

# 기존 냉각탑의 성능개선 방안

본 글은 공조용 냉각탑에 대한 열적성능에 국한하여 성능저하 요소를 알아보고 그 개선 방안을 제시하고자 한다.

권오익

(주)대일아쿠아(criok@hanmir.com)

## 성능개선 대상 냉각탑 선정 배경

냉각탑은 사용용도에 따라 석유화학플랜트, 철강플랜트 등과 같이 대용량의 냉각수를 처리하는 산업용과 냉동기, 발전기 등과 같이 중·소용량의 냉각수를 처리하는 공조용으로 구분하기도 하며, 냉각수와 냉각탑 내로 유입되는 공기와의 접촉방식에 따라 냉각수가 공기와 직접 접촉하는 개방식과 냉각수는 코일 내를 통과시켜 공기와는 직접 접촉시키지 않으면서 증발잠열을 얻기 위하여 코일 표면에 별도의 분무수를 뿌려 냉각시키는 밀폐식으로 구분하기도 한다. 또한 냉각수가 공기와 접촉하는 방향에 따라 냉각수와 공기가 서로 마주 보면서 열을 교환하는 대향류형과 직각으로 교차하면서 열을 교환하는 직교류형으로 분류하기도 한다. 여기서 논하고자 하는 대상은 빠른 속도로 진보되고 있는 공조용 개방식 직교류형 및 대향류형 패키지 냉각탑으로 하며, 동 냉각탑에 대한 냉각성능 저하요소를 살펴보고 그 개선방안을 제시하고자 한다.

## 냉각성능을 저하시키는 요소들

냉각성능을 저하시키는 요소들은 크게 냉각탑 설계상의 문제, 냉각탑 제작 및 조립상의 문제, 냉각탑 구성품의 내구성 문제, 냉각탑 설치상의 문제, 그리고 냉각탑 운전상의 문제 등으로 구분할 수 있다. 시간 경과에 따른 노후로 비롯되는 성능 저하 문제는 여기서 논하지 않기로 한다.

## 냉각탑 설계상의 문제

공조용으로 사용되는 냉각탑은 대부분 공장 조립형으로 화물차량을 이용하여 현장으로 운반한 후 기중기를 사용하여 현장에서 간단히 설치할 수 있도록 개발된 패키지 제품이다. 따라서 화물차량의 적재함 치수 및 적재 높이는 패키지 냉각탑을 설계하는데 중요한 설계인자 중의 하나이다. 근래 들어 제품단위 당 냉각용량을 늘려서 제조원가를 낮추려는 제조사의 의도와 냉각탑 셀수를 줄여서 운전 편의를 도모하고자 하는 사용자의 의도가 일치되면서 제품단위 당 냉각용량이 큰 제품이 경쟁적으로 출시되고 있다. 이 과정에서 무리한 설계가 된 부분이 적지 않으며 그 중 대표적인 사례가 다음과 같은 문제들이다.

- 냉각탑 치수를 화물차량 적재함 폭과 상차 높이 등에 맞추어야 하는 직교류형 패키지 냉각탑의 경우 충전재의 폭과 높이에 제약을 받음으로 설계용량을 맞추기 위해서는 공기량을 많이 늘려 주어야 한다. 이로 인해 비산 제거기를 통과하는 공기의 유속이 빨라져 비산 문제를 수반한다. 또한 충전재를 통과하는 공기 유속이 빨라져 충전재에서 공기압 손실이 급격히 상승되고 또한 공기량에 비해 작은 팬 직경을 사용함으로 인하여 팬을 통과하는 공기의 유속이 빨라져 높은 동력을 필요로 한다.
- 보다 심각한 문제는 충전재 상부에 냉각수를 흘릴 수 있는 설계적인 제약이 (물 분배하중 : 충전재



단위 면적 당 냉각수 흐름율로 직교류형의 경우 15~58m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup> 있음에도 이를 무시하고 설계함에 따라 과중하중으로 인하여 충전재에서 증발이 예상대로 일어나지 않음은 물론, 충전재 내부에 높은 냉각수 정체로 높은 공기압 손실이 일어나 공기량이 급감되는 원인이 되어 설계 냉각능력을 얻지 못하는 경우이다.

(대향류형 패키지 냉각탑의 경우 화물차량의 적재함 폭에 맞추더라도 냉각탑 길이를 늘일 수 있음으로 적재함의 크기에 구애를 덜 받으며, 또한 냉각탑을 2~3개로 분리하여 설계·제작함으로써 상차 높이에 제한을 받지 않아 직교류형과 같은 과도한 물 분배하중으로 인한 문제는 없다.)

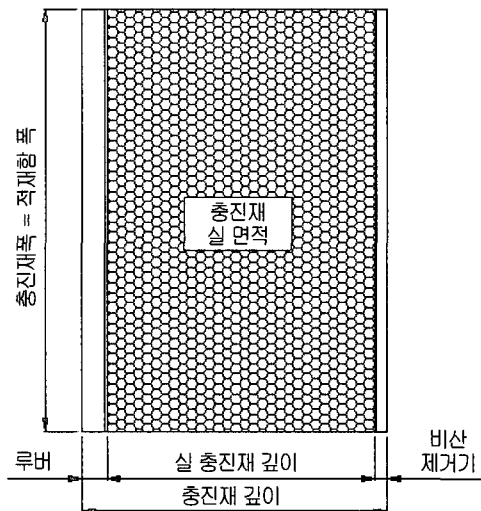
### 냉각탑 제작 및 조립상의 문제

기본적으로 냉각탑 설계는 열량적으로는 어느 정도의 여유치를 감안하여 요구 설계조건을 충족시킬 수 있도록 설계를 하게 된다. 그러나 제작과 조립과정에서 다음과 같은 문제들로 설계 냉각능력을 얻지 못하는 경우이다.

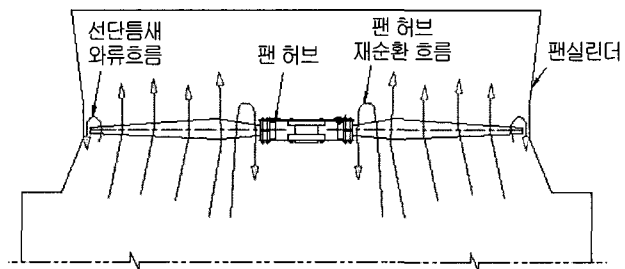
- 축류팬의 선단틈새 와류흐름 : 팬 실린더 내측과 팬의 날개 끝단과의 틈새는 축류팬의 성능을 결정짓는 매우 중요한 요소이다. 팬 날개를 통과하는 높은 압력의 공기가 압력이 낮은 선단틈새를 통해

빠져 내려가는 선단 와류 흐름 현상이 발생하게 되고 이 선단 와류량 만큼 팬은 대기의 공기를 적게 유입하게 됨으로 냉각 성능이 저하되는 것이다. 선단틈새가 팬 직경의 0.5%인 경우는 팬 성능이 5%정도 저하되며, 선단틈새가 0.8%에 이르면 팬 성능은 12.5%정도 저하된다.

- 축류팬의 허부 재순환 흐름 : 팬 허브는 날개를 달고 팬을 축에 장착하기 위한 것으로 날개 뿌리 부분과 허브 사이의 공간이 발생되게 된다. 이 공간을 통하여 그림 2와 같이 팬 날개를 통과한 공기가 빠져 내려가는 흐름이 발생하게 되고 이 공기량 만큼 팬은 대기의 공기를 적게 유입하게 됨으로 냉각 성능이 저하되는 것이다. 팬 허브 재순환을 막기 위한 공기 밀봉판 (air seal disk)을 장착하지 않을 경우 팬 날개를 통한 공기의 5~10%의 공기가 재순환된다.
- 충전재 벌집 형상 : 충전재는 시트 상태로 성형된 것을 PVC 본드를 사용하여 그림 3과 같이 만들게 되는데 이 때 작업자의 세심한 주의가 없으면 벌집형의 모양이 되지 못해 공기와 냉각수의 흐름을 방해하게 되어 냉각성을 저하시키는 원인이 된다. 심할 경우 냉각 성능이 5~10% 정도 저하된다.
- 물 분사 계통 : 공조용 냉각탑의 경우 표준설계조건(1냉각톤 = 0.78m<sup>3</sup> /hr 37-32-27℃)을 기준으로 물 분사계통을 설계하게 된다. 표준조건이



[그림 1] 직교류용 일체형 충전재 평면도



[그림 2] 팬 실린더의 공기흐름



[그림 3] 필름형 충전재



아닌 설계조건에 대해서는 요구 순환수량에 맞추어 물 분사 계통을 재설계하여야 되나 이를 설계자가 누락하거나 아니면 작업자가 이를 무시하고 제작할 경우 부적절한 물 분배로 냉각성능이 저하되는 원인이 된다.

- 공기 기밀 : 냉각탑으로 유입되는 공기는 열전달 매체인 충전재만을 고르게 통과하여야 냉각탑은 제 성능을 할 수 있다. 직교류형의 경우 충전재와 냉각탑 케이싱 사이를 통과하는 공기와 냉각탑 하부구조의 수위가 내려가 충전재 하부와 하부구조 사이를 통과하는 공기가 상당량 발생한다. 또한, 직교류형 및 대향류형 공회 팬 데크 부위의 부실한 실링으로 인하여 대기의 공기가 팬으로 유입되는 경우가 있어 이들로 인하여 냉각 성능이 저하된다.

### 냉각탑 구성품의 내구성 문제

냉각탑 구성품들 중에서 주로 문제가 되는 부분은 충전재와 비산 제거기이다. 충전재의 내구성은 충전재의 원재료, 첨가제, 원단의 두께 및 냉각수의 수질에 관계한다. 냉각수 수질에 따른 문제는 다음의 냉각탑 운전상의 문제에서 다루기로 하고 재질에 대해서 문제가 되는 부분을 알아본다.

충전재는 기본적으로 자외선 억제제, 충격완화제, 가소제 등의 여러 종류의 첨가제를 수지에 투입하여 만들게 된다. 이 중에서 충전재의 주 원료인 PVC는 신재의 수지를 사용하거나 PVC 재생품을 사용한다. PVC 재생품을 사용할 경우는 가소제량을 추적할 수 있는 스크랩에 일정량의 신재를 섞어서 사용하여야 한다. 그러나 현실적으로 냉각탑 가격이 정상적으로 형성되지 못한 관계로 가소제량을 추적할 수 없는 스크랩을 사용하는 경우에 충전재가 조기에 파손되어 냉각 성능에 문제를 일으키는 경우이다. (참고로 냉각탑에 사용된 폐 PVC는 소각 시 발암물질 때문에 전량 매립한다.)

대향류형 냉각탑의 경우 충전재는 케이싱 내부에 위치함으로 직사광선을 받지 않음으로 자외선에 의한 경화현상이 극히 적은 반면에, 직교류형의 경우 충전재가 직사광선에 직접 노출됨으로 자외선 억제제를 반드시 첨가하여야 한다. 그러나 자외선 억제제가 적절치 못한 경우 충전재가 경화되어 틈새가 발생되고

충전재가 부서지는 원인이 되어 냉각 성능을 저하시키게 된다.

직교류형의 경우 일체형 충전재(충전재에 루버 및 비산 제거기가 함께 붙은 일체형)를 사용하는 반면에 대향류형의 경우는 별도의 비산 제거기를 사용하는데 비산 제거기의 재질 문제로 열 변형이 일어나 공기 흐름을 막는 경우가 발생하여 냉각 성능상의 문제를 야기한다. 또한 대향류형의 경우 비산 제거기의 설치 방향이 매우 중요하며 이를 무시하고 동일한 방향으로만 설치할 경우 팬으로 유입되는 공기 흐름이 원활하지 못하여 팬 성능이 저하되고 팬 진동의 원인이 된다.

### 냉각탑 설치상의 문제

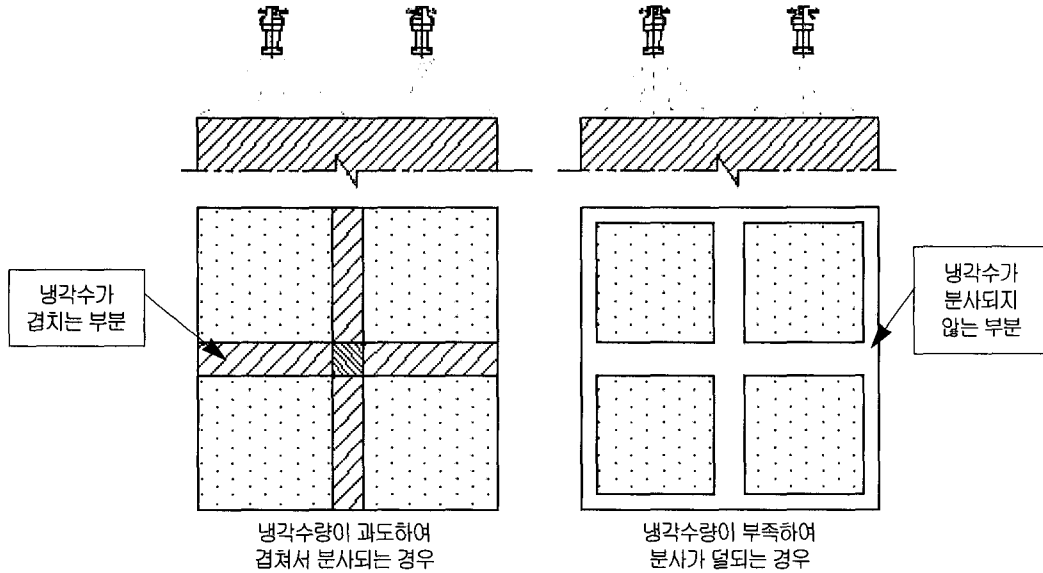
기본적으로 냉각탑 주변에는 장애물과 외부 열원이 없어야 한다. 그러나 대부분의 공조용 냉각탑이 건물 옥상에 설치됨으로 어느 정도의 장애물은 피할 수 없는 것이 현실이다. 더욱이 근래 들어 시 조례로 도심지 건물의 외관을 해치는 기계장치물들이 외부에서 보이지 않도록 규제를 하면서 냉각탑 주변에는 냉각탑 내로 유입되는 공기흐름을 방해하는 장애물이 더 많아졌다.

이들 장애물로 인하여 냉각탑 내로 유입되는 공기량이 설계치보다 줄어들어 냉각성능이 저하되며, 장애물의 높이가 냉각탑 공기 토출구 보다 높을 경우는 토출 공기가 장애물과 부딪친 후 냉각탑으로 재 유입되는 재순환이 일어나 냉각탑 입구측 습구온도가 대기의 습구 온도에 비하여 0.5~1℃ 상승되는 결과를 초래하여 냉각성능이 저하되기도 한다.

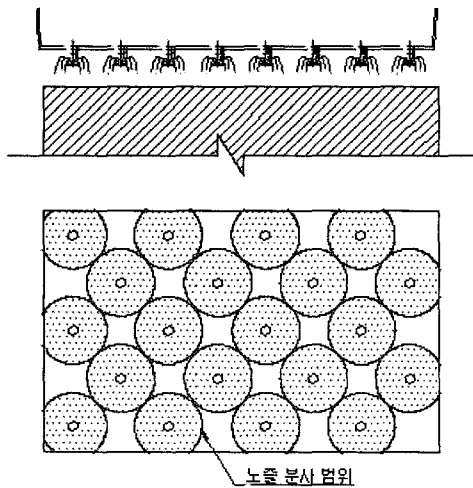
또한, 대기 바람 방향에 따라 냉각탑을 설치하는 방향을 정하여야 하나, 설치 현장여건이 이를 무시할 수 밖에 없는 경우도 많다. 외부 바람에 의해 냉각탑에서 토출된 공기 일부가 냉각탑 내로 재순환되어 냉각탑 입구측 습구온도가 대기의 습구 온도에 비하여 0.5~1.5℃ 상승되어 냉각성능을 저하시킨다. 이를 최소화하기 위해서는 냉각탑의 길이 방향과 여름철 바람의 방향과 일치 하도록 설치하는 것이 바람직하다.

### 냉각탑 운전상의 문제

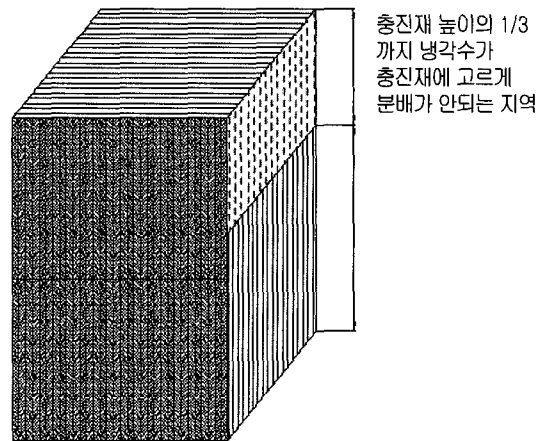
앞서 살펴 본 문제들 못지않게 냉각탑의 성능을



[그림 4] 대향류형 물 분사 노즐에서 냉각수량에 따라 분사면적의 변화



[그림 5] 직교류형 냉각탑 물 분사 상태



[그림 6] 직교류형 냉각탑 충전재에서 물분사 노즐을 사용했을 경우의 물 분배 상태

하시키는 원인은 냉각탑을 올바르게 운전하지 않아 생기는 문제들로 다음과 같은 경우이다.

- 냉각수량 : 일반적으로 냉각탑은 설계 순환수량의 90~110% 범위에서 운전 될 수 있도록 냉각수 입·출구 배관, 냉각수 분배 배관 및 분사노즐을 설계 한다. 대향류형의 경우는 이 범위를 벗어나 운전하게 되면 냉각수가 고르게 분배되지 않으며 (과다할 경우는 냉각수가 중첩되는 부분이 많아

지고 적을 경우는 냉각수가 분배되지 않는 지역이 발생), 또한 직교류형의 경우는 상부수조에 노즐을 장착하여 노즐을 통해 냉각수를 충전재 상부에 분배할 경우 냉각수 분배 상태가 나빠져 충전재 높이를 기준으로 위에서 아래로 1/3 가량은 냉각수가 충전재에 고르지 못한 상태가 되어 냉각성능이 저하된다(그림 4).

- 냉각수 분배: 대향류형 냉각탑을 다중 셀로 운전

할 경우 셀 간의 냉각수 분배가 설계 냉각수량을 기준으로 +/- 5% 범위 안에 들도록 냉각수량을 조정하여야 한다. 가령 셀 수가 2대인 경우 한 셀에 90%, 나머지 한 셀에 110%로 냉수를 분배할 경우 전체 냉각성능은 약 5% 정도 떨어진다. 이는 설계수량 보다 많은 냉각수를 통과시킨 냉각탑이 과다한 냉각수량으로 충전재에서 공기압 손실이 (충진재에서 공기압 손실은 충전재를 통과하는 공기의 평균유속, 평균 공기밀도, 물 분배하중 및 충전재의 높이에 따라 결정됨) 과다하게 일어나 팬에 유입되는 공기량이 급감하여 냉각성능이 저하되기 때문이다(그림 5, 6).

직교류형의 경우는 상부수조 (충진재 상부에 설치되어 냉각수를 분배하기 위한 수조)가 일반적으로 셀 당 2개로 구성되어 있다. 수조간의 냉각수 분배는 일반적으로 밸브를 사용하여 조정을 한다. 냉각수 순환펌프를 가동할 때마다 수조간의 냉각수량이 차이가 나기 때문에 매번 밸브의 개폐도를 조정해 주어야 되는 번거로움으로 운전자는 설치 초기 또는 운전 초기에 설정한 개폐도를 그냥 유지한 채로 운전을 하게 되는 경우가 허다하다. 이러한 수조 간 냉각수량 불균형은 곧 바로 냉각성능 저하를 초래하게 된다.

- 냉각탑 팬 전동기 on-off 운전 : 다중 셀을 운전할 경우 냉각수 온도를 제어하기 위하여 팬을 구동하는 전동기를 냉각수 출구온도와 연계하여 on-off하게 된다. 전동기는 특성상 무한정 on-off를 할 수 있는 것이 아니라 정지 후 일정한 시간이 경과한 (전동기 출력에 따라 핫 스타트 횟수와 경과 시간이 상이함으로 전동기 회사에 문의하여야 함) 다음 재시동을 하여야 전동기의 소손을 방지할 수 있으며, 또한 빈번한 전동기 on-off는 팬 구동부를 기계적으로 손상시키기 때문에 on-off는 시간 당 최대 6회 미만이 되도록 한다. 잦은 전동기 on-off는 브이 벨트 길이를 늘어나게 함으로 벨트 장력을 수시로 확인해 주지 않으면 과도한 벨트 슬립으로 팬의 회전수가 느리게 되어 공기량이 줄어드는 원인이 되며 또한 전동기의 동력이 적절하게 전달되지 않아 주어진 부하를 극복하고 공기량을 이송하는데 문제를 야기한다.
- 냉각수 온도 : 아주 가끔 있는 일이지만 에너지를

절감하는 차원에서 냉동기를 운전한 후 냉각수 온도가 올라가면 그 때 냉각탑을 운전하는 경우 냉각시키는 시차가 있음으로 냉각탑으로 돌아오는 냉각수의 온도가 매우 높은 상태가 되어 냉각탑 구성품이 냉각수 열 변형이 일어나 제 기능을 하지 못하여 냉각성능을 저하시키기도 한다.

- 냉각수 수처리 : 대기의 공기와 직접 접촉하여 냉각되는 냉각수는 대기의 오염물질, 미생물 및 각종 바이러스 (레지오넬라균) 등이 혼입됨으로 반드시 수처리를 하여야 한다. 한편, 연속적으로 냉각수가 증발하기 때문에 냉각수 내의 오염물질은 농축되게 됨으로 일정한 량의 냉각수를 배출시켜 주어야 한다. 적절한 냉각수 수처리와 배출을 하지 않을 경우 슬라임으로 인하여 공기 중의 이물질이 충전재, 배관 및 열교환기 등에 달라붙어 스케일이 발생되어 배관을 부식시키는 원인이 되며 또한 열교환부의 열전달 효율을 저하시키는 원인이 된다(참고로 염소성분의 살충제가 과도하게 냉각수에 투입될 경우 PVC 재질의 충전재는 급속하게 경화되어 파손됨으로 적정량을 투입하여야 한다).

### 냉각성능 저하요소별 개선사항

앞서 지적한 냉각탑 성능저하 요소 가운데 설계상의 문제, 제조 및 조립상의 문제 등은 냉각탑 제조업체가 개선하여야 할 문제이며, 설치상의 문제는 일차적으로 냉각탑을 선정하고 위치를 결정하는 설비 설계회사가 개선하여야 할 문제이다. 나머지 운전자의 문제는 냉각탑을 운전하는 회사가 개선하여야 할 문제로 책임 소재별로 개선사항을 제시하고자 한다.

#### 냉각탑 제조업체가 개선할 사항

제조물 책임법에 앞서 제조업체는 기본적으로 냉각탑을 성능적인 면에서 그리고 안전면에서 문제가 없도록 설계를 하고 그에 합당한 냉각탑 구성품을 사용하여 개발 단계에서 열적 성능은 물론 내구성에 대한 충분한 시험을 거친 다음 출시를 하여야 할 것이다. 그러나 국내의 현실은 어떠한가? 제대로 된 시험설비를 갖춘 업체가 드물며 타사 제품의 흠집만 들추어내는 상황이고 또한 구매 관행에도 문제가 없는 것은 아



니다. 구매시방에 특정 제조업체의 냉각탑 크기를 명시하여 타사들의 참여를 배제하는가 하면 그 크기를 따르도록 강요하는 일도 있다.

또한, 이미 일반화 되었거나 외국 제품을 참고하여 약간의 형상을 변경한 것을 마치 세상에서 처음으로 개발한 것처럼 국내 특허권을 득하여 이것으로 상대의 발목을 잡는 일도 있다. 이제 상호 이익이 되는 발전적인 기술 경쟁을 하여야 할 것이다.

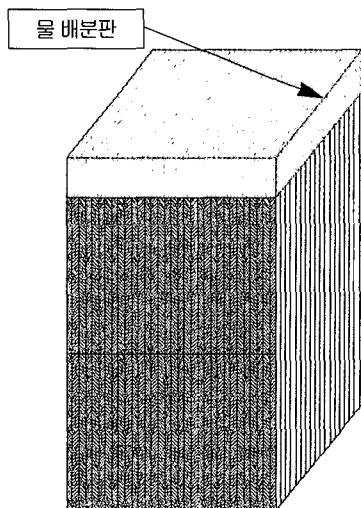
우리나라 산업계 대부분이 그러하듯 냉각탑 역시 외국에서 들어온 기술로 우리는 외국에서 개발된 제품·부품을 참고하여 유사한 부품을 사용하여 제품에 적용하여 왔다. 대부분 60~70년대 외국에서 개발된 충전재를 비롯한 냉각탑 구성품들은 오늘날에도 크게 변화함이 없이 사용되고 있다. 문제는 냉각탑 제조업체들이 이들 구성품에 대한 기본적인 지식을 완벽하게 이해하지 않고 사용하는데 있으며 또한 설사 이해하였다 하여도 올바르게 적용하지 않는 데 있다고 본다. 다음은 그 중에서 몇 가지를 예로 들어 앞서 지적한 성능저하 요소에 대한 개선사항을 알아보려고 한다.

- 직교류형 냉각탑 : 대용량의 냉각수를 처리하는 산업용 직교류형 냉각탑에 있어서는 냉각수가 루버 쪽으로 쏠리는 문제를 제외하고는 별 다른 문제가 없으나, 공조용 패키지로 개발된 직교류형 냉각탑은 차량운반에 제한이 있어 직교류형 냉각

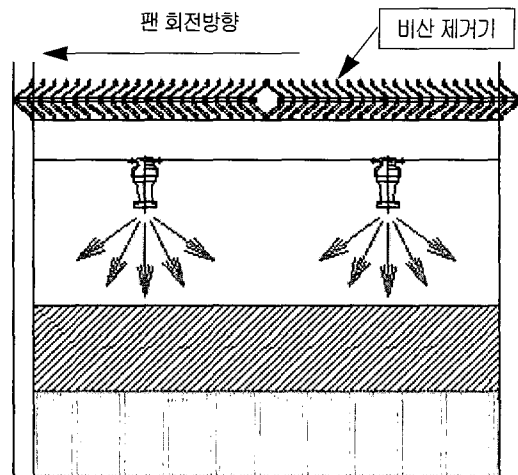
탑이 갖추어야 할 기본적인 설계기준을 전부 충족시키기에 다소 무리가 따른다. 그러나 충전재의 깊이(air travel이라고도 함)를 보다 늘려 물 분배하중을 설계기준치 범위 내로 한다면 냉각성능 문제는 해소될 수 있을 것이다.

패키지 냉각탑과 같은 작은 크기의 직교류형 냉각탑은 분사노즐을 사용하는 것 보다는 분사노즐 대신에 물 배분판(water distribution panel, 19mm 골 높이 필름형 충전재를 높이 150mm로 하여 충전재 상부에 설치)을 설치하여 충전재 상부에 냉각수를 고르게 분배시키는 것이 충전재 전면에 걸쳐 냉각수가 흐르도록 함으로서 설계 냉각능력을 향상시킬 수 있다(물 배분판을 사용할 경우는 상부수조 바닥에 충전재의 별집 모양과 일치하도록 7~10mm 구멍을 뚫어 냉각수가 좌우로 흐르게 한다)(그림 7).

하부수조의 용량이 부적절하여 냉각수 순환 펌프 정지 시 냉각탑 내부에 체류한 냉각수가 일시에 낙하하면서 하부수조로부터 넘치는 것을 막기 위하여 운전자가 임의로 하부수조 내의 운전수위를 낮추었을 경우에 충전재 하부가 냉각수로 채워지지 않아 충전재 하부와 하부수조 사이를 통하여 공기가 통과하게 된다. 이를 방지하기 위해서는 운전수위와 체류수로 인한 수위 증가분을 충분히 반영하여 하부수조를 설계하는 것이다(가끔 냉각



[그림 7] 충전재 상부배분판



[그림 8] 비산제거기 설치방향

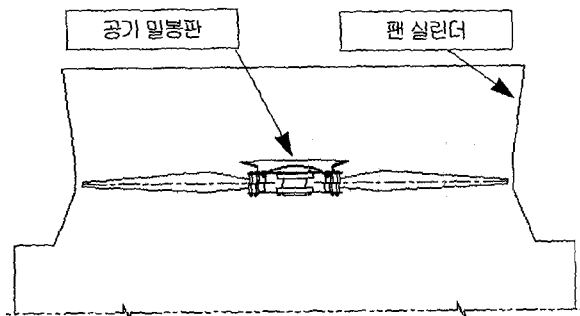


탑 운전중량 때문에 문제가 되는 경우가 있다. 물론 모든 채류수로 인한 하부수조의 수위 증가를 고려하고도 운전중량이 상대적으로 적다면 문제가 될 것이 없으나 그렇지 않으면서 중량만을 따지는 경우는 냉각수 순환 펌프를 정지시 하부수조에서 냉각수가 넘치는 것을 막을 수 없을 것이다).

- 대향류형 냉각탑 : 직교류형과는 달리 화물차량 적재함 치수에 구애를 받지 않음으로 냉각탑 크기를 선정함에 있어 비교적 자유로운 반면에 충전재가 완전한 벌집형이 되도록 세심한 주의 기울여 본당 작업을 하여야 한다. 물 분사 노즐을 사용하여 냉각수를 충전재 상부에 분배함으로 냉각수량과 압력에 따라 매우 민감하게 분사면이 바뀐다. 따라서 설계 냉각수량에 따라 물 분사노즐의 사이즈는 설계 냉각수량의 90~110% 범위를 충족시킬 수 있도록 설계하고 제작도에 반영하여야 한다.

충진재 상부를 떠나는 공기는 축류팬의 회전 방향과 같은 궤적임으로 공기흐름 방향과 반대가 되도록 비산 제거기를 설치하는 것이 비산을 효과적으로 제거하게 된다. 일반적으로 헤더관을 중심으로 서로 마주보게 설치하면 된다(그림 8).

- 축류형 팬 : 냉각탑의 모든 구성품이 중요한 것이나 그 중에 으뜸은 축류형 팬이다. 팬이 제 성능을 다 하지 않으면 냉각탑에서 냉각성능을 기대할 수 없다. 또한 팬 선정 프로그램 상으로 성능을 충족시킨다 하더라도 앞서 지적한 선단 틈새가 과도하거나 팬 허브에 공기 밀봉판이 없으면 팬은 설계 공기량을 대기로부터 냉각탑 내로 흡입할 수 없다(그림 9).



[그림 9] 팬 실린더의 공기 흐름

가끔 냉각탑의 성능을 측정하는 일환으로 팬 실린더에서 공기의 유속을 측정하여 풍량을 계산하는 경우가 있다. 이는 참고할 수 있는 지표에 불과한 것이지 실제 팬이 이송하는 풍량으로 보는 데는 문제가 많다. 그 이유는 앞서 지적하였듯이 팬 선단 틈새를 통한 공기의 외류 흐름과 팬 허브를 통한 공기의 재순환 흐름이 있기 때문이다. 직교류형의 경우는 충전재 면에서 공기의 속도를 측정하고 대향류형의 경우는 공기입구부에서 공기의 속도를 측정하여 면적을 곱하는 것이 보다 정확한 풍량을 얻을 수 있다.)

**설비 설계업체가 개선할 사항**

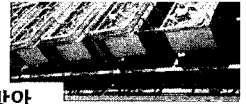
냉각탑의 용량, 냉각탑의 형식, 냉각탑의 설치 위치 및 냉각탑 시방서를 정하는 일은 설비 설계업체의 몫이다. 이들 몫에서 냉각탑의 성능을 좌우할 수 있는 것은 냉각탑의 설치 위치이다. 냉각탑 시방을 확정하기에 앞서 냉각탑이 설치될 장소 주변에 장애물에 대한 내용을 명확히 하여야 하며, 계절풍의 방향을 고려하여 냉각탑의 설치 방향을 정하여야 한다.

설비 설계자 입장에서는 냉각탑 사이즈를 반드시 검토하여야 할 것이나 특정 제조사 제품만의 냉각탑 치수를 시방에 삽입하는 것은 고려해 볼 일이다. 설계자라면 누구나 지금까지 사용해 본 경험을 토대로 무난한 제품을 선호하기 마련이다. 그러나 구매자의 선택의 폭을 넓히고 냉각탑 제조업체에 기회를 주기 위해서는 여러 회사의 제품을 다양하게 검토하는 것이 필요할 것으로 본다.

그리고 냉각탑이 운전되는 계절적인 조건, 주변과의 예상되는 환경적인 문제 등을 시방서에 언급하거나 사전 검토한다면 냉각탑 설치 후 또는 운전 중에 문제를 최소화 할 수 있을 것으로 본다.

**냉각탑 운전자가 개선할 사항**

냉각탑으로 보내는 냉각수량을 설계치의 90~110% 범위가 되도록 냉각수 순환 펌프의 용량을 관리하면서 (펌프 출구단의 스톱 밸브를 조정하여 유량을 제어하면 됨) 다중 셀인 경우 셀 간의 냉각수량 편차가 5% 범위를 유지하는 것이다. 경우에 따라서는 정유량 밸브를 셀 마다 냉각수 입구배관에 설치하여 셀 간의 유량을 일정하게 유지하여야 한다.



냉각수 온도를 제어할 목적으로 팬 전동기를 on-off 하고자 할 때는 시간당 6회 이상 전동기가 켜다 켜다하지 않도록 냉각수 온도 설정을 하여야 한다. 브이 벨트 장력 조정장치가 별도로 부착하지 않은 경우는 주 1회 벨트 장력을 확인하여 장력이 과도하거나 느슨하지 않도록 조정을 해 주어야 한다. 또한, 냉각탑에 갑작스런 고온의 냉각수가 들어가지 않도록 냉동기와 같은 열 발생기계를 동작시키는 동시에 냉각탑을 운전시키는 것이 좋을 것으로 본다.

냉각수는 대기의 공기와 직접 접촉을 함으로 항상 대기의 이물질과 미생물이 냉각수에 존재하게 마련이다. 이들을 적절히 처리하기 위해서는 냉각수를 약품

처리하는 것은 물론 지속적으로 일정량을 배출시키고 또한 순환수량의 5% 정도는 필터 또는 스트레이너를 사용하여 이물질을 제거하는 것이 배관의 부식을 방지하고, 열 교환부의 막힘(오염) 현상을 막아 열전달 효율을 유지할 수 있다.

끝으로 산업용 냉각탑과 같이 큰 제품에 비하여 패키지 냉각탑과 같은 작은 제품은 조그마한 실수들이 상대적으로 크게 냉각탑 성능을 저하시킨다. 기본과 원칙을 준수하여 냉각탑을 설계, 제작, 조립, 설치하고 운전한다면 운전자가 원하는 냉각성능을 발휘할 수 있을 것이다. ㉔