

❖ 기 계 화 시 공 기술위원회

Annual Technical Report

~ TBM 예비부품 분류 및 관리 ~

2022. 12

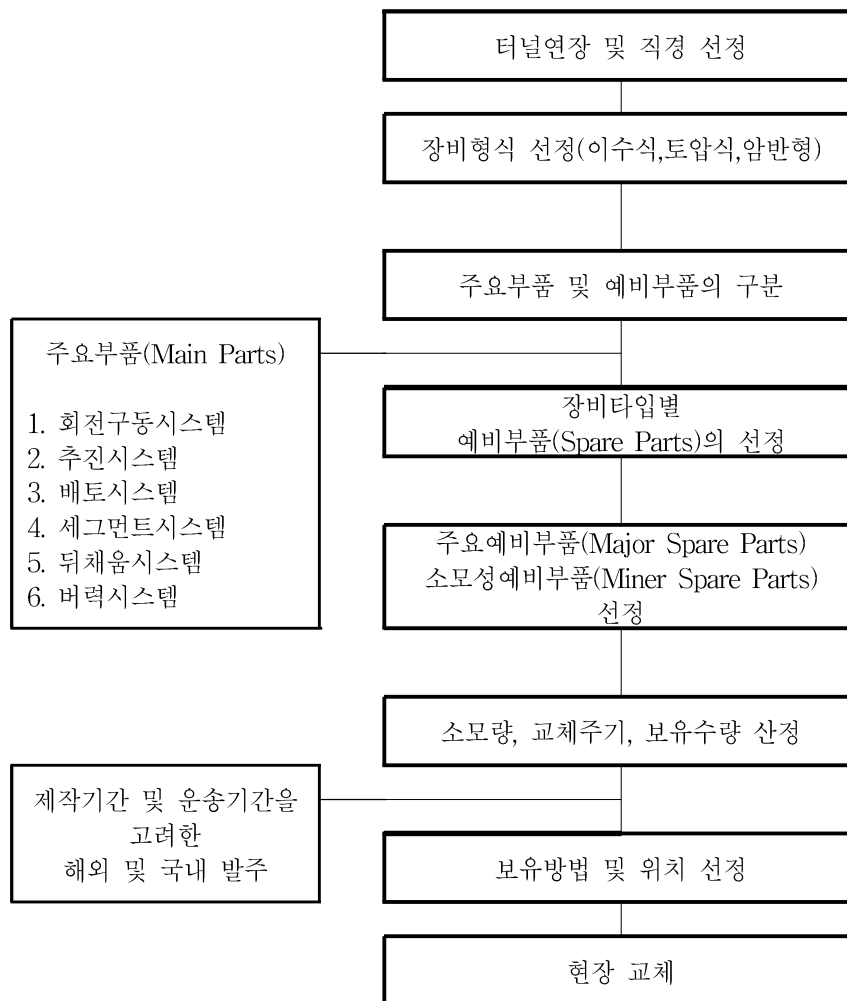


사단
법인 **한국터널지하공간학회**
Korean Tunnelling and Underground Space Association

제1장 예비 부품(Spare part)

- TBM 터널은 기계, 전기, 유압 등의 부품과 그에 따른 시스템을 이용한 굴착방법으로 TBM부품은 TBM을 구동시켜 굴착과 터널형성에 직접적인 영향을 주는 주요부품(Main parts)과 구동과 굴착의 지원에 필요한 예비부품(Spare parts)으로 구분 할 수 있다.
- TBM은 굴진에 따른 필연적인 소모가 주요부품과 예비부품에 발생하며, 주요부품은 장비 제작 시 굴진 중 교체가 곤란하고, 시간적인 손실이 공사의 성패를 좌우하므로 소모주기가 매우 길고, 고장의 빈도가 매우 적도록 제작된다. 그러나, 예비부품은 주요부품에 비해 부피나 중량이 작고, 소모나 고장이 주기적이고, 다소 빈번하게 발생할 수 있으므로, 현장에서는 예비부품의 항목을 선정하여 교체주기 예측 및 보유수량을 확보하여 TBM 공사의 효율성을 확보하여야 한다.

1. TBM 예비부품 선정 및 보유 흐름도(Flow Chart)



2. 주요부품(Main part)과 예비부품(Spare Part)의 분류

TBM 장비의 부품은 크게 주요부품(Main Parts)와 예비부품(Spare Parts)로 나눌 수 있으며, 예비부품은 주요 예비부품(Major Spare Parts)와 소모성 예비부품(Minor Spare Parts)로 구분된다. [표 1]은 TBM적용된 부품에 대하여 구분하여 놓은 표이다.

[표 1] 주요부품과 예비부품의 구분(서울시 도시기반시설본부, 2019)

구분	주요부품 (Main Part)	예비부품 (Spare Part)	
		주요 예비부품 (Major Spare Part)	소모성예비부품 (Minor Spare Part)
특징	<ul style="list-style-type: none"> 터널의 굴착 및 형성에 직접적인 영향을 주는 부품 	<ul style="list-style-type: none"> 일반적으로 대형부품임 필연적으로 발생하는 소모성 부품으로 제작기간이 다소 길고 고가임 주요부품을 포함하기도 함 	<ul style="list-style-type: none"> 필연적으로 발생하는 소모성 부품으로 발생빈도 빈번함 제작기간이 길지 않고, 주요예비부품보다 저가임
부품 (예)	<ul style="list-style-type: none"> 메인베어링, 구동모터 추진용 유압잭, 그리퍼 스크류 컨베이어, 배니관 이렉터 	<ul style="list-style-type: none"> 디스크커터 및 커터비트 크러셔 및 그리드 스크류컨베이어, 배니관 	<ul style="list-style-type: none"> 필터 각종 썰 유압류 압력센서 등

3. TBM 예비부품 분류기준

① 주요 예비부품 (Major Spare Parts)

- 위탁재고에 기초한 TBM 장비의 주요 예비부품이다.
- 주로 부품가격이 고가이며, 제작소요 기간이 긴 부품이다.
- 모든 마모부품, 커터, 수리공구 또는 프로젝트에 맞춰진 특수제작 물품을 제외한 대형 부품이다.

② 소모성 예비부품 (Minor Spare Parts)

- 위탁 재고품이 아니며 주요 예비부품에 비해 가격이 저가이며 제작 소요기간이 짧다.
- 굴진에 관련된 모든 마모부품, 커터, 수리공구 및 프로젝트에 맞춰진 특수제작 부품이다.
- 필터, 각종 썰, 유지관리 키트, 소형유압밸브, 압력센서, 전기카드 등이다.

③ 예비부품 보유의 예(원주~강릉 철도건설 11-3공구)

일반적으로 TBM 장비는 굴진전 일상점검 및 주기적인 점검을 통해서 고장을 최소화 하고 굴진시 고장이 발생하였을 경우도 제작사 슈퍼바이저의 상주와 국내기술자의 합동 점검을 통해 조속히 수리 할수 있도록 해야 하며, 이때 필요한 부품은 예비부품을 운영 하여 조속히 수급될 수 있도록 하여야 한다. 표 2는 TBM 장비고장 사전방지 및 처리절 차에 대하여 나타낸 표이며, 표 3은 기능별 주요 고장의 원인과 정비대책에 대하여 나타낸 표이다. 표 4은 현장에서 보유한 예비부품의 보유수량(예)을 나타낸 표이다.

[표 2] TBM 장비고장 사전방지 및 정비계획 (원주~강릉 철도건설 11-3공구)

공종	구분	정비 계획
굴진 작업전	-	<ul style="list-style-type: none"> 현장 상주 제작사 슈퍼바이저(Mechanic & Electrical) 및 국내기술자 작업전 점검 및 시운전
굴진중 장비고장	1차 정비	<ul style="list-style-type: none"> 현장 상주 제작사 슈퍼바이저(Mechanic & Electrical) 및 국내기술자 합동점검 현장에서 정비
	2차 정비	<ul style="list-style-type: none"> 현장 상주 제작사 슈퍼바이저(Mechanic & Electrical) 및 정비분야별(기계, 유압, 전기) 협력업체 정비 현장에서 정비(필요시 관련 업체 기술자 상주)
예비부품 운영	-	<ul style="list-style-type: none"> TBM 장비, 지상설비의 정비시 소요되는 다종의 예비 부품 보유 현장내 별도공간에 예비부품 보관소 운영

[표 3] TBM 기능별 고장원인 및 정비대책 (원주~강릉 철도건설 11-3공구)

공종	고장원인	정비 대책
기계	<ul style="list-style-type: none"> • 커터헤드 과부하로 인한 커터모터 섯타운 • 굴진중 냉각수 온도 상승으로 굴진중단 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전기 교환(예비부품 보유) • 지상 냉각시스템 운영
유압	<ul style="list-style-type: none"> • 초기굴진 후방대처와 TBM 간격이 멀어짐에 따라 유압드레인 라인 압력저하 • TBM 유압 배관내 이물질 존재 	<ul style="list-style-type: none"> • 수직구 하부 유압드레인 펌프 설치 • 초기 굴진후 유압필터 교환
전기	<ul style="list-style-type: none"> • 수직 PE펌프와 TBM과의 거리증가에 따른통신 장애 • PLC 시스템 통신 장애 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 터널 중간에 증폭기 설치 • 고압케이블과 저압케이블 이격 설치
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 굴진시 배니펌프 마모로 인한 유체이송 효율 저하 • 샌드콜렉터 사이클론 및 스크린 마모 	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프 예비부품 운영 • 기타 예비부품 운영

[표 4] 예비부품 보유수량(예) (원주~강릉 철도건설 11-3공구)

명칭	주요기능	고장시 대책	예비부품	
			목록	보유수량
커터헤드	터널 굴착	디스크커터 점검 및 교체	디스크커터 및 커터비트	1 SET
메인드라이브	커터헤드 구동	유압, 전기등 전체적인 점검	유압밸브 및 호스	1 SET
맨락	챔버내 압력유지를 위한 통로	각종 밸브 및 배관 점검	점검 밸브 및 압력계	1 SET
이렉터	세그먼트 조립	전기, 유압계통 점검	유압모터, 실린더, 및 밸브	1 SET
추력실린더	추진으로 굴진	전기, 유압계통 점검	유압모터, 실린더, 및 밸브	1 SET
송배니관	이수 이송	펌프 점검 및 시운전 연결부 점검	케이싱 임페라, 조인트 등	1 SET

4. TBM 예비부품 보유기준

① Singapore LTA 기준 (General Specification Tunnel Machine)

- 운영에 지장이 없도록 장비제작사는 예비부품 제공 의무를 명시하는 내용을 포함한다.
- TBM 장비 및 백업시스템에 대한 필수 목록과 부품의 재고사항 저장장소, 현장 도착에 걸리는 기간을 명시하도록 제시하고 있다.
- 현장 교체부품 및 유지 보수 자료에 대한 자료보관 내용과 항목은 아래와 같다.
 - 커터 1 세트
 - 유압램, 유압호스 및 부품
 - 버력처리 시스템 벨트, 롤러, 베어링 및 볼트
 - 데일 썰 브러쉬 1 세트
 - 토압 및 유압 센서 1세트
 - 이수식 TBM용 예비 크러셔 1세트
- TBM의 예비품은 즉시 사용 가능하도록 준비되어야 한다.

② 영국터널학회 기준(Specification for Tunnelling, Third Edition, 314.2 Machine Characteristics)

- 유지관리를 위해 중량물의 부품 취급을 포함하여 적절한 수단이 제공되어야 한다.
- 전기모터, 유압펌프 및 모터, 램과 같은 주요 예비부품은 개별교체가 가능하여야 한다.

5. 국내 TBM 예비부품 고려사항

- 예비부품은 주요 예비부품과 소모성 예비부품으로 크게 구분되며, 주요 예비부품은 기계, 전기, 유압으로 현장특성과 시공사의 시공경험 그리고 장비 제작사의 제안 등으로 수리 및 소모 빈도가 자주 발생하는 부품에 대한 특별 관리가 필요하며, 예비부품의 항목은 TBM 터널의 지질조건, 형식, 연장, 규모에 따라 다르므로 현장조건에 맞게 시공사의 주관적 선정이 가능하다.
- 국내기술로 예비부품은 일부 및 다수 제작 가능하며, TBM 시장 활성화에 따른 제작물량 증가로 TBM제작사보다 단가 경쟁력이 우수해 질수 있도록 해야 한다.