

글로벌 PPDR 현황과 국가별 PS-LTE 추진사례

이상윤

한국방송통신전파진흥원

요약

최근 광대역 방식의 PPDR 시스템 도입 필요성이 증대함에 따라 관련 국제기구, 지역기구, 국가를 중심으로 광대역 PPDR 도입 방안을 검토했으며, 현재 일부 국가들은 망 구축을 시작하고 있는 상황이다. 국제기구인 ITU를 중심으로 요구사항, 주파수, 기술방식 등에 관한 연구가 진행되었으며, 유럽, 이시아-태평양 지역기구도 지역기구 입장에서 관련 사항 연구를 추진했다. 최근 WRC-15회의가 끝남에 따라 주파수는 700MHz대역과 800MHz대역이 국제적 공통주파수로 결정되었고, 기술방식은 대부분의 국가에서 PS-LTE가 채택되었거나 우선적으로 검토되고 있다. 망 구축 방식은 국가별 상황에 따라 상용망, 혼합망 등이 검토, 추진되고 있다. PS-LTE 구축 사례로서 미국은 FirstNet이 2012년에 설립되어 현재 RFP발행을 위한 마지막 단계에 있으며, 영국은 사업자 선정을 앞두고 있어 2017년부터 망 구축이 추진될 것으로 전망된다, 호주는 800MHz대역에서 LTE방식으로 활용할 계획이나 구체적인 주파수나 망 구축방식은 정해지지 않은 상태이다.

I. 서론

최근 이동통신을 중심으로 무선 광대역 기술, 서비스가 급속하게 확산됨에 따라 재난안전 분야의 통신 시스템 고도화에 대한 수요도 함께 증대하게 되었다. 재난안전 분야 통신은 주로 경찰, 소방, 의료 등 관련 기관의 종사자가 기관의 고유 업무를 수행하는 데 활용되는 특수 통신 시스템이다. 따라서 재난안전 통신 시스템은 일반인들을 위한 이동통신과는 다른 특수기능(예를 들어 그룹통화, 직접통화 등)을 요구하거나 보안성, 신뢰성 등에서 대해서는 일반 이동통신에 비해 높은 수준의 성능을 요구한다. 그러나 재난안전통신은 이용자 범위가 제한되어 있고, 요구사항 차이로 인한 독자적인 기술방식을 사용하는 등의 원인으로 인해 일반 이동통신에 비해 시장 규모가 협소한 특징

이 있다. 이러한 점은 기술과 서비스 개발에 대한 활발한 투자가 이루어지기 어려운 환경을 만들었으며, 이동통신에 비해 발전 속도가 훨씬 더디게 된 원인이 되었다. 또한 통신망 운용 측면에서 보면 이용기관별로 서로 다른 기술방식을 사용하거나 개별적으로 망을 운용하면서 대규모 재난발생 시 필수적인 상호운용성 확보가 이루어지지 않아 효율적인 재난대응이 이루어지지 않는다는 문제가 제기되어 왔다.

재난안전통신의 광대역화에 대한 논의는 2000년대 중반부터 이루어지긴 했으나 큰 진전을 보진 못했고, 2000년 후반 LTE 기술이 등장한 이후 이동통신 분야에서 광대역 기술, 서비스가 비약적인 성장을 보이게 되자 LTE가 광대역 재난안전망 구현을 위한 기술적 대안으로 고려되기 시작했다. 재난안전통신망의 광대역화는 기존 재난안전통신망에서 요구하는 특수한 기능과 높은 수준의 신뢰성, 보안성, 안정성 등을 유지하면서 상업용 이동통신에서 구축된 기술, 표준, 장비 등의 생태계를 활용함으로써 보다 적은 비용으로 재난안전 관련 업무수행을 위한 다양한 데이터, 영상 등의 광대역 서비스를 구현하는 방향으로 진행되고 있다. 구체적으로는 LTE를 기반으로 PPDR 서비스를 제공할 수 있는 기술개발과 표준화가 이루어지고 있고, 무선 서비스 제공에 필수적인 자원인 주파수 자원을 어떻게 마련할지에 대한 방안도 국제기구, 국가별 주관청을 중심으로 논의되고 있다. 또한 망 구축 측면에서는 동일한 기술방식(예를 들어 LTE)과 주파수를 사용하여 상호운용성을 확보함으로써 재난 시 운용 기관간 또는 인접 국가간의 업무협조를 용이하게 하는 방향으로 검토되고 있다. 한편 우리나라를 포함해 미국, 영국 등의 일부 국가에서는 이미 LTE 방식을 이용한 광대역 재난안전통신망의 구축을 추진하고 있어 길지 않은 시간 내에 LTE 기반의 광대역 PPDR 통신망 구현이 현실화될 것으로 예상된다.

본고에서는 광대역 재난안전통신망(PPDR: Public Protection and Disaster Relief) 관련 글로벌 추진동향과 일부 국가에서 진행 중인 PS-LTE망 구축 사례를 살펴본다. 2장에서는 국제기구인 ITU-R과 유럽 및 아시아의 무선통신 관련 지역기구에서 논의되고 있는 광대역 PPDR 관련 동향을 소개하고, 제 3장에서는 미국, 영국 등 주요국에서 추진하고 있는

PS-LTE망 구축 관련 사례를 살펴본다. 마지막으로 제 4장에서 결론을 맺는다.

II. 글로벌 PPDR 현황

1. ITU-R

ITU-R은 전파통신의 중요한 임무 중 하나로서 인명안전을 위한 전파통신의 활용을 촉진시켜왔다. 이를 위해 각 주관청이 PPDR 통신망 활용을 확대하도록 관련 보고서와 권고의 지속적인 개발과 개정을 추진해왔다. 2003년에는 PPDR 관련 보고서(ITU-R M.2033)를 개발하였고 2003년 국제전파통신회의(WRC: World Radiocommunications Conference)에서 결의 646을 통해 당시(03년)의 기술방식을 고려해 협대역 음성통신용으로 사용할 수 있는 주파수 대역을 각 지역별로 권고하였다¹.

2000년대 후반부터 관련 기술개발, 수요자 요구증대 등으로 광대역 PPDR을 도입할 수 있는 여건이 조성됨에 따라 2012년 국제전파통신회의(WRC-12)에서 차기 WRC 의제로 기존 PPDR 관련 결의인 결의 646을 결의 648에서 정한 사항²을 고려해 검토하고 개정하는 의제(Agenda 1.3)를 채택하였다. WRC-15를 위한 의제 1.3의 연구를 위해 ITU-R SG5 산하의 WP5A를 통해 관련 연구 보고서가 개발되었으며, 의제 1.3 논의를 위한 CPM 보고서가 마련되었다. CPM보고서에서는 결의 646 개정을 위한 다양한 방안이 제시되었는데, 주로 광대역 PPDR 도입을 위한 주파수 분배 방안이 제시되었다[1].

결의 646에서는 규모의 경제 구축을 통한 PPDR 서비스 비용 절감, 상호운용성 확보, 재난 발생 시 인접 국가간의 원활한 장비유통 등을 위해 주파수 조화의 필요성을 강조하고 있음에도 불구하고, 논의 초반에는 새로운 주파수 분배 필요성에 대한 문제제기, 각 지역 및 국가의 주파수 관련 입장 정리 미흡 및 국가별 입장 차이로 인해 논의에 많은 진전이 이루어지지 못했다. 특히 유럽을 중심으로 결의 646 개정 시 주파수 내용을 삭제하고 ITU 권고에 각 나라별 주파수 배정 사례를 참고하자는 의견도 제시되었다. 그러나 2013년 이후 미국을 비롯해 우리나라가

700MHz대역에서의 PS-LTE망 구축을 추진하면서 각 지역구 및 각국별 논의가 본격화되었다. 유럽의 경우 700MHz 대역을 핵심대역으로 검토하기 시작했고, 호주, 말레이시아 등 아시아 일부 국가는 800MHz 대역을 활용하는 입장을 보였다. 이들 국가들을 중심으로 한 논의 끝에 700~800MHz 대역을 국제 공통대역으로 사용하는 것으로 의견이 모아지게 되었고, 올해 11월에 개최된 WRC-15 회의에서 최종적으로 694~894 MHz대역을 국제 공통대역으로 정하고, 아울러 제1지역 및 제3지역에 대해서는 지역별 공통 주파수를 정하여 해당 주파수 범위 내에서 각 국가별로 PPDR 서비스를 제공할 수 있도록 했다[2].

표 1. 결의 646 권고 PPDR 주파수 (WRC-15 개정)

구분	국제공통	제1지역	제3지역
주파수	694-894 MHz	380-470 MHz	406.1-430 MHz, 440-470 MHz, 4940-4990 MHz

ITU-R 연구그룹(Study Group)으로서 지상업무에 관한 연구를 수행하는 SG5 산하에서 30MHz 이상의 육상이동업무, 고정업무, 아마추어 및 아마추어 위성업무를 담당하는 WP(Working Party) 5A에서 PPDR에 관한 연구가 진행되었다. 해당 그룹에서 진행했던 작업은 크게 세 가지로 볼 수 있는데, 첫 번째는 PPDR 요구사항 등에 관한 보고서 개발, 두 번째는 PPDR 주파수 배치방식에 관한 권고 개발, 세 번째는 광대역 PPDR 서비스 제공을 위한 기술방식에 관한 권고이다. WP5A에서는 WRC-15 의제 1.3에 관한 연구를 위해 새로운 PPDR 보고서를 개발했는데 이를 통해 기존 PPDR 관련 ITU-R 보고서인 M.2033 보고서가 폐기되고, 기존 보고서의 협대역 관련 사항 내용에 광대역 PPDR에 관한 사항과 결의 648에서 요구하는 사항을 포함하는 새로운 보고서로서 ITU-R 보고서 M.2377이 개발되었다[3]. 동 보고서에는 PPDR 통신의 목적, 요구사항, 주파수 소요량, 개도국 필요 등에 관한 사항이 검토되었는데, 특히 주파수 소요량과 관련해서는 나라별로 PPDR 서비스 제공 목적, 방식 등이 상이할 수 있으므로 국가별 소요량이 다를 수 있음을 인정하면서 보고서의 부록에서 다양한 국가, 단체의 주파수 소요량 산정 사례를 소개하고 있다³.

ITU-R 권고 M.2015는 결의 646에 따른 PPDR 주파수 배치에 관한 권고로서 이번 WRC-15 회의 결과를 반영해 차기 SG5 회의에서 동 권고에 대한 개정이 추진될 예정이다. 우리나라의 700MHz 통합공공망용 주파수 배치 내용은 기존 결의 646에서 700MHz 대역을 권고하고 있지 않아 작년도 개정 시 반영되지

1 4.9GHz대역, 5.8GHz대역 등 광대역 통신을 위한 주파수도 권고하고 있긴 하나 트래픽 집중 지역에 한정하여 해당 지역의 트래픽 offload를 위한 것으로 점대점(point-to-point), 점대다점(point-to-multipoint) 시스템을 이용한 활용을 고려한 것으로 이는 이동성을 고려한 지상통신 시스템과는 다르다.

2 결의 648에서는 PPDR 서비스와 애플리케이션을 위한 기술적 요구사항, 기술발전을 통한 광대역 PPDR의 진화, 개발도상국의 요구사항을 고려하도록 하고 있다.

3 우리나라의 주파수 소요량 산정 사례가 소개되어 있다. (Annex 7F)

못했으나 금번 WRC-15 결정으로 차기 회의 때 반영될 것으로 예상된다.

ITU-R 권고 M.2009는 PPDR을 위한 협대역 및 광대역 무선접속기술을 권고하고 있다. 광대역 기술로는 IMT-2000 CDMA(Multi-carrier, Single-carrier, Direct Spectrum, TDD), TDD 기반의 IMT-2000 OFDMA, LTE-A 등이 포함되어 있으며, 특히 중국의 제안으로 포함된 B-TrunC 기술은 중국의 표준화 단체인 CCSA와 산업정보기술부에서 개발된 기술로서 1.4MHz부터 20MHz폭의 광대역폭 사용이 가능하고 PPDR에서 요구하는 기능인 일대다(一對多) 음성, 영상 통신 지원이 가능한 장점이 있다.

2. CEPT(유럽 지역기구)

CEPT는 2011년에 전기통신위원회(ECC)산하에 PPDR 주파수 연구를 위한 작업그룹(FM49-PPDR)을 구성했으며, 유럽집행위원회(European Commission)의 광대역 PPDR 도입에 관한 연구 지시에 따라 두 가지의 보고서를 개발하는 것을 중심으로 작업을 진행했다. 이에 FM49는 유럽 지역 및 국가의 광대역 PPDR 관련 정책 수립에 중요한 근거가 된 두 가지의 보고서를 개발했는데, 첫 번째인 ECC Report 199에서는 광대역 PPDR 시스템의 요구사항과 주파수 소요량에 관한 내용을 다루고 있다[4]. 주파수 소요량과 관련해서는 유럽 재난안전 관련 단체의 평시 및 재난 상황 시의 트래픽 이용 시나리오 의견에 기반해 대규모 재난상황(DR)을 제외한 평상시(PP1) 또는 대규모 비상상황 및 특별행사 상황(PP2)을 고려했을 때 2x10 MHz폭이 적정한 것으로 판단했다.

또 하나의 보고서인 ECC Report 218에서는 광대역 PPDR 이용을 위한 후보 주파수 대역과 주파수 배치 방식, 망 구축방식에 관한 사항을 검토하고 있다[5]. 광대역 PPDR을 위한 주파수 이용과 관련해서 유연한 조화(Flexible Harmonization) 원칙을 제안하고 있는데, 이는 CEPT 회원국은 동일한 기술표준(예를 들어 LTE)을 사용하되, 주파수 대역폭 및 범위는 조화된 tuning range내에서 국가별 요구에 따라 자유롭게 사용 가능하며, 망 구축 방식도 국가별 실정에 따라 채택 가능하다는 것을 의미한다. 이를 기본 원칙으로 ECC Report 218에서는 각 사항에 대한 가이드라인을 제시하고 있다. 먼저 기술방식 측면에서 LTE방식을 사용하는 것이 상업용 LTE에서 구축된 산업 생태계를 활용해 단말, 장비 등의 원활한 수급이 가능해 유리하다는 점을 지적하고 있고, 망 구축 측면에서는 전용 망 구축, 상용망 활용, 전용-상용의 혼합망 등의 3가지 방식을 제시하고 있다. 주파수 측면에서는 조화된 tuning range로서 일차적으로 700MHz 대역의 사용을 권고하고 있고, 농촌지역 등 넓

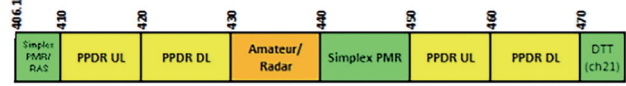


그림 1. 유럽 400MHz PPDR 주파수 tuning range

은 커버리지 확보 등 보조적 용도로서 400MHz 대역의 사용을 권고하고 있다. 먼저 400MHz 대역의 경우 다음 그림과 같이 410~430MHz 및 450~470MHz의 tuning range를 제시하고 있으며, 주관청의 필요에 따라 해당 대역 범위 내에서 일부 대역폭(1.4~5MHz폭)만 활용할 수 있다. 사용 가능한 대역폭이 제한되는 이유는 인접한 대역에서 사용하고 있는 협대역 시스템과의 간섭 영향으로 인해 전체대역 사용이 어렵기 때문이다. 따라서 동 대역 내에서는 ECC Report 199에서 권고한 주파수 소요량인 2x10MHz폭을 모두 수용하는 것이 불가능하고 이로 인해 동 대역을 단독적으로 활용하기보다 700MHz대역의 보조적인 용도로 활용이 가능할 것으로 전망하고 있다.

700MHz 대역의 경우 EC에서 정한 700MHz MFCN(Mobile/Fixed Communications Network) 밴드 플랜(703~733MHz, 758~788MHz)을 기반으로 망 구축 방안에 따라 해당 대역 내에서 활용하거나 인접 대역을 활용하는 방안을 제시하고 있다. 유럽의 700MHz대역 밴드플랜은 APT 700MHz대역 밴드플랜과 보조를 맞춰 APT 밴드플랜의 lower duplexer 구간(703~733MHz/758~788MHz)을 활용하도록 하고 있다. APT 밴드플랜과 비교해 남게 되는 738~758MHz대역은 SDL(Supplementary Downlink)용으로 활용하여 FDD방식의 이동통신용으로 타대역에서 사용하는 하향대역과 연계해 하향 트래픽 수요 처리할 수 있도록 하고 있으나, 필요 시 M2M, PMSE용 등으로도 활용될 수 있다.



그림 2. 유럽 700MHz 대역 MFCN 밴드플랜

위의 밴드플랜을 그대로 활용할 경우 아래 그림과 같은 주파수 이용이 가능하다(Option A). 이동통신용 대역 내에서 이동통신 서비스와 인접해 활용할 것이므로 상호간섭 영향이 없도록 위해서는 동일한 기술기준을 적용하고 유사한 망 구축 방식을 활용하는 것이 필요하다. 위의 조건이 만족될 경우 MFCN대역 범위 내에서 2x10MHz폭을 자유롭게 배치하는 것이 가능하다. 상용망을 이용해 PPDR 서비스를 제공할 경우 이 방식을 활용해야 하나, 간섭방지를 위한 기술적 조건만 만족한다면 전용망을 구축하여 활용하더라도 무방할 것으로 판단된다.



그림 3. 유럽 700MHz PPDR 밴드플랜 (Option A)

700MHz의 MFCN대역 이외 대역을 별도로 PPDR용으로 정하는 방안을 검토할 수 있다(Option B, C, D). 아래 그림과 같이 이동통신용 대역을 최대한 활용하고 보호대역으로 설정된 대역을 PPDR용으로 활용하는 방안으로서 인접대역과의 간섭 방지를 위해 강화된 기술기준을 적용해야 한다. Option B의 경우 이동통신용 주파수를 최대한 확보할 수 있다는 장점이 있지만, PPDR용 대역폭이 2x8MHz폭으로 대역폭이 한정되고 아울러 호보대역이면서 M2M용 활용이 검토되고 있는 733~763MHz 및 788~791MHz의 일부를 활용함에 따라 M2M용으로 활용 가능한 주파수 대역폭이 줄어든다는 단점이 있다⁴.

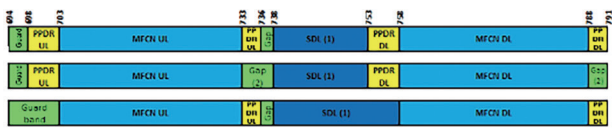


그림 4. 유럽 700MHz PPDR 밴드플랜 (Opt B,C,D)

마지막으로 700MHz대역 MFCN대역 범위 내와 범위 밖의 대역을 사용하는 방안이 있다. 이 방안은 상용망과 전용망을 혼합하여 망을 구축하는 경우 적합한 방식이라 할 수 있다. MFCN대역 범위 내의 대역의 경우 Option A와 마찬가지로 대역 끝에 배치할 필요 없이 범위 내에서 자유롭게 배치가 가능하다.

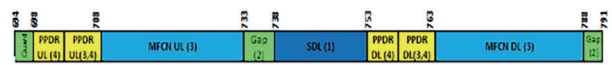


그림 5. 유럽 700MHz PPDR 밴드플랜 (Option F)

3. APT(아시아태평양 지역기구)

아시아태평양 지역기구인 APT(Asia-Pacific Telecommunity)는 산하에 무선통신 그룹(AWG: APT Wireless Group) 운영을 통해 PPDR 관련 권고 및 보고서 개발을 진행하고 있다. AWG의 PPDR 작업그룹(TG-PPDR)은 주파수 조화 등 광대역 PPDR 구현과 관련된 이슈를 연구하는 것을 목적으로 하였으나, 당시는 광대역 PPDR 주파수에 관한 각국의 입장이 정립되

4 프랑스는 '15년 6월에 700MHz 밴드플랜으로 Option B 방식을 채택하였다.

지 않은 상태에서 의미 있는 논의가 이루어지기 어려운 상황에 따라 광대역 PPDR의 요구사항, 구현방식 등이 중점적으로 다뤄졌다⁵. 대신 TG-PPDR은 2010년부터 시작해 IMT 기술 기반 이동 광대역 PPDR 시스템 보고서를 개발했으며[6], 광대역 PPDR통신을 위한 기술적 요구사항 보고서를 개발했고[7], 주파수와 관련된 사항은 WRC-15 의제와 연계해 APG 회의를 통해 논의되었다.

AWG를 통해 개발된 첫 번째 보고서에서는 IMT기술을 이용해 광대역 PPDR에서 일반적으로 요구하고 있는 기능을 만족시킬 수 있는지 여부에 대해 검토하고, 다양한 PPDR 망 구축방식에 대해서 검토하고 있다. 두 번째 보고서에는 광대역 PPDR을 위한 다양한 요구사항을 검토하고 있는데 우리나라의 재난안전통신망 37개 요구기능이 반영되었으며, 동 보고서는 ITU 보고서 개발 시에도 참조된 바 있다.

AWG의 TG-PPDR은 현재 올해 초 호주의 제안으로 IMT기술을 이용한 PPDR 이동 광대역 구현에 관한 보고서를 개발 중에 있다. 동 보고서에는 실제 구현 방법에 관해 중점적으로 검토하고 있으며 여기서는 호주가 제안하고 있는 상용망을 통한 구현방식 등이 검토될 것으로 예상된다. 한편 지금까지 VHF 방송 대역에서 WiMax 기반의 자체 기술방식 이용을 추진하던 일본이 TG-PPDR에서 PS-LTE 구축 방식 등에 관한 연구를 제안함에 따라 앞으로 PS-LTE와 관련한 한일간 협력이 강화될 것으로 기대된다.

III. 글로벌 PPDR 현황

1. 미국

미국은 2007년부터 주파수를 분배하고, 기술방식 선정, 예산 확보, 관리기관 설립 등 광대역 PS-LTE 망 구축을 가장 먼저 추진했다. 최초 추진에 따른 기술적 문제 해결, 넓은 국토로 인한 비용 효율성 확보, 각 지방정부와의 원활한 협조체계 구축 등이 필요함에 따라 사업 추진은 다소 지연되고 있는 측면이 있으나 현재 준비 작업을 끝내고 망 구축을 위한 RFP 발행 단계에 있다.

911테러, 태풍 카트리나 등 대규모 재난, 자연재해 이후 효율적인 재난 대응체계 마련을 위해 상호호용성이 확보된 무선통

5 '07년에 광대역 PPDR용으로 4.9GHz 대역 이용에 대한 권고안을 채택한 바 있으나 이는 전술한 바와 같이 이동성을 갖추지 않은 시스템을 위한 것이라 최근 논의되고 있는 광대역 PPDR과는 성격이 다르다.

신망 구축의 필요성이 대두됨에 따라 FCC는 '07년에 DTV 여 유대역인 700MHz대역의 24MHz폭(협대역 12MHz폭, 광대역 10MHz폭, 보호대역 2MHz폭)을 공공안전(Public Safety)용으로 분배했다. 인접한 D블록 10MHz폭에 대해서는 상업용으로 할당하되 비상 시 공공안전용으로 우선권을 주는 조건으로 공공-민간 협력을 추진하였으나, '08년 주파수 경매에서 D블록이 유찰됨에 따라 공공안전 관련 단체의 의견을 수용해 '12년에 공공 안전 광대역용으로 추가 분배하게 되어 700MHz대역에서 총 34MHz폭(광대역 20MHz폭)을 공공안전용으로 확보하게 되었다. 한편 기술 방식과 관련해 FCC는 상호운용성 확보를 위해 단일 기술방식 채택이 필요하다고 보고 공공안전 관련 단체의 의견을 수렴해 LTE 방식으로 채택하였다.

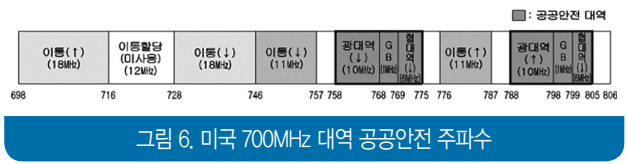


그림 6. 미국 700MHz 대역 공공안전 주파수

FCC는 '10년도 국가광대역계획(National Broadband Plan)을 제시하면서 공공안전 망 고도화 방안으로서 높은 신뢰성 및 넓은 커버리지가 보장된 음성, 데이터 및 영상의 4세대 서비스 제공을 목표로 제시하고 이를 달성하기 위한 정책방안으로서 ①넓은 커버리지와 신뢰성 있는 망 접근을 보장하기 위한 공공안전 전용 광대역 망 구축, ② 재난 시 추가 망 용량 제공 및 망 회복성 향상을 위해 로밍 및 우선접속을 통한 상용망 이용, ③실내 및 지하구간 커버리지 보장을 위한 분산 안테나 시스템(DAS) 및 마이크로 셀 시스템 적용, ④기존 공공안전 망 및 상용 망에서 트래픽 수용이 곤란한 경우를 대비해 임시 구축이 가능한 장비 도입이 제시되었다[8].

이에 700MHz대역에서 광대역 공공안전 전국 망 구축을 위해 산하에 전담 기관을 설립하고 현재 망 구축을 위한 준비 작업을 진행 중에 있다. 먼저 '12년 2월, 「중산층 세금감면 및 일자리 창출법」을 제정해 공공안전용 전국 망 구축·운영에 필요한 주파수, 조직, 자원 등에 관한 전반적인 사항을 규정했다. 이에 근거해 NTIA는 산하에 응급대응네트워크청(FirstNET: First Responder Network Authority)을 설립했으며 현재 효율적인 망 구축을 위한 방안을 마련 중에 있다. 망 구축 방안은 자가망을 기본으로 하되 경제성을 고려해 상용망을 최대한 활용하는 방안이 고려되고 있다. 상용망 활용 방안은 이용환경, 상용망 구축 현황 등에 따라 기지국 사이트를 공유하거나 일부 장비 또는 회선 등을 공유하는 등 다양한 모델이 고려되고 있다. FirstNet은 LTE 코어망(EPC)의 경우 FirstNet 자체 망을 활용하되 기지국 등 무선접속망의 경우 상용망을 활용하는 방안 등

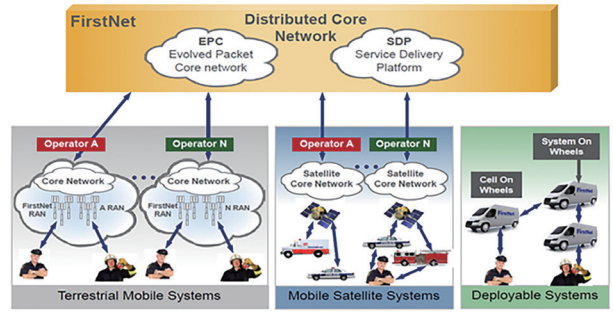


그림 7. 미국 FirstNet 망 구축 전략

이 고려되고 있다. FirstNet의 무선접속망은 효율적인 커버리지 확대 및 통신용량 확보를 위해 지상과 위성, 이동 기지국을 조합한 형태로 운용된다.

망 구축비용은 주파수 경매 자금에서 마련된 자원(약 8조원)을 확보하였으나 향후 지속가능한 망 운용을 위해서는 추가적인 자원 확보 및 비용 절감이 필요하다. 이를 위해 FirstNet 망을 이용하는 공공안전 관련 이용자 및 이차 사용자에게 망 이용대가를 부과하고 여유 망 용량을 상용망 사업자에게 임대하여 수익을 확보할 계획이다. 또한 백홀, 사이트 등의 기존 설비를 활용함으로써 신규 설치에 따른 비용을 최소화할 계획이다.

FirstNet은 5개 지역에서 FirstNet 망 구축 시범사업을 추진하고 있다. 이 시범 사업은 본래 NTIA가 광대역 기술 확산을 위해 2009년부터 추진한 BTOP(Broadband Technology Opportunities Program)사업의 일환으로 공공안전 관련 기관이 700MHz 대역에서 광대역망을 구축하는 사업이었다. 그러나 2012년에 700MHz대역에서 LTE방식으로 전국망 구축을 추진하는 FirstNet이 출범함에 따라 기존 BTOP사업을 중단하고 FirstNet의 주관 하에 재추진하도록 했다. FirstNet은 First-Net망과의 호환 및 협조를 조건으로 700MHz 대역 주파수를 활용하도록 하는 협상(SMLA: Spectrum Manager Lease

표 2. 미국 FirstNet 시범사업 추진현황

구분	SMLA	사이트	KLCP 중점 추진분야
LA-RICS	완료	231개	2차 재난대응기관 이용, 서비스 품질(QoS), 우선순위/선취 등
New Mexico	완료	9개	호스트된 Core, 국경간 주파수 관리, 연방기관과의 파트너십
New Jersey	완료	31개	이동형 장치, 재난복구, 교육 및 연습, 망 운영센터 통지 등
Adams County	완료	17개	PSCR 및 FirstNet의 시험지원, B14 단말기 시험, 시연접속 등
Texas Harris County	완료	13개	Core migration, 이용자 데이터 분석, 시골지역 커버리지, LTE 교육 등

Agreements)을 진행했으며, 해당 시범사업에서 중점적으로 추진해야 할 사항인 핵심 학습조건 계획(KLCP: Key Learning Conditions Plan)을 수행하도록 하였다.

한편 시범 사업 추진과 함께 원활한 전국망 구축 추진을 위해 지방정부를 대상으로 FirstNet 망 구축 사업에 대한 자문회의를 지속적으로 추진하고 있다. 각 주 정부는 FirstNet의 계획에 참여해 해당 지역의 망 구축을 추진할 수 있지만, 주 정부 개별적으로 망 구축을 추진할 수도 있다. 다만 FirstNet망과의 상호운용성 요구조건을 만족해야 하며 이에 대한 주정부의 계획이 FCC에 의해 승인되면 NTIA로부터 주파수 이용을 승인받아야 한다. 이때 주 정부는 망 구축 계획이 비용 효율성, 망 구축 일정, 보안, 커버리지, QoS 측면에서 FirstNet망 대비 유사한 수준임을 보여야 한다.

FirstNet은 RFP 발행을 위한 준비작업으로서 정보수집을 위해 2014년에 RFI를 발행했으며, 이를 기반으로 2015년 초에 RFP 초안을 마련해 검토, 보완을 진행 중에 있으며 2015년 말에 최종 RFP가 완성될 예정이다.

미 상무성은 FirstNet과는 별도로 산하의 국립기술표준원(NIST)과 NITA(정보통신청)을 통해 공공안전용 LTE 망의 효율적인 망 구축, 기술개발 촉진 등을 위한 공안전통신연구프로그램(PSCR: Public Safety Communication Research)을 추진하고 있다. PSCR은 장비 업체의 공공안전용 LTE 장비 개발 촉진을 위해 700MHz 대역을 이용한 공안전용 LTE 실험 망을 구축하여 공안전용 LTE 장비의 실험 및 이기종 간 상호운용성 등을 테스트하고 있으며, 공공안전용 신규 기능을 기존 LTE 표준에 반영시키기 위해 3GPP 등을 통한 표준화 활동도 진행하고 있다. 또한 전국망 구축 셀 플래닝을 위한 시뮬레이션 모델 개발 및 RF전파 모델, 음성통신 관련 사항 등의 연구를 진행하고 있다.

2. 영국

영국은 유럽 국가와 마찬가지로 380~400MHz 대역에서 TETRA 방식을 이용한 공안전용 통신망(Airwave)을 구축해 소방, 경찰 등 공공기관 종사자들을 대상으로 서비스를 제공해왔다. 그러나 협대역만 지원하는 TETRA 기술의 한계로 인해 급격히 증가하는 광대역 서비스 수요를 충족하기 어려웠으며, 상용망 대비 높은 서비스 비용이 드는 문제, 2005년 7월 폭발사고 후 제기된 Airwave망 커버리지 문제 등이 있어 영국 내무부(Home Office)는 Airwave사와의 서비스 계약이 종료되기 시작하는 2016년부터 음성-광대역이 통합된 서비스를 제공하는 것을 목표로 이를 효율적으로 제공할 수 있는 방안을 검토했다. 2016년경에는 4G LTE 이용 환경이 충분히 조성될 것이므로 TETRA망으로부터 4G ESN망으로의 이전이 가능할 것으로 예

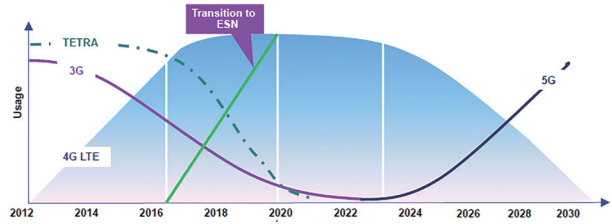


그림 8. 영국 ESN 망 이전 계획

측하고 있다[9].

영국 내무부는 경찰, 소방, 구조, 응급의료(3ES) 등 공공안전 사용자를 위한 차세대 통신 시스템을 구축하는 응급서비스이동통신 프로그램(ESMCP: Emergency Services Mobile Communications Programme)을 추진하고 있다. 이를 실현하기 위한 방안으로써 상용 4G LTE망을 활용하는 방안을 검토하고 있다. 2014년 4월에 3개 분야에 대해 새로운 사업자 선정을 위한 작업이 시작되었다⁶.

표 3. 영국 ESN 사업자 선정 분야

구분	분야	주요 내용
Lot 1	서비스 통합 · 이전	프로그램 관리 및 통합, ESN 구축 보고, 2017~2019년 사용자 이전, 사용자 기기 구매 및 차량 업그레이드
Lot 2	이용자 서비스	단대단 시스템 통합, 사용자 계정관리, 공공안전 기능 등 사용자 서비스 제공
Lot 3	모바일 서비스	전국 이동망 운영을 위한 망 운영 (이동사업자)

현재 총 8개 업체가 사업자 선정을 위해 준비하고 있는 것으로 알려졌다. 모바일 서비스를 제공하는 Lot 3의 경우 이동통신 사업자인 O2와 EE의 2개 사업자가 제안사로 알려졌으나, 지난 7월 O2가 사업상 이유로 ESN 사업 철회 의사를 밝힘에 따라 EE가 단일 사업자로 남게 되었다. 사업자 선정지연 등으로 인해 ESN 망 구축은 2017년 초부터 시작하여 2019년에 완료될 것으로 예측되고 있다[10].

3. 호주

호주의 경우 공공안전 서비스를 위해 3가지 주파수 대역을 사용하는 방안을 검토하고 있다. 먼저 고화질 영상통신 또는 지상망의 트래픽 분산용으로 4.9GHz대역에서 50MHz폭 이용을 검토하고 있으며, 협대역 음성통신용으로 사용중인 400MHz은

6 애초에는 음영지역 커버리지 확보를 위한 별도 사업자(Lot 4)도 선정하려 했으나, 음영지역이 많이 없고 이격거리가 커 Lot3의 사업자가 해결할 수 있는 것으로 판단해 사업자 선정 분야에서 제외되었다.



그림 9. TELSTRA社의 주파수 분리이용 예시

대역정비를 통해 기존에 분산되어 사용하던 주파수를 연속된 대역으로 정비해 정부 전용의 조화대역으로 정하고 면허 체계를 개편하는 방안을 검토하고 있다. 마지막으로 광대역 PPDR 서비스에 해당하는 서비스는 800MHz대역의 10MHz폭의 전용 대역을 지정해 LTE방식으로 서비스를 제공할 예정이나 구체적인 대역은 303~960MHz대역 전체의 정비계획에 따라 정해질 계획이다. 공공안전 서비스 제공에 관심이 많은 것으로 파악되고 있는 TELSTRA社의 경우 광대역 PPDR 전용대역과 이동통신 사업자의 주파수를 동시에 사용하는 방안(LANES: LTE for Advanced integrated Network for Emergency Services)을 제시하고 있다. 여러 광대역 PPDR 구현 관련 보고서에서 언급되고 있는 전용-상용 혼합망의 일종인데, 평시에는 전용 주파수대역을 사용하여 자유로운 사용을 보장하되 트래픽 용량이 늘어날 경우 상용망 주파수를 활용한다는 개념이다.

4. 기타

중국은 1.4GHz 대역의 20MHz폭(1447~1467MHz)을 이용해 TD-LTE방식으로 공공안전용 시범 망을 구축하고 있다. 서비스 내용은 공공 시설물 관리, 응급 정보전송, 영상 모니터링 등 공공업무 수행이다. 2011년 베이징, 2012년 텐진지역에서 시범망이 구축되었으며 단계별로 기지국 수를 증가시켜 망을 구축할 계획이다. 그러나 이 시스템은 PS-LTE에서 요구하는 핵심적인 기능들을 제공하고 있지 않아 상용 TD-LTE 시스템을 공공업무용으로 활용하고 있는 것으로 파악된다. 앞으로 어떤 식으로 진화될지는 알려져 있지 않고 있으나 최근 PS-LTE와 유사한 기능을 제공하는 자체 기술(B-TrunC) 개발을 추진하고 있어 해당 시스템으로 변경될 수도 있을 것으로 예측되고, 주파수 측면에서는 아직 입장이 확인되지는 않았으나, 망 구축 비용 문제가 제기되고 있어 1GHz 이하의 낮은 대역을 검토하고 있는 것으로 파악되고 있다.

일본 총무성은 기존 협대역 방식으로, 상호운용성이 확보되지 않은 시스템을 광대역 방식의 기관간 상호운용성이 확보된 시스템으로 진화하는 것으로 목적으로 '11년 6월 200MHz 대역의 35MHz폭을 공공 브로드밴드 대역으로 분배하고, 이를 위한 기술개발을 추진했다. 기술방식은 WiMax표준을 기반으로 이를 VHF대역에 맞게 변형한 자체표준을 개발해 활용할 계획이다. 서비스는 이미 시작되고 있는 것으로 파악되나 확산계획은 미

정이다. 그러나 최근 일본은 PS-LTE방식 도입을 검토하고 있다[13]. '14년 2월, 총무성의 전과정책비전 연구반에서는 광대역 PPDR분야의 국제적 추세를 고려해 PS-LTE 방식의 일본 도입 필요성을 제기하면서, 비상시 뿐만 아니라 평시에도 사용하는 방안을 검토하도록 권고하고 있다. 이에 AWG 18차 회의에서는 아시아·태평양 지역 회원국의 PS-LTE 관련 연구 추진을 제안한 바 있다.

IV. 결론

국제기구, 지역기구 및 각국의 최근 몇 년간의 노력 끝에 광대역 PPDR 도입에 관한 논의의 결론이 가시화되고 있다. 주요 이슈로는 기술방식, 주파수 대역, 망 구축 방식이 있는데, 이중 기술방식과 주파수 대역은 기관간 또는 국가간 상호운용성 확보를 위한 기초라는 점에서 가급적 동일한 기술방식, 주파수 사용이 권고되고 있다. 기술방식은 우수한 성능의 LTE 기술의 생태계를 활용하기 위해 LTE 기술을 채택하고 있고, 주파수 대역의 경우 전파특성이 우수한 700MHz 및 800MHz대역이 주로 채택될 것으로 예상된다. 망 구축 방식의 경우 국가별 상황을 고려해 여러 가지 선택사항이 있는데, 일반적으로 상용망, 전용망, 혼합망으로 구분된다. 주파수 측면에서만 봤을 때는 미국, 한국은 전용망, 영국은 상용망을 추진하고 있고 호주는 혼합망을 검토하고 있는 것으로 보인다⁷. 그러나 각 선택사항별로 장단점이 있고 국가의 통신사업자와의 협상 결과에 따라 결과는 매우 다르게 나타날 수 있으므로 어떤 방식이 좋다고 단정지을 수는 없을 것으로 보인다. 앞으로 여러 국가에서 PS-LTE망을 구축하게 되면 다양한 사례분석이 가능할 것으로 예상된다.

WRC에서 700MHz대역이 PPDR 공통주파수로 채택되고, 기술방식으로 PS-LTE 일반적으로 고려되고 있음에 따라 우리나라의 입장에서는 재난안전통신망 사업추진의 동력을 얻었다고 할 수 있다. 특히, 미국, 영국 등 일부 선진국을 제외한 대부분의 나라에서 망 구축을 하고 있지 않은 상황임을 고려할 때, 개도국 등을 중심으로 장비, 솔루션 등 관련 시장 확대의 기회는 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 국내에서의 빠른 망 구축 및 서비스 제공 경험을 바탕으로 관련 해외시장 선점을 위한 노력이 필요한 시점이다.

7 미국과 한국의 경우 전용 주파수를 사용하지만 기지국 등 네트워크 자원을 상용망과 공유할 예정이므로 일종의 혼합망이라고도 볼 수 있다.

참고 문헌

- [1] 이상윤, “재난통신용 주파수 후보대역과 효율적 활용방안” 한국통신학회지 정보와 통신, 31권, 10호, pp. 19-24, 2014년 10월.
- [2] ITU-R, Resolution 646 (Rev.WRC-15): Public protection and disaster relief.
- [3] ITU-R Report M.2377: Radiocommunication objectives and requirements for Public Protection and Disaster Relief (PPDR), 2015.
- [4] ECC Report 199: User requirements and spectrum needs for future European broadband PPDR systems (Wide Area Networks), 2013.
- [5] ECC Report 218: Harmonised conditions and spectrum bands for the implementation of future European Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems, 2015.
- [6] APT/AWG/REP-27: APT Report on “PPDR Applications Using IMT Based Technologies and Networks”, 2012.
- [7] APT/AWG/REP-38: APT Report on “Technical Requirements for Mission Critical Broadband PPDR Communications”, 2013.
- [8] FCC, Connecting America: The National Broadband Plan, 2010.
- [9] G. Shipley, “UK Emergency Services Mobile Communications Programme (ESMCP) Communications Programme (ESMCP)” Presentation at PSCR Public Safety Broadband Stakeholder Conference, June 2013.
- [10] Telecoms.com, “O2 out of UK emergency services LTE tender, EE lone runner,” June, 2015.
- [11] 미국 FirstNet 홈페이지(<http://firstnet.gov/>)
- [12] 영국 Home Office 홈페이지 (<https://www.gov.uk/government/organisations/home-office>)
- [13] AWG-18/TMP-41: Proposal from Japan for initiation of a Study on the introduction of Public Safety LTE, Mar. 2015.

약 력



이 상 윤

2000년 홍익대학교 전파공학과 공학사
 2002년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학석사
 2002년~2006년 LG전자 MC사업부 선임연구원
 2006년~현재 한국방송통신전파진흥원 선임연구원
 2012년~현재 TTA PG902 간사
 관심분야: 주파수관리정책, 공공안전재난통신,
 주파수공유기술, 주파수이용현황조사 등