

초고층 건축물의 위생설비 시스템 설계

주 덕 훈*, 변 운 섭**, 윤 해 동†

*(주)우원 엠앤이 부설연구소, **(주)우원 엠앤이

Sanitary Plumbing System Design of High-rise Building

Duck-Hoon Ju* · Woon-Seob Byun* · Hae-Dong Yun†

Research institute, Woowon M & E, Seoul 151-015, Korea

ABSTRACT: Recently, the high-rise building has been constructed competitively because it is symbol of the national competitive power including the technical power. The higher buildings are getting, the more important building mechanical systems are. So, the building mechanical systems are getting developed. Among the building mechanical systems, the sanitary system is basically necessary in order to maintain the building hygienically along with convenience and safety.

This study has been investigated for various cases of high-rise building plumbing system. As a result, a variety of zoning method has been applied to most skyscrapers depending on the building height in the building mechanical system. And a variety of joint have been applied to minimize the Shortening and Sway.

Also, the drainage in same uses has been discharged outside of a build through the one vertical pipe line. And airing system has been used like Individual Vent Pipe·Yoke Vent Pipe·Stack Vent Pipe·Loop Vent Pipe·Relief Vent Pipe method.

It is sure that this study could be used as the high-rise building design

Key words: 초고층 건축물(high-rise building), 위생설비(sanitary plumbing)

1. 서론

최근 국내외에서는 초고층 건축물의 건립이 경쟁적으로 추진되고 있으며, 초고층 건축물이 국가의 기술력을 포함한 각종 분야 국가경쟁력의 상징으로 나타나고 있다. 우리나라는 1980년대 30층 규모의 럭키금성타워와 63빌딩을 필두로 하여, 최근에는 송도 및 화성동탄 신도시 등을 중심으로 초고층 건축물의 건립이 지속적으로 진행되고 있으며, 향후 이러한 추세는 더욱 가속화될 것으로 전망된다.

초고층 건축물로 인하여 최근에는 설비의 비중

이 크게 증가하였으며, 이에 따라 설비시스템도 많은 변화를 가져오게 되었다. 그 중 위생설비는 건물에서 요구되는 가장 기본적인 설비로써, 건물을 위생적으로 유지하기 위해 편의성과 안전성이 필수적으로 수반된다. 하지만 건물이 초고층화 되면서 발생하는 과대한 에너지 소비와 상하층간의 과대한 급수압력의 차이, 수전 토수압의 상승, 층간 변위량 증가 등의 문제점이 발생하고 있으므로 설계단계에서부터 사용압력과 상하층의 조닝 등을 충분히 고려하여야 한다.

이와 같은 관점에서 본 논문에서는 초고층 건축물 설계시 고려사항에 대해 알아본 후, 최근 설계된 초고층 건축물에 대한 위생설비 사례 조사를 실시하였다. 이러한 결과는 향후 초고층 건축물 설계시 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

† Corresponding author

Tel.: +82-2-860-9764; fax: +82-2-860-9788

E-mail address: abc@300302.com

2. 개요

2.1 초고층 건축물의 정의

초고층 건축물은 세장비가 1:5이상인 건축물을 말하지만 세장비만을 가지고 초고층 건축물을 정의하기에는 무리가 있다. 특히, 건축설비적인 측면에서의 고층건물과 초고층건물을 구별하기 위해서는 건축물의 수직높이가 증가함에 따라 나타나는 특성과 차이가 있어야 할 것이다. 일반적으로 높이 31m 이상의 건물에서 열부하 및 압력, 화재, 안전 등 설비적 특성이 현저하게 다르게 나타나며, 고속 엘리베이터를 설치할 필요가 생기고, 설비 층의 위치를 정하는 설비 계획상의 문제점이 발생하는 등의 설비적인 특이점이 나타나므로 이러한 건물을 고층건물이라고 칭할 수 있으며, 초고층 건물은 이러한 고층 건물의 범위에서, 특별히 주위의 건축물들보다 현저하게 높이 솟아 있는 건물을 지칭하며 최근에는 200m이상 50층 이상의 건물을 초고층 건축물이라 말하고 있다.

최근 초고층 건축물의 건립이 지속적으로 건립되고 있는 이유는 토지를 효율적으로 이용하여 자원을 절약하고 도심의 공동화 현상을 방지하기 위함과 토지의 수평적 이용에서 수직적 이용으로 전환하여 수평적 녹지공간을 극대화하기 위한 목적이다.

3. 초고층 건축물의 위생설비 설계

3.1 초고층 건축물 위생설비 계획시 고려사항

3.1.1 수직적 길이의 증가에 따른 영향

건물의 초고층화에 의해 배관의 수직길이가 증가하면 수배관의 압력이 과도하게 커지게 된다. 이러한 과도한 압력에 의해 급수 시스템에서는 기기의 마모, 장비에 손상을 주는 수격현상, 고압과 높은 유속에 의한 수전의 파손, 빠른 유량으로 인한 토출구에서의 물의 낭비, 설비 수명의 단축, 특수설비시공으로 인한 설비비 증가 등의 문제점이 발생한다.

3.1.2 부등축소에 의한 Building Shortening

초고층 건축물은 콘크리트 내의 수분 감소로 인해 체적이 감소하는 Creep & Shrinkage 현상이 발생한다. 이러한 이유로 건물의 높이가 줄어드는 현상을 Shortening이라 한다. ASHREA에 따르면 Shortening 현상에 의해 건축물은 일반적으로 한 층당 약 3mm^1 정도가 줄어들며, 70층의 경우 210

mm가 줄어들게 된다. Shortening을 고려하지 않을 경우, 횡주관 허용응력 범위를 넘어서는 응력 때문에 비틀림, 파열, 누설 등의 문제를 발생시킨다.

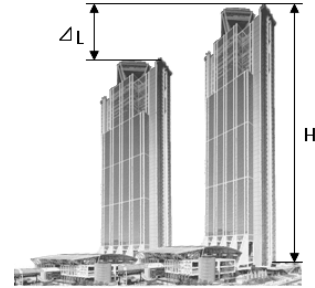


Fig 1. Building Shortening

3.1.3 풍압에 의한 Sway현상

초고층 건축물에서는 층간 변위량이 크기 때문에 입상배관은 이러한 건물 변형에 대해 대처할 수 있어야 한다. 특히, 초고층 건축물은 풍압의 영향을 받으므로 이에 대한 고려가 필요하다.

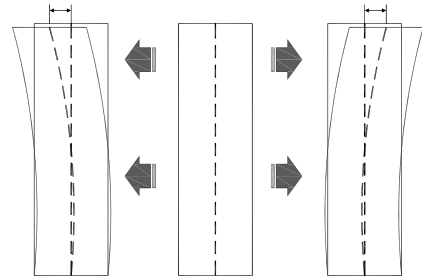


Fig 2. The Sway due to wind pressure

3.2 초고층 건축물 위생설비 계획

3.2.1 급수·급탕 설비의 조닝

초고층 건축물에서는 최상층과 최하층의 수직 고저차가 커서 급수를 하나의 계통으로 공급하면 저층에서 최대허용 수압을 넘어 과대수압이 걸리게 된다. 따라서 건물 전체의 수압분포를 허용압력 이하로 유지하기 위해서는 건물의 높이 방향을 몇 개의 존으로 나누어 급수하여야 한다. 또한 수압뿐만 아니라 존의 용도별 특성과 유지관리 측면으로도 계통을 분리하거나 합칠수 있으며, 경제성과 건축계획적인 요소를 종합적으로 고려하여 조닝의 방법을 결정해야 한다.

1) Donald E. Rose., "HVAC Design Guide for Tall Commercial Building" Chapter 7-Water Distribution System, 7.6 Piping Design Considerations

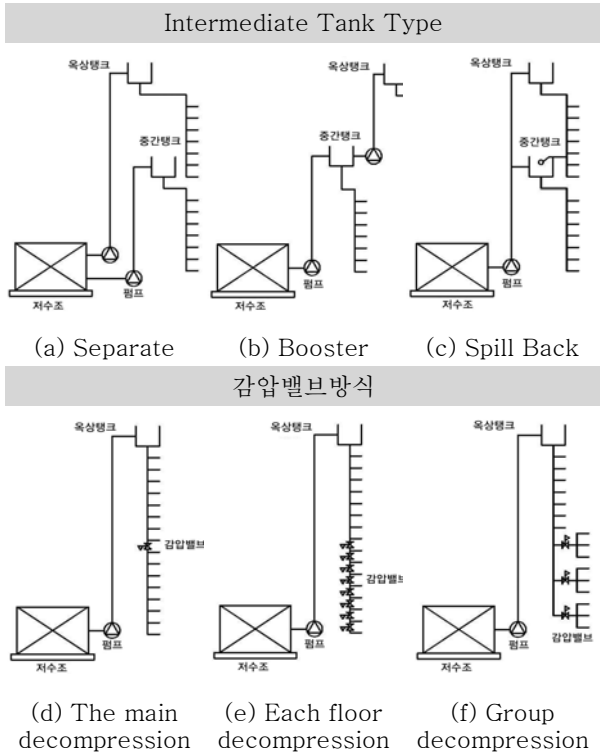


Fig 3. Water supply method of High-rise building

과거에는 수압의 안정성, 물의 비축성 등의 이점이 있는 중간탱크 방식을 많이 사용했으나, 최근에는 부스터 펌프의 성능향상 및 장비의 신뢰성 향상으로 부스터 펌프 방식이 많이 사용되고 있다.

급탕설비조닝도 급수설비와 동일하게 계획하여, 적절한 수압을 유지하도록 함으로써 거주자에게 불쾌감과 기기에 손상이 없도록 해야 한다.

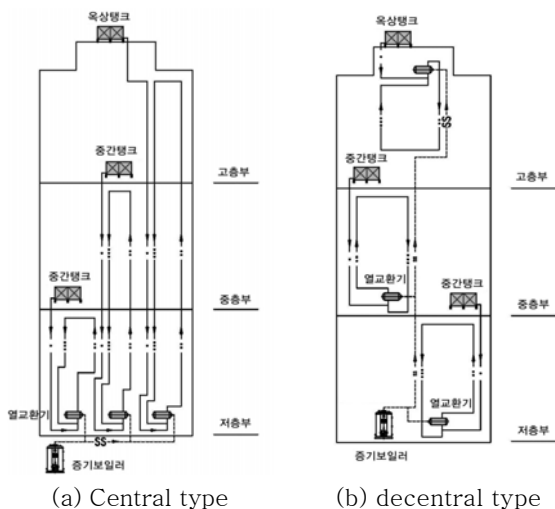


Fig 4. Hot water supply method of High-rise building

급수·급탕조닝을 결정한 후에는 수충격 시물레이션을 통해 적절한 급수압력이 유지되는지를 파악하고, 급격한 유동의 변화발생요인에 의해 발생할 수 있는 수충격해석을 통해 과도압력에 대한 효과적인 대책을 수립할 필요가 있다.

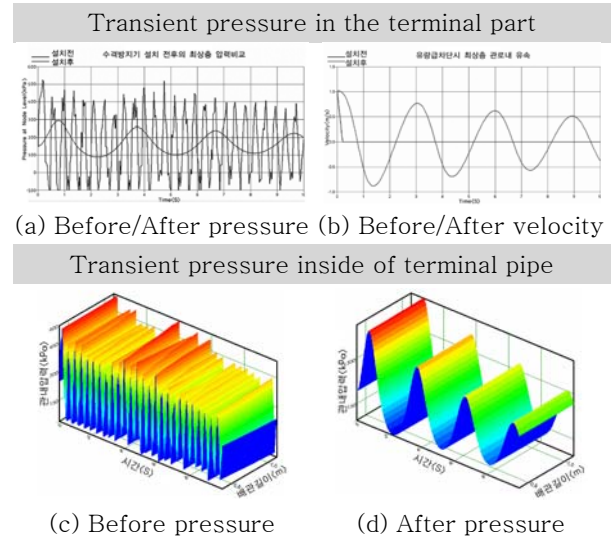


Fig 5. Comparison of transient pressure before/after the installation of WHC using Simulation

3.2.2 배수 및 통기설비 계획

초고층 건축물의 배수 수직관내 배수유속은 관내 마찰력과 중력에 의해 수직길이 증가하더라도 일정하여 최하부의 수격현상에 대한 별도의 대책을 강구할 필요가 없다. 이것은 관 내부 중앙에 공기기둥을 만들어, 배수가 관 내벽을 타고 흘러내리는 특성 때문이다. 따라서 배수조닝의 경우는 동일 용도로 하나의 수직배관을 통해 옥외로 방출하고, 용도별로 배관을 다르게 계획하면 된다. 하지만 배수입관내에 배수가 흘러내려가면 공기가 지나갈 통로가 좁아져 공기의 압력이 상승하고 역압 현상이 발생할 수 있으므로 배수관 설계시 결합 통기관 등에 대한 대책이 필요하다.

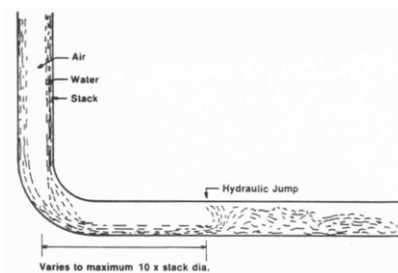


Fig 6. The design of drain system in high-rise building

결합통기관을 설치 할 경우는 건물의 최상층에서부터 브랜치 간격 10개 이내마다 결합통기관을 설치하여야 한다.

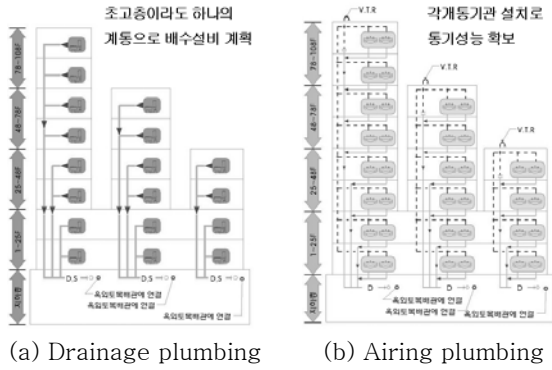


Fig 7. The case of drainage and Airing plumbing

3.2.3 Shortening/Sway에 의한 배관의 팽창·변형 대책
 층간 변위 및 배관 내의 온도변화 등으로 인해 배관의 팽창 및 수축, 이동이 발생할 수 있을 경우 배관이동의 전체 범위를 예상하여 이에 대처할 수 있어야 한다. 특히 온도변화가 있는 배관을 수직으로 길게 설치 할 경우 배관에 과도한 응력이 걸리지 않도록 팽창할 수 있는 여분을 두어야 한다. 다음 Fig 5는 배관의 팽창 및 수축, 이동을 대처하기 위한 조인트이다.

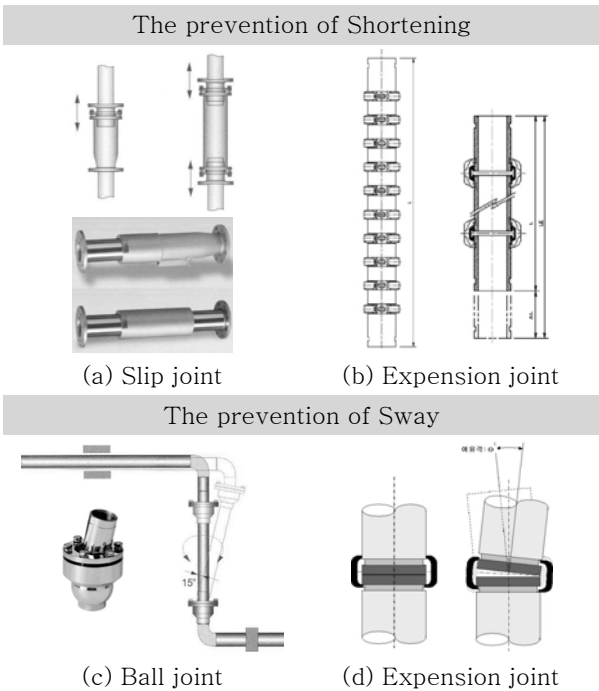
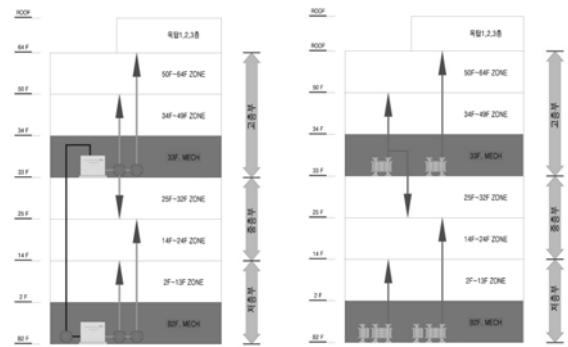


Fig 8. Joint for Shortening/Sway prevention

4. 설계사례

4.1 송도신도시 A주상복합

	건물위치	·인천광역시 연수구 동춘동
	면적	·대지면적 : 103,154 m ² ·연면적 : 531,727 m ² ·건축면적 : 27,370 m ²
	최고높이	·236 m
	건물용도	·주거 / 업무 / 판매 / 운동시설
	규모	·지하 2층, 지상 64층



(a) Water Supply (b) Hot Water Supply
 Fig 9. The zoning of water supply and hot water supply piping system in Songdo New City A apartment


송도 신도시 A주상복합의 경우 급수는 중간탱크와 부스터 펌프방식을 겸용한 방식이며, 주거시설동 중간기계실에 저수조를 설치하였다. 배관내 각 급수 압력은 세대내 급수압력이 최저 2.0 kgf/cm², 최대 5.0 kgf/cm²를 넘지 않도록 수직으로 조닝하였으며, 적정한 수압을 유지하기 위해 64층인 1~4A동을 5개 존으로 구분하여 배관내압문제 해결 및 반송동력을 절감할 수 있도록 하였다.

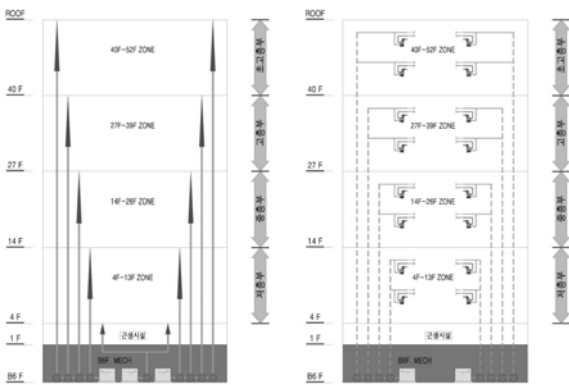
급탕의 경우 지역열원인 중온수를 이용한 순간급탕방식으로 주거시설동 중간기계실에 열교환기를 별도 설치하는 1·2차 열교환방식을 적용하여 급탕배관 내압문제를 해결하고 반송동력을 절감토록 하였다.

배수의 경우 배수구역을 조닝별로 구분하여 경로를 단축하였으며, 단독배관하여 단지내 토목 배수로에 방류하는 배수방식을 적용하였다.

통기설비는 각개통기, 결합통기, 신정통기, 루프통기 및 도피통기 방식을 겸용하여 사용하였다.

4.2 부산 온천동 B아파트

	건물위치	·부산시 동래구 온천1동
	면적	·대지면적 : 10,864 m ² ·연면적 : 143,449 m ² ·건축면적 : 6,494 m ²
	최고높이	·191.2 m
	건물용도	·주거시설, 근생시설
규모	·지하 5층, 지상 52층 (A동) ·지상 49층 (B동) ·지상 48층 (C동)	



(a) Water Supply (b) Hot Water Supply

Fig 10. The zoning of water supply and hot water supply piping system in Busan Onchundong B apartment

부산 온천동 B아파트의 경우 급수는 부스터 펌프 방식으로 지하5층 기계실에 설치된 부스터 펌프에 의해 각 존별로 직접 공급하는 방식이다. 배관내 각 급수 압력은 세대내 급수압력이 최저 2.0 kgf/cm², 최대 5.0 kgf/cm²를 넘지 않도록 수직으로 조닝하였으며, 적정한 수압을 유지하기 위해 A동(52층), B동(49층), C동(48층)은 저층·중층·고층·초고층부의 4개 존으로 구분함으로써 배관내압문제를 해결할 수 있도록 하였다.

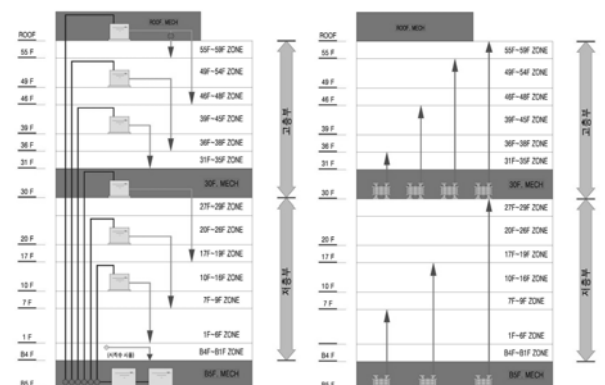
급탕의 경우 개별보일러에 의한 개별 급탕공급 방식이다. 부산 온천동 B아파트의 경우 기반시설인 지역열원이 공급되지 않고, 중앙식 시스템 적용시 발생하는 샤프트 면적 증가가 없는 개별 난방방식을 채택하였다.

배수의 경우 배수구역을 조닝별로 구분하여 경로를 단축하였으며, 단독배관하여 단지내 토목 배수로에 방류하는 배수방식을 적용하였다.

통기설비는 각개통기, 결합통기, 신정통기, 루프통기 및 도피통기 방식을 겸용하여 사용하였다.

4.3 도곡동 C주상복합

	건물위치	·서울특별시 강남구 도곡동
	면적	·대지면적 : 33,696 m ² ·연면적 : 457,994 m ²
	최고높이	·233.9 m
	건물용도	·주거시설, 오피스텔, 상업시설
규모	·지하 5층, 지상 59층 (A,C동) ·지상 66층 (B동) ·지상 42층 (D동)	



(a) Water Supply (b) Hot Water Supply

Fig 11. The zoning of water supply and hot water supply piping system in Dogokdong C apartment

도곡동 C주상복합의 경우 급수는 중간탱크 분리방식으로 저층부에서 중간기계실 저수조로 양수하고 중력을 이용한 하향으로 세대내 급수를 공급하는 방식이다. 아파트 (A, B, C동)는 동별 6개 존으로 구분하여 입상배관은 5.0 kgf/cm² 이내로 조닝(세대내 급수압력이 2.5 kgf/cm² 이상이면 감압변사용)하고, 오피스텔(D동)은 2개 존으로 구분하여 부스터 펌프방식으로 세대내 급수를 상향 공급하는 방식을 채택하였다.

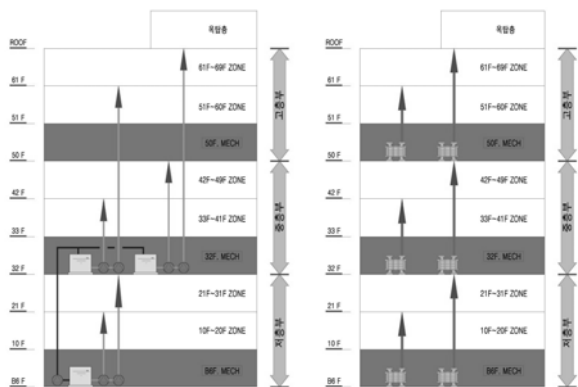
급탕의 경우 지역열원인 중온수를 이용한 순간급탕방식으로 아파트 A동의 경우 지하기계실(B5F)에 설치된 열교환기가 저층부를, 중간기계실(30F)에 있는 열교환기는 각각 고층부의 급탕부하를 담당한다.

배수의 경우 배수구역을 조닝별로 구분하여 경로를 단축하였으며, 단독배관하여 단지내 토목 배수로에 방류하는 배수방식을 적용하였다.

통기설비는 각개통기, 결합통기, 신정통기, 루프통기 및 도피통기 방식을 겸용하여 사용하였다.

4.4 목동 D주상복합

	건물위치	·서울특별시 양천구 목동
	면적	·대지면적 : 23,863 m ² ·연면적 : 382,069 m ² ·건축면적 : 14,449 m ²
	최고높이	·256 m
	건물용도	·주거시설, 오피스텔, 근생시설
	규모	·지하 6층, 지상 69층 (A동, 아파트) 지상 59층 (B동, 오피스텔) 지상 54층 (C동, 아파트)



(a) Water Supply (b) Hot Water Supply

Fig 12. The zoning of water supply and hot water supply piping system in Mokdong D apartment

목동 D주상복합의 경우 급수는 중간탱크와 부스터 펌프방식으로 저층부에서 중간기계실 저수조로 양수하고 별도 가압펌프를 설치하여 세대내로 급수를 상향공급하는 방식이다. 해당층을 담당하는 급수가압펌프는 세대내 급수압력이 최저 2.0 kgf/cm², 최대 4.0 kgf/cm²를 넘지 않도록 수직으로 조닝하고, 중간기계실은 아파트A의 경우 32F, 50F, 오피스텔B와 아파트C의 경우 32F에 설치하여 배관내압문제 해결 및 반송동력을 절감할 수 있도록 하였다.

급탕의 경우 지역열원인 중온수를 이용한 순간급탕방식으로 아파트A의 경우 지하기계실(B6F)에 설치된 열교환기가 저층부를, 중간기계실(32F, 50F)에 있는 열교환기는 각각 중층부와 고층부의 급탕부하를 담당한다.

배수의 경우 배수구역을 조닝별로 구분하여 경로를 단축하였으며, 단독배관하여 단지내 토목 배수로에 방류하는 배수방식을 적용하였다.

통기설비는 각개통기, 결합통기, 신정통기, 루프통기 및 도피통기 방식을 겸용하여 사용하였다.

5. 결론

본 연구에서는 초고층 건축물 설계시 고려할 사항을 반영한 사례에 대해 조사해 보았으며, 이를 토대로 초고층 건축물에 대한 기초적인 자료를 제시하고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 초고층 건물에서는 최상층과 최하층과의 수직고저차가 커 하나의 계통으로 공급이 불가능하여, 건물 전체의 수압분포를 허용압력 이하로 유지할 수 있도록 몇 개의 계통으로 나누어 급수·급탕을 공급하여야 한다. 설계사례 분석결과 대부분의 초고층 건물은 한가지의 조닝방법을 적용하는 것보다는 건물높이, 중간기계실 설치 등과 관련하여 다양한 방법을 적용하고 있다. 급탕설비는 급수설비와 동일한 급탕조닝을 구성하여 급탕사용의 편의성을 확보하고 있음을 알 수 있었다.

2. 배수의 경우 동일 용도는 하나의 수직배관으로 옥외에 방출하고, 용도별로 배관을 다르게 계획하게 된다. 초고층 건축물 설계사례를 분석해본 결과, 모든 사례가 배수구역을 조닝별로 구분하여 경로를 단축하고 있었으며, 단지내 토목 배수로에 방류하는 배수방식을 사용하고 있었다. 통기설비는 각 사례가 모두 각개·결합·신정·루프·도피 통기방식을 겸용하여 사용하고 있다.

3. 초고층 건축물에서 두드러지게 나타나는 특징으로는 콘크리트내 수분 감소로 체적이 감소하여 건물의 높이가 줄어드는 Shortening현상과 층간 변위량이 큰 초고층 건축물이 풍압의 영향을 받아 생기는 Sway현상이 있다. 설계사례를 분석해본 결과, 위와 같은 현상을 최소화하기 위해 슬립조인트, 볼 조인트, 익스펜션 조인트가 활용되고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 대한설비공학회, 설비공학편람 제4권 위생·소방 및 환경, 제5장 배수·통기 설비
2. 이중훈, 초고층 핵심기술로써의 연돌효과, 설비저널 제37권 제11호, 2008년 11월호, pp. 3
3. 김광우, 초고층건물의 설비설계 계획시 고려사항, 설비저널 제36권 제2호, 2007년 2월, pp. 4~19
4. 강기호, 초고층 건물의 위생설비 계획, 대한설비공학회 위생부문 강습회, 2009년 4월, pp. 143~168