



# [CAN] FEMA, HARA, ASIL평가

★ 별표	<input type="checkbox"/>
☀ 상태	진행중
☑ 모듈 테스트	<input type="checkbox"/>

ISO26262 자동차 SW 개발 시 위험 요소 분석과 ASIL 등급 - HARA (Hazard Analysis and Risk Assessment)

ISO 26262의 개발 프로세스는 ASIL rating을 통해서 그 수준과 비용, 검증 방법이 달라진다. ASI...

<https://m.blog.naver.com/jjz0426/221716856843>



## HARA 표

위험 상황(Hazard)	운용 조건	심각도 (S)	노출 빈도 (E)	제어 가능성 (C)	ASIL 등급
조향 제어 손실	고속도로	S3	E4	C3	D
	도심	S3	E4	C2	C
	산길	S3	E3	C3	C
잘못된 조향 신호 전달	고속도로	S3	E4	C3	D
	도심	S3	E4	C3	D
	주차	S1	E3	C2	QM
	산길	S3	E3	C3	C
스티어링 휠 피드백 손실	고속도로	S3	E4	C2	C
	산길	S3	E3	C2	B
로드 휠 위치 센서 오류	고속도로	S3	E4	C2	C
	도심	S3	E4	C2	C
	주차	S1	E3	C1	QM
	산길	S3	E3	C3	C
조향 보조 시스템 오류 (EPS/ECU)	고속도로	S3	E4	C2	C
	도심	S3	E4	C2	C
	주차	S1	E3	C2	QM
전원 공급 장애	고속도로	S3	E3	C2	B
	도심	S3	E3	C2	A
	산길	S3	E3	C3	B

### 운용 조건

- 속도:
  - 고속도로 주행: 80~200km/h (고속)
  - 도심 주행: 10~80km/h (도심)
  - 주차 상황 및 신호 대기: 0~10km/h (주차 상황)
  - 산길 주행: 30~80km/h (산길)
- 도로 상태:
  - 안정적인 포장 도로
  - 급격한 코너가 많은 산길
- 운전 모드:

- **컴포트 모드**
- **스포츠 모드** (전환 시 딜레이 예상)

## ▼ ASIL 등급 평가 기준

- **심각도(S):**
  - **S1:** 경미한 손상
  - **S2:** 중간 수준의 손상
  - **S3:** 심각한 손상 (사망이나 중대한 부상 가능성 포함)
- **노출(E):**
  - **E1:** 거의 발생하지 않음
  - **E2:** 드물게 발생
  - **E3:** 가끔 발생
  - **E4:** 자주 발생
- **제어 가능성(C):**
  - **C1:** 매우 쉽게 제어 가능
  - **C2:** 약간의 주의가 필요함
  - **C3:** 제어가 매우 어려움
- **ASIL 등급 결정 방법:**
  - **합계 10점:** ASIL D
  - **합계 9점:** ASIL C
  - **합계 8점:** ASIL B
  - **합계 7점:** ASIL A
  - **합계 6점 이하:** QM

## ▼ 1. 핸들 입력 감지 관련 오작동

### 1.1 스티어링휠 앵글 센서 오작동

#### a) 신호 손실

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	2	6	QM
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

평가 근거:

- **산길 주행:**
  - **심각도(S):** 3 (급격한 코너에서 조향 불능은 치명적 사고 유발 가능)
  - **노출(E):** 3 (산길 주행은 가끔 발생)
  - **제어 가능성(C):** 3 (급격한 코너에서 조향 불능 시 제어 어려움)

#### b) 신호 왜곡

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D

도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황 (일반)	1	3	2	6	QM
주차 상황 (역방향/과도)	2	3	3	8	ASIL B
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

평가 근거:

- 산길 주행:
  - 심각도(S): 3
  - 노출(E): 3
  - 제어 가능성(C): 3

#### c) 신호 고정

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	2	6	QM
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

#### d) 간헐적 신호

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	2	6	QM
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

### 1.2 핸들 입력 미인식

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	2	6	QM
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

## ▼ 2. 조향각 계산 관련 오작동 (ECU 관련)

### 2.1 ECU 계산 오류

#### a) 잘못된 조향각 계산

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황 (일반)	1	3	2	6	QM
주차 상황 (역방향/과도)	2	3	3	8	ASIL B
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

#### b) 데이터 처리 지연

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C

도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

### c) 시스템 고장

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	2	3	2	7	ASIL A
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

## ▼ 3. Steering Force Actuator (SFA) 관련 오작동

### 3.1 조향 피드백 미제공

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

### 3.2 잘못된 조향 피드백 제공

#### a) 과도한 저항

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

#### b) 저항 부족

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

#### c) 역방향 피드백

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	2	3	3	8	ASIL B
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

### 3.3 가상 복원력 실패

#### a) 복원력 미제공

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
-------	---	---	---	----	---------

고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

#### b) 과도한 복원력

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C
주차 상황	2	3	2	7	ASIL A
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

### 3.4 조향 저항 토크 생성 오류

#### a) 운전 모드 무시

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	2	4	2	8	ASIL B
도심 주행	2	4	2	8	ASIL B
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	2	3	2	7	ASIL A

#### b) 주행 조건 반영 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C
도심 주행	2	4	2	8	ASIL B
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B

## ▼ 4. Road Wheel Actuator (RWA) 관련 오작동

### 4.1 조향 명령 미반영

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	2	3	2	7	ASIL A
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

### 4.2 잘못된 바퀴 조향

#### a) 과도한 조향

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	2	3	3	8	ASIL B
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

#### b) 부족한 조향

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	1	3	2	6	QM
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

### c) 반대 방향 조향

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D
주차 상황	2	3	3	8	ASIL B
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C

## 4.3 운전 모드 적용 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	2	4	2	8	ASIL B
도심 주행	2	4	2	8	ASIL B
주차 상황	1	3	1	5	QM
산길 주행	2	3	2	7	ASIL A

## 4.4 로드 휠 액추에이터 결함

### a) 전원 공급 장애

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C
주차 상황	2	2	2	6	QM
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B

### b) 기계적 고장

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C
주차 상황	2	2	2	6	QM
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B

## 4.5 조향 범위 오류

### a) 운전 모드에 따른 조향 범위 적용 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
고속도로 주행	2	3	2	7	ASIL A
도심 주행	2	3	2	7	ASIL A
주차 상황	1	2	1	4	QM
산길 주행	2	2	2	6	QM

### b) 조향 제한 미작동

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급
-------	---	---	---	----	---------

고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C
주차 상황	2	2	2	6	QM
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B

## 5. 로드 휠 포지션 센서 관련 오작동

### 5.1 로드 휠 포지션 센서 오작동

#### a) 신호 손실

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C	고속에서 조향 정보 부재는 치명적
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C	도심에서도 사고 위험 높음
주차 상황	1	3	1	5	QM	저속에서 제어 가능
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C	산길에서 제어 어려움

#### b) 신호 왜곡

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	4	3	10	ASIL D	잘못된 조향으로 치명적 사고 가능
도심 주행	3	4	3	10	ASIL D	도심에서도 사고 가능성 높음
주차 상황 (일반)	1	3	2	6	QM	저속에서 피해 경미
주차 상황 (역방향/과도)	2	3	3	8	ASIL B	역방향 조향 시 사고 위험
산길 주행	3	3	3	9	ASIL C	산길에서 제어 어려움

#### c) 신호 고정

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C	고속에서 조향 정보 고정은 위험
도심 주행	3	4	2	9	ASIL C	도심에서도 사고 위험 존재
주차 상황	1	3	1	5	QM	저속에서 피해 경미
산길 주행	3	3	2	8	ASIL B	산길에서 위험성 높음

### 5.2 센서 간 통신 오류

#### a) 데이터 충돌

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	2	8	ASIL B	통신 오류로 인한 조향 문제 발생 가능
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 피해 경미
산길 주행	3	2	2	7	ASIL A	산길에서 조향 문제는 위험

## 6. 통신 시스템(CAN/Ethernet) 관련 오작동

### 6.1 통신 지연 및 끊김

#### a) 패킷 손실

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	2	8	ASIL B	고속에서 통신 손실은 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 사고 가능성
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	3	2	2	7	ASIL A	산길에서 통신 손실은 위험성 존재

#### b) 통신 지연

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	2	8	ASIL B	지연으로 인한 조향 반응 저하
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	3	2	2	7	ASIL A	산길에서 지연은 위험

### 6.2 노이즈 발생

#### a) 신호 왜곡

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	노이즈로 인한 잘못된 신호 발생
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C	도심에서도 위험성 높음
주차 상황	2	2	2	6	QM	저속에서 피해 경미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

### 6.3 통신 모듈 하드웨어 결함

#### a) 모듈 고장

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	통신 두절로 인한 시스템 장애
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C	도심에서도 영향 큼
주차 상황	2	2	2	6	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 7. 운전 모드 설정 시스템(HMI) 관련 오작동

### 7.1 운전 모드 설정 실패

#### a) 모드 변경 미반영

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	2	3	2	7	ASIL A	모드 미반영으로 인한 조작감 변화



도심 주행	2	3	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	2	2	2	6	QM	산길에서 조작감 변화 영향

## b) 잘못된 모드 적용

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	2	3	2	7	ASIL A	의도치 않은 모드 적용으로 인한 위험
도심 주행	2	3	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	2	2	2	6	QM	산길에서 조작감 변화 영향

## 7.2 조향 범위 설정 오류

### a) 모드별 조향 범위 조절 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	2	3	2	7	ASIL A	조향 범위 오류로 인한 위험성
도심 주행	2	3	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	2	2	2	6	QM	산길에서 영향 존재

### b) 조향비 적용 오류

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	2	3	2	7	ASIL A	조향비 오류로 인한 위험성
도심 주행	2	3	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	1	2	1	4	QM	저속에서 영향 미미
산길 주행	2	2	2	6	QM	산길에서 영향 존재

## 7.3 HMI 표시 오류

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
모든 주행 상황	1	4	1	6	QM	표시 오류로 인한 영향 경미

## 8. 안전 시스템 관련 오작동

### 8.1 시스템 경고 미제공

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
모든 주행 상황	2	4	1	7	ASIL A	경고 미제공으로 인한 위험성

## 9. 차량 가속 시스템과의 상호작용 오작동

### 9.1 속도에 따른 조향 비율 조절 실패

#### a) 고속에서의 안정성 부족

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	4	2	9	ASIL C	고속에서 조향 민감도 증가로 위험

## b) 저속에서의 기동성 부족

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
도심 주행	2	4	2	8	ASIL B	저속에서 조향 무거워짐
주차 상황	1	3	1	5	QM	주차 시 영향 경미
산길 주행	2	3	2	7	ASIL A	산길에서 기동성 부족 영향

# 10. 외부 입력 신호 오류의 영향

## 10.1 노면 상태 정보 오류

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	노면 정보 오류로 인한 미끄러짐
도심 주행	2	2	2	6	QM	도심에서는 영향 적음
주차 상황	1	1	1	3	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 미끄러짐 위험

# 11. 전원 및 공급 장애 관련 오작동

## 11.1 시스템 전원 공급 실패

### a) 배터리 문제

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	시스템 전원 불안정으로 위험
도심 주행	3	2	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	1	2	5	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

### b) 전원 회로 결함

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	전원 공급 두절로 위험
도심 주행	3	2	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	1	2	5	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 11.2 액츄에이터 전원 공급 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	조향 불능으로 인한 위험
도심 주행	3	2	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	1	2	5	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 12. ECU 시스템 결함

### 12.1 소프트웨어 오류

#### a) 프로그램 크래시

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	시스템 다운으로 인한 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

#### b) 메모리 누수

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	2	8	ASIL B	성능 저하로 인한 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	2	7	ASIL A	산길에서 영향 존재

### 12.2 하드웨어 결함

#### a) 프로세서 과열

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	시스템 다운으로 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

#### b) 부품 손상

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	시스템 불능으로 위험
도심 주행	3	3	3	9	ASIL C	도심에서도 영향 큼
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 13. 랜덤 하드웨어 결함

### 13.1 전자 부품의 예측 불가능한 고장

#### a) EMC 문제

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	예측 불가한 고장으로 위험
도심 주행	3	2	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	1	2	5	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

#### b) 노화로 인한 부품 열화

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	2	3	8	ASIL B	부품 열화로 인한 위험
도심 주행	3	2	2	7	ASIL A	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	1	2	5	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 14. 시스템 통합 관련 오작동

### 14.1 시스템 간 인터페이스 오류

#### a) 데이터 포맷 불일치

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	데이터 오류로 인한 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

#### b) 동기화 실패

운용 조건	S	E	C	합계	ASIL 등급	평가 근거
고속도로 주행	3	3	3	9	ASIL C	시스템 간 불일치로 위험
도심 주행	3	3	2	8	ASIL B	도심에서도 영향 있음
주차 상황	2	2	2	6	QM	주차 시 영향 미미
산길 주행	3	2	3	8	ASIL B	산길에서 위험성 존재

## 결론

- **ASIL D:** 합계 10점 (최고 위험 수준)
- **ASIL C:** 합계 9점
- **ASIL B:** 합계 8점
- **ASIL A:** 합계 7점
- **QM:** 합계 6점 이하

**주의사항:** 각 ASIL 등급에 따라 해당 오작동에 대한 적절한 안전 대책과 설계를 진행해야 합니다. 특히 산길 주행의 경우 급격한 코너와 도로 상태로 인해 제어 가능성이 낮아지고 심각도가 높아질 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요합니다.

**참고:** 모든 운용 조건에서 발생할 수 있는 오작동에 대해 철저한 안전 분석이 필요하며, 이를 통해 안전하고 신뢰할 수 있는 시스템을 구축해야 합니다.