

17-표준-03

< 2017년도 >

표준공법 개발연구  
(안테나설비)

2017. 12.

# 표준공법 개발연구 (안테나설비)

2017. 12.





# 목 차

## 제1장 일반사항

제1절 목 적 .....	1
제2절 적용범위 .....	2
제3절 관련기준 .....	3
1. 법령 .....	3
2. 기술기준 및 지침 .....	3
3. 표준 .....	3
제4절 용어 및 약어 .....	4
1. 용 어 .....	4
2. 약 어 .....	5

## 제2장 안테나설비 설계기준

제1절 안테나설비의 개요 .....	9
1. 안테나설비의 정의 .....	9
2. 안테나설비의 특징 및 효과 .....	10
제2절 안테나설비 기초 .....	11
1. 전자파 .....	11
2. 안테나(Antenna) .....	15
3. 전송선로 .....	23
4. 임피던스 정합 .....	27
제3절 안테나설비 설계기준 .....	28
1. 일반사항 .....	28
2. 설계방침 .....	28
3. 안테나 .....	29
4. 전송선로 .....	35

## 제3장 안테나설비 분류

제1절 주파수별 안테나 분류 .....	43
1. 단파(HF) 안테나 .....	44
2. 초단파(VHF) 안테나 .....	49
3. 극초단파(UHF)이상 안테나 .....	57
제2절 용도별 안테나 분류 .....	63
1. 방송용 안테나(송신) .....	64
2. 이동통신용 안테나 .....	65
3. 위성통신용 안테나 .....	68
제3절 전송선로 .....	69
1. 동축케이블 .....	70
2. 도파관 .....	72
3. 방사형 및 누설 동축케이블 .....	76

## 제4장 안테나설비 시공

제1절 안테나설비 설치기준 .....	81
1. 공사 일반 .....	81
2. 방송용 안테나 .....	82
3. 이동통신용 안테나 .....	84
4. 무선통신용 안테나 .....	86
제2절 안테나 시공 .....	91
1. 야기(지상파HD, FM방송) 안테나 .....	91
2. 프라임 포커스 안테나 .....	97
3. 오프셋 급전 안테나 .....	102
4. 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 .....	107
5. 이동통신 야기 안테나 .....	110
6. 이동통신 옴니(Omni Directional)안테나 .....	113
7. 이동통신 섹터안테나 .....	117
제3절 전송선로 시공 .....	128

1. 동축케이블 .....	128
2. 도파관 .....	137
3. 방사형 및 누설 동축케이블 .....	144

## 제5장 시험 및 검사

제1절 안테나설비 운용 .....	153
1. 운용 시스템 .....	153
2. 장애대책 .....	154
제2절 안테나설비 시험 및 검사 .....	155
1. 안테나 시험 및 검사 .....	155
2. 전송선로 시험 및 검사 .....	160

# 표 목 차

[표 2-1] 전파의 분류 .....	14
[표 2-2] 안테나 이득의 종류 .....	19
[표 2-3] 진행파와 정재파의 비교 .....	22
[표 2-4] 동조 전송선로와 비동조 전송선로 비교 .....	23
[표 2-5] 임피던스정합 및 부정합시의 차이점 .....	27
[표 2-6] 주파수 대역별 감쇄량 .....	38
[표 3-1] 주파수대역 안테나 분류 .....	43
[표 3-2] 수평 다이폴 안테나와 수직 다이폴 안테나 비교 .....	46
[표 3-3] 접지 · 모노폴 안테나와 반파 다이폴안테나의 비교 .....	47
[표 3-4] 용도별 안테나 분류 .....	63
[표 3-5] 기지국 안테나 종류 .....	67
[표 3-6] 전송선로 분류표 .....	69
[표 3-7] 동축케이블 명칭 .....	71
[표 3-8] 동축케이블의 종류 .....	72
[표 3-9] 도파관 전송선로의 장점 .....	73
[표 3-10] 전송선로 비교표 .....	75
[표 3-11] 도파관 기본모드와 차단 파장 .....	75
[표 4-1] 지상파방송 및 에프엠라디오 방송 성능기능 .....	82
[표 4-2] 위성방송 성능기능 .....	83
[표 4-3] 동축케이블 성능기능 .....	83
[표 4-4] 조립기간 .....	87
[표 4-5] 옥외통신설비에 대한 기본 풍압하중 .....	93
[표 4-6] 포설 금구류 설치 위치 .....	144
[표 4-7] 케이블 종류별 허용 곡률반경(예시) .....	146
[표 5-1] 운용 시스템 구성 및 역할 .....	153
[표 5-2] 시스템 관리 .....	154

[표 5-3] 표준 파라볼라 안테나 규격치(예시) .....	158
[표 5-4] 동축케이블 성능기준 .....	160
[표 5-5] 동축케이블 반사손실 성능 기준 .....	161
[표 5-6] 동축케이블 절연저항 성능 기준 .....	162
[표 5-7] 동축케이블 임피던스 성능 기준 .....	163
[표 5-8] 동축케이블 내전압 성능 기준 .....	165
[표 5-9] 동축케이블 정전용량 성능 기준 .....	166
[표 5-10] 동축케이블 누설 전자파 성능 기준 .....	167
[표 5-11] 주파수 대역별 감쇄량 .....	170

# 그림 목 차

[그림 1-1] 무선통신 설비의 구성 .....	2
[그림 2-1] 경계면에서 전자파의 굴절 .....	12
[그림 2-2] 선형 편파 .....	13
[그림 2-3] 안테나 송·수신 구성도 .....	15
[그림 2-4] 안테나 지향성 특성 .....	15
[그림 2-5] 주엽, 부엽 및 반치각 개념도 .....	16
[그림 2-6] 브로드사이드 안테나와 엔드파이어 안테나 빔 .....	17
[그림 2-7] 동축케이블의 종류 .....	24
[그림 2-8] 도파관의 종류 .....	25
[그림 3-1] 모노폴 안테나 .....	44
[그림 3-2] 모노폴 안테나 길이에 따른 수직면내 방사 패턴 .....	45
[그림 3-3] 대표적인 모노폴 안테나 .....	45
[그림 3-4] 다이폴 안테나 .....	46
[그림 3-5] 수평 $\lambda/2$ 다이폴안테나의 지상 높이에 따른 수직면내 지향성 .....	47
[그림 3-6] 어골형(Fish bone) 안테나 .....	48
[그림 3-7] 플리드 다이폴 안테나 .....	49
[그림 3-8] 야기 안테나 .....	50
[그림 3-9] 야기 안테나의 기본형태(예시) .....	51
[그림 3-10] 야기 안테나 설계 및 방사 패턴(예시) .....	51
[그림 3-11] 야기 안테나의 소자수와 이득관계(예시) .....	52
[그림 3-12] 원형 수평 Loop 안테나 .....	53
[그림 3-13] 헬리컬 안테나(예시) .....	53
[그림 3-14] End-fire helical 안테나 .....	54
[그림 3-15] Broadside helical Antenna .....	55
[그림 3-16] 광대역 디스콘 안테나 .....	56
[그림 3-17] 전자 Horn 안테나 .....	57
[그림 3-18] 파라볼라 안테나 종류 .....	58
[그림 3-19] 프라임 포커스 안테나 .....	59
[그림 3-20] 그리드 파라볼라 안테나 .....	60

[그림 3-21] 오프셋 급전 안테나 .....	60
[그림 3-22] 카세그레인 안테나 .....	61
[그림 3-23] 그레고리안 안테나 .....	62
[그림 3-24] 카세그레인과 그레고리안 안테나 비교 .....	62
[그림 3-25] 방송용 안테나 종류 .....	64
[그림 3-26] 이동통신용 철탑 안테나 .....	65
[그림 3-27] 이동통신용 기지국 안테나 .....	66
[그림 3-28] 위성통신용 안테나 .....	68
[그림 3-29] 동축케이블 구조 .....	70
[그림 3-30] 사각 도파관 모드 .....	74
[그림 3-31] 원형 도파관 모드 .....	74
[그림 3-32] 방사형 및 누설 동축케이블 구조 .....	76
[그림 3-33] 방사형 및 누설 동축케이블 그레이딩 .....	77
[그림 4-1] 급전선 인입표준도 .....	84
[그림 4-2] 이동통신설비 설치장소 등의 표준도 .....	85
[그림 4-3] 야기 안테나 Pole Base 설치 .....	91
[그림 4-4] 야기 안테나 Pole 및 지지선 설치 .....	92
[그림 4-5] 안테나설치 조립(예시) .....	94
[그림 4-6] 야기안테나 급전부 .....	95
[그림 4-7] 야기안테나 및 급전부 설치 .....	96
[그림 4-8] 프라임 포커스 안테나 기초 설치 .....	97
[그림 4-9] 프라임 포커스 안테나 설치[예시] .....	99
[그림 4-10] 프라임 포커스 안테나 방위각 및 양각 조정 및 설치 .....	100
[그림 4-11] 프라임 포커스 안테나 지지대 고정 .....	101
[그림 4-12] 오프셋 급전 안테나 기초 설치 .....	102
[그림 4-13] 오프셋 급전 안테나 지지대 설치(예시) .....	103
[그림 4-14] 오프셋 급전 안테나 구성 및 형태 .....	103
[그림 4-15] 오프셋 급전 안테나 브래킷 고정 .....	104
[그림 4-16] 오프셋 급전 안테나 LNB지지대 브래킷 설치 .....	104
[그림 4-17] 오프셋 급전 안테나 LNB 지지대 설치 .....	105
[그림 4-18] 오프셋 급전 안테나 LNB 지지대 연결 및 동축케이블 설치 .....	105

[그림 4-19] 오프셋 급전 안테나 스탠드 설치 .....	106
[그림 4-20] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 구성 및 브래킷 설치 ...	107
[그림 4-21] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 LNB홀더 및 LNB설치 ...	108
[그림 4-22] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 난간대 브래킷 고정 .....	108
[그림 4-23] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 기초 설치 .....	109
[그림 4-24] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 지지대 설치 .....	109
[그림 4-25] 앙각 조정 .....	110
[그림 4-26] 앵커볼트 작업준비 .....	110
[그림 4-27] 앵커볼트 설치 .....	111
[그림 4-28] 이동통신 야기 안테나 .....	112
[그림 4-29] 이동통신 옴니(Omni)안테나 설치형태 .....	113
[그림 4-30] 이동통신 옴니(Omni)안테나 설치 .....	114
[그림 4-31] 이동통신 분산형 옴니(Omni)안테나 설치(예시) .....	115
[그림 4-32] 이동통신 옴니(Omni)안테나(실외형) .....	116
[그림 4-33] 이동통신 기지국 분류 .....	117
[그림 4-34] 설치위치 선정 및 시공 준비 .....	118
[그림 4-35] 블록 브래킷 조립 및 고정 .....	118
[그림 4-36] 블록 운반 및 조립 준비 .....	119
[그림 4-37] 블록 정렬 및 섹터안테나 지지대 설치 .....	119
[그림 4-38] 블록 정렬 및 섹터안테나 Pole 지지대 설치 .....	120
[그림 4-39] 섹터안테나 블록 고정 .....	120
[그림 4-40] 블록설치 완료 후 수평측정 .....	121
[그림 4-41] Pole 지지대 설치 및 고정 .....	121
[그림 4-42] 섹터 안테나 설치 구성도 .....	122
[그림 4-43] 섹터 안테나 Pole 고정 .....	123
[그림 4-44] 섹터 안테나 정렬 .....	124
[그림 4-45] 섹터 안테나 각도(빔 틸트)조절 .....	125
[그림 4-46] 전송선로 커넥터 제작 .....	126
[그림 4-47] 전송선로 연결 .....	126
[그림 4-48] 원 Pole 섹터 안테나 설치(예시) .....	127
[그림 4-49] 철탑형 섹터 안테나설치(예시) .....	127
[그림 4-50] 동축케이블 시공절차 .....	128

[그림 4-51] 케이블 부설 롤러 .....	129
[그림 4-52] 방사형 및 누설동축케이블 외피 제거 .....	129
[그림 4-53] 커넥터 조립 .....	130
[그림 4-54] 행거키트 및 앵글 어댑터(예시) .....	131
[그림 4-55] 동축 케이블 고정(예시) .....	132
[그림 4-56] 덕트 설치(예시) .....	132
[그림 4-57] Tool용 동축 BNC 커넥터 외피 박리 .....	133
[그림 4-58] Tool용 동축 BNC 커넥터 심선 절단 .....	133
[그림 4-59] Tool용 동축 BNC 커넥터 핀 고정 .....	133
[그림 4-60] Tool용 동축 BNC 커넥터 커넥터 삽입 .....	134
[그림 4-61] Tool용 동축 BNC 커넥터 링 정렬 .....	134
[그림 4-62] Tool용 동축 BNC 커넥터 링 고정 .....	134
[그림 4-63] Tool용 동축 BNC 커넥터 고정을 위한 튜브 .....	135
[그림 4-64] Tool용 동축 BNC 커넥터 동축선 위치 확인 .....	135
[그림 4-65] Tool용 동축 BNC 커넥터 케이블 테스트 .....	135
[그림 4-66] 납땀용 동축 BNC 커넥터 심선 절단 .....	136
[그림 4-67] 납땀용 동축 BNC 커넥터 흘 납땀후 링 고정 .....	136
[그림 4-68] 도파관 시공절차 .....	137
[그림 4-69] 도파관 재단 .....	138
[그림 4-70] 커넥터 조립 .....	138
[그림 4-71] 도파관 인양 .....	140
[그림 4-72] 앵글 아답터 및 행거키트 .....	141
[그림 4-73] 도파관 접지 .....	142
[그림 4-74] 덕트설치 .....	143
[그림 4-75] 방사형 및 누설 동축케이블 시공절차 .....	144
[그림 4-76] 포설 금구류 설치 .....	145
[그림 4-77] 방사형 및 누설 동축케이블 포설 .....	146
[그림 4-78] 종단저항기 설치 .....	147
[그림 4-79] 케이블 포설 시공도(예시) .....	148
[그림 4-80] 기기 설치(예시) .....	149
[그림 4-81] 블록 다이어그램(예시) .....	150

[그림 5-1] 정재파비 시험 구성 .....	156
[그림 5-2] 이득 시험 구성 .....	156
[그림 5-3] 전·후방비 시험 구성 .....	157
[그림 5-4] 동축케이블 반사손실 시험 구성도 .....	161
[그림 5-5] 동축케이블 절연저항 시험 구성도 .....	163
[그림 5-6] 동축케이블 임피던스 시험 구성도 .....	164
[그림 5-7] 동축케이블 내전압 시험 구성도 .....	165
[그림 5-8] 동축케이블 정전용량 시험 구성도 .....	166
[그림 5-9] 동축케이블 누설 전자파 시험 구성도 .....	167
[그림 5-10] 공기누설 시험 .....	169
[그림 5-11] 전압 정재파비 시험 .....	169

## 제1장 일반사항

제 1절 목 적

제 2절 적용범위

제 3절 관련기준

제 4절 용어 및 약어



# 제1장 일반사항

## 제1절 목 적

무선통신(無線通信, wireless communications)이란 송신점과 수신점 사이에 물리적인 연결 없이 전파를 이용하여 정보를 전달하는 통신기술을 말한다. 무선통신 기술에는 무선전송기술, 안테나 설계기술, 이동통신기술, 위성통신기술, 근거리 무선통신기술 등이 포함된다. 즉, 무선통신은 장소 제약 없이 전파를 이용하여 신호·부호·영상·음성 등의 정보를 송·수신할 수 있다는 장점이 있다.

무선통신에서 정보의 송·수신을 수행하는데 전파를 사용하며, 전파는 3000MHz 이하의 주파수를 갖는 전파이다. 전파를 이용하여 정보를 송·수신 하기 위해서는 안테나 송신기에 의해 변조된 교류전압을 전파로 대기 중에 방사(Emitting)하고, 수신된 전파는 교류전압으로 변환시키는 기능을 수행한다. 무선전송시스템에서 전파를 송출하고 수신하는 것은 매우 필수적인 기능이다.

안테나는 무선전송 시스템에서 전파를 송·수신하는데 매우 필수적인 요소로서 생김새와 구조에 따라 매우 다른 특성을 보인다. 안테나의 특성을 나타내는 요소들은 임피던스(Impedance), 반사계수(Reflection Coefficient), 대역폭(Bandwidth), 방사형태(Beam pattern), 반값전력 빙폭(HPBW: Half Power Beam Width), 이득(Gain) 등을 들 수 있다.

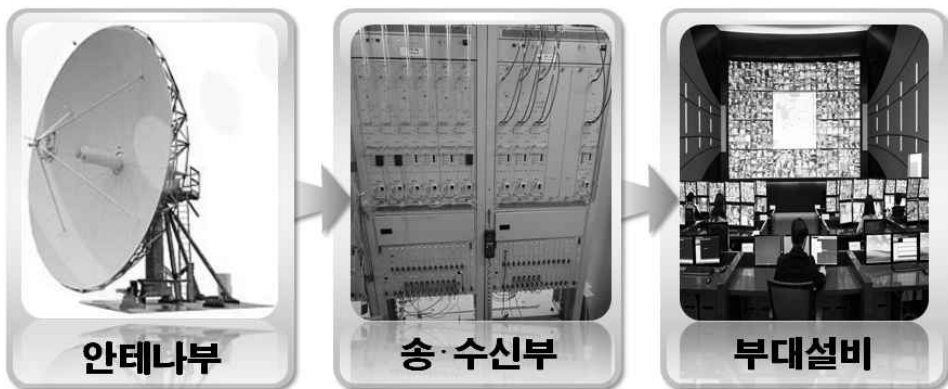
최근 정보통신기술의 발전과 유선통신의 한계(전송거리, 설비투자, 시공편리성 등)는 무선통신의 발전 속도를 향상시키고 있다. 무선통신의 편리성, 경제성, 활용성, 확장성 측면에서 유선의 대체재 또는 백업(Back Up)의 개념을 넘어 정보통신분야 핵심기술로 부상되고 있다. 이는 무선통신 기술의 성숙기로 보아도 무방할 것이다.

본 연구는 다양한 무선통신기술의 내용을 다루지는 못했지만, 무선통신의 필수요소인 안테나설비의 설계기준을 살펴보고 주파수·용도에 따라 안테나설비를 분류하였다. 마지막으로 안테나설비 시공부문은 설치기준과 현장에 적용되고 있는 시공사례 및 공법을 정리하여 표준적인 공법내용을 제시하고자 한다.

## 제2절 적용범위

무선통신설비의 구성은 크게 안테나부<sup>1)</sup>, 송·수신부 및 부대설비의 3 부분으로 분류한다. 안테나부는 안테나, 급전선(전송선) 및 첩탑 등으로 구성되고 송·수신부는 송·수신기 및 랙(Rack)장치, 부대설비는 송·수신부가 설치되는 장비실에서 사용되는 상용전원, 발전설비, 공기 주입기, 항온항습설비 등으로 구성된다. 무선통신설비는 활용하고자 하는 장소, 송·수신 정보, 사용되는 주파수에 따라 그 특성이 달라지며, 통상적으로 주파수대역에 따라 그 용도를 분류할 수 있다.

본 연구는 무선통신설비의 필수요소인 안테나부를 연구범위로 설정하고 전파의 송·수신을 담당하는 안테나와 전송선로(급전선)의 설계, 시공, 시험 및 유지보수 등을 설명한다.<sup>2)</sup>



[그림 1-1] 무선통신 설비의 구성

1) 전파법(법을 제 13519호, 2015.12.1. 일부개정 - 시행 2016.6.2.)개정안에는 ‘공중선’을 ‘안테나’로 변경. 본 연구에서는 공중선과 안테나의 그 의미가 다르지 않고 일반적인 용어의 정의 및 관련 자료에서 공중선 용어가 사용됨에 따라 ‘공중선’을 사용하였다.

2) 송·수신부 및 부대설비는 한국정보통신산업연구원(2013), 「표준공법개발연구 - 무선통신망설비」를 참고한다.

## 제3절 관련기준

### 1. 법령

- 1) 정보통신공사업법
- 2) 전기통신기본법
- 3) 전기통신사업법
- 4) 무선설비 규칙
- 5) 전파법
- 6) 방송법
- 7) 방송공동수신설비의 설치기준에 관한 고시
- 8) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정

### 2. 기술기준 및 지침

- 1) 전기통신 사업용 무선설비의 기술기준
- 2) 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준
- 3) 간이무선국·우주국·지구국의 무선설비 및 전파탐지용 무선설비 그 밖의 업무용 무선설비 기술기준
- 4) 전파응용설비의 기술기준
- 5) 무선설비의 안전시설기준
- 6) 무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)

### 3. 표준

- 1) KS X 3123 - 무선 설비 적합성 평가 시험 방법(KCS.K0-06.0800)<sup>3)</sup>
- 2) KS X 3124 - 무선 기기의 공통 전자파 적합성 시험 방법  
(KCS.K0-06.0801)
- 3) KS X 3125 - 특정 소출력 무선 기기 전자파 적합성 시험방법  
(KCS.K0-06.0802)
- 4) KS X 3126 - 무선 데이터 통신 시스템용 특정 소출력 무선 기기  
전자파 적합성 시험 방법(KCS.K0-06.0803)

---

3) KS표준으로 통합 중. KSC표준 병행 표기

- 5) KS X 3133 - 이동 통신용 무선 기기 전자파 적합성 시험 방법  
(KCS.K0-06.0810)
- 6) TTA.K0-04.0129 - 정보통신 무선기지국 접지시스템

## 제4절 용어 및 약어

### 1. 용어

- 1) 전파 : 인공적인 유도(誘導) 없이 공간에 퍼져나가는 전자파로서, 국제전기통신연합이 정한 범위의 주파수를 가진 것을 말한다.
- 2) 다이버시티 : 무선 통신에서 페이딩(fading)의 영향을 경감시키기 위해, 전기장 세기 또는 S/N 비가 다른 여러 개의 수신 신호를 합성하여 단일 신호 출력을 얻는 수신 방식. 보통 서로 다른 전파 경로, 편파, 주파수 및 입사각 등을 단독으로 조합시키거나 이들을 상호 조합시켜 사용한다.
- 3) 무선설비 : 전파를 보내거나 받는 전기적 시설을 말한다.
- 4) 무선통신 : 전파를 이용하여 모든 종류의 기호·신호·문언·영상·음향 등의 정보를 보내거나 받는 것을 말한다.
- 5) 무선국(無線局) : 전파를 보내거나 받는 무선설비와 운용하는 사람을 포함하여 무선국이라 한다. 다만, 방송 수신만을 목적으로 하는 것은 제외한다.
- 6) 송신설비 : 전파를 보내는 설비로서 송신장치와 송신공중선계(送信空中線系)로 구성되는 설비를 말한다.
- 7) 수신 설비 : 전파를 받는 설비로서 수신 장치와 수신공중선계로 구성되는 설비를 말한다.
- 8) 송신장치 : 무선통신의 송신을 위한 고주파 에너지를 발생하는 장치와 이에 부가되는 장치를 말한다.
- 9) 편파 : 평면 전자파가 전계의 진동 방향으로 치우친 특성을 말한다.
- 10) 신호 발생기 : 신호 발생기는 수신기나 증폭기 및 기타 각종 전송 회로의 시험을 하기 위하여 그에 필요한 정확한 출력 레벨과 주파수

신호를 발생시키는 장치를 말한다.

- 11) 양각 : 양각은 수신 안테나에 들어오는 전파의 도래각 또는 송신 안테나로부터 나가는 전파의 방향과 지면과의 각도로 말한다.
- 12) 전력 분배기 : 전력 분배기는 무선송신기로부터 오는 전력을 2개 이상의 안테나 또는 안테나 소자에 일정한 비율로 분배하는 장치를 말한다.
- 13) 정합 : 정합은 신호 전송로에서 최대 출력을 전송하기 위한 방법을 말한다.

## 2. 약 어

- 1) AM : Amplitude Modulation 진폭변조
- 2) AMP : Amplifier 증폭기
- 3) D/A : Digital to Analog 디지털 아날로그 변환
- 4) FB : Front to Back ratio 전·후방비
- 5) FM : Frequency Modulation 주파수변조
- 6) GP : Grid Parabola 그리드 파라볼라
- 7) HPBW: Half Power Beam Width 반사계수
- 8) IF : Intermediate Frequency 중간주파수
- 9) LOS : Line Of Sight 가시거리
- 10) M/W : Micro Wave 마이크로파
- 11) RF : Radio Frequency 무선주파수
- 12) UHF : Ultra High Frequency 극초단파
- 13) VHF : Very High Frequency 초단파
- 14) VSWR : Voltage Standing Wave Ratio 정재파비



## 제2장 안테나설비 설계기준

제 1절 안테나설비의 개요

제 2절 안테나설비의 기초

제 3절 안테나설비의 설계기준



## 제2장 안테나설비 설계기준

### 제1절 안테나설비의 개요

안테나는 위성통신, 이동통신, 방송통신 및 재난안전통신 등 무선통신 수행을 위한 필수 요소로서, 안테나를 활용한 무선통신은 유선통신의 한계를 극복할 수 있는 가장 큰 장점을 가지고 있다. 그러나 한정된 주파수 자원과 공기 중을 전파(電波의 傳播, radio propagation)하면서 발생하는 다양한 간섭현상 등 그 한계점이 존재하였다. 그럼에도 다양한 안테나 기술과 전송에러제어 기술의 개발에 따라 그 발전 속도는 앞으로 더욱 빨라질 것으로 예상된다.

안테나의 기능은 정보의 전달, 정보의 탐지 및 탐사 등의 역할을 수행하는데 정보전달의 대표적인 예로 위성통신, 방송, 이동통신 등이 있으며, 정보의 탐지 및 탐사로는 레이더, GPS, 전파 천문 등이 있다.

안테나설비란 송신점과 수신점사이에 물리적 연결 없이 전파를 이용하여 정보를 전달, 탐지 및 탐사를 하기 위해 구성되며, 전파 방사역할을 수행하는 안테나 그리고 전력에너지 공급을 위한 전송선로(급전선)로 구성된다.

안테나설비는 무선통신설비의 매우 필수적인 요소로서 전파자원의 사용한계를 규정한 기술기준과 효율적인 방사를 위한 설계기준을 준수함으로써 최적의 시공이 가능하다.

본 절에서는 안테나설비의 정의와 특징 및 효과에 대해서 살펴보도록 한다.

#### 1. 안테나설비의 정의

무선통신에서 통신의 목적을 달성하기 위해 전압/전류로 표현되는 전기적 신호와 전기장/자기장으로 표현되는 전파를 자유공간상에 효율적으로 방사하거나 수신하는 일종의 에너지 변환장치를 안테나라 정의한다. 즉, 안테나설비란 전파 방사를 위해 안테나와 전력을 제공하는 전송선로를 포함하여 안테나 설비라 정의한다.

안테나는 무선전송 시스템에서 전파를 송·수신하는데 매우 중요한 요소이며 안테나는 생김새와 모양에 따라 다른 특성을 가지고 있다.

안테나 종류로는 모노폴(Monopole), 다이폴(Dipole), 야기(Yagi), 패치(Patch), 혼(Horn), 파라볼라(Parabola), 카세그레인(Cassegrain), 그레고리안(Gregorian), 헬리컬(Helical) 안테나 등 수많은 종류가 있다.

본 장에서는 주파수별 안테나 분류, 형태별 안테나 분류, 동작 원리에 의한 분류에 대해서 설명할 것이다.

## 2. 안테나설비의 특징 및 효과

### 가. 안테나설비의 특징

- 1) 무선통신시스템의 구성, 사용목적, 주파수대역 및 소자의 특성에 따라 안테나설비의 구성이 결정된다.
- 2) 송신용, 수신용 안테나설비와 송·수신경용(안테나의 쌍대성)의 구성이 가능하다.
- 3) 송신전력에 따라 전송선로의 형태가 결정되며, 임피던스 정합을 통해 최대전력전송이 가능하다.

### 나. 안테나설비의 효과

- 1) 유선통신의 한계인 전송거리제한 극복, 경제성 확보, 유연한 시스템(확장성)이 가능하다.
- 2) 유선통신의 백업(Back Up)망으로 활용가능하며, 통신의 생존성을 향상시킨다.
- 3) 지상파 TV방송 및 라디오방송과 같은 브로드캐스팅(Broadcasting)방식으로 가청범위를 확대할 수 있다.
- 4) 무선통신(Wireless)기반 네트워크 확산이 가능하다.

## 제2절 안테나설비 기초

### 1. 전자파

전자파(Electro Magnetic Wave)란 전기장과 자기장의 두 가지 성분으로 구성되며, 진동방향에 대해 수직적으로 진행하는 전자파는 그 크기와 방향이 시간에 따라 정현파<sup>4)</sup>로 변화하며 공간을 퍼져나가는 횡파의 일종이다.<sup>5)</sup>

전자파는 주파수가 높은 순서대로 분류하는데 감마선(gamma ray), x선, 자외선, 가시광선(빛), 적외선, 전파(Radio Wave) 등이 있으며, 주로 무선통신은 전파를 이용한다. 주파수 범위는 대략 3kHz에서 3,000GHz이다.

전파는 공간상을 퍼져나가면서 직진, 반사, 굴절 및 회절 등 여러 형태의 전파유형을 가지며, 전파매질 내에서 감쇄되거나 다른 전파와의 간섭 등을 일으키게 된다.

#### 가. 전파의 특성

##### 1) 직진성(Straightness)

전파는 동일한 매질을 전파하는 경우 직진하게 되는데 이는 어느 한 점에서 다른 점으로 진행할 때 최단거리를 통해 이동하는 특성을 갖는다. 이 같은 특성은 전파 뿐 아니라 모든 파동의 공통적인 성질이다.

##### 2) 반사성(Reflection)

전파가 다른 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 전파의 반사굴절이 일어난다. 빛이 거울에 반사되듯이 전파는 도체판에서 반사되는데 이와 같은 성질을 이용하여 전파 차폐<sup>6)</sup>를 시키기 위해 금속판을 이용한다.

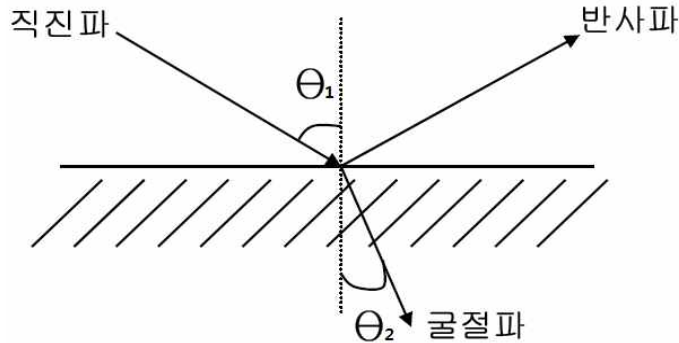
빛과 전파가 매질의 경계면에서 같은 반사법칙이 적용되지만 전파가 빛에 비해 파장이 훨씬 길기 때문에 금속판 뿐 아니라 금속성 그물면도 전파에 대해 반사체로 활용할 수 있다.

4) 정현파란 사인파라고도 하며, 공간 주파수나 소리를 표시하는 데에 쓰이는 기본 파형이다.

5) 회의식 외4명(2009), 「기초이론에 충실한 초고주파 공학」, 북두출판사

6) 전자파 차폐란 전자파가 외부로 새어 나가지 않도록, 또 외부의 전자파가 새어 들어가지 않도록 하기 위해 도체로 차단한다.

### 3) 굴절성(Refraction)



[그림 2-1] 경계면에서 전자파의 굴절

[그림 2-1]과 같이 전파가 다른 매질로 진행할 때 경계면에서 전파가 휘어져 들어가는 현상으로 빛의 경우와 마찬가지로 Snell의 법칙이 성립한다. 즉, 굴절율  $n$ 은  $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$  여기서  $\theta_1$  = 입사각,  $\theta_2$  = 굴절각 이다.

### 4) 간섭성(Interference)

수면에 돌멩이 두 개를 던져 생겨난 두 개의 동심원이 퍼져 나가면서 서로 겹쳐지는 곳을 살펴보면 물결의 마루와 마루끼리 겹쳐지는 곳에서는 더욱 높은 마루가 생기고 골과 골이 겹쳐지는 곳에서는 더욱 낮은 골이 형성된다.

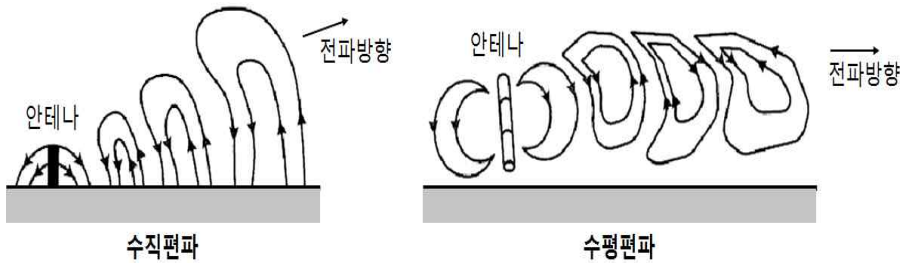
반대로 한쪽 물결의 마루와 다른쪽 물결의 골이 합쳐지는 곳에서는 서로 상쇄되어 합쳐진 물결의 마루와 골은 작아짐을 알 수 있다. 전파의 경우도 마찬가지로 두 가지 이상의 동일한 주파수를 갖는 파동이 합성될 때 간섭현상이 발생된다.

### 5) 회절성(Diffraction)

담 너머에 있는 사람에게도 소리가 들린다거나 산 너머에도 라디오가 들리는 현상 등은 전파의 직진성만으로는 설명할 수 없다. 이와 같이 전파가 진행하다가 장애물을 만나면 장애물 뒤쪽까지도 전파의 일부가 전달되는 현상을 전파의 회절현상이라 한다.

## 6) 편파(Wave Polarization)

전파는 전기장이랑 자기장의 진동방향에 대해 직각인 방향으로 진행하는 횡파의 일종이다. 일반적으로 전계가 진동하는 면을 편파면으로 정의하며, 편파면은 안테나의 배치상태에 따라 달라질 수 있다.



[그림 2-2] 선형 편파

[그림 2-2]에서 수직편파의 경우 수직 안테나로부터 방사되는 전파는 전계의 진동면이 대지에 대해 수직이 되므로 수직 편파가 되고, 수평편파의 경우 수평 안테나에 의한 전파는 수평 편파가 된다. 이와 같이 편파면이 대지에 대해 수직 또는 수평인 직선으로 생길 때 이를 선형편파라 한다.

안테나로부터 방사되는 전파는 여러 가지 형태의 편파면을 갖게 되므로 송신 안테나와 수신 안테나 사이에 동일한 편파면을 갖도록 설계할 필요가 있다.

## 나. 전파의 분류

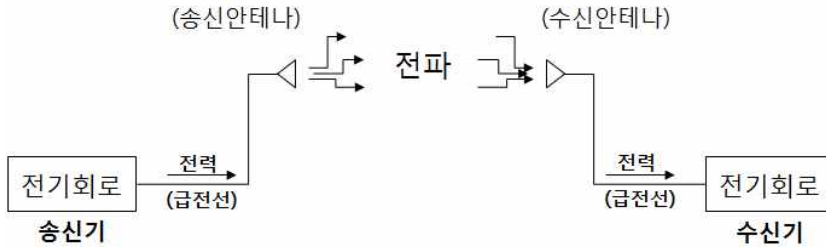
[표 2-1] 전파의 분류

명칭	약칭	주파수대역	파장	용도	미터에 의한 구분
초장파	VLF	3-30kHz	10-100km	항해/잠수함통신	-
장 파	LF	30-300kHz	1-10km	항해통신	킬로미터파
중 파	MF	300-3000kHz	0.1-1km	표준AM방송 /항공/ 선박통신	헤터미터파
단 파	HF	3-30MHz	10-100m	대륙 간 통신/ HAM	데가미터파
초단파	VHF	30-300MHz	1-10m	TV방송/ FM 스테레오 방송	미터파
극초단파	UHF	300-3000MHz	0.1-1m	UHF TV 방송/ 차량/휴대전화	데시미터파
초고주파	SHF	3-30GHz	1-10cm	위성/ 레이더 통신	센티미터파
마이크로파	EHF	30-300GHz	0.1-1cm	우주통신	밀리미터파

[표 2-1]과 같이 무선통신에 이용되는 전파를 주파수대역 별로 전파특성을 분류하였다. 주파수대역 분류에 따라 전파특성이 달라 이에 따라 적합한 활용분야가 정해진다.

본 공법에서는 용도를 기준하여 범용 적으로 활용되고 있는 단파, 초단파, 극초단파, 초고주파에 활용되는 안테나설비를 서술한다.

## 2. 안테나(Antenna)



[그림 2-3] 안테나 송·수신 구성도

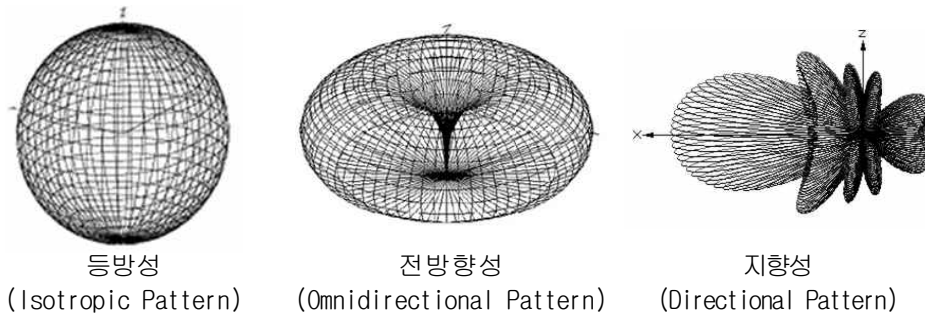
[그림 2-3]은 안테나 송·수신 구성도이며, 안테나는 특정 영역대의 전파를 송신 혹은 수신하는 장치이다. 송신안테나는 송신기로부터 전달되는 전력을 전파로 변환시켜 공간에 방사하고, 방사한 전파는 자유공간을 거쳐 수신안테나로 수신된다. 수신안테나에서는 전파를 다시 전기적 에너지로 변환시켜 수신기에 전달한다.

### 가. 안테나 방사패턴

안테나에서 전파가 각 방향으로 어느 정도 강하게 방사되고 있는지를 나타내는 곡선도를 방사패턴이라 한다.

#### 1) 안테나의 지향 특성

안테나로부터 그 주변에 어떠한 강도의 전파를 복사하고 있는지, 어느 방향은 강하고 어느 방향은 약한지를 전파의 분포 모양을 각도의 함수로 나타낸 것을 지향성(Directivity) 또는 지향 특성이라고 한다.



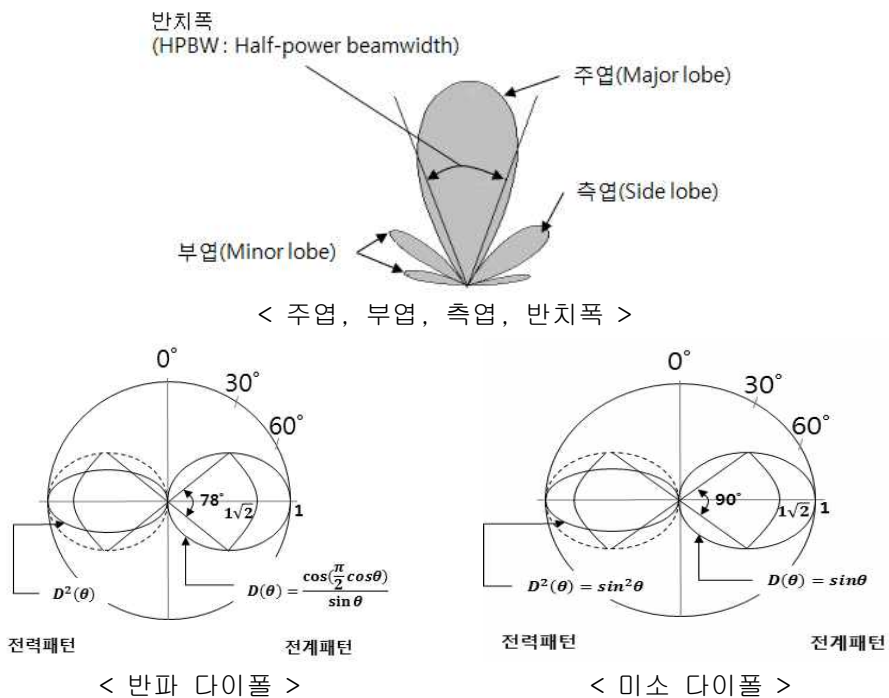
[그림 2-4] 안테나 지향성 특성

[그림 2-4]에서 등방성(Isotropic)<sup>7)</sup>은 모든 방향으로 매우 균일하게 복사되어 완전한 구의 형태로서, 무지향성<sup>8)</sup>이 된다. 전방향성(Omnidirectional)<sup>9)</sup>은 수직면은 지향성이 있고, 수평면에서는 무지향성이다.

지향성(Directional)<sup>10)</sup>은 특정한 방향으로 전파가 복사되는 형태로서, 단향성(Pencil) 및 양방향성(Bidirectional)등이 있다.

## 2) 반치각, 전후방비

지향성의 정도를 나타내는 주엽의 날카로운 정도(첨예도)를 나타내며, 값이 작을수록 예리한 지향성을 갖는다.



[그림 2-5] 주엽, 부엽 및 반치각 개념도

7) 등방성은 실제로 존재하지 않은 가상적인 지향 특성이다.

8) 무지향성(nondirectional)은 전자파가 공간 등의 매체에 방사될 때 모든 방향에 같은 에너지로 방사되는 상태를 말한다.

9) 전방향성은 수평면내 무지향성이고, 수직면내 지향 특성이다.

10) 지향성은 단방향성을 가진 지향 특성이다.

[그림 2-5]는 주엽(Main lobe, 주빔 ; Main beam)과 부엽(Minor lobe, 미소 다이폴은  $90^\circ$  , 반파 다이폴 안테나는  $78^\circ$  가 된다.)을 나타내었다.

대부분의 방사에너지가 방출하는 방향의 복사빔을 주엽(Main lobe)이라 하고 그 외의 복사빔을 부엽(Minor lobe)라 한다. 부엽 중 가장 큰 빔은 측엽(Side lobe)이라 하고 [그림 2-5]에서 표현하지 못하였으나 주엽과 정 반대의 부엽을 후엽(back lobe)이라 한다.

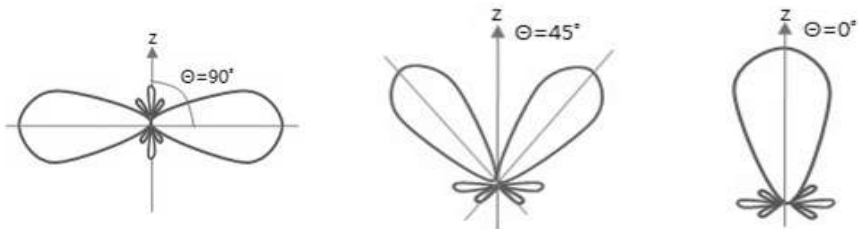
반치각(반치폭, 빔각 또는 빔폭)은 전계 패턴에서 최대 복사 전계 강도의  $1/\sqrt{2}$ 되는 두 방향 사이의 각을 말하며, 전력 패턴에서는 최대 복사 전력의  $1/2$ 되는 두 방향 사이의 각을 말한다. dB관점에서는 주엽의 최대 복사 방향에 대해  $-3\text{dB}$ 되는 두 방향 사이의 각을 말한다.

전후방비(FB비 : Front to back ratio)란 주엽 전계강도의 최대값과 후방( $\theta=180^\circ \pm 60^\circ$ )에 존재하는 부엽 전계장도의 최대값의 비로서, 다음 식으로 정의 된다.

$$\text{FB} = 20\log_{10} \frac{E_F(\text{전방 전계 강도의 최대값})}{E_B(\text{후방 전계 강도의 최대값})} [\text{dB}]$$

또한 전파를 효과적으로 이용하기 위해서는 목적 방향으로만 강한 전파를 복사하고 지향성을 갖게 할 때 사용되는 정수이다.

### 3) 브로드사이드 안테나와 엔드파이어 안테나



< 브로드 사이드(Broad-fire) >      < 중간 형태 >      < 엔드파이어(End-fire) >

[그림 2-6] 브로드사이드 안테나와 엔드파이어 안테나 빔

[그림 2-6]은 브로드사이드 안테나와 엔드파이어 안테나의 방사패턴을 나타내었다. 브로드 사이드 안테나는 주엽빔의 최대값이 안테나를 포함하는 평면에 수직인 방향이고 엔드파이어 안테나는 주엽빔의 최대값이 안테나를 포함하는 평면위에 존재한다.

## 나. 안테나의 이득

안테나의 이득(Gain, 전력이득)이란 임의의 안테나를 송신 또는 수신에 사용한 경우 어떤 방향(보통은 최대복사방향)으로 얼마만큼의 전력을 복사 또는 흡수할 수 있는지를 기준 안테나와 비교 한 것으로, 안테나의 복사효과를 나타내는 것이다.

안테나 이득은 3가지 이득으로 나뉘는데 절대이득( $G_a$ ), 상대이득( $G_h$ ) 및 지상이득( $G_v$ )이 있다.

### 1) 절대이득( $G_a$ )

절대이득( $G_a$ )<sup>11)</sup>은 균일하게 전 구면에 방사하는 지향특성을 가진 등방성(무지향성)을 기준으로 전력이득을 의미한다. 즉 등방성(Isotropic Antenna)이 기준 공중선일 때 이에 대한 전력 이득비가 나타난다. 주로 입체 안테나의 이득을 나타내는데 사용된다.

등방성 이란 손실이 없고, 지향성이 전혀 없는 가상적인 안테나 방사패턴으로 복사전력  $P_r$ 은 반경이 일정한 구표면에서 전계강도가 일정하므로, 다음과 같이 식이 성립한다.

$$P_r \frac{E^2}{120\pi} \times 4\pi r^2 [W] \text{에 의해 아래의 식이 성립된다.}$$

$$E = \frac{\sqrt{30P_r G_a \eta}}{d} \text{ (단, } P_r : \text{방사전력, } G_a : \text{상대이득, } \eta : \text{안테나 효율)}$$

### 2) 상대이득( $G_h$ )

상대이득( $G_h$ )은 반파다이폴 안테나(무손실로 간주하는 것)가 기준 안테나로 임의의 안테나의 이득을 측정했을 때 그 이득을 상대이득이라 하며 일반적으로  $G_h$ 라 표시한다. 선형안테나의 이득을 나타내는데 사용한다.

$$E = \frac{\sqrt{P_r G_h \eta}}{d} \text{ (단, } P_r : \text{방사전력, } G_h : \text{상대이득, } \eta : \text{안테나 효율)}$$

11)  $G_a = 1.64G_h = 3G_v, G_a [dB] = G_h [dB] + 2.15 [dB]$

### 3) 지상이득( $G_v$ )

지상이득( $G_v$ )은 기준 안테나로  $\frac{\lambda}{4}$ 보다 극히 짧은 수직안테나를 사용하여 임의의 안테나의 이득을 측정했을 때 그 이득을 지상이득이라 하며 일반적으로  $G_v$ 라 표시하고, 접지안테나의 이득을 나타내는데 사용된다.

$$E = \frac{\sqrt{90P_r G_v \eta}}{d} \quad (\text{단, } P_r : \text{방사전력, } G_v : \text{상대이득, } \eta : \text{안테나효율})$$

### 4) 이득, 실효길이와 방사저항의 관계

$$h_e = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{G_h} \sqrt{\frac{R_0}{73.13}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{G_a} \sqrt{\frac{R_0}{120}} \quad [\text{m}]$$

상대이득의 방사저항값과 절대이득의 방사저항이 차이가 있음을 알 수 있다.

[표 2-2] 안테나 이득의 종류

구 분	기준 안테나	$G_a = 1.64G_h = 3G_v$	용 도
절대이득	무손실 등방성 안테나	$G_a = 1$ $G_h = 1/1.64$	마이크로파용 입체안테나
상대이득	반파 다이폴 안테나	$G_h = 1$ $G_a = 1.64$	초단파대 이하의 비접지 안테나
지상이득	단소수직접지 안테나	$G_v = 1$ $G_a = 3$	접지안테나

## 다. 안테나의 분류

### 1) 형태별 안테나 분류

형태별 안테나의 분류는 안테나 외형상 생긴 형태를 기준으로 분류한 것으로 선형 안테나(Wire Antenna), 판상 안테나, 개구면(입체형)안테나(Aperture Antenna) 등으로 분류한다.

#### 가) 선형 안테나(Wire Antenna)

선형 안테나는 도선으로 구성된 형태의 안테나로서 집중 정수형 안테나, 분포정수형 안테나로 분류하는데, 분포정수형 안테나는 접지형과 비접지형으로 분류된다. 집중 정수형 안테나는 코일 안테나<sup>12)</sup>가 해당된다. 분포 정수형 안테나의 경우 접지형은 모노폴안테나, 우산형 안테나 등이 대표적이며, 비접지형은 다이폴 안테나, 디스콘 안테나, 야기안테나 등이 대표적 안테나이다.

#### 나) 판상 안테나

판상 안테나는 도체판으로 구성된 안테나로서 VHF 및 UHF대에 많이 사용되고 있다. 판상 안테나의 종류로는 슬롯(Slot)안테나, 마이크로스트립(Microstrip)안테나가 대표적 안테나이다.

#### 다) 개구면(입체형) 안테나

개구면 안테나는 전파가 개구면에서 복사되는 입체회로형의 안테나로서, 주로 마이크로파 대역에서 사용된다. 개구면 안테나의 종류로는 전자나팔(Electronic Horn)안테나, 렌즈(Lens)안테나, 파라볼라(Parabola)안테나가 대표적이다.

### 2) 주파수별 안테나 분류

안테나의 주파수별 분류는 장·중파용 안테나, 단파용 안테나, 초단파용 안테나, 극초단파이상 안테나로 분류하며, 사용주파수가 주어지면 사

---

12) 코일 안테나(Coil Antenna)는 동조 코일만으로 수신하는 경우를 코일안테나라고 한다. 최근에는 페라이트 코어를 사용해서 동조 코일을 회전하여 수신한다.

용 가능한 안테나 형식은 몇 가지로 한정되어 있다. 주파수대역이 같은 안테나 일지라도, 안테나의 크기 및 길이에 따라서 상당히 넓은 주파수 범위대역에서 사용 가능하다.

#### 가) 장·중파용 안테나

장·중파 안테나의 사용 주파수 대역은 30kHz~3MHz로서 긴 파장에 비해 짧은 안테나를 사용한다.  $\lambda/4$ 이하 길이의 도선을 지상에 세워서 접지시킨 안테나가 많은데 예를 들어 모노폴(Mono pole)안테나, Loop 안테나 등 선형 안테나가 많으며, 주로 해양·항공, 네비게이션, AM라디오 등에서 많이 사용한다.

#### 나) 단파용 안테나

단파용 안테나의 사용 주파수 대역은 3MHz ~ 30MHz(파장 10 ~ 100m)로서 파장이 짧으며 고유파장의 안테나를 얻기가 쉽다. 단파용 안테나는  $\lambda/2$  다이폴 안테나, Fish bone 안테나 등이 있으며, 주로 단파방송, 고정·이동통신 및 항공이동 등에 많이 사용하고 있다.

#### 다) 초단파용 안테나

초단파용 안테나의 사용 주파수 대역은 30MHz ~ 300MHz이며, (VHF와 UHF 대의 일부)파장이 짧기 때문에 단파대에 비해 취급하기 편리하다. 초단파용 안테나의 특징은 가시권내의 근거리전송에 사용되는 것이 보통이며, 전송도 중 산이나, 차폐물이 있는 경우에는 전파손실이 생긴다. 주로 Yagi 안테나, Helical 안테나가 대표적이며, 라디오 방송, TV방송 수신용으로 사용한다.

#### 라) 극초단파용 안테나

극초단파용 안테나의 사용 주파수 대역은 300MHz ~ 3000MHz(3GHz)로서 파장이 짧으며 메가폰처럼 음파를 일정한 방향으로 집중시키는 것처럼 극초단파 안테나도 지향성이 예민한 안테나가 많다. 그 예로 파라볼라 안테나가 대표적이다.

### 3) 진행파와 정재파

안테나 동작 방법에 따라 진행파와 정재파로 분류 한다. 진행파는 지향성이 큰 파로 광대역 안테나에 주로 사용하며, 정재파는 공진시켜 사용하는 동작으로서 반파 다이폴 안테나가 대표적인 안테나이다.

#### 가) 진행파

긴 도선에 고주파 전원을 연결하면 전류·전압이 계속 한쪽 방향으로 진행하게 되는데, 반사파 없이 한 쪽 방향으로만 진행하는 파동을 진행파(Forward Traveling Wave)라 한다.

#### 나) 정재파

도선의 종단이 개방되어 있거나 임피던스 부정합이 되면 종단에서 반사파가 생기게 되는데, 이 반사파와 진행파가 합성되면 도선 상에  $\lambda/2$ 마다 최대와 최소치를 갖는 전압·전류 분포가 생긴다. 이를 외부에서 보았을 때 전파하는 모양이 마치 도선 상에 정지해 있는 것 같이 보이며, 이를 정재파(Standing Wave) 혹은 정상파(Stationary Wave)라고 한다.

[표 2-3] 진행파와 정재파의 비교

비 교 \ 구 분	진행파	정재파
발생원인	선로의 특성임피던스와 부하 임피던스가 정합되어 있을 때	선로의 특성임피던스와 부하 임피던스가 정합되어 있지 않을 때
정의	한쪽 방향으로 진행하는 파	한 방향으로 진행하는 파와 반사파가 합성된 파
전압·전류의 분포	선로상 어디에서나 동일하다.	1/2파장 거리마다 최대와 최소가 반복된다.
전류·전압의 위상	선로의 각 점에 따라서 위상이 다르다.	선로상 어디에서나 위상이 동일하다.
전송손실	원거리 전파시 전송손실이 적다.	원거리 전파시 전송손실이 많다.
지향성	공중선으로 사용할 경우 단방향 지향성을 가지게 된다.	양방향성(쌍방향)이다.

### 3. 전송선로

전송선로는 안테나와 송·수신기를 연결하여 전력을 송신 및 수신하는 것으로 급전선(Feeder)이라고도 한다. 1GHz 이하의 주파수에는 주로 동축 케이블이 사용되며, 1GHz 이상의 주파수에서는 도파관이 주로 사용된다.

#### 가. 전송선로의 분류

전송선로의 전력 전송 형식에 의해 동조식 및 비동조식으로 분류된다. 동조 전송선로는 단선식, 평행 2선식, 4선식, 5선식으로 분류하며, 선로가 짧은 특별한 경우를 제외하고 동조 전송선로는 사용되지 않는다. 비동조 전송선로는 동축케이블, 도파관 등으로 분류하며 주로 비동조식 전송선로를 많이 사용한다.

[표 2-4]는 동조 전송선로와 비동조 전송선로를 비교하였다.

[표 2-4] 동조 전송선로와 비동조 전송선로 비교

구분	동조 전송선로	비동조 전송선로
전송선로 상의 전송파	정재파	진행파
정합장치	불필요	필요
전송손실	크다	작다
전송효율	나쁘다	좋다
송신기와 안테나 사이 거리	가까울 때(단거리용)	멀 때(장거리용)
전송선로 길이와 파장 관계	유	무

#### 1) 동조 전송선로

동조 전송선로는 길이와 파장 사이에 일정한 관계를 갖게 하여 전송선로 상에 정재파가 실려서 급전된다. 이 전송선로는 송신기와 안테나 사이의 거리가 가까울수록 많이 사용되며 정합장치가 필요 없다. 동조 전송선로의 경우 급전형식에 따라 전압급전과 전류급전으로 나뉜다.

## 2) 비동조 전송선로

송신기와 안테나 사이의 거리가 멀 경우 반사파에 의한 전송효율이 나빠지므로 정합장치를 사용하여 전송선로에 진행파가 실리도록하여 급전한다. 이때 전송선로의 길이는 파장과 무관하여 임의로 선정 할 수 있고, 손실이 없으므로 동조 전송선로보다 전송효율이 좋다.

## 나. 동축케이블



[그림 2-7] 동축케이블의 종류

동축케이블은 내부(중심)도체인 속심과 외부도체인 동 편조(Copper Braid), 피복(외피)으로 구성되어 있으며 임피던스가 비교적 낮은 50Ω용과 75Ω의 두 종류가 있다. 무선통신에서는 주로 50Ω용을 사용하며, 방송공동수신설비(텔레비전공시청설비)에서는 75Ω용이 사용된다.

텔레비전방송 수신안테나로 이득이 높은 종단 단락형과 종단개방형 반파 다이폴안테나를 사용하게 되는데, 종단개방형 반파 다이폴안테나의 고유임피던스가 73.13Ω이기 때문에 근사치인 75Ω의 동축케이블을 사용한다.

동축케이블은 특히 무선 및 방송주파수 대역에서 차폐특성 및 전송특성이 우수하여 단파(HF), 초단파(VHF) 및 극초단파(UHF)대역의 신호 전송선로에 많이 이용되고 있다.<sup>13)</sup>

동축케이블은 그 크기에 따라 1/4인치, 1/2인치, 3/8인치, 7/8인치, 1.5/8인치로 분류할 수 있으며, 용도는 실내용, 실외용 난연, 비 난연, 방송용 등이 있다. 또한 1/2인치 동축케이블은 짧은 거리의 안테나 전송선로용으로 사용되고, 7/8인치 동축케이블은 1/2인치보다 손실이 적고 긴 거리의 안테나 선로용으로 사용된다.

13) 정보통신신문(방송공동수신설비의 이해)

## 다. 도파관



< 타원형 도파관 >

< 사각 도파관 >

< 원형 도파관 >

[그림 2-8] 도파관의 종류

도파관은 유전체손실을 방지하기 위해 금속관내로 전파를 전송하는 것으로, 도파관의 형태에 따라 타원형 도파관, 사각 도파관, 원형 도파관으로 나눈다. 도파관의 재질로는 구리, 놋쇠, 알루미늄 등이 사용되며, 극히 높은 주파수나 짧은 파장용인 경우 도파관 내부에 금이나 은으로 도금하는 경우도 있다. 도파관을 사용 시 유의할 점으로는 내부 공기를 건조시켜 습기에 의한 내부 변질을 막고 전송손실 및 전압 정재파 비(VSWR)<sup>14)</sup>가 증가하지 않도록 하는 것이다. 그리고 관련 부품 즉, 각종 밴드, 플렉시블 도파관, 공기 압력 창 등은 VSWR이 극히 작은 것을 사용하도록 한다.

### 1) 타원형 도파관(Elliptical Waveguide)

타원형 도파관은 주로 3GHz이상의 무선전송장치용 전송선로로 사용되는데, 쉽게 구부러질 수 있도록 도파관 내부 재료를 구리나 알루미늄 등으로 하고, 주름을 잡아 제작하므로 송·수신기와 안테나 간 거리가 멀거나 접속점을 만들고 구부러지는 지점이 많을 경우 유리하다. 또한 도파관 외부는 검고 울퉁불퉁한 폴리에틸렌을 덮어 설치 시 도파관을 보호하고 비·바람에 견디게 한다. 사각형, 원형 도파관에 비해 비용도 적게 들고 도파관의 구부러짐 특성으로 설치 기간도 단축되는 이점이 있다.

14) 전압 정재파 비[Voltage standing Wave ratio] 약어 VSWR, 도파관, 동축케이블 혹은 기타 전송선로에 발생하는 정재파에서, 최대 전압점에서의 전압(또는 전계)의 진폭과 인접한 최소 전압점에서의 전압(또는 전계)의 진폭의 비율을 말한다.

## 2) 사각 도파관(Rectangular Waveguide)

사각 도파관은 길이가 수 인치에서 10feet이내이며(또는 특수한 경우는 20feet), 도파관내부는 크롬, 은 등의 특수 금속으로 도금하여 도전율을 좋게 한다. 도파관이 정상적인 특성을 나타내기 위해서는 도파관의 단면 치수가 사용주파수의 반파장보다 커야 하며, 주파수가 높아짐에 따라 그만큼 파장이 짧아지므로 더 가느다란 도파관을 사용해야하는 특성을 가진다.

## 3) 원형 도파관(Circular Waveguide)

원형 도파관은 다중 주파수 대역에서 사용이 요구되거나 타원형 도파관을 사용 시 높은 손실로 인하여 사용할 수 없는 수직이나 길게 곧은 철탑에 시설될 경우 주로 이용된다. 원형 도파관은 손실이 극히 적어 20GHz의 높은 주파수 대역에서도 100feet당 1dB정도의 손실밖에 없으며, 1개의 도파관으로 최소 30dB로 수직 및 수평편파를 분리 전송할 수 있다.

특히, 도파관의 길이가 매우 길 것을 요구하는 경우에는 예산과 풍압 특성을 고려하여 안테나의 면적이 큰 것을 사용하는 것보다, 원형 도파관을 사용하여 손실을 감소시킴으로 동일한 시스템 이득 효과를 기대할 수 있다.

일반적으로 장치와의 연결 시에는 원형 도파관을 직접 연결할 수 없으므로 사각 도파관과 혼합하여 사용한다.(수평으로 포설되는 도파관과 수직으로 설치되는 장치간의 결합 시 허용곡률반경의 확보가 어렵다.)

## 4. 임피던스 정합

송단(전원)에서 수단(부하)으로 전력을 전송하는 경우, 접속점에서 전류와 전압의 반사파가 발생되지 않도록 한다. 즉, 최대전력이 부하에 전달되기 위해서는 양쪽의 임피던스가 어떤 조건을 만족해야 하는데 이러한 조건이 만족되는 경우를 임피던스 정합(impedance matching)상태라 할 수 있다.

양쪽의 임피던스가 다른 경우 임피던스 정합을 위해 전원과 부하(또는 전송선로와 안테나)사이에서 접속하는 회로를 정합회로(Matching Circuit)라고 한다.<sup>15)</sup>

[표 2-5] 임피던스정합 및 부정합시의 차이점

임피던스 정합시	임피던스 부정합시
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최대전력을 전송할 수 있다.</li> <li>- 전송선로 손실의 감소</li> <li>- 안테나 효율의 증가</li> <li>- 전송선로에 방사가 없다.</li> <li>- 송신기의 동작이 안정하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전송선로의 손실의 증가</li> <li>- 안테나 효율의 감소</li> <li>- 송신기의 동작이 불안정하게 된다.</li> <li>- 전송선로의 절연이 파괴된다.</li> </ul>

### 가. 정합회로

정합회로(Matching Circuit)는 2개의 회로를 결합하는 경우 한 회로의 출력 단으로부터 그 입력에 본 임피던스와 다른 회로의 입력단 임피던스를 같게 하여 최소한의 전력손실로 전송하기 위해 사용하는 회로이며, 정합장치(Matching Section) 또는 임피던스 변환기(Impedance Transformer)라 한다.

안테나에 공급되는 전력은 가능한 최대로 전달되는 것이 바람직하므로 안테나 전송선로 임피던스는 전송선로의 특성 임피던스와 같아야 한다. 그러나 전송선로의 임피던스 값은 구조에 따라 대부분 같지 아니하므로 전송선로와 안테나 사이에 정합회로를 설치하여 정합을 취할 필요가 있다.

15) 박종기외3명(2001), 「안테나 공학」, 신화전산기획

## 제3절 안테나설비 설계기준

### 1. 일반사항

- 1) 안테나 설비의 설계는 전파의 직진, 반사, 굴절, 회절 특성을 고려하여 설계한다.
- 2) 안테나 설비의 설계는 회선의 종류, 회선의 성격 파악 및 요구사항을 분석하여 목표하는 품질을 결정한다.
- 3) 적용되는 안테나는 이득이 커야하고 정재파비(VSWR)가 작아야 하며, 급전손실과 안테나 결합손실이 작아야 한다.
- 4) 소요 회선수를 네트워크상에 배치함에 따라 구간별 적용 시스템 종류와 다이버시티<sup>16)</sup> 등 구체적인 시스템 구성 방식이 결정되어야 한다.
- 5) 설계에 반영되는 모든 자재는 한국산업규격에 적합하여야 하며, 최적의 성능 구현이 가능하도록 계획단계에서부터 철저한 검토를 실시하여야 한다.

### 2. 설계방침

- 1) 안테나설비의 설계자는 안테나 시설에 대한 설계를 수행하기 전 수신전계강도 등 필요한 전파조사를 하여야 한다. 다만, 전파방송관련 산업기사 이상의 자격자를 보유한 정보통신공사사업자가 전파조사를 한 결과가 있으면 전파조사를 하지 아니할 수 있다.<sup>17)</sup>
- 2) 안테나설비를 구성하는 설치장소 주변의 타 통신기기와의 간섭이 없도록 주의하여야 한다.
- 3) 안테나설비를 설계할 때는 전파조사의 결과와 안테나설비를 설치할 건축물의 규모와 형태들을 고려하여 설계한다.
- 4) 전송선로(도파관 및 동축케이블)의 설계는 손실을 최소화하기 위해 최단거리로 설계하고, 분기점을 최소화해야 한다. 주변설비와 환경을 고려하여 설계한다.
- 5) 전송선로의 구부러짐 구간을 최소화하여야 하며, 연결점이 없도록 설

16) 두 개 이상의 안테나 신호 중 강한 신호를 선택하여 수신하는 장치이다.

17) 방송 공동수신설비의 설치기준에 관한 고시 제 8조(설계 전 전파조사)

계 시 실측을 통해 이를 반영하여 설계한다.

- 6) 안테나설비의 전압변동률은 정격전압의  $\pm 10\%$  이내로 유지할 수 있도록 설계한다.

### 3. 안테나

#### 가. 야기 안테나

##### 1) 야기 안테나<sup>18)</sup>

- 가) 신호를 잘 수신할 수 있도록 설계·제작하여야 하며, 기계적·화학적 내구성이 우수하여야 한다.
- 나) 소자 및 암의 재질은 내식 경량 알루미늄 또는 스테인리스를 사용한다.
- 다) 급전부는 완전 방수 구조로 한다.
- 라) 야기안테나와 동축케이블의 접속부는 방수구조이어야 하며, 임피던스 정합회로가 내장되어 직접 동축케이블과 접속할 수 있어야 한다.
- 마) 안테나의 지지금구류는 용융아연도금 또는 동등 이상의 방청처리를 한다.
- 바) 둘 이상의 건축물이 하나의 단지를 구성하고 있는 경우에는 한 조의 수신안테나를 설치하여 이를 공동으로 사용할 수 있다.
- 사) 해안지역의 경우 스테인리스 재질의 안테나 사용을 권고한다.

##### 2) 지지장치

- 가) 지지장치는 콘크리트 기초 및 아연도 강관으로 구성한다.
- 나) TV 안테나 및 피뢰침 지지용 지선은 각각 3방향으로 구성한다.
- 다) 수신안테나를 지지하는 구조물은 풍하중을 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다.

---

18) 채해수(2005), 「정보통신설비설계 해설」, 삼학당

## 나. 파라볼라 안테나<sup>19)</sup>

### 1) 기능

가) 동경 116° 적도 상공(36,000km)에 떠 있는 정지위성으로부터 전파를 수신하여 증폭하는 기능을 가져야 한다.

### 2) 설치

가) 지선 또는 막대로 안테나를 고정시켜, 풍하중을 견딜 수 있도록 견고하게 고정하여 설치한다. LNB와 동축케이블 연결부위(커넥팅 부위)는 방수 처리하여 강우 시 빗물이 침투하지 않도록 한다. 또한 안테나 반사경에 눈이 쌓이지 않도록 하며, off-set 타입 안테나를 설치함으로써 눈으로 인한 이득 저하가 발생하지 않도록 한다.

나) 해안지역의 염분 등에 의해 부식되지 않도록 충분한 내구성을 지닌 자재를 사용해야 하며, 강풍 및 태풍 등에 의해 안테나(피드혼, LNB, 기타 부속물 포함)가 탈락되지 않도록 견고하게 고정시킨다.

### 3) 저잡음 증폭기(LNB : Low Noise Block down converter)

가) 고도 약 36,000km 위성으로부터 수신되는 Ka-band 주파수(11~12GHz)의 미약한 위성신호(전파)는 지상의 수신안테나에 의해 증폭되어 피드혼을 통해 저잡음 증폭기(LNB)로 보내지며, 이 전파가 유입되는 LNB는 S-IF(950MHz~2150MHz)주파수로 위성신호를 변환한 다음, 충분한 레벨의 크기로 증폭하는 기능을 한다.

나) 빗물이나 눈(물)에 견딜 수 있는 방수형 구조로 제작되어야 한다.

다) 입력전원 방식은 구내증폭기 및 위성수신기의 위성안테나 단자로부터 동축케이블을 통하여 DC전원을 인가받을 수 있는 구조로 제작되어야 한다.

### 4) 위성 IF신호 증폭기(위성 라인증폭기)

가) 안테나에서 수신된 위성방송 신호는 LNB에서 변환된 위성 IF신호를 충실히 증폭할 수 있어야 한다.

나) 사용전원은 위성방송수신기의 위성안테나 단자로부터 동축케이블을 공급받는 방식으로 제작되어야 한다.

---

19) 한국정보통신공사협회(2011), 구내통신 설계기준을 참조하였으며, 수신안테나를 기준으로 설명하였다.

## 다. 마이크로웨이브 안테나(Microwave Antenna)

### 1) 일반사항

- 가) 안테나 설비의 설계는 전파의 직진, 반사, 굴절, 회절 특성을 고려하여 설계한다.<sup>20)</sup>
- 나) 안테나 설비의 설계는 회선의 종류, 회선의 성격 파악 및 요구사항을 분석하여 설계에 반영한다.
- 다) 적용되는 안테나는 이득이 커야하고 정재파비(VSWR)가 작아야 하며, 급전손실과 안테나 결합손실이 작도록 설계에 반영한다.
- 라) 소요 회선수를 네트워크상에 배치함에 따라 구간별 적용 시스템 종류와 다이버시티<sup>21)</sup> 등 구체적인 시스템 구성 방식을 결정 후 설계에 반영한다.
- 마) 설계에 반영되는 모든 자재는 한국산업규격에 적합하여야 하며, 최적의 성능 구현이 가능하도록 계획단계에서부터 철저한 검토하여 설계에 반영한다.

### 2) 설계절차 및 고려사항

#### 가) 설계절차

- (1) 설계대상인 송신기, 수신기 계통간 시스템 기술적 고려요소를 고려하여 설계한다.
- (2) 시스템 신호 입력부, 전원부, IF부, Up convertor부, RF PA부, Feeder 케이블, 안테나 등 계통간 공사특성 및 기술적 요소를 고려하여 설계한다.
- (3) 시스템 설계 시 Line of Sight 여부 및 중간 중계시설 설치필요여부를 고려하여 설계한다.
- (4) 송신출력, 수신 전계강도, 각종 감쇠를 고려한 Link Margin을 설계한다.
- (5) 송수신 시설 설치 시 필요한 국사, 철탑, 전원, 접지 등 인프라적 기술적 요소를 고려하여 설계한다.
- (6) 국사 설계 시 M/W 시스템, Dehydrator, 전원설비, 공조 냉난방설비, 접지설비를 고려하여 설계한다.
- (7) 외부와 연계되는 케이블트레이, 케이블설치, 안테나 설비 설치 시 안테나 풍압하중 및 풍속 등 외부 환경에 적정하게 대응토록 설계한다.

20) 한국정보통신산업연구원(2016), 「정보통신공사 설계기준」

21) 두 개 이상의 안테나 신호 중 강한 신호를 선택하여 수신하는 장치이다.

## 나) 고려사항

- (1) 안테나설비의 설계자는 안테나 시설에 대한 설계를 수행하기 전 수신 전계강도 등 필요한 전파조사 결과를 설계에 반영한다.<sup>22)</sup>
- (2) 안테나설비를 구성하는 설치장소 주변의 타 통신기기와의 간섭이 없도록 주의하여 설계에 반영한다.
- (3) 안테나설비를 설계할 때는 전파조사의 결과와 안테나설비를 설치할 건축물의 규모와 형태들을 고려하여 설계한다.
- (4) 전송선로(도파관 및 동축케이블)의 설계는 손실을 최소화하기 위해 최단거리로 설계하고, 분기점을 최소화해야한다. 주변설비와 환경을 고려하여 설계한다.
- (5) 전송선로의 구부러짐 구간을 최소화하여야 하며, 연결점이 없도록 설계 시 실측을 통해 이를 반영하여 설계한다.
- (6) 안테나설비의 전압변동률은 정격전압의  $\pm 10\%$  이내로 유지할 수 있도록 설계한다.

## 3) 경로분석(Path Analysis)

가) 경로 분석은 송, 수신점 간의 거리와 경로상의 장애물(건물 및 산악 등)과 국소(Site)를 설치하기 위한 위치 등을 고려한다.

나) 국소의 위치를 검토하고 전파의 경로를 검토하여 축척지도(도심:1/5,000, 산악지역:1/25,000 or 1/50,000)를 활용하여 Profile을 작성한다.

## 4) 주파수 및 시스템 검토

- (1) 경로분석 완료 후 System설치구간의 거리 및 요구조건을 충족시키는 주파수 대역에 대한 조사가 필요하다.
- (2) M/W대역의 주파수는 Radio Regulations의 주파수 분배표에 고정 업무용으로 분배된 것이어야 하며 1~40GHz의 주파수 범위이다.
- (3) 전송거리에 따른 일반적인 주파수 대역은 10Km 이하 20GHz 이상, 10~17Km는 11~15GHz, 17~50Km는 10GHz 이하를 선정한다.
- (4) 시스템 검토 사항은 동작 주파수, 전송용량, 전송시스템 이득의 적합성 등이며, 국소의 환경여건도 검토한다.

---

22) 방송 공동수신설비의 설치기준에 관한 고시 제 8조(설계 전 전파조사)

## 라. FM수신 안테나(80MHz ~ 108MHz)

### 1) 일반사항

- 가) 본 라디오 방송설비는 건축물 지하 또는 터널 내를 포함하는 필요요소에 방송중계기, 터널 내 방사케이블 설치를 포함하는 설비 설계이다.
- 나) 라디오 재방송 설비는 한국 표준 FM방송 채널의 재방송이 수신되도록 설계한다.
- 다) 지하 FM재방송 중계설비는 지상 FM무선 전파를 수신하여 최소 수신 레벨이상의 FM 방송파를 전송하여 서비스 장소에 고품질의 FM방송청취가 되도록 설계한다.
- 라) FM 무선주파수(88 ~ 108MHz) 이외에 소방용 주파수(450MHz), 경찰지휘통신(800 ~ 920MHz)등을 각 주파수 대역에 따라 합성할 수 있도록 설계한다.
- 마) 광대역 안테나 다중화기는 각 주파수 대역에 따라 동축케이블에서 많은 신호를 전송할 수 있도록 설계한다.
- 바) 중계방식은 광대역, 스트레이트, 방송신호분리, 슈퍼헤테로다인 증폭방식 등이 있으며 현장여건 등에 가장 적합한 방식을 선정하여 설계한다.

## 마. 설계절차 및 고려사항

### 1) 설계절차

- 가) 수신안테나에서 수신된 FM 주파수대역을 입력받아 각 FM 수신기에 분리 공급하고 FM 수신 분배기로 부터 입력된 신호를 증폭하여 FM 출력합성기로 출력하도록 설계한다.
- 나) 비상방송 시에는 비상방송부로 부터 비상 신호를 입력받아 정규방송을 중단하고 비상방송 신호를 출력하도록 설계한다.
- 다) FM 수신기로부터 신호를 입력받아 하나의 출력으로 합성하여 FM 분배기로 출력할 수 있도록 설계한다.
- 라) 소 출력의 FM 방송신호 또는 비상방송 신호를 증폭하여 적정한 출력으로 송출할 수 있도록 설계한다.
- 마) FM 방송 주파수대역, 페이지(Pager) 주파수대역, 소방무선 주파수 및 경찰무선 주파수대역을 하나의 출력으로 합성하여 동축케이블로

출력할 수 있도록 설계한다.

- 바) 중계증폭기는 안테나로 수신된 신호를 최적 레벨로 증폭하여 서비스 구역에 신호를 전송하는 장치로 중계증폭기 기술적 특성을 고려하여 설계한다.

## 2) 고려사항

- 가) 건축물 내의 설치하는 재방송 설비 설계 시 옥외 안테나, 공유기, 지하층에 시설되는 안테나 및 배선·배관, FM 중계기에서 터널내 방사케이블까지의 배선·배관 무선통신 보조설비용 단자함 등을 포함하여 설계에 반영한다.
- 나) 비상사태 시 소방진압을 위한 무선통신이 가능하도록 소방용 무선통신보조설비의 지상부 접속 단자함과 소방용 무선설비에 접속하도록 설계한다.
- 다) 소방용 합성기는 외부 전기신호와 내부 단자함의 신호를 간섭 없이 합성하도록 설계한다.
- 라) 지상 FM 수신안테나에는 급전손실을 보상하는 증폭기능과 낙뢰 보호 기능이 부가 되도록 설계한다.
- 마) 수신 안테나는 전파의 수신이 가장 양호한 곳에 설치하고 구조물은 풍하중을 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다. 이 경우 풍하중의 산정은 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙을 준용하여 설계한다.
- 바) 수신 안테나 및 지지금구는 스테인리스를 사용하고 급전부는 완전방수구조로 하여야 하고 옥외에 설치되므로 기계적 화학적으로 내구성이 우수하여야 한다.
- 사) 수신안테나는 낙뢰로부터 보호될 수 있도록 설계하되, 피뢰시설과 1m이상의 거리를 두어 설계한다.

## 4. 전송선로

### 가. 동축케이블

구리단선 또는 연선으로 된 중심도체의 외부절연층 주위에 가는 구리선을 그물모양으로 짜서 외부도체로 형성하고, 그 위에 비닐 또는 폴리에틸렌으로 외피를 입힌 것으로 차폐효과<sup>23)</sup>를 높이기 위해 편조를 이중 구조로 한 것이 많으며, 유연성이 좋다.

- 1) 전송효율이 좋을 것
- 2) 전송선로의 파동 임피던스가 적당할 것
- 3) 유도 방해를 주거나, 받지 않을 것
- 4) 가격이 저렴하고, 취급이 용이할 것
- 5) 사용되는 재료는 전기용 연동선, 폴리에틸렌 및 염화비닐로 제 성능을 만족시켜야 한다.
- 6) 각 부품들의 재질은 다음과 같이 한다.<sup>24)</sup>
  - 가) 중심 도체 : 표준직경 2.9mm의 전기적 연동선으로 전기저항이 균일하고 그 단편은 원형이다.
  - 나) 절연체 : 폴리에틸렌으로 중심 도체의 표준두께 3.4mm로 하여 균일하게 피복하여야 한다. 단, 필요시 내열 테이프를 감을 수 있다.
  - 다) 외부 도체 : 표준직경 0.2mm인 전기용 연동선에 의한 16타 또는 24타의 1중 편조로 구성하되, 편조의 평균 피치는 60mm 이하로 한다.
  - 라) 외피 : 흑색의 염화 비닐로 사용하여 표준 외경 13.6mm로 외부 도체 위에 접속 없이 균일하게 피복되어야 한다. 완제품은 외경은 3.6 ± 0.6mm 이어야 한다.
- 7) 전기적 특성은 다음과 같아야 한다.
  - 가) 중심도체의 도체저항은 2.7Ω/km 이하이어야 한다.
  - 나) 중심도체와 외부도체간 AC 1000V의 전압을 1분간 인가 시 절연내력에 이상이 없어야 한다.
  - 다) 감쇄량은 150MHz, 450MHz에서 측정시 각각 80dB/km이하, 152dB/km 이하 이어야 한다.

23) 차폐효과(Screening Effect)란 송전선이나 교류 전기 철도의 전차선 등의 유도 발생원과 통신선 사이에 접지 도체(차폐 도체)를 놓아 통신선에 인가되는 유도 전압을 감소시키는 것이다.

24) 소방방재청(2013), 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)해설」 참조

- 라) 특성임피던스는 10MHz에서 측정시  $50 \pm 5\Omega$  이어야 한다.
- 마) 정재파비는 시료의 한쪽 끝에  $50\Omega$ 의 종단저항을 접속하고, 다른 한쪽 끝에서 150MHz 및 450MHz의 주파수에서 측정시 1.5 이하이어야 한다.
- 바) 물리적 특성으로 절연용 인장강도는  $1\text{kg}/\text{mm}^2$  이상, 신장율은 400% 이상이어야 한다.
- 사) 열처리후의 시험은  $100^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  에서 48시간 가열 후 인장강도 및 신장율은 열처리 전 수치의 80% 이상이어야 한다.

## 나. 도파관

도파관은 무선전송장치와 안테나를 연결하는 전송선로에 사용되는 자재로서 동축 케이블과는 달리 금속관 내부에 별도 도체가 없고, 전파 발생원으로 부터 목적지까지 전파를 안내하는 역할을 한다.

- 1) 도파관의 3가지 유형 중 구형(Rectangular) 도파관과 원형(Circular) 도파관은 구부릴 수 없으나, 타원형(Elliptical) 도파관은 어느 정도 구부릴 수 있다.
- 2) 도파관의 제작 길이는 구형 도파관의 경우 최대 10feet 내외, 원형 도파관은 20feet, 타원형 도파관은 최대 400feet 내외로서 타원형이 실외 안테나용 전송선로는 가장 많이 사용되고 있다.
- 3) 도파관 재단 시 절단부는 솔벤트로 깨끗이 닦아야 하며, 절단 시 습기, 쇳조각, 먼지 등의 이물질이 들어가지 않도록 주의한다.
- 4) 커넥터 조립 시 실리콘 유지 도포, 플레어링, 가스켓링 등을 사용하여 압착하여야 한다.
- 5) 도파관 인양 시 철탑의 안테나 부분 쪽에 도르래를 설치하고 원치 등을 사용하여 도파관 끝에 인양그립을 취부 한다.
- 6) 인양 시 도파관이 꼬이지 않도록 주의하고, 도파관 무게에 따른 적절한 인양선을 사용토록 한다.
- 7) 도파관 접속 시 안테나 휘더 혼에 부착할 플랜지(Flange)커넥터를 만들 때 플랜지, 커넥터와 가스켓 면이 공기가 새지 않도록 깨끗하게 한다.
- 8) 도파관 관내 압력은 5 PSI 압력에서 24시간 동안에 1 PSI 이상의 공기가 누설되어서는 안 된다.

- 9) 도파관은 60m/sec의 바람에 흔들리지 않도록 행거키트를 이용하여 지지하며, 수직 도파관 Rack에서는 1m, 수평 Rack에서는 고정하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- 10) 행거키트 조립 시 과도하게 조이지 않으며, 도파관의 특성에 따라 특정 또는 전체주파수 대역에서 진폭왜곡이 발생되므로 주의하여 작업한다.
- 11) 구부림을 최소화하고 직진성을 유지하여야 하며, 고정부분의 도파관의 찌그러짐을 방지하여 전파특성이 변경되지 않도록 주의한다.

## 다. 방사형 및 누설 동축케이블

누설동축케이블은 일반형 동축케이블과 소방용으로 사용하는 난연성 동축 케이블로 구분하며 난연성의 경우는 난연성 외피, 동 심선으로 내열성능이 있는 재질로 구성되어 있다.

### 1) 방사형 및 누설 동축케이블 특성

- 가) 주파수 대역에서 전파의 전송, 복사에 적합한 전용설비로 하여야 하고, 불연 또는 난연성으로 습기(환경조건으로는 통상  $-30^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 의 온도와 15% ~ 95%의 습도)에 의한 특성변화가 없어야 한다.
- 나) 내부도체와 외부도체는 상호간에 절연되어야 하며, 시험 특성을 만족할 수 있어야 한다.
- 다) 누설동축케이블의 내전압은 내부도체와 외부도체 간에 6,000V의 교류전압 인가시험 시 이상이 없어야 한다.
- 라) 특성임피던스는 전 대역(88MHz ~ 2.4MHz)에서  $50 \pm 5\Omega$  이내이다.(특성임피던스, 정재파비, 감쇄량 및 결합손실은 길이 50m 시료로 콘크리트바닥 위에서 10MHz 측정치를 기준으로 한다.)
- 마) 누설동축케이블의 사양은 도체 규격, 도체의 구성, Cable 외경, 장력기준을 충족시켜야 한다.

[표 2-6] 주파수 대역별 감쇄량

주파수대역	전송손실(dB/100M)	결합손실(6m)
150MHz	2.0	66
450MHz	3.5	71
850MHz	4.9	73
1700MHz	7.5	75
2600MHz	9.0	78

바) 주파수 대역별 감쇄량은 [표 2-6]를 참고한다.

사) 정재파비는 시료의 한쪽 끝에 50Ω(공칭)의 종단저항을 접속하고, 다른 한쪽 끝에서 측정 시 1.5이하이다.

2) 절연체 및 외피<sup>25)</sup>

가) 절연체

- (1) 절연체 PE시료는 인장강도 1kg/mm<sup>2</sup> 이상, 신장율 300% 이상, 인장속도는 분당 50 ±5mm 특성을 가져야 한다.
- (2) PE 시료를 90℃ ±2℃에서 96시간 가열한 다음, 실내온도에서 12 ~ 48 시간 방치한 후 위와 같이 측정할 경우 인장강도는 열처리 전 수치의 80% 이상, 신장율은 열처리 전 수치의 65% 이상이어야 한다.

나) 외피

- (1) 외피는 PVC 시료 측정시 인장강도는 1.0 kg/mm<sup>2</sup> 이상, 신장율은 400% 이상 되는 것이 바람직하며 인장속도는 분당 500 ± 20mm로 한다.

25) 소방방재청(2013), 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)해설」 참조

- (2) PVC 시료를 100℃의 온도에서 48시간 가열한 다음 실내온도에서 12 ~ 48시간 방치한 후 상온시와 같이 측정할 경우 인장강도와 신장율은 가열 전 수치의 80% 이상이어야 한다.
- 다) 시료를 -50℃에서 따라 측정할 경우 파괴되지 않는 내한성을 가져야 한다.
- 라) 완성품으로부터 3m 이상의 시료를 채취하여 케이블 외경의 약 30배의 직경 원통에 180° 굴곡하고 다음에 반대 방향으로 굴곡 시킨다. 이 조작을 2회 반복했을 때 외부 도체에 금이 생기거나 내부도체에 이상이 없어야 한다.



## 제3장 안테나설비 분류

제 1절 주파수별 안테나 분류

제 2절 용도별 안테나 분류

제 3절 전송선로



## 제3장 안테나설비 분류

본 장에서 주파수에 따른 안테나 분류 및 용도에 따른 안테나 분류와 전송선로의 다양한 형태를 살펴본다.

무선통신에 사용되는 주파수별 안테나에는 단파용, 초단파용, 극초단파 이상의 안테나로 분류하여 각각 설명하였고, 용도별 안테나는 방송용, 이동통신용, 위성통신 안테나를 분류하여 설명하였다.

전송선로로 활용되고 있는 동축케이블, 도파관, 방사형 및 누설동축케이블의 구조 및 특성에 대해서도 살펴본다.

### 제1절 주파수별 안테나 분류

공진이란 정현파 교류를 도선에 인가하였을 때 유도 리액턴스와 용량 리액턴스가 서로 상쇄되어 회로가 저항성분만을 갖게 되는 상태로서 입력 전압에 대한 전류가 최대값을 갖게 된다. 동조란 회로소자를 변화시켜 공진시키는 것으로, 소자를 직렬로 접속한 것을 직렬동조회로라 하고 병렬로 접속한 것을 병렬동조라 한다. 즉, 안테나는 사용하는 주파수에 동조되어 최대전력을 복사하게 되는데, 주파수에 따라 안테나를 분류한다.

주파수별 안테나의 기본은 단파안테나를 기준으로 장·중파용, 단파용, 초단파용 및 극초단파용 안테나로 분류하며, 주파수대역별 안테나의 분류는 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 주파수대역 안테나 분류

주파수 대역	대역별 해당 안테나
장·중파용 안테나	$\lambda/4$ 다이폴 안테나, 원정관 안테나, Wave 안테나, Loop 안테나, Bellini-Tosi 안테나, Adcock 안테나 등
단파용 안테나	모노폴 안테나, $\lambda/2$ 다이폴 안테나, Fish bone 안테나 등
초단파용 안테나	폴디드 다이폴 안테나, Yagi 안테나, 원형 수평 Loop 안테나, Halical 안테나, 광대역 디스크 안테나 등
극 초 단 파 이상 안테나	전자 Horn 안테나, Parabola 안테나, Cassegrain 안테나, Gregorian 안테나 등

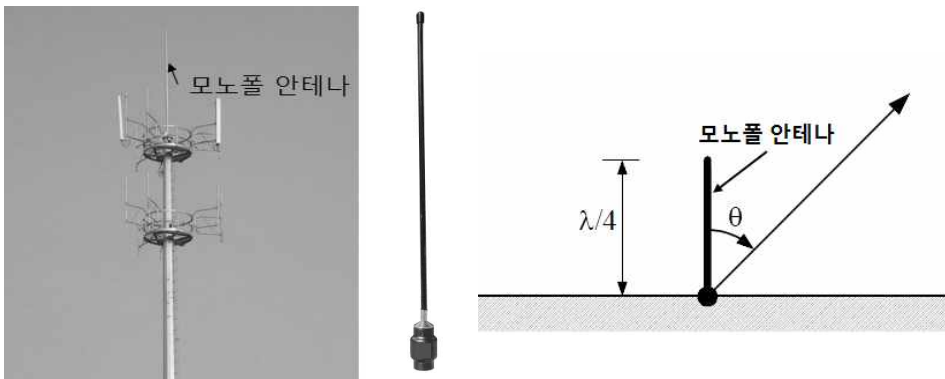
# 1. 단파(HF) 안테나

단파(HF: 3MHz~30MHz)용의 기본 안테나는 다이폴 안테나로서, 접지할 필요가 없고 짧은 안테나로 공진시켜 사용한다. 대표적인 안테나가 반파 다이폴 안테나이다.

단파 안테나의 일반적인 특징을 크게 4가지로 들 수 있다. 첫 번째는 복사 능률이 높으며(약 75~95%), 반사기 등을 사용할 수 있으므로 안테나 이득을 높일 수 있다. 두 번째는 수평편파를 이용하므로 접지를 안 해도 되는 장점이 있다. 세 번째는 광대역성이 있으며, 예민한 지향성을 얻을 수 있다. 마지막으로 설치가 간단하여 경제적으로 사용할 수 있다.

## 가. 모노폴 안테나와 반파 다이폴 안테나

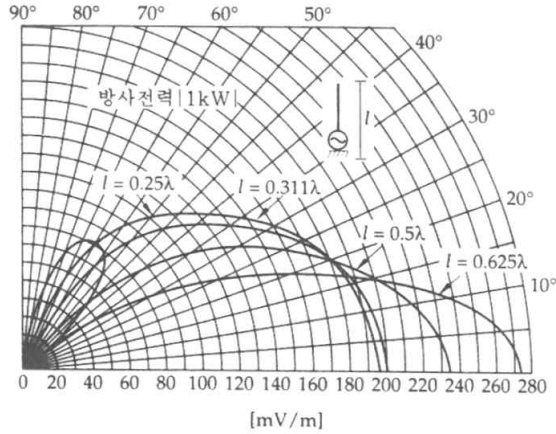
### 1) 모노폴 안테나(Monopole Antenna)



[그림 3-1] 모노폴 안테나

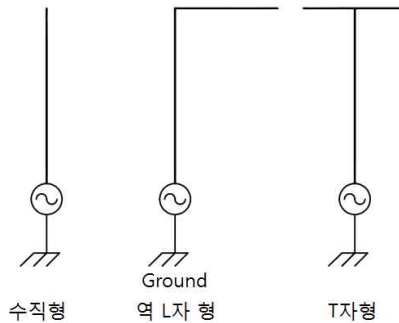
[그림 3-1]은 모노폴 안테나의 외형과 파장에 따른 길이를 나타내었다. 1/4 파장 모노폴 안테나 또는 수직 접지 안테나라고 불리며, 구조가 간단하고 소형화가 가능한 무지향성 안테나이다.

모노폴 안테나는 대지면이나 완전도체에 수직으로 세워진 모노폴의 길이가 약 1/4 파장일 때 공진하는 특성을 갖는 안테나이다. 안테나 특성은  $\lambda/2$  다이폴 안테나와 동일하지만, 입력 임피던스 값은 다이폴 안테나의 1/2이 된다.



[그림 3-2] 모노폴 안테나 길이에 따른 수직면내 방사 패턴

[그림 3-2]는 모노폴 안테나 길이에 따른 수직면내 방사 패턴<sup>26)</sup>이다.  $4/\lambda$ 일 때 복사 저항이 급격히 저하되어 효율이 나빠지므로 연장 선륜이나 무효복사부를 설치하고 접지에 특히 유의해야한다.



[그림 3-3] 대표적인 모노폴 안테나

[그림 3-3]은 대표적인 모노폴 안테나의 종류를 보여주는 그림으로서, 수직형, 역 L자형, T자형 등이 있다.

26) 강정진(1997), 「최신 안테나 공학」, 기한재

## 2) 반 파장 다이폴 안테나(Doublet Antenna)



< 수직 다이폴 안테나 > < 수평 다이폴 안테나 > < V형 다이폴 안테나 >

[그림 3-4] 다이폴 안테나

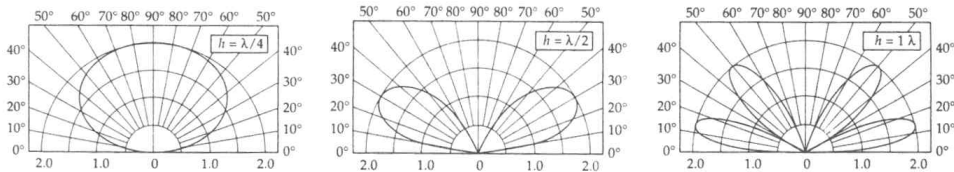
[그림 3-4]는 다이폴 안테나의 다양한 형태를 나타내고 있다. 반파 다이폴 안테나는 중앙에서 급전하는 형태로 중앙에서 최대 전류분포가 나오며, 양 끝단에서 최소 전류분포가 나온다. 수평 다이폴에서는 수평편파가 복사되며, 수평면내 지향성은 8자 지향성이다. 수직 다이폴에서는 수직편파가 복사되며, 수평면내 지향성은 무지향성이다.

[표 3-2] 수평 다이폴 안테나와 수직 다이폴 안테나 비교

비 교	수평 다이폴	수직 다이폴
안테나의 높이	비교적 낮다.	높게 설치해야 한다.
전송선로의 영향	전송선로와 안테나가 직각이므로 복사 방해가 없다.	복사의 방해가 되며 지향성을 교란 시킨다.
수평면 지향성	8자형	무지향성
수직면 지향성과 지상고의 영향	영향이 크다.	적다.
수직면 지향성과 대지의 도전율	영향이 적다.	크다.
편파면	수평편파	수직편파
혼신방해	혼신파가 8자형의 방향에서 도래한 때는 방해가 적다.	무지향성이므로 어느 방향 일지라도 방해를 받는다.
잡음방해	적다.	크다.
정합회로	정합회로를 안테나 입력단에 붙이는데 편리하다.	불편하다.

[표 3-3] 접지 · 모노폴 안테나와 반파 다이폴안테나의 비교

비교사항	접지 · 모노폴 안테나	반파 다이폴 안테나
접지	있다	없다
대지에 대한 위치	수직 또는 경사	수직, 수평 어느 편이라도 된다
안테나 길이	$\lambda/4$ 또는 그 이하	약 $\lambda/2$
단축율	필요 없다.	5~10[%] 정도 필요
연장코일과 단축용량	많이 쓰인다.	거의 쓰이지 않는다.
급전점	접지점	도선의 중앙 혹은 중앙에서 대칭의 위치(끝부분, 그밖의 한점에서 급전하는 것도 있다)
지향성	수평면내 무지향성 수직면내 쌍반구형	도선방향으로 복사 없고 도선의 직각 방향에서 치대의 8자 특성
정재파	선단에서 전류 0, 접지 점에서 최대가 보통	양단 전류 0, 중앙에서 최대
복사저항	$\lambda/4$ 에서 약 36 $\Omega$ , 짧을수록 작아진다	약 73 $\Omega$
복사효율	낮다	양호
편파면	주로 수직편파	수평다이폴은 수평편파 수직다이폴은 수직편파
치수	크다	작다
사용주파수	장, 중, 중단파, 초단파	중단파, 단파, 초단파
용도	방송용, 이동통신용	고정통신용

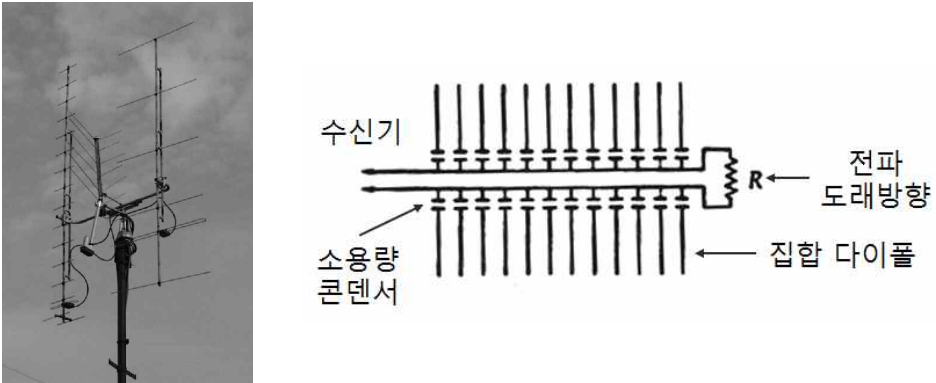


[그림 3-5] 수평  $\lambda/2$  다이폴안테나의 지상 높이에 따른 수직면내 지향성

[표 3-2]는 수평 다이폴과 수직 다이폴 안테나를, [표 3-3]은 접지 · 모노폴 안테나와 반파 다이폴 안테나를 상호 비교하였다.

[그림 3-5]는 수평  $\lambda/2$  다이폴안테나의 지상 높이에 따른 수직면내 지향성을 나타내었다. 수평 반파 다이폴을 설치하였을 때 수직면내 지향성은 대지로부터의 높이에 따라 최대 복사방향이 변화하는 것을 볼 수 있다.

## 나. 어골형(Fish bone) 안테나



[그림 3-6] 어골형(Fish bone) 안테나

[그림 3-6]은 어골형(fish bone) 안테나로서, 집합 다이폴(Collector)에서 전파를 모으고 그 기전력을 전송선로에 결합시킨다. 종단 저항 방향에서 오는 전송선로에 누적되어 점차 커지면서 수신기 측에 큰 진행파 전력이 유기 된다. 반대방향에서의 도래전파는 종단 저항에서 흡수되어 지향성 특성을 갖는다. 집합 다이폴(Collector)의 배열간격은  $\lambda/12$  정도이며, 길이는  $3\sim 5\lambda$  정도로 하고 양쪽에 각각 수십개의 집합 다이폴을 설치한다. 즉, 두 줄의 도체 끝에 특성 임피던스와 같은 부하를 접속하고, 병렬 도체를 다수 배열한 어류의 뼈와 같은 안테나이다.

어골형 안테나의 특징은 진행파형이고 광대역성이다. 집합 다이폴을 너무 밀접하게 결합하면 이득이 떨어지므로, 주의해야 한다.<sup>27)</sup>

어골형 안테나와 야기 안테나의 차이는 어골형 안테나는 다이폴 안테나를 배열시킨 형태로 모양이 일정하다. 하지만 야기 안테나는 반사기, 도파기, 투사기가 있기 때문에 모양이 일정하지 않고, 투사기, 반사기, 도파기 등의 길이, 굵기, 간격에 따라 이득 및 지향성이 변화한다.

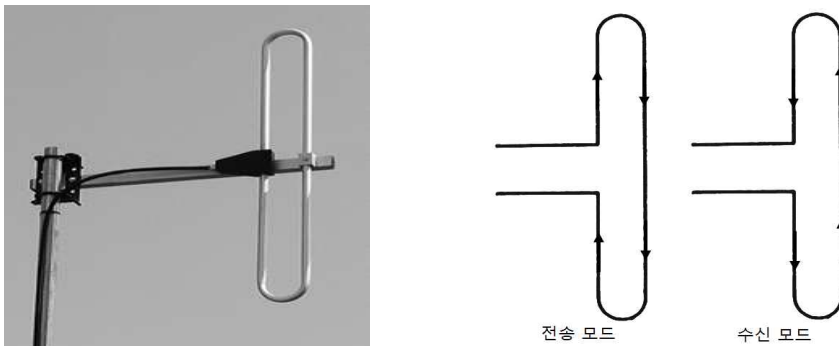
27) 강정진(1997), 「최신 안테나 공학」, 기한재

## 2. 초단파(VHF) 안테나

초단파(VHF : 30~300MHz)용 안테나는 단파의 선형 안테나와 극초단파의 입체형 안테나 사이에 있어 양질의 특징을 이용할 수 있기 때문에 가장 많은 종류의 안테나가 있다.

초단파용 안테나의 일반적인 특징은 파장이 짧기 때문에 단파대에 비해 취급하기 편리하다. 단파대와 같은 형식의 안테나를 사용하는 것도 있으나, 크기가 작아지므로 복사도체를 확실한 구조로 만들어야 한다. 초단파 안테나의 사용용도로는 FM 통신방식, TV 방송 등 주파수 대역이 넓은 통신에도 사용되므로 광대역 임피던스 안테나도 중요하다.

### 가. 폴디드 다이폴 안테나 (Folded dipole Antenna)

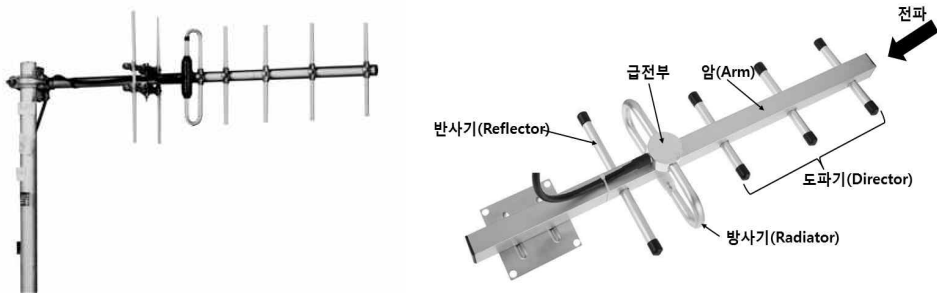


[그림 3-7] 폴디드 다이폴 안테나

[그림 3-7]은 폴디드 다이폴 안테나의 외형과 전송모드 및 수신모드에 따라 변화하는 전력을 나타내었다. 폴디드 다이폴 안테나의 양단을 접속시켜 복사부분을 2중으로 만든 안테나로서, 등가반경의 증가로 단일직선 안테나에 비하여 실효면적과 복사저항이 크다. 폴디드 다이폴 안테나는 광대역 특성이 요구되며, 다소자로 구성된 선형안테나 대신 사용하는 경우 그 안테나의 복사특성을 변화시키지 않고 입력 임피던스만을 적당히 변화시킬 수 있기 때문에 초단파대 기본안테나로 취급한다. 주로 VHF대역과 UHF의 낮은 주파수대역에 사용된다.

반파 다이폴 안테나와 같은 전방향성(Omnidirectional) 방사 패턴으로 수직면에서는 지향성이 있으며, 수평면은 무지향성 형태이다.

## 나. 야기 안테나(Yagi Antenna)



[그림 3-8] 야기 안테나

[그림 3-8]은 야기 안테나의 구조이다. 야기 안테나는 구조가 간단하고 뛰어난 지향성 특성을 갖는 안테나로, 도파기(director), 방사기<sup>28)</sup>(Radiator), 반사기(Reflector)의 3개 기본 소자로 구성된다.

도파기(director)는 안테나에서 전파 도래 방향의 맨 앞쪽에 설치되며, 일반적으로 VHF 안테나는 6~8개의 소자로, UHF 안테나 경우에는 16~26개의 소자로 구성되어 전파의 길 역할을 한다.

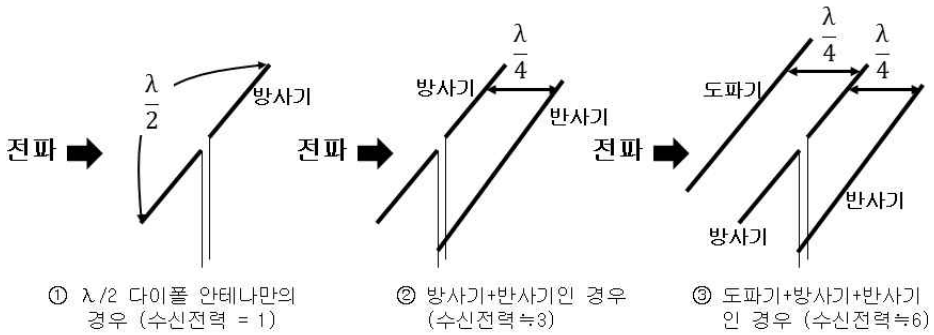
방사기(Radiator)는 안테나의 전파 수신 또는 방사에 주 역할을 하는 소자로서 일명 복사기 및 투사기라고도 한다. 송신소에서 송출된 전파를 수신한다. 방사기는 안테나를 급전하는 급전부가 부착된 가장 중요한 소자로서 방사기(Radiator)의 길이는  $\lambda/2$ (반파)이며, 도파기와는 간격은 약  $\lambda/4$ 로 제작되고 있다.

반사기(Reflector)는 전파 도래 방향의 맨 뒷부분에 설치되며, 전파 도래 방향의 맨 앞쪽의 도파기로부터 안테나의 후방으로 유도된 전파신호를 반사하여 방사기에 보내 이득을 높여주는 역할을 한다.

암(Arm)은 안테나의 몸체로서 도파기, 방사기, 반사기 등을 지지 및 고정하는 역할을 한다.

송신소로부터 송출된 전파가 수신되면, 각각의 도파기 소자에 전압이 유기되어 방사기로 보내지며 급전부인 방사기의 유기전압이 더해져 안테나 전체의 이득이 올라간다.

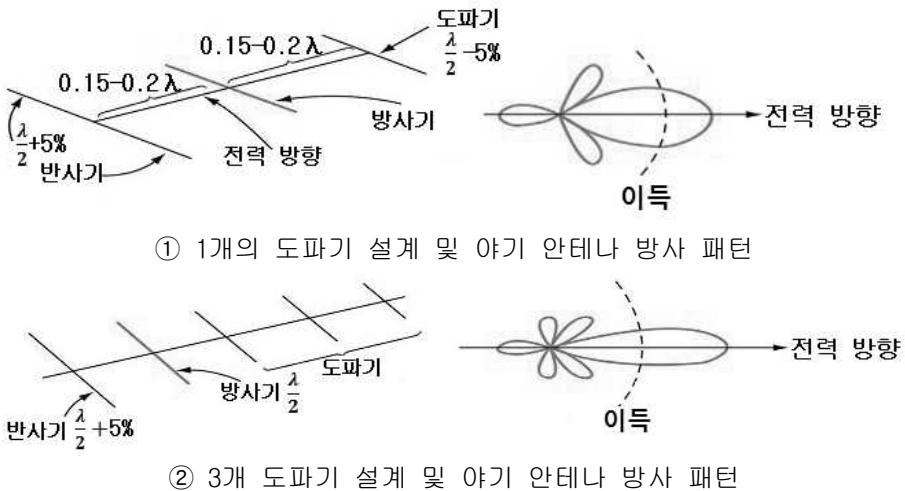
28) 방사기를 투사기 또는 복사기라고 한다.



[그림 3-9] 야기 안테나의 기본형태(예시)

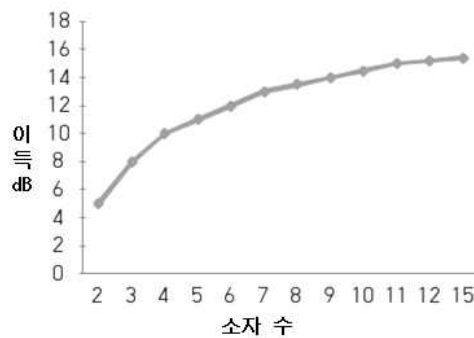
[그림 3-9]는 야기 안테나의 기본 형태를 나타내며, TV 수신용 안테나와 고정 통신용 안테나로 많이 사용한다. 그림 ①과 같이  $\lambda/2$  다이폴 안테나만 사용할 경우 수신전력은 떨어지지만, 그림 ②와 그림 ③에서 도파기 및 반사기를 추가하면 수신전력은 3 ~ 6배로 올라간다.

야기 안테나 지향성은 방사기에서 도파기를 향한 단방향성이며, 예민한 지향성을 얻는다. 또한 반사기, 방사기, 도파기 등의 길이, 굵기, 간격에 따라 이득 및 지향성이 변화하며, 소자수가 많을수록 임피던스가 낮아진다.



[그림 3-10] 야기 안테나 설계 및 방사 패턴(예시)

[그림 3-10]은 야기 안테나 설계 및 방사 패턴으로서, 도파기 갯수에 따라 야기 안테나의 방사 패턴이 달라지는 모습을 보여준다. 그림 ①은 1개의 도파기가 적용된 야기 안테나로, 방사기는  $\lambda/2$ 보다 5% 길게 설계했으며, 도파기는  $\lambda/2$ 보다 5% 짧게 설계했다. 그림 ②는 3개의 도파기가 적용된 야기 안테나로, 방사기는  $\lambda/2$ 이다. 그림 ①과 그림 ②의 안테나 방사 패턴에서 1개의 도파기를 달았을 때 보다 3개의 도파기를 달았을 때가 지향성이 더 길었으며, 이득이 커졌다.



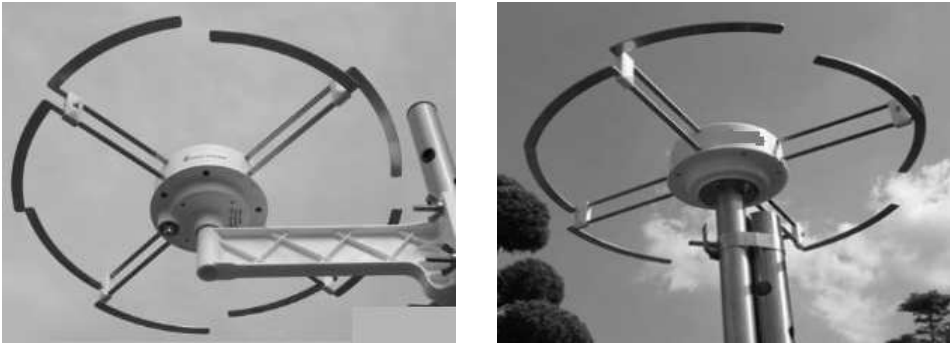
[그림 3-11] 야기 안테나의 소자수와 이득관계(예시)

[그림 3-11]은 야기 안테나의 소자수<sup>29)</sup>와 이득관계의 예시를 보여주고 있다. 야기 안테나의 소자수를 늘려 가면 이득은 커지지만, 어느 시점이 상 올라가면 이득은 커지지 않는다. 소자수가 많아짐으로서 이득 증가가 둔해지기 때문이다.<sup>30)</sup>

29) 소자수는 야기안테나의 다이폴 안테나 수를 말한 것이며, 야기 안테나는 다이폴 안테나 및 플리드 안테나를 배열한 안테나이다.

30) 강정진(1997), 「최신안테나 공학」, 기한재 참조

#### 다. 원형 수평 Loop 안테나



[그림 3-12] 원형 수평 Loop 안테나

[그림 3-12]는 원형 수평 Loop 안테나의 외형을 나타내었으며, 한번이  $\lambda/2 \sim \lambda/4$  정도의 다이폴 또는 폴디드 다이폴 안테나를 원형모양의 Loop로 배열한 안테나이다. 하나의 Loop에 4개소에서 급전하고, Loop에 흐르는 전류의 크기와 위상을 통일하여 동작시킨 안테나로 Loop의 직경은  $0.2 \sim 0.6\lambda$  정도이다. 원형 수평 Loop 안테나의 용도는 VHF대 송신안테나로 사용한다.

#### 라. 헬리컬 안테나(Helical Antenna)



< 엔드 파이어 헬리컬(End-fire Helical) > < 브로드 사이드 헬리컬(Broadside Helical) >

[그림 3-13] 헬리컬 안테나(예시)

[그림 3-13]은 헬리컬 안테나의 설치예시와 안테나의 지향성 방향을 나타내었다. 헬리컬 안테나의 종류에는 크게 배열 축 방향에서 최대복사가 일어나는 엔드 파이어 헬리컬(End-fire Helical)과 배열 축에서 직각방향으로 최대복사가 일어나는 브로드사이드 헬리컬 안테나(Broadside Helical)가 있다.

엔드 파이어 헬리컬(End-fire Helical)은 동축케이블의 중심도체에 나선형의 도체를 연결한 것이며, 외부 도체는 접지평면과 연결한 형태의 안테나이다. 일명 축 모드(Axial Mode)헬리컬 안테나라고도 한다.

브로드사이드 헬리컬 안테나(Broadside Helical)는 도체 원판의 중심에서 상·하 반대방향으로 나선이 각각 5~6회 감겨있고, 끝을 도체 원판에 직접 단락시키고 급전시킨 안테나이다.<sup>31)</sup>

#### 1) End-fire helical antenna



[그림 3-14] End-fire helical 안테나

[그림 3-14]은 End-fire helical 안테나의 외형과 방사패턴을 나타내었다. 그림 ①은 End-fire helical 안테나의 구조를 나타내었다. 동축케이블의 중심도체를 중심으로 나선형태(helical)의 도체를 연결한 형태를 갖는다. 안테나의 방사 패턴은 단방향성으로 그림 ②와 같이 방사패턴의 주엽 방향으로 예민한 지향성을 갖는다.

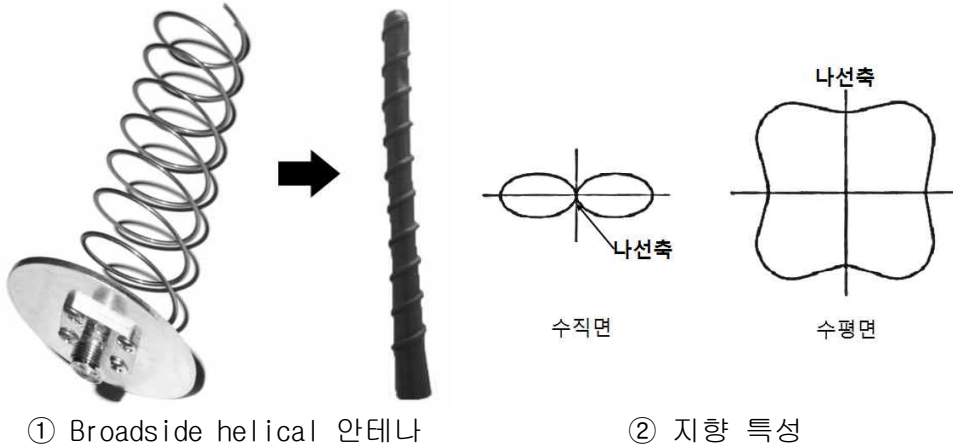
End-fire helical 안테나의 활용분야는 100 ~ 1000MHz대의 고 이득 송·

31) 박종기외3명(2001), 「안테나 공학」, 신화전산기획

수신을 위한 위성통신 및 방송용으로 사용된다.

End-fire helical 안테나의 특징은 직선편파, 원형편파, 타원편파 안테나로 사용이 가능하며, 광대역 진행파형 안테나이다. 고이득(11 ~ 16dB) 안테나로서, 고이득 송신용으로 사용하며, 통신위성에도 사용된다.

## 2) Broadside helical Antenna



① Broadside helical 안테나

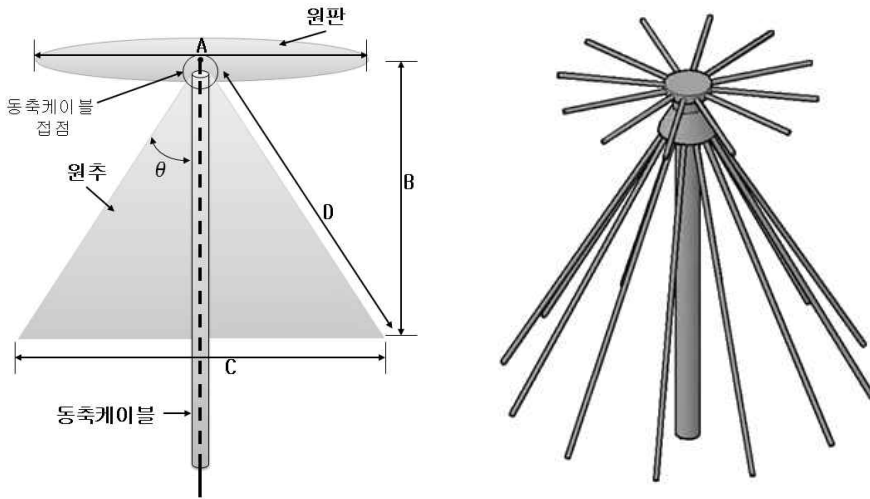
② 지향 특성

[그림 3-15] Broadside helical Antenna

[그림 3-15]의 ①은 Broadside helical 안테나를 나타내었다. Broadside helical 안테나는 도체 원관의 중심에서 상하 반대방향으로 나선을 각각 5 ~ 6회 정도 감고 끝을 도체 원관에 직접 단락시켜 중앙에서 급전시킨 안테나로서, 일명 나사(screw)형 또는 n차 모드 안테나라고도 한다. [그림 3-15]의 ②는 Broadside helical 안테나로서 지향 특성은 수평면내 무지향성, 수직면내 나선축을 중심으로 예리한 지향성을 갖는다. Broadside helical 안테나 사용용도로는 UHF-TV송신용, 공유기 등으로 사용된다.

Broadside helical 안테나의 특징은 상하 나선의 감은 방향이 반대이므로 복사전계는 축방향 성분은 상쇄되고 수평 성분만 남아 수평편파용 안테나가 된다. 나선상에서 고주파 전류는 전파를 복사하기 때문에 1권당 약 4~7dB정도 감쇠된다. 따라서 5~6회 정도 양단을 단락하여도 반사파는 거의 없어지게 되므로 진행파 안테나로 동작한다.

## 마. 광대역 디스크 안테나(Dis-cone Antennas)



[그림 3-16] 광대역 디스크 안테나

[그림 3-16]은 광대역 디스크 안테나의 구조와 외형을 나타내었다. 광대역 디스크 안테나의 구조는 원판과 원추로 구성된 초단파용 안테나로서, 편파면은 8자 수직편파이고 수평면은 무지향성이다.

원판중심과 원추 끝에 접점을 둔 형태로 구성되어 있다. 광대역 디스크 안테나의 치수는 중심 주파수로  $A=0.25\lambda$  ( $\lambda$ 는 파장),  $B=0.35\lambda$ ,  $C=0.4\lambda$  정도이며,  $\lambda=4D$ 가 일반적인 차단 파장이다. 1개는 무지향성이지만, 이것을 몇 개 늘어놓아 적당한 위상에서 여진하면서 지향성이 개선된다. 주파수 특성이 양호한 수직 편파 광대역 안테나이다.<sup>32)</sup> 광대역 디스크 안테나의 임피던스는 대체로  $50\Omega$ 으로 일정하며, 이득은 약 0dB이다.<sup>33)</sup>

광대역 디스크 안테나의 특징은 넓은 주파수(수 옥타브)에 걸쳐서 적절한 패턴과 임피던스 특성을 유지하는 광대역 안테나로서 VHF와 UHF대의 일반 통신용, 항공원조용, 전파 감시용에 주로 사용된다.

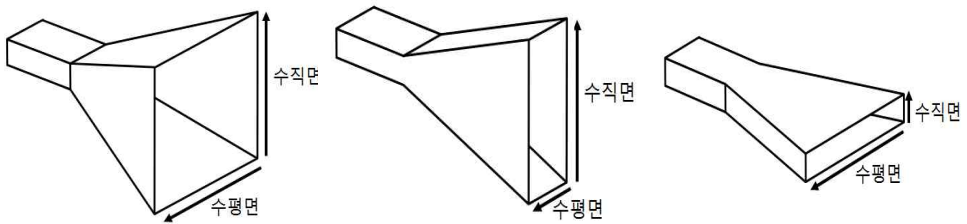
32) <http://word.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do> 참조

33) 강정진(1997), 「최신안테나 공학」, 기한재 참조

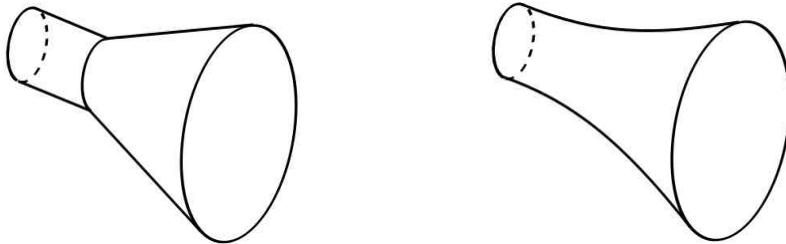
### 3. 극초단파(UHF)이상 안테나

극초단파이상 안테나의 사용주파수 대역은 300MHz(파장 1m)에서 3.0GHz(파장 10cm) 사이로 극초단파의 장점은 영역대가 높은 주파수로 인해 파장이 짧고, 지향성이 예민한 안테나들이 많다. 주로 전자 Horn 안테나와 파라볼라 안테나가 대표적이다.

#### 가. 전자 Horn 안테나(Electromagnetic Horn Antenna)



< 각추형(Pyramidal Horn) >   < E면(E-plane Horn) >   < H면(H-plane Horn) >



< 원추형(Conical Horn) >   < Exponential Horn >

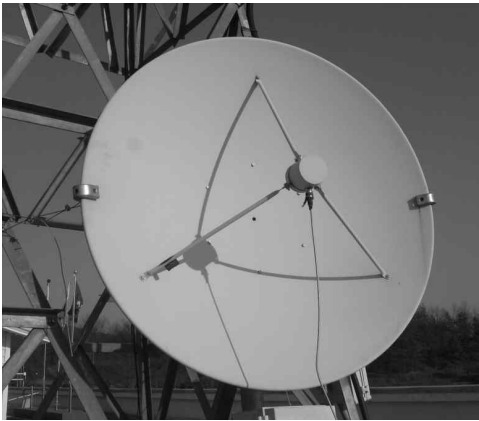
[그림 3-17] 전자 Horn 안테나

[그림 3-17]은 전자 Horn 안테나의 다양한 형태를 나타내었다.<sup>34)</sup> 동판과 같은 양도체의 한 부분을 도파관에 장착한 안테나로서, 반파 다이폴 안테나가 작고 사용하기 곤란할 때 사용된다.

마이크로파대에 사용되는 안테나의 기본형은 각추형(Pyramidal horn Antenna)과 원추형(Conical horn Antenna) 등이 있다.

34) [http://www.wikiwand.com/en/Horn\\_antenna](http://www.wikiwand.com/en/Horn_antenna) 참조

## 나. 파라볼라 안테나(Parabola)



< 프라임 포커스 안테나 >



< 오프셋 급전 안테나 >



< 카세그레인 안테나 >



< 그레고리안 안테나 >

### [그림 3-18] 파라볼라 안테나 종류

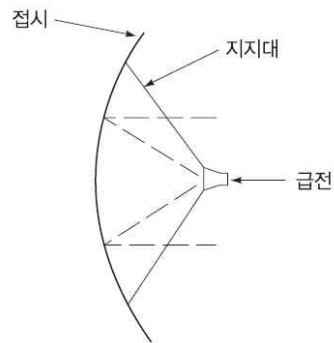
[그림 3-18]과 같이 파라볼라 안테나는 접시 안테나라고도 하며, 포물면경의 초점에서 전파가 반사경에 반사된 후 평행광선이 된다는 원리를 이용하여 전파를 일정방향으로 보낸다. 파라볼라 안테나는 급전 형태에 따라 4가지로 분류하며, 프라임 포커스 안테나(Prime Focus Antenna), 오프셋 급전 안테나(Offset-feed Antenna), 카세그레인 안테나(Cassegrain Antenna), 그레고리안(Gregorian Antenna) 등이 있다. 파라볼라 안테나는 단일 반사경 파라볼라 안테나와 복수 반사경 파라볼라

안테나로 나뉜다. 단일 반사경 안테나는 프라임 포커스 안테나와 오프셋 급전 안테나로 분류되어지고, 복수 반사경 파라볼라 안테나는 카세그레인 안테나와 그레고리안 안테나가 해당된다. 복수 반사경 안테나의 경우는 대지 반사파 인입 현상들을 보완한 개구면 안테나로 2개의 반사기를 이용해 예민한 평면파와 빔을 생성한다.

1) 프라임 포커스 안테나(Prime focus Antenna)



< 안테나 외형 >



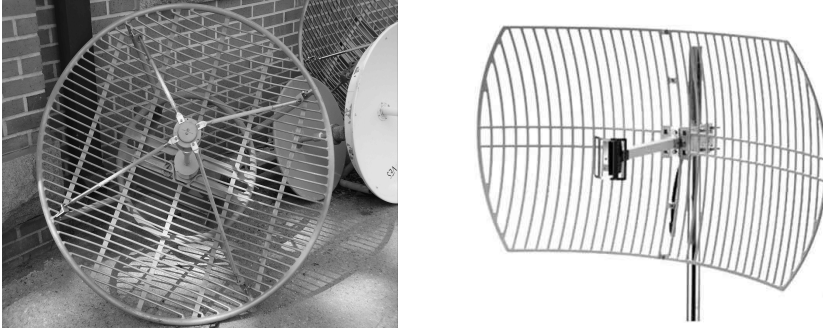
< 안테나 구조 >

**[그림 3-19] 프라임 포커스 안테나**

[그림 3-19]는 프라임 포커스 안테나의 외형과 구조를 나타내었다. 급전(급전이라고 하며 피드혼<feed-horn>이라고도 한다.)은 파라볼라 반사경의 중심 초점부위에 위치하며 반사경을 바라보고 있다.

프라임 포커스 안테나는 설치가 쉽고 위성을 향해 방향을 맞추기가 쉽다는 장점이 있다. 그러나 급전과 급전 지지대가 반사경의 일부를 가로 막아 수신을 방해한다는 점과 급전이 안테나 반사경을 향하고 있어 열잡음이 급전에 유입될 수 있다는 단점이 있다.

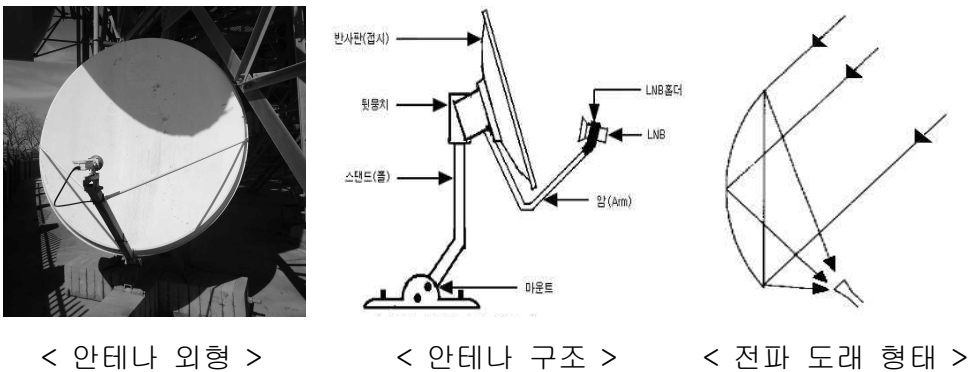
## 2) 그리드 파라볼라 안테나(Grid Parabolic Antennas)



[그림 3-20] 그리드 파라볼라 안테나

[그림 3-20]은 그리드 파라볼라 안테나의 형태를 나타낸다. 알루미늄 구조로 제작되어 가벼우며<경량>, 사용이 용이하고 방사 특성이 좋아 바람이 많이 부는 해안지역에 적합하다. 300MHz ~ 2700MHz 주파수 범위의 방송국 중계 링크용과 도서지역 무선전화 등의 용도로 사용한다.

## 3) 오프셋 급전 안테나(Offset-feed Antenna)



< 안테나 외형 >

< 안테나 구조 >

< 전파 도래 형태 >

[그림 3-21] 오프셋 급전 안테나

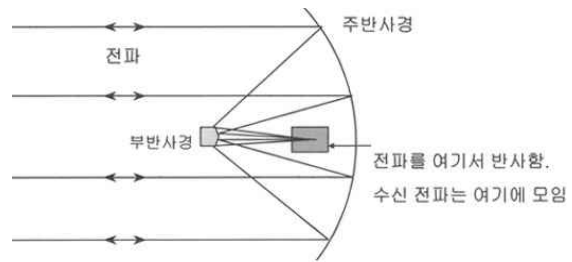
[그림 3-21]은 오프셋 급전 안테나의 외형, 구조 및 전파 도래 형태를 나타낸다. 대부분의 디지털 위성방송 수신에는 오프셋 급전 안테나가 사용된다. 오프셋 급전 안테나에서는 전체 파라볼라 반사경의 일부분만이 위성수신에 이용되며, 동일한 위성을 향하고 있는 경우 오프셋 급전 안테

나의 반사경은 프라임 포커스 안테나에 비해 수직으로 세워져 눈이나 비가와도 반사경에 쌓이는 정도가 적어진다. 또한, 급전을 향하는 각도가 높아져 지표의 열잡음 유입이 적어지고 급전수신 신호도 가로막지 않는다. 그러나 안테나를 위성 방향에 맞출 때 주의해야 한다.

#### 4) 카세그레인 안테나(Cassegrain Antenna)



< 안테나 외형 >



< 안테나 구조 >

[그림 3-22] 카세그레인 안테나

[그림 3-22]는 카세그레인 안테나의 외형과 구조를 나타낸다. 카세그레인 안테나는 두 개의 반사경<sup>35)</sup>을 사용하여 전파를 한 방향으로 모아서 수신하는 안테나로서 업 링크(Uplink)<sup>36)</sup> 지구국과 같이 대형 안테나를 필요로 하는 곳에 주로 사용된다.

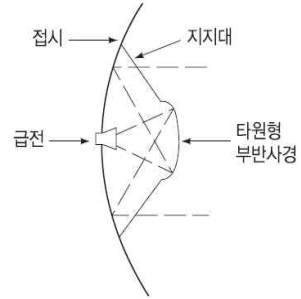
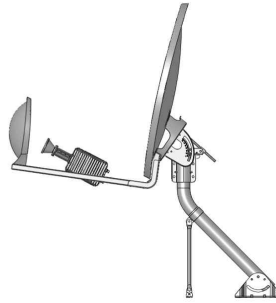
카세그레인 안테나의 단점은 부 반사경이 위성 신호를 가로 막고 있기 때문에 부 반사경은 주 반사경에 비해 가능한 작게 만들어야 한다. 카세그레인 안테나의 특징은 다음과 같다.

- 가) 투사기와 송·수신기가 직결되므로 전송손실이 작다.
- 나) 초점거리가 짧아 반사기에서 높은 이득이 얻어진다.
- 다) 부엽(Side lobe)이 작다.
- 라) 제작이 용이하며, 위성통신용 안테나로 활용된다.

35) 카세그레인 안테나 경우 주 반사경, 부 반사경 그리고 1차 복사기로 구성되어 있다. 주 반사경은 파라볼라 곡면이고, 카세그레인 경우 부 반사경이 쌍곡면으로 되어 있다.

36) 업 링크(Uplink)란 지구국에서 우주국(위성)에 신호를 보내기 위해서 사용하는 통신회선을 말한다.

### 5) 그레고리안 안테나(Gregorian Antenna)

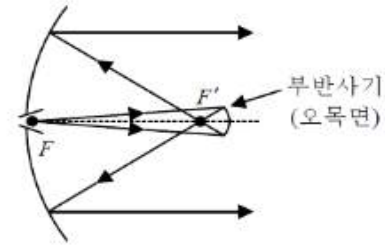
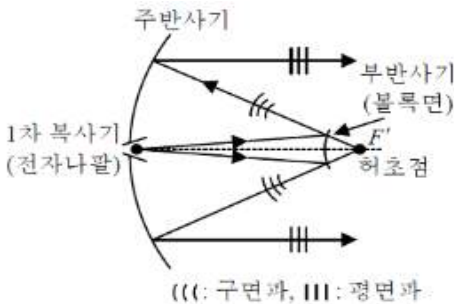


< 안테나 외형 >

< 안테나 구조 >

[그림 3-23] 그레고리안 안테나

[그림 3-23]은 그레고리안 안테나의 외형과 구조를 나타낸다. 주 반사경과 부 반사경 그리고 1차 복사기로 구성되어 있다. 주 반사경은 파라볼라 곡면이고, 그레고리안 경우 부 반사경이 타원면으로 되어있다.<sup>37)</sup>



< 카세그레인 안테나 >

< 그레고리안 안테나 >

[그림 3-24] 카세그레인과 그레고리안 안테나 비교

[그림 3-24]는 카세그레인과 그레고리안 안테나의 구조를 비교한 것으로 부반사기의 렌즈형태에 따라 구분된다. 부반사기를 오목쌍곡면을 사용하면 그레고리안(Gregorian) 안테나이다.

37) 이동진(2008), “위성통신용 고효율 오프셋 그레고리안 반사경 안테나 설계” 단국대학교

## 제2절 용도별 안테나 분류

안테나는 사용하는 주파수에 동조되어 최대전력을 복사하기 위해 사용 주파수에 최적화된 길이, 형태 등을 감안하여 사용된다. 이는 주파수별 안테나의 분류인데 본 절에서는 사용하는 용도(목적)에 따라 안테나를 분류한다.

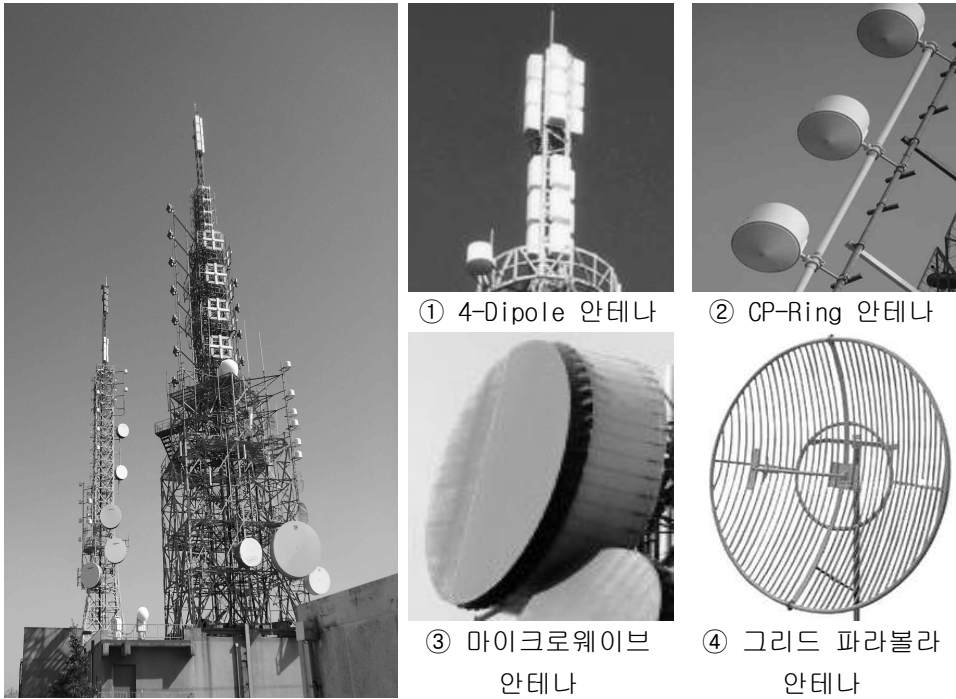
[표 3-4]는 용도에 따른 안테나를 분류하였다. 수신방송용 용도에 사용되는 안테나에는 VHF와 UHF대역의 야기안테나, Loop안테나 및 파라볼라 안테나 등이 있다. 송신방송용 용도에 사용되는 안테나에는 FM CP-Ring 및 Ring안테나, 판넬 안테나, 4-Dipole 안테나, 파라볼라 안테나 및 마이크로웨이브 안테나 등이 있다. 위성 통신용 용도에 사용되는 안테나에는 Cassegrain 안테나, Gregorian 안테나 등이 있다.

마지막으로 이동통신 용도에 사용되는 안테나에는 Omni-Directional 안테나, Sector 안테나, 스마트 안테나, 복편파 안테나 및 파라볼라 안테나 등이 있다. 단, 용도별 안테나의 분류는 이론상의 분류이며, 실제 사용 용도와는 다를 수 있다.

[표 3-4] 용도별 안테나 분류

용도	사용 안테나
수신방송용 안테나	VHF대역에서 (저주파대역)5소자 야기안테나 (고주파대역)8소자 야기안테나
	UHF대역에서 22소자 야기 안테나 Loop안테나 파라볼라 안테나 등
송신방송용 안테나	FM CP-Ring 안테나 및 Ring안테나 판넬 안테나, 4-Dipole 안테나 파라볼라 안테나, 마이크로웨이브 안테나 등
위성 통신용 안테나	Cassegrain 안테나, Gregorian 안테나 등
이동통신용 안테나	Omni-Directional(전방향)안테나, Sector 안테나 스마트 안테나(적응배열 안테나), 복편파 안테나 파라볼라 안테나 등

## 1. 방송용 안테나(송신)



[그림 3-25] 방송용 안테나 종류

[그림 3-25]는 방송용 안테나의 종류를 나타내었으며, FM라디오, TV 방송의 송출 또는 방송국과 송신소의 중계 역할을 수행한다. 방송용 안테나는 가청영역이 넓어야 하는 특성에 따라 산 정상에 철탑구조물로 시공된다.

4-Dipole 안테나 경우 TV 방송을 송신하는 안테나로, 반사판과 레이돔으로 씌어진 4개의 Dipole 배열 안테나로서 TV 방송을 송출하기 때문에 지향성 또는 무지향성이 좋은 방사패턴을 얻기 위해 병렬로 시공된다.

CP-Ring 안테나는 FM방송을 송신하는 안테나로, 부착 방법에 따라 수평, 수직면에서 지향성을 얻을 수 있다. FM방송을 송출하기 위해서는 수평면으로 지향성을 얻을 수 있도록 설계해야 하며, 병렬로 시공하여 주파수 대역에 맞게 시공한다.

마이크로웨이브 안테나와 그리드 파라볼라 안테나는 방송국과 송신소 사이의 중계 역할을 하는 안테나로서, 정밀한 지향성 조정이 필요하다.

## 2. 이동통신용 안테나

### 가. 이동통신 중계기 안테나



[그림 3-26] 이동통신용 철탑 안테나

이동통신 중계기의 종류에는 기지국의 신호를 받는 방법의 따라 광 중계기, 마이크로웨이브 중계기, RF중계기 등 여러 가지 종류로 구분되며, 목적에 따라 분류된다. 이 중 광중계기와 RF중계기는 이동통신 커버리지 확장 및 건물 지하 등의 음영지역을 해소하기 위해 활용된다. [그림 3-26]은 마이크로웨이브를 이용하는 안테나로서 이동통신 중계망에 활용된다.

마이크로웨이브 중계기는 RF신호를 마이크로웨이브 주파수로 대역 변환하여 송신하고 주파수 변환 등의 과정을 거쳐 중계지역으로 중계하는 역할과 일부 음영지역을 커버하는 용도로 사용된다. 기지국과 중계기 사이의 링크를 8GHz 또는 18GHz 대역의 마이크로웨이브를 사용하는 방식으로 중계 구간 사이에 가시거리(LOS, Line Of Sight)가 확보되어야만 사용할 수 있다.

## 나. 이동통신 기지국 안테나



[그림 3-27] 이동통신용 기지국 안테나

[그림 3-27]은 이동통신 기지국(BTS : Basestation Transceiver System)에 사용하는 안테나를 나타낸다. 이동통신 기지국에 주로 사용되는 안테나는 섹터(Sector) 안테나<sup>38)</sup>이며, 셀의 구성과 기지국 주변환경에 따라 옴니(Omni), Micro-BTS, Pico-BTS, Femto<sup>39)</sup>-BTS, 이동기지국 등 여러 안테나를 적용한다.

이동통신용 기지국 안테나는 단말기로부터 신호가 들어오면 안테나에서 신호를 수신하여 기지국에서 서비스하고 있는 주파수 대역을 수신할 수 있도록 주파수를 필터링한다. 수신된 낮은 전력을 증폭하고 수신된 높은 주파수를 낮은 주파수로 변화하는 트랜시버 기능을 거쳐 원래의 신호를 수신한다. 신호는 반대의 과정을 거쳐 단말기로 전송된다.

섹터 안테나는 각 기지국 내 인접 섹터 간의 간격을 최소화하고 기지국 용량 증대 등을 위해 주로 사용하는 안테나이며, 특정 방향 각도로부터 오는 신호에 대해서 안테나 이득을 크게 주고 다른 방향에서 오는 간섭신호에 대해서는 매우 작은 이득을 주도록 설계되어 있다.

38) 도심지역의 셀(Cell)설계시 섹터 안테나를 주로 적용

39) 펌토셀 기지국은 펌토셀(Femto Cell)은 1000조분의  $1(10^{-15})$ 을 의미하는 펌토와 이동통신 단말기의 통신 가능 범위를 정의하는 셀(Cell)의 합성어다, 즉, 1000조분의 1정도로 촘촘한 이동통신 서비스 커버리지를 의미한다.

기지국 각 섹터 안테나에서는 송신을 위한 1개의 안테나와 다이버시티<sup>40)</sup> 수신을 위한 2개의 섹터안테나를 사용한다.

[표 3-5] 기지국 안테나 종류

기지국 형태	적용대상지역
OMNI	<ul style="list-style-type: none"> <li>통화량 적은 지역(시골, 고속도로 등)</li> <li>평탄지역 혹은 Coverage가 넓은 경우</li> <li>인접기지국과의 간섭영향 적은지역</li> </ul>
2 Sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>서비스 커버리지가 일직선상으로 이루어질 때</li> <li>고속도로 등</li> </ul>
3 Sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>통화량이 많은 도심지역</li> <li>외곽지역에서도 읍 중심지역 등</li> <li>과밀지역 및 In-Building 지역</li> </ul>
Micro - BTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>트래픽이 적은 도심지역</li> <li>치국 및 시설이 용이하지 않는 경우 활용</li> <li>지하철 혹은 외곽 Coverage</li> </ul>
Pico - BTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>통화량은 적고 Coverage 혹은 Hand-off용일 경우 (1FA 소요지역)</li> </ul>
Femto - BTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>가정 등 초소형 셀에서 인터넷 망을 이용하여 교환기에 접속하는 기지국으로 유·무선을 통합</li> </ul>
이동 기지국	<ul style="list-style-type: none"> <li>갑자기 트래픽이 증가하는 지역에서 일시 설치</li> <li>추석, 피서철, 월드컵 등</li> </ul>

[표 3-5]는 이동통신 기지국에 적용되는 안테나 종류를 나타낸 것으로 기지국의 형태에 따른 적용대상지역을 정리하였다. 용량 및 커버리지를 다르게 함으로서 경제적인 통신망 구축이 가능하며, 사용 환경에 따른 다양한 기지국이 있다.

40) 다이버시티(Diversity)란 합성수신 방법으로 무선 전파 환경에서 수신 전계의 불규칙한 변동과 같은 페이딩(Fading, 경로가 다른 2개 이상의 전파 간섭<상보간섭, 소멸간섭>으로 신호의 진폭 및 위상 등이 불규칙하게 변하는 현상)발생 영향을 적게 하기 위해서 취해지는 방식.

### 3. 위성통신용 안테나



< Cassegrain Antenna >



< Gregorian Antenna >

[그림 3-28] 위성통신용 안테나

[그림 3-28]과 같이 위성통신용 안테나(지구국<sup>41</sup>)로 카세그레인 안테나, 그레고리안 안테나와 혼 리플렉터 안테나를 많이 사용하지만, 그 중에서 많이 사용되는 안테나는 카세그레인 안테나이다. 혼 리플렉터 안테나는 사용량이 적어, 가장 기본적인 카세그레인 안테나와 그레고리안 안테나만 사진으로 나타내었다.

위성통신은 송·수신 지구국과 정지궤도에 위치한 위성(우주국<sup>42</sup>)을 중계로 하여 원거리 전송이 가능한 통신방식으로 지구국에 설치되는 안테나의 특성이 매우 중요하며, 고 이득, 저 잡음 특성이 요구된다.

41) 지구국이란 위성통신에서 통신위성과 송·수신을 행하는 고정 및 이동 지상국을 말한다.

42) 위성국 또는 우주국이라 하며 지구국 간의 중계역할을 수행한다.

### 제3절 전송선로

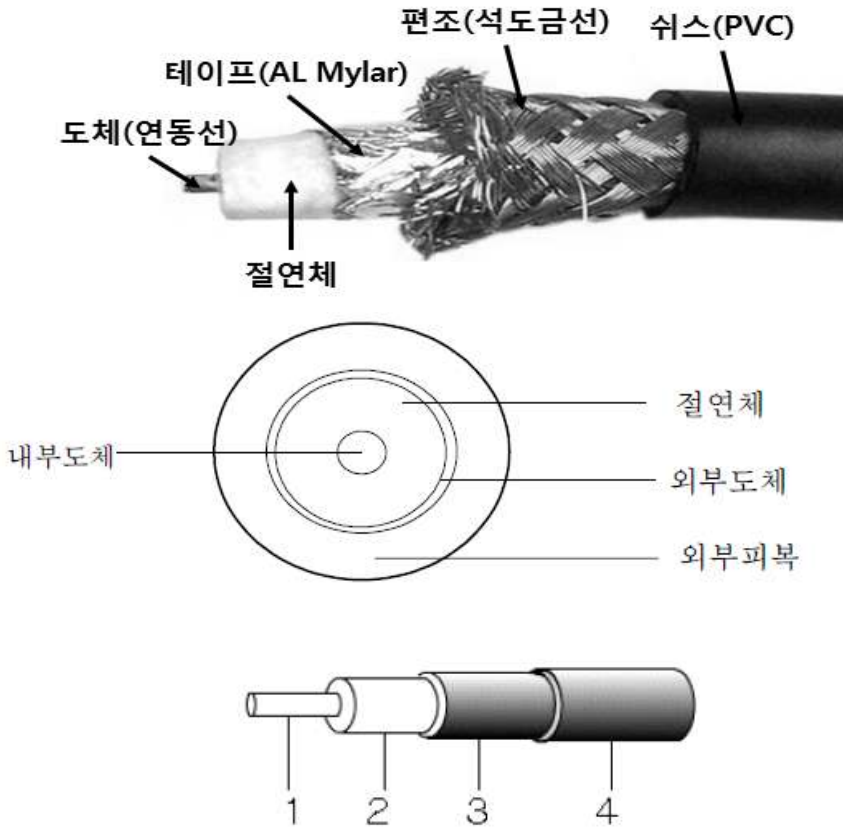
전송선로는 안테나와 송·수신기를 연결하여 전력을 송신 및 수신하는 것으로 급전선(Feeder Line)이라고 한다. 전송선로의 분류는 [표 3-6]과 같으며, 원리상 분류, 구조상 분류, 동작상 분류로 구분한다.

전송선로의 원리상 분류는 전자류와 전자파에 의한 전류와 전력 전송방식에 따라 평행2선식, 동축케이블, 도파관으로 분류한다. 구조상 분류는 나선, 내·외부 도체, 빈 도체관을 사용하는 방식으로 분류하며, 동작상 분류는 동조 및 비동조 급전으로 분류한다.

[표 3-6] 전송선로 분류표

분 류	전송선로의 분류
원리상 분류	전자류에 의한 전류 전송 방식 : 평행2선식, 동축케이블 전자파에 의한 전력 전송 방식 : 도파관
구조상 분류	나선을 사용하는 방식 : 단선식, 평행2선식, 평행4선식 내부도체와 외부도체를 사용하는 방식 : 동심원관식, 동축케이블 빈 도체관을 사용하는 방식 : 도파관
동작상 분류	동 조 급 전 식 : 평행2선식, 평행4선식 비동조 급전식 : 동축케이블, 도파관

# 1. 동축케이블



1. 내부도체    2. 절 연 체    3. 외부도체    4. 외부피복

[그림 3-29] 동축케이블 구조

[그림 3-29]는 동축케이블 구조를 나타낸다. 동축케이블 중심의 도체와 도체를 둘러싼 절연체를 넣어서 신호를 전달한다. 동축케이블에 절연체가 감싸져있기 때문에, 외부 도체에서 밖으로 신호가 누설되는 일은 없다. 주변 상태에 따라 전송 손실이 증가하는 일이 없으며, 안전성 및 작업성에서도 뛰어나다.

## 가. 동축케이블의 특징

- 1) 동축케이블은 특성 임피던스가 낮다.(50Ω~75Ω이 주로 사용된다.)
- 2) 외부 도체를 접지하여 사용하므로 외부로부터 유도방해를 거의 방지할 수 있다. 또한 주파수가 높아져도 전송선로에서 외부로 전파를 복사하지 않는다.
- 3) 동일 전력을 전송하는 경우 특성임피던스가 낮으므로 선간 전압이 낮아도 된다.
- 4) 자유로이 굴곡할 수 있으므로 설치가 편하다.

## 나. 동축케이블의 종류






동축케이블은 연동선의 내부 도체상에 절연체로서 충전형 폴리에틸렌층 또는 발포폴리에틸층 장치하고 그 위에 외부 도체로서 동선편조이나 알루미늄박지 등을 씌운 것으로 외피에는 비닐 또는 폴리에틸렌이 사용되고 있다.<sup>43)</sup>[표 3-7]은 동축케이블 명칭을, [표 3-8]은 종류를 예시하였다.

[표 3-7] 동축케이블 명칭

기호 구분	5	C	2	V
의 미	외부도체 개략내경 (mm)	임피던스	절연방식	외부도체 및 피복(취스)
종 류	5 7 10 : :	C-75Ω D-50Ω	2-폴리에틸렌 충실 F-발포폴리에틸렌 B-폴리에틸렌 바론	V-단일편조+PVC(취스) W-이중편조+PVC(취스) E-일중편조+PE(취스) B-알루미늄라미네이트+ 단일편조+PE(취스)

43) 한국정통신산업연구원(2014), 폐쇄 회로 텔레비전(CCTV) 시스템의 설계 및 설치 해설서

[표 3-8] 동축케이블의 종류

구 분	형 상	외 경
75Ω 동축케이블 (싱글)		5CFB
		6C 7C 8C
75Ω 동축케이블 (멀티)		-
		-
75Ω TRIAxAL 케이블		5C

## 2. 도파관

도파관은 유전체 손실을 방지하기 위해 빈 금속관내로 전파를 전송하는 것으로, 도파관의 형태에 따라 구형 도파관, 원형 도파관 및 타원형 도파관으로 나뉜다.

도파관의 전송원리는 초고주파 전자계를 도전율이 높으며, 속이 빈 도체관에 적당한 각도로 입사시킨다. 입사시킨 전자계가 관내표면에서 반사를 반복하여 관내를 전송하게 된다.

고주파가 극초단파(UHF)대 이상에서는 2선 전송선로와 동축케이블의 도체를 포함한 모든 유전체 손실이 증가되어 금속성 전송선로를 사용할 수 없게 된다. 이를 방지하여 속이 빈 금속관을 이용하여 전자파를 전송한다. 도파관을 이용하여 고주파의 전파를 전송하므로 유전체 손실이 적어지며, 감쇠는 외부 도체에만 관련되므로 양질의 고주파 전송이 가능하게 된다.

[표 3-9] 도파관 전송선로의 장점

장점	비고
저항체 손실이 적음	동축케이블의 경우 사용 주파수가 높아지면 표피효과로 고주파 저항이 증가하여 손실이 증가하지만 도파관은 관 내 벽으로 전류가 흐르며 전도도가 큰 금, 은으로 도금하여 완전 도체에 가까워지므로 저항체 손실이 적다.
유전체 손실이 적음	동축케이블은 심선 보호에 절연물을 사용하므로 주파수가 높아질수록 유전체 손실이 증가하지만 도파관은 공기가 사용되어 유전체 손실이 적다.
방사손실이 적음	케이블류의 전송선로에서는 누설 전자파가 방사되지만 도파관에서는 변위 전류가 흐르므로 전자파를 외부로 방사하지 않음
고역 필터의 기능	도파관 단면의 크기로 결정되는 차단 주파수가 있어서 그 이하의 주파수는 통과하지 못하므로 고역 통과 필터 (HPF)기능을 가짐
외부 전자계와의 완전 격리	도파관내로 전파되므로 외부의 전자계와 격리

전파가 도파관 내에 벽에서 반사를 반복하면서 진행한다. 이들의 전파가 합성하여 특유의 전파를 만든다. 도파관 내에 나타나는 전자계의 분포를 모드(MODE) 또는 자태(姿態)라고 하며 3가지로 나누어진다.

1) TE파(횡전파 : Transverse electric wave)

전파의 진행 방향에 자계성분만 있고( $H_z \neq 0$ ) 전계성분은 없는( $E_z = 0$ ) 모드로서 H파 또는 TE파라고 한다.

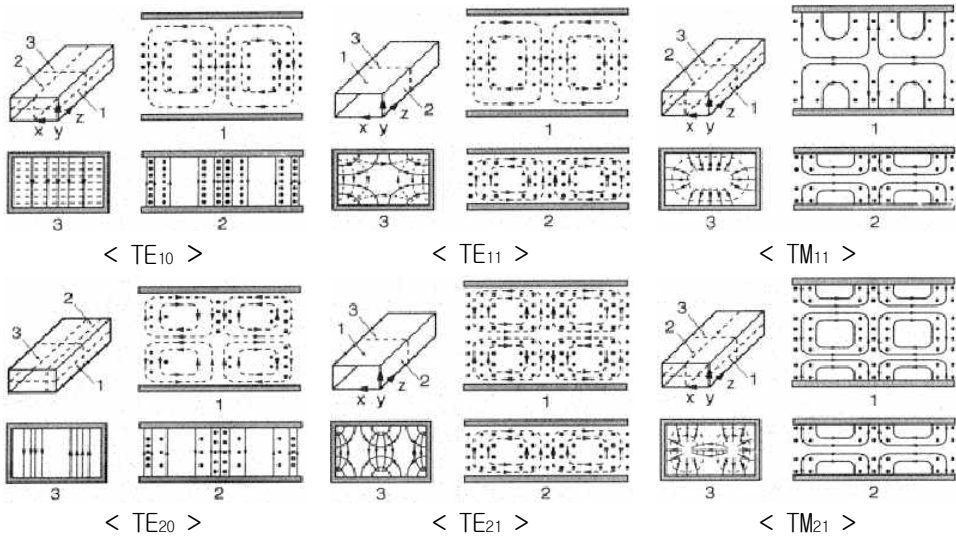
2) TM 파

전파의 진행 방향에 전계성분만 있고( $E_z \neq 0$ ) 자계성분은 없는( $H_z = 0$ )모드로서 E파 또는 TM파라고 한다.

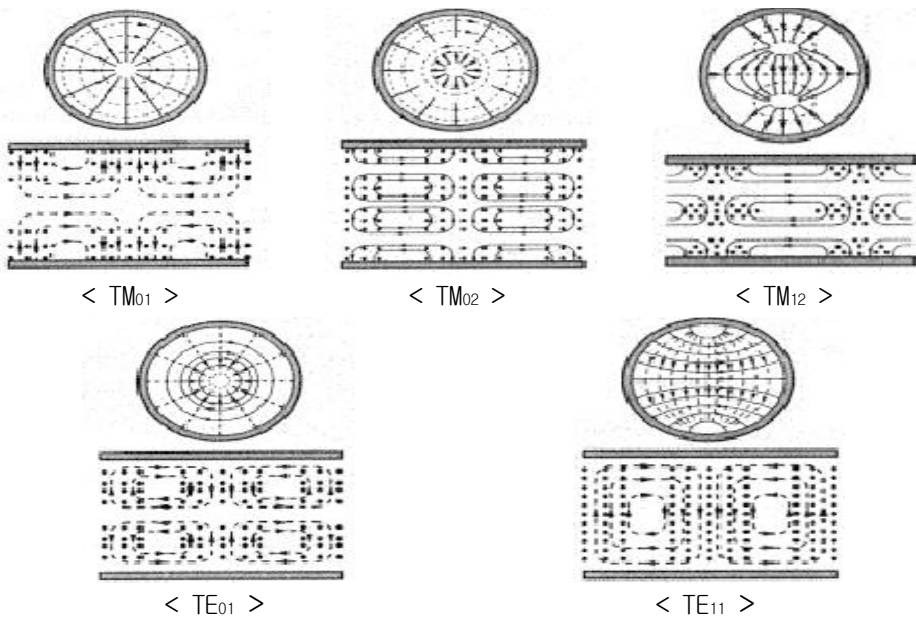
3) TEM 파

전자계 E, H가 전송방향(+Z방향)에 대하여 수직 성분을 갖는 전자파로

서,  $E_z = H_z = 0$ 인 평면파 형식으로 횡전자파(Transverse Electro-magnetic Wave)라 한다.



[그림 3-30] 사각 도파관 모드



[그림 3-31] 원형 도파관 모드

[그림 3-30]과 [그림 3-31]은 사각 도파관과 원형 도파관 모드를 나타낸 그림이며, 도파관을 이용한 초고주파 전자계의 전송에는 주로 TE파가 이용된다. 단일 방향으로 전파하는 임의의 파는 위의 3가지 경우를 중첩한 것으로 생각할 수 있다. TEM모드는 속이 빈 도파관에서는 존재할 수 없으며<sup>44)</sup>, 도체로 구성된 동축케이블이나 평행 2선식 등에 존재한다.<sup>45)</sup>

[표 3-10]은 모드, 분산, 대역폭, 손실, 전력용량에 따른 전송선로의 특성을 각각 비교하였으며,<sup>46)</sup> [표 3-11]은 도파관 기본모드와 차단파장을 사각 및 원형 도파관으로 분류하였다. 도파관은 각 모드마다 대응하는 하나의 차단 파장이 존재하며, 여러 가지 모드에서 차단파장이 가장 긴 모드 즉, 가장 낮은 차단주파수를 갖는 모드를 기본(주)모드라 하며, 그 밖의 모드는 고차모드라고 한다.<sup>47)</sup>

[표 3-10] 전송선로 비교표

특성	동축선	도파관
모드 : 주 모드	TEM	TE
다른 모드	TM, TE	TM, TE
분산	없음	중간
대역폭	높음	낮음
손실	중간	적음
전력용량	중간	높음

[표 3-11] 도파관 기본모드와 차단 파장

종류	기본 모드	차단 파장
사각 도파관	TE <sub>10</sub>	2a
	TM <sub>11</sub>	$\frac{2ab}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
원형 도파관	TE <sub>11</sub>	3.41r
	TM <sub>01</sub>	2.61r

44) 횡 자계를 연결할 수 있는 전류가 없기 때문이다.

45) 속이 빈 도체관안에 도체가 있는 개방선로 시스템에서만 존재

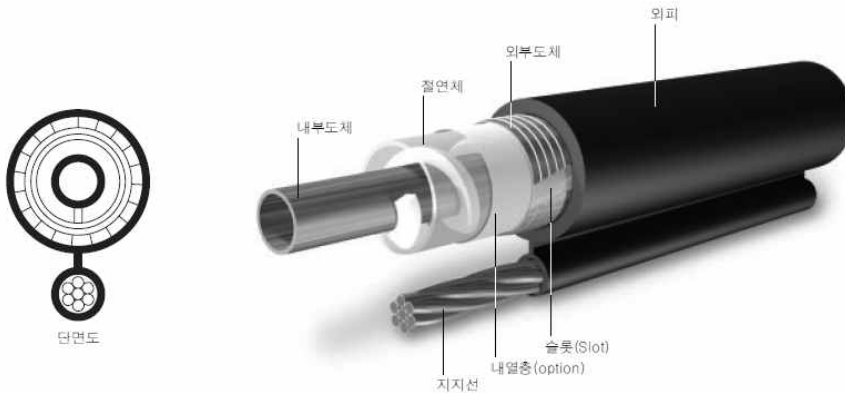
46) 오정균외1명(2004), 「Vision21C 안테나 공학」, 삼보

47) 박종기 외3명(2001), 「안테나 공학」, 신화전산기획 참조

### 3. 방사형 및 누설 동축케이블



① 방사형 누설 동축케이블



② 지지선 방사형 누설 동축케이블

[그림 3-32] 방사형 및 누설 동축케이블 구조

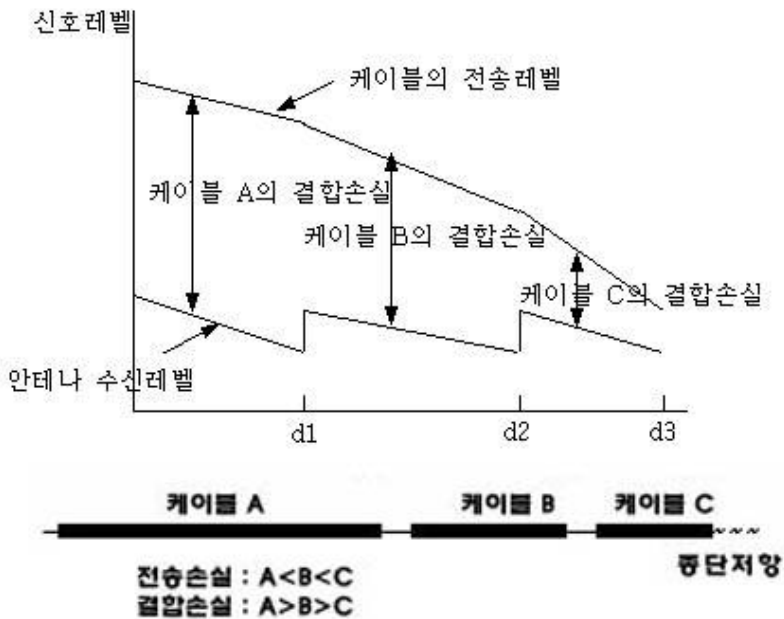
누설 동축케이블이란 LCX<sup>48)</sup>라고 불리는 동축케이블의 일종으로서 동축 케이블과는 구조적으로 조금 다르다. 케이블 제조 시 슬롯이라는 가늘고 긴 구멍을 일정 간격으로 제작하여 전파를 방사하는 케이블이다.

빌딩 지하, 터널 안 등 외부로부터 전파가 도달하지 못하는 장소나 열차 전화용의 서비스 지역이 미약한 전파를 방사하는 경우에 사용하는 동축 케이블이다. 외부 도체인 슬롯으로 내부 도체로부터 전파가 누설되도록 한 것이다.

48) LCX : leakage coaxial cable, leaky coaxial cable, 漏洩同軸(누설동축)

방사형 누설 동축 케이블로 불리는 RCX<sup>49)</sup>케이블은 고발포 폴리에틸렌 절연체 위에 외부도체로 Corrugated Tube를 Slotting한 구조로 기존 공기절연케이블에 비해 저손실, VSWR 및 특성 임피던스가 향상되도록 설계된 케이블이다. 방사형 누설 동축케이블의 외부도체는 유연성을 제공하기 위해 원주형 또는 나선형 주름을 갖추고 있으며, 꺾임과 습기가 침투되는 것을 방지한다. 특히 특정 주파수대에서만 동작하는 LCX케이블과 달리, RCX케이블은 전송선로의 외부도체 부분에 일정간격의 홈(Slot)을 내어 광대역 주파수대에서 동작하도록 설계된 케이블이다.

방사형 및 누설 동축케이블은 무선통신보조설비, 지하 재방송 설비, 이동통신설비, 철도·교통분야 터널 등에 널리 활용되고 있다.



[그림 3-33] 방사형 및 누설 동축케이블 그레이딩

방사형 누설 동축케이블의 가장 큰 특징은 그레이딩(Grading)을 할 수 있다는 것이다. 그레이딩이란 케이블을 통한 신호의 전송시 수신레벨의 저하 폭을 줄이기 위해 서로 다른 케이블을 단계적으로 접속하는 것이

49) RCX : Radiating leakage coaxial cable, Radiated mode leaky coaxial cable

다. 케이블 포설시 System Loss(전송손실+결합손실<sup>50</sup>)가 발생되어 이를 보상하기 위해서는 결합손실을 줄여줌으로써 시스템 구성에 있어 Dynamic Range에 영향을 미치지만 유효서비스 거리는 상당히 늘릴 수 있다. 즉, 길이 방향으로 길게 포설되는 경우<sup>51</sup>)에 적합하다.

누설동축 케이블은 결합손실이 클 경우 전송손실이 적으며, 반대로 전송손실이 클 경우 결합손실이 적어지는 특징이 있다

---

50) 전송손실 : 일반적으로 감쇄량으로 불리워지며 케이블의 길이 방향으로 신호가 전달되면서 신호입력단에서 멀어질수록 신호의 세력이 감쇄되는 양을 dB로 나타낸 것

결합손실 : Cable 내부전송전력과 일정거리 떨어진 지점에서 무지향성 Antenna(일반적으로 1GHz미만에서사용:Dipole Antenna) 또는 지향성Antenna(1GHz이상에서사용:Home Antenna) 에 수신되는 수신전력의 비율이고 케이블 긴쪽 방향의 누적 백분율로 나타낸 것

51) 지하철, 터널, 지하층 등

## 제4장 안테나설비 시공

제 1절 안테나설비 설치기준

제 2절 안테나 시공

제 3절 전송선로 시공



## 제4장 안테나설비 시공

### 제1절 안테나설비 설치기준

#### 1. 공사 일반<sup>52)</sup>

##### 가. 일반사항

- 1) 무선통신 설비 구축에 적용되는 모든 물품은 포장물의 손상을 확인하고, 명세서와의 일치여부를 확인한다.
- 2) 공사용 자재는 관리를 철저히 하며, 파손된 자재는 즉시 교체한다.
- 3) 물품의 운반 및 반입 시 공사 감독자의 지휘에 따라 세심히 주의를 요하며, 파손 및 장애 등을 주의하여야 한다.
- 4) 타 시설물에 피해가 발생하지 않도록 하며, 피해 발생 시에는 원상복구를 해야 한다.
- 5) 시공 중 먼지, 습기 등으로 인한 영향을 최소화하고, 장비의 결합은 모든 장비가 실장되기 전에 점검하여야 한다.
- 6) 설치작업 전 기존장비의 먼지나 오물을 제거하고, 철제 절단면 및 페인트가 벗겨진 부분은 줄 등을 사용하여 연마처리 후 미려하게 재도장하여야 한다.
- 7) 장비의 삽입 및 분리시 전원은 반드시 OFF 상태에서 수행한다.
- 8) 정전기에 민감한 부품을 취급 시는 정전기 방지매트, 정전기 방지벨트, 접지된 손목 띠 등을 착용 후 취급한다.
- 9) 자재는 철저히 관리하며, 철거 자재는 재활용이 가능할 경우 활용토록 하고 사용 불가능 한 것은 필히 반납한다.
- 10) 공사 수행 중 설계서에 명시되지 않은 사항과 불명확한 공정은 감독부서와 협의하도록 한다.
- 11) 공사현장이 통제 및 제한구역인 경우에는 보안대책을 수립토록 한다.
- 12) 무선설비의 공중선계에는 낙뢰로부터 무선설비를 보호할 수 있도록 하는 낙뢰보호장치(피뢰침은 제외한다.) 및 접지시설을 하여야 한다. 다만, 이동국 등의 휴대용 무선설비, 육상이동국, 간이무선국의 공중선계 및 실내에 설치되는 공중선계는 그러하지 아니하다.<sup>53)</sup>

52) 한국정보통신산업연구원(2013), 「표준공법 개발연구 - 무선통신망 설비」

## 2. 방송용 안테나

### 가. 수신안테나

#### 1) 수신안테나<sup>54)</sup>

가) 수신안테나는 지상파방송, 위성방송 및 에프엠(FM)라디오방송의 신호를 잘 수신할 수 있도록 설계·제작하여야 하며, 기계적·화학적 으로 내구성이 우수해야한다.

나) 수신안테나에서 동축케이블의 접속부는 방수구조이어야 하며, 동축 케이블과 직접 접속할 수 있어야 한다.

#### 2) 수신안테나의 설치방법

가) 수신안테나는 모든 채널의 지상파방송, 위성방송 및 에프엠라디오방송의 신호를 수신할 수 있도록 안테나를 구성하여 설치해야 한다.

나) 둘 이상의 건축물이 하나의 단지를 구성하고 있는 경우에는 한조의 수신안테나를 설치하여 이를 공동으로 사용할 수 있다.

다) 수신안테나는 벼락으로부터 보호될 수 있도록 설치하되, 피뢰침과 1미터 이상의 거리를 두어야 한다.

라) 수신안테나를 지지하는 구조물은 풍하중을 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다.

#### 3) 수신안테나 사용설비의 성능기능

[표 4-1] 지상파방송 및 에프엠라디오 방송 성능기능

항 목	단위	54~88MHz	88~108MHz	174~216MHz	470~608MHz	608~806MHz
이 득	dB <sub>i</sub> 이상	7	8	8	9	10
임피던스	ohm(Ω)	75	75	75	75	75
반사손실	dB 이상	8	8	8	8	8

53) 무선설비 안전시설기준 제5조(공중선 등의 안전시설)

54) 방송공동수신설비의 설치기준에 관한 고시(2015-55 호, 2015.08.4. 일부 개정)

[표 4-2] 위성방송 성능기능

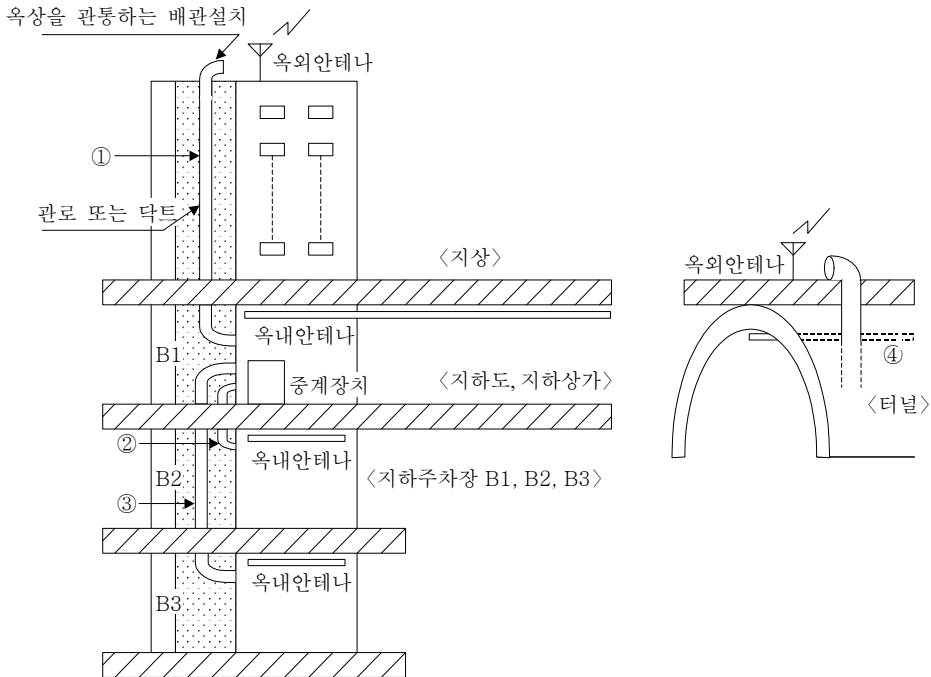
안테나				저잡음 블록 변환기 (LNB: Low Noise Block down converter)					
안테나 타입	이득	편파 분리도	VSWR	입력 주파수 범위	L.O	출력 정재파 비	이득	잡음 지수	출력 임피던스
Offset 파라볼라	41dB 이상 (12GHz)	20dB 이상	1.3 이하	11.70 ~ 12.75GHz	10.75GHz ±2MHz 이내 (-30~+60℃)	2.5 이하	55dB 이상	1.0dB 이하 @25℃	75 Ω

[표 4-3] 동축케이블 성능기능

구분	단위	기준값											비고	
반사손실	dB 이상	21												
절연저항	MΩ/km 이상	1,000												
임피던스	Ω	75												
내전압	V	AC 1,000											내·외부 도체간/분	
정전용량	pF/km	52±3												
누설전파	54MHz 이하	μV/m 이하											15	30m 기준
	54 ~ 216MHz	μV/m 이하											20	3m 기준
	216MHz 이상	μV/m 이하											15	30m 기준
감쇄량 (20℃)	주파수 (MHz)	54 ~ 806MHz용						950 ~ 2150MHz용						
		50	150	250	350	450	750	806	950	1200	1450	1800	2150	
		9.1	12.1	22.0	28.6	34.6	47.0	52	-	-	-	-	-	17C
		17.6	31.9	41.8	50.0	57.2	70.9	74.5	78.5	93.5	103.6	116.6	128.9	12C
		25.4	42.2	54	65.7	73.4	96.2	101.2	107.2	118.1	129.6	148.1	162.1	10C
	30.7	55.1	71	86.2	95.9	124.3	129.7	134.7	151.2	165.8	190.2	203.5	7C	
	47.2	77.2	98.9	117.1	137.0	178	188.9	201.8	244.7	262.4	287.3	315.3	5C	
차폐		3중 차폐 이상 또는 알루미늄 튜브형												

### 3. 이동통신용 안테나

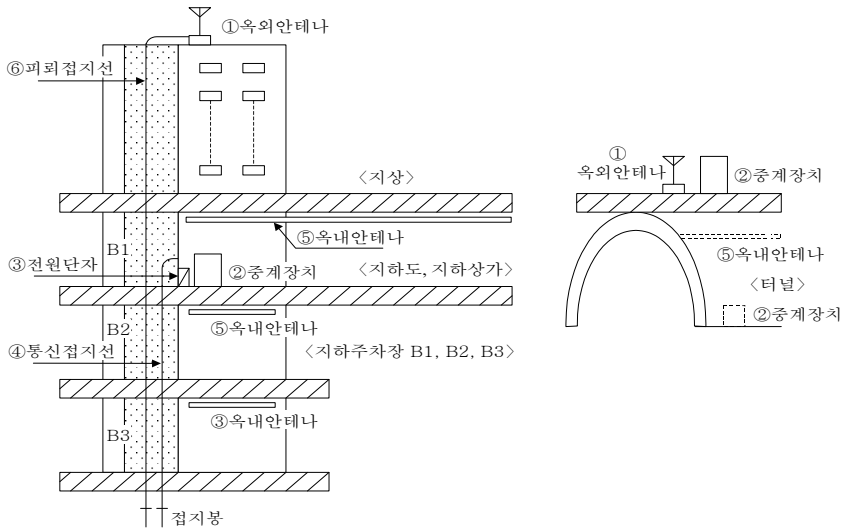
#### 가. 급전선 인입 표준



[그림 4-1] 급전선 인입표준도

- 1) [그림 4-1]은 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준으로서, [별표 7] 급전선 인입의 표준도 등을 참고한 것이다.
- 2) 지하도, 지하주차장, 지하 1층만의 주차장일 경우는 [그림 4-1]과 같이 안테나 설치장소에서부터 서비스 제공 장소까지의 관로 또는 덕트를 구성한다.
- 3) 지하주차장이 다층일 경우는 [그림 4-1]에서 ①②③과 같은 방식의 관로를 구성하고, 지하주차장의 최상위층(중계장치 설치장소 층)에서 각각의 하위층으로 관로를 구성하여야 한다.
- 4) 터널일 경우 단굴일 때는 [그림 4-1]에서 ④와 같은 방법으로 관로를 구성하고, 쌍굴일 때는 각각의 굴에 관로를 구성한다.
- 5) 옥상 또는 터널 등을 관통할 때에는 특히 방수처리를 철저히 해야 한다.

## 나. 이동통신설비 설치장소 등의 표준



[그림 4-2] 이동통신설비 설치장소 등의 표준도

- 1) 옥외안테나는 2개 장소로서, 각각 가로 2m, 세로 2m, 높이 5m의 장소를 확보한다.
- 2) 중계장치는 지하의 최상위층으로 지하방재실 및 터널 등의 먼지나 유해가스로부터 격리된 장소로서, 급전선 인입관로와의 최단 거리로는 가로 2m, 세로 1m, 높이 2m의 공간을 확보한다.
- 3) 전원단자는 중계장치에 교류전원을 제38조55)의 규정에 의한 조건으로 확보한다.
- 4) 통신접지는 중계장치 설치장소까지 구성하고, 피뢰접지는 옥외안테나 설치장소까지 제14조56)의 규정에 준하여 구성한다.
- 5) 옥내안테나(LCX 케이블 또는 야기안테나) 설치장소는 벽 또는 천정에 부착할 수 있는 장소를 제공하여야 하며, 4m 이내에 지지물을 설치하여야 한다.

55) 제 38조(상용전원) 중계장치용 전원은 용량이 2킬로와트이상으로서 교류 220볼트 전원단자가 2개 이상이어야 한다.

56) 제 14조(접지시설 등의 조건) ①과도전류, 과도전압 및 정전기로부터 인면 및 장비를 보호하기 위하여 접지시설을 설치하여야 한다. ②접지시설중 접지선은 옥외안테나 설치장소와 중계장치 설치에 [그림 2-20]의 이동통신설비 설치장소 등의 표준도에 준하여 각각 설치하여야 하며 접지저항은 10Ω 이하이어야 한다.

## 4. 무선통신용 안테나

### 가. 무선설비 안전시설 기준

#### 1) 무선설비의 안전시설<sup>57)</sup>

가) 무선설비<sup>58)</sup>에 전원의 공급을 위하여 고압전기(600V를 초과하는 고주파 및 교류전압과 750V를 초과하는 직류전압을 말한다. 이하 같다.)를 발생시키는 발전기나 고압전기가 인입되는 변압기, 정류기 등을 이용할 경우에는 해당 기기들은 외부에서 용이하게 닿지 아니하도록 절연차폐체내 또는 접지된 금속차폐체내에 수용되어 있어야 한다. 다만, 취급자외의 자가 출입하지 못하도록 된 장소에 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.

나) 송신설비의 각 단위장치 상호간을 연결하는 전선으로서 고압전기를 통하는 것은 견고한 절연차폐체 또는 접지된 금속차폐체내에 수용하여야 한다. 다만, 취급자외의 자가 출입하지 못하도록 된 장소에 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.

다) 송신설비의 공중선·전송선로 등 고압전기를 통하는 장치는 사람이 보행하거나 기거하는 평면으로부터 2.5m이상의 높이에 설치되어야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

(1) 2.5m 미만의 높이 부분이 인체에 용이하게 닿지 아니하는 위치에 있는 경우

(2) 이동국으로서 그 이동체의 구조상 설치가 곤란하고 무선종사자외의 자가 출입하지 아니하는 장소에 있는 경우

#### 2) 공중선 등의 안전시설

가) 무선설비의 공중설계에는 낙뢰로부터 무선설비를 보호할 수 있도록 하는 낙뢰 보호 장치(피뢰침은 제외한다) 및 접지시설을 하여야 한다.

나) 무선설비의 공중선은 공중선주의 동요에 따라 전단되지 아니하도록 보호되어 있어야 한다.

다) 접지시설과 관련한 사항은 한국 산업 규격 또는 정보통신단체표준을 참조한다.

57) 무선설비의 안전시설기준(제 2012-31호, 2012.12.28)

58) 한국정보통신산업연구원(2013), 「표준공법 개발연구 - 무선통신망 설비」

## 나. 공중선부

### 1) 철탑

- 가) 철탑 구축 시 철탑 건립에 필요한 환경 및 설치 요건에 대한 사전조사가 반드시 필요하다.
- 나) 산악지역 등 설치조건이 어려운 경우 설계변경 및 할증 등의 고려가 필요하고, 자제운반 등에 대한 고려가 필요하다.
- 다) 설치를 위한 도로사용에 따른 주민협조와 헬기, 선박임대 등의 사전조율과 공정계획이 수반되어야 한다.
- 라) 설계와 상이한 현장의 특수성(장비, 인력터파기 및 암반출현 등) 할증을 고려한다.
- 마) 설계도서를 면밀히 검토하여 착오 및 누락사항은 즉시 조사하고 설계 변경 시 보완하여 공사품질을 향상시켜야 한다.
- 바) 철탑이 설치될 부지, 철탑이 설치될 부지의 지질, 평균치를 기준으로 한 예상 풍압 및 각종 법규(건설 관련 법규, 항공 관련 법규 등)의 확인이 필요하다.

[표 4-4] 조립기간

기 온	보통 시멘트	조강 시멘트
5℃ 이상	8 일	4 일
18℃ 이상	7 일	3 일

- 사) 철탑의 조립은 콘크리트가 완전히 양생된 후 시공하여야 하며, 조립까지의 기간은 [표 4-4]와 같다.
- 아) 철탑설치에 사용되는 모든 자재는 한국 산업규격(KS)을 준수하고 설계서에 명시된 제품을 사용한다.
- 자) 철탑설치에 사용되는 주재료, 부재료와 볼트, 너트는 규정에 의한 용융 아연도금된 것을 사용한다.
- 차) 철탑 건립 시 Impact작업은 안되며, 수작업으로 실시하여 아연도금을 보호하여야한다.
- 카) 공사용 가 철탑 및 가설물 등은 충분한 강도 및 이격구조를 계산하여 설치하여야 한다.

- 타) 기타 철탑을 건립 시 유의사항으로는 높이 제한, 도색, 야간 표시, 접지 시설 등의 각종 안전 규정을 준하는 것이 해당된다.
  - 파) 항공 등의 설치는 60m초과 시 관련규정에 의해 설치하도록 한다.(장애물 제한 구역 밖에 있는 물체)
  - 하) 제반 설치공사는 설계도서 및 관련공법 등에 명시된 방법에 의하여 시공하여야 한다.
- 2) 자립식 철탑
- 가) 조립에 사용되는 기기 및 공구 등은 충격하중과 안전도를 고려하여 시공에 사용하며, 조립순서를 준수하고 정해진 장소에서 수행한다.
  - 나) 조립볼트는 정해진 규격을 사용하고 간격이 생길 경우 필러를 사용하며, 재료는 청소하여 설치한다.
- 3) 지선식 철탑
- 가) 한곳의 장소에 밀집 시공 시 혼변조 등의 안전성을 검토하여 위치선정시 거리를 확보하여 시공한다.
  - 나) 바인드식 지선사용시 바인드선은 2.6mm아연도 철탑선으로 시공한다.
- 4) 안테나
- 가) 안테나 시설은 설치 시 높은 정밀도가 요구되는 장치이므로 형태변경이 생기지 않도록 주의한다.
  - 나) 설치시 사용되는 모든 공구는 작업에 적합한 규격의 공구만을 사용해야 하며, 추후 유지보수 및 철거 시 이상이 없도록 하여야 한다.
  - 다) 소형 안테나의 경우는 완성품을 사용하여 설치하고, 대형의 경우 현장에서 조립하여 설치한다.
  - 라) 설치 자재중 반사면은 극히 약한 알루미늄(Aluminium)이 재료이므로 설치중 반사면이 변형되지 않도록 주의해야한다.
  - 마) 우천 시에는 전송선로 및 복사기 등에 빗물(수분)이 들어가지 않도록 유의해야한다.
  - 바) 안테나의 조립은 일정한 Flow에 의해 진행하며, 사용편파에 주의하며, 조립상태를 확인 후 설치한다.
  - 사) 레이돔의 커버조립은 24시간 경과 후 조임 볼트를 다시 한 번 조이도록 하여 풀림을 방지한다.
  - 아) 안테나 조립 시 무리한 힘을 가하여 원형상태의 변화가 발생되지 않도록 주의한다.

- 자) 안테나 인양 시 중심을 맞춘 상태로 인양될 수 있도록 하며, 인양 중 철탑 및 기 설치된 안테나 등과 충돌이 없도록 주의한다.
- 차) 안테나를 철탑에 인양시 안전성을 고려하여야 하며, 공중선 자체 중량대비 400%이상의 장비를 사용토록 한다.
- 카) 안테나 인양 시 레이돔, 피드, 취부용 구조물 등을 미리 조립하여, 철탑에서는 U볼트만 고정용 파이프에 조이도록 한다.
- 타) 철탑에 안테나를 인양 후 취부 시 설치할 위치를 정확히 선정하고 고정용 파이프를 튼튼히 설치한다.
- 파) 안테나의 취부시 외피는 철탑 면에 가깝게 설치하고, 중앙 쪽을 선정하되 인접 안테나와 간섭이 없도록 주의한다.
- 하) 레이돔이 적용된 안테나는 고정시 배수 구멍이 밑으로 가도록 조립하여 안테나 내부에 물이 고이지 않도록 설치한다.
- 거) 안테나를 인양하여 고정용 pipe에 취부한 후, 바람에 흔들이지 않도록 취부 금구류를 이용하여 단단히 고정하고, 취부 금구류는 아연 도금 된 것을 사용한다.

#### 5) 동축케이블

- 가) 동축케이블의 특성 임피던스  $Z_0$ 는

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{e}} \log_{10} \left( \frac{D}{d} \right)$$

D:외부도체의 직경 d:내부도체 직경 e:유전상수 이다.

- 나) 동축케이블 설치 시 제조상의 문제 및 취급상의 부주의로 내부 도체가 정확하게 외부 도체의 중심에 맞지 않으면, 특성 임피던스가 변화되어 손실도 달라진다.
- 다) 동축케이블을 이용한 시스템 구축 시 품질검사를 반드시 실시하거나 검사서를 확인하고, 케이블 인양 시 주의하여 설치한다.
- 라) 설치 전 루트조사를 실측하여 소요거리를 산출하고, 절단용 쇠톱을 사용하여 절단하되 절단부는 솔벤트로 깨끗이 닦아서 사용한다.
- 마) 절단부의 끝이 날카로울 경우 끝부분을 제거하여 안전사고를 방지하고 동축케이블이 찌그러졌을 시는 사용하지 않는다.
- 바) 케이블 드럼은 인양시 비틀림이 없이 잘 풀리도록 받침대를 고정하여 설치하고, 적당한 회전이 될 수 있도록 동축케이블 통을 조정한다.

- 사) 동축케이블의 길이가 60m이상일 경우에는 45~60m간격에 추가 인양 그립을 취부토록 한다.
  - 아) 동축케이블의 접속부분은 비, 바람에 견딜 수 있도록 보호장비를 사용하여 설치한다.
  - 자) 동축케이블의 고정은 인장선의 장력을 유지한 상태에서 고정하며, 고정시 무리한 힘을 가하지 않고 지정된 자재를 사용하여 고정한다.
  - 차) 동축케이블은 주파수가 높거나 외경이 작아지면 손실이 증가되므로 3GHz이상의 주파수에서는 잘 사용되지 않고 있다.
- 6) 도파관
- 가) 도파관의 3가지 유형 중 구형(Rectangular) 및 원형(Circular)은 구부릴 수 없으나, 타원형(Elliptical)은 어느 정도 구부릴 수 있다.
  - 나) 도파관의 제작 길이도 구형의 경우 최대 10feet내외, 원형은 20feet, 타원형은 최대 400feet내외로서 타원형이 실외 안테나용 전송선로는 가장 많이 사용되고 있다.
  - 다) 도파관 재단 시 절단부는 솔벤트로 깨끗이 닦아야 하며, 절단시 습기, 쇳조각, 먼지 등의 이물질이 들어가지 않도록 주의한다.
  - 라) 커넥터 조립 시 실리콘유지 도포, 플레어링, 가스켓링 등을 사용하여 압착하여야 한다.
  - 마) 인양 시 도파관이 꼬이지 않도록 주의하고, 도파관 무게에 따른 적절한 인양선을 사용토록 한다.
  - 바) 도파관 접속 시 안테나 휘더 혼에 부착할 플랜지(Flange) 커넥터를 만들 때 플랜지, 커넥터와 가스켓 면이 공기가 새지 않도록 깨끗하게 한다.
  - 사) 도파관 관내 압력은 5 PSI 압력에서 24시간 동안에 1 PSI 이상의 공기가 누설되어서는 안 된다.
  - 아) 도파관은 60m/s의 바람에 흔들리지 않도록 행거키트를 이용하여 지지하며, 수직 도파관 Rack에서는 1m, 수평 Rack에서는 고정하지 않는 것을 원칙으로 한다.
  - 자) 행거키트 조립시 과도하게 조이지 않으며, 도파관의 특성에 따라 특정 또는 전체주파수 대역에서 진폭왜곡이 발생되므로 주의하여 작업한다.
  - 차) 구부림을 최소화하고 직진성을 유지하여야 하며, 고정부분의 도파관의 찌그러짐을 방지하여 전파특성이 변경되지 않도록 주의한다.

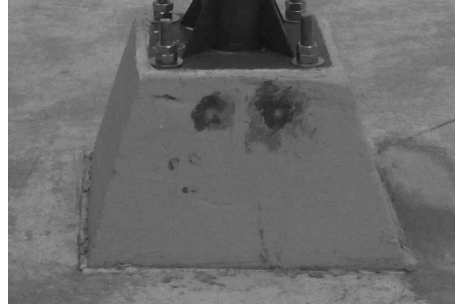
## 제2절 안테나 시공

### 1. 야기(지상파HD, FM방송) 안테나

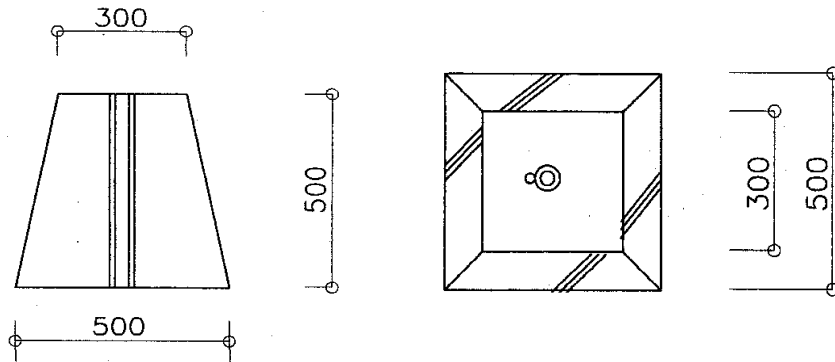
#### 가. Pole Base 설치



< 거푸집 제작 >



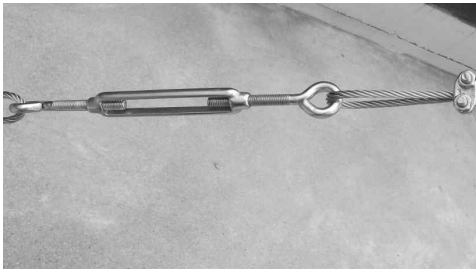
< 기성품 설치 >



[그림 4-3] 야기 안테나 Pole Base 설치

- 1) 안테나 설치를 위한 건축물 최상층의 바닥 콘크리트 타설 전 사전 전파조사를 통해 수신점이 가장 우수한 곳으로 선정한다.
- 2) Pole Base는 기성품 또는 현장에서 거푸집을 사용하여 제작하며, 현장에서 제작 시 충분한 양생을 거쳐 내구성을 고려하여야 한다.
- 3) 일반적으로 사용되는 Pole Base의 규격은 [그림 4-3]과 같이 상면 300, 바닥면 500, 높이 500인 형태로 사용된다.
- 4) 앵커볼트는 바닥면 철근 등에 결속하거나 이에 준하는 강성을 갖도록 고려하여 설치한다.
- 5) Pole Mount Base Hole과 Pole Base 앵커볼트의 규격을 고려하여 시공한다.

## 나. Pole 설치



< 와이어 클립 및 턴버클 >



< 와셔 및 더블너트 >



< 3방향 지선 설치 >



< 3방향 지선 고정 >

[그림 4-4] 야기 안테나 Pole 및 지지선 설치

- 1) Pole Base와 Pole은 풀림이 없도록 와셔 및 더블너트를 사용하여 견고하게 고정한다.
- 2) Pole의 길이와 설치면적을 감안하여 시공하되, 3.6m가 넘을 경우 풍압을 고려하여 지선은 3방향으로 견고하게 설치한다.
- 3) [그림 4-4]와 같이 지선 및 와이어클립, 턴버클 등의 고정금구류는 아연도금된 것을 사용하여 부식 등의 방청을 고려한다.
- 4) 풍압하중에 대한 기준은 [표 4-3]을 참조한다.<sup>59)</sup>

59) 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준 제9조(풍압하중)

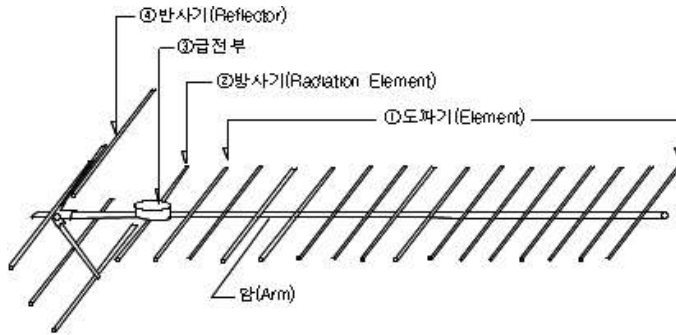
[표 4-5] 옥외통신설비에 대한 기본 풍압하중

풍압을 받는 시설물		시설물의 수직투영면적 1㎡에 대한 풍압	
전주류	목주 또는 철근콘크리트주		80kg
	철주	원통주	80kg
		삼각주 또는 사각주	190kg
		각주(강관에 의하여 구성된 것에 한한다.)	150kg
		기타의 것	240kg
무선 시설류	철탑	강관에 의하여 구성된 것	170kg
		기타의 것	290kg
	철탑에 부착 시설되는 안테나류		200kg
	마이크로웨이브안테나		200kg
기타	통신선 또는 보조선		100kg
	완철류 또는 함류		160kg

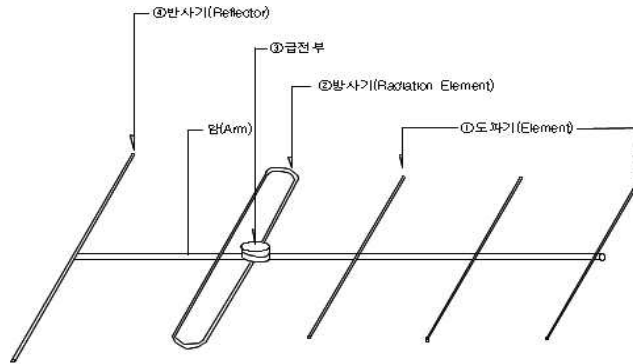
※ 설계풍속 40m/s를 적용한 것임.

#### 다. 안테나 설치

- 1) Antenna Set의 포장을 해체한 후 안테나 부속품을 암(Arm), 도파기(element), 방사기(Radiator), 급전부(Matching trans), 반사기(Reflector), 안테나브래킷(Ant-Bracket), 받침대(Support), 받침대 브래킷(Support-Bracket)등으로 구분하여 배열한다.
- 2) 2등분된 암(Arm)은 미리 조립하고, 암(Arm)의 맨 앞부분(송신소 방향)에 가장 짧은 도파기(element)부터 긴 도파기 순으로 조립하고 방사기 및 급전부(Matching-trans)를 조립한다.
- 3) 방사기 후면에 반사기(Reflector)를 조립한다.
- 4) 도파기→방사기→반사기 순으로 조립하고, 고정 볼트는 풍향이나 기타 외부의 영향에도 풀리지 않도록 견고하게 고정한다.



< UHF야기안테나 >



< VHF 야기안테나(5소자) >

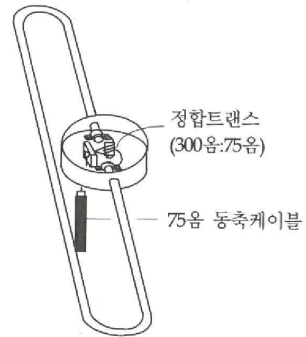
[그림 4-5] 안테나설치 조립(예시)

- 5) [그림 4-5]와 같이 각 안테나 급전부에서 케이블인입구에 동축케이블을 가공하여 삽입한 다음 정합 트랜스단자에 속심과 동편조망을 각각 합선이 되지 않도록 주의하여, 속심단자볼트 및 케이블외부도체(동편조) 고정 새들 볼트를 조여 고정하고 접속한다.<sup>60)</sup>

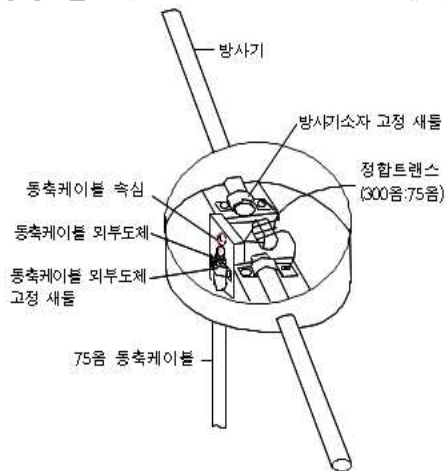
60) 방사기(Radiator)는 전파의 수신 및 방사의 역할을 하며 송신소에서 송출된 전파를 수신하여 급전하는 중요소자로서 종단 단락형(Line Type)과 종단 개방형(Conical Type) 2종류가 있다.



< UHF안테나 개방형 급전부 >



< VHF안테나 단락형 급전부 >



< UHF안테나 급전부 상세도 >



< 동축케이블 삽입 >

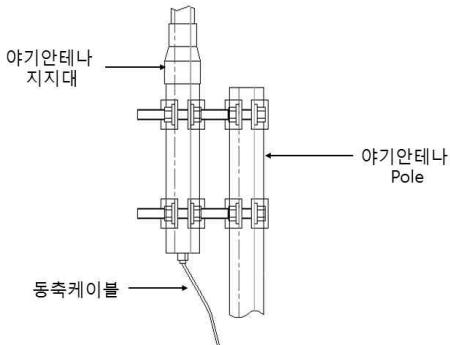


< 급전부 접속 >

**[그림 4-6] 야기안테나 급전부**

- 6) 안테나 무게 중심을 고려하여 받침대(Support)를 조립한다.
- 7) 안테나 설치시 안테나의 도파기가 송신소 방향을 향하게 설치하고, 미세 조정을 통하여 수신이득과 TV영상이 최고치에서 고정한다.

- 8) 안테나의 고정은 [그림 4-7]과 같이 안테나 Pole과 안테나 지지대를 U형 볼트 등을 사용하여 견고하게 고정한다.
- 9) 전송선로의 종단은 웨더캡을 이용하거나 일체형 안테나 pole을 이용하여 마감한다. 배선의 고정은 일반 케이블 타이보다는 부식에 강한 소재를 사용하여 설치한다.



< 안테나 설치 >



< UHF야기안테나 >

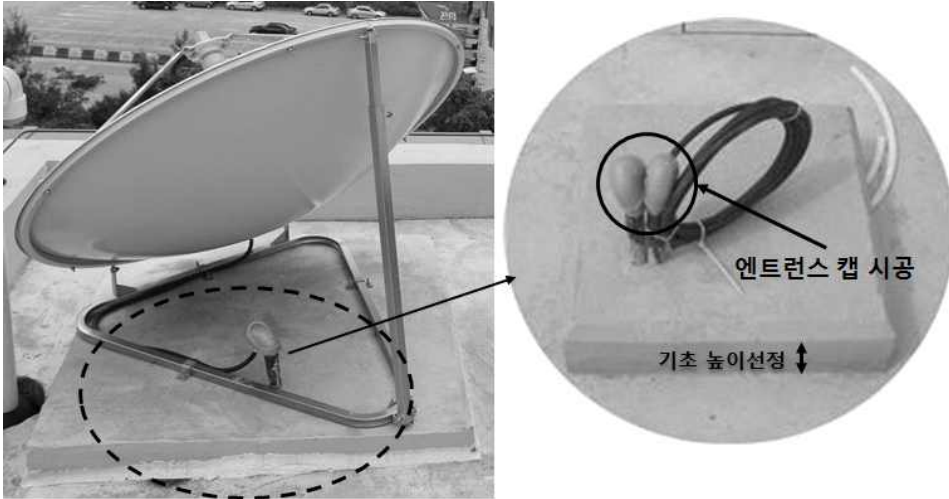


< VHF야기안테나 >

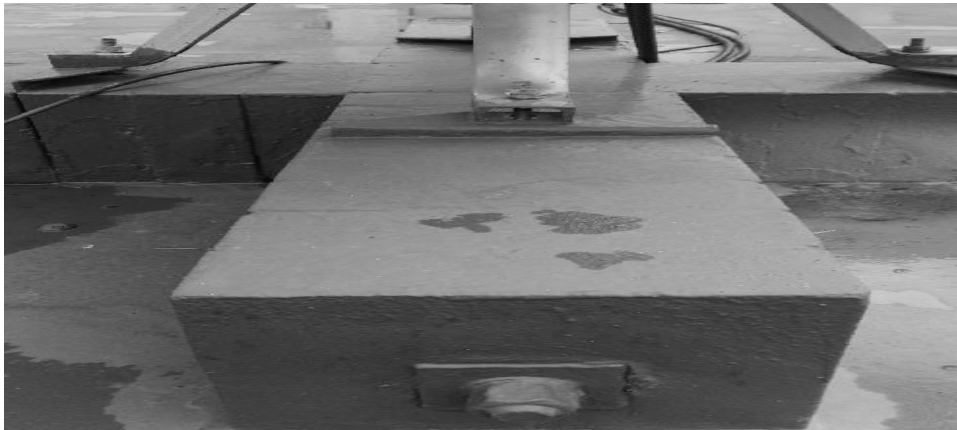
[그림 4-7] 야기안테나 및 급전부 설치

## 2. 프라임 포커스 안테나

### 가. 기초 설치



< 거꾸집을 이용한 기초 설치 >



< 콘크리트 블록을 이용한 기초 설치 >

[그림 4-8] 프라임 포커스 안테나 기초 설치

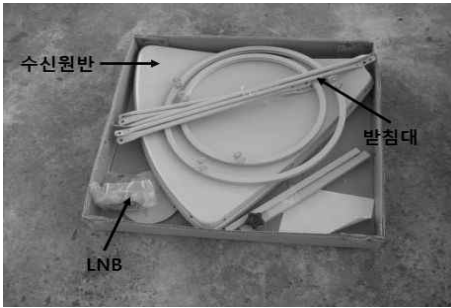
- 1) 파라볼라 안테나 위치선정시 수신할 위성을 선정하고, 방위각 및 양각<sup>61)</sup>에 방해가 되는 건축물 등을 가리지 않는 곳으로 기초 설치 위치를 결정한다.

61) 양각이란 수신안테나에 들어오는 전파의 도래각 또는 송신 안테나로부터 나가는 전파의 방향과 지면과의 각도로 말한다.

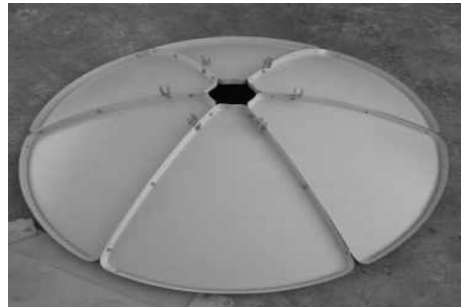
- 2) [그림 4-8]과 같이 프라임 포커스 안테나의 크기와 설치장소의 형태에 따라 거푸집을 이용한 방법과 콘크리트 블록을 이용하는 방법 중 선별하여 적용한다.
- 3) 기초 사이즈는 사전에 협의하여 사이즈를 선정하여 작업한다. (안테나 고정용 앵커의 높이를 감안하여 기초설치 높이 선정을 한다.)
- 4) 설계시 수신 서비스에 따라 파라볼라 안테나의 수가 결정되므로 이에 따른 파라볼라 안테나 기초 크기가 결정된다.
- 5) 안테나의 목적이 약 36,000km상공의 정지궤도와 통신을 수행하기 때문에 안테나의 위치 설정에 따라 수신신호 특성이 변화한다.
- 6) 기초 설치는 안테나의 개구 면적이 넓어 풍압 등의 저항요인이 많으므로 40m/s 이상의 풍압에 견딜 수 있도록 방수층 위에 견고하게 설치한다.
- 7) 풍압에 대한 내용은 ‘[표 4-5] 옥외통신설비에 대한 기본 풍압하중’을 참고한다.
- 8) 전송선로 인출부위는 앵트런스 캡을 시공하여 누수 등으로 인한 문제가 발생되지 않도록 시공한다.
- 9) 기축 건축물의 상면에 설치되는 경우에는 전송선로를 포설하되, 바닥에 고정될 수 있도록 덕트 등을 고려하여 시공한다.
- 10) 안테나 조립 전 안테나 전송선로는 마감처리를 하여 관리하며, 동축 케이블의 특성상 케이블의 열화를 방지하기위해 테이핑 등 마감처리를 통해 유수의 영향을 사전 차단한다.
- 11) 앵트런스 캡과 전선은 받침대에 견고히 고정한다.

## 나. 안테나 설치

- 1) 프라임 포커스 안테나의 설치는 안테나의 주파수별 용도, 목적, 크기에 따라 설치한다.
- 2) 안테나 구성품을 확인하고, 바닥이 평평한 장소에 설치준비를 한다.
- 3) 안테나 설치의 순서는 구성품 확인→수신원반 조립→수신원반 나사 고정→받침대 설치→LNB지지대 설치→LNB설치의 순으로 진행한다.



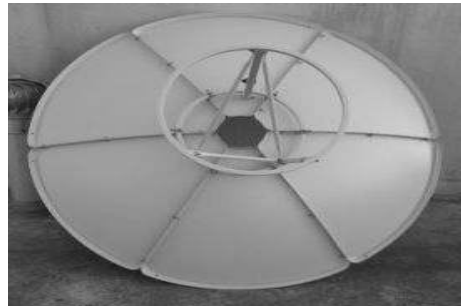
① 안테나 구성



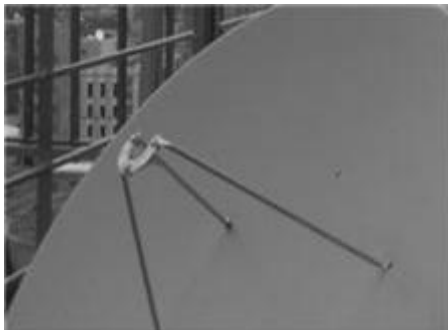
② 수신원반 조립



③ 수신원반 나사 고정



④ 받침대 설치



⑤ LNB지지대 설치



⑥ LNB설치

**[그림 4-9] 프라임 포커스 안테나 설치[예시]**

- 4) 일반적인 설치순서를 기준으로 설치하되 각 제조사별 설치설명서를 참조하고, [그림 4-9]와 같이 설치한다.
- 5) 받침대와 개구면 안테나의 조립 후 기초위에 고정할 때 방위각 및 앙각을 조정하므로 가 조립상태로 조립하고 설치 및 조정 시 완전 조립한다.

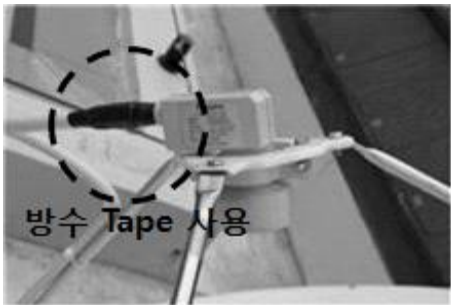
## 다. 방위각 · 양각 조정 설치



① LNB 지지대 조립



② LNB 고정



③ LNB 방수 Tape



④ 방위각 및 양각 조정

[그림 4-10] 프라임 포커스 안테나 방위각 및 양각 조정 및 설치

- 1) 프라임 포커스 안테나의 방위각 및 양각의 조정은 수신 주파수의 전계강도 최대치 방향으로 조정한다.
- 2) 안테나를 완전히 고정하기 전, 가설치 형태로 안테나를 설치하는 것으로 LNB지지대 조립→LNB고정→LNB방수 Taping→방위각 및 양각 조정 순으로 설치한다.
- 3) LNB지지대는 LNB를 고정하며, 이때 지지대를 견고하게 조립하여 주파수 변동이 없도록 시공 시 주의한다.
- 4) LNB설치 및 지지대 고정 시에는 충격에 주의하여야 하며, 지지대 불균형에 따른 LNB손상을 방지하여야 한다.
- 5) 안테나 뒤쪽 지지대를 견고히 고정하여 풍향에 의한 변경과 안전사고를 방지 하여야 한다.
- 6) LNB커넥터 처리 시 방수TAPES을 사용하여 빗물 또는 습기가 스며들지 않도록 주의하며, 앵트런스 캡과 전선은 받침대에 견고히 고정한다.

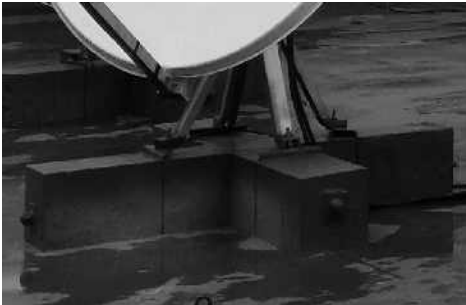
## 라. 안테나 고정



① 거푸집 지지대 세트 앵카 시공



② 안트랜스 캡 전송선로 처리



③ 콘크리트 블록 지지대 세트 앵카 시공



### [그림 4-11] 프라임 포커스 안테나 지지대 고정

- 1) 안테나 지지대의 고정은 세트 앵카를 이용하여 풍향 또는 진동 등에 의해 고정 볼트가 풀리지 않도록 견고하게 고정한다.
- 2) 안테나 기초설치에 셋트앵카를 이용하여 이격이 없도록 단단히 고정시킨다.
- 3) [그림 4-11]의 그림 ①은 거푸집 지지대에 설치되는 소형 프라임 포커스 안테나로서 세트 앵카 시공과 함께 브래킷을 이용하여 받침대를 고정한 형태이다.
- 4) 안트랜스 캡의 전송선로 처리는 케이블 곡률을 고려하여 완만하게 처리하며, 유수의 역류발생을 방지하여야 한다.
- 5) 콘크리트 블록 지지대는 안테나 지지대와 앵카볼트를 견고하게 고정하여 설치한다.

### 3. 오프셋 급전 안테나

#### 가. 기초 설치

- 1) 오프셋 급전 안테나의 기초 설치는 용도 및 안테나의 크기에 따라 기초의 형태가 결정된다.
- 2) 거푸집을 이용한 기초설치는 '[그림 4-11] 프라임 포커스 안테나 기초 설치'를 참조한다.



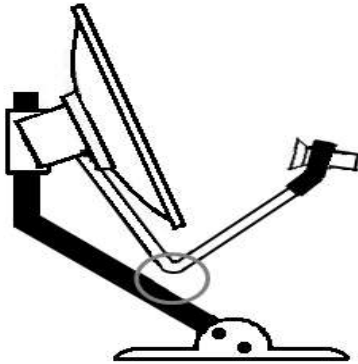
① 거푸집을 이용한 기초설치



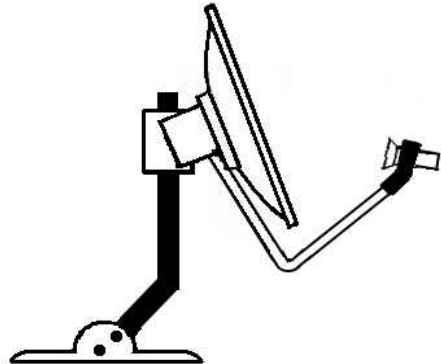
② 벽부형 기초대 설치

[그림 4-12] 오프셋 급전 안테나 기초 설치

- 3) [그림 4-12]의 그림 ①은 거푸집을 이용한 기초설비를 예시하였다.
- 4) [그림 4-12]의 그림 ②는 벽부형 기초대로서 건축물 옥상면의 이용이 불가하거나 설치 용이성을 감안하여 선정한다.
- 5) 안테나 기초대는 앵카볼트를 사용하여 벽면에 지지한다. 이때, 기초 브래킷은 와셔 등을 이용하여 견고하게 고정한다.



< 잘못 설치된 예시 >

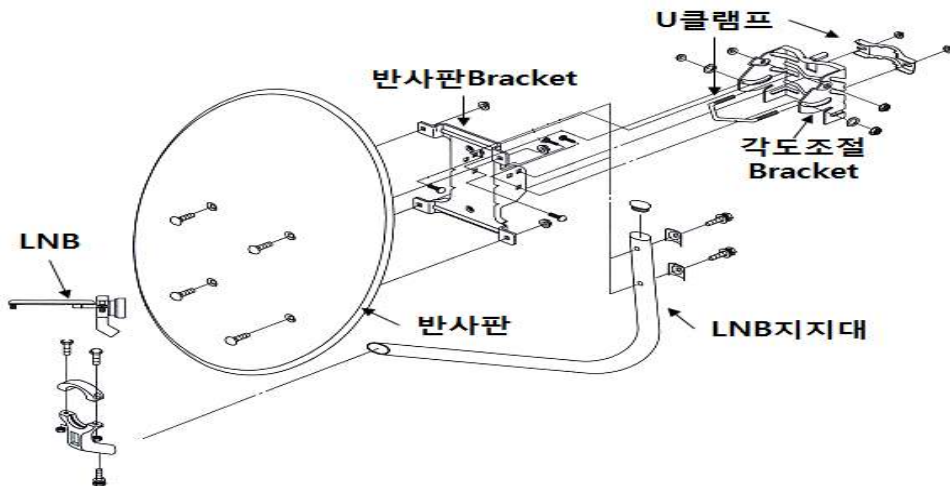


< 올바른 설치 예시 >

[그림 4-13] 오프셋 급전 안테나 지지대 설치(예시)

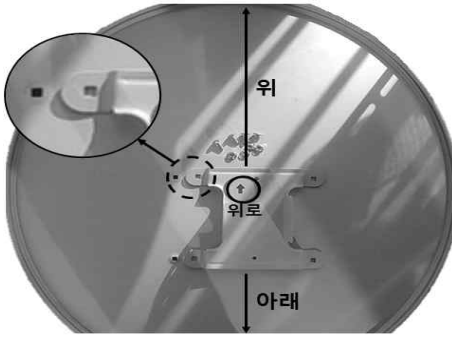
6) [그림 4-13]은 오프셋 급전 안테나 지지대 설치의 예시로서 잘못 설치된 경우와 올바르게 설치된 것을 나타내었다. 올바른 설치 예시와 같이 LNB지지대 및 안테나 지지대가 서로 겹치지 않게 설치해야 한다.

## 나. 안테나 설치

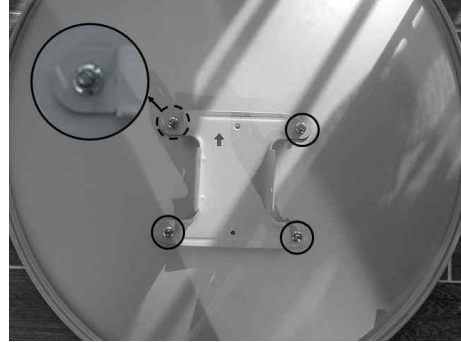


[그림 4-14] 오프셋 급전 안테나 구성 및 형태

1) [그림 4-14]는 오프셋 급전 안테나의 구성 및 형태를 나타내었다.



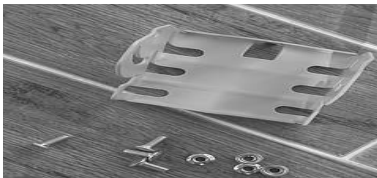
< 반사판 브래킷 고정 위치 >



< 반사판 브래킷 고정 >

**[그림 4-15] 오프셋 급전 안테나 브래킷 고정**

- 2) 오프셋 급전 안테나는 LNB가 아래쪽으로 내려와 있기 때문에 안테나의 반사판 후면의 브래킷은 긴 면을 세로로 설치해야 한다. (4개의 브래킷 구멍이 중심으로 상·하가 바뀌지 않도록 한다.)
- 3) [그림 4-15]와 같이 반사판 브래킷은 화살표가 위로 향하게 두고, 고정나사로 견고하게 고정한다.



< 각도조절 브래킷 >



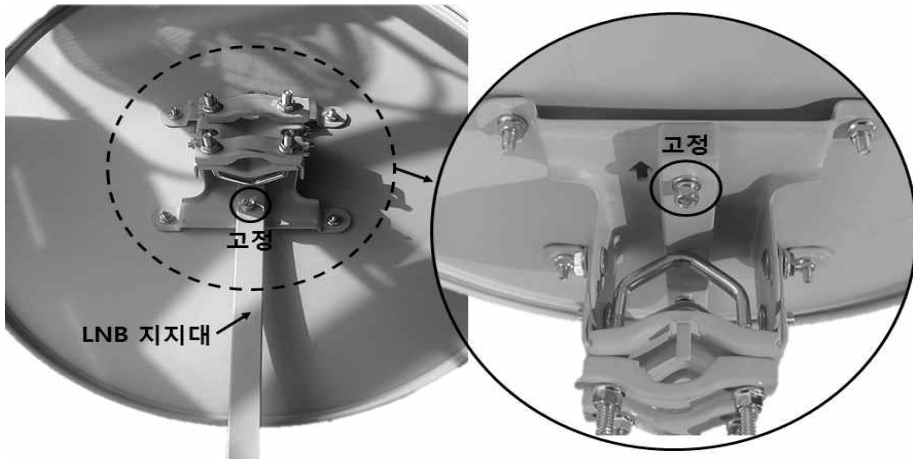
< U클램프 >



< LNB지지대 및 안테나 브래킷 설치 >

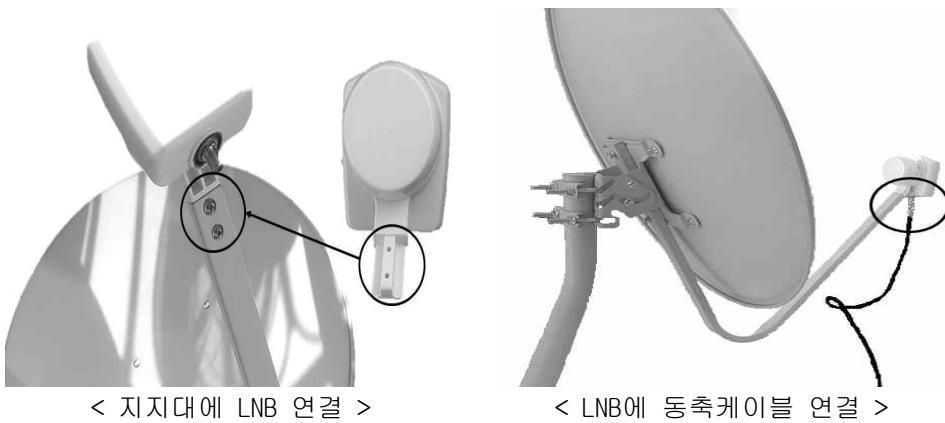
**[그림 4-16] 오프셋 급전 안테나 LNB지지대 브래킷 설치**

- 4) [그림 4-16]과 같이 반사판 브래킷에 각도조절 브래킷을 고정한다.
- 5) U클램프는 안테나 지지대를 고정하기 위한 장치로서 고정시킨 각도조절 브래킷에 U클램프를 장착한다.



[그림 4-17] 오프셋 급전 안테나 LNB 지지대 설치

6) [그림 4-17]과 같이 LNB 지지대를 반사판 브래킷에 견고하게 고정시킨다.



[그림 4-18] 오프셋 급전 안테나 LNB 지지대 연결 및 동축케이블 설치

7) [그림 4-18]과 같이 LNB지지대에 LNB를 설치하고 전송선로를 연결한다.

8) LNB설치는 오프셋 급전 안테나의 중요 장치로서 주의하여 시공한다.



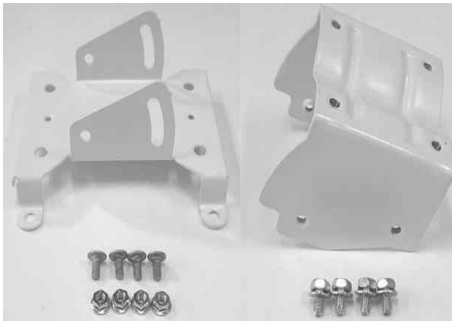
[그림 4-19] 오프셋 급전 안테나 스탠드 설치

- 9) 반사판 및 LNB설치가 완료되면, 안테나 지지대에 조립된 안테나 반사판을 U클램프를 이용하여 고정한다.
- 10) 안테나 설치과정에서 약간의 기울어짐이 발생할 수 있기 때문에 너트 부분을 반사판브래킷의 기준으로  $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$  사이에 위치시키고, 신호를 탐색한다.
- 11) 방위각 및 양각의 임시 고정된 볼트를 풀고 상·하, 좌·우 조정볼트를 이용하여, 미세하게 조정하면서 수신전계 레벨이 최대가 되도록 한 다음 안테나를 완전히 고정시킨다.
- 12) 안테나 고정시 볼트 조임을 재확인하여, 마운트와 반사판의 유격이 없도록 하여야 한다.

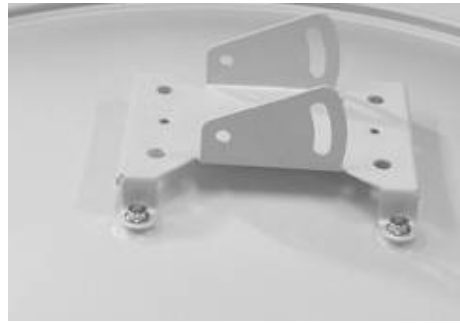
## 4. 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나

### 가. 안테나 조립

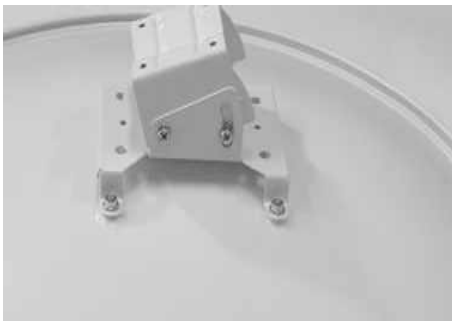
- 1) 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나의 조립은 반사판, 브래킷, LNB 지지대 및 안테나 지지대 순으로 조립한다.<sup>62)</sup>



① 브래킷 구성



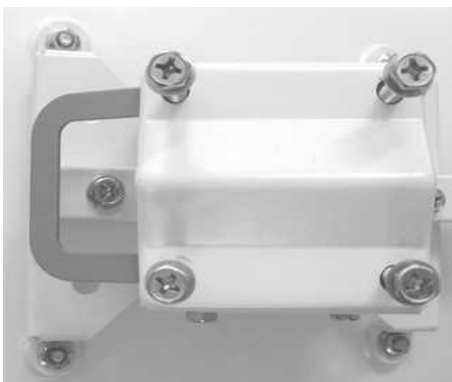
② 브래킷 고정



③ 브래킷 결합



④ LNB지지대 결합



⑤ 지지대 고정브래킷 결합



⑥ 지지대 결합

[그림 4-20] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 구성 및 브래킷 설치

62) Sky Lift 위성수신용 안테나가 난간형 오프셋 파라볼라 안테나의 대표적인 예이다.

- 2) [그림 4-20]은 조립순서를 예시한 것으로 조립전 안테나 설치 구성품목을 확인한다.
- 3) 반사판 설치에 앞서 브래킷 조립을 선행하고 반사판과 결합한다. 이때 양각조정을 위해 가볍게 고정시켜준다.
- 4) LNB지지대를 반사판과 결합하고 지지대 고정을 위한 브래킷을 설치한 후 지지대와 결합시킨다.



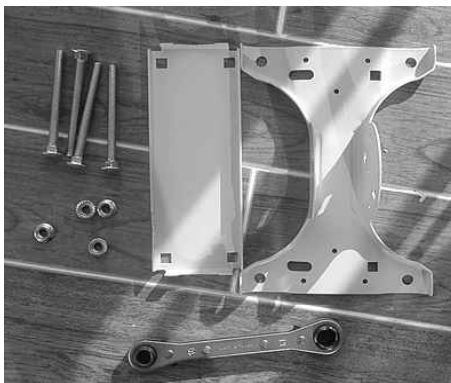
① LNB홀더 및 부속품



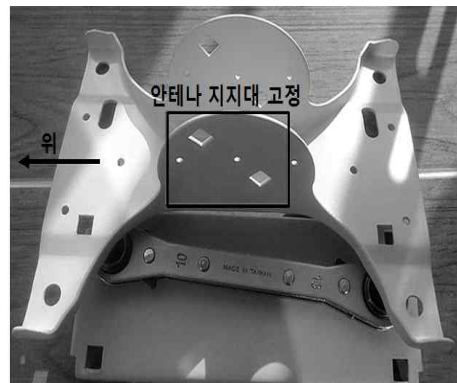
② LNB홀더 및 LNB설치

[그림 4-21] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 LNB홀더 및 LNB설치

- 5) [그림 4-21]과 같이 LNB홀더 및 부속품을 LNB지지대에 설치한다.



① 브래킷 구성



② 브래킷 고정

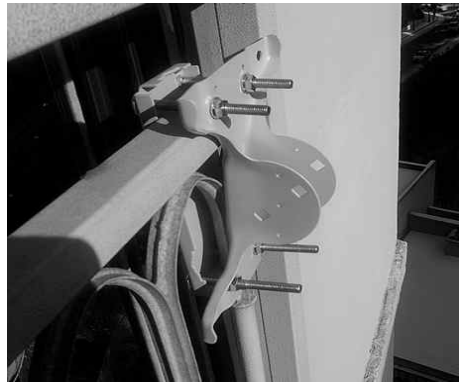
[그림 4-22] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 난간대 브래킷 고정

- 6) [그림 4-22]는 난간대 브래킷 고정으로서 ②와같이 화살표 방향이 위로 향하게 설치한다.

## 나. 안테나 설치



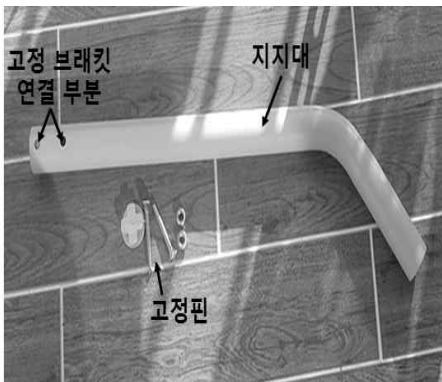
① 전면



② 후면

[그림 4-23] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 기초 설치

- 1) [그림 4-23]과 같이 볼트와 너트를 이용하여 베란다 난간대에 고정 브래킷을 고정시킨다.
- 2) 전면과 후면을 기준으로 전면부에서 고정나사를 삽입하고 후면부에서 너트를 조립한다.



① 지지대 구성



② 지지대 설치

[그림 4-24] 난간형 오프셋 급전 파라볼라 안테나 지지대 설치

- 3) [그림 4-24]는 안테나 조립시 지지대를 함께 설치하였으나, 설치 설명을 위해 예시하였다.

- 4) 조립이 완료된 안테나를 지지대 연결부분에 고정핀을 이용하여 안테나를 견고하게 고정한다.



[그림 4-25] 양각 조정

- 5) 양각의 조정은 [그림 4-25]의 원으로 표시한 부분을 무궁화위성 수신각도인 45도로 맞춘다.
- 6) LNB의 출력단자는 정면에서 안테나를 바라보는 관점에서 6시 방향을 기준으로 5시 방향으로 약간 틀어주는 것이 좋다.

## 5. 이동통신 야기 안테나

### 가. 기초 설비



① 앵커볼트 준비



② 앵커볼트 치수제기

[그림 4-26] 앵커볼트 작업준비

- 1) 이동통신 야기안테나는 건축물 실내의 전파음영지역의 해소 및 중계용

으로 설치하기 위해 브래킷을 설치하고 안테나를 고정하여 예리한 지향성을 갖는다.

- 2) [그림 4-26]은 야기안테나 설치를 위한 기초 작업으로 안테나를 고정하기 위한 브래킷 설치를 위해 앵커작업을 설명한다.
- 3) 사용될 앵커볼트의 치수를 측정하여 앵커설치에 적합한 드릴비트를 선택한다.



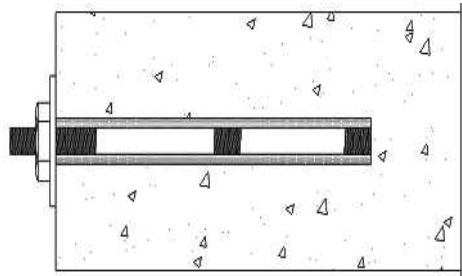
① 드릴링



② 파배기 앵커 삽입



③ 망치로 앵커볼트 삽입



④ 앵커볼트 설치 단면

**[그림 4-27] 앵커볼트 설치**

- 4) [그림 4-27]의 그림 ①과같이 드릴링을 실시하고 이때 좌우로 드릴비트가 움직이지 않도록 수직방향으로 힘을 가하여 드릴링 한다.
- 5) 그림 ②와같이 파배기 앵커를 삽입하고 그림 ③과 같이 망치를 이용하여 앵커볼트를 천천히 삽입한다.
- 6) 그림 ④는 앵커볼트의 설치 단면을 나타낸 것으로 앵커볼트를 고정시키고 견고하게 고정되었는지 확인한다.

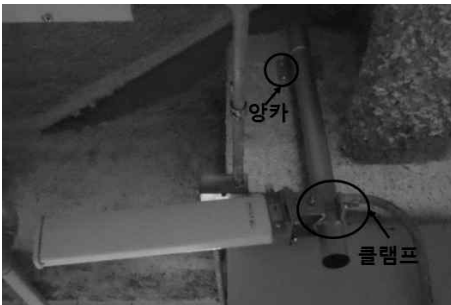
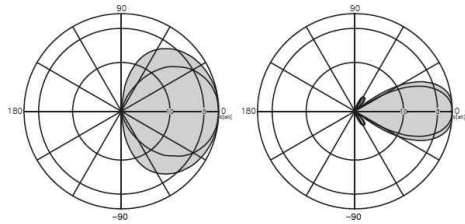
## 나. 안테나 설치



① 안테나 고정 지지대



② 이동통신 야기안테나



③ 이동통신 야기안테나 고정



④ 전송선로 연결

[그림 4-28] 이동통신 야기 안테나

- 1) [그림 4-28]의 그림①은 이동통신용 야기 안테나를 고정하기 위한 지지대로서 설치 장소 및 용도에 따라 봉형 및 관절형 등을 사용한다.
- 2) 그림 ②는 커버 내부에 야기안테나의 구조를 가지고 있으며, 예리한 지향성을 가지므로(지향성은 조정 가능함) 전파의 복사방향은 도파기 방향으로 설치한다.
- 3) 기초설치를 완료 후 안테나 고정 지지대를 앵커볼트와 결합하여 시공

한다.

- 4) 설치를 완료한 지지대에 전파의 복사방향으로 안테나를 설치한다. 이때, 안테나의 고정에는 안테나 고정 브래킷을 사용한다.
- 5) 안테나 고정 후 전송선로를 연결하고 케이블 타이 등을 이용하여 정리한다.
- 6) 케이블 연결 후 안테나 방위각 및 양각 조정을 위해 고정 볼트를 풀고 좌·우 조정볼트를 이용하여 미세하게 조정하면서 수신전계 레벨이 최대가 되도록 한 다음 안테나를 완전히 고정시킨다.

## 6. 이동통신 옴니(Omni Directional)안테나

### 가. 기초 설비



< 천정형 >

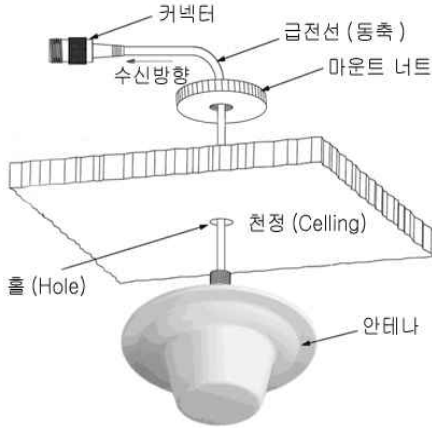


< 지지형 >

[그림 4-29] 이동통신 옴니(Omni)안테나 설치형태

- 1) 이동통신 옴니 안테나는 건축물 실내의 천정면에 설치되어 무지향 방사특성을 가지며, 한정된 영역의 다수의 이동단말과 통신을 수행한다.
- 2) 옴니 안테나의 설치형태는 [그림 4-29]과 같이 천정(Ceiling)형의 형태와 천정 마감이 되지 않은(지하주차장) 지지형의 형태로 분류된다.
- 3) 천정형의 기초공사는 천정 판넬을 지지하는 형태로 설치됨에 따라 별도의 기초공사는 필요치 않으며, 전송선로 연결을 위한 홀(Hole) 및 이에 따른 마감작업이 수반된다.
- 4) 천정 마감이 되지 않은 형태는 안테나 설치를 위해 [그림 4-28]의 그림 ①과 같은 안테나 고정 지지대 설치를 참고한다.

## 나. 안테나 설치



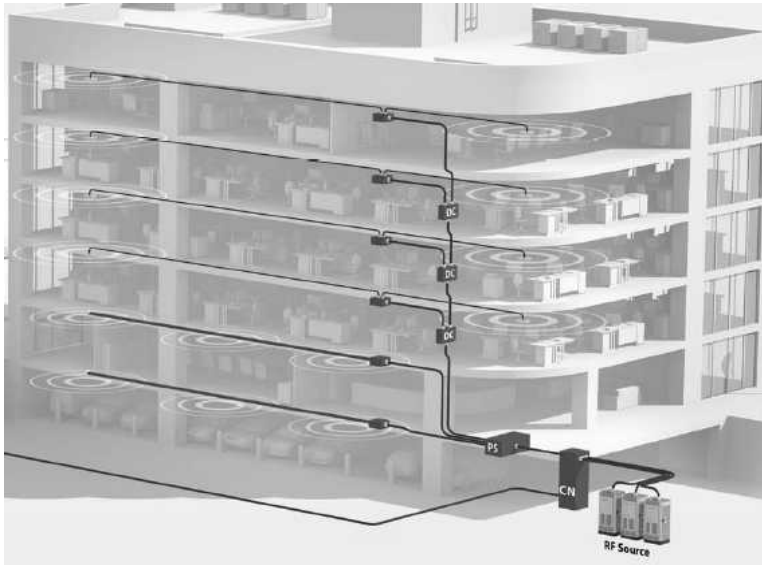
< 천정형 >



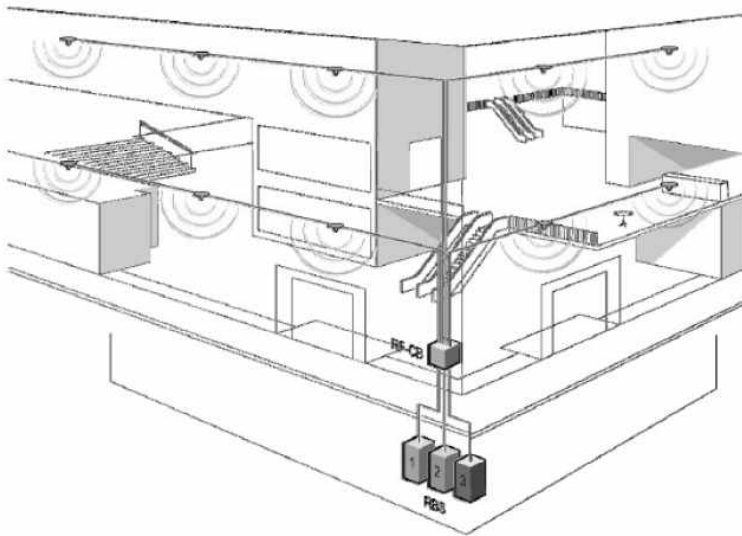
< 지지형 >

[그림 4-30] 이동통신 옴니(Omni)안테나 설치

- 1) [그림 4-30]의 그림 ①은 천정형 안테나의 설치를 예시하였다.
- 2) 천정 홀 타공→안테나 및 마운트 너트 결합→전송선로 커넥터 연결의 순으로 시공한다.
- 3) [그림 4-30]의 그림 ②는 지지형 안테나의 설치를 예시하였다.
- 4) 지지형은 [그림 4-29]의 그림 ②과 같은 안테나 고정 지지대를 설치하고 안테나 전송선로를 관통시켜 시공한다.
- 5) 이동통신 옴니 안테나의 일반적인 시공은 건축물 내 이동통신 음영지역을 해소하기 위해 분산형(DAS : Distributed Antenna System) 형태로 구축한다.



① 업무용 건축물 구축(예시)



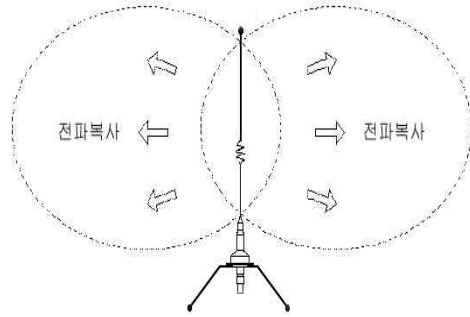
② 쇼핑센터 구축(예시)

[그림 4-31] 이동통신 분산형 옴니(Omni)안테나 설치(예시)

6) [그림 4-31]의 그림 ①은 업무용 건축물에 설치된 분산형 옴니 안테나의 구성형태이고, 그림 ②는 쇼핑센터에 설치된 분산형 옴니 안테나를 예시하였다.



① 실외형 옴니 안테나



② 전파 복사패턴

**[그림 4-32] 이동통신 옴니(Omni)안테나(실외형)**

7) [그림 4-32]는 주로 실외에 적용되고 있는 옴니 안테나로서 복사패턴은 무지향성을 가지고 있으며, 설치는 안테나 고정 지지대 또는 고정 폴(Pole)에 설치한다.

## 7. 이동통신 섹터안테나

### 가. 기초 설비



< 분산형 >



< 원 Pole형 >



< 벽면형 >



< 철탑형 >

[그림 4-33] 이동통신 기지국 분류

- 1) 이동통신 섹터 안테나는 반사판을 이용한 안테나로서 기지국의 섹터 간 간섭을 최소화 하고, 기지국 용량 증대를 목적으로 사용된다.
- 2) [그림 4-33]은 이동통신 기지국의 설치형태로 분산형, 원 Pole형, 벽면형, 철탑형 등이 있으며, 최근 이동통신 주파수대역이 높아지고 셀의 크기가 작아짐에 따라 도심지역의 경우 초기에는 철탑형 구축이 많았으나 분산형 및 벽면형 구축이 증가하고 있다. 원 Pole형의 경우 인적이 드문 산과 들이나 큰 도로와 같은 경우에 설치하며, 주변 환경과 조화롭게 설치되고 있다.<sup>63)</sup>
- 3) 섹터 안테나 기초설치는 사전 전파조사를 실시하여 타 무선통신설비 간 간섭이 없는 최적의 장소를 선정한다.
- 4) 일반적인 섹터 안테나의 설치는 건축물의 상면(옥상)에 시공된다.

63) 이동통신 섹터 안테나의 기초설비는 분산형 섹터안테나를 설명한다.



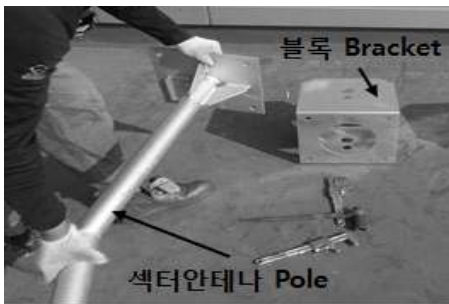
① 섹터 안테나 설치위치 선정



② 시공 준비

[그림 4-34] 설치위치 선정 및 시공 준비

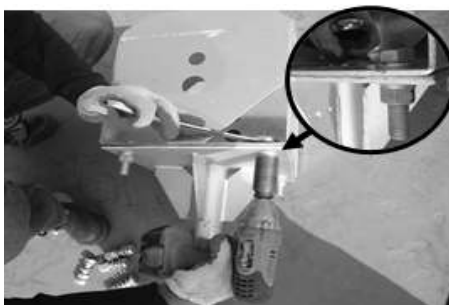
5) [그림 4-34]와 같이 섹터 안테나 설치위치를 선정하고, 자재는 종류별로 분류하여 순차적인 시공이 되도록 준비한다.



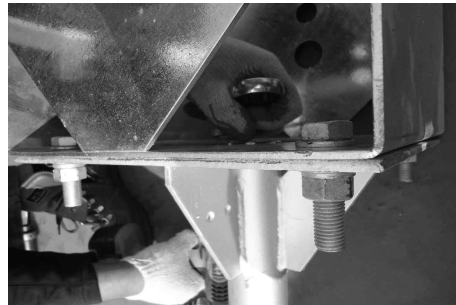
① 섹터안테나 Pole 및 블록 브래킷



② 블록 브래킷 조립



③ 브래킷 고정



[그림 4-35] 블록 브래킷 조립 및 고정

- 6) [그림 4-35]의 그림 ①과 같이 섹터안테나 Pole과 블록 브래킷 설치를 준비하고 그림 ②와 같이 Pole과 브래킷을 조립한다.
- 7) 섹터 안테나 Pole과 블록 브래킷을 맞대어 볼트를 끼운 뒤 너트를 돌려 살짝 끼운다.
- 8) 그림 ③ 과 같이 전동공구에 복스(Vox)를 결합하고, 스패너를 이용하여 볼트와 너트를 고정시킨다.
- 9) 안테나 Pole과 블록 브래킷은 설치 완료 후 풀림이 없도록 와서 및 더블너트를 사용하여 견고하게 고정한다.



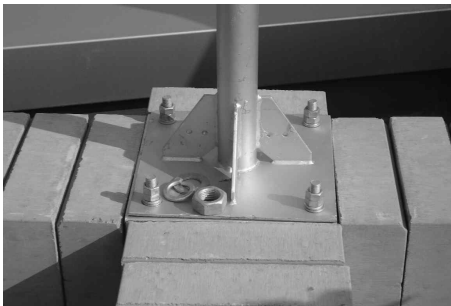
① 블록 운반



② 조립 준비

[그림 4-36] 블록 운반 및 조립 준비

- 10) [그림 4-36]의 그림 ①은 섹터안테나를 고정하기 위한 블록으로 블록 운반 중 안전사고를 방지하여야 한다.
- 11) 그림②와 같이 안테나 설치장소에 블록을 옮겨 조립을 준비한다.



① 브래킷 결합



② 블록 정렬

[그림 4-37] 블록 정렬 및 섹터안테나 지지대 설치

- 12) [그림 4-37]의 그림①과 같이 완성된 안테나 Pole과 블록 브래킷을 블록과 결합한다.
- 13) 그림 ②와 같이 안테나 전파 복사방향과 건축물 구조를 고려하여 블록을 정렬한다.



① 블록 정렬하기



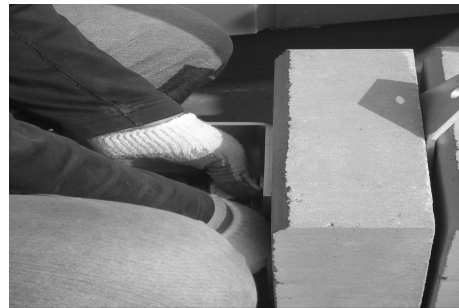
② Pole 지지대 끼우기

**[그림 4-38] 블록 정렬 및 섹터안테나 Pole 지지대 설치**

- 14) [그림 4-38]의 그림 ①과 같이 형태를 잡은 뒤 그림 ②와 같이 블록 사이에 섹터안테나 Pole 지지대를 끼운다.



① 고정용 봉 끼우기



② 블록 고정

**[그림 4-39] 섹터안테나 블록 고정**

- 15) 형태를 잡은 블록은 [그림 4-39]와 같이 블록의 홈을 맞춰 고정용 봉을 끼워 넣는다.
- 16) 고정용 봉 설치를 완료하고 철봉을 끼워 넣은 후 풀림이 없도록 와서 및 너트를 사용하여 견고하게 고정한다.



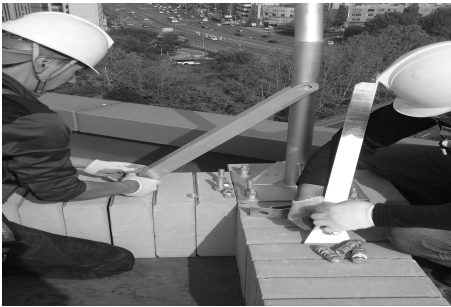
① 블록설치 완료



② 수평측정

**[그림 4-40] 블록설치 완료 후 수평측정**

17) [그림 4-40]의 그림 ①은 Pole지지대를 설치하기 전 블록설치가 완료된 상태이며, 그림 ②와 같이 수평측정을 하여 바닥면 수평 및 구조물의 흔들림 여부를 확인한다.



① Pole 지지대 설치



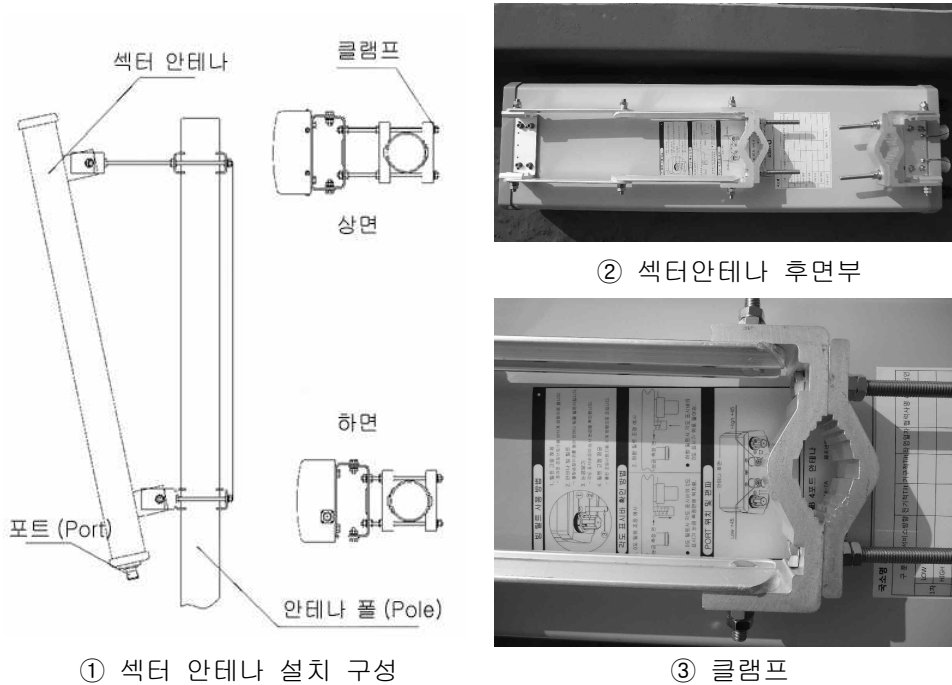
② 클램프 고정

**[그림 4-41] Pole 지지대 설치 및 고정**

18) Pole 지지대의 설치는 [그림 4-41]의 그림 ①과 같이 블록 정렬시 끼워 넣었던 Pole지지대와 ‘ㄱ’ 형 철강을 볼트와 너트를 이용하여 고정한다.

19) Pole과 ‘ㄱ’ 형 철강이 접속되는 부위에 클램프(4방향 클램프)를 이용하여 고정하고 Pole지지대 및 클램프를 견고히 고정시킨다.

## 나. 섹터안테나 설치



[그림 4-42] 섹터 안테나 설치 구성도

- 1) [그림 4-42]는 섹터 안테나의 외형, 포트 구성 및 설치 구성형태를 나타내었다.
- 2) 섹터 안테나의 일반적인 설치는 안테나 제조사의 설치설명서를 기준으로 설치하여야 한다.
- 3) 그림 ②와같이 안테나의 상면과 하면에 각각 안테나 본체와 폴을 고정하기 위한 클램프 및 볼트·너트가 설치되어있다.
- 4) 그림 ③은 상면의 클램프를 확대한 것으로 시공 후 풀림이 없도록 더블너트가 적용되었다.
- 5) 섹터 안테나는 기지국 셀 설계 시 지향성 및 셀 커버리지를 고려하여 설계됨에 따라 시공 후 안테나의 변동요인은 이동통신의 품질을 좌우하게 된다.



① 섹터 안테나 거치



② 상단 고정



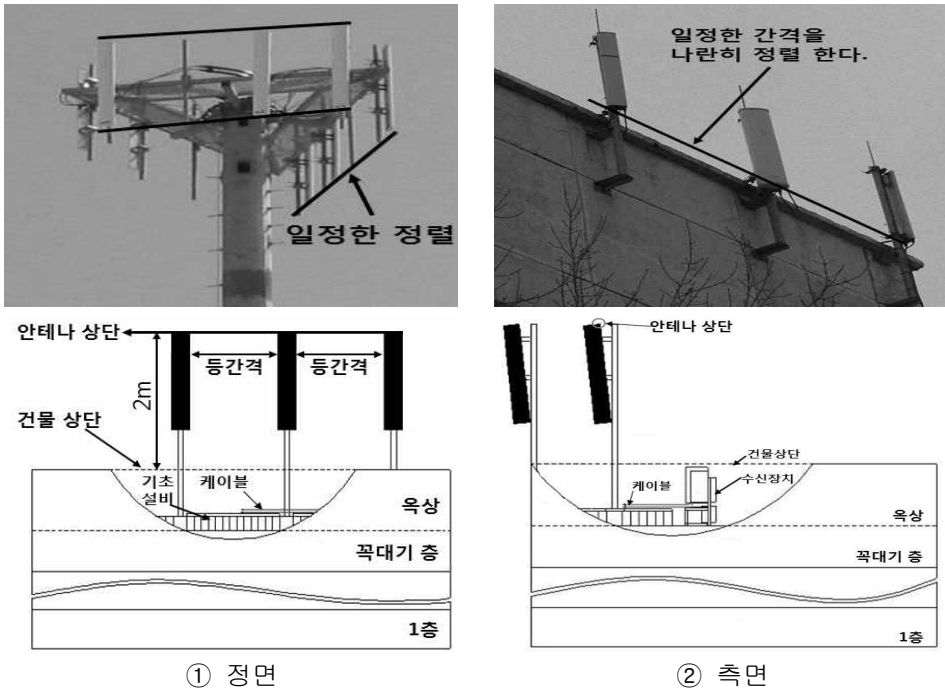
③ 하단 고정



④ 안테나 고정 완료

[그림 4-43] 섹터 안테나 Pole 고정

- 6) 섹터 안테나의 Pole 거치는 [그림 4-43]의 그림 ①과 같다. 거치 시 클램프의 고정 너트를 완전히 풀지 않은 상태에서 Pole상단부터 클램프 사이에 끼우는 형태로 거치한다. 이는 안테나 추락 등의 낙하사고를 예방하기 위함이다.
- 7) 그림 ②와 그림 ③은 안테나의 상단과 하단의 고정으로 안테나의 지향방향에 맞도록 견고히 고정한다.

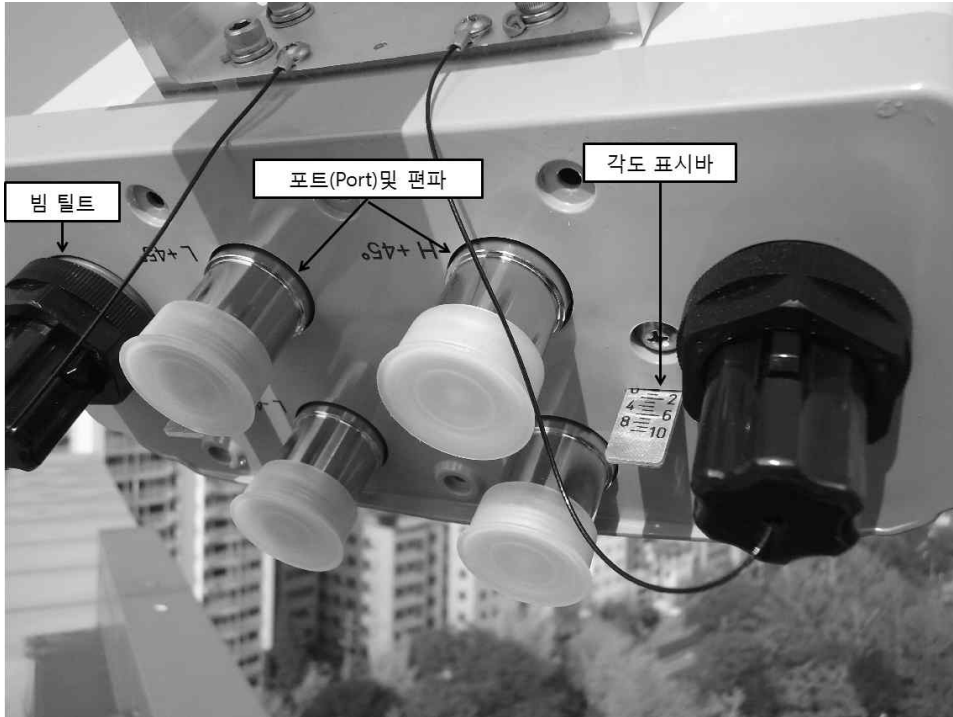


[그림 4-44] 섹터 안테나 정렬

- 8) [그림 4-44]와 같이 여러개의 섹터 안테나를 설치 시, 섹터 안테나와 철탑 및 건물 간격을 조정하여 섹터 지향각에 수직 방향으로 일정하게 정렬시킨다.
- 9) 블록 및 지지물은 건물 외부에서 보이지 않게 시설하며, 기초 블록은 트러스(Truss)<sup>64</sup>로 연결하여 추후 공용이 가능하도록 시설한다.

64) 부재(部材)가 휘지 않게 접합점을 핀으로 연결한 골조구조. 직선봉을 조립한 일종의 빔재로 건축물 등의 골조 구조물로 널리 사용된다.

- 10) 안테나 상단은 건물 상단으로부터 2m(2단은 3m)에 맞추어 시설하고 다수의 안테나가 설치될 경우 상단 높이 및 좌·우 간격을 유지하며 시공한다.



[그림 4-45] 섹터 안테나 각도(빔 틸트)조절

- 11) 섹터 안테나의 각도(빔 틸트)조정은 [그림 4-45]와 같이 빔 틸트 조임 너트를 반 시계방향으로 풀어서 고정을 해제하고 손잡이를 돌려 빔 틸트를 조정한다.
- 12) 손잡이를 시계방향으로 돌려 하향 틸트 조정을 하고 반 시계방향으로 돌려 상향 틸트를 조정한다.
- 13) 각도 표시바의 눈금을 확인하여 틸팅각을 맞추고, 빔 틸트 조임 너트를 고정하여 각도(빔 틸트)조정을 완료한다.
- 14) 포트(Port) 및 편파는 전송선로 연결 포트로서 [그림 4-45]의 섹터 안테나는 총 4포트를 제공한다.

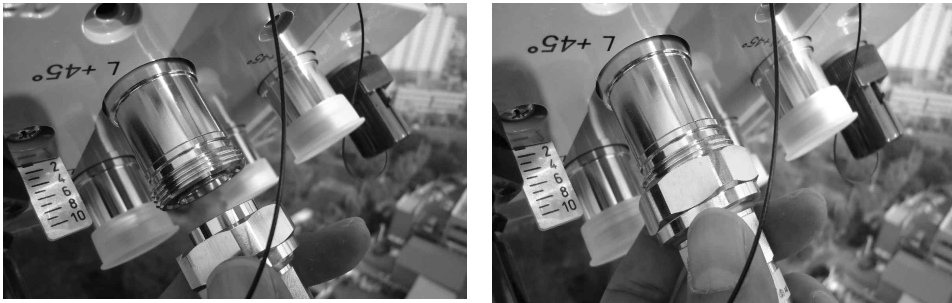


① 케이블 연결 커넥터(전, 후면)

② 전송선로 커넥터 제작

**[그림 4-46] 전송선로 커넥터 제작**

- 15) [그림 4-46]의 그림 ①은 전송선로 연결을 위한 케이블 연결 커넥터의 전면과 후면으로 후면부는 고무패킹이 있어 방수 구조로 되어있다.  
 16) 그림 ②와 같이 전송선로용 동축케이블과 커넥터를 치공구를 이용하여 커넥터를 제작한다.

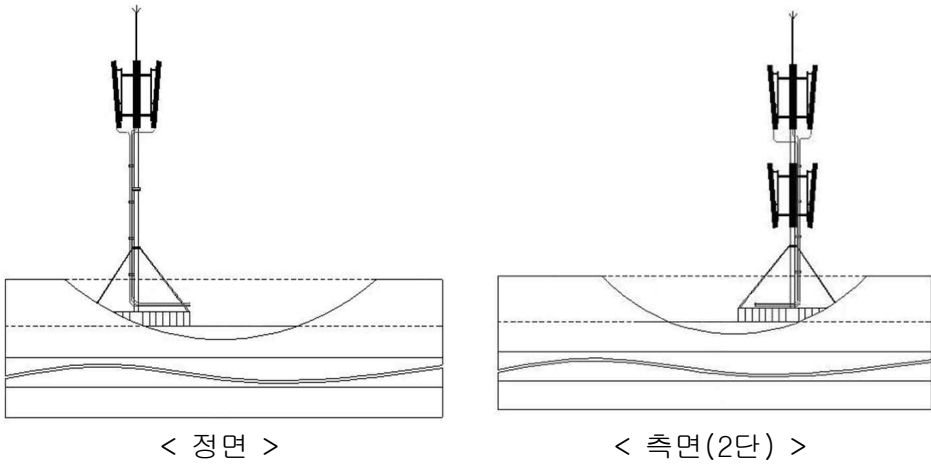


① 연결포트에 커넥터 접속

② 커넥터 체결

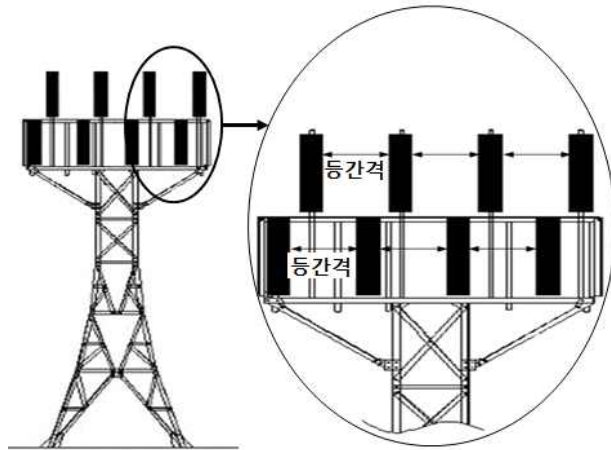
**[그림 4-47] 전송선로 연결**

- 17) 전송선로 연결포트와 커넥터를 [그림 4-47]과 같이 연결하고 풀리지 않도록 조여 준다.



[그림 4-48] 원 Pole 섹터 안테나 설치(예시)

- 18) [그림 4-48]은 원 Pole형 섹터 안테나의 설치를 예시하였다.  
 19) 가입자 수용용량과 셀 커버리지 계획에 따라 1단 및 2단 설치를 고려한다.

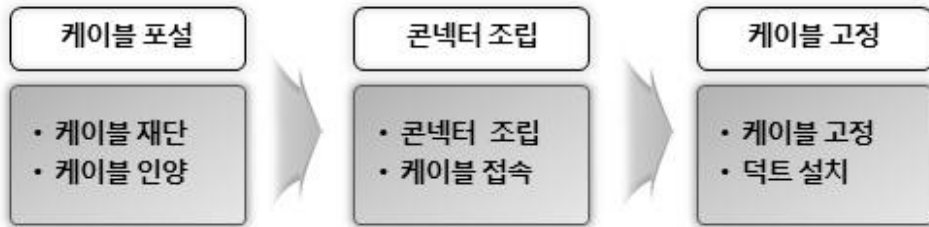


[그림 4-49] 철탑형 섹터 안테나설치(예시)

- 20) [그림 4-49]는 철탑형 섹터 안테나의 설치를 예시하였다.  
 21) 안테나 설치는 등간격을 고려하여 1단 및 2단으로 설치한다.

## 제3절 전송선로 시공

### 1. 동축케이블



[그림 4-50] 동축케이블 시공절차

무선통신용 동축케이블은 [그림 4-50]과 같이 케이블 포설, 커넥터 조립 및 케이블 고정 순으로 시공한다. 급전을 목적으로 하는 동축케이블은 송수신 안테나, 송신기, 중계기 등 급전점을 접속하여 전송효율을 높이고 파동 임피던스가 적정하고 유도 방해를 주거나 받지 않는 뛰어난 차폐 특성을 가지고 전송장비 사이를 연결해준다. 고주파 신호전력을 저손실로 전송하기 위해 고발포 폴리에틸렌 등의 절연체로 제작되며, 무선 기지국, 방송공동수신 설비, 마이크로웨이브, 이동통신 중계설비, 무선통신 보조 설비 등 무선 네트워크 구성에 적용된다. 공사방법 및 사용재료는 적용되는 케이블별로 조금씩 상이하며, 급전을 목적으로 하는 동축케이블과 기기 간 접속을 위한 Jumper 케이블 등으로 분류한다.

#### 가. 케이블 포설

- 1) 케이블 포설 전 정확한 루트조사를 통해 케이블 소요길이를 산출하고 동축케이블 절단용 쇠톱을 사용하여 케이블을 절단한다. 만일 동축케이블이 찌그러져있을 경우 사용하지 않는다.
- 2) 케이블 드럼을 사용할 시에는 불순물이 동축케이블에 들어가지 않도록 커넥터 부분을 비닐이나 다른 포장지로 포장한 다음 안테나 위치까지 동축케이블에 손상이 가지 않도록 주의해서 올린다.
- 3) 안테나 설치위치가 철탑일 경우 철탑의 안테나 설치위치를 감안하여 도르래를 설치하고 작업은 수동 또는 원치에 의해 포설한다.

- 4) 동축케이블 포설시 비틀림이 없어야 하며, 꼬이지 않도록 하고 케이블이 건물이나 철탑의 날카로운 부분에 닿을 염려가 있을 시에는 동축케이블 피복에 보호 장치를 해야 한다.



① 케이블 부설 롤러

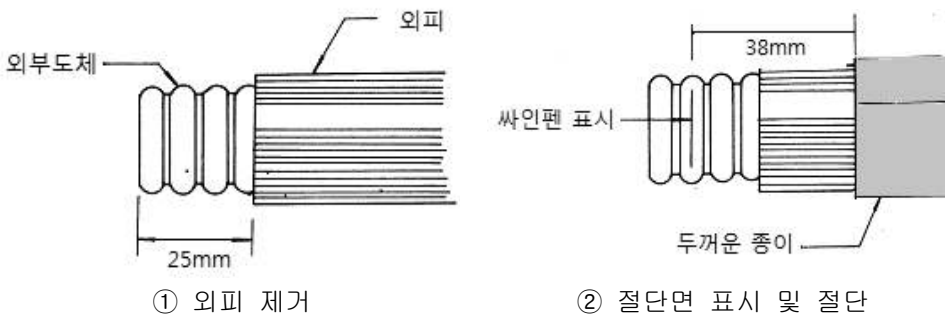


② 케이블 부설

[그림 4-51] 케이블 부설 롤러

- 5) [그림 4-51]은 케이블 롤러를 이용한 부설을 예시한 것으로 케이블 포설 길이가 긴 경우에는 롤러를 사용하여 포설한다.

#### 나. 커넥터 조립



① 외피 제거

② 절단면 표시 및 절단

[그림 4-52] 방사형 및 누설동축케이블 외피 제거

- 1) 방사형 및 누설동축케이블 재단 전 절단부위를 솔벤트 등을 사용하여 깨끗이 닦고 절단지점에 싸인펜으로 표시한 후 직각으로 일정하게 자른다.

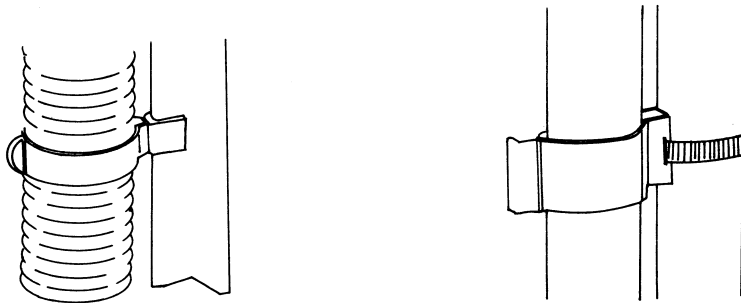


용하여 불순물을 제거한다.

- 8) 외부 및 내부도체의 안쪽 가장자리의 날카로운 부분을 칼로 제거한 후 주위의 작은 구리조각을 와이어 솔로 제거한다.
- 9) 그림 ④와 같이 내부 커넥터를 조립한다.
- 10) 케이블 접속은 깨끗하게 청소한 후 커넥터를 꼭 조이고 장비 측 연결 시에는 RF점퍼를 사용하여 커넥터와 연결 한다.
- 11) 동축케이블 접속부분은 비나 바람에 견딜 수 있는 보호 장비를 사용한다.

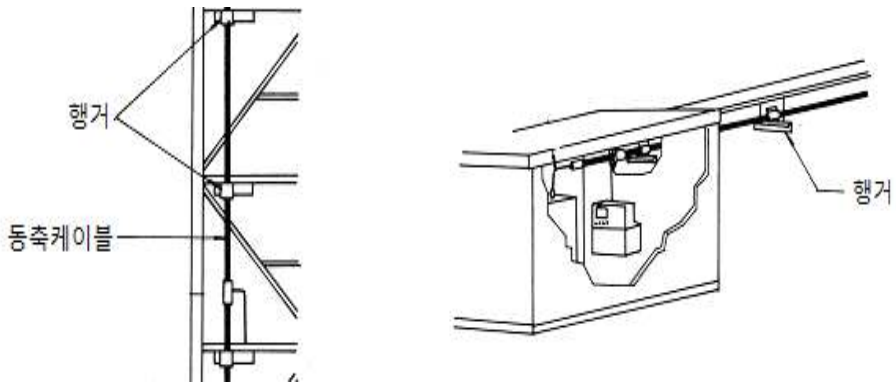
#### 다. 케이블 고정

- 1) 동축 케이블 고정 시에는 인장선의 장력을 유지한 상태에서 고정하고 흔들리지 않도록 행거키트 등을 이용하여 고정한다.
- 2) 케이블 고정시 철사 또는 타이랩 등을 사용할 경우 무리한 힘으로 인하여 외경에 변형이 있을 수 있으므로 반드시 전용자재로 고정 하도록 한다.



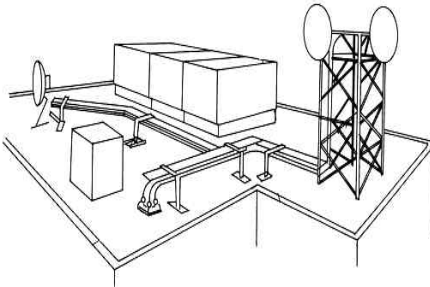
[그림 4-54] 행거키트 및 앵글 어댑터(예시)

- 3) [그림 4-54]은 행거키트 및 앵글 어댑터 설치를 예시한 것으로 행거를 밀어 넣은 후 조임쇠를 조여 견고하게 설치한다.



[그림 4-55] 동축 케이블 고정(예시)

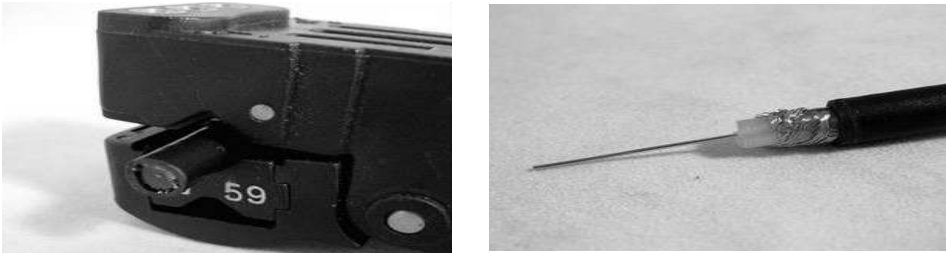
- 4) [그림 4-55]는 동축 케이블 고정을 예시한 것으로 철탑 및 지지물 등에 고정 시에는 앵글 어댑터를 동축케이블 행거키트와 같이 사용하여 고정시킨다.



[그림 4-56] 덕트 설치(예시)

- 5) 덕트 설치는 총 설치거리의 산정, 동축 케이블 인입구의 위치 및 상태, 안테나 측 케이블 연결 및 포설상태를 고려한다.
- 6) 덕트의 크기, 지지앵글 치수 및 부착방법 등을 고려하여 설치하고 강우·강설·결빙으로부터 케이블 보호를 위해 덮개를 설치한다.

라. Jumper 케이블(Tool용 동축 BNC 커넥터)



[그림 4-57] Tool용 동축 BNC 커넥터 외피 박리

- 1) [그림 4-57]과 같이 케이블선의 끝을 스트리퍼를 이용하여 절단한다. 이때, 가운데 동축선(심선)이 잘리지 않도록 주의한다.



[그림 4-58] Tool용 동축 BNC 커넥터 심선 절단

- 2) [그림 4-58]과 같이 절단 가위를 이용한 핀 길이(약 0.5cm)에 맞추어 동축선을 잘라내고 튜브를 넣은 후 링을 끼워 넣는다.



[그림 4-59] Tool용 동축 BNC 커넥터 핀 고정

- 3) [그림 4-59]와 같이 핀을 넣고 고정시켜 준다.



[그림 4-60] Tool용 동축 BNC 커넥터 커넥터 삽입

- 4) [그림 4-60]과 같이 커넥터를 집어넣는다. 이때, 튜브를 불로 가열하여 연성을 높여주면 커넥터를 삽입하기 쉽다.



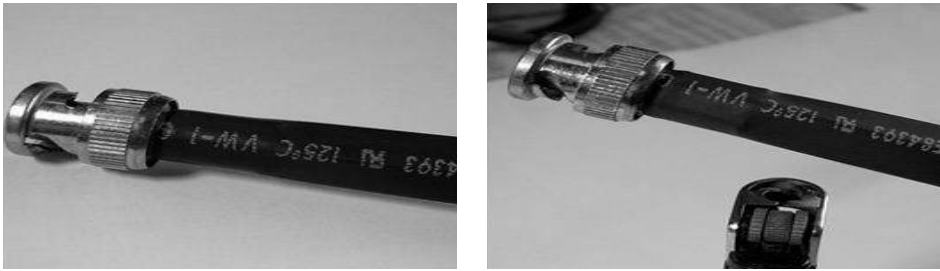
[그림 4-61] Tool용 동축 BNC 커넥터 링 정렬

- 5) [그림 4-61]과 같이 링을 고정시킬 곳으로 정렬시킨다.



[그림 4-62] Tool용 동축 BNC 커넥터 링 고정

- 6) [그림 4-62]와 같이 크림밍을 이용하여 링을 압착 고정시킨다.



[그림 4-63] Tool용 동축 BNC 커넥터 고정을 위한 튜브

- 7) [그림 4-63]과 같이 튜브를 고정시킬 곳으로 정렬하고 가열하여 튜브를 수축시켜 고정한다.



[그림 4-64] Tool용 동축 BNC 커넥터 동축선 위치 확인

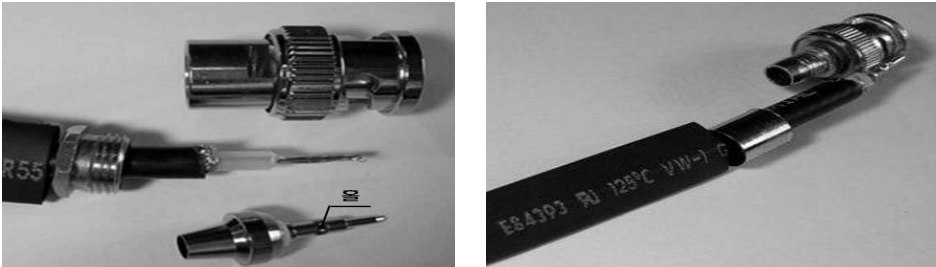
- 8) [그림 4-64]와 같이 동축선이 가운데 정확히 위치하는지 확인한다.



[그림 4-65] Tool용 동축 BNC 커넥터 케이블 테스트

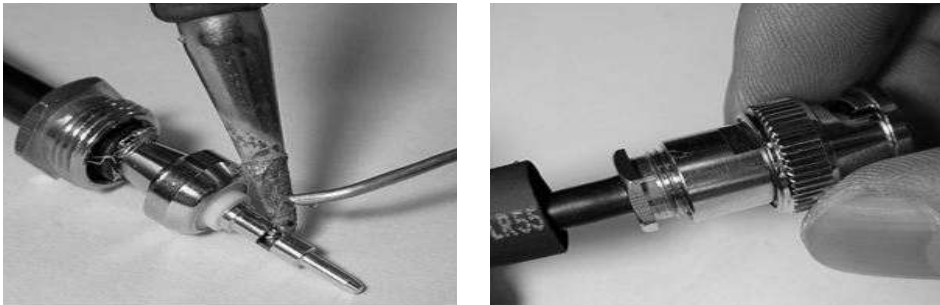
- 9) [그림 4-65]와 같이 케이블 테스터기를 이용하여 접속불량 유무를 확인한다. CONNECTED에 불빛이 들어오면 정상이다.

## 마. Jumper 케이블(납땀용 동축 BNC커넥터)



[그림 4-66] 납땀용 동축 BNC 커넥터 심선 절단

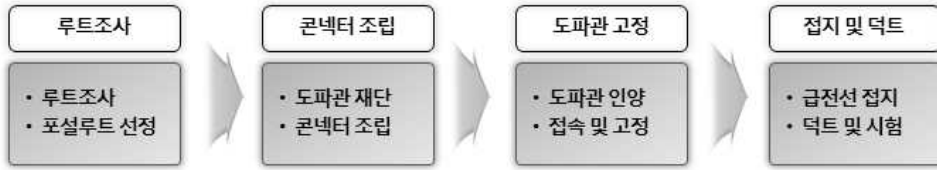
- 1) [그림 4-66]과 같이 절단가위를 이용하여 홀 길이(약 1cm)에 맞추어 동축케이블을 잘라내고 튜브를 넣은 후 링을 끼워 넣는다.



[그림 4-67] 납땀용 동축 BNC 커넥터 홀 납땀후 링 고정

- 2) [그림 4-67]과 같이 홀을 고정시키기 위해 납땀을 한 후 커넥터와 링을 고정시킨다.
- 3) 튜브를 고정, 동축선 위치확인 및 테스터는 ‘라. Jumper 케이블 (Tool용 동축 BNC 커넥터)’를 참조한다.

## 2. 도파관



[그림 4-68] 도파관 시공절차

도파관의 시공은 [그림 4-68]과 같이 루트조사, 커넥터 조립, 도파관 고정, 접지 및 덕트 순으로 시공한다.

도파관은 주로 Micro Wave용으로 사용되며, 도파관을 철탑에 인양시 기타 사유로 인해 손상, 피복탈피 등 원형과 외관을 변형시키지 않도록 주의하여 인양한다.

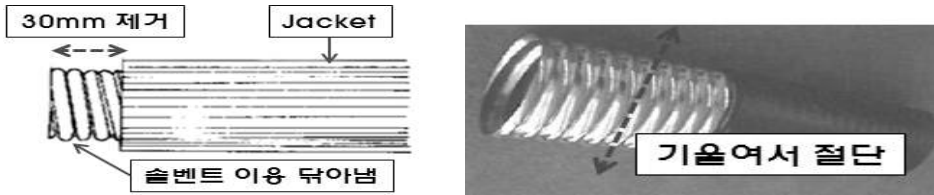
### 가. 루트조사

- 1) 전송선로의 허용곡률반경을 고려하여 철탑의 안테나에서 무선전송장치까지 전송선로 포설 루트를 조사한다.
- 2) 포설루트는 전송선로 포설에 영향을 미치지 않으며 전송선로 손상을 주지 않는 곳으로 선정한다.
- 3) 전송선로는 설계서를 기준으로 재단되어 납품되므로 철저한 루트조사를 통해 시공 시 문제가 발생하지 않도록 한다.

### 나. 도파관 재단 · 커넥터 조립

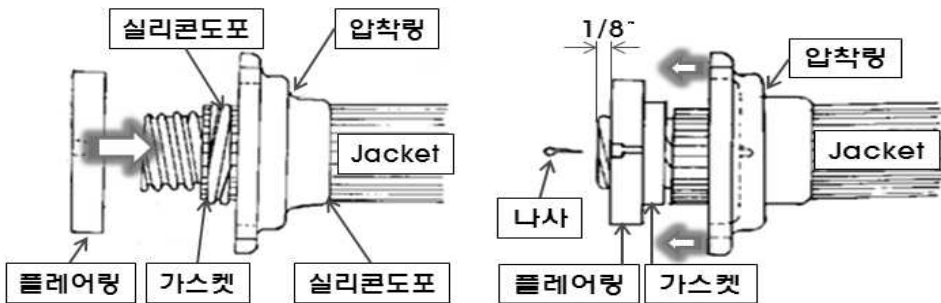
- 1) 도파관 재단
  - 가) 습기 등의 침투를 방지하기 위해 가스가 충전된 상태로 납품되므로 작업직전에 재단한다.
  - 나) 도파관의 재단은 절단부를 솔벤트로 깨끗이 닦은 후 사인펜으로 절단면을 표시하고 직각으로 일정하게 절단한다.
  - 다) 절단시 습기, 먼지, 절단 파쇄물 등의 이물질이 도파관 내로 침투하지 못하도록 기울여서 절단한다.

라) 도파관 절단용 쇠톱을 이용하여 일정하게 절단하며, 절단면을 솔벤트로 깨끗이 닦되 모서리 부분은 솔을 사용하여 깨끗이 닦아낸다.



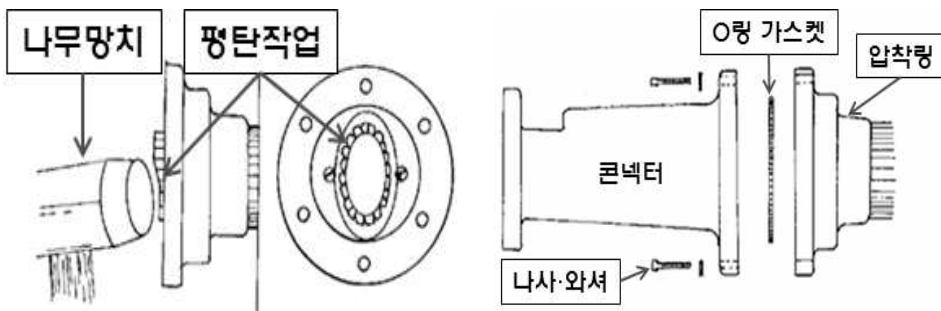
[그림 4-69] 도파관 재단

2) 커넥터 조립



① 실리콘 도포 및 플레어링 접속

② 플레어링 · 가스켓링 조립



③ 도파관 정리

④ 커넥터 결합

[그림 4-70] 커넥터 조립

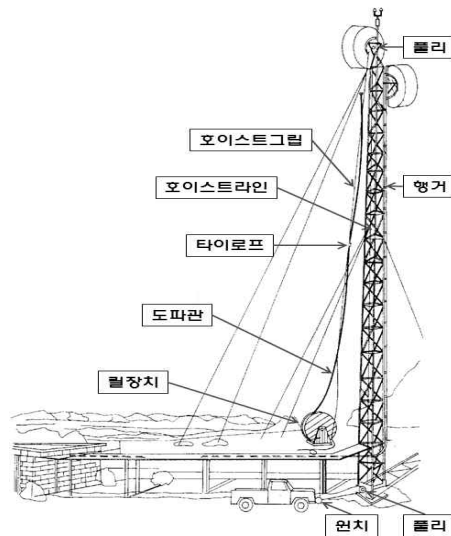
- 가) [그림 4-70]의 ①과 같이 압착링 끝 면에 실리콘 유지를 얇게 도포 후 자켓 위로 압착링을 밀어 넣는다.
- 나) 가스켓을 안쪽으로 돌려 자켓과 도파관 위로 올려놓고 가스켓 홈에 실리콘 유지를 얇게 도포 후 가스켓 위로 도파관을 노출시킨다.
- 다) 가스켓 표면에 실리콘 구리스를 얇게 도포하고 가스켓 맞은편 도파관 끝 쪽에 놓는다.
- 라) 도파관 끝 면에 플레어링 가장자리를 타원형 홈에 밀착시키고 압착링을 도파관 끝 면으로 밀어낸다.
- 마) 그림 ②와 같이 가스켓 위에 플레어링을 놓고 압착링 안에 가스켓링을 꼭 맞도록 집어넣은 상태에서 나사를 돌려 조여준다.
- 바) 압착링 안에 플레어링이 정확히 맞지 않을 경우 함석가위를 사용하여 도파관 끝 1/8" 정도의 간격을 두고 최대한 플레어링 가까이 자른다.
- 사) 그림 ③과 같이 함석가위로 자른 도파관 끝부분을 나무망치를 이용하여 평탄하게 작업하며 작업시 무리한 힘을 가하지 않도록 한다.
- 아) 작업완료 후 솔벤트로 작업면을 깨끗이 닦아내고 도파관 안쪽은 솔을 이용하여 깨끗이 청소한다.
- 자) 그림 ④와 같이 압착링 안쪽에 결합되는 '0' 링에 실리콘 유지를 도포해서는 안된다.
- 차) 압착링과 커넥터 몸체를 붙이고 와셔와 나사를 이용하여 결합한다.
- 카) 결합시 한쌍의 180° 간격의 나사를 조이고 그다음 대각선 위치의 나사를 조이는 순서로 결합한다.
- 타) 결합시 조립이 잘못되어 후렌지 사이가 뜨거나 일정치 않을 경우 나사가 풀리게 되므로 주의하여 작업한다.

## 다. 인양 · 접속 · 고정

- 1) 도파관 인양
  - 가) 도파관은 통상적으로 드럼형태로 납품되며 철탐으로 인양 전 커넥터를 도파관과 연결시킨다.
  - 나) 커넥터를 통해 불순물 등이 도파관 안으로 들어가지 않도록 커넥터 부분을 밀봉하고 하중이 단일점에 집중되지 않도록 주의하여 안테나

까지 인양한다.

- 다) 도파관 인양은 철탑안테나 부분 쪽에 도르래를 설치하고 작업은 수동 또는 원치에 의해 실시한다.
- 라) 도파관 드럼은 지상에 설치하고 중간에 받침대를 고여 인양시 비틀림 없이 잘 풀릴 수 있도록 설치한다.
- 마) 도파관 끝에 인양그립을 취부하고 도파관의 길이가 60m이상일 때는 45~60m 간격에 추가 인양그립을 취부한다.
- 바) 도파관의 무게에 따라 적당한 인양선을 사용하고 도파관이 꼬이지 않도록 하여야 하며 도파관이 찌그러졌을 시는 사용치 않도록 한다.
- 사) 건물이나 철탑의 날카로운 부분에 닿을 염려가 있을 시는 도파관의 피복에 보호 장치를 해야 한다.
- 아) 도파관을 구부릴 수 없으므로 짧게 구부려야 할 경우 특수하게 제작한 엘보 도파관이나 플렛 트위스트 도파관을 사용해야 한다.

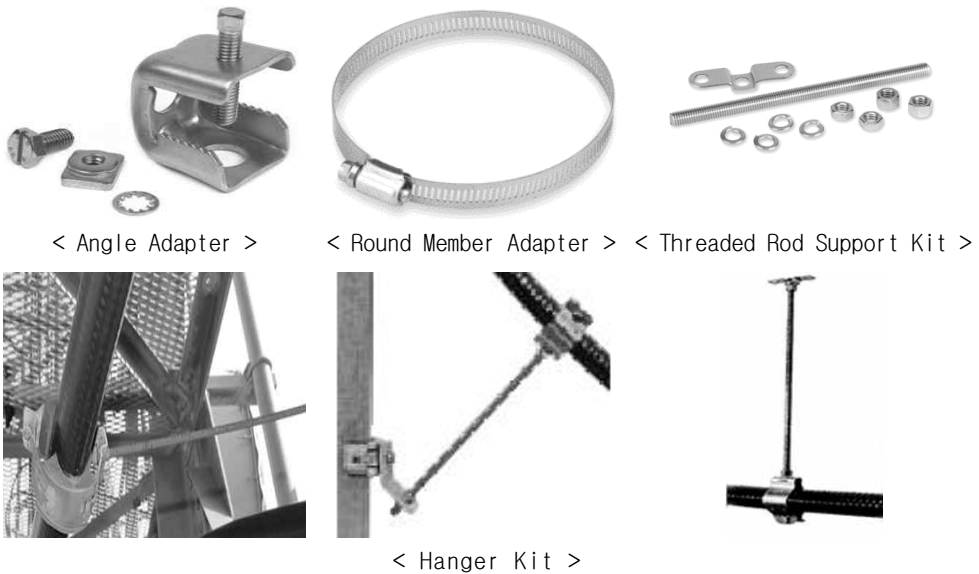


[그림 4-71] 도파관 인양

## 2) 도파관 접속 및 고정

- 가) 송·수신기와 도파관 사이에는 압력을 차단하고, 도파관 접속 후 공기가 새지 않도록 접속점 작업에 특히 유의해야한다.

- 나) 도파관 가스켓 홈에 실리콘 구리스를 두껍게 바른 후 제 위치에 가스켓을 집어넣고 후렌지 한쪽은 커버 후렌지, 한쪽은 초크 후렌지를 사용하여 꼭 조인다.
- 다) 도파관을 기계측에 고정하고 안테나의 휘드 혼과 도파관을 연결시킨다.
- 라) 필터 후렌지나 도파관은 완전히 조여져야 한다.
- 마) 도파관의 적절치 못한 결합은 방사로 인해 동일 추(SITE)내에서 도파관 간 커플링이 발생되므로 소자간 결합부분은 면밀히 작업되어야 한다.
- 바) 도파관의 관내압력은 24시간을 10PSI압력에서 시험하여 1 PSI이상의 공기가 누설되지 않도록 시공한다.
- 사) 낙뢰 등으로 장비의 손상을 방지하기 위해 접지를 수행하되 안테나 부 도파관 접지는 철탑 접지에 시공하고 전송장치부 접지는 통신접지에 시공한다.
- 아) 장비측 도파관 연결시 변환기를 사용하며 변환기와 튜 커넥터를 연결한다.
- 자) 도파관 고정은 60m/s의 풍속에도 흔들림이 없도록 행거키트로 지지하고 수직 도파관 Rack에서는 1m간격으로 하며, 수평 Rack에서는 고정하지 않는 것을 원칙으로 한다.



[그림 4-72] 앵글 아답터 및 행거키트

## 라. 접지 · 덕트

### 1) 전송선로 접지

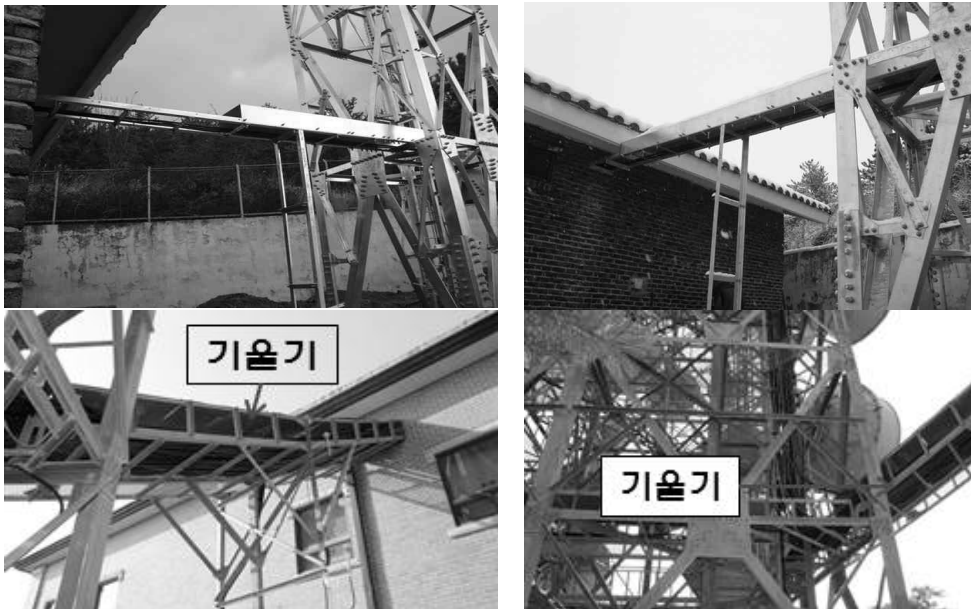
- 가) 접지는 접지키트를 이용하여 접지한다.
- 나) 도파관에 접지를 하기 위한 위치를 결정한다.
- 다) 접지함에 7/8" (22mm) 절단면을 표시해 놓고 자켓을 탈피한다.
- 라) 탈피시 절단면에 종이 등을 감아 절단면의 정확성을 기하고 예리한 칼을 사용하여 절단한다.
- 마) 노출된 구리표면을 솔벤트로 닦아내고 꼬아서 만든 납작한 접지 끈을 노출된 구리표면에 감는다.
- 바) 도파관 쪽으로 물이 흐르는 것을 방지하기 위해 접지 끈을 아래로 내린다.
- 사) 캡 나사, 잠금 와셔, 너트를 사용하여 조이며 과도한 조임은 도파관의 손상과 전파특성에 영향을 미치므로 주의하여 작업한다.
- 아) 방수를 위해 고무절연테이프를 사용하며, 테이프를 겹쳐 감고 단단히 압착하여 견고하게 작업한다.
- 자) 캡 나사, 평 와셔, 잠금 와셔 및 너트를 사용하여 타워에 볼트로 고정한다.
- 차) 도파관 피복 제거 후 접지하는 방식의 경우 장시간 사용 시 접촉저항에 의한 부식과 낙뢰 유입 시 파손이 발생되어 공기누설 및 전달 성능에 영향을 미치므로 휘더 흔과 포설된 도파관 연결지점 조립 시 접지선과 같이 조립(볼트조립)후 철탑 접지와 연결한다.



[그림 4-73] 도파관 접지

## 2) 덕트설치

- 가) 덕트의 설치는 철탑에서 기계실의 도파관 인입구까지의 거리, 케이블 인입구의 위치 및 상태, 철탑 측 도파관 포설상태를 고려하여 설치한다.
- 나) 전송선로 인입구로 빗물 등의 유입을 방지하기 위해 건물 쪽의 높이는 철탑 쪽 보다 높아야 하며 기울기는 최소 30%이상의 기울기를 가지도록 한다.
- 다) 전송선로 덕트 또는 급전선 Rack과 만나는 전송선로 인입구는 강우·강설 및 먼지 등의 투입을 방지할 수 있어야 하며 실리콘 코킹 또는 급전선에 맞는 고무 부싱 등으로 외부와 차단되어야 한다.
- 라) 결빙 등 외부 환경요인으로부터 전송선로 보호를 위해 덮개를 설치한다.



[그림 4-74] 덕트설치

### 3. 방사형 및 누설 동축케이블



[그림 4-75] 방사형 및 누설 동축케이블 시공절차

방사형 및 누설 동축케이블은 [그림 4-75]와 같이 포설 금구 설치, 케이블 포설, 기기 설치 및 커넥터 접속의 순으로 시공한다. 공사방법 및 사용재료는 누설동축케이블이 설치되는 장소에 따라 Tunnel(열차, 지하철, 자동차 등)과 지하 및 건물 내부로 크게 구분할 수 있고, 각각에 적당한 공사방법, 포설 금구류, 커넥터가 사용된다.

#### 가. 포설 금구류 설치

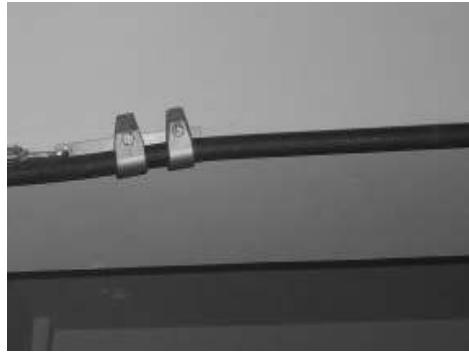
[표 4-6] 포설 금구류 설치 위치

종류 장소	Suspension Clamp		Dead-end Bracket	
	간격	높이	간격	높이
열차 Tunnel (지하철 등)	5m	5m		5m
자동차 Tunnel	4m	3m ~ 5m	상동	3m ~ 5m
지하 및 건물내부	4m	천정내부, 벽면	상동	천정내부

- 1) 표준 간격 및 높이는 [표 4-6]와 같으며, 적용되는 장소에 따라 약간의 차이가 있다.
- 2) 금구류를 설치할 위치를 표시하고 콘크리트 드릴로 설치 위치를 타공하고, 앵커를 설치한다.
- 3) 설치된 앵커에 Suspension clamp 및 Dead-end bracket을 설치한다.



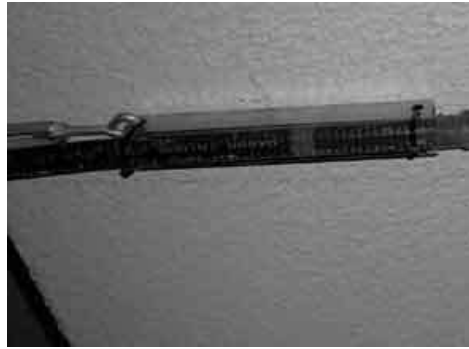
① Suspension Clamp



② Suspension Clamp설치



③ Dead-end Barcket



④ Dead-end Barcket설치

**[그림 4-76] 포설 금구류 설치**

4) [그림 4-76]은 포설 금구류의 외형과 설치를 예시하였다.

## 나. 케이블 포설

- 1) 케이블 포설 방법에는 케이블 드럼(Drum)을 이동시키는 방법, 고정시키는 방법 및 직접 포설하는 방식이 있으며, 시공현장에 적합한 방식을 선별하여 시공한다.
- 2) 케이블 드럼을 이동시키는 방법은 트럭 등 이동체에 케이블 드럼을 고정하고, 이동하면서 케이블을 늘리는 방법으로 열차 및 자동차 Tunnel등에 적용한다.
- 3) 케이블 드럼을 고정시키는 방법은 케이블 드럼의 이동이 용이하지 않은 장소의 경우 케이블 드럼을 바닥에 고정 설치하여 포설하는 방법이다.
- 4) 직접 포설방법은 지하 및 건물내부 등의 협소한 공간에 포설시 인력

을 이용하여 직접 포설하는 방법으로 설치 장소에 따라 적당한 공법 선정 및 장비 준비가 필요하다.

- 5) 이 외에 벽면 또는 천정의 Bolt를 이용하여 포설하는 Guide pulley포설방법도 있다.

[표 4-7] 케이블 종류별 허용 곡률반경(예시)

케이블 종류	허용 곡률반경
RFCX 22D, HFAC 22D	250mm
RFCX 12D	150mm
HFAC 12D	125mm



[그림 4-77] 방사형 및 누설 동축케이블 포설

- 6) [표 4-7]은 케이블 종류별 허용 곡률반경을 예시한 것으로 케이블 포설시 무리하게 구부리면 특성의 변화로 품질이 저하됨에 따라 허용 곡률반경 이상으로 무리하게 구부리지 않아야 한다.
- 7) [그림 4-77]은 케이블 포설을 예시한 것으로 케이블은 포설 중 비틀리지 않아야 하며, 비틀리게 되면 장력이 증가하게 되고 슬롯(Slot) 열의 변화로 특성이 저하되므로 주의하여 시공하여야 한다.
- 8) 케이블 설치고정은 지지선(Messenger wire)만을 이용하고 케이블 자체에는 장력을 가하지 않아야 한다.
- 9) 케이블 피복이 손상되면 습기 등의 침투에 의해 특성저하 및 부식 등의 원인이 되므로 주의하여 시공하고 손상이 발생되었을 경우 자기용착 고무테이프 및 비닐테이프 등으로 보강하여야 한다.
- 10) 방사형 및 누설동축케이블로 전송되어 온 전자파는 케이블 끝부분에

서 반사되어 교신을 방해하는데 송신부로 되돌아오는 전자파의 반사를 방지하기 위해 종단저항기(Dummy load)를 설치한다.

- 11) 종단저항기는 커넥터 끝에 접속하여 케이블의 특성 임피던스를 일정하게 유지시킨다.



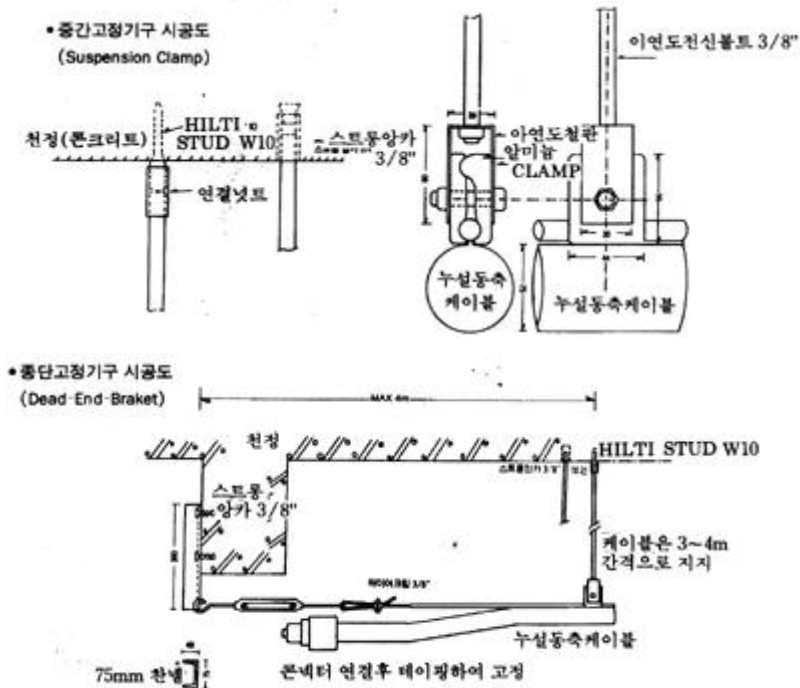
① 종단저항기(Dummy Load)



② 종단저항기 설치

#### [그림 4-78] 종단저항기 설치

- 12) [그림 4-78]과 같이 케이블 포설 후 방사형 및 누설 동축케이블의 끝부분에는 무 반사 종단저항을 견고하게 설치한다.
- 13) 방사형 및 누설 동축케이블의 임피던스는  $50\Omega$ 으로 하고, 접속하는 공중선·분배기 기타의 장치는 당해 임피던스에 적합한 것으로 하여야 한다.



[그림 4-79] 케이블 포설 시공도(예시)

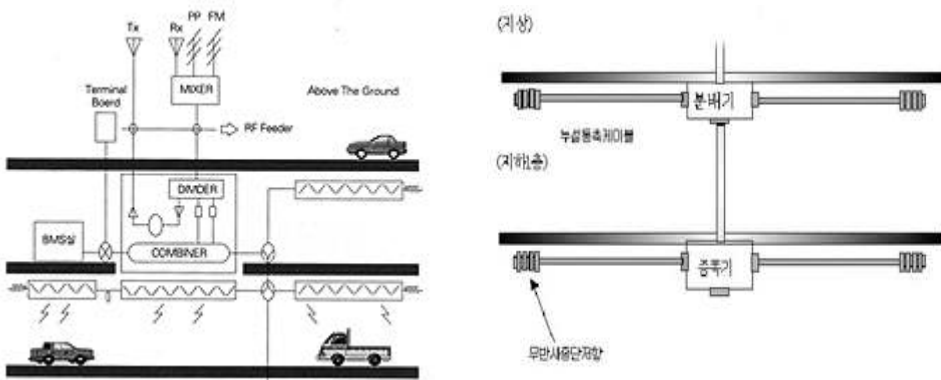
14) [그림 4-79]는 케이블 포설 시공 예시로서 중간 고정기구 시공과 종단 고정 시공을 나타내었다.

#### 다. 기기 설치 및 커넥터 접속

- 1) 분배기(Splitter, Distributor)란 신호의 세기가 미약한 입력신호전력을 최대한 출력 측으로 전달하여야 하는데 이때 각 부하에 균등하게 배분하는 목적으로 사용되는 기기이다. 종류로는 2분배기, 4분배기, 6분배기 등이 있으며, 사용 주파수, 단자간 분리도, 허용전력, 입출력 임피던스, 전압 정재파(Standing wave) 비, 외함의 구조, 입출력 커넥터 규격 등이 정해져야 한다.
- 2) 분파기(Divider)란 서로 다른 주파수의 합성된 신호를 분리하기 위해서 사용하는 장치로서 외부에서 수신된 이동통신(WCDMA · LTE), FM 등의 신호를 각 해당 중계 증폭기로 간섭 없이 분리시켜 주는 목적으로

사용된다. 사용주파수 범위, 자기주파수에서의 삽입손실, 타 주파수에서의 감쇄량, 입출력 임피던스, 전압 정재파비와 입출력 커넥터 형태 등에 대한 규정이 있어야 한다.

- 3) 혼합기(Mixer, Combiner)란 두개 이상의 입력신호를 원하는 비율로 조합한 출력이 발생하도록 하는 장치로서 대역특성이 우수하면서도 설치가 간단하여, 벽면 어느 쪽에도 부착할 수 있다. 또한 입·출력 단자는 케이블 직결형 이나 커넥터의 형식을 규정하여야 하며, VHF/UHF등에 대한 단자 번호를 표시한다.

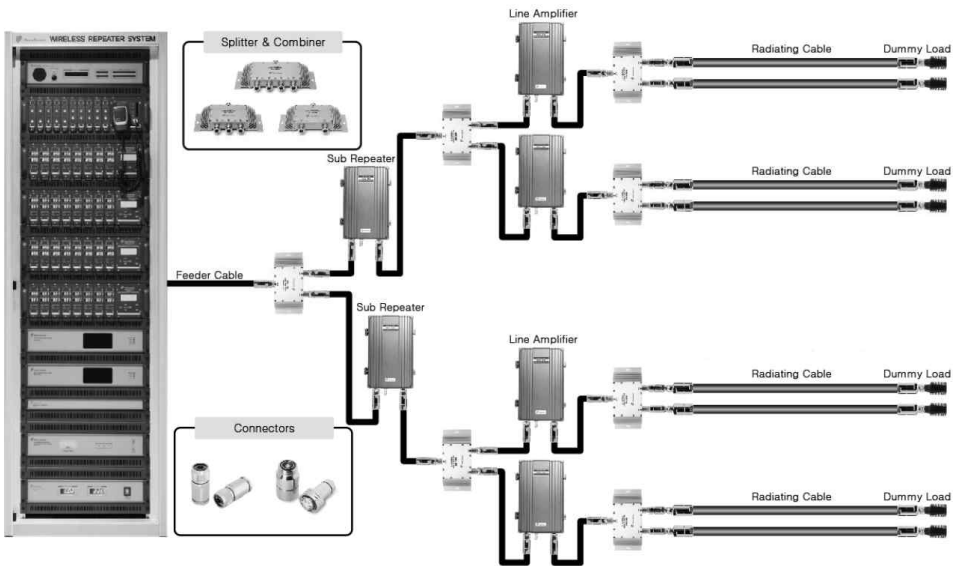


[그림 4-80] 기기 설치(예시)

- 4) [그림 4-80]은 기기 설치를 예시한 것으로 분배기, 분파기 및 혼합기의 설치는 먼지·습기 및 부식 등에 따라 기능에 이상이 발생하지 않는 위치여야 하며 임피던스는 50Ω으로 해야 한다. 또한, 점검에 편리하고 화재 등의 재해로 인한 피해의 우려가 없는 장소에 설치한다.
- 5) 증폭기(Amplifier)란 신호 전송 시 신호가 약해져 수신이 불가능해지는 것을 방지하기 위해서 증폭하는 장치를 말하며, 신호가 미약하면 수신된 전파가 제대로 전달이 되지 않으므로 이를 보완하기 위하여 증폭기를 사용한다. 일반적으로 증폭기는 설치하지 않아도 되도록 설계를 하고 있으나 증폭기를 설치할 경우는 비상전원을 부설하여야 한다.
- 6) 증폭기의 전원 및 배선은 교류전압의 경우 인입개폐기의 직후에서 분기하여 전용배선으로 하여야하며, 전원은 교류 사용전원이나 또는 전

용의 축전지설비에 한하며 비상용발전기에 의한 전원은 인정하지 않는다.

- 7) 전용배선으로 구축하여 유사시 외부의 부하로 인하여 단선되거나 영향을 줄 수 있는 개연성을 감소시킬 수 있도록 설치하여야 한다.
- 8) 화재 등의 사고로 일반배선의 전원이 차단되더라도 무선통신보조설비에 공급되는 전원에는 영향을 주지 않도록 별도로 분기되어 화재 등 유사시에도 소방시설이 일반부하에 의한 영향을 받지 않고 정상적으로 작동할 수 있도록 하여야 한다.



[그림 4-81] 블록 다이어그램(예시)

- 9) [그림 4-81]은 방사형 및 누설 동축케이블을 이용한 무선 통신시스템의 블록 다이어그램을 예시하였다.

## 제5장 시험 및 검사

제 1절 안테나설비 운용

제 2절 안테나설비 시험 및 검사



# 제5장 시험 및 검사

## 제1절 안테나설비 운용

안테나설비의 운용은 구축된 안테나설비가 최적의 기능으로 운영될 수 있도록 설비의 성능을 유지하고, 유지관리 및 고장수리 등의 일련의 과정을 수행하는 것을 말한다. 안테나설비 운용 중 고장, 장애, 천재지변 등의 이상 및 문제 발생 시 이를 위한 효율적인 대책을 수립하여야 한다.

### 1. 운용 시스템

#### 가. 구성 및 역할

- 1) 운용시스템은 안테나설비의 운용 주체에 따라 그 구성과 역할이 다르며 사업자, 방송공동수신설비, 중계소 등으로 분류하였다.
- 2) 그 외 각 지역을 거점으로 지역 시스템을 운영하는 지사와 무선통신국소에서 각각 운용한다.

[표 5-1] 운용 시스템 구성 및 역할

구 분	역 할
집중국 (사업자 국사 등)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 무선통신망 전체의 감시 및 제어</li><li>• 네트워크 종합계획 및 품질관리</li><li>• 지사관리 및 통제</li></ul>
방송공동수신설비 (통신실, MDF)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 구역 내 수신품질 감시 및 관리</li><li>• 고장시 탐지 및 수리</li><li>• 시스템 관리 및 통제</li></ul>
중계소 (중계 거점)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 국소내 무선통신시스템 운용 및 유지관리</li><li>• 점검 및 시험(정기/비정기)</li><li>• 회선구성 및 장애관리</li></ul>

## 나. 시스템 관리

- 1) 시스템 운용 중 장애 발생 시 시스템 성능을 최적화하기 위한 전송경로 제어가 필요하다.
- 2) 시스템 장애 발생 시 장애구간의 문제가 전체 통신망으로 확산되지 않도록 신속한 대응과 복구가 필요하다.

[표 5-2] 시스템 관리

구 분	역 할
관리기준	<ul style="list-style-type: none"><li>• 일반, 주요, 긴급경보로 분류</li><li>• 일반경보는 전송품질 저하 초기 단계</li><li>• 주요경보는 전송품질 저하에 따른 조치 필요</li><li>• 긴급경보는 장애 확산 및 긴급조치 필요</li></ul>
전송경로제어	<ul style="list-style-type: none"><li>• 수동제어와 자동제어로 분류</li><li>• 수동제어는 특정 전송구간 traffic 제어</li><li>• 자동제어는 system에 의해 모니터링 후 자동제어</li></ul>

## 2. 장애대책

### 가. 안테나설비 장애

- 1) 안테나 지향성 확인
- 2) 전송선로(급전부)확인
- 3) 주변 전파환경 변동요인 확인
- 4) 정기점검

### 나. 천재지변

- 1) 풍해, 수해 등의 천재지변 사전 대비
- 2) 지속적인 모니터링

## 제2절 안테나설비 시험 및 검사

안테나설비의 시험 및 검사는 설비 구축을 완료하고 운용전 시험 및 검사와 정기적인 시험 및 검사 등이 있으며, 주기적인 유지보수를 통해 최적의 설비상태를 유지함으로써 통신품질을 확보할 수 있다.

안테나설비의 시험은 시설의 관리책임자가 선임한 정보통신기술자가 실시한다. 정기적인 점검은 월 1회 정도 실시하며, 관리대장에 기입하고 관리한다.

### 1. 안테나 시험 및 검사

#### 가. 계측기

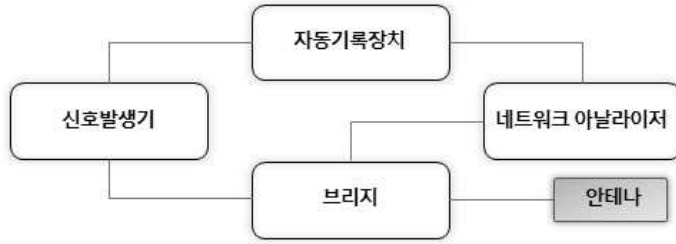
- 1) 신호 발생기
- 2) 네트워크 분석기
- 3) 브리지
- 4) 자동 기록 장치
- 5) 주파수 카운터
- 6) 표준다이폴 안테나
- 7) 시험용 송수신기

#### 나. 코드 류

- 1) RF 케이블
- 2) 커넥터

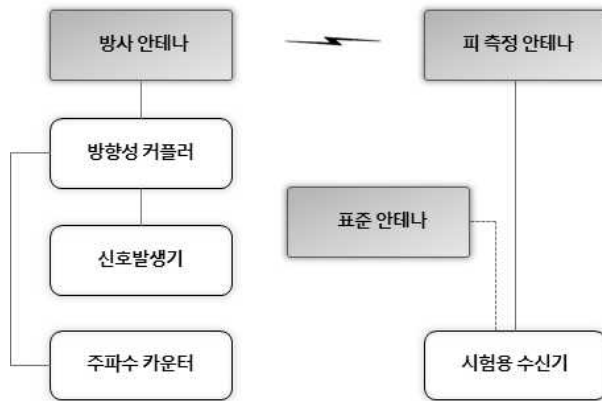
#### 다. 정재파비 시험

- 1) 정재파비 시험은 신호발생기, 자동기록장치, 네트워크 아날라이저, 브리지로 구성하며 [그림 5-1]과 같다.
- 2) 안테나 복사기 입력에 계측기를 연결하였을 때 지정주파수 대역에서 규격을 만족하는지 확인한다.
- 3) 규격에 만족하면 자동기록장치로 기록한다.



[그림 5-1] 정재파비 시험 구성

### 라. 이득 시험



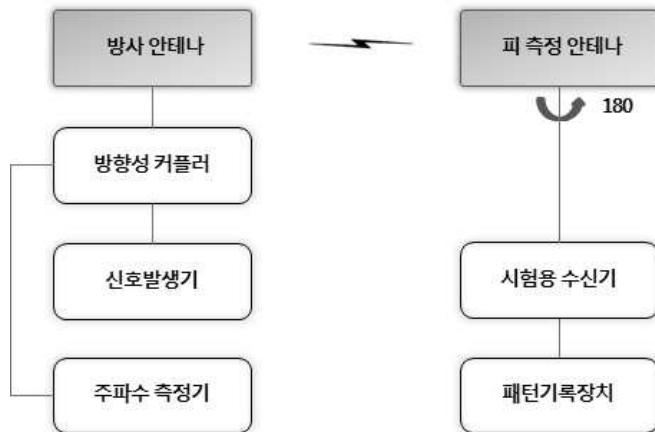
[그림 5-2] 이득 시험 구성

- 1) 장치의 이득 시험은 장치가 규격치에 만족하는 이득 성능을 가지는지 여부를 확인하기 위한 것이다.
- 2) 구성은 [그림 5-2]와 같이 주파수 카운터, 신호발생기, 방향성 커플러, 표준 안테나, 시험용 수신기 등으로 구성된다.
- 3) 이득의 규격치는 중심 주파수에서 기준 값 이상이어야 한다.

## 마. 반치각 시험

- 1) 반치각 시험은 안테나의 반치각이 규격치에 만족하는지 여부에 대한 성능을 확인하기 위한 것이다.
- 2) 구성은 [그림 5-2]와 같이 주파수 카운터, 신호발생기, 방향성 커플러, 표준 안테나, 시험용 수신기 등으로 구성된다.
- 3) 반치각 규격치는 중심 주파수에서 기준 값을 만족하여야 한다.

## 바. 전·후방비(F/B) 시험



[그림 5-3] 전·후방비 시험 구성

- 1) 안테나의 전·후방비 시험은 장치의 전·후방비가 규격치에 만족하는 성능을 가지는지 여부를 확인하기 위한 것이다.
- 2) 구성은 [그림 5-3]과 같이 주파수 측정기, 신호발생기, 방향성 커플러, 패턴기록장치, 시험용 수신기 등으로 구성된다.
- 3) 전·후방비 규격치는 중심 주파수에서 기준 값 이상이어야 한다.

[표 5-3] 표준 파라볼라 안테나 규격치(예시)

사용 주파수대 (GHz)	안테나 반사판 직경 (m)	이득 (dBi 이상) (중심주파수에서)	반치각 복사각도 (° 이내)	전후방비 (dB이상)	정재파비 (이하)	편 파
1.9 ~ 2.1	0.6	19	17.5	24	1.30	수직
	1.2	25	8.9	3.	1.30	수평 또는 수직
	1.8	27	7.2	34	1.20	"
	2.4	30	5.8	37	1.20	"
	3.0	32	4.9	40	1.20	"
	3.7	33	4.2	43	1.20	"
	4.6	35	3.6	46	1.20	"
3.7 ~ 4.2	1.2	30	4.7	35	1.15	"
	1.8	34	3.7	38	1.10	"
	2.4	36	3.2	40	1.10	"
	3.0	38	2.2	45	1.10	"
	3.7	39.5	1.9	50	1.10	"
	4.6	41	1.7	50	1.10	"
4.4 ~ 5.0	1.2	32	4.2	38	1.15	"
	1.8	35	3.0	42	1.10	"
	2.4	38	2.3	43	1.10	"
	3.0	40	2.0	46	1.10	"
	3.7	41	1.7	48	1.10	"
	4.6	43	1.5	49	1.10	"
5.925 ~ 6.425	1.2	33	3.9	40	1.10	"
	1.8	37	2.3	44	1.10	"
	2.4	40	1.9	46	1.10	"
	3.0	41	1.6	47	1.10	"
	3.7	44	1.4	50	1.10	"
	4.6	45	1.3	51	1.10	"

사용 주파수대 (GHz)	안테나 반사판 직경 (m)	이득 (dBi 이상) (중심주파수에서)	반치각 복사각도 (° 이내)	전후방비 (dB이상)	정재파비 (이하)	편 파
6.425 ~ 7.125	1.2	34	3.0	41	1.10	수평 또는 수직
	1.8	38	2.2	45	1.10	"
	2.4	40	1.8	47	1.10	"
	3.0	42	1.5	50	1.10	"
	3.7	44	1.3	51	1.10	"
	4.6	46	1.2	52	1.10	"
7.725 ~ 8.275	1.2	35	2.7	42	1.10	"
	1.8	39	2.0	46	1.10	"
	2.4	41	1.6	48	1.10	"
	3.0	43	1.4	50	1.10	"
	3.7	45	1.3	51	1.10	"
	4.6	47	1.1	52	1.10	"
10.7 ~ 11.7	1.2	39	2.1	44	1.10	"
	1.8	43	1.5	47	1.10	"
	2.4	45	1.3	49	1.10	"
	3.0	47	1.2	52	1.10	"
	3.7	48	1.2	52	1.10	"
	4.6	50	1.0	53	1.10	"
11.7 ~ 13.2	1.2	40	1.9	47	1.10	"
	1.8	44	1.4	50	1.10	"
	2.4	46	1.2	51	1.10	"
	3.0	47.5	1.1	52	1.10	"
	3.7	49	1.0	52	1.10	"
	4.6	51	0.9	55	1.10	"
14.4 ~ 15.2	0.6	34	2.5	40	1.20	"
	1.2	41	1.7	46	1.10	"
	1.8	45	1.3	53	1.10	"
	2.4	26.5	0.8	54	1.20	"
	3.0	48	0.7	55	1.20	"

## 2. 전송선로 시험 및 검사

### 가. 동축케이블 시험

#### 1) 시험절차 및 조건

- 가) 방송 공동 수신 설비용 분배망에서 증폭기, 분배기 또는 분기기 등에 접속을 하는 동축케이블에 대한 절연 저항, 임피던스, 내전압 등을 측정해서 성능 기준에 적합한지 확인한다.
- 나) 동축케이블 외형의 형태를 확인하고 시험성적서에 제품의 종류를 기록한다.
- 다) 특성시험은 시료의 길이가 100m일 때 기준 값이 1km단위인 경우 10배를 곱하여 적용한다.

[표 5-4] 동축케이블 성능기준

구 분		단 위	기 준 값											비 고	
반 사 손 실		dB 이상	21 이상												
절 연 저 항		MΩ / km 이상	1,000 이상												
임 피 던 스		ohm(Ω)	75												
내 전 압		V	AC 1,000											내·외부 도체간/분	
정 전 용 량		pF / km	52±3												
누 설 전 파	54MHz 이하	μV / m 이하	15 이하											30m기준	
	54MHz초과 ~ 216MHz이하	μV / m 이하	20 이하											3m기준	
	216MHz초과	μV / m 이하	15 이하											30m기준	
감 쇠 량 (20℃)		주파수 (MHz)	54 ~ 806MHz용						950 ~ 2150MHz용						
			50	150	250	350	450	750	806	950	1200	1450	1800		2150
		dB/km (최대치)	9.1	12.1	22.0	28.6	34.6	47.0	52	-	-	-	-	-	17C
			17.6	31.9	41.8	50.0	57.2	70.9	74.5	78.5	93.5	103.6	116.6	128.9	12C
			25.4	42.2	54.0	65.7	73.4	96.2	101.2	107.2	118.1	129.6	148.1	162.1	10C
			30.7	55.1	71.0	86.2	95.9	124.3	129.7	134.7	151.2	165.8	190.2	203.5	7C
47.2	77.2	98.9	117.1	137.0	178	188.9	201.8	244.7	262.4	287.3	315.3	5C			
차 폐			3중 차폐 이상 또는 알루미늄 튜브형												

## 2) 정재파비

공동 수신 설비 분배망에서 사용하는 동축 케이블이 신호 반사로 인해 손실 증대 및 고스트 현상을 방지하기 위해 반사 신호의 크기를 측정하고 확인한다.

### 가) 성능기준

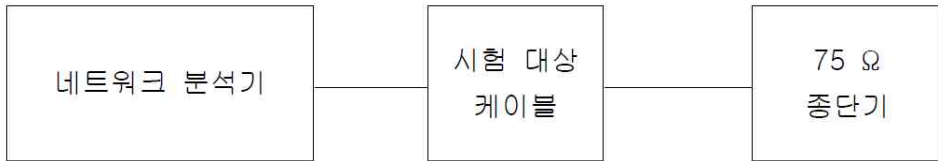
[표 5-5] 동축케이블 반사손실 성능 기준

구 분	단 위	기 준 값
주파수 대역	Mhz	54 ~ 2150
반사손실	dB	21 이상

### 나) 시험 장비

- (1) 네트워크 분석기
- (2) 임피던스 변환기(MT, 50Ω ↔ 75Ω) : 필요한 경우에 한하여 사용
- (3) 75Ω 종단기

### 다) 시험 구성도



[그림 5-4] 동축케이블 반사손실 시험 구성도

### 라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-4]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 시스템 전체의 임피던스를 75Ω으로 맞춘다. 단, 50Ω 기기를 사용해야 할 경우 임피던스 변환기를 사용하여 임피던스를 정합시켜야 하며 손실값을 보상해야 한다.
- (3) 시험 장비의 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.

- (4) 네트워크 분석기를 측정하고자 하는 주파수 대역(54MHz ~ 2150MHz) 및 출력 레벨에 맞추어 교정한다. 이때 네트워크 분석기의 출력 레벨은 0dBm으로 한다.
- (5) 시험 장비를 S11값을 측정하도록 조정한다.
- (6) 네트워크 분석기를 커넥터가 접속된 시험 대상 케이블에 연결한다.
- (7) 시험 대상 케이블의 다른 한 쪽은 75Ω 종단기를 연결한다.
- (8) 측정 화면에서 가장 높은 값을 읽는다. 그 측정값이 성능 기준 이내면 적합하다.

### 3) 절연저항

공동 수신 설비용 분배망에서 사용하는 동축 케이블의 심선 절연 상태의 균일성을 점검하여 동축 케이블의 신뢰성을 보증하기 위하여 성능 기준에 적합한지를 확인한다.

#### 가) 성능기준

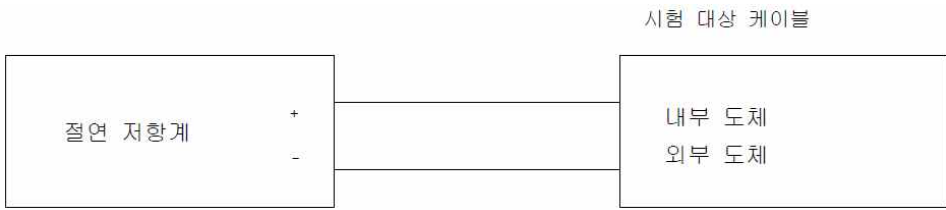
[표 5-6] 동축케이블 절연저항 성능 기준

구 분	단 위	기 준 값
절연 저항	MΩ/km	1000 이상

#### 나) 시험 장비

- (1) 절연 저항계

다) 시험 구성도



[그림 5-5] 동축케이블 절연저항 시험 구성도

라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-5]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 시험 장비의 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.
- (3) 내부 도체와 외부 도체 사이에 직류 1000V를 일정 시간 충전한 후 절연 저항을 측정한다.

4) 임피던스

공동 수신 설비용 분배망에서 사용하는 동축 케이블의 임피던스 부정합으로 인한 전송장애를 방지하기 위하여 성능 기준에 적합한지를 확인한다.

가) 성능기준

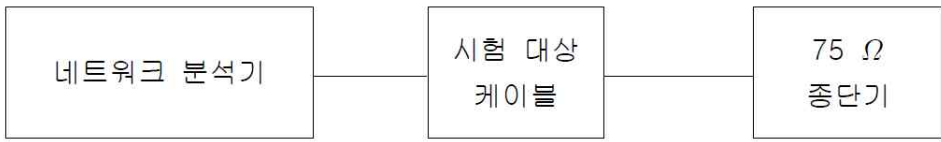
[표 5-7] 동축케이블 임피던스 성능 기준

구 분	단 위	기 준 값
주파수 대역	MHz	54 ~ 2150
임피던스	Ω	75

나) 시험 장비

- (1) 네트워크 분석기
- (2) 임피던스 변환기(MT, 50Ω ↔ 75Ω) : 필요한 경우에 한하여 사용
- (3) 75Ω 종단기

#### 다) 시험 구성도



[그림 5-6] 동축케이블 임피던스 시험 구성도

#### 라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-6]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 시스템 전체의 임피던스를 75Ω으로 맞춘다. 단, 50Ω 기기를 사용해야 할 경우 임피던스 변환기를 사용하여 임피던스를 정합시켜야 하며 손실값을 보상해야 한다.
- (3) 시험 장비의 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.
- (4) 네트워크 분석기를 측정하고자 하는 주파수 대역(54MHz ~ 2150MHz) 및 출력 레벨에 맞추어 교정한다. 이때 네트워크 분석기의 출력 레벨은 0dBm으로 한다.
- (5) 네트워크 분석기에서 스미스 차트를 선택하여 설정한다.
- (6) 네트워크 분석기를 커넥터가 접속된 시험 대상 케이블에 연결한다.
- (7) 시험 대상 케이블의 다른 한 쪽은 75Ω 종단기를 연결한다.
- (8) 측정 화면에서 원하는 주파수로 마커를 이동시켜 값을 읽는다.

#### 5) 내전압

공동 수신 설비용 분배망에서 일시적 고전압 발생에 대비하기 위하여 동축 케이블의 절연 내력을 성능 기준에 적합한지를 확인한다.

가) 성능기준

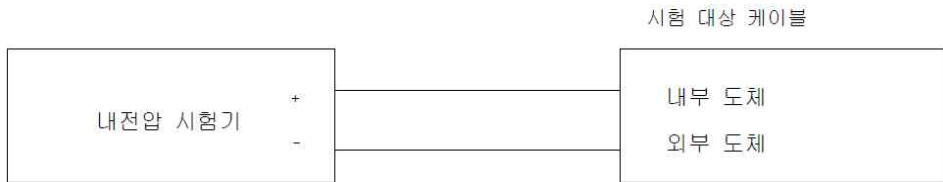
[표 5-8] 동축케이블 내전압 성능 기준

구 분	단 위	기 준 값	비 고
내전압	V	AC 1000	내·외부 도체간/분

나) 시험 장비

- (1) 내전압 시험기

다) 시험 구성도



[그림 5-7] 동축케이블 내전압 시험 구성도

라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-7]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 시험 장비의 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.
- (3) 내부 도체와 외부 도체 사이에 내전압 시험기로 1분간 교류 1000V를 가했을 때 이를 견딜 수 있어야 한다.

6) 정전용량

공동 수신 설비용 분배망에서 사용하는 동축 케이블의 정전 용량이 성능 기준에 적합한지를 확인한다.

가) 성능기준

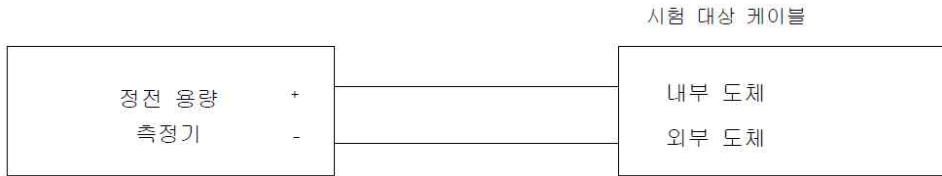
[표 5-9] 동축케이블 정전용량 성능 기준

구 분	단 위	기 준 값
정전용량	pF/km	52 ± 3

나) 시험 장비

- (1) 정전용량 측정기

다) 시험 구성도



[그림 5-8] 동축케이블 정전용량 시험 구성도

라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-8]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 시험 장비의 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.
- (3) 내부 도체와 외부 도체 사이에 정전 용량 측정기로 정전 용량을 측정한다.

7) 누설 전자파

공동 수신 설비용 분배망에서 사용하는 동축 케이블의 누설 전자파가 성능 기준에 적합한지를 확인한다.

가) 성능기준

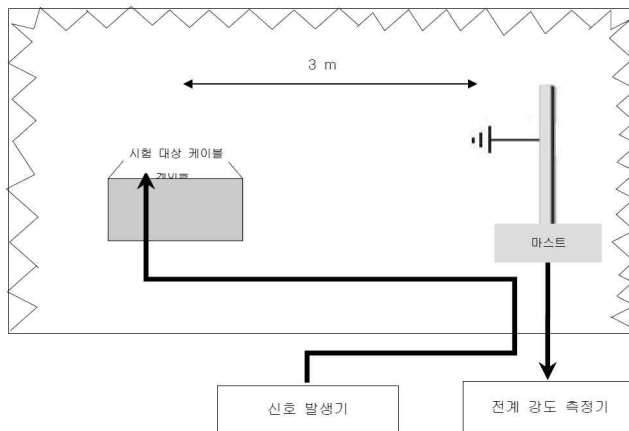
[표 5-10] 동축케이블 누설 전자파 성능 기준

구 분		단 위	기 준 값	비 고
누설 전자파	54 MHz 이하	$\mu V/m$	15 이하	30 m 기준
	54 MHz 초과 ~ 216 MHz 이하	$\mu V/m$	20 이하	3 m 기준
	216 MHz 초과	$\mu V/m$	15 이하	30 m 기준

나) 시험 장비

- (1) 신호 발생기
- (2) 전계 강도 측정기
- (3) 임피던스 변환기(MT,  $50\Omega \leftrightarrow 75\Omega$ ) : 필요한 경우에 한하여 사용
- (4) 75 $\Omega$  종단기
- (5) 전계 강도 수신 안테나

다) 시험 구성도



[그림 5-9] 동축케이블 누설 전자파 시험 구성도

라) 시험 절차 및 조건

- (1) 시험 장비와 시험 대상 케이블을 [그림 5-9]의 시험 구성도와 같이 구성한다.
- (2) 측정 장비와 시험 장비에 전원을 인가한 후 30분 이상 예열한다.

- (3) 시스템 전체의 임피던스를 75Ω으로 맞춘다. 단, 50Ω 기기를 사용해야 할 경우 임피던스 변환기를 사용하여 임피던스를 정합시켜야 하며 손실값을 보상해야 한다.
- (4) 시험장은 평평한 대지면에서 주변에 전파를 반사하는 공중선 및 반사 구조물이 없는 야외 시험장이거나, 전파 흡수체를 사용하여 인공적으로 자유 공간 조건을 조성한 반무반사실 이어야 한다.
- (5) 시험 대상 케이블은 수평 접지 기준면에서 비전도성 테이블 위에 놓는다. 지면으로부터 안테나의 중심선까지의 높이는 증폭기의 방사 중심 높이와 같게 한다.
- (6) 시험 대상 케이블은 전계 강도 수신 안테나 중심까지 3 m 만큼 떨어진 거리에 위치한다.
- (7) 신호 발생기 출력 단자와 시험 대상 케이블의 입력 단자는 차폐된 케이블로 연결한다.
- (8) 시험 대상 케이블의 입력 신호 레벨은 0dBm에 맞추어 신호 발생기의 출력 신호 레벨에 설정한다.
- (9) 시험 대상 케이블에서 사용하지 않는 단자는 종단 저항기(75Ω)로 종단시킨다.
- (10) 시험 대상 케이블의 정면이 측정 안테나를 향하게 하고, 측정 안테나는 수직 및 수평편파 측정을 위해 조정한다.
- (11) 측정은 침투값 검파기를 이용하여 측정하고, 방사 레벨이 낮은 경우에 저잡음 전치증폭기를 사용할 수 있다.

※ 거리 환산식

$$E_1 = \frac{D_1}{D_2} \times E_2 [\text{uV/m}]$$

$E_1$  : 규정거리 환산치

$D_1$  : 실제 측정된 거리(3m)

$E_2$  : 임의 거리에서의 측정치

$D_2$  : 규정된 거리

※ 단위 환산식

$$F_1 [\text{dBuV/m}] = F_2 [\text{dBuV/m}] + A_F [\text{dBuV}] + C_L [\text{dB}]$$

$F_1$  : 최종 측정치

$A_F$  : 안테나 보정계수

$F_2$  : 수신기 측정값

$C_L$  : 케이블 손실

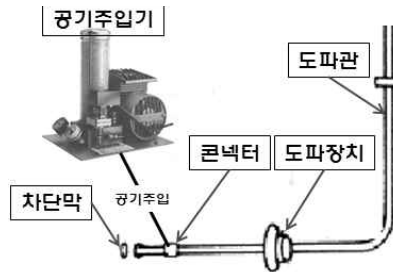
$$E = 10(F_1/20) [\text{uV/m}]$$

$E$  :  $F_1$ 의 측정값 [dBuV/m]을 [uV/m]로 환산한 값

## 나. 도파관 시험

### 1) 공기누설 시험

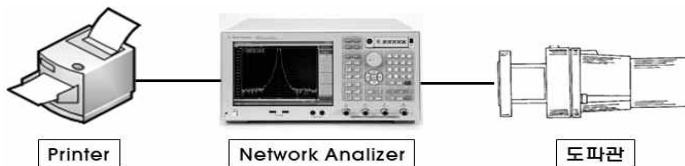
- 가) 시험의 목적은 도파관 내 공기 누설 여부를 확인한다.
- 나) 도파관에 공기를 주입하여 시간에 따른 공기압의 변동이 규정치 이내인지 확인하도록 한다.
- 다) 도파관에 건조공기를 주입하기 위하여 공기 주입장치(Dehydrators)를 설치한다.
- 라) 전송선로 하단의 커넥터에 튜브를 이용하여 공기 주입장치를 연결한 다음 공기가 새지않도록 차단막을 설치한다.
- 마) 튜브를 통해 공기를 주입하고(주입 공기의 압력은 5PSI의 압력으로 주입한 후 확인한다.) 24시간 경과 후 공기의 누설 여부를 확인한다.
- 바) 상기 시험 방법에 의하여 공기의 누설 여부를 확인한다.



[그림 5-10] 공기누설 시험

### 2) 전압 정재파비 시험

- 가) 전송선로의 전압 정재파비 측정을 위해 Network Analyzer, 기록장치, 측정용 케이블을 [그림 5-11]과 같이 연결한다.
- 나) 측정된 전압 정재파비 값이 규격치 허용범위와 일치하는지 확인한다.



[그림 5-11] 전압 정재파비 시험

## 다. 방사형 및 누설 동축케이블

### 1) 특성 및 시험조건

- 가) 환경조건으로는 통상  $-30^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 의 온도와 15%~95%의 습도에서 사용상 이상이 없어야 한다.<sup>66)</sup>
- 나) 절연저항은 내부도체와 외부도체 간에 DC 500V의 절연저항계로 측정하였을 때  $1,000\text{M}\Omega/\text{km}$ 이상이어야 한다.
- 다) 내전압은 내부도체와 외부도체 간에 AC 6,000V를 1분간 인가하여도 이상이 없어야 한다.

[표 5-11] 주파수 대역별 감쇄량

주파수대역	전송손실 (dB/100M)	결합손실 (6m)
150MHz	2.0	66
450MHz	3.5	71
850MHz	4.9	73
1700MHz	7.5	75
2600MHz	9.0	78

- 라) 특성임피던스는 전 대역(88~2.4MHz)에서  $50 \pm 5\Omega$  이내이다.(특성임피던스, 정재파비, 감쇄량 및 결합손실은 길이 50m 시료로 콘크리트 바닥 위에서 10MHz 측정치를 기준으로 한다.)
- 마) Cable 사양에는 도체 규격, 도체의 구성, Cable 외경, 장력이 포함되도록 하여야 한다.
- 바) 주파수 대역별 감쇄량은 [표 5-11]을 참고한다.
- 사) 정재파비는 시료의 한쪽 끝에  $50\Omega$ (공칭)의 종단저항을 접속하고, 다른 한쪽 끝에서 측정 시 1.5이하이다.

66) 소방방재청(2013), 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)해설」 참조

## 2) 절연체 및 외피에 대한 시험조건

### 가) 절연체

- (1) 절연체의 인장시험은 PE 시료 측정시 인장강도는  $1\text{kg}/\text{mm}^2$  이상, 신장율은 300% 이상 되는 것이 바람직하며 인장속도는 분당  $50 \pm 5\text{mm}$ 로 한다.
- (2) 가열 후 인장시험은 PE 시료를  $90^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 96시간 가열한 다음, 실내온도에서 12~48시간 방치한 후 위와 같이 측정할 경우 인장강도는 열처리 전 수치의 80% 이상, 신장율은 열처리 전 수치의 65% 이상이어야 한다.

### 나) 외피

- (1) 외피의 인장시험은 PVC 시료 측정시 인장강도는  $1.0\text{ kg}/\text{mm}^2$  이상, 신장율은 400% 이상 되는 것이 바람직하며, 인장속도는 분당  $500 \pm 20\text{mm}$ 로 한다.
  - (2) 가열 후 인장시험은 PVC 시료를  $100^\circ\text{C}$ 의 온도에서 48시간 가열한 다음 실내온도에서 12~48시간 방치한 후 상온시와 같이 측정할 경우 인장강도와 신장율은 가열 전 수치의 80% 이상이어야 한다.
- 다) 내한성 시험은 시료를  $-50^\circ\text{C}$  에서 측정할 경우 파괴되지 않아야 한다.
- 라) 굴곡성 시험은 완성품으로부터 3m 이상의 시료를 채취하여 케이블 외경의 약 30배의 직경 원통에  $180^\circ$  굴곡하고 다음에 반대 방향으로 굴곡 시킨다. 이 조작을 2회 반복했을 때 외부 도체에 금이 생기거나 내부도체에 이상이 없어야 한다.



## 참 고 문 헌

- 한국정보통신산업연구원(2012), 「표준공법 개발연구 - 방송 공동수신설비」
- 한국정보통신산업연구원(2013), 「표준공법 개발연구 - 무선통신망 설비」
- 한국정보통신산업연구원(2014), 폐쇄 회로 텔레비전(CCTV) 시스템의 설계 및 설치 해설서
- 한국정보통신공사협회(2011), 구내통신 설계기준
- 박종기 외3명(2001), 「안테나 공학」, 신화전산기획
- 강정진(1997), 「최신안테나 공학」, 기한재
- 채해수(2005), 「정보통신설비설계 해설」, 상학당
- 회의식 외4명(2009), 「기초이론에 충실한 초고주파 공학」, 북두출판사
- 정우기(2012) 「이동통신의 개념부터 LTE-Advanced 시스템까지 4세대 이동통신」 북두출판사
- 이동진(2008), 「위성통신용 고효율 오프셋 그레고리안 반사경 안테나 설계」 단국대학교
- 소방방재청(2013), 「무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)해설」, 대명디앤피
- 오정균외1명(2004), 「Vision21C 안테나 공학」, 삼보
- 인승각외 1명(2007), 「전파통신공학」, 삼보
- 정보통신신문(방송공동수신설비의 이해)
- FM재방송설비(2012) - 한국철도시설공단
- <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
- [http://www.wikiwand.com/en/Horn\\_antenna](http://www.wikiwand.com/en/Horn_antenna)
- <http://word.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do>

# 색 인

(B)	(부)
Broadside helical Antenna .....55	방사형 및 누설 동축케이블 ...76, 144, 170
	방송용 안테나(송신) .....64
(E)	(^)
End-fire helical antenna .....54	시험 및 검사 .....153
(J)	(°)
Jumper 케이블 .....133	안테나 방사패턴 .....15
(ㄱ)	안테나 시공 .....91
광대역 디스크 안테나 .....56	안테나(Antenna) .....15
그레고리안 안테나 .....62	안테나설비 기초 .....11
그리드 파라볼라 안테나 .....60	안테나설비 분류 .....43
극초단파(UHF)이상 안테나 .....57	안테나설비 설계기준 .....28
(ㄴ)	안테나설비 설치기준 .....81
난간형 오프셋 파라볼라 안테나 ..107	안테나설비 시험 및 검사 .....155
납땀용 동축 커넥터(BNC) .....136	안테나의 분류 .....20
(ㄷ)	안테나의 이득 .....18
단파(HF) 안테나 .....44	야기 안테나 .....50, 91
도파관 .....25, 72, 137	어골형(Fishbone) 안테나 .....48
도파관 시험 .....169	오프셋 급전 안테나 .....60, 102
동축케이블 .....24, 70, 128	용도별 안테나 분류 .....63
(ㄹ)	원형 수평 Loop 안테나 .....53
모노폴 안테나 .....44	위성통신용 안테나 .....68
	이동통신 기지국 안테나 .....66
	이동통신 섹터안테나 .....117
	이동통신 야기 안테나 .....110
	이동통신 옴니 안테나 .....113
	이동통신 중계기 안테나 .....65

이동통신용 안테나 .....65  
임피던스 정합 .....27

(ㄷ)

전송선로 .....23, 69, 160  
전송선로 시공 .....128  
전자 Horn 안테나 .....57  
전자파 .....11  
전파의 분류 .....14  
전파의 특성 .....11  
주파수별 안테나 분류 .....20  
진행파와 정재파 .....22

(ㄹ)

초단파(VHF) 안테나 .....49

(ㄴ)

카세그레인 안테나(Cassegrain Antenna) .....61

(ㅇ)

파라볼라 안테나(Parabola) .....58  
폴리드 다이폴 안테나 .....49  
프라임 포커스 안테나 .....59, 97

(ㅎ)

헬리컬 안테나 .....53  
형태별 안테나 분류 .....20

본 표준공법은 미래창조과학부의 출연금으로 수행한 정보통신공사업 활성화 기반구축사업의 결과로서 공법의 내용은 우리 연구원의 견해이며, 미래창조과학부의 공식입장과 다를 수 있습니다.

## 표준공법 개발연구(안테나설비)

2017년    월    일    인쇄

2017년    월    일    발행

발행인    문    창    수

편집인    임    주    환

발행처    (재)한국정보통신산업연구원

경기도 수원시 장안구 하롤로 12번길 80

TEL: (031)231-3400, FAX: (031)269-5210