

검측장비 국산화 개발을 위한 사용자 요구사항 분석

User requirements analysis for localization development of inspection-equipment

최민지*[†], 김영철*, 최일윤**

Min-Ji Choi*[†], Young-Chul Kim*, Il-Yoon Choi**

Abstract A variety of research is being carried out for the efficient maintenance of railway infrastructure in company with the current demand for rail, extension of the rail service length and increase of the rail investment. Among the studies, localization of testing inspection-equipment for the track is under the functional qualification stage, and it aims to develop an integrated testing inspection-equipment which can investigate not only infrastructure but also rolling stock to adapt it railway organisation in Korea.

This study supported development of optimized inspection-equipment according to the requirements of user's that interfacing support between operator and developer, test-bed support for functional qualification of inspection-equipment, the way to maintain through data accumulation, the operation problem of overseas equipment and improvement opinion.

Keywords : inspection-equipment, functional qualification, user requirement, localization development

초 록 현재 철도의 수송수요, 영업거리 증가 등 국가적인 철도투자확대로 철도 인프라의 효율적 유지보수에 대한 관심증가와 더불어 이와 관련된 다양한 연구개발이 추진되고 있다. 이 중 검측장비 국산화 개발은 현재 성능검증 단계에 있으며, 차량 및 인프라 통합검측이 가능하도록 검측모듈을 개발하여 국내의 각 철도 운영기관에 적용될 수 있도록 하는 것이 목표이다.

본 연구에서는 궤도분야 검측장비에 대한 사용자 요구사항이 반영될 수 있도록 운영자와 개발사 간 인터페이스 지원 및 검측장비의 성능검증을 위한 테스트 베드지원, 데이터의 누적관리를 통한 유지보수 방안, 국외장비 운영의 문제점과 개선 의견을 반영하여 국내 철도환경에 최적화된 검측장비 개발이 가능할 수 있도록 지원하고자 하였다.

주요어 : 검측장비, 성능검증, 사용자 요구사항, 국산화 개발

1. 서 론

현재 국내 철도환경은 수송수요와 영업거리 증가로 국가적인 철도투자가 확대되고 있으며 이에 따른 철도 인프라 유지보수에 대한 관심이 확대되고 있다. 국내 선로 유지보수를 위한 검측장비는 주로 국외장비에 의존하고 있으며, 고가의 구매비용, 사후 지원 및 주기적 검교정 등에 대한 시간 지연 등 국내 철도 환경에 적합하지 않은 문제점이 있어 이를 해결하고자 국산화 위한 국가차원의 연구과제를 추진 중에 있다.

국외 검측장비를 사용하는 실무진의 의견수렴을 통하여 개발사와 운영자 간 인터페이스 지원 및 개발품 성능검증 위한 테스트베드 시험을 토대로 검측장비 개발과 상용화를 이끌어 향후 각 철도 운영기관에 적용될 수 있도록 방안을 제시하고자 한다.

† 교신저자: 한국철도공사 연구원 기술연구처(choiminji@korail.com)

* 한국철도공사 연구원 기술연구처

** 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단고속철도연구실

2. 본 론

2.1 선로시설 유지관리 현황 조사 및 사용자 요구사항 분석

2.1.1 KTMSYS 운영현황 조사

한국형 고속선 궤도관리 의사결정지원시스템(Korea high speed Track Maintenance decision support SYstem ; 이하 KTMSYS)은 2010년도부터 광명~동대구간 고속철도 자갈궤도 구간을 대상으로 예방보수 개념의 궤도 유지관리 시스템을 개발하여 운영 중에 있으며, 검측데이터이력관리, 궤도틀림 진전예측, 궤도유지보수일정최적화, 작업실적관리 등 각종 검측정보 및 유지보수 이력이 장기적이고 체계적으로 모니터링 할 수 있도록 하고 있다. (Fig.1)

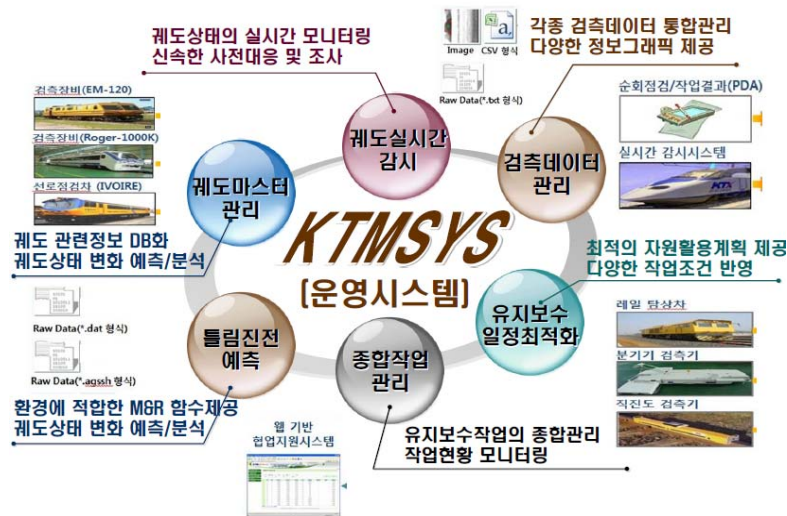


Fig. 1 Feature of the 'KTMSYS' management

2.1.2 KTMSYS 사용자 요구사항 분석

사용자 요구사항은 고속종합검측시스템 개발 시 차상에 구축되는 통합S/W의 각종 검측 정보들이 KTMSYS와 연계 될 수 있도록 지원해야 하며, 또한 개발중인 차량진동가속도 검측모듈 측정값이 궤도검측 데이터와 정확한 위치 동기화가 가능 할 수 있도록 하여 궤도틀림 과장의 영향과 승차감 및 주행안전성을 비교/검토 할 수 있도록 기술지원이 필요하다. (Table 1)

Table 1 Track irregularity wavelength

| 구분 | 60~130km/h | 160~240km/h | 270~300km/h |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 단과장(~1.5m) | | 소음, 진동 주행안전성 | 소음, 진동 주행안전성 |
| 중과장(5~20m) | 주행안전성 승차감 | 주행안전성 승차감 | 주행안전성 |
| 장과장(30~100m) | | 승차감 | 승차감 |

2.1.3 선로검측장비 현황 및 사용자 요구사항 분석

고속종합검측시스템 개발과 관련된 S/W개발사에서 현재 운행중인 궤도검측차의 DB관리 현황, 검측 결과 활용 등에 대한 벤치마킹 요청이 있어 궤도검측차 유지관리 현황에 대한 담당자 의견수렴을 시행하였다.

일반 및 고속선에 운행중인 궤도검측차는 EM-140K과 Roger-1000K 가 있다.(Fig.2)



Fig. 2 Track inspection Train (EM-140K, Roger-1000K)

고속종합검측시스템의 시운전 및 성능검증 시험차량(Hemu-430x)은 향후 300km/h로 운행 예정이므로 철도공사에서 보유하고 있는 궤도검측차량의 유지관리 현황을 조사 및 분석하여 검측모듈 개발품의 성능검증 시 참고 될 수 있도록 지원하였다.

검측장비 운영자 의견수렴 결과는 Table 2와 같다.

Table 2 Track inspection train users interview (requirements)

| 구성 | 사용자 의견 |
|---------|--|
| 위치정보 | - KP 설정: 타코미터가 측정하는 휠의 마모에 따라 보정하여 처리 - KP 위치: 선로상의 KP 정보 및 검측 KP 와 약간의 오차발생→ 검측원이 보정작업을 통한 위치입력 |
| DB 관리 | - Program : 설정항목이 많고 변경 요청시 장시간 소요 - data : 검측 raw data 값의 그래프 모니터링 기능이 모든 PC 적용 및 그래프의 연속출력(rolling)필요 |
| 장비문제 | - 검측차별 다수의 컴퓨터가 직·간접적으로 연계되어 오류발생 또는 계절적영향(온도, 설빙 등)에 따른 검측장치의 시스템 고장으로 운행지연 발생 - 전산장비를 보호를 위한 항온, 항습기 필요 |
| 사후지원 문제 | - 국외장비를 사용하므로 장기간 A/S(기본 6 개월) 및 비용과다 문제로 인한 검측장 (검측장치불량/잘은 고장발생/시스템 에러)→ 국산화 개발을 통하여 A/S 기간 단축 및 저가비용 기대 |

2.2 트롤리형 검측장비 운영현황 및 사용자 요구사항 분석

2.2.1 트롤리 검측장비 운영 현황

현재 철도공사에서 보유하고 있는 검측장비는 ‘곡선레이저 장비’ 와 ‘현방식 트롤리 장비’ 가 있다. ‘곡선레이저’ 는 절대선형을 측정 할 수 있는 장비로 열차속도를 고려한 장과장 선형관리가 가능하다. 현재 고속철도 1단계 구간 자갈치기 작업 후 절대선형 측정을 통한 단계적 디자인 템핑으로 작업효과 및 승차감 향상에 기여하고 있다.(Table 3)

Table 3 Trolley track inspection-equipment analysis

| 구분 | GEDO(Trimble 社)곡선레이저 | KRAB Slight(Czech 社)현방식 장비 |
|------|---|--|
| 사진 |  |  |
| 특징 | <ul style="list-style-type: none"> -좌표값을 이용한 절대선형 작업 가능 -휴대용이(이동성) -장과장 유지보수 정보 활용 -곡선부 검측가능(최소 200m 이상 검측가능) → 측정횟수와 오차 최소화 | <ul style="list-style-type: none"> -선로의 모든 선형 측정 가능(분기기포함) → 그루브 롤러를 통한 분기기 측정 |
| 무게 | 약 40kg | 약 30kg |
| 측정기능 | - Gauge(궤간), Level(고저틀림), Alignment(방향틀림), Cant(캔트), Twist(뒤틀림) | |

2.2.2 사용자 요구사항 분석

검측장비 담당자를 대상으로 토폴리형 검측장비의 국산화 개발에 따른 사용자 요구사항을 도출하고자 설문조사를 시행하였다. 설문조사 결과 국산화 검측장비는 운반성 및 휴대성을 고려한 경량화가 필요하며, 운영 측면에서 장비 조작 및 프로그램 운용이 복잡하지 않으며, 유지관리 측면에서 검교정, A/S 등에 대한 부담 완화를 기대하고 있었다.(Fig.4)

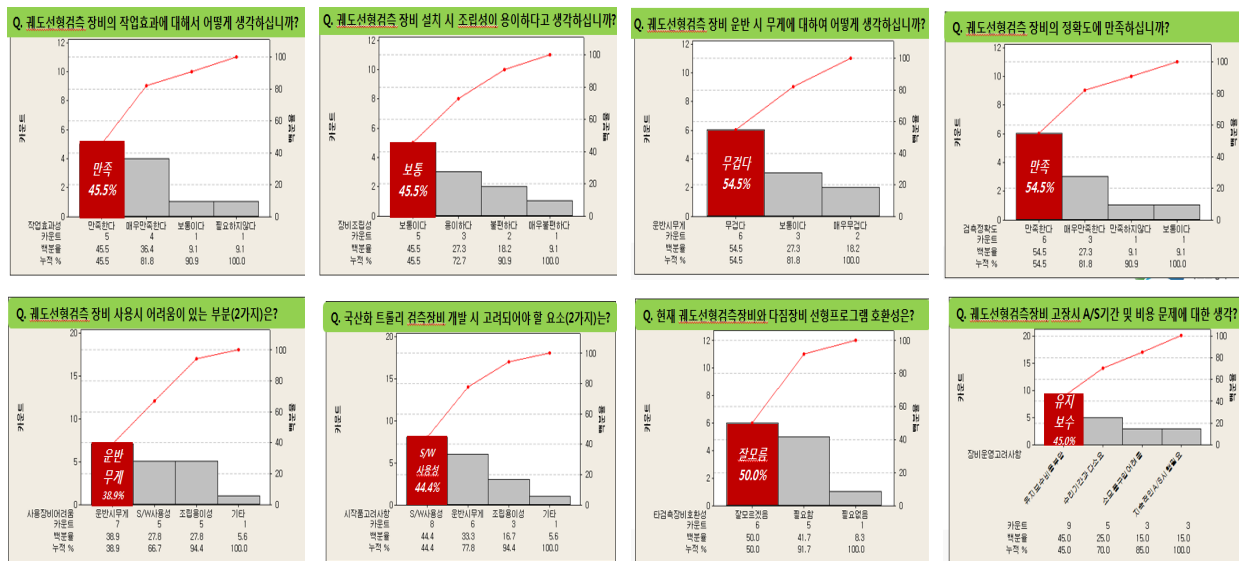


Fig. 4 User requirements for track inspection-equipment development (survey result analysis)

또한, 현재 고속선에서 사용중인 고정밀 트롤리 장비와 설문조사 이후 사용자 의견이 반영된 국내 고정밀 트롤리 검측장비를 비교한 결과는 다음과 같다.(Table 4)

Table 4 Track high precision trolley user's requirements comparison analysis

| 구분 | 국의 고정밀 트롤리(Trimble 社, 현재) | 국내 고정밀 트롤리(개발) |
|-----------|---------------------------|-------------------------|
| 무게 | 약 40kg | 약 45kg 이하 |
| 휴대성 | 운반의 불편함 및 조립의 어려움 | 운반의 편리성 및 조립성 용이 |
| A/S 문제 | 고가의 비용과 장기간 수리문제 | 저렴한 가격과 수리기간이 단축 |
| 분기부 측정관련 | 바퀴 먼의 문제로 분기부 측정의 어려움 | 레일 유도바퀴를 장착하여 분기부 측정 용이 |
| 프로그램 운영장비 | PDA | 노트북 |

2.3 선로결함 탐지 모듈 모의테스트 지원 및 사용자 요구사항 도출

2.3.1 모의테스트 지원

시작품에 대한 모의테스트 및 성능검증을 지원하고자 운행선 테스트베드 구간(약 800m)을 선정하여 다양한 레일결함 데이터를 수집/분석 할 수 있도록 지원하였다. (Fig 5)



Fig. 5 Rail wear & Track defect inspection-equipment (Test)

2.3.2 사용자 요구사항 도출

검측데이터의 효율적인 관리를 위해서는 통계적 관리가 중요하며, 사용자 입장에서 중요한 요구사항이다. 현재 운영중인 선로점검차는 필요시 검측데이터를 별도 추출하여 분석해야 하므로 사용자들은 개발중인 검측모듈은 검측데이터의 통계적 관리가 가능 할 수 있도록 요구하고 있다.

2.3.3 통계적 분석 방안 제시

모의 테스트 결과 제작사에 제공한 레일표면결함 레포트는 결함개소별 선로위치정보와 결함크기, 결함이미지를 제공하였다. 따라서 사용자 입장에서 검측데이터의 통계적 관리가 가능할 수 있도록 Minitab을 이용하여 결함크기에 대한 구간별(200m간격) 일원 분산 분석을 시행하였다.

분석결과는 Fig6 및 Table5 같으며, 구간별 결함크기에 대한 평균과 표준편차를 상자그림으로 표현하여 표면결함에 대한 상대적인 비교/분석이 가능 함을 확인 할 수 있다.

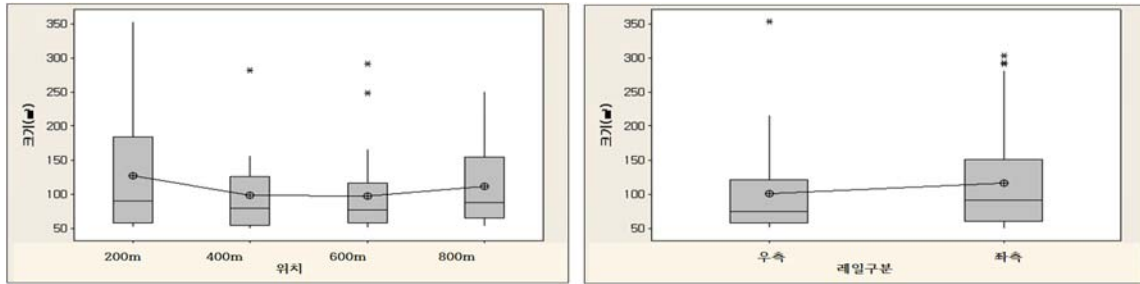


Fig. 6 Rail surface defect & Track defect inspection-equipment (Test result analysis)

Table 5 Rail surface defect & Track defect inspection-equipment (Test result analysis)

| 위치(m) | 개소 | 결함크기(mm²) | | 위치 | 개소 | 결함크기(mm²) | |
|-------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
| | | 평균 | 표준편차 | | | 평균 | 표준편차 |
| 200 | 28 | 127.12 | 87.42 | 우측레일 | 36 | 100.79 | 65.27 |
| 400 | 18 | 98.52 | 57.81 | 좌측레일 | 53 | 116.85 | 72.00 |
| 600 | 23 | 95.76 | 62.08 | | | | |
| 800 | 20 | 112.01 | 57.20 | | | | |

3. 결론

본 연구는 국산화 개발중인 검측장비에 대한 사용자 요구사항이 반영될 수 있도록 운영자와 개발사 간 인터페이스 지원 및 검측장비 성능검증을 위한 테스트 베드지원, 데이터의 통계적 관리 방안, 국외장비 운영의 문제점과 개선 의견을 반영하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

사용자 입장에서의 요구사항 분석결과 통합S/W구축에 따른 기존 시스템과의 연계방안, 검측데이터의 통계적 관리방안, 선로검측 결과의 정확한 위치정보에 대한 신뢰성 확보 등 기술적개선과 국산화에 따른 검교정, A/S 등 운영 효율성 확보를 기대하고 있었다.

후 기

본 연구는 2016년도 국토교통기술연구개발사업(철도인프라의 유지보수를 위한 고속 종합 검측시스템 기술개발[16RTRP-B099547-04-000000])의 연구비 지원에 의한 것입니다.