

冷却塔のドリフト測定

Drift Measurement of Cooling Tower

(冷)生産部 技術課
福 山 昇
Noboru Fukuyama

Together with noise and visible plume, drift is one of the key factors in cooling tower operation considering the environmental impacts.

This report outlines our technique for measurement of drift droplet flux and size distribution developed in parallel with that of high efficiency drift eliminators.

It also describes some drift measurement results obtained from operational cooling towers which were installed by us.

まえがき

湿式冷却塔におけるドリフトは、騒音及び可視プルーム等とともに環境汚染の要因と見なされている。

一般に冷却塔のドリフト損失は、その循環水量の0.2%という値が通例とされてきた。この数値は元来水質管理上の補給水量算出に用いられてきたものと推察され、実質冷却塔から排出されるドリフト量とはいい難い。

実稼動中の冷却塔の実質ドリフト量を測定する方法は、現在公的に統一されたものはまだ確立されていない。

当社は、高性能エリミネーターの開発に際して、その評価基準として信頼できるドリフト測定法の確立が、不可欠の条件として取り上げ、長年にわたりシステム、機器、解析法等種々検討を重ねてきた。

本稿では当社が現在採用している測定方法を紹介するとともに実測例を記述しドリフトの実態を報告する。

1. 冷却塔におけるドリフトの定義

ドリフト測定に当たり、まずドリフトの定義について規定する。

湿式冷却塔の概要を第1図に示す。

各プラント熱交換器から戻された温水は、塔上部の温水分配槽を経て充填層②へ、ここで直接空気と接触、冷却されて塔下部冷水槽に集められ、再び各熱交換器に送られる。

一方ルーバーから吸込まれた大気①は、充填層内②で加熱、加湿され略飽和状態となり、しかも、循環水の飛沫を巻き込みながらエリミネーターに至る。ここで大多数の飛沫水滴は除去され③の排出空気となって塔外へ排出される。この③の排出空気中には、次の水滴が混合して含まれている。

- 1) エリミネーターで除去し得なかった循環水飛沫水滴
- 2) 循環水の一部が蒸発後、再び凝縮して出来た水滴

ここで測定しようとするドリフトとは、前者の循環水の飛沫水滴のみを対象としている。

2. ドリフト測定手法の経緯

1970年代に入って、冷却用水に海水を利用する気運が高まり、当社はいち早く海水冷却塔の開発に着手した。

海水を使用する冷却塔において、ドリフトとして飛散する海水が、周辺環境に及ぼす影響が問題視され、ドリフトの低減対策はもとより、冷却塔から排出するドリフト量と、その拡散状況の把握が必要となった。

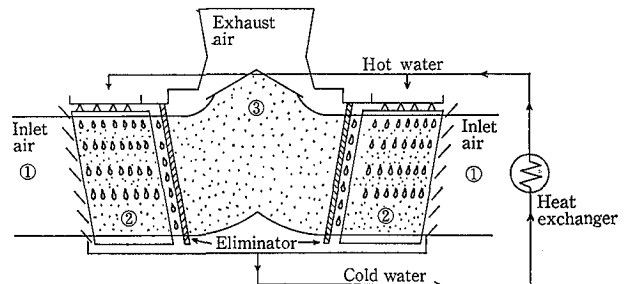
ドリフト排出量の測定については、当時から、サンプリ

ング手法として等速吸引法 (Isokinetic sampling system) が一般によく知られていたが、水滴の捕集部については、サイクロン (Cyclone) による気液分離捕集、あるいは排煙ガス中の水分量の測定に使われるコンデンサー方式等があった。当社では当初、同じく等速吸引法で、JIS 8808「煙道ガス中のばいじん量測定方法」に準拠し、そのサンプル捕集部のダストチューブ充填物をガラスウールから直径3mmのガラス玉に替える等の改良を加えたものを使用した。一方ドリフト拡散計算等に必要、粒径分布の測定については、気象学上の雲、霧などの研究技術の応用から、MgO、液体プラスチック (FORMVAR)、ポリビニールアルコール (POVAL) 等々の被膜に水滴を捕集しそれぞれの痕跡径と実粒径との相関関係を実験的に求め、水滴粒径を算出する手法を開発した。

当時、米国で環境アセスメントを専門とする E. S. C 社 (Environmental Systems Corporation, Tennessee, U.S.A) により、

- 1) 等速吸引法によるサンプリングシステム (写真1)
- 2) 特殊試験紙 (Sensitive paper) によるドリフト量及び粒径分布の測定システム (写真2)
- 3) 気中塩分濃度等の測定によるドリフト拡散試験システム (写真3)

等、総合的にドリフトを測定する手法が開発され、多くの実績を上げていた。当社はこれらの測定システムの信頼性と簡便性から、各測定装置を含むシステムの技術導入を行い、現在実稼動中の冷却塔のドリフト測定はもとより、高性能エリミネーター開発に際する評価基準に採用している。



第1図 空気と水のフロー図
Fig. 1 Air and water flow

1. 測定手法の概要

1.1 等速吸引法の概要

等速吸引装置の概要を第2図に示す。装置はドリフト捕集部のI Kチューブ(第3図)と、コントロールボックス及真空ポンプから構成され、各々はバキュームホースで連係されている。

I Kチューブは内部にビーズ(Pyrex beads)が充填され、排気中の水滴を確実に捕集する。また、外面は加熱コイルが巻かれ、飽和空気に近い排出空気中の水分の凝縮を防止すると共に、余剰水分を蒸発させ捕集水滴の脱落を防止する。

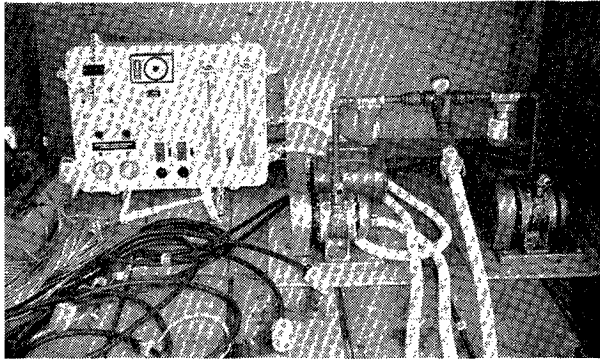


写真1 E.S.C.製等速吸引装置
Photo.1 Isokinetic sampling system developed by E.S.C.



写真2
E.S.C.製センシティブペーパー法の測定装置
Photo.2
Sensitive paper sampling system developed by E.S.C.

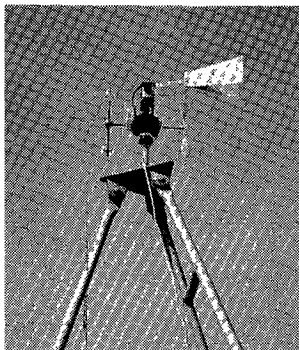


写真3 E.S.C.製気中塩分採集装置
Photo.3 Device for air-borne salt measurement developed by E.S.C.

止すると共に、余剰水分を蒸発させ捕集水滴の脱落を防止する。コントロールボックスは真空ポンプの吸引ガス量の調整弁(Relief valve)と空気流量計(Ball flow meter)及加熱調整装置が装備され、I Kチューブの吸引口における吸引速度とI Kチューブの加熱量の調整を行う。

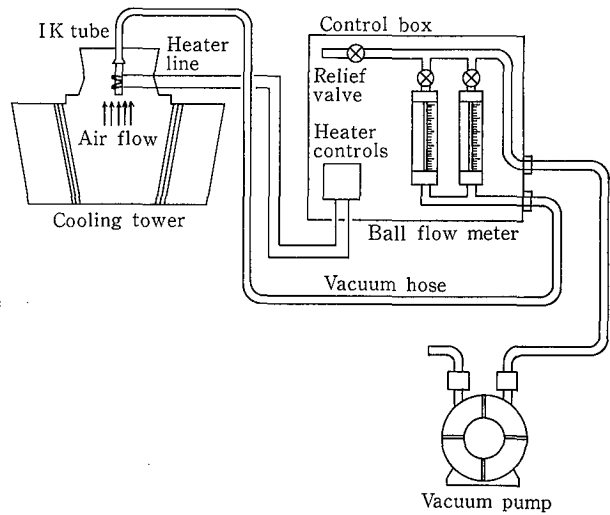
サンプリングは、測定点の気流ベクトル方向に直向してI Kチューブをセットし、気流速度と吸引速度を等速として一定時間保持し水滴を捕集する。

サンプリングの完了したI Kチューブ内のドリフト水滴は、既知量の純水で洗浄希釈される。

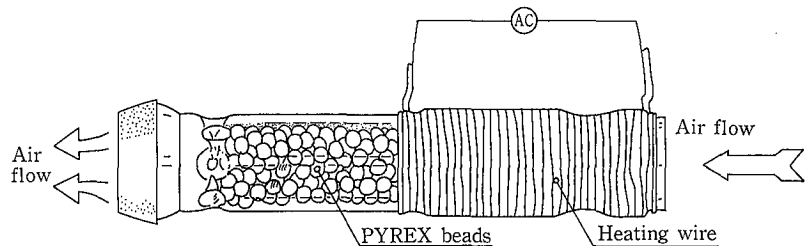
今仮に、冷却循環水が海水とすると、洗浄水中に抽出した塩素イオン(Cl^-)量を計測することにより、循環水中のイオン濃度との関係からドリフト量が求まる。この時凝縮水滴は蒸留水と考えれば、塩素イオンは含有していない。このためドリフト水滴のみが計量されたことになる。

循環水が一般工業用水の場合、この塩素イオンに替わる適当なトレーサー物質が含まれている必要がある。

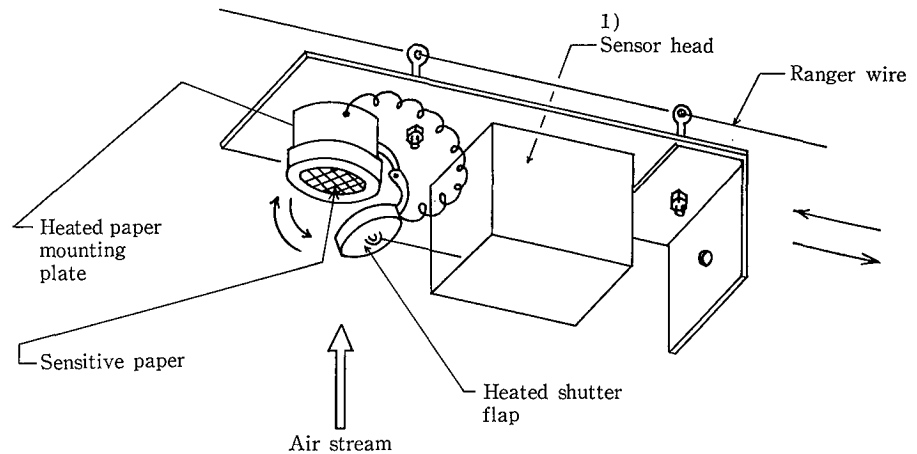
I Kチューブの材質は、種々のトレーサー物質の捕集と抽出を容易にするため Pyrex glass が使用されている。



第2図 等速吸引装置概略図
Fig. 2 Schematic diagram of isokinetic sampling system



第3図 I.Kチューブの詳細
Fig. 3 Detail of a isokinetic tube



1) Sensor head is linked via cable to a control panel

第4図 センサーヘッドの概要
Fig. 4 Schematic view of sensor head

3.2 センシティブペーパー法

センシティブペーパー (Sensitive paper) とは、E S C 社が特にドリフト測定用として開発した直径 47 mm の試験紙である。

これは特殊紙質の表面に水滴が付着すると、淡黄色のバックグラウンドに青い痕跡 (Stain) を残すよう薬品処理されたものである。この痕跡径は、水滴の実粒径と衝突速度に対し一定の相関関係を有することから、サンプリング時各測定点の気流速度を計測することにより、センシティブペーパー上の痕跡径と個数から捕集水滴の量と、粒度分布が算出出来る。

測定装置を写真2に示し、また、センサーヘッド部の概要を第4図に示す。

センサーヘッド部は、センシティブペーパー保持部分 (Mounting plate) と、シャッターフラップ (Shutter flap) 及センサーヘッド (Sensor head) から成り、センサーヘッドはコントロールパネルと電気コードにより連結され、フラップの開閉とペーパーの湿度による損傷防止のため、ペーパー保持部分とシャッターフラップの加熱制御を行う。サンプリングは塔出口測定点の気流ベクトル方向に直向して、ペーパーをセットし、コントロールパネルに内蔵されたタイマーにより、シャッターフラップを作動して水滴の採集を行う。ペーパーの曝露時間は気流中の水滴の密度により異なり、予備テストでペーパー上の痕跡が過剰捕集により、痕跡が重複しない程度 (通常 1~5 秒) とする。

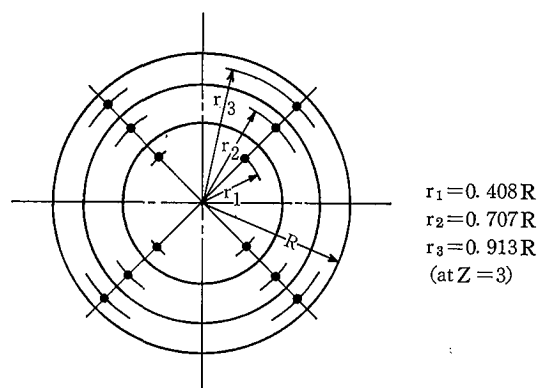
採取されたセンシティブペーパー上の痕跡は、E S C 社でコンピューター解析され、各粒径毎の個数の読み取りから捕集水滴量が算出される。

この測定方法の特長はサンプリング後、即座に捕集水滴の状況が目視出来ることである。これを利用して、エリミネーターの改造等によるドリフト低減効果の判定など、飛散水滴の多少を、相対的に単純目視比較が容易に行うことが出来る。尚、センシティブペーパー法によるドリフト測定はペーパーの痕跡から、凝縮水滴とドリフト水滴の識別が出来ないため、凝縮水滴の妨害を受けない無負荷 (No heat load) 時に限り可能である。

4. ドリフト量の測定と計算

4.1 測定位置と測定点の決定

ドリフト量の測定位置は原則として、冷却塔出口面 (Fan



第5図 測定面に於ける測定点の配置
Fig. 5 Arrangement of measuring point at measuring plane

stack 出口)で行う。測定点は、選定された測定面を任意に等面積分割し、その代表点を次の計算式により決定する。

$$r_n = R \sqrt{\frac{2n-1}{2z}}$$

ここで

r_n : 測定点の Fan stack 中心からの距離 (m)

R : Fan stack の測定面の半径 (m)

n : 半径番号

z : 半径区分数

測定点数は、Fan stack 径により異なるが通常一測定面当り 4 点 ($z=1$)~12 点 ($z=3$) 程度とする。

測定点配置の一例として、第5図に測定点数12点とした場合を示した。

4.2 等速吸引法による測定

I K チューブを測定点の気流ベクトル方向に直向してセットし、コントロールボックスの Relief valve により、予め計測した測定点の気流速度に合せ等速吸引を行う。

サンプリング時間は通常 1 hr 程度とし、その間循環水中のトレーサー濃度を確認しておく。

サンプリングが完了した I K チューブは、既知量の純水で洗浄しこれを検水として、化学分析により検水中に抽出したトレーサー濃度を計量する。

4.2.1 ドリフト量の計算

ドリフト量は、計測された検水のトレーサー濃度と、循環水中のトレーサー濃度から、次の計算式により求められる。

$$(DR)_P = \frac{\gamma_P C_n \cdot L}{C_N \times 10^3 \times A_P \times T} \quad \text{g/h} \cdot \text{m}^2$$

$$(DR)_T = \frac{1}{n} \times \sum_{P=1}^n (DR)_P \times A_a \quad \text{g/h}$$

ここで

$(DR)_P$; 各測定点毎のドリフト量 $\text{g/h} \cdot \text{m}^2$

$(DR)_T$; Total ドリフト量 g/h

n ; 測定点数

C_n ; 検水のトレーサー濃度 ppm

L ; 検水量 ml

C_N ; 循環水のトレーサー濃度 ppm

A_P ; I Kチューブの吸引口面積 m^2

A_a ; 測定面有効面積 m^2

γ_P ; 循環水の比重量(=1.0) g/cm^3

T ; サンプルング時間 hr

4.3 センシティブペーパー法による測定

サンプルングは、ペーパー面を測定点の気流ベクトル方向に正しく直向してセットする。もしペーパー面が正しく直向していない場合、痕跡が乱れ正確な水滴径の算出が困難となる。

ペーパーの曝露時間は気流中の水滴密度により異なり、予備テストでペーパー上の痕跡が重複しない最適時間を把握し、コントロールパネルのタイマーにセットして、シャッターフラップの開閉を制御する。同時に測定点の気流速度の計測により、水滴の衝突速度算出のデータとする。

4.3.1 ドリフト量の計算

サンプルングの完了したセンシティブペーパーはESC社でコンピューター処理され、痕跡径と個数のカウント及び衝突速度の関係から、各水滴毎の体積が求まり、次の計算式によりドリフト量を算出する。

$$(DR)_P = \frac{\gamma_P}{A_P \times T} \times \sum_{m=1}^m (VD_P)_m \quad \text{g/h} \cdot \text{m}^2$$

$$(DR)_T = \frac{1}{n} \times A_a \times \sum_{P=1}^n (DR)_P \quad \text{g/h}$$

ここで

$(DR)_P$; 測定点毎のドリフト量 $\text{g/h} \cdot \text{m}^2$

$(DR)_T$; Total ドリフト量 g/h

γ_P ; 循環水の比重量(=1.0) g/cm^3

A_P ; センシティブペーパーの曝露面積 m^2

VD_P ; ドリフト水滴の体積 cm^3

n ; 測定点数

A_a ; 測定面有効面積 m^2

T ; ペーパーの曝露時間 hr

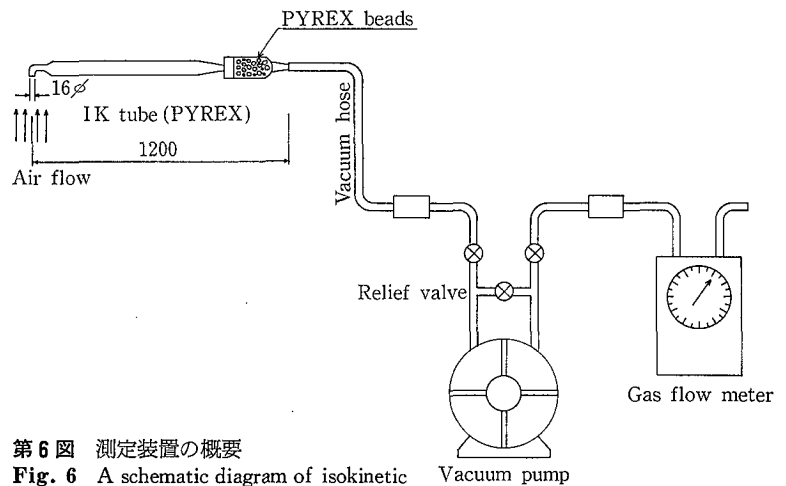
5. ドリフト測定の実例

1970年、ドリフト測定手法が確立されて以来、当社が国内、外で実施したドリフト測定の実施件数はすでに20件に達している。そのうち各測定手法の代表例を取り上げ、その測定データと解析結果を以下に示す。

5.1 実測例 その1

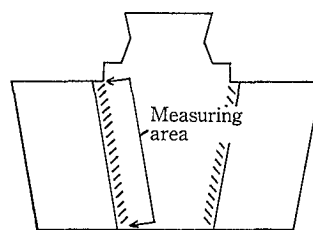
- 1) 納入先 石油精製工場(沖縄)
- 2) テスト期日 1972年9月
- 3) 冷却塔仕様
 - 塔型番号 662-3-03 (3セル)
 - 循環水量 14 600 G P M (3 320 m³/h)
 - 温水温度 120° F (48.9° C)
 - 冷水温度 88° F (31.1° C)
 - 湿球温度 80° F (26.7° C)
 - 循環水 海水
 - 設計ドリフト量 0.1% (循環水量に対する割合)
- 4) 測定方法 等速吸引法
トレーサー物質 塩素イオン(Cl⁻)
- 5) 測定装置及びI Kチューブ

本測定には、当社が最初に開発した測定装置を用いて測定した。その測定装置及びI Kチューブの概要を第6図に示す。



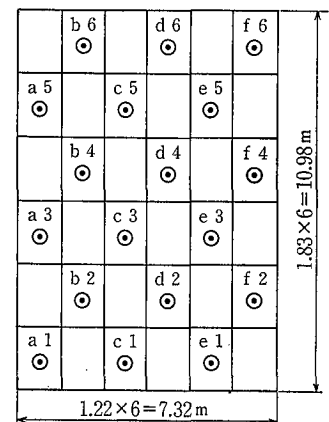
第6図 測定装置の概要

Fig. 6 A schematic diagram of isokinetic system (Developed by Shinko-Pfaudler)



第7図 測定位置及び測定点の配置図

Fig. 7 Arrangement drawing of measuring points



Arrangement of measuring points

6) 測定面及び測定点

測定は冷却塔3セルのうち、1セルのみについて行い、測定面は片側エリミネーターの直後とし、測定点の配置については第7図に示す。

7) 測定データー

サンプリングデーターと、化学分析データーは第1表に示す通りである。なお塩素イオン(Cl⁻)の定量はJIS-K-0101-1966「工業用水試験法」の吸光光度法による。

8) ドリフト量の計算

第1表より

循環水の塩素イオン濃度 CN=20 300 ppm

循環水量 Q=2 232m³/h・3cell
=744m³/h・cell

捕集塩素イオン量 q=10.41 g/h・m²

$$\begin{aligned} \therefore \text{捕集ドリフト水滴量 (DR)}_m &= \frac{q}{CN \times 10^{-6}} \\ &= \frac{10.41}{20\,300 \times 10^{-6}} \\ &= 512.8 \text{ g/h} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

ドリフト吐出面積は第7図より

$$A_a = 7.32 \times 10.98 \times 2 = 160.7 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{Total ドリフト量 (DR)}_T &= (\text{DR})_m \times A_a \\ &= 512.8 \times 160.7 \\ &= 82\,407 \text{ g/h} \end{aligned}$$

循環水量に対するドリフト量の割合(DL)%は

$$\begin{aligned} (\text{DL})\% &= \frac{(\text{DR})_T}{Q \times 10^6} \times 100 = \frac{82\,407}{744 \times 10^6} \times 100 \\ &= 0.011\% < 0.1\% \text{ (設計ドリフト量)} \end{aligned}$$

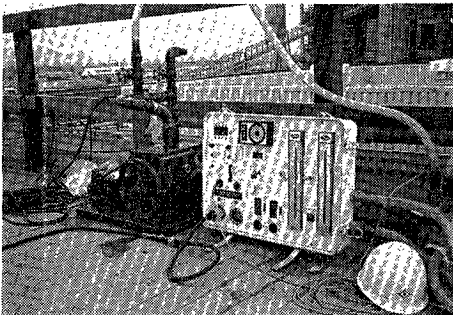


写真4 火力発電所(タイ)におけるドリフト測定装置

Photo.4 Device for drift measurement (Power plant in Thailand)

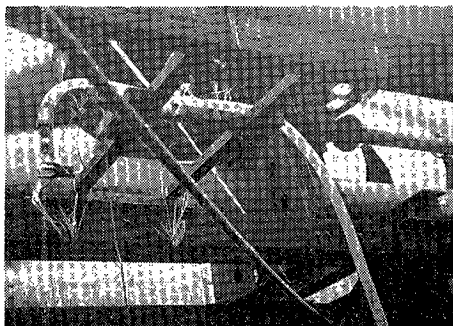


写真5 火力発電所(タイ)におけるドリフト測定位置

Photo.5 Measuring point at bottom plane of fan stack (Power plant in Thailand)

5.2 実測例 その2

- 1) 納入先 火力発電所(タイ)
- 2) テスト期日 1984年10月
- 3) 冷却塔仕様
 - 塔型番号 6616-3-05R (5セル)
 - 循環水量 15 840m³/h
 - 温水温度 39.4°C
 - 冷水温度 28.5°C
 - 湿球温度 23.5°C
 - 循環水 工業用水
 - 設計ドリフト量 0.44 kg/s・cell

4) 測定方法

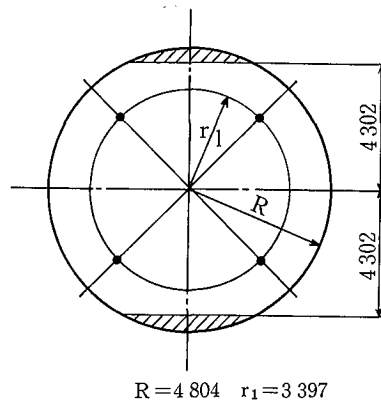
等速吸引法(写真4)
(ESC社開発システム)

トレーサー物質 電気伝導度(μs/cm)

5) 測定要領

本実測例は、冷却塔の循環水中の溶解物質の何れもがトレーサーの効果を発揮すべき濃度に達していなかった。

そこで、溶解固形物濃度と電気伝導度が比例することから、循環水中の全溶解固形物をトレーサーとしてこれを、電気伝導度として計測しドリフト量を算出する手法をとった。



第8図 ファンスタック底面、測定点配置図
Fig. 8 Arrangement drawing at bottom plane of fan stack
● Marks show the measuring point

第1表 ドリフト測定データー

Table 1 Data sheet of drift loss measurement

Sampling point	Air velocity of sampling point m/s	Sampling time hr	Water flow rate m ³ /h	Density of circulating water ppm	Quantity of Cl ⁻ per 1K tube g/h
a 1	3.7	1	2 272/3cell	19 700	7.24
a 3	4.0	1	2 205 //	20 700	10.04
a 5	3.0	1	2 105 //	21 300	13.12
b 2	4.8	1	2 169 //	20 300	10.43
b 4	4.3	1	2 178 //	20 700	10.66
b 6	3.8	1	2 223 //	19 300	8.04
f 4	5.5	0.5	2 335 //	20 700	14.44
f 6	5.0	0.5	2 349 //	20 700	15.72
Ave.	4.32		2 232/3cell	20 300	10.41

6) 測定位置及び測定点

測定位置はファンスタック下面とし、測定点は気流が最も安定し気流速度の平均値に最も近似した4点とした。

(第8図及び写真5)

7) 測定データ

各測定データを第2表に示す。

尚循環水は、各測定点毎のサンプリング期間中の開始時、中間時、終了時と各3回採取し、各々の電気伝導度測定値の平均値を採用することとした。

8) ドリフト量の計算

ドリフト量の算出は次の式による

$$(DR)_P = \gamma \left(\frac{C_d - C_P}{C_r} \right) \times \frac{L}{A_P} \times \frac{1}{T} \text{ g/h} \cdot \text{m}^2$$

$$(DR)_T = \frac{1}{n} \times A_a \times \sum_{P=1}^n (DR)_P$$

ここで

(DR)_P; I Kチューブ1本当りのドリフト量

g/h・m²

(DR)_T; Totalドリフト量

g/h

γ; 循環水の比重量(≒1.0)

g/cm³

C_r; 循環水の電気伝導度

μS/cm

C_d; 検水の電気伝導度

〃

C_P; 純水の電気伝導度

〃

L; 検水の量

ml

A_P; I Kチューブの吸引口有効面積

m²

(=4.906×10⁻⁴)

T; サンプリング時間

hr

各測定点のI Kチューブ1本当りのドリフト量は

第2表より

$$(DR)_{P1} = 1.0 \times \frac{2.52 - 0.9}{303.3} \times \frac{200}{4.906 \times 10^{-4}} \times \frac{1}{0.75} = 2903.2 \text{ g/h} \cdot \text{m}^2$$

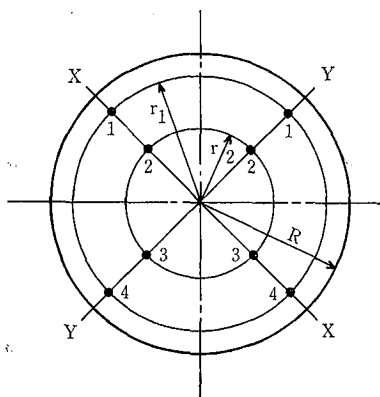
同様にして

$$(DR)_{P2} = 3005.0$$

$$(DR)_{P3} = 3006.1$$

$$(DR)_{P4} = 2996.5$$

$$\therefore (DR)_T = \frac{1}{4} \times 69.609 \times (2903.2 + 3005.0 + 3006.1)$$



R=4765 r₁=4126 r₂=2383

第9図 ファンスタック上面、測定点配置図

Fig. 9 Arrangement drawing at top plane of fan stack

• Marks show the measuring point

$$+2996.5) = 207245 \text{ (g/h)}$$

$$= 0.058 \text{ kg/sec} < 0.44 \text{ kg/s}$$

(設計ドリフト量)

循環水量に対するドリフト量の割合(RL)%は

$$\text{循環水量 } Q = 17816 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 5\text{cell}$$

$$= 3563.2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{cell}$$

$$(DL)\% = \frac{(DR)_T}{Q} \times 100 = \frac{207245}{3563.2 \times 10^6} \times 100$$

$$= 0.0058\% < 0.05\% \text{ (設計ドリフト量)}$$

5.3 実測例 その3

1) 納入先 肥料工場 (マレーシア)

2) テスト期日 1985年9月

3) 冷却塔仕様

塔型番号 6715L-3-08R (8セル)

循環水量 24600 m³/h

温水温度 42.0°C

冷水温度 32.0°C

湿球温度 29.0°C

循環水 工業用水

設計ドリフト量 0.05%

4) 測定方法 センシティブペーパー法

5) 冷却塔運転条件

本実測例は、冷却塔の無負荷 (No heat load) 時に実施した。



写真6 肥料工場 (マレーシア) におけるドリフト測定位置

Photo.6 Measuring point at top plane of fan stack

(Fertilizer plant in Malaysia)

第2表 ドリフト測定データ

Table 2 Data sheet of drift loss measurement (By isokinetic sampling)

No. of sampling point	1	2	3	4	
Time of start	11:00	13:20	14:25	15:25	
Time of finish	11:45	14:05	15:10	16:10	
Recirculating water flow rate m ³ /h	17816	17816	17816	17816	
Conductivity of Recirculating water μS/cm・25°C	305 305 300	AVE. 308 310 305	AVE. 310 310 313	AVE. 311 310 315	AVE. 312.0
Conductivity of pure water μS/cm・25°C	0.90	0.95	0.92	0.91	
Conductivity of sampling water μS/cm・25°C	2.52	2.65	2.64	2.63	
Velocity of exhaust air m/s	11.0	11.0	11.0	11.0	
Power input to fan motor kW	148	147	147	146	

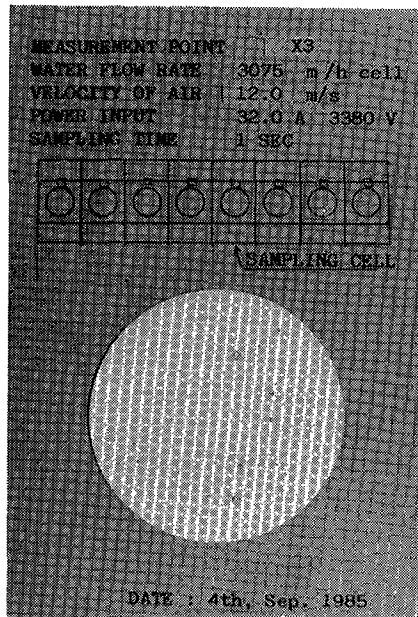


写真7 センシティブペーパーのドリフト痕跡
Photo 7 Stain of drift on sensitive paper

第3表 ドリフト測定データ

Table 3 Data Sheet of drift loss measurement

Measuring items	Measuring points								
	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4	
Sampling time (second)	← 1 sec →								
Circulating water flow rate (m³/h)	24 600 m³/h · 8 cell				→ 24 600				
Temperature of return cooling water	26.8°C 10:10				→ 27.0°C 10:57				
Temperature of supply cooling water	25.0°C 10:00				→ 26.0°C 11:04				
Velocity of exhaust air (m/s)	8.0	12.5	12.0	9.8	12.0	11.5	9.5	13.0	
Power input to motor	Ampere (A/cell)	32.0 A 10:00				→ 32.0 A 11:00			
	Volt (V)	3 380 V 9:53				→ 3 380 V 11:50			

6) 測定位置及測定点

測定位置はファンスタック出口面とし、測定点は第9図に示す。(写真6)

7) 測定データ

サンプリングデータを第3表に示し、第4表にセンシティブペーパー痕跡の解析結果を示す。なお一例としてドリフトを捕集したセンシティブペーパーを写真7に、そのコンピューター処理結果を第5表に示した。

8) ドリフト量の計算

第5表より Total ドリフト量 $(DR)_T$ は

$$\begin{aligned} (DR)_T &= \frac{1}{n} \times A_a \times \sum_{P=1}^n (DR)_P \\ &= \frac{1}{8} \times 71.33 \times (0.079 + 0.17 + 0.503 + 0.111 \\ &\quad + 0.0854 + 0.399 + 0.323 \\ &\quad + 0.143) \times 3600 \\ &= 58207 \text{ g/h} \cdot \text{cell} \end{aligned}$$

循環水量に対するドリフト量の割合(DL)%は

$$\begin{aligned} \text{第3表より 循環水量 } Q &= 24600 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 8\text{cell} \\ &= 3075 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{cell} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (DL)\% &= \frac{(DR)_T}{Q} \times 100 \\ &= \frac{58207}{3075 \times 10^6} \times 100 \\ &= 0.00189\% < 0.05\% \text{ (設計ドリフト量)} \end{aligned}$$

第4表 痕跡解析結果

Table 4 Results of ESC's analyses of collected drift stain on sensitive paper

Measuring point	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
$(DR)_P$ g/m ² ·s	0.079	0.17	0.503	0.111	0.0854	0.399	0.323	0.143

5.4 実測例 その4

- 1) 納入先 アンモニヤ工場 (大阪府 堺)
- 2) テスト期日 1985年5月
- 3) 冷却塔仕様
塔型番号 662-3-08R (8セル)
循環水量 12000 m³/h
温水温度 40°C
冷水温度 30°C
湿球温度 26.5°C
循環水 工業用水
設計ドリフト量 0.2%
- 4) 測定方法 センシティブペーパー法 (目視比較)

5) 測定要領

本実測例は、使用中の木製ヘリングボーン型エリミネーターから、PVC製ハニカムエリミネーターに変更することによる、ドリフト低減効果の判定を目的とした実施例である。まず全8セル中、条件の類似した中央の2セルを選び、一方をPVCエリミネーターに変更、一方を木製ヘリングボーン型エリミネーターを使用のまま、両者同一条件で運転する。この時の排気中の水滴をセンシティブペーパーの曝露時間を同一として捕集し、その痕跡を目視により相互比較して、低減効果を判定することとした。

表 5 コンピューターによる痕跡解析結果 (E. S. C社より)
 Table 5 Out-put data sheet of the measuring point X3 by EDP. (E.S.C)

I	D(low) μm	D(cen) μm	D(hi) μm	Mass flux μg/m ² /s	Count flux g/m ² /s	% Mass smaller	% Count smaller	Settling velocity m/s	Impaction efficiency
1	10	15	20	0.00E-01	0.00E-01	0.000	0.000	0.007	0.491
2	20	25	30	0.00E-01	0.00E-01	0.000	0.000	0.019	0.772
3	30	35	40	2.96E+03	1.32E+05	0.588	40.408	0.037	0.875
4	40	45	50	3.80E+03	7.96E+04	1.343	64.816	0.060	0.922
5	50	55	60	1.82E+03	2.09E+04	1.704	71.219	0.088	0.947
6	60	65	70	2.96E+03	2.06E+04	2.292	77.527	0.120	0.961
7	70	80	90	5.44E+03	2.03E+04	3.373	83.746	0.175	0.974
8	90	100	110	4.13E+03	7.89E+03	4.193	86.163	0.259	0.983
9	110	120	130	1.03E+04	1.14E+04	6.240	89.652	0.353	0.988
10	130	140	150	7.49E+03	5.21E+03	7.727	91.250	0.453	0.992
11	150	165	180	2.45E+04	1.04E+04	12.594	94.442	0.585	0.994
12	180	195	210	2.35E+04	6.05E+03	17.263	96.297	0.748	0.996
13	210	225	240	1.55E+04	2.60E+03	20.342	97.093	0.912	0.997
14	240	255	270	7.50E+03	8.64E+02	21.832	97.358	1.076	0.997
15	270	285	300	2.09E+04	1.72E+03	25.983	97.887	1.236	0.998
16	300	325	350	3.10E+04	1.72E+03	32.141	98.415	1.444	0.998
17	350	375	400	4.76E+04	1.72E+03	41.597	98.943	1.691	0.999
18	400	425	450	1.04E+05	2.59E+03	62.257	99.736	1.926	0.999
19	450	475	500	0.00E-01	0.00E-01	62.257	99.736	2.146	0.999
20	500	550	600	0.00E-01	0.00E-01	62.257	99.736	2.455	0.999
21	600	650	700	0.00E-01	0.00E-01	62.257	99.736	2.829	1.000
22	700	750	800	1.90E+05	8.60E+02	100.000	100.000	3.167	1.000

Total mass flux=5.03E+05 μg/m²/s
 Total count flux=3.26E+05 g/m²/s
 Mass mean diameter=473. μm

Count mean diameter=68. μm
 Mass emission rate=5.03E-01 g/s
 =(DR) p

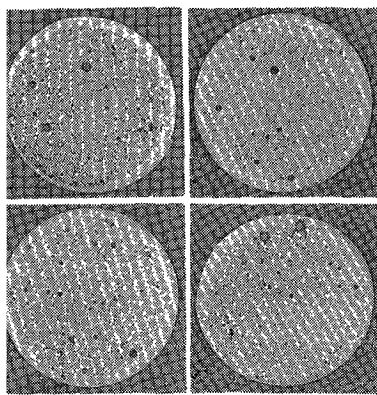


写真 8 木製ヘリングボーン型エリミネーターの場合のドリフト痕跡
 Photo.8 Stain of drift on sensitive paper in case of herring bone type wooden eliminator

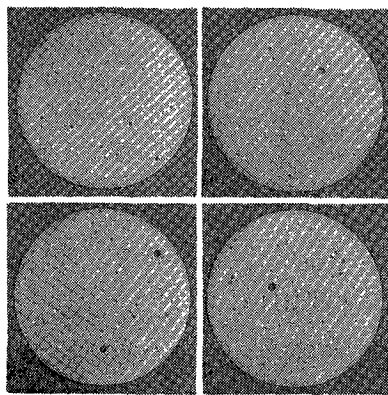
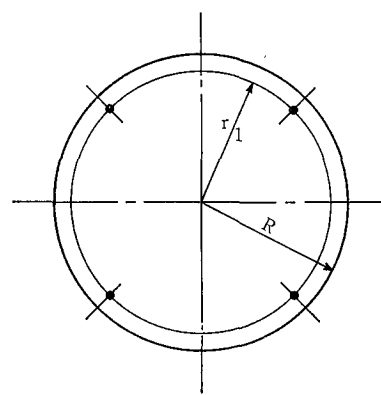


写真 9 PVCハニカムエリミネーターの場合のドリフト痕跡
 Photo.9 Stain of drift on sensitive paper in case of PVC honeycomb eliminator



R=3550 r₁=2500
 第10図 ファンスタック上面、測定点配置図
 Fig.10 Arrangement drawing at top plane of fan stack
 ● Marks show the measuring point

6) 測定位置及び測定点

両者共測定位置はファンスタック上面とし測定点は第10図に示す通り、方向、配置とも同様とした。

7) 測定結果

前記の通り同一条件のもとでの水滴捕集の結果、その痕跡状況は写真8及び写真9に示す通りである。

両者を単純目視比較しても明らかにPVCハニカムエリミネーターの場合(写真9)の方が、痕跡径及び個数共に減少していることが判明した。

むすび

省エネルギー、省資源が求められ、さらに環境保全と周辺機器に及ぼす影響の面からも、湿式冷却塔におけるドリフト低減対策は益々重要視される場所であり、その測定方法も重要な意味を持つことになる。

本稿で紹介した測定方法は、当社の地道な基礎研究に、E S C社の豊富な実績と信頼性のある技術を組み合わせて開発してきたものである。今後さらに高性能エリミネーターの開発とあいまって、より簡便で信頼度の高い測定方法の探求に努める所存である。