한국자동차공학회논문집 제 1 권 제 3 호, pp. 1~11, 1993.

〈논 문〉 SAE NO. 933759

과도운전시 가솔린기관의 성능평가

Evaluation of Transient Performance of Carburettered Gasoline Engine

조 규 상,* 류 정 인**
G. S. Cho, J. I. Ryu

ABSTRACT

An experimental study was carried out to evaluate the characteristics of transient performance of carburettered gasoline engine under rapid accelerating transient driving conditions.

In order to evaluate the characteristics of transient performance quantitatively, the concept of dead time t_d and response delay time t_r are introduced.

Performance parameters such as air mass flowrate Gat, engine speed N, manifold boost pressure Pb, and output torque T are measured simultaneously during the rapid opening of the throttle valve by the stepping motor.

During the rapid opening of the throttle valve, air mass flowrate Gat is increased immediately without delay time, but response of engine revolution N, and output torque T are delayed. Therefore hesitation, and stumble phenomena are occurred.

Dead time t_d and response delay time t_r of engine revolution N, which is extremely delayed comparing to other performance parameters, are respectively 0.2−0.3sec., 3.0−4.6sec., and dead time rate $t_d/\Delta t$ and response delay time rate $t_r/\Delta t$ are linearly increased with the throttle valve opening rate $\dot{\theta}$ during the acceleration from 12 degree to 20 degree at 1250rpm.

주요기술용어 : Transient performance(과도성능), Throttle valve opening rate(드로틀밸브 개도율), Dead time(허비시간), Response delay time(응답지연시간), Hesitation(헤지테이션), Stumble (스텀블), Stretchiness(스트레치니스)

1. 서 론

자동차용 기관에 관한 연구는 경제 및 기술적 측면에서 연비향상과 출력성능향상, 사회환경적 측면에서 매연과 소음저감에 의한 배기성능의 향상, 그리고 인간공학적 측면에서 안정성과 안락감을 위한 운전성 향상등이 대상이 되어 왔으며 이러한 것들은 상호 연관되어 작용한다. 즉 출

* 정회원, 경북실업전문대학 자동차과
** 정회원, 충남대학교 기계공학과

력성능의 향상은 배기성능을 약화시키는 경우가 많으며, 반대로 배기성능 향상은 출력성능을 저하시킨다.

이러한 기관은 출력성능, 배기성능, 운전성능 등은 정속주행시보다도 가감속의 과도운전시 더욱 악화되기 때문에, 최근에 기화기부착 기관뿐만 아니라 전자제어 연료분사기관(EFI Engine)에 대해서도 활발히 연구되고 있다.[1, 2, 3]

과도 운전시 기관연소의 불안정성은 기화기부착 기관이든 전자제어 연료분사 기관이든 흡기관을 갖는 기관에서는 흡기관을 지나는 공기 연료 유동특성에 기인한다. 즉 가감속시 연료와 공기의 관성 차이는 순간적으로 공기과다 또는 연료과다를 일으켜 희박 또는 농후한 상태가 되며, 심한 경우는 가연한계를 초과하는 경우도 생겨, 실린더내에서는 연소압력의 급격한 상승, 실화 등의 불안정성을 일으키며 회전수, 토크등 출력성능의 급격한 저하의 원인이 되고 있다. 따라서 불안정 연소에 따른 배기유해물 과다배출, 기관출력의 급격한 변동으로 인한 불쾌한 가속감, 과다 액막연료의 생성 및 유입에 따른 연료 소비율 증가등을 일으킨다.[4, 5, 6]

과도운전은 매우 짧은 시간에 이루어지며 복잡한 거동을 하므로, 성능인자의 측정시 정속주행시보다 측정기의 응답속도가 빨라야 하며, 재현성이 있어야 한다. 최근 계측기술의 향상과 컴퓨터에 의한 고속 데이터 채취가 가능하므로 과도운전시 기관의 성능을 보다 정확히 파악할 수 있게 되었다. 그러나 국내에서는 이 분야에 대한 연구가 아직 그다지 많지 않은 편이며,[7, 8] 성능평가 기준도 아직 확립되어 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기화기 기관을 대상으로 가속의 과도운전시 실린더내로 유입하는 혼합기의 입력특성, 즉 흡기관내 압력, 흡입공기량, 흡입혼합기의 온도등 성능인자의 변동이 기관 출력성능인자인 기관회전수 및 토크변동에 미치는 영향을 규명하며, 이를 이용하여 응답성에 따른 과도성능을 평가하고자 하였다.

2. 실 험

2.1 실험장치

가감속의 과도 운전시 기관의 각종 성능인자를 측정하기 위해 사용한 기관은 4기통 4사이클 승용차용 기관으로, Table 1에 기관의 제원을, 그리고 Fig.1에 실험장치의 전체 개략도를 나타냈다.

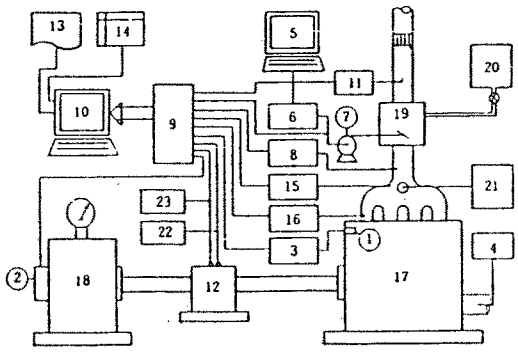
Table 1 Specification of test engine

Model	Capital HAWK Engine
Displacement	1498
Bore×stroke(mm)	78.0×78.4
Compression ratio	9.5
Max. power(ps/rpm)	95/6000
Max. torque(Kg-m/rpm)	14.2/3500
Valve mechanism	OHC Belt driving
Valve timing In. open	14°BTDC
close	52°ABDC
Ex. open	52°BBDC
close	14°ATDC
Idle speed(rpm)	700
Fuel supply	FBC
Choke system	TBAC

연료 공급 방식은 기화기식으로, 배기관에 부착된 산소센서의 신호에 의해 ECU(Engine control unit)에서 연료량의 증감이 제어되는 FBC 기화기(Feed back controlled carburettor)로 라디에이터 출구온도, 흡기관 냉각수 온도, EGR 밸브등에 의해 ECU의 듀티비(Duty ratio)를 조절하도록 되어 있다.

대기압 실온상태의 흡입 공기는 맥동류의 영향을 없애기 위해 오리피스 유량계(유량계수 0.822) 부착 공기 저장탱크를 거쳐 정류판을 통과하여 공급되며, 수냉식 기관이므로 냉각수의 온도는 90±3°C가 되도록 하였다.

과도 운전은 드로틀 밸브의 개폐로 조절하였는데, 드로틀밸브의 개폐는 PC/XT와 연결된 스테핑모터 제어기에 의해 DC 스테핑모터의 작동으로 이루어진다. 모터는 한 펄스당 0.5°씩 회전



① Pressure transducer
② Crank angle detector
③ Amp.
④ Gas analyzer
⑤ PC/XT
⑥ Stepping motor controller
⑦ Stepping motor
⑧ Vacuum meter
⑨ A/D converter
⑩ PC/AT
⑪ Micro manometer
⑫ Torque & rpm meter
⑬ Printer
⑭ Plotter
⑮ Thermocouple
⑯ Film thickness detector
⑰ Test engine
⑱ Dynamometer
⑲ Carburetter
⑳ Fuel gage
㉑ Ultrasonic vibration system
㉒ Torque indicator
㉓ Rpm indicator

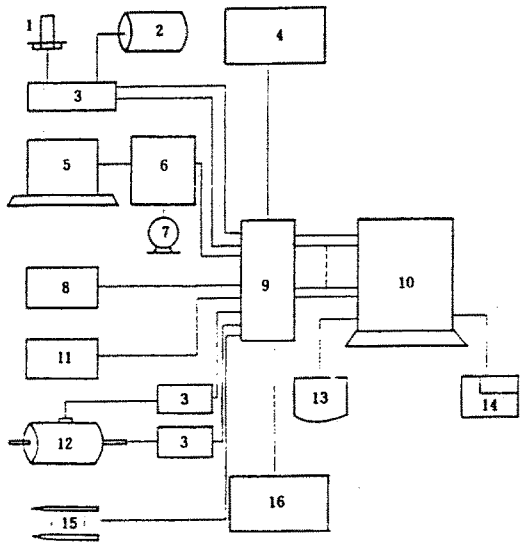
Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

하게 하였다. 이때 실린더내 압력은 스파크 플러그겸용 스트레인게이지형 압력 변환기에 의해 측정하여, 과도 운전시 실린더내의 압력변화를 관찰하였다. 기관으로부터의 토크와 회전수는 토크미터로 측정하였으며, 동시에 흡기관내 유입공기의 유량과 부압은 미소마노미터 및 진공게이지로 측정하였다. 그리고, 흡입 공기 온도, 흡기관벽 온도 및 혼합기 온도등은 열전대에 의해 측정하였다. 측정에 사용한 각 계측기의 사양을 Table 2에 나타낸다.

Fig.2는 데이타 채취를 위한 블록선도를 나타낸 것으로, 스테핑모터의 작동신호, 실린더 압력과 크랭크각 신호, 기관 토크와 회전수, 흡기관내의 부압과 미소마노미터신호, 각 부분의 온도, 일산화탄소 및 탄화수소가스의 농도 신호등이 A/D 변환기(12bit 16ch./25μsec)를 거쳐 PC/AT에 입력된다. 매우 짧은 시간에 크게 변하는 실린더내 압력의 측정은 DMA(Direct Memory Access)방식을 이용하여 25μsec당 데이타를 채취하였고, 비교적 고속을 요구하지 않는 인자는 1msec당 데이타를 채취하였다. 채취된 데이타는 PC에서 처리하여 필요한 부분은 프린터와 플로터로 출력하였다.

Table 2 Specification of measuring equipments

Instruments	Specification
Cylinder pressure	Strain Pressure transducer, MP-100K-18 and Dynamic strain Amp. DAS-407, Shinkoh.
Boost pressure	Strain Gage type Vacuum meter PT-761, ONOSOKKI
Torque	Strain gage type Torque meter 3270-2K, Daytronic Co.
Engine speed	Magnetic pickup RPM meter 3240-2K Daytyonic Co.
Inlet air pressure	Micromanometer, FCO 01
A/D Converter	12bit 16ch./25μsec., Lab Master
Stepping motor	4phase, 1.0deg/pulse, KP86LH2
Air consumption	Inclined manometer with round nozzle(Nozzle coefficient 0.822)
Fule consumption	Cylinder type fuel gage with timer
Inlet air temperature	Pt-100Ω Thermocouple
Mixture temperature	Pt-100Ω Thermocouple
Manifold temperature	K-type Thermocouple
Fuel temperature	K-type Thermocouple



① Pressure transducer
② Crank angle detector
③ Amp.
④ Gas analyzer
⑤ PC/XT
⑥ Stepping motor controller
⑦ Stepping motor
⑧ Vacuum meter
⑨ A/D converter
⑩ PC/AT
⑪ Micro manometer
⑫ Torque & rpm meter
⑬ Printer
⑭ Plotter
⑮ Thermocouple
⑯ Film thickness detector

Fig.2 Block diagram of data acquisition system

2.2 실험 방법

가속의 과도운전 실험은 초기회전수 약 1250 rpm, 흡기관부압 약 330mmHg, 드로틀밸브의 개도 12°인 상태로부터 가속펌프 작동중 개도량 8°를 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5초 동안 가속시켰다. 그리고 가속펌프가 작동하지 않는 경우 초기회전수 약 1300rpm, 흡기관부압 약 430mmHg인 상태로부터 위와 같은 개도의 가속실험을 실시하였다. 가속펌프가 작동하지 않는 경우는 드로틀밸브와 연동되어 있는 링키지와 스프링을 제거함으로써 드로틀밸브가 개폐되어도 가속펌프는 작동하지 않도록 하였다. 이것은 기화기의 저속 회로로부터 고속 회로로 전환하는 연결 영역이다.

3. 기관의 과도성능특성

과도운전시 성능은 정상시와 같이 토크, 기관회전수, 흡입공기량, 흡기관내 압력등의 성능인자가 완만하게 변하는 경우보다는, 주로 흡기계통에서 연료공기의 유동특성에 의해 성능인자값이 급격히 변하게 된다. 이로 인한 과도운전시 출력성능의 급격한 변화는 운전자의 느낌에 의해 정성적으로 평가되어 왔다. 이러한 정성적 평가로는 성능인자값이 급격히 감소하는 Stumble, 어느 시간이 경과한 후에 증가하는 Hesitation, 시간경과와 더불어 완만히 증가하는 Stretchiness, 그리고 변화의 맥동현상을 보이면서 증가하는 Accelerating Surge등으로 구별하여 나타낸다.[4] 따라서 과도운전시의 성능특성을 실시간과 함께 정량적으로 나타낼 필요가 있다.

Fig.3은 과도운전시 기관성능인자의 특성을 나타낸 것으로, 기관회전수 1250rpm, 드로틀밸브의 개도를 12°로부터 20°까지 0.3초 동안 가속한 경우이다. 드로틀밸브의 개동작은 스테핑모터에 의해 행해졌으며 이때의 동작신호를 스테핑모터 신호(SMS)로 나타냈고, 흡기관내의 부압을 Pb, 공기유속에 따른 압력수두의 변화를 H, 기관회전수를 N, 혼합기 온도를 Tmix, 그리고 토크를 T로 나타냈다. 드로틀밸브의 개동작과 거의 동시에 흡기관내 부압과 공기속도에 의한 압력수두는 변하기 시작하여 개동작 완료후 최고치에 도달한 후 서서히 감소한다. 그러나 토크와 기관회전수는 약간 지연된 후 상승하기 시작하고, 흡기관내 혼합기 온도는 가속에 의한 공기량의 증가로 냉각되어 서서히 저하한다. Fig.4는 0.5초 동안 가속한 경우의 기관성능의 예로서, 각 성능인자들이 비슷한 거동을 하고 있음을 알 수 있다.

Fig.5와 Fig.6는 가속펌프가 작동하지 않는 상태에서 기관회전수 약 1300rpm, 흡기관부압 약 430mmHg인 상태에서 0.1초와 0.3초 동안 가속한 경우 각 기관성능인자의 거동을 나타낸 것이다. 토크의 저하, 기관회전수의 상승지연은 Fig.3, Fig. 4의 경우보다 현저하게 나타남을 알 수 있다. 이하 각 성능인자의 특성에 대해 고찰한다.

3.1 공기유입특성

Fig.7은 기관회전수가 약 1250rpm, 드로틀밸브

의 개도를 12°에서 20°까지 8°를 개방하는데 걸리는 시간을 0.3, 0.5, 1.0, 1.5초 동안으로 하였을 때 흡기관 부압 Pb와 흡입공기량 Gat의 변화를 나타낸 것이다.

드로틀밸브가 개방됨에 따라 흡기관부압 Pb는 감소하고, 개방이 끝난후 최저치에 도달한 후 서서히 증가한다. 그리고 공기량 Gat는 밸브가 열리면서 거의 즉시 증가하기 시작하여 개방시간이 지나서 최대치에 도달한 후에 서서히 감소하여 안정된 값에 도달한다. 개방시간 Δt가 0.3초인 경우 밸브의 개동작과 거의 동시에 공기량은 증가하기 시작하나, 개동작 완료후 약 0.2초 후에 공기량은 최대가 되며, 개동작 후 약 3초 뒤에 정상값에 도달한다. 그러나 개방시간 Δt가 1.0초인 경우의 공기량 변화는 밸브의 개동작과 거의 동시에 증가하기 시작하는 것은 같으나, 최대 공기량이 되는 것은 개동작 완료전에 나타나며, 그 초과공기량은 개방시간이 0.3초인 경우 보다 크지 않다. 이처럼 드로틀밸브의 개방시간이 짧을수록 공기량의 일시 증가량이 크게 나타난다. 여기서 공기량이 일시 증가하는 것은 흡기관내 부압의 감소에 따른 밀도의 상승을 보충하기 위해 실린더 유입에 필요한 공기량보다도 여분의 공기가 공급되는 것으로 추산된다.

또 흡기관 부압 Pb의 변화는 드로틀밸브의 개도변화에 비해 약간 지연되고 있다. 이것은 흡기관체적에 상당하는 만큼의 공기가 유입하는

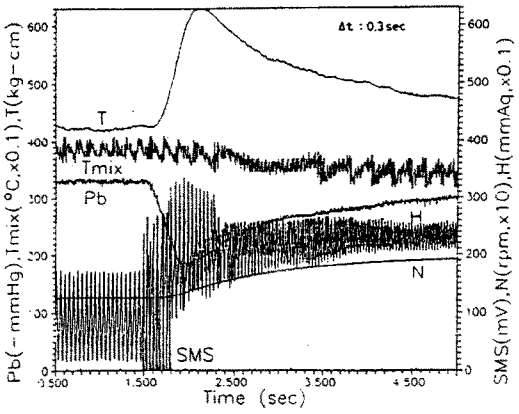


Fig.3 Output signal of each performance parameter at transient operation with acceleration pump. Δt=0.3sec

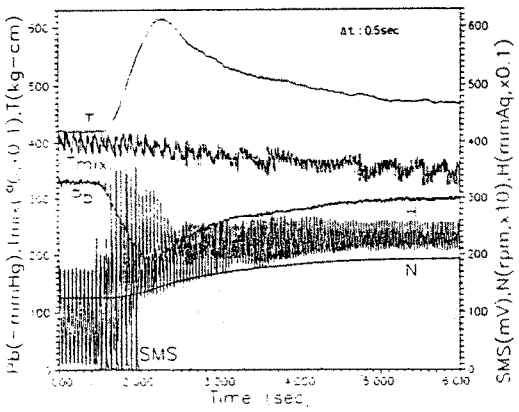


Fig.4 Output signal of each performance parameter at transient operation with acceleration pump. Δt=0.5sec

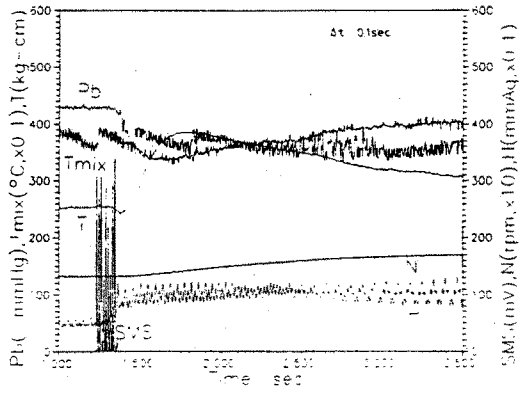


Fig.5 Output signal of each performance parameter at transient operation without acceleration pump. Δt=0.1sec

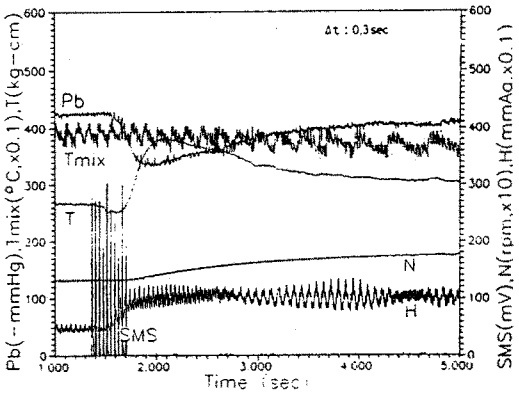


Fig.6 Output signal of each performance parameter at transient operation without acceleration pump. Δt=0.3sec

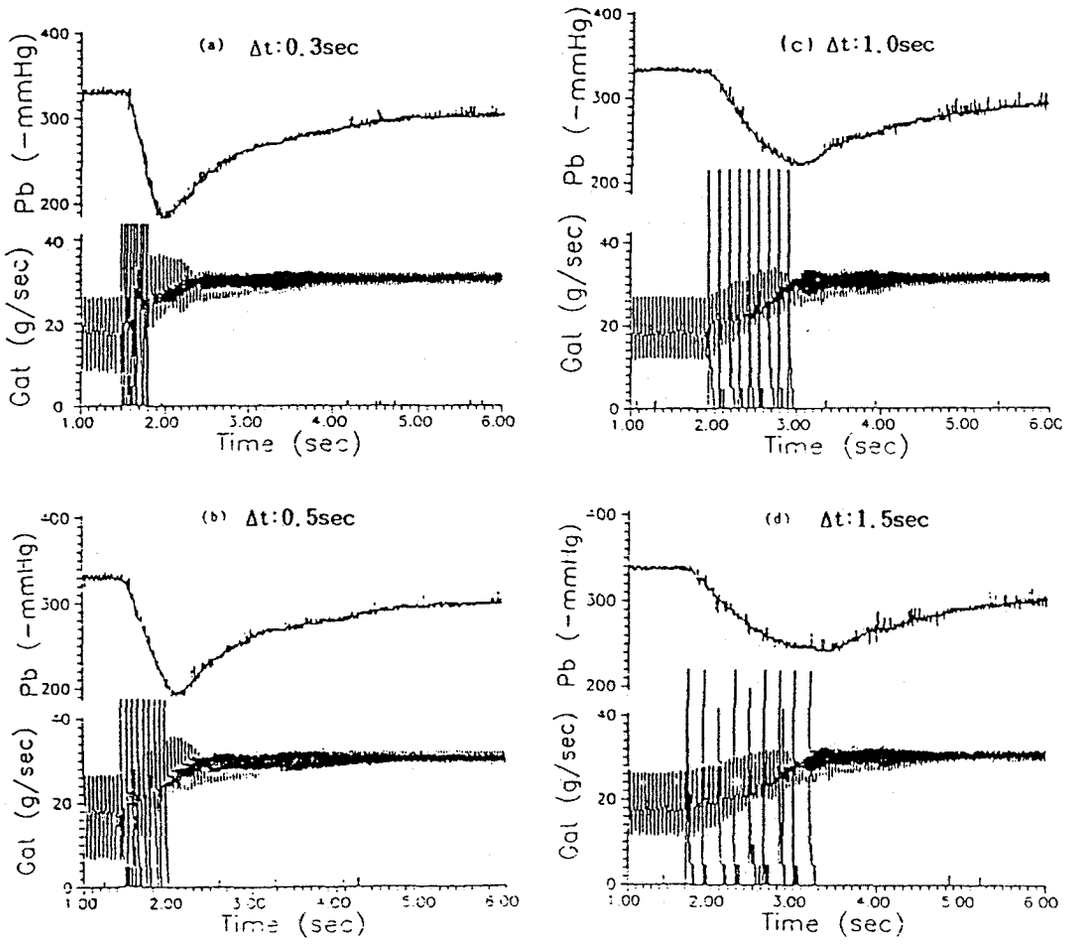


Fig.7 Variation of Gat, Pb with throttle valve opening time Δt (a) 0.3sec, (b) 0.5sec, (c) 1.0sec, (d) 1.5sec at N=1250rpm, Δθ=8deg.

데 시간이 걸리기 때문으로 생각된다. 그리고 개방시간이 짧을수록 흡기관 부압의 변화는 크며, 공기량의 일시 증가량도 크게 되어, 같은 연료량이 공급되는 경우 공연비의 순간편차가 더욱 크게 되리라 예상된다. 또한 공기량의 일시 증가에 따라 연료 분출량도 많게 되므로, 가속 증량보정 여분의 연료량은 흡기관내에 체류하여 액막류를 형성하게 될 것이다. 따라서 과도시간이 짧을수록 초과공기량이 증가하여 과도운전특성은 악화된다.

3.2 기관 회전수 변동특성

Fig.8은 드로틀밸브의 개도량을 12°로부터 20°까지 여는데 걸리는 시간을 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5초 동안으로 하여 개방하였을 때 기관회전수 변동을 나타낸 것이다. 기관회전수의 변동은 출력의 관성을 나타내는 것으로 가속운전에 의한 빠른 응답이 요구된다.

그림에서 드로틀밸브 개방시간이 0.3초 이상인 경우는 가속중에 기관회전수가 상승하기 시작하며, 0.1초의 경우는 가속이 끝난 후 기관회전수가 상승하기 시작한다. 따라서 같은 개도량을 개방하는 경우 가속시간이 짧을수록 회전수 응답은 지연되며, Hesitation 현상을 일으키고 있음을 알 수 있다. 이것은 가속운전시 흡기관내 부압, 공기량, 그리고 토크변동 등과 관련되어 나타나고

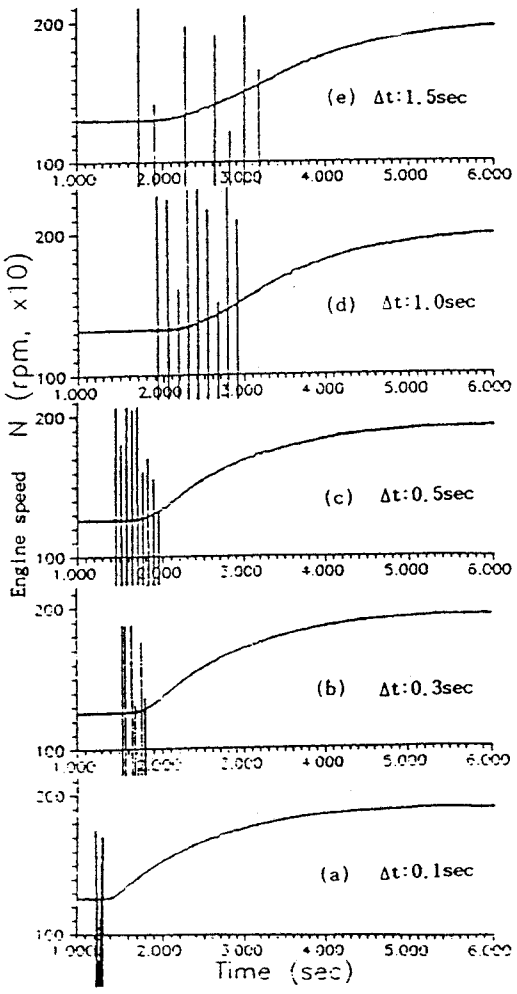


Fig.8 Variation of N with throttle valve opening time Δt (a) 0.1sec, (b) 0.3sec, (c) 0.5 sec, (d) 1.0sec, (e) 1.5sec, at Δθ=8deg.

있다. 가속에 의해 일정 회전수까지 도달하는데 걸리는 시간은 공기량, 부압 등의 경우에서와 경향은 거의 비슷하다.

3.3 토크 변동특성

Fig.3에서 Fig.6까지의 그림에서, 토크변동은 가속펌프가 작동하는 경우는 토크값이 저하하지는 않고, 지연시간을 거친 후 상승한다. 그러나 가속펌프가 작동하지 않는 경우는 토크값이 저하하는 부분이 현저하게 나타난다.

가속에 의해 공기량은 거의 즉시 증가하나, 기화기 벤추리포트의 노즐과 기화기 가속회로의 가속펌프에 의해 분출하기 시작한 연료는 실린더까지 유입하는데 시간지연이 생긴다. 따라서 토크는 약간 지연을 거친 후 증가하기 시작한다. 그러므로 가속시 순간적인 토크 응답의 지연으로 hesitation을 일으킬 수 있다.

가속펌프가 작동하지 않는 경우는 토크값 상승의 지연과 동시에 가속 초기에 토크가 저하하는 부분이 나타나고 있어 stumble도 일으키고 있음을 알 수 있다. 이것은 가속펌프로부터의 순간적인 연료 분출이 없고, 단지 가속에 의해 기화기의 주노즐에서 연료의 증량공급에만 의존하게 되므로 기화기로부터 실린더까지의 연료 유입 지연에 의해 토크 저하가 심하게 된다.

4. 과도성능평가

과도운전시 기관의 현상을 평가하는 방법으로 숙달된 운전자의 느낌에 의한 정성적 평가에서, 최근에는 이를 정량적 평가가 시도되고 있다.[9,10] Y.Honmo등은 과도시 성능을 히스테리시스 선도상의 면적에 의해 평가하였으나, 이 방법은 과도시 성능평가의 가장 큰 문제로 제기되고 있는 것 중의 하나인 stumble 현상을 정확히 평가할 수 없는 결점이 있다. 그 후 이 문제점의 해결로서 흡기관부압 Pb를 기준으로 하여, 동일면적에 해당하는 쌍곡선법을 제안하여 평가하였다. 이 방법으로는 드로틀밸브의 전개 과도거동을 모두 나타내는 데는 적합하나, 부분 개도의 과도시는 적절치 못하여, 본 연구에서는 주행시 주로 많이 사용하게 되는 부분 개도시의 특성을 잘 표현할 수 있는 방법으로 과도경과 시간을 기준으로 하여 Fig.9에서 정의한 t_d, t_r, β, p등의 관계로 과도거동의 응답성을 평가하였다.

Fig.9에서, 가속후 성능인자값이 상승하기 시작할 때 까지의 지연시간 혹은 허비시간을 t_d (dead time or delay time), 성능인자값이 초기 최대치 p까지 도달하는데 걸리는 시간을 응답지연시간 t_r(response delay time), 가속중 성능인자값이 저하하는 양을 β, 그리고 감쇄시간 t_s등으로

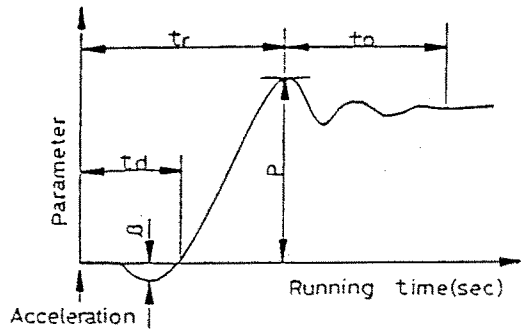


Fig.9 Time characteristics of performance parameter at transient operation

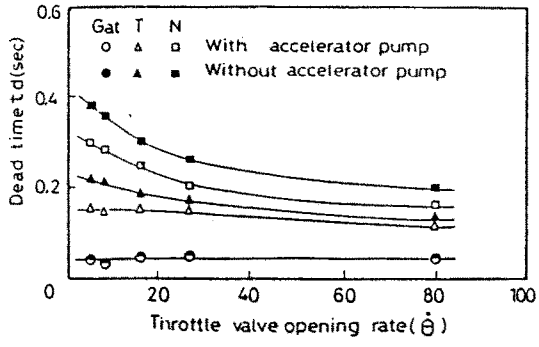


Fig.10 Variation of t_d with $\dot{\theta}$

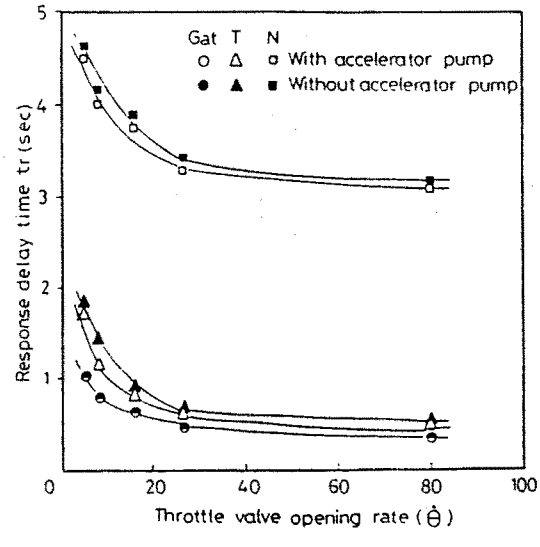


Fig.11 Variation of t_r with $\dot{\theta}$

표현할 수 있다.[4,10] 이 때 t_d 및 β는 가속운전시의 정성적 평가인 hesitation 및 stumble을, t_r은 stretchiness을 나타낸다.

Fig.10은 기관회전수 1250rpm, 드로틀밸브의 개도를 12°에서 20°까지 8°를 개방한 경우 드로틀밸브의 개도율에 따른 흡입공기량, 토크, 기관회전수의 허비시간 t_d를 나타낸 것이다. 공기량 Gat의 허비시간은 개도율에 관계없이 0.04초로 거의 일정한 값을 갖는다. 이는 관성력이 상대적으로 작은 공기는 가속펌프의 작동유무에 관계없이 거의 지연없이 유입되기 시작함을 알 수 있다. 토크 T는 가속펌프가 작동하는 경우는 개도율 $\dot{\theta}$에 관계없이 약 0.12초 지연된 후 토크값이 변하기 시작한다. 그러나 가속 펌프가 작동하지 않는 경우 개도율이 80°/초인 때는 0.14초 지연되나, 개도율이 5.33°/초로 천천히 가속하면 허비시간은 0.23초로 토크가 서서히 상승하기 시작한다. 기관회전수 N의 경우, 응답성은 더욱 나빠지는데 개도율이 80°/초이고 가속펌프가 작동하지 않는 경우는 허비시간이 0.22초, 개도율이 5.33°/초인 경우는 0.38초로 최대가 된다.

따라서 과도운전시 hesitation을 나타내는 허비시간 t_d는 공기량 Gat를 제외하고 가속펌프의 작동유무에 크게 영향을 받는다. 이는 기화기의 가속펌프노즐에서 분출된 연료가 흡기관을 거쳐 실린더에 도달하여 가속에 의한 각 성능이 나타나기 시작할 때 까지의 시간으로, 기화기의 가속펌프 성능과 흡기계통의 구조에 크게 영향을 받는 것으로 생각된다.

Fig.11은 기관회전수 1250rpm, 드로틀밸브의 개도를 12°에서 20°까지 8°개방한 경우 각 성능인자가 최고값까지 도달하는데 걸리는 응답지연시간 t_r을 개도율 $\dot{\theta}$에 대해 나타낸 것이다. 공기량에 대한 응답지연시간 t_r은 개도율이 80°/초인 경우 0.38초, 개도율이 5.33°초로 천천히 드로틀밸브를 개방한 경우는 1.06초로 가속펌프의 작동여부에 관계 없음을 알 수 있다. 토크 T는 공기량의 경우와 비슷한 경향을 보이며, 개도율이 5.33°/초인 경우 최고치에 도달하는 데 1.75초에서 1.83초 정도가 걸린다. 기관회전수 N도 경향은 비슷하며 개도율이 5.33°/초인 경우 응답지연시간은

4.6초로 공기량이나 토크에 비하여 매우 크다. 그리고 개도율이 26.7°/초 이상이 되면 응답지연시간은 거의 일정한 값을 유지하였다. 이는 드로틀밸브를 빨리 개방하여도 각 성능특성치가 최고값에 도달하는 데는 어느 일정시간이 걸리게 되며, 개도율에는 거의 영향을 받고 있지 않음을 알 수 있다. 또한 가속펌프의 작동여부에는 큰 영향을 받지 않는다.

따라서 과도운전시 stretchiness의 한 평가 방법인 응답지연시간은 기화기의 가속펌프보다는 주노즐에서 분출된 연료가 흡기관을 거쳐 실린더에 유입되어 각 성능의 최고값에 도달할 때까지 걸리는 시간과 관계된다고 할 수 있다.

Fig.12는 Fig.10의 허비시간 t_d에 대한 가속시간 Δt의 비율로서, 가속시간에 대한 그 특성이 나타나기 시작할 때 까지의 무차원 시간율이다. 개도율 $\dot{\theta}$가 클수록, 즉 같은 개도량을 짧은시간에 가속할 수록 허비시간율 $t_d/\Delta t$는 공기량, 토크, 기관회전수의 순으로 커지며, 공기량 Gat를 제외하고 가속펌프가 작동하지 않는 경우가 더 커진다. 기관회전수 N의 경우 개도율이 60°/초이고 가속펌프가 작동하지 않는 경우 2.0으로 최대가 된다.

Fig.13은 Fig.11의 응답지연시간 t_r에 대한 가속시간 Δt의 비율인 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$를 개도율 $\dot{\theta}$로 나타낸 것으로, 개도율이 커짐에 따라 선형적으로 증가한다. 개도율이 커질수록 가속에 의한 최대치까지 도달하는데 걸리는 시간의 상대적

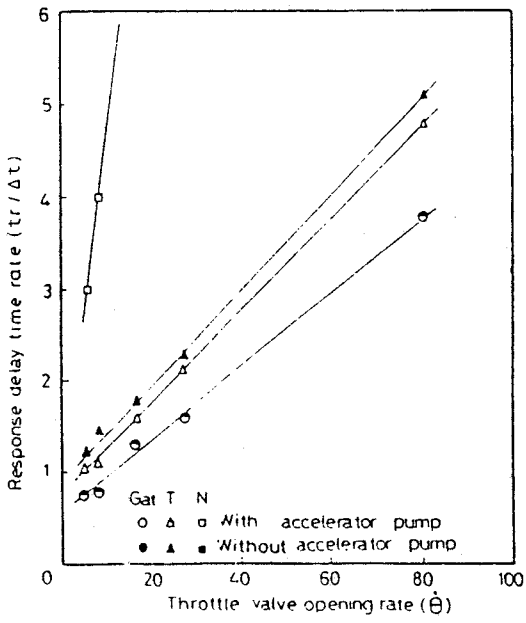


Fig.13 Variation of $t_r/\Delta t$ with $\dot{\theta}$

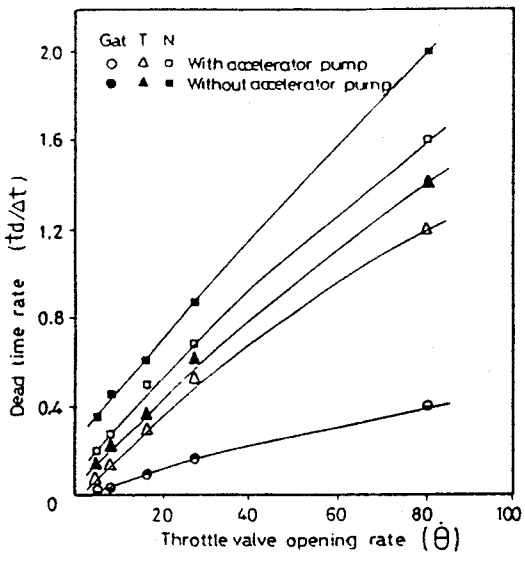


Fig.12 Variation of t_d with $\dot{\theta}$

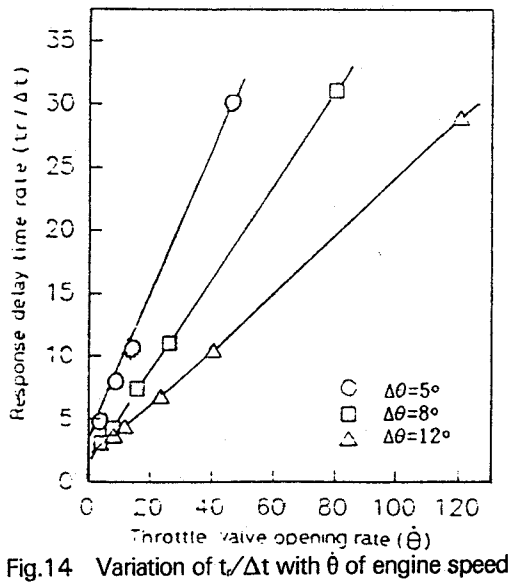


Fig.14 Variation of $t_r/\Delta t$ with $\dot{\theta}$ of engine speed N

비율이 커짐을 알 수 있다. 이것도 공기량 Gat는 가속펌프의 작동유무에 관계가 없으며 개도율이 80°/초인 경우 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$는 3.8이며, 토크와 회전수는 가속펌프가 작동하지 않는 경우는 더욱 커진다. 개도율이 80°/초인 경우 토크의 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$는 5.1로 개도율이 작은 경우보다 응답성은 지연된다고 할 수 있다.

Fig.14는 Fig.13에서 나타낸 기관회전수 N만을 가속펌프가 작동하지 않는 경우 개도량에 따라서 개도시간에 대한 최종 기관회전수에 도달하는데 소요되는 무차원 시간 비율을 나타낸 것이다. 같은 개도량에서 개도율이 클 수록 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$ 값은 선형적으로 증가하고 있어 최종 기관회전수에 도달하는데 걸리는 시간은 길어지며, 그만큼 기관회전수 응답성은 저하한다. 또 같은 개도율에 대해 개도량이 작을 수록 응답지연시간율이 커지고 있다. 이는 같은 개도율에서 개도량이 클수록 응답지연시간이 단축되고 있어 응답성은 좋다고 할 수 있다.

5. 결 론

자동차용 기관은 정속주행시보다 부하와 회전수가 계속 변화하는 과도상태에서 많이 사용되며, 이러한 과도상태에서 기관의 출력성능, 배기성능, 운전성능등의 향상은 매우 중요한 과제가 되고 있다.

따라서, 과도운전시 기관의 각종 성능인자의 거동특성을 파악하고, 이를 정성적으로 평가함과 동시에 허비시간 t_d, 응답지연시간 t_r 및 이들의 무차원 시간변화율인 허비시간율 $t_d/\Delta t$, 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$를 이용하여 정량적으로 평가하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1) 가속의 과도운전시 흡입공기량은 흡기관내 부압의 급격한 감소에 의한 밀도상승에 필요한 공기를 보충하기 위해 실린더 유입에 필요한 공기량보다도 여분의 공기가 거의 지연없이 즉시 증가하나, 흡기관 부압은 흡기관 체적에 상당하는 만큼의 공기가 유입하는데 시간이 걸리기 때문에 약간 지연되어 감소한다.
2) 가속의 과도운전시 기관회전수 및 토크는 일정시간 지연된 후 증가하여 hesitation, stumble현상을 일으키며, 가속펌프가 작동하지 않는 경우, 토크의 stumble현상은 심하게 나타났다.
3) 가속의 과도운전시 hesitation의 한 정량평가인 허비시간 t_d는 가속펌프노즐에서 분출된 연료가 실린더에 도달하여 각 성능이 나타날때 까지의 시간에 좌우되며, stretchiness의 한 정량평가인 응답지연시간 t_r은 기화기의 가속펌프보다는 주노즐에서 분출된 연료가 실린더에 유입되어 각 성능이 최고값에 도달할 때까지 걸리는 시간으로, 가속펌프의 작동여부에는 큰 영향을 받지 않았다.
4) 기관회전수 1250rpm에서, 드로틀밸브의 개도를 12°에서 20°까지 개방하는 가속의 과도운전시, 기관회전수의 허비시간 t_d는 0.2−0.3초, 응답지연시간 t_r은 3.0−4.6초이며, 무차원 시간변화율인 허비시간율 $t_d/\Delta t$, 응답지연시간율 $t_r/\Delta t$도 개도율이 증가할 수록 선형적으로 증가하여 성능특성치중 가장 응답성이 지연되었다.

참 고 문 헌

1. C.F.Aquino and S.R.Fozo : "Steady state and Transient A/F Control Requirement for Cold Operation of a 1.6Liter Engine with Single Point Fuel Injection", SAE Paper No. 850509, 1985.
2. C.F.Aquino : "Transient A/F Control Characteristics of the 5 Liter Central Fuel Injection Engine", SAE Paper No. 810494, 1981.
3. S.D.Hires and M.T.Overington : "Transient Mixture Strength Excursion, An Investigation of their Causes and the Development of a Constant Mixture Strength Fueling Strategy", SAE Paper No. 810495, 1981.
4. 野村憲一, "過渡的機關性能の向上技術", 自動車技術, 39券9號, pp1001-1007, 1985.
5. D.J.Boam and I.C.Finlay : "A Model for Predic-

ting Engine Response during Rapid Throttle Transients in Port-injected Spark-ignition Engine", SAE Paper No. 890565, 1989.

6. N.F.Benninger and G.Plapp "Requirements and Performance of Engine Management Systems under Transient Conditions", SAE Paper No. 910083, 1991.
7. 조규상 : "과도운전시 흡기관내 연료유동이 가솔린기관의 성능에 미치는 영향에 관한 연구", 충남대학교 박사학위논문, 1991.
8. 이종수외 1인 : "Injector에 따른 가감속시 공연비 변동에 관하여", 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집, pp38-44, 1992.
9. 本望行雄외 3인 : "過渡時機關性能の評價法に關する研究(1)", 自動車技術會論文集25號, pp 19-27, 1982.
10. 本望行雄외 2인 : "過渡時機關性能の評價法に關する研究(2)", 自動車技術會論文集28號, pp3-10, 1984.