

# 한국형 고속열차의 고장정보체계 구축에 관한 연구

## A Study on the Construction of Failure Information System for Korea High Speed Train

서승일\*, 박준수\*\*, 목진용\*\*, 이태형\*\*, 김기환\*\*  
Sung-Il Seo, Choon-Soo Park, Jin-Yong Mok, Tae-Hyung Lee and Ki-Hwan Kim

### ABSTRACT

Korea High Speed Train has been developed for 6 years by domestic technologies and is being tested on the high speed line to prove the reliability of its systems. In this study, to record the failure data and get the information on the reliability, availability, maintainability of the train, a failure information system was developed and applied. The concept and function of the failure information system is introduced and its usefulness is shown.

### 1. 서 문

한국형 고속열차(Korea High Speed Train)는 국내 자체 기술로 1996년 이후로 6년간의 개발기간을 거쳐 완성되었고, 1년간의 성능 검증을 위한 본선시운전을 마쳤으며, 현재는 KTX와 동시에 고속철도 노선에 투입되어 300km/h의 주행속도로 신뢰성 시험을 수행하고 있다[1]. 한국형 고속열차의 상용화를 위해서는 신뢰성(Reliability)과 가용성(Availability), 유지보수성(Maintainability) 등의 RAM 성능 입증에 필수적이므로, 신뢰성 시험을 통해 입증 자료를 축적해 가고 있다. 본 연구에서는 신뢰성 시험 중에 얻어진 자료를 체계적으로 정리하고, 한국형 고속열차의 RAM 성능을 입증하기 위해 고장정보체계(failure information system)를 개발하여 실제에 적용하였다. 본 지면을 통해 개발된 고장정보체계의 개념, 구성 및 기능 등을 소개하고자 한다.

### 2. 고장정보체계의 기능

고장정보체계의 주요 기능을 도식적으로 표현하면 그림 1과 같다. 고장정보체계는 열차의 운행 중에 발생한 고장정보와 고장 수리 및 검사 등의 유지보수 정보를 체계적으로 분석하여 열차 시스템의 RAM 성능을 분석하고 관련 정보를 제공하는 기능을 수행한다. 체계화된 정보를 활용하여 개발과정에 있는 열차 시스템의 신뢰성 성장을 가지적으로 확인할 수 있고, 고장 발생 시의 원인 분석과 적절한 조치를 위한 관련 정보를 얻을 수 있다[2].

\* 한국철도기술연구원 차량기계연구본부  
\*\* 한국철도기술연구원 고속철도기술개발사업단

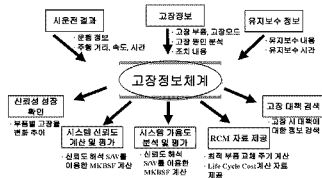


그림 1 고장정보체계의 구성 및 기능

### 3. 한국형 고속열차 고장정보체계의 기본 개념

한국형 고속열차가 현재 개발 및 실용화 단계에 있는 점을 고려하여, 고장정보체계는 운행 정보 및 시운전 중에 얻어진 신뢰성 자료를 저장하고 분석하여 신뢰성을 검증하고, 목표 신뢰성을 확보하는 데에 주요기능을 두었다. 한국형 고속열차의 고장정보체계의 개념을 요약하면 다음과 같다.

- 시스템의 안정화를 위해 고장에 대한 이력 관리에 중점을 둔다.
- 신뢰성 인증에 필요한 고장 정보의 관리 및 분석을 수행한다.
- 상용화에 대비한 유지보수 성능의 기초 자료를 확보하고 정보를 분석한다.
- 시운전 및 개발 과정의 정보 관리를 위한 자료를 확보한다.
- 고장정보 및 유지보수 정보의 관리에 필수적인 기능 위주로 시스템을 개발하고, 사용자의 편의성 및 범용성을 고려한다.

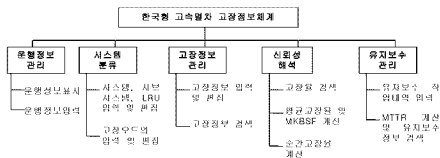


그림 2 한국형 고속열차 고장정보체계의 구성

### 4. 한국형 고속열차의 고장정보체계의 주요 기능

3절에 제시된 기본 개념에 따라 개발된 한국형 고속열차 고장정보체계의 구성도를 나타내 보면 그림 2와 같다. 한국형 고속열차의 고장정보체계는 다양한 기능의 구현을 위해서 입력 요구 자료도 방대해 커야 하는 문제점을 보완하기 위해 필수 기능 위주로 최소한의 입력으로 시스템의 활용이 가능하도록 개발되었다. 또한 대형 서버 위주의 데이터베이스 시스템보다는 범용적이고, 비용이 저렴한 PC 위주의 데이터베이스 시스템을 지향하여 MS Access와 VBA(Visual Basic Application)를 이용하여 개발하였다. 그림 3은 한국형 고장정보체계의 초기화면을 나타내는 그림으로서, 주요 메뉴는 운행정보 관리, 시스템 분류 및 관리, 고장정보 관리, 유지보수 관리, 신뢰성 해석 등으로 구성되어 있다. 각 메뉴는 크게 테이블(Table), 쿼리(Query), 폼(Form), 모듈(Module)

로 구성된다. 각 메뉴의 주요 기능을 설명하면 다음과 같다.

#### 4.1 시스템 분류 및 관리

한국형 고속열차의 시스템은 SYSTEM, SUBSYSTEM, LRU(Line Replaceable Unit)의 3단계로 분류되며, LRU 이하에서는 부품(component)으로 분류된다. 그림 4와 같이 시스템 분류 및 관리 모듈에서는 한국형 고속열차의 시스템은 각 단위로 분류하고 편집하는 기능을 수행하고, 해당 SUBSYSTEM 및 LRU의 개별적인 관리가 가능하도록 단품관리를 수행하고, 각 시스템에서 발생할 수 있는 고장모드도 분류하고 편집하는 기능을 수행한다.

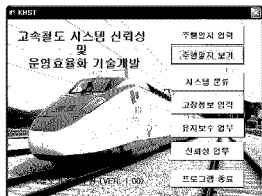


그림 3 한국형 고속열차 고장정보체계의 초기 화면

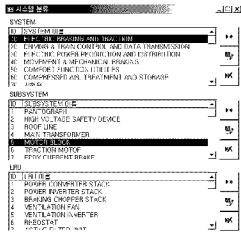


그림 4 시스템 분류 화면

#### 4.2 운행정보 관리

운행정보 관리 모듈은 그림 5와 같이 시운전 시의 운행 기본 자료를 기록하고, 시험 항목, 대기 사항, 주행거리 등의 정보를 입력하여 관리하고, 검색하는 기능을 수행한다.

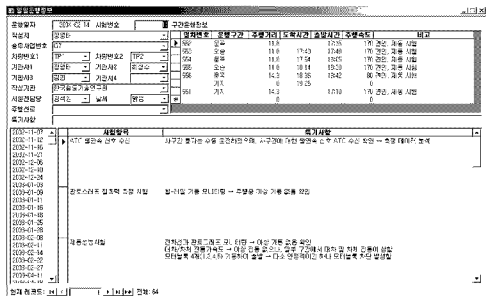


그림 5 운행 정보 관리 화면

### 4.3 고장정보 관리

고장정보 관리 모듈에서는 그림 6과 같이 역차의 시운전 중에 발생하는 고장에 대한 고장보고서를 기초로 하여 고장정보를 입력하고 검색하는 기능을 수행한다. 고장 정보는 시스템 분류 모듈에서 정의한 항목별로 입력할 수 있으며, 입력한 내용은 사용자의 요구에 따라서, 수정 및 삭제 가능하다.

시정일자 추가	시정일자 수정	고장정보 추가	고장정보 수정	고장정보 삭제	인출	
2004-02-24	0	4456	POWER COMPUTER STACK	고장부품	주요변경	고장현황
2004-02-26	0	4456	POWER COMPUTER STACK	고장부품	주요변경	고장현황
2004-03-04	0	4456	TRACTION CONTROL UNIT	고장부품	주요변경	고장현황
2004-03-04	0	4456	TRACTION CONTROL UNIT	고장부품	주요변경	고장현황
2004-03-06	0	4456	ELECTRIC CONTROL UNIT	고장부품	주요변경	고장현황
2004-03-11	0	4456	ELECTRIC CONTROL UNIT	고장부품	주요변경	고장현황
2004-05-27	0	4456	POWER COMPUTER STACK	고장부품	주요변경	고장현황

고장부품

고장현황 입력

고장 설명

주요 변경

그림 6 고장정보 관리 화면

### 4.4 신뢰성 해석

신뢰성 해석 모듈에서는 고장정보 모듈에서 입력한 고장정보를 시스템 분류 모듈의 구성항목에 따라서 그림 7과 같이 고장률 및 MTBF(Mean Time Between Failure) 계산을 수행한다. 고장율은 주행거리 단위로 계산되므로 MTBF는 MKBSF(Mean Kilometer Between Service Failure)를 의미한다. 고장율은 일정 주행거리 마다 계산되는 순간 고장율과 전체의 평균을 나타내는 누적 고장율로 계산되며, 서브시스템과 LRU 전체 및 개별 단품별로 계산된다. 고장율 및 MKBSF는 고장의 지속 시간은 기준으로 R1(2분 이내), R2(2분~10분), R3(10분~20분), R4(20분 이상)로 등급을 정하고 각 등급에 대해 계산한다. 그림 8은 각 등급별로 계산된 누적고장율과 MTBF의 예를 보여준다.

### 4.5 유지보수 정보 관리

유지보수 정보 관리 모듈에서는 시운전 중에 발생한 고장에 대해 차량기지에서 실시한 유지보수 작업 내용을 입력하고 관리한다. 고장 정보 모듈에서 입력한 데이터와 유지보수 정보 모듈에서 입력하는 데이터는 일대일 대응 관계를 가지게 되고, MTTR(Mean Time To Repair)와 같은 유지보수 정보가 그림 9와 같이 서브시스템 및 LRU단위로 계산 된다. 가용도 계산을 위해 유지보수 시간을 작업 준비 시간과 실제 작업 시간으로 분류하여 관리하도록 하였다.

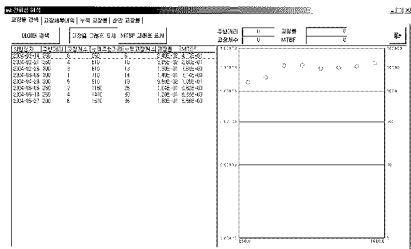


그림 7 신의성 해석 화면

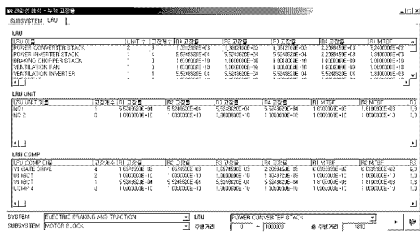


그림 8 누설고장을 계산 화면

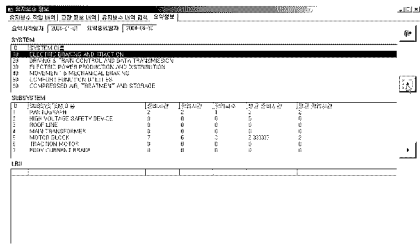


그림 9 유지보수 정보 관리 화면

