建築士의 必須應用 物理學 (3)

愼 珩 範
Haeng-Bum Shin

THE ARCHITECT'S USE OF APPLIED PHYSICS.

Until now this article described the heat produced by the sun.

Now we can learn about the heat given off by all matter.

What is the essence of heat? How is the environment effected by heat?

How can we best use heat in architecture?

熱力學

熱과 熱量

앞에서는 太陽에서 發生하는 輻射熱에 對해서 알아 보았다. 이제부터는 모든 物質에서 發生하는 熱에 對하여 알아 보기로 하겠다. 그러면 物質에서 熱이 發生한다면 어떠한 現象에서 發生하는 것일까가 疑問視되고 있다.

그러면 熱의 本質은 무엇일까? 즉 이것이 焦點이 되겠다. 즉 이것은 두말할 것도 없이 物質을 構成시킨 分子의 "에너지"라 하겠다.

어느 物質에 손을 대면 차고 또 덥고 하는 感覺을 알게 된다. 즉 얼음(氷)에 손을 대보면 차고 또 溫水에 다른 손을 넣어보면 덥다는 것의 느낌을 알게된다. 이 溫冷의 程度를 表示하는 것을 溫度라 하고 그 原因이 되는 것을 熱이라 하겠다.

모든 物質은 各 分子가 構成되어 있는 것으로서 熱이라 하는 것은 物質을 構成시킨 各 分子의 振動이 심하여지면 熱이 發生하는데 즉 機械的 에너지, 電氣的 에너지, 化學的에너지, 輻射線에너지 等으로 나누어져 있고 熱은 반드시 高溫쪽으로부터 低溫쪽으로 向하여 흐르게 되는 것이 原則이라 하겠다. 例컨데 機械的에너지는 摩擦, 打擊, 衝突 等이고 電氣的에너지는 電熱, 번개불, 放電 等이고 化學的에너지는 燃燒, 分解, 化合熱 等이고 輻射線에너지는 日光, 赤外線 等이라 하겠다.

그러면 이 熱에는 量이 있을 것이며 이것을 어떠한 方法으로 測定하여야 할 것인지 알아보기로 하겠다.

1gr의 純粹한 물을 14.5°c에서 15.5°c까지 1°c올리는데 必要한 熱量을 1cal라 하고 1000cal를 1kcal라 한다.

여기서 質量 $m$gr의 물을 t°c에서 t'°c까지 올리는데 必要한 熱量을 Qcal라하면

$$Q=m(t'-t)$$

의 關係式이 成立된다.

物質의 分子運動이 存在하고 있는 限 그 物質은 內部에너지를 가지고 있으나 만약 冷却해서 에너지를 뽑아내서 보낸다면 分子運動이 정지 되는 點을 우리는 생각하여야 할 것이다. 勿論 이와 같은 點은 理論上으로 存在한다고 하는 點이라 하겠으나 그 點을 基準으로 하면은 가스體의 取扱및 熱力學上에 便利한 것이라 하겠다. 이 分子의 運動이 끝이면 想定되는 點으로 相當되는 溫度를 絕對零度라 하고 이 點에 있어서는 모든 가스體의 부피는 0 으로 된다.

計算上 絕對零度는 0°c 以下 273.16°c이다. 즉 絕對溫度 $T=t+273.16$ 이것을 $T=t+273$ 으로 하는 것이다. (華氏에는 $T_F=t_F+460$이다.)

그리고 熱力學上 두 가지의 法則이 되어 제1法則, 제2法則 等으로 나누어져 있다. 즉

第1法則—熱은 에너지의 一種이고 준 일(work)과 이것으로써 얻은 熱과는 比例한다.

熱을 發生시키기 위하여 준일은 그 發生熱에 比例하고 또 일을 하기 위하여 熱을 주면 그 熱을 얻기 위하여 주는 일과 같은 量의 일을 주어야 한다. 즉 일을 W, 熱을 Q라고 하면

$W=JQ$ 단 $J=4.2\times10^7$erg이다.

第2法則—熱은 他에 아무 變化도 남기지 않고 단순히 冷體에서 溫體로 옮길 수 없다.

狀態의 變化

固體가 液體로 되는 現象을 融解라 하고, 液體가 固體로 되는 現象을 凝固라 한다. 또 固體와 液體가 같이 共存하는 溫度를 融解點 또는 凝固點이라 하고, 또 固體 1gr가 融解해서 같은 溫度의 液體로 되는데 必要한 熱量을 融解熱이라 한다. 그리고 液體 1gr가 凝固해서 같은 溫度의 固體로 될 때 放出하는 熱量은 凝固熱이라 하고 融解點은 壓力에 依하여 變化하는 것이다.

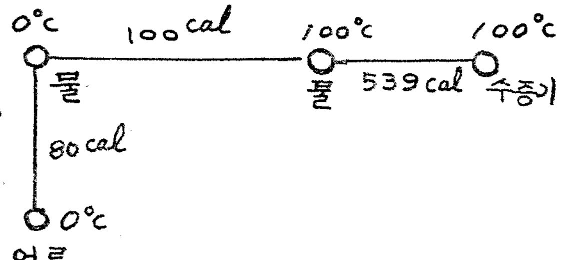
液體가 氣體로 되는 現象을 氣化라 하고 그의 反對現象을 凝縮이라 한다. 또 表面에서의 氣化하는 現象을 蒸發이라 하고 液體 內部에서 끓는 現象을 沸騰이라 하는 것이다.

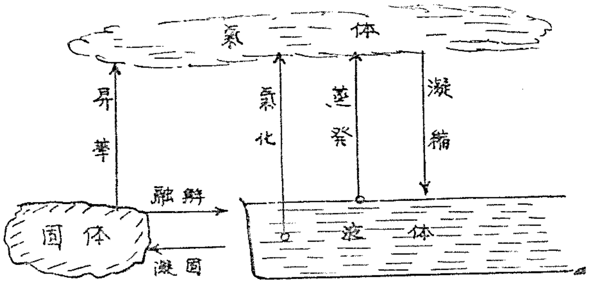
그리고 이것이 一定溫度로 液體와 平衡狀態에 있는 蒸氣의 壓力은 그 液體에 對해서는 一定한 값으로 表示한다. 이때의 蒸氣를 飽和蒸氣라 하고 만약 蒸氣의 壓力이 이것의 一定한 값으로 到達되지 못할 境遇에는 不飽和蒸氣라 하는 것이다.

飽和蒸氣라고 表示한 이 一定한 壓力을 飽和蒸氣壓이라 하고 蒸氣壓이 外壓에 比等하게 되는 溫度를 沸點 또는 沸騰點이라 하겠다. 따라서 沸點은 外壓의 크기에 따라서 변한다. 보통은 外壓 1氣壓일 때의 값이라 하겠다. 1gr의 液體가 같은 溫度의 氣體로 되는데 必要한 熱量을 氣化熱 또는 蒸發熱이라 하고 1gr의 蒸氣가 같은 溫度의 液體로 되는 때에는 氣化熱에 比等한 熱量을 放出하게 되는 것이다. 그리고 固體의 蒸發現象을 特히 昇華라 하겠다.

例컨데 O°c의 얼음 m gr을 t°c의 물로 하는데 必要한 熱量을 Q cal라 하고 이것의 融解熱은 S cal라 하면 즉 O°c의 얼음 m gr을 O°c의 물 m gr로 하는데 必要한 熱量 Q_1cal는 $Q_1=S$ m

또 m gr의 물을 O°c에서 t°c까지 하는데 必要한 熱量





Q_2cal는 $Q_2=mt$

그러면 求하는 熱量 Qcal는 $\therefore Q=Q_1+Q_2$ 의 關係式이 成立된다.

또 t°c의 물 m gr을 全部 100°c의 水蒸氣로 하는데 必要한 熱量 Qcal는

但 100°c에 있는 물의 氣化熱을 Ncal/g라 한다. 즉 t°c의 물 m gr을 100°c의 물로 하는데 要하는 熱量 Q_1cal는 $Q_1=m(100-t)$

또 100°c의 물 m gr을 100°c의 水蒸氣로 하는데 要하는 熱量 Q_2cal는 $Q_2=mN$

따라서 求하고자 하는 熱量 Q는

$\therefore Q=Q_1+Q_2$ 의 關係式이 成立된다.

氣體의 壓力과 分子運動

氣體中에는 수많은 分子가 運動을 하고 있으며 分子의 相互間이나 分子와 壁과의 사이로 衝突이 일어나고 氣體의 壓力은 氣體와 壁과의 衝突로 부터 생기게 되는 것이다.

지금 分子間의 引力을 無視하고 또 衝突이 完全彈性的이라 假定하여 부피 V 中의 分子數를 n, 分子 1個의 質量을 m, 分子의 速度를 u, 氣體를 表示하는 壓力을 P라 하면

$$P=\frac{m\cdot n}{3V}u^2$$

의 關係가 있다. u는 分子의 速度의 自乘의 平均값으로 平均自乘速度라 한다.

그리고 氣體의 密度를 p라 하면

$$p=\frac{m\cdot n}{V}$$

따라서

$$P=\frac{pu^2}{3}$$ 이 되는 것이다.

氣體의 溫度와 分子運動

氣體 1mol의 부피를 V라 하고 그 分子量을 M라 하면

$$P=\frac{M}{3V}u^2$$

$$\therefore PV=\frac{M}{3}u^2$$

또 1mol의 氣體의 壓力 P, 부피를 V, 絶對溫度 T의 사이에는

$$PV=RT$$

가 成立되니까

$$u^2=\frac{3RT}{M}$$

즉 u^2는 絶對溫度 T에 比例한다.

氣體 1mol 中에는 6.02×10^{23}個의 分子가 含有되어 있다는 것을 알 것이다. 이것을 "아포가도로"數라 한다. 지금 "아포가도로"數를 N으로 表示하고 分子 1個의 質量을 m라 하면

$$M=m\cdot N$$

거기서 分子1 個의 平均 運動 에너지를 e라 하면

$$e=\frac{m}{2}u^2=\frac{3}{2}\cdot\frac{RT}{N}$$

1mol當의 運動 에너지를 E라 하면

$$E=N\cdot e=\frac{3}{2}RT$$

또 $\frac{R}{N}=k$로 하면 $e=\frac{3}{2}kT$

가 된다. 여기서 k를 "볼쓰멘" 定數라 하고

$k=1.380\times10^{-19}\text{erg}/°K$가 된다.

分子의 速度

氣體의 密度를 p, 壓力을 P라 하면 그 速度 V는

$$u^2=\frac{3P}{p}$$

가 된다. 여기서 分子의 質量을 m. 1cc中의 分子數 N, 分子의 平均速度를 V라 하면

$$P=\frac{1}{3}mNV^2$$

그런데 $p=mN$

$$\therefore\ P=\frac{1}{3}pu^2$$

즉 $u^2=\frac{3P}{p}$

가 된다.

分子의 크기

分子의 半지름 r은 그 氣體의 密度를 p라 하고 그 氣體가 液體化하였을 때의 密度를 δ라 하면

$$r=\frac{3p}{4\delta}\mathrm{L}$$

이것은 1cc의 氣體內의 分子의 부피는 $4/3\pi r^2N$이다. 이것이 液體化하였다 하면 그 液體의 부피도 $4/3\pi r^2N$이므로 氣體의 境遇나 液體의 境遇나를 莫論하고 그 物質은 不變하는 것이니까

$$p\times1=\delta\times\frac{4}{3}\pi r^2N$$

또 $Lr^2N\pi=1$

$$\therefore\ r=\frac{3p}{4\delta}\mathrm{L}$$

여기서 p 및 δ는 實驗으로 L은 前과 같은 計算에서 求하면 分子의 半지름을 求할 수가 있는 것이다.

分子의 數와 質量

分子의 半지름 r을 알게되면 $\mathrm{L}r^2N\pi=1$에서 그 1cc內의 分子數N가 計算된다. 이 數는 標準狀態에서 모든 氣體에 對하여 一定하고 2.70×10^9이다.

또 質量은 分子의 質量을 m라 하면

$mN=p$에서

$$m=\frac{p}{N}$$

가 되는 것이다.

ENERGY

어느 物體가 狀態의 變化에 依해서 機械的 일을 할 때 그 物體에는 에너지가 있다고 하겠다. 즉 일을 하게 되는 能率을 에너지라고 불러도 될 것이다. 즉 무게 Wkg의 物體를 Hm 上昇하도록 하면 그 物體는 WH kg-m 만이 에너지를 增加한 것으로 된다. 왜냐하면 이 物體를 逆으로 Hm 落下하게 하면 WH kg-m의 機械的 일을 하기爲한 能率이 생기니까 그렇다. 이와 같이 當場은 정지하고 있다 하더라도 將來에는 일을 할 수 있는 能率을 가진 位置의 에너지라 하겠다. 또 무게 Wkg, 速度 Vm/s로서 運動을 하고 있는 物體는 정지하고, 있을 때에 比해서 $WV^2/2g$ kg-m만의 많은 에너지를 갖고 있다. 이와 같이 運動體로 되기위해 있는 에너지를 運動에너지라 하겠다.

다음에 어떤 種類의 에너지의 消失과 同時에 다른 種類의 에너지가 發生하는 것을 자주 볼 수가 있다. 즉 石炭中에 貯藏된 位置에너지가 燃燒에 依하여 熱이되고 보이라 中에 물의 溫度가 上昇되어 蒸氣가 되며 이것이 機關으로 供給되어 機械的 일을 하고 그 機關이 發電機를 運轉하면 電氣가 發生한다. 이때 石炭中의 位置에너지는 熱에너지가 되어 蒸氣中으로 貯藏되고 機關을 發動시켜 機械的에너지가 된다.

다음에는 發電機에 依하여 電氣的에너지로 變化한다는 意味라 하겠다. 이와같이 에너지의 形態가 變하는 것을 에너지의 變換이라고 한다. 에너지는 物質과 같이 創造할 수도 없고 消滅되도록 할 수도 없다. 外觀上으로는 消滅되어 있는 것같이 보인다 하더라도 그것은 消滅된 것이 아니고 다른 形態의 에너지로 變換된 것이

라 하겠다. 그리고 全體로서의 에너지의 量은 항상 一定한 것이다. 이것을 에너지의 保存의 法則 또는 에너지 不滅의 原理라 하겠다. 모든 物質은 微小한 分子로서 構成되어 있는 것으로서 이 分子는 絕對로 정지하는 것이 아니고 항상 任意의 方向으로 運動을 하고 있다.

이 分子의 運動에 따라 固體, 液體, 氣體로 나누어져 있고 分子의 運動이 가장 活潑하게 되는 것은 氣體이고 다음에는 液體고 또 그 다음에는 固體의 順으로 되어 있다. 固體를 加熱하면 溫度는 上昇하고 거기에 따라서 分子運動은 점점 活潑하게 된다. 그리고는 이 固體는 液體로 變하게 되는 것이다. 즉 이 에너지를 融解熱이라 하겠다.

또 液體를 加熱하면 그 溫度는 上昇하여 氣體로 變化하기 시작한다. 氣化로 始作되면 液體 全部가 氣化하여 끝일때까지 溫度는 亦是 一定하다. 이 에너지를 氣化熱 또는 蒸氣熱이라 한다. 또 이것을 熱에너지라고도 하겠다.

위에서 말한 바와 같이 熱은 分子의 運動에너지라 하겠고 熱量은 에너지의 量으로 해서 測定하는 것이다. 1843年에 Joule은 에너지와 熱量과의 사이에는 1kal=427kg-m라 하는 一定한 關係가 있다는 것을 證明하였다. 즉 熱量과 機械的에너지와는 相互變換되어 1kal의 熱量은 427kg-m의 機械的에너지와 比等한 것이다. 이것을 熱의 일당량 이라하고 J로서 表示된다. 그리고 J의 逆數 즉 1/J=A를 일의 열당량이라 하고 1/427kal/kg-m이다.

즉 例를 들어 말하자면 重量 100g의 彈丸이 200m/s의 速度로서 剛體에 맞았을 境遇 그 때의 彈丸에 있는 에너지가 全部 熱로 變換한다. 그 發熱量Q는 즉 彈丸에 있는 運動에너지는

$$\frac{WV^2}{2g}=\frac{0.1\times200^2}{2\times9.8}=204 \text{ kg-m}$$

發熱量 Q는

$$Q=\frac{204}{427}=0.478 \text{ kcal}$$

가 된다.

壓力

單位面積에 作用하는 힘을 壓力이라고 한다. 어느 面積에 作用하는 壓力은 그 面積에 作用하는 힘의 總合으로 되니까 單位壓力과 面積을 곱한 것이라 하겠다. 壓力의 單位로 해서 1cm²當의 kg 또는 1m²當의 kg의 數를 利用한다. 그 外의 工學上에서는 大氣壓 以上의 壓力을 利用하며 이것을 計器壓力이라 한다. 例컨데 보일러 壓力이 計器壓力 10kg/cm²이라 하는 것은 大氣壓보다도 10kg/cm²크다는 것이라 하겠다.

標準狀態에 있어서의 大氣壓力은 絕對眞空보다 1.0332kg/cm² 크므로 計器壓力 10kg/cm²은 10+1.0332=11.0332kg/cm² abs이다. 이 絕對眞空을 基準으로한 壓力을 絕對壓力이라 한다. 그러나 壓力이 大氣壓보다 낮을 때 이것을 眞空이라 하고 壓力은 이外에 水銀柱 mm, 水柱m 等의 單位로서 表示되는 것이다.

정지하고 있는 流體가 무게에 依하여 생기는 壓力은 自由表面에서의 깊이와 密度로 곱한 것과 比等하고 流體의 切斷面積과 方向에는 아무 關係가 없는 것이다. 여기서 다른 두 가지의 流體를 놓고 생각해 보겠다. 그의 密度를 各其 d_1 및 d_2, 같은 壓力으로서의 各其 h_1 및 h_2로 한다면

$h_1\ d_1=h_2d_2$가 되는 關係式이 成立된다.

가스方程式

物體의 單位重量이 占有하고 있는 부피를 比體積 또는 比積이라 하고 單位體積當의 重量을 比重量이라 한다. 따라서 比重量은 比體積의 逆數라 하겠고 比體積은 m³/kg, cm³/g로서 測定하는 것이다.

液體의 比體積 또는 比重量은 壓力의 變化에 依한 影響은 거의 받지 못하나 溫度의 變化에 依해서 變하여지는 것이다. 氣體에 있어서는 溫度 및 壓力이 어떠한 變化에 있어서도 달라진 값을 取한다.

實에 있어서 많은 氣體는 보통의 狀態로는 飽和溫度보다 더 한층 高溫이다. 즉 過熱의 狀態로 있다는 것이다. 따라서 完全가스로 取扱하여도 좋다. 예컨데 酸素의 沸騰點은 大氣壓下로서는 −183°c이고 窒素는 −196°c이니까 보통의 空氣溫度의 狀態로는 完全가스라 생각하여도 何等 支障이 없는 것이다.

이와 같은 氣體에 있어서는 壓力이 一定할 때 그 부피의 膨脹係數는 約 1/273인 것이다. 즉 이것을 게-루삭크의 法則이라 하겠다.

또 一定한 溫度에서는 氣體의 부피는 壓力에 反比例하여 變化한다. 이것을 보일의 法則이라 하겠다.

게-루삭크의 法則에서는 一定壓力下에 있어서의 氣體의 變化를 規定하는 것이며 보일의 法則에서는 一定溫度下에 있어서의 氣體의 變化를 規定하는 것으로서 이 兩法則을 綜合해서 氣體의 壓力 및 溫度下에 있는 變化를 規定할 수가 있는 것이다.

一定量의 氣體를 가지고 溫度 o°c 比體積 v_0, 壓力p_0의 狀態에서 그 壓力을 一定하게 保存하여 溫度만을 t°c로 變하게 했을 때의 부피를 v'로 하면

$$v'=v_0\left(1+\frac{t}{273}\right)$$

가 된다. 이것을 溫度t°c로 하여 부피를 v'에서 v로 變

化해서 壓力이 P_0에서 P로 變했다 하면

$$Pv=p_0v_0(1+\frac{t}{273})=\frac{P_0v_0}{273}(273+t)$$

그런고로 $273+t=T$로 絶對溫度를 表示한다.

즉 위 式은

$$Pv=\frac{p_0v_0}{273}T$$

또는 $\frac{Pv}{T}=\frac{P_0v_0}{273}=$一定$=R$

여기에서 R은 가스定數라 하겠고 各 가스體로서 一定하다.

다음에 質量 Mkg의 가스體의 부피는

$V=Mv$로 되니까

$PV=MRT$

가 成立된다.

즉 여기서 $P=$絶對壓力 kg/m^2

$V=$Mkg의 氣體의 부피 m^3

$R=$가스定數$=\frac{848}{m}$kg-m/kg°k

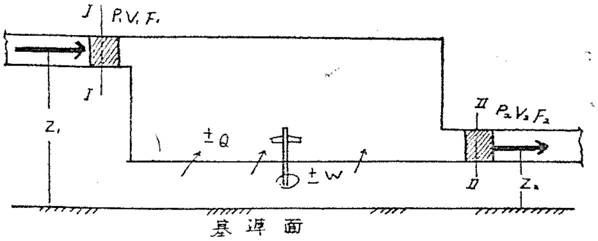
$m=$가스體의 分子重量

ENERGY 方程式

工學上에서 널리 問題가 되어있는 流動過程은 時間的으로 流量의 變化를 가져오지 않는 正常流動過程이라 하겠다. 例컨데 보일러에서 끊임없이 供給되는 물은 燃料의 燃燒에 依하여 熱에너지를 얻어서 蒸氣가 된다. 이 蒸氣는 터-빈이나 蒸氣機關에서 機械的 일을 하고 熱源으로는 暖房에 利用된다. 이와같이 들어갈 때와 나올 때의 相異한 모양으로 될 때의 에너지의 式을 생각해보겠다.

다음 그림은 流體가 通過하는 裝置이다. A 및 B는 入口및出口를 表示한 것이고 流體1kg가 되는 에너지를 생각 하겠다. 入口(A)에 있는 流體의 壓力을 P_1kg/m², 速度를 V_1m/s, 面積을 F_1m², 位置에너지를 Z_1kg-m로 하고 出口(B)에 있어서는 各各 P_2kg/m², V_2m/s, F_2m², Z_2kg-m라 하면 入口(A)에 있는 運動에너지는 $(1\times V_1^2)/2g$ kg-m이고 內部에너지는 $u_1$kcal 또는 427 $u_1$kg-m이며 出口(B)에 있어서는 $(1\times V_2^2)/2g$ kg-m이고 또는 $427u_2$ kg-m로 된다.

다음에 流體는 流動하고 있으니까 斷面(A)上에 있어서는 그 斷面에 있는 壓力 P_1으로 逆流入하기 때문에 되는 일이라 하고 斷面(B)에 있어서도 壓力 P_2로 逆流되는 일을 생각하여야 한다. 入口(A)에 있어서는 그 斷面에 作用하는 힘은 P_1F_1kg이다. 入口(A) 및 出口(B)에 있는 1kg의 流體의 比體積을 v_1및v_2로 하면 流路內를 流動하는 거리는 v_1/F_1 m/kg이니까 일=힘



定常流動裝置

×거리 에서 流入하기 爲한 일은 $P_1F_1\times\frac{v_1}{F_1}=P_1\ v_1$kg-m/kg가 된다. 또 같은 式으로 (B)에 있어서 流出하기爲한 일은 P_2v_2kg-m/kg으로 된다. 다음에 이 裝置에 들어간 流體는 이것이 蒸氣機關과 같이 流體에 依하여 外部에 일을 할때에는 이것을 $+W$kg-m이라 하고 空氣壓縮機와 같이 流體에너지를 增加하는데 있어서는 $-W$ kg-m의 일을 한다. 또 이 裝置가 外部에서 加熱되면은 Qkcal/kg 또는 427Q kg-m/kg의 熱을 얻게 되고 逆으로 輻射 및 傳導 또는 冷却코일과 같이 外部에 熱을 放出하면 427Qkg-m/kg의 熱이 取去된다. 이것을 總合해서 에너지保存의 法則에서 斷面(A)및(B)에 있어서 모든 에너지의 總合을 對等하게 맺으면

$$Z_1+\frac{V_1^2}{2g}+427u_1+P_1v_1\pm W\pm 427Q=Z_2+\frac{V_2^2}{2g}+427u_2+P_2v_2\cdots\cdots\cdots(1)$$

그리고 $u+\frac{Pv}{427}$은 熱力學上엔달피 또는 全熱量이라 부르며 重要한 量이라 하겠다. 이 內部에너지와 流動에 依한 일의 合成을 i로 한다면

$$i=u+\frac{Pv}{427}\text{kcal/kg}\cdots\cdots\cdots(2)$$

따라서 式(1)을 變하면

$\frac{Z_1}{427}+\frac{V_1^2}{2g(427)}+i_1\pm\frac{W}{427}\pm Q=\frac{Z_2}{427}+\frac{V_2^2}{2g(427)}+i_2$의 式이 成立된다. 즉 이式은 流體의 定常流動過程에 對한 式이라 하겠다.

그러나 이 式을 實際로 適用함에 있어서는 他에 比해서 아주 極少한 것은 省略하여도 實用上에는 何等 關係가 없다. 이것을 보일러에 適用할 때 位置에너지는 基準面에서 30m높아도 蒸氣 1kg에 對하여 30kg-m에 지나지 않는데 比해서 엔달피 i는 約 600kcal (256200kg-m)이고 $V^2/2g$도 작을수록 入口(A) 및 出口(B)의 速度의 差가 작으면 左右 兩側이 相殺된다. 또 裝置內에서는 일을 하는 것도 없이 에너지를 뽑아내는 것이 없으면 일에 對해서도 省略된다. 이러한 極少量을 簡單히 하면

$$i_1\pm Q=i_2$$

$$\pm Q=i_2-i_1\ \text{kcal/kg}$$

즉 加한 熱은 蒸氣出口의 엔달피 i_2와 給水入口의 엔

달피 i의 差로 된다. 그리고 다음에 위의 式(1)을 送風機에 適用하면은 Z項은 高低差가 작으니까 省略하여도 되고 熱Q도 보통 때에는 省略하나 周圍의 空氣와 管內의 空氣의 溫度差가 클 때에는 省略할 수 없다.

$$W=\frac{V_2^2-V_1^2}{2g}+P_2v_2-P_1v_1+427\quad(U_2-U_1)\quad \text{kg-m/kg}$$

이렇게 해서 送風機에 있어서의 일은 入口 및 出口의 空氣의 運動에너지의 變化와 流動에 依한 일의 增加한 것으로 된다.

管內의 摩擦損失은 內部에너지 U의 增加로 되고 空氣의 溫度는 어느 程度인가 上昇해서 送風機의 有効出力에 影響을 받게되나 實際로는 送風機의 入口및 出口의 空氣의 比體積은 同一로 보아도 되고 內部에너지로 變化가 없는 것으로 하면

$$W=\frac{V_2^2-V_1^2}{2g}+(P_2-P_1)v_1\ \text{kg-m/kg}$$

P_2-P_1은 空氣壓力의 差로서 送風機의 靜壓變化라고 부르며 水柱 mm로서 表示함이 보통이라 하겠다.

比 熱

物體에 熱을 加하면 內部에너지가 增加해서 溫度가 上昇하는 것이다. 즉 1gr의 物質의 溫度를 1°c만 올리는데 必要한 熱量을 그 物質의 比熱이라 하겠다.

여기서 質量$m$gr, 比熱Ccal/g°c의 物質의 溫度를 t°c에서 t′°c까지 올리는데 必要한 熱量을 Qcal라 하면

$$Q=mC(t'-t)$$

의 關係式이 成立된다.

가스體에 있어서는 重要한 두 가지 種類의 比熱이 있다. 즉 이것은 定積比熱 Cv와 定壓比熱Cp라 하겠다. 例컨데 탱크 中에서 空氣의 부피를 一定하게 해서 1kg의 空氣에 熱을 加했을때 溫度가 1°c上昇하는 데는 0.171kcal의 熱이 必要한데 空氣의 壓力을 一定한 保存下에 周圍로 膨脹하고자하는 狀態에 있어서 加熱하면 溫度 1°c上昇하는 데는 0.24kcal의 熱이 必要한 것이다. 즉 前者를 定積比熱이라 하고 後者를 定壓比熱이라 하겠다.

等積變化에 있어서는 加한 熱은 全部 內部에너지의 增加로 되어 溫度의 上昇으로 일어서나 等壓變化에 있어서는 內部에너지의 增加와 부피變化에 依한 外部에 준 일에 相當한 熱量과의 量이 消費되기 때문에 定壓比熱側이 定積比熱보다 크게 된다는 것이다.

液體에 있어서는 溫度上昇에 依한 부피의 變化는 氣體에 比하여 大端히 작으니까 Cv와 Cp의 區別은 하지 아니하여도 可한 것이다. 定壓比熱과 定積比熱과의 比 $Cp/Cv=k$는 一定한 分子構造의 가스體에 依하여 一定한 關係라 하겠다. 이 比熱의 比는 가스分子의 原子數에 依해서 다른 것이다. 즉

$$Cp-Cv=AR=\frac{1,986}{m}$$

되는 關係式이 成立된다.

蒸氣의 性質

물에 熱을 加해주면 蒸發해서 蒸氣로 되고 또 熱을 放出시켜 凝固하면 얼음이 된다. 이 蒸發이나 凝固를 시작하는데는 一定한 溫度로 達하는 것이 必要한 데 그 溫度는 물에 받는 壓力에 依하여 다르게 된다. 이와 같이 一定한 壓力으로 對應하는 一定한 溫度를 飽和溫度라 하고 그 溫度에 對應하는 壓力을 飽和壓力이라 한다. 즉 이 값은 物質의 種類에 따라서 다르게 되는 것이다.

물은 1kg/cm²abs, 壓力下에서는 99.09°c로서 蒸發하는데 10kg/cm²abs에서는 179.04°c에 到達할 때까지 蒸發하지 아니한다. 또 比體積은 준壓力下에서 一定하다는 것이다.

0°c의 飽和水의 "엔탈피"를 基準으로 해서 이것을 0으로 하면 즉 1kg의 물이 大氣壓下에서 0°c에서 100°c까지 加熱되는 것의 範圍에서는 물의 比熱은 대체로 同一로 되는 1이니까 加熱 즉 "엔탈피"의 增加는

$$Mc(t'-t)=1\times1\times(100-0)=100\text{kcal}$$

로서 이것을 100°c에 있어서 i_1라 한다.

다음에 大氣壓下에서 100°c의 물을 加熱하면 蒸發이 시작해서 蒸氣가 發生하나 이 蒸發이 繼續하는 사이는 물의 溫度는 100°c에서 정지되고 上昇하지 아니한다. 즉 주어진 熱은 全部 蒸發만이 없어진다. 이 물을 蒸氣로 變하는데 必要한 熱을 蒸發熱 또는 蒸發의 潛熱이라 한다. 壓力에 依해서 蒸發이 생기게 하는 溫度와 그것에 要하는 熱量은 달라진다. 즉 大氣壓下에서는 100°c로 蒸發하고 蒸發의 潛熱 r은 1kg에 對하여 538.8kcal니까 10kg/cm²abs에서는 482.0 kcal/kg이다.

물이 全部 蒸發해서 乾燥飽和蒸氣로 될 때의 "엔탈피"는 i'와 蒸發點의 물이 全部 蒸氣로 變하는데 要하는 潛熱 r의 값 즉 i''로 이것을 飽和蒸氣의 "엔탈피"라 부른다. 물을 急速히 蒸發시키면 蒸發할 際에 蒸氣中에는 작은 물방울 또는 안개(霧)의 狀態로 되어 水分이 混入한다. 이 水分의 重量에 있어서 10%가 있었다 하면 蒸氣의 重量은 90%로 되고 그러할때 蒸氣의 乾燥度는 90%이고 濕度는 10%라 한다고 한다. 즉 이것을 蒸氣의 性質이라고 하겠다.

(筆者 京珍綜合技術硏究所長)