

설비시공개선사례 ①

자료제공 / 한국종합건설기계설비협회의

한국종합건설기계설비협회의(회장 이진호)가 국내 주요 건설사의 시공오류 발생사례와 해결방안에 대한 자료를 광범위하게 수집하여 2년 여에 걸친 작업 끝에 설비시공개선사례집을 발간했다.

이 책은 설비시공에 있어 공통적으로 발생될 수 있는 중요한 시공오류를 각 공종별로 편집하여 수록함은 물론 필요한 부분은 해설을 추가하므로써 설비인들이 보다 알기쉽고 상세하게 접근하도록 했다.

본지는 앞으로 회원사의 시공에 도움이 될 수 있도록 이 책에 수록된 시공개선사례를 게재할 계획이다. [편집자 주]

제1장 장비설치공사

산시키기 위하여 댐퍼를 분할한 후 Bar로 링크를 한 것이 문제가 되었다. 즉, 링크에 전달되는 궤도 범위가 정확하지 못하여 일부 닫힘, 일부 열림이라는 상태가

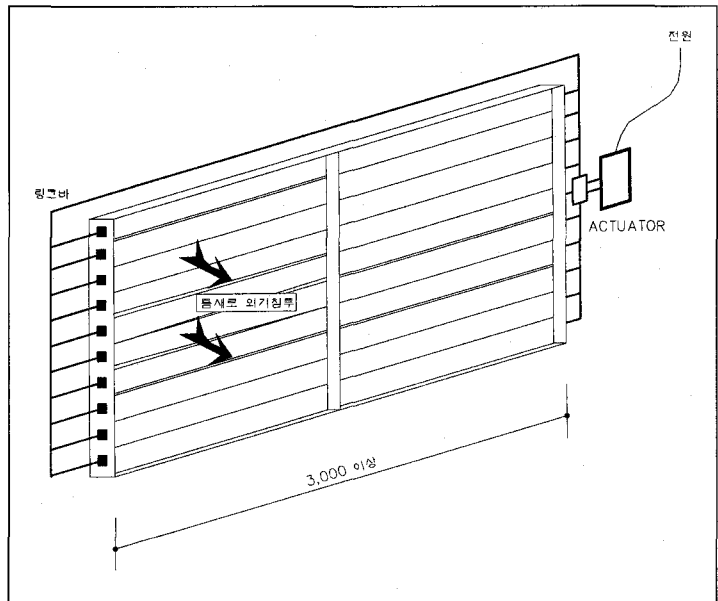
1.1 공조기 Damper 기동 불량

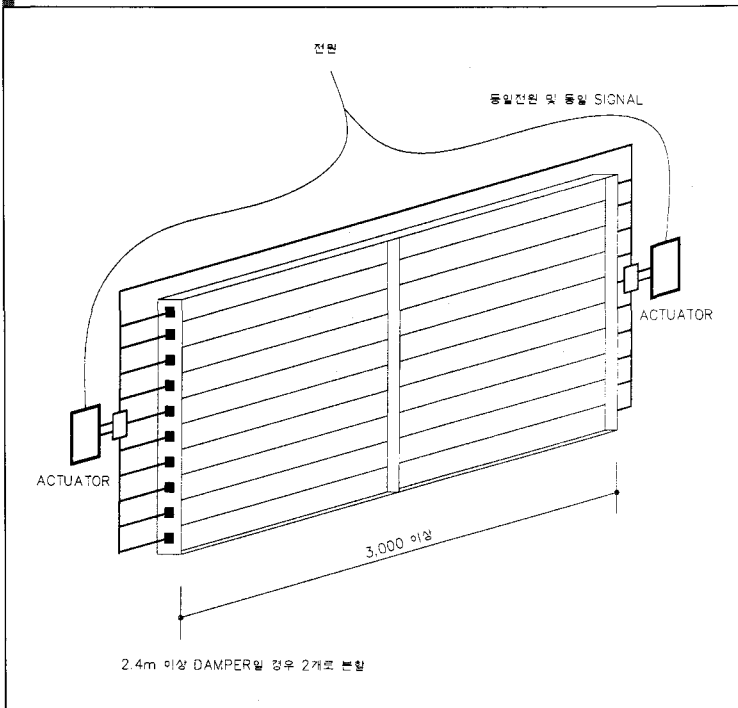
하자내용

동절기에 공조기의 OA 댐퍼를 닫아 밀폐(중앙감시반에서 확인) 하였음에도 불구하고 코일이 동파되는 사고가 발생됨

원인 및 문제점

중앙감시반에 댐퍼가 완전 밀폐상태로 감지된 상태에서 공조기 내부를 점검한 결과 OA 댐퍼의 한쪽 부분이 일부 개방되어 있었다.(그림 참조)
시공당시 공조기의 용량관계로 댐퍼 규격이 큰 것이 적용되었는데 댐퍼를 구동하는 구동기에 작용되는 힘을 분





뒀으로써 외부로부터 찬공기가 유입, 공조기 코일이 동파된 것이다.

대책 및 해결방안

장변의 Damper(약 2.4m 이상)일 경우 단일 구동기를 구동시키려면 구동 토크가 큰 구동기를 사용하여야 하는데 현실적으로 쉽지가 않다. 이를 해결하기 위하여 간혹 링크-Bar의 문제점이 정확한 동력과 궤도를 유지시키기가 매우 어렵다. 이러한 경우 분할된 댐퍼에 각각의 구동기를 설치하여 동일 접점에서 구동토록 하면 문제가 쉽게 풀린다.

※ 산업용인 경우 댐퍼에 베어링을 사용하여 동력 소모를 적게 하는 경우가 있지만 제작 비용이 비싸기 때문에 일반 건축물에서는 잘 적용되지 않는다.

해설

1. Damper Torque 계산

(1) 계산공식

$$T = (a^2b/8n) \times 4p + nr$$

T: 전 토크(kg · m)

a: 세로길이(m)

b: 가로길이(m)

n: 날개수(a ÷ 150mm)

4p: 댐퍼전후의 차압(mmAp)

r: 댐퍼축 1개의 정토크(0,22kg · m: 경험치)

(2) 제조회사의 경우

4p: 일반적으로 5mmAp로 설계함

• : 가로길이 축(b)은 2,000mm를 한 축으로 봄. 일례로 2,600mm의 경우

축분리하여 1,300mm 2set, 3,700mm의 경우 1,850mm 2set로 축분리

• : 세로길이는 댐퍼 날개 수로 나눔(a ÷ 150mm)

r: 0,22kg · m으로 설계함

(3) 댐퍼 토크 계산 예

(a) 댐퍼사이즈: 850×1,325

$$T = \{(0,85)^2 \times 1,325\} \div (8 \times 5) \times 5 + (5 \times 0,22) = 1,22 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

(b) 댐퍼사이즈: 1,800×900

$$T = \{(1,8)^2 \times 0,9\} \div (8 \times 12) \times 5 + (12 \times 0,22) = 2,792 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

(c) 댐퍼사이즈: 600×1,900

$$T = \{(0,6)^2 \times 1,9\} \div (8 \times 4) \times 5 + (4 \times 0,22) = 0,99 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

1.2 공조기가 청소기로 되었다

2. Fan Actuator

(1) 적용공식

(a) 급기팬 : $T = 2.0 \times 10^{-6} \times (\text{팬풍량})^{3/2} \times \text{팬정압}$

(b) 환기팬 : $T = 1.5 \times 10^{-6} \times (\text{팬풍량})^{3/2} \times \text{팬정압}$

*팬풍량 : cm 단위임, 팬정압 : mmAq

(2) 계산 예

(a) 급기팬 : $660\text{cm} \times 105\text{mmAq}$

$T = 2.0 \times 10^{-6} \times 660^{3/2} \times 105 \text{ ?m}$

(b) 환기팬 : $520\text{cm} \times 40\text{mmAq}$

$T = 1.5 \times 10^{-6} \times 520^{3/2} \times 40 = 0.712\text{kg} \cdot \text{m}$

3. 특기사항

밸브 Actuator의 Torque는 회전력보다는 밸브작동이 상하운동이므로 대부분 축추력으로 표시됨(N, M 또는 kg, cm 등)

하자 내용

모 정밀부품 공장의 신축현장에서 생산기기의 설치를 건축공사 완료 전에 행하였다. 물론 건축공정과 충분히 협의하여 반입, 설치는 자연스럽게 행해 왔다.

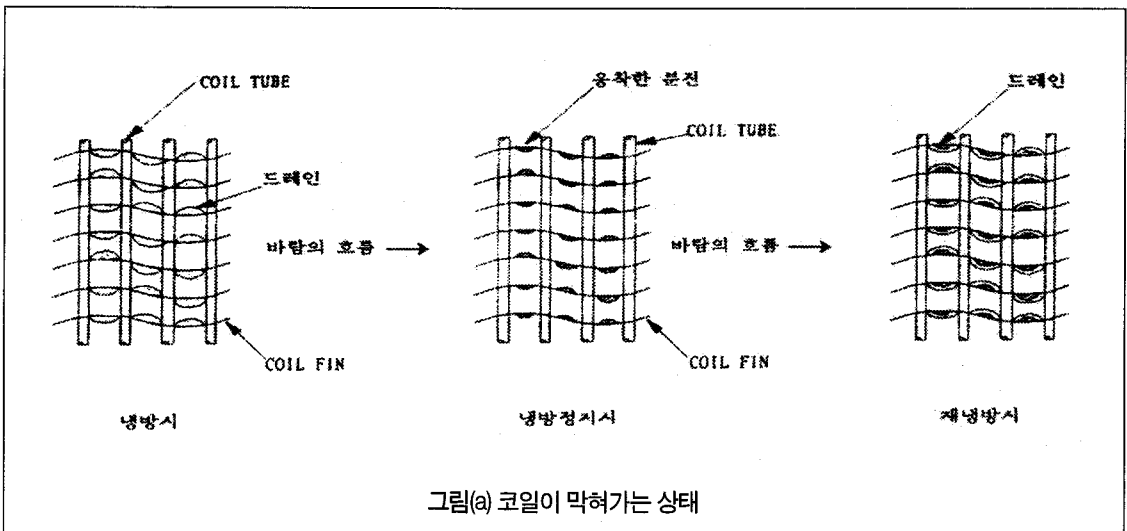
그 후 설치한 기기류 보호를 위해 공조기를 운전하여 냉방을 행하였지만 조금 지나 풍량이 감소하여 저압 Cut-Off로 인해 운전이 불가능하게 되었다.

휠터의 더러움이 심하여 청소 후 재운전하니 이번에는 휠터가 막히기 전에 다시 저압 Cut-Off로 인해 운전 불가능이 되었다.

원인 및 문제점

생산 기기의 보호를 위해 공조를 행하였지만 건축공사 와 기타 설비공사는 작업중이고 다량의 분진이 발생하고 있으므로 공조기가 집진기와 같이 되어 버렸다.

휠터를 시작으로 코일에도 분진이 부착되고 휠터가 막히는 것뿐만 아니라 코일도 막혀 있는 것을 알았다. 특히 냉방시의 코일은 젖어 있으므로 분진이 부착되



기 쉬운 상태이며 분진용 Pre-필터만으로는 미세한 먼지를 포집할 수 없고 여과재를 통과한 먼지가 젖어 있는 코일에 부착해 버린다.

부착된 먼지가 공조기 정지 시에 건조되어 고형물로 고착되고 재차 냉방이 되면 고형물 위에 분진이 다시 부착되어 고형화 하는 사이클을 반복한다. 이와 같은 과정에 의해 코일이 막혀 있었던 것이다.

대책 및 해결방안

코일은 필터에 비해 특이 크지만 분진 등으로 막힐 수 있다. 특히 냉방기간 중 코일면이 젖어 있기 때문에 더욱 주의할 필요가 있다. 이러한 경우는 공조기에 Pre-필터를 설치하여 운전하는 것은 물론, 공조기의 정압이 설계치를 초과하지 않는 범위에서 필터를 추가 설치하여 운전한다.

1.3 지상설치 냉각탑의 백연대책

하자내용

반도체 공장의 지상설치 냉각탑에서 겨울철에 백연이 발생하여 부근의 주택가에 안개처럼 길게 드리워져

민원이 발생한 사례

원인 및 문제점

동절기 냉각탑으로부터 배출되는 공기가 주위공기에 비하여 고온 다습한 관계로 상승하지 못하고 백연화되어 안개처럼 주변으로 낮게 깔리는 현상이 발생된다.

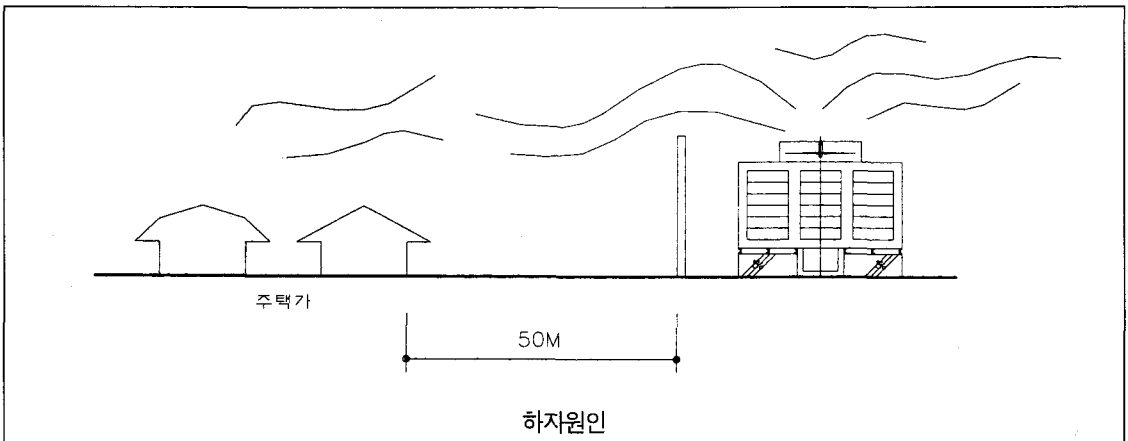
대책 및 해결방안

냉각탑 토출구를 아래 그림과 같이 주택가와 반대편으로 토출하도록 덕트를 시공하여 보완하였으나 근본적인 대책(대책은 해설란 참조)은 아니다.

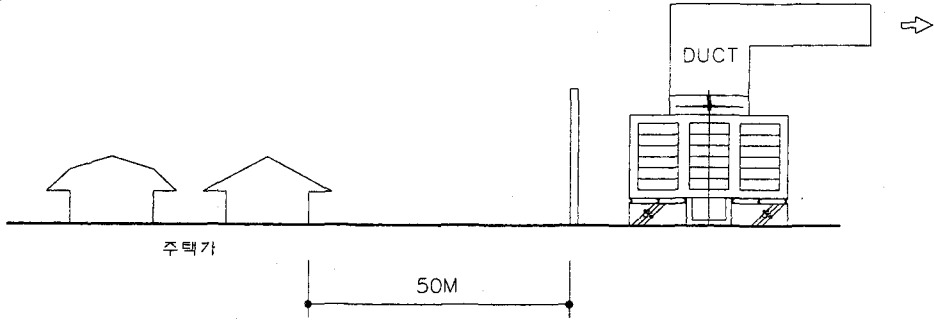
■ 해설

1. 백연(白煙)이란?

중간기의 비오는 날이나 겨울철에 냉각탑에서 토출되는 공기가 백연이 되어 상승하는 것을 볼 수 있다. 이것은 토출된 공기가 거의 포화상태 공기에 가깝기 때문에 대기 중에서 확산되는 과정에서 대기에 냉각되어 일시적으로 과포화상태의 안개가 섞인 공기로 되기 때문이다. 상승하는 백연은 시야를 방해하므로 신



대책 ▶



호가 있는 철도 선로, 고속도로 근변에서는 장애가 되어, 밤의 네온 등에 비추어졌을 때 화재로 오인되는 등의 문제가 종종 발생한다. 즉 백연이란 공기중의 수분이 과포화되어 안개가 발생하는 것이며 그 상황이 안개와 유사하다.

백연의 환경적인 영향은

- ① 시각적 판단 공해
- ② 시야 방해
- ③ 화재로 인한 연기로 오인 등을 들 수 있다.

2. 습공기 선도상의 백연

대형류형 냉각탑에서 냉각탑을 통하여 하부로 내려오는 냉각수가 많은 열량과 상부로 이동하는 습공기가 얻은 열량은 같으며 냉각탑에서 습공기가 냉각수와 접촉할 때의 상태변화를 “열역학 법칙의 평형방정식”을 적용하면 아래와 같다.

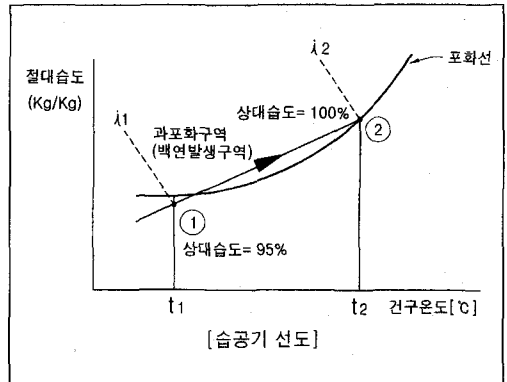
$$L(T_{hw} - T_{cw}) = G(i_2 - i_1) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$N = \frac{L}{G} = \frac{i_2 - i_1}{T_{hw} - T_{cw}} = \frac{e}{R} \quad \dots\dots\dots (2)$$

냉각수가 잃은 열량 = 습공기가 얻은 열량

$$i_2 = i_1 + (N \times R) \quad \dots\dots\dots (3)$$

상기 (1)식을 다른 공식을 사용하면



으로 정의할 수 있다.

L = 냉각수량[kg/h]

Thw = 입구수온 [°C]

Tcw = 출구수온 [°C]

G = 공기량 [kg/h]

i₂ = 습구온도에서 출구공기 엔탈피[kcal/h]

i₁ = 습구온도에서 입구공기 엔탈피[kcal/h]

L/G = 수공기비

e = 증기의 엔탈피 변화량[kcal/h]

R = 레인지(냉각수 온도차)[℃]

상기 습공기 선도는 냉각탑에서 열교환된 습공기의 상태를 나타낸 것이며 냉각탑의 운전이 포화선 상부에서 이루어질 때 백연이 발생됨을 보여준다.

3. 백연방지 대책

(1) 열원가열식

증기, 온수, 전기와 같은 열원으로 Dry Section (Heating Coil)에 흡입공기를 가열하는 방식으로 백연은 완전히 제거할 수 있지만 엄청난 열원 에너지 비용을 발생시키므로 극히 비경제적이다.

(2) 냉각수 가열식

부하를 거쳐 돌아오는 온수를 이용하여 Dry Section에 흡입공기를 가열하는 방식으로 열원 가열식에 비해 Dry Section의 규모가 매우 크고 설계조건에 따라 백연 제거의 효율범위가 30~80%가 되지만 추가적인 열원에너지 비용이 없기 때문에 널리 사용되고 있다.

(3) 배기혼합식

실내설치 냉각탑으로부터 덕트를 통해 방출하는 습공기와 배기를 혼합하여 백연을 감소시키는 방법으로 냉각탑의 방출덕트와 실내 배기덕트를 연결시켜 낮은 습도의 배출공기를 냉각탑의 포합습공기와 적절히 혼합시켜 배출시킴으로써 백연감소효과를 얻을 수 있다. 단, 배기조건이 백연 감소조건과 반드시 일치되어야 하며 냉각탑 방출 덕트와 실내배기 덕트의 밸런스, 공기의 혼합제어, 역류방지 등에 대한 대책이 세심하게 이루어져야 한다.

일반적으로 널리 사용되는 냉각수 가열식에 대한 습공기 선도를 도식하면 아래와 같다.

① 구역과 ② 구역에서 냉각탑의 운전이 포화선 상부에 위치해 백연이 발생됨을 알 수 있으며 이 백연을 방지하기 위해 예상출구 공기온도(③ 점)까지 흡입공기를 가열하면 포화선과 만나지 않으며 절대습도가 일정한 건구온도와 교차점을 연결시키면 백연 미발생 구역 내에 있으므로 백연을 방지할 수 있다.

