

◇資 料◇

# 温水供給 및 温水貯藏탱크의 設計

柳 元 耀\*

이 設計資料는 英國暖房換氣技術者協會가 發行하는 Guide에 依據한 것이며 表의 數値는 英國 Gal.s을 U.S. gallons 및 litter로 換算表示하였고 그밖의 資料를 添加하여 解釋하였음.

## 1. 給 湯 負 荷

第1表는 適當 給湯量中 많이 使用하는 1日에 대한 것이다. 24時間에 1人當 使用되는 給湯量(U.S. gallons)

第1表 給 湯 負 荷

建 築 種 別	1 日 最 大 給 湯 量		貯 湯 量		보 일 러 能 力	
	Gal. s/人	l/人	Gal. s/人	l/人	Gal. s/人 Hr.	l/人 Hr.
大 學 及 學 校						
寄 宿 學 校	30.0	113.6	6.0	23.0	3.0	11.0
通 學 學 校	3.6	13.6	1.2	4.5	0.36	1.4
住 宅 *1						
低 家 賃 *2						
中 家 賃	30.0	113.6	12.0	45.0	3.6	14.0
高 家 賃	36.0	136.0	12.0	45.0	4.8	18.0
아 斗 트						
低 家 賃	18.0	68.0	6.0	23.0	1.8	7.0
中 家 賃	30.0	113.6	8.4	32.0	3.0	11.0
高 家 賃	36.0	136.0	8.4	32.0	3.6	14.0
工 場	3.6	14.0	1.2	4.5	0.48	2.0
病 院						
一 般 病 院	36.0	136.0	7.2	27.0	6.0	23.0
傳 染 病 院	60.0	227.0	12.0	45.0	6.0	23.0
診 療 所	18.0	68.0	6.0	23.0	2.4	9.0
診 療 所(洗濯場付)	24.0	91.0	7.2	27.0	3.6	14.0
產 科 病 院	60.0	227.0	8.4	32.0	8.4	32.0
精 神 病 院	24.0	91.0	6.0	23.0	3.0	11.0
看 護 婦 宿 舍	36.0	136.0	12.0	45.0	3.6	14.0
호						
一 級 호	36.0	139.0	12.0	45.0	4.8	18.0
平 均 호	30.0	113.6	9.6	36.0	3.6	14.0
體 育 館(샤 워 付)	3.6	14.0	1.2	4.5	4.8	18.0
公 共 浴 湯	9.6	36.0	9.6	36.0	1.2	4.5
(BATH TUB 1個當)	36.0	136.0	18.0	68.0	36.0	136.0

\*1. 低家賃住宅은 延面積 950FT<sup>2</sup>=88m<sup>2</sup>=26坪 以下  
 中家賃은 950FT<sup>2</sup>~1,500FT<sup>2</sup>(88m<sup>2</sup>=26坪~139m<sup>2</sup>=42坪)  
 高家賃은 1,500FT<sup>2</sup>=139m<sup>2</sup>=42坪 以上을 말한다.

\*2. 低家賃住宅에서는 41 gallons=155l 以上の 貯湯槽을 設置하고 2回의 入浴後, 주방에서 3.6 gal. =140l 使用할 수 있게 한다.

\* 正會員, 柳建築設備研究所

및 litter)을 表示함. 同表의 보일러 能力은 給湯用으로서 傳熱面積當 6,000BTU/HR-FT<sup>2</sup> 以上の 加熱能力이어야 한다. 보일러 能力은 1 gallon 當 1,000BTU(溫度差 100°F, 即 入口溫度 40°F(4.4°C), 出口溫度 140°F(60°C)로서 配管損失 其他를 追加하여야 한다.

### 2. 給水栓의 給湯流出量과 給湯溫度

第2表 器具給水栓의 給湯流出量

器 具	流 出 湯 量	
	Gal. s/Min	l/Min
BATH TUB (私設)	6.0	23
BATH TUB (公共)	9.6	36
KITCHEN SINK	4.8	18
洗 面 器	1.8	7
WASH FOUNTAIN	3~6	11~23
SHOWER(HEAD 徑 4 IN.)	4.8	18
SHOWER(HEAD 徑 6 IN.)	9.6	36
SHOWER(NOZZLE 形)	1.8	7

### 3. 貯湯槽 加熱面의 傳熱面積

第4表에 熱媒(溫水 또는 蒸氣)와 給湯과의 傳熱係數는 Btu/ft<sup>2</sup>-°F-hr 로 表示하였음. 이것은 1<sup>1/2</sup>의 鋼管,

第3表 給湯流出個所에 있어서의 許容溫度

流 出 個 所	許 容 溫 度
浴 槽	110~140°F (43.3°C~60°C)
샤 우 어	110°F (43.3°C)
洗 面 器	110~140°F (43.3°C~60°C)
부 욱 싱 크	140°F (60°C)

또는 鋼管의 外表面積 1FT<sup>2</sup> 當으로서 Pipe 의 間隙은 1d 以內로서 管外의 給湯은 自由對流로 한다.

第4表에서 算出溫度差를 본다면 給湯溫度 100°F 以上은 表記의 熱媒溫度가 一定하게 保全되나 100°F 는 이것 보다 적다.

貯湯槽의 給湯이 50°F 에서 加熱되었을 때 熱媒溫度에 따라 第5表와 같이 되고, 熱媒 및 貯湯槽의 平均溫度가 一定할 때는 第6表와 같이 된다.

### 4. 硬水와 軟水

硬水는 비등점 가까이 加熱하면 스케일이 形成되므로 適當한 清罐方法을 考慮하여야 한다. 軟水는 鋼管 或은 鋼製器具를 腐蝕시키므로 鋼管을 使用하는 것이 좋다.

第4表 熱媒와 給湯間의 傳熱係數

熱 媒		溫水에 의한 給湯의 加熱								蒸氣에 의한 給湯의 加熱	
熱 媒 溫 度	貯 湯 平 均 溫 度	傳熱係數 K (=Btu/ft <sup>2</sup> -Hr-°F)								傳熱係數 K (BTU/FT <sup>2</sup> -Hr-°F)	
		水速=0.125ft/sec		0.5tf/sec		1.0ft/sec					
		°F	°C	硬 水	軟 水	硬 水	軟 水	硬 水	軟 水	軟 水	硬 水
160 170	50	29	28	55	49	66	55	—	—		
	100	30	29	56	50	68	57	—	—		
	150	32	30	57	51	70	59	—	—		
200	50	38	35	70	61	90	73	—	—		
	100	40	36	72	63	91	74	—	—		
	150	41	37	74	65	92	75	—	—		
250	50	47	44	83	70	109	87	136	95		
	100	48	45	87	75	114	91	145	102		
	150	49	46	93	79	118	95	155	109		
300	50	55	50	104	88	133	103	162	104		
	100	57	52	111	93	138	107	172	114		
	150	58	53	116	99	147	114	185	120		

1. 上記의 水速은 管内水速

2. 硬水는 炭酸 calcium의 含有量이 100萬分의 140 以上일것.

第5表

熱煤溫度 °F	160~170°F	200°F	250°F	300°F
加熱面積의 減少 %	15	5	5	0
보일러 能力의 增大 %	75	50	33	25

第6表

平均熱煤度 °F	160~170°F	200°F	250°F	300°F
加熱面積의 減少 %	25	15	10	5

英國建設省이 推獎하는 바에 의하면, 물의 pH 値에 對하여 亞鉛鍍金管의 使用範圍는 第7表와 같다.

第7表

PH 值	물의 硬度(calcium)	炭酸亞鉛鍍金 金屬의 使 用
7.2以下	—	不可
7.3	210ppm 以上	可
7.4	150 " "	可
7.5	140 " "	可
7.6	110 " "	可
7.7	90 " "	可
7.7	90 " "	可
7.8	80 " "	可
7.9~8.5	70 " "	可

\* PH 7 以下는 酸性, PH 7 以上은 Alkali 性이다.

第8表 물의 溫度와 密度의 關係

溫 度	密 度	溫 度	密 度	溫 度	密 度	溫 度	密 度
0°C	0.999873	20°C	0.998213	50°C	0.988093	80°C	0.971960
1	0.999927	25	0.997078	55	0.985754	85	0.968762
4	1.000000	30	0.995688	60	0.983304	90	0.965576
5	0.999999	35	0.993804	65	0.980006	95	0.952238
10	0.999731	40	0.993232	70	0.977957	100	0.958634
15	0.999125	45	0.990242	75	0.975028	—	—

1. 密度는 單位體積의 質量으로 gr/cm<sup>3</sup> 또는 kg/l로 表示한다. C. G. S. 制單位에서는 密度와 比重은 數値가 같다.
2. 但 antimony(Sb)는 溫度가 내려가는데 따라서 膨脹한다.

以上の 表들을 使用하여 例題를 풀어 說明하기로 함.  
例題 1 100人 收容의 中級 아파트에 使用되는 給湯 裝置를 設計한다.

第1表에서 最大 1日給湯量은

$$30 \text{ gal. s/p} \times 100 \text{ p} = 3,000 \text{ gal. s/day} \approx 11,370 \text{ l/day.}$$

$$\text{貯湯量 } 8.4 \text{ gal. s/p} \times 100 \text{ p} = 840 \text{ gal. s} = 3,180 \text{ lit}$$

給湯보일러 或은 貯湯槽(配管損失, 其他를 20%로 보면)

$$3.0 \text{ gal. s/p/hr} \times 100 \text{ p} \times 1.2 = 360 \text{ gal. s/hr} = 1,360 \text{ l/hr} = 1,360 \text{ l/hr}$$

給湯溫度 140°F = 60°C 貯湯槽의 給水溫度를 60°F = 15.6°C로 하면

$$\text{平均貯湯溫水는 } (140+60) \div 2 = 100^\circ\text{F} = tw$$

蒸氣를 使用하면 蒸氣溫度

$$250^\circ\text{F} (30 \text{ LBS/in}^2 = 2.1 \text{ kg/cm}^2 \text{ 絶對壓力 따라서}$$

Gage 壓力은 約 1kg/cm<sup>2</sup>)을 가지고 加熱한다. 硬水로함.

$$tw = 100^\circ\text{F} \text{ 이므로, 第4表에서}$$

$$K = 102 \text{ BTU/FT}^2 \cdot \text{Hr} \cdot ^\circ\text{F}$$

必要表面積  $S(\text{FT}^2) = \text{熱量} (\text{BTU/HR}) / K \times (\text{溫度差})$

따라서 熱量은

$$H = 360 \text{ gal. s} \times 8.33 (140 - 60) = 240,000 \text{ BTU/HR} = 60,500 \text{ Kcal/HR}$$

(U. S. gal. 은 8.33LB, British GAL. 은 10LB이다)

$$\text{溫度差는 } 250 - \frac{140+60}{2} = 150^\circ\text{F}$$

$$\text{必要表面積 } S = \frac{240,000}{102 \times 150} = 15.7 \text{ FT}^2$$

註: S는 將來 스케일의 付着 때문에 傳熱率의 값이 低下하는 것을 考慮하여 計算値의 1.5~2倍程度로 한다

$$\therefore S = 15.7 \times 2 = 31.4 \text{ FT}^2$$

例題 2. 例題 1에 있어서 給湯加熱시키는 熱源으로서 溫水를 使用하여 보자. 그리고 屋上탱크 높이가 60m 位置에서 給水하는 것으로 貯湯槽를 設計하여 보자.

$$\text{溫水入口溫度} = 180^\circ\text{F} (82.2^\circ\text{C}), \text{ 出口溫度} =$$

160°F(71.1°C)로 하면 例題 1에서 加熱量은

$$H=240,000\text{BTU/Hr}(60,500\text{Kcal/Hr})$$

에 따라 加熱에 必要한 溫水量은

$$L=\frac{H}{tw_1-tw_2}=\frac{60,500}{82.2-71.1}=5,450\text{kg/Hr}$$

$$=1.52\text{kg/sec}$$

$$\text{平均溫度}=\frac{82.2+71.1}{2}=76.65^\circ\text{C}$$

第8表에서 76.65°C의 比重은 0.950 이므로

$$\text{溫水量 } Q_w = \frac{1.52}{0.975} = 1.561/\text{sec.}$$

管内의 溫水速度를 0.5FT/sec로 假定하고 熱媒溫度

$$= \frac{180+160}{2} = 170^\circ\text{F} = 76.7^\circ\text{C}$$

로서 第4表에서 硬水일 때의 平均貯湯溫度=100°F=37.78°C(例題 1에서)이다. 따라서 溫水와 給湯의 平均溫度差는

$$\Delta t = \frac{180+160}{2} - \frac{140+60}{2} = 70^\circ\text{C} = 21.1^\circ\text{C}$$

코일의 必要表面積

$$S = \frac{240,000}{50 \times 70} = 68.6\text{FT}^2 = 6.37\text{m}^2$$

銅管外徑 40mm를 使用하면, 管長 1m當의 表面積 S=3.14×0.004×0.126m²/m이고, 코일의 全長은

$$l = \frac{S}{s} = \frac{9.37}{0.126} = 50.5\text{m}$$

管的 두께를 1.5mm로 하면, 內徑은 37mm이고 管内의 斷面積은

$$A = \frac{3.14}{4}(0.037)^2 = 10.75 \times 10^{-4}(\text{m}^2)$$

一方으로 溫水流量  $Q_w=1.551/\text{sec}=0.00155\text{m}^3/\text{sec}$ , 로서 水速( $V_w$ )은 0.5FT/sec=0.153m/sec이므로, 溫水を 通하는 本數는

$$N = \frac{Q_w}{A \times V_w} = \frac{0.00155}{10.75 \times 10^{-4} \times 0.53} \approx 9.5, 10\text{本으로 한다.}$$

管一本의 長이는 50.5/10=5.05m

以上 例題中에서 必要表面積 S를 將來 스케일의 附着으로 傳熱率의 값이 低下하는 것을 考慮하여 2倍로 하면 코일의 全長 50.5m×2=101m이고 本數는 20本으로서 101m/20=5.05m이다. 따라서 코일을 多少 餘裕를 가지고 外徑 40mm(두께 1.5mm)의 銅管 5.05×1.1(10%)≈5.5m의 長이를 가진 U벤드로 된 銅管 20本이 必要하다. 만약 管的 本數가 많아졌을 때는 本數를 줄이기 위해 순환펌프를 使用하든가 하여 管内의 水速을 높여서 S의 값을 가지고 다시 計算하면 本數를 줄일 수도 있다. 그러나 一般으로 貯湯槽의 製作難 및 必要有効關係를 考慮하여 둘로 나누어서 製作設計를 하

는 것이 좋다. 例題 1에서

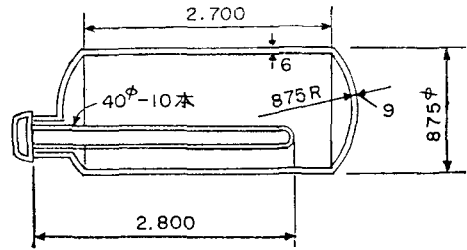
$$\text{貯湯槽 (hot water generator) } 360\text{gal.s/Hr} \div 2$$

$$=180\text{gal.s/hr}=680\text{l/Hr}$$

(上記 容量은 給湯보일러 및 貯湯槽의 것이다)

貯湯槽를 貯湯탱크 兼用으로 하면 탱크의 크기는 다음과 같다.

$$\text{貯湯量은 } 840\text{gal.s} \div 2 = 420\text{gal.s} = 1,590\text{l}$$



탱크 크기를 設計할 때 반드시 鐵板標準 크기를 使用하여 나머지 조각이 없도록 한다. 그리고 貯湯槽가 設置되는 場所에서 屋上탱크 및 高架水槽의 높이가 60m에서 直接 給水될 때에는 常用壓力 6kg/cm²의 制限壓力에 견디는 鐵板두께를 使用하여야 한다. 따라서 制限壓力에 10~20%의 餘裕를 두고 設計하는 것이 좋다.

$$\text{制限壓力은 } 6\text{kg/cm}^2 \times 1.2 = 7.2\text{kg/cm}^2$$

탱크의 組立은 內外部 電氣鉸接으로 하면

$$\text{板의 두께는 } t = \frac{C \cdot D \cdot P}{200f} + 1$$

P=制限壓力 (kg/cm²)

t=胴板의 두께 (mm)

f=鉸接이음의 抗張力, 32kg/mm²

D=罐胴의 最大內徑 (mm)

C=安全率, 4.25

$$t = \frac{4.25 \times 8.75 \times 7.2}{200 \times 32} + 1 = 5.18\text{mm}, 6\text{mm로 한다.}$$

鏡板(접시形 鏡板)

$$t = \frac{P \cdot R}{200f_2} \quad P=\text{制限壓力 (kg/cm}^2)$$

t=鏡板두께 (mm)

$f_2$ =板의 許容抗張力內力 (kg/mm²), 普通 3.5~5kg/mm²로 함.

R=접시形의 中央部에 있어서의 안의 半徑 (mm)

$$t = \frac{7.2 \times 8.75}{200 \times 5} = 6.3\text{mm}, 9\text{mm로 한다.}$$

高層建物에 設置할 때는 반듯이 탱크의 鐵板두께를 考慮하여야 한다.