

데이터센터를 위한 향상된 냉각수 배관 분배 방법

Isabel Rochow

백서 #131

APC[®]
by Schneider Electric

개 요

냉각수는 여전히 인기있는 냉매로 사용되고 있습니다. 그러나 배관 시스템의 누수는 시스템 가용성에 위협이 됩니다. 고밀도 컴퓨터 환경은 냉각수를 이전 어느 때보다도 IT 장비에 근접시킬 필요를 만들어내고 있으며, 새롭고 신뢰성 높은 배관 방식에 대한 필요가 제기되고 있습니다. 이 문서는 누수 위험을 크게 감소시키고 고밀도 환경에서의 설치를 쉽게 해 주는 새로운 배관 방식에 대해 논의하고 있습니다. 대안적인 배관 방식 및 전통적인 배관 시스템에 대한 장점들이 설명됩니다.

소 개

데이터센터에 있어서의 전통적인 배관 방법은 경질 동관 또는 탄소강관에 피팅을 용접, 브레이징하거나, 또는 나사산으로 결합시켜 파이프를 에어컨 방향으로 연결하거나 분기시키는 것이었습니다. 배관에서 사용되는 모든 피팅은 데이터센터에서 누수로 인한 고장 위험을 증가시키기 때문에, 배관은 일반적으로 이중마루 밑에 놓이는데 누수나 파열시 냉각수를 모으기 위하여 파이프 밑에 수로나 도랑이 있는 경우도 가끔 있습니다. 이 방식은 에어컨을 재배치하거나 추가적으로 설치할 필요가 없는 정적인 데이터센터에서는 괜찮았습니다.

IT 장비들의 밀도가 증가하고 이동, 추가 및 변화가 잦은 오늘날의 경향으로 에어컨은 가끔 전통적인 배치 형태에 증설되어야만 하는데 이 때 경성(硬性) 배관이 문제될 수 있습니다. 이러한 추가는 새로운 파이프 설치를 요구하고 장비 설치 시간을 증가시키며 설치와 관련된 다운타임의 위험을 증가시킵니다. 그 결과, 업계에서는 변화하는 요구들을 보다 잘 만족시킬 수 있는 보다 유연하고 모듈화된 배관 시스템을 필요로 하고 있습니다.

데이터센터의 신경향은 이중마루를 사용하지 않습니다. 공기 분배를 위해 이중마루를 요구하지 않는 새로운 냉방 기술과 건축 양식에 의해 이중마루 대신 단단한 바닥을 사용하는 것이 가능해졌습니다. 이는 많은 사용자들에게 있어 데이터센터와 전산실의 위치를 정할 때 부가적인 유연성을 허용합니다. 이 경향의 결과들 중 하나로 상부 배관이 보다 일반화되고 있습니다. 상부 배관에서의 누수는 시스템 다운타임에 있어 마루 밑 배관 보다 훨씬 큰 위험과 손상을 일으킬 수 있습니다. 업계에서는 보다 더 누수에 강한 배관 시스템을 요구하고 있습니다.

데이터센터 설계에 있어 한층 더 나아간 경향은 방 차원에서가 아니라 IT 장비의 열(列) 위치(In-row)에서 냉방하거나 또는 랙마다 개별적으로 냉각하는 것입니다. 이는 밀도와 전기 효율을 보다 더 높이기 위한 것이며, APC 기술 문서 #130, “데이터센터를 위한 열(列) 및 랙 지향적 냉각 방식의 장점”에서 보다 자세히 논의됩니다. 이러한 방식의 배치는 에어컨 장비들 및 관련 배관들을 IT 장비에 보다 근접하게 합니다. 이러한 상황은 다시 한 번 보다 신뢰성있고, 모듈화되고, 확장 가능한 배관 시스템을 요구합니다.

연성(軟性) 배관을 사용하면 중간의 피팅을 사용할 필요가 없어 냉각수 누수 위험을 완화시키고 설치 시간을 감소시키며 시스템의 신속성을 증가시킵니다. 이 문서는 이 새로운 배관 기술과 차세대 데이터센터에 있어서의 응용 방안을 설명합니다.

전통적 경성(硬性) 배관 방법의 특징

데이터센터에서 전통적인 배관 방법은 경질 동관 또는 탄소강관을 사용하는 것입니다. 탄소강관 스케줄 40이나 L 또는 M 타입의 경질 동관이 가장 많이 사용됩니다. 경성 배관은 모든 굴곡, 모든 밸브, 여러개의 에어컨으로 연결되는 모든 분기점에서 파이프 연결 길이에 따라 매 1.8m 또는 6m마다 피팅을 나사산이나 흠으로 접합하거나 용접 또는 브레이징할 것을 요구합니다.

냉각수 원천으로부터 에어컨에 이르는 하나의 파이프에 여러개의 피팅이 있는 것은 흔한 일입니다.

경성 배관의 고장 유형

나사산으로 연결되거나 용접된 모든 피팅은 냉각수 시스템에 있어서 잠재적인 누수를 나타냅니다. 누수의 흔한 원인 중 하나는 나사산 연결 절차로 설치 당일에 절반 또는 그 이상의 파이프 벽이 마모되어 접합부가 약화됩니다.

파이프 고장과 누수의 또 다른 원인은 갈바닉 부식(이종 금속 접촉부식)으로 탄소강 파이프가 직접 동밸브에 연결되거나 또는 동관에 연결되는 곳에서 일어납니다. “갈바닉” 부식은 서로 맞닿아 있거나 또는 물과 닿아있는 모든 두 이종 금속 사이에서 발생하며 보통은 강관을 기존의 부식 정도에 따른 정도로 약화시킵니다. 진행 후기에는 이종 금속이 맞닿는 나사산에서 어느 정도의 증착에 의해 육안으로도 확인 가능하며 극히 미세한 누출을 만들어냅니다. 그러나 그 시점에서는 대부분의 손상이 이미 발생되었으며 손상된 파이프의 교체가 요구됩니다. 교체하지 않으면 부식이 진행됨에 따라 누수 크기가 증가합니다.

대부분의 배관 시스템에서는 이종 금속들 간의 연결을 위하여 유전체(dielectrics; 誘電體)라고 불리는 전기적으로 분리된 피팅이 사용됩니다. 대부분의 설계 사무소와 설계 엔지니어들은 유전체 피팅을 사용하도록 하고 있지만 설치되지 않았거나 잘못 설치된 곳을 찾는 것 또한 어렵지 않습니다.

전통적인 냉각수 시스템에서 에어컨으로 연결되는 탄소강 주공급관이나 귀환 파이프가 동관과 함께 사용되는 것은 흔한 일이며, 따라서 데이터센터에 여러 개의 전산실 에어컨이 있는 경우, 다수의 유전체 피팅이 사용될 수 있습니다.

또 다른 좀 덜한 원인들로는 쓰레드 씰런트(나사산 방수재)가 오래되어 못쓰게 된다든지, 쓰레드 가공 불량, 홈 연결부에서 가스켓 약화, 불량 파이프 또는 불량 피팅, 진동, 스트레스, 조립 불량, 설계 범위를 넘는 과도한 운영 압력 등이 있습니다.

경성 배관 시스템에 있어서는 광물들이 파이프 내부의 벽에 증착되어 스케일링과 구리의 산화를 일으켜 궁극적으로 미세한 구멍을 만들고 파이프 누수를 일으킵니다. 시간의 경과에 따른 광물 증착은 특히 엘보우나 피팅에 증착되었을 때 냉각수 라인에서의 압력 강하를 증가시킵니다. 이 문제를 해결하려면 냉각수가 적절한 PH 수준을 유지하도록 정기적으로 유지 보수되어야 합니다. 냉각수는 보통 초기 시동시와 정기 점검 때 점검됩니다. 폐쇄 루프 냉각수 시설에서는 미세 구멍이 흔하지 않지만 유지 보수가 열악한 시설에서는 발견됩니다.

물방울이 파이프 외벽에 응결되는 일은 냉각수 시스템에 있어서 또 하나의 문제점을 나타냅니다. 냉각수 배관은 보통 파이프 외부의 응결을 방지하기 위해 절연되어 있습니다. 그러나 다수의 엘보우와 연결부가 있는 파이프의 피팅에서 습기를 발견하는 것은 어렵지 않으며 밸브, 여과기, 게이지 등의 정착물들은 효과적인 절연 작업을 어렵게 합니다.

절연에 있어서의 균열이나 봉합 불량은 데이터센터의 누수 위험을 나타내고 습기가 절연부 밑으로 스며드는 단초가 되며 상당한 거리를 파이프 표면을 따라 흐릅니다.

관리되지 않은 환경에서 파이프의 외벽에 생기는 응결 또한 부식 효과를 일으킵니다. 외부 부식은 파이프 주변 환경의 습도가 높을 때 훨씬 많이 발생합니다. 극단적인 경우, 응결은 절연부가 완전히 물로 흠뻑 젖는 지경에까지 이르게 됩니다. 데이터센터는 습도가 제어되는 환경이기 때문에 파이프의 외부 부식은 보통 발생하지 않습니다.

데이터센터에서 누수 발생시 응결이나 수해를 억제하기 위해서 일부 IT 관리자들과 설비 엔지니어들은 IT 및 전기 장비에 대한 추가적인 보호를 요구합니다. 그러나 데이터센터에서 물이 문제가 될 때까지 이는 일반적으로는 실행되지 않습니다.

어떤 경우는 한 번의 누수가 가져 오게 될 냉각 손실 가능성에 대한 염려가 너무 큰 나머지 IT 관리자들은 전체 배관 설치 비용의 두배가 드는 완전한 이중의 경성 배관 시스템을 설치하기도 합니다. 또는 다른 대안으로는 백업으로 냉매 사용 시스템의 전산실 에어컨을 설치하기도 하는데 이는 추가적인 냉매 배관을 요구합니다.

경성 배관 마루 밑 설치

냉각수 파이프를 연결하기 위한 방법은 방의 크기와 에어컨의 숫자에 따라 다릅니다. 작은 방들에서 냉각수 파이프는 보통 탄소강 또는 구리로 만들어진 하나의 대형 주공급 파이프와 귀환 파이프를 통해 연결됩니다. 보다 큰 방들에서는 여러개의 대형 탄소강관 매니폴드가 사용됩니다. 각각의 주헤더 또는 매니폴드는 동관을 통해 각각의 에어컨으로 분기됩니다. 그림 1은 마루 밑 경성 배관을 보여주는데 설치 예에서는 여러개의 피팅이 사용되고 있습니다.

이 방법에 있어서 소유주가 마루 밑의 누수에 대해 염려할 때에는 전기 배선으로부터의 냉각수 차단을 위해 냉각수 파이프를 분리하기 위한 도랑이 특별히 제작됩니다. 대안으로, 가능한 누수나 시스템으로부터의 응결을 모으기 위해 각 파이프 밑에 드레인팬을 설치하기도 합니다. 도랑의 깊이와 폭은 냉각수 파이프의 직경과 수량에 따라 결정됩니다. 또, 냉각수 누출시 도랑 내에는 다른 모든 파이프들을 수리하기 위한 공간이 있어야 합니다. 중대형 데이터센터에서 모든 냉각수 파이프, 밸브 및 서비스 공간을 수용하기 위해서 1.5m 깊이의 도랑을 발견하는 것은 어렵지 않습니다.

냉각기로부터 각각의 에어컨까지의 거리가 다르기 때문에, 냉각수 시스템의 시동은 적절한 양의 냉각수가 각 에어컨에 공급되도록 평형을 맞추어 줄 것을 요구합니다. 시스템 평형은 차단 밸브와 평형 밸브에 의해 수행되는데 이들은 보통 이중마루 밑의 파이프 분기에 위치하고 있습니다.

한편 압력 작동식 수위 조절 밸브는 보통 에어컨 안에 위치하고 있습니다. 평형 밸브와 차단 밸브가 마루 밑에 있어서 쉽게 접근할 수 없기 때문에 시스템 평형을 맞추는 것은 더 오래 걸립니다.

이 시스템은 모든 것이 처음에 결정되며 파이프를 연결하는데 필요한 기초 시설들 때문에, 그리고 일단 가동되고 난 후에는 주헤더에 별도의 파이프 라인을 추가하기가 어렵기 때문에 정적인 시스템을 유지하게 됩니다.

주매니폴드에서 누수가 생기면 고장 회복에 드는 평균 시간이 증가합니다. 왜냐하면 주분기로부터 공급받는 모든 전산실 에어컨이 냉각수 공급을 잃게 되기 때문입니다. 이는 방 온도를 급격히 상승하게 만들고 IT 장비들의 고장이나 장비를 강제로 셧다운하는 결과를 초래합니다.

그림 1 – 다수의 피팅을 사용해서 다수의 에어컨으로 연결되고 있는 전통적인 방식의 마루 밑 냉각수 배관 설치 예

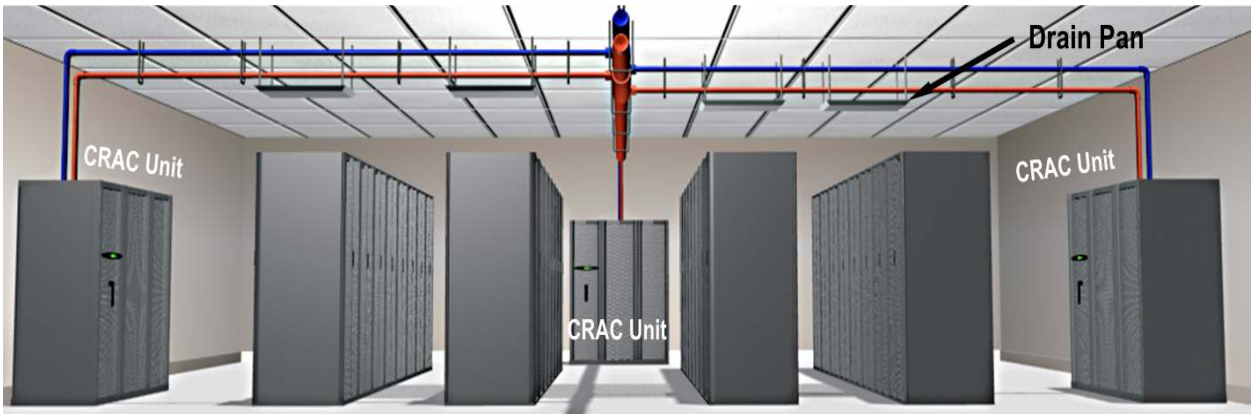


경성 배관 상부 설치

이 방식 또한 주헤더나 매니폴드를 사용하여 각각의 에어컨으로 마지막 시스템에 이르기 까지 분기됩니다. 차단 밸브와 평형 밸브는 보통 데이터센터 내부나 외부 또는 에어컨 바로 위의 파이프 분기들에 위치합니다.

상부 배관은 응결 또는 IT 장비 위로의 누수 위험이 있기 때문에 파이프가 전기 또는 IT 장비 위로 지나갈 때에는 드레인팬이 사용됩니다. 어떤 경우에는 운영자가 데이터센터의 모든 냉각수 파이프 밑에 드레인팬을 설치할 것을 요구하는 경우도 있습니다. 이 경우, 주헤더 밑에는 넓은 드레인팬이 설치되고 분기된 배관들 밑에는 보다 작은 팬들이 설치됩니다. 이 방식은 다양한 파이프 피팅을 사용하는데서 오는 잠재적인 누수 위험이나 응결에 대한 예방책으로써 파이프 밑의 모든 전기 및 IT 장비들을 보호하기 위해 사용됩니다. 그림 2는 상부 배관을 사용한 전통적인 설치 예와 누수를 담기 위한 드레인팬을 보여주고 있습니다.

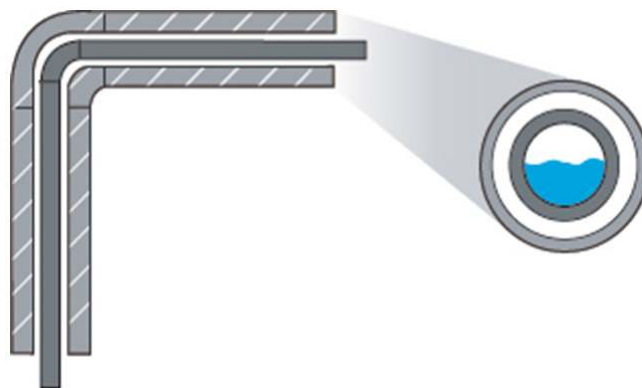
그림 2 – 상부 배관과 랙 위의 드레인팬



밸브들이 천장에 있거나 또는 데이터센터 외부에 위치하고 있기 때문에, 냉방 시스템의 평형을 유지하는 것이 쉽지 않습니다. 이 때문에 각 장비들을 시동하고 평형을 유지하는데 요구되는 시간이 증가합니다. 상부 설치에서 누수가 발생하는 경우, 수리 작업은 마루 위에 설치된 장비들 위에서 행해져야만 하는데 이는 마루 바닥 위에서 물의 위험 또는 최악의 경우 장비 위험을 증가시킵니다.

이차적인 억제를 제공하기 위한 이중벽 배관 시스템은 거의 사용되지 않습니다. 이는 대부분 관련 법령이 요구하는 경우 아니면 소유주나 설계 엔지니어가 요구하는 경우에만 사용됩니다. 이중 억제 배관 시스템은 발생 가능한 모든 누수를 억제하고 그러한 누수 감지를 허용하기 위해, 내부의 운반 파이프를 완전히 감싸는 외부 파이프로 구성되어 있습니다. 이중벽 배관을 위한 절차와 설치 요구 사항들은 이 방법을 극도로 비싸게 하지만 파이프 밑에 드레인팬만을 사용하는 것 보다는 효율적입니다. 그림 3은 이중벽 파이프의 측단면도와 전단면도를 보여줍니다.

그림 3 – 이중벽 파이프 단면도



연성(軟性) 배관 방식

배관 기술에 있어서의 최근의 진보는 냉각수를 데이터센터로 들어 올 때 연성 배관을 사용하여 훨씬 향상된 신뢰성과 극적으로 감소된 누수 위험을 제공합니다. 이 파이프는 유럽에서 냉난방 및 통풍용으로 30년 이상 사용되어 온 기술에 기초하고 있습니다. 연성 배관은 가교폴리에틸렌의 내부와 외부 사이에 알루미늄 튜브가 끼어 있는 것으로 구성된 다층의 복합 튜브입니다. 이는 데이터센터 내에서 파이프를 방향지을 때의 유연함과 제자리에 머물러 있는 강성을 함께 제공합니다. 가교폴리에틸렌(또는 PEX)은 또한 부식에 대해 뛰어난 보호를 제공하며 매끄러운 내벽과 화학적 성분은 경수나 연수의 광물 증착에 저항하게 하여 미세 구멍의 위험을 제거합니다.¹

경성 배관에 비교하여 향상된 신뢰성

연성 배관을 사용하면 냉각수 원천으로부터 각각의 전산실 에어컨에 이르기까지 엘보우나 어떤 중간 접합부 없이도 시스템을 연결할 수 있습니다. 여러개의 전산실 에어컨이 사용되는 경우, 중앙집중식 분배 시스템으로 인해 전산실 내부 또는 외부에 설치된 주분배 헤더로 여러 개의 에어컨을 연결할 수 있습니다. 헤더는 접합부가 없는 연성의 공급관 및 회수관을 개별적으로 사용하여 전산실 내부에 있는 각각의 에어컨에 개별적인 차단, 평형 및 분기를 제공합니다. 이 방법을 사용하면 데이터센터 내의 모든 중간 접합부들을 공급 및 회수 라인 당 오직 두 개의 접합부로 대체할 수 있습니다 - 하나는 분배 헤더에 다른 하나는 컴퓨터실 에어컨에. 전통적인 경성 배관 시스템은 파이프의 길이에 따라 각각의 에어컨으로 공급 및 회수 분기 당 10~20개의 연결부를 가지는 반면 연성 배관 시스템은 라인 하나 당 오직 둘만을 가지기 때문에 누수 위험을 경성 배관의 10% ~ 20%으로 감소시킵니다.

또한 연성 PEX 파이프는 중간의 피팅들과 밸브들을 제거하고, 동관이나 강관 보다 열전도성이 낮기 때문에 데이터센터 내의 응결 위험을 크게 감소시킵니다. 응결은 보통 효율적인 절연이 어려운 파이프 피팅이나 연결부, 밸브에서 발생하기 때문입니다.

중앙집중식 분배 방식과 연성 배관을 함께 사용하면 같은 공간에 냉각수 배관들과 IT 장비들이 위치하게 되는 문제점 및 상부 배관의 연결 문제를 크게 줄여줍니다. 전산실 내부에 중앙집중식 냉각수 분배 시스템을 설치하면 모든 평형 밸브와 차단 밸브가 같은 위치에 설치되기 때문에 냉각수 시스템의 평형을 완전히 맞추는 시간을 줄여줍니다. 연성 배관을 사용하면 에어컨을 다른 위치로 옮길 때 연성 파이프를 새로운 위치에 연결하면 되기 때문에 동적인 데이터센터는 이러한 방식으로부터 이익을 얻을 수 있습니다. 고밀도 시설에서 전산실 에어컨을 사후에 추가하는 것 또한 냉각수 배관의 나머지 부분을 방해하지 않으면서 주헤더로부터 새로운 에어컨으로 라인을 연결함으로써 달성될 수 있습니다.

¹ Plastics Pipe Institute™ - High Temperature Division, “The Facts of Cross-Linked Polyethylene(PEX) Pipe Systems”, 12/3/04

경성 배관 방법에 비교했을 때, 실제 고장률의 향상은 극적입니다. 다음은 이러한 배관 시스템의 업계 선두 주자의 말입니다.²

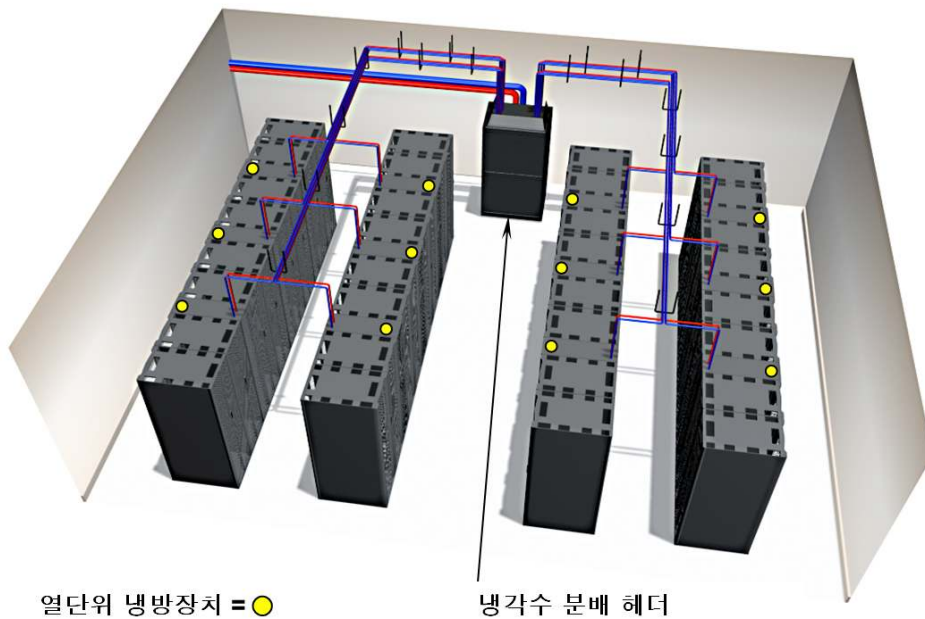
“유럽에서는 지난 30년간 40억 피트가 넘는 튜브가 설치되었는데 단 한 번의 제품 고장도 없었습니다. 이 중 500백만 피트는 북미에서만입니다. 이 튜브의 샘플은 1973년 이래로 계속 고온과 고압을 받고 있는데 성능 저하가 전혀 없습니다. Wirsbo 및 다른 독립 기관에 의해 행해진 테스트는 Wirsbo PEX 튜브가 100년 이상의 시스템 수명을 가질 것이라고 예측하고 있습니다”

연성 배관 상부 설치

천장에 설치하는 경우, 연성 파이프는 분배 헤더로부터 복도를 통해 에어컨까지 연결되고 파이프가 전기 장비 또는 IT 장비 위로 지나갈 때에만 드립 팬이 사용됩니다. 여러 개의 연성 파이프들을 쌓아 지지해 주는 액세서리도 구입 가능한데 이는 파이프 연결을 위해 천정에서 사용되는 공간을 최소화해줍니다. 그림 4는 연성 배관을 천정에 사용하는 예를 보여줍니다.

연성 배관은 대부분의 소유주들이 상부 배관을 사용할 때 겪는 누수 및 응결 위험을 극적으로 줄여 줍니다. 데이터센터들이 상부 배선과 열단위 또는 상부 냉방을 선호함에 따라 이중 마루의 필요성 및 그에 따르는 비용이 줄어들고 있습니다. 열단위 및 상부 냉방에 대한 보다 많은 정보는 APC 기술 문서 #132, "열단위 대 상부 냉방 비교"를 참조하십시오.

그림 4 – 상부 배관을 사용한 데이터센터 배치도면

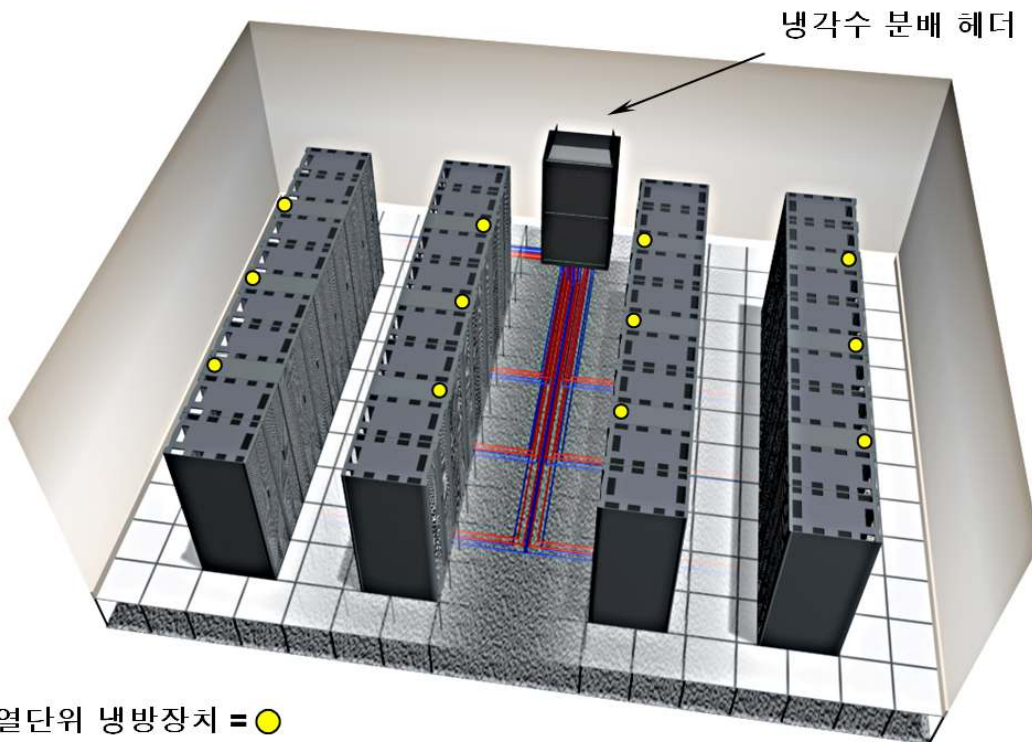


² Shelter Technology, http://www.sheltermtech.com/wirsbo_pex_tubing.htm (2006-02-15)
 ©2006 American Power Conversion. All rights reserved. No part of this publication may be used, reproduced, photocopied, transmitted, or stored in any retrieval system of any nature, without the written permission of the copyright owner. www.apc.com Rev 2006-0

마루 밑 연성 배관

연성 배관을 이중마루 밑에 사용하게 되면 분배 헤더로부터 전산실 에어컨까지 직접 연결할 수 있는 장점이 있습니다. 이는 에어컨까지 곧은 선들을 사용하게 되므로 파이프의 거리를 줄여줍니다. 연성 배관은 마루 밑에서 12인치 높이만큼만을 차지하면서 연결되며, 보통 전원 배선 및 IT 배선들만을 지나기 때문에 에어컨으로 가는 곧은 선을 위한 드레인팬이 필요하지 않습니다. 이는 전통적인 마루 밑의 경성 배관 시스템에 비교할 때 설치 비용 및 배치 시간을 줄입니다. 그림 5는 마루 밑 연성 배관을 보여줍니다.

그림 5 – 여러개의 에어컨으로 연결되고 있는 마루 밑의 연성 배관 시스템



경성 배관과 연성 배관 비교

다음 부분에서는 경성 배관과 연성 배관을 기계적, 물리적, 신속성, 가용성, 총소유비용 (TCO), 고장 모드 등의 여러 속성에 걸쳐 비교해 봅니다.

경성 배관과 연성 배관의 기계적, 물리적 속성

표 1은 냉각수 시스템용 연성 배관과 경성 배관의 주요한 기계적, 물리적 속성 목록입니다.

표 1 경성 배관과 연성 배관의 물리적 속성

물리적 속성	탄소강관 스케줄 40	경질 동관 타입 "L"	연성 배관 PEX
미터 당 파이프 무게 (Kg) (2.54 cm 크기 파이프 - 냉각수 없음)	2.49	0.975	0.324
피트 당 파이프 무게 (파운드) (1인치 크기 파이프 - 냉각수 없음)	1.67	0.655	0.218
온 도	399°C (750°F)	204°C (400°F)	93°C (200°F)
내부 압력 등급 (메가파스칼)	19.7 MPa @ 38°C 19.7 MPa @ 93°C	3.41 MPa @ 38°C 2.79 MPa @ 93°C	1.38 MPa @ 23°C 0.689 MPa @ 93°C
내부 압력 등급(psi)	2857 psi @ 100°F 2857 psi @ 200°F	494 psi @ 100°F 404 psi @ 200°F	200 psi @ 73°F 100 psi @ 200°F
피팅 유형	용접, 브레이징, 홈, 나사산 결합	솔더링, 브레이징, 홈, 나사산 결합	멀티프레스 스투드 또는 압축 피팅
크기 범위	3.2 ~ 660 mm (1/8" to 26")	6.4 ~ 305 mm (1/4" to 12")	북미 12.7 ~ 5.08 mm (1/2" to 2") 유럽 12.7 ~ 609 mm (1/2" to 24") ³
단자 연결	용접, 브레이징, 나사산	납땀, 브레이징, 나사산	멀티프레스 스투드 또는 압축
부식 저항	제한적, 주변 환경의 상대 습도 및 냉각수 농도에 의존	아주 좋음	최상
열 전도성	높음	높음	중간 또는 낮음

경성 배관과 연성 배관의 신속성과 가용성

블레이드 서버들과 같은 새로운 기술은 정해진 냉방 시스템 용량 등급을 훨씬 초과하는 IT 장비들과 데이터센터에서의 냉방에 대한 수요를 부가적으로 초래합니다.

경성 배관은 미래의 확장을 위한 유연성을 제공하지 않습니다. 기존의 에어컨들을 계속 운영하기 위해서는 보통 새로운 배관이 냉각기로부터 부가적인 에어컨들로 분기됩니다. 기존의 냉각수 시스템이 있는 건물에서 새로 배관을 연결하는 것은 어렵고,

³ "PEX piping for Plumbing" presented at 40th ASPE convention, Oct 2004, Shelter Techonlogy,

http://www.plasticpipe.org/media/PEX_ASPE_2004.pdf#search='wirsbo%20pex%20pipe%20sizes

(accessed Feb 18th, 2006).

기존의 데이터센터 내부에서 새로운 접합부를 브레이징하거나 나사산으로 연결하는 것이 어렵기 때문에 설치 비용과 배치 시간이 높습니다. 에어컨이 단지 재배치되지만 하더라도 새로운 경성 배관 라인이 분기 헤더로부터 새로운 위치로 연결되어야 하며, 많은 접합부들을 브레이징하거나 나사산으로 연결해야 합니다.

연성 배관은 장비의 추가나 재배치를 위한 민첩성과 가용성을 제공합니다. 연성 파이프는 피팅이나 브레이징된 연결부를 필요로 하지 않고 분배 헤더에서 전산실 에어컨 위치로 설치됩니다. 평형 밸브와 차단 밸브가 헤더에 설치되어 있고, 냉각기로부터 헤더까지의 주파이프가 이미 설치되어 있으므로, 설치 시 기존의 냉각수 시스템을 정지시킬 필요가 없으며 배치 시간은 파이프 설치의 단순함으로 인해 감소됩니다.

경성 배관의 경우, 냉각기로부터 데이터센터에 이르는 주공급관 또는 회수관에서 고장이거나 누수가 발생하면 모든 에어컨을 섀다운해야 하며 고장 수리는 몇시간에서 며칠까지 걸릴 수 있습니다. 분배 헤더를 사용하는 경우에도 마찬가지인데 이는 냉각기로부터 헤더까지도 경성 파이프가 사용되기 때문입니다. 만일 이 파이프에서 고장이 발생한다면, 헤더로부터 오는 모든 전산실 에어컨의 파이프는 고장이 수리될 때까지 섀다운할 것이 요구됩니다. 주파이프로부터 분기된 경성 배관 시스템들 중의 하나에 누수나 고장이 발생한 경우라면 그 파이프로부터 분기된 에어컨들만이 수리를 위해 분리될 때 냉각수를 공급받지 못합니다. 경성 배관 시스템의 수리는 그 파이프에 연결된 모든 전산실 에어컨의 분리와 냉방 중단을 요구하며 보통은 누수를 일으킨 부품을 교체하거나 누수 지점에서 피팅을 다시 브레이징합니다.

연성 배관의 경우, 분배 헤더에서 에어컨 사이에서 누수가 발생하면 다른 에어컨의 냉방을 방해하지 않고 오직 하나의 에어컨만 수리를 위해 섀다운하면 됩니다. 만일 분배 헤더의 피팅이나 전산실 에어컨의 피팅에서 누수가 발생하는 경우에는 그 피팅이 교체됩니다. 그러나 연성 배관 라인 자체에서 누수가 발생하는 경우의 수리는 전체 연성 파이프가 교체되어야 함을 의미합니다. 중앙집중식 분배 시스템과 에어컨에서 누수가 발생한 파이프를 분리시켜 새로운 파이프로 교체하게 되며 다른 어떤 에어컨의 냉방도 방해하지 않고 문제가 생긴 에어컨의 냉방만 중단됩니다.

경성 배관과 연성 배관의 총소유비용

연성 배관과 중앙집중식 분배 헤더를 사용하면 브레이징한 배관 시스템과 비교할 때 총소유비용이 줄어듭니다. 200kW의 데이터센터에서 연성 배관과 중앙집중식 분배 헤더를 사용하면 최소 40%의 설치 시간 향상과 약 20%의 설치 비용 절감을 얻을 수 있습니다. 설치 비용이 절감되는 것은 중간 피팅들을 용접하는데 드는 부가적 공임이 들지 않고 중간 밸브들을 설치할 필요가 없기 때문만 아니라 냉각수 시스템의 평형을 맞추는데 드는 시간이 감소되는 결과입니다.

기존 데이터센터에서, 연성 배관을 사용하여 분배 헤더로부터 하나의 에어컨을 추가로 설치하는 경우, 전통적인 용접 배관 시스템에 비교하여 최소 50%의 설치 비용이 절감되고 60%의 배치 시간이 줄어듭니다.

연성 배관을 사용한 냉각수 시스템의 유지 보수는 모든 밸브들의 점검이 중앙집중된 위치에서 수행되기 때문에 보다 쉽고 빠릅니다. 한편, 마루 밑에 설치된 경우에는 이 밸브들은 데이터센터의 여러 다른 곳에 위치하고 있습니다.

냉각수 배관 연결만을 위해서 이중마루를 사용하는 데이터센터에서는 상부 배관을 사용할 경우, 이중마루를 제거함으로써 더 나아가 설치에 드는 자본 지출이 감소합니다.

표 2는 데이터센터 사용자들이 냉각수 배관 시스템에 있어서 가장 중요한 것으로 지적한 장점들과 관련하여 경성 배관과 연성 배관을 비교하고 있습니다.

표 2 - 경성 배관과 연성 배관 비교

	경성 배관	연성 배관
신속성	다수의 연결부들이 브레이징되어 느린 설치 속도 밸브가 이중마루 밑이나 천정 타일 위에 있어 시스템 평형이 쉽지 않음 확장 가능하지 않거나 재배치의 경우 처음부터 설계해야 하므로 다른 장비들의 다운타임 초래	40%의 설치 속도 증가 냉각수 시스템의 균형이 중앙집중되어 접근 용이한 위치에 위치 확장 가능하며 다른 장비들을 방해하지 않고 이동, 추가, 변화 및 향후 확장 가능
가용성	모든 피팅과 연결부마다 누수 위험이 있어 신뢰성을 감소시킴	중간 접합부를 제거하여 누수 위험을 크게 감소시킴으로 신뢰성 향상
MTTR	주부에 누수 발생시, 수리는 누수에 따라 몇시간에서 며칠 걸림 데이터센터 내부의 분기에서 누수 발생시, 수리에 몇시간이 소요되며 다수 장비 섯다운 초래	냉각기에서 중앙집중식 분배 헤더에서 누수 발생시, 누수에 따라 수리는 몇시간에서 며칠까지 걸릴 수 있음 데이터센터 내부의 연성 배관 분기에서 누수 발생시, 새로운 연성 배관을 연결할 수 있어 수리에 몇시간 소요되며 단일 장비만 섯다운됨
설 치	높은 설치 비용. 시스템 평형을 가동시 추가 시간과 추가 비용 요구 브레이징, 나사산 또는 기계적 연결부와 피팅들이 사용되며 중간의 차단 밸브와 평형 밸브가 요구됨	낮은 설치 비용. 시스템 시동과 평형은 중앙집중식 분배 시스템으로 인해 덜 복잡함. 브레이징 연결부, 중간 피팅 또는 밸브가 요구되지 않음
회전 반경	엘보우 피팅을 사용하여 보다 짧은 회전 반경	최소 구부림 반경은 튜브의 외부 직경보다 5~7배
유지 보수	매 접합부 및 밸브마다 육안으로 누수 확인, 피팅 및 밸브에서의 응결 육안 확인, 부식 가능한 곳 이상 유무 육안 확인. 냉각수와 글리콜 응결 측정 확인	중앙집중식 분배 헤더의 밸브에서 누수 및 응결 형성을 육안으로 확인하여 시간 소모가 줄어듦(모든 밸브들이 한 장소에 위치). 냉각수 및 글리콜 응결 측정 확인, 주기적 유지 보수
압력 강하	회전을 위해 엘보우를 사용하며 광물 침착이 추가적인 압력 저하를 가져 옴	매끄러운 내벽과 피팅이 없는 보다 큰 회전 반경으로 보통은 배관 압력 저하가 줄어듦
공 간	배관이 마루 밑이나 천장을 통과하기 때문에 배관이 따로 공간을 차지하지 않음	방 내부에 중앙집중식 분배 헤더를 위한 공간이 요구됨
거리	여러 개의 파이프들이 피팅으로 연결되어 경성 배관으로 긴 배관 길이 가능	긴 거리가 설치자에게 일으키는 복잡성 때문에 분배 헤더로부터 에어컨까지 권장되는 최대 거리는 46미터
초기 비용 (설치 및 자재)	경성 파이프 비용 자체는 더 낮으나 브레이징과 나사산 결합에 요구되는 공임 증가로 전체 설치 비용은 더 높으며 시스템 평형은 시동을 위한 추가 비용 및 추가 시간 요구	PEX 파이프는 비싸지만 브레이징이나 스톱드 피팅이 없고 시스템 시동과 평형이 중앙집중식 분배 시스템으로 덜 복잡하기 때문에 전체 설치 비용은 더 낮을 수 있음
배관 위치	외부에 설치되거나 직사광선에 노출 가능	PEX는 반드시 직간접적으로 직사광선이 비치는 곳에는 설치되면 안됨

*효과가 뛰어난 항목을 파란색으로 표시

연성 배관과 경성 배관의 고장 유형 비교

냉각수 시스템은 파이프의 위치와 설치 유형, 사용된 배관 방법에 따라 서로 다른 고장 유형을 보일 수 있습니다. 표 3은 각각의 배관 유형에 따라 가능한 고장 유형을 종합하고 가장 좋은 것은 청색으로 표시되어 있습니다.

표 3 – 경성 배관과 연성 배관의 고장 유형

	경성 배관	연성 배관
구멍	날카로운 물체의 의한 구멍으로 누출 가능 적음	날카로운 물체의 의한 구멍으로 누출 가능 높음
한 부분의 고장이 전체 시스템에 미치는 영향	분기된 파이프에서의 고장은 그 분기에 연결된 모든 컴퓨터실 에어컨의 냉방을 잃게 함	한 라인의 고장은 하나의 에어컨 냉방만 손실
접합부 누수	배관에 다수의 접합부와 피팅이 있어 갈바닉 부식, 나사산 방수재 약화, 나사산 가공 불량, 홈 연결에서의 개스킷 약화, 나사산 피팅 불량 등이 누수 위험을 높임	접합부가 에어컨당 두개로 줄어듦. 멀티프레스 스톱드 피팅으로 PEX-AL-PEX 튜브가 나사산이나 가스켓 피팅보다 강한 연결
지진 / 진동	진동이나 지진시 접합부나 피팅에서 누수 발생 가능	진동이나 지진 상황에서 단절이나 누수에 강함
뺏혔을 때	브레이징 또는 스톱드 피팅이 손상되어 누수 발생 가능	파이프의 유연성 때문에 손상에 강함
데이터센터 내부의 응결에 대한 절연	다수의 밸브와 여과기, 피팅들을 절연하기 어렵기 때문에 응결 위험이 보다 높음. 작은 균열이나 절연되지 않은 공간이 응결 발생 가능	분배 시스템과 전산실 에어컨 사이의 중간 밸브들과 피팅을 제거하여 응결 위험이 적음
마찰 손상 / 절단	외부의 마찰로 인한 손상이나 절단에 강함	외부 절단에 약함. 절단은 PEX 파이프 외관을 손상시킬 수 있음.
미세 구멍과 광물 증착	미세 구멍이 생길 수 있으며 냉각수가 주기적으로 관리되지 않으면 광물 증착으로 누수 가능	매끈한 내벽과 화학적 특성으로 광물 증착에 대한 내성이 강함.

*효과가 뛰어난 항목을 파란색으로 표시

결론

냉각수 시스템을 위하여 경성 배관이 전통적인 솔루션으로 사용되어 오긴 했지만 각 에어컨에 중앙집중식 분산 헤더와 개별적인 연성 라인들을 사용하면 누수 위험이 극적으로 감소되기 때문에 시스템의 신뢰성을 크게 향상시켜 줍니다. 또한, 연성 배관 시스템의 고장은 오직 하나의 전산실 에어컨만 분리시킬 것을 요구하여 나머지 에어컨들은 부하를 계속하여 냉각시켜 줄 수 있는 반면, 경성 배관 시스템의 고장은 그 고장이 분기 배관들 중 하나에서 발생한 경우 몇 개의 전산실 에어컨을 분리시킬 것을 요구할 수 있으며, 부하를 지탱하기에 충분한 냉각을 공급하지 못하여 데이터센터의 가용성을 위협합니다.

연성 배관 시스템을 사용하면 다음과 같은 세가지 이유로 인해 데이터센터에서의 누수에 대한 염려가 줄어듭니다:

1. 접합부가 극적으로 감소하기 때문에 전체적인 배관 시스템의 고장율이 극적으로 감소합니다.
2. 기본 파이프 자체가 근본적으로 신뢰성이 높습니다.
3. 냉각수 시스템에 있어서 응결 형성의 주된 포인트가 되는 중간 피팅들과 중간 밸브들이 없기 때문에 응결 위험이 감소합니다.

연성 배관은 이중마루를 사용하지 않는 데이터센터나 열단위 및 랙단위의 고밀도 냉방 시스템을 가능하게 해주는 기술입니다. 고밀도화와 이중마루를 사용하지 않는 경향은 자연적으로 차세대 데이터센터들에 있어서 연성 배관의 사용을 급속히 증가시킬 것입니다.

저자 소개

Isabel Rochow는 American Power Conversion(APC)의 쿨링솔루션 Product Manager이다. 기업에서 10년 이상의 냉각관련 경험을 쌓아온 전문가로써 Isabel은 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,Inc.) 위원으로 수많은 냉각 관련 프로젝트에 참여했다.