

# 가금 및 가축사양의 환경조절에 대하여 (II)

(오진양행기술부 제공)

## 목 차

### III. 계사 및 축사의 냉각시설 설계

#### 1. 개요

#### 2. 설계를 위한 계산법

##### 1) 가축의 체열

##### 2) 태양열

#### 3. 쉘의 선정, 쉘의 위치

#### 4. 냉각 패드 장치

##### 1) 위치

##### 2) 기타

#### 5. 급수시설

##### 1) 급수량

#### 2) 파이프와 펌프

#### 3) 저수조

#### 4) 급수의 실제

#### 6. 자동 증발 냉각 장치

##### 1) 온도조절장치와 타이머

##### (1) 쉘

##### (2) 펌프

##### (3) 기타

##### (4) 개방축사용 쉘과 패드 냉각 장치

### III. 계사 및 축사의 냉각시설 설계

하절기의 고온은 가축에게 뿐만 아니라, 양 축업자에게도 매우 심각한 문제로서 수익성을 떨어뜨리는 주요 원인이 된다.

이러한 불리한 환경을 조절해 주기 위하여 증발냉각장치로써 더운 외부 공기가 축사내로 들어오기 전에 미리 냉각시킬 수가 있다.

증발냉각을 효과적으로 시키기 위해서 전 세계적으로 널리 보급되어 있는 쉘과 패드(pad) 냉각방법을 들수 있는데 이 장치는 AC ME Engineering and Mfg. Corp이 개발하여 현재 미국, 캐나다, 멕시코 등지에서 많이 사용되고 있다.

#### 1. 개요

축사의 한쪽 끝에 고성능의 배기팬을 설치하고 그 반대쪽 옆벽에 습식 섬유질 패드를 연결시켜 설치함으로써 외부 공기는 이 습식 패드를 통과한 후 열을 흡수하면서 축사를 지나 배기팬에 의하여 밖으로 배출된다. 냉각 패드는 또한 축사내로 들어가는 공기를 깨끗이 걸러주는 역할도 겸하고 있다. (그림1 참조)

#### 2. 설계를 위한 계산법

혹서기에는 축사내 온도를 최대한 낮추어 주기 위해서 냉각장치의 용량을 극대화할 필요성이 있다.

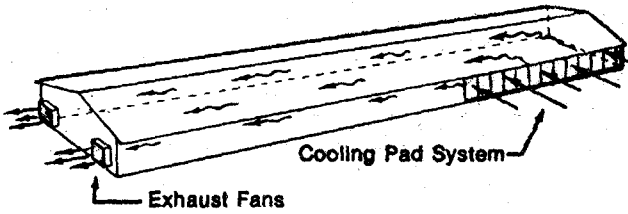


그림 1. 웬과 패드의 냉각시스템

이 적절한 최대용량을 알기 위하여는 가급 및 가축으로 나오는 열과 태양복사열을 정확히 측정함으로써 이에 필요한 총 공기의 유통량을 계산하여야 한다.

### 1) 가축의 체열

가축의 체열을 제거시키기 위한 기류의 용

표 1. 가급 및 가축의 마리당, 분당요구(B)

가급 및 가축의 체중 (파운드)	마리당 분당요구기류량 (CFM) B
3	3.4
3½	3.8
4	4.2
4½	4.6
5	5.0
10	8.9
15	12.1
20	15.2
25	18.1
30	21.0
40	26.4
50	31.5
100	60
150	76
200	96
250	114
300	132
350	150
400	167
500	200
600	230
750	275
1,000	345

CFM<sub>b</sub> = 축사내 가축의 소요기류량

N = 축사내 가축수

B = 축사내 가축별 마리당 소요기류량

량은 가축의 수와 그 체중으로 계산할 수 있다. 표 1은 체중별 마리당 요구되는 분당 입방 휘-트를 표시하여 주고 있으며 아래 식에서 보는 바와 같이 가축의 수에 이숫자를 곱하면 필요한 공기 총량을 얻어낼 수 있는 것이다.

$$CFM_b = (\text{가축의 수}) \times B = N \times B$$

### 2) 태양열

축사내에 투사된 태양열을 제거시키는데 필요한 총기류량은 축사의 크기와 구조형태, 그리고 방향에 따라 다르다. 아래 식에서 보는 바와 같이 각각의 면적에 표 2의 K계수를 곱하여 구하고자 하는 분당 풍량을 계산할 수 있다.

$$CFM_c = (\text{천정면적, ft}^2) \times 1.5K = A_c \times 1.5K$$

$$CFM_w = (\text{벽면적, ft}^2) \times 0.5K = A_w \times 0.5K$$

$$CFM_g = (\text{창 면적, ft}^2) \times 12 = A_g \times 12$$

동서로 향한 축사의 경우는 한쪽 끝 벽과 그늘지지 않는 벽면을 A<sub>w</sub>로 한다. 남쪽벽은 걸린 지붕의 약 3 배 되는 거리만큼 처마 아래로 그늘이 지기 때문에 그 이하의 남쪽벽면과 한쪽 끝 벽에만 CFM<sub>w</sub>를 계산하면 된다.

$$CFM_{ws} = (\text{별드는 벽면, ft}^2) \times 0.5K = A_{ws} \times 0.5K$$

$$CFM_{gs} = (\text{별드는 창문, ft}^2) \times 22 = A_{gs} \times 22$$

단, 반투명 커튼벽의 경우는 유리의 반으로 한다.

따라서 총통기량은

$$CFM_T = CFM_b + CFM_c + CFM_w + CFM_g + CFM_{ws} + CFM_{gs} \text{로 구해진다.}$$

표에 나타나 있지 않은 인슈레이션을 사용한 축사의 경우는 K=8/R을 사용하는데 여기서 R은 건축자재의 총 열 저항치이다. 위 식과 K값은 공기의 밀도, 비열 그리고 해발 300M 이하의 태양강도에 의한 영향력을 내포하고 있다.

실제 냉각된 공기는 열을 흡수하며 축사를 통과함으로써 온도가 상승하게 된다. 이 상승하는 온도는 전체 열에 비례하고 전체 기

=83,886 cfm이 된다.

표 2.

지붕 및 천정	K
철판제재	
인슈레이션 : 1"	2.03
2"	1.13
3"	0.79
4"	0.60
6"	0.41
0	10.50

벽	K
철판제재	
인슈레이션 : 1"	1.98
2"	1.12
3"	0.78
4"	0.60
0	9.40
목재	
인슈레이션 : 1"	1.64
2"	1.00
3"	0.72
4"	0.56
0	4.55
8" 콘크리트 블럭	4.10

류에는 역비례한다.

계산예 : 계사의 길이가 280ft, 넓이가 36ft, 높이가 8ft이고 최고 3½파운드의 체중을 가진 18,000수의 산란재가 있다. 계사의 방향은 동서향이며 18"의 지붕이 내려 걸쳐 있고 천정과 벽의 인슈레이션은 각각 3", 2"이다. 외부는 금속판으로 되어 있고 무창계사일 경우.

$$CFM_b = 18,000 \times 3.8 = 68,400 \text{ cfm}$$

$$CFM_c = (280 \times 36) \times 1.5 \times 0.79 = 11,945 \text{ cfm}$$

$$CFM_w = 5,056 \times 0.5 \times 1.12 = 2,831 \text{ cfm}$$

$$CFM_{ws} = A_{ws} \times 0.5K \text{ 인테}$$

$$\text{여기서 } A_{ws} \text{는 } 280 \times 3.5 + 36 \times 8 = 1,268 \text{ ft}^2$$

$$\text{따라서 } CFM_{ws} = 1,268 \times 0.5 \times 1.12 = 710 \text{ cfm}$$

위와 같은 방법으로 하여

$$CFM_r = CFM_b + CFM_c + CFM_w + CFM_{ws}$$

$$= 68,400 + 11,945 + 2,831 + 710$$

### 3. 팬의 선정

팬은 일정한 표준검사에 합격된 것을 사용하여 하는데 이 팬들은 공기로 하여금 패드(Pad)를 통하여 움직이도록 할 뿐 아니라 일정한 항력에 의해서 작동되어야 하기 때문에, 1/8" SP에서 형성된 공기 이동을 기초로 하여서 팬을 선정해야 한다. (SP : Static Pressure, 靜壓)

또한 축사내에 필요한 공기의 양은 팬의 크기 및 수에 영향을 주므로 최소의 비용으로 가장 경제적인 선정을 하여야 할 것이다.

냉각, 환기조절을 좀더 다양하고 효율적으로 하기 위해서는 최소한 1개의 2-스피드 모터 팬을 냉각장치에 부설하여야 한다. 이중속도의 팬은 고속의 약 1/2의 속도로 움직인다.

팬 제트 환기시설을 갖춘 축사의 경우에는 그 팬 제트 시설의 용량을 초과하지 않는 한 도내에서 배기 팬을 선정하여 기능의 균형을 이루어야 한다. 필요로 하는 통풍량을 낼수 있는 윈드-마스터(Wind-master)팬은 가능한 한 같은 모델의 팬으로 갖추므로써 관리가 편하도록 하는 것이 좋다.

또 만일 기존 냉각시설의 용량 즉 공기 유통량을 늘리려 할 경우에는 임의로 팬의 속도 등을 늘릴 것이 아니라 공급자측과 협의하여 자문을 받도록 한다.

배기팬에는 자동개폐기가 있어서 날씨의 영향을 받지 않고 작동되며 또한 역류를 막아 준다

#### -팬의 위치-

팬은 축사의 한쪽 끝에 설치하여야 하며 그 끝의 옆벽에 설치하여도 무방하다.

매우 긴 축사에는 팬을 양쪽으로 나누어 축사의 각 끝에 설치한다.

팬이 불어오는 바람과 마주하고 있는 경우라면 팬의 CFM을 10% 늘려야 하며 3/4HP 이상의 모터를 사용하여야 한다.

## 4. 냉각 패드장치

냉각을 효율적으로 하기 위해서는 우수하고 정확한 패드장치를 사용하여야 한다. 이것은 연속적으로 연결된 것으로서 크기가 꼭 맞아야 하고 적절하게 설치 되어야 하며 두께와 밀도 역시 정확해야 한다.

이 장치는 그림에서 보는 바와 같이 특수 섬유질 패드 또는 냉각 셀(Cell)과 많은 출판으로 되어 있는데 이 출판은 패드를 똑바르게 해주고, 휘거나 구멍이 커지는 것을 막아주며 새로이 설치하거나 뜯어내기가 쉽게 되어 있다.

순환수 장치는 패드가 충분히 물에 젖도록 되어 있어 증발냉각 효과가 높다. (그림 2 참조)

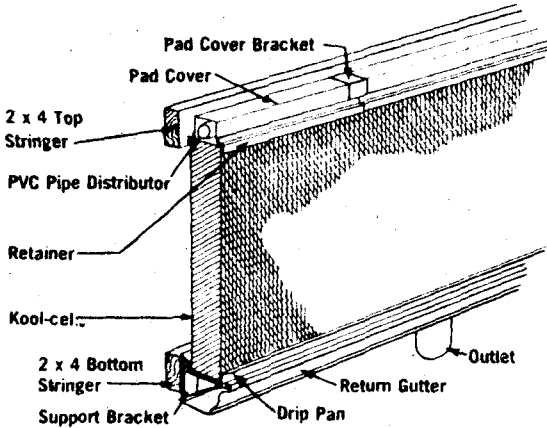


그림 2. 냉각 패드 장치

### 1) 위치

이 패드 장치는 하절기에 바람이 통상 불어오는 방향의 옆벽에 설치하여야 하는데, 쉘의 맞은편 벽끝에서 부터 시작하여, 그 옆벽을 따라 연장을 시킬 수가 있다. 길이는 보통 축사의 1/4~1/2 정도이다. 매우 긴 축사의 경우는 중간 지점에 설치하기도 한다. 패드 장치를 길게 하려 할 때는 양옆벽을 이동분하여 설치한다. 그때 그 높이는 벽높이 보다 30~45cm 낮게 한다.

## 2) 기 타

평사 사육의 경우 가축들이 패드에 손상을 입히지 않도록 하기 위하여 벽안쪽으로 망을 쳐 놓아야 한다.

또한 냉각패드에 이끼 따위가 발생하여 그 기능을 저해시킬 수가 있는데 이때는 냉각수 장치에 정기적으로 이끼방지제를 투여함으로써 예방하여야 한다.

## 5. 급수 시설

### 1) 급수량

정확한 급습(給濕)과 최상의 증발 효과를 얻기 위하여서는 실제로 증발되는 양보다 많은 양의 급수를 하여야 한다.

또 미처 증발되지 않은 여분의 물은 순환 장치를 통해 재활용할 수 있어야 한다.

적정 급수량은 m당 분당 약 5.2ℓ로서 급수 밸브로 조절이 가능하다.

너무 많은 양의 물을 공급할 경우는 오히려 패드가 제 기능을 발휘못한다.

### 2) 파이프와 펌프

물은 패드의 윗쪽에 파이프 디스트리뷰터를 통하여 패드내로 공급이 되며, 여러개의 구멍이 있어서 고르게 분사시킬 수가 있다.

또한 필요시에는 쉽게 세척할 수 있는 플라쉬-아웃 장치가 되어 있다.

이때 급수파이프는 디스트리뷰터의 중간 지점에 연결하여야 한다.

펌프와 디스트리뷰터로 연결되는 파이프는 권장된 크기의 것을, 또 펌프에서 디스트리뷰터로 가는 파이프에는 권장된 크기와 형태의 여과기를 사용하여야 한다. 이 여과기 역시 세척이 용이하도록 플라쉬-아웃 밸브를 갖추고 있어야 한다.

냉각 셀(Cell) 장치에 No. 30 펌프를 사용하여 18m까지 급수할 수 있으며 No. 60 펌프를 사용하여서는 18~27m까지 가능하다.

### 3) 저수조

냉각 패드 장치에 사용되는 저수조는 평방 피트당 1/4갤론의 용량을 가져야 하며 곤충이

나 그 밖에 이물이 들어가지 않도록 보호되어야 한다.

재순환되어 저수조로 돌아온 물은 여과되어야 한다. 그리고 그 내부에 쌓인 잔유물을 정기적으로 세척할 수 있도록 배수시설 또는 플라쉬-아웃 시설이 필요하다.

저수조와 펌프를 실내에 설치하여 사용여도 무방하며 실외에 설치하였을 때는 겨울이 되기 전에 얼지 않도록 모두 배수 시켜야 할 것이다.

실제로 냉각시설은 동절기에 불필요하기 때문이다.

#### 4) 급수의 실제

증발 냉각 과정에서 소모되는 물을 보충하기 위하여 추가급수가 필요하게 되는데 이때 자동부표로써 그 양을 조절할 수 있다.

물은 밤 또는 비오는 날 등에는 거의 소모되지 않는다. 단, 하절기의 예를보면 패드 면적 100 입방휘트당 분당 1갤론 정도 소모된다.

### 6. 자동 증발냉각 장치

자동조절을 위하여 온도조절기와 타이머를 사용하게 되는데 이를 개별적으로 작동시킬 경우 효과적인, 전체적인 조절이 어렵다.

한편, TEAM 1A 조절기는 축사내에 균일한 환경을 제공하기 위하여 환기 및 냉각시설들을 총괄하여 적절한 자동순서에 따라 자동조절을 하게 된다.

TEAM 1A에 대하여는 다음에 상술하기로 한다

#### 1) 온도조절장치와 타이머

냉각장치를 효과적으로 사용하기 위하여는 반드시 온도조절장치로써 자동조절 되어야 한다.

온도조절장치는 쉘을 작동시키거나 정지시킴으로서 얻고자 하는 축사온도와 얻어질 수 있는 온도 사이에서 조절이 된다.

조절기는 축사내에 온도를 정확히 나타내고 조절될 수 있도록 주위의 기후에 영향을 받지 않고, 또 외벽에 설치하거나 햇빛 기타

가열기구등에 노출되지 않게 주의하여야 한다.

조절기의 설치 높이는 바닥에서 60~ 150 cm 높이에 설치하여 가축들이 느낄 수 있는 온도를 표시하도록 해야 한다.

#### (1) 쉘

쉘은 ACME TEAM 1A 조절기와 또는 온도가 올라감에 따라 쉘을 돌려주는 온도조절기로써 조절되어야 하는데 정지상태의 쉘을 통하여 역류되지 않도록 자동개폐기가 있어야 한다.

첫단계로 환경조건에 따라 쉘을 끄고, 커주며 두번째로는 고속과 저속으로 적절히 작동시키게 된다.

#### (2) 펌프

펌프도 TEAM 1A 콘트롤러 또는 온도조절기로써 조절된다. 이렇게 함으로써 과습을 방지하고 전력 및 물의 소비를 막아 주면서 균일한 온도를 유지시킬 수 있게 된다.

#### 3) 기 타

각 부위에는 수동식의 조절스위치가 붙어 있어서 원할 때는 수동으로 할 수도 있다.

안전절단스위치가 각 쉘과 펌프 근처에 설치된다.

대형시설의 경우에는 쉘을 보통 3~4조로 나누어 각 조별로 조절이 된다.

#### 4) 개방축사용 쉘과 패드냉각 장치

대부분의 쉘과 냉각장치는 냉각패드와 반대쪽의 배기쉘을 이용한 음압의 개념에 따라 작동된다. 들어오는 공기는 냉각패드를 거쳐서 축사내로 공급된 다음 배기쉘 쪽으로 서서히 이동하도록 되어 있는 것이다.

냉각패드장치를 설계할 때는 다음의 순서에 따라 한다.

A. 앞의 표 1,2에 의한 분당 소요기류량을 구한다.

B. 패드장치는 축사의 길이나 넓이에 맞게 연속적으로 연결되어야 한다.

C. 쉘은 패드로부터 쉘의 1.5~2배 지름 정도 간격을 두어야 한다.