

재활용 TBM의 현장 투입 전 장비 검수 기준(안)에 대한 연구

Research on Inspection Guidelines for Recycled TBMs Before Field Application

김민정*, 백진호*, 박진수†, 박준경**, 송기일***, 장수호****, 전기찬*****

Min jeong Kim*, Jin ho Baek*, Jin soo Park†, Jun kyung Park**, Ki-il Song***, Soo ho Chang****, Kichan Jeon*****

초 록 TBM은 지반 및 수압 조건, 현장 여건에 맞게 주문·제작되는 고가의 굴착 장비이다. 신규 제작된 TBM은 장비 검수 과정의 승인 후 현장에 투입된다. 하지만 터널 공사에서 매번 신규 TBM 장비의 투입은 불가능하며, 공사를 마친 신규 TBM 장비는 필요에 따라 재보수(Refurbishment)와 재제작(Remanufacturing)되어 재활용 TBM으로 조립된다. 재활용 TBM은 현장 투입 전 신규 현장의 다양한 조건에 적합하고, 장비 본래의 성능 확인을 위한 검수 과정을 거쳐야 하는데 국내에는 아직까지 교통터널(Traffic tunnel) TBM 장비에 대한 검수 기준이 전무한 실정이다. 본 연구에서는 재활용 TBM 장비의 국제 기준, 국내·외 사례조사, 부품 적용 현황 등을 분석하여 검수 기준(안)을 제시하였다.

주요어 : 재활용 TBM, 장비 검수 기준(안), 재보수(Refurbishment), 재제작(Remanufacturing)

1. 서 론

TBM 장비 검수 기준(안) 제시를 위한 연구 순서와 방법은 재활용 TBM에 대한 국제터널 학회(ITA)의 가이드라인과 해외 TBM 제작사의 부품별 재보수와 재제작의 구분, 적용 사례 등을 검토를 바탕으로 최근 국내에 적용된 장비 형식별(토압식, 이수식, 암반용) 공장 검수(FAT:Factory Acceptance Test) 자료 및 한국전력공사의 검수 기준을 비교·분석하여 작성되었다.

2. 본 론

2.1 재활용 TBM 관련 가이드라인 및 자료 분석

* 국가철도공단 철도혁신연구원 신기술개발처
† 교신저자: 고려대학교(jinsoopark@korea.ac.kr)

** 대림대학교 건설환경공학과

*** 인하대학교 사회인프라공학과

**** 한국건설기술연구원 지반연구본부

***** 모든디자인아이엔씨 터널설계부

2.1.1 국제터널학회(ITA)의 가이드라인

국제터널학회(ITA: International Tunneling Association)의 재활용 TBM의 가이드라인은 아래와 같이 요약되어 있다.

- 재활용 TBM의 개요 및 범위
- 재제작(Remanufacturing)의 단계별 작업
- 일부 시스템의 재제작과 재보수 작업사항
- 쉴드 구조체, 메인베어링, 커터헤드, 굴착 도구 등 핵심부품의 재활용 조건
- 재보수, 재제작에 대한 기록(이력)
- 재제작의 자격과 보증

2.1.2 해외 제작사의 재활용 기준 및 사례

해외 TBM 장비 제작사는 이미 재활용 TBM에 대한 자체적인 기준과 절차를 보유하고 있으며, 현장에 투입한 사례를 지속적으로 축적 중에 있다. 주요 모듈별 재보수와 재제작을 아래와 같이 나누어 세부 공정을 제시하고 있다.

- 쉴드머신(Shield Machine)
- 후방설비(Backup system)
- TBM 범용구성요소(모터, 펌프, 실린더 등)

2.1.3 국내·외 검수 항목 조사 및 분석

TBM 제작 후 실시되는 장비의 검수개요를 실시배경, 목적, 분류로 나누어 검토하였고, 국내 유일의 TBM 장비 검수기준을 가지고 있는 한국전력공사의 검수기준과 국내 현장에 투입된 장비 형식별 검수기준과 해외제작사 검수기준을 비교·분석하였다.

Table 1 Investigate TBM Inspection Criteria.

Purpose of use	TBM type	Dia(m)
Power supply tunnel	EPB, Slurry	< 5.0
Utility tunnel	EPB	3.5
Railway tunnel	Hard rock	7.5
Railway tunnel	Slurry	8.2
Railway tunnel	Hard rock	11.6
Road tunnel	Slurry	14.01

2.2 철도 TBM 재활용 TBM 장비검수(안) 제시

2.2.1 검수기준(안) 작성 시 기본 전제

아직까지 국내에서는 재활용 TBM에 대한 검수기준이 전무하기 때문에 아래와 같은 사항을 감안하여 검수기준(안)을 작성하였다.

- 해외 TBM 제작사 검수기준을 바탕으로 국내 현장 투입 전 실시된 검수항목 참고
- 해외 TBM 제작사의 재활용 장비는 제작사의 보증을 바탕으로 재제작되나, 제작사별 보증기준과 내용이 상이하여 상세한 검수기준(안) 제시 한계 존재
- 검수기준 항목은 신규와 재제작 장비가 동일하므로 신규 장비 검수기준 준용
- 월드 TBM의 경우, 토압식과 이수식의 장비구성이 유사하나, 배토 방식은 상이하므로 이에 대한 검수항목 구분
- 메인베어링과 베어링씰과 같이 조립된 상태로 현장에 반입되는 부품 및 모듈의 경우 분해 후 검수가 불가능한 사유로 조립 전 성능검사나 성적서 제출이 필요

2.2.2 검수기준(안) 제시

본 연구에서는 월드 TBM과 암반용 TBM으로 나누어 장비 검수기준 항목을 제시하였으며 Table 2, 3과 같다.

Table 2 Shield TBM Inspection Guideline Item.

Classification	Detail Item	
Cutterhead	Cutterhead	Cutting tools
Shield	·Visual check & Circularity of a shield ·Thrust cylinder	·Articulation cylinder
Main drive	·Main bearing ·Bearing seal	·ITAtch 2013 ·Driving motor
		Erector
Muck removal	Screw conveyor	·Slurry circuit
		Hydraulic system
		Electrical system
		Etc.

Table 3 Hardrock TBM Inspection Guideline Item.

Classification	Detail Item	
Cutterhead	Cutterhead	Cutting tools
Shield	·Visual check & Circularity of a shield ·Shield support cylinders by position	Muck ring
Main drive	·Main bearing ·Bearing seal	·ITAtch 2013 ·Driving motor
Gripper	·Gripper & Shoe ·Rear support	·Thrust cylinder
Conveyor belt	·Machine conveyor belt ·Backup conveyor belt	
Drilling	·Probe Drill unit ·L1,L2 Rock bolt device	Ring beam erector
Shotcrete	·L1, L2 Shotcrete device ·L2 Shotcrete mixer	
Backup system	Crane Hoist Hose and Cable drum	Hydraulic system
		Electrical system
		Etc.

3. 결 론

국내 TBM 활성화와 향후 철도터널 건설 시 TBM 굴진율 향상과 적용 지반 및 수압조건 및 다양한 여건에 적합하고 제작 당시의 장비 성능을 발휘 할 수 있도록 장비형식별 재활용 TBM의 검수기준(안)을 제시하였다.

참고문헌

- [1] ITAtch Report n° 5-V2 (2019) Guidelines on rebuilds of machinery for mechanized tunnel excavation.