

5G 서비스 활성화를 위한 전파이용 제도 정비

2019. 12.



국립전파연구원

National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「5G 서비스 활성화를 위한 전파이용 제도 정비」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

연구책임자 : 배 석 희(4차산업기술팀 5G 이동통신담당)

연구 원 : 임 재 우(4차산업기술팀 5G 이동통신담당)

서 용 석(4차산업기술팀 5G 이동통신담당)

요 약 문

2019년 4월 우리나라는 세계최초로 5G 상용 서비스를 개시하였다. 이는 4차 산업혁명 시대를 대비하여 네트워크 핵심 인프라 확보는 물론 국내 5G 산업계를 포함한 우리나라 전파산업 활성화 측면에서도 그 중요성과 의의는 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 5G 서비스 활성화를 위한 전기통신무선설비 기술기준 개정과 시험방법 개선을 추진하였으며 세계최초의 5G 기술과 주파수를 ITU 국제표준 반영하기 위한 국제 협력 사항을 기술하였다.

5G 융·복합 서비스 대비 이동통신용 무선설비 제도개선을 위해 5G 무선설비 복사시험방법의 효율적 측정 방안과 TRP와 OTA 측정 신뢰성을 향상하고 시험 복잡도를 간소화하여 측정 정확도를 유지하면서 복사시험방법의 측정시간을 단축시킬 수 있는 방안을 연구하였다. 또한 협대역사물인터넷의 국제표준과 부합화를 위해 관련 기술기준을 개정하였고 이를 2장에 기술하였다.

금년 11월 이집트(샤름 엘 셰이크)에서 개최된 WRC-19를 통해 국내 26GHz 대역을 포함하여 5G 국제공용 주파수가 결정되었다. WRC-2000 이후 약 20년 만에 총 14.75GHz 폭 글로벌 IMT 조화 주파수와 지역·국가별 지정 IMT 주파수 2.5GHz 폭을 확보하였으며 국내 5G 상용기술의 ITU 국제표준화 추진 내용을 3장에 기술하였다.

5G 이동통신 시스템 개발과 통신시스템 설비의 성능실험을 위한 무선국을 간섭분석 하였고, 인접국의 전파유입에 의한 혼신으로부터 국내 5G 이동통신 무선설비를 보호하기 위해 대표 무선국을 ITU에 등록한 사항을 4장에 기술하였다.

목 차

제1장 서 론	1
제2장 5G 융·복합 서비스 대비 기술기준 및 시험방법 개선 ...	2
제1절 협대역사물인터넷 이동통신 무선설비의 기술기준 일부 개정 ..	2
제2절 28GHz 5G 복사시험방법 간소화 방안 전시행	7
제3절 C-V2X 기술방식 도입대비 기술기준 개선안 마련	36
제3장 5G 국제표준화 선도 및 28GHz 이용확산	48
제1절 WRC-19 글로벌 이동통신 주파수 결정 및 시사점 ...	48
제2절 국내 5G 상용화 기술의 국제표준화	58
제4장 5G 등 이동통신 주파수 간섭분석 및 검증연구	60
제1절 주파수 이용 타당성 검토 및 간섭분석	60
제2절 무선국 ITU 국제등록	61
제5장 결 론	62
참고문헌	63

포 목 차

[표 2-1] 이통 3사 LTE 주파수 할당 현황	3
[표 2-2] 협대역사물인터넷(NB-IoT) 기술기준 항목별 분류	3
[표 2-3] 협대역사물인터넷 무선설비 이동장치의 대역외발사 기준	4
[표 2-4] 협대역사물인터넷 무선설비 기술기준 신·구문대비표	6
[표 2-5] 3GPP 표준에서 정의한 5G OTA 측정 파라미터	9
[표 2-6] 5G NR 복사시험방법 스윙횟수에 따른 측정값	10
[표 2-7] WRC-19 ITS 관련 의제 해결방안	37
[표 2-8] ITS 관련 지역기구 입장	38
[표 2-9] ITS 관련 주요국 입장	39
[표 2-10] 아시아·태평양 지역의 ITS 주파수	41
[표 2-11] 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준	44
[표 2-12] 기술별 사용 주파수 및 특징	45
[표 2-13] 현 지능형교통시스템용 무선설비 기술기준과 3GPP 비교	46

그림 목 차

[그림 2-1] 최초 참조한 3GPP 표준(TS.36.101)	4
[그림 2-2] 개정된 3GPP 표준(TS.36.101)	5
[그림 2-3] 이동단말의 대역외발사 개정 전·후 비교	5
[그림 2-4] 5G 이동통신 무선설비 상용화 현황	7
[그림 2-5] CATR(Compact Antenna Test Range) 챔버	8
[그림 2-6] 측정된 스위칭수 100회의 안테나공급전력	11
[그림 2-7] 측정된 스위칭수 10회의 안테나공급전력	11
[그림 2-8] 측정된 스위칭수 100회의 점유주파수대역폭	12
[그림 2-9] 측정된 스위칭수 10회의 점유주파수대역폭	12
[그림 2-10] 측정된 스위칭수 100회의 인접채널누설전력	13
[그림 2-11] 측정된 스위칭수 10회의 인접채널누설전력	13
[그림 2-12] 측정된 스위칭수 100회의 대역외발사	14
[그림 2-13] 측정된 스위칭수 10회의 대역외발사	14
[그림 2-14] 총복사전력(TRP, Total Radiated Power) 개념도	15
[그림 2-15] 측정 격자 스텝에 따른 표준편차 비교	16
[그림 2-16] 측정 격자 스텝에 따른 CDF 곡선	17
[그림 2-17] 직교 그리드 방식 측정 방법	18
[그림 2-18] 국내 ITS용 주파수 분해 현황	37
[그림 2-19] 미국 5.9GHz ITS 채널 사용계획	40
[그림 2-20] 지능형교통시스템 개요	43
[그림 3-1] ITU / WRC의 IMT 주파수 결정 연혁	48

[그림 3-2] 5G 산업계(GSA) 권고하는 주요 5G 주파수 대역 ..	49
[그림 3-3] 26 / 28GHz대역의 WRC-19 의제 현황	50
[그림 3-4] 26GHz, 28GHz대역 5G와 위성업무 간 간섭 시나리오	51
[그림 3-5] 지역기구별 26GHz 불요발사 제안 현황	53
[그림 3-6] 지역별 5G 지지 및 반대 대역 현황	54
[그림 3-7] 26GHz 5G 주파수 주요 간섭 및 이용 조건	55
[그림 3-8] 26GHz 5G 불요파압 규정	55
[그림 4-1] 주파수 지정 시 기관별 역할 및 절차 도식화	60

제1장 서론

국제전기통신연합(ITU)은 5G 비전과 WRC-19 의제를 통해 `20년까지 5G 기술표준을 완성하고 `19년에는 5G 주파수를 선정할 계획이다. 5G는 단순 ICT 이동통신 영역을 뛰어 넘어 4차 산업혁명의 핵심 인프라로 선제적 도입과 글로벌 이니셔티브 확보를 위한 국제표준화는 물론 국제적 이용확산이 중요하다. 이에 연구원은 5G 관련 국내·외 관련 표준화 활동과 5G 주파수 이용기반 활성화를 추진하였다.

국내적으로는 5G 무선설비의 복사시험방법의 효율적 측정 방안과 TRP와 OTA 측정 신뢰성을 향상하고 시험 복잡도를 간소화하여 복사시험방법의 측정시간을 단축시킬 수 있는 방안을 연구하였다. 총복사전력을 측정 정확도를 유지하면서 측정값을 산출하기 위해서는 최소 하나의 빔에서 15° 각도 단위로 266 포인트에서 측정이 필요하며, 30MHz 2차 고조파까지 1MHz 또는 100kHz 간격으로 넓은 주파수 대역을 스위프(Sweep)을 진행했을 경우 측정시간을 산출하기 어려울 정도의 시험시간이 예상된다. 이에 5G 복사 시험방법 간소화 방안을 2장에 기술하였다.

금년 11월 이집트(샤름 엘 셰이크)에서 개최된 WRC-19를 통해 국내 26GHz 대역을 포함하여 5G 국제공용 주파수가 결정되었다. 이는 WRC-2000 이후 약 20년 만에 총 14.75GHz 폭 글로벌 IMT 조화 주파수와 지역·국가별 지정 IMT 주파수 2.5GHz 폭을 확보하였다. 초광대역폭의 주파수가 필요한 5G 기술을 위해 6GHz 이상 대역의 주파수 수요가 제기되어 우리나라를 비롯한 전 세계 지역기구가 제안하여 24.25~86GHz 대역 중 12개 후보대역을 선정하고 IMT(5G) 주파수 지정(필요시 이동업무 1순위 추가 분배)을 위한 주파수 요구사항 및 기존 업무와의 공유연구를 수행하고 관련 전파규칙(RR) 개정 사항과 국내 5G 상용기술의 ITU 국제표준화 추진 내용을 3장에 기술하였다.

5G 이동통신 시스템 개발과 통신시스템 설비의 성능실험을 위한 무선국을 간섭분석 하였고, 인접국의 전파유입에 의한 혼신으로부터 국내 5G 이동통신 무선설비를 보호하기 위해 대표 무선국을 ITU에 등록한 사항을 4장에 기술하였다.

제2장 5G 용·복합 서비스 대비 기술기준 및 시험방법 개선

제1절 협대역사물인터넷 이동통신 무선설비의 기술기준 일부 개정

협대역사물인터넷(NB-IoT, Narrow Band IoT) 기술은 이동통신(LTE) 주파수를 활용한 LPWA(Low-Power Wide-Area, 저전력·광역) IoT 기술의 하나로 저용량 데이터의 간헐적 전송으로 충분한 수도, 가스, 온도, 전기 등 검침(metering), 추적(tracking), 센싱(sensing) 등에 원거리에 있고 데이터 사용 빈도와 전력소비가 적으며 이동성이 없거나 낮은 사물인터넷 기기에 활용된다. 초저전력으로 장기간 배터리 교체 없이 이용할 수 있다. 이동통신(LTE) 주파수의 인밴드(in-band)를 사용하는 방식과, 가드밴드(guard-band)를 사용하는 2가지 방식 가능하다. 실사용 대역을 활용하는 인밴드 방식은 실사용 대역폭의 손실을 초래하는 반면, 가드밴드 방식은 대역폭 손실이 없는 특징이 있다. 국내의 IoT 시장은 사물개체 및 임베디드(Embedded System¹⁾) 센서를 사용하여 데이터를 교환하는 광대한 네트워크로 산업혁명 이후 사회를 변경 시키고 있는 주요한 기술로 판단되고 있다. 통신사업자들은 이에 대한 수요를 인지하고 자사별로 할당하고 있는 주파수를 이용한 IoT 서비스를 시작하기 위하여 과학기술정보통신부에 전파정책부서에 수요를 요구하였다. SKT의 경우는 비 이동통신 기반 IoT 서비스인 900MHz 대역 LoRa를 이용하며 향후 향상된 기술의 IoT 서비스를 가드밴드가 아닌 LTE 대역 내에서 이용할 수 있는 방안을 준비 중이다. KT 및 LGU+의 경우는 이동통신 기반 저전력 IoT 서비스를 위하여 전국망 서비스가 가능한 800MHz 및 1.8GHz 대역에서 NB-IoT 서비스 하고 있다. 협대역사물인터넷 전국망을 구축하여 수도, 가스, 전기, 대기, 수질 등 검침, 측정 서비스, 노약자 위치 추적, 자전거 분실 방지 등 위치 추적 서비스, 화재, 유해물질, 가스 모니터링 및 건축물 균열 감지 등 센싱 서비스, 빌딩자동화, 홈자동화, 놀이동산 관리 등 제어서비스 등이 주요 추진 서비스로 고려 되고 있다.

1) Embedded System : PC를 제외한 각종 전자제품, 가전제품, 정보기기 등이 제 기능을 수행할 수 있도록 제품에 추가로 탑재된 시스템을 임베디드 시스템이라고 한다.

[표 2-1] 이동 3사 LTE 주파수 할당 현황

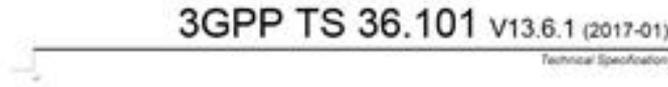
LTE 할당 주파수	SKT	KT	LGU+
800MHz	20MHz(전국망)	10MHz	20MHz(전국망)
900MHz	-	20MHz	-
1.8GHz	35MHz	55MHz(전국망)	-
2.1GHz	20MHz	20MHz	40MHz
2.6GHz	60MHz	-	40MHz

우리원은 이동통신사, 제조사, 학계, 연구기관으로 구성된 전문가 연구반을 운영하여 2017년 3월 LTE 이동통신 전국망 주파수인 800MHz대역 및 1.8GHz대역에서 협대역사물인터넷(NB-IoT) 서비스가 가능하도록 조항 신설(전기통신사업용 무선설비의 기술기준 제4조6항)하였다[1]. 이는 대부분 LTE와 동일한 조건이지만 국내실정에 맞도록 협대역사물인터넷 관련 국제표준(3GPP)과 부합화를 위해 이를 참조하여 기술기준을 신설하였다.

[표 2-2] 협대역사물인터넷(NB-IoT) 기술기준 항목별 분류

구분		항목	비고
공통조건		통신방식, 전파형식	LTE와 동일
		주파수대역	LTE대역 중 통신사 전국망 대역 (1.8GHz(KT), 800MHz(SK, LGU+))
		주파수이격조건	3GPP TS36.101(6.6.2F.1)
기지국	송신장치	주파수허용편차, 안테나 공급전력	LTE와 동일
		인접채널 누설전력	3GPP TS36.104(6.6.2.1-2b)
		대역외발사	3GPP TS36.104(6.6.3.2E-1)
		추가적인 불요발사	LTE와 동일
	수신장치	부차적 전파발사 조건	LTE와 동일
이동국	송신장치	주파수허용편차, 안테나 공급전력	LTE와 동일
		인접채널 누설전력	3GPP TS36.101(6.6.2F)
		대역외발사	3GPP TS36.101(6.6.2F.1-1)
		추가적인 불요발사	LTE와 동일
	수신장치	부차적 전파발사 조건	LTE와 동일

이 중 이동국용 송신장치는 연구반을 운용하던 시기의 국제표준(3GPP TS36.101 V13.6.1, `17.01)을 참조하여 기술기준을 설정하였다[2].



6.6.2F.1 Spectrum emission mask

The spectrum emission mask of the category NB1 UE applies to frequencies (Δf_{OOB}) starting from the \pm edge of the assigned category NB1 channel bandwidth. For frequencies greater than (Δf_{OOB}) as specified in Table 6.6.2F.1-1 the spurious requirements in subclause 6.6.3 are applicable.

The power of any category NB1 UE emission shall not exceed the levels specified in Table 6.6.2F.1-1.

Table 6.6.2F.1-1: category NB1 UE spectrum emission mask

Δf_{OOB} (kHz)	Emission limit (dBm)	Measurement bandwidth
± 0	26	30 kHz
± 100	-5	30 kHz
± 150	-8	30 kHz
± 300	-29	30 kHz
$\pm 500-1700$	-35	30 kHz

[그림 2-1] 최초 참조한 3GPP 표준(TS.36.101)

[표 2-3] 협대역사물인터넷 무선설비 이동장치의 대역외발사 기준

점유주파수 대역폭	주파수대역	불요발사 평균전력	분해대역폭
200 kHz	± 100 kHz	26 dBm 이하	30 kHz
	± 200 kHz	-5 dBm 이하	
	± 250 kHz	-8 dBm 이하	
	± 400 kHz	-29 dBm 이하	
	$\pm (600 \sim 1800)$ kHz	-35 dBm 이하	

이후 `17년 3월 버전(TS.36.101 V13.7.0)에 최초 linearly interpolated (선형적 보간)이라는 말이 최초 등장하게 되고 이에 따른 대역외발사 기준이 바뀌게 된다[3]. 이를 보완하기 위해 이동장치의 대역외발사 기준에 주파수대역 간 불요발사 평균전력은 선형적으로 보간 할 것이라는 문구를 주석으로 추가하였다. 그림에서 보는 바와 같이 개정 후 대역외발사의 마스크 특성이 개정 후 보다 완화되고 인접의 LTE 대역의 대역외발사 구간에도 간섭영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있다.

6.6.2F.1 Spectrum emission mask

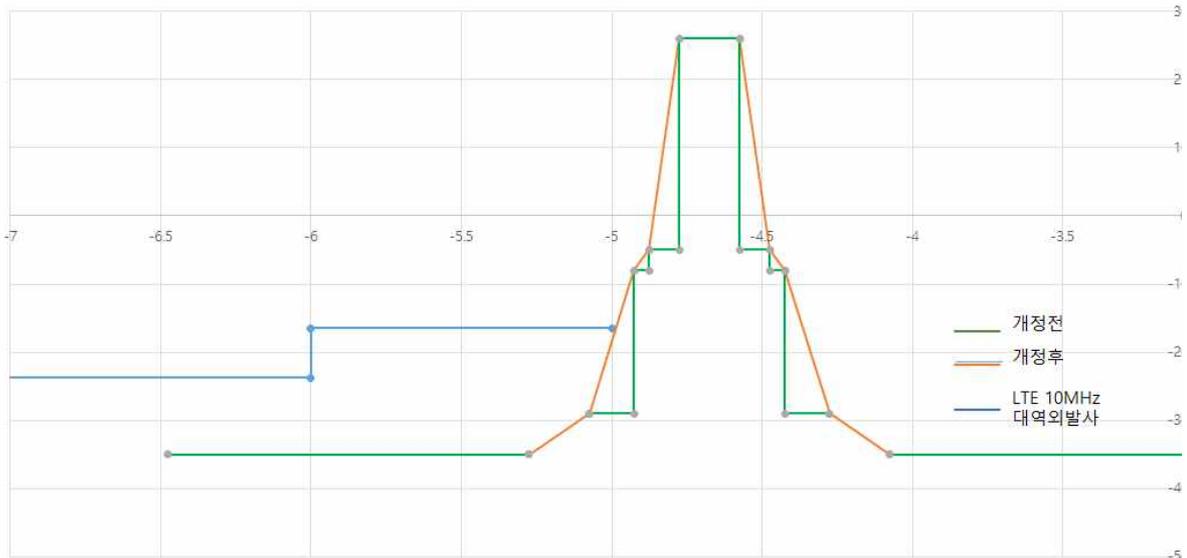
The spectrum emission mask of the category NB1 UE applies to frequencies (Δf_{OoB}) starting from the \pm edge of the assigned category NB1 channel bandwidth. For frequencies greater than (Δf_{OoB}) as specified in Table 6.6.2F.1-1 the spurious requirements in subclause 6.6.3 are applicable.

The power of any category NB1 UE emission shall not exceed the levels specified in Table 6.6.2F.1-1. The spectrum emission limit between each Δf_{OoB} is **linearly interpolated**.

Table 6.6.2F.1-1: category NB1 UE spectrum emission mask

Δf_{OoB} (kHz)	Emission limit (dBm)	Measurement bandwidth
± 0	26	30 kHz
± 100	-5	30 kHz
± 150	-8	30 kHz
± 300	-29	30 kHz
$\pm 500-1700$	-35	30 kHz

[그림 2-2] 개정된 3GPP 표준(TS.36.101)



[그림 2-3] 이동단말의 대역외발사 개정 전·후 비교

[표 2-4] 협대역사물인터넷 무선설비 기술기준 신·구문대비표

현	행	개	정	안
제4조(이동통신용 무선설비)		제4조(이동통신용 무선설비)		
⑥ 주파수분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 4. 이동국 송신장치의 조건 라. 대역외발사는 다음 조건을 만족할 것		⑥ 주파수분할 복신방식을 사용하는 이동통신용 협대역 사물인터넷 무선설비의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 4. 이동국 송신장치의 조건 라. 대역외발사는 다음 조건을 만족할 것		
점유 주파수 대역폭	주파수 대역	불요발사 평균전력	분해 대역폭	
200kHz	±100kHz	26dBm 이하	30kHz	
	±200kHz	-5dBm 이하		
	±250kHz	-8dBm 이하		
	±400kHz	-29dBm 이하		
	±(600~1800)kHz	-35dBm 이하		
점유 주파수 대역폭	주파수 대역	불요발사 평균전력	분해 대역폭	
200 kHz	±100kHz	26dBm 이하	30 kHz	
	±200kHz	-5dBm 이하		
	±250kHz	-8dBm 이하		
	±400kHz	-29dBm 이하		
	±(600~1800)kHz	-35dBm 이하		
		* 주 : 주파수대역 간 불요발사 평균전력은 선형적으로 보간 할 것		

제2절 28GHz 5G 복사시험방법 간소화 방안 전시행

1. 간소화 방안 배경 및 필요성

우리나라는 `18년 8월 5G 이동통신 무선설비 도입에 대비하여 3.5GHz/28GHz 주파수대역 기술기준을 마련하였고, 이에 5G 무선설비의 적합성 평가를 위해 5G 전도/복사 시험방법을 마련하는 등 기술적·제도적 기반을 마련하여 세계최초로 5G 상용화를 이뤄냈다. 5G 이동통신 무선설비 기술기준 및 시험방법은 국제표준(3GPP 등)에 근거하고, 제조사, 이통사, 시험인증 기관 등 관련 전문가들을 중심으로 연구반을 구성하여 충분한 의견수렴과 공감대를 형성하여 제도를 마련하였다[4].

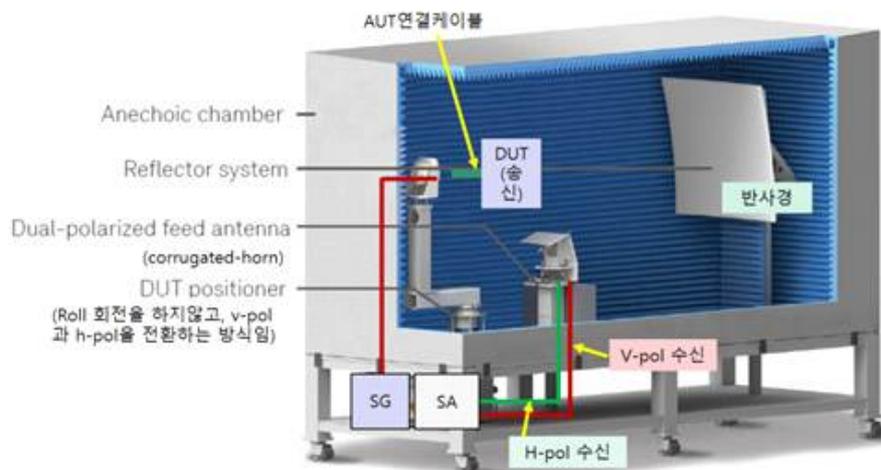


[그림 2-4] 5G 이동통신 무선설비 상용화 현황

을 7월을 기준으로 18개 시험기관을 지정 완료하여 3.5GHz 주파수대역 5G 기지국 및 단말기에 대한 기술기준과 시험방법을 근거하여 총 40건의 적합인증이 완료되었다. 28GHz대역 5G 기기의 적합인증을 위한 관련 기술기준과 5G NR(New Radio) 이동통신 무선설비 복사시험방법(KS X 3271)이 이미 마련된 상황으로 제도적 준비가 완료되었다[5]. 현재 기술기준은 주파수대역, 대역폭, 허용편차, 안테나공급전력, 인접채널누설전력, 불요발사, 부차적 전파발사 등을 규정하고 있다. 이를 만족하기 위한 항목의 기준값이 총복사전력으로 정의되어 있고, 5G 기술 (빔포밍, MIMO 등) 특성 상 측정포트가 없는 안테나 일체형으로 예상됨에 따라 복사측정을 통한 총복사전력 또는 등가등방복사전력 측정이 필요하다. 따라서 이를 측정하기 위해 28GHz 5G 무선설비의 적합인증 시 요구되는 신규 시험시설이 국내 시험 기관에 구축되었다.

CATR(Compact Antenna Test Range) 챔버는 안테나 일체형 5G 무선설비의 신호세기를 정확히 측정하기 위해 안테나로부터 송출되는 360° 전 방향의 신호를 측정할 수 있도록 지원하는 측정 시설이다. 5G 기지국 및 단말기 시험인증과 관련된 표준은 3GPP Technical Report(TR) 37.843 또는 38.810 등에서 보고되고 있다[6]. 표2-5는 3GPP에서 제안하는 OTA(Over the Air)측정 파라미터의 예로, 5G 기지국 및 단말기에 빔형성 기능이 다양한 형태로 형성됨에 따라 TRP(Total Radiated Power)와 같은 전체 방사전력을 대변하는 단일 값 과 빔 송신 방향에 따른 EIRP 방사패턴 또는 최대 빔 방향에서의 출력 측정 등 복사방법 측정이 중요함을 알 수 있다.

CATR챔버



[그림 2-5] CATR(Compact Antenna Test Range) 챔버

구분	측정 파라미터	측정 방법
Tx	Maximum Output Power Minimum Output Power	TRP or EIRP
	P_{cmx} , ON/OFF mask, Power control	TRP or EIRP
	Maximum Power Reduction(MPR), Additional-MPR	TRP or EIRP
	Occupied BW	TRP or EIRP
	Unwanted Emissions (SEM, ACLR, Spurious, In/Out of Band)	TRP or EIRP
	Frequency error, Error Vector Magnitude(EVM)	Beam peak
	[New RAT] Beam correspondence	Discussing
Rx	Reference Sensitivity Level	TRS or EIS
	Adjacent Channel Selectivity(ACS), Blocking	TRS or EIS(with blocker and signal aligned)
	Max Input Level	Beam peak
	[New RAT] In-channel selectivity	Beam peak and Discussing

[표 2-5] 3GPP 표준에서 정의한 5G OTA 측정 파라미터

하지만, 중복사전력을 측정 정확도를 유지하면서 측정값을 산출하기 위해서는 최소 하나의 빔에서 15° 각도 단위로 266 포인트에서 측정이 필요하며, 30MHz 2차 고조파까지 1MHz 또는 100kHz 간격으로 넓은 주파수 대역을 스위프(Sweep)을 진행했을 경우 측정시간을 산출하기 어려울 정도의 시험시간이 예상된다. 또한 배열 안테나기술에 따른 선형적 위상을 보장해야하고 이러한 측정문제로 인해 측정 시간이 늘어나거나 측정 위상 범위를 2개로 나눠 두 번 측정하는 경우가 발생하여 측정값에 재연성이 줄어들어 평균을 여러 번 진행해야만 하는 문제점이 있다. 3GPP에서도 최근 RAN4#85 회의에서도 위와 같은 측정의 어려움을 지적하고 이를 개선하기 위한 문제점 개선을 고민하고 있다.

따라서 5G 무선설비의 복사시험방법의 효율적 측정 방안과 TRP와 OTA 측정 신뢰성을 향상하고 시험 복잡도를 간소화하여 복사시험방법의 측정시간을 단축시킬 수 있는 방안을 연구하였다.

2. 주요 개정사항

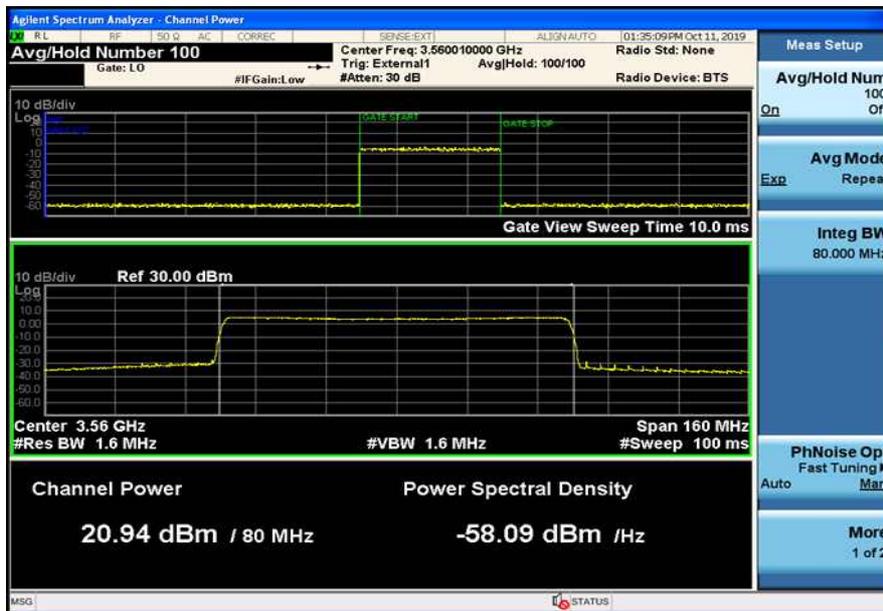
앞 절에서 설명한 바와 같이, 측정해야할 주파수대역이 30MHz 2차 고조파까지 1MHz 또는 100kHz 간격으로 넓은 주파수 대역을 스위프(Sweep)을 진행했을 경우 측정시간을 산출하기 어려울 정도의 시험시간이 예상된다. 이에 따라 5G NR의 측정환경을 고려하여 측정결과의 정확도를 유지하면 측정 시간을 단축할 수 있는 방안을 모색하였다. 5G NR 복사시험방법의 스펙트럼분석기 설정의 스위프 횟수는 100회 이상으로 규정되어 있다. 이는 넓은 주파수 대역에서 안정적인 측정값의 평탄도를 위해 설정한 것이다.

표 2-6은 5G NR 복사 시험방법의 각 항목(출력, 점유주파수대역폭, 인접채널누설전력, 대역외발사)을 측정시 스위프 횟수를 100회 했을 경우와 10회 했을 경우의 측정 소요시간 및 측정값을 비교한 표이다.

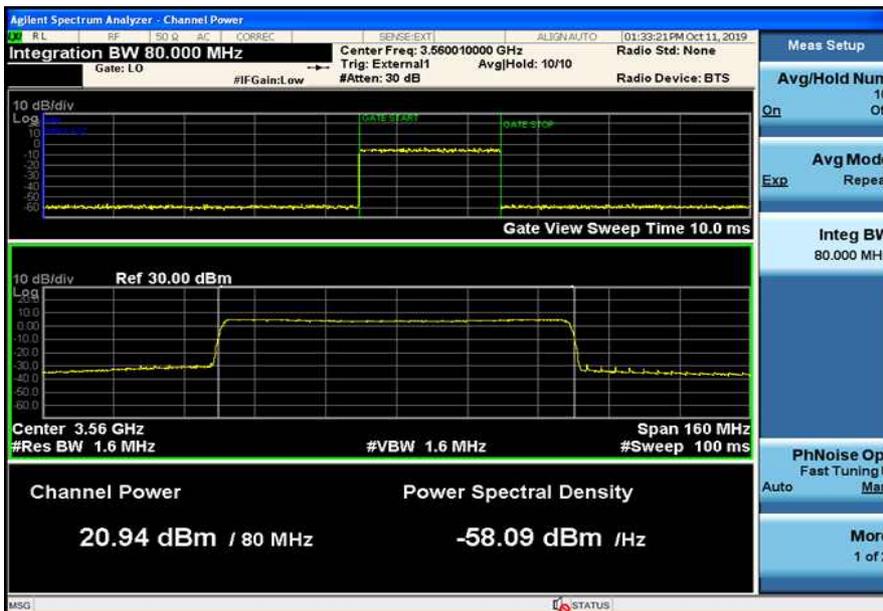
[표 2-6] 5G NR 복사시험방법 스위프횟수 따른 측정값

구분	10 MHz		8 MHz		6 MHz	
	스유프횟수 10	스유프횟수 100	스유프횟수 10	스유프횟수 100	스유프횟수 10	스유프횟수 100
출력	21.14	21.1	20.94	20.94	20.45	20.54
시간(s)	6.8	65.6	6.83	65.81	6.45	62.97
점유주파수 대역폭	97.322	97.321	77.463	77.459	57.84	57.842
시간(s)	36.2	355.5	29.69	288.05	22.08	216.56
인접채널 누설전력 (L)	37.77	37.78	38.71	38.69	38.45	38.46
인접채널 누설전력 (R)	38.69	38.68	40.74	40.71	39.75	39.75
시간(s)	7.2	69.6	6.83	69.15	6.83	66.17
대역외발사 1	-44.46	-44.27	-43.66	-44.52	-42.55	-42.54
대역외발사 2	-31.15	-31.33	-31.24	-31.42	-30.01	-30.04
대역외발사 3	-32.43	-32.47	-31.98	-31.95	-30.68	-30.73
대역외발사 4	-38.4	-38.43	-35.52	-35.45	-39.17	-39.25
시간(s)	49.5	491	49.6	492.18	49.53	492.77

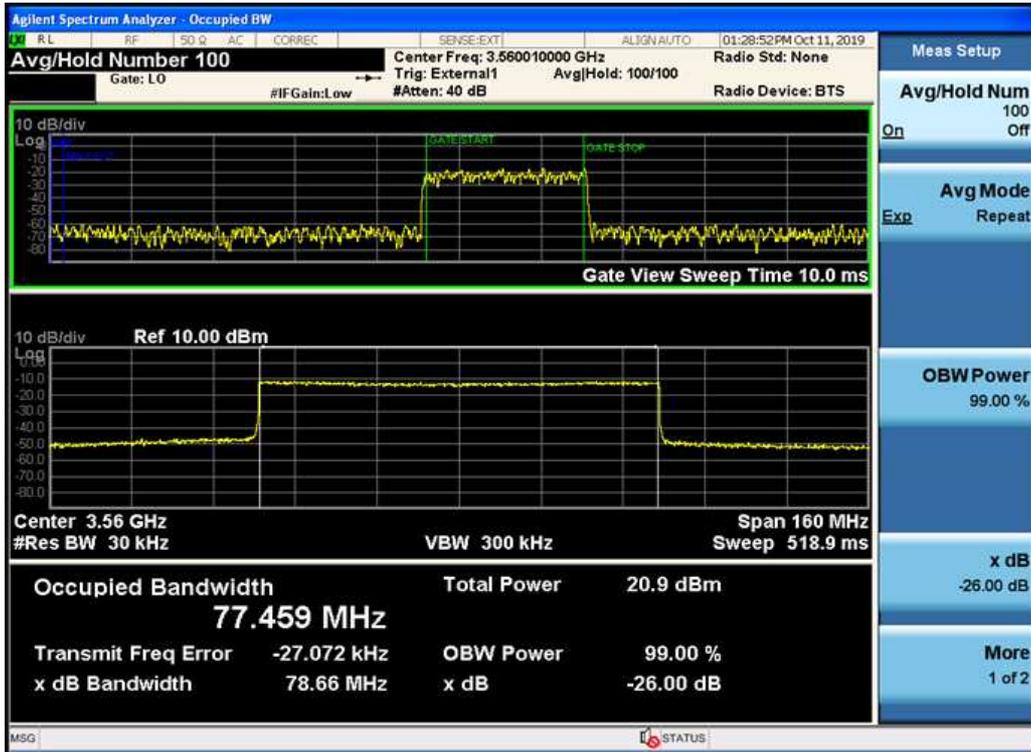
스윕타임을 100ms 이상으로 설정하여 주파수대역폭 별로 100MHz, 80MHz, 60MHz 설정하고 각 시험항목을 측정하면서 100회와 10회를 비교하면, 스펙트럼분석기의 스위프 횟수에 따라 측정 소요 시간이 비례적으로 10배 감소하면서 측정값에는 큰 차이가 없음을 확인하였다. 이는 전체 시험측정 시간을 10배 단축할 수 있다. 그림 2-6는 각 시험항목에 따른 측정된 스펙트럼분석기의 세부측정화면을 도시하였다.



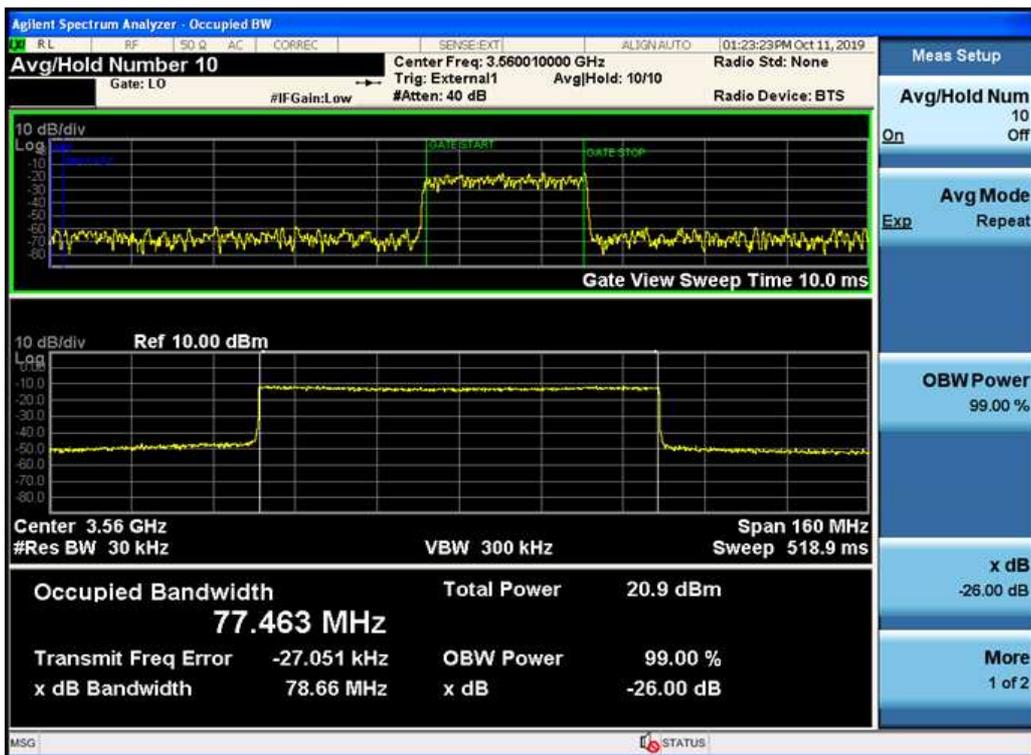
[그림 2-6] 측정된 스위프횟수 100회의 안테나공급전력



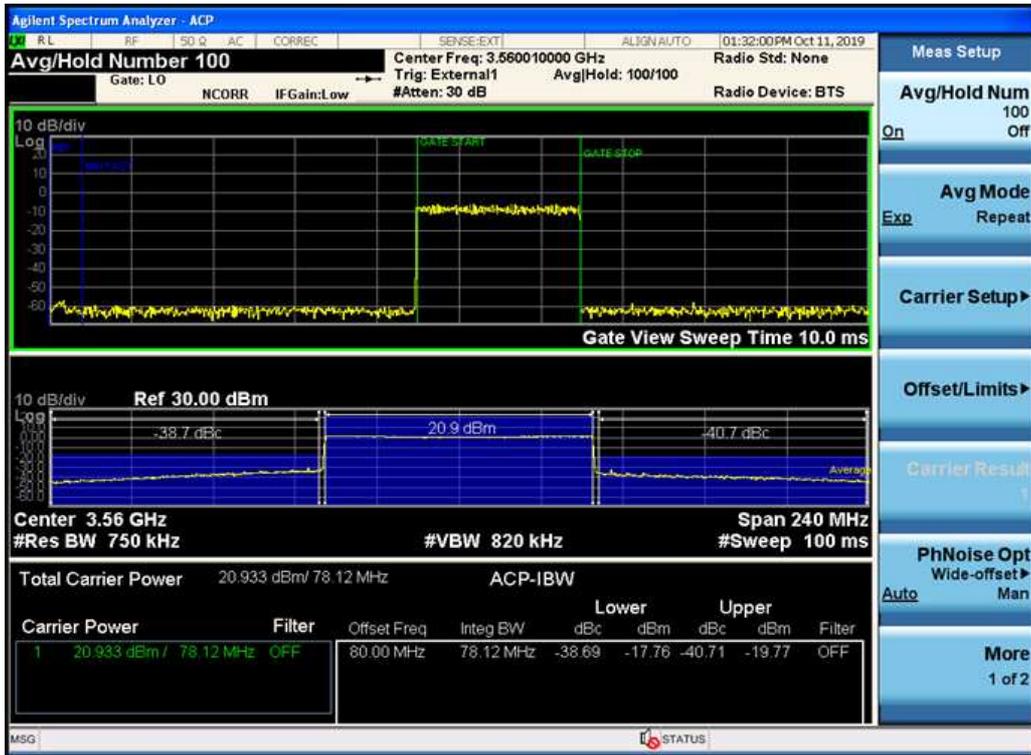
[그림 2-7] 측정된 스위프횟수 10회의 안테나공급전력



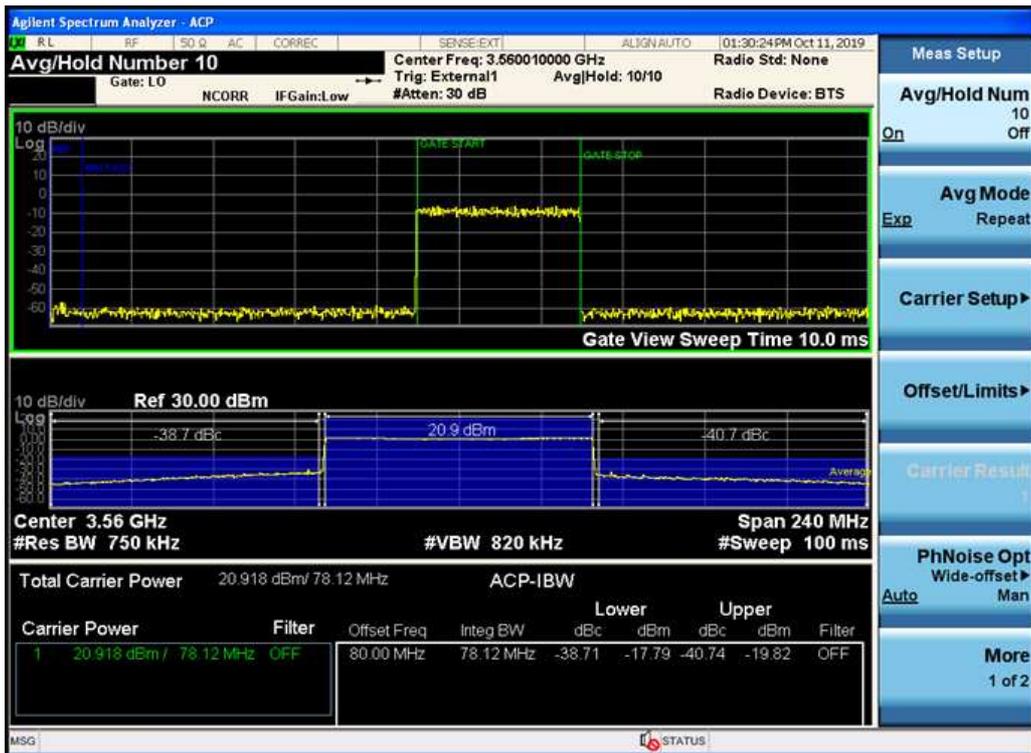
[그림 2-8] 측정된 스위칭수 100회의 점유주파수대역폭



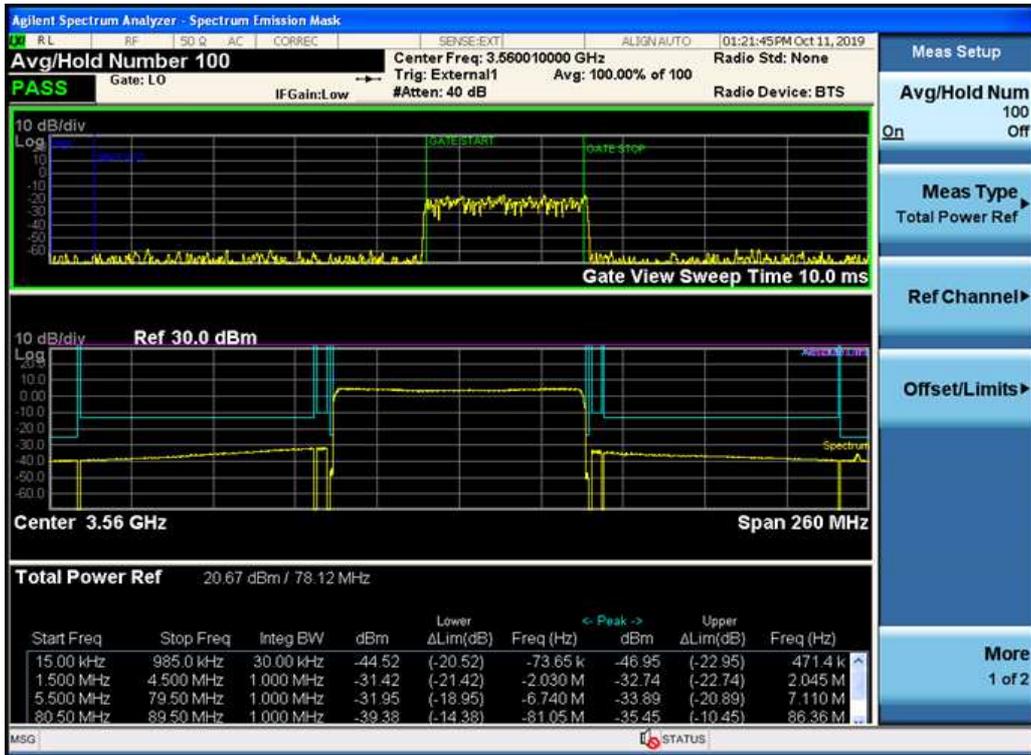
[그림 2-9] 측정된 스위칭수 10회의 점유주파수대역폭



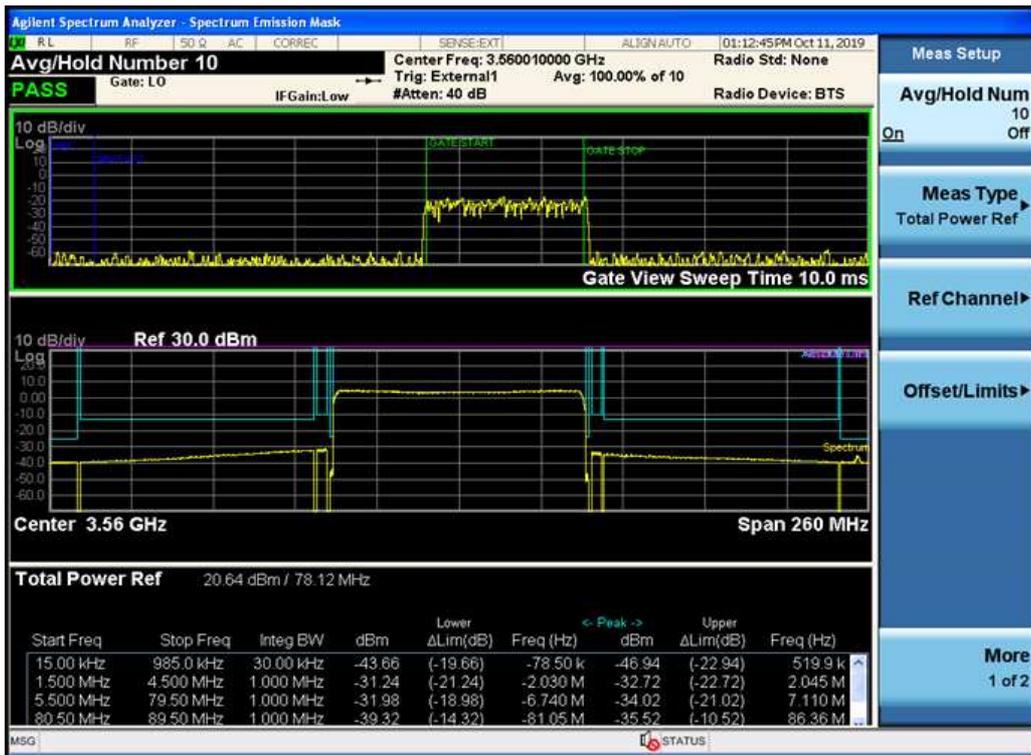
[그림 2-10] 측정된 스위프횟수 100회의 인접채널누설전력



[그림 2-11] 측정된 스위프횟수 10회의 인접채널누설전력

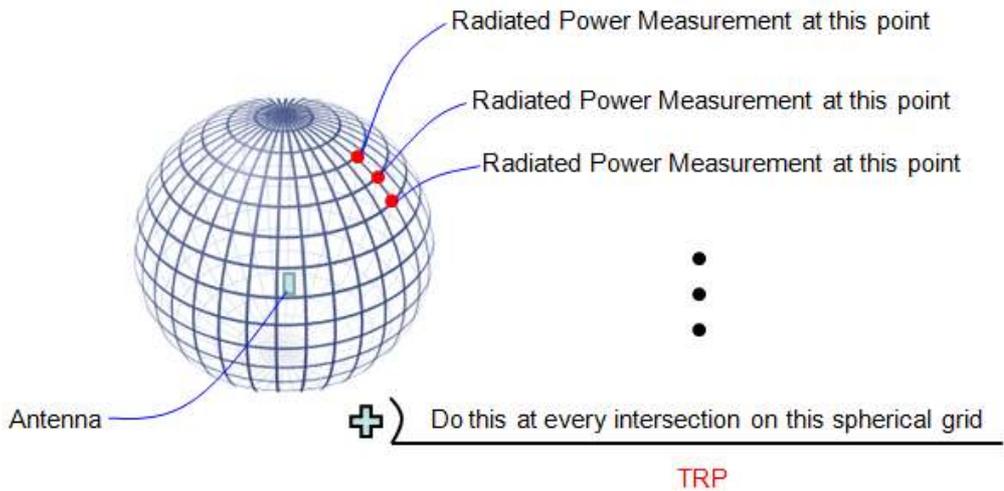


[그림 2-12] 측정된 스윕횟수 100회의 대역외발사



[그림 2-13] 측정된 스윕횟수 10회의 대역외발사

또한 총복사전력(TRP : Total Radiated Power)은 단말기의 등가등방복사전력 빔 발생 시 주엽(main lobe) 이외의 부엽(side lobe)에서 발생하는 모든 출력을 합산한 값으로, 측정 대상이 가지고 있는 안테나 방사 특성이 규격에 적합한 크기와 모양을 가지고 있는지에 대한 평가기준이 된다.



[그림 2-14] 총복사전력(TRP, Total Radiated Power) 개념도

$$TRP = \frac{1}{4\pi} \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} EIRP(\gamma, \theta, \phi) \sin\theta dt \quad (1)$$

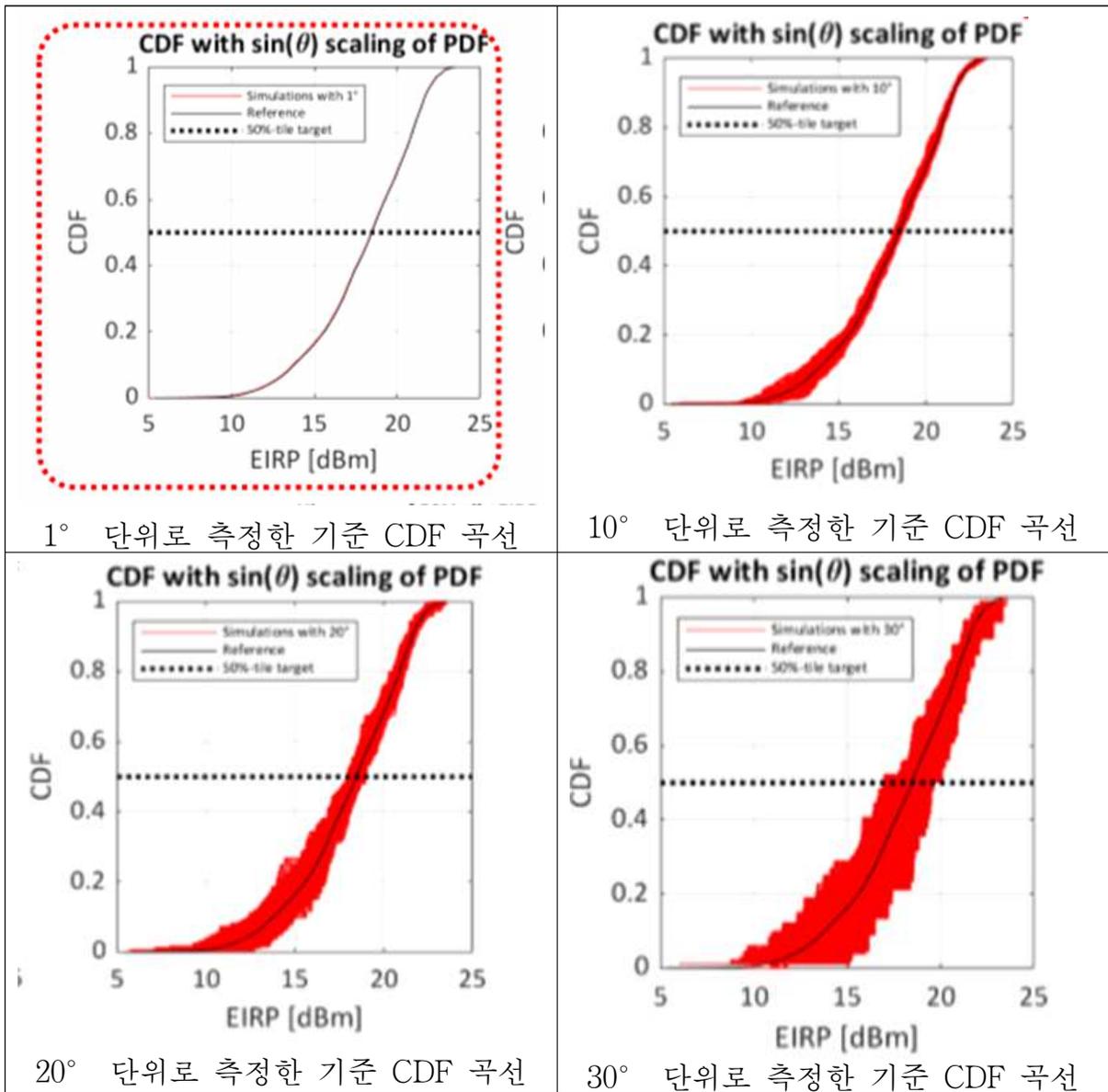
이러한 중복사전력을 전체 구표면에 복사되는 등가등방복사전력을 측정하기 위해서는 15° 단위로 측정하였을 경우 266개 포인트, 10° 단위로 측정하였을 경우 614개 포인트, 2° 단위로 측정하였을 경우 16022개 포인트에서 측정해야한다.

Table G.3.3.1.1-1: Statistical results of the EIRP_{50%CDF} for the 8x2 antenna array for constant step size measurement grids and the beam peak always aligned on a grid point.

Step Size [°]	Number of unique grid points	STD [dB]	Min 50%-tile CDF Norm. EIRP [dB]	Max 50%-tile CDF Norm. EIRP [dB]	Mean Error [dB]
2.0	16022	0.01	-0.02	0.03	0.00
2.5	10226	0.01	-0.04	0.04	0.00
3.0	7082	0.01	-0.05	0.04	0.00
4.0	3962	0.02	-0.08	0.07	0.00
5.0	2522	0.03	-0.10	0.10	0.00
6.0	1742	0.03	-0.14	0.10	0.00
9.0	762	0.05	-0.23	0.24	0.01
10.0	614	0.06	-0.32	0.24	0.01
12.0	422	0.07	-0.26	0.22	0.01
15.0	266	0.12	-0.69	0.45	0.01
20.0	146	0.16	-0.47	0.61	0.06
22.5	114	0.27	-1.40	0.68	0.04
30.0	62	0.47	-1.65	1.10	0.09
45.0	26	0.91	-3.42	1.34	0.20

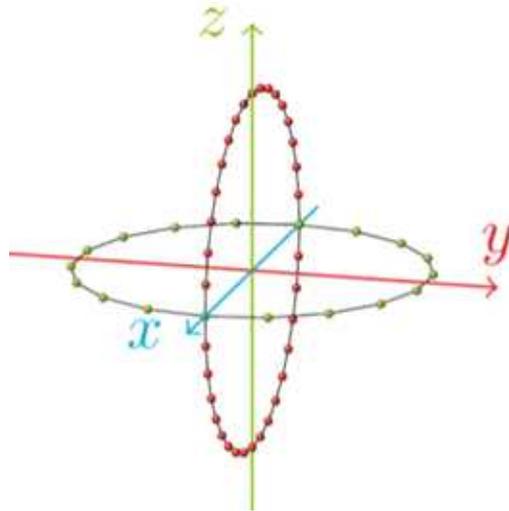
[그림 2-15] 측정 격자 스텝에 따른 표준편차 비교

그림 xx는 측정할 격자 스텝을 1° , 10° , 20° , 30° 도 단위로 측정하였을 경우의 등가등방복사전력 의 표준편차를 나타낸다. 이를 측정 격자 스텝을 작게 할 수록 측정포인트 수는 많아지지만 표준편차 범위가 줄어들어 측정 정확도는 높아지는 것을 확인할 수 있다.



[그림 2-16] 측정 격자 스텝에 따른 CDF 곡선

따라서, 측정정확도를 유지하면서 측정 포인트 수를 줄이는 방안을 모색하였다. 직교그리드방식 측정방법은 측정하려는 시료의 최대 빔 방향을 찾아서 그 포인트를 기준으로 두 평면으로 측정되는 등가등방복사전력의 평균값을 측정하는 것이다. 각도별 등가등방복사전력은 두 개의 편파에 대한 등가등방복사전력을 더하여 최종 측정값으로 사용한다. 전체 총복사전력을 2° 측정스텝으로 측정하였을 경우 16022개의 측정 포인트를 측정해야하지만, 이 방법을 적용하면 360회만 측정하면 되어 시험 측정 시간을 단축할 수 있다.



[그림 2-17] 직교 그리드 방식 측정 방법

3. 5G NR 복사시험방법 간소화 방안

앞 절에서 설명한 내용을 중심으로 3GPP 표준화 현황 및 연구반 의견을 수렴한 결과 측정 스윙 시간 단축과 Two cut 직교 그리드 방식의 TRP 측정 방법을 추가하여 5G NR 이동통신 무선설비 복사시험방법 간소화 방안은 다음과 같이 도출 될 수 있다.

현행	개정안	비고
<p>5G NR(New Radio) 이동통신 무선 설비 복사 시험 방법 Radiation test methods for 5G NR(New Radio) equipment</p> <p>1. 적용범위 (생략)</p> <p>2. 인용표준 (생략)</p> <p>3. 용어와 정의 (생략)</p> <p>4. 일반적 사항 (생략)</p>	<p>5G NR(New Radio) 이동통신 무선 설비 복사 시험 방법 Radiation test methods for 5G NR(New Radio) equipment</p> <p>1. 적용범위 (현행과 같음)</p> <p>2. 인용표준 (현행과 같음)</p> <p>3. 용어와 정의 (현행과 같음)</p> <p>4. 일반적 사항 (현행과 같음)</p>	<p>- 등가등방부사진력이 기술기준을 만족하면 이론적으로 총부사진력을 만족하므로 시험을 간소화</p>

현행	개정안	비고
<p>4.6 시험 환경 및 방법</p> <p>부속서를 따라야 한다.</p>	<p>4.6 시험 환경 및 방법</p> <p>부속서 A에 따라 등가등방부사전력을 만족하는 기술기준 요구 조건은 부속서B의 총복사전력을 대체할 수 있다.</p>	
<p>5. 주파수 허용 편차 측정 방법 (생략)</p>	<p>5. 주파수 허용 편차 측정 방법 (현행과 같음)</p>	<p>- 시험기자재 등에 따른 시험의 유연성 확보</p>
<p>6. 점유 주파수 대역폭 측정 방법</p> <p>6.1 시험 목적 (생략)</p>	<p>6. 점유 주파수 대역폭 측정 방법</p> <p>6.1 시험 목적 (현행과 같음)</p>	<p>- 시험 스윙 횟수 감소에 따른 시험시간 단축</p>
<p>6.2 시험 구성 (생략)</p>	<p>6.2 시험 구성 (현행과 같음)</p>	
<p>6.3 시험 절차 (생략)</p>	<p>6.3 시험 절차 (현행과 같음)</p>	

현	행	개	정	안															
<p>6.3.1 기지국을 측정하는 경우</p> <p>a) 스펙트럼 분석기를 표 1과 같이 설정한다.</p>	<p>6.3.1 기지국을 측정하는 경우</p> <p>a) 스펙트럼 분석기를 표 1과 같이 설정한다.</p>	<p>표 1 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1"> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>30kHz 이하</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10 배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>100회 이상</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td> </tr> </table>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배	분해 대역폭	30kHz 이하	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10 배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	100회 이상	동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>비고</p> <p>- 시험 스윙 횟수 감소에 따른 시험시간 단축</p> <p>- 시험기자재 등에 따른 시험의 유연성 확보</p>
중심 주파수	반송 주파수																		
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배																		
분해 대역폭	30kHz 이하																		
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10 배 이내																		
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																		
표시 모드	평균치(average)																		
스윙 횟수	100회 이상																		
동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																		
<p>7. 총 복사 전력 또는 등가 등방 복사 전력 측정 방법</p> <p>7.1 시험 목적</p> <p>(생략)</p>	<p>7. 총 복사 전력 또는 등가 등방 복사 전력 측정 방법</p> <p>7.1 시험 목적</p> <p>(생략)</p>	<p>표 1 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1"> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>30kHz 이하</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10 배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>100회 이상</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td> </tr> </table>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배	분해 대역폭	30kHz 이하	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10 배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	100회 이상	동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>(현행과 같음)</p> <p>7. 총 복사 전력 또는 등가 등방 복사 전력 측정 방법</p> <p>7.1 시험 목적</p> <p>(현행과 같음)</p>
중심 주파수	반송 주파수																		
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2 배 ~ 3 배																		
분해 대역폭	30kHz 이하																		
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10 배 이내																		
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																		
표시 모드	평균치(average)																		
스윙 횟수	100회 이상																		
동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																		

현행	개정안	비고																																
<p>7.2 시험 구성 (생략)</p> <p>7.3 시험 절차 (생략)</p> <p>7.3.1 기지국을 측정하는 경우 (생략)</p> <p>b) 스펙트럼 분석기를 표 2와 같이 설정한다.</p> <p>표 2 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="1038 1458 1426 2157"> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>설정 조건</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2% 내외^a</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수/시간</td> <td>100회 이상/100ms 이상</td> </tr> </tbody> </table>	항목	설정 조건	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배	분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상	<p>7.2 시험 구성 (현행과 같음)</p> <p>7.3 시험 절차 (현행과 같음)</p> <p>7.3.1 기지국을 측정하는 경우 (현행과 같음)</p> <p>b) 스펙트럼 분석기를 표 2와 같이 설정한다</p> <p>표 2 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="1038 768 1426 1458"> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>설정 조건</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>점유 주파수 대역폭의 2% 내외^a</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> </tbody> </table>	항목	설정 조건	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배	분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	<p>- 국제 표준(3GPP)과 부합화</p>
항목	설정 조건																																	
중심 주파수	반송 주파수																																	
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배																																	
분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상																																	
항목	설정 조건																																	
중심 주파수	반송 주파수																																	
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 2배 ~ 3배																																	
분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	10회 이상																																	

비고	개 정 안	현 행																				
<p>- 시험 스윙 횟수 감소에 따른 시험시간 단축</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="183 768 272 1010">전력 합산 대역폭</td> <td data-bbox="183 1010 547 1458">인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 768 547 1010">동기 모드</td> <td data-bbox="272 1010 547 1458">베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="547 768 547 1010">^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.</td> <td data-bbox="547 1010 547 1458"></td> </tr> </table> <p>7.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증계하는 기기를 측정하는 경우 (현행과 같음)</p> <p>7.3.3 이동국을 측정하는 경우 (현행과 같음)</p>	전력 합산 대역폭	인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정	동기 모드	베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$ 의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.	^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="183 1458 272 1700">전력 합산 대역폭</td> <td data-bbox="183 1700 547 2157">인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 1458 547 1700">동기 모드</td> <td data-bbox="272 1700 547 2157">베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 ^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.</td> </tr> </table> <p>7.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증계하는 기기를 측정하는 경우 (생략)</p> <p>7.3.3 이동국을 측정하는 경우 (생략)</p>	전력 합산 대역폭	인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정	동기 모드	베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 ^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.										
전력 합산 대역폭	인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정																					
동기 모드	베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$ 의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.																					
^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.																						
전력 합산 대역폭	인용표준 국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭 베스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정																					
동기 모드	베스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 베스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 ^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.																					
<p>- 시험기자재 등에 따른 시험의 유연성 확보</p>	<p>7.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증계하는 기기를 측정하는 경우 (현행과 같음)</p> <p>7.3.3 이동국을 측정하는 경우 (현행과 같음)</p> <p style="text-align: center;">포 3 — 시험 조건</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험 채널</th> <th>점유 주파수 대역폭</th> <th>서브 캐리어 간격(SCS)</th> <th>변조 방식</th> <th>RB 할당</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>저, 중, 고</td> <td>최소, 최대</td> <td>60kHz 또는 120kHz^a</td> <td>DFT-s-OFDM M-PSK^a, DFT-s-OFDM</td> <td>Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght</td> </tr> </tbody> </table>	시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당	저, 중, 고	최소, 최대	60kHz 또는 120kHz ^a	DFT-s-OFDM M-PSK ^a , DFT-s-OFDM	Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght	<p>7.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증계하는 기기를 측정하는 경우 (생략)</p> <p>7.3.3 이동국을 측정하는 경우 (생략)</p> <p style="text-align: center;">포 3 — 시험 조건</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험 채널</th> <th>점유 주파수 대역폭</th> <th>서브 캐리어 간격(SCS)</th> <th>변조 방식</th> <th>RB 할당</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>저, 중, 고</td> <td>100MHz</td> <td>60kHz 또는 120kHz^a</td> <td>DFT-s-OFDM M-PSK^a, DFT-s-OF</td> <td>Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght</td> </tr> </tbody> </table>	시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당	저, 중, 고	100MHz	60kHz 또는 120kHz ^a	DFT-s-OFDM M-PSK ^a , DFT-s-OF	Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght
시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당																		
저, 중, 고	최소, 최대	60kHz 또는 120kHz ^a	DFT-s-OFDM M-PSK ^a , DFT-s-OFDM	Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght																		
시험 채널	점유 주파수 대역폭	서브 캐리어 간격(SCS)	변조 방식	RB 할당																		
저, 중, 고	100MHz	60kHz 또는 120kHz ^a	DFT-s-OFDM M-PSK ^a , DFT-s-OF	Outer Full RB Outer_IR B_Left/Ri ght																		

현행	개정안	비고																																				
<table border="1"> <tr> <td></td> <td>DM</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>QPSK^a,</td> <td>M QPSK^a,</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DFT-s-OF</td> <td>DFT-s-OFD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DM 16</td> <td>M 16 QAM,</td> </tr> <tr> <td></td> <td>QAM,</td> <td>CP-OFDM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CP-OFDM</td> <td>QPSK,</td> </tr> <tr> <td></td> <td>QPSK,</td> <td>CP-OFDM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CP-OFDM</td> <td>16 QAM^a</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16 QAM^a</td> <td></td> </tr> </table> <p>^a 모두 지원하는 경우는 60kHz로 시험한다</p> <p>^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우</p>		DM			QPSK ^a ,	M QPSK ^a ,		DFT-s-OF	DFT-s-OFD		DM 16	M 16 QAM,		QAM,	CP-OFDM		CP-OFDM	QPSK,		QPSK,	CP-OFDM		CP-OFDM	16 QAM ^a		16 QAM ^a		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>^a 모두 지원하는 경우는 120kHz로 시험한다</p> <p>^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우</p>										<ul style="list-style-type: none"> - 시험 스윙 횟수 감소에 따른 시험시간 단축 - 국제 표준(3GPP)과 부합화 - 시험기자재 등에 따른 시험의 유연성 확보
	DM																																					
	QPSK ^a ,	M QPSK ^a ,																																				
	DFT-s-OF	DFT-s-OFD																																				
	DM 16	M 16 QAM,																																				
	QAM,	CP-OFDM																																				
	CP-OFDM	QPSK,																																				
	QPSK,	CP-OFDM																																				
	CP-OFDM	16 QAM ^a																																				
	16 QAM ^a																																					
<p>8. 인접 채널 누설 전력 측정 방법</p> <p>8.1 시험 목적</p> <p>(생략)</p> <p>8.2 시험 구성</p> <p>(생략)</p> <p>8.3 시험 절차</p> <p>(생략)</p> <p>8.3.1 기지국을 측정하는 경우.</p>	<p>8. 인접 채널 누설 전력 측정 방법</p> <p>8.1 시험 목적</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>8.2 시험 구성</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>8.3 시험 절차</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>8.3.1 기지국을 측정하는 경우.</p>																																					

현행	개정안	비고																																														
<p>(생략)</p> <p>b) 상대값으로 측정하는 경우는 스펙트럼 분석기의 ACLR 측정 기능을 이용하여 표 4와 같이 설정한 후 인접 채널 누설 전력을 측정한다. 또는 7.3.1 b)의 절차를 준용하여 인접 채널 누설 전력을 각각 측정 후 채널 전력과 비교한다.</p>	<p>(현행과 같음)</p> <p>b) 상대값으로 측정하는 경우는 스펙트럼 분석기의 ACLR 측정 기능을 이용하여 표 4와 같이 설정한 후 인접 채널 누설 전력을 측정한다. 또는 7.3.1 b)의 절차를 준용하여 인접 채널 누설 전력을 각각 측정 후 채널 전력과 비교한다.</p>	<p>- 시험 스위치 감소에 따른 시험시간 단축</p>																																														
<p>표 4 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="721 1460 1284 2157"> <tr><td>중심 주파수</td><td>반송 주파수</td></tr> <tr><td>스윙 주파수 폭</td><td>점유 주파수 대역폭의 3배~4배</td></tr> <tr><td>분해 대역폭</td><td>점유 주파수 대역폭의 2% 내외^a</td></tr> <tr><td>비디오 대역폭</td><td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td></tr> <tr><td>검출 모드</td><td>평균 검출(RMS detect)</td></tr> <tr><td>표시 모드</td><td>평균치(average)</td></tr> <tr><td>스윙 횟수/시간</td><td>100회 이상/100ms 이상</td></tr> <tr><td>전력 합산 대역폭(kHz)</td><td>해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의</td></tr> <tr><td>동기 모드</td><td>최소 서브 캐리어 간격 x 12</td></tr> <tr><td></td><td>버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</td></tr> <tr><td></td><td>버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td></tr> </table> <p>^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.</p>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 3배~4배	분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상	전력 합산 대역폭(kHz)	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의	동기 모드	최소 서브 캐리어 간격 x 12		버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정		버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>표 4 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="721 770 1284 1460"> <tr><td>중심 주파수</td><td>반송 주파수</td></tr> <tr><td>스윙 주파수 폭</td><td>점유 주파수 대역폭의 3배~4배</td></tr> <tr><td>분해 대역폭</td><td>점유 주파수 대역폭의 2% 내외^a</td></tr> <tr><td>비디오 대역폭</td><td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td></tr> <tr><td>검출 모드</td><td>평균 검출(RMS detect)</td></tr> <tr><td>표시 모드</td><td>평균치(average)</td></tr> <tr><td>스윙 횟수/시간</td><td>10회 이상</td></tr> <tr><td>전력 합산 대역폭(kHz)</td><td>해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의</td></tr> <tr><td>동기 모드</td><td>최소 서브 캐리어 간격 x 12</td></tr> <tr><td></td><td>버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</td></tr> <tr><td></td><td>버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td></tr> <tr><td></td><td>단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 10log(1/duty cycle)의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.</td></tr> </table> <p>^a 더 정밀한 측정을 위해 가능한 낮은 분해 대역폭을 사용할 수 있다.</p>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 3배~4배	분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수/시간	10회 이상	전력 합산 대역폭(kHz)	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의	동기 모드	최소 서브 캐리어 간격 x 12		버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정		버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정		단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 10log(1/duty cycle)의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.	<p>- 시험기자재 등에 따른 시험의 유연성 확보</p>
중심 주파수	반송 주파수																																															
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 3배~4배																																															
분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a																																															
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																															
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																															
표시 모드	평균치(average)																																															
스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상																																															
전력 합산 대역폭(kHz)	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의																																															
동기 모드	최소 서브 캐리어 간격 x 12																																															
	버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정																																															
	버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																																															
중심 주파수	반송 주파수																																															
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭의 3배~4배																																															
분해 대역폭	점유 주파수 대역폭의 2% 내외 ^a																																															
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																															
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																															
표시 모드	평균치(average)																																															
스윙 횟수/시간	10회 이상																																															
전력 합산 대역폭(kHz)	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의																																															
동기 모드	최소 서브 캐리어 간격 x 12																																															
	버스스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정																																															
	버스스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																																															
	단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 10log(1/duty cycle)의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.																																															

현행	개정안	비고																																				
<p>c) 절대값으로 측정하는 경우는 스펙트럼 분석기를 표 5와 같이 설정한 후 인접 채널 누설 전력을 측정한다.</p> <p>표 5 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1"> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>1MHz^a</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>전력 합산</td> <td>해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의</td> </tr> <tr> <td>대역폭(kHz)</td> <td>최소 서브 캐리어 간격 x 12</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td> </tr> </table> <p>^a 더 작은 분해 대역폭을 사용하여 측정 후 1MHz 대역폭으로 환산하거나 1MHz 대역폭의 채널 전력으로 측정할 수 있다.</p>	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.	분해 대역폭	1MHz ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	전력 합산	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의	대역폭(kHz)	최소 서브 캐리어 간격 x 12	동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>c) 절대값으로 측정하는 경우는 스펙트럼 분석기를 표 5와 같이 설정한 후 인접 채널 누설 전력을 측정한다.</p> <p>표 5 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1"> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>1MHz^a</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>전력 합산</td> <td>해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의</td> </tr> <tr> <td>대역폭(kHz)</td> <td>최소 서브 캐리어 간격 x 12</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td> </tr> </table> <p>^a 더 작은 분해 대역폭을 사용하여 측정 후 1MHz 대역폭으로 환산하거나 1MHz 대역폭의 채널 전력으로 측정할 수 있다.</p>	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.	분해 대역폭	1MHz ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	전력 합산	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의	대역폭(kHz)	최소 서브 캐리어 간격 x 12	동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>- 시험 스윙 횟수 감소에 따른 시험시간 단축</p>
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.																																					
분해 대역폭	1MHz ^a																																					
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																					
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																					
표시 모드	평균치(average)																																					
스윙 횟수	10회 이상																																					
전력 합산	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의																																					
대역폭(kHz)	최소 서브 캐리어 간격 x 12																																					
동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																																					
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.																																					
분해 대역폭	1MHz ^a																																					
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																					
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																					
표시 모드	평균치(average)																																					
스윙 횟수	10회 이상																																					
전력 합산	해당 대역폭의 최대 RB 수 x 해당 대역폭의																																					
대역폭(kHz)	최소 서브 캐리어 간격 x 12																																					
동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																																					
<p>c) 절대값으로 측정하는 경우는 스펙트럼 분석기를 표 5와 같이 설정한 후 인접 채널 누설 전력을 측정한다.</p> <p>표 5 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1"> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>1MHz^a</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수/시간</td> <td>100회 이상/100ms 이상</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</td> </tr> </table> <p>^a 더 작은 분해 대역폭을 사용하여 측정 후 1MHz 대역폭으로 환산하거나 1MHz 대역폭의 채널 전력으로 측정할 수 있다.</p>	스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.	분해 대역폭	1MHz ^a	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상	동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정	<p>8.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 중계하는 기기를 측정하는 경우</p>	<p>8.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 중계하는 기기를 측정하는 경우</p>																						
스윙 주파수 폭	점유 주파수 대역폭 바깥쪽 끝부터 규정된 이격 주파수까지. 다만 측정 주파수 양끝에서 분해 대역폭의 1/2 구간은 제외한다.																																					
분해 대역폭	1MHz ^a																																					
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																					
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																					
표시 모드	평균치(average)																																					
스윙 횟수/시간	100회 이상/100ms 이상																																					
동기 모드	버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정 버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정																																					

현행	개정안	비고																																
<p>(생략)</p> <p>표 7 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="438 1462 992 2141"> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>접유 주파수 대역폭의 4배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td> <p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</p> </td> </tr> </table>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	접유 주파수 대역폭의 4배	분해 대역폭	국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	동기 모드	<p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</p>	<p>(현행과 같음)</p> <p>표 7 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" data-bbox="376 770 1114 1449"> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>반송 주파수</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>접유 주파수 대역폭의 4배</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>동기 모드</td> <td> <p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.</p> </td> </tr> </table>	중심 주파수	반송 주파수	스윙 주파수 폭	접유 주파수 대역폭의 4배	분해 대역폭	국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	동기 모드	<p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.</p>	<p>- 국제 표준(3GPP)과 부합화</p>
중심 주파수	반송 주파수																																	
스윙 주파수 폭	접유 주파수 대역폭의 4배																																	
분해 대역폭	국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	10회 이상																																	
동기 모드	<p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정</p>																																	
중심 주파수	반송 주파수																																	
스윙 주파수 폭	접유 주파수 대역폭의 4배																																	
분해 대역폭	국립전파연구원 고시 ‘전기통신사업용 무선 설비의 기술기준’에서 규정한 대역폭																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	10회 이상																																	
동기 모드	<p>버스트 트리거 또는 게이트 트리거 설정</p> <p>버스트 파형 시작점에 동기를 설정하고, 게이트 시간은 각 버스트 파형의 최소 전송 시간보다 짧게 설정하여 TX 오프 타임이 포함되지 않도록 설정 단, duty cycle이 일정한 경우는 동기모드를 free run으로 설정하여 측정하고 측정값에 $10\log(1/\text{duty cycle})$의 값을 더하여 계산된 값을 최종 측정값으로 사용할 수 있다.</p>																																	
<p>(생략)</p>	<p>(현행과 같음)</p>	<p>- 측정 포인수 감소에 따른 시험 복잡도 감소화</p>																																

현행	개정안	비고																																
<p style="text-align: center;">표 8 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">항목</th> <th style="width: 85%;">설정 조건</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>불요 발사의 중심 주파수</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>전력 합산 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">9.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증명하는 기기를 측정하는 경우 (생략)</p> <p style="text-align: center;">9.3.3 이동국을 측정하는 경우 (생략)</p>	항목	설정 조건	중심 주파수	불요 발사의 중심 주파수	분해 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	전력 합산 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭	<p style="text-align: center;">표 8 — 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">항목</th> <th style="width: 85%;">설정 조건</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>중심 주파수</td> <td>불요 발사의 중심 주파수</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect)</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>100회 이상</td> </tr> <tr> <td>전력 합산 대역폭</td> <td>국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">9.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 증명하는 기기를 측정하는 경우 (현행과 같음)</p> <p style="text-align: center;">9.3.3 이동국을 측정하는 경우 (현행과 같음)</p>	항목	설정 조건	중심 주파수	불요 발사의 중심 주파수	분해 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect)	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	100회 이상	전력 합산 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭	
항목	설정 조건																																	
중심 주파수	불요 발사의 중심 주파수																																	
분해 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	10회 이상																																	
전력 합산 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭																																	
항목	설정 조건																																	
중심 주파수	불요 발사의 중심 주파수																																	
분해 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭의 10분의 1																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect)																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	100회 이상																																	
전력 합산 대역폭	국립전파연구원 고시 '전기통신사업용 무선 설비의 기술기준'에서 규정한 대역폭																																	

현	행	개 정 안	비 고
<p>10. 스푸리어스 영역 불요 발사 강도 측정 방법</p> <p>10.1 시험 목적</p> <p>(생략)</p> <p>10.2 시험 구성</p> <p>(생략)</p> <p>10.3 시험 절차</p> <p>(생략)</p> <p>10.3.1 기지국을 측정하는 경우</p> <p>(생략)</p>	<p>10. 스푸리어스 영역 불요 발사 강도 측정 방법</p> <p>10.1 시험 목적</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>10.2 시험 구성</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>10.3 시험 절차</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>10.3.1 기지국을 측정하는 경우</p> <p>(현행과 같음)</p>		

현행	개정안	비고																																
<p style="text-align: center;">표 10 - 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">측정 주파수 대역</td> <td style="width: 80%;">30MHz ~ 2차 고조파 GHz</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>정밀한 측정이 가능한 주파수 폭</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect) ^a</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수/시간</td> <td>10 회이상/100ms 이상</td> </tr> <tr> <td>동작 모드</td> <td>비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정</td> </tr> </table> <p>^a 침투 검출로 측정하여 만족할 경우 평균 검출 측정이 필요 없음.</p> <p>(생략)</p> <p>10.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 중계하는 기기를 측정하는 경우</p> <p>(생략)</p> <p>10.3.3 이동국을 측정하는 경우</p> <p>(생략)</p>	측정 주파수 대역	30MHz ~ 2차 고조파 GHz	스윙 주파수 폭	정밀한 측정이 가능한 주파수 폭	분해 대역폭	100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect) ^a	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수/시간	10 회이상/100ms 이상	동작 모드	비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정	<p style="text-align: center;">표 10 - 스펙트럼 분석기 설정</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">측정 주파수 대역</td> <td style="width: 80%;">30MHz ~ 2차 고조파GHz</td> </tr> <tr> <td>스윙 주파수 폭</td> <td>정밀한 측정이 가능한 주파수 폭</td> </tr> <tr> <td>분해 대역폭</td> <td>100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)</td> </tr> <tr> <td>비디오 대역폭</td> <td>분해 대역폭과 같거나 10배 이내</td> </tr> <tr> <td>검출 모드</td> <td>평균 검출(RMS detect) ^a</td> </tr> <tr> <td>표시 모드</td> <td>평균치(average)</td> </tr> <tr> <td>스윙 횟수</td> <td>10회 이상</td> </tr> <tr> <td>동작 모드</td> <td>비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정</td> </tr> </table> <p>^a 침투 검출로 측정하여 만족할 경우 평균 검출 측정이 필요 없음.</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>10.3.2 기지국(또는 사업자 고정국)과 이동국(또는 가입자 고정국)을 중계하는 기기를 측정하는 경우</p> <p>(현행과 같음)</p> <p>10.3.3 이동국을 측정하는 경우</p> <p>(현행과 같음)</p>	측정 주파수 대역	30MHz ~ 2차 고조파GHz	스윙 주파수 폭	정밀한 측정이 가능한 주파수 폭	분해 대역폭	100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)	비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내	검출 모드	평균 검출(RMS detect) ^a	표시 모드	평균치(average)	스윙 횟수	10회 이상	동작 모드	비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정	
측정 주파수 대역	30MHz ~ 2차 고조파 GHz																																	
스윙 주파수 폭	정밀한 측정이 가능한 주파수 폭																																	
분해 대역폭	100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect) ^a																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수/시간	10 회이상/100ms 이상																																	
동작 모드	비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정																																	
측정 주파수 대역	30MHz ~ 2차 고조파GHz																																	
스윙 주파수 폭	정밀한 측정이 가능한 주파수 폭																																	
분해 대역폭	100kHz (1GHz 미만) / 1MHz (1GHz 이상)																																	
비디오 대역폭	분해 대역폭과 같거나 10배 이내																																	
검출 모드	평균 검출(RMS detect) ^a																																	
표시 모드	평균치(average)																																	
스윙 횟수	10회 이상																																	
동작 모드	비연속 신호의 경우 Tx on 구간의 평균 전력으로 측정																																	

현행	개정안	비고																										
<p style="text-align: center;">표 11 — 시험 조건</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">시험 채널</th> <th style="width: 50%;">변조 방식</th> <th style="width: 30%;">RB 할당</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">저, 중, 고</td> <td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,</td> <td>Outer_Full,</td> </tr> <tr> <td>DFT-s-OFDM QPSK,</td> <td>Outer_IRB_Left,</td> </tr> <tr> <td>CP-OFDM QPSK^a</td> <td>Outer_IRB_Right</td> </tr> <tr> <td colspan="3">^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우</td> </tr> </tbody> </table> <p>11. 부차적으로 발사되는 전파의 세기 측정 방법 (생략)</p> <p>12. 기타사항 (생략)</p> <p style="text-align: center;">부속서 A (규정)</p> <p>등가 등방 복사 전력(EIRP) 측정 방법 (생략)</p>	시험 채널	변조 방식	RB 할당	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,	Outer_Full,	DFT-s-OFDM QPSK,	Outer_IRB_Left,	CP-OFDM QPSK ^a	Outer_IRB_Right	^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우			<p style="text-align: center;">표 11 — 시험 조건</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">시험 채널</th> <th style="width: 50%;">변조 방식</th> <th style="width: 30%;">RB 할당</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">저, 중, 고</td> <td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,</td> <td>Inner_Full,</td> </tr> <tr> <td>DFT-s-OFDM QPSK^a,</td> <td>Inner_IRB_Left,</td> </tr> <tr> <td>CP-OFDM QPSK</td> <td>Inner_IRB_Right</td> </tr> <tr> <td colspan="3">^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우</td> </tr> </tbody> </table> <p>11. 부차적으로 발사되는 전파의 세기 측정 방법 (현행과 같음)</p> <p>12. 기타사항 (현행과 같음)</p> <p style="text-align: center;">부속서 A (규정)</p> <p>등가 등방 복사 전력(EIRP) 측정 방법 (현행과 같음)</p> <p style="text-align: center;">부속서 B (규정)</p>	시험 채널	변조 방식	RB 할당	저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,	Inner_Full,	DFT-s-OFDM QPSK ^a ,	Inner_IRB_Left,	CP-OFDM QPSK	Inner_IRB_Right	^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우			
시험 채널	변조 방식	RB 할당																										
저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,	Outer_Full,																										
	DFT-s-OFDM QPSK,	Outer_IRB_Left,																										
	CP-OFDM QPSK ^a	Outer_IRB_Right																										
^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우																												
시험 채널	변조 방식	RB 할당																										
저, 중, 고	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK,	Inner_Full,																										
	DFT-s-OFDM QPSK ^a ,	Inner_IRB_Left,																										
	CP-OFDM QPSK	Inner_IRB_Right																										
^a DFT-s-OFDM 및 CP-OFDM을 모두 지원하는 경우																												

현행	개정안	비고
<p>부속서 B (규정)</p> <p>복사 전력(TRP) 측정 방법 (생략)</p> <p>B.4 복사 전력 시험 절차 (생략)</p> <p>d) 측정 값에 B.3에서 측정된 경로 손실을 더하여 다음과 같이 총 복사 전력을 계산한다. (생략)</p>	<p>복사 전력(TRP) 측정 방법 (현행과 같음)</p> <p>B.4 복사 전력 시험 절차 (현행과 같음)</p> <p>d) 측정 값에 B.3에서 측정된 경로 손실을 더하여 다음 방법 중 하나를 선택하여 총 복사 전력을 계산한다. (현행과 같음)</p> <p>3) 직교 절단 그리드에서의 총 복사 전력은 다음과 같다. 총 복사 전력 = $\frac{1}{2}(EIRP_{cut1} + EIRP_{cut2})$ (3) 여기에서 $EIRP_{cut}$: 각 절단의 각도별 등가 등방 복사 전력의 평균값 2개의 절단은 주 beam의 최대방향을 수직 수평으로 자르는 절단이다. 각도별 등가등방복사전력은 두 개의 편파에 대한 등가등방복사전력을 더하여 최종 측정값으로 사용한다.</p>	

현행	개정안	비고
<p>(생략)</p> <p>부속서 C (규정)</p> <p>복사 측정 방법을 적용한 상대적 환경 조건 시험 방법 참고문헌</p> <p>(생략)</p>	<p>(현행과 같음)</p> <p>부속서 C (규정)</p> <p>복사 측정 방법을 적용한 상대적 환경 조건 시험 방법 (현행과 같음)</p> <p>참고문헌 (현행과 같음)</p>	

제3절 C-V2X 기술방식 도입대비 기술기준 개선안 마련

1. 배경

자율주행차는 자동차와 지능정보(AI+ICBM)를 접목하여 스스로 인지, 판단, 제어하여 다수의 센서와 이를 통해 확보한 데이터를 근간으로 운전자의 개입 없이 ICT융합 모빌리티 서비스를 제공하는 인간 친화적 자동차를 의미한다. 완전자율주행서비스 실현을 위해 주행환경 인식·판단, 차량제어, 지도/측위, 휴먼 인터페이스, 통신/보안 등의 고신뢰·실시간 시스템 기술이 요구되며, 연관된 지능형 반도체, 저전력의 고성능 컴퓨팅 시스템 등의 중요도가 높아지고 있다. 또한 단순한 이동수단에서 벗어나 교통약자와 대중교통 취약지역에서의 이동과 물류, 긴급 수송 등을 지원하는 기존 교통시스템 또는 무인이동체와 연계한 신서비스를 창출하고 있으며, 스마트 폰을 잇는 새로운 모바일 플랫폼으로 인식되어 자동차의 통신 및 컴퓨팅 기능이 강화되면서 자율주행 서비스 관련 많은 파생사업이 창출될 것으로 이를 지원하는 관련 인프라, 법·제도 등의 개선이 필요하다.

지금까지 지능형교통시스템(ITS, Intelligent Transport System)이 기술을 활용하여 도로와 차량의 안전과 편의를 향상시키는데 주안점을 두었다면, C-ITS(Cooperative ITS)는 도로의 차량, 보행자, 도로 인프라 등 도로의 구성 요소들이 통신을 통해 정보를 교환하고 이를 바탕으로 도로와 차량의 보다 향상된 안전과 편의를 제공하는데 차이가 있다. 국내에서 현재 추진 중인 C-ITS 사업은 교통안전·지능화 서비스에 대한 국가 추진 계획이 수립되어 진행 중이며, 향상된 안전 서비스와 자율주행차의 상용화에 맞춘 서비스로 진화할 필요가 있다. 향상된 ITS는 차량에 비디오 센서를 차량에 비디오 센서를 포함한 다양한 종류의 센서를 추가하여 비디오 영상을 활용하여 전방차량 앞의 시야 확보가 어려운 상황을 비디오로 전송 받아 운전자에게 제공하는 see-through 서비스, 교차로 등에서의 사각지대 상황을 공중에서 확보한 영상이나 다른 방법을 통해 제공하는 bird eye view 등의 보다 향상된 안전 서비스가 가능하다. 차량의 고도화된 센서와 센서 데이터를 실시간 공유할 수 있는 통신 기술은 차량의 의도, 속도, 방향, 위치 정보를 공유하여 충돌을 회피할 수 있을 것이며, 교차로에서는 주변 차량에서의 데이터 취합하고 비디오 분석을 통해 사고를 미리 예방할 수 있도록 차량이나 보행자 등에 경고를 포함한 필요 조치를 취할 수 있을 것이다.

이처럼 향상된 ITS와 자율주행을 위해 셀룰러 기반 차량 사물통신 기술인 C-V2X(Cellular Vehicle-to-Everything)는 통신범위 확장, NLOS 환경에서의 성능향상, 패킷 오류율 감소를 통한 신뢰성 향상 및 전송 용량 확대 등을 기대할 수 있다. 이러한 장점으로 C-ITS를 위한 통신기술로 대두되어 서비스 도입에 대비한 제도정비 검토가 필요하다.

2. WRC-19 결과 및 국내·외동향

가. WRC-19 의제 1.12(ITS 구현을 위한 국제/지역 조화주파수 검토)

지난 19년 11월에 있었던 WRC-19 의제 1.12는 교통관리를 개선하고, 차량 안전운행을 지원하기 위한 ITS 응용이 증가하고 있으며, 전 세계적인 ITS 무선통신의 확대를 위해서는 주파수 조화 및 국제 표준화가 필요하다. 이를 위해 기존 이동업무로 분배된 대역 내에서 진화하는 ITS 무선통신 (V2X 등)을 위한 국제적/지역적 조화 주파수 검토와 기술적/운용적 특성 연구 수행하는 의제이다. 전 세계적으로 통신, 레이더 등 여러 가지 ITS 응용을 위해 다양한 주파수 대역이 분배되어 이용 중에 있으며 특히, 동 의제와 직접 관련된 V2X 통신(C-ITS)을 위해서 우리나라는 5855~5925MHz 대역을 분배(16.9월)하고 망 구축 중에 있다. 본 의제 관련 진화된 지능형교통시스템(ITS) 구현을 위하여 교통 관리를 개선하고 주행 안전을 도울 수 있는 정보 교환에 관한 ITS의 주파수 조화를 위하여 3개의 의제해결방안(Method)이 개발되었다.



[그림 2-18] 국내 ITS용 주파수 분배 현황

[표 2-7] WRC-19 ITS 관련 의제 해결방안

방안(Method)	주요 내용	비고 (지지국가)
A	○ 전파규칙 변경 없이, ITU-R 권고 및 보고서를 통해 ITS가 기존의 이동업무 분배 내에서 ITS를 위해 요구되는 조화 주파수 개발	미국, 러시아
B (신규 B1)	○ 전파규칙 개정 없이 신규 WRC 결의로서 5850~5925MHz 또는 일부를 세계적인 조화 주파수 대역으로 추가하고 다른 조화주파수는 ITU-R 권고 M.2121를 따름	인도

방안(Method)	주요 내용	비고 (지지국가)
C	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전파 규칙에서 주파수 분배표 변경 없이, 주관청이 권고 ITU-R M.2121의 가장 최신 버전을 참조하여 ITS 응용을 위해 세계적/지역적으로 조화된 주파수 대역을 사용하도록 장려하기 위한 새로운 WRC 결의안을 추가 * ITU-R 권고 M.2121 ITS 국제적·지역적 조화 주파수 (제1지역 : 5855~5925MHz, 제2지역: 5850~5925MHz, 제3지역: 각국 제안 주파수 취합(700MHz 및 5.8/5.9GHz)) 	일본, 중국

[표 2-8] ITS 관련 지역기구 입장

구분	주요 입장
아태 (APT)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최신 ITS 무선통신을 위하여 5850~5925MHz 또는 일부 대역에서 국제적/지역적 주파수 조화를 지지하고 권고 M.2121에 포함된 주파수대역 고려를 지지 ※ 일본은 5.770~5.850GHz, 755.5~764.5MHz 대역을 ITS 주파수로 제안
아랍 (ASMG)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 이동업무로 분배된 대역 내에서 ITS에 대한 연구를 지지하며, 이 시스템에 적합한 주파수 대역 지정 가능성을 검토해야 함 ○ 권고 초안 ITU-R M.[ITS-FRQ]에 포함된 ITS용으로 이랍정부의 설문조사 실시 중
아프리카 (ATU)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주관청이 권고 ITU-R M.[ITS-FRQ]의 최신 버전을 참조하여 ITS 응용을 위해 세계적/지역적으로 조화 된 주파수 대역을 사용하도록 장려하기 위한 새로운 WRC 결의안을 추가하는 Method C 지지 ○ 이 방법은 ITS 적용을 위한 전세계/지역적 조화를 위한 규제 체계를 제공할 수 있다는 입장
유럽 (CEPT)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ITS 대역으로 5855~5925MHz를 지지하고, 전파규칙 개정 반대 ○ 결의 237 (WRC-15) 폐지, 조화주파수 개발을 위해 ITU-R 권고 개발을 지지 ○ 현재 이동업무로 분배된 대역 내에서 ITS 이동을 위해 공존/양립성을 위한 요구사항 개발 필요, 조화주파수는 기존업무에 추가 제약을 가해서는 안 됨 ○ 조화 주파수는 교통관리를 위한 정보교환 및 운전안전 보조를 목적으로 제한 ○ 5795~5815MHz 대역을 이용하는 도로요금징수(ETC) 시스템은 이 의제 범위에 해당하지 않음
북남미 (CITEL)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전파규칙 Volumes 1 & 2 현행유지(IAP) - 기존 이동업무 내에서 전파규칙의 개정 없이 권고, 보고서를 통해 만족 가능 ○ 결의 237 (WRC-15) 폐지
러시아 연방 (RCC)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ITS 무선통신에 있어서 국제적/지역적으로 주파수를 조화하는 것은 합리적이며, 조화 주파수는 기존업무에 추가적 제약을 가해서는 안 됨

[표 2-9] ITS 관련 주요국 입장

구분	주요 입장
호주	○ 전파규칙 변경 없이, ITU-R 권고 및 보고서를 통해 ITS가 기존의 이동업무 분배 내에서 ITS를 위해 요구되는 조화주파수 개발(Method A)
뉴질랜드	○ 5850~5925MHz 주파수대역 또는 일부에서 조화주파수 고려 지지(Method A)
태국	○ 선호대역 없음
일본	○ 5.770~5.850GHz, 755.5~764.5MHz 대역을 ITS 주파수로 제안(Method C)
중국	○ 새로운 결의를 제안하여 최신 버전의 ITU-R M.2121 참조한 조화 주파수 고려 지지(Method C)
인도	○ Method B 지지
국제민간항공기구 (ICAO)	○ 합의된 ITU-R 결과에 기반하여, 기존 이동업무로 분배된 대역에 어떠한 규제 조치도 기존 항공시스템에 영향을 주어서는 안 됨

우리나라를 비롯한 미국, 러시아, 유럽, 아랍은 전파규칙 개정 없이 ITU-R 권고 및 보고서를 통해 ITS를 기존의 이동업무 내에서 조화 주파수 개발이 필요하다는 입장이고 일본, 중국, 아프리카는 권고 ITU-R M.2121의 가장 최신버전을 참조하여 ITS 응용을 위해 국제/지역적으로 조화된 주파수대역을 사용하도록 장려하기 위해 신규 WRC 결의안을 개발하는 것을 주장하였다. WRC-19 회의 기간 동안 신규 결의 개발을 찬성하는 일본, 중국과 개발을 반대하는 한국, 미국, 유럽, 러시아 입장이 첨예하게 대립하여 협의 안으로 기존 이동업무 대역에서 국제/지역 조화주파수를 검토하고 WRC 권고 개발을 통해 최신 버전의 ITU-R 권고 M.2121을 참조하도록 하였다. 이는 우리나라가 이미 이용 중인 5.9GHz 대역(5.855~5.925GHz)이 포함된 기존 이동업무 주파수대역에서 국제/조화 주파수를 찾는 것으로 개발된 WRC 권고는 ITS 관련 일반적인 사항들만 포함되어 있다.

나. 국외동향

5.9GHz 주파수대역 ITS 국제동향을 살펴보면 미국의 교통성(US-DOT)에서는 2015년 12월 C-ITS를 위해 5850~5925MHz 주파수대역의 채널 운영방안을 제시하였고, 도로교통안전국(NHTSA)는 2020년부터 양산되는 신차에 도로 교통 안전을 목적으로하는 DSRC 기술 기반의 V2V 통신모듈을 의무적으로 탑재하는 법제화를 2017년 1월에 발표하였다. 그러나 2017년 11월 해당 규칙제정공고(NPRM, Notice of Proposed Rule Making)을 통한 V2V 의무화 제정에 대한 어떠한 결정을 내리지 않았으며 검토 중이라는 입장을 발표하였다. FCC 규칙에는 5850~5925MHz 주파수대역이 DSRC 용도로 명시되어 있으나 기술 중립으로 변경해야한다는 의견이 제출되었다. 또한 5GAA는 FCC에 LTE-V2X 도입에 대비하여 5905-5925MHz 대역 20MHz 주파수대역폭을 제안하였다. 2019년 11월 20일 FCC 의장이 5.9GHz 대역의 용도를 재지정하는 주파수 사용계획을 발표하였고, 12월 12일 규칙제정공고 위원회 투표 및 의결을 통해 5850~5925MHz(총 75MHz) 대역 중 45MHz(5850~5895MHz)는 비면허 용도(Wi-Fi 등)로 사용하고 30MHz(5895~5925MHz)는 C-V2X 또는 WAVE로 사용하는 제안에 대해 찬성하였다. 향후 규칙제정공고를 공표(Register)하고 의견 수렴(NPRM 공표 후 30일간), 의견답변(NPRM 공표 후 60일간)을 거쳐 보고 및 명령(R&O ; Report and Order)을 통한 규칙을 공표할 계획이다. 5885~5925MHz 잔여 10MHz에 대한 통신방식 결정을 비롯하여 추가 이슈가 발생할 수 있으므로 이에 대한 모니터링이 필요하다.

기존 주파수 용도

5850 MHz	175				181			5925 MHz
	172	174	176	178	180	182	184	
5 MHz	DSRC Service	DSRC Service	DSRC Service	DSRC Control	DSRC Service	DSRC Service	DSRC Service	
5855 MHz		75 MHz, DSRC ITS 서비스 용						

변경 주파수 계획

5850 MHz								5925 MHz
	172	174	176	178	180	182	184	
5 MHz	비면허	비면허	비면허	비면허	C-V2X OR DSRC	C-V2X	C-V2X	
5855 MHz		45 MHz, 비면허 용(WI-FI)				30 MHz, ITS 서비스 용(C-V2X)		

[그림 2-19] 미국 5.9GHz ITS 채널 사용계획

유럽은 2018년 3월 유럽집행위원회(EC, EU Commission)는 WAVE 방식의 ITS-G5A(IEEE 802.11p 기반) 채택계획을 발표하였으나, 이후 구체적인 법안이 상정되지 않고 유동적인 상황이었다. 이후 2019년 3월 유럽집행위원회는 Delegated acts를 통해 교통의 안전 및 효율화를 위한 C-ITS 프레임 워크 기술로 DSRC기술을 중심으로 C-ITS체계를 구축하려는 유럽집행위원회(European Committee, EU행정부 해당)의 법률안이 유럽연합 최고 의사결정 기구인 유럽이사회(European Council)에서 최종 부결 되었다. 이 법률안은 유럽연합 회원국 역내 모든 차량대사물통신(V2X통신) 표준을 DSRC 중심으로 규정함으로써 후발 주자인 C-V2X(Cellular V2X) 진영의 강력한 반발을 불러일으켜 왔다. 이러한 유럽집행위원회의 V2X 관련 법제화 동향은 C-V2X방식을 V2X표준으로 정한 중국을 제외하면 DSRC기술을 중심으로 C-ITS체계를 추진해온 미국, 한국, 일본 등 관련국들에게 미치는 영향이 클 것으로 전망된다.

아시아·태평양 지역에서 일본은 755.5~764.5MHz 주파수대역을 독점 라이선스 면제 방식으로 ITS에 사용할 수 있으며, 5770~5850MHz 주파수대역은 ETC(Electronic ToLL Colletion) 및 ARIB STD-T75 기반 시스템인 ETC 2.0 시스템에 할당하였다. 호주는 2017년부터 5855~5925MHz 주파수대역을 ITS로 사용할 수 있으며, 중국에서는 2016년부터 5905~5925MHz가 C-V2X 시험을 위해 할당하여 MIIT (Ministry of Industry and Information Technology)를 중심으로 5.9GHz 대역 주파수를 ITS 서비스 용도로 할당하기 위한 작업을 진행, 2018년 10월에 5905~5925MHz의 20MHz를 LTE-V2X 기반 ITS 서비스 용도로 할당하였다. 2016년 11월에는 5905~5925MHz의 20MHz를 6개 도시지역에서의 C-V2X trial 용도로 허용한 바 있다. 이후 진행된 대규모 실증 사업을 바탕으로 2019년 하반기 경에는 세계 최초의 C-V2X 기반 C-ITS 서비스의 상용화가 진행될 수 있을 것으로 예측되고 있다. 아시아·태평양 지역의 거의 모든 국가에서 ITS 도입을 위해 5.9GHz 주파수대역을 할당하고 있으며, 아직 ITS 대역을 할당하지 않은 국가나 지역은 ITS 생태계를 더욱 확대하기 위해 5.9GHz 대역을 사용하도록 권고되고 있다.

[표 2-10] 아시아·태평양 지역의 ITS 주파수

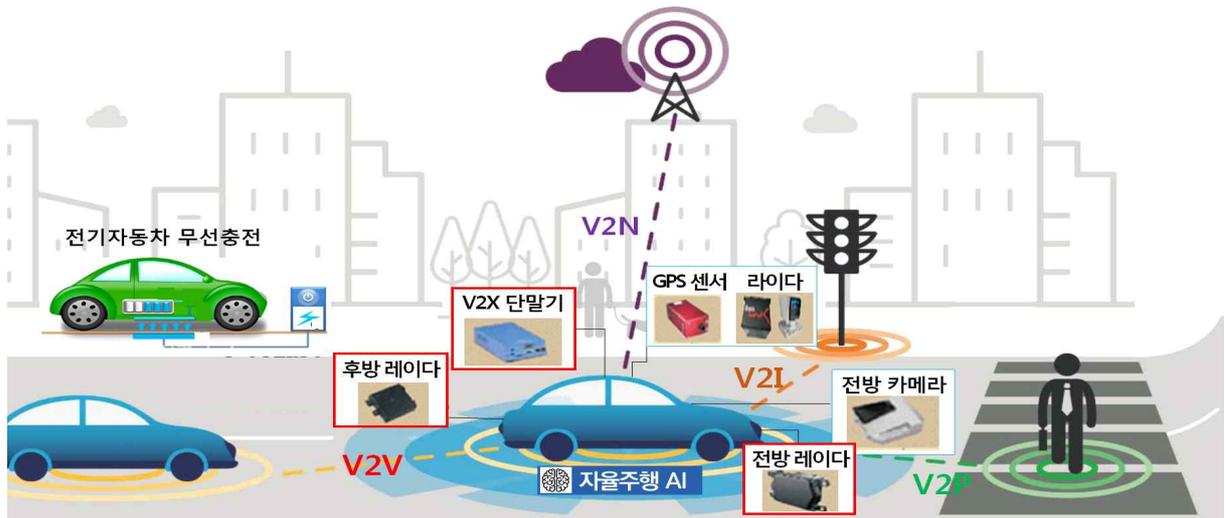
국가	주파수대역(MHz)
일본	755.5~764.5, 5770~5850
싱가포르	5855~5925
호주	5855~5925
중국	5905~5925

다. 국내동향

국내에서는 2007년부터 스마트하이웨이사업, 스마트 자율협력주행 도로시스템 개발, C-ITS 시범사업 등의 형태로 ITS 기술 개발, 실증 및 일부 상용화를 진행하였다. 기술 방식은 WAVE를 주로 사용해 왔으며, 3GPP에서 LTE-V2X를 포함한 이동통신기반 V2X 기술의 표준화 진행 이후에는 C-V2X의 적용에 대해 검토 중이다. C-ITS 시범사업 및 최근 진행되고 있는 서울시, 제주도 등 지자체와 함께하는 시범 확대 사업과 도로공사 주도의 시범사업 확대사업에서는 WAVE 방식을 운용하고 있고, 향후 V2N 서비스를 중심으로 LTE-V2X를 포함한 이동통신 기반 V2X 기술도 검토 중이다. 자율주행 자동차에 대한 관심이 증대되면서 이동통신을 적용한 다양한 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 과기정통부에서는 기가코리아 실증 사업의 일환으로 5G기반 자율주행 자동차 실증 사업을 진행 중이며, 교통안전공단 한국자동차안전연구원 K-city 구축 사업에는 LTE와 5G를 적용한 기술개발, 시험을 위한 시설이 구축되었으며 KT는 평창올림픽에서, SKT는 경부고속도로에서 자율주행자동차에 이동통신을 적용한 기술을 시연하였다. 이밖에 민간기업과 과학기술정보통신부, 산업자원부의 지원을 받는 연구에서 다양한 기술을 개발하고 있다. 과학기술정보통신부에서는 5855~5925MHz의 총 70MHz 대역을 ITS 용도로 지정하였으며, 특정 기술을 지정하지 않았다.

3. 주요 개정 검토 사항

지능형교통시스템은 차량이 도로시설과 지속적인 통신을 통해, 사고, 장애물 등 위험요소를 서로 공유하여 사고를 회피하는 시스템으로 자율주행차를 지원하는 핵심 구성요소이다. (그림 6)에서 알 수 있듯이, 이 시스템을 통해 차량은 기지국(노변장치), 단말기(차량장치), 교통정보센터 등 다양한 교통 구성요소들과 통신을 하게 된다.



[그림 2-20] 지능형교통시스템 개요

지능형교통시스템의 주파수대역은 『간이무선국·우주국... 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준』 제19조 지능형교통시스템용 무선설비에 5855~5925MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 것으로 정의되어 있다[7].

[표 2-11] 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준

□ 제19조 : 지능형교통시스템용 무선설비							
○ 점유주파수대역폭 10MHz 이하 일 것							
○ 변조방식은 디지털변조일 것							
○ 발사하는 전파의 중심주파수는 다음표를 따를 것. 다만 차량 안전을 위해 5번 채널은 제어용으로만 사용할 것							
채널	1	2	3	4	5	6	7
주파수 (MHz)	5860	5870	5880	5890	5900	5910	5920
○ 안테나공급전력은 100mW 이하, 등가등방복사전력은 2W 이하일 것							
○ 주파수허용편차는 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 이내일 것							
○ 스푸리어스 영역에서의 불요발사는 다음의 기준값 이하일 것							
주파수 범위	기준값			분해대역폭			
1GHz 미만	-36dBm			100KHz			
1GHz 이상	-30dBm			1MHz			

표 2-11에서 알 수 있듯이 동대역의 70MHz 대역폭을 지능형교통시스템 용도로 지정하였을 뿐 특정 기술을 지정하지 않았다. 이는 우리나라 지능형교통시스템 관련 기술기준은 특정 주파수(5855~5925MHz) 및 대역폭(채널당 10MHz), 출력(안테나 공급전력 100mW) 등을 만족하면 어떠한 기술이라도 사용할 수 있는 이른바 ‘기술중립성(Technology Neutrality)’ 개념이 내포되어 있다고 볼 수 있다. 따라서 원론적으로는 ITS 관련 다양한 기술이 동 주파수 대역을 이용할 수 있으며, 신규 기술의 진입 및 기술간 경쟁 유도가 가능하다. 그러나 차량통신은 기타 통신시스템에 비해 매우 높은 신뢰성을 가져야하고, 협력자율주행으로 진화하기 위해서는 미리 약속된 통신방식이 규정되어야 하므로, 다양한 기술 사용으로 인한 간섭 문제 등은 사전에 미리 고려되어야 한다.

이 밖에도 자율주행차의 응용분야에 따라 데이터전송용, 무선데이터통신시스템용, 이동체식별용, 용도미지정 무선기기 등과 같은 주파수 대역의 사용이 가능하다. 이와 같은 주파수 대역은 ‘신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준’의 특정소출력무선기기로 규정되어 있으며, 이에 따라 해당 출력 등만 만족하는 경우, 별도의 신고절차 없이 사용이 가능하다.

[표 2-12] 기술별 사용 주파수 및 특징

용도 구분	대상기기(예시)	사용주파수	공중선전력 /전계강도등 조건
RFID/USN	물품관리용, 항만, 부두, 컨테이너 집하관리용, 교통카드, 택시미터, 기결재단말기	13.552~13.568MHz 433.67~434.17MHz 917~923.5MHz (32채널,200kHz간격)	93.5dB μ V/m 첩두 5.6dBm(3.6mW) 10mW
UWB 및 용도미지정 무선기기	초광대역기술(UWB)적용	3.1~4.8GHz, 7.2~10.2GHz 71~76GHz, 81~86GHz 57~64GHz (용도 미지정 무선기기) 122~123GHz 244~246GHz	평균 -41.3dBm 10mW 3W
물체감지센서용 무선기기	차량속도감지기, 자동문개폐용장치, 모션센서	10.5~10.55GHz	25mW
		24.05~24.25GHz	10mW
특 정 소 출 력 무 선 기 기	데이터전송용	자동차타이어공기압경보장치 (TPMS: Tire Pressure Monitoring System), 차량도어개폐용원격송신기 (RKE: Remote Keyless Entry)	433.795~434.045MHz 3mW
	무선데이터통신시스템용	무선키보드,마우스 블루투스헤드셋, 스피커 지그비, 와이파이, 가로등 제어용	2400~2483.5MHz, 5725~5825MHz 10mW 5mW 0.1mW 3mW
		하이패스단말기(DSRC)	5795~5815MHz 10mW 노변장치(RSE) : Ant g: 22dBi 이동체탑제장치 : 8dBi
	지능형교통 시스템용	지능형교통시스템용(C-ITS)	5855~5925MHz 10mW/MHz 이하
	이동체식별용	차량출입통제, 주차장 관리용	2440(2427~2453MHz) 2450(2434~2465MHz) 2455(2439~2470) 300mW
	차량충돌방지용 레이더	차량충돌방지용신호기	24.25~26.65GHz(`21까지), 76~77GHz 77~81GHz 10mW
	도로정보감지 레이다용	도로정보감지레이다용 무선기기	34.275~34.875GHz 8dB μ V/m

ITS 구현을 위한 주파수대역은 현 기술기준과 국제표준이 5855~5925MHz으로 동일하다. 점유주파수대역폭은 5855~5925MHz 주파수대역의 70MHz 대역폭을 10MHz로 단위 7개 채널로 운용하는 방식으로 정의되어 있으나 향후 개발되는 다양한 서비스와 5G-V2X 도입을 고려한다면 점유주파수대역폭 20MHz, 40MHz 추가가 필요할 것 이다. 이를 위해 중심주파수를 각각 명시하지 않고 10MHz 단위로 채널 번호를 기재하고 운용 시 10/20/40MHz를 연동해서 사용할 수 있는 방안을 고려할 필요가 있다. 출력, 주파수허용편차, 스퓨리어스발사는 현 기술기준이 국제표준 보다 완화되어 있어 향후 도입될 C-V2X의 무선설비의 특성을 고려하여 반영할 필요가 있다. 이 외에 대역외발사와 인접채널누설전력은 현 기술기준에는 반영하고 있지는 않지만 WAVE/C-V2X가 공존한다면 두 서비스가 인접대역에서 간섭영향이 없도록 고려할 필요가 있다.

[표 2-13] 현 지능형교통시스템용 무선설비 기술기준과 3GPP 비교표

	현 기술기준	국제표준(3GPP : TS36.521-1 V)																																																												
주파수대역	5855~5925MHz	<p>Table 5.2G-1: E-UTRA V2X operating band</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">E-UTRA Operating Band</th> <th rowspan="2">V2X Operating Band</th> <th colspan="2">V2X UE transmit</th> <th colspan="2">V2X UE receive</th> <th rowspan="2">Duplex Mode</th> <th rowspan="2">Interface</th> </tr> <tr> <th>F_{UL,low} - F_{UL,high}</th> <th>F_{UL,low} - F_{UL,high}</th> <th>F_{DL,low} - F_{DL,high}</th> <th>F_{DL,low} - F_{DL,high}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>47</td> <td>47</td> <td>5855 MHz</td> <td>5925 MHz</td> <td>5855 MHz</td> <td>5925 MHz</td> <td>TDD</td> <td>PC5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>1710 MHz</td> <td>1785 MHz</td> <td>1805 MHz</td> <td>1880 MHz</td> <td>FDD</td> <td>Uu</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td> <td>2500 MHz</td> <td>2570 MHz</td> <td>2620 MHz</td> <td>2690 MHz</td> <td>FDD</td> <td>Uu</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>8</td> <td>880 MHz</td> <td>915 MHz</td> <td>925 MHz</td> <td>960 MHz</td> <td>FDD</td> <td>Uu</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>39</td> <td>1880 MHz</td> <td>1920 MHz</td> <td>1880 MHz</td> <td>1920 MHz</td> <td>TDD</td> <td>Uu</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>41</td> <td>2496 MHz</td> <td>2690 MHz</td> <td>2496 MHz</td> <td>2690 MHz</td> <td>TDD</td> <td>Uu</td> </tr> </tbody> </table>	E-UTRA Operating Band	V2X Operating Band	V2X UE transmit		V2X UE receive		Duplex Mode	Interface	F _{UL,low} - F _{UL,high}	F _{UL,low} - F _{UL,high}	F _{DL,low} - F _{DL,high}	F _{DL,low} - F _{DL,high}	47	47	5855 MHz	5925 MHz	5855 MHz	5925 MHz	TDD	PC5	3	3	1710 MHz	1785 MHz	1805 MHz	1880 MHz	FDD	Uu	7	7	2500 MHz	2570 MHz	2620 MHz	2690 MHz	FDD	Uu	8	8	880 MHz	915 MHz	925 MHz	960 MHz	FDD	Uu	39	39	1880 MHz	1920 MHz	1880 MHz	1920 MHz	TDD	Uu	41	41	2496 MHz	2690 MHz	2496 MHz	2690 MHz	TDD	Uu
E-UTRA Operating Band	V2X Operating Band	V2X UE transmit			V2X UE receive		Duplex Mode	Interface																																																						
		F _{UL,low} - F _{UL,high}	F _{UL,low} - F _{UL,high}	F _{DL,low} - F _{DL,high}	F _{DL,low} - F _{DL,high}																																																									
47	47	5855 MHz	5925 MHz	5855 MHz	5925 MHz	TDD	PC5																																																							
3	3	1710 MHz	1785 MHz	1805 MHz	1880 MHz	FDD	Uu																																																							
7	7	2500 MHz	2570 MHz	2620 MHz	2690 MHz	FDD	Uu																																																							
8	8	880 MHz	915 MHz	925 MHz	960 MHz	FDD	Uu																																																							
39	39	1880 MHz	1920 MHz	1880 MHz	1920 MHz	TDD	Uu																																																							
41	41	2496 MHz	2690 MHz	2496 MHz	2690 MHz	TDD	Uu																																																							
점유주파수 대역폭	10MHz	<p>Table 5.4.2G.1-1: V2X Communication channel bandwidth</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">E-UTRA V2X band / V2X channel bandwidth</th> </tr> <tr> <th>E-UTRA V2X Band</th> <th>1.4 MHz</th> <th>3 MHz</th> <th>5 MHz</th> <th>10 MHz</th> <th>15 MHz</th> <th>20 MHz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>47</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Yes</td> <td></td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>39</td> <td></td> <td></td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td></td> <td></td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> <td>Yes</td> </tr> </tbody> </table>	E-UTRA V2X band / V2X channel bandwidth							E-UTRA V2X Band	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	47				Yes		Yes	3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	7			Yes	Yes	Yes	Yes	8	Yes	Yes	Yes	Yes			39			Yes	Yes	Yes	Yes	41			Yes	Yes	Yes	Yes				
E-UTRA V2X band / V2X channel bandwidth																																																														
E-UTRA V2X Band	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz																																																								
47				Yes		Yes																																																								
3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes																																																								
7			Yes	Yes	Yes	Yes																																																								
8	Yes	Yes	Yes	Yes																																																										
39			Yes	Yes	Yes	Yes																																																								
41			Yes	Yes	Yes	Yes																																																								
출력	안테나공급전력 100mW 등가등방복사전력 2w	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E-UTRA con-current band Configuration</th> <th>Class 1 (dBm)</th> <th>Tolerance (dB)</th> <th>Class 2 (dBm)</th> <th>Tolerance (dB)</th> <th>Class 3 (dBm)</th> <th>Tolerance (dB)</th> <th>Class 4 (dBm)</th> <th>Tolerance (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V2X 3A-47A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>+2/-3⁴</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V2X 7A-47A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>+2/-3⁴</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V2X 8A-47A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>+2/-3⁴</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V2X 39A-47A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>+2/-3⁴</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V2X 41A-47A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td> <td>+2/-3⁴</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTE 1: The con-current band combinations is used for V2X Service. NOTE 2: P_{PowerClass} is the maximum UE power specified without taking into account the tolerance. NOTE 3: For inter-band con-current aggregation the maximum power requirement apply to the total transmitted power over all component carriers (per UE). NOTE 4: ⁴ refers to the transmission bandwidths (Figure 5.6-1) confined within F_{UL,low} and F_{UL,low} + 4 MHz or F_{UL,high} - 4 MHz and F_{UL,high}, the maximum output power requirement is relaxed by reducing the lower tolerance limit by 1.5 dB</p>	E-UTRA con-current band Configuration	Class 1 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 2 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 3 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 4 (dBm)	Tolerance (dB)	V2X 3A-47A					23	+2/-3 ⁴			V2X 7A-47A					23	+2/-3 ⁴			V2X 8A-47A					23	+2/-3 ⁴			V2X 39A-47A					23	+2/-3 ⁴			V2X 41A-47A					23	+2/-3 ⁴								
E-UTRA con-current band Configuration	Class 1 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 2 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 3 (dBm)	Tolerance (dB)	Class 4 (dBm)	Tolerance (dB)																																																						
V2X 3A-47A					23	+2/-3 ⁴																																																								
V2X 7A-47A					23	+2/-3 ⁴																																																								
V2X 8A-47A					23	+2/-3 ⁴																																																								
V2X 39A-47A					23	+2/-3 ⁴																																																								
V2X 41A-47A					23	+2/-3 ⁴																																																								
주파수허용 편차	$\pm 20 \times 10^{-6}$	<p>6.5.1G Frequency error for V2X Communication</p> <p>The UE modulated carrier frequency for V2X sidelink transmissions shall be accurate to within ±0.1 PPM observed over a period of one time slot (0.5 ms) compared to the absolute frequency in case of using GNSS synchronization source. The same requirements applied over a period of one time slot (0.5 ms) compared to the relative frequency in case of using the E-UTRA Node B or V2X UE sidelink synchronization signals.</p>																																																												

스퓨리어스	<table border="1"> <tr> <th>주파수 범위</th> <th>기준값</th> <th>분해대 역폭</th> </tr> <tr> <td>1㎒ 미만</td> <td>-36 dBm</td> <td>100㎒</td> </tr> <tr> <td>1㎒ 이상</td> <td>-30 dBm</td> <td>1㎒</td> </tr> </table>			주파수 범위	기준값	분해대 역폭	1㎒ 미만	-36 dBm	100㎒	1㎒ 이상	-30 dBm	1㎒	<p align="center">Table 6.6.3G.1.3-2: Spurious emissions limits</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency Range</th> <th>Maximum Level</th> <th>Measurement bandwidth</th> <th>NOTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9 kHz ≤ f < 150 kHz</td> <td>-36 dBm</td> <td>1 kHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>150 kHz ≤ f < 30 MHz</td> <td>-36 dBm</td> <td>10 kHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30 MHz ≤ f < 1000 MHz</td> <td>-36 dBm</td> <td>100 kHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 GHz ≤ f < 12.75 GHz</td> <td>-30 dBm</td> <td>1 MHz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.75 GHz ≤ f < 5th harmonic of the upper frequency edge of the UL operating band in GHz</td> <td>-30 dBm</td> <td>1 MHz</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12.75 GHz < f < 26GHz</td> <td>-30dBm</td> <td>1MHz</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTE 1: Applies for Band 22, Band 42, Band 43 and Band 48. NOTE 2: Applies for Band 46 and Band 47.</p>	Frequency Range	Maximum Level	Measurement bandwidth	NOTE	9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz		150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz		30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz		1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz		12.75 GHz ≤ f < 5 th harmonic of the upper frequency edge of the UL operating band in GHz	-30 dBm	1 MHz	1	12.75 GHz < f < 26GHz	-30dBm	1MHz	2																																																		
	주파수 범위	기준값	분해대 역폭																																																																																								
1㎒ 미만	-36 dBm	100㎒																																																																																									
1㎒ 이상	-30 dBm	1㎒																																																																																									
Frequency Range	Maximum Level	Measurement bandwidth	NOTE																																																																																								
9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz																																																																																									
150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz																																																																																									
30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz																																																																																									
1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz																																																																																									
12.75 GHz ≤ f < 5 th harmonic of the upper frequency edge of the UL operating band in GHz	-30 dBm	1 MHz	1																																																																																								
12.75 GHz < f < 26GHz	-30dBm	1MHz	2																																																																																								
대역외발사	<p align="center">Table 6.6.2.1G.1.3-1: General E-UTRA spectrum emission mask</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Δf_{oob} (MHz)</th> <th colspan="7">Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth</th> <th rowspan="2">Measurement bandwidth</th> </tr> <tr> <th>1.4 MHz</th> <th>3.0 MHz</th> <th>5 MHz</th> <th>10 MHz</th> <th>15 MHz</th> <th>20 MHz</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>± 0-1</td> <td>-10</td> <td>-13</td> <td>-15</td> <td>-18</td> <td>-20</td> <td>-21</td> <td>30 kHz</td> </tr> <tr> <td>± 1-2.5</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 2.5-2.8</td> <td>-25</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 2.8-5</td> <td></td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>-10</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 5-6</td> <td></td> <td>-25</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 6-10</td> <td></td> <td></td> <td>-25</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 10-15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-25</td> <td>-13</td> <td>-13</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 15-20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-25</td> <td>-13</td> <td>1 MHz</td> </tr> <tr> <td>± 20-25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-25</td> <td>1 MHz</td> </tr> </tbody> </table>			Δf _{oob} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth							Measurement bandwidth	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz		± 0-1	-10	-13	-15	-18	-20	-21	30 kHz	± 1-2.5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz	± 2.5-2.8	-25	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz	± 2.8-5		-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz	± 5-6		-25	-13	-13	-13	-13	1 MHz	± 6-10			-25	-13	-13	-13	1 MHz	± 10-15				-25	-13	-13	1 MHz	± 15-20					-25	-13	1 MHz	± 20-25						-25	1 MHz
Δf _{oob} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth							Measurement bandwidth																																																																																			
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz																																																																																					
± 0-1	-10	-13	-15	-18	-20	-21	30 kHz																																																																																				
± 1-2.5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz																																																																																				
± 2.5-2.8	-25	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz																																																																																				
± 2.8-5		-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz																																																																																				
± 5-6		-25	-13	-13	-13	-13	1 MHz																																																																																				
± 6-10			-25	-13	-13	-13	1 MHz																																																																																				
± 10-15				-25	-13	-13	1 MHz																																																																																				
± 15-20					-25	-13	1 MHz																																																																																				
± 20-25						-25	1 MHz																																																																																				
인접채널 누설전력	<p align="center">Table 6.6.2.3G.1.5-1: E-UTRA UE ACLR for power class 3 UE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Channel bandwidth / E-UTRA_{ACLR1} / measurement bandwidth</th> </tr> <tr> <th>10MHz</th> <th>20MHz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E-UTRA_{ACLR1}</td> <td>29.2dB</td> <td>29.2dB</td> </tr> <tr> <td>E-UTRA channel Measurement bandwidth</td> <td>9.0 MHz</td> <td>18 MHz</td> </tr> <tr> <td>UE channel</td> <td>+10MHz or -10MHz</td> <td>+20MHz or -20MHz</td> </tr> </tbody> </table>				Channel bandwidth / E-UTRA _{ACLR1} / measurement bandwidth		10MHz	20MHz	E-UTRA _{ACLR1}	29.2dB	29.2dB	E-UTRA channel Measurement bandwidth	9.0 MHz	18 MHz	UE channel	+10MHz or -10MHz	+20MHz or -20MHz																																																																										
	Channel bandwidth / E-UTRA _{ACLR1} / measurement bandwidth																																																																																										
	10MHz	20MHz																																																																																									
E-UTRA _{ACLR1}	29.2dB	29.2dB																																																																																									
E-UTRA channel Measurement bandwidth	9.0 MHz	18 MHz																																																																																									
UE channel	+10MHz or -10MHz	+20MHz or -20MHz																																																																																									

제3장 5G 국제표준화 선도 및 28GHz 이용확산

제1절 WRC-19 글로벌 이동통신 주파수 결정 및 시사점

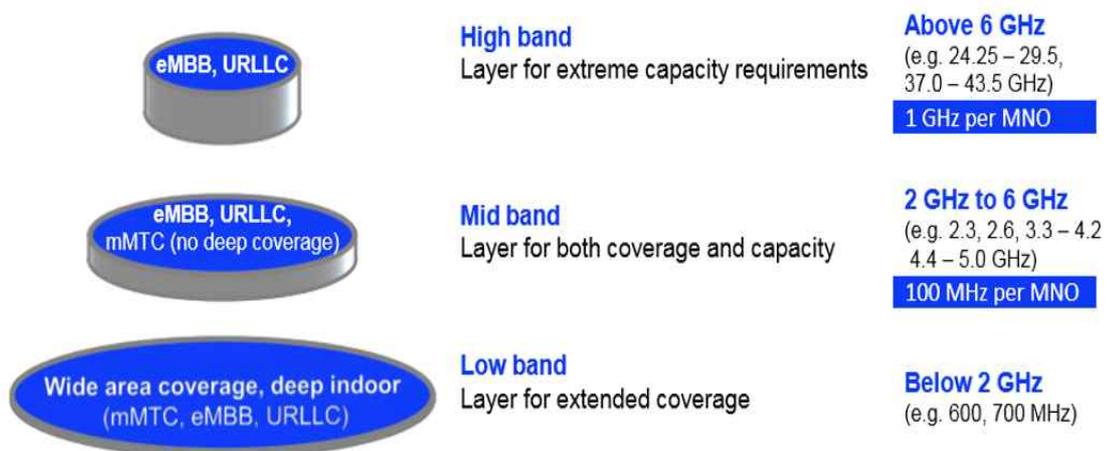
1. 의제 배경

90년대 이동통신이 보급되던 때에 국제전기통신연합(ITU)는 전세계 언제, 어디서나 통화가 가능한 이동통신을 실현하기 위한 주파수와 기술 표준화를 추진하였으며 이것이 현재 우리가 사용하고 있는 3G/4G/5G라 불리는 IMT 기술의 출현의 배경이 된다. 특히 주파수의 표준화를 위해서는 193개국의 ITU 회원국이 따르도록 규정하고 있는 국제조약에 해당하는 전파규칙(Radio Regulations)의 주파수 분배와 용도를 정하는 일이 필요하며 이는 매 3-4년 마다 ITU 산하 세계전파통신회의(WRC)에서 전파규칙 개정을 통해 결정하게 된다. `92년 2.1GHz대역 230MHz폭의 IMT-2000이라 ITU가 이름한 3G 주파수 표준화를 시작으로 2000년에 IMT-2000 추가 주파수 519MHz폭, 07년에 IMT-Advanced 4G LTE 주파수 500MHz폭, 12년, 15년에는 805MHz폭의 IMT 주파수가 결정되고 전파규칙에 반영되었다.



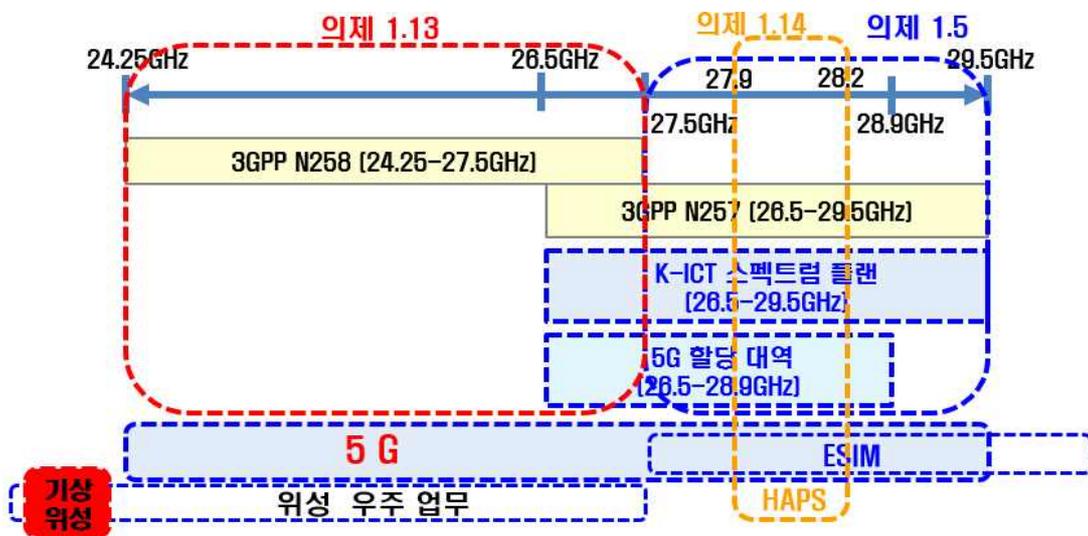
[그림 3-1] ITU / WRC의 IMT 주파수 결정 연혁

IMT-2020이라 ITU가 이름한 5G 표준화 필요성은 `14년도에 ITU가 제시한 IMT-2020 5G 비전에 해당하는 5G 청사진이 수립된 이후 ITU 연구가 본격화 되었으며, 그 결과 WRC-15에서 관련 주파수 연구 의제를 만들게 되어 금번 `19년 11월에 이집트에서 개최된 WRC-19에서 결정하도록 하였다. WRC-19 의제를 만들 때 미국과 우리나라가 지지한 28GHz 5G대역은 유럽 등 위성진영이 계획한 27.5~29.5GHz대역 신규 위성업무(ESIM) 도입을 위해 5G 후보대역에서 제외되었다. 24GHz 이상의 고대역 5G 주파수 외에도 WRC-15에서 결정된 6GHz이하 저·중대역의 1.4GHz, 2.1GHz 및 4.8GHz IMT 주파수 공유 연구 등 이용 규정도 검토하게 되었다. 급속도로 발전/진화하는 이동통신 기술시장을 고려하여 ITU는 주파수로 IMT-2000(3G) / IMT-Advanced(4G) / IMT-2020(5G)를 구분하지 않고 루트 이름(root name)인 IMT 명칭으로 전파규칙에 국제 주파수 분배(지정)를 통해 확보된다. ITU는 `85년부터 시작한 IMT-2000 3G 기술 표준화는 15년의 준비 기간을 거쳐 2000년도에 3G 표준을 완성하였으며, 이후 12년의 준비 기간을 거쳐 `12년도에 IMT-Advanced 4G 기술 표준화 완성하고 이후 8년의 준비 기간을 통해 IMT-2020이라는 5G 기술 표준을 완성할 예정으로 점차 IMT의 기술 진화 속도가 빨라짐을 알 수 있다. IMT 기술은 더 빠른 속도의 더 많은 용량의 통신성능을 목표로 진화하게 되었으며 `12년부터 이용이 본격화 되는 스마트폰의 출현 이후부터는 통신 속도와 용량의 증대의 요구를 넘어 초지연, 초연결, 초신뢰의 한차원 높은 통신 성능을 목표로 하게 되었다.



[그림 3-2] 5G 산업계(GSA) 권고하는 주요 5G 주파수 대역

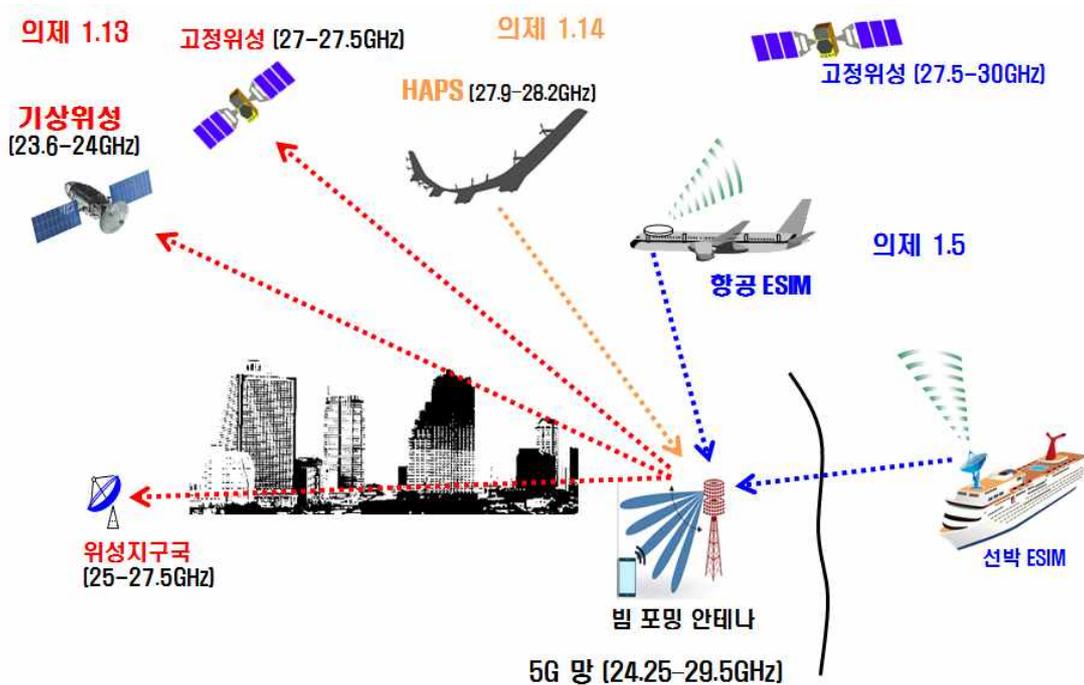
이는 LTE의 최대 20MHz폭을 지원하는 700/800MHz의 저대역과 2.1GHz/2.5GHz의 중대역 중심의 주파수 이용 환경에서 50MHz폭 이상의 광대역폭을 지원하는 3.5GHz 중대역과 400MHz폭을 지원하는 24GHz이상의 고대역 주파수 자원을 이용하는 5G 기술로 발전하였다. 4차 산업혁명의 핵심 네트워크 인프라로 그 중요성이 부각된 5G 기술은 5G 시장을 선점하려는 5G 산업계의 경쟁을 넘어 국가 간의 경쟁으로 심화되었다. 미국과 우리나라를 중심으로 28GHz 고대역의 5G 주파수 이용 정책을 수립하고 24GHz이상의 5G 주파수를 결정하는 WRC-19 의제에 적극 대응하게 되었다. WRC-19 후보대역에서 제외된 28GHz 대역의 글로벌 이용확산을 위해 ITU 활동과는 별도로 우리나라, 미국, 일본을 중심으로 국제 워크숍 (28GHz 5G 프론티어) 형태의 별도 협의체 만들어 활동하였다.



WRC-19 의제명	도입 서비스	의제 주요 내용
의제 1.13	5G (IMT-2020)	5G를 위한 초광대역폭(~1GHz)의 주파수가 필요함에 따라 24.25~86GHz 대역에서 5G용 국제 공용 주파수 확보 (제안자 : APT, CITEI, CEPT, RCC, ASMG, ATU)
의제 1.5	ESIM (이동형 지구국)	선박/항공기에도 초고속 모바일 인터넷 서비스가 필요함에 따라 기존 고정위성 대역(27.5~29.5GHz)에 이동형지구국(ESIM) 도입 규정 마련 (제안자 : CITEI, CEPT)
의제 1.14	HAPS	6GHz, 28GHz , 31GHz, 38GHz 및 47GHz 대역에 HAPS 도입 규정 마련 (제안자 : CITEI, CEPT)

[그림 3-3] 26 / 28GHz대역의 WRC-19 의제 현황

18.6월 5G 주파수 경매를 통해 26.5~28.9GHz를 우리나라의 5G 고대역 주파수로 공급함에 따라 26GHz대역 5G 국제조화 주파수 확보를 위한 대응 외에 28GHz대역에 도입될 신규 서비스(ESIM 또는 HAPS)로부터 28GHz 5G 무선국의 간섭 보호는 물론 글로벌 5G 확산을 금번 WRC 대응 목표(훈령)로 결정하게 되었다. 아울러 인접 주파수인 24GHz 대역의 기상위성(수동센서)과 동일 주파수인 27GHz 대역의 위성업무 보호를 위한 5G 출력 제한 등 주파수 이용 규제 설정이 5G 산업계가 수용 가능한 수준에서 정해져야 한다는 입장 수립하였다.



WRC-19 의제명	간섭원 (신규업무)	피간섭원 (기존업무)
의제 1.13	5G (IMT-2020)	24GHz, 36GHz대 기상위성(수동센서), 27GHz대 고정위성 우주국, 42GHz대 전파천문 지구국(수동센서), 고정위성 지구국
의제 1.5	ESIM (이동형지구국)	28GHz대 이동업무(5G 포함) 및 고정업무, 28GHz대 고정위성(비정지 궤도 위성 포함)
의제 1.14	HAPS	28GHz, 38GHz대 이동업무(5G 포함) 및 고정업무

[그림 3-4] 26GHz, 28GHz대역 5G와 위성업무 간 간섭 시나리오

2. WRC-19 주요 쟁점

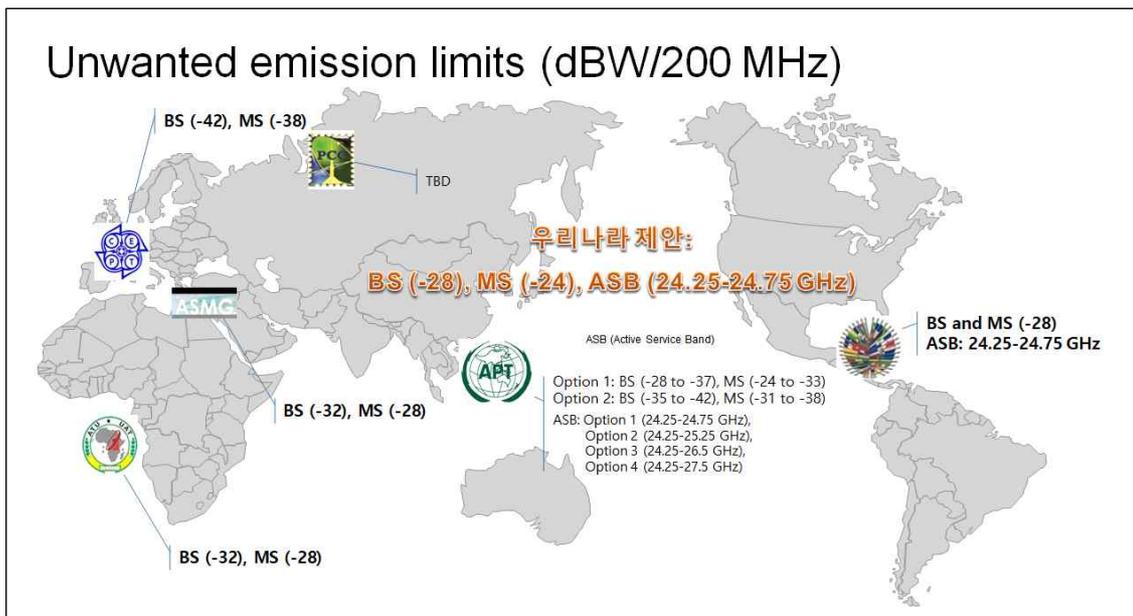
이번 WRC-19에서 논의했던 주요 쟁점은 크게 5가지로 요약할 수 있다. 첫째, 강대국의 기술시장 경쟁 심화이다. ICT 기술과 가격(자본) 경쟁력을 가진 화웨이, 알리바바 등의 중국의 신진 산업계와 퀄컴, 삼성, 인텔, 구글, 아마존 등의 기존 ICT 업계 간 기술 및 시장 경쟁이 심화되고 있다. 특히, 중국은 동남아, 아프리카, 러시아 등 개도국 중심의 기술 시장에서 선전하는 반면 미국, 우리나라, 일본은 북·남미, 유럽 등 선진국 중심의 기술 시장 주도하고 있다. 둘째, 28GHz, 38GHz 등 고대역 5G 기술과 3.5GHz, 6GHz 이하 저·중대역 5G 기술 간 경쟁이다. 퀄컴, 에릭슨, 노키아, 삼성 등이 고대역 기술에 특히 확보 등 시장 경쟁력을 높인 반면 화웨이 등 중국 산업계는 6GHz이하 대역의 5G 기술 시장 확보 등 경쟁력 확보에 집중하고 있다. 셋째, 이동통신 기술 시장의 급속 성장에 대응하여 위성 산업계도 광대역·장거리 모바일 인터넷 시장에서 경쟁한다. 인말셋(영국), 비아셋(미국), 원웹 등 위성업계는 기존의 선박·항공기용 서비스 시장 외에 공공 재난통신을 포함한 철도·차량 등 스마트 모바일 인터넷 서비스 시장에 5G 업계와 경쟁하고 이동통신 주파수가 점차 광대역 폭과 고대역을 요구함에 따라 기존 위성통신 대역인 3.5GHz, 28GHz, 38GHz에서 주파수 확보 경쟁이 심화되고 있다. 넷째, 6GHz대역의 5G 이동통신 면허 기술과 차세대 Wi-Fi 등 비면허 기술 간 경쟁 심화이다. 중대역 5G 기술의 가격 경쟁력을 바탕으로 중국 등은 5925~7125MHz 대역 1.2GHz폭을 5G 면허 대역 이용을 추진 중인 반면 미국 등은 차세대 Wi-Fi 비면허 기술 도입을 추진 중이다. 현재 스마트폰은 4/5G 면허 기술과 2.4/5.8GHz Wi-Fi, 블루투스 등 비면허 기술이 탑재되어 있으나 중국은 점차 이동통신 무제한 요금제 등에 힘입어 5G 기술이 Wi-Fi 비면허 기술을 대체할 것이라 전망한다. 반면 미국 등은 차세대 Wi-Fi 기술 성능이 5G급으로 진화하여 현재와 같이 집, 빌딩 등 실내 공간을 중심으로 5G 트래픽 분산 역할을 기대한다. 다섯째, 2G/3G에서 5G 기술로 전환하는 아프리카, 아랍, 남미 국가들의 관심이 고조되고 있으며 특히 세계 인구 2/3의 아태지역 국가의 기술 시장에 관심이 집중되고 있다.

3. 24GHz이상 고주파수 5G 국제 조화 주파수 결정

가. WRC-19 개요 및 현장 대응

초광대역폭의 주파수가 필요한 5G 기술을 위해 6GHz 이상 대역의 주파수 수요가 제기되어 우리나라를 비롯 전 세계 지역기구가 제안하여 24.25~86 GHz 대역 중 12개 후보대역*을 선정하고 IMT(5G) 주파수 지정(필요시 이동업무 1순위 추가 분배)을 위한 주파수 요구사항 및 기존 업무와의 공유연구를 수행하고 관련 전파규칙(RR) 개정하였다. CPM 19-1에서 SG 5 내에 Task Group 5/1(TG 5/1)을 신설하여 타 업무와의 공유연구를 수행하고 RR 개정안(CPM 보고서) 작성하였다. WP 5D 및 타 업무 관련 작업반은 공유연구를 위한 기술특성, WP 5D는 주파수 요구사항 및 공유연구를 위한 5G IMT 시스템 파라미터, SG 3는 공유연구를 위한 전파모델을 개발하였다.

WRC-19에서 우리나라를 비롯한 싱가포르, 브루나이, 라오스, 캄보디아, 베트남 등은 공동기고를 통해 5G 산업계가 수용 가능한 기술수준의 26GHz, 38GHz 불요발사기준 조건의 전파규칙 개정안을 제안하였다. 인접대역의 지구탐사위성을 보호하기 위해 완화된 26GHz 5G 무선설비 불요발사 기준을 5G 기지국은 -28dBW/200MHz, 5G 단말기는 -24dBW/200MHz로 제안하고, 불요발사기준 적용대역(Active service band)는 24.25~24.75GHz로 제안하였다.



[그림 3-5] 지역기구별 26GHz 불요발사 제안 현황

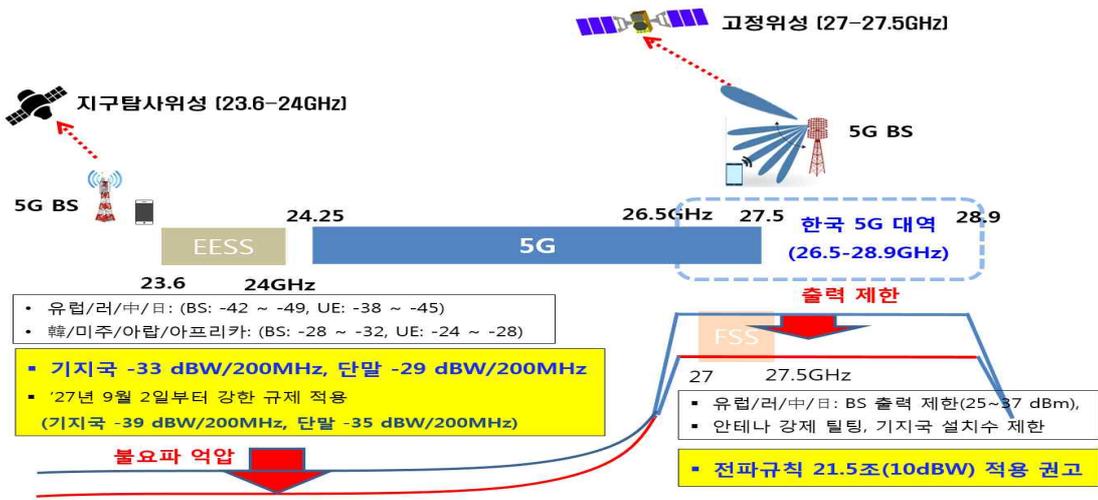
또한 고정위성 보호를 위해 5G 기지국 안테나의 강제 하향 지향(10도), 기지국 수 제한 등 별도의 이용 규제 필요 없음을 제안하였고, WRC 기간 중 26GHz 불요발사 기준 관련, 우리나라와 입장이 동일한 미국, 캐나다, 브라질 등 북남미(CITEL) 국가들과 긴밀히 협력하였다. UAE, 이집트 등 아랍(ASMG)·아프리카(ATU)와 필요시 양자 협의를 통해 과도한 불요발사 국제기준이 마련되지 않도록 국제 공조하였다. 가급적 26.5GHz 이하 대역 추가 주파수 확보에 우선하되 37GHz 이상의 5G 후보대역을 포함하여 2GHz폭 이상의 주파수가 확보되도록 대응하였다. 국내 5G 기술기준 보다 엄격한 기준이 WRC-19에서 결정될 경우 WRC-19 이전의 기술기준에는 소급 적용되지 않도록 대응하였다.

나. WRC-19 결과

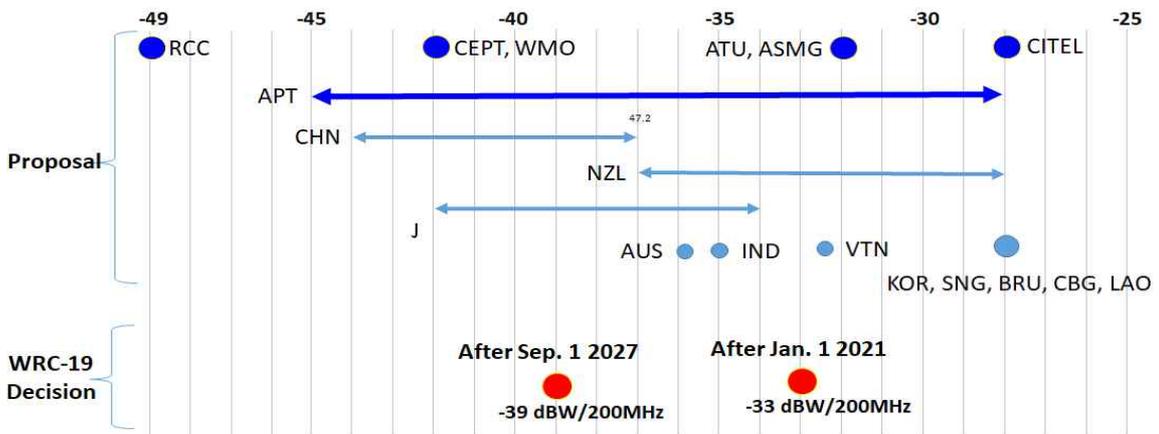
WRC-2000 이후 약 20년만에 총 14.75GHz 폭 글로벌 IMT 조화 주파수와 지역·국가별 지정 IMT 주파수 2.5GHz 폭 확보하였다. 세부적으로 26GHz 대역은 전 세계 최대 관심대역으로 총 3.25GHz 폭(24.25~27.5GHz) 글로벌 이동통신 주파수로 분배되었다. 37~43.5GHz대역(총 6.5GHz폭), 66~71GHz대역(총 5GHz폭) 글로벌 분배되었고 45GHz/48GHz 대역 45.5~47GHz과 47.2~48.2GHz 대역은 지역·국가 주석 제정되었다. 우리나라는 장기적 추가 주파수 보급 가능성 및 고주파 5G 글로벌 확산 일환으로 45.5~47GHz와 47.2~48.2GHz 대역을 전략적으로 추가 확보하였다.



[그림 3-6] 지역별 5G지지 및 반대 대역 현황



[그림 3-7] 26GHz 5G 주파수 주요 간섭 및 이용 조건



[그림 3-8] 26GHz 5G 불요파압 규정

최대 쟁점이었던 24GHz대 지구탐사위성 보호를 위한 조건은 완화 기준(-28~-32, 한국/미국 등)과 강화 기준(-42~-49, 유럽/러시아/중국 등)이 크게 양분되어 마지막까지 논쟁이 벌어졌고 불요발사 적용기준은 1단계(21년) -33(dBW/200MHz), 2단계(27년) -39(dBW/200MHz) 산업계가 수용 가능한 범위에서 결정 이동통신 산업 활성화와 조화를 이룰 수 있도록

단계적으로 강화하도록 설정하였다. 위성측에서 27GHz 동일대역의 고정위성 업무 보호를 위해 5G 출력과 안테나 방향을 제한하는 규정을 주장하였으나 강제 규정이 아닌 권고 수준으로 결정되었다. 이는 서로 인접한 대역인 26GHz와 28GHz대역 중심으로 mmWAVE 생태계 활성화 및 국내 기업들의 글로벌 진출 및 시장 주도권 선점효과 기대한다. 40GHz 대역 전체를 글로벌 대역으로 지정하되, 고정위성 등 타업무 보호가 필요한 지역·국가는 전체 대역 중 가용 대역을 선택적으로 활용하되 36~37GHz 대역 지구탐사위성 보호를 고려하여 완화된 5G 불요발사 기준인 -43dBW/MHz로 결정하고 WRC-23까지 추가 연구기로 하였다. 66-71GHz대역 WiGi(와이기그) 등 비면허 기기와 주파수 공유를 통해 IMT가 이용하도록 규정하였다.

다. 시사점

4차 산업혁명의 핵심 인프라로 부각된 5G 주파수 확보에 많은 관심이 집중되었으며 특히 회의 개최국인 이집트와 UAE 등 아랍국가와 나이지리아, 짐바브웨 등 아프리카 국가들의 협력이 큰 힘이 되었다. 우리나라는 아태지역 공동 기고국가들과 APG-19 이동통신 분과 의장국으로서 불요발사 기준 등 5G 이용 조건을 정하는 핵심 대표자 오프 라인 회의에 참여하는 등 적극적인 대응 활동을 전개하였다. APG 의장국으로 최종 결정을 위한 WRC 의장과 지역기구 대표자(6명) 코디네이션 회의에 북남미 지역기구 (CITEL)와 적극 대응하였다. 당초 유럽, 러시아, 중국, 일본(위성), 인도 등 위성 진영의 강한 반대로 우리나라 입장을 관철하기 어려운 상황이었으나 국제적 공조를 통해 5G 산업계가 수용 가능한 수준의 5G 글로벌 조화 주파수 및 이용 조건을 마련하는 계기가 되었다. 미·중 무역 마찰로 인해 글로벌 경제에 미치는 영향이 커지고 있음을 실감할 수 있었으며 특히 표준화 주도권에서도 더욱 심화되고 있음을 알 수 있었다. 이로써 ICT 기술시장 경쟁과 표준화 주도권 싸움이 각 지역기구별로 심화 될 전망으로 AWG를 포함하여 아태지역 표준화 활동을 강화해야함을 느꼈다.

라. 향후계획

WRC-19 회의 결과에 따라 대한민국 주파수 분배표 고시 개정 방안 검토할 계획이다. 24.25~27.5GHz, 37~43.5GHz 국제 분배 대역의 국내 분배 대역폭 결정 및 IMT 국내 용도(K-주석) 지정 방안을 검토해야 한다. 66~71GHz, 45.5~47GHz, 47.2~48.2GHz 대역은 IMT 국내 용도(K-주석) 반영 여부 검토가 필요 하다. 5G+ 스펙트럼 플랜의 26GHz 등 5G 추가 주파수 공급을 고려하여 `21년 확보할 25.7~26.5GHz (800MHz폭) 및 28.9~29.5GHz (600MHz폭)과 `21년 확보 필요한 3400~3420MHz(20MHz폭)과 3.7~4GHz(300MHz폭)의 5G 주파수 추가 공급을 고려한 전기통신사업용 무선설비 기술기준 개정 방안 검토가 필요하다.

24GHz, 36GHz대 지구탐사위성업무 보호를 위한 5G 기기 불요파 규정은 23.6~24GHz 대역에서 2021년 1월 1일부터 기지국은 -33dBW/200MHz 및 단말은 -29dBW/200MHz, 2027년 9월 1일부터 기지국은 -39dBW/200MHz 및 단말은 -35dBW/200MHz, 36~37GHz 대역에서 2021년 1월 1일부터 -43dBW/MHz (평균전력) 및 36~37GHz 대역 내 -23dBW/GHz (권장 수준은 -30dBW/GHz)이고 출력 기술기준은 기지국 출력(TRP)의 경우 WRC-19에서 규제 미정립 됨에 따라 현 전파규칙 제21.5호(10dBW=40dBm) 적용으로 국내 기술기준 개정 여부 및 적용 시기 검토가 필요하다. 이를 위해 기술기준 개정 필요 시 관련 산업계 혼선 최소화를 위해 사전 행정예고 등 추진 검토 및 관련 기술기준 연구반 구성하고 운영할 계획이다. 또한 기상청, 천문연구원, 항공우주연구원 등 24GHz 기상위성 및 43GHz 전파천문국 운용 기관에 WRC-19 결과 공유하고 협력할 것이다. WRC-19 결과를 수용하여 3GPP RF 규격 개정 필요 하나 CEPT의 26GHz 대역 (3GPP n258: 24.25~27.5GHz) 불요발사 기준(기지국 -42dBW/200MHz, 단말 -38dBW/200MHz)은 3GPP RF 기술규격에 기반영 되고, 24GHz 대역 지구탐사위성(수동) 보호를 매우 강하게 주장하는 유럽 입장에서는 WRC-19 보다 강화된 현 유럽 기준을 지속 고수하여 표준을 개정하지 않을 가능성도 배제할 수 없어 모니터링이 필요하다.

제2절 국내 5G 상용화 기술의 국제표준화

ITU는 `20년 11월까지 5G 후보기술(6건)에 대한 평가(`20.2월)와 신규 IMT 무선접속 기술권고(안) 제정(`20.11월)을 통한 5G 기술 국제표준화 완성 예정이다. 이를 위해 `18년 2월부터 5G 후보기술을 접수 받아 `20년 2월까지 후보기술 평가를 거쳐 5G 무선접속 국제표준의 신규 권고서 제정을 `20년 11월에 완료할 계획이다.

이에 우리나라는 `18년 2월 우리나라가 유치한 제29차 WP5D회의에서 평창동계올림픽에서 선보인 5G 시범서비스와 기술에 기반한 우리나라 5G 후보기술을 제안한바 있으며 이후 `18년 10월 제31차 WP5D(일본) 회의에서 국내 5G 상용주파수 3.5GHz(3GPP N78), 28GHz대역(3GPP N257)의 3GPP 기술(Rel.15, `18.6월)에 기반하여 상세 기술명세서 제안하였다.

`19년 7월 제32차 WP5D(브라질) 회의를 통해 국내 5G 상용화 기술을 반영한 3GPP 상용화 기술(Rel. 15/16, TTA표준)에 기반 한 상세 기술명세서와 자체 성능평가 결과를 ITU 국제표준(안)으로 최종 제출하였다. 이로써 3GPP 외에 한국, 중국 정부 등 총 6개 기관/국가의 IMT-2020 후보기술을 최종 접수 (ITU 확인 포함)를 완료하였다.

〈 IMT-2020 후보기술 최종 접수 현황 〉

기술군	3GPP 기술군	DECT 기술군	자체 기술군
후보기술 제안기관/국가	① 3GPP NR/NR+LTE (표준기관) ② 한국 정부 (3GPP NR) ③ 중국 정부 (3GPP NR + NB-IoT) ④ TSDSI (3GPP NR 변형 + NB-IoT)	⑤ ETSI (3GPP NR + DECT)	⑥ Nufront (3GPP NR과 유사)

인도(④ 후보기술)의 교외 환경을 고려한 커버리지 확대(large cell)를 위해 3GPP NR 기술을 변경 제안한 반면 유럽형(⑤ 후보기술) 3G DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, 기업/사내망용)의 진화 기술과 초고속 성능 충족을 위해 3GPP NR 기술을 결합하여 제안하였다.

중국(⑥ 후보기술) Nufront는 당초 IEEE에 802.11ax와 자체 개발한 EUHT (Enhanced Ultra High Throughput) 기술을 병합·제출을 제안하였으나 IEEE의 지지를 받지 못하고 별도로 ITU에 제안하였다.

〈 참고: Nufront 기술 비교 〉

기술특성	3GPP NR(5G)	IEEE 802.11ax(무선랜)	Nufront EUHT
Major Operating Frequency	3.5, 28GHz	2.4, 5GHz	600-800MHz, 5~6GHz
Duplex	FDD/TDD	FDD/TDD	Flexible TDD
Waveform	OFDM	OFDM	OFDM
Sub-carrier Interval	15kHz * 2n (up to 204 kHz)	78.125kHz	19.53/39.06/78.125 kHz (6GHz 이하), 390.625 kHz (6GHz 이상)
Multiple Access	OFDMA, SC-FDMA	OFDMA	OFDMA/TDMA/SDMA
Channel Bandwidth	10/20/40/50/60/80/90/100 /200/400 MHz	20/40/80/160/80+80MHz	8/10/20/40/80/100/200/400MHz
Max. MCS	1024 QAM	1024 QAM	1024 QAM
FEC	LDPC(데이터), Polar code(제어)	BCC / LDPC	LDPC

3GPP, 한국 정부, 중국 정부의 최종 5G 후보기술 제안서는 문제없이 ITU로부터 접수 협약서(Acknowledgment)를 받았으나 인도 TSDSI, ETSI, 중국 Nufront가 제안한 5G 후보기술은 부정확한 자체평가 결과와 기술 설명 부족으로 제안서 보완을 통해 추가로 ITU가 협약서를 발급하였다. 특히 Nufront EUHT 기술은 자체평가 결과 ITU-2020 성능요구사항에 부합하고 있으나 지적받은 상세 영문 기술규격 추가 제출(`19.9월)에 기반한 ITU 평가를 잘 받을 수 있도록 WP5D의장이 5G 후보기술 독립평가그룹을 독려하였다.

`20년 2월까지 국제평가그룹인 TTA SPG33의 우리나라 후보기술(3GPP NR) 및 3GPP NR 기술에 대하여 최종 평가를 대응 할 예정으로 고려대/TTA가 개발한 5G 평가틀 및 TTA 회원사 시뮬레이션 결과를 기반으로 3GPP NR 기술 평가 최종 평가보고서 작성, WP5D기고를 추진 할 것이다. 5G 국제권고안 작성에 있어 3GPP와 협력하여 5G 국제권고 초안 구성 및 제안 추진할 것이다.

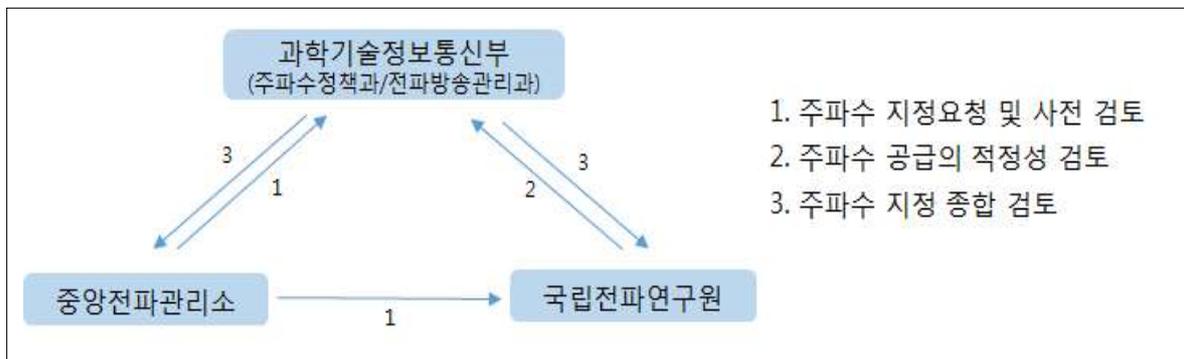
〈 참고: ITU 5G 국제표준화 일정 〉

절 차	시 기	WP5D 회의
5G 요구사항 및 평가방법 확정 (완료)	2017년 2월 ~ 7월	26차 ~ 27차
5G 후보기술 제안 접수 (완료)	2017년 10월 ~ 2019년 7월	28차 ~ 32차
국제평가그룹 5G 후보기술 평가·검증	2018년 10월 ~ 2020년 2월	31차 ~ 34차
5G 후보기술 평가결과 검토 및 결정	2018년 2월 ~ 2020년 6월	29차 ~ 35차
5G 국제권고안 개발	2019년 12월 ~ 2020년 11월	33차 ~ 36차bis
5G 국제권고안 채택 결정	2020년 11월	SG5 (Study Group 5)
5G 국제권고 회원국 승인	2021년 2월	ITU회원국 회담 승인

제4장 5G 등 이동통신 주파수 간섭분석 및 검증연구

제1절 주파수 이용 타당성 검토 및 간섭분석

전파법 제18조의 4에 따라 무선국 운용을 위해 필요한 주파수를 획득하는 방법 중 하나로, 주파수 할당, 사용승인 외에 주파수를 사용할 수 있는 권리를 받는 방법이 주파수 지정이다. 주파수 사용 수요가 중앙전파관리소에 제기되면 위원회에 무선국 간섭분석을 요청하고 과학기술정보통신부 주파수 정책과에서 분석결과를 검토하여 주파수를 지정한다. 위원회는 신청자가 제출한 주파수 요청 자료를 근거하여 무선국의 개설조건 적합여부와 무선국의 출력, 주파수대역폭, 전파형식 등 기술사항을 검토한다.



[그림 4-1] 주파수 지정 시 기관별 역할 및 절차 도식화

19년에 무선국 지정검토 요청은 총191국으로 5G 이동통신 시스템 개발과 통신시스템 설비의 성능실험을 위한 기지국/육상이동국과 자율협력주행 등 미래교통 혁신 기반 조성을 위한 차세대 지능형교통시스템(C-ITS) 실증을 위해서 WAVE/C-V2X 기술방식의 노면기지국과 육상이동국을 서울시, 제주시 등에 신청하였다. 국제·국내 주파수 분배표에 신청 주파수의 용도와 기술기준의 적합여부 및 국제 기술동향 등을 확인하고 기 운용중인 무선국과 간섭영향을 분석하기 위해 시뮬레이션을 통해 주파수 지정 가능성을 검토하였다.

제2절 무선국 ITU 국제등록

ITU 회원국은 자국의 방송·통신 무선국의 국제적 권익확보를 위해 전파규칙에 근거하여 국제등록을 추진하고 있으며, 우리나라도 방송을 포함한 지상망(Terrestrial Services)과 위성망(Space Services)의 국제등록을 추진하고 있다. 국제등록은 주파수 사용에 대해 국제주파수등록원부(MIFR)상에 등재하는 것으로 등재된 모든 주파수는 국제적으로 우선사용 권리를 인정받는다. 우리나라는 일본, 중국, 러시아 등 주변국의 지상망 주파수 이용증가로 인해 국가 간 혼신 간섭영향이 증대될 것이 예상된다. 이에 새로운 방송·통신 서비스 도입을 위한 주파수 재배치 및 무선국 사용 전환에 따른 인접국 상호간에 발생할 수 있는 전파 간섭으로부터 국제적 보호 등 권익 확보를 위해 국제등록 업무를 강화해야 할 필요가 있다. 아울러 ITU 전파규칙에 기반 한 지상 무선국의 국제적인 관리 체계가 마련되어 유해혼신 없도록 지상망 주파수가 허가, 운용되고 국제적으로 보호되어야 한다.

인접국의 전파유입에 의한 혼신으로부터 국내 5G 이동통신 무선설비를 보호하기 위해 28GHz 주파수대역의 대표 무선국 53국과 1452~1492MHz 대역은 IMT로 지정되었으나 중국은 방송위성 업무로 사용하기 때문에 두 업무 간 공존을 위해 100국의 대표 무선국을 ITU에 등록하였다. 향후 기 운용중인 국내 무선국 보호는 물론이고 추후 도입되는 국내 전파자원 보호를 위해 체계적이고 지속적으로 국제 등록을 추진할 계획이다.

제5장 결론

우리나라는 '19년 4월 세계최초의 5G 상용화에 이어 세계 일등 5G 국가로 도약하기 위한 5G+ 전략을 수립하였다. 이는 4차 산업혁명 시대를 대비하여 네트워크 핵심 인프라 확보는 물론 국내 5G 산업계를 포함한 우리나라 전파산업 활성화 측면에서도 그 중요성과 의의는 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 5G 서비스 활성화를 위한 전기통신무선설비 기술기준 개정과 시험방법 개선을 추진하였으며 세계최초의 5G 기술과 주파수를 ITU 국제표준 반영하기 위한 국제 협력 사항을 기술하였다.

금년 11월 이집트(샤름 엘 셰이크)에서 개최된 WRC-19를 통해 국내 26GHz 대역을 포함하여 5G 국제공용 주파수가 결정되었다. WRC-2000 이후 약 20년 만에 총 14.75GHz 폭의 글로벌 IMT 조화 주파수와 지역·국가별 지정 IMT 주파수 2.5GHz 폭을 확보하였으며 국내 5G 상용기술의 ITU 국제표준화를 추진하였다.

또한, 5G 무선설비의 복사시험방법의 효율적 측정 방안과 TRP와 OTA 측정 신뢰성을 향상하고 시험 복잡도를 간소화하여 복사시험방법의 측정시간을 단축시킬 수 있는 방안을 연구하였다. 측정 정확도를 유지하면서 스펙트럼 분석기의 스위프 횟수를 감소시킬 수 있는 것을 실험적으로 확인하였고, 국제표준에서 준용하고 있는 직교그리드방식 측정방법을 적용함으로써 시험 측정 시간을 단축시킬 수 있다.

5G 이동통신 시스템 개발과 통신시스템 설비의 성능실험을 위한 기지국/육상이동국과 자율협력주행 등 미래교통 혁신 기반 조성을 위한 차세대 지능형교통시스템(C-ITS) 실증을 위해서 신청한 무선국을 간접분석 하였다. 국제·국내 주파수 분배표에 신청 주파수의 용도와 기술기준의 적합여부 및 국제 기술동향 등을 확인하고 기 운용중인 무선국과 간섭영향을 분석하기 위해 시뮬레이션을 통해 주파수 지정 가능성을 검토하였다. 또한 인접국의 전파유입에 의한 혼신으로부터 국내 5G 이동통신 무선설비를 보호하기 위해 153국의 대표 무선국을 ITU에 등록하였다.

세계 최고 5G 품질 실현을 위한 5G 추가 주파수 발굴과 관련 전파 이용 제도 정비 등의 준비도 지속적으로 수행해 나갈 것이다.

[참고문헌]

- [1] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2017-3호, `17.3.31.)
- [2] 3GPP TS 36.101. V13.6.1, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception” , Mar. 2017
- [3] 3GPP TS 36.101. V13.7.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception” , Apr. 2017
- [4] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2018-17호, `18.8.17.)
- [5] KS X 3271, "5G NR(New Radio) 이동통신 무선설비 복사시험방법" (국립전파연구원고시 제2018-17호, `18.8.17.)
- [6] 3GPP TR 37.843. V15.6.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access (UTRA); Radio Frequency (RF) requirement background for Active Antenna System (AAS) Base Station (BS) radiated requirements” , Oct. 2019
- [7] 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2018-17호, `18.8.17.)
- [6] 임재우, “제26차 ITU-R WP 5D 회의” TTA 저널 170호, 2017년 3월
- [7] 임재우, “제27차 ITU-R WP 5D 회의” TTA 저널 172호, 2017년 7월

5G 서비스 활성화를 위한 전파이용 제도 정비 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 : 2020. 4.

발행인 : 김정렬

발행처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 : 061) 338-4414

인쇄 : 광주카리타스근로시설 인디자인

Tel. 062) 943-0234

ISBN : 979-11-5820-147-0 < 비 매 품 >

주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.