

暖房熱測定裝置, 積算熱量計(Heat-meter)에 關하여

成 基 契*

要 目

- I. 머리말
- II. 積算熱量計의 開發
- III. 熱量積算 理論
- IV. 電子式 積算熱量的 動作原理
- V. 積算熱量計의 設置效果
- VI. 暖房費 計算方法
- VII. 結 論

I. 머리말

最近 몇차례에 걸친 產油國의 Oil價 引上으로 인한 全世界, 特히 開發國들은 심한 Inflation 및 경기침체의 들끓속에 휩싸이게 되었으며, 國內에서는 80년도 한해만도 105%라는 엄청난 유가상승의 결과를 가져왔다. 이에따라 난방용으로 석유를 사용하고 있는 APT 등에서의 暖房費 또한 같은 幅으로 引上되어야만 했었다. 마찬가지로 Energy 問題에 고심하고 있던 유럽各國에서는 Energy 節約 및 代替 Energy에 關한 많은 研究에 努力하여 왔으며, 特히 전체 Energy 消費의 40% 以上을 차지하고 있는 暖房 Energy에 關해 努力을 경주하였는데, 그것은

- 첫째, 太陽熱을 利用한 太陽熱住宅 開發
- 둘째; 原子力을 利用한 暖房裝置 開發
- 셋째; 發電所의 廢熱 및 産業 廢棄物을 利用한 Boiler System(地域暖房: District Heating System) 開發
- 넷째; APT등의 共同住宅에 Heat-meter를 設置함으로써 各 入住者 스스로의 관리에 의한 20%~25%의 Energy 節約의 推進等이다.

現在까지의 결과로서는 太陽熱 利用에 있어서는 日照日數, 熱交換裝置의 效率의 提高 및 蓄熱裝置가 問題가 되고있으며, 原子力을 利用한 暖房裝置 開發은 아직도 完全한 開發이 이루어지지 않아 實用化시키기에 많은 時間이 必要하게 될 뿐아니라 住宅地域內의 放射能 汚染등의 問題가 擡頭되게 될 것이라는 것이다. 이런 연유에서 많은 유럽국가에서는 發電所의 廢

熱 및 産業廢棄物을 利用한 地域暖房方式의 開發과 一般 APT用 Boiler 난방에 있어서 Energy소비 주체가 自主的으로 Energy를 結算할 수 있도록 특수기기 개발이 시들러지고 있다. 特히 進술한 APT난방용 Energy 結算을 위하여는 西獨을 위시한 유럽 여러나라가 모든 APT에 Heat-Meter를 設置해야 하는 義務化法案까지도 마련하고 있다. 우리나라와 같이 석유자원이 전무한 경우 Heat Meter의 使用은 APT 및 共同住宅에서 絶對적으로 必要하다고 보며 이 Heat-meter를 사용하면 暖房費 配分에 關한 入住者들의 不平解消 및 節 Energy 約效果 또한 最高 40%最低 18%(平均 25%)까지 기대할 수 있을 것이다.

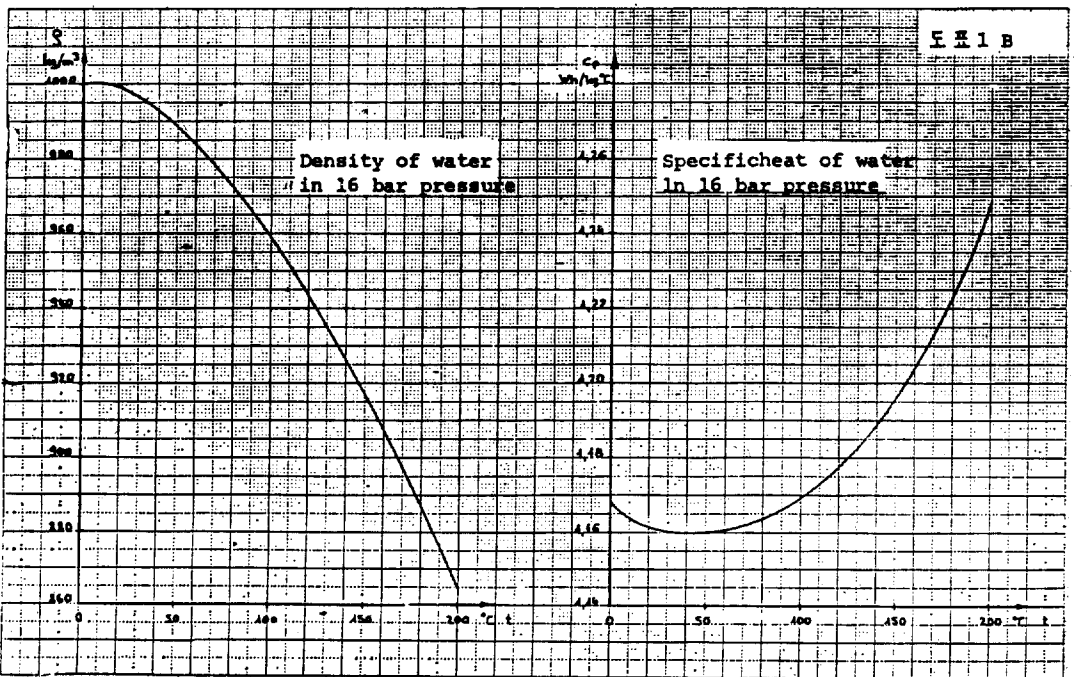
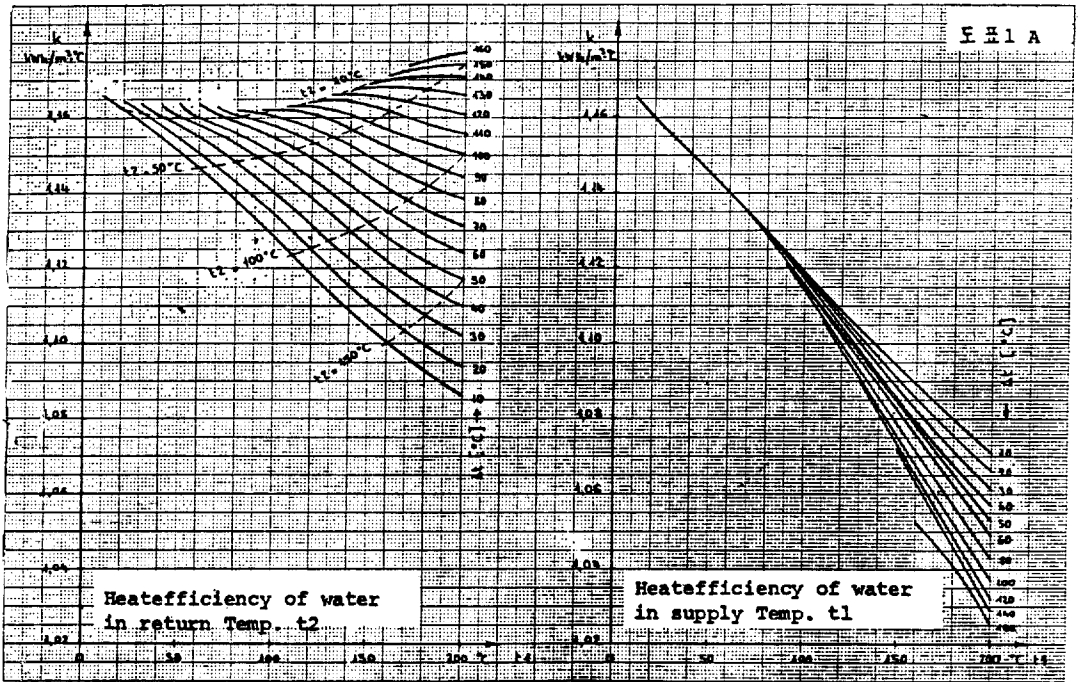
II. 積算熱量計(Heat-meter)의 開發

暖房熱測定裝置는 '73년의 Oil Shock에 즈음하여 合理的인 思考方式을 갖고 있는 유럽인들의 Idea에서 생겨난 機器이다. 초기단계에서는 共同住宅의 使用熱量을 測定키 위하여 世帯의 各 Radiator마다 液體蒸發器를 부착하여 熱에 의해 蒸發되는 量에 따라 暖房費를 計算하였다. 이 液體蒸發器는 暖房을 하지 않더라도 蒸發한다는 단점이 있어 곧이어 여러가지 暖房熱量測定裝置를 開發하였으나 많은 결점으로 使用上의 問題點을 극복하지 못하게 되었고 結局에는 積算熱量計를 開發, 使用하게 되었다.

初期의 Heat-meter는 既存 溫水 Meter에 Bi-Metal을 利用하여 Gear를 變速시킴으로서 熱量을 測定하였으나 Bi-Metal式의 缺點을 補充하고자 膨脹率이 높은 液體金屬인 水銀 또는 Gas-Liquid를 사용하여 最近까지도 生産하여 왔으나 動作電原이 不必要하다는 點外

*正會員: 金星計電(株)企劃理事

表 1. A, B



에는 전혀 長點이 없으므로 生産이 中止되고 있다.

따라서 여기에서는 유럽에서 새로 개발된 電子式 Heat-meter (Non-Magnetic Coupling, Non-Reed Switch Type)에 關하여 소개하기로 한다.

Ⅲ. 熱量積算 理論

使用熱量이라 함은 供給된 熱量과 환수된 熱量的의 差를 말한다.

이것을 數式으로 나타내면,

$$E = E_{input} - E_{output} \\ = m \cdot h_1 - m \cdot h_2 = m(h_1 - h_2)$$

여기서, E ; 使用熱量

m ; 熱媒介體의 質量(kg)

h_1, h_2 ; Enthalphy (Kcal/kg, ; 壓力時)

$h = \bar{c}p \times t$, $\bar{c}p$; 比熱 Kcal/kg·C°

$m = V \cdot \rho$, V ; 부피 m³

ρ ; 密度 kg/m³

$$\therefore E = V(t_1 - t_2) \cdot \bar{c}p \cdot \rho$$

여기에서 ρ 는 Supply 온도 (t_1)에서 Return 온도 (t_2)의 平均值를 잡거나 일반적으로 Return 온도의 ρ 를 基準으로 잡는다(表 1. 參照).

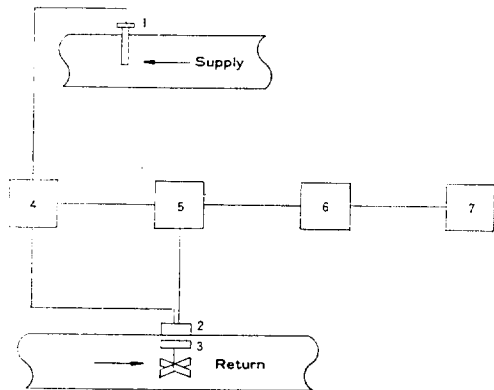
$\therefore \bar{c}p \cdot \rho(t) = K \dots \text{Constant}$ (表 1. B)로 놓으면,

積算熱量 $E = K \cdot V \cdot \Delta t$

따라서 積算熱量計는 부피(V) 및 온도차(Δt)를 感知하고 演算하여 熱量을 表示하게 된다.

Ⅳ. 電子式 積算熱量計의 動作原理

電子式 積算熱量計는 流量(V)를 測定하는 流量計部와 溫度差를 感知하는 溫度感知部 또한 이러한 信號들을 演算하는 積算部로 構成되어 있다.

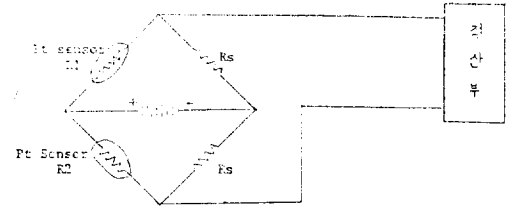


- | | |
|----------------------------|-----------------|
| 1. 온도감지 Sensor(pt) | 5. 연산부 |
| 2. 온도감지 Sensor 및 Pulse 발생기 | 6. Pulse 증폭회로 |
| 3. 차석 | 7. 열량적산 Counter |
| 4. 온도차 전압 변환회로 | |

그림 1. 電子式 積算熱量計의 動作原理

1. 溫度感知部(그림 2)

溫度感知部에서는 Pt(백금) 測溫體(도표 2 參照)를 利用한 Bridge 回路를 通過 溫度差를 電壓差로 바꾸어 積算部로 보내진다



- R_s ; Standard Resistor
 R_1 ; Supply 온도측정 Sensor(Pt 500)
 R_2 ; Return 온도측정 Sensor(Pt 500)

그림 2. 온도감지 Bridge회로

2. 流量計部

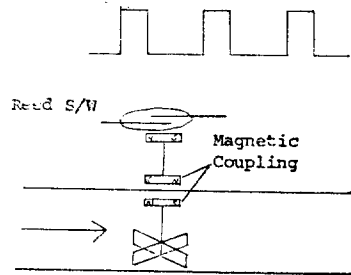


그림 3. 既存 Heat-meter 流量計部의 構造

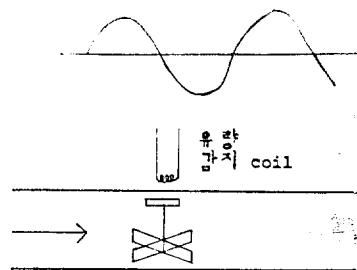


그림 4. Engelmann heat-meter의 流量計部의 構造

Heat-meter의 流量計部에서는 單位當 流量($l/Pulse$ 또는 $dm^3/Pulse$)의 信號를 만들어 積算部로 보내준다. 既存의 Heat-meter 流量計部에서는 강한 Magnet를 使用하여 Coupling을 시켜 Reed Switch를 접촉(ON-OFF)시키므로써 發生하는 Pulse를 利用하였으나 강한 magnet를 使用하여 생길 수 있는 溫水內의 鐵分에 依한 機器內의 Scale등에 따른 機器수명問題, 또한 外部

표 2. 측은 저항체의 온도변화에 따른 저항치 비교

1. Ni(니켈)

C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100	Ω/grd ¹⁾	
0	100.0	97.3	94.6	91.9	89.3	86.7	84.1	81.6	79.1	76.6	74.2	71.8	69.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.51

C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Ω/grd ¹⁾	
6	100.0	102.8	105.6	108.4	111.3	114.2	117.1	120.0	123.0	126.0	129.1	132.2	135.3	138.5	141.7	144.9	148.2	151.5	154.9	158.3	161.7	0.62	
100	161.7	165.2	168.7	172.3	175.9	179.6	183.3	187.1	190.9	194.8	198.7	202.7	206.7	210.8	214.9	219.0	223.1	—	—	—	—	—	0.77

2. Pt(백금)

C	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60	-65	-70	-75	-80	-85	-90	-95	-100	Ω/grd ¹⁾
-200	18.53	16.43	14.36	12.35	10.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	60.20	58.17	56.13	54.09	52.04	49.99	47.93	45.87	43.80	41.73	39.65	37.57	35.48	33.38	31.28	29.17	27.05	24.92	22.78	20.65	18.53	0.42
0	100.00	98.04	96.07	94.10	92.13	90.15	88.17	86.19	84.21	82.23	80.25	78.27	76.28	74.29	72.29	70.29	68.28	66.27	64.25	62.23	60.20	0.40

C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Ω/grd ¹⁾
0	100.00	101.95	103.90	105.85	107.79	109.73	111.67	113.61	115.54	117.47	119.40	121.32	123.24	125.16	127.07	128.98	130.89	132.80	134.70	136.60	138.50	0.38
100	138.50	140.39	142.28	144.18	146.06	147.94	149.82	151.70	153.57	155.45	157.32	159.18	161.04	162.90	164.76	166.62	168.47	170.32	172.16	174.00	175.84	0.37
200	175.84	177.68	179.51	181.34	183.17	185.00	186.82	188.64	190.46	192.27	194.08	195.89	197.70	199.50	201.30	203.09	204.88	206.68	208.46	210.25	212.03	0.36
300	212.03	213.81	215.58	217.36	219.13	220.90	222.66	224.42	226.18	227.94	229.69	231.44	233.19	234.93	236.67	238.41	240.15	241.88	243.61	245.34	247.06	0.35
400	247.06	248.78	250.50	252.21	253.93	255.64	257.34	259.05	260.75	262.45	264.14	265.83	267.52	269.21	270.89	272.57	274.25	275.92	277.60	279.27	280.93	0.34
500	280.93	282.60	284.26	285.91	287.57	289.22	290.87	292.51	294.16	295.80	297.45	299.07	300.70	302.33	303.95	305.58	307.20	308.81	310.43	312.04	313.65	0.33
600	313.65	315.25	316.83	318.46	320.05	321.63	323.24	324.83	326.41	327.99	329.57	331.15	332.72	334.29	335.86	337.43	338.99	340.55	342.10	343.66	345.21	0.32
700	345.21	346.76	348.30	349.84	351.38	352.92	354.45	355.98	357.51	359.03	360.55	362.07	363.59	365.10	366.61	368.12	369.62	371.12	372.62	374.12	375.61	0.30
800	375.61	377.16	378.59	380.07	381.55	383.03	384.50	385.98	387.45	388.91	390.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.29

grad¹⁾ 100°C(K) 1/100 외저항 평균치

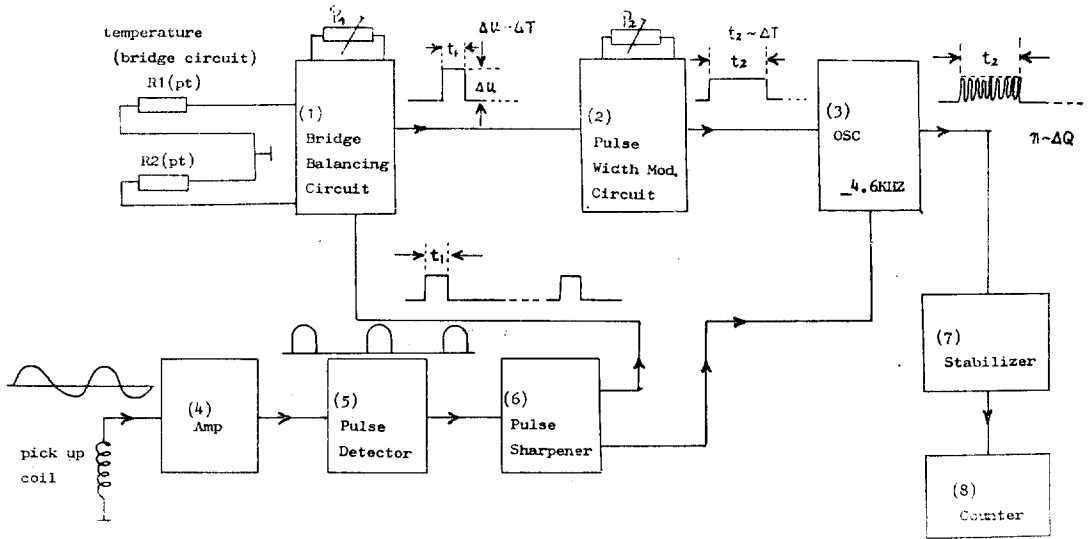


그림 5. Block diagram of Engelmann's heat-meter

磁力等に 의한 不動作, 誤動作 등이 發生하였다. 이러한 短點을 補完기 위하여 Engelmann식 Heat-meter에서는 미세한 磁力를 지닌 Magnet를 利用하여 $dm^3/pulse$ 의 信號를 얻기 위하여 Coil-Inductor를 使用하였다.

3. Engelmann식 Heat-meter의 動作原理

Heat-meter의 積算熱量은 Temperature-sensor(pt 500)로 이루어진 Bridge 回路에서 電壓差(ΔU)로 檢出되는 溫度差(ΔT)와 Magnet와 Pick-up Coil 사이에서 檢出되는 ($dm^3/Pulse$)의 信號사이의 演算되는 量을 말한다.

流量을 檢出하는 Pick-up Coil에서는 流量計內的 Magnet에 依한 Sine波가 Amp.(4)에 유기되어 증폭된 후 Pulse-Detector(5)에서 半波로 整流된 후 Pulse Sharpener(6) 回路를 거쳐 완전한 Pulse波($dm^3/Pulse$)가 形式된다. 이 波는 Bridge-Balancing 回路 (1)로 들어가 Temperature Sensor Bridge 回路에서 檢出된 電壓差(ΔU)에 依해 電壓이 加해지게 되어 Pulse 확장 회로 (2)로 들어가게 되어 Counter Pulse ($T=t_2$)의 波로 바뀌게 되며 Counter Pulse에 의하여 Oscillator에서는 $0 \sim 4.6KHZ$ 까지의 周波數($Freq. \propto \Delta U$)가 發生하여 Pulse-Sharpener (6)에서 보내지는 Pulse數에 따라 t_2 의 Pulse數가 決定된다(Pulse 數 $n \propto \Delta Q$).

最終的으로 Stabilizer(7)을 거쳐 Pulse(KWH/Pulse

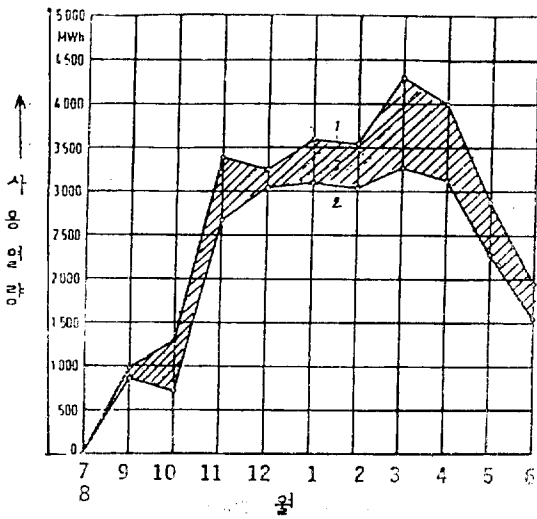
또는 Kcal/Pulse)가 되어 Counter(8)에 表示되게 되어 있다.

V. Heat-meter 設置效果

1) 外國의 實例 ; Energy 問題를 해소하기 위한 Heat-meter 設置에 관하여 의심하고 있는 것은 유럽에서도 마찬가지이다. 따라서 많은 新聞과 專門雜誌 및 여러 研究機關 등에서는 設置效果에 관한 研究調査發表를 專門誌 및 新聞등에 실고 있으며, 여기에서는 1976년 7월 西獨의 暖房에 관한 專門誌인 Fernwärme International에 실려던 제 1 Case로 독일의 Wolfsburg에 있는 Energy 관리국에서 2년에 걸쳐 일반 Apart 관리 회사를 引受하여 1,467世帶, 暖房面積으로는 101,677 m^2 에 熱量計를 設置하게 하므로서 平均 20.3%의 Energy 節約效果를 얻었다는 一例를 소개하겠다. Energy관리 국은 기본적인 방안을 세우기 위하여 Radiator의 크기 방의규격, 실내온도, 창문의 방향등의 기본적인 Data를 모았으며 가장 중요한 사실은 같은 시간에 같은 機器를 使用하였다는 것이다. 이런 방법으로 熱量計를 設置않은 1년과 設置한 후의 1년의 Energy 消費量을 比較하였다.

여기서 외부 기온의 영향을 考慮하여 相對 比較키 위하여 다음과 같은 數式을 적용시켰다.

표 3A. Heat-meter의 energy 절약효과



- 1 설치전 소비한 열량
- 2 설치후 소비한 열량
- 3 Energy 절감량

$$\frac{Q_1 \times Gt_2}{Gt_1} = Q_2$$

Q_1 : 熱量計 設置前 1年間 消費熱量
 Gt_1 : 熱量計 設置前 1年間 平均溫差
 Gt_2 : 熱量計 設置後 1年間 平均溫差
 Q_2 : 熱量計 設置後 1年間 消費熱量

더우기 明記할 事項은 各 世帶別 節約率은 最高 60%까지 節約한 世帶가 있었다는 事例가 있다. Case 2 로는 78년 7월 Fernwärme International誌의 Nürnberg(독일)에서 4년에 걸쳐 8,100世帶를 對相으로 7,200世帶에 熱量計를 設置하여 調査한 結果 다음과 같은 Data를 얻었다.

표 3B. Heat-meter의 energy 절약효과

	設置後年度 (世帶當)	設置前年度 (世帶當)	節約率%
1974/75	11,907KWH	14,050KWH	18
1975/76	11,568HWH	14,576KWH	26
1976/77	11,962KWH	14,592KWH	22

따라서 Nürnberg 地域에서는 15%~30%의 Energy 節約率이 있다는 事實을 얻었다.

Case 3으로는 스위스 Basel의 日間誌 Basler Zeitung 에서 79.8.2일 발표한 Energy 節約率은 최고 50%까지

를 節約하였다고 報告하였고 이러한 節約 效果에 따라서 유럽 各국에서는 Heat-meter를 設置 義務化 시킨 것을 考慮하고 있는 단계에 있는 것이다.

2) 國內 APT에 設置效果에 對하여

以上과 같이 外國의 例를 비추어 볼 때, 國內 APT에서의 設置效果는 外國의 例에 비해 훨씬 더 클 것으로 豫想되는 것이다.

표 4. 韓國의 energy 節約效果 추정

	年間 支拂 暖房費	Heat-meter 設置時 절약 率(약25%)	機器부담액	機器代 回受期間
APTa	19,199원/坪	4,799.8원/坪	8,333원/坪	20個月
APTb	16,815원/坪	4,203.8원/坪	8,333원/坪	23個月
APTc	11,675원/坪	2,918.8원/坪	8,333원/坪	34個月

금성계전(주) 기술부 80.7월 추정

※ 年間支拂 暖房費=暖房費+共同電氣使用料中 Boiler 運轉에 필요한 比率.

上記 Data는 80.7월에 調査한 것으로 7월 以後 2차례에 걸쳐 引上된 Oil값 引上幅 및 電氣料 引上幅은 包含시키지 않았다. 이와같은 事實로 보더라도 新規 APT는 물론 既存 APT에서도 今後 꼭 設置되어야 할 것이며 급격히 상승하는 Oil값에 대처하여 各 世帶當 節約할 수 있는 기회를 줄뿐 아니라 國家的인 Energy節約 政策에도 크게 기여 할 것으로 기대되는 것이다.

Heat-meter 設置時의 效果를 다시 간추려 본다면, 첫째; 사용량에 따라 暖房費를 내게되므로 世帶別 Energy 節約率이 현저하게 나타난다는 것.

둘째, 모두 APT들이 비교가 되므로 不實工事が 있을 수 없다는 점.

셋째, 연립주택의 個別 Boiler 대신 Main Boiler만 設置하고 各 世帶에 Heat-meter를 설치하므로써 實質的인 Energy節約을 할 수 있을뿐만 아니라 單獨 Boiler의 設置費가 節約된다는 점.

넷째, Boiler의 熱負荷를 均等하게 하여 줌으로써 Boiler의 수명 및 Pipe의 수명을 연장시킬 뿐 아니라 Energy利用效率을 높일 수가 있다.

VI. Heat-meter를 使用한 APT에서의 暖房費 計算方法

APT를 비롯하여 共同住宅을 살펴보면 各 世帶마다 창문의 方向, 世帶別 位置등에 따라 熱損失量 또는 一定한 溫度를 維持해 주기 위한 供給熱量이 다르므로 Heat-meter 設置時 各 世帶別의 熱損失量 Factor를 구하여 暖房費 計算時 考慮되어야 한다. 一般的으로 APT 한棟의 熱損失量을 구하여 보면 그림 6와 같이 나

따라서 각 Area별 열손실 factor는

$$\text{Area 1 : } \frac{1,719.6}{4,574.7} = 0.38$$

$$\text{Area 2 : } \frac{1,719.6}{3,783.6} = 0.45$$

$$\text{Area 3 : } \frac{1,719.6}{1,719.6} = 1$$

$$\text{Area 4 : } \frac{1,719.6}{3,494.7} = 0.49$$

$$\text{Area 5 : } \frac{1,719.6}{2,703.6} = 0.64$$

$$\text{Area 6 : } \frac{1,719.6}{2,510.7} = 0.68$$

VII. 結 論

叙術한 바와 같이 점차로 Energy난은 심각해 지고 있는 반면, 생활 수준이 향상되어 감에 따라 편하고 안락한 APT 및 聯立住宅等を 찾는 경향이 짙어지고 있어 보다 合理的인 Energy節約政策의 일환으로 Heat-meter의 使用이 絶실히 要求되고 있으며, 特히 最近 들어 發電所의 廢熱, 工團地域의 産業廢棄物等を 利用한 暖房 System(地域暖房: District heating system)을 勸獎하고 있고 長期的인 計劃을 세우고 있다는것은 合理的인 Energy 管理政策이라고 할 수 있다. 이러한 暖房 System에서도 Heat-meter는 필수 불가결한 計器라는 點에서도 보다 迅速히 Heat-meter의 使用이 前提되어야 할 것이며 Heat-meter에 關한 새로운 技術들이 開發되어야 할 것이다.

電氣用語集 發刊案内

今般 當學會에서는 電氣工學을 研究하는 電氣人 및 學徒들의 學術研究에 寄與하도록 하는 한편 電氣業界 및 關聯分野의 現場에서 從事하는 實務者들에게 없어서는 안될 電氣用語集(18,000單語)을 發刊하여 低廉한 價格으로 보급하고 있아오니 많이 活用해 주시기 바랍니다.

會員 : 5,000원 非會員 : 5,500원 連絡處 : 267-0213 · 260-2253

社團法人 大韓電氣學會

회 원 에 게 알 림

회원 여러분의 건승하심을 앙축합니다.
 당학회에서는 회원 상호간에 긴밀한 유대를 도모하고자 회원의 해외여행, 직장변경, 승진등 회원동정을 회지에 게재하고 있아오니 당학회로 연락주시기 바랍니다.

연락처 : 전화 250-2253, 267-0213