

熱料節約을 위한 熱管理住宅

— 大韓住宅公社 아파트의 斷熱施工을 中心으로 —

申 鉉 權

1. 序 論

現在 우리나라의 重要한 課題는 에너지節約 方案과 經濟的 利用方法의 開發이 時急한 問題로 대두되고 있다.

에너지節約方法을 大別하면 다음 2가지로 볼 수 있다.

첫째: 建物自體의 構造에 의한 方法

- 建物 表面積을 最小로 한다.
- 窓門을 작게하고 二重窓을 使用
- 直射日光을 遮弊한다.
- 地氈, 벽, 바닥 등에 斷熱材를 使用
- 二重門, 回轉門에 의한 外風防止를 도모

둘째, 需要에너지의 最高效率에 의한 方法

- 機器의 效率運轉
 - 室內溫度條件의 變更
 - 設備運轉 時間의 最小化
- 熱의 再生

- 새로운 시스템 創案
- 機器의 淸浸 交換 等

여러가지 方法中에서 建物自體의 斷熱材를 使用한 熱管理住宅에 관한 考察만을 簡略히 紹介하며 讀者여러분의 建築設計時 參考가 되었으면 한다.

지난 1973년 世界에너지 파동이후 效率的인 熱管理와 代替에너지의 開發을 위하여 世界各國이 온갖 努力을 傾注하고 있는 이때, 우리 政府에 燃料節約政策에 呼應하며 效率的인 熱管理 國民住宅 建設을 위하여 建物의 保温 構造體가 暖房負荷에 미치는 效果와 이에 따르는 建設工事費의 增減幅에너지節約에 따른 經濟性을 檢討하여 이를 실제로 住宅建設工事に 廣範圍하게 活用토록 하는데 本 研究의 目的을 두었고 研究의 範圍는 大韓住宅公社에서 建設中인 아파트 施工事例를 中心으로 하여 실제 소요되는 建設費, 資材, 施工方法, 無保温時와 保温時의 節減熱量에 대한 測定, 이로 인한 初期建設投資費, 管理費의 增減 等を 比較分析 하였다.

2. 우리나라 住宅建設에 있어서의 斷熱에 의한 熱管理 實際

우리나라의 經濟力 向上과 더불어 에너지 消耗가 急激히 增加하는 추세이지만, 무연탄의 심층부 채탄에 따른 技術 및 經濟性 問題와 低質化에 따라 1970年代에 와서는 漸次石油 中心의 消費構造로 轉換되어 가고 있다. 이러한 現實에서 볼 때 에너지 消耗의 主宗을 이루고 있는 住宅建設에 있어서 設計에서 完工, 管理面에 이르기까지 效率的인 에너지節約을 圖謀하여야 할 것이다.

本 項에서는 熱管理住宅建設에 必要한 代表的인 斷熱材 種類와 性能에 對하여 檢討하고 斷熱材 施工의 事例를 列挙하였다.

2-1 國內市販 斷熱材의 種類와 性能

保温材料의 種類는 20余種에 달하고 있으나 이 중에서 소방법에 規定된 불연재료에서 단열재를 사용 시공하는 것이 보은 방화의 二重效果를 기하고 있으며 그 종류로는 유리면, 석면 보온판, 퍼라이트, 규산칼슘 등이 바람직하며 그외 스티로폴, 우레탄폼도 경우에 따라 우수한 단열재로 사용한다(表1 참조).

2-2 斷熱材 施工의 例

斷熱施工法으로는 從來에 使用하던 中空壁 쌓기와 斷熱材 使用을 들 수 있다. 이것은 外壁保温, 側壁保温, 天井保温 1層바닥보온등 4개 부분으로 나누어지며 시공방법으로는 여러가지 중에서 반포 2지구 아파트 18평형 및 25평형 벽체보온 사례(表 2, 3 參照)와 같은 방법이 적당하다.

3. 斷熱에 의한 熱管理住宅의 經濟性 分析

3-1 建築保温에 따른 保温熱量 比較

그동안 大韓住宅公社에서 施工한 아파트를 中心으로 調

查分析한 各型別 保温效果에 對한 事例를 檢討하면 다음과 같다.

3-1-1 無保温時와 保温時의 熱傳達 比較

다음 表-2에서 說明되는 것은 서울반포2地區 18坪 N,S型, 中心으로 測定한 保温熱量 比較이다. 大體로 斷熱性

의 優劣은 熱貫流抵抗R(熱의 흐름을 防害하는데 作用하는 抵抗 $m^2hr^{\circ}C / Kcal$)과 이의 역수인 K(單位面積, 單位時間內에 内外의 溫度差가 $1^{\circ}C$ 인 경우에 흐르는 熱量 $Kcal/m^2hr^{\circ}C$)의 大小로 나타내는데 다음 式에 따라 算出된다.

〈表-1〉 代表的 斷熱材의 種類 및 性能

区分	材 料 名	우레탄	스치로폴	암면	유리면석	면	퍼라이트	석고	규산칼슘	질석	구조토	세라믹면
性能	比重(부피)	0.108~0.045	0.015~0.05	0.015~0.085	0.01~0.024	0.17~0.45	0.2~0.3	2.36~2.8	0.22	0.1~0.2	0.5~0.6	0.08~0.45
	熱傳導率(kcal/mhr $^{\circ}C$)	0.022~0.025	0.033~0.039	0.033~0.045	0.03~0.043	0.2~0.3	0.04~0.18	0.076~0.14	0.04~0.055	0.02~0.075	0.08~0.095	0.05~0.27
	最高安全使用溫度(°C)	100	90	600	300	550	650	300	650	1,200	500	1,300
用途	天井 保温	○	○	○	○	△	○	○	△	○	×	×
	壁 保温	○	○	○	○	△	○	○	△	○	×	×
	바닥 保温	○	○	○	○	×	○	×	△	○	×	×
	내장재	×	×	△	△	○	○	○	△	○	×	×
	벽돌 및 配管 保温	△	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○
	보일러 및 熱交換器 保温	×	×	○	○	×	×	×	○	△	○	○
音響面	防音	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×
	吸音	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×

〈表-2〉 반포2지구아파트 18평형 벽체 보온 사례

区分	保 温 前			열관류율K(kcal/m 2 hr $^{\circ}C$)
	詳細 図	構 造	두께	
外 壁		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高压벽돌 4. 시멘물탈 5. 内部熱抵抗	— 20 240 20 —	1.33
間 壁		1. 内部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高压벽돌 4. 시멘물탈 5. 内部熱抵抗	— 20 240 20 —	1.20
寢 室 바닥		1. 内部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 바닥콘크리트 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 20 177 120 25 —	0.82

一層居室 및 부엌 바닥		1. 内部熱抵抗 2. 라양합판 3. 시멘물탈 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 18 20 120 25 —	0.81
一層 옥실 바닥		1. 内部熱抵抗 2. 모자이크 타일 3. 시멘물탈 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 6 30 120 25 —	0.89
側 壁		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高压벽돌 4. 시멘물탈 5. 内部熱抵抗	— 20 375 20 —	0.95

区分	保温後			
	詳細圖	構造	두께	열관류율K (kcal/m ² hr °C)
외벽		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高圧벽돌 4. 스티로폴 5. 짚섬보드 6. 内部熱抵抗	— 20 240 36 9	0.5
間벽		1. 内部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高圧벽돌 4. 스티로폴 5. 짚섬보드 6. 外部熱抵抗	— 20 240 36 9	0.49
寢室바닥		1. 内部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 바닥콘크리트 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 20 177 120 50	0.48
一層居室및부엌바닥		1. 内部熱抵抗 2. 라왕합板 3. 시멘물탈 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 18 20 120 50	0.47
一層욕실바닥		1. 内部熱抵抗 2. 모자이크타일 3. 시멘물탈 4. 콘크리트 5. 스티로폴 6. 外部熱抵抗	— 6 30 120 50	0.5
側壁		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 高圧벽돌 4. 스티로폴 5. 짚섬보드 6. 内部熱抵抗	— 20 375 36 9	0.43

〈表-3〉 반포2地区 아파트 25평형 벽체보온 사례

区分	保温前		
	詳細圖	構造	두께
		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈	— 24

側壁		3. 콘크리트 4. 공기층 5. 스티로폴 6. 시멘블록 7. 시멘물탈 8. 内部熱抵抗	100 25 25 100 18	0.70
외벽		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 시멘블록 4. 시멘물탈 5. 内部熱抵抗	— 24 200 18	
외벽(浴室)		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 시멘블록 4. 시멘물탈 5. 세라믹타일 6. 内部熱抵抗	— 24 200 18 6	1.8

区分	保温後			
	詳細圖	構造	두께	열관류율K (Kcal/m ² hr °C)
側壁		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 콘크리트 4. 스티로폴 5. 시멘벽돌 6. 시멘물탈 7. 内部熱抵抗	— 24 100 50 100 18	0.45
외벽		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 시멘블록 4. 스티로폴 5. 시멘블록 6. 시멘물탈 7. 内部熱抵抗	— 24 100 50 100 18	0.47
외벽(浴室)		1. 外部熱抵抗 2. 시멘물탈 3. 시멘블록 4. 스티로폴 5. 시멘블록 6. 시멘물탈 7. 세라믹타일 8. 内部熱抵抗	— 24 100 50 100 18 6	0.45

$$R = \frac{1}{a_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{a_o}$$

$$K = \frac{1}{R}$$

R : 熱貫流抵抗 ($m^2 \cdot hr^\circ C / kcal$)

K : 熱貫流率 ($kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$)

a_i : 室內側表面 熱傳達率 ($kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$)

a_o : 外側表面 熱傳達率 ($kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$)

d : 構成材料의 두께 (mm)

γ : 構成材料의 熱傳導率

반포 2 地區 18 坪 아파트의 경우 1977 年 10 月 ~ 1978 年 3 月 사이에 30 世帶를 對象으로 測定하였는데 그 平均値를 算出한 結果 外壁의 경우 240mm의 高압벽돌 1 매쌓기, 20% 시멘물탈마감, 내부에 20% 시멘물탈로 마감하였더니 $k = 1.33 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$ 의 熱貫流率을 나타내었다. 그러나 위와 같은 工法에 内部 20% 시멘물탈 대신 36%의 스티로폴과 9%의 鉛線보드로 施工한 結果 $k = 0.5 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$ 가 되었다. 保温 前과 保温 後의 熱貫流率의 比率을 보면 約 3 : 1 이나 된다. (表 2 参照)

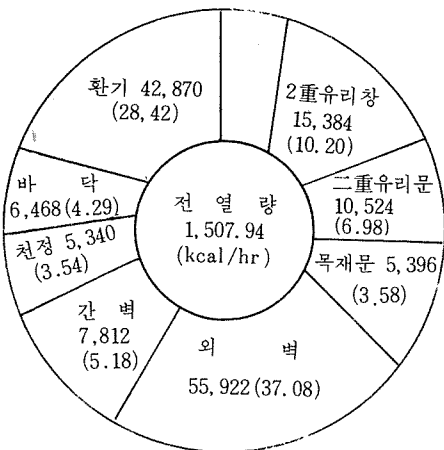
위와 같은 內容으로 施工한 結果 間벽의 경우 保温 前 熱貫流率 $k = 1.20 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$, 保温 後 熱貫流率 $k = 0.49 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$ 가 되었다.

침실바닥의 경우 120%의 콘크리트 위의 20%의 시멘물탈과 177%의 바닥 콘크리트를 하고 맨아래 25%의 스티로폴을 부착시킨 結果 $k = 0.82 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$ 가 되었는데 같은 內容의 施工에 스티로폴의 두께만 25%에서 50%로 바꾸었더니 $k = 0.48 kcal / m^2 \cdot hr^\circ C$ 가 되어 斷熱材의 두께에 따라 相當한 熱차단이 되었음을 알 수 있었다.

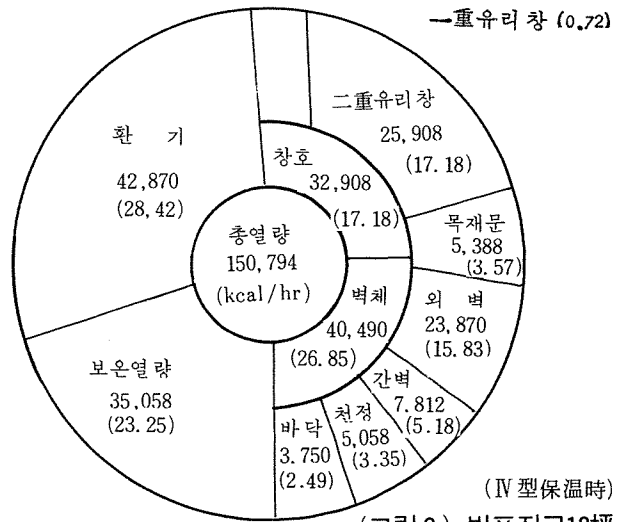
3-1-2 各型別 無保温時와 保温時의 損失熱量 및 保温 熱量 比較

本項에서는 盤浦 2 地區 18 坪 N 型 30 世帶를 標本抽出하여 無保温時의 熱損失量을 測定한 結果를 그림으로 나타내었다.

1 重유리창 1.08



N 型無保温時 (그림 1) 반포지구 18 坪



(IV 型保温時) (그림 2) 반포지구 18 坪

前述한 바와 같이 本 研究에서는 室內溫度 $10^\circ C$, 外氣溫度 $12^\circ C$ 의 겨울 날씨를 基準으로 하여 必要熱量 測定을 한 結果 無保温時 時間당 單位 面積 (m^2)에 所要되는 熱量이 $150.79 kcal / hr$ 로 나타낸다. 그런데 外壁, 間壁, 天井, 바닥에 50% 두께의 스티로폴 또는 기타 斷熱材를 兼用하더니 23.225% ($35,058 kcal / hr$)의 熱量이 節約되었다. 즉 약 23.25%의 燃料代가 節約되었다.

그림 2 에서 熱損失率을 보면 창호(一重유리창, 二重유리창, 목재문)에서 모두 21.48%인 $33,382 kcal / hr$ 가 소모되고 벽체(외벽, 間벽, 天井, 바닥)에서 50.09%인 $75,542 kcal / hr$ 가 소모되고, 환기에서 28.42%인 $42,870 kcal / hr$ 가 소모되었다. 그림 2 과 같이 保温 後의 熱損失率을 測定한 結果 창호에서 21.47%인 $32,376 kcal / hr$ 벽체에서 26.85%인 $40,490 kcal / hr$ 로 23.4% $35,052 kcal / hr$ 가 節約되고 환기에서는 28.42% $42,870 kcal / hr$ 로 同一한 數値가 나타난 結果 保温 前 消耗熱量 $150,791 kcal / hr$ 보다 $35,058 kcal / hr$ 가 節約되었다.

3-2. 經濟性 檢討

앞 節에서와 같이 大韓住宅公社가 施工한 1977 年度 盤浦 2 地區 發注 工事を 事例로 하여 初期·建設 投資와 管理費의 兩面에서 經濟性을 檢討하였다.

3-2-1 初期建設投資費 分析

3-2-2 管理費 分析

서울 盤浦 2 地區 1,690 世帶의 경우 난방유지비를 算出한 結果 保温時의 燃料消費가 無保温時 보다 21.56% 나 節約되었다.

하루에 平均 12 時間 1 年中 7 個月(10월 中旬부터 다음 해 5 月 中旬)을 煖房한다고 볼때 모두 647,640ℓ(약 3,200드럼)의 油類가 절약되고 금액으로 換算하면 약31,734,360원이 절약 되었다.

電氣動力費의 경우 保温構造에 의한 節減電氣動力費가 22.11 % 즉 56.5Kw/hr(2,260원/hr)가 되었다. 이것을 하루의 12 시간씩 年중 7 개월을 가동한다고 볼때 총 142,380Kw 5,695,200원이 절감되는 것이다.

〈表-4〉 盤浦 2 地区 建築保温에 따른 初期建設投資費 比較表

單位：千원

區 分	事業量(坪)	計劃金額(1)	住宅價格算定金額(2)	建築保温에 따른 初期建設投資費 增減額(3)	(3)/(1) %	(3)/(2) %	備 考
建 築		5,317,848	5,354,183	+78,500	+1,476	+1,466	건축보온공사비 68,000 골조추가공사비 10,500 옥내감소액 88,000 옥외감소액 29,800
工 事 費		2,322,041	2,397,223	-117,800	-5,073	-4,914	
機 械 工 事 費 電 氣 工 事 費		5,146,964	435,308	-4,500	-0.887	-1,034	
計	33,718	8,146,964	8,186,714	-43,800	0.535	0.535	절감액 1,300원 / 坪

資料：大韓住宅公社 住宅研究所 提供

〈表-5〉 漢江맨손아파트등 在京 5 個地区 煖房아파트 煖房管理費 基準

區 分	煖 房 油 類 費	電 氣 動 力 費	計
原設計에 의한 消費量	2,717,510ℓ	724,200KwH	
保温構造에 의한 消費量	2,131,227ℓ	565,160KwH	
保温構造에 의한 節減量	586,283ℓ	159,040KwH	
保温構造에 의한 年間管理費 節減量	29,314,150원	6,361,600 원	35,675,750원
坪当年間 節減量	17.4ℓ 869원(1ℓ 당49원)	4.7KwH 189원(Kw당40원)	1,058원

資料：大韓住宅公社, 住宅研究所 提供(1978년 3 月)

〈表-6〉 全國의 集中 煖房아파트 適用時 節減額 檢토

區 分	金 額 算 出 내 역
初期 投資費 節減額	$1,300원 \times 1,242,497명 \times 1.2(불가상승율) = 1,938,295,320원$
年間 관리비 節減額 油類費	$17.4ℓ / 坪 \times 1,242,497坪 = 21,619,447.8ℓ$
油 類 費	$21,619,447.8ℓ \times 49원 / ℓ = 1,059,352.2원$
電力動力費	$4.7Kw / hr 坪 \times 1,242,497坪 = 5,839,735.9Kw / hr$ $5,839,735.9Kw / hr \times 40 / 839,735.9Kw / hr / Kw = 233,589,436원$
小 計	1,292,942,378원
計	3,231,237,698원

8) 建設部, 全國 아파트 分析현황, 1977. 8. 10 現在

다음(表-5)에서는 漢江맨손아파트 등 在京 5개지구 煖房아파트의 煖房管理를 基準으로하여 算出한 坪當年間 油類費 및 電氣動力費 內容을 分析하였다.

表5에서 算出된 內容을 根拠로 全國의 集中煖房 아파트 48,224세대(연건평 1,242,497坪)⁸⁾를 適用한다면 年間 약 21,000,000ℓ의 油類가 節約되고 金額으로 換算하면 약 1,000,000,000원이 節約되는 結果가 나타난다.

또한 전기 動力費의 年間 坪當 煖房에 소요되는 平均値를 算出한 結果 4.7Kw/hr가 節約되는 것으로 이것을 適用하면 약 5,800,000Kw/hr의 전력이 절약되고 이것을 金額으로 換算하면 약 200,000,000원이 되는 것이다.

結 論

熱節約을 위한 効率的 熱管理 住宅建設을 위하여 대한 주택공사 아파트 단열시공 사례를 中心으로 保温 構造体가 煖房負荷에 미치는 物理的 效果를 측정하고 經濟的 比較檢討을 한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 使用되는 断熱材 20余種의 断燃効果와 經濟性으로 보아 스티로폴, 유리면(안전사용온도 300°C), 석면보온판(안전사용도 350°C~550°C) 퍼라이트(650°C), 규산칼슘(650°C)등 5종류가 좋으며, 단 스티로폴은 열안정성이 약한 단점을 고려야 한다.

2. 반포2지구 아파트 18평형, 및 25평형과 같은 경우 表3과4와 같은 시공방법으로 外壁, 間壁, 바닥 보온을 하였을 경우 熱貫流率 $K=0.5$ 이하의 낮은 값을 나타내어 우수한 단열효과를 나타내었다. 또한 천정, 바닥에 50mm두께의 스티로폴 및 기타 단열제를 겸용 保温한 경우 평균 23%(35,000kcal/hr)의 열절약이 되었다.

3. 初期建設投資費에 있어서 建築保温에 따른 建築工事費의 增加額보다 난방무하의 감소로 인한 난방 및 전기 설비의 감소액이 더 많아 실질적인 초기건설투자비가 43,800,000원이 절감되었고, 煖房管理費에 있어서도 年間 21.56%인 37,499,000원이 절약되었는 바, 年間 約 3,200D/M의 기름과 142,380Kw/hr의 電力이 절약 되었다.

断熱材의 經濟的 두께에 대한 技述的 基準이 없고 熱管理 住宅建設을 위한 供給者 및 断熱材 生産業体에 對한 政府의 規制와 금융면, 세제면에서의 지원이 없는 등의 문제점이 있다.

따라서 일반적으로 建築保温 構造에 對한 設計, 施工에 따른 基準을 行政的으로 確立하고 制度化해야 하며 아울러 금융면, 세제면에서 적극적으로 지원하여 量産体制을 갖추게 하고 원가절감을 하는 한편 단열재의 다양한 개발과 품질 관리제도가 시급하다 하겠다.

参考: 1978년 11월 현재 유류가격은 방카시유 1ℓ 당 51.98원, 경유는 1ℓ 당 61.78원임

주택공사설비과장