장No	위치	천 공 (L=12.0m)		SEAL재						본 주입												비고			
				SEAL재 주입 시작시간 (일시)	SEAL재 주입 종료시간 (A. 일시)	주입 시간 (분)	주입량			SEAL재 양생시간 (B-A. 시)	본주입 시작시간 (B. 일시)	최대주입압력 (kg/cm)	주입시간(분)					본주입 종료시간 (C. 일시)	본주입 양생시간 (D-C. 시)	다음막장 발파시간 (D. 일시)	주입량				
		주입량 (설계/실제, ℓ)	벤토나이트량 (설계/실제, kg)				시멘트량 (설계/실제, kg)	1단	2단				3단	4단	계	주입량 (설계/실제, ℓ)	규산량 (설계/실제, kg)				시멘트량 (설계/실제, kg)				
0 0 0 터널 0 0 0 막장	0 0 K m + 0 0 0 0	예시	10	7일 13:15	7일 13:15	15	100.0 / 90.0	10.0 / 8.7	20.0 / 17.0	18시간	8일 7:15	15	10	10	10	10	40	8일 7:55	24시간	9일 7:55	250.0 / 230.0	180.0 / 170.0	130.0 / 120.0	공별 유량기록지 별첨	
		1																							
		2																							
		3																							
		4																							
		5																							
		6																							
		7																							
		8																							
		9																							
		10																							
		11																							
		12																							
		13																							
		14																							
		15																							
		16																							
		17																							
		18																							
		19																							
		20																							
		21																							
		22																							
		23																							
		24																							
		25																							
		누계						15.0	100.0 / 90.0	10.0 / 8.7	20.0 / 17.0	18시간		15	10	10	10	10	40		24시간		250.0 / 230.0	180.0 / 170.0	130.0 / 120.0

구분			사용재료	배합량	비고
배 합 비	S E A L 재		물(ℓ)		
			벤토나이트(kg)		벤토나이트 팽윤도 기입
			시멘트(kg)		
			급결재 등		급결재사용시 사용재료 기입
	본 주 입 재	A액	물(ℓ)		
			시멘트(kg)		
		B액	급결재 등		급결재사용시 사용재료 기입
			물(ℓ)		
규산(kg)					

<작성시 유의사항>

1. 감리단은 강관다단 그라우팅 기록지 발부시 별도의 대장에 기록(발부번호 부여, 발부시간, 발부자, 수령자 성명)

2. 기록지의 모든내용은 반드시 수기로 작성

* 주/야간 교대시 인수인계

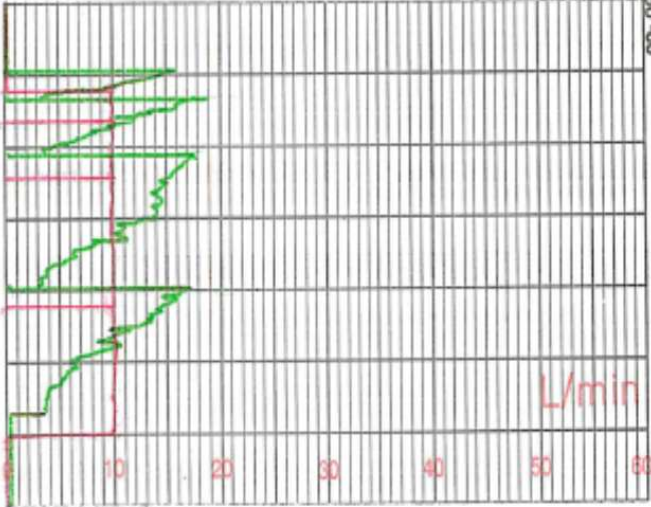
3. 공별 유량기록지 별첨 요망

4. 불시점검시 본 사항 확인에정하므로 종료된 기록지는 발부대장과 함께 감리단 사무실에 비치

5. 터널감관다단 IR(검측보고서)을 CPMS에 입력시 본 사항을 스캔하여 첨부할 것.(유량기록지 포함)

유량측정기록지(강관다단그라우팅)

시 공 사 : ○○건설(원도급사), □□건설(강관다단그라우팅 협력업체)
공 구 명 : ○○~○○ 제○-○공구
위 치 : ○○(현) 00Km+000
일 자 : 0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일

천공 NO.	0																																																																											
<div></div>	<table><tr><th>STEP</th><th colspan="2">4단</th></tr><tr><td>주입시간</td><td></td><td>분</td></tr><tr><td>주입량</td><td></td><td>L</td></tr><tr><td>규산량</td><td></td><td>kg</td></tr><tr><td>시멘트량</td><td></td><td>kg</td></tr></table> <table><tr><th>STEP</th><th colspan="2">3단</th></tr><tr><td>주입시간</td><td></td><td>분</td></tr><tr><td>주입량</td><td></td><td>L</td></tr><tr><td>규산량</td><td></td><td>kg</td></tr><tr><td>시멘트량</td><td></td><td>kg</td></tr></table> <table><tr><th>STEP</th><th colspan="2">2단</th></tr><tr><td>주입시간</td><td></td><td>분</td></tr><tr><td>주입량</td><td></td><td>L</td></tr><tr><td>규산량</td><td></td><td>kg</td></tr><tr><td>시멘트량</td><td></td><td>kg</td></tr></table> <table><tr><th>STEP</th><th colspan="2">1단</th></tr><tr><td>주입시간</td><td></td><td>분</td></tr><tr><td>주입량</td><td></td><td>L</td></tr><tr><td>규산량</td><td></td><td>kg</td></tr><tr><td>시멘트량</td><td></td><td>kg</td></tr></table> <table><tr><th colspan="3">TOTAL</th></tr><tr><td>주입시간</td><td></td><td>분</td></tr><tr><td>주입량</td><td></td><td>L</td></tr><tr><td>규산량</td><td></td><td>kg</td></tr><tr><td>시멘트량</td><td></td><td>kg</td></tr></table>	STEP	4단		주입시간		분	주입량		L	규산량		kg	시멘트량		kg	STEP	3단		주입시간		분	주입량		L	규산량		kg	시멘트량		kg	STEP	2단		주입시간		분	주입량		L	규산량		kg	시멘트량		kg	STEP	1단		주입시간		분	주입량		L	규산량		kg	시멘트량		kg	TOTAL			주입시간		분	주입량		L	규산량		kg	시멘트량		kg
STEP	4단																																																																											
주입시간		분																																																																										
주입량		L																																																																										
규산량		kg																																																																										
시멘트량		kg																																																																										
STEP	3단																																																																											
주입시간		분																																																																										
주입량		L																																																																										
규산량		kg																																																																										
시멘트량		kg																																																																										
STEP	2단																																																																											
주입시간		분																																																																										
주입량		L																																																																										
규산량		kg																																																																										
시멘트량		kg																																																																										
STEP	1단																																																																											
주입시간		분																																																																										
주입량		L																																																																										
규산량		kg																																																																										
시멘트량		kg																																																																										
TOTAL																																																																												
주입시간		분																																																																										
주입량		L																																																																										
규산량		kg																																																																										
시멘트량		kg																																																																										