

드래그 토크의 자동 성능시험기 개발에 관한 연구

이 성 호¹⁾ · 목 학 수^{*2)}

케이엠티에스¹⁾ · 부산대학교 산업공학과²⁾

A Study on the Development of the Automatic Performance-Test-Bench for Drag Torque

Seong Ho Lee¹⁾ · Hak Soo Mok^{*2)}

¹⁾Korea Measurement Technology System, 14-7 Palyong-dong, Changwon-si, Gyeongnam 641-846, Korea

²⁾Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

(Received 27 July 2007 / Accepted 14 August 2007)

Abstract : Recently, the automotive industry has been developing rapidly. With the progress parts of the automobile components need high quality and the reliability. Among them, braking unit is essential device, and acquire the reliability through the performance test of brake. This study was aimed to design the performance-test-bench to measure the drag torque which has effect on caliper in braking unit. In this progressive technology, it is vital importance to use hydraulic and pneumatic, and to combine test bench with instrumentation engineering technology. This system to construct the design of hydraulic and pneumatic circuit, interface technique between sensors and personal computer, data acquisition and display design, and integrated control are very important technology. Moreover, reliable data are obtained through vacuum system and hydraulic and pneumatic system by using of booster and brake master cylinder which are actually applied to automobile. Then, data signal detector sensors for speed, pressure and torque is attached on this system. Therefore, in this study, we designed a performance-test-bench by and we also made an total control system using personal computer which is more progressive and flexible method than existing PLC control.

Key words : Performance-test-bench(성능시험기), Drag torque(드래그토크), Brake master cylinder(브레이크 마스터 실린더), Caliper(캘리퍼), Interface technique(인터페이스 기법), Control system(제어장치)

1. 서 론

자동차의 제동장치는 주행중 바퀴에 저항을 가하여 회전력을 제한하고 자동차의 속도를 감속시키거나 또는 정지시키는 장치이다. 이러한 제동장치는 자동차의 디스크 브레이크 시스템으로 구성되어 있다. 디스크 브레이크 시스템은 캘리퍼와 디스크 로터로 구성되어 있으며, 캘리퍼는 통상 하우징, 피스톤, 멤버, 패드의 조합으로 구성된다. 하우징과 피스톤 사이에서 브레이크액을 씰링하기 위해서 씰 홈

에 씰이 안착된다.

브레이크 작동시, 유압은 피스톤을 로터 쪽으로 이동시키고, 이러한 힘은 패드를 디스크 로터에 마찰 시키고 제동 토크를 발생시킨다. 캘리퍼 하우징은 브레이크 작동시 변형되고 브레이크 해제 후에 변형 전 형상으로 탄성 복원을 한다. 브레이크 작동 중의 유동범위(피스톤 복원) 및 브레이크 해제 후의 드래그 토크는 캘리퍼 설계에서 성능을 결정하는 두 가지 중요한 인자이다. 이러한 변위는 임의의 브레이크 작동시 압력을 얻기 위해서 필요한 브레이크액의 체적이 된다. 더 큰 변위는 브레이크

*Corresponding author, E-mail: hsmok@pusan.ac.kr

페달의 더 긴 스트로크를 의미한다.¹⁾

즉 드래그 토크는 브레이크를 해제하고 난 후 로터상의 잔류 토크이다. 이것은 연비 악화, 제동력 저하, 디스크 로터에 악영향을 끼치며, 노이즈 및 저-드 발생 원인, 패드 조기 마모 및 페이드(차량이 밀리는 현상)³⁾ 현상 발생, 베이퍼록(브레이크 오일 내 기포 발생)⁴⁾ 발생을 유발할 수 있으며, 그로인한 급격한 제동력 저하를 가져온다.

현재, 브레이크 기술자는 각 제품요소에 대해서는 관련설계 기준 및 요소설계 방법에 의하여 설계를 하고 있지만 드래그 토크에 큰 영향을 주는 각 요소설계는 설계자의 경험에 의한 여러 차례에 걸친 가공과 프로토타입에 의한 시험의 사이클 반복을 통해 설계를 하다 보니, 요소 설계 후 적합한 판단에 따른 정확한 성능을 평가할 수 있는 시스템에 대한 요구 역시 증대 되고 있는 실정이다.

디스크 로터 회전체에 토크를 측정 할 수 있는 전용 토크 렌치를 장착하여 시험 운용자의 경험을 통해 수동으로 디스크 로터를 수회 회전시키면서 토크 렌치에서 지시 하는 토크 측정값을 읽고, 수기로 기록 하면서 데이터를 취득하고 있다. 이러한 방법은, 시험 데이터에 대한 정확성을 유지하기 위해 피드백에 의한 데이터 제어가 가능해야 하는데 수동에 의해 시험모드 조건을 구현하다 보니 정확한 압력 설정 유지가 힘들고 가압시간, 해제시간 및 기타 시험 모드에 의한 조건을 설정하기 어려웠다. 취득한 데이터 이력관리가 제대로 되지 않아 향후 제품의 대량 생산을 위한 신뢰성 평가에 따른 제품설계 및 제작이 매우 어렵다. 그래서 본 연구는 드래그 토크의 성능을 자동적으로 수행할 수 있게 하는데 있다.

드래그 토크의 종합성능 평가를 위한 시스템은 기술적 측면에서 볼 때 기기의 콤팩트한 설계와 효과적인 가압 회로의 구성, 빠른 시간 내 정확하고 정밀한 데이터를 얻기 위한 센서와 컴퓨터 간의 인터페이스 기술⁶⁾과 여러 곳에서 다량으로 정보를 신속하고 정확하게 처리, 표시 및 기록, 출력할 수 있는 소프트웨어의 설계 및 제작, 그리고 운전 및 시험 조건에 따른 시스템의 통합제어 기술이 이루어져야만 한다.

이에 본 드래그 토크 성능시험기 개발은 위의 기술적인 면을 적용하여 설계, 제작하였고, 이를 시험 가동한 결과 제동장치의 다양한 성능테스트 및 여러 차종의 제동장치를 손쉽게 취부, 시험평가를 함으로써 성능평가 테스트 시간을 단축함은 물론, 여러 시험조건을 자유로이 변경하며 시험할 수 있어야 한다.

또한 가압장치는 실제차량에 사용되고 있는 브레이크 부스터 및 브레이크 마스터 실린더를 사용하여 측정 데이터의 신뢰성을 확보해야 한다.

제어의 측면에서는 종전의 제어방식인 프로그래머블 콘트롤러 제어방식이 가지고 있는 단점, 즉 데이터 신호의 낮은 분해능 처리 및 처리 속도도 늦어 시험에 필요한 실시간 제어에 많은 어려움이 따르며 설비가 차지하는 부피도 크고 변화하는 각종 시험조건에 유연하게 대응하지 못하는 점을 고려하여, 최근 산업현장 특히 계측제어 분야에서 널리 사용하고 있는 보다 유연한 산업용 컴퓨터 제어방식을 사용했다.

이 시스템의 개발은 단순히 드래그 토크 시험뿐만 아니라 이를 기반으로 하여 자동차의 다른 부품 성능시험기 설계²⁾에도 응용할 수 있는 복합기술이 더해진 것으로, 다른 기술 분야에 큰 영향을 끼칠 것으로 판단된다.

2. 성능시험기 구성

2.1 전체 구성

본 시험기는 크게 시험기 본체, 가압 유닛, 구동 모터부, 계측 제어반 등으로 이루어져 있다.

시험기 본체는 디스크 로터 및 캘리퍼를 장착하여 시험을 행하는 테스트 벤치와 시험기 전체를 제어, 계측하는 제어반이 포함되어 있다. 그리고 측정에 필요한 전용 토크 센서 및 압력 센서가 취부되어 있으며, 실제차량 상태와 동일하게 재현할 수 있도록 가압장치를 구성하였다. 구동 모터는 일반 유도전동기에 회전 제어가 가능한 인버터 시스템을 사용하여 시험하고자 하는 제동시스템 제품을 10 rpm부터 800 rpm 까지 단계별로 구동할 수 있도록 시스템을 구축하였다. 성능시험기의 구성도는 Fig. 1과 같다.

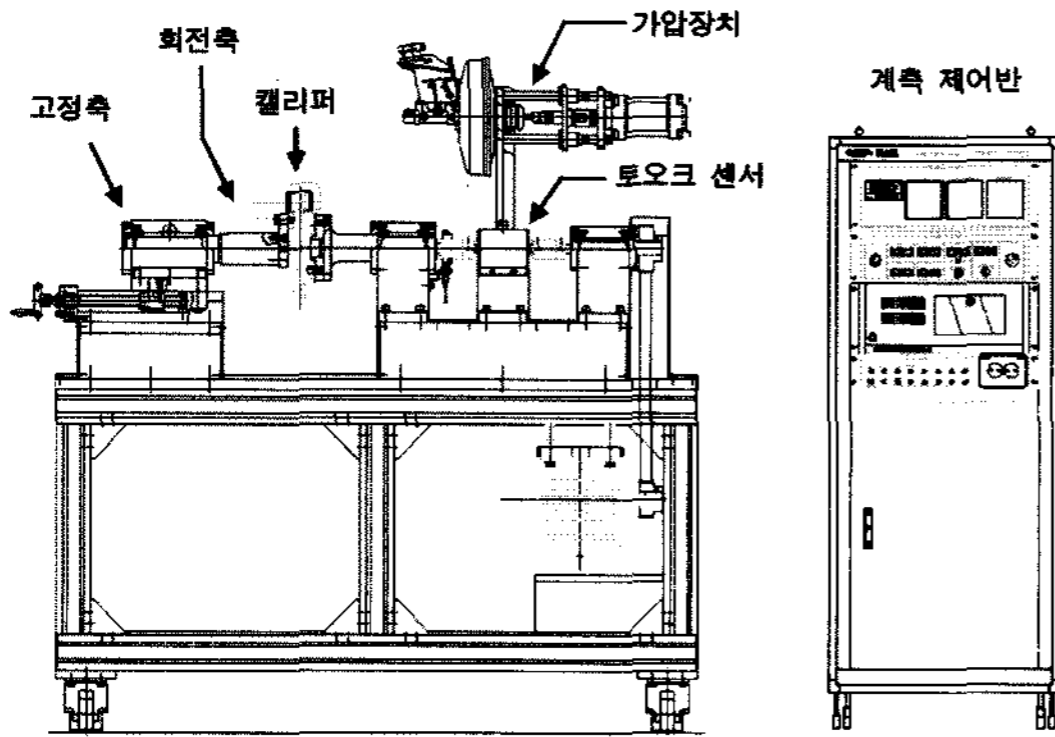


Fig. 1 Composition drawing of capacity tester

시스템 운용 소프트웨어는 현재성능이 매우 우수한 계측 전용 소프트웨어 툴인 미국 N.I(National Instrument)사의 LabWindow/CVI(Ver.7.0.1)를 이용하고, ANCI-C 언어로 프로그래밍 처리 하였다.

2.2 동력전달 계통

동력전달 계통은 Fig. 2와 같이 간략하게 나타낼 수 있다. 컴퓨터를 통해 출력된 속도 지령은 모터 제어 유닛을 통해 구동 모터로 전달되어 구동한다. 이때 모터는 타이밍 벨트에 의해 스피ndl과 연결되어 회전력을 전달한다.

스핀들을 지지하기 위해 테이퍼 로울러 베어링을 삽입한 유니트로 구성하였으며, 또한 제품의 토크를 측정하기 위해 스피ndl 유니트를 2세트 구성하여 그 사이에 토크 센서(회전형 타입)를 커플링과 연결하여 취부하였다.

스핀들 유니트와 일반 유도전동기의 풀리비는 1:0.45로 10 rpm에서 800 rpm까지 시험구간 내에서 회전할 수 있도록 구성하였고, 이것은 순수 캘리퍼 특성을 보기 위해서는 저속 시(10rpm 이하) 드래그 토크를 측정하기 위함이고, 고속(800rpm / 차량속도 50Km/h정도 해당)에서는 디스크 흔들림양(Run-

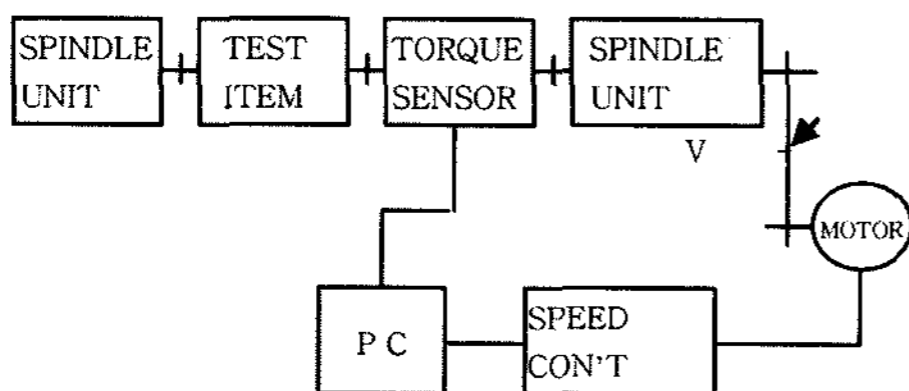


Fig. 2 Block diagram of power train

Out) 또는 차량 진동에 의해 드래그 토크가 감소되는 것을 볼 수 있다. 또한 컴퓨터에서 회전수를 임의로 다양하게 가변할 수 있도록 하였다.

2.3 동력전달 계통

시험기의 주 가압회로와 측정은 Fig. 3과 같이 이루어져 있다. 제동장치 제품에 압력을 가하는 가압 장치는 공유변환(공기압을 이용하여 유압을 발생시키는 방법)의 원리⁵⁾가 이루어지며, 장치의 구성은 공기가 배관라인을 통해 유입 되면, 공기의 압력을 전기적 신호로 제어하는 전자 조절기를 통해 컴퓨터에서 설정한 압력으로 제어되어 공기를 공급, 차단하는 솔레노이드 밸브를 통해 공기가 유입되며, 공기압 실린더를 전진 시키게 된다.

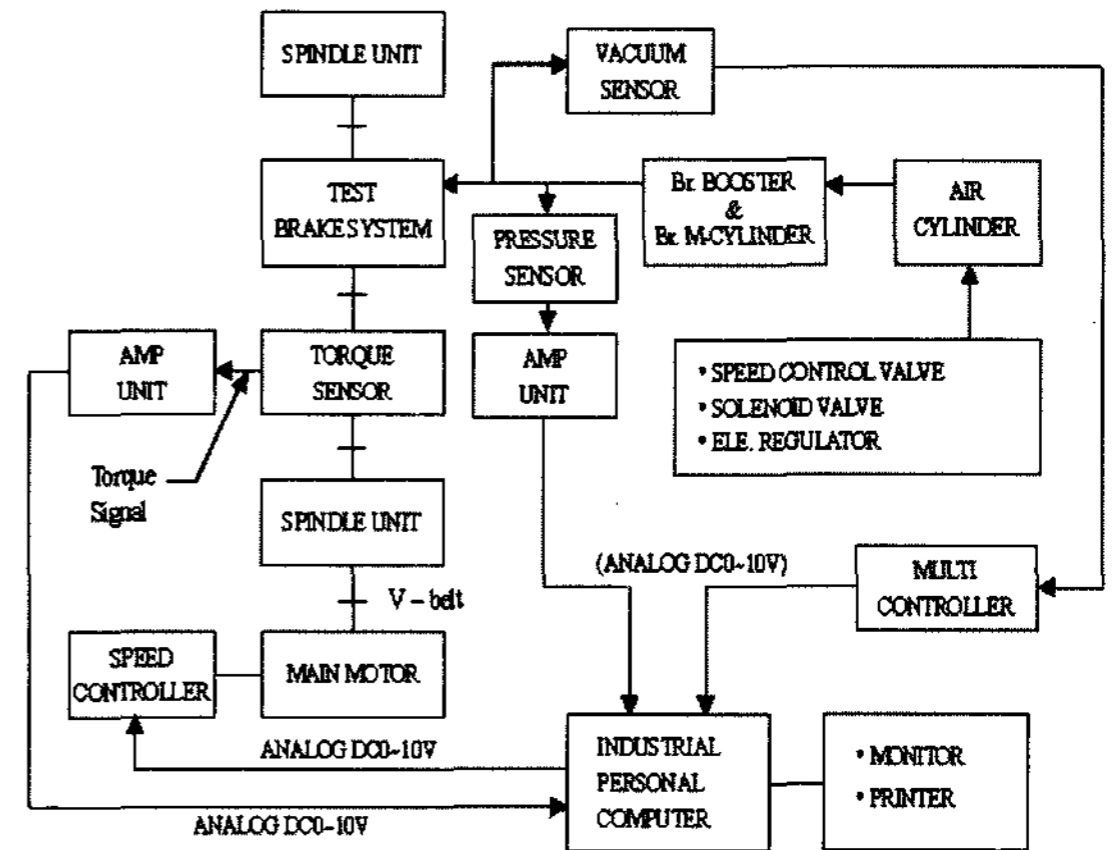


Fig. 3 Schematic diagram of main circuit

다시 공기압 실린더는 차량용 브레이크 부스터를 가압하게 되며, 이 때 부스터에 직결되어 있는 브레이크 유압 실린더에 의해 제동장치 제품에 유압력이 전달된다. 이 때의 유압력은 유압 라인에 설치되어 있는 유압센서에 의해 측정 데이터가 컴퓨터로 전송되며, 그 값은 다시 공기압력을 제어하는 전자 조절기와 연계되어 컴퓨터에서 주어진 압력을 항상 균일하게 제어하게 된다.

또한, 가압력의 해제는 솔레노이드 밸브의 방향 전환에 의해 이루어지며, 가압 및 해제 속도는 공기압 실린더에 부착되어 있는 속도조절 밸브에 의해 이루어진다.

2.4 공기압 누설검사 회로

이 시험은 캘리퍼의 피스톤과 쉘 사이의 누유 발생 유무 검사를 위한 누설검사로서 공기압 누설검사 회로는 Fig. 4와 같다. 공기가 배관라인을 통해 유입되면, 공기압 조정 조절기에서 시험압력으로 조정하여, 개방되어 있는 솔레노이드 밸브를 통해 제동장치제품에 공압이 전달되면, 시험압력이 도달되었음을 시험관로에 부착되어 있는 압력검출센서에 의해 감지되고, 개방되어 있는 솔레노이드 밸브를 차단함과 동시에 누설시험을 주어진 시간동안 행하게 된다.

누설량은 압력센서로부터 컴퓨터로 전송되어 진다. 시험이 종료되면 다른 관로에 배관되어 있는 공기압 배기용 솔레노이드 밸브를 개방하여 제동장치 제품 내부에 존재하는 공기압을 배출하게 된다. 이로써 소정의 시험이 종료하게 된다.

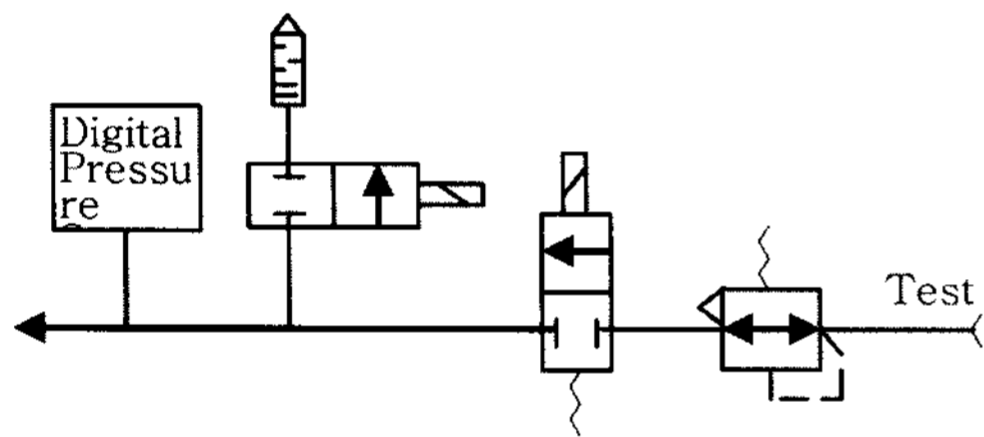


Fig. 4 Block diagram of air leak system

2.5 진공압 누설검사 회로

이 시험은 캘리퍼의 피스톤과 쉘과의 사이는 진공에 의한 누설검사로서 진공압 누설검사 회로는 Fig. 5와 같다. 진공이 배관라인을 통해 유입되면, 진

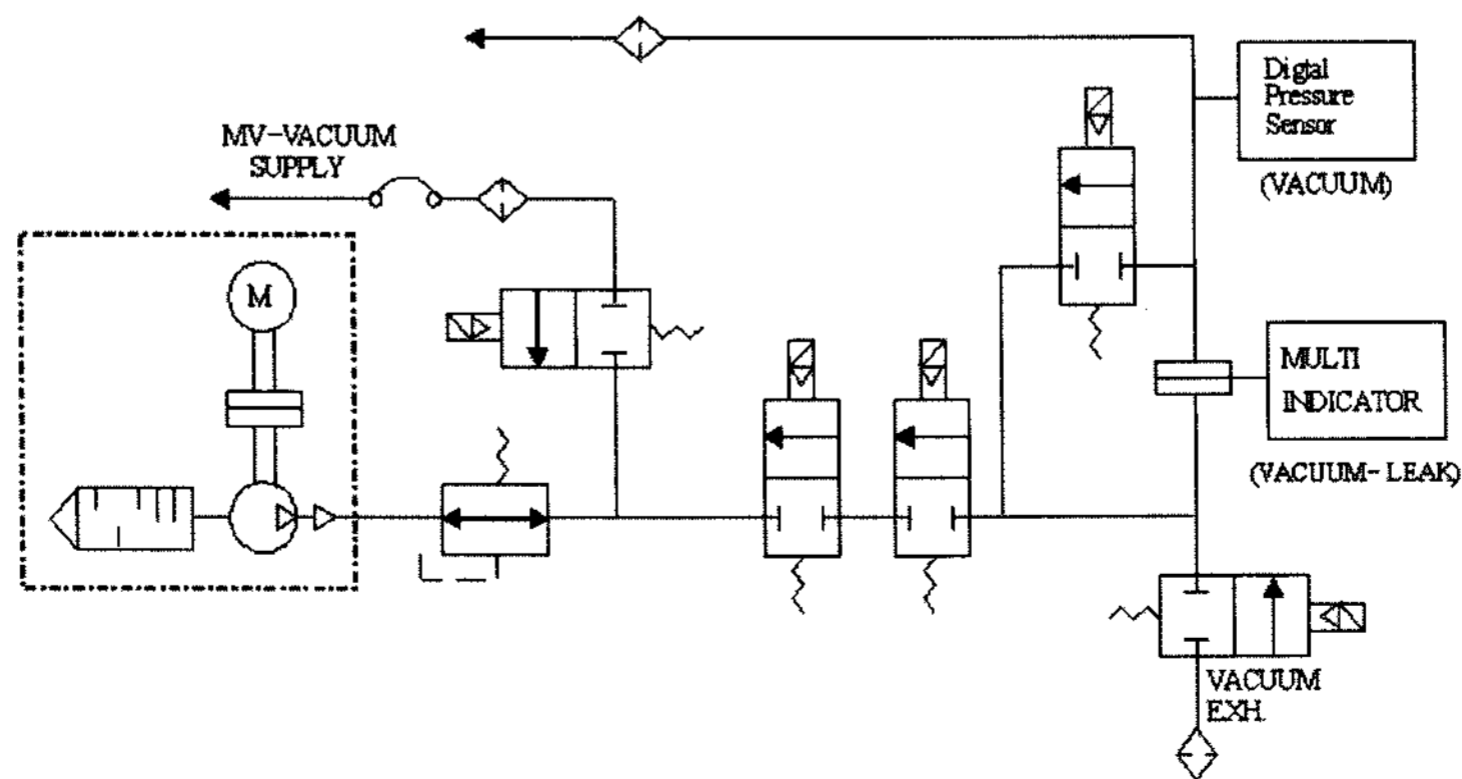


Fig. 5 Block diagram of vacuum system

공압 조정 조절기에서 시험압력으로 조정하여 개방되어 있는 솔레노이드 밸브를 통해 시료와 배관라인에 진공압이 형성되게 된다.

시험압력이 도달되었음을 시험관로에 부착되어 있는 압력검출센서에 의해 감지되고, 개방되어 있는 솔레노이드 밸브를 차단함과 동시에 누설시험을 주어진 시간 동안 행하게 된다. 누설량은 차압센서로부터 컴퓨터로 전송되어 진다.

시험이 종료되면 다른 관로에 배관되어 있는 진공압 배기용 솔레노이드 밸브를 개방하여 제동장치 제품 내부에 존재하는 압력을 배출하게 된다. 이로써 소정의 시험이 종료된다.

3. 제어시스템의 구성

3.1 시험기의 통합제어 구성

본 드래그 토오크 자동성능시험기의 전체적인 제어구성은 Fig. 6과 같이 구성된다. 본 시험기의 특징은 컴퓨터 (산업용)를 이용하여 각 부분의 제어를 전체적으로 통합제어한다는 것이다.⁷⁾

모든 제어를 총괄하는 컴퓨터는 측정된 데이터의 그래픽 처리 및 관리, 주 구동원의 속도제어, 각 밸브의 시퀀스제어, 자가진단제어, 보정제어, 판정제어, 각종 알람제어 등을 담당하며 이를 하나의 계측 제어 프로그램을 통하여 통합적으로 제어하게 된다. 따라서 컴퓨터는 기존 산업현장에서 많이 사용된 프로그래머블 콘트롤러 제어에 비하여 단순구조로써 많은 메모리를 탑재하여, 이 제어 유닛을 사용한 경우보다 상대적으로 정밀한 제어가 가능하

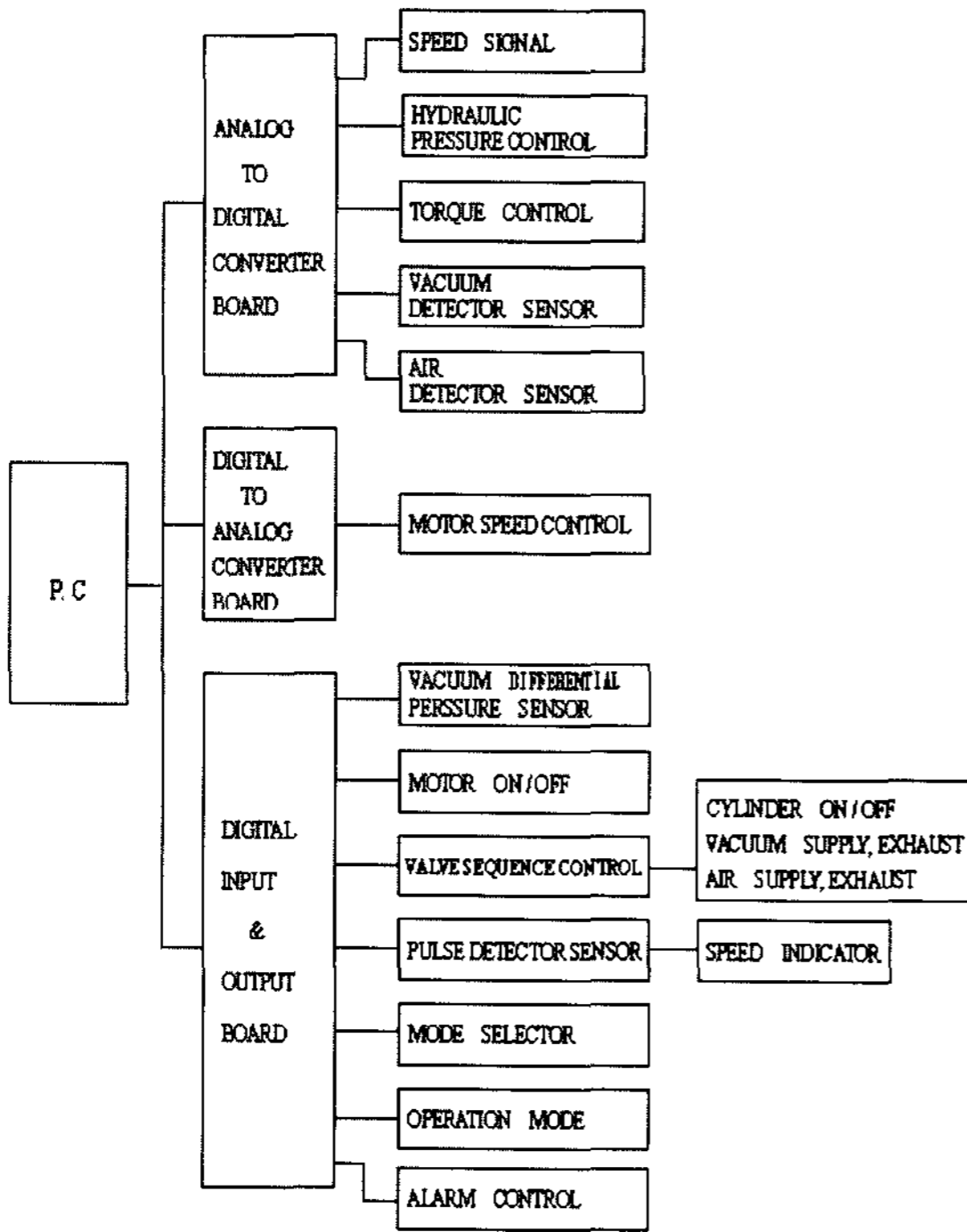


Fig. 6 Schematic diagram of the integrated control system

다. 또한 데이터 처리속도의 고속화(샘플링) 및 고분해능화로 인하여 실시간 동안 많은 시그널 입, 출력 처리가 가능하며, 이에 부가하여 실시간 계측의 그래픽처리 및 개방된 시스템 구조로 인하여 다른 소프트웨어나 타 주변기기 시스템과의 연계 등에 있어서 많은 장점을 가진다. 구조 역시 프로그래머블 콘트롤러는 중앙집중적인 입, 출력 기능을 탑재하여 복잡하고, 비용이 많이 드는 배선구조에 따른 많은 수행시간이 요구되나, 컴퓨터를 사용함으로써 수행 시간을 대폭 단축할 수 있었다.

무엇보다 중요한 장점은 사용자의 프로그램 수정을 통하여 편리하게 여러 가지 시험조건을 다양하게 바꿀 수 있어, 보다 유연한 성능 테스트가 가능하다는 점이다. 또한 시험모드를 자동과 수동으로 나누어 제동 장치 제품 시험조건 및 결과에 대하여 연속 또는 반복 시험을 행하여 제품이 차량에 미치는 영향 등을 광범위하게 찾을 수 있도록 하였다.

3.2 모터의 속도제어

효과적인 성능시험을 위해서 구동모터의 속도를 여러가지로 가변속해야 한다. 실제 본 성능시험기

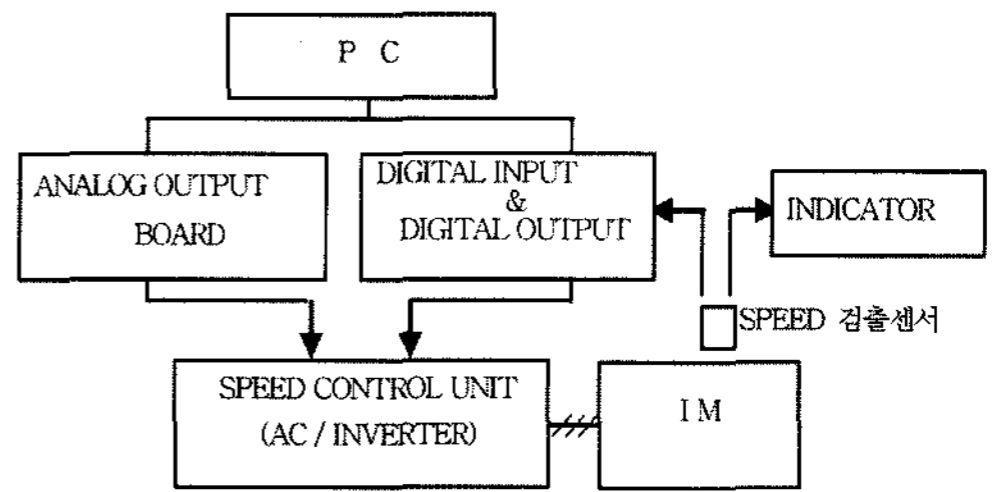


Fig. 7 Block diagram of motor speed control

에서 사용된 회전수는 10 rpm에서 800 rpm이며, 이를 폴리비 1:0.45로 구성하였다.

본 개발에서는 일반 유도전동기를 사용하고, 제어특성 및 성능이 뛰어난 공간 벡터 기술을 적용한 벡터 인버터를 적용하여 보다 다양한 제어가 될 수 있도록 하였으며 모터의 속도제어는 Fig. 7에서와 같이 구성하였다.

각 시험모드에 따라서 입력 및 출력기능 모듈, 속도설정저항기, 아나로그 변환기를 이용하여 설정된 속도의 지령을 모터의 인버터에 입력하여 모터를 설정된 회전속도로 회전하도록 한다. 또한 지정된 속도를 일정시간 동안 유지할 수 있도록 기능을 부가하였고, 정확한 속도제어를 위하여 속도 피드-백 제어를 수행한다.

이와 같은 속도제어 방식은 모터의 속도를 정확히 제어할 수 있고, 프로그램상의 속도유지 시간을 조정하고, 또한 패턴 속도제어 기능을 부가하여 시험에 필요한 속도제어 모드를 구성하여 유연한 속도제어가 가능하게 하였다. 이는 수동모드에서 연속적인 회전수 변화를 줄 수 있도록 하여 운용자의 편의를 도모하였다.

3.3 시스템 시퀀스제어

본 시험기에서 시험공정은 솔레노이드 밸브의 온/오프 및 디지털 입, 출력 기능제어 스위치의 상태 파악 시퀀스에 의하여 각 시험모드별 제어가 실시된다.

온/오프 제어는 32개의 독립차단형 입력 채널과 출력채널을 제공하는 플러그-인 방식의 입,출력 보드를 이용하여 제어요소를 시험요구 조건에 맞게 제어하였다. 또한 각종 스위치나 센서와 연결이 용이하게 37핀 플레이트 케이블로 연결 가능한 터미날

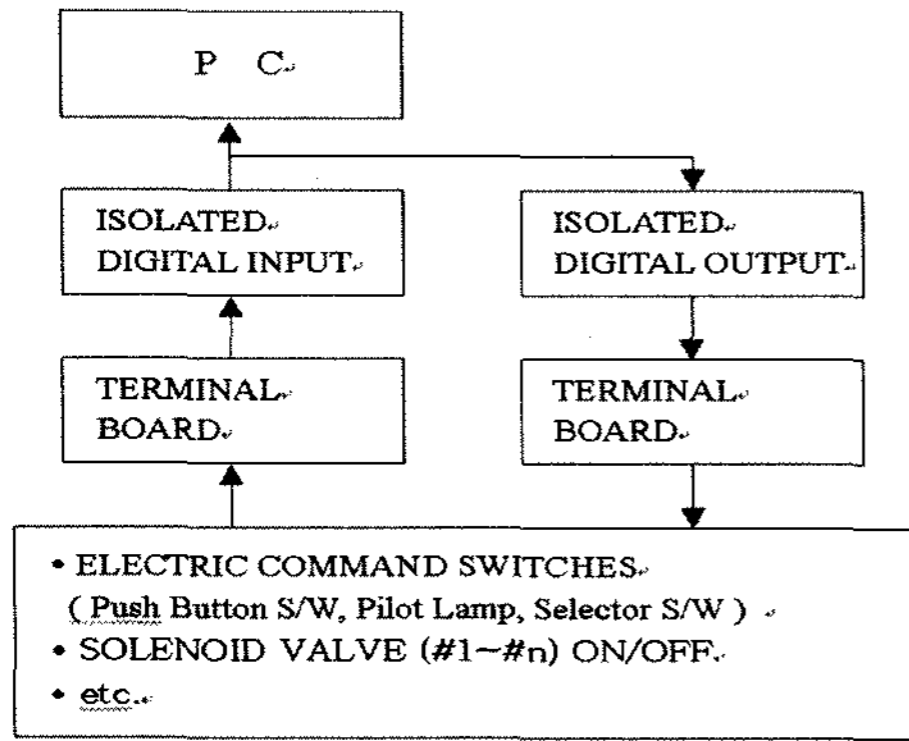


Fig. 8 Block diagram of system sequence control

보드를 채용하여 편리하고 안정적인 신호처리를 구축하였다. 그 제어 방식은 Fig. 8과 같다.

3.4 알람제어 및 자가진단제어

본 시험기는 주 구동모터 과부하, 모터의 이상속도, 벡터 인버터 트립 등 설비의 상태에 알람신호를 부과한다. 이와 같은 알람시스템의 제어구조는 Fig. 9와 같다.

설정된 알람 조건의 각 시그널의 응답을 확인하여 시험기의 이상유무를 확인하고 이를 시험 운용자에게 부저나 컴퓨터 화면에 메시지로 알려준다. 또한 시험기의 주 특징은 자가 진단 기능을 구축하여 액츄에이터와 센서의 시그널 입,출력 상태 여부를 디지털 입력 및 출력 시그널 상태를 통하여 정확하게 동작하고 있는지 여부를 확인할 수 있으며, 알람 발생시 또는 화면 메시지 표시가 될 경우 시험 운용자에게 전달하여 원활한 시험기 운용을 할 수 있도록 하였다.

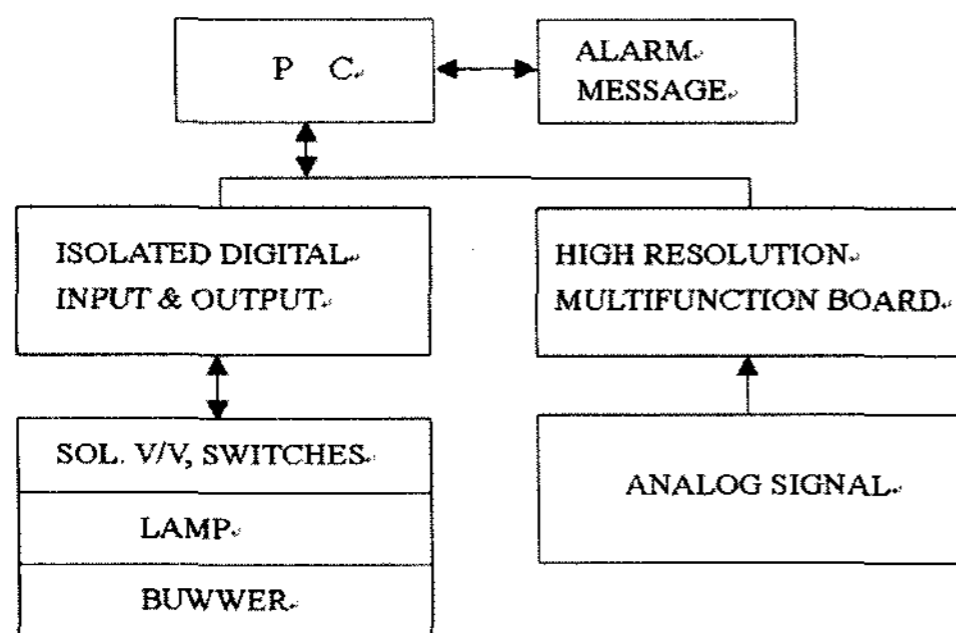


Fig. 9 Block diagram of warning and self-compensation control

3.5 판정

판정은 압력, 회전수, 가압조건, 토오크, 기타 등을 각 시험모드별 조건을 차례로 부여하여 테스트함으로써, 최종적으로 제동장치 (캘리퍼 조립군)의 회전수 대비 토오크의 변화량(드래그 토오크)을 측정 후 제품의 성능을 판정할 수 있도록 구성하였고, 소정의 판정기준 (브레이크 시스템 메이커 요구조건)을 설정하여 입력된 데이터를 기준하여 요구조건 범위 내에 만족하면 정상제품으로 판정하게 된다. 판정의 정확성, 신뢰성을 확보하기 위하여 측정 센서에 대하여 정부공인교정기관(한국표준과학연구원)에 교정을 의뢰하는 과정을 거치도록 하였다.

한편 본 시험기의 사용 시 사용자는 시험 전에 시험 하고자 하는 항목에 맞도록 디스크 로터에 캘리퍼를 장착하여 시험단계에 따른 판정기준을 설정하여야 한다. 이를 위하여 본 시험기에서는 보다 편리하고 정확하게 보정을 수행하기 위하여, 풀다운 메뉴로 구성된 별도의 보정 프로그램을 구성하여 프로그램의 지시에 따라 값을 입력하도록 하였다. 이는 주 계측 제어 프로그램과 연결되어 사용자가 설정한 시험조건에 따라 구동되고 제품의 성능을 판정하게 된다.

3.6 측정시스템

데이터의 획득은 주로 압력, 토오크, 회전수에 대하여 이루어지며 Fig. 10과 같은 구조로써 표현할 수 있다.

압력에 대한 데이터 획득은 유.공압 라인 상에서 장착된 전용 센서들을 이용하여 데이터를 획득하고, 토오크는 회전하는 물체의 연속적인 토오크 및 회전수 측정이 동시에 가능한 회전형 타입의 토오크 센서를 이용하여 데이터를 획득하게 된다.

이 때 데이터 시그널에 대하여 증폭기로 증폭시키고 아날로그 신호 변환기를 통하여 컴퓨터로 전달하는 구조로 이루어지며 컴퓨터에서는 그래픽 화면상에 획득된 데이터를 디지털 값으로 표현하고 동시에 그래프로써 나타내고, 각 시험모드에 의해 제품의 성능을 평가하게 된다. 또한 측정된 데이터는 파일로 저장되어 언제든지 데이터를 조회할 수 있도록 하였으며, 프린터와 연결하여 출력할 수 있도록 하였다.

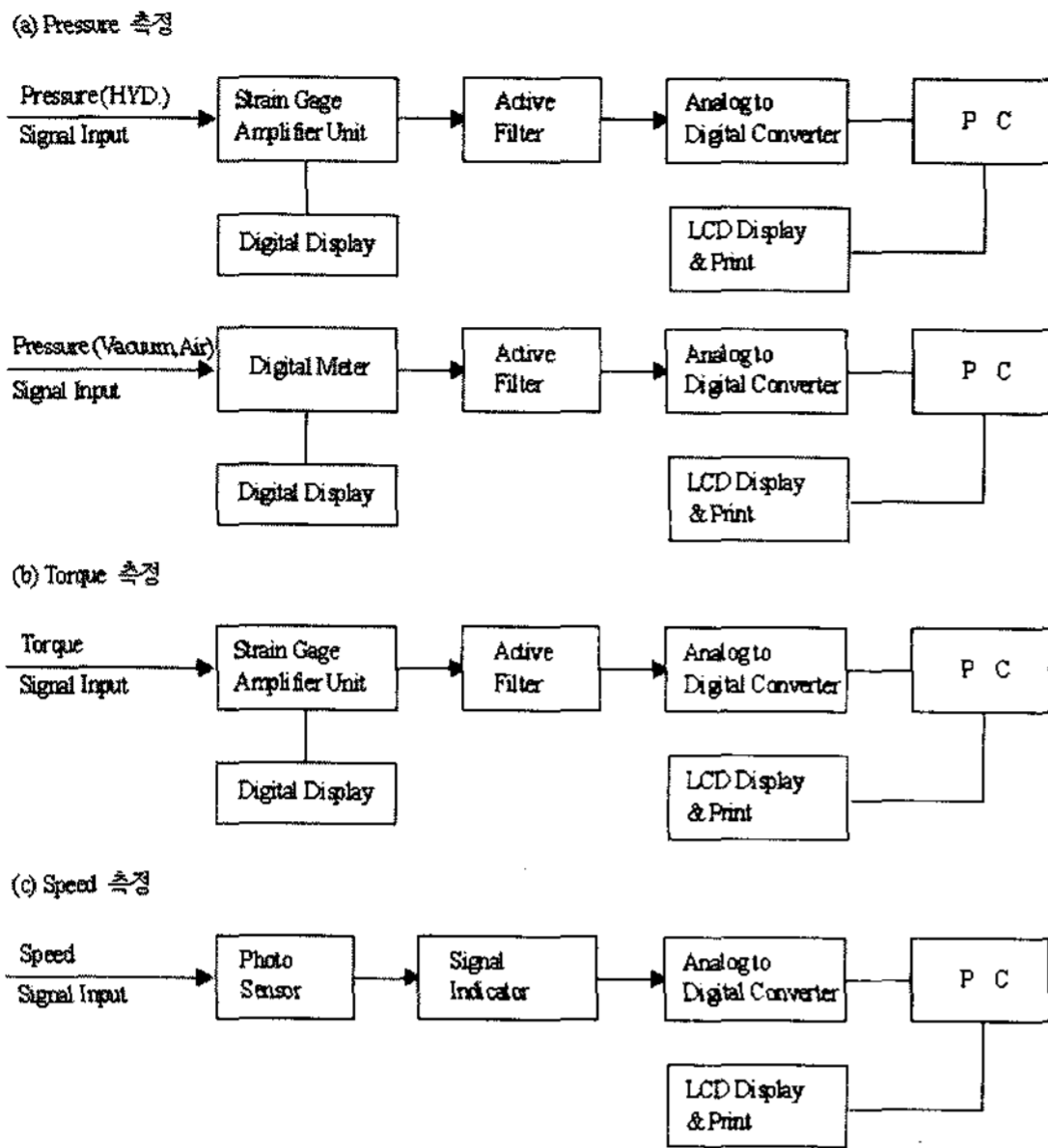


Fig. 10 Block diagram data acquisition system

이와 같은 방식은 데이터를 실시간으로 받아서 고속, 고분해능으로 다량의 데이터 처리를 할 수 있는 장점이 있으며, 데이터의 신뢰성 역시 매우 높다. 회전수는 통상적인 방법인 포토센서를 이용하여 카운터 방식으로 검출하고 외부 회전표시계를 통하여 회전수 표시 및 회전수 데이터를 출력하여 데이터 획득 시스템으로 전송하여 컴퓨터 화면상에 나타나도록 하였다.

4. 시험기를 이용한 제동장치 드래그 토오크 측정 및 시험

본 시험기는 브레이크 시스템의 하나인 캘리퍼 조립군의 브레이크 해제 후 남아 있는 드래그 토오크(잔류 토오크)를 측정하기 위한 기기이며, 각 시험 모드별로 액압, 가압횟수, 해제횟수, 가압시간, 해제시간, 안정시간, 회전방향, 속도, 측정횟수 등의 설정에 따라 압력 변화에 따른 드래그 토오크(잔류 토오크)를 측정하여 차종별 제품의 특성을 판정한다. 시험기의 주 외형은 Fig. 11의 (a)와 같다. 왼쪽이 제품을 장착하여 테스트하는 벤치이고, 오른쪽이 시험기 계측제어반으로서 시험기의 핵심 부분이다.

계측 제어반에서는 시험기에서의 모든 신호를 제어하고 시험상태를 평가한다. 공정이 시작되기 전

에 먼저 평가 제품을 취부하는 고정축, 드래그 토오크를 측정하는 회전축에 디스크 로터를 장착한 후, 측정하고자 하는 제품 즉 완제품의 캘리퍼 조립군을 고정축에 취부하여 회전축 디스크 로터와 캘리퍼 조립군의 토오크 멤버와의 중심부를 일치시킨다.

첫 단계로 마스터 부스터에 진공을 투입 및 작동을 하여 브레이크 마스터 실린더에 액압을 발생시킨 후 캘리퍼 실린더 내에 액압을 전달하여 에어 빼기를 실시한다. 이후 드래그 토오크를 확인하기 위하여 요구액압을 지정횟수 반복 가압 및 해제를 실시한다. 지정횟수 가압 해제 후 지정시간 동안 안정을 유지시킨 후 지정속도로 정방향 또는 역방향으로 회전을 실시한다. 이때 디스크 로터의 회전을 지정회전수 만큼 실시하여 1회째 회전 시 드래그 토오크부터 10회째 회전 시 드래그 토오크를 각각 측정하여 1회째와 10회째의 드래그 토오크량으로 제품의 특성을 평가한다. 참고로 Fig. 12의 시험성적서 내용과 같이 1회째의 드래그 토오크량 보다 10회째의 드래그 토오크량이 적어야 한다. 이때 2회째부터 9회째까지 측정된 드래그 토오크는 제품 각부(기능)에 미치는 성능변화 영향에만 활용한다. 결과로 1회째의 드래그 토오크량보다 10회째의 드래그 토오크량이 적어야 한다. 왜냐하면, 회전수에 따라 드래그 토오크가 크면 클수록 제동장치의 제동력 저하 및 패드 조기마모, 패드와 디스크 로터에 과도 온도발생 등의 문제점이 발생하기 때문이다.

각 시험모드별 측정 패턴 화면은 Fig. 13과 같다. Fig. 13의 (a)는 드래그 토오크 관리기준인 10회전일 경우 정격 토오크 25kgf·cm이하로 관리하는 기준에서 볼 때, 정상적인 패턴 화면이며, (b)화면은 정격 토오크 25kgf·cm 이상의 패턴 화면으로 드래그 토오크가 증가되는 것을 보여주고 있으며, (c)화면은 고속 시 디스크의 떨림량 (Run-Out) 또는 차량의 진동으로 인해 드래그 토오크는 점점 감소하는 상태를 보여주고 있다.

따라서 본 시험기에서는 Fig. 12 및 Fig. 13과 같은 흐름선도에 따른 시험뿐만 아니라 유연한 프로그래밍에 따른 다양한 시험모드를 변경할 수 있어 그 사용범위가 넓다고 할 수 있다. 전체 시험평가 공정시간은 약 15분 정도이며, 시험모드 조건에 따라 변화가 가능하다.



(a) Main unit for test (b) Torque measurement unit

Fig. 11 Photograph of the developed test machine

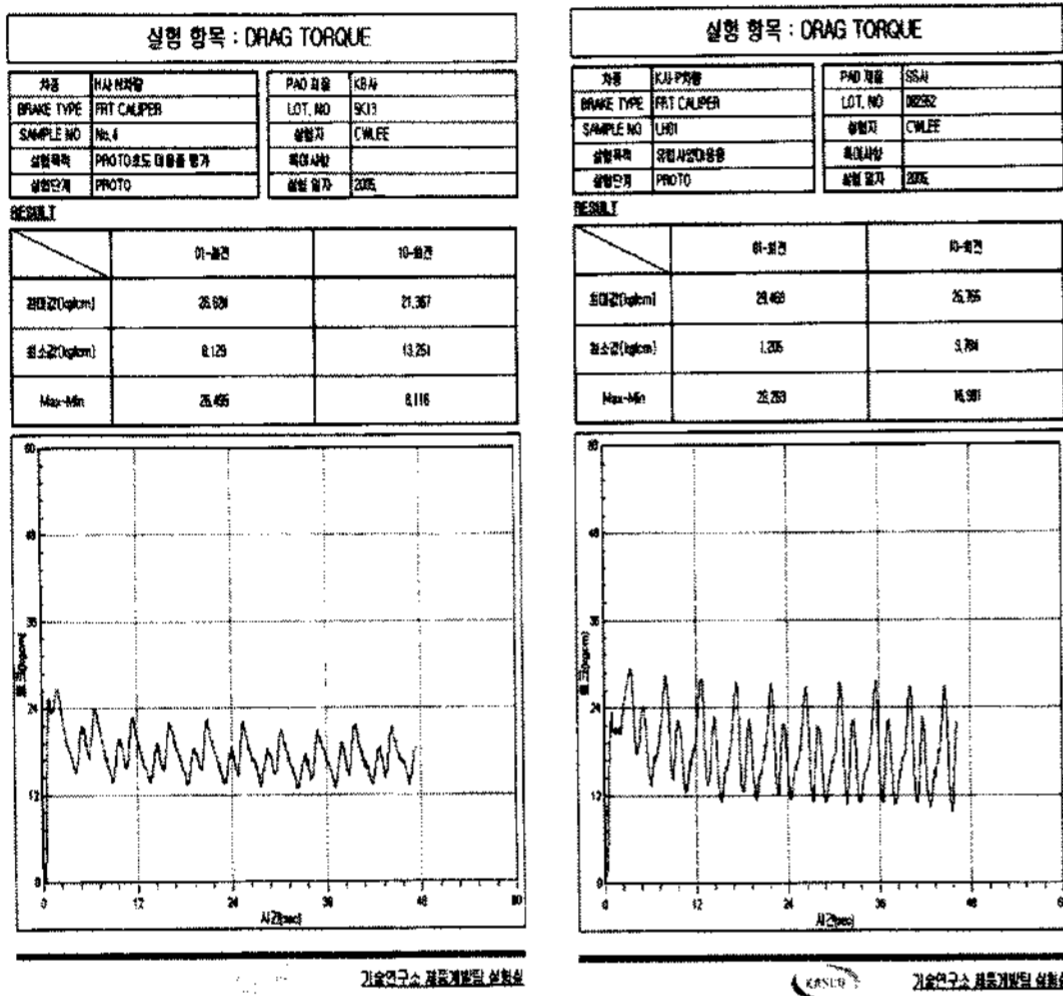


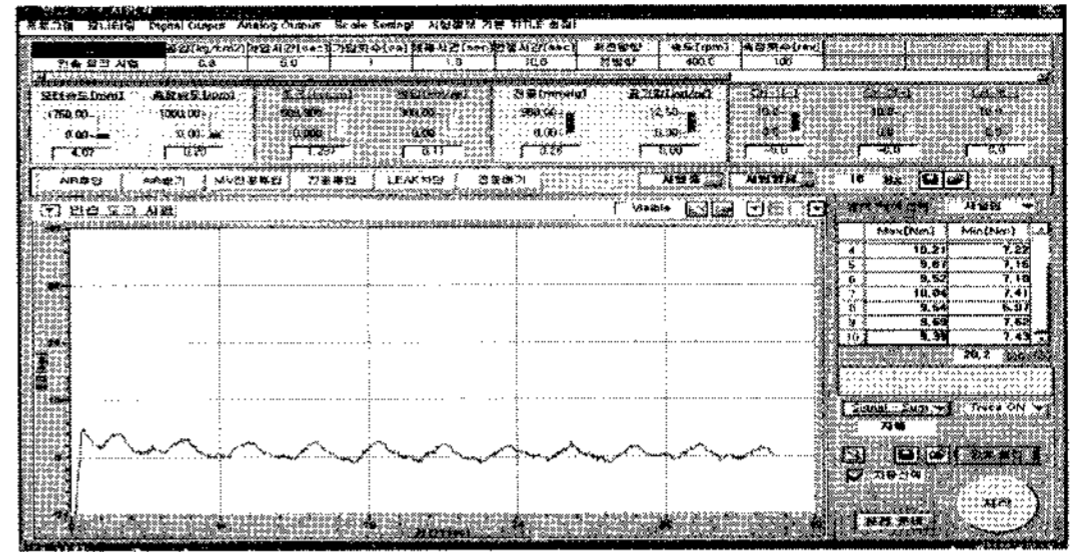
Fig. 12 Drag torque outputs of the K-company R/D

5. 결론

현재 자동차 제동장치 설계에 있어서 가장 중요한 인자의 하나인 드래그 토크 측정 및 시험에 대하여 이론적 근거에 따른 마땅한 전용 자동 성능시험기 없이 수동적 측정 및 시험에만 의존하여 평가를 시행하다 보니 제품의 품질 신뢰성 확보에 상당히 문제가 야기되어 왔던 것이 현실이다.

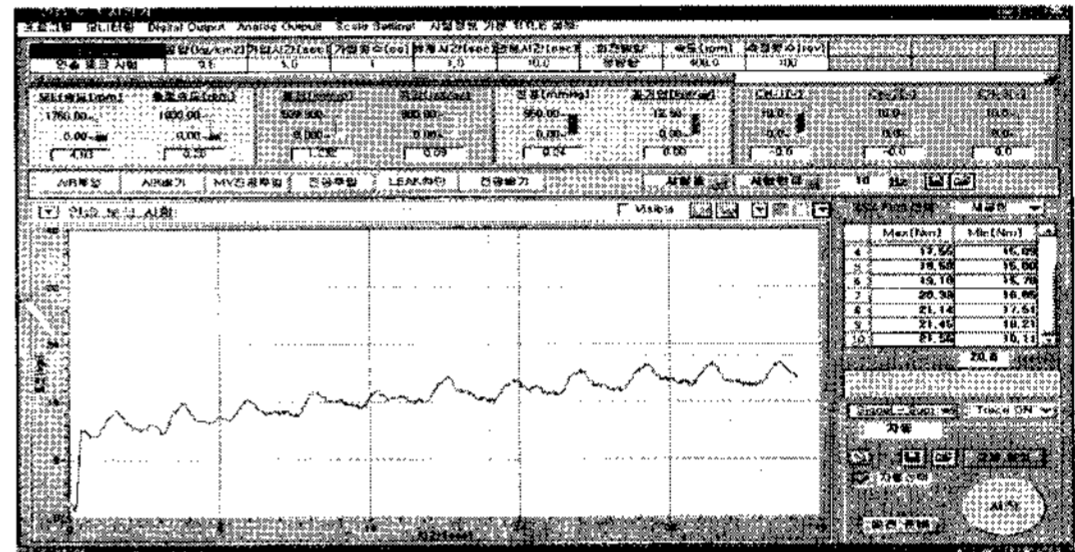
그러나 요즘에 와서 이러한 드래그 토크에 대한 시험 및 측정의 중요성을 인식하여, 제품을 평가하는데 있어서 본 자동성능시험기 개발이 매우 유용하게 사용될 수 있으며, 국내 제동장치의 설계 및 개발에 커다란 도움을 줄 것으로 기대 된다. 이의 개발에 대해 다시 정리하면 다음과 같다.

1) 본 시험기는 제동장치 (캘리퍼) 시험에 관련된 부분을 전체적으로 자동화, 시스템화 하여 단시간에 원하는 자료를 획득할 수 있어, 시간 및 노



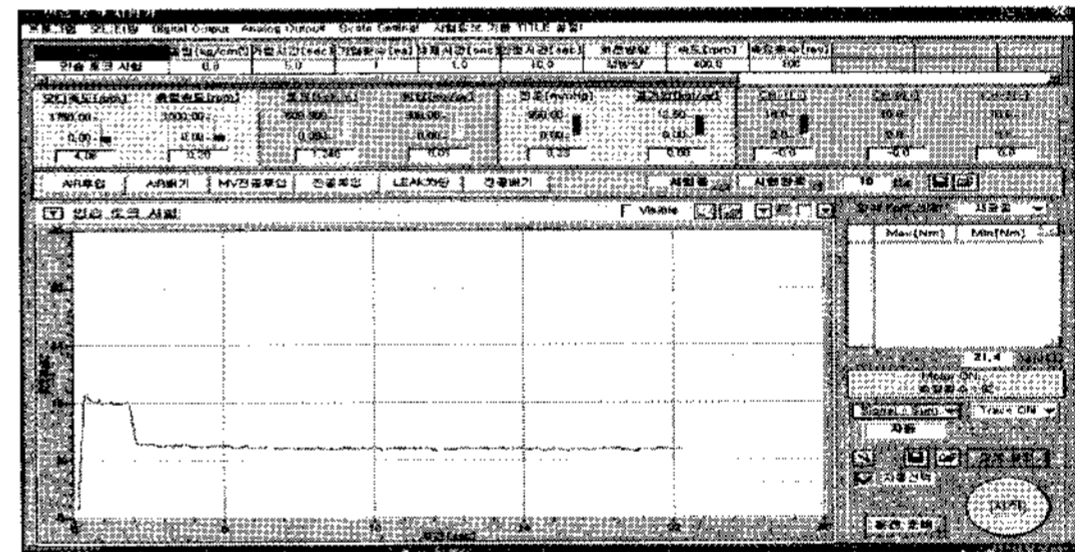
(a) Drag torque pattern - 1

(Drag torque reduction by RPM increase)



(b) Drag torque pattern - 2

(Drag torque increase by RPM increase)



(c) Drag torque pattern - 3

(High speed drag torque pattern in 800rpm)

Fig. 13 Schematic diagram of the testing process

- 1) 동력의 절감을 꾀할 수 있었다.
- 2) 제동장치 성능 측정을 위한 각 시험모드별 작동을 위하여 모터의 회전수 및 각 제어요소의 컨트롤 기능 제어를 컴퓨터를 통하여 효과적으로 제어할 수 있었다.
- 3) 본 시험기에서 데이터 측정에 따른 계측제어 알고리즘을 표준화하여 이와 유사한 성능 시험기에도 응용이 가능할 수 있도록 하였다.
- 4) 본 시험기에 의해 제동 장치의 브레이크 작동시 드래그 토크 측정이 가능하여 이에 따른 제품 제작 설계기준을 확립할 수 있었다.

후 기

본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

References

- 1) H.-C. Anwana and H. T. Chang, "Analysis of Brake Caliper Seal-Groove Design," Delphi Automotive System Internal Report SAE-2002-01-0927, 2002.
- 2) W. Ernst, "Oil Hydraulic Power and Its Industrial Application," 2nd edn, McGraw-Hill, 1960.
- 3) C. S. Kong and T. I. Yeo, "A Study on Fade Analysis of an Automotive Disk Brake," Journal of Engineering Research, Vol.29. No.2, pp.591-604, 1998.
- 4) S. M. Yang, S. H. Nam, Y. J. Lee and Y. K. Kim, "A Study an Common Rail Fuel Injection System of DME Engine (Developments of Vaporization Suppression Equipment)," Journal of the KIER, 2001.
- 5) 油壓機器出荷 についての 規模別機種別容量別 分析報告書, 日本油壓工業會, 1985.
- 6) 伊澤計介, 自動制御入門, オ-ム社, 1963.
- 7) 小郷, 美多, システム 制御理論入門, 實教理工學全書, 1982.