團地型 아파트 暖房과 그 考慮事項

李 秉 永* · 柳 東 烈**

大韓住宅公社는 共同住宅을 建設供給하는 專門業體로서 작게는 7.5坪型으로부터 크게는 60坪型까지 또 團地規模로도 크게는 15萬坪까지의 여러 類型을 建設해 왔으며 여기에 試圖된 暖房方式도 温水와 蒸汽式, 單管式과 複管式 等의 알려져 있는 모든 類型을 망라하였다 하여도 過言이 아니다. 以下 主로 아파트 團地의 中央式暖房을 中心으로 하여 試圖된 여러 方式과 그 考慮事項 等을 說明하기로 한다.

1. 團地暖房方式

아파트團地의 暖房方式으로서는 住公은 原則的으로 地域暖房型態의 中央式暖房을 採擇하여 왔다. 이는 公害對備와 維持管理의 便宜上 合理的인 것으로 判斷된다. 中央式暖房의 熱源으로는 蒸氣, 低温水, 120°C 中温水 및 190°C 高温水 等이 있으며 이중 高温水는 團地面積이 10萬坪이 넘는 大單位에 그리고 蒸汽와 中温水方式의 團地面積 5萬坪 內外의 中單位에 適用하였다.

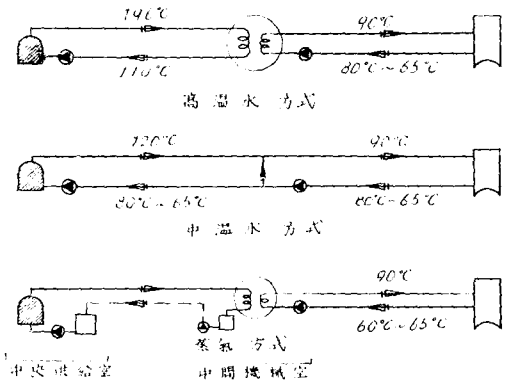


그림 1. 團地 暖房 系統

蒸汽, 中温水 및 高温水 等의 熱源은 中央供給室에서 各其 보일러로서 發生되며 이는 共同溝 또는 地下埋設式 屋外配管으로 中間機械室(Sub station)까지 供給되며 여기서 아파트 屋內用 低温水로 轉換된다. 屋內暖房은 100°C 以下의 低温水로서 이는 温突用 低温水 需要 때문에 不可避하다 할 수 있다.

高温水暖房은 送水와 還水의 温度差를 80°C 以上으로 크게 잡을 수 있기 때문에 配管徑이 작아지며 送水用 펌프 動力費도 節減되는 利點이 있으나 裝置內壓力이 20kg/cm² 程度로 높아지기 때문에 配管材料가 耐壓을 要求하는 高價品을 使用하게 되어 工事費가 增加된다. 때문에 高温水暖房은 團地面積이 큰 地域을 除外하고는 그 經濟性이 成立되기 어렵다고 할 수 있다.

中温水方式의 長點은 裝置內 壓力이 10kg/cm²을 超過하지 않음으로서 標準配管材料의 適用이 可能하고 工事費가 節減되는데 있다. 送水温度는 130°C 까지는 取할 수 있기 때문에 送還水間의 温度差도 相當히 크게 되고 5萬坪 以上의 大單位團地에도 無理없이 適用할 수 있다. 이 方式의 短點은 屋內外가 直結되기 때문에 管理體制가 다른 建物들이 團地內에 있을 때에 그 維持管理 區分이 明確하지 않게 되는 것 等이다.

蒸汽方式은 스팀트랩의 不完全한 作動으로 相當한 量의 水蒸汽를 虛費하게 됨으로 油類 消費量이 温水方式에 比해 約 15% 程度 더 드는 것이 큰 短點이다. 그러나 中間季節이나 夏季와 같은 輕負荷 對備 運轉이 容易하고 이때의 油類消耗 및 動力需要가 温水方式에 比해 相當히 有利한 것이 長點이다. 따라서 機能이 確實한 스팀트랩을 使用하고 廢蒸汽熱回收 等의 設計가 適切할 경우 中小規模 團地에는 遜色없이 適用할 수 있

* 大韓住宅公社設備部長
** 正會員, 三新設備研究所

는 方法이라 하겠다.

2. 燃料 및 動力消費量

燃料와 電力과 같은 에너지 消費量은 上記에서와 같은 暖房方式에 어느 程度 影響받는 것은 事實이나 絕對性은 없다. 團地에 適合한 暖房方式의 選擇과 더 나아가서 建物의 向, 型態 및 保溫構造 中間機械室의 數, 屋內方式의 設計 等도 相當한 影響을 미칠 수 있다.

표 1에는 代表的인 아파트 團地 4個所에 對한 燃料消費量, 補修費, 人件費 等의 統計로서 充分한 資料는 아닐지라도 어느 程度의 傾向을 나타낸

표 1. 團 地 別 管 理 現 況

1. 建 設 規 模

區 分 / 地區別	垈地面積 (坪)	延 建 坪	世帶數	暖房方式	보일러容量 T/HR	中間機械 室 數	補 修 人 員 暖 房	電 氣	衛 生
A단지		24,128	668	중온수	22	23	7	2	5
B단지	152,338	120,247	3,964	고온수	100	30	14	9	9
C단지		16,465	748	증 기	21	21	9	2	4
D단지	25,445	26,858	1,860	증 기	38	14	6	5	5

2. 燃 料 消 費 量

區 分 / 地區別	暖房負荷 坪當 kcal/hr	%	坪當燃料消費量 (l) 暖 房	%	給 湯	%	計	%	比 率*
A團地	350	100	89	100	15	100	104	100	100
B團地	350	100	88	99	13	87	101	97	100
C團地	383	109	110	123	14	93	124	119	113
D團地	425	121	123	139	17	113	140	135	113

* 暖房負荷가 같다고 假定하였을 때의 연료 비율

3. 補 修 費

區 分 / 地區別	年間補修費 (천원) 建 築	衛 生	暖 房	電 氣	計	世帶當 (月間)	坪 當 (年間)
A團地			2,411	1,138	3,579	426	148
B團地	20,516	8,297	16,504	9,388	54,705	1,111	445
C團地			2,331	921	3,252	372	197
D團地	1,005	945	3,780	2,942	8,672	422	331

4. 人 件 費 (인)

區 分 / 地區別	年間人件費 (인) 建 築	衛 生	暖 房	電 氣	計	世帶當 (月間)	坪 當 (年間)
A團地	184		1,386	1,035	2,605	0.31	0.11
B團地	7,181	3,309	7,385	4,820	22,695	0.46	0.18
C團地			924	690	1,614	0.18	0.1
D團地	1,314	444	1,779	723	4,260	0.2	0.16

것으로 解釋될 수 있다. 大體的인 燃料消費量을 보면 温水暖房에서는 坪當 年間 100 liter(방카C油)이며 蒸汽暖房에서는 113 liter 內外임을 볼 수 있다. 暖房用 動力費의 한 統計로서 A團地의 경우 坪當 年間 23kwh이며 이는 價格으로 換算하여 油類의 約 10%에 該當한다 할 수 있다. B團地의 高温水의 경우 動力費는 이를 上廻하며 蒸汽方式에서는 若干下廻하는 것으로 생각된다.

3. 보일러와 低溫腐食

團地暖房用 보일러로서는 爐筒煙管式, 自然循環水管式과 그리고 强制貫流式 等이 使用된다. 爐筒煙管式(그림 2)은 價格이 싸고 取扱도 容易하기 때문에 温水, 蒸汽式에 다같이 適用하기 便利하다. 그러나 그 容量이 最大 10T/H으로 比較的 적기 때문에 小規模 團地에 適合하다 할 것이

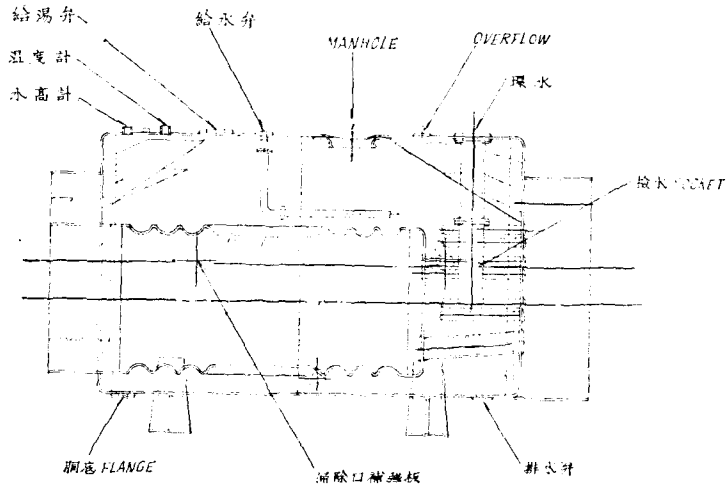


그림 2. 爐筒 煙管式 温水 보일러

다. 水管式(그림 3)도 温水蒸汽用으로 適合하나 그 構造가 보다 複雜하고 高價이기 때문에 爐筒煙管式으로 解決 안되는 條件이나 或은 大規模團地用으로 適合하다 할 수 있다. 貫流型 보일러(그림 4)는 高温水 專用보일러로서 그 熱的 特性이 優秀하며 大容量의 것이기 때문에 大規模團地에 適合하나 低温腐食現象에 注意할 必要가 있다.

보일러의 燃料로서는 公害問題가 있기는 하나 價格問題 때문에 방카C油가 普遍的으로 使用된다. 이때에 問題가 되는 것이 低温腐食現象이며 鐵板製 煙導 等에서도 一部 問題가 되기는 하나 보일러 自體에서 더 深刻하다. 따라서 温水 暖房方式에서는 이와 關聯하여 使用보일러의 型態選

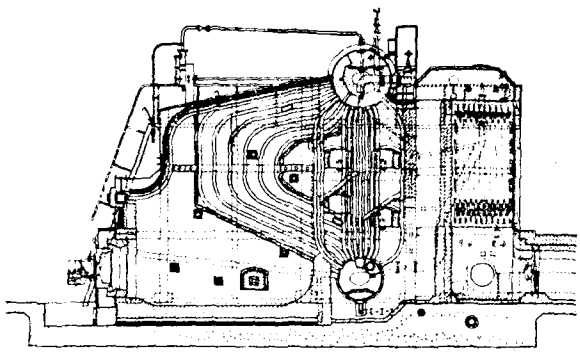


그림 3. 自然循環水管式보일러

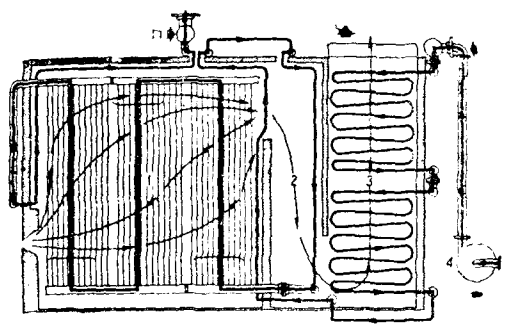


그림 4. 貫流式高過水보이러

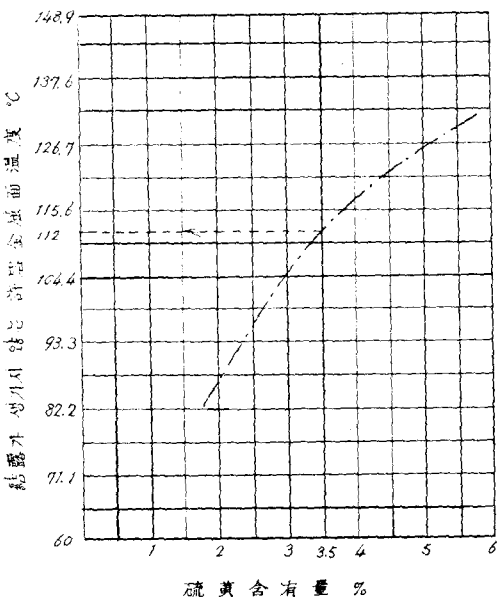


그림 5. 硫黃成分과 露點溫度(IBW 資料에서)

擇에 注意를 要한다.

방카C油에는 硫黃分이 3~3.5% 含有되어 있으며 硫黃이 燃燒하여 SO_2가 되고 그 一部가 다시 SO_3로 轉移하여 燃燒가스中의 또는 空氣中의 水蒸氣와 다음과 같은 反應으로 硫酸이 生成된다

$$SO_3+H_2O\rightleftarrows H_2SO_4+H_2O$$

金屬面의 溫度가 上記 化學平衡系의 露點 以下일 경우에는 이런 硫酸이 低溫金屬面에 凝縮하여 低溫腐食을 일으키게 된다. 硫黃含有量이 3.5%인 방카C油를 使用할 경우에 結露가 생기지 않는 許容金屬面 溫度는 112°C이다(그림 5 참조).

燃燒가스의 露點 그리고 이와 關聯된 許容金屬面 溫度가 어떤 基準値로 받아들여져야 함에는 틀림이 없으나 低溫腐食의 要因은 보다 複雜多段하다. 即 燃料中의 S, V_2O_3, 等의 含有率 燃燒가스中의 未燃炭素粒子의 存在, 金屬面에서 油煙의 堆積 燃燒가스의 停滯冷却 等이 複合的으로 使用하여 結露 및 低溫腐食 現象이 일어나게 되며 이는 多分히 보일러의 構造와 오일버너의 性能과 關聯하게 된다.

水管式 또는 貫流式 보일러의 경우에는 140~150°C의 還水溫度로도 低溫腐食이 생긴 例가 記錄되어 있다. 水管表面溫度가 管內水溫에 近接하다는 點(通常+5°C) 또한 이런 보일러의 構造上 燃燒가스가 停滯하게 되는 部分이 생길 수 있고 이런 部分에 水管低溫部가 位置하게 되면 腐食이 일어나기 쉽다. 또한 水管이 屈曲되어 있어 그 表面의 淸掃가 어려운 理由와 아울러 水管에 未燃炭素粒子를 包含하는 煤煙이 堆積하게 될 때에는 炭素粒子가 硫酸을 吸着하여 腐蝕이 한층 促進된다.

爐筒煙管式보일러에 있어서는 보일러 含水容量이 크고 또 보일러 內에서의 溫水의 自然對流循環이 强力하게 일어나기 때문에 低溫水의 存在領域이 瞬間的으로 消滅하게 되며 또 燃燒가스가 모든 煙管을 比較的 고르게 그리고 빠르게 接觸移動하기 때문에 가스 停滯部位가 생길 수 없으며 또한 煙管의 淸掃가 容易하여 未燃炭素粒子等이 堆積하는 일이 없으며 煙管表面溫度는 水溫보다 20°C~50°C 높게 形成되는 事實 等을 低溫蝕에 强하게 되는 理由로 들 수 있다.

水管式과 特히 貫流式 보일러에서는 低溫腐蝕에 對備하여 還水(보일러 給水) 溫度를 130°C 以上으로 잡는 것이 安全하다. 그러나 燃筒煙管式에서는 이를 80°C 程度로 내려도 可能한 것으로 推定된다. 燃筒煙管式에서는 還水가 보일러에 還流되면 瞬間的으로 加熱되어 보일러內 各部位의 水溫은 送水溫度에 가깝게 形成됨은 實驗的으로 立證된 바 있으며 이런 水溫에 最少 20°C를 加算한 煙管表面溫度는 그림 5에서의 許容金屬溫度인 112°C를 充分히 上廻하게 되기 때문이다. 이는 燃筒煙管式을 100°C 以下의 低溫水暖房用 또는 給湯用으로 多年間 運轉하여도 別無理가 없는 事實로도 立證된다 할 수 있다. 還水溫度를 낮게 잡을 수 있는 利點은 結果的으로 送還水間의 溫度差를 크게 할 수 있고 燃筒煙管式을 5萬坪 內外의 中規模團地暖房에 經濟的으로 適用할 수 있는 根據도 될 수 있다.

4. 中間機械室의 數

中間機械室에서는 100°C 以下의 低溫水를 만들어 아파트 各 世帶의 放熱器로 이를 供給 暖房을 하게 됨으로 그 担當 世帶 乃至 面積이 적은

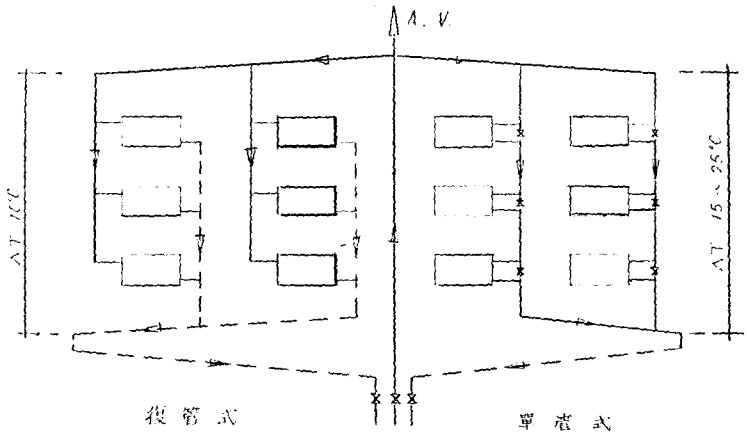


그림 6. 立上管式 配管法

것이 理想的이다. 그러나 中間機械室의 數가 늘어나면 工事費가 增大함으로 어떤 限界値가 必要하게 된다. 公社에서는 한 機械室을 最大 5,000坪 까지도 担當시킨 例도 있으나 그 暖房効果가 滿足치 못하였다. 無理없는 担當面積은 最大 3,000坪으로 생각된다.

5. 屋內暖房方式

아파트暖房의 基本的인 配管方法으로는 立上管式과 橫走管式이 있다. 立上管式(그림 6)은 大端히 經濟的인 方法이 될 수 있으나 立上管이 室內에 露出됨으로 美觀上의 理由로 忌避되는 傾向이 있다. 그러나 값싼 住宅의 供給이라는 大原則에 비추어 계속 檢討對象이 되어야 할 것으로 믿어진다. 橫走管式(그림 7)은 橫走主管이 天井속 또는 마루밑에 은폐됨으로 美觀上 良好하며 또한 各 世帶別 主管이 獨立될 수 있는 長點이 있어 普遍的으로 適用되는 方式이라고 할 수 있다. 그러나 工事費가 비싸고 또 橫走主管이 床下에 있어 補修時 他 世帶에 들어가야만 하는 不便도 있다.

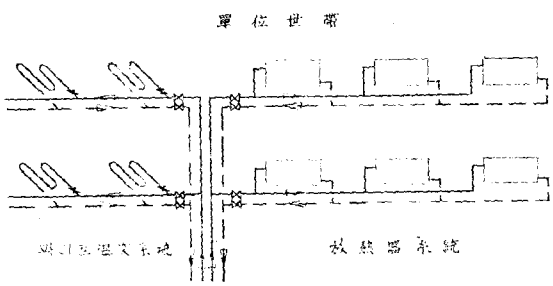


그림 7. 橫走 復管式 配管法

近來의 아파트는 韓國的인 生活樣式인 溫突房과 洋式인 居室 等으로 混成되어 있어 이들에 對하여 各其 다른 暖房方式이 考慮되어야 한다. 溫突房에는 파이프溫突(Panel Heating) 方式이 그리고 居室이나 寢臺房에는 放熱器方式이 一般的으로 適用된다. 파이프溫突에서는 溫突表面의 適正溫度가 30°C~35°C이며 이를 爲한 溫水溫度는 繼續暖房의 경우 40°~50°C로 可能하다. 이에 反해 放熱器用 溫水溫度는 80°~90°C가 經濟的이다. 이런 所要溫度의 差異 때문에 兩系統을 分離하는 것이 理想的이다. 溫突房은 그 性質上 夏季에도 若干의 暖房을 必要로 하는 等 要 暖房期限이 긴 點도 兩系統을 分離시켜야 하는 理由가 된다. 따라서 坪數가 큰 高級아파트에는 이런 方式이 推薦될 만하다.

坪數가 적은 庶民아파트에서 파이프溫突과 放熱器의 兩 系統을 分離시키면 工事費가 過大하게 되고 또 運營도 複雜하다. 이런 경우에는 그림 8과 같은 單管式配管法도 한 가지 解決法이 된다. 高溫의 溫水는 처음에 放熱器로 들어가서 順次的으로 그 溫度를 떨어뜨려가며 比較的 낮은 溫度의 溫水를 파이프 溫突로 誘導한다. 파이프 溫突로의 適正水溫인 50°C를 維持하기 爲하여는 系統供給 溫水의 初溫이 相當히 낮아져야 하며 이

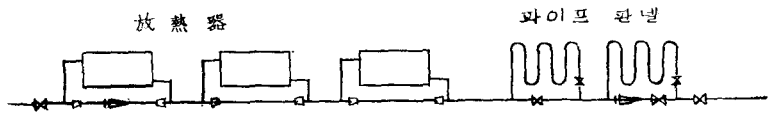


그림 8. 單管式 配管法

렇게 되면 放熱器 放熱面積이 過大하게 됨으로 經濟性이 없다. 따라서 一般的으로는 初溫을 80°C로 하고 世帶暖房系에서의 水溫降下를 15°C~20°C로 잡는다. 이런 方法으로도 現在의 大多數 아파트에서의 暖房運轉方式인 間歇運轉으로 하면 別로 支障이 없다고 믿어진다.

單管式配管法의 다른 長點은 水溫降下를 15~25°C로 잡을 수 있고 따라서 配管徑의 縮少化와 그리고 펌프動力의 節減을 期할 수 있는데 있다. 複管式의 경우에는 各 放熱器로의 圓滑한 溫水量의 分配를 爲하여 10°C의 水溫降下値가 標準的으로 使用된다.

6. 파이프溫突(Panel Heating)과 放熱器의 放熱特性

人體가 느끼는 寒暑의 感覺은 人體로부터 發散되는 熱量에 左右되며 發散熱量의 節半은 放射에 依한 것으로서 室內에서의 人體放射熱量은 壁體의 平均輻射溫度에 比例한다. 이와 關聯하여 室內空氣溫度値를 補完한 效果溫度라고 불리우는 指標가 設定되며 一般的으로 使用되는 效果溫度의 數式은 다음과 같다.

$$t_e = 0.58t_r + 0.48t_m - 2.2\,^{\circ}C$$

여기서 t_e : 效果溫度 ……°C

t_r : 室內空氣溫度 ……°C

t_m : 室內壁面의 平均輻射溫度……°C

이것을 圖示하면 그림 9와 같다.

溫突房의 境遇 그 바닥이 加熱面이 되며 또한 天井도 加熱面이 되기 때문에 그 平均輻射溫度는 마루房의 境遇보다 2~3°C 程度 높게 되며 一定한 效果溫度를 얻기 爲한 室內空氣溫度는 그만큼 낮아도 된다는 結論에 到達한다. 例를 들어 그림 9에서의 마루房과 溫突房의 平均輻射溫度를 各各 21°C 및 23°C로 할 때 效果溫度 20°C를 얻기 爲한 室內空氣溫度는 各各 21.5°C 및 19°C가 됨

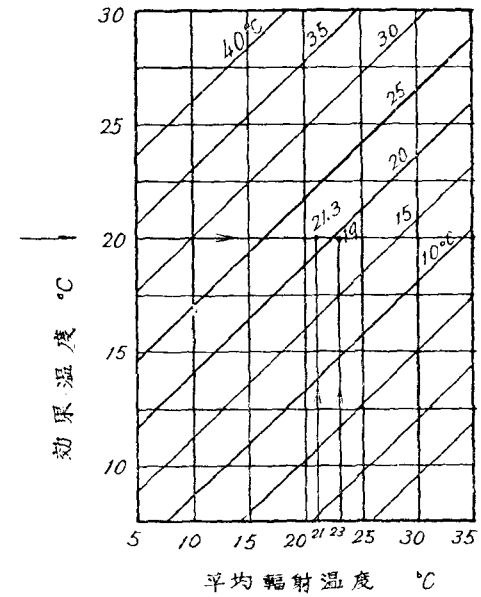


그림 9. 效 果 溫 度

을 볼 수 있다. 室內空氣의 垂直的인 溫度分布를 比較하여 보면 콘백터를 放熱器로 使用하는 경우에 6°C 程度의 上下 溫度差를 나타냄을 알 수 있

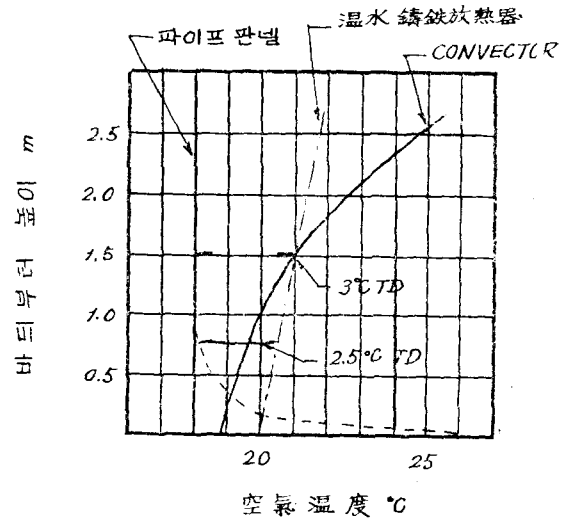


그림 10. 各種 放熱 方式에 依한 垂直溫度分布

고, 鐵板放熱器의 境遇에는 上下로 2°C의 温度差가 나고 있으나 Panel Heating Pipe 温突에서는 그 温度差가 전혀 없음을 알 수 있다(그림 10 참조). 이런 現象은 마루房과 温突房의 平均室温에도 影響을 주게 되어 實生活圈인 바닥으로부터의 높이 1.5M 以下의 空間에서의 室內空氣温度差 2.5°C는 平均室温測定 基準點인 높이 1.5M에서 3°C 以下의 差를 나타내게 한다. 이것은 温突房에서는 마루房보다 平均室温이 3°C 程度 낮아도 같은 暖房效果를 얻을 수 있다는 것을 意味한다. 室温이 낮아지면 室內相對温度値는 相對的으로 增加하게 되기 때문에 한층 부드러운 暖房效果를 얻을 수 있으므로 温突房은 16°C~18°C의 室温으로도 充分히 快適한 生活을 할 수 있다. 暖房度日의 槪念으로 兩者를 比較하여 보면 温突의 境遇 D_{18-18}(外氣温度가 18°C 以下일 때 室温을 18°C 維持하기 爲한 것) 마루房用은 D_{20-12}(外氣温度 12°C 以下일 때 室温을 20°C로 維持하는 것)로 設定하였을 때 $D_{18-18}=3045$이고 $D_{20-12}=3215$이어서 温突房方式이 그 暖房期間이 長期이어야 함에도 不拘하고 그 所要室温이 낮음으로 해서 年間所要 燃料費는 約 10% 程度 節減될 수 있음을 알 수 있다.

7. 放熱器의 選定

現在 一般的으로 使用되는 放熱器로서는 판넬형(Panel), 細柱 鋼板製(Column) 그리고 各種 콘백터(Convector) 等이 있다. 이들의 放熱特性은 前項에서 比較된 바 있으나 實地 選定面에 있어서는 여러가지 다른 要素도 檢討되어야 한다. 판넬형(그림 11)은 그 外觀이 美麗함으로 好評을

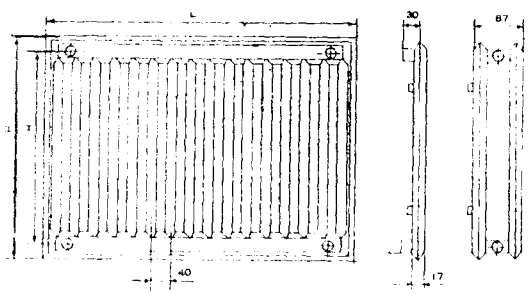


그림 11. 판넬형 放熱器

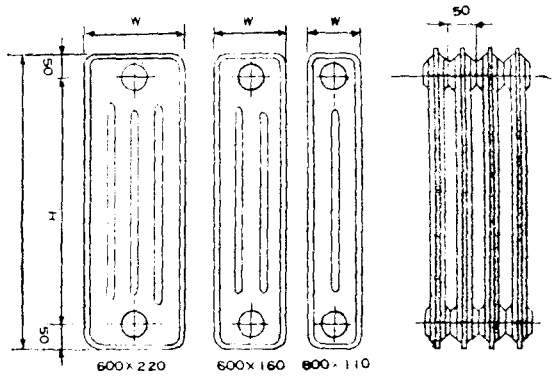
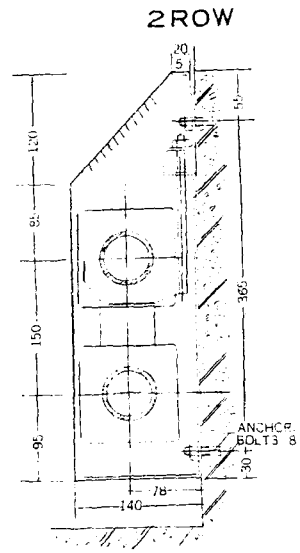


그림 12. 細柱型 放熱器

받으나 設置面積을 많이 차지함이 흠이라고 하겠다. 細柱型(그림 12)은 판넬형이나 콘백터(그림 13)에 比해 設置面積이 節約되는 것이 長點이라



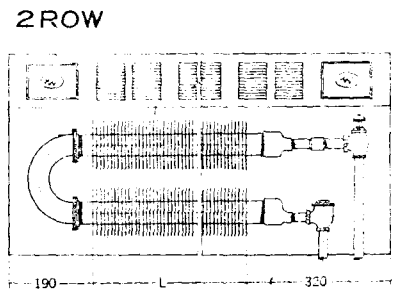


그림 13. 콘 백 터

하겠다. 이를 두 型은 放熱量이 그 表面積과 比例되는 傳統的인 信賴에서 그 性能에 對해서는 安心된다고 할 수 있다. 콘백터는 製作方法에 따라 放熱量이 左右되는 흠이 있으나 그 價格은 材質이나 使用材料의 規格에 따라 差異가 많다. 따라서 핀(FIN)의 材質과 두께, 카버用鐵板의 두께에 對한 妥當性이 檢討되고 이런 基礎 위에서 鋼板製와 價格이 比較되어야 할 것으로 믿어진다

8. 高層아파트에서의 溫度層

一般的으로 大容積의 空間을 暖房할 境遇 上下로 다른 溫度層이 形成된다. 이와 비슷한 現狀이 特히 高層아파트에 甚하게 일어난다. 即 下層部는 춥고 上層는 過熱한다. 이에 對한 窮極的인 解決方案은 各 世帶別 또는 各 放熱器別 溫度制御裝置로서 可能할 것이나 豫算上 이런 裝置를 갖추지 못하는 現況에서 그 對備策이 緊要하다. 一層스라브 下部에의 保溫材의 附着 下層世帶放熱器의 增設 또는 下層世帶配管系統의 分離等을 考慮할 수 있으나 確實한 理論的인 究明과 對策이 要望되는 時點에 있다.

9. 間歇運轉

아파트室溫의 制御方法으로서 가장 簡單한 것에는 暖房溫水의 外氣補償方法이 있다. 이런 方式을 設備한 例에서도 室溫調整은 如意치 못하며 實地運營過程에서는 間歇運轉方式을 採擇하는 例가 許多하다 이것이 燃料消費를 抑制하는 점경에는 틀림이 없으나 向이 다른 棟의 溫度差 그리고 前項과 같은 上下의 溫度層形成 等 副作用도 없지 않다. 向이 均一的으로 南向이며 窓面積이 적고 保溫材를 充分히 使用하는 保溫構造式 아파트 建築에서는 어느 程度의 暖房設備的인 對備로서 間歇運轉도 에너지 節約이며 充分히 實用的이라 할 수 있다.

10. 結 論

모든 團地計劃에 劃的으로 適用될 수 있는 絕對的인 方式은 아직 없다. 各 團地의 特性을 把握하고 이에 맞는 方式을 不斷하게 研究開發해 나가는 길만이 上策임을 깨닫게 되고 이는 아파트 建設을 거듭할수록 더 切實하게 實感하게 되는 것이 實情이라 할 수 있다.