

# 도시철도차량 수명연장에 따른 잔존수명 평가체계 연구

## Remainder Lifetime Evaluation of Lifetime extend on EMU Train

\*#이찬우<sup>1</sup>, 정종덕<sup>2</sup>

\*#C. W. Lee<sup>1</sup>(cwlee@krri.re.kr), J. D. Chung<sup>2</sup>(jdchung@krri.re.kr)

<sup>1</sup> 한국철도기술연구원 차륜계도연구실, <sup>2</sup> 한국철도기술연구원 도시철도표준화연구단

Key words : EMU train, Remainder lifetime, Evaluation of corrosion

### 1. 서론

본 연구에서는 국내 도시철도차량 잔존 수명에 대한 법적 근거가 되는 "도시철도차량의 정밀진단 지침" 개정이 지난 2009년 3월 19일 공포됨에 따라 종전 최대 30년에서 40년까지 도시철도차량 사용연한이 늘어나게 되었다. 따라서 본 연구에서는 종전의 도시철도차량 정밀진단 기준과 개정된 도시철도차량 정밀진단 주요 사항을 소개하고 이에 대한 특징을 비교 분석함으로써 향후 도시철도차량 수명연장에 따른 잔존수명 평가체계에서의 절차적인 모델을 제시하고자 한다.

실제 국내 도시철도차량 잔존 수명은 설계 수명이 도시철도 운영기관마다 또한 동일한 운영기관이라 할지라도 발주 사양에 의거하여 차이가 나는데 보통 25년에서 30년으로 되어있다. 다시 말해 도시철도차량에 대한 잔존수명 평가는 도시철도차량 설계사양에 따른 제작사의 책임 한계를 벗어나 도시철도 운영기관이 차량의 건전성과 안전성을 확보한 상태에서 수명 연장을 시행하여야 한다는 것이다. 이를 위해서는 잔존수명 평가 체계에 대한 새로운 건전성 평가 방법과 절차 그리고 평가기준이 있어야 함을 알 수 있다.

### 2. 도시철도차량 잔존수명 연장에 대한 근거와 배경

종전의 도시철도차량의 정밀진단 지침은 건설교통부 고시 제2000-334호(2000년12월 27일 제정)된 것을 가지고 만 8년 정도 시행해 왔다. 그러나 이 기간에 국내 도시철도 운영기관들이 국가기관이었던 철도청은 한국철도공사로 민영화 되었고 건설교통부 산하 부산교통공단의 경우에는 부산광역시 산하 부산교통공단으로 바뀌는 등 운영기관의 소속이 많이 바뀌게 되었다. 또한 이 기간에 광주도시철도공사, 대전 도시철도공사, 인천공항철도 등이 새로운 도시철도 운영기관으로 되는 등 많은 환경 변화가 발생하게 되었다. 또한 도시철도 차량을 오랜 기간 운영해온 한국철도공사, 서울메트로(1호선 - 4호선), 부산교통공사 그리고 서울도시철도공사 등에서는 도시철도차량 교체 주기가 다가옴에 따른 교체비용에 대한 막대한 예산 문제가 대두되어 국가적인 자원 관리 측면에서 도시철도차량에 대한 수명을 공론화 하여 국토해양부 주관 하에 운영기관, 검사기관, 학교/연구기관 및 차량제작사 등이 함께 참여하는 도시철도차량 수명 연장을 위한 TFT를 구성하여 종전의 도시철도차량의 정밀진단지침 개정(안)을 도출 합의하여 새로운 도시철도차량의 정밀진단지침을 공표하여 도시철도차량 수명 연장에 이르게 되었다. 도시철도차량 수명 연장을 위해서는 공인된 도시철도차량 정밀진단자로부터 적합한 절차에 의거하여 건전성을 평가 받은 후 도시철도차량 잔존 수명을 최대 40년까지 사용할 수 있도록 한 규정한 것이 바로 국토해양부령 제106호(2009년 3월 19일)로 공포된 도시철도차량 관리에 관한 규칙 제9조에 대한 것이다. 이에 대한 것을 간략하게 살펴보면 차량 수명에 기존의 것에 비해 매우 도시철도운영기관의 운영체제와 차량제작사의 차량 제작기술 향상에 따른 것으로 요약할 수 있다.

도시철도차량 관리규칙 제9조 제1항은 법 제22조의 5 제1항에 따른 도시철도차량의 사용내구연한은 운행(시운전 포함)을 시작하는 날부터 도시철도건설자 또는 도시철도운영자가 차량사양 및 운용환경 등을 고려하여 발주 시 제작 사양서에 명시한 수명으로 하되, 수명이 명시 되지 아니한 경우에는 25년으로 한다.

제9조 제2항은 영 제25조의 7 제1항에 따른 정밀진단자가 실시하는 정밀진단과 안전운행에 적합하다고 인정된 도시철도 차량에 대한 사용내구연한의 연장은 그 도시철도차량의 제1항에

따른 사용내구연한 만료일의 다음날부터 15년의 범위에서 정밀진단자가 인정하는 기간까지로 한다. 이 경우 도시철도운영자는 사용내구연한이 5년을 초과하여 연장된 도시철도차량에 대하여는 5년마다 자체 안전진단을 실시하여 안전운행에 적합한지를 평가하고, 그 결과를 국토해양부장관에게 보고하여 수명연장을 시행토록 되어있다.

### 3. 도시철도차량의 정밀진단지침 신규 주요 내용 검토

국토해양부 고시 제2000-334호 인 「도시철도차량의 정밀진단지침」과 국토해양부령 제106호(2009년 3월 19일)에서의 도시철도 차량의 정밀진단지침에 대한 주요 내용을 비교하면 다음과 같다. 우선 지침 조항이 기존의 것인 국토해양부 고시 제2000-334호에서는 제1조(목적) 제2법(정의) 제3조(정밀진단구분) 제4조(정밀진단절차) 제5조(정밀진단 방법, 기준 및 결과평가) 제6조(정밀진단장비)와 부칙으로 구성되어 있었다. 이에 비해 국토해양부령 제106호에서는 제1조(목적) 제2조(정의) 제3조(정밀진단의 대상항목) 제4조(정밀진단기준 및 방법) 제5조(정밀진단의 신청) 제6조(정밀진단 계획수립) 제7조(정밀진단의 준비) 제8조(정밀진단의 실시) 제9조(정밀진단 결과처리) 제10조(자체 안전진단) 제11조(정밀진단장비) 제12조(정밀진단 수수료) 및 부칙으로 구성되어 있다. 종전에 비하여 정밀진단지침 내용이 세분화 되어 있고 잔존 수명 연장에 따른 도시철도운영자가 자체적으로 안전진단을 실시하여 안전운행에 적합한지를 평가하는 내용이 포함되었다. 이는 도시철도차량 사용연한이 증대된 것에 대하여 도시철도차량운영자의 안전운행에 대한 책임을 더욱 강화하여 내구연한의 연장기간과 관계없이 안전운행에 맞지 않다고 판단되었을 경우에 도시철도운영자가 자율적으로 폐차할 수 있도록 하였다. 또한 정밀진단 시에 비교하여 운행환경이 크게 변화하여 사용 수명에 영향을 미칠 경우 내구연한 연장기간을 단축할 수 있도록 한 것이 자체 안전진단에 대한 주요 내용이다.

또한 개정된 도시철도차량의 정밀진단 지침 내용 중 중요한 사안은 정밀진단 대상 항목이 줄어든 것을 들 수 있다. 기존의 경우에는 차체, 대차, 제동장치 및 전기장치에 대한 진단 범위가운데 시험방법 중 차량 제작 시 성능시험에 거의 준하는 정도의 시험 항목 등이 많이 포함되어 있었다. 예를 들면 차체 및 대차 장치 정밀진단 시 피로강도 평가 항목에 대한 것 등이 구체적으로 명시 되었지만, 사용연한에 따른 정확한 건전성 평가를 거의 못하는 상태에서 개정된 것에서는 차체 및 대차에 대해서는 외관 및 치수검사에 따른 변형도 검사 및 손상도 검사와 더불어 부식 정도를 추가하여 실시하도록 하고, 잔존수명 평가를 위해서는 구체적으로 별도 분리하여 실시토록 하였다. 또한 기존에는 제동장치에 대한 정밀진단이 있었지만, 새로운 지침에는 제동장치에 대한 것은 차령에 관계없이 차량안전 운행에 따른 절대적인 성능유지가 필요한 것이므로 정밀진단 지침에서는 제외시켰다. 다만 도시철도차량 진단 요청자가 가감속, 제동, 승차감, 진동시험 등에 대한 요청이 있을 경우에는 잔존수명 평가 시 실시토록 하였다. 전기장치의 경우에는 기존의 경우 추진 제어장치, 보조전원장치, 고전압장치 및 기타 전기장치를 대상으로 한다 하여 매우 포괄적으로 선언하고 있었다. 그러나 개정된 정밀진단 지침에는 적용 범위 자체를 차량의 고압전선과 보조전원전선에 대한 열화 상태로 국한하여 도시철도차량의 사용연한 증대에 절대적으로 영향을 주는 고압/보조전원 저선에 대한 열화 상태 평가로 범위를 축소시켜다. 마지막으로 도시철도차량 정밀진단 보고서 작성에 있어서는 기존의 경우 일반 검사결과 항목과

정밀진단 결과를 별도 구분하여 작성토록 하였으나 개정안에서는 이들 두 항목을 묶어서 진단 결과로 처리토록 한 것을 제외하고는 거의 동일한 상태이다. 본 내용에 대한 보다 세밀한 사항에 대해서는 개정된 국토해양부령 제106호(2009년 3월 19일)를 잘 분석해보면 알 수 있다.

#### 4. 도시철도차량 수명연장에 따른 잔존수명 평가체계 검토

도시철도차량 운영자가 수명연장 사용을 위한 정밀진단 신청은 도시철도법 제22조의 5제1항에 따라 정밀진단을 받고자 하는 자는 첫 번째로, 규칙 제9조 제5항에 따라 도시철도차량정밀진단 신청서에 “차량의 중대한 사고내역 및 자체 안전진단 결과” “제3조1항에 따라 정밀진단 대상항목의 개조 및 수선내역” “별표5에 따른 주요전기장치(주변환장치, 보조전원장치, 신호보안장치 및 제동제어기)의 검사결과 및 수선내역” 등을 증빙하거나 참고하는 서류를 첨부하여 정밀진단자에게 제출함으로써 시작된다. 또한 정밀진단신청자는 정밀진단 지침에 따라 상태평가 및 안전성평가를 수행한 실적이 있는 경우 검사 결과서를 제출하여야 하는데 이 경우 정밀진단 신청 3년 이내 발급한 것만 유효토록 하였다. 두 번째는 정밀진단자가 정밀진단신청자와 함께 정밀진단 계획수립을 하는 것이다. 정밀진단자는 정밀진단신청자의 관련 서류 접수 후 30일 이내에 다음 사항을 검토하여 통보하는 절차이다.

1. 정밀진단 대상항목 및 방법
2. 정밀진단 인력 및 담당업무
3. 정밀진단 일정계획 및 소요비용
4. 안전관리계획
5. 다른 기관과의 협조사항

6. 기타 정밀진단 실시시 필요한 사항 등을 문서로 통보하는 것이다. 이 경우 정밀진단신청자가 정밀진단계획서의 변경이 필요한 경우 “변경하고자 하는 내용”과 “변경하고자 하는 사유 및 설명자료” 등을 제출하여 정밀진단자가 검토하여 인정되는 경우 계획서를 변경할 수 있다. 세 번째로 정밀진단신청자가 정밀진단자의 수수료 기준에 따라 산정된 정밀진단 수수료를 정밀진단자와 협의하여 납부하여야 정밀진단 단계로 넘어갈 수 있다. 네 번째로 정밀진단의 준비단계이다. 정밀진단신청자와 정밀진단자는 상호 진단을 착수하기 전에 필요한 것을 준비하는 단계이다. 정밀진단신청자는 정밀진단이 가능토록 계획된 일정 및 장소를 준비토록 하고, 정밀진단자는 진단설비 및 장비를 점검하고 교정상태 등을 확인하는 등 진단에 필요한 준비를 하여야 하며, 필요한 경우 진단신청자로 진단 준비를 하게 할 수 있다. 다섯 번째로 정밀진단 실시 단계이다. 정밀진단자는 정밀진단계획서에 의거하여 정밀진단을 시행하되 정밀진단자가 필요하다고 인정한 경우 신청자와 협의하여 검사방법이나 시험항목 면제 또는 추가 변경 등을 할 수 있다. 이 단계에서 시행하는 검사 및 시험은 다음과 같다.

1. 외관 및 치수검사 : 차체/주행장치를 및 볼스터  
단 볼스터는 치수검사 제외
2. 결함 및 부식검사 : 차체, 주행장치를 및 볼스터
3. 전선열화검사 : 차량의 고압전선과 보조전원전선
4. 잔존수명평가 : 상태검사 및 안전성평가를 완료한  
정밀진단차량

여섯 번째로 정밀진단 결과 처리이다. 정밀진단자는 정밀진단을 완료한 후에 규칙 제9조제6항에 따라 도시철도차량진단결과통지서(별지 제8호 서식)와 도시철도차량정밀진단보고서(별지 제1호서식)를 첨부하여 진단신청자에게 통보하는 단계이다. 또한 정밀진단자는 정밀진단을 완료한 후 철도차량의 내구연장의 경우 진단신청자에게 제출하고 정밀진단자와 진단신청자는 내구연장 연장기간동안 정밀진단보고서를 보존하여야 한다. 그리고 개정된 도시철도정밀진단지침에서는 자체안전진단을 도시철도운영자가 시행할 수 있다. 이 경우에는 정밀진단자가 사용연장 기간 중에 자체적으로 정밀진단 실시단계에서 시행하

는 것을 자체적으로 시행하여 사용 수명에 영향을 미칠 수 있는 경우 내구연장을 단축할 수 있도록 한 것이다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 국토해양부령 제106호(2009년 3월 19일)로 공포된 도시철도차량 관리에 관한 규칙 제9조에서 제기하고 있는 도시철도차량 사용내구연한이 종전 최대 30년에서 40년으로 연장됨에 따른 도시철도차량 정밀진단 절차와 방법 평가에 대한 것을 종전의 도시철도차량의 정밀진단 지침인 건설교통부 고시 제2000-334호(2000년12월 27일 제정)와의 차이점과 잔존수명 연장에 대한 배경, 신규 도시철도차량의 정밀진단지침의 차이점, 마지막으로 도시철도차량 수명연장에 따른 잔존수명평가체계에 대한 절차를 제시하였다.

향후 도시철도차량 뿐만 아니라 철도안전법 상에서 사용내구연한에 대한 것을 제시하고 있는 일반차량 및 고속차량에 대해서도 국가적인 철도차량 자원 관리 차원에서 변경이 될 것으로 예측되기 때문에 본 연구에 대한 후속연구가 지속적으로 이루어져함을 알 수 있다.

#### 후기

본 연구는 국토해양부 도시철도차량 표준화 유지발전 연구의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 도시철도법, 법률 제9071호, 2008.
2. 도시철도법 시행령, 대통령령 제21232호, 2008