

航空研究所彙報

第 二 百 一 號

昭 和 十 六 年 五 月

V.D.I. ノズルに依る空氣流量計算圖表

技 手 小 林 正 巳

1. V.D.I. ノズルの形は第3圖中の挿圖の如し。
2. 流量計算方法 長き管の途中にノズルを置いたとき、この管を通る空氣流量 Q kg/sec は次の式で計算する。

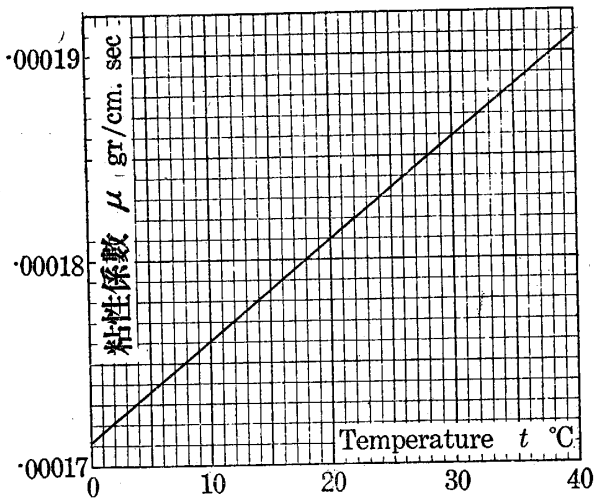
$$Q = KA_2 \sqrt{\rho_1 h} \dots\dots\dots (1)$$

ここに K は第3圖及第1表に示す如く、ノズルの開口比 $m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$ と $x = \frac{p_1 - p_2}{p_1} = \frac{h}{p_1}$ との函數である。 A_2 は絞口の斷面積 $\frac{\pi}{4}d^2$ m²、 ρ_1 はノズル入口に於ける空氣密度で、その壓力 p_1 mmHg とすれば

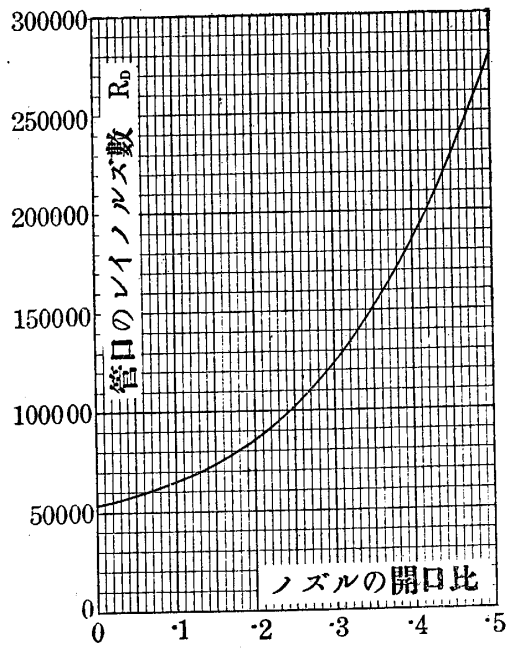
$$\rho_1 = 0.4645 \frac{p_1}{273 + t} \text{ kg/m}^3 \quad (t \text{ はノズル入口の空氣溫度 } ^\circ\text{C})$$

$h = p_1 - p_2$ kg/m² 又は 4°C 水柱で h mm.

3. 使用範圍 このノズルはレイノルス數 R_D が第2圖の値以上で使用すれば、空氣流量の誤差が 0.5% 以下である。 R_D は空氣流量



第1圖 空氣の粘性係數



第2圖 V.D.I. ノズルの祐度限界 R_D

Q gr/sec, 管の内径 D cm, 空気の粘性係数 μ gr/cm.sec (第1圖) なるとき

$$R_D = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D \mu} \dots \dots \dots (2)$$

4. 作圖表の素 第3圖及第1表は JES 送風機規格⁽¹⁾及び機械工學便覽を參考して作成した。即ち

$$Q = \alpha \varepsilon A_2 \sqrt{2g\rho_1 h}$$

ここに $\varepsilon = \sqrt{\frac{1-m^2}{1-m^2 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}}}} \sqrt{\frac{k}{k-1} \frac{p_1}{p_1-p_2} \left\{ \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k}{k-1}} \right\}}$

に於て $\alpha \varepsilon \sqrt{2g} = K$ とし, $g = 9.80 \text{m/sec}^2$, ε は流量簡易計算表によつて $k = 1.40$ とし
て求め, α は m の函數で機械學會誌に示す値をとつたが, その中二個はその表差が不
連続なるため 0.001 以下の修正を施した。

5. 計算例 $D = 200 \text{mm}$, $d = 130 \text{mm}$ なるノズルで $p_1 = 750 \text{mmHg}$, $p_2 = 480 \text{mmHg}$.
 $t = 30^\circ \text{C}$ なる測定値を得たときの空氣流量を計算する。

開口比 $m = \left(\frac{130}{200}\right)^2 = 0.423$

$$x = \frac{p_1 - p_2}{p_1} = \frac{750 - 480}{750} = 36\%$$

第3圖に於て $m = 0.423$, $x = 36\%$ なるとき K を求むれば $K = 3.485$

次に $A_2 = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.7854 \times 0.13^2 = 0.01327 \text{m}^2$

$$h = (750 - 480) \times 13.6 = 3672 \text{mm} = 3672 \text{kg/m}^2$$

$$\rho_1 = 0.4645 \frac{750}{273 + 30} = 1.150 \text{kg/m}^3$$

(1) 式に K , A_2 , h , ρ_1 を入れよば

$$Q = 3.485 \times 0.01327 \sqrt{1.150 \times 3672} = 3.005 \text{kg/sec}$$

次に R_D を計算して見る。 $Q = 3005 \text{gr/sec}$, $D = 13 \text{cm}$, 第2圖より $t = 30^\circ$ とし $\mu = 0.0001860 \text{gr/cm.sec}$. とし (2) 式に入れよば

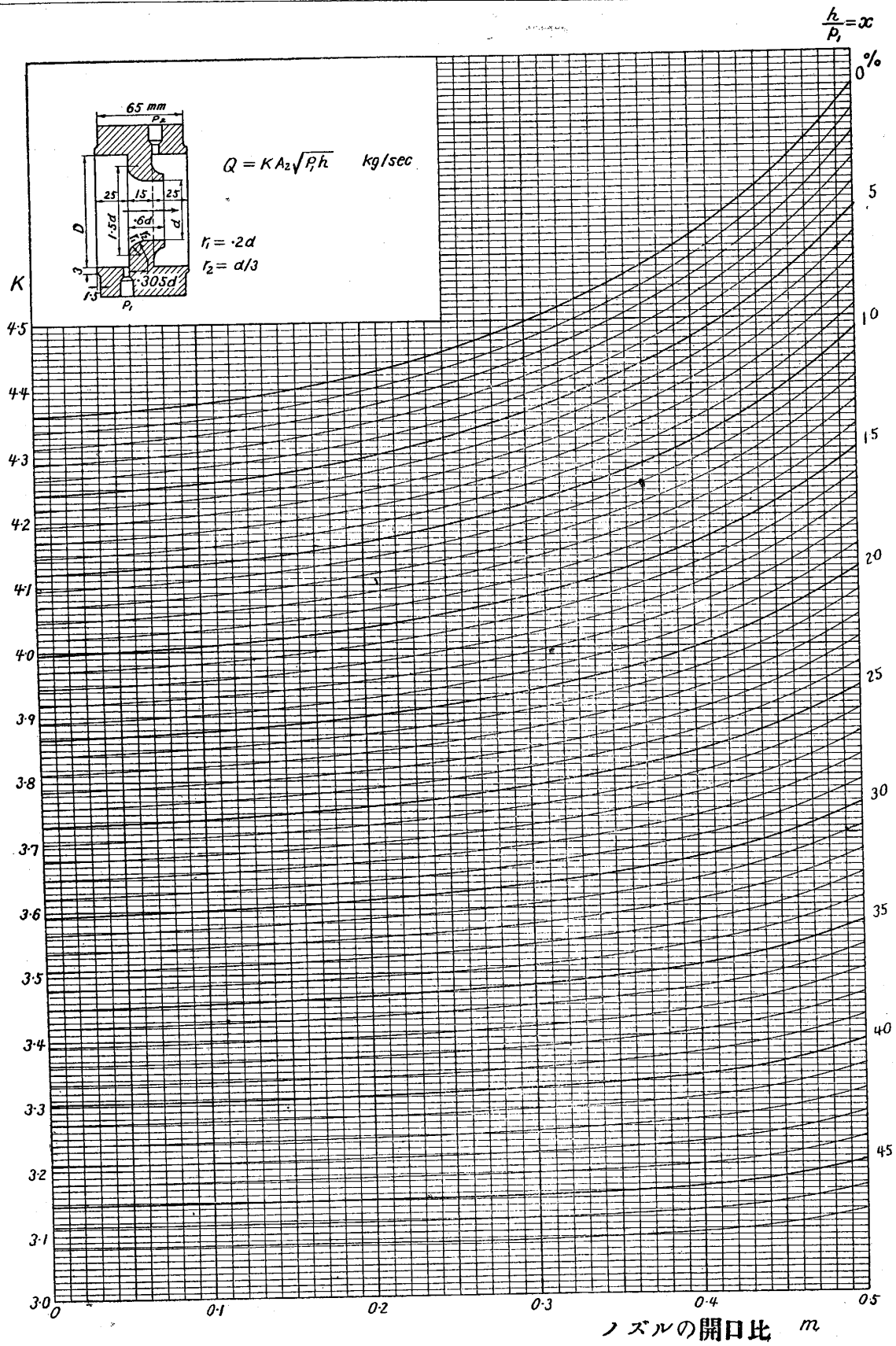
$$R_D = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D \mu} = \frac{3005}{0.785 \times 13 \times 0.0001860} = 1580000$$

この値は第2圖に於て $m = 0.423$ のときの $R_D = 198000$ より大であるから Q の誤差は 0.5% 以下であることを知る。

(1) 官報; 昭和 15 年 5 月 23 日, 1011 號 日本標準規格, 送風機試験方法

(2) 小林正巳; 絞り流量計によるガス流量簡易計算表, 航研彙報 181 號

(3) 機械學會誌 240 號 269 頁



第 3 圖

第 1 表 K の 値 $K=ae\sqrt{2g}$

$x \backslash m$.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50
0	4.369	4.379	4.396	4.421	4.454	4.498	4.554	4.626	4.719	4.852
1	4.345	4.355	4.372	4.396	4.428	4.471	4.525	4.595	4.685	4.814
2	4.321	4.331	4.348	4.370	4.402	4.443	4.496	4.564	4.652	4.777
3	4.297	4.307	4.323	4.345	4.376	4.416	4.467	4.533	4.618	4.740
4	4.273	4.283	4.298	4.319	4.350	4.388	4.438	4.502	4.585	4.703
5	4.249	4.258	4.273	4.294	4.323	4.361	4.409	4.471	4.551	4.666
6	4.225	4.234	4.248	4.268	4.297	4.333	4.380	4.440	4.518	4.629
7	4.200	4.209	4.223	4.243	4.270	4.305	4.350	4.409	4.484	4.592
8	4.176	4.184	4.198	4.217	4.243	4.277	4.321	4.378	4.451	4.555
9	4.151	4.159	4.173	4.191	4.216	4.249	4.291	4.346	4.417	4.518
10	4.126	4.134	4.147	4.165	4.189	4.221	4.262	4.315	4.383	4.482
11	4.101	4.109	4.122	4.139	4.162	4.193	4.232	4.284	4.350	4.445
12	4.076	4.084	4.096	4.113	4.135	4.165	4.203	4.252	4.316	4.409
13	4.051	4.058	4.070	4.086	4.108	4.136	4.173	4.221	4.283	4.472
14	4.026	4.033	4.044	4.060	4.081	4.108	4.143	4.189	4.249	4.336
15	4.000	4.007	4.018	4.033	4.053	4.079	4.113	4.158	4.215	4.300
16	3.974	3.981	3.992	4.006	4.025	4.050	4.083	4.126	4.182	4.263
17	3.948	3.955	3.966	3.979	3.997	4.021	4.053	4.095	4.148	4.227
18	3.922	3.929	3.939	3.952	3.969	3.992	4.023	4.063	4.114	4.190
19	3.896	3.902	3.912	3.925	3.941	3.963	3.993	4.031	4.080	4.154
20	3.870	3.876	3.885	3.897	3.913	3.934	3.962	3.999	4.046	4.118
21	3.844	3.849	3.858	3.869	3.885	3.905	3.932	3.967	4.012	4.082
22	3.817	3.822	3.831	3.841	3.856	3.876	3.901	3.935	3.987	4.045
23	3.790	3.795	3.804	3.813	3.828	3.846	3.871	3.903	3.944	4.009
24	3.763	3.768	3.776	3.785	3.799	3.817	3.840	3.871	3.910	3.973
25	3.736	3.741	3.748	3.757	3.770	3.787	3.809	3.838	3.876	3.937
26	3.709	3.713	3.720	3.729	3.741	3.757	3.778	3.806	3.842	3.901
27	3.681	3.685	3.692	3.701	3.712	3.727	3.747	3.774	3.808	3.865
28	3.653	3.657	3.664	3.672	3.683	3.697	3.716	3.741	3.774	3.829
29	3.625	3.629	3.636	3.643	3.653	3.667	3.685	3.709	3.740	3.793
30	3.597	3.601	3.607	3.614	3.623	3.636	3.653	3.676	3.706	3.757
31	3.569	3.572	3.578	3.585	3.593	3.605	3.621	3.643	3.671	3.721
32	3.540	3.543	3.549	3.555	3.563	3.574	3.589	3.610	3.637	3.684
33	3.511	3.514	3.520	3.525	3.532	3.543	3.557	3.577	3.602	3.648
34	3.482	3.485	3.490	3.495	3.502	3.512	3.525	3.544	3.568	3.612
35	3.453	3.456	3.460	3.465	3.471	3.480	3.493	3.510	3.533	3.575
36	3.424	3.426	3.430	3.434	3.440	3.448	3.460	3.476	3.498	3.539
37	3.394	3.396	3.400	3.403	3.409	3.416	3.428	3.442	3.463	3.502
38	3.364	3.366	3.369	3.372	3.378	3.384	3.395	3.408	3.428	3.465
39	3.334	3.336	3.338	3.341	3.346	3.352	3.362	3.374	3.393	3.428
40	3.303	3.305	3.307	3.310	3.314	3.320	3.329	3.340	3.357	3.391
41	3.272	3.274	3.276	3.279	3.282	3.288	3.296	3.306	3.322	3.354
42	3.241	3.243	3.245	3.247	3.250	3.255	3.262	3.272	3.286	3.317
43	3.210	3.212	3.213	3.215	3.218	3.222	3.228	3.237	3.251	3.280
44	3.179	3.180	3.181	3.183	3.185	3.189	3.194	3.202	3.215	3.243
45	3.147	3.148	3.149	3.150	3.152	3.155	3.160	3.167	3.179	3.205
46	3.115	3.116	3.116	3.117	3.119	3.121	3.125	3.132	3.143	3.167
47	3.083	3.083	3.083	3.084	3.085	3.087	3.090	3.096	3.106	3.129