

# 진동제어 및 신호 분석 시스템 : VibControl 소개

김충현\*  
(싸이러스(주))

## 1. 소개

기술의 발전과 더불어 운송 수단, 전자 제품, 산업 설비에서 고성능, 경량화, 신뢰성의 요구와 관심이 점차적으로 증가하고 있는 추세이다. 이러한 추세에 따라 높은 정확성을 갖춘 새로운 성능 시험기, 계측기 등의 개발과 사용이 활발하게 진행되고 있다. 또한 진동 내구시험 평가에 새로운 규격과 시험 방법이 적용되고 있으며 진동 내구 시험 시스템의 성능에 대한 중요성뿐만 아니라 진동 내구 시험에 대한 데이터 분석이 지속적으로 요구되고 있다.

진동시험의 기초는 진동 가진에 대한 폐 회로 제어(closed loop control)를 말한다. 이는 진동제어 시스템으로 알려져 있으며 그림 1과 같은 시스템 구성을 가지고 있다.

진동 내구 시스템은 일반적으로 다음과 같

이 구성되어 있다.

- 제어기(vibration controller)
  - 증폭기(power amplifier)
  - 진동 가진기(vibration shaker)
  - 가속도 센서(acceleration transducer)
  - 고정 지그 및 시편(fixture, test specimen)
- 국내의 진동 내구 시험에 있어서 가진기의 중요성은 점점 부각되고 있으나 제어기의 중

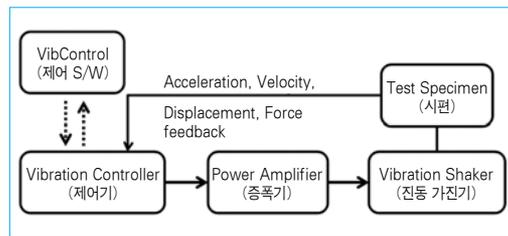


그림 1 진동제어 시험 구성도

\* E-mail : sales@cylos.co.kr / (031) 251-1965

## 계측기/소프트웨어 소개

요성은 크게 인식하지 못하고 있는 실정이다. 제어기는 가진기를 사용자가 입력한 신호로 정확하게 제어하는 장치로써 정밀한 진동 내구 시험을 수행하기 위해서는 정밀한 제어 기술이 수반되어야 한다. 이에 m+p International 사(이후 m+p)에서 개발한 진동제어 시스템 VibControl을 소개하고자 한다.

## 2. VibControl의 개요

m+p사의 시작은 1980년 하노버대학에서 분리하여 독일 하노버에 본사를 두고 있으며 세계 최초로 유닉스기반의 진동제어 시스템(이후 VibControl)을 개발하였다. 이후 윈도우 기반의 진동제어기 뿐만 아니라 소음/진동 분석 장비(SO Analyzer), 데이터 측정 및 모니터링 시스템(CODA)과 다양한 시험 장비의 개발 및 판매를 하고 있다. 특히 VibControl은 사용자가 보다 쉽게 원하는 시험을 수행할 수 있게 개발된 제품으로 다양한 기능 및 편의성을 제공한다. 또한 사용자 중심의 인터페이스를 가지고 있으며 4채널에서 수백 입력 채널까지 다양하게 지원한다. VibControl 제품은 우주 항공, 국방, 중공업뿐만 아니라 자동차 및 부품, 전기/전자 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

### (1) 특징

미래 경쟁력 확보 : 고객위주의 개발

VibControl은 하드웨어와 소프트웨어의 모듈형 설계로 다양하게 구성 할 수 있고, 다채널 시스템으로 확장이 용이하다. 그리고 기존의 고객의 익숙한 사용자 인터페이스를 유지하며 측정 하드웨어의 업그레이드가 가능하다. 또한 고객과의 유기적인 협력 및 피드백을

통하여 정기적으로 소프트웨어를 업데이트 하고 있다.

### 일괄적인 사용자 인터페이스

VibControl 시스템은 마이크로소프트사의 Windows를 기반으로 구성되어 있어, 하나의 시스템에서 다른 시스템과의 데이터 공유가 용이하다. 이는 기업 내부 또는 기업간의 데이터 공유를 원만하게 하며, 또한 생산성 향상을 가져올 수 있음을 말한다. 예를 들어 데이터 저장이나 잔향실에서의 음향제어 시험을 수행하기 위하여 기존에 구축된 VibControl 시스템에 소프트웨어 모듈만을 추가함으로써 사용이 가능하다.

### 포괄적인 분석 함수 기능

VibControl의 후처리 분석에는 데이터 처리, 커서의 기능, 단일 혹은 복수의 데이터 그래프 및 다음의 함수들을 지원하고 있다.

- Transfer function
- Mathematical functions
- Automatic peak search
- Graphical and numerical measurement and referenced data analysis
- Printouts

### 수준 높은 레포팅 기능

성공적인 시험만큼이나 결과 보고서는 중요하다. 이에 VibControl은 사용자가 보고서 작성에 용이하도록 다양한 기능을 제공한다. 먼저 실시간으로 시험이 진행되는 중에도 시험 완료된 데이터에 대한 보고서 작성이 가능하다. 후처리 분석에서 제공하는 다양한 분석 함수, 마커, 주석 등의 활용이 가능하며 복사/붙여넣기 기능으로 마이크로소프트사의 워

계측기/소프트웨어 소개

드, 엑셀 등에 데이터와 그래프를 쉽게 옮길 수 있다. 또한 m+p사의 e-Reporter 소프트웨어를 사용하면 더욱 쉽고 다양하게 보고서를 작성할 수 있다.

고정밀 하드웨어 및 하드웨어 교정 서비스  
VibControl은 고정밀의 하드웨어를 기반으로 하여 최소 4 입력 채널을 가진 VibPilot에서부터 최대 수백 채널을 사용할 수 있는 VXI 하드웨어를 지원하고 있다. 이 모든 하드웨어는 24비트 ADC와 3,200라인의 분해능을 가지고 있으며, TEDS(transducer electronic data sheet) 기능을 지원한다. 또한 하드웨어를 포함한 VibControl 시스템에 대하여 교정을 제공한다. 교정의 범위는 시스템 검사, 시스템과 모듈에 대한 교정, 필터의 청소 등을 포함한다.

(2) 구성

VibControl은 그림 2와 같이 크게 시험을 설정하는 VibEdit, 실제 가진 시험을 수행하는 VibRunner, 측정된 데이터를 분석하고 보고서를 작성하는 VibPostTest로 구성되어 있다. 위의 프로그램은 VibControl에 종속되어 있지만, 각각의 프로그램이 독립적으로 작동한다. 즉 실제 시험이 진행되는 동안에 다음 시험에 대한 프로파일을 설정하거나 측정 완료된 데이터를 이용한 레포트 작업을 하는 등의 완벽한 멀티태스킹을 제공한다. 다음은 VibControl 툴

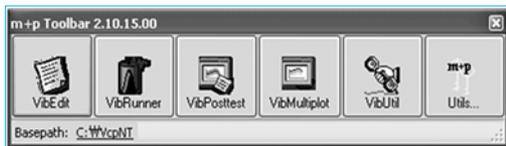


그림 2 진동제어 툴바

바와 툴바에 구성된 각각의 프로그램에 대한 개략적인 설명이다.

VibEdit

진동제어 시험을 위한 가진 신호 프로파일 작성, 시편 및 가진기의 정의, 제어 및 응답 채널을 설정하고, 시험 일정을 설정한다.

VibRunner

VibEdit에서 작성된 시험 프로파일을 열어 실제 진동 가진 시험을 수행한다. 시스템의 안전을 위해서 페루프 확인 및 시스템 게인을 점검한다. 또한 실시간으로 데이터 및 데이터 로그를 보여준다.

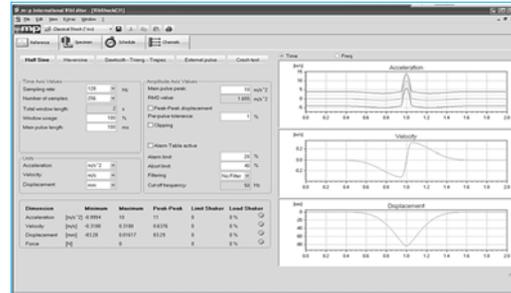


그림 3 VibEdit (Shock 설정 창)

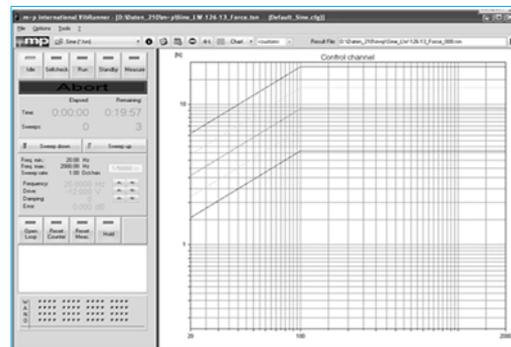


그림 4 VibRunner (Sine Sweep 시험)

계측기/소프트웨어 소개

**VibPostTest**

측정된 데이터를 이용하여 분석하는 툴로써, 레포팅 기능, MS사의 워드, 엑셀 등의 프

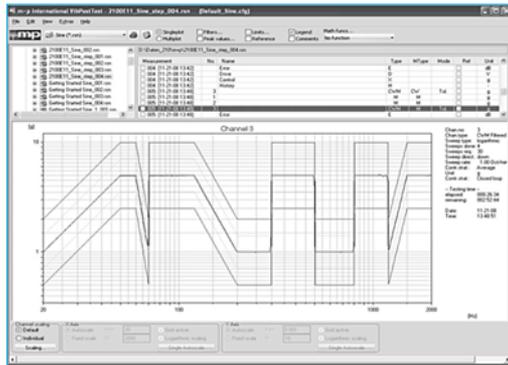


그림 5 VibPostTest (Sine Sweep 결과)

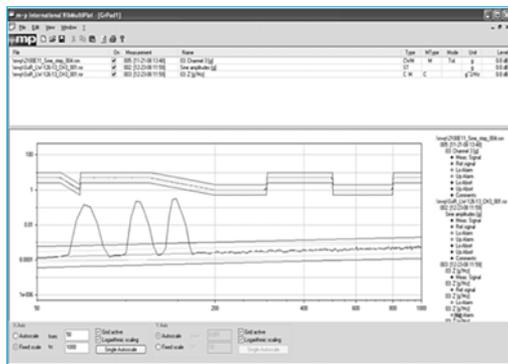


그림 6 VibMultiPlot

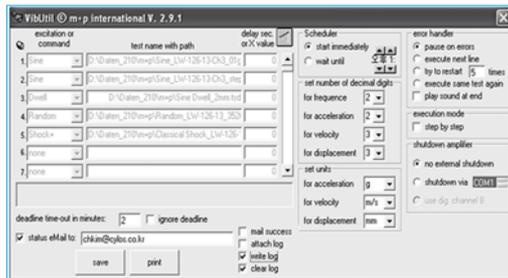


그림 7 VibUtil (복합 모드 설정)

로그래프와 호환되어 데이터 저장, 수학적인 함수 계산을 지원한다.

**VibMultiplot**

서로 다른 시험 모드와 시험 결과를 비교, 분석하고 레포팅 기능을 제공한다.

**VibUtil**

여러 가지 구동 모드를 설정하여, 별도의 작업 없이 지정된 일정에 따라 자동으로 시험을 수행하도록 하는 기능이다. 또한 환경 챔버와 연동되어 구성된 경우 환경 챔버의 제어가 가능하다.

**Utils**

VibControl의 설정 상태, 화면 설정, road load data 편집 등의 기능을 설정할 수 있다.

(3) 시험 모드

VibControl은 오늘날 진동시험에 사용되는 단순한 시험모드, 혼합모드, 발포충격, 낙하 시험 및 장시간 데이터의 재현 시험에 이르기 까지 거의 모든 진동 시험 모드를 지원하고 있다. 또한 VibControl에서 지원하는 모든 시험은 ISO, DIN, MIL-STD 810 및 기타 많은 표준들을 완벽히 만족하고 있다. 특히 싸인 및 랜덤 모드에서 모든 입력채널을 제어, 감시, 측정 채널로 지정 할 수 있다. 또한 DC신호는 모든 시험모드에서 기능시험을 위하여 측정 및 모니터링을 할 수 있다. 다음 항목은 현재 지원하는 시험 모드를 나타낸다.

- Random including notching / force limiting
- Random data reduction
- Sine including notching/force limiting

계측기/소프트웨어 소개

- Sine resonance search & dwell
- Sine data reduction
- Sine displacement & velocity control
- Shock classical
- Shock response spectrum(SRS)
- External pulse
- Transient capture
- Sine-on-random(SoR)
- Random-on-random(RoR)
- Sine-on-random-on-random(SoRoR)
- Time domain replication(road load simulation)
- Time history recording to throughput disc.

### 3. VibControl의 장점

#### (1) 멀티태스킹 기능(설정, 시험, 분석)

진동 센서의 신호를 입력하여 실제 가진기를 제어하고 측정하는 동안, 현재 측정하고 있는 데이터 및 과거 측정된 데이터를 출력하고 분석 할 수 있다. 더불어 동시에 현재 시험 중인 데이터를 분석하면서 새로운 시험을 위한 설정과 저장을 수행할 수 있다. 이 기능은 내구 시험의 규격 설정 및 평가 분석을 위한 시험을 할 경우 중요하게 사용된다.

#### (2) 제어 및 측정 동시 사용

VibControl은 사인과 랜덤 시험에서 1개의 센서를 사용하는 입력 채널에 대하여 독립적으로 제어 또는 측정을 설정 할 수 있고, 사용자가 원하는 경우 조건 없이 제어와 측정을 동시 설정하여 시험 할 수 있다. 그리고 이 시스템은 최대 수 백 채널까지 제어가 가능하며 이때에 설정된 모든 채널에 대하여 제어를 설정하면, 모든 채널의 신호를 계산, 제어하고 진동 시험을 수행할 수 있다. 이 기능은 국방,

항공, 위성 진동 시험에 중요한 기능으로 사용된다.

#### (3) Watchdog 채널 기능(Notch, Tolerance)

일반적인 진동제어 시스템은 노치 기능을 사용하여 주파수 구간 및 레벨을 설정하여 진동 내구 시험을 수행한다. 이에 반해 m+p사의 VibControl은 Watchdog 채널에서 노치 기능과 함께(또는 별도로), 필요 시 사용자가 상한값과 하한값을 지정하여 진동값이 범위를 벗어나는 경우에 가진기가 정지되게하는 tolerance 기능을 가지고 있어 보다 일관되며 안정적인 시험을 수행할 수 있다.

#### (4) High Frequency 가진 및 제어

12.8 kHz까지 랜덤 가진 및 제어를 할 수 있고, 20 kHz까지 사인 시험이 가능하다. 이는 20 kHz까지 측정 할 수 있는 가속도 센서의 고정 작업 및 개발에 사용될 수 있고, 높은 가진 주파수가 요구되는 자동차의 전자 부품이나 전자 부품의 신뢰성 시험도 가능함을 의미한다. High frequency 옵션과 별도의 하드웨어를 사용하면, 50 kHz까지 사인 시험이 가능하다.

#### (5) RSS Vector Notching 기능

RSS Vector Notching 기능은 벡터 값의 결과를 계산 함으로써 진동에 민감한 부분의 손상을 최소화하여 가진시험을 진행하는데 목적이 있다. 이 시험은 타 시험과 달리 3 축 가속도계를 사용하며 X, Y, Z축 방향에서 측정된 가진 레벨을 합하여 하나의 벡터 값으로 계산 후에 노치 시험에 사용한다.

#### (6) Automated Functional & Climatic Testing

자동화 시스템, 환경 시험과 결합된 복합 시

### 계측기/소프트웨어 소개

험에 적용이 가능하며, 독립적으로 또는 복합적으로 설정된 다양한 모드의 시험을 반복적으로 수행이 가능하다. 또한 시험이 진행되는 동안 작동 상태, 이상 유무 등을 e-mail이나 SMS 전송이 가능하여 항시 모니터링이 가능할 뿐만 아니라 원격으로 시험의 지속 여부를 제어할 수 있다.

#### (7) Remote Client

네트워크를 이용하여 실시간 시험 데이터를 모니터링이 가능하다.

## 4. VibControl의 응용

VibControl은 멀티 모니터 기능, 연속적인 데이터 저장, 잔향실에서의 음향제어 시험, 통합 시험 시스템 및 설비의 제공과 같은 시스템 제어와 더불어 확장된 기능을 제공한다. 이들은 동일한 하드웨어 플랫폼을 기반으로 쉽게 시스템을 구성할 수 있도록 되어 있다.

#### (1) Multi Monitor 기능

VibControl은 1개의 모니터에서 16개까지의 온라인 창을 표시하며 최대 64개의 측정 시험 중인 데이터를 표시할 수 있어 사용자가 원하는 모든 데이터를 실시간으로 표현할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 또한, 멀티 모니터 기능을 사용하고, 듀얼 또는 쿼드 그래픽 카드를 사용하면 2개 또는 4개의 모니터를 사용하여 128 채널 또는 256 채널의 데이터를 시험 중 실시간으로 확인할 수 있다.

그림 8은 NASA의 Horizons 프로젝트를 위하여 사용된 m+p사의 VibControl 시스템으로 64 채널의 vibration controller 채널과 192 채널



그림 8 m+p사의 VibControl 시스템 사용

의 SO Analyzer(‘소음·진동’ 21권 1호에서 소개) 분석 장비를 사용하고 있는 그림이다.

#### (2) Data Acquisition & Time Domain Recording

Sine, Random, Shock and transient capture(SRS포함) 모드에서의 시험 데이터에 대하여 온라인 데이터 저장 기능을 지원한다. Throughput 기능은 하드디스크에 직접 연속적인 시간 데이터를 저장한다. VibControl이 제공하는 데이터 저장 및 시간 데이터 저장은 단일 시스템에서 진동 제어와 연속적인 시간 데이터의 저장을 동시에 수행함으로써 시험 비용의 저감과 사용자의 숙련 과정을 단축할 수 있는 장점이 있다.

#### (3) 음향제어

음향제어(acoustic control) 시스템은 잔향실에서 음향적으로 유발된 진동의 효과를 측정하는 것으로 높은 레벨의 소음시험을 하게 된다. 이것은 높은 소음을 기준 옥타브 스펙트럼과 OA 레벨로 빠르고 정확하고 반복적인 제어를 제공하는 완전 자동 디지털 제어 시스템이다.

음향제어 기능은 잔향실에서 소음 측정용

계측기/소프트웨어 소개

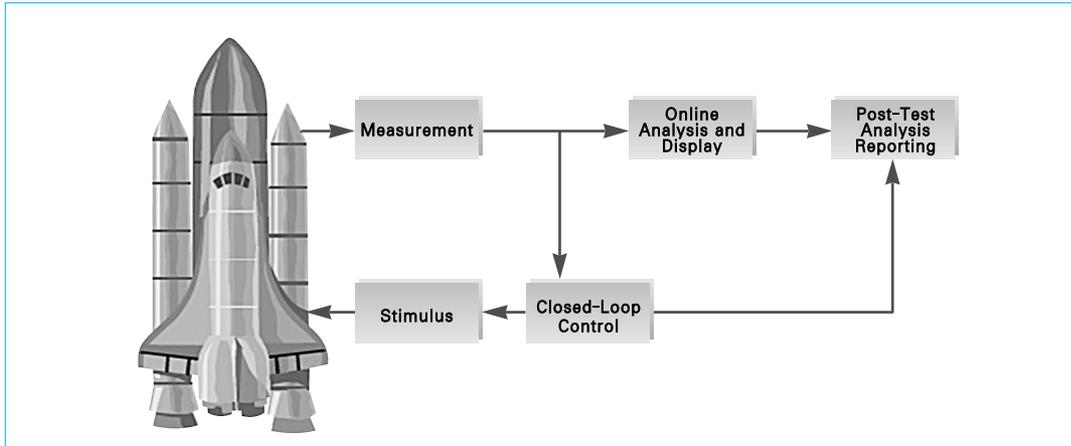


그림 9 음향제어 시스템의 개념도

마이크로폰의 신호를 입력 받아 폐회로를 형성하며 소음을 제어하면서 시험을 수행할 수 있게 한다. 소음 주파수 20 Hz ~ 10 kHz까지 가진 및 제어가 가능하며, 1/1, 1/3 옥타브 밴드 설정이 가능하고 주파수 밴드에 대한 소음 레벨을 사용자가 지정 할 수 있다. 그림 9는 음향제어 시스템의 개념을 간단하게 정리한 그림이다.

(4) 진동제어 시스템과 시험 장비의 제공

m+p사에서는 다년간의 노하우를 바탕으로 고객의 요청에 의해 진동 시험 시스템과 시험 장비를 제공하고 있다. 환경 챔버와 연동된 진동 시험과 같이 특별한 경우 등에 대하여 시험 설비, 진동제어 시스템, 컨트롤 컴퓨터, 기타 액세서리까지 일체에 대한 제공이 가능하다.

5. 맺음말

이번에 소개한 독일 m+p International사의

진동제어 및 신호 분석 시스템인 VibControl 시스템은 이미 외국의 많은 기업 및 연구소에서 최고 품질을 보장하는 제품의 개발을 위한 진동 시험 및 신호 분석 툴로써 이용되고 있다.

최소 4채널에서 수백 채널에 이르기까지 고정밀 제어 및 측정이 가능하다. 또한 종속적이며 독립적으로 구성된 시스템은 진정한 멀티태스킹이 가능하게 하며, 단순한 시험모드, 혼합모드, 발포충격, 낙하시험 및 장시간 데이터의 재현 시험에 이르기까지 거의 모든 진동 시험 모드를 지원하고 있다. 연속적인 시간 데이터를 저장하면서 데이터 취득과 분석의 용이성, 음향제어에 이르기까지 다양한 응용 기술을 제공하고 있다.

다양한 기능과 장점을 가진 VibControl은 일반 내구 시험에서부터 고정밀 다채널을 요구하는 진동 제어 시험에 이르기까지 완벽한 솔루션이 될 거라 확신한다. **KSNVE**