

표면코팅 구조재의 달열효과 분석

An Analysis on Thermal Insulation Effect of Farm Structures Coated with Surface Treatment

서 원 명 · 윤 용 철*

Suh, Won Myung · Yoon, Yong Cheol

Abstract

This experiment was carried out to study on the effect of surface coating on thermal insulation of farm structures to improve thermal resistance and reflective effect of solar radiation. Nine different types of experimental specimen were compared in the temperature variations of inside and outside; A, B, C, D, E and F types are box container and G, H and I types are drum container. The size of these containers is 1,500 × 2,000 × 2,500 mm and ϕ 280 × 330 mm, respectively. Specimen of 3-type box(A, B, C) is galvanized steel sheet of thickness 0.45 mm. D, E and F types are sandwich panel of the thickness 50 mm inserted with urethane, glass wool and polystyrene form, respectively. G, H and I types are paint pot using in general. The surface of A, D, E, F and I types didn't any treatment, B, C and G types were treated with thermal insulation coating on the outside surface(B, G) or the inside and outside surface(G). And H type was treated with water paint coating on the only outside surface. In general, the experimental results showed the following tendencies;

In case of A, B and C types, it was found that the thermal insulation effect of types coated with thermal insulation coating was improved remarkably than that of no treatment. And the thermal insulation effect between steel sheet and sandwich panel type was nearly similar. There was not a significant difference of thermal insulation effect between thermal insulation coating and water paint coating. In time of drum container filled with rough rice, The difference of heat transfer tendency and temperature variation among surface treatments was nearly similar that of box types of galvanized steel sheet. And there was time lag about 6 hours between the temperature of middle part of rice and that of inside or outside surface.

Keywords: Thermal insulation coating, Box and drum container, Surface treatment, Thermal coat, Water paint, Silo

* 경상대학교 농업생명과학대학(농업생명과학연구원)
* Corresponding author. Tel.: +82-55-751-5435
Fax: +82-55-752-0884
E-mail address: ychyoan@nongae.gsn.ac.kr

I. 서 론

일반적인 시설농업의 경우, 광을 주된 에너지원으로 이용하는 온실을 제외하면, 시설내부의 주요 환경인자인 온도 유지를 위해 단열이 요구된다. 특히 곡물저장시설을 비롯하여 최근 증가 추세를 보이는 새송이버섯 재배사(Suh et al., 2003), 양봉사 및 축사 등의 단열은 냉방 및 난방에 소요되는 경비와 직접 관련됨으로서 영농의 경영합리화와 직결된다. 따라서 단열의 정도를 나타내는 저항치(R 값)의 적정범위와 단열처리의 시공성 등은 시설의 초기투자과 유지관리에 영향을 미치게 된다.

여름철 고온기 시설내 온도를 적절하게 유지하기 위하여 유리온실은 주로 차광재를 시설 내·외부에 설치하거나 지붕살수나 한랭사 등의 방법도 이용하고 있다. 버섯재배사는 주로 냉방장치에 의존하지만(Park et al., 2003), 실외에 차광망을 설치하거나 시설내부에 우레탄을 이용하며, 곡물 저장용 사일로는 대부분 아연도 철판시트를 그대로 사용하거나 시트 내·외부에 우레탄을 이용하고 있다.

기존 단열재의 종류는 유리섬유, 석면, 우레탄, 스티로폼 등을 이용한 충전형 단열재와 알루미늄박, 알루미늄판, 도금강판 및 고온에서 사용되는 재료들에 적용되는 단열코팅 시스템과 같은 반사형 단열재로 대별할 수 있고, 충전형 단열재에 대한 연구는 주로 건축물의 단열을 위하여 오래 전부터 연구되어 왔다(Park et al., 1982; Song, 1984). 그리고 반사형 단열재에 대한 연구 사례를 살펴보면, Lee et al. (1983)은 건축물의 창호를 통해서 방출되는 열을 차단하기 위한 연구의 일환으로 알루미늄박의 단열성을 실험적으로 검토하였으며, 또 Kim et al. (1999)은 가스터빈, 항공기의 제트엔진 및 자동차의 실린더, 피스톤 밸브 등과 같은 특수 내열성 금속을 대상으로 세라믹 코팅의 단열성을 실험적으로 검토하였다.

이와 같이 반사형 단열재에 대한 연구는 건축물이나 특수 재료를 대상으로 오래 전부터 계속되어

오고 있다. 그러나 농업시설물을 대상으로 한 연구를 살펴보면, Han (1994)이 유리온실용 도료 그라스 코트(DGX-100)를 개발하였다고 보고한 것 이외에는 거의 수행된바 없다.

따라서 본 연구에서는 곡물저장용 사일로와 같은 농업용 건축물의 단열효과를 개선하기 위하여 개발된 백색 표면단열 코팅 재료를 이용하여 새송이버섯 재배사의 열적 저장성을 높이는 동시에 하절기에 큰 열적 부하인자인 태양광의 반사율을 높게 하여 재배사의 에너지 절감효과를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 구조제의 표면 코팅에 의한 단열 및 보온효과를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

Table 1은 실험에 사용된 공시체를 나타낸 것이고, 백색 표면단열 코팅 재료(이하 단열 코팅이라 한다.)는 지방의 중소기업이 개발한 제품(Thermo Coat)으로서 모두 같은 제품의 것을 사용하였다. 그리고 백색 수성페인트는 시중에서 구입하여 사용하였다.

본 실험에 사용된 단열 코팅의 전도열전달계수는 약 $0.121 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 로서, 일반 단열재로 쓰이는 발포폴리스티렌(0.038)이나 유리섬유(0.042)에 비해 단열효과가 1/3 정도임을 알 수 있다. 그러나 외국에서 개발된 표면 단열 피복재인 Thermo Shield의 경우, 전도열전달계수가 $0.055 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 정도로서 기존의 단열재와 비슷할 뿐만 아니라 일사의 반사율이 85% 정도로 높기 때문에 특히 맑은 날 주간동안의 열 부하를 현저히 낮추는 데 이용할 수 있을 것으로 예상된다.

그리고 실험에 사용한 공시체는 현재 국내 대부분의 곡물저장 사일로의 시공자재로 사용되고 있는 표면처리가 되어 있지 않은 두께 0.45 mm인 아연도 철판시트를 A, 철판의 한 면 또는 양면에 백색 표면단열 코팅을 0.2 mm 두께로 실시한 철판시트를 B 및 C, 시판중인 우레탄(urethane), 유리섬유

Table 1 Types of experimental specimen

Types	Specimens	Sizes
Stage 1	A	Galvanized steel sheet(thickness 0.45 mm, no treatment)
	B	Galvanized steel sheet(thickness 0.45 mm, one-surface treatment with thermal insulation coating)
	C	Galvanized steel sheet(thickness 0.45 mm, two-surface treatment with thermal insulation coating)
	D	Urethane sandwich panel(thickness 50 mm)
	E	Glass wool sandwich panel(thickness 50 mm)
	F	Polystyrene form sandwich panel(thickness 50 mm)
Stage 2	G	Paint pot(thickness 0.45 mm, one-surface treatment with thermal insulation coating)
	H	Paint pot(thickness 0.45 mm, one-surface treatment with water paint coating)
Stage 3	I	Paint pot(thickness 0.45 mm, no treatment)

(glass wool) 및 발포 폴리스티렌 (polystyrene form)을 각각 내장한 두께 50 mm 샌드위치패널 (sandwich panel)을 D, E, F로 하였다. 그리고 직경 및 높이가 각각 약 28 cm 및 33 cm인 18ℓ용량의 일반 페인트 용기의 표면에 단열 코팅한 것을 G, 백색 수성페인트로 처리한 것을 H로 하였고, 또 전혀 표면처리가 되지 않은 페인트 용기와 동일한 용기를 I로 하였다.

표면 단열 코팅에 의한 열 저항효과 실험은 다음과 같이 3단계로 구분하여 실시하였다. 각 단계별 외기온은 공시체에 인접한 옥상에서 소형 백엽상을 설치하여 측정하였다. 그리고 Fig. 1은 공시체의 전경을 나타낸 것이다.

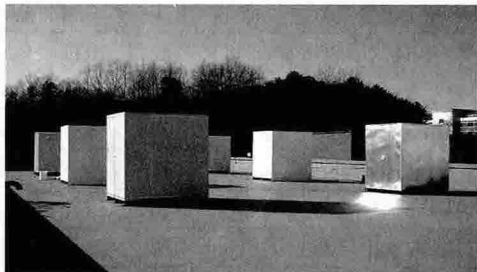


Fig. 1 Photo of experimental Specimens.

1. 1단계 실험

1단계 실험에서는 1,500 × 2,000 × 2,500 mm 크기를 가진 6개의 사각형 중공 박스에 대하여 박스 벽체 및 천정의 내·외 표면의 온도와 내부기온 등 박스 당 총 5~6점의 온도와 외기온을 Thermo-couple(T-type)을 이용하여 1분 간격으로 측정하였으며, 측정값은 Data logger(EKO, SOLAK-V)에 저장하여 분석하였다. 측정된 자료를 바탕으로 표면처리가 되어 있지 않은 두께 0.45 mm 아연도철판시트, 또 이 철판의 한 면 또는 양면에 0.2 mm 두께로 단열 코팅한 철판시트, 시판중인 우레탄, 유리섬유 및 발포 폴리스티렌을 내장한 두께 50 mm 샌드위치패널 등 총 6개(Table 1의 A, B, C, D, E, F)의 공시체에 대하여 경시적 온도변화의 특성을 비교 검토하였다.

2. 2단계 실험

1단계 실험에서 얻은 결과를 바탕으로 백색표면 단열코팅과 백색 수성페인트와 열 저항효과를 검토하기 위하여, 직경 약 28 cm, 높이 약 33cm인 18

ℓ용량의 일반 페인트 용기(Table 1의 G, H)의 표면에 단열 코팅과 백색 수성페인트를 칠하여, 표면의 내·외 온도 및 실내 기온의 변화를 1분 간격으로 측정하여 열 저항특성을 비교 분석하였다.

3. 3단계 실험

1단계 및 2단계 실험 결과를 바탕으로 2단계 실험에서 사용한 2개의 페인트 용기를 포함하여 표면에 전혀 피복처리가 되지 않은 페인트 용기와 동일한 용기 1개(Table 1의 I)에 각각 건조된 벼를 채워, 2단계 실험 때와 동일한 방법으로 온도변화를 측정함으로써 곡물저장 상태에서 용기 내·외 열적 거동을 비교 분석하였다.

본 연구의 최종 목적은 곡물저장용 사일로의 단

열효과를 개선하기 위하여 개발된 단열코팅을 이용하여 새송이버섯 재배사의 단열효과를 개선함으로써 에너지 절감효과를 얻는 것이지만, 시험에 사용한 단열코팅 재료는 곡물저장용 사일로를 대상으로 개발된 것이기 때문에 3단계 실험에서는 2단계 실험에 이용한 것과 동일한 용기에 건조한 벼를 채운 상태에서 온도의 경시적 변화를 측정하여 보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 1단계 실험

내부가 비어있는 6종류의 직육면체형 대형박스에 대한 온도변화를 비교·분석하였다. 분석은 일차적으로 3개의 아연도 철판(Table 1의 A, B, C)간

Table 2. Inside temperatures of box container.

(unit : °C)

Classifications		No treatment (A)		One-surface coating (B)		Two-surface coating (C)		Urethane (D)		Glass wool (E)		Polystyrene (F)	
		surface	air	surface	air	surface	air	surface	air	surface	air	surface	air
Daytime (sunny)	Min.	-0.70	-0.50	-4.40	-3.60	-4.60	-4.60	-3.10	-3.10	-3.70	-3.70	-3.40	-3.30
	Max.	30.90	22.10	19.80	13.10	17.40	12.30	18.40	17.90	18.20	17.20	18.60	17.60
	Ave.	7.44	4.94	5.73	3.80	5.23	3.86	6.09	5.85	5.87	5.53	5.64	5.32
Nighttime (sunny)	Min.	-3.30	-3.10	-5.90	-5.40	-5.50	-5.40	-4.60	-4.60	-5.20	-5.20	-4.80	-4.80
	Max.	7.70	8.40	2.80	3.40	2.40	2.70	11.20	11.10	9.10	9.20	8.10	8.40
	Ave.	-0.77	-0.58	-3.32	-2.84	-3.18	-3.19	-1.55	-1.51	-2.43	-2.39	-2.23	-2.16
Daytime (cloudy)	Min.	-1.80	-1.90	-3.80	-2.80	-3.90	-3.90	-3.80	-3.70	-4.10	-4.10	-3.60	-3.60
	Max.	31.60	25.10	19.80	14.90	17.60	15.10	19.50	19.10	20.10	19.20	20.70	19.90
	Ave.	14.64	12.95	9.01	7.65	8.13	7.42	9.74	9.67	9.73	9.51	10.08	9.83
Nighttime (cloudy)	Min.	-2.60	-2.30	-4.60	-3.90	-4.40	-4.40	-3.90	-3.90	-4.10	-4.10	-3.70	-3.70
	Max.	6.00	6.20	5.10	5.40	5.00	5.30	7.40	7.30	6.60	6.50	6.50	6.50
	Ave.	1.60	1.71	-0.67	-0.08	-1.03	-1.02	0.19	0.25	-0.48	-0.42	-0.11	-0.03
Daytime (rainy)	Min.	4.10	4.10	4.20	4.20	4.20	4.20	4.10	4.10	3.90	3.80	4.20	4.20
	Max.	5.90	5.60	5.50	5.40	5.40	5.40	5.50	5.50	5.40	5.30	5.80	5.70
	Ave.	4.95	4.94	4.85	4.82	4.86	4.86	4.93	4.95	4.76	4.71	5.11	5.09
Nighttime (rainy)	Min.	-2.60	-2.30	-4.60	-3.90	-4.40	-4.40	-3.90	-3.90	-4.10	-4.10	-3.70	-3.70
	Max.	6.00	6.20	5.10	5.40	5.00	5.30	7.40	7.30	6.60	6.50	6.50	6.50
	Ave.	1.60	1.71	-0.67	-0.08	-1.03	-1.02	0.19	0.25	-0.48	-0.42	-0.11	-0.03

비교와 3개의 샌드위치패널(Table 1의 D, E, F) 간 비교를 실시하였다. 이 분석결과를 바탕으로 이들 상호간 온도변화를 비교하였다.

Table 2는 6종류의 박스에 대한 실험결과를 주·야간 및 날씨별로 내측 표면의 온도와 내부온도를 분석한 결과이다. Fig. 2는 주간동안 날씨가 맑은 날에 대하여 나타낸 것이다.

Fig. 2에서 맑은 날 주간, 내측 표면의 최대 및 평균온도를 아연도 철판 A, B 및 C에 대해서 살펴보면, 최대온도는 각각 30.9°C, 19.8°C 및 17.4°C로서 표면에 단일 코팅된 B 및 C가 무처리 공시체 A에 비해 11.0~13.5°C 정도 낮게 유지됨을 알 수 있다. 또 평균온도는 각각 7.4°C, 5.7°C 및 5.2°C로서 대비구로 이용된 표면처리 되어 있지 않은 철판(A)에 비해 한 면(B) 및 양면(C)에 단일 코팅한 철판이 현저한 열저항 특성을 보였다. 한 면만 코팅한 것에 비해 양면 코팅에 의한 효과는 비록 현저하지는 않더라도 야간의 차이가 있음을 알 수 있었다. 결국 외부 표면만 코팅한 한 면 피복에 비해 양면 피복의 효과는 피복재의 열 저항치(R값)에 의한 효과로 판단할 수 있다. 한편 두께 50 mm 패널형 3처리의 경우, 맑은 날 주간내 내측 표면의 최대 및 평균온도를 살펴보면, 최대온도는 18.2~18.6°C 범위로서 처리간 큰 차이를 보이지 않았으며, 평균온도도 각각 6.1°C, 5.9°C 및 5.6°C로서 최대온도와 마찬가지로 처리간 큰 차이를 보이지는 않았지만, 우레탄(D), 유리섬유(E), 발포폴리스티렌(F)의 순서로 표면온도가 약간씩 높았다. 이는 피복재의 열전달 특성에 의한 차이에 기인한 것으로 판단된다.

그리고 Table 2에서 알 수 있듯이 야간이나 일사량이 적은 흐린 날씨에서는 처리간의 차이가 미미함을 알 수 있다. 따라서 외측 표면에서의 일사량 반사 특성에 의하여 내부 표면온도가 크게 좌우되는 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 Table 2 중에서 주간동안 날씨가 맑은 날에 무처리한 아연도 철판(A), 양면 코팅제로 처

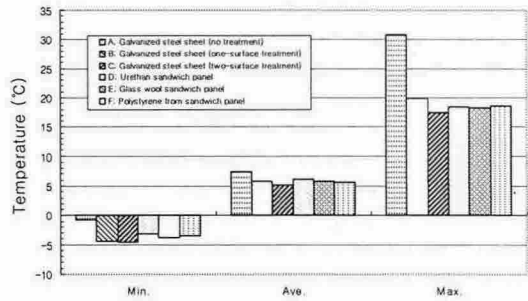


Fig. 2 Comparisons of inside surface temperature of box container during sunny day.

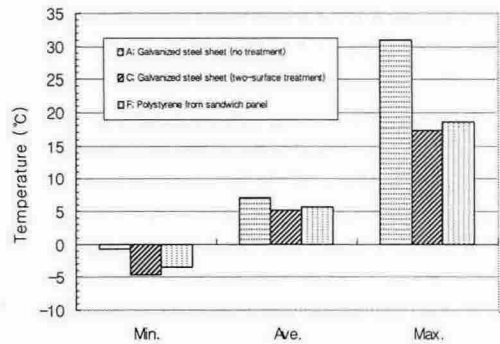


Fig. 3 Comparisons of inside surface temperature among 3 different box containers during sunny day.

리한 아연도 철판(C)과 샌드위치패널 중 내측 표면의 평균온도가 가장 낮게 나타난 발포폴리스티렌패널(F) 간의 주간 내측 표면 온도를 나타낸 것이다. 코팅 처리한 철판의 평균 및 최고온도가 A나 F에 비해 낮게 유지됨을 알 수 있다. 또한 그림으로 나타내지는 않았지만, 박스 내부의 기온 역시 코팅 처리한 쪽의 온도가 낮게 나타났고, 패널의 두께로 인하여 벽표면 내·외측간 온도변화의 시간 지연이 약 1시간 전후임을 알 수 있었다.

결국 표면코팅처리와 샌드위치패널 간의 온도변화 경향만을 고려하면, 일면 또는 양면 코팅 처리만으로도 50 mm 두께의 샌드위치패널 못지 않은 단열효과를 보인다는 것을 추정할 수 있다.

2. 2단계 실험

Table 3은 단열 코팅(G)과 수성페인트(H) 효과를 비교한 2단계 실험결과를 정리한 것이다. Table 3에서 알 수 있듯이 주야간은 물론 날씨에 관계없이 두 처리간에는 거의 차이가 없다. 두 처리간 온도변화의 유사성은 용기 내측 표면이나 내측의 공기 온도가 동일하였다. 두 처리간 모두 일사가 있는 주간에는 외기온 이상으로 상승하지만, 날씨가 맑은 야간에는 천공복사 현상에 의해 표면부의 온도가 외기온 이하로 떨어짐을 확인할 수 있다.

결론적으로 온도변화 측면에서는 두 처리간에 차이가 거의 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 표면코팅의 효과는 피복재의 열전달 특성에 의한 것이

Table 3 Inside temperatures of drum container.

(unit : °C)

Classifications		Thermal insulation coating (G)		Water paint coating (H)	
		surface	air	surface	air
Daytime (sunny)	Min.	-1.60	-1.90	-1.80	-2.20
	Max.	20.30	16.40	19.60	15.40
	Ave.	10.75	9.06	10.14	8.32
Nighttime (sunny)	Min.	-5.90	-6.20	-6.10	-6.50
	Max.	5.50	5.20	5.10	4.90
	Ave.	-1.36	-1.68	-1.57	-1.88
Daytime (cloudy)	Min.	2.60	2.60	2.40	2.40
	Max.	11.00	9.60	11.20	9.30
	Ave.	6.94	6.56	6.83	6.29
Nighttime (cloudy)	Min.	-2.00	-2.30	-2.20	-2.50
	Max.	3.30	2.80	3.20	2.60
	Ave.	0.78	0.42	0.62	0.24
Daytime (rainy)	Min.	0.10	0.30	0.10	0.00
	Max.	2.30	2.00	2.30	1.90
	Ave.	1.38	1.15	1.31	1.00
Nighttime (cloudy)	Min.	0.30	0.30	0.20	0.10
	Max.	3.30	3.20	3.20	3.00
	Ave.	2.58	2.53	2.44	2.34

아니라 태양 복사에 대해 높은 반사효과에 기인하므로 일사에 대한 반사특성이 유사한 피복재라면 온도의 변화 특성이 유사하다는 결론을 내릴 수 있다.

3. 3단계 실험

1단계 및 2단계의 온도측정 실험을 통하여 표면 피복재의 태양광 반사특성과 그로 인한 용기의 열적부하 경감을 확인 할 수 있었다. 따라서 본 연구의 최종 목표가 곡물저장용 사일로의 단열효과를 개선하는 것이므로 2단계 실험에 이용한 18ℓ 용량의 페인트 용기에 곡물을 채운 상태에서 온도변화를 경시적으로 관찰하였다.

Table 4는 3단계 실험결과를 정리한 것이다. 주간동안 맑은 경우, 외기온이 최저 -1.3°C에서 최고 17.3°C사이로 변하는 동안, 용기의 내·외측 표면의 온도가 두 처리간에 유사한 것은 2단계 실험결과와 일치하였으며, 용기 중심부 곡물의 온도는 표면코팅을 하지 않은 대비구(I)에 비해 두 개의 표면코팅 처리구에서 모두 현저히 낮은 온도를 보였으며, 두 개의 코팅처리구간의 온도차는 매우 미미함을 알 수 있다. 이 결과는 2차 실험에서 확인된 결과와 거의 동일함을 알 수 있다. 흐린 날이나 비가 내리는 동안에는 3가지 처리간에는 큰 차이가 없다는 것은 2단계 실험에서의 판단을 확인해 주는 셈이다.

Fig. 4는 단열 코팅한 처리구와 비처리구에서 경시적 온도변화를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 본 실험의 경우 사용된 용기의 용량이 0.02 m³ 정도에 불과하지만, 용기표면의 최대온도 발생시점과 내부 중심부 곡물의 최대온도 발생시점간에는 약 6시간 전후의 시간 지연현상이 있음을 확인할 수 있다. 이런 현상은 대형 사이로 등에서는 더욱 클 것으로 판단된다

Table 4 Temperatures in drum container filled with rough rice.

(unit : °C)

Classifications		Thermal insulation coating (G)		Water paint coating (H)		No treatment (I)	
		inside surface	center	inside surface	center	inside surface	center
Daytime (sunny)	Min.	-1.80	2.50	-2.20	2.20	-0.50	3.90
	Max.	20.70	9.50	20.20	9.00	32.80	15.70
	Ave.	12.29	4.82	11.76	4.39	20.08	7.81
nighttime (sunny)	Min.	-1.70	4.70	-2.20	4.20	-0.50	5.60
	Max.	9.80	10.40	9.50	9.80	14.00	16.90
	Ave.	2.32	8.19	2.02	7.65	4.64	13.13
Daytime (cloudy)	Min.	1.30	2.30	2.40	2.00	4.70	5.20
	Max.	15.00	7.70	14.60	7.40	21.30	12.40
	Ave.	9.53	4.12	9.49	3.79	13.77	7.76
Nighttime (cloudy)	Min.	2.20	3.70	3.70	3.30	5.70	6.50
	Max.	9.30	8.80	9.00	8.40	10.70	12.70
	Ave.	6.26	7.93	6.15	7.56	7.27	10.89
Daytime (rainy)	Min.	6.20	6.60	6.00	6.50	6.40	7.20
	Max.	8.30	7.30	8.40	7.20	10.00	8.00
	Ave.	7.34	6.98	7.25	6.80	8.05	7.52
Nighttime (rainy)	Min.	6.40	6.90	6.20	6.60	6.50	7.20
	Max.	7.20	7.40	7.10	7.30	7.50	8.10
	Ave.	6.76	7.19	6.57	6.99	6.89	7.71

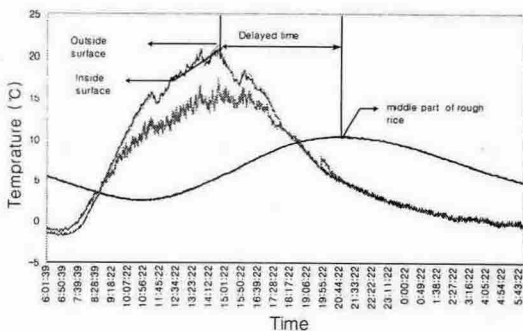


Fig. 4 Variations of temperature in drum container filled with rough rice.

IV. 결 론

본 연구는 비교적 높은 단열성을 요구되는 시설

물의 열 저항을 높이고, 하절기에 큰 열적 부하인 자인 태양광의 반사효율을 동시에 높게 할 수 있는 구조체의 표면 코팅에 의한 단열 및 보온효과를 실험적으로 검토하기 위하여 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 중공형 박스를 이용한 열 저항효과를 분석한 결과, 코팅에 의한 단열효과가 현저함을 보였다. 단 기간에 측정된 결과만을 기준으로 비교해 보면, 단열 코팅으로 피복처리 하는 것만으로도 50 mm 두께의 샌드위치패널 구조와 단열효과가 거의 유사함을 알 수 있었다.

2. 단열 코팅에 의한 단열효과를 일반 페인트 피복의 단열효과와 비교하고, 단열효과의 열적 특성을 분석하기 위한 실험결과 단열 코팅의 효과가 약간 높은 것으로 나타났으나 두 처리간에 현저한 차

이가 발견되지는 않았다.

3. 중공형 용기 내부에 곡물을 넣었을 경우, 열 전달 현상을 검토한 결과 벽체 내외 표면에서의 온도변화 및 피복 처리간의 차이는 아연도 철판의 중공형 대형 박스와 유사하였다. 용기 중앙에 위치한 곡물의 최대온도 발생시점과 표면의 최대온도 발생시점간에는 약 6시간의 시간 지연이 있음을 발견할 수 있었다.

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 현장 애로연구(102016-03-1-SB010)지원으로 수행된 연구 결과임.

References

1. Han, Y. J., 1994, Development of Coating Material in Glasshouse, *The Korean Research Society for Protected Horticulture, Protected Horticulture*, 7(1), pp. 110~113. (in Korean)
2. Kim, H. K., H. S. Choi & C. H. Lee, 1999, The Relationship between the Life-time & the Structure Properties of CeO₂ Stabilized Zirconia TBCs, *J. Kor. Inst. Mat. & Mater.*, 37(1), pp. 91~100. (in Korean)
3. Lee, J. H., K. H. Yoon, S. C. Yil & J. M. Auh, 1983, A Study on the Thermal Properties of Felt Insulator with Reflective Foil Inserted, *Solar Energy*, 3(1), pp. 51~59. (in Korean)
4. Park, S. W., Y. C. Yoon, W. M. Suh & H. H. Lee, 2003, Analysis of Environment Factors in eryngii Cultivation House, *Proceedings of the 2003 Annual Conference the Korean Society of Agricultural Engineers 31 Oct.-1 Nov. 2003, Jeju, Korea*, pp. 347~350. (in Korean)
5. Park, Y. S. & B. H. Kim, 1982, A Study on Quality Improvement of Domestic Insulating Materials and Effective Usage in Building Construction, *Journal of the Institute of Industrial Technology, Korea University* 17, pp. 7~15. (in Korean)
6. Song, I. C., 1984, A Study on the Energy Conservation and the use of Thermal Insulation in Housing, *Journal of the Korea Institute of Industrial Educators*, 9(1), pp. 22~29. (in Korean)
7. Suh, W. M., Y. C. Yoon, J. K. Kwo & S. W. Park, 2003, Experiment of Heat Transfer Characteristics through Insulated Farm Structures Coated with Surface Treatment, *Proceedings of the Korean Society for Bio-Environment Control 2003 Spring Conference*, 12(1), pp. 157~160. (in Korean)
8. Suh, W. M., Y. C. Yoon, S. W. Park & J. K. Kwo, 2003, Instrumentation and control of environment factors in eryngii growing house. *Proceedings of the Korean Society for Bio-Environment Control 2003 Spring Conference*, 12(1), pp. 161~165. (in Korean)