

## 고속 종합 검측 시스템 도시철도 적용시 시스템 전원 공급 방안 연구

### Electric Power Supply Plan of the System in the Urban Railway Vehicle Equipped with High Speed Comprehensive Measuring and Inspection System

정연포\*, 김진영\*<sup>†</sup>, 송동호\*, 김대중\*, 강주희\*, 유근규\*, 강봉완\*

Yeon-Po Jung\*, Jin-Young Kim\*<sup>†</sup>, Dong-Ho Song\*, Dae-Joung Kim\*,

Ju-Hee Kang\*, Kun-Kyu Yo\*, Bong-Wan Kang\*

**Abstract** The company conducts regularly inspection for the safe transport of passengers such as catenary, track and signal sector in the railway company. Measuring and inspection vehicles imported 100% remain difficult maintenance in KOREA due to the fact that the vehicle was operating stop for a long time because of heavy broken and expensive components. In this paper, we propose power supply way of urban railway when equipped with high-speed inspection system in national R&D project. Furthermore, we researched the optimized power supply of the system due to the fact that we reviewed for load usage of measuring and inspection system and urban rail vehicle power supply margin.

**Keywords** : High Speed Comprehensive Measuring and Inspection System, Static Inverter(S.I.V.), Load capacity, Optimization, Power supply capacity

**초 록** 철도의 안전한 승객 수송을 위해 전차선, 궤도, 신호분야 등 각 시설물들을 확인하기 위해 중요한 시설물은 검측차를 사용해 정기적으로 검사하고 있다. 국내 검측차는 100% 외산으로 고장시 장기간 운행중단 및 고가의 부품으로 유지보수에 애로사항이 많아왔다. 본 논문에서는 현재 국가 R&D 과제로 수행중인 고속 종합 검측 시스템의 도시철도 적용을 위한 시스템 부하 사용량 및 도시철도 차량 전원공급 여유도를 검토하여 고속 검측 시스템 탑재시 원활하고 최적화된 시스템 전원공급 방안을 제시하고자 한다.

**주요어** : 고속 종합 검측 시스템, 보조전원장치(S.I.V.), 부하 용량, 최적화, 전원 공급용량

## 1. 개요

현재 고속 종합 검측 시스템은 고속선 구간의 시설물을 신속하고 정확한 선로시설물을 검측하여 유지보수의 효율성을 도모 하기 위해 Roger-1000K(이탈리아:MERMEC사) 종합검측차(궤도, 레일마모, 레일과상, 전차선, 건축한계 등)를 2004년 코레일에서 120억원에 도입하여 운영중에 있다. 국내에서 운영중인 종합 검측차는 철도 선진국에서 개발된 외산으로 도입시 막대한 재원투입과 고장시 관련기술 미확보로 검측의 중요성 및 시급성이 있으나 고장조치에 장시간 소요되어 고속선 유지보수에 애로사항이 많아왔다. 따라서 고속 종합 검측차의 300Km/h 주행중 종합 검측이 가능한 국산화 개발로 국내 검측기술 발전과 시설물 유지보수 효율화 달성을 위해 국가 R&D 과제로 수행중에 있다.

<sup>†</sup> 교신저자: 서울도시철도공사([k0jean0y@smrt.co.kr](mailto:k0jean0y@smrt.co.kr))

\* 서울도시철도공사 기술연구소

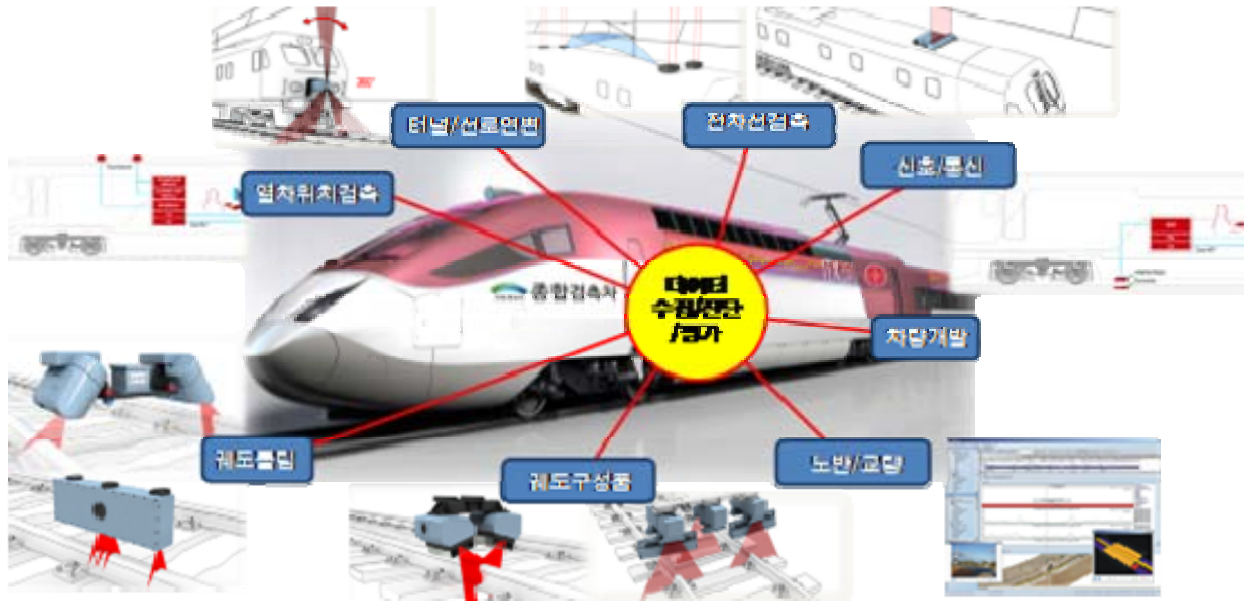


Fig. 1 High-speed measuring and inspection systems mounted at HEMU-430X

고속 종합 검측 시스템 검측 항목별 구성은 Table 1과 같이 열차 안전과 직결되는 궤도 분야, 전차선 분야, 신호 분야를 중심으로 유지보수의 신속, 정확성 향상을 위한 시스템으로 구성 되었다.

Table 1 Measuring and inspection list in high-speed measuring and inspection system

구분	전차선 분야	토목/궤도 분야	신호분야
1	전차선 동적 높이/편위 측정	궤도틀림 검측	HBD 온도 검지
2	전차선 열화상	레일단면마모 측정	귀선전류 불평형 개선
3	전차선 접촉력 검측	레일표면결함 탐지	-
4	전차선 아크검측	침목/체결구 결함 탐지	-
5	종방향 전차선시설물 변형검사	선로순회 모듈	-
6	횡방향 전차선시설물 변형검사	차량진동가속도 계측	-
7	전차선 마모 검측	-	-
8	전차선 습동면 상태 모니터링	-	-

국가 R&D 과제의 일환으로 고속 종합 검측 시스템 도시철도 적용 연구를 진행중이며 고속 종합 검측시스템 운용 환경(고속종합검측: 지상, 도시철도: 지하)과 운영 방법(고속종합검측: 검측 전용열차(HEMU-430X), 도시철도:영업열차)의 차이가 있어 몇 가지 검토가 필요하다. 본 논문에서는 도시철도 차량에 고속 종합 검측 시스템 탑재시 원활하고 최적화된 시스템 전원공급 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 고속 종합 검측 시스템 전원공급 방법

#### 2.1.1 HEMU-430X 차량에서 고속 종합 검측 시스템 전원 공급 방법

Fig. 2 에서와 같이 HEMU-430X 보조 전원 시스템(A.P.S.)으로 부터 AC 440V를 통합 U.P.S. 및 보조변압기(40KVA)에 공급한다. 공급받은 AC 440V를 통합 U.P.S.(20KVA)에서 AC 220V로 변환하여 모듈 메인 Rack에 전원을 공급한다. 또한 보조변압기도 220V로 변환하여 모듈 메인 Rack에 병렬 2중화하여 안정화된 전원공급을 한다. 전력사용 순위는 1단계: 평상시 상시전원을 사용하며, 2단계: 상시전원 미인가시 1차적으로 Rack내 소형 U.P.S.를 사용하며, 3단계: 통합 U.P.S.에서 전원을 모듈에 공급하여 약 30분동안 무정전시 전원공급을 한다.



Fig. 2 Power supply plan of HEMU-430X train

#### 2.1.2 HEMU-430X 차량에서 고속 종합 검측 시스템 전원 공급량

HEMU-430X 차량에 탑재되는 고속 종합 검측 시스템의 부하 용량은 34.1 [KVA]이며 여유량을 고려하여 전원의 총 공급 용량은 40[KVA] 이다.

### 2.2 종합 검측 시스템 도시철도 적용시 전원공급 방안

#### 2.2.1 도시철도 전동차 보조전원장치(S.I.V) 부하 전원공급 시스템

도시철도 차량에 고속 종합 검측 시스템을 적용시 영업열차에 탑재할 예정이므로 추가적인 전원장치 증설 없이 기존 전동차의 보조전원시스템(S.I.V.)을 이용할 예정이다.

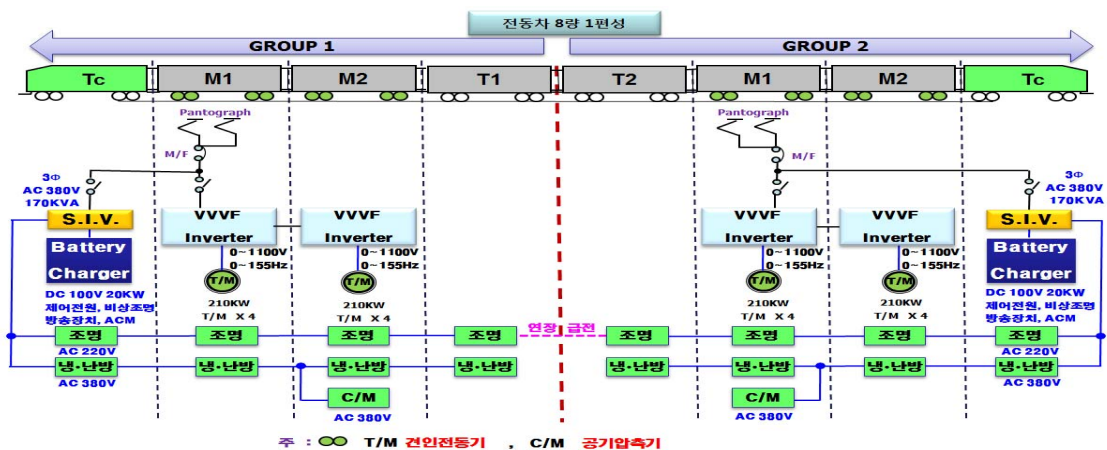


Fig. 3 S.I.V. power supply flow chat of line 7-2 train

따라서 7호선 2차분 전동차의 보조 전원 시스템(S.I.V.)에 대한 고속 종합 검측 시스템의 Total 공급량(40KVA)을 기준으로 연구를 진행하였다. Fig. 3 에서와 같이 전동차 1편성에서 S.I.V.가 2대이며 연장급전은 그중 1대가 중고장일때 정상 S.I.V. 1대는 1편성 전체 냉방기, 객실형광등, 객실안내기 등 부하를 1/2로 경감하여 최소 전동차 운행 가능한 상태로 시스템을 운영한다.

### 2.2.2 고속 종합 검측 시스템 도시철도 차량 탑재시 전원 공급량 검토

S.I.V. 1대의 용량은 190[KVA]이지만 DC전원 20KW를 제외하면 실제 AC전원 공급용량은 170 [KVA] 이다. 연구결과 겨울철 난방시보다 여름철 냉방부하가 소비전력이 더 많음을 Table 2 에서 알수 있다. 또한 여름철 전체 전동차 부하 사용량중 냉방기 부하가 70%이상 차지한다. 그러나 여름철 S.I.V. 1대 고장으로 연장급전시 종합 검측 시스템 전원 공급하기에는 전원 공급량이 부족함을 알수있다.

**Table 2** Study result of power load capacity at 40KVA(from HEMU-430X system)

구 분 SIV용량: 190[KVA] (AC:170[KVA], DC:20[KW])	겨울철(난방)		여름철(냉방)	
	170[KVA]		170[KVA]	
	정상운전	연장급전	정상운전	연장급전
전동차 사용량 [KVA]	80	122.2	125.5	135.9
검측 시스템 [KVA]	40	40	40	40
여유 용량 [KVA]	50	7.8	4.5	- 5.9
여 유 율 [%]	29.4	4.6	2.6	-3.4
적 용 결 과	가능	가능	가능	불가능

### 2.2.3 고속 종합 검측 시스템 도시철도 적용 부하용량 최적화

**Table 3** Power supply capacity optimization in load list

부하 연번	부 하 명	부하용량[KVA]		비고
		고속 검측 시스템	도시철도 적용	
1	통합 시스템(서버,저장장치 등)	12.2	6.1	일부 축소
2	궤도 틀림 모듈	3.1	3.1	-
3	레일 표면결함/마모검측 모듈	5.4	5.4	-
4	전차선 검측 모듈	6.6	6.6	-
5	선로순회 비디오 모듈	0.6	0.6	-
6	통합 운영장치(모니터,프린터)	2.4	-	제외
7	귀선전류 불평형/ 온도검지(HBD) 모듈	3.8	-	제외
합 계 [KVA]		34.1	21.8	-
여 유 율 [%]		15	28	여유율 향상
총 용 량 [KVA]		40	30	용량 최적화

Table 3 에서와 같이 고속 종합 검측 시스템의 부하 최적화가 필요했다. 고속 종합 검측 시스템 모듈중 도시철도 적용시 귀선전류 불평형, 온도검지(HBD) 모듈을 제외하고 고속선 검측 대비 도시철도 검측 거리가 1/7로 데이터 저장량이 축소되므로 통합 시스템 (서버, 저장 장치 등)의 용량을 1/2로 축소 하였다.

### 2.2.4 부하용량 최적화 이후 전원 공급량 검토

Table 4 Study result of power load capacity at 30KVA(after optimization)

구 분 SIV용량: 190[KVA] (AC:170[KVA], DC:20[KW])	겨울철(난방)		여름철(냉방)	
	170[KVA]		170[KVA]	
	정상운전	연장급전	정상운전	연장급전
전동차 사용량 [KVA]	80	122.2	125.5	135.9
도시철도 검측 시스템 [KVA]	30	30	30	30
여유 용량 [KVA]	60	17.8	14.5	4.1
여유율 [%]	35.2	10.4	11.6	2.4
적용 결과	가능	불가능	불가능	불가능

전원 공급용량을 30[KVA]로 최적화 하여 Table 4와 같이 동부 S.I.V.로 종합 검측 시스템이 필요한 전원 공급에 문제가 되었던 여유가 있었다.

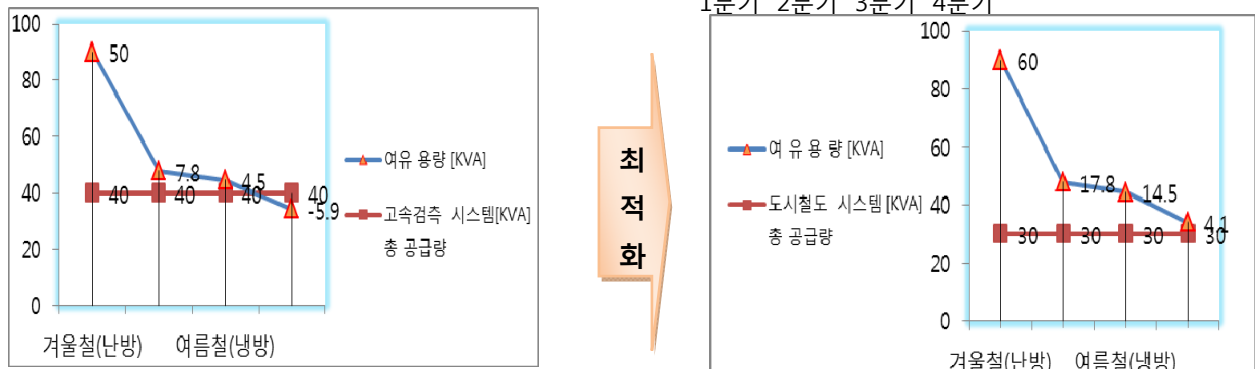


Fig. 4 Before power supply optimization and after optimization

Fig. 4 에서와 같이 7호선 2차분 전동차 보조 전원 시스템(S.I.V.)를 대상으로 종합 검측 시스템 부하 최적화 이후 종합 검측 시스템에 안정적인 전원공급이 가능함을 확인하였다.

### 3. 결론

고속 종합 검측 시스템을 도시철도 전동차에 적용하기 위해 운용 환경 및 운용 방법의 차이로 인해 전원 공급 연구가 필요하였으며 검측 시스템 전원을 안정적으로 공급하는 방안이 필요하다. 그래서 고속 종합 검측 시스템에 적용하는 모듈중 도시철도에서 불필요한 모듈을 제외하여 30[KVA] 공급용량으로 최적화 하였을 경우 시스템에 안정적인 전원공급이 가능함을 확인 하였다. 7호선 도시철도 차량에 종합 검측 시스템 적용시 기존 영업 열차의 보조 전원 시스템(S.I.V.)으로 안정적인 검측 시스템 전원공급이 가능하였다.

또한, 도시철도 전동차에 종합 검측 시스템 적용시 호선별 전동차의 보조 전원 시스템 (S.I.V.) 용량이 상이 함으로 우선적으로 면밀한 전원 공급용량 여유도를 검토해야 할 것이다. 만약, S.I.V. 용량이 부족 하다면 U.P.S. 등을 추가 탑재하여 보조 전원을 확보해야 안정적인 전원공급이 가능할 것이다.

## 후 기

본 논문은 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원이 시행하는 철도기술개발사업 “고속 종합 검측 시스템 기술개발” 과제(과제번호:15RTRP-B099548-03-000000)지원을 받아 수행하였습니다.

## 참고문헌

- [1] Research of Rolling Stock Technology(2016) Engineering of Rolling Stock Technology(I), GUMISEOGWAN, Seoul Ma-Po Gu, pp 54-65.
- [2] Na Dong(2010) S.I.V. capacity calculation and review report, Seoul Metropolitan Rapid Transit Corporation.