

# 한국의 지형조건을 고려한 덕트의 유형별 전파감쇄 연구 Analysis of propagation loss by duct type considering the topography in Korea

왕성식\* 임태홍\* 오진형\*\*, 김종호\*\*, 추호성\*  
Sungsik Wang Taeheung Lim Jinhyung Oh Jongho Kim Hosung Choo

\* 홍익대학교 전자전기공학부 \*\* 한국전자통신연구원  
(발표자: kingwss@mail.hongik.ac.kr 교신저자: hschoo@hongik.ac.kr)

### ABSTRACT

본 논문에서는 한국의 지형을 고려하여 원거리 지역에서의 전자파 이상전파 간섭을 야기하는 덕트(Duct)환경에서의 대기 채널 분석을 진행하였다. 이를 위해 한국국토지리원의 지형데이터를 바탕으로 분석 지형의 데이터를 추출하였고, 이를 대기채널 환경 분석에 적용하였다. 또한 덕트와 관심지형간의 관계를 확인하기 위해 덕트의 상태에 따라 대기 높이 별, 두께 별로 굴절률을 분류하고, 각 분류된 종류별로 관심 지형에 대한 채널 경로 손실 값을 추출하여 덕트 로스맵(Duct loss map)을 구성하였으며, 이 중 최대, 최소 경로 손실을 야기하는 굴절률의 형태를 도출하였다. 도출된 굴절률의 형태는 관심 지형의 이상전파간섭에 가장 심각한 영향을 미칠 수 있는 대기 환경을 나타내는데, 이는 대기 채널 환경을 반영하는 실질적인 전파모델 예측수행에 기여할 것으로 기대된다

Key Words : Atmosphere, M-unit duct, Korean territory, Propagation loss

### 1. 서론

전 세계적으로 무선기술이 급속히 발전함에 따라 다양한 방송, 통신 서비스 및 개인, 차량, 선박, 항공 등 무선 통신 응용 분야의 폭발적인 성장이 진행되고 있으며, 이에 따라 과거보다 국지적인 공간에서의 전파간섭 뿐만 아니라 국가간, 원거리 지역간의 의도하지 않는 전파간섭도 늘어나고 있다. 이를 전파 전달 채널 환경적으로 보았을 때, 장거리 구간에서 대기 이상 현상인 (Duct)현상에 의해 송신지점으로부터 원거리 수신지점까지의 최대 전파 경로손실이 줄어들게 된다.

따라서 본 논문에서는 덕트의 상태를 덕트가 발생하는 높이와 두께로 분류하고, 전파경로 손실을 예측하는 해석툴 중에 가장 널리 사용하는 AREPS를 이용하여 각 덕트(Duct) 별 전파손실을 계산하여 덕트 로스맵(Duct loss map)을 도출하였다. 도출한 덕트 로스맵은 국내에서 가장 국외 원거리 전파 영향을 많이 받을 것으로 예상되는 제주도 지형을 바탕으로 하여 구성하였으며, 이를 통해 관심지형에 대한 덕트 별 채널 경로 손실 분석을 진행 하였다.

### 2. 지형과 채널 모델링 및 덕트로스맵 구성

그림 1은 분석을 진행한 진도와 제주간의 지형을 보여준다. 이는 국토지리원 지형데이터를 이용하여 구성하였으며, Tx는 진도관측소를, Rx는 제주관측소를 선택하여, Tx-Rx간 직선 거리의 지형을 추출하였다. 각 관측소는 각각 약 500 m, 50 m 고도의 높이에 위치하였

다.

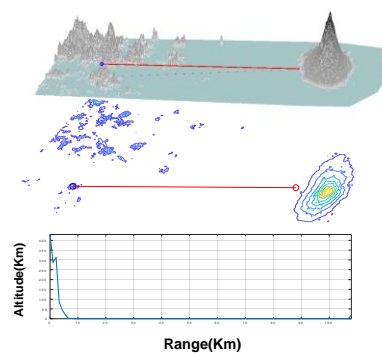


그림 1. 진도-제주간 지형 모델링

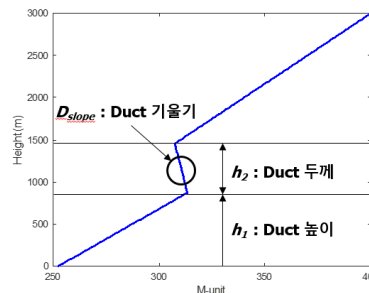


그림 2. 이상전파 상황에서의 대기굴절률

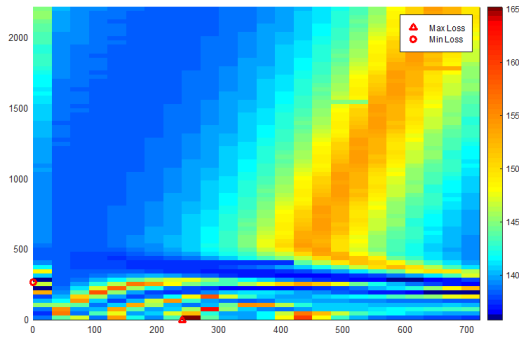


그림 3. 제주관측소지형에서의 덕트 로스맵

그림2는 높이에 따른 수직 굴절률의 변화를 나타낸다 [1]. 굴절률이 음수가 되는 부분에서 이상대기에 의한 굴절률 역전이 발생하며, 이를 덕트 현상이라 한다. [2][3]. 분석을 위해 덕트의 두께 및 발생하는 높이에 따라 덕트를 분류하고, 이를 다시 각 경우별로 AREPS를 이용하여 채널 경로 손실 값을 계산하여 두께별, 높이 별 덕트 로스맵을 추출하였다. 그림3은 그 결과로 추출된 제주관측소 지형에서의 덕트 로스맵이다. △, ○로 표시된 부분이 최대, 최소 채널 경로 손실 값이 발생하는 덕트의 형태를 나타내고, 이때의 값은 각각 136, 165 dB이다. 모두 500 km 이하에서 덕트(Duct)가 발생할 경우였으며, 제주지형의 경우 일반적으로는 덕트(Duct)의 두께가 채널 경로 손실에 결정적인 영향을 미치지않지만, 특정 높이에서는 두께보다 발생하는 높이가 더 결정적인 영향을 미치는 사실을 확인 할 수 있었다.

### 3. 결론

본 논문에서는 원거리 지역에서의 전자파 이상전파 간섭을 야기하는 덕트 환경에서의 대기 채널 분석을 제주 관측소 지형에서 진행하였다. 먼저, 덕트의 상태에 따라 높이 별, 두께 별로 굴절률을 나누고, 각 경우별 굴절률의 값과, 제주의 지형값을 토대로 AREPS를 사용하여 채널 경로 손실 값을 계산하였으며, 이를 토대로 덕트 로스맵(Duct loss map)을 구성하였다. 구성된 덕트 로스맵(Duct loss map)을 통해 추출한 최대,최소 채널 경로 값은 각각 136 dB, 165 dB 이다. 도출된 굴절률의 형태는 관심 지형의 이상전파간섭에 가장 심각한 영향을 미칠 수 있는 대기 환경을 나타내는데, 이는 대기 채널 환경을 반영하는 실질적인 전파모델 예측수행에 기여할 것으로 기대된다

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00066, 선제적 주파수 이용을 위한 시공간적 스펙트럼 엔지니어링 기술개발). 또한 기상청의

지원을 받아 측정 결과를 활용하였음.

### 참고문헌

[1] ITU-R P.453-13, The radio refractive index: its formula and refractivity data, 2017.  
 [2] 강맹창, 권세웅, 이종현, 이기원, 선웅, 변강일, 추호성, " 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기상태 분석", 한국전자과학회논문지, 28(2), pp. 120-128, 2017년 2월.  
 [3] B. R. Bean, G. D. Thayer, "Models of the atmosphericradio refractive index", Proc. IRE, vol. 47, no. 5, pp.740-753, May 1959.