

제 출 문

본 보고서를 「이동통신 구내선로설비 설치기준개선 방안에 관한 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2011 .11. 25 .

연구책임자 : 윤영남 (아이네스)

이상근 (청강문화산업대학)

연 구 원 : 고대호 (아이네스)

요 약 문

1. 과제명 : 이동통신 구내선로설비 설치기준 개선 방안에 관한 연구

2. 연구 기간 : 2011년3월25일 ~ 2011년11월25일

3. 연구책임자 : 운영남, 이상근

4. 계획 대 진도

가) 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정									비고
		4	5	6	7	8	9	10	11		
<ul style="list-style-type: none"> • 현황 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 현장파악 및 분석 - 설문조사 포함 - 통신사별현황 및 기술기준 • 인빌딩 전파전파 측정 준비 및 측정 국소 확보 • 인빌딩 전파전파 특성 측정 • 측정 결과 분석 및 시뮬레이션 • 관련 법령 및 기술기준 개정안 • 전문가 의견 수렴 • 최종 보고서 작성 및 보고 	이상근 / 운영남				→						
분기별 수행진도 (%)		40%			60%						

나) 세부 과제별 추진사항

- 1) 이동통신 구내선로기술방식 및 현황 조사 분석
- 2) 구내선로설비 현황파악을 위한 설문조사 실시
 - 2011년6월16일 이통사별 망구축 담당자 및 현장 시설 엔지니어 68명 대상
- 3) 대형건물 전파전파 특성 측정 수행
 - 2011년 8월22일 ~ 9월30일
 - 구로디지털단지 대형건물 7국소,
 - 분당 아파트 3국소
- 4) 인빌딩 전파전파 특성 시뮬레이션
 - CellTrek Cell CAD를 이용한 3D 분석
- 5) 현장 전문가 참여에 의한 8차의 자문회의

5. 연구결과

- 가) 이동통신사 별 인빌딩 기술 방식 / 서비스 현황 / 구내선로설비 및 안테나 현황 및 문제점 분석
- 나) 구내배관의 현황 분석을 위한 설문조사 실시
- 다) 중계기 영향을 배제한 대형건물에서의 전파전파 특성 측정 및 분석
- 라) 이동통신 구내선로설비 관련 법령 및 기술기준 분석 및 개정 의견 정리

6. 기대 효과

본 연구를 통하여 건물내 이동통신 서비스를 위하여 시설된 다양한 구내선로설비 및 구내배관의 현황 및 문제점을 조사 분석함으로써 관련 규정 및 정책수립에 반영이 될수 있도록 하였다.

본 연구결과는 스마트폰의 보급에 따른 wireless data explosion 과 LTE,MIMO 등의 기술진화의 급격한 변화를 수용하는 기술기준 및 관련 정책의 개정에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고

8. 기타사항

최종보고서 초록

국문 초록					
<p>본 연구는 빠르게 변화하는 이동통신 기술을 수용하는 이동통신 구내선로설비의 설치 기술기준을 재정립 하기위한 목적으로 진행되었다.</p> <p>본 연구를 통하여 건물내 이동통신 서비스를 위하여 시설된 다양한 구내선로설비 및 구내배관의 현황 및 문제점을 조사 분석하였다.</p> <p>도심 대형건물에서의 전파전파 특성의 측정 및 분석을 수행하여 그 결과를 바탕으로 스마트폰의 보급에 따른 wireless data explosion 과 LTE,MIMO 등의 빠른 기술변화를 수용할 수 있는 관련 법령 및 기술기준 개정의 필요성과 기초를 연구 수행하였다.</p>					
영문 초록					
<p>This research is thesis of accrediting for in-building mobile telecommunication line facilities to take mobile telecom technologies.</p> <p>And we surveyed current status affairs of existing line facilities and pipe for telecommunications.</p> <p>We studied necessity of amendments for related statute and technical regulation that can embrace wireless data explosion caused by smart phone, LTE and MIMO through measurement propagation characteristic and analysis.</p>					
색인어	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 10%;">한글</td> <td>구내선로설비, 이동통신, 인빌딩,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">영문</td> <td>DAS, mobile communication, inbuilding service</td> </tr> </table>	한글	구내선로설비, 이동통신, 인빌딩,	영문	DAS, mobile communication, inbuilding service
한글	구내선로설비, 이동통신, 인빌딩,				
영문	DAS, mobile communication, inbuilding service				

SUMMARY

국내 인빌딩 분산중계기의 현황과 기술방식의 종류, 각 사업자별 통계, 공동구축등의 취합 분석함으로서 이동통신 구내선로설비의 현황과 구축에 따른 문제점 등을 조사하였다.

지금까지의 이동통신구내선로설비 설치에 대한 규정은 일정규모 이상의 지하구간으로 국한되어 있다. 하지만 이동통신 소비자들은 건물내 지상구간에서 스마트폰에 의한 데이터서비스, CCC/SCAN에 의한 기지국 혼잡증 증가, 급격한 데이터 통화량 증가등에 의하여 원활한 이동통신 서비스 제공을 받지 못하여 불편을 겪게 되며, 이를 해결하기 위하여는 관련 규정 및 기술기준의 개정의 당위성을 현장 중심으로 조사하고 대형건물 6곳과 고층아파트 단지에 대한 전파전파 실측 및 컴퓨터 시뮬레이션 등을 통하여 인빌딩 구내선로설비의 설치기준을 검증하고 설치방법 등에 대한 재개정의 방향을 제시하였다.

현장 엔지니어의 의견을 취합하기 위하여 많은 현장을 실사하였으며 여러차례의 자문회의와 설문조사를 바탕으로 현장의 문제점과 개선방안 등을 도출하였다.

또한 이동통신 구내선로설비 관련된 기술기준 개정 검토되어야 하는 구내선로설비의 설치기준, 설치방법, LTE/MIMO를 포함하는 신기술의 수용, 예상되는 신규사업자까지 고려되어야 할 요소의 근거를 제시하였다.

관련된 법령 및 기술기준에서 개정등이 검토되어야 하는 항목을 나열하고 이에 대한 개정의 의견으로서 지상구간까지 포함하는 설치기준 등을 세부적으로 정리하였다.

목 차

표 목 차	10
그림목차	12
제 1 장 서 론	15
제 1 절 연구의 목적 및 필요성	15
제 2 절 연구의 내용 및 범위	16
제 2 장 이동통신 구내선로설비 기술 및 서비스 현황	19
제 1 절 이동통신 구내선로설비 기술방식	19
1 광분산 방식 구내선로설비	20
2 RF 분산 방식 구내선로설비	20
3 엘리베이터의 통화품질 개선	21
제 2 절 이동통신 구내선로설비 구축현황 분석	22
1 이동통신 3사의 개별 구축 현황	23
2 이동통신 3사의 공동 구축 현황	25
제 3 장 이동통신 구내선로설비를 위한 관로의 현황	28

제 1 절 이동통신 구내선로설비를 위한 구내배관	28
1 이동통신 구내배관의 현황	28
2 이동통신 구내선로설비 시설의 문제점	30
3 Cable Tray 와 구내배관의 필요성	33
제 2 절 현황 분석을 위한 설문조사 및 결과분석	37
1 설문조사 방법	37
2 설문조사 문구	38
3 설문결과 분석	43
제 4 장 지상 건축물에서의 전파전파 특성	44
제 1 절 건물내 통화품질 분석 방안	44
1. 인빌딩 무선망 설계기준	44
2. 건물내 이동통신 통화품질 영향의 요인	45
3. 전파전파 측정 대상건물의 분류 및 선정	46
4. 건물내 전파전파 특성 및 측정 방법	50
5. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 분석	58
제 2 절 건물내 통화품질 측정 및 분석 결과	64
1. 음성 및 데이터 통화품질의 기준	64
2. 인체손실에 의한 통화품질의 영향	66

3. 측정 결과의 분석	67
제 5 장 이동통신 구내선로설비 설치를 위한 기준 분석 ·	75
제 1 절 구내선로설비의 설치가 필요한 건축물의 기준 ·	75
제 2 절 구내선로설비의 설치 기준	78
1. 옥상 안테나 급전선을 위한 배관의 검토	78
2. 층간 동축선 연결을 위한 배관의 분석	79
3. 이동통신 구내선로설비 시설 표준도 정리	81
4. 배관의 설치기준 검토	82
제 3 절 이동통신 구내선로설비 관련 법규, 기술기준 ..	84
1. 관련 법규 및 기술기준	84
2. 현재의 법규 및 기술기준의 개정 검토	86
제 6 장 결 론	89
연구활용계획서	91
참 고 문 헌	92
첨 부	93

표 목 차

표 2-1) 국내 이동통신 구내선로설비의 기술방식	19
표 2-2) 국내 이동통신 구내선로설비의 국소수	23
표 2-3) 구내선로설비 구축비용	23
표 2-4) 건물규모 별 구내선로설비 구축 규모	24
표 2-5) 대형 및 중형 빌딩의 구내선로설비 구축의 예	24
표 2-6) 이동통신 3사간의 구내선로설비 공동구축 현황	26
표 4-1) 측정 대상 건물의 규모와 특징	47
표 4-2) 이동통신 구내선로설비 시설을 위한 건물의 분류	50
표 4-3) WCDMA CCC/SCAN 무선망 투자 현황	55
표 4-4) 인빌딩 전파전파 특성 측정방법 비교	56
표 4-5) WCDMA 데이터 전송률에 따른 하향링크 수신감도 의 변화	65
표 4-6) 대형건물에서의 전파전파 투과손실 측정결과 요약	71
표 4-7) 고층건물에서의 skybar effect 측정결과 요약	72
표 4-8) 주택가 아파트에서의 전파전파 특성 측정결과 요약	72
표 5-1) 건물내 이동통신구내선로설비의 필요성	75

표 5-2) 이동통신 구내선로설비 관련 규정 및 기술기준84

표 5-3) 이동통신 구내선로설비 관련 규정의 개정 검토86

그림 목 차

그림 2-1) 이동통신 구내선로설비 광분산 방식	20
그림 2-2) 이동통신 구내선로설비 RF 분산 방식	21
그림 2-3) 건물내 엘리베이터 통화품질 제공방식	22
그림 2-4) 인빌딩 국소 수 관리의 차이점	25
그림 2-5) 이동통신사 별 중계기 구분의 차이	25
그림 2-6) 이동통신3사의 이동통신구내선로설비 공동구축 구조	27
그림 2-7) 이동통신 3사의 이동통신 구내선로설비 공용화 방식 및 주파수 대역	27
그림 3-1) EPS/TPS 및 케이블트레이 시설의 예	29
그림 3-2) 전원용 구내배관과 통신용 구내배관을 이용하기 힘든 경우	30
그림 3-3) 전원용 cable tray 에 이동통신 구내선로설비용 동축선이 같이 시설된 경우	31
그림 3-4) 전원용 cable tray 와 통신용 cable tray 를 분리하여 시설된 경우	32
그림 3-5) 옥상으로 부터의 동축선 인입관로가 없어 EPS/TPS실 천정을 뚫어 시설한 경우	33

그림 3-6) 옥상에 기지국 안테나 시설의 사례	35
그림 3-7) 옥상에 광중계기/RU/옥외형기지국이 시설되는 사례	36
그림 3-8) 이동통신 구내선로설비의 설치가 요구되는 사례	37
그림 3-9) 설문조사를 위한 워크샷 진행	38
그림 4-1) 전파의 수신세기	45
그림 4-2) 측정 대상 건물의 구조 및 측정경로	49
그림 4-3) 건물 내부구조의 종류	49
그림 4-4) 건물고층에서의 skybar effect 와 이를 극복하기 위한 분산안테나시스템	52
그림 4-5) CCC/SCAN 무선망 구조	53
그림 4-6) CCC 에 의한 skybar effect 현상의 심화	53
그림 4-7) CCC/SCAN RU 에 의한 건물내 이동통신 서비스 방식	55
그림 4-8) 개발된 어플DM 화면의 구성	58
그림 4-9) 건물 영향에 의한 전파전파 시뮬레이션의 예	59
그림 4-10) 전파전파 건물 투과손실을 계산하기 위한 모델	60

그림 4-11) 인빌딩 전파전파 특성 시뮬레이션의 예	61
그림 4-12) 건물내 내벽에 의한 전파전파 투과손실의 특성	61
그림 4-13) 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 건물의 모델링	62
그림 4-14) 대형건물(1,000m ²)에 대한 전파전파 시뮬레이션 결과	63
그림 4-15) 대형건물(3,000m ²)에 대한 전파전파 시뮬레이션 결과	63
그림 4-16) 휴대단말의 파지 형태에 따른 bodyloss 측정결과	67
그림 4-17) 전파전파 측정결과의 예	70
그림 4-18) 도심 고층건물에서의 skybar effect 현상	71
그림 5-1) 이동통신 구내선로설비 필요성의 차이	76
그림 5-2) 옥상 안테나 배관의 예	79
그림 5-3) 이동통신구내선로설비 최대규모 급전선 포설의 예	80
그림 5-4) 변경 후 “급전선 인입 표준도”	81
그림 5-5) 변경 후 “이동통신설비 설치장소 등의 표준도“	82

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 목적 및 필요성

1. 연구의 목표

- 가. 이동통신 서비스를 제공받는 국민들의 편익과 안전을 위하여는 건물내에서 원활한 이동통신 서비스가 이루어져야 하며, 이를 위한 건물내 이동통신 구내선로설비를 수용할 수 있는 구내배관의 설치 의무화 건물규모에 대한 기준 및 구내배관 규격의 정립
- 나. 건물 준공 후 다양한 이동통신 구내선로설비의 시설시 건물손상의 문제점으로 발생하는 건축주 및 건물주와의 마찰을 최소화 하기 위하여는 건물 준공 전 단계에 반영하여야 하는 이동통신 구내배관 기술기준의 마련
- 다. LTE 를 포함하여 이동통신 기술의 발전에 따른 추후 추가가 예상되는 다양한 이동통신기술을 수용할 수 있는 건물내 이동통신 구내배관의 기술기준이 정립되어야 한다
- 라. 스마트폰의 보급에 의한 무선데이터 사용량 급증으로 이동통신 사업자별 인빌딩 분산중계기등의 구내선로설비의 추가 구축에 따른 구내배관에서의 문제점 발생을 최소화 하기 위한 구내배관에 대한 기술기준의 정립

2. 연구의 필요성

- 가. 건물내 이동통신 서비스를 위하여 시설된 다양한 구내선로설비 및 구내배관의 현황 및 문제점을 조사 분석하도록 하여 관련 규정 및 정책수립에 반영이 될 수 있도록 한다.
- 나. 이동통신 서비스를 제공받는 국민의 편익과 안전을 위하여 건물내 이동통신 서비스가 의무적으로 제공되어야 하는 건물의 규모를 기술적으로 조사 분석하고 이를 수용하기 위한 이동통신 구내배관의 기술기준을 정립하여야 한다.
- 다. 건물 준공 후 시설되는 이동통신 구내선로설비에 의한 건축주, 건물주와의 마찰의 유형과 문제점을 분석하고 이를 최소화하기 위한 건물 준공 전 단계에 반영되어야 하는 이동통신용 구내배관의 기술기준을 정립하도록 한다.
- 라. LTE 를 포함하는 신규 이동통신서비스와 신규 주파수대역 배정에 따른 건물내 원활한 이동통신 서비스를 위한 대상 건물 기준 및 이동통신 구내관로의 기술기준의 정립 필요

제 2 절 연구의 내용 및 범위

- 가. 국내외 지상 건축물에 대한 이동통신 구내선로설비 기술방식 및 서비스 현황에 대한 조사 및 분석
 - o 이동통신 방식 및 주파수 대역별 인빌딩 서비스 현황 분석
 - o 인빌딩 이동통신 분산안테나의 기술방식별 분석
 - o 인빌딩 이동통신 분산안테나 설치 현황 분석
 - o 인빌딩 이동통신 구내선로설비 개별 구축 및 공동구축 현황 분석
 - o LTE 를 포함하는 신규 이동통신 서비스를 수용하기 위한 인

빌딩 분산안테나 추진현황 분석

- 나. 지상 건축물에 대한 이동통신 구내 배관 현황 조사 및 분석
 - 이동통신 시설 현장엔지니어 대상의 구내배관의 문제점 및 건 의사향 설문조사 실시
 - 이동통신 구내배관의 현황 및 문제점 분석
- 다. 건물 규모에 따른 전파전파 투과 손실 분석
 - 건물 규모에 대한 전파전파 투과손실 분석
 - 층별 전파전파 투과손실 및 전파품질(Ec/Io)의 변화 분석
 - 고층에서의 많은 기기국 전파 겹침에 의한 전파품질 저하의 문제점(Skybar effect) 분석
- 라. 이동통신 기술방식별 전파의 최소 수신세기 분석
 - 건물내에서 이동통신 방식별 원활한 서비스를 위한 최소 전파 수신세기에 대한 분석
 - 통화자 인체에 의한 전파전파 감쇄 수치 분석
 - 음성 및 무선데이터 서비스 방식별 요구되는 수신감도 분석
- 마. 인빌딩 구내선로설비의 설치 기준 분석
 - 이동통신사별 인빌딩 무선망 설계기준 비교 분석
 - 인빌딩 이동통신 서비스가 의무화 되어야 하는 건물의 규모에 대한 분석
- 바. 인빌딩 분산중계기 방식별 요구되는 선로의 특징과 물리적 규격 분석
 - 이동통신 구내선로설비 기술방식별(광분산,동축선분산) 선로의 물리적 특징 및 규격
- 사. 다양한 이동통신 방식을 포함하는 이동통신 구내선로설비 설치를 위한 구내배관의 최소 소요량 분석
 - 이동통신 사업자별 개별 구축의 사례
 - 이동통신 사업자 간의 공동구축의 사례
- 아. 이동통신 방식별, 사업자별 이동통신 구내선로설비를 수용하기

위한 기술 기준 정립

- 이동통신 구내배관의 설치위치
- 이동통신 구내배관의 물리적 규격
- 이동통신 구내배관의 설치방법

제 2 장 이동통신 구내선로설비 기술방식 및 서비스 현황

제 1 절 이동통신 구내선로설비 기술방식

건물 내 이동통신 구내선로설비는 건물 내 전파신호를 전달하는 전송매체의 종류에 따라 크게 RF 분산안테나 방식과 광분산안테나 방식으로 분류된다.

국내에서는 각 이동통신사의 설계 방식에 따라 광분산 방식과 RF 분산 방식의 선호도가 다르며, 외국의 경우는 광분산 방식이 더욱 많이 사용되고 있다.

전국적으로 이동통신 3사가 각각 약 3000개의 빌딩(중형빌딩 이상)에 분산안테나 방식의 구내선로설비를 설치하여 서비스를 제공하고 있다.

주요한 기술 방식은 아래와 같다

표 2-1) 국내 이동통신 구내선로설비의 기술방식

기술 방식	전송매체	건물규모	적용 범위
광 분산	광케이블+동축선	대형	대규모
RF 분산	동축선	대형,중형, 소형	대규모 이통사 공동구축
CCTV 분산	기존 CCTV 동축선	중형,소형	소규모
IF 분산	저가 동축선	중형	소규모
랜케이블 분산	랜케이블	중형,소형	소규모

1. 광분산 방식 구내선로설비

기지국으로 부터 광중계기 등을 통하여 인입된 전파신호를 광신호로 변환한 후 각 층의 RU(RF Unit)까지는 광케이블을 통하여 전송한다. 각 층 또는 몇 개 층 단위로 설치되는 RF 에서는 광신호를 RF 신호로 변환하여 천장을 따라 구석구석 설치된 RF 케이블을 통하여 전파신호를 방사한다.

광케이블에 의한 전파손실이 매우 적기 때문에 주로 대형건물과 인접 건물들을 묶는 방식에 주로 적용이 되고 있음

단점으로는 RF 신호를 광변환 장치등에 의한 장비 투자비가 증가하게 된다.

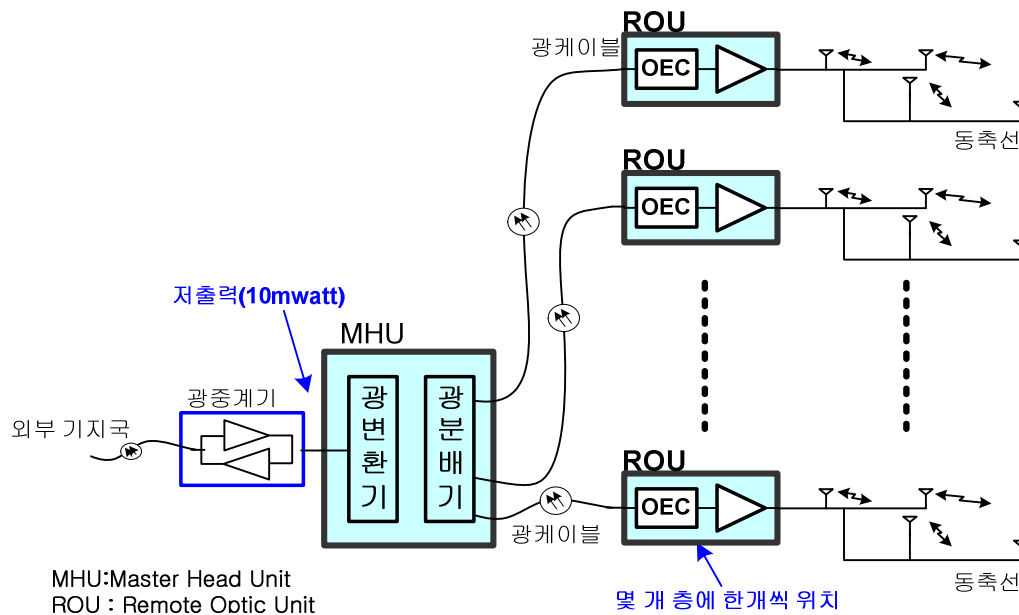


그림 2-1) 이동통신 구내선로설비 광분산 방식

2. RF분산 방식 구내선로설비

기지국으로부터 광증계기 등을 통하여 인입된 전파신호를 고출력으로 증폭하여 통신관로와 천장을 따라 구석구석 설치된 동축선을 통하여 전파신호를 방사하는 방식이다. 이때 동축선 및 분배기에 의한 손실이 크게 발생하기 때문에 큰 규모의 건물에서는 몇 개 층 단위로 신호를 재증폭시켜 주기 위한 RU(RF Unit)가 설치되게 된다.

광분산 방식에 비하여 장비 투자비가 절감되지만 RF 케이블에 의한 전파손실을 만회하기 위하여 더욱 굵은 동축선의 시설이 요구되어 시설의 복잡함과 시설비의 증가가 발생하게 된다.

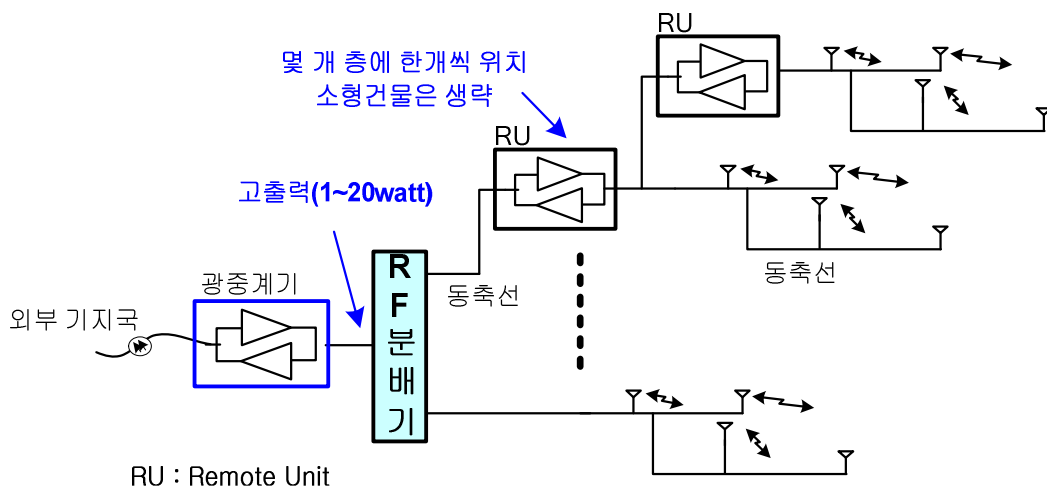


그림 2-2) 이동통신 구내선로설비 RF 분산 방식

3. 엘리베이터의 통화품질 개선

건물주 및 건물입주자들의 주된 통화품질 불만 요인은 엘리베이터 내에서 발생한다. 하지만 관련 법 및 규정에 의거하여 엘리베이터 내의 중계시설 설치는 허용되지 않는다.

건물내 엘리베이터 내에서의 통화품질 개선은 모든 이동통신사 공통적으로 아래 그림의 구조로 이루어지고 있다.

모든 층의 엘리베이터 입구 천장에 분산안테나를 설치하여 엘리베이터 안에서의 통화품질이 확보될 수 있도록 하고있다.

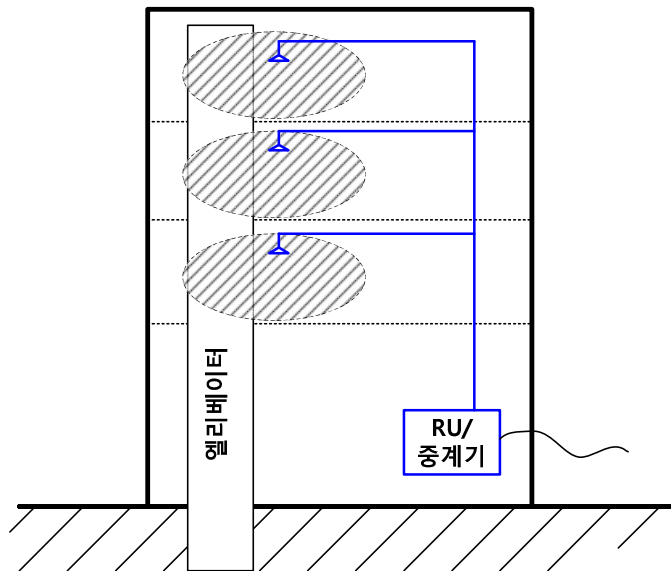


그림2-3) 건물내 엘리베이터 통화품질 제공방식

제 2 절 이동통신 구내선로설비의 구축 현황 분석

국내 이동통신사업자들은 인빌딩 분산안테나 설치가 요구되는 건물에 대하여 대부분 개별 구축하여 왔으며 각 이동통신사의 무선망 설계개념과 투자전략에 따라 광분산과 RF 분산방식의 선호도에 따라 각기 다른 방식의 다양한 분산안테나망을 개별 추구하여 왔다.

2010년 초부터는 일부 국소에 대하여 “인프라 공용화”라는 명칭으로 이

동통신 3사간에 공동구축을 통한 투자비 절감을 추진하고 있다.

1. 이동통신 3사의 개별 구축 현황

아래의 표는 국내 이동통신사들의 인빌딩 분산안테나의 개별 구축 현황을 설명하고 있다. 아래의 표에서 국소 수는 각 사의 이동통신 중계기 분류기준의 차이와 준공 및 무선국 허가 기준 등의 차이로 편차가 있을 수 있다. 또한 한 개의 국소가 여러 개의 빌딩을 포함하는 경우, 지하를 포함하는 경우 등에 의하여 수치상의 편차가 예상된다.

지하주차장 및 소형빌딩까지 포함시 SKT WCDMA 네트워크의 경우 약 32만 국소로 파악이 되며, 가정용 중계기 까지 포함시 SKT WCDMA 네트워크의 경우 약 75만대로 파악이 된다. (이동통신사별 중계기 관리 및 기술 기준이 상이하여 비교분석은 되지 못하였음)

중형이상의 빌딩에 설치된 이동통신 3사가 개별 구축한 국소의 90% 이상이 이동통신 3사 모두 시설한 건물로 파악이 된다.

표 2-2) 국내 이동통신 구내선로설비의 국소 수

(3G 네트워크 기준, 중형빌딩 이상, 안테나 개수 10개 이상 기준, 2010년말 기준)

	국소 수	주요 방식
SKT	3720국소	광분산 방식
KT	3530국소	광분산 방식
LGU+	2800국소	RF분산 방식

표 2-3) 구내선로설비 구축비용 (개별 국소, 광분산 방식 기준)

건물 규모	구분기준	공사비	자재비	장비비	합계
대형	20층 이상	115백만원	63백만원	125백만원	306백만원
중형	10~20층	47백만원	29백만원	25백만원	101백만원
소형	10층 이하	30백만원	20백만원	38백만원	88백만원
평균		64백만원	37백만원	63백만원	164백만원

표 2-4) 건물규모 별 구내선로설비 구축 규모

건물규모	구분기준	평균 선로 길이 (광케이블+동축케이블)	평균 안테나 개수	안테나 규모
대형	20층 이상	8500meter	125개	~1,000개
중형	10~20층	1800meter	40개	~ 100개
소형	10층 이하	-	-	~ 30개

표 2-5) 대형 및 중형 빌딩의 구내선로설비 구축의 예

국소명	건물규모 (연면적)	인빌딩 방식	선로 길이	안테나 개수
안양국제유통단지	지상3~7층,지하2층 49,016m ² (14,827평)/층	광분산	광케이블 1,900m 동축선 34,000m	717개
부천성모병원	지상15층,지하1층 13,500m ² (4,090평)/층	광분산	광케이블 600m 동축선 7,500m	132개
부천두산	아파트 지하2층	RF분산	동축선 2,500m	35개

위브1단지	9,210평/층		
-------	----------	--	--

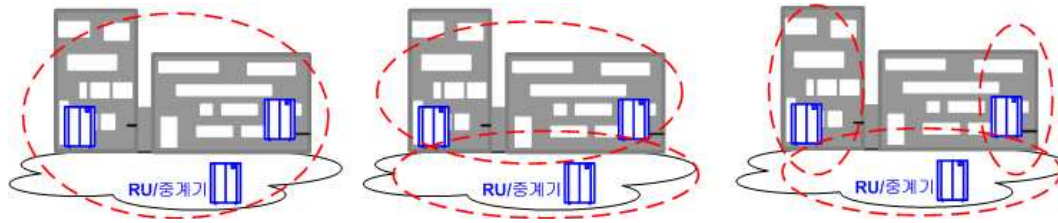


그림 2-4) 인빌딩 국소 수 관리의 차이점 (점선이 국소의 단위)

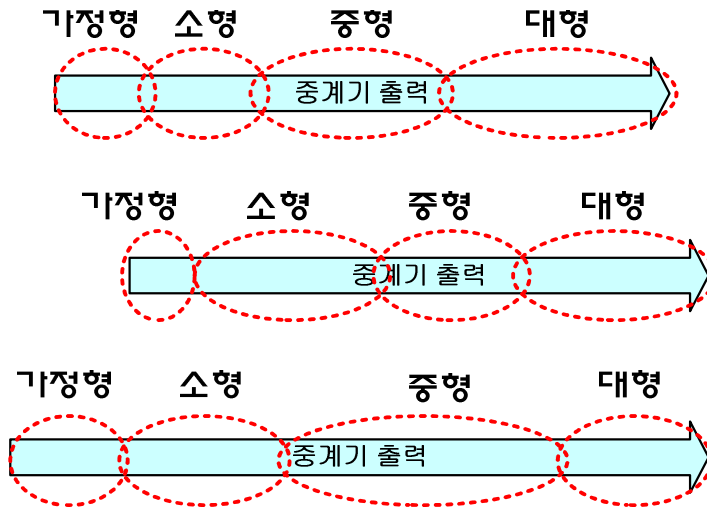


그림 2-5) 이동통신사 별 중계기 구분의 차이

2. 이동통신 3사의 공동구축 현황

국내 이동통신 3사는 이동통신 구내선로설비 개별 구축에 따른 투자비의 비효율성과 건축주, 건물주와의 개별 계약의 어려움들을 해결하기 위하여 2008년7월부터 기술검증 시험과 기술기준을 정립하여 2009년 하반기부터 이동통신 구내선로설비를 공동으로 구축하기 시작하였다.

이동통신 3사간의 구내선로설비 공동구축의 방식과 주파수 대역은 그림 2와 같다. 와이브로는 기술적(PIMD), 전략적으로 공용화 대상에서 제외되었다.

기술방식은 동축선에 의한 RF분산 방식 만을 채택하고 있으며, 간선증폭기를 사용하기 힘든 넓은 주파수 대역을 고려하여 결합기 입력에 최대한 높은 출력레벨의 RF 신호를 결합하도록 하여 동축선 분배망에 중간증폭기 RU(Remote Unit)를 설치하지 않도록 하고 있다.

이동통신 3사 간의 구내선로설비 공동투자의 범위는 아래와 같다.

- 이동통신 3사 전파신호를 결합하기 위한 광대역 결합기 및 분배기
- 천장에 따라 시설되는 동축선 시설
- 이동통신 3사 전파신호를 모두 수용하는 광대역 안테나

아래의 표는 국내 이동통신사들의 구내선로설비 공동구축 현황이다.

표 2-6) 이동통신 3사간의 구내선로설비 공동구축 현황 (2010년 말 기준)

시설주체	국소 수	결합기 수	지역
SKT	28	216	수도권
KT	20	153	
LGU+	17	122	
신세계E&C	2	5	
합계	67	496	

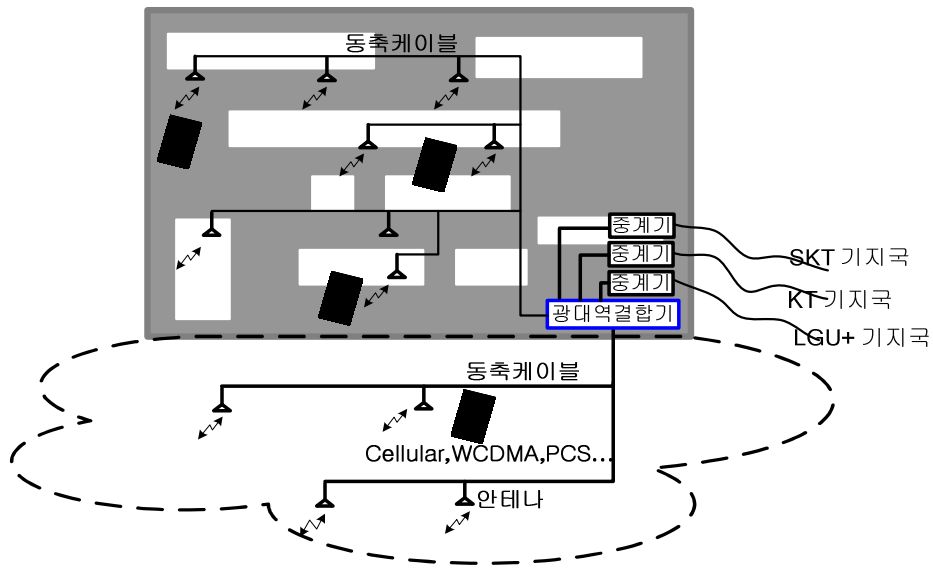


그림 2-6) 이동통신3사의 이동통신구내선로설비 공동구축 구조

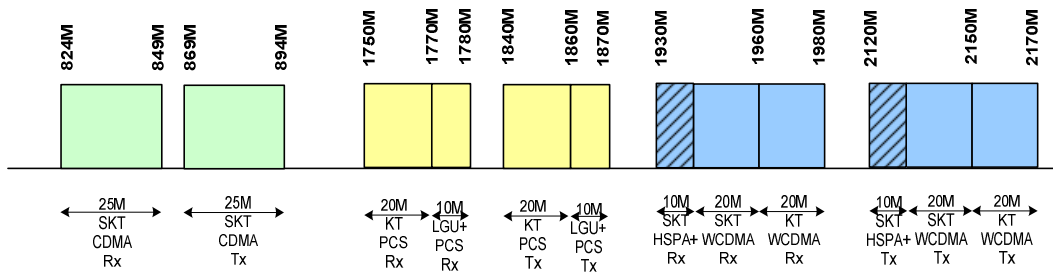


그림 2-7) 이동통신 3사의 이동통신 구내선로설비 공용화 방식 및 주파수 대역

제 3 장 이동통신 구내선로설비를 위한 관로의 현황

제 1 절 이동통신 구내선로설비를 위한 구내배관

국내 이동통신 구내선로설비의 전송매체는 동축선, 광케이블, UTP 케이블 등에 의하여 시설이 되며 층간의 전송매체는 동축선 또는 광케이블로 구성된다.

가장 많은 동축선이 요구되는 아래의 기준을 적용시 건물내 구간에서 층간 8가닥의(= 4개사업자 X 2가닥(2x2 MIMO)) 1/2인치 동축선의 관통이 요구된다.

또한 고속 무선데이터 서비스를 위하여 LTE 기술이 상용화 됨에 따라 요구되는 동축선의 개수는 MIMO 의 안테나 개수에 따라 선형적으로 증가하게 된다.

- 신규 이동통신사까지 고려
- 이동통신 3사 모두 1/2인치 동축선 방식 사용
- 각 이동통신사별 dual band 구내선로설비 사용
- 각 중계기에서 두 개의 동축선 연결

1. 이동통신 구내선로설비를 위한 구내배관의 현황

대부분의 건물에서 층간 구내배관에 의한 이동통신 구내선로설비용 동축선 시설은 이루어지지 않고 있으며, EPS 실의 전원 cable tray 또는 TPS 실의 통신 cable tray 를 이용하여 층간 관통과 층 별 천정의 케이블 포설이 이루어지고 있다.

대부분의 신축건물에서는 이동통신 구내선로설비에 대한 법규가 미비하기에 건물 준공검사 후에나 시설을 허용하고 있다.

꼭대기 층의 EPS 또는 TPS 실에서 옥상까지의 동축선 시설은 인입관로에 대한 규정이 명확치 않아 공사시 고려가 되지 않고 있으며, 옥상에 안테나 설치시에는 EPS/TPS실에서 옥상의 기계실이나 옥탑으로 천정을 뚫어 동축선을 통과시키고 있다.

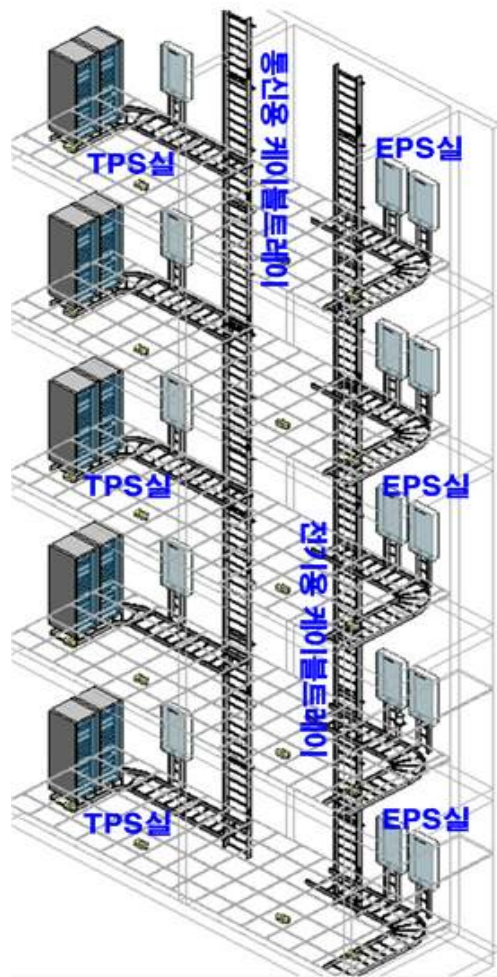


그림 3-1) EPS/TPS 및 케이블트레이 시설의 예

2. 기존 건물에서 이동통신 구내선로설비 시설의 문제점

EPS/TPS 실을 별도로 시설하지 않은 소규모 건물에서는 층간 구내배관을 통하여 동축선의 시설이 이루어져야 하나 상대적으로 좁은 동축선을 위한 구내관로내의 공간확보와 곡률반경 확보가 이루어지지 못하고 있어 시설의 어려움이 발생하게 된다.



그림 3-2) 전원용 구내배관(왼쪽)과 통신용 구내배관(오른쪽)을 이용하기 힘든 경우

TPS실을 별도로 시설하지 않고 EPS 실을 공유하는 경우에는 통신용 cable tray 를 시설하지 않기에 전기용 cable tray 에 동축선을 시설하

게 된다. 이러한 경우 건물주의 반발로 전원 cable tray 를 이용하지 못하는 경우와 cable tray 에 동축선을 위한 공간 확보가 어려운 경우가 종종 발생하게 된다.



그림 3-3) 전원용 cable tray에 이동통신 구내선로설비를 같이 시설한 경우



그림 3-4) 전원용 cable tray (사진의 왼쪽 부분) 와 통신용 cable tray (사진의 오른쪽 부분)를 분리하여 시설된 경우, 가운데 구내배관은 강전 케이블 용도로 사용되었다.

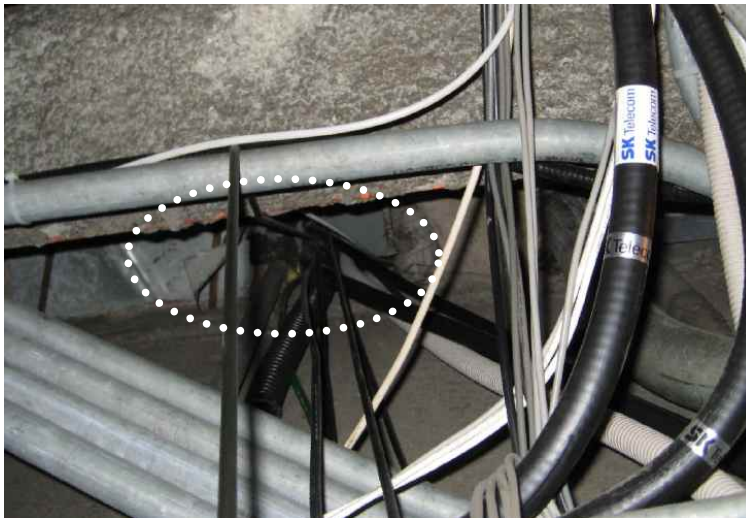




그림 3-5) 옥상으로 부터의 동축선 인입관로가 없어 EPS/TPS실 천정을 뚫어 시설한 경우(위 사진), 옥상 기계실을 통한 동축선의 인입의 경우(아래 사진)

3. 이동통신 구내선로설비 시설을 위한 cable tray 와 구내배관의 필요성

일정 규모 이상의 신축건물에 대하여는 전원 cable tray 와는 별개로 통신용 cable tray 시설에 대한 기술기준을 정립하여야 하며, 안테나가 시설될 가능성이 높은 옥상에서 EPS/TPS 실까지의 층간관통을 위한 인입배관에 관한 기술기준 정립이 요구 된다.

연성이 적고 굵기가 굵은 동축선의 특성을 고려하여 인입배관은 곡률이 최소화되어야 한다.

건물내 이동통신 구내선로 설비의 설치가 고려되어야 하는 경우는 아래

와 같다.

- 옥상에 기지국 안테나 시설
- 옥상에 RU 또는 광중계기, 옥외형기지국 시설
- 인빌딩 분산안테나 시설

가. 옥상에 기지국 안테나 시설

건물내 설치되는 기지국으로부터 옥상의 안테나까지 동축선의 시설이 요구되며 꼭대기층 TPS실에서 옥상을 관통하기 위한 인입관로가 요구된다.

인입관로를 관통하는 동축선의 최대 규모는 아래의 조건에서 7/8인치 16가닥의 (= 이통3사 x 3섹터 x 2가닥) 시설이 요구된다.

- 7/8인치 동축선 사용
- 3섹터 기지국, 섹터별 2개의 동축선(2X2 MIMO 고려)
- 이동통신 3사 개별 구축

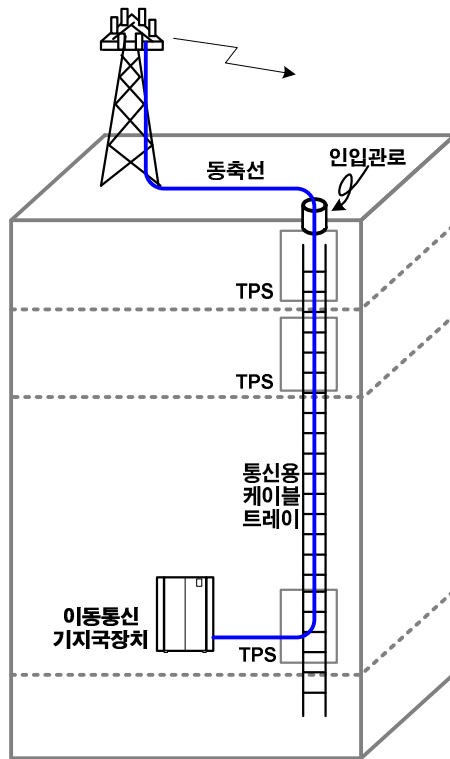


그림 3-6) 옥상에 기지국 안테나 시설의 사례

나. 옥상에 광중계기/RU/옥외형기지국 시설

옥상에 광중계기 및 RU 또는 옥외형기지국이 시설되는 경우에는 건물 지하를 통하여 인입된 광케이블의 옥상까지 연결되어야 한다.

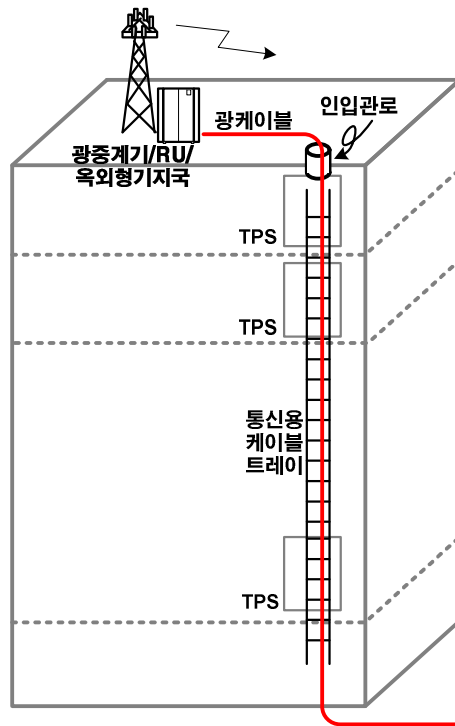


그림 3-7) 옥상에 광중계기/RU/옥외형기지국이 시설되는 사례

다. 건물내 분산안테나 시설

건물내 분산안테나 설치를 위하여는 층별 동축선 시설이 이루어지게 된다. 매우 특별한 경우가 아니면 1/2인치의 동축선이 사용된다.

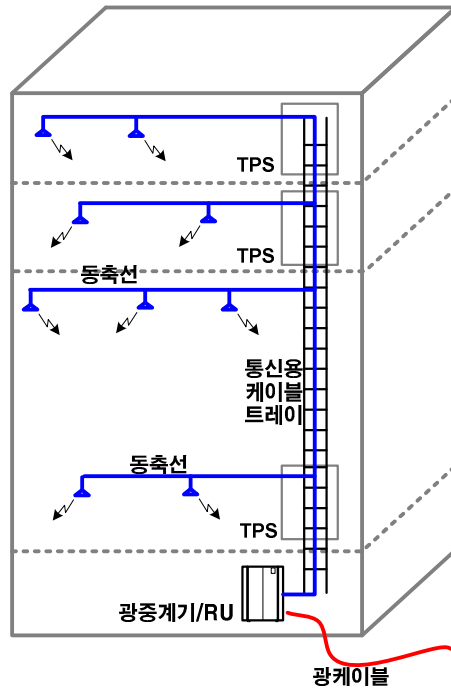


그림 3-8) 이동통신 구내선로설비의 설치가 요구되는 사례

제 2 절 현황 분석을 위한 설문조사 및 결과분석

1. 설문조사 방법

가. 설문조사를 위한 문구작성

객관적인 설문조사 문구 작성을 위하여 아래의 두 번의 자문회의와 온라인상의 자문을 통하여 설문문구를 작성하였다.

나. 설문조사 방법 및 대상

2011년6월16일~17일 양일간 청강문화산업대학 모바일아카데미에서

개최된 이동통신3사 망구축담당 워크샵 참석자 45명과 이동통신 시설협력사의 23명을 대상으로 설문조사 실시가 이루어졌다.

설문대상자의 분포는 아래와 같다.



그림 3-9) 설문조사를 위한 워크샵 진행

2. 설문조사 문구 및 결과

본 설문은 “대형건물의 인빌딩 이동통신서비스 활성화 방안” 정책연구를 위하여 진행되는 설문입니다. 해당되지 않는 항목은 답변을 생략하셔도 됩니다.

(1) 아래에서 귀하에게 해당하는 항목은 ? ()

- 1) 건축주(신축) 또는 건설사 - 13.2%
- 2) 건물주(기축) 또는 입주자 - 5.9%
- 3) 이동통신 구내통신시설 구축 관련 업종 - **47.1%**
- 4) 이동통신 구내통신시설 운용 관련 업종 - 33.8%
- 5) 기타(건물 내 입주자/통신사용자, 관련장비 제조자 ...) - 0.0%

(2) 이동통신 구내선로설비 시설공사는 어느 시점에 이루어져야 한다

고 생각하시나요? ()

- 1) 건물 마감(인테리어) 공사 전 - **70.6%**
- 2) 건물 마감 공사 후 - 7.4%
- 3) 건물 입주 전 - 13.2%
- 4) 건물 입주 후 - 2.9%
- 5) 건물주(건축주) 또는 건물 사용자의 요구시점 - 5.9%

(3) 이동통신시설 공사나 통신시설 관리에 어려운 사항은 무엇인가요?

if건축주/건물주와 협상의 어려움 - **33.6%**

- 1) 상시 건물 출입의 어려움 - 15.5%
- 2) 건축주/건물주의 과도한 비용요구 - 27.6%
- 3) 시설물 설치를 위한 공간확보의 어려움 - 23.3%
- 4) 기타 () - 0.0%

(4) 공공건물 또는 대형건물에 원활한 이동통신 설치를 의무화에 대한 의견은? () (복수 선택)

- 1) 이동통신이 원활하게 이루어지기 위해 의무화가 필요하다고 본다 - **52.3%**
- 2) 화재, 성폭력 등 발생시 비상통신으로 활용할 수 있어 의무화가 필요하다고 생각한다. - 33.7%
- 3) 국민의 부담이 되므로 공공성의 건물로 대상을 제한하여 의무화 해도 된다고 생각한다. - 11.6%
- 4) 국민(건축주 또는 건물주)에게 부담이 전가되므로 의무화에 반대한다. - 2.3%
- 5) 잘 모르겠다 - 0.0%

(5) 이동통신사업자가 건물내 통신시설을 공용화(공동구축 및 사용)하는 것에 대해 어떻게 생각하는지요? ()(복수 선택)

- 1) 개별 설치시 문제점(건물 손괴, 훼손, 건물 하중, 빈번한 출입 등)이 많기 때문에 통합하였으면 한다. - **44.7%**
- 2) 건물 내에서 원활하게 이동통신서비스를 이용할 수 있도록 공용화했으면 좋겠다. - 30.6%
- 3) 사업자간 공용화는 원칙적으로 찬성하나, 모든 통신사업자가 다 참여할 필요는 없다고 본다 - 22.4%
- 4) 건물 내에서 이동통신 구내통신시설을 공용화하는 데에 반대한다. - 1.2%
- 5) 잘 모르겠다 - 1.2%

(6) 일정규모 이상 건물에 대하여 이동통신용 구내배관 설치 의무화 및 규격 재정이 필요합니까? ()

- 1) 국민에게 보편적 통신서비스 제공을 위하여 의무화가 필요하다 - **71.6%**
- 2) 자율 규격으로 통신사업자와 협의하여 설치하여도 서비스 제공에 문제가 없다 - 9.0%
- 3) 구내 선로 설비(유선) 기준을 준용하여 설치하여도 문제가 없다 - 1
- 4) 통신 사업자별로 품질개선을 위해 사업자 부담으로 설치 하여야 한다 - 9.0%

(7) 인빌딩 서비스를 위한 치국시 가장 문제가 되는 항목은 무엇인지 두 가지만 선택해주세요. ()

- 1) 건물측 협의 주체가 불 명확하여 치국이 어렵다 - 9.7%
- 2) 건물 준공 전 통신 담당자와 협의 후 공사를 진행하나, 건물 준공 후 입주자와 문제(임차료, 전기세 등)가 발생하는 사례가 많다 - **40.9%**
- 3) 품질불량 민원에 대하여 건물측 관리부서 및 건물주의 시설거부

- 로 서비스가 불가능하다 - 30.1%
- 4) 대중 매체에서 전자파 관련 자료로 인한 시설거부가 많다(관련 자료 제출시에도 거부) - 8.6%
- 5) 관리실 및 입주자 대표에서 발전기금 요구(50~200만원 이상) - 10.8%
- (8) 인빌딩 서비스를 위한 설치 공사시 가장 문제가 되는 항목은 무엇인지 두 가지만 선택해 주세요.()
- 1) 설치 공사시 건물 준공 후 출입 승인 및 관리실 입주시 승인 절차 불편 - **29.1%**
- 2) 설치 공사시 타 설비(기존 배관 및 트레이) 이용이 불가(사용시 급전선 절단) - 22.1%
- 3) 건물 공사 현장 임시 가시설시 장비 분실 및 급전선 소실 많음 - 8.1%
- 4) TPS실 및 EPS실에서 급전선 포설시 트레이 사용 불가(건설사 설비 완료 후 이통 급전선 포설가능) - 5.8%
- 5) 건물 준공 전 통신 담당자와 협의 후 공사를 진행하나 건물 준공 후 입주자와 문제(임차료, 전기세 등)가 발생 사례가 많다 - 26.7%
- 6) 건축주, 건물주의 일정에 따라 건물 준공 후 시설 진행으로 기존 시설물 불리, 철거작업의 어려움 - 8.1%
- (9) 건물내 이동통신 설비배관 설치 의무화시 공사 비용은 누가 부담하여야 한다고 생각 하십니까? ()
- 1) 건물주 - **45.0%**
- 2) 이동통신사업자 - 10.0%
- 3) 건물 공사업체 - 36.7%
- 4) 지방자치단체 - 8.3%

(10) 현재 이동통신 설비의 구내 설치시 기존 건물의 배관 사용시 문제점은 무엇인가요? () (복수 선택)

- 1) 급전선 포설시 곡률 반경 확보가 어려움 - 18.4%
- 2) 천정 작업시 급전선 포설 및 컨넥터 작업이 불가능 - 19.5%
- 3) 천정을 마감하였을 경우 공사 불가능 - **36.8%**
- 4) 건물층 통신 및 전기 트레이에 설치시 시설물 관리 미흡 - 6.9%
- 5) 건물층 내부 인테리어 작업시 케이블 절단 사례 발생 - 18.4%

(11) 이동통신 설비의 구내 설치시 배관은 기존 유선통신 설비와 공동 사용시 당신의 생각은? ()

- 1) 통신 배관을 공동 사용 가능하다 - 19.0%
- 2) 유선과 이동통신의 배관의 규격이 상이 하므로, 별도의 이동통신 배관을 구축해야 한다. - **55.6%**
- 3) 유선, 이동통신, 소방, 전기 모두 공동 사용 가능하다 - 11.1%
- 4) 화재의 위험이 없는 한 모두 공동 사용 가능하다 - 14.3%

(12) 건물내 구내(유선)통신 설치시 배관의 규격은 20세대 이상(54mm 이상), 20세대 이하(최소36mm)이상 으로 되어 있다. 이동통신 설비의 배관에도 동일하게 적용 가능한지요? ()

- 1) 동일한 배관 규격을 사용해도 무관하다 - 12.1%
- 2) 이동통신 설비의 배관은 케이블의 지름이 커서 별도의 배관 규격이 필요하다 - **59.1%**
- 3) 건물의 연면적은 상관없이 층간 높이만 고려하여 배관의 규격을 정한다 - 12.1%
- 4) 유선, 이동통신, 소방, 전기 모두 공통된 배관 규격을 사용해야 한다 - 7.6%
- 5) 전문가가 아니라 잘 모르겠다. - 9.1%

3 설문결과 분석

설문항목에 대한 유사 응답의 내용을 요약하면 아래와 같다.

- (1) 설문자의 80% 가 이동통신 구내선로설비 시설이나 운용에 관련된 업종에 종사하고 있으며 19% 가 건축주/건물주에 해당하였다
- (2) 응답자의 70% 이상이 건물마감 전 이동통신 시설공사가 이루어져야 한다고 답하였으며 인빌딩 시설 및 관리에 어려움으로서 건물주/건축주와 협상의 어려움을 60%, 구내선로설비 시설시 공간확보의 어려움을 23%로 응답하였다.
- (3) 공공기관 또는 대형건물에서 이동통신 구내선로설비 설치 의무화에 대하여 53%가 필요성을 응답하였으며, 44% 가 이동통신사간 공동구축의 필요성을 응답하였다.
- (4) 일정규모 이상 건물에 대하여 72% 가 인빌딩 시설을 위한 구내관로 설치 의무화의 필요성을 응답하였으며, 56% 이상이 이동통신용 구내선로를 위하여 기존 유선통신을 위한 구내배관과 별도 규격의 이동통신 선로용 구내관로의 필요성을 응답하였다.

제 4 장 대형 건물에서의 전파전파 특성 분석

제 1 절 건물내 통화품질 분석 방안

1. 인빌딩 무선망 설계 기준

스마트폰 보급에 의하여 유발된 wireless data explosion 이전의 이동통신 건물내 무선망 설계기준은 이동통신 3사 모두 아래의 기준을 사용하고 있다. (+-1dB 편차).

스마트폰 보급에 따른 무선데이터서비스 기준을 적용 시 10dB 이상의 큰 설계기준의 변화가 요구되나 아직 미반영된 것으로 파악이 된다. 이는 국내 이동통신사들이 인빌딩 무선망 설계시 건물내 전파의 세기와 품질의 기술적 기준 보다는 건물내의 통화량과 중요도 등의 전략적 기준으로 인빌딩 무선망 설계 기준을 적용하고 있기에 더욱 그러하다.

아래 그림 1 에서는 음성서비스에 비하여 고속 데이터 전송률이 요구되는 데이터 서비스의 경우 더욱 높은 RSSI 기준이 요구됨을 알 수 있다

- $RSSI > -95dBm$ 이상 (음성서비스 기준)
- $Ec/Io > -10dB$ 이상
- $Tx_Power < 14dBm$ 이하

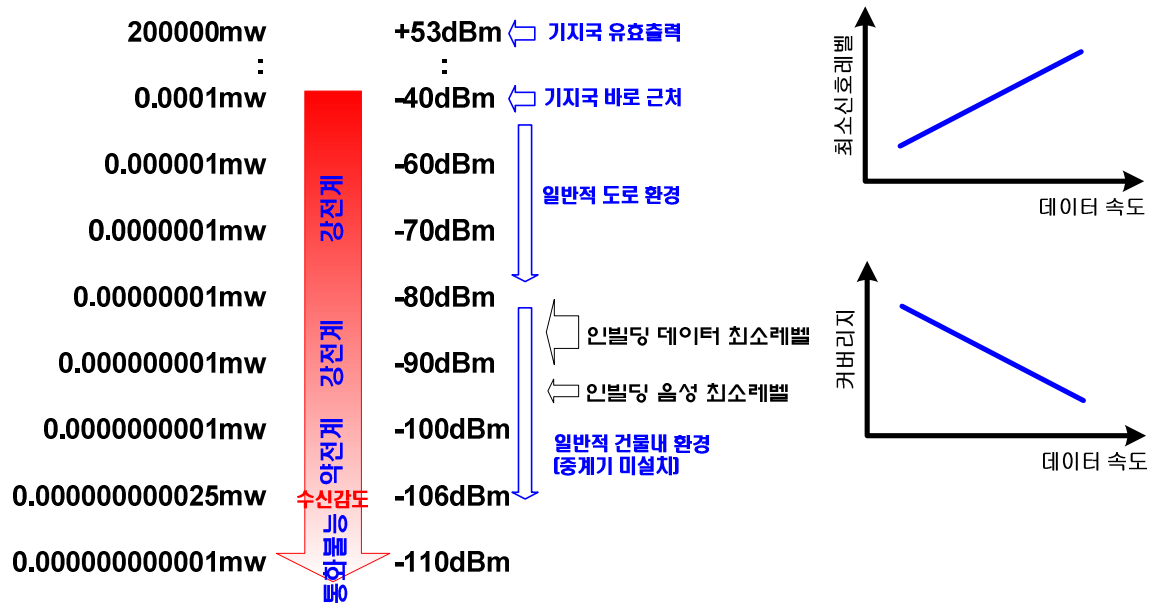


그림 4-1) 전파의 수신세기 (기지국 출력 5wat/FA, 16dBi 안테나 기준)

2. 건물내 이동통신 통화품질 영향의 요인

건물내 통화품질에 영향을 미치는 전파전파 특성은 아래의 3가지 요소에 의하여 영향을 받는다.

- 1) 전파전파 건물투과 손실 현상으로 RSSI 저하에 기인한 품질저하
- 2) 고층에서 다수 기지국 신호 겹침 현상으로 EcIo 저하에 의한 품질저하
- 3) 건물내 통화량 증가에 의한 EcIo 저하에 의한 품질저하

위의 3가지 요소에서 마지막 통화용량 증가에 의한 요인은 통신사업자

투자의 이슈이기에 본 연구에서는 제외하였다.

위의 첫 번째 전파전파 투과손실의 요인과 고층에서의 Skybar Effect에 의한 E_{cIo} 품질저하의 요인은 아래의 다양한 요인에 의하여 복합적으로 작용하게 된다.

단순한 건물의 면적 기준에 의한 건물 내부의 통화품질 불량률의 예측은 많은 부정확성이 발생하게 된다.

- 1) 건물의 면적
- 2) 건물 내부의 칸막이 구조
- 3) 건물의 높이
- 4) 건물의 내부 구조
- 5) 건물의 재질
- 6) 주변 건물의 인접 분포의 정도
- 7) 건물 주변의 기지국 분포
- 8) 건물 내부 및 주변의 통화량

3. 전파전파 측정 대상건물의 분류 및 선정

최근의 대형건물은 대부분 □자형으로서 중앙부위에 엘리베이터와 비상계단의 구조를 갖으며, 엘리베이터 앞과 비상계단 부위에서 가장 전파전파 투과손실이 큰 특성을 나타낸다. 본 측정에서도 엘리베이터 주변과 비상계단 부근을 중심으로 측정을 시행하였다.

다만 엘리베이터 내에서의 통화품질과 건물내 통화량 증가에 의한 품질 변화는 이번 연구범위의 대상에서 제외되었다.

도심의 모든 대형 건물은 이미 분산안테나 시스템에 의하여 층별 구석구석 전파의 재방사가 이루어지고 있기에 건물에 의한 통화품질 영향의 측정 및 분석에 어려움이 있다.

따라서 이번 연구 수행을 위한 측정대상 대형건물의 선정과 전파측정은 아래의 방법에 의하여 진행하였다.¹⁾

- 1) 건물 준공이 이루어졌으나 분산안테나 무선국허가 취득 전 단계의 대형 건물에서의 전파측정
- 2) 이동통신사업자의 도움을 받아 심야 또는 주말시간을 이용하여 분산중계기의 전원을 끄고 전파측정.
- 3) Skybar effect 영향의 정도를 파악하기 위하여 주변 기지국 밀도가 높지 않은 주택가 고층 아파트 단지에서의 전파측정

다양한 건물에 대한 전파특성을 분석하기 위하여는 다양한 규모와 구조의 도심건물에서 전파측정 및 분석이 이루어져야 한다.

하지만 대부분의 대형건물은 중계기 전원을 off 할 수 없으며, 저녁시간의 출입이 제한된다. 본 측정에서는 아래의 요소를 만족하는 측정대상으로서 가산동 디지털벨리에 위치하는 다양한 벤처복합빌딩에서 측정을 시행하였다

- 1) 다양한 크기와 구조의 대형 빌딩이 밀집된 지역
- 2) 주변 기지국이 밀집된 지역
- 3) 주말 또는 저녁시간에 출입이 자유롭고 인빌딩 중계기 전원 차단이 가능한 빌딩
- 4) 이동통신사로부터 중계기 off 에 따른 장애 데이터 제거 협조가 가능한 빌딩

아래 표와 그림은 측정 대상 건물의 구조와 특징 그리고 주변 기지국의 분포를 설명한다

표 4-1) 측정 대상 건물의 규모와 특징

1) 본 연구에서는 지하공간에서의 통화품질 분석은 제외한다

건물 명	위치	전층 면적 m ²	층별면 적 m ²	안테나 개수	시설케이 블길이 meter	지상/ 지하	구조
코오롱디지털 에스틴	서울시 금천 구 가산동	114,98 8	6,612	240	4,990	15층 / 2층	미음자
KCC월치벨 리	서울시 금천 구 가산동	23,868	1,404	198	3,548	14층 / 3층	미음자
에이스하이엔 드 5차	서울시 금천 구 가산동	26,112	1,088	201	3,094	21층 / 3층	미음자
스타벨리빌딩	서울시 금천 구 가산동	51,840	3,240	260	5,500	14층 / 2층	미음자
JMK디지털타 워	서울시 구로 구 구로동	33,792	1,536	399	6,966	18층 / 4층	미음자
리더스타워	서울시 금천 구 가산동	43,740	2,430	235	4,940	15층 / 3층	미음자
승일벤처타워	서울시 금천 구 가산동	8,400	600	97	1,550	12층 / 2층	미음자
동아아파트	성남시 분당 구 서현동					23층	일자
삼성아파트	성남시 분당 구 서현동					21층	일자
건영 아파트	성남시 분당 구 분당동					19층	일자

미음자 구조 : 건물 중앙에 엘리베이터와 복도가 위치하는 구조

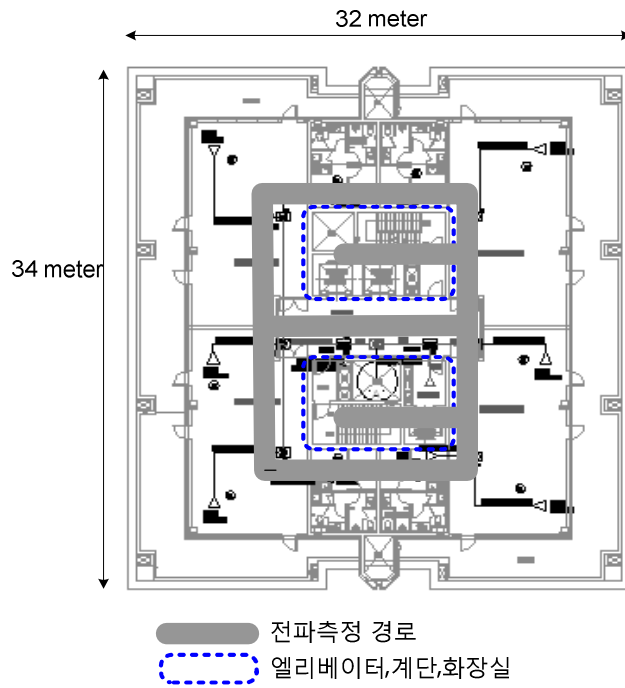


그림 4-2) 측정 대상 건물의 구조 및 측정경로

건물의 면적 외에도 다양한 요소에 의하여 건물내 전파세기에 영향을 미침을 알 수 있다.

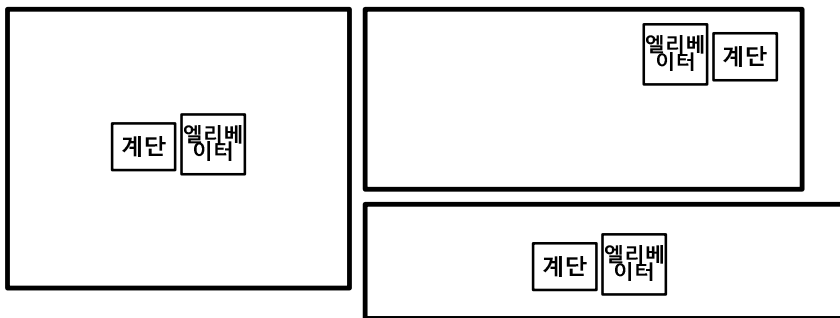


그림 4-3) 건물 내부구조의 종류

국내 이동통신사별 지상구간 건물의 투자기준을 바탕으로 건물의 규모를 분류하면 아래와 같이 분류될 수 있다.

표 4-2) 이동통신 구내선로설비 시설을 위한 건물의 분류

	각 층의 면적	높이	건물내 설치 안테나 개수	설치되는 장치의 종류	건물의 용도
대형	1000m ² 이상	10층 이상	100개 이상	RU, 대형광중계기	공공건물, 상업 건물...
중형	250m ² 이상	-	20개 이상	중형광중계기, RF중계기	-
소형	250m ² 이하	-	20개 이하	RF중계기	-

4. 건물내 전파전파 특성 및 측정 방법

이동통신 전파특성은 전파세기와 전파품질 두 가지 요소로 분류가 된다. 일반적으로 전파세기가 우수한 경우 전파품질도 우수할 수 있으나 다중 기지국 신호의 겹침이나 최번시의 통화량 증가의 경우에는 전파세기가 우수하여도 전파품질은 저하되게 된다.

대형건물에서의 전파품질의 저하 현상은 건물 내부 다양한 위치에서의 전파전파 투과손실의 요인과 높은 층에서의 skybar effect 의 두가지 현상에 의하여 발생하게 된다. 또한 busy hour 의 통화량 집중에 의한

통화품질 저하도 발생할 수 있다.

이번 측정에서는 통화량 증가에 의한 전파품질 저하와 사무실공간 출입의 어려움으로 다양한 건물내 파티션 환경에서의 전파전파 특성분석은 제외하도록 한다.

아래 그림은 도심 대형건물 높은 층에서 많은 기지국 신호의 겹침에 의한 전파품질 EcIo 저하가 발생하는 skybar effect 현상을 설명하고 있다. 특히 최근의 wireless data explosion 문제점을 해결하기 위하여 KT 및 SKT 양사 모두 CCC, SCAN 무선망설계 기법에 의하여 기지국 간격을 매우 촘촘하게 배치하고 있기에 도심 대형빌딩 높은 층에서의 skybar effect 현상이 더욱 심화되고 있다.

CCC, SCAN 무선망설계 기법 적용에 의하여 PSC 기준, 핸드오버 발생 빈도 기준으로 평균 2배 이상 증가하고 있다.

이러한 skybar effect 는 무선접속기술의 특성상 CDMA 방식대비 셀간 간섭문제가 더욱 심화되는 OFDM 방식의 LTE에서 더욱 심화될 것으로 예상된다.

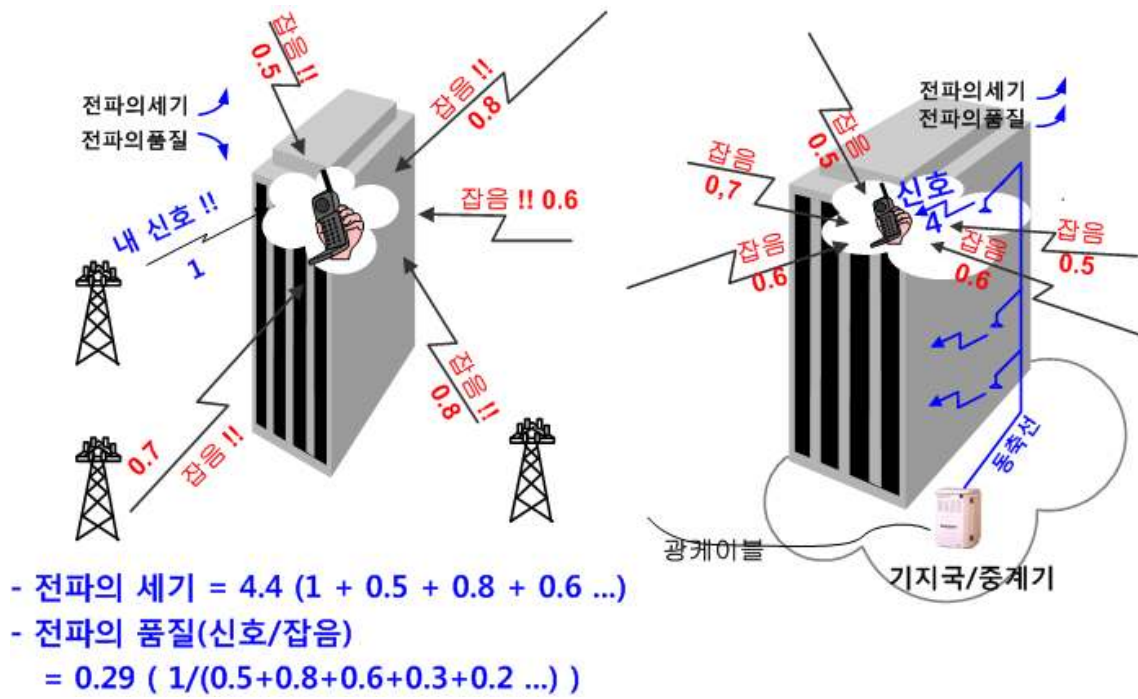


그림 4-4) 건물고층에서의 skybar effect 와 이를 극복하기 위한 분산안테나시스템 (DAS : Distributed Antenna System)

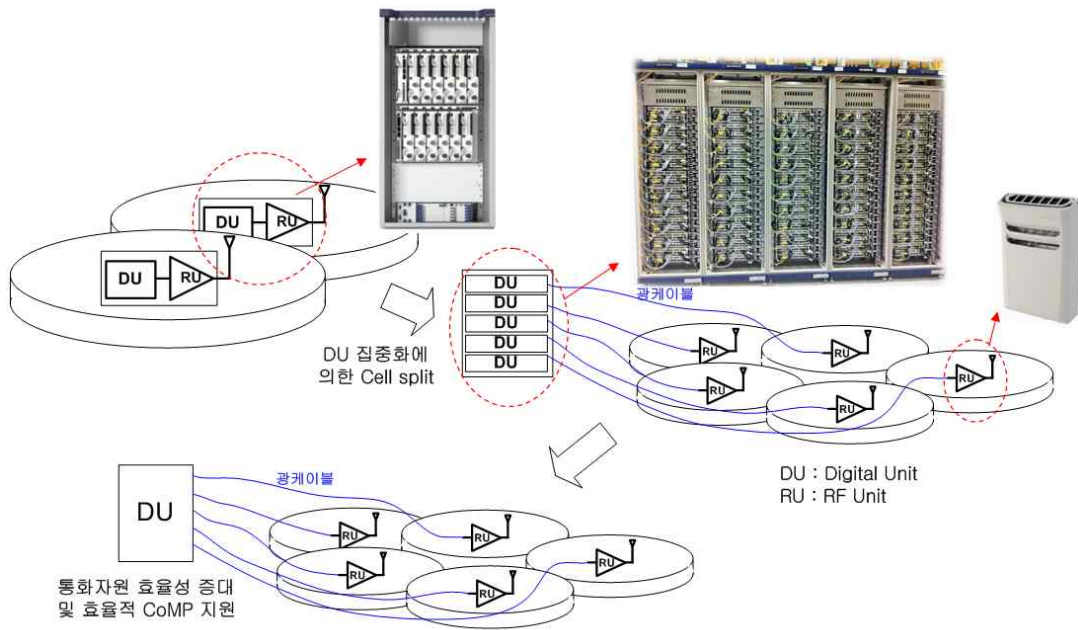


그림4-5) CCC/SCAN 무선망 구조

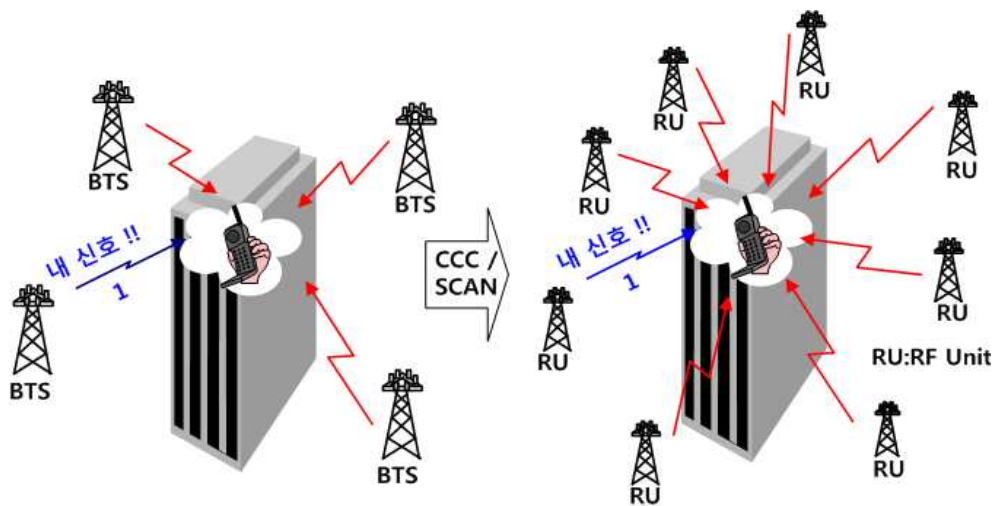


그림4-6) CCC 에 의한 skybar effect 현상의 심화

스마트폰 보급에 의하여 발생된 wireless data explosion 은 이동통신 구내선로설비 투자의 기준 및 기술방식의 급격한 변화를 발생시키고 있다.

기존의 건물내 이동통신서비스 제공의 목적은 안정적인 음성서비스를 위한 전파품질의 확보(건물내 커버리지 확장)이었지만 스마트폰 보급에 의한 wireless data explosion 이후의 목적은 건물내 커버리지 확장 보다는 건물내 통화용량 확장의 목적이 우선되고 있다. 이를 위하여 기존의 자체 통화용량 기능을 갖지 못하는 중계기를 CCC/SCAN 의 RU로 교체되는 형태로 변화하게 되었다.

즉 건물내 전파품질이 우수하더라도 데이터 통화용량 분산의 차원에서 적극적인 이동통신구내선로설비의 투자가 이루어지고 있다. 즉 이동통신구내선로설비의 목적이 건물내 커버리지의 확장에서 건물내 캐패시티의 확장 개념으로 변화하고 있음을 의미한다.

아래 그림은 CCC 에 의하여 도심 건물내 커버리지 확장용 중계기가 캐패시티 확장을 위한 RU 로 대체되는 구조를 설명하고 있다.

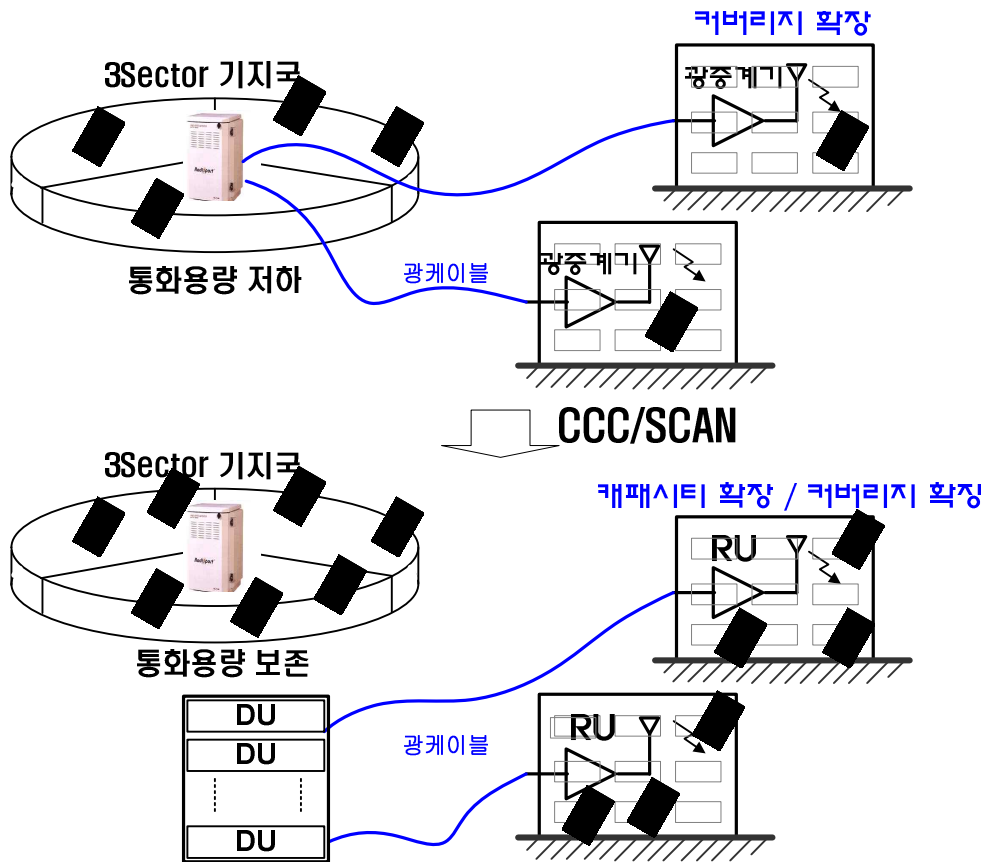


그림 4-7) CCC/SCAN RU 에 의한 건물내 이동통신 서비스 방식

아래의 표는 KT와 SKT 의 CCC/SCAN 기법 적용에 따른 기지국수 변화를 조사한 결과이다.

표 4-3) WCDMA CCC/SCAN 무선망 투자 현황

		KT CCC	SKT SCAN
기존 3G 무선망	기지국수	약 1000개	-
	광역계기 수	약 8000개	-

CCC/SCAN 적용 후 RU 개수	약 11,000개	-
적용 지역	서울 및 인근도시	-
적용 시점	2011년 11월 완료	-

앞에서 설명한 전파품질 저하의 요인을 반영하여 인빌딩 전파특성 분석을 위하여는 아래의 위치와 방법에 의하여 전파특성을 측정 분석하도록 한다

- 1) 건물 외부에서의 RSSI, EcIo
- 2) 건물 내부의 1층 / 중계기 off 에서의 RSSI, EcIo
- 3) 건물 꼭대기층 / 중계기 off 에서의 RSSI, EcIo
- 4) 건물 내부의 1층 / 중계기 on 에서의 RSSI, EcIo
- 5) 건물 꼭대기층 / 중계기 off 에서의 RSSI, EcIo

전파전파 특성을 측정하기 위한 기본 계측기는 스펙트럼 어널라이저이다. 하지만 전류소모가 크고 건물내 이동측정의 용도로는 휴대의 제약을 받게 되며 건축주/건물주의 거부감을 유발하게 된다.

특히 최근의 전자파 유해성에 대한 논란으로 건축주/건물주의 거부감이 증가하고 있다. 따라서 측정의 용이성과 건축주/건물주와의 마찰을 유발하지 않는 측정 방법으로서 스마트폰에 전파측정 앱을 설치하여 측정을 진행하였다.

전파전파 측정을 위하여는 아래의 3가지 방안이 고려될 수 있으며, 방식별 장단점을 비교하였다.

표 4-4) 인빌딩 전파전파 특성 측정방법 비교

	스펙트럼 어널라이저	휴대폰 디버그 스크린	스마트폰 전파측정 앱
측정 정밀도	매우 정밀	+/-3dB 큰 편차	calibraion 보정기능에 의하여 +/-1dB 이내
휴대성	매우 제한적	매우 편리	매우 편리
데이터 로깅,분 석 기능	별도의 노트북 필요	수작업, 불편	매우 편리
건축주/건물주와 의 마찰 가능성	마찰 가능성 높음	마찰 가능성 없음	마찰 가능성 없음

본 연구에서는 건물출입의 용이성, 건물주의 전자파에 대한 거부감, 측정의 용이성 등을 고려하여 스마트폰 내에서의 RF 측정값을 그래프로 표현하고 자동 저장할 수 있는 간단한 DM 어플을 개발하여 측정을 시행하였다.

개발된 DM어플에 의하여 스마트폰은 아래의 값을 측정, 저장하는 기능을 갖는다

- 측정단말기 : KTtech사의 TAKE 야누스 모델
- 측정 값 : 측정시간, RSSI, RSCP, EcIo, PSC 값을 1초에 한번씩 저장

아래의 그림은 본 측정을 위하여 개발된 DM어플의 화면 구성이며 저장된 데이터는 외부 컴퓨터에서 엑셀을 이용하여 분석하였다.

DM어플 측정값의 정밀도를 위하여 측정 전단계에서 스마트폰을 계측

기에 연동하여 RF 측정데이터 값의 오차값을 추출하고 이 값을 이용하여 측정된 RF 데이터 값에 대한 보정을 실시하였다.

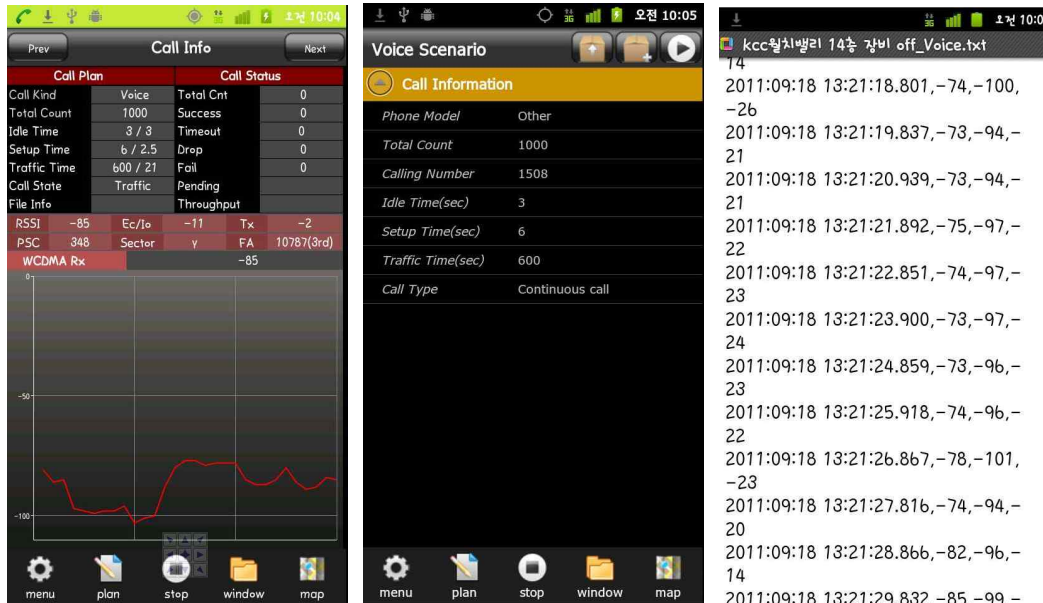


그림 4-8) 개발된 어플DM 화면의 구성

5. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 건물내 전파특성 분석

지형 정보 및 3D 건물정보를 기반으로 KT의 전파분석 툴인 “CellTreK”의 Ray-Tracing 기법을 활용하여 시뮬레이션 수행하였다. 옥외 시뮬레이션 결과의 예에서는 기지국 인근의 신호세기는 강하나, 기지국에서 멀거나 건물에 가려진 지역의 세기는 약함을 알수 있으며 그림에서 붉은 색으로 표시된 지역은 옥외에서는 품질이 양호하나 인빌

딩 품질은 불량할 것으로 예상된다. 즉 인빌딩 이동통신 품질은 해당 건물 주변의 기지국 위치와 건물 배치에 대한 함수로 나타남을 알 수 있다.

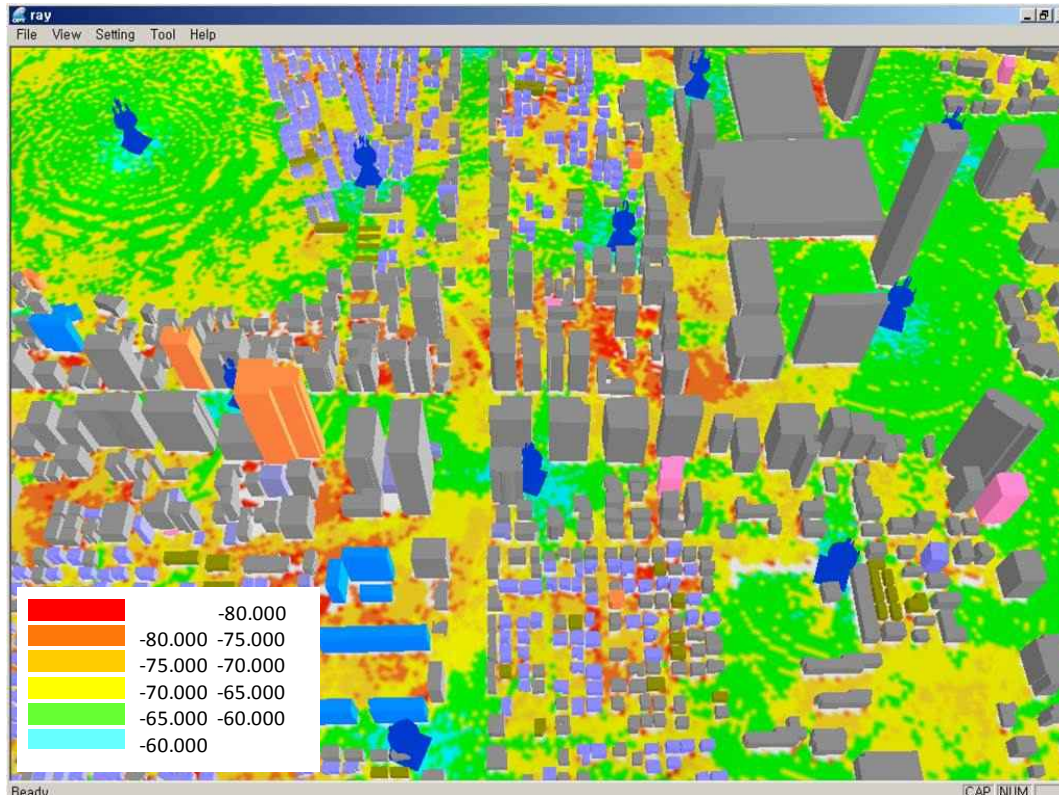


그림 4-9) 건물 영향을 반영하는 옥외 전파전파 시뮬레이션의 예

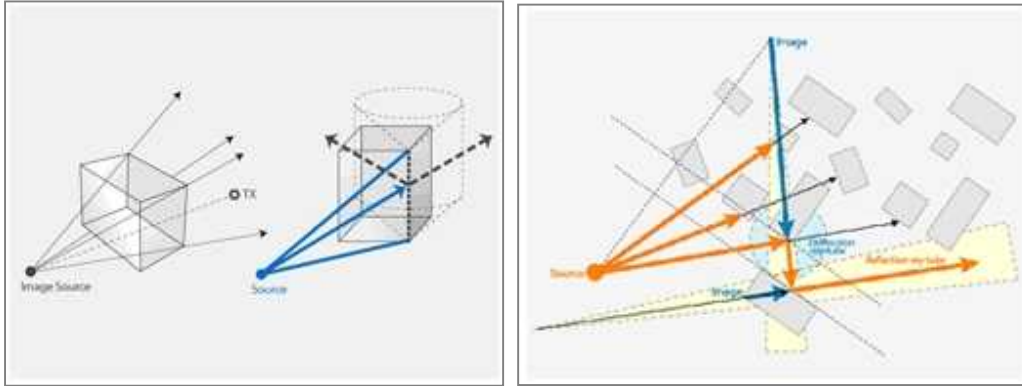


그림 4-10) 전파전파 건물 투과손실을 계산하기 위한 모델

건물안에서의 전파세기도 건물 구조도를 기반으로 “CellTreK”의 Ray-Tracing 기법을 활용하여 시뮬레이션이 가능하다. 아래 시뮬레이션 결과는 기지국이 건물 안에 있을 경우에 대한 시뮬레이션 결과이며, 옥외와 마찬가지로 기지국에서 멀어질수록 내벽 등 장애물에 의해 가려질 경우 신호세기가 약해짐을 알 수 있다.

기지국을 일정 거리 이격된 외부에 배치해 시뮬레이션을 수행하는 경우 건물 외부에서 서비스가 가능한 커버리지를 확인할 수 있다.

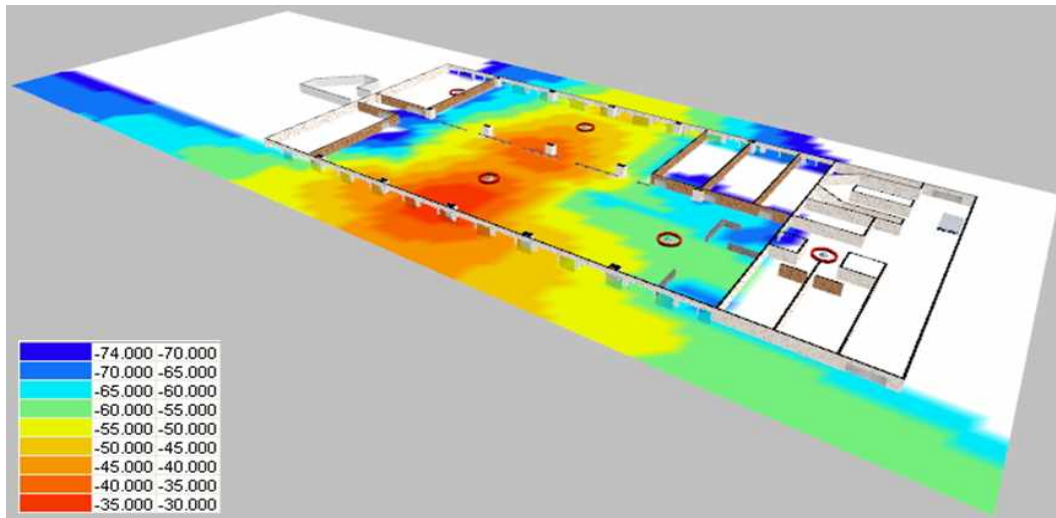


그림 4-11) 인빌딩 전파전파 특성 시뮬레이션의 예

외부에서 인입된 전파의 세기는 건물 내부로 들어 갈수록 전파 경로의 증가 및 내벽 등 장애물에 의해 약해지게 됨을 알 수 있으며, 건물마다 다양한 내부 구조를 무시할 경우 건물의 단면적이 작을수록, 같은 단면적일 경우는 단면이 정사각형에 가까울수록 전파의 세기가 낮아질 것으로 판단된다.

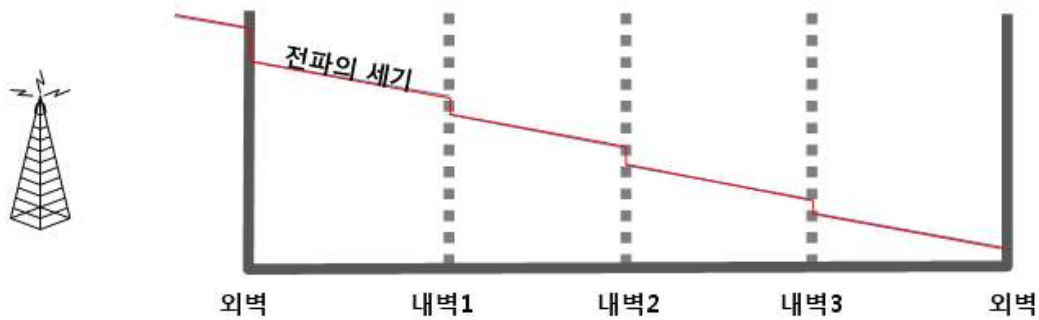


그림 4-12) 건물내 내벽에 의한 전파전파 투과손실의 특성

이번 연구의 시뮬레이션에서는 대형건물의 대표적 구조인 정사각형이면서 중앙부에 계단과 엘리베이터가 위치하는 구조의 건물을 모델로 하였으며 층별 면적이 $1,000\text{m}^2$ 와 $3,000\text{m}^2$ 인 건물을 모델링하여 시뮬레이션을 수행하였다.

또한 대형 건물 외부의 RSSI가 대부분 $-50\sim-65\text{dBm}$ 범위이었음에 반영하여 전파 송신체가 건물 4면에 위치하여 EIRP 가 -50dBm 로 송신되는 모델을 기준으로 시뮬레이션을 수행하였다.

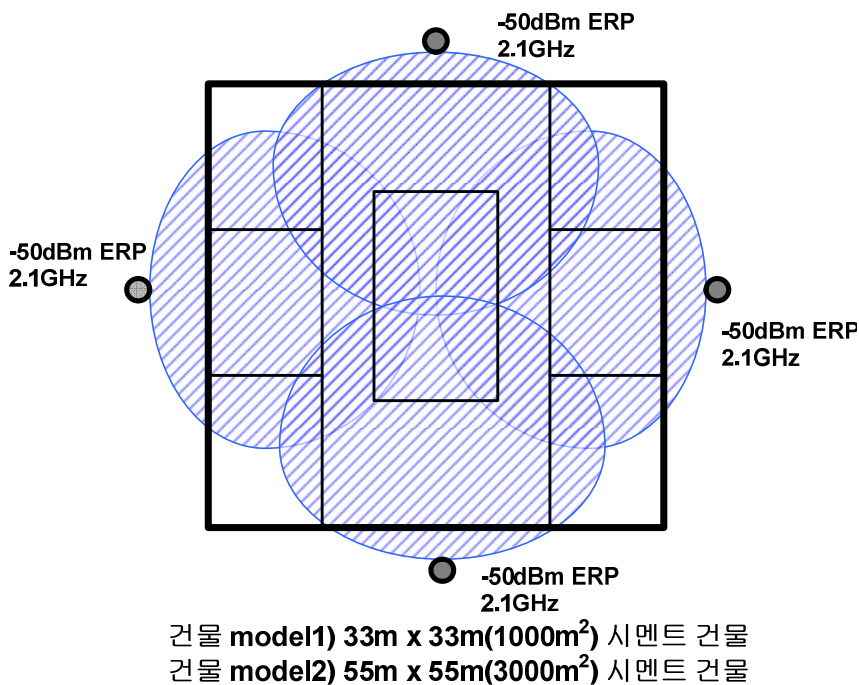


그림 4-13) 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 건물의 모델링

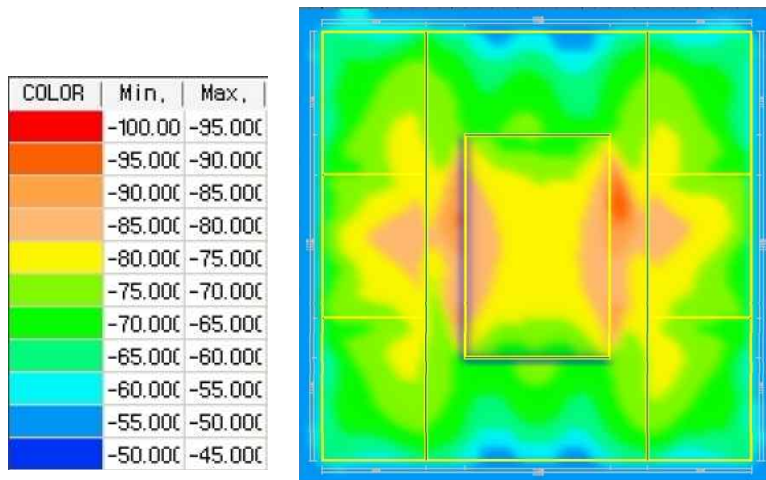


그림 4-14) 대형건물(1,000m²)에 대한 전파전파 시뮬레이션 결과

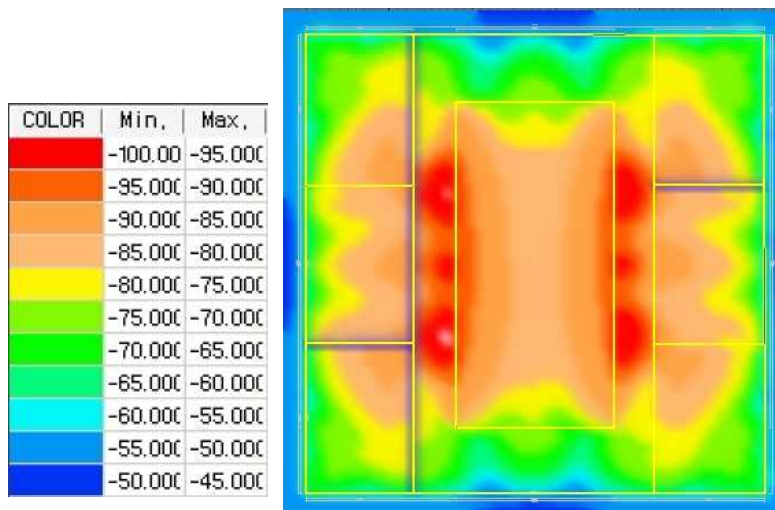


그림4-15) 대형건물(3,000m²)에 대한 전파전파 시뮬레이션 결과

위의 시뮬레이션 결과에서 보듯이 층별면적이 1000m² 인 건물의 내부에서 최대 35dB 의 손실이 예상됨을 알수 있으며 1000m² 인

건물의 내부 중앙부에서는 최대 45dB 까지의 전파손실이 예상됨을
알수 있다.

제 2 절 건물내 통화품질 측정 및 분석

1. 음성 및 데이터 통화품질의 기준

지금까지의 건물 내 통화품질 기준은 AMR 12.2kbps 음성통화를 기준
으로 이루어졌다. 최근의 스마트폰 보급에 의한 데이터서비스는 음성
통화에 비하여 더욱 높은 데이터 전송률이 요구되며 이를 기준으로 건
물 내 통화품질 기준의 재설정이 요구된다.

하향링크 음성통화를 위하여 요구되는 최소 수신세기의 산출은 아래의
항목이 고려되어야 한다

- 휴대단말 하향링크 음성통화 수신감도 $-106\text{dBm}/5\text{Mhz}^2)$
- 통화자의 body loss 최소 -5dB
- fading margin 최소 -5dB

음성통화의 정상적 통화품질을 위하여 하향링크에서 요구되는 최소수신
세기는 아래와 같이 산출된다.

$$\begin{aligned}\text{최소수신세기}_{\text{음성통화}} &= \text{수신감도} - \text{body_loss} - \text{fading_margin} \\ &= -106\text{dBm} - 5\text{dB} - 5\text{dB} \Rightarrow -96\text{dBm}/5\text{Mhz}\end{aligned}$$

2) 3GPP 에서의 요구조건

위의 수식에 의하여 12.2kbps AMR 음성통신을 위하여 휴대단말 수신부에서 요구되는 최소 수신세기(수신감도)는 -96dBm/5Mhz 로 산출된다.

데이터서비스에서 요구되는 최소 수신세기는 아래의 수식으로 산출되며, 전송률에 따른 수신감도의 변화는 아래 표와 같다.

$$rssi_data_req = rssi_AMR_req + 10*\log(data_rate/12.2kbps) + channel_coding_gain$$

표 4-5) WCDMA 데이터 전송률에 따른 하향링크 수신감도의 변화

	12,2kbps AMR	64kbps 화상통화	128kbps	384kbps
정적인 조건 EbNo(dB)	5.1dB	1.7dB	0.9dB	1.0dB
Processing Gain (dB)	25.0dB	17.8dB	14.8dB	10.0dB
수신감도 편차 (dB)	0dB (기준)	-3.8dB	-6.0dB	-10.9dB

국내 이동통신사업자들의 하향링크 무선데이터 통화품질의 보편적 기준은 평균 4인치 스마트폰에서 원활한 VOD 품질을 유지하기 위하여 하향링크 HSDPA에서 평균 400Kbps 정도의 전송률이 요구되고 있다.

HSDPA에서 400Kbps 전송속도를 유지하기 위하여는 아래의 수신세기

가 요구된다.

$$rssi_400kbps_req = rssi_AMR_req + 10*\log(400kbps/12.2kbps) + channel_coding_gain + HARQ_gain$$

위의 수식에서 $rssi_AMR_req$ 값은 3GPP 최소요구규격에 의하여 $-106dBm/5Mhz$ 이며, turbo coding 에 의한 채널코딩 이득은 1dB 미만으로 설정된다.

HARQ gain 은 QoS 조건에 따라 큰 편차를 나타낼 수 있지만 실시간 서비스를 기준시 1dB 이내로 산정된다.

따라서 400kbps 를 위하여 요구되는 최소 RSSI 값은 아래와 같으며 음성서비스 대비 약 13dB 정도 더 높은 수신 전파세기가 요구됨을 알 수 있다.

$$rssi_400kbps_req = -92.9dBm (= -106dBm + 15.1dB + 1dB + 1dB)$$

위의 수식에 의하여 화상통화를 위하여는 음성서비스 대비 3.8dB, WCDMA 384kbps 데이터를 위하여는 10.9dB HSDPA 400kbps 전송률을 제공하기 위하여는 13dB 이상 높은 전파 수신세기가 요구됨을 알 수 있다.

2. 인체에 의한 전파전파 손실

body loss 는 휴대폰의 안테나 구조, 통화자의 파지습관 등에 의하여 큰 편차를 나타낸다. 아래 그림은 실측에 의하여 파지형태에 따라

body loss 가 10dB 이상 발생할 수 있음을 나타내고 있다.

국내 이동통신사들은 단말검수 시험시 인체의 전파흡수 특성과 유사한 hand phantom 에 의하여 4~6dB 의 body loss 를 반영하여 시험하고 있다.

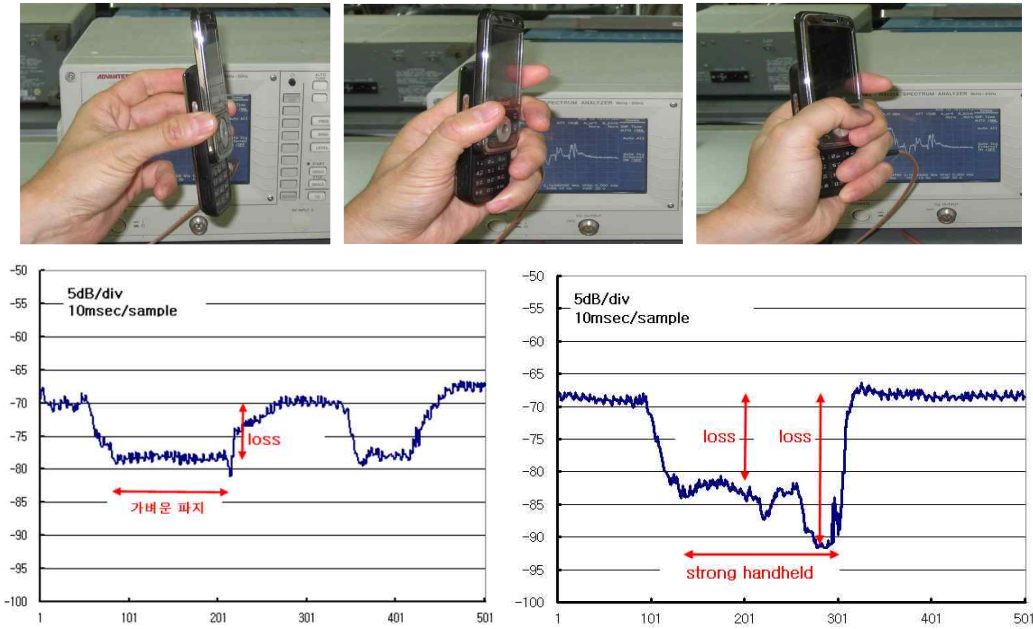


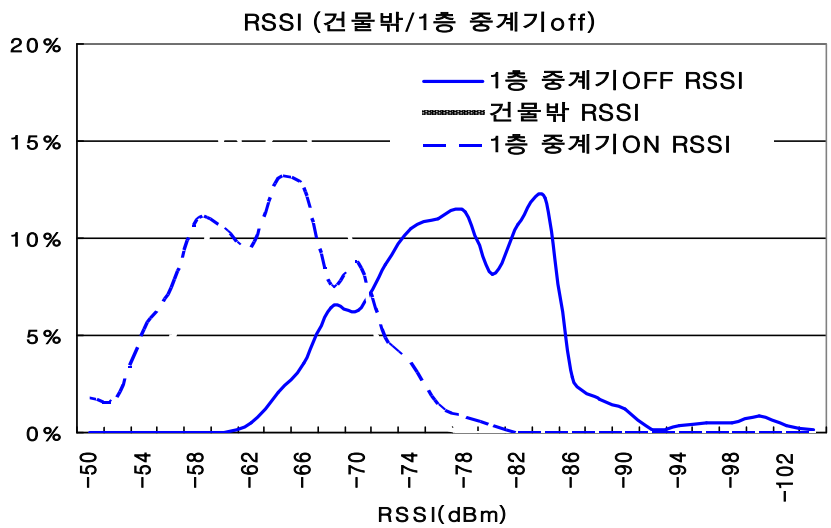
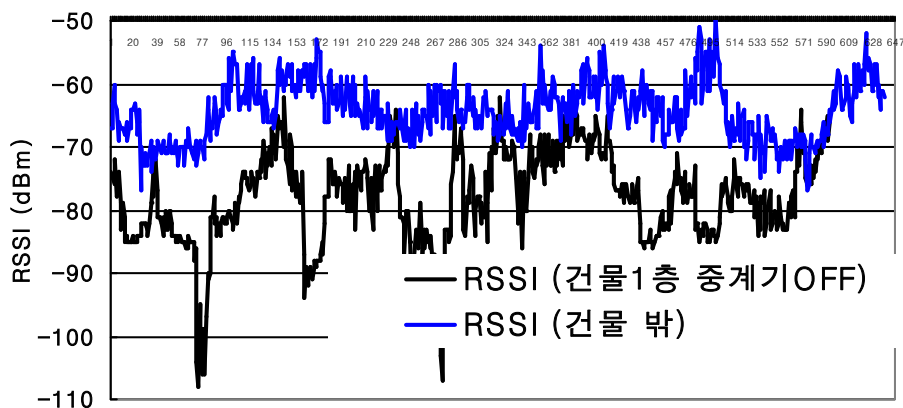
그림 4-16) 휴대단말의 파지 형태에 따른 body loss 측정결과

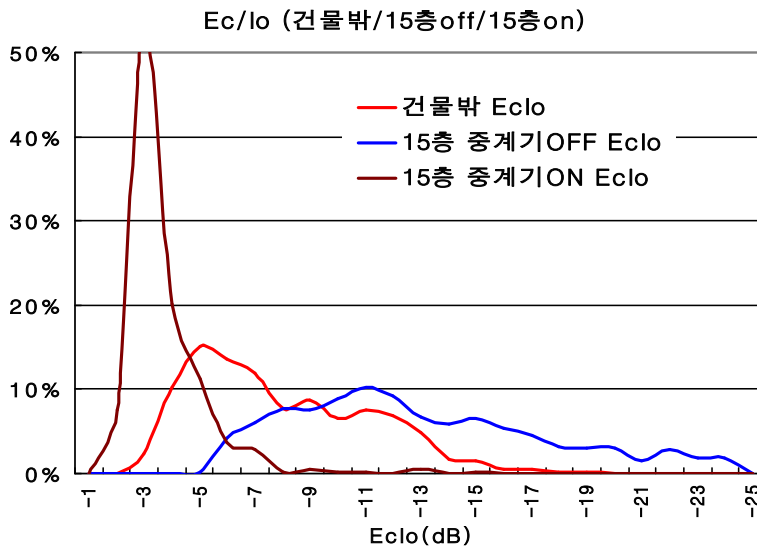
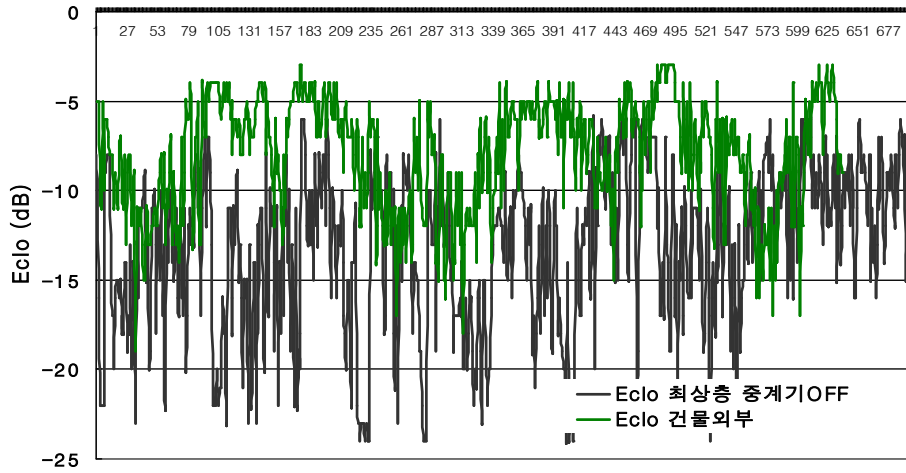
3. 측정 결과의 분석

건물내부에서 측정된 전파의 세기와 전파의 품질 평균값이 통화품질을 대변하지는 못한다.

통화품질 저하를 발생시키는 임계값 이하의 분포에 의하여 체감적인 통화품질이 결정되게 되면 건물내 측정루트와 이동속도, 측정자의 주관적

인 body loss 등에 의하여 많은 편차가 발생할 수 있게 된다.
 아래의 그래프는 특정 측정국소에서 측정된 결과의 예이다.
 특히 고층에서의 skbybar effect 에 의한 심각한 전파품질 불량 현상
 이 건물내 분산안테나 설치에 의하여 EcIo 전파품질의 개선이 확연하
 게 알 수 있다.
 다른 측정국소에서의 결과는 첨부 자료에 정리하였다.





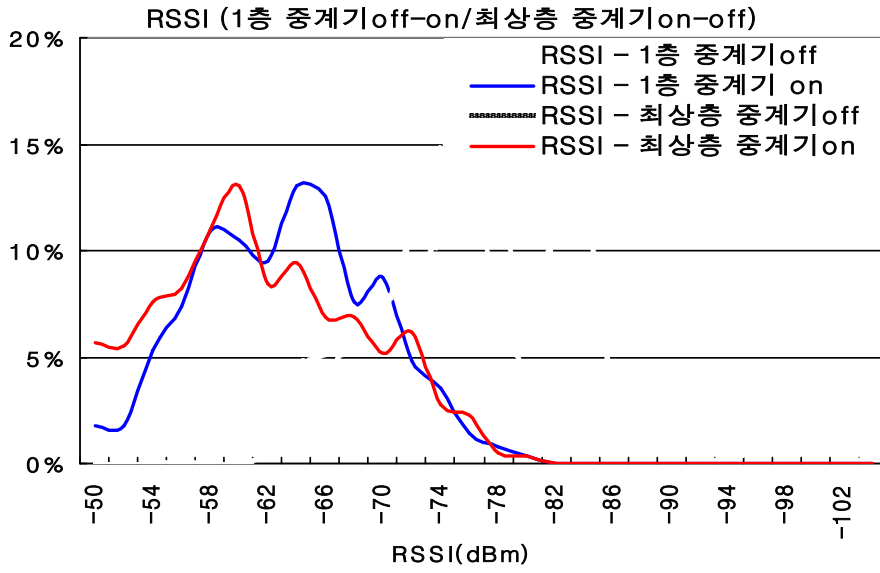


그림 4-17) 전파전파 측정결과예 (가산동 코오롱디지털에스틴 빌딩)³⁾

3) 본 자료의 모든 측정결과는 통화량이 많지 않은 주말시간 또는 늦은 저녁시간에 측정되었음

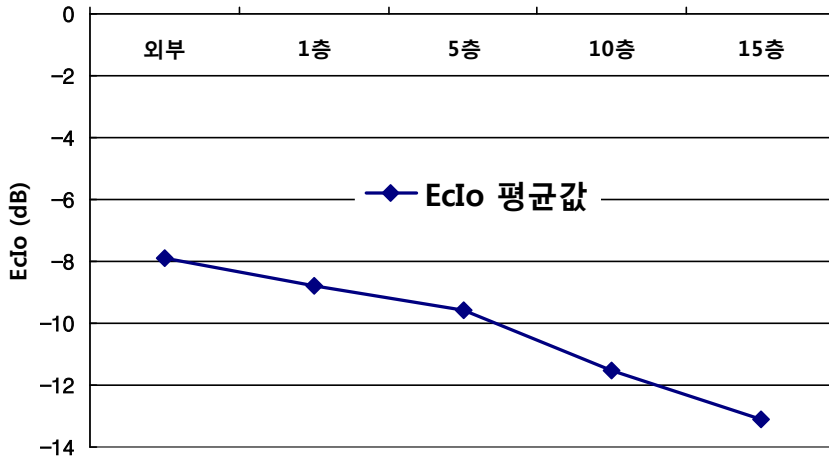


그림 4-18) 도심 고층건물에서의 skybar effect 현상 (가산동 코오롱디지털엑스텐 빌딩)

아래의 표는 앞의 기준에 의하여 선정된 건물에서의 전파측정 결과를 요약한 내용이다.

표 4-6) 대형건물에서의 전파전파 투과손실 측정결과 요약

측정대상 건물	층별 면적 (m ²)	외부 평균 RSSI (dBm)	중계기off 1층 평균 RSSI (dBm)	중계기off 중앙 계단 평균 RSSI (dBm)	최대 건물투과 손실 (dB)	중계기 off 엘리베이터 평균 (dBm)
코오롱디지털엑스텐	6,612	-64.2	-78.2	-87.8	23.6	-98
KCC월치밸리	1,404	-59.2	-83.5	-90.9	31.7	-101
에이스하이엔드 5차	1,088	-64.4	-87.6	-96.2	31.8	-105

스타밸리빌딩	3,240	-64.2	-89.6	-95.4	31.2	-
JMK디지털타워	1,536	-62.1	-81.0	-90.1	28.0	-
리더스타워	2,430	-66.2	-84.8	-93.2	27.0	-
승일빌딩	600	-63.8	-80.1	-89.2	25.4	-

표 4-7) 고층건물에서의 skybar effect 측정결과 요약

측정대상 건물	건물 층수	외부 평균 EcIo (dB)	중계기off 고층 평균 EcIo (dB)	중계기on 최고층 EcIo (dB)	skybar effect 품질저하 (dB)
코오롱디지털 에스 터ن	15	-7.9	-12.9	-3.8	5.0
KCC월치밸리	14	-7.5	-15.3	-3.3	7.8
에이스하이엔드 5 차	21	-6.5	-12.1	-4.4	5.6
스타밸리빌딩	14	-8.0	-12.5	-4.1	4.5
JMK디지털타워	18	-6.9	-	-3.9	-
리더스타워	15	-6.1	-	-4.6	-
승일빌딩	12	-5.9	-11.1	-3.7	5.2

표 4-8) 주택가 아파트에서의 전파전파 특성 측정결과 요약

아파트	측정 위치	RSSI (dBm)	EcIo (dB)
분당 서현동 동아아파트	외부	-86.2	-8.4
	1층 안쪽	-102	-11.1
	14층 안쪽	-73	-7
분당 서현동 삼성아파트	외부	-84.1	-9.7

	1층 안쪽	-100.2	-10.1
	14층 안쪽	-81	-7
분당 분당동 건영아파트	외부	-78.2	-6.8
	1층 안쪽	-92	-8.3
	14층 안쪽	-75.2	-7.1

앞에서 분석한 전파전파 감쇄의 요인들을 반영하면 하향링크 휴대단말에서 요구되는 최소 수신세기(RSSI) 값은 아래와 같다.

- 1) 음성서비스를 위한 최소수신세기 (하향링크)
 - = 음성_수신감도 + body_loss⁴⁾ + fading_margin
 - = -96dBm/5Mhz
- 2) 데이터(200kbps)⁵⁾서비스를 위한 최소수신세기 (하향링크)
 - = 음성_수신감도 + 데이터률_보상 + 채널코딩이득_보상 + HARQ이득_보상 + body_loss + fading margin⁶⁾
 - = -86dBm/5Mhz

본 측정결과가 모든 경우의 건물에 대한 전파특성을 대변하지는 못하지만, 이동통신 구내선로설비가 시설되지 않은 대형건물에서의 일반적인 전파전파의 특징을 정성적으로 나타낸다.

위에서 설명한 하향링크 음성 및 데이터서비스를 위한 최소 수신세기값을 기준으로 측정결과를 분석하면 아래의 결과를 유추할 수 있다.

- 1) 건물 외부에서의 전파세기 평균값은 불특정 다수 건물내에서의

4) 국내 이동통신사 단말검수 기준 평균값 5dB 반영

5) 4인치 스마트폰에서의 고품질 VOD 서비스를 제공하기 위하여 요구되는 전송률

6) 국내 이동통신사의 무선망설계 기준이 5dB 를 반영

통화품질을 고려하여 $-60\sim-70\text{dBm}$ 범위에서 매우 높은 수신세기를 나타내고 있음을 알 수 있다.

- 2) 도심 대부분의 대형 건물 지상 중앙부에서는 $15\sim 20\text{dB}$ 이내의 건물투과손실을 나타내어 음성통화가 가능한 수준임을 알 수 있다. 다만 중앙 계단부에서는 25dB 이상의 건물투과손실을 나타내어 음성 통화품질이 불량할 수 있음을 알 수 있다
- 3) 대부분의 대형 건물 엘리베이터 내에서의 전파세기는 음성통화를 위한 최소 수신세기 이하를 나타냄을 알 수 있다.
- 4) 일자형 구조의 아파트 내부에서의⁷⁾ 전파손실은 주변 아파트동에 의하여 영향을 받는 저층에서 15dB 이내임을 알 수 있으며, 고층으로 갈수록 주변 동의 영향이 줄어들어 전파의 세기가 증가함을 알 수 있다. 주변 기지국 밀도가 높지 않은 주택가 아파트 단지의 경우에는 Skybar effect 통화품질 저하현상은 크게 발생하지 않음을 알 수 있다.
- 5) 최소 수신세기가 음성서비스 대비 10dB 이상 더 높게 요구되는 스마트폰에서의 무선 데이터 서비스는 건물 중앙부와 계단부 모두에서 통화품질 저하가 발생할 수 있음을 알 수 있다
- 6) 도심 건물의 고층부에서는 다중 기지국 신호의 겹침에 의하여 EcIo 기준 전파품질이 5dB 이상 저하함을 알 수 있으며, 이로 인하여 음성 및 데이터서비스의 통화품질 불량이 발생함을 알 수 있다.
또한 이러한 skybar effect 통화품질 불량현상은 이동통신 구내선로 설비에 의하여 명확하게 개선됨을 알 수 있다.

7) 일자형 아파트와 고층 단지의 저층부에서는 더 높은 전파투과손실이 발생할 것으로 예상된다

제 5 장 이동통신 구내선로설비 설치를 위한 기준 분석

제 1 절 구내선로설비의 설치가 필요한 건축물의 기준

이동통신 구내선로설비의 필요성은 전파전파 건물투과손실에 의한 건물 내 음영지역을 보완하기 위한 커버리지 확보의 목적에서 건물 내 스마트폰 통화자들에 의한 무선데이터 폭증에 대처하기 위한 통화용량 분산의 목적으로 진화하고 있다

따라서 건물내 적정 통화품질 제공을 위한 전파의 전계강도 확보의 기준만으로 이동통신구내선로설비 설치의 기술기준을 정립하던 기존의 기술기준은 빠르게 진화하고 있는 이동통신 현장과의 괴리가 발생하게 된다.

건물내 통화품질 저하는 아래의 세가지 요인에 의한다. 따라서 관련된 기술기준은 아래의 세가지 요인에 의한 품질저하를 해결할 수 있는 내용을 포함하여야 한다.

표 5-1) 건물내 이동통신구내선로설비의 필요성

품질저하의 현상	품질저하의 요인
전파전파 건물투과 손실 현상으로 RSSI 저하에 기인한 품질저하	전파전파 건물투과손실
고층에서 다수 기지국 신호 겹침 현상으로 EcIo 저하에 의한 품질저하	Skybar Effect
건물내 데이터 통화량 증가에 의한 EcIo	통화용량 부족

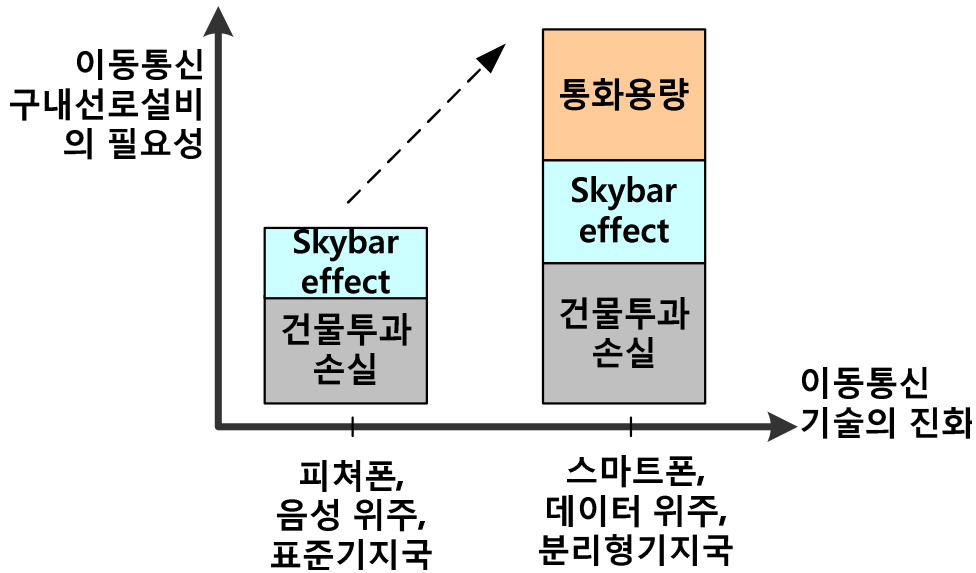


그림 5-1) 이동통신 구내선로설비 필요성의 차이⁸⁾

4장에서 도심 대형건물 내에서의 전파전파 특성은 건물의 면적보다는 건물의 내부구조와 높이 등에 의한 영향을 더욱 받는 것으로 분석이 되었다.

따라서 건물 지상구간에 이동통신구내선로설비 설치가 요구되는 건물의 기준은 아래의 요소들을 반영하여 정리되어야 한다.

- 1) 건물의 용도 (공공성 등)
- 2) 건물의 면적
- 3) 건물의 높이

8) 분리형 기지국은 기지국의 Digital 부와 RF 부가 분리되는 기지국 장치를 의미하며, CCC, SCAN, 빅크기지국으로 불리운다.

- 4) 건물의 구조
- 5) 건물내 통화자의 수

위의 항목을 반영하여 지상구간 이동통신구내선로설비가 요구되는 건물에 대한 기술기준을 정리하면 아래와 같이 정리될 수 있다.

- 1) 공중이 이용하는 건물로서 주거전용 목적이 아닌 관공서 및 상업 시설 건물
- 2) 지상 10층 이상 또는 층면적 1000제곱미터 이상의 업무용 건물
- 3) 단 통화수요가 많지 않은 주거전용 건물등에는 이동통신구내선로 설비를 설치하지 아니할 수 있다.

제 2 절 구내선로설비의 설치 기준

1. 옥상 안테나 급전선을 위한 배관의 검토

옥상의 안테나와 옥내의 기지국 장치와의 연결을 위한 최대 규모의 선로 및 요구되는 배관의 규격은 아래와 같이 산정된다.

- 모든 기지국 장치는 3섹터로 구성
- 모든 기지국 장치는 2x2 MIMO 기능을 지원
- SK텔레콤, KT, LGU+, 신규 와이브로사업자 이동통신사별 각기 다중대역 안테나 사용
- 모두 한 개의 안테나에 송수신 기능을 갖는 Dual Pole 안테나 사용
- 7/8인치(2.2cm) 동축선 사용
- 예상되는 최대 동축선 규모 = 4개사 x 3섹터 x 2가닥 = 7/8인치 24가닥 동축선
- 각 이동통신사별 별도 관로 기준시, 7/8인치 6가닥 = 반경 66mm
- 현재의 기술기준에⁹⁾ 의거하여 급전선 외경 2배 이상의 관로의 내경 = 132mm
- 최소 반경 132mm 관로 4개 이상의 설치가 요구됨

9) “접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준“ 제 35조 2항

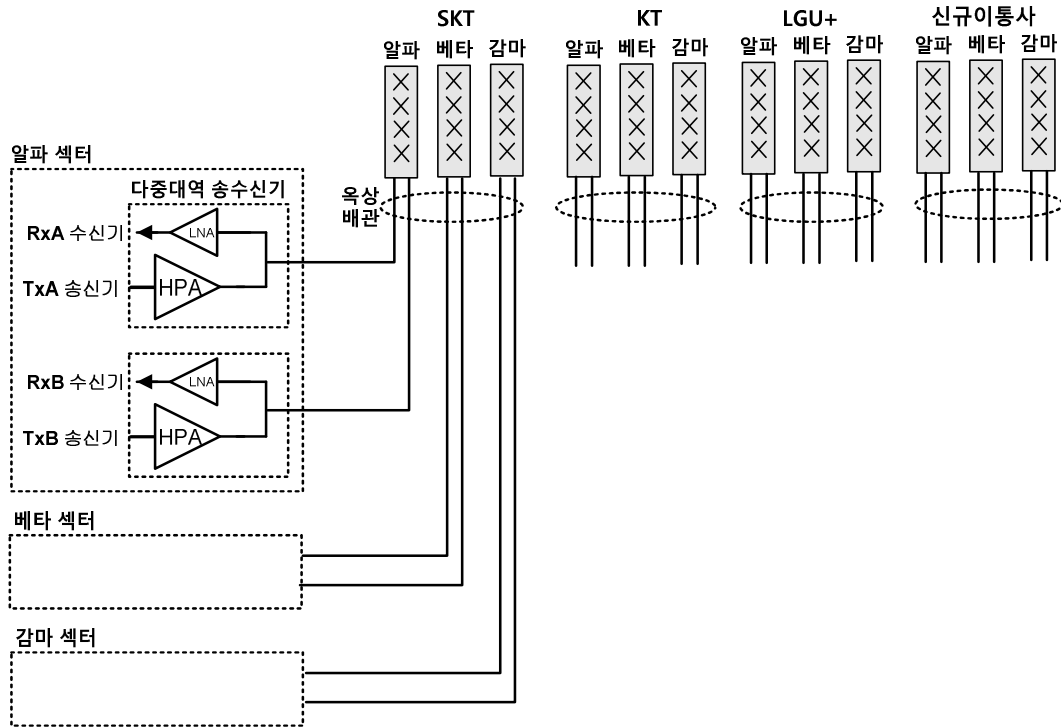


그림 5-2) 옥상 안테나 배관의 예

2. 층간 동축선 연결을 위한 배관의 분석

이동통신 사업자간 이동통신구내선로설비의 공용화가 의무화 되어있지 않은 상황에서 각 이동통신사별 건물내 분산안테나를 위한 최대규모의 선로 및 요구되는 배관의 규격은 아래와 같다

- SK텔레콤, KT, LGU+, 신규 와이브로사업자 이동통신사 개별로 다중대역 중계장치가 사용됨을 전제
- 최대 7/8인치(2.2cm) 동축선 사용
- 각 이동통신사별 MHU 중계장치에서 중간층의 RU까지 4분배기

출력

- 예상되는 최대 동축선 규모 = 4개사 x 4가닥 = 7/8인치 16가닥 동축선
- 7/8인치 동축선의 단면적 = 15.2cm^2
- 요구되는 동축선 면적 = $16 \times 15.2\text{cm}^2 = 243\text{cm}^2$
- 현재의 기술기준에 의거하여¹⁰⁾ 동축선 면적이 배관단면적의 32%를 기준으로 할 경우 배관의 면적 = 760cm^2
- 따라서 요구되는 배관의 지름 = 31cm

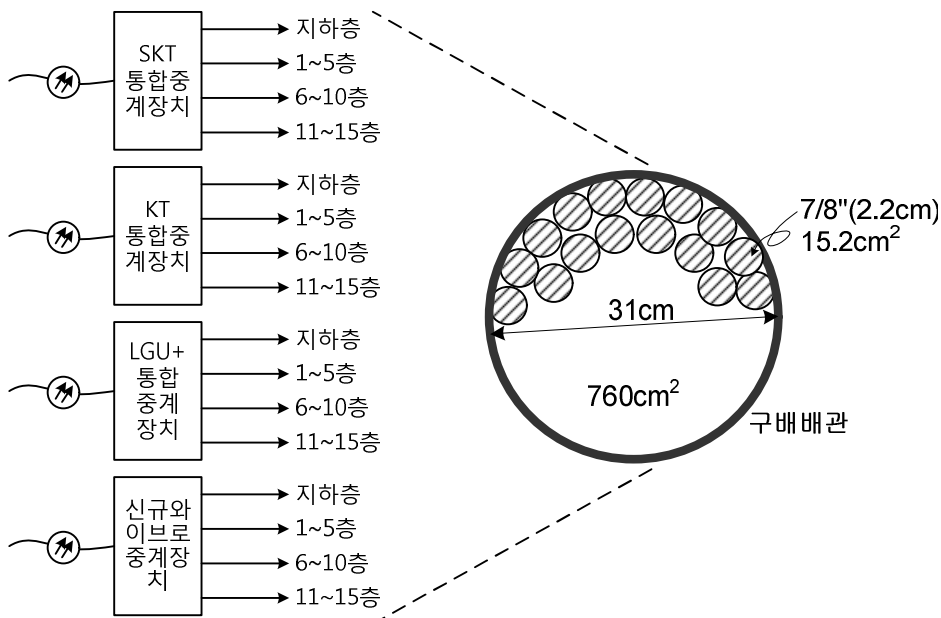


그림 5-3) 이동통신구내선로설비 최대규모 급전선 포설의 예

10) “접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준” 28조 2항

3. 이동통신구내선로설비 시설 표준도 정리

현재의 기술기준은 지하구간만을 정의하고 있다. 지상구간까지 포함하는 경우, 표준도는 아래와 같이 정리된다.

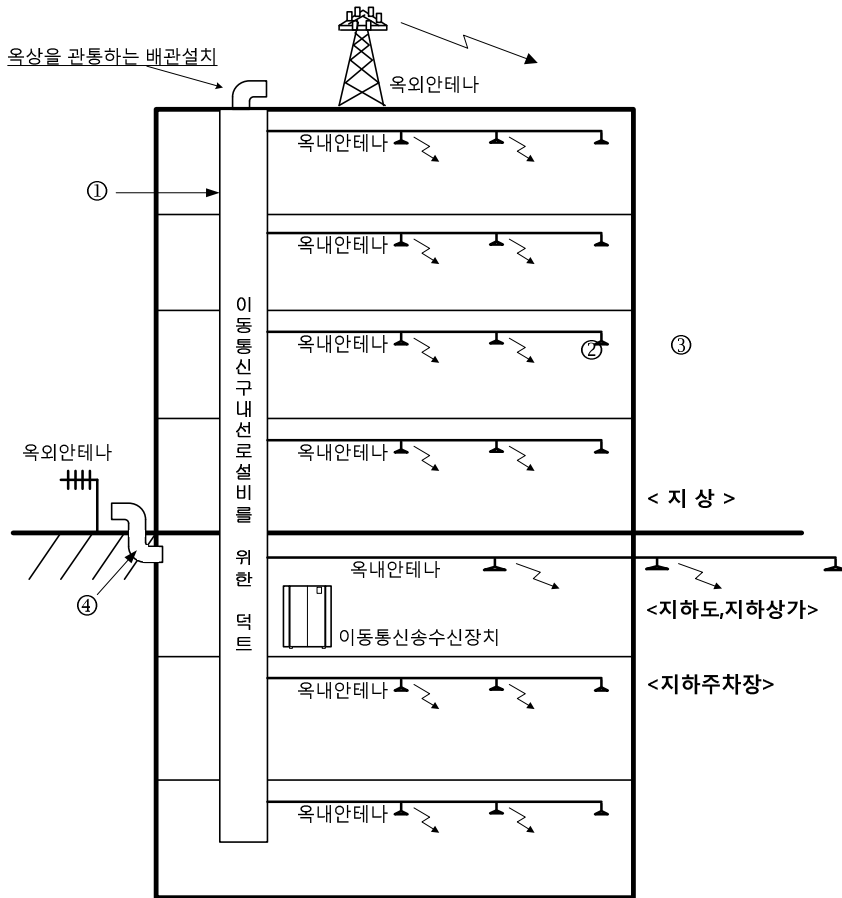


그림 5-4) 변경 후 “급전선 인입 표준도”

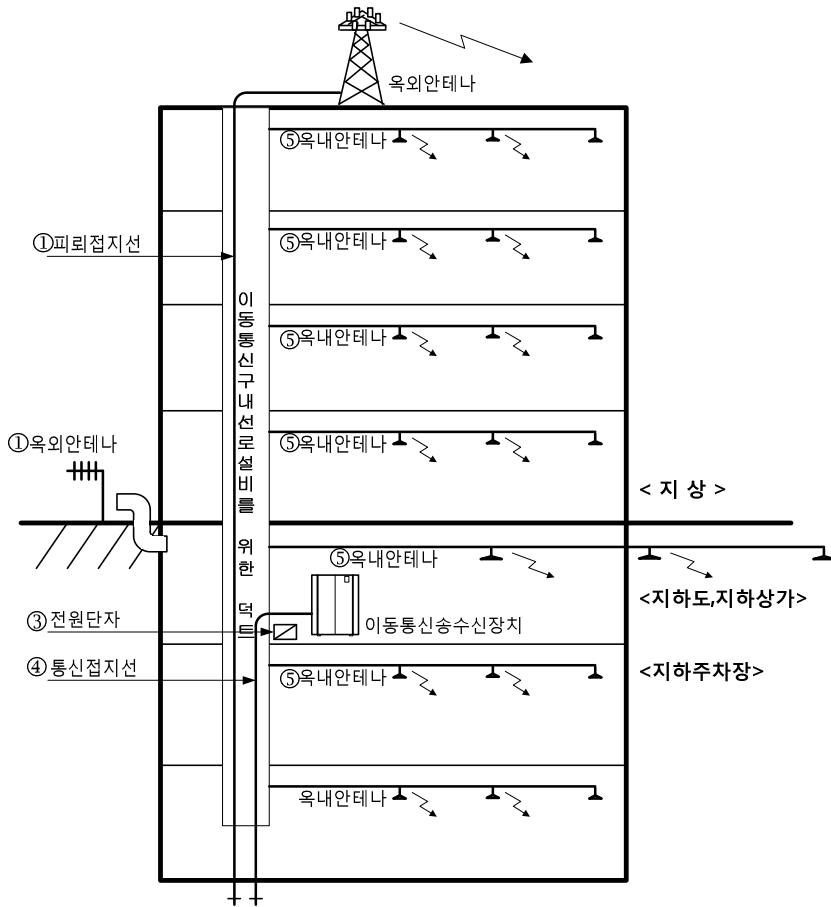


그림5-5) 변경 후 “이동통신설비 설치장소 등의 표준도“

4. 배관의 설치기준 검토

앞에서 분석한 결과에 의하여 한 개의 안테나 첩탑을 4개 이동통신사가 공유하여 안테나 시설이 이루어지는 경우 옥상에선 안테나 급전선 관통을 위하여 최소 반경 132mm 이상인 배관 4개가 설치되어야 함을 알 수 있다.

층간 동축선 연결을 위하여는 최대 반경 31cm 의 배관이 설치되어야 함을 알 수 있다. 이는 비현실적인 기술기준이 될수 있으며 실제 현장에서는 대부분 케이블 덕트를 통하여 이동통신 구내선로설비용 동축선이 시설되고 있음을 고려하면 현실과 큰 괴리가 발생하게 된다. 따라서 층간 배관의 규격을 기술기준으로 정리하기 보다는 케이블 덕트를 이용하는 기술기준으로 정리하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

제 3 절 이동통신구내선로설비 관련 법규 및 기술기준

1. 관련 법규 및 기술 기준

이동통신 구내선로설비와 관련된 법령 및 기술기준의 내용은 아래와 같다.

표 5-2) 이동통신 구내선로설비 관련 법령 및 기술기준

항목	관련규정의 내용	관련 규정
이동통신구내선로설비의 정의	사업자로부터 이동통신서비스 및 휴대인터넷서비스 등을 제공받기 위하여 건축물에 건축주가 설치·관리하는 설비로서 관로·전원단자·통신용 접지설비와 그 부대시설	“방송통신설비의 기술기준에 관한 규정” 1장 3조15항
이동통신구내선로설비의 설치 대상건물	<p>① 「전기통신사업법」 제69조제2항에 따라 구내통신선로설비 등을 갖추어야 하는 건축물은 「건축법」 제11조제1항에 따라 허가를 받아 건축하는 건축물로 한다. 다만, 야외음악당·축사·차고·창고 등 통신수요가 예상되지 아니하는 비주거용 건축물의 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>② 제1항 본문에 따른 건축물 중 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물에는 이동통신구내선로설비를 설치하여야 한다. <개정 2011.1.4></p> <p>1. 공중이 이용하는 지하도·터널·지하상가 및 지하에 설치하는 주차장 등 지하건축물의 각 층 중 바닥면적이 1천 제곱미터 이상인 층</p> <p>1의2. 건축물(군사시설 및 제1호에 따른 지하건축물은 제외한다)의 지하층. 다만, 단독주택의 지하주차장 등 통신수요가 거의 없다고 방송통신위원회가 인정하는 건축물의 지하층에는 이동통신구내선로설비를 설치하지 아니할 수 있다.</p> <p>2. 그 밖에 방송통신위원회가 정하여 고시하는</p>	“방송통신설비의 기술기준에 관한 규정” 3장 17조2항

	건축물	
“이동통신구내선로설비”의 구체적 설치방법	<p>제35조(급전선의 인입) 전기통신사업법 제5조제2항에 따른 기간통신역무중 주과수를 할당받아 제공하는 역무를 제공받기 위한 급전선을 옥외(지상 또는 옥상)안테나에서 옥내안테나까지 인입하는 경우에는 별표 7의 표준도에 준하여 다음 각호와 같이 설치하여야 한다.</p> <p>1. 옥외안테나에서 옥내안테나까지의 관로는 배관 또는 닥트로 설치한다. 다만, 옥외안테나에서 기지국의 송수신장치 또는 중계장치가 설치되는 장소까지는 3공 이상의 배관을 설치하여야 하며, 건물내 통신배관실을 이용하여 급전선을 포설할 수 있는 경우에는 그러하지 아니한다.</p> <p>2. 배관의 내경은 32mm 또는 급전선 외경(다조인 경우에는 그 전체의 외경)의 2배 이상이 되어야 한다.</p> <p>3. 배관 및 닥트의 요건은 제28조제4항제1호 및 제5항의 규정을 준용한다.</p> <p>제28조 (구내배관 등) ⑤ 구내에 설치되는 옥내·외 배관의 요건은 다음 각호와 같다. 2. 배관의 내경은 배관에 수용되는 케이블단면적의 총합계가 배관 단면적의 32% 이하가 되도록 하여야 한다.</p>	“접지설비, 구내통신설비, 선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준” 3장 2절 35~39조 및 28조
“이동통신구내선로설비”배관의 기준	<p>1. 옥상-옥내 동축선 인입부 배관 : 배관의 내경은 32mm 또는 급전선 외경의 2배 이상</p> <p>2. 옥내배관 : 동축선단면적의 총합계가 배관 단면적의 32% 이하가 되도록 한다.</p>	“접지설비, 구내통신설비, 선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준” 3장 2절 35조 2항, 28조 5

		항
--	--	---

2. 현재의 법규 및 기술기준의 개정 검토

일정 기준 이상 건물의 지상구간 추가, 이동통신 기술의 진화에 따른 구내선로설비 설치 기준의 변화 등을 반영하기 위하여는 아래의 현실적 여건을 반영하여 관련 규정 및 기준의 재개정 검토가 요구된다.

- 1) 기본적으로 10층 이상 대형 건물에서는 이동통신 구내선로설비가 장전 및 약전 케이블트레이로 설치되고 있음
- 2) 이동통신구내선로설비 동축선은 대부분 약전 케이블트레이 또는 별도의 통신케이블 트레이를 이용하여 시설되고 있음
- 3) Rigid 동축선의 큰 곡률반경과 동축선 콘넥터 작업의 어려움, 천정 마감 후의 유지보수 어려움 등의 문제로 신축건물에서는 이동통신 구내선로설비에 배관이 사용되지 않고 있음

표 5-3) 이동통신 구내선로설비 관련 법령의 개정 검토

항목	현재의 규정	관련 규정 / 개정의 필요성	검토 안
설치대상	공중이 이용하는 지하도·터널·지하상가 및 지하에 설치하는 주차장 등 지하건축물의 각 층 중 바닥면적이 1천 제곱미터 이상인 층	“방송통신설비의 기술기준에 관한 규정” 1장3조 15항 / 일정규모 이상의 지상구간 포함의 필요성 추가	내용 추가) 주거전용 목적이 아닌 관공서 및 상업시설의 공중이 이용하는 건물로서 층면적 1000 제곱미터 이상 또는 10층 이상의 건물. 단 건물내 통화수요가 많지 않은 주거용 건물등에는 설치하지 않을수 있다.
설	1) 옥상-옥내 동축선 인입	“접지설비·구내통신설	1) 옥상-옥내 동축선 인

치 배 관	배관의 내경은 32mm 또는 급전선 외경의 2배 이상으로 3공 이상을 설치	비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 제35조 2항, 28조 2항 / 건물내 동축선 시설을 위하여 구내배관이 아닌 케이블트레이가 사용되고 있는 현실을 반영	입배관의 내경은 66mm 또는 급전선 외경의 2배 이상으로 4공이상을 설치
옥 외 안 테 나	옥외안테나 그림① 설치장소는 2개 장소로 서로 각각 가로 2m, 세로 2m, 높이 5m의 장소를 확보한다.	“접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 별표 8 / 이동통신사별 다양한 구조의 안테나를 설치하고 있는 현실을 반영	옥외안테나 그림① 설치장소는 안테나를 여러 방향에 설치할 수 있도록 최소 2개 장소에 적어도 각각 가로 2m, 세로 2m, 높이 5m의 장소를 확보한다
장 치 의 설 치 장 소	기지국의 송수신장치 또는 중계장치 그림② 설치장소는 지하의 최상위층으로 지하방재실이나 터널 등의 먼지나 유해가스로부터 격리된 장소로서 급전선 인입관로와의 최단거리에 가로 2m, 세로 1m, 높이 2m의 공간을 확보한다.	“접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 별표 8의 2항 / 중계장치의 설치장소가 지하1층으로 국한되지 않으며, 이동통신 4사의 중계장치가 각각 설치되기에 더욱 넓은 공간이 요구되는 경우가 많다.	기지국의 송수신장치 또는 중계장치 그림② 설치장소는 지상층의 EPS/TPS 장비실 또는 침수 등의 위험으로부터 벗어난 건물내 지하의 최상위층등으로 지하 방재실(전기실)이나 터널 등의 먼지나 유해가스로부터 격리된 장소로서 급전선 및 전용회선 인입관로와의 최단거리에 위치한 장소에 적어도 가로 2m, 세로 1m, 높이 2m의 공간을 확보한다
관	지하 1층만의 지하도,	“접지설비·구내통신설	그림 ①과 같이 안테나

로 의 구 성	지하상가, 지하주차장 또는 건축물일 경우는 그림 ①과 같이 안테나 설치장소에서부터 기지국의 송수신장치 또는 중계장치 설치 장소까지 관로 또는 닥트를 구성한다.	비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 별표7의 1항 / 지하1층이나 지하 다층에 대한 시설구분이 없음, 지상구간까지 포함하여야 함, 동축선에 현실적이지 못한 관로 문구 삭제필요	설치 장소로부터 기지국의 송수신장치 또는 중계장치 설치 장소까지 닥트를 구성한다.
층 간 관 로 의 구 성	2. 지하 건축물 또는 시설이 다층일 경우는 그림 ①②③과 같은 방식의 관로를 구성하고 지하 공간의 최상위층(기지국의 송수신장치 또는 중계장치 설치장소 층)에서 각각의 하위층으로 관로를 구성하여야 한다.	“접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 별표7의 2항 / 중계장치는 지상층에 설치되는 경우도 많음 또한 지하 층간의 동축선은 대부분의 경우 관로가 아닌 케이블트레이를 통하여 시설됨	그림과 같이 지상 및 지하구간 층간 통신닥트를 구성하여야 한다.
지 하 층 에 대 한 외 부 안 테 나	지하1층을 포함한 건물 높이가 30m를 초과하는 경우에는 그림①배관을 그림④와 같이 지하층에서 지상층으로 연결되는 환풍구 또는 별도의 배관설치 등을 통해 구성할 수 있다.	“접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신 공동구등에 대한 기술 기준“ 별표7의 3항 / 대부분의 지하중계기 안테나는 건물높이와 무관하게 환풍기 또는 별도의 배관시설을 통하여 지상 안테나와 연결된다	지하층에 시설된 중계장치와 지상의 외부 안테나 연결 급전선을 위하여 그림과 같이 환풍구 또는 별도의 배관설치등을 통해 구성할 수 있다.

제 6 장 결 론

지금까지의 이동통신구내선로설비 설치에 대한 규정은 일정규모 이상의 지하구간으로 국한되어 있다. 하지만 이동통신 소비자들은 건물내 지상 구간에서 아래의 요인들로 인하여 원활한 서비스 제공을 받지 못하여 불편을 겪게 되며, 이를 해결하기 위하여는 관련 규정 및 기술기준의 개정의 당위성을 검증하고 정리하였다.

- 1) 스마트폰에서의 무선데이터 서비스를 위하여는 건물내에서 기존 음성서비스 대비 10dB 이상 더 높은 전파수신세기가 요구됨
- 2) 급격하게 증가하는 건물내 무선데이터 통화량에 의한 통화품질 불량 발생
- 3) CCC / SCAN 등의 기지국 집중화 무선망설계 기법에 의하여 기지국 장치의 설치 밀도가 증가하여 고층에서의 통화품질 저하현상의 심화
- 5) 유선통신 시설 대비 관련 규정의 미비로 건축주, 건물주와의 잦은 마찰 발생, 이로 인한 시설지연으로 적시의 이동통신 서비스 제공의 어려움 발생

이동통신 구내선로설비 관련된 기술기준 개정을 위하여는 아래의 요소들이 반영되어야 함을 정리하였다.

- 1) 일정 규모와 용도의 건물 지상구간에 대한 설치기준
- 2) 건물 내 무선데이터 통화량 폭증에 대처하기 위한 설치기준
- 3) 커버리지 개념에서 캐패시티 개념으로 인빌딩 설계 기준의 변화
- 4) 보편화되고 있는 MIMO 및 CCC, SCAN 등의 차세대 이동통신 무선기술의 반영
- 5) 신규 이동통신사 네트워크의 반영

6) 다양한 건물내 이동통신 분산안테나 시스템 구조의 반영

이동통신 구내선로설비 기술방식 및 시설현황 파악, 현장 전문가들의 설문조사에 의한 현장 문제점 파악, 다양한 대형건물에서의 전파특성 측정 및 분석을 실시하였으며, 이동통신 기술의 급격한 진화의 현실을 반영하여 이동통신구내선로설비 기술기준에서 개정 검토되어야 할 아래의 내용을 정리하였다.

- 1) 일정 규모와 용도의 건물에 대한 지상구간 이동통신 구내선로설비 설치의 기준 정리
- 2) 층간 구내선로설비의 시설을 배관이 아닌 덕트를 기준으로 정리
- 3) 옥상 안테나 연결 배관 및 안테나 설치에 대한 기준 정리
- 3) 지상구간까지 포함하는 이동통신구내선로설비 표준도 정리

연구결과 활용계획서

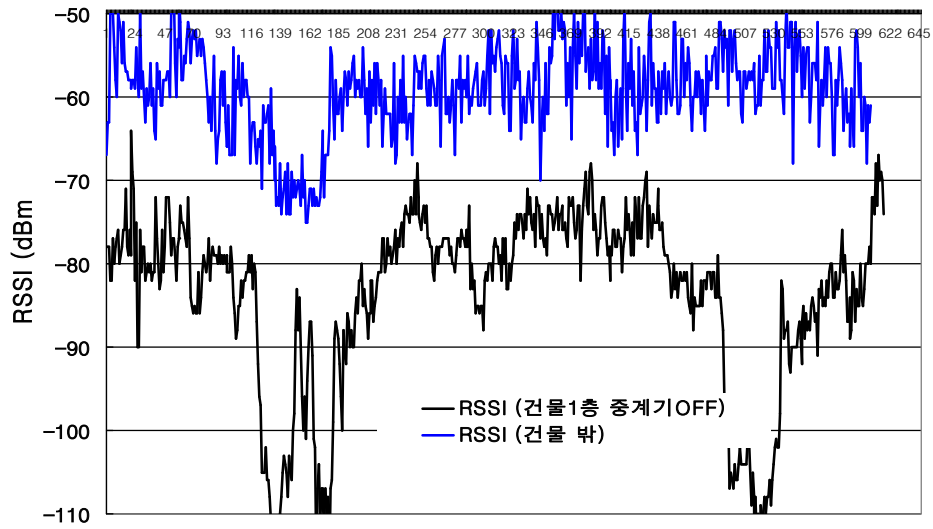
연구과제명	이동통신 구내선로설비 설치기준개선 방안에 관한 연구					
연구분야	이동통신					
연구구분						
연구책임자1	소 속	(주)아이 네스	직위·직급	이사	성 명	윤영남
연구책임자2	소 속	청강문화 산업대학	직위·직급	교수	성 명	이상근
연구기간	2011년3월18일 ~ 2011년11월25일					
주요활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「전기통신설비의 기술기준에 관한 규정」 개정 의견으로 제안 ○ 「접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준」 개정시 연구결과 반영 					
국 내 외 공업소유권	구 분	명 칭	출원일	등록일	기타	
	없음					
학술지발표 현 황	구분	학술지명	신청일	게재일	기 타	
	없음					
타 연구로 활용계획	추후 결정 예정					
기타활용 계 획						

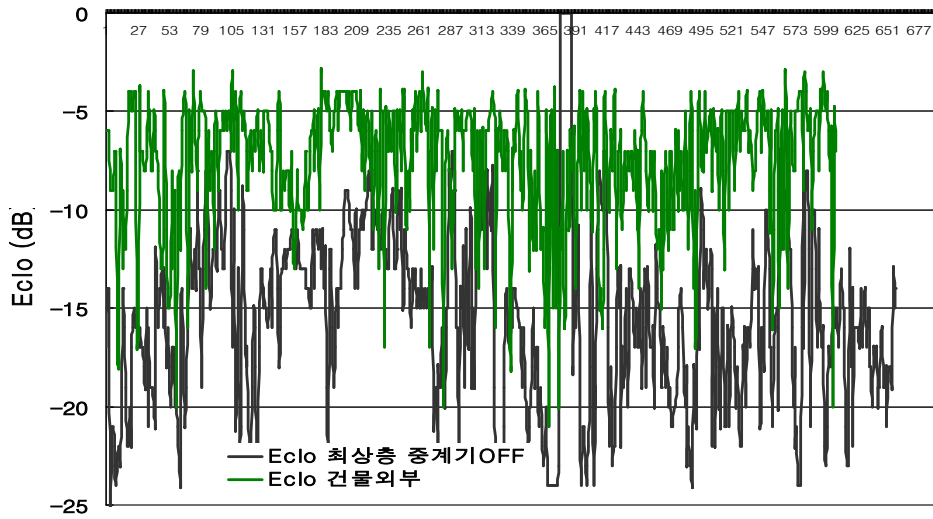
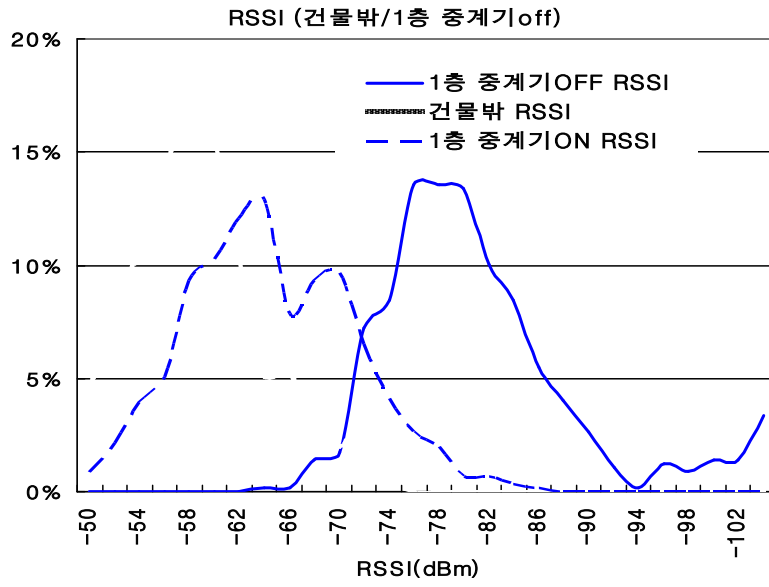
< 참고 문헌 >

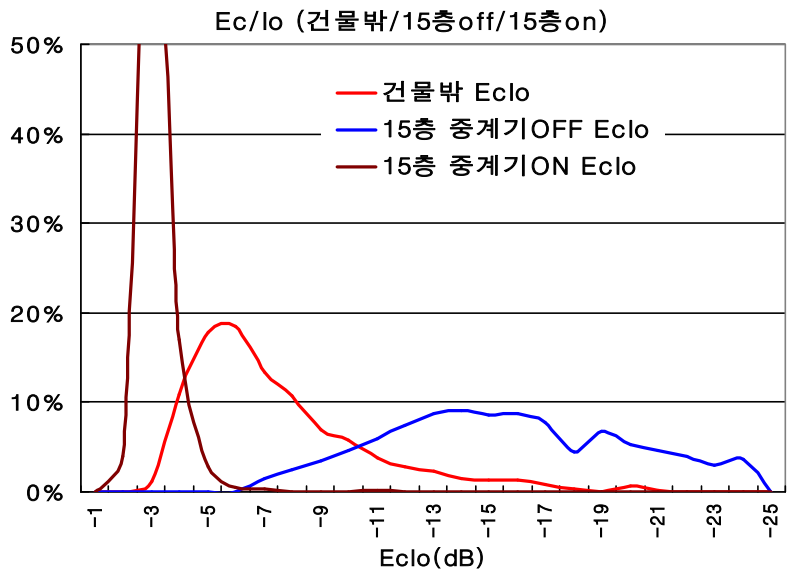
- [1] 방송통신위원회, “방송통신설비의 기술기준에 관한 규정” 대통령령 제22616호, 2011년1월4일
- [2] 방송통신위원회, “ 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준” 전파연구소고시 제2011-1호, 2011년1월6일
- [3] 이상근 외 “3G4G 이동통신시스템” 홍릉과학출판사, 2009년
- [4] 류충상, “소출력무선설비 제도 및 기술동향”, 주파수 정책 및 이용 기술 워크숍, 한국통신학회, 2009년6월
- [5] 한국전파진흥협회 “특정 소출력 중계기 기술기준 연구보고서 ” 2009년12월
- [6] "TS25.101 User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD)" <http://www.3gpp.org>
- [7] 방송통신위원회 “건축물내 이동통신구내선로설비 공동구축 및 공동사용 활성화를 위한 법제화 방안 연구” 2010년11월

< 첨부 >

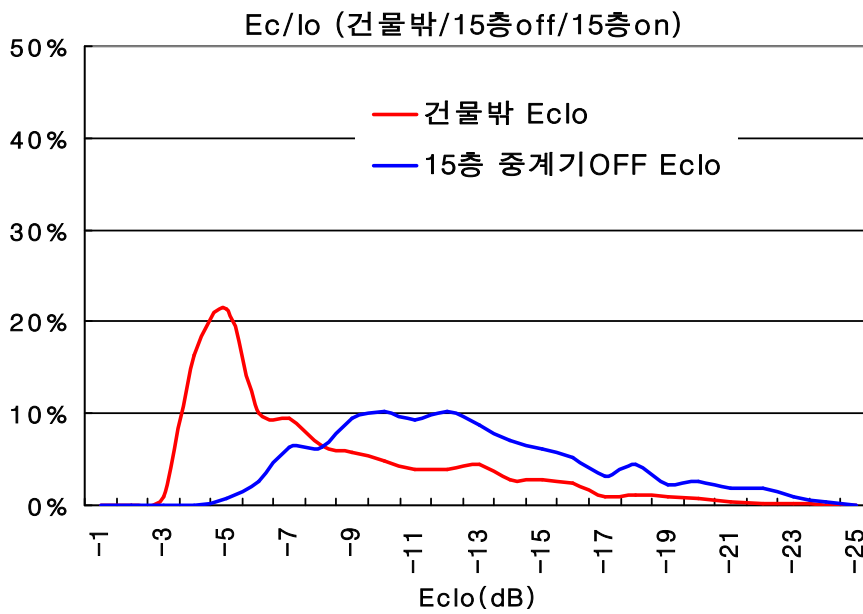
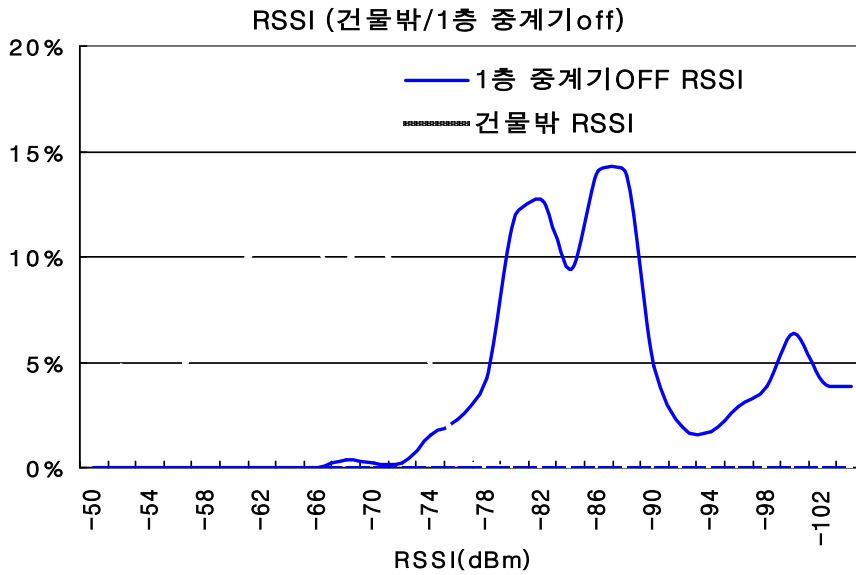
1. 건물내 전파전파 측정 결과 (KCC 빌딩)







2. 건물내 전파전파 측정 결과 (KCC 빌딩)



3. 건물내 전파전파 측정 결과 (승일빌딩)

