

» 단열시설의 종류와 방법

에너지 절감을 위한 계사의 단열시설 요령



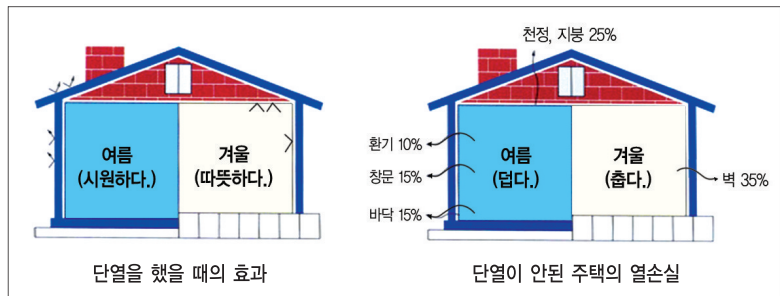
최 희 철

국립축산과학원 가금과 농학박사
농업연구관

열은 전도, 대류, 복사현상에 의해 항상 따뜻한 곳에서 찬 곳으로 이동한다. 찬 공기는 따뜻한 공기보다 무거워 바닥으로 하강하게 된다. 열은 전도현상에 의해 벽과 천정을 통해서 이동한다. 열의 이동은 지붕이나 벽에 의해 이루어지며 천장으로 45~50%(여름철 70%)가 방열되고 창문으로 13~20%, 환기에 의하여 15~35%, 바닥으로 7% 정도가 방열된다. 이와 같이 열의 이동은 주로 지붕이나 벽을 통하여 이루어지고 있는데 지붕이나 벽의 면적 1m²당 온도차가 1℃일 때 1시간에 이동하는 열량을 나타내는 단위를 열관류율(K)이라고 한다. 따라서 계사 안이 여름에는 시원하고 겨울에는 따뜻하게 하기 위해서는 계사의 천장과 벽의 열관류율(K)을 낮춰야 한다. 다시 말하면 열관류율(K)이 낮은 계사는 계사 내에서 계사 밖으로 또는 계사 밖에서 계사 안으로 열이 이동하는 것을 막을 수 있도록 단열이 잘된 계사라고 볼 수 있다. 한편 열관류량(Q)은 일정면적의 벽이나 지붕을 통하여 일정시간 동안에 이동하는 열량으로 나타내는데 열관류량은 다음의 공식으로 추정한다.

$$Q=K \times (t_1-t_0) \times A \times T$$

Q=열관류량 K=열관류율 t₁-t₀=온도차 A=벽 또는 천장의 면적 T=시간



여름과 겨울철의 건축물의 단열 효과 비교

1. 단열재의 종류

1) 보온덮개형 단열재

소재는 가공 처리된 유리솜, 석면, 셀룰로오스 섬유 등이다. 보온덮개의 표면은 코팅용 종이나 알루미늄으로 처리되어 있어서 시공을 용이하게 하고 때때로 부분적이거나 진공 차단막의 효과를 나타내기도 한다.

2) 충전형 단열재

소재는 백이나 용기에 담긴 석면, 셀룰로오스 섬유, 질석, 과립코르크, 폴리스틸렌 등이다. 석면과 셀룰로오스 섬유는 운송 때문에 단단히 압축되어 있으므로 시공할 때에는 뜯어서 부풀려야 한다. 질석, 코르크, 폴리스틸렌은 용기에서 직접 쏟아 넣어 사용하면 된다. 충전형 단열재는 기존 계사의 지붕단열시 사용하면 좋다.

3) 경질 소재형 단열처리

유리솜, 셀룰로오스판, 폴리스틸렌, 폴리우레탄 혹은 폴리이소시안우레이트 등이 그 재질로서 사각형 블록, 널이나 박판의 형태를 갖춘다. 높은 정도와 강도는 다른 종류의 단열처리에서는 갖추지 못한 장점이라 할 수 있다.

표1) 단열재의 종류별 단열치(R값)

건축자재별	두께 1cm당 단열치	단열재	두께 1cm당 단열치
콘크리트	0.03	톱밥	0.87
시멘트블럭	0.15	보온덮개	1.50
슬레이트	0.10	유리솜	1.60
유리	0.07	암면	1.60
철판	0.001	스치로폴	1.80
석고보드	0.36	아스팔트루핑	0.15
합판	0.49	우레탄	3.30
나무판자	0.36	콜크보드	1.50
공기	0.36		

4) 거품형 단열처리

거품 발포형 단열재는 공기나 내부 가스로 유 기물질을 거품화하여 건축구조물에 직접 스프레이하는 것이다. 가장 널리 쓰이는 소재는 폴리스틸렌과 폴리우레탄이다. 거품형 단열재는 그 기공의 구조에 따라 수분에 대한 저항력이 달라진다. 거품형 단열재는 금속재 천장하부나 계사 내부 마감용으로 직접 쓰이는 경우가 많다. 완전 밀폐시킬 수 있어서 무창계사의 단열재로 많이 쓰이고 있는 단열재이지만 인화성이 큰 것이 단점이어서 화재에 유의해야 하며 화염 확산을 줄일 수 있는 소재로 마감을 하는 것이 좋다.



보온덮개형 단열시공



샌드위치판넬 시공



발포우레탄 시공

5) 반사형

알루미늄 호일과 같이 반사성 물질로서 열이 이곳에 닿으면 반사되어 복사열을 차단한다. 전도와 대류에 의한 열의 흐름을 줄이기 위한 공기 공간이 필요하다. 시공이 간편하지만 먼지와 부식으로 인해 반사 단열효과가 떨어질 수 있다.

2. 단열재 시공 방법

1) 건물 부위별 단열계획

(1) 벽체의 단열

벽체는 건축공간을 구성하는 주요 구조부 중 가장 많은 면적을 차지한다. 따라서 벽체를 통하여 손실되는 열량도 전체의 35%정도로 다른 부위에 비해 가장 크므로 단열에서 가장 먼저 고려해야 할 곳이 벽체의 단열이라 할 수 있다.

(2) 지붕 및 천장의 단열

일반적으로 지붕과 천장을 통한 열손실은 전체 열손실의 약 25%를 차지한다. 지붕에 단열재를 시공하는 것은 천장 위, 지붕 속의 공간까지 냉·난방 하는 결과가 되어 에너지 낭비를 초래하므로 천장을 단열 하는 것이 효과적이다. 즉 천장 위를 단열 하면 여름에는 환기구를 통해 지붕속의 열기를 외부로 방출할 수 있으며, 겨울에는 수증기압이 낮은 저온의 외기가 도입되어 지붕 내부의 표면 결로가 방지될 수 있다. 천장 단열재는 모포형, 경입자형 및 판형 단열재 등이 사용된다.

(3) 기초 및 바닥의 단열

콘크리트 기초벽을 단열하기 위해서는 압축 폴리스티렌 같이 투습저항이 좋고 견고한 단열

표2) 외부온도에 따른 축사벽과 천장의 추천 R값

외부온도(°C)	축사 벽 R값	천장 R값
0°C 이상	0	12
0-10°C	9-14	16
-2°C	8.6	9.9
-5°C	9.9	13.2
-10°C 이하	14	23

재를 사용하여야 한다. 기초벽의 단열은 동결선 아래나 기초상부까지 기초벽의 외부에 단열재를 부착시키는 방법과 슬래브 하부의 기초벽 내부에 설치하는 방법 등 두 가지가 있다. 기초와 슬래브의 모서리는 기초를 통해 발생하는 열교 현상 때문에 단열재를 기초벽의 외부에 위치시키는 것이 효과적이다.

계사 단열재를 시공하는데 있어서 어떤 종류의 단열재를 얼마의 두께로 설치해야 하는가는 표2의 기준에 따라 농장의 위치에 따라 적정 단열치 기준을 기준으로 시공하여야 한다. 단열재 시공시 각종 단열재의 특징 및 가격을 고려하고 단열재의 두께에 따라 단열치를 계산하여 지붕이나 천장 및 벽의 시설을 완벽하게 해야 한다. 예를 들어 슬레이트 0.5cm+유리솜5cm+보온덮개3cm+합판0.5cm를 시공하면 단열치는 $(0.5 \times 0.1) + (5 \times 1.6) + (1.5 \times 1.5) + (0.5 + 0.49) = 12.8$ 이 되어 지붕과 천장 단열재로서 충분하다.

(4) 계사 신축시

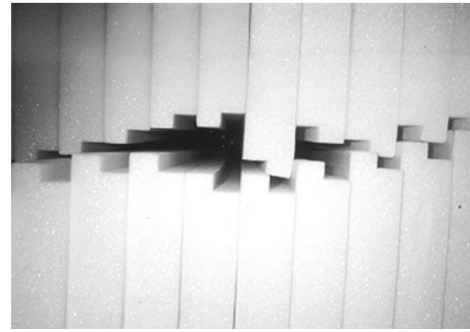
무창계사의 경우 우레탄의 경우 벽체 내부를 갈바륨이나 합판 등으로 시공 후 우레탄을 발포한 후(벽체 50mm, 천장 70mm) 외피를 덮어주면 시공이 완료된다. 요즈음 에너지가의 상승 등으로 지붕은 100~150mm, 벽은 75~100mm 로 충분하게 단열을 하는 경향이 있다. 전기배선공



흑색 부직포 보강(4중커튼)



공기 단열층



판상형 단열재 시공

사는 우레탄을 발포한 후 하는 것이 보수하기에 용이하다. 개방계사의 경우 벽체를 시공한 후 우레탄을 발포하며 우레탄은 노출되어도 문제가 없다.

(5) 계사 보수시

닭이 들어있는 상태일 경우 슬릿트나 보온덮개, 지붕위에 직접 올라가 우레탄을 발포한다. 자외선노출로 색상이 변하므로 우레탄계 도료나 유성페인트로 보호코팅을 해주면 더욱 좋다(외부코팅시 지붕 50mm, 벽 30mm). 내부코팅시 평강이나 파이프, 나무조각을 우레탄으로 완전히 감싸서 보이지 않도록 시공해야 한다. 특히 용마루 부위 틈새를 철저히 스프레이하고 처마끝 부분과 벽체 이음새를 메꾸어 주는데 시공의 중점을 두어야 한다. 내부코팅은 별도의 코팅을 할 필요가 없다(내부코팅시 지붕 50mm, 벽체 30mm).

(6) 개방계사 단열 보완

개방계사는 윈치커튼을 통하여 많은 열을 빼앗기므로 윈치커튼을 보강해야 한다. 특히 요즈음은 도체이상 발생 감소를 위해서 육계를 어둡

게 키우는 추세이며 좌측 사진과 같이 안쪽의 윈치커튼에 검은색 부직포를 한 겹 더 감아서 사용하면 계사를 어렵게 조절할 수 있고 단열효과도 있어서 좋은 효과를 볼 수 있다. 아파트는 온화한데 비하여 재래주택은 겨울철에 외풍이 심한데 이는 아파트의 베란다의 공기층에 의한 단열효과 때문이다.

이와 같은 공기층 단열효과를 보기 위하여 그림의 중간 사진과 같이 개방계사도 윈치커튼의 바깥쪽에 60cm 정도 띄워서 비닐커튼을 한 겹 더 설치하여 윈치커튼의 단열보강을 하면 아주 좋다.

특히 기존 윈치커튼에 부직포를 씌우고 바깥쪽 윈치커튼과 바깥쪽에 비닐커튼까지 설치하여 4중 윈치커튼을 설치하면 개방계사도 겨울철 연료비를 매우 줄일 수 있다. 판상형 단열재는 단열재와 단열재 사이를 통하여 열이 손실되고 겨울철에는 외부의 영향을 받아서 결로가 생긴다.

이를 방지하기 위하여 아래그림의 좌측 사진과 같이 홈통형 단열재를 사용하여 서로 엇물리도록 하여 시공을 하여야 한다. **양계**