

초고층건물에서의 지역냉난방

초고층건물에 지역냉난방 열원을 공급하는 국외 사례와 효과적으로 공급하기 위한 방안 등을 소개하고자 한다.

이 태 원

• 한국건설기술연구원 화재및설비연구센터 (twiee@kict.re.kr)

손 병 후

• 한국건설기술연구원 화재및설비연구센터 (byonghu@kict.re.kr)

김 상 호

• 한국지역난방공사 지역난방기술연구소 (ksangho@kdhc.co.kr)

도심 토지의 효율적 이용이라는 사회적 측면과 도시의 랜드마크(landmark)가 되는 상징적 측면 등이 맞물려 일부 선진국과 개발도상국에서 경쟁적으로 초고층건물을 시공하고 있다. 우리나라도 1970년대 부터 건물의 고층화가 시작되면서, 2000년대 초부터 50층 이상의 초고층건물 건축에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 최근 들어 타워팰리스를 시작으로 60층 이상의 주상복합 건물이 다수 건설되었으며, 지금도 서울·송도·부산 등 일부 대도시에서 초고층건물이 건설 중이다.

초고층건물은 일반 건물에 비해 그 기능을 유지하는데 에너지를 많이 소비한다. 따라서 계획단계부터 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 아울러 높이 증가에 따른 부하변동이나 각종 건축설비와 배관에 걸리는 압력분산 등, 설비측면에서 해결해야 하는 문제들도 많이 있다. 하지만, 그동안 설비분야의 연구는 건축구조 등의 문제에 밀려 등한시 되었던 것도 우리 실정이다. 최근 들어, 건물의 기능을 포함하여 건축비와 유지관리비를 좌우하는 설비분야의 연구가 중요해졌음에도, 초고층건물을 위한 건축설비의 계획방법이나 에너지절약을 위

한 요소기술 개발 그리고 지역열원의 효율적 이용 방안 등에 대한 연구는 아직 미흡한 수준이다.

최근, 일반 건물이나 대단위 공동주택을 대상으로 지역열원(주로 난방)을 공급하는 사례가 늘고 있다. 아울러, 초고층건물의 난방 열원으로 지역열원을 도입한 사례도 증가하고 있다. 하지만 초고층건물에 지역열원을 도입하고, 이를 효율적으로 운영하기 위해서는 계획과 시공단계에서 기술적 측면과 제도적 측면 등 다양한 사항을 세심하게 검토해야 한다. 이는 일반 건물에 지역열원을 도입할 경우의 검토절차보다 매우 복잡한 과정이라고 할 수 있다.

일부 사례건물을 조사한 결과 기존 건물에 적용되는 방식을 그대로 적용하고 있어 에너지절약과 환경보호라는, 지역열원 사용의 본래 취지와 다소 거리가 있었다. 따라서 초고층건물에 지역냉난방 열원을 효과적으로 공급하기 위한 방안을 미리 준비해야 하며, 제도적으로 보완할 부분이 있다면 지속적으로 개선해야 한다. 또한 초고층건물의 다양화 추세를 반영하면서 동시에 소비자의 요구도 만족시킬 수 있는 지역열원 사용자 설비를 시공하여 안정적인 열원 공급을 도모할 필요도 있다.

초고층건물의 정의

초고층건물이라는 용어는 국가별로 또는 관련 법규별로 조금씩 다르게 정의된다. 중요한 점은, 표 1에서 보듯이, 최소 50 m 이상의 건물을 초고층 건물로 정의하면서 이에 대한 기준을 별도로 적용한다는 것이다. 이렇듯 외국에서는 초고층건물의 구조안전이나 화재 발생 시 피난 등에 주안점을 두고 초고층 건물에 대한 정의를 내린다. 물론, 외국에서도 건축설비 측면에 주안점을 둔 정의는 없다. 하지만, 이미 높이에 대한 기준에 건축설비를 구성하는 각종 장비와 배관의 안전성에 대한 내용이 포함된 것으로 볼 수 있다.

초고층건물의 특성은 도시계획·건축구조·건축설비·안전 등 다양한 관점에서 일반 건물과는 많이 다르다. 하지만 현행 건축 관련 법규들이 초고층건물에 대한 용어를 다루지 않기 때문에, 이러한 특성을 반영할 수 없다. 따라서 초고층건물에 대한 용어 정의가 무엇보다 중요하다.

건축설비 측면에서 각종 장비나 배관에 걸리는 내압(800 ~ 1,000 kPa)의 수두에 해당하는 약 25층 이상의 건물을 초고층이라고 할 수 있다. 이 높이 이상이면 냉난방과 공조를 위한 수직 zoning, 중간기계실

설치, 감압장치 적용 등 배관 내 압력을 조절하기 위한 고려가 있어야 한다. 따라서 건축설비 측면에 초점을 맞추어 초고층건물에 대한 정의를 다음과 같이 내리고, 그 내용을 한국지역난방공사 규정에 포함시켜야 한다.

- 건물 냉난방과 급수·급탕을 위해 설치하는 각종 건축설비, 배관 및 밸브 등에 걸리는 내압이 1,000 kPa을 초과하는 높이인 100 m 이상의 건물을 초고층 건축물이라 한다. 이때 건물 높이는 지하 주기계실로부터 100 m로 한다.
- 지하 주기계실에 설치된 각종 사용자 설비와 이에 연결된 배관 및 밸브류에 걸리는 압력을 분산시키기 위해, 건물을 수직으로 구역분할(zoning)하고 중간기계실을 설치해야 하는 건물 또는 세대 내 환기를 위해, 각종 기계장치 등을 사용하여 강제 급배기를 하는 건물을 초고층건물이라고 한다.

국외 대표 사례

· 말레이시아 KLCC Twin Tower

KLCC Twin Tower는 지역냉방 플랜트로부터 냉수를 공급받아 각 층에 설치한 공조기를 통해 냉방을 수행한다. KLCC Twin Tower의 지역냉방 사용자 설

<표 1> 초고층건물에 대한 국가별 기준

	근거	정의
일본	건축기준법 시행령 제3장 구조강도, 제1절 총칙, 제36조 3항, 법 제20조 제2호	· 높이가 60 m를 넘는 건축물을 초고층 건축물로 정의
중국	중화민국 건축규범	· 100 m 이상의 높이를 가진 건축물을 초고층 건축물로 정의
대만	내정부 영건서(內政部 營建署) 자료 12부 도시계획류 초고층건축 항	· 규정에 의거 피난 특별 계단을 요구하는 건축물의 높이 한계는 50 m · 건축구조 설계 안전규정을 적용받는 초고층 건축물은 36 m 이상 · 고층 피난 시 50 m 이상에 대해 건축구조의 외부 심의를 요구함
미국	CTBUH 정의 또는 주별 기준에 의함	· CTBUH : 1) 높이 50층 이상 2) 밀도와 높이의 비율(세장비) 1:5 이상 3) 횡력 저항 시스템 유무의 판단에 의한 건축물 · Emporis.com : 초고층으로 규정하는 최소 높이는 150 m(또는 500 ft) 이상

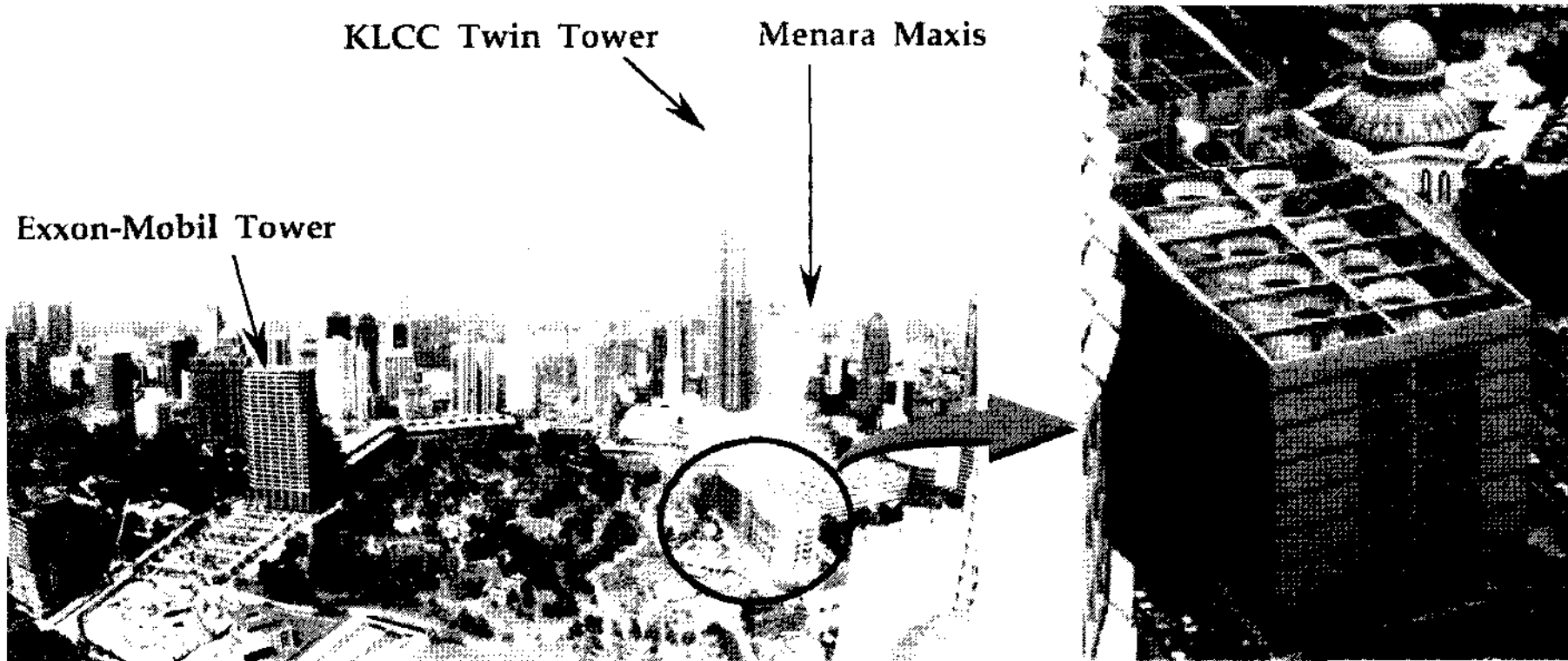


비는 판형열교환기, 냉수공급 펌프, 각종 계측기 및 밸브류 등으로 구성되어 있으며, 이는 국내의 경우와 크게 다르지 않다. 차이가 있다면, 지역냉방 플랜트로부터 지하 주 기계실로 공급된 지역냉수가 지상 38층 중간기계실의 판형열교환기까지 직접 공급된다는 점이다. 또한 수직배관에 걸리는 압력을 조절하기 위해 감압밸브방식이 아닌 3배관 시스템(reverse return 방식)을 채택하였다.

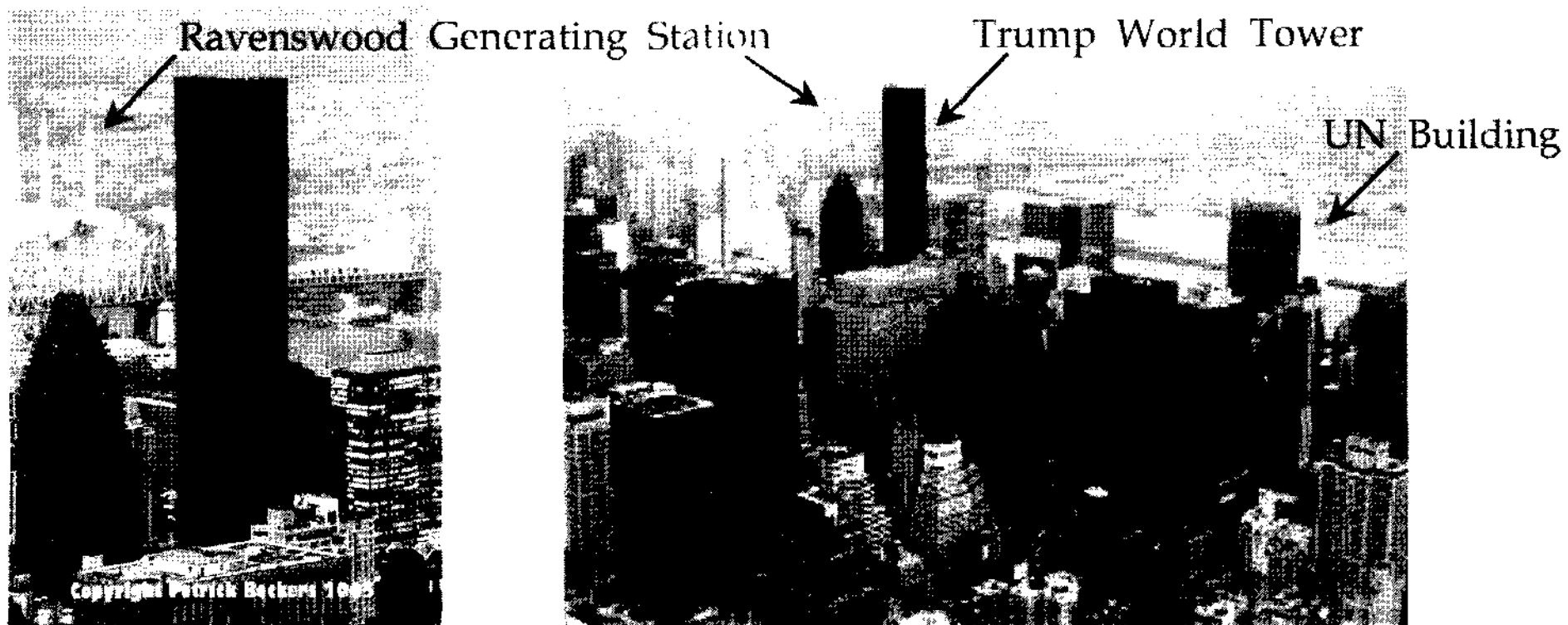
KLCC Twin Tower의 지역냉방 플랜트는 에너지 이용 효율을 높이기 위해 열병합 시스템(co-generation system)을 채택하였다. 즉 가스터빈을 이용하여 전기를 생산한 다음, 터빈에서 배출되는 폐열을 이용하여 다시 증기를 생산한다. 그림 1은 KLCC Complex의 전경과 KLCC 지역냉방 플랜트의 사진이다.

• 뉴욕 맨해튼의 지역냉난방

현재, Consolidated Edison Company of New York, Inc.의 스팀 사업부(Steam Business Unit, 이하 Con Edison)가 맨해튼의 1,800여개 건물에 지역난방을 공급한다. 단일 공급자로서는 세계 최대라고 할 수 있다. 일반적인 온수공급 방식이 아닌, 고온·고압의 증기를 초고층건물에 공급하고 있다. 즉, 건물 기계실에 설치된 판형열교환기에서 증기와 난방용 온수를 열교환시킨 후, 이 온수를 공조기에 공급하는 방식이다. 그림 2는 맨해튼 동쪽 퀸스구에 있는 지역열원 플랜트(Ravenswood Generating Station)와 주변의 초고층 빌딩(Trump World Tower, UN Building 등)을 나타낸 것이다. 현재 이러한 플랜트가 7개 있으며, 위치는 그림 3과 같다.



[그림 1] KLCC Complex의 전경과 지역냉방 플랜트



[그림 2] 맨해튼의 초고층 건물 및 지역난방 플랜트

냉방에는 개별 에어컨을 이용하거나 중앙 기계실에 설치한 터보냉동기나 흡수식냉동기 등을 이용한다. 근래 들어 대기오염과 에너지절약 문제가 미국에서도 크게 부각되면서 지역열원 플랜트가 공급하는 증기로 터보냉동기(steam driven turbo chiller)나 흡수식냉동기(absorption chiller)를 구동하는 사례가 증가하고 있다. 일례로 맨해튼의 약 350개 건물은

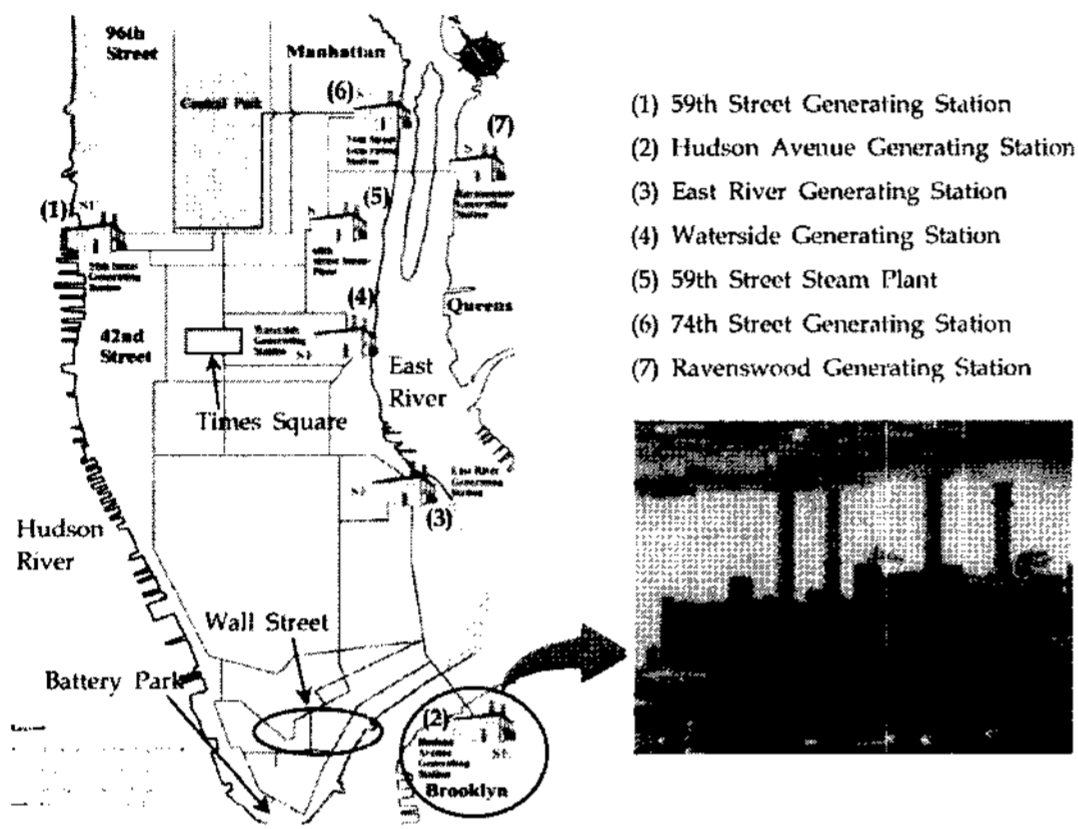
Con Edison의 증기를 받아 냉동기를 운전하고 있으며, 전체 용량은 약 650,000 RT에 달한다.

초고층건물에 대한 지역열원 공급 방식

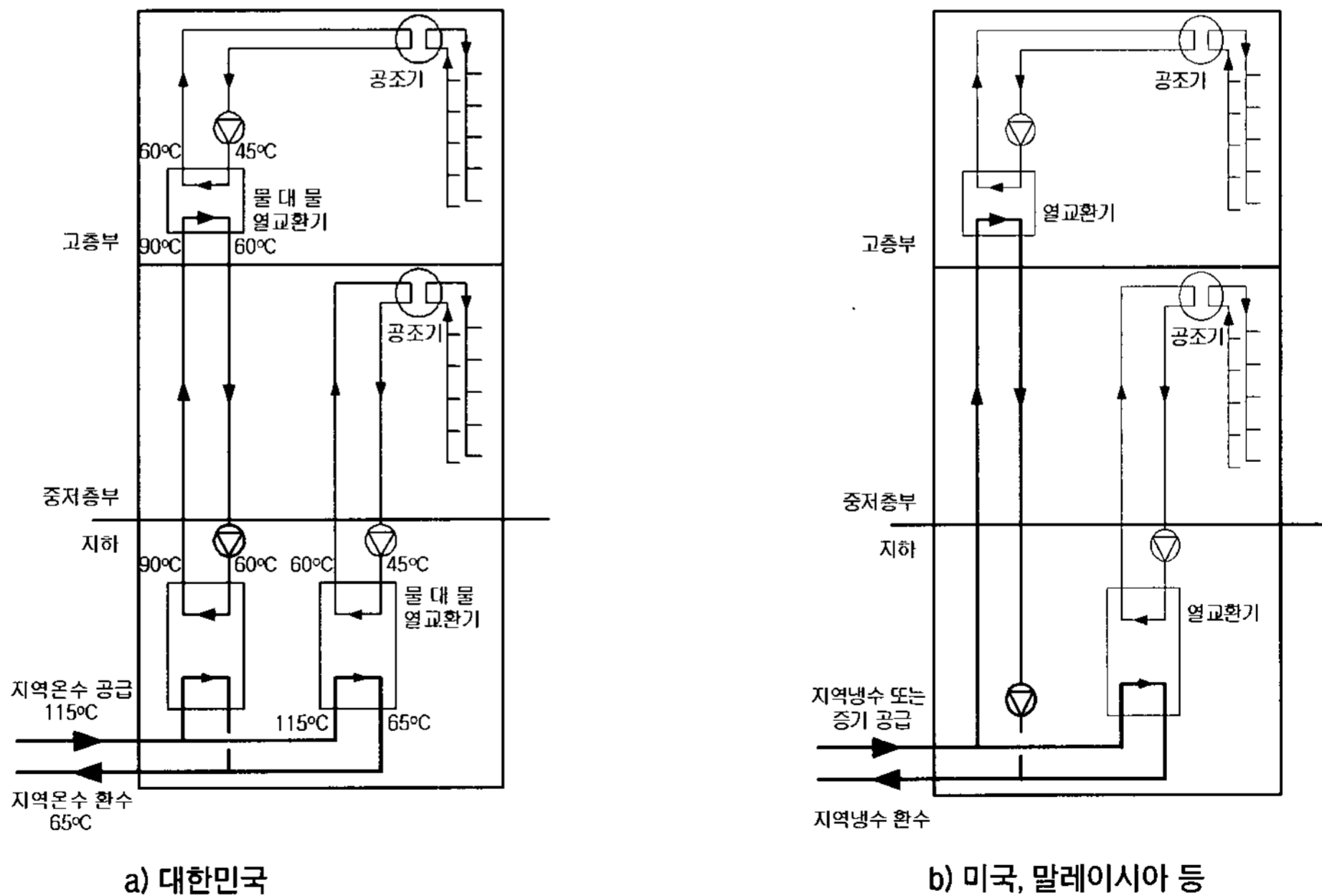
· 지역냉방 공급 방식

초고층건물에 지역냉방을 공급하는 방식에는 직접 공급방식, 간접 공급방식, 혼합 공급방식 등이 있다. 직접 공급방식은 지역열원의 고온수를 공조기나 말단기기에 직접 공급하는 방식이다. 간접 공급방식은 열교환기에서 2차 온수를 만들어 공조기나 말단기기에 공급하는 방식이다. 마지막으로 혼합 공급방식은 앞선 두 방식의 중간 형태로 말단기기에만 2차 온수를 공급하는 방식이다.

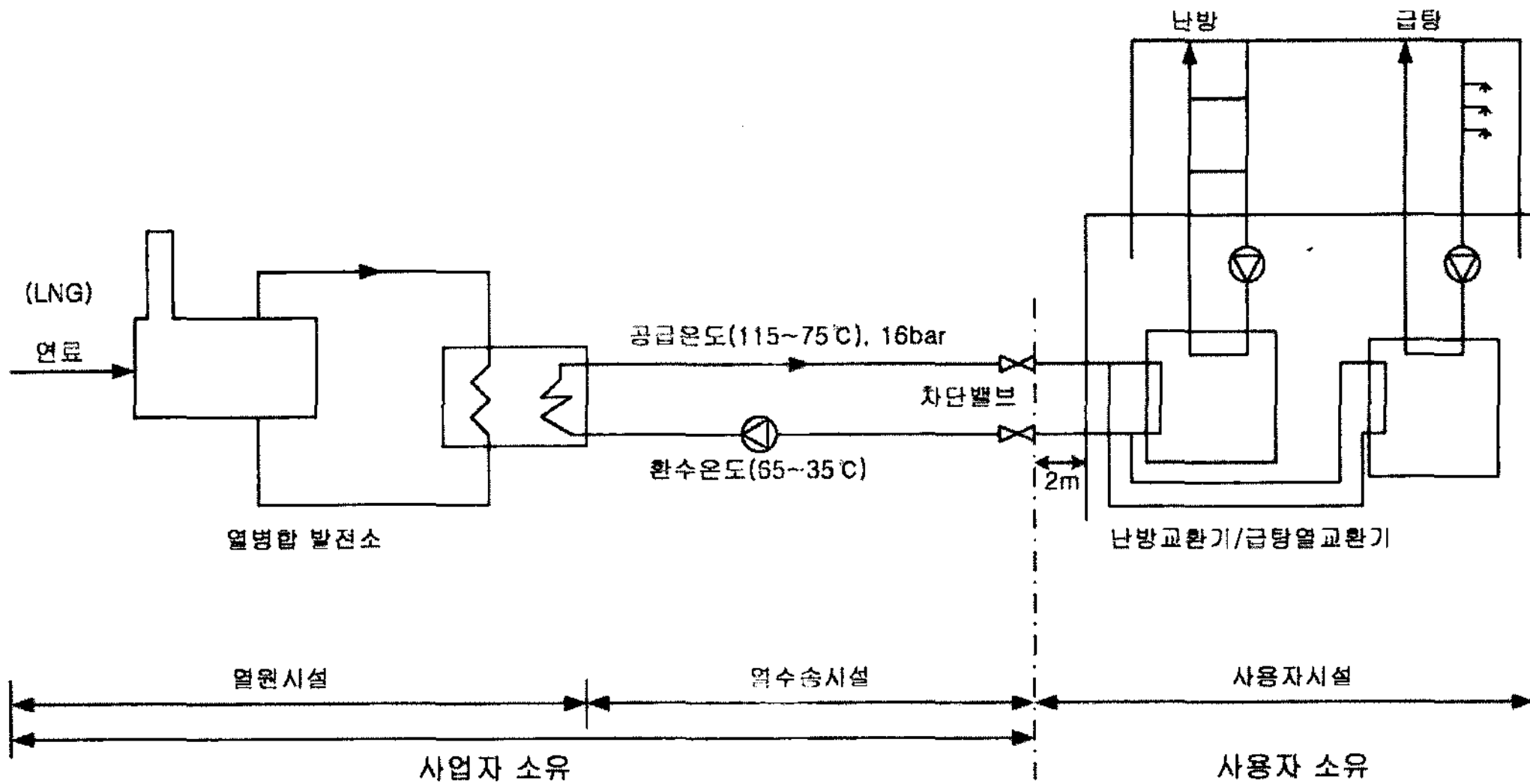
현재 국내에서는 지역열원 플랜트에서 생산한 열원을 간접 공급하는 방식, 즉 지하 주 기계실의 열교환기를 이용하는 열교환 방식을 주로 채택하고 있다. 반면, 외국에서는 냉·온열원을 직접 공급하는 초고층건물도 있다. 초고층건물의 각 세대나 건축주에게 열원을 직접 공급하는 것이 다소 유리할 수 있다. 하지만, 지역열원 플랜트에 미치는 압력의 영향



[그림 3] 맨해튼 지역의 지역열원 플랜트 위치



[그림 4] 국내외 지역열원 공급방식 비교



[그림 5] 지역열원 공급시설의 재산 한계점 개념도

이 크고, 건물 내 배관에 대한 책임 소재가 명확하지 않아 당장 국내에 적용하기에는 선결해야 하는 문제들을 많이 안고 있다.

반면, 현행 열교환 방식에서는 기기의 형태번호가 커지고 열교환기가 상대적으로 더 설치되기 때문에, 이 점에서는 다소 불리할 수도 있다. 하지만 지역열원 플랜트를 안정적으로 운용하고, 무엇보다 지역배관의 책임 구분(재산 한계점)이 명확하기 때문에 지금으로서는 우리 실정에 적합하다고 할 수 있다. 그림 4는 국내외 지역열원 공급방식을 비교한 것이며, 그림 5는 지역열원 공급시설의 재산 한계점에 대한 개념을 나타낸 것이다.

• 지역냉방 공급 방식

지역난방 공급 방식과 마찬가지로 직접, 간접 그리고 혼합 공급방식으로 구분된다. 직접 공급방식은 지역열원 플랜트에서 생산한 냉수를 말단기기까지 직접 공급한다. 반면, 간접 공급방식은 지하 주기계실의 열교환기를 이용하여 지역냉수와 냉방용 2차 냉수를 열교환시킨 후, 이를 공조기나 말단기기에 공급하는 방식이다. 혼합 공급방식은 열교환기와 각종 공조기에는 지역냉수를 직접 공급하고, 말단기기에만 2차 냉수를 공급하는 방식이다.

신도시 건설에 맞추어 지역열원 플랜트를 새로 건

설할 경우, 최초 계획단계에서부터 지역냉수를 공급하는 방안을 고려할 수 있지만, 이 경우에도 지역냉수를 지하 주기계실까지만 공급한다면 냉방 수행은 곤란하다. 이는 부스터열교환기와 중간기계실 열교환기의 입·출구 온도차가 작아 냉방 효율이 떨어지기 때문이다.

반면, 현행 2관식 배관을 유지하는 간접 공급방식의 경우, 지역열원의 중온수를 이용한 2중효용 흡수식냉동기(중·저층용)와 터보냉동기(고층용)를 적용하는 것이 재산한계점이나 유지관리주체 구분 등의 측면에서 유리하다. 물론 이 경우에도 열교환기 입·출구 온도차가 크지 않아 냉방 효율은 떨어지지만, 세대 내 공조기의 용량을 증가시키면 현행 열교환기 설치기준과 온도기준 등을 유지하면서 지역열원의 온수를 흡수식 냉동기에 공급하여 냉방을 할 수 있다.

초고층건물의 중간기계실 설치

건물에서 어떤 층의 유효면적 대부분이 공조·급배수·전기·엘리베이터 등의 설치에 쓰이는 공간을 설비층 또는 기계실층이라고 한다. 일반 중·저층 건물의 기계실은 보통 지하나 옥탑에 설치된다. 하지만, 초고층건물에서는 수직높이 증가에 따른 배

관 내 압력증가를 분산시키기 위해 건물 중간에도 설치해야 하며, 이를 중간기계실이라고 한다.

초고층건물에서 중간기계실의 위치는 건물의 종류·부하특성·공조설비의 성능 등에 따라 결정된다. 현재 지역열원을 공급받는 초고층건물에서 중간기계실 설치에 대한 특별한 기준은 없다. 다만, 국내에서는 주로 20층을 전후로 설치하고 있다. 중간기계실의 위치는 초고층건물의 수직 구역분할과도 밀접한 관련이 있다.

그림 6은 초고층건물의 주기계실과 중간기계실 설치 형태를 개략적으로 나타낸 것이다. 지역열원 공급방식에 따라 상향 공급방식과 분산 공급방식으로 구분되며, 최근 들어 국내에서는 분산 공급방식을 주로 채택하고 있다. 이는 상향 공급방식에 비해 각종 펌프류의 반송동력을 줄일 수 있기 때문이다. 이 방식을 채택하고 있는 대표적인 초고층건물로 타워팰리스 III와 송도 타워 등이 있다.

한국지역난방공사의 관련 규정에 초고층건물에 대한 정의를 포함시킨 후, 기계실을 주기계실(현 건물 지하 기계실)과 중간기계실로 구분하여 규정할 필요가 있다. 이때 설계를 유연하게 할 수 있도록 중간기계실의 설치위치 등에 대한 조항을 다음과 같이 명

시할 필요가 있다.

- 초고층건물에서 지역난방 공급배관과 사용자측 수직배관 그리고 각종 밸브 및 기기류에 걸리는 압력을 분산시키기 위해 중간기계실을 둔다.
- 초고층건물의 중간기계실은 20층 전후에 설치한다. 다만 초고층건물의 용도 및 기준층 층고, 수직조닝 등을 고려하여 건축 또는 건축설비 설계자가 중간기계실의 위치를 변경할 때에는 설계 전에 사업자와 협의해야 한다.

지역열원 공급을 위한 초고층건물의 수직 구역분할

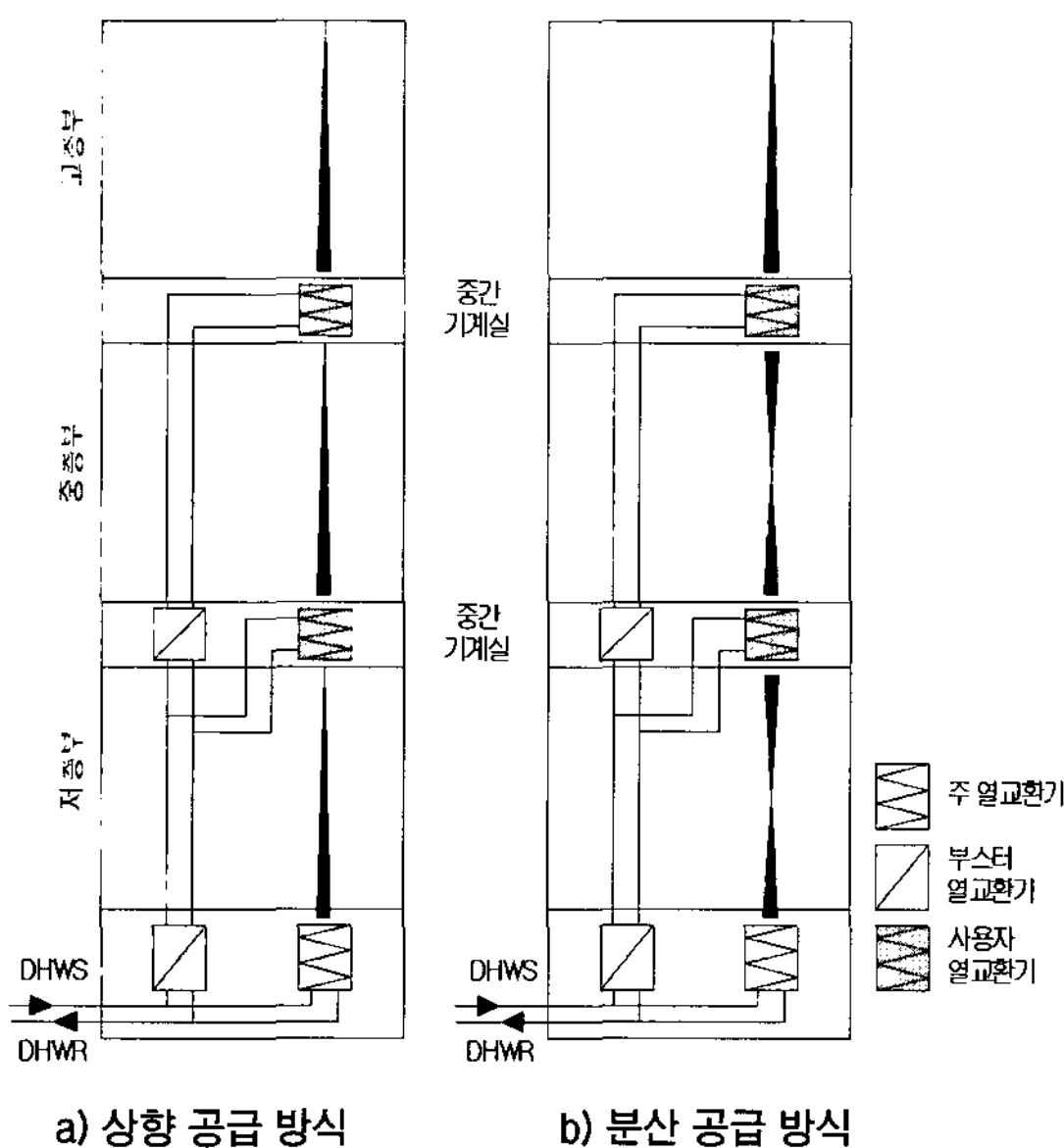
초고층건물은 대단위로 에너지를 사용하기 때문에 열원설비와 공조설비 등 건축설비의 역할이 매우 중요하다. 하지만, 각종 설비의 용량산정에 영향을 미치는 설계인자 및 시스템 분할에 관한 연구는 매우 부족한 편이다. 초고층건물에서는 보일러와 같은 열원설비나 열교환기의 용량이 과대해질 수 있다. 아울러, 이러한 설비들이 지하 기계실에 집중 설치될 경우 배관이나 기기에 압력이 과하게 걸릴 수 있다.

초고층건물의 수직 구역분할은 열원설비, 공조설비, 급수·급탕설비 등 건축설비의 허용 내압과 중간기계실 위치 등과 관련이 있다. 초고층건물의 지하 주기계실에 설치되는 판형열교환기와 각종 건축설비에 걸리는 압력을 최소화하면서 지역열원을 최대한 활용하기 위해서는 수직 구역분할을 가급적 많이 해야 하지만, 이는 건축비 상승을 초래할 수 있다. 따라서 지역열원 공급자와 건축주를 모두 고려하여 최적의 수직 구역분할이 이루어져야 한다.

현재 국내외에서 초고층건물의 수직 구역분할에 적용되는 기준은 없다. 다만, 각종 배관이나 밸브류에 대한 간단한 설치기준만 있을 뿐이다. 앞서 중간기계실 설치에서도 언급하였듯이, 건물 용도와 열원 등을 고려하여 건축설비 설계자의 재량에 따라 구분하고 있다.

지역열원 사용자 설비

초고층건물에서 지역열원 사용자 설비(기계실 설비)는 열원의 종류와 공급조건 그리고 공급방식에



[그림 6] 초고층건물에서 주기계실 및 중간기계실 설치



따라 결정된다. 일반적으로 지역열원 공급설비는 공급자(지역열원 플랜트)가 제공하는 설비와 사용자가 설치하는 설비로 구분된다. 열량계와 유량계 등 각종 계량기, 온도 및 압력 계측기, 1차측 압력제어밸브 및 유량제어밸브 등은 통상 공급자가 제공한다. 계량기 이후의 설비는 사용자가 설치하지만, 1차측과 직접 연결되는 부분은 책임구분을 명확히 하여 향후 사용 중에 문제가 발생하지 않도록 해야 한다. 본 글에서는 차압유량조절밸브(PDCV)와 부스터열교환기에 대해서만 언급하기로 한다.

• 차압유량조절밸브(PDCV)

차압유량조절밸브(PDCV)는 열원 공급시설과 사용자 기계실 사이의 거리 때문에 발생하는 공급압력과 환수압력간의 차이를 적절히 유지하여 유량을 균등하게 분배함으로써 열원을 안정적으로 공급하는 기능을 한다. 이 밸브는 항상 열린 상태로 있다가 1차측 압력이 올라가면 닫힌다. 그림 7은 국내에서 생산되고 있는 차압유량조절밸브를 보여준다.

차압유량조절밸브를 설치했음에도 유량이 부족하거나 혹은 과도한 현상이 종종 발생하는데, 이는 차압유량조절밸브가 성능을 제대로 발휘하지 못하기 때문이다. 이러한 문제를 방지하기 위해서는 다음의 기능을 반드시 만족해야 한다.

첫째, 차압유량조절밸브는 닫혔을 때와 완전히 열렸을 때의 설정 압력(차압) 변화량이 처음 설정값의

20%를 벗어나서는 안 된다. 둘째, 1차 측 공급압력이 변해도 차압유량조절밸브의 설정 차압이 변해서는 안 된다. 셋째, 밸브가 닫혔을 때 허용 누설량이 2-WAY 밸브보다 많아서 안 된다. 이 중 두 번째 기능은 대부분의 밸브들이 만족한 성능을 보인다. 문제가 되는 것은 첫 번째와 세 번째 기능에 대한 성능 미달이다.

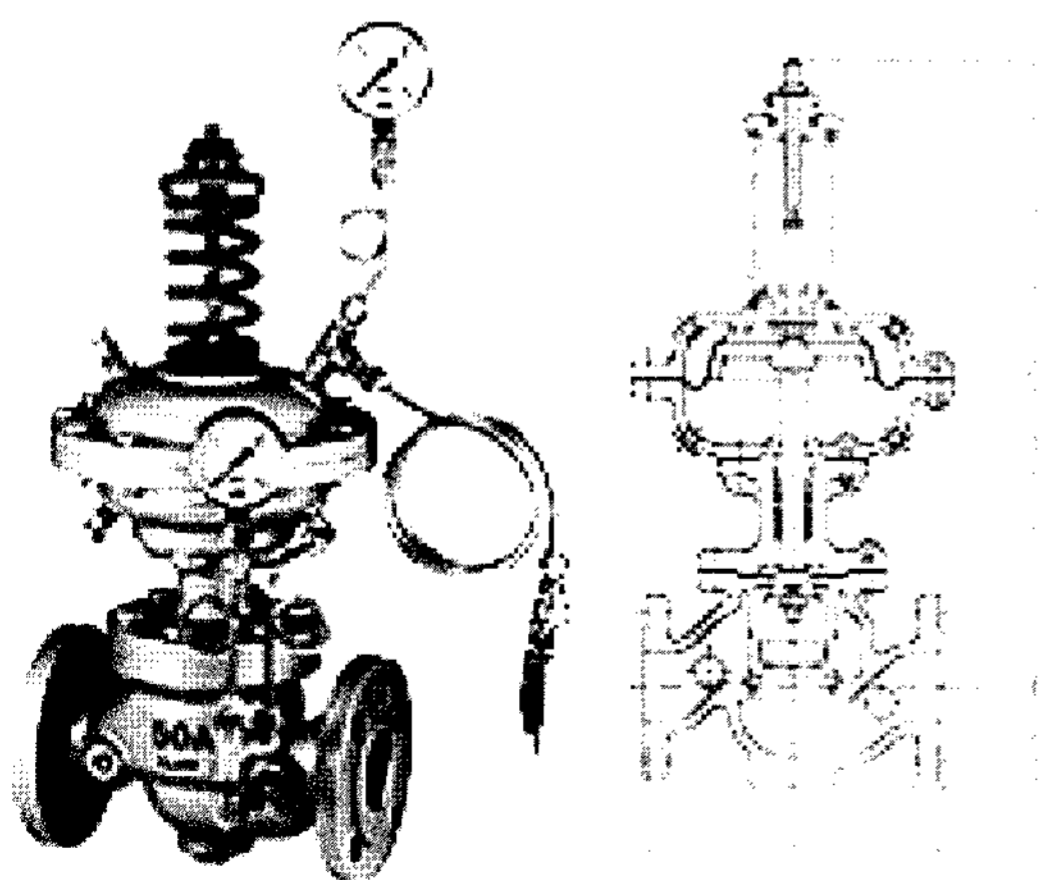
현재 국내에서는 역작동식 차압밸브가 주로 사용된다. 그러나 엄밀히 말해, 이 밸브에는 최대유량 제어 기능이 없기 때문에 차압과 유량을 동시에 제어할 수 없다. 밸브 선정 시, 필요 유량보다 큰 밸브를 선정하는 것은 이러한 이유에서다. 따라서 밸브의 최대 유량계수를 조절할 수 있는 유량제어밸브가 별도로 내장된 차압유량조절밸브를 사용해야 한다.

• 부스터열교환기

한국지역난방공사의 열사용시설기준(2006.05.15), 제1장 총칙, 제2조(용어의 정의)에 부스터열교환기라 함은 초고층건물 등에서 지역난방열을 공급구역별 난방열교환기 또는 급탕열교환기에 전달하기 위해 사용되는 열교환기로 정의하고 있다. 여기에 열사용시설기준, 제2장 열사용시설의 기술기준에는 1차측 배관과 직접 연결하는 부스터열교환기의 설계기준은 난방열교환기의 설계기준(급탕용을 별도로 설치하는 경우에는 급탕일반열교환기의 설계기준)을 따른다고 되어 있다. 다만, 부스터열교환기의 1차측 설계회수온도는 제4호의 규정에 의한 2차측 열매체의 설계회수온도를 고려하여 적용하여야 하며, 부스터열교환기를 설치할 때에는 관련 계통을 설계 전에 사업자와 협의해야 하는 것으로 명시되어 있다.

이렇듯, 현 지역난방공사의 기계실 설치 기준에 따라 초고층건물의 지하 주기계실에 부스터열교환기(판형열교환기)를 설치하고 있지만, 공급 및 환수온도에 대한 설계기준이 없는 실정이다. 주로, 중간기계실 면적과 열교환기 효율 그리고 건축설비 설계자의 경험에 의존하여 설계하고 있다. 만약, 부스터 열교환기의 용량이 실제 필요한 용량보다 크거나 혹은 작을 경우, 지역난방 환수온도 상승의 원인이 될 수 있으며, 이는 플랜트의 운전효율에 큰 영향을 미친다.

아울러 부스터열교환기 주변의 배관과 각종 제어밸브 등에 대한 설치기준이나 순환펌프 등에 대한 성능



[그림 7] 차압유량조절밸브의 예(국내 S사 제품)

기준 역시 없는 실정이다. 일례로 타워펠리스 I은 정유량 순환펌프를, 타워펠리스 II는 정유량 순환펌프와 열교환기 대수제어를 그리고 타워펠리스 III는 변유량 순환펌프와 열교환기 대수제어를 하고 있다.

세대별 온수의 적정 유량공급과 압력유지

일반적으로 각 세대 내에 설치된 자동온도조절기에 의해 실온이 조절되며, 비교적 각 세대의 실내 부하 변화에 신속한 대처가 가능하다. 동일한 주관에서 각 층으로 온수를 공급할 때, 각 층별 압력분포는 층별 유량 분배에 큰 영향을 미친다. 초고층건물의 세대별 난방 설비는 온수 분배기, 배관 및 패널, 제어기, 유량과 압력을 조절하는 밸브 등으로 구성된다.

세대 내 온수의 순환유량은 방열 및 원활한 온수 순환과 관련된 주요 인자이며, 아울러 소음을 일으키는 주요 요인이기도 하다. 유량이 적으면 배관 내의 공기 배출이 불량하게 되어 난방에 문제가 되며, 유량이 많으며 유속음 또는 캐비테이션으로 인한 소음이 발생할 수 있다. 이와 같은 문제를 방지하기 위해 북미와 유럽에서는 0.6 ~ 1.2 m/s의 유속을 유지하도록 권장하고 있다. 반면, 국내에서는 소음, 밸브 손상, 배관 침식 등을 방지하기 위해 0.7 ~ 0.8 m/s 이내의 평균 유속을 유지할 것을 권장하고 있다.

지역난방 열원은 한 개의 주관에서 분기된 배관을 통해 개별 층으로 온수를 공급한다. 따라서 층간 부력저항에 따라 유량분배 양상이 다를 수도 있다. 이 층별 유량편차는 배관망의 층수가 높아질수록 증가하여 대략 8층 이상의 배관망을 하나의 수직 주관으로 구획할 경우, 층별 균등 유량분배를 이룰 수 없게 된다. 그러나 수직 구획 증가로 인한 비용 증가 때문에 하나의 배관망을 8층 이하로 구획하기에는 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 배관망의 층수를 구획할 때, 현 방법을 유지하면서 동시에 세대 내로 공급되는 유량을 제한할 수 있는 정유량조절밸브를 온

수분배기에 설치하여 층간 유량 편차를 최소화해야 한다.

초고층건물에서는 수직 높이가 증가함에 따라 세대별(층별) 열공급 불균형 문제가 대두된다. 이에 대한 원인으로 관로저항, 부력저항, 일사량 차이, 연돌 효과에 의한 환기량 차이, 혹은 바닥 구조재를 통한 열손실의 과소평가 등을 들 수 있다. 이중, 관로저항과 부력저항과 같이 배관망과 관련된 요인 외에는 난방부하를 정확하게 산정함으로써 보완할 수 있다.

이에 대한 해결 방안으로 다구역 배관망(multiple-pipe system)이나 역환수 배관망(reverse return pipe system) 등의 활용이 제안되었으나, 이런 방법으로는 층별 열공급 불균형 문제를 완전히 해결하지 못할뿐더러, 공급관과 환수관의 설치 물량 증가로 배관 공사비가 크게 증가하거나 입상배관 샤프트가 차지하는 면적이 커져 유효 건축면적이 감소하는 부작용이 발생한다. 말레이시아의 KLCC Twin Tower는 역환수 배관망 방식을 적용하고 있다. 이는 트윈 타워에 지역냉수를 공급하는 별도의 지역열원 플랜트가 있어, 우리처럼 하나의 플랜트가 여러 건물에 열원을 공급하는 방식과 구조적으로 차이가 있기 때문이다. 반면, 미국이나 일본에서는 역환수 배관망 방식이나 다구역 배관망 방식은 거의 적용하지 않고 있으며, 대부분 공급관과 환수관 사이의 적절한 지점에 압력 조절 밸브를 설치하여 유량을 조절하고 있다.

결 언

현재 대규모로 진행되는 도시 재개발 및 신도시 건설에서 초고층 주상복합건물에 대한 지역냉난방 이용이 계획되고 있지만, 지역냉난방 사용자설비에 대한 체계적 검토나 설계절차 및 지침 등의 확보는 미흡한 수준이다. 따라서 지역냉난방 사용자 설비에 대한 설계 지침서 등을 마련하여 초고층 건물에 대한 지역냉난방 확대보급기반을 구축할 필요가 있다. ㉔