

자동차용 전자제어식 부변속기 개발

김 광 열* · 김 태 훈*

Development of an Electronically Controlled Transfer Case for Automobile

G-Y Kim* and T-H Kim*

Key words : Transfer case(부변속기), Diaphragm actuator(다이하프램 액츄에이터), ECU(전자 제어장치), Push button(누름스위치), Diagnostic function(고장 진단기능)

Abstract

A technology of full time four wheel drive(4WD) vehicle has been improved greatly, and the market share of full time 4WD has been extended steadily in recent days. The transfer case is an essential element in the 4WD automobile. In this paper, the details of electronically controlled transfer case is described. In order to achieve easy shifting, the developed system automate the conversion of "4×2↔4×4(H)↔4×4(L)". Furthermore, this system employs an chain drive type instead of gear drive type for drive type and synchromesh type instead of constant-mesh type for gear mesh type. Therefore, the developed transfer case is accomplished light-weight, low noise, and compact.

1. 서 론

오늘날 자동차분야에서 가장 중요시되고 있는 것은 안전성, 경제성, 편의성이라 할 수 있다. 특히, 동력전달 장치분야에서는 편의성이 중요시되고 있어, 자동변속기(Automatic transmission), 무 단 변 속 기 (Continuously variable transmission)등이 상용화되어 차세대 동력전달 장치로 부상하고 있다¹⁾⁴⁾. 또한 생활수준의 향상과 레저문화의 발달과 함께 자동차 시장에서 4륜 구

동(4WD : 4 wheel drive) 차량의 점유율이 점점 높아지고 있는데 이러한 차량의 핵심부품인 부변속기(Transfer case)에서는 특히 3가지 기술이 중요시되고 있다. 즉 구동방식에서는 체인구동(Chain drive type), 치합 방식에서는 동기방식(Synchromesh type), 변속방식에서는 이지 시프팅방식(Easy shifting type)이 가장 발전된 형태로, 국내에서는 이러한 형태의 부변속기를 도입 장

촉하고 있는 실정이다. 한편, 이러한 자동변속기, 무단변속기는 연비 및

* 마산대학 자동차계열(원고접수일 : 2000년 8월)

동력전달효율 측면에서는 기계식 변속기에 비해 열세에 있는 것이 사실이기 때문에 경제성과 편의성을 모두 고려한 기계식 변속기의 자동화에 대한 연구개발도 병행되고 있으며, 또한 세계적인 추세로 볼 때 4륜 구동 차량의 전자제어화는 더 이상 미룰 수 없는 과제라 판단된다¹⁵⁾.

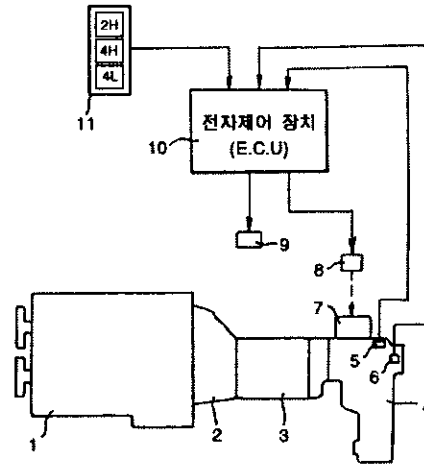
본 연구에서는 4륜 구동 차량의 부변속기를 기존 기어구동방식 대신 체인구동방식을 적용하여 경량화, 저소음화, 소형화를 달성하고, 또한 상시 치합방식 대신 동기 치합방식을 적용하여 부변속기에서의 주행 중 변속기능을 확보하였으며, 기존의 기계식 레버조작에 의한 변속을 메카트로닉스 기술을 접목한 버튼 시프팅(Button Shifting)화 함으로써 이지 시프팅을 달성하였다. 한편 본 시스템은 기존 차량에 사용되는 부변속기를 버튼 시프팅화한 것이기 때문에 파워트레인 은 체인과 헬리컬 기어의 결합한 형태의 시프팅은 부압 액추에이터(Vacuum actuator)를 이용한 버튼시프팅, 동기성능은 60km/h까지는 주행중 변속이 가능한 하프-싱크로(half-syncho)를 개발목표로 하였다.

또한 본 연구는 4륜 구동 차량에서의 4×2↔4×4(H)↔4×4(L) 전환을 자동화하기 위한 것으로 이것은 동력 전달장치에 있어 세계적 추세인 변속 용이화(Easy shifting)를 이룩할 뿐 만 아니라, 전자 제어장치(ECU)에 페일세이프(Fail safe)기능을 탑재하여 고장발생시 운전자가 고장부위를 진단할 수 있도록 하였으며, 현재 전량 수입하고 있는 체인구동형식의 변속계통을 국산화함으로써 국내 차량의 품질을 향상시키고 동시에 국내에서는 아직 생소한 분야인 자동차 구동계, 특히 수동식 변속장치 계통에서의 전자화를 개척함으로써 국제 경쟁력을 갖추는데 일익을 담당하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성 및 작동원리

부변속기의 작동원리는 운전자가 변속버튼을 누르면 제어장치(ECU : Electronic control unit)가 동시에 차량속도, 부변속기의 변속위치를 판별하고 변속조건이 만족되면 솔레노이드 밸브에 제어신호를 출력하여 부압 액추에이터가 시프트포



1. 엔진 (Engine)
2. 클러치 (Clutch)
3. 기어 변속기 (Transmission)
4. 부변속기 (Transfer case)
5. 위치스위치 (Position switch)
6. 차속센서 (Vehicle speed sensor)
7. 액추에이터 (Actuator)
8. 솔레노이드 밸브 (Solenoid valve)
9. 표시등(Indicating lamp)
10. 전자제어장치 (ECU)
11. 제어 스위치 (Control switch)

Fig. 1 construction of button shifting transfer case system

크(Shift fork)를 이동시켜 원하는 변속단으로 변속된다. 조건이 만족되지 않으면 표시등이 점멸하여 운전자에게 변속이 되지 않았음을 알려준다.

본 연구에서는 2개의 변속로드를 작동시키는 2개의 다이어프램 액추에이터(Diaphragm actuator)를 사용하였고, 2W↔4W 주행 중 변속기능도 싱크로 용량을 고려하여 60km/h로 제한하였다.

Fig.1은 전체시스템의 구성을 나타내고 있으며 시스템 작동순서는 차량이 2H로 주행 중에 있을 때 4H 버튼을 누르게 되면 ECU는 먼저 차속센서로 부터 차속을 감지하게 되고, 이때 차속이 60km/h 이하인 경우에는 2W↔4W전환을위해 액추에이터 구동용 솔레노이드 밸브를 On시켜 4H로 전환 되도록 해준다. 이때 변속 중에는 4H 표시등이 계속 점멸하고 있다가 변속이 완료되면 4H 리미트 스위치가 On되어진 것을 확인한 다음 ECU에 의해 4H 표시등이 계속 점등상태를 유지하도록 되어 있다. 한편, 차속이 60km/h이상일 경

우에는 4H 표시등이 계속 점멸함으로써 운전자에게 변속조건이 맞지 않다는 것을 알려주게 된다. 이때 운전자가 브레이크등을 이용하여 차량속도를 낮추어 60km/h 이하가 되면 변속이 되지만, 차량속도가 계속 60km/h 이상 유지하게 될 때에는 표시등이 점멸을 계속 할 뿐 변속은 이루어지지 않게 된다.

4H 상태에서 4L 버튼을 누르게 되면 차속이 2km/h 이하인 경우에는 H↔L 전환을 위해 액츄에이터 구동용 솔레노이드 밸브 구동신호가 On되어 변속이 행해지지만 2km/h 이상일 경우에는 4L 표시등이 계속 점멸상태를 유지하게 되어 변속조건이 맞지 않다는 것을 운전자에게 알려주게 된다.

한편, 4H 상태에서 2H로 전환하고자 할 경우에는 물려있는 기어를 해제시켜 주기만 하면 되므로 이때에는 속도제한이 없다. 4L 상태에서 4H 상태로 전환하고자 할 경우에는 4H 상태에서 4L 상태로 전환할 때와 마찬가지로 2km/h의 속도제한을 가진다.

이와 같은 변속시의 속도제한은 그 시스템의 동기 성능과 관계가 있다.

2.2 신호 입력부

입력되는 신호는 Fig.2와 같이 운전자의 변속의 지를 전자제어장치(ECU)로 전달하는 푸시버튼(Push button), 차량속도에 따른 펄스(Pulse)를 제어 장치로 전달하여 제어장치가 차량의 속도를 판단할 수 있게 해주는 차속센서(Vehicle speed sensor), 현재 부변속기의 변속단 위치를 검출하는 이동위치 센서(Shift position sensor)등으로 구성 되어 있다.

또한, 클러치의 연결 또는 차단 여부를 판별하는 검출부는 4×4L↔4×4H 변환은 극히 저속(약 2km/h이하)에서만 이루어지도록 소프트웨어가

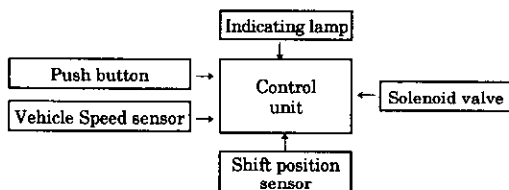


Fig. 2 Construction of button shifting system

설계되어 있기 때문에 이 조건이 만족되지 않을 경우 램프는 점멸을 계속한다. 이때 운전자는 이를 감지하여 차량의 속도를 낮추게 되므로 이때에는 클러치(Clutch)를 차단하거나 트랜스미션(Transmission)을 중립으로 둔 상태에서 가능하므로 클러치 스위치를 두지 않고도 스위치를 둔 것과 같은 효과를 얻을 수 있기 때문에 생략하였다.

2.3 표시부

현재 부변속기의 위치는 Fig.3과 같이 표시등이

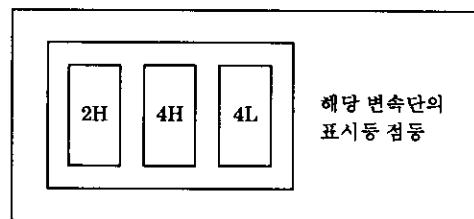


Fig. 3 Arrangement of Push button

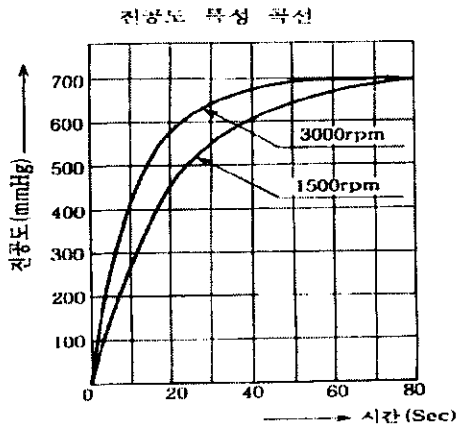
내장된 푸시버튼으로 표시하며, 눌러져있는 버튼의 위치에 따라 2H, 4H, 4L의 신호가 ECU로 전달된다. 또한 변속조건이 맞지 않을 경우 표시등이 점멸하여 운전자가 변속이 되지 않았음을 알 수 있도록 설계하였다.

2.4 액츄에이터 설계

본 시스템의 액츄에이터 설계에 있어서는 차량의 플로어 패널(Floor panel)과의 간섭을 피하면서 요구되는 변속력을 낼 수 있는 크기로 제작하였고, 부변속기 변속시험에 의하면 요구되는 변속력이 2H→4H 전환시 변속회전수 3000rpm일 때 70kgf이므로 레버 비를 1:2로 할 경우 액츄에이터 출력은 35kgf가 되어야 한다.

액츄에이터 출력은 직경과 사용압력에 따라 다른데, Fig.4는 본 시스템에 적용되는 진공펌프의 사양과 진공 특성도를 보여준다.

일반적으로 자동차에서 진공을 많이 사용하는 브레이크 계통에서 설계기준을 500mmHg로 삼고 있는데, 본 시스템에서도 이를 설계기준으로 하였다. Table.1은 사용 부압과 액츄에이터의 직경에 따른 출력관계를 보여주고 있다. 또한 Fig.5는 이



진공 펌프 사양		
토출량	30cc/rev	
사용회전수	1000-11000rpm	
조건	오일사양	SAE 30
	오일온도	75.5°C
진공도 특성	급유압력	1-3kg/cm ²
	탱크용량	10l
	회전수	1500rpm 3000rpm
	시간	20sec
도달진공도	440mmHg이상	580mmHg이상
	최고도달진공도	700mmHg 이상(3000rpm, 2분)
진공강하	400mmHg에서 펌프정지 15초후 진공도 강하는 20mmHg이하	

Fig. 4 Specification and characteristic of vacuum pump

Table. 1 Output Output force[kgf]

구분		부압크기 (mmHg)				
		400	50	500	550	600
직경 (mm)	70	20.93	27.03	27.33	30.86	34.60
	75	23.54	30.03	30.75	34.72	38.92
	80	26.16	33.03	34.17	38.57	43.24
	85	28.78	24.02	37.59	42.43	47.57
	90	31.39	36.04	41.00	46.29	51.89

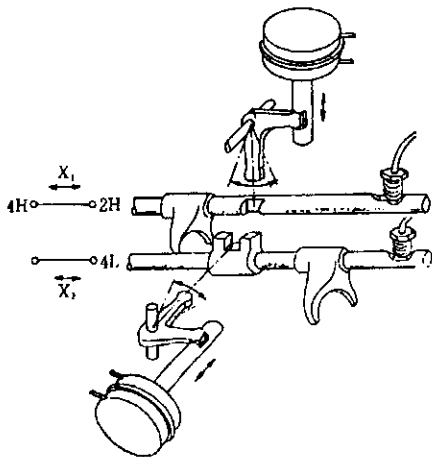


Fig. 5 Shifting mechanism

러한 액츄에이터가 실제 부변속기에서 어떻게 매칭(Matching)되어 있는가 하는 것을 보여준다.

2.5 버튼, 표시등 설계

사용버튼은 Fig.6과 같이 2H, 4H, 4L용으로

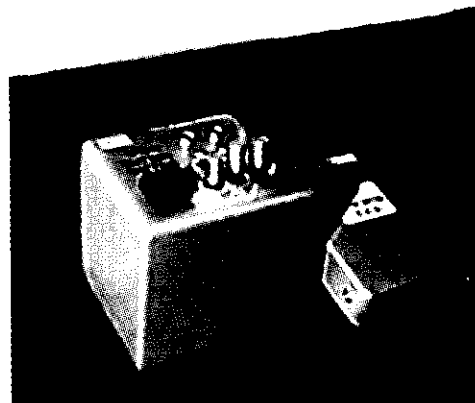


Fig. 6 Aspect of button module

LED가 내장된 푸시버튼 3개를 사용하였고, 부변속기의 작동상태를 운전자가 표시등을 통하여 쉽게 알 수 있도록 하였다.

2.6 제어 시스템의 설계

싱크로 메쉬 메카니즘(Synchromesh mechanism)을 적용하여 약 60km/h 이하의 차량속도에서만 2W→4W 주행 중 변속을 가능하게 설계하였고, 각각의 위치에 따른 부압작동 액츄에이터 및 솔레노이드 밸브의 개폐 상태는 Fig.7과 같다.

즉, 2개의 다이어프램 액츄에이터를 4개의 3/2-웨이(3/2-way) 솔레노이드 밸브로 부압 작동방향을 제어하고 있는데, 각각의 액츄에이터는 상시개방형(Normal open type) 및 상시밀폐형

(Normal closed type)밸브 1쌍에 의해 동시에 제어된다.

작동관계를 보면 2H 상태에서는 2W↔4W용 액추에이터 구동을 위한 솔레노이드 밸브의 전기신호 S1 및 H↔L용 액추에이터 구동 솔레노이드 밸브의 전기신호 S2가 모두 Off 되어 있기 때문에 2W↔4W용 액추에이터에 있어서는 다이어프램 좌측에 부압이 작용하고 우측에 대기압이 작용하기 때문에 로드가 4×2쪽으로 이동하고, H↔L용 액추에이터에 있어서는 다이어프램 우측에 부압이 작용하고, 좌측에 대기압이 작용하기 때문에 액추에이터 로드가 H위치로 이동하게 되어 트랜스퍼는 2H 위치로 변속이 된다.

4H용 버튼을 누르게 되면 차속조건이 만족될 경우 S1 신호만 On되게 되는데, 이때에는 2W↔4W

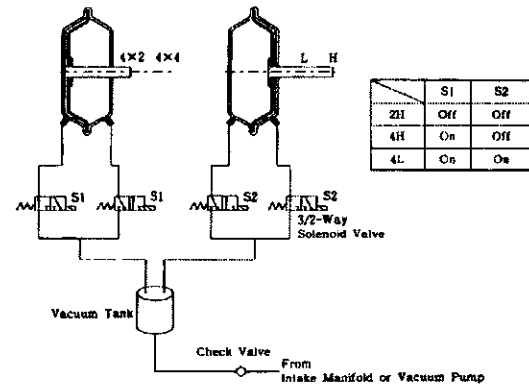


Fig. 7 Control diagram of actuator

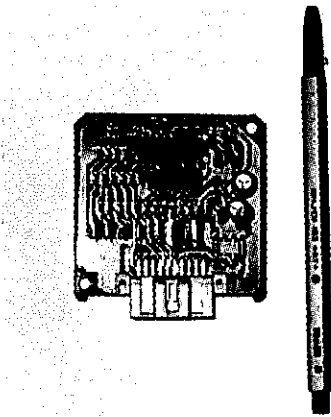


Fig. 8 Hardware of ECU for button shifting

용 솔레노이드 밸브의 방향이 바뀌게 되어 다이어프램의 우측에 부압이 작용하고 좌측에 대기압이 작용하게 되므로 액추에이터 로드가 4×4쪽으로 이동하게 되고, H↔L용 솔레노이드 밸브 신호 S2는 계속 Off 상태이므로 H위치를 유지하게 되며 부변속기는 4H 상태로 전환된다.

4L 버튼을 누르면 4H 상태에서 S2신호가 On되기 때문에 H↔L용 액추에이터 다이어프램의 좌측에 부압이 작용하고 우측에 대기압이 작용하게 되어 트랜스퍼는 4L 상태로 전환된다.

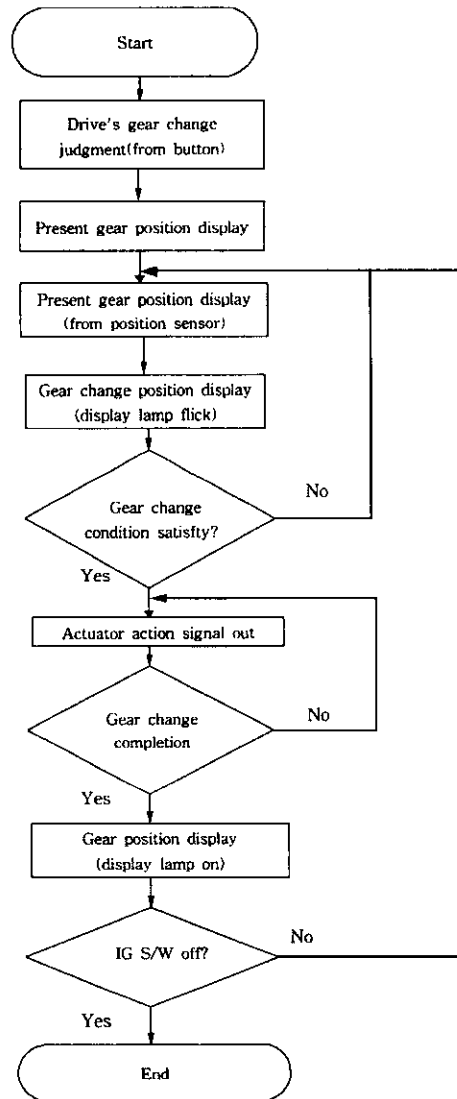


Fig. 9 Flow chart

```

##### START OF PROGRAM ##### ;
      ORG      0          ;
      ;
RESET  MOVLW   5          ;
      MOVWF   FSR        ;
      ;
REGCLR CKRF    F0        ;
      INCFSZ  FSR        ;
      GOTO   REGCLR     ;
      BSF    FLAG3,3    ;
      BSF    FLAG1,OUT2H ;
      BSF    TMR5,4    ;
      MOVLW  4          ;
      OPTION ;
      CLRF   RTCC      ;
      ;
MAIN   CLRWDT          ;
      MOVF  AX,W       ;
      XORWF RAMC,W     ;
      BTFSZ STATUS,Z  ;
      GOTO  RESET      ;
      MOVLW B'00000100' ;
      TRIS  PORTA      ;
      MOVLW B'00011111' ;
      TRIS  PORTB      ;
      ;
*****
                          생략
*****
L960X  BTFSZ   PORTB,SENSOR ;
      GOTO   PW0          ;
      BTFSZ  FLAG0,SEN    ;
      GOTO   SW0          ;
SET01  BSF    FLAG0,F02KM ; 2KPH
L141M  INCF   TSHIFT     ;
      MOVLW  D'109'      ;
      ADDWF  TSHIFT,W    ;
      BTFSZ  STATUS,C    ;
      GOTO   MAIN        ;
    
```

Fig.10 Example of control program

Fig.8은 8비트 마이크로 프로세서가 내장된 제어장치인 ECU의 하드웨어를, Fig.9는 flow chart를, Fig.10은 ECU에 탑재된 제어 프로그램 일부를 보여주고 있다.

2.7 고장진단기능의 설계

본 시스템은 페일세이프(Fail safe)측면에서 자

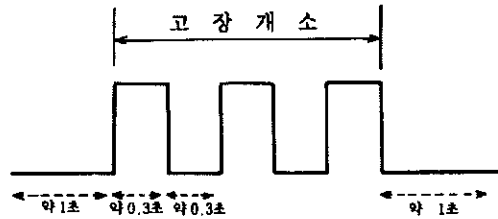


Fig.11 Output form of error signal

체 진단기능을 가지고 있는데, 고장을 표시하는 방법은 경고등을 사용하여 그 점멸회수로 고장진단을 할 수 있도록 하였다.

- 1) E1 : 솔레노이드 밸브와 리미트 스위치 불일치
 솔레노이드 밸브 On 신호가 출력된 후 15초 후에 출력 대비, 리미트 스위치의 위치가 동일하지 않을 경우 솔레노이드 밸브 또는 리미트 스위치 고장으로 인식함.
 (일정간격으로 경고등을 1번씩 점멸)
- 2) E2 : 버튼 스위치 고장
 버튼의 입력신호가 1개도 없거나 또는 2개 이상의 신호가 동시에 입력될 경우에는 버튼 고장으로 인식함. (일정간격으로 경고등을 2번씩 점멸)
- 3) E3 : 차속센서 고장
 속도센서 고장 시, 차속신호가 Off 되므로 이때에는 속도 "0" 상태와 같은 상태가 된다. 따라서 차 속센서의 고장 판단은 매우 어려운 일이다. 그러므로 속도가 갑자기 30km/h 이상 가감속될 경우 차속센서 고장으로 인식함. (일정간격으로 경고등을 3번씩 점멸)
- 4) E4 : 리미트 스위치 고장
 본 시스템은 기계적으로 4H 상태에서 4L로 전환가능 하도록 되어 있다. 그러므로 4H 리미트 스위치가 On되지 않은 상태에서 4L 리미트 스위치가 On되어진 경우에는 리미트 스위치 고장으로 인식함. (일정간격으로 경고등을 4번씩 점멸)
- 5) E5 : 시스템 압력 저하
 본 시스템에서는 사용되고 있지는 않고 연결 단자만 가지고 있는데, 시스템의 부압이 일정크기 이하로 떨어질 경우에

는 시스템이 작동되지 않도록 해 준다.
(일정간격으로 경고등을 5번씩 점멸)

위와 같은 고장신호가 경고등의 점멸로 표시될 경우의 출력형태는 Fig.11과 같다.

3. 결과 및 고찰

본 시스템에 대한 시험평가는 먼저 Fig.12와 같은 무부하 시험장치에 본 시스템을 장착한 후, 동력원으로 진공펌프를 부착하여 차량상태와 유사한 조건에서 버튼조작으로 변속이 올바르게 이루어지는가 하는 것을 검증하였고, 실차 주행시험은 K사의 S차량으로 행하였는데, 제품에 대한 단순한 기본기능 및 성능확인이 주목적이었기 때문에 각종 실차주행 시험규격을 무시하고 버튼시프팅 작용의 기능확인에 주력하였다.

개념설계시 본 시스템의 가장 안정된 상태로는 솔레노이드 밸브에 전기적 부하가 걸리지 않는 2H 상태로 하였기 때문에 고장신호 검출시 무조건 2H 상태로 전환되도록 프로그램 하였다. 그러나 이러한 경우, 만약 4L 주행 중에 고장신호를 감지할 경우 속도에 관계없이 2H 상태로 전환된다면 기계적으로 무리가 따르게 되고 심할 경우에는 기어 파손의 원인이 된다. 따라서 이것을 개선하기 위하여 고장 검출 시에는 그 이전 상태를 유지하고 있다고

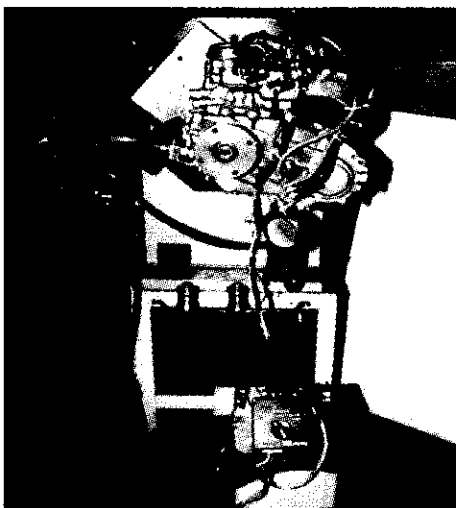


Fig.12 Apparatus of bench tester

장상황이 해제되는 시점에서 그때 주어진 명령에 따라 작동되도록 프로그램을 수정하였다.

H↔L전환시 벤치 테스터에서는 무부하 조건이기 때문에 문제가 되지는 않았으나, 실차 시험에서는 관성이 커지기 때문에 H↔L용 액츄에이터 구동 솔레노이드 밸브가 On된 상태에서 일정시간이 지나도 변속이 되지 않는 경우가 간헐적으로 발생하였다.

이를 해결하기 위해서는 H↔L용 액츄에이터의 직경을 크게 하거나 레버비를 조정하여 출력을 높일 수 밖에 없는데, 적용차량과의 간섭문제를 고려할 때 액츄에이터 직경을 크게 하는 것은 어렵기 때문에 레 버비를 조정하였다. 이를 위하여 H↔L용 액츄에이터의 행정길이를 약 5mm정도 길게 수정하였다.

시험 장치에서는 시험기 자체에 카운터(Counter)를 부착하여 300,000회 신뢰성 시험을 한 결과 Table.2와 같은 결과를 얻었으며, 이를 실차에 탑재한 상태에서 성능을 검증하기 위해 자체 제작된 프로그램을 이용하여 1개의 채널에서는 전자제어장치(ECU)에서 솔레노이드 밸브 구동신호가 출력된 시점부터 운전자가 원하는 변속위치에 완전히 도달했을 때의 리미트스위치의 위치신호를, 다른 1개의 채널은 변속된 회수를 측정한 결과 작동상태의 분포는 Fig.13과 같았다.

신뢰성 시험 결과인 Fig.13의 a), b) 그림에서 2H→4H로 변속 될 때가 4H→2H로 변속 될 때보다 다소 변속 불량회수가 높은 것을 볼 수 있는데, 이는 부변속기의 구조상 4H→2H로 이동시는 결합되어 있는 기어를 해제시켜주기만 하면 되기 때문에 2H→4H로의 변속보다 변속 불량회수가 적은 것을 볼 수 있다. 또한 그림 c), d)에서는 2H↔4H 변속시보다 변속 규정시간이 지연되어 변속되는 회수가 12회 많은 것을 볼 수 있는데 이는 2km/h 이하에서만 4H↔4L 변속이 이루어짐으로 다소의 시간이 지

Table. 2 Results of bench test

시험 회수	300,000
양호	299,984
시간지연 후 작동	12
불량	4
정상작동 비율	99.995%
불량작동 비율	0.005%

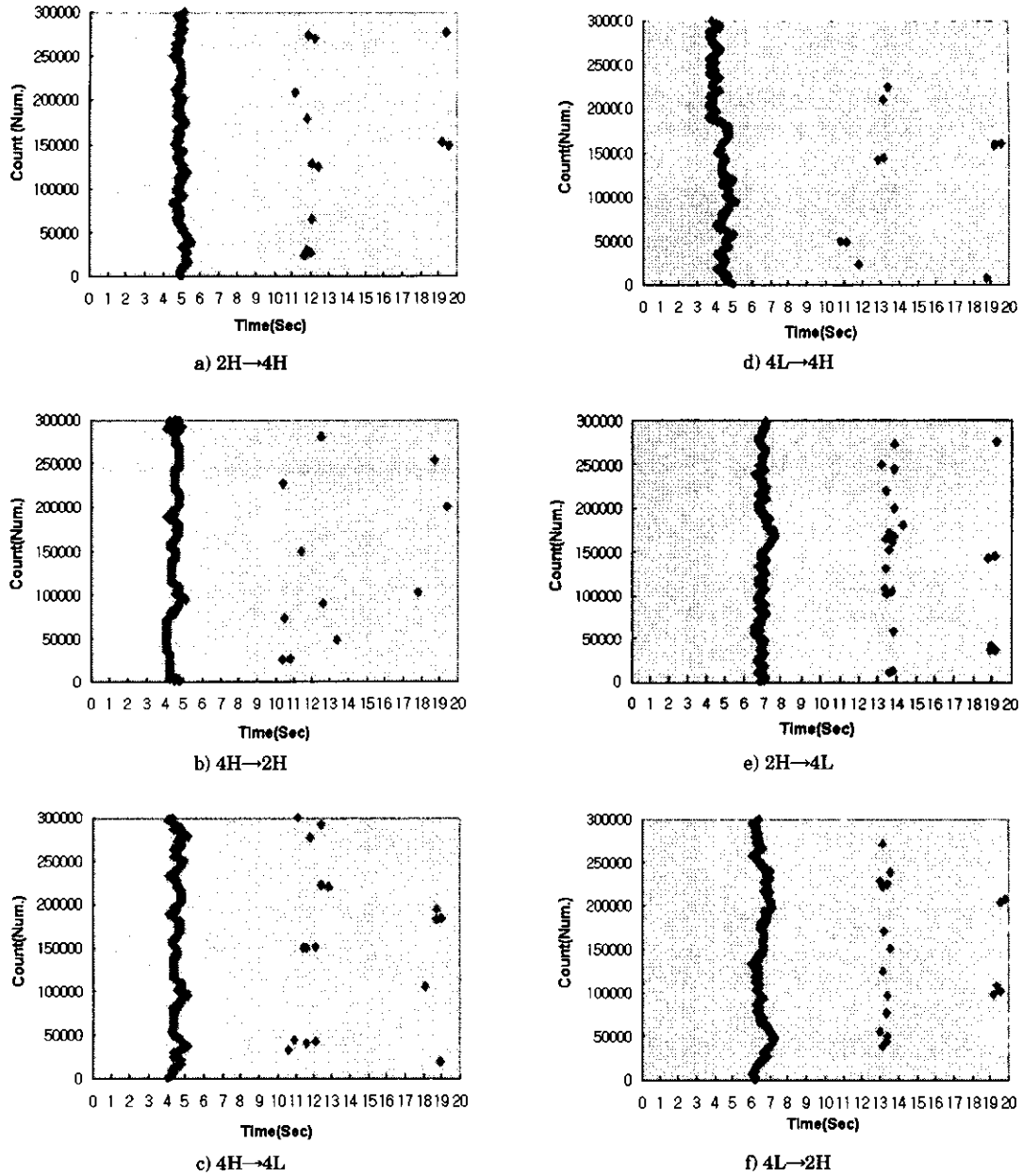


Fig.13 Results of confidence test

연되어 변속되는 것을 볼 수 있다.

한편 그림 e), f)에서는 a)~d) 그림에 비해 변속 시간이 지연되고 불량 변속회수도 증가하는 현상을 볼 수 있는데 이는 a)~d) 그림과는 달리 2H→4H↔4L의 과정을 단계적으로 수행해야 하기 때문이다.

4. 결 론

본 연구에서는 4WD 차량에 대한 전자제어식 부 변속기의 설계방법 및 제작 기술을 모색하고 이에 대한 신뢰성 시험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기계식 레버 조작에 의한 변속 시스템을 전자

화된 버튼 시프팅 시스템을 장착함으로써 이 지 시프팅을 달성함은 물론 기존의 부 변속기와 그에 따른 부속장치가 삭제됨에 따라 차량 실내의 공간을 확보할 수 있었다.

- 2) 상시 치합방식 대신 동기 치합방식을 적용함으로써 주행중 변속기술을 확보하여 운전의 편의성을 도모 하였다.
- 3) 부변속기 시스템에 ECU를 탑재함으로써 운전자가 변속위치와 변속상황을 신속, 정확하게 판단하여 보다 안정된 운행을 할 수 있도록 하였다.
- 4) ECU에 페일세이프(Fail safe)기능을 탑재하여 고장 발생시, 운전자가 고장부위를 진단할 수 있도록 하였다.

Control System of Honda for CVT", Proc. Int. Conf. on Continuously Variable Power Transmissions, pp.43~51, 1996.

- (5) Y. Matsuo, et al., "Intelligent Four-Wheel-Drive System", SAE paper 930670, 1993.
- (6) S. Murata, Y. Nogichi, "Synchronizer & Shift System Optimization for Improved Manual Transmission Shiftability", SAE 891998, 1989
- (7) 김태훈, 조진호, "마이크로컴퓨터를 이용한 가솔린 기관용 전자제어장치에 관한 연구", 한국자동차공학회논문집, 제3권, 제6호, pp.224~237, 1995.

참고문헌

- (1) Philips G. Gott, "Changing Gears : The Development of the Automotive Transmission", SAE Historical Series, 1991.
- (2) Kurt Neuffer et al., "Electronic Transmission Control From Stand Alone Component to Mechatronic Systems", SAE paper 960430, 1996.
- (3) K. Sato, R. Sakakiyama, H. Nakamura, "Development of Electronically Controlled CVT System Equipped with CVTip", Proc. Int. Conf. on Continuously Variable Power Transmissions, pp.53~58, 1996.
- (4) K. Funatsu, H. Koyama, T. Aoki, "Electronic

저 자 소 개



김광열(金光烈)

1963년 12월생. 1990년 경남대학교 공과대학 전자공학과 졸업. 1989. 12~1999. 2월 기아중공업(주) 기아기계기술연구소 선임연구원. 1998년 경상대 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1999년~현재 경상대 대학원 전자공학과 박사과정. 1999. 3~현재 마산대학 자동차계열 교수. 당학회 회원.



김태훈(金台勳)

1962년 11월 8일생. 1986년 한양대학교 공과대학 기계공학과 졸업(공학사). 1988년 한양대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학석사). 1995년 한양대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학박사). 1994년~현재 마산대학 자동차계열 조교수. 당학회 회원.