위성 재난통신 시스템 활용 방안 연구

유준규, 강군석, 오덕길, 장대익, 안재영
한국전자통신연구원

요 약

본고에서는 세월호 침몰사고 이후 재난재해에 대한 사회적 관심이 증가하고 있음에 따라 태풍, 지진, 산불 등의 재난재해 시 S/Ku/Ka 대역 정지궤도 위성을 이용한 비상재난통신망 국내외 사례 분석을 통해 향후 필요로 하는 위성기반 비상 재난통신망 활용 방안에 대해 살펴본다.

Ⅰ. 서 론

최근 지구온난화 등 기후변화에 의해 예측이 어려운 대형자연재해가 발생하고 있으며, 대형화재와 시설물 붕괴, 산불 발생, 해양에서의 유조선 사고와 어선 및 여객선 사고와 같은 인적 재난에 의해 귀중한 인명손실과 더불어 재산피해, 환경과 같은 피해가 속출하고 있다.

우리나라의 강우 환경도 점차 아열대화로 진행되고 있어 대규모의 홍수, 태풍의 발생 가능성이 있으며, 특히 태풍 · 호우, 지진 등의 자연재해는 기존의 지상통신 인프라를 붕괴시킬 수 있다. 일례로 2012년 8월 28일 태풍 '볼라벤'의 가거도 상륙 시 기간통신망의 붕괴로 통신이 불가능하였으며, 2010년 11월 23일 연평도 포격 사건으로 유무선 통신시설 파괴에 의한 통신불능 상태가 되는 등 재난지역 이재민의 공황상태가 발생하였다. 위성기반 긴급재난통신망 은 상기와 같은 긴급 상황 발생 시 국민의 생명과 재산을 보호하고 질서 유지를 위해서 꼭 필요한 통신 인프라로 활용 될 수 있다[1]. 또한 해상에서도 위성의 광역성을 이용하여 해상 재난시 피해상황 확인 및 구조를 위한 통신망으로도 활용이 가능하다.

일본의 경우 2011년 동일본 대지진 시 S/Ku/Ka 대역 위성을 이용한 비상통신망을 활용하여 VoIP, 영상전송, 인터넷, 백홀(Backhaul) 등 재난 복구 및 재건에 활용하였다. 또한, 미국, 태국, 중국 등에서도 태풍, 지진 등의 재연재해에 의한 지상망 붕괴시 위성통신망을 활용함으로써 위성이 재난대응을 위한 활용성이 높은 통신망임을 증명하였다.

본고에서는 위성기반 비상재난통신 관련 국내외 기술 현황에 대해 소개하고, 향후 대국민 안전 확보를 위해 필요한 위성기반 재난 예방 및 복구용 비상 재난통신 기술에 대해 소개한다.

본고의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 국내외 위성기반 비상재난통신 활용 현황을 소개한다. Ⅲ장에서는 우리나라 환경에 맞는 정지궤도 위성을 이용한 비상통신망에 대해 설명하고, Ⅳ장에서 마무리한다.

Ⅱ. 위성 재난통신망 활용 동향

1. 정지궤도 위성을 활용한 재난통신 시스템 동향

1.1 국내 동향

우리나라 정부에서 위성통신망을 활용하기 시작한 것은 1998년 행정안전부에서 시외 전화 사용에 대한 부담을 위성 전용망을 이용하여 분담하기 위한 목적으로 구축하여 운용하다 현재는 소방방재청으로 이관되어 비상통신망으로 활용되고 있다. 그리고, 이와는 별도로 경기소방본부와 충북소방본부에서 별도의 위성 비상통신망을 각각 구축하여 운용 중에 있고 그 구성도는 〈그림 1〉과 같다.

이와 같이 현재 구축된 비상통신망은 Ku 대역 위성인 무궁화 위성 5호를 이용하여 재난, 재해 지역 현장 상황의 실시간 전송 및 현장 지휘통신을 목적으로 활용하고 있다. 위성망의 구조는 2011년 행정안전부에서 소방방재청으로 이관된 SCPC(Single Channel per Carrier) 망 기반의 위성망과 ViaSat 장비를 이용한 경기소방본부 및 충북소방본부의 VSAT(Very Small aperture Terminal) 기반 성형망(Star Network)이 있다. 각기 다른 구조의 위성망간의 연동은 IP 계층에서 통합하여 상호 연동이 가능하도록 하였다[2].

소방방재청에서 운영하는 위성 재난통신망의 주요 목적은 다음과 같다.

- 재난 현장 통신: SCPC 망 기반의 소방방재청, 지역 소방본부

와 SNG(Satellite News Gathering) 간의 영상회의 및 HD/SD급 재난 현장 영상 송출

– 상시 재난 감시: 성형망 구조에서 VSAT 장비를 이용한 재난 발생 우려 지역에 대한 상시 감시(CCTV)

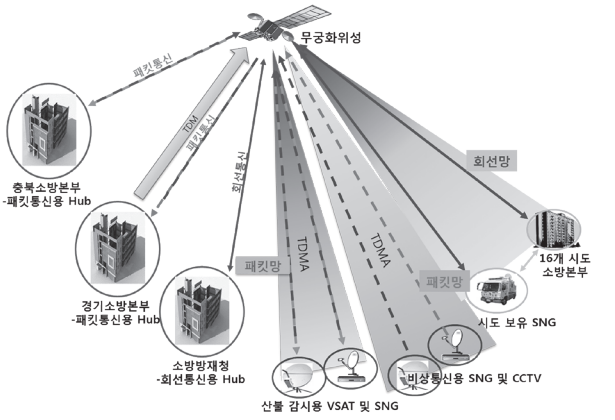

그림 1. 우리나라 위성 비상 재난통신망 구성도

1.2 국외 동향

일본은 전국의 지방 자치 단체 및 방재 관계 기관 등이 통신위성을 공동으로 이용하기 위해 필요한 설비 등을 설치하여 관리 · 운용하여 방재 정보와 행정 정보를 전송 하는 네트워크의 활용을 촉진하기 위해 1990 년 2 월에 지방 자치 단체 및 우정성(당시)의 공영법인으로 지자체 위성 통신기구(LASCOM, Local Authorities Satellite Communications Organization)을 설립하였으며, 2014년 4월부터 재단법인에서 일반 재단법인에 전환되었다[3].

LASCOM 은 도쿄에 본부 사무실을 두고 각 지방 자치 단체를 대신하여 통신 위성의 중계기를 일괄적으로 임대하여 야마구치 현 야마구치시, 홋카이도 비바이시 및 도쿄 국에 관제 업무용 지구국을 설치하여 지역 위성 통신 네트워크의 관리 및 운영을 하고 있다. 2014년 현재 일본 전역에 약 5,000개의 지구국이 설치되어 전화, 팩시밀리에 의한 개별통신과 영상 전송

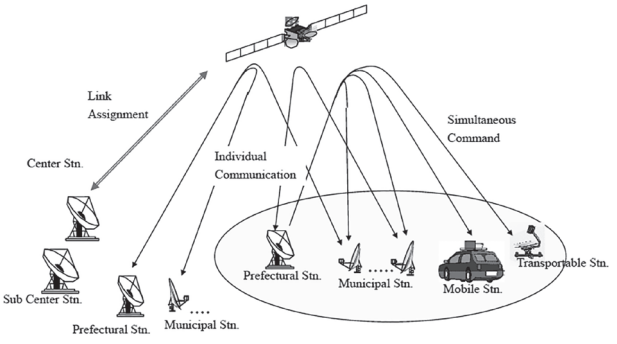

그림 2. 일본 LASCOM 위성통신망 개념도

등에 이용 중이며, 개념도는 〈그림 2〉와 같다. LASCOM 위성통신망은 모든 지국국간 그물망 연결이 가능하고, 지방 자치 단체 및 방재 관계 기관에 재난 방재를 위한 전용선을 제공할 수 있는 특징이 있다.

일본 정부는 전국 순간 경보 시스템(J-ALERT)을 LASCOM 위성통신망을 통해 구축하여 국민에게 긴급 정보를 직접 그리고 상황발생 순간에 전달하는 것으로 활용하고 있고, 일본 기상청은 기상 경보 및 예보, 대비 명령 및 방향에 관한 정보 전송용으로 활용하고 있다.

2011 년 3 월 동일본 대지진 시 LASCOM 위성통신망의 통신 횟수는 최대 시간당 3,940 회, 통신 시간은 115 시간 동안 활용되어 위성이 비상통신망으로 얼마나 중요한 역할을 수행할 수 있는지를 보여주었다.

중국에서는 중국 통신(Chinese Telecommunication)사의 제안으로 정지궤도 위성과 광 네트워크를 이용한 Hybrid 형태의 비상통신용 지구국인 Super-BTS(Base Transceiver Stations)을 설치하여 운용 중에 있다. Super-BTS 는 〈그림 3〉과 같이 평상시엔 광 네트워크를 통해 지상 이동통신 서비스를 제공하고, 재난/재해 시엔 자동으로 위성망으로 절체되어 안정적인 서비스를 제공할 수 있다.

Super-BTS는 규모 9 이상의 지진과 레벨 12 이상의 태풍에도 견딜 수 있고, 110시간 이상 비상통신을 제공할 수 있는 환경기준에 맞게 설치하였으며, 현재 약 1,500대 이상의 Super-BTS가 중국전역에 설치되어 운용 중에 있다[2].

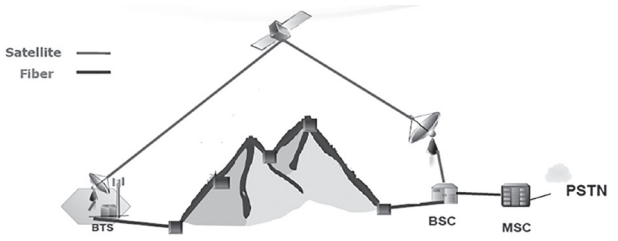

그림 3. Super BTS 개념도

미국 연방재난관리청(FEMA, Federal Emergency Management Administration)은 1979년 대통령 직속 기관으로 설립되어 2003년 3월 국토안보부(DHS, Department of Homeland Security) 산하 비상대응 및 조치국 (EP&R, Emergency Preparedness and Response)에 포함되었으며, 산하에 미국 소방국(U.S. Fire Administration) 및 연방보험국(FIA, Federal Insurance Administration)이 있다[4].

FEMA 망 구조는 FEMA 교환망 (FSN)과 FEMA 라우터망/다중화망을 포함한 별개의 서브 망들로 구성되고, 위성통신과 HF 무선도 지원된다. 또한 음성, 원격회의 및 데이터 통신을

위한 운용 요구사항이 증가하도록 망이 확장되고 있다. 〈그림 4〉는 FEMA의 비상통신망 개념도로 FEMA의 비상통신망은 연방정부, 주정부, 재난 지역 간의 유기적인 통신망 구축을 목적으로 한다.

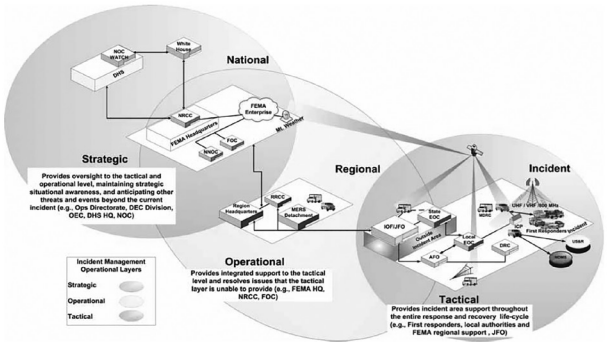

그림 4. 미국의 비상재난통신망 개념도

FEMA에서의 비상재난통신시스템은 재난 발생 전에 가동되는 위기 발생전 운용시스템 (Pre-Crisis System)과 재난 시에 가동되는 위기발생시 운용 시스템 (Crisis System)으로 구분할 수 있다. 재난 발생 전에 가동되는 위기 발생 전 시스템으로 FEMA 통합망, FEMA 국가경고시스템 (National Warning System; NAWAS), FEMA 국가무선시스템 (National Radio System; FNARS), Ku 대역 통신위성, SkyCell 시스템 등을 적용한다. 재난발생 시에 가동운용 되는 운용시스템 (Crisis System)으로 비상 대응팀이 재난 발생 지역에 배치되어 가용 통신시스템인 셀룰러, 페이징, PCS와 같은 지상이동통신시스템, Inmarsat 정지궤도위성, Orbcomm 저궤도위성 등을 이용한 항공용/차량용 이동위성통신시스템 및 AMSC 위성을 이용한 Skycell 시스템 등을 활용하게 된다.

2. S 대역 위성을 활용한 재난통신 시스템 동향

S 대역 휴대 위성이동통신 기술은 해양/항공 이동통신을 비롯하여 국립공원, 벽오지 등 지상 이동통신망의 음영지역 해소는 물론 재난통신망 구축에 있어서 지상의 재난구조 무선통신망이 구축되어 있지 않거나 재해로 인해 파괴되어 활용이 불가능한 지역 및 사람의 접근이 어려운 지역에서 재난 및 재해상황을 해결하기 위한 매우 유용한 수단을 제공한다. 최근 20m 급 이상의 위성 다중빔 안테나, 저잡음 수신기, 위성탑재신호처리 (OBP, On board processing) 등 위성 기술의 발전에 따라 개인이 휴대가 가능한 소형단말로 위성과 직접 통신이 가능하게 되었고, 하나의 단말기로 지상망과 위성망을 상호 연동하여 사용이 가능해졌다. 따라서 이동통신 음영지역 해소 및 재난재해 통신망과 모바일 광대역망으로 활용이 가능해 미국, 유럽, 일본 등 해외 주요 국가에서 관심을 집중하고 있다.

2.1 미국

북미의 경우, 위성 IMT 용으로 지정한 2,000-2,020 MHz 및 2,280-2,200 MHz의 40 MHz 대역폭의 S대역 위성주파수를 2005년 12월 위성사업자인 DBSD와 Terrestar에 대가 없이 심사할당 하였다. 이에 DBSD는 2008년 4월에, Terrestar는 2009년 7월에 대형안테나를 탑재한 정지궤도 위성을 발사하였으나, 서비스가 활성화되지 않아 해당 위성주파수의 위성/지상 겸용 통신망 및 지상 광대역 이동통신망으로의 활용을 추진하고 있다. 이를 위해 미국 연방통신위원회 (FCC, Federal Communications Commission)는 지상보조장치 (ATC, Ancillary Terrestrial Component)의 활용을 2009년 DBSD에 허용했고, 2010년에는 Terrestar에 허용했으며 2010년 9월에 AT&T 지상망과 Terrestar 위성망을 이용할 수 있는 위성/지상 듀얼모드 스마트폰을 출시하였다[5]. 그러나 지상보조장치는 위성망과 통합되어야 하고 단말은 위성/지상 겸용을 의무적으로 지원해야 하는 허용 조건 때문에, 지상보조장치 허용 정책에도 불구하고 서비스가 활성화 되지 않았다. 이에 따라, 해당 위성주파수 대역을 지상용 모바일 광대역망으로 이용하는 국가광대역계획 (NBP, National Broadband Plan)을 2010년 3월 발표하면서 이동위성업무와 함께 이동업무를 1차 업무로 분배하였으며, DBSD와 Terrestar에 부과하였던 허용 조건을 완화하여 지상망만 지원되는 단말을 허용했다.

서비스 미 활성화로 2011년 파산된 DBSD와 Terrestar를 합병한 Dish Network은 2.1 GHz 위성주파수를 지상 LTE 서비스 대역으로 3GPP 표준화 회의에서 추가하였으며, 광대역 서비스를 위한 다른 LTE 대역과의 반송파 집적 (Carrier Aggregation)을 위한 3GPP 표준화를 진행 중에 있고 2014

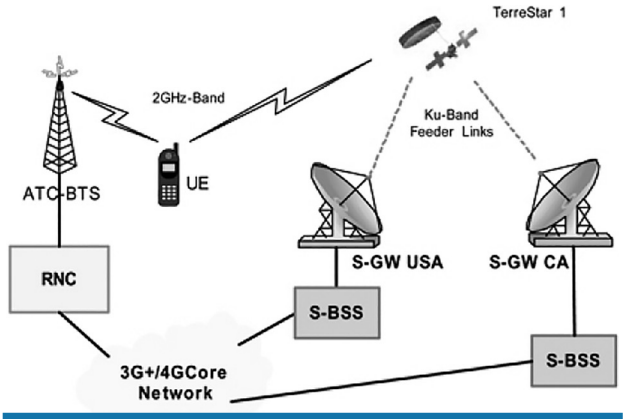

그림 5. Terrestar 하이브리드 네트워크 구조

년 중에 LTE 서비스 시작을 계획 중에 있다[6]. 〈그림 5〉는 Terrestar에서 고려한 위성/지상 하이브리드 네트워크 구조를 보여준다.

〈그림 5〉의 위성/지상 하이브리드 시스템은 18m 대형안테나를 탑재한 정지궤도 위성을 이용하여 500여개의 다중빔을 형성하고, 북미 전역에 기존 지상 휴대단말 크기의 위성/지상 겸용 단말을 통해 경제적인 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 위성은 농어촌, 산간벽지, 사막 등 지상망 불통지역을 해소하고, 지상보조장치는 인구가 밀집된 도시 지역을 중심으로 광대역 서비스를 제공할 수 있다.

2.2 유럽

유럽에서는 국가들간 2.1 GHz 위성주파수 대역을 다른 용도로 활용할 경우, 위성망과 지상망간 간섭으로 인해 주파수 활용에 많은 제약이 있을 것으로 판단하고 이동위성업무만을 1차 업무로 할당하였다. 이에 따라, 2009년 5월 위성사업자인 Solaris Mobile과 Inmarsat에 각각 30 MHz씩 심사할당 하고, 할당 시 위성 주파수에 대한 대가는 적용하지 않았다. Solaris Mobile은 2009년 4월 Eutelsat의 W2A위성을 발사하였으나 기능적 결함으로 현재 유럽 3개 도시에서 시험 서비스만 시행 중이며, 위성/지상 겸용 서비스를 위해 대부분의 유럽 지역에서 지상보조장치 (CGC, Complementary Ground Component) 운용 면허를 취득하였고 새로운 위성 발사를 계획 중에 있다. 또한, 지상보조장치에서 지상 LTE 서비스를 제공하기 위한 목적으로 2.1 GHz 대역을 유럽 지역 LTE 대역으로 추가하기 위해 3GPP 표준화를 추진 중에 있다. Solaris Mobile은 Dish Network 자회사인 북미 Ecostar에 2014년 1월 인수되었다[7]. Inmarsat의 경우 현재 위성 발사를 위해 현재 유럽 국가들과 규정적 이슈를 논의 중에 있으며 위성/지상 하이브리드 네트워크를 통해 이동멀티미디어 방송 및 양방향 통신 서비스 제공 예정이나 구체적인 서비스 일정은 알려진 것이 없는 상태이다.

유럽은 기존 이동통신사업자의 견제로 2.1 GHz 대역에서 위성/지상 겸용 활용이 지연되고 있는 상태이다.

2.3 일본

일본은 빈번한 태풍, 화산, 지진 등의 발생으로 인해 재해 정보의 수집 및 전달, 재해발생 시의 신속하고 적절한 대응 등을 목적으로 지상의 무선통신망과 위성통신망을 연계하여 체계적인 방재무선통신망을 구축하였다. 일본은 총무성 주관으로 2.1 GHz 대역의 위성/지상 겸용 활용 가능성 연구를 위해 STICS (Satellite and Terrestrial Integrated Communication System) 프로젝트를 2013까지 추진하였다. STICS프로젝트는 S 대역에서 위성/지상 겸용 이동통신서비스 제공을 통한 음영 · 해상 지역에서의 불통 해소 및 재난재해 지역에서의 긴급 통신을 제공하기 위한 타당성 연구 프로젝트이다[8]. 〈그림 6〉은 STICS 프로젝트에서 위성/지상 겸용 활용을 위해 위성빔의 EOC(Edge of Coverage)로부터 일정한 공간적 보호 구간(spatial guard band)을 두어 동일 주파수를 사용하는 지상 사용 단말로부터 위성으로의 간섭을 완화시키는 개념을 나타내었다.

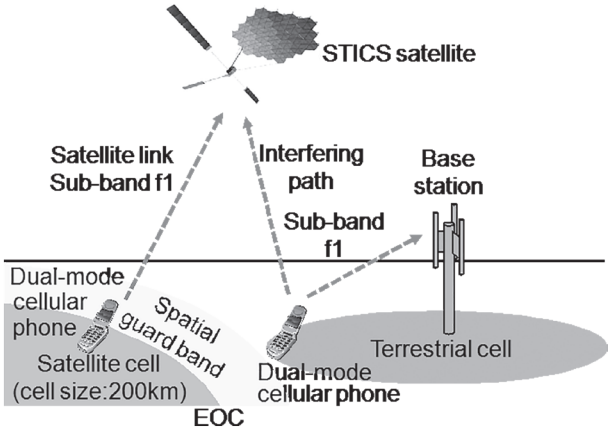

그림 6. STICS 프로젝트 위성/지상간 주파수 재사용 개념

Ⅲ. 위성 재난통신망 활용 방안

1. 정지궤도 위성을 활용한 재난통신 시스템 활용 방안

Ku/Ka 대역 정지궤도 위성을 이용한 비상재난통신망은 〈그림 7〉과 같이 재난 감시, 재난 지휘 및 재난 현장에서의 통신망 및 이재민 긴급 통신망으로 활용될 수 있으며 각각의 기능은 아래와 같다.

- 재난 감시 : 평상시 산불 감시, 하천 감시 및 댐 감시 등
- 재난 지휘 통신망: 체계적인 재난 복구를 위해 재난본부와 재난지역 현장지휘소 간의 지휘통신망, 현장지휘소와 방재대원 간의 통신망(Ad-hoc 망) 등
- 이재민 긴급 통신망 : 재난 발생 지역 이재민의 생사 확인 및 긴급통신 등 이재민을 위한 서비스

앞서 설명한 위성 비상재난통신망의 기능들은 재난재해 발생시 재난 발생의 시간에 따라 구조(Relief) 단계, 복구(Restoration) 단계, 재건 (Reconstruction) 단계별로 활용될 수 있다.

- 구조 (Relief) 단계 : 사람 간 또는 사람과 구조대원 간에 서로 긴급통신 채널 구성을 통한 재난에 관한 정보 전달 및 공

유, 중앙 정부 및 지방정부의 긴급 지휘통신망으로 활용

- 복구 (Restoration) 단계: 재난지역 대피소에 기본적인 통신 인프라 구축 및 행정기능을 복원하는 단계로, 위성통신망은 Back-up 망 및 유선전화, 이동통신사, 전력회사, 가스 공급자 등의 인프라 구축을 위한 통신망 (VoIP, 위성 전화 서비스)으로 활용
- 재건 (Reconstruction) 단계 : 재난지역에 이재민을 위한 통신 인프라를 구축하기 위한 단계로, 소방방재청 중심으로 고정국 및 SNG 이동국, VSAT 이용하여 백홀 서비스(3G, 4G, 인터넷, PSTN 등)를 중심으로 통신 인프라를 구축 및 서비스 지원에 활용

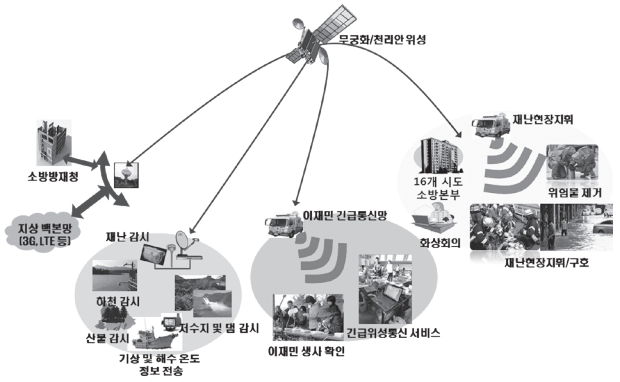

그림 7. 정지궤도 위성을 이용한 비상통신망 개념도

위성 비상재난통신망의 기능과 재난 단계별 위성 비상재난통신망의 운용이 필요한데, 2장에서 설명한 것과 같이 현재 구축되어 운용 중인 우리나라 비상재난통신망의 경우 재난 감시는 성형망으로, 재난 지휘(영상 회의)는 회선망(SCPC)으로 각각 별도의 시스템으로 구축되어 운용하고 있어 효율적인 비상재난통신망으로의 활용이 어렵다. 또한, 별도로 구축된 비상재난통신망의 위성중계기 임대 비용, 성형망 및 회선망 시스템 운용 및 유지보수 비용이 많이 소요되고, 단말을 지역 소방본부 및 SNG 등에 설치시 성형망과 회선망용 단말을 모두 설치하여야 하는 단점이 있다. 그래서, 〈그림 7〉의 비상통신망 개념도와 같이 하나의 중심국을 통해 성형망 및 회선망을 운용할 수 있는 비상통신망 시스템으로의 전환을 통해 위성 중계기 임대 비용 등의 경제적, 효율적 비상재난통신망 운용이 가능하도록 하여야 한다. 성형망과 회선망 구성을 위한 위성통신망 규격은 표 1과 같다.

그리고, 최근에 결정된 재난안전통신망인 PS LTE(Public Safety LTE) 방식이 실제 재난재해 상황에서 활용되기 위해서는 재난으로 인해 지상망이 붕괴되는 경우를 고려하여 위성망이 재난안전통신망을 백홀할 수 있도록 하여 재난지휘본부

표 1. 위성 비상재난통신망 규격

항목		규격	비고
성형망	포워드 링크	DVB-S2 ACM	성형망을 통해 회선망 관리
	리턴링크	DVB-RCS2 ACM	
회선망		DVB-S2	
기능 및 서비스		VoIP, 인터넷, 위성/무선망 연동, 화상회의 등	연동 무선망 (3G, LTE, Wi-Fi 등)

와 재난 현장 및 구조대원 간의 통신망을 구축할 수 있어야 한다. 또한, 위성망과 PS LTE 방식의 재난안전통신망을 지상 센서망으로 활용한 Ad-hoc 망을 구축하여 태풍, 대지진, 대형 화재 시 구조대원과 재난 지휘본부간의 통신망을 형성하고, 구조대원의 생명을 보호 및 효율적인 재난 구조 활동에 활용이 가능하도록 하여야 한다. 위성망과 지상의 센서망을 연동한 Ad-hoc 망에 대한 개념은 ETSI(European Telecommunication Standard Institution) 와 TIA (Telecommunications Industry Association)에 의해 주도된 유럽 및 북미 공동 표준화 단체인 MESA(Mobility for Emergency and Safety Application)에서 채택한 것으로 〈그림 8〉과 같이 지상망이 파괴된 재난지역에 구조대원, 구급차 및 구조로봇 등을 파견하고 상호간에는 Ad-hoc 네트워으로 상호 통신이 가능하고, Gateway는 구조대원, 구급차 및 정찰로봇 등으로부터 수집한 정보를 위성을 통해 지휘본부로 전송한다[2].

Ad-hoc 네트워을 통해 재난 지역 구조대원은 상호간의 통신이 가능하고, 구조대원의 상태 및 위치를 재난 지휘본부로 전달하여 구조대원의 생존성을 확보 할 수 있다. 또한, 구조대원이 진입하기 위험한 현장은 구조로봇을 파견함으로써 보다 효율적인 재난 파악이 가능하다.

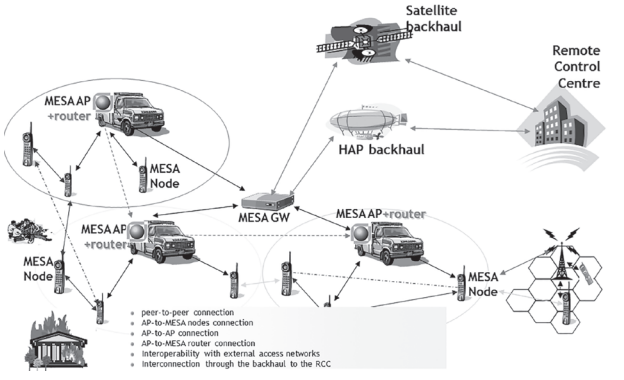

그림 8. 위성망을 이용한 Ad-hoc 네트워 개념도

2. S 대역 위성을 활용한 재난통신 시스템 활용 방안

휴대 위성통신 기술은 〈그림 9〉에 나타낸 바와 같이 중/저궤도

그림 9. 휴대 위성통신 기술 발전 방향

위성군을 이용한 위성 단독서비스에서 서로 다른 주파수 대역을 이용하는 정지궤도 위성/지상 듀얼 모드로 발전하였고, 향후 유럽과 북미를 중심으로 정지궤도 위성과 지상이 동일 대역을 이용하는 단일 모드의 위성/지상 겸용 방식으로 발전하고 있다.

2.1 위성/지상 겸용 시스템

휴대 위성이동통신의 경우 저전력 소형휴대단말로 인해 리턴링크의 링크버짓 및 비가시경로(Non Line-of-Sight) 전파 상황에서 제한이 있다. 이러한 문제의 해결과 함께 스펙트럼의 효율적 사용을 위해 위성/지상 통합 시스템(Integrated Mobile-Satellite Service Systems)과 하이브리드 위성/지상 시스템(Hybrid Satellite/Terrestrial Systems)이 최근 주목 받고 있다.

위성/지상 통합 시스템은 위성과 지상 보조 장치로 구성되고, 지상 보조 장치는 위성 시스템의 한 부분으로써 동작하면서 위성 부문을 보완하는 기능을 수행하게 된다. 이러한 시스템에서 위성과 지상 보조 장치는 동일한 자원 및 네트워크 관리 시스템에 의해 제어되며, 이동 위성용으로 분배된 주파수 대역을 공동으로 사용한다. 즉, 아래 〈그림 10〉과 같이 위성/지상 통합 네트워크는 위성과 지상 보조 장치가 같은 위성 주파수 대역을 사용하며, 지상보조장치는 시스템에 존재하는 하나의 접속 노드로써 위성과 같은 자원 및 코어 네트워크에 의해 제어됨을 알 수 있다.

반면, 하이브리드 위성/지상 네트워크는 〈그림 11〉과 같이 서로 상호 연결되어 있지만, 서로 독립적인 위성 네트워크와 지상 네트워크로 구성된다. 이 시스템에서 위성 네트워크와 지상 네트워크는 서로 독립된 네트워크 관리 시스템을 가지며, 주파수 대역이 반드시 같을 필요는 없다. 일반적으로 하이브리드 위성/지상 네트워크는 위성과 지상 네트워크가 일반적으로 서로 독립적인 자원 및 네트워크 관리 시스템에 의해 제어되기 때문에 지상 부문은 위성 시스템의 접속 노드가 아닌 독립적인 접속 노드로 간주된다. 또한 위성 부문과 지상 부문은 각각 위성 주파수 대역과 지상 주파수 대역을 활용하여 서비스를 제공하게 된다. 물론 이러한 하이브리드 위성/ 지상 네트워크에서도 사용자의 요구에 따른 원활한 서비스 제공을 위해 코어 네트워크를 공유할 수 있다.

또한 〈그림 10〉과 〈그림 11〉에서 (a)와 (b)는 각각 위성이 OBP 기능이 있는 경우와 없는 경우에 대한 네트워크 구조를 나타낸 것이며, (a)와 같이 위성에 OBP 기능이 있는 경우 접속 노드 기능을 위성에 탑재함으로써 위성 서비스 사용자간의 전송 지연 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다.

이러한 두 가지 형태의 네트워크 구조는 목표 서비스 형태에

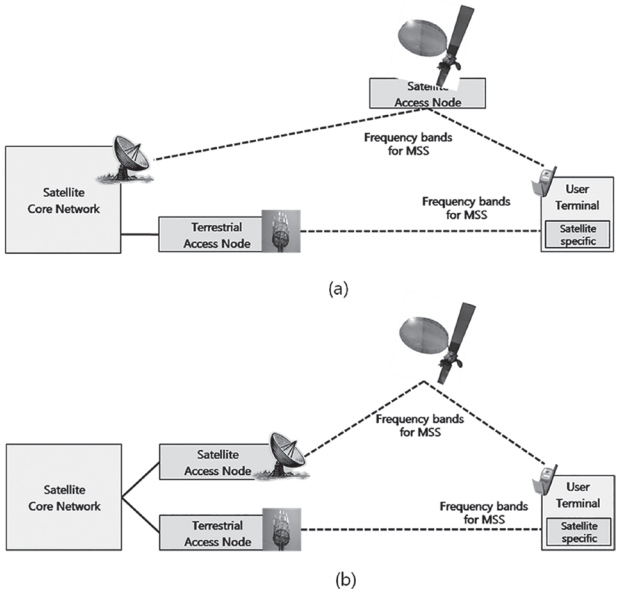

그림 10. 위성/지상 통합 네트워크 개념

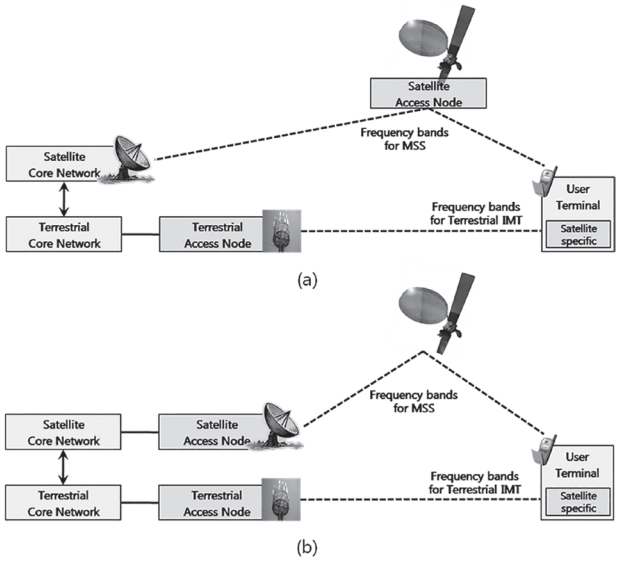

그림 11. 하이브리드 위성 지상 네트워크 개념

따라 다르게 적용될 수 있다.

위성/지상 통합 시스템에서는 동일 주파수를 재사용하기 때문에, 시스템 내 간섭 문제가 야기될 수 있다. 따라서 주파수를 효율적으로 이용하기 위한 위성과 지상간 서비스 정의 및 주파수 재사용 방안이 마련되어야 하며, 위성망과 지상망간 간섭을 완화할 수 있는 기술들이 필수적으로 고려되어야 한다.

위성/지상 통합망에서 지상단말에 의한 위성으로의 간섭은 위성 안테나의 수신 이득에 의한 영향을 받게 된다. 위성빔 경계를 위성 수신 안테나 이득이 3dB 감소되는 지점으로 볼 때 이 경계 바로 이웃한 지점에서 송신되는 신호의 경우 위성신호에 큰 간섭으로 작용할 수 있다. 따라서 〈그림 12〉와 같은 방식으로 Exclusive zone (EZ)을 설정함으로써 위성빔에 인접한 지역에서 송신되는 업링크 간섭 신호에 의한 영향을 완화시킬 수 있다[9].

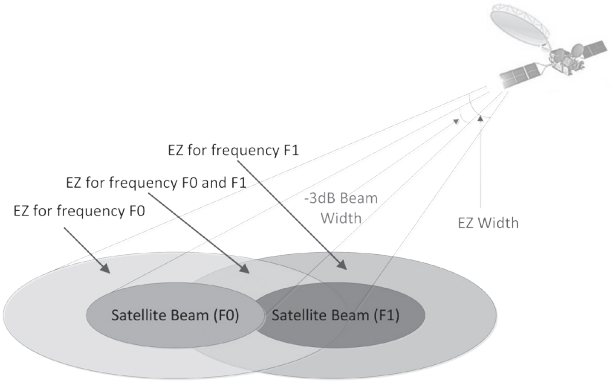

그림 12. Exclusive zone 개념

〈그림 12〉와 같이 EZ설정을 통해 위성빔의 경계에서 일정 범위 바깥쪽에 위치한 지상망에는 해당 위성빔의 주파수를 할당하지 않게 되고 따라서 안테나의 수신 이득에 의해 위성 업링크 간섭에 가장 큰 영향을 미치게 되는 간섭원인 위성빔 경계에 위치한 지상단말로부터의 영향이 제거되는 것이다.

2.2 위성 무선 인터페이스 기술

2.1 GHz 위성주파수에서 효율적인 위성/지상 겸용 활용을 위해서는 평상시 위성에는 적은 주파수 대역을 할당하고 재해와 같은 비상시에는 많은 주파수 대역을 위성에 효율적으로 할당할 수 있게 하는 위성/지상 무선인터페이스 기술에 대한 고려가 필요하다.

〈표 2〉는 위성/지상 겸용 활용 시, 고려할 수 있는 위성무선인터페이스 기술들을 보여준다. GMR(GEO-Mobile Radio)-1 규격은 이미 중동 사업자인Thuraya와 북미 사업자인 Terrestar 위성시스템에 채택되어 사용되고 있으며 수 백 kbps 정도의 협대역 서비스를 제공한다[10]. EGAL(Enhanced Geostationary Air Link) 규격은 최대 수십 kbps 급의 저속 및 단문자 서비스 제공을 목표로 퀄컴에 의해 개발되었으며 퀄컴 칩을 이용하여 단일 칩으로 위성/지상 겸용 통신 서비스 제공이 가능하다[11].

표 2 위성-단말간 전송 방식

위성 표준	표준화/상용화 시기	비고
GMR-1 3G (HNS)	표준화/상용칩 개발완료	Terrestar, Thuraya 이용중 (단말출시)
EGAL (Qualcomm)	표준화/상용칩 개발완료	Dish Network 고려중
SAT-CDMA (ETRI)	표준화 완료	유럽과의 규격 단일화 완료 Inmarsat 고려중
SAT-OFDM (ETRI)	표준화 완료	ETRI LTE (4G)기반 위성접속기술

〈표 2〉의 SAT-CDMA 및 SAT-OFDM 규격은 ETRI에서 자체 개발한 표준으로 지상 WCDMA 및 LTE를 기반으로 광대역 서비스 지원을 위해 개발된 무선인터페이스 기술이다. SAT-CDMA는 위성 IMT-2000 표준으로 ITU-R에서 채택되었으며 현재 유럽과의 표준 단일화에 성공하여 ETSI 및 TTA 표준으로도 채택되었다. SAT-OFDM은 세계 최초로 위성 IMT-Advanced 후보 기술로 제안되어 2013년 하반기에 ITU-R에서 채택되었으며 수 Mbps 정도의 광대역 서비스 지원 및 유연한 대역폭 할당이 가능하다[12].

현재 존재하는 위성 휴대 전송 기술들은 GMR-1 3G 및 EGAL 규격과 같이 협대역 서비스 제공을 목표로 하거나 SAT-OFDM 및 SAT-OFDM 과 같이 광대역 서비스 제공을 목표로 하고 있어, 사용자 요구사항에 따라 최적으로 협대역과 광대역을 동시에 지원하는 면에서 제약이 있다. 따라서, 칩 기술 발전에 따라 개인 휴대 전송 표준이 지상 이동통신 표준과 공통성을 가지지 않더라도 위성/지상 단일 칩 구현이 가능할 것으로 보이기 때문에, 위성 환경에 최적화 되고 사용자 요구사항에 따라 다수 사용자들에게 협대역 서비스를 제공할 수 있으며, 일부 사용자에게 광대역 서비스를 유연하게 제공 가능하면서 위성/지상망 트래픽 요구량 및 간섭 상황에 따라 위성과 지상에 유연하게 주파수 대역을 할당할 수 있는 차세대 위성 휴대전송 기술에 대한 개발이 추가적으로 필요하다.

Ⅳ. 결 론

본고에서는 S/Ku/Ka 대역 정지궤도 위성을 이용한 비상재난통신망 활용 방안에 대해 분석하였다. Ku/Ka 대역은 하나의 중심국을 통해 성형망 및 회선망 운용이 가능하고, 최근에 결정된 재난안전통신망인 PS LTE(Public Safety LTE)망과 연동

이 가능한 비상 재난통신망이 필요하고, S 대역의 경우 향후 위성-지상 겸용 시스템으로 구축하면 언제 어디서나 활용 가능한 비상 재난통신망으로의 활용이 가능함을 알 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신 · 방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음.[적응형 위성방송통신 전송기술 개발]

참 고 문 헌

[1] 박만규, 유준규, 신민수, 오덕길, 이한덕, 주낙동, "위성 재난통신 기술동향" 전자통신동향분석, 2012.12. 제27권 제6호, pp.83-93

[2] 한국전자통신연구원, 비상재난통신망의 효율적 이용 및 천리안 통신위성 활용방안 연구, 소방방재청, 2012.10.

[3] LASCOM. http://www.lascom.or.jp

[4] FEMA. http://www.fema.gov

[5] TerreStar Neworks, "TerreStar Successfully Launches World's Largest, Most Powerful Commercial Communications Satellite," 2009.7.1

[6] www.dish.com

[7] www.solarismobile.com

[8] AWG15/TMP-13, "Working document towards a draft new APT Report on APT frequency usage of the bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz in Asia Pacific Region

[9] 강군석, 홍태철, 김희욱, 구본준, 장대익, "위성/지상 겸용망에서 위성 업링크 간섭 분석", 통신위성우주산업연구회 논문지 제9권 제1호 pp.107-114

[10] ETSI TS 101 376-1-3 v.3.3.1, "GEO-Mobile Radio Interface Specifications (Release 3); Third Generation Satellite Packet Radio Service; Part 1: General specifications; Sub-part 3: General System Description; GMR-1 3G 41.202", Dec. 2012

[11] 3GPP2 C.S0098-100-0, Introduction to CDMA2000 Extended Cell High Rate Packet Data Air Interface Specification", Jan. 2011

[12] ITU-R Recommendation M.2047, "Detailed Specifications of the Satellite Radio Interfaces of IMT-Advanced", Dec. 2013.

약 력

유 준 규

1999년 충남대학교 전파공학과 공학사
2001년 충남대학교 전파공학과 석사
2014년 충남대학교 전파공학과 박사
2001년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야: 위성통신방송 시스템, 주파수 합성기

강 군 석

1997년 경북대학교 전자공학과 공학사
1999년 경북대학교 전자공학과 공학석사
1999년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: 위성통신, 이동 통신, 간섭분석

오 덕 길

1980년 서울대학교 대학원 전자공학과 공학사
1984년 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
1996년 서울대학교 대학원 전자공학과 박사
1982년~현재 한국전자통신연구원
위성광대역방송통신연구실 실장
관심분야: 위성방송 및 통신 시스템

장 대 익

1985년 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1989년 한양대학교 전자통신공학과 공학석사
1999년 충남대학교 전자공학과 공학박사
1991년~1993년 캐나다 MPR Teltech 연구소 연구원
2005년~현재 UST연합대학원 이동통신및방송공학 겸임교수
1990년~현재 한국전자통신연구원
위성휴대방송통신연구실 실장
관심분야: 위성통신 및 방송시스템, 간섭분석

안 재 영

1983년 연세대학교 공과대학 전기공학과 학사
1985년 연세대학교 대학원 전기공학과 석사
1989년 연세대학교 대학원 전기공학과 박사
1989년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
2014년~현재 한국전자통신연구원
위성무선융합연구부 부장
관심분야: 위성통신방송 기술, 이동통신 무선전송 기술, 이동통신 다중접속 기술, 무선통신 시스템