

同伴飛沫の粒径測定について

京大原子炉 正員 工博 筒井天尊

" 工博 金川 昭

" 正員 ○下浦一邦

放射性廃液を蒸発濃縮処理する場合に、蒸発罐内液面から飛び出して凝縮液に移行する同伴飛沫を除去することは処理装置の除染性能を高めるために重要であり、飛沫分離装置の設計およびその最適操作条件を選定するためには飛沫液滴の粒径分布を知る必要がある。

従来微少液滴の分布測定法としては、たとえば液滴を slide glass 上に coating した MgO 薄膜に捕集し顕微鏡を用いてその分布を観測する方法¹⁾があり直径が 10μ から 200μ 程度の液滴の測定に有効とされている。しかし、この測定法では sampling してから測定結果を得るまでに時間がかかり、しかも測定上の問題点が多く、また 10μ 程度以下の液滴測定に対しては一般に満足すべき結果が得難いとされている。Garner 等²⁾はこの方法で 2 段の Cascade Impactor を用い蒸発罐からの同伴飛沫測定を行なっているが、その場合の sampling は容易でない。

我々は直径が数 μ から 10μ 程度の液滴を簡便に計測するために応答性の優れた定温度型の熱線風速計を使用する方法について検討を行なった。一様な気流中においた熱線から放散する単位時間当りの熱量 (H_1, watt) および熱線の発熱量 (W, watt) の値は熱平衡時において

$$H_1 = J N_u k l (\theta_w - \theta_0) = V_0^2 / R = W \quad \dots (1) \quad \text{で示される。また、細長い円柱からの熱伝達に}$$

関する実験結果より得られた Nu 数と Re 数の関係式³⁾⁴⁾を適用すると (1) 式は A, B を気流の状態により定まる常数として $H_1 = (A + B \sqrt{u})(\theta_w - \theta_0) = \alpha V^2 \quad \dots (2)$ となる。(2) 式は気流による熱線からの熱損失量と平均回路電圧の関係を示す。飛沫を含む気流中に熱線を置き、これに液滴が衝突して完全蒸発する場合には液滴による熱損失 (H_2, watt) がおこりこれに対応する電圧 Pulse が (2) 式に示す回路電圧に重畳することになる。 $H_2 = J [m C_p (\theta - \theta_0) + m Q] / t \quad \dots (3)$

ある測定条件についての実測値から熱線の $H_1 - V^2$ 曲線 (または $\sqrt{u} - V^2$ 曲線) が得られると、回路電圧の変動値から熱線におこった熱損失量を知ることができる。したがって回路電圧に重畳する Pulse の波高値と液滴の粒径分布の関係が求められる。

実験装置と実験方法

熱線はタングステン線で $5\mu \times 1.0, 3\mu \times 1.0, 10\mu \times 3.6 \text{ mmL}$ の三種を用いた。空気-水系 (水蒸気-水系) で行なった実験装置の概略を Fig. 1 に示す。実験塔内の多孔板上で気液接触させて、飛沫液滴を同伴した空気 (飽和水蒸気) を空塔速度 $U_1 = 5 \sim 50 \text{ cm/s}$ で塔内を上昇させた後、管内速度 $U_2 = 2 \sim 20 \text{ m/s}$ で熱線 Probe を挿入した導管中を通過させる。

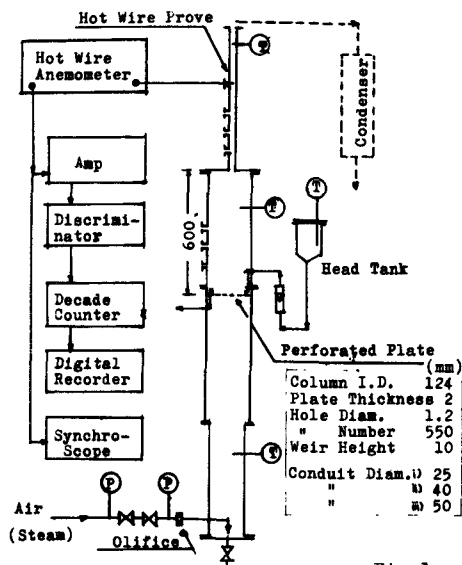
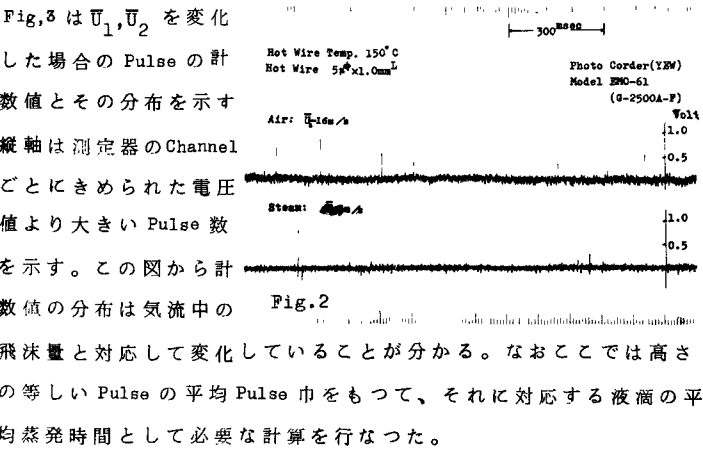


Fig. 1

熱線風速計の出力を測定する装置は立ち上がり時間の長い（～300μs程度）Pulseの計数ができるもので、0.06V～6Vの波高値をもつPulseを15Channelに分別して計数することができる。液滴の蒸発時間（t:sec）はPulse巾に対応するものと仮定し、その測定はシンクロスコープで観測したPulse波形の水平時間軸から得た。

測定結果

Fig.2は熱線風速計の出力を電磁オシロで測定した一例で、液滴との衝突により生じたPulseが気流の影響でおこる回路電圧に重畳していることがわかる。



熱線の動作温度を変化(150℃,250℃,300℃)させた場合にもほぼ同一の計数分布が得られる。以上の結果は水蒸気－水系についても成立する。

（考察）

実験結果から5μ[※]の熱線の場合、直径が5μ～10μ程度の飛沫液滴が熱線に衝突して生ずるPulseは波高分析して計数する事ができ、相対的な飛沫液滴の粒径分布変化に対応した計数結果を示すことがわかった。熱線径を選び計数装置を改良すれば測定範囲を拡張検出感度を高めることができると考えられる。この方法は導管中の任意の場所に熱線 Probe を挿入するだけで流れにほとんど影響を与えずに簡単に粒径分布を測定できる点で同伴飛沫液滴の測定法として使用できると思われる（記号）

- （熱線） θ_w : 表面温度(℃), V : 電位差(Volt), R : 動作抵抗(Ω),
 （液滴） m : 質量(g), C_p : 比熱(cal/g deg), t : 蒸発時間(sec), Q : 潜熱(cal/g), θ : 沸点(℃),
 D_p : 直径(μ)
 （気流） u : 流速(m/sec), θ_a : 温度(℃), k : 熱伝導度(cal/cm sec C), $\bar{U}_1$: 塔内速度(m/s), $\bar{U}_2$: 導管内速度(m/s), $\bar{V}$: 平均回路電圧(Volt)

（文献）1) May.K.R;J.Sci.Instrum. 27 128 ('50) 3) King.L.V.;Phil.Trans.Roy.Soc.A214 9 373 ('14)
 2) Garner.F.H.et al; Trans.Instn Chem. Engrs, 32 222 ('54). 4) Kramers.k ;Physica 12 61 ('46)

