

KCS 57 70 30 : 2017

상수도 세미셴드 터널공사

2017년 8월 23일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

목 차

KCS 57 70 30 상수도 세미셴드 터널공사	1
1. 일반사항	1
2. 자재	2
3. 시공	11

KCS 57 70 30 상수도 세미셴드 터널공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

상수도 관 부설을 위한 터널공사 중 세미셴드 공법에 대하여 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 한국산업표준(KS)

- (1) KS D 3503 일반구조용 압연강재
- (2) KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
- (3) KS D 3505 PC 봉강
- (4) KS D 3515 용접구조용 압연강재
- (5) KS D 3552 철선
- (6) KS D 3554 연강선재
- (7) KS D 7004 연강용 피복 아크용접봉
- (8) KS F 2526 콘크리트용 골재
- (9) KS F 2527 콘크리트용 부순돌
- (10) KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화재
- (11) KS L 5201 포틀랜드시멘트
- (12) KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
- (13) KS L 5211 플라이애시 시멘트
- (14) KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트
- (15) KS L 5405 플라이애쉬

1.3 용어의 정의

내용 없음.

1.4 공정계획

- (1) 시공자는 설계도면, 시방서를 충분히 이해하고 기 시행된 시추조사 등을 토대로 하여 공사현장의 지반조건을 숙지하고, 추가적인 예비조사를 실시하여 이를 바탕으로 공사작업계획서를 작성, 제출하여야 한다.
- (2) 시공자는 세미셴드(semi-shield) 굴진시 1스트로크(stroke)마다 암의 강도, 커터헤드(cutter head) RPM, 커터토크(cutter torque), 추진력(원압, 중압 등) 및 단계별 중압추진에 소요되는 시간을 기록하고 작업 중지시는 중지원인을 파악, 분석하여 상세히 기록 관리하여야 한다.

1.5 제출물

- (1) 시공계획서
 - ① 횡단할 시설물의 관리주체와의 협의조건

- ② 위 ①항의 협의조건에 적합한 공법의 선정과 대안비교 등 그 검토내용
 - ③ 필요시 추가 토질조사 또는 횡단구조물 안정성 분석결과(응력계산서)
 - ④ 굴착토량 반출 및 처리계획서
 - ⑤ 원상복구계획서
- (2) 시공상세도
- ① 추진기지 설치 평면도 및 상세도
 - ② 가이드레일(guide rail) 제작상세도
 - ③ 원상복구계획도
 - ④ 필요시 보수계획 평면도

2. 자재

2.1 장비사양

- (1) 조사된 현장의 지질조건 및 암반특성에 적합한 굴진 가능한 장비이어야 한다.
- (2) 장거리 추진설비 장치는 이토(slime)제거장치, 자동측량장치, 자동 활재 주입제어장치가 부착되어 있어야 한다.
- (3) 이토제거장치는 쉴드 하부에 쌓이는 이토를 제거하여 장거리 추진시 재밍(jamming)을 방지할 수 있어야 한다.
- (4) 자동 측량장치는 거리증가에 따라 레이저빔(laser beam)의 감도가 확산 및 저하되므로 레이저 테오도라이트(laser theodolite)가 움직이는 추진관 내부로 들어가서 측량되는 구조이어야 한다.
- (5) 자동활재 주입장치는 활재주입 필요시 조작에 의하여 자동으로 주입될 수 있는 설비를 갖추어야 하며, 가능한 활재가 전 추진관의 외벽과 굴착면 사이에 고르게 분포될 수 있는 성능을 발휘할 수 있어야 한다.

2.2 추진관 제작

2.2.1 종류 및 치수

- (1) 종류 : “표 2.2-1” 와 같이 표준관, 중압관으로 분류한다.

표 2.2-1 추진관의 종류

종 류		콘크리트 강도(MPa)
표준관	φ800~2,600	70
중압관	S.T형 φ1,000~2,600	70

(2) 형상 및 치수

① 표준관 : 표준관의 형상 및 치수는 다음 그림 및 표와 같다.

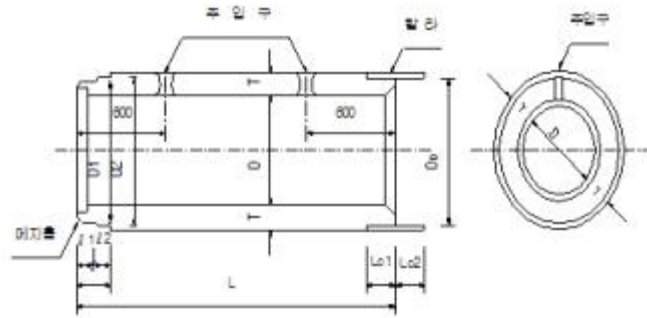


그림 2.2-1 추진관 연결부 상세도

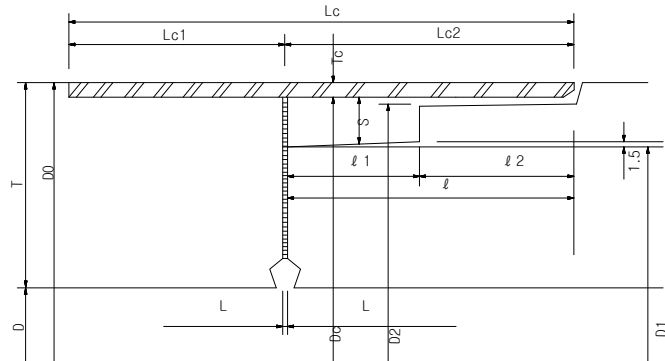


그림 2.2-2 추진관 형상

표 2.2-2 추진관 치수

(단위 : mm)

직경	D ₁	D ₂	두께	유효길이	l ₁	l ₂	l	L _{C1}	L _{C2}	L _C	T _C	D _C	참고 중량 (kg)
800	933	942	80	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	951	1,330
900	1,053	1,062	90	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,071	1,670
1,000	1,173	1,182	100	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,191	2,060
1,100	1,283	1,292	105	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,301	2,380
1,200	1,403	1,412	115	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,421	2,840
1,350	1,563	1,577	125	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,588	3,460
1,500	1,743	1,757	140	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,768	4,310
1,650	1,913	1,927	150	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,938	5,060
1,800	2,083	2,097	160	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,108	5,890
2,000	2,313	2,327	175	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,338	7,140
2,200	2,543	2,557	190	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,568	8,520
2,400	2,763	2,779	205	2,430	70	82	152	150	130	300	6	2,792	10,100
2,600	2,993	3,009	220	2,430	70	82	152	150	150	300	6	3,022	11,700

표 2.2-3 추진관 치수의 허용차

직경	D	D ₁	πD_1	T	L	l	L _C	L _{C2}	$\pi(D_{C2}+2t_C)$			
800	±4	±2	±2	+4 -2	+10 -5	± 2	+ 3 - 2	± 2	±2			
900	±6	+3 -2	±3	+3 -2					± 2	+ 3 - 2	± 2	±5
1,000												
1,100												
1,200												
1,350	±8	+4 -3	±6	+8 -4								
1,500												
1,650												
1,800	±10	+4 -3	±6	+10 -5								
2,000												
2,200												
2,400	±12	+5 -3	±9	+12 -6								
2,600												

② 중압관 : 중압관은 S형, T형으로 구분하며 형상 및 치수는 다음 그림 및 표와 같다.
가. S형

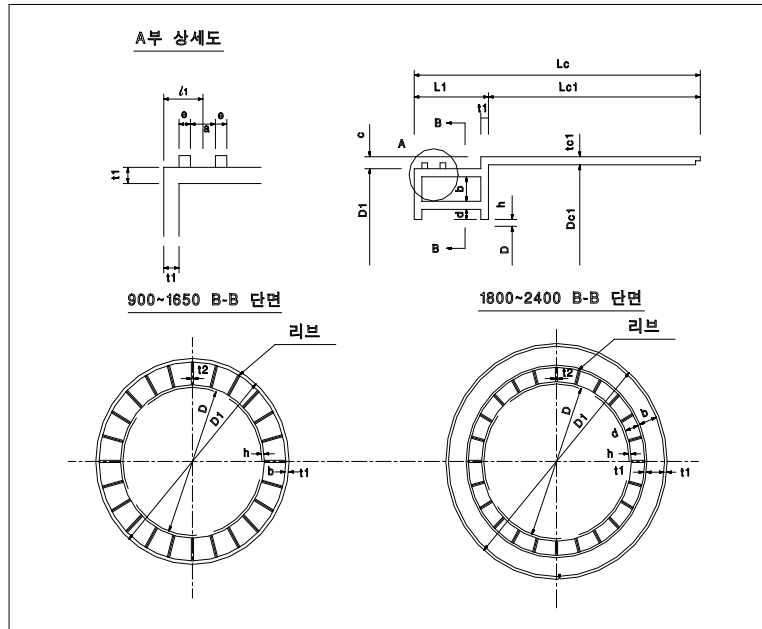


그림 2.2-3 S형 중압관 형상

표 2.2-4 S형 중압관의 치수

(단위 : mm)

호칭경	D_s	D_1	πD_1	D_c	$\pi(D_c + 2t_c)$	L_s	L_c	l	t_c	t	ϕ
1,000	1,024	1,173	3,685	1,182	3,770	150	1,100	60	9	16	6
1,100	1,124	1,283	4,031	1,292	4,115	150	1,100	60	9	16	6
1,200	1,224	1,403	4,408	1,406	4,492	155	1,100	60	12	19	6
1,350	1,374	1,563	4,910	1,576	5,027	155	1,150	60	12	19	9
1,500	1,524	1,743	5,476	1,756	5,592	155	1,150	60	12	19	9
1,650	1,674	1,913	6,010	1,926	6,126	160	1,150	60	12	22	9
1,800	1,824	2,083	6,544	2,096	6,660	160	1,150	60	12	22	9
2,000	2,024	2,313	7,267	2,326	7,383	160	1,150	60	12	22	9
2,200	2,224	2,543	7,989	2,556	8,105	160	1,150	60	12	22	9
2,400	2,424	2,763	8,680	2,778	8,828	180	1,200	70	16	25	9
2,600	2,624	2,993	9,403	3,009	9,550	180	1,200	70	16	25	9

나. T형

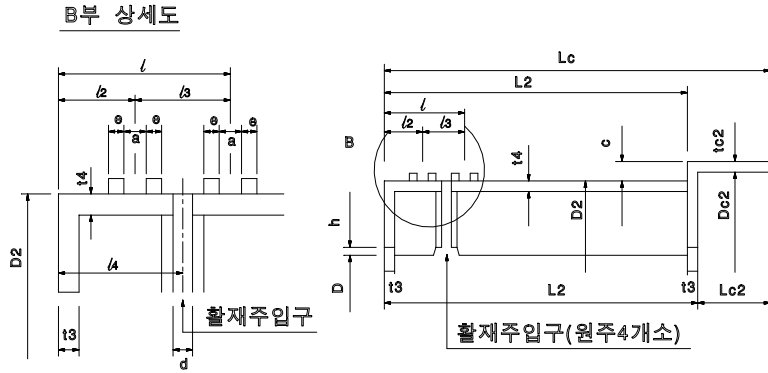


그림 2.2-4 T형 중압관 형상

표 2.2-5 T형 중압관의 치수

(단위 : mm)

호칭경	D_1	πD_1	D_c	$\pi(D_c + 2t_c)$	L_T	L_c	l	l_1	l_2	l_3	a	b	t_c	t_1	t_2	ϕ
1,000	1,164	3,657	1,191	3,770	1,150	130	125	60	65	92.5	26	18	4.5	9	6	6
1,100	1,274	4,002	1,301	4,115	1,150	130	125	60	65	92.5	26	18	4.5	9	6	6
1,200	1,388	4,361	1,421	4,492	1,150	130	125	60	65	92.5	26	21	4.5	9	6	6
1,350	1,551	4,873	1,588	5,027	1,200	130	125	65	65	92.5	26	21	4.5	9	6	9
1,500	1,731	5,438	1,768	5,592	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	9	6	9
1,650	1,901	5,972	1,938	6,126	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
1,800	2,071	6,506	2,108	6,660	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,000	2,301	7,229	2,338	7,383	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,200	2,531	7,951	2,568	8,105	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,400	2,749	8,636	2,792	8,828	1,250	150	150	70	80	110.0	34	30	9	12	9	9
2,600	2,979	9,359	3,022	9,550	1,250	150	150	70	80	110.0	34	30	9	12	9	9

표 2.2-6 S형 증압관의 치수의 허용차

(단위 : mm)

호 칭 경	D_1	πD_1	$\pi(D_c+2t_c)$	L_T	L_c
1,000	-2				-3
1,200					
1,350	+4	± 6	± 5		
1,500	-3				
1,650					
1,800					
2,000					
2,200					
2,400	+5	± 9			
2,600	-3				

표 2.2-7 T형 증압관의 치수의 허용차

(단위 : mm)

호 칭 경	D	D_1	πD_1	$\pi(D_c+2t_c)$	L_T	L_c
1,000		-2			-3	
1,200						
1,350	± 8	+4	± 6	± 5		
1,500		-3				
1,650						
1,800	± 10					
2,000						
2,200						
2,400	± 12	+5	± 9			
2,600		-3				

③ 고무링 : 관이음에 사용되는 고무링의 형상 및 치수는 다음 “그림 2.2-5” 및 “표 2.2-8” 과 같다.

가. 표준관용

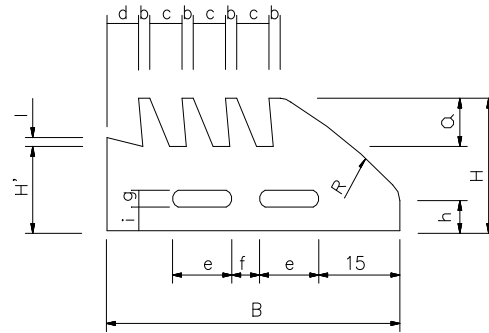


그림 2.2-5 표준관용 고무링의 형상

표 2.2-8 표준관용 고무링의 치수

(단위 : mm)

호 칭 경	B	H	H'	h	a
φ800~1,200	50	15	10	2	5
φ1,350~2,200	50	20	14	3	6
φ2,400~2,600	60	23.5	16.5	5	7

* 길이는 장착부위의 85%임(치수허용오차=±13%).

나. 중압관용

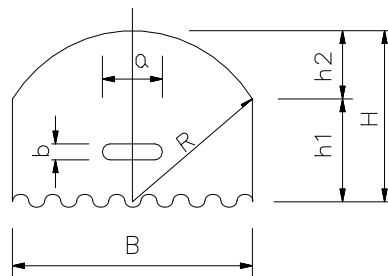


그림 2.2-6 중압관용 고무링의 형상

표 2.2-9 표준관용 고무링의 치수

(단위 : mm)

호 칭 경	B	H	H'	h	a
φ800~1,200	26	13	6	7	길이는 장착부위의 90%
φ1,350~2,200	30	19	9	10	
φ2,400~2,600	34	22.5	11.5	11	

2.2.2 추진관 재료

(1) 시멘트

시멘트는 다음 규격에 적합한 것 또는 품질이 이들과 동등 이상인 것이어야 한다.

- ① 포틀랜드시멘트(KS L 5201)
- ② 고로 슬래그 시멘트(KS L 5210)

- ③ 플라이 애쉬 시멘트(KS L 5211)
- ④ 포틀랜드 포졸란 시멘트(KS L 5401)

(2) 골재

골재는 깨끗하고 강하며, 단단하고 내구적으로 적당한 입도를 가지며 먼지, 점토 덩어리, 염분, 유기물, 연한 석편, 세장 석편 등 유해한 성분을 함유해서는 안되며 다음 기준을 만족해야 한다.

- ① 콘크리트용 골재(KS F 2526)
- ② 콘크리트용 부순 골재(KS F 2527)

(3) 물

물은 기름, 산, 염류, 유기물 등 해로운 성분을 함유해서는 안 된다.

(4) 혼화재료

혼화제 및 혼화재료를 사용할 경우에는 관에 해로운 영향을 주지 않는 것이어야 하며, 다음 기준을 만족해야 한다.

- ① 콘크리트용 화학혼화제(KS F 2560)
- ② 플라이 애쉬(KS L 5405)

(5) 철근

철근은 다음 규격에 적합한 것 또는 기계적 성질이 이와 동등 이상인 것을 사용해야 한다.

- ① 철근 콘크리트용 봉강(KS D 3504)
- ② 철선에 규정한 보통 철선(KS D 3552)
- ③ 연강선재(KS D 3554)

(6) 철판

철판은 일반구조용 압연강재(KS D 3503)에 적합한 것 또는 기계적 성질이 이와 동등 이상인 것을 사용해야 한다.

(7) 용접봉

용접봉은 연강용 피복 아크용접봉(KS D 7004)에 적합한 것을 사용한다.

(8) 페인트(추진관 내면 코팅재료)는 아래와 같다.

(단위 : m²당)

구 분	품 명	규 격	도장횟수	소요량(kg)	비 고
프라이머	수용성 에폭시 프라이머	WS-101	1회	0.4	
중 도	수용성 타르에폭시	WS-100	1회	0.5	
상 도	수용성 타르에폭시	WS-100	1회	0.5	

(9) 칼라

칼라의 재료는 $\phi 800 \sim 2,600$ mm까지는 일반구조용 압연강재(KS D 3503)에 규정한 SS 400 또는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)에 규정하는 SCWS 410로 한다.

(10) 고무링

고무링의 재질은 수도용 고무(KS M 6613) 1종 1호에 적합한 고무를 사용하며, 공사감독자(건설사업관리자)의 승인하에 발포용 고무를 사용한다.

2.2.3. 추진관 제조

(1) 철근배근

배근은 종선 및 나선으로 구성하고 규격에 따라 단철근 또는 복철근으로 배근한다.

(2) 콘크리트 혼합

① 추진관의 콘크리트 설계기준강도는 70 MPa 이상이어야 하며, 소요강도, 수밀성, 내구성 등 품질에 해가 되지 않는 범위 내에서 제관작업을 할 수 있는 작업성을 가져야 한다.

② 콘크리트에 포함되는 염화물 이온(Cl^-)량은 KCS 14 20 00 [콘크리트공사](#)에 따른다.

③ 재료의 계량

가. 콘크리트에 사용하는 재료의 계량은 무게에 따른다. 다만, 물 및 액상 혼화제는 용적으로 계량하여도 좋다.

나. 계량오차는 입력오차를 포함하여 물 및 시멘트는 $\pm 1\%$, 액상혼화제 $\pm 2\%$, 골재 및 혼화재료는 3% 이내이어야 한다.

(3) 제관

제관 작업시 원심력 발생을 위한 회전속도는 저속에서 콘크리트가 골고루 퍼져 균등한 두께가 유지되었는지 확인한 후 서서히 중속, 고속으로 올려 콘크리트를 치밀히 다진다.

(4) 표시

관에는 다음 사항을 명기하여야 한다.

① 제품의 호칭명

② 제조공장명 또는 그 약호

③ 제조년월일 또는 그 약호

2.2.4. 품질관리

(1) 겉모양

해로운 흠이 없고, 내면은 사용상 지장이 없을 정도로 매끈해야 한다.

(2) 외압강도

외압강도는 시험방법 규정의 외압시험을 하였을 때 추진관은 다음의 “표 2.2-10” 과 같이 하중에 견딜 수 있어야 한다.

표 2.2-10 추진관 외압강도(1종)

추진 관경	균열하중	파괴하중
	MPa	MPa
800	360	590
900	390	660
1,000	420	730
1,100	435	800
1,200	450	880
1,350	480	1,000
1,500	510	1,120
1,650	540	1,240
1,800	570	1,360
2,000	600	1,440
2,200	630	1,510
2,400	660	1,580
2,600	690	1,660

3. 시공

3.1 작업갱(발진작업구, 도달작업구)

- (1) 공사시행 전 교통 및 보행자의 안전을 위하여 안전울타리를 현장여건에 맞게 설치하여야 한다.
- (2) 아스팔트 및 콘크리트 포장도로의 경우, 절단기로 절단한 후 인력으로 줄파기를 하여 지하매설물의 유무를 확인하고 매설물이 나타날 경우 보호공 이설을 행하여야 하며, 대책을 포함한 계획서를 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여 승인을 받아 시행한다.
- (3) 굴착한 토사는 지정된 사토장에 즉시 반출하여야 하며, 적재차량에 덮개를 씌워 토석이 흘러내리지 않도록 한다.
- (4) 작업갱 내 되메우기는 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받아 양질의 토사 또는 모래로 물다짐을 실시하여야 한다.
- (5) 차수공사 시행 후 지반이 교란되지 않도록 충격을 주지 않아야 하고 지반의 융기현상이 없도록 차수를 확인하여야 하며, 융기현상이 발생할 경우 시공자 부담으로 원상복구한다.

3.2 추진설비

- (1) 반력벽은 잭(jack)의 추진에 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 하며, 터널방향에 직

- 각과 수직이 되게 하여야 한다. 총추진력이 커서 입갱 내 반력벽 지지력이 부족할 때는 반력벽 후부에 지반개량 또는 지지말뚝으로 보완하여야 한다.
- (2) 바닥콘크리트 타설은 입갱 내 기계설비설치 및 관 추진작업시 지반의 안정을 고려하여 적절한 두께로 타설하여야 한다.
 - (3) 추진 잭의 선정 및 배치는 장비의 조향성, 추진관의 구조, 추진관 조립시 시공성 등을 고려하여 결정하여야 한다.
 - (4) 잭의 용량은 총추진력에 여유를 두어 선정하여야 한다.
 - ① 각 잭이 각개 조합일 경우 잭 실린더(cylinder)는 추진관의 중심선으로부터 같은 거리에 대칭 배치하여 편심추력이 작용하지 않도록 하여야 한다.
 - ② 잭 설치시 추진방향에 대한 측량을 정확히 실시하여 추진방향과 일직선이 되도록 설치하여야 한다.
 - (5) 압각은 잭이 반력벽에 등분포하중으로 바뀌어 작용할 수 있는 구조로 되어야 한다.
 - (6) 압륜은 잭의 추진력이 추진관에 고르게 분포되도록 설계, 시공되어야 한다.
 - (7) 추진대는 추진관이 정위치에서 이탈하지 않도록 일정한 레벨(level)과 평행을 이루도록 설치하여야 한다.
 - (8) 추진 잭의 작동속도는 지반조건 및 장비형식에 적합하게 결정하여야 한다.
 - (9) 추진 잭의 타입은 추진관의 폭에 소요의 여유를 더한 것으로 하여야 한다.
 - (10) 선단부의 형상치수는 지반조건에 적합하게 결정되어야 하며, 누수가 없도록 하여야 한다.
 - (11) 몸체부의 길이는 추진 잭, 커터헤드의 축수장치(軸受裝置), 구동장치 및 배토장치 등의 배치공간을 고려하여 결정하되, 그의 구조는 충분한 강성을 확보하여야 한다.
 - (12) 작업공간은 안전하고 능률적으로 작업할 수 있도록 확보하여야 한다.
 - (13) 문형 크레인인 추진관 및 압륜, 스트럿(strut)의 반출입이 용이하도록 설치하여야 한다.
 - (14) 믹서(mixer)는 활재 및 이입재의 혼합제조에 사용되며, 그라우팅 펌프로써 추진관에 부착된 플러그(plug)를 통하여 흙과 관 사이에 이를 주입하여야 한다.
 - (15) 유체 수송설비
 - ① 이수설비는 추진공정 및 배토량을 감안하여 충분한 용량을 가지고 있어야 한다.
 - ② 배토된 토사는 즉시 지정된 사토장에 반출 또는 유용 처리하여야 한다.
 - ③ 송, 배니 파이프는 통행에 지장을 주지 않도록 설치하여야 한다.
 - ④ 이수펌프는 적절한 양정을 가져야 하며 발진갱에서 이수설비까지 거리가 길어지면 중간펌프를 설치하여 이수의 수송을 원활히 하여야 한다.
 - (16) 유압기기는 점검 부수에 편리한 위치를 정하여 될 수 있는 대로 콤팩트하게 집약하여 돌출부를 작게 하며 조사, 뒤채움 주입재 등에 대해 완전히 보호되는 구조로 하여야 한다.
 - (17) 전기기기는 방수성이 우수하고 절연도가 높은 기기를 사용하여야 한다.
 - (18) 전력설비는 각종 기기가 지장없이 안전하게 운전할 수 있는 충분한 용량의 것이어야 한다.
 - (19) 뒤채움 주입설비는 주입재료, 주입방법 등을 고려하여 충분히 충전될 수 있는 설비이어

야 한다.

- (20) 배수설비는 입갱 및 갱내의 지하수 및 이수 등을 충분히 배수할 수 있는 능력을 가져야 하며, 예상치 못한 출수에 대비하여 예비펌프를 준비하여야 한다.
- (21) 굴진기의 고장 유무 확인이나 갱내작업시 작업자에게 신선한 공기를 넣어줄 수 있는 환기설비를 설치하여야 한다.

3.3 굴진공사

(1) 굴진장비 속도

표준상태에 따른 굴진장비 속도는 “표 3.3-1” 과 같다.

(2) 측량 및 공사기록

추진공사 시공에 있어서 측량 및 공사기록은 매일 상세히 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여야 한다. 측량은 지표측량, 관로 내 측량으로 구분 실시하며 측량결과를 매일 기록하여 공사감독자(건설사업관리자)의 요구가 있을 때 제출하여야 한다.

표 3.3-1 토질상태에 따른 굴진장비 속도

일축압축강도 (MPa)	투과깊이 (cm/회)	cutter 교환횟수(m/회)		
		outer	mid	inner
200 ~ 160	0.17	60	90	120
160 ~ 120	0.23	90	125	148
120 ~ 80	0.33	115	163	175
80 ~ 40	0.43	170	210	240

① 지표측량

- 가. 시공자는 시공에 앞서 관로중심선, 종단측량 수준측량을 행하고 그 기준이 될 수 있는 기준점을 설치하여야 한다.
- 나. 기준점은 변형의 염려가 없는 곳에 추진관의 연장, 지형상황을 참조하여 트래버스(traverse), 삼각측량 등의 적절한 방법으로 견고하게 설치하여 충분히 보호하여야 한다.
- 다. 굴진에 앞서 20m마다 지표에 측점을 설치하고 굴진 전, 후로 수준측량을 실시하여 지반의 변형상태를 점검한다.
- 라. 기준점은 변형의 염려가 없는 곳에 견고하게 설치하여 충분히 보호하고, 또 인근 점을 설치하여 검측, 복원이 용이할 수 있도록 하여야 한다.

② 터널 내 측량

- 가. 터널 내 측량의 기준점은 작업구 내 갱내에 설치해야 하며 추진에 영향을 받지 않고 변형이 없는 곳에 설치하여야 한다.
- 나. 터널 내 수준측량은 추진관 1본 추진 완료시마다 레이저 트랜짓(laser transit)으로 측량하여 기록하고 굴진기 조종자는 그 결과를 숙지하여 추진관로가 계획선로에 어긋나지 않도록 해야 한다.

- 다. 굴진 중에도 레이저 트랜싯을 설치, 레이저 빔(laser beam)을 계획관로대로 목표물(target)에 조사시켜 굴진기의 방향수정 및 사행관로를 방지한다.
- 라. 추진이 완료된 후 전체관로의 수준측량을 주 2회씩 1개월간 실시하여 관로의 변형 상태 및 결과를 공사감독자(건설사업관리자)의 요구가 있을시 제출하여야 한다.
- 마. 관측점의 간격은 20 m를 표준으로 하되 곡선부의 시중점부는 관측점을 적절히 설치하여야 한다.

③ 장거리 및 곡선부 측량

- 가. 장거리 및 곡선부 측량에 적용된 자동측량시스템은 굴진작업 현황을 연속적으로 나타내서 계획된 노선과 비교가 가능하여야 한다.
- 나. 만약 노선에 오차가 생기면 오차를 교정하여 계획노선과 일치하도록 하여야 한다.
- 다. 자동측량시스템은 장비의 위치 및 판독을 위하여 컴퓨터화되어야 하며 숫자와 그래픽으로 계속해서 정보를 제공하여야 한다.
- 라. 모든 관련된 측량 자료는 나중에 분석을 위하여 모두 저장하여야 한다.
- 마. 자동측량시스템은 노선에 오차를 방지하기 위하여 측량자료를 컴퓨터 그래픽으로 나타나야 한다.
- 바. 교정된 롤(roll)의 위치를 표시하는 데는 목표물(target), 레이저(laser), 후방 목표물 및 프리즘(prism) 등이 있어야 한다.
- 사. 자동측량시스템은 레이저빔의 방위각과 편차를 읽을 수 있어야 한다.
- 아. 추진관 추진시 갑자기 방향이 전환될 경우 실링재의 허용오차를 넘어 그대로 진행 되면 실링재가 손상되어 방수에 문제가 되며, 추진시 마찰력이 증가하여 유압에 문제가 발생하는 원인이 되므로 갑자기 방향이 전환되는 것을 방지하여야 한다.
- 자. 장비의 위치는 굴진 중에도 일정한 시간차로 기록되어야 한다.
- 차. 기본적인 가정치와 추진관 제작시 변형, 과도한 여굴, 곡선부에서 계획 노선과 일치시키는데 따르는 어려움을 방지하기 위하여 최소한 매 100 m 이내에서 측량을 조정하여야 한다.
- 카. 프리즘은 목표물 후방으로부터 터널의 곡선 반경에 따라 약 30~60 m에 설치되어야 한다.
- 타. 레이저 전방에서 굴진 중인 굴진기의 실제 위치를 측정하고, 측정된 추진관의 위치와 이론적인 장비 위치 사이에 변위를 운전반에서 결정하기 위하여 2대의 프리즘에서 나온 측점이 레이저 전방에 있는 추진관에 있어야 한다.
- 파. 변위의 차가 심각하면 새로 측정된 수치들을 현재 굴진 중, 작동 중인 컴퓨터에 그 자료를 입력해서 오차를 교정하여 계획 노선과 일치하도록 하여야 한다.

(3) 굴진기 점검

굴진기의 성능을 완벽하게 발휘시키고 고장, 사고 등을 미연에 방지하기 위하여 다음과 같은 일상 및 정기점검을 실시하여야 한다.

① 일상점검

- 가. 일상점검
- 나. 각부의 급유, 기름의 유무 확인, 보충

- 다. 작동유 유량확인
- 라. 전원 및 전압
- 마. 각부의 볼트 및 너트 점검
- 바. 조작판의 스위치, 표시등, 제반 기기류의 이상 확인
- 사. 계기판의 이상점검
- 아. 이수압의 측정자, 작동유, 윤활유, 이수의 이상누출
- 자. 굴진기 본체와 이수 파이프 및 조작 케이블(cable), 동력선과 이상 점검
- 차. 기타 공사감독자(건설사업관리자)의 지시사항

② 정기점검 및 보수

정기점검은 1스팬(span)이 굴진 완료될 때마다 실시한다.

- 가. 전동기기의 정밀점검
- 나. 마모 비트(bit)의 점검 및 보수
- 다. 스킨플레이트(skin plate)의 점검 및 보수
- 라. 제어반 및 배선점검
- 마. 오일탱크(oil tank)의 점검
- 바. 각 계기판의 점검
- 사. 유압장치의 점검
- 아. 헤드(head)의 회전수 점검

3.4 현장작업시 유의사항

- (1) 현장작업시 교통에 최대한 지장을 주지 않도록 해야 한다.
- (2) 도로 및 도로주변은 본 공사로 인하여 이물질 등 장애물이 없도록 항상 깨끗이 유지하여야 한다.
- (3) 작업시는 항상 공구별로 긴밀한 연락을 유지하여야 하며, 공사 중의 불의의 사고 등에 대비할 수 있는 태세를 갖추어야 한다.

(4) 중압 추진

중압추진은 추진연장이 길어 추진압력이 매우 커져서 추진관의 내하력이 견딜 수 없을 때 또는 추진 잭의 설비용량이 추력에 비해 부족할 때 추력을 부담할 목적으로 사용하여야 한다.

- ① 중압관은 중압 잭을 설치하여 잭 작동에 따라 전후 작동이 가능할 수 있도록 선도관 및 후속(following) 관으로 조립되어 있어야 한다.
- ② 중압 잭은 중압관 동심 원주상에 일정 간격으로 배치되며 잭의 작동은 원압 파워 팩(power pack)에 연결된 유압호스를 통하여 중압 조작반에서 조작하여야 한다.

③ 중압 추진작업

가. 중압관 설치작업

중압관을 설치시 설치 단수와 위치는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

나. 중압 추진작업

(가) 중압 추진작업은 원압 추진작업과 교대로 실시되며, 중압 잭 작동은 중압조작

반에서 조작된다.

- (나) 중압 추진시 중압 잭 위치에 잭 스트로크 체크 인원을 배치하여 잭 스트로크 길이를 측정하고 수시로 잭 운전사에게 보고하면서 추진한다.
 - (다) 중압 추진이 완료되면 중압 잭을 리턴(return)하면서 원압 추진을 중압 추진 길이만큼 실시하는 작업순서를 반복하면서 중압 추진을 실시하여야 한다.
 - (라) 중압 잭은 1회 추진 스트로크가 짧고, 원압 추진도 중압 추진거리 만큼만 실시되므로 전체 추진속도가 크게 떨어지는 단점을 중압관 설치 및 조작시 고려하여야 한다.
- (5) 시공자는 추진관의 저장 및 운반계획서를 작성하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 제출하여야 하고, 추진관의 운반 및 저장 시 손상과 변형이 없도록 보호설비를 하여야 한다.
- (6) 추진관의 조립 및 방수
- ① 추진관 및 장비의 테일 부분은 조립 전에 충분히 청소하고, 추진관 사이에 토사 및 이물질이 끼지 않도록 하여야 한다.
 - ② 추진관의 조립시에 접합부가 어긋나지 않도록 해야 하며, 고무링은 충분히 체결하여야 한다.
 - ③ 추진관은 파손 또는 고무링의 이탈이 발생하지 않도록 주의해야 하며, 파손될 경우는 대책을 수립하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 득하여야 한다.
 - ④ 추진관 조립 후 하중 또는 자중에 의해 변형되지 않도록 정확히 조립하여야 한다.
 - ⑤ 추진관 조립 후 균열 등에 인하여 누수가 발생할 경우 공사감독자(건설사업관리자)에게 보고하고 이에 대한 대책을 수립해야 한다.
- (7) 뒤채움 주입은 지반침하에 관계되므로 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.
- ① 뒤채움 주입설비는 장비의 굴진속도에 대응할 수 있는 설비라야 한다.
 - ② 장비굴진 후 뒤채움 주입을 하여야 한다.
 - ③ 뒤채움 주입순서는 위쪽에서부터 아래쪽으로 좌 · 우 대칭으로 행하고 추진관에 편압이 작용하지 않도록 하여야 한다.
 - ④ 주입압은 추진관 및 이음강도를 고려해서 0.1~0.3 MPa 정도로 하고, 주입재가 충분히 채워질 때까지 주입압을 유지시켜야 한다.
 - ⑤ 주입작업시 주입호스에서의 고결이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.
- (8) 커터는 지질조건에 따라 형상, 강도, 배치 등이 달라지므로 지반 및 시공조건에 적합하여야 하고, 장비 굴진 중 커터 교환이 필요할 때는 막장의 안정, 차수 등을 위하여 지반보강을 시행하여야 하며, 이때 시공계획서를 작성·제출하여 공사감독자(건설사업관리자)에게 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
- (9) 이토처리는 필터프레스를 설치하여 폐기물이 발생하지 않도록 하고, 굴착토의 처리는 노면을 더럽히지 않고 교통에 혼잡을 주지 않도록 운반하여야 한다.
- (10) 지반침하는 주로 원지반의 조건, 막장의 안정성, 뒤채움 주입상황에 따라 발생하므로 시공자는 항상 지반침하 검측·측량을 실시하여 침하 허용치를 초과할 때는 긴급조치를 시행하고, 그 결과에 대한 보강 대책방안을 수립하여 공사감독자(건설사업관리자)에

게 보고하여야 한다.

- ① 막장안정에 의한 방지대책
- ② 추진관리 측량을 철저히 하여 사행발생을 최소화하여야 하고 롤링, 피칭 등을 최소화하여야 한다.
- ③ 뒤채움 주입이 시공 후 침하를 좌우하는 최대요인이므로 주입압, 주입량 등의 설정을 최적화하여야 하고, 1차 주입 후 주입의 확실성을 위해 2차 주입을 실시하여 공극부를 충전하여야 한다.
- ④ 추진관의 이음부, 뒤채움 주입공 등에서의 누수에 의하여 흙 속의 간극수압이 감소하지 않도록 방수공을 확실히 하여야 한다.