

住宅用 輻射暖房方式의 設計*

李 鍵·辛 鍾 弼 譯

一般의인 輻射暖房方式

방의 내부표면을 덥게하여 손실되는 熱을 보충하는 輻射暖房 즉 파넬난방은 溫水, 電氣 또는 더운공기를 熱媒介體로 사용한다. 각 방식의 특성이나 경제성, 설계방식 등은 약간씩 다르지만 本稿에서는 溫水를 사용한 방식에 局限시켜 다루었다.

快適感

모든 종류의 난방방식의 機能은 人體에 의한 熱損失의 일정한 비율을 계속적으로 補充하여 快適한 環境을 조성하는 것이다. 이 熱損失을 補償하는 調節 可能한 條件은 氣溫, 室內表面溫度, 氣流相對濕度 등이다. 氣流와 相對濕度는 주로 對流暖房에 한정된 條件이지만 氣溫과 室內行面溫度와의 관계는 輻射暖房의 특유한 條件이다. 방 표면의 온도를 올리므로 인체의 輻射熱損失을 줄일 수 있지만 氣溫이 낮아지므로 인체의 열손실이 증가된다.

비교적 室溫이 낮기 때문에 時間當 열손실량이 작아지며 상당히 경제적인 暖房이 가능하다.

따뜻한 주위 表面溫도와 비교적 낮은 溫度와의 복합요소는 많은 사람들이 상쾌감과 쾌적감을 느끼는 條件중에 하나이다. 이 난방방식의 고유한 또 다른 쾌적감은 방전체의 온도가 均一하다는 점이다. 이것은 氣溫이 바닥에서부터 수직적으로 일정하게 分布한다는 면에서 매우 주목할만 한다. 보통 바닥에서 천정까지의 온도는 1 deg의 偏差

를 보이는데 다른 난방방식에서는 차가운 바닥면과 뜨거운 천정면과는 보통 5.5내지 8.3deg (10~15°F)의 차이가 난다.

放熱器가 없으므로 방열기 표면에서 공기가 過熱되는 현상을 막을 수 있고 벽과 천정에 줄무늬의 먼지가 끼는 현상을 일으키는 급격한 垂直對流를 없애준다. 그리고 기온이 비교적 낮기 때문에 상대습도는 약간 높아진다.

경제성 비교

輻射暖房과 다른 난방방식과의 費用上의 비교는 그 設置方式에 따라 많이 달라진다. 약간의 例外가 있지만 일반적으로 工事費는 복사난방이 보통의 난방방식보다 15~20% 더 든다. 그러나 지하실과 바닥펫트를 파지 않아도 되므로 난방의 工事費增加를 相殺할 수 있다. 그리고 床파넬방식은 천정과넬방식보다 경제적인 利點이 있다. 운전비는 이미 言及한 바와같이 낮은 온도에서도 동등한 快適感을 얻을 수 있기 때문에 비교적 적게 든다. 그런데 銅管, 可鍛鋼管, 등의 價格이 다르며, 配管施工工法이나 工具가 발달됨으로 전라 工事費는 採擇工法에 따라 달라진다. 따라서 정확한 것은 地域에 따라 실제 공사시에 검토해야 한다.

파넬의 設置

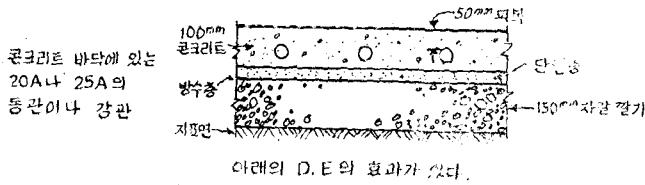
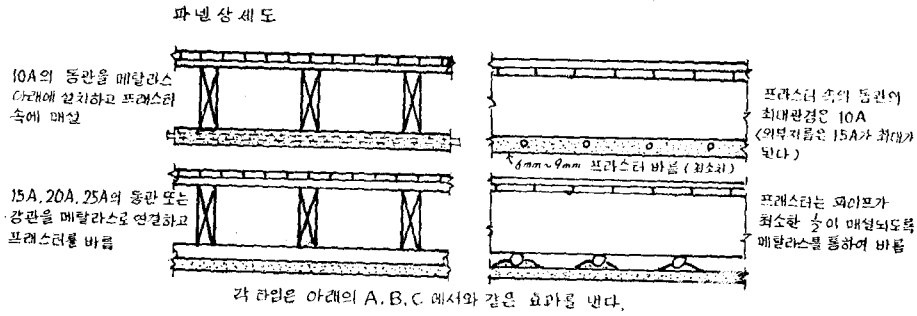
바닥, 벽, 천정은 모두 파넬設置가 가능한 장소다. 그러나 벽은 充分한 放熱面積을 確保하기가 어려워 주로 補助파넬의 설치장소로 利用된다

그림 1은 가장 많이 쓰이는 천정과넬방식과 床파넬방식을 설명해 준다. 本稿에서는 이들 방식에 限定하여 設計方式을 記述한다. 工事費가 적게드는 床파넬방식은 地面위에 콘크리트 바닥을 치는

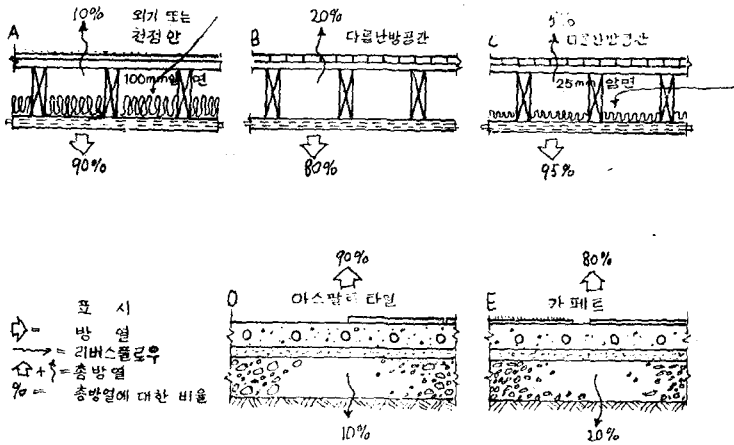
*"Heating Systems for Houses Hot Water Radiant Systems"

Time Saver Standard William J. McGuinness

住宅用 輻射暖房方式의 設計



패널의 단열효과 (위의 상세도를 참조)



바닥이 콘크리트, 비위, 모퉁이 바로 위에 놓여 관대면 필요하다

그림 1. 천정과 바닥패널

지하실이 없는 집에 적당하다. 配管을 埋立시킨 콘크리트 바닥은 천정의 얇은 프레스터 패널보다 熱容量이 훨씬 크기 때문에 負荷變動이 急激하지 않고 일정한 熱을 必要로 하는 집에 적당하다. 천정패널은 費用이 더드는 반면 보다 더 充實히 輻射를 하고, 許容溫度差와 放熱량을 크게 할 수 있고 주어진 條件에 신속하게 온도조절을 할 수 있다. 따라서 유리창이 많은 집에 적당하다. 천정패널의 配管은 최소한 그 表面의 半이 프레스터 속에 埋設되어야 한다.

그림 2는 3종류의 집을 보여 주는데 각 경우 2가지의 패널配置방식이 있다. a, b는 지하실이 없는 단층집에 적당하고 지하실이 있는 단층집에는 c, d가, 지하실이 없는 2층집에는 e, f가 적당하다. 地面 바로 위의 콘크리트 바닥에는 콘크리트 속에 床코일을 넣는 것이 좋다. 熱損失을 작게 하고 溫度를 신속하게 조절하기 위하여 천정코일을 사용할 경우 바닥면의 冷氣는 카페트를 깔거나 주변에 補助配管을 埋設하여 해결할 수 있다.

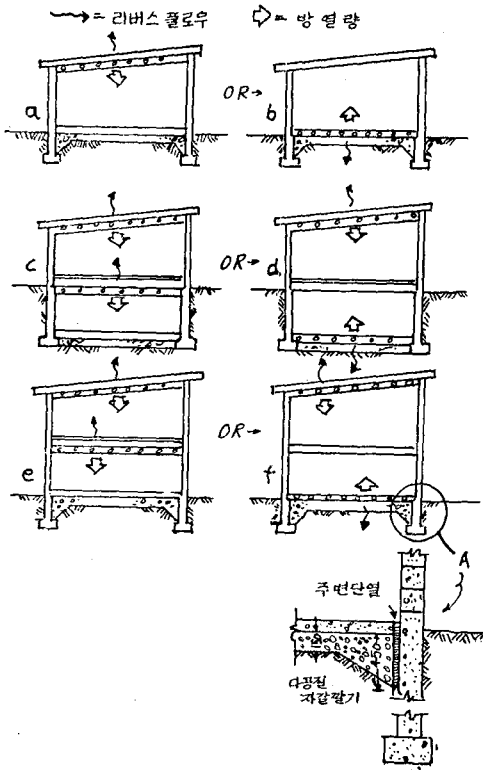


그림 2. 파넬설치장소와 방열 및 리버스플로우와의 관계

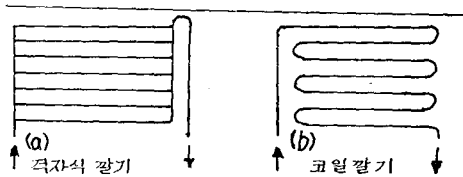


그림 3. 격자식과 코일깔기

코일깔기와 格子式깔기

코일깔기(그림 3)는 물의 抵抗이 格子式깔기보다 크지만 施工하기 쉬운 편이다. 코일깔기는 配管의 마찰저항이 크지 않은 주택에서 주로 쓰이고 격자식깔기는 넓은 면적의 配管時에 마찰저항을 최소로 하고자 할 때 쓰인다.

鋼管과 銅管

鋼管이나 可鍛鋼管은 그 단단한 성질로 工業用

이나 주택의 바닥배관에 알맞은데 그 連結點은 모두 熔接되어야 한다. 銅管은 가볍고 구부리기 쉽기 때문에 천정배관에 많이 쓰인다. 95%의 주석과 5%의 안티몬의 合金인 솔더는 파넬내부의 스위트 핏팅연결에 사용된다.

위의 配管材料들은 보통 接하게 되는 腐蝕作用에 견딜 수 있다. 配管의 接合部에는 물이 거의 가해지지 않기 때문에 腐蝕作用은 생기더라도 거의 損傷을 주지 않는다. 配管外部의 腐蝕作用은 매우 위험한 것이나 外氣變化에 無關한 천정에 埋設되거나 排水가 잘 되는 땅위의 건조한 콘크리트스라브 속에 埋設함으로써 해결한다. 바닥배관은 쉐더콘크리트의 酸性反應이 영향을 주지 않도록 보호해야 한다.

10A의 鋼管을 메탈라스(metal lath)아래에 設置하여 프라터속에 埋設하고 콘크리트바닥 스타브에는 管徑이 큰 鋼管을 埋設한다. 때로는 그 반대로도 할 수 있다. 15A나 그 이상의 鋼管의 경우는 장선(joist) 밑에서 메탈라스로 鋼管을 連結하고 그 밑에 프라스터를 바르는데 이때 주의할 점은 鋼管의 周長의 半이상을 프라스터 속에 埋設하는 일이다. 마찬가지로 鋼管도 콘크리트가 굳을 때까지 보호하면 콘크리트 바닥에 사용할 수 있다. 配管材料의 熟放出性은 파넬속에 埋設된후에 比較할 수 있다.

레이아웃 및 回路

輻射暖房은 다른 난방방식보다 住宅의 建築的인 必要性 및 난방상의 要求에 더욱 適合하여야 한다. 設計時 考慮할 事項은 다음과 같다.

- a) 溫水순환이 시작하는 코일의 따뜻한 한쪽 끝부분은 유리창 근처나 住宅의 周邊部에, 차가운 끝부분은 室內 쪽에 位置하는 것이 좋다.
- b) 같은 헛다에 連結된 모든 코일의 길이를 가능한 같게 한다. 목욕탕의 짧은 코일에는 밸브를 써서 물의 빠른 순환을 막는다.
- c) 마찰저항을 考慮하여 延長길이를 다음의 限界值以下로 한다.

공 청 지 름	코일의 延長길이의 限界値	
	銅 管	鋼 管
10A	36m	—
15A	46m	76m
20A	76m	106m
25A	152m	152m

- d) 코일은 평탄한 곳에 놓여져야 한다. 파넬내부의 파이프는 서로 交叉하면 안되며 供給配管과 리턴 配管은 서로 間隔을 유지하여야 한다.
- e) 보통 部分的으로 配管하지 않고 천정 혹은 바닥 전체에 配管한다. 配管間隔은 유리창 쪽에서는 좁게, 室內 쪽에서는 넓게 한다.
- f) 모든 균형밸브 및 통기밸브는 접근하기 쉬운 곳, 즉 헛다 근처의 코일의 끝부분에 設置한다.
- g) 리-턴플로우를 최소한으로 줄이기 위하여 천정코일과 지붕과의 사이를 효과적으로 斷熱할 필요가 있다. 다른 暖房空間으로 흐르는 리-턴플로우는 그 空間의 파넬을 設計할 때 그곳으로 흘러든다고 看做한다. 그림 2의 c, e는 이것을 잘 설명해 주는데 두 그림의 지붕밀의 파넬은 그 放熱量이 減少하게 된다. 그림 1의 c는 윗층을 暖房의 地域上 혹은 調節面에서 分離하고 싶을때 이 리-턴플로우를 줄이기 위하여 사용하는 斷熱方式이다. 이 경우의 2.5cm 두께면 充分하고 10cm까지는 必要없다.
- h) 장선에 대하여 垂直으로 配管을 하면 천정코일을 쉽게 고정할 수 있다.
- i) 와이어메쉬(wire mesh)는 바닥판의 균열을 防止하는데 효과가 있지만 地盤이 적당히 다져졌으면 꼭 필요하지는 않다.
- j) 더운 供給配管과 차가운 리-턴配管이 바로隣接하지 않게 한다. 특히 프라스터 속에서는 溫度差가 크면 균열이 생길 수 있으므로 더욱 주의하여야 한다.

基本的인 假定

1. 適用建物
 輻射暖房은 여러 種類의 建物에 사용하는데 그 設計條件도 格納庫, 體育館, 工場, 住宅 등에 따

라 매우 다르다. 여기서는 住宅에 대한 資料만을 提示하며, 大住宅 및 2.3家口의 聯立住宅에 適用할 수 있지만 아파트에 대한 資料로는 充分하지 않다.

2. 파넬의 種類 및 配置

여러가지 형태의 파넬이 可能하지만 그 중에서 천정타입 2種과 床타입 1種만 提示되었으며 주어진 資料는 모두 이 타입에 限定하여 適用할 수 있다.

천정파넬의 放熱量은 斷熱材에 따라 다르며 바닥파넬은 바닥의 두께에 따라 매우 다르다. 費用이 조금 더 들지만 바닥 스브下部에 斷熱材를 施工함으로써 바닥파넬의 熱效率을 높일 수 있고 熱이 바닥밑으로 흘러나가는 현상을 줄일 수 있다.

3. 바닥주변단열

바닥 스타브의 주변부에 두께50mm의 防水斷熱層을 콘크리트 連續基礎에 連해서 깊이 450mm까지 잘아춤으로써 스타브와 連續基礎를 分離하고 周邊部에 단열을 좋게 한다.

또 바닥 스타브밀의 자갈갈기도 내부의 150mm 갈기를 周邊部에서는 450mm의 깊이까지 잘아준다. 이러한 주변부의 단열보강은 반드시 施工하여야 한다. (그림 2의 詳細圖 參照)

4. 파넬表面溫度

여러가지 설계방식들은 모두 처음에 필요한 파넬溫度를 設定하고 그 溫度에 맞는 조건을 選擇한다. 그러나 파넬표면온도의 適當한 限界나 주어진 표면온도에 對한 豫想放熱量에도 여러가지 다른 慮點이 있으므로 여기서는 放熱量만을 說明하고 그것이 안전한 限界를 넘지않도록 한다.

5. 鋼管이나 銅管의 設置間隔

溫水의 溫度를 設定하고 鋼管 또는 銅管의 直徑을 정하면 그 放熱量은 파넬의 面積(m²)當 또는 鋼管 또는 銅管의 길이(m)當 얼마로 定해진다. 實質的인 效率은 配管間隔이 클수록 좋아지며 작을수록 나빠진다. 그러나 正確한 계산을 할 때가 아니면 이것은 무시할 수 있다.

6. 放熱量의 單位

設計圖表에서 주로 파넬면적(m²)당 방열량으로 표시되고 때로는 파이프의 길이(m)당 방열량

總放熱量(리버스플로우 포함)

平均水温이 57°C인 경우의 값이다. 그 밖의 温度에는 補正을 한다.

파이프의 공칭지름	콘 크 리 트 바 닷				
	코 일 위 치	총 방 열 량 (kcal/hr·m)	제안된배관간격 (mm)	총 방 열 량 (kcal/hr·m)	제안된 배관간격
10A	메탈라스 下部	19.8	120~220	29.8	120~300
15A	메탈라스 上部	24.8	120~220	35.6	150~400
20A		33.9	150~220	47.1	230~500
25A		42.7	150~220	59.5	230~600

주의 1. 특별한 조건이 없으면 純放熱量은 천정에서는 200kcal/hr·m², 바닥에서는 150kcal/hr·m²을 넘지 않도록 한다.

2. 천정配管의 간격이 220mm를 넘으면 표면에 얼룩이 지게 된다.

補正 : 57°C以外的 温度에서는 다음 比率을 곱하여 總放熱量을 구한다.

평균수온 (°C)	37.8	40.6	43.3	46.1	48.8	51.7	54.4	57.2	60.0	62.8	65.6
補正比	0.46	0.54	0.62	0.69	0.77	0.85	0.93	1.00	1.08	1.16	1.22

으로 표시된다. 여기서는 後者의 방법을 사용하였지만 指定限界를 超過하지 않도록 파넬의 單位面積當 방열량을 算術的으로 檢討할 필요가 있다

7. 放熱量에 對한 管表面積의 영향

公稱지름이 같으면 鋼管이 銅管보다 表面積이 크므로 放熱量이 다를 것으로 예상된다. 표 1에는 平均放熱量이 적혀있으므로 鋼管 및 銅管에 모두 적용할 수 있다.

8. 温水温度

경우에 따라 變하는 방열량에 맞는 可能平均水温에 對한 그림이나 표를 자주 만들게 된다. 표 1은 57°C의 温度에 對하여 만들었다. 그리고 補正要素는 57°C以外的의 모든 温度에 適用할 수 있다.

9. 표 1의 適用限界

표 1에서 平均水温, 管徑, 配管間隔 등의 條件은 파넬의 面積當 放熱量이 理想的인 限界值 以上の 값을 갖게 選定할 수도 있다. 그러나 그 경우에는 반드시 그 限界를 유지하기 위한 調節이 필요하다.

配管間隔은 단지 提案되었을 뿐이고 천정에서 2280mm라는 上限線만 넘지 않으면 달라질 수도 있다. 프라스터에서는 配管間隔이 크면 좋지 않

다.

10. 平均輻射温度(M. R. T.)

이것은 여러 種類의 建物에 쓰이도록 만든 많은 설계편람 중에서 중요한 項目이다. 그러나 平均복사온도(M. R. T.)는 주택과 같이 그 값의 變動이 거의 없어서 精確한 계산이 필요없는 건물에 한정하여 쓰이는 項目이다.

표 1은 21°C의 M. R. T.를 根據로 한 것인데 이 温度는 보통 안전한 편이고 약간 設計超過를 하게 되는 温度다.

11. 파이프의 熱供給容量

鋼管, 銅管, 可鍛鋼管 등은 內部와 表面의 寸수가 다르므로 公칭지름이 같더라도 각각의 熱供給容量은 달라진다.

그림 5는 黑鋼管을 기준으로 만든 것인데 다른 材料들의 파이프에도 큰 誤差없이 適用할 수 있다.

註 : 위와 같이 設計를 規格化하고 單純하게 한 결과는 충분히 考慮되었고 또한 밑을 만든 實驗에도 一致한다. 따라서 確實하게 사용할 수 있으며 實行上의 약간의 誤差는 水温을 조절하거나 均衡밸브를 써서 물의 흐름을 조절하여 해결할 수 있다.

輻射暖房의 設計

다음과 같은 순서로 설계를 진행한다.

1. 레이아웃 잡기

前述한 원칙을 적용하여 暖房系統의 예비적인 레이아웃을 잡는다.

2. 損失熱量 計算

틈새열손실은 포함하지만 파넬과 같은 熱輻射面을 통한 열손실은 무시하고 각방의 時間當 손실열량을 계산한다.

3. 補正

리턴플로우에 의한 熱量을 考慮하여 각 방의 손실열을 그만큼 작게 잡는다.

4. 파넬의 所要放熱量의 設定

각방의 파넬은 위의 2번과 3번에서 算出한 손실열을 충분히 補充하게 放熱하여야 한다.

이 손실열량을 파넬설치가 가능한 면적으로 나누어 필요한 순방열량을 kcal/hr·m²의 단위로 求한다.

이 방열량이 천정에서는 200kcal/hr·m² 바닥에서는 150kcal/hr·m² 이하가 되도록 파넬면적을 충분히 잡는다. 그렇지 않으면 變形이나 損傷이 생긴다.

따라서 만일 천정이 파넬설치장소로 選定되어도 追加로 설치할 수 있으며, 바닥이 설치장소로 選定되어도 마찬가지로 理論이 성립된다.

5. 각 파넬의 總放熱量 計算

그림 1 (A~E): 파넬의 유효방열과 리턴플로우와의 관계.

위의 2가지가 총방열량을 구성하는데 파넬형태의 熱分配率에 따라 각 형태의 총방열량을 구한다.

6. 溫水의 溫度降下 選定

코일의 길이 및 管徑이 定해졌을 때 비교적 溫度降下를 작게 하면 대체로 큰 펌프가 필요하게 된다.

천정파넬의 경우 管徑도 작고 그 유체저항도 크므로 11 deg의 온도강하가 제안되고 반면 바닥파넬에 쓰이는 비교적 큰 파이프에는 5.5deg의 온도강하로 충분하다.

7. 平均溫水溫度의 選定

平均輻射溫度(M. R. T.)를 21°C로 가정하면 파넬의 방열량은 管徑, 配管間隔, 그리고 平均溫水溫度에 의하여 결정된다.

즉 管徑을 크게하고 배치간격을 좁게하고 또 평균수온을 높게하면 상당히 큰 放熱量을 얻을 수 있다. 所要放熱量을 定해진 上限線以內로 유지하기 위하여 파넬면적을 충분히 잡는 것이 좋은데 재래식 방법으로 특별 배관을 하여 거기에 맞게 낮은 水溫을 사용하는 방법도 있다.

천정에서는 55°C의 水溫이 假定溫度로 제안되는데 60°C의 온도에서는 프래스터를 구워서 석회가루를 만들게 되므로 사용할 수가 없다. 그리고 바닥에서는 43°C가 假定溫度로 제안된다.

8. 크리티칼 파넬

最大放熱量을 要求하는 파넬에 對하여 管徑과 수온을 定하고 표 1에서 그 파넬에 필요한 파이프의 길이를 구한다. 또 그 표는 파넬의 총방열량에 근거를 두고있다는 것을 주의하여야 한다.

配管은 외벽 쪽에서 밀집하게 内部에서는 간격을 크게하지만 全파넬에서 요구하는 파이프의 총연장길이가 되도록 한다.

9. 그 밖의 파넬의 설계

全系統에서 일정하여야하는 평균수온을 사용하여 다른 파넬에 필요한 파이프의 길이를 표 1에서 求한다.

배관간격을 표시하면서 설계를 하는데 보통 전체적으로 銅管, 可鍛鋼管, 鋼管, 중에서 하나를 선택하여 사용한다.

만일 2개의 서로 다른 평균수온을 사용할 필요가 있으면 특수한 시설이 필요한데 가능하면 이

표 2. 主管의 熱供給量

主管의 공칭치름 (鋼管 또는 銅管)	熱供給容量(kcal/hr)	
	5.5deg溫度降下	11deg溫度降下
25A	8820까지	17600까지
32A	8820부터 17600까지	17600부터 35300까지
40A	17600부터 25200까지	35300부터 50400까지

것은 피하는 것이 좋다.

10. 主管의 管徑 選定

한 主管에 많은 코일이 연결되면 표 2에서 主管의 크기를 선정한다. 표 2는 그 系統의 온도강하에 對한 熱供給容量에 근거를 두고있다.

11. 流量 計算

손실열을 보충하는데 필요한 流量은 온도강하에 關된 係數로 時間當 열손실을 나누어서 구한다. 그 단위는 l/min(LPM)이다.

어떤 회로의 유량도 그 회로에서의 손실열량을 같은 係數로 나누어 구할 수 있다.

$$\text{온도강하 } 11\text{deg} \quad \text{순환량 [l/min]} = \frac{\text{kcal/hr}}{660}$$

$$\text{온도강하 } 5.5\text{deg} \quad \text{순환량 [l/min]} = \frac{\text{kcal/hr}}{330}$$

12. 펌프의 選定

系統을 통하여 注入되는 流量을 l/min의 단위로 하고, 系統의 마찰저항을 mmAq/M(直管 1미터當 mmAq)의 단위로 하여 그것들을 근거로 하여 配管摩擦損失線圖에 의거하여 選定한다.

마찰저항을 水頭(head)라고 부르며 다음과 같이 결한다.

즉 물이 흐르는 가장 긴 회로를 조사하고 主管과 긴 코일과 리턴主管의 길이를 구한다. 각각에 대하여 그림 5와 같은 그래프에서 배관길이 (m當 mmAq (mmAq/M)의 단위로 마찰저항을 구한다.

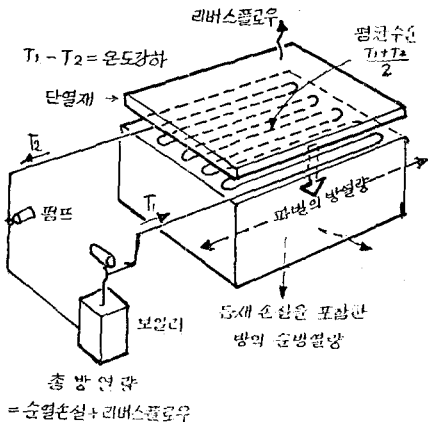


그림 4. 복사난방의 구조

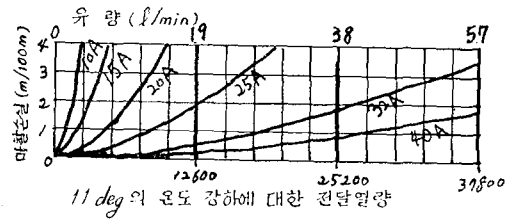
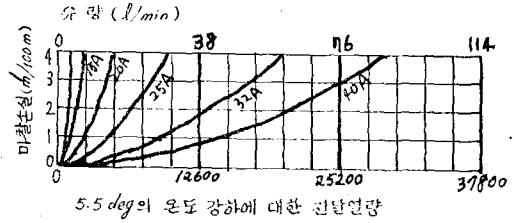


그림 5. 열용량, 유량, 마찰저항

설 계 항 목	결 정 요 소
파넬의 소요방열량 (kcal/hr·m ²)	방의 순열손실÷파넬면적 상한선 (kcal/hr·m ²) 천정 : 200 바닥 : 150
파넬의 실제방열량 (kcal/hr·m ²)	평균수온, 관경, 파이프길이/파넬면적 (위의 상한선을 넘지 못한다)
리버스 플로우	파넬과 단열방식의 종류
총방열량	방의 순열손실량+리버스플로우
온도강하	관경(천정에서 11deg, 바닥에서 5.5deg)
유량 (l/min)	총방열량, 온도강하
파이프의 마찰저항	파이프의 총 등가길이
펌프 등급	유량, 최장회로의 마찰저항
보일러 등급	총방열량
압축탱크의 크기	물의 부피와 온도상승

전체의 마찰저항은 단위마찰저항으로 길이를 곱하여 구한다. 이 값에 보일러와 연결점 등의 영향을 考慮하여 50%의 값을 더해준다. 전체의 마찰저항손실과 전체의 유량으로 펌프를 선정한다.

13. 보일러의 選定

選定된 보일러의 常用出力은 최소한 그 系統의

총방열량과 같아야 한다.

대부분의 보일러 제품은 보통 家庭의 온수필요량을 처리하기에 충분한 능력이 있다. 특별하게 뜨거운 물을 사용하게 될 때는 그에 따라 보일러의 용량도 커져야 한다.

표 3. 압축탱크의 크기

집 전체의 純損失熱量 (kcal/hr)	압축탱크의 크기 (l)
12600까지	57
12600부터 25200까지	68
25200부터 37800까지	91

14. 壓縮탱크

系統의 확장을 가능하게 할 수 있는 적당한 크기의 탱크를 표 3에서 선정한다.

設計例題 I -- 천정과파넬

완전히 斷熱된 이중유리의 現代住宅을 假定하여 보자. 바닥은 地面 바로 위에 놓여지고 지하실은 없다.

斷熱된 천정과 약간 경사진 지붕 사이에 공간이 있다.

바닥과넬과 천정과넬이 모두 쓰일 수 있으나 例題 1에서는 천정과넬을 사용한다. 카페트는 바닥에 모두 깔려있다.

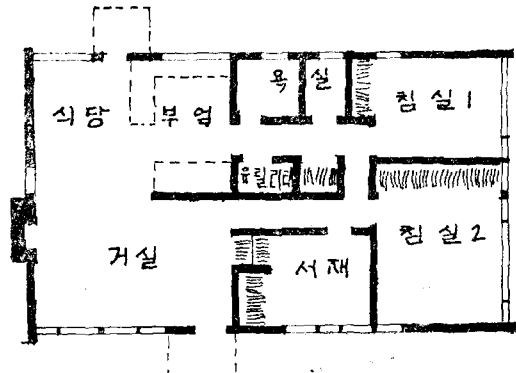


그림 6. 평면도, 예제 1

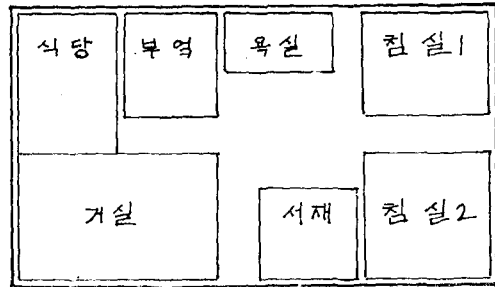
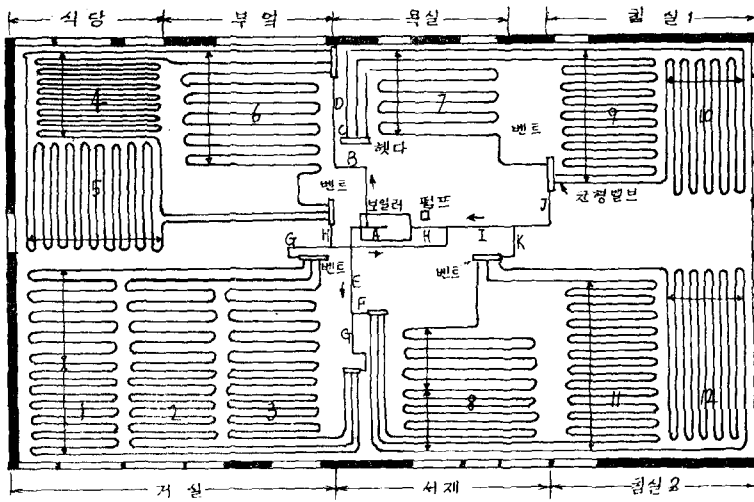


그림 7. 파넬 설치가능지역, 예제 1

바닥에 모두 깔려있다.

1. 레이아웃트 잡기



코관 25A, 주관 25A, 헛다 40A

그림 8. 배관도, 예제 1

표 4. 설계공정표, 예제 1(그림 5의 주택)

		천정과파넬의 설계자료					평균수온 57°C					
		15A의 銅管, 방열량 24.8kcal/hr.m					온도강하 11deg					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	방의	파넬설치가 가능한 장소		파넬의 면적당 방열량	리버스플로우	총손실열량	동관의 소요길이	코일의 개수	코일호칭	개략적인배관간격		
	순손실열	킷 수	면 적							가정치	설치치	
		kcal/hr	m	m ²	kcal/hr·m ²	전체에 대한%	kcal/hr	m	개	코일번호	중심에서중심까지 mm	
거실	2,850	4.0×6.1	24.4	117	10	3,270	128	3	1, 2, 3,	180	150, 200	
식당	2,030	3.1×4.3	13.3	*155	10	2,260	91	2	4, 5	130	100, 150	
부엌	720	3.1×3.1	9.6	79	10	800	33	1	6	250	200	
욕실	640	2.1×3.1	6.5	92	10	710	30	1	7	200	200	
서재	900	2.7×3.1	8.4	106	10	1,000	40	1	8	180	150, 200	
침실 1	1,660	3.4×4.0	13.6	125	10	1,840	74	2	9, 10	160	150	
침실 2	2,070	4.0×4.0	16.0	133	10	2,300	92	2	11, 12	150	150	
총계	10,880					12,100	488	12				
주 의	천정에서 손실은 포함하지 않음	그림 7		1열÷3열		1열÷0.96열÷24.8	46.를 넘지 않도록 나누었음	그림 8		그림 8		

* 크리티칼 방열량(천정에서는 200kcal/hr·m²을 넘을 수 없다)

그림 6과 그림 7은 각각 방의 용도 및 면적 그리고 파넬을 설치할 수 있는 지역을 보여준다.

그림 8은 설계의 내용을 요약하여 표시한 圖面이지만 예비적인 단계에서는 그와 같은 개략도를 많이 그리는 것이 필요하다. 그러므로써 보일러 했다(header) 조절밸브 등의 가장 바람직한 위치와 코일의 가능한 통로 및 배치를 예상할 수 있다.

2. 2熱損失

천정이 파넬로 쓰이므로 이면을 통한 방의 열손실은 없다. 따라서 방의 순열손실 속에 천정에서의 열손실은 포함되지 않는다.

파넬코일의 총방열량은 파넬의 리버스플로우를 포함하여 계산한다. 이 경우 순열손실은 바닥 및 주변이 손실은 물론 모든 틈새손실을 포함하여야 한다.

표 4는 설계시에 공정표로 쓰이는 편리한 양식인데 1열에는 시간당 순손실열을 적는다.

3. 補正

파넬의 뒷면에 다른 난방공간이 없으므로 補正은 필요없다.

4. 純放熱量

純放熱量을 각 방의 파넬의 설치가능한 면적으로 나누면 방의 所要放熱量을 구할 수 있다. 이것은 표 4의 4열에 적혀있는데 이중에 어느 것도 200kcal/hr·m²을 넘지 않으므로 여기서는 보조 바닥파넬을 설치할 필요가 없다.

5. 總放熱量

그림 1의 A는 이 주택에서의 리턴플로우의 상태를 표시한 것이다.

순방열량은 파넬의 총방열량의 90%를 나타낸다. 각 방의 순방열량을 0.9로 나누어 각 파넬의 총방열량을 결정한다.

溫水溫度가 결정되면 각 파넬에 필요한 銅管 또는 鋼管의 길이를 이 총방열량에 의해 구한다.

6. 溫度降下

비교적 작은 직경의 銅管을 설치한다면 11deg의 온도강하를 사용하는 것이 좋다. 또 표 4에서

는 온도강하가 11deg이다.

7. 平均溫水溫度

식당에서의 155kcal/hr·m²의 크리티칼 방열량은 매우 적당하다. 따라서 높은 水溫을 사용할 필요가 없으므로 57°C를 溫水溫度로 사용한다.

8. 크리티칼 파넬

위의 57°C의 水溫에 10A의 銅管을 쓰면 배관간격이 좁아지므로, 15A의 銅管을 장선(joist) 밑에 메탈라스(metal lath)와 프라스터로 부착시켜 사용한다.

표 1에서 보면 15A의 銅管은 57°C에서의 24.8 kcal/hr·m 放熱量을 갖는다. 식당에서의 총 손실열을 24.8로 나누면 92m의 銅管이 필요한 것을 알 수 있다.

배관간격을 15A의 경우 약 150mm 정도라고 가정하고 계산에 의하여 125mm로 구한다.

예를 들자면 가상적인 계획에서 식당의 3960mm의 동관이 필요하게 되면 $92 \div 3960\text{mm}$ 즉 $92 \div 3.96 \approx 23$ 가닥이 필요하다. 동관의 내부와 외부와의 거리가 2740mm이므로 $2740 \div 22 = 125\text{mm}$ 의 간격이 필요하다. 또한 15A의 동관은 그연장 길이가 46m를 넘지 않는 것이 좋으므로 2개의 코일을 사용한다. 또한 유리창 쪽에서는 보다 밀접한 배치를 하는 것이 좋다. 결국 배관작업에는 2~3개의 표준간격을 정하는 것이 좋는데 여기서는 100mm, 150mm, 200mm의 간격을 쓴다.

식당부분을 약간 조사해 보고 4번과 5번 코일을 算術的으로 검토해 보면 두 코일이 식당의 총 소요길이를 충족하고 있다는 것을 알 수 있다.

설계자들은 단순하고 명확하게 설계를하여 배관간격을 일정하게 하는등 조립을 쉽게 할 수 있게 해야 한다.

코일은 유리창 근처 즉 그림 8에서 主管의 끝부분인 D에 연결된 헷다(header)에서 시작하고 온수회전도 이 헷다에서 시작한다. 균형밸브와통기구멍은 리턴主管 H에 공급하는 헷다 앞에 위치하여야 한다.

9. 그 밖의 파넬

크리티칼 파넬을 選定된 간격(100mm가 보통 가능한 최소간격이다)으로 설치한 후에는 다른 파넬의 설치가 가능하다. 다른 파넬은 모두 57°C

의 평균수온에서 작동하고 그 속의 동관의 간격은 크리티칼 파넬보다 약간 크다.

前述한 방법으로 구한 개략적인 동관의 배관간격은 표 4의 10열에 있으며 算出된 표준배관간격은 11열에 있다. 9번과 10번 코일은 10열의 165mm대신에 152mm의 간격을 사용하므로 파넬을 코일이 덜 채우게 된다. 6번 코일도 254mm대신 203mm를 사용하므로 약간 작은 면적의 파넬을 설치해야 한다.

각 경우에 동관의 길이(m)는 표 4의 6열의 손실을 보충하는 길이가 되어야 하며, 15A의 코일의 최대연장길이인 46m씩으로 분할되어야 한다.

10. 主管의 크기 選定

표 2에서 알 수 있듯이 25A의 主管은 11deg 온도강하방식에서 17600kcal/hr에 상당하는 열량을 공급한다.

총손실열량이 12100kcal/hr이므로 25A의 主管이면 충분히 모든 헷다에 공급하게 된다.

11. 流量 計算

2100kcal를 11deg의 온도강하의 계수인 660로 나누어서 배분당 순환수량을 18.2l/min로 定한다.

12. 펌프의 選定

펌프를 선정하기에 앞서 가장 긴 회로의 마찰저항을 구하여야 한다. 펌프를 선정하는 순서는 다음과 같다.

가장 긴 회로는 12번 코일을 통하여 보일러까지 흐르는 회로이다. 표 5는 이 회로의 마찰저항을 구한 것이다. 여기에 보일러, 접합부, 유량조절밸브 등의 마찰손실을 고려하여 50%를 더해준다. 즉 $0.28\text{mAq} \times 1.5 = 0.42\text{mAq}$ 가 총 마찰손실이 된다.

18.2l/min의 流量과 0.42mAq의 마찰손실에 의하여 펌프성곡선에서 펌프를 선정한다. 결국 25A의 펌프가 쓰이게 된다.

13. 보일러의 선정

本例題의 총열부하는 12100kcal/m이므로 보일러는 가정용 온수의 要求量을 충족하면서 위의 열부하를 만족하는 것으로 선정한다.

14. 압축탱크

표 3에서 보듯이 57l의 탱크가 적당하다.

總 論

표 5. 最長回路에서의 마찰저항(12번 코일)

銅관 호칭	傳達熱(kcal)	管 徑	실제길이(m)	마찰손실 [m/100m]	마찰손실(m)
A	12,100	25A	0.61	1.8	0.011
E	6,450	25A	1.52	0.5	0.008
F	3,280	25A	0.61	0.2	0.001
코일까지의 15A	1,150	15A	10.00	0.4	0.040
12관 번코	1,150	15A	46.00	0.4	0.184
일렛더까지의 15A관	1,150	15A	31.66	0.4	0.015
K	3,280	25A	0.61	0.2	0.001
I	5,850	25A	2.44	0.4	0.009
H	1,100	25A	0.61	1.8	0.011
					0.281

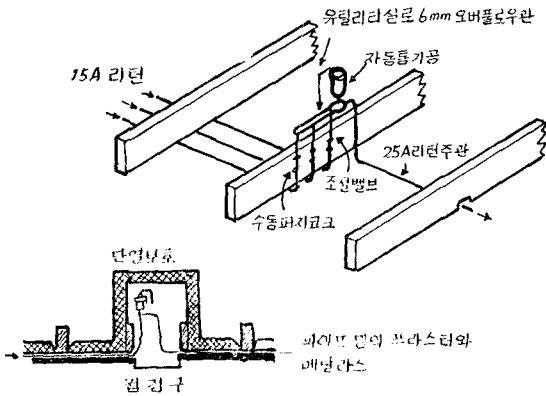


그림 9. 통기조절을 위한 리턴밸브. 예제 1

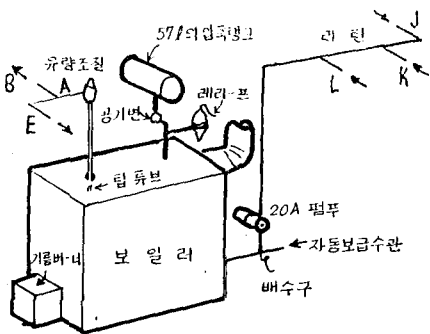


그림 10. 보일러 연결. 예제 1

그림 9는 헛다로부터 자동통기할 수 있게 코일의 끝부분에 공기를 모으는 방법을 설명한다.

오버플로우는 프라스터를 보호한다. 여기서 조절(균형)밸브는 퍼지코크와 같이 접근하기 쉬운 곳에 위치하여야 한다. 퍼지코크는稼動初期

에 공기를 불어내거나 불리딩하는데 쓰인다. 전반적으로 斷熱해서 냉각이나 열손실로부터 보호하여야 한다.

그림 10은 보일러 연결부의 중요한 부분을 보여 주는데 급탕배관은 생략되어 있다.

設計例題 II 一床파넬

例題 II에서는 床파넬식 난방방식을 그림 11의 집에 배관을 하면서 설명한다.

이 주택은 완전히 斷熱이 되고 모든 창은 이중으로 되어 있다. 운전비를 절약하기 위하여 카페트가 깔지 않는 것으로 한다.

1. 레이아웃 잡기

배관이 가능한 지역은 그림 11과 같다. 코일은 부엌의 주방기구와 같이 고정적으로 設置되어 있는 가구의 바닥에는 배관하지 말아야 한다. 욕실

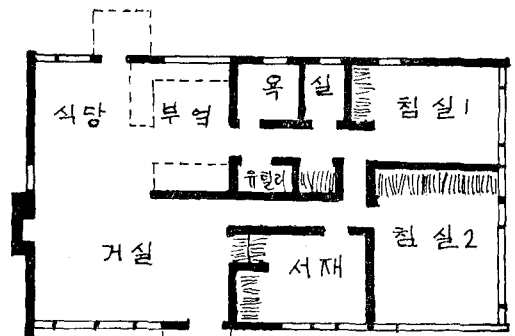


그림 11. 평면도, 예제 2

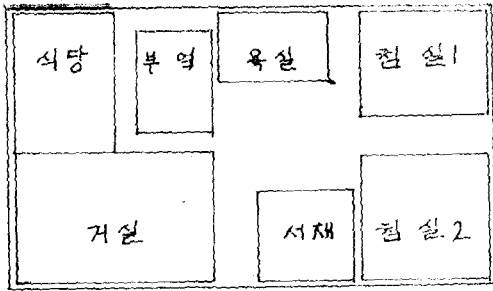


그림 12. 파넬설치가능지역 예제 2

파넬의 경우 욕조부분을 제외하면 그 설치면적이 작게되지만 욕조는 表面傳導가 좋고 목욕하는 동안 快適感을 얻기 위하여 최소한의 배관이 필요하다.

그림 13은 최종적으로 정리된 개략도인데 여기서서는 主管의 경로나 코일의 설치가능한 장소등을 알아보기 위하여 작성된다.

2. 時間當 純熱損失

표 6의 1항은 빗방 방의 손실열량의 목록이다. 바닥코일을 사용하는 경우 틈새손질이나 유리창, 벽, 천정 등을 통한 열손실은 考慮하지만 바닥 주변손실은 포함하지 않는다.

코일의 總延長을 계산하는데 쓰이는 總損失熱량을 구하기 위하여 땅으로 흘러드는 리버스플로우를

우를 가산한다.

3. 補正

이 例題의 주택은 단층집이므로 리버스플로우에 의한 열의 취득이 없으므로 보정은 필요하지 않다.

4. 純放熱量

바닥에서는 파넬의 순방열량이 $150\text{kcal/hr}\cdot\text{m}^2$ 이하로 유지되는 것이 좋다.

표 6에서 1열, 3열, 4열은 각 방의 방열량을 보여주는데 식당은 한계치인 $150\text{kcal/hr}\cdot\text{m}^2$ 이기 때문에 먼저 검토할 필요가 있다.

5. 總放熱量

파이프를 통한 溫水의 순환량은 리버스플로우를 加算한 熱량을 보충하기에 충분하도록 供給되어야 한다.

그림 1은 각종의 바닥구조에 대한 리버스플로우의 전체에 대한 비율을 보여준다. 표 6의 5열, 6열, 7열은 각 방의 총손실량을 계산하는 과정을 나타낸다.

6. 溫度降下

管徑 20A의 鋼管이나 可鍛鋼管이 코일로 사용되며, 비교적 管경이 크기 때문에 마찰은 작을 것이며 물은 신속하게 흐를 것이다. 따라서 온도강하도 아주 작은 것으로 예상하여 5.5deg를 사용

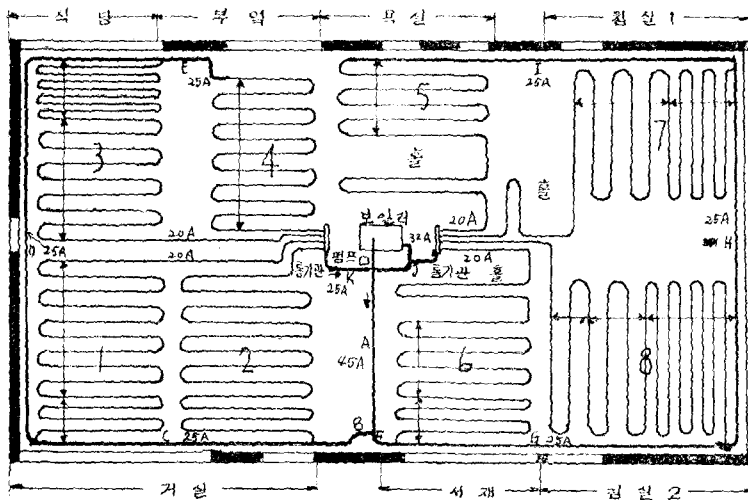


그림 13. 배관도. 예제 2

표 6. 실제 공정표, 예제 2(그림 11의 주택)

床과넬의 실제자료										평균수온54.4°C	
20A의 鋼管, 방열량 43.8kcal/hr m										온도강하 5.5deg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
방의 순열손실	파넬설치가 가능한 장소		파넬의 면적당 방열량	바닥받기 재 료	리버스 플로우 전체에 대한%	총손실열 량	강관의 소요길이	코일의 갯수	코일 호칭	개략적인배관간격	
	첫 수	면 적								가정치	설계치
kcal/hr	m	m ²	kcal/ hr m ²			kcal/hr	m	개	코일 번호	중심에서중심까지 mm	
거 실	2,880	4.0×6.1	24.4	119 카페트	20	3,620	82	2@135	1, 2	280	230, 300
식 당	1,940	3.1×4.3	13.3	*149 아스팔트 타일	10	2,160	49	1	3	230	150, 300
부 영	820	2.4×3.1	7.4	111 아스팔트 타일	10	910	21	1	4	330	300
욕 실	690	2.1×3.1	6.5	106 도기타일	10	770	18	1	5	300	300
서 재	950	2.7×3.1	8.4	114 마스틱에 매립한 6mm 목재 아스팔트 타일	20	1,180	27	1	6	280	230, 300
침실 1	1,590	3.4×4.0	13.6	119 아스팔트 타일	10	1,770	40	1	7	300	230, 380
침실 2	2,040	4.0×4.0	16.0	130 아스팔트 타일	10	2,270	52	1	8	280	230, 380
총 계	10,910					12,700	289	8			
주 의	바닥주변의 열손실은 포함치 않음		부엌은 면적이 있음 (가구면적)	1열÷3열	그림 1	1열÷0.8 1열÷0.9	7열÷43.8		그림 13		그림 13

* 크리티칼 방열량(바다에서는 150 kcal/hr·m²을 넘을수 없다)

한다.

7. 溫水의 平均溫度

가상적인 계산치는 물의 평균온도를 43°C로 가정하여 만든다. 이 경우 식당의 배관간격이 너무 좁다는 것을 알게 된다. 그래서 54°C로 잡아 사용한다.

표 1에서 20A의 鋼管의 방열량은 54°C에서 47.1kcal/hr·m×0.93=43.8kcal/hr·m인 것을 알 수 있다.

8. 크리티칼 파넬

만약 식당의 總熱損失이 파이프의 단위길이당 방열량(43.8kcal/hr·m)에 의해 결정된다면 48.8 m의 강관이 필요하다.

따라서 식당의 크리티칼 파넬은 평균적으로 230mm의 배관간격을 갖는다는 것을 알 수 있다.

유리창 근처에서의 큰 열손실에 견디기 위하여 150mm로 간격을 정하고 내부로 올수록 그 간격

은 커진다. 그런데 150mm는 20A의 최소굴곡반경보다 크므로 배관이 가능하게 된다.

그밖의 사항은 예제 1을 참조한다.

9. 그 밖의 파넬

표 6의 8열부터 12열까지는 모든 코일의 요구되는 총길이에 근거한 배관간격의 假定値와 設計値를 구한 것이다. 20A 鋼管의 총연장길이는 106m가 상한선인데 제시된 모든 코일은 이길이 보다 짧다는 것을 알 수 있다. 따라서 배관설계는 예제 1보다 간단하다.

10. 主管의 크기 選定

主管 A와 L은 시간당 8820kcal 이상의 열량을 공급한다. 표 2를 참조하면 두지점의 管徑을 32A로 할 수 있다. 그러나 그 밖의 모든 主管의 管徑은 25A로 할 수 있는데 그 이유는 다른 모든 점에서는 용량이 8820kcal/hr보다 작기 때문이다. 主管은 그림 13에서 굵은 선으로 나타나 있다.

표 7. 最長回路에서의 마찰손실 (3번 코일)

	傳達熱 (kcal)	管 徑	실제 길이 (m)	마찰손실 (m/100m)	마찰손실 (m)
A	1,2680	32A	5.8	1.8	0.10
B	6,683	25A	1.5	2.0	0.03
C	4,876	25A	5.5	1.2	0.06
D	3,069	25A	11.0	0.4	0.04
3번 코일	2,150	20A	51.8	0.8	0.42
K	6,683	25A	2.4	2.0	0.05
L	12,680	32A	0.9	1.8	0.02
총 계	그림 12, 표 6	표 2		그림 5	0.72

다.

11. 流量 計算

總損失熱을 보충하기 위하여 충분한 流量이 필요하다.

총손실열 12670kcal/hr를 5.5deg의 온도강하의 係數인 330로 나누어 38l/min의 유량이 필요한 것을 알 수 있다.

12. 펌프의 選定

펌프의 크기는 流量과 最長回路를 통과하는 마찰양정 (mAq)에 의하여 결정된다. 각 배관의 마찰손실은 표 7에서 찾을 수 있다. 마찰손실의 값인 0.72mAq에 연결점 등의 손실을 고려하여 50%를 더해준다. 즉 $0.72 \times 1.5 = 1.09mAq$ 가 3번 코일의 총마찰손실이 된다.

결국 38l/min의 流量과 1.09mAq의 마찰손실로써 펌프특성곡선에서 펌프를 선정한다. 그리하여 25A의 펌프가 여기서서는 최소 크기라는 것을 알 수 있다.

13. 보일러의 선정

이 주택의 난방계획에서 시간당 소요되는 총부하량은 12700kcal이다. 그러므로 보일러는 이량과 함께 가사용 온수를 충분히 공급할 수 있는 것으로 선정한다.

14. 압축탱크

시간당 순손실열량이 12600kcal도 못되므로 여기서는 표 3에 의하여 57l의 탱크를 선정하여 사용한다.

보일러의 연결

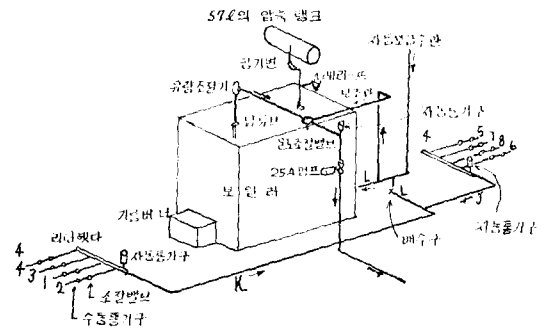


그림 14. 보일러연결. 예제 2

그림 13은 보일러의 파이프연결을 설명한다. 여기서 보면 보일러 조절기 몇개와 파이프 속의 밸브 그리고 가사용 온수의 연결장치가 생략되어 있다.

덥혀진 물은 57.2°C의 온도로 主管 A를 통하여 供給되고 51.7°C의 온도로 L관을 통하여 환수된다. 따라서 평균온도는 54.4°C가 되고 온도강하는 5.5deg가 될 것이다. 환수관에 장치된 보조관과 온도조절 밸브는 보일러의 물의 온도가 82°C이상으로 가동되게 한다. 이 정도의 온도가 급탕의 필요온도인 것이다. (57°C정도는 사실상 불충분하다) 보일러의 뜨거운 물은 환수된 찬물과 혼합되어 57.2°C라는 난방을 위한 온도로 조절되어 供給된다. 이러한 물의 혼합장치는 급탕과 난방용 온수를 한 보일러에서 덥게하는 경우 대개 필요하게 된다. 예제 1에서도 필요하다.

실제의 배관은 유틸리티에 조절밸브와 통기구를 설치함으로써 그림 14의 경우보다 더 간단해진다. 또한 조절밸브는 방열판으로 쌓여진 마루

의 구석에 설치될 수도 있다. 자동통기공은 유틸리티나 칸막이 벽속에 마루높이보다 윗쪽에 설치할 수도 있다.

모든 통기공과 조절장치는 접근하기 쉬운 곳에 위치하여야 한다.

통기와 조절

딥 튜브는 공기가 主管을 통하여 관속에서 순환하는 것을 막는다. 이 공기들은 탱크의 공기실에 모여진다. 공급주관과 리턴주관에 모여진 공

기는 공급주관과 리턴헷다의 윗부분에서 자동공기변에 의하여 외부로 배출된다. 수동공기변은 온수에 섞이어 그 순환을 방해하는 공기를 배출한다. 가동초기에 수동공기변을 열어 공기를 빼준다. 조절밸브는 너무 뜨거운 물이 코일내부로 흐르는 것을 막는데 사용된다. 그러나 이것은 물이 원활하게 흐르는 것을 방해하지 않도록 적당하게 균형을 이루도록 조절해야 한다.