<별책 4>

최종 연구개발 결과보고서

TRS 주파수 연구

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회

방 송 통 신 위 원 회

최종 연구개발 결과보고서

TRS 주파수 연구

2008. 12. 31.

주관연구기관 한국전파진흥협회

방 송 통 신 위 원 회

제 출 문

방송통신위원장 귀하

본 보고서를 전파방송정책연구의 최종 연구개발결과보고서로 제출합니다.

2008년 12월 31일

주관연구기관 : 한국전파진흥협회

연구 책임자 : 정찬형('08.4-12)

참여 연구원 : 신현욱('08.1-12)

정신교('08.1-12)

구재일('08.1-12)

김민수('08.9-12)

서지영('08.1-12)

성호석('08.1-12)

강현정('08.1-12)

김현진('08.1-12)

김형준('08.1-12)

윤재중('08.1-12)

안준오('08.1-12)

곽기훈('08.1-3)

윤재중('08.1-12)

박미선('08.7-12)

요 약 문

1. 제 목

o TRS 주파수 연구

2. 연구개발의 목적 및 필요성

o 380㎒ 대역 자가통신용 TRS의 전파지정기준상 무선국종이 무선국이 행하는 업무성격에 맞지 않게 지정·운영되고 있어 정비 필요
o 2007년 수립된 TRS 주파수 정비계획에 따른 시설자별 디지털 TRS 시스템 전환 현황에 대한 지속적인 모니터링 필요
o 전파 음영지역에서의 통화권 확보를 위한 소출력 중계기 현황 조사 및 인접대역 역무와의 간섭 분석을 통한 소출력 중계기 도입 검토 필요
o 전세계적으로 표준화 진행중인 TETRA Release 2 기술에 대한 표준화 동향 분석 및 국내 도입방안 검토 필요
o 주파수 이용 제고를 위한 비효율적인 주파수 이용자 선별 및 자가업무용 TRS 주파수 이용대가 검토 필요
o 국산 TRS 단말기의 경쟁력 확보를 위한 TRS 단말기 국산화 방안 도출 필요

3. 연구개발의 내용 및 범위

o 380㎒ TRS 무선국종 운용실태 조사 및 디지털 TRS 전환 현황 조사
o TRS 소출력 중계기 도입방안 검토
o TETRA Release 2 도입 검토
o 자가업무용 TRS 주파수 이용대가 검토
o TRS 단말기 국산화 방안 도출

4. 연구개발결과

o 380㎒ 대역 자가통신용 TRS 운용실태 조사를 통해 무선국종명 부여와 공중선 전력기준이 전파지정기준과 상이하게 지정·운용되고 있어 이를 개정하는 전파지정기

준(안) 도출

o 현재, 디지털 TRS로 전환 완료 예정인 아날로그 TRS 운용 기관 중 4개 기관(한국전력, 포스코, 서울소방방재센터, 서울개인택시조합)의 현황 조사결과
o 380㎒/800㎒ 대역 자가업무용 TRS 소출력 중계기 사용을 위한 간섭 분석결과 및 실제 이용현황 조사를 통한 TRS 소출력 중계기 도입방안 도출
o TETRA 표준화 현황 및 TETRA DMO 기술 특성 분석, TETRA Release 2 향후 전망 및 국내 도입 검토결과
o 국내·외 주파수 이용대가 조사·분석을 통한 자가업무용 TRS 주파수 이용대가 부과제도 개선방안 도출
o 국내·외 TRS 시스템 이용현황 및 TRS 단말기 국산화 동향 분석을 통한 TRS 단말기 경쟁력 확보 방안 도출

5. 활용에 대한 건의

o TRS 주파수 정책 입안자료로 활용

6. 기대효과

o 현행 TRS 무선국종 정비 및 출력조정을 통한 효율적인 TRS 무선국 운영 기대
o 아날로그 TRS망을 이용중인 자가업무용 TRS 운용기관에 대해 지속적인 디지털 TRS망 전환 유도를 통해 신속한 아날로그 TRS망 주파수 회수로 보다 효율적인 주파수 이용 제고
o 중계용 특정소출력 무선기기의 기술기준(무선설비규칙 제98조) 개정을 추진하여 자가업무용 TRS 소출력 중계기 활성화 및 규제 완화
o TETRA Release 2의 국내 적용을 위한 무선설비 기술 기준 및 채널링 검토를 통해 국내 적합한 도입방안 마련
o 자가업무용 TRS 주파수 이용대가 부과방안 도출을 통한 주파수 가치 제고
o 국내 TRS 단말기 경쟁력 확보방안 도출을 통한 국내 TRS 산업 활성화 도모

목 차

제1장 서론

TRS(Trunked Radio System, 주파수공용통신시스템)는 무선중계국에 지정된 복수의 무선채널을 일정한 제어하에 다수의 가입자가 공동으로 이용한 이동통신방식으로 현재 국가통합망, 상업망, 자가망으로 분류 운영되고 있다.

이러한 TRS 무선국을 보다 효율적으로 운영하기 위해서는 아날로그 TRS의 디지털 TRS으로의 전환과 TRS 무선국 지정·운상상의 혼선을 개선하기 위하여 무선국종 및 공중선전력 정비가 요구되고 있다. 또한, 2007년 수립한 TRS 주파수 정비계획에 따라 시설자별 디지털 TRS 시스템 전환 현황을 지속적으로 모니터링할 필요가 있다.

자가망용 380㎒ 대역은 800㎒ 대역에 비해 전파 회절특성은 좋으나 저대역 특성상 침투손실이 높은 특성을 가지고 있어서 지하 구역내에서의 통화권 확보를 위한 소출력 중계기 이용 수요가 증대할 것으로 예상됨에 따라 이를 도입하기 위한 선행 검토가 있어야 한다. 기존 사업자망에서 이용중인 소출력 중계기 현황을 조사하여 자가망용 대역과 인접한 대역에서의 역무와 간섭 분석도 반드시 요구된다.

현재 전세계적으로 표준화되고 있는 TETRA Release 2 기술은 2009년 상반기에 상용화 될 것으로 전망되고 있어, 향후 우리나라에서 동 기술을 도입할 경우 국내에 적합한 기술기준 제정 방향에 대해 지속적으로 연구해야할 필요가 있으며, 표준화 제정에 따른 외국의 도입 사례 등도 분석해야 할 것이다. 기술뿐 만 아니라 비효율적인 사용자를 선별하고 주파수 사용자로 하여금 주파수가 가진 본질적인 가치를 충분히 이끌어낼 수 있도록 하기 위해 각종 방법론을 도입하여 주파수의 가격을 책정하고 있는 외국의 사례를 분석하여 자가망 TRS 주파수에 대한 이용대가에 대해서도 검토할 필요가 있다.

현재 국내에서 이용중인 TRS 단말기는 전체 435,000여대로서, 이 중 TETRA TRS 방식의 단말기는 약 80,000여대에 이른다. 국가통합망 및 자가통신망의 구축이 완료되면 예상되는 단말기의 수는 약 33만대에 이를 것으로 예측된다. 뿐만 아니라 한국전력 등에서 이용하고자 하는 TRS 모뎀 등의 수요를 포함하면 약 40만대에 이를 것으로 보여 기능 및 가격 경쟁력을 갖춘 단말기의 경우 국내 시장 수요에 의한 경제성을 확보할 수 있을 것으로 예측된다. 이에, 기술 경쟁력, 사용자의 요구에 맞춘 다양한 기능을 갖춘 단말기 개발 등 국산 단말기의 경쟁력 확보방안이 매우 시급히 필요한 실정이다. 본 연구에서는 위에서 언급한 자가업무용 TRS 무선국 운영 현황, 자가 TRS용 소출력 중계기 도입방안, TETRA Release 2 도입 검토, 자가업무용 TRS 주파수 이용대가 검토, TRS 단말기 국산화 방안 등을 도출하였다.

제2장 자가통신용 TRS 무선국 운영현황

제1절 380㎒ 대역 자가통신용 TRS 운용 현황

1. 자가통신용 TRS 망 운용 개념

주파수공용통신(TRS : Trunked Radio System)은 무선중계국에 지정된 복수의 무선채널을 일정한 제어하에 다수의 가입자가 공동으로 이용하는 이동통신방식으로, 무선국이 행하는 업무성격 및 망 운용형태에 따라 이동중계국, 기지국, 육상이동국 등으로 무선국을 허가하고 있다. 아래 <표 2-1>은 전파법 시행령 제27조에 규정하는 무선국 분류 기준이다.

<표 2-1> 전파법시행령 제27조(무선국의 분류) >

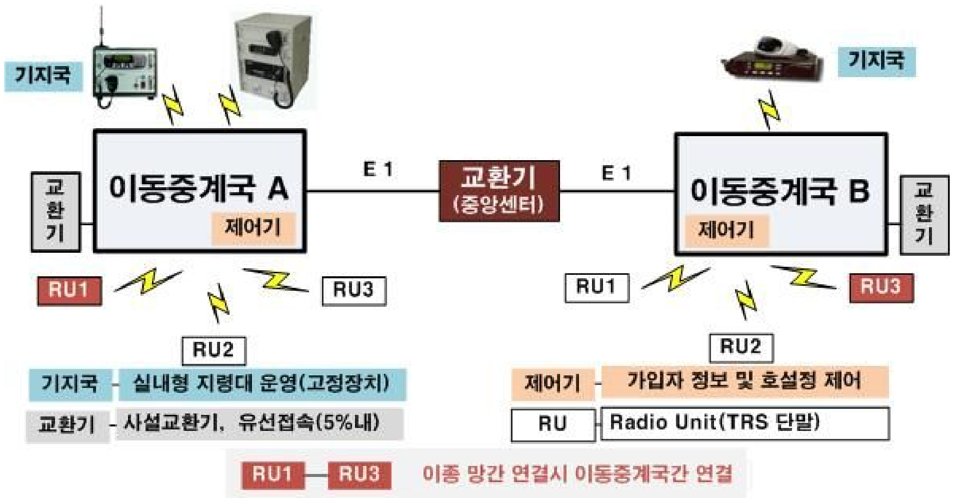
구 분	무선국 분류
기지국	육상이동국과의 통신 또는 이동중계국의 중계에 의한 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국
이동중계국	기지국과 육상이동국, 육상국과 이동국, 육상이동국 상호 간 및 이동국 상호 간의 통신을 중계하기 위한 다음 각 목의 무선국 (가.육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국, 나.선박에 개설하는 무선국)
육상이동국	육상(하천이나 그 밖에 이에 준하는 수역을 포함한다)에서 육상이동업무를 하는 무선국

위 전파법시행령에 규정한 무선국 분류를 근거로 한 TRS 운용시 무선국종의 구분은 아래와 같다.

<표 2-2> TRS 무선국종 구분

구 분	무선국 분류
기지국	무선국 관리자가 운용하고, 육상이동국과의 통신 또는 이동중계국으로의 송출을 통한 육상이동국과 통신 또는 지령업무가 가능하기 위하여 실내에 개설하고 이동하지 아니하는 고정형 무선국(단말장치)
이동중계국	o. 가입자 정보를 제어하고, 기지국과 육상이동국, 육상이동국 상호 간 및 이동국 상호 간의 통신을 중계하기 위한 다음 각 목의 무선국 (가.육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국, 나.선박에 개설하는 무선국) o. 음영지역 해결을 위한 단순 중계 기능을 수행하는 무선국
육상이동국	육상(하천이나 그 밖에 이에 준하는 수역을 포함한다)에서 육상이동업무를 하는 차량형·휴대형 무선국(단말장치)

이상의 무선국종의 의미와 실제 망운용 상황을 고려할 때 자가 TRS 망 개념도는 아래 <그림 2-1>과 같다.



<그림 2-1> 자가 TRS 망 운용 개념도

이동중계국에서 단일 채널내에서 다수의 단말을 그룹으로 설정하고 운영한다. 가입자 정보는 이동중계국 내에 있는 교환기나 유선을 통해 연결된 교환기를 통해 관리가 되고, 기지국과 단말, 단말 상호간 통화를 위해서는 이동중계기를 거쳐 호 설립이 이루어지도록 규정되어진다. 그리고 경우에 따라 타채널에 있는 단말과 통신을 하는 경우 중앙에 설치된 교환기를 이용해 이동중계국에 접속하고 해당 단말과 호를 형성하게 된다.

2. 자가통신용 TRS 무선국 운용실태

가. 추진배경

효율적인 자가 TRS 운용을 위한 이동중계국과 기지국의 무선국 기능을 구분하고, 무선국의 종별 업무를 고려한 공중선전력 정비마련을 위해 추진되었다.

나. 조사방법

'08년 8월부터 10월까지 3개월 동안 380㎒ 대 자가 TRS 8개사를 중심으로 망 운용실태를 한국전파진흥협회에서 조사하였다. 운용사 별로 <그림 2-2>와 같은 설문

서를 송부하고 서면응답, 전화응답, 대면응답 형태를 종합적으로 정리하여 TRS 무선국 운용상의 문제점을 확인하고 개선안을 마련하는데 활용하였다.

본 설문은 기관별 TRS 실무자들로 자사별 운용 상황을 충분히 인지한 내용을 기반으로 설문 및 질의에 응답해 주었다.

자가 TRS 망 운영 실태 조사서

□ **자가 TRS 망 운영 체계**

작성자 : (소 속)(성 명)(전자메일)(연락처)

o 자가망 TRS망 시스템 운영도

o 시스템 제원

구분 / 장비 / Spec. / 종류	콜센터(기지국)		이동중계국		육상 이동국		이동국	
	장비명	주파수 허용범위	장비명	주파수 허용범위	장비명	주파수 허용범위	장비명	주파수 허용범위
Type 1								
Type 2								

o 문제점 및 제안사항

o 설치장비 관련 사진

<그림 2-2> 자가 TRS 망 운용실태 조사서

<표 2-3>은 380㎒ 대역 자가 디지털 TRS 이용기관의 전파지정기준상의 출력과 실제 운용출력을 정리한 결과이다. 대부분 지정기준에 준한 이용상황을 확인할수 있었으며 일부 전파지정과 별도로 기관별 상황에 따라 무선국 운용을 하지 않은 사례도 2개 기관(부산신항만, 한국전력) 확인되었다. 그리고 한국전력의 경우 차량형 육상이동국의 경우 10W 이하 출력으로 상당히 높은 출력을 이용하는 사례도 확인되었다.

<표 2-3> 380㎒ 대역 자가 디지털 TRS 전파지정기준 개정 대상 이용기관 현황

(단위: 출력 W)

구분	이동중계국		기지국		육상이동국	
	지정	이용	지정	이용	지정	이용
SK에너지	-	-	15	15	3	3
대우조선해양	10	10	15	15	3	3
삼성중공업	10	10	10	10	1	1
부산신항만	10	10	10	-	3	3
한국전력	25	25	25	-	25	10
대한항공	20	20	20	3	3	3
서울개인택시 운송사업조합	25	25	-	-	3	3
포스코 및 광양제철소	25	25	-	-	3	3

위 결과를 반영하여 TRS 제조사 등에 확인한 무선국별 출력범위는 <표 2-4>와 같으며, 아날로그에 비해 출력이 현저히 낮아짐을 확인할 수 있다.

<표 2-4> 자가 디지털 TRS 장비 출력 범위

구분	이동중계국	차량용 육상이동국	휴대용 육상이동국
공중선 출력범위(W)	40W 이내	10W 이내	1W 이내

※ 아날로그 TRS 장비 출력 : 이동중계국 75-5W, 차량용 60 - 4.8W, 휴대용 4.8 - 1W

다. 조사결과

자가 TRS 운영실태를 실시한 결과 전파지정기준에 따른 국종 역할에 혼선이 있음을 확인할 수 있다. <표 2-5>는 자가 TRS 무선국 운용 형태를 확인하는 것으로 이동중계국은 중계기능을, 기지국은 단말로, 육상이동국은 차량과 휴대형으로 활용되는 것이 현행 전파지정기준에 적합한 운용형태이다. 아래에서 확인된 것처럼 총 8가지 경우의 전파지정기준 개정 필요성이 확인 되었다.

<표 2-5> 380㎒ 대역 자가 디지털 TRS 무선국 운용 형태

구분	이동중계국		기지국		육상이동국		
	중계기능	단말	중계기능	단말	고정	차량	휴대
SK에너지	-	-	○	-	○	○	○
대우조선해양	○	-	○	-	○	○	○
삼성중공업	-	○	○	-	-	-	○
부산신항만	○	-	-	-	○	○	○
한국전력	○	-	-	-	○	○	○
대한항공	○	-	-	○	-	○	○
서울개인택시 운송사업조합	○	-	-	-	-	○	○
포스코 및 광양제철소	○	-	-	-	-	○	○

<표 2-6>에서 확인된 TRS 운용실태조사를 통해 무선국종간 혼선의 심각성과 함께 전파사용료 징수에 대한 이용기관의 애로사항을 확인하고, 이를 개선하기 위한 종합적인 노력이 필요함을 확인했다.

<표 2-6> 자가 TRS 운용실태 조사 결과

구분	운용 실태 조사 결과
기지국 운용 실태	o 기지국(실내형 고정장치)과 육상이동국의 외형적 차이는 다소 있으나 주파수 지정 기준상의 차이뿐 특별한 구분이 어려움 o 일부 전파사용로 부담으로 기지국 인허가 없이 육상이동국을 사무실 내 이동 설치해 사용 사례 확인 ※ 동일 번지에 1개 기지국 부여 가능, 동일 기지국내 장치수에 따른 전파사용료 부과 현재 TRS의 전파사용료 계수 “1”로 설정. 사용자 부담 증가로 기지국 인허가 없이 운영 사례 확인 (이용기관 애로사항)
이동중계국 운용 실태	o 이동통신 기지국과 TRS 이동중계국의 기능적 차이가 없으나 TRS 기지국의 무선국 분류와 연계되어 무선국 분류 혼선 발생 => 전파지정기준 개선 필요 ※ 현장에서는 이동중계국 명칭보다는 기지국 명칭 사용 중 (외국 도입장비명 Base Station라는 용어 사용)
육상이동국 운용 실태	o 기지국으로 사용하기 위해 외부 안테나 설치 운영 사례 확인

3. 자가통신용 TRS 전파지정기준 개정(안)

이상에서 확인된 TRS 망 운용 개념과 무선국 운용실태 조사결과를 반영하여 현행 개정된 자가통신용 전파지정기준(현 '08. 1. 29 개정)(안)과 지정조건을 마련하였다.

<표 2-7> 380㎒ 자가 TRS 전파지정기준 개정(안)

구분	변경 전		변경 후	
	무선국종별	공중선전력	무선국종별	공중선전력
SK에너지	기지국	15W이하	이동중계국	15W이하
	육상이동국	3W이하	기지국, 육상이동국	3W이하
대우조선해양	기지국 이동중계국	15W이하 10W이하	이동중계국	15W이하
	육상이동국	3W이하	기지국, 육상이동국	3W이하
삼성중공업	기지국, 이동중계국	10W이하	이동중계국	10W이하
	육상이동국	1W이하	기지국, 육상이동국	3W이하
부산신항만	기지국, 이동중계국	10W이하	이동중계국	10W이하
	육상이동국	3W이하	기지국, 육상이동국	3W이하
대한항공	기지국, 이동중계국	20W이하	이동중계국	20W이하
	육상이동국	3W이하	기지국, 육상이동국	3W이하
한국전력		25W이하	이동중계국	25W이하
			기지국,육상이동국	10W이하
STX조선	기지국, 이동중계국	40W이하	이동중계국	40W이하
	육상이동국	10W이하	기지국, 육상이동국	10W이하

가. 국종변경 유형 1 : 기지국에서 이동중계국으로 변경

일반적으로 기지국은 관리자가 운용하여, 그룹내 지령 및 관리 기능을 수행하는 역할을 수행한다. 이때 기지국은 이동중계국을 반드시 거쳐 단말에 호를 설정한다. 그러나 운용 실태조사를 통해 일부 무선국은 국종 부여시 업무혼선으로 인한 중계 기능을 수행하는데 기지국으로 부여된 경우와 운용 관리자 없이 음영지역 확보 등을 목적으로 사용되는 중계기(Repeater)로써의 기능 등을 수행하는 무선국 사례를 확인하고 이를 이동중계국이 필요하다. 따라서 현 기지국 중 관리자 없이 중계기능을 수행하는 기지국은 이동중계국으로 전파지정기준을 개정한다.

- o 이동중계국에서 단말 간의 통신을 직접 제어함으로 현 기지국 국종의 이동중계국으로의 변경 필요

a. 셀내 단말 관리 및 호설립 등 교환제어 기능　　　b. 음영지역 해결을 위한 재전송 기능

<그림 2-3> 이동중계국 유형 예시

나. 국종변경 유형 2 : 육상이동국에서 기지국으로 변경

일반적으로 육상이동국은 차량용, 휴대용으로 크게 분류되어 이동서비스를 지원하는 무선국을 의미한다. 그러나 운용 실태조사를 통해 이동서비스 제공을 위해 실내에 차량용 육상이동국이나 고정형 전용 단말장치를 이용한 육상이동국으로 지정 운용되는 사례가 확인되어 이를 개정한다. 따라서 현 육상이동국 중 사업장의 운용 상황을 고려해 고정형으로 실내에서 사용하는 육상이동국은 기지국으로 변경한다.

o 운영 특성상 실내에서 휴대형 육상이동국 운영이 불가능한 경우(실내차폐 등)
o 중앙센터의 일괄지령과 별도로, 단위 조업 환경별로 무선지령이 필요한 경우

a. 실내 고정형-1　　　b. 차량형　　　c. 실내 고정형-2

<그림 2-4> 고정형 기지국 단말 유형 예시

다. 출력조정

위에서 2가지 유형의 국종변경을 통해 기지국과 이동중계국의 국종 구분이 명확해짐에 따라 무선국 출력을 이에 적합토록 조정이 필요하다.
따라서 전파지정기준상의 기지국 공중선전력이 이동중계국과 같게 되어 있는 것을 육상이동국의 공중선전력인 3W 이하로 조정한다.

제2절 디지털 TRS 전환 추진 현황

1. 추진현황

‘07년 TRS 주파수 연구에서, TRS 주파수의 효율적 사용 및 다양한 장점을 가진 디지털 TRS 시스템 도입을 추진하기 위해 380㎒/800㎒ 대역에서 이용 중인 기관을 대상으로 TRS 주파수 정비계획을 수립하였다. 380㎒ 대역의 경우, 디지털 전환대상은 서울개인택시조합, 대우조선해양, 삼성토탈, 한국마사회 및 STX 조선, 서울소방방재본부 등 6개 시설자이며, 800㎒ 대역의 경우는 통합무선망 관련 이전대상 한국전력, SK에너지 및 포스코 등 3개 시설자이다.

<표 2-8> 시설자별 디지털 TRS 구축 계획(2007년도 기준)

시설자	사용현황	'07년	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년	반납 주파수	전환후	비고
서울소방방재본부	50채널 기지국 149국 단말기 1,993국				전환완료('10.12월)			아날로그 50채널	-	통합망 이용
한국 마사회	10채널 기지국 1국 단말기 1,004국						전환완료('12.6월)	아날로그 10채널	디지털 10채널	380㎒대 아날로그 → 디지털로 전환
STX 조선	10채널 기지국 1국 단말기 800국						전환완료('12.12월)	아날로그 10채널	디지털 10채널	
삼성토탈	10채널 기지국 1국 단말기 408국			전환완료('09.12월)				아날로그 10채널	디지털 10채널	
서울개인 택시	60채널 기지국 5국 단말기 801국		전환완료('08.12월)					아날로그 60채널	디지털 38채널	
대우조선 해양	22채널 기지국 1국 단말기 2,000국		전환완료('08.12월)					아날로그 22채널	디지털 32채널	
SK 에너지	15채널 기지국 1국 단말기 1,668국		전환완료('08.12월)					아날로그 15채널	디지털 32채널	800㎒대 → 380㎒로 이전
포스코	26채널 기지국 2국 단말기 4,288국		전환완료('08.12월)					아날로그 26채널	디지털 30채널	
한국전력	31채널 기지국 675국 단말기 6,339국		전환완료('08.12월)					아날로그 31채널	디지털 55채널	

※ 출처 : TRS 주파수 정비계획 연구, 2007, 한국전파진흥협회

2008년 12월 현재, 소방방재청에서 국가통합망 1차 확장사업이 완료되어, 서울·경기지역을 통화권으로 한 교환기 및 중계국 등 디지털 TRS 시스템을 구축하였다.

최근 서울종합방재센터에서는 119 종합상황실에 디지털 TRS를 운용할 수 있는

지령대시스템을 구축하고 있고, 2009년 2월초 사업이 완료되면 본격적으로 디지털 TRS를 운용할 계획이다. 한국마사회와 STX 조선은 ‘12년 디지털 TRS 구축을 목표로 전환계획을 수립중에 있다. 삼성토탈은 내년을 목표로 현재 전환계획을 수립하고 있다. 서울개인택시운송조합은 2009년 1월 초에 준공검사를 실시하고, 2009년 상반기 디지털 TRS 시스템을 개국할 예정이다. SK 에너지, 대우조선해양 및 포스코는 디지털 TRS로의 전환을 완료하였다. 한국전력의 경우는 2007년 수도권 지역을 대상으로 시범사업을 완료하여, 2008년 현재 전국망 구축공사가 진행중이며, 2009년에 음영지역 보강공사를 추진할 예정이다.

2. 기관별 추진현황

가. 한국전력

1) TRS 도입배경

한국전력은 전력설비 유지보수업무를 효율적으로 수행하고 배전자동화 등 전력자동화 확대적용을 위해 1994년부터 아날로그 TRS를 단계적으로 도입하였다. 우리나라처럼 한개의 전력회사가 전국의 전력수급을 통제하고 고장보수를 수행하는 경우에 무선통신망은 매우 유용하고 중요한 설비이다. 한국전력에서 1994년 이전까지 주로 이용한 초단파(VHF) 단순 무전기 이용 방식은 단순히 1대 1 통화만 가능할 뿐만 아니라 간섭과 혼신이 많이 발생하였다. 특히, 산이 많은 우리나라의 지형적 특성상 광범위한 전파음영지역으로 인해 원활한 통화가 되지 않아 전력설비 유지보수에 차질이 발생하는 등 많은 문제점이 대두되어 새로운 무선통신방식을 검토하게 되었다.

한편, 한국전력은 1990대 초반 경영효율 향상을 목적으로 전국 서비스센터를 통폐합하고 유인변전소를 무인변전소로 전환함에 따라 전력계통은 복잡하게 광역화되었으며, 전력설비 유지보수 반경도 대폭 확대되었다. 이러한 환경에서 VHF 무선설비를 이용한 단파통신방식으로는 효율적인 유지보수가 어려워짐에 따라, 통화품질이 우수하고 그룹통화 등 기능이 대폭 강화된 TRS 시스템을 도입하게 되었다. 특히, 사업장 및 그룹 단위로 여러 사람이 동시에 통화할 수 있는 다자통화 및 지령통화 등의 장점으로 인해 전력설비 유지보수 현장에서 주요 통신망으로 활용하고 있다.

1990년대 후반 한국전력은 광역정전을 방지하고 전기고장시간을 획기적으로 단축

하기 위해 배전자동화시스템을 도입하게 되었는데, 통신망의 품질이 가장 큰 문제 중에 하나로 대두되었다. 그 당시엔 기간통신사업자가 제공하는 유선케이블(주로 구리선)은 배전자동화에서 요구하는 품질수준에 부합하지 못했을 뿐만 아니라, 한국전력이 필요로 하는 개소에 회선을 제공해 주지 못하는 경우가 빈번했다. 이에 따라, TRS를 이용한 무선데이터통신 기술을 연구하게 되었으며, 1998년 배전자동화 통신망으로 TRS를 적용하게 되었다. 한국전력은 TRS를 배전자동화 데이터통신에 적용함으로써 전기고장시간을 대폭 단축시켰으며, TRS를 이용한 전력자동화 기술로 국내외 특허도 획득하였다.

그 후 풍속관측시스템, 변압기감시시스템 등에 확대 적용하였으며, 배전기동보수시스템, 선박감시시스템 등 모바일 분야에도 적용하고 있다. 그러나 TRS 가용채널이 부족한 상태에서 음성통화와 데이터통신을 함께 사용함에 따라, 태풍 등 비상시에 통신이 정상적으로 이루어지지 않아 광역정전을 신속히 차단하지 못하거나 고장복구가 지연되는 경우가 발생하였다. 이러한 문제로 2000년대 초반 배전자동화를 4,000개소 이상 적용하였으나, 현재는 3,000개소 이하로 감소되었다.

최근 한국전력의 음성통화는 국가통합지휘무선통신망을 이용하고, 전력IT용 데이터통신은 380㎒ 대역 디지털 TRS 자가망을 이용하는 것으로 정책이 최종 확정됨에 따라 한국전력은 기존 800㎒ 대역의 아날로그 TRS를 380㎒ 대역의 디지털 TRS로 신속히 전환하기 위한 마스터플랜을 수립('06.10)하였고 현재 수도권지역을 대상으로 디지털 TRS 시범망 구축을 완료하였다. 아날로그방식에 비해 주파수 이용효율과 데이터통신 기능이 대폭 개선된 디지털 TRS를 이용하게 되면, 배전자동화, 변압기감시, 풍속관측, 배전기동보수 등 기존 서비스 확대는 물론, 송변전설비 원방제어감시, 통합원격검침 등 신규 서비스에도 확대 적용이 용이할 것으로 전망된다. 향후 지식경제부 전력IT 연구개발과제(능동형 텔레메트릭스 등 9개 과제)가 종료되면 디지털 TRS 수요는 대폭 증가할 것으로 전망된다.

2) 운용현황

한국전력은 아날로그 TRS 이동중계국 120대 중 12대를 디지털방식으로 전환('07)하였으며, 나머지 이동중계국도 모두 금년중 디지털방식으로 전환할 예정이다. 현재 음성단말기는 총 3,955대 중 954대를 국가통합지휘무선통신망에 등록하여 사용중이며, 향후 국가통합지휘무선통신망 구축 일정에 맞춰 도입할 예정이다.

데이터단말기(TRS 모뎀)는 총 3,043대 중 109대를 디지털방식으로 전환하였으며, '08년까지 전량 디지털방식으로 전환하는 것을 목표로 설치공사가 진행중이다.

<표 2-9> 아날로그 TRS 현황 ('08.12월 기준)

구분	수량	비 고
교환기	5	전국을 5개 독립 권역으로 관리
이동중계국	108	12국 디지털방식으로 전환
음성단말기	3,001	배전센터 전력설비 고장보수, 변전소 순회점검
데이터단말기	3,043	배전자동화, 풍속관측, 배전기동보수, HVDC 연계선로 감시

<표 2-10> 디지털 TRS 현황 ('08.12월 기준)

구분	수량	비 고
교환기	1	향후 전국을 7개 권역으로 연계하여 운영 예정
이동중계국	13	12국 기존 아날로그 교체, 1국 신설, 108국 설치공사중
음성단말기	954	904대 단말기 납품 완료, 경찰청과 단말기 등록 협의중
데이터단말기	109	2,934대 단말기 납품 완료 및 설치공사중

<표 2-11> 디지털 TRS 이동중계국 현황

순번	사업소	이동중계국명	서비스 지역
1	서울 사업본부	안산	마포구, 중구, 서대문구, 은평구 일대
2		초안산	성북구, 노원구, 강북구, 도봉구 일대
3		봉화산	성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구
4	남서울 사업본부	63 B/D	마포구, 용산구 중구, 영등포구, 양천구, 동작구, 관악구, 서초구, 강남구 일대
5		본사	강남구, 서초구, 송파구 일대
6		아트센터	강남구, 서초구 일대
7		과천	과천시 일대
8		목동	강서구, 양천구, 영등포구, 동작구, 관악구, 금천구, 구로구, 부천시 일대
9	경기 사업본부	비봉산	안성시 일대 (보개면, 대덕면, 양성면, 원삼면, 금광면)
10		마북산	이천시 일대 (대월면, 마장, 호법면)
11		검단산	하남시, 중부면 일대
12		무성산	평택시 일대 (팽성, 현덕면)
13		광교산	의왕시 일대

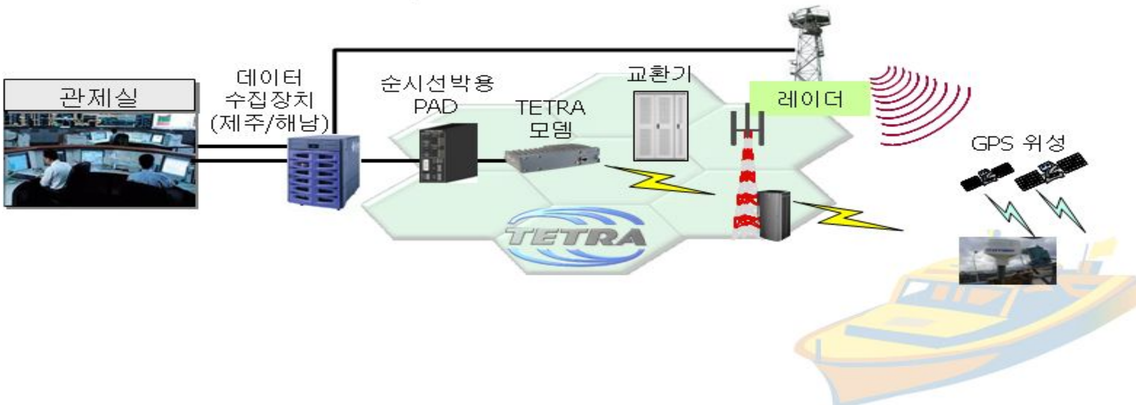
<표 2-12> 디지털 TRS 음성단말기 현황

사업소	기지국	육상이동국		합계
	고정용	차량용	휴대용	
서울사업본부	13	44	75	132
남서울사업본부	10	36	60	106
경기사업본부	23	84	117	224
경기북부지사	13	51	76	140
서울전력관리처	6	31	89	126
남서울전력관리처	4	36	75	115
수원전력관리처	11	22	78	111
합　계	69	282	492	843

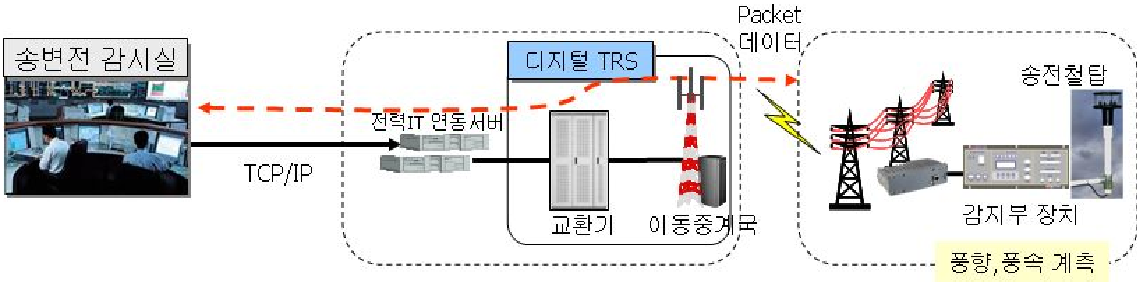
<표 2-13> 디지털 TRS 데이터단말기(TRS모뎀) 현황

구분	수량	용　도
배전자동화	102	배전선로 감시 및 개폐기 원격제어, 광역정전 방지
변압기감시	4	변압기 부하(전류, 전압) 감시
배전기동보수	3	배전보수차량 전기고장 처리업무 자동화
합　계	109	

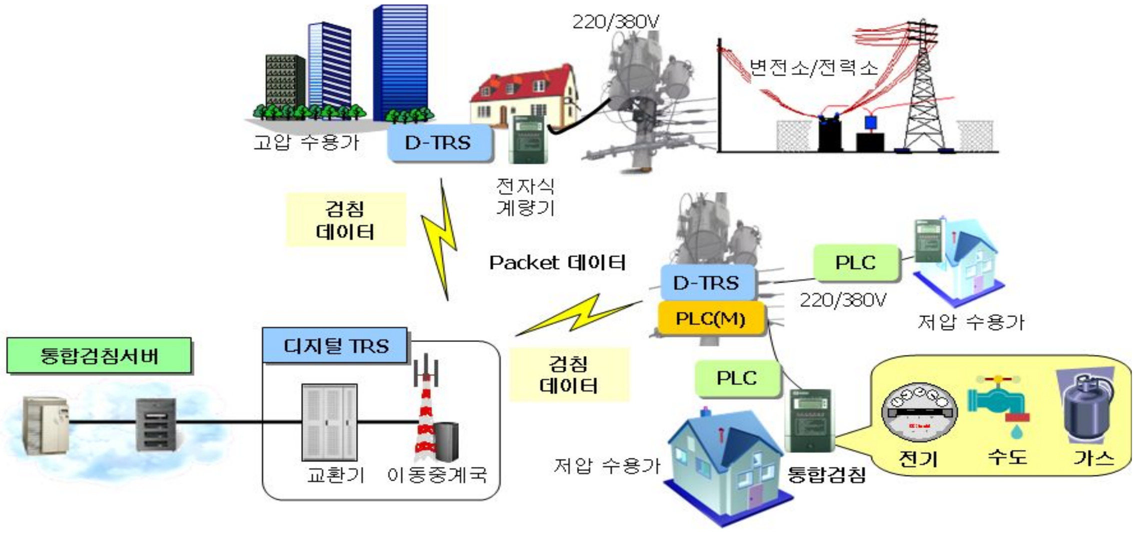
한국전력은 배전자동화, 변압기감시, 배전기동보수분야 이외에도 해남~제주간 HVDC(High Voltage Direct Current : 고전압 직류 송전) 연계선로 순시선박 위치추적, 송전철탑 풍향·풍속 관측분야, 전기·수도·가스 통합 원격검침 및 WAP 분야에도 디지털 TRS를 적용할 계획이다.



<그림 2-5> 순시선박 위치추적시스템 구성도

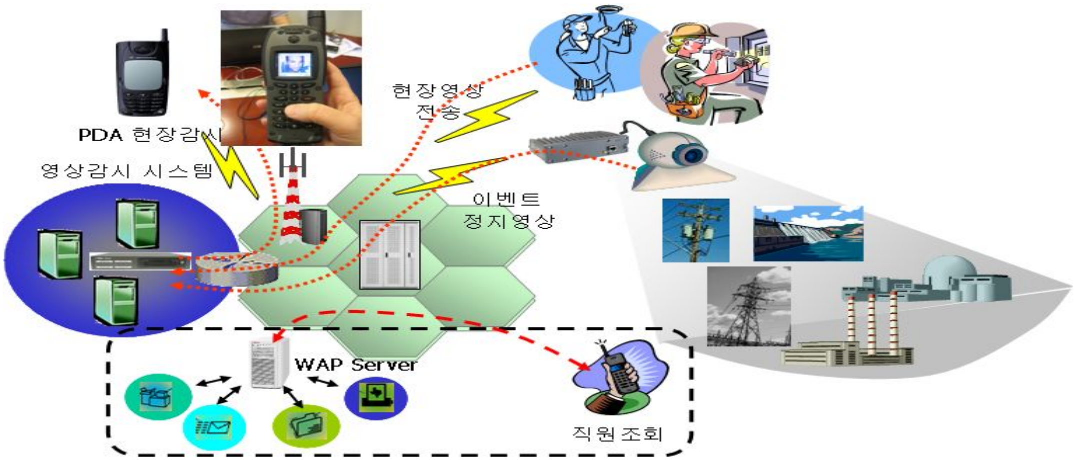


<그림 2-6> 송전철탑 풍향풍속 관측시스템 구성도



<그림 2-7> 통합 원격검침시스템 구성도

통합 원격검침시스템을 통해 독거노인, 장애인 등 사회소외층의 활동여부 분석하여 이상으로 판단될시 119, 복지사 등에 자동 연락하여, '고독 死' 등을 예방하는 효심이119(한국전력과 소방방재청 협정사항) 서비스도 제공 가능하다.



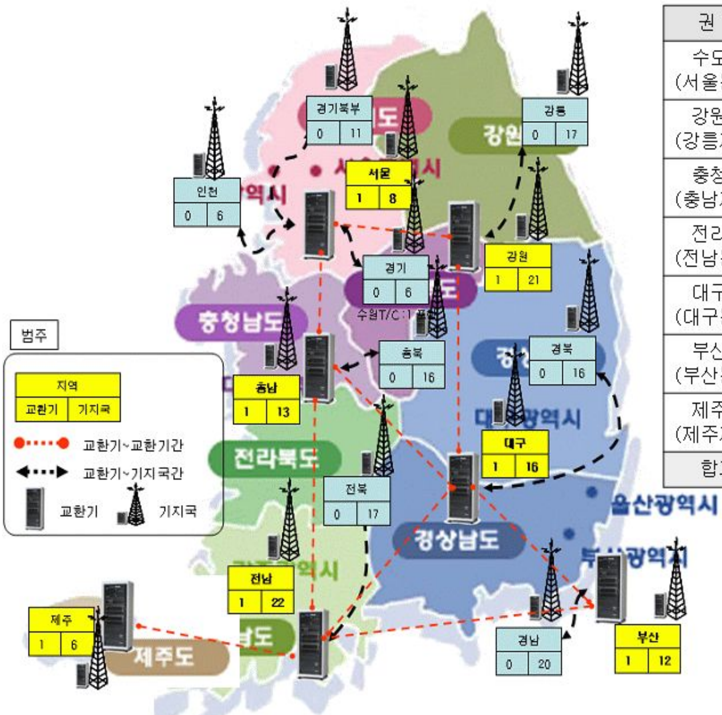
<그림 2-8> WAP 시스템 구성도

3) 디지털 TRS 전환계획

한국전력의 디지털 TRS 전환은 음성통화용과 전력 IT용 데이터 통신용으로 크게 구분된다. 음성통화는 국가통합지휘무선통신망을 이용하고 전력IT용 데이터통신은 380㎒ 대역의 디지털 TRS 자가망을 이용하는 것으로 정책이 확정됨에 따라 기존 800㎒ 대역의 아날로그 TRS를 380㎒ 대역의 디지털 TRS로 신속히 전환하기 위하여 '06년 10월 전력IT용 디지털 TRS 구축 마스터플랜을 수립하였으며 '07년 수도권지역을 대상으로 시범사업을 완료하였다. '08년 현재 전국망 구축공사가 진행중이며, '09년에 음영지역 보강공사를 추진할 예정이다.

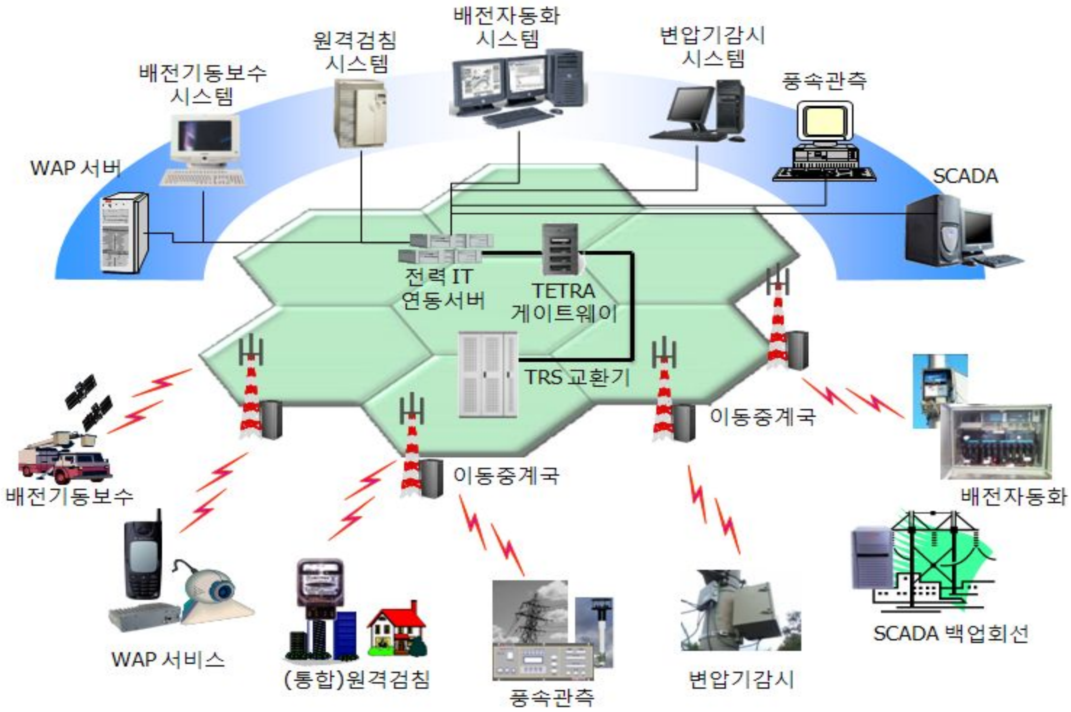
<표 2-14> 디지털 TRS 자가망 전환 계획

구 분	시설 내역	추진일정	비고
시범사업 (서울·경기)	- 교환기 1, 이동중계국 13 (서울 3, 남서울 5, 경기 5)	1단계 ('07.2. - '07.12)	완료
전국망 구축 (전국)	- 교환기 6, 이동중계국 108	2단계 ('07.10. - '09.3)	설치공사 진행중
음영지역 해소 (전국)	- 이동중계국 86	3단계 ('09.3. - '09.12)	

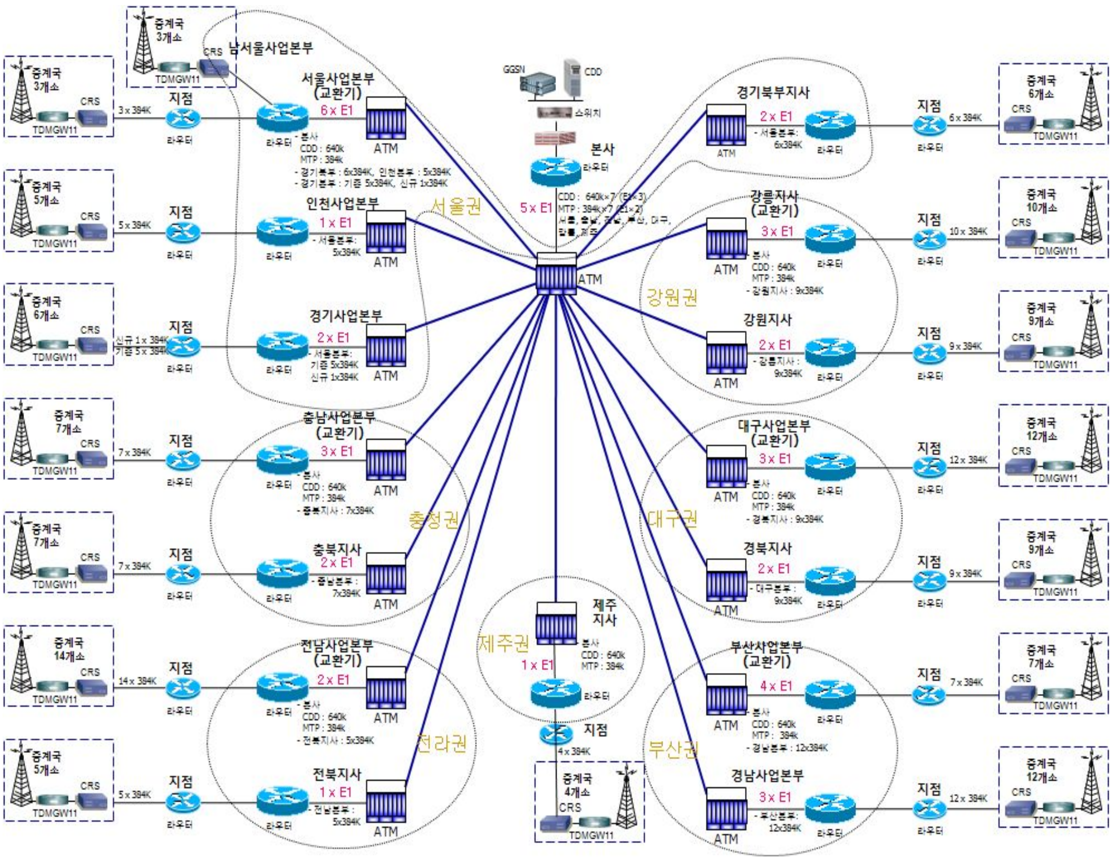


권 역	교환기	이동중계국	관할 사업장
수도권 (서울본부)	1	31	서울, 인천, 경기, 경기북부
강원권 (강릉지사)	1	38	강원, 강릉
충청권 (충남지사)	1	29	충북, 충남
전라권 (전남본부)	1	39	전북, 전남
대구권 (대구본부)	1	32	대구, 경북
부산권 (부산본부)	1	32	부산, 경남
제주권 (제주지사)	1	6	제주
합계	7	207	

<그림 2-9> 디지털 TRS 자가망 구성도



<그림 2-10> 디지털 TRS 전력IT 서비스 구성도



<그림 2-11> 디지털 TRS 연결 및 네트워크 구성도

4) 주파수 반납계획

한국전력은 800㎒ 대역 아날로그 TRS 주파수 25파(전파간섭 해소용 주파수 6파 별도)를 사용하고 있으며, 디지털 TRS 자가망 구축 및 국가통합지휘무선통신망 구축일정에 맞춰 단계별로 반납할 계획이다.

<표 2-15> 아날로그 TRS 주파수 반납 계획

구분	반납예정	주파수 반납 대상	반납내역	비 고
1차	'09.3월 이전	- 서울, 경기 전체 주파수 (18개 이동중계국 사용주파수)	수도권 25파	- 한국전력 2단계 사업 완료후 1개월 이내
2차	'09.3월 이후	- 국가 통합망이 구축된 지역에서 사용중인 주파수 전체	전국 25파	- 국가 통합망 구축후 1개월 이내

나. 포스코

1) 도입배경

포스코는 국가보안시설 "가"급의 설비로써 보안의 필요성이 대두되어 1994년 아날로그 TRS 시스템을 구축한 이래로 제철소 조업현장의 세분화 및 조업설비 규모가 증가되면서 안전조업의 가장 큰 영향을 미치는 통화 Busy발생, 시스템의 최대 채널 확장불가 등 가입자 수용에 한계에 도달하였으며, 기존 조업통신의 디지털화(Digital Convergence)에 대한 통합운영이 필요함에 따라 디지털 TRS시스템 도입을 검토하였다.

포스코는 포항제철소 10,000여명, 광양제철소 7,150여명의 인원이 조직적으로 통제되는 제철작업은 대규모의 인력이 한번 조업이 시작되면 조업 중간에 중단이 불가한 "일관조업"형태를 가지고 있어, 현장조업 관리를 위해 현장에서의 대규모 의사소통 및 결정이 필요하기 때문에 유연한 그룹통화 운영이 필요하다.

<Global 포스코化 추진>

o 유럽, 일본 등 경쟁 철강업체의 합병, 대형화 추세에 맞춰 경쟁체제 구축

o 현재의 부문/기능 중심의 폐쇄형 시스템 개선 필요

o IT 신기술 및 디지털 기술 수용 미흡

o 제철소간, 공장간 상이한 조업 프로세스를 통합 및 표준화

<조업 프로세스의 통합에 의한 무전기 역할의 중요성>

o 기존 제철소 및 사무실에서 분산 사용되어온 시스템을 새로운 디지털 통신/관리 운용시스템으로 통합 → Digital Networking化

o 조업설비의 증가와 원격 크레인(Crane) 무인화 작업관리 등 현장 운전실 통합 운영으로 통화량 증가

o 고열 작업개소, 고소음 지역이 많은 제철소 특성상 무전기 사용은 필수적임

o 조업현장의 비상 및 안전사고방지 등에 신속한 상황보고 수단임

<일관조업의 특징>

o 제철작업의 특성상 일단 조업이 시작되면 중간에 중단이 불가함

o 제철작업은 대규모의 인력이 일정시간 내에 조직적으로 통제되어야 하는 일관조업 형태임

o 이러한 일관조업의 관리를 위해 현장에서 대규모의 의사소통 및 결정이 필요함
→ 유연하고 세분화된 통화그룹 운영 필요

포스코는 3가지의 사업추진방향으로 <표 2-8>에서 보는 바와 같이 디지털 TRS 시스템 전환을 진행하였다.

<표 2-16> 디지털 TRS 시스템 전환

구분	As-Is	To-Be
노후화	- 아날로그 TRS 시스템 노후화 진행율 (76~88%) - 아날로그 TRS 장비증설 및 부품확보 곤란	- 노후된 무전기부터 단계별 교체 추진 - 디지털 방식의 국제 공인시스템으로 교체
주파수 부 족	- 800㎒ 대역 사용 : 국가통합지휘무선 통신망용 주파수 대역 - 채널증설불가 : 통화 Busy율 증가 - 1캐리어당 1개 통화로 사용	- 380㎒ 대역 신규 취득 - 채널증설용이 : 부족한 통화로 확보 - 1캐리어당 4개 통화로 사용
무전기 경량화	- 중량(643~380g), 대형크기로 인한 휴대 및 착용불편 (직원 VOC) - 짧은 배터리 사용(8H 이하, 잦은 교체) - 위험개소에서 무전기 사용시 안전 위협	- 소형, 경량의 무전기 도입 (250g이내, 휴대가 용이한 무전기 채택) - 배터리 사용시간 연장(24H 용량) - 핸즈프리 기능을 채택하여 안전도 개선

포스코는 디지털 TRS 시스템 전환을 추진함에 있어서 시스템 구축시에 다음과 같이 3가지 문제점이 발생하였다.

첫째, 제철소 환경특성은 철 구조물, 지하작업개소 및 차폐된 작업공간이 많아서, 380㎒ 대역 전파특성(원거리 통화권 도달)을 제대로 적용받지 못하며, 구조물 투과율이 현저히 떨어지는 문제가 있어 동일한 지역에서 기존 아날로그 TRS 무전기는 전파신호와 통화가 되는 반면에 디지털 TRS 무전기는 전파신호가 미약하여 통화가 이루어지지 못하는 현상이 발생하였다.

둘째, 기지국 및 무전기 출력이 아날로그 TRS에 비해 약할 뿐만 아니라 디지털 통신 시스템의 특성상 S/N비가 낮은 지역에서는 통화가 차단되는 등 통화 커버리지가 줄어듦에 따라 육상지역을 제외한 건물안이나 지하개소에서는 No Service 또는 전파세기가 미약하여 통화가 끊기거나 하울링, 지연(Delay) 현상 발생으로 조업이 매우 어려운 문제가 있고 계측시스템으로 측정시, 제철소의 통화환경이 380㎒ 대역 사용시 전파의 침투계수가 800㎒ 대역 사용 때 보다 낮아져 통화가능 지역이 좁아지는 현상이 발생하였다.

셋째, 디지털 TRS 무전기의 출력 감소로 인해 지하개소 및 극 소음지역에서는 무전기 통화 품질이 떨어지고 음량이나 명료도가 저하되는 현상이 발생하였다.

포스코는 디지털 TRS 시스템 전환을 추진함에 있어서 상기 문제점을 개선하기 위해 다음과 같이 개선방법을 적용하였다.

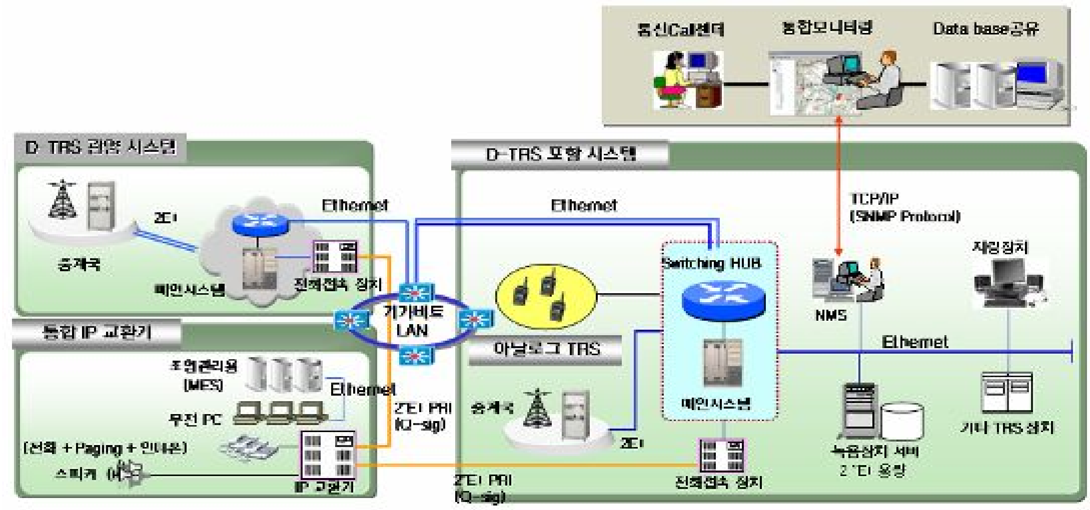
먼저, 제철소 전지역 통화권 확보를 위해 기존 아날로그 TRS 시스템은 1개 국소에서 운영하였으나, 디지털 TRS 시스템으로 전환하면서 3개 국소별 통화권 그룹핑을 형성하는 기지국 분리 운영을 추진하였고, 건물내부와 지하개소 통화권 확보를 위해 소출력 중계기를 기존 아날로그 TRS 시스템 사용때보다 약 4~5배 이상 설치하여 통화권을 확보하였다.

둘째, 디지털 TRS 무전기가 소형화, 경량화가 되면서 전파 및 스피커 출력이 줄어들어 소리작음, 통화끊김, 하울링, 지연현상이 발생하여 무전기 사용자간 의사소통에 어려움이 발생하여 소프트웨어 업그레이드를 통해 개선하였고, 소음이 심한 개소에서는 이어폰, 마이크 등과 같이 다양한 액세서리를 사용하여 문제를 해소하였다.

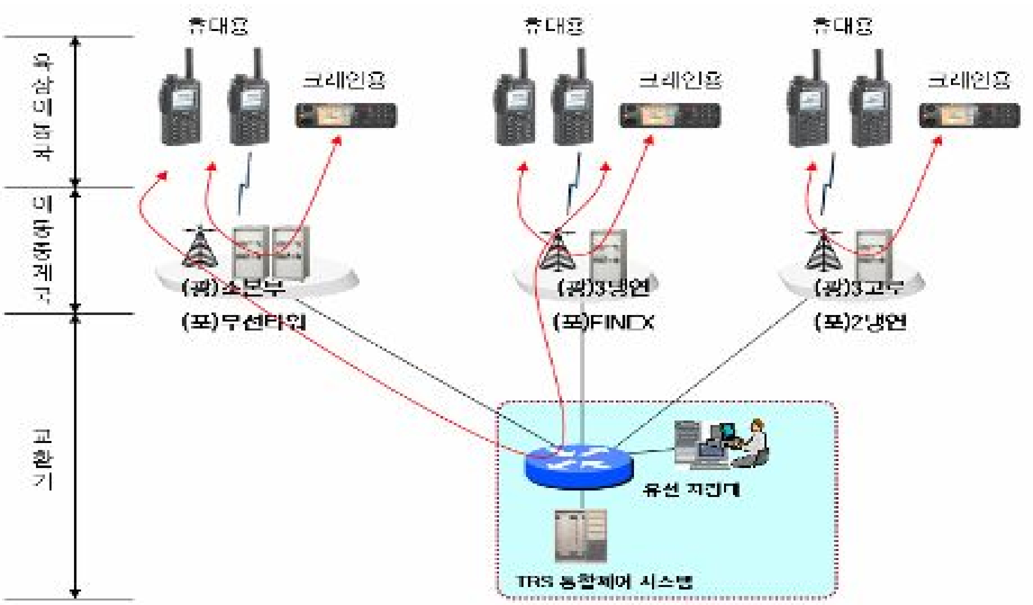
2) 운영 현황 및 전환계획

포스코는 2005년 12월에 380㎒ 대역의 디지털 TRS 시스템을 모토로라사의 TETRA 시스템인 Dimetra 5.2 버전 시스템을 1차 구축과 2008년 12월에 2차 구축을 통해 디지털 TRS로의 전면 이행을 완료하였다. 구축된 디지털 TRS 시스템을 통해 시스

템 통합 구성이 가능하게 되었으며, 기존 페이징 방송을 디지털 TRS 무전기로 사용자 중심의 One Phone Service를 구현하고, 조업통신망 시스템과 연동함으로써 조업의 안정성과 생산성 향상에 도움이 되었다.



<그림 2-12> POSCO(포항, 광양) 디지털 TRS 시스템 구성도



<그림 2-13> 디지털 TRS 시스템 연결도

<표 2-17> 포스코 주파수 운영 현황(2008년말 기준)

구분	포항소	광양소
이동중계국 운영	기지국 3국소 분리 운영(무선타워, FINEX, 2냉연공장)	기지국 3국소 분리 운영(소본부, 3고로, 3냉연공장)
이동중계국 장치수(도입분)	총 32BR	총 27BR
허가 주파수(1+2차분)	총 27파	총 23파
통화그룹 수	총 445그룹	총 331그룹
무전기 수(주파수허가 기준)	3,920대	3,300대
소출력 중계기	총 230대	총 240대

3) 주파수 반납계획

포스코는 1차 사업(2005년)과 2차 사업(2008년) 수행을 통해 디지털 TRS 시스템 구축을 완료하여 제철소 전지역으로 통화권 확대적용을 완료하였으며, TRS 무선망 안정화 및 시스템 전면이행, 기존 아날로그 TRS 철거/폐기작업을 거쳐 2008년 12월 말까지 기존에 사용중인 800㎒ 대역 반납(포항 26파, 광양 24파) 및 무선국 폐국 신고 계획으로 추진하고 있다.

다. 서울개인택시운송사업조합

1) 도입 배경

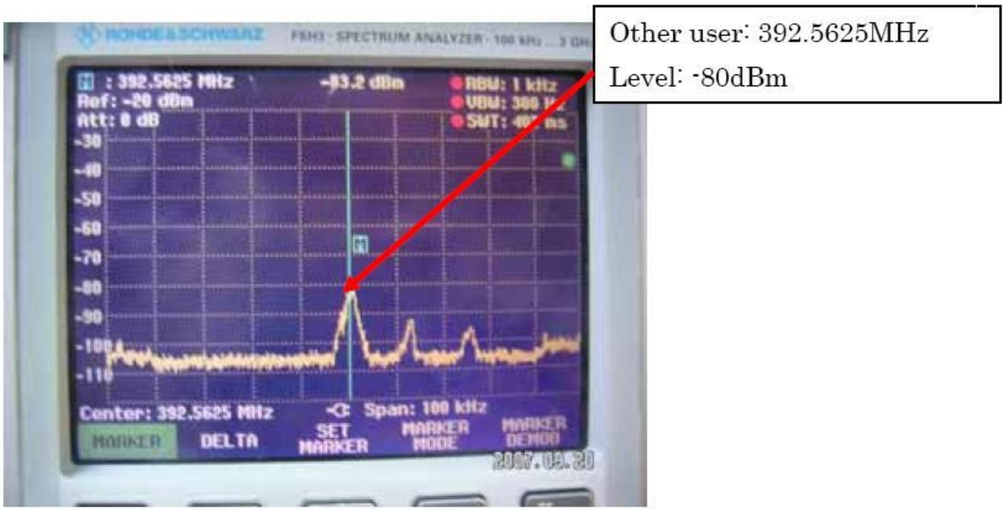
1997년 개국하여 11년 동안 시스템을 운영하면서 기능과 관련한 문제점과 아날로그 부품 수급 등의 어려움으로 시스템 교체의 필요성을 파악하고, 이용시민에게 더욱 편리하고 빠르며 친절하며 택시교통문화의 고급화를 실현하고 서비스의 질적 향상을 도모하고자 하였다. 건설교통부와 서울시의 모범택시 운행계획 및 콜 시스템 구축 의무화에 따라 택시 콜 시스템의 서비스 충족을 위해 대형화가 필요하였다. 또한 모범택시 위주로 설계된 시스템을 제한된 차량이 아닌 전 차량으로 확대 설계 변경이 필요하고 시스템 현대화로 택시 배차 효율성을 극대화할 필요가 있었다.

2) 운용 현황

2008년 12월 기준 아날로그 시스템용 기지국 1국, 이동중계국 4국, 육상이동국

676국이 운용중이며, 디지털 전환과 관련하여 2007년도 지정받은 주파수 38개중 7개의 채널에서 간섭에 따른 사용이 불가하여 원인을 파악한 결과 채널의 중복 지정 때문으로 나타나 디지털 TRS로의 전환이 지연되고 있다.

<그림 2-10>은 구축된 시스템의 전원을 모두 차단한 상태에서 지정받은 채널 중 한 개 채널에서 약 -80dBm의 신호세기가 나타나는 것을 스펙트럼 분석기에서 보여주고 있으며, 이것은 다른 사용자가 사용하고 있음을 나타내고 있다.



<그림 2-14> 지정 주파수 간섭 현황

3) 전환 계획

2007년 11월 주파수를 재지정 받아 2008년 2월까지 COM/DIV 튜닝작업을 완료하였으며, 채널 중복 지정 문제로 인해 시스템 구축이 4개월 정도 지연되었다.
이후 디지털 시스템 8곳의 이동중계국(25W)은 2008년 상반기에 시스템 설치 완료 후 기능 테스트 및 2008년 9월 준공검사를 완료하였으며, 로드 테스트 결과 음영지역이 발생하여, 저출력이동중계국(3W) 4곳을 설치할 예정이다. 육상이동국 850국은 설치 완료하여 2009년 1월 초에 준공검사를 실시할 계획이며, 2009년도 예상 무선국수는 2,000대가 추가되어 전체 약 3,000여대가 운용될 예정이다.

4) 주파수 반납계획

디지털 시스템 안정화 작업과 관련하여 최초 2008년 말경에 아날로그 주파수를 반납할 예정이었으나 2009년 1월까지 병행사용 후 2009년 상반기 디지털 시스템의

개국과 함께 아날로그 주파수 60채널의 반납과 아날로그 시스템을 폐지할 예정이다.

<표 2-18> 아날로그 무선국 운용 현황

구분	주요 설비	추진일정	비고
기지국	1국(6장치)	2008년 10월 정기 검사 실시	2009년 1월 폐지 예정
이동중계국	백련, 봉화, 검단, 삼성	2008년 9월(백련, 삼성) 정기검사 완료	
육상이동국	676국	-	

※ 디지털 안정화 작업 후 폐지 예정

<표 2-19> 디지털 무선국 운용 계획

구분	주요 설비	추진일정	비고
이동중계국 (25W)	강남, 백련, 봉화, 검단 삼성, 고양, 부천, 인천공항	2008년 9월 : 준공검사 완료	
저출력이동중계국 (3W)	과천, 길동, 쌍문동, 의정부	2008년 12월 - 2009년 1월	음영지역 발생시 추가 설치 예정
육상이동국	850국	2009년 1월, 2월 : 허가신청 및 준공검사 실시	

※ 육상이동국 : 2009년 2,000국 예정
※ 디지털 TRS 개통 : 2009년 1월

라. 서울종합방재센터

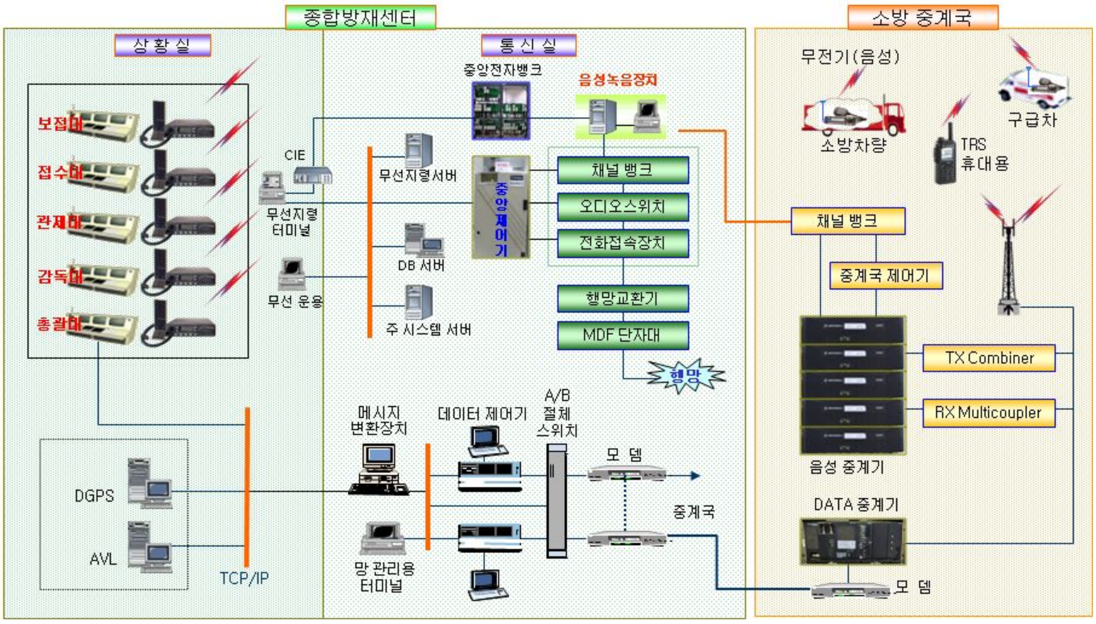
1) 도입배경

서울종합방재센터는 1999년도부터 현재까지 아날로그 TRS를 소방업무에 활용하고 있으며 향후 소방방재청 국가통합지휘무선통신망 세부 추진계획에 따라 내구년한이 지난 기존 단말기부터 연차적으로 디지털 TRS로 전환할 계획이다.

2) 운용현황

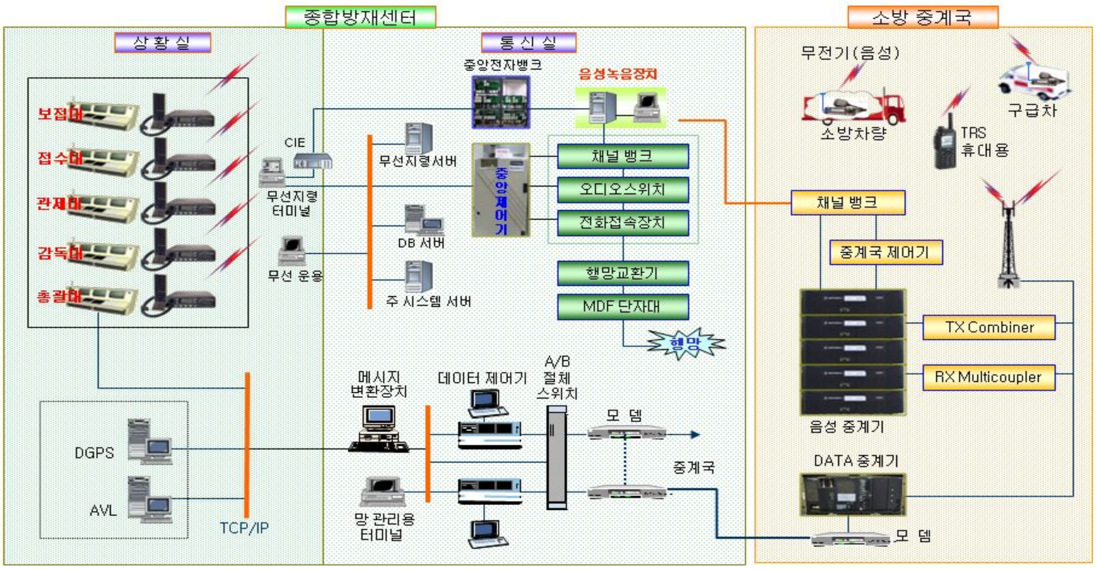
현재, 무선통신장비는 UHF/VHF 대역에서 접수대 및 관제대에서는 중앙제어장치를 통해 각 소방서에 설치된 UHF 대역 무선원격장비 중 22대를 센터 전용회선으로 공유하고 감독대에서는 서울 시내 주요산에서 직접 연결되어 설치된 10개의 UHF

대역 무선원격제어장치로 무선 지휘 감독(접수대 및 관제대에서 공유요청)을 하고 있다.



<그림 2-15> VHF/UHF 대역 무선 시스템 현황

아날로그 TRS는 서울지역 주요 산 및 고층빌딩에 8개의 TRS 무선중계국을 설치하여 운용중인 자체무선망으로써, 통신기계실에 중앙제어장치가 있으며 서울 전 소방서를 4개의 권역으로 나누어 4개 구급채널 및 1개의 센터지휘보고채널로 운용하며 평시 훈련, 순찰 용도로도 활용(4권역 무선음영지역이 다수 발생)하고 있다.



<그림 2-16> 아날로그 무선 시스템 현황

디지털 TRS는 소방서 상황실 및 지휘차량용, 휴대용을 포함하여 총 1,293대가 운용중이다.

3) 전환계획

현재 소방방재청에서는 국가통합지휘무선통신망 1차 확장사업을 완료하였으며, 서울·경기지역을 통화권으로 한 교환기 및 중계국 등 디지털 TRS 시스템을 구축하였다. 최근 서울종합방재센터에서는 119 종합상황실에 디지털 TRS를 운용할 수 있는 지령대시스템을 구축하고 있으며 2009년 2월초 사업이 완료되면 본격적으로 디지털TRS를 운용할 계획이다. 소방관서에서 이용중인 디지털 TRS 단말기는 휴대용 1,230대, 차량용 28대 고정용 31대, 선박용 2대, 헬기용 2대 등 총 1,293대가 보급되었으며, 평시에는 자체 지휘망으로 활용하고 국가재난시 재난 관련 유관기관간 일원화된 지휘체제를 확보하기 위해 활용하고 있다.

향후 소방방재청 국가통합지휘무선통신망 세부 추진계획에 따라 내구년한이 지난 기존 단말기부터 연차적으로 디지털 TRS로 전환할 계획이다.

제3장 자가 TRS용 소출력 중계기 도입방안

제1절 현황 및 필요성

무선설비규칙 제98조⑥항의 중계용 특정소출력 중계기는 지하, 터널, 기내, 선실 또는 건물 등 특정구역 등에서 전기통신역무의 음영지역 해소를 위한 중계를 목적으로 설치하는 무선국으로, 현행 법규상 전기통신역무를 제공하는 사업자만이 이용할 수 있다. 현재, 이동통신, 사업용 TRS, DMB 등의 사업자들은 고층건물, 지하시설 등에 소출력 중계기를 수십만대를 설치하여 운용하고 있다.

<표 3-1> 무선설비규칙 제98조⑥항

제98조(특정소출력무선국용 무선설비) ⑥ 중계용 특정소출력무선기기의 기술기준은 다음 각호와 같다.

1. 주파수, 공중선전력밀도 및 전계강도

주파수	공중선전력 밀도 또는 전계강도	비 고
전기통신역무와 방송중계업무용으로 허가된 것과 동일한 주파수	10㎽/㎒ 이하	「전기통신기본법」제2조제7호의 규정에 의한 전기통신역무와 영 제26조에 의한 방송업무의 전파음영지역 해소를 위한 중계를 목적으로 하는 다음의 무선국 가. 지하, 터널, 기내, 선실 또는 건물 내에 설치되는 무선기기(기간통신사업자 또는 방송사업자외의 자가 설치하는 경우에는 당해 지역 내의 기간통신사업자 또는 방송사업자와 사전에 합의한 것에 한한다.) 나. 기간통신사업자 또는 방송사업자가 가목 이외의 장소에 기지국 또는 방송국과 육상이동국간에 설치하는 것으로 육상이동국 방향의 공중선 절대 이득이 6㏈ 이하인 무선기기(다만, 설치지역 내에서 기술기준에 적합한 다른 기간통신사업자 또는 방송사업자의 무선기기에 혼신을 유발하지 아니하는 것에 한한다.)
시설자가 무선국의 서비스 지역 내에서 단순 중계 목적으로 지하공간 또는 터널 등에 설치하는 무선설비	10㎷/m@10m 이하	단향방식 무선기기에 한함
위성방송국 중계용 무선설비		

2. 제1호의 규정에서 전기통신역무용 중계기는 전기통신사업용 무선설비의 기술기준에 적합할 것
3. 제1호의 규정에서 방송중계업무용 중계기는 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준에 적합할 것
4. 제1호의 규정에서 전계강도를 제한한 단순 중계용 무선설비 및 위성방송국 중계용 무선설비의 주파수허용편차는 제3조의 규정에 의한 조건에 적합할 것

2005년 5월 국가통합지휘무선통신망용으로 806-811㎒/851-856㎒ 대역을 분배 고시(정보통신부고시 제2005-23호)함에 따라 기 이용중인 800㎒ 대역의 자가망 TRS 무선국이 380㎒ 대역으로 이전하게 되었다. 380㎒ 대역은 기 이용중인 800㎒ 대역에 비해 전파 회절특성은 좋으나 저대역 특성상 침투손실이 높은 특성을 가지고 있다. 최근 작업장 내 구조물이 많은 일부 업체에서는 통화권 확보를 위해 불가피하게 소출력 중계기의 운영을 하고 있는 실정이므로 자가 TRS용 소출력 중계기 도입을 위한 검토가 필요하다.

제2절 비신고 소출력 중계기 이용현황

1. 서울소방방재센터

소방방재청 1차 확장사업에 의해 국가통합지휘무선통신망의 이동중계국은 현재 서울지역에 서울지방경찰청 중계국을 포함하여 약 50여개가 운용되고 있으며 셀플랜에 의한 전파음영지역 해소를 위해 이동중계국 위치를 재조정하였다. 그러나, 디지털 TRS 음성통화시험 결과, 건물 외에서는 비교적 통화가 잘 되는 편이나 건물내 또는 지하구간은 전파가 양호하게 도달하지 못하는 문제가 발생하여, 국가통합지휘무선통신망 구축과 관련한 전국망 사업이 현재 중지된 상황이다.

소방업무의 특성상 건물내와 지하구간에서의 통신은 대형 재난시 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 가장 중요한 사항이므로, 기존 소방무선망인 400㎒ 대역 무선통신 보조설비와 같이 디지털 TRS 소출력 중계기를 주요 건물에 의무적으로 설치하도록 하여 대형재난시 주요한 통신설비로 활용되어야 하므로, 소출력 중계기를 이용할 수 있도록 정부차원의 관련 법규 개정이 시급한 상황이다.

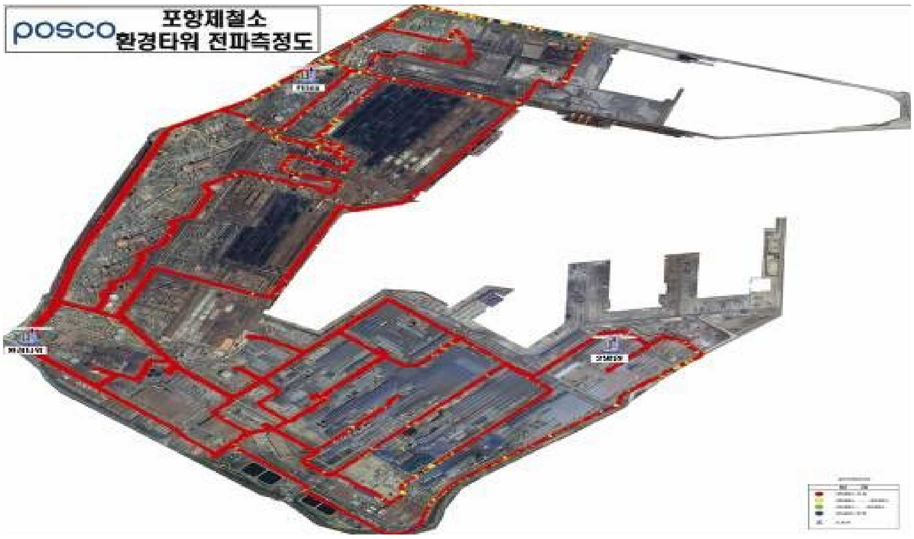
2. 포스코

포스코는 제철 조업의 특성상 중간에 중단이 불가한 일관 조업의 특성을 가지고 있어, 일관 조업이 원활하게 수행할 수 있도록 2005년과 2008년에 1, 2차로 디지털 TRS 구축 사업을 나눠서 추진하였으며, 이로 인해 다양한 기능을 가진 디지털 TRS 시스템을 이용한 무선통신망을 광양 및 포항 제철소에 구축하게 되었다.

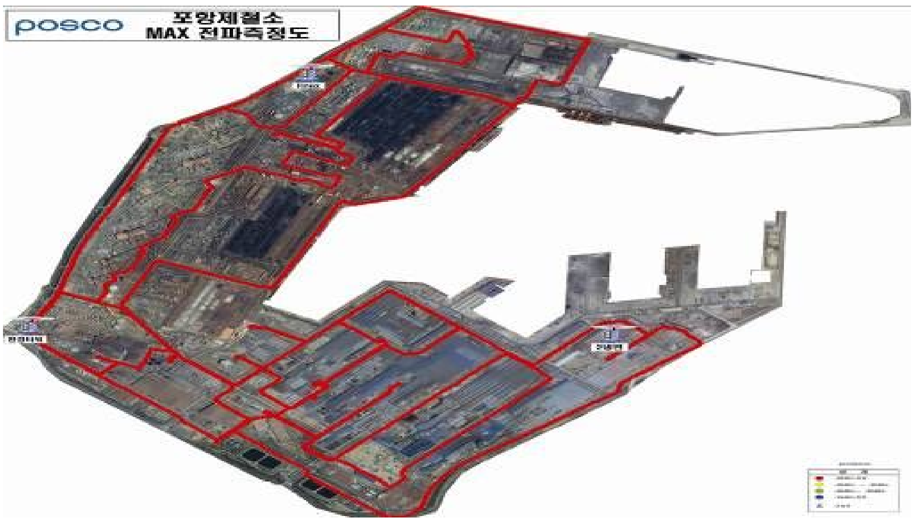
포스코 포항, 광양제철소는 작업의 특성상 전파의 전달을 방해하는 철과 두터운 시멘트 벽으로 이루어진 대형 건물이 작업 구간 내에 배치되어 있어 전파 음영지역이 많이 발생한다. 따라서 넓은 음영지역을 가지는 위치에 이동중계국을 배치함으

로써 음영 지역을 해소하고 각 중계기의 수를 줄여 효율적인 시스템의 구축 및 운용을 보장할 수 있도록 하였다. 통화권 확보를 위해 제철소 전지역을 대상으로 이동 중계국 전파 신호에 대한 검측/계측 활동을 실시하여 미약한 신호에 의해 발생되는 음영 지역에 대해서 이동중계국 장치를 분리 운영하고 건물내, 지하개소, 철구조물이 많은 음영지역에 소출력 중계기를 설치하여 무선통화권을 확보하고자 한다.

기존 아날로그 TRS시스템과 동일한 장소에 디지털 TRS시스템을 설치하여 전파를 발사해 본 결과 아날로그(800㎒)보다 디지털(380㎒) 전파출력이 약해서 무선망 커버리지가 현저히 줄어들었음을 볼 수 있다.



<그림 3-1> 포스코 포항소의 무선타워 기지국 1개 국소 운영시의 커버리지 현황



<그림 3-2> 포스코 포항소 기지국 분리이후 커버리지 향상

기존 아날로그 TRS 시스템과 동일한 위치에 디지털 TRS 이동중계국 장치를 설치하였을 경우 많은 음영지역이 발생하여 광 중계기나 소출력 중계기로 음영지역을 커버하기 위해서는 수백대가 필요할 것으로 예상되어, 추가 이동중계국을 음영지역으로 분리 이동하여 광 중계기나 소출력 중계기의 수량을 30%대로 줄일 수 있었다.

<표 3-2> 포스코 포항, 광양소 기지국소별 육상 전파측정 수신율 분석결과

포항제철소				광양제철소			
수신레벨값	측점수	비율	누적비율	수신레벨값	측점수	비율	누적비율
A 기지국				A 기지국			
-85 이상	5,427	99.29%	99.29%	-85 이상	1,988	37.54%	37.54%
-86～-90	28	0.51%	99.80%	-86～-90	936	17.68%	55.22%
-90～-95	9	0.16%	99.96%	-90～-95	913	17.24%	72.46%
-95 미만	2	0.04%	100.00%	-95 미만	1,458	27.54%	100.00%
B 기지국				B 기지국			
-85 이상	5,168	94.55%	94.55%	-85 이상	2,686	71.88%	71.88%
-86～-90	190	3.48%	98.02%	-86～-90	317	8.48%	80.36%
-90～-95	88	1.16%	99.63%	-90～-95	347	9.29%	89.64%
-95 미만	20	0.37%	100.00%	-95 미만	387	10.36%	100.00%
C 기지국				C 기지국			
-85 이상	5,391	98.63%	98.63%	-85 이상	4,619	90.27%	90.27%
-86～-90	59	1.08%	99.71%	-86～-90	266	5.20%	95.47%
-90～-95	11	0.20%	99.91%	-90～-95	156	3.05%	98.51%
-95 미만	5	0.09%	100.00%	-95 미만	76	1.49%	100.00%
포항소 전체				광양소 전체			
-85 이상	15,986	97.49%	97.49%	-85 이상	9,293	65.68%	65.68%
-86～-90	277	1.69%	99.18%	-86～-90	1,519	10.74%	76.42%
-90～-95	108	0.66%	99.84%	-90～-95	1,416	10.01%	86.42%
-95 미만	27	0.16%	100.00%	-95 미만	1,921	13.58%	100.00%

<표 3-3> 포스코 포항, 광양소 기지국소별 실내 및 지하음영개소 전파측정 수신율 분석결과

포항제철소				광양제철소			
수신레벨값	측점수	비율	누적비율	수신레벨값	측점수	비율	누적비율
A 기지국				A 기지국			
-85 이상	39	47.56%	47.56%	-85 이상	216	38.64%	38.64%
-86～-90	12	14.63%	62.20%	-86～-90	63	11.27%	49.91%
-90～-95	8	9.76%	71.95%	-90～-95	65	11.63%	61.54%
-95 미만	23	28.05%	100%	-95 미만	215	38.46%	100.00%
B 기지국				B 기지국			
-85 이상	23	76.67%	76.67%	-85 이상	79	40.31%	40.31%
-86～-90	5	16.67%	93.33%	-86～-90	29	14.80%	55.10%
-90～-95	1	3.33%	96.67%	-90～-95	24	12.24%	67.35%
-95 미만	1	3.33%	100%	-95 미만	64	32.65%	100.00%
C 기지국				C 기지국			
-85 이상	49	43.75%	43.75%	-85 이상	201	60.18%	60.18%
-86～-90	12	10.71%	54.46%	-86～-90	38	11.38%	71.56
-90～-95	21	18.75%	73.21%	-90～-95	12	3.59%	75.15%
-95 미만	30	26.79%	100%	-95 미만	83	24.85%	100.00%

다음은 기지국을 분리 운영한 상태에서 소출력 중계기의 설치 전/후 실내 전계강도를 비교하였다. 포스코 내 포항소에서 측정한 결과 소출력 중계기 설치 전에는 -85 이상～-95dBm 미만 사이의 신호세기가 형성되는 반면에, 소출력 중계기 설치 후에는 -50 이상～-70dBm 미만 사이의 신호세기가 형성되었다. 또한, 설치 전 측점수 62.50%(과반수 이상) 기준에서는 -85 이상～-90dBm을 형성하고 있고 설치 후 측점수 67.6%(과반수 이상) 기준에서는 -50 이상～-65dBm이 형성되어 -35～-40dBm 이상 개선되었음을 볼 수 있다. 따라서 실내 및 지하 음영개소를 해결하기 위해서는 소출력 중계기가 설치 비용면에서 효율적인 방법임을 알 수 있다.

<표 3-4> 포스코 포항소 실내 및 지하음영개소별 전파측정 수신율 분석결과

포항제철소							
소출력 중계기 설치 전				소출력 중계기 설치 후			
수신레벨값	측점수	비율	누적비율	수신레벨값	측점수	비율	누적비율
-85 이상	111	49.55%	49.55%	-50 이상	12	7.1%	7.1%
-86～-90	29	12.95%	62.50%	-51～-55	20	11.8%	18.8%
-90～-95	30	13.39%	75.89%	-56～-60	30	17.6%	36.5%
-95 미만	54	24.11%	100%	-61～-65	53	31.2%	67.6%
				-66～-70	40	23.5%	91.2%
				-70 미만	15	8.8%	100.0%

제철소는 국가 중요기반시설이며, 위험한 개소가 매우 많으므로 안전사고 방지를 위한 통신수단 확보가 필수적이다. 기존 아날로그 TRS 시스템에 비해 주파수 특성과 전파 출력 감쇄에 따른 전파의 건물 침투가 약해 통화권 보장이 어려워서 제철 일관조업처럼 지상구간-지하구간 간에 통신이 공존되어야 하는 특수한 상황에서는 소출력 중계기를 이용하여 TRS 통화 서비스의 연장 형태로 운용하는 것이 필요하다.

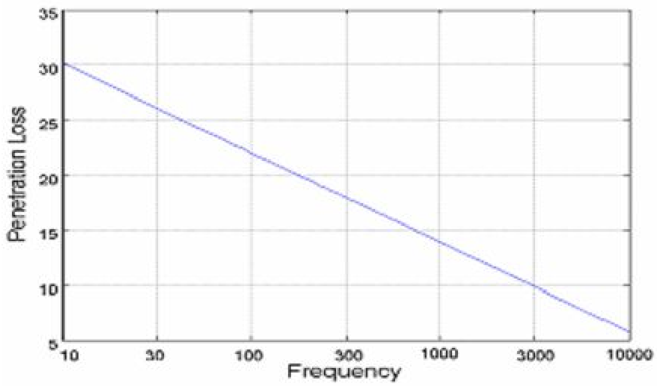
<건물침투손실 - 380㎒ 대역과 800㎒ 대역 비교>

건물 침투 손실은 건물을 구성하는 재질과 형태, 창문의 크기, 송·수신 안테나의 높이, 전송 경로에 따른 전파 상태 및 반송 주파수 등에 따라 달라진다. 즉, 도쿄에서는 빌딩 1층 내부와 외부의 손실 차이가 26dB가 되지만 시카고의 경우 같은 조건에서 손실차이는 15dB에 불과하다. 이러한 손실 차이는 건물 구조의 차이에서 기인한다. 도쿄에서는 지진을 대비하여 빌딩을 건축하기 때문에 철강 구조물을 많이 사용하지만 시카고에서는 지진의 위험이 없기 때문에 금속 프레임을 적게 사용하므로 감쇠가 도쿄보다는 덜 심각하다. 서울의 경우에는 빌딩 침투로 인한 손실이 시카고보다는 더 크고 도쿄보다는 적다.

주파수가 높을수록 침투 손실이 작아진다. 이것은 매질을 투과하는 성질을 가진 투과손실과는 달리 건물의 공간을 통한 침투에 의한 침투 손실은 입구, 창문과 같은 공간을 침투 가능한 파장의 크기에 따라 달라진다. 즉, 파장의 크기가 작을수록 침투 효과가 우수하므로 침투 손실은 주파수에 반비례한다는 것을 알 수 있다.

다음의 그림은 주파수에 따른 빌딩 침투 손실을 측정한 결과로, 380㎒ 대역에서의 빌딩 침투 손실은 17.3dB, 800㎒ 대역에서의 빌딩 침투 손실은 14.68dB로 약 2.6dB의 차이를 나타낸다.

<주파수에 따른 빌딩 침투손실 측정 결과>



※ 출처 :

1. Gary Hess, Handbook of Land-Mobile Radio System Coverage
2. DSI Phase III Consultation Process, "Spectrum Demand for TETRA up to the Year 2008", 1999.

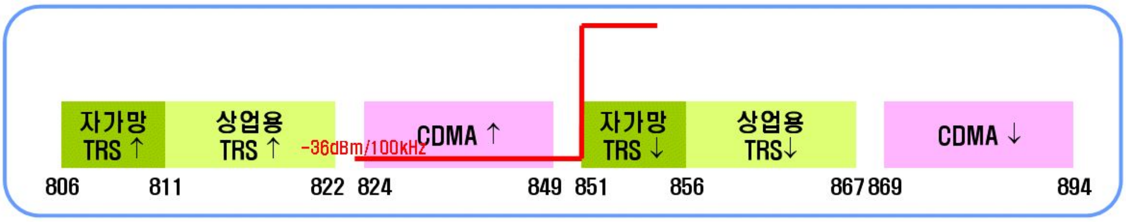
측정결과를 분석하면, 건물 침투 손실은 주파수가 낮을수록 크게 나타난다. 따라서 380㎒ 및 800㎒ 두 대역에서의 전파 신호가 동일한 신호 세기로 건물에 도달했을 때 건물 내부에서의 수신 신호세기는 800㎒ 대역 신호가 우세함을 알 수 있다.

3. 도입방안

가. 간섭 분석 시뮬레이션

TRS 시스템의 원활한 서비스를 위해서는 전파 음영 지역의 해소가 필요하며, 이를 위하여 건물 안 또는 지하 구간에 CDMA 소출력 중계기와 같은 TRS 소출력 중계기 사용이 요구된다. 이를 위해 TRS 소출력 중계기의 비신고 사용 가능성 여부를 판단하기 위하여 인접 대역 서비스와의 간섭 분석을 검토하였다.

우선 TRS 소출력 중계기와 타 시스템간 간섭을 분석하였다. <그림 3-3>은 800㎒ 대역 자가업무용 TRS와 인접 대역 주파수 이용 현황을 나타낸다. TRS 소출력 중계기 이용시 발생할 수 있는 간섭 시나리오는 여러 가지가 있으나, TRS 하향(TRS 소출력 중계기 송신)이 CDMA 상향(CDMA 소출력 중계기 수신)에 미치는 간섭이 가장 영향이 크다.



<그림 3-3> 자가업무용 TRS와 CDMA 주파수 현황

간섭을 받는 CDMA 소출력 중계기의 최대 간섭 허용치는 -114dBm/1.23㎒로 가정하였다. 또한 CDMA와 TRS간 현재 2㎒의 보호대역이 있으며, TRS 중계기로부터 CDMA 중계기로 수신되는 불요 방사 레벨은 -36dBm이하/100㎑로 가정하였다(국내 기술 기준에 의하면 -13dBm/30㎑이며, 위의 값을 동 보고서 소출력 중계기 사양에서 참조).

<표 3-5> 셀룰러, PCS, IMT-2000 최대간섭허용치

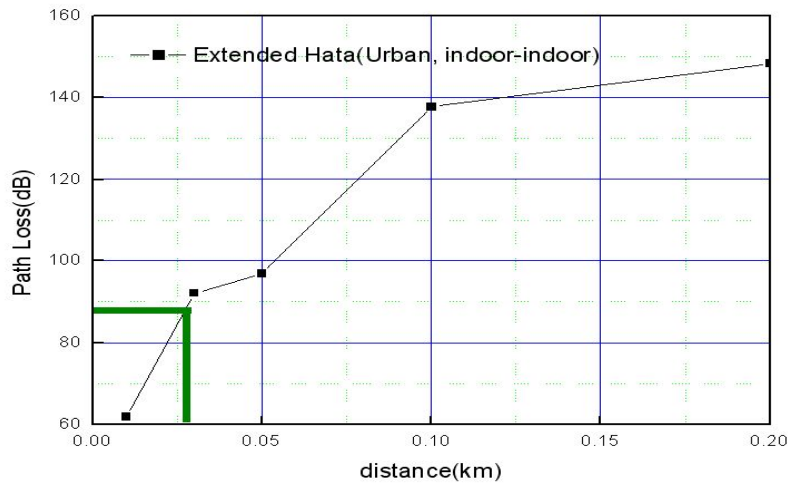
구분	CDMA MC(CDMA 1X 등)	CDMA DS(WCDMA)
단말기	-110dBm/1.23㎒	-105dBm/3.84㎒
기지국	-114dBm/1.23㎒	-109dBm/3.84㎒

※ ITU-R Rep. M.2039(Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyse)

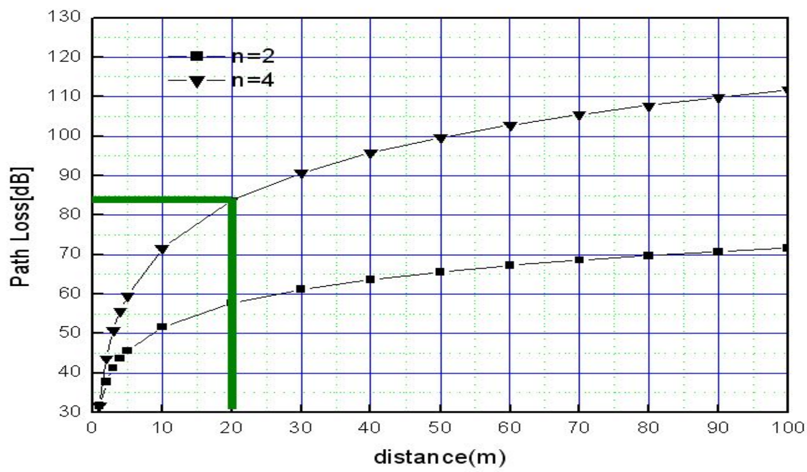
MCL(Minimum Coupling Loss) 방법에 의한 계산 결과, CDMA 소출력 중계기에 간섭을 주지 않고 TRS 소출력 중계기를 설치하기 위해서는 약 88.9dB의 이격이 필요하다. 88.9dB의 이격도는 이 값에 해당되는 이격거리 또는 안테나 패턴 조정을 요구한다.

※ 이격도 = 간섭송신 전력(dBm) + 간섭송신 안테나 이득(dBi) + 희생수신기 안테나 이득(dBi) - (허용간섭레벨(dBm))
= -36dBm + 10.9(대역환산) + 0dBi + 0dBi - (-114dBm)
= 88.9dB

88.9dB의 이격도에 해당되는 이격거리는 설치되는 전파 환경에 따라 달라지며, <그림 3-4>, <그림 3-5>의 두 전파 모델의 경우 20~30m 이격을 요구함을 알 수 있다.



<그림 3-4> 전파 모델 I (f = 915㎒)



<그림 3-5> 전파 모델 II (f = 915㎒)

380㎒ 대역 자가업무용 TRS와 인접 대역 주파수 사용 현황은 <그림 3-6>과 같다.

<그림 3-6> 380㎒ 대역 자가업무용 TRS 주파수 현황

LBS 서비스를 위한 기지국은 실외에 설치되며, 실내에 설치되는 경우가 없으며 실내 TRS 소출력 중계기와 간섭 영향은 미미할 것으로 예상된다. 실외에 설치된 LBS 기지국에 간섭을 주지 않고, 실내 TRS 소출력 중계기를 사용하기 위한 이격도는 약 109dB이다.

※ 이격도 = 간섭송신 전력(dBm) + 간섭송신 안테나 이득(dBi) + 희생수신기 안테나 이득(dBi) - (허용간섭레벨(dBm))
= -36dBm + 14.14(대역환산) + 0dBi + 15dBi - (-115.8dBm)
= 108.94dB

실내와 실외간 투과 손실을 약 18dB로 가정한 경우, 필요한 이격은 90dB가 필요하다. 전파 감쇄 지수가 4인 전파 환경에서, 40m의 이격거리만 요구된다.

또한 402~405㎒ 대역에서 이용되고 있는 체내이식 무선의료기기 MICS(Medical Implant Communication System)와 TRS중계기간 간섭 여부를 파악한다. MICS는 주로 실내에서 사용하여, 실내 TRS 소출력 중계기와 동일한 공간에 존재할 확률이 있어 정확한 분석이 요구된다. MICS는 Implant(환자)에서 Programmer(모니터)로 데이터를 주는 상향링크와 Programmer(모니터)에서 Implant(환자)로 데이터를 주는 하향 링크로 구성된다.

<그림 3-7> 원격 측정 링크 예

※ ITU-R SA.1346 권고사항에서 MICS 시스템이 간섭회피기술 LBT(Listen before talk)를 사용하도록 권고하여, 타 서비스에 간섭을 주거나 간섭을 받을 확률이 낮을 것으로 예상

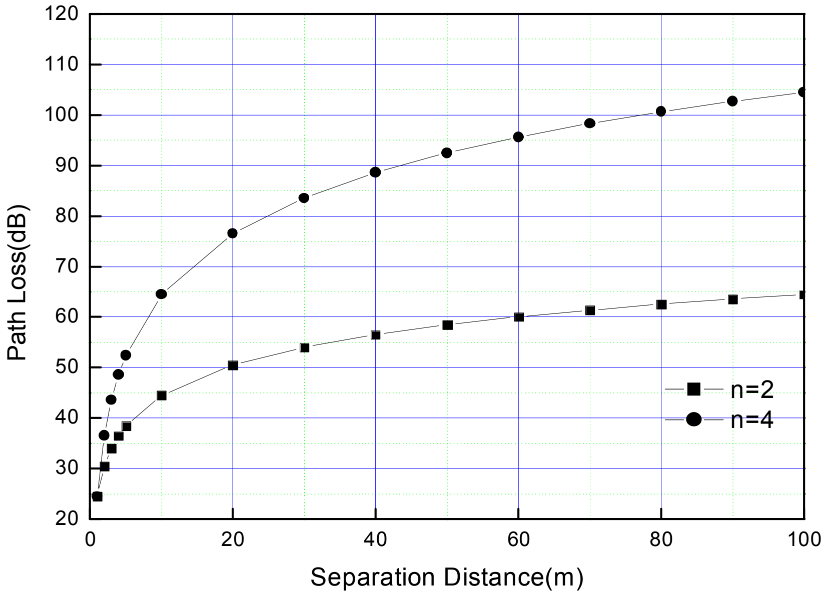
실내 TRS 소출력 중계기로부터 간섭을 받는 경우, 환자 몸속에 있는 Implant는 환자의 인체 감쇄량(-31.5dBi)이 있고, 대역폭이 25㎑로 Programmer가 더 최악의 경우에 해당된다. Programmer의 수신 대역폭은 200㎑이며, FSK 변조 방식으로 가정하였다(ITU-R SA.1346의 MICS 시스템 파라미터를 참조).

MICS의 Programmer가 실내 TRS 소출력 중계기로부터 간섭을 받지 않기 위해서는 70dB의 이격을 필요로 한다.

※ 이격도 = 간섭송신 전력(dBm) + 간섭송신 안테나 이득(dBi) + 희생수신기 안테나 이득(dBi) - (허용간섭레벨(dBm))

= -36dBm + 3dB + 0dBi + 2dBi - (-101dBm)

= 70dB



<그림 3-8> 전파 모델(f = 400㎒)

전파 감쇄 지수가 4인 전파 환경에서, 실내 TRS 소출력 중계기와 MICS가 가시영역에서 사용되는 경우 약 15m의 이격 거리가 필요함을 알 수 있다. 실내 TRS 소출력 중계기와 MICS간에 벽이나 다른 장애물이 있는 경우 필요한 이격 거리는 장애물에 의한 추가 손실만큼 줄어든다. 자가망 사업자간 실내 TRS 소출력 중계기 간섭 영향은 고려하지 않았다.

나. 도입방안

800㎒ 대역 자가망 TRS 소출력 중계기 사용을 위해서 CDMA 소출력 중계기와

약 88.9dB의 이격이 필요하며, 이격도에 해당되는 이격거리(20~30m)나 안테나 패턴 조정이 요구된다. 자가망 TRS 소출력 중계기의 상호 변조에 의한 CDMA 소출력 중계기 간섭 영향도 고려되어야 한다.

380㎒ 대역 자가망 TRS 소출력 중계기 사용을 위해서는 MICS와 70dB의 이격이 필요하며, 이격도에 해당되는 거리인 약 15m의 이격거리가 요구된다. 특히 MICS는 병원과 같은 한정된 장소에서 사용되므로, 자가망 TRS 소출력 중계기를 병원에서 사용하는 경우에만 15m의 이격도를 유지시키면 될 것으로 예상된다.

자가망 TRS용 중계기는 소방방재센터 또는 포스코 등의 예에서 보는 바와 같이 지하구간에서의 작업이 많은 곳에서는 필수적인 장치라고 할 수 있다. 간섭 분석 결과에서 보듯이 자가망 TRS용 중계기는 주변 대역의 타 시스템에 영향을 미치지 않고 이용 가능할 것이다.

소출력 중계기의 활용을 위해서는 먼저 무선설비 규칙의 개선이 요구된다. 즉, 특정소출력 중계기 관련 법규인 무선설비규칙 제98조⑥항에서 “시설자가 무선국의 서비스 지역 내에서 단순 중계 목적으로 지하공간 또는 터널 등에 설치하는 무선설비”의 비고란에 “단향방식 무선기기에 한함”을 “양방향식 무선기기”로 개정하여 자가망 TRS의 음영지역 해소용도로도 이용할 수 있도록 규제 완화가 필요한 것으로 판단된다.

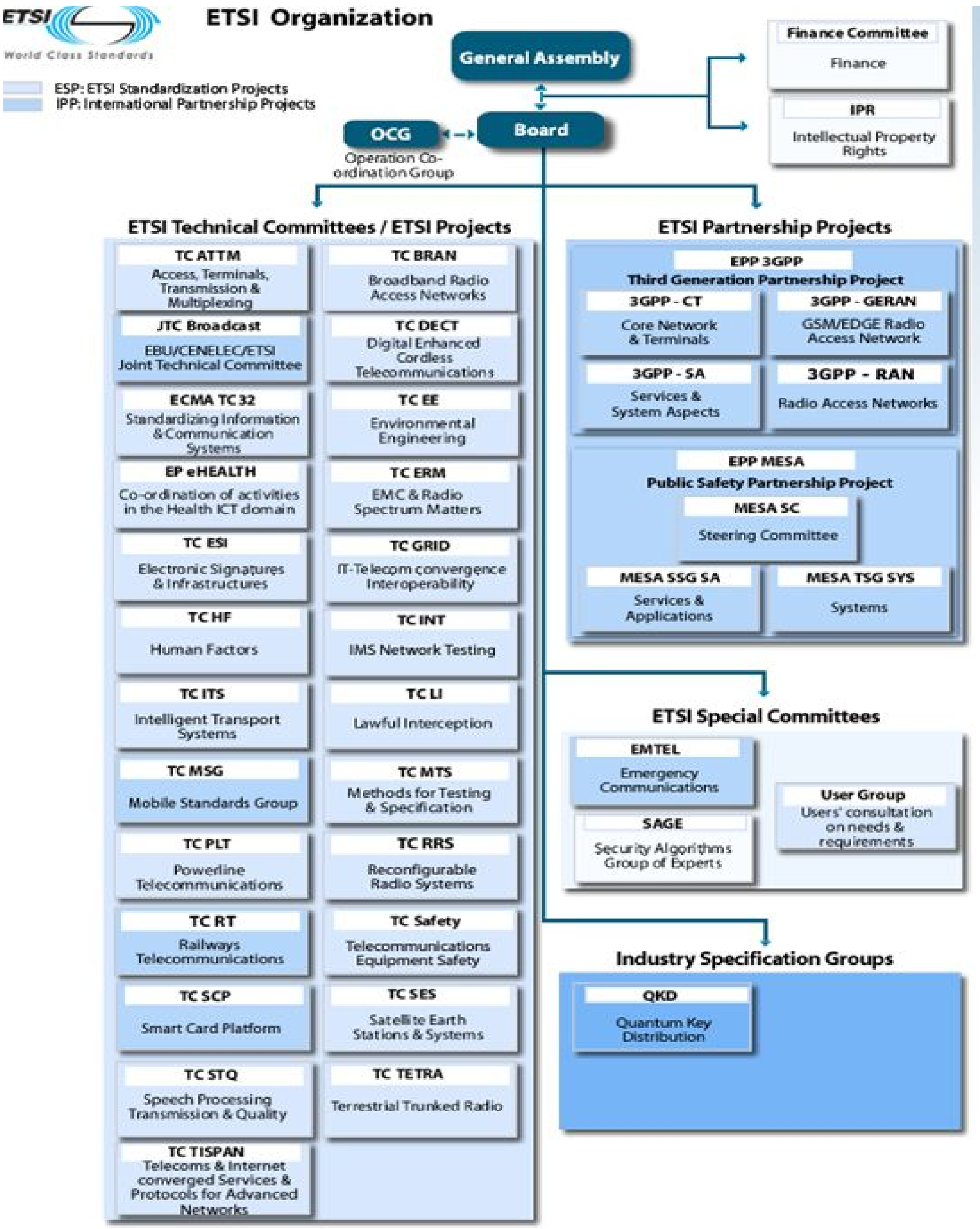
제4장 TETRA Release 2 도입 검토

제1절 TETRA 표준화 현황 및 TETRA DMO 기술 특성

1. TETRA 표준화 현황

TETRA(TErrestrial Trunked RAdio System)는 디지털 주파수공용통신 시스템의 개방형 표준으로 유럽 무선통신 표준 기구인 유럽전기통신표준협회(ETSI, European Telecommunication Standards Institute)에서 개발하고 있다. 유럽전기통신표준협회는 통신과 방송 등 정보통신기술(ICT)분야의 ETSI 표준 제정을 촉진하고 총괄하는 유럽의 독립된 비영리 기관으로써, 1988년 유럽 공동체(EC) 집행 위원회의 결정에 의해 유럽우편전기통신주관청회의(CEPT)에서 수행하던 표준화 기능과 조직을 모체로 하여 설립되었다. ETSI의 본부는 프랑스 소피아 안티폴리스에 위치해 있으며, 유럽연합(EU) 회원국의 주관청을 비롯하여 사업자, 제조업자 및 연구 기관 등 60여개국 700개 이상의 회원으로 구성되어 있다. <그림 4-1>의 ESTI 조직도에서 보는 바와 같이 21개의 기술위원회(TC, Technical Committee)로 구성되어 있으며, 이 기술위원회 중 TC TETRA에서 TETRA 관련 표준 업무를 수행하고 있다.

ETSI에서는 1989년 MDTRS(Mobile Digital Trunked Radio System) 프로젝트로 디지털 TRS의 표준화를 처음 시작하였다. 1991년 TDMA, 4타임슬롯, 25㎑ 밴드폭의 무선접속을 기본 규격으로 채택하고, 프로젝트명을 Trans-European Trunked RAdio (TETRA)로 변경하였다. 그러나, 유럽 외 지역에서의 관심 증가로 현재는 TErrestrial Trunked RAdio의 약자로 사용하고 있다. 1994년 참여 회원간의 TETRA MoU를 체결하였으며, 1995년 1차 TETRA 표준(Release 2)을 완성하여 1996년 20여개 나라에서 표준시스템을 처음으로 상용화하였다. 2001년 TETRA 시스템의 강화를 위해 TETRA Release 2의 표준화 연구를 시작하였으며, 2004년 ETSI Norm(국가표준) 시리즈의 개정(EN 300 392-1~12)을 수행하였다. 2006년에 TETRA Release 2의 핵심 표준을 제정하고, 현재는 TETRA Release 2의 제·개정 및 시스템의 상용화를 진행하고 있다. TETRA MoU는 현재 35개국, 150여개 기관이 참여하고 있으며, 국내 참여 업체는 에어텍정보통신, 아태위성산업, 한터기술, 유니모테크놀로지 등이 있다. TETRA 관련 국내 표준화 활동으로는 한국정보통신기술협회(TTA) 전파통신기술위원회(TC3) 산하 재난관리프로젝트그룹(PG316)에서 TRS 관련된 표준화를 수행하고 있다.



<그림 4-1> ETSI 조직도

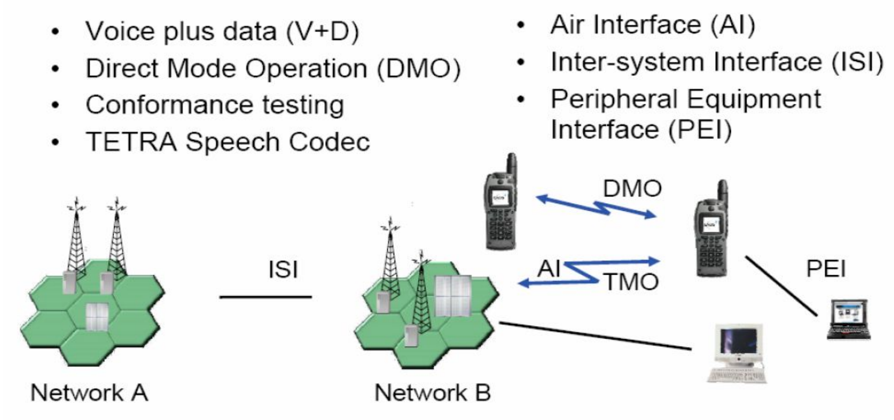
ETSI TETRA 기술위원회는 다음과 같이 세부 항목별로 6개의 작업그룹(Working Group)으로 구성되어 있으며, 작업그룹 별로 해당 표준의 제·개정 작업을 수행하고 있다.

- WG1 : TETRA User Requirements / Services
- WG3 : TETRA Network aspects
- WG4 : TETRA High Speed Data

- WG5 : TETRA Voice coding
- WG6 : TETRA Security
- WG8 : TETRA Direct Mode Operation.

2008년 현재 ETSI에서 표준화된 TETRA Release 2 관련 표준 문서는 다음과 같다.

- Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Voice plus Data (V+D)
  : EN 300 392-1: "General network design" ~ TS 100 392-18-1: "Air interface optimized applications", TS 101 795 "RF Sensitive Area Mode"의 총 87개 표준 문서
- Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Conformance testing specification
  : EN 300 394-1: "Conformance testing specification" 1개 표준 문서
- Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Speech codec for full-rate traffic channel
  : EN 300 395-1: "General description of speech functions" ~ EN 300 395-4 (V1.3.1): "Codec conformance testing"의 4개 표준 문서
- Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Direct Mode Operation(DMO)
  : ETS 300 396-1: "General network design" ~ EN 300 396-6: "Security"의 6개 표준 문서
- Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Subscriber Identity Module(SIM)
  : ES 200 812-1: "Universal Integrated Circuit Card (UICC); Physical and logical characteristics" ~ EN 300 812-3: "Integrated Circuit (IC); Physical, logical and TSIM application characteristics"의 4개 표준 문서
- 규정관련 표준 4개, 그 외 표준 및 규격 8개, 기술 보고서 및 ETSI 가이드 29개 문서
  * EG: ETSI Guide, EN: European Norm, ES: ETSI Standard, ETR: ETSI Technical Report, SR: Special Report, TS: Technical Specification, TR: Technical Report
  * ETSI TR 100 392-17-4 V1.1.1(2008-05) “Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D);Part 17: TETRA V+D and DMO specifications; Sub-part 4: Release 2.0” 참조



<그림 4-2> TETRA 주요 인터페이스

상기 그림에서 볼 수 있듯이 TETRA 시스템의 운용 모드는 구축된 기반시설을 이용해 통화하는 TMO(Trunked Mode Operation)와 기반시설을 이용하지 않고 통화하는 DMO(Direct mode Operation)의 두 가지 모드가 가능하다. DMO는 주로 서비스 영역 밖에서의 통화에 사용되며 전화 접속 통화나 인터넷 접속 등의 일부 기능의 사용이 불가능하다. 또한, TETRA 시스템의 통화 유형은 음성 통화의 경우 그룹 통화(Group Call), 일제 통화(Announcement Call), 비상 통화(Emergency Call), 개별 통화(Individual Call), 전화 접속 통화(Telephone Interconnect Call) 등이 있으며, 데이터 통신의 경우에는 상태 메시지(Status Messages), 단문 데이터 전송 메시지(Short Data Transport Service), 패킷 데이터 서비스(Packet Data Service)의 유형이 있다.

<표 4-1> TETRA Release 2 성능 비교

	TETRA Release I	TETRA Release II	비고
Network Access	TDMA	TDMA	
변조방식	π/4 DQPSK	+π/8 D8PSK, 4QAM/16QAM/64QAM	Adaptive & Variable
Data 전송 속도	7.2 ~ 36kbps	54 ~ 690kbps	30 ~ 400kbps(Normal)
채널 대역폭	25kHz(음성: 4-slots)	+25kHz, 50kHz, 100kHz, 150kHz	Multi-Carrier 방식
Vocoder 방식	ACELP(4.567kbps)	+3GPP/GSM AMR(4.75kbps), ITU 4kbps, NATO CODEC 등	음질 향상 및 Full-duplexing 방식 고려 중
Channel Coding	Convolutional Code	+Turbo Coding	병렬연접길쌈부호(PCCC)
Channel 추정	-	Pilot Symbol	
동작 전압	+ 7.2 VDC	+ 3.7 VDC	배터리 소모전력 감소
동작 대역	380MHz & 800MHz	Multi-Band 형태(~1GHz)	
단말기 집적화	Hybrid 형태(Discrete)	Integration 형태	단말기 소형, 경량화
망 연동	-	-Release I과의 Backward 호환 -타 시스템과의 로밍, 연동 기능	2G/3G(IMT-2000) 이동 통신
서비스	음성, 데이터, 정지영상	+Data Base, Graphic, 동영상	

PCCC: Parallel Concatenated Convolutional Code

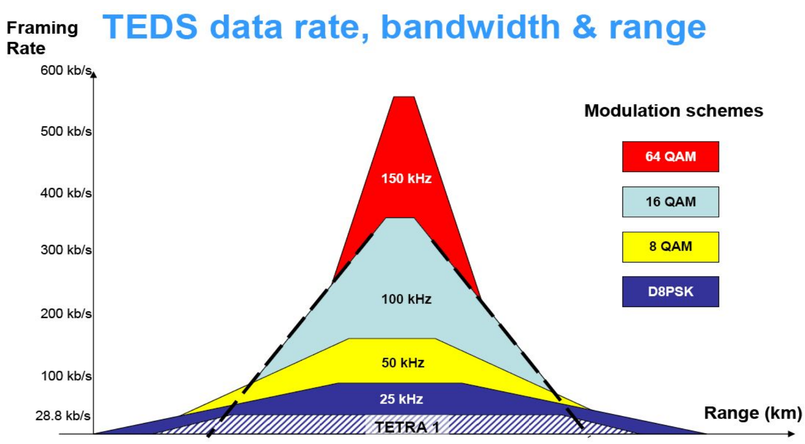
TETRA Release 2의 특징으로는 TEDS(TETRA Enhanced Data Service) 지원, 데이터베이스, 그래픽, 영상 서비스 등 54-690kbps의 전송속도 지원, 적응 가변형(Adaptive Variable) 변복조 방식, 다중 캐리어(Multi-carrier) 변복조 방식 등을 들 수 있다. 또한, 상용 IMT-2000 및 3G 이동통신과의 로밍과 연동이 가능하여야 하고, 기존 TETRA Release 1 규격과의 호환성도 보장되어야 한다.

TETRA Release 2에서는 데이터 서비스의 강화(TEDS, TETRA Enhanced Data Service)를 지원하기 위해 전파환경에 따라 변조방식과 RF 채널대역폭을 달리하여 고속 데이터 서비스를 제공한다. TETRA Release 2의 대역폭 및 변조 방식에 따른 전송속도는 아래 표와 같이 협대역 음성 및 데이터 통신 시에는 π/4 DQPSK 변조 방식을 이용하고, 초기에 속도가 어느정도 증가할 필요가 있는 초기 이동 상태 시에는 π/8 D8PSK 변조방식을 이용한다. 또한, 전송하고자 하는 데이터의 전송량에 따라 Adaptive Variable 변조(4QAM → 64QAM) 방식을 이용하여 효율적인 스펙트럼 사용이 가능하다.

<표 4-2> TETRA Release 2 대역폭 및 변조방식별 전송속도

채널대역폭 \ 변조방식	25kHz	50kHz	100kHz	150kHz
π/4 DQPSK	36kbps (28.8kbps)	-	-	-
π/8 D8PSK	54kbps (43.2kbps)	-	-	-
4-QAM	38.4kbps	76.8kbps	153.6kbps	230.4kbps
16-QAM	76.8kbps	153.6kbps	230.4kbps	460.8kbps
64-QAM	115.2kbps	203.4kbps	460.8kbps	691.2kbps

4-QAM: 셀의 경계 부근에서의 효율적인 접속을 위하여 사용
16-QAM: 보통 속도
64-QAM: 고속 통신 제공 시
π/4 DQPSK: 보통의 제어 채널에서 사용
π/8 D8PSK: 속도가 어느정도 증가할 필요가 있는 초기 이동 단계에서 사용

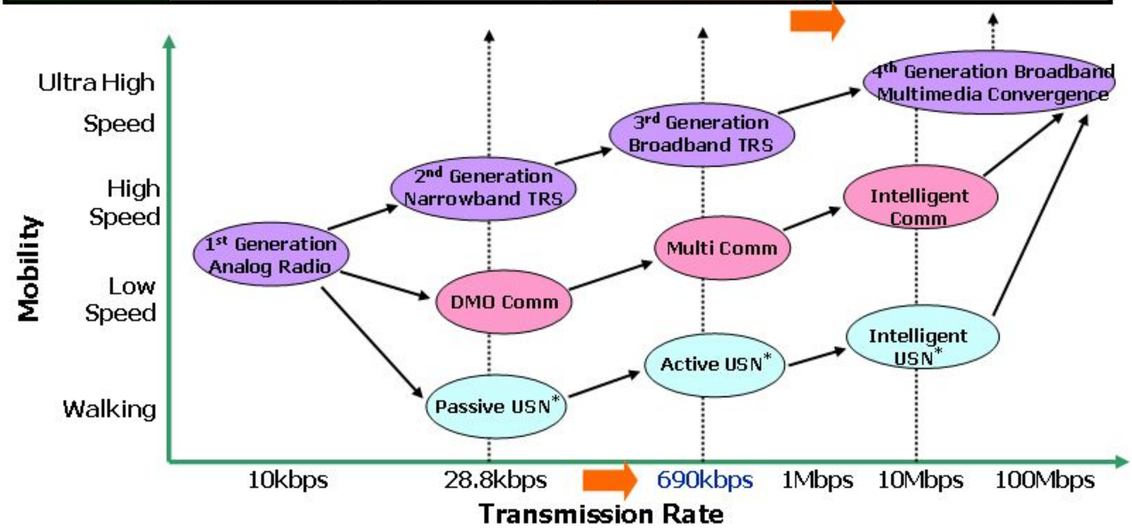


<그림 4-3> TEDS 전송속도 특성

TMO 영역의 확장과 관련하여 현 58km의 TETRA 거리 한계를 83km까지 확장하여 Air-To-Ground의 통신이 가능하도록 표준을 개정 중에 있으며, 공급업체간의 서로 다른 자동위치 서비스 기능을 GPS 위치서비스로 공통의 규격과 프로토콜 개발 중에 있다. 또한, 차세대 이동통신과 같은 타 통신시스템과의 로밍이 가능하도록 새로운 음성 및 데이터 코덱 개발하고 있으며, 범용사용자 식별모듈(USIM, universal subscriber identity module)을 도입하기 위한 표준화 작업도 진행 중이다.

다음의 디지털 TRS 기술로드맵에서 보는 바와 같이 현재 협대역 음성 및 데이터 통신이 가능한 2세대 디지털 TRS 시스템을 서비스 중에 있으며, 광대역 무선 멀티미디어 서비스가 가능한 3세대 초고속 디지털 TRS 시스템의 상용화는 2012년을 목표로 개발 중이다. 또한, ETSI에서는 지상 및 위성을 연계한 유비쿼터스 광대역 멀티미디어 서비스가 가능한 광대역 모바일 공공안전 및 재난구호(PPDR, Public Protection and Disaster Relief)의 구현을 위해 TIA와 공동으로 MESA project를 추진하여 2012년 완료를 목표로 표준화가 진행 중이다.

Section	2000 이전 1st Generation	2001 2005 2008 2nd Generation	2009 2010 2012 3rd Generation	2013 2016 2020 4th Generation
Tech Std	재래식 통신 (VHF/UHF)	디지털 TRS (TETRA/iDEN/APCO)	초고속 디지털 TRS (TETRA REL2)	광대역 모바일 PPDR (MESA)
Service	이동형 음성통신	협대역 음성 & 데이터통신	광대역 무선 멀티미디어서비스	유비쿼터스 광대역 멀티미디어서비스
Network Characteristic	기능지향적 시스템 (아날로그 개별망)	기술지향적 시스템 (디지털 통합망)	고품질 서비스 시스템 (멀티미디어 모바일망)	지능형 서비스 시스템 (멀티미디어 컨버전스망)



<그림 4-4> 디지털 TRS 기술로드맵

2. TETRA DMO(Direct Mode Operation) 기술 특성

TETRA Direct Mode Operation(DMO)은 구축된 기반시설을 이용해 통화하는 TMO(Trunked Mode Operation) 운용과 달리 통화가능 영역의 경계나 밖에서 기반시설을 이용하지 않고 직접 통화하는 운용 방법이다. DMO 운용은 통화권 밖에서의 운용이 가능하므로 중계기 등의 설치 비용이 감소하고, 시스템의 고장이나 갑작스런 서비스 영역의 이탈 등의 응급 상황에 대처가 가능한 장점이 있다. 또한, TMO 주파수로 DMO 운용시 주파수의 지역적 재사용 효율이 증가하며, TRS 네트워크의 제한을 받지 않는 특별이 운용 가능하고, 게이트웨이(Gateway)를 이용하여 TRS 네트워크와의 상호 연결도 가능하다. 반면, TMO와 비교하여 통화 품질과 보안 기능이 약화되며, 공중전화망 이용, IP packet data 전송, 통화 전달 및 기록 등 일부 기능의 사용이 불가능해지는 단점이 있다. 또한, 통화의 제어가 불가능하여 간섭 발생확률이 증가하고, TMO와 DMO 주파수의 별도 운용시에는 소요 스펙트럼의 증가되며, 통화 기록 등 관리가 불가능하여 불필요한 통화의 증가 가능성도 있다.

<표 4-3> TETRA Release 2 대역폭 및 변조방식별 전송속도

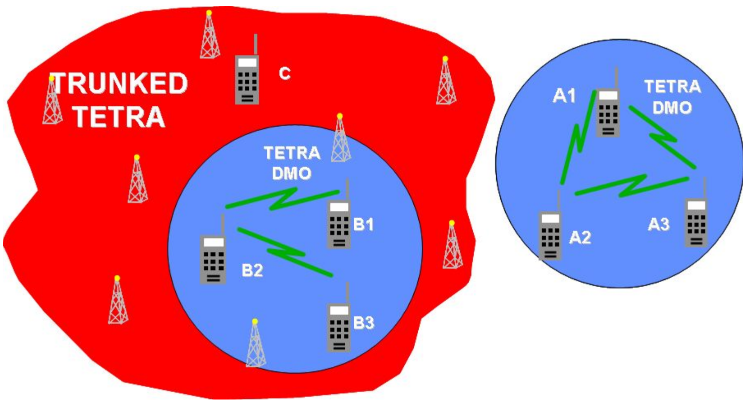
기능	TMO	DMO
개별통화, 그룹통화	가능	가능(단신방식)
circuit mode 데이터 전송	4 slots(up to 28.8 kbit/s)	1 slot(up to 7.2 kbit/s)
단문장 서비스, 상태메세지 전송	가능	가능
긴급통화 및 예약통화	가능	가능
암호화(encryption)	가능	가능
IP 패킷 데이터	가능	불가능
통화권 제어	가능	불가능
긴급 수신	가능	불가능
통화 전달/기록	가능	불가능

DMO의 운용 유형에는 DMO 단말기간의 통신을 위한 Basic DMO 운용과 DMO 중계기 운용, DMO 단말기와 TMO 단말기간의 통신을 위한 DMO 게이트웨이 운용이 있으며, 그 외 DMO와 TMO의 동시사용이 가능한 Dual Watch 모드가 존재한다.

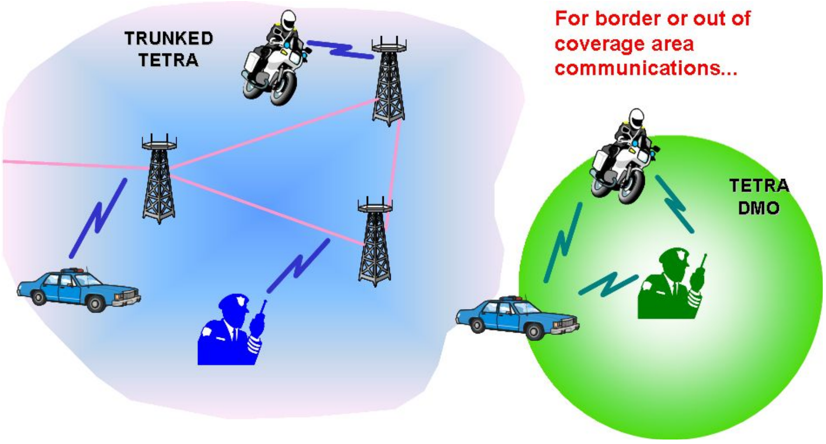
<표 4-4> DMO 운용 유형

운용 유형	통신 대상	특징
Basic DMO	DMO 단말기간 통신	단말기간 직접 통화
DMO 중계기	DMO 단말기간 통신	DMO 단말의 통화영역 확장
DMO 게이트웨이	DMO 단말기와 TMO 단말기간 통신	TMO와 DMO의 연결
Dual Watch	DMO 또는 TMO 통신	타 모드를 주기적으로 스캔

Basic DMO 운용은 다음 그림과 같이 TETRA 네트워크의 이용없이 무전기간의 직접 통화 방식으로 다음 그림과 같이 주로 기지국 통화영역의 가장자리나 통화영역 밖에서 제한된 통화로 사용된다.

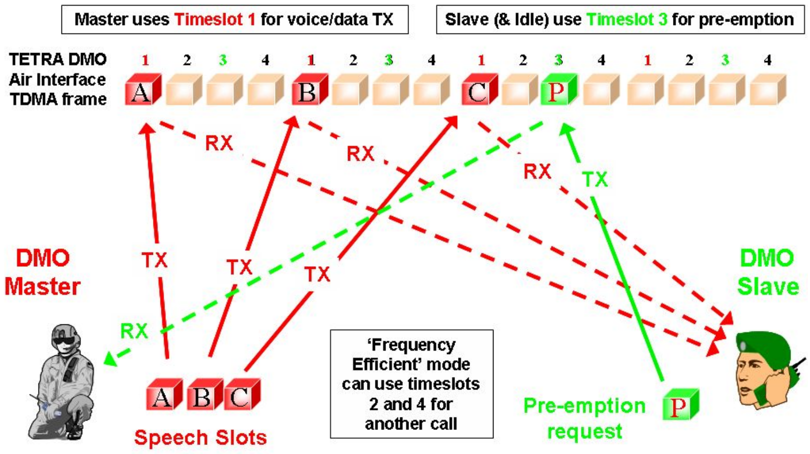


<그림 4-5> Basic DMO 운용도



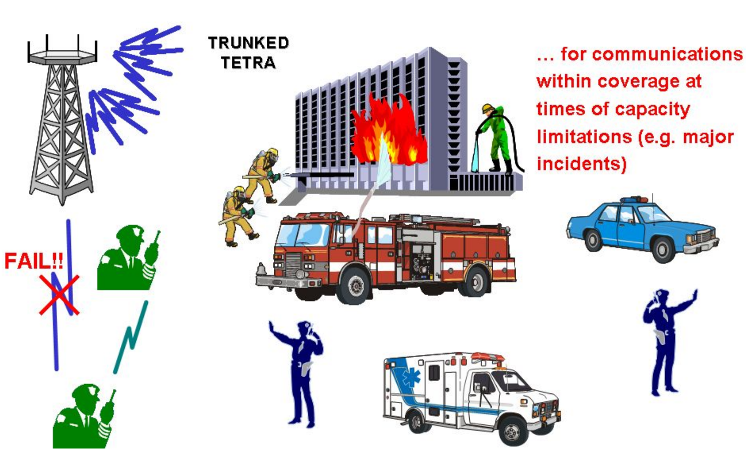
<그림 4-6> Basic DMO 시나리오 1

일반적인 DMO 운용시에는 반송파 주파수당 2개 타임 슬롯을 이용 1개 통신 채널의 사용이 가능하며, 이때 2개 타임 슬롯은 사용하지 않는다. DMO에서 송신국이 마스터로 동작하고 수신국은 슬래이브로 동작하며, 타임슬롯 1은 마스터 무선국에서 음성과 데이터 전송을 위한 트래픽 채널로 사용하고, 타임슬롯 3은 통화예약(Pre-emption)이나 PTT 요청과 같은 제어신호용으로 사용한다. Frequency Efficient Mode DMO의 경우에는 각 통화 당 2개 타임슬롯, 총 4개 타임슬롯을 모두 사용하여 반송파 주파수당 2개 통신채널을 사용하여 이용 효율을 증가시킬 수 있다.

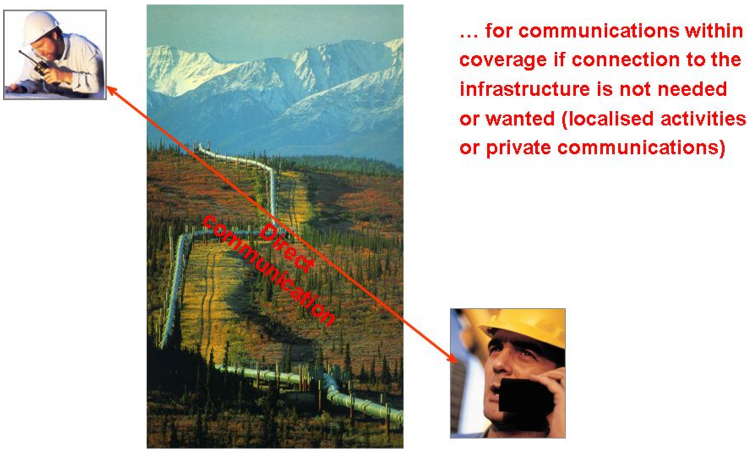


<그림 4-7> DMO 타임슬롯

Basic DMO는 <그림 4-8>과 같이 네트워크 고장, 통화 집중, 외부 간섭 등의 장애에서도 운용이 가능하므로 지역적인 통신 채널을 확보할 수 있으며, 송유관, 전력선 업무 등 통화량이 적은 지역이나 건물, 터널, 지하 등의 폐쇄된 공간에서 통화영역 확보를 위해 소요되는 경비(기지국, 중계기 등)를 절감할 수 있다. 또한 네트워크의 제한을 받지 않는 특별 운용도 가능하다.

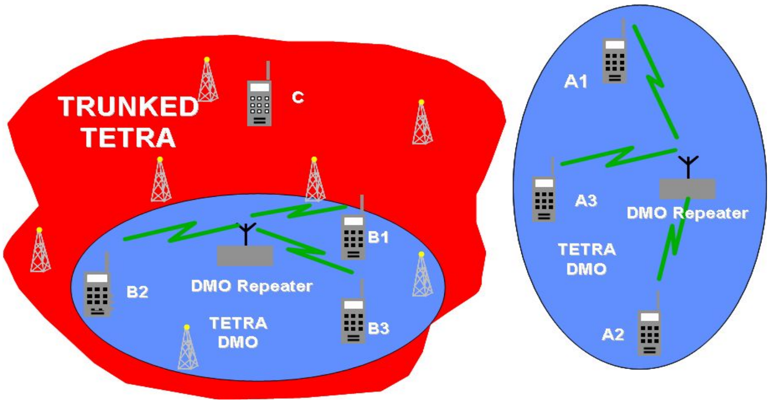


<그림 4-8> Basic DMO 시나리오 2

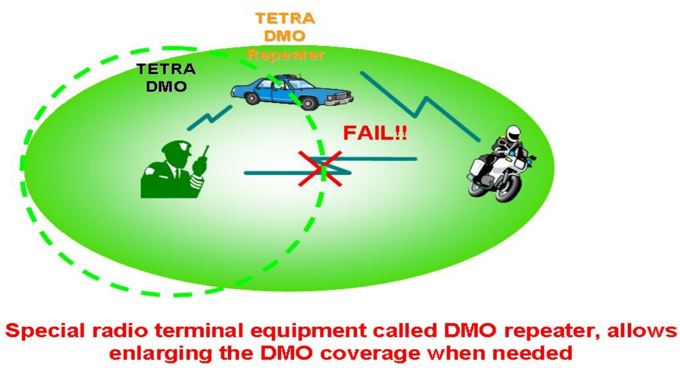


<그림 4-9> Basic DMO 시나리오 3

무선단말기간의 직접 통화의 경우 일반적으로 TMO에 비해 통화거리가 감소한다. Basic 이러한 Basic DMO의 단점은 <그림 4-11>과 같이 DMO 중계기를 사용하여 통화영역을 확장할 수 있다. DMO 중계기는 <그림 4-10>과 같이 TRS 네트워크 내에서와 통화영역 밖에서 모두 운용이 가능하다.

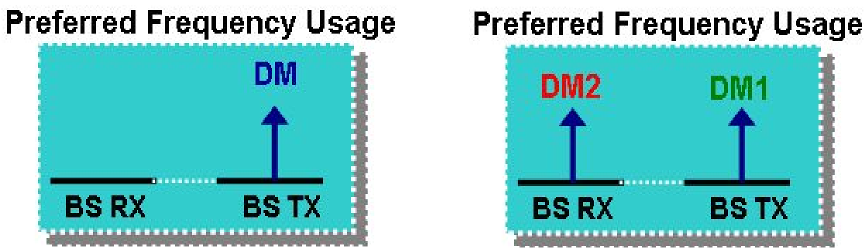


<그림 4-10> DMO 중계기 운용도



<그림 4-11> DMO 중계기 시나리오

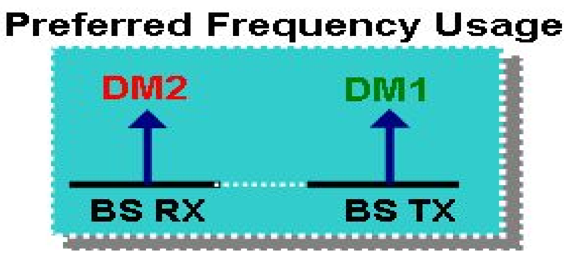
DMO 중계기는 단신방식과 복신 방식의 두 가지 유형으로 구분된다. 먼저 단신 방식 DMO 중계기는 4개 타임슬롯 구조에서 2슬롯은 마스터와 중계기간 전송용으로, 나머지 2슬롯은 슬래이브와 중계기간 전송용으로 사용한다. 1주파 DMO 중계기는 1주파 단신 방식으로 송수신 주파수(DM) 1개로 통신 채널을 확보하므로 주파수 이용효율이 높다. 2주파 DMO 중계기의 경우는 송신 주파수 1개(DM1), 수신 주파수 1개(DM2)를 사용하여 통신 채널을 확보하므로 1주파 DMO 중계기에 비해 주파수 이용효율은 감소하나 상대적으로 TMO로의 간섭 가능성이 감소하는 장점이 있다.



(a) 1주파 DMO 중계기　　(b) 2주파 DMO 중계기

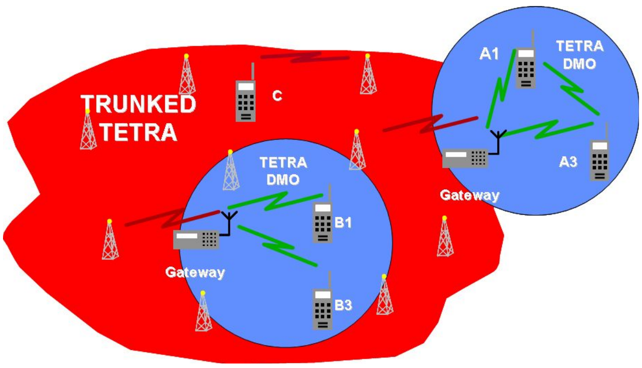
<그림 4-12> 단신방식 DMO 중계기 선호 주파수

복신방식 DMO 중계기는 송수신 채널의 연속적인 동시 전송이 가능해야 하므로 4개 타임슬롯에서 통화당 각각 2개의 슬롯을 이용한다. 송신 주파수 1개(DM1), 수신 주파수 1개(DM2)를 동시에 사용하므로 단신방식의 DMO 중계기보다 구조가 복잡하고, 비용이 증가한다.

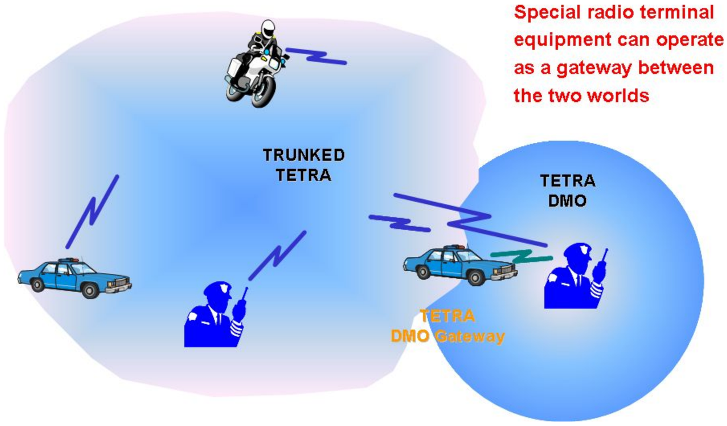


<그림 4-13> 복신방식 DMO 중계기 선호 주파수

DMO 게이트웨이는 <그림 4-14>에 나타나 있듯이 DMO 망과 TETRA 네트워크의 연결하여 DMO 무선국과 TMO 사이의 통신을 가능하게 하는 장치로써, 일반적으로 DMO 인터페이스 규격을 동일하게 적용한다.



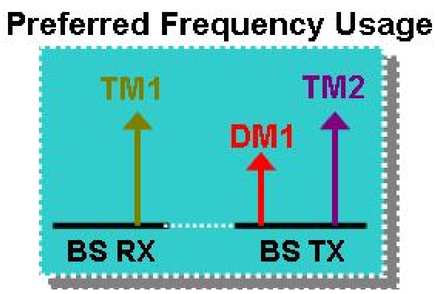
<그림 4-14> DMO Gateway 운용도



<그림 4-15> DMO Gateway 시나리오

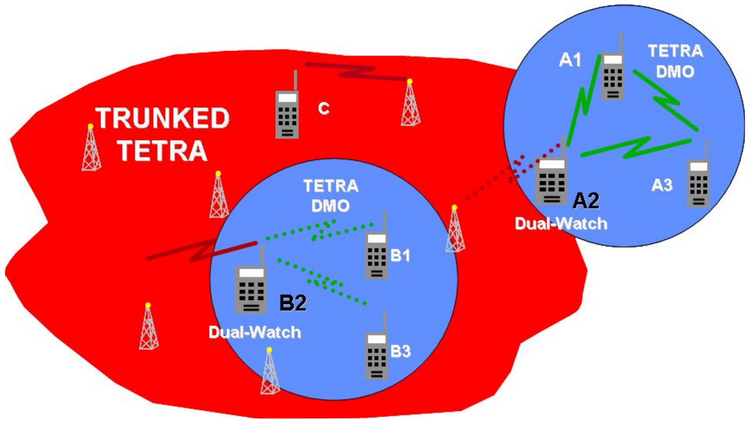
. - 기지국의 고장 시 인접 셀에 있는 기지국을 이용하여 TMO와 임시 통화 가능

통화량이 적은 지역이나 건물, 터널, 지하 등의 폐쇄된 공간에서 통화영역 확보를 위해 소요되는 경비(기지국, 중계기 등)의 절감 효과가 있으며, 네트워크 구축 초기 단계에서 통화 영역 확보가 용이한 장점이 있다. TMO 네트워크의 임시 또는 긴급 구축 시에도 비용의 절감이 가능하다. DMO 게이트웨이 운용시에는 <그림 4-16>에서 나타나 있듯이 TMO 채널 주파수 이외에 DMO 주파수 1개가 추가로 소요된다.

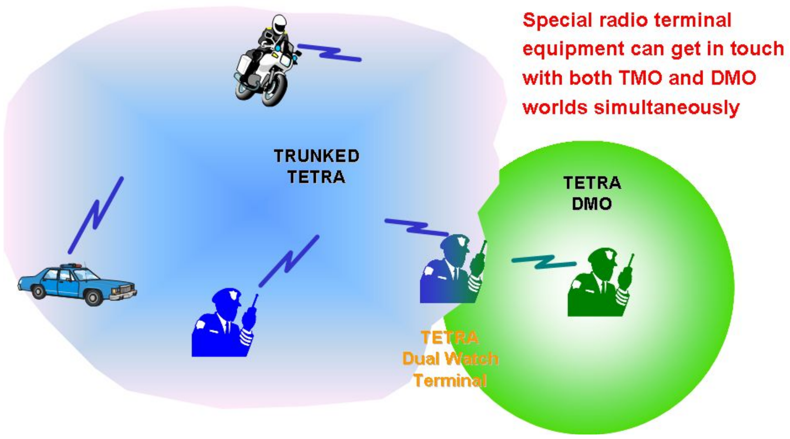


<그림 4-16> DMO Gateway 선호 주파수

DMO dual watch는 DMO와 TMO 중 1개 모드로 운용하면서 타 모드의 신호를 연속적으로 모니터링하는 것으로 DMO 운용 중 TMO 사용자와의 통화 및 상태 메시지, 단문메시지의 수신 등이 가능하다. DMO dual watch 모드는 통화 대기상태만 모니터하는 Idle Dual Watch와 상시 모니터링을 수행하는 Full Dual Watch의 두 가지 형태가 존재한다.



<그림 4-17> DMO Dual Watch 운용도



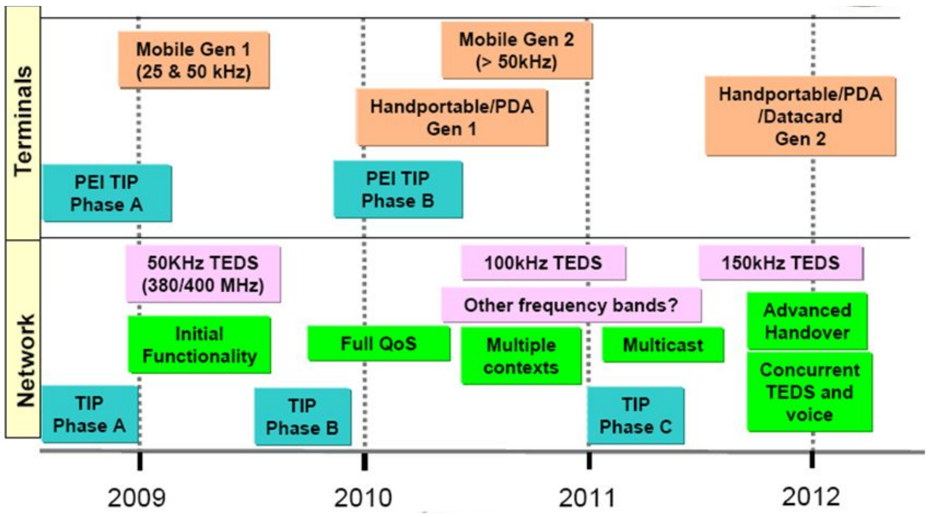
<그림 4-18> DMO Dual Watch 시나리오

제2절 TETRA Release Ⅱ 향후 전망

1. TETRA Release 2 표준화 및 개발 현황

디지털 주파수공용통신 시스템의 개방형 표준인 TETRA의 표준화 작업은 유럽 무선통신 표준 기구인 유럽전기통신표준협회(ETSI)에서 수행되고 있다. 1995년 TDMA, 4타임슬롯, 25㎑ 밴드폭의 무선접속을 기본 규격으로 하는 1차 TETRA 표준의 완성되었고, 1996년 처음으로 20여개 나라에서 표준시스템으로 상용화되었다. 2000년 9월 TETRA 시스템의 강화를 위한 TETRA Release 2의 표준화 연구가 시작된 이후 데이터 속도의 강화, 코덱, 무선접속 규격, 상호 호환성, 사용자식별모듈, 보안 및 항공-지상-항공 통신 등 TETRA Release 2의 핵심 표준이 2006년 확정되었으며, 현재는 TETRA Release 2 관련 표준의 제·개정 완료 단계에 있다.

TETRA Release 2의 특징으로는 전파환경에 따라 변조방식, RF채널대역폭을 달리하여 고속 데이터 서비스를 제공하는 데이터 서비스의 강화(TETRA Enhanced Data Service, TEDS), 현 58km의 TETRA 거리 한계를 83km까지 확장하여 Air-To-Ground 통신을 제공하는 TMO Range Extension, 서로 다른 공급업체간의 자동위치 서비스에 대해 GPS 위치서비스에 대한 공통 규격과 프로토콜 사용, 차세대 이동통신과 같은 타 통신시스템과의 로밍이 가능한 새로운 음성 및 데이터 코덱 개발, 범용사용자 식별모듈(USIM, universal subscriber identity module)의 도입을 들 수 있다. 이 중 TETRA Releas 2에서 가장 주목을 받고 있는 TEDS는 최대 530kbps의 전송속도에 따라 변조방식(4QAM, 16QAM, 64QAM, D8PSK 및 DQPSK)과 대역폭(25, 50, 100, 150㎑)이 상이하므로, 전파지정기준 및 기술기준의 개정이 예상된다. <그림 4-19> TETRA TEDS 로드맵에서 볼 수 있듯이 TEDS 서비스의 첫 번째 단계인 50㎑ 대역폭 TEDS의 상용화는 2009년 상반기로 예상되고 있으며, 100㎑와 150㎑ TEDS의 상용화는 향후 5년 내에 이루어 질 것으로 예측되고 있다.



* PEI : Peripheral Equipment Interface(주변설비 인터페이스)

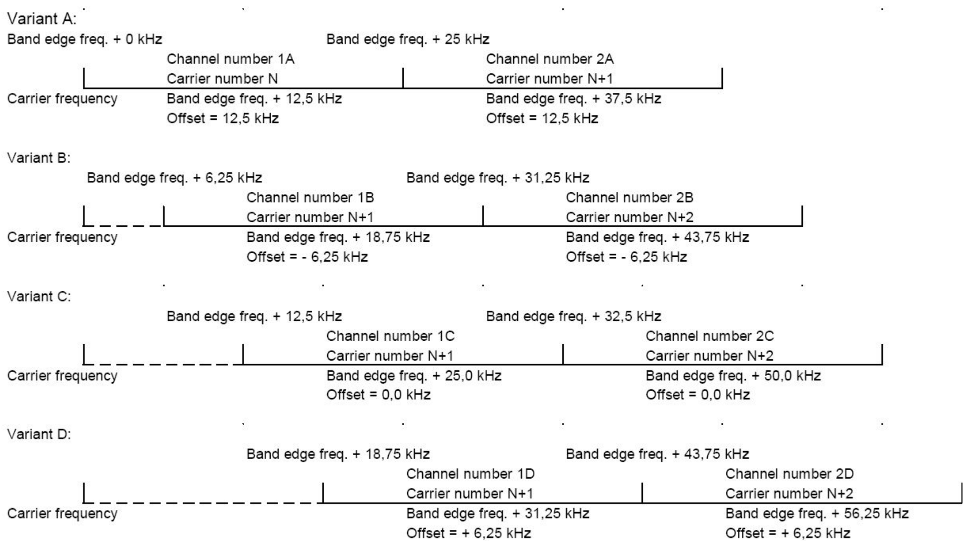
* TIP : TETRA Interoperability Profile(테트라 호환성 프로파일)

<그림 4-19> TETRA TEDS 로드맵

현재 ETSI에서 제정된 TETRA 2.0 관련 표준들 중 기술규격(TS, Technical Specification) 표준인 ETSI TS 100 392-15 V1.3.1 (2004-06) : Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 15: TETRA frequency bands, duplex spacings and channel numbering에서는 TETRA 주파수 대역의 상·하향 주파수 간격 및 채널번호 부여 방법에 대해 기술하고 있으며, 이 표준문서에서 기술하고 있는 반송파 주파수와 채널링은 TEDS(TETRA Enhanced Data Service)와 같이 25㎑ 간격의 다중 반송파 주파수 요구 조건에 대해서도 적용이 가능하다. ETSI 표준문서 EN 300 392-2 : "Terrestrial Trunked Radio (TETRA) ; Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI)"에서 정의된 주반송파 주파수와 반송파 주파수는 다음의 식으로 표현된다.

- 주반송파 주파수 = base(or reference) frequency + (N × 25 ㎑) + offset ㎑;
- 반송파 주파수 = base(or reference) frequency + (N × 25 ㎑) + offset ㎑;

여기서, N은 주반송파 또는 반송파의 채널 번호이고, offset 주파수는 -6.25㎑, 0 ㎑, +6.25㎑ 또는 +12.5㎑이다.



<그림 4-20> offset에 따른 반송파 주파수

offset에 따른 반송파 주파수의 계산에 필요한 각 주파수 대역별 base frequency 또는 reference frequency는 <표 4-5>에 정리되어 있다. TMO 및 DMO 운용 주파수의 채널 번호 지정에 대한 내용은 포함되어 있지 않으나, 대역의 시작 주파수로부터 끝 주파수까지 채널 번호를 부여하는 방법을 제시하고 있다.

<표 4-5> TETRA Base frequency

Frequency band of the MS transmitter	Frequency band of the BS transmitter	Reference and base frequency	Value of the Frequency band element	Value of the Reverse operation element
100 MHz (see note 1)	100 MHz (see note 1)	100,000 MHz	0001_2	0_2 (Normal) (see note 2)
200 MHz (see note 1)	200 MHz (see note 1)	200,000 MHz	0010_2	0_2 (Normal) (see note 2)
300 MHz (see note 1)	300 MHz (see note 1)	300,000 MHz	0011_2	0_2 (Normal) (see note 2)
380 MHz to 390 MHz	390 MHz to 400 MHz	300,000 MHz	0011_2	0_2 (Normal)
400 MHz (see note 1)	400 MHz (see note 1)	400,000 MHz	0100_2	0_2 (Normal) (see note 2)
410 MHz to 420 MHz	420 MHz to 430 MHz	400,000 MHz	0100_2	0_2 (Normal)
450 MHz to 460 MHz	460 MHz to 470 MHz	400,000 MHz	0100_2	0_2 (Normal)
500 MHz (see note 1)	500 MHz (see note 1)	500,000 MHz	0101_2	0_2 (Normal) (see note 2)
600 MHz (see note 1)	600 MHz (see note 1)	600,000 MHz	0110_2	0_2 (Normal) (see note 2)
700 MHz (see note 1)	700 MHz (see note 1)	700,000 MHz	0111_2	0_2 (Normal) (see note 2)
800 MHz (see note 1)	800 MHz (see note 1)	800,000 MHz	1000_2	0_2 (Normal) (see note 2)
870 MHz to 876 MHz	915 MHz to 921 MHz	900,000 MHz	1001_2	0_2 (Normal)
900 MHz (see note 1)	900 MHz (see note 1)	900,000 MHz	1001_2	0_2 (Normal) (see note 2)
NOTE 1: For this frequency band only the reference frequency is defined and the actual band limits will be defined by regulatory bodies. It is preferred that the lowest possible radio channel in all areas where this band is available is numbered to be "1" independently whether it is actually available for TETRA usage. NOTE 2: Also reverse operation may be used in some frequency allocation.				

상·하향 주파수 이격은 수학적 규칙에 의해 정해진 것은 아니며, base frequency 또는 reference frequency별 상·하향 이격 주파수는 <표 4-6>에서 찾아볼 수 있다.

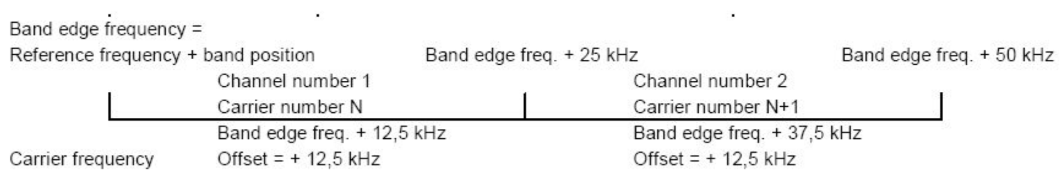
국내 380㎒ 대역에서 사용 중인 10㎑ 이격 주파수와 800㎒대역에서 사용 중인 45㎑ 이격 주파수가 반영되어 있는 것을 <표 4-6>에서 확인할 수 있으며, 5번째 열(010) 표시된 0.000㎒ 상·하향 주파수 이격은 DMO 동작 시에 대한 내용이 반영된 것이다.

<표 4-6> 주파수 대역별 상·하향 주파수 간격

Frequency band	Base/reference frequency	Duplex spacing information element value (next row) and corresponding duplex spacing (other rows; in MHz)							
		000_2	001_2	010_2	011_2	100_2	101_2	110_2	111_2
0000_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
0001_2	100 MHz	1,6	4,5	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
0010_2	200 MHz	10	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
0011_2	300 MHz	10	36 (see note 2)	0	8 (see note 2)	18 (see note 2)	note 1	note 1	note 1
0100_2	400 MHz	10	7 (see note 2)	0	8 (see note 2)	5 (see note 2)	note 1	note 1	note 1
0101_2	500 MHz	10	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
0110_2	600 MHz	10	note 1	0	note 1	30, (see note 2)	note 1	note 1	note 1
0111_2	700 MHz	note 1	note 1	0	note 1	30 (see note 2)	note 1	note 1	note 1
1000_2	800 MHz	note 1	45	0	18 (see note 2)	note 1	note 1	note 1	note 1
1001_2	900 MHz	note 1	45	0	18 (see note 2)	39 (see note 2)	note 1	note 1	note 1
1010_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
1011_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
1100_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
1101_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
1110_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1
1111_2	note 1	note 1	note 1	0	note 1	note 1	note 1	note 1	note 1

NOTE 1: The value is reserved for future standardization.
NOTE 2: These values are not in accordance with CEPT T/R 25-08 [2] and hence the use of these values is subject to a specific frequency allocation from individual National Regulatory Authorities.

<그림 4-21>은 ECC의 Spectrum Engineering WG에서 정의한 380~400㎒ 대역 TETRA 1번째와 2번째 채널 배치와 채널번호 부여 방법에 대한 예시이며, <표 4-6> 380~400㎒ 대역 1번 채널의 파라미터를 보여주고 있다. 기지국 송신주파수가 390㎒에서 시작하므로 Base/reference frequency는 300㎒이고, 주반송파/반송파 채널번호가 3600, offset 주파수가 +12.5㎒이므로, 1번 채널의 주반송파 주파수 = 300㎒ + (3600 × 25 ㎑) + 12.5 ㎑ = 390.125㎒가 된다. 기지국 송신 주파수가 390.125㎒이고, 상·하향 주파수 간격이 10㎒이므로 기지국 수신 주파수는 380.125㎒가 된다.



<그림 4-21> 380~400㎒ 대역 주파수 채널 배치와 채널번호 예시

<표 4-7> 380～400㎒ 대역 1번 채널 파라미터 예시

Information element	Value of the information element	Remark
Radio channel number	-	1
Frequency band	0011_2	300 MHz reference frequency
Main carrier/Carrier number	3 600	(390 000 - 300 000) / 25
Offset	11_2	+12,5 kHz
Duplex spacing	000_2	10 MHz
Reverse operation	0_2	normal

응급상황 및 경계지역에서의 운용을 위하여 DMO의 호환성 확보를 위한 공통 주파수의 지정의 필요성을 인식하여, 2001년 3월 ECC 회의에서 응급업무 용도의 디지털 지상이동 시스템의 DMO 운용을 위한 공통 주파수 지정에 대한 결정이 이루어졌다(ERC/DEC/(01)19 참조). 10㎑, 12.5㎑ 또는 25㎑의 협대역 채널 간격의 디지털 육상이동 시스템의 DMO 운용 주파수 대역으로 380.0～380.15㎒와 390～390.15㎒의 공통 지정이 결정되었으며, DMO 채널의 중심주파수는 아래식과 같다.

$$F_{ch} = Band\ \ Edge - (a \times 0.00125\ \text{㎒}) + (n \times Channel\ \ Spacing\ \text{㎒})$$

여기서, a는 25, 12.5, 10㎑ 채널 간격에 대해 각각 a=10, 5, 4

채널 번호 n은 25, 12.5, 10 ㎑ 채널 간격에 대해 각각 n=1～6, 1～12, 1～15

$Band\ \ Edge$는 분배 주파수 대역의 하한 주파수 즉 380.0㎒와 390.0㎒이다.

380～385㎒와 390～395㎒ 대역에서 25㎑ 채널 간격 기준으로 총 402개 파(상·하향 각 201개 파)가 지정 가능하며, 이 중 DMO 주파수 대역(380.0～380.15㎒와 390～390.15㎒)에서는 12개 파가 사용 가능하다.

2. TETRA Release 2 도입 대비 주파수 관련 시사점

현재 국내에서 사용 중인 TRS 주파수의 주파수 지정기준은 앞선 ESTI TETRA 표준 문서의 검토 결과 ESTI 표준에 부합함을 확인할 수 있었으나, TETRA Release 2의 도입이 예상되는 바, 기존 TETRA 시스템의 점유대역폭이 25㎑만을 사용했던 것과는 달리 TEDS 도입될 경우 50, 100, 150㎑의 광대역을 소요하는 채널이 발생하게 되므로 이에 대비하여 주파수 관련 제도의 검토가 필요하다. TEDS 서비스의 첫 번째 단계인 50㎑ 대역폭 TEDS의 상용화는 2009년 상반기로 예상되고 있으며, 100㎑와 150㎑ TEDS의 상용화는 향후 5년 내에 이루어 질 것으로 예측되고 있으므로,

향후 국내 도입에 따른 추가 주파수 소요와 기존 TETRA 시스템의 Release 2 전환 등을 고려한 주파수 분배 및 지정방안에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

ETSI 표준에서는 TEDS가 도입에 따른 주파수 분배나 채널 배치방안에 대한 별다른 사항은 없었으며, TETRA 시스템이 주로 사용되고 있는 공공안전 및 재난구조용 주파수 분배와 관련된 유럽과 미국의 동향은 다음과 같다. 유럽에서는 최근 2008년 6월 ECC 회의에서 디지털 공공안전 및 재난구조(PPDR, Public Protection and Disaster Relief)용 공통 주파수 분배와 관련하여 TETRA 분배 대역 중 25㎑ 이하 협대역 시스템에 380~385㎒와 390~395㎒ 대역을 사용하고, 25㎑ 이상의 광대역 시스템은 나머지 대역인 385~390㎒와 395~400㎒ 대역을 사용하도록 결정하였다(ECC/DEC/(08)05). 미국의 경우 FCC 700㎓ 대역 주파수 이용 계획에서 볼 수 있듯이 공공안전용으로 25㎑ 이하의 협대역 시스템과 25㎑ 이상의 광대역 시스템에 대해 별도의 주파수 대역을 분배하였다.

25㎑ 이하의 협대역 시스템과 25㎑ 이상의 광대역 시스템 사용 대역의 분리 이유는 주파수 관리 차원에서의 편의성을 위한 것으로 유추되고 있으나, 기술적 제한 사항에 대한 검토가 진행되어야 할 것이다. 또한 최근 제기되고 있는 DMO(Direct Mode Operation) 운용과 향후 공항 등에서 도입 가능성이 있는 AGA(Air-Ground-Air) 운용이 제기되는 경우에 관련 주파수 분배, 지정방안 기술기준 등에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 참고로 DMO(Direct Mode Operation)의 경우 일반적으로 분배된 주파수 대역의 하위 주파수에서 사용되며, AGA 운용의 경우에는 통상 분배 대역의 상위 주파수 부분에서 사용된다.

현재 국내에서는 아날로그 방식 자가망 TRS의 디지털 전환이 추진 중에 있으며, 이 중 5개 업체에서는 금년 말까지 전환을 완료하였고, 나머지 업체에서도 2012년 말을 목표로 전환을 진행 중이다. 현재 디지털 전환 중인 자가망 TRS 장비 대부분이 TETRA Release 2를 지원하지 못하는 실정이므로, TRS 시스템의 교체 주기가 통상 10년 정도임을 감안하면 이미 디지털 전환을 시작한 업체에서는 단시일 내에 TETRA Release 2에 대한 수요가 없을 것으로 예상된다. 50㎑ 채널 대역폭 TETRA Release 2가 2009년 상반기에 상용화 될 것으로 예상되고 있으므로, 2009년 이후 디지털 전환을 계획하고 있는 업체에서 TETRA Release 2에 대한 소요가 제기될 수 있으므로, TETRA Release 2의 국내 적용을 위한 무선설비 기술기준 및 채널링 검토 등이 필요할 것으로 사료된다.

제5장 TRS용 주파수 이용대가 검토

제1절 주파수 할당 및 무선국 허가제도의 개요

1. 개요

우리나라의 현행 전파법 체계에서는 주파수 이용대가 부과에 관해 주파수 할당대가 및 전파사용료 등 크게 2가지를 규정하고 있다. 이러한 주파수의 이용대가 부과에 관해 논의하기 위해서는 주파수를 부여하는 방식과 해당 주파수를 사용하는 무선국의 개설을 허가하는 방식에 대한 이해가 선행되어야 한다. 왜냐하면, 현행 전파법은 주파수의 부여 형태 및 무선국 개설 허가 형태별로 주파수의 이용대가 산정방식을 다르게 규정하고 있기 때문이다. 본 장에서는 먼저 주파수 부여제도(할당, 지정, 사용승인 등) 및 무선국 허가제도(허가, 신고 등)에 관해 논의한 후, 국내 TRS 주파수의 이용대가 부과제도 및 부과현황에 대해 알아보기로 한다. 또한, 해외 주요국의 TRS 주파수에 대한 이용대가 부과제도에 대해 살펴본 후, 우리나라의 TRS 주파수의 이용대가 부과제도의 개선방안에 대해 논의하기로 한다.

2. 주파수 부여 제도

가. 주파수 할당

우리나라의 전파법에서는 특정인에게 특정 주파수를 이용할 수 있게 해 주는 방식으로 할당, 지정, 사용승인 등 3가지 제도를 두고 있다. 먼저, 주파수 할당이란 특정한 주파수를 이용할 수 있는 권리를 특정인에게 부여하는 것[1]을 말한다. 즉, 사업자에게 전국 또는 일정 지역내에서 주파수를 이용할 수 있는 권리를 부여하여 사업을 할 수 있도록 하는 것인데, 현행 전파법에서는 전기통신사업법에 따른 기간통신사업이나 방송법에 따른 종합유선방송사업 또는 전송망사업을 하려는 자에게 해당 사업을 위하여 직접 사용할 수 있는 주파수를 할당 대상에 포함시키고 있다.[2] 공중망 TRS용 주파수의 경우에도 전기통신사업법에 따른 기간통신사업 용도로 사용되므로 주파수 할당대상에 포함된다.

1) 전파법 제2조 제3호 참조

2) 주파수 할당 대상에 대해서는 전파법 제10조 제1항 참조

주파수를 할당하는 방식은 크게 대가할당과 심사할당의 2가지로 나눌 수 있다. 대가할당은 경제적 가치가 높거나 경쟁적 수요가 있는 등 전파법상의 대가할당 요건[3]에 해당하는 경우 적용할 수 있는데, 주파수를 할당함에 있어 주파수 할당대가를 받고 할당하는 방법을 의미한다. 할당하고자 하는 주파수가 대가할당 요건에 해당되지 않을 경우에는 심사할당 방식을 적용하는데, 이 경우에는 주파수 할당대가를 부과하지 않는다. 대가할당과 심사할당 모두 주파수 할당공고 후 주파수를 할당받아 사용하고자 하는 자로부터 주파수 할당신청을 받아 이를 심사하여 할당 대상자(주파수 이용자)를 결정한다는 점에서 동일하며, 전파자원 이용의 효율성, 신청자의 재정적 능력과 기술적 능력 등을 심사하여 결정한다는 점에서도 동일하다.

이러한 주파수 할당제도는 2000년 전파법 전면 개정시에 도입된 제도로서, 종전에는 주파수 사용과 관련된 별도의 할당제도 없이 전기통신사업법에 의거하여 허가받은 사업자에게 주파수를 부여하여 왔으나, 이러한 방법을 따를 경우 주파수 이용에 관한 권리 관계가 불명확해지므로 이를 해소하기 위하여 도입된 개념이다. 또한, 2000년 전파법 개정 당시에 이미 기간통신사업자가 부여받아 사용하고 있던 주파수에 대해서는 심사할당받은 것으로 간주[4]하여 2011년 6월말까지[5] 계속 사용할 수 있도록 하였다.

나. 주파수 지정

주파수 할당과 달리, 주파수 지정은 무선국이 사용할 주파수를 방송통신위원회에서 지정하는 것[6]을 말한다. 즉, 전국 또는 일정 지역 내에서 사업을 위하여 주파수를 사용할 수 있는 권리를 받는 주파수 할당과 달리, 주파수 지정은 하나의 무선국에 대해서만 개별적으로 주파수를 지정받아 사용하는 것을 의미한다. 사업용인 공중망 TRS 주파수가 할당대상에 포함되는데 반해, 자가망 TRS 주파수의 경우 사업용도로 사용되지 않으므로 할당대상이 아니며 개별 무선국 허가시마다 주파수를 방송통신위원회로부터 지정받아야 한다.

다. 주파수 사용승인

3) 대가할당 요건에 대해서는 전파법 제11조 제1항 참조

4) 해당 경과규정에 대해서는 전파법 부칙(2000.1.21) 제3조 참조

5) 전파법 부칙(2005.12.30) 제2조에서는 심사할당 간주 주파수에 대해 법 시행일로부터 5년의 이용기간을 부여하였음

6) 전파법 제2조 제4조 참조

주파수 사용승인은 특수한 용도로 사용되는 주파수의 사용을 방송통신위원회가 승인하는 것을 말한다. 주파수 사용승인은 주파수의 사용을 허가한다는 측면에서 주파수 할당 또는 주파수 지정과 유사하나, 주파수 사용승인을 받은 경우에는 별도의 무선국 개설 허가없이 무선국을 개설하여 해당 주파수를 사용할 수 있다는 점에서 차이가 있다. 주파수 사용승인은 국방용, 외교용, 주한미군용, 국가안전보장용 등 특수한 주파수에 대해 적용할 수 있다[7].

3. 무선국 허가 제도

무선국을 개설하기 위해서는 방송통신위원회로부터 무선국 개설 허가를 받는 것이 원칙이나, 신고만으로 개설이 가능한 경우도 있으며 신고없이 개설이 가능한 경우도 있다. 아래의 내용에서는 이러한 무선국 허가 제도에 대해 자세히 알아보기로 한다.

가. 무선국 개설 허가

무선국을 개설하고자 하는 자는 원칙적으로 방송통신위원회의 허가를 받아야 한다. 다음의 내용과 같이 전파법 또는 전파법시행령에 다른 규정이 있는 경우를 제외한, 일반적인 모든 무선국이 이에 해당한다. 자가망 TRS를 위한 무선국도 이에 해당한다.

나. 무선국 개설 허가의제

전기통신역무를 제공받기 위한 무선국으로서 전기통신역무를 제공하는 자와 이용계약을 체결한 때에는 당해 무선국에 대해서는 방송통신위원회의 허가를 받은 것으로 본다[8]. 이러한 허가의제 규정은 방송통신위원회가 할당한 주파수를 이용하는 휴대용 무선국에 대해서만 적용된다.[9] 이동전화 등 이동통신용 단말기는 무선국임에도 불구하고 이러한 허가의제 규정의 적용을 받으므로 방송통신위원회의 무선국 개설허가를 받을 필요가 없으며, 사업용 TRS의 단말기도 이러한 규정의 적용을 받는다.

---

7) 주파수 사용승인의 근거는 전파법 제19조 제5항에서 찾을 수 있으며, 그 대상은 전파법시행령 제25조에서 규정하고 있다.

8) 허가의제의 법적 근거는 전파법 제2항에서 규정하고 있다.

9) 전파법시행령 제22조 참조

다. 무선국 개설 신고

발사하는 전파가 미약한 무선국, 전파천문업무용 수신전용 무선기기, 주파수할당을 받은 자가 전기통신역무를 제공하기 위하여 개설하는 무선국 등 전파법시행령상의 일정 요건[10]에 해당하는 무선국의 경우, 방송통신위원회에 신고한 후 개설할 수 있다. 사업용 TRS의 기지국의 경우 주파수할당을 받은 사업자가 개설하는 무선국이므로 이의 적용을 받게 되나, 지역 TRS 사업자인 경우 한·일간 전파간섭 등 인접국가와의 전파간섭 우려가 존재하므로 이의 적용을 받지 않는다.

라. 신고없이 개설할 수 있는 무선국

발사하는 전파가 미약한 무선국 등 전파법시행령[11]이 정하는 무선국은 신고없이 개설이 가능하다[12]. 생활무선국용 무선기기, 무선랜 및 RFID/USN용 무선기기, 코드없는 전화기 등이 이에 해당하며, 이중 일부에 대해서는 방송통신위원회가 용도, 주파수, 공중선전력, 전계강도 등을 고시한다.

마. 주파수 사용승인

주파수 사용승인을 얻은 자는 별도의 무선국 개설허가 없이 무선국을 개설할 수 있다. 앞서 논의한 바와 같이, 국방용, 외교용, 주한미군용, 국가안전보장용 등의 무선국이 이에 해당한다.

10) 전파법시행령 제21조 제1항 및 제2항 참조

11) 전파법시행령 제24조 참조

12) 전파법 제19조 제4항 참조

제2절 국내 TRS 주파수의 이용대가 현황

1. 주파수 할당대가

가. 주파수 할당대가의 개요

우리나라의 전파법상 주파수 할당방법에는 대가할당과 심사할당의 두 가지 방식이 있으며, 대가할당 방법을 사용할 경우에만 주파수 할당대가를 부과할 수 있음은 앞서 기술한 바 있다. 주파수 할당제도 도입(2000년) 이후 실제로 주파수를 할당함에 있어서 정보통신부(현재는 방송통신위원회에서 주파수 할당을 담당)는 주로 대가할당 방식(IMT-2000, 위성DMB, 지상파 LBS, WiBro 등)을 사용하였으며, 충청지역 TRS용 주파수 할당시에는 심사할당 방식을 사용한 바 있다.

전파법에 주파수 할당제도가 도입된 2000년 이전에 부여한 사업용 주파수에 대해서는 전파법상의 주파수 할당대가가 아닌 전기통신기본법상의 출연금을 부과하였으며, 2000년 전파법 개정으로 주파수 할당대가를 부과하면서 전기통신기본법에서는 주파수 할당대가를 납부하는 경우에는 출연금을 납부하지 않도록 하였다.[13] 전기통신기본법상 출연금의 부과 목적이 전기통신기술의 진흥을 위한 것이므로, 주파수 할당대가도 출연금과 같이 기간통신사업자가 전기통신사업을 영위하는 대가로 전기통신기술의 진흥을 위하여 납부하는 금액이라고 볼 수 있을 것이다.

주파수 할당대가의 법적 성격에 대해서는 여러 관점이 있으나, 전술한 주파수 할당대가 제도의 배경을 고려할 때 주파수 할당대가는 사업진입비용의 성격이 강하다고 판단된다. 방송통신위원회에서도 주파수 할당대가에 대해 주파수 사용대가가 아닌 주파수 할당(특허권 설정)에 따른 시장진입비용이라고 밝히고 있으며,[14] 시장에 진입할 때 부과하는 비용이므로 일단 주파수를 할당받은 이후 사업자의 귀책사유로 주파수를 사용할 수 없게 된 경우[15]에는 잔여기간 동안의 주파수 할당대가는 반환하지 않도록 하였다. 단, 사업자의 귀책사유가 없는 공익적 사유로 인해 주파수를 사용할 수 없게 된 경우[16]에는 잔여기간 동안의 주파수 할당대가는 반환한다. 기간통신사업자 허가 심사시에 적용하는 "기간통신사업자 허가신청요령 및 심사기준"에서도 전기통신의 발전을 위한 출연금에 대해서 규정[17]하면서, 주파수를 할당받아

13) 전기통신기본법 제12조 제1항 참조

14) 2008.6.12. 방송통신위원회 보도자료 참조

15) 전파법상 할당취소(전파법 제15조의2 참조)에 해당함

16) 전파법상 주파수회수(전파법 제6조의2 참조)에 해당하여 잔여기간 동안의 주파수 할당대가를 반환(전파법 제7조 제5항 참조)함

제공하는 역무를 제공하는 사업자에게는 전파법상의 주파수 할당대가를, 그 외의 역무를 제공하는 사업자에게는 전기통신기본법상의 연도별 출연금을 납부하도록 규정함으로써 주파수 할당대가와 출연금의 성격을 비슷하게 규정하고 있다.

나. 주파수 할당대가의 산정 방식

전파법상 주파수 할당대가는 해당 주파수를 할당받아 경영하는 사업에서 예상되는 매출액, 할당대상 주파수 및 대역폭 등 주파수의 경제적 가치를 고려하여 산정[18]하도록 하고 있다. 구체적인 산정방식은 전파법 시행령 [별표3]에서 정하고 있는데, 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금과 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금의 합으로 정하고 있다.

예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금을 정하기 위해서는 먼저 시장획정이 이루어져야 하는데, 이는 역무의 유사성 등을 고려하여 방송통신위원회가 정하는 사업자 집단을 말한다. 예상매출액 기준 주파수 할당대가는 이렇게 정해진 시장에서 주파수 이용기간 동안의 예상 매출액, 방송통신위원회 고시사항인 x값과 전파특성계수[19], 주파수 할당률[20]의 곱으로 구하게 된다.

실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 개별 사업자의 연간 실제매출액과 방송통신위원회 고시사항인 y값을 곱하여 구하게 된다. 연간 실제매출액을 구함에 있어서는 영업활동으로 발생한 수익에서 다른 전기통신사업자의 통신망을 이용하고 지불하는 대가를 차감하도록 함으로써 다른 사업자와의 중복 계상을 방지한다. x값과 y값의 합은 3%로 고정되어 있으므로, 주파수를 할당받은 이용자는 해당사업으로부터의 매출액의 약 3%를 주파수 할당대가로 납부하게 된다.

다. TRS 주파수 할당 및 할당대가 현황

2000년 주파수 할당제도 도입 이전에 부여된 기간통신사업용 주파수는 전파법상의 경과규정에 의해 심사할당한 것으로 간주하므로, 공중망 TRS용 주파수도 이에 해당하여 심사할당한 것으로 간주된다. 또한, 2006년 6월말부터 5년의 이용기간이

---

17) 기간통신사업자 허가신청요령 및 심사기준 제10조 참조

18) 전파법 제11조 제3항 참조

19) 사업의 유사성 및 전파의 특성 등을 고려하여 방송통신위원회가 정하여 고시하는 값을 말하며, 최대값은 1임

20) 주파수할당률은 (개별사업자가 할당받은 주파수 대역폭 ÷ 주파수 할당 공고시 할당한 전체 주파수 대역폭)으로 구함

부여된 것으로 간주하므로 2011년 6월말 이용기간이 만료된다. 2007년 5월 티온텔레콤에 할당한 충청지역 TRS 주파수의 경우에도 기존 TRS 주파수와 마찬가지로 심사할당 방식을 적용하였으며, 이용기간도 기존 TRS 주파수와 마찬가지로 2011년 6월말 만료된다. 따라서, 공중망 TRS용 주파수는 2011년 6월말 이후 재할당할 대상이며, 이에 대한 정책방향의 결정이 필요하다.

기존 공중망 TRS 사업자의 경우, 주파수 할당제도 도입 이전에 이미 기간통신사업자 허가를 받아 역무를 제공하고 있었으므로 주파수 할당대가 부과대상이 아니며, 대신 전기통신기본법에 의한 출연금 납부대상이다. 충청지역 TRS 사업자인 티온텔레콤의 경우, 할당제도 도입 이후 주파수를 할당받았으나 심사할당 방식을 적용하였으므로 주파수 할당대가를 납부하지 않는다. 자가망 TRS 주파수의 경우, 통신사업용도로 사용되지 않으므로 현행 전파법상 주파수 할당의 대상이 아니며, 따라서 할당대가 부과의 대상도 아니다. 아래 표에서 TRS의 주파수 할당 제도 적용 현황을 정리하였다.

<표 5-1> TRS 주파수의 할당대가 적용 현황

TRS 주파수 이용자		할당방법 (할당시기)	할당대가	근거
공중망 TRS	TRS 사업자 ('00년이전 주파수부여)	심사할당 (간주)	-	'00년 이전 사업허가로 출연금 부과대상
	티온텔레콤(충청지역)	심사할당 (2007년)	-	심사할당이므로 할당대가 부과대상 아님
자가망 TRS		할당대상 아님	-	주파수 할당 대상이 아님

2. 전파사용료

가. 전파사용료의 부과 대상

전파사용료는 무선국이 사용하는 전파에 대한 사용료로서, 전파관리 경비 충당 및 전파 관련 분야의 진흥에 사용하기 위해 무선국 시설자에게 부과하는 금액이다. 원칙적으로 모든 무선국은 전파사용료 부과대상이나, 수신전용 무선국, 국가나 지자체가 개설한 무선국, 방송발전기금을 납부하는 지상파방송사업자의 방송국, 이동통신 단말기 등 무선국 개설 허가를 의제받는 무선국 등에 대해서는 전파사용료 부과를 면제하며, 대가할당 주파수를 이용하여 전기통신역무를 제공하는 무선국과 방송발전기금을 내는 위성방송사업자(위성DMB의 Gap Filler가 이에 해당) 및 종합유선

방송사업자의 방송국에 대해서는 30%를 감면한다.[21] 공중망 TRS의 육상이동국(단말기)의 경우, 무선국 개설 허가를 의제받으므로 전파사용료를 납부하지 않는다.

나. 전파사용료의 산정 방식

전파사용료의 산정방식으로는 주파수의 할당여부, 시설자의 종류, 무선국의 형태별로 크게 4가지의 산정식이 적용되고 있다. 먼저, 할당한 주파수를 이용하여 가입자에게 전기통신역무를 제공하는 기간통신사업자의 무선국(이동전화의 기지국 등이 이에 해당)에 대해서는 가입자수에 서비스별 단가를 곱하여 전파사용료를 계산하며, 공용화된 무선국 및 로밍기술이 적용된 무선국의 비율, 할당받은 FA당 평균 가입자수, 전파의 특성(셀룰러 및 PCS에 대해서만 적용)에 따른 전파특성계수를 추가로 고려하여 전파사용료를 산정한다.[22] 공중망 TRS의 기지국의 경우에도 이에 해당하며, 가입자당 분기별로 150원의 전파사용료를 납부하고 있다. 다만, 이용효율감면계수 및 전파특성계수의 경우 TRS에는 적용되지 않는다.

기간통신사업자가 개설한 무선국 중 할당된 주파수를 사용하는 역무 제공용 무선국이 아닌 일반 무선국(가입자에게 직접 서비스를 제공하지 않는 M/W 중계용 무선국 등이 이에 해당)과 위성방송사업자가 개설한 위성방송보조국(위성DMB용 Gap Filler가 이에 해당)에 대해서는 사용 주파수 대역 및 지정된 전파의 대역폭의 합을 기준으로 전파사용료를 산정한다. 또한, 무선국의 용도별로 정해진 서비스계수 및 공용화 감면계수를 추가로 고려하여 전파사용료를 산정한다.[23]

앞에서 설명한 무선국에 해당하지 않는 일반 무선국에 대해서는 공중선전력 및 지정된 전파의 대역폭을 기준으로 전파사용료를 산정한다. 또한, 주파수 대역별 선호(수요)에 따른 선호계수, 단독이용 또는 공동이용에 따른 이용형태계수, 무선국 업무에 따른 목적계수, 공용화율에 따른 공용화 감면계수를 추가로 적용하여 전파사용료를 산정한다.[24] 자가망 TRS의 기지국 및 이동중계국의 경우 이러한 일반 무선국에 해당하므로 전술한 산정방식에 따라 전파사용료를 납부하고 있다.

또한, 이동하며 사용하는 무선국 및 기간통신사업자가 임대를 목적으로 개설하는 지구국에 대해서는 별도의 산정식을 적용하지 않고 정액의 전파사용료를 부과하고 있다. 선박 및 자동차 등 이동체에 개설하는 지구국과 기간통신사업자가 임대를 목

21) 전파사용료의 면제 및 감면에 대한 상세한 규정은 전파법 제67조 제1항 및 전파법시행령 제89조 참조

22) 상세한 계산방식은 전파법시행령 [별표8] 참조

23) 상세한 계산방식은 전파법시행령 [별표9] 참조

24) 상세한 계산방식은 전파법시행령 [별표10] 참조

적으로 개설하는 지구국에 대해서는 분기당 20,000원을, 그 외의 이동하며 사용하는 무선국에 대해서는 분기당 3,000원을 부과한다. 해당 규정은 전파법시행령 [별표11]에서 찾을 수 있는데, [별표11]의 제3호 단서규정에 의해 자가통신을 위하여 기지국 또는 이동중계국을 설치한 자가 개설하는 육상이동국의 경우 전파사용료를 부과하지 않는다. 이는 자가망 TRS의 육상이동국에도 적용되므로, 현재 자가망 TRS를 설치한 시설자의 경우 육상이동국(단말기)에 대해서는 전파사용료를 납부하지 않고 있다. 아래 표에 전파사용료의 산정방식을 정리하였다.

<표 5-2> 우리나라의 전파사용료 산정식(전파법시행령 제90조 및 [별표8~11] 참조)

<table>
<tr><th colspan="2">무선국의 형태</th><th>전파사용료 산정식</th></tr>
<tr><td colspan="2">전기통신역무 제공용
기간통신사업자의 무선국
[별표8]</td><td>사업자별 전파사용료 = (가입자수×단가)×감면계수×전파특성계수
단, 감면계수 = 1-(공용화감면계수+로밍감면계수+이용효율감면계수)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">이동
하지
않음</td><td>기간통신사업자 개설 무선국 및 위성DMB 갭필러
[별표9]</td><td>무선국별 전파사용료 = 250,000원×전파사용량계수×서비스계수×(1-공용화감면계수)</td></tr>
<tr><td>일반 무선국
[별표10]</td><td>주파수별 전파사용료 = 2,000원×(√공중선전력+전파의폭)×선호계수×이용형태계수×목적계수×(1-공용화감면계수)</td></tr>
<tr><td colspan="2">이동하며 사용하는 무선국
또는 임대목적지구국
[별표11]</td><td>20,000원(이동체에 개설하는 지구국 및 기간통신사업자의 임대목적 지구국) 또는 3,000원(기타)</td></tr>
</table>

다. TRS에 대한 전파사용료 적용

앞에서도 살펴보았듯이, TRS용 무선국의 경우 공중망 또는 자가망 여부, 기지국 및 이동중계국 또는 단말기(육상이동국) 여부에 따라 전파사용료 산정방식이 다르게 적용되고 있다. 먼저, 공중망 TRS의 경우 기지국에 대해서는 가입자수를 기반(전파법시행령 [별표8] 적용)으로 공중망 TRS 사업자가 납부하며, 단말기에 대해서는 허가의제를 적용받아 전파사용료를 면제받는다. 또한, 자가망 TRS의 경우, 기지국에 대해서는 공중선전력 및 대역폭을 기반(전파법시행령 [별표10] 적용)으로 전파사용료를 납부하며, 단말기에 대해서는 전파사용료를 납부하지 않는다.(전파법시행령 [별표11] 적용) 다음 표에 TRS의 전파사용료 적용 방식을 정리하였다.

<표 5-3> TRS 주파수의 전파사용료 적용 방법

TRS 및 무선국의 종류		적용산식	산정 방법
공중망 TRS	기지국(이동중계국 포함)	[별표8]	가입자수×150원×감면계수(공용화,로밍)
	단말기(육상이동국)	-	면제 (허가의제 무선국은 전액 면제함)
자가망 TRS	기지국(이동중계국 포함)	[별표10]	250,000원×(√공중선전력+전파의폭)×1.5[25) ×이용형태계수[26)×1[27)×(1-공용화감면계수)
	단말기(육상이동국)	[별표11]	면제 ([별표11] 단서규정 적용)

25) 자가망 TRS는 380㎒ 대역 또는 800㎒ 대역을 이용하므로, UHF(300㎒~960㎒) 주파수대역의 선호계수(1.5)를 적용받음

26) 전국적으로 시설자가 해당 주파수를 단독이용할 경우 1, 그 외의 경우 0.1을 적용함

27) 무선항행업무(목적계수 0.5) 및 무선측위업무(목적계수 0.1)에 해당하지 않으므로 1의 목적계수를 적용함

제3절 국가별 TRS 주파수의 이용대가 현황

1. 우리나라

주파수 할당대가 및 전파사용료 등 우리나라 TRS 주파수의 이용대가 부과에 대해서는 앞서 논의한 바 있다. 아래 표에서는 TRS 주파수의 이용대가 부과 제도에 관해 요약하여 정리하였다.

<표 5-4> TRS 주파수 이용대가 관련 우리나라 제도 요약

구분	자가망 TRS		공중망 TRS	
	기지국/중계국	단말기	기지국/중계국	단말기
할당대가	해당 사항 없음	-	매출액 기반 부과 (대가할당시)	-
전파사용료	공중선전력 및 대역폭 기반 부과	면제	150원/분기	면제

먼저, 자가망 TRS에 대해서는 사업용 주파수가 아니므로 할당 대상이 아니며, 따라서 기지국 또는 중계국에 대해서는 주파수 할당대가를 부과할 법적인 근거가 없다. 전파사용료에 관해서는, 기지국 및 중계국에 대해서는 전파법시행령 [별표10]의 산정식에 따라 지정된 주파수별로 공중선 전력 및 사용 주파수 대역폭을 기반으로 부과하며, 단말기에 대해서는 전파법시행령 [별표11] 제3호의 단서조항에 의해 면제한다.

공중망 TRS의 주파수 할당대가에 대해서는, 할당대상 주파수에는 해당하나 현재까지는 모두 심사할당 방식을 선택하였으므로 할당대가를 부과한 적이 없으며, 만약 대가할당 방식으로 할당을 한다면 매출액의 약 3%를 주파수 할당대가로 부과할 수 있다. 전파사용료에 관해서는, 기지국 및 중계국에 대해서는 가입자수를 기준으로 분기당 150원을 납부하며, 단말기는 허가의제무선국으로서 전파사용료의 면제대상에 해당한다.

2. 미국

가. SMR 서비스의 개념[28)]

미국에서는 TRS(Trunked Radio System) 대신 SMR(Specialized Mobile Service)이라는 용어가 사용되고 있다. SMR 서비스는 우리나라의 공중망 TRS에 해당하는데, 전통적인 SMR 시스템은 하나 또는 그 이상의 기지국과 안테나, 그리고 단말기로 구성된다. SMR의 사용자는 접속(Interconnected) 모드 또는 전보(Dispatch) 모드의 두가지로 운용할 수 있는데, 접속 모드에서는 단말기를 기지국을 통하여 일반 공중전화망(PSTN; Public Switched Telephone Network)에 접속하여 사용하는 것이며, 전보 모드에서는 다수의 사용자끼리 양방향 통신을 하는 것이다. 이는 우리나라의 공중망 TRS를 일반 이동전화처럼 사용하거나 사용자 그룹내에서 무전기처럼 사용할 수 있는 것과 유사하다. 미국에서는 800㎒ 및 900㎒ 주파수 대역에서 SMR 서비스를 사용하고 있다.

나. SMR 주파수 경매

미국에서는 1994년 PCS 면허 부여시 주파수 경매제도를 실시한 이후로, 주요 사업용 주파수에 대해서는 경매 방식을 통해 사업자에게 면허를 부여하고 있다. 법적으로 완전히 일치하는 개념은 아니지만, 미국의 주파수 경매에서의 낙찰가가 우리나라의 주파수 할당대가와 가장 유사한 개념이라고 볼 수 있다. SMR 서비스에 대해서도 경매 방식을 사용하여 면허를 부여하고 있는데, 현재까지 5차례의 SMR 주파수의 경매가 실시되었다. 다음의 표에 미국의 SMR 주파수 경매 사례를 정리하였다.

<표 5-5> 미국 SMR(Specialized Mobile Radio) 주파수 경매 사례

연도	주파수 대역	부여 면허수	낙찰총액 ($1000)	비고
1996	900㎒	1,020	204,267	
1997	800㎒	524	96,232	
2000	800㎒	1,030	319,452	General Category Service
2000	800㎒	2,800	28,978	Lower 80 Channels Service
2004	900㎒	55	4,861	
계			653,790	

28) SMR에 대한 소개는 FCC 홈페이지상의 각 무선통신서비스에 대한 설명 참조

다. SMR 주파수의 Regulatory Fee

미국의 경우 우리나라의 전파사용료에 해당하는 이용대가의 개념은 존재하지 않으나, 가장 유사한 개념으로서는 미국 FCC의 규제 활동에 소요되는 비용을 규제대상으로부터 징수하는 규제수수료(Regulatory Fee) 부과제도가 존재한다. SMR 서비스도 다른 이동통신과 마찬가지로 FCC의 규제 대상이며, 2008년 기준으로 규제수수료로는 매년 전화번호/Unit당 0.17불을 납부한다. 이는 2007년의 연간 0.18불에서 약간 조정된 금액이다.

라. PLMRS 주파수의 Regulatory Fee

우리나라의 자가통신 무선망에 해당하는 개념으로 미국에서는 PLMRS(Private Land Mobile Radio Services)라는 용어를 사용한다. PLMRS는 물류, 공공안전, 비상용 등 넓은 지역에서의 통신 수요를 충족시키기 위해 기업, 지방 정부 등이 사용한다.[29] PLMRS는 반드시 자가망 TRS를 의미하는 것은 아니며, 자가통신을 위해 개설한 육상이동통신을 의미한다. PLMRS용 주파수에 대해서는 경매기록을 찾을 수가 없는데, 이는 470~512㎒의 PLMRS 및 470㎒ 이하(220㎒ 대역 제외)의 PLMRS는 주파수 경매대상이 아니기 때문이다. 하지만 PLMRS도 FCC로부터 면허를 부여받으므로 규제수수료는 부담하는데, Exclusive(단독사용) 또는 Shared Use(공동사용) 여부에 따라 규제 수수료가 달라진다. 면허(License) 신청시 면허기간(통상 10년) 동안의 규제수수료를 함께 납부하는데, 2008년 기준으로 PLMRS(Exclusive Use)의 경우 License당 연간 40불(2007년에는 연간 35불)을, PLMRS(Shared Use)의 경우 License당 연간 20불(2007년에는 연간 15불)의 규제수수료를 납부한다.

3. 영국

가. PBR 및 PAMR의 개념

영국에서는 우리나라의 TRS에 대응하는 개념으로 PBR(Private Business Radio) 또는 PAMR(Public Access Mobile Radio)이 있다. PBR은 PMR(Private Mobile Radio)이라고도 불리는데, 사설무선통신을 의미한다. 또한, 사설망인 PMR에서 공중망으로 발전한 개념이 PAMR이며, 이는 우리나라의 공중망 TRS와 유사한 개념이다.

29) PLMRS에 대한 소개는 FCC 홈페이지상의 각 무선통신서비스에 대한 설명 참조

나. 영국의 주파수 경매제도

영국에서는 별도의 무선전신법(Wireless Telegraphy Act)이 존재하며, 이 법에 의해 주파수 사용 면허가 부여된다. 면허를 부여하는 대가로 징수하는 것이 Licence Fee[30]인데, 영국에서도 미국과 마찬가지로 주요 주파수에 대해서 경매를 실시하여 면허를 부여하고 있으며 낙찰금액이 Licence Fee가 된다. 즉, 경매대상 주파수인 경우 그 낙찰금액이 우리나라의 주파수 할당대가와 유사한 개념이다. 이러한 주파수 경매제도는 2000년 처음 시작되어 3G 이동통신용 주파수 경매에 적용된 바 있다. 경매대상 주파수가 아닌 경우에는 경제적으로 가치가 있는 주파수 대역의 사용자(면허를 부여받은 자)에게 매년 행정유인가격(AIP; Administered Incentive Pricing) 방식의 Licence Fee를 부과하는데, 이는 주파수 부여에 대한 가격을 시장원리가 아닌 행정적으로 정하여 면허권자에게 부과시키는 것이다. PBR 또는 PAMR에 대해서는 2008년 현재까지 주파수 경매가 이루어진 바가 없다.

다. PBR 또는 PAMR에 대한 AIP

주파수의 이용가치가 높으나 경매대상 주파수가 아닌 경우 행정적으로 가격을 부과하는 AIP 방식에 의해 면허료(Licence Fee)를 부과함은 앞에서 설명한 바 있다. 2008년 기준, Business Radio의 전국 면허에 대해서는 2×12.5㎑당 ￡9,900(VHF High Band, UHF Band Ⅰ, Ⅱ를 사용하는 경우) 또는 ￡8,250(그 외 주파수 대역을 사용하는 경우)을 부과한다. 지역 면허에 대해서는 지역 및 사용 주파수 대역별로 면허료를 다르게 부과하는데, England 지역과 Wales 및 Northern Ireland 지역의 면허료간 6.5배의 차이를 두는 등 지역별로 주파수의 가격 차이를 크게 차별화한 것이 특징이다. 다음 표에서 Business Radio의 면허료를 정리하였다.

PAMR에 대해서도 AIP 방식으로 면허료를 부과하는데, 연간 2×12.5㎑당 174-208 ㎒ 범위의 전국 면허권자에 대해서는 ￡5,544을 부과한다. 지역 면허권자에 대해서는 ￡1,109을 부과하되, 2개 이상의 지역에서 같은 채널이 같은 면허권자에게 부여된 경우에는 ￡3,000을 최대 액수로 한다. 또한, 1×12.5㎑ 채널에 대해서는 앞에서 제시한 금액의 50%만을 부과한다.

30) 다른 법에 의한 Licence Fee와 구별하기 위해 "Wireless Telegraphy Act Licence Fee" 또는 줄여서 "WTA Licence Fee"라고 부름

<표 5-6> 영국 Business Radio의 2×12.5㎑당 면허료(Licence Fee) (단위 : 파운드)

면허 구분	지역	사용주파수대역	면허료
전국면허		VHF High, UHF Ⅰ 또는 Ⅱ	9,900
		그 외	8,250
지역면허	England	VHF High, UHF Ⅰ 또는 Ⅱ	6,435
		그 외	5,363
	Wales	VHF High, UHF Ⅰ 또는 Ⅱ	990
		그 외	825
	Scotland	VHF High, UHF Ⅰ 또는 Ⅱ	1,485
		그 외	1,237
	Northern Ireland	VHF High, UHF Ⅰ 또는 Ⅱ	990
		그 외	825

4. 일본

가. MCA의 개념

MCA는 Multi Channel Access의 약어로서, 다수의 사용자가 복수의 무선 채널을 일정한 제어하에 공유, 각 무선국이 비어있는 채널을 선택하여 통신하게 하는 방식이다. 이는 우리나라의 TRS와 유사한 방식으로, 주파수 대역은 800㎒ 및 1.5GHz 대역을 사용한다. MCA용 주파수는 휴대전화, PHS 등의 주파수와 함께 '광역전용전파'로 분류되며, 이는 아래에서 설명할 전파이용료 제도의 적용시 다른 일반 무선국과는 별도의 규정을 적용받게 된다. 광역전용전파는 '광범위한 지역에서 동일한 자에 의해 상당수 개설된 무선국으로만 사용하는 것을 목적으로 일정 구역을 단위로 총무대신이 지정하는 주파수(3000㎒ 이하의 것에 한함)'를 말한다.[31]

나. 전파이용료 제도

일본은 지금까지 살펴본 다른 나라들과 달리, 통신사업용으로 무선국에 대해 면허를 부여할 경우에도 할당대가에 해당하는 금액을 별도로 징수하지 않는다. 즉, 우리나라의 주파수 할당대가나 미국 또는 영국의 주파수 경매가격에 해당하는 납부금은 징수하지 않는다. 대신, 무선국에 대해 전파이용료를 징수하여 국가의 전파관리 및 연구개발 비용에 충당하는데, 이는 우리나라의 전파사용료와 유사한 개념이라고 할 수 있다.

이러한 전파이용료 제도는 우리나라와 비슷한 시기인 1993년에 실시되었는데, 제

31) 일본 전파법 제103조의2 제2항 참조

도 시행 초기에는 전파감시 및 관리에 필요한 행정비용의 충당을 목적으로 무선국의 면허인에게 부과하는 수수료의 성격을 가지고 있었다. 하지만 최근 전파이용의 확대에 따른 주파수의 효율적 이용을 유도하기 위해 전파의 경제적 가치를 고려하게 되었고, 관련 R&D에 필요한 재원을 충당하기 위하여 전파이용료 제도를 개선하였으며, 이는 2005년 전파법 개정에 반영되었다.

구체적으로는, 먼저 전체 전파이용료 필요액수를 종전의 전파감시 및 무선국 DB 운용에 필요한 부분(전파행정에 필요한 부분)과 전파자원 확대를 위한 연구개발 등에 필요한 부분(경제적 가치를 감안한 부분)으로 나누었다. 그 중, 전파관리 행정에 필요한 비용은 종전의 부과방식대로 무선국수에 비례하여 배분하거나 사용 데이터의 양에 비례하여 배분하는 방식을 취하고 있다. 반면, 전파의 경제적 가치를 고려하여 산정된 전파이용료 부분은 전파의 효율적인 사용을 유도하기 위해 사용 주파수 대역, 사용 대역폭, 출력 등을 고려하여 산정하고 있다.

<표 5-7> 전파이용료 산정시 적용되는 지역별 계수[32)]

지역	계수
1. 홋카이도	0.0300
2. 아오모리현, 이와테현, 미야기현, 아키타현, 야마가타현, 후쿠시마현	0.0514
3. 이바라키현, 토치기현, 군마현, 사이타마현,치바현, 도쿄도, 카나가와현, 야마나시현	0.4504
4. 니가타현, 나가노현	0.0247
5. 토야마현, 이시카와현, 후쿠이현	0.0166
6. 기후현, 시즈오카현, 아이치현, 미에현	0.1194
7. 시가현, 쿄토부, 오사카부, 효고현, 나라현, 와카야마현	0.1658
8. 토리취현, 시마네현, 오카야마현, 히로시마현, 야마구치현	0.0409
9. 토쿠시마현, 카가와현, 에히메현, 코치현	0.0220
10. 후쿠오카현, 사가현, 나가사키현, 쿠마모토현, 오이타현, 미야자키현, 카고시마현	0.0715
11. 오키나와현	0.0074
12. 1의 항으로부터 4의 항까지 걸치는 구역	0.5563
13. 5의 항으로부터 11의 항까지 걸치는 구역	0.4437
14. 1의 항으로부터 11의 항까지 걸치는 구역	1.0000
15. 자연,경제적 제조건을 고려, 3항 구역을 총무성령으로 정하는 2의 구역에 분할	0.2252
16. 자연,경제적 제조건을 고려, 7항 구역을 총무성령으로 정하는 2의 구역에 분할	0.0829

다. MCA의 전파이용료[33)]

MCA가 사용하는 전파는 위에서도 언급한 바와 같이 ‘광역전용전파’로 분류되어 일반 무선국과 달리 별도의 산정 기준을 적용받게 된다. 먼저, 해당 전파의 주파수의 폭을 ㎒로 표시한 수치에 지역별 계수를 곱하고, 다시 80,786,600엔을 곱한 금액

32) 일본 전파법 별표 제7 참조

33) 이는 2008년 5월 30일 개정된 일본전파법의 내용에 기초하였음

을 국가에 납부한다. <표 5-7>에 주요 지역별 계수를 정리하였다.

또한, 위에서 설명한 대역폭당 납부하는 전파이용료 외에도, 무선국당 납부하는 전파이용료도 존재하는데, 광역전용전파를 사용하는 무선국 중 이동하지 않는 무선국으로서 이동하는 무선국 또는 휴대하여 사용하기 위한 수신설비와 통신을 하기 위해 육상에 개설하는 무선국에 대해서는 3,000엔을 납부해야 한다.[34] 또한, MCA 단말기의 경우 광역전용전파를 사용하는 포괄면허국에 해당하므로, 단말기당 250엔을 납부하게 된다.[35]

5. 시사점

지금까지 미국, 영국, 일본 등 국가별 주파수 이용대가 부과체계를 비교해 보았으며, TRS 주파수 이용시 국가에 지불해야 하는 주파수 이용대가에 대해서도 살펴보았다. 다음 <표 5-8>에 이를 다시 정리하였다.

<표 5-8> 국가별 TRS 주파수 이용대가 부과 체계 비교

<table>
<tr><th colspan="3">구분</th><th>우리나라</th><th>미국</th><th>영국</th><th>일본</th></tr>
<tr><td rowspan="5">공중망</td><td colspan="2">서비스명</td><td>TRS</td><td>SMR</td><td>PAMR</td><td>MCA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">할당대가</td><td>부과제도</td><td>대가할당시만 부과</td><td>경매제</td><td rowspan="4">AIP방식 부과*
(2×12.5㎑ 전국면허당 ￡5,544)</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>부과액</td><td>매출액의 3%</td><td>경매대가 부과</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전파사용료</td><td>부과제도</td><td>전파사용료</td><td>Regulatory Fee</td><td>전파이용료</td></tr>
<tr><td>부과액</td><td>가입자당 150원</td><td>번호당 $0.17</td><td>대역폭(㎒) 당 80,786,600엔 ×지역별계수 + 단말기당 250엔</td></tr>
<tr><td rowspan="3">자가망
**</td><td colspan="2">할당대가</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="3">AIP방식 부과*
(2×12.5㎑ 전국면허당 ￡9,900)</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전파사용료</td><td>부과제도</td><td>전파사용료</td><td>Regulatory Fee</td><td>전파이용료</td></tr>
<tr><td>부과액</td><td>공중선전력, 대역폭, 대역별 선호계수, 이용형태 기반 산정식 적용</td><td>단독사용 PLMRS 면허당 $40</td><td>주파수대역, 대역폭, 지역, 공중선전력 기반 산정</td></tr>
</table>

* 매년 면허료(Licence Fee)로 징수하나, 비경매 주파수대역에 대해 주파수의 이용효율을 높이기 위해 경매대가 대신 징수하므로 할당대가와 전파사용료의 두가지 성격을 모두 가지고 있음
** 자가 TRS의 경우 TRS 방식의 무선국만을 의미하는 것이 아니며, 자가통신 업무용 무선국에 대한 일반적인 이용대가 부과방법을 정리한 것임

34) 일본 전파법 별표 제6, 비고 9호 참조

35) 일본 전파법 별표 제103조의2 제5항 및 제6항 참조

각국의 이용대가 부과체계가 주는 시사점은 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 공중망 TRS 서비스의 경우 이동전화와 비슷한 이용대가를 납부하고 있다. 미국의 경우 PCS용 주파수와 마찬가지로 SMR용 주파수도 경매대상에 포함되며, 전화번호당 납부하는 Regulatory Fee도 이동전화와 마찬가지로 0.17불을 부담하고 있다. 일본의 경우에도 MCA용 주파수는 휴대전화와 같이 광역전용전파로 구분되며 비슷한 전파이용료 부과체계를 따르고 있다. 둘째, 이용대가 부과시 지역적 요소를 감안하여 인구 밀집지역에서는 전파의 가치를 높게 책정하고 있다. 영국의 경우 Business Radio에 대한 Licence Fee 부과시 지역적인 요소를 크게 반영하고 있으며, 일본의 경우에도 지역별로 전파이용료 액수를 크게 차등하여 부과하고 있다. 셋째, 주파수 이용대가 부과제도는 합리적인 가격 책정이라는 목적 외에도 주파수의 효율적인 사용이라는 목적 달성을 위해 시행되고 있다. 비효율적인 사용자를 선별하고 주파수 사용자로 하여금 주파수가 가진 본질적인 가치를 충분히 이끌어낼 수 있도록 하기 위해 각종 방법론을 도입하여 주파수의 가격을 책정하고 있다. 영국의 AIP 산정방법론이나 일본의 전파이용료 산정방법이 그 예가 될 것이다.

제4절 TRS 주파수의 이용대가 부과제도 개선방안

1. 공중망 TRS 관련 이용대가 부과

가. 공중망 TRS 주파수의 재할당 여부, 할당방법 및 할당대가 결정

TRS 주파수의 할당대가와 관련하여, 오는 2011년 6월 30일로 예정된 기존 공중망 TRS 주파수의 이용기간 만료에 대비하여 주파수 재할당과 관련한 정책 방향 및 주파수 할당대가를 정하는 과제가 남아있다. 현재 일부 지역 TRS 사업자들은 가입자를 전혀 보유하고 있지 않는 등 실질적으로 사업의 계속적인 전개 여부가 불투명한 경우가 많으므로 이에 대한 확인 및 주파수 재할당 정책 방향 수립이 필요하다. 다음의 표에 공중망 TRS 사업자별 가입자수 변화 추이를 정리하였다.

<표 5-9> 공중망 TRS의 연도별 가입자수 변화

사업자	'02년말	'03년말	'04년말	'05년말	'06년말	'07년말	'08.9월말
KT파워텔(전국)	193,550	259,724	290,019	300,906	303,433	317,113	334,847
티온텔레콤(수도권,대전,충청)	9,387	10,017	10,339	10,366	9,291	9,183	9,566
대성글로벌네트웍(대구,경북)	4,009	3,687	2,651	2,600	12	12	12
파워텔TRS(강원)	3,773	6,307	8,448	8,958	8,389	6,439	6,465
케이비텔레콤(부산,경남)	171	157	0	0	0	0	0
제주TRS(제주)	4	4	0	0	0	0	0
합계	210,894	279,896	311,457	322,830	321,125	332,747	350,890

또한, 현행 전파법상 주파수 할당방법에는 대가할당 및 심사할당 방법이 있으므로, 이에 대한 선택이 필요할 것이다. 셀룰러 및 PCS용 주파수에 대해서는 대가할당 방법을 사용한다고 전파법령에 명시[36]되어 있으나, 다른 주파수에 대해서는 할당방법에 대해 명확히 규정되어 있지 않으므로, 전파법상 대가할당 요건에 해당하는지를 검토하여 할당방법을 결정해야 할 것이다. 대가할당 방법을 사용할 경우에는 전파법시행령에 명시된 바와 같이 "시장"에 대한 정의, 전파특성계수의 고시, x값 및 y값의 고시 등이 필요하다. 또한, 예상 가입자수 및 통화량을 고려한 대역폭 설정, 기술방식에 대한 재검토, 시장의 불확실성 등을 고려한 주파수 이용기간 결정

36) 전파법 부칙(2005.12.30) 제3조 및 전파법시행령 부칙(2008.2.29) 제6조 참조

등도 정책적인 과제로 남아있다.

현재까지의 가입자수 추이로 볼 때 6개의 공중망 TRS 사업자 중 KT파워텔, 티온텔레콤, 파워텔TRS 등 3개 사업자만이 실질적으로 사업을 계속하고 있으므로 주파수 재할당시 심사 대상에 포함될 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 공중망 TRS 사업자들은 수요가 매우 높은 800㎒ 주파수 대역을 사용하고 있으므로, 주파수 할당방법은 대가에 의한 할당방법을 사용하는 것이 대가할당 요건을 규정한 전파법 규정에 부합된다고 볼 수 있다. 이 경우, 주파수 할당대가의 산정방법이 매우 중요한 이슈로 대두될 전망인데, 매출액을 기반으로 한 현행 주파수 할당대가의 산정 방법은 국가 중요 자원을 이용하는 무선 통신산업의 진입비용 책정 방법으로는 부적합한 것으로 보인다. 왜냐하면, 현재의 저조한 가입자 수준에 따른 낮은 매출액 실적은 주파수 할당대가 산정시 적용되는 예상매출액 및 실제매출액을 낮추게 되며, 이는 주파수 할당대가 금액을 낮추는 효과를 발생시킨다. 즉, 저조한 영업 실적을 보이는 사업자일수록 낮은 가격에 전파를 이용할 수 있게 되며, 이는 한정된 주파수 자원의 낭비를 초래할 뿐만 아니라 국가의 중요 자원인 전파자원이 낮은 가격에 이용될 수 있음을 의미한다. 따라서, 주파수 재할당시에는 현행 주파수 할당대가 산정식과 다른, 주파수의 본질적인 내재가치를 반영할 수 있는 별도의 산정식이 필요할 것으로 생각된다.

나. 공중망 TRS 주파수의 전파사용료 제도 재검토

공중망 TRS의 전파사용료에 대한 재검토도 필요할 것으로 생각된다. 가입자수에 기반한 현재의 전파사용료 산정 체제하에서는 주파수를 할당받아 보유하고 있는 사업자에게 주파수의 효율적인 사용 및 적극적인 사업 전개에 대한 유인책이 부족하게 될 우려가 있다. 800㎒ 대역의 우수한 전파특성 및 초과 수요에도 불구하고, 가입자수에 비례하여 전파사용료를 책정함으로써 가입자수가 적은 경우 사업자가 부담하는 전파사용료도 줄어들게 되어, 전파사용료가 주파수의 효율적인 사용을 위한 유인책이 되지 못하는 현상이 발생할 수 있다.

또한, 현재 규정된 가입자당 단가(150원)에 대한 재검토도 이루어져야 할 것이다. 현재의 단가는 2000년 전파법 전면 개정에 따른 전파법시행령 개정시 정해진 금액이므로, TRS 주파수 사용에 따른 경제적 효익, 서비스의 특성 및 요금수준을 고려하여 합리적인 재검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2. 자가망 TRS 관련 이용대가 부과

가. 자가망 TRS 주파수에 대한 할당대가 부과 검토

자가망 TRS의 경우, 주파수 "할당"의 대상이 아니므로 단기적으로는 할당대가 부과는 법적으로 불가능하다. 또한, 할당대가는 시장에 대한 진입비용 성격이 강하므로, 주파수를 이용하여 시장에서 서비스를 제공하지 않는 자가망 TRS 운용자에 대하여 주파수 할당대가를 부과하는 것인 주파수 할당대가의 도입 취지와 거리가 먼 것으로 생각된다. 따라서, 할당대가 부과를 위해서는 주파수 할당제도에 대한 근본적인 수정이 선행되어야 할 것이다.

나. 전체 전파사용료 제도에 대한 재검토

자가망 TRS 주파수에 대한 전파사용료 재검토에 앞서, 전체 전파사용료 제도에 대한 전반적인 재검토가 선행되어야 할 것이다. 우리나라의 전파사용료 제도의 취지는 전파관리비용 및 전파관련 R&D 재원의 확보를 위한 것이나, 현재의 전파사용료 산정방식은 이를 직접적으로 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 전파사용료의 결정 방식을 전파법상의 전파사용료 취지에 맞게 개선하는 것이 필요하다. 즉, 전파관리에 필요한 행정비용의 회수 및 전파진흥을 위한 R&D 재원의 확보라는 목적을 달성할 수 있도록 전파사용료 결정방식을 개편하고, 주기적으로 이를 재검토하여 전파사용의 효익을 얻는 사용자가 합리적인 전파사용료를 납부할 수 있는 수익자 부담 원칙이 확립되도록 하여야 할 것이다.

전파사용료의 결정 방식으로는, 전파 관리비용의 경우 현행과 같이 대역폭 및 공중선전력 기반의 배분 또는 무선국별 균등 배분 방식이 적합할 것으로 생각되며, 전파진흥비용의 경우에는 전파의 가치를 창출하는 R&D에 해당 재원이 사용됨을 감안할 때, 사용하는 전파의 가치를 고려하여 무선국에 배분되어야 할 것이다. 즉, 사용 주파수의 대역별 선호, 지역별 인구밀도, 사용 기술 및 용도 등이 고려되어야 할 것으로 생각된다. 이러한 관점에서 보면, 현행 전파사용료 산정방식도 대역별 선호계수를 도입하는 등 경제적인 가치를 고려하고 있으나, 보다 명확하고 간결하며 전파사용료의 취지를 직접 반영할 수 있는 산정방식으로 개선되어야 할 것으로 보인다.

다. 자가망 TRS 주파수에 대한 전파사용료 검토

자가망 TRS 주파수 사용자의 경우, 법적 취지상 주파수 할당대가는 납부하지 않으나, 발전, 조선, 제철 등 대규모 수익사업에 경제성이 높은 저대역 주파수를 사용하고 있으므로, 이에 상응하는 전파관련 R&D 재원을 납부할 수 있도록 사용 주파수에 대한 경제적인 가치 평가가 필요할 것으로 생각된다. 즉, 현재의 사용대역폭 및 공중선전력 등의 전파사용료 결정요소와 더불어, 경제적인 가치를 반영할 수 있도록 사용주파수 대역의 경제성, 인구밀도 등 지역적인 요소 등을 감안한 산정방식의 개선이 필요하다.

라. 자가망 TRS의 육상이동국에 대한 전파사용료 제도 개선방향

우리나라의 전파사용료 제도 현황에서도 살펴보았듯이, 자가통신용 기지국 또는 이동중계국을 설치한 경우 육상이동국에 대해서는 전파사용료를 납부하지 않는데, 이러한 전파사용료 면제의 근거인 전파법시행령 [별표11]의 단서조항에 대한 재검토가 필요하다. 이러한 단서조항은 2000년 전파법 전면개정시 만들어진 것으로 보이며, 당시 이동통신 가입자의 전파사용료를 면제조치함과 동시에, 비슷한 형태로 주파수를 사용중인 자가망 TRS의 육상이동국에 대해서도 비슷한 조치를 한 것으로 보인다. 이러한 면제조치의 결과로 자가망 TRS 운용자는 육상이동국의 개수에 관계없이 동일한 전파사용료를 납부하고 있는 실정이다.

하지만, 육상이동국의 경우에도 기지국 및 이동중계국과 동일한 전파를 사용하여 경제적인 효익을 누리고 있으며, 육상이동국의 개수가 많아질수록 전파사용이 많아져 전파관리 주체의 관리비용 부담을 증가시킴과 동시에 전파사용으로 인한 경제적 가치는 증가함에도 불구하고 육상이동국의 개수와 상관없이 기지국 및 이동중계국에 대해서만 전파사용료를 납부하고 있다. 이는 결국 수익자 부담의 원칙에 위배됨과 동시에, 업무용 무전기에 대해서 분기당 3,000원씩 부과하고 있는 사례에 비추어 보면 형평성의 원칙에도 어긋나는 결과를 가져온다.

따라서, 수익자 부담 원칙과 형평성의 원칙에 비추어 보면 단기적으로는 전파법 시행령 [별표11]의 해당 단서조항을 삭제하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 현재 380㎒ 대역에서 약 17,000개, 800㎒ 대역에서 약 10,000개(전파사용료가 면제되는 국가 및 지자체의 무선국 제외)의 육상이동국이 운용중이므로, 이들에 대해 전파사용료를 부과할 경우 연간 약 3억 2,400백만원의 전파사용료 증가가 예상된다. 또한, 장기적으로는 앞에서도 언급한 전파관리 주체의 비용 유발요인 분석 등 전체 전파

사용료 제도의 개선 방향에 맞춘 종합적인 전파사용료 제도의 개선이 요구되며, 자가망 TRS 운용자의 부담 능력, 간이무선국 등 기타 무선국과의 부담의 형평성 등이 추가로 고려되어야 할 것이다.

전파법시행령 [별표11]의 단서조항이 불합리한 요소를 내포하고 있으나 해당 조항이 오랜 기간 동안 존속되어 왔음을 감안할 때, 해당 조항을 삭제할 경우 사업자의 급격한 부담을 경감시켜 줄 수 있는 경과조치도 필요할 것으로 보인다. 시설자의 사업 현황과 전파사용료 부담 능력을 고려하여 납부 금액을 결정하고, 일부 간이무선국에 대한 전파사용료 면제 제도[37]와 같이 일정 출력 이하의 무선국에 대해서는 면제 조치를 하는 등의 방법도 필요할 것으로 생각된다. 또한, 비영리단체 등 공익적인 목적으로 전파를 활용하고 있는 시설자에 대해서도 전파사용료를 감면시켜 주는 등 국가의 중요 자원인 주파수 자원이 효율적이고 공평하게 활용될 수 있도록 관련 제도 개선을 추진해야 할 것이다.

37) 148㎒ 대역에서 8.5㎑ 대역폭을 사용하는 간이무선국의 경우, 공중선전력 5W 이하 무선국에 대해서는 전파사용료가 전부 감면됨 (전파법시행령 [별표7] 참조)

제6장 국내 TRS 시장 규모 및 장비 업체 현황

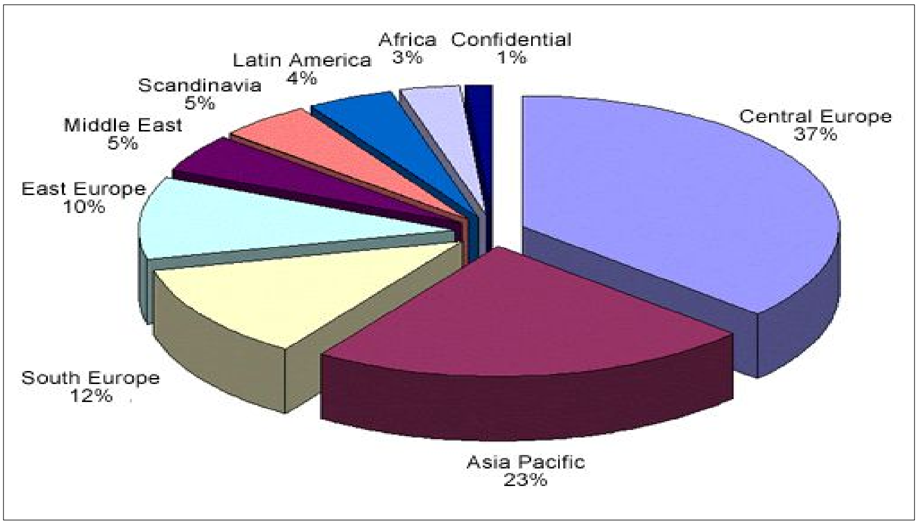
제1절 국외 TRS 시스템 이용 현황

TETRA TRS 관련 개발 업체는 모토롤라, EADS, OTE 등 시스템과 단말기를 모두 개발하는 업체와 Damm Cellular, Frequentis 등 시스템 전문 개발 업체, Cleartone, Sepura 등 단말기 개발 전문 업체로 구분할 수 있다. 특히 단말기의 경우 모토롤라, EADS 및 세퓨라 등 상위 3사가 90%이상 시장을 점유 중에 있다. <표 6-1>은 TETRA TRS 시스템 및 단말기 제조업체 현황을 나타낸다.

<표 6-1> TETRA TRS 시스템 및 단말기 제조업체 현황

단말기 제조업체	시스템 제조업체
Cleartone, DeTwWe/FWK, ETELM, Maxon, Motorola, Niros, EADS, OTE, Sepura, Simoco Digital Ltd, SRT, Tait, Teltronic, Thales 등	Damm Cellular, Frequentis, Motolola, EADS, OTE, Rohill, R&S Bick Mobolfunk, Siemens, Telronic, Thales, Zetron 등

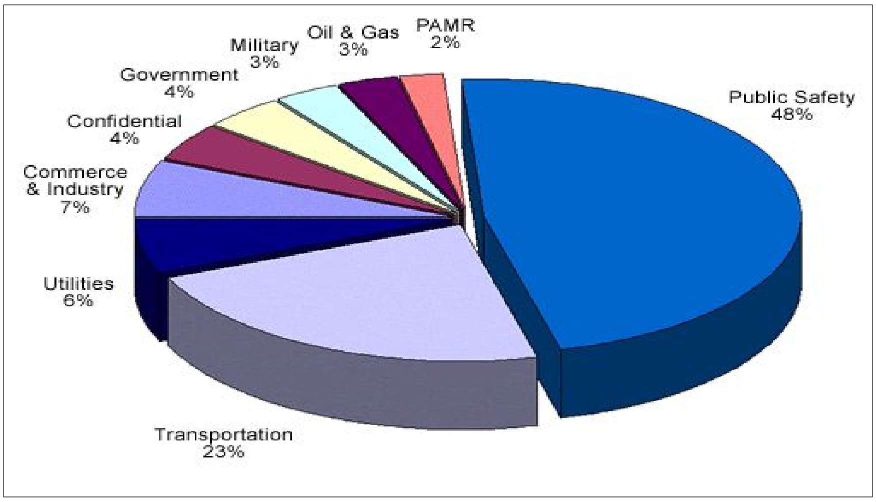
TETRA TRS는 현재 유럽을 중심으로 현재 약 80개국에서 1,500개의 시스템이 설치하였거나 설치중이며, 공공안전용 및 운송 등에 주로 활용 중에 있다. 2008년 현재 전 세계적으로 디지털 TRS 시스템은 75%, 기타 시스템은 25% 정도의 점유가 예상되고, 이 중 공공안전 무선통신망 가입자는 약 600만 정도로 추정된다.



<그림 6-1> TETRA TRS 구축 지역 분포

<그림 6-1>은 2008년 5월 기준 전세계에 걸쳐 구축중인 1,964건의 주요 계약에 대한 지역별 분포 형태를 나타내며, 이 중 유럽이 37%를 차지하고 아시아 태평양 지역이 23%를 차지한다. 그림에서 TETRA가 북 아메리카를 제외한 유럽 및 아시아 태평양 등 전 지역에 퍼져 있는 것을 볼 수 있다.

<그림 6-2>는 2008년 5월까지 1,964개 계약건에 대하여 퍼져 있는 용도별 PMR 시장을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 공공안전 분야가 전체 시장의 48%로서 TETRA 시스템의 최대 시장이며, 수송분야가 23%로서 그 뒤를 따른다.



<그림 6-2> 용도별 PMR 시장 분포

제2절 국내 TRS 시스템 이용 현황

국내 TRS 주파수는 크게 자가업무용을 위한 380㎒ 대역과 통합망용과 통신사업용을 위한 800㎒ 대역으로 구성되어 있다. 국가통합망 구축을 위한 주파수 분배는 TETRA 방식에 적합한 주파수를 지정한다는 원칙에 따라 800㎒ 대역 5㎒ 대역폭을 2005년에 지정하였으며, 국가통합망의 효율적 활용과 아날로그 TRS의 디지털 TRS 전환을 위하여 800㎒대 역 내 일반 자가업무용 TRS 이용 기관은 현재 380㎒ 대역으로 이전 중에 있다. <표 6-2>는 TRS 주파수 분배 현황을 나타낸다.

<표 6-2> TRS 주파수 분배 현황

(단위 : ㎒)

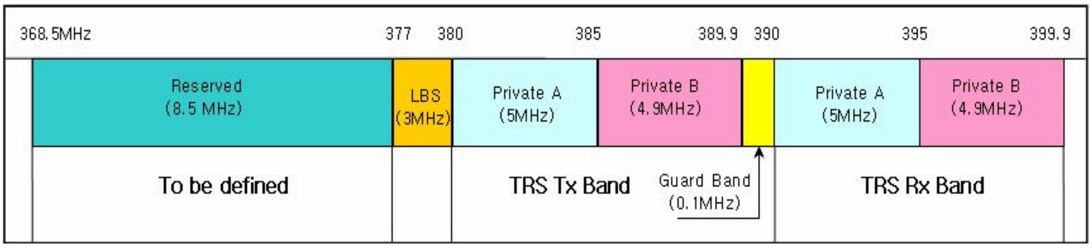
구분	종류	분배 현황		할당 대역폭	비고
		주파수대역	대역폭		
심사 할당	통합망용	806-811 851-856	10	10	재난 관련 기관(소방방재청)
	공중망용	811-824 856-869	26	18	KTP : 14㎒, 지역 사업자 : 4㎒, 미할당 : 4㎒, 보호대역(이동통신SKT) : 4㎒
	자가망용	390-399.9 380-389.9	20	20	산업체, 물류 및 군

국내 TRS 주파수를 이용하고 있는 기관은 크게 국가 및 지방자치단체, 자가업무용 이용 기간 및 KT파워텔, 티온텔레콤 등 5개 통신사업용 이용 기관(기업)으로 구분할 구 있으며, 380㎒ 대역과 800㎒ 대역 TRS 주파수를 이용하여 운용하고 있다.

1. 380㎒ 대역 이용 현황

가. 채널 배치 현황

380㎒ 대역 채널은 <그림 6-3>에서 보는 바와 같이 송신 주파수 대역인 380∼389.9㎒ 대역과 수신 주파수 대역인 390∼399.9㎒ 대역으로 배치되어 송·수신 채널 간격이 10㎒로 국제 개방형 표준을 따르고 있다.



<그림 6-3> 380㎒ 대역 채널 배치 현황

나. 자가 업무용 TRS 이용 현황

380㎒ 대역에서는 현재 통신 사업용 목적 외 자가업무용으로만 이용 중에 있다. <표 5-2>는 380㎒ 대역 자가업무용으로 이용 중인 각 기관별 TRS 이용 현황을 보여준다. 표에서 2008년 10월 현재 자가업무용으로 TRS를 이용중인 기관은 STX조선을 포함해 11곳에서 이용중에 있다. 이 중에서 STX 조선, SK에너지, 한국마사회 및 삼성토탈은 아날로그 TRS를 이용 중이며, 부산신항만을 포함한 나머지 7개 기관은 디지털 TRS를 이용 중에 있다. SK에너지는 디지털 TRS 시스템으로의 전환 작업 중에 있다.

<표 6-3> 380㎒ 대역 자가 업무용 TRS 이용 현황

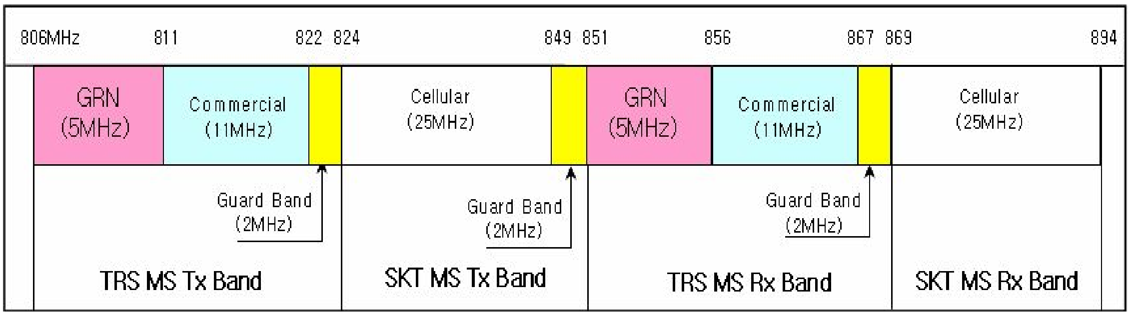
구분	시설자명	육상이동국	기지국	이동중계국	비 고
380MHz	STX조선(주)	800		1	2008년 10월 현재
	SK에너지(주)	195			
	한국마사회	1,004		1	
	삼성토탈주식회사	407	1	1	
	부산신항만(주)	694		1	
	삼성중공업㈜	2,144	2	15	
	(주)포스코	5,057		6	
	대우조선해양㈜	4,700	1	1	
	(주)대한항공	1,185	4	4	
	한국전력공사	93		13	
	서울특별시개인택시운송사업조합	676	1	12	
합계	11개 시설자	16,955	9	55	

위의 표에서 보는 바와 같이 380㎒ 대역에서의 TRS 단말기는 아날로그 및 디지털 TRS를 합쳐 전체 16,955개 단말기를 이용 중에 있으며, 이 중 아날로그 단말기는 2,406개, 디지털 단말기는 14,549개로서 TETRA TRS방식을 이용하고 있다.

2. 800㎒ 대역 이용 현황

가. 채널 배치 현황

800㎒ 대역에서는 2004년 1월 800㎒ 대역의 공항통신용 대역 2㎒폭을 통신사업용으로의 전환하였으며, 2005년 5월 기존의 자가 업무용 4㎒ 및 보류대역 1㎒ 폭을 합하여 국가통합망 대역용으로 지정하였다. 현재 지정된 TRS 주파수 분배표는 <그림 6-4>와 같다.



<그림 6-4> 800㎒ 대역 채널 배치 현황

나. 자가통신망 이용 기관

800㎒ 대역 자가망 이용 기관은 크게 지방자치단체를 포함한 정부기관 및 공항철도 등 자가통신망 이용 기관으로 구분할 수 있다. 정부기관에는 소방, 경찰 등 8개 기관에서 약 59,300개 단말기를 이용하고 있으며, 자가통신망 이용기관은 공항철도, 한국전력공사 등 15개 기관에서 약 10,000여개 단말기를 이용하고 있다. 뿐만 아니라 KT파워텔에서 일부 이용중인 채널은 800㎒ 대역에서 동·남해안 한· 일간 전파간섭 해소를 위해 분배된 채널로서 자가업무용 주파수 일부를 통신 사업용으로 사용하고 있다.

<표 6-4> 800㎒ 대역 국가기관 및 지방자치단체 TRS 이용 현황

구분	시설자명	육상이동국	기지국	이동중계국	비 고
국가기관 및 지자체	경찰청	53,980	1,288	95	
	소방방재청	1,668	28	271	
	육군	428	-	-	
	해양경찰청	32	-	-	
	지방자치단체	3,170	89		
	지방항공청	41			
	산림청	2	-	-	
합계	8개 시설자	59,319	1,405	366	-

<표 6-4>에서 보는 바와 같이 국가기관 및 지방자치단체에서는 53,980대를 이용중인 경찰청과 3,170대를 이용중인 각 지방자치단체 등 59,319대의 단말기를 이용하고 있다.

<표 6-5> 800㎒ 대역 자가통신망 이용 기관 TRS 이용 현황

구분	시설자명	육상이동국	기지국	이동중계국	비 고
자가통신망	공항철도(주)	163	8	9	
	대구광역시지하철공사	151	11	30	
	부산교통공사	226	8	2	
	서울시메트로구호선㈜	167	-	-	
	서울특별시시설관리공단	64	-	-	
	응급의료센터	183			
	인천국제공항공사	2,773	19	10	
	한국가스안전공사	30	-	-	
	한국수력원자력(주)	27	-	-	
	한국전기안전공사	38	-	-	
	한국전력공사	3,762	428	169	
	한국철도공사	552	19	1	
	한국철도시설공단	75	16	52	
	ETRI 부설국가보안기술연구소	7	-	-	
	SK에너지(주)	1,666	2	1	
합계	15개 시설자	9,884	511	274	-

<표 6-5>에서는 자가통신망의 단말기 이용 현황을 나타낸다. 현재 2,773대를 이용중인 인천국제공항공사 및 3,762대의 단말기를 이용중인 한국전력공사 등 전체 9,884대의 단말기를 이용 중에 있으나, 한국전력공사는 380㎒ 대역 디지털 TRS 시스템을 이용하여 디지털 전력제어망을 구축 중에 있다.

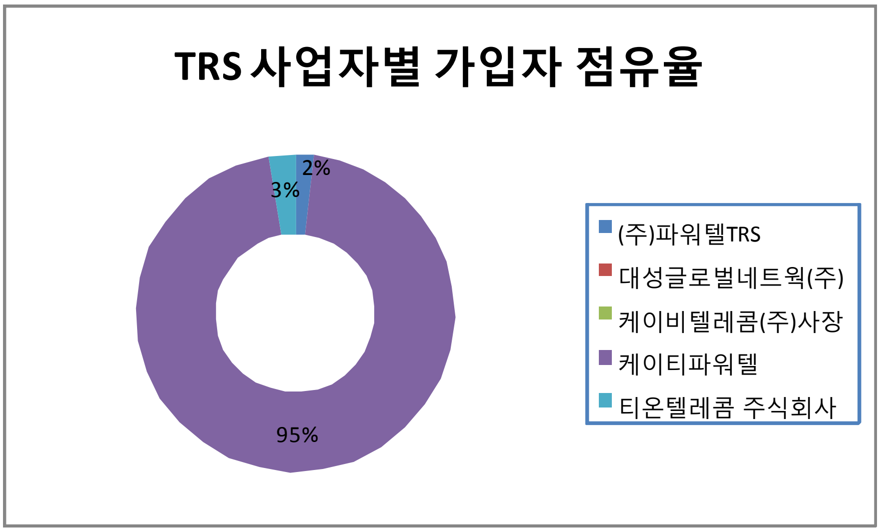
다. 통신사업용 이용 기관

통신 사업용 TRS 주파수는 800㎒ 대역에서만 이용 중에 있다. <표 6-6>은 800㎒ 대역에서 TRS를 이용 중인 통신 사업자와 단말기 수 및 기지국 수 등을 나타낸다. 통신 사업용은 이전의 아남 텔레콤을 인수한 KT파워텔이 약 34만대의 단말기를 이용하여 전국에 걸쳐 서비스하고 있으며, 4개의 지역 TRS 서비스 업체에서 약 16,000대의 단말기를 이용하여 서비스하고 있다.

<표 6-6> 800㎒ 대역 통신사업용 TRS 이용 현황

구분	시설자명	육상이동국	기지국	이동중계국	비 고
통신사업용	(주)파워텔TRS	6,401	-	16	2008년 8월 현재
	대성글로벌네트웍(주)	12	1	-	
	케이비텔레콤㈜	-	-	8	
	케이티파워텔	333,369	1,022	312	
	티온텔레콤 주식회사	9,489	58	6	
합계	5개 시설자	349,271	1,081	342	-

표에서 KT파워텔 및 파워텔TRS는 iDEN 방식을 이용한 디지털 TRS를 서비스하고 있으며, 티온텔레콤은 TETRA TRS 방식을 이용하여 서울지역을 중심으로 서비스 중에 있다.



<그림 6-5> TRS사업자별 가입자 점유율

앞에서 언급한 바와 같이 TRS 채널 이용 기관은 800㎒ 대역에서 5개 통신사업용, 8개의 국가기관 및 지방자치단체, 한국전력공사 등 15개의시설자 등에서 418,474대의 단말기를 이용하고 있으며, 380㎒ 대역에서는 포스코 등 11개 시설자 등에서 16,955대의 단말기를 이용하고 있어 전체 435,429대의 단말기를 이용한다.

<표 6-7> TRS 단말기 이용 현황

구분	시설자명	육상이동국	기지국	이동중계국	비 고
800MHz	통신사업용	349,271	1,081	342	
	국가기관 및 지자체	59,319	1,405	366	
	자가통신망	9,884	511	274	
380MHz	자가통신망	16,955	9	55	
합계		435,429	3,006	1,037	-

이와 같이 국내 TRS시장은 아날로그 TRS 방식, 통신사업자를 위주로 한 iDEN 방식 및 TETRA TRS 방식이 아용되고 있으나, 국내 TRS 표준으로 정해진 TETRA TRS로의 전환이 신속하게 이루어지고 있다.

제3절 TRS 단말기 국산화 동향

TRS 단말기 관련 국산화를 추진중인 현재 업체는 유니모테크놀로지, 아태위성산업 등 중소기업체에서 개발 진행 중인 것으로 알려져 있다. 이 중에서 유니모테크놀로지는 TETRA 단말기 개발, 아태위성산업은 TETRA Release II 모뎀을 개발하고 있으며 누리텔레콤은 TETRA 데이터 모뎀을 개발하였다. 또한 에어텍정보보통신 및 위다스 등은 게이트웨이 등 단말기 주변 장치 개발을 위주로 하고 있다.

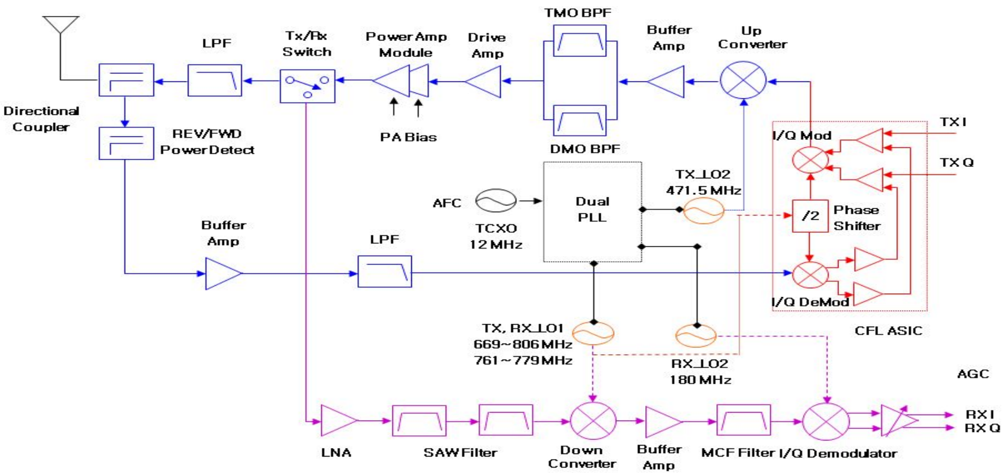
1. 유니모테크놀로지

유니모테크놀로지(구 국제전자)는 1971년 3월 설립된 유무선통신기기 및 시스템 제조업체로서 V/UHF 단말기, GPS 관련 제품 및 TETRA 단말기 개발을 주로 하고 있다. 1993년 3월 에릭슨 GE사와 TRS 기술도입을 위한 계약을 체결하여 1994년 3월 TRS국산화 장비를 생산하여 납품하기 시작하였다. 특히 S/W개발 업체인 머큐리와 공동개발로 2006년 10월 국가통합무선지휘통신망용 디지털 TRS단말기(TETRA)를 개발하였으며, 2007년 3월 TETRA 단말기 국제 IOP 인증 및 ETSI 인증을 획득하였다.

가. 하드웨어 구성 및 동작

1) RF부 구성도

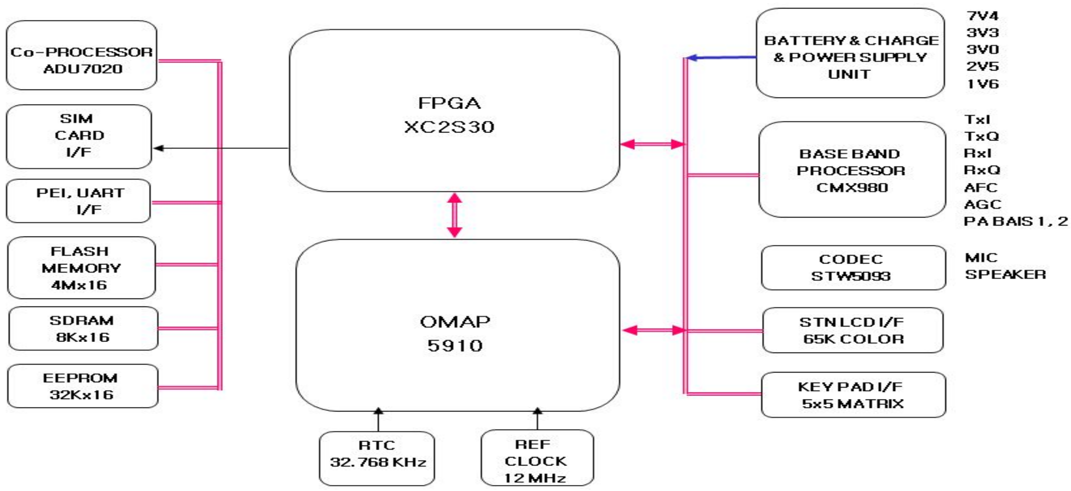
단말기 RF부는 베이스밴드 신호를 RF 신호로 변환하거나 RF신호를 베이스밴드 신호로의 변환을 처리하기 위한 부분으로서 국부발진기 인터페이스, 베이스밴드 제어 및 PA 바이어스 제어 등을 처리하고 있다.



<그림 6-6> 송신 신호 인터페이스

2) 베이스밴드

음성 및 데이터신호의 부호화 및 복호화를 수행하기 위한 부분으로서 DSP, Microprocessor 및 베이스밴드 프로세서 등이 각 역할을 수행하고 있다.

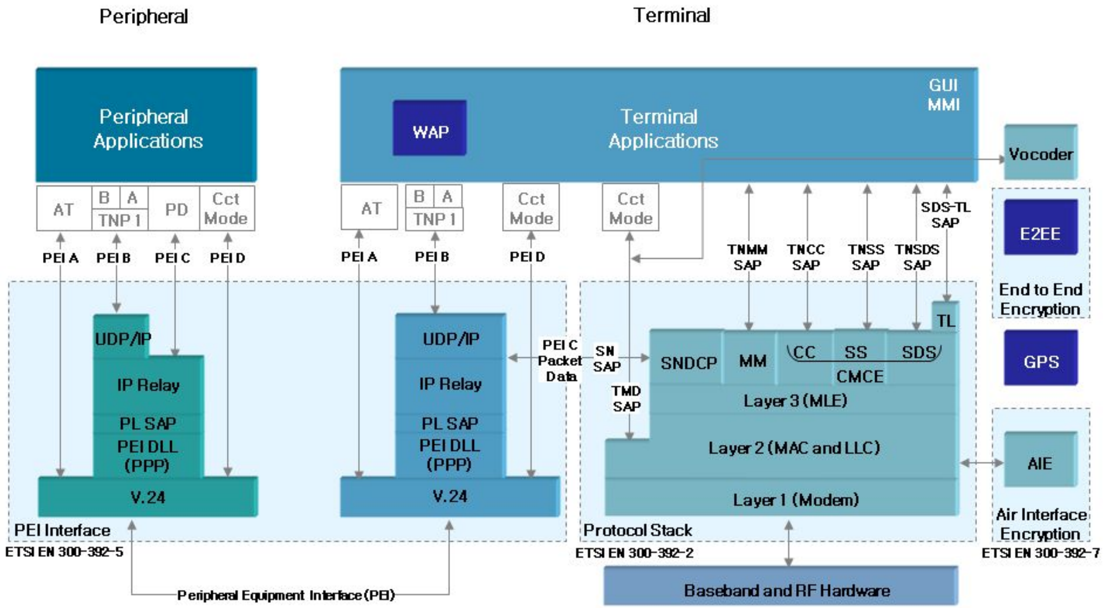


<그림 6-7> 베이스밴드 블럭도

3) Audio 부

Audio부에서는 음성 신호를 전기신호로 변환하거나 반대의 기능을 수행하고 MMI(Man Machine Interface)기능을 수행하기 위한 부분으로서 Microphone, speaker 및 MMI 보드 인터페이스 부분이 포함되어 있다.

나. Protocol stack



<그림 6-8> Protocol Stack 구조도

TETRA protocol stack software는 Texas Instruments TMS320C55 DSP와 ARM 9 microprocessor dual core CPU에 구현한다. DSP는 Protocol stack의 레이어 1, Vocoder, 레이어 2의 일부 기능을 수행한다. ARM 9 microprocessor는 Upper Media Access Contro(UMAC)기능과 논리적 링크제어(LLC) 레이어 기능을 수행한다. 나머지 레이어 2 부분과 레이어 3의 아래와 같은 Mobile Link Entity(MLE) layer 기능을 수행한다.

- Mobility Management (MM)
- Call Control (CC)
- Supplementary Service (SS)
- Short Data Service (SDS)
- SubNetwork Dependent Convergence Protocol (SNDCP)

유니모 테크놀로지에서는 Protocol Stack 부분을 Source code차원에서 개발하지 않고 영국 SRT사에 Object code를 제공받아 단말기에 적용하였다. 현재 개발된 Protocol Stack의 Source code를 구입할 수 있는 업체는 크게 영국의 SRT, 독일의 Foard-e Design 및 벨기에의 etherstack 등이 있으며, 구입 비용은 대략 30억이 필요함에 따라 비용 부담으로 Object code를 구입하여 단말기에 적용하고 있다.

다. 단말기 규격 및 특징

1) 규격

항 목	내 용
Frequency Bands (Five Band Variants)	▪ 350 - 380㎒ ▪ 370 - 400㎒ ▪ 400 - 430㎒ ▪ 450 - 470㎒ ▪ 806 - 869㎒
RF channel bandwidth	▪ 25㎑ (1:4 TDMA)
Transmitted RF Power	▪ Class 4 (1 Watt) for 800㎒ band ▪ class (3 Watts) for 400㎒ band ▪ Power control in 4 steps of 5dB
Receiver Class	▪ Class A
Receiver Static Sensitivity	▪ -112dBm
Receiver Dynamic Sensitivity	▪ -103dBm
Dimensions H x W x D (mm)	▪ 146 x 48.5 x 34 (With Standard battery) ▪ 146 x 48.5 x 31.5 (With Slim battery)
Weight (g)	▪ 297 (with standard battery) ▪ 285 (with slim battery)
Battery capacity	▪ 1800mAh Li-ion (Standard) ▪ 1450mAh Li-ion (Slim)
Operating Temperature	▪ -20℃ to +55 ℃
Drop, Vibration, Shock & Humidity	▪ ETS 300 019 -1- 7
Dust and Water Ingress Protection	▪ IEC 60529 IP54

2) 특징

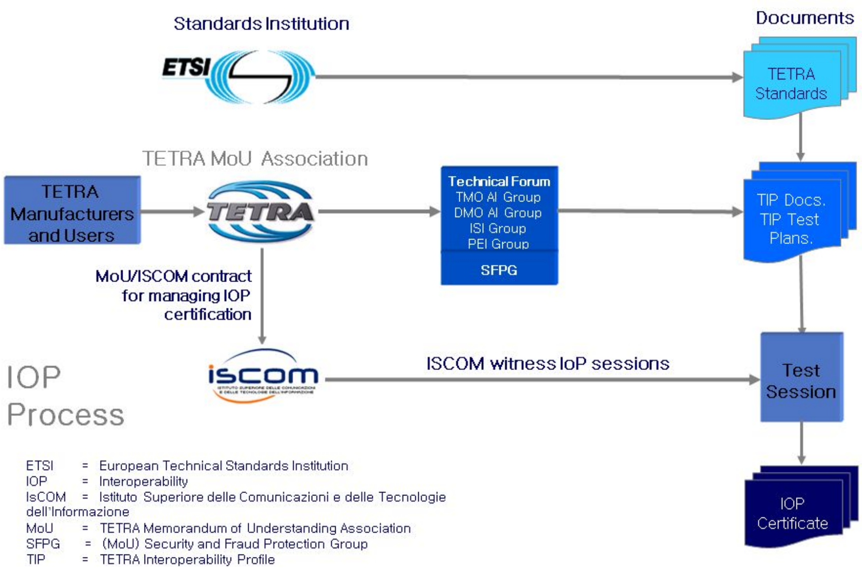
항 목	내 용
음성	▪ Standard group voice call ▪ Priority group voice call ▪ Emergency group voice call ▪ Standard individual voice call ▪ Priority individual voice call ▪ Emergency individual voice call ▪ Receiving group broadcast call ▪ Calls in public and TETRA network **(PSTN/ PABX)** ▪ Multi group attachment ▪ Roaming and dynamic registration ▪ Group scanning ▪ Priority scanning (Monitoring) ▪ DMO gateway support ▪ DMO repeater support
데이터	▪ Status messaging - send to individual / group numbers ▪ Short Data Service

	- send to individual / group numbers ▪ Callback request ▪ Delivery report for individual status and text message ▪ Full WAP support (Optional) ▪ Single-slot circuit data - Low protection: TCH/4.8Kbps - High protection: TCH/2.4Kbps - 7.2kbit/s unprotected ▪ Support of TETRA IP packet data ▪ PEI interface with AT-commands, Packet data
보안	▪ Air interface encryption - Algorithm TEA1 And TEA3 ▪ Air interface encryption Class 1, 3 ▪ Authentication (SwMI initiated/Mutual) ▪ Over the Air re-keying (OTAR) . ▪ Permanent or temporary terminal Enabling/disabling ▪ Optional End-to-End encryption
▪ 사용자 인터페이스	▪ Integrated 1 Watt Loud Speaker ▪ Full graphic color LCD (65K colors) and graphical user interface ▪ Display Flip(180°) ▪ Adjustable contrast ▪ Adjustable Backlight On/Off and automatic control ▪ 2 microphone ▪ - Top microphone for simplex type calls ▪ - Bottom microphone for duplex type calls ▪ Talk Group Search ▪ Phone Book List ▪ Scan List editing through keypad ▪ Audio accessory connector with locked screw ▪ Signal strength and Battery lifetime indicator ▪ Dedicated Emergency button ▪ Top mounted Volume ▪ Control and Talk-group selector ▪ Menu Driven soft-keys ▪ Adjustable keypad tones and Alert tones ▪ Adjustable Ringing tones ▪ Easy operating with a gloved hand ▪ Programming interface via ▪ RS232(USB) through PEI connector ▪ Vibration mode
▪ 기타	▪ Late Entry ▪ Dynamic Group Number Assignment (DGNA) ▪ Ambience Listening ▪ Calling Line Identification Presentation ▪ GPS location update ▪ - On request ▪ - Pre-defined Time and Distance ▪ - Emergency ▪ - TMO/DMO switching ▪ - Full compatible NMEA data through PEI

단말기에서 필요한 기술로서 위에서 언급한 기능 외에 User Interface SW와 단말기 Setting을 위한 PC Program, 양산 생산을 위한 Tunning Program 및 GPS연동을 위한 LIP Protocol, WAP 서비스를 위한 WAP SW 등 Application분야에 대하여 자체 개발한 기술을 적용하고 있다.

라. TETRA 인증

<그림 6-9>는 TETRA 상호연동(IOP) 인증 절차를 나타낸다. 즉, TETRA IOP인증은 무선, 네트워크 간 개별 통화, 네트워크 간 단문 메시지(SDS)의 이동성 관리와 관련된 것으로 테트라 MoU협회(TETRA MoU Association)가 관리하는 업계 공동의 프로세스로, 정해진 프로파일 규격과 테스트 절차에 따라 성공적으로 테스트를 마친 테트라 장비는 인증기관으로부터 인증서를 받게 된다. 이를 위해 제조사는 반드시 TETRA MoU에 가입되어야 한다.



<그림 6-9> TETRA IOP 인증 절차

마. 향후 계획

유니모테크놀로지는 TRS단말기의 경쟁력 확보 및 차세대 제품 시장 선점을 위하여 단말기 성능을 개선하고, 실제 사용 환경을 고려한 새로운 모델을 개발하고자 한다. 특히 휴대가 간편하고 데이터 서비스가 가능한 차세대 소형 단말기를 개발할 계획을 가지고 있다. <표 6-8>은 사업추진 방향에 따른 중점 추진 사항을 나타낸다.

<표 6-8> 사업추진 방향

사업추진방향	중점 추진 사항
단말기 성능의 Update	▪ 지속적인 기술 인력 투입으로 TETRA 단말기 기본 및 부가 기능 Update 추진 [각 사와 IOP 지속 추진] ▪ 다양하고 차별화 된 고객 업무용 솔루션 개발 - WAP 및 기타 응용 서비스 개발 - GPS 위치 확인 서비스
실제 사용 환경을 고려한 New 모델 개발	▪ 고객 업무 특성 및 환경에 적합한 단말기 모델의 지속적 개발 - 고객 별 현장 응용력 향상을 위한 Modem 등 응용 제품 개발
차세대 소형 단말기 개발	▪ 휴대가 간편하고, 가볍고 작으며 고속 Data 서비스가 가능한 단말기 개발

2. 아태위성산업

위성통신기기 개발을 주력으로 하는 아태위성산업은 2007년 정보통신부 지원사업인 IT 성장동력사업 지원과제인 "차세대디지털 TRS(TETRA)핵심기술개발" 과제의 주관기업으로 선정되어 2007년부터 3년간 수행하고 있으며, 티온텔레콤이 참여기관으로 개발에 참여하고 있다.

가. 과제 목표 및 연구내용

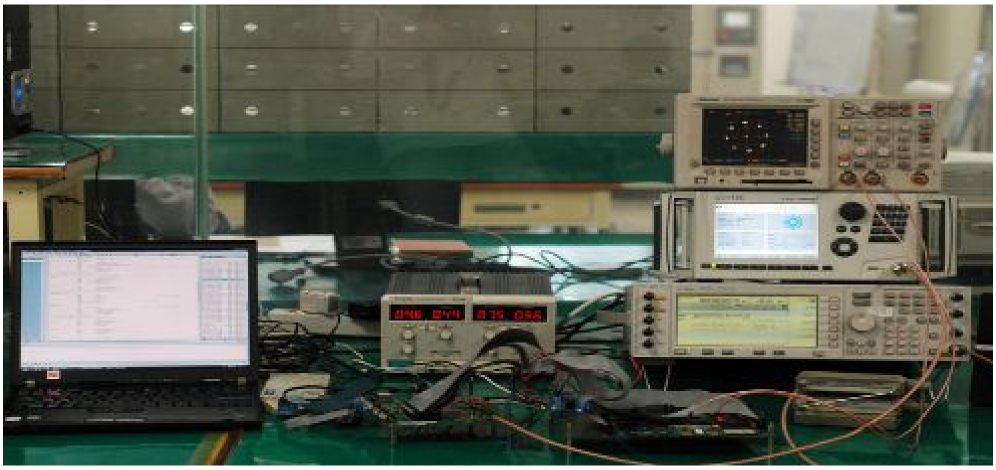
위성 겸용 TETRA TRS Release 2에 이용하기 위한 모뎀 개발을 과제 목표로 하고 있으며 2008년 10월 기준 2차년도 사업을 진행 중에 있다. <표 6-9>는 과제의 목표 및 연구 내용을 나타낸다.

<표 6-9> 과제 목표 및 연구 내용

구분	1차년도	2차년도	3차년도
연구기간	2007.3 ~ 2008.2	2008.3 ~ 2009.2	2009.3 ~ 2010.2
연구목표	다중대역 차세대 테트라 (R2) 구조/규격 연구 및 상위설계완료	차세대 테트라 (R2) 요소기술 개발	차세대 테트라 (R2) 단말 및 핵심 부품 시제품 개발
연구내용	• 차세대 테트라 (R2) 표준 규격 분석 및 동향 파악 • 차세대 테트라 (R2) 모뎀 상위 설계 및 상세 설계 • ACELP 음성 코덱 porting • 모뎀 FPGA 보드 제작 • 차세대 테트라 (R2) 프로토콜 분석 및 상위 설계 • RF 트랜시버/제작/시험 • 전력증폭기 선형화 기술 개발	• 변복조부 FPGA 구현 및 성능 검증 • SOC FPGA Platform 보드 개발 • SOC RTL code fix • 차세대 테트라 (R2) 프로토콜 스택 구현 및 네트워크 연동 시험 • 800MHz RF 트랜시버 성능 개선	• 차세대 테트라 (R2) Baseband SOC 설계/제작/시험 • 테트라/위성(GMR/GMPRS) 겸용 Baseband 모뎀 FPGA 개발 • 테트라 및 위성 겸용 프로토콜 스택 구조 개발 /시험 • 차세대 테트라 (R2) 단말 시제품 제작 및 네트워크 연동 시험, 안정화 작업

나. 개발 현황

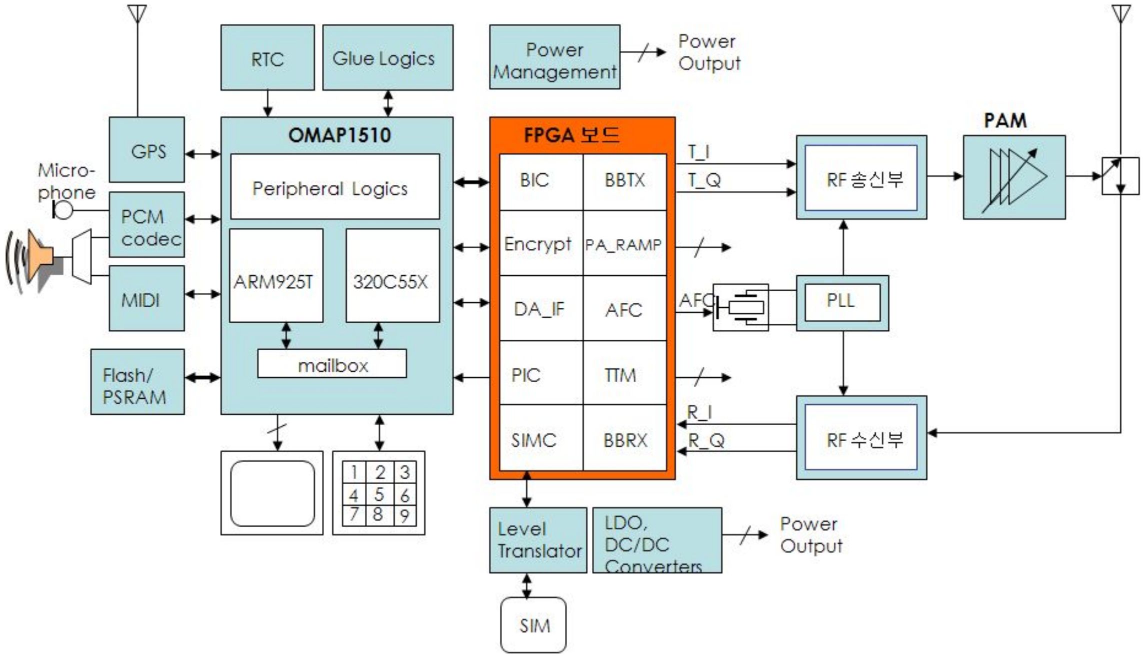
<그림 6-10>은 TETRA 테스트 베드 시험환경을 나타낸다. TETRA 테스트 베드 시험환경은 테스트 베드와 TETRA 전용 신호를 발생시킬 수 있는 테스트장비와 간섭신호 생성을 위한 범용 신호발생기 장비, constellation 및 신호 품질 관측을 위한 오실로스코프와 비트오류율 측정을 위한 PC로 구성된다.



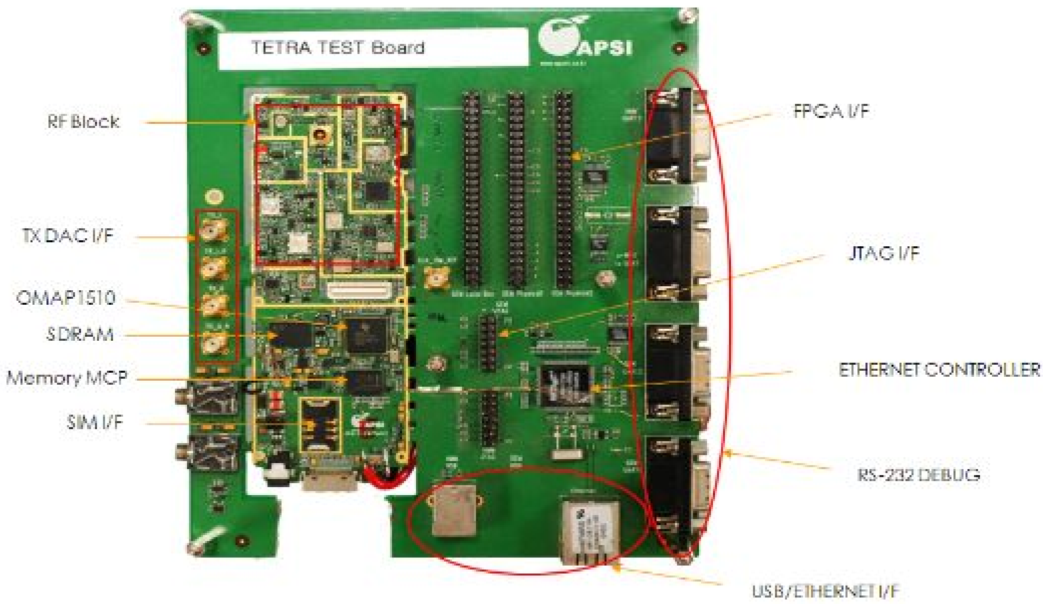
<그림 6-10> TETRA 테스트베드 시험환경

<그림 6-11>에 나타낸 TETRA 테스트 베드는 크게 <그림 6-12>의 폰 보드와 <그림 6-13>의 FPGA 보드로 구성된다. 폰 보드는 블록도에 보이는 바와 같이 CPU 와 DSP가 내장된 OMAP1510 processor 와 메모리, PCM codec, GPS, power management IC 및 기타 glue logic 으로 구성되는 로직부와 RF 송수신을 위한 RF 트랜시버부로 구성된다. <그림 6-12>에 있는 블록도의 FPGA 부는 <그림 6-13>의 FPGA 보드를 나타낸다.

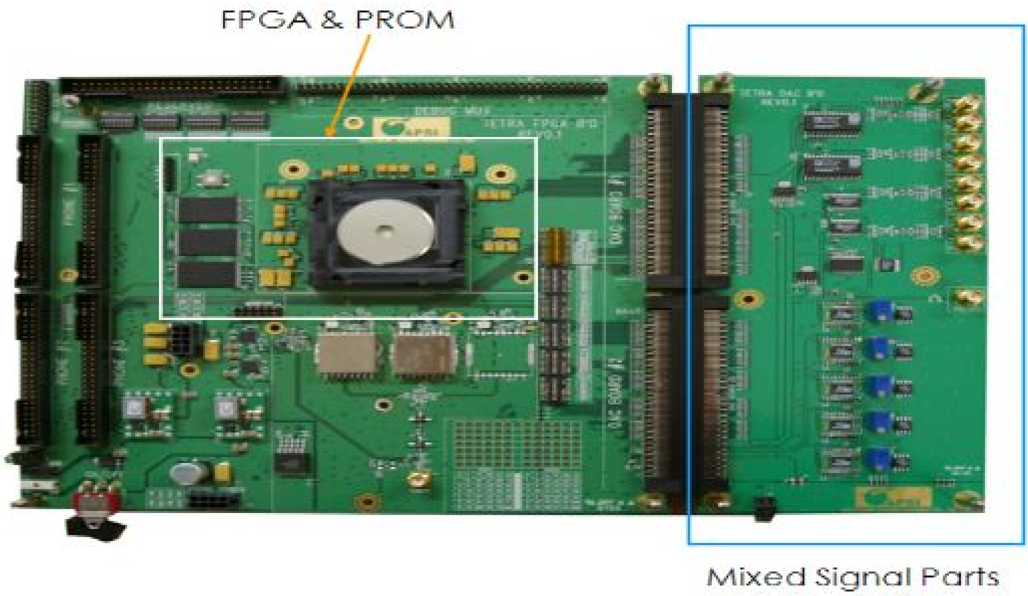
FPGA 보드는 PM(phase modulation) 모뎀 및 QAM 모뎀을 porting 하기 위한 FPGA 부 와 Mixed-signal 부로 구성된다. FPGA 에는 PM 및 QAM 변복조부와 TDMA 제어부, TDMA 제어부, AFC(Automatic Frequency Control) 부, 전력증폭기 제어부, Encryption 부 등의 모뎀 핵심 기능이 porting 된다. <그림 6-13>의 FPGA 보드 부분 전체를 하나의 ASIC 으로 개발하여 <그림 6-12>의 폰 보드에 탑재하는 개념이다.



<그림 6-11> TETRA 테스트베드 블록도

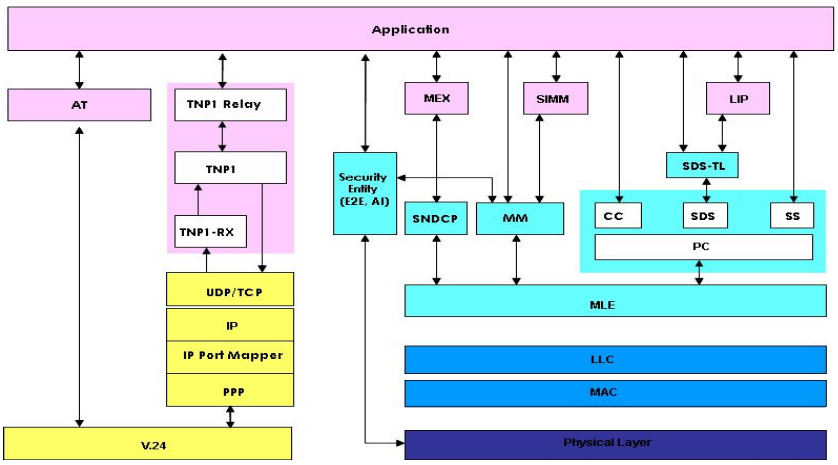


<그림 6-12> TETRA 테스트베드 폰 보드



<그림 6-13> TETRA 테스트베드 FGPA보드

<그림 6-14>와 <표 6-10>은 프로토콜 구조 및 코딩 진척율을 나타낸다. Security 관련해서는 TEA1(TETRA Encryption Algorithm) 및 TEA3은 TETRA 라이센스를 ETSI 에 구입 요청해 놓은 상태이며, TEA1/3 알고리듬 구입 후에 구현할 계획에 있다.



<그림 6-14> TETRA 프로토콜 스택 구조

<표 6-10> 주요 프로토콜 모듈 기능 및 진척율

Module	기능	진척율(%)
AT	AT 명령을 이용하여, TETRA 모뎀을 사용하는 터미널과 TETRA 모뎀간 연결 기능	91
LIP	네트워크로부터 요청하는 GPS(Global Positioning System) 관련 정보를 처리하는 기능	60
MEX	패킷 통신시 패킷 데이터의 특성에 따라 데이터를 처리하는 기능	37
SS	호 선점, 그룹 설정 등 부가서비스 기능	50
SDS	단문서비스 및 상태 정보를 처리하는 기능	100
CC	단말과 네트워크간 호 연결 기능	100
MM	단말을 네트워크에 등록, 해제하는 기능	55
SNDCP	패킷 데이터를 사용하기 위한 자원을 네트워크에 요청 및 자원 해제 기능	68
Security	네트워크와 단말간 상호 인증 및 통신 데이터의 암호화 기능	
MLE	사용하는 셀 선택 및 셀 이동 등 무선 자원 관리 기능	79
LLC	단말과 네트워크간 논리 채널 유지 관리 기능	100
MAC	단말과 네트워크간 통신시 무선 자원을 활용하여 데이터를 송신 및 수신하는 기능	71

다. 향후 계획

현재 2차년도 사업으로서 개발 기간 중에 테스트베드를 통한 차세대 TETRA 모뎀부의 시험 및 검증이 완료되면, 3차년도에는 차세대 TETRA 용 baseband modem ASIC 을 개발할 예정에 있다. 또한, 3차년도에는 프로토콜 스택의 지속적인 시험 및 오류 정정을 통한 프로토콜 스택의 완성도를 높일 예정이며, 2010년에는 TETRA baseband modem ASIC 및 프로토콜 스택을 탑재한 단말기를 개발 TETRA IOP 인증 작업을 실행할 계획이다.

TETRA IOP 인증 획득 후에는 우선 한전 등의 전력IT 용 데이터 모뎀으로 개발하여 공급하기 위해 전력IT용 PAD(Packet Assembler Disassembler) 일체형 차세대 TETRA 모뎀 납품 사업 관련으로 이미 한전과의 계약이 체결된 상태에 있다.

3. 누리텔레콤

누리텔레콤은 한국전력의 전력 IT 서비스 확대에 대비하여 경제성이 우수하고 프로토콜 변환 S/W 탑재로 기능이 개선된 TETRA 데이터모뎀을 '07년 4월부터 약 14개월간의 연구개발을 통하여 개발을 성공하였다. 개발된 데이터 모뎀은 한국전력 과제로 진행되어 2009년도에 현장에 설치하여 기능과 성능을 검증할 예정이며, 현장실증시험을 통해 전력IT용으로 최적화 과정을 거친 후 확대 시설할 계획이다.

가. 개요

개발된 TETRA 데이터모뎀은 TETRA 단말장치에 디지털 TRS용 데이터 모뎀 모듈을 장착하여 전력 IT 주 장치와 단말장치간에 디지털 TRS 무선 통신망을 이용한 데이터 통신 서비스를 지원하며, 전력 IT단말장치의 프로토콜을 단문 및 데이터 서비스에 맞게 프로토콜 변환 및 데이터 조립 및 분해하여 통신하는 장치이다.

TETRA 데이터 모뎀은 디지털 TRS의 데이터 서비스 지원 등 다음과 같은 기능을 포함하고 있다.

- 디지털 TRS의 단문 및 패킷 데이터 서비스 지원
- 프로토콜 변환, 데이터 분해 및 조립, 통신, 지원
- 환경 설정 데이터 확인 및 설정 지원
- 패킷 데이터 서비스- PPP, 네트워크 프로토콜 지원(TCP, UDP)
- 상태 확인 시험, AT 명령어 지원
- 자동 Reset, 자가 진단 지원

<그림 6-15> TETRA 데이터 모뎀

나. 사양 및 특성

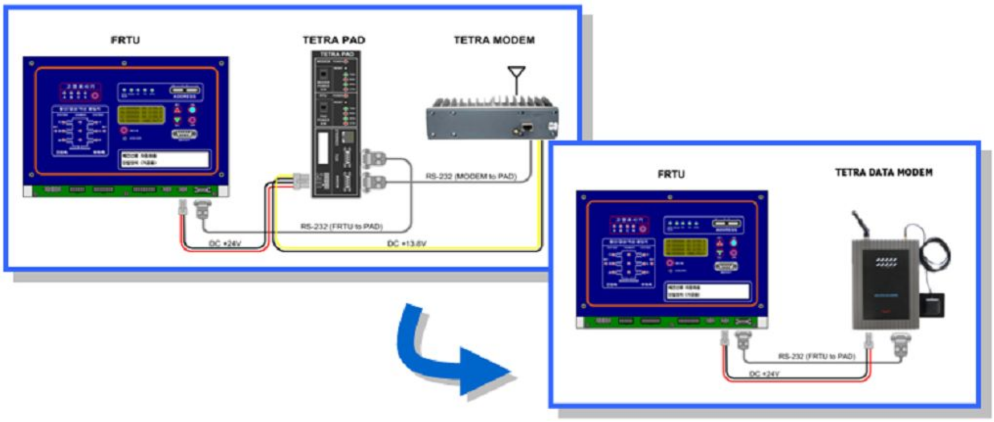
<표 6-11> 사양 및 특성

구 분	내 용
▪ 디지털 TRS - 주파수 대역(송신/수신) - 엑세스 방식 - 반송파 당 트래픽 채널 수/간격 - 변조 - 출력 - 수신감도(정적/동적)	 380～390㎒/390～400㎒ 시분할 다중 접속방식(TDMA) 4/12.5㎑ π/4 DQPSK with RRC filter and Roll-off 0.35 EN300392 -2 compliant, Power Class 3(3W) -112/-103 dBm(Class A)
▪ GPS	-152 dBm(PCB connector), +5VDC, LIP
▪ 디지털 TRS암호화	TEA3, DCK/CCK
▪ 동작 전원	24 VDC(AVC 20W, Peak 75W)
▪ 동작 온도	-20℃ ～+55℃
▪ 동작 습도	10～95%, Non-condensing
▪ 크기	230×165×60mm

다. PAD 기능 탑재

기존 TETRA 데이터 모뎀은 디지털 TRS 데이터 모뎀과 PAD가 분리되어 있어 부피가 크며, 설치 및 유지보수면에서 어려움이 있었으나 구성 요소 통합으로 소형화를 이루었으며, 설치 및 유지보수가 용이하다. 또한 다음과 같은 기능들을 포함하고 있다.

- 프로토콜 변환, 단문 및 패킷 데이터 조립 및 분해 기능
- 환경설정, 송수신 기능, 환경 변수 현장 설정 및 원격 기능
- 통신 중계 및 데이터 모듈제어 기능
- RTU 통신 속도 : 1200bps ~ 11520bps
- 데이터 모듈 상태 확인 시험 및 AT command 지원
- 자동 reset, 자가 진단 기능, 외부 reset버튼
- 디지털 TRS/RTU통신상태 및 동작상태 표시 LED
- DC전압 변환장치



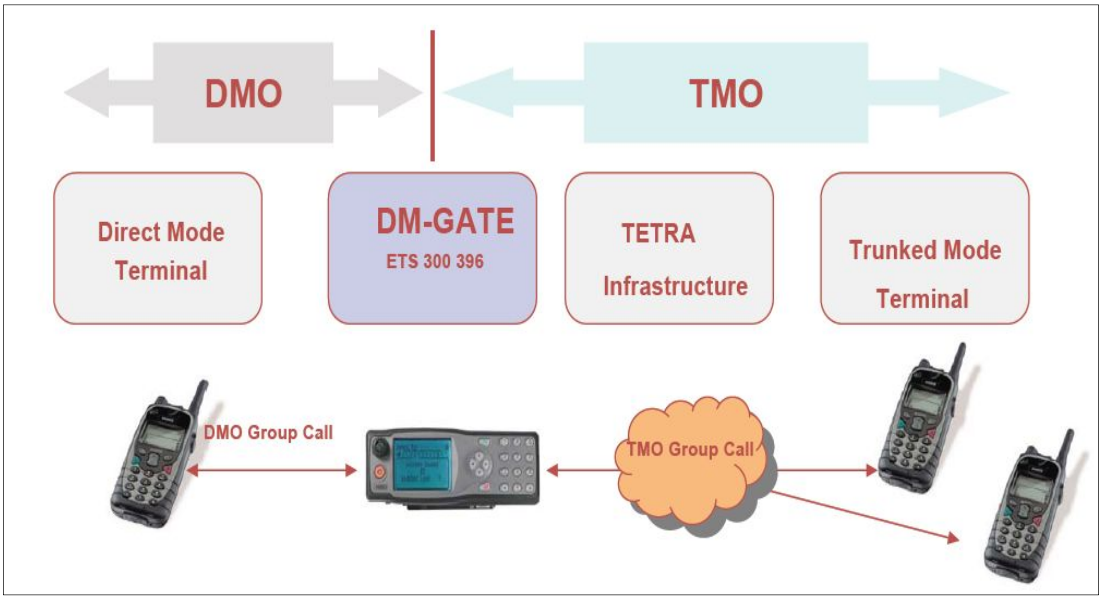
<그림 6-16> TETRA 데이터 모뎀과 PAD 기능의 통합

4. 기타 TRS 관련 개발 업체

TRS의 통화망 확대에 반드시 필요한 TRS/무전기 게이트웨이의 개발에 주력하고 있는 업체로는 에어텍정보통신과 위다스 등이 있다. 에어텍정보통신은 1997년 10월 설립된 무전기 개발 및 제조업체로서 TETRA(TRS)무전기 관련 액세서리, 최소형/최경량 생활형 무전기 및 방수/방진 무전기를 개발하는 무전기 생산 전문업체로서 2007년에는 개발한 TETRA/무전기 게이트웨이를 개발하여 생산하고 있다. 또한 통신장비업체인 위다스는 지난 2006년 10월부터 진행해온 TETRA 게이트웨이를 국산화하였다.

가. TRS/무전기 게이트웨이

게이트웨이는 동일한 방식의 무선통신망 또는 서로 다른 방식의 무선통신망을 상호 연동하여 원활한 통신을 제공하기 위한 장치이다. 특히 TRS/무전기 게이트웨이는 TRS와 무전기를 상호 연동하여 원활한 통신을 제공하여 디지털TRS 네트워크의 운용 효율성과 통화품질을 높이기 위한 장비로서, 테트라와 무전기 기능을 모두 지원함은 물론 차량용으로 탑재하여 사용할 수 있으며, 커버리지가 약한 지역에서도 사용자간 통신을 유지할 수 있도록 TMO 및 DMO 보드 모두에서 최대 10W 출력으로 조정이 가능하다.



<그림 6-17> TMO와 DMO와의 연결

TETRA 무선통신망 구축 시 고가의 기지국 또는 중계기 없이, 경제적인 비용으로 TETRA망의 통화권역을 극대화할 수 있을 뿐만 아니라 현재 구축중인 국가통합무선망 구축이 완료될 때까지 현재 각 기관에서 사용하고 있는 아날로그 V/UHF 무전기의 내용연한 도래 시까지 운용을 최대한 보장하기 위해서도 반드시 필요한 장치이다.

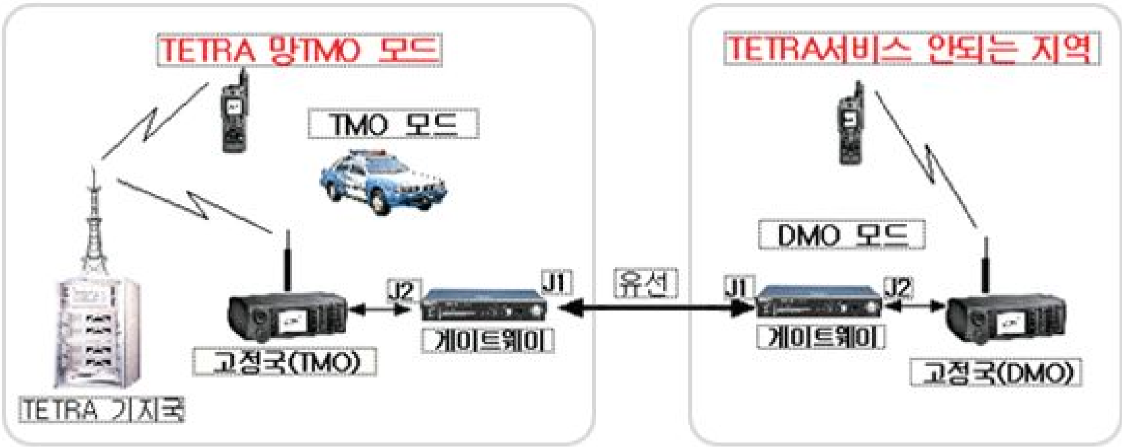
게이트웨이의 용도로는 TETRA망의 통화권역 극대화를 위한 TMO/DMO 게이트웨이로 활용할 수 있다. 즉, TETRA망과 기존 Conventional 무선망 간의 연동을 위한 용도로서

- TETRA TMO : Conventional 무선망
- TETRA DMO : Conventional 무선망

로 활용할 수 있으며, Conventional VHF와 UHF망 간의 연동에도 적용할 수 있다. TETRA망의 통화권역을 극대화하기 위한 활용 사례는

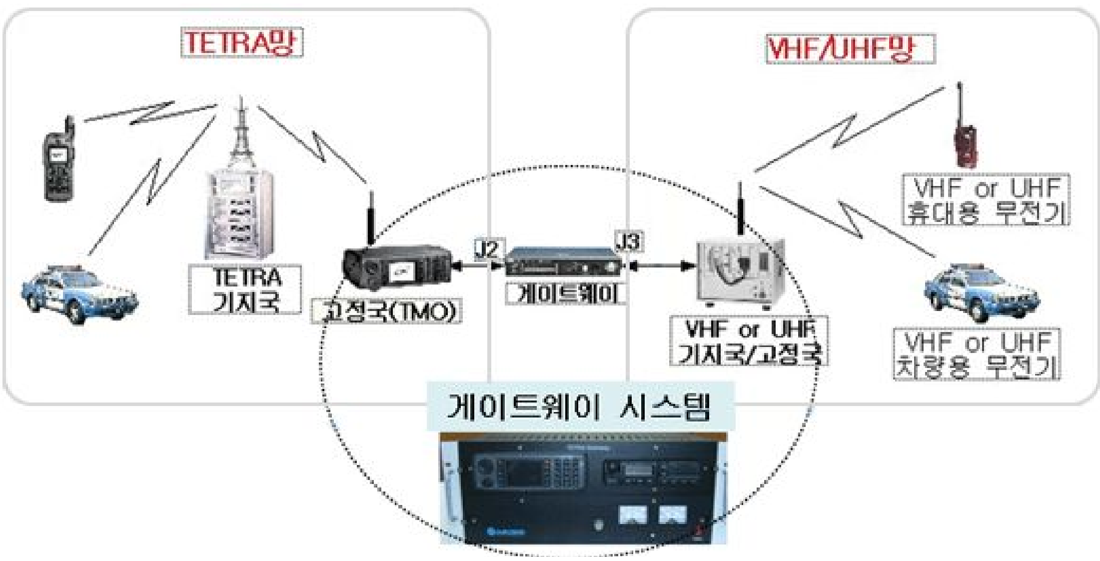
- TETRA TMO/DMO 게이트웨이
- TETRA망의 음역지역에 게이트웨이 시스템의 원격 운용
- 게이트웨이 주제어 장치를 활용한 대규모 시스템 구축

로 구분하여 활용할 수 있으며, <그림 6-18>은 TETRA망의 통화권역 극대화를 위한 활용사례를 나타낸다.



<그림 6-18> TETRA망의 통화권역 극대화

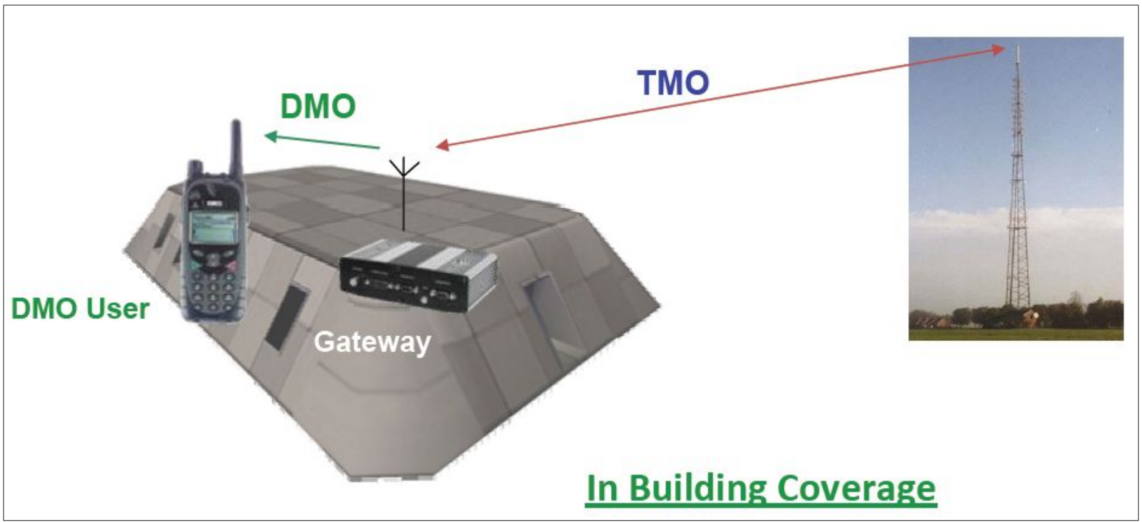
또한 TETRA망과 기존 Conventional 무선망 간의 연동을 위한 게이트웨이로서 활용할 수 있다. 즉, TETRA TMO와 Conventional 무선망간의 상호연동과 TETRA DMO와 Conventional 무선망간의 상호연동을 위한 게이트웨이로서 활용할 수 있으며, <그림 5-18>은 TETRA망과 V/UHF망과의 상호 연동 활용 사례를 나타낸다.



<그림 6-19> TETRA망과 V/UHF망과의 상호 연동

<그림 6-20>은 통화권이 확보되지 않는 건물내에서 TMD/DMO게이트웨이를 이용한 커버리지를 확보하는 개념도를 나타낸다. 건물의 지하에서는 통화권 확보가 어려워 보조 중계기를 이용한 통화권 확보가 일반적인 방법이다. 하지만 이러한 방

법은 상대적으로 큰 건물에 적용되는 방법으로서 소방 및 안전에 취약한 건물의 지하 등에서는 필요시 <그림 6-19>와 같은 게이트웨이를 설치하여 중계함으로써 효율적으로 비용을 절감할 수 있다.



<그림 6-20> 인빌딩 커버리지 확보

제4절 TRS 단말기 경쟁력 확보 방안

TRS 통신망을 구축하는 데 필요한 시스템으로는 크게 교환기, 기지국장치 및 단말기로 구분할 수 있으며, 기지국의 커버리지 내에서 발생하는 음영지역을 효과적인 방법으로 해소하기 위하여 보조중계기 및 게이트웨이를 이용한다.

일반적으로 통신망을 구축하는 데 필요한 구축 비용 중 각 장치가 차지하는 비중은 교환기 및 이동중계국 장치가 약 25%, 보조중계기가 약 35% 및 단말기가 약 40%를 차지한다고 알려져 있다. 국내 업체의 TRS 장비 개발 현황을 보면 교환기 및 기지국 장치를 개발하는 업체는 전무한 반면, 단말기 및 주변 장치에 관심을 가지고 개발에 집중하고 있다. 이것은 개발이 어려울 뿐 아니라 개발 후 시장성 확보가 어려운 교환기 및 기지국 장치보다는 기 개발되어 기술력이 확보되어 있는 보조중계기 또는 상대적으로 개발 부담이 적을 뿐 아니라 시장성 확보가 용이한 단말기의 개발에 집중하기 때문이라 할 수 있다.

현재 국내에서 이용중인 TRS단말기는 전체 435,000여대이며, 이 중 TETRA TRS 방식의 단말기는 약 80,000여대에 이른다. 국가통합망 및 자가통신망의 구축이 완료되면 예상되는 단말기의 수는 약 33만대에 이를 것으로 예측된다. 뿐만 아니라 한국전력 등에서 이용하고자 하는 TRS 데이터 모뎀 등의 수요를 포함하면 약 40만대에 이를 것으로 보여 기능 및 가격 경쟁력을 갖춘 단말기의 경우 국내 시장 수요에 의한 경제성을 확보할 수 있을 것으로 예측된다.

지금까지 각 업체에서 진행중인 개발현황을 고려하여 기구물, HW 및 SW로 분류한 TETRA 단말기의 구성 요소에 대한 국산화율을 분석하면 다음과 같다.

<표 6-12> TETRA 단말기 구성 요소별 국산화 현황

구 분	구성 요소	국산화 방안	비고
기구물	특수 이중사출 구조	설계 및 제작 가능	
하드웨어	Baseband 용 Processor로서 DSP Chip	TI 활용하여 제작 가능 (ETRI 국산 DSP 검토 가능)	일반 상용 칩 활용 가능
	Modem Chip	CML사 칩 활용	
	RF AMP Device	GSM용 Chip 활용	
	선형성을 위한 Cartesian Feedback Loop Chip 등	CML사 칩 활용	
소프트웨어	Protocol Stack	개발시 노력과 비용으로 단기간 내 개발이 어려움	Protocol Stack의 Source code 구입 필요
	Vocoder	구현 가능	
	Encryption Algorithm	구현 가능	
	MMI, UI 및 WAP등	구현 가능	

S/W부분에서 핵심은 Protocol Stack이며, Protocol Stack이 구현되고 해당 Application 구현을 위한 Primitive가 제공되면, 암호화 알고리즘의 개발이나 UI/MMI 및 WAP 등 모든 Application S/W를 개발할 수 있다. 만약 Protocol Stack을 Binary로 구현된 Package를 구입할 경우 암호화 알고리즘이 기술적으로 종속되게 되어 종단간 암호화의 구현도 기술 수출 규제 등으로 국내에 적합한 고유 알고리즘을 개발하는 데 발생하는 문제점 때문에 제품 경쟁력의 확보가 어려워진다.

따라서 TETRA TRS 시장의 확장 규모를 볼 때 Protocol Stack의 Source Code를 구입함으로써, 모든 S/W도 국산화가 가능해질 뿐 아니라 이를 통해 한국형 암호화 Algorithm을 탑재한 TETRA 단말의 100% 국산화가 가능하다고 할 수 있다.

TRS 단말기 핵심 기술인 Protocol Stack의 개발은 유니모테크놀로지, 아태위성산업 및 누리텔레콤 등 적극적으로 개발에 참여해 온 업체에서도 해결하기 어려운 부분이다. 현재 유니모 테크놀로지는 영국 SRT사에 기술 개발 용역 계약을 체결하여, Binary로 구현된 Package로 제공 받아 단말기에 적용하고 있다. 또한 아태위성산업도 특정 업체와 Object code의 구입을 위해 협의 중인 것이다. 현재 Protocol Stack의 Source code 구입이 가능한 업체는 대략 3개 업체로 파악되고 있다. 이러한 업체로부터 Protocol Stack 개발을 위한 source code의 구입 비용은 개발에 참여중인 중소기업체 차원에서 적극적으로 투자하기 어려운 약 30억원이 필요함에 따라 업체 단독 구매보다는 개발 참여 업체의 컴소시엄화 또는 정부로부터의 지원 등 다양한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

이와 같은 Protocol stack 구입비용 외에 국산 단말기의 경쟁력을 확보하기 위해서는 기술 경쟁력뿐만 아니라 사용자의 요구에 맞춘 다양한 기능을 갖춘 단말기가 개발되어야 한다.

가. 기술 경쟁력

최근 TRS 뿐만 아니라 다양한 이동통신 기술이 발달하면서 TRS 사용자의 요구가 다양할 뿐만 아니라 복잡해지고 있다. 즉, 음성 위주의 통신이 대부분이었던 아날로그 TRS에 비하여 디지털 TRS에서는 음성뿐만 아니라 데이터, 실시간 동영상 등의 서비스 외에 Web 서비스 등을 요구하고 있다. 상대적으로 우위에 있는 이동통신 기술을 이용하여 사용자의 요구에 맞는 새로운 개념의 단말기를 개발해야 한다.

나. 기능의 다양화

단말기의 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 단말기 기능의 다양화를 통하여 단말기 가격을 합리화할 필요가 있다. 즉, 음성 전용, 데이터 전용 및 CDMA 기술 결합 단말기 등 통신 서비스 수요의 다양화와 고도화에 따른 단말기 기능을 다양화함으로써 가격경쟁력을 확보하여야 한다.

제6장 결론

본 연구에서는 TRS 무선국 분류를 재정비하고, 동 대역내 이종 무선서비스와의 간섭을 고려한 TRS 무선국별 출력 조정을 통해 효율적인 TRS 무선국 운영방안을 마련할 뿐만 아니라, TRS 주파수의 효율적 사용 및 다양한 장점을 가진 디지털 TRS 시스템 전환 현황을 조사하였다. 또한, 2005년 5월 국가통합지휘무선통신망용 주파수 분배로 기 이용중인 800㎒ 대역의 자가망 TRS 무선국이 380㎒ 대역으로 이전하게 되었으나, 380㎒ 대역은 기 이용중인 800㎒ 대역에 비해 전파 회절특성은 좋으나 저대역 특성상 실내 및 지하구간에 대한 침투손실이 높은 특성을 가지고 있다. 최근 작업장 내 구조물이 많은 일부 업체에서는 통화권 확보를 위해 운영이 불가피하게 됨에 따라 자가 TRS용 소출력 중계기 도입을 위한 검토가 필요하게 되었다. 380㎒/800㎒ 대역에 대한 소출력 중계기 사용을 위해 인접대역 역무와의 간섭분석을 하였고, 이에 따른 도입방안을 도출하였다.

현재 전세계적으로 표준화되고 있는 TETRA Release 2 기술은 2009년 상반기에 상용화 될 것으로 전망되고 있으므로, 2009년 이후 디지털 전환을 계획하고 있는 업체에서는 TETRA Release 2에 대한 도입 검토가 예측된다. 이에, TETRA Release 2의 국내 적용을 위한 무선설비 기술 기준 및 채널링 등에 대한 지속적인 검토가 필요하여 현재의 표준화 진행 현황 등을 조사, 분석하였다.

우리나라의 현행 전파법 체계에서는 주파수 이용대가 부과에 관해 주파수 할당대가 및 전파사용료 등 크게 2가지를 규정하고 있다. 이러한 주파수의 이용대가 부과에 관해 논의하기 위해서는 주파수를 부여하는 방식과 해당 주파수를 사용하는 무선국의 개설을 허가하는 방식에 대한 이해가 선행되어야 한다. 왜냐하면, 현행 전파법은 주파수의 부여 형태 및 무선국 개설 허가 형태별로 주파수의 이용대가 산정방식을 다르게 규정하고 있기 때문이다. 외국의 경우, 비효율적인 사용자를 선별하고 주파수 사용자로 하여금 주파수가 가진 본질적인 가치를 충분히 이끌어낼 수 있도록 하기 위해 각종 방법론을 도입하여 주파수의 가격을 책정하고 있다. 이에, 우리나라 및 외국의 TRS 주파수 이용대가 부과제도에 대해 분석하여 우리나라의 TRS 주파수의 이용대가 부과제도의 개선방안을 도출하였다.

현재 국내에서 이용중인 TRS단말기는 전체 435,000여대이며, 이 중 TETRA TRS 방식의 단말기는 약 80,000여대에 이른다. 국가통합망 및 자가통신망의 구축이 완료

되면 예상되는 단말기의 수는 약 33만대에 이를 것으로 예측된다. 뿐만 아니라 한국전력 등에서 이용하고자 하는 TRS 모뎀 등의 수요를 포함하면 약 40만대에 이를 것으로 보여 기능 및 가격 경쟁력을 갖춘 단말기의 경우 국내 시장 수요에 의한 경제성을 확보할 수 있을 것으로 예측된다. 이에, 기술 경쟁력, 사용자의 요구에 맞춘 다양한 기능을 갖춘 단말기 개발 등 국산 단말기의 경쟁력 확보방안을 도출하였다.

본 연구결과물이 TRS 주파수의 효율적인 이용을 제고하고, TRS 관련 산업 활성화를 도모할 수 있기를 기대한다.

[부록]

TRS 주파수 연구반 명단

소속	부서	직위	성명
동의과학대학교	전자통신과	교수	송기홍
서울소방방재본부 서울종합방재센터	전산통신과 정보통신팀	반장	이호영
서울개인택시 운송사업조합	무선통신부	과장	김성수
포스코	정보서비스그룹	차장	박광은
한국전력	통신기술팀	과장	이명종
현대제철	공정제어팀	과장	강민석
ETRI	스펙트럼공학 연구팀	연구원	정남호
ETRI	서비스기반 정책연구팀	선임 연구원	김태한
국방부	합동참모본부	중령	김선환
KORPA	검사기획팀	차장	이병철
중앙전파관리소	전파업무과	주무관	손석모
전파연구소	기준연구과	연구사	임재우
방송통신위원회	주파수정책과	사무관	김신겸
방송통신위원회	주파수정책과	주무관	윤　현
한국전파진흥협회	기술지원팀	팀장	정찬형
한국전파진흥협회	기술지원팀	과장	구재일
한국전파진흥협회	기술지원팀	대리	서지영

1. 본 연구보고서는 방송통신위원회의 출연금 등으로 수행한 정보통신연구개발사업의 연구 결과입니다.
2. 본 연구보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 방송통신위원회 정보통신연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.