도시철도 전동차량 유지보수 설비 자동화 실태와 시사점에 관한 연구

A study on maintenance equipments automatic state and implication for Metro EMU

이덕규*　　이희성**

Duk Gyu Lee　　Hi Sung Lee

ABSTRACT

The EMU of maintenance technique or system is changing on a large scale.
To subway operation beginning the breakdown was born and every that time after the fact repaired. But, recently before the breakdown of the subway occurs, repairs in advance with the preventive maintenance concept which was exchanged
However, the preventive maintenance is to readjust, cleaning, tighten and the oil the repetition by the worker simple experience
This study on introduces the EMU of maintenance method which applies a automatic inspection equipment from the study contributing which develops the preventive maintenance system

국문요약

전동차량의 유지보수 기술이나 체계는 크게 변화하고 있다. 지하철 운행 초창기에는 고장이 나면 그때마다 수선하는 사후정비 개념이었으나 현재에는 전동차량의 고장이 발생하기전에 미리 수선하는 예방정비 개념으로 바뀌었다.

하지만 예방정비도 작업자의 경험을 바탕으로 닥고, 조이고, 기름치는 단순반복 작업에 불과하다,
따라서, 본 연구에서는 자동검사장치를 활용한 유지보수 방법을 소개하여 유지보수 업무 체계를 발전시키는데 기여하고자 한다.

* 서울도시철도공사, 차량지원팀 팀장, 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원 박사과정
E-mail : ldg0115@hanmail.net
TEL : 02) 6311-2341 FAX : 02) 6311-2150
** 서울산업대학교 철도전문대학원

1. 서 론

1.1 검토 배경

최근 전동차 유지보수 업무는 센서기술 발달로 시간계획검사에서 상태감시검사의 예방정비개념으로 변화하고 있으며 검사기술의 과학화에 따라 고장발생 빈도도 감소하는 추세에 있다. 또한 검사작업의 현대화는 종래에 3D작업의 기피성을 해결하고 검사의 정밀도 및 신뢰성 향상을 목적으로 자동검사장치의 적극적으로 반영하는 추세라고 볼 수 있다.

이와같이 유지보수의 기술이나 체계는 언제나 새로운 방향으로 변화하고 있는 것이지만 한편으로는 과거의 유지보수 개념이나 사상을 맹종하는 경우도 있다. 대도시의 지하철을 비롯한 지방도시의 경전철의 확장에 따라 유지보수 규모가 급속하게 팽창하게 되는 것이 예상되나 유지보수에 대해서 너무도 연구가 이루어지지 않았던 것이 현실이다. 유지보수의 혁신을 이루기 위해서는 유지보수를 공학으로서 체계화시키는 연구도 필요하다.

앞으로 더욱더 유지보수 혁신을 이루는데 있어서 필요한 기술이 IT기술일 것이다. IT기술을 활용하면 일부러 현장에 가지 않고도 원격조작으로 유지보수 업무의 지원이 가능하게 된다.

외국에서는 이러한 핵심 기술을 본격적으로 연구하여 결실을 맺을 단계에 와 있으나, 우리나라도 늦었지만 이러한 기술에 관심을 가져야 할 때라고 생각한다. 따라서 본 연구에서는 현재의 유지보수체계에 대한 현실을 소개하므로써 도시철도 유지보수 운영의 미래상을 바꾸어 나가는데 도움이 되었으면 하는 바램이다.

2. 자동화기기 사용실태 분석

2.1 현재의 정비방법

전동차 정비라함은 사람이 시스템 이상상태를 검출하여 부품의 보수, 교환 등의 대책을 수립하는 일련의 과정이며 유지보수 관점에서는 시간적인 개념과 상태적인 개념으로 나누어진다

시간적인 개념(사용기간 개념) 이란 기계나 부품의 가동시간을 결정하여 보수하는 방법으로 평균시간, 고장율 등의 고장 데이타를 기준으로 일정주기로 해체, 수선 시행하는 것이며, 상태적인 개념(결함발생 개념)이란 단순히 가동시간만을 기준으로 하지 않고 기계의 정상상태에 대응하여 보수를 행하는 방식으로 기계의 상태에 따라 최적의 안전목표를 설정하여 시행하는 것이다.

최근의 전동차 유지보수 개념으로 예방정비(Preventive Maintenance)가 중요시 됨에 따라 전동차 유지보수는 시간적 개념과 상태적인 개념을 혼용하여 시행하고 있으며 이를 위해서는 시스템 전반의 유기적인 변화가 중요한데, 현재의 전동차 유지보수는 사후보전 측면이 강하며 예방보전으로 전환하기 위해서는 자동화 설비에 의한 시스템 전반의 변화가 요구된다.

2.2 개선이 필요한 설비

2.2.1 판타그래프장치

판타그래프 습판은 가선과 접촉하고 있으며, 단순히 트로리선과의 마찰로 마모뿐아니라 이선에 의한 아크등에 의한 손실마모가 발생한다.

종래에는 그 마모의 정도에 관계없이 마모허용한도, 편마모, 국부적인 손상 등의 검사를 5일마다 정기검사시 시행한다. 이 작업은 3D 기피 작업중의 하나이며 검사원의 외관검사에 의한 계측이나 손상여부에 대한 오차범위가 크며 재현성이 있는 정밀도에서의 계측이나 검출을 할 수 없기 때문에 습동판의 교환시기의 예측이나 보수부품의 적정한 관리를 위한 데이터관리에 많은 노력을 기울려야 한다.

따라서, 집전장치 자동계측장치 설치시 주행하는 집전장치판의 마모량이나 훼손의 유무를 공중초음파센에 의한 비접촉으로 자동계측하는 것이며, 그 데이터를 마모예측시스템에 반영시킴으로써 습동판의 교환시기를 확실하게 파악하여 효율적인 정비를 실현 할 수 있다.

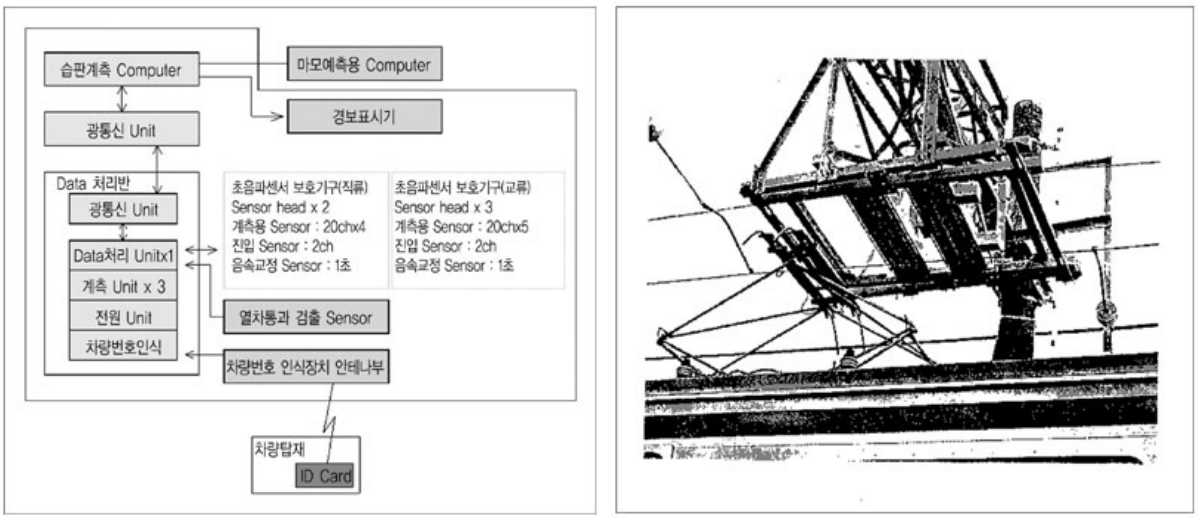

Fig. 1. 시스템 개요도

2.2.2 자동운행검사장치

전동차가 본선 운행중에 발생되는 소음, 진동은 전적으로 승객의 민원이나 기관사가 열차 운행중 충격에 대한 느낌에만 의존한 상태이다.

진동, 소음의 특성상 정확한 발생위치를 파악하여 계측기에 의한 정밀분석을 해야 하지만 운행차량에 대해 본선에서 정밀분석 한다는 것은 현실적으로 어려우며 진동과 소음은 주변여건에 따라 상이한 결과를 초래하기 때문에 정밀분석에 어려움이 있다.

이에, 본선운행차량에 대한 차량의 진동 및 소음을 실시간 모니터링에 의해 본선에서 발생될 수 있는 심각한 상황에 대해 미리 안전성을 실현하기 위해서는 자동운행검사장치가 필요하다.

Fig. 2.는 자동운행검사장치의 개요도를 나타낸 것이다.

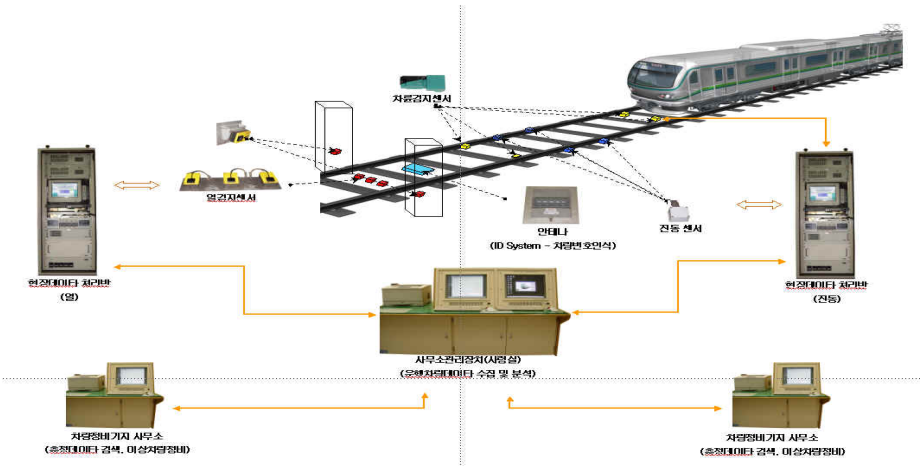

Fig. 2. 시스템 개요도

2.2.3 차륜검사장치

전동차 차륜검사는 주행 안전성을 확보하기 위해 차량기지 정비창에서 시행하는 차륜검사로 중정비시

차륜의 균열, 마모, 플랫부위 등의 검사결과 데이터를 정보시스템 컴퓨터에 수작업에 의해 업데이트되고, 허리를 구부려 시행함에 따라 작업자의 근골격계 질환의 유발 가능성도 있다.

또한, 차륜측정은 측정자 오차, 측정위치별 오차, 게이지 오차(수동형)등에 의해 데이터의 신뢰성을 확보하기 어렵고 균열이나 마모에 대한 개인별 판단기준이 상이하여 신뢰성 확보에 많은 노력이 필요하다. 따라서 자동차륜검사장치(Automatic Wheel Measuring System)도입 [1] 으로 차량의 검사업무에 필요한 차륜의 각종 형상 데이터와 차륜의 비정상적인 마모상태인 찰상, 진원도 및 균열을 일괄하여 자동측정 및 검지, 관리하는 첨단 무인 자동검사장비를 설치함으로써 진동 및 탈선 사고의 원인이 되는 변형된 차륜을 조기에 감지하여 적절한 조치를 가능하게 하고 높은 안전성을 실현 시킬 수 있다.

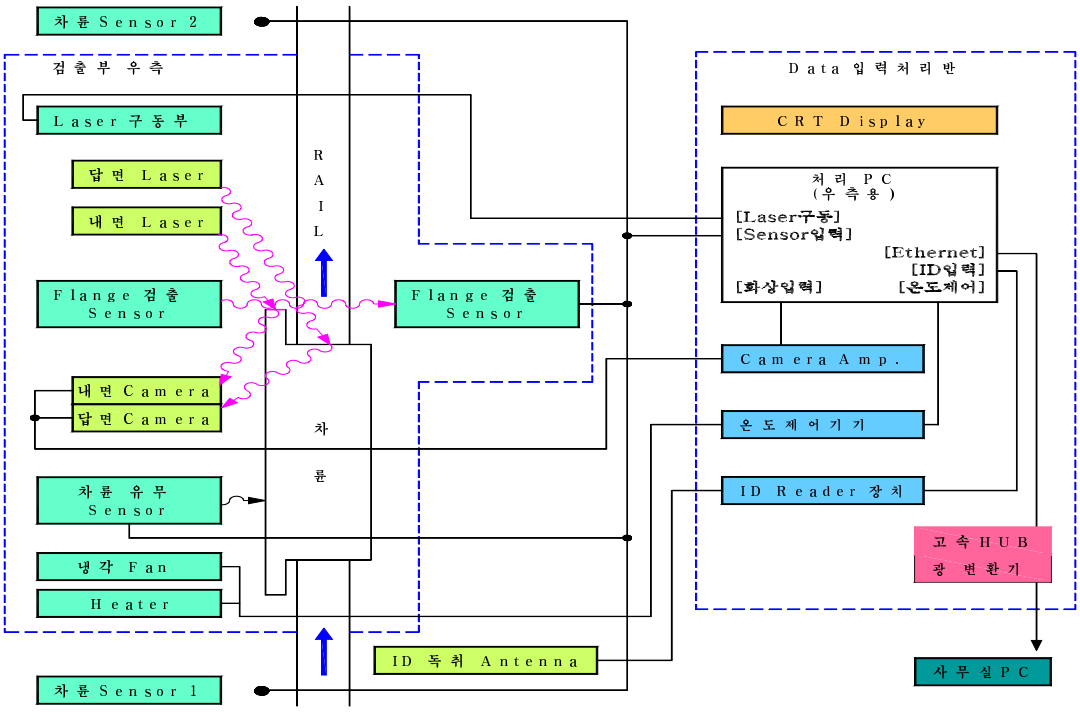

Fig. 3. 시스템 개요도

2.2.4 기취장치

전동차 하부기기 및 대차등에 부착된 먼지를 제거하기 위해 설치되어 있는 기취(Air Blaster)장치는 지하철 운영기관마다 보유율이 낮고 일부에서는 비트선에서 작업자에 의한 차량하부에서 에어호스로 먼지를 불어내는 작업을 시행함에 따라, 보호장비를 착용함에도 비산된 먼지 등에 대한 인체의유해성에 노출되어 있으며, 지정된 비트선은 Fig. 4.와 같이 대차하부 먼지를 불어내는 역할만 할 뿐 비산된 먼지를 집진하는 장치가 없어 대기중으로 방출하여 비산된 먼지로 인한 작업환경 오염에 심각한 영향을 미치고 있다.

Fig. 4. 수작업에 의한 먼지제거

따라서, 전동차 하부 먼지청소를 자동으로 할 수 있는 자동기취장치는 환경친화적이고 작업의 효율성과 작업자의 건강권을 확보하기 위해서는 기취, 차폐, 집진, 분진처리등이 유기적으로 이루어지는 자동화 시스템으로 구축 할 필요가 있다. Fig. 5.는 기취장치 구성도 [2] 를 나타낸 것이다.

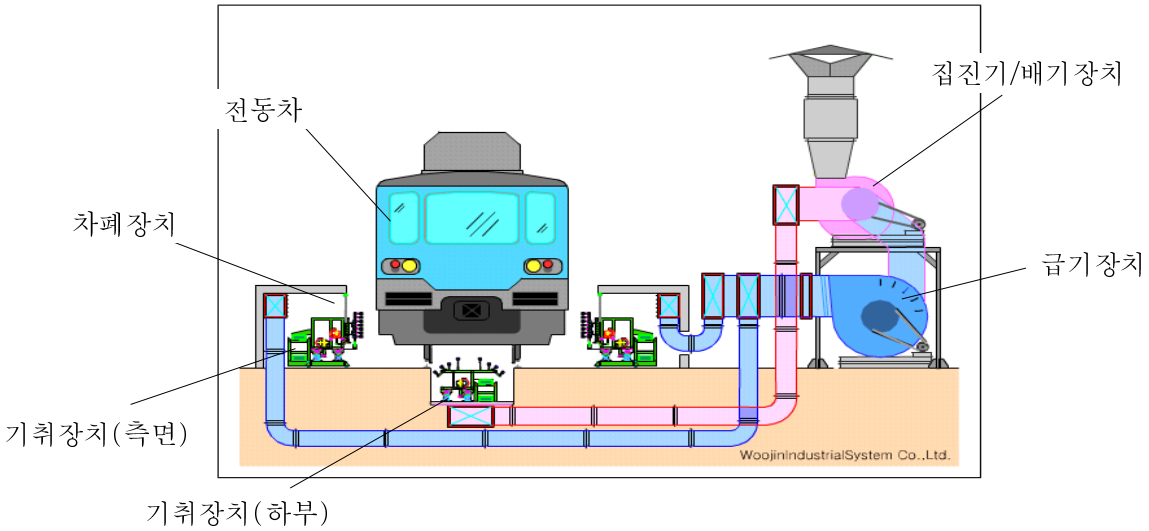

Fig. 5. 기취장치 구성도

3. 자동화기기 적용사례

3.1 국내 자동검사장치 사례

국내에서는 새로 신설되는 차량기지를 위주로 자동검사장치를 선택적으로 설치하는 경향이 있다. 이것은 운영자의 자율에 따른 결정사항으로 이루어지는 것이라 볼 수 있다. 그러나 향후 작업자의 건강권을 확보하고, 작업환경을 개선하여 정비업무의 효율을 극대화하기 이해서는 자동검사장치를 의무적으로 설치하는 방안도 검토해 볼 필요가 있다. 이를 위해서는 자동감사장치를 의무화하는 제도 도입도 신중히 검토해야 한다고 판단된다. Table 1.은 국내 차량기지에 설치된 자동검사장치의 현황을 나타낸 것이다.

Table 1. 국내 자동검사장치 설치 사례

사 업 명	시 행 청 (부서)	장 치 명
철도청 동부사무소 (이문기지)	철도청 (철도시설공단)	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측 ◦제륜자마모계측
철도청 경의선 (문산기지)	철도청 (철도시설공단)	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측 ◦제륜자마모계측
서울시 9호선 (김포기지)	서울특별시 지하철건설본부 (설비부)	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측
인천공항철도 (공항기지)	인천공항철도(주) (기전부)	◦판타습판자동계측 ◦차륜형상자동계측
철도청 경춘선 (평내기지)	철도청 (철도시설공단)	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측
부산 3호선 (대저기지)	부산교통공단	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측
철도청 중앙선 (용문기지)	철도청 (철도시설공단)	◦판타습판자동계측 ◦옥상기기감시 ◦차륜형상자동계측

3.2 외국의 자동검사장치 사례

3.2.1 일본

일본의 경우에는 전 세계적으로 가장 먼저 자동화 검사장치를 도입한 국가중 하나로서 1990년대부터 대학을 비롯한 연구기관에서 적극적으로 연구하여 실용화하였다. Table 2.는 일본내 차량기지에 설치된 자동검사장치 현황이다.

Table 2. 일본의 자동검사장치 설치 사례

장 치 명	도 입 기 지
판타그라프습판마모측정장치 (옥상기기감시장치 포함)	야시오기지 등 41개소
차륜형상측정장치	나가노기지 등 11개소
제륜자마모측정장치	야마테기지 등 4개소
라이닝마모측정장치	야마테기지 1개소
이상검지장치(열, 진동검지)	영단지하철 동서선

4. 맺 음 말

본 연구에서는 국내 전동차 운영기관의 전동차 유지보수 자동화설비의 필요성을 제시하였으며 유지보수체계로서 자동검사장치는 집전장치, 자동운행장치, 차륜측정장치 등의 자동계측 및 마모예측을 통한 신뢰성 높은 유지보수로 정비과학화와 수작업에 의한 계측을 자동계측함으로 측정오차 및 측정시간 단축으로 작업능률 및 업무의 효율화를 성취하고 전동차 하부 기취를 자동화함으로써 인체에 유해한 분진 등으로 인한 작업자 건강증진 및 작업환경개선등에 크게 기여할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 일본철도차량기계기술협회, “철도차량검수설비”
2. 테이토고속교통영단 아야세 차량사무소, “대차검수라인화와 작업환경개선”