

항공기 운항으로 인한 김포국제공항 주변지역의 TV 수신 장애 분석

Interference Analysis of TV Signal Affected by Flights of An Airplane around KimPo International Airport Circumference

이찬주*, 김봉철**, 조성준**

Chan-Joo Lee*, Bong-Cheol Kim**, and Sung-Joon Cho**

요 약

본 논문에서는 김포국제공항 주변지역을 프랏터(flutter) 장애 분석 대상지역으로 선정하여 프랏터 장애를 분석하였다. 프랏터 장애 분석을 위해 김포국제공항 주변 25지점에 대한 현장 측정을 실시하고 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 프랏터 장애 분석 함수로서 직접파 수신 전계강도, 송·수신점 안테나 높이, 송신점 ERP, 송신 주파수, 항공기의 반사계수, 송·수신점 좌표 등을 고려하였다. 결과로부터, 항공기 운항에 따른 프랏터 장애는 항공기의 항로 주변지역에서 심각하게 나타났고 항공기의 고도가 낮을 때(항공기 고도 : 40~240 m) 주로 발생하였다. 또한, 프랏터 장애는 항공기와 방송 송신점 간의 거리, 양각 및 항공기의 반사계수에 따라 장애 정도가 달라짐을 알 수 있었다.

Abstract

In this paper, we have chosen KimPo International Airport as an area for estimating the flutter interference, in order to analyze the flutter interference. The field test at 25 points around KimPo International Airport and the simulation have been performed for estimating the flutter interference. We consider the received power of a direct wave, the height of an antenna, the ERP of a transmitting point, transmit frequency, and the reflection coefficients of an airplane, the transmit/receive point coordinates as estimation functions for the flutter. From the results, we have found that the flutter interference from flights is very serious around the route of flight circumference, and often occurs when the height of an airplane is low, range from 40 to 240 m. Besides, the degree of the flutter interference can be changed according to the distance between an airplane and a transmitting point, elevation angle, and the reflection coefficients of an airplane.

I. 서 론

항공기에 의한 TV 수신장애(프랏터 장애)는 항

공기의 이·착륙시에 발생하는 전파 수신장애로서 방송국의 송신신호가 비행중인 항공기에 반사 및 산란되어 수신점에서 직접파 성분과 간섭을 일으키는 현상이다. 이러한 프랏터(flutter) 장애는 항공기의

* (주) 세영통신 부설 전파기술연구소(Propagation Technology R&D Center, Saytel Co., Ltd.)

** 한국항공대학교 항공통신정보공학과(Dept. of Telecom. & Inform. Eng., Hankuk Aviation Univ.)

· 논문번호 : 99-1-3

· 접수일자 : 1999년 6월 29일

이·착륙항로 주변지역의 TV 방송 수신에 매우 치명적인 영향을 미친다. 따라서, 공항 주변지역의 인구 밀도가 높은 경우에는 프랏터 장애에 대한 분석이 반드시 필요하고 이에 대한 대책방안이 요구된다[1].

프랏터 장애에 대한 연구는 일본의 항공공해방지협회, 관서국제공항주식회사 및 NHK 방송기술연구소에서 연구된 내용이 대부분이고 선진 외국에서의 연구는 거의 전무한 상태이다. 왜냐하면 일본의 공항 주변지역은 인구밀도가 높아 프랏터 장애에 대한 연구가 반드시 필요했지만 선진 외국의 공항 주변지역은 인구 밀도가 그다지 높지 않아 이 분야에 대한 연구의 필요성을 절감하지 못했기 때문이다[2].

국내의 공항 주변지역은 일본의 경우와 마찬가지로 인구가 밀집된 지역으로서 항공기 운항에 따른 프랏터 장애의 직접적인 피해를 입고 있다. 김포국제공항 주변 지역을 예로 들면, 이 지역의 주택에서는 일반 TV 수신안테나만으로는 방송수신이 어려운 관계로 CATV 혹은 유선방송 시설을 설치하여 방송수신을 하고 있는 실정이다. 이러한 프랏터 장애는 앞으로 항공기의 크기가 대형화되고 1일 단위의 항공기 이·착륙 횟수가 늘어남에 따라 더욱 심각해질 것으로 예상된다. 따라서, 항공기의 증편과 대형화로 인해 가속화되는 프랏터 장애에 대한 대책을 마련하고 향후 건설 예정인 신공항 주변지역의 프랏터 장애에 대한 예측 및 분석에 대한 선행연구로서 기존에 운용중인 공항 주변지역의 프랏터 장애에 대한 분석이 요구된다.

본 논문에서는 현재 운용중인 김포국제공항 주변 지역을 프랏터 장애 분석 대상지역으로 선정하여 프랏터 장애에 대한 현장측정을 실시하고 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 장애의 정도와 범위를 분석한다. 프랏터 장애의 현장측정과 컴퓨터 시뮬레이션의 대상 방송은 KBS1(ch9)이다. 프랏터 장애 분석을 위한 컴퓨터 시뮬레이션에서는 프랏터 장애의 예측 계산식을 이용하고 분석함수로는 공항 주변 지역에서 실측한 직접파 수신 전계강도, 송·수신점 안테나 높이, 송신점 ERP, 송신주파수, 항공기의 반사계수, 송·수신점 좌표 등을 고려한다.

II. 프랏터 장애의 원인 및 분석 모델

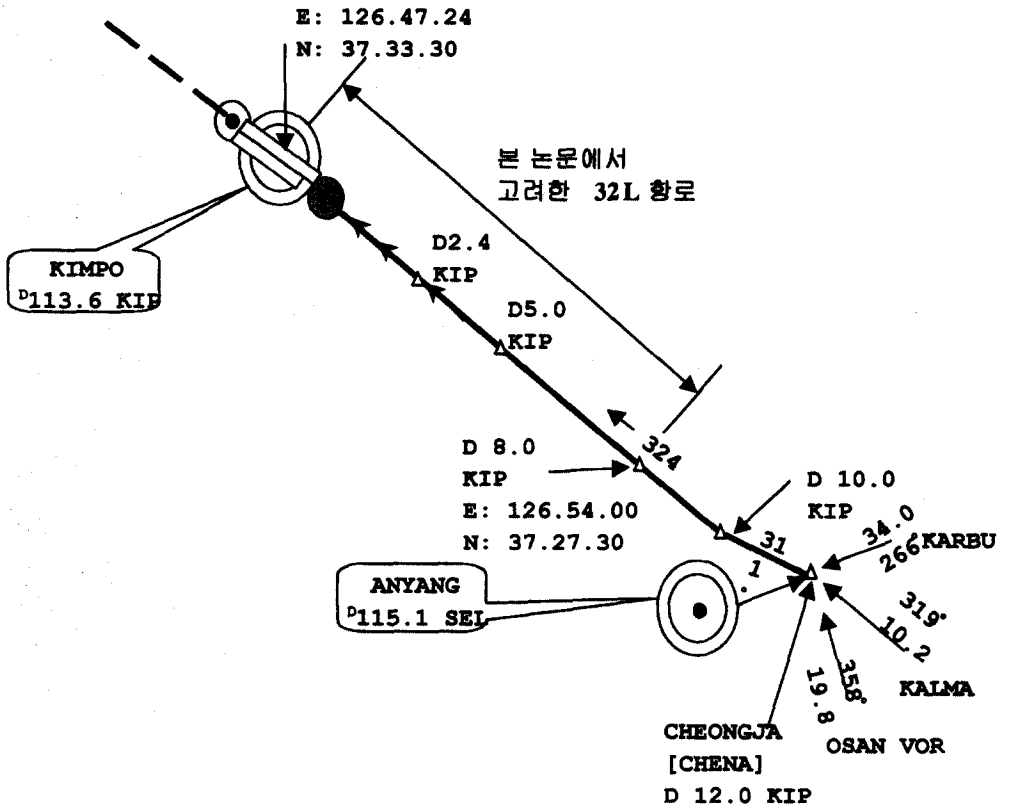
2-1 프랏터 장애의 원인

프랏터의 원인은 송신안테나에서 복사되는 전파 중 방송 송신점에서 직접 전파되는 직접파와 항공기에서 반사되는 반사파가 서로 간섭하기 때문이다. 반사파는 항공기 외에 건물, 철탑 등의 건조물과 산, 산림 등의 자연 물체에서도 생긴다. 이러한 경우에는 다중경로(multipath)에 의한 TV 수신장애인 고스트(ghost)로 나타난다. 고스트는 TV 화면이 단순히 2중, 3중으로 겹치는 방송 수신장애이다. 그러나, 프랏터는 자연 물체가 아닌 항공기에 의한 TV 수신 장애로서 항공기의 위치가 시시각각으로 변하기 때문에 반사파도 항공기의 위치에 따라 달라진다. 따라서, 프랏터는 고스트가 항공기의 위치에 따라 이동하는 것으로 생각할 수 있으며 이것은 화면의 흔들림과 반짝임 현상을 발생시킨다[2].

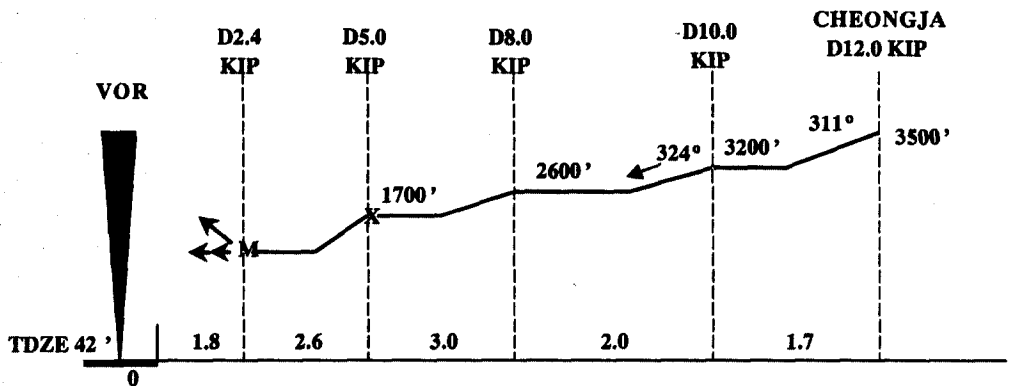
2-2 프랏터 장애 분석 모델

본 논문에서는 프랏터 장애에 대한 분석 대상 지역으로서 김포국제공항 주변지역을 선정하고 프랏터 장애를 평가하기 위한 방송채널은 KBS1(ch9)을 고려한다. 방송 송신점은 남산이고 방송 수신점은 김포국제공항에 이·착륙하는 항공기의 항로 주변의 25개 지점이다. 항공기의 항로는 김포국제공항의 이·착륙 지점(14L, 14R, 32L, 32R) 중에서 32L 지점으로 이·착륙하는 항로를 고려하고 항공기 고도는 이륙 후 790 m 상공까지를 고려한다. 그림 1은 김포국제공항 32L 지점으로 이·착륙하는 항공기의 항로와 고도 변화를 나타낸 것으로 본 논문에서 고려한 항로는 D8.0 지점에서 김포국제공항 32L 지점의 활주로까지이다.

그림 2는 프랏터 장애 분석 모델을 나타낸 것으로서 남산에서 방송 신호를 송출하면 직접파 성분은 수신점에 곧바로 수신되고 반사파 성분은 항공기에 반사되어 수신된다. 따라서, 수신점의 안테나에는 직접파와 반사파가 혼합되어 수신됨으로써 방송 화면이 흔들리거나 반짝이는 현상이 발생된다. 반사파는 각도가 작을수록 넓은 범위에 영향을 미친다.



(a) 32L 지점의 항로
(a) The rout of flight of 32L area.



(b) 32L 지점 항로의 고도변화
(b) The altitude change of route of flight of 32L area.

그림 1. 김포국제공항 32L로 이·착륙하는 항공기의 항로와 고도 변화

Fig. 1. The route of flight and altitude change of the route of flight of KimPo International Airport 32L area.

Ⅲ. 프랏터 장애 주요 합수

3-1 직접파 세기

직접파는 방송 송신점에서 수신점으로 방송전파가 직접 전달되는 성분으로 송·수신점 간의 거리가 멀수록 직접파 손실이 커진다. 또한, 직접파는 송·수신점 간의 지형, 지물에 의한 전파 경로 손실이 발생한다. 그림 3은 일반건축물, 바다 및 산에 의한 방송전파의 경로손실을 나타낸다. 본 논문의 컴퓨터

시뮬레이션에서 직접파 세기는 현장에서 측정한 직접파 수신 전계강도 데이터를 사용하고 지형, 지물에 의한 전파경로 손실을 무시한다.

3-2 반사파의 세기

프랏터 장애는 항공기에 반사된 반사파가 수신점에서 직접파와 혼합되어 장애를 일으키는 현상이므로 반사파에 대한 해석은 매우 중요하다. 본 논문에서는 프랏터 장애를 근사적으로 해석하기 위하여 항공기를 하나의 반사판으로 고려하는 해석 기법을 도

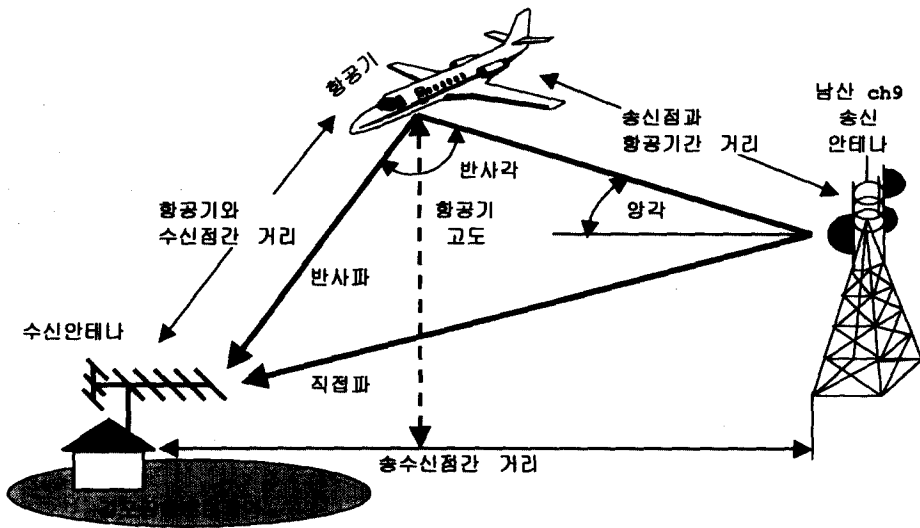


그림 2. 프랏터 장애 분석 모델

Fig. 2. The analysis model of flutter interference.

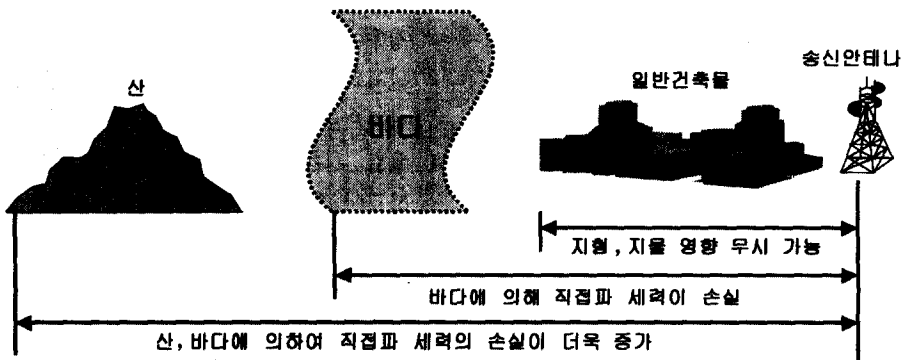


그림 3. 지형, 지물에 의한 직접파 성분의 경로 손실

Fig. 3. The path loss of direct signal component by the profile of earth.

입한다. 이 방법은 반사파에 해석에 있어서 정확도는 낮지만 해석 과정을 간단히 처리할 수 있는 장점이 있다. 항공기를 하나의 반사판으로 생각할 경우 반사손실은 다음과 같다.

$$R = E/E_o. \quad (1)$$

단, E : 항공기 반사파 전계강도.

E_o : 무한 반사판의 반사파 전계강도.

식 (2)에서 반사계수 R 은 항공기의 크기에 비례한 반사계수이다.

$$E_r = \frac{\sqrt{ERP}}{dta + dar} \times R \text{ [Vm]}. \quad (2)$$

단, ERP : 실효 방사 전력 [W],

dta : 송신소와 항공기간의 거리 [m],

dar : 항공기와 수신점간의 거리 [m],

R : 반사계수.

반사파의 세기는 반사면의 재질, 단면적, 입사각 및 평탄도 등에 따라 변화하고 반사파가 수신점까지 도달하는 전파 경로상의 지형 및 건물 등에 의해서도 변화한다. 이 때의 반사파의 세기 E_n 은 다음과 같다[3].

$$E_n = \frac{AKE}{\lambda dk} \cdot \cos \theta \text{ [V/m]}. \quad (3)$$

단, A : 반사면 면적 [m^2],

K : 반사계수,

E : 반사면 전파세기 [V/M],

λ : 파장 [m],

d : 반사면에서 수신점까지의 거리 [m],

θ : 반사파의 반사각 ($^\circ$),

k : 수신 경로의 전파특성 계수.

식 (3)에서 $A \cos \theta$ 는 반사면에 직접파가 닿는 유효 면적이다. 또한, 수신 경로의 전파특성 계수 (k)는 반사면과 수신점 간에 장애물이 없는 경우에는 1로 볼 수 있으나 장애물이 있는 경우에는 장애물 특성에 따라 변화되는 값으로서 수신점과 항공기와의 거리가 멀고 수신점에서 항공기를 바라보는 양

각이 작을 때는 중요한 변수가 된다.

또한, 반사파는 안테나의 정면으로만 입사하는 것이 아니라 어느 방향에서도 입사할 수 있기 때문에 반사파의 입력레벨은 안테나의 수평각도와 수직각도의 지향 특성에 따라 변한다. 따라서, 반사파가 입사할 때 안테나의 수직·수평지향특성을 고려하여 반사파의 세기를 산출해야 한다[4],[5]. 이상의 사항을 종합하여 TV 입력 단에서의 반사파 레벨을 예측하는 계산식은 다음과 같다[3].

$$E_{rTV} = E_n \sqrt{G_H \cdot G_V} \text{ [V/m]}. \quad (4)$$

단 E_n : 수신점의 반사파 세기,

G_H : 안테나의 수평 지향성에 의한 이득,

G_v : 안테나의 수직 지향성에 의한 이득.

반사파의 세기는 식 (3), (4)에서 고려한 함수 이외에 항공기의 자세, 대지 반사파 등에 의한 영향도 있으나 이 함수들은 정량화 시켜 해석하기가 곤란하므로 본 논문에서는 고려하지 않는다.

3-3 항공기의 반사계수

항공기에 의한 반사파를 해석하는 방법으로는 전파 문제의 수치해석법인 모멘트(moment) 기법과 레이더(Radar) 시스템 해석에 이용되는 RCS(Radio Cross Section) 모델을 적용하는 방법을 생각할 수 있다[6],[7],[8]. 그러나, 항공기의 형상은 복잡하여 전파가 부딪치는 위치에 따라 반사파의 방향이 서로 다르기 때문에 모멘트 기법과 RCS 모델을 적용할 경우에는 반사파 해석에 필요한 계산 과정이 매우 난해하다. 따라서, 본 논문에서는 프랏터 장애물 근사적으로 해석하기 위하여 항공기를 하나의 반사판으로 고려하는 해석 기법을 도입한다. 이 방법은 반사파에 해석에 있어서 정확도는 낮지만 해석 과정을 간단히 처리할 수 있는 장점이 있다. 항공기를 하나의 반사판으로 고려할 경우 반사계수는 항공기의 크기에 비례하는 것으로 생각할 수 있다. 따라서, 항공기의 크기가 무한정 크면 되면 반사계수를 1(반사손실 0 dB)로 생각할 수 있다. 그러나, 이 값은 일반적으로 1보다 적다.

항공기의 크기를 나타내는 수치로서 본 논문에서는 항공기 각 부분에 대한 측방 산란 단면적의 평균 값을 고려한다. 현재 운항중인 B-727 항공기의 측방 산란 단면적은 VHF대에서 머리 및 꼬리가 100m^2 이고, 동체가 300m^2 이므로 평균치는 200m^2 이 되고 B-747 항공기는 B-727 항공기에 약 3배의 단면적을 가지고 있다. 이와 같이 측방 산란 단면적을 고려하여 B-747 항공기의 반사 손실을 계산하고 모델 실험을 수행한 결과, 반사 손실이 20~30 dB(반사계수 $\approx 0.03 \sim 0.1$) 정도로 나타났다[9],[10]. 본 논문에서는 국내에서 가장 큰 B-747 항공기를 고려하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하고 반사계수는 가장 열악한 경우(즉 B-747 항공기의 반사손실이 가장 작은 경우)를 고려하기 위하여 0.1로 설정한다.

3-4 프랏터 세기

프랏터의 세기는 주로 방송국의 송신안테나로부터 직접 전파되는 직접파와 항공기에 의한 반사파의 상대적인 비인 DUR(Desired signal power to Undesired signal power Ratio)로 나타낸다. 프랏터는 반복해서 발생하는 주파수, 고스트의 표시방법, 계속시간, 화상의 종류 등에 의해 다르게 나타난다. 따라서, 프랏터 세기는 DUR 및 반복 주파수 등의 기본적인 물리량으로 파악된다[3]. 따라서, 프랏터의 예측도 이러한 물리량을 얼마만큼 정확히 파악하는냐에 따라 달라진다.

IV. 프랏터 평가방법

표 1. 프랏터 장애 등급 및 평가 방법

Table 1. Flutter interference level and estimation method.

D/U비 [dB]	장애 분석 5단계	평가 방법
30 이상	영향 무	프랏터 없음
20 이상~30 이하	검지한계	프랏터를 알 수 있으나 거슬림 없음
15 이상~20 이하	허용한계	프랏터가 거슬리나 장애 없음
10 이상~15 이하	실용한계	프랏터 장애가 발생됨
10 이하	수신불량	프랏터 장애로 TV 시청 불가

프랏터 평가기준은 목적, 시험의 정도 등에 의하여 변화하나 본 논문에서는 일본 NHK 연구소와 공항공해방지협회에서 사용되고 있는 5단계 평가 방법을 도입하여 해석한다[1]. 본 논문에서 도입한 5단계 평가방법은 평가자가 화면을 보고 자신의 감각으로 인식하는 것이기 때문에 다소 개인차가 있는 것은 부득이한 일이다. 표 1에는 프랏터 장애를 예측하기 위한 5단계의 장애 등급과 장애 등급을 기준으로 장애 평가 방법을 기술한 것이다[6]. 표 1에서의 평가척도는 시청자가 느끼는 화면의 변화(어른 거림, 겹침)에 따라 정해진 것이므로 앞서 말한 바와 같이 개인차가 있다.

V. 측정시스템

항공기의 이·착륙 과정에서 발생할 수 있는 프랏터 장애 조사를 위하여 그림 4와 같이 측정시스템을 구성한다. 항공기의 이·착륙이 있는 경우와 없는 경우를 비교하기 위해 TV에 수신된 화면을 녹화하고 조사 지점의 TV 수신 전계강도를 스펙트럼 분석기(Spectrum Analyzer)로 측정한다. 또한, 조사지점의 좌표를 측정하기 위해 GPS시스템을 이용한다.

VI. 현장측정 및 시뮬레이션 결과

6-1 현장측정 결과

현장측정은 조사지점에서 측정시스템을 이용하여 수행하였고 항공기 고도와 크기는 관측자의 눈으로

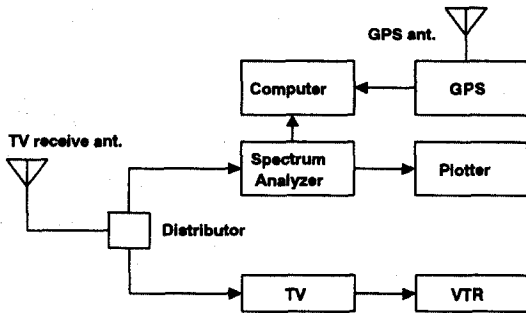


그림 4. 프랏터 장애 측정시스템
Fig. 4. The test system of flutter interference.

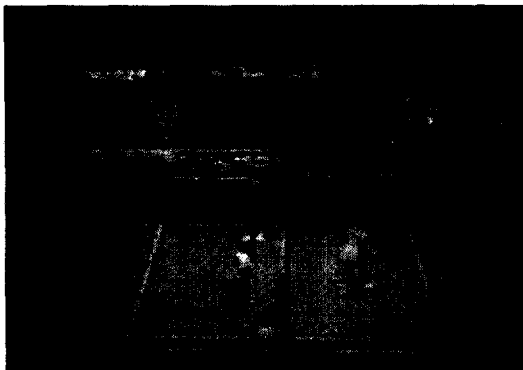
파악하였기 때문에 정확한 수치는 기록할 수 없었다. 현장측정 결과, 프랏터 장애는 항공기가 전파 경로를 순간적으로 차단하는 것만으로는 발생하지 않고 항공기가 전파경로를 차단하면서 통과하는 과정에서 발생하는 것으로 분석되었다. 표 2의 프랏터 장애 현장측정 결과를 보면 32R-ALS 선상, 고강동 오소리 주택가, 공항 국내서 주차장, 동양공전 등에서 프랏터 장애가 발생함을 알 수 있는데 이 지역은 항공기의 항로 바로 밑에 존재하는 지역으로 현재까지 프랏터 장애 대한 직접적인 피해를 입고 있는 지역이다. 이러한 프랏터 장애는 이륙 과정보다는 착륙 과정에서 많이 발생하였고 항공기의 고도가 남산 송신탑의 해발고(460 m)보다 낮은 지역에서 주로

발생하였다. 그림 5는 프랏터 장애가 발생하지 않은 경우와 발생한 경우의 TV 화면 변화를 나타낸 것으로 그림 5(b)의 프랏터 장애가 발생한 TV 화면은 흔들림 현상으로 인해 시청이 불가능하게 보인다.

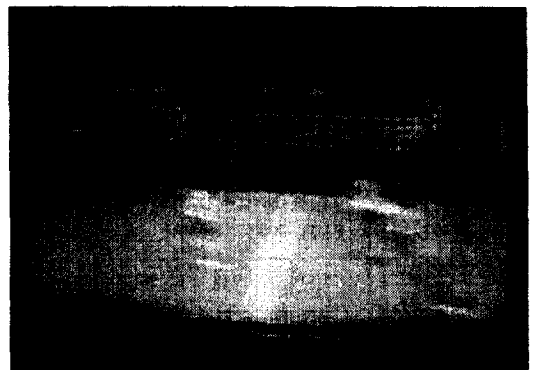
6-2 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 김포국제공항 주변 25개 지역에 대한 프랏터 장애를 분석하고 이의 결과를 실측 결과와 비교·분석한다. 시뮬레이션에서 고려한 항로는 김포국제공항 32L이고 항공기 고도는 40m~790 m까지이다. 또한, 프랏터 장애 분석 대상 방송은 KBS1(ch 9)을 고려한다. 시뮬레이션에서 야기 안테나 방향은 남산 송신점을 바라보는 것으로 고려하고 안테나의 수평, 수직 지향특성은 그림 6과 같다. 표 3은 컴퓨터 시뮬레이션에서 사용한 파라미터들을 나타낸다. 시뮬레이션 툴(tool)은 Matlab 5.2이다.

그림 7~11은 실측된 직접파 수신 전계강도와 표 3에 나타난 함수들을 이용하여 김포국제공항 주변 25지점을 5개씩 분할하여 나타낸 컴퓨터 시뮬레이션 결과로서, 프랏터 장애는 난곡 119중점을 제외하고 항공기 고도가 낮은 지역(40 ~ 300 m)에서 주로 발생함을 알 수 있다. 그림 7의 결과에서 $DUR < 10$



(a) 프랏터 장애가 없는 경우 화면
(b) TV screen when the flutter interference is not occurred.



(b) 프랏터 장애가 발생한 TV 화면
(b) TV screen when the flutter interference is occurred.

그림 5. 프랏터 장애 측정 화면 (32R, ALS 선상에서 측정)
Fig. 5. The measured screen for the flutter interference(The measurement on 32R-ALS line).

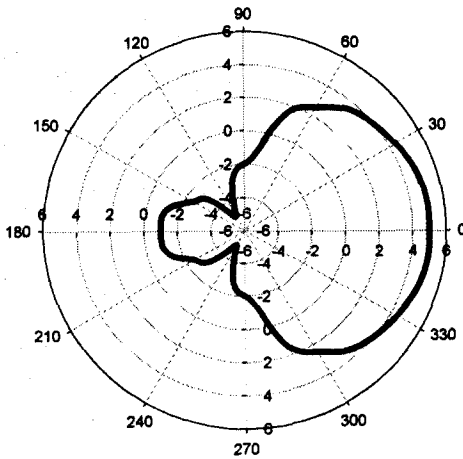
표 2. 김포국제공항 주변지역의 프랏터 장애 현장측정 결과

Table 2. The field test results around KimPo airport circumference.

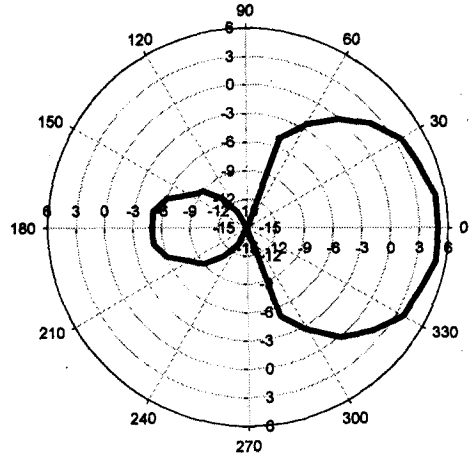
NO	조사지점		전계강도 (ch9, dB μ V)	장애유무
	장소	좌표		
1	32R.ALS 선상	N : 37.32.36, E : 126.48.42	65.01	유
2	고강동 오쇠리 주택가	N : 37.32.24, E : 126.48.15	66.50	유
3	고강동 외쇠리 농로 입구	N : 37.32.12, E : 126.48.30	59.57	무
4	원종동 입구(광명Eng, 앞)	N : 37.31.36, E : 126.48.40	74.20	무
5	발산동 KAL 주차장	N : 37.33.12, E : 126.49.10	64.12	무
6	발산동 신광명	N : 37.32.50, E : 126.49.30	63.17	무
7	공항 관제탑	N : 37.34.01, E : 126.47.10	74.87	유
8	공항 국내선 주차장	N : 37.33.50, E : 126.47.30	70.32	유
9	송화 국교	N : 37.34.30, E : 126.48.50	69.62	무
10	공항동 신촌	N : 37.33.36, E : 126.49.06	71.47	무
11	구광동	N : 37.33.24, E : 126.49.24	64.40	무
12	신월국교 옆 주택가	N : 37.31.24, E : 126.49.54	82.70	무
13	신월 IC 옆 주택가	N : 37.31.18, E : 126.50.24	80.82	무
14	신월 청소년 독서실	N : 37.30.40, E : 126.50.24	81.02	무
15	약수터(양천고교)	N : 37.30.20, E : 126.51.24	87.32	유
16	동양공전 뒤 야산	N : 37.30.01, E : 126.52.24	74.30	유
17	동양공전	N : 37.29.40, E : 126.52.10	74.57	유
18	고척국교	N : 37.29.24, E : 126.52.01	73.05	무
19	개봉동	N : 37.29.01, E : 126.51.21	69.60	무
20	광명	N : 37.28.30, E : 126.52.18	86.15	무
21	난곡 119 종점	N : 37.27.36, E : 126.55.18	61.65	유
22	대림여중 앞 대로	N : 37.28.54, E : 126.54.12	78.65	무
23	목동 목일 중고교	N : 37.30.48, E : 126.52.42	75.47	무
24	목동 5단지 파출소 옆	N : 37.32.06, E : 126.51.48	83.62	무
25	까치산 터널위	N : 37.32.18, E : 126.50.50	80.60	무

dB(수신불량)는 총 4개 지점으로서 고도 약 40~200 m에 분포한다. 그림 8에서 DUR<10 dB(수신불량)는 총 3개 지점이고 그림 9와 그림 11에서는 1개 지점이다. 그림 7의 결과와 현재측정 결과를 비교하면 현장측정에서는 32R-ALS선상과 고강동 주택가에서 프랏터 장애가 측정되었지만 시뮬레이션에서는

32R-ALS선상과 고강동 주택가, 고강동 농로, 발산동 주차장에서 프랏터 장애가 발생할 것으로 분석되었다. 따라서, 시뮬레이션에서 분석된 결과가 현장측정 결과보다 프랏터 장애가 심하게 발생하는 것을 알 수 있다. 그 이유는 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 시뮬레이션 조건에서 항공기의 반사계수를 선정



(a) 야기 5 안테나 수직지향 패턴



(b) 야기 5 안테나 수평지향 패턴

그림 6. TV 수신 안테나 수직, 수평 지향 패턴

Fig. 6. Horizon and vertical directivity pattern for TV receiving antenna.

표 3. 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 파라미터

Table 3. The parameters for computer simulation.

함 수	적 용 값
송신점 좌표	남산 위/경도 좌표
수신점 좌표	25개 지점 위/경도 좌표
송신점 해발고	460 m
수신점 안테나고	4 m
수신점 해발고	15 m(추정값)
송신점 ERP	112200 dB μ V
수신안테나 소자	야기 5
수신 직점과 전계강도	25 지점의 실측데이터
송신주파수	187.25 MHz
항공기 반사계수	0.1
전파 경로 손실	무시

할 때 국내에서 가장 큰 B-747을 고려하였기 때문에 현장 측정시 보다 항공기의 전파 반사량이 더 크기 때문이다. 둘째, 시뮬레이션에서는 지형, 지물에 대한 영향을 배제하였기 때문에 방송 송신점에서 항공기를 바라보는 양각에 관계없이 반사파가 수신점으로 입사된다. 그러나, 현장측정에서 양각이 작으

면(즉, 항공기 고도가 낮으면 양각이 작음) 항공기 반사파가 측정 지점 주변의 지형, 지물에 막혀 수신반점에 제대로 입사되지 못하는 경우가 발생한다. 따라서, 양각이 작은 경우 프랏터 장애는 현장측정 결과보다 시뮬레이션 결과가 심하게 나타날 수 있는 것이다. 그림 10의 결과는 현장측정 결과와 다름을 알 수 있다. 현장측정에서는 동양공전과 동양공전 뒤 야산 지점에서 프랏터 장애가 측정되었지만 시뮬레이션에서는 나타나지 않았다. 이는 현장측정시 항공기의 자세에 따른 반사각의 영향으로 생각할 수 있다. 반사파는 항공기 자세에 따라 달라질 수 있기 때문에 현장측정에서는 이러한 문제가 발생할 수 있는 가능성은 충분히 있다.

본 논문에서는 프랏터 장애를 분석하기 위해 김포국제공항 주변지역을 장애 분석 대상지역으로 선정하여 현장측정과 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였으며 이의 결과를 비교·분석하였다. 분석 결과에서 프랏터 장애는 항공기의 항로 밑에 지역에서 주로 발생하였고 특히, 항공기 고도가 낮을 때 장애의 정도가 심각하게 나타났다. 그림 7의 결과를 예로 들면 32R-ALS선상(수신전계강도 = 65.01 dB)과 고강동 주택가(수신전계강도 = 66.50 dB)의 시뮬레이션 결과에서 항공기 고도가 120 m이하일 때 DUR<10

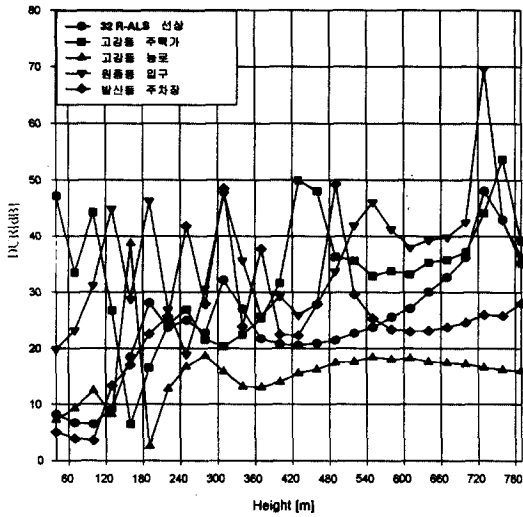


그림 7. 프랏터 장애 시뮬레이션 결과-I
Fig. 7. The simulation results of flutter interference - I.

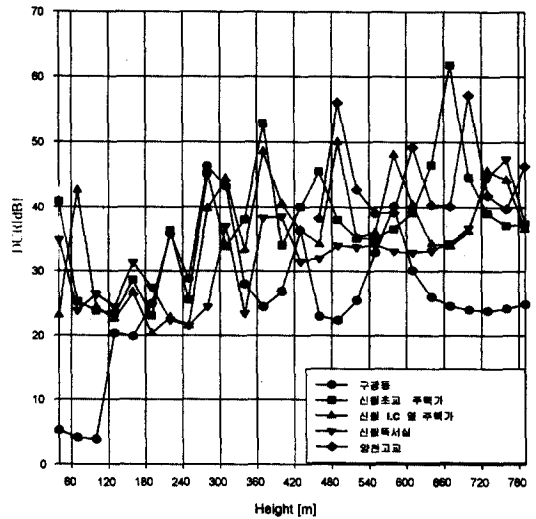


그림 9. 프랏터 장애 시뮬레이션 결과-III
Fig. 9. The simulation results of flutter interference-III.

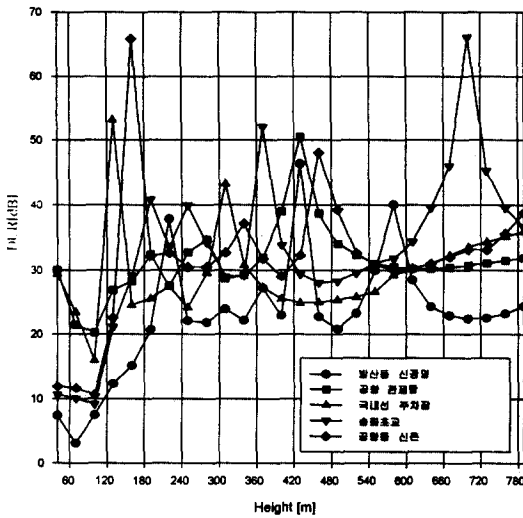


그림 8. 프랏터 장애 시뮬레이션 결과-II
Fig. 8. The simulation results of flutter interference- II.

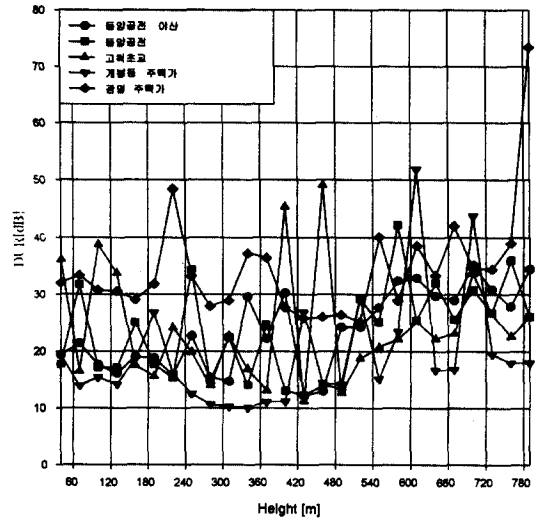


그림 10. 프랏터 장애 시뮬레이션 결과-IV
Fig. 10. The simulation results of flutter interference-IV.

dB (수신불량)로 나타났으며 그의 다른 지역에서도 프랏터 장애는 항공기 고도 약 400 m이하에서 주로 발생하는 것으로 분석되었다. 또한, 현장측정과 시뮬레이션 결과간에 차이가 있었다. 이것은 현장측정에서 발생할 수 있는 다양한 상태 변화(지형·지물의 영향, 항공기 자세 및 항공기 크기)를 시뮬레이

션에서는 정확히 고려하지 않았기 때문이다. 따라서, 프랏터 장애 분석은 송신점과 항공기간의 관계, 지형·지물 및 항공기 모양 등을 고려해야하는 복잡한 문제가 남아있다. 이러한 문제를 완전하게 해결하는 데는 시간이 필요하기 때문에 실용상 지장이 없는 간단한 방식으로 출발하여 점차적으로 개선시켜 나

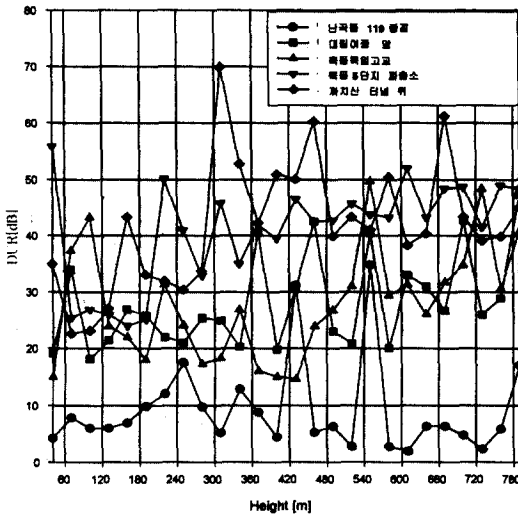


그림 11. 프랏터 장애 시뮬레이션 결과 V
Fig. 11. The simulation results of flutter interference-V.

가는 것이 바람직하다고 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 太田 晃, 伊藤 士郎, “航空機によるテレビ受信障害の豫測,” 航空公害 研究と対策 25, vol. 13, 1986年.

[2] 伊藤, “計算機を利用した飛行機フラッターの推定,” テレビジョン學會誌, vol. 28, no. 6, 1974年 6月.
 [3] 吉岡, “航空機騒音解析のための飛行経路測定器,” 騒音制御 工學會講演論文集, 1-1-8, 1979年 9月.
 [4] 航空機によるテレビのフラッター障害と防止, 航空公害防止協會, NHK, 1970年 6月.
 [5] 飛行場周辺のテレビジョン放送受信障害に関する調査報告書, 電波技術協會, 1972年 3月.
 [6] 東京國際空港周辺におけるテレビ受信障害實態調査報告書, 空港公害防止協會, 1973年 3月.
 [7] R. L. Tanner and M. G. Andreason, “Numerical solution of electromagnetic problems,” *IEEE Spectrum*, Sept., 1967.
 [8] F. E. Nathanson, *Radar Design Principles*, McGraw Hill, 1969.
 [9] 宮澤, 西原, “航空機フラッター障害の評価測定について,” テレビジョン學會全國大會, 13-12, 1981年.
 [10] 太田, 大沼・鈴木, “航空機によるテレビへの電波障害,” 航空公害 vol. 9, no. 3, 通卷21号, 1982年 12月.

이 찬 주(李贊柱)



1949년 11월 4일생
 1969년 3월~1975년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사)
 1989년 9월~1992년 2월 : 연세대학교 산업대학원 전자과(공학석사)
 1994년 9월~1997년 9월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 박사과정 수료

1988년 10월~1990년 3월 : (주)한아통신 기술이사
 1990년 3월~현재 : (주)세영통신 대표이사
 관심분야 : 무선통신, 이동통신, 전자전파

김 봉 철(金峯徹)



1972년 12월 2일생
 1991년 3월~1995년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)
 1995년 8월~1997년 8월 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과(공학석사)

1998년 8월~현재 : (주)세영통신 근무, 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 박사과정 재학중
 관심분야 : 무선통신, 이동통신, Software Radio

조 성 준(趙成俊)



1946년 1월 9일생

1965년 3월~1969년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사)

1973년 3월~1975년 2월 : 한양대학교 대학원(공학석사)

1977년 3월~1981년 2월 : 일본오사카대학교 통신공학과(공학

박사)

1969년 3월~1972년 7월 : 해군 기술장교

1972년 8월~현재 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 교수

1999년 3월~현재 : 한국항공대학교 대학원장

관심분야 : 무선통신, 이동통신, 위성통신, 환경전자공학