

축열벽의 축열특성에 미치는 몇가지 인자들의 영향에 대한 연구

김창현, 리경일, 은경호

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구사업을 더욱 강화하여 세포공학과 유전자공학, 초고압물리학, 극저온물리학을 발전시키며 레이자와 플라즈마기술, 원자에너지와 태양에너지를 개발하여 인민경제에 받아들이는 데서 나서는 과학기술적문제를 적극 풀어나가야 하겠습니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 139페이지)

태양열온실을 비롯한 피동태양열리용기구들에서는 구조벽체의 축열을 리용하여 필요한 열과정을 실현하고있다.

선행연구[2, 3, 5]에서는 벽체재료의 열물리적특성에 따르는 축열특성을 밝혔다.

우리는 벽체결면의 대류 및 복사열전달특성에 따르는 축열특성을 해석적으로 밝혔다.

1. 이론적기초

벽체는 순수콘크리트벽체인 한겹벽체와 콘크리트와 보온재로 된 두겹벽체이며 벽체층사이의 접촉은 치밀한것으로 보자.

한겹벽체인 경우에 열전도방정식은 다음과 같다.[1, 4]

$$\frac{\partial T(t, x)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T(t, x)}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$T(0, x) = T_0 \quad (2)$$

$$\alpha_1(T_{f1} - T(t, 0)) + (\tau\alpha)I(t) - \alpha_r(T(t, 0) - T_c) = -\lambda \frac{\partial T(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=0} \quad (3)$$

$$\alpha_2(T(t, \delta) - T_{f2}) = -\lambda \frac{\partial T(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=\delta} \quad (4)$$

여기서 α_1, α_2 는 대류열전달계수, $\tau\alpha$ 는 투과-흡수적(흡수계수), α_r 는 복사열전달계수, a 는 온도전도도, T_{f1}, T_{f2} 는 내부와 외부에서의 류체의 온도, T_c 는 밖막의 온도, $I(t)$ 는 복사세기, δ 는 콘크리트벽체의 두께이다.

두겹벽체인 경우에 열전도방정식은 다음과 같다.[4]

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T_1(t, x)}{\partial t} &= a_1 \frac{\partial^2 T_1(t, x)}{\partial x^2} \\ \frac{\partial T_2(t, x)}{\partial t} &= a_2 \frac{\partial^2 T_2(t, x)}{\partial x^2} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1(T_{f1} - T_1(t, 0)) + (\tau\alpha)I(t) - \alpha_r(T_1(t, 0) - T_c) &= -\lambda_1 \frac{\partial T_1(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=0} \\ T_1(t, \delta_1) &= T_2(t, \delta_1) \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=\delta_1} &= \lambda_2 \frac{\partial T_2(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=\delta_1} \\ \alpha_2(T_2(t, \delta_1 + \delta_2) - T_{f2}) &= -\lambda_2 \frac{\partial T_2(t, x)}{\partial x} \Big|_{x=\delta_1 + \delta_2} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

여기서 T_1, T_2 는 각각 콘크리트와 보온재의 온도이며 $a_1, a_2, \lambda_1, \lambda_2$ 는 각각 콘크리트와 보온재의 온도전도도와 열전도도, δ_1, δ_2 는 콘크리트와 보온재의 두께이다.

벽체의 축열과정을 해석하기 위한 외부온도 T_{f2} 는 1월 평균기온자료[2]를 리용하였다.

2. 축열벽의 축열특성에 대한 해석

벽체에서의 축열과정 한접벽체인 경우 각이한 두께에 따르는 벽체에서의 온도마당분포는 그림 1과 같다. 이 경우에 벽체결면의 투과-흡수적은 $\tau\alpha=0.5$ 로, 안벽에서의 대류열전달계수와 바깥대류열전달계수는 각각 8, 23W/(m²K)이다.

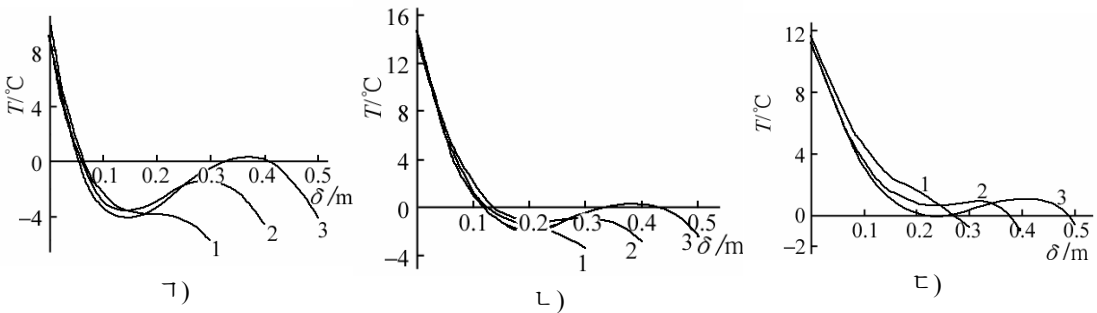


그림 1. 두께에 따르는 벽체에서의 온도마당분포(1월 낮최고기온 -5°C)
 ㉠, ㉡, ㉢)는 각각 9, 12, 15시에 측정한 결과, 1, 2, 3은 δ 가 각각 0.3, 0.4, 0.5m인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 콘크리트두께에 따르는 온도변화는 큰 차이가 없으며 두께가 제일 작은 경우에 온도마당의 침투가 더 좋다는것을 알수 있는데 그것은 벽체의 열저항이 제일 작기때문이다.

보온재가 붙은 경우 벽체에서의 온도마당분포는 그림 2와 같다. ($\delta_1=0.4\text{m}$)

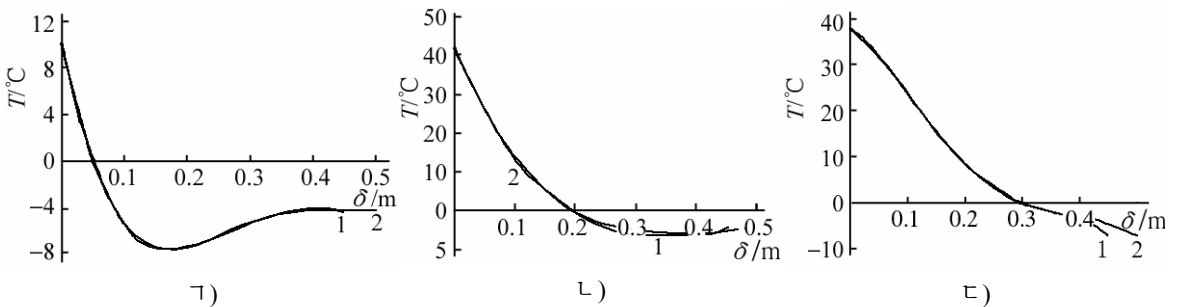


그림 2. 보온재가 붙은 경우 벽체에서의 온도마당분포
 ㉠, ㉡, ㉢)는 각각 9, 12, 15시에 측정한 결과, 1, 2는 δ_2 가 각각 0.05, 0.10m인 경우

그림 2에서 보는바와 같이 보온재가 붙은 경우에 벽체의 결면온도가 증가하고 축열 효과도 높아지지만 보온재의 두께에는 크게 관계되지 않는다.

벽체결면의 흡수결수에 따르는 축열특성 벽체결면의 복사흡수결수에 따르는 벽체(콘크리트 0.4m+보온재 0.1m)의 온도마당분포는 그림 3과 같다.

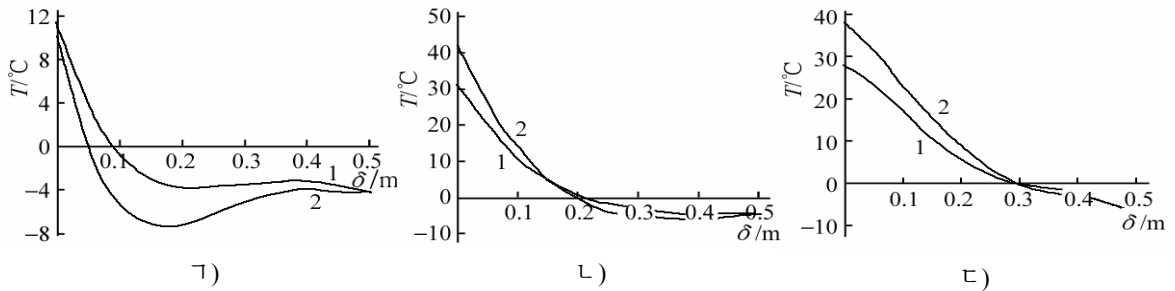


그림 3. 벽체의 두께와 복사흡수결수에 따르는 벽체의 온도마당분포

㉠, ㉡, ㉢)는 각각 9, 12, 15시에 측정한 결과, 1, 2는 $\tau\alpha$ 가 각각 0.50, 0.85인 경우

그림 3에서 보는바와 같이 벽체의 결면온도는 결면의 복사흡수특성에 크게 의존하며 두 경우에 결면온도차가 거의 10°C나 되고 따라서 축열량도 더 크다.

벽체의 결면구조에 따르는 축열특성 벽체의 결면구조의 변화에 따르는 인자를 벽체의 대류열전달결수의 변화로 보고 계산하였다.

대류열전달결수에 따르는 벽체(콘크리트 0.4m+보온재 0.1m, $\tau\alpha=0.85$)의 온도마당분포는 그림 4와 같다.

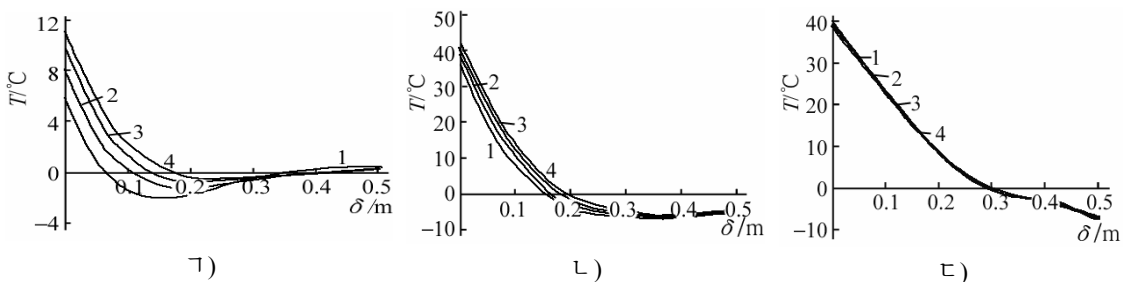


그림 4. 벽체의 두께와 대류열전달결수에 따르는 벽체의 온도마당분포

㉠, ㉡, ㉢)는 각각 9, 12, 15시에 측정한 결과, 1-4는 α 가 각각 2, 4, 6, 8 W/(m²K)인 경우

그림 4에서 보는바와 같이 대류열전달결수는 벽체결면의 온도증가와 축열 효과에 큰 영향을 미치지 못하며 태양복사가 강한 낮에는 거의나 대류효과가 무시된다.

맺는 말

1) 하루동안에 벽체두께에 따르는 축열량변화는 크지 않으며 벽체의 외벽보온은 벽체결면의 온도를 높이고 축열을 강화하므로 합리적인 보온두께를 결정하여야 한다.

2) 벽체축열에 가장 큰 영향을 주는 인자는 벽체결면의 투과-흡수적으로서 흡수결수가 클수록 크며 한편 대류열전달결수변화가 벽체축열에 주는 영향은 태양복사가 작거나 없을 때에는 뚜렷하지만 태양복사가 클 때에는 거의 무시된다.

참 고 문 헌

- [1] 이정순; 전열학, 김일성종합대학출판사, 75~82, 176~186, 주체100(2011).
- [2] B. Sunden et al.; Advanced Computational Methods and Experiment in Heat Transfer, WIT, 115~147, 2008.
- [3] D. Beckman; Solar Engineering of Thermal Processes, Willy, 514~555, 2006.
- [4] H. John et al.; Heat Transfer Textbook 3, Phlogiston Massachusetts, 301~334, 2010.
- [5] 陈威 等; 太阳能学报, 34, 9, 102, 2004.

주체104(2015)년 12월 5일 원고접수

Effects of the Several Parameters on the Characteristics of Thermal Storage Wall

Kim Chang Hyon, Ri Kyong Il and Un Kyong Ho

The passive solar device and apparatus, such as solar green house operate the air-conditioning by using heat stored in the structure wall.

So we described in this paper, the effects of thermal storage in the wall by considering the variation of the convection and radiation conditions.

Key words: convection, radiation conditions, thermal storage