

# 溫突과 率効

The Korean under-floor heating system "ondol"

金 枝 泰  
GI-TAI Kim

The heating system, ondol is indispensable for the Korean traditional houses. In the field of architecture today has been made rapid progress in Korea, but it is fact that under-floor heating system in traditional houses in Korea has not improved up to now. As a matter of fact, to improve the traditional ondol under present housing structure is very difficult problem. So long as we live in such houses, we architects will have to fulfil our responsibility to improve the ondol system.

This article offering data as a basis experiment will be helpful in studying under-floor heating system ondol.

## 차 례

1. 머리말
2. 溫突의 實態
3. 受熱比較
4. 各種溫突板의 熱持續
5. 溫突 고래속의 溫度
6. 溫突바닥의 균열
7. 맺는 말

### 1. 머리말

우리들이 周知하고 있는 일이지만 住宅은 設計할 때 마다 機能과 直結되어야 할 住空間의 處理와 이에 부수되는 構造 및 資材에 關한 諸問題點을 合理的으로 解決하기 위하여 부단한 노고를 치려도 期待에 벗어나는 일이 非一非再할 뿐만 아니라 마땅히 處理되어야 할 餘他問題들이 放置된채 끝내버리는 경우가 많은 것이다. 住宅의 基本問題와 더불어 함께 解決되어야 할 難題中에서 再三 檢討되지 않으면 안될 것이 바로 우리나라 固有의 採煖方式인 "溫突"이라 보겠다. 오늘날의 科學文明이 날로 그 發展相을 달리하고 있지만 우리의 住宅에 溫突을 갖고 있는 以上 採煖과 熱效率이 보나오는 "溫突"로 改良 發展시켜야 함에도 不拘하고 別로

發展이 없이 오늘에 이른 것이다. 우리가 晝夜로 親近하게 接하고 愛用하는 "溫突"이건만 現在까지 보다 經濟的이고 合理的인 溫突構造에 關한 研究를 제대로 이루어 놓지 못한 點에 對하여 매우 유감스럽게 생각하는 同時에 어떤 責任마저 누구든 져야될것 같은 생각이 드는 것이다. 特히 이런 方向에 다른 分野 사람보다도 더 많은 關心을 가지고 다루어야 할 建築家들이 오히려 소홀히 취급하여 왔던 것이 아닌가 싶다.

그 동안 우리는 溫突에 關한 漠然한 常識정도로 이를 가볍게 處理하여 왔다고 해도 過言은 아닐 것이다.

어찌했건 溫突의 結果만 良好하면 그만이라고 斷言할 수 있겠지만 實際로는 生活的 能率을 올려 주는 效率 좋고 良好한 "溫突"보담도 不合理한 "溫突"構造로서 被害를 주는 "溫突面積"이 全"溫突"面積의 50% 이상이라고 추정되고 있는 것이다. 따라서 우리는 이러한 事實에 비추어 그대로 放置하기에는 問題가 너무도 큰 것이라 보겠다. 우리가 愛用하던 溫突이 어느 時期에 이르러 그 자취를 감추어 버릴 運命에 놓이게 될런지는 알 수 없지만 그 生命을 維持하고 있는 동안이라도 本來의 使命을 다할 수 있도록 깊은 關心을 가지고 진지한 研究가 펼쳐져야 할 것이라 생각한다. 오늘날 우리나라 建築도 時代的인 潮流에 따라 敏感한 反應을 보여 많은 發展을 하여 왔으나 유독 住宅의 "溫突"만이 荒蕪地와 같은 處地가 되어야 할 理由가 어디에 연유한 것인지 確然치 않으나 이와 같이 다른 分野에 比하여 科學文明의 惠澤을 전혀 못받고 度外視되다 시피한 溫突에 對하여 보다 積極的인 態度로서 改良을 위한 研究 있기를 거듭 바라면서 앞으로 이 部門의 研究를 위해 努力 하실 분에게 多少라도 參考資料가 되었으면 하는 뜻에서 溫突에 關한 몇가지 基礎實驗이라 할 수 있는 data를 提示하는 바이다.

### 2. 溫突의 實態

"溫突"의 採煖構造는 다른 採煖方式과 같이 3 가지

構造要素로 되어 있는 것이다. 첫째 要素인 熱의 發生裝置인 “아궁이”, 둘째 要素로서는 熱의 保全과 運搬 route인 “고래” 셋째 要素로서는 熱의 排煙裝置인 “굴뚝” 등으로 이루어진 것이다. 이러한 採暖의 構成條件이 合理的으로 結合이 이루어지지 못하였을 때 招來되는 結果는 再言할 必要도 없이 “溫突” 아닌 “冷突” 身勢를 甞치 못하는 것이다. 卽 이 要素中 어느 것이라도 不合理할 때는 아무리 熱量의 많고 좋은 燃料를 많이 消費하더라도 結果는 낭비로 끝나치고 마는 것이다. 우선 그 實態로서 1965년에 大韓住宅公社에서 溫突 改良을 위해 서울地方을 中心으로 하여 그 實態를 調査한 結果에 依하면 놀라울게도 장작을 燃料로 使用하던 在來式 溫突構造를 그대로 두고 다만 煉炭用 아궁이로 改造시켜 놓은 것이 大部分이 었다는 것이다. 이런 事實로 미루어 볼 때 燃料의 變遷過程에 지체 없이 이에 對處할만한 溫突改良對策이 마련되었어야 함에도 不拘하고 現在까지 垂手방관하고 내려왔음을 意味하는 것이라 본다. 따라서 “溫突”에 使用되는 燃料는 어떤 것이건 그 性質도 把握할 必要가 있을 뿐더러 이에 適合한 構造로 改善치 아니하고는 受熱에 效率를 期待한다는 것은 마치 綠木求魚格이 아닐 수 없는 것이다. 實際로 우리가 바라는 溫突의 改良目的은 어디까지나 어떻게 하던 燃料의 낭비를 줄이고 代身에 보다 많은 熱을 效率의으로 얻어 冬期生活을 維持할 수 있도록 하는가에 對한 方法을 생각해 내자는 것이다.

### 3. 受熱比較(在來式溫突과 組立式 溫突)

溫突改良에 앞서 이에 必要한 基礎資料가 될 수 있는 試驗으로서 溫突板(구들장)과 構造가 在來式인 것과 燃料(연탄)에 適應되는 溫突構造라 할 수 있는

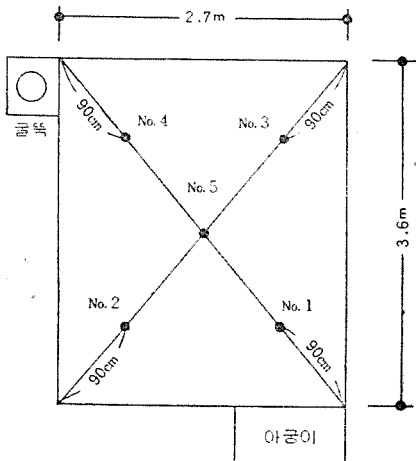


圖 3-1 表面溫度 測定位置圖

謂 시멘트 製品이며 規格화된 組立式溫突을 對象으로 해서 溫突 바닥의 受熱狀態와 熱分布에 對한 것을 알고져 다음과 같은 試驗條件을 놓고 施行한 것이다.

가. 溫突房의 크기

$$2.7\text{m}(9\text{尺}) \times 3.6\text{m}(12\text{尺}) = 9.72\text{m}^2 (\text{約} 3\text{坪})$$

在來式房 1, 組立式 1

나. 房의 마감狀態

- 벽돌벽바탕에 회반죽마감
- 천장은 종이반자 • 溫突바닥은 시멘트마감

다. 아궁이型態

합실아궁이에, Rail식을 設置하였다.

라. 實驗에 使用한 燃料

市中販賣品 19孔炭(重量 4.1kg, 發熱量 4,360kcal/kg)을 使用하여 8時間마다 交替하여 2日間 계속 燃燒시켰다.

마. 空氣誘導量

아궁이門의 1/2을 開放하였다.

門쪽의 크기……가로 40cm×세로 30cm

바. 試驗結果

㉔ 表 3-1에서 보는 바와 같이 在來式이건 組立式이건 表面溫度는 測定位置에 따라 그 값이 差異가 있을은 共通의 現象으로 나타나고 있었다.

㉕ 在來式에 있어 No 1과 굴뚝에 가까운 No 4에 溫度差는 18°C이고 組立式에서는 24°C의 差를 나타내고 있었다. 이는 所謂 말하는 아랫목과 웃목의 表面溫度差가 있음을 立證하는 것이다. 이와 같이 甚한 溫度差가 있다는 것은 結果의으로 고래 속의 熱의 흐름 狀態가 고르지 못하다는 것을 意味한다고 본다.

表3-1 在來式과 組立式溫突 表面溫度 測定表

日 字	時 間	型 別	溫度面位置(°C)					平均溫度°C	室內溫度°C	外氣溫度°C	備考
			1	2	3	4	5				
4.30	試驗時點	在來式	15.14	13.514	14.14	15.14.5	15.14.5	14.514.2	16.15	16	
		組立式	24.29.5	17.32	18.20	16.18.5	16.24.5	18.224.9	17.19	18	
		在來式	32.42.5	20.45	20.521	17.22.5	17.35.5	21.333.3	17.522	17	
		組立式	41.545.8	22.549.5	23.522	17.25.3	18.538	24.636.1	18.722	15	
5.1	9.00	在來式	43.562	20.540	24.530	10.24	20.531.5	25.637.5	20.24	17	
		組立式	46.560.5	23.543	26.531	20.31	32.525.5	28.34.5	21.28	20	
		在來式	46.62	26.49	28.32	20.528	24.537.5	29.41.7	22.530	18	
		組立式	46.61	27.549.5	28.32.5	20.28	24.537.5	29.241.7	20.30	18.5	
平均溫度		在來式	37.47	21.40	23.25	19.23	20.32	24.34	19.33	17	

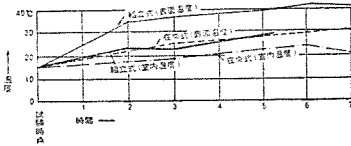


圖 3-2 평균온도 측정도표

㉔ 測定位置 No 4에서 在來式과 組立式에 있어서는 受熱溫度는 平均値에서 4°C의 差를 表示한 바 이는 全體의으로 在來式보다 組立式의 表面溫度가 10°C 以上으로 높음을 말해 주는 것이다.

㉕ 溫突表面의 快適溫度를 30°C 전후로 할 때 在來式보다 組立式이 平均的으로 그 값을 유지하고 있음을 試驗을 통하여 立證된 것이다. 測定時期가 冬期가 아니었으므로 多少 差異는 있을 것이나, 우선 比較試驗으로서의 判斷資料는 된다고 본다. 特히 組立式이 優勢함은 溫突構造自體가 在來式과 다른데에 起因하고 있기 때문이라고 본다.

㉖ 溫突의 表面溫度가 快適溫度로 維持될 때 圖 3-2에서 表示하듯 冬期 室內溫度 20°C 前後는 確保될 수 있는 可能性을 示唆하고 있는 것이다.

#### 4. 各種溫突板의 熱持續

溫突構造自體는 受熱과 直結되어야 하겠지만 이 밖에 受熱面에 그 影響力을 미치고 있는 即 熱을 받아 放射하는 溫突板에 對해서 加熱에 따르는 持續時間과 材質變化有無를 파악하고자 比較 試驗한 것이다.

表 4-1 각종 온돌판의 열지속시간 측정표

구분 시점	종류	표면 온도(°C)				의기온도
		시멘트제품	백토제품	재래식	점토제품	
1	1/2개	25	25	25	25	26
2	"	43	37	39	36	27
3	"	50	45	48	43	29
4	"	52	47	54	51	29
5	"	55	50	57	52	28.5
6	"	57	54	60	54	28
7	"	60	57	65	58	27
8	"	62	60	70	62	26
9	"	60	59	73	65	26
10	"	58	58	72	63	27
11	"	55	56	68	60	27
12	"	49	52	65	55	26.5
13	"	48	48	59	52	26.5
14	"	43	44	55	46	26.5
15	"	40	41	52	42.5	26.5
16	"	39	40	48	41	26.5
17	"	37	39	46	40	26.5
평균온도	"	55.2	50.8	59.8	52.8	28.7

#### 가. 試驗對象溫突板

① 在來式……花崗岩

② 組立式……시멘트製品, 白土製品, 粘土製品 等

#### 나. 試驗方式

材質別로 溫突을 施工한 다음 점진적으로 熱을 加하면서 溫突板의 熱傳導에 따르는 表面溫度를 最低에서 最上까지 測定한 것이다

#### 다. 誠驗結果

㉔ 表 4~1에서 加熱時間에 따르는 名種 溫突板의 溫度變化가 현저하게 그 差異點을 表示한 時間이 3時間일 때(불고개 中心溫度 530°C)이다. 順位는 花崗石 73°C 점토제품 65°C, 시멘트製品 60°C, 白土製品 59°C로 나타난 것이다.

㉕ 材質이 緻密하고 堅固한 花崗岩溫突板이 長期間의 加熱에도 變質이 없다 싶이 할 뿐 아니라 熱傳導率과 持續時間에서 다른 溫突板보다 斷然 우세함을 나타내었다.

㉖ 花崗石溫突板을 除外한 溫突板들은 表面溫度의 試驗時間 8時間일때 約 10°C의 差는 있으나 結果的으로 表面의 快適溫度를 훨씬 上廻하고 있어 受熱效果로 볼 때 別支障은 없다고 본다

㉗ 本試驗은 煉炭을 使用하여 測定한 規準値이므로 溫突板들은 最近에 石油연료 普及으로 家庭用 舍난 보일러에 使用되고 있는 燃燒器(분사식)을 使用하여 測定한다면 表4~1의 값은 달라질 것으로 본다.

#### 5. 溫突 고래속의 溫突

溫突의 採暖性이 良好하다는 것은 高래속의 熱이 均一한 表面溫度를 維持시키기 위하여 제대로 流道過程을 이루고 있다는 證在인 것이다. 그러나 前述한 바와 같이 在來式 또는 組立式이진 位置에 따라 表面溫度에 差가 있는 以上 本格的인 輻射暖房과 같은 役割을 다하기는 좀 더 時間이 흘러야 할 것 같다.

位置에 따른 表面溫度差를 가져 오는 어떤 要因을 알아 보고저 우선 高래 속의 溫度分布狀態에 關한 實驗을 아래와 같이 施行한 것이다.

#### 가. 實驗對象

本實驗은 組立式溫突을 對象으로 하였다.

#### 나. 實驗方法

① 測定하기 前에 木炭두께 約 1.5cm로 溫突表面을 마감하고 3日間 自然 보양한 후에 煉炭을 燃燒시켜 가며 高래 속을 乾燥시켜 놓았다.

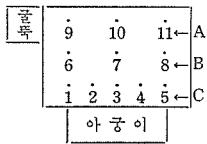
② 測定하기 위하여 再次 煉炭으로 燃燒시켜 가면서

表 5-1

溫突表面과 고래 속의 溫度測定值

시	측정장소 공기유도관	불고개 중심온도	고래속과 표면온도	측 정 위 치 °C											실내온도 °C	외기온도 °C
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
9.50	통 통 1/2세	50°C	고래속	27	28	28	27	26	21	23	23	19	17	17	26	26
			표면	19	18	18	20	19	15	17	17	16	15	15		
11.50		99	고래속	38	39	44	40	37	26	33	26	24	21	21	26.5	27
			표면	30	32	36	35	30	21	25	23	19	18	19		
13.50		195	고래속	48	50	65	60	50	40	50	40	35	35	33	27	27
			표면	43	44	54	50	42	32	40	35	33	32	30		
15.50		385	고래속	65	80	80	90	82	69	80	73	48	40	38	30	28
			표면	55	70	63	84	65	50	72	50	40	38	35		
17.50		475	고래속	99	115	120	127	110	91	113	80	66	65	63	29	27.5
			표면	84	94	100	110	100	78	93	73	60	57	55		

← 平均值  
67.7  
← 57.4



불고개 中心溫度別로 고래 속의 溫度와 溫突表面溫度와의 相互關係를 觀察하면서 이를 測定한 것이다.

다. 測定結果

④ 表 5~1에서 불고개 中心溫度 385°C일때 溫突表面과 고래속의 溫度差는 A線에서 2~8°C 정도로 나타나고 B線에서 8~19°C이며 아궁이에 가까운 C線에서 6~17°C로 되어 있다.

⑤ 本實驗에서 溫突表面溫度보다 고래속 溫度는 大體로 測定位置에 따라 다르기는 하지만 2~20°C 정도 높은 것으로 나타나고 있다. 이 結果로 미루어 불고개 中心溫度 195°C일때 라도 고래속 溫度 35°C 이상이면 表面溫度는 30°C을 確保하고 있음을 나타내 고 있다.

⑥ 溫突表面의 測定位置 B線의 6과 8의 溫度를 比較할 때 굴뚝 쪽으로 가까운 6의 測定溫度는 19°C나 높은 것은 그만큼 굴뚝의 吸引力의 影響을 받고 있음을 意味하는 것이라 본다.

6. 溫突바닥의 균열

溫突改良에 있어 内部構造도 問題이지만 溫突바닥의 균열로 因한 災害 또한 생각아니 할 수 없는 것이다. 이런 現象을 防止하는 한 方法으로서 마감물탈에 混合材를 使用하여 다음과 같은 實驗을 하였다. 一般的으로 溫突바닥 마감물 1:3의 시멘트 물탈로 하고 있는데 불고개 中心溫度 430°C 일때 部分的으로 균열現象이 생기고 있는 것이다. 이런 現象의 原因은 여러가지 있었으나 주로 熱을 받는 溫突바닥은 熱이 굴뚝을 向해 直線的인 데다 集中的인 熱의 高低에 影響을 받아 팽창 수축 作用을 받아 일어 나는 균열 現象이라 推定되는

것이다.

配合比率=시멘트 : fly-ash : 모래 (0.8 : 0.2 : 3 容積比)와 같은 配合比에 依하여 fly-ash 20%를 混合하여 마감한 바닥의 경우는 불고개 中心溫度 530°C까지 上昇시켜도 일체의 균열 現象을 볼 수가 없었던 것이 이러한 高熱에도 불구하고 原狀態를 維持하는 因子는 여러가지 있는 것으로 推定되나 主된 것은 保水性이 良好한 fly-ash 自體에 있는 것으로 본다. 왜냐하면 實驗을 通하여 fly-ash를 混合한 시멘트 물탈은 Worker bility가 良好할 뿐만 아니라 시멘트가 응결할때 생기는 化學反應 即 水和熱을 減少시켜 수축을 防止하고 있다는 理論的 근거를 確認할 수 있었던 것이다.

특히 수축율에 있어 fly-ash 10내지 20%를 混合한 시멘트 물탈의 건조수축율 試驗結果는 表 6~1과 같다

表 6~1 건조수축율 시험결과표

시료번호	구분	시멘트	후라이에쉬	모래	건조수축율
1		1	0	3	0.11
2		1	0	4	0.08
3		0.9	0.1	3	0.10
4		0.8	0.2	3	0.09

(國立工業研究所試驗)

結果表에서 fly-ash 20%를 混合한 것의 수축율은 0.09를 나타내었다.

이는 균열을 減少시키는데 있어 바람직한 結果인 同時에 適合한 資材로서 권장할만한 것이며 아울러 균열 發生을 防止할 수 있는 方法을 提示해 준 것이라 보겠

다.

### 7. 맺는 말

이상과 같은 몇가지 實驗을 통하여 溫突改良의 研究資料로서 活用될 수 있는 事項으로서 大體로 다음과 같은 것이 있다.

첫째 在來式溫突과 組立式溫突을 比較하여 보면 各各個性 그대로 特徵을 지니고 있으나 特히 效率과 經濟性에서 따져 볼 때 시멘트들 主材料로 하여 規格化 시켜서 組立方法으로 作業管理의 科學化를 期할 수 있는 組立溫突이 在來式 溫突 보다도 表面溫度는 平均的으로 그 값이 높을 뿐더러 表面이나 고래 속의 溫度의 差가 豫想外로 甚하지 않다는 事實인 것이다.

組立式 溫度에 比하여 在來式 溫突은 花崗石을 平板 모양으로 막다듬어 놓은 것을 구들장으로 使用할 뿐만 아니라 그 自體가 무거워 施工性이 不良한 것을 비롯하여 고래를 켜기 위하여 主로 흙, 雜石 등을 使用하여 溫突을 築造하고 溫突을 乾燥시키기 위하여 많은 燃料들 소비하여야 할 뿐더러 그 施工의 複雜性과 費用의 多過는 事實上 經濟的인 面이 缺如되고 效率이 低下되기 쉬운 溫突 施工方式이라 아니할 수 없는 것이다. 實際에 있어 在來式 溫突施工에 있어서 科學的인 示方 하나 없이 오직 溫突築造工의 經驗과 技術에 依存하여야만 했고 또한 職工이 數千箇의 溫突을 築造하여도 構造는 고사하고 熱效率의 統一도 保障이 아니되는 이런 方式의 工法은 速히 是正되어야 할 것이라 본다. 바꾸어 말하자면 溫突도 部材를 規格 및 組立化 하므로 良好한 施工性과 工期短縮도 期待할 수 있는 同時에 乾

燥時에 많이 消費되었던 燃料費도 아울러 減少시킬 수 있는 利點을 얻을 수 있는 溫突方式이래야 한다는 것이다. 特히 溫突이 組立化 되므로서 構造의 堅固함은 勿論 뛰나, 벌레의 侵害와 gas의 漏出도 防歷될 수 있다고 보는 것이다. 이러한 組立式 溫突이 가지고 있는 利點을 最大限으로 살려 더욱 研究發展 시키면 採煖의 效率을 위한 問題解決을 在來式 보다 어렵지 않게 빠른 時日內에 이루어질 수 있다고 내다 보는 것이다.

둘째 온돌바닥 감에 시멘트물탈의 混合材로서 fly-ash 을 混入하여 使用한 것이 바닥균열을 防止하는데 多少間의 役割을 하고 있음과 아울러 gas 누출도 防止시키는 間接的인 口實을 하고 있음을 알게 될것이다.

셋째 시멘트 製品의 溫突板이 花崗石溫突板에 比하여 施工이 簡便하고 熱效率이 良好하다는 것은 既述한 바와 같다 그러나 장마철에 고래속이 多濕하여 板의 吸濕率이 높아지는 短點이 있으므로 앞으로 이에 對한 板材의 改良研究도 있어야 할것이라 생각된다.

溫突改良을 爲한 基礎資料를 마련코저 몇가지 試驗에서 그 內容이나 結果가 利用하기에는 未洽할지는 모르지만 이中 熱效率에 關한 溫度測定結果만은 앞으로의 溫突構造와 溫突板材의 改良(耐久性 耐酸性 熱傳導率)에 따르는 效能試驗과 溫突燃料에 있어 煉炭을 油類로 轉換하여야 할 時點에 處하게 됨에 더 한층 研究의 必要한 資料가 되리라 보고 많이 活用되기를 바라 마지 않는 것이다.

끝

(大韓住宅公社建築課長)

**國內最大形鋁窗**

**天祐알루미늄샷슈**

TEL. 6-2149. 7149 天祐輕金屬株式會社