

ガラス固化モックアップ試験による スクラバ及びデミスタの性能試験

1991年5月



動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical Evaluation and Patent Office, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-Chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1991

ガラス固化モックアップ試験による スクラバ及びデミスタの性能試験

高橋武士*、間野 正**、大鷹秀生***

要 旨

高レベル放射性廃液のガラス固化処理時にガラス溶融炉から発生するオフガスの処理技術の開発のために、モックアップ試験にいくつかの処理機器を設置して、それらのエアロゾル及び揮発性ルテニウムに対する除去性能の確認を行った。

この結果、サブマージドベッドスクラバ、デミスタについて、エアロゾル、揮発ルテニウムに対するDFを確認することができた。これらの機器はガラス溶融炉オフガスを処理する機器として期待する性能を有していることがわかった。

* 環境技術開発部 環境技術第一開発室 室長
** 環境技術開発推進本部 処理・貯蔵研究グループ 主幹
*** 環境技術開発推進本部 処理・貯蔵研究グループ

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 試験装置	1
3. 試験方法	1
4. 試験条件	2
5. 試験結果	3
6. まとめ	3

1. 概要

高レベル放射性廃液のガラス固化処理に伴い発生するオフガス中の放射性物質に対するオフガス処理機器の除去性能を確認することは、ガラス固化プラントの設計、建設にとって重要である。ガラス固化プロセスのオフガス処理系に使用する機器の性能を確認するために、モックアップ試験設備において、高レベル廃液を模擬した廃液（以下「模擬廃液」という）を用いた試験を行った。

この試験により、ガラス溶融炉からの元素の移行率、及びサブマージドベッドスクラッパ、デミスタの除去性能を確認した。

2. 試験装置

モックアップ試験設備の概略を図-1に示す。

モックアップ試験のガラス溶融炉は、ガラス原料とともに連続的に供給する模擬廃液のガラス溶融を行う。

オフガス処理機器のうち、サブマージドベッドスクラッパの構造を図-2に、デミスタの構造を図-3に示す。

ガラス溶融炉から発生するオフガスは、図-1に示すオフガス処理機器により処理され、排風機により排気筒から放出される。

3. 試験方法

模擬廃液は濃縮器で濃縮し、ファイバークートリッジ状ガラス原料（以下「カートリッジ」という）に含浸した後、ガラス溶融炉へ供給した。

オフガス処理機器で捕集した元素量は、ガラス溶融炉へ模擬廃液を供給する前、及び模擬廃液供給停止後におけるオフガス処理機器内の洗浄水のサンプリング分析結果と各々の洗浄水量から評価した。

(1) ガラス溶融炉からの元素の移行量及び移行率

ガラス溶融炉への模擬廃液の供給速度は、供給槽の液位変化から計算した模擬廃液の減少速度として測定し、その値と模擬廃液中の着目する元素の濃度からガラス溶融炉への元素の供給量を求めた。

ガラス溶融炉からの元素の移行量は、各オフガス処理機器での元素の捕集総量から求め、ガラス溶融炉からの元素の移行率は捕集総量とガラス溶融炉への供給量との比から求めた。

(2) サブマージドベッドスクラッパの除去性能

① エアロゾルの除去性能

各オフガス処理機器で捕集された元素量より、サブマージドベッドスクラッパへの流入量とサブマージドベッドスクラッパからの流出量を算出し、それらの比から評価した。

② 揮発性ルテニウムの除去性能

サブマージドベッドスクラッパの入口、出口でオフガス中の揮発性ルテニウムのサンプリングを行い、サブマージドベッドスクラッパの揮発性ルテニウムの除去性能を評価した。

(3) デミスタの除去性能

デミスタの入口、出口のオフガス中のエアロゾル濃度の測定を行い、デミスタのエアロゾルの除去性能を評価した。デミスタは、オフガス処理系への接続位置を変えて3ケースについて測定を行った（接続位置は図-4に示す）。

4. 試験条件

モックアップ試験では、試験条件を変えて試験A～Hの計8回の試験を行った。ガラス溶融炉の試験条件を表-1に、サブマージドベッドスクラッパのモックアップ試験条件（試験F～H）を表-2に、及びデミスタの接続位置を変えた各ケースにおける試験条件を表-3に示す。

試験A～Hのうち、試験A～Eではガラス溶融炉出口のオフガス処理機器として、液膜式スクラッパとコンデンサを用いたが、試験F～Hではこれら2つの機器をサブマージドベッドスクラッパに置き換えて試験を行った。

5. 試験結果

モックアップ試験で得られたガラス溶融炉、サブマージドベッドスクラップ及びデミスタの結果を以下に示す。

(1) ガラス溶融炉

試験 A～H で得たガラス溶融炉からオフガス中への元素の移行率及び移行量を表-4 に示す。

(2) サブマージドベッドスクラップ

試験 F～H での揮発ルテニウム、エアロゾルに対する DF を表-4、表-5 に示す。

(3) デミスタ

各ケースにおけるデミスタ入口、出口のオフガス中に含まれるエアロゾルの粒径分布の測定値から算出した DF を図-5～図-7 に示す。

6. まとめ

これらの試験より、ガラス溶融炉からオフガス中へ移行するルテニウム、セシウム等の元素の割合を把握するとともに、サブマージドベッドスクラップ及びデミスタのルテニウム、セシウム等に対する DF を評価することができた。

表-1 ガラス溶融炉の試験条件と試験結果

		試験 A	試験 B	試験 C	試験 D	試験 E	試験 F	試験 G	試験 H
模擬廃液の硝酸濃度 (mol/l)		5	5	7	6	6	6	6	6
模擬廃液供給速度 (l/h)		20.8	20.8	20.8	20.8	10	14.6	14.6	14.6
カートリッジ供給速度 (kg/h)		9.4	9.4	9.4	9.4	4.5	6.6	6.6	6.6
供給時間 (h)		21	19	22	11	10	23	25	12
廃液供給開始以降の ガラス溶融炉上部空 間温度の変化 (°C)		460~280	530~340	650~290	880~530	620~640	600~470	510~430	590~430
移行率	Ru	0.15	0.11	0.11	0.17	0.21	0.19	0.19	0.19
	Cs	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	4.8×10^{-3}	1.6×10^{-2}	2.7×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.4×10^{-3}
	Sr	1.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}	3.5×10^{-4}	3.1×10^{-4}	3.2×10^{-4}			2.9×10^{-4}
	Ce	1.7×10^{-3}		9.0×10^{-5}					3.0×10^{-4}
	Zr	2.9×10^{-3}		2.1×10^{-4}					
移行量 (g/h)	Ru	10.7	7.6	7.9	12.5	7.4	9.5	9.7	9.5
	Cs	1.4	1.4	0.42	1.4	1.2	0.76	0.75	0.27
	Sr	5.3×10^{-2}	5.9×10^{-2}	1.1×10^{-2}	9.7×10^{-3}	5.0×10^{-3}			6.5×10^{-3}

表-2 サブマージドベッドスクラッパ (SBS) の試験条件

		モックアップ試験の条件		
		試験 F	試験 G	試験 H
入口オフガス流量 (m ³ /h)		225~210 (115 Nm ³ /h)	210~200 (110 Nm ³ /h)	250~210 (110 Nm ³ /h)
入口オフガス温度 (°C)		90~160	180~160	250~170
充填層	直径 (mm)	500	500	500
	層高 (mm)	600	600	600
洗浄水温度 (°C)		47	50	40
出口オフガス流量 (m ³ /h)		172	171	164
出口オフガス温度 (°C)		46	50	41
空塔速度 (m/s)		0.27	0.27	0.26
液ガス比		0.055	0.055	0.053

表-3 デミスタの性能評価試験条件

項目	ケース I	ケース II	ケース III
設置位置	冷却器後段	ベンチュリスクラッパ後段	凝縮器後段
オフガス温度 (°C)	16	19.9	24
オフガス圧力 (mmH ₂ O)	-3000	-1376	-105
デミスタ面速度 (cm/s)	10.4	8.7	7.7

表-4 サブマージドベッドスクラッパ (SBS) の揮発性ルテニウム
に対する除去試験結果 (試験H)

試験 No	試験 F	試験 G	試験 H
廃液供給時間	23h	25h	12h
ガラス溶融炉へのルテニウム供給量	1136g	1260g	591g
サブマージドベッドスクラッパへの揮発性ルテニウム流入量	108g*	123g*	95g
サブマージドベッドスクラッパからの揮発性ルテニウム流出量	$<6.7 \times 10^{-4} \text{g}$	$<4.3 \times 10^{-4} \text{g}$	$<1.7 \times 10^{-4} \text{g}$
DF	$>1.6 \times 10^5$	$>2.9 \times 10^5$	$>5.6 \times 10^5$

(*) 試験F, Gでは, サブマージドベッドスクラッパへの全ルテニウムの流入量はそれぞれ216g, 245gであった。一方, モックアップ試験の結果, ガラス溶融炉から移行する揮発性ルテニウムに対する割合は, 0.85であった。ここでは安全側の評価とするため, この割合を0.5と設定し, 揮発性ルテニウムの流入量をそれぞれ108g, 123gとした。

表-5 サブマージドベッドスクラッパ (SBS) の全ルテニウム及び
エアロゾルに対する除去試験結果 (試験H)

除去対象	サブマージドベッドスクラッパへの流入量 (mg)	サブマージドベッドスクラッパからの流出量 (mg)	サブマージドベッドスクラッパのDF
全Ru	1.12×10^5	2.93×10^2 以下	380 以上
Cs	3.20×10^3	5.98×10^2	5.4
Sr	7.67×10^1	7.31×10^0 以下	10.5 以上

* 全ルテニウムは, 揮発性ルテニウムとエアロゾル状ルテニウムの合計をいう。

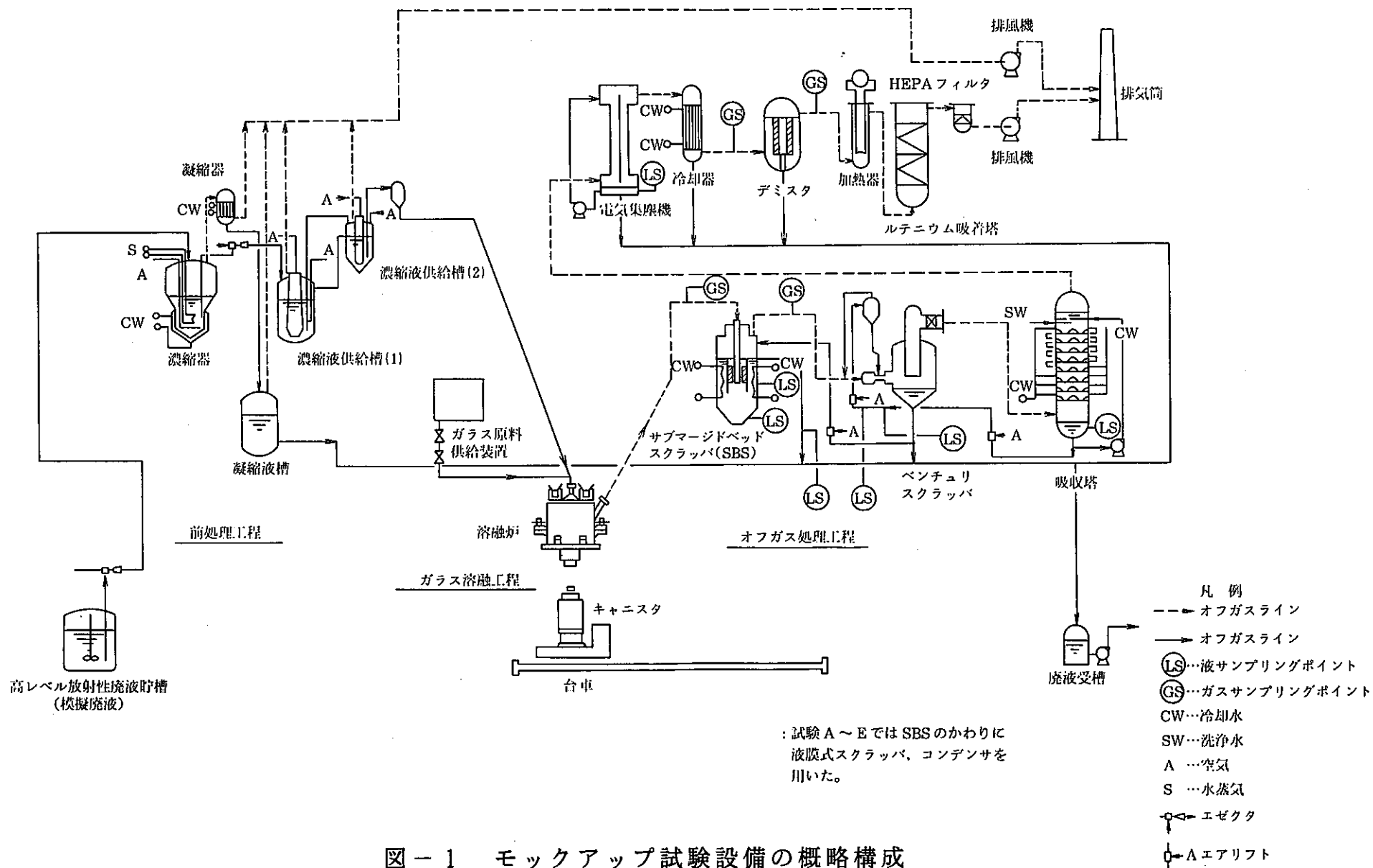


図 - 1 モックアップ試験設備の概略構成

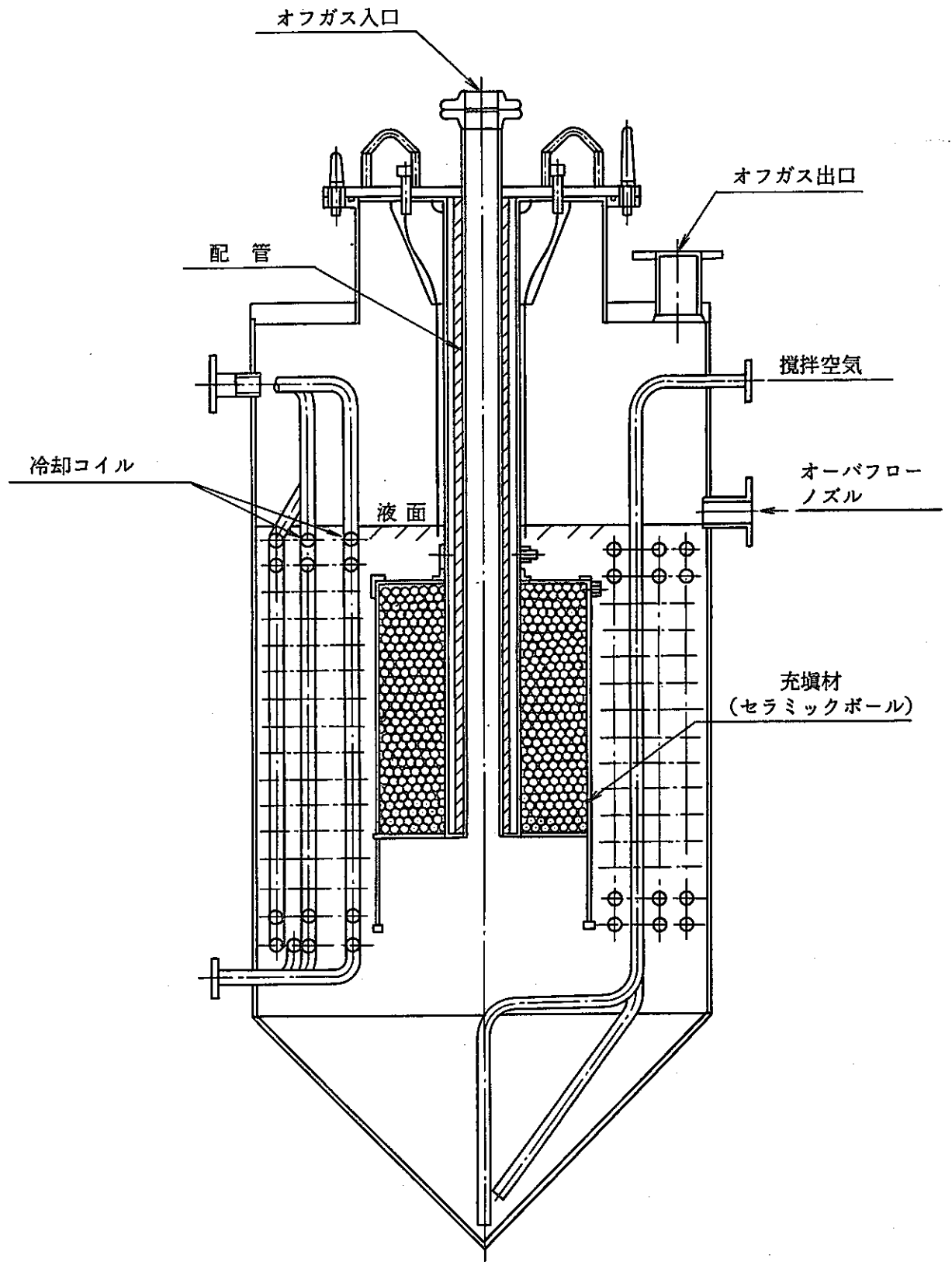


図-2 サブマージドベッドスクラッパ (SBS) の構造

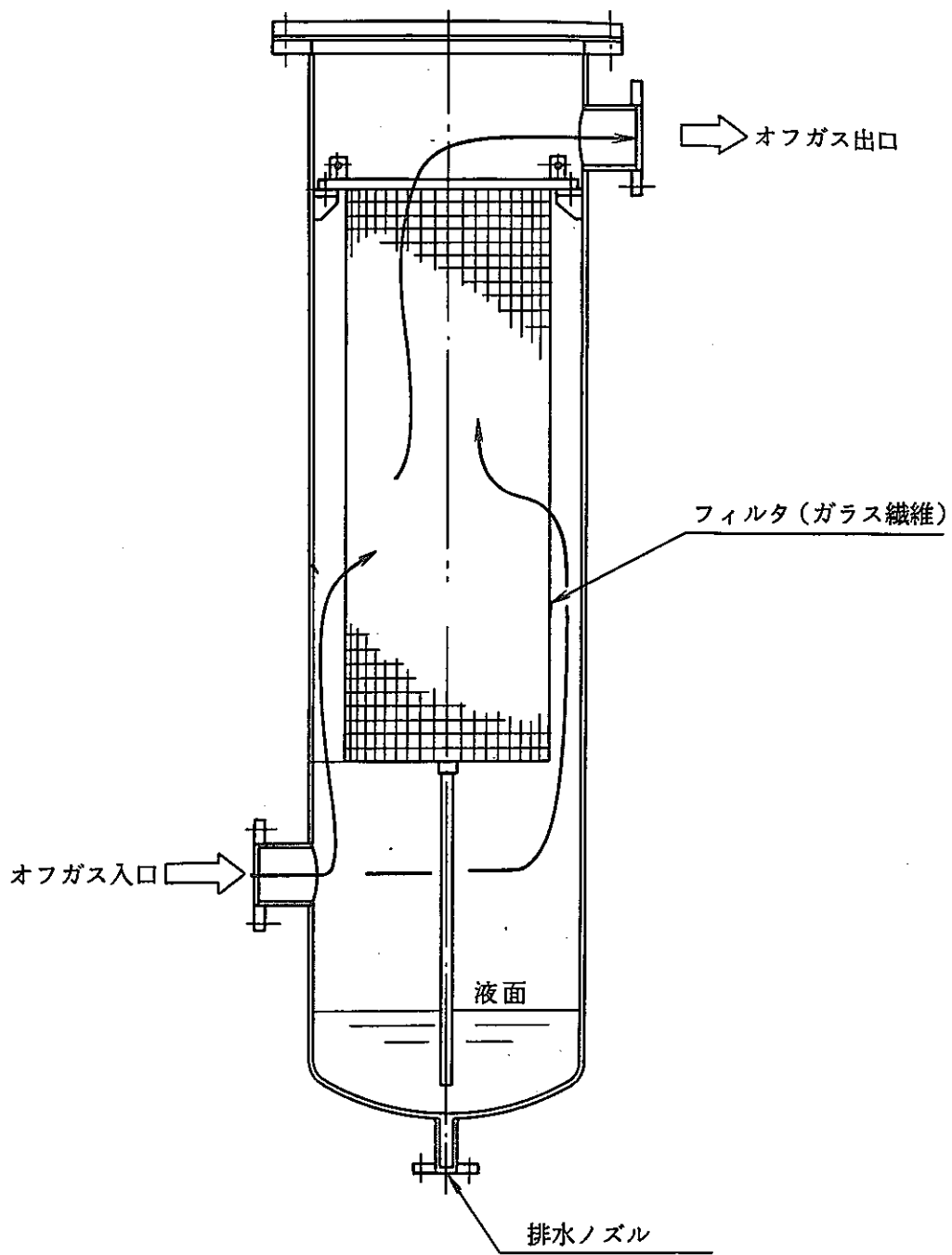


図 - 3 デミスタの構造

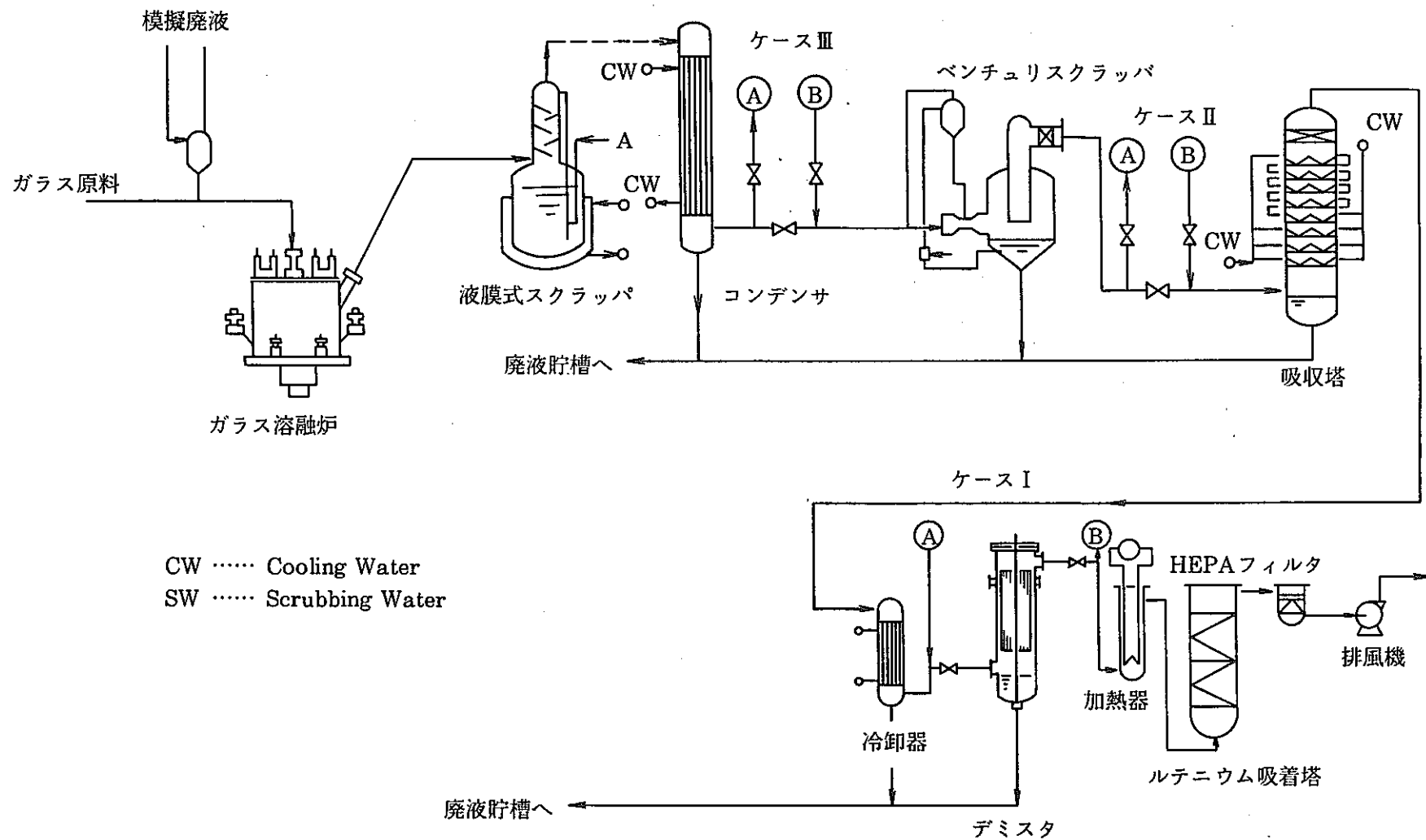


図-4 デミスタの接続位置

(A) デミスタ入口へ
 (B) デミスタ出口から

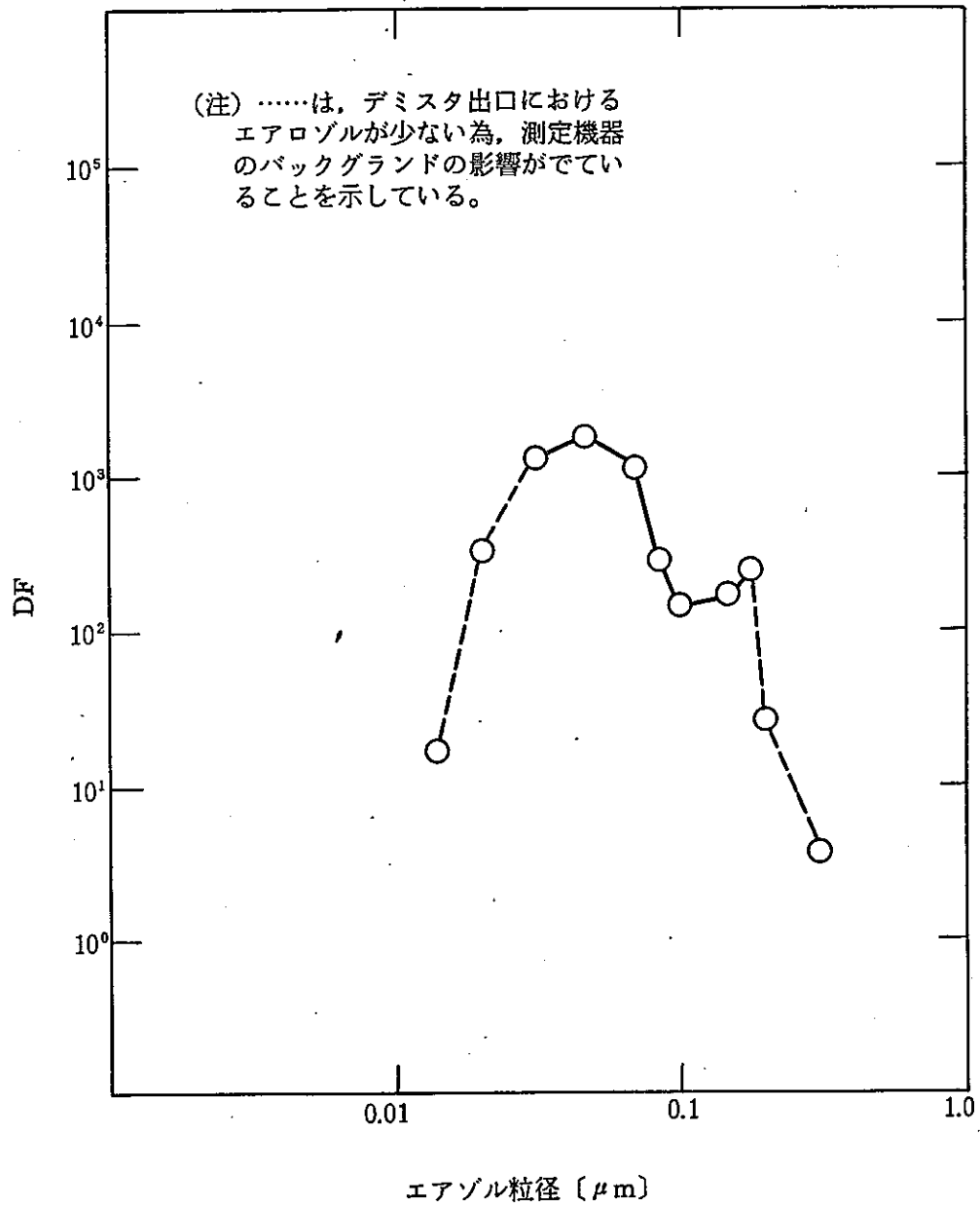


図-5 デミスタのエアロゾルに対するDF (ケースI)

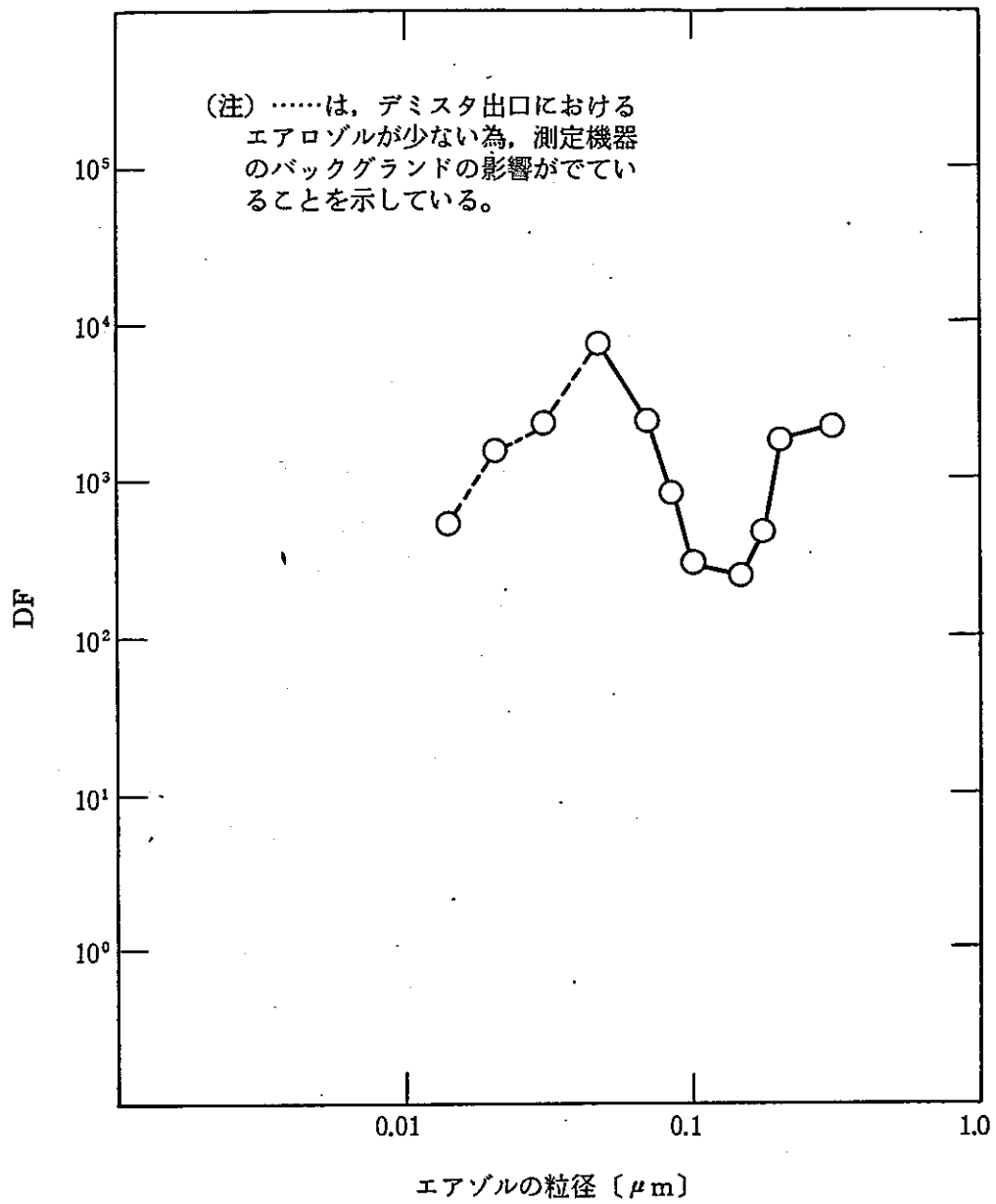


図-6 デミスタのエアロゾルに対するDF (ケースII)

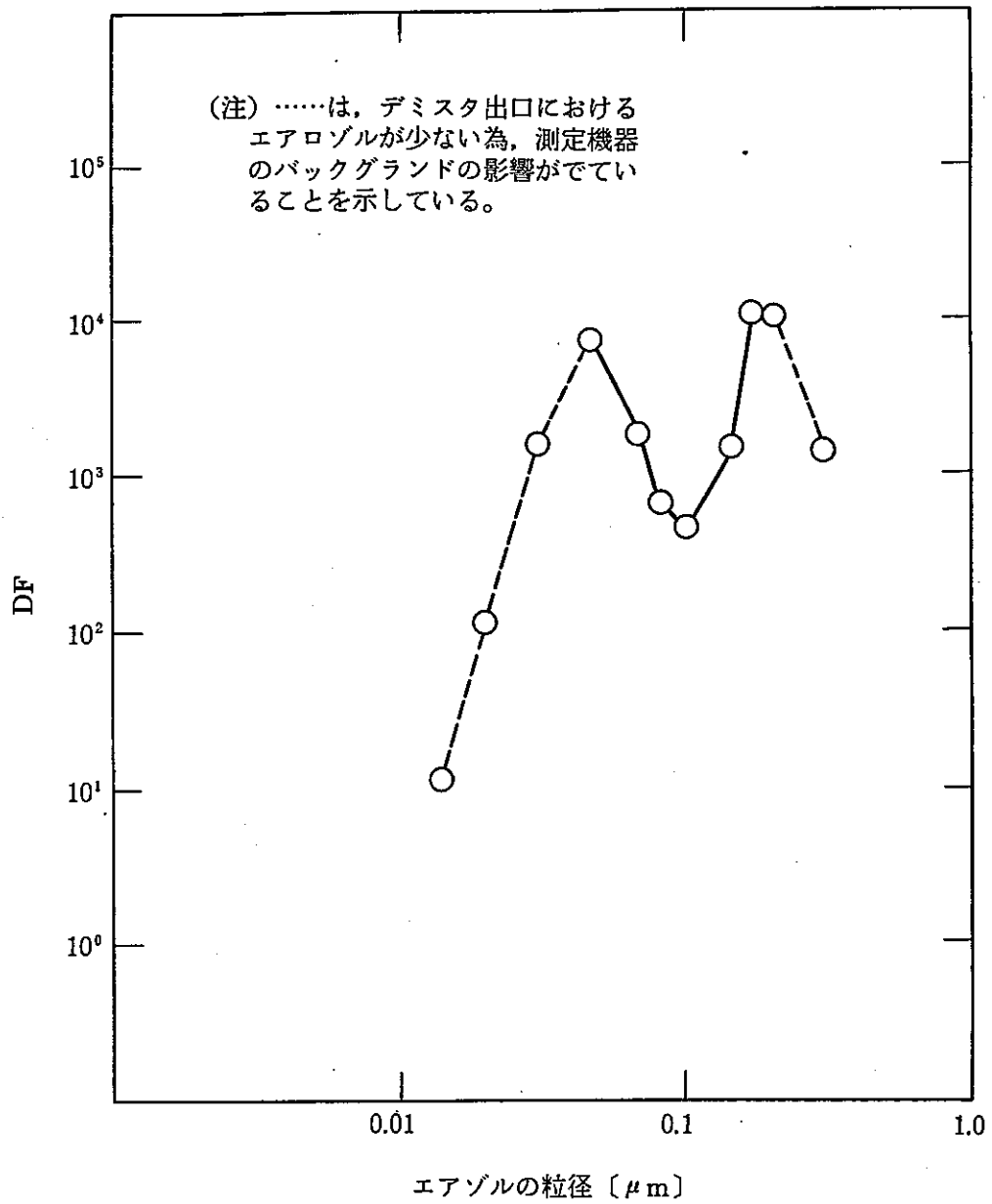


図-7 デミスタのエアロゾルに対するDF (ケースⅢ)