

연구논문

GIS를 이용한 전파안테나 장애분석

The Trouble Analysis of Electric wave Antenna Using GIS

강준목* · 강영미** · 최준석*** · 이주대****

Kang, Joon Mook · Kang, Young Mi · Choi, Joon Seuk · Lee, Ju Dae

요 旨

국가의 주요 정책사항을 시민들에게 전달하고 국민의 여가생활에 있어서도 매우 큰 비중을 차지하고 있는 방송기관은 자체의 방송시설을 갖추어 전국적인 공중파 방송을 실시하고 있다. 이러한 언론기관에서 제작된 방송제작물들은 공중파에 의해서 전국으로 방송되고 있으며, 방송사에서는 공중파전파를 전국에 송출하기 위하여 전국의 주요 산 정상에 방송 송수신용 안테나를 설치 운영하고 있다. 또한 대도시에 위치한 방송국 기관에서 이러한 송출시스템으로 보내기 위하여 방송국 자체에 송출장비가 갖추어져 있고 이를 통해 전국방송을 수행하고 있다. 이런 상황에서 방송국 주변에 건물 높이값이 큰 건물이 신축될 경우 전파의 송수신에 장애를 발생시킬 우려가 있다. 이에 본 연구는 대전 식장산중계소 및 천안 흑성산중계소의 방송 송신 안테나의 정확한 위치를 측정하고 시뮬레이션 함으로써 전파의 장애여부를 사전에 판단하고자 한다.

핵심용어 : 시뮬레이션, 전파의 장애

Abstract

The Broadcasting system is very important part of human life that preceding to people news, nation plan, sport, drama, leisure and politics. The product of maded by brocasting system conveyed the whole country by radio signal. A brocasting station operate the brocast product radio trial network in the mountain. Recently a height of new building, concrete structure is very large and higher then old one. Since one does or says, noise occur to radio and TV signal whole nation. In this study, Taejun Sikjang mountain and Cheunan-Heuksung mountain where occurred radio noise chosen as a sample, and analysis 3D simulation and plane check. Accordingly come to conclusion condition of noise occurred radio antenna.

Keywords : simulation, noise occur, radio noise

1. 서 론

현재 전국적으로 방송되고 있는 공중파 방송은 각 방송국에서 자체 제작한 방송 프로그램을 방송용 송수신 안테나를 이용하여 전국으로 송출하고 있다. 방송용 송출 안테나에서 송출하는 전파의 특성은 직진성을 띠고 있으며, 라디오 주파의 경우 주파수가 작은 범위에서 형성되고 있기 때문에 주변의 장애물에 대한 영향을 적게 받아 난시청 지역이 TV에 비해서 적게 발생하고 있으나, TV송출에 관계되는 전파의 파장대는 10GHz 안팎의 고주파를 사용하고 있기 때문에 주파수의 폭이 매우

작은 형태로 송출되고 있으므로 송출신호의 주변에 장애물이 있을 경우 통과하지 못하여, 방송신호를 제대로 전달하지 못하게 된다. 이러한 난시청 지역의 문제를 해소하기 위하여 각 방송국에서는 전국에 걸쳐 표고가 높고 시통이 좋은 산 정상을 선점하여 전파의 망을 구성하고, 이러한 전파의 망을 이용하여 중앙방송센터 또는 지방방송국에서 제작한 방송제작물을 전국에 방영하고 있다.

이러한 현재의 방송 송출 시스템에 대하여 방송국 근처에 고층건물이 신축되거나 기존 송출 안테나 인근에 구조물이 들어설 경우 기존의 방송시스템의 전파경로상에 전파방해를 발생시킬 우려가 있고 이에 대한 사전조

2004년 4월 6일 접수, 2004년 4월 16일 채택

* 통신회원, 충남대학교 토목공학과 교수 (kang_jm@hanbat.chungnam.ac.kr)

** 정회원, 충남대학교 토목공학과 박사수로 (ladykym@empal.com)

*** 충남대학교 토목공학과 박사과정 (hivary@empal.com)

**** 충남대학교 토목공학과 박사과정 (gentlee@empal.com)

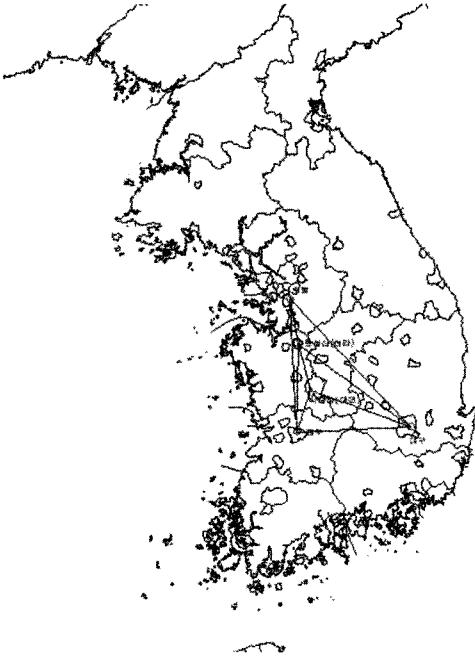


그림 1. 작업대상지역 삼각망도

치를 취해야 한다.

이에 본 연구에서는 대전시 동구에 위치한 식장산 정상의 TV 송출 안테나와 천안혁신산 안테나간의 정밀한 3차원 위치를 추적하고 시뮬레이션을 통하여 전파의 간섭여부를 판단하고 이에 대한 대책을 사전에 검토하여 방송의 원활한 공급을 위한 안전을 확보하였다.

2. 정밀 측위 시스템

2.1 GPS 측량

본 측량에서는 전국의 상시관측소중에서 수원관측소, 대구관측소, 전주관측소의 좌표를 이용하여 기준점의 위치를 측정한다. 각각의 상시관측소와 식장산, 혁신산을 연결하는 삼각망을 구성하고 위치오차의 영향을 최소화하여 목표지점의 절대좌표를 계산해 낸다. 본 과정은 두지역간의 거리가 약 50~60km에 달해 다각측량을 수행할 경우 많은 오차의 발생이 예상되고, 작업기간과 비용이 크게 소요될 것이므로, 기존의 다각측량 방법을 사용하지 않고, GPS 위성측량을 실시한다. GPS 위성측량에서는 두 지점간의 절대 위치정보에 대해 매우 높은 정밀도로 측정이 가능하고 거리의 영향을 받지 않으므로, 작업소요비용, 인력, 정확도 모든 면에서 우수성을 인정할 수 있다.

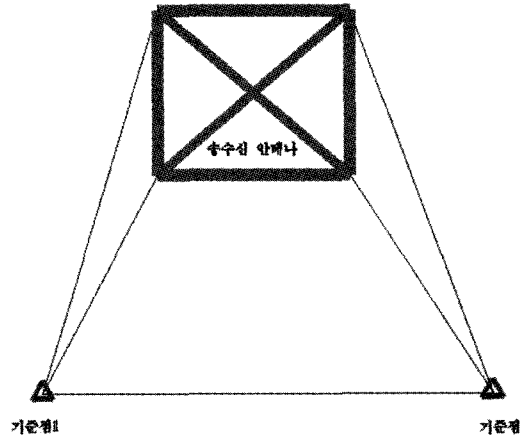


그림 2. 세부측량계획

2.2 삼각측량

GPS 위성을 이용하여 송수신 안테나 근처에 임시 기준점을 설치하고, 설치된 기준점을 이용하여 안테나 네모서리의 정확한 절대좌표를 계산한다. 또한 전파의 이동경로를 삼차원 공간상에서 가장 이상적으로 표현하기 위하여 전파안테나의 중심점의 좌표를 획득하여야 하며 측정이 이루어지고 있는 시점에서 방송 송출 신호의 전송이 이루어지고 있으므로 실제 목표물에 타켓이나 인위적인 시설을 할 수 없기 때문에 삼각측량의 방법에 의해 목표물에 접촉하지 않고 좌표를 획득하여 송수신 안테나의 중심좌표를 정밀하게 결정하였다. 기준점에 의한 송수신 안테나의 모서리 좌표의 계산은 Total Station을 이용하여 다각측량을 실시한다. 이와 같이 송수신 안테나에 대한 정확한 위치좌표를 획득하게 되면, 두 지점간을 연결하는 직선상에 나타나는 주변의 장애물에 대한 간섭 및 타 시설에 대한 방해여부를 정확히 판단할 수 있고, 이에 대한 방안을 마련할 수 있게 된다.

3. 연구내용 및 방법

본 분석에서는 현재 대전 혁신산에 위치한 MBC 방송 송출 안테나의 이전에 따라 이전부지가 타 방송국의 전파송출을 방해하는지 여부를 파악하기 위하여 혁신산내의 KBS, MBC(신설지점), TJB 송출안테나의 위치를 정밀 GPS측량을 이용하여 그 절대 좌표를 계산하고, 천안 혁신산의 KBS, TJB 송출 안테나의 위치를 절대좌표로 측량하여, 안테나 상호간의 위치를 도시하고, MBC가 신설하는 안테나가 타 방송국의 전파를 방해하는지 여부를

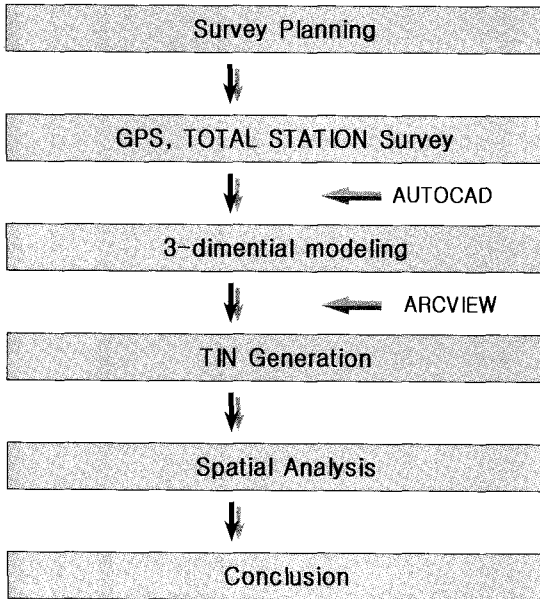


그림 3. 작업과정

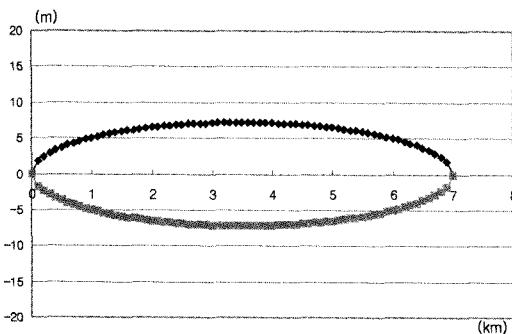


그림 4. 거리에 대한 후레넬 반경

판단할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다. 또한 획득된 측량 데이터를 이용하여 3D 시뮬레이션을 구현하므로써 각 방송국의 송신탑 상호간의 위치를 입체적으로 도시할 수 있고 공간상에서의 건물에 의한 장애 여부를 시각적으로 구분할 수 있고 송출 신호의 전달 경로를 표현하므로써 전파 장애 분석을 실시한다.

3.1 연구내용

분석을 위하여 작업대상지역에 대한 측량 계획을 수립하고 GPS 및 Total Station에 의한 대상물의 정확한 위치좌표를 획득한다. 획득된 안테나 중심의 위치데이터를 이용하여 3-D공간상에서 시뮬레이션을 하고, 해당지역에 대한 수치지도를 이용하여 DEM을 형성 공간분석을

실시하여 전파장애 여부에 대한 결론을 도출하였다.

3.2 프레넬 반경산정

<후레넬 반경의 산정>

전파장애 분석시 방송용 전파의 이동에 따른 반경의 변화를 산출해야 한다. 후레넬 반경에 대한 일반적인 산출 식은 여러 책자에서 쉽게 찾아볼 수 있을 뿐 아니라 Nomograph방법에 의한 산출방법도 있으나 여기에서는 실무에서 사용되는 거리와 주파수단위를 기준으로 하여 쉽게 나타내었다.

1) 제1후레넬 반경 : F1

$$F1 = \frac{17.2}{\sqrt{F}} \sqrt{\frac{d_1(D-d_1)}{D}} \text{ (meter)}$$

$$= \sqrt{\frac{300d_1(D-d_1)}{FD}}$$

여기서, D : Site A, B 구간거리(Km)

d₁ : Site A에서 임의의 거리(Km)

F : 주파수(GHz)

2) 제2후레넬 반경 : F2

$$F2 = \sqrt{2} \times F1$$

3) 제n후레넬 반경 : F3

$$Fn = \sqrt{n} \times F1$$

따라서 본 연구에서는 전파의 이동거리에 대한 전파반경을 제1후레넬 반경 공식에 의거하여 산출하고, 계산된 데이터를 이용해 실제 전파의 이동경로와 폭을 3D공간상에 원통모양의 봉형으로 구축하여 공간 분석을 가능케 하였다.

3.3 연구방법

대상물에 대한 3차원 상의 정밀한 위치를 획득하여 3D 공간상에서의 기하학적인 형태를 도시하고 전파송출 안테나의 중심에서 전파 수신부의 안테나까지의 경로를 직선으로 연결한다. 또한 전파이동의 특성을 고려하여 주파수 및 거리에 대해 전파의 반경이 달라지므로 이동 거리에 대한 반경의 계산을 실시하여 실제 전파가 이동하고 있는 경로에 대해서 장애물의 간섭여부와 전파의 단절여부를 파악하고 이에 대한 대책을 수립한다.

4. 측정결과

4.1 기준점 측량결과

기준점 측량은 정지측량으로 1시간 이상 데이터를 수신하였으며 대전 직장산, 천안 흑성산에 대하여 각각 두 개의 기준점을 설치하였다. 기준점에 대한 데이터 처리

표 1. GPS 측량 현황

측점명	수신기종류	측량방법	관측시간
SIK1(식장산)	GPSReceiver Trimble5700 Trimble4000 (SSE)	Static	1시간
SIK2(식장산)			
HTJB1(흑성산)			
HTJB2(흑성산)			
HKBS1(흑성산)			
HKBS2(흑성산)			

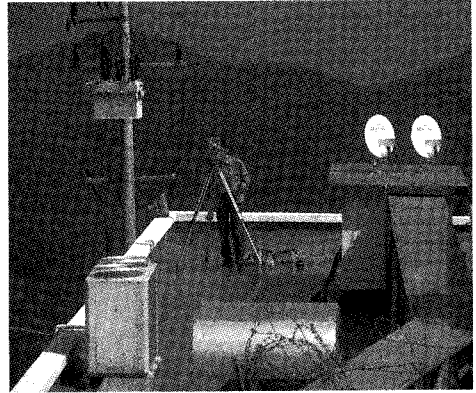


그림 7. 삼각측량장비

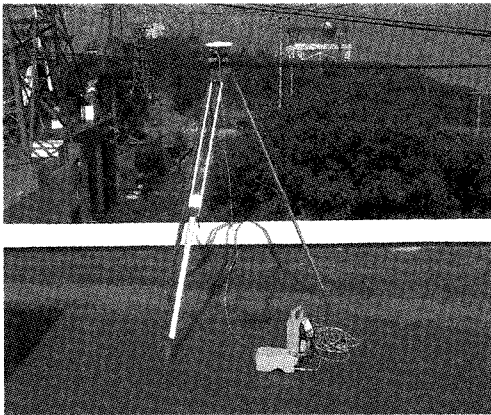


그림 5. 식장산 작업장

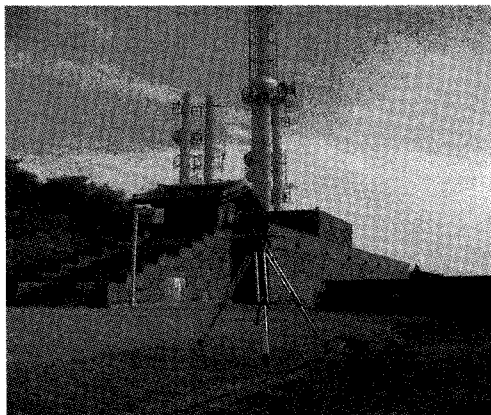


그림 6. 흑성산 작업장

는 국가지리정보원에서 운영하고 있는 수원, 청주, 광주의 상시관측소 데이터를 이용하여 좌표계산을 실시하였다.

식장산 방송 안테나 근처에 기준점을 설치하고 1시간 이상 Static 관측을 실시하여 기준점의 좌표를 획득하였다. 천안 흑성산 중계소에 대하여 2개의 기준점을 설치하

고 GPS 관측을 실시하였으며, 두개의 기준점을 이용하여 삼각측량을 통해 전파의 송수신이 이루어지고 있는 전파안테나의 정밀 위치를 산출하였다.

4.2 삼각측량결과

GPS측량에 의해 계산된 기준점에 Topcon GTS-710 Total Station을 설치하고 기준점으로부터의 방위각과 수평거리를 측정하므로써 미지 점의 좌표를 정밀하게 계산할 수 있다. 모든 미지 점에 대한 측량은 측정자의 시차에 의한 오차를 제거하기 위하여 2회 반복 관측하였고, 좌표전개 프로그램에 의한 측량과 각-거리를 측량하여 좌표를 계산하는 방법을 병행하여 실시하였다.

5. 분 석

GPS 측량과 삼각측량을 통해 획득된 위치데이터를 이용하여 평면분석 및 공간분석을 실시하여 방송 송출전파의 장애여부를 분석하였다.

5.1 평면 분석

위치데이터를 AutoCad상에서 도시하고 각 구간과의 근접거리를 산출하였다. 평면분석결과 현재 전파의 이동 경로에 대하여 새로운 송신탑이 신축될 경우 전파에 대하여 가장 근접 할 수 있는 거리는 송신탑 하단에서 약 20m 상공지점에서 발생하게 되는데, 이때의 단면은 송신탑이 설계되어 있는 도면을 참고로 하여 단면을 산정하였고, 송신탑의 위치는 GPS 및 삼각측량에 의해 계산된 데이터이다. 그림에서와 같이 전파의 중심과 송신탑과의 최단거리는 3.38m로 전파가 진행하는 경로 상에서 전파흐름을 방해하지 않을 것으로 판단된다.

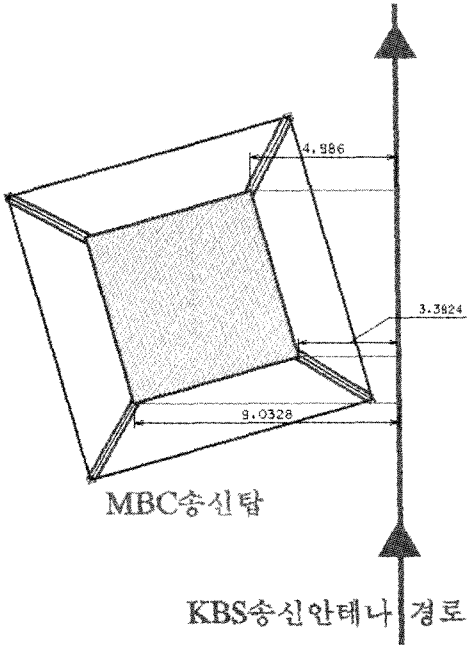


그림 8. 단면분석

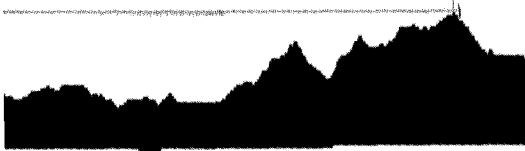


그림 9. 방송송출 안테나 경로에 대한 종단면도

5.2 3D Simulation 분석

획득된 위치데이터 및 수치지도를 이용한 DEM에 의해 공간분석을 실시하고 전파의 이동경로를 공간상에서 나타내었다.

그림 9는 전파 송출안테나가 위치한 식장산 지역의 DEM을 이용한 종단면을 나타내고 있고 전파의 실제 이동경로를 보여주고 있다.

식장산중계소의 수치지도를 이용하여 주변지형의 현황을 표기하였고, 획득된 전파안테나의 위치데이터를 수치지도 상에 표현하므로써 실제 전파의 이동경로를 나타내었다. 화면상의 흰색으로 표현된 전파의 경로는 현재 KBS 방송송출 신호이고, 회색으로 표현된 것은 TJB방

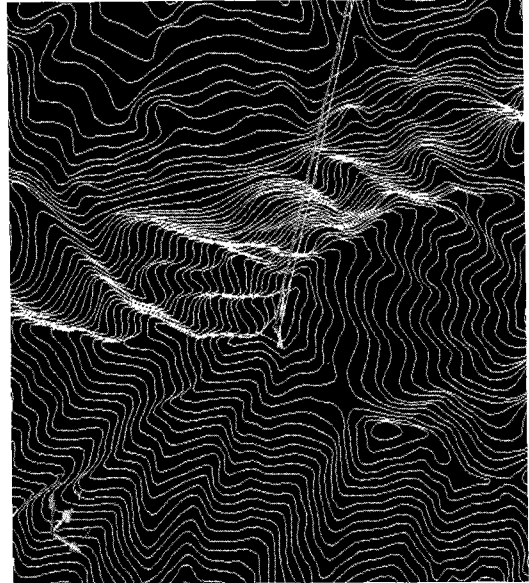


그림 10. 등고선상의 방송출안테나 위치

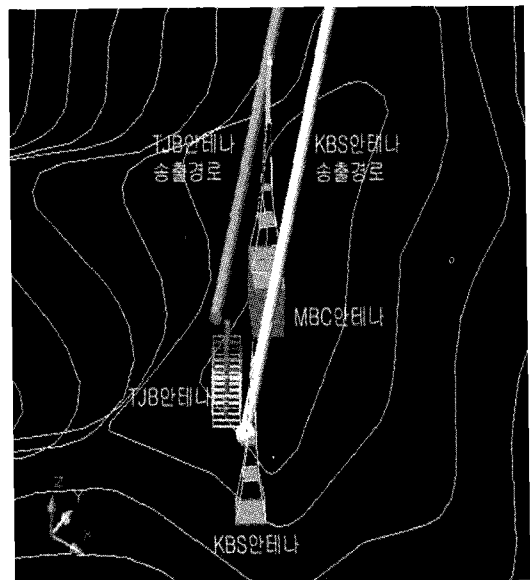


그림 11. 방송송출안테나 확대View

송국 송출 신호이며 각각 천안 흑성산 중계소로 송출하고 있다.

KBS, TJB 전파송출 안테나의 기하학적 위치를 수치지도에 나타낸 것이다. 화면상에서 KBS송출전파와 TJB 송출전파 사이에 MBC의 송출탑이 신축될 예정이고 신축되는 구조물에 대한 전파장애 여부를 3D 시뮬레이션

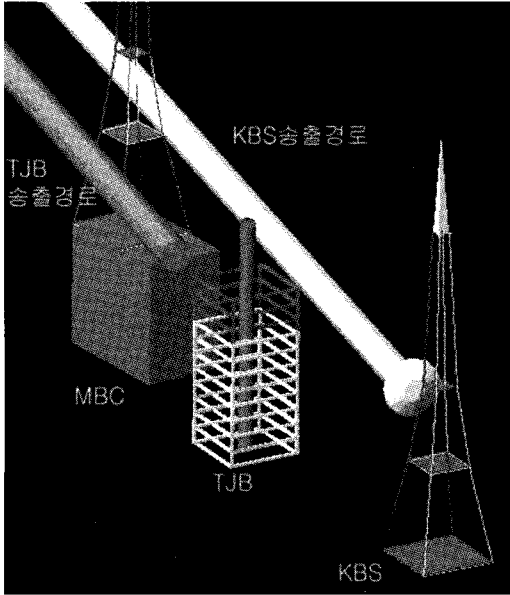


그림 12. KBS 송출안테나 기준 화면View

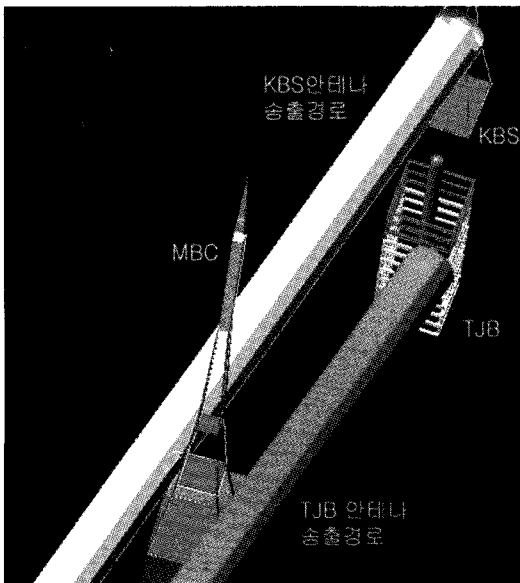


그림 13. MBC 송출안테나 기준 화면View

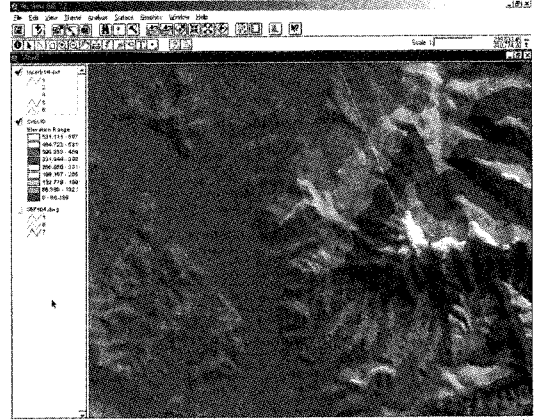


그림 14. 등고선에 의한 방송국 안테나 도시

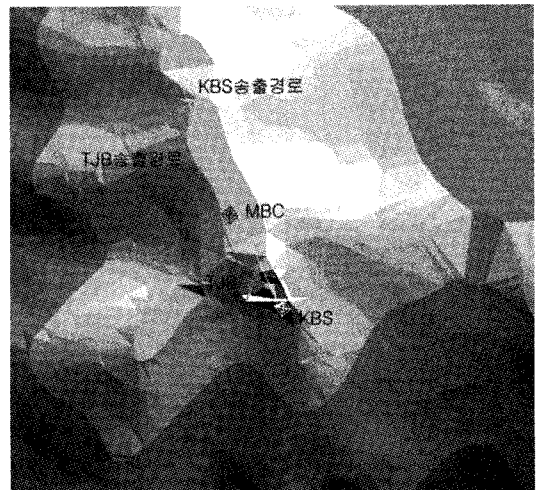


그림 15. 등고선 기록에 대한 안테나 위치

에 의해 나타내고 있다. 이는 현재 설치되어 있는 식장산 송신소의 송출신호의 경로를 실제로 시각화 하여 보여주며 장애여부를 판단할 수 있다.

5.3 표고 분석

대상지역에 대해 아크뷰를 이용하여 TIN을 형성하고

표고모형을 생성하여 전파의 중계가 이루어지고 있는 지역의 표고 현황을 분석하게 해주며, 화면상에서 회색으로 표현되는 부분은 해발고도 500m 이상의 지역으로서 식장산 정상에 위치한 각 방송국 중계소의 전파 송출이 이루어지고 있는 지점을 나타내고 있다. 녹색으로 표시되고 있는 지역은 표고 값이 50m 미만인 지역으로서 대전도심지를 나타낸다.

5.4 경사도 분석

대상지역에 대해 경사가 클수록 진하게 표현하여 주변 지역의 굴곡현황을 분석하므로서 새로운 시설물에 대한 신설가능 여부 및 경사 분석을 실시하였다. 화면상의 좌측부분으로 갈수록 경사가 크게 나타나고 있다.

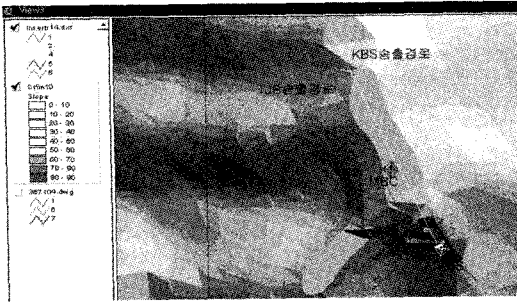


그림 16. 등고선 Slope View

6. 결 론

대전문화방송(MBC) 식장산 중계소 이전 및 신축공사로 인한 한국방송공사(KBS), TJB와의 대전-천안간 전파 전송로에 대한 교란 여부를 확인하기 위하여 세 지역간의 컴퓨터 시뮬레이션 및 3차원 공간 분석 결과 KBS, TJB의 전파 전송로가 MBC 중계소의 영향을 받지 않는 것으로 분석이 되었다. 대전MBC 신설중계소와 대전KBS 전파 전송로간의 최단 측정거리가 약 3.3924m, 대전MBC 신설중계소와 TJB 전파 전송로간의 최단 거리가 약 5.9282m 떨어져 있으므로 대전MBC 식장산 신축 중계소는 전파 장애를 일으키지 않을 것으로 사료된다. 위의 분석 결과는 세 방송사 간의 전파장애 여부를 판단하기 위한 결과이고, 이를 토대로 세 방송사간의 상호 협조를 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 분석 자료가 향후 안테나의 설치, 이전 문제에 대하여 대전MBC의 참고자료가 될 수 있을 것이다. 대전MBC의 신축 공사 후에도 KBS, TJB와의 협조를 통해 전파전송에 문제가 없도록 상호 긴밀한 관계를 유지하여야 할 것이다. 따라서 과거 설치되어 있는 전국방송을 위한 전파망에

대해 신규로 설치되는 시설물의 간섭여부를 GPS 및 삼각측량을 이용하여 정밀하게 분석하고 이에 대한 효율적인 대응방안을 마련한다면 향후 발생할 수 있는 전파방해문제를 효율적으로 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 28. P. R. J. Boniface, "PRI²SM-Softcopy Production of Orthophotos and DEM", PE & RS, Vol. 58, No. 1, January, 1992, pp. 91-94.
2. Eric Tate, "Photogrammetric Applications In Digital Terrain Modeling And Floodplain Mapping", 1998, 11.
3. Hans-Gerd Maas and Thomas Kersten, "Aerotriangulation and DEM/Orthophoto Gen-eration from High-Resolution Still-Video Imagery", PE & RS, Vol. 63, No. 9, September, 1997, pp. 1079-1084.
4. Kempa, M. and Schlueter, M., 1993, DEM evaluation by an operator and fcets stereo vision: acomparison based on close range imagery. In A. Gruen and Kahmen(Eds): Optical 3-D Measurement Techniques 2, Wichmann Verlag, Karlsruhe, 624p:502-509.
5. M. Naraghi, W. Stromberg and M. Daily, "Geometric Rectification of Radar Imagery Using Digital Elevation Models", PE & RS Vol. 49, No. 2, 1983, pp. 195-199.
6. Maas, H-G., 1992, A high-speed solid state camera system for the acquisition of flow tomography sequences for 3-D least squares matching. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 29(5):241-249.
7. Marc van Kreveld et al, "Algorithmic Foundations of Geographic Information Systems", 1997.
8. Naser El-Sheimy, The University of CALGARY, "Digital Terrain Modeling", 1998, 9.
9. R. Aspinall and D. Miller, "A Model of DEM and Orthophotograph Quality Using Aerial Photography", Proceeding of GIS/LIS, 1994, pp. 24-33.