

KDS 27 25 00 : 2023

# TBM 터널

2023년 9월 12일 개정

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

KC CODE



국토교통부

### 건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

# 건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 터널설계기준을 중심으로 도로설계기준, 공동구 설계기준, 철도설계기준(노반편), 하천설계기준, 항만 및 어항 설계기준 등의 터널설계 개요에 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
터널공사표준시방서 및 동해설	· 산악지대에 건설되는 터널공사의 조사, 설계, 시공관련 일반 방침, 기준	제정 (1975.3)
터널공사 표준시방서	· 조사편에 노선계획, 공사계획 추가 · 설계편에 하중, 동바리공의 본문 및 해설 추가 · 시공편에 안전위생, 기계굴착 등 추가 · 시공법 및 시공 방식 현대화 · 사갱, 수직갱 신설 · NATM 공법 표준사항 신설	개정 (1985.12)
터널표준시방서	· 일반시방서로 개편 및 해설부분 생략 · 국내 용어 및 서술형식 적용	개정 (1996.5)
터널설계기준	· 터널설계기준과 터널표준시방서 분리, 개편, 보완	개정 (1999.9)
터널설계기준	· 관련법, 기준, 지침과의 연계성 확보 · 향상된 국내 터널기술 수준 반영 및 현안문제 개선 · 내진설계기준 보완, 터널공사의 안전성 제고 · 국제적 추세에 맞춘 기계화 시공 및 환경 친화적 설계 개선	개정 (2007.11)
KDS 27 10 05 : 2016	· 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비	제정 (2016.6)
KDS 27 25 00 : 2018	· 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KDS 27 25 00 : 2023	· 국가건설기준 코드 작성 지침에 따라 정비	개정 (2023.07)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2023년 9월 12일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 도로건설과

관련단체 : 한국터널지하공간학회

작성기관 : 한국터널지하공간학회

- 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시 일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

---

---

## 목 차

---

---

1. 일반사항 .....	1
1.1 목적 .....	1
1.2 적용 범위 .....	1
1.3 참고 기준 .....	1
1.3.1 관련 법규 .....	1
1.3.2 관련 기준 .....	1
1.4 용어의 정의 .....	1
2. 조사 및 계획 .....	1
2.1 조사 및 계획 일반 .....	1
2.2 조사 .....	1
2.3 계획 .....	2
3. 재료 .....	5
3.1 재료 일반 .....	5
3.2 재료 특성 .....	5
3.3 품질 및 성능시험 .....	5
4. 설계 .....	5
4.1 설계 일반 .....	5
4.2 TBM의 선정 .....	7
4.3 TBM 제작 .....	9
4.4 TBM 터널의 지보재와 보조공법 .....	13
4.5 작업장과 작업구 .....	14
4.6 터널 내 운반 시스템의 설계 .....	15
4.7 기타 설비 .....	16
4.8 뒤채움 주입재의 설계 .....	18

## 1. 일반사항

### 1.1 목적

- (1) 이 기준의 목적은 TBM 터널 설계를 위한 표준을 제시하는 것이다.

### 1.2 적용 범위

- (1) 이 기준은 터널을 TBM으로 굴착할 경우에 적용하여야 한다.
- (2) 설계자는 현장조건에 맞는 TBM을 선정할 수 있도록 기기의 종류와 그 특성을 사전에 숙지하여야 한다.

### 1.3 참고 기준

#### 1.3.1 관련 법규

- (1) 이 기준의 관련 법규는 KDS 27 10 05(1.3.1)을 따른다.

#### 1.3.2 관련 기준

- (1) 이 기준의 관련 기준은 KDS 27 10 05(1.3.2)를 따른다.

### 1.4 용어의 정의

- (1) 이 기준의 용어정의는 KDS 27 10 05(1.4)를 따른다.

## 2. 조사 및 계획

### 2.1 조사 및 계획 일반

- (1) TBM 터널 계획은 터널의 선형, 토피, 내공단면, TBM 형식, 라이닝, 유지관리계획, 공사계획, 환경보존계획 등을 포함하여야 하며, 공용 중의 유지관리 등에 대하여 고려할 필요가 있다. 본 절에 기술되지 아니한 사항에 대하여는 KDS 27 10 10을 따른다.

### 2.2 조사

- (1) 2.2에 기술되지 아니한 사항에 대해서는 KDS 27 10 10에서 정하는 바에 따르는 것을 원칙으로 하되, 특수한 시험항목에 대하여는 다른 관련 기준에서 정하는 바에 따라야 한다.
- (2) TBM 터널의 입지조건 조사는 주로 노선 선정과 적용 TBM 종류의 결정, 터널의 규모 설정 등에 이용하며, 조사 시에는 TBM 운반을 위한 도로망, 교통 상황, TBM 조립 및 해체를 위한

공사용 부지, TBM 에 소요되는 전력 및 급배수 시설, 진입로, 침사지 및 사토장 부지 등에 대한 조사를 실시하여야 한다.

- (3) 노선 결정에 앞서 지상구조물, 지중매설물 및 지하구조물, 우물, 잔류가시설 등 TBM터널의 굴착에 지장을 주거나 굴착영향 범위에 있는 지장물에 대한 조사를 하여야 한다. 특히, 지중 매설물의 경우 매설도면이 없거나 매설위치가 도면과 다를 수 있기 때문에 의심이 가는 구간에 대하여는 적절한 지하지장물 탐사방법을 사전에 적용하여 지장물의 위치 및 규모를 파악하여야 한다.
- (4) 지형과 지반 조사는 TBM 터널의 노선 선정, TBM 형식 선정 및 공사기간 산정, 지보패턴 및 보조공법 적용(개방형TBM의 경우) 등, 설계와 시공 단계에서 중요한 자료를 제공하므로 정확한 조사를 수행하여야 한다. 특히 팽창성 지반, 복합지반, 단층대, 지하수위가 높은 모래 자갈층, 전석층, 토사와 암반의 경계부 및 유해가스의 발생가능 지역에서 TBM 적용 시의 위험 요인을 고려한 지반조사를 실시하여야 한다.
- (5) 터널주변의 환경보전을 위하여 필요에 따라 소음 및 진동의 영향, 지반침하, 지하수 영향 등에 대하여 조사를 실시하여야 한다.
- (6) TBM 굴진을 예측을 위하여 디스크커파의 성능시험과 디스크커파의 마모에 영향을 미치는 지반 조사와 시험을 계획하여야 한다.
- (7) 조사와 시험 성과의 정리 시 고려 사항
  - ① 조사와 시험 성과를 정리할 경우에는 조사와 시험 결과를 종합적으로 판단하여 터널노선 상의 전반적인 지질조건뿐만 아니라 시공 시에 문제가 될 수 있는 특수한 지형과 지질상태를 상세히 기입하여야 한다.
  - ② 지반 조사와 시험 결과에 따라 TBM의 형식과 세부 설계사항을 검토하여야 한다.

## 2.3 계획

### (1) 선형계획 시 고려 사항

- ① TBM 터널의 경우 사용목적, 설계조건, 입지조건, 지형조건, 지장물 및 지반조건, 시공성, 장비특성, 인접 구조물, 방재설계, 경제성, 유지관리와 TBM의 특성을 고려한 선형을 계획하여야 한다.
- ② TBM의 굴진효율의 향상을 위해 단층과 습곡 같은 지질구조대, 파쇄대, 팽창성지반 및 지층경계부를 피하고 가급적 균질한 지반을 통과하도록 TBM 터널의 노선을 계획하여야 한다.
- ③ 터널을 2개 이상 병렬로 계획하는 경우, 터널간의 순 간격은 TBM 굴착외경 이상을 표준으로 하고, 그 이하로 근접 계획할 경우에는 지반조건을 고려하여 적절한 대책방안을 수립하여야 한다.

④ TBM 터널을 다른 구조물에 근접하여 계획하는 경우 근접 구조물의 설계조건이나 현황을 조사하여 편압, 침하, 진동 등의 영향을 주지 않도록 필요한 간격을 두어야 하며, 필요시 구조물 주변의 보강을 고려하여야 한다.

⑤ 터널 작업구 및 작업장은 TBM 조립과 부대장비의 설치, 자재의 적재에 필요한 공간을 계획하여야 한다.

## (2) 평면선형 계획 시 고려 사항

① 평면선형은 가능한 한 직선으로 계획하도록 하며, 곡선으로 계획하는 경우에도 곡선반경은 TBM 장비특성에 따른 시공 가능한 최소곡선 반경 이상이 되도록 계획하여야 한다.

② TBM 터널의 최소곡선반경은 지반조건, 현장여건, 굴착단면의 크기, 시공방법, 장비특성, 라이닝 등을 고려하여 설계하여야 한다.

③ TBM 터널에서 현장여건 상 평면선형이 급곡선으로 변화하거나 현저하게 작은 곡선반경과 도중에 다른 터널과 접속하는 경우에는 굴진반력에 의한 터널변형방지와 안정성을 고려하여 지반보강, TBM의 구조, 라이닝, 여굴에 의한 뒤채움 주입량, 방향전환 작업구 및 지중접합과 같은 대책을 검토하여야 한다.

## (3) 종단선형 계획 시 고려 사항

① 사용 목적, 유지관리, 시공성, 경제성, 공사 중과 운용 시 배수처리 및 오염방지문제를 고려하여 TBM 터널의 종단선형을 결정하여야 한다.

② 종단기울기는 터널 정거장처럼 부득이한 경우를 제외하고는 TBM의 굴진효율 향상과 시공 중 및 운영 중 용출수를 자연유하 시킬 수 있도록 0.2% 이상의 기울기로 계획하되 현장조건에 따라 조정할 수 있다. 또한 배수, TBM의 추진, 시공 중의 버력 및 자재의 운반 등을 검토하여 문제가 발생하지 않도록 종단기울기를 계획하여야 한다.

③ 하향굴착의 경우 강제배수가 필요하고 TBM 굴진효율이 저하되므로 가능한 한 상향굴착이 가능하도록 종단선형을 계획하는 것이 바람직하다.

④ 부득이하게 기울기가 큰 종단선형을 계획할 경우에는 TBM의 특성을 검토하여 굴진 가능여부, 굴진을 저하 정도, 버력반출 및 자재운반에 미치는 영향을 확인하고 필요한 대책을 수립하여야 한다.

⑤ 수로터널의 경우 목적에 적합한 통수량, 통수단면적, 유속 등 상호관계를 고려하여 기울기 계획을 세워야 한다.

## (4) TBM 터널의 토피고 계획 시 고려 사항

① 터널의 토피고는 가급적 굴착외경의 1.5배 이상이 되도록 선형을 계획하되, 지표와 지하구조물의 현황, 지반조건, 굴착단면적의 크기, 터널의 사용 목적 및 시공방법을 검토하여 결정하

여야 한다.

- ② 터널의 토피고가 굴착외경의 1.5배 미만인 경우에는 안정성 검토결과에 따라 필요한 대책을 수립하여야 한다.
- ③ 터널이 하·해저 또는 저토피 구간을 통과하는 경우 공사 중 이수식 쉴드의 이수 분출에 대한 안정성은 물론 공사 중 및 운영 중 터널구조물의 부력에 대한 안정성을 확보하여야 한다.

(5) 내공단면 계획 시 고려 사항

- ① TBM 터널의 굴착단면은 원형을 표준으로 하며, 터널의 사용 목적을 고려하여 소요 내공단면적을 결정하여야 하고, 단면 내 여유공간에 배수로와 대피시설, 전기시설, 환기 및 방재시설 등의 부대설비계획을 검토하여야 한다.
  - ② 내공단면 계획 시에는 상하좌우의 선형오차, 변형 및 침하 등에 의한 시공오차를 감안하여야 한다.
  - ③ 내공단면의 시공오차 크기는 지반상태에 따른 허용 변위량, 지보와 라이닝의 시공편차, 터널의 용도 및 구조물의 특성을 고려하여 합리적으로 결정하여야 한다.
  - ④ 터널의 사용 목적에 따라 원형 이외에도 다른 단면형상의 TBM을 적용할 수 있으며, 이 경우 TBM의 성능, 라이닝의 강도, 형상 및 시공상의 문제점을 검토하여야 한다.
  - ⑤ 소요 내공단면의 크기별 TBM 직경을 정형화할 수 있는 경우는 TBM 단면표준화를 검토하여 장비와 부품이 재활용될 수 있도록 하여야 한다.
- (6) TBM 터널 계획 시에는 지반조건, 현장여건, TBM 종류 등을 고려하여 작업장, 버력처리장 등 작업에 대한 공간계획과 설비 계획, 기타 부속설비계획 등을 합리적으로 수립하여야 한다.
- (7) TBM 터널 작업장의 부지와 공간은 터널공사의 규모와 굴착공법에 따른 TBM 형식, 세그먼트 적치장, 터널 외부설비(환기설비, 수전설비, 급수 및 배수 설비, 급기설비, 압기시설, 뒤채움설비, 오페수 처리설비 등), 각종 가시설(커터숍(Cutter shop), 레일 조립장, 컨베이어 조립장, 버력처리장, 침전지, 재료적치장 등)의 기능 및 시공성을 고려한 규모와 각종 설비별 특성을 고려하여 효율적인 공간배치를 계획하여야 한다.
- (8) TBM의 발진을 위해서는 벽면지지용 발진터널 또는 발진반력대와 같은 반력설비를 계획하고 터널의 종단경사와 일치하게 계획하여야 한다.
- (9) 공사 중 TBM의 원활한 작동과 유지관리를 위하여 사전에 부품수급계획을 수립하여야 하며, 토질과 암질에 따른 디스크커터 및 커터비트 등의 적정 교체시기 등도 함께 고려하여야 한다.
- (10) 장대 TBM 터널 계획 시에는 라이닝과 접합되는 구조물(피난연락통로, 집수정 및 기재갱)의 시공시기 및 시공방안과 연결부에 사용되는 자재, 마감방법, 방수 및 지반보강 방안을 검토하여야 한다.

- (11) TBM 굴착 시 주변 지하구조물의 침하와 변위에 의한 손상이 예상되는 경우에는 터널의 사용성, 안정성, 경제성, 공사기간 및 환경조건을 고려하여 효과적인 대책공법을 검토하여야 한다.
- (12) 터널시공 시의 자연환경의 보전에 충분히 주의를 하여야 하며, 건설부산물의 감소와 재활용, 적절한 처리 및 처분에 대한 계획을 수립하여야 한다.
- (13) TBM 공법설계 도서에는 터널의 설치위치, 세그먼트의 형상, 길이, 단면강도 등과 함께 설계하중, 허용응력 또는 안전율, 사용재료의 종류 및 재질, 지반조건, 시공조건 등 세부 사항을 명기하여야 한다.
- (14) TBM 터널에서는 효율적인 굴착이 이루어질 수 있도록 현장여건과 지층특성에 맞는 TBM의 제원 선정과 그 특징을 설계단계에서 숙지하여야 하며, TBM 운전원을 포함한 관련 기술자 등의 상호 협조가 유지될 수 있는 현장운영조직을 계획하여야 한다.

### 3. 재료

#### 3.1 재료 일반

내용 없음

#### 3.2 재료 특성

- (1) 터널 세그먼트 라이닝에 사용되는 뒤펀 주입재료에는 시멘트 모르타르, 발포성 모르타르, 경량기포 모르타르, 섬유혼합 모르타르, 슬래그 또는 석탄회를 사용하는 가소성 주입재 및 골재가 있으며, 지반조건, 유입수의 존재, 쉴드TBM의 형식 및 주입재 특성을 고려하여 가장 적합한 재료를 선정하여야 한다.
- (2) 뒤펀 주입재료는 블리딩 등의 재료분리를 일으키지 않고 유동성을 잃지 않는 재료, 주입 후의 경화현상에 따라 체적감소가 적은 재료, 지반강도에 상당하는 균일한 강도를 조기에 얻을 수 있고 설계강도 이상을 발휘할 수 있는 재료, 수밀성이 우수한 재료 및 환경기준을 만족하는 재료를 선정하여야 한다.

#### 3.3 품질 및 성능시험

내용 없음

## 4. 설계

### 4.1 설계 일반

- (1) TBM 터널은 조사 결과를 기초로 하여 사용 목적의 적합성, 안정성, 경제성 및 시공성이 확보 되도록 설계하여야 하며, TBM의 특성을 최대한으로 활용할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 개방형 TBM(Open TBM)의 경우, 시공 중 굴진면 관찰과 계측 결과로부터 실제 지반조건이 설계 시의 예측 지반조건과 상이할 경우 설계 변경을 통하여 지보패턴을 조정할 수 있다.
- (3) 설계 단계에서 TBM의 굴진율, 공사기간 및 디스크커터의 마모 수명을 예측할 수 있도록 굴진과 관련된 시험들의 결과, 예측모델 및 장비특성에 따른 유사 시공사례 분석 결과를 활용하여야 한다.
- (4) TBM의 굴진율은 지보재와 라이닝의 설치, 장비의 유지보수, 디스크커터 교체 및 작업자 교대 등에 소요되는 시간을 고려한 가동율과 그에 따른 TBM의 굴진율을 사전에 예측하여 TBM 터널의 공사기간을 산정하여야 한다.
- (5) TBM 터널의 계측은 KDS 27 50 10을 따르는 것을 원칙으로 하되, 기계굴착의 특성을 고려하여 계측위치, 계측항목, 계측간격 및 측정빈도를 조정할 수 있다.
- (6) 쉘드 TBM 굴진 중 지반붕괴로 인한 장비의 함몰, 과굴착으로 인한 과다 지반침하를 방지하기 위해 굴진면압 관리, 뒤택음관리 및 버력량 측정을 통한 과굴착 여부를 계측결과와 함께 확인하여 안전한 시공이 될 수 있도록 계획하여야 하며, 조사장비에 의한 전방지반 예측과 굴진면 관찰도 고려할 수 있다.
- (7) 쉘드 TBM 굴진 중 안정성 확보를 위해서는 TBM 공사 착공 전 노선의 지층조건과 주변 조건을 고려하여 전구간 굴진면압을 산정하여야 한다. 굴진면압을 계산할 경우에는 지반조건, 장비형식, 첨가재 및 주입재의 특성 등을 고려하여 수행하여야 한다.
- (8) 도심지에서 밀폐형 쉘드 TBM 굴진 시 지반조건과 현장여건에 따라 계측계획을 수립하고 지반침하 관리기준값을 제시하여야 하며, 지반침하 관리기준값 산정을 위해 경험적인 체적손실법(Volume loss method) 또는 수치해석법을 적용할 수 있다.
- (9) TBM 터널이 공용기간동안 보유해야 하는 성능 수준을 유지하고 편리한 유지관리가 가능하도록 구조물을 설계하여야 한다.
- (10) 굴진면 자립이 불가능한 조건 또는 고수압 조건에서 디스크커터를 교체하거나 장비를 유지보수하는 경우에는 굴진면의 자립성, 작업자의 보건, 환경 및 안전을 확보하여 작업할 수 있는 계획을 수립하여야 한다.
- (11) 세그먼트 라이닝의 접속부 설계기준은 KDS 27 10 05(4.7.3)을 준수하여야 한다. 다만, 세그먼트 라이닝을 개구하였을 경우에는 토피, 지하수압, 주변지반 여건에 따라 세그먼트 라이닝

의 거동이 상이하므로 개구 부근 세그먼트 거동을 고려한 지반개량, 세그먼트 임시 보호 및 연결, 세그먼트 제거방법 등을 검토하여야 한다.

(12) 세그먼트 라이닝 접속부나 연결부 방향으로 토사지반을 굴진하는 동안에는 지반의 동수경사(Hydraulic gradient)를 고려하여 수리 파괴, 파이핑, 내부침식 등을 검토하여 적절한 대책을 수립하여야 한다.

(13) TBM 터널의 설계 시 검토 항목

- ① TBM 터널 내공단면의 크기
- ② TBM 장비의 형식선정
- ③ 커터헤드
- ④ TBM 제작, 운반 및 조립
- ⑤ TBM 터널의 지보재와 보조공법
- ⑥ 라이닝(세그먼트 라이닝 또는 현장타설 라이닝)
- ⑦ 뒤채움 주입
- ⑧ TBM 터널의 방수와 배수
- ⑨ 작업장과 작업구
- ⑩ 버력처리와 운반 시스템
- ⑪ 수전설비 등 각종 설비
- ⑫ 환기, 조명 및 방재설비
- ⑬ 오폐수 처리시설계획
- ⑭ 세그먼트 라이닝 접속부

## 4.2 TBM의 선정

### 4.2.1 TBM의 분류 시 고려사항

(1) 그림 4.2-1의 분류방법을 참조하여 현장조건과 지층조건에 맞는 TBM을 선정하여야 한다.

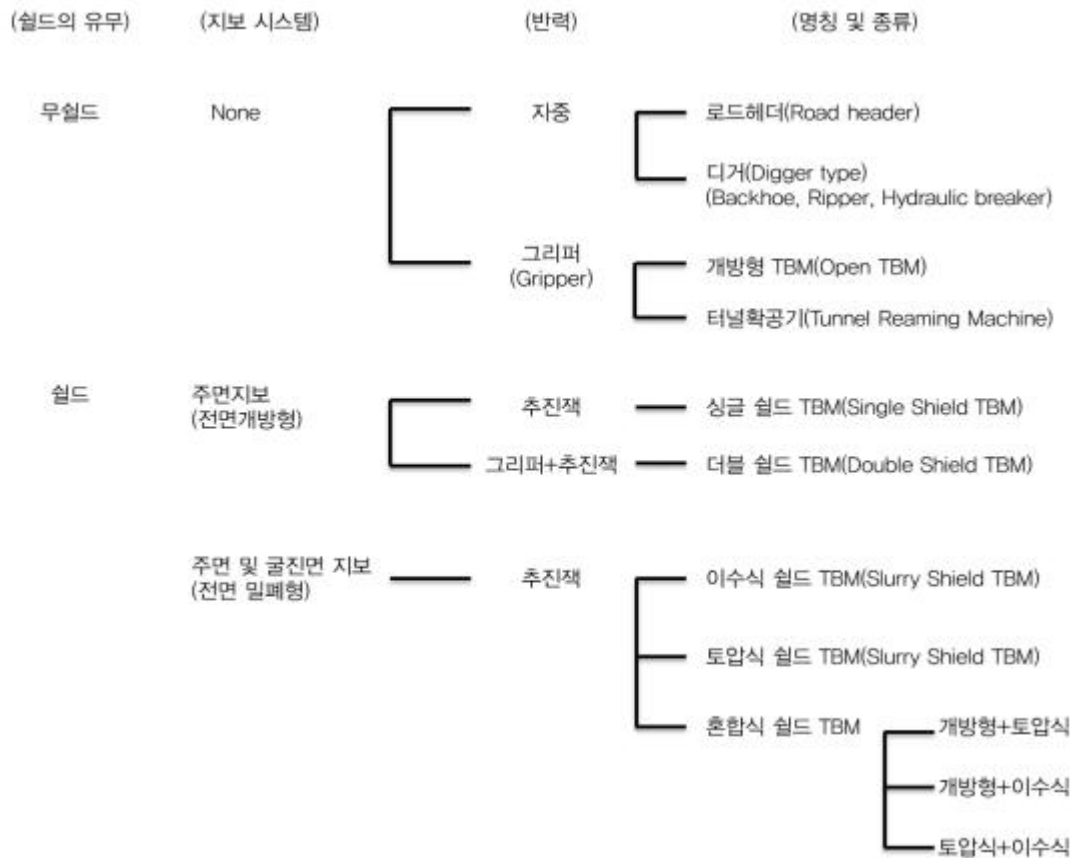


그림 4.2-1 터널 기계화 시공장비의 분류방법

- (2) TBM은 굴진 반력을 그리퍼(Gripper)의 암반벽면 지지에 의해 얻는 개방형TBM(Open TBM)과 세그먼트에 대한 반력을 이용하는 쉴드TBM으로 구분된다.
- (3) 개방형TBM(Open TBM)은 디스크커터가 부착된 커터헤드와 추진장치를 기본으로 본체를 구성하며, 후방설비(Backup system)에는 전기, 유압, 환기, 버력처리, 비상 및 방재를 위한 장치로 구성되며, 굴진 시 터널의 지보재를 즉시 혹은 적기에 시공 할 수 있는 시스템과 부대장비를 갖출 수 있다.
- (4) 개방형TBM(Open TBM)은 그리퍼(Gripper) 설치방식에 따라 Main Beam TBM과 Kelly Type TBM 형식으로 구분할 수 있다.
- (5) 쉴드TBM은 전면의 구조형식에 따라 전면개방형 쉴드TBM과 전면밀폐형 쉴드TBM으로 분류되며, 전면개방형 쉴드TBM은 싱글쉴드와 더블쉴드TBM으로, 전면밀폐형 쉴드TBM은 굴진면 지지 방식에 따라 이수식 쉴드TBM, 토압식 쉴드TBM 및 혼합식 쉴드TBM으로 구분된다.
- (6) 굴착 동안 굴진면 자립이 유지될 수 있는 지반조건에서는 개방형TBM(Open TBM)을 사용하고 굴진면 자립이 어려운 경우에는 밀폐형 쉴드TBM을 사용해야 한다.

- (7) 쉘드TBM은 굴진면 전면에서부터 후드부, 거더부, 테일부로 구성된 본체와 후방대차 등으로 구성되며, 쉘드TBM 형식을 결정하기 전에 쉘드TBM의 세부 구성사항과 각 구성요소별 역할을 파악하여야 한다.

#### 4.2.2 TBM 선정 시 고려사항

- (1) TBM의 형식은 장비의 효율과 작업여건을 고려하여 경제적이고 시공성이 좋은 형식으로 선정해야 하며, 노선의 지반조건 및 지하수조건에 적합하여야 한다.
- (2) 지반조건, 지하수조건, 지표의 상황, 지하매설물, 굴진속도, 단면형상과 크기, 시공연장, 터널의 선형, 공사기간, 사용목적, 굴착과 세그먼트 조립 시공성 및 작업장 용지와 굴착버력 처리 방법을 고려하여 안전하고 경제적인 시공이 가능한 TBM 형식을 선정하여야 한다.
- (3) TBM 형식은 지반조건과 현장여건을 고려하여 개방형 또는 밀폐형 중 가장 적합한 형식을 선정하여야 한다.
- (4) 터널노선 상에 파쇄대와 같은 연약지반이 부분적으로 분포하는 조건에서 개방형TBM을 적용할 경우에는 지반조건에 적합한 보조공법과 부분적으로 강판을 적용할 수 있다.
- (5) 굴진면에 지하구조물 또는 기초말뚝 등의 지하장애물이 있는 경우에는 지반조건 외에도 장애물의 제거나 변위발생 등을 고려하여 종합적으로 검토·선정하여야 한다.
- (6) TBM 장비 선정 시 고수압 또는 굴진면 자립이 어려운 지층에서의 디스크커터교체, 장비의 유지보수 및 굴진 시 예상되는 위험요인의 대응방안으로 굴진면 전방의 지반상태를 예측할 수 있는 장치, 지반보강 장치 및 압기작업에 요구되는 장치 또는 설비의 장착을 검토하여야 한다.
- (7) TBM 장비 또는 부품들을 재활용할 경우에는 현장여건에 적합한 형식과 성능을 확보하도록 계획하여야 한다.
- (8) TBM 장비형식 및 선정 외에 현장작업의 효율성, 시공성, 안정성 확보를 위한 추가장비(시스템, 장치, 설비 등)에 대한 장비옵션을 검토하여야 한다.

### 4.3 TBM 제작

#### 4.3.1 TBM의 제작 시 고려사항

- (1) TBM 장비의 주요설비
  - ① 커터헤드
  - ② 커터헤드 구동부

- ③ 세그먼트 이렉터
- ④ 전기설비
- ⑤ 작업장 가스 제어설비
- ⑥ 운영 관리자료 획득설비
- ⑦ 신축연장가능 벨트컨베이어
- ⑧ 트럭과 호퍼
- ⑨ 기관차, 광차 및 각종 대차
- ⑩ 이수처리설비
- ⑪ 뒤채움 주입설비
- ⑫ 배토용 펌프
- ⑬ 냉각설비
- ⑭ 공기주입설비

- (2) TBM은 연직 및 수평토압, 수압, 자중, 상재하중의 영향, 편압, 굴진면 토압 및 이수압 등의 하중을 지지하도록 설계한다.
- (3) TBM 구조는 각각의 작용하중에 대하여 TBM 각부가 안전하고 확실하게 가동될 수 있는 구조로 설계하여야 한다.
- (4) TBM은 무겁고 대형이므로 운송계획, 작업구 계획, 장비조립 및 해체 계획 등 제반조건을 고려하여 제작하여야 하며, 또한 연약지반에서 TBM을 추진하는 경우에는 TBM의 중량 및 중심위치가 그 운전성능에 영향을 미치므로 TBM 제작 설계 시 이를 고려하여야 한다.
- (5) TBM은 굴착, 추진 및 라이닝 설치작업을 수행할 수 있는 기능을 갖는 장치군으로 구성되므로 외부에서 작용하는 하중에 대하여 내부를 보호할 수 있어야 한다.
- (6) TBM의 외경은 외판(Skin)의 외경을 말하며, 세그먼트 외경, 테일 클리어런스(Tail clearance) 및 테일 스킨(Tail skin) 두께를 고려하여야 한다.
- (7) 테일 클리어런스는 세그먼트의 형상과 크기, 터널의 선형, 선형 수정, 세그먼트 조립 시 여유 및 테일 실(Tail seal)의 설치를 고려하여 결정하여야 한다.
- (8) TBM의 길이는 지반 조건, 터널 선형, 쉘드TBM 형식, 중절장치 유무, 세그먼트 폭, K형 세그먼트 삽입형식 및 수압조건에 따른 테일 실의 설치수량을 고려하여야 한다.
- (9) 후드부의 형상은 직각형, 경사형, 단절형 등이 있으며, 구조와 치수는 지반조건, 쉘드TBM의

형식에 적합하고 충분한 강도를 가질 수 있도록 결정하여야 한다.

- (10) 후드부의 구조는 잭, 커터축, 커터헤드 구동장치, 중절장치 및 배토장치 등의 부착공간을 고려하여 충분한 강도와 강성을 갖는 것으로 하여야 한다.
- (11) 테일부의 길이는 세그먼트 폭, 형상 및 시공성을 고려하여 결정하여야 한다.
- (12) 테일 스킨 플레이트 두께는 유해한 변형이 발생하지 않는 범위 내에서 가능한 얇게 하여야 한다.
- (13) 테일 실은 뒤채움 주입재나 토사를 동반하는 지하수의 역류방지를 위하여 내구성, 내압성 등을 고려하여 선정하여야 한다.

#### 4.3.2 TBM의 커터헤드 설계 시 고려사항

- (1) 커터헤드는 지반조건에 적합하고, 시공연장, 선형, 시공조건 등을 고려하여 기능을 발휘할 수 있는 것으로 선정하여야 한다.
- (2) 커터헤드는 굴착성능 예측자료와 굴착대상 지반특성을 고려하여, 각각의 디스크커터에 유사한 부하가 분배되도록, 디스크커터의 크기, 디스크커터의 개수, 디스크커터의 적정 간격 및 위치를 고려하여야 하며, 이를 바탕으로 장비의 운영조건인 커터헤드의 추력, 회전력 및 회전속도를 결정하여야 한다.
- (3) 커터헤드의 지지방식은 TBM 직경과 원지반 조건에 적합하도록 선정하여 버력반출기구와의 조합에 대하여 고려하여야 한다.
- (4) 커터헤드의 개구부는 지반 조건, 굴진면 안정기구 및 굴삭능률을 고려하여 개구 형식, 크기 및 개구율을 정하여야 한다. 또한 이수식 쉘드 TBM의 경우 입자가 작은 토사지반에 따른 커터헤드 폐색을 방지할 수 있는 장치를 추가로 검토 할 수 있다.
- (5) 커터 구동부는 시공조건 및 기계형식에 맞추어, 축(軸) 및 구동기어를 선정하여야 한다. 커터 축의 실(seal)은 토사, 지하수 등의 유입에 대하여 커터 축을 보호할 수 있어야 한다.
- (6) 확대굴착장치는 쉘드 TBM의 조향성을 향상시키기 위한 장치로서 지반조건, 시공조건에 적합한 기능을 발휘할 수 있어야 한다.

#### 4.3.3 TBM 디스크커터

- (1) 디스크커터는 지반조건에 적합하도록 종류, 형상, 크기, 재질 및 커터헤드에서의 배치를 결정하여야 한다.
- (2) 굴착대상 지반의 상태에 따라 디스크커터 또는 커터비트를 선정하거나 이들을 혼용하여 사

용하는 것을 고려하여야 한다.

- (3) 디스크커터의 선정 시 굴착대상 암석의 압축강도, 인장강도, 경도, 석영 함유량 및 디스크커터의 마모도를 고려하여야 한다.
- (4) 디스크커터와 커터비트는 마모특성을 평가하고 굴진과정에서 교체 방법과 교체 위치에 대한 계획을 수립하여야 하고 예상교체주기 산정을 위한 보조장치를 적용 할 수 있다.
- (5) 디스크커터의 크기는 터널의 굴착직경, 암석의 강도 등을 고려하여 결정하여야 하며, 선정된 디스크커터에 대하여 사전에 선형절삭시험을 수행하여 성능 평가를 실시하는 것을 검토하여야 한다. 이때 디스크커터에 작용하는 추력, 회전력 및 관입깊이에 따른 굴착성능을 예측할 필요가 있다.

#### 4.3.4 TBM의 추진기구

- (1) 개방형 TBM 의 추진은 그리퍼를 사용하고 쉘드TBM에서는 추진잭 사용을 원칙으로 하며, TBM의 전체 추진력은 TBM 형식에 따른 제반저항에 충분히 대처할 수 있도록 적정 안전율을 고려하여야 한다.
- (2) 그리퍼와 추진 잭의 선정과 배치는 TBM의 조향성, 세그먼트의 구조, 세그먼트의 시공성 등을 고려하여 설계하며, 가능한 한 간단한 구조가 되도록 하고 경량으로 내구성이 우수하고, 보수 · 교환이 편리하여야 한다.
- (3) 추진 잭은 쉘드TBM 외판 내측에 근접하여 등간격으로 배치하고 세그먼트에 가급적 균등하중이 가해지도록 하여야 하며, 그리퍼는 TBM 자중을 지지하면서 추진력을 얻을 수 있도록 적절히 배치하여야 한다.
- (4) 개방형TBM(Open TBM)의 그리퍼 작동속도와 스트로크(Stroke)는 추진 시의 굴진속도, 시공여건 및 터널지보재의 시공능률을 고려하여 결정하여야 한다.
- (5) 쉘드TBM 추진 잭의 작동속도와 스트로크는 추진 시 굴진속도, 시공여건 및 세그먼트 조립에 대한 여유를 고려하여 결정하여야 하며, 쉘드TBM의 곡선 시공을 위한 적정 길이가 되도록 계획하여야 한다.

#### 4.3.5 TBM의 유압, 전기 및 제어기구

- (1) TBM의 유압기기는 일반건설기계의 경우와 달리 고압 대용량이므로 내구성, 효율 및 소음에 대한 사용 환경을 고려하여 기종을 선정하여야 한다.
- (2) 유압기기는 자가 점검 장치가 있거나 점검이 용이한 것으로 선택하여 사용조건하에서 적절한 상태로 유지관리가 가능하여야 한다.

- (3) 유압회로는 가능한 한 간단하여 각 기기가 확실하게 작동하고, 오조작이 발생할 경우에도 안전을 보장하여야 한다.
- (4) 유압작동유는 유압기기에 적합한 양질의 것이어야 한다.
- (5) 전기 기기류는 방수, 방습, 방진 등에 유의하여야 하며, 가능한 한 조작 및 점검보수가 용이한 위치에 설치하여야 한다.
- (6) 제어기기는 각 기기가 확실하게 작동하여 굴착, 추진 및 버력처리를 위한 기기들과 상호 연관성을 양호하게 하고 이상 시에도 안전하게 대처할 수 있어야 한다.

#### 4.3.6 세그먼트의 조립기구

- (1) 이렉터(Erector)는 쉘드TBM의 형식과 규모, 세그먼트의 분할과 형상, 굴착토 처리방법, 작업주기 등을 고려하여 세그먼트의 조립이 정확하고 능률적인 것으로 선정하여야 한다.
- (2) 이렉터의 능력은 세그먼트의 종류, 형상, 중량 및 조립순서 등을 고려하여 결정하여야 한다.

#### 4.3.7 부속기구

- (1) 중절장치는 원지반 조건, 터널의 선형, 쉘드TBM의 형식 등에 적합하고, 그 기능이 확실하게 발휘될 수 있는 방식과 기구를 선정하여야 한다.
- (2) 방향제어장치는 지반조건, TBM의 형식, 터널의 선형 등을 고려하여 확실한 TBM의 방향제어가 가능한 것으로 선정하여야 한다.
- (3) TBM에 탑재하는 측량장치는 TBM의 자세, 움직임 방향의 파악 등 측량 목적에 맞추어 선정하여야 하며, 터널 내 고온, 다습 등의 환경조건에서도 충분한 내구성을 확보하여야 한다.
- (4) 뒤채움은 주입방식에 따라 동시, 즉시, 후방주입으로 구분하며, 주입장치가 필요한 경우는 주입재료, 주입방법, 주입량 등을 고려하여 확실하게 충전될 수 있는 기구를 선정하여야 한다.
- (5) 후방대차는 TBM 굴진을 위한 기계장치 설치 및 굴진면 작업에 이용하는 재료 및 각종 작업 받침대, TBM 굴진과 동시 이동 등의 기능과 규모를 지닌 것이어야 한다.

#### 4.4 TBM 터널의 지보재와 보조공법

- (1) 터널지보재는 TBM의 기계적 특성과 지반조건 및 지보재 작업의 시공성 등을 고려하여 설계하여야 하며, 기타 일반적인 설계사항은 KDS 27 30 00을 따른다.
- (2) 개방형TBM(Open TBM) 터널의 경우 암반분류 결과에 따라 구간별 지보패턴을 제시하여야

하며, 양호한 지반조건에서는 지보재 생략이 가능하다.

- (3) 개방형TBM 터널 해석은 발파 굴착에 비하여 주변 지반의 응력 분포와 지반변형특성이 상이한 점을 특별히 반영하여야 하며, 경우에 따라서는 지보패턴의 등급을 조절하거나 지보재설계의 최적화를 고려하여야 한다.
- (4) 개방형TBM 터널의 철망은 슛크리트의 부착력과 보강효과의 증가를 위하여 설치하는 철망과 낙반 방지용 철망으로 구분하고, 낙반 방지용 철망은 암질 상태에 따라 철망의 종류를 달리하여야 한다.
- (5) 지반조건이 불량하여 과도한 지반침하, 변형 및 지하수 저하가 예상되는 구간에는 필요시 보조공법을 설계에 반영하여야 한다.
- (6) 보조공법은 사용목적에 적합하고, 원지반 조건, 환경조건, 안정성, 시공성, 경제성 등이 확보되도록 설계하여야 하며, 필요시 TBM에도 보조공법 시공 장치를 반영하여야 한다.
- (7) 개방형TBM(Open TBM) 터널에서 구조체 역할을 하는 터널 현장타설 라이닝의 설계는 KDS 27 40 05를 따른다.
- (8) 쉘드TBM의 주지보재 역할을 하는 세그먼트 라이닝의 설계는 KDS 27 40 10을 따른다.

## 4.5 작업장과 작업구

### 4.5.1 TBM 터널의 작업장

- (1) TBM 작업장의 규모는 TBM 및 후속 대차의 조립에 지장이 없도록 결정하여야 하며, 주변 환경과 교통여건 등을 고려하여 경제적인 설계가 되도록 하여야 한다.
- (2) TBM 작업장의 폭과 길이는 TBM 본체 및 후속 대차의 크기, 크레인의 작업범위를 함께 고려하여 결정하여야 한다.
- (3) 환기설비, 수전설비, 급수 및 배수 설비, 커터숍, 레일조립장, 침전지, 급기설비 등 각종 가시설의 기능과 규모를 감안하여 배치계획을 수립하여야 한다.
- (4) 버력운반 장비의 규격에 따라 세그먼트 야적장, 버력하치장과 운반 장비의 대기공간을 확보하여야 한다.
- (5) 세그먼트 야적장은 현장의 공정을 고려하여 세그먼트를 적치할 수 있는 공간을 확보하여야 한다.
- (6) 버력 반출여건을 고려하여 터널 외부에 버력 하치장의 필요성을 검토하여야 하며, 필요시 버력 적하가 가능하도록 임시 구조물을 설치하여야 한다.

- (7) 이수식 쉴드 TBM은 이수처리설비의 부지를 확보하고 소음진동에 대한 대책을 계획하여야 한다.
- (8) 사토장 여건을 고려하여 임시 적치장의 필요성을 검토하여야 한다.

#### 4.5.2 TBM 터널 작업구

- (1) 작업구는 지반조건과 현장여건을 고려하여 시공이 안전하고 효율적으로 이루어지도록 위치, 규모 및 기능 등을 계획하여야 한다.
- (2) TBM의 반입, 조립, 세그먼트 등의 재료 및 모든 기계기구의 반입, 굴착머력의 반출, 작업원의 출입 등을 위한 발진 작업구를 계획하여야 하며, 필요에 따라 방향전환용, 또는 TBM 인양을 위하여 터널노선의 중간 또는 종점에도 작업구 설치를 계획하여야 한다.
- (3) 각 작업구의 규모, 형상 및 시공방법은 사용 목적, TBM의 크기, 현장여건, 본 구조물 및 부대 시설과의 연결을 고려하여 결정하여야 한다.
- (4) 작업구 내 발진부와 도달부의 설계 시에는 지수, 작업구 벽체의 안전성 등을 고려하여야 한다.

#### 4.5.3 발진기지

- (1) TBM 터널의 초기 굴진 시 발진부에 대한 사전 지반개량 여부, 발진반력대, TBM 받침대, 엔트런스 패키징, 가설 세그먼트 해체시기, 후방설비의 배치 및 토사의 반출 방법 등을 계획하여야 한다.
- (2) 발진 시 TBM의 고정위치는 설계상의 터널구조물의 위치를 기본으로 하여 결정하고, 지반이 연약하여 TBM 처짐이 예상되는 경우에는 위치를 상향 보정하도록 계획하여야 한다.
- (3) 발진터널의 직경은 TBM이 원활히 진입할 수 있는 여유폭을 고려하여 결정하여야 한다.
- (4) 개방형TBM(Open TBM)의 발진터널 길이는 TBM 본체의 길이와 지반상태를 고려하여 결정하여야 한다. 또한 양쪽 측면에서 TBM의 벽면지지가 가능하도록 벽면 지지대를 계획하여야 한다.
- (5) 쉴드TBM 발진에 필요한 반력대설비는 주로 가조립 세그먼트 방식과 형강을 주재로 하는 설비 등으로 분류할 수 있으며, 초기굴진 시 필요한 추력에 대하여 견딜 수 있는 강성을 확보하도록 설계하여야 한다.

### 4.6 터널 내 운반 시스템의 설계

- (1) 터널 내 운반 시스템의 설계 시에는 광차, 세그먼트대차, 자재대차, 인력대차 등의 운반조건과 공정을 고려하여 사양과 수량을 계획하여야 한다.
- (2) 터널 내 버력처리설비는 터널의 단면크기, 연장, 기울기, 버력량, 버력상태, 사용장비의 특성, 공정 및 주변여건을 고려하여 효율적인 버력 처리설비를 선정하여야 한다.
- (3) TBM 터널은 TBM 버력의 원활한 반출, TBM 가동에 필요한 후방설비 및 부품의 신속한 반입, 반출과 굴진면에서 이상 상황의 발생 시 작업자의 대피 등 즉각적인 대처가 가능하도록 통행로를 항상 확보하여야 하며, 어떠한 이유로도 통행로를 차단하는 일이 없도록 설계하여야 한다.
- (4) 버력처리를 위한 장비계획은 공사기간, 버력 발생량, 버력특성, 터널 내 작업환경, 버력처리장까지의 운반방법과 거리 등을 고려하여 수립하여야 한다.
- (5) 버력 운반장비의 계획 시 가급적 굴착과 동시에 버력을 터널 외부로 반출할 수 있는 운반체계에 결정하여야 한다.
- (6) 버력의 외부반출 시 환경문제를 고려하여 사전에 대책을 수립하여야 한다.
- (7) 터널 내 버력 운반시스템은 기관차와 광차를 이용하는 궤도방법, 벨트컨베이어 방법, 덤프트럭, 배관압송 방법 등을 적용할 수 있다. 버력적재 및 대기시간을 최소화하고 TBM 가동률을 높이기 위하여 필요시 교행가능지점(Rail switching point)의 설치를 검토하여야 한다.
- (8) 벨트컨베이어 시스템 설계 시 고려 사항
  - ① 벨트의 폭은 버력의 최대 입자크기, 버력처리 용량 및 운반속도 등을 고려하여 선택하여야 한다.
  - ② 벨트컨베이어는 곡선반경, 종단기울기를 고려하여 충분한 운반능력을 확보하여야 한다. 필요 시에는 자동연신장치, 중계 부스터 등의 설치를 검토하여야 한다.
- (9) 굴진면의 안전유지 및 굴착버력의 배출을 위하여 이수를 사용하는 쉘드TBM의 경우 굴진면의 안정을 유지하기 위한 압력은 수압 및 토압에 대하여 일반적으로 20 ~ 50 kPa 정도의 여유를 두고 유지하기 때문에 중계 펌프를 적정 위치에 설치하여 압력 저하를 방지하도록 하여야 한다.

#### 4.7 기타 설비

- (1) 터널의 부속설비는 사용 목적이나 유지관리상의 필요성에 따라 배수, 환기, 방재, 가스검측설비와 맨홀 등을 설계에 포함하여야 한다.
- (2) 터널 내부의 부속설비는 작업환경성, 안정성, 경제성을 고려하여 계획하여야 한다. 특히 공사 중 터널 내부의 조명설비와 분진 억제 및 제거 설비를 검토하여야 한다.

## (3) 환기설비의 설계 시 고려 사항

- ① TBM 터널에서의 터널 내 환기방법과 설비는 소요 환기량을 계산하고 그 결과에 따라 적합한 설계를 하여야 한다.
- ② 소요 환기량은 터널 내 최대 작업원에 대하여 필요한 소요 환기량, 분진에 의한 소요 환기량, 터널 내 장비운용에 따른 소요 환기량 및 기타 소요 환기량 중 가장 큰 환기량으로 산정하여야 한다.
- ③ 소요 환기량에 따라 환기 팬의 용량과 풍관의 구경을 결정하여야 한다.
- ④ 환기방법은 소요 환기량과 풍관의 구경에 따라 터널 내 배치공간을 감안하여 송기식, 배기식, 송배기식 중 적합한 환기방법을 적용하여야 한다.

## (4) 수전설비의 설계 시 고려 사항

- ① 수전설비는 TBM의 전력 소요량과 기타 부속설비에 필요한 전력 소요량을 합산하여 계획하여야 한다.
- ② TBM 본체용 전력공급은 TBM 굴진에 따라 고압 케이블을 100 ~ 200 m 마다 연결하도록 계획하여야 한다.
- ③ 후속설비 및 터널 내부의 가시설용 전력공급은 터널의 길이에 따라 발생하는 선로 손실 및 전압 강하를 감안하여 800 ~ 1,000 m 마다 변압기를 설치하도록 계획하여야 한다.
- ④ 전력공급 중단에 대비하여 자가발전설비 또는 예비전원설비를 계획하여야 한다.

## (5) 급수와 배수 설비 설계 시 고려 사항

- ① 급수설비는 소요되는 급수량을 충분히 고려하여 설계하여야 하며, 소요 급수량, 터널의 기울기와 연장에 따라 급수펌프의 동력과 급수관의 구경을 결정하여야 한다.
- ② 소요 급수량은 TBM장비 냉각수, 배관세척수, TBM 디스크커터에 필요한 소요 급수량, 지보재 설치에 따른 소요 급수량과 기타 소요 급수량을 모두 합하여 산정하여야 한다.
- ③ 급수펌프의 동력과 급수관 구경은 TBM 운용에서 필요한 소요 압력이 유지될 수 있도록 결정하여야 한다.
- ④ 배수설비는 TBM에 공급된 용수 중 퇴수되는 양과 터널 내의 지하수 용수량을 충분히 배수할 수 있도록 하며, 지하수맥의 존재로 다량의 지하수가 존재할 경우 등의 예측하지 못한 용출수에 대비하여 예비 배수설비를 계획하여야 한다.
- ⑤ 소요 배수량은 자연용수량, TBM 퇴수량, 지보재 설치에 따른 퇴수량과 기타 퇴수량 및 비상시 퇴수량을 모두 합하여 산정하여야 한다.

- ⑥ 소요 배수량에 따라 급수펌프의 동력과 급수관의 구경을 결정하여야 한다.
- ⑦ 장대터널에서는 펌프의 성능을 고려하여 설치간격을 검토하여야 한다.
- (6) 침전설비는 터널 내의 배수량에 따라 침전조의 규모 및 형태, 수질 및 환경보호대책을 수립하여야 한다.
- (7) 비상급기설비 설계 시 고려 사항
  - ① 비상급기설비는 터널작업 시 낙반사고 등 터널이 매몰될 경우를 대비하여 계획하여야 한다.
  - ② 비상급기설비는 터널연장 및 작업인원을 기준으로 공기압축기의 용량 및 급기관의 구경을 결정하여야 한다.
- (8) 이수식 쉘드TBM의 이수처리설비 설계 시 고려 사항
  - ① 이수식 쉘드TBM 적용 시에는 지하수, 지표수, 해수의 오염을 방지하도록 몇 차례로 나누어 처리되는 지상 플랜트를 설계하여야 한다. 이 경우 반드시 슬러지와 상급수를 분리하여 슬러지는 사토처리 하여야 하며, 상급수는 수소이온농도(pH) 조정 후 최종 방류하거나 굴진면에 재유입하여 재사용하도록 하여야 한다.
  - ② 이수처리 플랜트설계 시에는 쉘드TBM의 최대 굴진속도를 보장할 수 있는 충분한 처리용량을 확보하여야 하며, 긴급 상황에 대처할 수 있게 충분한 예비 안정액을 확보하여야 한다.
  - ③ 이수처리 플랜트에서 배출하는 처리수는 하천수질환경기준에 따른 배출허용기준을 만족하기 위하여 수소이온농도(pH), 탁도, 배수량을 측정하고 자동 기록하는 시스템을 갖추도록 하여야 한다.
- (9) 압기공법 적용 시 압기설비, 전력설비, 냉각설비, 압축공기 저장탱크 및 송기관 등의 설치계획을 수립하여야 한다.
- (10) 뒤채움 주입설비는 주입이 능률적으로 이루어질 수 있도록 배치함과 동시에 작업사이클 내에 쉘드TBM 테일보이드(Tail void)를 완전히 충전할 수 있도록 계획하여야 한다.

#### 4.8 뒤채움 주입재의 설계

- (1) 뒤채움 주입방법은 테일보이드의 발생과 동시에 주입·충전하는 방법으로 쉘드TBM 장비에 설치된 주입관을 통해 주입하는 동시주입방법, 스킨플레이트가 조립된 세그먼트를 벗어나는 즉시 세그먼트 그라우트홀을 통해 주입하는 즉시주입방법, 그리고 쉘드TBM 장비 후방에서 세그먼트 그라우트 홀을 통해 주입하는 후방주입방법이 있으며, 쉘드TBM의 장비특성(형식, 직경)과 현장 지반조건, 수압조건을 고려하여 설계하여야 한다.
- (2) 테일보이드에 의한 지반침하를 억제하기 위하여 동시주입을 원칙으로 하고, 동시주입이 곤

란한 경우에는 지반조건과 시공 여건에 적합한 뒤채움 주입방식을 계획하여야 한다.

- (3) 뒤채움 주입압은 세그먼트 배면을 완전히 충전시킬 수 있도록 세그먼트에 작용하는 외압보다 큰 압력으로 설계하여야 하며 세그먼트 구조검토에 이를 반영하여야 한다.
- (4) 뒤채움 주입량은 쉘드TBM의 테일보이드 크기, 주입재의 지반에 대한 침투성, 지반의 투수성 및 여굴을 고려하여 설계하여야 한다.

## 집필위원

성명	소속	성명	소속
김택곤	SK에코플랜트	문준배	강릉건설(주)
박진수	(주)호반산업		

## 국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	김낙영	한국도로공사
김기현	한국건설기술연구원	김영근	(주)건화
김희석	한국건설기술연구원	배상훈	SH 엠앤씨
류상훈	한국건설기술연구원	유한규	한양대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이성원	한국건설기술연구원
이상규	한국건설기술연구원	이용주	서울과학기술대학교
이승환	한국건설기술연구원	이호성	(주)지윤이앤씨
이용수	한국건설기술연구원	정상준	(주)에스코컨설팅
주영경	한국건설기술연구원	천대성	한국지질자원연구원
최봉혁	한국건설기술연구원	최해준	수성엔지니어링
허원호	한국건설기술연구원		

## 중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김상철	(주)삼안	문인기	엠플러스이앤씨(주)
김성수	한국토지주택공사	신중호	한국지질자원연구원
김영근	(주)건화	정평기	(주)화인씨이엠테크
류은영	(주)태암엔지니어링		

## 소관부처

성명	소속	성명	소속
양희관	국토교통부 도로건설과	최영록	국토교통부 도로건설과
김로타	국토교통부 도로건설과		

(분야별 가나다순)

## KDS 27 25 00 : 2023 TBM 터널

---

2023년 9월 12일 개정

소관부서 국토교통부 도로건설과

관련단체 한국터널지하공간학회  
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호  
(사)한국터널지하공간학회  
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net  
<https://www.tunnel.or.kr/>

작성기관 한국터널지하공간학회  
06720 서울시 서초구 효령로 304 국제전자센터 14층 11호 (사)한국터널지하  
공간학회  
Tel : 02-3465-3663 E-mail : ktastaff@hanmail.net  
<https://www.tunnel.or.kr/>

국가건설기준센터  
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr  
<http://www.kcsc.re.kr>