

부식효과를 고려한 도시철도차량 잔여수명 평가 Remainder Lifetime Evaluation of Corrosion Effects on EMU Train

*#이찬우¹, 정종덕²

*#C.W. Lee¹(cwlee@krii.re.kr), J. D.Chung² (jdchung@krii.re.kr)

¹ 한국철도기술연구원 차륜제도연구실, ² 한국철도기술연구원 도시철도표준화연구단

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

1. 서론

국내 도시철도차량의 수명은 도시철도법 제 22조의 5 제 1항에 따른 「도시철도차량 관리에 관한 규칙」 제9조 「도시철도차량의 사용내구연한 등」에서 제시하고 있다. 본 규칙 제 9조에서의 도시철도차량 사용 연한은 운행(시험운행 포함)을 시작하는 날부터 25년으로 한다. 다만 영 제 25조의 7 제 1항에 따른 정밀진단자가 실시하는 정밀진단결과 안전 운행에 적합하다고 인정된 도시철도차량의 사용내구연한 연장기간은 해당 도시철도차량의 사용 내구연한 만료일의 다음 날부터 5년의 범위에서 정밀진단자가 인정하는 기간까지로 한다. 그러나 2009년 3월 19일 공포된 “도시철도차량 관리에 관한 규칙 일부개정령안”에서 제시되어 있는 도시철도차량 사용 내구연한이 종전 최고 30년에서 40년까지로 연장하는 것으로 개정되었다.

본 연구에서는 도시철도차량 사용내구연한이 종전 30년에서 40년으로 바뀌에 따라 도시철도운영기관별 약간씩 상이한 차량 발주사양 또는 설계 시 고려한 수명을 기준하여 사용내구연한 연장에 따른 잔여수명 평가에 대한 정확한 진단과 평가를 위한 절차를 제시하는 것과 도시철도차량 제작 특성상 용접부위가 많은 복합구조물이기 때문에 용접부위에 대한 부식 효과를 고려한 도시철도차량 잔여수명 평가에 대한 것을 간략하게 제시하고자 한다.

2. 도시철도차량 관리 규칙에서의 차량수명

국토해양부령 제106호(2009년 3월 19일)로 공포된 도시철도차량 관리에 관한 규칙 제9조에 대한 것을 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 안전 운행에 적합하다고 인정된 도시철도차량에 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 안전 운행에 적합한지를 평가하고, 그 결과를 국토해양부장관에게 보고하여야 한다.

이에 따라 도시철도차량 잔여 수명은 종전 도시철도차량 운영기관별 차량 설계수명이 보통 25년임을 고려할 때 최대 15년 사용내구연한이 연장된 것으로 볼 수 있다. 이로 인하여 국내 도시철도 운영기관들은 도시철도차량 교체 주기를 현재보다 10년 정도 연장되어 도시철도차량 교체비용에 따른 막대한 비용 절감이 예상되지만, 실제 이에 대한 정밀진단자의 잔여수명 평가 체계는 더욱 더 신뢰성 있는 건전성 평가 기법 개발과 기존 사용내구연한이 설계수명 25년에서 5년 정도에 대한 검증이 필요한데 비해, 향후에는 정밀진단자가 사용내구연한을 15년 연장 할 수 있을 만큼의 신뢰성 있는 정밀진단기법 개발이 필요한 것이다.

3. 사용내구연한 연장에 따른 도시철도차량 정밀진단지침에 대한 검토

국토해양부 고시 제2000-334호에인 「도시철도차량의 정밀진단지침」에서는 도시철도 차량의 정밀진단지침에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. 라고 제1조에서 명시하고 있다. 제2조에서 정밀진단이라 함은 차량사용내구연한의 연장 가능여부를 확인하기 위하여 상태평가, 안전성평가 및 잔존수명평가를 실시하는 것을 말한다고 정의 하였다. 상태 평가라 함은 차량의 노후화 및 기타 결함의 정도를 파악하기 위해 실시하는 것을 말한다 라고 정의 되었다. 안전성평가라 함은 차량의 안전 운행에 대한 적합성을 평가하기 위하여 실시하는 것을 말한다. 그리고 잔존수명평가라 함은 상태평가 및 안전성 평가의 결과를 종합하여 차량내구연한의 연장에 필요한 적정한 기간을 산정하기 위하여 실시하는 것으로 되어있다.

따라서 도시철도차량 사용내구연한이 종전 최대 30년에서 40년으로 연장됨에 따라 「도시철도차량의 정밀진단지침」에 대한 변경이 요구되고 있다. 정밀진단은 일반검사와 정밀검사로 구분되어 있는데 일반 검사는 진단신청자가 제출한 자료의 검토 및 확인 검사를 통하여 차량의 전반적인 이상상태 및 결함 정도를 파악하기 위한 검사 이므로 도시철도차량 사용내구연한 증가가 되어도 변경에 대한 필요성이 제기되지 않는 상태이다.

그러나 정밀진단에서 정밀검사는 일반검사에서 발견된 이상상태 및 결함부위를 대상으로 구조·성능시험, 상태진단시험 및 계측조사 등을 실시하여 차량의 안전성 및 잔존수명을 평가하는 검사를 말하는 것이기 때문에 기존의 「도시철도차량의 정밀진단지침」 제5조 정밀진단 방법, 기준 및 결과평가에 대한 재검토가 필요한 것으로 나타나고 있다.

현행 정밀진단 방법, 기준 및 결과 평가에 있어서 종전 25년에서 정밀진단을 통한 최대 사용연한 30년인 경우에는 “차체의 정밀진단방법”에서 차체골조 및 외관의 부식이 심하여 전반적인 보강이 필요한 경우와 언더프레임사이드실의 부식이 심하여 전반적인 보강이 필요한 경우 폐차토록 되어 있다. 하지만 부식에 대한 평가 기준이 모호할 뿐 더러 부식 측정에 대한 정확한 판단 기준이 없는 상태로 되어 있어, 도시철도차량 사용연한 최대 40년으로 변경이 이루어진 현 상태에서는 「도시철도차량의 정밀진단지침」 가운데 차체에 대한 진단 기준이 새롭게 제시 될 필요가 있는 것으로 평가되어진다. 실제로 현행 「도시철도차량의 정밀진단지침」 중 “차체의 정밀진단방법” 가운데 종전 폐차 기준에 해당하는 부식에 대한 “부식 시험방법 및 평가방법”이 새롭게 제시되어야 함을 알 수 있다.

4. 부식에 의한 사용내구연한 잔여수명 평가 제안

도시철도차량 사용내구연한 연장에 따른 부식에 의한 잔여수명 평가를 위해서는 「도시철도차량의 정밀진단지침」 제5조 1항에서의 “차체에 대한 정밀진단방법”에 대한 것을 수정 보완해야 한다. 현행 “차체에 대한 정밀진단방법”에서는 일반 검사 항목에 “부식검사”를 추가해야 한다. 또한 검사 방법에 대한 구체적인 사항에 제시되는 것이 적합하다. 또한 “차체에 대한 정밀진단방법”의 정밀검사 검사항목에 있어서도 차체의 주요부위 부식 시험 및 평가 기준이 추가 되어야 한다. 현행

정밀검사 부분에서의 부식 시험 및 평가 기준이 없으므로 인하여 일반검사에서 차체골조 및 외관의 부식이 심하여 전반적인 보강이 필요한 경우와 언더프레임사이드실의 부식이 심하여 전반적인 보강이 필요한 경우 폐차 판정토록 되어 있다. 이것은 “도시철도차량의 정밀진단지침” 에서 사용내구연한 연장 평가 시 일반검사와 정밀검사를 종합적으로 평가하여 산정하는 것에 문제점이 있는 것으로 되어 있다. 일반검사에서 주요 문제가 되는 것에 대해서는 정밀검사를 통하여 수명산정을 해야 함에도 불구하고 부식에 대한 것은 폐차토록 되어 있는 것은 문제가 아닐 수 없다.

따라서 본 연구에서는 도시철도차량 사용내구연한 평가 시 부식을 고려한 잔존수명예측 프로세스를 그림 1에 제안하였다.

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

참고문헌

1. 도시철도법, 법률 제9071호, 2008.
2. 도시철도법 시행령, 대통령령 제21232호, 2008
3. 도시철도차량안전기준에 관한 규칙, 국토해양부령, 2008
4. 도시철도차량 정밀진단지침, 국토해양부령, 2009

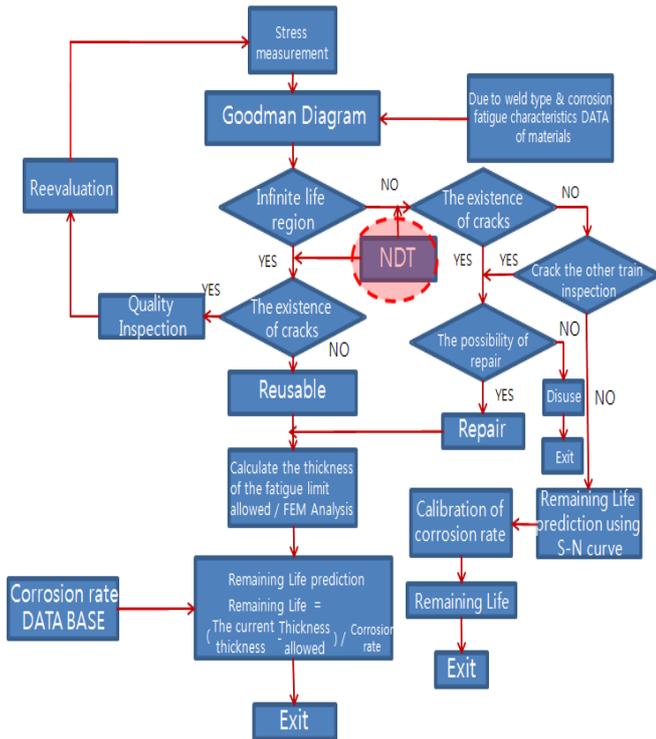


Fig. 1 Remaining life assessment flow of railway structures

그림 1에서 보는 바와 같이 부식을 고려한 경우의 사용내구연한 평가는 부식에 의한 두께 감소량을 재료의 S-N 선도의 상호작용 값으로 환산하여 평가 할 수 있다. 이 경우 부식상태를 측정하기 위해서는 우선적으로 부식의 유무를 판단하기 위한 비파괴 검사 방법과 실제 정밀진단 대상차량의 주요 부위에 대한 선정과 두께 감소량을 측정하는 기법이 중요한 것으로 나타나고 있다.

4. 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 시 종전 폐차 기준에 해당하는 부식이 심한 차량에 대한 정의를 보다 명확화 하고 진단절차에 부식에 대한 부식시험방법 및 평가방법을 반드시 반영하여 수행되어야 함을 제시하였다.

향후 도시철도차량 뿐만 아니라 철도안전법 상에서 사용내구연한을 제시하고 있는 일반차량 및 고속차량에 대해서도 국가적인 철도차량 자원 관리 차원에서 변경이 될 것으로 예측되기 때문에 부식에 의한 사용내구연한 잔여평가 절차에 대해서는 보다 심도 있는 후속연구가 필요할 것으로 예측되어진다.