

# System Identification을 이용한 진동시험 파형생성에 대한 연구

## A Study on Signal Generation for Vibration Endurance Test Using System Identification

문석준† · 신윤호\* · 정화수\*\* · 김정호\*\* · 김석환\*\*

Seok-jun Moon, Yun-ho Shin, Hwa-su Jeong, Jeong-ho Kim and Seok-hwan Kim

### 1. 서 론

자동차 부품의 내구성을 시험평가하기 위해서는 실측된 road data를 구현하여 부품에 적절한 하중을 적용할 수 있는 시험기가 필요하다. 국내에서 사용하고 있는 자동차 분야의 내구성 시험용 장비는 대부분 유압식 actuator를 이용하여 구성되며, 외국 제작사 제품들이 시장을 독점하고 있다.

실측된 road data를 유압시험기를 이용하여 정확하게 구현하기 위해서는 유압시험기의 동적특성을 고려하여 반복적으로 시험기 제어신호를 새롭게 구현해야 하며, 이에 필요한 제어로직에 대한 연구를 수행하였다. 궁극적으로는 자동차 분야의 부품 내구성시험이 가능한 road simulation system를 개발하기 위해서, 입력되는 실측된 road data와 동일한 신호를 road simulation system의 출력으로 구현하는 것이다. 일반적으로 유압시험기의 동적 특성으로 인하여 실측된 road data와 동일한 출력을 구현하기 위해서는 출력을 바탕으로 새로운 입력을 생성할 수 있는 반복적인 제어로직의 개발이 필요하다. 본 연구에서 고려한 시스템은 Fig. 1과 같다.

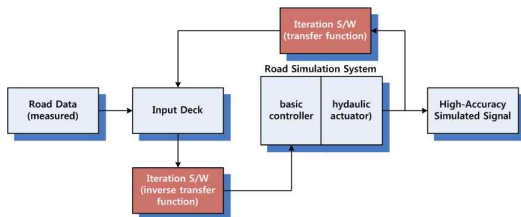


Figure 1. Road Simulation System with Iteration Control Algorithm

† 문석준 ; 한국기계연구원  
E-mail : sjmoon@kimm.re.kr  
Tel : 042-868-7428, Fax : 042-868-7418

\* 한국기계연구원  
\*\* 동양시스템

### 2. 모사실험 대상

Fig. 2는 자동차 부품을 모사하는 대상체를 보여주고 있으며, 질량체와 스프링으로 구성되어 있다. 여러 자동차 부품의 동특성을 모사하기 위해 질량체의 무게를 20 kg, 30 kg 및 50 kg로 변경할 수 있도록 하였다. 대상체는 유압시험기 위에 설치되어 있으며, 실측된 road data는 질량체에서 계측된 data로 가정하였다.

실험을 위해 유압시험기의 제어신호, 유압 actuator의 변위신호, 대상체의 질량체 가속도신호 및 대상체의 하부 가속도신호를 계측하였으며, 이들을 활용하여 필요한 제어로직을 설계하였다. Fig. 3은 계측된 한 예를 보여주고 있다.

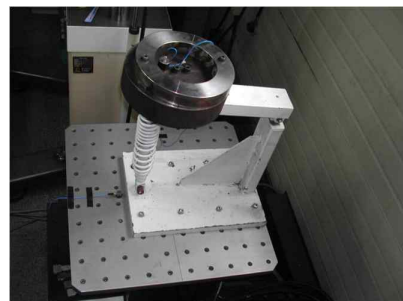


Figure 2. Hydraulic Simulation Testing System for Simulation

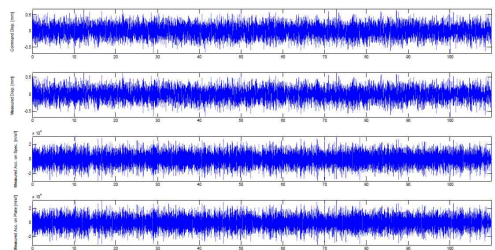


Figure 3. A Set of Measured Signals

### 3. 제어로직

2장에서 기술된 시험대상체를 포함한 유압시험기를 모델링하면, Fig. 4와 같이 나타낼 수 있다.

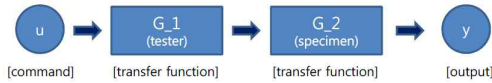


Figure 4. Flow Modeling

Fig. 4에서 실측 road data는 output(y)이며, 이를 구현하기 위해 command(u)를 생성해야 한다. 단, 유압시험기(G\_1)과 시험대상체(G\_2)의 동특성은 모르고 있는 것으로 가정하였다. Command(u)를 생성하기 위해 주파수영역 및 시간영역에서의 system identification 방법들을 활용하였다.

#### 3.1 주파수 영역의 알고리즘

실측된 road data의 주파수 응답함수(FRF)의 곡선 맞춤 방법을 이용하여 주파수 영역에서 system identification 방법을 적용해 보았다. Fig. 5는 개발된 알고리즘을 이용해서 생성한 진동파형과 실제 입력된 파형을 비교해서 보여주고 있다. 생성된 진동파형이 입력된 파형을 잘 추종하고 있는 것을 확인할 수 있다. Fig. 2의 질량체 무게를 변경되었을 경우에 대한 적응성을 확인하기 위해 Table 1과 같이 3가지 경우에 대해 생성된 진동파형과 입력파형의 오차를 정리하였다. 평균 10 %이내의 오차를 나타내고 있다. 따라서 원하는 진동파형을 양호하게 생성하고 있는 것을 확인할 수 있다.

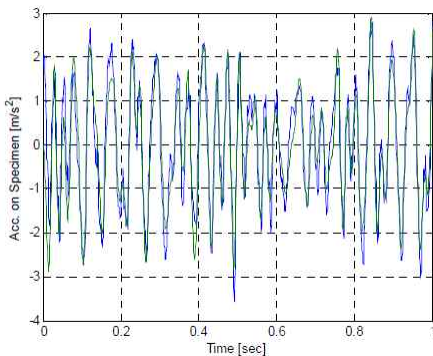


Figure 5. Generated Signal vs. Input Signal Using System Identification in Frequency Domain

Table 1 Error in Frequency and Time Domains

Cases	Frequency Domain	Time Domain
Case 1 (20 kg)	7.3 %	9.9 %
Case 2 (30 kg)	11.6 %	9.3 %
Case 3 (50 kg)	19.2 %	2.7 %
Average	13.2 %	8.8 %

#### 3.2 시간영역의 알고리즘

시간영역에서도 진동파형 생성을 위한 알고리즘을 개발하였다. 여러 system identification 방법들 중 output error 방법을 선택하여 적용해 보았다. Fig. 6은 주파수영역에서의 결과를 보여주고 있다. 양호하게 입력된 파형의 주파수 특성을 추종하는 것으로 확인할 수 있다.

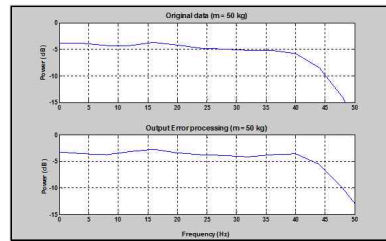


Figure 6. Generated Signal vs. Input Signal Using System Identification in Time Domain

### 4. 결론

본 연구에서는 자동차 부품의 내구성 시험을 위한 유압식 road data simulation에 필요한 진동파형 알고리즘을 개발하였다. 주파수영역 및 시간영역의 system identification 방법을 활용하여 약 10 % 이내의 정확성을 가는 파형생성이 가능함을 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 추후 실험을 통해 추가 검증을 계획하고 있다.

#### 후 기

본 연구는 2012년도 산업기술연구회의 맞춤형 기술 서비스사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제 결과의 일부입니다. 또한 한국기계연구원 2013년도 주요사업(과제명: 능동형 위험관리 기반기술 개발)의 연구과제 결과의 일부입니다.