

공동주택 지역냉방 단위세대 설비 최적화

공동주택에 지역냉방을 적용하기 위하여 필요한 단위세대 설비(세대 냉방시스템 계획, 천장스페이스, 배관 구성, 배관 및 덕트재질, 보온재 등)의 검토사항에 대하여 기술하고자 한다.

김 상 훈

우원엠앤디(ksh@300302.com)

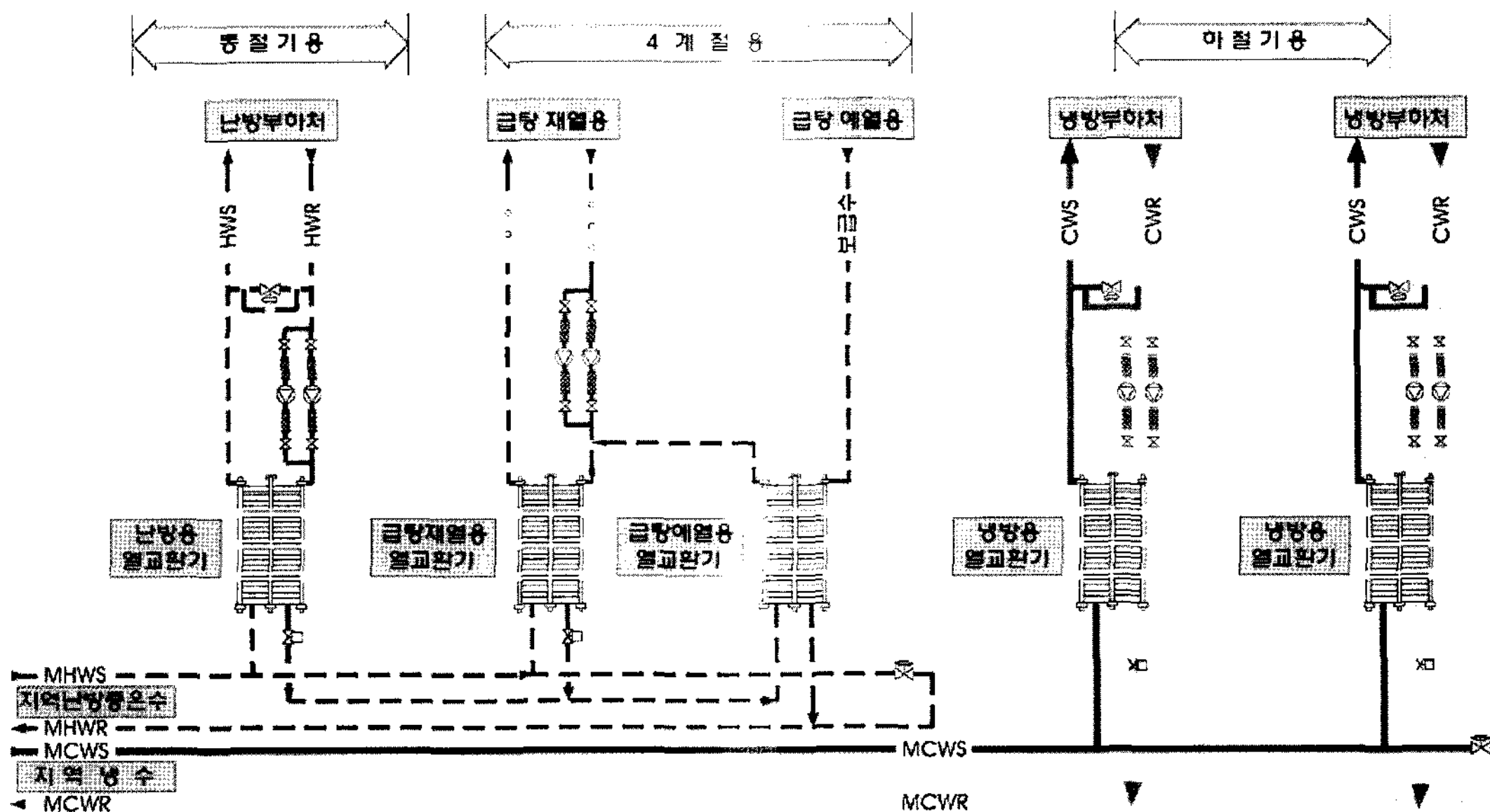
변 운 섭

우원엠앤디(bws@300302.com)

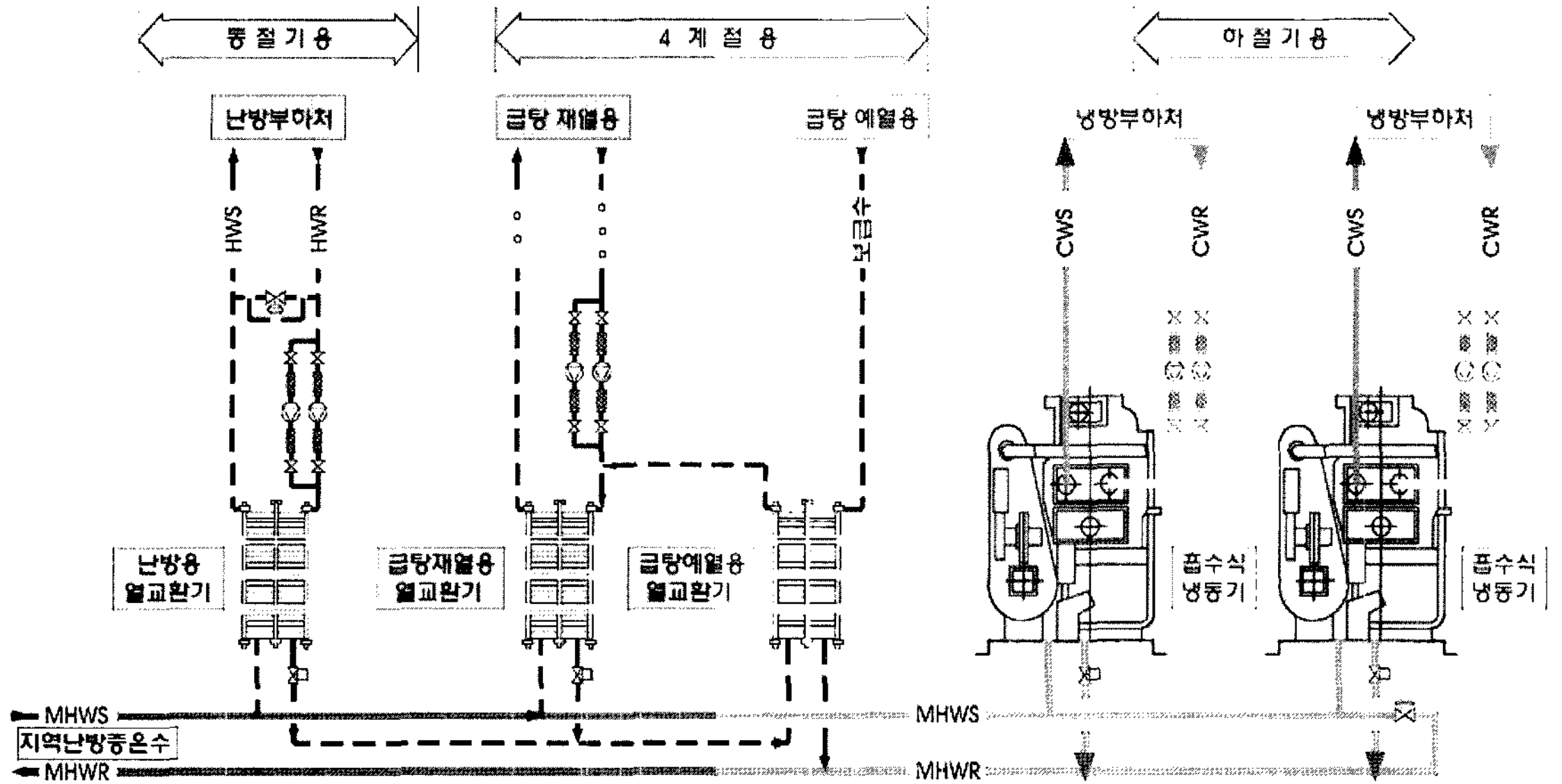
지역냉방은 오염방지설비가 갖추어진 대규모 냉방 열원에서 생산된 냉수를 별도 냉수배관을 통하여 일괄적으로 공급하거나, 각 건물에 중온수 흡수식냉동기를 설치하고 지역냉방 열원시설로부터 중온수를 공급받아 냉방하는 시스템으로 열공급 방식에 따라

그림 1의 “냉수 직접공급방식”과 그림 2의 “중온수 공급방식”으로 분류할 수 있다.

두가지 방식 모두 대규모의 집중화된 열생산시설로부터 에너지를 공급받기 때문에 에너지 및 대기오염물질의 체계적인 관리가 가능하다는 특징이 있다.



[그림 1] 냉수 직접공급방식



[그림 2] 중온수 공급방식

지역냉방 보급현황

2006년 말을 기준으로 전국 433개 건물에서 지역 냉방을 사용하고 있으며, 대부분 중온수를 공급받아 건물 내의 중온수 흡수식냉동기를 가동하여 냉방하는 중온수 공급방식을 적용하고 있다. 냉수 직접공급방식의 지역냉방은 한국지역난방공사의 상암 DMC사업장에서 현재 운영중이고, 동남권 유통단지 와 고양시 국제전시장 단지는 건설중이다.

그리고, 주택 냉방용(공용부분 포함)으로 지역난방 중온수가 공급된 사례는 2007년 6월 30일 기준의 한국지역난방공사 지사별 사용자 현황에 의하면 3개 사용자 2,238 USRt이고, 2006년 7월 안산시 사동에 위치한 “푸른마을 3단지” 106세대가 안산도시개발로부터 중온수를 공급받아 단위세대 냉방용으로 시범 사용하고 있다.

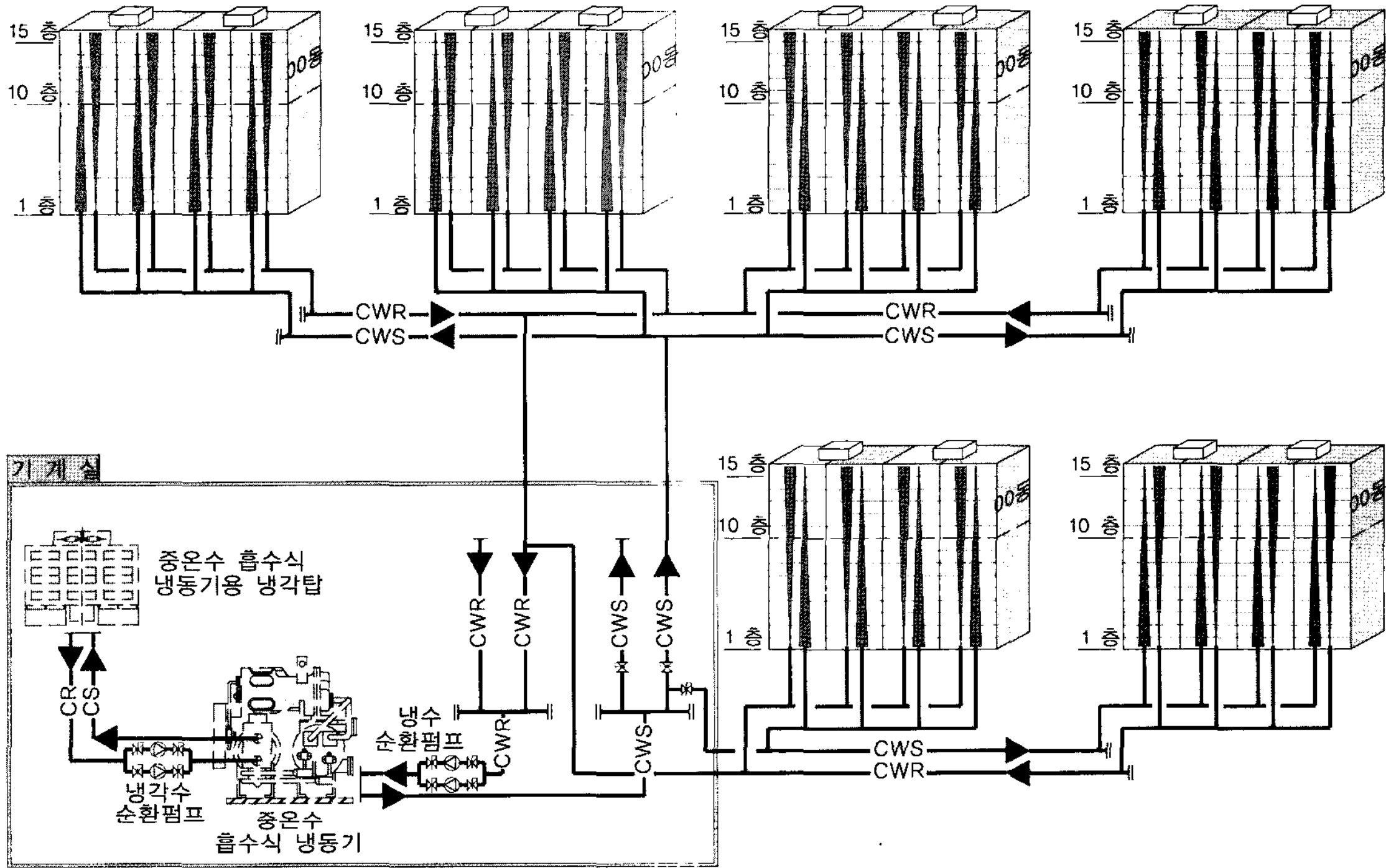
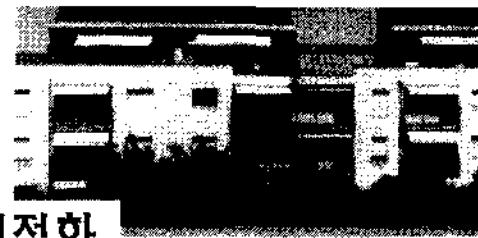
중온수를 이용한 지역냉방시스템 열공급 방식

본고에서는 중온수 흡수식냉동기를 운전하여 생산된 냉수를 세대에 공급하는 중온수 공급방식에 대하여 고찰하고자 한다.

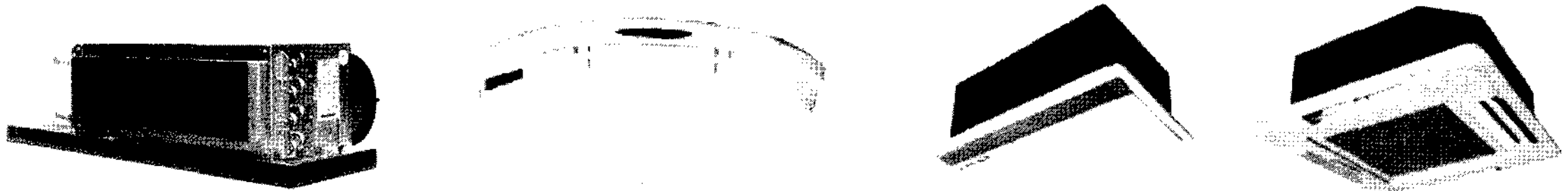
중온수를 이용한 지역냉방시스템은 그림 3과 같이 기계실에 냉동기를 설치하고 공기조화기나 팬코일유닛 등에 냉수를 공급하는 중앙식 설비로 흡수식냉동기에서 생산된 냉수는 메인 횡주관 → 동피트 횡주관 → 입상배관을 통하여 단위세대로 공급되어 냉방기에서 열교환 후, 공급의 역순인 입상배관 → 동피트 횡주관 → 메인횡주관을 거쳐 냉동기로 환수된다.

중앙식 냉방시스템은 중앙 집중제어로 효율이 우수하고, 풍압에 의한 기기의 성능저하가 없으며, 유지관리가 편리하여 기기효율을 체계적으로 관리할 수 있다. 또한, 세대 내에 실외기가 설치되지 않으므로 세대 내 공간 활용성이 증대되고, 외기와의 열교환을 위한 루버를 설치할 필요가 없어 입면이 미려해지는 장점이 있다.

그러나, 냉수공급을 위한 배관공사 및 보냉공사가 필요하기 때문에 초기투자비가 상승하고, 열원기기가 중앙기계실에 설치되므로 기계실 면적이 증대되며, 냉각탑 설치를 위한 별도의 공간이 필요하다는 단점이 있다. 그리고, 냉방공급에 대한 민원발생 소지가 있기 때문에 냉방 운전기간에 대한 관리자의 판단이 중요하다.



[그림 3] 중온수를 이용한 지역냉방시스템 열원 흐름도



[그림 4] 천장설치형 팬코일유닛 종류

팬코일유닛 시스템

하나의 케이스에 송풍기, 냉수코일 및 필터 등이 내장된 유닛을 실내에 설치하고, 냉수를 공급하여 내장된 코일에서 냉수와 공기의 열교환 후 냉각된 공기를 실내로 공급하는 방식으로 설치위치에 따라 바닥설치형, 벽설치형, 천장설치형으로 분류할 수 있다.

바닥 및 벽설치형 팬코일유닛은 바닥이나 벽에 기기가 설치되므로 건축 유효면적이 감소하고, 냉수 배관이 바닥이나 벽에 매설되거나 노출되어야 하며, 유리문으로 창호가 계획되는 공동주택의 특성상 적

용에 한계가 많다.

따라서 바닥 및 벽설치형 팬코일유닛을 제외하고 실내공간을 유효하게 사용할 수 있는 천장노출형, 천장카세트형 등 천장에 실내기가 설치되는 형식의 팬코일유닛을 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

그림 4와 같은 천장매입형, 천장노출형, 천장카세트형 팬코일유닛을 대상으로 기기설치에 의한 층고 상승, 유지관리성, 적용기기의 보편성, 드레인 처리방법, 거실 우물천장과와의 간섭여부, 실내 공간의 의장성 등에 대하여 종합적으로 고려할 때 천장카세트형 팬코일유닛이 가장 적합할 것으로 사료된다.

그리고 공동주택에 중앙식 냉방이 보편화 될 경우를 대비하여 층고를 줄일 수 있는 초슬림형 팬코일 유닛의 개발 및 보급이 절실하며, 실내공간에 대한 인테리어를 중시하는 공동주택의 특성상 업무시설 등의 용도로 제작된 실내기를 개선하여 의장적인 요소를 고려한 인테리어형 팬코일유닛을 개발하는 것도 필요하다.

팬코일유닛 시스템 천장스페이스

단위세대의 냉방을 위하여 천장 속에 기기, 배관 및 덕트를 설치하면 간섭에 의하여 천장 속 필요스페이스와 층고 증가가 발생한다. 결과적으로 분양가능 세대수 감소나 공사비 상승으로 이어지기 때문에 공동주택에 지역냉방을 적용하기 위해서는 천장스페이스 검토가 선행되어야 한다.

공동주택에 법적으로 설치해야 하는 설비 중 천장 속 스페이스에 영향을 미칠 수 있는 설비는 스프링클러 소화배관과 환기덕트가 있다.

소화배관의 경우 11층 이상의 공동주택인 경우 전 층 스프링클러 설비를 설치해야 하기 때문에 대부분의 공동주택에 스프링클러 설비가 적용되고 있으며, 신축 및 리모델링하는 100세대 이상의 공동주택은 시간당 0.7회 이상의 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치해야 하는데 상당수의 공동주택에서는 기계환기설비를 채택하고 있다.

따라서 팬코일유닛을 이용하여 냉방을 실시할 경우, 단위세대 천장 속에는 최대 5가지 종류(냉수 공급배관, 냉수환수배관, 응축수배관, 소화배관, 환기덕트)의 배관 및 덕트가 설치되므로 경로를 합리적으로 계획하여 층고를 최소화해야 한다. 또한, 배관 누수에 의한 수손피해 최소화를 위해 가급적 냉수배관이 실을 관통하는 것을 피하고, 배관물량을 절감할 수 있도록 경로를 구성해야 한다.

천장카세트형 팬코일유닛의 높이를 150 mm로 가정하고, 전용면적이 166 m²인 단위세대를 기준으로 냉수 및 소화배관과 환기덕트의 간섭이 최소화되도록 설계하여 팬코일유닛 시스템 적용시 필요한 최소 천장스페이스를 검토하였다.

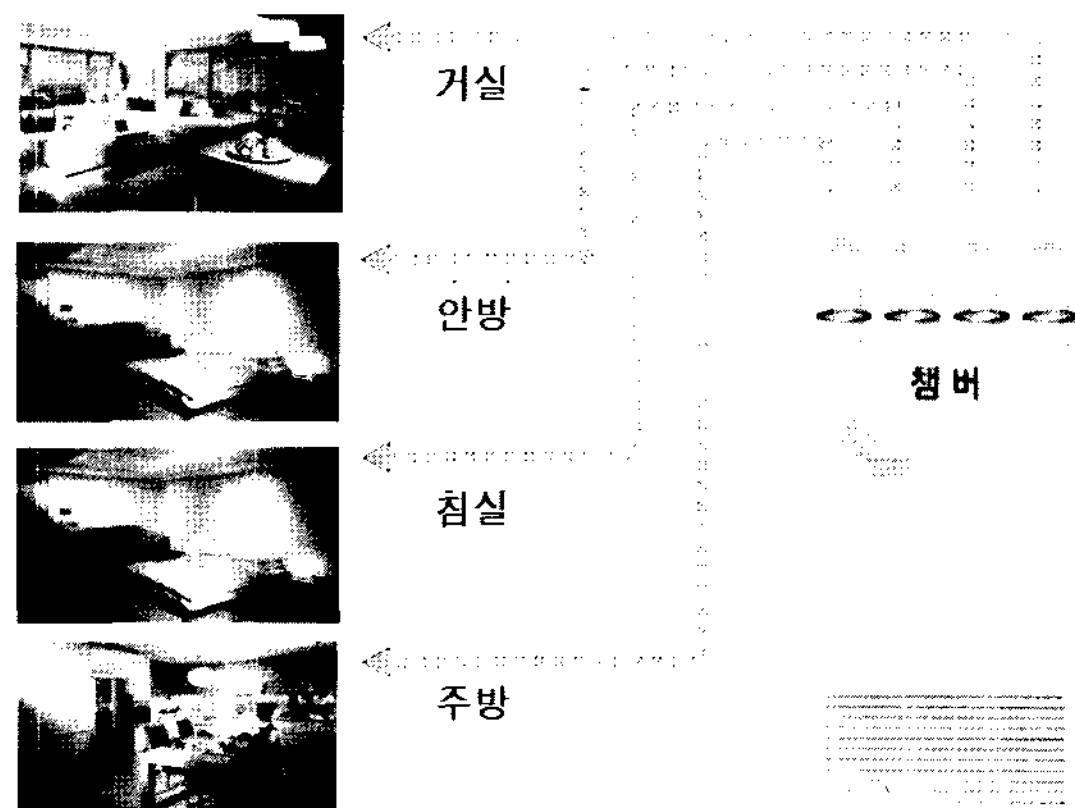
세대내 소화배관(25 mm)과 환기덕트(60 mm)의 간섭이 있을 경우, 배관과 덕트의 간섭에 의해서는

160 mm 이상의 공간이 필요하지만, 팬코일유닛을 설치하기 위해서는 170 mm 이상의 천장 속 스페이스가 필요하다. 즉, 배관 및 덕트 경로를 어떻게 구성하느냐에 따라 천장 속 스페이스가 달라지지만, 천장카세트형 팬코일유닛을 적용할 경우, 팬코일유닛 설치를 위해 최소 170 mm 이상의 천장 속 공간이 확보되어야 한다.

세대내 냉수배관(20 mm)과 환기덕트(60 mm)의 간섭이 있을 경우, 팬코일유닛을 설치하기 위해서는 170 mm 이상의 천장 속 스페이스가 필요하지만, 배관과 덕트의 간섭에 의하여 180 mm 이상의 공간이 필요하다. 즉, 냉수배관 단열두께에 따라 차이가 있으나, 최소 180 mm 이상의 스페이스가 필요하다.

세대 공기조화기 시스템

그림 5는 열원설비에서 생산된 냉수를 세대별 공기조화기에 공급하고, 공기조화기 챔버에서 각 실별로 설치된 덕트를 통하여 공조된 공기를 공급하는 세대 공기조화기 시스템이다. 이 시스템은 실별로 덕트를 설치하기 때문에 실간 소음전달을 최소화할 수 있으며, 단독 또는 외기조화기와 연결하여 신선외기 공급이 가능하기 때문에 별도 환기덕트 없이 실내 환기문제를 해결할 수 있으나 덕트공사 및 자동제어 공사비가 고가이고, 천장 속 스페이스가 많이 필요하므로 두가지 요건을 충족시킬 수 있는 고급형 공동주택에 적용이 가능할 것으로 판단된다.



[그림 5] 세대 공기조화기 개념

세대 공기조화기 시스템 천장스페이스

전용면적이 166 m²인 단위세대를 기준으로 실별 공조풍량을 산출하고 공조덕트와 소화배관의 간섭이 최소화되도록 설계하여 세대 공기조화기 시스템 적용시 필요한 최소 천장 속 스페이스를 검토하였다.

천장 속 공간이 가장 많이 필요한 곳의 높이는 원형덕트의 경우 450 mm 이상이고, 사각덕트는 종횡비를 2.5:1로 했을 때 350 mm 이상이었다.

사각덕트로 계획하면 천장 속 높이를 줄일 수 있지만, 공기조화기 챔버에 덕트를 연결해야하기 때문에 세대 공기조화기를 설치하기 위한 공간이 원형덕트보다 많이 필요하므로 이를 종합적으로 고려하여 덕트형식을 결정해야한다.

세대 공기조화기 시스템 덕트재질

폴리염화비닐 덕트는 아연도 강판 덕트 보다 경제성 측면에서 유리하고 접착제에 의하여 접속 및 접합이 가능하여 시공성이 우수하며 내부식성이 있기 때문에 규격화되어 공동주택의 환기용 덕트로 적용되고 있다. 그러나, 폴리염화비닐 덕트는 재질 특성상 현장가공이 불가능하여 현장여건에 능동적으로 대응하기 어렵기 때문에 공동주택의 냉방용으로 적용하기 위해서는 이에 대한 보완이 필요하다.

아연도 강판 덕트는 건축물 공조용으로 가장 광범위하게 적용되고 있고, 가공이 타 재질보다 용이하며, 아연도금된 철판으로 내구년한이 길다는 특징이 있다.

배관 구성방식

냉수와 온수배관을 겸용으로 사용하는 겸용배관 방식과 냉수배관과 온수배관을 각각 분리하여 사용하는 단독배관방식으로 크게 분류할 수 있다.

겸용배관 방식을 적용할 경우 배관물량과 샤프트면적이 감소되어 초기투자비를 절감할 수 있으나, 공동주택은 하절기 장마철에 실내 제습을 위하여 간헐적으로 난방을 이용하는 경우가 있고 중간기에는 냉방과 난방이 혼재되어 사용되는 등 사용자의 기호에 따라 상이한 열사용 특성을 보이므로 냉수배관과 온수배관을 분리하여 설치하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 배관구성방식에 따른 특징점을 정리하여 표 1에 나타냈다.

배관재질

배관재질은 내식성과 경제성 측면을 종합적으로 고려하여야 결정되어야 하며 시공시 적절한 접합방법과 방식대책이 강구되어야 한다.

특히 단위세대 냉수배관은 누수시 실내마감에 막대한 피해를 발생시킬 수 있으므로 경제성 측면도 중요하지만 누수에 대하여 보다 안전한 배관재질을 선택하는 것이 더 중요하다. 일반적으로 건축물에서는 냉수배관용으로는 동관, 스테인리스 강관, 백강관을 주로 사용하고 있으나, 금속재질의 배관은 가격이 고가이므로 비금속재질의 배관을 적용하는 것에 대하여 검토해볼 필요가 있다.

<표 1> 냉온수 단독배관, 겸용배관 비교

방식 항목	냉온수 단독배관	냉온수 겸용배관
개요	· 냉/난방배관 분리설치로 냉수 및 온수 상시공급	· 냉/난방배관 겸용설치로 냉수 또는 온수 선택공급
장점	· 각 세대별 냉방 및 난방여부 선택가능 · 냉수 및 온수 유량에 맞는 적정 펌프선택이 가능하여 수배관계통 최적화 · 냉방, 난방부하 동시발생시 재실자 기호에 따른 사용가능	· 초기투자비 저렴함 · 유지관리 개소 감소 · 2-pipe로 시공이 용이 · 제어점 감소로 유지관리 용이
단점	· 초기투자비 상승 · 배관샤프트 증가 · 유지관리 개소 증가 · 4-pipe로 시공성이 불리 · 제어점 증가로 유지관리 불리	· 각 세대별 냉난방 결정 불가능 · 냉방과 난방기간이 정해져 있어 사용자 온열감을 고려하기 어려움 · 냉수와 온수의 공급유량이 틀려 유량제어가 어렵고 펌프의 반송동력 증대 우려

보온재

보온재는 기포구조에 따라 Closed-cell과 Open-cell 구조로 구분할 수 있다.

Open-cell 보온재는 Closed-cell 보온재에 비하여 흡수 및 흡수성이 대단히 높기 때문에 수분을 흡수하면 보온재의 생명인 열전도율의 급격히 상승하여 안정적으로 보온재의 기능을 유지하기 어렵다.

따라서 가교발포 폴리에틸렌 보온재, 고무발포 보온재 등 Closed cell 구조의 보온재를 적용하는 것이 바람직함 것으로 사료된다.

그리고 보온두께는 세대 내 천장 속 스페이스에 영향을 미치므로 보온재 선정시 기능성과 경제성 항목 이외에 보온두께도 고려되어야 한다.

사용량 검침

단위세대의 사용량의 검침은 유량계를 설치하여 배관을 통과한 유량을 검침하는 방식, 전력량계를 설치하여 팬코일유니트나 세대공조기에 사용된 전력을 계량하는 방식, 열량계를 설치하여 배관을 통과한 열량을 검침하는 방식이 있다.

열량계는 계측기의 비용이 상대적으로 고가이고 기기의 고장율이 높기 때문에 각 단위세대의 검침용으로는 적용하기 어렵다. 전력량계는 초기투자비가 저렴하고 냉수배관에 설치되지 않기 때문에 누수의 우려가 없으며 교체가 용이하나 배관의 열손실에 대한 보상이나 팬코일유니트나 세대 공기조화기의 송풍기를 조절하여 운전할 경우 이에 대한 고려가 어려운 단점이 있다. 유량계는 초기투자비가 전력량계보다 고가라는 단점이 있으나 배관 열손실에 대한

보상이 가능하고 각 실별로 실질적인 에너지사용량을 반영할 수 있기 때문에 단위세대의 사용량 검침에 가장 적합할 것으로 판단된다.

그리고 검침방법은 공동주택은 사적인 공간이기 때문에 개인의 프라이버시를 보호하는 것이 필수적이다. 이를 위해서는 각 세대내로 들어가지 않고 사용량을 검침할 수 있는 원격검침방식 또는 세대 외부에 계량기를 설치하는 방식이 적용되어야 한다.

결론

우리나라는 에너지의 대부분을 수입에 의존해야 하는 화석연료를 사용하고 있기 때문에 효율이고 체계적인 에너지 관리가 필요하고, 지구온난화 방지를 위하여 지구환경에 악영향을 미치는 환경부하를 저감시켜야한다. 이러한 시대적 요구에 한차원 가깝게 접근할 수 있는 방식이 하절기에 폐열 및 배열을 이용하여 냉방할 수 있는 중온수를 이용한 지역냉방시스템이다.

특히 공동주택의 냉방수요는 저녁 및 밤시간대에 발생하기 때문에 낮시간대에 냉방수요가 발생하는 상업용 건축물과 동일한 열원을 사용하면 동시부하율을 낮출 수 있어 시너지효과도 기대할 수 있다.

그러나, 지역냉방방식은 건설단계에서 상대적으로 많은 초기투자비가 발생하므로 이에 대한 보완 및 지원책 마련이 필요하고, 공동주택의 지역냉방방식 적용은 아직 본격적인 설계와 시공이 이루어지지 않고 있는 도입단계이므로 초기의 시행착오를 최소화하기 위하여 단위세대 설비 이외에도 공동주택 열원 및 공용설비 등에 대한 검토가 이루어져야 한다. (❊)