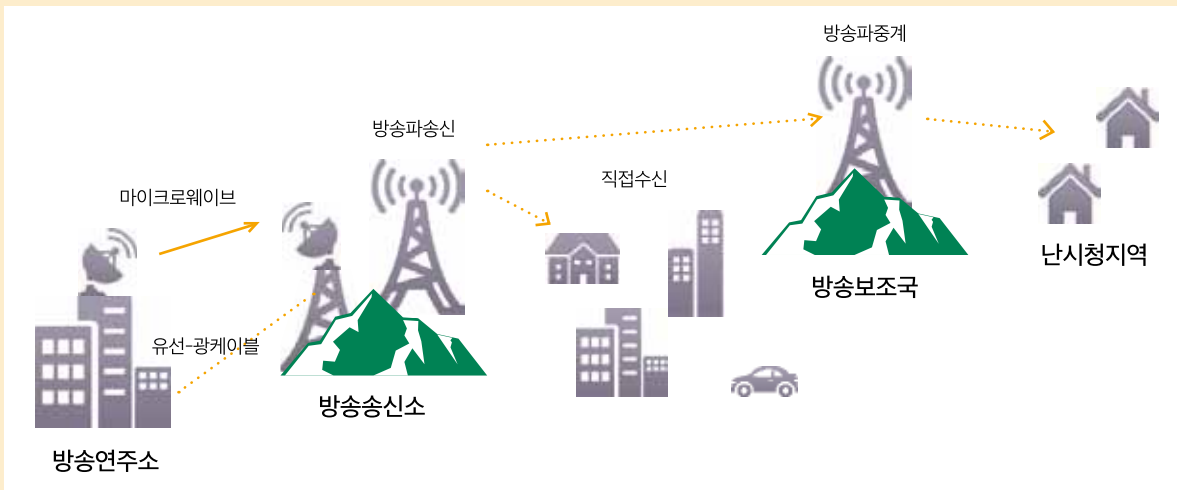


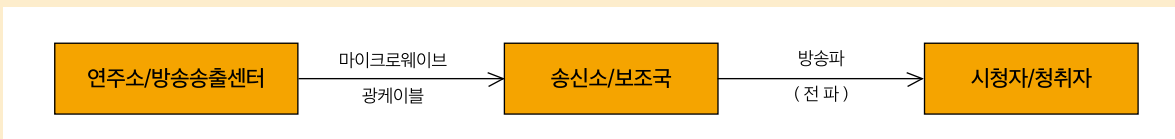
지상파 방송은 어떠한 경로로 전달되는가?



지상파방송 전송 구성도

지상파방송의 신호전달

방송국 등에서 제작한 영상, 음성, 보조데이터 등이 포함된 방송 프로그램을 가정에서 전달받기까지는 여러 경로와 많은 방송장비를 거칩니다. 방송신호는 연주소에서 마이크로웨이브 또는 광케이블을 이용하여 송신소로 보내집니다. 송신소는 연주소에서 보내 온 방송신호를 송신기와 송신안테나를 통하여 전파로 시청자에게 전달합니다. 송신소로부터 멀거나 높은 산 등으로 인해 전파신호의 세력이 미약하거나 직접 도달하지 못하는 지역이 있습니다. 이러한 지역은 난시청 해소를 목적으로 방송보조국(TVR)을 설치합니다. 방송보조국은 송신한 방송파를 수신하여 소출력으로 증폭한 후 난시청지역으로 재송신합니다.



지상파방송 신호전달

연주소/방송송출센터

연주소는 방송국 등에서 제작한 영상, 음성 등이 포함된 방송 프로그램을 송신소로 보내는 역할을 합니다. 연주소는 프로그램과 제작이 편리한 도심지에 위치하고 있습니다.

* 방송국(연주소) → 방송송출센터(주조정실)

송신소

송신소는 방송국 연주소에서 보내온 방송신호를 전달받아 송신장비와 송신안테나를 이용하여 시청자가 직접 수신할 수 있도록 전파로 송신하는 역할을 합니다.

* 방송국(연주소) → 방송송출센터(주조정실) → 전송망(무선/유선) → 송신소

지상파송신소는 방송서비스 지역을 넓게 하기 위해서 직접 수신이 유리하도록 산 정상과 같이 높은 장소에 있는 편입니다.

방송보조국

지상파 송신소에서 송신한 전파신호의 세력이 미약하거나 직접 도달하지 못하는 지역이 있습니다. 방송보조국은 이런 지역을 대상으로 방송구역 내 음영지역의 난시청 해소를 목적으로 인근 송신소에서 송신한 방송전파를 수신하여 소출력으로 증폭하여 송신합니다. 또 다른 방법으로 송신소로부터 방송송신하기 전의 방송신호를 마이크로웨이브로 직접 전달받아 소출력으로 재송신하기도 합니다. 방송보조국(TVR)은 송신소에 비해 상대적으로 적은 출력 규모의 방송장비를 갖추고 있습니다.

◎ 방송파수신(On-Air) → 증폭송신

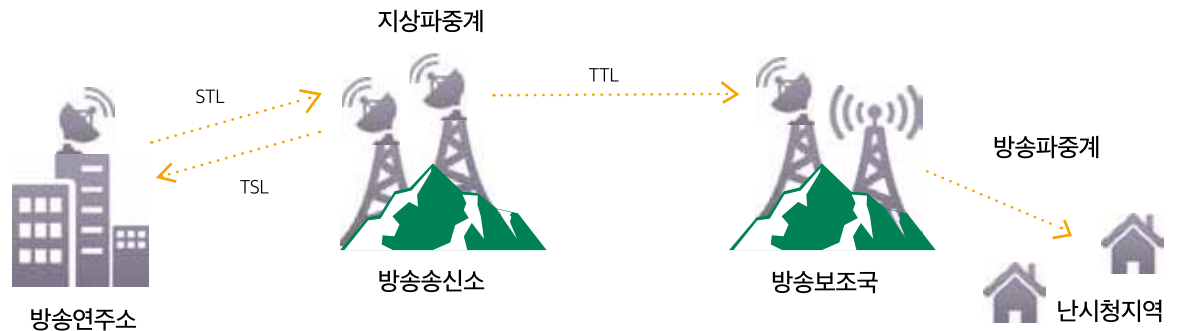
* 송신소/송신 → 방송파수신 → 신호증폭 → 재송신 → 시청자



방송파 증폭송신 방송보조국 구성도

◎ 마이크로웨이브(M/W) → 송신

송신소에서 송신하기 전의 방송신호를 마이크로웨이브(M/W)로 직접 전달받아 송신하는 방식입니다.



지상파중계 방송보조국 구성도

송신소로부터 방송수신



출처 : 서울 백련 방송보조국

TVR 소출력 송신장비



TVR 송신안테나



- * TVR(Television Repeater): 음영지역의 난시청 지역 해소를 목적으로 한 간이 송신소
- * STL(Studio Transmitter Link): 연주소 → 송신소로 보내는 마이크로웨이브 무선전송망
- * TSL(Transmitter Studio Link): 송신소 → 연주소 프로그램 전송을 목적으로 한 무선전송망
- * TTL(Transmitter to Transmitter Link): 송신소 간/고정국 간 마이크로웨이브 무선전송망
- * NQC(Network Quality Center): 방송신호를 전달받아 분배 및 방송망 품질관리 수행
- * TRC(Television Relay Center): TV 중계업무를 통제하는 장소

송신철탑

철탑 종류에 따라 크게 지선식과 사각 자립식 철탑이 있습니다. 고출력의 중파방송과 단파방송 송신소는 주로 지선식 철탑을 이용하고, 마이크로웨이브, FM 방송, DMB 방송, TV 방송용의 철탑은 자립식 철탑을 이용하고 있습니다.

- ① 지선식 철탑은 수직으로 길쭉한 모양으로 여러 개의 지선으로 지지한 구조로 되어 있습니다. 중파라디오 방송의 경우에는 대지의 영향을 많이 받기 때문에 안테나의 효율을 높이기 위하여 대지의 도전율이 우수한 외곽 평탄한 대지에 송신소가 위치합니다.
- ② 자립식 철탑은 사각형의 구조로 많은 안테나를 설치할 수 있는 공간을 제공합니다. VHF, UHF 대역의 방송은 전파의 직진성이 강해서 원하는 지역으로 보내기 유리한 자립식 철탑을 이용합니다. FM 방송, TV 방송용 송신 안테나는 주로 철탑 상단부에 위치합니다. 철탑 구조물에는 안테나, 항공장애표시등, 피뢰침, 부속물 등이 설치됩니다. 이러한 안테나 등을 시설하기 위해서는 안테나 무게와 태풍 등에 의한 철탑의 안전성을 고려하여야 합니다.



지선식 철탑시설



자립식 철탑시설



철탑의 안정성

철탑의 재료는 용융아연으로 도금된 고강도 철강을 사용하여 철탑을 건립합니다. 철탑은 기상조건을 고려하여 기초풍속 및 특정하중 등을 적용합니다.

- ① 철탑을 건립할 때에는 철탑의 기초체 하중계산, 철골부 하중계산 등 구조해석을 통해 안전성을 검토합니다. 철탑, 지선, 부속물의 무게인 사하중과 빙설에 의한 빙하중 및 바람의 영향에 의한 풍하중이 검토됩니다. 특히 풍하중은 바람에 의하여 구조물에 작용하는 수평력과 부속물의 설계하중을 포함합니다. 철탑에서의 풍압하중은 철탑 자체의 하중과 함께 중요한 변수로 적용하는 최대

풍속에 따라 달라집니다. 적용풍속율로 60m/sec를 적용하여 왔으나, 70m/sec로 상향 적용하기도 합니다.

- ② 수직으로 높이가 크고 여러 개의 지선으로 지지한 지선철탑은 지선 고유의 구조적 느슨함을 제거하는 지선의 압축응력과 철탑의 기계적 강도를 보장하는 하중을 고려합니다.
- ③ 철탑은 외부에 노출되어 있어 태양빛에 의한 경년변화 및 대기 오염에 의한 노후화가 진행되므로 정기적인 안전도 점검이 필요합니다. 안전도 점검은 철탑의 외관검사와 3차원 구조 해석으로 바람이 없을 때와 바람이 있을 때로 구분합니다. 전방향 360°를 기준으로 여러 변위별로 나누어 바람에 의한 풍하중이 작용할 때 부재 안전율(1.1이상)과 좌, 우변위(0.25° 이하)를 기준으로 안전 범위를 측정합니다. 사용 중인 철탑에 안테나 등 부속물을 신설하는 경우에는 철탑의 안전도를 고려하여야 합니다.

철탑의 항공장애표시등

철탑 상단에 항공장애표시등을 설치하여 야간 비행하는 항공기에 철탑의 위치를 시각으로 알려서 충돌사고 등의 피해를 예방하기 위하여 필요한 시설입니다. “공항시설법 및 항공장애표시등과 항공장애주간표지의 설치 및 관리기준”에 의하면

- ① 높이가 지표 또는 수면으로부터 150m 이상인 물체나 구조물에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다. 높이가 지표 또는 수면으로부터 60m 이상인 철탑 구조물과 구조물 위에 추가로 설치한 철탑 또는 공중선에는 표시등과 표지를 설치하여야 한다(제7조).
- ② 표시등은 구조물 높이에 따라 3가지 광도로 구분합니다. 150m 이상의 구조물에는 고광도, 90m ~ 150m 구조물에는 중광도, 45m 이상 ~ 90m 미만의 구조물에는 저광도 항공장애표시등을 설치한다(제10조).
- ③ 항공장애표시등은 항공제어부와 항공등(전구 또는 LED)으로 구성됩니다. 대부분의 항공장애표시등은 조도센서 전자부품에 의하여 자동으로 작동됩니다. 어두워지면 조도센서에 의해서 항공등제어부 회로가 동작되어 점멸(깜박깜박)하게 됩니다. 조도센서는 주변의 밝기를 측정하는 센서입니다. 항공등제어부의 조정자를 이용하여 깜박이는 점멸간격을 조정할 수가 있습니다. 어두워지면 자동으로 켜지는 도로의 가로등, 자동차의 전조등, 밝기에 따라 변하는 휴대폰 화면액정 등 실생활에서도 쉽게 찾아볼 수 있습니다.



항공장애표시등의 종류

철탑의 피뢰침

송신소 철탑에는 낙뢰로부터 시설을 보호하기 위하여 철탑 상단부에 피뢰침을 설치합니다. 피뢰침으로 유입된 낙뢰는 피뢰접지 케이블을 통하여 땅속에 매설한 피뢰접지반으로 흘러들어 대지로 방전됩니다. 가끔 철탑의 피뢰접지 케이블을 철탑접지로 착각하여 장비에 연결하여 낙뢰가 유입되는 피해사례를 보아 왔습니다. 피뢰접지와 철탑접지는 반드시 분리되어야 합니다. 낙뢰로 인한 피뢰침의 보호각으로 일반건축물의 경우 60° 이하, 위험물 관련 시설과 철탑의 경우 45° 이하로 권고하고 있습니다. 접지저항이 충분히

적어야 낙뢰를 대지로 안전하게 방전시킬 수 있습니다. 접지저항이 너무 크면 대지로 흐르던 낙뢰가 다시 역류하여 역섬락이 일어날 우려가 있습니다. 피뢰침의 접지저항은 제1종 접지 10Ω 이하로 규정하고 있습니다.



철탑에 시설된 피뢰침

또한 피뢰접지, 보안접지, 통신접지를 표주 등으로 구분하여 각 접지의 위치를 표시합니다. 각 표주에는 접지저항을 측정할 수 있도록 접지 측정단자를 마련해 놓습니다. 정기적으로 각각의 접지저항을 측정하여 변동사항을 기록관리 합니다. 변동된 접지저항과 소손 등이 있는 경우 보수, 보강하여야 합니다.



접지시설별 위치표시하는 안내표주

철탑의 색채

주황색과 흰색 또는 붉은색과 흰색으로 서로 간에 대조를 이루어야 합니다. 한 번의 길이가 1.5m보다 큰 뼈대형 구조의 물체(철탑이 여기에 해당됨)에는 서로 간에 대조를 이루는 줄무늬 색채 표지를 하여야 합니다(제16조).

철탑의 용융도금

철탑과 안테나는 외부에 노출되어 있어 철탑자재의 도금이 매우 중요합니다. 철은 니켈 또는 크롬 등을 첨가하면 우수한 기계적 성질을 발휘하는 특수강으로 제조할 수 있어 다른 금속에 비하여 많은 특성을 가지고 있습니다. 하지만 이러한 우수성을 가진 철강도 약점의 하나로, 산화로 인하여 부식하는 성질이 있습니다. 이런 산화부식은 구조물의 안전성을 저해하는 원인이 됩니다. 금속에 있어서 산화한다고 하는 것은 주변의 수분, 산소 등에 의해 금속 본래의 화합물의 상태로 되돌아가고자 하는 기본적 성질에 의한 것으로 불가피한 현상입니다. 금속의 부식은 비, 해수, 이슬 등에 의해 젖거나 기타의 전해질과 작용할 때에 비금속성의 화합물로 변화하는 현상입니다. 또 다른 부식으로는 금속의 산화, 황화, 질화현상 등의 화학적 부식과 박테리아 등에 의한 부식이 있습니다. 금속에 용융아연도금을 하면 표면에 생성되는 보호 피막과 아연의 전기 화학적 보호작용으로 내식성이 우수해집니다. 아연을 이용하여 표면을 피복하는 경우에는 단순한 피막효과가 아니라 방식작용의 기대가 가능하기 때문입니다. 아연은 용점이 약 420℃로 높아 철강의 방식도금으로 효과가 좋습니다. 아연에 의한 방식법에는 용융아연도금, 전기아연도금, 아연용사, 고농도 아연말도료 등이 있습니다. 방송통신 철탑에서는 용융아연도금 방식을 널리 이용하고 있습니다. 일반적인 도장은 표면피막이 주류를 이루고 있습니다. 일반도장은 간단한 피복효과만을 기대하는 것으로 사용 중 다시 도장해야 하는 등의 유지보수 비용이 증가됩니다. 용융아연도금은 장기적으로 수명이 길고 보수의 필요성이 적으므로 유지보수 비용이 절감됩니다.

안테나

지상파 방송용 안테나는 AM/FM 라디오, VHF(DMB), UHF(HD, UHD) 주파수 대역으로 구분되어 시설됩니다. 송신용 안테나의 종류는 다이폴, 슈퍼텐스타일, 판넬방식 등이 있습니다. 수신용의 안테나로 야기, 다이폴 방식 등이 있습니다. 송신용의 안테나는 방송 신호를 전파로 보내기 위하여 송신기에서 보내오는 고주파 에너지를 전파의 에너지로 바꾸어 자유공간으로 보냅니다. 수신안테나는 자유공간에서 전파에너지를 흡수하여 수신기에 전달하는 역할을 합니다. 송신소의 방송권역과 송신기 출력전력에 따라 적절한 이득과 지향성(방향성)을 가진 안테나를 선택합니다. 동일출력상에서 이득을 높이기 위해서는 안테나의 크기가 커져야 합니다. 방송 송신기는 고출력을 송신하므로 송신용과 수신용 별도의 안테나를 사용합니다. 방송신호를 중계하는 마이크로웨이브에서는 1개의 접시형 파라볼라 안테나로 여러 채널의 주파수를 수용하여 송신과 수신으로 공용하고 있습니다.

* 지상파방송 안테나의 지향특성

방송대역	AM 라디오	FM 라디오	DTV 방송	DMB 방송
안테나 편파	수평	원형	수평	수직

* VHF-TV Band I (54~88MHz), VHF-FM Radio Band II (87.5~108MHz), VHF-TV Band III (174~240MHz), UHF-TV Band IV, V (470~860MHz)

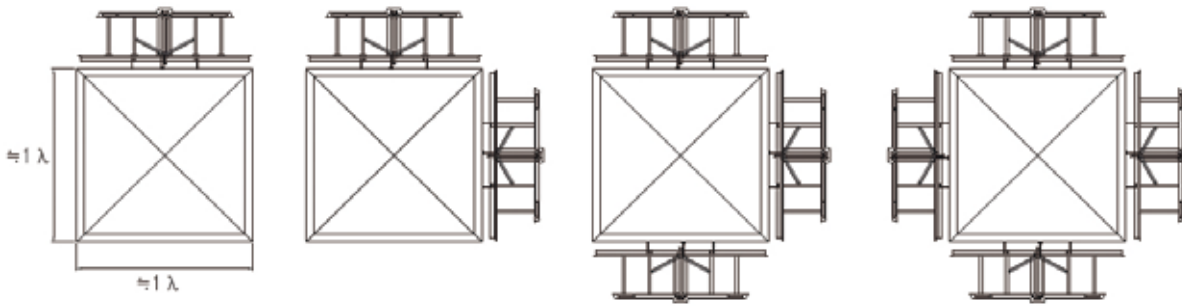


방송송신용 다이폴 안테나

다이폴 안테나

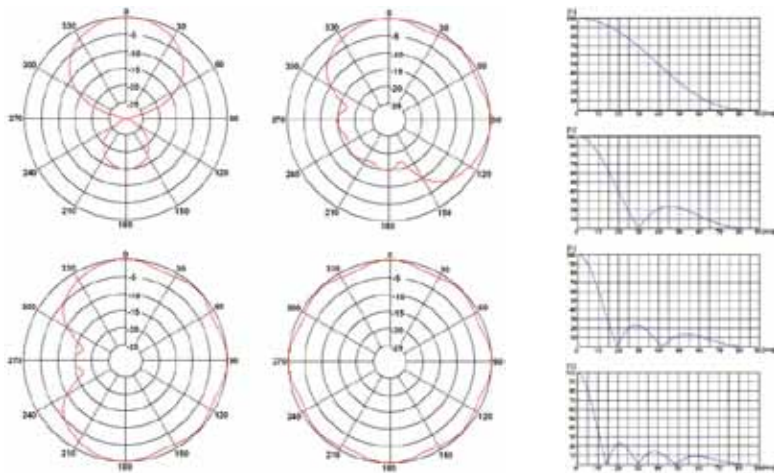
FM 라디오 방송에 사용되는 송신용 안테나는 수평다이폴 소자와 수직다이폴 소자 그리고 반사판으로 구성되어 있습니다. 다이폴 안테나는 수평, 수직의 지향성 패턴과 원형 편파형으로 사용할 수 있습니다. 안테나는 정사각형, 원통모양, 삼각 돛대형 등 여러 구조가 있으며, 다이폴 안테나 소자는 공해, 공기염분, 산성비 등의 기후조건에서도 내구성을 유지하기 위하여 스테인레스 스틸을 주로 사용하고 있습니다. 국내 FM 라디오 송신용 안테나로 CP(circularly polarized) 다이폴과 CP Ring 다이폴 안테나를 사용하고 있습니다. 송신소가 방송서비스 지역의 중앙에 위치하는 경우에는 CP 다이폴 안테나(4방향)가 유용합니다. CP Ring 안테나는 안테나 뒷면에 있는 철탑의 반사 효과로 인해 지향특성을 갖습니다. 3방향으로 전파를 방사하는 경우가 많은 우리나라에서는 CP Ring 안테나를 사용하여 송신안테나의 방향을 시청자가 많은 지역으로 집중하여 보내게 되므로 방송수신 환경을 개선시킬 수 있습니다.

- CP 다이폴 안테나의 수평다이폴 소자에서는 수평편파, 수직다이폴 소자에서는 수직편파의 전파가 방사됩니다. 안테나 두 소자에서 방사되는 두 편파 사이의 위상을 조절하여 원형 편파를 형성하여 공간으로 방사됩니다. 보통 4각 자립식 철탑의 면에 4개 방향으로 설치하며, CP Ring 안테나에 비해 부피가 커서 많은 설치 면적을 차지하는 단점이 있습니다. 안테나의 설치 공간이 부족할 경우에는 하나의 안테나로 여러 매체를 결합(Combine)하여 사용하기도 합니다.



CP 다이폴 안테나 설치방향

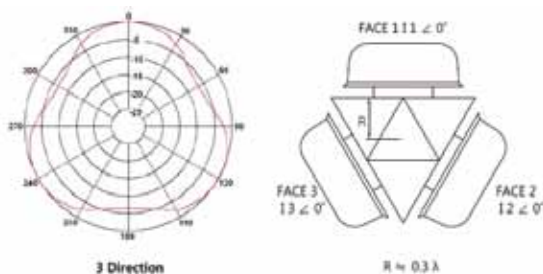
- CP Ring 안테나의 내부 안테나 소자는 제조사별로 다양한 형태를 가집니다. 일반적으로 안테나 보호와 자연재해로부터 정상적인 송신을 위하여 카바(래돔)를 씌워 사용합니다. CP Dipole 안테나와 동일하게 원형 편파의 전파가 방사됩니다. CP Ring 안테나는 변성기 급전방법으로 각 소자의 간격을 이용하여 경사(Tilt)를 조정합니다. 예를 들어, 다이폴 소자 수직간격이 사용 주파수의 약 1λ일 경우에는 경사가 0°가 됩니다. λ보다 간격이 좁을수록 빔의 경사가 아래로 숙여집니다. 반대로 다이폴 소자 간격이 넓어지면 빔의 경사가 위로 틀리게 됩니다. 디바이더 방법의 경우에는 분기 케이블(Branch Cable)의 위상으로 경사를 조정합니다.



CP Ring 안테나는 4각 자립식 철탑의 모서리(Side Mount)에 설치하며, CP Dipole 안테나에 비해 가볍고 철탑 공간을 적게 차지하는 장점이 있습니다. 하지만 송출 매체가 많아질 경우에는 개별 안테나 설치로 철탑 공간이 부족해지는 어려움이 생깁니다. 또한, 안테나 뒷면에 위치한 철탑 구조물이 반사판으로 작용하여 안테나의 설치 전면 방향으로 전계를 강화하는 역할을 합니다. 반면에 안테나의 뒷면 방향으로 전계를 차단하는 역할을 합니다.

CP Diople 안테나의 수평패턴 (1~4방향)

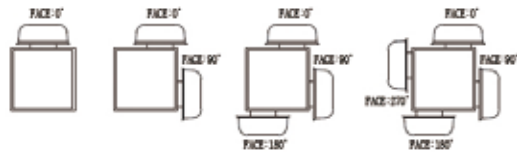
CP Diople 안테나의 수직패턴 (1~4Bay)



판넬안테나

DTV용 안테나는 반사판과 카바(래돔)에 씌워진 모양으로 여러 개의 다이폴 배열로 구성됩니다. 다이폴은 지향성 또는 전방향성으로 방사 패턴을 얻기 위하여 철탑에 시설합니다. 안테나 카바는 기후로부터 안테나를 보호하기 위하여 테프론(Teflon) 또는 유리섬유(FRP)로 제작함

판넬안테나 수평패턴과 3방향 배치 (UHF DTV, Mobile DTV)



판넬안테나 배치방식의 종류

니다. 수직편파를 갖는 동일선상 안테나와 수평편파를 갖는 슈퍼턴 스타일 안테나가 있습니다. 수평, 수직, 원형 또는 타원형 편파가 가능한 이중극전 기능도 있습니다. 이중극전 배열기능을 활용하여 동일한 안테나를 이용하여 여러 매체가 서로 다른 편파 비율을 가질 수 있습니다. 편파기 비율은 결합기의 위상 변화를 변화시킴으로써 변경될 수 있습니다. 안테나를 공유하는 다른 방송사에 영향을 주지 않고 수평, 타원형, 원형 편파를 선택할 수 있습니다.

전송장비

① 연주소-송신소 간, ② 본사-지역총국 간

연주소에서 송신소로 보내는 방송신호는 방송사가 소유한 마이크로웨이브(STL) 또는 통신사업자가 제공하는 마이크로웨이브, 유선 광통신을 이용하여 전송하고 있습니다. 연주소와 송신소 간에는 주로 마이크로웨이브를 이용하고 있습니다. 방송본사와 지역총국 간에는 광케이블 통신을 이용하여 비압축 방송신호를 전송하고 있습니다. 연주소로부터 보내오는 방송신호 시설의 고장발생을 대비하여 유선과 무선의 다른 경로로 전송하는 방법을 이용하고 있으며, 또는 전송장비 시스템에서 주 장비와 예비장비로 구성되는 보호방식을 이용하기도 합니다. 이전에는 TDM 방식을 이용한 방송신호를 전송하였으나, IP 기반의 UHD 방송 시작으로 이제는 Ethernet과 TDM을 동시에 전송할 수 있는 IP 전송장비로 대체되어 가고 있습니다.



방송 프로그램 전송장비

* TDM : Time Division Multiplexing의 약어, 시분할다중화방식, 하나의 전송로에 여러 개의 신호들이 시간을 분할하여 결합하는 통신방식

* Ethernet(이더넷), 컴퓨터네트워크, 일반적으로 사용되는 LAN에서 활용되는 기술의 하나



방송송신소 송신장비

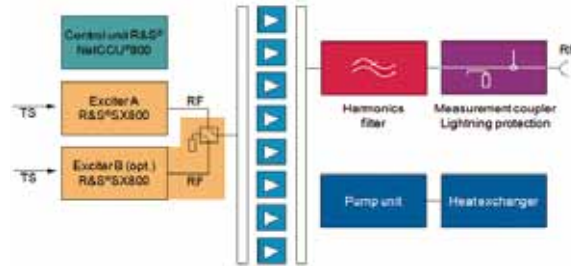
송신장비

사진은 연주소에서 보내온 영상, 음성 등이 포함된 방송신호를 송신기에서 높은 출력으로 증폭하여 송신안테나로 보내는 시설입니다. 송신설비는 변조기, 증폭기, 급전선, 안테나, 냉각기 등의 설비로 구성되어 있습니다. 고출력 송신장비는 다수의 증폭기 출력을 합성하는 방식이

주류를 이루고 있습니다. 송신장비 고장으로 방송이 중단되지 않도록 예비장비(Stand-By)를 마련하여 구성합니다. 만약 송신기 일부가 고장을 일으켜도 예비송신기 사용으로 방송은 중단되지 않습니다.

송신기(Transmitter)

송신기는 변조기(Modulator)와 여진증폭기(Exciter) 여러 개를 결합하여 높은 출력을 내는 증폭기(HPA, High Power Amplifier)로 구성되어 있습니다. 또 송신기 동작상태를 나타내는 전면표시부, 고출력증폭기에 전원을 공급하는 고전압전원부, 시스템 전체 전원을 공급하는 전원부로 구성합니다. 고출력의 증폭신호는 고조파제거필터(Harmonics Filter)로 보내어 다른 주파수 대역의 신호에 영향을 주지 않도록 고조파를 제거한 후 안테나로 보내어집니다. 그리고 송출신호가 안테나를 거쳐 나가기 전에 결합기(Coupler)를 이용하여 규정한 출력신호가 나가는지 확인을 할 수 있습니다. 안테나 연결부에는 낙뢰로부터 시설을 보호하기 위하여 낙뢰보호기(Protection)를 장착합니다



송신부 증폭기와 냉각기 구성도 / 출처 : R&S

냉각기(Cooling)

송신기 외부에는 펌프기(Pump) 및 열교환기(Heatexchanger)가 있어 송신기에서 나오는 열을 냉각시켜 주는 역할을 합니다. 냉각기는 부동액을 이용하는 수냉각방식과 공기를 이용하는 공냉각방식을 이용하고 있습니다. 이전의 냉각방식은 부동액이 송신기에서 펌프를 거쳐 실외기로 보내어 열을 식힌 후 다시 펌프를 거쳐 송신기로 들어가는 방식이었습니다. 하지만 이 방식은 전력 소비가 많았으며, 펌프에 부하를 많이 주게 되는 약점이 있습니다. 또 다른 냉각방식으로는 송신기에서 바로 실외기로 나가게 되고, 실외기에서 펌프를 거쳐 다시 송신기로 들어가는 방식을 사용합니다. 이렇게 되면 펌프의 부하를 감소시켜 전력 소비 등에서 많은 장점이 있습니다. 또한 펌프의 경우에도 2대의 펌프로 시설하여 한쪽이 고장나면 다른 쪽으로 바꾸어 사용하고 있습니다.

송신소 부대시설

방송송신소 부대시설은 송신소 각종 기기의 제어를 수행할 수 있는 원격제어장치, 송신기로부터 송신된 방송신호를 수신하여 모니터링하는 모니터시설(Air-Monitor)이 있습니다. 또한 방송중단사고를 예방하고 송신신호를 안정하게 공급하는데 필요한 예비송신장치 및 발전기, 무정전전원장치 등의 예비전원장치를 비치 운영하고 있습니다. 





방송송신소 부대시설



◆ 궁금한 이야기 - 철탁의 색깔

◆ 송신철탁 색깔은 왜 하얀색과 빨간색으로 칠해져 있을까요?

빨간색과 하얀색 사용은 항공법과 항로표지법에 근거하고 있습니다. 일정 높이와 장소에 따라서 색을 달리하여 사용해야 한다고 정해져 있습니다. 철탁의 색채는 붉은색과 하얀색으로 서로 간에 대조를 이루는 줄무늬 색채 표지를 하여야 한다고 정해져 있습니다. 빨간색은 색깔 중에서 가장 멀리까지 전달되기 때문입니다.

◆ 위험신호는 왜 빨간색일까?

신호등의 정지신호, 자동차 브레이크 등 위험을 알리는 신호들은 대부분 빨간색을 사용합니다. 붉은빛을 위험의 신호로 활용하는 이유는 붉은색이 색깔 중에서 가장 멀리까지 전달되기 때문입니다. 붉은색은 파장이 길어서 산란이 잘 일어나지 않고, 멀리까지 색을 선명하게 전달할 수 있기 때문입니다. 붉은색의 또 다른 특징은 색광을 받았을 때 다른 색에 비해 근육의 반응이 평상시보다 더 빨라진다는 점입니다. 산란은 빛이 공기 중에 있는 작은 입자와 충돌하여 사방으로 흩어지는 현상을 말합니다.

◆ 등대도 왜 하얀색과 빨간색으로 칠해져 있을까요?

등대는 선박의 안전한 항해를 위한 바다의 신호등입니다. 등대는 멀리서도 잘 보이는 위치에 하얀색으로 칠해져 있습니다. 등대의 색상은 기능적인 측면에서 의미를 가지고 있습니다. 등대의 색깔로 가야 할 방향을 지정해 주는 신호등 역할을 하는 것입니다. 배가 항구로 들어갈 때 방파제 오른쪽에 빨간색 등대가 있으면 오른쪽에 장애물이 있으니 왼쪽으로 항해하라는 표시입니다. 왼쪽에 하얀색 등대가 있으면 오른쪽으로 항해하라는 표시입니다. 간혹 보이는 노란색 등대는 주변에 암초가 많으니 조심하라는 뜻입니다. 입항 기준으로 빨간색 등대는 오른쪽에, 하얀색 등대는 왼쪽에 설치합니다.



철탁의 색상



등대의 색상