

溫突의 煉炭가스流量에 關한 研究(2) (誘導煙管內의 가스流動)

閔 滿 基* · 鄭 在 善*

Study on the Flow of Briquette Gas in the Ondol Heating System(2) (Gas Flow in a Briquette Flue Tube)

Man-Ki Min, Jae-Sun Chung

Abstracts

By the experiment of a model Ondol heating system gas flow characteristics in a briquette flue tube was investigated. As a heat source electric heater was used, which renders steady flow condition of air, working fluid.

It was observed that the flow augmentation may be obtained by increasing the vertical elevation of the flue tube, namely increase in the tube length or increase in the tube inclination, and the gas temperature at the tube entrance. Among several factors which augment the flow rate slope of the flue tube has the most striking effect and then the temperature of gas entering the tube. Increase in length of the tube also augments the flow but the rate of augmentation is so small that it gives little assistance to improvement of the flow.

The flow in a briquette flue gas does not essentially satisfy the one dimensional steady flow assumption. It is also observed that the flow begins to accompany irregular velocity fluctuation as inclination of the tube increases.

1. 序 論

溫突에서 가스를 流動시키는 通風力은 煉炭內의 燃燒流路, 誘導煙管, 고래의 煉道 및 굴뚝 등에서 얻어진다. 이 중에서 通風力을 發生시키는 主要部分은 誘導煙管과 굴뚝이다¹⁾**. 煉炭을 燃料로 使用하는 溫突에서는 加스가 고래煉道を 벗어나 굴뚝에 들어설 때의 加스의 溫度가 매우 낮은 特徵을 가지고 있기 때문에 굴뚝의 設計改善으로

加스의 通風力을 向上시키고자 하는 努力은 期待할만한 것이 못된다²⁾. 本 研究에서는 1/3 縮尺의 模型溫突을 使用하여 誘導煙管內의 加스가 갖는 流動特性을 實驗으로 밝혔다. 煉炭의 燃燒는 定常流動이 아니므로 熱源으로서 定常流動을 얻을 수 있는 電熱器를 使用하였고 따라서 作動流體는 空氣이다. 이 結果와 比較하기 위하여 原型溫突에서 實施한 實驗結果를 例示하였다.

2. 實驗裝置와 實驗方法

模型溫突은 原型의 것과 같은 꼴이 되도록 하여

* 正會員, 高麗大學校理工大學

** 괄호 안의 숫자는 참고 문헌의 번호임

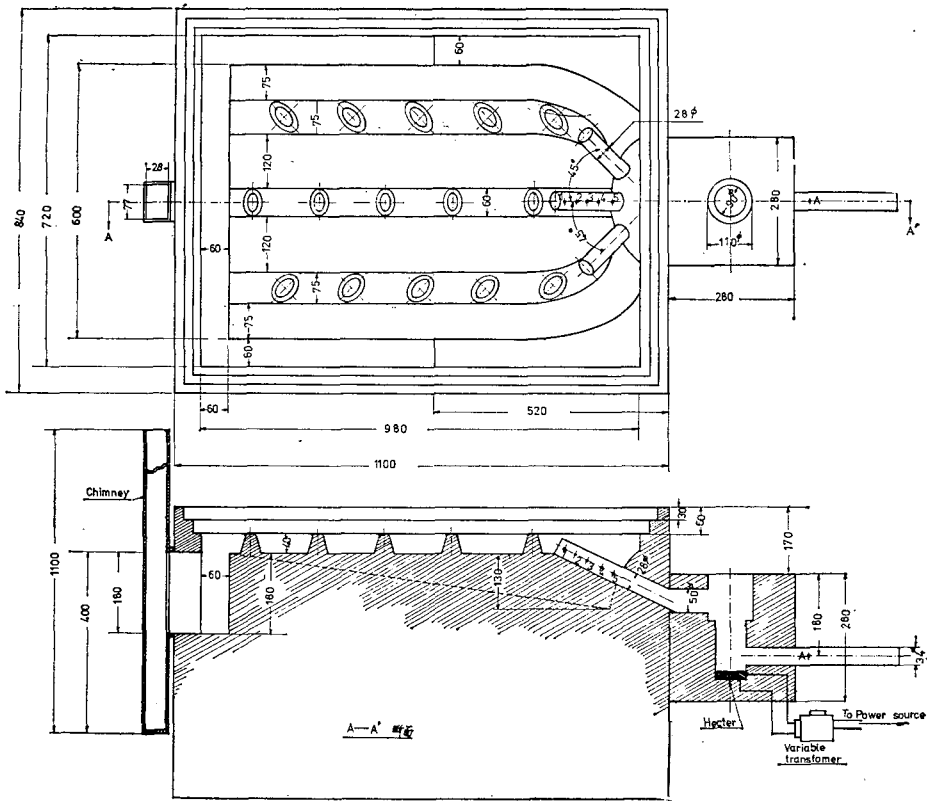


그림 1. 模型溫突의 치수

1/3의 縮尺으로 縮少하여 만들었다. 그림 1은 模型溫突의 平面圖와 正面圖다. 그림에서 보는 바와 같이 實驗裝置는 熱源部分, 溫突部分, 굴뚝部分의 3部分으로 構成되고 있다.

熱源裝置는 外形을 鐵板으로 만들고 안에 圓筒形의 石膏燃燒筒을 세워 그밖을 몰탈로 채웠다. 電熱器는 定格容量 300 W의 니크롬線으로서 1 KW 容量의 可變式 電壓調整器로 容量을 調節하였다. 空氣吸入管은 합석으로 圓形管을 만들었다. 熱源部의 뚜껑은 합석을 두겹으로 해서 네모나게 만들어 위에 올려 놓고 돌로 눌러놓도록 하였다. 따라서 氣密이 維持안되므로 空氣의 누설이 있을 수 있다.

溫突裝置는 앵글로 骨組를 세우고 콘크이트로 외각을 成形하였고 고래는 밖에서 成形하여 溫突部分에 집어 넣었다. 따라서 기울기를 任意로 調整할 수 있는 構造로 되어 있다. 외각벽에는 必

要한 곳에 測定用 구멍을 準備하였다. 고래천정(온돌바단)으로서는 5 mm 두께의 유리판을 덮었다. 개자리는 그림처럼 後半部에 ㄷ字形으로 마련하였다. 誘導煙管은 회반죽에 依하여 溫突入口部分에 固定하는 方式이므로 必要에 따라 任意의 姿勢로 固定할 수 있다. 그림에는 없으나 溫突위에는 70 cm 높이×84 cm 폭×110 cm 길이의 模型房을 角木과 5 mm 두께의 合板으로 만들어 덮을 수 있도록 하였다.

굴뚝은 矩形斷面의 알미늄채널로서 溫突裝置에서 分離가 可能하도록 固定하였다.

이 模型溫突은 外氣의 影響을 받지 않도록 하기 위하여 20坪의 實驗室內에 6.3 m×3.3 m의 칸막이를 合板으로 만들어 그 안에서 模型溫突의 實驗을 하였다.

개스의 溫度는 主로 水銀棒狀溫度計를 使用하여 空氣吸入管끝, 誘導煙管의 入口와 出口에서의

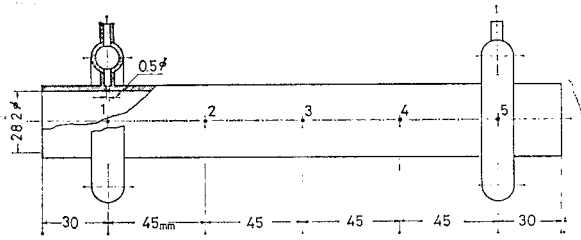


그림 2. 靜壓링을 附着한 誘導煙管

값을 測定하였다. 어떤 두 境遇에 對해서 誘導煙管內의 개스溫度分布를, 알루멜·크로멜熱電帶를 프로우브로 해서 電磁寫실로그래프(photo coder)로 記錄하였다. 체록크型 마노미이터(日本 理化機械工業株式會社)를 使用하여 溫度를 測定한 곳과 같은 곳에서의 靜壓과 速度壓을 測定하였다. 이 마노미이터의 測定範圍는 20 mmAg 이고 精密度는 1/200 mmAg 이다. 이 때 靜壓測定을 위하여 그림 2와 같이 誘導煙管의 두 測定位置에 지름 0.5 mm의 구멍을 90° 간격으로 뚫은 후 靜壓링을 附着하였다. 速度壓은 口徑 3 mm의 피토티우브를 使用하여 그림 3에서와 같은 斷面上의 位置에서 測定하고 各 位置에서 速度를 計算한 뒤

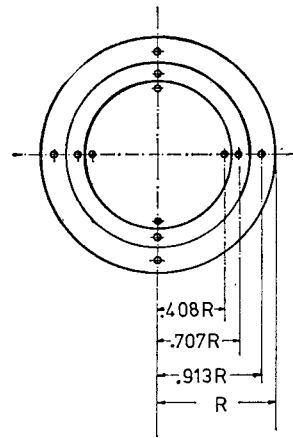


그림 3. 溫度 및 速度壓測定位置

그들의 算術平均値를 取하여 斷面의 平均速度로 삼았다.

原型溫突의 平面圖와 正面圖는 그림 4와 같다. 正面圖에 靜壓, 速度壓 및 溫度의 測定點들을 同時에 나타내었다.

模型溫突의 實驗은 유리板子들과 溫突房을 除去해서 實驗한 경우와 덮은 채 實驗한 경우의 두 가지로 나눈다. 前者는 개스가 誘導煙管으로부터 無限의 流動場으로 噴射되는 경우로서 大部分의 實驗을 이것으로 하였다.

實驗中에 變化시킨 條件들은 다음과 같다.

- (1) 熱源入力으로서 電熱線의 電壓은 75 V (170 W), 100 V (300 W) 및 125 V (470 W)의 세가지
- (2) 噴流가 부딪치는 平面障壁의 位置는 그림 5와 같이 100 mm 幅의 유리板을 0 mm, 3 mm, 6 mm, 10 mm 및 ∞의 間隔(4x)으로 變化
- (3) 기울기 θ 는 20°, 45° 및 60°의 세가지
- (4) 온길이 L은 240 mm 및 300 mm의 두가지
- (5) 冷却狀態는 裸管인 경우와 1" 유리솜으로 保溫한 경우의 두가지
- (6) 지름 d는 1B 鐵管(안지름 28.2 mm)과 3/4 B 鐵管(안지름 22.0 mm)의 두가지

3개의 誘導煙管을 設置하여 實驗中에 모두 作用시켰으나 性能을 測定한 것은 가운데의 誘導煙管이다.

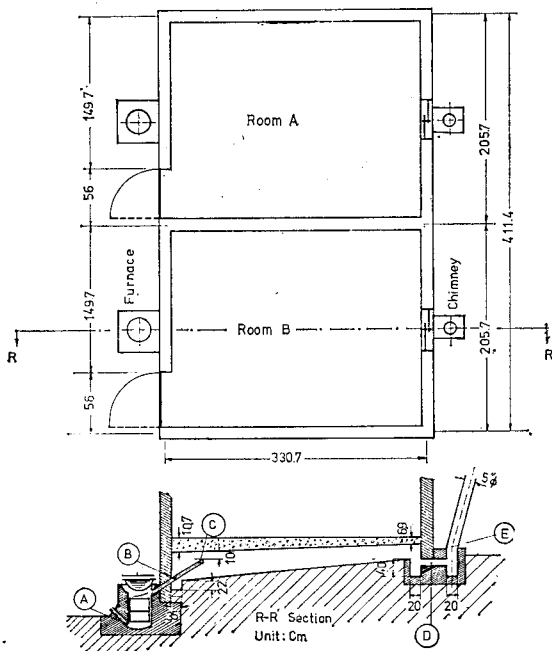


그림 4.

3. 誘導煙管內 流動과 流量

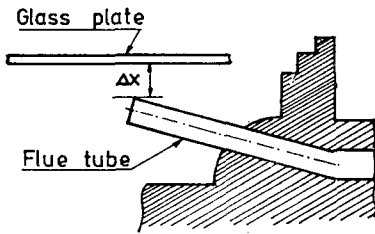


그림 5. 誘導煙管과 구들밀면의 相對의 位置

誘導煙管內의 氣의 流動은 摩擦과 冷却을 同時에 隨伴하는 1次元의 定常壓縮性 流體흐름으로 볼 수 있다. 이 때 斷面積은 一定하며 流體는 完全氣體이다. 따라서 이 流動에서 壓力, 溫度, 密度 및 速度 等の 變數들 사이에 다음과 같은 에너지式, 連結式, 運動의 力學式, 그리고 氣體의 狀態式 等の 關係式들이 適用된다.

$$\frac{dz}{J} + c_p dT + \frac{VdV}{Jg} = dq \quad (1)$$

$$d(AV) = 0 \quad (2)$$

$$p g dz + dp + pVdV + \tau_0 \frac{dL}{R_h} = 0 \quad (3)$$

$$d\left(\frac{p}{R_h T}\right) = 0 \quad (4)$$

여기서 變換常數 g , 熱의 일當量 T , 氣體常數 R , 斷面積 A , 水力半徑 R_h 等은 一定하며 定壓比熱 C_p 도 一定하다고 본다. Z, T, V, p, τ_0 및 L 은 各己 어느 基準으로부터의 垂直높이, 絕對溫度, 平均流速, 密度, 摩擦전단응력 및 誘導煙管의 길이 等を 나타낸다. q 는 單位質量의 傳熱量이다.

誘導煙管의 流動特性은 管壁으로의 冷却熱量, 粘性마찰 및 出入口의 垂直높이차에 따라 달라진다. 따라서 이 3 영향의 相互 相對의인 크기에 따라 p, T, V 및 N 等の 流動狀態量이 어떻게 變하는가를 위의 式들로부터 解釋하는 것은 誘導煙管의 流動特性的 解釋上 要重한 일이다.

이 變數들이 誘導煙管入口로부터의 거리에 따라 變化하는 모양을 보기 위하여 式 (1)~(3)을 無次元化하고 $dp/p, dT/T, dV/V, dN/N$ 等に 對하여 풀면 다음과 같이 된다³⁾. 이 때 N 은 Cauchy 數로서 맞아數의 제곱이다.

$$\frac{dp}{p} = \frac{-kgNd\theta - kg \frac{dw}{(k-1)A} - \{1 + (k-1)AN\} d\mu}{1 + A(k-1)N - kgN} \quad (5)$$

$$\frac{dT}{T} = \frac{(1-kgN)d\theta - dw - A(k-1)Nd\mu}{1 + A(k-1)N - kgN} \quad (6)$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{-d\theta - d\mu + \left\{1 - \frac{kg}{A(k-1)}\right\} dw}{1 + A(k-1)N - kgN} \quad (7)$$

$$\frac{dN}{N} = \frac{d\theta + d\mu - \left\{1 - \frac{kg}{A(k-1)}\right\} dw}{1 + A(k-1)N - kgN} \quad (8)$$

$$\frac{dN}{N} = \frac{(1+kgN)d\theta + \{2 + A(k-1)N\} d\mu - \left\{1 - \frac{2kg}{A(k-1)}\right\} dw}{1 + A(k-1)N - kgN} \quad (9)$$

여기서 $d\theta = \frac{dq}{C_p T}$

$$dw = \frac{A}{C_p T} dZ$$

$$d\mu = \frac{\tau_0}{p} \frac{dL}{R_h}$$

(5)式에 $k=1.4, g=9.807$ 및 $J=426.9$ 等の 값을 代入하고 整理하면

$$\frac{dp}{p} = \frac{-13.7Nd\theta - 14.65 \times 10^3 dw - d\mu}{1 - 13.73N}$$

여기서 分母의 第二項은 10^{-5} 의 order 이므로 無視하면

$$\frac{dp}{p} \approx 13.7Nd\theta - 14.65 \times 10^3 dw - d\mu \quad (10)$$

같은 方法으로 式 (6)~(9)를 整理하면

$$\frac{dT}{T} \approx d\theta - dw - 9.36 \times 10^{-4} Nd\mu \quad (11)$$

$$\frac{dV}{V} \approx d\theta - d\mu + 15.66 \times 10^3 dw \quad (12)$$

$$\frac{dV}{V} \approx d\theta + d\mu - 15.66 \times 10^3 dw \quad (13)$$

$$\frac{dN}{N} \approx d\theta + 2d\mu + 31.3 \times 10^3 dw \quad (14)$$

式 (10)에서 $d\theta$ 는 負의 값을 가지며, 따라서 右邊의 第1項은 煙管壁을 통한 冷却으로 起因되는 靜壓上昇分을 意味하고 第2項은 垂直높이에 依한 靜壓下降分이고 第3項은 摩擦로 因한 靜壓下降分이다. 그러므로 第3項 $d\mu$ 의 값이 第1項과 第2項의 合보다 크나 작으냐에 따라 靜壓은 작아지기도 하고 커지기도 한다(그림 6).

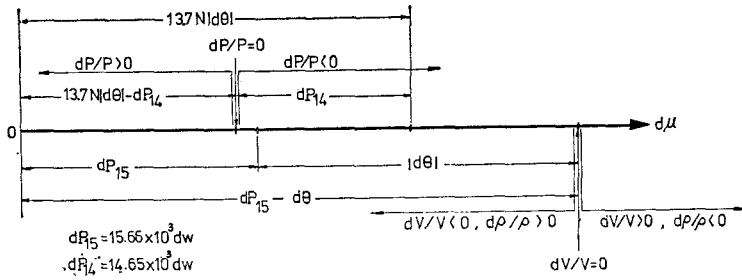


그림 6. 冷却되는 誘導煙管內 流動變數의 變化

式 (11)의 右邊을 보면 冷却時에 $\frac{dT}{T}$ 는 恒常負의 값임을 알 수 있다. (13)式을 보면 煙管內 速度는 增加할 수도 있고 減少할 수도 있다. 이처럼 $d\theta$, dw 및 $d\mu$ 등의 相對的인 크기에 따르는 靜壓과 速度의 增減의 모양을 그림 6.에 나타내었다. 그림 6.에서 $dP_{14} = 14.65 \times 10^3 dw$ 이고 $dP_{15} = 15.66 \times 10^3 dw$ 이다.

한편 質量流量을 m 라 하면 單位而積當의 質量流量 G 는

$$\rho V = \frac{m}{A} = G \quad (15)$$

誘導煙管內의 가스流動은 層流^{4), 5)}이므로 摩擦係數 $f^* = \frac{64\nu}{VD}$ 이고 管壁의 前단응력은 $\tau_w = \frac{f}{8} \rho V^2$ 이므로 左邊의 第三項은

$$\tau_w \frac{dL}{R_h} = \frac{32}{D^2} \nu G dL \quad (16)$$

式 (3)을 誘導煙管入口 1에서 出口 5까지 積分하면

$$\int_{Z_1}^{Z_5} \gamma dZ + p_5 - p_1 + G(V_5 - V_1) + \frac{32}{D^2} G \int_{L_1}^{L_5} \nu dL = 0 \quad (17)$$

또 冷却熱量은 式 (1)을 入口 1에서 出口 5까지 積分하여 얻을 수 있다.

$$q_{1-5} = \frac{Z_5 - Z_1}{J} + C_p(T_5 - T_1) + \frac{1}{2gJ} (\beta_5 V_5^2 - \beta_1 V_1^2) \quad (18)$$

여기서 q_{1-5} 는 單位質量的 가스가 入口에서 出口까지 사이에서 냉각된 熱量이다. β_1 및 β_5 는 速度가 均一하지 않는데 對한 修正係數이다.

* 煙管의 길이 가 짧아 流動은 非確立이므로 平均摩擦係數를 取하여야 함⁶⁾.

4. 實驗結果

가스가 無限大의 流動場으로 噴流하는 경우의 實驗結果를 表 1.에 나타내었다.

誘導煙管의 길이를 300 mm 로 늘이고 保温한 경우와 또 이 때 噴流에 平價障壁을 여러 간격으로 둔 경우에 對한 實驗修正를 表 2에 나타내었다. 이 때 保温은 앞서 말한 바와 같이 1"유리 ickness을 감았으나 두께는 平均 12 mm의 두께로 줄었다. 이 때 기울기는 60°의 경우로서 動壓測定이 힘들다. 특히 誘導煙管의 入口에서 動壓의 變動이 甚하여 測定하지 못하였다. 20°와 45°의 기울기에서는 이런 變動은 거의 없었다.

그래서 60° 기울기, 240 mm 길이, 75 V 전원, 保温없는 誘導煙管에서 出口의 動壓이 나타내는 變動狀況을 Yawmeter로 관찰하였다. 變動하는 動壓의 振幅과 週期는 모두 매우 不規則이었다. 振幅은 大略的으로 0.005~0.01 mmAq이고 週期는 大略 10~30 秒이다. 그러나 어느 때는 變化없이 90秒~10分 또는 그 以上을 一定한 動壓을 維持하기도 한다.

이와 같이 기울기가 수직에 가까워지면 動壓의 搖動을 가져오고 水平에 가까워지면 安定을 維持하는 理由는, 水平에서는 斷面아래쪽에 密度가 큰 加스가, 위쪽으로 갈수록 密度가 연속적으로 작아지는 stratified fluid flow의 根本的인 特性에 있다고 推定된다. 그래서 240 mm 길이, 75 V 전원, 28.2 mm 지름의 보온된 誘導煙管이 20°와 60°의 기울기 條件에서 갖는 出口斷面상의 溫度分布를 測定記錄하였다. 그 結果를 그림 7. (a)

表 1. 誘導煙管內 氣의 靜壓, 動壓 및 溫度 ($Lx=\infty$, 구들이 없는 경우)

전원전압 (V)	기 울 기	길이 (mm) 지름 (mm) 보온유무	위 치	공 기 흡 입 관 (A) 지름 39 mm			유 도 연 관 (측 정 점)									실내 온도 (°C)
				정 압 (mmAq)	동 압 (mmAq)	온도 (°C)	①(B)			②	③	④	⑤(C)			
							정 압	동압	온도	온도	온도	온도	정 압	동압	온도	
75 V (170W)	20°	L=240 d=28.2 裸管	i	-0.024	0.029	25	0.004	0.018	118	104	97	92	0.011	0.018	84	18
			m	-0.022	0.027	24	0.000	0.021	98	90	84	82	0.006	0.016	112	
			o	0.026	0.025	22	0.005	0.016	100	92	86	78	0.008	0.016	74	
	45°	"	i	-0.030	0.031	24	-0.005	0.004	115	100	104	97	0.013	0.012	84	18
			m	-0.027	0.034	23	-0.005	0.008	100	96	88	79	0.011	0.015	75	
			o	-0.022	0.030	22	-0.002	0.004	92	86	82	78	0.002	0.017	74	
	60°	"	i	-0.035	0.042	28	-0.041		128	122	117	110	-0.014	0.055	104	18
			m	-0.027	0.026	27			123	116	108	100	-0.015	0.055	97	
			o	-0.021	0.030	26			118	112	106	97	-0.014	0.044	92	
100 V (300W)	20°	"	i	-0.034	0.026	27	0.014	0.026	167	155	146	138	0.017	0.025	127	18
			m	-0.037	0.020	26	0.014	0.025	149	144	139	135	0.020	0.033	131	
			o	-0.034	0.022	25	0.015	0.028	143	133	126	123	0.016	0.038	115	
	45°	"	i	-0.034	0.040	28	-0.008	0.028	168	160	156	140	0.013	0.037	138	19
			m	-0.034	0.040	27	-0.010	0.014	132	128	122	120	0.010	0.044	118	
			o	-0.022	0.038	26	-0.012	0.010	128	126	124	123	0.008	0.041	122	
	60°	"	i	-0.041	0.047	34	-0.035		176	167	159	152	-0.000	0.053	145	18
			m	-0.043	0.044	32			168	160	154	148	-0.006	0.053	142	
			o	-0.044	0.043	31			164	152	142	136	-0.002	0.045	126	
125 V (470W)	20°	"	i	-0.036	0.022	28	0.013	0.026	210	208	194	150	0.020	0.040	166	19
			m	-0.041	0.039	27	0.010	0.025	197	180	177	158	0.017	0.048	134	
			o	-0.034	0.031	26	0.009	0.022	162	134	127	119	0.022	0.064	112	
	45°	"	i	-0.043	0.053	35	-0.007	0.034	210	196	188	180	0.014	0.050	172	18
			m	-0.049	0.052	34	-0.012	0.029	167	159	153	150	0.013	0.050	143	
			o	-0.040	0.055	33	-0.010	0.026	156	149	145	140	0.010	0.054	136	
	60°	"	i	-0.032	0.047	36	-0.034		220	200	192	186	-0.014	0.0681	174	18
			m	-0.038	0.053	35			186	174	168	162	-0.009	0.069	156	
			o	-0.034	0.048	34			184	172	160	152	-0.007	0.062	138	
75 V (170W)	20°	L=240 d=220 裸管		-0.022	* (a) 0.52m/sec (max. 0.56")	(a) 12.8° C	+0.027	** 108° C	$P_B - P_C = +0.016$			+0.011	0.040	68 60 50	11	
100 V (300W)	20°	"		-0.023	* (a) 0.60m/sec (max. 0.65")	(a) 10° C	+0.035	** 160° C	=+0.011			+0.024	0.040	89 80 64	8.8	
125 V (470W)	20°	"		-0.025	* (a) 0.65m/sec (max. 0.73")	(a) 11.5° C	+0.040	** 191° C	=+0.015			+0.025	0.05	121 105 80	9.2	

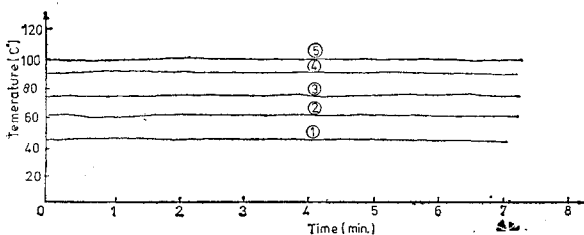
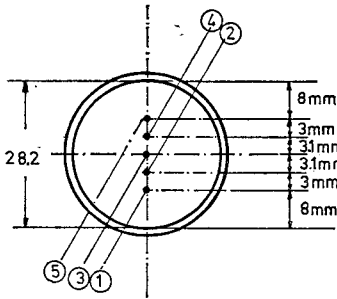
* (a) 空氣吸入管入口 (anemomaster 로 5點을 測定하여 取한 平均值)

** 誘導煙管入口直前溫度 (CA thermocouple 로 測定)

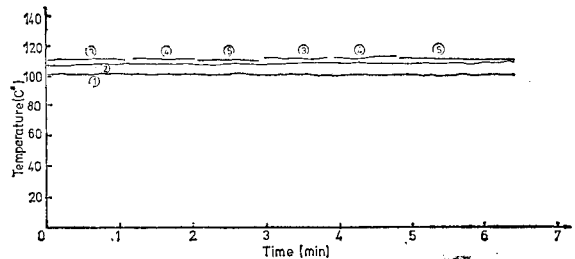
表 2. 誘導煙管內 개스의 靜壓, 動壓 및 溫度
(구들없이 噴流가 水平壁에 부딪침)
電流 75V, 지름 $d=28.2\text{mm}$, 길이 $L=300\text{mm}$,
기울기 $\theta=60^\circ$, 保温 1"유리습

Δx (mm)		誘導煙管(測定點 5 또는 C)			室內溫度 ($^\circ\text{C}$)
		靜 壓 (mmAq)	動 壓 (mmAq)	溫 度 ($^\circ\text{C}$)	
∞	i	+0.015	0.060		16.8
	m	+0.010	0.055		
	o	+0.010	0.025		
10	i	+0.010	0.055	102.1	16.8
	m	+0.012	0.052	95.7	
	o	+0.008	0.019	81.6	
6	i	+0.015	0.062	100.0	16.8
	m	+0.015	0.055	93.0	
	o	+0.002	0.015	78.0	
3	i	+0.010	0.06	102.0	16.8
	m	+0.012	0.047	96.0	
	o	+0.003	0.017	82.0	

와 (b)에 나타내었다. 이것은 前述한 바와 같이 probe 로 熱電帶(알루멜·크로멜)를 使用해서 電磁옥실로 그래프로 記錄한 것으로서 5點을 同時에 測定記錄한 것이 아니고 各已 記錄하여 同一



(a) 기울기 20°



(b) 기울기 60°

그림 7. 誘導煙管出口斷面上的 溫度變化

그래프상에 plot 한 것이다. 그림 7. (a)로부터 斷面內 上下의 溫度差가 分明한 것으로부터 아래 쪽은 密度가 크고 위쪽으로 갈수록 密度가 작아 짐을 알 수 있다.

表 3. 은 模型溫突(구들과 溫突房을 모두 갖춘)에 對한 實驗結果를 表示한 것이다. 吸入管入口의 流速은 anemomaster 로 直接 測定하였다. 每 實驗마다 室溫이 變化하는 不便이 있고 또 1回 實驗의 所要時間이 100餘分이나 걸리므로 室內溫度가 그동안에 變化한다. 表 1과 比較하면 개스의 溫度가 높아지고 있는 것은 당연한 결과이며 개스의 流速은 大體로 줄어들고 있고 따라서 壓力 降下도 줄고 있는 傾向이다. 그림 8. 은 溫突內의 개스가 流路를 따라 流動할 때 갖는 靜壓과 動壓의 變化를 概略的으로 나타낸 것이다. 이것은 表 3.의 3번째 경우의 것이다. A→B와 E→e에서의 壓力損失의 크기는 測定을 안하였으므로 分期치 않다.

위의 그림으로부터 全壓力損失 中에서 空氣吸入管內 壓力損失이 相當한 部分(約 60%)을 차지하고 있음을 알 수 있다. 그림에서 $P_B - P_A = 0.064 \text{ mmAq}$ 및 $P_e - P_E = 0.0103 \text{ mmAq}$ 는 各已 燃燒流路和 굴뚝에서의 利用通風力을 나타낸다.

實驗用模型溫突에는 3개의 誘導煙管이 있다. 이들 속을 흐르는 流量을 各已 測定해서 算定한 結果를 그림 9.에 나타냈었다. 이것은 기울기 45° , 電流 100V, 지름 28.2 mm의 裸管에 對한 것이다. 熱源部의 뚜껑을 통한 漏洩量(11%)은 3개의 誘導煙管을 지나는 總流量에서 空氣吸入管의 流量을 뺀 것이다.

表 1, 2 및 3으로부터 算出한 流量을 表 4에 나

表 3. 模型溫突內 各流路의 靜壓, 動壓 및 溫度
 $d=28.2\text{ mm}$ $L=240\text{ mm}$, 裸管, $\theta=20^\circ$

房의 有無	電流	測定點 狀態量	吸入管入口	A	B	C	B-C	D	E	굴속出口	室內溫度
溫突房없이 구들만 있는 경우	75V	정압* 동압* 온도		-0.017 11.6°C	+0.02	+0.015 0.0145 <i>i</i> 91°C <i>m</i> 88 <i>o</i> 83	+0.005	+0.002	+0.0045 0.014 12.9°C	12.9°C	9- 11.5°C
	100V	정압** 동압** 온도	0.5174 m/sec 10°C	-0.0305 12°C	+0.017	+0.012 0.0145 <i>i</i> 130.5°C <i>m</i> 128 <i>o</i> 120	+0.005	+0.010 19.5°C	+0.0045 13°C	12.5°C	9.9°C
	125V	정압** 동압** 온도	0.672 m/sec 12.8°C	-0.0445 21.1°C	+0.0195	+0.015 0.0207 <i>i</i> 179°C <i>m</i> 173 <i>o</i> 165	+0.04	+0.0103 23.5°C	-0.0193 0.017 15°C	14°C	11.8- 12.8°C
溫突房있는 경우	125V	정압** 동압** 온도	0.678 m/sec 12.6°C	-0.0305 19.8°C	+0.0167	+0.0137 0.0105 <i>i</i> 190°C <i>m</i> 180 <i>o</i> 169	+0.0055	0.0073	-0.001 0.007 19.7	19.8°C	13.8°C

* 單位는 mmAq.

** anemomaster 로 測定(平均值)

表 4. 여러 條件에서 갖는 誘導煙管의 流量, m(kg/hr)

電流 V	保溫有無	기울기 θ 길이 L 지름 d 거리 dx	20°		45°	60°	
			240 mm	240 mm	240 mm	240 mm	300 mm
			28.2 mm	22.0 mm	28.2 mm	28.2 mm	28.2 mm
75V	裸管	∞	0.1318	0.1214	0.1230	0.2242	0.2255
	保溫	∞					0.2179
		10 mm					0.1992
		6					0.2015
	3					0.1961	
	裸管	구들(유지판)만듬	0.1210				
100V	裸管	∞	0.1711	0.1240	0.1927	0.2111	
		구들만듬	0.1147				
125V	裸管	∞	0.2118	0.1341	0.2102	0.2372	
		구들만듬	0.1300				
		구들과房있음	0.1041				

溫突의 煉炭가스流量에 關한 研究

表 5. 原型溫突의 實驗結果

誘導煙管 : 지름 $d=54.2$ mm, 기울기 $\theta=20^\circ$, 굴뚝지름 $D=136$ mm, 길이 $L=520$ mm, $L_{B-C}=410$ mm

測定點	A	B	C	B-C	D	E	F	室內溫度 (外氣溫)	煉炭 交替	測定 始作	測定 終了
靜壓, mmAq	-0.214	+0.011	+0.047	+0.01				16.2°C (13.3°C)	11:45	17:30	18:35
動壓, mmAq		<i>i</i> 0.025 <i>m</i> 0.015 <i>o</i> 0.044					** <i>i</i> 0.13m/sec <i>m</i> 0.06 <i>o</i> 0.04				
溫度, °C	*(A_a) 15°C	<i>i</i> 125 <i>m</i> 100 <i>o</i> 115				<i>i</i> 14.0 <i>m</i> 13.8 <i>o</i> 13.4					
靜壓, mmAq	-0.186	+0.036	+0.034	+0.009				16°C (15.8°C) (+14.5°C)	10:00	15:30	16:50
動壓, mmAq		0.028					<i>i</i> 0.05m/sec <i>m</i> 0.06 <i>o</i> 0.03 (max. 0.37)				
溫度, °C	(A_a) 16°C	<i>i</i> 192 <i>m</i> 190 <i>o</i> 170			16.4°C	15.6°C	14.6°C				

* 吸入管入口 (A_a) 溫度
 ** anemomaster 로 測定한 流速
 × 壓力降下, ($P_B - P_C$)
 + 뒷쪽 굴뚝방의 外氣溫度

$d=28.2$ mm $R_A=-0.0445$ Kg/m² $q_a=0.0285$ Kg/m²
 $L=240$ mm $R_B=+0.0195$ " $q_b=0.0207$ "
 bare pipe $R_C=+0.0150$ " $q_c=0.0170$ "
 $\theta=20^\circ$ $R_D=+0.0120$ " $q_d=0.0077$ "
 $V=125$ volt $R_E=-0.0103$ "

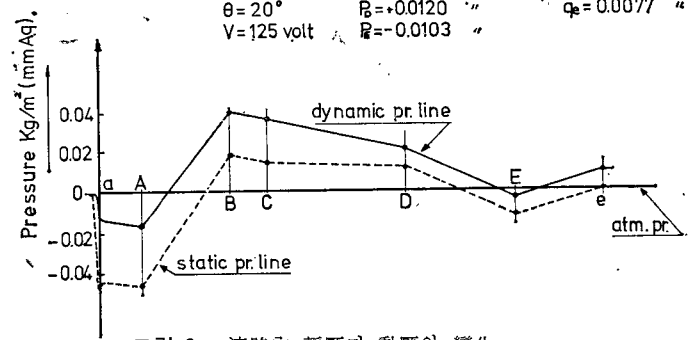


그림 8. 流路內 靜壓과 動壓의 變化

열하였다.

위의 表 4.로부터 약간의 例外는 있으나 誘導煙管의 길이, 지름 및 기울기를 크게 하고 가스의 溫度를 높이면, 流量이 增加함을 본다. 이들 中에서 가스의 溫度와 誘導煙管의 기울기가 가장 큰 影響을 주고 다음은 誘導煙管의 지름이다. 길이와 保温의 影響은 別로 크지 않음을 알 수 있다. 保温으로 말미암아 流量이 감소함은 特記할 일이다. 또 구들과 房을 갖춘 경우 流量은 顯著하게 감소되고 있다.

原型溫突(實驗家屋)에서 한 實驗結果를 表 5.

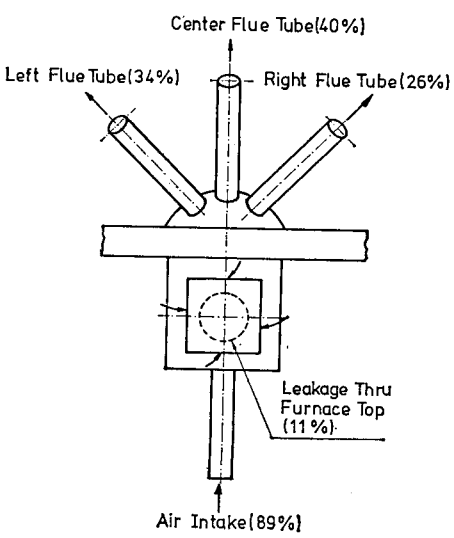


그림 9. 3誘導煙管의 質量流量比

에 나타내었다. 原型實驗은 바람의 영향으로 靜壓, 動壓 그리고 速度 등이 變動하기 때문에 測定이 힘들다. 特히 D點과 E點의 變動은 매우 甚하여 靜壓은 測定하지 못하였다. 이 靜壓變動外에도 地面으로부터의 濕氣, 부엌의 가스漏洩, 建設物前後面의 外氣의 溫度差, 測定時間이 너무 오래 걸리는 것 등의 原因 때문에 또 原型에서는 煉炭가스를 使用하였고 또 燃燒가 非定常이기 때문에 이 實驗結果와 模型溫突의 實者結果와의 比較는 不可하다.

2. 結 論

外氣와 遮斷된 實驗室內에서 模型溫突로 氣스의 流動特性을 實驗的으로 解析하였다.

마찰과 冷却을 同時에 隨伴하는 一次元 定常壓縮性 流體흐름에서 마찰抵抗, 冷却 및 流路의 높이 등에 따른 靜壓, 溫度 및 速度 등의 變化를 검토하였다.

誘導煙管의 流量은

1. 誘導煙管의 기울기, 지름 및 길이 등을 크게 하고 入口가스의 溫度를 높이면 增加한다.

2. 이들 中에서 誘導煙管의 기울기와 入口가스의 溫度가 가장 큰 영향을 주고 다음은 지름이다. 길이와 保溫은 別로 重要的 要因이 아니다.

誘導煙管의 기울기가 커짐에 따라 速度의 不規則한 變動이 觀察되었다. 낮은 기울기에서 流動은 stratified fluid flow 이다.

原型溫突의 實驗結果와의 比較는, 氣스의 非定常流動, 바람, 地面으로부터의 濕氣, 太陽熱 其他 등의 많은 要因들 때문에 實際적으로 不可하다.

本 研究報告는 1974年度 產業協同財團의 후원으로 수행된 研究의 最終報告書다.

參 考 文 獻

1. 裴旬勲 : 溫突改良設計에 關한 研究, R-74-50, 科學技術處(1974)
2. 閔滿基 : 溫突의 煙炭가스流量에 關한 研究(1) 空氣調和·冷凍工學 第2卷 第2號, 1975年 6月
3. B.L. Hicks, D.J. Montgomery, R.H. Wasserman: On the One-Dimensional Theory of Steady Compressible Fluid Flow in Ducts with Friction and Heat Addition, J. of Applied Physics, Vol. 18, Oct., 1947
4. 車宗熙 : 在來式 暖房의 geometry 에 따른 熱特性에 關한 研究, R-70-113, 科學技術處(1970)
5. 李澤植 : 溫突의 熱效率向上에 關한 研究, R-72-10, 科學技術處(1972)