

초고층빌딩 전기공사 시공 및 개선사례

김용구, 이광흠

(주)포스코건설 the#StarCity 전기팀장, (주)한국전설엔지니어링 전무(CM업무수행)

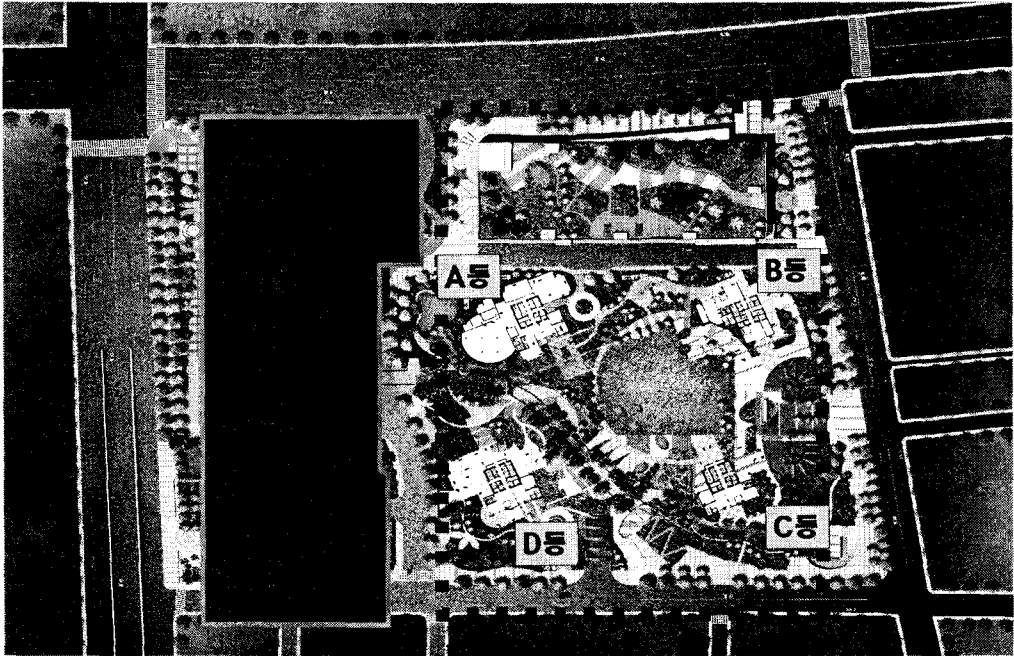
1. 사업개요

- 1) 현장명 : the#StarCity 주거지역 주상복합 신축공사
- 2) 위 치 : 서울 광진구 자양동 227-7호 일대 준주거지
- 3) 시행자 : 학교법인 건국대학교
- 4) 용 도: 업무시설(오피스텔), 공동주택, 판매영업시설, 문화집회시설, 운동시설
- 5) 공사기간 : 2003.6.2 ~ 2006.10.31 (41개월)
- 6) 설계사 : (주)명선엔지니어링, 전기설계(한양티이씨, 청송종합전기)
- 7) C M : 한미파슨스(주)



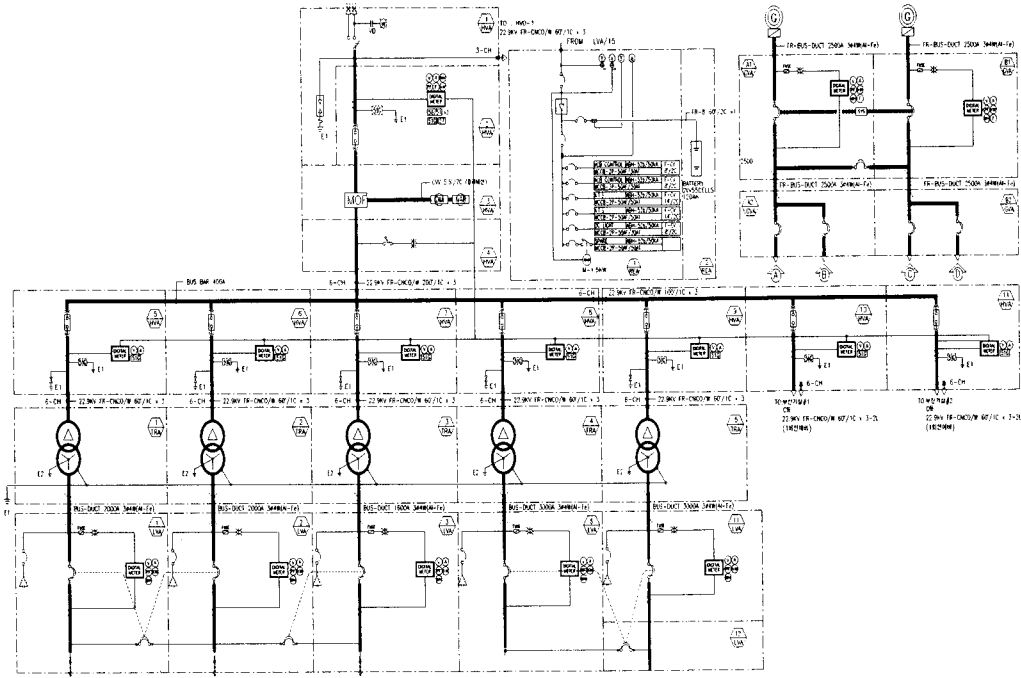
2. 건축개요

- 1) 대지면적 : 62,505m² (18,908 평)
- 2) 건축면적 : 16,868m² (5,102 평)
- 3) 연 면 적 : 418,415m² (126,571 평)
- 4) 규 모 : 지하3 ~ 지상3 / 35 / 45 / 50 / 58층
- 5) 구 조 : 철근 콘크리트조(Flat Slab)
- 6) 기준층고 : 3.05m
- 7) 특화시설 : 빗물이용시설 (3,000t)



3. 전기설비 개요

- 1) 수변전설비 : 22.9KV/380-220V 총 용량:17,850KVA
 - 주거부 : 9,850KVA
(1400KVA - 2대, 900KVA - 5대, 750KVA - 3대, 300KVA - 1대)
 - 판매시설 : 8,000KVA
(1500KVA - 3대, 1250KVA - 2대, 1000KVA - 1대)
- 2) 발전설비 : 380 ~ 220V
 - 주거부 : 1,000 KW - 2대, 160 KW - 1대
 - 판매시설 : 1,000 KW - 1대, 640 KW - 1대, 400 KW - 1대
- 3) 동력 간선설비 : 380 ~ 220V 3상4선식
- 4) 중앙감시설비
 - 전력/조명제어, 원격검침, H/A, SECURITY SYSTEM, CCTV, 주차관제설비 등
- 5) 약전 설비
 - H/N System, CATV 설비, 초고속정보통신, 무선통신보조설비 등
- 6) 승강 설비
 - 주거부 : 31대
105, 120, 150, 180, 210, 240m/min, 셔틀용 60m/min(4대)
 - 판매시설 : 60m/min(7대), 무빙워크 6대, 에스컬레이터 4대
- 7) 방재 설비
 - 보안설비 : CCTV 설비 - 주차장 엘리베이터 내부, 놀이터 등, 패닉버튼
무인경비설비 - 동 공용부 출입문에 RF Card 방식 출입통제
 - 피뢰 및 접지 : 고전압 펄스 & 일반 피뢰침 겸용 설치
피뢰침접지, 전력설비접지, 통신설비접지, 구조체 접지
 - 항공장애등 및 헬리포트 : 항공장애등 - 옥탑층 : 중광도 항공장애등 8개 설치
등의 측벽 : 저광도 항공장애등 35개 설치
헬리포트설비 - 착륙구역주변등 :12개X4동 = 48개 설치
 - 자동화재탐지 설비 : R형 자립형 수신기 3대 : 1.016회로 CRT+PDP



[주변전선 단선 BLOCK도]

4. 전력설비계획 및 시공

본 건물의 전기설비는 주거복합 건물로서의 특성을 갖고 각실의 용도별 특성에 따라 업무의 효율적인 수행과 환경의 변화에 신속히 대응하고 정보화시대에 부응한 최첨단 주거공간을 구축하는데 모든 기능이 유기적이고 각 기능의 유지운영에 편리하도록 다음 사항을 중점 고려하여 계획하였으며, 전력설비는 수변전설비, 전력공급설비인 전력 간선설비, 정전시 또는 비상용 발전설비인 예비전원 설비, 동력설비, 조명설비, 피뢰침 및 접지설비, 전열설비 등의 부하설비로 구분되고 다음과 같다.

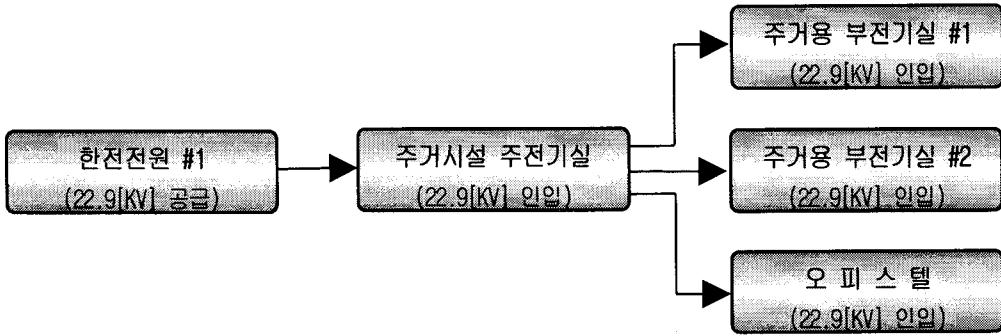
1) 단지내 전력 공급 계획

가) 한전 전원 수전 계획

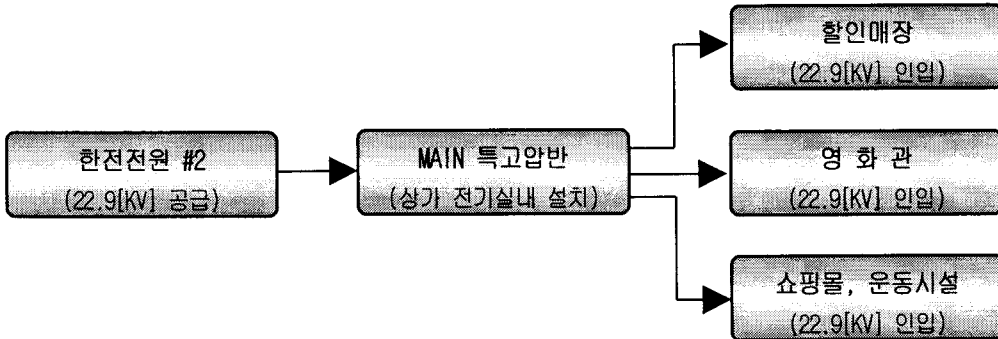
한전선로	공급건물	설비용량 [kVA]	비고
한전선로 #1 (주거용 주전기실)	주거시설	8,650	실부하, 부전기실 #1,2 포함
	오피스텔	1,200	
	계	9,850	
한전선로 #2 (상가용 주전기실)	할인매장, 로드샵,	4,500	추정용량
	운동시설	2,500	
	영화관	1,000	
	쇼핑몰	1,000	
	계	8,000	

나) 단지내 전력공급 개념도

(1) 한전전원 #1 : 한전전원 2회선(1회선 예비) 인입후 주거시설, 오피스텔 공동 사용



(2) 한전전원 #2 : 한전전원 2회선(1회선 예비) 인입후 할인매장, 영화관, 쇼핑몰, 운동시설 공동사용



2) 예비전원설비

가) 개요

화재, 한전 정전등에 대비한 비상용 발전기 전원을 공급 받을 수 있도록 시설 하였으며 특히 배수펌프를 가동하기 위한 전용 비상발전기(160kW)를 지상층에 설치하여 지하층 변전실의 침수를 방지토록 하였다.

나) 단지내 비상 발전기 설치 계획

용도	전압방식	시설용량 (kW / kVA)	수량	비고
주거시설용	3φ 4W 380V/220V	1,000 / 1,250	2대	
오피스텔용	3φ 4W 380V/220V	200 / 250	1대	
쇼핑몰(가관대)	3φ 4W 380V/220V	400 / 500	1대	추정용량
할인매장, 로드샵, 운동시설	3φ 4W 380V/220V	1,000 / 1,250	1대	추정용량
영화관	3φ 4W 380V/220V	640 / 800	1대	추정용량

3) 전력간선 설비

가) 계획 개요

전력간선은 전력공급의 신뢰성을 중점 고려하고 용도별, 용량 크기별로 구분 시설토록 계획 하였다.

나) 전력간선의 신뢰성 계획

(1) 세대 전원 공급은 BUS DUCT를 사용

(2) 세대 전원 공급은 고층부와 저층부를 구분하여 공급

구분	BUS DUCT 방식	케이블 방식	비고
내용	- 절연 BUS DUCT를 사용 배전하는 방법	- 케이블을 Cable Tray 또는 배관을 이용 포설하는 형태	
장점	- 임피던스 및 전압강하가 작아 손실이 적음 - 분기가 용이 - 대용량이 가능 - 신뢰도가 높음 - 시공성이 단순	- 장구간에도 사용가능 - 굴곡이 비교적 유연함 - 지지고정이 용이 - 저렴한 가격 - 사고 파급범위 축소	
단점	- 내진(진동) 고려 필요 - 사고 파급범위 확대 - 흡습에 대한 고려 필요	- 굴곡 반경에 제한 - 대용량 배전에는 불리 - 피복 보호 대책상 전용 포설 보호물 설치 필요 (배관, 트레이) - 시공성 복잡	
일반적 용도	- 주간선으로 적용	- 주간선 및 보조간선으로 적용	
기준사용용량	- 600(A)이상 부하	- 600(A)이하 부하	
검토의견	- 단일 용도 부하군의 용량이 1,000(A)이상이며 공급거리가 200(m)이상의 부하에 Bus Duct 공급 방식이 검토되며 - 본 project 단위세대 공급부하에는 전압강하 및 공급의 신뢰성등에서 유리한 Bus Duct 공급방식이 유리할 것으로 사료됨.		

[BUS DUCT 및 케이블 적용 비교 검토서]

4) 피뢰설비

가) 피뢰설비

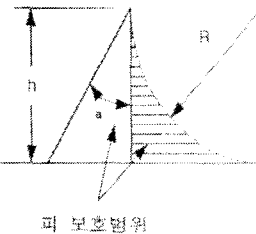
(1) 개요

피뢰설비는 뇌격으로부터 인명과 건물, 장비를 보호하기 위한 설비로써 KS C IEC 61024-1 기준에 의하여 시설하며 공공이 사용하는 건축물이라는 점을 감안하여 보다 높은 안전과 인명을 보호하기 위하여 기본 매쉬법에 피뢰침을 추가 설치하여 증강 보호하였다.

(2) 수뢰부 뇌보호 시스템 기준 (KS C IEC 61024-1)

<표 1> 보호레벨에 따른 수뢰부의 배치

보호 레벨	h(m)	20	30	45	60	매쉬폭 R(m)
	R(m)	a	a	a	a	
I	20	25	* ¹⁾	* ¹⁾	* ¹⁾	5
II	30	35	25	* ¹⁾	* ¹⁾	10
III	45	45	35	25	* ¹⁾	15
IV	60	55	45	35	25	20



비고 - 1) *표시는 회전구체법 및 매쉬법만을 적용한다.

- 이것 이외의 높이는 검토중

(3) 시스템 적용 내용

건물이 초고층 건물로서 다른 건물보다 뇌의 직격 위험이 높으며, 또한 측뇌 위험도 있으므로 수뢰부 시스템은 보호각법, 회전 구체법, 메쉬법중에서 지붕이 넓고 평평한 건물에 유리한 메쉬법과 회전 구체법을 병행하는 보호 방식으로 적용하였다.

(4) 적용기준

• 수뢰부 적용기준

- 수뢰부 적용기준은 보호레벨 등급 III급 기준함
- 보호레벨에 따른 수뢰부 메쉬 설치폭 : 15m
- 보호레벨에 따른 회전구체법 보호반경 : 45m
- 보호레벨에 따른 인하도선의 평균간격 : 20m (수직인하도선)
- 인하도선은 지표면 가까이 수직거리 20m 간격마다 수평환상 도체로 상호 접속은 철근 콘크리트 건물이므로 제외함

• 피뢰침

- 메쉬법 적용 수평 도체(피뢰침) : 동부스바 25× 3t 사용
- 증강보호용 피뢰침 : 피뢰침

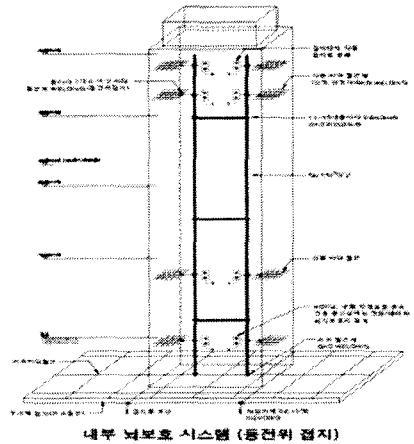
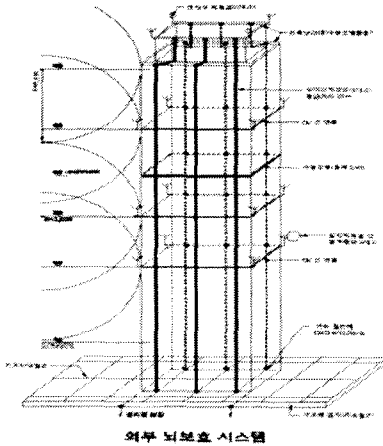
• 외부피뢰 계획은 회전 구체법(rolling sphere method)에 의한 계획

• Zone of protection (NFPA) 에 의한 기준 150ft(45.75m)을 적용 (등급 III)

• 측격피 방지를 위해 돌침부와 수평도체 시공.

• 옥탑층에 일반피뢰침과 초고층 증강을 위해 전자식 피뢰침 동당 2개소를 적용하였음.

• 내부 피뢰보호는 강전용과 약전용을 분리하여 도선을 수직 포설하고 등전위 접지를 하였다.



[외부 뇌보호 및 내부 뇌보호 시스템]

5. 출입통제 및 불법 침입 경보 설비

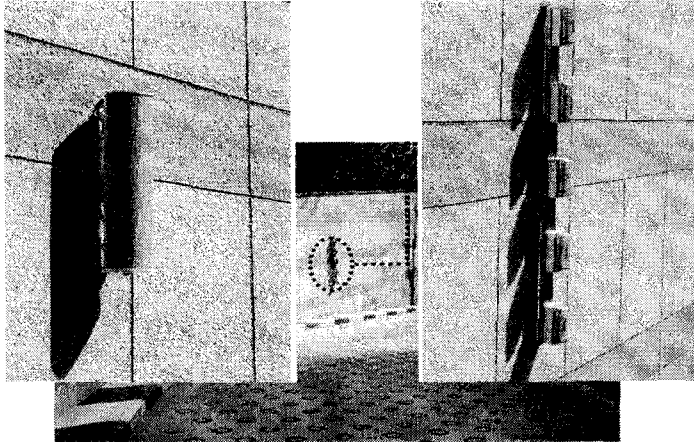
1) 단지내에 외부로부터의 불법침입 감시 및 무단침입에 의한 도난, 파괴방지를 사전에 예방하고, 출입제한 및 감시기능의 시스템을 구성한다.

2) 불법 침입 경보 설비(주차램프)

• 출입이 확인되지 않은 외부인은 주차 램프를 통해 불법으로 침입하지 못하도록 불법침입경보시스템을 구성한다.

• 경보시스템은 광센서와 Loop Coil을 입,출구에 설치하여, 불법침입 시도 또는 문제 발생시 방재센터로 자동 통보되고 경보 사이렌 및 조명장치를 동작시켜 불법 침입자를 제재하고 경고 방송을 할 수 있다.

• 방재센터에서 Alram 및 경보음으로 전달되어 CCTV 및 경고 방송으로 감시/통제 할 수 있다.



[스피커램프 경고 시스템]

6 초고층 소방설비

1) 계단부위 비상방송 설비

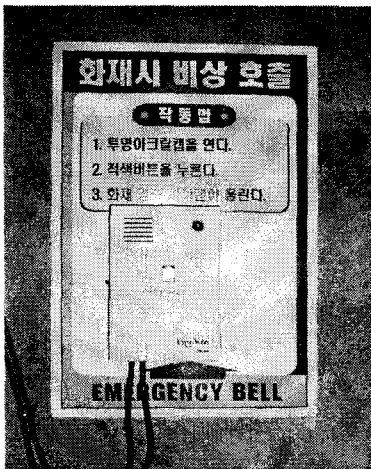
화재나 긴급상황 발생시 화재 수신기와 무인자동으로 비상방송이 가능 하도록 구성하였다. 특히 공용 지역인 비상계단에는 화재발화점의 위치 파악이 힘든 상황에서 정확한 피난층을 알려주어 상부층으로 올라갈 것인지 하부층으로 내려 갈것인지를 정확하게 판단하게 하기 위하여 3 Watt 천장형 스피커를 5개층마다 설치하여 방송을 전달토록 하였다.

2) 가설 화재비상반 구성

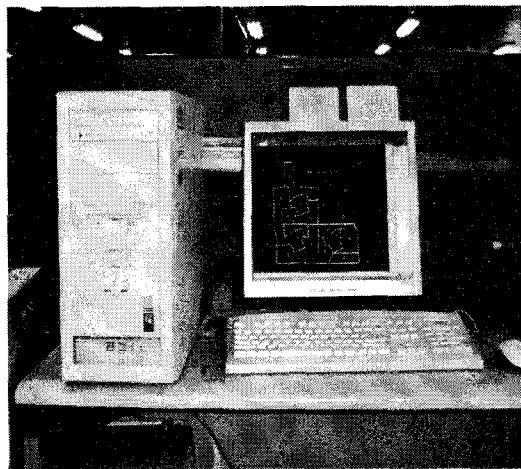
가) 구성개요

공사중 화재에 대비하여 본 공사와 별개로 가설 소방공사를 실시한다. 일반적으로 실시하는 소방공사는 가설소화전 공사의 설비공사분과 자탐설비 공사의 전기공사 분으로 나누어지나 전기공사분인 자탐 공사는 화재 발생 층에 설치된 발신기를 눌러서 사무실에 화재 발생 층을 알림과 동시에 화재 층 상위 2개 층 (지하층은 모든 지하층)에 화재 발생 BELL이 울리도록 약식 경보설비를 갖추고 있다.

약식경보설비는 가설사무실에 수신반과 층별(구역별) 화재경보설비(BELL LAMP)로 나눌 수 있다. 초고층건물의 화재경보설비는 설치개소가 많아 P형 수신기든 R형 수신기로는 구성이 곤란하고, 가설전기요금의 절감을 위하여 실시하고 있는 가설 조명제어를 활용, 별도의 수신반을 설치하지 않고도 발신기 작동 시 모니터링이 가능토록 화재경보설비와 병행하여 적용함으로써 효율적이고 간편한 운영을 통하여 화재시 능동적으로 대처 할 수 있도록 구성하였다.



[비상 경보용 버튼]

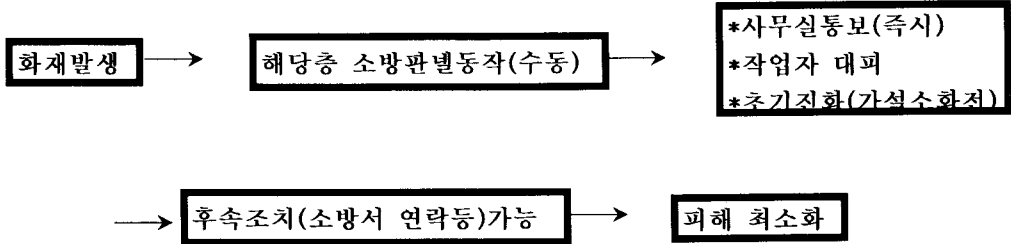


[현장 모니터링 컴퓨터]

나) 가설소방 운영계획

- 각층에 가설 소방용판넬 1개를 EPS실 입구에 설치
- 각층에 경종을 설치, 푸시보턴 S/W이용하여 동작가능
- 제어선을 이용하여 사무실내 즉시 통보가능
- 조명제어와 통합으로 서버이용

다) 동작순서

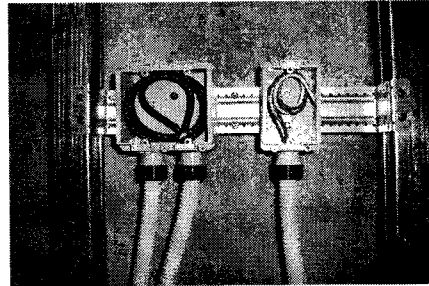
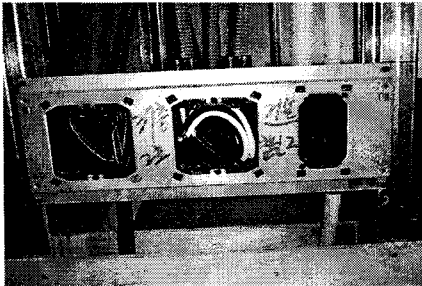


7. 개선사항

1) 경량벽체 배관

현상 : 경량 벽체(경량 철골 + 석고보드)에 설치되는 여러 개의 전기 박스가 같이 설치될 시 고정시키는 작업의 문제점이 발생하며 작업 능률이 지연되는 현상이 발생됨.

개선 : 여러개의 박스와 경량 철골에 부착될 시 박스 보강 철물을 사용하여 작업 능률 향상과 공사의 품질을 향상시킴.



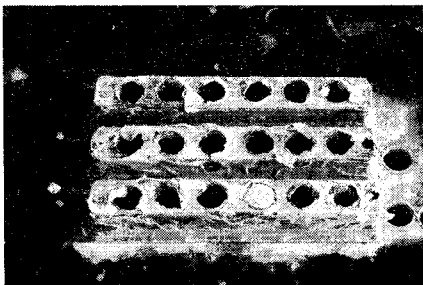
[박스 보강 철물 설치 예]

2) 배관고정용 보조대

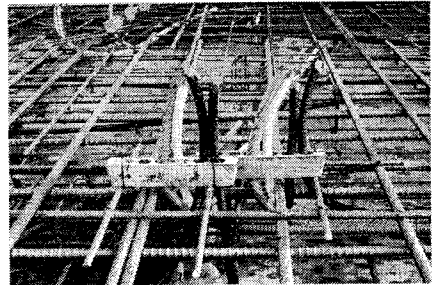
현상 : 세대내 배관이 대부분 경량벽체에 시공되어 정확한 위치 유지에 어려움이 많으며 입상배관용 지지를 철근 or 철편으로 하여 안전 및 이후 철물 처리에 어려움 따름.

(상부근 위 보조대 시공 콘크리트 타설 보조대 제거 명확인 위치 확정 및 주변 몰탈땀 배관 단부 보양)

개선 : 별도의 배관 고정용 지지물을 이용하여 배관 집중에 따른 골조 강도 저하를 방지하며 주변의 고무두깨를 이용 위치 유지에 대한 여유를 확보하며, 불필요한 고정 철물의 사용을 생략함.



[배관고정용 보조대 - 전선관 설치 전]



[배관고정용 보조대 - 전선관 설치 후]

8. 엘리베이터 이상 현상 및 개선 대책

초고층 건물에서의 엘리베이터 설비는 건물기능상 주요한 위치를 차지하는 수직교통수단으로 건물의 고층화, 대형화에 의한 매우 중요한 시설이므로 적절한 용량, 속도, 제어방식등을 고려하여 선정하였으며 특히 겨울철 초고층으로 인한 연돌현상을 반영하여 아래와 같이 적용 개선하였다

1) 연돌현상

가) 원인

- (1) 겨울철 찬공기가 저층부 틈새로 유입
- (2) 건물 내외부에 온도차 발생
- (3) 실내 기압의 압력차이 발생
- (4) 승강기 틈새를 이용하여 고층부로 실내공기 상승

나) 현상

- (1) 저층부 : 휘파람 소리
- (2) 고층부 : 도아 오픈시 강한 상승기류 발생
도아가 잘 안닫히는 현상

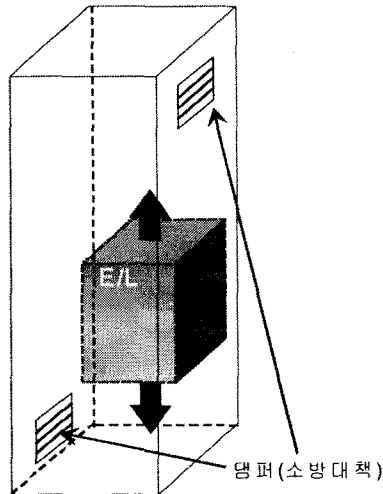
다) 개선 대책

(1) 대책-1

- 전실, 방풍실을 구성한다.
- 출입문은 모두 자동문, 회전문을 적용
- 효과
 - 공기 밀폐를 증가시켜 빌딩내 내외부 공기의 유동을 감소시켜 외기와의 차단 효과를 높인다.

(2) 대책-2

- 승강로 상하부에 댐퍼 설치
- 댐퍼의 위치는 차가운 공기에 면하지 않는 곳이어야 한다.
- 효과
 - 지하층의 실내 공기에 의한 간접 공조의 효과로 엘리베이터 샤프트와 실내공기의 온도차를 줄여 연돌현상을 감소시키고
 - 고속 주행시 발생하는 피스톤 현상을 감소시켜 운행시 품질음을 감소시킨다.



엘리베이터 Shaft 내의 댐퍼 설치 예

엘리베이터 shaft 내의 댐퍼 설치 예



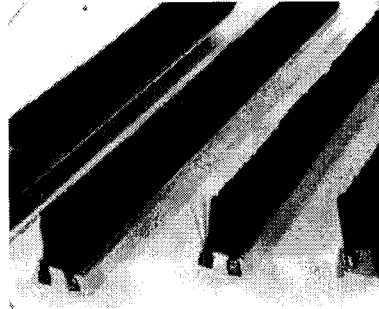
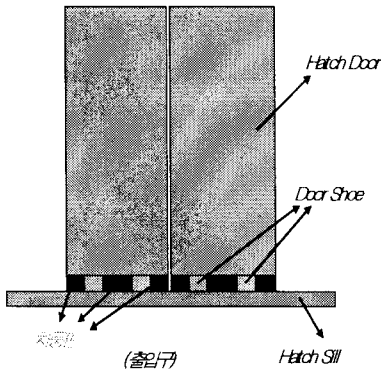
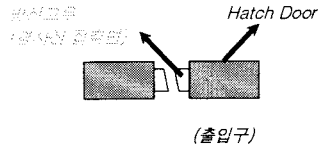
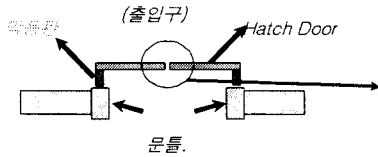
피트 하부 방화 댐퍼

(3) 대책-3

- 홀 도어의 틈새 브러쉬,막음판과,경사 방진고무 설치하여 틈새 간격을 줄이고 공기의 흐름을 복잡하게 차단하여 차단도를 높인다.

• 효과

- 도어쪽 공기 차단도를 높여 온도차 유입 source를 감소시킨다.



(4) 대책-4

- 기계실 바닥의 rope,전선 구멍에 cover 적용

• 효과

- 상승기류 발생원인을 최소화하여 연돌현상을 감소시킨다.

- 기계실 온도를 일정하게 유지 시켜주는 공조 시스템을 설치하면 연돌현상의 방지에 더 효과

적임.

2) 진동 및 소음 현상

가) 원인

(1) 밀폐된 승강기 고속 주행시 피스톤 및 연돌 현상으로 인해

(2) 피스톤 작용에 의한 공기압력 증가로 진행후반에 과류 발생

→ 카벽에 진동을 유발하여 소음 발생

(3) 도어 틈새에서 발생하는 공기 흡입 과류와 반대로 밀어내는 압력에 의한 공기 분출 → 승강 도어 쪽에 소음 발생

나) 개선 대책

(1) 대책- 1

- 충분한 승강로 면적 확보(속도 기준으로 기준 면적에서 일정면적 반영)

• 효과

- 공기 압축을 감소시켜 피스톤 현상이 감소됨.

(2) 대책 - 2

- 상기에 언급된 연돌현상이 발생치 않도록 개선안 적용

• 효과

- 도어 틈새로의 외부 공기 유입을 최대한 감소시켜 소음의 발생원을 차단시켜줌

(3) 대책 - 3

- 승강기 상하부 및 철골빔에 유선형의 cap을 씌움
- 효과
- 도어 틈새로의 외부 공기 유입을 최대한 감소시켜 소음의 발생원을 차단시켜줌

9. TV 난시청문제 고려

1) 난시청문제 계획

초고층건물의 특성상 TV송신소(방송국)에서 송출하는 TV전파가 골조진행에 따라 정상적인 TV시청을 방해 할 수 있어 인근 APT단지 주민으로 부터 민원제기가 예상됨에 따라, 지상층 골조공사시 난시청 예상 지역을 사전에 예측하고 아래와 같은 해결방안을 검토하여 지역여건에 따라 적절한 방법을 선택하여 민원을 해소토록 계획하였다.

2) 대책 방안

- 남산방향의 장애시 관악산방향으로 TV안테나를 조정하여 채널을 변경 수신.
- TV수신이 양호한 타건물에 안테나위치를 이전하여 TV수신이 가능토록 구성.
- 유선방송에 공영채널만 실어서 송출하여 TV수신 장애세대에 가입신청토록 구성.