

C-ITS 통신기술 실증사업

채널사용 시험방안
시험결과

2023.04

1. 시험 결과

1.1. 시험_2 WAVE 채널 혼잡 시험

본 시험은 WAVE 통신방식을 이용한 장비 RSU#1~RSU#3가 일반적인 메시지 송수신을 하고 있을 때, 혼잡장비 OBU#1~OBU#15 15식을 이용한 가상장비로 혼잡율(메시지에 의한 시간 점유율)을 24%~327%으로 변경하여 모든 장비의 PER의 변화를 확인한다.

1.1.1. 시험 장비 구성

본 시험 장비 구성은 아래 [표]와 같다.

장비	통신 방식	송신 장비	실제 거리 [m]	가상 거리 [m]		출력값[dBm] (API 입력기준)	전체 수신 장비 평균 수신 감도[dBm]		
				Radio0	Radio1		Radio_0(CH180)	Radio_1(CH184)	
RSU	WAVE	RSU#1 ~ RSU#3	5~10	185	165	10	-64.541	-63.439	
OBU	WAVE	OBU#1 ~ OBU#15	5~10	180	165	10	-63.968	-63.230	

*수신감도는 혼잡비 0%일 때 평균값

본 시험 혼잡 장비 구성은 아래 [표]와 같다.

장비	통신 방식	출력값 (API 입력기준)	혼잡비율(혼잡장비대수)[%]		점유시간(RSU)[ms]		혼잡장비 대수	혼잡장비 당 전송주기 [ms]	비고
			Radio0	Radio1	Radio0	Radio1	Radio0	Radio0	
OBU	WAVE	10[dBm]	24(15)	12(15)	136	86	15	100.00	
			34(30)	15(30)			30	50.00	
			54(60)	21(60)			60	25.00	
			84(105)	29(105)			105	14.29	
			104(135)	35(135)			135	11.11	
			128(150)	47(150)	272	172	150	10.00	
			158(195)	56(195)			195	7.69	
			178(225)	60(225)			225	6.67	
			209(270)	69(270)			270	5.56	
			232(285)	81(285)	408	258	285	5.26	
			252(315)	86(315)			315	4.76	
			283(360)	95(360)			360	4.17	
			303(390)	101(390)			390	3.85	
			327(405)	112(405)	544	344	405	3.70	

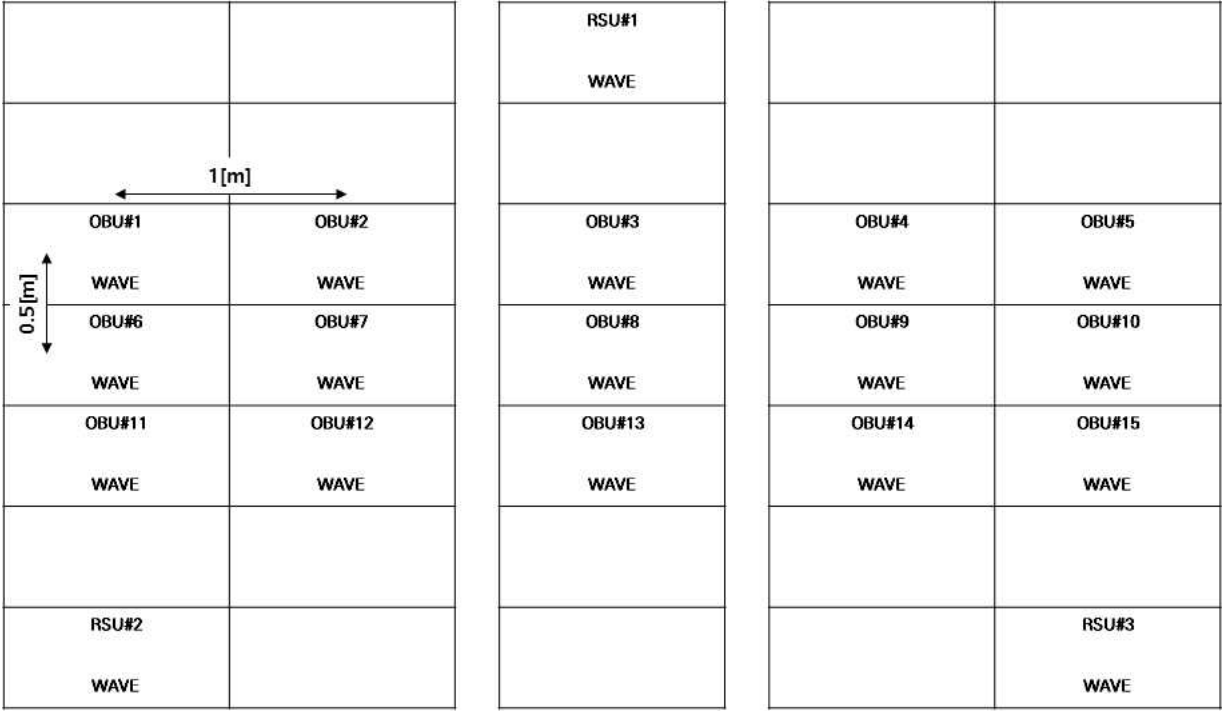
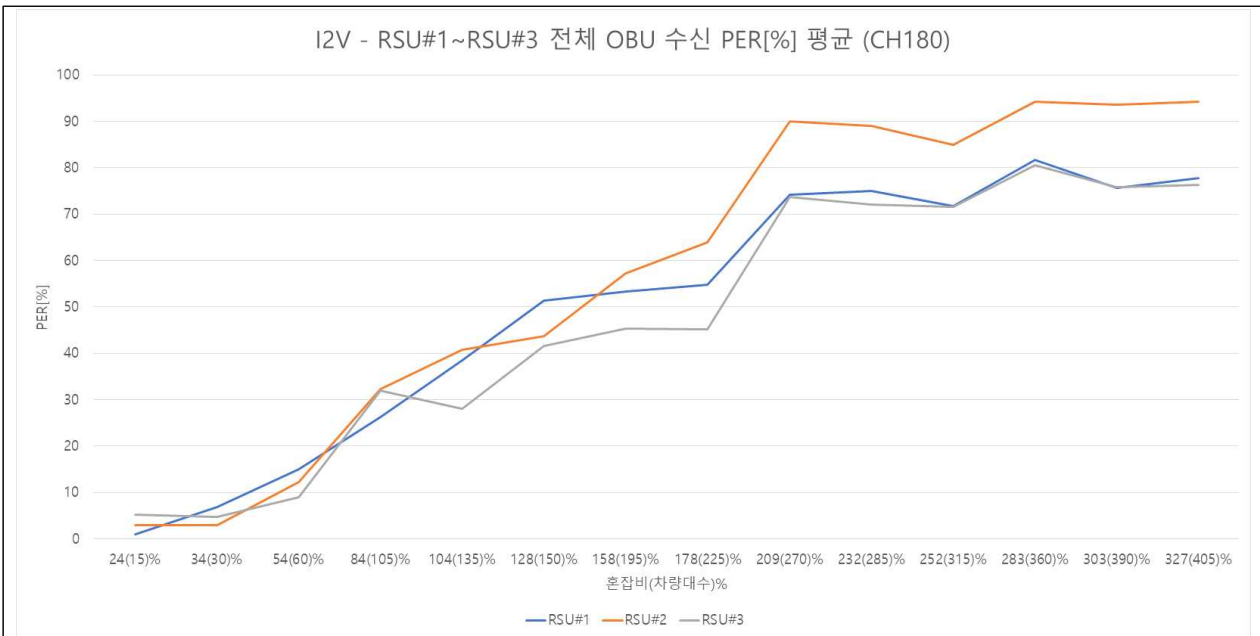


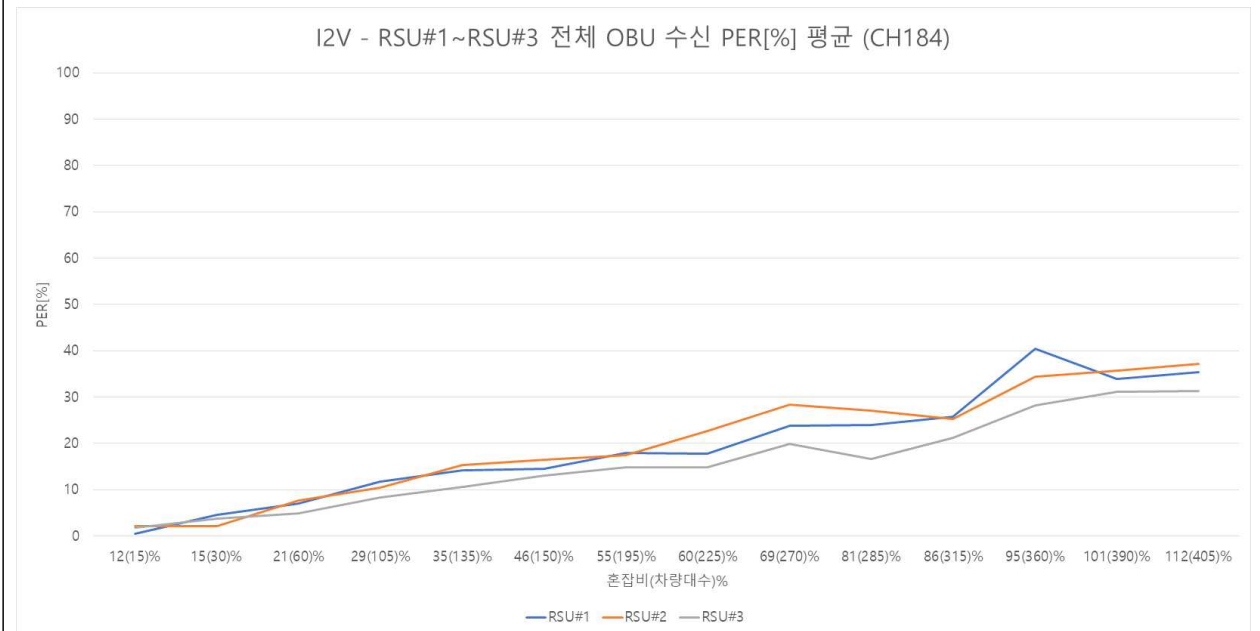
그림 1. 장비 배치도

1.1.2. 시험 결과

- RF(Radio)별 각 전체 수신 PER [%] 평균 그래프



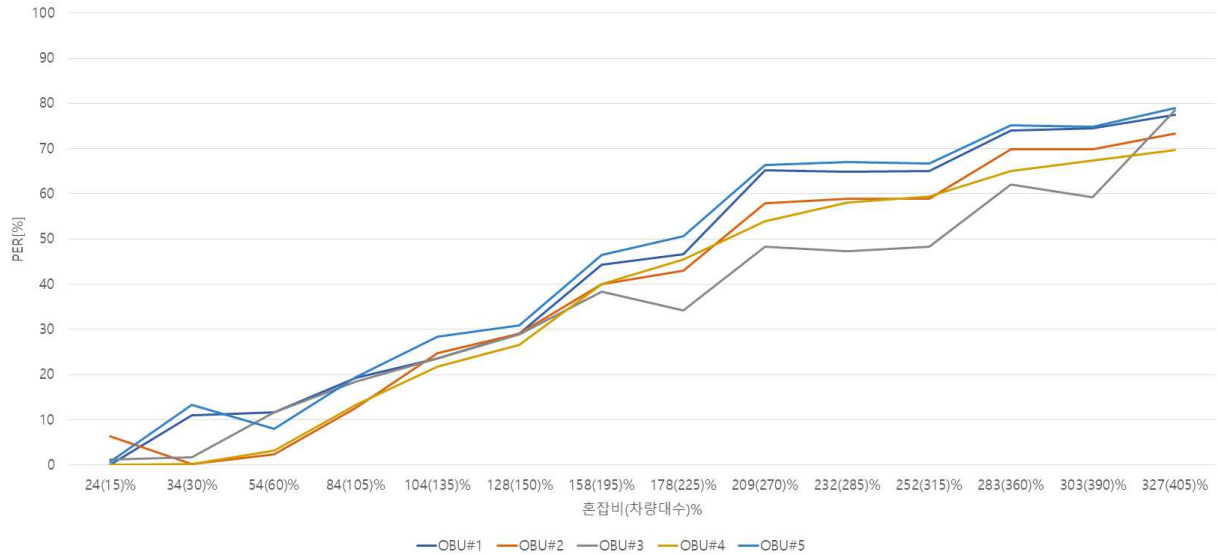
혼잡비 (차량대수) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
RSU#1	1.023	6.891	14.978	26.235	38.487	51.37	53.255	54.866	74.227	75.015	71.786	81.73	75.716	77.811
RSU#2	3.021	3.009	12.286	32.364	40.796	43.698	57.198	63.923	89.959	88.965	84.943	94.215	93.495	94.159
RSU#3	5.282	4.825	9.024	32.015	28.005	41.565	45.296	45.16	73.686	72.002	71.566	80.512	75.736	76.267



혼잡비 (차량대수) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
RSU#1	0.54	4.521	6.973	11.738	14.182	14.479	17.981	17.829	23.838	24.027	25.835	40.466	33.889	35.46
RSU#2	2.175	2.111	7.718	10.442	15.311	16.4175	17.524	22.755	28.348	27.055	25.302	34.397	35.761	37.125
RSU#3	1.876	3.707	4.944	8.342	10.701	13.023	14.933	14.815	19.925	16.703	21.197	28.162	31.126	31.356

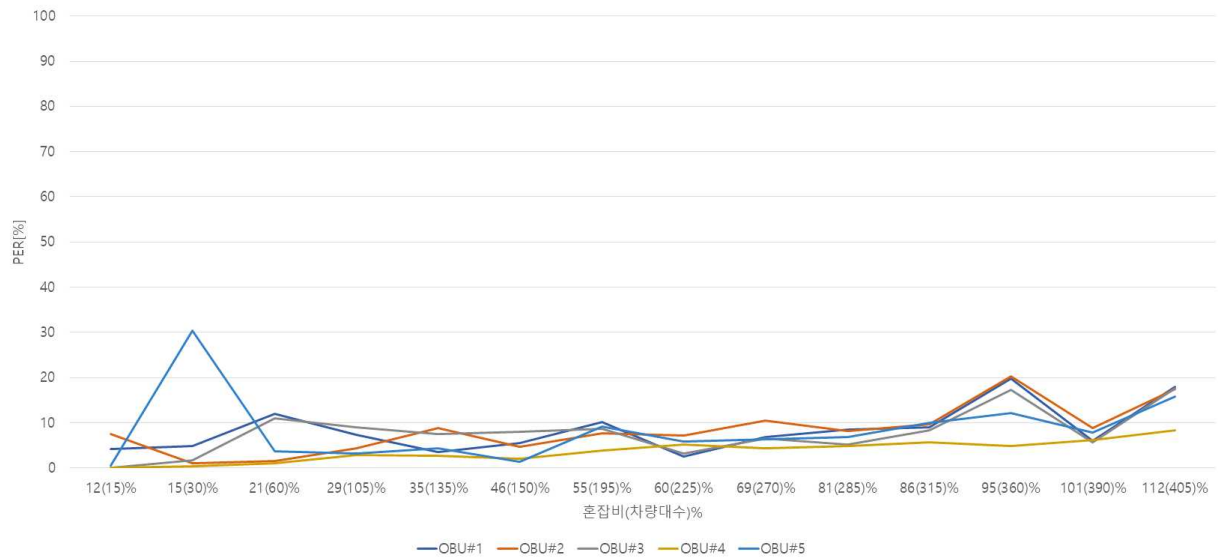
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(RSU#1~RSU#3) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2I - OBU#1~OBU#5 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비(혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#1	0	11.059	11.681	19.309	23.646	29.128	44.355	46.681	65.286	64.875	65.031	73.956	74.479	77.461
OBU#2	6.387	0.192	2.457	12.691	24.808	29.12	39.98	42.993	57.957	58.92	58.844	69.8	69.935	73.325
OBU#3	1.275	1.785	11.737	18.387	23.631	28.881	38.327	34.29	48.261	47.316	48.35	62.087	59.325	78.452
OBU#4	0.082	0.161	3.249	13.314	21.848	26.607	39.972	45.522	54.021	58.086	59.344	65.119	67.402	69.726
OBU#5	0.641	13.262	7.957	19.522	28.436	30.939	46.424	50.649	66.421	67.052	66.758	75.244	74.919	79.059

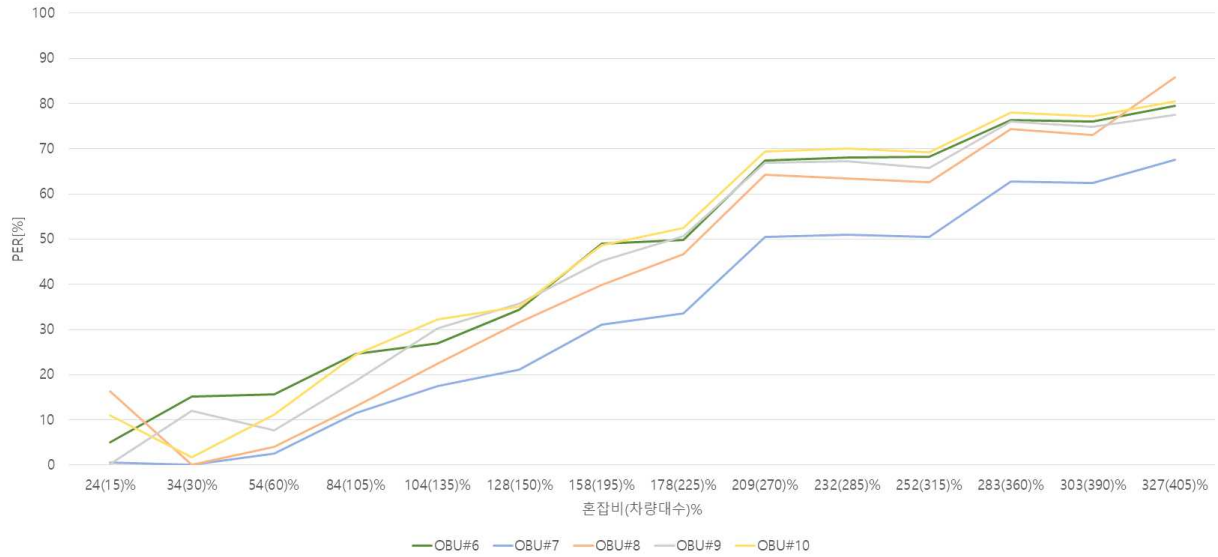
V2I - OBU#1~OBU#5 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



혼잡비(혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#1	4.132	4.907	11.969	7.356	3.503	5.599	10.207	2.528	6.789	8.578	9.01	19.788	5.968	18.02
OBU#2	7.503	0.971	1.55	4.356	8.87	4.669	7.76	7.158	10.528	8.176	9.713	20.264	8.77	17.414
OBU#3	0	1.73	10.923	9.003	7.523	8.072	8.691	3.183	6.441	5.188	8.284	17.323	5.774	17.559
OBU#4	0	0.328	1.082	2.95	2.625	1.978	3.889	5.226	4.447	4.823	5.622	4.903	6.166	8.42
OBU#5	0.546	30.372	3.756	3.19	4.293	1.337	9.254	5.898	6.323	6.864	9.963	12.213	7.808	15.835

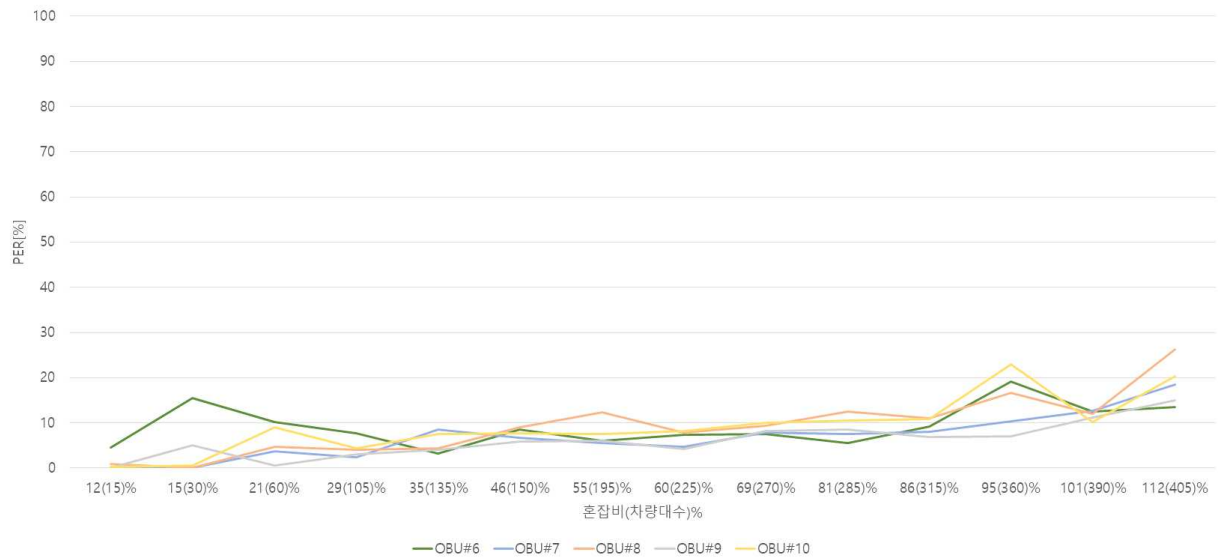
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#1~OBU#5) 외 모든 RSU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2I - OBU#6~OBU#10 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#6	5.107	15.215	15.595	24.657	26.87	34.336	49.029	49.881	67.354	67.979	68.232	76.364	76.098	79.444
OBU#7	0.513	0.065	2.54	11.574	17.545	21.085	31.054	33.648	50.506	50.99	50.494	62.697	62.431	67.607
OBU#8	16.337	0.016	4.096	12.988	22.436	31.525	39.865	46.634	64.209	63.491	62.518	74.308	73.068	85.788
OBU#9	0.285	12.077	7.647	18.597	30.285	35.802	45.098	50.589	66.924	67.252	65.735	76.097	74.864	77.455
OBU#10	11.005	1.799	11.137	24.486	32.214	35.077	48.636	52.46	69.392	69.989	69.283	77.978	77.153	80.562

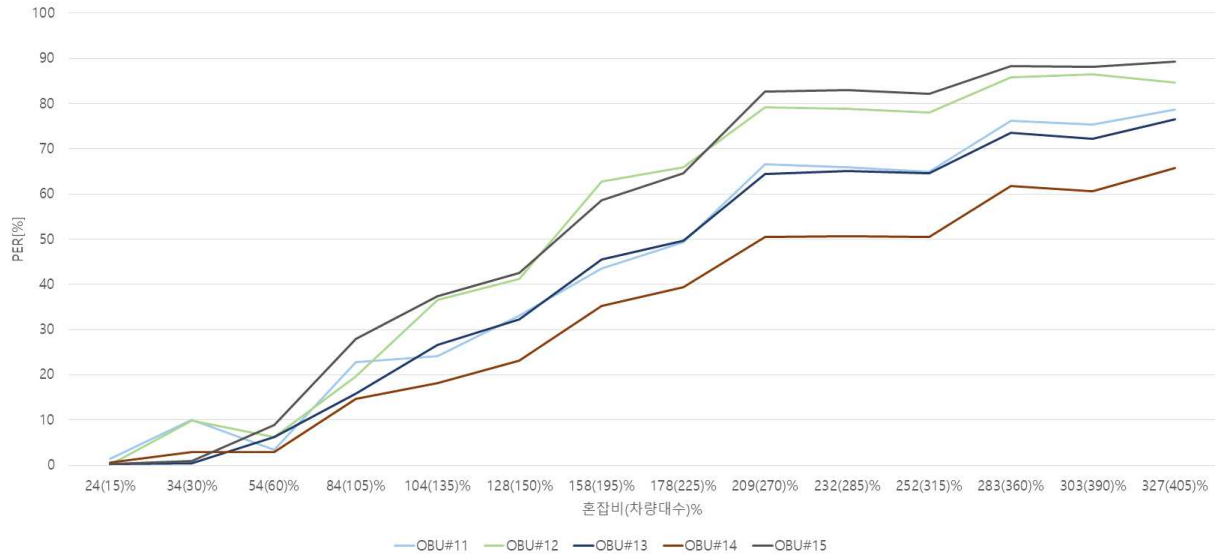
V2I - OBU#6~OBU#10 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#6	4.538	15.5	10.221	7.666	3.236	8.448	5.988	7.323	7.606	5.547	9.202	19.222	12.554	13.483
OBU#7	0	0	3.667	2.319	8.511	6.775	5.526	4.762	7.926	7.609	8.075	10.329	12.653	18.461
OBU#8	0.82	0	4.691	4.088	4.403	9.087	12.313	7.792	9.374	12.478	11.038	16.732	12.051	26.292
OBU#9	0	5.053	0.522	3.106	3.97	5.801	5.996	4.293	8.151	8.492	6.828	7.084	11.262	14.941
OBU#10	0.3145	0.629	8.998	4.452	7.509	7.649	7.532	8.154	10.004	10.57	10.885	22.9	10.193	20.305

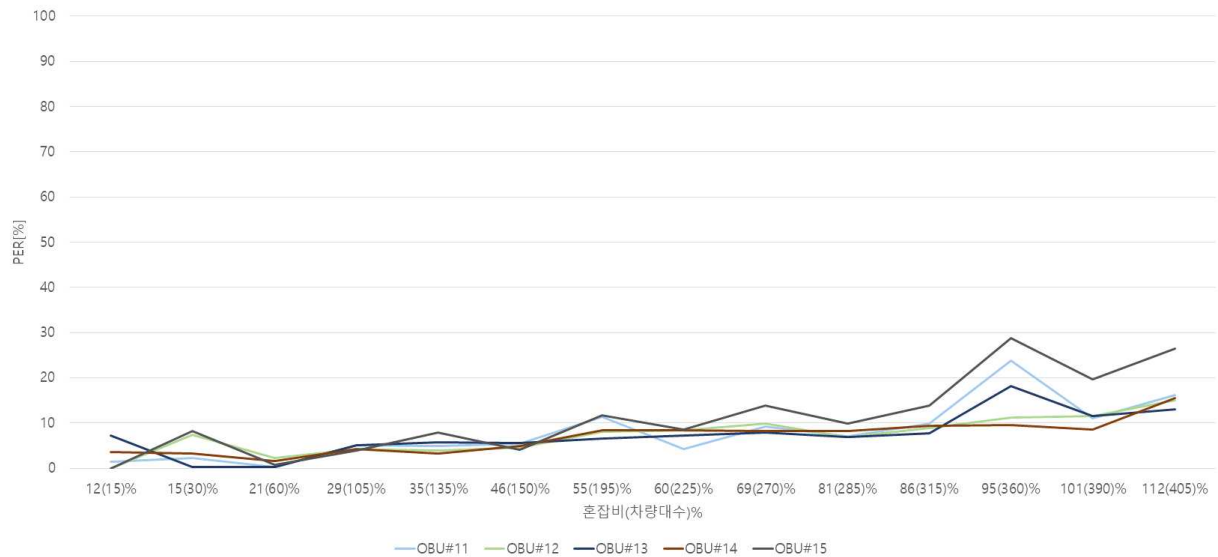
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#6~OBU#10) 외 모든 RSU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2I - OBU#11~OBU#15 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#11	1.468	10.086	3.417	22.753	24.063	33.12	43.503	49.399	66.515	65.921	64.869	76.169	75.363	78.725
OBU#12	0.027	9.933	6.303	19.586	36.554	41.261	62.769	65.973	79.13	78.888	77.991	85.81	86.511	84.626
OBU#13	0.242	0.4	6.161	15.87	26.624	32.206	45.504	49.681	64.459	65.005	64.523	73.614	72.214	76.488
OBU#14	0.556	2.943	2.978	14.678	18.112	23.065	35.2	39.371	50.551	50.652	50.436	61.82	60.603	65.818
OBU#15	0.242	0.99	8.889	27.982	37.445	42.509	58.674	64.58	82.623	83.066	82.179	88.298	88.111	89.375

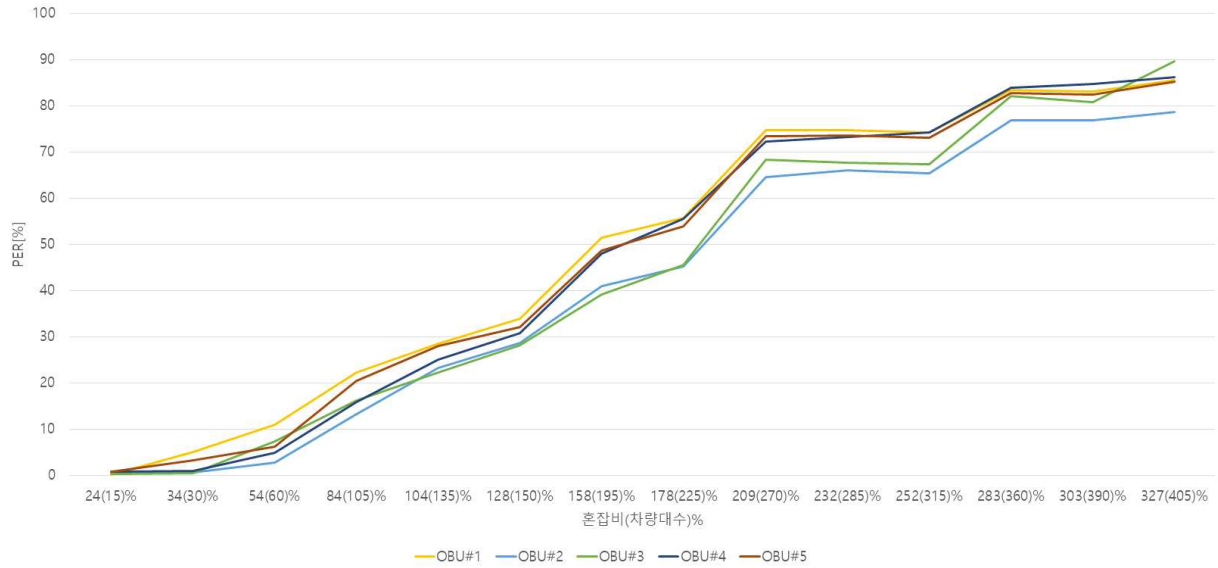
V2I - OBU#11~OBU#15 전체 RSU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#11	1.416	2.257	0.258	5.004	4.811	5.373	11.29	4.267	9.217	7.053	9.902	23.814	11.062	16.121
OBU#12	0	7.435	2.268	4.284	3.932	4.562	8.098	8.348	9.919	6.942	8.805	11.268	11.583	14.975
OBU#13	7.133	0.322	0.31	4.978	5.716	5.511	6.628	7.243	7.899	6.91	7.732	18.161	11.511	12.99
OBU#14	3.581	3.175	1.602	4.177	3.257	4.841	8.367	8.415	8.189	8.288	9.422	9.596	8.564	15.555
OBU#15	0	8.232	0.673	3.887	7.913	4.087	11.7	8.604	13.822	9.926	13.894	28.791	19.604	26.431

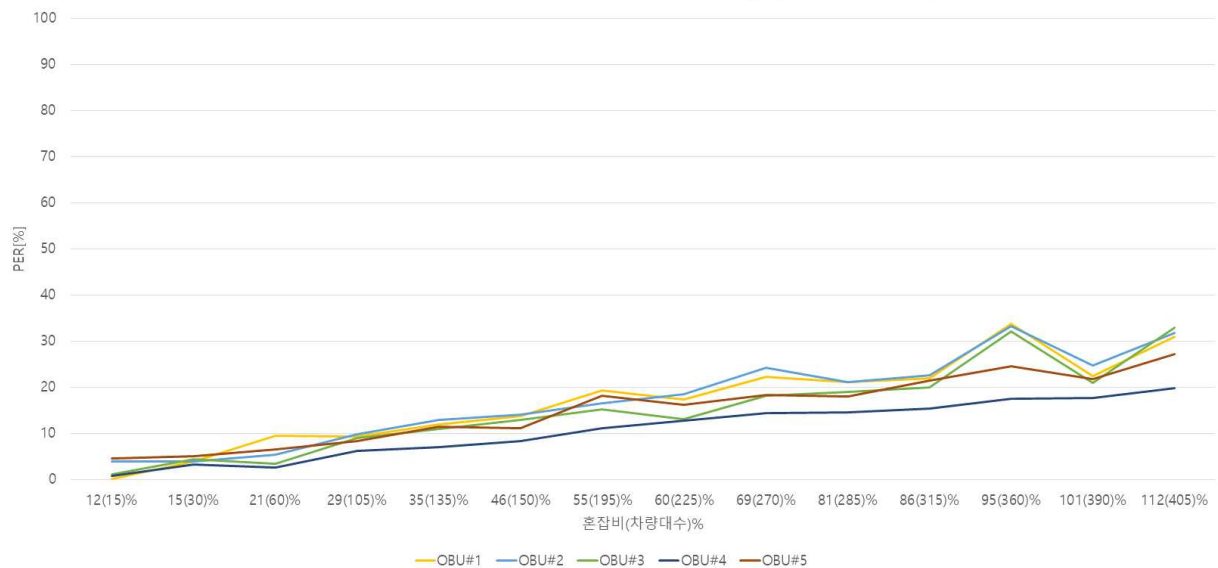
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#11~OBU#15)와 모든 RSU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2V - OBU#1~OBU#5 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#1	0.006	5.058	10.894	22.234	28.437	33.848	51.356	55.708	74.727	74.705	74.254	83.358	83.169	85.548
OBU#2	0.543	0.547	2.714	13.188	23.184	28.625	40.957	45.166	64.503	66.029	65.438	76.815	76.832	78.705
OBU#3	0.313	0.335	7.373	16.104	22.163	28.113	39.121	45.6	68.264	67.68	67.284	82.068	80.736	89.609
OBU#4	0.682	0.859	4.819	15.905	25.093	30.753	47.936	55.577	72.211	73.172	74.252	83.921	84.789	86.156
OBU#5	0.724	3.17	6.23	20.42	28.016	32.075	48.579	53.872	73.491	73.614	73.107	82.748	82.451	85.237

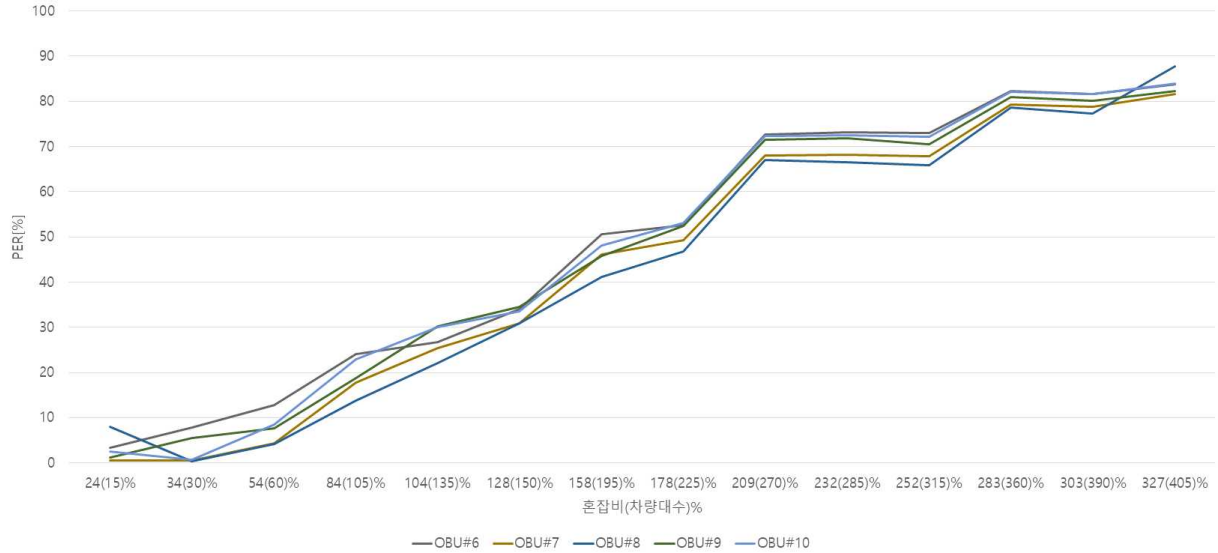
V2V - OBU#1~OBU#5 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#1	0.119	3.888	9.388	9.22	11.842	13.759	19.273	17.24	22.275	21.054	21.866	33.646	22.412	30.864
OBU#2	3.811	3.806	5.306	9.801	12.873	14.01	16.55	18.451	24.253	21.098	22.56	33.287	24.682	31.736
OBU#3	1.084	4.304	3.4	8.938	10.884	12.934	15.252	13.057	18.099	18.932	19.91	32.128	20.907	32.967
OBU#4	0.809	3.129	2.612	6.122	6.971	8.301	11.04	12.649	14.313	14.538	15.317	17.44	17.716	19.748
OBU#5	4.503	5.001	6.445	8.243	11.336	11.15	18.184	16.117	18.22	17.938	21.393	24.548	21.708	27.092

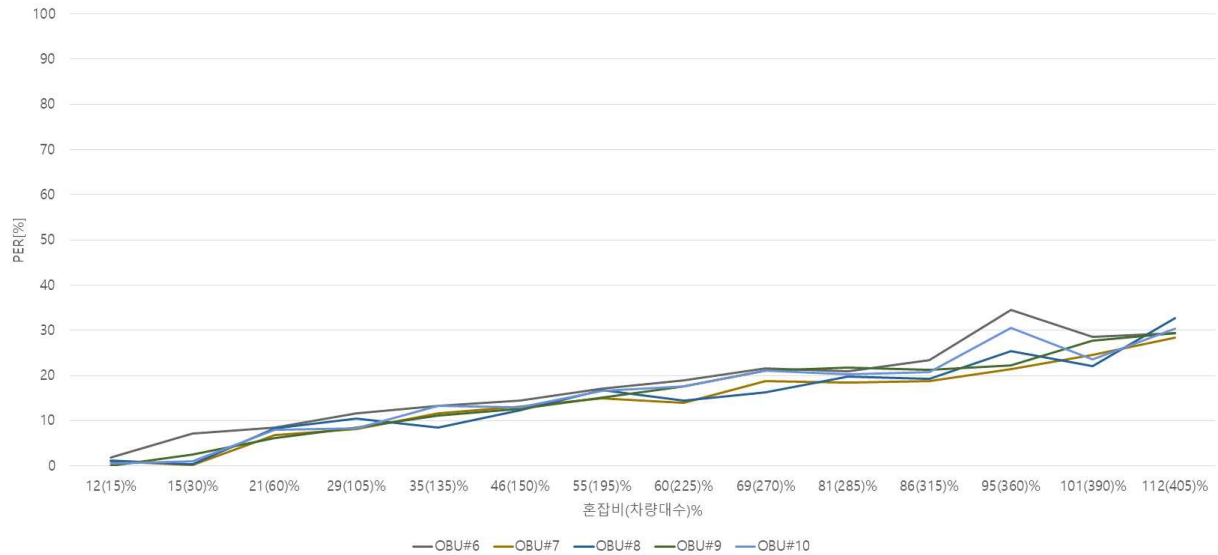
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#1~OBU#5) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2V - OBU#6~OBU#10 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#6	3.294	7.758	12.855	24.002	26.761	34.1	50.536	52.636	72.734	73.071	72.933	82.208	81.644	83.816
OBU#7	0.569	0.46	4.32	17.825	25.404	30.814	46.091	49.355	68.003	68.203	67.863	79.269	78.744	81.566
OBU#8	8.046	0.3	4.223	13.836	22.156	30.948	41.191	46.831	66.99	66.471	65.84	78.655	77.26	87.795
OBU#9	1.103	5.447	7.686	18.758	30.123	34.594	45.725	52.393	71.477	71.88	70.497	81.013	80.045	82.351
OBU#10	2.469	0.758	8.519	22.972	30.119	33.511	48.075	53.085	72.398	72.554	72.107	82.132	81.595	83.958

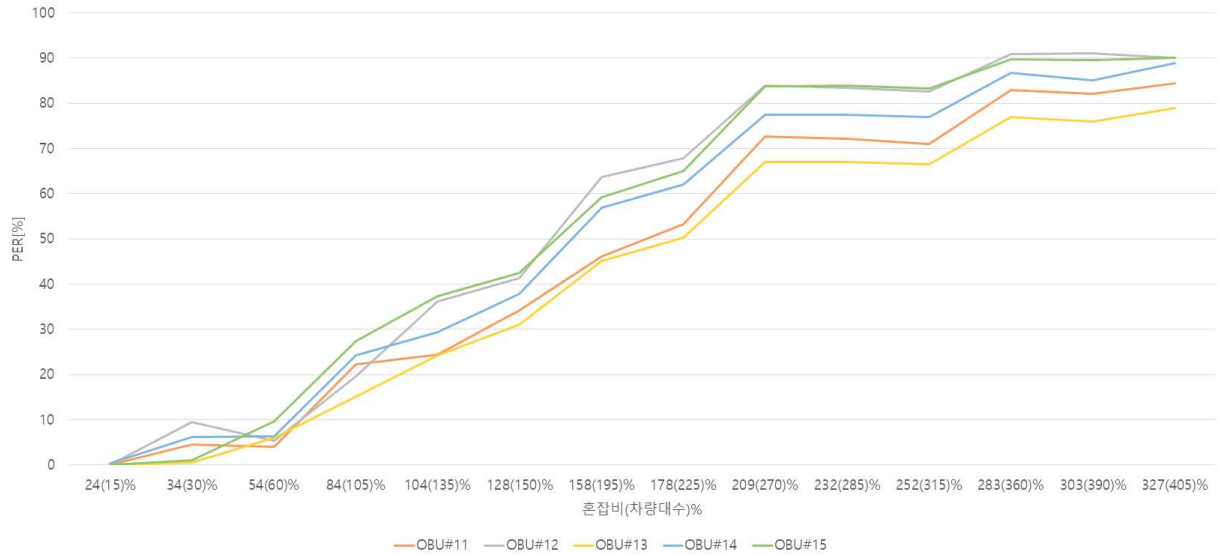
V2V - OBU#6~OBU#10 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#6	1.82	7.208	8.443	11.588	13.233	14.523	17.05	18.969	21.584	20.836	23.461	34.453	28.473	29.309
OBU#7	1.011	0.162	6.855	8.225	11.644	13.091	14.876	13.994	18.794	18.388	18.779	21.362	24.564	28.405
OBU#8	1.145	0.308	8.267	10.505	8.464	12.326	16.699	14.409	16.308	19.68	19.281	25.329	22.054	32.663
OBU#9	0.067	2.442	6.235	8.414	11.215	12.589	15.099	17.672	21.028	21.775	21.279	22.229	27.636	29.323
OBU#10	0.5275	1.055	8.057	8.396	13.319	12.896	16.624	17.638	21.013	20.337	20.825	30.587	23.549	30.414

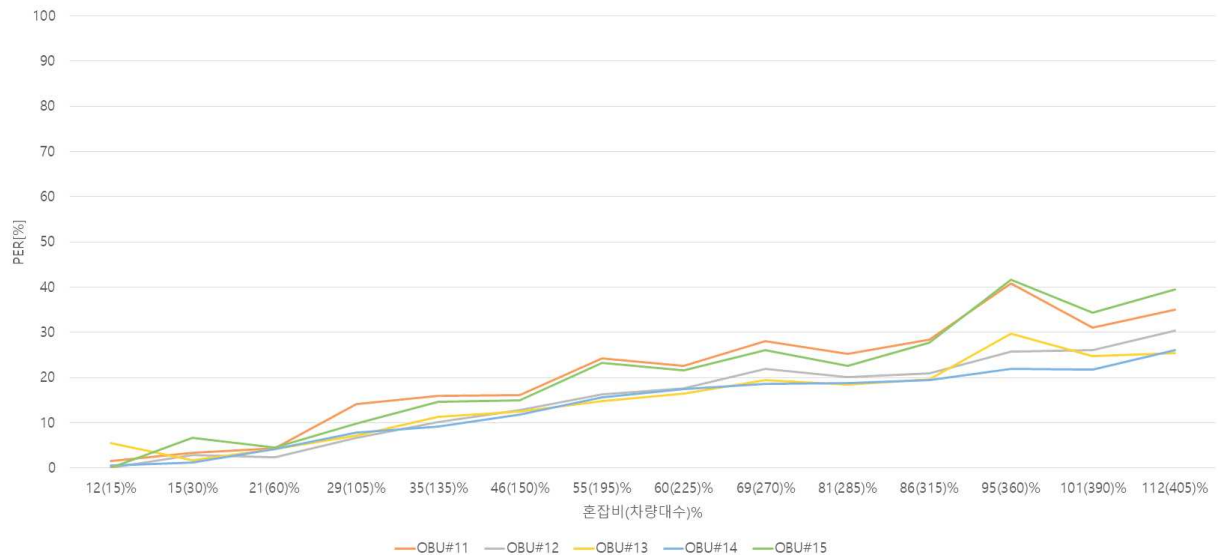
혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#6~OBU#10) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

V2V - OBU#11~OBU#15 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH180)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#11	0.1	4.512	3.949	22.281	24.354	34.167	46.119	53.335	72.706	72.235	70.973	82.907	82.188	84.432
OBU#12	0	9.482	5.318	19.54	36.145	41.273	63.727	67.82	83.96	83.372	82.554	90.894	91.114	90.164
OBU#13	0.037	0.513	6.005	15.062	24.308	31.014	45.106	50.265	66.967	66.951	66.608	77.028	75.922	78.913
OBU#14	0.433	6.147	6.42	24.287	29.321	37.846	56.953	62.022	77.55	77.509	76.976	86.685	85.087	88.993
OBU#15	0.056	1.036	9.74	27.467	37.316	42.488	59.307	64.994	83.821	84.004	83.325	89.756	89.555	90.02

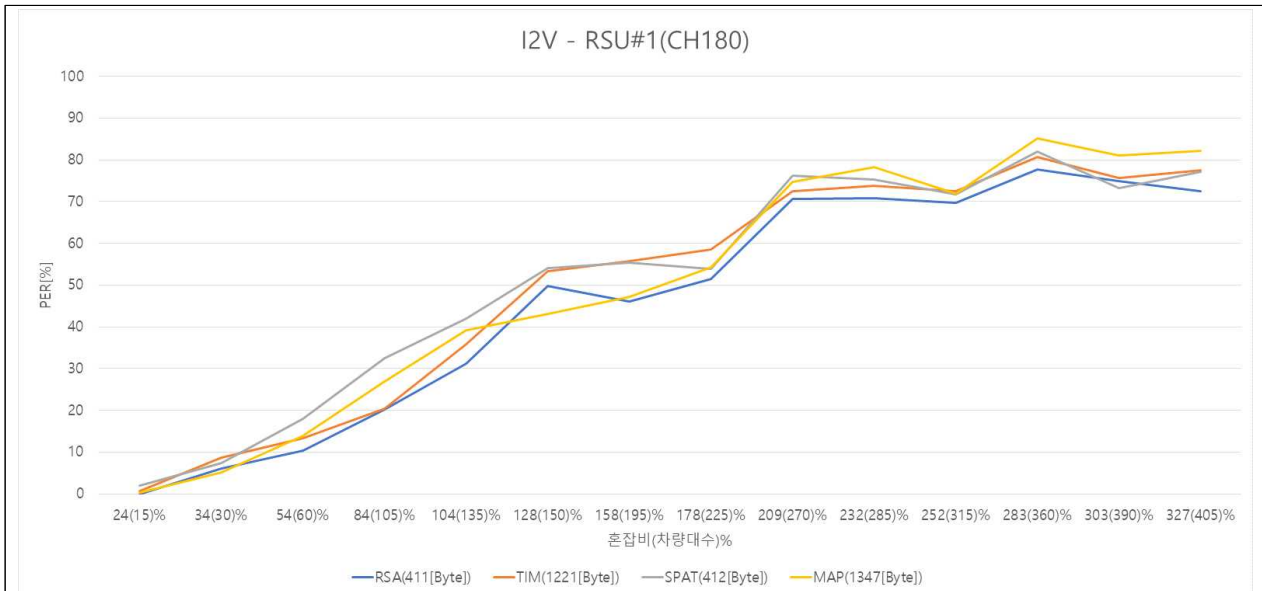
V2V - OBU#11~OBU#15 전체 OBU 수신 PER[%] 평균 (CH184)



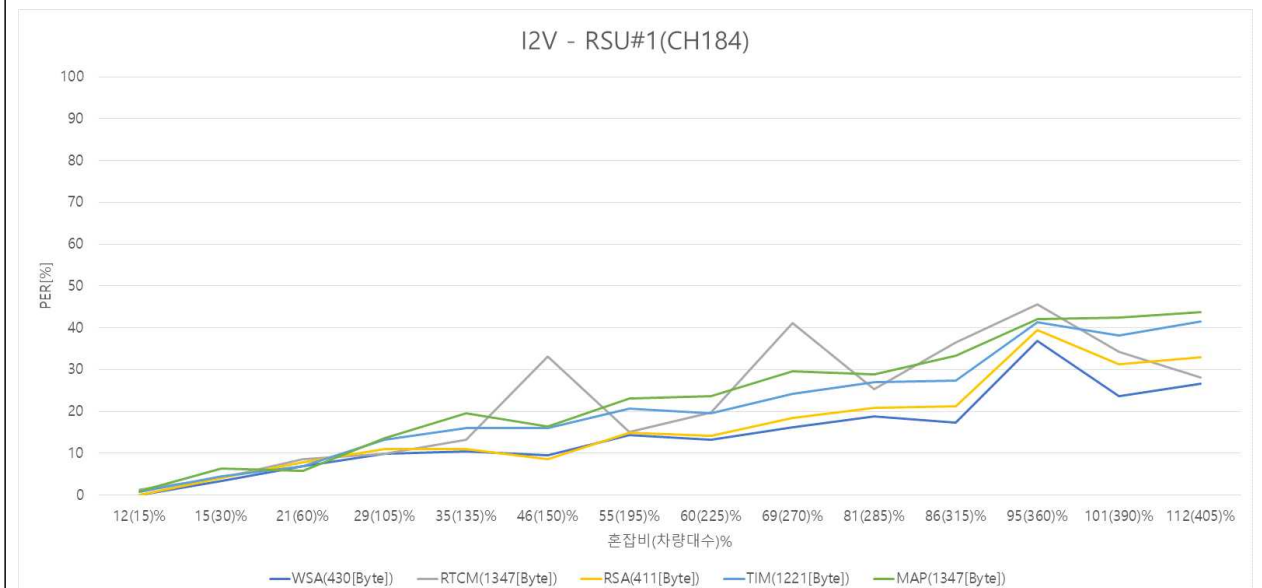
혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
OBU#11	1.532	3.351	4.374	14.193	15.952	16.161	24.221	22.615	28.023	25.169	28.347	40.802	31.068	35.059
OBU#12	0.065	2.856	2.33	6.637	10.091	12.852	16.224	17.693	21.975	20.178	20.988	25.741	26.002	30.381
OBU#13	5.455	1.673	4.263	7.13	11.327	12.428	14.74	16.511	19.422	18.372	19.635	29.799	24.695	25.42
OBU#14	0.584	1.178	4.209	7.858	9.193	11.846	15.651	17.421	18.574	18.799	19.468	21.892	21.824	26.101
OBU#15	0	6.74	4.54	9.79	14.581	15.011	23.186	21.562	26.002	22.59	27.766	41.662	34.422	39.52

혼잡환경에 따른 각 송신 장비(OBU#11~OBU#15)와 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 PER 평균)

- RF(Radio)별 각 메시지 전체 수신 PER [%] 평균 그래프

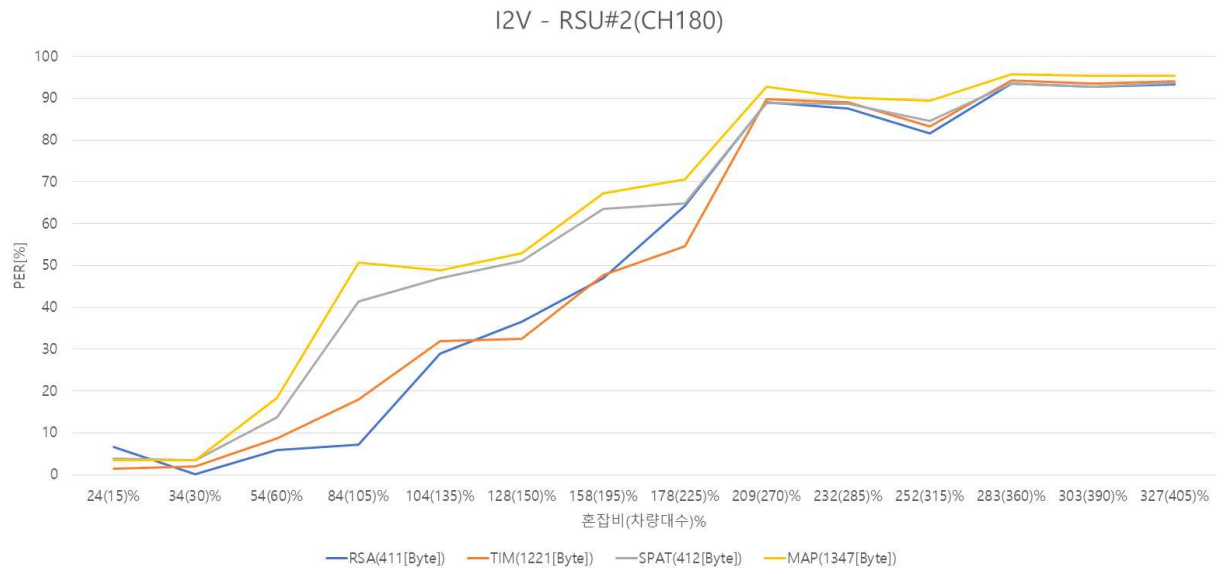


혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
RSA	0	6.033	10.271	20.174	31.234	49.745	46.151	51.484	70.693	70.833	69.631	77.689	74.951	72.56
TIM	0.653	8.646	13.246	20.451	35.769	53.251	55.694	58.554	72.497	73.798	72.398	80.612	75.577	77.525
SPAT	1.93	7.296	17.894	32.407	41.931	54.079	55.356	53.821	76.249	75.312	71.656	81.99	73.208	77.078
MAP	0.297	5.217	13.894	26.953	39.159	43.009	47.186	54.227	74.729	78.294	71.873	85.15	80.977	82.076

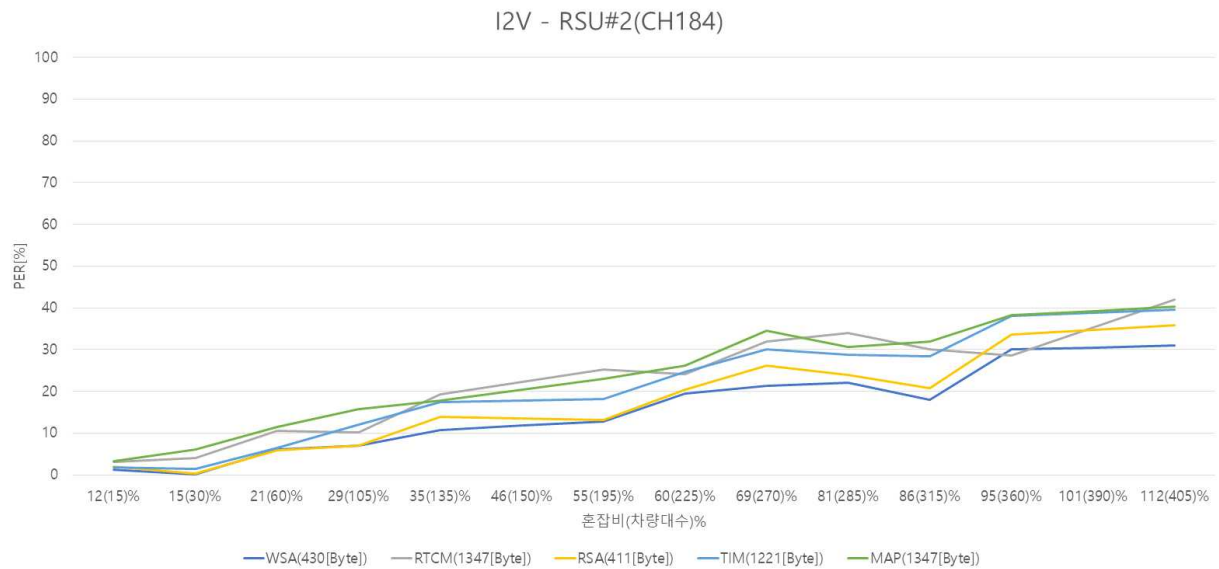


혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
WSA	0.011	3.291	6.882	9.837	10.508	9.466	14.343	13.22	16.138	18.881	17.241	36.939	23.572	26.608
RTCM	1.254	4.164	8.551	9.956	13.3	33.072	15.061	19.785	41.064	25.304	36.399	45.555	34.168	28.045
RSA	0.07	4.103	7.77	11.002	10.953	8.56	15.004	14.159	18.499	20.887	21.2	39.51	31.276	32.95
TIM	0.814	4.438	6.841	13.158	16.054	16.051	20.637	19.538	24.224	27.023	27.342	41.411	38.25	41.524
MAP	0.979	6.396	5.769	13.664	19.581	16.437	23.12	23.628	29.631	28.811	33.359	41.994	42.371	43.746

혼잡환경에 따른 송신 장비(RSU#1) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 메시지별 PER 평균)

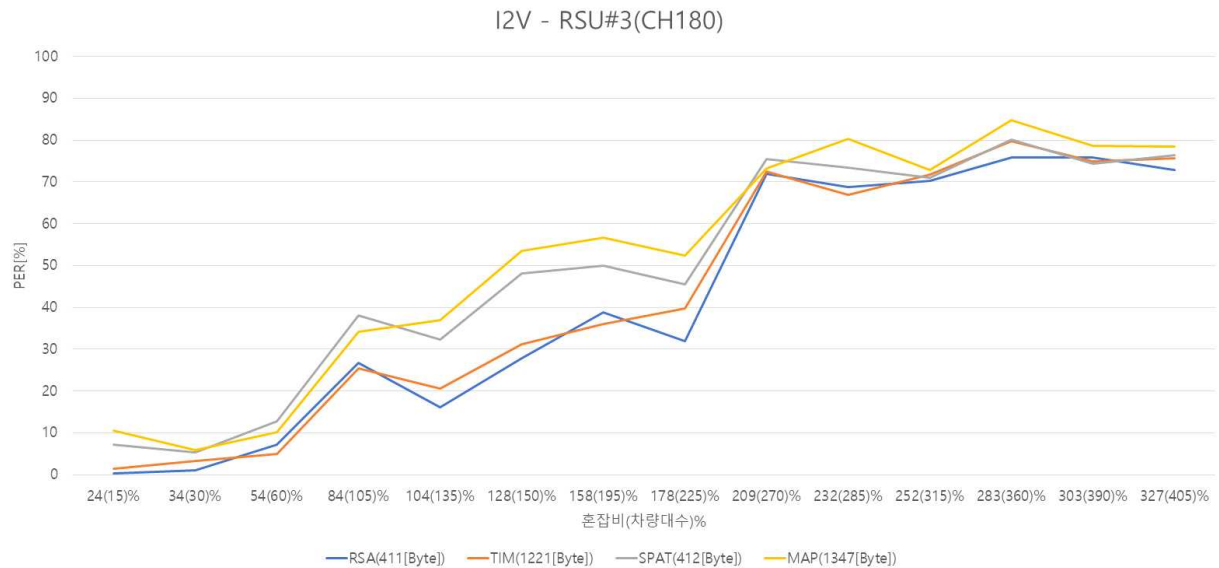


혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
RSA	6.634	0.122	5.904	7.285	29.001	36.609	46.93	64.234	89.025	87.49	81.577	93.537	92.679	93.383
TIM	1.368	1.931	8.641	17.907	31.852	32.466	47.734	54.617	89.86	89.044	83.197	94.306	93.539	94.145
SPAT	3.783	3.546	13.663	41.502	46.992	51.034	63.502	64.921	88.855	88.596	84.499	93.534	92.737	93.77
MAP	3.489	3.422	18.395	50.715	48.865	53.04	67.212	70.625	92.684	90.12	89.438	95.73	95.288	95.309

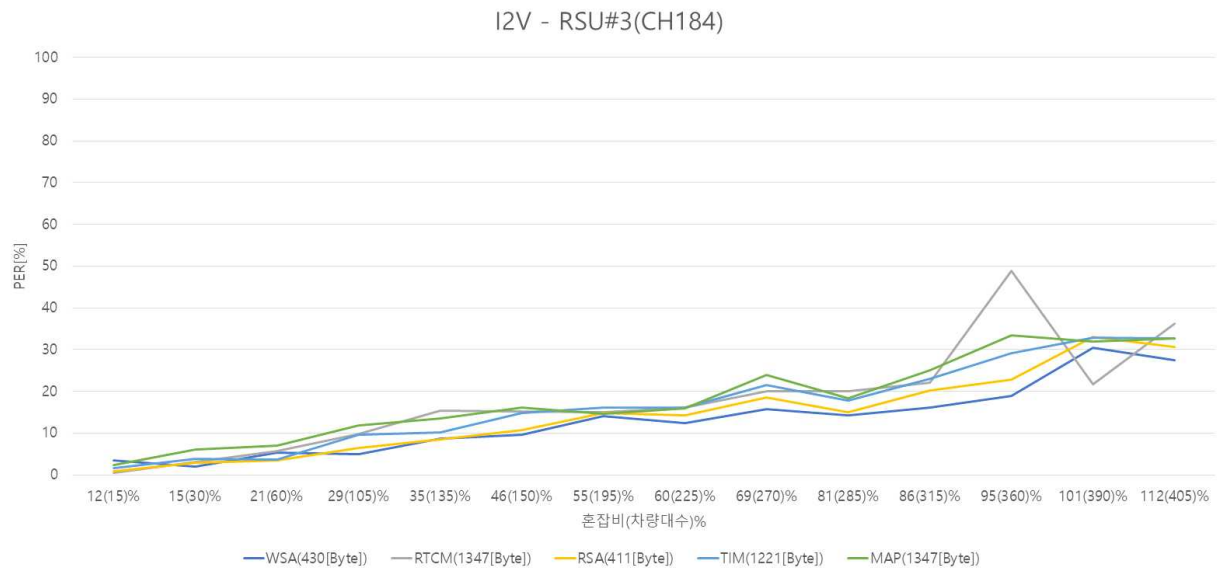


혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
WSA	1.203	0.036	6.029	6.971	10.774	11.755	12.736	19.411	21.347	22.13	18.035	29.985	30.461	30.936
RTCM	3.161	3.976	10.454	10.249	19.193	22.239	25.285	24.065	31.885	34.002	30.141	28.562	35.245	41.928
RSA	1.985	0.227	5.9	7.041	13.813	13.436	13.059	20.343	26.106	24.022	20.816	33.655	34.732	35.809
TIM	1.829	1.449	6.477	12.045	17.374	17.758	18.141	24.599	29.995	28.712	28.487	38.017	38.8	39.583
MAP	3.289	5.989	11.389	15.8	17.752	20.412	23.072	26.159	34.544	30.608	31.944	38.281	39.277	40.273

혼잡환경에 따른 송신 장비(RSU#2) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 메시지별 PER 평균)



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
RSA	0.344	1.011	7.169	26.765	16.038	27.779	38.824	31.92	71.85	68.729	70.307	75.827	75.849	72.879
TIM	1.45	3.285	4.887	25.43	20.647	31.214	35.942	39.767	72.408	66.905	71.801	79.686	74.971	75.726
SPAT	7.274	5.261	12.69	38.135	32.363	48.077	50.055	45.509	75.428	73.388	70.992	80.18	74.393	76.458
MAP	10.598	5.983	10.092	34.243	36.983	53.485	56.639	52.321	73.25	80.228	72.787	84.849	78.708	78.439



혼잡비 (혼잡차량) [%]	24(15)	34(30)	54(60)	84(105)	104(135)	128(150)	158(195)	178(225)	209(270)	232(285)	252(315)	283(360)	303(390)	327(405)
WSA	3.444	2.025	5.367	4.872	8.645	9.654	14.077	12.386	15.774	14.253	16.197	18.951	30.45	27.399
RTCM	0.419	3.062	5.619	9.768	15.337	15.11	15.06	16.119	20.037	20.12	21.987	48.806	21.784	36.185
RSA	0.789	2.988	3.462	6.367	8.546	10.653	14.873	14.24	18.46	14.99	20.14	22.908	32.979	30.723
TIM	1.534	3.924	3.651	9.65	10.233	14.815	16.188	16.161	21.583	17.852	23.089	29.11	32.818	32.7
MAP	2.323	6.15	7.045	11.925	13.529	16.15	14.547	15.953	23.845	18.354	25.046	33.475	31.995	32.68

혼잡환경에 따른 송신 장비(RSU#3) 외 모든 OBU가 각 채널(180,184)에서 수신한 패킷들에 대한 PER 평균
(각 장치가 수신한 패킷들에 대한 메시지별 PER 평균)

1.2. 시험_5 WAVE 혼잡장비의 LTE-V2X 통신 채널 간섭 시험

본 시험은 LTE-V2X 통신방식을 이용한 DUT RSU#1, OBU#1, OBU#2, OBU#3이 전용 채널이 CH173에서 일반적인 메시지 송수신을 하고 있을 때, WAVE 통신 방식을 사용하는 혼잡장비 OBU 6식과 이들을 이용한 가상장비로 Radio_0(CH172)의 혼잡율(메시지에 의한 시간 점유율)을 0%~175%으로 변경하여 DUT의 PER의 변화를 확인한다.

*Radio_1(CH184)의 혼잡율은 Radio_0의 송신 주기를 따름

1.2.1. 시험 장비 구성

본 시험 장비 구성은 아래 [표]와 같다.

장비	통신 방식	송신 장비	실제 거리 [m]	가상 거리 [m]		출력값[dBm] (API 입력기준)	수신감도 [dBm]			비고
				Radio0	Radio_1		장비	Radio0	Radio_1	
RSU	LTE-V2X	RSU#1				10				
OBU	LTE-V2X	OBU#1 ~ OBU#3				10				

*C-V2X는 LTE 네트워크 신호 레벨을 측정하는 RSRP(Reference Signals Received Power), RSRQ(Reference Signal Received Quality)의 값을 측정에 어려움이 있어 수신감도, 수신감도에 따른 거리를 생략

본 시험 혼잡 장비 구성은 아래 [표]와 같다.

장비	통신 방식	출력값 (API 입력기준)	혼잡비율 [%]	점유시간(DUT)[ms]		혼잡장비 대수	혼잡장비 당 전송주기 [ms]	비고
			Radio0 (CH172)	Radio0	Radio_1			
OBU	WAVE	10[dBm]	10	10		0	-	
			25			24	25.00	
			50			60	10.00	
			75			102	5.88	
			100			138	4.35	
			125	10		162	3.70	
			150			198	3.03	
			175			234	2.56	

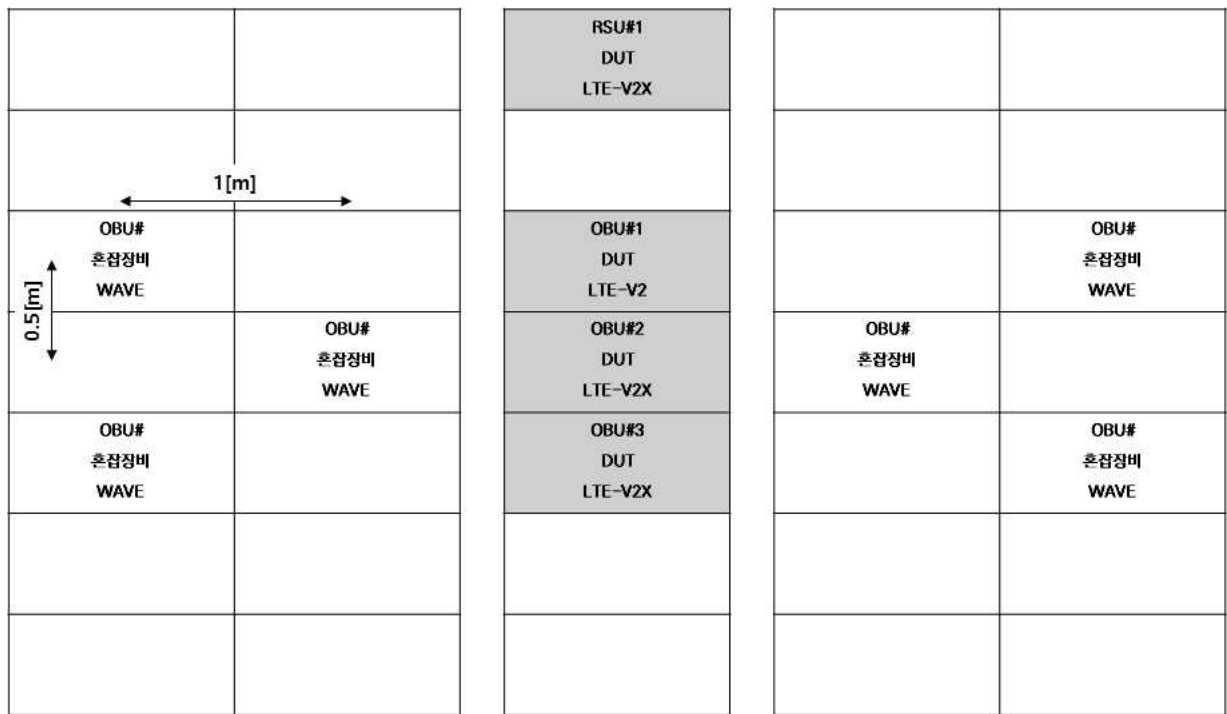
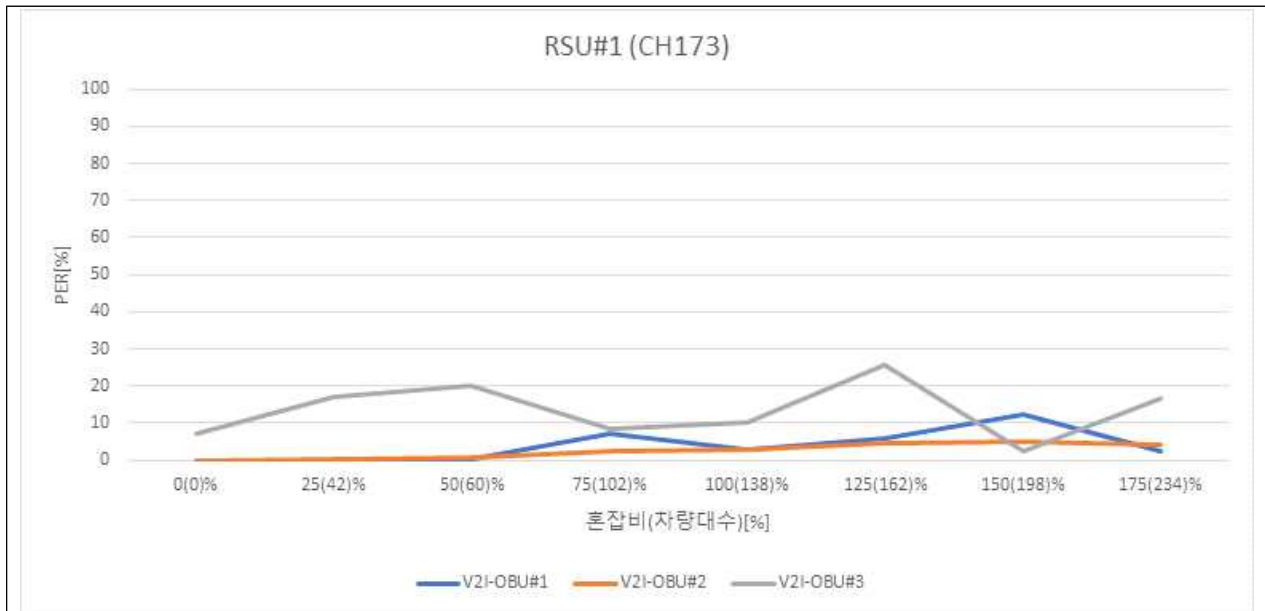


그림 22. 장비 배치도

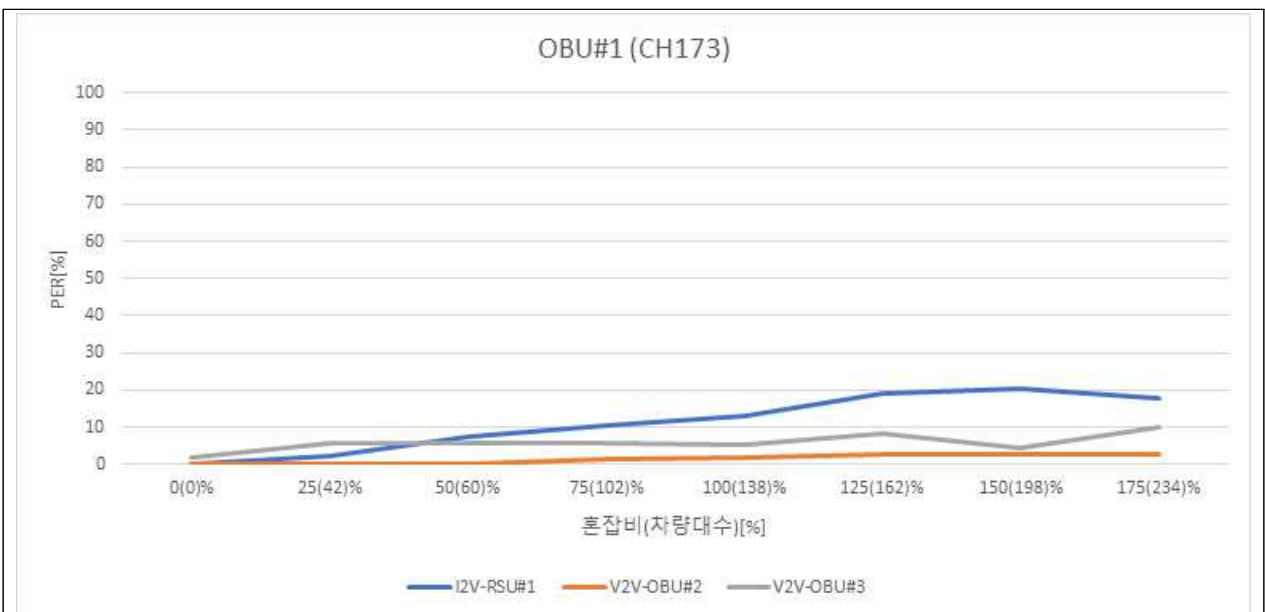
1.2.2. 시험 결과

- RF(Radio)별 각 PER [%] 그래프



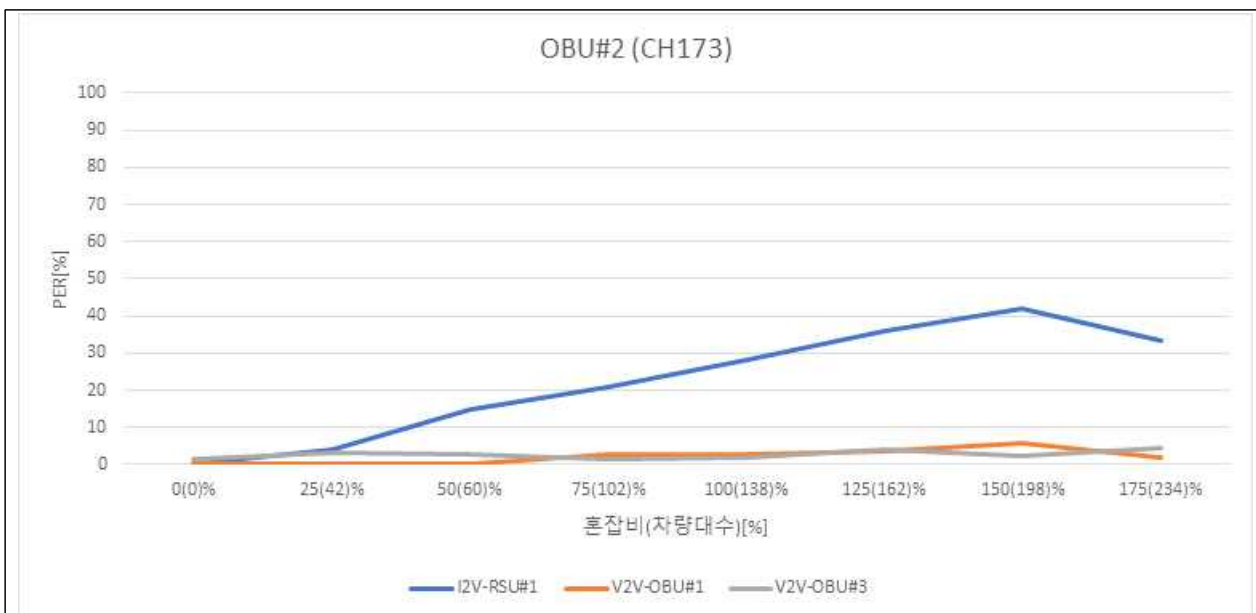
혼잡비 (차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
V2I	OBUS#1	0	0	0.204	7.127	2.763	5.694	12.18	2.611
	OBUS#2	0	0.154	0.611	2.536	3.007	4.532	5.198	3.997
	OBUS#3	7.201	17.143	20.041	8.676	10.422	25.524	2.556	16.462

혼잡환경에 따른 RSU#1이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 PER)



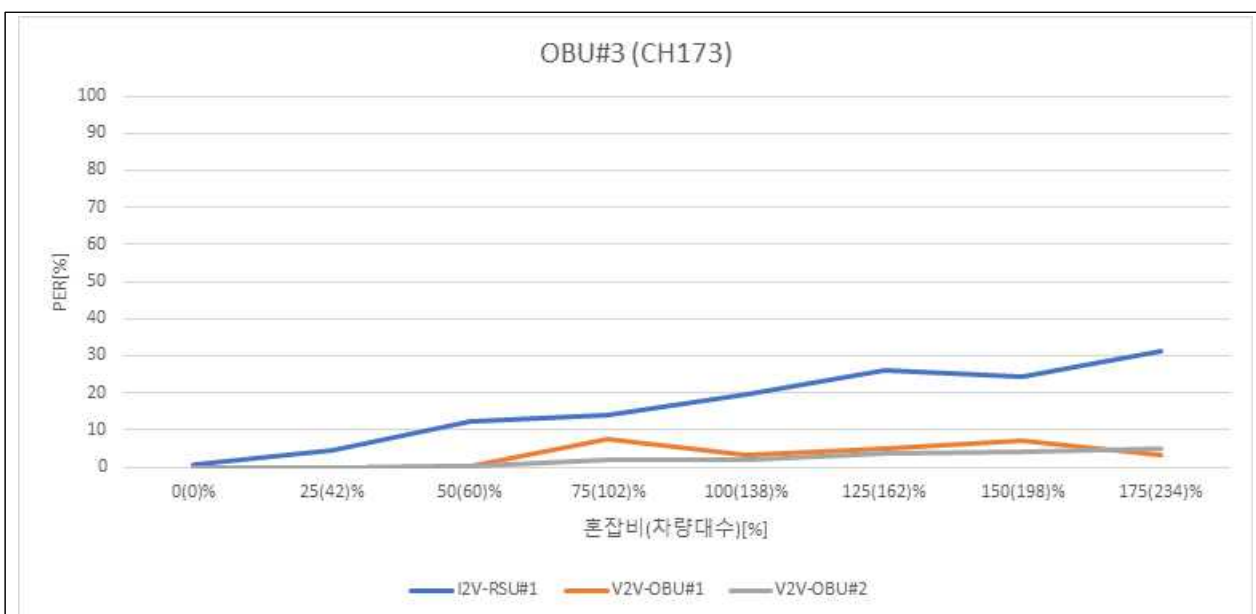
혼잡비 (차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	RSU#1	0.184	2.25	7.519	10.402	13.012	19.221	20.409	17.902
V2V	OBUS#2	0	0	0.153	1.366	1.845	2.723	2.582	2.694
	OBUS#3	1.754	5.736	5.915	5.761	5.245	8.171	4.364	9.854

혼잡환경에 따른 OBUS#1이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 PER)



혼잡비 (차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	RSU#1	0.265	4.206	14.73	20.682	28.042	36.095	41.957	33.458
V2V	OBU#1	0	0	0.051	2.578	2.94	3.738	5.801	1.872
	OBU#3	1.36	3.152	2.779	1.591	1.765	3.997	2.439	4.453

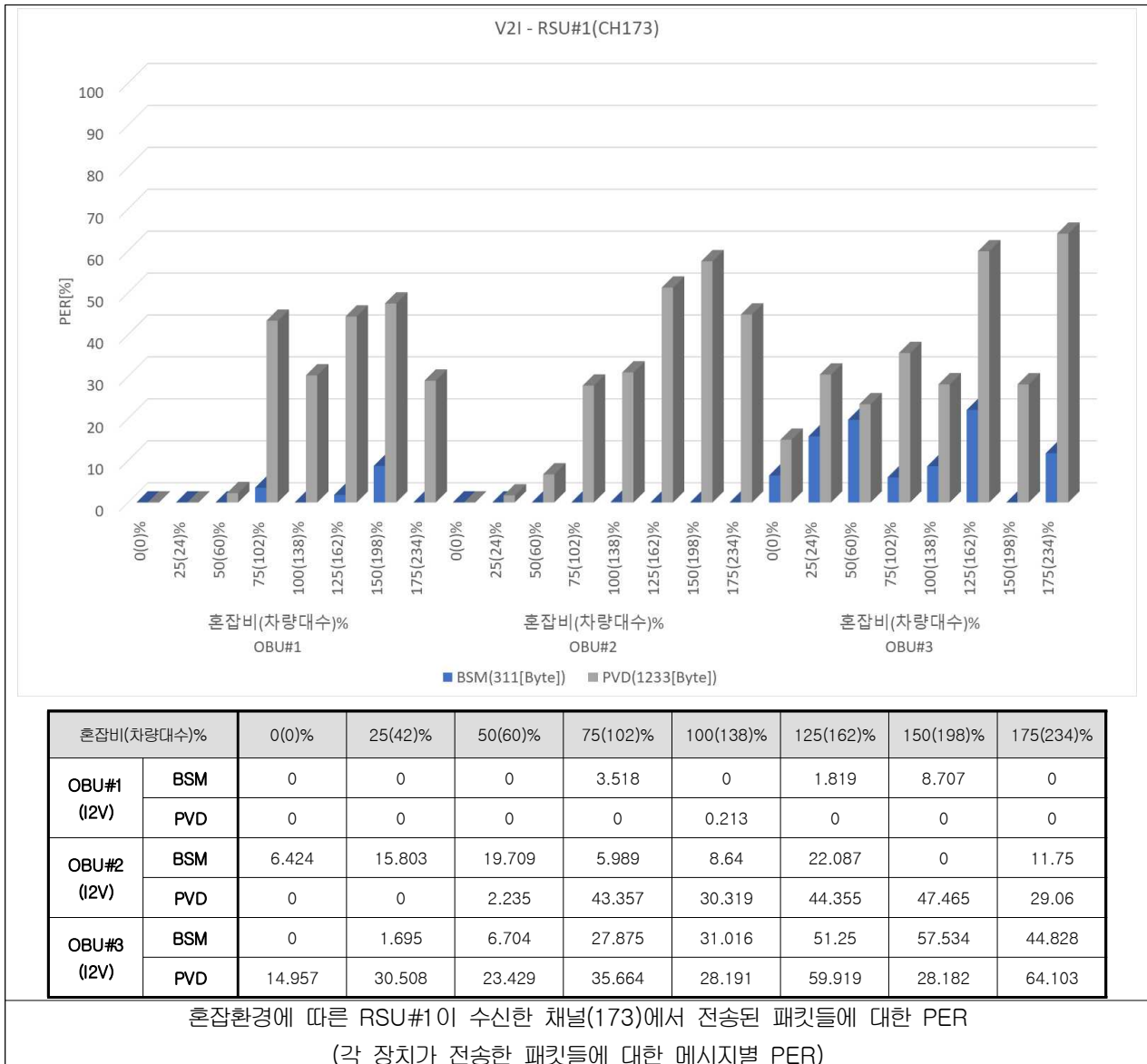
혼잡환경에 따른 OBU#2이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 PER)

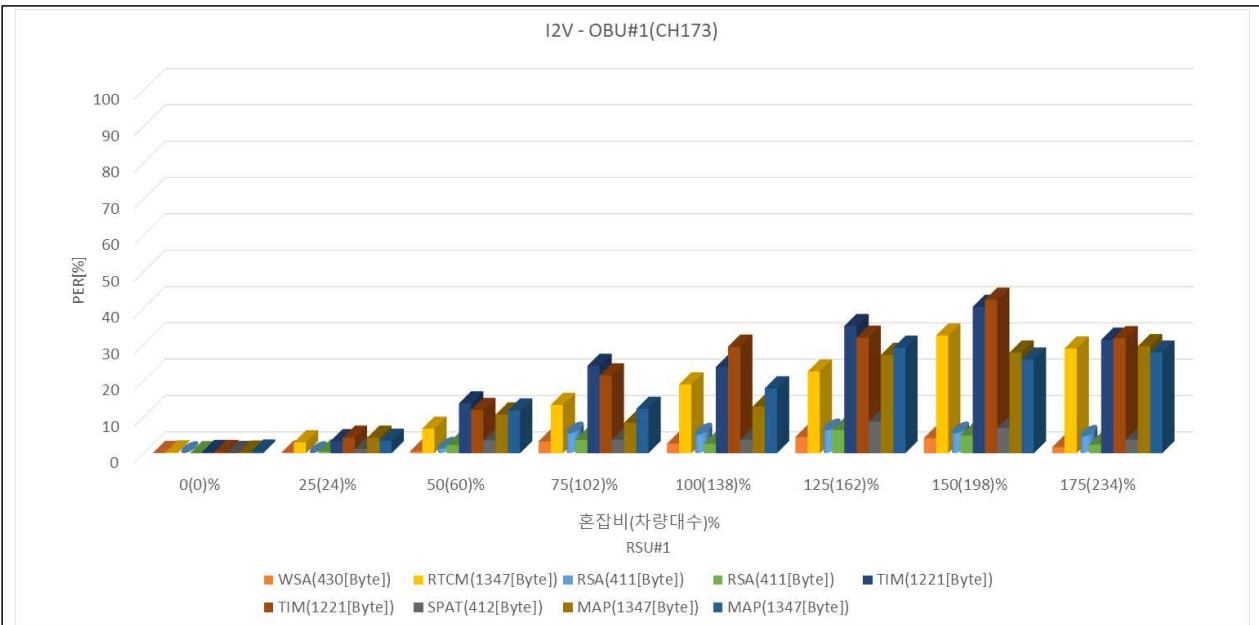


혼잡비 (차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	RSU#1	0.559	4.609	12.106	14.08	19.642	25.933	24.46	31.194
V2V	OBU#1	0	0	0.051	7.419	3.4	4.923	6.914	3.231
	OBU#2	0	0	0.102	2.003	1.748	3.857	4.17	4.846

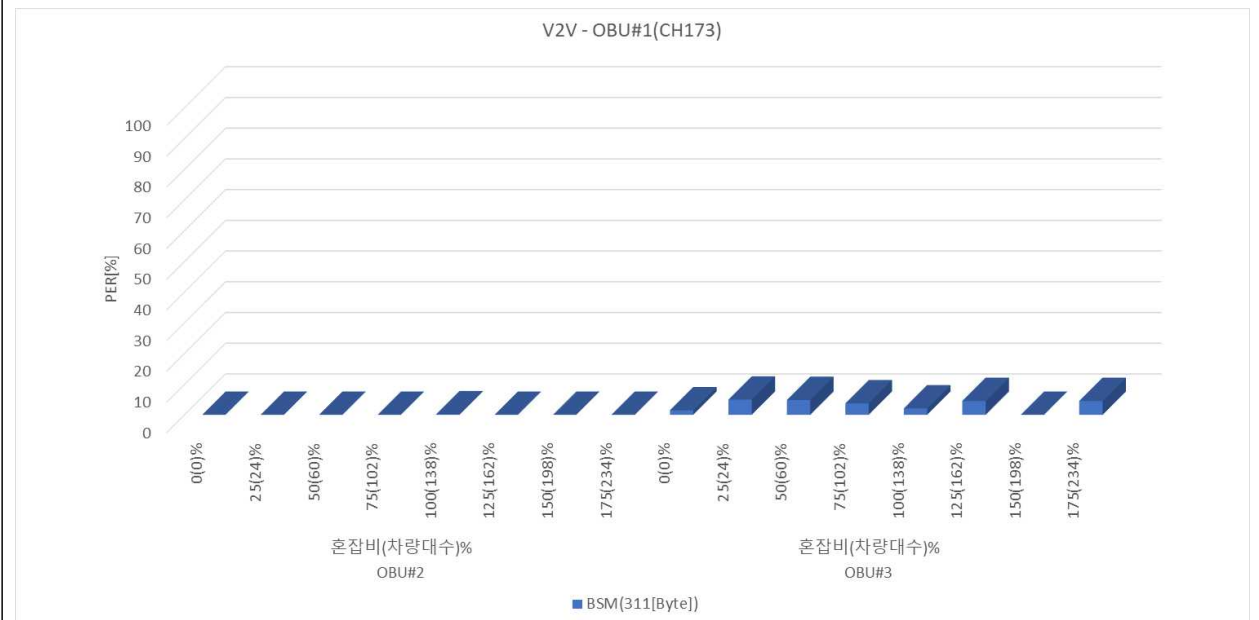
혼잡환경에 따른 OBU#3이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 PER)

- RF(Radio)별 각 메시지 PER [%] 그래프



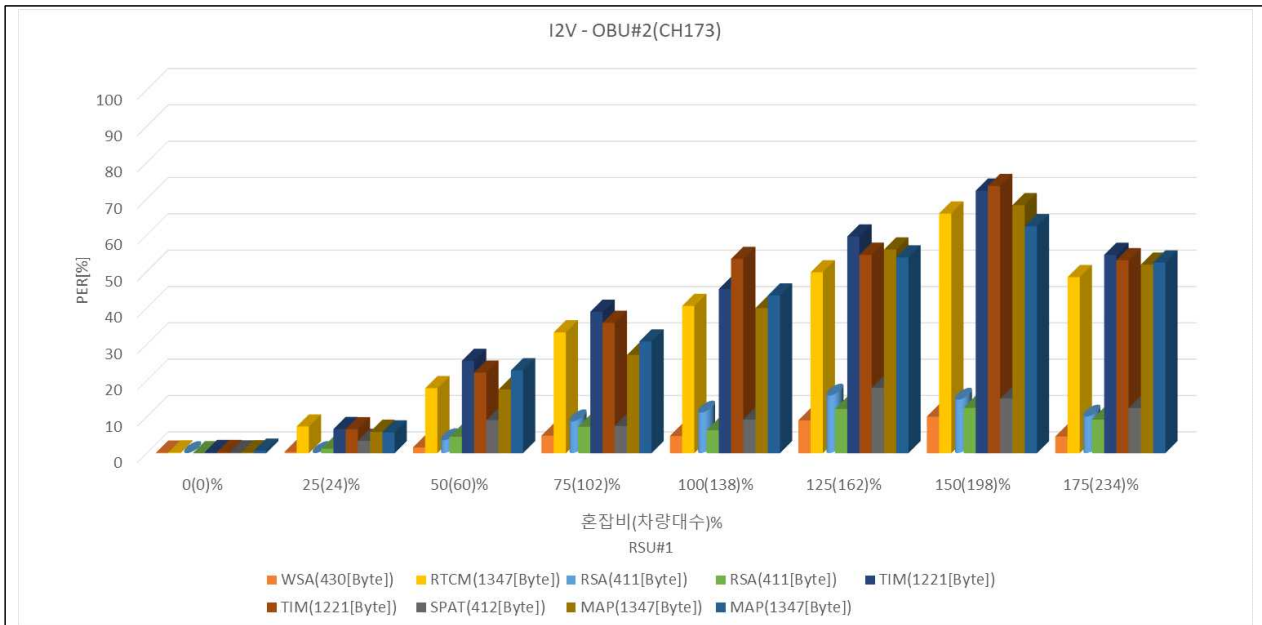


혼잡비(차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	WSA	0.086	0.17	0.561	3.278	2.671	4.446	4.174	1.692
	RTCM	0.215	2.991	6.742	13.264	18.933	22.47	32.373	28.814
	RSA(필수)	0	0	1.176	5.385	5.047	6.231	5.397	4.478
	RSA(선택)	0	0.511	2.245	3.626	2.564	6.392	4.885	2.373
	TIM(필수)	0.338	3.292	13.698	24.027	23.74	34.991	40.3	31.222
	TIM(선택)	0.343	4.259	11.897	21.409	29.305	31.796	42.222	31.641
	SPAT	0.086	1.194	3.531	3.767	3.684	8.653	6.972	3.723
	MAP(필수)	0.172	4.274	10.65	8.374	12.807	27.066	27.709	29.442
	MAP(선택)	0.429	3.413	11.771	12.204	17.842	29.022	25.778	27.674

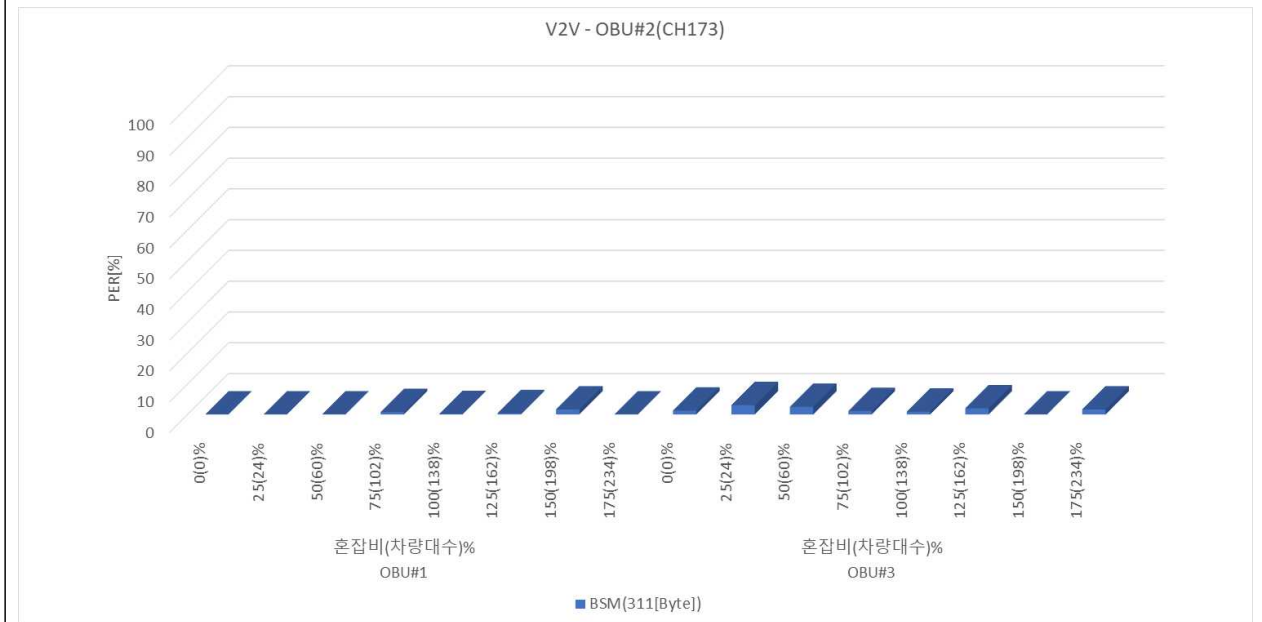


혼잡비(차량대수)%			0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
V2V	OBU#2	BSM	0	0	0	0	0.16	0	0	0
	OBU#3	BSM	1.458	4.945	4.823	3.726	2.082	4.49	0	4.484

혼잡환경에 따른 OBU#1이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 메시지별 PER)

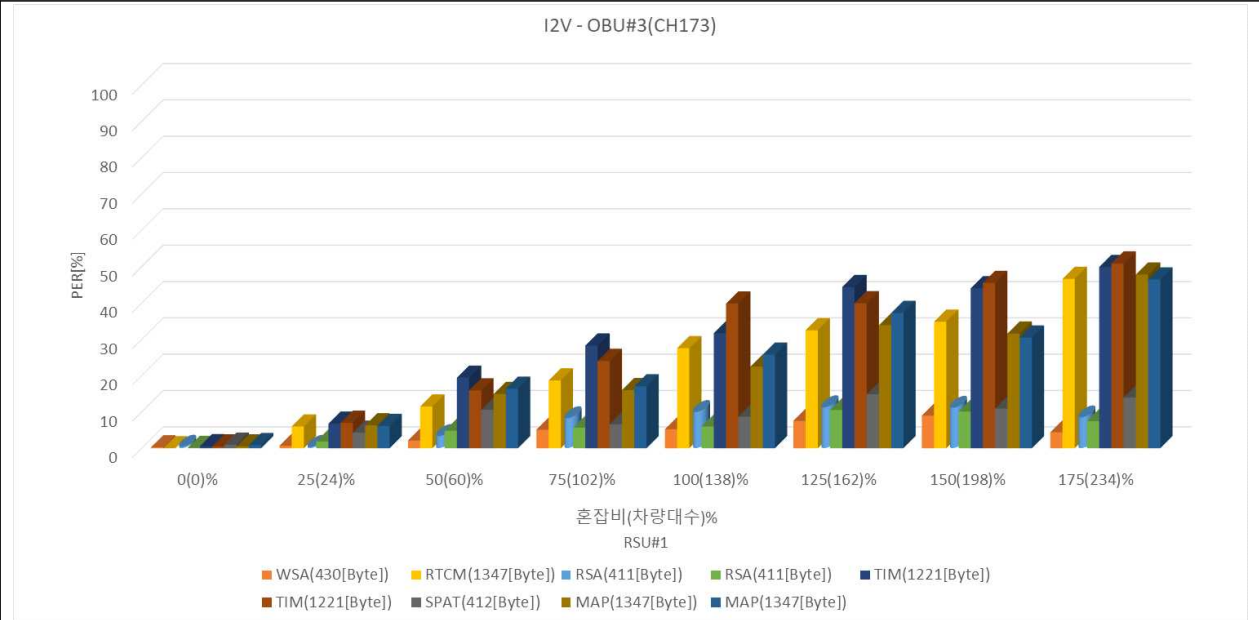


혼잡비(차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	WSA	0.171	0.347	1.584	4.835	4.746	9.039	10.074	4.631
	RTCM	0.214	7.359	17.898	33.275	40.541	49.794	65.967	48.472
	RSA(필수)	0	0	3.546	8.74	11.148	15.821	14.706	10.05
	RSA(선택)	0	1.215	4.525	7.283	6.371	12.215	12.477	9.262
	TIM(필수)	0.333	6.636	25.416	38.93	45.205	59.643	72.258	54.595
	TIM(선택)	0.342	6.597	22.172	35.879	53.456	54.605	73.557	53.114
	SPAT	0.214	3.382	9.111	7.493	9.321	17.989	15.065	12.457
	MAP(필수)	0.256	5.893	17.554	27.05	39.978	56.082	68.27	51.903
	MAP(선택)	0.684	5.729	22.815	30.742	43.413	53.884	62.465	52.487

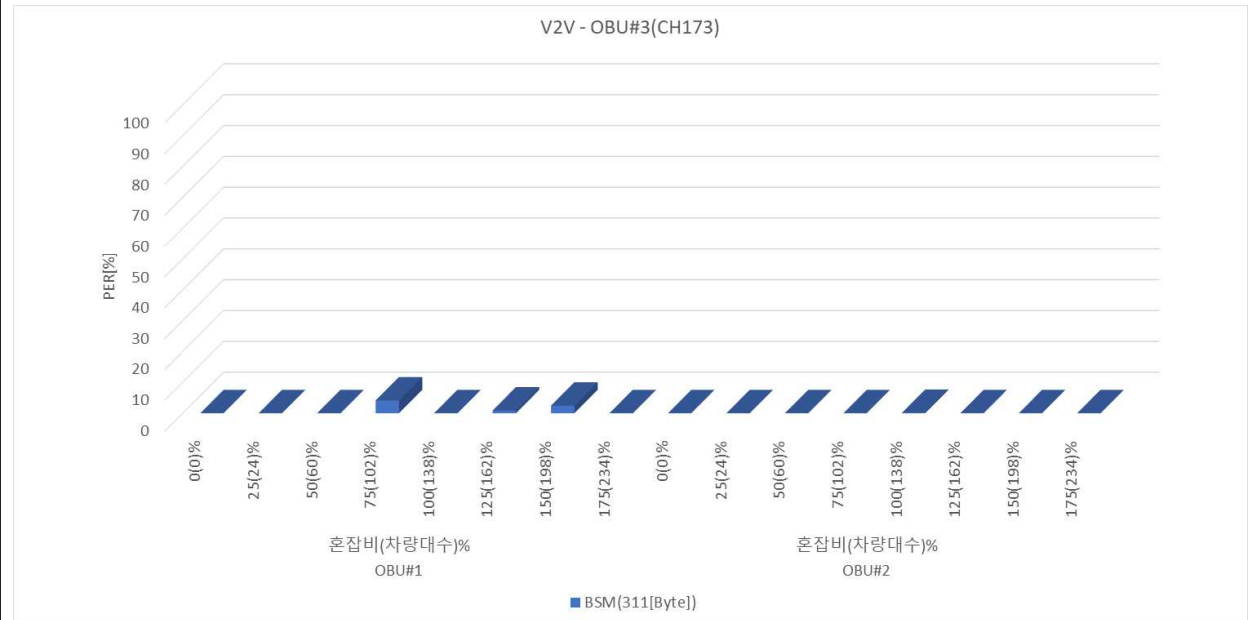


혼잡비(차량대수)%			0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
V2V	OBU#1	BSM	0	0	0	0.77	0.108	0.407	1.617	0
	OBU#3	BSM	1.24	3.036	2.492	1.12	0.916	1.994	0	1.63

혼잡환경에 따른 OBU#2이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 메시지별 PER)



혼잡비 (차량대수)%		0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
I2V	WSA	0.255	0.684	2.13	5.098	5.235	7.512	8.981	4.399
	RTCM	0	5.983	11.485	18.674	27.54	32.454	34.803	46.61
	RSA(필수)	0.392	0.339	3.302	8.226	9.936	11.243	11.111	8.458
	RSA(선택)	0.085	1.88	4.826	5.656	5.983	10.509	10.093	7.445
	TIM(필수)	0.559	6.772	19.412	28.268	31.666	44.362	44.032	49.865
	TIM(선택)	0.511	7.021	15.919	24.022	39.829	39.903	45.497	50.847
	SPAT	0.979	4.27	10.538	6.601	8.654	14.869	10.931	13.948
	MAP(필수)	0.511	6.314	14.927	16.003	22.46	33.872	31.545	47.797
	MAP(선택)	0.851	6.154	16.368	17.051	25.748	37.237	30.463	46.441



혼잡비(차량대수)%			0(0)%	25(42)%	50(60)%	75(102)%	100(138)%	125(162)%	150(198)%	175(234)%
V2V	OBU#1	BSM	0	0	0	4.114	0	0.889	2.454	0
	OBU#2	BSM	0	0	0	0	0.107	0	0	0

혼잡환경에 따른 OBU#3이 수신한 채널(173)에서 전송된 패킷들에 대한 PER
(각 장치가 전송한 패킷들에 대한 메시지별 PER)