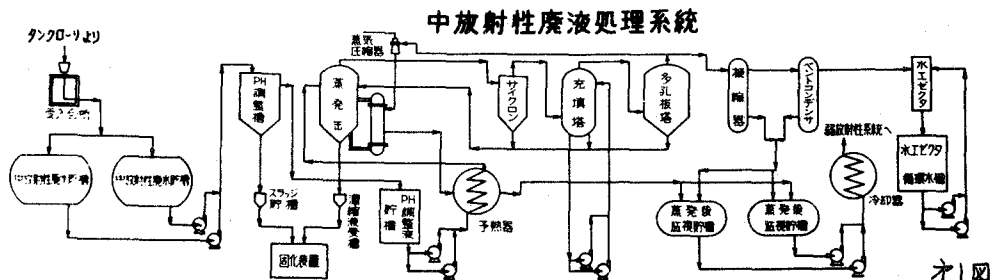


京都大学原子炉実験所で生ずる放射性廃水のうち、比較的放射能の強い中放射性廃水(1~10⁵μC/cc)を処理する目的で、蒸発濃縮処理装置を建設した。この装置で、実際に放射性廃水も処理するに先立って、諸特性の測定を行っている。蒸発濃縮処理のDF(除染係数)を向上させるために重要なものの一つは、蒸気流に伴う飛沫の除去である。このため、本装置には三種の飛沫同伴除去装置を設けているが、この中、サイクロン、充填塔を用いて行ったDF測定実験についてのべる。

1. 装置の概要

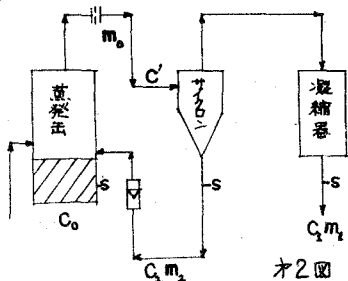
本装置のフローシートをオ1図に示す。設計処理能力は500kg/hr、設計DFは10⁴以上であるが、1000kg/hr程度まで蒸発処理が可能である。蒸発缶はリボラー型で、ホールドアップ450^l、伝熱面積は14.7m²、蒸発室の高さ1300mmである。蒸発室内蒸発質量速度は550kg/hrの蒸発速度で1000kg/m²hr程度である。サイクロンの設計蒸気入口速度は約20m/sである。充填塔は1'のランヒリングと700mm充填し、最上部に100mm厚のワイヤーデミスターを設けてある。多孔板塔は5段である。



2. 実験の方法

蒸発処理する液中に揮発性成分を含む場合には、条件が非常に複雑になる。このため、このDFの測定実験では、揮発性成分は含まれないと仮定している。実験に用いたトレーサーは非放射性的の硝酸ストロンチウムである。蒸発缶内のトレーサー濃度を一定に保つるよう、蒸発量に等しい量の蒸留水を連続的に補給することとし、蒸発缶内水、飛沫分離装置ドレーン、凝縮水、その他必要な試水を一定時間毎に採水し、トレーサー濃度を蛍光分析、容量分析で求め、DFを算出した。

3. DFの算出法



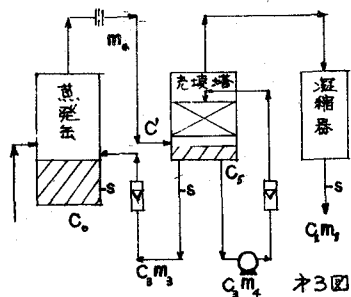
1) 蒸発缶本体及びサイクロンによるDFの算出はオ2図から

$$DF_e = \frac{C_0}{C_1} = \frac{m_0 C_0}{m_1 C_1 + m_2 C_2} = \frac{(m_1 + m_2) C_0}{m_1 C_1 + m_2 C_2} \quad (\text{蒸発缶DF})$$

$$DF_c = \frac{C_0'}{C_1} = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2}{m_0 C_1} = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2}{(m_1 + m_2) C_1} \quad (\text{サイクロンDF})$$

$$DF_{0a} = DF_e \times DF_c = \frac{C_0}{C_1} \quad (\text{総括DF})$$

但し、
 C_0 : 缶内沸騰液濃度
 C_1 : 凝縮器からの流出液濃度
 C_2 : サイクロンから流出する液の濃度
 C_0' : 蒸発缶から出る蒸気中の濃度
 m_0 : 蒸発缶より蒸発する液量
 m_1 : 凝縮器から漏出する液量
 m_2 : サイクロンのドレーン量



オ3図

2) 蒸発釜本体及び充填塔によるDFの算出はオ3図から

$$DF_e = \frac{C_0}{C_1} = \frac{m_0 C_0}{m_1 C_1 + m_3 C_3 + m_5 \cdot dC_3/dt} \quad (\text{蒸発釜 DF})$$

$$DF_p = \frac{C_1}{C_2} = \frac{m_1 C_1 + m_3 C_3 + m_5 \cdot dC_3/dt}{m_2 C_2} \quad (\text{充填塔 DF})$$

$$DF_{oa} = DF_e \times DF_p = \frac{C_0}{C_2} \quad (\text{総括 DF})$$

但し、 $C_0, C_1, C_2, m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$ は 1) に同じ。

C_3 : 充填塔から流出する液の濃度

S: Sampling point

m_3 : 充填塔から流出する流量

m_4 : 充填塔の循環流量 (定数)

m_5 : 充填塔のホールドアップ (定数)

4. 実験結果と考察

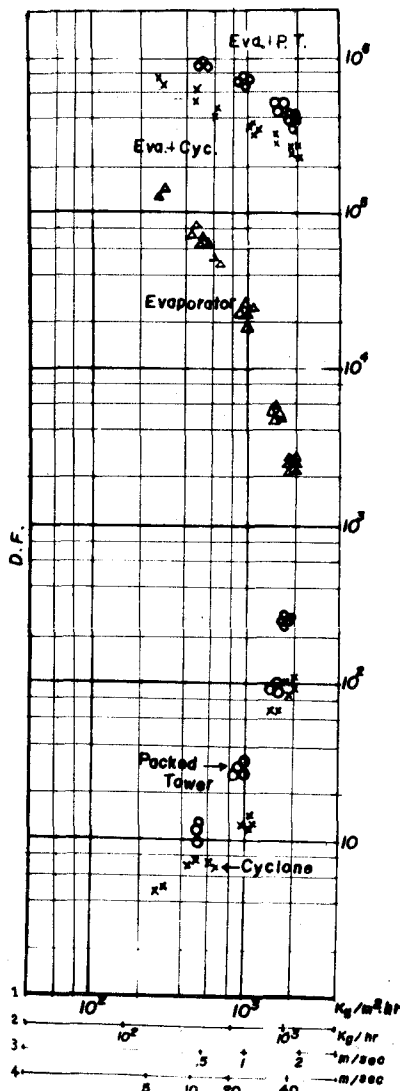
1) 蒸発釜とサイクロンによるDF: 蒸発釜と凝縮器同伴除去装置としてサイクロンを用いて凝縮器で液化させる蒸発濃縮処理過程の場合、蒸発処理量の変化によってDFがどのように変化するかを測定した。この結果をオ4図に示した。蒸発質量速度を増加させると蒸発釜のDFは順次低下し、一方サイクロンのDFは上昇する。総括DFは若干低下するが、一方の上昇と他方の下降とが相殺して $3 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5$ を示した。実験した質量蒸発速度の最大の値の場合、サイクロン入口蒸気速度は 50 m/sec であるが、実験結果からは、蒸気速度の増加によってサイクロンで捕集された液滴の再飛散現象を起していないと考えられる。又、蒸発釜から直ちに凝縮器に導く処理過程についてのDFも測定したが、上記計算で求めたDFとほぼ一致している。

2) 蒸発釜と充填塔によるDF: 蒸発釜と充填塔、凝縮器を用いた場合のDFの測定結果をオ4図に併せて示した。この場合もサイクロンと同様質量速度の増加に伴ない充填塔によるDFが上昇し、総括DFはあまり減少しない。なおこの実験においては充填塔における L/G (L : 充填塔に循環させる流量, G : 充填塔内蒸気空塔速度) は 1 とした。また $L=0$ とした場合には若干DFが低下し、又、凝縮水中のトレーサー濃度が若干変動する。

結論

実験の結果では、この装置では 500 kg/hr の設計値に対して、 $200 \sim 1,000 \text{ kg/hr}$ の間で処理量を変化させた場合、サイクロン、充填塔の何れを用いても $10^5 \sim 10^6$ のDFが得られることが明らかとなった。

おわりに本装置の設計建設にあたり種々御指導を賜わった京都大学工学部仁生工学教室の岩井重久教授、高松武一郎教授に感謝する。又、実験に協力された京都大学原子炉実験所の廃棄物処理設備部門の方々に謝意を表す。



1. 蒸発質量速度
2. 処理量
3. 充填塔内空塔速度
4. サイクロン入口速度

オ4図