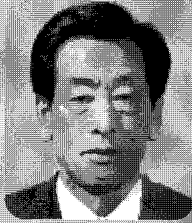


겨울대비, 돈사의 단열은 이렇게



유재일 위원장
한국양돈컨설팅그룹

1. 머리글

돈사의 단열은 겨울이기 때문에 필요한 것만은 아니다. 단열은 여름에도, 그리고 봄과 가을에도 다 필요한 것이다.

돈사의 단열(Insulation)에 관한 자료를 보면 「단열」의 중요성을 다음과 같이 표현한 것을 볼 수 있다. “단열은 현대의 농업용 건물의 계획과 건축에 생명처럼 중요(Vital Consideration)하게 사용되어야 한다”고 설명되어 있다.

또 돈사의 단열은 올해만 필요하고 내년에는 필요치 않은 것이 아니며, 난방용 에너지원(석유, 전기, 가스 등)의 가격이 계속 높아지는 여건에서는 경제성도 비례적으로 높아지므로 반드시 하여야 하고, 절대 미루지 말아야 하는 선택사항이 아닌 필수 이행사항이다.

그 까닭은 열(에너지) 보전능력이 낮은 돈사는 열 보전능력이 높은 돈사에 대하여 산업전체의 경쟁성이 분명하게 떨어지기 때문

이다.

2. 돈사에 단열을 하는 까닭

단열을 하는 1차적인 이유는 다음과 같다.

- 저온기(Cold Weather)에는 건물 안에서 건물 밖으로 흘러가는 열(열손실)을 줄인다.

- 저온기(외부기온이 돈사내부 기온보다 낮은 때)에 내부의 표면(외부보다 따듯)에 생기는 다음과 같은 문제가 일어나는 것을 막아준다.

- 바닥, 벽, 천장 등에 생기는 결로(結露)
- 찬 물체(벽, 벽 내외간을 관통하는 철제 기둥 등)로 인하여 빼앗기는 열복사(돼지의 주변에 찬 물체가 있으면 돼지로부터 열을 빼앗아(끌어 당겨감)간다)에 의한 열 손실.

- 고온기(Hot Weather)에는 건물에 외부로부터 전달되는 열을 줄인다.

단열은 이와 같이 건물 내외간을 이동하는 열의 흐름을 느리게 함으로써 집은 외부기후의 영향에 대한 완충능력이 높아지고 부분적으로 생기는 결로(結露)를 막아 위생환경이 악화되지 않도록 한다.

3. 단열의 원리와 단열재

열이 흘러가는 원리를 이해하는 것은 단열의 효과를 높이고 단열재를 선택하고 관리하는데 꼭 필요하고 매우 유익한 일이다.

〈열이 흘러가는 원리〉

가. 원리 1 : 열과 온도는 다른 것이다.

열은 물질이 가지고 있는 에너지이며, 열의 양은 칼로리(Calories)나 BTU(British Thermal Units)라는 단위로 표시한다.

자연은 태양으로부터 에너지를 받으며 가축은 환경과 먹이, 난방 등으로부터 에너지를 얻어 체온을 유지(곧 생명유지)하고 생산을 한다.

돼지에서 환경에너지가 생산과 생산재에 미치는 시험보고를 보면 체중 60kg의 돼지가 기온 5°C의 환경에서는 1일 증체량은 350g, 수준이고, 1kg 증체에 요구되는 사료는 8kg을 넘으나, 기온이 15°C인 환경에서는 1일 증체량은 850g 수준이고 1kg 증체에 요구되는 사료는 3kg 수준으로 보고되어 있다.

여기에서 공기온도를 5°C 또는 15°C가 되도록 하는 것이 에너지이며, 온도는 물체가 가진 에너지의 양에 따라 변하지만 열과 온도는 분명히 다른 것이다.

똑같은 15.5°C(60F)의 공기라도 습도가 RH50%일 때는 1kg의 공기가 지니고 있는 에너지는 11.2kcal이지만 습도가 RH80%일 때는 13.3kcal의 에너지를 지녀야 15.5°C가 된다.(0°C의 건조한 공기 1kg의 부피는 775ℓ:0°C의 건조한 공기 1ℓ의 무게는 1.29g임)

단열은 건물 내외간을 이동하는 열의 흐름을 느리게 함으로써 집은 외부기후의 영향에 대한 완충능력이 높아지고 부분적으로 생기는 결로(結露)를 막아 위생환경이 악화되지 않도록 한다.

13.3kcal는 13.3°C의 물 1ℓ가 가지고 있는 에너지의 양이다. 만일 13°C에서 결로(結露)로 인하여 물이 1ℓ가 생겼다면 공기 775ℓ가 13°C로 유지되는데 필요한 에너지를 가지고 있는 것이며 돈사의 공기중에 있는 물(수증기 형태) 1kg이 결로로 인하여 물 1kg으로 되었다면 약 580kcal(필요한 열량은 물의 온도에 따라 온도차 만큼 다름)의 열이 돈사 밖으로 달아난 것이다.

돈사내의 저온기 부분적 결로는 설명과 같이 많은 에너지가 돈사 밖으로 달아나기 때문에 일어나는 물리적 현상이므로 반드시 막아야 한다.

결로를 그냥 지나쳐서는 절대 안된다. 반드시 원인을 제거하여 일어나지 않도록 하여야 한다.

나. 원리 2 : 열(Heat)은 높은(Hot)데서 낮은(Cold) 곳으로 흐른다.

자연적인 열 흐름에서 열은 반드시 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다. 그리고 그 열의 흐름은 양쪽이 온도가 같아질 때까지 계속된다.

돈사 안과 밖의 온도차가 크면 클수록 흘러가는 속도는 빨라지며 벽, 지붕, 벽 기초, 바닥 같은 곳이 단열이 부족(기준 대비)하거나 안되어 있으면 열의 흐름은 더욱 빨라지고 이런 때 내부온도는 짧은 시간 동안에 외부온도가 가깝게 떨어지며, 이것을 방지하려면 단열을 하거나 불을 때는(인공에너지로 보충) 수밖에 다른 방법이 없다.

다. 원리 3 : 단열재도 열의 흐름을 완전히 막지는 못하며, 다만 흘러가는 속도를 느리게 낮출 뿐이다.(Just slow it down)

모든 물체는 다 열의 전도체(Conductor)이다. 다만 전도속도가 매우 빠른 물체(예:알루미늄, 구리, 철재, 콘크리트, 유리)와 느린 물체(나무, 종이), 매우 느린 물체(Poor Conductor : 미세섬유, 천, 유리섬유솜치)의 차이가 있을 뿐이다.

같은 물체라도 두꺼운 것은 얇은 것보다 열의 전도속도가 느려진다.

비중이 얇거나 부드러운 솜털 같은 물체(내부에 공기가 있는 공간이 많은)의 뭉치, 튀밥처럼 튀겨진 물체 등 열의 전도가 매우 느린 물체(Poor Conductor)를 단열재라고 부른다. 우레아 폼(Urea-formaldehyde foam) 폴리스틸렌 같은 물체는 공업적인 가공과정을 거쳐 만들어진 가볍고(비중이 얇은) 다공성(多孔性)의 성능이 매우 좋은 단열재이다.

물체의 단열성을 표시하는 단위에는 열

투과지수(일정면적, 일정두께, 일정시간 일정 내외온도차에 통과한 열량)로 표시하는 단위(Kcal : hr/°C : in/m², Btu : hr-ft²-Fin)와 열의 흐름(전도)에 저항하는 능력으로 표시하는 단위가 있으며, 열저항치는 "R"값으로 표시하며, "R"값은 앞의 열투과 양으로 "1"을 나누어서 나온 값이다.

그러므로, 열 투과량 단위로 단열성을 표시

〈표 1〉 단열재 및 건축자재의 열투과 저항치(R)

물체별	"R" 값	
	두께 25cm 기준	물체의 기준 두께별
• 솜 또는 담요형태 단열재 광물질섬유,유리섬유	3.50	
• 빈틈에 채워넣는 단열재 섬유질 재료	3.13-3.70	
유리섬유,광물질 섬유	2.50-3.00	
툽밥, 대패밥	2.22	
• 단단하게 성형한 단열재 폴리스틸렌판(압축성형판)	4.00-5.00	
폴리우레탄판	6.25	
목재 또는 수피 화이버보드	2.50	
• 스프레이 성형 단열재 폴리우레탄	6.25	
• 건축자재 콘크리트	0.08	
콘크리트 블럭:3구 20cm		1.11
목재 : 전나무, 소나무	1.25	
합석 마감		0.00
합석 뒷면 3mm단열		1.82
9mm 합판	1.25	0.47
12mm 합판	1.25	0.62
하드보드 8mm	1.00	0.25
• 창 홀유리		0.91
홀유리 + 방풍창		2.00
겹 단열유리		1.72
• 문 나무판재 마감(18mm)		1.90
합석위에 우레탄 43mm 붙임		5.26
• 밀폐공기층: 18mm-10cm		0.90

할 때는 그 수치가 적은 것이 단열성능이 좋은 것이고, "R"값으로 표기할 때는 수치가 큰 것이 단열성능이 좋은 것이며 단열재의 성능을 표시할 때 주로 사용되는 단위는 "R" 값이며 돈사에 대표적으로 사용되는 건축용 자재와 단열재의 "R"값은 <표 1>과 같다.

1월 평균기온이 0°C부터 - 10°C간의 지역에 돈사의 단열추천 "R"치는 벽은 9~14이고, 천장(천장이 없는 경우는 지붕)은 16이다.

어떤 자재로 얼마의 두께에 단열시공을 할 것인가를 결정할 때 <표 1>을 사용하면 된다.

예를 들어보면 다음과 같다.

우리나라 농가들이 가장 흔하게 쓰는 속칭 "샌드위치 판넬"은 폴리 스티렌계통의 단열재에 양쪽에 합석을 붙인 것이다.

<표 1>에서 볼 때 마감재로 쓴 합석은 "E"지수가 "0"이다. 그러므로 폴리스티렌의 필요한 두께만 계산하면 된다.

천장(또는 지붕)에 단열을 위한 추천 "R"은 16이고, 폴리스티렌 두께 2.5cm의 "R"은 4.0~5.0이므로 필요한 샌드위치 판넬의 두께는 다음과 같이 계산된다.

계산 : $16 \div 4 \times 2.5\text{cm} = 10\text{cm}$ 가 된다.

다른 재료도 이와 같이 계산하면 된다.

그리고 현재상태의 단열수준이 어느 정도 되는가를 계산하여 보려면 다음과 같이 한다.

벽 기초(줄기초) 부분을 단열을 하지 않았을 경우 콘크리트 두께가 20cm라면 이부분의 "R"치는 $20\text{cm} \div 2.5\text{cm} \times 0.08 = 0.64$ 가 된다.

이것을 필요한 단열추천치 "R" 14와 비교하면 무려 13.36이나 모자라 거의 "0"에 가까운 것으로 보면 되며, 면적을

대입하여 계산을 하여 보면 이곳(벽 기초부분)으로 얼마나 많은 열이 흘러나가는 것을 알 수 있다.

그리고 왜 그 부분(알 콘크리트 부분)에서 결로(結露)가 일어나는 가도 알 수 있게 된다.

라. 원리 4 :따뜻한 공기는 찬 공기보다 많은 수분을 보유한다.

공기는 온도가 높아지는데 비례하여 보유할 수 있는 수증기(기체로 된 물)량(절대습도)이 증가하며, 증가하는 비율은 온도 11.1°C (20F)상승 때마다 2배이다. 이와 같은 공기의 수분보유 특성 때문에 어떤 공간(예 : 돈사안)에 습기를 추가하지 않더라도 온도가 많이 내려가면(예 : 주간→야간) 돈사의 벽, 천장, 바닥, 기초옹벽 등 단열이 부족한데서 시작하여 돈사내부 전체까지도 결로(이슬맺힘)현상이 일어난다. 더구나 돈사내는 돼지가 멈춤없이 열과 수증기를 생산하기 때문에 돈사내는 결로가 일어날 수 있는 조건(Dew point : 습도 100% 상태)만 되면 결로가 일어난다.

돈사에서 이런 현상(광범위한 결로현상)이 일어나는 원인은 두 가지다. 첫째는 환기량이 부족할 때이고, 다른 하나는 단열이 부족할 때

<표 2> 내외온도차와 습도별 결로방지를 위한 단열추천치 "R"

상대습도 %	사내외간 온도차 °C (F)					
	2.8(5)	5.6(10)	8.3(15)	11.1(20)	13.9(25)	16.6(30)
60	0.36	0.73	1.09	1.46	1.82	2.18
70	0.51	1.02	1.53	2.04	2.56	3.06
80	0.82	1.64	2.46	3.28	4.10	4.92
85	1.13	2.27	3.40	4.53	5.67	6.80
90	1.70	3.40	5.10	6.80	8.50	10.20
95	1.40	6.80	10.20	12.60	17.00	29.40

*자료 : 미국 MWPS 1

이다. 온도대별 결로 방지를 위한 필요 단열수준은 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 볼 때 돈사의 적정습도 범위인 RH 60%가 유지된다면 내외 온도차가 16°C를 상회하더라도 단열 "R" 치는 "2" 수준이면 된다. 그러나 상대습도가 90%를 넘으면 내외온도차 16°C에서 단열수준이 "R" 10을 넘어야 한다. 우리나라 돈사의 경우 벽기초의 옹벽부분이 단열이 되지 않아 저온기에 결로가 자주 일어나는 돈사가 많다. 이런 돈사의 경우 내부 습도가 60% 수준이 되도록 환기를 한다면 옹벽부분에 보온덮개천 1겹만 둘러도 결로를 막을 수 있음을 이표를 통하여 알 수 있다.

그러므로 결로 방지를 위하여서는 적절한 환기가 첫째의 관리 환경요소가 된다.

마. 원리 5 : 물분자는 건축물의 모든 자재를 통과한다.

많고 적음의 차이는 있더라도 물분자(물의 가장 작은 입자)는 거의 모든 건축자재를 통과한다. 단열재는 건축자재 중에서 수분의 통

과량이 비교적 많은 건축자재이다.

그리고 단열재가 많은 양의 수분을 흡수하면 단열성능이 떨어진다. 그러므로 단열재는 수분이 통과하거나 흡습이 되지 않도록 물분자가 통과하지 못하는 자재로 방습을 하여야 한다.

방습재로서의 가장 좋은 것은 알루미늄 호일이고 비닐도 좋은 방습재이다.

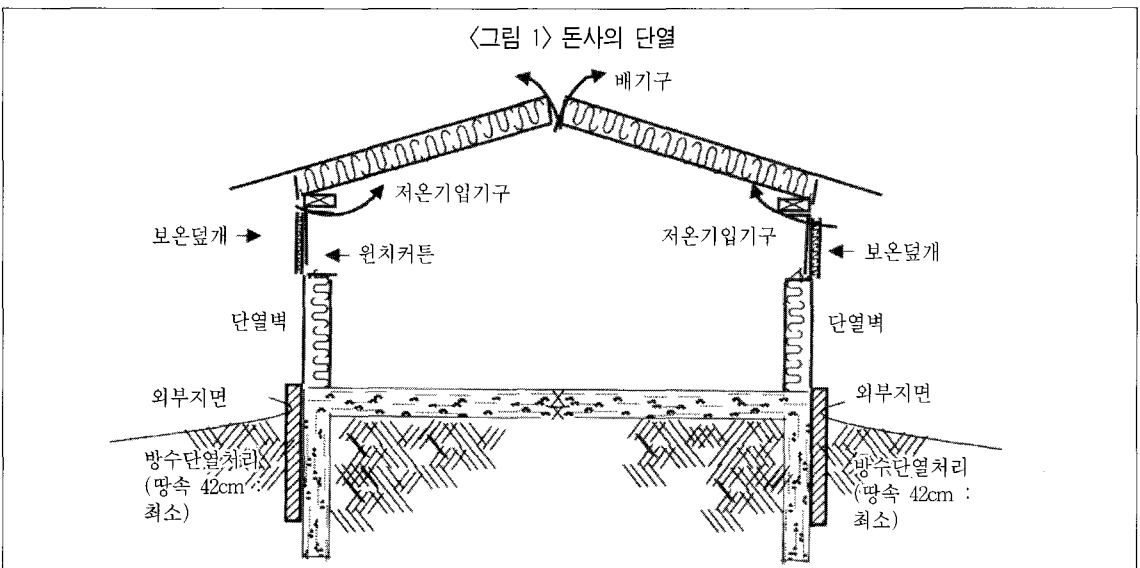
방습재는 단열재를 완전히 감싸듯이 시공한다.

습기의 흐르는 방향은 온도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 흐른다. 혹한기에는 단열재 내에 물이 생기면 얼고 단열재의 성능이 얼음수준으로 떨어진다.

4. 단열의 실행방법

단열은 시공이 올바르게 되고 습기가 차거나 구멍이 나지 않도록 계속 관리를 하여야 단열의 효과를 높이고 성능을 유지할 수 있다.

축사의 단열시공은 다음의 기준을 지켜서 하여야 한다.



- 단열기준을 지켜야 한다.(벽 "R" 9-14 지붕 또는 천장 "R" 16 : 중부내륙 기준)
- 빠진 곳이 없이 하여야 한다.

에너지 효율을 극대화하고 돈사내의 일교차 폭을 최소화하며 부분적인 결로를 방지하기 위하여서는 <그림 1>과 같이 열이 새나갈 수 있는 곳은 하나도 빠트리지 않고 단열을 하여야 한다. 빠트린 곳에는 겨울에 반드시 결로가 일어난다.

우리나라 돈사의 경우는 지하부분과 기초부분 그리고 건물의 양끝 벽이 단열이 안된 돈사가 특히 많다. 이런 돈사들은 이 그림과 같이 빠트린 곳이 없이 단열을 하여야 한다.

특히, 커튼 위는 반드시 단열수준이 높은 천(예: 보온덮개 천)으로 덧씌워야 한다.

보온덮개 천으로 커튼 위에 단열을 하면 비닐로 밀봉하였을 때보다 최저온도는 5°C 이상

높이고 일교차 기온도 크게 줄인다.

단열은 건물의 보수투자 중에 가장 투자효율이 높은 것 중의 하나이다.

- 습기가 차지 않도록 시공하고 관리하여야 한다.
- 손상이 되지 않게 시공(취 또는 물리적 충격에 의한)하여야 한다.
- 화재에 유의 시공하여야 한다.

5. 끝맺음

지면의 제한으로 원리중심으로 글을 구성하였습니다. 원리를 이해하면 문제의 원인도 보이고, 시공의 기준도 정할 수 있습니다.

시공은 원칙과 기준을 지키는 것이 매우 중요합니다. 그 다음은 원리에 근거한 관리를 하는 것입니다. **양동**

안전성·유효성 검증 소독제

새치-원

- **국내최초 구제역등 OIE A급질병 효과검증**
- 태국KASETSART대 수의과학연구소
- 건국대 동물자원 연구센터
- **안전성 공인**
- 충북대 동물의학연구소, EPA, FDA, USDA 안전성 등록
- **강력하고 광범위한 살균력**
- 건국대학교 동물자원연구센터, 미 ONYX 미생물연구소 등
- **강력한 침투력과 세척력**
- EPA 5% 혈청테스트 통과, 음수라인 니플 막힘 해결
- **경수내구성과 지속효과**
- CaCO₃ 750ppm이상에도 효과적, 인정된 알킬배치 화학구조
- **악취 및 해충의 유충란 제거**
- 탈취효과 및 악취원인균 살멸, 유충란 살충효과

음수소독의 최종결론

라스트-X

- 탁월한 음수소독 효과
- 항생제, 사용 절감
- 설사, 호흡기 질병예방
- 가축의 활력 및 사료효율의 증대
- 유방, 외음부, 축체 세정소독
- 니플 막힘 해결
- 강력한 탈취, 악취제거
- 유충란 부화방지·인축에 안전

무독성·무공해·환경위생기업

(주) 한성바이오캡

본사문의 전화 : TEL : (043)532-0700

충북 진천군 초평면 오갈리 590-1

http : //www.hsdrcq.co.kr