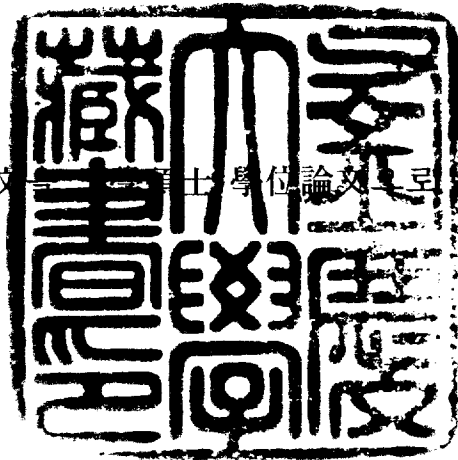


工學碩士 學位論文

吸氣管 壓力을 이용한 自動制御
브레이크 裝置에 관한 研究

指導教授 金 亨 資

이 論文은 工學碩士學位論文으로 提出함



2002年 2月

釜慶大學校 産業大學院

機械設計學科

徐 仁 哲

이 論文을 徐仁哲의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2001년 12월 15일

主	審	金 榮 大
委	員	具 永 必
委	員	金 亨 資



목 차

Abstract	iii
Nomenclature	v
List of Tables	vi
List of Figures	vii
1. 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구동향	2
1.3 연구목적	3
2. 이론적 배경	5
2.1 흡기관 압력의 특징	5
2.2 흡기 압력의 이용	8
2.3 브레이크 작동 원리	10

3. 실험장치 및 실험방법	13
3.1 실험장치 시스템 개요	13
3.1.1 포토 센서	16
3.1.2 솔레노이드 밸브	21
3.1.3 부스트 실린더	22
3.1.4 브레이크 페달	23
3.1.5 음성 시스템	26
3.2 전원 시스템	28
3.3 실험방법	29
4. 실험결과 및 고찰	31
4.1 주행속도의 영향	31
4.2 감지거리의 영향	33
4.3 고찰	35
5. 결 론	36
References	37

A Study on the Automatic Brake System driven by Intake Pressure

Suh, In-Chul

*Department of Mechanical Design
Graduate School of Industry, Pukyong National University*

ABSTRACT

A new automatic brake system has been studied and tested by using the automobile equipped with the experimental device. The device is consisted of photo sensors, solenoid valve, booster cylinder, and link for brake pedal and driven by intake pressure of the automobile engine. The purpose of the automatic brake system is avoiding the damages of material goods and injuries of people which may come from the automobile accident caused by a driver's mistake for not responding to any emergency situation relayed by the warning signal or the monitor

of the conventional automatic brake system.

The force acting on the brake pedal by intake pressure in the device is above 215N which is bigger than normal pushing force by men's foot, 147N and therefore big enough to activate the brake pedal. The forward and backward movement stop test results show that the device operates very well within distance error 20cm at automobile velocity 40km/h, 10cm at 30km/h, and no distance error below 20km/h respectively.

Nomenclature

A : piston area of the booster cylinder

A_j : component minimum flow area

A_p : piston area

P_c : cylinder pressure

P_I : intake pressure

P_{atm} : atmospheric pressure

ΔP_j : pressure drops in the intake system

$\overline{S_p}$: mean piston velocity

v_j : local velocity

ξ_j : resistance coefficient

ρ : density of the intake air

List of Tables

Table 1 Traffic accident statistics (I)	39
Table 2 Traffic accident statistics (II)	40

List of Figures

Fig. 1 Pressure losses in the intake system of a 4–stroke spark– ignition engine	7
Fig. 2 Instantaneous pressures in the intake and exhaust manifolds of a 4–stroke spark–ignition engine, at wide–open throttle	8
Fig. 3 Schematics of the booster cylinder	9
Fig. 4 Schematic diagram of the automatic brake mechanism	11
Fig. 5 Outline of the automatic brake system	12
Fig. 6 Component descriptions of the automatic brake system	14
Fig. 7 Assembling layout of the automatic brake device	15
Fig. 8 Outline and dimensions of the photo–sensor	16
Fig. 9 Control and output circuit of the photo–sensor	17
Fig. 10 Connection diagram of the photo–sensor	18
Fig. 11 Sensing mode and timing diagram of the photo–sensor	19
Fig. 12 Fitted appearance with the photo–sensor	20
Fig. 13 Fitted appearance with the solenoid valve	21
Fig. 14 Fitted appearance with the booster cylinder	22
Fig. 15 Schematics of the brake pedal	23
Fig. 16 Brake pedal fitted with a cable and a booster cylinder	24
Fig. 17 Connection details for the booster cylinder	25
Fig. 18 Block diagram of the announcing voice system	26

Fig. 19 Block diagram of the amplifier	27
Fig. 20 Electric power system	28
Fig. 21 Stop-test mode of the automobile equipped with the automatic brake device	30
Fig. 22 Slip distance for several velocities	32
Fig. 23 Sensitivity of the photo-sensor	33
Fig. 24 Photo-sensor test at stop condition	34

1. 서론

1.1 연구의 배경

자동차는 1880년대 G. 다임러에 의하여 내연기관을 탑재한 자동차가 발명된 이후 인류가 문화 생활을 영위하는데 있어서 크게 공헌하여 왔다. 그러나 문명의 이기인 자동차가 운전 부주의나 브레이크 장치의 오작동 등으로 재난의 원인이 되어 사람의 생명을 빼앗아 가거나 장애인을 만들어서 당사자는 물론이거니와 주변의 많은 사람들도 불행한 삶을 살아가게 하는 경우도 있다. 1998년 1년 동안 경찰청 통계 교통사고를 보면 약 24만 건이던 것이 2000년 1년 동안 약 35만 건으로 증가되어 가고 있어 교통사고 예방이 절실한 시점에 와 있다. 1)

자동차는 현대 사회에서 필수적인 사람 및 화물의 운송 수단으로서의 그 지위가 확고하므로 운행의 중단보다는 자동차의 운행에서 발생할 수 있는 사고의 빈도를 줄일 수 있는 장치에 대한 연구가 필요하다.

특히, 대부분의 교통 사고는 자동차가 적시에 정차하지 못하여 발생하고 있으므로 운전 부주의나 돌발 사태를 감지하여 자동적으로 대응하는 브레이크 장치는 불의의 교통 사고를 감소시켜 인간의 귀중한 생명과 재산 보호에 크게 기여할 것으로 생각된다. 2), 3), 4), 5)

1.2 연구동향

자동제어 브레이크 장치에 관하여 국내 및 국제적으로 기존에 이루어진 연구 결과와 장치 등을 조사, 검토하였다. 먼저 우리 나라 자동차 업계의 선두 그룹인 현대자동차 산업연구소의 자동제어 시스템 개발연구팀의 내연기관 자동제어 연구원들과 의견을 교환하였고 특허청 홈페이지를 통하여 자동차 관련 정보를 검색하여 자료를 분석하였고 자동차 학회 논문집 등을 다 각도로 확인 검토하였다. 6), 7), 8)

종래의 자동차 후진에 관한 자동제어 브레이크 안전장치로서 감지 센서가 자동차 후미 범퍼에 부착되어 사람 및 물체가 발견될 시에는 비상 경보가 울리게 되어 있었고, 비상등이 켜지는 형태의 장치가 연구되어 있었다.

또 다른 자동제어 브레이크 장치에 관한 연구로는 자동차 후미에 몰래 카메라의 형태와 같은 장치를 장착하여 운전자가 실내에서 운전 중 후미의 상태를 모니터로 관측할 수 있도록 된 장치가 공개되어 있었다. 이와 같은 장치로는 브레이크가 기관의 가속 추진력을 급제동하여 자동차를 정지시키는 과정이 사람의 인위적인 감지 인식 방식에 준하게 됨으로 기존의 연구들은 자동제어 브레이크 장치와는 거리가 먼 연구이었다. 9), 10)

현대자동차 내연기관 산업연구실에서는 전자 회로도의 구성에 의한 감지 명령 출력을 연구 개발시켜 기화기로 통하여 흡입되는 연료를 일시 차단, 정지시켜 보려는 연구 노력이 활발하게 연구 진행되고 있음을 시사하였으나

아직까지 흡기관 압력을 이용한 자동제어 브레이크 장치에 관한 연구는 이루어지고 있지 않았다.

1.3 연구목적

본 연구의 목적은 기존의 자동차 제동장치에 필요한 메커니즘(mechanism)을 유용하게 새로운 각종 장치의 메커니즘으로 연구 개발 시킴으로써 순간의 운전 부주의로 인한 각종 인사 사고 및 교통사고를 막기 위하여 새로운 자동차 자동 제동장치를 연구개발하기 위한 것이다.

내연기관에서 연소를 위하여 흡입되는 공기의 압력, 즉 흡기 압력과 기계 구성을 위한 시스템(system)이 상호 작용하는 가운데서 어떤 새로운 기능을 발휘하는 메커니즘을 구성할 수 있는지의 관점에서 자동제어 브레이크 장치에 관한 연구를 수행하였다.

본 연구에 앞서 각종 장치를 구상 설계한 후 이를 설치하여 여러 경로의 실험을 실시하여 지금까지 도출되지 못했던 새로운 메커니즘, 즉 흡기관 공기의 흡입 압력을 이용한 자동제어 브레이크 장치를 창출하고자 한다. 이 장치의 특징은 자동차 기관 흡기의 부압에 의한 힘으로 브레이크 페달을 작동시켜 자동차를 정지시키게 한 것으로서 기존의 연구에 비하여 매우 독창적인 장치이다.

본 연구의 목적을 세부적으로 논한다면 첫째, 자동차의 운전 중 발생하는 각종 안전 사고를 브레이크 자동제어 방식으로써 방지하여 사람의 생명과 재산적 정신적 피해를 최대한 감소시키고자 하는 것이며 둘째, 내연기관의 흡기관의 압력을 이용한 브레이크 자동제어의 새로운 연구기술을 세상에 공개하여 한국 자동차학계와 세계 발명학계에 신지식을 공유하고자 함에 있다.

2. 이론적 배경

2.1 흡기관 압력의 특징

내연기관은 기관 내부에서 연료의 연소에 의하여 발생하는 열에너지를 지속적으로 기계적 에너지로 변환시키는 장치로서 연료를 연소시키기 위해서는 신선한 공기의 공급을 필요로 한다. 스파크 점화 기관은 공기와 연료의 혼합기를, 압축 점화 기관은 공기만을 각각 실린더 내로 흡입한다. 여기에서 흡입되는 기체를 흡기, 흡기가 흐르는 통로를 흡기관이라고 한다. 자연 급기 방식을 채택한 4-행정 기관의 경우에 피스톤이 하사점으로 하강하면 실린더 내의 압력은 대기압 이하로 감소되므로 외부로부터 신선한 공기가 실린더 내로 밀려들어오게 된다.

흡기가 배관, 챔버, 구멍, 밸브 등이 있는 흡기 시스템을 비정상 상태로 흐를 때 마찰력, 압력에 의한 힘, 그리고 관성력이 존재한다. 이러한 힘들의 상대적인 크기는 흡기 속도 그리고 통로 및 접합부의 크기와 형상에 의존한다. 흡기 행정 동안 실린더 내의 압력은 흡기 시스템 각 부분에서의 마찰 때문에 대기압보다 낮다. 이 때 압력손실은 속도의 제곱에 비례한다. 총 압력손실은 흡기 시스템 각 요소 즉, 공기 필터, 기화기, 스로틀, 매니폴드, 흡기구멍, 흡기밸브 등에서의 압력손실의 합과 같다. 피스톤이 최대 속도로 운동할 때 실린더 내의 압력은 대기압보다 10 ~ 20% 정도 낮아진다.

흡기 시스템의 각 요소에 대하여 베르누이 방정식을 적용하면 각 요소에서의 압력손실은 다음과 같다.

$$\Delta P_j = \xi_j \rho v_j^2 \quad (1)$$

여기에서 ξ_j 는 각 요소의 형상에 따라 결정되는 저항계수, ρ 는 흡기의 밀도, v_j 는 국부 속도이다. 흡기 흐름을 준-정상상태로 가정하면 v_j 는 다음과 같이 피스톤 평균속도 $\overline{S_p}$ 와 관련이 있다.

$$v_j A_j = \overline{S_p} \quad (2)$$

식(2)에서 A_j 는 각 요소의 유동 면적, A_p 는 피스톤 면적이다. 식(2), (3)을 이용하면 마찰에 의한 총 준-정상 압력손실은 다음과 같이 표현된다.

$$P_{atm} - P_c = \sum \Delta P_j = \sum \xi_j \rho v_j^2 = \rho \overline{S_p}^2 \sum \xi_j \left(\frac{A_p}{A_j} \right)^2 \quad (3)$$

여기에서 P_{atm} 는 대기압, P_c 는 실린더 내의 압력이다. 식(3)으로부터 압력손실을 감소시키기 위해서는 요소의 유동 면적을 크게 해야하며 또한 압력손실은 피스톤 속도에 종속적인 것을 알 수 있다. Fig. 1은 표준 4-행정 스파크 점화

기관에서 공기 필터, 기화기, 스로틀, 매니폴드를 통한 압력손실의 예를 보여 주고 있다. 기관 속도가 증가함에 따라 압력손실도 증가함을 알 수 있다. 2)

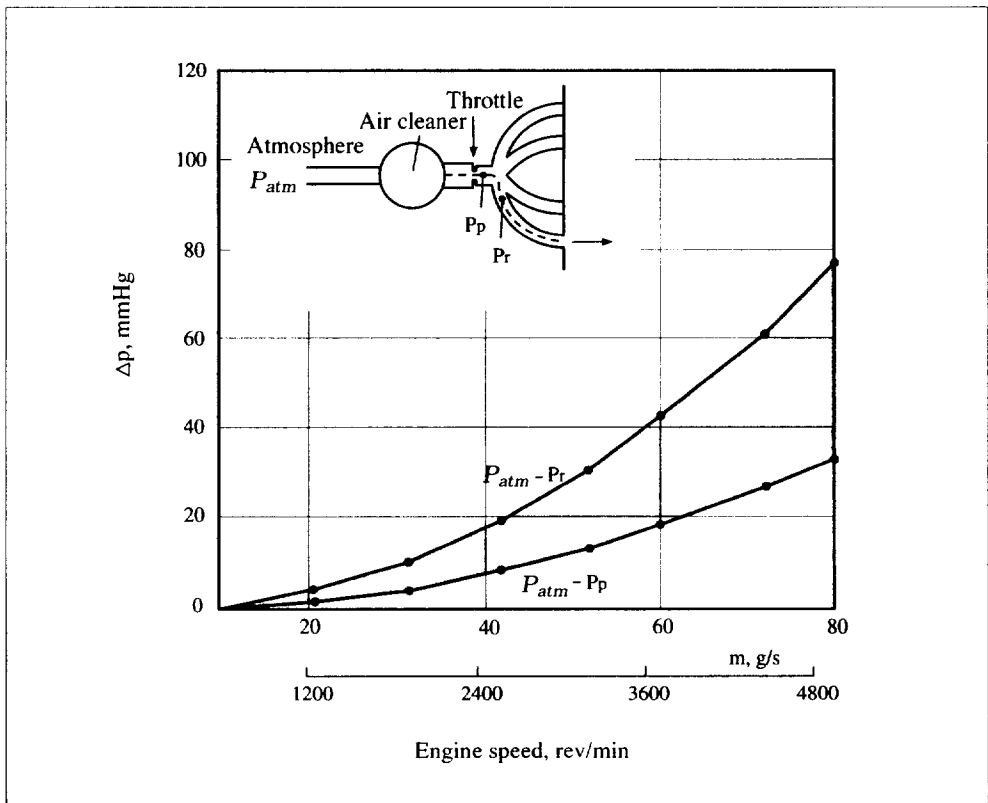


Fig. 1 Pressure losses in the intake system of a 4-stroke spark-ignition engine

2.2 흡기 압력의 이용

자동차 시동 시 기관으로 유입 공급되는 공기와 연료 질량의 이론적 혼합비는 약 15 : 1 이다. 스로틀을 전개하여 전부하 시 자동차용 4-기통 스파크-점화 기관의 흡기와 배기 시스템의 압력 변동의 예를 Fig. 2에 나타내었다. 압력 변동의 현상이 매우 복잡하다는 것을 알 수 있다. 기관 회전속도가 증가함에 따라 압력 맥동의 진폭은 현저하게 증가한다. 2)

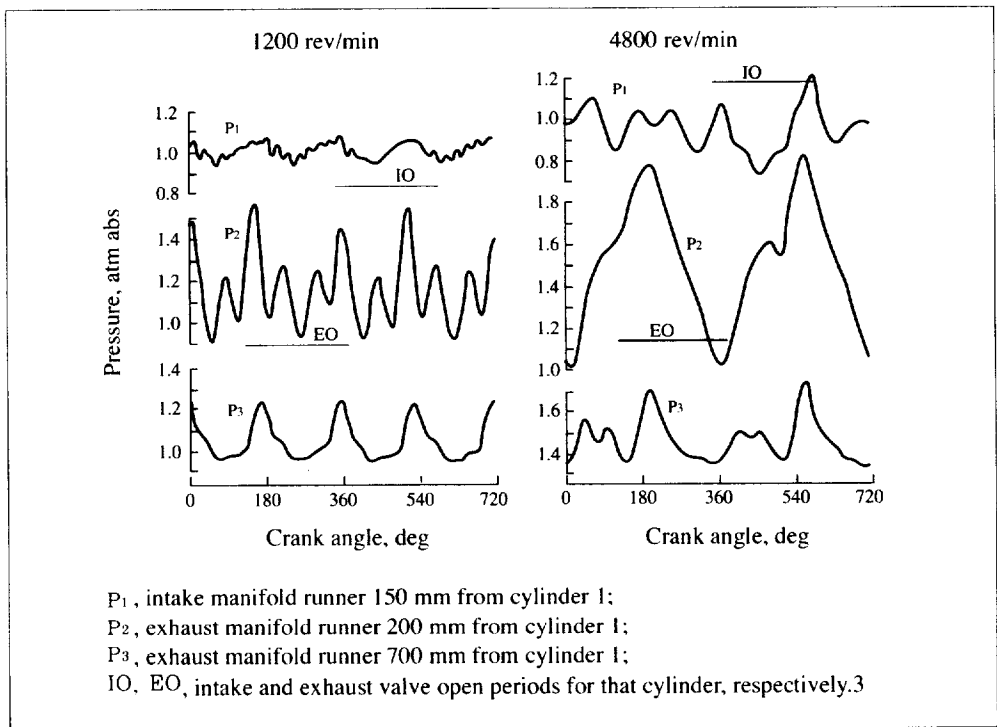


Fig. 2 Instantaneous pressures in the intake and exhaust manifolds of a 4-stroke spark-ignition engine, at wide-open throttle

한 주기동안 압력은 변동하지만 평균적으로 흡기관 압력은 대기압보다 낮으므로 부스트 실린더를 흡기관과 호스로 연결하면 힘을 발생시킬 수 있다. 즉, 자동차 기관의 흡기관 진공압을 P_1 , 대기압을 P_{atm} 이라고하면 부스트 실린더에서 생성되는 힘, F 는 식(4)와 같이 표현된다.

$$F = (P_{atm} - P_1) A \quad (4)$$

여기에서 A 는 부스트 실린더의 단면적이다. 압력차 $\Delta P = P_{atm} - P_1$ 은 정격운전 중에는 거의 일정하므로 실린더에서 생성되는 힘은 실린더의 단면적에 거의 비례한다.

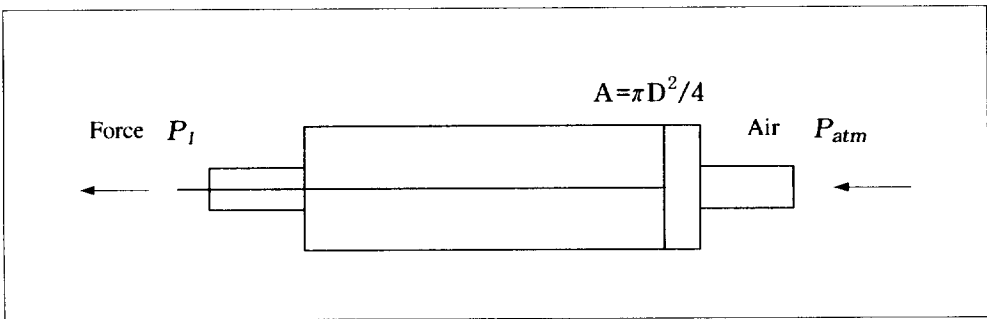


Fig. 3 Schematics of the booster cylinder

2.3 브레이크 작동 원리

Fig. 4 및 Fig. 5에 본 연구에서 제안된 자동제어 브레이크 장치에 대한 작동 원리를 도식적으로 표현하였다. 먼저 자동차의 앞 또는 뒤에 부착되어 있는 포토 센서가 물체를 감지하여 미소신호를 발생한다. 미소전류 증폭장치 및 컨트롤 박스는 포토 센서로부터 입력된 미소신호를 증폭하여 스위칭 신호를 발생한다. 스위칭 신호가 솔레노이드 밸브를 작동시키면 자동차 기관의 흡기관과 진공부스터 실린더가 호스로서 연결된 상태가 된다. 이때 흡기관의 진공압이 부스터 실린더에 작용하여 진공압과 대기압의 차이에 의하여 부스터 실린더의 피스톤을 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 왼쪽으로 움직이게 한다. 부스터 실린더의 피스톤 로드와 브레이크 페달은 와이어 케이블로 연결되어 있으므로 부스터 실린더의 피스톤이 움직이면 브레이크 페달이 당겨져서 자동으로 브레이크를 작동되게 한다.

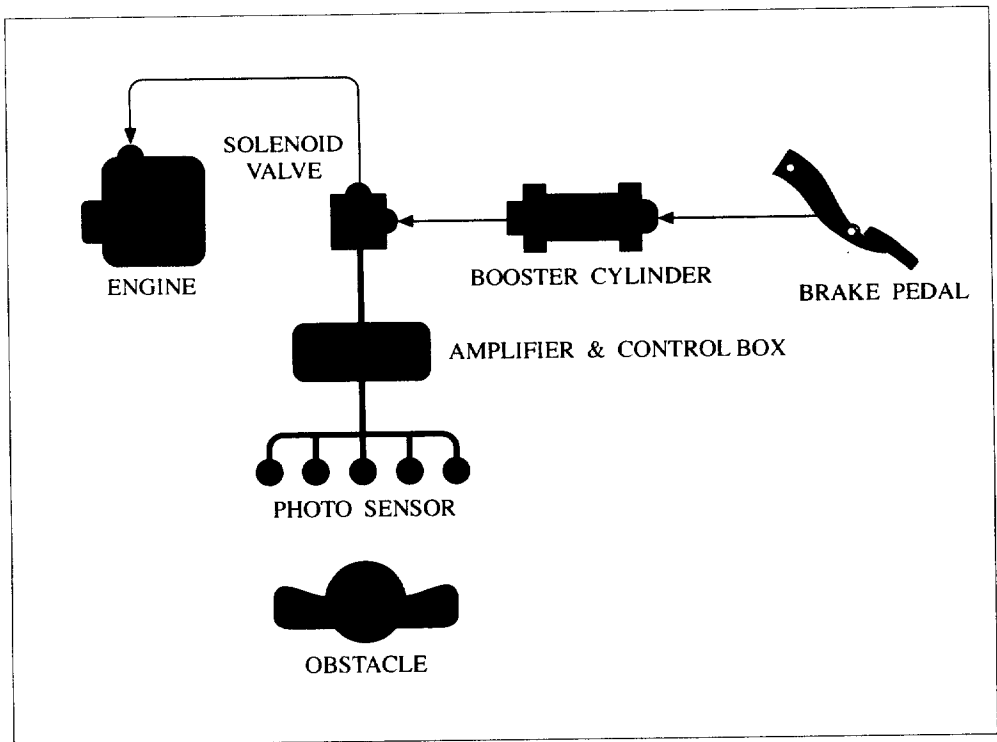


Fig. 4 Schematic diagram of the automatic brake mechanism

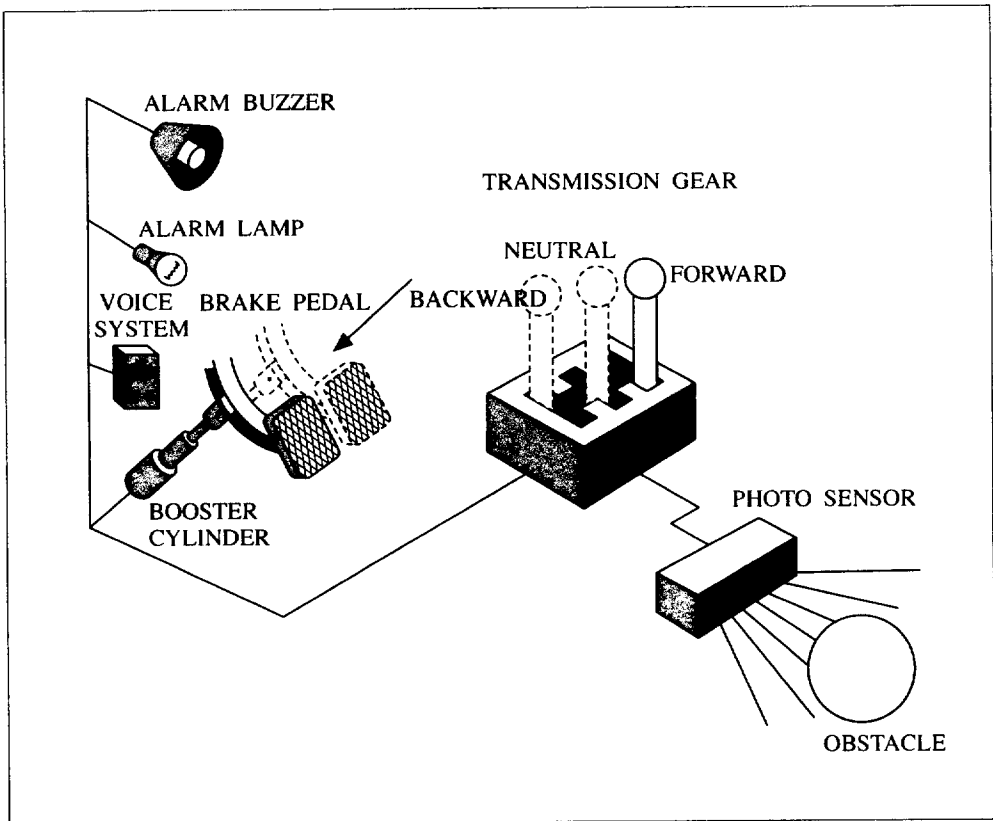


Fig. 5 Outline of the automatic brake system

3. 실험장치 및 실험방법

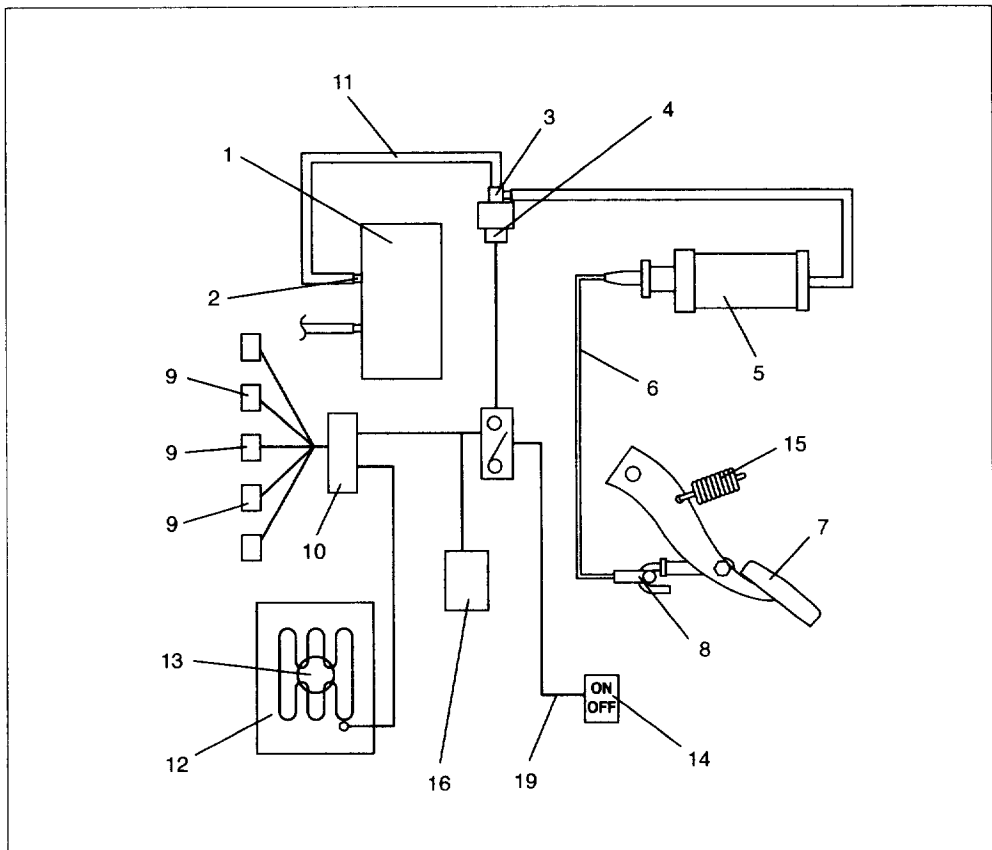
3.1 실험장치 시스템 개요

흡기관 압력을 이용한 자동제어 브레이크 메커니즘의 실험장치 개요를 Fig. 6에, 조립된 모습을 Fig. 7에 각각 도시하였다. 시스템에 대한 설명은 다음과 같다.

자동차 기관 보조 공기 유입구와 “T” 형 솔레노이드 밸브 사이에 유도호스 공기 유통관을 연결한다. “T” 형 솔레노이드 밸브 반대쪽으로는 부스트 실린더를 두고 그 중앙에도 유도호스 공기 유통관을 연결한다.

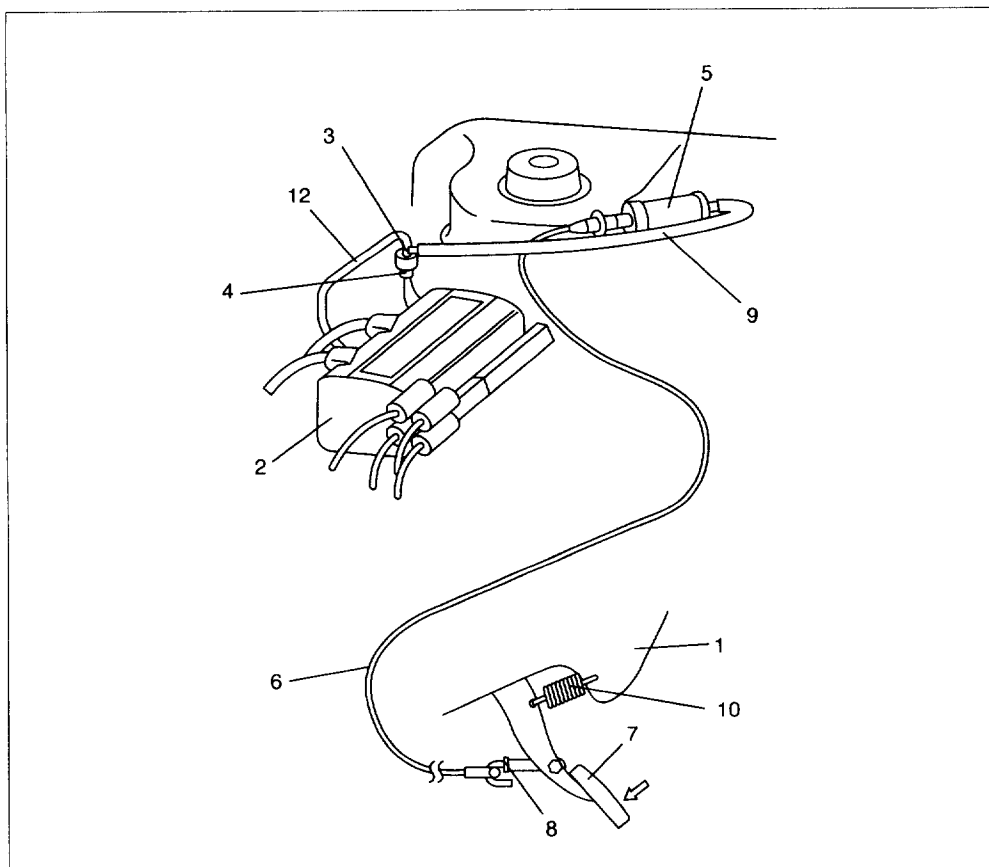
그리고 부스트 실린더 반대쪽으로 케이블을 연결하여 그 케이블 끝을 브레이크 페달 아암에 연결한다. 이와 같이 설치된 자동차를 직접 운행할 때 차량 외부에 설치되어 있는 포토 센서에서 장애물 수신 전자 신호가 들어오면 다음과 같은 과정으로 브레이크를 작동시킨다.

①물체(사람)→②포토 센서→③미소전류 증폭기→③솔레노이드 밸브→
④부스트 실린더→⑤케이블→⑥브레이크 페달



- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. ENGINE | 9. PHOTO SENSOR |
| 2. AIR INLET | 10. AMPLIFIER & CONTROL BOX |
| 3. "T"-TYPE SOLENOID VALVE | 11. SUCTION TUBE |
| 4. SOLENOID | 12. GEAR BOX |
| 5. BOOSTER CYLINDER | 13. SHIFT LEVER |
| 6. CABLE | 14. ON-OFF SWITCH |
| 7. BRAKE PEDAL | 15. SPRING |
| 8. LOADER | 16. VOICE SYSTEM |
| | 19 |

Fig. 6 Component descriptions of the automatic brake system



1. AUTOMOBILE BODY

2. ENGINE

3. "T"-TYPE SOLENOID VALVE

4. SOLENOID

5. BOOSTER CYLINDER

6. CABLE

7. BRAKE PEDAL

8. LOADER

9. SUCTION TUBE

10. SPRING

Fig. 7 Assembling layout of the automatic brake device

3.1.1 포토 센서

본 연구에 사용된 포토 센서는 적외선으로 빛을 발산하며 빛이 물체에 반사되어 돌아오는 응답 속도는 약 1ms 이며 물체 최대 감지거리는 2.5m 에서 최소거리 15cm 까지 반사 거리를 자유롭게 조정할 수 있는 포토 센서이다.

Fig. 8 ~ Fig. 11에 포토 센서의 외형도, 제어출력회로도, 접속도 및 동작 모드와 타이밍도를 각각 나타내었다. Fig. 12에 자동차에 포토 센서가 설치된 모습을 나타내었다.

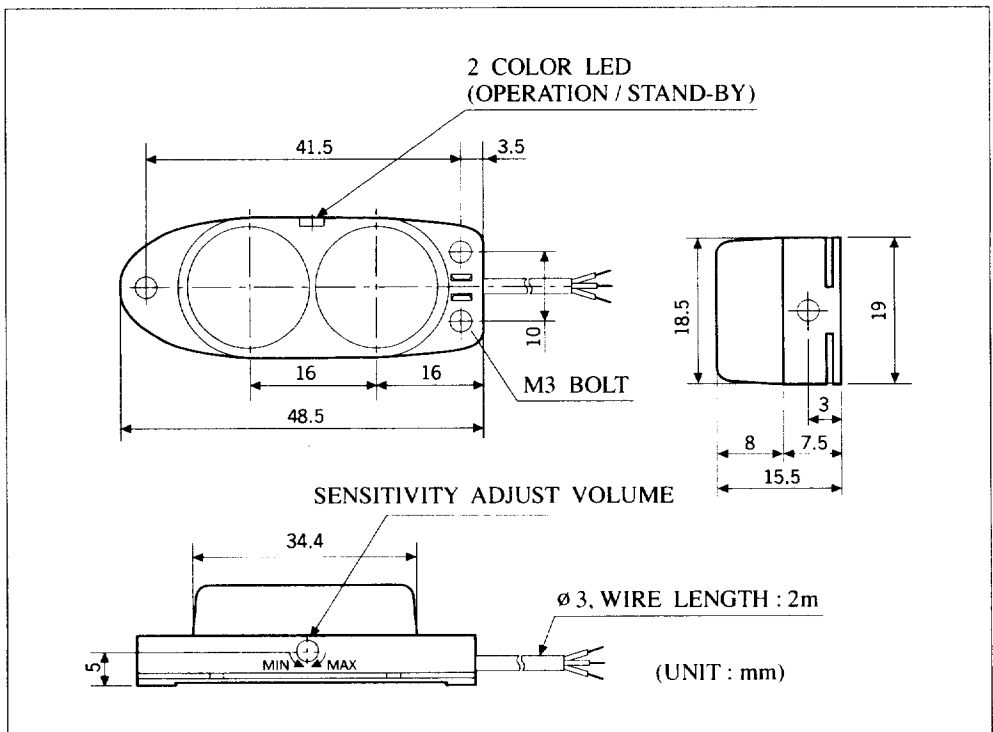


Fig. 8 Outline and dimensions of the photo-sensor

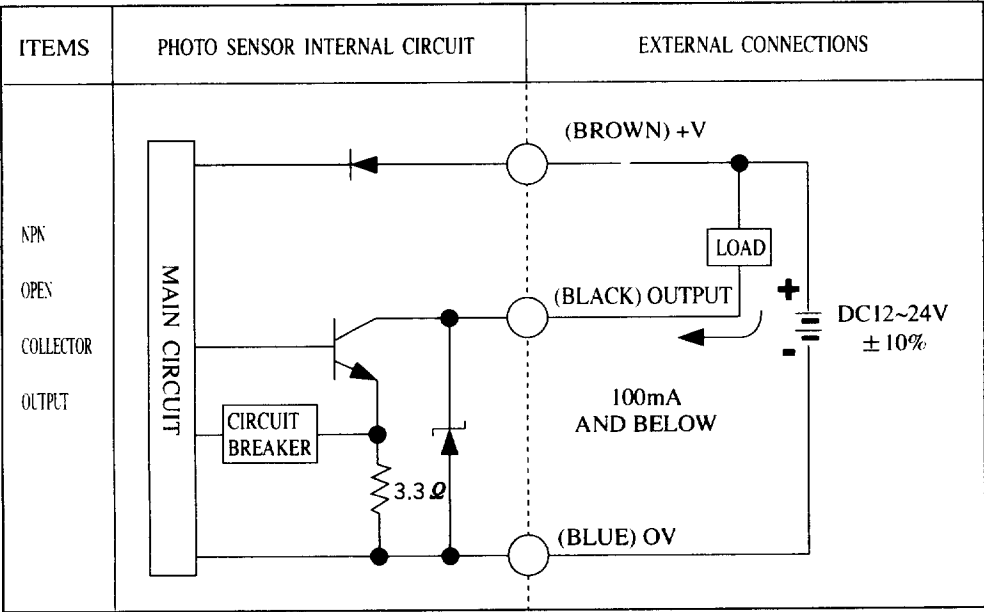


Fig. 9 Control and output circuit of the photo-sensor

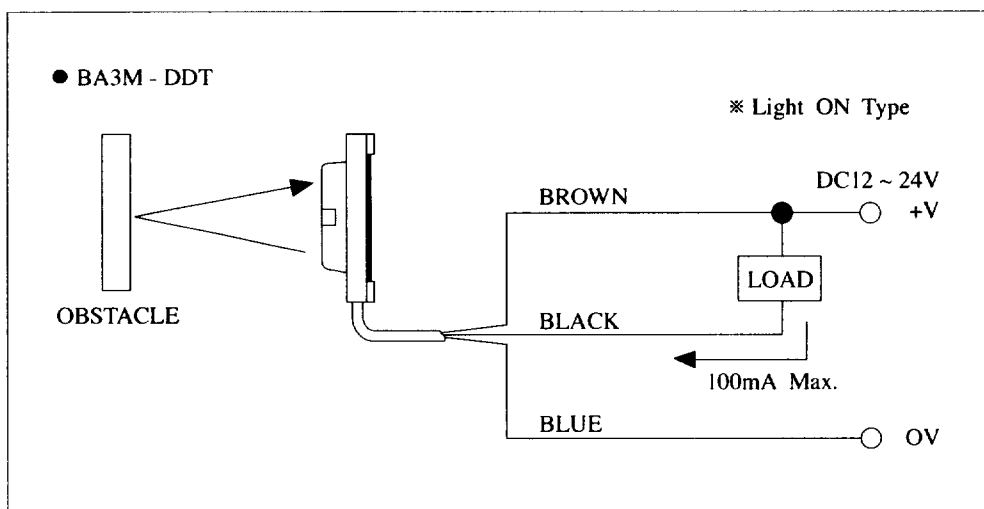


Fig. 10 Connection diagram of the photo-sensor

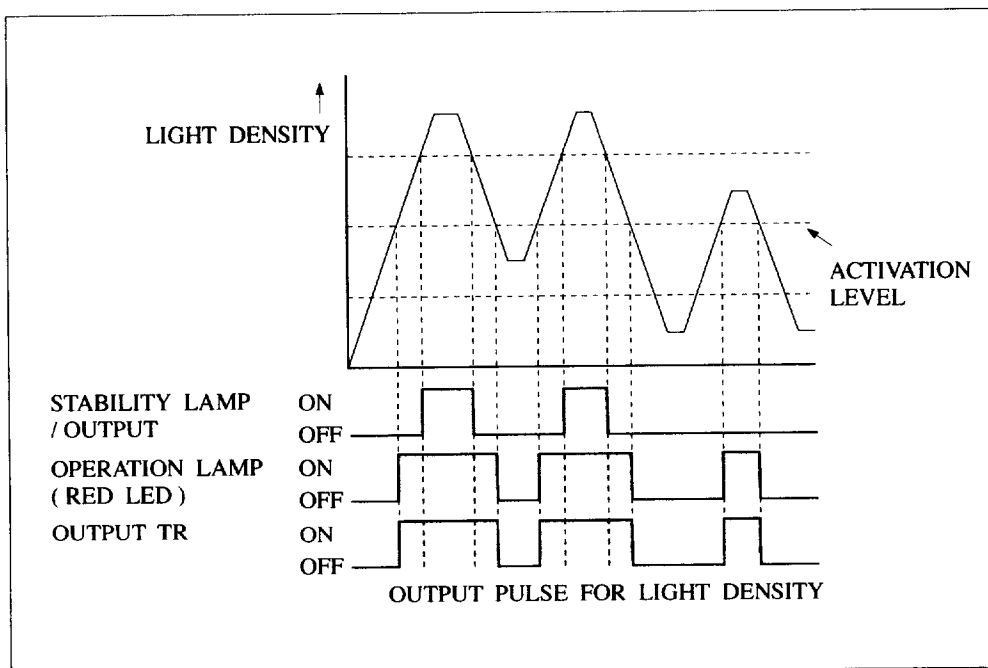


Fig. 11 Sensing mode and timing diagram of the photo-sensor



Fig. 12 Fitted appearance with the photo-sensor

3.1.2 솔레노이드 밸브

본 연구에 사용된 솔레노이드 밸브는 자동차 운전시 자동차기관의 흡기관과 부스터 실린더를 연결하는 호스를 개폐하는 역할을 수행한다. 솔레노이드 밸브는 공기압 브레이크가 작동하기 위해서 Fig. 13과 같이 엔진부에서 브레이크 페달부 사이에 설치되며 적외선 감지기가 빛을 발산하여 빛이 물체에 반사되어 돌아오는 순간 밸브가 동작되게 되어 있다.



Fig. 13 Fitted appearance with the solenoid valve

3.1.3 부스트 실린더

본 연구에 사용된 부스트 실린더는 Fig. 3에 도시된 바와 같이 주사기의 작용 특성과 같으며 기관 가동시 솔레노이드 밸브가 작동하면 공기가 흡입되어 피스톤 상면과 하면의 압력차에 의하여 부스트 실린더의 피스톤이 작동한다. Fig. 14에 자동제어 브레이크 장치에 설치된 부스터 실린더의 모습을 나타내었다.

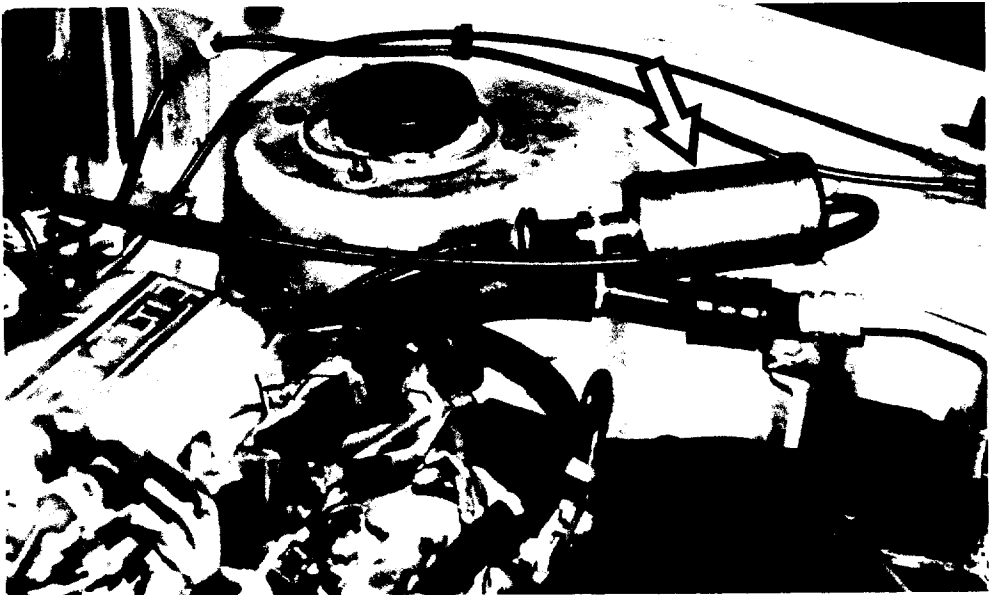


Fig. 14 Fitted appearance with the booster cylinder

3.1.4 브레이크 페달

Fig. 15에 브레이크 페달의 기능을 Fig. 16에 페달 및 관련부품의 연결상태를 각각 나타내었다. 엔진 가동 중 발생하는 공기의 흡입력을 이용하여 필요한 시기에만 브레이크(brake)를 잡아당기도록 한 자동 제동장치이다. 흡기매니폴드의 스로틀밸브 직후 흡입되는 공기구에 호스를 연결하고 솔레노이드 밸브 스위치에 호스를 연결한다. 그리고 밸브 반대쪽 호스는 부스트 실린더에 연결한다. 포토 센서의 물체 감지 명령에 의하여 솔레노이드 밸브 스위치가 작동하게 되어 부스트 실린더가 작동하게 된다.

이때 부스트 실린더가 잡아당기는 힘에 의해서 자동으로 브레이크를 제동하게 되는 장치이다. 기존의 브레이크 페달을 사람이 직접 밟는데 필요한 힘은 약 147N이 작용하고 있다. 14)

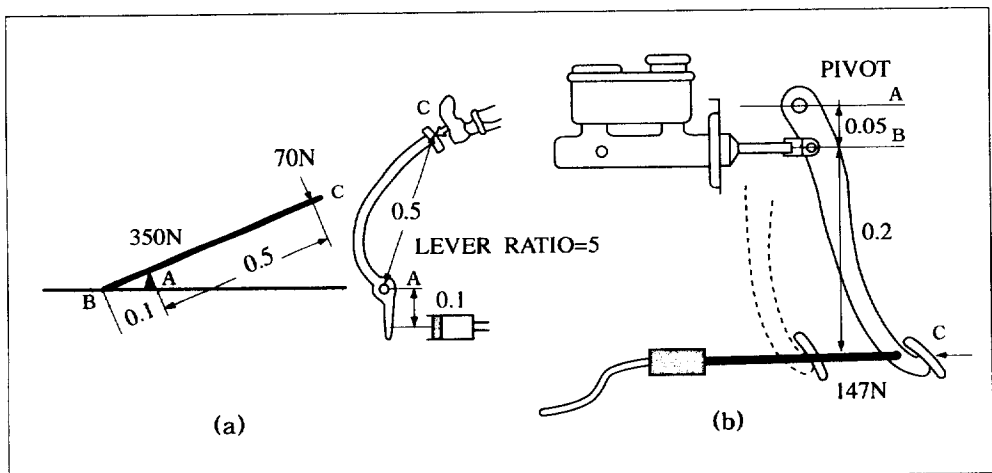


Fig. 15 Schematics of the brake pedal, m

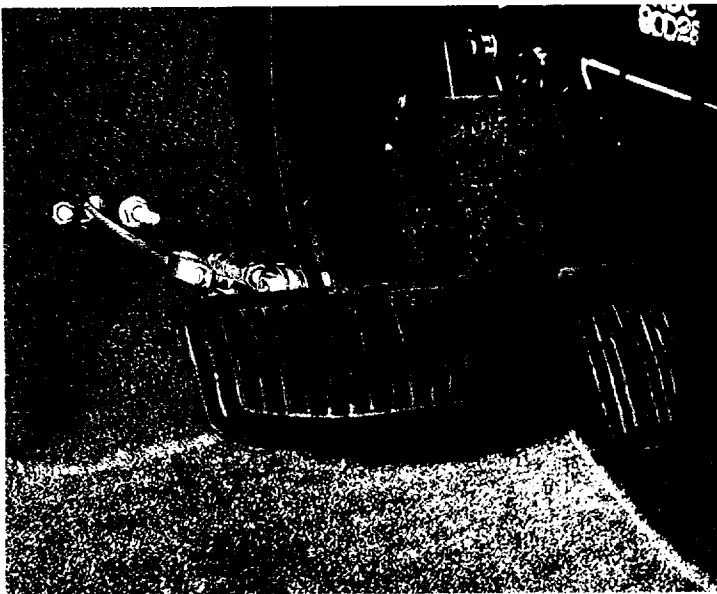
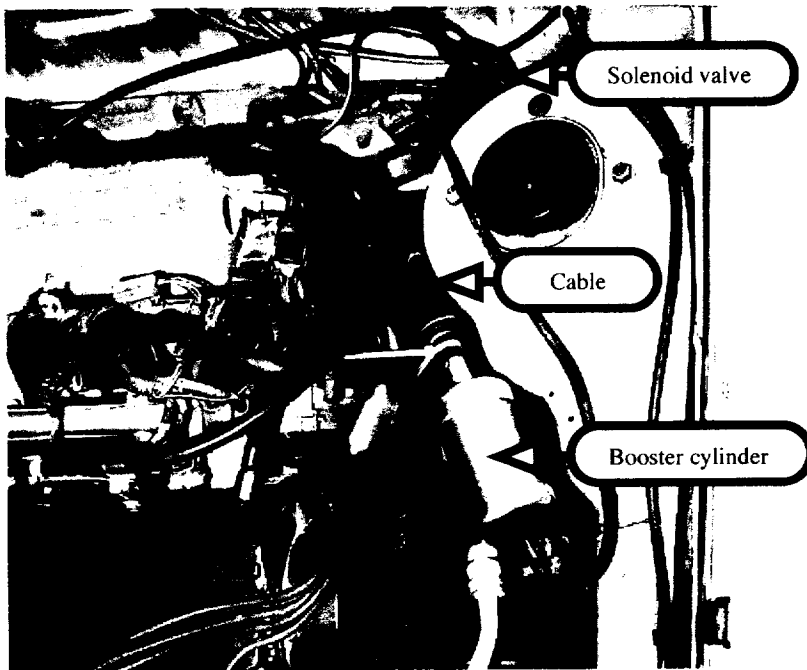


Fig. 16 Brake pedal fitted with a cable and a booster cylinder

기관에서 빨아들이는 공기의 진공흡입력을 알기 위하여 Fig. 17과 같이 연결된 부스트 실린더 (단면적 6cm², 간격100 mm)를 통과하는 진공흡입력을 측정한 결과 배기량 1500cc 기관, 최저 800 r.p.m에서 약 215N~294N이었다. 즉, 최소 진공흡입력이 사람이 브레이크 페달을 밟는데 필요한 힘보다 크므로 진공흡입력으로써 브레이크 페달을 충분히 작동시킬 수 있다고 판단하였다.

진공흡입력을 이용하기 위하여 공기의 진공 압력이 부스트 실린더를 움직이게 하였고 반대쪽에 설치되어 있는 와이어로프로 페달을 잡아당겨 자동으로 제동하도록 설계하였다.

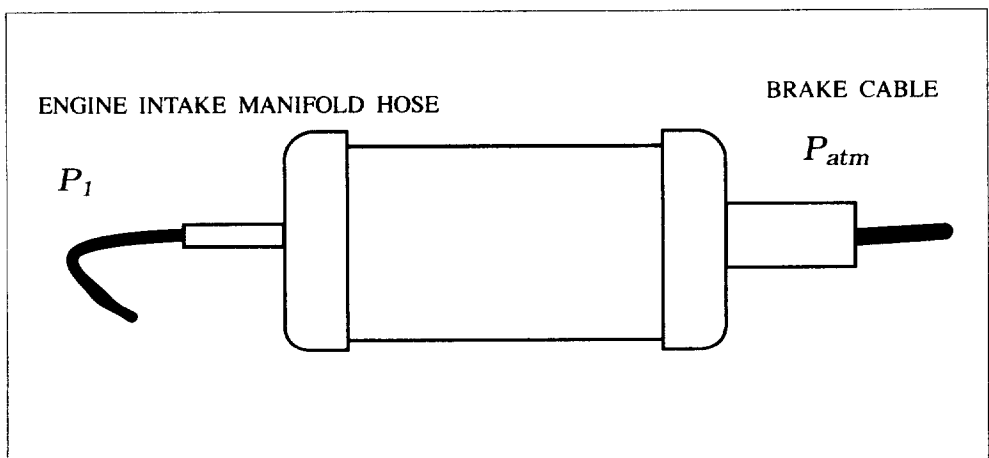


Fig. 17 Connection details for the booster cylinder

3.1.5 음성 시스템

포토 센서에서 빛이 발신되어 물체에 반사 수신되면 릴레이(relay)가 동작하고 동시에 앰프박스(amplifier box)에 내장된 칩에 의하여 녹음된 내용("장애물이 있습니다.")이 스피커를 통하여 전달된다. 음성 구성도는 Fig. 18 및 Fig. 19와 같다.

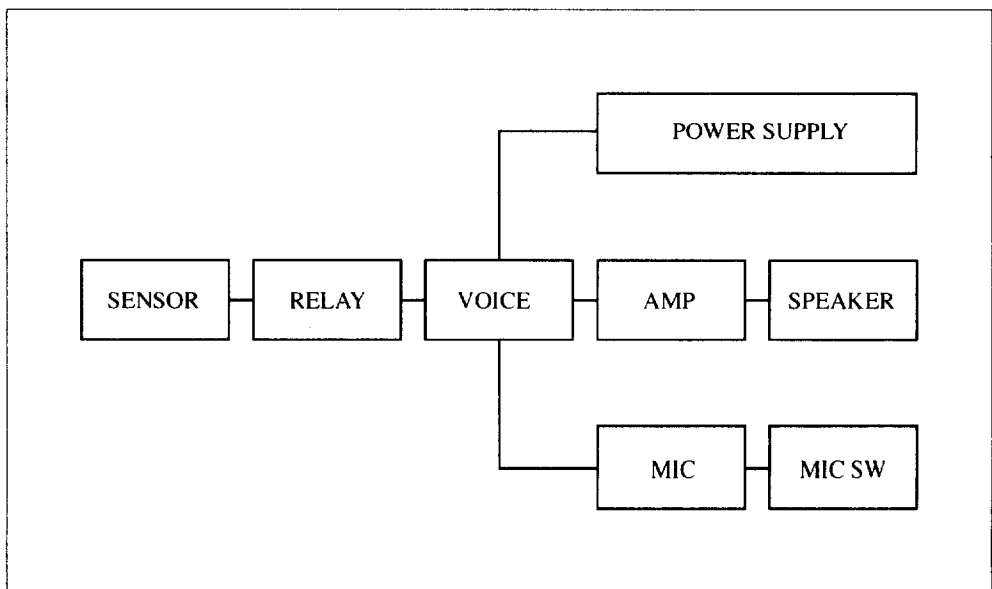


Fig. 18 Block diagram of the announcing voice system

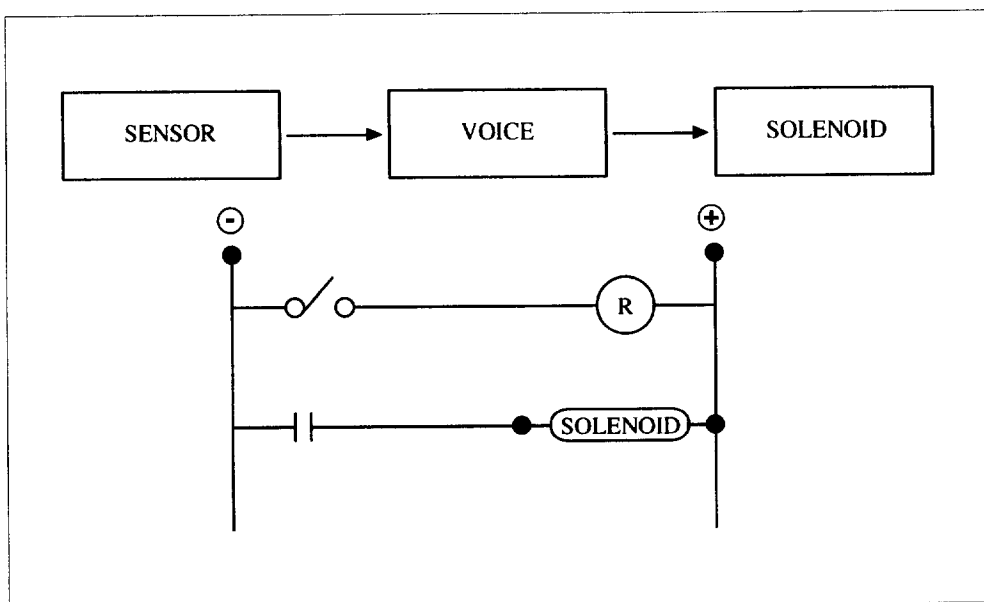


Fig. 19 Block diagram of the amplifier

3.2 전원 시스템

자동차의 전기 장치 구성품인 축전지(battery)를 자동제어 브레이크 장치의 전원으로 이용하였다. Fig. 20과 같이 자동차의 운전장치부인 변속기에 전진 D/S 입력 전진접점과 후진 R/S 입력 후진접점에 센서의 전원 선을 설치하고 전진(D부) 센서가 동작될 시에는 D/S 입력 부에서 동작하게 되고, 후진(R부) 센서가 동작 될 시에는 R/S 입력부가 동작되도록 분리 접점형식으로 회로가 구성되어 있다.

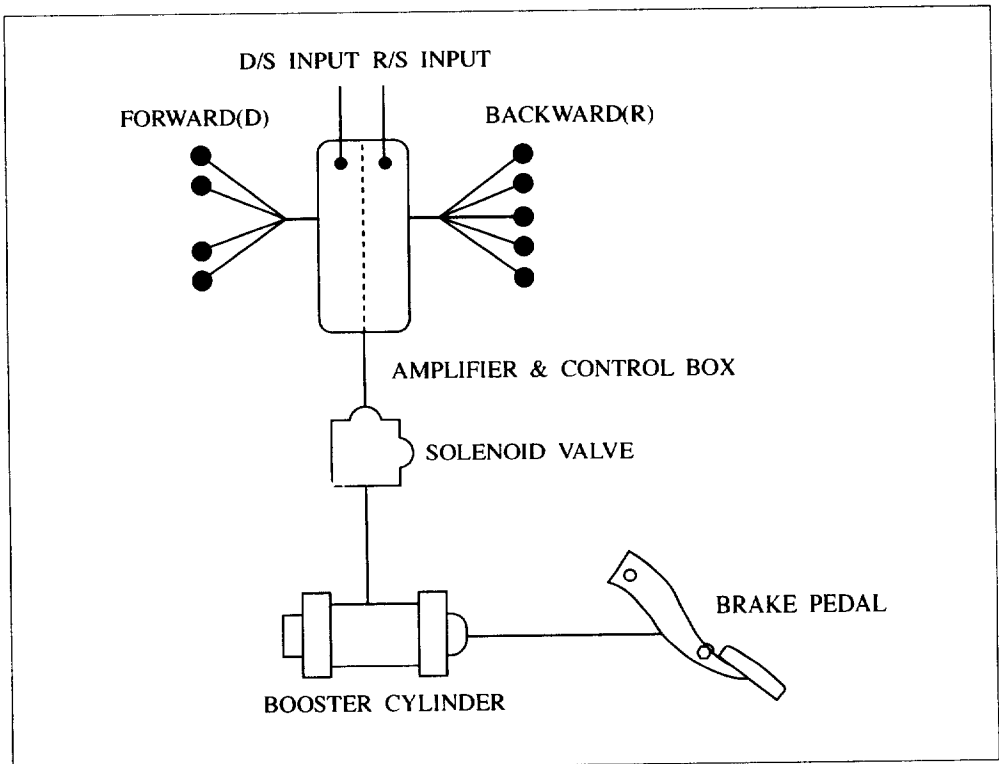


Fig. 20 Electric power system

자동차 운전 중 장애 물체가 접근하면 센서에서는 적외선 빛이 발산되고 반사되어 돌아오는 거리는 최대 2.5m까지 감지할 수 있다. 감지 최소 예정 거리는 15cm까지 가능하도록 되어 있다. 센서에서 물체가 감지되면 빛으로 보내오는 수신전류가 미약하기 때문에 전원 증폭장치에서 신호를 크게 만들어 솔레노이드 공기밸브를 열어주어 부스터 실린더를 움직이게 함으로써 기계적인 일을 할 수 있도록 구성되어져 있다.

3.3 실험방법

Fig. 21에 실험방법의 개요를 나타내었다. 실험장치를 자동차와 내연기관에 설치 완료한 후 자동차의 실내에 있는 ON · OFF 조작부의 전 · 후진 ON 스위치를 누른다. 다음으로 센서 감지거리를 조정한다. 즉, 자동차를 정지하고 싶은 거리에 맞게 15cm~2.5m 사이에서 정지하고자 하는 희망거리 “예” 50cm되게 거리조정을 맞춘다. 먼저 학교 운동장에서 안전 실험 주행을 하면서 장애물의 정지측정을 실험하기 위하여 30m~100m 전방에서 자동차 시운전을 하면서 사람대신 다른 장애물(볼-박스)을 대체하여 전, 후방에 설치하고 시동을 걸고 장애물을 향하여 돌진하여 50cm 전방에서 정확하게 정지하는가를 시험하였다.

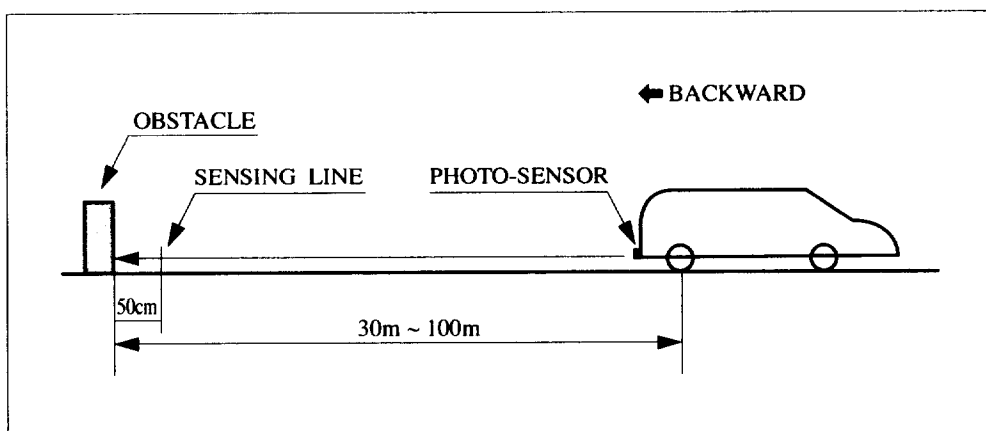


Fig. 21 Stop-test mode of the automobile equipped with the automatic brake device

4. 실험결과 및 고찰

4.1 주행속도의 영향

Fig.21에서 보는 것과 같이 장애물을 학교 운동장에 설치하고 전방 30m~100m전에서 자동차를 약1년 동안 실험하였다. 감지거리를 50cm로 조정하고 자동차의 속도를 변화시켜가며 실험하여 Fig. 22와 같은 결과를 얻게 되었다. 실험결과 속도 10km/h~20km/h 내에서는 미끄럼 없이 정지되는 것을 확인하게 되었다. 그러나 시속 35km/h~40km/h의 속도로 시험했을 때는 시험할 때마다 10cm~20cm 정도의 미끄럼이 발생하는 것을 확인하였다. 속도를 더욱 증가시켜 60km/h로 실험해 본 결과 자동차 운동량의 영향으로 미끄럼이 70cm 발생하여 장애물을 20cm 추월하여 정지하였다.

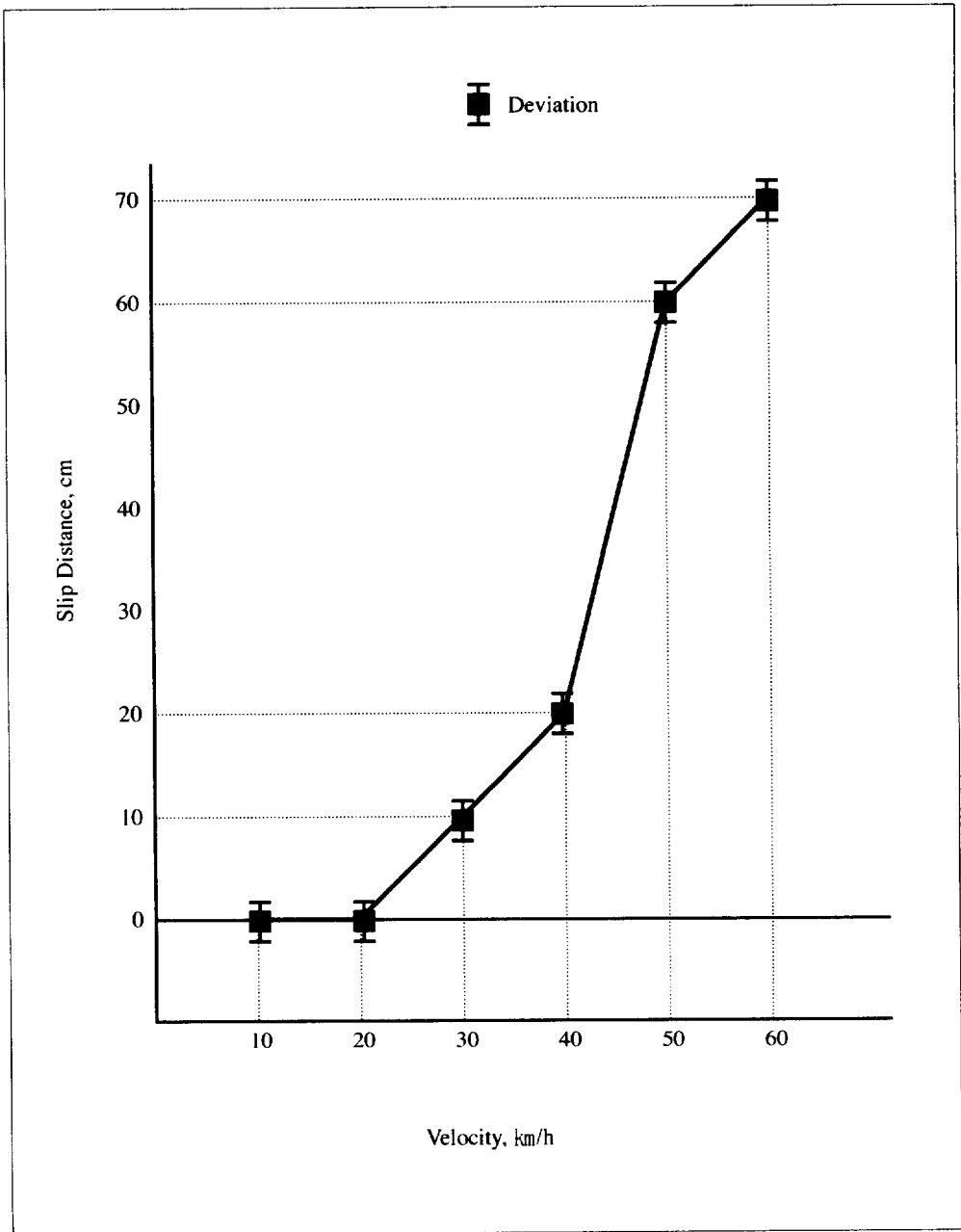


Fig. 22 Slip distance for several velocities

4.2 감지거리의 영향

Fig. 8, Fig. 9와 같이 설계된 감지기는 Fig. 23에 나타난 바와 같이 최소 0.15m에서 최대 2.5m까지 필요에 따라 감지거리를 설정할 수 있다. 감지거리를 각각 0.5m, 1.0m, 1.5m로 조정하여 실험한 바, 감지기는 감지 허용 한계 거리내에서는 설정된 거리 값에 정확하게 작동하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, Fig. 24와 같이 정지상태에서 최대 2.5m 감지 허용 한계내에 장애물이 있는 경우에 자동차의 시동을 걸어 출발하려고 하였으나 센서의 정확한 작동 영향을 받아 자동차가 움직이지 않음을 확인하였다.

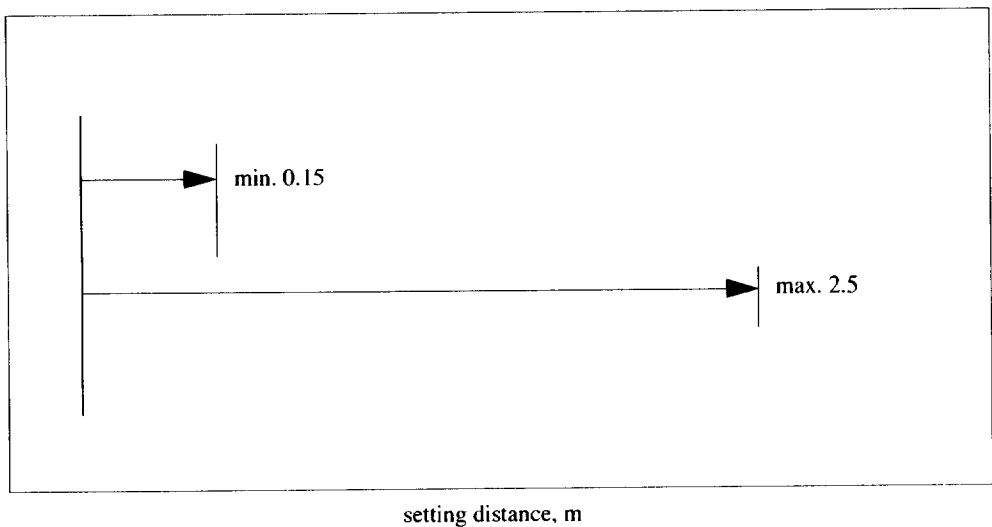


Fig. 23 Sensitivity of the photo-sensor

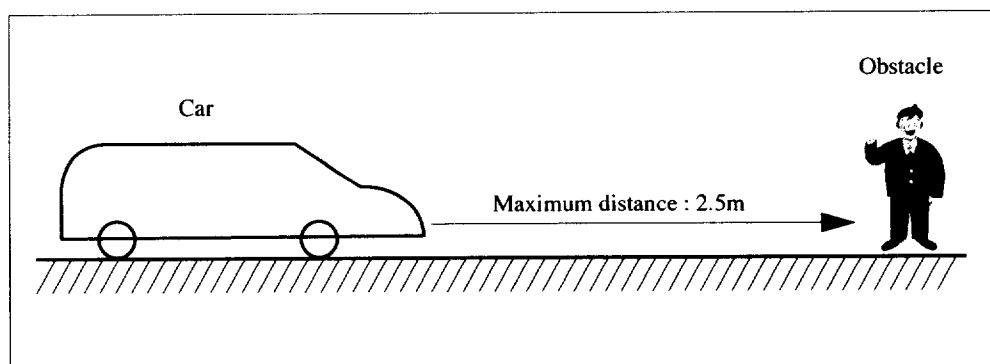


Fig. 24 Photo-sensor test at stop condition

4.3 고찰

Fig. 22에 보인 바와 같이 자동차의 속도가 증가함에 따라 미끄럼 거리가 증가하는 것은 노면과 타이어의 마찰 계수, 자동차의 운동량, 브레이크가 작동하여 자동차가 정지할 때까지의 감속도 등의 영향으로 볼 수 있다. 기존의 연구에서 나타난 바와 같이¹⁶⁾ 자동차의 속도가 증가하면 마찰 계수는 감소하고 미끄럼 속도는 증가하며 자동차의 운동량은 속도에 비례하므로 결과적으로 정지거리는 증가한다.

Fig. 22의 실험결과로부터 본 연구에서 40km/h 이내에서 안전진단 결론을 얻었다.

정지 상태에서 급 발진 사고 해결은 가능한가에 관하여 고찰 실험해본 결과 센서의 허용한계 거리 2.5m 이내에서 적외선이 감지되고 있으므로 Fig. 24와 같이 자동차는 제동되어 움직이지 않는다는 사실을 확인하였다.

자동차 운행 중 갑자기 아이가 0.3m 접근하여 뛰어들어 왔을 때 급제동이 가능한가에 관하여 실험해 본 결과 운행 속도가 20km/h미만에서는 급제동이 가능하였으나 20km/h이상에서는 감속도 및 마찰계수의 영향으로 미끄러지므로 접촉 후 정지하였다. 따라서 본 자동제동장치는 속도가 낮은 후진 사고 예방에 직접적인 도움을 줄 수 있다.

5. 결 론

후진 교통사고를 예방하기 위하여 자동차 기관의 흡기관 압력을 이용한 자동제어 브레이크 장치를 연구하였다. 이를 위하여 새로운 자동제어 브레이크 시스템을 개발하였고 실험장치를 제작하였으며 이 장치를 자동차에 장착하여 정지 성능을 실험하였다.

본 연구의 자동제어 브레이크 장치는 기존의 브레이크 계통에 포토 센서, 미소전류 증폭기, 솔레노이드 밸브, 부스트 실린더 등을 부가하여 자동차의 제동을 전자 기계식으로 변환시킨 것이다.

연구 결과로는 자동차의 후진 실험에서 정지선을 포토 센서로부터 0.5m로 조정하여 두고 자동차의 속도를 10km/h ~ 20km/h로 실험한 결과, 미끄럼 없이 정지선에 정확하게 정지하였으나 30km/h ~ 40km/h의 실험에서는 약 0.1m ~ 0.2m 정도 미끄러지는 결과를 얻었다. 속도가 높은 60km/h의 실험에서는 자동차가 장애물에 부딪힌 후 정지선을 0.2m 초과하여 정지하였다. 그러므로 본 장치는 40km/h 이내의 후진 교통사고 예방에 매우 적합하다는 결론을 얻었다.

본 연구의 자동제어 브레이크 장치는 운전 부주의나 돌발 사태에 운전자가 적절히 대응하지 못하여 발생하는 교통사고를 방지하여 사람의 귀중한 생명 보호에 크게 기여할 수 있다.

References

- [1] 교통사고 자료표
도로종류별, 사고유형별, 교통사고 통계자료집(1998년자료)
부산시 경찰청 사고통계자료과 제공(1999년 발행)
- [2] J.B.Heywood, " Internal combustion Engine Fundamentals " ,
McGraw-Hill Book Comp 1998.
- [3] T. G.Baker and C. J E Nightingale, " Port Throttling Port
De-Activation Applied to a 4-Valve SI Engine " , SAE960587.
- [4] Alain Floch, Jean Van Frank, and Afif Ahmed, " Comparison of
the Effects of Intake-Generated Swirl and Tumble on
Turbulence Characteristics in a 4-Valve Engine " ,SAE952457.
- [5] Woong-Chul Choi Yann G. Guezennec and Il-Sub Jung, " Rapid
Evaluation of Variable Valve Lift Strategies Using 3-D
In-Cylinder Flow Measurements " , SAE960951
- [6] 김광현, 김성호, 현실적인 조종안정성 해설을 위한타이어 모델,
자동차공학회지 Vol.19, No.4, pp.32~60, 1997.
- [7] William G.Wolber, " An Overview of Auto-motive control
actuator " , SAE840306, 1984.
- [8] Kazakov L.A., " Reference book, Electronics Systems " , Moscow
radio and telecom-munication publishing House, pp. 1991.
- [9] 전홍신, 박경석 ,자동차공학, 한국학술진흥출판사, 1997. pp171~204.

- [10] 김동신 외 2명, 차량동력학 제어시스템 개발, 한국자동차공학회 논문집, Vol.7, No.9, pp.212~218, 1999.
- [11] 이재천, 서명원, 공기혼입을 고려한 군집주행 브레이크 액추에이터의 동특성에 대한 해석적 고찰, 한국자동차 공학회 논문집, Vol.7, No.3, pp.214~224, 1999.
- [12] 김민석, 윤득선 외 3명, 무인자동차를 위한 기본설계 및 센서융합과 성능검증
- [13] "시뮬레이터의 그래픽모듈에 대한 속도감 인자분석"
손권, 최경현, 엄성숙, 홍성진,
한국자동차공학회 논문집 Vol.9, No.3, pp.121~130, 2001.
- [14] 안정기, 권영웅, 김인태, 자동차 공학과 정비, 동신출판사 pp.787~788, 1996.
- [15] 한영출 외 3명,
시뮬레이터를 이용한 유성출력에 관한 실험력 연구
한국자동차공학회 춘계대회논문집 Vol.1, No.1, pp.637~644, 2001.
한국자동차공학회 춘계대회논문집 Vol.1, No.1, pp.623~628, 2001.
- [16] 우관제 외 1명
실차데이터를 이용한 차륜과 노면간의 마찰계수 예측에 관한 연구
한국자동차공학회 논문집 Vol.7, No.6, pp.207~213, 1999.

Table 1 Traffic accident statistics (I)

도로종류별·사고유형별 교통사고 ('98 경찰청 통계자료)

도로종류 사고유형		계			일 반 국 도			지 방 도			
		발생 구성비	사망	부상	발생	사망	부상	발생	사망	부상	
총 계		230,721	100.0	9,057	340,564	61,420	3,622	91,108	25,561	1,405	36,493
차 대 사 람	소 계	70,531	29.5	3,495	71,973	13,721	1,376	15,493	7,406	543	7,478
	마주보고돌행중	532	0.2	33	540	107	10	102	73	12	64
	돌지고돌행중	1,227	0.5	60	1,265	255	24	254	176	18	180
	횡단보도횡단중	6,057	2.5	247	6,354	1,285	90	1,296	463	27	478
	횡단보도부근횡단중	1,107	0.5	70	1,126	286	32	281	130	8	132
	육교부근횡단중	253	0.1	28	249	56	10	50	35	5	31
	기타횡단중	22,948	9.6	1,307	22,801	5,589	531	5,337	2,561	191	2,409
	노상유회중	1,024	0.4	45	1,033	175	15	174	101	13	105
	노상작업중	226	0.1	25	230	54	10	54	23	4	22
	길가정자리정지중	780	0.3	55	833	182	21	193	117	14	128
차 대 차	보도불행중	531	0.2	32	588	109	6	114	44	6	45
	길가상자리구역불행중	1,865	0.8	132	1,911	497	57	507	306	34	312
	기 타	34,072	14.2	1,461	35,023	7,126	520	7,121	3,377	211	3,482
	소 계	158,732	66.2	3,583	154,234	41,753	1,545	40,167	16,451	492	26,564
	정면 앞지르기할때	393	0.2	62	830	162	26	355	74	6	152
	충돌 기 타	4,562	1.9	492	8,938	1,754	239	3,601	679	64	1,374
	추돌 진행중	36,436	15.2	646	60,129	8,621	224	14,364	2,214	69	3,604
	추돌 주정차중	15,284	6.4	186	27,482	3,788	70	7,159	825	4	1,409
	신속면 앞지르기할때	8,206	3.4	156	12,539	2,635	67	4,250	749	20	1,173
	앞지르기할때	1,693	0.7	71	2,572	657	31	1,025	401	18	588
차 대 차	회전시	2,443	1.0	27	3,695	610	17	976	284	3	452
	후진시	912	0.4	7	1,188	238	4	319	88	0	113
	전로변경시	6,396	2.7	93	9,481	1,314	43	2,638	359	4	553
	보행시	10,670	4.5	315	17,062	2,740	136	4,856	1,921	69	3,197
	후회전시	6,962	2.9	98	10,312	2,164	43	3,339	673	18	1,023
	후회진시	3,360	1.4	36	4,698	723	11	1,090	234	5	355
	기 타	61,415	25.6	1,404	95,308	16,347	634	26,795	7,950	212	12,580
	소 계	10,318	4.3	1,549	14,306	3,950	747	5,456	1,688	385	2,338
	공작	645	0.3	194	913	266	81	353	152	49	221
	표지	143	0.1	39	199	73	20	103	23	8	25
차 량 단 독	관리대, 안전심	301	0.1	55	405	55	11	77	22	5	22
	병행중	385	0.2	83	587	98	17	132	40	8	54
	가우, 담장	191	0.1	30	289	71	13	84	40	7	59
	교 양 (교 각)	258	0.1	92	360	87	34	152	48	10	67
	기 타	1,646	0.7	331	2,322	664	137	908	216	41	287
	도로터 주 역	997	0.4	327	1,414	396	109	571	239	78	310
	이단 기 타	1,056	0.4	165	1,572	446	63	646	245	42	340
	주차차량충돌	196	0.1	38	232	66	12	86	23	7	22
	전 도	682	0.3	104	1,109	257	37	405	141	20	259
	기 타	3,818	1.6	491	4,864	1,468	213	1,939	499	90	672
차 대 열 차	소 계	40	0.0	29	51	5	4	2	16	5	13
	차단기돌파	9	0.0	5	4	1	1	0	7	3	4
	경보기부시	4	0.0	1	5	1	1	0	1	0	3
	식선진행	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
	기 타	27	0.0	14	42	3	2	2	8	2	6

Table 2 Traffic accident statistics (Ⅱ)

특 별 시 도			시 도			군 도			고 속 도 로			기 타		
발생	사망	부상	발생	사망	부상	발생	사망	부상	발생	사망	부상	발생	사망	부상
56,218	828	76,845	78,825	1,926	106,206	4,876	324	6,919	6,278	663	14,458	6,534	289	8,335
17,530	446	18,308	26,005	911	26,691	1,523	104	1,548	174	72	141	2,272	93	2,324
94	5	95	177	2	185	18	1	22	3	1	7	60	2	65
255	3	272	413	7	427	38	2	41	5	1	4	85	3	87
1,536	33	1,650	2,592	90	2,741	53	3	57	3	1	2	125	3	130
185	6	198	464	22	470	18	2	20	0	0	0	24	0	25
66	6	65	88	5	91	5	1	10	2	1	1	1	0	1
4,673	148	4,779	8,734	335	8,838	661	46	645	57	29	35	673	27	698
304	2	318	342	10	349	23	2	24	1	0	1	78	3	82
44	1	47	70	5	76	4	0	4	13	5	9	18	0	18
139	5	140	259	9	273	23	5	25	3	0	4	66	1	70
150	4	172	195	12	216	11	0	12	2	1	5	20	3	24
361	8	372	453	14	464	69	10	68	5	4	3	174	5	185
9,723	225	10,200	12,218	400	12,561	600	32	620	80	29	70	948	44	969
38,018	253	57,747	50,888	693	76,793	2,807	120	4,561	5,242	391	12,763	3,773	99	5,539
46	2	68	36	3	76	11	1	14	47	22	142	17	2	23
501	17	840	980	72	1,766	204	17	442	230	69	570	214	14	345
12,789	66	19,367	8,961	109	13,886	352	7	589	3,074	157	7,657	425	14	662
3,880	15	6,719	5,479	44	9,301	293	3	496	775	45	1,502	244	5	406
1,376	11	2,626	2,771	27	3,969	306	11	461	121	14	304	248	6	356
63	2	84	298	3	418	81	5	110	105	10	215	88	2	131
539	3	801	847	3	1,210	53	1	79	29	0	65	81	0	112
176	0	214	297	0	371	27	1	30	17	0	38	69	2	83
2,200	7	3,084	2,101	19	2,977	56	4	114	270	13	578	96	3	137
1,381	16	1,971	3,798	56	5,650	189	12	331	119	16	303	522	10	754
946	6	1,367	2,783	22	3,996	191	4	286	33	1	71	172	4	230
681	2	907	1,542	15	2,054	69	3	132	15	0	40	96	0	120
13,440	106	20,299	20,795	320	31,099	975	51	1,477	407	44	878	1,501	37	2,180
667	128	787	2,124	317	2,714	545	98	810	862	200	1,554	482	94	647
47	18	69	96	26	158	49	13	63	6	2	5	29	5	44
6	3	10	23	4	37	7	2	9	7	2	10	4	0	5
26	4	26	43	9	46	6	1	5	143	24	221	6	1	8
30	12	24	46	4	56	11	1	22	131	41	291	6	0	8
16	2	31	36	5	57	9	1	16	3	0	6	16	2	16
18	8	14	37	17	36	13	4	24	44	14	53	11	5	14
117	36	144	330	64	472	93	20	124	177	27	320	49	6	67
11	7	7	115	33	168	60	21	94	99	45	215	74	34	109
20	3	28	113	17	146	93	14	178	86	18	147	53	8	87
10	2	17	72	14	79	6	0	8	0	0	0	19	3	20
17	4	19	124	17	153	50	7	78	33	10	125	40	9	70
349	28	398	1,089	101	1,306	145	14	189	321	17	181	175	21	198
3	1	3	8	5	8	1	2	0	0	0	0	7	3	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	3	7	5	7	1	2	0	0	0	0	5	2	24

부 록

2000/6/19

수신 : 부산광역시 중구 광복동1가 52번지
박용환 귀하

600-031

관인생략 출원번호통지서

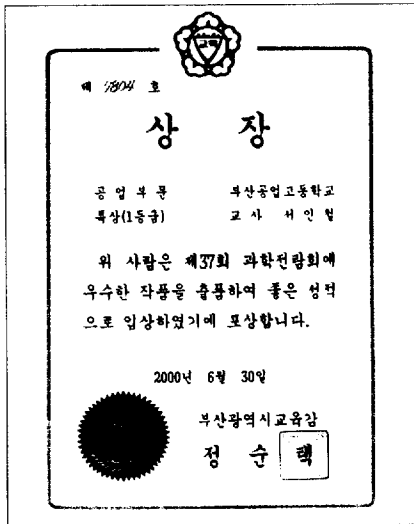
출원일자 2000.06.17
특가사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호()
출원번호 10-2000-0033416 (접수번호 1-1-00-0123640-99)
출원인 성명 서인철 (4-1995-067665-3)

특 허 청 장

1. (서지) 특허출원은 심사청구순서에 따라, 의제등록 출원 및 상표등록출원은 출원순서에 따라 심사하여 심사결과를 통지합니다.
2. (보존) 신법칙을 신청한 실용신안등록 출원은 신청일로부터 2달이내에 출원서에 첨부된 명세서 도면 또는 설명서에 대해 보정할 수 있습니다.
3. (심사청구) 특허출원은 출원일로부터 5년이내에 특허법시행규칙 별지 제24호서식에 의해 심사청구권 행사 할 수 있으며, 출원허치한 것으로 간주하여 처리함을 알려드립니다.
4. (기술평가) 등록실용신안은 기술평가청구순서에 따라 기술평가를 실시합니다.
5. (주소등 변경신고) 출원인의 주소등을 변경하고자 하는 경우에는 특허법 시행규칙 별지 제4호의 2서식에 의해 국외변경(경정)신고서 를 제출하여야 합니다.
신고서식은 지방 상공회의소에 비치되어 있으며, 특허청 홈페이지(<http://www.kipo.go.kr>)에 개재
6. (산업재산권 표시, 광고요청) 특허 등 산업재산권을 출원 중에 있는 경우에는 해당 산업재산권에 출원번호인 1111과 같이 표시하여야 합니다.
(예) 특허출원 10-1999-0000001
7. (문의처) 기타 문의사항이 있으시면 우리청 종합민원실(042-481-5220~2)이나 출원과(특허 042-481-5202 ~ 4) 또는 특허청 서물사무소(02-566-6079)에 문의하시거나 특허청 홈페이지(<http://www.kipo.go.kr>)를 참고하시기 바랍니다.
8. (특허청주소) 302-701 대전광역시 서구 둔산동 920 정부대전청사 4동
(특허청 서물사무소 주소) 135-080 서울특별시 강남구 역삼동 823-1 동원빌딩 FAX) 대전: 042-472-3466, 서울: 02-566-8894

부 록

<본 연구작품의 정부 심사 평가 결과>

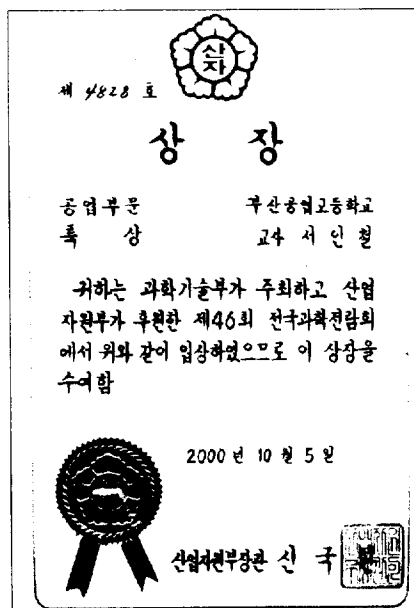


1. 흡기관 압력을 이용한 자동제어 브레이크

제동장치에 관한 연구 결과

2000년 6월 30일 제37회 부산과학전람회에서

공업부문(특상1등급)을 수상하였다.



2. 흡기관 압력을 이용한 자동제어 브레이크

제동장치에 관한 연구 결과

2000년 10월 5일 제46회 전국과학전람회

에서 공업부문(특상1등급)을 수상하였다.

3. 「사람이 나타나면 차가 알아요」

- 부산일보 2000. 9. 14 게재

- PSB 2000. 12. 14. 모닝와이드 시간 방영

부 록

부산일보 제17415호 2000년 9월 14일 목요일

“사람이 나타나면 차가 알아요”

부산공업고 서인철교사 ‘자동제동장치’ 개발

‘사람이 지나가면 차가 움직이지 않습니다.’

최근 열린 제46회 전국과학박람회에서 부산 공업고등학교 서인철(52) 교사가 ‘엔진가동 중 발생하는 공기 진공 흡입력을 이용한 자동 차 브레이크 자동 제동장치’를 출품, 산업자원부장관상을 수상해 눈길을 끌고 있다.

브레이크 자동 제동장치는 운전 중 사람이 나 물체가 갑자기 나타날 경우 적외선 감지기 가 이를 인식, 기계가 자동으로 브레이크 페달을 밟아 정지해 주도록 되어 있다.

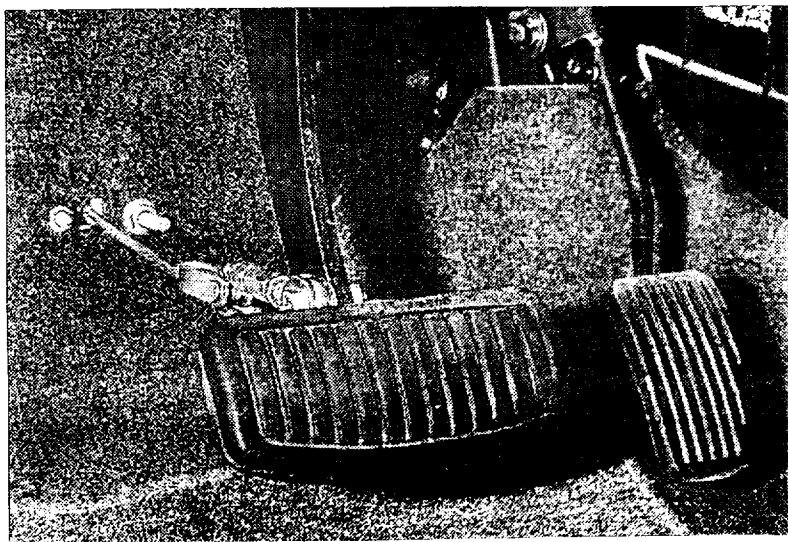
또 돌발 위급상황 발생시 “사람이 있습니다”라는 음성 경고음과 함께 경고등이 켜져 운전자가 미리 대비할 수 있도록 구성돼 있다.

지난 95년부터 5년간 연구 끝에 개발된 이 제동장치의 작동 원리는 엔진 가동 중 발생하는 공기의 진공 흡입력을 역이용하는 것.

고정 장애물이 있을 경우에는 온·오프 스위치를 눌러 일시 해제할 수 있으며, 감지 거리 조정도 가능하다.

서 교사는 “특히 방어능력이나 판단능력이 뒤떨어지는 어린이나 노약자·장애인 등의 교통사고 예방에 많은 도움이 되길 기대한다”고 말했다.

정달식기자



브레이크 페달로 연결되는 와이어 로프. 장애물이 감지될 경우 엔진가동 중 발생하는 공기의 진공 흡입력으로 페달이 자동으로 작동된다.

감사의 글

오늘이 있기까지 54세의 나이로 부경대학교 산업대학원 기계설계학과를 졸업할 수 있도록 인도하신 하나님께 먼저 영광을 돌립니다. 여러 가지 부족한 저에게 격려와 용기를 주시고 이 논문이 결실을 맺을 수 있도록 지도해 주신 많은 분들의 은혜에 먼저 감사 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 높은 식견으로 언제나 인자하고 따뜻하게 지도해 주신 김형자 지도교수님께 깊은 감사를 드리며 평생 만수무강하심과 교수님의 가정 위에도 하나님의 은총이 항상 함께 하시기를 기원합니다. 본 논문 작성을 위하여 많은 충고와 지도를 더해 주신 구영필 교수님과 좋은 논문이 될 수 있도록 많은 자문지도와 함께 자료를 제공해 주신 동아대학교 공과대학교 하종률 교수님께 무한한 감사를 올립니다. 그리고 입학에서 졸업까지 항상 저에게 더 깊은 지식을 심어 주시기 위하여 애써 주신 김영대 교수님, 이수종 교수님, 하만경 교수님, 류인일 교수님, 김민남 교수님, 오명석 교수님께 깊은 감사를 드리며, 학업 증진을 위하여 아낌없이 학업지도를 해주신 기계설계학과의 모든 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 무엇보다 본인에게 더 큰 용기를 주시며 대학원에 입학하도록 격려로 이끌어 주신 부산공업고등학교 교장선생님, 교감선생님 그리고 기계과의 모든 동료 선생님께 감사드리며 특히 부산전자공업고등학교 김종오 선생님께 감사를 드립니다.

그리고 항상 저의 삶을 지켜보시며 기도해 주신 수영로교회 당회장 정필도 목사님과 당회원 장로님, 부목사님, 전도사님께 깊은 감사를 올립니다. 그리고 늦게라도 면학에 전념하라고, 늘 충고하시며 기도해주신 80노모 어머님과 장모님께 감사를 올립니다. 그리고 항상 어려운 가운데서 따뜻한 내조와 함께 기도로 후원한 아내와 사랑하는 큰딸 지혜, 작은딸 주연, 그리고 사랑하는 나의 형제 자매들과 이 기쁨과 영광을 함께 하고 싶습니다.

2002년 2월

서인철 배상