

Ka대역 위성지구국과 지상무선국간의 공유 기준

홍완표*

Sharing Criteria between Satellite network and Earth Station in Ka-and

Wan-pyo Hong*

요 약

세계주파수분배 지역1과 지역3에서 주파수대역 21.4-22.0 GHz가 방송위성서비스로 사용되고 있다. 이 주파수대역의 사용은 WRC-03의 결의 525의 규정에 따른 것으로 이 주파수대역에 대한 방송위성서비스 시스템은 광대역 무선주파수신호를 전송한다. 전세계적으로 이 주파수대역을 사용하고자 하는 위성발사계획이 증가하고 있는 추세이다. 이 주파수대역은 강우감쇠가 매우 심한 대역으로 Ku대역에 비하여 상당히 큰 송신전력이 요구된다. 이 주파수대역에서 방송서비스가 운용되기 위하여, 이에 적합한 공유기준이 요구된다. 본 논문은 국제전기통신연합의 권고를 토대로 위성지구국과 지상무선국 신호간의 공유기준에 대하여 분석하였다.

ABSTRACT

The 21.4-22.0GHz frequency band is used to broadcast satellite services in Region 1 and Region 3 in frequency distribution area. The use of this frequency band is according to the provision of the resolution 525 of WRC-03, this frequency band broadcasting service system transmits broadband radio-frequency signals. The trend of the Satellite launching plans for an using this frequency band is growing in worldwide. This frequency band requires fairly more transmit power than the Ku-band because of the rain attenuation of this frequency band is very extreme. An appropriate sharing criteria is required for this broadcast service to be operational.

키워드

주파수 공유, 강우감쇠, 혼신허용레벨, 방송위성서비스, Ku대역

1. 서론

2007년 1월 부터 지역1과 지역3에서 주파수대역 21.4-22.0 GHz가 방송위성서비스로 사용되고 있다[1]. 이 주파수대역의 사용은 WRC-03의 결의 525의 규정에 따른 것으로 이 주파수대역에 대한 방송위성서비스 시스템은 광대역 무선주파수신호를 전송한다. 전세계적으로 이 주파수대역을 사용하고자 하는 위성발

사계획이 증가하고 있는 추세이다. 이 주파수대역은 강우감쇠가 매우 심한 대역으로 Ku대역에 비하여 상당히 큰 송신전력이 요구된다. 이 주파수대역에서 방송서비스가 운용되기 위하여, 이에 적합한 공유기준이 요구된다. 본 논문은 국제전기통신연합의 권고를 토대로 위성신호와 지상무선국 신호간의 공유기준에 대하여 분석하였다 이 주파수대역에 대한 위성간 간섭기준의 계산은 ITU-R BO.1213[1]을 준용하였다. 위성

* 한세대학교 정보통신공학과 교수(wphong@hansei.ac.kr)

접수일자 : 2010. 04. 02

심사(수정)일자 : 2010. 05. 14

게재확정일자 : 2010. 06. 14

과 지상망간의 간섭분석을 위하여 지상무선국에 대한 파라미터는 채널 대역폭 1 MHz, 최대 안테나 이득 46dBi, 안테나 패턴은 ITU-R F.699[2], ITU-R F.1245[3]를 적용하였다. EIRP는 70 dBW, 간섭허용레벨은 -165 dBW/Hz 그리고 경로손실은 자유공간손실을 적용하였다.

II. 위성네트워크 간 공유기준

주파수대역 21.4-22.0GHz의 방송위성서비스 주파수대역에 대한 위성간 간섭기준은 ITU-R BO.1213을 준용하였다. 이 기준으로 할 경우에 이 주파수대역에서 정지궤도 방송위성서비스 시스템간의 공유를 위한 기준은 청명한 날씨에 다음과 같은 pfd(power flux density)값을 갖게 된다.

- 143.2dB(W/(m² · MHz)) ; 0° ≤ θ < 0.268°
- 131.8 + 20 logθ dB(W/(m² · MHz)); 0.268° ≤ θ < 1.18°
- 134.7 + 3.12θ dB(W/(m² · MHz)); 1.18° ≤ θ < 2.59°
- 124.5 + 25 logθ dB(W/(m² · MHz)); 2.59° ≤ θ < 6.03°
- 105.0dB(W/(m² · MHz)); 6.03° ≤ θ

이 공식에서 θ는 지구를 중심으로 하여 통신하는 위성과 혼신을 주는 위성간의 최소 이격을 나타내는 각도로서 동-서 궤도유지확보를 고려한 것이다. pfd 값은 주파수대역 21.4-22.0 GHz을 사용하는 방송위성 서비스에 대한 공유기준에 관한 것으로 C/I로부터 얻어진다. 직경이 45 cm ~ 120 cm인 안테나의 보호는 원하는 pfd가 수신안테나 이득을 증가시키므로 서 dB/dB로 감소된다는 가정을 전제로 한 것이다. 이러한 방법으로 링크의 성능이 일정하게 유지된다. 보호 조건은 궤도의 이격이 6도인 경우 21.5dB(W/(m² · MHz))로 설정된다. 따라서 보호기준은 단일 경로의 경우 C/I 가 29.7dB가 된다. 이로부터 허용 할 수 있는 혼신 pfd 한계치는 모든 경우 다음과 같은 공식을 이용하여 계산된다.

$$\text{혼신pfd한계치}(\theta) = \text{목적pfd} - 29.7 + \Delta G(\Phi)$$

여기서 ΔG(Φ)는 탈축각 판별로서 안테나크기를 고려하는 것에 대한 관련 지표면각 (Φ=1.1o)에 대한 것

이다.

II. 위성지구국과 지상무선국간 공유기준

전과규칙 제21조의 위성지구국과 지상무선국간의 공유기준에 의하면 공유조건을 만족하도록 하는 기준으로 지상국 전력 제한, 지구국 전력 제한, 우주국 전력속밀도 제한하는 방법과 지구국의 최소 양각을 제한하는 방법을 제시하고 있다. 위성지구국과 지상무선국간의 공유에 대한 시나리오는 위성우주국과 지상무선국간, 지상 무선국과 위성 우주국간, 지상 무선국과 위성 지구국간 그리고 위성 지구국과 지상 무선국간에 대한 것으로 구분할 수 있다. 공유를 위한 간섭을 분석하는데 필요한 파라미터는 무선국의 고도, 무선국간 양각 및 입사각이 된다. 그림 1은 이들 파라미터에 의한 세 가지의 시나리오를 보여 주는 것이다.

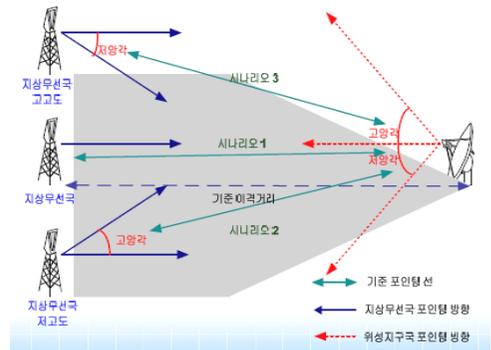


그림 1. 위성지구국과 지상무선국간 간섭분석 시나리오

Fig. 1 Scenario of interference analysis between satellite earth station and ground radio station

그림.1로부터 위성지구국과 지상무선국간의 간섭의 발생은 각 무선국에서 송신되는 신호전력이 지향하는 방향을 벗어나 다른 무선국의 안테나에 인입되는 것에 의해 발생된다. 즉 안테나의 비입 축이 중심축에서 벗어나게 되어 다른 무선국의 안테나에 비입 중심이 있게 되는 경우로서 이것을 비입이 축을 이탈하였다 고 하며 이때 이탈되는 각을 탈축각(off-axis angle) 이라고 한다.

공유조건을 분석하기 위하여 위성지구국에 대한 안

테나특성은 ITU-R S.465을 기준으로 하였고 지상무선국은 ITU-R F.699과 ITU-R F.1245를 근거로 하였다. 간섭에 대한 허용전력 마진과 무선국간의 이격거리리는 다음과 같이 계산하였다.

$$IFS = PT + GT - L_{path} + GR$$

PT = 위성지구국의 송신 전력밀도(dBW/Hz)
 GT = 위성지구국 송신 안테나이득(dBi)
 L_{path} = 지상무선국과 위성지구국간 자유공간 손실(dB)
 GR = 지상무선국의 수신 안테나이득(dBi)

이 공식으로부터 간섭에 대한 허용전력마진을 다음과 같이 계산한다.

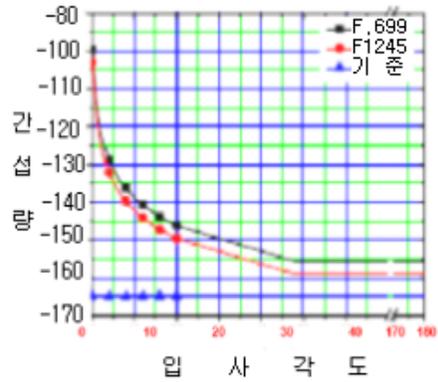
$$M1 = IFS - I R ; \quad I R = \text{수신혼신전력}$$

이 공식으로부터 위성지구국과 지상무선국간의 이격거리리는 다음과 같이 계산한다.

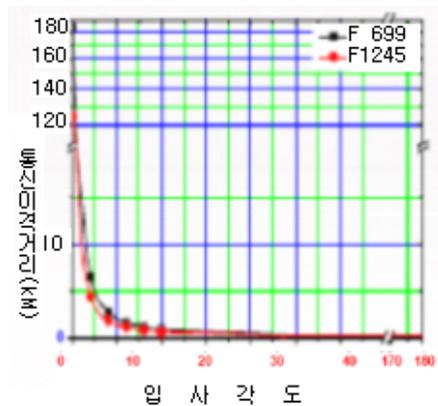
$$ds = 10(M1/20) \times dR \text{ (dB)} ; \quad dR = \text{기준 이격거리 (Km)}$$

간섭분석을 위하여 지상무선국에 대한 파라미터는 채널 대역폭 1 MHz, 최대 안테나 이득 46 dBi, 안테나 패턴은 앞에서 언급한 바와 같이 ITU-R F.699, ITU-R F.1245를 적용하였다. EIRP는 70 dBW, 간섭 허용레벨은 -165 dBW/Hz 그리고 경로손실은 자유공간손실을 적용하였다.

그림. 2는 양각이 0도이고 위성지구국과 지상무선국의 안테나 고도가 동일한 경우의 지상무선국의 입사각에 따른 간섭량 및 통신 이격거리를 분석한 것이다.



(a) 입사각과 간섭량
(a) Incident angle and interference amount

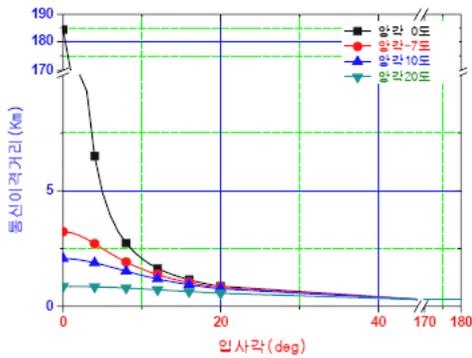


(b) 입사각과 통신이격거리
(b) Incident angle and communication separation distance

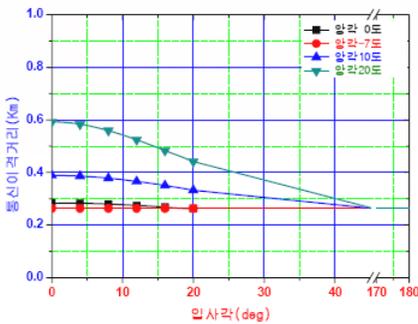
그림 2. 지상국 간섭량 및 이격거리(양각0도)

Fig. 2 Amount of interference at ground station and separation distance(elevation angle 0 degree)

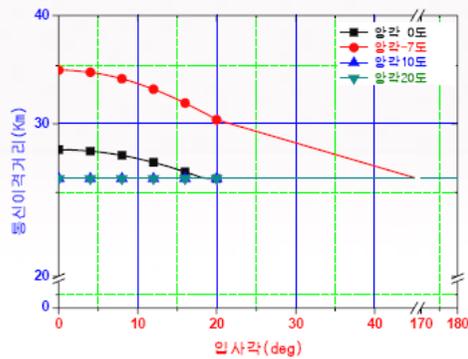
그림. 3은 ITU-R F.699를 적용한 경우의 지상무선국 고도에 따른 통신 이격거리를 분석한 결과로서 그림(a)는 시나리오1의 경우로서 고도가 0m, 탈축각이 44도 그림(b)와 (c)는 시나리오 2와 3에 대한 것으로 고도가 100m, 탈축각이 각각 89도와 1도인 경우에 대한 것이다.



(a) 시나리오 1의 경우
(a) Case of scenario 1



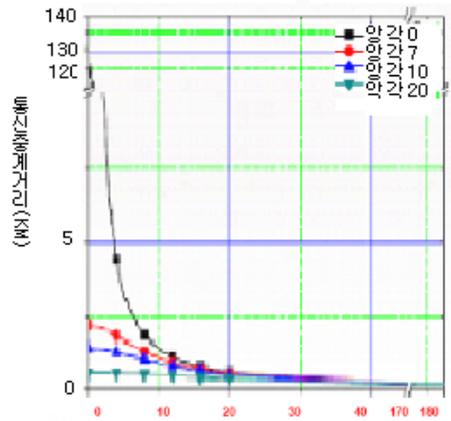
(b) 시나리오 2의 경우
(b) Case of scenario 2



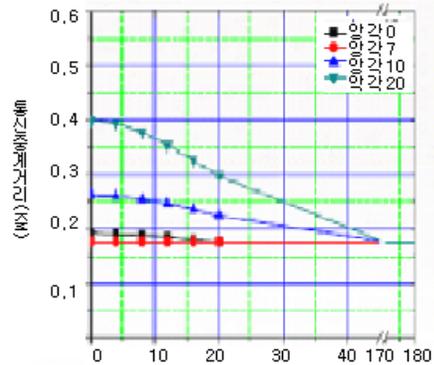
(c) 시나리오 3의 경우
(c) Case of scenario 3

그림 3. ITU-R F.699 적용 이격거리 분석
Fig. 3 Separation distance on ITU-R F.699

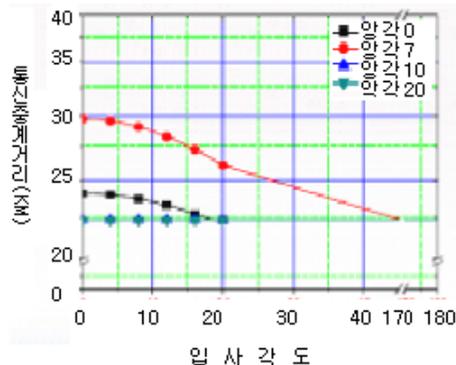
그림. 4는 그림3과 같은 조건하에서 ITU-R F.1245 권고를 적용한 경우의 지상무선국 고도에 따른 위성 지구국과 지상무선국간의 이격거리를 분석한 결과이다.



입사각도
(a) 시나리오 1의 경우
(a) Case of scenario 1



입사각도
(b) 시나리오 2의 경우
(b) Case of scenario 2



입사각도
(c) 시나리오 3의 경우
(c) Case of scenario 3

그림 4. ITU-R F.1245 적용 이격거리 분석
Fig. 4 Separation distance on ITU-R F.1245

III. 결 론

본 소고에서는 Ka대역 위성지구국과 지상무선국간의 공유기준에 대하여 분석하였다. 위성간 간섭기준의 계산은 ITU-R BO.1213을 준용하였다. 위성과 지상망간의 간섭분석을 위하여 지상무선국에 대한 파라미터는 채널 대역폭 1 MHz, 최대 안테나 이득 46dBi, 안테나 패턴은 ITU-R F.699, ITU-R F.1245를 적용하였다. EIRP는 70dBW, 간섭허용레벨은 -165dBW/Hz 그리고 경로손실은 자유공간손실을 적용하였다. 본 연구결과는 국내에 Ka대역의 방송위성업무가 제공될 때 위성망과 지상망간의 공유기준 분석에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] ITU-R BO.1213
- [2] ITU-R F.699
- [3] ITU-R F.1245
- [4] ETSI EN 300 468 V1.7.1 (2006-05) European Standard (Telecommunications series) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems
- [5] Final draft ETSI EN 300 743 V1.3.1 (2006-07) European Standard (Telecommunications series) Digital Video Broadcasting (DVB) Subtitling systems

저자 소개



홍완표(Wan-pyo Hong)

1991. 2: 서울산업대학교 전자공학과(공학사)

1993.08: 연세대학교 공학대학원전자 공학전공(공학석사)

1999.08: 광운대학교 전자공학과(공학 박사)

1984.08 ~ 1997.11: 정보통신부 신청, 본부

1987.08 ~ 1989.08: BTMC Defence and Aerospace Dept.

1997.11 ~ 1999.11 : 삼성전자(주) 정보통신총괄

1999.11 ~ 2001.02 : 광운대학교 연구전담교수

2000.01 ~ 2002.01 : 한국정보통신기술사협회장

2002.02 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 교수

※ 주 관심분야 : 위성통신방송, 정보통신정책, 유시
티엔지니어링