

設 備

空 氣 調 和 設 備

早大 교수 井上宇市 (工博)

本稿는 지난 '72. 5. 1~5 사이에 白南빌딩에서 漢陽大學校와 日
本 早稲田大學 共同 主催로 開催한 第九回 經營科學(建築) 講座에서 日
本 早稲田大學(工學博士)井上宇市 教授의 講演 內容입니다. (편집자)

1. 設備層階

設備層(Equipment Floor, Technik Geschosse
Rohr geschosse)의 定義는 明確히 되어있지 않으나 一般의으로 建物の 한層分 有効面積의 全部 또는 相當한 部分을 設備機械에 所要되는 層階를 말한다.

高層建築에서는 從來에 建物の 地下層이나 Pent House의 設備層 以外에 表-1과 같이 中間層 또는 最上部에 設備層을 設置하는 일이 많다.

이와같이 中間層에 設備層을 設置함에 따라 建物の 垂直方向에 2 또는 1 以上の 区域(Zone)으로 分割된다.

空調는 이들 各 區域에 對한 空調機械를 設備層에 두고 한 系統의 Duct가 擔當하는 空調面積을 줄이고 Duct space를 적게할 수 있다.

表-1. 高層建物の 最近設備 例

建 物 名 稱	層 數	延 面 積 (m ²)	地下層의 設備層階位置	空 調 方 式		冷 凍 機 建 物		
						冷 凍 ton × 台 數	位 置	높 이
Pan American (New York)	58	約 220,000	21, 46, 57, 58	ID 4 系統	高層 unit 高速式	3000 × 3	57	
Chase Manhattan (New York)	B 5 + 62	208,000	11, 31, 51, 66, 62	ID 6 系統	高速 4 系統	3500 × 2 1100 × 2	11 31	248
Thiesenhaus (Düsseldorf)	B 3 + 25	33,700	21, 22, 24	放熱器	各層 unit	800	B ₂	105
Bayer Hochhaus	B 2 + 33	46,100	14, 15, 31, 32	ID	DUCT方式	400 × 3	B ₃	132
Pirelli(Miran)	B 2 + 32	約 40,000 V=122,000m ²	以上에는 없음	ID	Duct 二部 二重 Duct	450 × 2	B ₂	127
三井霞が関 Buil (Tokyo)	B 3 + 36	155,675	13, 36	ID 6 系統	單一Duct	700 3400	B ₂ 36	147
国連 Buil	B 4 + 36	76,400	16, 28, 36	ID	單一Duct	4200	B ₃	180
Shell Center (London)	36	175,000	11, 28	Panel Air	Panel Air	3000	B ₄	118
C. B. S. (New York)	B 3 + 28	72,600	2, 36	ID	單一Duct	1250 × 2 125 × 1	2	.
Kaiser Center (Oakland)	B 3 + 28	153,000	B ₃	Panel Air	Panel Air	2800	B ₃	.

※ ID: INDUCTION UNIT

또 表-1과 같이 各層에 있는 水道配管系統은 上下로 分割함에 따라 下層部の 水圧은 낮아지고 여기에 連絡하는 機器는(誘引 Unit, Fan coil Unit 등)의 耐壓強度는 적은 것으로도 되며 cost는 낮아진다. 設備層의 數를 늘일수록 前記한 여러面이

有利하게 되는 反面 有効面積으로 되지 않는 設備層의 바닥面積이 增加 되며 建築의 面積效率이 적어지는 同時에 設備機械의 數가 증가되므로 空設備費가 많아지게 된다.

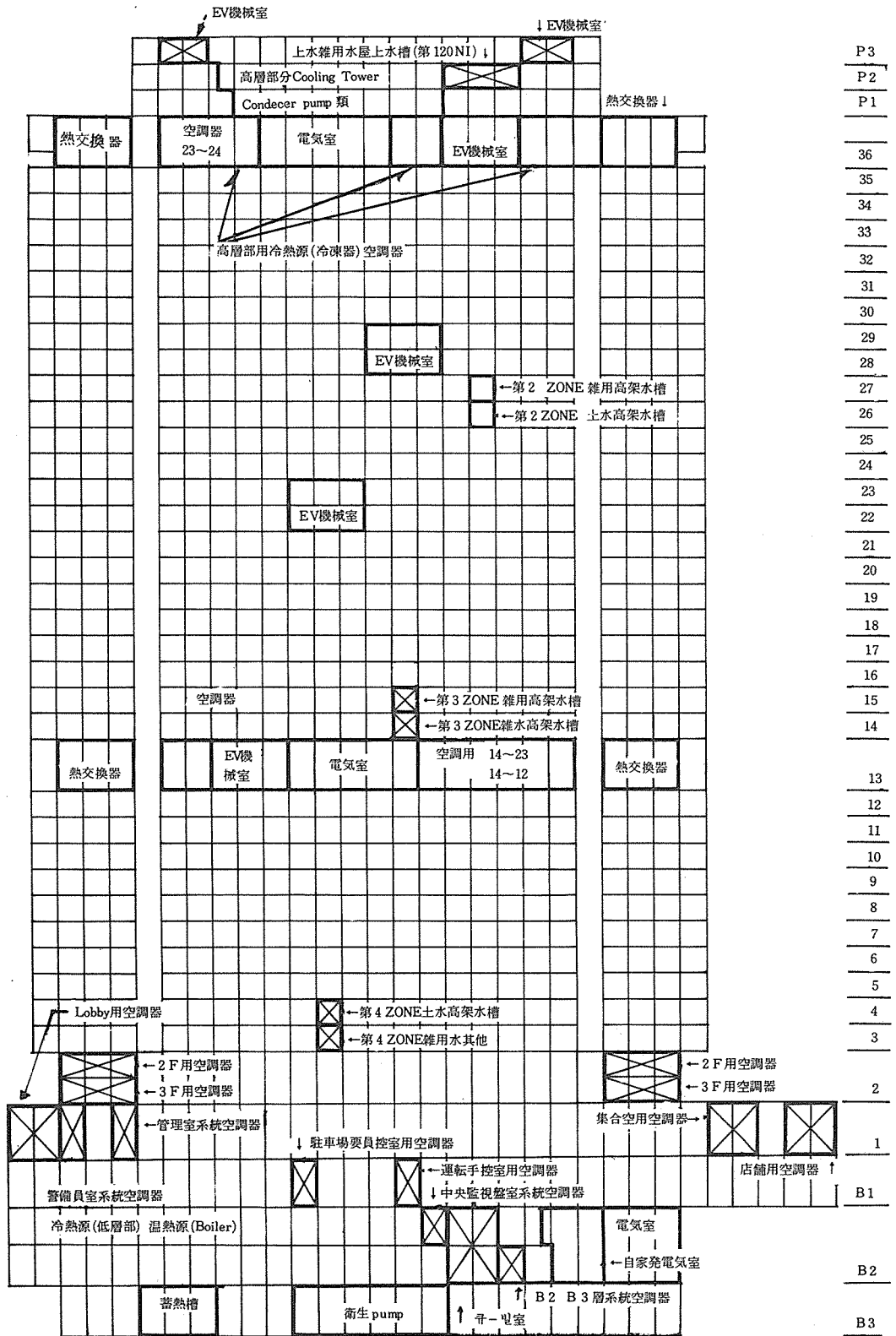
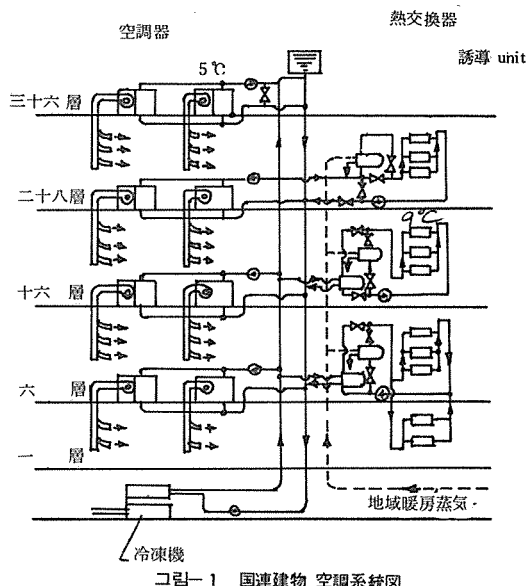


그림- 2. 三井霞が関 빌딩 諸機械室配置

2. 熱源機械室의 位置



最近 建立된 外國의 高層建築에서 表-1의 ① ②는 10~15層마다 設備層을 두고 있으며 30層 程度의 경우는 pirelli(表-1의 ⑤)와 같이 地上層에서는 全혀 設備層을 두지 않는 例도 있다. 今後 日本에 計劃되는 高層建築에 있어서 設備層이 必要한가 그렇지 않는가 하는 問題에 있어서, 이를 必要로 한다면 몇 層을 사이에 두고 設置할 것인가에 對하여는 建築計劃 및 設備計劃의 全般的인 考慮下에 各種配置를 慎重히 定하지 않으면 안된다.

그림-2는 三井霞ヶ関Building(미쓰이 가미스가 새끼)의 設備層 配置를 나타냈다. 設備層이라 해도 1層分의 有效面積의 相當部分을 設備機械室로 쓰고 나머지 Space를 Elevator機械室, 電話交換室, 倉庫 등으로 利用하고 있는 例도 있다. 또한 設備層에 있어서 外氣取入口의 位置는 周圍의 既設建物狀況을 充分히 注意하여 隣接한 煙突로부터 充分히 떨어진 位置에 設置하는 것이 必要하다. 設備層의 構造는 設備機械의 荷重에 견딜수 있는 것이 아니면 안될 것이나, SLAB는 輕量構造 등으로서 各機器마다 防振構造 및 振動絶緣材料를 選擇한다.

高層建築에서는 輕量構造임으로 設備層의 周壁이나 Slab의 遮音性能을 檢討하는 것이 必要하며 特히 出入門의 틈서리, Duck, 配管 등의 貫通部分은 充分히 音의 透過損失을 크게 取하도록 設計上의 注意가 必要하다.

建物높이 30m까지의 従來 低層建築과는 달리 高層建築에 있어서는 Boiler나 冷凍機 등을 最上層의 機械室에 두는 경우도 생각된다.

Boiler에 關해서 말하면 높이 100m이상의 높은 煙突은 不必要한 것이며 強制通風인 경우는 5m정도로도 가능한 것이다. 따라서 Boiler를 最上層에 두는 것은 곤란한 것이 아니다. 더우기 이러한 경우는 各層에 煙突면적이 不必要하며 地震時에는 가장 破壞되기 쉬운 内部 耐火材의 問題가 적어진다.

한편 냉동기에 있어서 이를 最上層에 設置하면 冷却塔과의 距離가 짧아지며 그 사이를 連結하는 冷却水의 配管設備費가 節約된다. 또한 地下層에 設置한 경우와 같이 冷凍機에 對하여 屋上으로부터의 水圧에 對한 耐壓強度를 考慮하지 않아도 된다. 물론 冷凍機나 Boiler는 空調機器 가운데 가장 重量이 큰 機器中의 하나이다. 이와같은 大重量의 것을 最上層에 둔다하여도 建築自體의 耐震設計上에는 別로 問題가 일어나지 않을 것이다. 地上30層 延面積 100,000m²의 큰 建物에 關한 計算에 의하면 最上層의 두층에 Boiler 冷凍機 高架Tank를 비롯하여 特高一變電所까지 設置하였을때의 機器의 總重量은 表-2와 같이된다.

表-2 機器의 總重量

重 量 別	重 量
高 架 水 TANK	70 TON
TRANSE A. C. B	210 "
ELEVATOR	200 "
冷 却 塔	150 "
BOILER	80 "
冷 凍 機	230 "
其 他	160 "
屋 上 計	1,100TON

即, 一層바닥면적이 約 3,000m²이므로 두 층분 바닥면적당 機器의 重量은 約 200kg/m²이 된다. 이 重量은 建物自重의 數分の 1에 불과하다. 構造研究者의 意見에 依하면 이 程度의 荷重증가에 對하여 물론 局部的인 補強이 必要하게 되나 이 重量증가가 建物全體의 構造計劃에 큰 影響은 미치지 않는다고 하고 있다.

前述한 바와같이 最上層에 熱源機械室을 두는

것은 設備費란 觀点에서는 매우 有利하게 보이나 앞에서와 같은 試算의 例에 依하면 節約額은 意外로 적은 結果가 나온다. 따라서 最上層에 熱源機械을 둘 것인가 아닌가는 建築의 全体 計劃에 따라 決定할 것으로 設備만의 立場에서 決定하는 것은 아니다.

最上層에 熱源機械를 設置하는 경우는 이에 따른 防振을 充分히 考慮할 것은 물론 地震時에 機械가 固定部에서 떨어져나가지 않게 細心한 注意를 해야하는 것이다.

高層建築에 있어서 煙突을 地下에서부터 세워올린 경우는 從來의 鉄筋콘크리트構造의 것은 쓰여지지 않는다. 外國의 새로운 例로는 Shaft속에 鉄板材의 煙突을 設置하는 것이 많은 모양이다. 일본에서는 硫黃分이 많은 重油를 때므로 이 方法은 亜硫酸가스에 依한 腐蝕에 對하여 充分히 注意하지 않으면 안된다.

日本에서는 이에 對한 方法으로써 輕量콘크리트板의 組立에 依하여 煙突을 構築하는 方法도 考案되고 있다.

如何든 耐震의 으로 安全하고 가스가 새지 않고 斷熱도 充分하며 經濟的으로도 合當한 것이 아니면 안된다.

둘째로 煙突에 대한 문제점은 屋上에서 突出하는 높이가 問題이다.

屋上에서 突出하는 煙突높이가 不充分하면 煙突에서 내어뿜는 排氣가스가 屋上의 冷却塔에 吸取되어 冷却水가 酸性으로 되어 管系統에 對한 腐蝕의 原因이 된다. 따라서 이와같이 屋上으로부터의 煙突높이를 充分히 取하든가 또는 常時 排氣가스를 高速으로 불어올리는 方法이 考慮되지 않으면 안된다.

3. 空氣調和의 熱負荷

高層이 될수록 外部風速이 增大하며 窓戶 유리 등의 熱抵抗이 적은 部材의 熱貫流率은 꽤 많아진다. 이는 Sash 部分의 熱傳導가 좋은것으로 잘못 생각 하여 지금까지의 計算法에 따른 計算値를 大幅으로 上廻하는 結果가 된다. 日本의 都市内에 세워진 高層建物은 市街地 보담 뛰어나게 높이가 솟아나게 된다. 따라서 종래에는 거의 考慮하지 않았던 大氣複射의 影響이 크며 特히 夜間의 空調를

必要로 하는 Hotel-Apartment 病院 등의 高層建築에서는 大氣複射에 의한 熱損失로 考慮하여 計算하지 않으면 안된다. 또 上記한 理由로서 日射의 負荷가 나타내는 比率이 在來의 建物에 比較하여 뚜렷이 크게 된다. 後述한바와 같이 空調運轉費도 따라서 높아지는것으로 表-3에 나타낸 바와같이 어떠한 方法으로도 日射의 負荷를 輕減 시킬수있게 努力 하지 않으면 안된다.

表-3 日射에 의한 熱取得을 輕減시키는 方法

(1) 유리面積을 감소한다	Balcony Louver 등을 設置
(2) Brise-Soleil 設置	置 二重 유리로한 内部
(3) 窓構造의 改善	Buraindo 設置 窓유리와
(4) 吸排出 方法에 의함	Buraindo 사이에 送風하고 이를 바로 그위의天井에서 排氣한다.

Curtain wall의 경우 그 氣密性이 充分하지 않을때 冬季의 風向面에 있는 各室은 우풍이 많아 室内環境이 뚜렷하게 惡化할 우려가 있음으로 充分한 注意가 있어야 한다. 또한 冬季에 있어서 煙突效果에 의한 1層 玄關에 流入되는 틈서리 바람은 매우 많아진다 이로 因한 玄關 Hall의 環境은 뚜렷이 惡化 될것이 予想된다. 이에 對한 對策으로서는 ①階段은 避難用으로만 생각하여 階段室의 出入門은 常時 閉鎖 한다.

② 玄關出入門은 回轉門으로 할 것이나 二重門인 경우는 效果의 으로 틈서리 바람을 遮斷될수 있는 配置.

③ 二重門사이에 強力한 通風Convector를 設置하여 틈서리 바람의 熱量을 cover 한다.

4. 室内環境

어느 高層建物 南側의 一室 modül當, 空調負荷에 關하여 年間變動狀況을 一例로 하여 그림-3에 나타냈다. 그림과 같이 6~9月 동안은 冷房負荷뿐이나 그 外的 季節에서는 外部條件에 따라 冷房 또는 暖房 그 어느것이나 必要하다.

흐린 날씨에는 暖房이 必要하게되며 1月中에도 어느때에는 冷房에서 暖房 혹은 그 反對로 暖房에서 冷房으로 바꿀 必要가 생긴다. 더욱이 高層建物은 輕量構造로서 熱容量이 적어서 上記의 負荷變動은 敏感하게 室温에 影響을 이와같은 理由로

서 高層建物の 外部(Exterior Zone)에 있어서는 各室마다 自動制御, 즉 個別制御方式을 完備하는 것이 必須條件이 될 것이다.

個別制御를 할 경우는 各室까지 冷熱媒(冷風 또는 冷水)와 溫熱媒(溫風 또는 溫水)를 끌어들이어 室溫에 맞게끔 兩者를 적당하게 使用하여 室溫을 制御한다. 空調方式에는 여러가지가 있으나 個別制御를 하는 條件으로서는 高層建築의 外部 Zone에 使用할 空調方式을 選擇하면 表-4와 같이된다. 이들 方式 中에서 매우 오래전 부터 開發된 方式은 二管式 誘導unit(a)로써 外國 여러나라의 高層建物중에서 半數以上이 이 方式을 選擇하고있다.

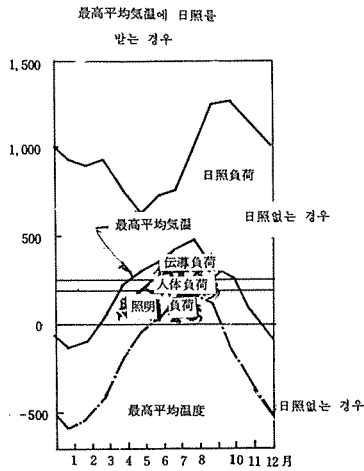


그림-3 高層建物 外周zone에 대한 熱負荷의 年中變動 (南側 (막단面積 2.5×2.5m 당 K cal/h))

表-4 高層建築의 外部Zone用 空調方式

方式名	冷熱媒	溫熱媒
(a) 誘引 Unit方式(二管式)	冷水	溫水
(b) " " (三管式)	冷水	溫水
(c) Fan Coil Unit (二管式 또는 三管式)	冷水	溫水
(d) 二重 Duct方式	冷風	溫風
(e) 複射 冷暖房式(三管式)	冷風	溫風

(b)~(e)의 方式은 그 歷史가 오래지 않아 (a)만큼 많이 採択되고 있지 않으나 今後 여러가지 경우와 建物의 特性에 따라 이들 여러가지 方式가운데 가장 적절한것이 自由로이 採択될 것이다. 如何튼 高層建築의 空調方式은 從來의 것과 比較하여 相當히 高級으로할 必要가 있으며 設備費도 適當 增額되지 않으면 안된다. 今後의 外周系統Unit는 冬季室內環境은 改善하기 위하여 窓 밑에 溫風

으로서 모든 유리窓을 Cover할 수 있겠끔 配置할 必要가 있다. 또한 이들의 Unit에 連結하는 諸配管 또는 一次空氣用 Duct는 各層에서 끌어들이기보다 外壁部分에 세우는 것이 經濟的으로 뚜렷이 有利됨으로 될수있는데로 建築計劃에 이와같은 考慮가 있어야 한다.

上述한 바와 같이 高層建築에 있어서는 年中空調를 必要로하고 따라서 負荷特性을 求하여 이를 設計의 根拠로 할 必要가 있다. 그런데도 불구하고 現在의 空調負荷計算은 여름 및 겨울의 最上負荷만을 求하는데 그치고 資料도 年中空調 計算에 매우 不充分하여 今後이들을 學問的으로 整理할 必要가 있다.

5. 空氣調和의 運轉費

高層建築의 空氣調和는 日射負荷가 클것, 窓은 木막이창(Fixed Window)으로서 外氣의 通風이 거이 없을것, 輕量構造로서 室溫變動이 큰것 등의理由에서 冷房 運轉은 적어도 4月頃부터 11月頃까지 必要로 한다. 特히 前述한 個別制御의 要求가 있음으로 冷凍機와 Boiler는 거이 年中 運轉할 必要가 있다. 이 空氣調和의 運轉費는 從來 低層建築에 比하여 相當히 많아진다. 表-5는 Curtain Wall構造로서 日照條件이 좋은 建物의 運轉費 實例를 나타낸것이다. 이表의 값은 從來의 實例보다 50~100% 運轉費가 크게되어있다. 따라서 今後의 高層建築 空氣調和 計劃은 될수있는데로 運轉費를 낮게하는 同時 建築 그自體의 計劃에 있어서도 물론 日照調整 方法을 採択하고 冷房負荷中 가장 큰 影響을 주는 日射의 負荷를 輕減 할것이 바람직하다.

表-5 Curtain Wall構造 建築의 空調 運轉費 燃料費, 動力費에 限함. ¥/延面積(m²)

1966年 現在

한달동안의 平均值(¥/m ² 月)				年間 (¥/m ²)
夏 (6~9月)	秋 (10~11月)	冬 (12~3月)	春 (4~5月)	
84	41	52	43	710

(끝)