

휴대형 이동위성통신체계 군 활용방안

한이수, 임철민, 한상우, 권오주
국방과학연구소

요약

정지궤도를 사용한 휴대형 이동위성통신체계는 광역성과 경량화된 단말기를 사용할 수 있어 군사적 활용 가능성이 높다고 할 수 있다. 본 고에서는 휴대형 이동위성통신체계의 군사적 활용방안을 제시한다. 이를 위해 휴대형 위성통신체계의 특성과 외국군의 적용사례를 살펴보고, 한국군의 군사적 활용방안과 이를 위한 기술개발 수요를 제시하였다.

I. 서론

휴대형 위성통신체계는 스마트폰과 같은 소형의 단말기를 휴대한 개인에게 시간과 장소의 제한 없이 음성과 데이터 통신을 제공할 수 있는 위성통신체계이다. 휴대형 위성통신체계는 위성통신의 장점인 광역성과 단말의 휴대 용이성 그리고 지상망 구축에 따른 비용의 절감 가능성 등으로 1990년대부터 많은 관심을 받아왔다.

개인 휴대형 위성통신체계는 Big LEO 또는 GMPCS라고 불리며, 비 정지궤도를 사용하여 전 세계 가입자에게 서비스를 제공하려는 노력이 1990년대 중반부터 시도되었다[1][2]. 그러나, GMPCS는 수요예측의 오류와 기술적 미비 등의 이유로 사업적으로 큰 성공을 거두지는 못 하였다.

또한, 지상이동통신 서비스에 대한 폭발적인 수요가 증가함에 따라 지상망과 위성망을 통합하여 운영하려는 시도가 IMT-2000을 중심으로 이루어졌다. IMT-2000은 지상망의 제한사항을 극복하고자 3세대 지상망의 일부로 위성망을 이용하고자 하였으나, GMPCS의 사업적 실패의 영향으로 기술개발이 지연되거나 불충분하여, 성공을 거두지 못하고 중단되었다[2].

그러나, 정지궤도를 이용하는 휴대형 위성통신체계가 제공할 수 있는 이점은 군사적으로 활용 가능성이 높다고 할 수 있다. 군은 작전지역에 배치된 부대 및 인원에게 항시 연결된 통신 서비스를 제공되기를 원하며 이동 수요가 많은 군의 특성상 통신

인프라가 없는 지역으로 이동하여도 단시간에 서비스가 제공되어야 하며, 휴대하는 단말기도 작고 가벼워 운용자의 전투행위에 기여할 것을 요구하고 있다. 또한, 전쟁수행방법이 네트워크 중심전(NCW)으로 발전함에 따라 정보유통에 대한 양적인 수요가 증대되고 있고 정보유형도 음성통신에서 멀티미디어 정보를 포함한 데이터 통신위주로 변화하고 있다. 이러한 군의 요구를 휴대형 위성통신체계를 통해 충족할 수 있는 부분이 많으며, 미군의 경우에는 1970년대부터 협대역(Narrow Band) 체계를 운용하여 이를 충족하고 있다.

본 고에서는 휴대형 위성통신체계의 군 활용 방안과 이를 위한 기술개발 수요를 살펴보고자 한다. 이를 위해 구조를 중심으로 한 체계 소개와 군사적으로 가장 활발하게 운용중인 미군의 사례를 기술하였다. 이어서 한국군의 군사적 활용방안을 제시하였고 이를 위한 기술개발 수요 순으로 내용을 구성하였다. 기술개발 수요는 군사적 활용을 위한 개발 수요로 한정하였다.

II. 휴대형 위성통신체계 소개

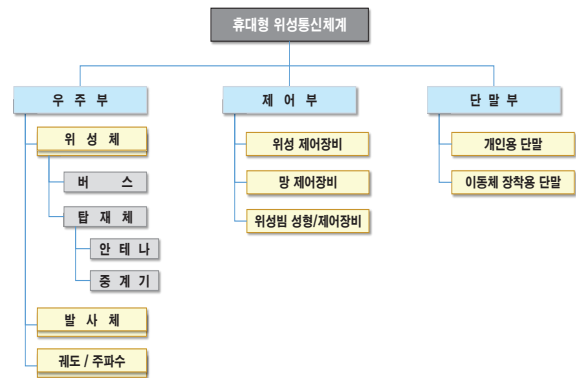


그림 1. 휴대형 위성통신체계 구조

<그림 1>은 휴대형 위성통신체계의 전형적인 구조라고 할 수 있다. 휴대형 위성통신체계는 크게 우주부, 제어부와 단말부로

구분할 수 있으며, 각 부 체계는 다시 유·무형적 구성요소로 세분할 수 있다. 각 부 체계의 구성요소 별 기능을 살펴보면 다음과 같다.

우주부는 위성체와 발사체로 구분할 수 있으며 위성체를 운영할 궤도와 주파수로 구분할 수 있다. 휴대형 위성통신체계는 스마트폰 크기의 저전력 소형 단말기를 운영하기 위해 링크 버짓상 로드를 위성이 부담해야 하며, 이를 위해 10m이상의 대형 전개형 안테나를 사용하고 지원 영역을 다수의 spot 빔 형태로 비추어 주파수 활용효율을 높인다. 주파수는 L대역과 S대역을 주로 활용하는데 이는 전파의 특성을 고려 시 장애물에 의한 투과율이 우수하기 때문이다. 이 대역은 지상망 등 타 통신체계도 선호하는 대역이므로 주파수 확보를 위한 면밀한 검토와 협력이 필요하다.

제어부는 위성체를 통제하기 위한 위성제어장비, 망을 제어하기 위한 망 제어장비와 주파수 사용효율을 높이고 간섭을 최소화하기 위한 빔 성형 및 제어장비로 구성된다. 빔 성형 및 제어방법은 위성체에서 수행하는 방법(SBBF: Satellite Based Beam Forming)과 지상국에서 수행하는 방법(GBBF: Ground Based Beam Forming)이 있으나, 빔 형성을 위한 대용량 디지털 신호처리를 지상국에서 수행하여 위성체의 부담을 완화하기 위한 GBBF 방식을 우선 고려할 수 있다.

단말부는 운영개념에 부합하도록 개발이 요구되나, 크게 개인이 휴대하는 개인용 단말과 건물, 차량, 함정 등 이동체에 장착하여 운용하기 위한 이동체 장착용 단말로 구분할 수 있다.

장 활발한 미군의 사례를 통해 이동위성통신체계의 군사적 활용 방안을 살펴보고자.

1. 미군의 위성통신 활용현황

미군은 군사적 필요에 따라 <그림 2>에 제시한 영역으로 구분하여 위성을 운용하고 있다. Protected는 재밍 등 위협적인 환경에서 운용하기 위한 위성체계이다. Protected는 대역확산 방식을 적용하기 위해 광대역을 사용하여 항 재밍 성능을 확보하고 있으며, 저속 또는 중속의 전송용량을 지원한다. 미군은 1990년대부터 MILSTAR를 이용하고 있으며, 2010년부터는 그 후속 체계인 AEHF로 전환하였다.

Wideband는 전장에서 필요한 대용량의 정보유동을 위해 운용하는 위성통신체계이다. Wideband system은 1960년대부터 DSCS(Defense Satellite Communication System) 시리즈로 운용을 하다가 2000년부터 WGS(Wideband Global Satellite) program을 완성 중에 있다.

Broadcast는 이동 중이거나 소형 경량화된 단말기를 운용하는 전투원들에게 단 방향으로 대용량의 전장정보를 전달하기 위한 통신체계이다. 미군은 현재 WGS위성을 사용하여 GBS라는 방송체계를 운용 중이다.

Narrowband는 휴대형 위성통신체계와 유사하게 man-pack, 함정, 항공기, 차량 등에 장착된 단말기를 지원하는 위성통신체계이다. Narrowband는 1990년대까지 상용 또는 해군 자체의 전술제대용 위성통신체계(FLTSATCOM)를 운용하였으며, 이후 UFO(UHF Follow On)를 거쳐 후속체계인 MUOS로 전환하였다. MUOS는 다음 절에서 보다 상세히 다루도록 한다. 또한, 미군은 이라크전의 교훈에서 기동부대의 빠른 기동속도를 지원하고 용량확장을 위해 상용위성도 병행하여 운영하고 있다.

III. 미군의 이동위성통신체계






PROTECTED	WIDEBAND	BROADCAST	NARROWBAND	COMMERCIAL
MILSTAR/AEHF	DSCS/WGS	(GBS) UFO/WGS	UFO/WGS	Commercial
				
EHF	SHF X/Ka Band	Ka Band	EHF	C, Ku, Ka-Band
<ul style="list-style-type: none"> ○ LDR/MDR/XDR ○ C2 range extension ○ AJ, LPI, LPD, EMP ○ Crosslinks - (No ground relay stations) ○ Survivable 	<ul style="list-style-type: none"> ○ DSCS-X band only ○ WGS - X&Ka band ○ High Data Rates ○ Limited AJ protection 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ka payload on UFO and WGS satellite ○ High throughput ○ Small antennas ○ Smart push/pull data broadcasts 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lightweight, mobile users ○ Foliage Penetration ○ No AJ ○ DAMA access 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Growing capability ○ High throughput-No protection ○ Pay for on Demand services

그림 2. 미군의 위성통신 활용현황[3]

2. MUOS (Mobile User Objective System)

MUOS는 BLOS(Beyond Line of Sight)에서 이동위성통신을 지원하기 위한 미군의 신형 Narrowband 위성통신체계이다. MUOS는 전 세계를 대상으로 작전을 수행하는 미군의 작전개념을 충족하기 위해 정지궤도에 다수의 위성을 배치시켜 음성 및 저속(~384Kbps)의 데이터 통신을 지원하며, UFO의 후속 체계로 2012년 11월에 첫 위성이 발사되었고 2016년 마지막 위성이 성공적으로 발사되었다.

<그림 3>은 MUOS의 운영개념을 보여주고 있다. MUOS는 예비용 위성을 포함한 5기의 위성을 사용하여 전 세계를 지원하며, 지상국 역할을 수행하는 RAF(Radio Access Facility)와 위성관제를 위한 SCF(Satellite Control Facility)로 구성되어 있다.

본 장에서는 외국군중 휴대형 이동위성통신체계의 운영이 가

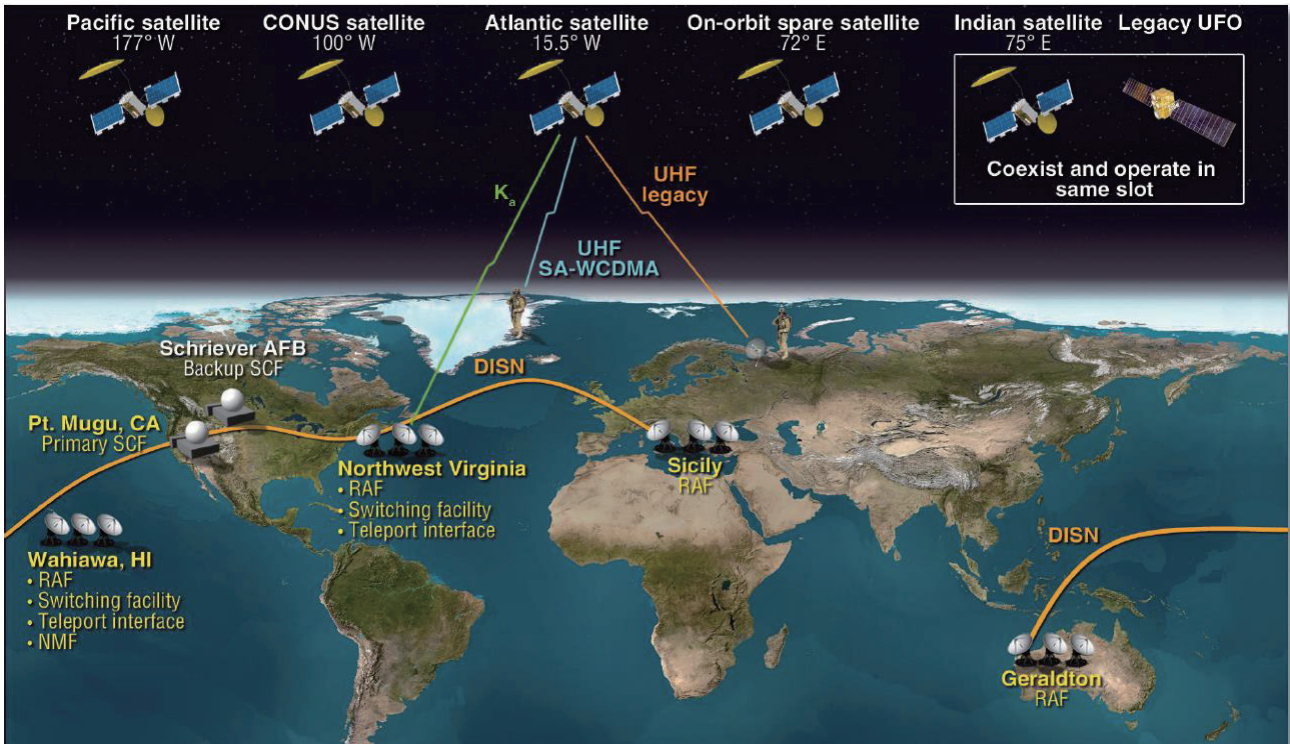


그림 3. MUOS 운영개념도 [4]

하나의 위성은 2개의 RAF와 연결이 되며, 각 RAF역시 2개의 위성과 연결이 된다. MUOS 단말기는 위성과 WCDMA방식으로 UHF대역을 사용하여 uplink과 downlink를 구성한다. 위성 과 RAF구간은 Ka대역을 사용하여 Feeder link를 구성한다. 3GPP 지상이동통신의 용어와 유사하게 UHF 대역 uplink-위성-Ka대역 downlink를 U2B path라하며, 그 반대의 경우는 B2U path라 칭한다[4].

RAF는 위성으로부터 수신한 모든 사용자 트래픽의 복조와 디코딩을 수행하며, <그림3>의 오렌지 색으로 연결된 RAF간 구간은 광통신을 사용하여 대용량의 정보유동이 이루어지도록 구성되어 있다.

UHF대역은 지상 이동통신뿐만 아니라 기존 위성통신체계와 동시에 운용을 해야 하는 주파수 대역으로 이에 대한 대책이 필요하다. 이를 위해 MUOS는 power control, WCDMA기반의 대역확산과 adaptive signal processing 기술을 통해 간섭을 최소화하는 기능이 구비되어 있다[4][5].

MUOS의 단말기중 가장 소형 단말기는 General Dynamics가 제작한 PRC-155라는 장비이다. 이 장비는 man-pack 형태의 단말기이며, hand-held형 단말기는 고려하지 않고 있다. 이는 기존 단말기를 전량 교체 시 소요되는 예산적인 측면과 높은 링크 가용도(>97%)를 충족하기 위한 링크 버짓상의 제한사항 때문이다[5]. <그림 4>는 MUOS의 여러 단말 형태를 보여준다[6].

Man-pack	 General Dynamics AN/PRC 155	 Harris AN/PRC-117G
수상함/ 수중함/ 고정용	 General Dynamics AN/USC-61C (DMR)	
헬기	 Raytheon AN/ARC-231	
항공기	 Rockwell Collins AN/ARC 210	 Northrop Grumman Freedom 450

그림 4. MUOS 단말기 유형

IV. 휴대형 위성통신체계의 군사적 활용

본 장에서는 앞에서 살펴본 휴대형 위성통신체계의 특성과 외국군의 활용현황을 참고하여 한국군에 적용 가능한 휴대형 위성통신체계의 군사적 활용방안에 대해 살펴본다. 이를 위해 먼저 군 통신의 특성을 고찰하고, 휴대형 위성통신체계의 한국군 활용방안과 이를 위한 소요기술 순으로 기술한다.

1. 군 통신의 특성

군 통신은 작전을 수행하는데 필요한 정보를 유통하기 위한 수단이다. 전투수행 지역에 분산된 각급 부대를 네트워크를 이용하여 하나의 유기체처럼 연결하여 전장상황에 따라 전력을 집중하여 전장에서 승리하겠다는 작전개념이 네트워크 중심전(NCW)이다. 전장수행 양상이 네트워크 중심전으로 발전함에 따라 통신체계의 역할이 더욱 증대되고 있으며, 유통해야 할 정보의 양과 유형이 급격히 증대되고 있는 실정이다. 반면, 군 통신은 민간 통신과 구분되는 몇 가지 특징을 가지고 있으며, 군 통신체계는 군 통신의 특성을 우선 고려해야 한다. 군 통신의 특성 중 중요사항은 다음과 같다.

가. 적의 방해활동

군 통신은 전쟁상황을 가정하며 이에 따라 여러 요소를 고려해야 하나, 그 중 가장 큰 특징은 적의 방해 활동 하에서 통신체계가 기능을 발휘해야 한다는 점이다. 고려해야 하는 적의 위협은 물리적 위협과 전자적 위협으로 구분할 수 있다.

물리적 위협은 전파탐지를 통한 통신시설 위치식별, 항공기 등 공중 관측을 통한 위치식별과 특수부대 등의 위협 활동 등을 고려해야 한다. 따라서, 지향성 안테나, 출력조정 등을 통한 전자적 위치식별 방지 대책과 적의 관측활동으로부터 보호받기 위한 위장과 통신시설을 방호 및 경계활동 등으로 보호하는 대책이 강구되어야 한다. 또한, 통신시설에 대한 포격 등과 같은 상황에서 피해를 최소화하기 위해 통신시설을 분산배치하고, 피해를 받은 장비는 즉각 교체 또는 정비가 이루어지도록 고려해야 한다.

전자적 위협은 통신신호의 도청/감청을 통한 정보의 탈취와 재머 등을 통해 아군의 통신시도를 방해하려는 위협을 고려해야 한다. 이에 대한 대응책으로 COMSEC, TRANSEC을 통하여 통신신호를 보호하고, 항 재밍 능력을 구비하여 재밍 시에도 정보 유통이 가능한 능력을 구비해야 할 것이다.

나. 이동성

군 조직은 전략제대와 전술제대를 구분되며, 각 제대는 그 역할에 맞는 임무를 수행한다. 통신 소요 측면에서, 전략제대는

대용량 정보유통이 중요시되며 이동성에 대한 소요는 크지 않다고 할 수 있다. 반면 전술제대는 주어진 임무에 따라 작전지역이 변경되고 작전지역 내에서도 전장상황에 따라 신속한 설치와 철수가 필요하다. 또한 이동간에도 끊임없는 연결이 이루어져야 하며, 전송용량의 소요 역시 현대전의 특징을 고려해볼 때 점차 증대되고 있는 실정이다.

따라서, 군 통신은 인프라의 설치 및 철수시간이 최소화되어야 하고, 이동간에도 연결성을 유지할 수 있는 통신체계가 필요하며, 직접 교전행위를 수행하는 전투원들은 전투행위에 전념할 수 있도록 소형·경량화된 통신단말기가 필요하다.

다. 군사적 활동 지원

군 통신은 군사적 목적을 달성하기 위해 운용되므로, 운용자의 특성을 고려해야 한다. 군사적 활동은 작전의 유형으로 구분할 수 있고 육·해·공군은 수행하는 과업에 따라 각기 다른 작전 유형을 보유하고 있다.

예를 들어, 지상군의 기계화된 기동부대는 기동속도를 지원하고, 이동간에도 지휘통제와 상황파악을 할 수 있는 통신체계를 필요로 하며, 적 지역에서 활동하는 특수부대와 상륙작전을 수행하는 해병대는 전투하중을 줄이기 위해 경량화된 단말기를 중요하게 생각할 것이다.

또한, 각급부대의 구성원들은 지휘관을 중심으로 수행하는 업무가 상이하다. 군은 통상적으로 지휘통제, 방호, 화력, 기동, 전투근무 지원 등으로 구분된 기능을 보유하고 있으며, 각 기능마다 유통되는 정보의 유형, 중요도와 운용환경이 상이하다. 예를 들면 유통되는 정보가 시급성을 갖는 정보이면 다른 정보보다 우선순위를 두고 유통되어야 하며, 정보가 종합되는 곳에서는 대용량의 정보가 유통되어야 할 것이다.

따라서, 군 통신은 이러한 다양한 군사적 활동을 원활히 수행할 수 있도록 개발되어야 하며, 이를 위해 면밀한 운용환경의 분석이 필요하다.

라. 서비스의 영역확장

현대전은 감시-결심-타격으로 이루어진 전장 기능을 네트워크로 연결하여 적보다 먼저 보고, 먼저 결심하고 먼저 타격하려는 수행개념으로 발전하고 있다. 이를 구현하기 위해 군 통신을 이용하는 대상이 인원에서 무기체계로 변화하고 있으며, 무기체계의 유형도 다양하게 진화하여 유통되는 트래픽의 소요도 증가하고 있다. 또한, 기존 장비와 호환성 유지를 위해 IP 방식의 패킷 데이터뿐만 아니라 서킷 방식의 아날로그 데이터도 동시에 유통되어야 한다.

전력 건설방향이 전투원의 수는 줄이되, 첨단 무기체계를 활용하여 전투력을 보완하는 방향으로 변화하고 있으며 한 개 부

대가 담당하는 지역이 점차 확대되고 있다.

이러한 현대전의 특성을 고려하였을 때, 군 통신은 신·구형의 무기체계가 상호 연결될 수 있도록 지원해야 하며, 보다 넓은 지역에서 서비스 제공이 가능해야 하며, 보다 많은 가입자가 광대역 정보유통이 가능하도록 발전해야 한다.

마. 운용환경의 변화

대한민국은 국민 개병제로 군사력을 운영하고 있으나, 청년 인구의 감소로 병력 감축은 필수적이고, 복무기간 단축의 요구도 점차 높아지고 있는 실정이다. 복무기간의 단축과 가용병력의 감소는 군 통신에도 많은 영향을 준다. 복무기간의 단축으로 군 통신장비는 특별한 전문성이 없어도 쉽게 설치·운용할 수 있도록 개발되어야 하며, 가용병력의 감소로 적은 인원으로 장비 운용이 가능하도록 하는 기술개발 및 보조장비의 개발이 필요하다.

또한, IT 강국인 우리나라의 기술수준을 고려하여 상용 통신 장비의 군 적용에 대한 요구도 강하다. 지상 이동통신망에 기초한 상용기술 중 많은 부분은 군 적용이 가능하여 군사적 용도로 활용 가능하다. 그러나 상용기술의 전면적인 적용은 제한될 것으로 예상된다. 이는 상용과 군사적 용도의 운용환경의 차이에 기인하는 바가 크다. 예를 들어, cellular 통신 방식에서 민간 통신은 주파수의 활용 효율을 높이기 위해서 pico-cell 또는 microcell방식이 효율이 높으나, 군 통신에서는 운용인력의 제한으로 macrocell 방식이 적합하다고 할 수 있다.

군 통신은 군의 운용환경의 변화를 고려하여, 군에서 운용하기에 적합한 통신체제로 발전해야 할 것이며, 군에 적용 가능한 민간기술은 적극 수용하되 군의 특수성을 고려한 기술개발도 병행해서 이루어져야 한다.

2. 휴대형 위성통신체계 운영방안

군 통신은 단일 통신체제로 군의 요구사항을 충족할 수 없으며, 각 통신체계의 특성을 고려하여 다양한 통신체계를 상호보완적으로 운영하여야 한다. 휴대형 위성통신체계는 위성통신체계가 제공하는 광역성과 소형 단말기의 지원으로 군 활용 가능성이 높다고 할 수 있다. 휴대형 위성통신체계의 특성과 군 요구사항을 고려하여 다음과 같은 휴대형 위성통신체계의 운영방안을 생각할 수 있다.

가. 평시 활용 방안

단말기를 스마트 폰 형태로 구성하고, 상용 이동통신 waveform과 위성 waveform을 동시에 탑재하는 방안을 고려할 수 있다. 현재 잘 갖추어진 상용 이동통신망의 인프라를 이용하여 행정업무용으로 활용하다가 긴급상황 발생 시에는 위성

망으로 전환하여 운용하면 초기 대응능력과 군사적 활용효율을 향상시킬 수 있을 것이다. 긴급상황 발생시 위성망으로 전환하여 운영하는 이유는 상용 이동통신망의 통화량 폭주 또는 인프라의 피해 상황에 대비하기 위해서이다.

나. 국가 재난 시 활용 방안

국민 안전처는 국가재난 안전 통신망의 구축을 추진 중이다. 국가재난 안전 통신망은 여러 기관에서 파견된 복구반의 단일 지휘통제체계를 구축하기 위해 그 필요성이 대두되어, 국민 안전처 주관으로 개발을 추진 중에 있다. 국가재난 안전 통신망은 LTE 방식을 기반으로 재난 상황을 고려한 추가적인 기능을 부가한 PS-LTE(Public Safety-LTE) 방식으로 확정하였다[7].

국가재난 안전 통신망은 재해로 인해 기지국의 기능이 마비되었을 경우를 대비하여 이동 기지국의 적용을 고려하고 있다.

휴대형 위성통신체계는 국가재난안전통신망에서 필요로 하는 이동 기지국의 능력을 보완할 수 있다. 기지국과 백본망과의 연결을 광통신이나 지상무선망 대신, 위성과 feeder link를 구성하고 위성은 재난이 발생하지 않은 지역에 있는 관문국을 통해 백본망에 연결하면 이동기지국의 역할을 수행할 수 있다. 필요한 대역폭을 확보하기 위해 feeder link용 주파수 대역이 별도로 필요한데, 이는 ITU에서 우리나라로 할당된 고정위성업무계획용 주파수(C 또는Ku대역)의 활용을 고려할 수 있다. 안테나 크기 등의 규격을 충족하면 고정위성업무계획용 주파수는 우선 활용이 가능하다.

또한, 민·관·군·경으로 구성된 복구반을 위한 국가재난 안전통신망은 군사적으로도 활용이 가능한데, 활용분야는 후방지역에서 임무를 수행하는 부대이다. 물자보급, 병력 증원 등의 군사활동을 수행하는 후방지역의 부대는 민·관·군·경 등의 가용요소를 모두 통합한 국가 총력전을 수행할 것으로 예상되어, 운용환경이 국가 재난 안전 통신망과 유사하다. 따라서 군사적 활용을 위한 추가적인 보안대책만 강구하면 유사시 국가재난 안전망을 군사적으로 전환운영이 가능할 것으로 판단된다.

다. 특수부대 통신망

전후방의 구분 없이 이루어지는 현대전은 적 지역에서 활동하는 특수부대의 운영이 필수적이다. 특수부대는 적 지역으로 이동 시 장거리 이동을 해야 하고, 임무수행 시에는 물자의 보급이 제한되어 전투하중을 최소화해야 한다.

스마트 폰 형태로 운용이 가능한 휴대형 위성통신체계는 특수부대 용도로 가장 적합한 통신수단이며 군사적 활용 가능성이 가장 높은 분야이다. 또한, 상륙작전을 수행하는 해병대도 아군 지역에서 원거리로 이동하여 작전을 수행하므로 활용 가능성이 크다고 할 수 있다.

라. 전투무선망의 통달거리 연장

이동소요가 많은 부대일수록 항시 연결이 가능하고 설치시간이 필요 없는 무전기의 활용성이 크다고 할 수 있으며, 무전기를 사용하여 구축되는 통신망을 전투무선망(CRN)이라 칭한다. 무전기는 음성 및 저속 데이터 통신이 가능하여 이동소요가 많은 부대의 필수 통신수단이지만, 산악지역이 많은 한반도의 지형적 특성과 통달거리 등의 제한사항도 안고 있다.

휴대형 위성통신체계와 전투무선망의 결합도 고려할 수 있다. 현재 운영중인 무전기에 휴대형 위성통신의 waveform을 추가하여 탑재하고, 지형에 의한 차폐구간에는 위성을 경유한 경로로 우회하는 라우팅 알고리즘을 탑재하면 전투무선망의 통달거리로 인한 제한사항을 극복할 수 있다. 미군의 MUOS에서는 PRC-155단말기에 WCDMA waveform을 탑재하여 전투무선망의 통달거리 연장용으로 이미 활용하고 있으며, 이러한 운영 개념을 SNE(Soldier Network Extension)라고 칭한다.

마. TICN(Tactical Information Communication Network)과 통합운영 방안

한국군은 전장환경의 변화에 따라 지상통신체계의 획기적인 능력향상을 도모하고 있으며, 이를 위해 개발중인 통신체계가 TICN이다. TICN은 다수의 부 체계로 구성된 복합체계이며, 전술 이동통신체계는 TICN의 부 체계 중 하나이다. 전술이동통신체계는 기지국 역할을 수행하는 MSAP(Mobile Subscriber

Access Point)과 개인 휴대형 단말기인 TMFT(Tactical Multi-Function multi-Frequency Terminal)로 구성되어 있으며, 상용의 이동통신체계와 유사한 개념으로 설계되었다.

그러나, 전술이동통신체계 단독으로는 전 작전지역 지원이 제한되고, 설치시간과 시설의 이동시간이 소요되는 등의 제한사항이 예상된다. 따라서, TMFT에 위성 waveform을 추가적으로 탑재하면 MSAP의 지원영역에서는 TMFT망으로 운용하고, 이를 벗어나면 자동으로 위성으로 전환되는 개념을 생각할 수 있다. 이러한 운영방안은 상용 통신에서 연구되고 있는 IMT-Advanced와 유사한 개념이며, 운영방안은 <그림 5>와 같다

바. 휴대형 위성통신체계의 단말 유형

위에서 제시한 운영방안을 고려하였을 때 이를 위한 단말의 유형은 <그림 6>과 같이 나눌 수 있다. 단말 I형은 TMFT와 휴대형 위성을 통합한 단말 유형으로 TICN을 운용하는 부대에서 운영할 수 있다. 단말 II형은 국가재난 및 후방지역에서 운영이 가능한 단말로 PS-LTE와 위성 waveform을 탑재하여 운영한다. 단말 III형은 위성통신 전용단말로 위성 waveform만을 탑재하여 운영한다. 각 단말은 암호모듈을 착·탈이 가능한sleeve형태로 운영하면 사용자의 이용효율을 높일 수 있을 것이다. 이 외에도 건물 내부에서 운영 등을 고려하여 중계용 부스터가 추가로 필요하다. 기지국은 이동 기지국 역할을 수행하기 위해 PS-LTE와 feeder link를 지원하는 형태로 구성할 수 있다.



그림 5. 전술이동통신통신망과 휴대형 위성의 통합운영

단말기 유형		단말기 용도
휴대용 단말 I 형 (TMFT+ 위성통신+보안모듈)		<ul style="list-style-type: none"> - 작전시 TMFT 제한사항 극복 - 전송 속도 : 32kbps - 군 작전용 S/W 내장
휴대용 단말 II 형 (PS-LTE+ 위성통신+보안모듈)		<ul style="list-style-type: none"> - 전군 주요직위자 비상통신 - 민관군 통합방위작전, 국가재난 시 단일지휘체계 - 전송 속도 : 32kbps
휴대용 단말 III 형 (보안모듈+위성통신)		<ul style="list-style-type: none"> - 특수임무부대 전투원 - 군 작전용 S/W 내장 - 전송 속도 : 19.2kbps
중계용 부스터		<ul style="list-style-type: none"> - 지휘용 차량/지하병커기입자 지원 - 통달거리 연장 및 다수기입자 지원 - 전송 속도 : 1,024kbps
이동 기지국	<p>국가재난망 기지국은 상용차량 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 자체 전송능력 보유 : Ku 대역 - PS-LTE 방식으로 재난지역 지원 - 배치부대 : 후방부대 등

그림 6. 휴대형 위성통신체계 단말기 유형 (예)

3. 휴대형 위성통신체계 소요 기술

본 절에서는 앞에서 살펴본 휴대형 위성통신체계의 구현 시 소요되는 기술에 대해 살펴보겠다. 본 고에서 제시한 소요 기술은 군사적 활용을 위해 추가 고려해야 할 요소들에 대해 제시하였다.

가. 주파수

WARC-92에서는 1885~2025MHz와 2110~2200MHz 주파수 대역을 IMT용으로 지정하고, 이중 IMT 위성 사용가능 대역으로 1980~2010MHz와 2170~2200MHz를 지정하여, 국제적으로 지상이동통신과 이동위성 통신용으로 사용 가능하도록 규정하였다[8].

국내에서도 2013년 발표된 '모바일 광개토 플랜 2.0'에 의하면 2.1GHz대역을 지상 이동통신 용도로 규정하였으나, 이동위성 통신용도로의 사용도 배제하지는 않고 있다.

정부부처의 주파수 활용계획을 고려하면 휴대형 위성통신은 지상 이동통신망과의 병행운용이 불가피 할 것으로 판단되며, 이를 위한 간섭 제거 기술이 필요하다. 간섭을 회피하기 위해 고려할 수 있는 방안으로는 위성 빔 크기를 최소화하고 지상

이동통신망과 대역이 중복되지 않도록 설계하는 셀 플랜, 위성 빔간의 간섭을 낮추고 주파수 재 사용률을 높이기 위한 power control 및 간섭대역을 상황에 맞춰 제거하는 adaptive signal processing 등의 기술이 소요 될 것으로 판단된다.

나. 빔 형성 기술

체계를 구현할 경우에는 경제성과 활용도를 고려하여, 한정된 자원으로 최대의 효과를 얻을 수 있도록 해야 한다. 그 중 전송 용량과 동시 가입자 수를 최대화하기 위해서는 가능한 위성 빔의 크기를 최소화하여 주파수 재 사용률을 높이기 위한 연구가 선행되어야 할 것이다.

작은 크기를 갖는 다수의 빔을 한반도 지원영역에 투사하기 위해서는 대형 안테나가 필요하며, 한반도 지역에 적합한 소형 빔을 형성할 수 있는 안테나에 대한 기술개발이 필요하다. 현재 탑재 가능한 안테나의 종류와 기술 수준은 참고문헌[9]에 자세히 기술되어있다.

또한, 형성된 위성 빔을 트래픽 요구에 따라 유연하게 형성하고 제어하여 전파 환경에 적응하도록 동적으로 제어하는 빔 형성 기술이 필요하다. 빔 형성기술은 지상기반으로 이루어지는 GBBF방식이 유리할 것으로 판단된다.

다. 항재밍 기술

군사적 용도로 활용하기 위해서는 적의 위협을 대비한 항재밍 성능의 구비가 필수적이다. 항재밍 능력 구비를 위해서는 주로 대역확산방식을 사용하나, 휴대형 위성통신체계의 가용주파수를 고려 시 현실적이지 못할 것으로 판단된다. 이에 대한 대안으로 널링 안테나와 adaptive signal processing을 사용한 항재밍 성능의 구현 가능성의 확인이 필요하며, 이 외에도 적용 가능한 다른 기술개발이 필요하다.

라. 망구조

앞에서 제시한 휴대형 위성통신체계의 운영방안을 동시에 구현하려면, 그 용도에 따라 통신망의 구조가 상이하게 될 것이다. 본 고에서 제시한 운영방안 구현 시에는 표 1과 같은 망구조를 고려할 수 있다.

표 1. 휴대형 위성통신체계 망 구조(예)

평시 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 재난 안전 통신망 • 전술 이동 통신망
국가 재난 시	<ul style="list-style-type: none"> • 재난 안전 통신망
특수부대용	<ul style="list-style-type: none"> • 휴대형 위성통신 독자망
전투무선망의 통달거리 연장	<ul style="list-style-type: none"> • 전투무선망
TICN과 통합운영	<ul style="list-style-type: none"> • 전술이동 통신망

따라서, 휴대형 위성통신체계는 설정된 망구조에 따라 라우팅 및 스위칭 기술, 주소체계와 타 망과의 연동을 위한 게이트웨이 등에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

마. 네트워크 디멘저닝

휴대형 위성통신체계는 상용 이동통신망 수준의 전송용량 제공은 불가능하다. 따라서 군이 설정하는 운영개념을 기초로 유통하려는 정보의 발생 빈도, 크기 등을 정의할 수 있는 정보생성 확률 모델을 정립하고, 이를 바탕으로 각 망 구조에서 유통되는 트래픽 처리 용량을 판단한 후, 중단까지 경로 설정 알고리즘을 정립하는 등의 네트워크 디멘저닝에 대한 연구가 필요하다.

V. 결론

본 고에서는 휴대형 위성통신체계의 소개, 외국군의 활용현황과 한국군의 군사적 활용방안 및 이를 구현하기 위한 소요 기술 등을 제시하였다.

휴대형 위성통신체계의 군사적 활용도는 높다고 할 수 있으나, 선행해서 해결해야 할 사항들도 여러 가지가 있다. 먼저 군사적 활용을 바탕으로 한 명확한 운영개념의 설정이 필요하고, 이를 지원하기 위한 기술적, 제도적 요소의 고려도 필요하다. 또한, 국가적 차원에서 효율적인 운영을 위해 타 정부부처와의 협력도 필수적이다. 민간에서의 휴대형 위성통신체계의 개발 사례를 타산지석으로 삼아, 미래 전장 환경의 변화에 부합하는 개발전략을 수립하기 위해 각계각층의 많은 관심이 절실하다고 하겠다.

참고 문헌

- [1] 남승현, 김희욱, 강군석, 구분준, “위성을 이용한 방송통신융합기술 동향”, 전자통신동향분석 제 25권 제 2호, pp. 31-41, 2010. 4.
- [2] 김희욱, 강군석, 안도섭, “개인 휴대형 이동위성통신/방송 서비스 개발 현황 및 전망”, 전자통신동향분석 제 23권 제 3호, pp. 119-129, 2008.6.
- [3] <http://www.afcea-la.org/sites/afcea-la.org/files/AFCEA%20Brief%20Feb2010.pdf>
- [4] John D. Oetting and Tao Jen, “The Mobile User Objective System”, Johns Hopkins APL Technical Digest, Vol. 30, No. 2, pp. 103-112, 2011
- [5] Emre Tunduzhan and K. Dewayne Brown, “Narrowband Satellite Communications: Challenges and Emerging Solution”, Johns Hopkins APL Technical Digest, Vol 22, No. 1, pp. 52-56, 2015.
- [6] [http://www.public.navy.mil/spawar/Pre ss/Documents/Publications/11,28,15NDIA_PMW146.pdf](http://www.public.navy.mil/spawar/Pre%20ss/Documents/Publications/11,28,15NDIA_PMW146.pdf)
- [7] 한국일보, “국가재난안전 통신망, 결국 LTE 방식으로”, 2014. 8. 1
- [8] 김희욱, 강군석, 장대익, “2.1GHz 위성주파수 활용 기술 동향”, 전자통신동향분석 제 29권 제 3호, pp. 86-97, 2014. 6.
- [9] 강상욱, 이상률, “정지궤도를 이용한 모바일 위성서비스용 대형 안테나 개발 현황”, 항공우주산업기술동향 13권 2호, pp. 107-116, 2015

약 력



한 이 수

1991년 육군사관학교 공학사
1995년 한양대학교 공학석사
2006년 Purdue University 공학박사
1991년~현재 육군 장교(정보통신)
2013년~현재 국방과학연구소 선임연구원
관심분야: 디지털 신호처리, 통계이론,
traffic engineering



임 철 민

1986년 한양대학교 공학사
1988년 한양대학교 공학석사
1988년~현재 국방과학연구소 책임연구원
관심분야: 위성통신



한 상 우

1988년 송실대학교 산업정보시스템공학과 공학사
1991년 송실대학교 산업정보시스템공학과
공학석사
2006년 아주대학교 시스템공학과 박사과정 수료
1992년~현재 국방과학연구소 책임연구원
관심분야: 체계공학, 최적화설계, 위험관리,
scheduling



권 오 주

1989년 경북대학교 공학사
1993년 경북대학교 공학석사
2002년 경북대학교 공학박사
1993년~현재: 국방과학연구소 책임연구원
관심분야: 디지털 통신신호처리, 위성통신