

# 타이어 공기압 감지 장치 기술기준 및 표준화 연구

천재영, 조평동, 이형호

한국전자통신연구원

## Study on the Standardization for Tire Pressure Monitoring System

Jae-Young Chun, Pyung-Dong Cho, Hyeong Ho Lee

Electrics and Telecommunications Research Institute

E-mail : jy Chun@etri.re.kr

### 요 약

미국, 유럽에서는 315MHz, 433.92MHz를 아마추어 무선국과 공유하여 차량용 주파수로 활용하고 있다. 참고로, 미국 고속도로 안전위원회는 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)를 2003~ 2006년 까지 미국 내 생산 차량 및 수입차량에 대해 TPMS 센서 장착을 100% 의무 적용하고 있다. 433.92MHz는 국내에서 이미 아마추어 무선 업무용 주파수로 할당되어 사용되고 있으며, 현재 TPMS 수입차량의 국내 도입을 위한 주파수 분배 및 기술 기준이 마련되어 있지 않은 상황이다. 향후 해외 수입차량의 국내 도입 및 국내 차량의 해외 수출을 고려할 경우 국제 기준에 부합하면서 국내 전파환경에 적합한 주파수 분배 및 기술 기준의 마련이 필요하다.

### 키워드

차량용, 주파수, 무선국, 간섭, 기술기준, TPMS, SRD

### 1. 서 론

미국의 경우 FMVSS(연방자동차 안전기준)에서 2006년 10월부터 자동차에 TPMS(Tire Pressure Monitoring System) 장착을 의무화할 예정이다. 이는 과거 포드(Ford) 자동차의 일부 모델이 타이어 결함으로 많은 인명 피해를 입었다는 조사결과를 바탕으로 결정된 정책이다. 따라서 미국에서는 자동차 TPMS의 장착에 필요한 주파수는 RKE(Remote Keyless Entry)와 같은 315MHz와 433.92MHz를 사용하도록 하고 있으며, 유럽에서는 마찬가지로 RKE와 같은 주파수인 433.92MHz를 사용하고 있다. 국내 내수 차량에는 현재까지 TPMS 센서가 장착되었다고 알려진 바가 없다(2005년 7월 기준). 단, 수출차량 중 일부 모델에 한해서 TPMS가 장착된다. 그러나 현재 해외에서 내수로 수입되는 차량중의 상당수가 TPMS 센서를 장착하고 있으며 매년 TPMS 차량의 증가로 차후 국내 아마추어 무선연맹, RF ID 등과의 전파간섭 등의 문제가 야기 될 것으로 전망된다. 다

음의 <표1> 국내 수출·입 되는 차량의 연도별 변화와 추이에 관한 예이다.

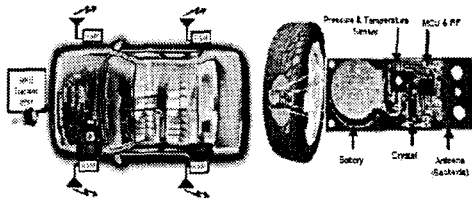
<표1> 국내자동차 생산/수출/내수/수입 현황

Year	Domestic Car		Imported Car			TPS (%of total)
	Export	Salient	Sales	Grey Sales	Total(b)	
2000	1,544,478	1,057,820	4,414	-	4,414	0.4%
2001	1,807,015	1,065,191	7,747	-	7,747	0.7%
2002	1,413,718	1,215,210	18,119	-	18,119	1.3%
2003	1,720,134	1,091,874	19,481	4,832	24,313	2.4%
2004	2,020,781	777,341	20,242	1,447	21,689	2.0%

본 논문에서 다루는 차량용 주파수는 타이어 공기압 감지 장치(TPMS: Tire Pressure Monitoring System)로 국한되며 현재까지 아마추어 무선주파수, RFID, 간섭 실험 결과를 토대로 국내 환경에 적합한 차량용 주파수 기술기준을 제안하고자 한다.

## II. 타이어 공기압 감지 장치

TPMS(Tire Pressure Monitoring System)는 타이어 공기압 감지 센서를 장착한 차량이 도로 주행 중 타이어의 온도와 공기압을 일정 간격으로 점검하여 타이어 상태를 운전자에게 알려줌으로써, 주행 중의 갑작스런 타이어 펑크로 인한 사고를 방지하기 위해 고안된 기술이다. 이미 미국에서는 2006년 10월까지 미국 내 생산되는 모든 차량 및 수입차량은 의무적으로 TPMS를 장착하여야 하며 과거의 고급 차종에만 적용되었던 TPMS 기술이 일반 보급 차량에도 적용되어 타이어 파손으로 인한 교통사고의 비율이 줄어들 전망이다. <그림1>은 타이어의 온도와 압력을 모니터 할 수 있는 TPMS 센서가 장착된 타이어에 관한 예와 TPMS 시스템을 도입한 차량의 타이어 배치 구조, RF(Radio Frequency) 송수신 장치, 메인 컨트롤 장치, 운전자 LED 표시 장치의 위치에 관한 구조에 관한 예이다.



<그림1> TPMS 시스템의 구성 및 TPMS 센서

### III. 타이어 공기압 감지 장치 국제 기술기준

현재 미국에서는 TPMS 무선기기를 주파수 분배 및 기술 기준이 마련되어 있지 않은 상황이며 기준 주파수대에서 전계강도 기술 기준을 만족하면 허가 없이 무선국을 개설해서 운용할 수 있다. 유럽 역시 미국과 사정은 동일하며 TPMS 차량에 대한 기술 기준은 없으며 미국의 경우 FCC Part 15.231 표준, 유럽의 경우 ERC/REC 70-03 및 ETSI EN 300-220 기술 기준을 적용하고 있다. <표2>는 현재 미국 내 TPMS 장착차량이 준수하여야 하는 허용 기술 기준이며 <표3>는 마찬가지로 유럽 내 TPMS 장착차량이 준수하여야 하는 기술 기준이다. 덧붙여 ISO(International Organization for Standard) 기술표준은 현재 마련되어 있지 않은 상황이다. 미국에서는 FCC Part 15.231에서 Garage Door Opener, Alarm System, TPMS, Remote Keyless Entry, Remote Car Starter 등과 같은 의도적 분배기(intentional radiator)에 대한 주파수 대역과 발사 전계강도에 대해 규정하고 있다. 이대역에서는 의도적 발사기의 제어용 신호를 전송할 수 있으므로 원격제어 장난감 및 연속적인 음성/화상/데이터를 전송할 수 없으며, TPMS, RKE(emote Keyless Entry), Remote Car Starter, RFID와 같은 인식 데이터 전송을 하는 경우는 예외 사항으로 분류하여 주파수의 사용을 허가하고 있다. 참고로, FCC 15.231(a)와 15.231(e)는 전계강도의 기술 기준이 다른데 이는 주기 동작 즉 duty cycle이 다르기 때문이다. 즉 duty cycle이 커지면 출력이 커져서 다른 무선 시스템에 영향을 줄 수가 있기 때문이다. 유럽의 경우 400MHz대역에서 아마추어 사용이 비교적 적기 때문에 여러 유럽 국가 간에 ISM 대역과 같이 사용하고 있다. 즉각 국가 간에 주파수 조화(harmonization)를 도모(ERC/REC 70-30)해서 TPMS, RKE 등과 같은 SRD(Short Range Device) 시스템을 동일한 주파수 대역에서 운용하고 있다. 유럽에서도 다른 시스템들과 공유를 위해서 duty cycle을 정하고 있으며 출력이 10mW(e.r.p.)이면 10% 이하의 duty

Keyless Entry), Remote Car Starter, RFID와 같은 인식 데이터 전송을 하는 경우는 예외 사항으로 분류하여 주파수의 사용을 허가하고 있다.

<표2> 미국의 FCC PART 15.231 기술 기준

Section	15.231(a)	15.231(e)	15.231(f)(Proposed)	15.231(g)(New)
용도	비어 인입/프드 인입	모든 용도 (비어/프드 인입 포함)	제한, 식별, 데이터 교환	제한, 식별, 데이터 교환
주파수	70MHz 이상	70MHz 이상	433-433.9MHz	433.0-434.0MHz
제어/제한용	No/Yes	Yes	Yes	Yes
출력/용량	150Watt	Yes	3W	3W
정공전력 밀도	11,000 μW/m	4,400 μW/m	11,000 μW/m	11,000 μW/m
최대전계강도	110,000 μV/m	44,000 μV/m	110,000 μV/m	66,000 μV/m
오프 시간	1 시간	80 초	10 초	10 초
온/오프 주기	5 초	1 초	10 초	60 초
주파수대	0.1% 이하	0.2% 이하	0% 이하	0% 이하
기타		15.231(f)에 비해 모든 용도가 될 수 있어 데이터 전송용을 제외하면 출력의 낮아져서 온종기 허가 불가능	SAR이 운용되기 용이한, 주파수용 특성에서 제한(허용수준에 4배 이하)	SAR이 제한은 기존 시스템 운영을 두기 때문에 이를 준수할 수 있는 운용주기, 출력, 주파수 수위에 한정

<표3> 유럽의 ERC/REC 70-03 기술 기준

주파수 대역	출력/전력(e.r.p.)	제어/제한	Duty Cycle(%)
433.050-434.700 MHz	10mW	제어/제한 없음	10% 이하
433.050-434.700 MHz	1mW 또는 -135dBm/100MHz(한정용)	제어/제한 없음	Duty Cycle 제한 없음
433.050-434.700 MHz	10mW	25% 이하	Duty Cycle 제한 없음

- [1] 30dB와 동일 신호는 433.050-434.700MHz 대역에서 사용할 수 없음
- [2] 30dB와 동일 신호는 433.050-434.700MHz 대역에서 제한 없음 -135dBm/100MHz 이하 사용
- [3] 30dB와 동일 신호는 433.050-434.700MHz 대역에서 사용할 수 없음
- [4] 30dB와 동일 신호는 433.050-434.700MHz 대역에서 사용할 수 없음

미국에서는 FCC Part 15.231에서 Garage Door Opener, Alarm System, TPMS, Remote Keyless Entry, Remote Car Starter 등과 같은 의도적 분배기(intentional radiator)에 대한 주파수 대역과 발사 전계강도에 대해 규정하고 있다. 이대역에서는 의도적 발사기의 제어용 신호를 전송할 수 있으므로 원격제어 장난감 및 연속적인 음성/화상/데이터를 전송할 수 없으며, TPMS, RKE(emote Keyless Entry), Remote Car Starter, RFID와 같은 인식 데이터 전송을 하는 경우는 예외 사항으로 분류하여 주파수의 사용을 허가하고 있다. 참고로, FCC 15.231(a)와 15.231(e)는 전계강도의 기술 기준이 다른데 이는 주기 동작 즉 duty cycle이 다르기 때문이다. 즉 duty cycle이 커지면 출력이 커져서 다른 무선 시스템에 영향을 줄 수가 있기 때문이다. 유럽의 경우 400MHz대역에서 아마추어 사용이 비교적 적기 때문에 여러 유럽 국가 간에 ISM 대역과 같이 사용하고 있다. 즉각 국가 간에 주파수 조화(harmonization)를 도모(ERC/REC 70-30)해서 TPMS, RKE 등과 같은 SRD(Short Range Device) 시스템을 동일한 주파수 대역에서 운용하고 있다. 유럽에서도 다른 시스템들과 공유를 위해서 duty cycle을 정하고 있으며 출력이 10mW(e.r.p.)이면 10% 이하의 duty

cycle을 갖도록 규정하고 있다. 그러나 출력이 1mW(e.r.p.)이면 duty cycle에 대해서는 규정하고 있지 않다.

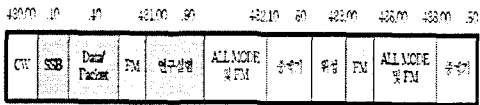
IV. 타이어 공기압 감지 장치 국내 기술기준

미국 및 유럽과 마찬가지로 현재 국내에도 TPMS에 대한 주파수 분배 및 기술 기준안이 마련되어 있지 않다. 국내의 경우 아마추어 무선연맹, 컨테이너용 RFID, TPMS가 상호 동일한 주파수 대역을 공유하기 때문에 상호간 연동 운용 시 주파수 간섭이 예상된다. 433.92MHz 대역의 컨테이너용 RFID는 활용 장소가 지역적으로 극히 한정되기 때문에 TPMS 장치 및 아마추어 주파수 대역에 대한 간섭이 심각하지 않아 이미 주파수가 분배되었고 기술 기준이 고시되었다. 현재 국내의 433.92MHz 주파수 대역의 TPMS 주파수 활용 현황은 <표 4>와 같다.

이미 앞서서 언급했듯이 433.92MHz는 아마추어 무선국 점유해서 사용하고 있던 주파수 대역이다. 때문에 TPMS 장착 수입 차량이 국내 도입되어 도로 주행을 할 경우 아마추어 무선국에서 어느 정도의 간섭을 유발하는지 그 피해 정도는 얼마나 되는지 관심이 가지 않을 수 없다. 초기 아마추어 무선국에서는 차량용 TPMS 주파수 분배에 대해 다른 후보 주파수 대역에 신규 주파수 대역으로 할당함으로써 상호간에 간섭 없이 사용할 것을 권고하였다. 그러나 국내 차량의 수출 산업을 보호하고 국외 차량을 국내 도입하기 위해서는 433.92MHz 대역의 주파수 분배를 신중하게 검토되어야 한다.

<표4> 각국의 타이어 공기압 감지 장치 기술기준

TPMS	이용 주파수	출력
미국	433MHz	100mW(100mW 이하)
유럽	315MHz, 433.92MHz	100mW(100mW 이하, duty cycle 10%)
미국	315MHz, 433.92MHz	6.5mW(100mW 이하, duty cycle 10%)

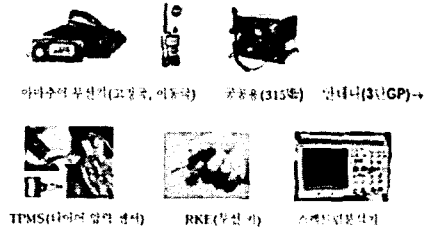


<그림2> 433MHz 대역의 아마추어 주파수

V. 주파수 공유 가능성 분석 결과

국내 신규 차량용 주파수로 분배를 고려중인 315MHz, 433.92MHz, 447MHz 주파수 대역에 대해 2004년 5월 7일 현장 간섭 실험을 가졌으며, 2005년 4월 6일(추가실험)이 정보통신부, 전파연구소, 한국전자통신연구원, 그리고 각계 학계 및

산업체의 지원하에 경기도 이천 시험장에서 실험되었다. 실험은 실내 측정, 실외 측정이 있으며 2005년 5월 7일 추가실험에서는 아마추어 무선국과 차량용 타이어 공기압 감지 센서(TPMS)와의 간섭 분석에 주안점을 두었다.



<그림3> 실험에 동원된 측정 장비

- 실내 측정
  - 송수신기의 절대특성(값) 측정: 전파연구소(실내, 실외)
  - 전파무반향실측정(@3m): 이천분소
- 실외측정
  - 개활지, 차량운행지역(주행시험소)
  - 산악지형, 고층아파트등 전파환경 고려
- 측정방법
  - 공정성 및 정확성 향상을 고려한 합동 실험
  - 아마추어연맹, 중관소CS차량, ETRI, 전파연구소, 대학 등
- 사용장비
  - TPMS/RKE 차량, 신호발생기, 스펙트럼분석기, 3단GP안테나, HamRx

315MHz 주파수 대역은 미국의 TPMS 장착 차량에서 사용 중이다. 국내에서는 이미 공공용 통신으로 사용 중이며, TPMS와 공공통신 기기간 그리고 TPMS와 다른 미약전파 기기간 공유 가능성을 검토하였다. 결과적으로 315MHz 공공통신 무선기기의 무변조 반송파 신호는 상시적으로 발신 상태이며 공유가 불가능하다는 결론을 내리게 되었다.

433.92MHz는 국내 아마추어 주파수 및 RFID 용으로 할당되어 있으며 2004년 5월, 7월 그리고 2005년 4월, 6월 시험 결과를 검토하였다. 시험은 경기도 이천(2005년 4월) 그리고 화성(2005년 6월) 추가적인 실외전파 환경을 측정하였다. 실험결과 아마추어 무선기기가 고감도 안테나를 사용할 경우 TPMS에서 송신되는 신호가 간섭원으로 작용하여 작동이 불가능 하였으나 적당한 이격거리를 주변 간섭 확률이 낮아지는 것을 측정하였다. 아마추어 무선기기는 TPMS의 발신된 신호를 잡음 레벨로 간주할 만큼 통신장치가 심각하지 않았으

나, 최악의 경우 아마추어 무선기기는 주파수 대역을 다른 채널로 옮겨 사용하여야 한다. 더불어 실험을 통한 결과 아마추어 무선국이 TPMS 시스템의 간섭으로 인한 통신 장애보다는 아마추어 무선국의 통신이 TPMS에 간섭신호로 작용할 확률이 더 높은 것으로 결론지었다. 참고로, 433.92MHz는 완성차의 수출입을 위한 국제적 호환성을 고려 검토되어야 한다. 참고로 이번 현장 실측 실험을 바탕으로 다음의 <표5> 기술기준 조건을 국내 타이어 공기압 감지 장치에 적용코자 제안하고자 한다.

447.3MHz는 안전시스템용 무선기기와의 간섭 실험 및 미약전파 기기 공유 실험을 측정하였다. 아마추어 무선국, RFID, 미약전파 무선기기와의 간섭 제한 조건이 없지만, 국제적으로 447.3MHz를 차량용 TPMS주파수 대역으로 할당된 곳이 없어 상호 국가 간의 호환성이 없는 것으로 검토되었다. 현재 173MHz, 311MHz, 447.3MHz는 이미 산업용 차량의 주파수로 분배되어 활용되고 있으며, 추가적으로 433.92MHz 대역에 대한 신규 주파수 분배는 정부관계자, 연구기관, 대학, 산업체의 의견 수렴 후 주파수 분배가 필요하다.

<표5> 차량용 주파수 기술기준 초안

	기술기준
주파수	433.92MHz, 447MHz
출력	최대전력 110,000uV/m@3m(100.8dBuV/m) (5.6dBm EIRP)  평균전력 11,000uV/m@3m(80.8dBuV/m) (-14.4dBm EIRP)
변조방식	ASK, FSK
접속 주파수대역 폭	1MHz (20dB 대역폭) 433.92MHz×0.25%=1084.8kHz  70MHz - 900MHz = 중심주파수×0.25% 이하 900MHz이상 = 중심주파수×0.5% 이하
주파수 허용편차	100×10 <sup>-6</sup> 이하 (≤43.392 kHz)
스푸리어스 발사	1,100 uV/m@3m (60.8dBuV/m) -34.31dBm / 100kHz EIRP  발사금지대역에 대한 값은 15.209(a)기준 적용  발사금지대역은 15.205에 명시됨
부차적 진파발사	15.209(a) 참고 216~960MHz 300uV/m@3m 이하(-49dBm)
Duty Cycle	5초 이내에 전송을 중단 함 것

## VI. 결 론

타이어 공기압 감지 장치는 주행 중 타이어의 파손으로 인한 교통사고를 방지하기 위해 고안된

기술이며 운전자의 안전과 직결된 문제이기 때문에 신중히 검토되어야 한다. 또한 미국에서는 2006년도 10월부터는 TPMS 센서를 장착을 의무화 하고 있으며 국내 차량의 수출을 통한 산업적 파급 효과를 고려할 경우 차량용 주파수 분배는 필요하다. 또한 1차적으로 보호받아야 할 주파수 대역인 아마추어 주파수에 간섭 영향을 최소화 하여야 한다.

현재 433.92MHz 대역의 RFID의 주파수 분배는 완료되었으며 아마추어 무선국과 타이어 공기압 감지 장치 사이의 정책적 기술적 해결 방안이 남아 있다. 2005년 4월 6월 경에도 인천분소에서 현장실험을 바탕으로 아마추어 무선국과 차량용 무선기기간의 주파수 공유가능성을 확인할 수 있었다. 447MHz 대역은 이미 타이어 공기압 감지 센서 용도로 활용하고 있으나 국내 차량에만 적용할 수밖에 없다는 한계점을 가지며, 315MHz는 공공통신으로 사용 중이기 때문에 신규 주파수 분배가 불가능하다고 결론지어졌다.

차량용 TPMS 주파수 분배에 관해서는 아마추어 무선연맹 측과 수차례의 회의 결과를 바탕으로 차량용 주파수 분배에 관해 검토되었으며 최종 결의안을 2005년 7월 14일 차량용 TPMS/RKE 공청회를 통해 공지되었다. 2005년 8월 2일 까지 약 20일 동안 공청회 결과에 대한 의견을 정보통신부에서 각계각층의 다양한 직종의 참여자의 의견을 수렴한 후 최종 결의를 2005년 9월 10일 중에 신규 주파수 분배 여부를 발표할 계획이다. 기술기준 작업은 신규주파수 분배가 확정되어진 후 2005년 4/4분기에 진행될 것으로 예상된다.

## 참고문헌

[1] FCC CFR PART 15.231 문서,  
<http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/get-cfr.cgi?TITLE=47&PART=15&SECTION=231&YEAR=2001&TYPE=TEXT>

[2] 유럽 REC/ERC 70-03 문서,  
<http://www.ero.dk/documentation/docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF>

[3] 차량용 주파수 연구반 회의 자료(2005년 7월 14일 공청회자료 및 회의 자료),  
<http://www.spectrum.or.kr/>