

유압 서보제어를 이용한 내구성 시험기 개발

박 명관¹, 김 진학², 서 일홍³
 동양대학교 시스템제어공학부¹, (주) 아이씨에스², 한양대학교 전기전자컴퓨터공학부³

Fatigue test machine development using hydraulic servo control

Myung-Kwan Park, Jin-Hak Kim, Il-Hong Suh
 School of System Control eng. Dongyang Univ., I.C.S, School of Electric and Computer eng.

Abstract - 내구시험기의 기본적인 구조를 해석하고 분석하여 각종 기구부의 내구성 시험에서 적용대상물에 관계없이 전기유압서보장치의 용량과 적합한 센서들을 조합하여 구성 가능하도록 시험기를 구성하였으며, 본 연구에서 개발된 제어장치와 데이터 수집 소프트웨어는 내구시험 대상물에 관계없이 범용 적으로 사용할 수 있도록 개발하였다.

본 연구개발에서 개발된 내구시험기의 주요 목표사항들은 표 1과 같다.

1. 서 론

현재 내구시험기의 대부분이 수입에 의존하고 있으며, 가격도 고가이며, 원하는 내구시험에 따라 시험기의 구조와 제어장치들이 변경되어야 하는 단점들이 있었다. 또한 내구성 시험에서 생성되는 데이터를 모니터링 및 수집하고 분석하는 소프트웨어들도 대부분 데이터 획득보드(Data acquisition board)와 더불어 수입되어 사용되고 있다. 또한 시험 대상물에 따라 변경되어야 하는 각종 시험조건들이 매우 복잡하게 구성되어 있어 사용자가 시험 조건을 설정하는데도 어려운 점이 많았다.

본 연구개발에서는 기존의 해외에서 개발된 내구시험기를 분석하여 기존의 내구성 시험기의 단점을 보완하고, 사용자가 간편하게 조작할 수 있도록 하는 내구성 시험기를 개발하였다. [1]

본 논문에서는 2.1절에서 기본적인 내구성 시험기의 전체 구성에 대해 언급하고 2.2절에서는 내부의 제어장치의 구성 및 제어장치 소프트웨어에 대하여 언급하고, 2.3절에서는 제어용 컴퓨터의 구성과 데이터 수집을 위한 소프트웨어의 구성을 언급하기로 한다. 3장에서는 개발된 내구성 시험기의 적용을 자동차페달의 내구성을 시험에 적용한 사례를 기준으로 설명하였다.

2. 내구성 시험기의 구성

2.1 내구시험기의 전체구성

표 1. 내구시험기의 주요 사양 표

항목	주요 목표사항
정적이론출력	400 Kgf
가진 동적 출력	300 Kgf
가진 최대 진폭	±100 mm
가진 주파수 범위	0.1 - 3 Hz
제어기능	변위제어, 하중제어
가진 파형	정현파, 삼각파, 구형파, 변조구형파
Feedback Device	LVDT, Load Cell
하중 분해능	0.1 Kgf
변위 분해능	0.05 mm

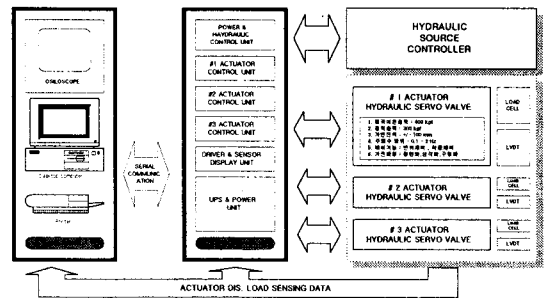


그림 1. 내구시험기의 전체 블럭도

그림 1은 내구시험기의 전체구성을 보여주는 블럭도이다. 본 연구에서 개발한 내구시험기는 일본의 SUM 전기기계사의 내구성 시험기를 분석한 결과를 토대로 기본적인 내구성시험기를 구성하였다. 그림1의 좌측부분은 Main Panel부로서 가진 지령파형 또는 가진시 feedback되어지는 센서의 파형을 확인하기 위한 오실로스코프와 제어용 컴퓨터 시스템으로 구성되어 있다.

중앙부에는 Control Panel 부로서 Main Panel과 serial통신으로 연결되며, 크게 4가지 부분으로 나뉘어진다. 상단에는 유압원을 제어하기 위한 유압원 제어부와 3축의 유압 서보를 위한 제어 장치부, 유압 서보를 위한 amplifier와 Load cell의 feedback되는 하중 량을 display해주며, LVDT의 출력connector로 구성된 Driver & Sensor display부, 정전 시에 내구시험기 제어장치로 전원을 공급할 수 있도록 하는 무정전 전원부로 구성하였다.

우측부는 3축에 해당하는 유압 서보밸브와 실린더 및 LVDT, Load cell의 조합으로 구성하였다 여기서 서보밸브와 실린더의 규격 선정은 앞서 언급한 내구성시험기의 주요목표사항으로부터 정적이론출력, 동적 출력, 가진 주파수, 가진 진폭에 맞춰 BOSCH의 서보밸브 NG10과 LVDT 내장형 서보실린더(φ40-φ20-200)를 선정하였다. [2] 실린더에 내장된 LVDT는 Balluff의 BLT2-G1를 장착하였으며, Load cell은 최대 500Kgf 까지 측정 가능한 UMM1을 장착하였다.

2.2 제어장치의 구성

그림 2는 내구성 시험기 제어장치의 내부 블럭도를 보여준다. 제어장치는 CPU를 80196 one chip micom. 을 사용하였고, 12bit A/D Converter를 통하여 하중 제어용 load cell의 출력과 변위 제어용 LVDT의 출력을 받아드리도록 interface하였다. 또한 유압서보 밸브 amplifier로 아날로그 신호를 출력하기 위해 D/A

Converter를 이용하여 아나로그 I/O interface를 구성하였으며, computer와 데이터를 전송을 위해 직렬통신 포트를 interface하였다.

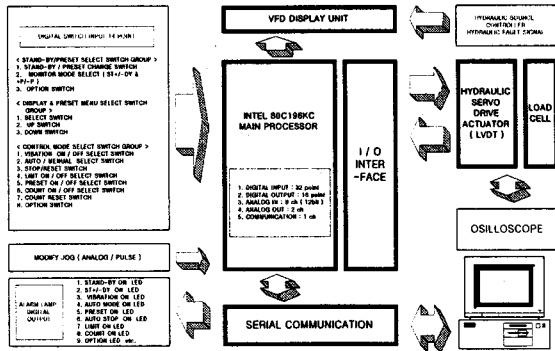


그림 2. 내구시험기 제어장치의 블록도

또한 제어장치의 Panel의 각종 switch 및 display장치(VFD)와 연결을 위한 Digital I/O interface를 구성하였다.

제어장치의 내부의 software는 Command generation을 위한 소프트웨어 함수발생기를 구성하여 사용자가 지정된 파라메터를 이용하여 Sin파, 구형파, 삼각파 및 변조 구형파의 형태로 발생시키도록 구성하였다.

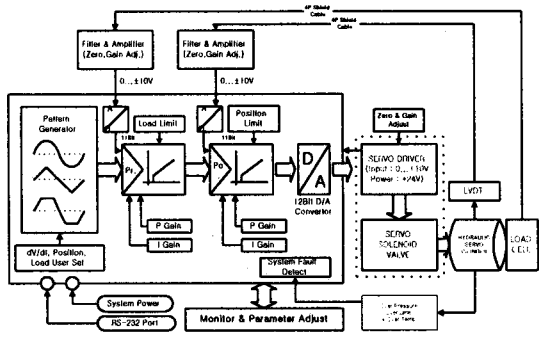


그림 3 내구시험기 제어장치 제어 블록도

그림 3은 내구시험기 제어장치 제어 블록도를 보여준다. 내구시험기의 기능은 내구시험의 방법에 따라 시험 가진 파형에 따라 시험물을 일정한 위치까지 가진 하도록 하는 변위 제어와 시험물에 일정한 하중까지 가지는 하중제어 기능으로 나뉘어지며, 변위 제어 loop와 하중제어 loop는 개별적으로 동작하도록 구성하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 변위 제어모드와 하중 제어 모드를 사용자가 내구시험의 종류에 따라 선택하도록 구성하였으며, 제어방식은 PI 제어기를 설계하여 구성하여 각각의 이득을 조정할 수 있도록 구성하였다.

마이크로프로세서 보드의 출력은 유압서보 amplifier로 입력되어 유압 서보밸브의 내부 솔레노이드를 구동 제어하기 위한 전류증폭기로 구성되어 있다. 개발된 내구시험기에서는 서보밸브의 특성상 BOSCH에서 제공되는 amplifier를 장착하였다.

2.2 제어용 컴퓨터의 software 구성

내구성 시험기의 software는 크게 5가지의 동작 메뉴로 구성하였다. 다음은 각 메뉴의 구성을 보여준다.

1. 설정 Menu : 변위와 하중의 parameter를 설정할

있는 sub-menu와 현재 설정된 parameter를 확인할 수 있는 sub-menu로 구성하였다.

2. 실험 Menu : 내구 가진 실험 중에 모니터를 통하여 변위와 하중의 상태를 graph로 확인 할 수 있도록 구성하였다.

3. 분석Menu : 실험 결과 데이터의 분석을 위해 모니터와 프린터를 통해 출력할 수 있도록 구성하였다.

4. 파일 Menu : 통신설정, 프린터설정 및 파일 관리 등을 위해 구성하였다.

5. 도움말Menu: 간단한 Main 프로그램의 설명과 동작방법을 설명하기 위해 구성하였다.

설정메뉴에서는 사용자가 설정해주는 parameter들을 설정 해주는 과정으로 그림 4와 같은 과정으로 설정하게 된다.

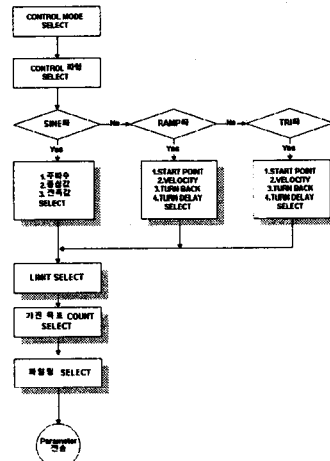


그림 4. Parameter 설정 flowch

파라메터 설정항목으로는 변위 및 하중에 대한 limit를 설정할 수 있는 기능과 가진 횟수 및 종료시간설정에 따라 자동 가진 종료기능, 제어모드 및 제어 파형에 따라 각 각을 구분하여 설정할 수 있도록 설정하도록 구성하였다. 또한 사용자가 파라메터를 설정한 후에 파라메터 데이터를 내구성시험기 제어장치로 전송할 수 있는 기능을 포함시켰으며, 현재 설정된 파라메터의 설정 상태를 확인할 수 있도록 파라메터 설정 list를 보여주도록 구성하였다. 내구성시험기의 제어장치와 제어용컴퓨터에서 모두 파라메터들을 설정할 수 있도록 구성하여 편리성을 도모하였다.

실험 데이터의 분석은 변위와 하중에 대하여 기준지령 신호와 feedback신호를 실시간으로 monitoring하여 시각적으로 변위와 하중의 파형을 확인할 수 있는 기능과 실험 결과 분석을 모니터 상에서 분석 할 수 있도록 가진 횟수에 따른 파형 분석기능과 변위와 하중의 최대 값과 최소 값으로 볼 수 있도록 하였다.

그림 5는 실험 menu의 초기화면으로 7가지의 group으로 각 기능별로 구성하였다.

또한 가진 데이터를 프린터 미리 보기기능을 통하여 test report를 분석 및 출력할 수 있도록 구성하였다.

File메뉴에서는 실험에 따른 변위와 하중 실험데이터를 가진 실험이 시작할 때의 일자와 시간을 기준으로 자동적으로 directory를 생성하도록 하며, 실험 데이터는 1Mbyte 단위로 filing하고, 가진 정지까지 현재 directory에서 filing 데이터를 관리하도록 구성함으로써 모니터를 통한 실험결과 분석 시 사용자가 filing 데이터를 해당 directory에서 쉽게 찾을 수 있도록 구성하였다.

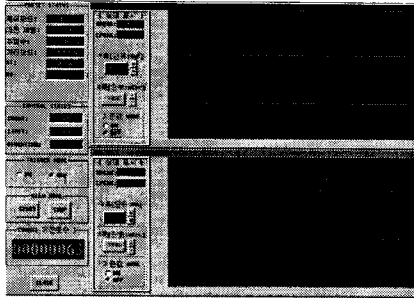


그림 5. 내구성시험기 실험메뉴 초기화면
3. 내구성 시험기의 적용 사례

본 연구 개발에서 개발된 내구시험기를 차량용 페달의 내구성 시험에 적용하여 실험하였다. 그림 6은 내구성 시험기의 구성을 보여주고 있으며 그림 7은 유압서보밸브와 실린더가 실험 JIG에 결합된 것을



그림 6 내구성 시험기의 구성

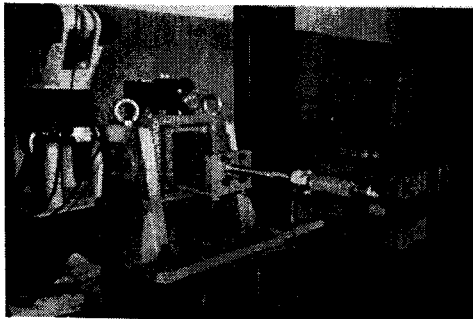


그림 7 유압서보밸브와 실린더의 실험 JIG 결합 보여준다.

그림 8은 Ramp파형의 가진에서 변위 제어실험 결과를 보여준다. 지령된 Ramp파형과 LVDT에 의한 feedback 파형이 거의 일치함을 볼 수 있다

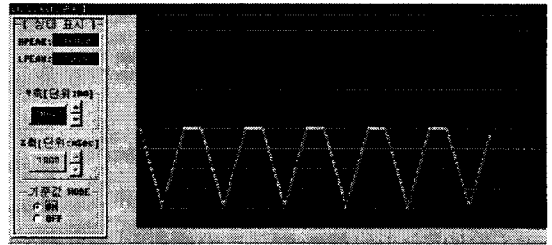


그림 8. Ramp 지령에 의한 변위 제어 출력

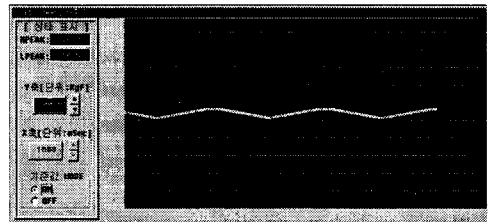


그림 9. Ramp 지령에 의한 하중 제어 출력

그림 9는 Ramp파형의 가진에서 하중 제어실험 결과를 보여준다. 지령된 SIN 파형과 Load cell에 의한 feedback 파형이 거의 일치함을 볼 수 있다

3. 결 론

개발된 내구시험기는 적용 시험 대상물의 종류에 관계 없이 전기유압서보장치의 용량과 적합한 센서들을 조합하여 구성 가능하도록 시험기를 구성하였으며, 자동차용 페달 내구시험기에 적용하여 내구성시험기에서 필요로 하는 내구성 분석 데이터를 수집하는데 유용하게 사용됨을 보였다. 향후과제로는 다축의 유압서보장치가 결합되어 연동되어지는 구성의 내구시험기의 개발을 추진 예정에 있다

(참 고 문 헌)

- [1] 주)SUM전자기계 "3축 유압 가진기 Manual", 1995
- [2] BOSCH, "Electrohydraulic Proportional valve and closed loop control valves theory and application", Robert BOSCH GmbH, 1999.