

# 주행기록장치 분석기법을 활용한 간헐적 가속불량 차량의 작업공정 개선사례

## A Case Study of Work Process Improvements on Vehicles with Intermittent Poor Acceleration Using Driving Record Analysis Technique

이제훈\* · 황성일\*\*\*†  
 Je-Hoon Lee\* and Seong-Il Hwang\*\*\*†

(Received 23 April 2018, Revision received 01 August 2018, Accepted 02 August 2018)

**Abstract:** Ever since the diesel gate of Volkswagen, etc., there has been an increasing concern for particulate matters including emissions. Diesel vehicles are restricted in the cities and applied with stricter control standards. Since diesel engines are characterized by high emission of nitrogen oxide, they must be attached with an exhaust gas recirculation (EGR) device with excellent reduction efficiency. However, durability of the system adopting a combustion method that shows high EGR control rate to meet the regulations has become an important task to be resolved. Known causes of system defect include surface accumulation of hydro-carbons and nano particles, sticking inside EGR valves and poor contact of sensor and wiring. Intermittent poor acceleration is the most common phenomenon shown while driving. Accordingly, this paper examined the cause of the intermittent phenomenon using D-logger data to propose a method of work process improvements by establishing the method of data analysis.

**Key Words :** Process Improvements, Exhaust Regulation, Exhaust Gas Recirculation, Poor Acceleration, D-logger

### — 기 호 설 명 —

ECM : Engine Control Module  
 EGR : Exhaust Gas Recirculation  
 MDA : Measuring Data Analyzer  
 VCI : Vehicle Communication Interface  
 Module

### 1. 서 론

폭스바겐 등의 디젤 게이트 이후 배기가스를 포함한 미세먼지에 대한 우려가 더욱 높아졌고, 세계 각국은 도심의 경유차 운행제한 및 디젤차에 대한 관리 기준을 강화하고 있다. 우수한 연비에 의해 CO<sub>2</sub> 배출이 적은 디젤엔진은 CO<sub>2</sub> 규제가

\*\*\* 황성일(교신저자) : 기아자동차(주)부산서비스센터  
 E-mail : hsi@kia.co.kr, Tel : 051-314-8585  
 \*이제훈 : 현대자동차(주)부산서비스센터

\*\*\* Seong-Il Hwang(corresponding author) : KIA Motor's Pusan Service Center.  
 E-mail : hsi@kia.co.kr, Tel : 051-314-8585  
 \*Je-Hoon Lee : Hyundai Motor's Pusan Service Center.

강화된 이후 재조명되었으나,<sup>1)</sup> 질소산화물(NOx)과 입자상물질(PM, particulate matter) 저감이 선결 과제로 최근 급부상하였다.<sup>2)</sup>

디젤 엔진은 압축착화(Compression-Ignition)를 하기 때문에 질소산화물을 많이 배출하는 특성이 있으므로 이를 줄이기 위해 전 처리 기술인 배기가스 재순환 장치(EGR)를 장착한다. EGR 기술은 배기가스의 일부를 연소실로 유입시켜 고온 연소에서 생성되는 질소산화물을 저감하는 방법이고, 이미 가솔린뿐만 아니라 디젤 엔진에 필수적으로 적용되어 그 기술이 확실히 검증된 NOx 저감방법이며, 현재까지 질소산화물 저감을 위한 가장 보편적인 방법으로 알려진 기술이다.<sup>3)</sup>

그러나 배기가스 규제강화에 대응하기 위해 높은 EGR 제어율을 이용한 연소방식을 채택함으로써 발생하는 EGR 밸브 관련 시스템의 내구성 문제는 해결해야 할 필연적인 사후 과제로 존재하고 있다.

탄화수소(HC), 입자상 물질 등의 표면 퇴적에 따른 파울링(fouling), EGR 밸브 내부 고착, 센서 및 배선 접촉 불량 등이 EGR 밸브 관련 시스템 불량의 주요 원인으로 알려져 있고, 주행 중 간헐적인 가속불량이 가장 대표적인 차량의 현상으로 나타나고 있으나, 정확한 원인 분석을 위한 공정의 정립은 아직 미흡한 실정이다.

EGR 관련 고장의 보편적인 점검 방법은 각종 계측기를 활용한 고장코드, 스코프메터, 오실로스코프 등의 분석 방법이 있으나 간헐적인 불량의 고장현상의 원인을 분석하고 규명하는 것은 매우 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 디로거(D-logger)라는 ECM의 변수 데이터를 기록하는 장비를 사용하여 고장 원인을 분석하고 그 원인을 규명할 수 있다.<sup>4)</sup>

따라서 본 논문에서는 사례를 기반으로 하여 EGR 시스템 고장으로 가속 불량 현상이 간헐적으로 발생하는 차량 현상의 원인을 G사의 주행기록장치(D-logger) 장비를 사용<sup>5)</sup>하여 ECU의 변수 데이터를 차량의 자기진단 커넥터에서 CAN통신을 통하여 기록하였다. 검출된 D-logger 데이터를 분석하여 EGR 밸브 회로의 피드백선(Feedback line)

의 신호선(signal line) 문제로 인한 흡기유량 제어 불량으로 가속(acceleration) 제어가 되지 않았음을 밝혀내었다.

이를 통해 수집된 D-logger 데이터를 분석하는 방법을 정립하고 표준화하여 원인 분석 과정에서 발생하는 타임로스(Time loss)를 개선하기 위해 정비과정의 공정개선을 위한 효과적인 방법을 제안하고자 한다.

## 2. 실험대상 및 방법

### 2.1 실험대상

실험대상 차량은 2013년 9월 생산된 H사의 CRDI 차량으로 주행거리는 55,901 km이며, 제원은 Table 1과 같다. EGR밸브의 위치는 Fig. 1과 같으며, Fig. 2는 EGR밸브의 실물사진이다.

본 실험에 적용된 R-Engine이 적용된 차량은 EURO-5를 만족시키며 DC모터 방식의 Feed-back 제어가 가능한 EGR 시스템을 장착하였다. EGR시스템은 NOx 저감을 위한 가장 쉽고 효과적인 방법으로 실린더 내에 유입되는 신기의 일부를 배기가스와 혼합하여 실린더 내에 유입시킴으로써 실린더로 유입되는 기체의 산소농도를 낮추어 질소산화물의 발생을 억제한다. 또한 CO<sub>2</sub>나 수분, 불활성가스 등의 유입으로 실린더 내에 충전되는 가스의 열용량이 커져 연소온도 및 공기과잉율을 낮추어 NOx 생성을 억제하여 배출량을 감소시켜 준다.<sup>6)</sup>

Table 1 Specification of test engine

Item		Specification
Type		Serial, DOHC
Cylinder		4
Bore		84.5 mm
Stroke		96.0 mm
Displacement		2,200 cc
Compression Ratio		16.0 : 1
Ignition order		1-3-4-2
Intake Valve	Open	(ATDC) 12°
	Close	(ABDC) 7°
Exhaust Valve	Open	(BBDC) 32°
	Close	(BTDC) 17°

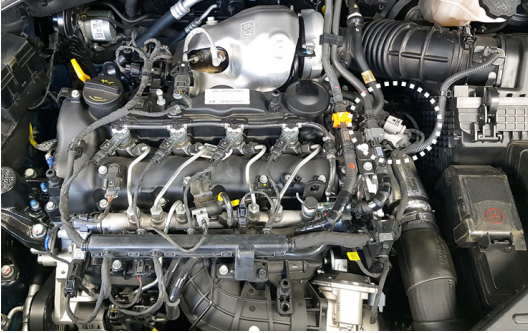


Fig. 1 The EGR system layout

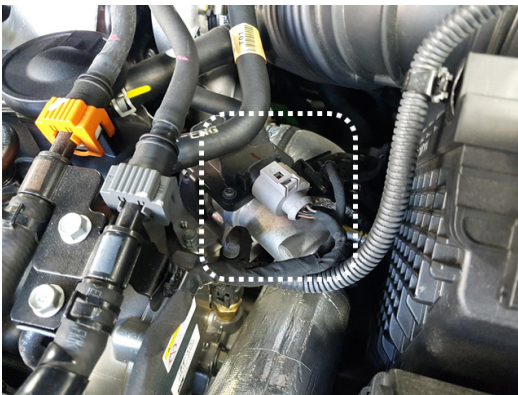


Fig. 2 Picture of the EGR valve

## 2.2 실험대상 시스템 분석

본 실험에서 사용한 EGR밸브 구성품의 특성은 DC모터[300 N (D엔진 30N)] 제어방식의 전자식 EGR 액츄에이터이며, 구동 캠이 DC 모터에 의해 제어되고 왕복운동을 직선운동으로 변환하는 구조로 되어있다. 응답성은 75 m/sec 전폐에서 전개 시까지이며, 공칭유량은 120 kg/h이고 밸브내경은  $\Phi 30$  mm이다. 구동력은 상온 280 N에서 OPEN이며 상온 298 N에서 CLOSE이다.

하우징 재질은 알루미늄이며, 하우징 냉각은 냉각수에 의존하며 냉각 모듈을 삽입한 형태이다. 내부에는 피드백 위치 센서가 내장되어 ECU 제어에 의해 EGR밸브를 직접 구동하여 실제 개도량 검출이 가능하다.

ECU는 연소실에 재순환되는 배기 가스량을 EGR 액츄에이터 작동에 따른 흡입공기량센서(AFS) 출력변화를 통해 검출한다. 즉, EGR액츄에

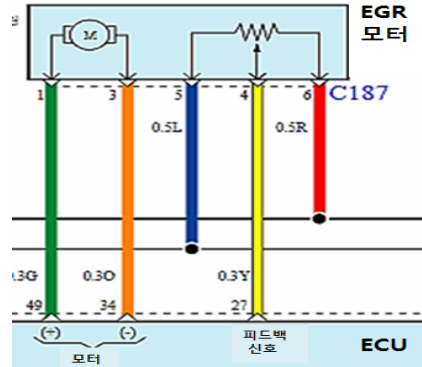


Fig. 3 Circuit of EGR valve

이터 작동으로 산소가 없는 배기가스가 연소실에 유입되면 그 양만큼 산소가 포함된 공기가 엔진에 유입되는 양이 줄어든 것을 흡입공기량센서 출력 값으로 연산하는 것이다. ECU는 이렇게 연산한 흡입공기량 정보로 EGR시스템을 피드백 제어한다. 이는 계측된 흡입공기량에 의해 연료분사량이 결정되는 가솔린엔진과는 다르다.<sup>7)</sup> EGR 시스템 관련회로는 Fig. 3과 같다.

## 2.3 실험 방법

본 사례연구는 실제 주행차량을 대상으로 하였으며, 실제 차량에서 EGR 관련 고장으로 인해 주행 중 간헐적으로 가속불량 발생 시 진단방법의 공정개선을 통하여 정확하고 빠르게 진단하고 문제의 원인을 분석하여 규명하는 효율적인 방안을 제시하고자 한다.

이와 같이 간헐적으로 발생하는 가속불량 현상의 원인을 효율적으로 분석하고 규명하여 고장진단의 공정개선을 달성하기 위해서는 Fig. 4와 같은 G사의 디로거(D-logger)장비가 가장 효과적임이 본 실험을 통해서도 증명되었다. D-logger는 주행 중인 차량의 Sensor data를 Real time으로 기록할 수 있는 장비이다.

본 논문에서는 간헐적으로 가속불량 현상이 실제 발생하는 차량의 고장 원인을 효율적으로 분석하고 규명하기 위해 Fig. 4와 같이 D-logger 장비를 차량에 설치한 후 주행 중 가속불량 재현 시 트리거 모듈(Trigger module)의 트리거 버튼

(Trigger button)을 눌러 차량의 ECU의 Sensor data 를 기록하고, VCI에 기록된 ECU 변수 데이터를 데이터 분석기(MDA)프로그램으로 분석하였다.

Fig. 4는 디로거 장비의 설치 개략도이고 Fig. 5는 차량의 고장현상 발생시 ECU의 변수 데이터를 기록하고 분석하기 위한 디로거 장비이다.

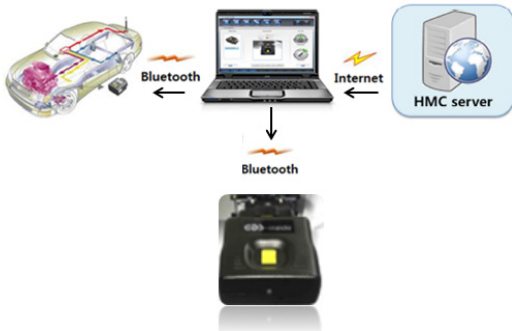


Fig. 4 Installation of D-logger equipment

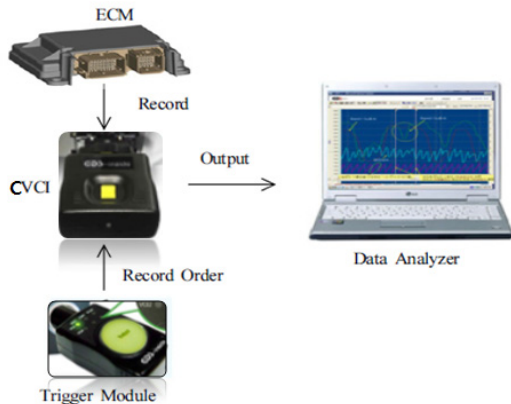


Fig. 5 D-logger equipment for fault diagnosis and analysis

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 원인 분석

##### 3.1.1 고장 발생시점 주행데이터 분석

디로거(D-logger)장비를 고장이 발생하는 차량에 Fig. 4와 같이 설치한 후 운전자에게 입수한 고장 현상의 문진정보를 바탕으로 현상 재현을

위한 시험 운전 중 문제의 차량에서 가속불량 현상이 발생하면 D-logger의 Trigger module에 있는 Trigger button을 누른다. 그러면 VCI에 프로그램된 대로 ECU의 변수 데이터가 Trigger button을 누른 시점을 기준으로 전 50 sec, 후 10 sec, 전체 약 60 sec 정도의 데이터 분량이 ECU로부터 자기 진단 커넥터의 CAN 통신라인을 통해 VCI에 기록된다. 이때 기록된 변수 데이터에는 차량의 가속 불량 시점의 데이터가 기록된다.<sup>5)</sup> 이 데이터를 Fig. 5와 같이 분석 프로그램으로 이동시켜서 고장 원인을 분석한다.

##### 3.1.2 변수 데이터 분석

Fig. 6은 주행 중 가속불량 현상이 발생하였을 때 VCI에 기록된 약 100개의 변수 데이터를 MDA 프로그램으로 분석한 것이다. 데이터 기록 시간은 약 40 sec이며, 고장을 인지하고 Trigger button을 누른 시점에서부터 기록되었다. 이때의 트리거 지점은 약 27~30 sec이다.

Fig. 7은 VCI에 기록된 약 100개의 변수 데이터 중에서 가속불량 분석에 필요한 세부 데이터 12개만 선별하여 최소 및 최대값으로 나타낸 그래프이며, Fig. 8은 그 데이터이다.

Fig. 8의 Nr. 1은 차속(0~43 Km/h)을 나타내며, 중/저속 구간에 문제가 발생되었음이 확인된다. Nr. 2는 엔진회전수(793~3272 rpm)를 나타내며, 정차 후 출발하는 구간(rpm 상승 구간)이다. Nr. 3은 자동변속기 터빈 회전수(135~2792 rpm)를 나타내며, Nr. 4는 변속단으로 1~3단까지 변속되었음을 보여준다.

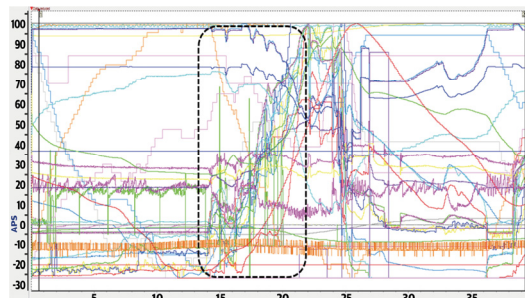


Fig. 6 Graph of failure full data

Nr. 5는 약셀페달 신호(0~61%)로 가속구간임이 확인된다. Nr. 6과 7은 흡입공기량(목표/실제) 값으로 변화량은 293~1517 mg/Hub이며, 상승 과정에서 미세 변동이 확인된다.

Nr. 8과 9는 부스터 압력센서(목표/실제) 값으로 변화량은 1016~2730 hPa이며, 상승 시 흡입공기량에 추종하여 미세 변동이 확인되었다.

Nr. 10, 11, 12는 EGR 목표/제어/실제값으로 제어값 대비 실제값이 불규칙적인 차이가 발생함이 확인되었다.

Fig. 9는 차량의 간헐적인 가속불량이 순간적으로 재현된 시점인 15 sec에서 17 sec 사이 데이터의 상세 분석을 위해 1과 2의 cursor 구간을 설정

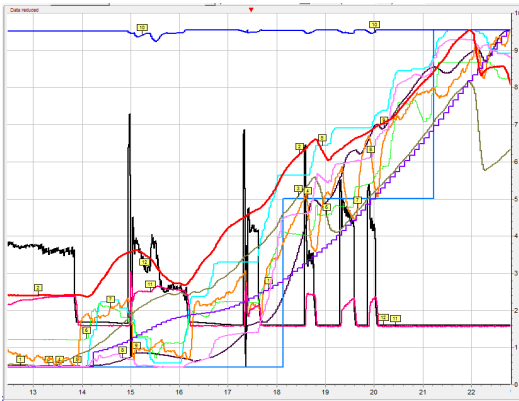


Fig. 7 Parameter required to analyze poor acceleration

Nr.	Color	Name	Min	Max	Units
1		VehV_v	0	43.86	km/h
2		Epm_nEng	793.5	3272.5	rpm
3		Conv_nTrbn	135	2792	rpm
4		Tra_numGear	1	3	-
5		APP_r	0	61.9019	%
6		AirCtI_mDesVal	327.1	1400	mg/Hub
7		AFS_mAirPerCylFlt	293	1517.1	mg/Hub
8		PCR_pDesVal	1016	2681	hPa
9		PCR_pActVal_mp	1019	2730	hPa
10		EGRVlv_r	95.59333	100	%
11		EGRVlv_rAct	-11.5356	9.16748	%
12		EGRVlv_rPs	-26.77	68.34	%
13		\$TRIGGER_EVENT_MANUAL			

Fig. 8 Essential data required to analyze poor acceleration

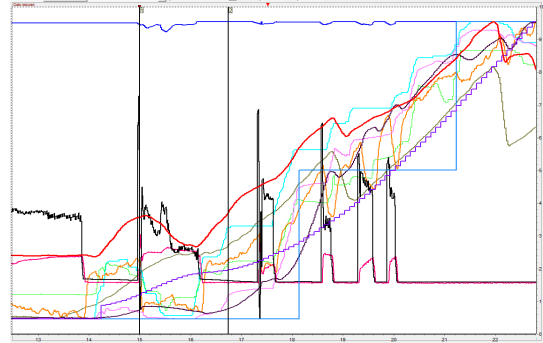


Fig. 9 Detailed graph for cursor setting section in case of poor acceleration

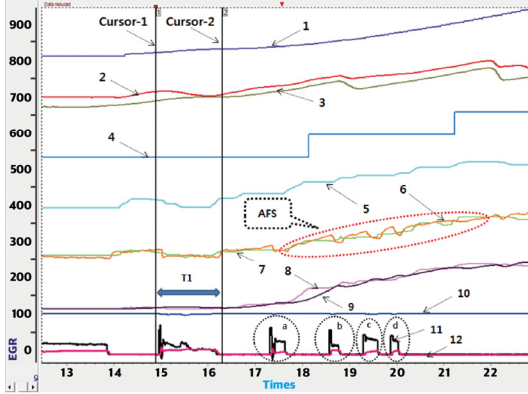
Nr.	Color	Name	Cursor 1	Cursor 2
1		VehV_v	3.53	7.15
2		Epm_nEng	1207.5	1254.5
3		Conv_nTrbn	605	909
4		Tra_numGear	1	1
5		APP_r	10.022	18.9941
6		AirCtI_mDesVal	457.4	527.8
7		AFS_mAirPerCylFlt	529.9	530.7
8		PCR_pDesVal	1056	1154
9		PCR_pActVal_mp	1067	1075
10		EGRVlv_r	98.8647	100
11		EGRVlv_rAct	-5.34668	-11.3647
12		EGRVlv_rPs	45.42	-10.42
13		\$TRIGGER_EVENT_MANUAL	-	-

Fig. 10 Detailed parameter for cursor setting section in case of poor acceleration

하여 나타낸 그래프이고, Fig. 10은 1과 2의 cursor 설정구간의 데이터 값을 나타내었다.

Nr. 1은 차속을 나타내며, 차량이 출발 후 3~7 km/h에서 가속불량이 순간적으로 발생되었음을 확인할 수 있다. 이때, Nr. 2는 엔진회전수, Nr. 3은 자동변속기 터빈 회전수(1207~1254 rpm)로 변속단 1단에서 출발시점이었음을 확인할 수 있다.

Nr. 6과 7은 흡입공기량(목표/실제) 값으로 변화량은 457~530 mg/Hub로 소폭 상승되었고, Nr. 8과 9는 부스터 압력센서(목표/실제) 값으로 변화량은 1056~1154 hPa이며 흡입공기량에 추종하여 소폭 상승하였다. 특히 Nr. 10, 11, 12는 주 변수이자 EGR 목표/제어/실제값으로 제어값 대비 실제값의 오차가 과 발생되어 더욱 정밀한 분석이 요구되었다. 하여, VCI에 저장된 변수 데이터를 바탕으로



- 1. Vehicle speed    2. Engine speed    3. Turbine speed
- 4. Gear position    5. Acceleration pedal position
- 6. Filtered air mass per cylinder
- 7. Air mass\_desired    8. Limited boost pressure set point
- 9. Actual valve of the boost pressure
- 10. EGR-target value    11. EGR-control values
- 12. EGR-control values

Fig. 11 Graph of the poor acceleration

로 고장 현상이 발생되었던 주행 환경을 분석하기 위해 Fig. 6의 full data 중 EGR시스템 분석과 관련된 data만 sorting하여 Fig. 11에 나타내었다. Fig. 11의 그래프에서 트리거마크(T1)의 Cursor-1~Cursor-2의 변수 데이터 변화를 고찰하여 Table 2에 나타내었다. 이를 통한 결과 차속(VSS)의 변화는 5.21~31.45 km/h로 정차 후 출발하는 저속구간임을 확인하였다.

이때, 엑셀포지션(APS) 값(0.73~59.72%)에 따라 부스터압력(BPS)이 상승(1080 hPa~2536 hPa)하는 것으로 보아 증속되었음을 알 수 있으며, 이는 터보차저 시스템이 정상적임을 판단할 수 있다. APS값과 동반 상승한 Turbine의 출력값(776 rpm~2463 rpm) 또한 파워트레인의 작동상태가 정상적임을 판단할 수 있게 한다. 그러나 Cursor-2의 이후의 구간에서 AFS와 EGR 그래프 1~4를 대비하면 EGR 그래프가 목표 제어값 대비 실제값의 차이가 과다함에 따라서 AFS 그래프가 이상 유동을 나타내고 있음을 확인하였다.

### 3.1.3 고장 원인의 변수 분석

트리거시점(T1)에서의 EGR-target values은

Table 2 Data for analyzing the poor acceleration

Item	Units	Value	
		1Curse	2Curse
VSS	km/h	5.21	31.45
Turbine	rpm	776	2463
Gear	stage	1	3
APS	%	0.73	59.72
AFS	mg/Hub	376.5	1277.9
BPS	hPa	1083	2536
EGR - target values	%	95.59	100
EGR - control values	%	20.89	-10.97
EGR - real value	%	3.78	-11.53

95.59%로 작동신호를 보내고 있다. 이는 Engine ECU에서 EGR 모터로 작동 명령을 지속적으로 보내고 있는 신호이며, 변수 데이터는 Engine ECU로부터 구동명령을 전달받은 EGR모터의 작동 값을 나타낸다. 즉 EGR밸브의 정상적인 작동 상태를 확인하는 방법은 구동명령(EGR-control values)에 작동여부(EGR-real value)가 추종하는 유사 값으로 표출되는지를 확인하는 것이다.

Fig. 11의 트리거시점(T1)을 분석해 보면, 구동 명령은 지속적으로 EGR모터로 전달되나, 트리거시점에서 EGR밸브가 작동을 하지 않는 구간이 발생되고 있음이 확인된다. 또한 Cursor-2의 이후의 구간에서 AFS와 EGR신호를 대비하면 EGR 그래프가 목표제어값 대비 실제값의 차이가 과다함에 따라 EGR밸브의 작동 불량 구간(a. b. c. d)이 지속되면서 정상신호가 입력되지 않는 Fail 구간이 확인된다. 이 구간은 EGR 작동값이 설정된 목표값에 추종하지 못하고 있음을 나타내는 결과이다.

### 3.2 고장의 원인 규명

차량의 이상 발생 시 통상적인 접근 방법은 진단가이드를 활용하여 발생된 문제를 수리하고, 완벽히 고장을 해결했는지 확인하는 과정이 필수적이다. 진단 과정을 크게 두 가지 방향에서 접근하면, 차량의 진단기를 통해 고장코드(DTC) 정보를 확인할 수 있는 현상과 DTC 정보가 ECU로 입력되지 않은 순간적이고 간헐적인 현상으로 나눌

Table 3 DCT detecting condition

Item	Detecting Condition	Possible Cause
DCT Strategy	→ Signal monitoring	1. Poor connector contact 2. EGR actuator Circuit failure 3. EGR actuator fixation 4. EGR actuator failure
Enable Conditions	→ Engine running	
Threshold value	→ EGR actuator High temperature → EGR actuator Closed fixation → EGR actuator open fixation	
Diagnosis Time	→ 4400ms	
Fail Safe	Fuel cut	NO
	EGR off	YES
	Fuel Limit	YES
	Check Lamp	YES

수 있다.

첫 번째 접근 방법은 스캔틀을 연결하고, 진단을 실시하여 고장코드가 계속 검출되는지 확인하여 동일한 고장코드가 지속 검출 시 해당되는 고장코드 수리절차를 따라 수리하면 된다.

Table 3은 고장코드(P0404)에 대한 설명이며, 주행상태에서 EGR 액추에이터가 최대 열림 또는 닫힘 상태를 4초 이상 지속하면 ECU에 기록되며 DTC 정보로 표출된다. 검출방법은 신호 모니터링이며 검출조건은 엔진 구동상태이다. 페일세이프는 EGR 금지, 연료제한, 경고등 점등이다. 이때, 고장 예상 부위는 커넥터(Connector) 접촉불량, EGR 회로 이상, EGR 액추에이터 고착 등으로 예상할 수 있다.

두 번째 접근 방법은 스캔틀을 연결하고, 진단을 실시하여 고장코드가 검출되지 않고 경고등도 점등되지 않는 순간적이고 간헐적인 현상에 대한 접근이다. 주행 중 EGR밸브의 Feed-back 신호가 Engine ECU로 전달되지 않는 오류는 세 가지로 정리해볼 수 있다. 첫째는 Feed-back line의 단선, 단락(Short)인 경우, 둘째는 해당 커넥터의 핀-텐션 (Pin tension) 저하로 접촉 저항 과대, 셋째는 EGR 밸브 단품의 내구성 불량에 의한 기능 저하이다.

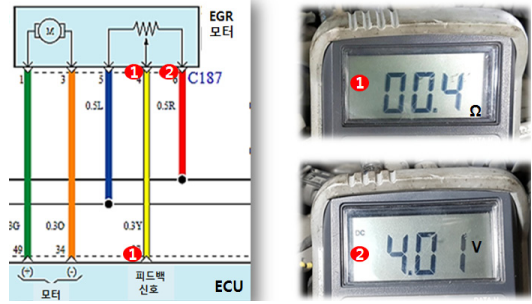


Fig. 12 Line resistance measurement



Fig. 13 Check the pin tension

Fig. 12는 첫 번째 점검의 경우로 EGR Feed-back 신호선 저항은 0.4Ω, ECU 출력 전압은 4 V가 측정되어 단선, 단락(Short)은 일어나지 않았음을 나타낸다.

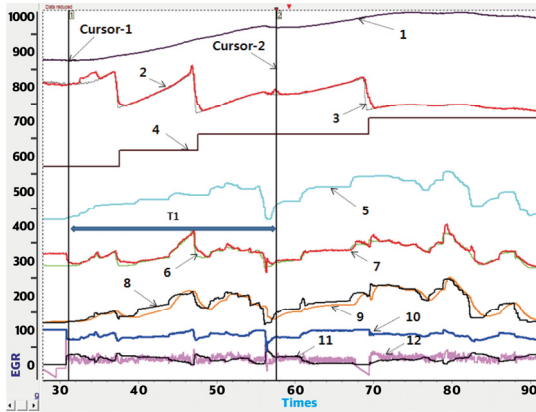
Fig. 13은 두 번째 점검의 경우로 핀 텐션 점검 지그를 사용하여 EGR밸브 커넥터(Connector)의 핀 텐션(Pin tension)을 점검하는 과정을 나타내었으며, 점검결과는 정상이었다. 세 번째 점검의 경우 EGR밸브 단품을 신제품으로 교환 후 주행 테스트 결과 가속반응이 정상적이었기 때문에 EGR 밸브 단품이 고장의 원인으로 규명되었다.

Fig. 14는 디로거(D-logger) 장비를 통해 VCI에 기록된 데이터 중 정상적인 EGR밸브의 data를 MDA 프로그램으로 분석한 결과를 나타내었다. 가속신호(APS)에 비례하여 Engine ECU에서 EGR 밸브 구동명령(EGR-control values)을 정상 출력하고, 이에 비례하여 EGR밸브 Feed-back(EGR-real value)이 정상적으로 이루어지고 있음을 알 수 있

다. 즉 EGR 신호값과 피드백 신호값이 불일치할 때 가속불량이 초래되었음을 확인할 수 있다.

간헐적 가속불량 현상 등의 원인 점검 시 보편적인 현재의 공정은 Fig. 12와 Fig. 13의 과정 및 진단기의 DTC 및 서비스데이터 정보를 분석하여 불량의 가능성이 높은 단품을 교환해보거나 수정하는 등의 경험에 의존하고 있는 실정이며, 주행 기록장치를 활용하고 분석할 수 있는 엔지니어들은 각 메이커마다 극소수의 인원으로만 한정되어 있는 실정이다.

또한 ECU에서 DTC Code가 검출되지 않는 간헐적이고 불명확한 차량의 이상 현상을 재현해보기 위해서는 동일현상 재작업의 부담과 장시간 시운전 등의 시간적, 금전적인 loss를 감수해야 한다. 그러므로 본 논문을 통하여 차량에서 주행 중 간헐적인 가속불량 발생 시 디로거 장비를 활용하여 VCI에 기록된 data를 MDA 프로그램으로 분석하면 정확하고 빠르게 진단할 수 있음으로 진단방법의 공정이 개선될 수 있음을 증명하고자 하였고, MDA 프로그램 분석 방법을 보급하고자 하였다.



1. Vehicle speed
2. Engine speed
3. Turbine speed
4. Gear position
5. Acceleration pedal position
6. Filtered air mass per cylinder
7. Air mass\_desired
8. Limited boost pressure set point
9. Actual valve of the boost pressure
10. EGR-target value
11. EGR-control values
12. EGR-control values

Fig. 14 Graph of EGR valve normal date

## 4. 결 론

본 연구는 차량이 주행 중 간헐적인 가속 불량이 발생하는 난해한 고장 현상의 원인을 점검하는 방법의 공정개선을 제시하기 위해 D-logger장비를 활용하여 H사의 CRDI 2.0차량의 사례를 기반으로 실험한 결과 다음과 같이 유의미한 결과를 도출하였다.

1) EGR 시스템 불량에 의한 차량의 가속 불량 현상은 저속 주행구간에서 Accelerator pedal을 밟을 때 재현율이 가장 높았다.

2) 차량의 가속 불량 원인은 EGR밸브 회로의 Feed-back 신호선의 문제로, 흡입공기량 제어가 불량하여 그 결과로 가속 제어가 되지 않았음을 VCI에 기록된 data를 MDA프로그램으로 분석하여 확인할 수 있었다.

3) 차량의 불량 현상이 지속적이고 재현성이 높은 현상들은 스캐너(Hi-Scan tool) 장비나 엔진 종합 테스터기(HI-DS, GDS) 등으로 그 고장 원인을 분석하는 데는 큰 어려움이 없으나, 간헐적이고 난해하게 발생하는 고장 현상의 분석은 디로거(D-logger)장비를 활용하여 VCI에 기록된 data를 분석하는 것이 가장 효율적임을 증명하였다.

## References

1. K. C. Oh, C. H. Lee, C. B. Lee, W. N. Lee and Y. W. Nam, 2011, "The Effect of Cooling Efficiency on Fouling by EGR Cooler Internal Shape", Transactions of KSAE, Vol. 19, No. 1, pp. 101-108.
2. H. S. Heo, S. J. Bae, T. G. Kang, J. Y. Lee and H. J. Seo, 2017, "Performance Design of Aluminum EGR Cooler Consisting of Extruded Tubes for LPL EGR System", Transactions of KSAE, Vol. 25, No. 1, pp. 42-50. (DOI:10.7467/KSAE.2017.25.1.042)
3. K. C. Oh, D. J. Kim, C. H. Lee, C. B. Lee and S. K. Kim, 2012, "Characteristics of Condensate Generation according to Application of LPL EGR



- in a Diesel Passenger Car Engine", KSAE Spring Conference Proceedings, pp. 15-121.
4. Kia Motors, 2013, "Expert D-logger V2.0 Manual", Copyright 2013 Kia Motors.
  5. S. M. Kim and H. D. Jo, 2015, "Case Study of Intermittent Poor Acceleration Fault Diagnosis by Brake Switch Fault", J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng., Vol. 24, No. 2, pp. 203-210. (DOI:10.7735/ksmte.2015.24.2.203)
  6. J. H. Jun, S. H. Song, K. M. Chun and K. S. Lee, 2007, "Comparison of NOx level and BSFC for HPL EGR and LPL EGR system of heavy-duty diesel engine", SAE2007-01-3451.
  7. A. P. Pandhare, K. C. Zende, A. S. Joglekar, S. C. Bhave and A. S. Padalkar, 2012, "Effect of EGR on the Exhaust Gas Temperature and Exhaust Opacity in Compression Ignition Engines Using Jatropha Oil as Fuel", Applied Mechanics and Materials, Vol. 110-116, pp. 431-436.