

건축물의 규모가 대형화, 고층화, 고급화됨에 따라 기계설비의 기능은 더욱 복잡해지고 있으며 공사비 측면에서도 그 비중이 날로 증대되어가고 있는 추세이다. 건설산업기본법의 시행으로 우리 온돌공사도 전문건설업으로 시공을 등록할 수 있어 연재되는 각종 사례를 통해 많은 참조가 되길 바란다.



## 1. 취출구로부터 하얀가루가 나옴

### 【내용】

11월 준공 후 3개월이 경과한 사무실 빌딩에서 취출구로부터 하얀가루같은 분진이 나왔다. 조사해 보니 공조기 내부의 코일면에 초음파가 습기로부터 취출된 것으로 보이는 하얀 결정체가 부착되어 있었다.

이 코일면에 부착된 결정체가 덕트를 통하여 취출구로 나온 것으로 생각된다. 또한 하얀가루를 분석하여 성분을 조사하여 본 결과 실리카와 칼슘이 많이 포함되어 있었다.

### 【원인】

이 현장에는 가습용으로 초음파가습기를 사용하고 있었으며 이 초음파가습기에서 만들어진 미립자상의 안개속에 포함되어 있는 원수중의 실리카나 칼슘분이 증발잔류물, 이른바 하얀가루가 되어 코일면에 부착하여 이것이 모여서 송풍되는 공기와 함께 취출구로 나온 것이었다.

### 【대책】

원수(原水)에 포함되어 있는 실리카나 칼슘분을 제거하기 위하여 순수장치를 설치하였다.

### 【해설】

초음파가습기는 수조내의 물에 초음파를 조사(照射)하여 스팀상태의 안개를 발상시켜 가습하는 방법이다. 손쉽게 효율이 좋은 가습이 얻어짐으로 공조기나 패키지형 에어컨을 사용한 공조방식에 많이 사용되고 있다. 그러나 위와 같은 원인으로 하얀가루가 발생하여 문제가 된다.

상수도 중에는 대부분이 실리카, 칼슘, 마그네슘 등이 포함되어 있고, 초음파가습기를 사용하는 경우는 많은 적든 반드시 미분의 티끌이 취출구로 나온다.

가습량이 적은 경우는 나오더라도 눈에 보이지 않으므로 관계치 않으나, 가습량이 많게 되면 눈에 보이므로 문제로서 표면에 나타난다.

가습량이 많은 경우나, 전산실, 정밀기계실 등 먼지의 발생을 극히 제한하는 장소에 사용하는

경우에는 설계 당초부터 순수장치를 설치하는 것이 바람직하다. 같은 현상으로 가슴을 하지 않는 팬코일유닛나 분리된 에어컨으로부터 하얀가루가 나오는 경우도 드물게 발생한다. 이 원인은 알루미늄의 표면이 냉방중에 습하게 되고 여기에 신자재에 포함되어 있는 포르말린이나 인체로부터 나오는 유산, 암모니아, 대기중의 아유산가스 등이 용해되어 들어가 반응하여 수산화물의 피막을 생성한다.

난방운전시에 이 피막이 탈수되어 편면으로부터 떨어져 나오게 되는 것이다. 이 현상은 냉난방 겸용 등 공조기에서 발생하기 쉬우나 냉방전용에서도 발생하는 일이 있다. 설치 초년도에 냉방시기가 지난 후 냉방시기에 들어간 당초나 2년째의 냉방을 시작할 때 발생하기 쉽다.

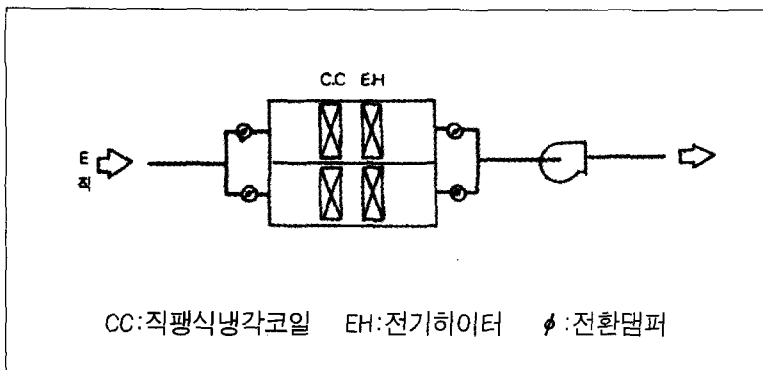
신자재를 사용한 기·신축건물 또는 증개축한 현장에 잘 발생하고 있다.

발생한 경우의 대책으로서는 메이커와 상담한 후 업무용 건조기 등으로 표면을 가열하여 피막을 제거하고 스프레이 도료를 도포하는 방법을 사용하던가, 알루미늄판에 표면처리를 한 코일로 교체하는 방법이 있다. 최근의 제품은 알루미늄판에 수용성의 아크릴계 특수도장재료 표면처리를 하여 출하하는 것도 많다.

## 2 댐퍼의 누설

### 【 내용 】

모식품 공장의 저온작업실(-2℃)은 그림과 같이 냉매코일, 제상용 전기히터, 송풍기로 구성된 공조장치로 냉각하고 있다. 연속작업을 하는데 제상을



하기 위해 댐퍼를 개폐하여 냉각기를 번갈아 사용한다. 그러나 실제로 운전해 보니까 실내가 소정온도로 내려가지 않았다.

### 【 원인 】

제상하고 있는 쪽의 공조장치내의 온도가 상승하고 있으며, 댐퍼가 닫혀 있는데도 불구하고 더운 공기가 누설되어 혼합되고 있었다.

### 【 대책 】

정밀도가 좋은 댐퍼와 교환하였으나 완전히 해결되지 않았다. 이와같은 시스템에는 직팽창 코일을 직접 실내에 장치하는 것이 좋을 것이다. 누설이 일어나서는 절대로 안될 경우에는 버터플라이 댐퍼, 수봉(水封)댐퍼 등을 사용한다.

## 3 코일의 막힘으로 인한 송풍량의 감소

### 【 내용 】

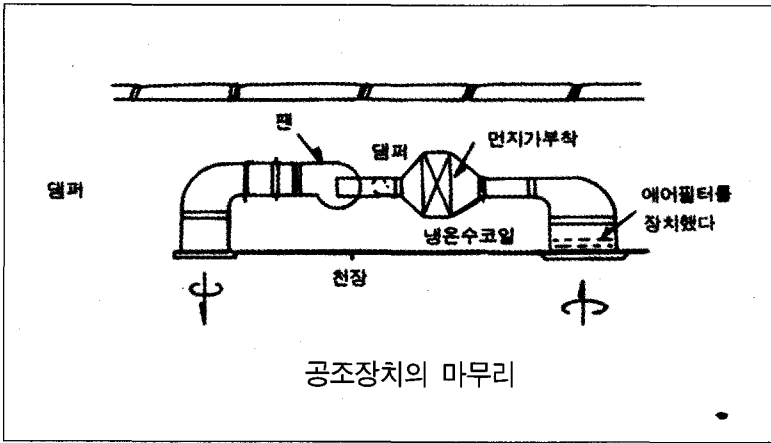
쇼핑센터에 있어서 그림에 표시하는 바와 같이 현관부분의 천장속에 설치한 냉온수 코일에서 바람이 잘 나오지 않게 되었다.

### 【 원인 】

냉온수 코일에 먼지가 부착하여 송풍이 잘 되지 않았다.

### 【 대책 】

공기열교환기(코일)에 먼지가 부착하면 그 부분의 저항이 증가하고, 송풍량이 감소하며, 결국에는 풍로가 폐쇄되어 바람이 나오지 않게 된다. 먼지는 서서히 부착되므로 운전을 시작한 후 곧 냉난방효과가 나빠진 것을 알지 못하지만 서서히 느끼게 된다. 이 사례의 경우에는 에어필터를 달지 않았기 때문인데, 쇼핑센터의 출입구이므로 대수롭지 않게 설계나 시공을 하였다고 생각된다. 에어필터를 코일상류측에 설치하는 것은 실내의 공기정화를



을 방지하였다.

일반적으로 엘리미네이터는 반드시 설치하여야 한다.

(2) 대형 패키지(25 USRT 이상)에서는 팬 챔버에 설치하는 경우 초음파식 또는 증기식 가습기를 설치하는 것이 바람직하다.

(3) 스프레이 부분의 풍속은 3m/s이하로 하는 것이 좋다.

【해설】

목적으로 하고 있는 것 이외에 코일오염을 방지하는 목적도 있기 때문이다. 즉 코일의 오염을 방지하여 방열효과를 저하시키지 않도록 하는 것도 필터의 중요한 역할의 하나이다.

고압 스프레이 가습기의 가습교화율  $\eta$ 은 공조기의 형상, 치수, 노즐의 분무 방향 및 위치, 분무입자의 크기, 수공기비, 풍속, 공기온습도 등에 따라서 좌우되나 일반적으로

4. 패키지형 에어컨에 있어서 고압스프레이식 가습기에 의한 누수

$$\eta = \frac{\text{유효가습량}}{\text{가습분무량}} = 30 \sim 50\%$$

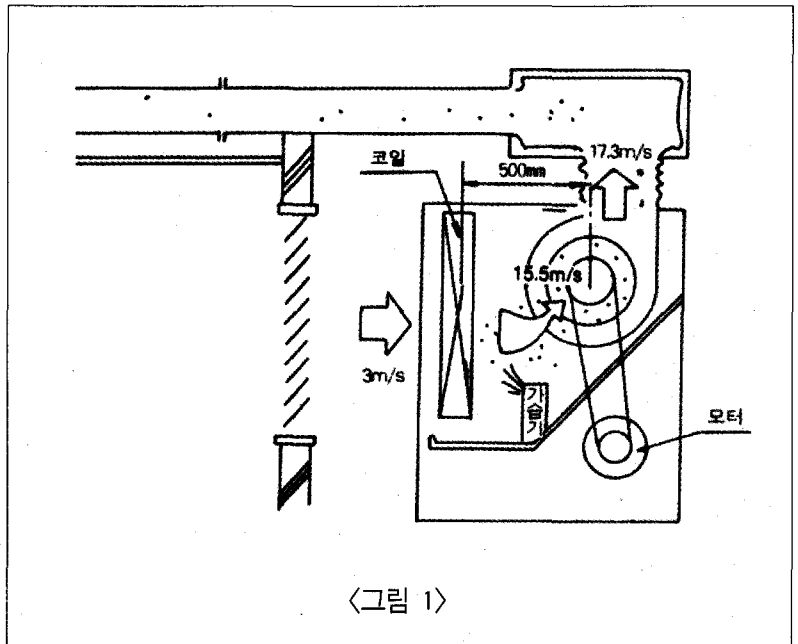
【내용】

고압 스프레이식 가습기를 설치한 패키지형 에어컨에서 여분의 가습수가 덕트에 들어가 천장면에 침수되어 누수되었다.

정도로 생각된다. 결국 30~70%의 물은 증발하지 않고 물입자로서 비산해 버린다. 공조용 가습기에는 일반적으로 고압 스프레이식 가습기, 증기식 가습기 및 초음파식 가습기가 있으나 설치하는 공조기의 형상, 치수, 풍속, 공기온습도 등의 여러

【원인】

〈그림 1〉과 같이 엘리미네이터도 설치하지 않고 코일 이후에 고압 스프레이식 가습기를 설치하였기 때문에 여분의 가습수가 풍속 3m/s로부터 15m/s가 되는 팬실을 통과하여 플리넘 챔버로부터 덕트에 들어가 다시 플랜지 부에서 천장면으로 누수되었다.



〈그림 1〉

【대책】

(1) 가습기 다음에 엘리미네이터를 설치하고 여분의 가습수가 비산(飛散)하는 것

조건과 각종 가습기의 특성을 고려하여 선정하지 않으면 안된다.

## 5 스팀코일의 출구공기 온도가 고르지 못함

### 【 내용 】

한개의 현장조립된 에어핸드링유닛으로, 2개의 방에 송풍하는 계통으로 되어 있는데, 겨울에 스팀을 통하여 온풍을 보냈을 때, 한쪽의 방으로 가는 급기온도와 다른 쪽의 방으로 가는 급기온도의 차가 커서, 송풍량을 조절하였으나 실내온도가 맞지 않았다.

### 【 원인 】

이러한 현상이 일어날 조건으로는 다음 3가지가 있다.

(1) 에어핸드링유닛은 비교적 대형으로 가로 폭이 3m이고, 스팀코일은 튜브 길이가 3m인 것을 수평으로 설치하였다. 코일은 1렬로서 내관은 스팀, 외관은 드레인의 2중관형임에도 불구하고 스팀 입구측의 통과공기는 온도상승이 크고, 그 반대측의 온도상승은 낮아서, 그 차이는 5~6°C였다.

(2) 송풍기가 2개 이므로, 한쪽은 온도가 높은 쪽의 공기를 흡입하여 보내고 다른쪽은 온도가 낮은 쪽의 공기를 흡입하여 보냄으로 양쪽 공기

가 혼합되지 않았다.

(3) 에어핸드링유닛을 나온 공기는 일단 챔버에 들어가지만, 용적이 크지 않기 때문에 혼합될 여유가 없어서, 온도차가 있는 흐름의 층 그대로 각각 2개의 주 덕트에 들어가 별개의 방으로 급기되었다.

그 결과, 한 쪽의 방은 실내 서머스탯으로 목표치에 제어되었으나, 다른 쪽의 방은 같은 부하임에도 불구하고 실내 온도가 조절되지 않았다. 실내 서머스탯을 실내 온도가 낮은 방에 설치하여 스팀조정밸브를 완전히 열어 놓은 상태로 하여도 마찬가지였다.

### 【 대책 】

대책으로는 다음의 해설과 같이 몇가지가 있으나 급변은 작업량이 많은 방법이나 개수공사를 수반하는 방법을 취할 여유가 없었으므로 그림과 같이 스팀코일의 하류측에 배플플레이트를 조금 비껴 놓은 위치에 설치하여 양쪽방을 허용온도 범위내로 온도를 맞출 수 있었다.

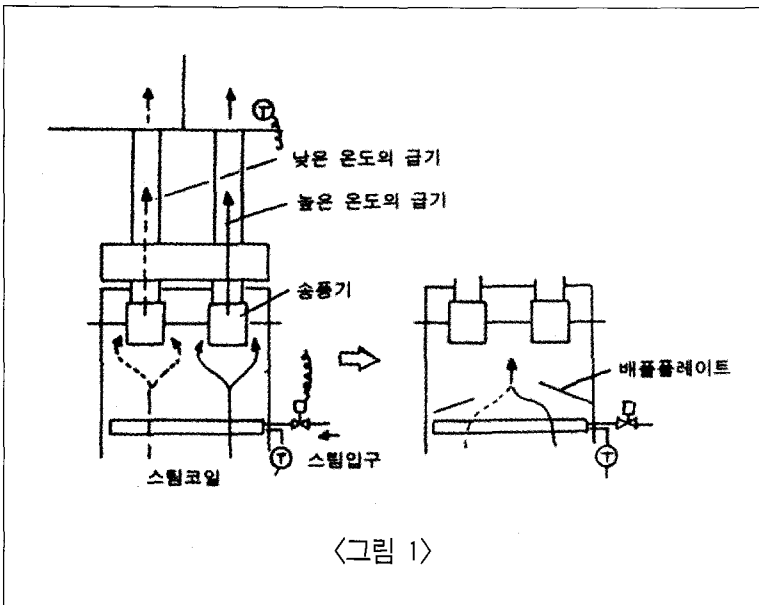
배플플레이트의 저항 때문에 송풍량은 약간 감소하였다.

### 【 해설 】

이것은 에어핸드링유닛의 기기 구성을 결정할 때와 에어핸드링유닛의 주위 덕트시공도 작성할 때 주의를 하지 않은 것으로, 이와 같은 문제는 과거에도 때때로 일어났던 것이다.

이와 같은 트러블을 방지하기 위하여는 담당자로서는 다음과 같은 주의가 필요하다.

(1) 송풍기가 2개이고 에어핸드링유닛의 가로 폭이 3m 이상인 경우, 1패스(전량이 한쪽 방향으로 들어가 다른쪽 방향으로 나가는 것)의 스팀코일·온수코일에서는 온도가 고르지 않기 때문에 다음과 같은 대책을 세우지 않으면 안된다.



- 가열코일을 세로로 세운다.
- 수평으로 하는 경우는 상하를 반분하여 유체의 입구를 양쪽으로 한다.

(2) 위의 대책이 없는 경우, 덕트 시공자측으로서는 온도차가 있는 급기가 그대로 덕트에서 분기되어 가지 않도록 하기 위해

· 여유있는 챔버를 설치하여 온도차가 없도록 혼합한다.

· 분기덕트의 취출위치를 공기온도가 평균이 되도록 고려한다. 예를 들면 좌우에 온도가 다르지 않을 때는 상하로 나누어 분기한다.

(3) 설계시점으로 거슬러 올라가면 1대의 에어 핸드링유닛으로 여러개의 방에 급기하는 경우는 온도제어를 고려하여 각각의 분기덕트에 가열코일을 별도로 설치하는 것이 가장 좋은 방법이다.

## 6. 호텔의 내실에 결로

### 【 내용 】

모 호텔의 객실의 팬코일유닛과 공조기로 처리된 외기의 급기에 의해 공조되고 있다.

객실의 급기는 실내 설계온습도 상태로 항상 객실에 송풍되고 있다. FCU를 이용객의 기호에 따라 운전되며 공실에서는 정지되어 있다. 건물은 연내에 완성되었는데, 공실외벽의 실내측 표면에 결로가 생겼다.

이때의 주위 상황은 다음과 같다.

외기온도	-35°C
공실내온도	10.5°C
급기풍량	80m <sup>3</sup> /h
급기온도	22°C
급기습도	50%

### 【 원인 】

FCU가 정지되어 있으므로 실온이 낮고 벽체 표면온도가 실내공기의 노점온도 이하로 되어 있기 때문이라고 생각된다.

또 벽체의 표면온도는 다음 식에 의해 구해진다.

$$\theta_i = t_i - \frac{r_i}{R} (t_i - t_o)$$

$\theta_i$  내표면벽체온도

$t_i$  실내온도

$t_o$  외기온도

$r_i$  내표면열전달저항(m<sup>2</sup>·h·°C/kal)

$R$  벽체열관류저항(m<sup>2</sup>·h·°C/kal)

벽체열관류율(K)를 3.05kal/m<sup>2</sup>·h·°C, 내표면 열전달율( $\alpha_i$ )을 8kal/m<sup>2</sup>·h·°C로 하면 벽체의 내표면 온도는 약 5°C가 된다.

### 【 대책 】

급기의 온도를 바꾸지 않고 상대온도를 50%에서 35%로 낮추었더니 결로가 생기지 않게 되었다.

### 【 해설 】

새로 세운 건물은 당분간 콘크리트 표면에서 수분이 나오기 때문에 실내의 습도는 높아지는 경향이 있다. 본 사례의 공조방식에서 습도제어가 곤란하므로 초기 단계에서는 습도를 약간 낮게 해서 운전하는 것이 무난하다.

더구나 호텔 등에서는 일반적으로 상대습도를 50%로 하는 수가 많은데, 외기온도가 낮아졌을 때 창면에 결로가 생겨 있는 상황이 대단히 많으므로, 이것을 방지하려면 본 사례의 대책과 같이 실내습도를 40~35%의 상태로 해야 된다.

그러나 너무 저습도로 하면 정전기가 생기므로 30% 이하가 되는 것은 피해야 한다.

또 벽체의 결로방지에는 표면온도를 높여야 하며, 벽체의 열관류 저항을 크게 하면 좋다.

## 7. 송풍량 분배에 따른 증기코일의 표면온도 불균일

### 【 내용 】

증기가열코일(히터)이 속에 들어있는 공조기에 <그림 1>에 표시하는 송풍덕트를 설치했다. 호텔에 사용한 공조장치이다. 분기덕트(A)계통에 속하는 객실의 난방은 너무 더울 정도인데, 분기덕트(B)측에서는 토출온도가 오르내려서 실온이 일

정하지 않는다는 불평이 있었다.

**【 원인 】**

히터의 증기입구쪽 표면온도가 일정하지 않으며 우측 송풍기에 의한 송풍온도가 높고 토출공기가 혼합되지 않은 상태로 분기덕트(A)쪽으로 흐르고 있었기 때문이다.

에 의한 방열은 기대할 수 없다. 따라서 응축수를 코일 속에 머무르게 하지 않고 되도록이면 빨리 빠져 나가게 할 수 있는 증기코일 일수록 효율이 좋고 표면온도의 불균일이 적다. 그러나 증기코일은 <그림 2>에 표시하는 형상이고 원패스형이다.

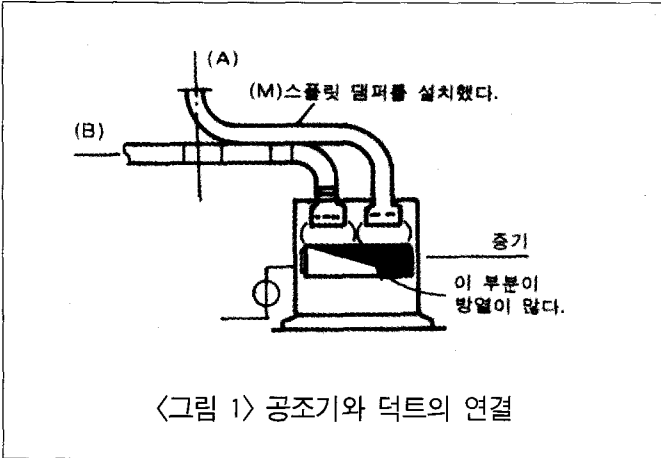
일반적으로 난방용 히터에는 2~3열 튜우브인 것이 사용된다.

따라서 증기 코일은 용량제어 때문에 공급되는 증기량이 줄거나, 부하가 증가해서 응축수가 체류하므로, 증기입구쪽은 불안정하며 낮은 표면온도의 불균일이 생긴다.

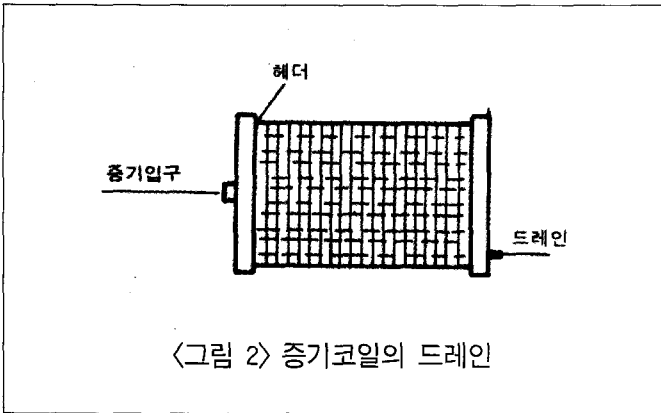
그래서 송풍온도의 불균일을 적게 하기 위해서는 송풍기의 토출측에 체임버를 설치하여 주덕트를 꺼내서 분기시키거나 혹은 <그림 3>처럼 주덕트에서 분기시키는 방향을 연구하는 등의 방법으로 토출공기가 충분히 혼합되도록 한다.

또 이런 경향은 송풍기가 2연합운전의 경우에만 한정되는 것이 아니고 양흡입형 송풍기에 있어서는 1대인 때에도 생기므로 조심해야 한다.

또 이 사례의 대책으로는 스플릿 댐퍼의 위치에도 따르지만, 송풍량의 감소나 풍량의 분배가 충분하지 못한 것이 염려가 되며 송풍온도의 차이를 어느 정도까지 조절할 수 있는가가 의문이다.



<그림 1> 공조기와 덕트의 연결



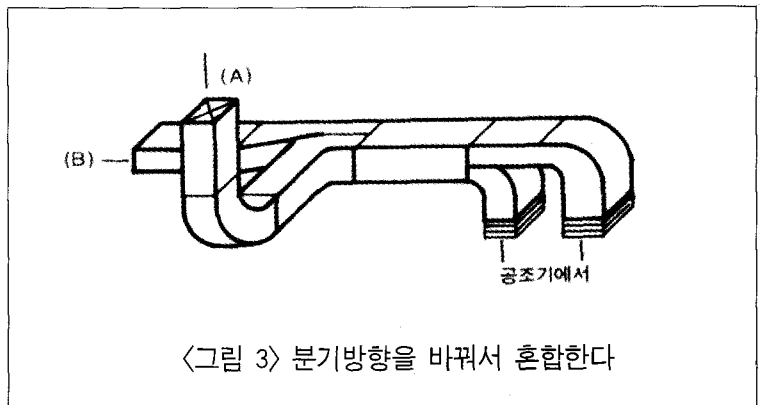
<그림 2> 증기코일의 드레인

**【 대책 】**

덕트 합류점(M)에 스플릿댐퍼를 설치하여 히터의 고온측에 흐르는 공기를 적게(송풍량을 줄인다)했다.

**【 해설 】**

증기 코일은 증기가 지나는 열을 방상시키는 곳에서 응축수



<그림 3> 분기방향을 바꿔서 혼합한다