

Scoria, Trachyte, Styropor의 保溫 斷熱性에 關한 實驗的 研究 (II)

權 麒 麟 , 許 鐘 哲 *

An Experimental Study on the Insulating Properties of Scoria, Trachyte, Styropor (II)

*Kwon Ki-rin , Huh Jong-chul **

Summary

In this paper, we tried to compare Scoria and Trachyte with Styropor in the effect of insulator for the purpose of the economic utilization of natural resources.

The results of this study may be summarized as follows:

1. The properties of temperature variation in model rooms.
 - (i) The temperature increases in the order of Styropor, Scoria, Trachyte.
 - (ii) The temperature decreases in the order of Trachyte, Scoria, Styropor.
2. The effects of temperature variation.
 - (i) When the temperature increases Scoria and Styropor showed almost the same effect or variation.
 - (ii) When the temperature decreases Trachyte and Scoria showed almost the same variation or effect.
3. Temperature variations in accordance to the pass of time.
 - (i) When the temperature rises, it increases sharply for the first 80 minutes, but gradually since then.
 - (ii) When the temperature falls, it decreases gradually for the first 60 minutes, but sharply since then.

序 論

73年과 78年末, 두차례의 油類波動을 겪으면서 石油賦存資源이 전혀없는 우리 나라로서는, 그동안에 代替 energy開發은 물론 energy節減이라는 課題를

解決키 爲하여 各方面에서 꾸준한 努力을 기울인 結果 刮目할만한 成果를 거뒀다.

이에 따라 生産的 次元이 아닌 energy節約의 側面에서, 그 損失을 最大限으로 減少시킬 수 있는 方案中的 하나로서 保溫·斷熱材의 研究開發도 그동안 큰 役割을 해온 셈이다. 왜냐하면 經濟的이고도 效

理工大學 助敎授 , 理工大學 專任講師 *

果의인 良質의 保溫·斷熱材料의 生産, 利用이란 곧 바로 energy節減의 效果를 가져오기 때문이다.

특히 近者에 이르러energy의 大量消費處가 늘어나고 冷暖房의 設備規模가 커지면서, 그 수효도 增加함에 따라 이에 比例하여 保溫斷熱材의 使用量도 急激히 增加一路에 있다. 따라서 使用處에 따른 保溫·斷熱材의 具備條件에 適合한 經濟的이고도 效率性 있는 材料의 開發이란 課題는, 現시점에서 대단히 重要한 問題인 것이다.

保溫·斷熱性 材料로써는 여러가지가 있겠으나, 그中 mineral fiber, 玄武岩, 安山岩等の 火山岩이나, 苦土質鑛材등의 自然石이 既利用된 點은 이미 오래전부터 알려진 事實(Robert 등, 1972)이며, 또한 perlite, 燒成 vermiculite 其他 類似한 鑛物岩石類等도 大部分 他保溫材(硅藻土, cement, asphalt等)와 混合해서 使用되고도 있다(大遇, 1977. 金, 1976).

筆者는 이러한 點을 勘案하여 既存天然資源의 效率의 利用이라는 觀點에서, scoria(4th stage), clay-rice-straw材에 대한 保溫·斷熱性을 實驗的으로 比

較 報告(權, 1984)한바 있으며, 本考에서는 trachyte(2nd stage), scoria(5th stage) 材料를 再選定 供試하여, 現在 工業的으로 製造, 市中에서 널리 使用되고 있는 styropor과 實驗的으로 保溫斷熱性能의 效果를 相互比較檢討코자 하는 것이다.

實驗裝置 및 方法

1. 實驗裝置

本 實驗에 使用된 實驗裝置와 模型은 다음과 같다. Fig.1은 本實驗을 하는데 使用한 裝置의 概要를 表示한 것이고, 實驗에 使用된 模型은 Fig.2, Fig.3과 같으며, 供試된 材料의 種類로써는 ① trachyte(2nd stage) ②scoria(5th stage) ③styropor ④cement brick ⑤veneer board이었는데, 이 中の Scoria 및 Trachyte의 鑛物組成과 化學的 成分은 Table 1, 2와 같았다.

Table 1. Chemical compositions of scoria and trachyte.

Description	Composition (%)												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O(+)	H ₂ O(-)	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	FeO
Scoria	51.50	15.45	1.82	8.17	9.19	4.09	3.52	0.04	1.89	-	-	-	8.17
Trachyte	49.61	15.20	6.81	5.04	6.37	4.42	2.85	0.40	0.06	2.12	-	0.24	6.66

Table 2. Mineral constituents of scoria and trachyte.

Description	Constituent (%)						
	Plagioclase	Orthoclase	Sanidine	Olivine	Pyroxene	Magnetite	Glass
Scoria	50	-	5	7	12	10	5
Trachyte	20	35	-	-	15	10	15

*Region & eruption cycles

Scoria: Cheju-do Pukcheju-gun Sanch'ondan, 5th stage.

Trachyte: Cheju-do Namjeju-gun Chungmun-dong., 2nd stage.

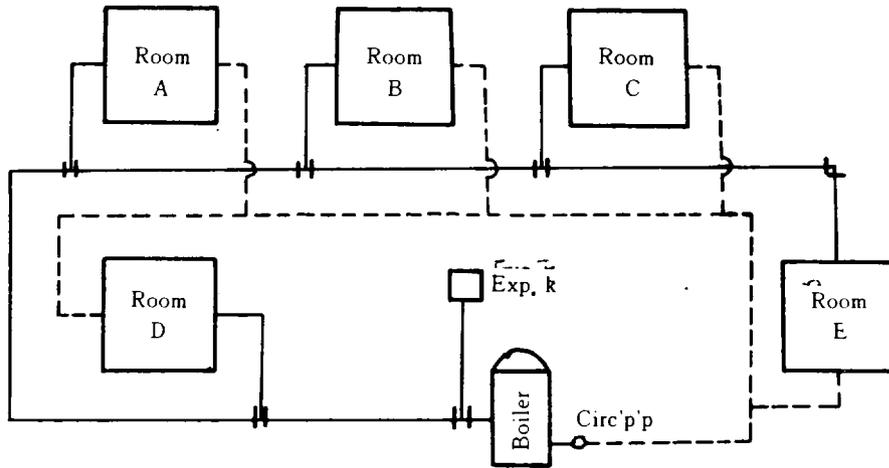


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

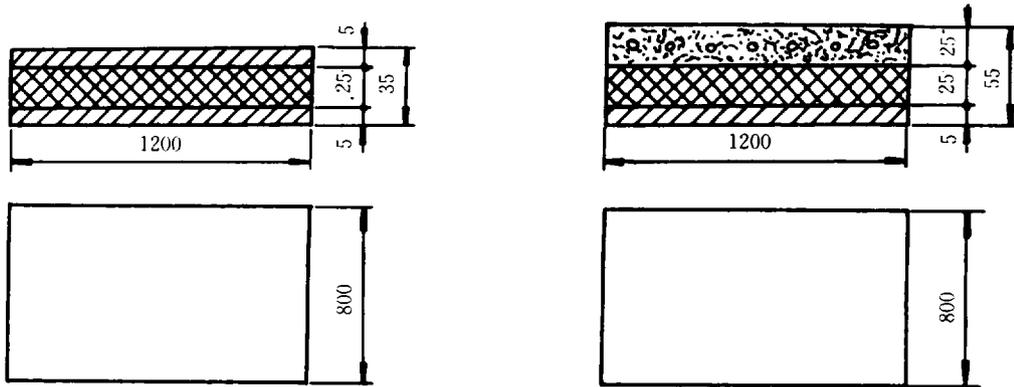


Fig. 2. Front and plain view of top and bottom.

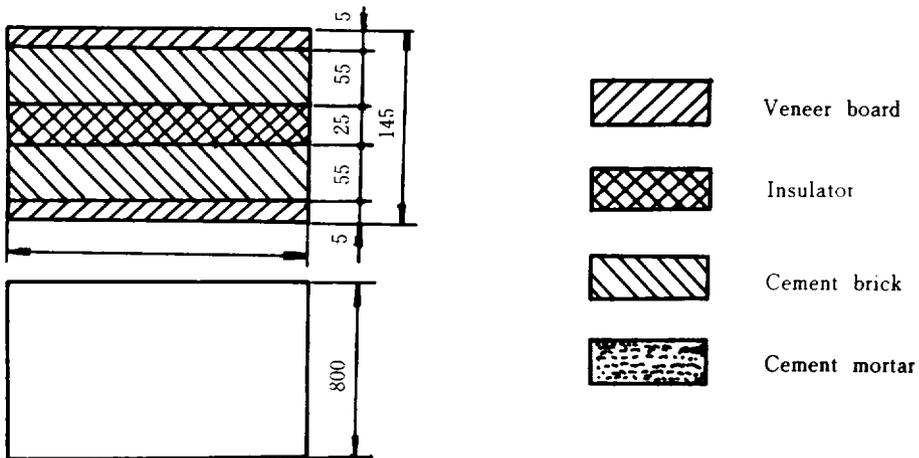


Fig. 3. Front and plain view of side.

또한 各 模型室의 加熱源으로서는 溫水暖房方式을 취했는데, 各室의 入口의 溫度가 同一하게끔 二管式 逆歸還式(徐와 車, 1983의 配管으로 하였다.

2. 實驗方法

本 實驗方法은 다음과 같은 要領으로 實施하였다.

(1) 模型room의 바닥內부에 溫水供給用 Copper tube를 設置하고 時間經過에 따른 溫度上昇과 溫度下降을 測定하였다.

測定은 室內에서 行하여졌기 때문에 外風의 影響은 거의 없이 靜穩하였고, 外氣溫度는 10°C~14°C 範圍였다. 그리고 加熱量은 一定하게(加熱時間 200 分씩, 各各 4回)하면서, 수어진 各部의 溫度를 거의 같은 時刻에 測定이 되도록 切換switch를 使用하였다.

이때 模型室 各部의 溫度를 測定하기 爲해 spot溫度計(TM-1型, I. T. M製)를 使用한 것을 비롯 다음과 같은 곳에 補助用 溫度計를 設置하였다.

㉔ 內部空間의 中央部 ㉕ 上面의 外部表面 ㉖ 側壁의 表面

(2) 模型Room의 種類는 다음과 같이 區分하여, 實施하였다.

㉔ 天井, 側壁, 바닥의 內部에 2.5cm의 Styropor를 挿入한 境遇

㉕ 天井, 側壁, 바닥의 內部에 2.5cm의 Scoria(5th stage)를 挿入한 境遇

㉖ 天井, 側壁, 바닥의 內部에 2.5cm의 Trachyte(2nd stage)를 挿入한 境遇

㉗ 天井, 側壁의 內部에 2.5cm의 Styropor를 挿入하고, 바닥의 內部에 2.5cm의 Scoria(5th stage)를 挿入한 境遇

㉘ 天井, 側壁의 內部에 2.5cm의 Styropor를 挿入하고, 바닥의 內部에 2.5cm의 Trachyte(2nd stage)를 挿入한 境遇

(3) 實驗은 供試材의 保溫斷熱性能을 充分히 確認코자 時間經過에 따른 溫度上昇 및 下降變化의 測定을 各各 反復하여 四回 實施하였으나, 本考에서는 그 實驗結果中에서 實驗實溫度가 거의 一定히 維持된 狀態下에서 測定된 것 中 그 一部만을 表記하였다.

다.

結果 및 考察

1. 實驗結果

1) 各 模型室의 天井, 側壁, 바닥의 內部에 各 同一한 材料(scoria: 5th stage, trachyte: 2nd stage, styropor)를 挿入한 狀態下에서, 이때의 溫度上昇과 溫度下降의 測定結果는 各各 Table 3, Table 4와 같았다.

2) 各 模型室의 天井, 側壁의 內部에 styropor를 挿入하고, 바닥의 內部에만 scoria(5th stage), trachyte(2nd stage), styropor를 挿入한 狀態下에서, 이때의 溫度上昇과 溫度下降의 測定結果는 各各 Table 5, Table 6과 같았다.

2. 考察

1) 供試材에 依한 溫度變化의 效果

Fig.4와 Fig.5는 各 模型室의 天井, 側壁 및 바닥의 內部에 두께 25mm의 scoria(●), trachyte(●), styropor를 挿入한 狀態下에서, Table에 表記된 溫度測定個所中에 經過時間에 對하여 room內部空間만의 溫度上昇 및 溫度下降 效果를 平均值로 나타낸 graph이다. Fig.4의 graph를 考察하여 보면, 時間經過에 따른 溫度上昇의 境遇, styropor과 scoria(●)材를 挿入한 條件下에서의 두 上昇曲線은 全般的으로 相似形態의 曲線을 나타냄을 알 수 있다. 그리고 이 두 曲線은 아주 近接해 있는데, 이러한 現象은 styropor가 既存의 保溫斷熱材로서의 用途로 廣範圍하게 利用이 되고 있다는 점과, 天然資源의 效率的, 經濟的 利用이라는 側面을 考慮해 볼 때, scoria(●)材에 있어서도 그 物理的, 化學的 特性和 熱特性까지를 勘案한다면 低溫用 建築斷熱材로서뿐만 아니라, 高溫用 斷熱材의 用途로서도 相當한 活用價値가 存在할 것으로 豫想된다.

또한 scoria(●), styropor材의 使用時는 加熱後 80min까지, trachyte(●)材의 使用時는 1時間이 經過한

Table 3. Experimental results (I)

Description	Temp., °C											
	Temp.	Scoria			Trachyte			Styropor			Laboratory Temp.	F/W IN OUT Temp.
The time elapsed (min)	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	Laboratory Temp.	IN	OUT
0	12.5	13	13	12.5	13	13	12.5	13	13	13.5	12	12
20	15.5	13.5	13	15.5	13.5	13	16	13.5	13	13.5	39	36
40	19.5	14	13.5	18.5	14	13.5	19.5	13.5	13	13.5	62	59
60	22.5	14	13.5	21	14.5	13.5	22.5	13.5	13	13.5	64	56.5
80	24	14.5	14	22	15.5	14	24.5	14	13.5	13.5	65	60
100	25.5	15	14	23.5	16	14	26	14.5	13.5	13.5	74	52.5
120	26.5	15.5	14.5	25	16.5	14.5	27	14.5	13.5	13.5	60	54.5
140	28	16	14.5	26	17	15	28.5	15.5	14	13.5	60	55
160	29	16.5	14.5	27	17.5	15	29.5	15.5	14	13.5	64	58
180	29.5	17	15	27.5	18	15.5	30.5	16.5	14	13.5	64	57.5
200	30.5	18	15.5	28	18.5	16	31.5	17.5	14.5	13.5	65	61

Table 4. Experimental results (II).

Description	Temp., °C										
	Temp.	Scoria			Trachyte			Styropor			Laboratory Temp.
The time elapsed (min)	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	Laboratory Temp.	
0	30	18	15.5	30	18.5	16	30	17.5	14.5	11.5	
30	30	18	15.5	30	18.5	16	30	17.5	14.5	11.5	
60	29.5	17.5	15	29.5	17	15.5	30	17	14	11.5	
90	28.5	17	15	28.5	17	15.5	30	17	14	11.5	
120	28	16.5	15	27.5	16.5	15	29.5	16	14	11.5	
150	27.5	16.5	15	27	16.5	15	29	15.5	14	11.5	
180	27	16.5	14.5	27	16.5	14.5	28.5	15.5	14	11.5	
210	26	16.5	14.5	26	16	14.5	28	15	13.5	11.5	
240	24	16.5	14.5	24	16	14.5	26.5	15	13	11.5	
270	22.5	13	12	22.5	13	12	26	13	12	11.5	

Table 5. Experimental results (III)

Temp., °C

Description	Temp.	Scoria			Trachyte			Styropor			Laboratory Temp.	F/W	
		In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall		IN	OUT
0		10	10.5	10.5	10	10.5	10.5	10	10.5	10.5	10	9	9
20		11	10.5	10.5	11	11	10.5	11	10.5	10.5	10	20	9.5
40		15	11.5	11	14	11.5	11	15	11.5	11	10	54	49
60		19	11.5	11	17	12	11	19	11.5	11	10	75	66
80		21.5	12	11.5	19.5	12.5	11.5	21.5	12	11	10	68	63
100		23.5	12	11.5	20.5	12.5	11.5	23.5	12	11	10	67	61
120		25	12	11.5	22.5	13	12	25	12	11.5	10	68	62
140		26.5	12.5	12	24	13	12	26.5	12.5	11.5	10	68	62
160		27.5	12.5	12	25	13.5	12.5	28	12.5	11.5	10	67	61
180		28.5	13	12.5	26	14	12.5	29	13	12	10	74	68
200		29.5	14	13.5	26.5	14.5	13	30	14	13	10	75	67

Table 5. Experimental results (IV)

Temp., °C

Description	Temp.	Scoria			Trachyte			Styropor			Laboratory Temp.
		In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	In-terior	Upside	Side wall	
0		30	14	13.5	30	14.5	13	30	14	13	11
20		30	14	13.5	30	14.5	13	30	14	13	11
40		30	14	13.5	30	14.5	13	30	14	13	11
60		29	13.5	13	29	14	13	29.5	13.5	13	11
80		28.5	13.5	13	28	14	12.5	29	13.5	12.5	11
100		28	13	13	28	13.5	12.5	29	13.5	12.5	11
120		27.5	13	12.5	27	13.5	12.5	28.5	13.5	12.5	11
140		27.5	12.5	12.5	27	13	12	28.5	13	12.5	11
160		27	12.5	12.5	26	13	12	28	13	12	11
180		27	12	12	26	12.5	12	28	13	12	11
200		26	12	12	25.5	12.5	12	27	12.5	12	11

때까지는 매우 급한 上昇狀態임을 알 수가 있으며, 그 以後로는 緩慢한 溫度上昇傾向임을 아울러 그래프는 보여주고 있다. 同時에, 주어진 三種의 供試材를 比較檢討하여 보면, 斷熱效果의 크기는 styropor, scoria(●), trachyte(○)의 順으로 羅列됨을 알 수가 있는데, 이는 Table 3에 나타난 Room 上面의 外部表面溫도와 側壁의 表面溫도의 測定結果를 相互比較해 보아도 同一하게 一致하고 있음을 알 수가 있다.

마찬가지로 Fig.5의 graph에 있어서도, 時間經過에 따른 溫度下降狀態를 供試材의 種類에 따라서 살펴보면, 上昇때와는 아주 다르게, scoria(●)와 trachyte(○)材를 挿入한 狀態下에서의 두 曲線이 全般

的으로 相似形의 下降曲線임을 알 수가 있다. 그리고 styropor材를 挿入한 狀態下에서는, 前經過時間에 걸쳐 緩慢한 溫度下降狀態를 보여주지만, 이에 反하여 scoria(●) 및 trachyte(○)材를 使用했을 境遇, 一時間 程度 時間이 經過할때까지는 styropor를 使用했을 時와 거의 差異가 없었으나, 그 以後로는 急한 傾斜를 이뤘, 結果的으로 溫度變化가 甚하게 下降하는 傾向임을 잘 나타내 주고 있다.

Fig.6과 Fig.7은 各 模型室의 天井, 側壁의 內部에 同一하게 25mm의 두께의 styropor를 挿入하고, 바닥의 內部에만 scoria(●), trachyte(○), styropor의 三種類를 挿入한 狀態下에서, 亦是 經過時間에 對하여

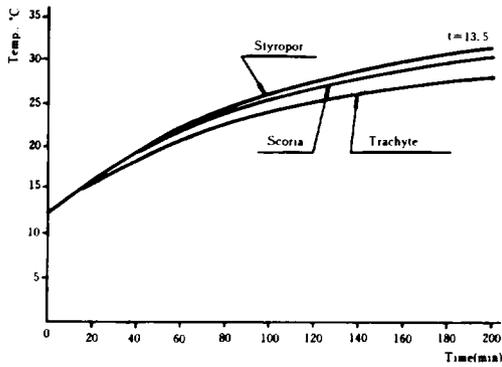


Fig. 4. Variation of temperature in accordance to the time elapsed. (When increasing)

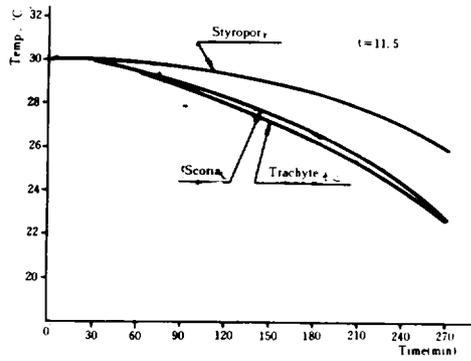


Fig. 5. Variation of temperature in accordance to the time elapsed. (When decreasing)

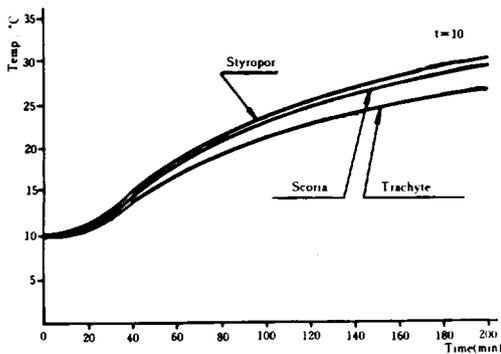


Fig. 4. Variation of temperature in accordance to the time elapsed. (When increasing)

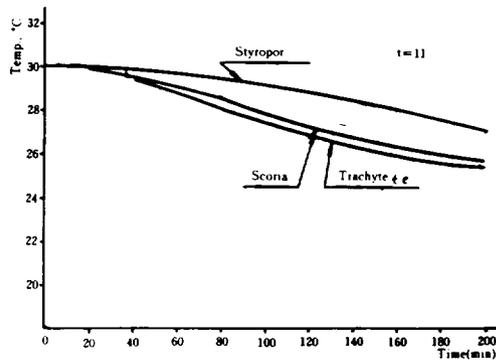


Fig. 5. Variation of temperature in accordance to the time elapsed. (When decreasing)

room 내부空間의 溫度上昇 및 下降狀態를 나타낸 graph이다. 이 二個의 graph에서도 알 수 있는 바와 같이 溫度上昇일 때는 scoria(●)材와 styropor材의 使用時에 (Fig. 6.). 溫度下降일 때는 trachyte(○)材와 scoria(●)材의 使用時에(Fig. 7), 서로 相似形狀의 曲線을 이루고 있음을 알 수가 있으며, 特히 溫度上昇의 境遇, 2個의 相似曲線은 實驗室溫度가 낮았음(10°C)에도 不拘하고, 아주 近接해 있는데, 이런 現象은 前項에서의 境遇와 같이 polystyren foam系의 缺點인 耐燃性, 可燃性 등을 勘案해 볼때, 供試材인 scoria(●)의 代替利用 및 그 併用과 活用方法을 摸索하기 따라서는 序言에서 밝힌 perlite保溫材나 mineral fiber材가 갖는 斷熱性的 熱特性을 갖추면서도 그 效用價値가 더욱 增大되어 實用化될 수 있는 可能性이 높을 것으로 期待된다. 그리고 Fig. 4와 Fig. 6, Fig. 5와 Fig. 7에서도 나타난바와 같이, trachyte(○)材는 從來에 道路鋪裝用으로 많이 使用돼 왔으며 종종 建築保溫材料로서 他保溫材와 混用되어 쓰이고 있는 實情으로, 그 使用處, 目的에 따른 어느 程度의 保溫效果는 있다고 볼 수 있겠으나, 本實驗에서는 scoria(●)·styropor의 供試材에 比해서는 그 保溫·斷熱效果가 이에 훨씬 못 미치고 있음을 알 수 있었다.

2) 外氣溫度와의 關係 및 斷熱裝置의 效果

保溫斷熱用 供試材가 25mm로 얇았기 때문에 外氣溫度와의 最大差異는 18°C程度였다. 保溫斷熱用 材料를 두껍게 하면 물론 그 效果는 增加될 것이나, 代身に 工事費用은 增大되고, 燃料消耗는 減少될 것이다. 實驗裝置는 供試材와 cement brick 및 veneer board로 製作하였으며 또한 比較的의 커다란 空間이었

고, 供試材가 얇았는데도, 溫度下降은 비교적 낮은 편이었다. 더우기 model room의 溫度差가 大體로 크지 않았는데도 不拘하고, 溫度下降때는 亦是 比較的의 分明한 差異를 나타냈다. 또한 全般的으로 外氣의 溫度가 낮아질수록 時間經過에 따른 溫度上昇의 效果는 그 上昇率이 큰 反面, 溫度下降의 效果에 있어서는 그 下降率이 낮아지는 傾向을 보였다. 이들 Table 中에 經過時間이 零일때에도 外氣溫度와 1°C 程度 差異가 있는것은 各 model room의 놓여진 位置가 달랐기 때문이라고 생각된다.

摘 要

以上の 供試材에 對한 實驗結果 및 檢討에서 다음과 같이 要約할 수 있다.

1. 時間經過에 따른 模型室溫의 溫度上昇率은 styropor, scoria(●), trachyte(○)材 使用의 順序였고, scoria(●)와 styropor材는 僅少한 差異로 나타났다.
2. 時間經過에 따른 模型室溫의 溫度下降率은 trachyte(○), scoria(●), styropor材의 使用 順序였고, trachyte(○)와 scoria(●)材는 그 값이 거의 같았으며, styropor에 比해서는 매우 크다.
3. 溫度變化狀態는 全般的으로 溫度上昇일 때는 約 80分 程度까지는 急激히 增加하나, 그 以後로는 緩慢하게 增加하였고, 反面에 溫度下降일 때는 一時間 程度까지는 緩慢히 減少하지만, 그 以後로는 急激히 減少하였다.
4. 外氣溫度에 따른 模型室溫의 影響은, 그 溫度가 낮아질수록 時間經過에 따라서 室溫의 溫度上昇率은 增加한 反面 溫度下降率은 減少하였다.

參 考 文 獻

Denzil Nield., 1967, Walls and Wall Facings.
 姜肅植, 1976, 濟州道 “송이”(特殊土)의 特性., 建國大學校碩士學位論文, 7~9.
 金孝經, 1976, 國產保溫材의 熱特性, 空氣調和·冷凍工學, 第五卷, 第2號, 98~107.

權麟麟, 1984, Scoria·Clay·rice-straw·Styropor의 保溫斷熱性에 關한 實驗的 研究(I), 濟大論文集, 18: 159~166.
 Lee, M. W. 1982, “Petrology and geochemistry of Jeju Volcanic Island, Korea.” The science re-

- ports of the Tohoku University. Series III. Vol. XV. No.2. 206~207.
- 大隅和男, 1977, 斷熱技術讀本, 64~86. オーム社, 東京.
- Robert J. Fabian. 1972, Thermal Insulation Materials. Materials in Design Engineering Manual. No.147.
- 徐廷一·車宗熙, 1983, 空氣調和와 暖房, 139~140, 光林社.
- Won, C. K. 1975, Study of Geologic Development and the Volcanic Activity of the Jeju Island. Gëon-gug university. J., 1, 12~29.