

# 차량 운동에 따른 GMLAN 차량 속도와 실제 차량 속도 비교

원유진\* · 김진원\*\* · 강성기\*\*\*

## A COMPARATIVE STUDY BETWEEN GMLAN SPEED AND GPS REPORTED VEHICLE SPEED BY VEHICLE MANEUVER

Eugene Won\*, Jinwon Kim\*\*, Sunggi Kang\*\*\*

*Key Words* : Accident reconstruction(사고 재현), Vehicle status information(차량 상태 정보), Vehicle speed(차량속도), GPS speed(GPS 속도), EDR(Event Data Record)

### ABSTRACT

Some GM (General Motors) vehicles are using a GMLAN (General Motors Local Area Network) communication protocol for control and diagnostics. The airbag control module uses vehicle speed information from the GMLAN to record the vehicle speed as pre-crash information. In order to use the vehicle speed information for crash reconstruction purposes, it helps to be able to understand the accuracy of the data. The actual vehicle speed is not expected to be the same as the GMLAN indicated speed in some situations like a spin or if there is hard braking. This paper compares the actual vehicle speed and vehicle speed information during specific vehicle maneuvers. Actual vehicle speed is calculated from a GPS sensor, while GMLAN vehicle speed is calculated from transmission output sensor by the Engine control module (ECM). Vehicle maneuvers defined as Mode #1, Mode #2, Mode #3. The Mode #1 maneuver simulates wheel lock-up and skidding *f*by hard-braking at a specific speed. The Mode #2 maneuver simulates a 90degree turn using a J-turn maneuver at a specific speed. The Mode#3 maneuver simulates a 180 degree turn using a spin type of maneuver at a specific speed. The study then compares the GMLAN speed and GPS speed to see what speed difference exists between them. The results of this paper are applicable to GM vehicles only. This paper catalogs the performance and limitations of two vehicles as useful reference for crash reconstructions where there is a need to understand the speed indicated in the pre-crash section of the SDM data.v

### 1. 서론

자동차 충돌 사고 재현은 충돌이 어떻게 일어났는지를 결정하는 기법을 말한다. 충돌 사고 재현을 위해서는 충돌 중의 차량의 상태를 이해하는 것이 중요하다

다. General Motors(이하 GM)에서는 에어백 제어 모듈을 SDM(Sensing and Diagnostic Module)이라 부르는데 SDM은 충돌을 감지하고 전개형 안전 장치인 에어백과 벨트 프리텐셔너 등을 제어 한다. 또한 안전장치의 전개 조건을 만족하는 충돌 사고 또는 전개 조건을 만족하지는 않더라도 일정 수준 이상의 충돌이 발생한 경우, SDM은 당시 충돌에 관련된 정보와 안전장치 작동 등에 관련된 정보를 기록한다. 그리고 제한된 양만큼 충돌 전 차량의 상태에 대한 정보를 기록한다. 이렇게 기록된 사고 전 정보는 사고 당시의 상황

\* 한국 GM

\*\* 한국 GM

\*\*\* 한국 GM

E-mail : eugene.won@gm.com

## 차량 운동에 따른 GMLAN 차량 속도와 실제 차량 속도 비교

을 이해할 수 있는 중요한 정보가 될 수 있다.<sup>1)</sup>

이와 같이 사고 시 SDM에 기록된 정보를 GM에서는 EDR(Event Data Recorder)이라고 한다. SDM은 충돌 사고 전과 후의 짧은 시간 동안 차량의 상태를 기록하는데 이 때 기록되는 정보에는 가속 페달 위치,

브레이크 페달 스위치 회로의 상태, 엔진 RPM, 스톱을 밸브 위치 그리고 차량 속도 등이 있다. 본 논문은 그러한 정보 중에서 차량의 속도 정보를 다룬다. SDM이 EDR을 기록할 때, SDM은 GM 차량의 통신 방식 중에 하나인 GMLAN(General Motors Local Area Network)에서 ECM(Engine Control Module)이 보낸 차량의 속도 정보를 기록한다. GMLAN에 제공되는 차량의 속도는 ECM에서 변속기 출력 센서의 값을 사용하여 계산되며 앞 바퀴가 회전하며 진행되는 방향을 따라가는 속도를 나타내는 것이다. 따라서 차량의 바퀴가 급제동으로 인해 잠기거나 차량이 측면으로 미끄러질 경우, GMLAN 상의 차량 속도와 실제 차량의 속도가 다른 경우가 발생할 수 있다.<sup>2)</sup>

### 1.1 사고 재현

차량 속도는 도로 위에 남겨진 제동 흔적이나 스키드 마크 등과 같은 물리적인 증거 또는 사고 현장에 남겨진 기타 단서 등으로 계산하여 사고 재현에 사용할 수 있다. 하지만 때로는 현장의 상태에 따라 스키드 마크나 다른 증거들이 사라져 이러한 정보를 얻기 어려운 경우도 있다. ABS가 장착된 경우, 타이어의 스키드 마크는 처음 부분이 희미하거나 쉽게 지워질 수 있으며 제동이 가해진 구간의 흔적이 없어 속도 계산을 함에 있어 어려움이 있을 수 있다. 이와 같이 도로 위의 증거로 차량의 속도를 계산하기 어려운 경우 EDR 정보는 사고 재현을 위한 중요한 자료가 될 수 있다. 또한 사고 분석가들은 EDR 정보를 그들이 계산하거나 가정된 정보를 검증하는데 사용할 수 있다. 하지만 EDR에 기록되는 충돌 전 정보에는 한계가 있기 때문에 이러한 정보에 대해 이해하는 것 또한 사고 재현에 있어서 중요한 요인이 된다. 나아가 이러한 정보의 정확도와 정보가 기록되는 방법을 이해하는 것 또한 사고 재현의 정확도를 높이는데 있어 중요한 요인이 된다.

### 1.2 EDR의 충돌 전 정보

SDM은 정보 기록 조건을 만족하였을 경우 EDR을

기록한다. 정보 기록 조건의 예로는 충돌 후 차량 감속도가 특정한 기준 값을 넘었을 경우나 승객 보호용 안전 장치인 벨트 프리텐서너 또는 에어백이 작동한 경우이며 이러한 경우 EDR에 안전 장치 시스템과 차량과 관련된 정보들이 저장된다. 안전 장치 시스템에 관련된 정보로는 Table 1과 같이 안전 벨트 착용 유무, 에어백 상태, 전개 명령 정보, SDM 상태, 고장 진단 코드 (Diagnostic Trouble Code) 등이 있다. 차량 정보로는 Table 2와 같이 가속 페달 위치, 브레이크 페달 스위치 상태, 엔진 RPM, 스톱을 밸브 위치, 차량 속도 등이 있으며 충돌 전 일정한 짧은 시간 동안의 정보를 기록한다.

Table 1 Example of restraint system data

Driver 1st Stage Deployment Loop Commanded	Yes
Passenger 1st Stage Deployment Loop Commanded	Yes
Driver 2nd Stage Deployment Loop Commanded	No
Passenger 2nd Stage Deployment Loop Commanded	No
Driver Pretensioner Deployment Loop #1 Commanded	Yes
Passenger Pretensioner Deployment Loop #1 Commanded	Yes
Driver Pretensioner Deployment Loop #2 Commanded (If Equipped)	Yes
Passenger Pretensioner Deployment Loop #2 Commanded (If Equipped)	Yes
Driver Thorax Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Thorax Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 2 Thorax Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 2 Thorax Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 1 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 1 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 2 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 2 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 3 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 3 Roof Rail/Head Curtain Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Knee Deployment Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Knee Deployment Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 2 Pretensioner Deployment Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 2 Pretensioner Deployment Loop Commanded (If Equipped)	No
Center Row 2 Pretensioner Deployment Loop Commanded (If Equipped)	No
Battery Cutoff Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Roll Bar Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Roll Bar Loop Commanded (If Equipped)	No
Steering Column Energy Absorbing Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Head Rest Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Head Rest Loop Commanded (If Equipped)	No
Driver Row 2 Head Rest Loop Commanded (If Equipped)	No
Passenger Row 2 Head Rest Loop Commanded (If Equipped)	No
Center Row 2 Head Rest Loop Commanded (If Equipped)	No
High Voltage Battery Cutoff Loop Commanded (If Equipped)	No

Table 2 Example of vehicle data

Seat Belt Status	
Passenger Seatbelt Buckle Switch	Data Not Available
Driver Seatbelt Buckle Switch	Buckled

Brake Pedal Status	
Brake Pedal Status Current	OFF
Brake Pedal Status 0.5 seconds prior	OFF
Brake Pedal Status 1.0 seconds prior	OFF
Brake Pedal Status 1.5 seconds prior	OFF
Brake Pedal Status 2.0 seconds prior	OFF

Vehicle Speed Data	
Vehicle Speed Current	24k m/h
Vehicle Speed 0.5 seconds prior to current	22k m/h
Vehicle Speed 1.0 seconds prior to current	20k m/h
Vehicle Speed 1.5 seconds prior to current	19k m/h
Vehicle Speed 2.0 seconds prior to current	17k m/h

위와 같이 EDR에 기록되는 차량 정보 중에서 차량의 속도는 GMLAN 통신 버스를 통해 얻는다. 차량의 속도는 ECM이 변속기 출력 센서의 값을 받아서 계산한다. 이때 계산되는 차량의 속도는 앞 바퀴가 회전하

며 진행하는 방향을 따라가는 차량의 속도이다. BCM은 ECM에서 차량의 속도 정보를 받아 GMLAN 통신 버스로 전송한다. ECM과 BCM은 각각 100ms의 정보 전송 시간 간격을 가지고 있다. 이와 같은 이유로 GMLAN에서 얻어지는 차량 속도 정보는 최대 200ms의 시간 지연을 갖게 된다.

## 2. 차량 기동 시험을 통한 차량속도 측정 및 분석

### 2.1 시험 개요

차량 시험에 사용된 차량으로는 ABS(Anti-lock Brake System)가 장착되지 않은 쉐보레 AVEO와 ABS가 장착된 쉐보레 CRUZE를 사용했으며 시험은 총 세 가지 모드로 진행했다. 모드 1은 주행 중에 급제동을 하는 상황을 가정하여 마른 아스팔트 포장 노면에서 40km/h와 80km/h 속도로 주행 중에 급제동을 했다. 모드 2는 차량이 주행 중에 측면으로 미끄러지는 상황을 가정하여 마른 아스팔트 포장 노면에서 40km/h와 80km/h 속도로 주행 중에 J-turn(약 90도 회전)을 했다. 모드 3은 차량이 주행 중에 회전하는 경우를 가정하여 마른 아스팔트 포장 노면에서 40km/h와 80km/h 속도로 주행 중에 Spin turn(약 180도 회전)을 했다. EDR에 기록되는 속도와 실제 차량의 속도를 비교하기 위해 각각의 속도를 대표할 수 있는 GMLAN 속도와 GPS 속도를 측정했다. 각각의 모드에 대해 20km/h, 60km/h, 100km/h의 속도에서도 시험을 진행하였으나 본 논문에서는 속도 경향이 뚜렷하게 나타난 40km/h와 80km/h 속도에서 측정된 값에 대해서만 다루기로 했다.

### 2.2 시험 모드

주행 속도 40km/h와 80km/h에서 급제동 시험, J-Turn시험(90도 회전), Spin turn(180도 회전) 시험을 실시했다.

### 2.3 시험 조건

#### 2.3.1 시험 장소

시험은 한국 GM의 청라 주행 시험장에서 마른 아스팔트 노면 조건에서 실시했다.

### 2.3.2 시험 차량

시험 차량으로는 Fig. 1과 같이 쉐보레 AVEO와 Fig. 2와 같이 쉐보레 CRUZE를 사용했다. AVEO의 차대 번호는 'KLATA48EDCB000327'이고 CRUZE의 차대 번호는 'KLAJA695DDK006345'이다. 두 차량 모두 GMLAN 통신 방식이 적용되어 있다. AVEO는 ABS가 적용되어 있지 않으며 금호 타이어(P205/55/R16, 35psi)를 장착했다. CRUZE는 ABS가 적용되어 있으며 한국 타이어(P205/65/R16, 35psi)를 장착했다. 시험 결과와 분석과 설명의 편의를 위해 AVEO는 'Non-ABS 차량'으로 CRUZE는 'ABS 차량'으로 언급하기로 했다.



Fig. 1 AVEO (Non-ABS vehicle)



Fig. 2 CRUZE (ABS vehicle)

#### 2.3.3 시험 장비

GMLAN 정보와 GPS 신호 측정 장비에서 측정된 GPS 정보는 Fig. 3과 같이 시험 데이터 기록 장비인

DEWE3010으로 저장했다. GMLAN 정보는 DLC(Data Link Control) 커넥터를 연결하여 수집했다. DEWE-3010은 32 bit data의 32MHz 전송률, 16개의 아날로그 입력 채널, 16 bit resolution, 200kS/s sampling rate 등의 성능을 가지고 있다. GMLAN과 GPS의 속도 정보는 DEWE3010을 통해 10ms 단위로 수집했다. GPS 속도는 Fig. 4와 같이 0.1 km/h RMS 정확도와 250Hz refresh rate를 가진 GPS 신호 수신기 RT4100과 Fig. 5와 같이 GPS 신호 수신 외부 안테나인 AT575-70으로 측정했다.



Fig. 3 DEWE3010 - Data acquisition system



Fig. 4 RT4100 - GPS signal measurement system

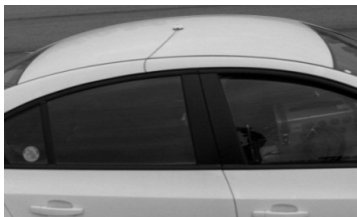


Fig. 5 AT575-70 - External GPS antenna (Installed on the roof center of vehicle.)

### 3. 시험 결과

GPS 속도는 실제 차량의 속도를 대표하고, GMLAN 속도는 EDR에 기록되는 속도를 대표한다는 전제하에 각각의 시험 데이터를 수집하고 분석하였다. 일정한 속도로 직진 주행할 때의 GPS 속도와 GMLAN의 속도 차이는 약  $\pm 1$ km/h였다. GPS 속도는 10ms 단위로 기록했다. GMLAN 속도는 BCM에서 100ms 간격으로 GMLAN에 전송되므로 100ms 간격으로 기록되었다. EDR에 기록되는 속도의 단위는 1km/h이므로 GMLAN 속도와 GPS 속도는 소수점 이하는 생략하여 EDR 속도 단위와 일치시켰다. 또한 GMLAN 속도는 ECM과 BCM의 GMLAN의 데이터 전송 시에 발생하는 200ms의 지연을 보정하기 위해 속도 기록 시간을 200ms 앞당겼다.

#### 3.1 모드 1 시험 결과 (급제동 시험)

Non-ABS 차량의 경우, 급제동 후 GPS 속도가 감소되는 동안 GMLAN 속도는 '0'을 기록했다.(Fig 6,7). 급제동 시에 Non-ABS 차량의 휠이 제동에 의해 잠기면서 변속기의 출력축도 멈췄고 GMLAN 상에 차량 속도는 '0'으로 전송된 것이다. 따라서 Fig. 6과 같이 차량의 속도는 0.8초 부근에서 0을 기록한 것이다. 실제로 차량은 계속 전진 하였으며 약 1초 후에 정지했다. ABS 차량의 경우 휠이 잠기지 않을 것이므로 GMLAN 속도와 GPS의 감속 경향이 비슷할 것으로 예상할 수 있다.

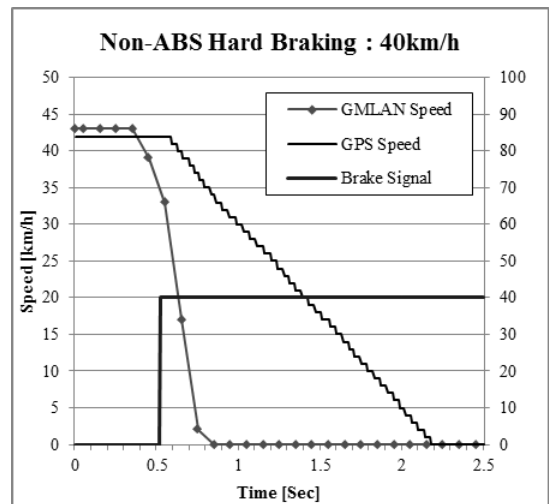


Fig. 6 Non-ABS 차량의 급제동 시험 속도 비교(40km/h)

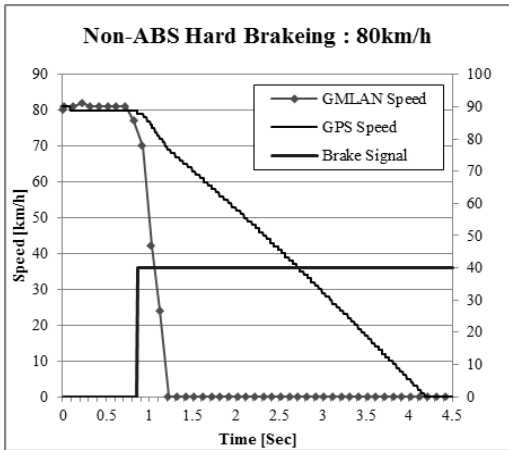


Fig. 7 Non-ABS 차량의 급제동 시험 속도 비교(80km/h)

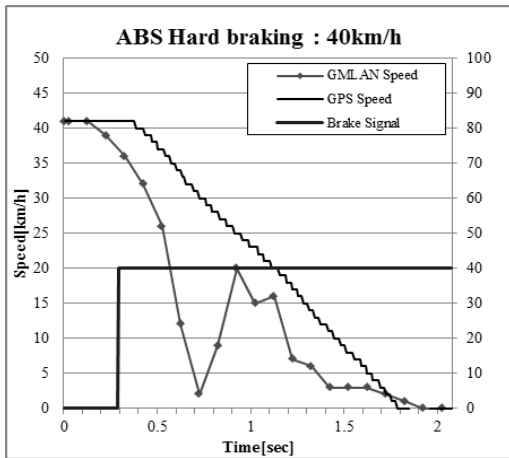


Fig. 8 ABS 차량의 급제동 시험 속도 비교(40km/h)

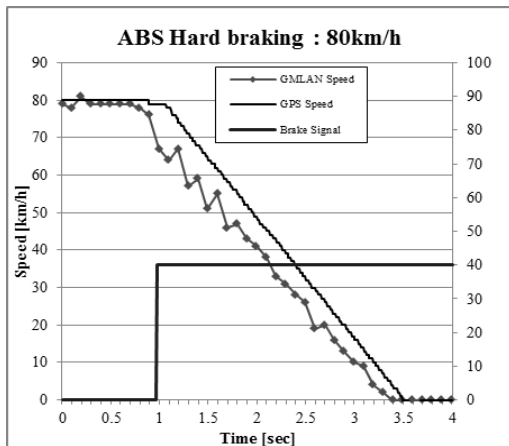


Fig. 9 ABS 차량의 급제동 시험 속도 비교(80km/h)

ABS 차량의 경우, 급제동 시의 속도는 GMLAN 속도가 GPS 속도보다 낮게 기록되었다. GMLAN 속도는 급제동 중에 ABS가 작동함으로 인해 속도 변동이 발생한 것을 볼 수 있다. 이러한 경향은 Fig. 8과 같이 40km/h 급제동 시험에서 뚜렷하게 나타났으며 Fig 9와 같이 80km/h 시험에서도 이와 같은 경향이 나타났다.

### 3.2 모드 2 시험 결과 (J-turn 시험)

GMLAN 속도와 GPS속도의 차이는 속도 변동 경향을 제외하고는 Fig. 10,12,13과 같이 모드 1과 유사하게 나타났다. GMLAN 속도의 변동은 Non-ABS 차량의 80km/h 시험에서만 나타났다. 이는 시험 운전자가 차량 기동 중에 제동을 했기 때문이다. Fig. 11과 같이 차량 기동 중에 브레이크 페달은 지속적으로 작동('ON')한 것으로 기록되었지만 시험 운전자가 차량의 운동을 조절하기 위해 브레이크 페달 압력을 낮추었으며 그 순간 잠겼던 바퀴가 순간적으로 회전하면서 속도 변동이 발생한 것이다. 모든 J-turn 시험에서 Brake signal 시작점이 차량 속도 감속 시작점과 일치하지 않는 이유는 시험 운전자가 J-turn 기동을 하기 위해 핸드 브레이크(주차 브레이크)를 먼저 사용한 후에 페달 브레이크를 사용했기 때문이다.

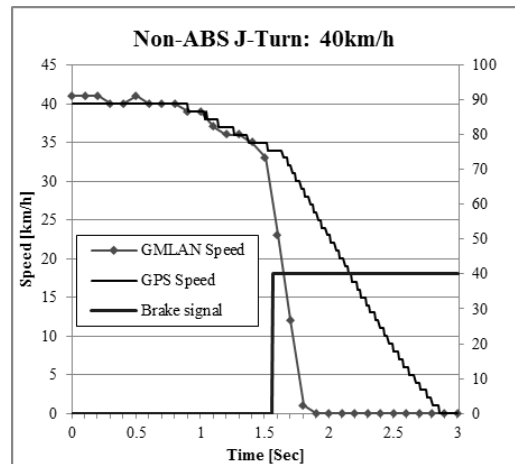


Fig. 10 Non-ABS 차량의 J-turn 시험 속도 비교(40km/h)

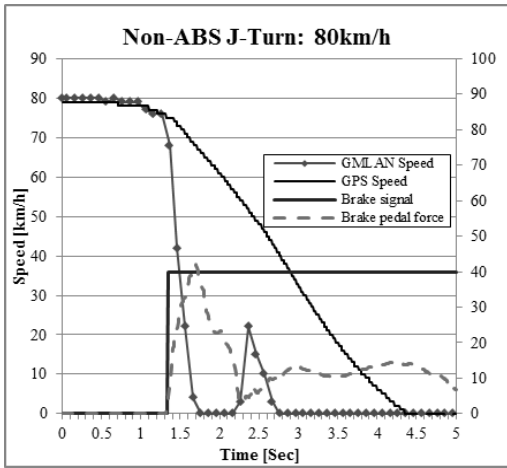


Fig. 11 Non-ABS 차량의 J-turn 시험 속도 비교(80km/h)

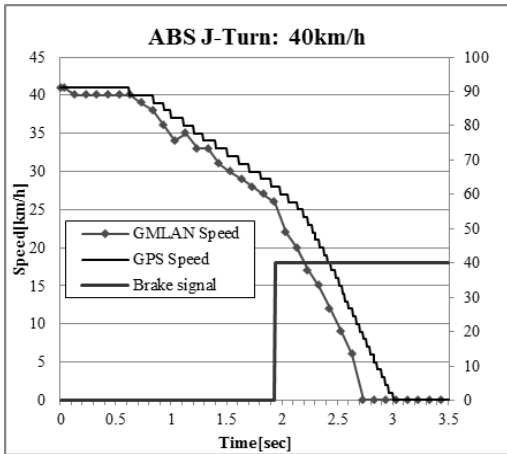


Fig. 12 ABS 차량의 J-turn 시험 속도 비교(40km/h)

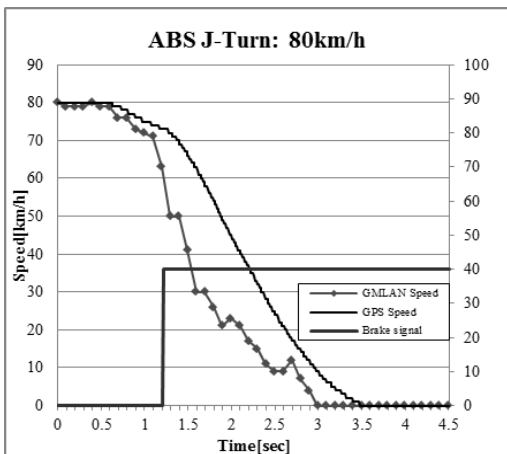


Fig. 13 ABS 차량의 J-turn 시험 속도 비교(80km/h)

### 3.3 모드 3 시험 결과 (Spin-turn 시험)

Non-ABS 차량의 경우 모드 1, 2에서는 GPS 속도가 감소하는 동안 GMLAN 속도는 '0'을 기록했다. 하지만 모드 3의 결과는 Fig. 14, 15와 같이 GPS 속도가 일정하게 감소하는 동안 GMLAN 속도는 '0'을 기록하지 않았다. 이는 시험 운전자가 Spin turn을 하기 위해 페달 브레이크 대신 핸드 브레이크(주차 브레이크)를 사용해서 바퀴가 잠기지 않고 계속 회전 했기 때문이다. ABS 차량의 경우도 Fig. 16, 17과 같이 GMLAN 속도의 변동 현상이 나타나지 않았는데 이는 시험 운전자가 페달 브레이크를 사용하지 않았기 때문이다. 80km/h Spin turn 시험 결과인 Fig. 15, 17에서 Non-ABS 차량과 ABS 차량의 GPS 속도가 '0'을 기록한 후에는 음수로 기록되었다. 이는 차량이 약 110도 회전을 한 시점에서 뒤로 움직였기 때문이다. Non-ABS 차량과 ABS 차량의 회전 경향에 대해서는 부록 1에서 볼 수 있다. Non-ABS 차량의 80km/h spin turn 시험 결과인 Fig. 15에서는 GMLAN 속도가 '0'을 기록하고 있는 것을 볼 수 있는데 이는 시험 운전자가 페달 브레이크를 사용했기 때문이다. ABS 차량의 80km/h spin turn 시험 결과인 Fig. 17에서는 GPS 속도가 음수로 기록된 구간에서 GMLAN 속도가 '0'을 기록한 후에 다시 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 시험 운전자가 페달 브레이크를 사용하지 않았기 때문이다.

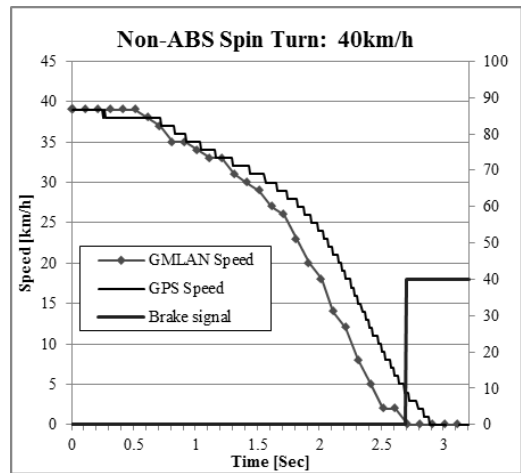


Fig. 14 Non-ABS 차량의 Spin-turn 시험 속도 비교(40km/h)

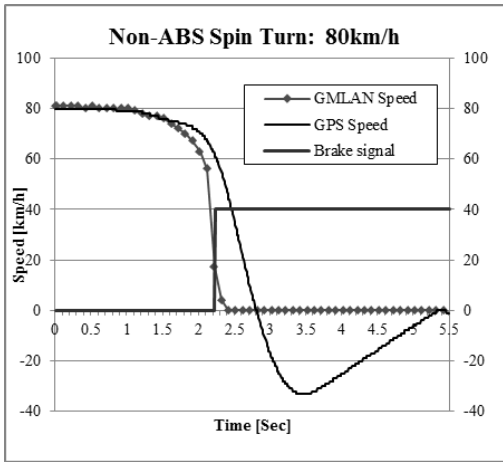


Fig. 15 Non-ABS 차량의 Spin-turn 시험 속도 비교(80km/h)

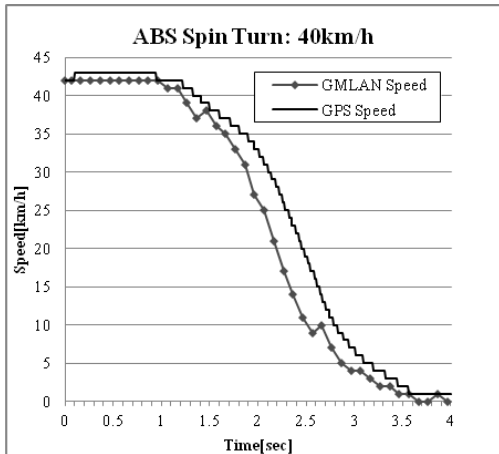


Fig. 16 ABS 차량의 Spin-turn 시험 속도 비교(40km/h)

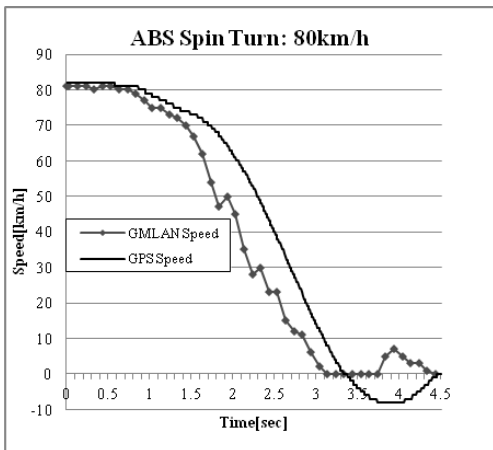


Fig. 17 ABS 차량의 Spin-turn 시험 속도 비교(80km/h)

## 4. 결론

### 4.1 급제동 시험

Non-ABS 차량의 GMLAN 속도와 GPS 속도의 차이는 ABS 차량보다 컸으며 두 차량 모두 실제 차량 속도가 GMLAN 속도 보다 높았다. 자세한 속도 차이는 Table 3에서 볼 수 있다.

Table 3 급제동 시험의 속도 차이

(\*속도 차이 = GPS 속도 - GMLAN 속도, [km])

Non-ABS 차량 (AVEO), ABS 차량 (CRUZE)	급제동 시험			
	40km/h test		80km/h test	
	Non-ABS	ABS	Non-ABS	ABS
0 sec (After maneuver)	9	5	9	12
0.5 sec	32	29	67	9
1 sec	22	5	59	8
1.5 sec	12	5	50	9
2 sec	2	2	41	10
2.5 sec	-	-	32	7
3 sec	-	-	22	4
3.5 sec	-	-	7	0

### 4.2 J-turn 시험 (90도 회전)

Non-ABS 차량의 GMLAN 속도와 GPS 속도의 차이는 ABS 차량보다 컸으며 두 차량 모두 실제 차량 속도가 GMLAN 속도 보다 높았다. 자세한 속도 차이는 Table 4에서 볼 수 있다.

Table 4 J-turn 시험의 속도 차이

(\*속도 차이 = GPS 속도 - GMLAN 속도, [km])

Non-ABS 차량 (AVEO), ABS 차량 (CRUZE)	J-turn			
	40km/h test		80km/h test	
	Non-ABS	ABS	Non-ABS	ABS
0 sec (After maneuver)	0	2	0	1
0.5 sec	0	2	32	2
1 sec	19	2	65	11
1.5 sec	20	2	52	32
2 sec	9	6	41	22
2.5 sec	0	8	31	17
3 sec	0	1	19	7
3.5 sec	-	-	6	2

4.3 Spin turn 시험(180도 회전)

참고문헌

두 차량 모두 실제 차량 속도가 GMLAN 속도 보다 높았다. 자세한 속도 차이는 Table 5에서 확인할 수 있다.

Table 5 Spin turn 시험의 속도 차이  
(\*속도 차이 = GPS 속도 - GMLAN 속도, [km])

Non-ABS 차량 (AVEO), ABS 차량 (CRUZE)	Spin turn			
	40km/h test		80km/h test	
	Non-ABS	ABS	Non-ABS	ABS
0 sec (After maneuver)	0	0	0	1
0.5 sec	1	3	5	4
1 sec	1	3	50	4
1.5 sec	5	8	9	21
2 sec	7	8	-25	25
2.5 sec	4	3	-33	18
3 sec	0	2	-27	10
3.5 sec	-	-	-16	-7
4 sec	-	-	-6	-11
4.5 sec	-	-	-1	0

- (1) Cleve Bare and Brian Everest and Don Floyd and Douglas Nunan, 2011, "Pre Crash Data Transferred over the Bus\_ SDM DS"
- (2) Timothy J. Reust and James M. Morgan, 2006, "The Accuracy of EDR data during brake and yaw evetns", Collision Magazine, Volume 1, Issue 1, page 8.



부록 1. Non-ABS 차량과 ABS 차량의 80km/h spin turn 시험의 회전 경향

