

# 기지국 및 이동국 안테나 특성과 종류

朴 鍾 鎬  
現代電子産業 株式會社

## 1. 序 論

### 1. 안테나란

안테나는 라틴어로서 곤충의 촉각을 지닌 말에서 유래했으며, 말할 필요도 없이 무선통신은 공간을 통하여 행하여지는데 공간에 촉각 즉, 안테나를 세우고 전파를 방사하고 있는 것이다. 안테나는 송신시에는 송신기의 전력, 고주파 에너지를 전파 에너지로 바꾸어 공간에 방사하고, 수신시에는 공간의 전파 에너지를 흡수하여 전력으로 바꾸어 수신기에 공급하는 에너지 변환장치라고 할 수 있다. 따라서 안테나가 잘 동작하지 않는다는 것은 방사된 전파 에너지가 주위의 건물이나 대지에 빼앗기고 말던가(열이 되어 버리던가), 또는 상대국 안테나가 없는 방향으로의 공간에서 대부분 소비된다. 따라서 무선이동통신에 있어 안테나의 위치는 다른 어떤 분야보다 중요한 요소이다. 그러므로 기지국과 이동국 안테나의 특성을 살펴보기 이전에 안테나에 관한 기본원리를 살펴보는 것도 의미있는 일일 것이다.

### 2. 전파의 편위

전계, 자계 어느 쪽도 전파의 진행 방향에 대하여 직각인 방향으로 진동하고 있으며 전파는 횡파이고 전계, 자계도 서로 수직의 면 위에서 같은 상(相)으로 진동하고 있다. 또, 전파의 진행 방향은 전계의 방향을 자계쪽으로 돌렸을 때 오른나사의 진행방향이 되는 것이다. 이와 같이 전계와 자계란 언제나 정해진 관계에 있고 전계의 진동하는 면을 전파의 편파면이라 부르는 것이 일반화되어 있다. 편파면은 안테나도체의 배치(방향)과 관계가 있고 대지에 대하여 수직

인 안테나에서 방사되는 전파의 편파면은 대지에 대하여 수직이므로 수직편파라 하며, 수평편파도 있다. 수평, 수직편파를 직선편파라 한다.

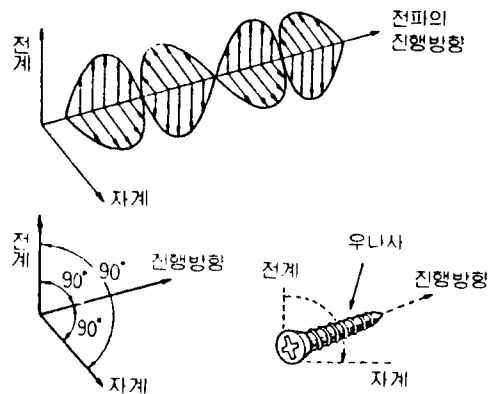


그림 1. 전파의 전계, 자계 관계

한편, 전파의 진행에 따라 전계의 방향이 변화하여 원을 그리는 것 같은 전파를 원 편파라 한다. 이와 같이 안테나에서 공간으로 방사된 전파는 여러가지 편파면을 가지고 있고 특히, VHF대 이상에서의 지상파 전파의 경우는 송신-수신 안테나의 편파면을 합치지 않으면 통신이 잘 이루어지지 않는다.

### 3. 도선에서의 전파의 방사

공간에 고주파 전류를 흐르게 하면 그곳에서 전파가 방사된다. 안테나로서 많이 사용되는 '공간에 놓인 도선 속을 흐르는 전류'에서의 전파의 방사에 대해 알아본다.

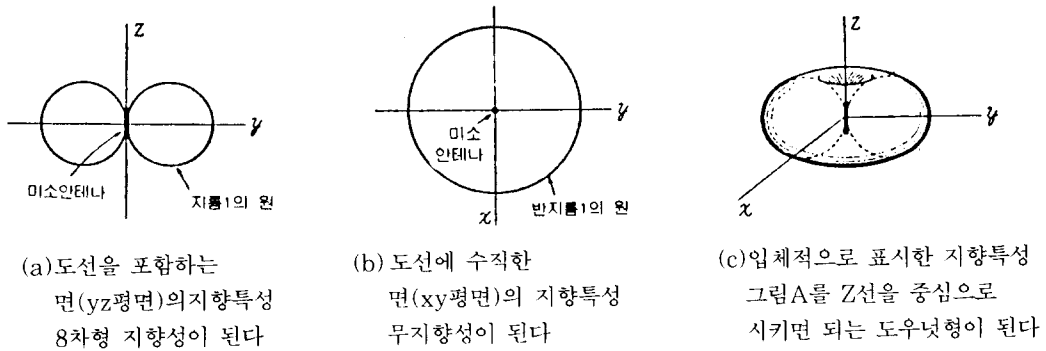


그림 2. 미소 다이폴의 전계지향특성

1) 미소 다이폴

막대 자석은 아무리 짧게 잘라도 자석으로서의 성질을 가지고 있지만 안테나는 짧게 자르면 그대로는 전류가 흐르지 않게되고 아무 작용도 못하지만 자르지 않은 상태에서는 자석과 같이 무수한 짧은 안테나가 직렬로 이어져 있다고 생각할 수 있다. 이와 같이 생각한 안테나의 작은 조각을 미소 다이폴 또는 미소 안테나라 한다. 일반적으로 파장에 비하여 가는 도선, 또는 도체 파이프를 사용하는 안테나(이것을 선상 안테나라 한다)는 모두 이 미소 다이폴의 집합으로 볼 수 있으며 여러가지 특성을 구할 수 있게 된다.

$$\text{전계 강도 } E = \frac{60\pi}{R} \frac{l}{\lambda} I \text{ [mV/m]} \text{ 이며,}$$

R은 안테나에서의 거리(Km)이다. 전계 강도는 |x|에 비례함을 알 수 있다.

이 미소다이폴의 지향성을 그림 2에 보이는데 최대값을 1로서 표시하고 있고 입체적인 지향특성은 (C)와 같이 작은 구멍의 원형단면을 가진 도우넛형으로 되어 있다. 도선 방향(Z축)에는 방사가 없는데 똑바른 도선을 사용한 안테나에는 동일한 현상이다.

한편 다이폴에서는 전파라는 형태로 전자에너지가 공간에 방사되어 있으므로 그것과 같은 전력을 전원에서 공급해야 하므로 미소안테나를 중앙에서 급전하여 둘로 분할하기로 한다.

미소다이폴의 방사전력은

$$Pr = 80\pi^2 \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2 I^2 \text{ (W)} \text{ 로서 이는 } P = RI^2 \text{와 같은}$$

형태와 비교되어  $Rr = 80\pi^2 \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2$  을 미소다이폴에서의 방사저항이라 한다.

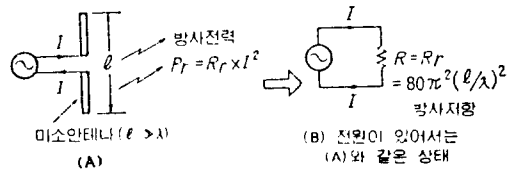


그림 3. 미소 다이폴의 방사저항

2) 도선의 공진

매우 짧은 도선이라도 고주파전류가 흐르고 있다면 그것에서 전파가 방사되어 전파의 강도는 전류의 크기에 비례하는 것을 알았으므로, 보다 실제적인길이의 도선에 가능한한 큰 전류를 잘 흐르게 하는것을 생각해 보자.

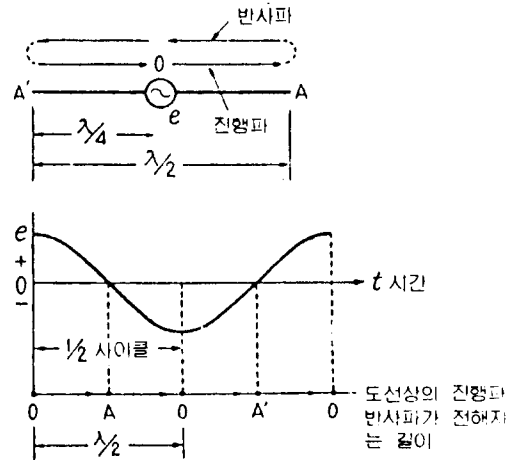


그림 4. 파장 λ의 전파가 λ/2의 도선에 공진하는 이유

그림 4에서 보면 주파수  $f_0$ 에서 공진할 때 도선길이는  $f_0$  파장의 약 1/2이다. 왜 길이 1의 도선이 약 2배 파장의 고주파에 공진할까?

그림 4에서 선단 A에 도달한 진행파는 그 이상 나갈수가 없으므로 진행하여온 도선 위를 역방향으로 전원을 향하여 되돌아간다. 이것을 반사파라 한다. 이 때 도선의 길이 1과 공진 주파수  $f_0$ 와의 관계는

$$l = \frac{150}{f_0(\text{MHz})} (m) \quad \text{가 된다.}$$

3) 안테나 여진

도선이 공진하면 도선 위에 같은 크기의 진행파, 반사파가 생기고 이것들이 서로 간섭하기 시작하여 그 결과 도선상의 전압, 전류는 그림 5와 같이 표시된다. 전류는 중앙에서 최대 양단에서는 최소이며, 전압은 양단에서 최대 중앙에서 최소가 된다. 그리고 어느 것이나 도선에 따라 변화하는 형은 정현파의 일부분으로 되어있다.

도선상의 전압, 전류의 크기가 이와 같이 장소에 따라 정해지고 그 위치 관계는 언제나 변하지 않는 상태를 도선상에 정재파가 타고 있다고 한다. 선상 안테나의 대부분은 도선에 고주파 전류를 흐르게 하는 수단으로서 이 정재파를 도선상에 세우고 이것을 안테나의 정재파 여진이라고 한다.

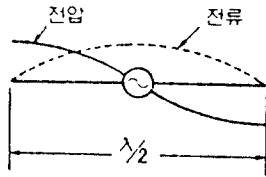


그림 5. 양단 개방  $\lambda/2$ 도선 상의 전압, 전류분포

만일 전원 주파수를 공진주파수  $f_0$ 의 2배, 3배, ...로 하면  $f_0$ 에 대하여  $\lambda/2$ 였던 도선은  $2f_0$ 에 대해서는 이며,  $3f_0$ 에 대해서는  $(3/2)\lambda$ 가 되므로 어느 것이나  $\lambda/2$ 의 정수 배가 되며 위에서 설명한 바와 같이 정재파가 도선상에 복수개 타는 것이 되며 도선은 역시 공진한다. (그림 6 참조)

도선상의 전압, 전류분포는 어느 경우에도 양단에서 전류는 제로, 전압은 최대이며 양단에서  $\lambda/4$  중앙에 가까운 점에서는 반대로 전류 최대, 전압 최소가 되고  $\lambda/4$  마다 이 관계는 반전한다. 전압, 전류 어느 것에 대해서도 최대가 되는 점은 복점 (anti-node), 최소가 되는 점은 절점 (node)이라고 한다.

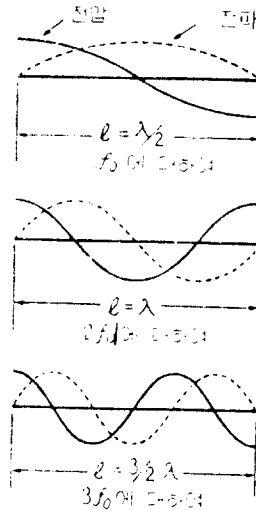


그림 6. 도선의 고주파 여진

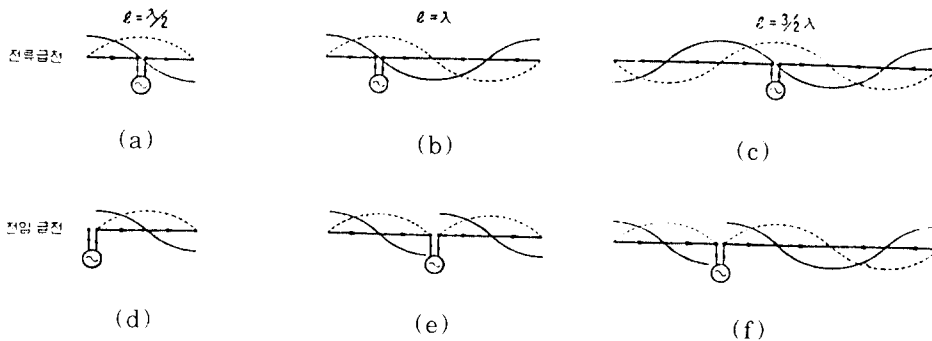


그림 7.  $\lambda/2$ ,  $\lambda$ ,  $3\lambda/2$ 의 전압, 전류 급진과 전압, 전류 분포

안테나 도선을 정재파 여진하는 경우 보통은 전원을 도선의 전류 복점에 연결하는 방법과 전압복점에 있는 두가지 방법이 있고 전자를 전류급전, 후자를 전압급전이라고 한다. 그림 7에서 보면 서로 이웃하는 정재파에서는 전류의 방향이 반대방향(180도 역위상)이 되는 점에 주의한다. 급전점의 위치에 따른 전압, 전류 분포가 달라짐에도 유의한다. 이로 인해 특히 지향성은 전혀 다른 것이 된다.

4. 안테나의 지향성과 이득

1) 안테나의 지향성

실제로 안테나에서 방사되는 전파의 강도는 안테나로부터의 거리가 같아도 그 방향에 따라 틀려지는데 이를 안테나의 지향성이라 한다. 전파는 3차원의 공간에 방사되므로 안테나지향성은 입체적으로 보는 방법을 취해야 하나 이것으로는 지면에 표시하기가 어려우므로 어떤 방향에서의 절단면의 모양을 평면적으로 그리고 그 도형에서 실제로 입체적인 지향성을 상상하게 된다.

보통 절단면으로 그림 8같이 도선을 포함하는 평면과 도선에 수직인 평면의 두 장으로 나타나는데 이것을 안테나 지향성도 또는 단지 패턴이라고 부르고 있다. 전계강도에 대신하여 전력밀도의 크기로 표시하는 일도 있고 이 각각을 전계지향특성도(필드 패턴), 전력지향특성도(파워 패턴)이라 부르고 있다.

$\lambda/2$ 다이폴의 전력지향 특성도는 전계지향특성도의 각 방향의 값을 제공한 것이며 곡선의 형은 전계 지향성보다 훨씬 샤프한 것이 된다. 그림에서 최대방사 방향에서 좌우 39° 방향에서는 전계강도 0.707, 전력 밀도는 0.5로 약하게 되어 있는데 이 사이의 각도를 지향성의 반치각이라 부른다.

2) 안테나의 이득

안테나에서 방사되는 전파의 전계 강도는 방사전력의 1/2승에 비례하는 것을 설명하였다. 이 방사전력과 전계강도와 관계는 안테나에서의 거리와 방향만을 일정하게 유지하면 안테나의 종류, 형식이 달라도 변하지 않는다. 이득은 다음처럼 표시된다.

$$\text{이득} = \frac{\text{기준안테나의입력}}{\text{측정안테나의입력}}$$

이를 dB로 표시하면

$$\text{이득} = 10 \log \frac{\text{기준안테나의입력}}{\text{측정안테나의입력}} \text{ (dB)이다.}$$

기준 안테나 A는 임의의 Q점에서 전계강도가 100  $\mu\text{V}/\text{m}$ 가 되는 안테나 입력이 10W, B 안테나는 같은 전계강도를 얻는데 2.5W가 필요하다면 이득은 4이다. 또 안테나 입력을 일정하게 하고 전계강도로 비교한 경우.

$$\text{이득} = \frac{(\text{측정안테나에의한전계강도})^2}{(\text{기준안테나에의한전계강도})^2} \text{ 이며,}$$

dB로 표시할 경우

$$\text{이득} = 20 \log \frac{E}{E_0} \text{ (dB)로서, 이 이득은 전계강도 비의 2승이 됨에 주의한다.}$$

기준안테나로서 UHF대 이하의 선상안테나에서는  $\lambda/2$  다이폴이 사용되며 이 때의 이득을 상대이득이라 한다. 보통 우리들이 이득이라 하는 것은 상대이득을 말한다. 모든 방향으로 일정하게 전파를 방사하는 등방성 안테나를 기준안테나로 취하면 이 때의 이득을 절대 이득이라 한다. 이 절대이득은 마이크로웨이브의 파라보라 안테나나 전자 혼과 같은 입체 안테나에

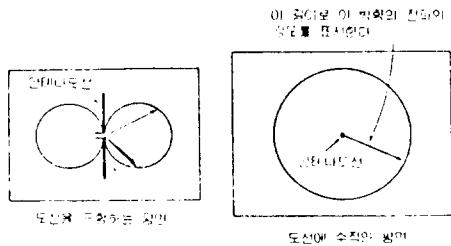


그림 8. 패턴 단면도

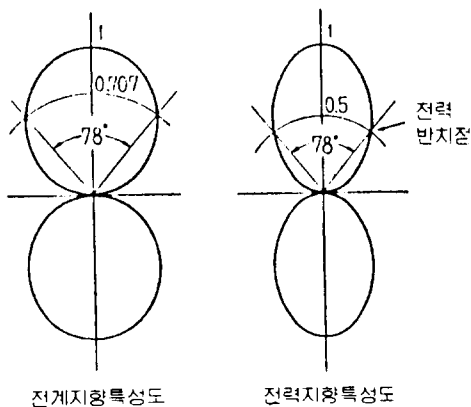


그림 9.  $\lambda/2$  다이폴의 지향특성과 반치각

주로 사용된다.

$$\text{등방성 안테나 전계강도 } E = \frac{\sqrt{30Pr}}{R(Km)} [mV/m]$$

$$\lambda/2 \text{ 다이폴안테나 전계강도 } E = \frac{7\sqrt{Pr}}{R(Km)} [mV/m]$$

$\lambda/2$  다이폴의 능률을 100%로 하면 안테나 입력은 전부 방사전력 Pr이 되기 때문에 등거리 R에서 같은 전계강도 E를 얻는데는  $\lambda/2$  다이폴 쪽이 등방성 안테나의 30/49의 안테나 입력으로 좋다는 것을 알 수가 있다. 즉, 무손실  $\lambda/2$  다이폴의 절대이득은

$$\frac{49}{30} = 1.64 \text{ 즉, } 1.15\text{dB가 된다.}$$

따라서 절대이득과 상대이득의 차는 2.15dB로서 상대이득 3.5dB의 안테나가 있다고 하면 이 안테나의 절대이득은 5.65dB가 되는 것이다.

## II. 本論

안테나는 첫째, 특정 지역에 맞는 패턴을 갖추어 전력을 방사하며, 둘째로 약한 전파를 공간 속에서 모아 수신기에 입력시키는 일을 한다. 설계가 잘 된 안테나란 전달된 에너지를 방사의 에너지로 바꾸는 효율이, 열이나 잡음으로 바뀌지 않고 100%에 가깝게 변환되는 것을 말한다. 무선이동통신에서는 서비스 구역 설정이라는 것이 항상 어려운 문제로 대두되는데, 이는 더 많은 신호강도를 필요로 하기 때문이다. 그러나 송신전력은 전파관리 차원에서 항상 그 한계가 정해지며 수신의 감도도 최대치에 다다른 상태이므로 문제가 될 수 밖에 없다.

여기서는 무선이동통신 가운데에서도 현재 가장 큰 주목을 받고 있는 셀룰라 시스템(아날로그 AMPS 시스템과 디지털 CDMA 시스템)에서 사용되는 기지국용 안테나와 이동국(휴대)용 안테나의 특성과 종류를 살펴봄으로써 이동통신 시스템에서 안테나가 차지하는 비중과 그 역할에 대한 이해를 돕고자 한다.

### 1. 기지국 안테나의 특성과 종류

#### 1) 방사 패턴

지상 셀룰러 통신의 경우, 기지국과 이동국 사이의

전파전송은 이론을 그대로 따르지는 않는다. 전파는 지표면 또는 전송로 상의 장애물에 의해 분산 및 반사되므로, 결과적으로 방사형 전파 손실 및 통화권 각도의 변화를 초래한다. 기지국 안테나와 이동국 안테나 또는 그 근접주변이 가시선(Line-of-sight)내에 드는 개활지(Open area)에서의 통화권은 수평안테나 방사 패턴이 된다. 그러나 인구 밀집 지역에서는 대형 반사체와 분산 물체들이 전파를 방해하고 편향시키므로 통화권은 평지상에 투영된 방사패턴과는 다른 모습으로 확산되거나 바뀌어진다. 그러므로 통화 기능권역 분석은 안테나 방사 패턴을 바탕으로 계산이나 측정에 의한 전파 경로 추적의 추적을 통해 이루어져야 한다. 지표면 상태는 지형에 의한 전파 전파 및 통화권역의 제한을 가져오는데, 이는 기본적으로 수평면적이다. 반면 마이크로셀 및 옥내 환경에서는 물체에 의해 기본적으로 수직면인 제한을 받는다. 따라서 안테나와 환경과의 상호관계를 살피기 위해서는 수직과 수평 두가지 면에 따른 제한을 각각 검토해야 한다.

#### ① 수직 방사 패턴 및 방사 전파손실

지상 셀룰러 통신은 수직 편향 전송방식을 사용한다. 수직 다이폴의 방사패턴은 숫자 8 모양 또는 도우너츠 형태이다. 수평면 상의 전파방사는 전방향성이 된다. 두개의 다이폴 사이에서 발생하는 커플링은 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$L = \frac{G_1 G_2 \lambda^2}{14\pi^2 |R^2 + H_1|}$$

$$G_1 G_2 = 1.5^2 \cos^4 \left[ \tan^{-1} \frac{H}{R} \right]$$

따라서

$$L = \left| \frac{\lambda}{6\lambda H} \right|^2 \frac{1 \frac{H}{R}}{\left[ 1 \frac{H}{R} + 1 \right]^3}$$

L : 다이폴의 길이

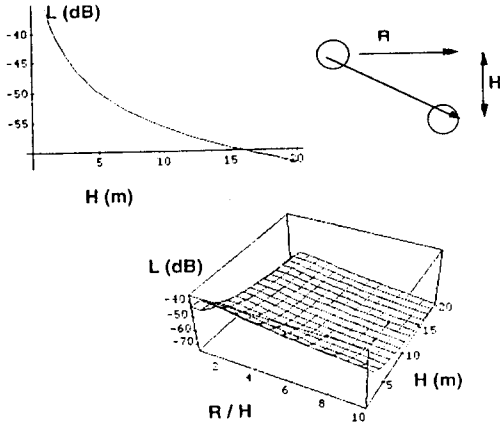
H : 높이의 차이

R : 다이폴 사이의 간격

$G_1, G_2$  : 송수신 안테나 이득

지상 셀룰러 무선은 수직으로 편향된 전송을 사용한다. 기본적인 안테나, 수직 편향된 다이폴의 방사패턴은 도너츠형이며 중앙에는 방사하지 않는 구멍이 있다.

그림 10은 두 개의 다이폴간 커플링을 나타낸 것이다. 주어진 두 다이폴의 높이차가 H일 경우, 커플링은  $R = 1.414H$ 에서 최대가 된다. 이것은 이동무선 통신 서비스를 위해서 다행스러운 점인데 그 이유는 이동국이 기지국에 근접한 때에 과다한 커플링을 갖는 것은 좋지 않기 때문이다.



높이의 차가 H일때 커플링은  $R = 1.414H$  인 경우에 최대가 된다  
 그림 10. 다이폴 상호간의 커플링

2) 섹터화

① 섹터에 의한 기지국 용량 이득

기지국의 용량은 간섭의 합산량에 의해 제한된다. 방사 전파손실이 인접 셀로부터의 과다한 간섭을 차단해 주지만, 지향성 안테나 역시 지향각의 영역에 대하여 비슷한 수준의 격리를 제공할 수 있다. 완전한 격리(섹터간의 방사패턴이 겹치지 않고, 다른 섹터로의 부로브 방사가 없음)를 얻을 수 있으면 기지국의 용량은 섹터수에 비례하여 증가한다.

그러나 완전한 격리는 불가능하다. 섹터 안테나 패턴은 격리되어 있지도 애고, 통화권역을 유지하기 위해서는 어느정도 겹쳐져야 한다. 그리고 안테나 디자인이나 인접한 산란체때문에 때로는 상당한 부로브가 존재하게 된다.

그럼에도 불구하고 CDMA시스템은 섹터분할을 통하여 원하는 용량이득을 얻을 수 있다. 각 이동국은 CDMA셀룰러 내에서 각각 재투의 간섭을 일으키고 있다. 전체적인 간섭은 이동국 수에서 산출되고, 분포평균

에 대한 총합은 부로브와 주향 빔에 따라 다르게 된다. 아래식은 안테나 이득을 나타내는 식이다.

$$\frac{S}{I} = \frac{S_s G(\theta_s)}{\sum_j I_j G(\theta_j)}$$

$$\frac{S}{I} = \frac{S_s G(\theta_s)}{\int_0^{2\pi} i(\theta) G(\theta) d\theta}$$

각진동이 간섭원으로부터 균등하게 분포되어( $i(\theta) =$  일정)있을때, 신호대 간섭비는 다음식과 같다.

$$\frac{S}{I} = \frac{G(\theta_s)}{\int_0^{2\pi} G(\theta) d\theta}$$

- S : 섹터 수
- St : 신호 원
- Ij : 간섭 원
- i : 간섭 각밀도 (angular density)
- G : 안테나 이득과 통화권역
- d : 안테나 이격거리

CDMA시스템에서 용량이득은 방사패턴과는 깊은 관련이 없고 섹터 안테나 이득과 밀접한 관계가 있다. 안테나 이득  $G = n$ 을 가진 기지국은 만일 간섭 전력이 기지국 주위의 방사 지향각안에 규칙적으로 분포되어 있을 경우 총 간섭전력의  $1/n$ 로서 계산할 수 있다. 따라서 용량 이득은 특별한 빔 형태나 부로브 형태와는 관계없이 용량이득  $n$ 으로부터 얻어진다. 주파수 재사용 패턴을 따르는 시스템에서의 간섭은 한 기지국으로 부터 멀리 떨어진 소수의 이동국이 그 기지국이 사용중인 채널을 재사용하여 호시도를 함으로써 발생한다. 이러한 이동국은 채널을 나쁘게 하므로 섹터안테나 방사패턴으로 충분한 주파수 격리를 하여 채널을 보호하여야 한다. 이 경우에는 부로브의 최대 레벨과 정확한 빔 형태가 중요하다.

섹터화에 의한 용량이득은 이동국의 통화 활동양상의 변화로 인하여 간섭전력의 방사각내 분포가 일정하다는 가정이 달라진 경우에는 앞의 설명과는 맞지 않게 된다. 그러나 불균등 분포 문제는 고밀도 지역에 대하여 그 만큼 높은 이득을 배정하여 섹터를 설계함으로써 수정할 수가 있다. 이것은 섹터화가 기지국을 지역적으로 분할하여 주파수를 재사용하는 것이 아니라 기지국에서 활동하는 가입자 수를 분할하는 것이라는 점에서 CDMA의 특유한 장점이 되고 있

다. 섹터화 이득을 변경할 수 있는 또 다른 방법은 CDMA시스템에서 구현되고 있는 전력을 조절하는 설계이다.

이 설계 방식에서는 간섭을 최소화시킬 뿐 아니라 그 섹터안에 있는 모든 이동국의 전송전력을 조정하여 각 섹터의 총 수신전력을 같게 한다. 섹터 안테나 방사각의 가장자리 인근에 있는 이동국은 이득의 손실을 보상할 수 있도록 전력을 증폭시킨다. 이렇게 하므로써 균등한 이동국 분포는 불균등한 간섭 전력의 분포로 바뀐다. 겹친 안테나 빔과 잔류 부로브는 섹터 사이에 간섭 전력을 누설하므로써 용량 이득을 줄이게 된다.

② 섹터화 효율

균등하게 섹터화된 기지국의 섹터화 효율은 다음과 같이 정의할 수 있다.

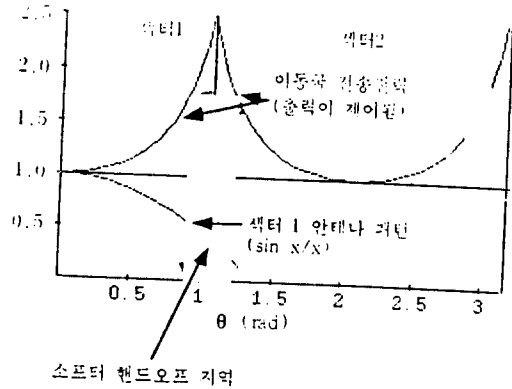
$$\xi = \frac{i + i_c}{1 + i_s + i_c}$$

섹터화된 기지국이 섹터화 되지 않은 기지국들 속에 있을 때는 다음과 같다.

$$\xi = \frac{i + i_c}{1 + i_s}$$

- G : 섹터안테나 이득 (방위각)
- S : 섹터수(G = S)
- S : 섹터화된 기지국의 곱셈기의 용량
- : 섹터화 효율
- i<sub>s</sub> : 다른섹터에서 넘어오는 간섭
- i<sub>c</sub> : 표준화된 타기지국으로부터의 간섭

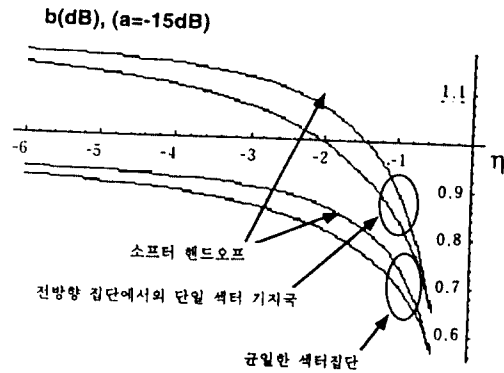
안테나 패턴이 sin(x)/x이며 평균 부로브 레벨이 -15dB인 3-섹터 기지국의 섹터화 효율은 그림 11 및 그림 12와 같다. 그림 12에서 b는 섹터 중복 지역에서의 이득이다. 빔이 겹치는 점에서의 이득 b [dB]. 1차 부로브의 평균 이득 a[dB]을 파라미터로서 표시하였다. 부로브 레벨은 그 섹터각을 벗어나면 선형적으로 감소하는 것으로 가정하였다. 섹터에 의해 제어되는 사용자의 송신전력은 섹터 경계 인근에서는 상승하여 이 방향에서의 안테나 이득의 감소를 보상한다. 섹터 사이의 간섭누출은 대부분 경계선 부근에서의 이러한 전송전력이 원인이며 이 전력은 방사패턴의 중복부분을 통하여 이웃 섹터에 침투한다.



섹터에 의해 제어되는 사용자의 송신전력은 섹터의 경계인근에서는 상승하여 이 방향에서의 안테나 이득의 감소를 보상한다.

그림 11. 섹터 권역

소프트 핸드오프 절차에서 가입자의 전송 전력 수준은 두 섹터에서 제어할 수 있고, 두 섹터 안테나를 통해서 기지국이 수신한 신호는 최적의 수신을 위해서 동기 결합된다. 이렇게 하므로써 필요한 전송전력은 3dB만큼이나 줄어든다. 이 값은 그림 11에 나타난 바와 같이 송신기 전력 커브를 자른 다음 계산으로서 구할 수 있다.



섹터에 의해 제어되는 사용자의 송신 전력은 섹터의 경계 인근에서는 상승되어 이 방향에서의 안테나 이득의 감소를 보상한다.

그림 12. 섹터화 효율모델 및 분석

섹터 안테나는 가능하면 좋은 빔 형태를 가지도록 설치해야 한다. 즉, 섹터 전력에 걸쳐 평탄한 전송을 하며, 섹터경계에서의 레벨 경사를 급격하게 하여 섹

터화 효율과 섹터 통화권역을 개선한다. 이것은 수평 배열 안테나의 패턴을 합성함으로써 이를 수가 있다. 섹터화 효율은 각 섹터 안테나의 부로브가 최소한 선형적으로 감소하는 한, 즉 온건한 경계를 이를 경우 섹터의 수와는 관계가 없다. 이 경우에 모든 간섭수 설은 인접하는 두개의 섹터로부터 온다. 섹터화 기지국을 섹터화 않된 기지국들의 환경에 두는 경우에, 섹터화는 이웃한 기지국들의 간섭( $i_c$ )을 줄일 수 있고, 3-섹터의 경우에는 그래프의 상단 곡선이 보여주는 것처럼 섹터화 효율은 1이상이다. 이 곡선은 섹터 수와 관련이 있다.

3) 기지국 안테나의 종류

① 다이버시티 안테나

가) 셀룰러 무선통신에서의 공간다이버시티

가입자로부터의 다중경로(Multipath) 송신은 기지국 안테나 인근(Neighborhood)에서 페이딩 패턴을 발생하며 이 현상은 가입자의 움직임으로 인하여 시간에 따라 변화한다. 이러한 불리한 효과는 시스템에서 여러가지 방법으로 대응할 수 있는데 그 방법의 하나는 기지국 안테나를 다이버시티화 하는 것이다. 기지국의 다이버시티 안테나 방식에 의하여 신호는 페이딩의 상호 관련되지 않는 두개의 다른 지점에 있는 두개의 안테나에 수신된다.

이러한 수신 신호들은 최적의 상태로 결합된다. 이와 같이 하여 수신상태는 크게 개선되며 상관이 않된 다이버시티의 수를 늘림으로써 효과는 향상된다. 페이딩 패턴의 상관성을 없애기 위해 필요한 다이버시티 안테나 상호간의 이격거리는 다중경로 수신신호가 들어오는 방향의 각도 폭에 의존한다. 전형적인 산란 환경을 그림 13에 도시하였다. 기지국의 수신 안테나에 제일 먼저 도래하는 신호군은 사용자 인근에서부터 오며 이 인근은 상징적으로 사용자 위치 주변에 원을 그려 표시 하였다.

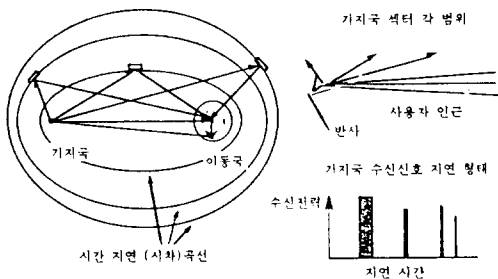


그림 13. 셀 산란 환경

이것은 또한 시차(time delay) 그래프 상에 1차 신호군으로 표시되어 있다. "인접한 원"의 크기는 최초 신호군의 지연 확산에 따라 추정한다. 전형적인 도심지역에서는 1-2 $\mu$ s안에 확산되며, 교외나 촌락지역에서는 짧아진다. 사용자 인근원의 해당 반경은 1  $\mu$ s가 지연될 때 약 200m 정도이다.

나) 다이버시티 안테나의 이격 배치

다이버시티 안테나가 상관관계를 갖지 못하게 하기 위해서는 한 안테나로 배열될 때의 방사패턴이 사용자 인근 지역을 커버하는 빔폭을 가져야 하며, 다음 관계가 성립되어야 한다.

$$\frac{\lambda}{d} \cong \frac{R}{r} \geq d \cong \frac{\lambda R}{r}$$

d : 안테나 이격 거리

r : 안테나 인접지역 반경

R : 기지국과 이동국간의 거리

이 식은 수신국 근처의 매질의 이질성보다는 다중 경로 때문에 발생하는 간섭 채널하의 공간 및 각 다이버시티의 등식항으로 나타난 것이다. 다이버시티 안테나의 결합회로는 하나의 빔 패턴을 가진 하나의 배열을 형성한다. 이와 같은 다이버시티는 두 안테나 위치에서 다중경로 패턴의 신호강도 차이를 이용한 방식(공간 다이버시티)으로 볼 수 있는 한편 결합회로를 사용한 두 안테나의 복합 빔으로도 볼 수 있다. 패턴 기울기가 심할수록 높은 분해능력을 제공한다. 그 까닭은 주어진 분리각에 대한 큰 증폭차를 얻을 수 있기 때문이다. 다중경로 성분의 각도 범위보다 빔폭을 줄이는 것은 일부 도착 신호가 부로브 첫 공백 바깥에 나가기 때문에 수신 성능을 더이상 향상시키지 않는다.

셀룰러 서비스에서 현재 사용되는 빔 폭은 다음과 같다.

$$r = 200m$$

$$R = 2Km \Rightarrow d \cong 10\lambda$$

작은 기지국(마이크로셀) 또는 송신 인접지역이 넓은 도심지역에서는 안테나 이격 거리를 줄일 수 있다. 다이버시티 안테나 쌍에서 필요한 이격 거리는 지향각 영역의 효과를 제한한다. 거리 d는 사용자 방향에 직각인 설계 이격 거리이며 수평각에서  $\cos(\theta)$ 만큼 줄어든다. 따라서 다이버시티 쌍의 유효성은 원의



1/3에서부터 1/4까지의 범위로 제한된다. 전방향 기지국 원주와 직교하는 2개의 지향 쌍 또는 3개의 안테나로서 구성된 3개의 지향 쌍으로 셀을 수용할 수 있다. 수신기는 알맞은 쌍으로 스위칭한 다음 입력 신호를 결합한다. 섹터 분할된 기지국에서는 섹터 영역을 다이버시티 쌍이 커버한다.

한편으로 사용자는 모든 방향(인접지역)에서 도달되는 다중경로 신호에 노출되어 1/2정도의 분리간격이면 충분히 다이버시티 쌍을 형성할 수 있다. 그러나 다른영향(안테나결합상의)으로 인하여 더 넓은 이격 거리가 필요할 때도 있다.

다) 수직 배치

수직 배치는 쉬운 방법이기도 하나 성능이 매우 낮고 "인접지역"으로 표현되며 모든 용도에서 수평 방식보다 그 범위가 훨씬 작다.

라) 안테나 결합

다이버시티 안테나가 서로 결합(coupling)하면 상관관계가 발생하여 다이버시티 효율이 감소된다(이것은 각 소자의 패턴 변경으로 볼 수 있으며 결합회로에서 빔형태를 약화시킨다. 이런 고찰방법이 각도 변화의 효과를 이해하기 쉽다). 이득 10dB를 얻기 위한 전방향 안테나의 근방계(약5λ)는 0.6λ 6.93 까지 확대된다.

② 전방향성 안테나(공선형 다이폴 배열)

Directive Omni Antenna(Collinear Dipole Array)

다이폴 방사패턴이라 하여도 최적의 통화권을 제공하지는 못한다. 왜냐하면 상당량의 에너지가 뒷쪽으로 방출되고 또한, 아랫쪽으로는 근접 구역만 강하게 방사할 뿐. 원거리 사용자를 위한 거리 보상이 이루어 지지 않기 때문이다. 따라서 방사패턴의 수정이 필요하다. 다이폴 안테나의 공선형(collinear)배열은 방위 평면상에서는 전방향성을 갖지만 수직 면상에서는 보다 좁은 빔을 형성한다. 주 지향빔 주위에 나타나는 부로브는  $\theta^2$  또는 더 큰 지수율로 감소한다. 공선형 다이폴 배열의 지향성은 근사적으로 다음과 같이 산정된다.

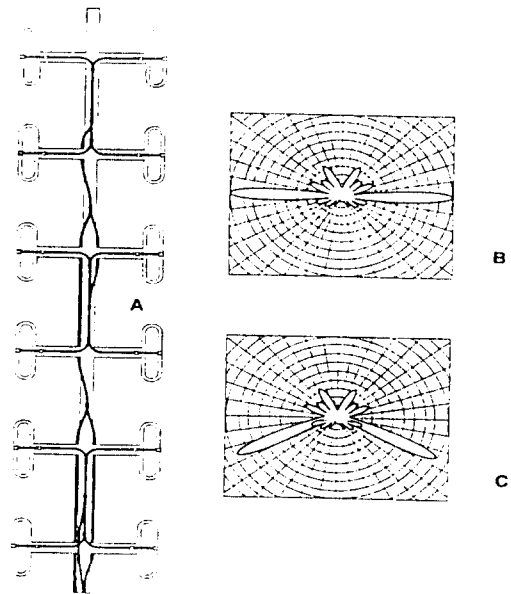
$$G = \frac{2d}{\lambda}; (\cong N, d = N \frac{\lambda}{2} \text{일때})$$

- d : 총 배열의 길이
- N : 배열된 다이폴의 개수
- G : 안테나 이득

이에 해당하는 빔폭 B는,

$$B = \frac{\lambda}{d}; (\cong \frac{2}{N}, d = N \frac{\lambda}{2} \text{일때})$$

배열 안테나의 주향 빔은 빔형성망내의 다이폴의 위상을 적절히 조절함으로써 하향 조정할 수 있다. 이러한 빔을 소위 "우산형 패턴"이라고 하며 셀의 경계를 구성해야 하는 경우 멀리 있는 송신기들로 부터의 간섭을 줄이거나, 마이크로셀의 경우처럼 통화권역을 제한하여 원하는 통화권역 이외의 지역에 대한 보다 확실한 전파 이격을 제공할 때 사용된다.



- A. 수직적인 면에서 다이폴 공선형 배열이 빔 형태로 되어있다.
- B. 수직적인 면을 나타낸다.
- C. 배열된 안테나의 주향 빔은 먼 거리에 있는 송신기에 대한 간섭을 감소하기 위해 "우산형태" 방사 특성을 갖도록 기울된 경우이다.

그림 14. 공선형 다이폴 배열

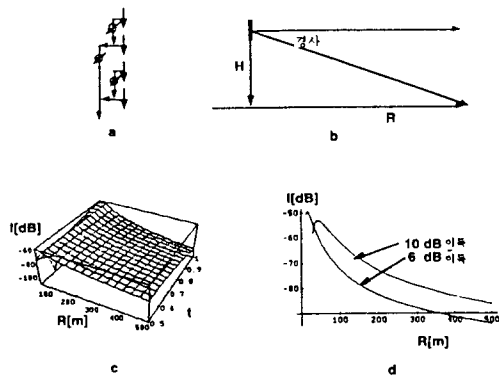
통화권 내에서 극소점들이 나타나는 것을 방지하기 위해, 보다 복잡한 위상조절법을 이용하여 로브(lobe)의 모양을 원만하게 할 수 있는데 최근 이러한 안테나들이 셀룰라 시장에 등장하였다.

위상변환기를 빔 형성망(BFN)에 사용할 경우 하향경사된 빔의 방향은 주파수에 따라 변하게 된다. 시지연(time delay) BFN은 넓은 주파수 대역에서

안정된 빔의 위치를 유지시켜 준다. 그러나 이 점은 CDMA에서는 그리 중요하지 않다. 이동통신의 경우 총 사용 주파수 대역폭이 70MHz(A밴드와 B밴드 그리고 순방향 및 역방향 링크를 합하여)로서 운용주파수 대역폭의 8%에 불과하다. 현재 이동통신 서비스에 사용되는 중간이득 안테나로는 이 주파수 대역내에서의 빔 변화를 식별할 수 없다. CDMA 채널에서 확산효과는 거의 무시 할 정도이다.

③ 은폐 안테나 (Concealed Antennas)

기지국 안테나는 건축환경 규제에 따라 벽에 부착하거나 은폐할 경우가 있다. 전도체 표면으로부터  $\lambda/4$ 만큼 떨어져 있는 한개의 다이폴은, 그 표면에 의한 영상효과로 인해 두개의 다이폴 안테나배열과 유사한 방사패턴을 형성한다. 이때 정상 다이폴의 이득은 3dB정도 커지고, 방사는 공간의 우측방향으로 제한되며 상하 방향과 벽면을 따라서는 전파 공백이 일어난다. 이와 비슷하지만 보다 얇은 형태의 안테나로는 패치(patch)혹은 마이크로 스트립 안테나가 있는데, 이것은 전도체판 위에 유전체 층을 만들고 그 위에 인쇄를 한 것이다. 이러한 안테나들은 건물벽에 설치되거나 또는 건물벽의 외장 재료 형태로 감추어질 수 있다. 이와 같은 안테나 역시 앞에서 언급한 바와 같이 배열형태로 만들수 있으며 또한 적절한 BFN로서 빔의 방향을 조절할 수 있다.



- a. 빔을 기울이기 위한 안테나 위상 조절
- b. 아래로 기울어진 전방향성 안테나
- c. 빔 기울기의 함수로서 나타낸 방사손실 (경사각 t는 빔 폭의 1.13배, 높이는 10m일 때)
- d. H = 10m인 10dB의 전방향성 안테나에서의 t = 0.909(수평면 이득이 -20dB일 때) 일 때의 방사손실

그림 15. 빔 기울기와 통화권역의 형태

전도체 표면으로부터  $\lambda/4$ 만큼 떨어져 있는 한개의 다이폴은 그 표면에 의한 영상 다이폴로 인해 두개의 다이폴 배열 안테나와 유사한 방사패턴을 형성한다. 패치안테나와 코너반사(corner reflector)안테나는 판상 전도체(conduction plane) 위에 유전체층을 만들고 그 위에 인쇄한 것이다. 이러한 안테나들은 건물벽에 설치되거나 건물의 외장재 형태로 감추어질 수 있다.

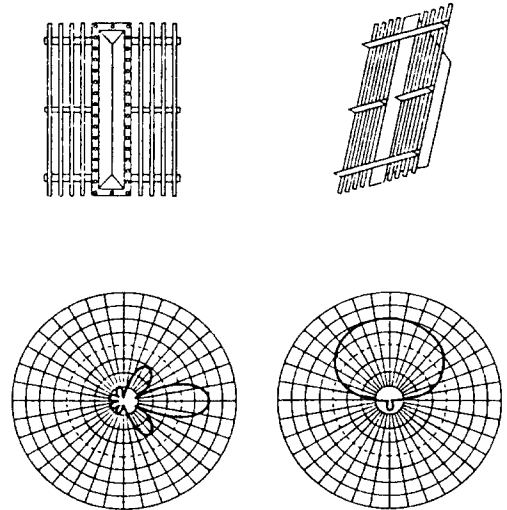


그림 16. 지표면 반사 다이폴(Ground-Plane Backed Dipoles)

④ 섹터 안테나(Sector Antenna)

섹터 분할된 셀에 사용되는 안테나는 방사 전파를 해당 섹터 각도내로 한정시켜야 한다. 이는 방사평면에서 안테나구경을 원하는 방사 각도에 상응하는 폭을 조절하므로써 가능하다. 코너반사형 안테나가 쉬운 예이며, 배열형 패치 안테나 또한 은폐 섹터 안테나로서 이와 같은 방사 패턴을 형성할 수 있다.

2. 이동국(모빌) 안테나

1) 안테나 기능

모빌 셀룰라 안테나는 셀사이트와 이동국 전화 사이에서 중요한 통신 링커를 제공한다. 모빌 안테나는 라디오 에너지를 동시에 주고 받는다. 무지향성 cover 범위를 가진 안테나와 너무 길지 않은 안테나는 모빌 안테나의 실제적이고 종합적인 이득을 제한한다. 간단히 얘기하기 위해 이득은 송수신 신호를

focus 하는 안테나 특성으로 지표면을 따라 가장 훌륭하게 에너지를 집중 시키는 것이다. 이득 그 자체가 만족할만한 수신과 송신의 모든 것을 얘기해 주는 것은 아니다. 송신 에너지의 안테나 공간 분포를 고려해야 한다. 이득과 함께, 이 분포는 안테나가 특별한 응용에 잘 사용될 수 있게끔 결정해 준다.

2) RF 방사 패턴

그라운드 레벨에 마운트된 모노폴(stub 또는 unity-gain)안테나는 안테나 이득과 방사 패턴 논의에 있어 통상 이론적 기준점이 되고 안테나 이상패턴의 횡단면은 완만한 도너츠형을 나타낸다. 최대 신호 강도는 지평선을 향해 지표면을 따라 발생한다. 이상적으로는 지구의 굴곡 만이 통신 범위를 제한하지만 실제로는, 안테나의 유효방사전력(ERP)이라는 또다른 제한이 있는데, 원하는 방향으로 집중되는 송신 전력 레벨의 척도이다. 모바일 안테나를 정의하자면 항상 지표면 레벨상으로 위치한다. 따라서 지표면을 따라 이상적인 도너츠형으로 신호를 형상화 시키는 직접 및 반사신호는 정형화된 패턴으로서 왜곡된다. 특히 왜곡은 지표면과 연관된 문제이다. 무수한 null을 가진 톱니 패턴이 그 결과이다. 자동차 지붕의 중심에 마운트된 수직 모노폴은 통상 이와같은 톱니방사 패턴을 나타낸다. 수직면에서의 커버범위는 매우 넓고 위로 치우쳐 있는데 왜냐하면 안테나와 가까운 금속 표면 때문이다. 그러므로, 상당량의 RF 에너지가 지표면에 대해 높은 각을 가지고 전송되어 수신안테나를 오버슈트 시킨다. RF 에너지를 지표면으로 집중시키는 이득안테나가 이런 상황을 개선 시킨다.

3) 임피던스 정합

이중 device 간의 최대 에너지는 임피던스가 정합될 때 전달 된다. 안테나는 어떤 수평길이와 위상코일 위치의 장점을 이용하도록 설계되어 질 수 있고 그 결과로서 전압급전 안테나의 특성을 나타낸다. 또 다른 설계가 전류급전 안테나로서 나타난다. 50 ohm이 모든 셀룰라폰과 2-Way 무선 설계시 표준 임피던스로 되어 있으므로 양 안테나는 50 ohm Coaxial 케이블로 급전된다. 전압급전 안테나의 베이스에서 임피던스는 50 ohm 보다 크다. 따라서 임피던스 정합 트랜스포머를 구성하는 회로가 50 ohm Coax 임피던스와 정합시키기 위해 전압급전 베이스에 놓인다. 전류급전 안테나의 베이스에서 임피던스는 거의 50 ohm이므로 트랜스포머가 사용되지 않는다.

4) 안테나 설계

전압급전과 전류급전의 2가지 형이 그래스 마운트 안테나에 대한 분류이다. 이 이름은 안테나상의 에너지 분포와 안테나의 베이스에서 그 에너지의 특성에 기인한다. 이격되어 있는 송신기로 부터 전자파가안테나를 지나 흐를 때 이로 인해 안테나에 적은 전류가 흐르게 된다. 이 전류는 Coax에 의해 수신기로 전달되어 그곳에서 소리나 다른 통신 형태로 변환다. 반대로 송신기로 부터의 RF 에너지는 Coax에 의해 전류 형태로 안테나에 전달 된다. 안테나에서 전류의 공진은 무선파를 발생시켜 안테나를 따라 먼거리의 수신기로 날아간다.

적절히 조정된 안테나에서 전파공진은 정재파가 된다. 하지만 이 전기적 정재파의 2배의 성분이 존재한다. 파의 전압성분이 최대 상태일 때 전류는 최소가 되며, 역으로도 성립한다. 만일 전파가 전류가 최대로 베이스에 들어가면 전류급전 안테나라고 하며, 전파가 전압이 최대로 베이스에 들어가면 전압급전 안테나 라고 한다. 각각은 장점과 단점이 있다.

5) 이동국(모빌)안테나의 종류

① 전압급전 안테나

전압급전 안테나는 전류급전 안테나 보다 mounting feet가 작은데 왜냐하면 feet내에 metal capacitor를 형성하여 RF 에너지를 grass를 통해 전달한다. 전류급전 안테나는 전압급전 안테나보다 큰 capacitor을 요구한다. 전압급전 차량 안테나에 가장 많이 사용 되는 형이 3dB grass-mount 이다 그림 17은 전기적 신호를 나타낸 것이다. 안테나의 커패시터를 조정하여 사용하고자 하는 셀룰라 주파수에 해당하는 안테나의 공진 주파수를 얻는다.

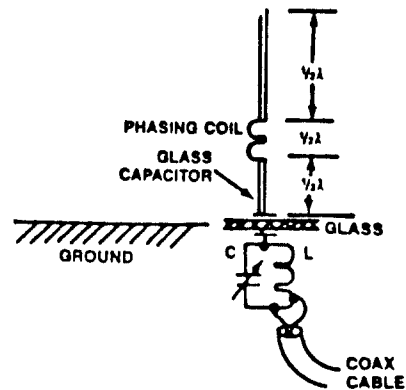


그림 17. 전압급전 3 dB 안테나

안테나의 수직 엘리먼트도 이 주파수에서 공진한다. 공진회로 위에서 임피던스는 Coaxial 케이블의 임피던스보다 비교적 높다(전압 node). 안테나 자체는 위상 코일에 의해 분리된 2개의 반파장 모노폴의 Stack 으로 되어있고 아래로 유리를 통해 피드된다. 각 반파장 엘리먼트는 안테나에 의해 방사되는 신호의 세기와 이득초점에 따라 이득을 2배(3dB) 증가시킨다. 지표면 상으로의 신호의 상승은 감소하여 지표면 근처의 신호 세기가 증가한다. Through-glass capacity 효과를 보상하기 위해 아래쪽 반파장 엘리먼트가 위의 것보다 약간 짧다. Through-glass capacity는 커패시티브 로딩이라 불린다. 전압급전 안테나는 주위환경 변화에 더 민감하다. 유리 위에 면지 또는 서리가 쌓이므로써 L-C 로딩 배열이 재조정되어 전압급전 안테나의 성능을 감소 시킨다.

② 전류급전 안테나

전류급전 안테나는 베이스에서 임피던스가 Coaxial 케이블과 유사한 50 ohm 이라는 장점을 이용 한다. 여기서는 정합 트랜스포머가 필요없으므로 튜닝조정박스가 필요없다. 우측에 전형적인 전류 급전 3dB 이득 모델 안테나의 전류분포를 보였다. 유리 내부에 있는 콘덕터에 흐르는 전류가 서로 반대임을 주목한다. 이를 필드 캔셀링(Field Cancelling) 전류라 한다. 전류급전 안테나의 마운팅 베이스는 전파가 최대,최소전압을 갖는 유리에 맞추어야 하므로 안테나의 수직 엘리먼트 길이는 전압급전 안테나와 다르다.

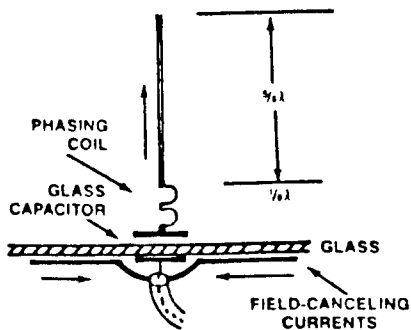


그림 18. 전류급전 3dB 안테나

안테나의 수직부는  $(5/8)\lambda$ , (0.625) 파장의 길이이다. 소위 수직 안테나가 페이딩을 받지 않는 범위는 그 길이가 0.64 파장일때 가장 크므로, 즉 약  $(5/8)$

시 파장길이로 펼친 안테나가 그라운드를 따라 가장 강한 신호를 생성한다.

다른 안테나와 마찬가지로 주위여건이 RF 방사 pattern에 영향을 미친다. 3dB 이득 전류급전 안테나는 그라운드 근처에 보다 강한 신호를 생성 하기 때문에 악조건 에서도 제성능을 발휘한다. 전류급전 안테나 에서의 급전점은 전압 최소인 곳에 있으므로 안테나는 mount 주위의 여건에 덜 민감하다.

③ 이득 안테나

모빌 안테나의 이득은 여러 엘리먼트를 수직으로, 계속 쌓음으로써 증가될 수 있다.(이런 배열을 Collinear라 부른다) Stacking은 파워 위상관계가 유지될 수 있게 이루어져야 하는데, 이렇게하여 각 엘리먼트로 부터 방사된 에너지가 적절히 합쳐져야 한다. 2개의 Stack 엘리먼트는 대략 안테나 이득을 2배로한다(3dB 이득 안테나 이라고 할 수 있다). RF 방사가 더 집중되기 때문에 이득은 증가한다. 더 많은 에너지가 지표면으로 집중되고 지표면에 고각도로 방사되는 파워는 적다.

④ 5dB 이득 안테나

5dB 이득 안테나의 RF 방사 패턴은 3dB 이득과 비교할 때 수직면에서는 좁고 수평면으로는 보다 길다. 길이가 길어 Flexing 영향(빠른속도 및 바람)에 의해 페이딩이 생겨 이득이 증가된 신호를 offset 시킬 수 있다. 5dB 이득 안테나는 스테르(=모노폴) 또는 3dB 이득 안테나 보다 수평으로 큰 신호 강도를 제공한다. 이 특성은 신호가 강하여 동작범위를 넓게 펼치므로 Fringe-area 수신에 가치가 있을 수 있다. 많은 사람들이 이득이 크면 클수록 좋다고 생각 하지만 5dB 이득 안테나를 사용하면 Overkill 되는 상황도 있다. 거기에서 셀사이트 근처에서 사용할 때 생길 수도 있는 상호변조왜곡도 고려해야 한다. 그러나 셀룰라 시스템은 자동 파워 콘트롤 기능이 있으므로 차량 안테나로 부터의 ERP가 통신신 요구되는 것보다 더 크면 자동으로 수신신호 레벨을 낮춘다. 어쨌든 5dB 이득 안테나는 셀룰라 사용지역 가운데 가장자리를 돌아다니거나 Spotty 지역을 여행하는 사람에게 좋다. 그러나 안테나 설치시는 완전히 수직으로 세워야한다. 수직면으로 보다 좁은 방사각을 가진 5dB 이득 안테나는 위치 변동에 따른 유효 동작이득이 감소하는 위험이 도사리고 있다.

⑤ 트렁크 타입 안테나

자동차 전화용으로 가장 많이 사용하는 안테나로서

는 트렁크 위에 붙인다. 자동차 전화용으로는 안테나 소자가 스리브 형식의 반파장 다이폴이므로 지상 높이를 벌기 위해 선단 부분을 안테나 소자로서, 그 아래는 바론으로 되어 있다. 수평면내 지향성은 차체의 영향에 따라 사이드 로브가 생기지만 허용범위는 1dB 범위에 있다. 또한 소요대역 내에서의 VSWR 1.5 이하를 만족한다.

⑥ 차내 안테나

세차기 대책, 도난 방지 등으로 부터 차내에 설치 가능한 안테나가 요구된다. 차내로의 전파 특성은 차의 전후보다 투과하는 전류가 가장 강하며 또한 차내에 투과한 전파의 교차 편파 성분은 차외에 비하여 수평편파가 특히 좋다. 즉, 차내 안테나로서는 자동차의 전후 방향에 지향성을 가지며 동시에 교차 편파 성분을 양성분과도 수신 가능한 안테나가 적합하다. 이것으로 부터 마이크로스트립 안테나 및 역 F형 안테나를 사용한 차내 안테나가 만들어진다. 이는 다이폴에 비해 +0.5 - 1.0 dB의 상대 이득이 있으며 동시에 소요대역폭 내에서 VSWR 1.5 이하를 만족한다.

⑦ λ/4 휩(Whip) 안테나

이 안테나는 λ/4 접지 안테나와 같으나 자동차 차체에 사용된다. 자동차의 차체는 대지에 떠있어도 대지와 사이가 커패시티브 접속되어 이 사이에 변위 전류가 흐르므로 충분히 큰 경우에는 이 안테나의 입력임피던스는 36ohm이다.

3. 휴대용 안테나

휴대무선용 안테나로서는 구조가 간단한 신축자재의 유니폴라 안테나가 많이 사용되고 있다. 그러나 이종류의 안테나는 기계적 강도가 약하고 조작에 의한 파손도 많기 때문에 이동기의 수명을 단축시키는 요인이 되고 있다. 또 소형 이동기의 경우에는 지판의 효과가 저하되어 충분한 이득이 얻어지지 않는 단점이 있다. 소형 무선기에 적합한 내장용 안테나로서는 페라이트 안테나가 알려져 있지만 VHF 이상의 고주파대가 되면 양질의 재료를 구할 수 없으므로 고능률적인 안테나가 요구되는 이동통신용에는 그다지 이용되지 않는다. 여기서 특징이 있는 소형 휴대 무선기용 안테나의 특성과 종류를 살펴본다.

1) 편파특성, 지향성 패턴에 대해서

종래는 휴대무선기는 방향이 정해지지 않은 이유로 부터 그 안테나 소자로서 수직, 수평 양편파에 감도

를 가지는 것, 또는 지향성도 전방향으로 있을 것 등이 요구 조건으로서 간주되었다. 그러나 그 조건을 만족하기 위해서는 이득이 떨어지게 된다. 특히 휴대 무선기는 이득 열화 요인이 많기 때문에 최근에는 무선기의 사용 형태도 고려해야 하는데 그 상태에서 최대 이득을 얻게끔 설계한다. 일례로서 핸드헬드형 무선기의 통화시 평균적으로 약 600 무선기가 기우는 것을 알 수 있는데 이득을 향상 시키는 것을 생각하면 무선기가 600 기운 상태에서 최대 이득이 얻어지도록 안테나를 설계한다.

2) 휴대용 무선 안테나

휴대용 무선은 사람에 의해 취급되는 것이기 때문에 (가)인체 영향에 의한 이득 감소가 적을 것

나)집어서 다루기 쉬운 구조로 될 것

다)소형일 것, 다루기 방식상으로 부터

라)원하는 대역, 이득 조건을 만족할 것

등이 휴대 무선기용 안테나의 요구 조건이 된다.

① 인체 영향에 의한 이득 감소를 작게 한다.

휴대 무선기는 인체에 가깝게 있으므로 이득은 크게 떨어진다. 이는 인체에 의한 브로킹과 흡수에 의한 것, 또는 안테나의 임피던스 미스 매칭이 생기기 때문이다(사람이 가까이 있으므로써 3dB 이득이 떨어진다). 인체에 의한 이득 감소를 줄이기 위해서는 (가)루프 안테나 등의 자유 안테나를 사용하며, 인체 가까이 있는 경우, 인체 옆의 이미지를 가능한 동상으로 하는 방법

나)인체가 가까이 없는 방향으로 방사 패턴을 향하게 잡고 인체가 가까이 있어도 방사 패턴이 변화하지 않게끔 하는 등의 방법이 고려된다.

② 집어서 다루기 쉬운 구조로 될 것

사람에 의해 다루어지므로 안테나 소자가 밖으로 나와 있어서는 휴대무선기의 유용성이 떨어진다. 이런 면에서 가장 요구되는 바는 내장 안테나를 사용하는 방법이 있다. 예로서 역 F형 안테나는 내장 가능 안테나 소자로서 이미 이 안테나 소자를 내장한 휴대 무선기가 실용화 되어 있다. 그러나 이득은 아직 외부 안테나에 비해 낮다. 외부 안테나를 사용하는 방법은 안테나 소자를 플렉시블하게 하는 방법 또는 수납 가능하게 하는 방법이 있다.

③ 소형으로 할 것

휴대 무선기 본체가 매우 작아도 외부 안테나가 크다면 사용하는데 어려움이 있다. 내장 안테나의 경우는 안테나 소자가 클 경우 회로 실장이 어려워진다.

800MHz 대의 셀룰라 방식에서는 내장 안테나에 0.15 파장, 외부 안테나는 0.5파장으로도 좋은 안테나가 된다. 또 휴대무선기 자체를 하나의 안테나로 생각하여 그 결과 안테나 소자를 소형화하는 방법도 검토되고 있다.

#### ④ 원하는 대역, 이득 조건을 만족할 것

자동차 전화에서는 비대역폭 9%(송,수신 양대역을 포함)가 필요하기 때문에 마이크로스트립 안테나등 비교적 협대역 안테나 소자를 사용하는 것은 어렵다.

#### 3) 휴대용 무선안테나 종류

##### ① 미소 루프 안테나

미소 루프 안테나는 자계검출형의 안테나이며 이것을 도전성이 있는 인체의 옆에 수직으로 놓으면 이미지가 생기는데 이러한 이미지 루프에는 실제의 루프와 동상의 전류가 흐른다. 이것에 대하여 전계검출용의 다이폴안테나의 이미지는 역상으로 된다. 그러므로 이러한 두 가지 안테나의 수신감도 분포는 전계, 자계의 분포를 표시 한 것이 된다. 이를 사용하여 수직편파의 전파에 대하여 인체 근방에서의 전, 자계분포를 구하여 보면 다이폴형 안테나에 비하여 루프 안테나가 고감도이다. 미소루프는 방사손을 동반한 임피던스 회로와 등가의 것으로서 루프의 적당한 위치에 동조 용량을 집어넣어 동조를 일으키고 또 방사장장을 적게 하기 위해 L형의 탭으로 입력임피던스를 높이고 있다.

##### ② 헬리칼 안테나

원 편파를 일방향으로 침체하게 방사시킬 목적으로서 파장에 비해서 긴 헬리칼 도체를 반사파 앞에 위치시켜 그를 도체판상에서 급전한 구조가 헬리칼 안테나이다. 이 안테나의 기본적 성질은 Kraus가 지적한 바대로 헬리칼의 피치이다. 12-15°C 이고 헬리칼 원주를 0.75에서 1.33 파장으로 하는 경우 헬리칼의 축방향에 방사파로서 축비가 좋은 원편파가 얻어진다. 또한 권수를 증가 시키고 헬리칼의 전 길이를 길게하면 이득은 증가하고, 동시에 축비도 개선된다.

##### ③ 슬리브 안테나(동축 안테나)


상단부의 엘리먼트는  $\lambda/4$ 의 길이이며 동축 케이블의 중심도체를 접속하고 하반부의 엘리먼트(같은  $\lambda/4$ )에 금속의 슬리브, 즉 튜브를 동축 케이블에 씌운 것과 같은 모양을 하고 있다. 그리고 이 슬리브는

슬리브의 상단에서 동축 케이블의 외피에 접속한 안테나이다. 이것도  $\lambda/2$  수직 다이폴 안테나와 같이 급전점에서 불평형의 동축 케이블에서 누설전류가 없고 그러므로 동축 케이블에서의 불필요 방사도 없다. 이 안테나의 엘리먼트 길이는  $\lambda/2$  다이폴과 같은 것이다.

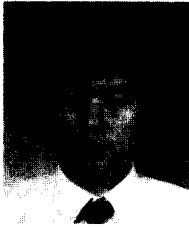
## Ⅲ. 結 論

무선이동통신에 관한 기술이 발전하면서 시스템 설계기술도 아날로그 시스템에서 디지털 시스템으로 전환을 피하는 등 실로 통신, 컴퓨터, 제어, 소프트웨어, 소자 기술에 이르기 까지 전 분야에 걸쳐 엄청난 발전을 이루고 있다. 그러나 아날로그 시스템이던지, 디지털 시스템이던지 간에 전파를 방사하고, 또 공간에 흩어져 있는 전파를 수신하는데 필요한 안테나 기술은 공통의 분야로서 소홀이 해서는 절대로 안될 일이다. 본 논고를 통해 무선이동통신에서 사용하는, 특히 셀룰라 시스템과 관련된 안테나에 관한 기본 지식과 기지국 및 이동국(휴대무선기 포함) 안테나의 특성과 종류를 살펴 보았다. 시스템 분야 기술이 약한 국내의 상황으로 미루어 특히 안테나에 관한 좋은 연구 결과가 많이 나온다면 무선통신 시스템의 설계 분야를 발전시키는데 크게 기여할 것이다.

## 參 考 文 獻

- [1] Robert S. Elliot, Antenna Theory and Design, Prentice Hall, 1981.
- [2] William C. Y. Lee, Mobile Cellular Communications Systems, McGraw-Hill, 1989.
- [3] J. Shapira, CDMA Network Engineering Handbook, Qualcomm, 1993.
- [4] 유 정찬, 김 일영, 안테나 핸드북, 명지출판사, 1988. 

筆者紹介



朴 鍾 鎬

1961年 9月 22日生

1984年 2月 인하대학교 전자공학과 졸업

1986年 2月 인하대하원 전자공학과 졸업 (석사)

1985年 12月 ~ 1988年 2月 대우전자 중앙연구소 오디오 개발부

1988年 2月 ~ 1994年 현재 현대전자

1988年 2月 ~ 1989年 5月 수출용 주파수 공용 시스템용 단말기 개발

1989年 6月 ~ 1991年 9月 AMPS아나로그 셀룰라 전화기 회로 개발

1991年 10月 ~ 1991年 12月 항만 TRS 시스템 설치 및 운용시험

1992年 1月 ~ 1994年 현재 CDMA 디지털 셀룰라 기지국 RF 무선부 연구개발

주관심 분야 : Radio Wave 의 Propagation Characteristics