

|||||||
解 說
|||||||

學校와 軍建物에 對한 自然型 太陽熱 技術適用研究

吳 正 茂 *

Application of Passive Solar Technology : School and Military Buildings

P. Chungmoo Auh *

1. 自然型 太陽熱 시스템

1) 概 要

自然型 太陽熱 시스템이란 建築構造物에 의하여 얻은 太陽熱을 強制的인 에너지 循環方式을 利用하지 않고 自然的인 物理現象에 의하여 利用할 수 있는 方式을 意味한다. 즉, 自然型 太陽熱 建物의 경우, 集熱窓을 設置하여 얻는 太陽 에너지를 蓄熱效果를 낼 수 있는 建築材料에 吸收시켜, 이를 利用하여 夜間이나 흐린날에도 建物의 暖房에너지의 일부를 充當할 수 있도록 한 建物을 意味한다.

2) 概 念

自然型 太陽熱 시스템은 다음의 세가지로 크게 分類할 수 있다.

가) 直接獲得型(Direct Gain System)

南側에 集熱窓을 設置하여, 이를 通過한 太陽熱을 바닥이나 室內의 壁에 貯藏하여 暖房이 이루어 지도록 한 형태를 말하며 그림 1에 나타난 것과 같다.



그림 1 직접 획득형

나) 間接獲得型(Indirect Gain System)

南側의 集熱窓과 室內空間 사이에 蓄熱體를 두어, 晝間에 이 蓄熱體에 貯藏熱이 傳導, 輻射에 의해 室內로 傳達되는 형태로서 蓄熱壁 上·下 段部에 通氣口를 設置하여 對流에 의한 暖房效果도 얻을 수 있도록 한 형태로서 그림 2에서와 같다.

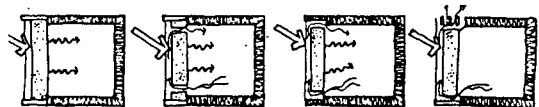


그림 2 간접 획득형

다) 分離獲得型(Isolated Gain System)

太陽熱 集熱部를 建物의 利用부와 分離시켜 設置하는 형태로서 集熱部와 室內空間사이의 熱傳達이 自然對流에 의해 이루어지며 暖房 必要時에 作動될 수 있도록 간단한 制御裝置(Damp 等)를 適用한 형태를 말한다. 이는 그림 3에 나타나 있다.

* 正會員, 韓國動力資源研究所



그림 3 분리 획득형

3) 單獨住宅과의 比較

住宅의 斷熱은 外氣와 接하는 住宅의 各 部位에 斷熱材를 附着하거나, 窓戶의 複層化 開口部 틈새의 氣密性 유지등을 통하여 室內外間의 熱傳達을 最小로 함으로써 暖房에 필요한 에너지의 節減效果를 기대하는 것이다.

住宅의 斷熱에 의한 暖房에너지의 節減量은 使用하는 斷熱材의 두께에 比例하여 증가하나, 그 限界에 있어 適定두께 이상에서는 그 이상의 節減효과를 經濟的으로 거둘 수가 없다.

自然型 太陽熱 住宅은 設備型 住宅(Active House)과 마찬가지로 斷熱住宅의 暖房負荷의 일부를 太陽熱로 代替하기 위한 것이기 때문에 그 意味가 斷熱住宅과는 相異하다.

4) 經濟的 比較

自然型 太陽熱 住宅과 集熱器를 使用하는 設備型住宅을 比較하여 보면 다음의 몇가지의 長點이 있다.

- 가. 初期 投資費가 적다.
- 나. 耐久年限이 建物の 壽命과 같다.
- 다. 管理·維持가 편리하다.
- 라. 施工·操作이 간편하다.

30坪 住宅을 基準으로 하여 設備型住宅과 比較한 經濟性分析을 하여 보면 표 1과 같다.

<표 1> 설비형과 자연형 주택의 비교

比較 項目	設備型	自然型
初期 投資費(千圓)	5,850	3,054
年間 油類 節減量(ℓ)	1,771	1,470
有價 節減額(千圓)	492	409
投資 收益率(%)—實質值	3.06	12.7

즉, 30坪型 太陽熱 建物の 設備型은 不凍液을 使用하고 耐久年限을 15年, 自然型은 耐久年數를 25年으로 하였을때 設備型의 경우 初期投資費는 5,850,000 원이 들고 自然型은 3,054,000 원이 들며 油類節減量은 設備型이 1,221 ℓ, 自然型이 1,470 ℓ로서 年間 油類節減額이 設備型이 492,000 원이고 自然型은 409,000 원 가량이다. 그러나 經濟性 分析에 있어서 가장 중요한 지표로 인용되는 內部 投資收益率은 油價상승을 0으로 보았을때(實際油價上昇이 없다고 가정) 자연형의 경우는 12.7%에 달하나 設備型은 3.06%에 달하므로 現市中 利子率 10%를 감안 하더라도 自然型이 經濟性이 있음을 알 수 있다.

2. 自然型 國民學校의 設計 및 效率 分析

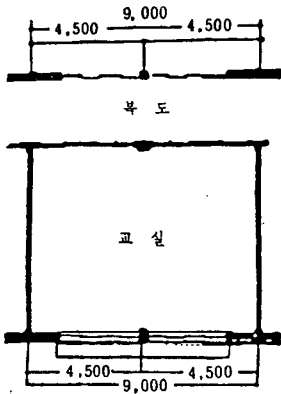
여러가지 公共建物중에서도 學校建物は 利用時間이 晝間으로 限定되어 있으며 利用時間이 짧고 酷寒, 酷暑期에는 放學으로 使用하지 않을뿐 아니라 使用期間동안의 室內常住人口이 많아 人體發生熱量이 큰것을 감안할때 태양열을 利用한 學校 教室의 暖房은 많은 잇점이 있다.

따라서 當연구소에서는 82年度 建設部公告 第 130호로 公고된 國民學校 教室 標準化 計劃案이 斷熱만을 고려하였는데도 既存建物보다 약40%이하의 熱損失로 줄일 수 있는 것을 알고 이 단열건물에 基本圖面의 變更없이 自然型 太陽熱 시스템을 適用하기 위한 研究 開發하게 되었고 현재로는 이 設計圖面에 의해 新築하는 國民학교에 標準圖面으로 指定되어 全國的으로 약 700개의 教室에 적용 실사용중에 있으며 이 들중 3개교를 地域別로 선정하여 實測太陽熱性能을 分析하였다. 이 太陽熱教室은 同一한 位置 與件하에서 斷熱教室과 比較 分析하였다.

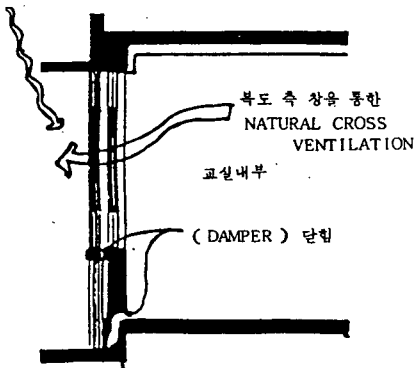
1) 建物の 시스템 概要

既存 斷熱教室은 홀벽, 단창의 구조로 되어 있는

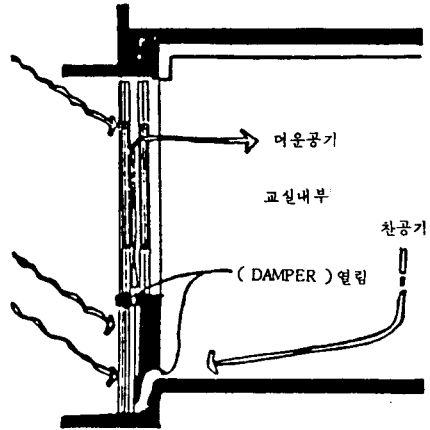
것을 이중벽, 이중창, 단열강화구조로써 에너지를節約하는 구조로 變更하였고 室內構造도 獲得한 太陽에너지를 長時間 貯藏할 수 있는 구조로 하였다. 또한 自然型 太陽熱 教室의 平面圖는 그림 4와 같고 시스템은 그림 5와, 그림 6과 같이 集熱窓 上部는 直接獲得型을 下部는 間接獲得型인 鐵板加熱式을 混合한 형태로 空氣式 集熱器의 概念을 利用하여 南側의 前面을 통해 太陽熱을 最大로 얻고자한 시스템이다.



<그림 4> 教室의 單位 平面圖(mm)



<그림 5> 自然型 太陽熱 시스템 概略圖(여름)



<그림 6> 自然型 太陽熱 시스템 概略圖(겨울)

2) 實驗對象 學校의 建設現況

實測效率分析을 위해 선정한 各校는 모두 상기의 시스템을 적용한 建物이며 各校 建設現況은 표 2와 같다.

各 對象學校의 建設現況

學校名 區 分	가장國民學校	보라國民學校	양학國民學校
1. 位置	忠南大田市 가장동	京畿道 용인郡	慶南 浦項市
2. 測定 期間	1984. 1 ~ 1984. 12	1984. ~ 1984. 12	1984. 1 ~ 1984. 12
3. 緯度	36°18'N	36°16'N	36°02'N
4. 經度	127°2'E	126°59'E	129°23'E
5. 向	남동 30°	남동 2°	남동 28°
6. 建物 形態	일자형	일자형	일자형
7. 一般 構造	콘크리트라 멘조	콘크리트라 멘조	콘크리트라 멘조
8. 主시 스템	直接獲得型 및 分離獲得 型(鐵板加熱 式)	左 同	左 同
9. 부시 스템	-	-	-
10. 暖房 面積	67.5 m ²	67.5 m ²	67.5 m ²
11. 집열 창 기울기	90°	90°	90°
12. 夜間 斷熱	없 음	없 음	없 음

學校名 區分	가장國民學校	보라國民學校	양학國民學校
13. 補助 暖房裝置	조개炭煖爐	조개炭煖爐	조개炭煖爐
14. 暖房 設定溫度	18°C	18°C	18°C
15. 집열 창 면적	22.125m ²	22.125m ²	22.125m ²
16. 建物 의 熱損失	90.8Kcal/ hr°C	90.8Kcal/ hr°C	90.8Kcal/ hr°C
17. 空氣 交換率	0.8	0.8	0.8
18. 內部 發生熱	34,000Kcal/ day	34,000Kcal/ day	34,000Kcal/ day
19. 차양 길이	900mm	900mm	900mm
20. 層數	4層	2層	4層
21. 教室 數(太陽熱 個教室)	2,3,4層(8 個教室)	2層(8個教 室)	2,3,4層 (10個教室)
22. 花莊 室 位置	北側中央	南側中央	南側兩面
23. 집열 창 構造	하이 샷시(복 층유리)	하이 샷시(복 층유리)	하이 샷시(복 층유리)

3) 地域別 氣像資料

가) 地域別 氣像資料의 比較

- 垂直面 集열일사량

4) 實測效率分析

自然型 太陽熱 시스템의 效率를 評價하기 위한 方法에는 크게 精密測定法과 簡易測定法으로 區分할 수 있다. 精密測定法은 自然型시스템의 시스템 效率改良을 目的으로 하는 次元을 넘어서 熱傳達工學 내지는 物理學의 研究를 위한 하나의 Model로서 自然型 시스템을 分析하는 方法이라 하겠다. 따라서 測定해야 할 性能因子들이 많고 복잡하며 各 性能因子로써 계산하여도 그 시스템의 우수한가의 여부를 한마디로 말할 기준이 없는 단점이 있다. 그러나 簡易測定法은 氣像資料로서 日射量은 氣像臺資料를 利用하며 建物의 室內外 溫度分布를 測定하는 것으로써 손쉽게 그 시스템 效率를 평가할 수 있는 方法이다.

(單位 : 0.01MJ/M²)

MO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	HP-AVE	ANN-UAL
서울	307.4	398.0	523.3	648.3	719.8	772.6	677.4	672.5	562.9	443.0	330.9	273.1	379.3	6329.2
淸州	313.3	420.3	547.4	664.5	754.2	819.0	742.9	736.0	586.5	441.9	322.3	273.8	386.5	6622.1
浦項	250.0	403.1	543.3	680.3	771.2	790.2	737.2	701.3	604.6	472.8	358.3	307.3	389.1	6619.6

• 月平均 氣溫 및 Degree-Days

區分	MO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AVE	
SEOUL	TEMP(DEG C)			-4.1	-9	6.0	12.6	17.4	22.0	24.7	38.0	20.4	14.6	5.8	-0
	D.D(T/HOUR)			28.6	22.0	15.5	6.8	.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	15.3	23.3
CHEO- NGJU	TEMP(DEG C)			-4.7	-1.4	5.7	12.3	17.9	22.1	25.1	37.8	19.1	13.1	5.1	-8
	D.D(T/HOUR)			29.3	22.7	15.9	7.1	.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	16.2	24.2
POH- ANG	TEMP(DEG C)			.3	2.1	7.6	13.6	18.2	20.5	24.7	38.3	20.0	15.4	9.0	3.5
	D.D(T/HOUR)			22.8	18.6	13.5	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	11.2	18.7

一般的으로 國民學校의 暖房日數는 大概 11月 10日頃에서부터 이듬해 3月 20日頃까지이며, 日曜日과 放學을 除外하면 年間 約 60 - 70日 가량이 된다.

따라서 實測對像學校의 太陽熱에 의한 溫度上昇效果를 分析하기 위하여 後者의 方法을 利用하였으며 同一條件의 非太陽熱教室(斷熱教室)과 太陽熱教室을 比較하여 冬·夏節期의 太陽熱效果를 評價한 것이다.

다음은 各校 冬절기(2月), 夏節期(7月)의 時間別平均溫度變化(°C)와 年平均溫度分布를 나타낸 것이며 이를 그래프로 나타낸 것이 그림7이다.

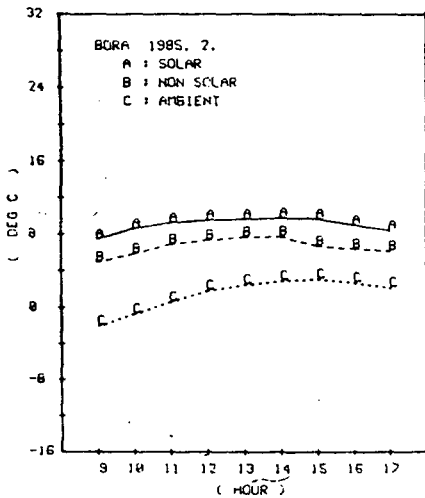


그림 7a. 동절기의 태양열 교실과 비태양열 교실의 온도변화(보라국교)

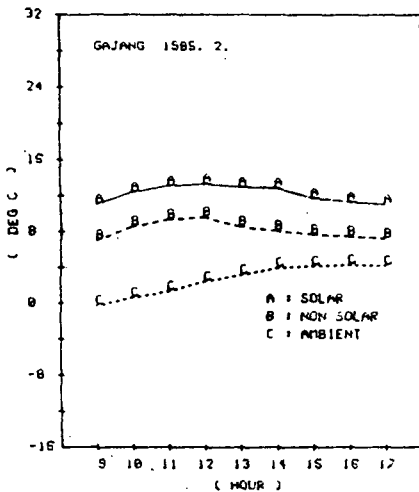


그림 7b. 동절기의 태양열 교실과 비태양열 교실의 온도변화(가장국교)

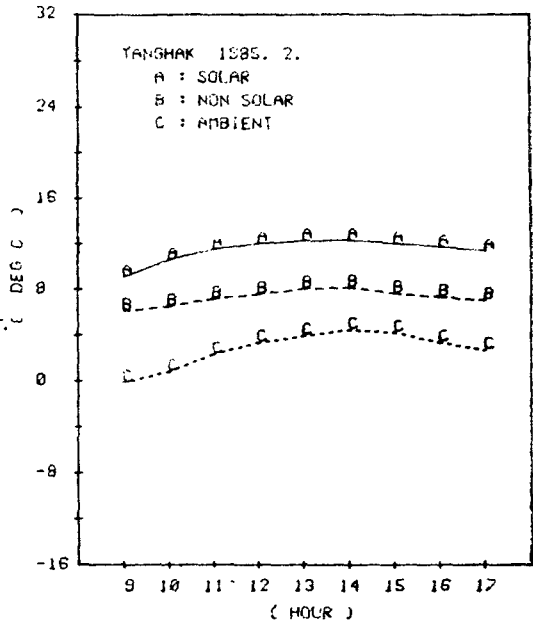


그림 7c. 동절기의 태양열 교실과 비태양열 교실의 온도변화(양학국교)

<冬節期>

京畿 보라 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	7.52	8.68	9.3	9.61	9.9	9.88	9.73	9.05	8.48
非 //	4.93	5.91	6.95	7.43	7.74	7.82	6.74	6.04	6.2
外氣溫	-1.9	-0.65	0.65	1.89	2.54	2.99	3.13	2.74	2.23

忠南 가장 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	11.1	12.4	13.1	13.3	13.0	12.9	11.8	11.4	11.1
非 //	7.09	8.61	9.37	9.64	8.65	8.18	7.75	7.56	7.30
外氣溫	-0.23	0.68	1.41	2.5	3.25	4.05	4.23	4.38	4.25

慶南 양학 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	9.10	10.6	11.5	12.0	12.2	12.3	12.0	11.7	11.4
非 //	6.09	6.55	7.2	7.59	8.04	8.15	7.64	7.33	7.03
外氣溫	-0.3	0.86	2.35	3.33	3.92	4.45	4.22	3.34	2.67

〈夏節期〉

京畿 보라 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	26.2	26.7	27.0	27.2	27.6	27.7	27.8	27.7	27.5
非 //	25.7	26.3	26.6	27.1	27.2	27.4	27.7	27.4	27.2
外氣溫	24.4	25.9	27.1	27.9	28.5	28.9	29.1	28.6	27.9

忠南 가장 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	28.8	29.2	29.5	29.7	29.9	30.0	29.9	29.9	29.8
非 //	28.3	28.8	29.0	29.3	29.3	29.5	29.3	29.2	29.1
外氣溫	25.5	26.4	27.0	27.5	28.1	28.4	28.6	28.6	28.5

慶南 양학 國校

區分	9	10	11	12	13	14	15	16	17
太陽熱教室	26.5	26.9	27.3	27.5	27.9	27.8	27.8	27.5	27.4
非 //	27.4	27.7	28.0	28.2	28.3	28.4	28.4	28.2	28.0
外氣溫	24.4	24.0	25.3	25.9	26.3	26.6	26.2	26.0	25.5

〈各學校 年間月平均溫度分布〉

· 京畿 보라 國校

月別	冬節期 月平均溫度					夏節期 月平均溫度		
	'84 11	'84 12	'85 1	2	3	'84 7	8	9
太陽熱教室	16.5	13.1	4.49	9.1	13.16	27.2	28.8	24.9
非 //	14.0	11.6	1.94	6.69	10.40	27.0	28.0	25.5
外氣溫度	10.4	4.3	-4.54	1.51	5.9	27.5	28.6	22.4

· 忠南 가장 國校

月別	冬節期 月平均溫度					夏節期 月平均溫度		
	'84 11	'84 12	'85 1	2	3	'84 7	8	9
太陽熱教室	19.6	17.5	4.88	12.23	16.37	29.8	32.1	25.3
非 //	18.1	16.8	2.22	8.23	13.47	29.1	31.3	25.1
外氣溫度	9.2	7.3	-2.55	2.72	6.9	28.5	29.8	23.6

· 慶南 양학 國校

月別	冬節期 月平均溫度					夏節期 月平均溫度		
	'84 11	'84 12	'85 1	2	3	'84 7	8	9
太陽熱教室	19.6	18.5	6.49	11.42	15.29	27.4	30.3	25.7
非 //	18.1	16.2	3.42	7.29	13.82	28.0	30.4	25.7
外氣溫度	12.3	9.7	0.14	2.75	7.45	25.6	29.1	24.5

5) 結 論

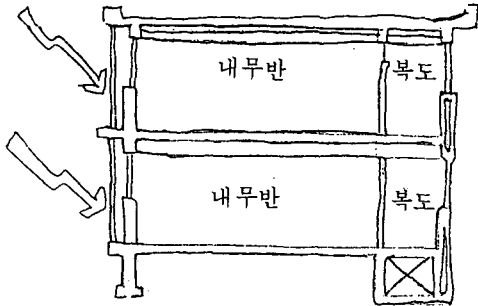
앞절에서 測定한 資料를 토대로 한 그래프의 溫度 分布度에서 冬節期에는 太陽熱教室이 非 太陽熱教室보다 恒시 2°C~6°C의 溫度上昇 效果를 볼 수 있으며 外氣溫度 보다는 최저 10°C 이상의 높은 溫度分布를 보이고 있다. 또한 太陽熱教室은 冬節期(放學期間인 1月을 除外) 室內溫度가 平均 11°C~13°C 이하로 내려가지 않았고 室內適正溫度 18°C를 유지 하기 위해서는 오전 10시까지는 보조난방이 필요하겠으나 學生들의 人體 發生熱量에 의해 보조난방의 사용기간을 현저히 줄일 수 있으며 현재 사용하고 있는 보조난방기가 마세크탄을 태우는 난로에서 순간점화 가능하고 순간고열량을 갖은 난방기로 代替使用하므로써 난방에너지의 節減誘導와 快適한 環境에서 受業할 수 있을 것으로 思料된다.

또한 이들 測定資料를 토대로 太陽依存率(SHF :Solar Heating Fraction)을 구해 본바 非 太陽熱 教室 보다 太陽熱教室의 太陽依存率이 2배의 結果를 보이므로써 보조난방을 使用한다 하더라도 太陽熱 教室은 80% 이상의 난방에너지를 節減 할 수 있는 結果라 하겠다. 그리고 圖表에서 보여준 바와같이 夏節期동안의 教室溫度가 太陽熱 教室인 경우 一般教室과 별 차이가 없어서 太陽熱教室의 夏節期 溫度上昇에 대한 問題點은 없는 것으로 나타났다.

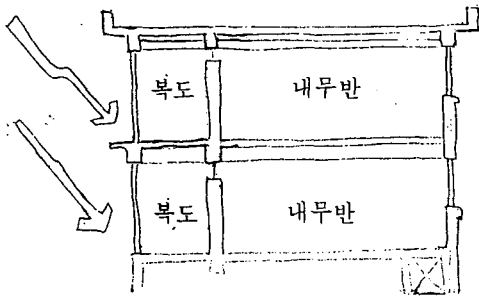
3. 太陽熱 軍幕舍의 設計

一般的으로 軍施設物은 施設이 老朽하고 오래 된 建物이 많아 國軍의 現代化計劃에 따라 漸次的으로 軍施設物을 再整備해가고 있는 實情이다. 이들 軍施設物중 幕舍를 擇하여 이를 太陽에너지化 하였으며 이는 自然型 시스템중 Trombe wall 과 Sun space 를 利用한 建物로 計劃하였다.

1) 構造



측열벽형 自然型 太陽熱 시스템



Sun Space 型 自然型 太陽熱 시스템

2) 理論性能分析

天井과 壁단이 25m/m 두께로 斷熱處理된 既存 幕舍의 年間 에너지 消耗量은 中隊단위 幕舍의 경우 $7.5 \times 4^6 \text{Kcal}$ 가 된다.

이에 비해 太陽熱 시스템으로 計劃한 軍 幕舍의 補助熱源 消耗量 및 에너지節減率을 살펴보면 다음과 같다.

	Sunspace 型	트롬벽型
節減率	49.2%	56.0%
補助熱源 消耗量	$14.2 \times 10^6 \text{Kcal}$	$13.1 \times 10^6 \text{Kcal}$

3) 經濟性 및 結論

太陽熱 幕舍를 新築할 경우 既存幕舍에 비해 追加되는 斷熱材의 값, Trombe Wall 을 構成하기 위한 蓄熱材의 값등을 포함한 太陽熱 幕舍의 追加費用이 中複道形의 경우는 坪當 약 78,000 원, 偏複道形의 경우는 약 80,000 원으로 算定된다. 이들 追加費用과 年間 太陽熱시스템으로 節減되는 기름의 양 등을 고려하여 실질 市場 割引率 6%, 實質油價上昇率을 最高 2%로 假定했을때 追加費用의 回收期間이 中複道形의 경우 약 3.6年, 偏複道形의 경우 약 3.8年으로 나타난다. 이들 幕舍의 初期 投資費의 回收期間이 짧은 것은 既存幕舍에 비해 斷熱 및 太陽熱 시스템으로 節減할 수 있는 에너지의 量이 많기 때문이며 이는 다시말해서 既存幕舍의 에너지 消費量이 너무 많았던 結果이다. 따라서 全軍의 施設物에 蓄熱熱 시스템을 利用하고 에너지 節減問題에 많은 신경을 쓴다면 그로 인해 節約할 수 있는 에너지의 量은 엄청날 것으로 기대된다.

參 考 文 獻

1. “韓國 農村을 위한 自然型 太陽熱 住宅”, 第7次 國內外 韓國 科學技術者 綜合學術大會, 資源에너지 分科發表 論文, 大德專門研究團地/韓國標準研究所, 1980. 7.13.-7.24, pp.783-788.
 “Design of a Korean Style Solar House for Rural Area”, Proc. of 5th National Passive Solar Conf. Vol. 5.2, pp. 1361(1365).
 Univ. of Massachusetts, Amherst, U.S. A., AS of ISES, Oct. 19-26, 1980.

2. “住生活에의 太陽에너지 利用方案”, 住宅地, 第 41 號, 大韓住宅公社, 1981. 7.31. pp. 184-195.
3. 이종호, 오정무 外, “電算 方法에 依한 自然型 太陽熱 學校 教室의 効率 및 經濟性 研究”, 大韓建築學會誌, 第 27 卷 第 113 號, 大韓建築學會, 1983. 8. pp. 29-35
4. “自然型 太陽熱 教室에 관한 研究”, 1982 年度 秋季 學術發表會, 特別講演會 講演集, 第 2 卷 第 2 號(通卷 第 4 集), 大韓建築學會, 1982.10.30. pp.39-62.
5. 이종호, 오정무 外 多數, “自然型 太陽熱 시스템에 의한 學校 教室의 暖房에 관한 研究”, 에너지 研究誌, 第 5 卷 第 3 號, 韓國動力資源研究所, 1982. 9. pp.4-26.
6. “自然型 太陽熱 住宅의 設計, 効率 및 經濟性”, 에너지 研究誌, 第 5 卷, 第 1 號, 韓國動力資源研究所, 1982. 3. (봄) pp.83-103.
7. “Korea Solar Energy Research & test Center”, Solar Architecfore Solaire Proceeding of the International Conference held in Cannes, France, 13-16, December 1982. pp.19-24.
8. “시스템적 測面에서 본 自然型 太陽熱 시스템”, 第 2 次 太陽의 집 Workshop Proceeding, 太陽에너지 研究所, 1980. 4.
9. 오정무, 박원훈, “Present Status of Passive Solar Technology Utilization in Korea (A Regional Monograph of the Republic of Korea), Submitted to the International Conference on Passive and Low Energy Ecotechniques Applied to Housing (CLEA 84), August 6-11, 1984, Mexico, D.F. MEXICO.
10. 오정무, 박원훈, “Current R & D Status of Passive Solar Technology in Korea”, Submittad to the 1st Korea/USA Workshop on Building Energy Conservation & Passive Solar Technology, November 5-9, 1984, LBL & ORNL, USA.
11. 오정무, 박원훈, “Overview of Passive Solar Technology,” Submitted to EnergeX : The Global Energy Forum '84, May 14-19, 1984, Regina, Saskatchewan Canada.
12. 오정무 外 多數, “太陽에너지 利用技術 開發(熱研究部間)”, 80 年度 綜合研究報告書, 綜合에너지 研究所 附設 太陽에너지 研究所 (1980.12.) (總 483 페이지)
13. 오정무 外 多數, “自然型 太陽熱 시스템 開發”, '81 年度 研究報告書(KE-81T-22), 太陽에너지 研究部, 韓國動力資源研究所(1982. 3.) (總 233 페이지)
14. 오정무 外 多數, “自然型 太陽熱 시스템 開發”, '82 年度 研究報告書, KE-82T-30, 太陽에너지 研究部, 韓國動力資源研究所, 1982.12. (總 325 페이지)
15. 오정무 外 多數, “自然型 시스템 開發 및 大替代 에너지 政策 比較 分析”, '83 年度 研究報告書, (KE-83-14), 太陽에너지 研究部, 韓國動力資源研究所, 1983.12. (總 391 페이지)
16. 오정무 外 多數 “自然型 太陽熱 시스템 開發(Development of Passive Solar Systems)”, '84 年度 研究報告書(KE-84-15), 太陽에너지 研究部, 韓國動力資源研究所(1984.12.) (269 페이지)
17. 오정무 外 多數 “自然型 太陽熱 시스템 開發(V)(Development of Passive Solar Systems)” '85 年度 研究報告書(KE-85-7) 太陽에너지 研究部 韓國動力資源研究所(1985.12.) (약 260page)