

超高層 建物 内에서 누설동축케이블을 이용한 無線通信 네트워크 構築 방안

Using leak coaxial cable, a wireless communications network plan in high-rise buildings



글 | 李 順 鍾
(Lee, Soon Jong)

- 정보통신기술사
- 대연혁신지구 통신책임감리원

E-mail : daom99@paran.com



글 | 李 門 浩
(Lee, Moon Ho)

- 정보통신기술사
- 전북대학교 공과대학 정보통신공학과 교수 학과장

E-mail : moonho@chonbuk.ac.kr

Currently, wireless communication environment in high-rise buildings are limited in the basement and ground floor facilities are not in common use do not part, in case of disaster is difficult for efficient repression. In this paper, wireless communication facilities on the ground floor of the skyscraper by building infrastructure, wireless communications is proposed to eliminate shadows. That the presence of various wireless communication systems, wireless communication system proposed by this paper, TPS laying coaxial cable seals leak, and the propagation shades in place by installing indoor antenna is the solution to eliminate shadows. The wireless communications solutions reveal the advantages and features, a method of constructing the proposed design.

1. 서론

초고층이라는 단어가 붙게 되면 그 사회가 일상적으로 사용하고 있는 기술력이나 문화요소와는 좀 다른, 발전된 양상으로 그 시대의 발전상을 그대로 보여주며 제반기술의 뒷받침이 없이는 이루어지기 어려우므로 건축계의 도약을 나타내는 상징물이 되기도 한다.

그러나 현실적으로 초고층에 대한 기술력이 구조에 편중되어 있어 많은 문제를 내포하고 있다.

방음, 환경, 안전, 통신, 전기, 기계설비 등 여타 분야의 초고층 기술력은 아직 초보적 단계임을 부인할 수 없는 사실이다.

초고층 건축물이 많아짐에 따라 화재 및 안전 문제는 초미의 관심사가 되었다. 9·11 테러사건처럼 특수한 경우가 아니면 건축물의 구조가 취약하여 인명에 위해가 된 적은 없었다.

국내에서도 2010년 부산 해운대 오피스텔 화재 이후로 초고층빌딩의 화재 안전에 대한 관심이 높은 가운데 고층건물에 대한 방재시스템 관련 국제 세미나 등 제반 연구가 이루어지고 있다.

본고에서는 고층빌딩(공동주택, 업무용, 상업용, 호텔 등) 건물 내(indoor)에서 취약한 무선통신 환경을 개선하는 데 목적이 있다. 이는

화재나 자연재해, 또는 비상사태 시 무선통신 영역을 확장하여 거주민들의 안전성을 확보하고, 사태를 진압하는 사람에게는 진압본부와의 원활한 소통을 위한 킬러인프라(killer-infra)가 될 것이라 본다.

이는 그동안 저층 건물을 표준으로 하여 규정되었던 방재시스템이 고층건물에는 다른 방식의 방재 솔루션으로 접근해야 한다는 것을 의미한다.

2. 초고층 건물의 정의

2.1 초고층건물의 정의

(1) CTBUH 정의

- 고층건축물이란 건축계획 즉 디자인 그리고 용도상에 직접적으로 영향을 주는 고층성(Tallness)을 가진 건축물이며, 그 고층성으로 인하여 어떠한 지역이나 시대에 존재하는 일반적인 건축물의 디자인 및 시공 그리고 상용 및 유지관리 측면에서의 보편적인 조건과는 다른 특별한 조건을 유발하는 건축물로서 정의

(2) BOMA(Buildings Owners and Managers Association)

- 130m(400ft) 이상 50층 이상의 높이를 지닌 건물

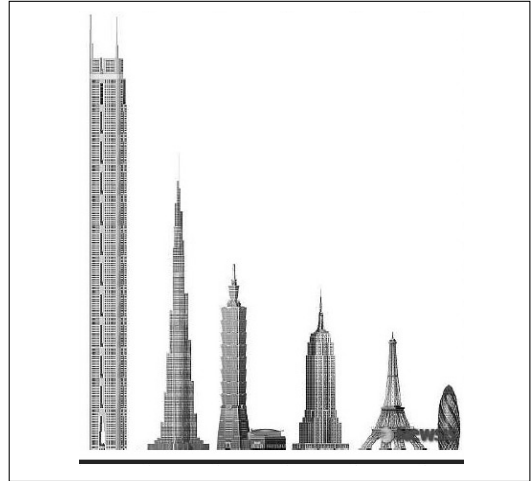
(3) NFPA(National Fire Protection Association, 미국) 101 Life Safety Code에서 정의-소방차가 접근할 수 있는 최하층으로부터 최상층 바닥까지의 높이가 23m를 초과하는 건물

(4) 구조공학적인 관점에서의 정의

- 바람, 지진, 등 횡하중이 구조계획에 주된 영향을 끼치는 건축물 또는 세장비(Aspect Ratio, 밀변과 높이의 비율)가 최소 1:5 이상의 건축물을 초고층 건축물이라고 정의

(5) RSA사 정의(Rolf & Jensen Associates)

- 300m 이상의 높이를 지닌 건물로 방재적으로 특별한 조치가 필요한 건물



<그림 1> 초고층 건물

(6) 국내 소방방재청 연구용역 결과

- 50층 이상 또는 높이 200m 이상 건물

2.2 초고층건물의 특성

(1) 방재센터의 기능 중요

(2) 계단 등 수직공간들로 인한 강력한 연돌효과(Stack effect) 발생

(3) 너무 먼 수직 피난 거리로 피난의 어려움 및 혼란 발생 우려

(4) 고층부는 소방대원용 무전기의 통신성능이 제한

- 16층 이상이 되면 소방대원용 무전통신 불가하므로 무선통신보조설비 설치 필요. 16층 이하도 건축구조물에 따라 무전 송수신에 제한을 받음.

(5) 소방관용 전용 계단 및 비상용 엘리베이터 인접 설치 필요

(6) 부상자 및 장애자 피난 어려움

2.3 국내외 초고층 건물 현황

(1) 국내 초고층 빌딩 현황

〈표 1〉 국내 초고층 빌딩 추진현황

지역	PROJECT 명	규모	사업시행 주체
서울	용산 국제 업무지구 드림타워	150층(620m)	AMC 컨소시엄
	상암 DMC 랜드마크 타워	133층(640m)	서울시
	잠실 제2롯데월드	112층(555m)	롯데그룹
인천	인천타워(송도)	151층(610m)	포트만 컨소시엄
	시티타워(청라지구)	110층(450m)	한국토지공사
부산	부산 롯데월드	120층(510m)	롯데그룹
	WBC 솔로몬 타워	108층(432m)	솔로몬그룹
	해운대 관광 리조트	117층(511m)	청안건설 컨소시엄

(2) 국외 초고층 빌딩 현황

〈표 2〉 국외 초고층 빌딩 추진현황

지역	PROJECT 명	규모	준공
U.A.E	버즈 두바이 빌딩	162층(808m) -現 1위	2008년
타이베이	타이베이 101	101층(509m)	2004년
쿠알라룸푸르, 말레이시아	페트로나스 트윈타워	88층(452m)	1998년
시카고, 미국	시어스타워	110층(442m)	1974년
광저우, 중국	시틱 플라자	80층(391m)	1997년
뉴욕, 미국	엠파이어 스테이트 빌딩	102층(381m)	1931년

source: 중앙일보, 「151층! 인천 송도에 쌍둥이 빌딩 세운다」
2007년 1월 5일 자

3. 현행 초고층 건물 무선통신의 기술적 한계 및 문제점

3.1 기술적 한계

(1) 건물 지상층에 무선통신설비가 없다

초고층 건물 내에서의 무선통신은 매우 열악하다. 건축 구조물의 철골과 밀폐성으로 인하여 16층

이상에서는 무선통신 장애가 매우 심하며, 30층 이상에서는 거의 두절 상태라고 해도 과언이 아니다. 평상시에는 모든 통신자원이 정상 작동함으로써 무선랜망, 이동통신망, 인터넷망을 활용한 무선통신이 언제든지 가능하지만, 재난 시에는 이런 통신환경이 최악의 상황으로 바뀔므로 재난용 통신자원을 별도로 구성해야 한다.

(2) 보안 및 혼신에 취약하고 비상통신 불가

무선통신은 근본적으로 유선보다 보안에 취약하다. 비화성에 크게 영향이 없는 통신에 주로 이용된다. 고층 건물의 지상층에는 재난 발생 시 무통설비의 부재로 비상통신의 어려움이 있다.

(3) 재난 발생시 유선 통신망의 생존성이 취약함

평상시 정상적으로 사용되는 유선통신망은 침수, 화재, 태풍, 정전사태 등 예기치 못한 상황에 그 생존 확률이 희박할 수밖에 없음. 따라서 재난 발생에 대비한 자원을 별도로 확보해야 함.

(4) 기존 무선망의 이용 효율성 저하

기 포설된 지하층의 동축케이블의 사용주파수 범위가 매우 넓은데도 평상시에 활용이 거의 없다. 활용도가 높은 FM 신호, 무선랜 서비스, 이동통신 음성해소 등 다양한 서비스 제공으로 케이블의 사용 효율 증대.

3.2 기타 문제점

(1) 법령, 제도의 미비

소방관련법에 의해 초고층 건축물 내 계단, 엘리베이터, 복도 등 공용 부에 소방관련 사이렌 또는 경광등이 설치되도록 법정기준이 있고, 지하층에도 무선통신보조설비가 설치되도록 규정되어 있으나, 재해 시 가장 중요한 지상층에 무선통신보조설비에 대한 법적 기준이 전무함.

(2) 발주청, 건설사의 방재 인식 부족.

(3) 무선통신보조설비의 무결성¹⁾ 확보 안 됨

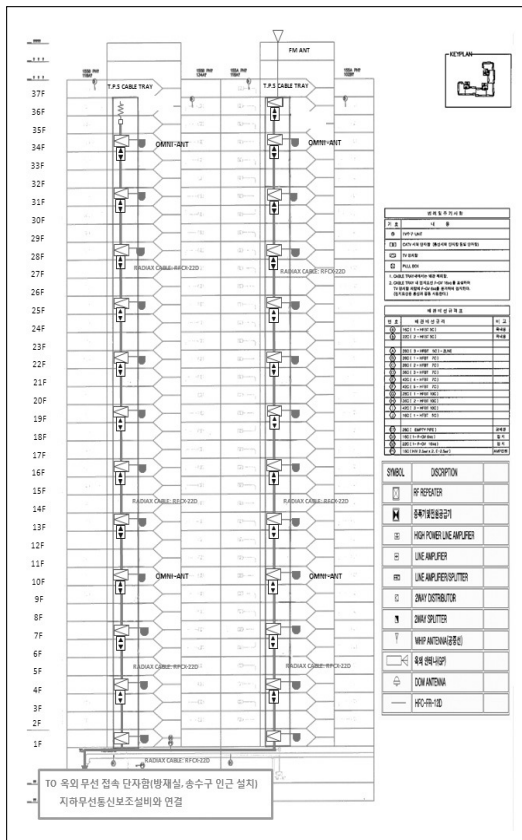
4. 누설동축케이블을 이용한 무선통신 방안

4.1 누설동축케이블을 이용한 무선통신보조 설비 구축 방안

(1) 무선통신보조설비 구축 방안 설계도

누설동축케이블을 이용한 방식은 무전기 접속단 자함, GP안테나방식 2가지 방식이 있다.

- ① 누설동축케이블을 옥외 또는 방재실 수신반에 까지 포설하여 시스템을 구성하는 방식



〈그림 2〉 고층건물의 무선통신설비 계통도 (무전기접속단자함 방식)

- ② 누설동축케이블을 요소요소에 설치하여 GP(Ground Plane)안테나까지 구성하는 방식이 있다. GP안테나 방식은 부산 해운대구 I-park, 부산 해운대구 두산위브더제니스 등 상당수 고층 건물에 적용한 사례가 있다. 본고에서는 GP안테나 방식보다는 무전기 접속단자함 방식으로 제안하고 설명하고자 한다.

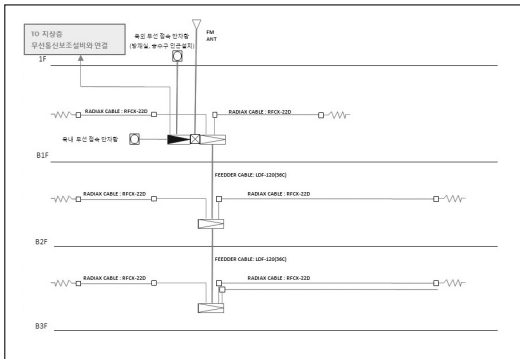
(2) 설치방법

- 고층건물 코어(core) 부에 있는 TPS실의 TRAY를 이용하여 누설동축케이블을 최상층 까지 포설한다.
- 케이블은 RADIAX 22D 이상의 케이블을 설치한다(33D, 42D).
- 건축물의 구조에 따라 다르겠지만, 일반적으로 16층 이상 고층에서부터는 무선통신 불가지역이 발생하는 것으로 알려져 있다. 본고에서는 1층에서부터 3개 층에 1개씩 인도어 안테나를 설치하는 것으로 설계하였다.
- 인도어 안테나는 TPS실 밖에 적절한 장소에 설치한다. (건축물이 계단식이 아닌 복도식이 라면 인도어 안테나를 복수로 설치할 수 있음)
- 인도어 안테나는 성능이 우수한 무지향성 안테나(omni-ant), 또는 패치 안테나를 설치한다.
- 초고층 건물에 따라 거리가 멀어지므로 중계기나 증폭기 설치를 고려한다.
- 그림에서처럼 FM 신호 수신하기 위하여 옥상층에 FM안테나를 설치하고 피더라인을 혼합기에 결합한다.
- 누설동축케이블 종단에는 반사파가 발생하지 않도록 무반사 종단저항기를 설치한다.

1) 무결성: 무선통신설비가 항상 동작할 수 있는 상태를 의미함.

4.1.2 지하층 누설동축 케이블 계통도 설계

- 현재 많은 건물에서 적용하고 있는 누설동축 케이블을 이용하는 방법으로 설계함을 원칙으로 한다.
- 고층 건물의 지하층에는 대부분의 공간을 주차장으로 활용하고 있다. 건물 지하층 코어(core)부 TPS실에 스플리터(splitter)를 설치하여 각 층 주차장에 포설한다.
- 지하층에 케이블로 구성하기 곤란한 장소에는 인도어 안테나를 설치하여 구성한다.



〈그림 3〉 지하층 무선통신보조설비 계통도

4.1.3 설치 전, 후 비교

(1) 설치 장비

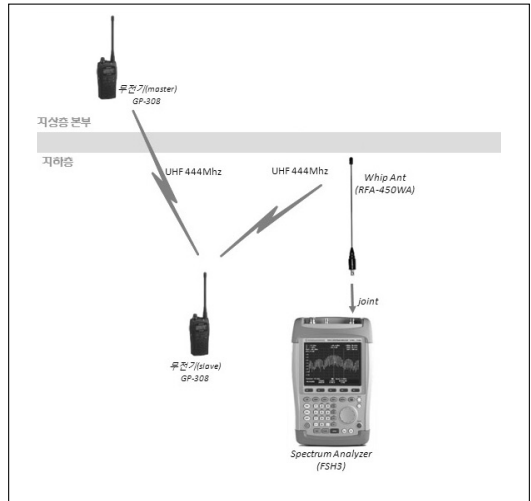
〈표 3〉 주요 측정 장비 제원

구분	품명	모델명	측정범위	제조사
계측기	스펙트럼아날라이저	FSH3	3 kHz to 3GHz	Rohde & Schwarz(로데슈바르트, 독일)
안테나	휩(Whip)안테나	RFA-450WA		(주)아르페스
무전기	업무용 무전기	GP-308	UHF, 4W, 16CH	모토로라

전파 측정 장비인 스펙트럼아날라이저(FSH3)는

Rohde & Schwarz(독일)를 사용하였으며, 스펙트럼분석기에 Whip안테나를 직접 연결하여 전파 상태를 측정하였음. 〈표 3〉은 주요 측정 장비의 제원을 나타낸다.

(2) 측정 방법



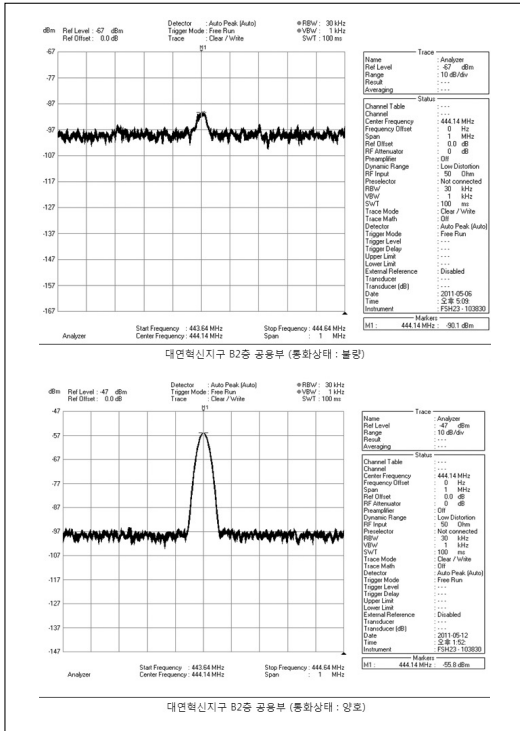
〈그림 4〉 무선통신 전파수신상태 측정시스템 구성도

건물 인도어에서 무선통신 전파상태 측정 방법은 〈그림 4〉에서 보듯이 지상층 본부에서 마스터 무전기에서 송출하고, 이를 지하층에 슬래브 무전기로 수신한다. 반대로 슬래브 무전기에서 마스터 무전기로 송신한다. 이 송, 수신 시그널(signal)은 휩(Whip)안테나를 통해 스펙트럼아날라이저에 주파수 상태가 display된다. 실험주파수는 업무용 무전기 주파수대인 444Mhz를 사용하여 측정하였다.

(3) 설치 전, 후 측정값 비교

〈그림 5〉은 지하 2층에 누설동축케이블을 이용한 무선통신시설을 설치하기 전과 설치 후의 수신 상태를 스펙트럼아날라이저로 측정한 상태이다.

〈표 4〉에서 보듯이 결과는 매우 다르다. 건물 인도어 상황은 건축물마다 다르기 때문에 측정하는 장소에 따라 전파 음영 정도가 차이가 난다.



〈그림 5〉 무선통신 설치 전, 후 측정값 비교(지하2층)

〈표 4〉 지하 2층 설치 전, 후 수신 상태

위치	시험 주파수대	RF Input	수신감도	통화 상태	note
지하2층 설치 전	444.14Mhz	50 Ohm	-90.1dBm	통화 불량	
지하2층 설치 후	444.14Mhz	50 Ohm	-55.8dBm	통화 양호	

5. 건물 내 무선통신 설비 기대효과

5.1 기대효과

- (1) 지상층의 무선통신설비 인프라 구축으로 재난 시 지하층 및 지상층에서 UHF(450MHz, 소방관용) 무선통신 가능
- (2) 국가재난 시 일원화를 위해 범국가적으로 추진하고 있는 통합지휘무선망 TRS 주파수대 (TETRA, 800MHz) 사용 가능- 별도 무선망

구축 불필요

- (3) 평시에 건물 관리사용 무전기 사용 가능함- 건물관리 및 거주민을 위한 응급사항, 방법 등에 이용
- (4) 건물 내에서 WLAN 주파수대(2.4GHz, 5.0GHz)도 수용 가능함.
- (5) 건물 내에서 고품질 FM 통신 가능(80~108MHz)
- (6) 이동통신망과 연동하여 건물 내 휴대전화 음성지역 해소

6. 결론

초고층 건물은 대부분 공동주택의 기능과 더불어 인구밀집도가 높은 주상복합단지로 활용되기 때문에 설비분야의 기술력 저하는 결국 엄청난 재앙을 불러올 수 있다. 특히 방재설비의 허술한 설계는 재난 발생 시 많은 인명을 앗아갈 위험이 잠재되어 있다. 소방법에서 이러한 재난에 대응하는 규정들이 있으나 미흡한 점 또한 많은 것이 사실이다.

본고에서 강조하였듯이 재난 발생시 지상층에 투입된 진압요원과의 원활한 소통이 되도록 법적·제도적 보완을 하여 일정규모 이상의 고층건물에 대하여 설치 의무화를 시행하여야 한다. 현시대에 지상층으로의 무통설비 확대는 선택이 아니라 필수여야 하는 것이다.

본고에서 제시된 고층건물의 지상층까지 무선통신설비가 구축되고 제안된 솔루션이 널리 활용되어 고층건물의 필수 무선통신보조설비로 자리 잡기를 바라본다. (*)

본 연구는 WCU-R-32-2009-000-20014-0, FR 2010-0020942 NRF 지원으로 이뤄졌음.