

고속철도 시운전시험 계측시스템 개발에 관한 연구

Development of a Measurement System Development for On-Line Testing of High Speed Railway

김석원¹, 김영국¹, 한영재¹, 박찬경¹, 김진환¹, 백광선¹

SeogWon Kim, Youngguk Kim, Youngjae Han, Chankyong Park, Jinhwan Kim, Kwangsun Baik

Keywords : On-Line Testing(시운전시험), High Speed Railway(고속철도),
Measurement or Data Acquisition Program(계측 또는 데이터 저장 프로그램),
Measurement System(계측시스템)

Abstract

In this paper, we introduce the software and hardware of the measurement system for on-line testing and evaluation of high speed railway. The test items focus on the verification of the performance and acquirement of the technical data of the high speed railway system. The software controls the hardware of the measurement system, perform the analysis and calculation of measurement data and acts as interface between users and the system hardware. For this purpose, three programs a measuring program, a monitoring program and post-processing program are developed. The detailed test scenario is in the process of development to closely follow the process of development and design of the system.

1. 서론

최근 들어 도로교통이 한계에 이르고 환경문제가 크게 대두되고 경의선과 경원선을 이용한 대륙횡단철도에 대한 관심이 높아짐에 따라 안전성, 신뢰성, 환경친화적인 철도에 대한 관심이 고조되고 있다.

현재 프랑스로부터 도입되는 KTX차량의 경우에 2004년 4월에 개통을 목표로 300km/h 급의 고속열차를 시험선 구간(천안~시목)에서 시험운전 중에 있다. 또한, 고속철도차량의 국내기술확보를 위해 선도기술개발(G7)사업 중의 하나로 최고운행속도 350km/h의 한국형 고속전철시스템을 개발하여 단품시험, 완성차 시험, 공장시험 등을 통해 기본적인 성능을 확인한 후 현재는 본선시운전 시험이 진행중이다. 시제차의 성

능 및 기능을 종합적이고 효율적으로 확인하기 위해 고속철도 시운전시험시 상시 계측시스템을 시제차에 설치하여 운영하고 있다.

상시 계측시스템은 각 성능별로 계측 신호를 수집, 저장 및 분석을 할 수 있으며, 약 400개의 신호를 동시에 측정할 수 있다. 상시 계측시스템의 하드웨어는 National Instruments(NI)사의 하드웨어를 사용하였고, 소프트웨어는 LabVIEW 6i를 이용하였다.

본 연구에서는 위와 같이 구성된 상시 계측시스템을 통하여 한국형 고속차량의 각 신호를 Network Line을 통하여 실시간으로 입력받아 데이터를 저장한 후, 후처리 프로그램을 통해 필요한 정보를 얻을 수 있었다. 이를 통해서 차량에 취부된 각종 전기, 기계 장치 등에 대한 성능을 확인할 수 있었다.

¹ 정회원, 한국철도기술연구원 고속철도기술개발사업단, 선임연구원

2. 철도의 계측시스템 구축사례 비교

한국형 고속철도의 본선시운전시험 계측시스템에 관하여 살펴보기 이전에 철도 선진국인 독일과 이태리의 시험계측시스템에 대하여 살펴보았다.

2.1 ICE/Experimental(독일)의 시험계측시스템

시운전시험을 위한 차량은 5량으로 구성되어 있으며, 계측 채널수는 동력차 위치 268개, 측정차 위치 151개 및 데모차 위치 63개로 총 482개의 계측 채널이 전체 차량에 걸쳐 분포되어 있다.

따라서, 전체 차량에 분포된 계측항목을 수집, 기록하기 위하여 각 차량별로 수집, 기록하기 위한 장치를 두고 이를 전체적으로 조정하는 중앙 컴퓨터를 구비하는 분산화(Decentralized) 시스템을 기본으로 구축하였다. ICE/Experimental의 시험계측시스템의 특징을 요약하면 다음과 같으며, 개념도는 Fig. 1과 같다.

- 1) 각 차량별로 데이터를 수집, 기록 및 연산하도록 구축
- 2) 중앙계측장치로 계측 데이터를 디지털화하여 전송 계측값들의 인터페이스 조정기능은 중앙컴퓨터가 처리
- 3) 독자적인 패키지 모듈방식의 프로그램 개발 적용

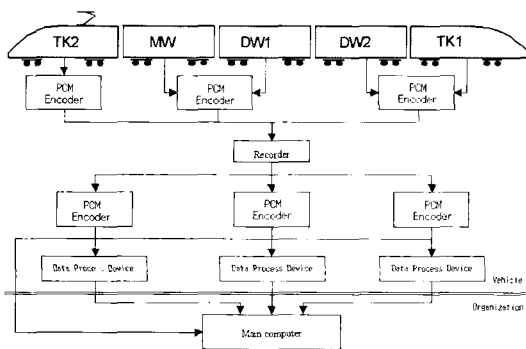


Fig. 1 Measuring System Configuration of ICE/Experimental

2.2 FS(이태리)의 추진성능 시험시스템

시험에 소요되는 시간을 최소화 할 수 있고 시험요구조건의 변화에 유연하게 적용 가능하며 계측기와 센

서간의 케이블링을 최소화할 수 있도록 하는 것을 시스템 구축의 기본개념으로 하여 선택한 시스템으로 PC와 Network에 근거한 분산형 계측시스템이다. 이 시험계측시스템의 특징을 요약하면 다음과 같으며, 기본적인 개념도는 Fig. 2와 같다.

- 1) 디지털 가상계측시스템 개념을 사용
- 2) 상호 다른 계측기로부터의 데이터 측정 가능
- 3) 실시간으로 신호처리가 가능 및 PC에 현시 가능
- 4) 표준화된 H/W 및 S/W를 채용하여 시험요구조건에 유연히 적용 가능
- 5) ETR460, ETR500 동력차 추진성능시험에 적용

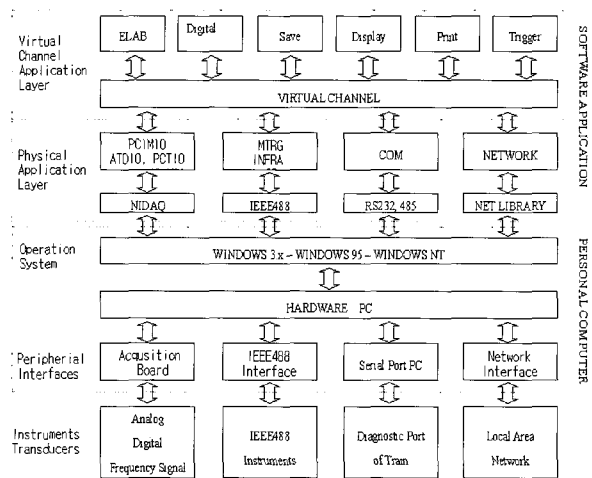


Fig. 2 Test System Concept for Traction Performance of FS

2.3 IMC(독일)의 시험계측시스템

ICE3 시험차에 적용된 시험계측시스템으로 PC, Ethernet 및 CAN Bus에 근거한 분산형 계측시스템을 기본개념으로 사용하였다. 이 시험계측시스템의 특징을 요약하면 다음과 같으며, 기본적인 개념도는 Fig. 3과 같다.

- 1) 분산 배치된 H/W가 하나의 시스템으로 통합
- 2) 동기화된 계측 장비를 사용하여 동일시각에 각 채널의 측정을 수행
- 3) Ethernet을 통하여 차량전체에 분포된 측정상황을 분야별로 모니터링 가능
- 4) Signal Conditioner를 센서에 근접하게 설치 가능
- 5) 센서의 자동감지 및 교정

3. 시제열차 편성

고속전철의 기본편성인 20량 편성의 열차에 대한 성능 확인을 위해 제작되는 시제열차는 7량 1편성이며, 차량배치 및 차량별 용도는 Fig. 4와 같다. Table 1은 시제열차의 사양의 일부를 나타낸 것이다.

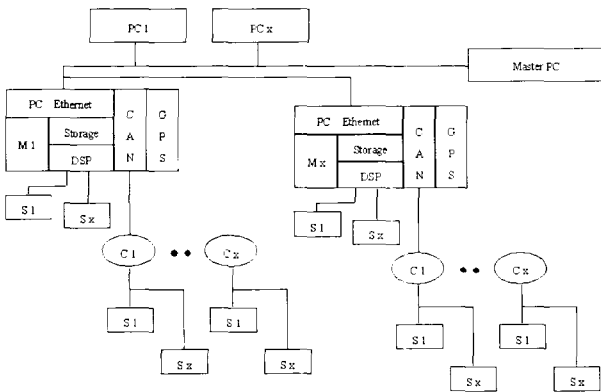


Fig. 3 Measuring System Concept of IMC



Fig. 4 Arrangement of Test Railway

Table 1 Main Specification of Test Railway

항 목	내 용	
열차치수	열차길이(최대)	145 m
	열차 폭(최대)	2.97 m
대차수량	동력대차	6 Sets
	부수대차	4 Sets
차륜직경	신차륜	0.92m
	반마모	0.885m
	완전마모	0.85m
추진	전동기 수량	12 EA
	전동기출력(1대)	1,100 kW
열차무게	W0	321.8 톤
	W1	328.6 톤
	W2	331.0 톤
	W3	430.3 톤
최대축중	17.0 톤	

4. 계측시스템의 구성

4.1 시운전 시험항목

한국형 고속철도차량에 대한 본선시운전을 하기 이전에, 본선시운전시험의 계획수립, 수행을 위하여 가장 중요한 사항인 시험항목 결정을 위하여 시운전시험과 관련된 각종 규격(JIS E 6004, IEC 1133, UIC 610 등)에 대한 검토와 고속철도 및 기존철도의 시운전 시험 사례(경부고속철도, ICE-V, 동해도 신간선, 일본 400계 EMU, 500계 신간선, 381전차, 국내 전동차 등)의 조사 검토를 수행하였다.

또한 고속전철시스템 기본사양에 제시된 성능 요구 사항의 만족여부를 확인하기 위한 시험항목과 본선 시운전을 통하여 성능확인이 가능한 일부 개발시험항목을 포함한 시운전 시험항목 및 측정항목을 선정하였다. 그리고, 시제열차의 본선시운전 주요 시험항목은 Table 2와 같다.

4.2 계측시스템 구성시 고려사항

본선시운전 시험을 위한 계측시스템 구성시 고려할 사항은 여러 가지가 있으나, 시험선 구간에서의 시운전시험을 수행을 위해 가장 중요하게 고려해야 할 사항은 시험수행 기간 및 소요자원의 활용 가능여부이다. 시험기간이 경부고속철도 인수시험기간과 중복되고, 시험선 구간의 관리가 한국고속철도건설공단이 담당하고 있는 현실적인 입장을 고려하면 단기간에 많은 계측정보를 획득하기 위하여 각 계측항목을 1회 주행하는 동안 동시에 계측해야만 한다.

그러나, 동시에 많은 항목에 대한 계측이 이루어지면 각기 다른 성질의 데이터를 동시에 관리하여야 하는 어려움과 각종 계측장비가 동시에 설치되어야 하므로 많은 설치공간이 필요한 단점이 있으므로 이를 해결하기 위한 노력이 절실히 요구된다.

위와 같은 내용을 충분히 고려하여 동시에 최대한의 정보를 얻고, 이상의 내용을 고려하여 가능한 동시에 많은 양의 정보를 획득할 수 있으며, 데이터의 관리 및 공간을 효율적으로 사용할 수 있도록 다음과 같은 기준으로 시험계측시스템을 구축하였다.

- 1) 지상시험과 차상시험으로 구분하여 지상시험항목에 대한 시험계측시스템은 별도로 구성한다.
- 2) 차상시험항목 중 차량의 운행동안 상시 모니터링

및 계측이 필요한 시험성능의 계측장비는 시험차량의 Rack에 탑재하여 시운전시험 기간동안 계속 운행하며 주행하는 동안 필요한 데이터를 동시에 계측한다.

- 3) 시제차량에 설치하는 계측장비는 성능별로 구분하여 별도의 Module로 구성하도록 하며, 각 계측 Module에서 공통적으로 필요한 계측항목 및 Data의 공유를 위하여 일부 시험항목의 경우에는 각 Module간의 인터페이스가 가능하도록 한다.
- 4) 계측 Data의 보관 및 분석을 위하여 별도의 기록장치를 갖춘다.
- 5) 차내소음, 냉난방 환기성능, 제어 및 감시, 주행저항시험 등과 같이 상시 계측이 불필요하고 특정한 조건에서 시험계측이 필요한 성능시험은 별도의 계측시스템을 구성하여 필요한 경우에만 설치하여 운영하며, 설치된 장비를 이용하여 계측이 가능한 항목에 대하여는 별도의 장비를 설치하지 않고 설치된 장비를 이용한다.
- 6) 각 성능의 계측에 공통으로 필요한 시험계측 항목은 속도, 시간, 주행거리, 거리위치표시 등이 있으며, 이들 항목의 계측은 각 측정 Module에서 별도의 계측장치를 구비하지 않고 별도의 계측시스템을 구축하거나, 또는 하나의 측정 Module에서 계측하여 각 Module에 공급하는 방법을 사용한다.
- 7) 상시 계측장비(계측모듈)는 TM1, TT3 및 TM5에 설치되며 Network Line을 통해 상호 필요한 정보를 서로 공유하며, 각 계측장비에서 측정된 결과는 TT3에 설치된 Server로 전송되어 체계적으로 보관한다.
- 8) 상시 측정항목 중 안전, 제동성능 및 주행성능과 관련된 주요 계측항목은 별도의 모니터링 장치를 설치하여 TT3에서 계속적으로 모니터링을 할 수 있도록 한다.
- 9) 각기 분산된 계측모듈이 동기화되어 작동할 수 있도록 하며, 시운전시험 도중에 갑작스런 전원 차단으로 인해 계측데이터를 손실되지 않도록 한다.

4.3 시험계측시스템의 구성

시험계측시스템은 6개의 측정모듈과 2개의 모니터링 장치 및 Main server(안전 모니터링으로 이용)로

Table 2 Main Test Item for On-Line Test

성능	세부시험항목	계측항목
주행성능	• 가속성능	거리, 속도, 가속도, 충동, 역률 공전상태:차축회전수, 견인력, 전차선 전압, 전차선 전류, 모터블록 전압, 모터블록 전류 전동기 전압, 전동기 전류
	• 주행성능	속도/운전시간, 트랜스포머 온도상승, 모터블록 온도상승, 보조블록 온도상승, 전동기 온도상승, 소비전력량, 공기압축기 가동율
	• Preset Speed	설정속도, 실제속도, 역행 및 제동모드 변환
	• 최고속도시험	전압, 전류, 역률, 거리, 속도, 가속도, 시간
대차주행성능	• 차륜/궤도 작용력	윤중, 횡압, 탈선계수
	• 대차진동특성	상하방향, 좌우방향, 전후방향 진동가속도
	• 대차강도	주요부위 응력
차체진동특성시험	• 베어링 온도상승	윤축베어링, 감속구동장치 베어링 온도
	• 승차감	승차감
	• 차체진동특성	상하방향, 좌우방향, 전후방향 진동가속도, 롤링
제동성능시험	• 차체사이의 작용력	차체사이의 작용력
	• 제동성능	감속도, 속도, 충동, 제동시간, 공주시간, 제동거리, 활주상태(Wheel Slide) : 차축회전수, 전동기 전압, 전동기 전류, 제동실린더 압력
	• 제동력	전기제동력, 공기제동력, 와전류제동력, 와전류제동장치 공급전압/전류/수직변위
	• 온도상승	디스크/패드, 와전류제동장치, 레일
주행저항	• 주차제동	기능검사
		속도, 감속도

구성되며, 각 측정모듈 및 별도의 모니터링(제동, 주행) 장치에서 상시 모니터링 할 수 있도록 되어있다. Fig. 5는 시험계측시스템의 구성도를 나타낸다. 이들에게 계측되는 내용은 Table 3과 같다.

4개의 계측모듈(DAM1, DAM2, DAM31, DAM32)과 2개의 모니터링 장치 및 Main server는 Network Line으로 연결되어 계측데이터를 공유하고 있으며, Main

server에 의해 제어되도록 되어있다. 4개의 각 측정모들에서 계측신호에 대해 항상 모니터링이 가능하며 별도의 모니터링(제동, 주행) 및 Main computer장치에서 상시 모니터링 할 수 있도록 되어있다.

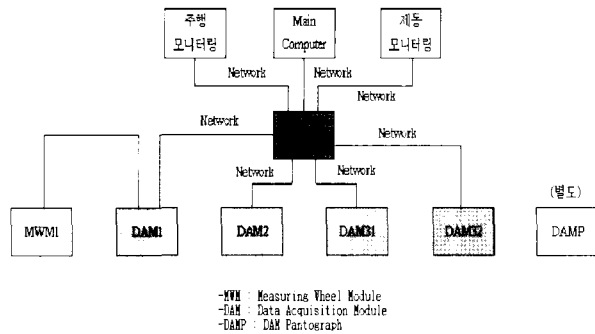


Fig. 5 Measuring System Configuration

Table 3 Main Measuring Content and Configuration Method according to Module

구분	주요 측정 내용
MWM1	- 주행안전성 측정 - 측정차륜의 윤중, 횡압, 탈선계수
DAMP	- 집전성능 측정
DAM1	- 대차 및 차축가속도 측정 - 감속 구동장치 온도 측정 - 동력차의 기계적인 특성 측정
DAM2	- 공기제동성능 측정 - 와전류제동성능 측정 - BC압력, 공기제동력 측정 - 와전류제동력, 전자석 온도
DAM31	- 주행성능 관련 측정 - 추진력변환장치 등 차량의 전기적인 특성 측정 - 건전전동기 특성 측정
DAM32	- 주행성능 및 제동성능 관련 측정
Main Server	- 분산된 계측 모듈의 관리 - 각 모듈에서의 계측결과 저장 및 필요 사항 연산 - 안전 관련 사항 모니터링
모니터링	- 제동성능 및 주행성능 주요 계측항목 모니터링 - 필요사항 일부 연산

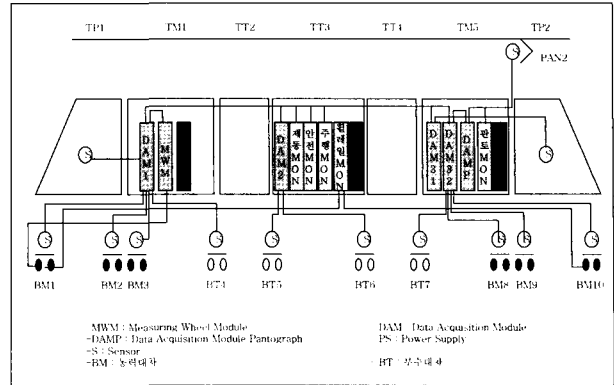


Fig. 6 Configuration and Arrangement of Measuring System

DAMP는 집전장치성능시험용으로 별도로 계측 및 모니터링 되도록 되어있다. MWM1은 대차주행성능을 확인하기 위한 장치로 별도의 운용이 가능하며 DAM1과 연결시켜 일부 중요 출력신호를 DAM1 및 Main computer와 공유할 수 있도록 되어 있다.

고속전철 시제차량 시험계측시스템의 구성 및 배치도를 Fig. 6에서 보여주고 있다. Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이, TM1에 MWM1과 DAM1이, TT3에 DAM2, 모니터링(제동, 주행)과 Main server가, TM5에 DAM31, DAM32와 DAMP가 설치되어 있으며, TT3에서 중요한 계측신호의 모니터링이 가능하다. 또한, 이와 별도로 시제차의 첫째 차륜과 마지막 차륜과 레일과의 상호 움직임을 관찰하기 위한 화상장치가 TT3에 설치되어 있고, 가선과 판토크래프의 움직임을 관찰하기 위한 화상장치가 TM5에 설치되어 있다.

Fig. 7은 계측모듈(DAM1, DAM2, DAM31, DAM32) 별 계측시스템의 구성 예를 상세히 나타낸 것이다. Table 4는 DAM1 계측모듈에 대해 National Instruments사 장비와 주요사양을 나타낸 것이다. 계측모듈과 연결되는 센서는 가속도계(ICP, Capacitive Type), Thermocouple(T, K, RTD), 스트레인게이지, 압력계, 전압계, 전류계, 경사계, 비접촉 온도센서 등 다양한 종류가 사용되고 있다.

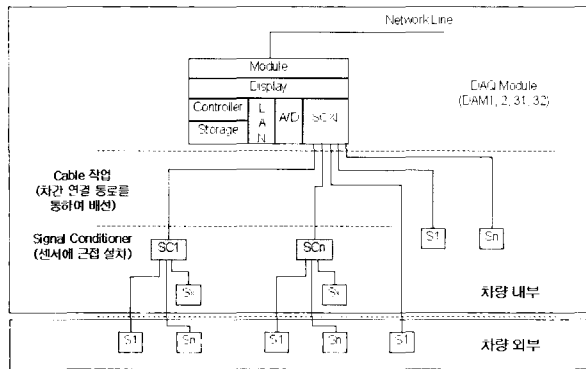


Fig. 7 Measuring System Configuration according to Module

Table 4 Device and Main Specification of DAM1

구분	주요 사양
PXI1010	PXI/Compact PCI Chassis with Integrated SCXI, PXI/SCXI : 8slot/4slot
PXI8170	Embedded controller, 800MHz, 256MB DRAM
PXI6070E	Multifunction I/O, Analog Input : 16SE/8DI, Sample Rate : 1.25MS/s
PXI8210	Fast Ethernet and Wide Ultra SCXI Interface
SCXI1001	SCXI Chassis, 12 SCXI slot
SCXI1102C	32ch Analog Input Module, 333kS/s, Low Pass Filter per channel : 10kHz
SCXI1120	8ch Isolation Amplifier, 333kS/s, 300Vrms Working Isolation per ch.
SCXI1531	8ch Accelerometer Input Module, ICP Compatible Accelerometer, BNC
SCXI1180	Feedthrough Panel
SCXI1320	SCXI1120 Terminal Block
SCXI1303	SCXI102C Terminal Block
SH6868R1	Chassis Connecting Cable

5. 소프트웨어 인터페이스 및 요구사항

5.1 프로그램 개발환경

LabVIEW는 가상 계측기(VI)라 불리는 소프트웨어 객체들을 그래픽으로 조합하는 프로그래밍 방법을 제공하고 있으며, LabVIEW를 이용하여 사용자들은 직관적인 그래픽 프론트 패널을 통해 시스템을 제어하고 결과를 표현할 수 있다.

기능을 규정하기 위해 사용자들은 블록 다이어그램을 직관적으로 조합하여 프로그램 할 수 있다. GPIB, VXI, 시리얼 장치, PLC, 플러그-인 데이터 수집(DAQ) 보드 등을 포함하는 여러 장치로부터 데이터를 수집할

수 있으며 네트워킹, 어플리케이션간의 통신, SQL데이터베이스 링크 등을 통하여 기타 데이터 소스를 이용할 수도 있다. 데이터를 수집한 후 LabVIEW의 강력한 데이터 분석 루틴을 사용하여 미 가공 데이터를 의미 있는 결과로 전환할 수도 있어 프로그램 개발은 LabVIEW를 사용하여 개발하였다. 자세한 사항은 Table 5와 같다.

Table 5 Development Enviroment of Program

구분	Development Enviroment
Operating System	Windows 2000 Server
계측 시스템 Platform	PXI/Compact PCI
Database	MS SQL 2000 Server
Development Tool	LabVIEW 6i

5.2 모듈별 계측프로그램 요구사항

먼저, 각각의 데이터 수집 및 처리 프로그램 작성하도록 하였다. 프로그램은 계측 물리량의 종류 및 계측 방법에 따라 효과적인 측정이 가능하도록 구성하며, 계측항목의 변경이 있을 경우 이에 대한 손쉬운 변경이 이루어지도록 프로그램 모듈별 객체지향형 프로그램으로 작성하였다. 데이터 수집을 위한 초기 설정 단계에서 각 채널별 Configuration이 가능하도록 설계하였다.

계측 데이터의 수집이 원활하도록 하며, 필요한 연산코딩의 알고리즘이 포함되도록 작성하였고, 계측신호의 시그널 컨디셔닝에 대하여 사용자가 정의할 수 있도록 하였다. 측정 데이터 및 연산 결과에 대한 저장에 효과적으로 이루어져야 하기 때문에, 시간, 속도 등의 기준이 되는 파라미터 값들과 각각의 모듈에 대한 신호 데이터가 동시에 기록되도록 하여 분석시 데이터의 동기화가 가능하도록 시스템 통합 고려하여 설계하였다.

모든 계측데이터는 저장파일이 효율적인 관리 저장되도록 하였고, 일부 항목에 대한 시험 계측 과정에서 데이터의 수집, 저장과 디스플레이 되도록 시스템을 구성하고 인터페이스 설계하였다.

5.3 모듈별 계측프로그램 요구사항

각 계측 모듈에 대한 관리 및 모듈간의 신호 공유와 모니터링이 가능하도록 각 통합 모니터링 프로그램

(제동/안전/주행)을 작성하였다. 통합 모니터링 프로그램 개발시 포함되어야 할 항목은 다음과 같다.

- 1) 각 계측 모듈의 네트워크 연결 및 관리
- 2) 각 계측 모듈의 동기화(Synchronization) Setup 및 Start
- 3) 각 성능별 (안전, 주행, 제동) 모니터링
- 4) 모니터링에서의 현시 및 변환된 데이터의 저장 가능하며, 이와 함께 별도의 기록지로 출력, 저장이 가능
- 5) 결과 분석 모듈(프로그램)은 분석 결과를 일정한 보고서 형태로의 출력 기능을 포함

5.4 계측프로그램 내용

모듈별 계측 프로그램은 Hardware configuration, Software configuration, Diagnosis 및 Test의 4개 중요한 기능으로 분리되며, 동일한 프로그램으로 Hardware /Software configuration을 수정하여 모든 계측모듈(DAM1, DAM2, DAM31 및 DAM32)에서 사용할 수 있도록 하였다.

Hardware configuration은 각 계측모듈에 사용된 NI 제품인 Hardware를 정의하는 부분으로 각 모듈에 실제 사용된 chassis no., module no. 및 model no.를 NI에서 제공하는 Driver(MAX program, Fig. 8)를 이용하여 Hardware의 설정을 행한다.

Software configuration은 Hardware적으로 설정된 채널에 대해 채널의 사용여부 판단, Calibration, 실제 물리량으로의 변환, 최대/최소값 설정, 계측제한범위 설정, 통합 모니터링 모듈로의 전송여부 판단 등을 하는 부분이다. Fig. 9는 각 계측모듈의 모든 채널 및 특정 1채널(화면 가운데 작은 화면)에 대한 설정상태를 나타낸 것이다. 특히, Software configuration에서는 적절한 최대/최소값의 설정과 Calibration이 중요하다.

최대/최소값이 실제 계측범위보다 작게 설정되면, 계측신호가 큰 경우에 포화상태(saturation)가 되어 버리기 때문에 정상적인 계측이 불가능하게 된다. 최대/최소값이 실제 계측범위보다 너무 크게 설정되면, 계측신호의 분해능(resolution)이 나쁘게 된다.

예를 들면, A/D가 12비트의 분해능(NI의 PXI 6040E)을 갖고 최대/최소값이 ±100V로 정의되어 있는 경우의 계측신호의 분해능은 약 48.8mV

($= \frac{200}{2^{12}} \times 1000$)가 된다. 이는 계측신호의 계측간격이

48.8mV이며, 이보다 작은 간격의 신호로는 측정이 불가능함을 의미한다.

Calibration은 전기적으로 계측된 신호를 물리량으로 변경(계산)시 필요한 'Zero'와 'Span'을 결정하는 과정이며, 상시 계측시스템에서 가속도계(ICP, K-beam), Thermocouple(T, K, RTD), 스트레인게이지, 압력계, 전압계, 전류계, 경사계, 비접촉 온도센서 등 다양한 종류의 센서를 사용하고 있기 때문에 1개의 Calibration 방법으로는 모든 센서의 Calibration을 수행할 수 없다.

따라서, Fig. 9의 특정 1채널에 대한 설정화면의 오른쪽에서 볼 수 있듯이 다음과 같이 3개의 Calibration 방법으로 Calibrator나 Calibration sheet를 사용하여 Calibration을 수행하였다.

또한, 전기적으로 계측된 신호를 실제 물리량은 대부분의 센서의 경우는 Calibration에서 결정된 'Zero'와 'Span'를 사용하여 계산할 수 있지만 일부센서의 경우는 다른 계산방법을 사용하여야 하며 그 계산방법은 다음과 같이 7종류이다.

- 1) 'Zero'와 'Span'을 이용하여 전압을 물리량으로 변환 : 스트레인게이지(일부), 압력계, 전압계, 전류계, 경사계 등의 대부분 센서전압을 물리량으로 변환
- 2) 전압과 물리량간의 관계가 고차의 다항식을 갖는 경우에 전압을 물리량으로 변환: 비접촉 온도센서(3종류), Thermocouple(T, K 2종류)
- 3) 전압과 물리량이 (+), (-)방향에 대해 다른 기울기를 갖는 경우에 전압을 물리량으로 변환 : 스트레인게이지(1종류)

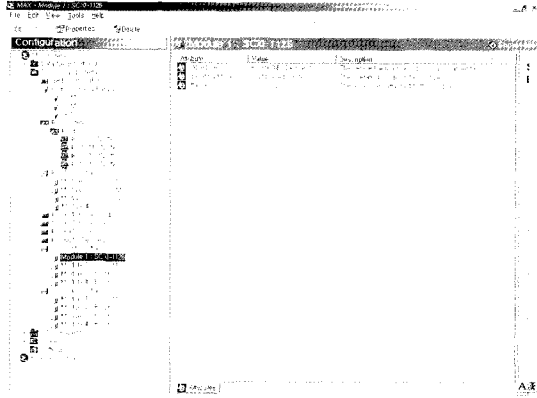


Fig. 8 Hardware configuration(MAX)

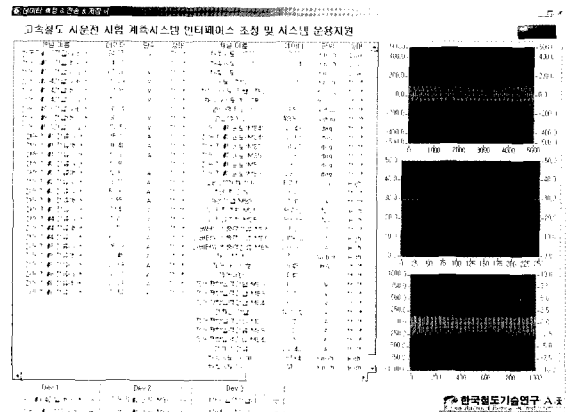


Fig. 10 Test Picture

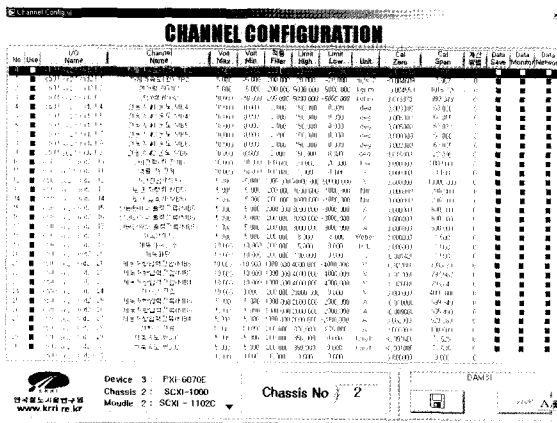


Fig. 9 Software Configuration Picture

계측시스템에 대한 실제 시험은 계측된 신호의 현시, 저장 및 이 신호를 이용하여 계산된 값을 저장하는 것이다. 계측의 시작/끝, 데이터의 저장은 Main computer의 지령에 따라 수행되며, 계측신호는 Fig. 10에서 볼 수 있는 바와 같이 각 모듈의 모든 신호의 현시와 이상여부의 확인이 가능하며, 선택적으로 일부 신호를 그래프로 모니터링 할 수 있도록 되어있다.

Fig. 11에서 보는 바와 같이, 통합 모니터링 프로그램은 Main computer(안전모니터링 겸용), 주행모니터링 및 제동모니터링의 3종류가 있다. 기본적인 프로그램의 구조는 동일하지만, 각 목적에 따라 추가적인 기능을 가지고 있다. 네트워크를 통해 각 계측모듈과 모니터링모듈의 시간 동기화(Synchronization) 및 제어기능을 갖고 있으며, 안전성능과 관련된 계측신호에 대한 모니터링을 할 수 있다.

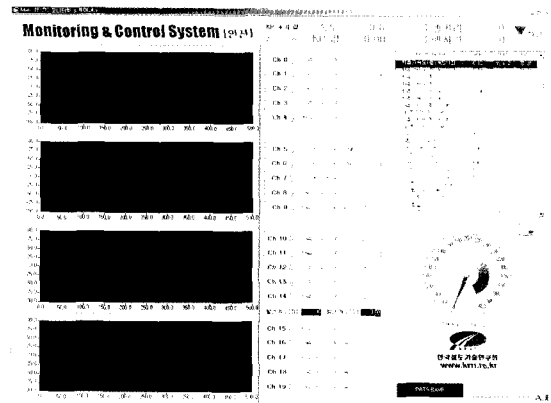


Fig. 11 Main Computer Program Picture

후처리 프로그램은 분리/계산과 분석의 2과정으로 나누어진다. 분리/계산과정은 저장된 모든 채널의 데이터를 동기시간에 대하여 각 채널별로 분리시키고 동시에 특정한 목적에 필요한 계산을 수행한다. 이 과정에서 채널별로 분리된 데이터 및 계산데이터는 각 채널이름 및 계산에 사용된 이름으로 각각 저장된다. 예를 들면, 계측채널이 100개이고, 필요 계산값의 종류가 50개이면 150개의 파일이 생성된다. Fig. 12는 분리/계

산과 계산을 진행하고 있는 상태를 나타내며, 실제 계측시간이 1시간인 경우에 분리/계산과정은 약 30분 정도가 소요된다.

Fig. 13은 후처리 프로그램을 통해 역행에서 제동으로 변화할 때의 추진과 제동구분신호 변화를 살펴본 것이다. 역행일 경우에는 추진가속신호가 On상태이고, 제동시에는 제동가속신호가 On상태임을 볼 수 있다. 이와 같이 계측시스템을 통해 얻은 시험결과를 필요한 채널만을 선택하여 분석할 수 있다.

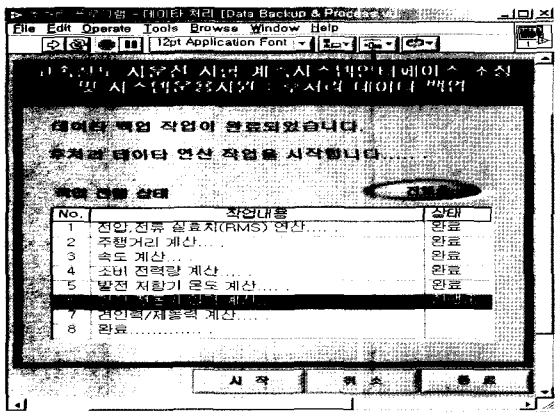


Fig. 12 Calculation State

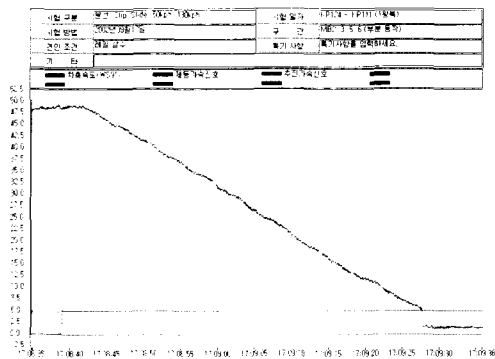


Fig. 13 Section Signal of Powering and Braking

6. 결론

본 논문에서는 국내에서 처음으로 개발되는 한국형 고속철도차량 본선시운전시험의 계측시스템에 대하여 연구하였다. 각 시험항목, 계측위치, 계측시스템의 구성, 모듈별 프로그램의 요구사항 및 프로그램 내용 등

에 대하여 기술하였다. 이를 이용하여 시험계측시스템을 개발, 구축하여 한국형 고속전철 시제열차에 설치하여 지속적인 시험계측을 통하여 본선시운전시험 데이터의 수집 및 데이터의 분석을 수행하고 있다. 향후에는 본선시운전시험 과정에서 취득한 데이터 분석에 보다 많은 연구역량을 집중하여 수많은 데이터를 활용할 수 있는 방안을 마련하도록 하여야 할 것으로 판단된다.

후 기

본 내용은 건설교통부와 산업자원부 및 과학기술부에서 시행한 선도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

참고문헌

1. The Measurement and Automation catalog, 2001, National Instruments
2. Measurements Manual, 2000, National Instruments
3. User Manual, 2000, National Instruments
4. Virtual Acquisition Systems for Global Analysis (VASGA) in Experimentation, 1997, WCRR
5. 고속전철시스템 기본사양, 1998. 3, 한국철도기술연구원
6. 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발, 고속전철기술개발 사업연차보고서(1999), 건교부, 통산부, 과기처
7. 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발, 고속전철기술개발 사업연차보고서(2000), 건교부, 산자부, 과기처
8. 한국형 고속전철 차량시스템 열차편성 및 기본 설계기준, 1999, 한국생산기술연구원
9. 고속전철기술개발사업 시험평가 종합계획(안), 1999, 한국철도기술연구원