

신형전기기관차 유지보수에 관한 연구

A study on the electric locomotive maintenance

유양하*
Yu, Yang-ha

ABSTRACT

After the KTX operation Korail has been making great effort to reliability settlement through RCM. Also maintenance cycle and method optimization for normal speed rolling stock field are lively same as high-speed rolling stock.

In this paper maintenance techniques for new model electric locomotive are introduced. To find the optimal maintenance method, locomotive inspection cycle for advanced country are examined and other electric locomotive inspection cycle are compared.

As a result the present time inspection cycle is totally focusing on safety aspect so the economical efficiency is quite low. Through this research optimal maintenance technique will be accomplished in the end of year 2008.

(국문요약)

코레일은 고속철도 운행 이후 RCM을 적용한 신뢰성 정착에 많은 노력을 해 오고 있다. 또한 고속철도에 이어 일반차량 분야의 차종에 대한 검수주기 및 방법 등에 대한 최적화 연구를 수행하고 있다. 일반차종 중 가장 최근의 모델이고 향후 운행량이 늘어날 것으로 예상되는 신형전기 기관차의 검수주기 및 방법에 대한 연구를 진행 중에 있다. 신형전기기관차의 현행 검수주기 및 방법과 동종차량의 검수현황, 국외 선진국의 동종차량의 검수현황 등을 분석하여 최적의 검수방안을 찾고자 한다.

현행 시행되고 있는 신형전기기관차의 검수주기는 안전성에 우선을 두어 경제성 및 신뢰성이 다소 소홀히 되고 있음을 알 수 있다. 연구를 통해 안전성을 확보함과 동시에 경제성과 신뢰성을 얻을 수 있는 정비방법을 찾고자 한다. 이번 논문에서는 현행 검수 실태의 분석을 통해 문제점과 개선점이 무엇인지를 찾아내는 것으로 하였다. 향후 연구가 종결되는 시점(2008년 말)에서 최적의 대안을 제시할 수 있을 것이다.

* 코레일 철도연구원, 정회원

1. 서 론

고속철도 개통이 가져다 준 기술혁신의 직간접적 영향으로 철도차량의 운영 및 정비시스템에 있어서도 보다 더 효율적이고 최적화한 시스템의 운영을 요구받고 있으며 철도운영사인 코레일 내부적으로도 강한 필요성을 느끼고 있다. 코레일에서 운영하고 있는 차량의 종류는 고속전철을 비롯하여 전동차, 전기관차, 디젤전기관차, 디젤동차, 객차, 화차 등 많은 차종을 운용하고 있으며, 정비방식 또한 차종에 따라 다양하게 시행되고 있다. 우리나라의 철도는 역사적, 지리적으로 일본의 영향을 많이 받아왔고 차량정비 분야 또한 일본의 정비시스템과 유사하다고 할 수 있다.

2004년 고속전철 KTX가 프랑스에 도입되면서 우리는 현재 유럽식의 정비시스템과 일본식 정비시스템이 혼합되어 시행되고 있다고 할 수 있다. 이러한 환경과 여건에 따라 이제 우리는 우리 고유의 정비시스템을 구축하고 발전해 나아갈 수 있는 절호의 기회를 맞고 있다. 오래 동안 우리가 해오던 정비방식에서 유럽의 선진정비방식을 접하면서 우리가 시행하고 있는 방법의 잘못된 점, 좋은 점 등을 돌아볼 수 있는 계기가 되었고 앞으로 우리 실정에 맞는 효율적이고 최적화된 정비시스템을 구축할 수 있을 것이다. 이러한 인식의 계기로 현재 우리가 시행하고 있는 정비방식을 체계적으로 분석하여 차종별 검수주기 및 방법을 포함한 효율적인 유지보수 시스템의 구축을 위하여 본 연구가 시작되었다.

연구의 방향은 단순히 외부용역에 의존하지 않고 자체 경험을 최대한 활용하여 제도적으로 반영할 수 있는 성과를 얻고자 하였고 필요에 따라 외부 전문가의 자문을 활용하고 있다. 또한 과거 시행한 유사 연구사례와 선진국 사례를 조사하였다. '97년 한국철도기술연구원에 의해 시행된 차량분야 주요보수품의 적정사용년수 기준작성연구, 2003년 한국생산성본부에 의해 시행된 근로조건 개선을 위한 경영진단, 2006년 네모 등 컨소시엄에 의해 진행된 철도공사 인력운영합리화방안 등의 연구사례를 분석하여 신형전기관차 검수 최적화 연구에 활용하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 신형전기관차 검수 현황

구형전기관차		신형전기관차			비고
검수종류	검수기준	검수종류	검수기준	회기한도	
일상검수	350km 주행후 또는 1일 1회 사업후	2일	1,000km 주행후	3일	
2주검수	5,000Km 주행후	2주	7,000km 주행후	20일	
월상검수	10,000Km 주행후	3개월	42,000km 주행후	4개월	
6개월검수	60,000Km 주행후	18개월	252,000km 주행후	22개월	
1년검수	120,000Km 주행후	3년	504,000km 주행후	42개월	
2년검수	240,000Km 주행후	6년	1,008,000km 주행후	7년	
4년검수	480,000Km 주행후	12년	2,016,000km 주행후	14년	
8년검수	960,000Km 주행후	18년	3,024,000km 주행후	22년	
차륜교환	-	차륜교환	-	-	차륜교환 (차륜삭정: WC)
임시검수	-	임시검수	-	-	사업소 T1, 관리단 T2
특종검수	-	특종검수	-	-	사업소 R1, 관리단 R2

표 1 구형전기관차와 신형전기관차 검수주기 비교

현재 코레일의 신형전기관차 유지보수규정은 국내 제작사인 로템에서 제안한 규정으로 여러 부품제작사에서 제안한 다양한 유지보수주기를 통합하여 제출된 자료를 근거로 하였으며, 각 부품제작사에서 제안한 유지보수주기를 분석해보면 다양한 주기를 제안하고 있으나 8개의 주기에 일괄 적용하여 장치별 부품별 최적화된 주기가 적용되었다고 보기 어렵다. 유지보수주기의 지연은 차량고장 유발로 이어질 수

있으며, 불필요한 유지보수는 부품의 수명을 단축할 뿐 아니라 인력낭비 및 기관차 운용율을 저하시켜 비효율적 운영의 결과를 초래하게 된다. 현재 코레일에서 규정하고 있는 신형전기기관차의 일상검수 항목과 2주검수 항목을 보면 다음과 같다.

<유지보수지침에서 정하고 있는 **일상검수 항목**>

1. 기관차 구조 및 상태검사
 - 가. 기관차 순회검사 및 운전상황표 확인
2. 가선전압 가압상태
 - 가. 축전지전압 확인 및 충전상태 확인
 - 나. 제어전원선의 접지유무 확인
 - 다. 집전장치의 상승 및 주차단기 투입여부 확인
 - 라. 운전실모니터 운행중 불량내역 확인
(고장발생시 제어정보장치의 고장기록 확인)
 - 마. 운행정보기록장치의 상태
3. 운전실 장치
 - 가. 각종 스위치 상태 및 기능
 - 나. 주간제어기의 상태 및 기능
 - 다. 각 계기 및 등구류의 상태
(운전실등, 시각표시등, 계기등, 콘솔등, 지시램프, 미등 및 전조등 점등시험)
 - 라. 보조 주간제어기의 상태 및 기능
 - 마. 디스플레이의 기능
 - 바. 각 문비류 및 냉난방장치의 기능
 - 사. 단독제동변 및 자동제동변의 위치별 기능
 - 아. 창유리의 상태 및 창닫이, 전면창 열선의 기능
 - 자. 운전자경계장치스위치 기능
 - 차. 주차제동 및 살사장치 기능
 - 카. 운전실청소
4. 기계실 장치
 - 가. 주차단기 일반상태
 - 나. 제어분전함 일반상태
 - 1) 회로차단기 및 스위치 상태
 - 2) 축전지 및 충전장치 상태
 - 다. 제동제어함 일반상태
 - 1) 압축기의 기능 및 유위
 - 2) 배수콕크 배수
 - 3) 제습기의 동작상태
 - 4) 각종 호스류 상태
 - 라. 냉각장치 일반상태
 - 1) 공기도관의 상태
 - 2) 변압기유 및 냉매 배관상태
5. 팬터그래프의 기능
6. 차체 및 대차
 - 가. 차체
 - 1) 차체 공기흡입 필터의 취부상태
 - 2) 접지회귀선의 취부 및 배장기 상태
 - 3) 손잡이 및 승강대 상태



그림 1. 신형전기기관차

나. 대차

- 1) 연결기 상태와 기능
- 2) 견인전동기 취부 및 공기도관의 상태
- 3) 기어박스 취부상태 및 견인전동기 써포트베어링의 발열상태
- 4) 기어박스 윤활유 유위 및 색상의 상태
- 5) 공기관 연결호스 및 앵글콕크의 상태
- 6) 각종 주유구 및 검사 카바의 상태
- 7) 살사장치 및 각부 완충장치의 상태와 기능
- 8) 제동디스크 라이닝, 패드 및 제동통의 상태
- 9) 1차·2차 대차스프링의 상태
- 10) 각부 일반 상태 및 청소

- 7. 속도계 장치의 일반상태와 기능
- 8. ATS장치의 일반상태와 기능
- 9. 전기연결기(객차전원용, EP제동용 및 중련용)일반상태
- 10. 도유기장치의 일반 상태와 기능

11. 기 타

- 가. 각부 누설유무 및 배수
- 나. 각종 문비류, 운전실의자, 기적, 각종 쇠정장치 및 비품확인(비상공구함 등)
- 다. 각 계통 볼트너트의 이완 및 절손여부
- 라. 모래, 와셔액, 냉각수 확인 및 보충
- 마. 보안장치 봉인개소 및 쇠정상태 확인(운전경계장치, 열차방호장치, ATS/ATP장치, 운행정보기록 장치 등)

<2주검수 : 2W>

1. 운전실 장치

- 가. 모듈계기표시기(견인력 제동력계 및 속도계)의 영점확인
- 나. 운행정보장치의 기능 및 자료 저장
- 다. 운전실 뒤벽 접지선, 배선, 부품 및 키 상태
- 라. 냉·온장고 기능 및 청소
- 마. 도유기 분사시험(모니터 시험위치) 및 기능

2. 기계실 장치

- 가. 주변압기 일반상태
- 나. **주변환기 및 보조전원장치 일반상태**
- 다. 중앙제어장치 및 케이마이크로의 일반상태
- 라. 축전지 및 외부전원을 이용 기계실등 점등시험
- 마. 안전밸브 및 배기밸브류 상태
- 바. 제동제어함 및 공기압축기
 - 1) 보조공기압축기의 오일 및 일반상태
 - 2) 주공기압축기의 오일 및 일반상태와 공기휠터 청소
 - 3) 건조기 상태

3. 기관차 외부

- 가. 축전지상태 및 전압, 비중, 액위측정 기록
- 나. 견인전동기 속도발전기 고정상태
- 다. 활주방지용 속도발전기 및 배선 일반상태
- 라. 차체 및 조립품의 손상여부
- 마. 배장기의 상태

- 바. 연결기, 완충기의 상태 및 상크가이드 그리스도포
- 4. 기관차 하체
 - 가. 차륜(별표6) 및 연결기높이 측정기록
 - 나. 제동캘리퍼 정렬상태
 - 다. 압축공기관 상태
 - 라. 제동디스크 표면 균열상태
 - 마. 차륜 및 차축 상태
 - 바. 차축베어링 케이스의 손상여부 및 고정상태
 - 사. 구동기어부 견인전동기의 기어오일상태 검사
- 5. 옥상장치
 - 가. 옥상애자 설치 및 연결상태
 - 나. 무전기 안테나 일반상태
 - 다. 옥상부싱 및 하부 플러그 일반상태
 - 라. 주차단기 절연체 청소, 볼트류 상태
 - 마. 접지스위치 접점스프링 청소 및 급유
 - 바. 피뢰기 일반상태
 - 사. 지붕표면의 손상과 고정위치 점검
 - 아. 옥상애자부싱청소 및 실리콘도포
 - 자. 팬터그래프 집전장치의 취부 및 마모상태
 - 야. 팬터그래프 조립체 각 관절부의 상태와 기능
- 6. 최종작업
 - 가. 견인장치 상태
 - 나. 차체 내·외부 청소

2.2 신형전기기관차 주전력변환장치 분석

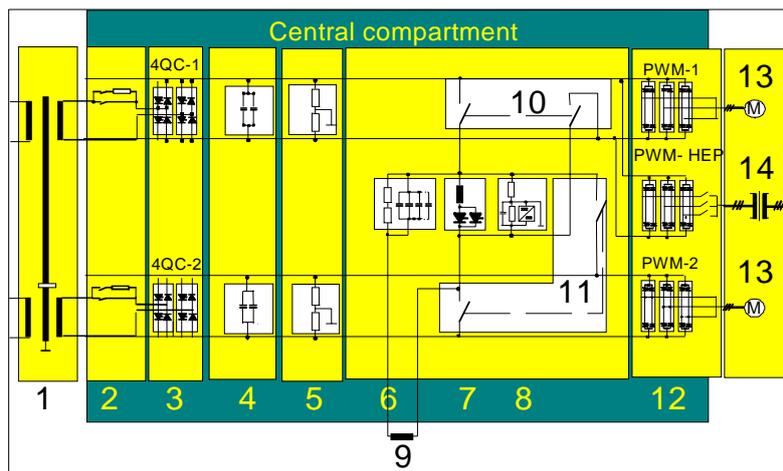


그림 2 신형전기기관차 주전력변환장치도

주전력변환장치의 2주 검수 항목은 로템이나 부품사제안서에는 무보수로 되어있으나 현 규정의 ‘주변 환기 및 보조장치 일반상태’라는 포괄적인 의미의 항목으로 인하여 2주마다 커버를 열고 전반적인 검사가 수행되고 있어 과도한 정비로 인한 부품수명단축을 초래할 우려도 있다. 현 규정의 항목은 대부분 포괄적인 의미로 뭉뚱그려 표현되어 있어 꼭 필요한 적재적소의 정비가 시행되지 못하고 중복적 의미의 항목이 다수 포함되어 있다고 할 수 있다. 이는 과거 기 운행되고 있는 구형전기기관차의 검수주기를

감안하여 실제 차량 및 부품 제작사에서 제시한 기준과 차이를 보이고 있는 부분이다.

KORAIL 규정			제작사(로템)			부품사	
검종	기간	거리(Km)	검종	기간	거리(Km)	기간	거리 (Km)
2일 검수	3일	1,000	I1		5,000		
2주 검수	20일	7,000	I2	6개월	50,000	6개월	50,000
3개월 검수	4개월	42,000	I3	1년	200,000	1년	200,000
18개월 검수	22개월	252,000	I4	2년	400,000	2년	400,000
3년 검수	42개월	504,000	IRC1	5년	800,000	4년	800,000
6년 검수	7년	1,008,000	IRC2	10년	1,600,000		
12년 검수	14년	2,016,000	MRC		2,400,000		
18년 검수	22년	3,024,000					

표 2 주전력 변환장치 검수주기 비교

현행 유지보수 주기를 제작사 및 부품사에서 제안하는 내용을 반영하고 자체 시행과정에서 축적된 Data를 분석하여 최적화된 유지보수 주기 및 방법을 적용할 필요가 있다.

실제 현장의 정비를 담당하고 있는 전문가의 분석에 의하면, 공기압축기 접촉기 주접촉편 검사가 3개월로 동일형태의 접촉기는 500만회 무보수가 가능하나 공기압축기 접촉기는 440V 전원의 빈번한 투입차단으로 극심한 마모 현상을 보이고 있으며, 각 장치별 고무씰 및 막판류의 교환주기(6년), 차상컴퓨터 프로그램의 검토, 제동통 하부베어링 교환 (3년), 장기적인 하중에 의한 볼베어링 기능 손실로 오동작, 제동실린더 자동간격조절장치의 그리스 경화로 기능상실 및 오동작 등으로 청소 및 그리스 도포 (3년)가 필요한 것 등의 주요 지적사항이 있다.

향후 연구수행과정에서 부품 및 제작사가 제시한 유지보수 주기의 분석과 우리보다 앞선 동종의 전기기관차를 운행하고 있는 다른 나라의 유지보수 사례를 비교 분석하여 가장 효율적이고 최적화된 검수 주기 및 방법을 찾는 것이 과제로 남아있다.

차종	검종	적용 단인공	2007년 검수계획량	인공계	비교 (%)
구형 전기기관차	2W	7.902	858	6,780	16.1
	M	9.345	717	6,700	15.9
	6M	18.286	66	1,207	2.9
	1Y	80.772	37	2,989	7.1
	2Y	273.233	19	5,191	12.3
	4Y	304.608	9	2,741	6.5
	8Y	330.608	10	3,306	7.8
	소계			42,162	100.0
신형 전기기관차	2D	0.488	6,945	3,389	27.6
	2W	4.767	982	4,681	38.2
	3M	10.459	205	2,144	17.5
	18M	35.634	18	641	5.2
	3Y	235.58	6	1,413	11.5
	소계			12,269	100.0

표 3 전기기관차 검종별 인공비율

신형전기기관차의 검수 종별 인력투입비율을 알기위해 다른 차종과 비교하여 보았다. 인공은 전문기관

의 연구용역에 의해 제시된 기준을 사용하였고, 검수계획은 2007년도 차종별 검수계획량을 활용하였다. 일반적으로 많은 차종들의 검수종별 인력투입비율은 일상검수가 많은 비중을 차지하는데 비해 신형전기 기관차는 2주검수(2W)가 일상검수(2D; 27.6%)보다 많은 비중을 차지할 뿐 아니라 월등히 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 인공은 차량정비인력의 규모를 결정하는 기준이 되므로 차량의 품질과 정비설비, 공구 작업인력의 기능 등의 요소에 따라 상시 업그레이드(Upgrade) 되어 기준에 반영되어야 할 것이다.

제 3장 결론

본 논문은 연구가 완료되지 않은 시점에서 작성된 것으로 연구가 종료되는 금년 말에 구체적인 유지 보수 주기 및 방법을 제안할 수 있을 것임을 밝힌다. 이에 따라 본 논문에서는 유지보수의 주요 문제점과 전반적인 이슈를 언급하였다.

2003년 한국생산성본부의 ‘근로조건개선을 위한 경연진단’ 용역의 국외차량기지 운영 형태를 조사한 내용 중에 프랑스 TGV 대서양선을 담당하고 있는 샤띠옹기지의 총 근무인원은 850명이며 그 중 차량관리원이 550명의 형태로 운영하고 있다고 하였다. 전체 850명 중 550명이라고하면 전체의 65% 미만이다. 우리의 근무형태와 비교하면 현장의 작업자 비율이 월등히 낮음을 알 수 있다. 우리는 흔히 현장에 작업자가 많아야 하고 실제 사무실에서 근무하는 인원은 최소가 되어야 한다고 말한다. 실제 일하는 사람이 적고 그저 놓고 지내는 사람이 많다면 이는 분명 잘못 된 형태이고 개선되어야 한다. 하지만 일을 보다 더 효율적으로 하기 위하여 작업내용을 분석하고 꼭 해야 할 일과 불필요한 일을 구분하여 실제 몸으로 하는 일은 적게 하되 효율을 높이기 위해서 정비작업에 투입되지 않고 분석업무를 수행한다면 단순히 실동인원이 많아져야 된다는 것과 구분되어야 할 것이다. 현장의 작업자는 주어진 일의 성격이나 업무 환경적 특성에 따라 일의 효율적 분석을 시행할 수 없다. 즉 작업의 중요성과 전체적인 효율을 고려하면서 일하는 것은 어렵다. 그러므로 사무실에서 업무내용을 분석하고 꼭 필요한 업무와 불필요한 업무의 구분, 차종별 장치별 적정의 정비주기와 정비개소를 최적화 하는 것이 필요하다.

차량검수최적화를 위한 핵심방향은 차종별, 검종별 정비절차서(매뉴얼)를 수립하고 이를 수시로 업데이트하면서 검수정책에 반영해 나아가는 것이라 하겠다. 이를 위해 인적구성과 업무체계가 갖추어져야 하며 불필요하거나 경제성 및 효율성이 적은 업무를 과감히 줄이거나 없애고 정비 최적화를 위한 업무 형태를 갖추어야 한다. 차량검수최적화를 위해 하루아침에 규정이나 매뉴얼을 바꾸어 적용하는 것은 현실적으로 많은 어려움이 있을 것이다. 규정이나 정비지침에 정해진 내용을 항목별 정비 개소별 축적된 데이터를 분석하여 그 개선결과를 규정이나 지침에 하나하나 반영해 나아가야 한다.

참고문헌

- 1) 코레일 유지보수규정 및 지침
- 2) KORAIL 전기기관차(NEL) 정비지침서, 2006 코레일