

C-ITS 통신기술 실증사업

C-ITS 통신기술 실증 비공용 도로 평가 계획

한국전자기술연구원

문서 정보

구분	소속	성명	비고
제목	세부 통합 검증 시나리오를 위한 I/F 정의서		
작성자 및 검토자	한국전자기술연구원	김진섭	초안 작성
	한국전자기술연구원	성동규	검토
	한국전자기술연구원	윤상훈	검토
	한국전자기술연구원	임기택	검토
문서 번호	V4.0.0		
상태	V4.0.0 완료		
문서 소유	한국전자기술연구원		

1. 개요

1.1. 목적

본 문서는 C-ITS 통신기술 실증을 위한 비공용 도로에서의 성능평가 기준 마련을 목적으로 한다.

1.2. 범위

본 문서는 C-ITS 통신기술 실증의 성능 평가 항목인 1) 통신영역, 2) 패킷에러율, 3) 지연시간, 4) 혼잡상황 통신성능, 5) 보안, 6) 최대 전송 용량 등의 성능을 평가하기 위한 시험 환경, 시험 절차, 분석 방법 등의 내용을 포함한다.

본 문서에서 정의된 내용은 추후 사전테스트와 유관기관 자문 결과를 참조하여 수정 및 보완될 수 있으며 혼란을 방지하기 위하여 시험참여기관은 인터넷에 공시된 본 문서의 최신 버전을 지속적으로 추적 관찰할 필요가 있다.

1.3. 용어 및 약어

내용 없음.

2. 시험 환경

2.1. 통신 시험 사이트

2.1.1. 개요

- 통신 시험은 하기와 같이 3가지 환경에서 수행되며, 각 시험도로에 1대의 기지국(단, 터널에는 기지국 2대로 기지국 총 4대)이 설치된다. 각 시험에 사용되는 단말기는 총 6대의 단말기 중 임의로 2대를 선택하여 사용한다. 3장에서 정의하는 시험항목들 중 시험도로 환경 선정은 아래의 표에 따르며, 환경 조건은 아래 그림을 참조한다.

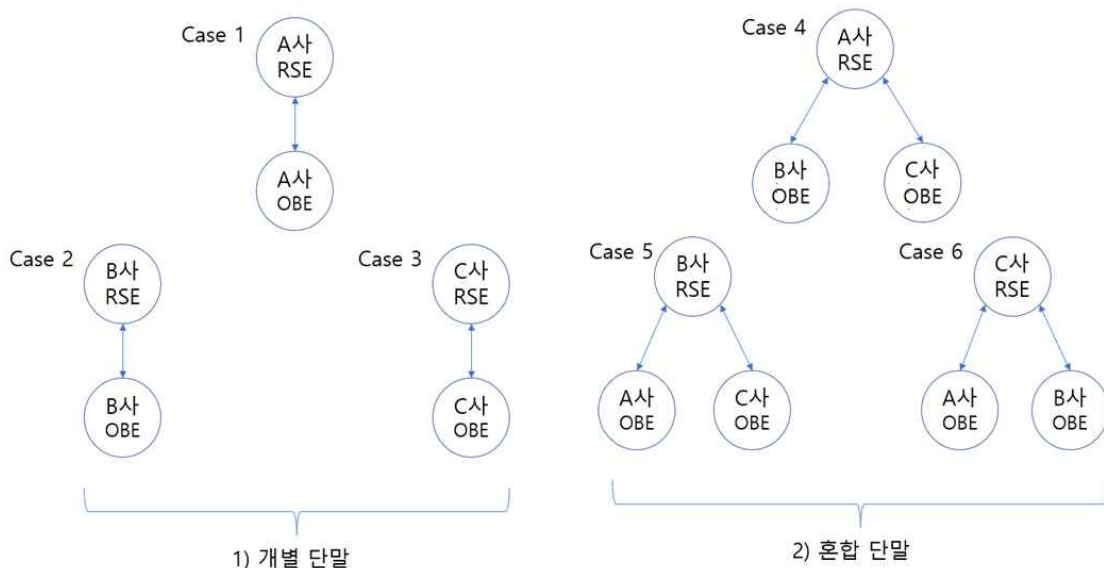
	주행속도	통신 영역	패킷 에러율	지연 시간	혼잡상황통신				보안	최대전송 용량
					저밀집, ≤100대		고밀집, >100대			
					패킷에러율	지연시간	패킷에러율	지연시간		
직선	60km/h	O	O	O	O		O		O	O
	120km/h	O	O	O	X		X		O	O
교차로	30km/h	X	X	X	O		O		O	O
터널	60km/h	X	O	O	X		X		X	X

<표 2> 시험 환경 조건

※ 혼잡상황 고밀집 및 저밀집은 차량 길이 5m, 4지교차로(편도2차선) 기준으로 시험도로 환경에 따라 구성

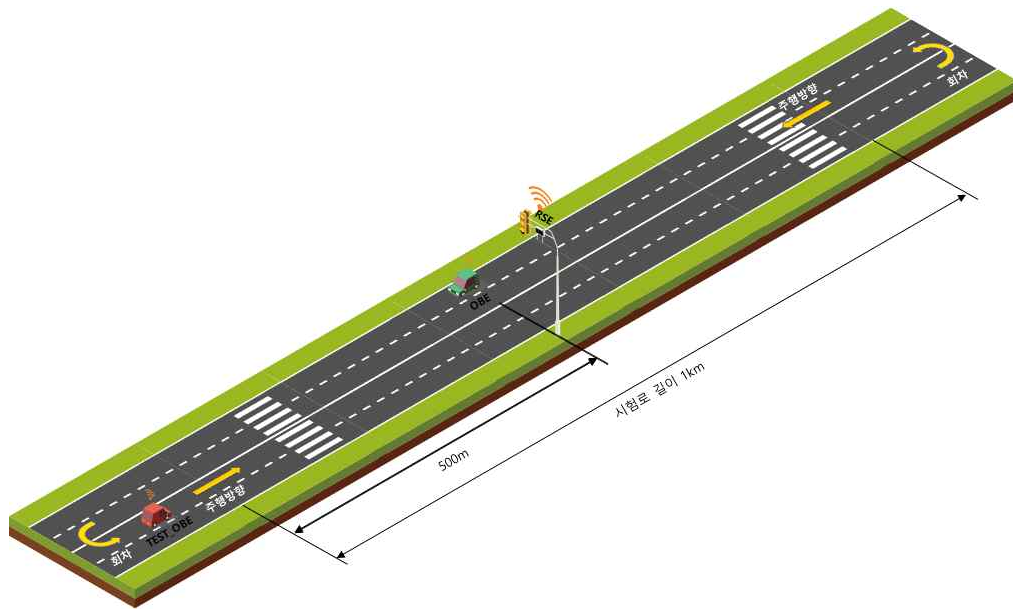
- 통신 시험의 장비는 하기와 같이 2가지의 1)각 시험참여기관의 OBE와 RSE(개별단말), 2)서로 다른참여기관의 OBE와 RSE(혼합단말)를 사용하여 진행한다. 개별단말과 혼합단말의 시험 항목은 아래 표에 따른다.

	통신영역	패킷 에러율	지연시간	혼잡상황통신				보안	최대전송 용량
				저밀집, ≤ 100대		고밀집, >100대			
				패킷에러율	지연시간	패킷에러율	지연시간		
개별단말	0	0	0	0		0		0	0
혼합단말	0	0	0	0		0		0	0



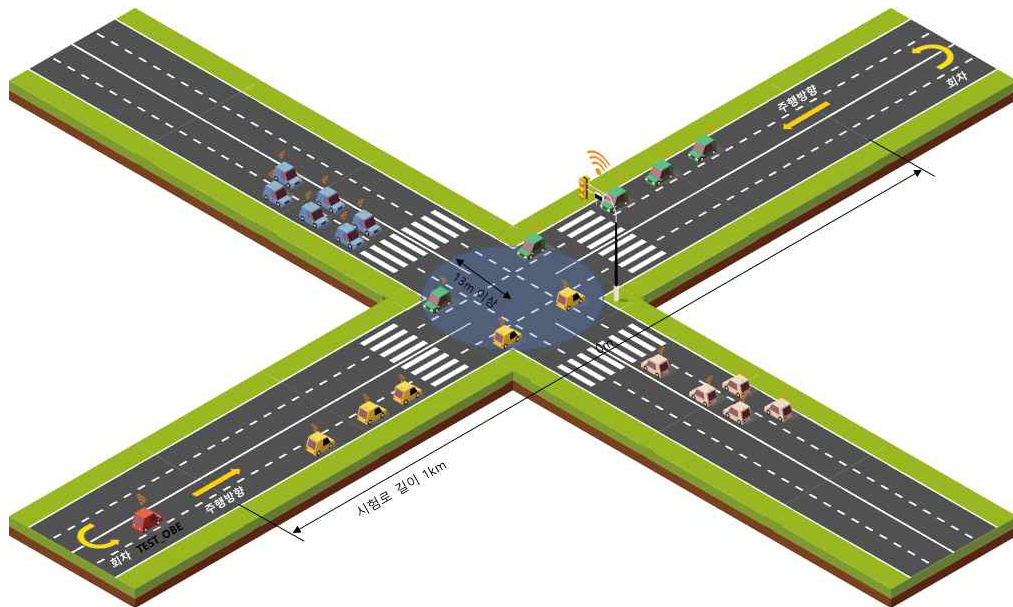
1) 직선 주행 시험도로

- 직선 주행 시험도로는 왕복 주행이 가능한 직선 1km 이상의 개활지 도로



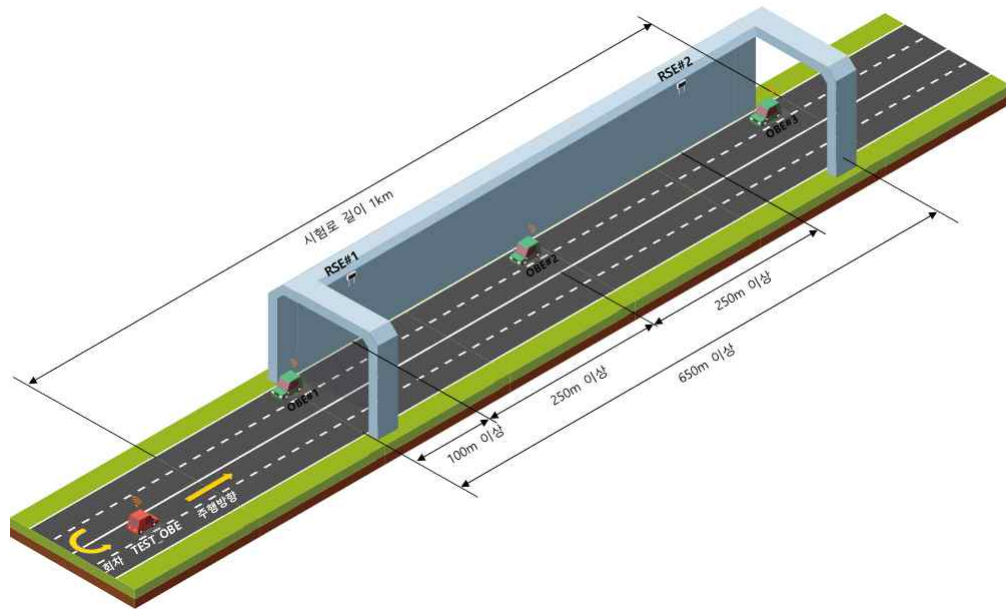
2) 교차로 주행 시험도로 (고밀집(>100대), 저밀집(≤ 100 대))

- 교차로 주행 시험도로는 교차로 중심부 기준 반경 13m 이상의 개활지 도로



3) 터널 포함 시험도로

- 터널 포함 시험도로는 왕복 주행이 가능한 직선 600m 이상의 터널 도로
- 터널 내 RSE 1식 또는 RSE 2식을 설치하여 OBE가 통신할 수 있는 신호를 송신



- 시험에 사용되는 차량은 시험담당기관에서 제공하며, 시험참여기관에서 제공한 안테나의 장착 위치, 전송 전력, 안테나와 단말기 간 케이블 길이 등을 확인하고 시험을 수행한다.

확인 항목	내용	비고
안테나 장착 위치 및 형태	차량 지붕 후미 중간, 샤크안테나	커넥터는 파크라
단말기 출력 입력값	20dBm	
단말기 출력 포트와 안테나간 거리	2.5 m / ± 0.5 m	케이블은 LMR 200
안테나 수신 감도(Gain)	3 dBm / ± 0.5 dBm	
안테나 케이블 지름	2.5 ϕ / ± 0.1 ϕ	
다이버시티	적용	
송신 주파수 대역폭	20MHz	WAVE는 V2V, I2V각 10MHz

- 시험결과는 각 시험 항목 별 성능을 판정하기 위한 별첨(비공용도로성능평가_결과리스트)을 참고하여 결과를 기입한다.
- (LTE-V2X) 통신 테스트는 서로 다른 시험참여기관 간의 상호 호환을 위하여 OmniAir 공인 시험에서 정의하는 설정값을 설정하여 진행하며(SAE J3161/1, 780-0A-TSS&TP-J31611, 참여기관은 TTA와 협의 必), 1) 모든 시험참여기관이 합의하고, 합의사항에 대해 공동작업반의 허가를 득한 경우나 2) 시험담당기관이 시험의 편의 및 효율성 제고를 위해 수정 필요성이 발생한 경우 변경이 가능하다.
- 본 시험에 앞서 시험담당기관에서 보유한 V2V 실도로 시험장비를 통해 측정장비의 위치(좌표) 정보의 정확도를 확인한다.
- 시험담당기관은 대상장비와 측정장비 간 패킷 송신 유무를 확인하기 위해 별도의 시험장비를 통해 시험 간 패킷이 올바르게 송신되었는지를 확인한다.
- 통신성능 평가의 유효성을 확보하기 위하여 시험 구간 내에서 대상장비가 송신한 전체 패킷 개수가 전체 시험 구간의 10m 당 최소 15개 이상이 되도록 회차를 최소 2회 이상 반복한다.

- 시험 중 시험로의 1차선을 왕복으로 이용 가능한 시험(시험환경이 대칭) 종료 시 시험 시작 지점으로 돌아오기 위해 계산된 반복 시험 횟수가 홀수일 때 한 회를 더한다.

$$\text{차량속도에 따른 } 10m \text{ 구간 메시지 수신개수}(N \cdot s) = \frac{10}{\text{차량속도} \times \frac{1000}{3600}} \times \text{대상장비초당패킷송신개수}$$

<수식 1> 차량속도에 따른 10m 구간 측정장비 패킷 수신 개수

통신 구간	10m당 최소 수신개수	대상장비 초당 송신개수	시험 속도	회차당 측정장비 수신개수	반복 시험 횟수
1000m	15	10	30km/h	1200	2
			60km/h	600	4
			120km/h	300	6

3. 시험 항목

3.1. 통신 영역

3.1.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 의뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.

3.1.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 측정장비-대상장비 간(OBE-RSE, OBE-OBE) 패킷에러율 10% 이내 통신 가능 거리로 한다. 단, 패킷에러율 측정은 ITSK 표준인 'C-ITS 규격 - 제5부 : 시험방법(ITSK-00100-5v2)'에 정의된 방식 중 일부 발체에 따른다. (본 문서 3.2.2 나. 참조)

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도는 대상장비와 측정장비의 위도, 경도로 거리를 계산한다.
- 평가척도 산출을 위한 거리 계산은 대상장비와 측정장비의 좌표를 사용하여 <수식 2>을 사용하여 계산한다.

$$\text{거리}(m) = 2r \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}\right) \times 1000$$

r = 지구반지름 $\approx 6371(km)$, φ = 위도(rad), λ = 경도(rad)

<수식 2> 장비 간 거리 계산식

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과는 대상장비와 측정장비간의 거리별로 다음과 같이 기록한다.

거리	-500m	-400m	-300m	-200m	-100m	+100m	+200m	+300m	+400m	+500m	평균
구간	-500 ~ -400m	-400 ~ -300m	-300 ~ -200m	-200 ~ -100m	-100 ~ 0m	0 ~ +100m	+100 ~ +200m	+200 ~ +300m	+300 ~ +400m	+400 ~ +500m	-
PER(V2V)											
PER(I2V)											

여기서 측정 장비를 장착한 차량이 대상장비로부터 500m 이상 떨어진 지역 (-500m) 에서 출발하여 대상 장비 옆을 지나 추가적으로 500m(+500m) 이상 주행한다.

- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 장비 세트에 대한 성능은 5회의 시험을 수행하고 결과값들에 대한 평균값을 대푯값으로 판정한다.
 - 대상장비가 설치된 지점을 0m로 지정한다.
 - 시험후 로그의 분석을 위해 각 회차별 로그는 각각 구별가능 하도록 저장한다.
- 단, OBE-RSE 간 통신영역 평균값은 500m 이상이 되어야 하며, OBE-OBE 간 통신영역 평균값은 300m 이상이 되어야 한다.

3.1.3. 평가 방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

나. 평가 방법

- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행하며 결과는 시험 사이트별로 별도로 작성한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 평가기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172, 174 (대역폭 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)

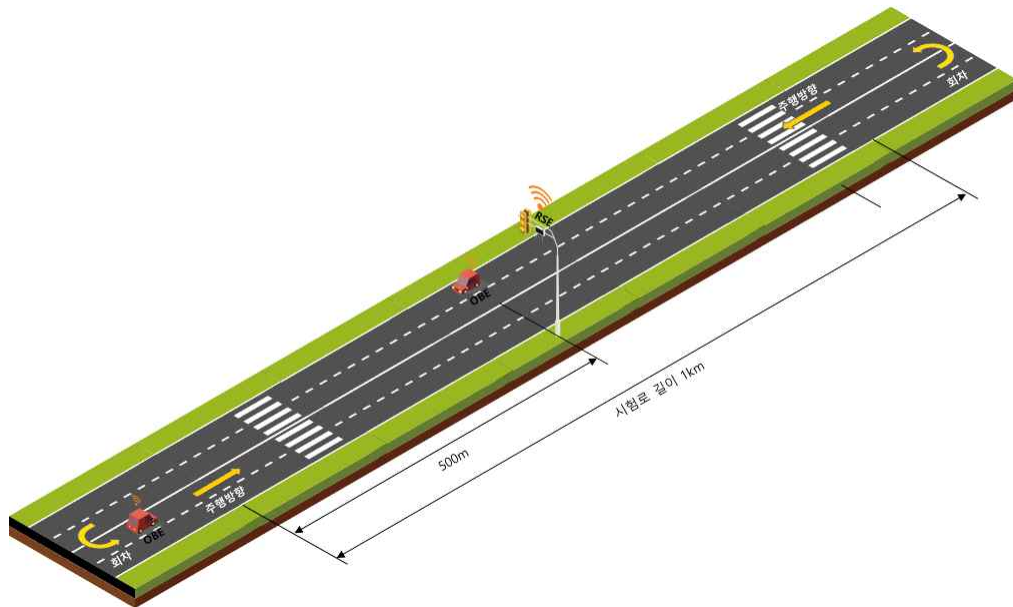
- 측정장비는 대상장비에서 1km 이상 떨어진 위치에서 출발하여 대상장비를 지나 1km이상을 주행하고 u 턴 후 출발지로 되돌아오며, 속도는 시속 60km/h, 120km/h 두가지 경우에 대하여 각각 수행한다.
- 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림과 같이 같은 장소에 위치시키고, 각 대상장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 기준 장비는 대상장비들로부터 수신된 정보를 저장한다.
- 이때, 대상장비는 전송시간, 전송 시 위치, 패킷순번, 장비식별번호를 포함하여 메시지를 구성하여 송신하여야 하며, 측정장비는 수신된 정보에 수신시간, 수신 시 위치 등의 정보를 추가하여 저장한다. 이를 위한 메시지 패킷은 다음과 같이 정의하며, 본 시험의 기본 패킷은 보안이 적용되지 않은 패킷이다.
 - 통신영역을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 8> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 통신영역 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 9> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 통신영역 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조



3.2. 패킷에러율

3.2.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 의뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.

3.2.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 측정장비-대상장비 간(OBE-RSE, OBE-OBE) 500m 이내 거리에서의 평균 패킷에러율로 한다.

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 패킷에러율은 <수식 6>를 사용하여 계산한다.

$$PER = \sum_{i=1}^n \frac{i\text{번째 순번 누락된 패킷의 개수}}{i\text{번째 순번 송신 패킷의 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 3> 패킷에러율 계산 기준

여기서, 'n'은 동일 시험 반복 횟수, 'i번째 순번 누락된 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신된 패킷과 측정장비에서 수신된 패킷 개수의 차이, 'i번째 순번 송신 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신되어야 할 송신기대 패킷의 수로 500m 거리 범위 이내로 들어와서 첫 번째 수신된 패킷의 순서번호와 500m 거리 범위 밖으로 이탈하기 직전의 패킷 순서번호의 차이로 정의한다. 단, 통신 가능 거리가 500m 이내일 경우 거리 범위를 통신 거리 이내로 축소할 수 있으며, 축소된 통신 거리를 명시하여야 한다

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과는 각 기기의 통신영역 (최대 500m) 내에서 송신파킷수와 (1-수신파킷수)를 각각 산출하여 기록한다.
- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 성능평가 결과는 각 기기의 통신영역 (최대 500m) 내에서 <표5>에 정의된 횟수에 따라 반복하여 시험을 수행하여 <수식 6>에 따라 계산된 값으로 판정한다. 이를 위해 각 측정장비는 회차별로 구분가능한 형태

로 로그를 저장해야한다.

- 단, OBE-RSE 및 OBE-OBE 간 패킷에러율은 10% 이하가 되어야 한다.

3.2.3. 평가방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

나. 평가 방법

- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행하며 결과는 시험 사이트별로 별도로 작성한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 평가기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172,174 (V2V, I2V 각 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)

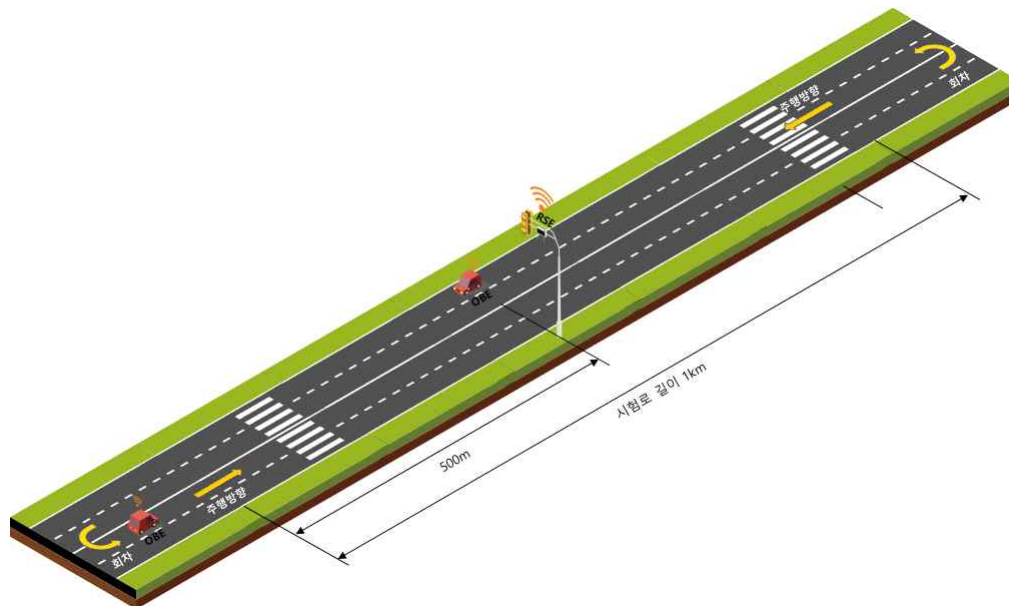
- 측정장비는 대상장비에서 500m 이상 떨어진 위치에서 출발하여 대상장비를 지나 500m이상을 주행하고 u턴 후 출발지로 되돌아오며, 속도는 시속 60km/h, 120km/h 두가지 경우에 대하여 각각 수행한다. 단, 터널지역의 경우 터널 진입부터 RSE1만 동작하는 경우와 RSE1과 RSE2 모두 동작하는 경우를 테스트하며 총 600m 이상을 주행하여 진행한다.
- 대상장비의 통신영역은 반경 500m를 기본으로 하되, 통신 영역 시험의 결과에 따라 통신 영역 500미터 이상(PER 10%이하)을 만족시키지 못할 경우 최대 통신 영역으로 수정하고 이때의 통신영역을 명시하여야한다.
- 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림과 같이 같은 장소에 위치시키고, 각 대상장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 기준 장비는 대상장비들로부터 수신된 정보를 저장한다.
- 이때, 대상장비는 전송시간, 전송 시 위치, 패킷순번, 장비식별번호를 포함하여 메시지를 구성하여 송신하여야 하며, 측정장비는 수신된 정보에 수신시간, 수신 시 위치 등의 정보를 추가하여 저장한다. 이를 위한 메시지 패킷은 다음과 같이 정의하며, 본 시험의 패킷은 보안이 적용되지 않은 패킷이다.
 - 통신 에러율을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

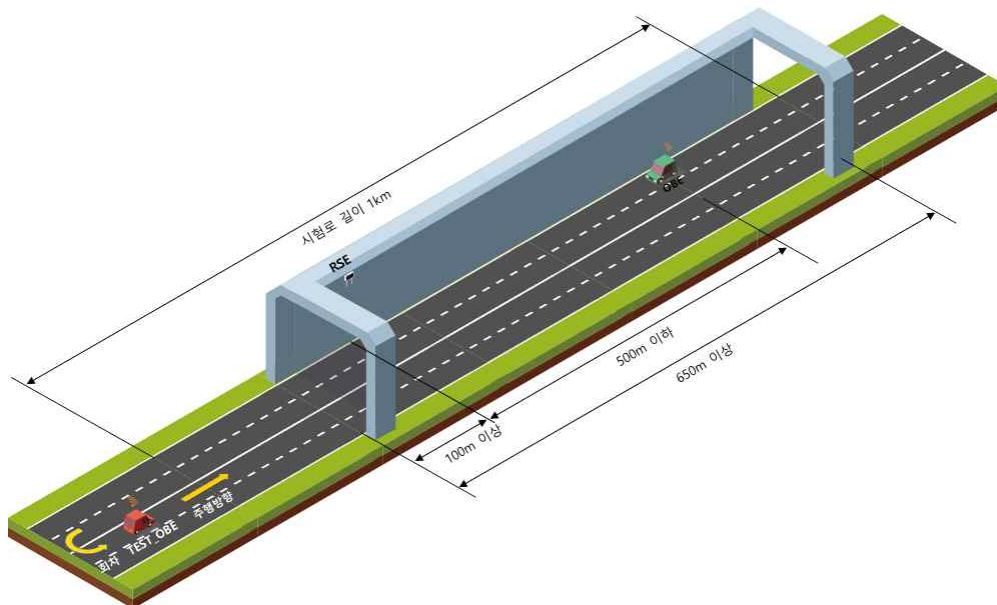
<표 11> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

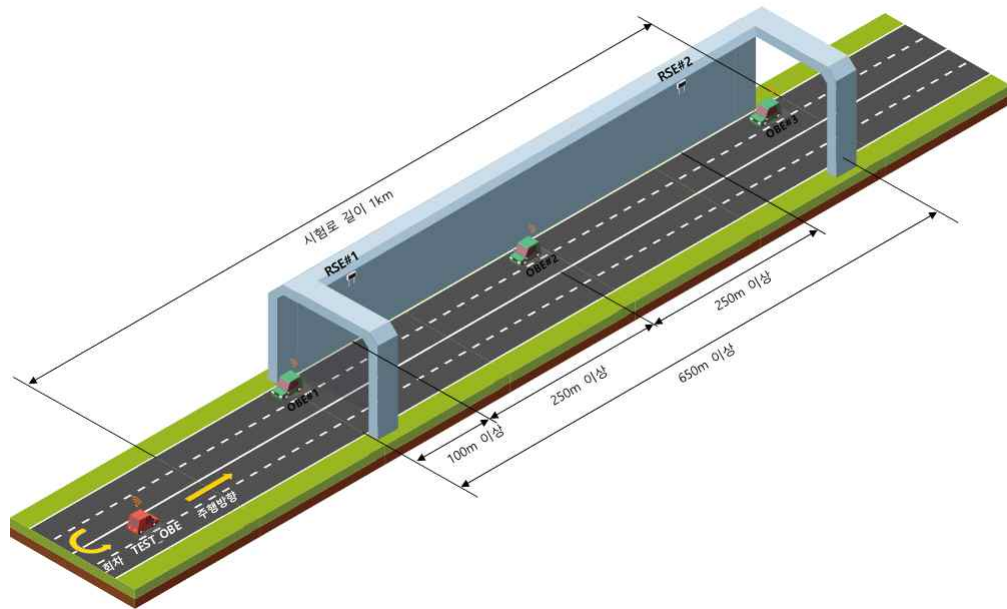
<표 12> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조



<그림 6> 통신기술 실증 비공용도로 평가 패킷에러율 측정 안내도



<그림 7> 통신기술 실증 비공용도로 평가 터널지역 패킷에러율 측정 안내도 1



<그림 8> 통신기술 실증 비공용도로 평가 터널지역 패킷에러율 측정 안내도 2

3.3. 지연시간

3.3.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 의뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.

3.3.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 평균 지연시간 및 100ms이내 지연 확률로 계산한다.

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 지연시간은 <수식 7>을 사용하여 계산한다.

$$\text{평균 지연시간}(ms) = \frac{\sum_{i=1}^n RTT(i)}{n} (ms)$$

<수식 4> 평균 지연시간 계산 기준

여기서, i : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 패킷 순번

n : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 측정 패킷 개수

$$RTT(i) = \frac{i\text{번째 순번 왕복지연시간}}{2} (ms)$$

<수식 5> 지연시간 계산 기준

여기서, i번째 순번 왕복지연시간 : 측정장비에서 i번째 송신한 패킷이 대상장비를 거쳐 측정장비로 수신되기까지 시간

$$100ms\text{이내 지연 확률}(\%) = \frac{100ms\text{이내 } RTT\text{패킷 개수}}{RTT\text{패킷 송신 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 6> 100ms이내 지연 확률 계산 기준

여기서, 100ms이내 RTT 패킷 개수 : 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 분석하여 100ms 이내 지연시간이 걸린 패킷의 수

RTT 패킷 송신 개수 : 측정장비에서 송신한 RTT 패킷 개수

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과의 평균 지연시간은 측정장비의 패킷 송신 시각에서 대상장비를 거쳐 측정장비로 패킷이 수신된 시각의 절반을 분석하여 산출하고, 100ms 이내 지연확률은 패킷이 송신된 개수와 100ms 이내 지연시간을 갖는 수신된 패킷 개수를 분석하여 산출한다.
- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 성능평가 결과는 <표5>에 정의된 횟수에 따라 반복하여 시험을 수행하여 평가 척도에 따라 계산된 값으로 판정한다. 이 때, 평가 척도 계산에 사용되는 시험 결과값은 로그에 저장되어 있는 송신 현재 위치(위도, 경도)와 수신 현재 위치(위도, 경도)에서 거리를 계산하여 각 기기의 통신영역 (최대 500m) 내에 값만 사용하며, 이를 위해 각 측정장비는 회차별로 구분 가능한 형태로 로그를 저장하여야 한다.

3.3.3. 평가방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

나. 평가 방법

- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행하며 결과는 시험 사이트별로 별도로 작성한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 평가기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172,174 (V2V, I2V 각 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)

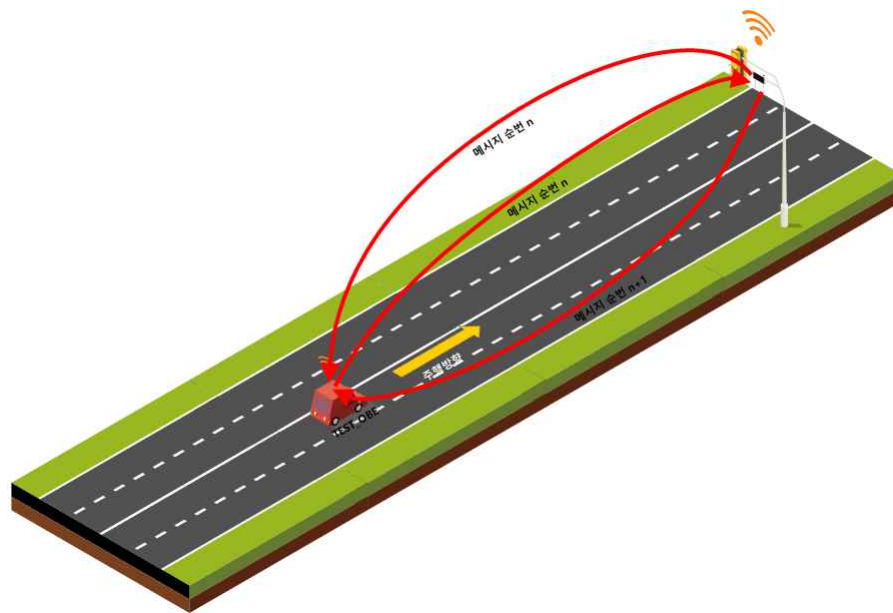
- 측정장비는 대상장비에서 500m 이상 떨어진 위치에서 출발하여 대상장비를 지나 500m이상을 주행하고 u턴 후 출발지로 되돌아오며, 속도는 시속 60km/h, 120km/h 두가지 경우에 대하여 각각 수행한다.
- 대상장비의 통신영역은 반경 500m를 기본으로 하되, 통신 영역 시험의 결과 500m이상(PER 10%이하)을 만족하지 못할 경우 최대 통신 영역으로 수정하고 이때의 통신 영역을 명시하여야한다.
- 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림과 같이 같은 장소에 위치시키고, 측정장비는 각각 아래에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 대상장비를 거쳐 수신된 정보를 저장한다. 이 때, 대상장비는 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 임의로 수정하지 않고 측정장비로 송신한다.
- 평가 시 측정장비는 RTT 패킷에 다음과 같은 정보를 필수로 담아 송신해야 하며, 보안 서명하지 않은 패킷으로 송신한다..
 - RTT 패킷 순번, RTT 패킷 송신 시각, 송신 현재 위도, 송신 현재 경도
 - 지연시간을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.
- 평가 시 측정장비는 RTT 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - RTT 패킷 내 RTT 패킷 순번, RTT 패킷 수신 시각, RTT 패킷 내 송신 위도, RTT 패킷 내 송신 위도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 14> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 15> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조



<그림 9> 통신기술 실증 비공용도로 평가 지연시간 측정 안내도

3.4. 혼잡 상황 통신 성능

3.4.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 의뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.
- "환경구축장비"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 평가 환경을 만들어 줄 수 있는 장비를 말한다.

3.4.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 평균 패킷에러율, 평균 지연시간, 100ms 이내 지연확률로 한다.

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 패킷에러율은 <수식 10>를 사용하여 계산한다.

$$PER = \sum_{i=1}^n \frac{i\text{번째 순번 누락된 패킷의 개수}}{i\text{번째 순번 송신 패킷의 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 7> 패킷에러율 계산 기준

여기서, 'n'은 동일 시험 반복 횟수, 'i번째 순번 누락된 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신된 패킷과 측정장비에서 수신된 패킷 개수의 차이, 'i번째 순번 송신 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신되어야 할 송신기대 패킷의 수로 사전에 정의한 500m 구간 이내로 들어와서 첫 번째 수신된 패킷의 일련번호와 500m 구간 밖으로 이탈하기 직전의 패킷 일련번호의 차이로 정의한다. 단, 통신 가능 거리가 500m 이내일 경우 거리 범위를 통신 거리 이내로 축소할 수 있으며, 축소된 통신 거리를 명시하여야 한다.

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 지연시간은 <수식 11>을 사용하여 계산한다.

$$\text{평균 지연시간}(ms) = \frac{\sum_{i=1}^n RTT(i)}{n} (ms)$$

<수식 8> 평균 지연시간 계산 기준

여기서, i : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 패킷 순번

n : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 측정 패킷 개수

$$RTT(i) = \frac{i\text{번째 순번 왕복지연시간}}{2} (ms)$$

<수식 9> 지연시간 계산 기준

여기서, i번째 순번 왕복지연시간 : 측정장비에서 i번째 송신한 패킷이 대상장비를 거쳐 측정장비로 수신 되기까지 시간

- 항목의 평가척도 산출을 위한 100ms 이내 지연 확률은 <수식 13>을 사용하여 계산한다.

$$100ms\text{이내 지연 확률}(\%) = \frac{100ms\text{이내 } RTT\text{패킷 개수}}{RTT\text{패킷 송신 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 10> 100ms이내 지연 확률 계산 기준

여기서, 100ms이내 RTT 패킷 개수 : 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 분석하여 100ms 이내 지연시간 이 걸린 패킷의 수

RTT 패킷 송신 개수 : 측정장비에서 송신한 RTT 패킷 개수

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과의 평균 패킷에러율은 송신파킷수와 (송신파킷수-수신파킷수)를 각각 산출하여 기록한다.
- 성능평가 결과의 평균 지연시간은 측정장비의 패킷 송신 시각에서 대상장비를 거쳐 측정장비로 패킷이 수신된 시각의 절반을 분석하여 산출하고, 100ms 이내 지연확률은 패킷이 송신된 개수와 100ms 이내 지연시간을 갖는 수신된 패킷 개수를 분석하여 산출한다.
- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 성능평가 결과는 <표5>에 정의된 횟수에 따라 반복하여 시험을 수행하여 평가 척도에 따라 계산된 값으로 판정한다. 이 때, 평가 척도 계산에 사용되는 시험 결과값은 로그에 저장되어 있는 송신 현재 위치(위도, 경도)와 수신 현재 위치(위도, 경도)에서 거리를 계산하여 각 기기의 통신영역(최대 500m) 내에 값만 사용한다.
- 단, OBE-RSE 및 OBE-OBE 간 패킷에러율은 10% 이하가 되어야 한다.

3.4.3. 평가방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

나. 평가 환경

- 시험담당기관은 성능평가를 하는 경우 혼잡 상황 환경을 구성하기 위해 V2X 송신이 가능한 환경구축장비를 32, 64, 80, 176, 400대의 차량 혼잡 상황 환경을 에뮬레이터 장비를 통해 구축하여 테스트를 진행한다.
- 장비의 배치환경은 시험담당기관에서 임의로 결정한다. 단, 각 기기의 통신영역(최대 500m) 내에 환경구축장비를 배치한다.



(크기 : 404 x 562 x 156 mm)

다. 평가 방법

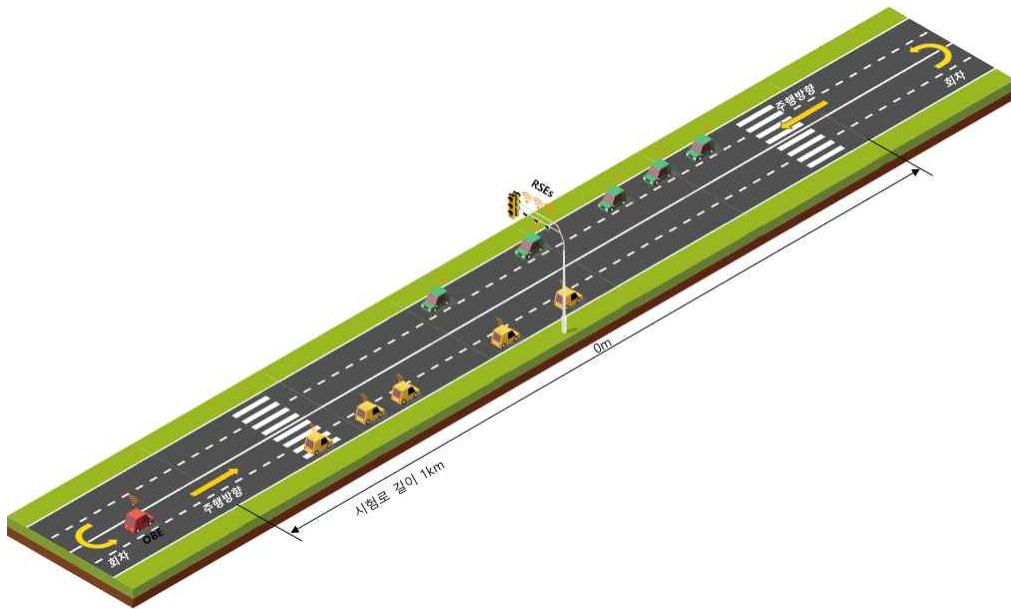
- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행하며 결과는 시험 사이트별로 별도로 작성한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 시험담당기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172, 174 (대역폭 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)
기능	혼잡제어	유, 무(기본값 : 무)

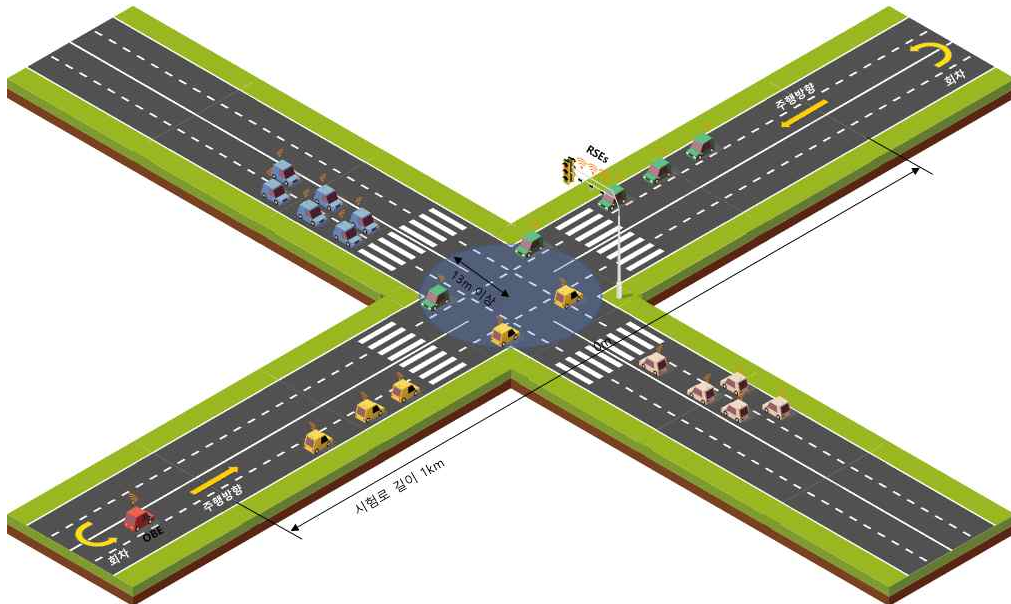
- 환경구축장비의 세부 설정 사항 및 기본 값은 다음과 같으며, 시험담당기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172, 174 (대역폭 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)

- 환경구축장비는 대상장비의 통신영역 내 송신이 가능한 상태로 설정하며, 보안 서명하지 않은 패킷으로 송신한다.
- 측정장비는 대상장비에서 100m 이상 떨어진 위치에서 출발하여 대상장비를 지나 100m이상을 주행하고 u턴 후 출발지로 되돌아오며, 속도는 직선구간의 경우 60km/h, 교차로의 경우 30km/h로 각각 수행한다.
- 혼잡 상황에서 평균 패킷에러율을 측정하기 위해 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림과 같이 직선구간과 4지교차로 구간에서 각각 장소에 위치시키고, 각 대상장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 기준 장비는 대상장비들로부터 수신된 정보를 저장한다.

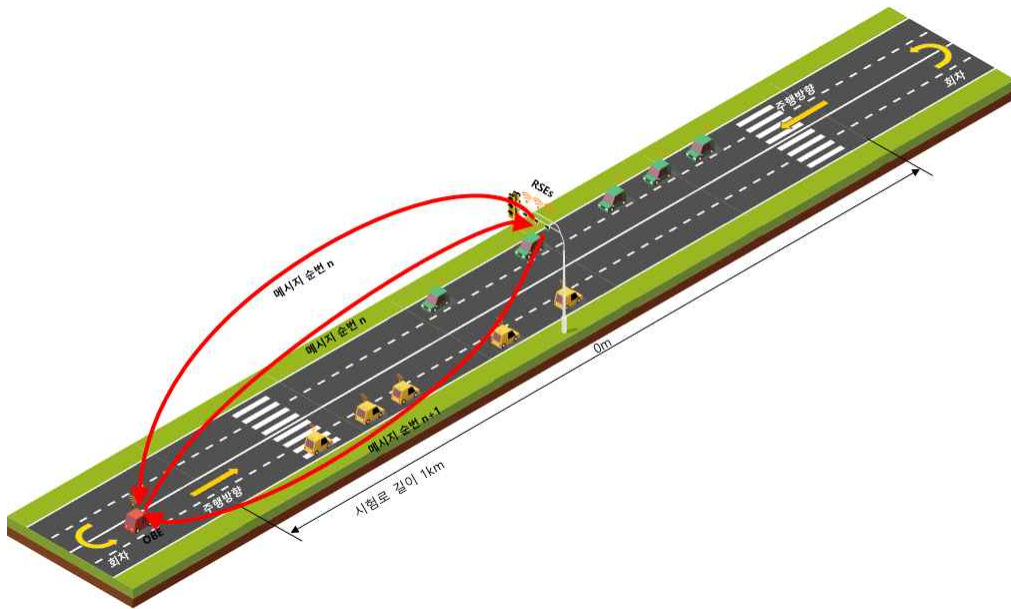


<그림 12> 통신기술 실증 비공용도로 평가 직선구간 혼잡환경 패킷에러율 측정 안내도

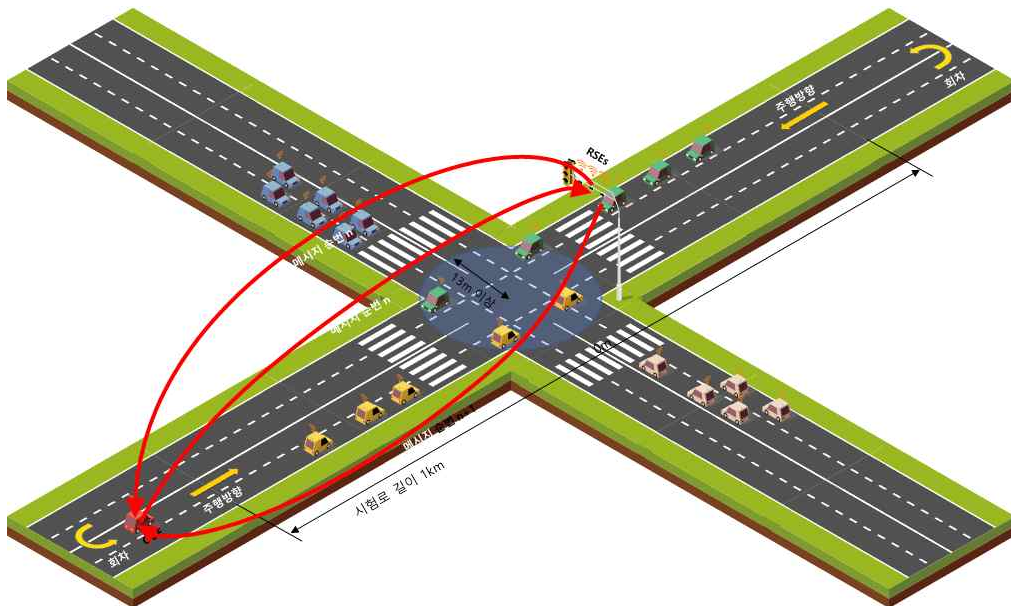


<그림 13> 통신기술 실증 비공용도로 평가 4지교차로 혼잡환경 패킷에러율 측정 안내도

- 혼잡 상황에서 평균 지연 시간을 측정하기 위해 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림과 같이 같은 장소에 위치시키고, 측정장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 대상장비를 거쳐 수신된 정보를 저장한다. 이 때, 대상장비는 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 임의로 수정하지 않고 측정장비로 송신한다.



<그림 14> 통신기술 실증 비공용도로 평가 직선구간 혼잡환경 지연시간 측정 안내도



<그림 15> 통신기술 실증 비공용도로 평가 4지교차로 혼잡환경 지연시간 측정 안내도

- 패킷에러율 평가 시 대상장비는 송신 패킷에 다음과 같은 정보를 필수로 담아야 하며, 보안 서명하지 않은 패킷으로 송신한다.
 - 패킷 순번, 송신 현재 위도, 송신 현재 경도
 - 패킷에러율을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 18> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 19> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조

- 평가 시 측정장비는 RTT 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - RTT 패킷 내 RTT 패킷 순번, RTT 패킷 수신 시각, RTT 패킷 내 송신 위도, RTT 패킷 내 송신 위도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도
- 패킷에러율 평가 시 측정장비는 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - 수신 순번, 수신된 패킷 내 패킷 순번, 수신된 패킷 내 송신 위도, 수신된 패킷 내 송신 경도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도
- 통신 지연 평가 시 측정장비는 RTT 패킷에 다음과 같은 정보를 필수로 담아 송신해야 하며, 보안 서명하지 않은 패킷으로 송신한다.
 - RTT 패킷 순번, RTT 패킷 송신 시각, 송신 현재 위도, 송신 현재 경도
 - 지연시간을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 20> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 21> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조

- 평가 시 측정장비는 RTT 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - RTT 패킷 내 RTT 패킷 순번, RTT 패킷 수신 시각, RTT 패킷 내 송신 위도, RTT 패킷 내 송신 위도,

수신 현재 위도, 수신 현재 경도

- 통신 지연 평가 시 측정장비는 RTT 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - RTT 패킷 내 RTT 패킷 순번, RTT 패킷 수신 시각, RTT 패킷 내 송신 위도, RTT 패킷 내 송신 위도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도

3.5. 보안

3.5.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 외뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.
- "환경구축장비"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 평가 환경을 만들어 줄 수 있는 장비를 말한다.

TBD.

3.5.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 패킷에러율, 평균 지연시간, 100ms 이내 지연확률로 한다.

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 패킷에러율은 <수식 14>를 사용하여 계산한다.

$$PER = \sum_{i=1}^n \frac{i\text{번째 순번 누락된 패킷의 개수}}{i\text{번째 순번 송신 패킷의 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 11> 패킷에러율 계산 기준

여기서, 'n'은 동일 시험 반복 횟수, 'i번째 순번 누락된 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신된 패킷과 측정장비에서 수신된 패킷 개수의 차이, 'i번째 순번 송신 패킷의 개수'는 대상장비에서 패킷의 전송주기에 따라 송신되어야 할 송신기대 패킷의 수로 500m 거리 범위 이내로 들어와서 첫 번째 수신된 패킷의 일련번호와 500m 거리 범위 밖으로 이탈하기 직전의 패킷 일련번호의 차이로 정의한다. 단, 통신 가능 거리가 500m 이내일 경우 거리 범위를 통신 거리 이내로 축소할 수 있으며, 축소된 통신 거리를 명시하여야 한다.

- 항목의 평가척도 산출을 위한 평균 지연시간은 <수식 15>을 사용하여 계산한다.

$$\text{평균 지연시간}(ms) = \frac{\sum_{i=1}^n RTT(i)}{n} (ms)$$

<수식 12> 평균 지연시간 계산 기준

여기서, i : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 패킷 순번

n : 평균 지연시간 계산을 위한 RTT 측정 패킷 개수

$$RTT(i) = \frac{i\text{번째 순번 왕복지연시간}}{2} (ms)$$

<수식 13> 지연시간 계산 기준

여기서, i번째 순번 왕복지연시간 : 측정장비에서 i번째 송신한 패킷이 대상장비를 거쳐 측정장비로 수신 되기까지 시간

- 항목의 평가척도 산출을 위한 100ms 이내 지연 확률은 <수식 16>을 사용하여 계산한다.

$$100ms\text{이내 지연 확률}(\%) = \frac{100ms\text{이내 } RTT\text{패킷 개수}}{RTT\text{패킷 송신 개수}} \times 100(\%)$$

<수식 14> 100ms이내 지연 확률 계산 기준

여기서, 100ms이내 RTT 패킷 개수 : 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 분석하여 100ms 이내 지연시간 이 걸린 패킷의 수

RTT 패킷 송신 개수 : 측정장비에서 송신한 RTT 패킷 개수

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과의 평균 패킷에러율은 송신패킷수와 (송신패킷수-수신패킷수)를 각각 산출하여 기록한다.
- 성능평가 결과의 평균 지연시간은 측정장비의 패킷 송신 시각에서 대상장비를 거쳐 측정장비로 패킷이 수신된 시각의 절반을 분석하여 산출하고, 100ms 이내 지연확률은 패킷이 송신된 개수와 100ms 이내 지연시간을 갖는 수신된 패킷 개수를 분석하여 산출한다.
- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 성능평가 결과는 <표5>에 정의된 횟수에 따라 반복하여 시험을 수행하여 평가 척도에 따라 계산된 값과 3.3절 보안 서명이 적용되지 않은 지연시간 계산값의 차이로 판정한다. 이 때, 평가 척도 계산에 사용되는 시험 결과값은 로그에 저장되어 있는 송신 현재 위치(위도, 경도)와 수신 현재 위치(위도, 경도)에서 거리를 계산하여 각 기기의 통신영역 (최대 500m) 내에 값만 사용한다.
- 단, OBE-RSE 및 OBE-OBE 간 패킷에러율은 10% 이하가 되어야 한다.

3.5.3. 평가방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

나. 평가 환경

- 시험담당기관은 성능평가를 하는 경우 혼잡 상황 환경을 구성하기 위해 V2X 송신이 가능한 환경구축장비 100대를 성능평가 구간에 배치한다..
- 장비의 배치환경은 시험담당기관에서 임의로 결정한다. 단, 각 기기의 통신영역(최대 500m) 내에 환경구축장비를 배치한다.

다. 평가 방법

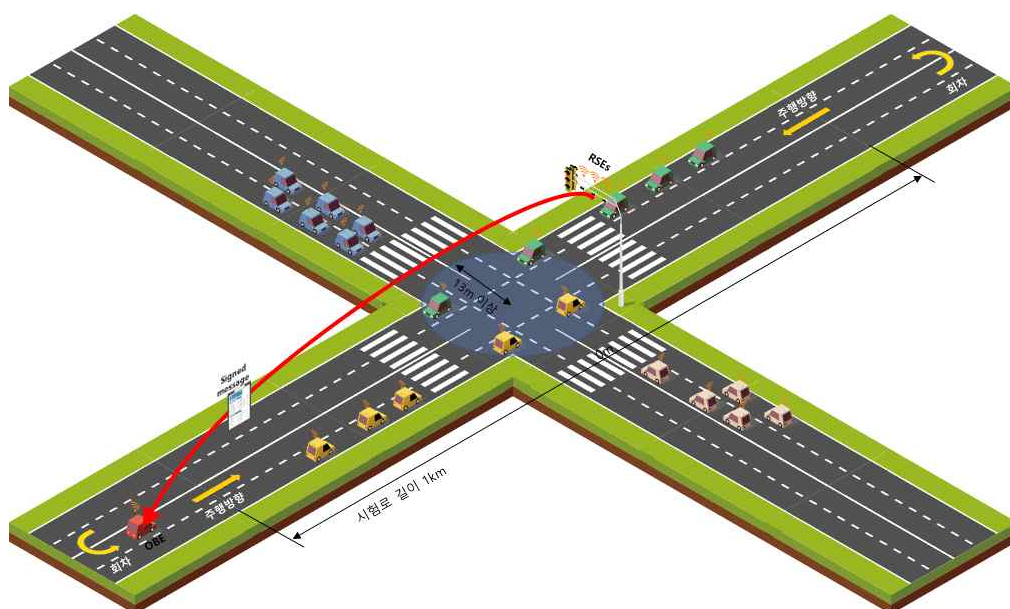
- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 시험담당기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172, 174 (대역폭 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)
기능	혼잡제어	유, 무(기본값 : 무)

- 환경구축장비의 세부 설정 사항 및 기본 값은 다음과 같으며, 시험담당기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

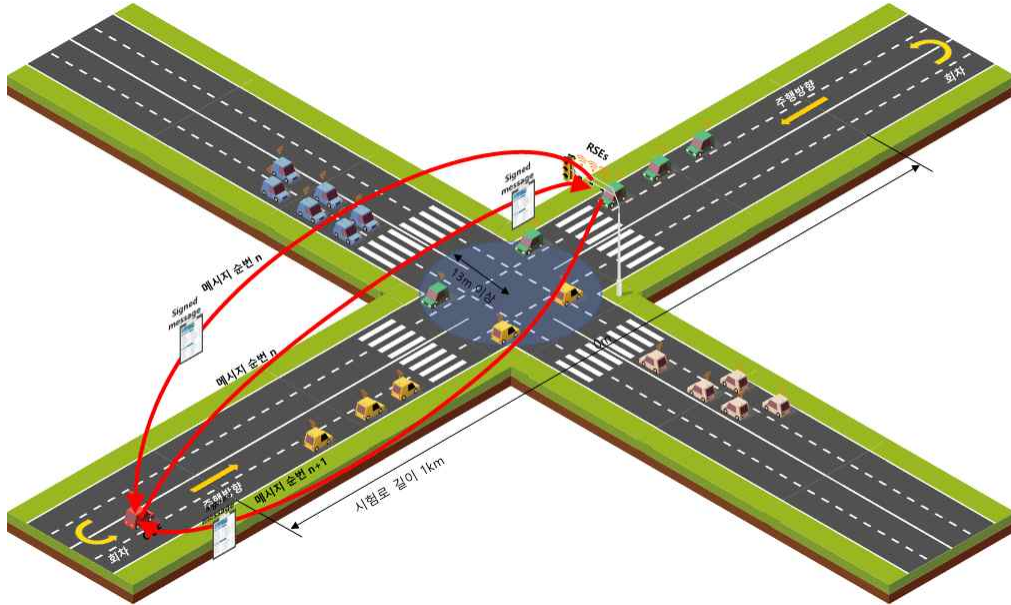
메시지	크기	1~2,302 bytes(기본값 : 1,400 bytes)
	주기	1~1000ms(기본값 : 100ms)
채널	WAVE	172, 174 (대역폭 10MHz)
	LTE-V2X	173 (대역폭 20MHz)
속도	WAVE	3~27Mbps(기본값 : 6Mbps)
	LTE-V2X	표준적합성평가의 정의한 설정값을 준용 (TTA 사전 협의 必)

- 환경구축장비는 대상장비의 통신영역 내 송신이 가능한 상태로 설정하며, 혼잡 상황 환경 테스트 시 보안 서명한 패킷으로 송신한다.
- 측정장비는 교차로 중 직선의 가장 먼 곳에서 출발하여 대상장비를 지나 출발지와 300m이상 이격되어있는 교차로 반대편 지정위치까지 주행하고 u턴 후 출발지로 되돌아오며, 교차로에서 저밀집 및 고밀집환경 두가지 경우에 대하여 각각 수행한다.
- 대상장비의 통신영역은 반경 500m를 기본으로 하되, 통신 영역 시험의 결과에 따라 수정하고 통신 거리를 명시하여야 한다.
- 보안 패킷에러율을 측정하기 위해 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림들과 같이 일반 환경과 혼잡환경(4지교차로구간)을 각각 장소에 위치시키고, 각 대상장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 기준 장비는 대상장비들로부터 수신된 정보를 저장한다.



<그림 16> 통신기술 실증 비공용도로 평가 4지교차로 혼잡환경 보안 메시지 패킷 에러율 측정 안내도

- 대상장비(RSE, OBE)는 다음의 그림들과 같이 일반 환경과 혼잡환경(4지교차로구간)을 각각 장소에 위치시키고, 측정장비는 각각 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 대상장비를 거쳐 수신된 정보를 저장한다. 이 때, 대상장비는 측정장비에서 수신된 RTT 패킷을 임의로 수정하지 않고 측정장비로 송신한다.



<그림 17> 통신기술 실증 비공용도로 평가 4지교차로 혼잡상황 보안 패킷 지연시간 측정 안내도

- 패킷에러율 평가 시 대상장비는 송신 패킷에 다음과 같은 정보를 필수로 담아야 하며, 보안 서명한 패킷으로 송신한다.
- 패킷 순번, 송신 현재 위도, 송신 현재 경도
 - 패킷에러율을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 24> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 25> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 패킷에러율 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조

- 패킷에러율 평가 시 측정장비는 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.

- 수신 순번, 수신된 패킷 내 패킷 순번, 수신된 패킷 내 송신 위도, 수신된 패킷 내 송신 경도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도
- 통신 지연 평가 시 측정장비는 RTT 패킷에 다음과 같은 정보를 필수로 담아 송신해야 하며, 보안 서명한 패킷으로 송신한다.
 - RTT 패킷 순번, RTT 패킷 송신 시각, 송신 현재 위도, 송신 현재 경도
 - 지연시간을 측정하기 위해 패킷은 아래와 같은 구조를 가진다. 다만, 임의 데이터는 BSM(OBE), RSA(RSE)를 기본으로 본 시험에서는 임의 데이터의 길이를 제외한 나머지는 분석하지 않는다.

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 26> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 27> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 지연 시간 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조

- 통신 지연 평가 시 측정장비는 RTT 패킷 수신 시 다음과 같은 정보를 로그에 저장한다.
 - RTT 패킷 내 RTT 패킷 순번, RTT 패킷 수신 시각, RTT 패킷 내 송신 위도, RTT 패킷 내 송신 위도, 수신 현재 위도, 수신 현재 경도

3.6. 최대 통신 용량

3.6.1. 개요

가. 필요 장비

- 통신 성능 측정을 위한 로그저장이 가능한 분석용 차내장치 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 노변장비(이하 "RSE") 1대
- 분석용 차내장치와 정보를 교환하는 무선접속기술 기반 차내장치(이하 "OBE") 1대

나. 용어 정의

- "대상장비"는 신청기관에서 성능을 확인하기 위하여 신청기관이 평가를 의뢰한 RSE, OBE 장비를 말한다.
- "측정장비"는 대상장비의 성능을 확인하기 위해 신청기관이 준비한 분석용 OBE를 말한다.
- "시험도로"는 통신기술 실증 비공용도로 평가를 진행하기 위해 일반차량이 운행하지 않는 폐쇄된 환경을 지닌 도로를 말한다.

3.6.2. 성능 기준

가. 평가항목

- 평가항목은 측정장비-대상장비 간(OBE-RSE, OBE-OBE) 초당 전송되는 평균 패킷 수 및 데이터 량으로 한다.

나. 평가척도 분석방법

- 항목의 평가척도는 대상장비에서 최대한 빠른 빈도로 패킷을 송신하고 이를 수신한 측정장비에서 수신한 패킷의 수를 '최초 수신 패킷의 수신 시간'과 '최종 수신 패킷 수신 시간'의 차로 나누어 평균 패킷 수를 계산하며, 평균 패킷수×패킷 크기로 평균 데이터 량을 계산한다.
- 최초 수신 패킷은 주행 중인 측정장비에서 수신한 패킷 중 대상장비와의 거리가 300m(OBE, RSE는 500m) 이내인 패킷 중 가장 먼저 수신한 패킷을 의미하며, 최종 수신 패킷은 수신한 패킷 중 대상장비와의 거리가 300m(OBE, RSE는 500m) 이내인 패킷 중 가장 나중에 수신한 패킷을 의미한다.

다. 성능평가 결과 산출 및 표기

- 성능평가 결과는 대상장비에서 300m(OBE, RSE는 500m) 이내로 떨어진 측정장비로 최대 빈도로 전송이 성공된 초당 평균 패킷 수와 이때의 데이터 량으로 판정하여 기록한다.
- 통신기술 실증 비공용도로 평가 결과에는 평가 시 대상장비 평가 장소, 날씨 등 평가 조건에 대한 내용도 포함되어야 한다.
- 성능평가 결과는 소수점 둘째 자리 이하는 절사하고, 첫째 자리로 표기한다.

라. 결과판정

- 장비 세트에 대한 성능은 <표5>에 정의된 횟수에 따라 반복하여 시험을 수행하고 결과값들에 대한 평균 값을 대푯값으로 판정한다.
- 단, OBE-RSE 및 OBE-OBE 간 초당 전송되는 평균 패킷 수는 10개 이상이어야 한다.

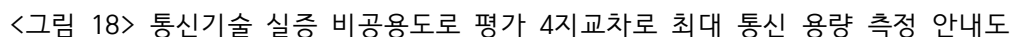
3.6.3. 평가 방법

가. 평가 장비

- 시험담당기관은 시험참여기관이 제작한 OBE와 RSE를 사용하여 평가를 진행한다.

- 시험은 모든 시험 사이트에서 동일한 방식으로 각각 진행하며 결과는 시험 사이트별로 별도로 작성한다.
- 대상장비 및 측정장비의 세부 설정 사항 및 기본값은 다음과 같으며, 시험담당기관이 필요하다고 판단되는 경우 변경 가능하다.

- 측정장비는 대상장비에서 1km 이상 떨어진 위치에서 출발하여 대상장비를 지나 1km이상을 주행하고 u턴 후 출발지로 되돌아오며, 직선도로에서 속도는 시속 60km/h 경우에만 수행한다.
- 대상장비(RSE)는 다음의 그림과 같이 위치시키고, 대상장비는 위에 정의된 패킷을 구성하여 송신하고, 기준 장비는 대상장비들로부터 수신된 정보를 저장한다.



- 31/34

	장비식별번호	패킷 순번	송신 시간	송신 시 위도	송신 시 경도	임의 데이터
유형	unsigned integer	unsigned integer	unsigned integer	double	double	
길이	4 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes	1372 bytes
비고		0부터 시작	ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees	

<표 29> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 최대전송용량 측정용 송신 패킷 구조

	수신 패킷 정보	수신기식별번호	수신 시간	수신 시 위도	수신 시 경도
유형	송신 패킷 구조	unsigned integer	unsigned integer	double	double
길이	1,400 bytes	4 bytes	4 bytes	8 bytes	8 bytes
비고	송신장비식별번호, 패킷 순번, 송신시간, 송신위치		ms단위	Decimal Degrees	Decimal Degrees

<표 30> 통신기술 실증 비공용도로 평가 수행을 위한 최대전송용량 측정을 위한 수신기 저장 패킷 구조

4. 시험절차서

4.1. 개요

비공용도로성능 시험절차서는 본 통신키텍실증 비공용 도로 평가 계획서(평가 계획서)를 바탕으로 작성한다. 평가 계획서의 6가지 시험 항목 통시 영역, 패킷에러율, 지연시간, 혼잡 상황 통신 성능, 보안, 최대 통신 용량을 결과 지표로 사용하여 3가지 도로 환경 직선로, 교차로, 터널에서 통신 성능을 검증한다.

4.2. 구성

가. 시험 항목

- 시험 항목은 총 9가지 항목으로 RSE, OBE 도로 등의 환경요인의 따라 분류되었다. '시험 항목 009' 최대유효통신영역은 본 평가 계획서상에 없는 시험대상장비의 최대통신성능을 확인하기 위한 추가적인 시험으로 시험 항목을 추가하였다. 또한, 평가 계획서의 시험 항목에 따른 시험 중 의미상 중복되는 결과가 산출되는 시험들은 통합했다.

시험 항목		시험 내용	주행속도 [km/h]
001	직선로	RSE와 OBE가 LOS(Line Of Sight)인 기본적인 도로 환경에서 결과를 산출	60
			120
002	직선로(혼합시험)	실험환경에서 호환성이 검증된 단말을 RSE와 OBE가 LOS인 기본적인 도로 환경에서 호환성을 검증하는 결과를 산출	60
			120
003	직선로(혼잡환경시험)	RSE와 OBE가 LOS인 가장 기본적인 도로 환경에서 측정차량 주변에 차량이 저밀집일 때 결과를 산출	60
004	터널(1)	터널 환경에서 대상장비의 통신 성능을 검증하는 결과를 산출	60
005	터널(2)	터널 환경에서 대상장비의 통신 성능을 검증하는 결과를 산출	60
006	터널(혼합시험)	터널 환경에서 시험참여기관의 대상장비 간 호환성 및 통신 성능을 검증하는 결과를 산출	60
007	교차로(혼합시험)	교차로를 포함하는 도로 환경에서 시험참여기관의 대상장비 간 호환성 및 통신 성능을 검증하는 결과를 산출	30
008	교차로(혼잡환경시험)	교차로를 포함하는 도로 환경에서 측정차량 주변에 차량이 저밀집, 고밀집일 때 결과를 산출	30
009	직선로(최대유효통신영역)	RSE와 OBE가 LOS와 LOS가 아닌 도로 환경에서 결과를 산출	60

<표 31> 시험절차서 시험 항목

나. 각 시험 항목의 결과 산출물

- 시험 항목은 3가지 도로 환경에서 적절한 평가지표에 해당하는 시험 결과 산출물을 얻기 위해 구성되었다. <표 32>는 시험 항목에 해당하는 평가지표와 이에 따른 결과 산출물을 나타냈다.
- 터널에서의 패킷에러율은 터널 내에서 측정차량의 GNSS 위치정보를 사용할 수 없어서 패킷에러율 평균값을 산출물로 한다.
- 혼합시험은 시험 항목 002, 006, 007로 통신영역, 패킷에러율을 시험 결과 산출물로 한다.
- 시험의 주행속도는 평가 계획서 <표 2> 시험 환경 조건의 주행속도를 따른다.
- <표 32>의 빈칸은 해당 시험에서 중복된 결과이거나 환경적인 요인으로 산출물을 얻어낼 수 없음을 나타낸다.

<표 32> 시험 항목의 해당 평가지표와 시험 결과 산출물

평가지표			시험 결과 산출물	시험 항목								
				직선로				터널			교차로	
				001	002	003	009	004	005	006	007	008
① 통신영역			단위구간 ¹⁾ -패킷에러율 평균값	0	0		0					
② 패킷에러율			위치 ²⁾ -패킷에러율 도표	0	0		0	0	0			
③ 지연시간			단위구간-지연시간 평균값	0	0		0	0	0			
			위치-지연시간 도표	0	0		0					
④ 혼잡 상황 통신	저 밀 집	① 통신영역	단위구간-패킷에러율 평균값			0					0	0
		② 패킷에러율	위치-패킷에러율 도표			0					0	0
		③ 지연시간	단위구간-지연시간 평균값			0					0	0
			위치-지연시간 도표			0					0	0
	고 밀 집	① 통신영역	단위구간-패킷에러율 평균값			0					0	0
		② 패킷에러율	위치-패킷에러율 도표			0					0	0
		③ 지연시간	단위구간-지연시간 평균값			0					0	0
			위치-지연시간 도표			0					0	0
⑤ 메시지처리시간 (보안)			단위구간-메시지처리시간 평균값	0	0	X	X	X	X	X	0	0
			위치-메시지처리시간 도표	0	0	X	X	X	X	X	0	0
⑥ 최대전송용량			단위구간-최대전송용량 평균값	0	0	X	X	X	X	X	X	X
			위치-최대전송용량 도표	0	0	X	X	X	X	X	X	X

1) 비공용도로성능시험절차서에서 정의.

2) 시험 중 측정차량이 시험 주행로를 이동하며 메시지를 수신 받았을 때 GNSS 위치정보