

KTX 견인, 제동성능용 계측시스템 구축 (Development of Measurement System for Traction and Braking Performances in KTX)

김석원* 한영재* 김영국* 박찬경* 최강윤** 김종영*
Kim, Seog-Won Han, Young-Jae Kim, Young-Guk Park, Chan-Kyoung Choe, Kang-Youn Kim, Jong-Young

ABSTRACT

In this paper, we introduce the software and hardware of the measuring system for performances of traction and braking in KTX(Korea Train eXpress). The measuring system focuses on the verification of the performance and acquisition of test data. The software controls the hardware of the measuring system, performs the analysis and calculation of measurement data and acts as interface between users and the hardware. For this purpose, three programs, such as a measuring program, a back-up program and a post-processing program, have developed.

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. 그리고 300km/h 이상의 고속 철도가 개발됨에 따라 세계적으로 철도의 르네상스를 맞이하고 있다. 이와 함께 100년 이상의 철도 역사를 갖고 있는 국내의 경우도 철도를 한 단계 도약시키기 위해 300km/h급의 KTX 차량을 프랑스로부터 도입하여 2004년 4월에 개통을 목표로 시험선 구간(천안~시목)에서 인수시험이 진행중에 있으며, 이와는 별도로 기존선과 고속선을 연결하여 운행함에 따른 차량, 신호, 궤도, 전차선 및 변전소 등에서 이상 발생 여부 확인 및 기존선에서의 차량 성능과 영업운전을 대비한 통합시험이 철도청의 주관 하에 수행되고 있으며, 계측과 분석은 철도청과 함께 한국철도기술연구원에 수행하고 있다. 여기에서는 KTX 차량의 견인 및 제동 성능을 종합적이고 효율적으로 확인하기 위해 차량에 설치하여 상시 계측을 수행하는 견인 및 제동시험 계측시스템의 구축 내용에 대한 사항을 설명한다. 계측시스템은 한국철도기술연구원에서 G7 고속전철기술개발사업에서 구축한 경험을 토대로 구축되었으며, 계측 및 분석 프로그램의 경우는 G7 사업에서와 동일한 프로그램을 이용하여 KTX이 측정 항목과 특성에 맞게 일부 수정을 하였다. 계측신호의 인출은 KTX가 영업을 위한 차량이기에 차량에 설치된 구성품의 변경을 가져오지 않는 범위내에서 수행하였다. 이러한 계측시스템은 실제로 신호를 계측하는데 필요한 하드웨어뿐만 아니라 하드웨어의 설정 및 제어, MMI(Man-Machine Interface) 등의 소프트웨어가 중요하게 된다. 본 연구에서는 계측 시스템의 성능을 극대화시키고 효과적으로 측정 및 평가를 수행할 수 있도록 주행제동성능 계측장치와 LabVIEW 프로그램을 사용하여 체계적이고 효율적인 상시 계측시스템을 구축하였다. 이렇게 구성된 상시 계측시스템을 통하여 KTX 차량의 각 신호를 실시간으로 입력받아 데이터를 저장한 후, 후처리 프로그램을 이용하여 차량의 견인 및 제동 성능을 확인할 수 있었다.

* 한국철도기술연구원 고속철도기술개발사업단

** 한국철도기술연구원 기존선전철화자문팀

2. 시운전 시험의 요구사항

KTX 차량의 시운전 시험은 견인 및 제동과 관련하여 차량의 성능을 확인하는 시험으로서 차량의 가속, 견인 및 속도 추종성, 부품의 온도상승, 가속거리 등 제작된 고속열차가 가속과 주행을 하는 동안 여러 주행조건에서의 성능을 만족하는지 그리고 차량의 안전과 관련된 기능이 제대로 동작하는지를 확인하는 것이다. 따라서 기존선전철화 구간에서 시운전 시험시 측정하려는 시험항목과 고려해야 할 시험조건 및 방법을 적용하여 KTX 차량의 계측시스템을 구축하여야 한다.

2.1 시운전 시험항목

기존선전철화 구간에서 KTX 차량의 시운전 시험을 계획수립하고 수행하기 위하여 관련된 각종 규격(IEC 1133, UIC 610 등)을 만족하는 시험항목을 결정하여야 한다. 시운전 시험은 정상상태 시험과 Degraded 상태(MB 5대 사용) 시험 및 Disabled 상태(MB 4대 사용) 시험으로 구별되며 정상상태에서의 시험항목은 표 1 과 같다. 또한 Degraded 상태 시험은 정상상태 시험 중 역행시험 항목과 동일하고 Disabled 상태 시험은 Degraded 상태 시험과 구배기동시험을 포함한다.

표 1. 정상상태에서의 시험항목

시험 항목	측정 항목
주행시험	속도 및 가속도, 견인력, 도달시간 및 거리, 가선전압, 컨버터 출력전류, 인버터 출력전압, 전동기 입력전류, 제어신호(추진신호, PWM값)
제동시험	제동거리, 제동시간, 제동실린더 압력, 차축회전수(활주방지) 속도, 주차제동 성능
온도상승시험	주변압기 온도

3. 계측시스템의 구성

3.1 계측장비

기존선 전철화 구간, 기존선과 고속선의 인터페이스 구간 및 상업 시운전 시험을 위한 운행시에 KTX 차량의 주행 및 제동과 관련된 성능과 신뢰성을 확인하기 위해 주행제동 계측장치가 사용되었다. 주행제동 계측장치는 크게 데이터 수집 및 저장장치와 신호조정 장치로 나누어지고 그 사양은 각각 표 1과 표 2와 같다. 또한 계측시스템으로 얻어지는 견인 및 제동 관련의 데이터를 백업하고 차후에 그 데이터를 분석하기 위해 별도의 백업장비도 갖추고 있다.

KTX 차량에 설치된 계측시스템은 견인 및 제동과 관련된 32 채널의 신호를 입력받고 있다. 그 중에 9 채널은 차량에 직접 센서를 설치하여 측정하고 있으며 나머지 23 채널은 KTX 차량의 모터블록에서 신호를 Test 카드를 통하여 계측시스템에서 시험 데이터를 획득하고 있다. 그림 1은 KTX 차량에 설치된 측정장비의 외형을 보여주고 있고 그림 2는 KTX 차량으로부터 신호를 입력받는 Test 카드가 모터블록의 제어대에 장착되어 신호를 측정하는 모습을 보여주고 있다.

표 2. 데이터 수집 및 저장장치

장비 형식	주요 사양
DAQ System	- CPU : P4 2.0 - RAM : 256 DDR - HDD : 40GB - DVD-ROM - 15.1" LCD - OS WIN2000
DAQ Card	- 32DI/ 64 SE - 12Bit Resolution - 1.25 MS/S - 2 Counter/Timmer - Cable Terminal 포함
Digital I/O Card	- 24Ch Isolation Input - 24Ch Isolation Output - Cable Terminal 포함

표 3. 신호조정 장치

장비 형식	주요 사양
속도 측정용 Conditioner	- Input : 0~5KHz - Output : 0~5V - Isolation
전압 측정용 Conditioner	- Input : ±20V - Output : ±5V - Isolation
전류 측정용 Conditioner	- Input : 4~20mA - Output : 1~5V - Isolation
차량신호 측정용 Conditioner	- Input : ±10V - Output : ±5V - Isolation
온도 측정용 Conditioner	- Input : K-type(-100~1350℃) - Output : ±5V - Isolation



그림 1. 측정장비

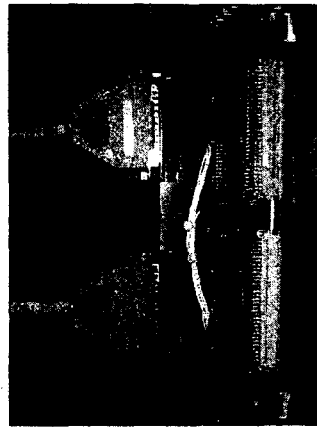


그림 2. Test 카드 연결

3.2 계측프로그램

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 프로그램을 할 수 있다. GPIB, VXI, 시리얼 장치, PLC, 플러그-인 데이터 수집(DAQ) 보드 등을 포함하는 여러 장치로부터 데이터를 수집할 수 있으며 네트워크, 어플리케이션간의 통신, SQL데이터베이스 링크 등을 통하여 기타 데이터 소스를 이용할 수도 있다. 데이터를 수집한 후 LabVIEW의 강력한 데이터 분석 루틴을 사용하여 미 가공 데이터를 의미있는 결과로 전환할 수도 있어 프로그램 개발은 LabVIEW를 사용하여 개발하였다.

KTX 차량의 견인 및 제동 성능을 확인하기 위해 LabVIEW로 개발된 프로그램은 주행제동 시험프로그램, 주행제동 백업프로그램 그리고 주행제동 분석프로그램이다. 그림 3과 4는 주행제동 계측장치에 설치된 주행제동 시험프로그램과 계측신호의 채널을 각각 보여주고 있다.

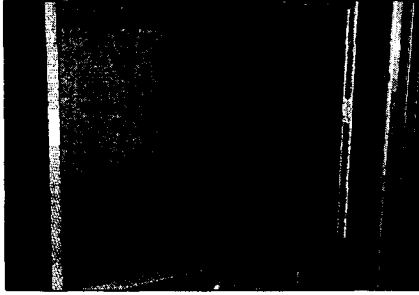


그림 3. 계측프로그램

Ch	Unit	Channel Name	Gain	Offset	Scale	Unit	Gain	Offset	Scale	Unit	Gain	Offset	Scale
0	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
1	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
2	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
3	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
4	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
5	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
6	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
7	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
8	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
9	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
10	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
11	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
12	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
13	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
14	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
15	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
16	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
17	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
18	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
19	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
20	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
21	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
22	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
23	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
24	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
25	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
26	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
27	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
28	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
29	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
30	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000
31	0	외산신호	10.000	-10.000	100.000	V	0.000000	0.000000	1.000000	V	0.000000	0.000000	1.000000

그림 4. 채널의 구성

4. 프로그램의 구성

차량의 견인 및 제동 성능을 확인하기 위해 작성된 프로그램은 주행제동 계측, 주행제동 백업, 주행제동 분석프로그램으로서 계측시스템을 통해 계측데이터를 획득하고 신호처리를 이용하여 그 데이터를 분석한다.

4.1 주행제동 계측프로그램

계측프로그램은 KTX 주행 및 제동성능을 계측하기 위하여 LabVIEW 6i로 제작되었으며, 시간 동기화 부분, 채널구성 부분, 시험진단 부분, Test 부분, 채널엑셀Format 부분으로 구성되어 있다.

계측을 시작하기 전에 2개 이상의 측정장비로 구성된 경우 및 가속도 측정 장비와의 시간동기화를 위하여 주행제동 계측프로그램에서 각 컴퓨터의 시스템 타임을 강제로 동기화 시키기 위한 부분이 수행되도록 구성되었다. 이는 측정 데이터를 정확히 분석하기 위한 방법으로 각 crmwid 장비간의 시간이 동기화 되지 않을 경우 정확한 분석이 어렵기 때문이다. 그림 5는 네트워크에 연결된 클라이언트 계측시스템에 Test 모드 선택시 시간동기화를 위하여 서버시간 동기화를 요청할 때 발생하는 시간동기화 부분을 보여주고 있다.

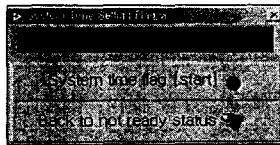


그림 5. 시간동기화 부분

채널구성 부분은 계측할 채널의 정보를 입력 및 수정 관리하는 부분으로서 채널의 사용유무, 채널명 입력, 입력전압의 최대/최소, 필터 적용, 입력신호의 제한범위, Calibration Zero/Span 등을 설정하고 조정할 수 있다. 측정 Sampling Frequency를 1000Hz로 설정하였기에 필터는 Low-Pass Filter로 499까지만 적용된다. Calibration Zero/Span은 입력신호에 대한 0점 및 비율을 적용하기 위한 값을 입력하는 부분이다. Zero는 센서나 케이블 등에 의한 전압강하를 보상하여 Zero값을 결정하기 위한 Calibration 과정으로 입력채널의 물리량을 0값으로 조정할 수 있다. 여기서 물리량은 물리적인 값을 계산하여 얻은 실제값으로서 (Voltage - Zero) x Span이고 전압값은 센서나 장비에서 오는 신호값이다. 시험진단 부분은 계측상태를 2개의 그래프에 각각 2채널로 데이터를 측정하고 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 그림 6과 7은 채널구성과 시험진단 부분을 각각 보여주고 있다.

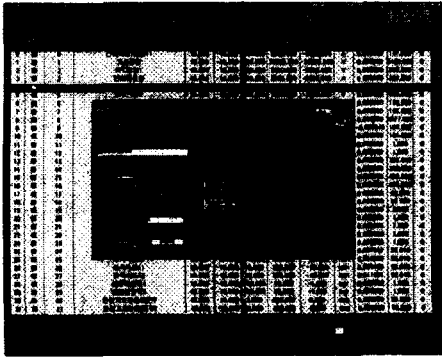


그림 6. 채널구성 부분

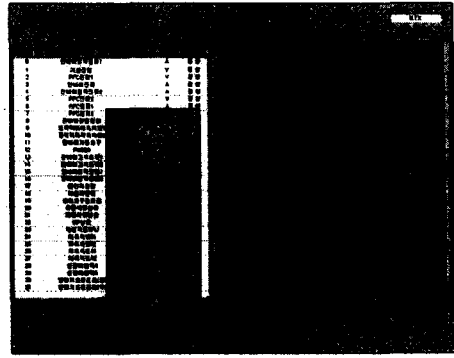


그림 7. 시험진단 부분

Test 부분은 4개의 그래프에 각각 2채널씩 총 8개 채널을 실시간으로 분석할 수 있고 주행속도, 주행거리, KP값 등을 모니터링 할 수 있다. 또한 본 계측시스템에서 입력되는 32채널뿐만 아니라 네트워크로 연결된 계측프로그램에 연동되어 계측데이터를 저장하는 기능을 제공한다. KP 초기값은 출발위치를 선택하여 입력할 수 있는데, 초기값이 상행일 때는 KP 초기값에 주행거리를 빼고 하행일 때는 KP 초기값에 주행거리를 더하는 식으로 계산된다. 여기서 주행거리는 프로그램 시작 시 총 누적거리를 말하는데, 상행과 하행을 바꾸어도 증가값으로만 계산된다. 그리고 계측데이터는 총 5개 파일로 저장되는데, C:\KTX\Data save 폴더에 본 계측시스템을 통해 측정된 데이터와 네트워크로 연결된 계측장비의 데이터가 같이 저장된다. 채널엑셀Format 부분은 Calibration값을 엑셀 형식으로 저장, 관리해 놓을 수 있다. 비록 Text 형식으로 저장하지만 엑셀확장자로 바꿔서 엑셀에서 읽어들일 수 있다. 그림 8은 Test 부분을 보여주고 있고 그림 9는 채널엑셀폼에서 저장한 후 엑셀에서 읽어들인 화면으로 채널명, 전압 최대/최소, 필터, 입력신호의 제한범위, Calibration Zero/Span 값을 보여주고 있다.

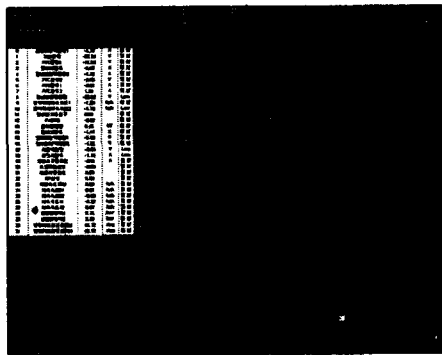


그림 8. Test 부분

Channel No	Channel Name	Unit	Filter	Limit Min	Limit Max	Unit	Cal Zero	Cal Span	계산방법
1	1차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	1차원속도 → 1차원속도
2	2차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	5400	2차원속도 → 2차원속도
3	3차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	3차원속도 → 3차원속도
4	4차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	4차원속도 → 4차원속도
5	5차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	5차원속도 → 5차원속도
6	6차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	6차원속도 → 6차원속도
7	7차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	7차원속도 → 7차원속도
8	8차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	8차원속도 → 8차원속도
9	9차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	9차원속도 → 9차원속도
10	10차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	10차원속도 → 10차원속도
11	11차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	11차원속도 → 11차원속도
12	12차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	12차원속도 → 12차원속도
13	13차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	13차원속도 → 13차원속도
14	14차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	14차원속도 → 14차원속도
15	15차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	15차원속도 → 15차원속도
16	16차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	16차원속도 → 16차원속도
17	17차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	17차원속도 → 17차원속도
18	18차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	18차원속도 → 18차원속도
19	19차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	19차원속도 → 19차원속도
20	20차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	20차원속도 → 20차원속도
21	21차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	21차원속도 → 21차원속도
22	22차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	22차원속도 → 22차원속도
23	23차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	23차원속도 → 23차원속도
24	24차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	24차원속도 → 24차원속도
25	25차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	25차원속도 → 25차원속도
26	26차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	26차원속도 → 26차원속도
27	27차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	27차원속도 → 27차원속도
28	28차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	28차원속도 → 28차원속도
29	29차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	29차원속도 → 29차원속도
30	30차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	147	30차원속도 → 30차원속도
31	31차원속도	km/h	0	-10	200	km/h	0	800	31차원속도 → 31차원속도

그림 9. 엑셀에서 읽어들인 채널엑셀Format

4.2 주행제동 백업프로그램

그림 10의 주행제동 백업프로그램은 차량의 시운전 시험을 완료한 후에 주행제동 분석프로그램에서 데이터를 처리할 수 있도록 계측시스템에서 저장한 데이터를 각 채널로 나누어 저장하며 각 채널의 값을 읽어 계산 채널을 계산하고 저장한다.

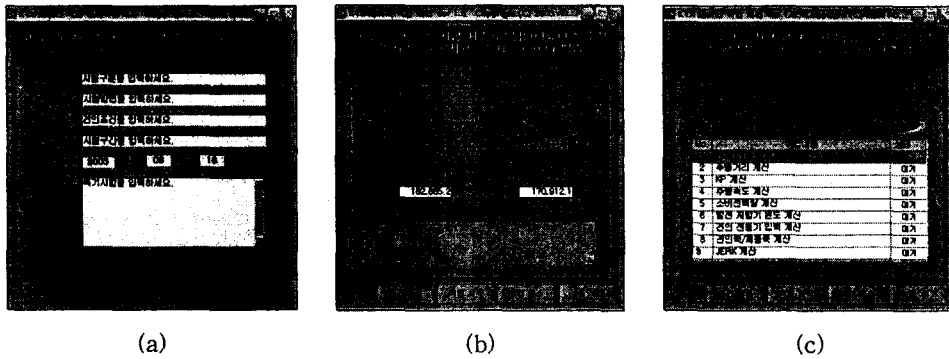


그림 10. 주행제동 백업프로그램

그림 10의 (a)는 백업프로그램의 초기화면으로 Report 출력시 같이 출력되도록 시험구분, 시험방법, 견인조건, 시험구간, 특기사항 및 시험일자를 입력할 수 있다. 그림 10의 (b)는 계측에 저장된 파일을 채널명에 맞게 각각의 채널로 분리하는 과정으로 남은 시간, 백업을 하고 있는 파일의 용량 그리고 남은 용량을 보여준다. 그림 10의 (c)는 채널분리 후에 계산이 필요한 항목을 계산하여 처리하는 과정을 보여주고 있다. 백업과정을 수행하기 전에 필요한 데이터 연산처리 항목만을 선택할 수 있고 이를 통해 하드 드라이브 용량 및 처리속도를 줄일 수 있다. 연산처리 항목에는 전압/전류/실효치 연산, 주행거리, 주행속도, 견인력/제동력, KP, Jerk 계산 등이 있다.

4.3 주행제동 분석프로그램

주행제동 분석프로그램은 본선시운전 시험을 통해 획득한 계측데이터를 신호처리하고 비교 및 분석을 수행한다. 분석프로그램을 처음에 실행하면 그림 11과 같은 초기화면이 나타나며, 백업프로그램을 통해 처리된 파일이 있는 디렉토리의 config 파일을 선택함으로써 주행제동 분석프로그램을 시작한다. 그림 11의 분석프로그램의 초기화면에서 분석할 채널을 추가 및 삭제하고 그렇게 설정된 채널은 파일로 저장할 수 있다. 또한 계측데이터에 대한 그래프를 확대 및 축소할 수 있으며 원하는 부분만 선택하여 데이터를 분석할 수 있다. 그림 12는 지정한 시간동안의 계측데이터를 신호처리하고 분석하는 메인 화면을 보여주고 있으며 데이터 필터링, FFT, 시간축정, 최대/최소/평균/RMS 값을 분석한다.

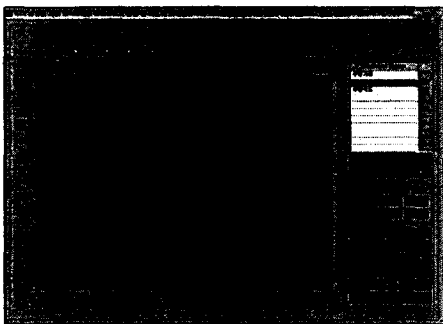


그림 11. 분석프로그램의 초기화면

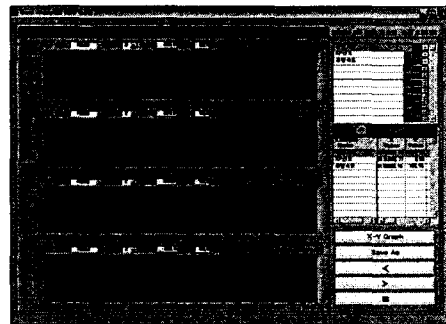


그림 12. 데이터 분석 화면

필터를 설정하는 부분은 필터의 종류, 차수, 주파수를 조정할 수 있고 조정된 결과는 다시 계산하여 그래프로 보여준다. FFT는 그림 13과 같이 그래프로 표현되는 주파수 스펙트럼을 통해 계측

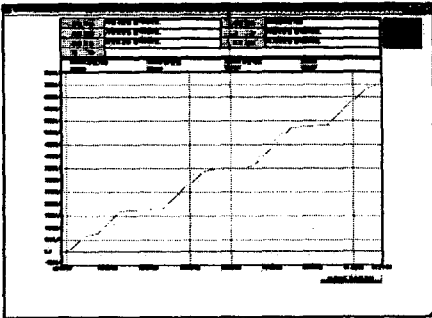
데이터의 주파수 특성을 분석할 수 있도록 도와준다. 또한 계측데이터를 그림 14와 같이 X-Y Graph로도 분석할 수 있다. 그리고 분석되어 그래프로 표시된 계측데이터는 총 4개의 1, 4, 6, 10으로 4가지 타입의 보고서 형식으로 출력이 가능하다. 그림 15의 (a)와 (b)는 각각 한 화면에 1과 4로 표현된 보고서 형식을 보여주고 있다.



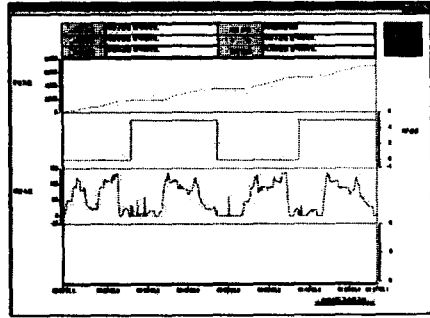
그림 13. FFT 실행



그림 14. X-Y Graph



(a)



(b)

그림 15. 데이터 출력 화면

5. 결론

본 논문에서는 KTX 고속철도차량의 견인 및 제동성능용 계측시스템에 대하여 연구하였다. 또한, 시운전 시험항목, 시험방법, 계측시스템의 구성, 시험/백업/분석프로그램에 대하여 기술하였다. 차량의 주행제동 성능 확인을 위한 계측시스템의 하드웨어 개발과 병행하여 하드웨어의 제어, 계측, 분석 및 MMI를 위한 소프트웨어 개발을 완료하여 경부선 본선시운전시험에 활용하고 있다. 이렇게 체계적인 계측시스템의 구축으로 본격적인 시운전시험을 통해 열차 성능을 판단하는 시험기술이 한층 더 향상되리라고 판단되며 이렇게 구축된 계측시스템과 시험기술은 다른 철도시스템의 개발에도 활용할 수 있다고 본다. 향후에는 계측시스템을 이용한 시운전시험 데이터 분석에 보다 많은 연구역량이 집중되어야 할 것으로 판단된다.

후기

본 내용은 철도청에서 시행한 고속철도 운영을 위한 철도시설정비사업 및 기존선 전철화사업의 기술결과임을 밝힌다.

참고문헌

1. Paolo Masini and Giovanni Puliatti, "Virtual Acquisition System for Global Analysis (VASGA) in Experimentation", WCRR, pp. 279~286, 1997.
2. 김석원, 김영국, 백광선, 김진환, 한영재, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(1)-하드웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 168~173, 2002.
3. 김석원, 김영국, 백광선, 김진환, 한영재, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(2)-소프트웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 174~181, 2002.
4. 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발, 고속전철기술개발사업연차보고서(2002), 건교부, 산자부, 과기처
5. Measurements Manual, 2000, National Instruments