

本資料は 年 月 日付けて登録区分、
変更する。 2001. 6. 6

[技術情報室]

HEPAフィルタの耐フッ化水素(HF)特性に関する調査と基礎試験

Basic investigation into resistance of HEPA filter to hydrogen fluoride

1981年1月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

配布す
この

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

1981年1月

HFPAフィルタの耐フッ化水素(HF)特性に関する調査と基礎試験

Basic investigation into resistance of HEPA filter to hydrogen fluoride



実施責任者	関	昭	雄*
報告者	江	花	稔*
	金	盛	正至*
	石	田	順一郎**

期 間 1979年12月～1981年1月

目 的 UF₆等のHFガスを発生する物質を取扱っている施設におけるHEPAフィルタの性能を確認する。

要 旨

文献調査及びHEPAフィルタの耐HF性能に関する基礎的な試験を実施した。

文献調査の結果HEPAフィルタセパレータでは、プラスチック及びアルミニウム素材がHFに対して強いということを示す試験が実施されており、HEPAフィルタ本体については、AEC(米国)が8年間で開発した耐HF性能のあるHEPAフィルタが通常のHEPAフィルタと比較してかなり良い特性を示していることが明らかになっている。

通常のHEPAフィルタのHFに対する性能の基礎試験においては、HF濃度が100～300ppmの濃度のガスに数時間暴露するとHEPAフィルタの性能劣化をもたらす可能性のあることがわかった。

* 安全対策課 放射線管理1課

** // // 2課

目 次

1. ま え が き	1
2. HEPAフィルタの耐フッ化物特性文献調査	1
2.1 フィルタセパレータの耐腐食性試験	1
2.1.1 試験装置	1
2.1.2 試験サンプルの評価法	4
2.1.3 試験結 課	4
2.2 耐フッ化水素性HEPAフィルタの試験	9
2.2.1 試験経 過	9
2.2.2 試験結 果	12
3. HEPAフィルタの耐フッ化水素特性試験	14
3.1 硫酸ブランクテスト (1)	14
3.1.1 目 的	14
3.1.2 試験装置	14
3.1.3 試験方法	14
3.1.4 試験結 果	14
3.1.5 結果の評価	14
3.2 硫酸ブランクテスト (2)	15
3.2.1 目 的	15
3.2.2 試験装置	15
3.2.3 試験方法	15
3.2.4 試験結 果	16
3.2.5 結果の評価	16
3.3 耐フッ化水素(HF)特性試験	18
3.3.1 目 的	18
3.3.2 試験装置	18
3.3.3 試験方法	18
3.3.4 試験結 果	21
4. ま と め	29
5. 文 献	31

1. ま え が き

UF₆等空气中挙動試験の一部として、HEPAフィルタの耐HF特性に関する調査及び予備試験を実施したのでその結果を報告する。

2. HEPAフィルタの耐フッ化物特性文献調査

2.1 フィルタセパレータの耐腐食性試験

2.1.1 試験装置

試験は、オークリッジ (Oak Ridge) のガス拡散プラント用に設計され設置された試験装置を用いる。装置は、全部ニッケル製である。装置の全体図を Fig 2.1.1 に示す。図に示すように Heat exchanger mixing chamber (混合用) が 4 台、フィルタホルダーが 4 台あり 4 個のフィルタを同時に試験できるようになっている。単独のユニットの詳細図面を Fig 2.2.2 に示す。

全空気流量は 32 l/min で、内訳は、8 l/min が腐食ガスのキャリアーガスであり、腐食ガスは細管部で蒸気化され圧力調整される。24 l/min の空気流は水蒸気のキャリアーであり、水流調整はニードルバルブでなされる。それぞれの流れの流量調節をしながら混合用チェンバに導入する。

サンプリングは、Table 2.1.1 のような試験条件をもとに試験を実施するが、素材は 5 in (127 mm) の中に切断して用いる必要がある。

Table 2.1.1 セパレータ素材試験条件

Sample exposure temperature	-	100°F (38°C)
Total air flow	-	32 liters/min
Relative humidity	-	50% at 100°F
Corrosive test gas, conc ^(a)	-	900 ppm F ₂ -300 ppm HF
Length of exposures, h	-	2 to 1000

(a) The feed gas was F₂. After combination of the two air streams, F₂ reacts with water to form HF. The concentration of F₂ and HF was determined by analysis for F₂ in the 8-liter dry stream and in the moist 32-liter stream. The HF concentration was calculated from the change in the F₂ concentration.

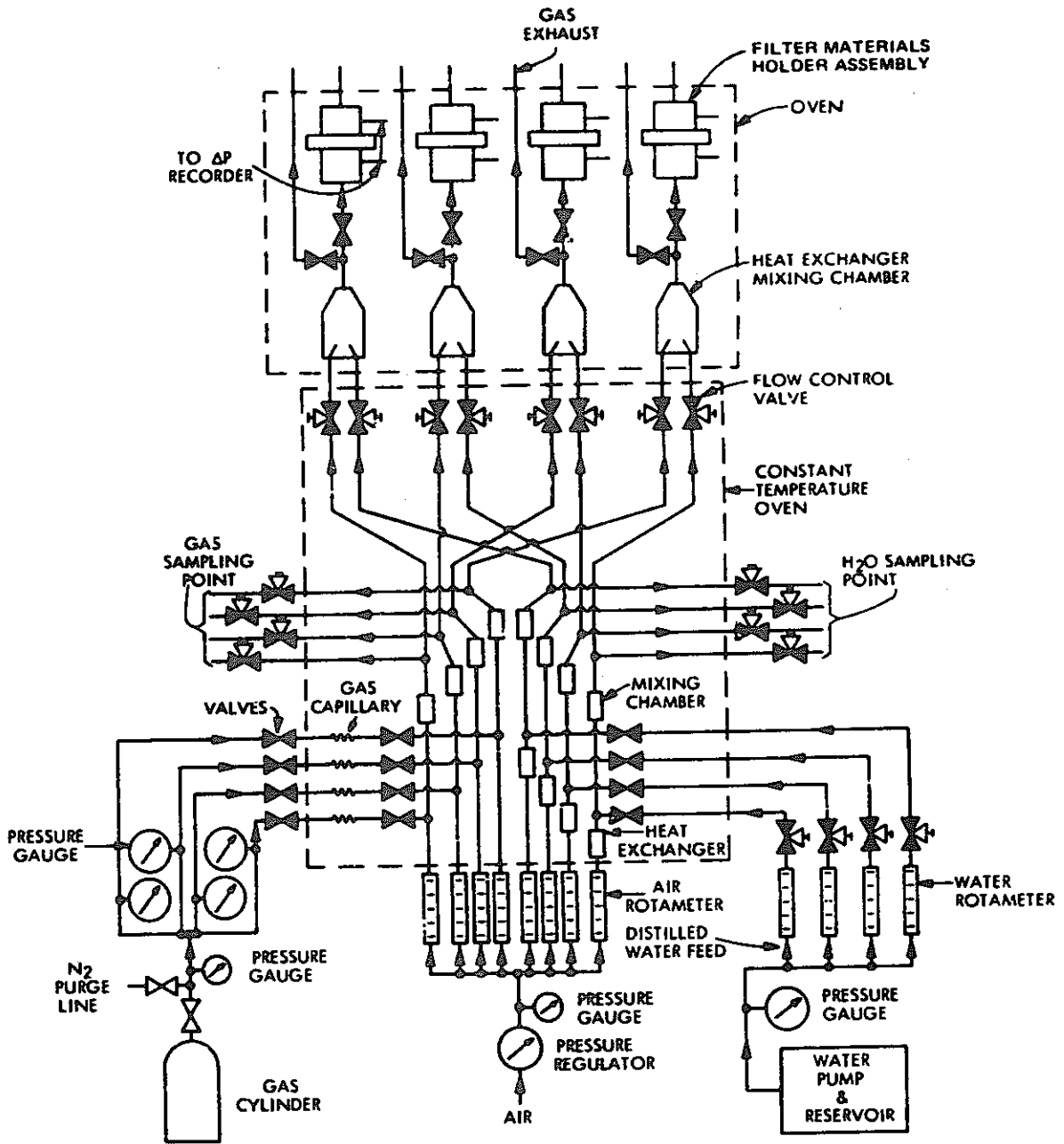


Fig. 2.1.1 FOUR INDIVIDUAL UNITS IN FILTER MATERIAL TESTER

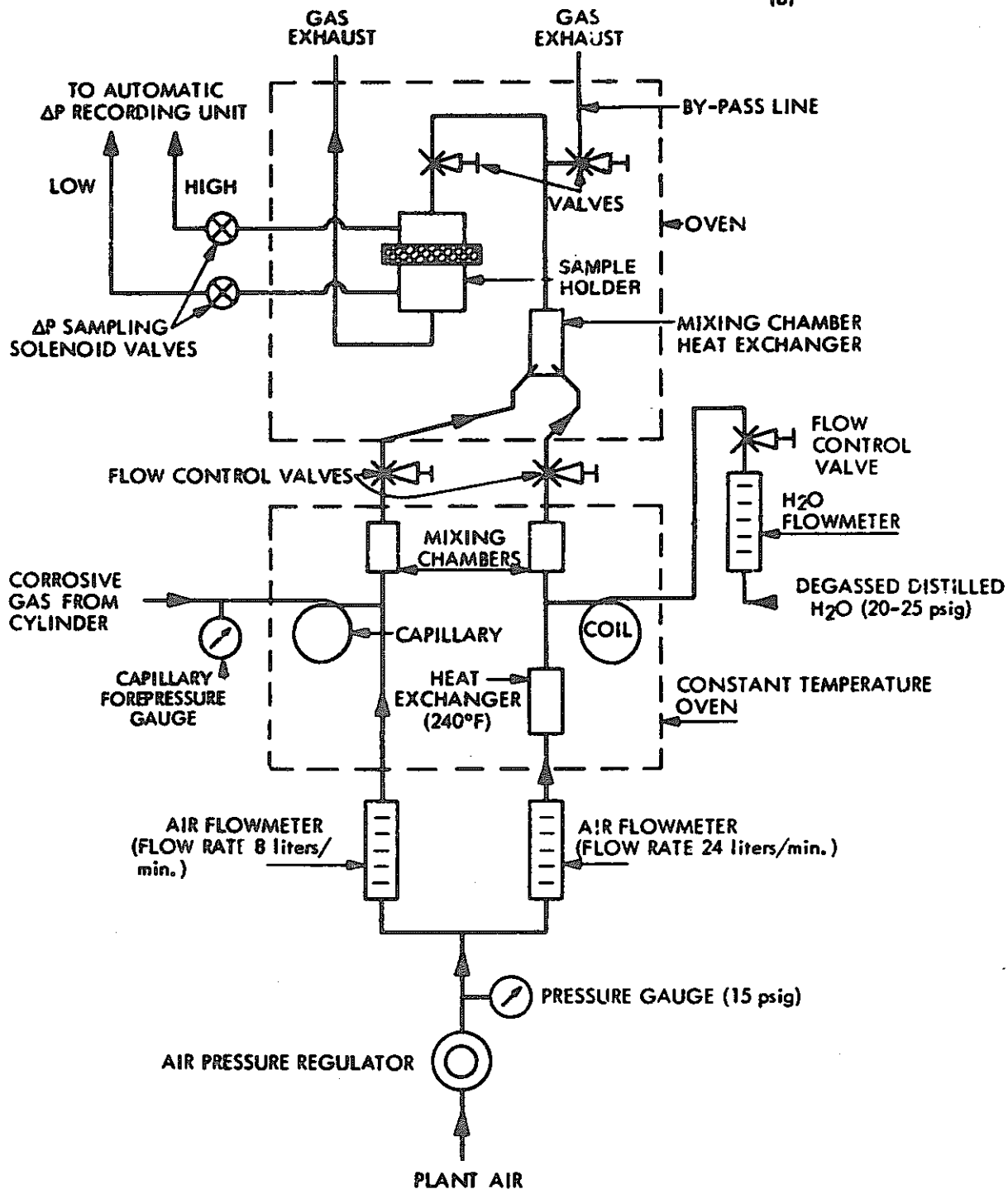


Fig. 2.2.2 GAS FLOW SYSTEM IN SINGLE UNIT OF FILTER MATERIAL TESTER

2.1.2 試験サンプルの評価法

サンプルは、波板状のものと平板状のもの両方が試験された。試験に使用したサンプルは、下表に示す種類で各製造メーカーから供給されたものである。それぞれ波状のサンプルは、巾 1.5 in (38 mm)、長さ 5 in (127 mm)、平板状のものは 0.5 in (13 mm) 巾にした。性能評価法は、波状のものについて、5 in (127 mm) の長手方向の中心点に、上向きの力を加えて、試験片を曲げその中心部が 4 mm の高さに達した時点での力を実測してその値を硬度とした。この値について試験前後に測定し両者の比を残余硬度 (%) として判定した。平板状のサンプルの測定は、試験前後に引張強度試験器を用い、その測定値の前後の値の比を残余引張強度 (%) として比較判定した。

Table 2.1.2 波状セパレータ素材タイプ別

	<u>Asbestos</u> (アスベスト)
Standard	
Water-retarded	
	<u>Kraft</u> (クラフト紙)
Type E	
Type R	
Fire-Retarded Elvacet R	
Nonfire-Retarded Elvacet E	
	<u>Plastic</u> (プラスチック)
Clear Plastic S	
VCA Plastic V	
PVC	
Polystyrene	
	<u>Aluminum</u> (アルミニウム)
0.0015 in. Type 1100	
0.0015 in. Type 1145-H19	
0.001 in. Type 3003-H19	

2.1.3 試験結果

波状試験片

アスベスト板は、曝露試験期間 42 時間で完全に劣化し、試験が困難なため試験実施を中止した。クラフト紙は次に弱い種類の素材である。試験時間も 4 ~ 86 h に限定した。

クラフト紙の試験結果を以下に示す。

Table 2.1.3 クラフト紙試験結果
(Exposure 900 ppm HF-300 ppm F₂)

Sample Identity	Exposure Time, h	Stiffness Retained, %
Type E	4	94
	42	77
	86	59
Type R	4	95
	42	23
Fire-Retarded Elvacet R	4	90
	42	39
Nonfire-Retarded Elvacet E	4	75
	42	65
	86	55

プラスチックセパレータは4種類を600時間曝露し、4種類中3種類が75～83%を保持したが、1種類は硬度の増加を示した。Fig 2.1.3に示すように、412時間後には130%を超え、1,000時間曝露後にもとの90%となっている。

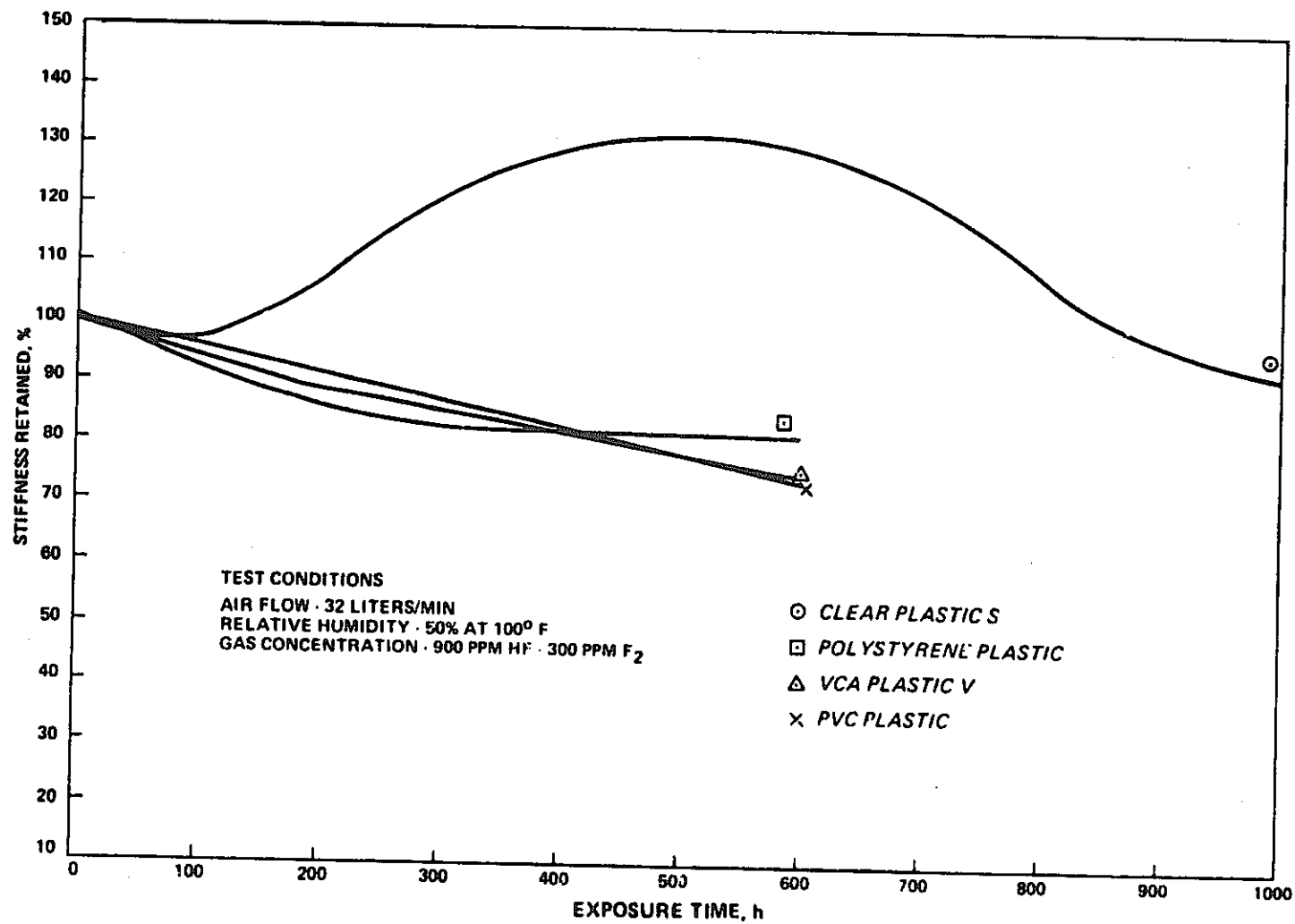


Fig. 2.1.3 プラスチックセパレータ素材試験結果

アルミニウム素材は3種類に関して試験した。試験条件は、900ppm HFと300ppm F₂の腐食ガスを32 ℓ/minで流して行った。用いた素材の材質及び厚さは、下表に示すものを用いている。結果はFig 2. 1. 4に示すようにプラスチック素材と同等あるいはそれ以上の耐久性を有している。

Table 2.1.4 ALUMINUM SEPARATOR MATERIALS TESTED

Alloy Type	Composition, wt %			Thickness, 10 ⁻³ in.
	Si/Fe	Mn	Al, min.	
1100	Si + Fe 1.0 Max	0.05	99.0	1.5
1145	Si + Fe 0.55 Max		99.45	1.5
3003	0.6/0.7	1.0-1.5	Remainder	1.0

DWG. NO. G-78-870
(U)

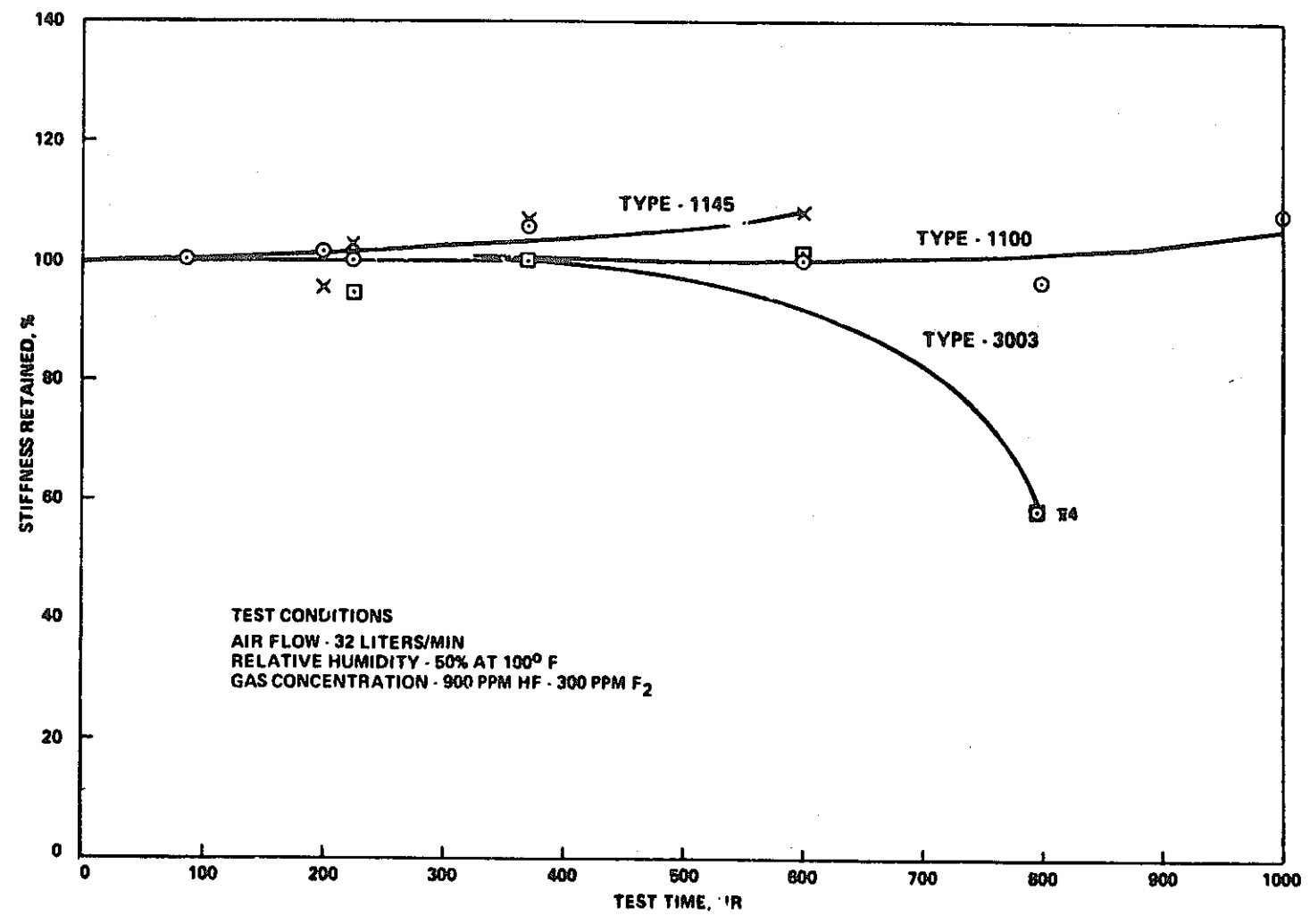


Fig. 2.1.4 アミニウムセパレータ試験結果

平板状素材の試験結果

平板状の素材は小さな試験片で受け入れられたが、それぞれの試験片に対する試験結果は Table 2.1.5 に示すようになっている。試験条件は全部同一であり、900 PPMのHF濃度、300 ppm F₂ 濃度の条件下で96時間の曝露時間で試験した結果である。前の試験と同様にプラスチックセパレータの強度は約90%程度を維持し、アルミニウム素材についても同様であることがわかった。

Table 2.1.5 平板状素材の試験結果
96-h Exposure
900 ppm HF-300 ppm F₂

Type	Identification (as received)	Tensile Strength, lb		Strength Retained, %
		Before Exposure	After Exposure	
Asbestos	Water-Retarded	4.43	(a)	0
	Standard	3.31	(a)	0
Kraft Paper	Standard	8.90	4.08	45.8
	0.013 in. PVC-Saturated	11.15	2.40	21.5
Plastic	PVC	19.56	18.75	95.9
	Polystyrene	25.40	25.25	99.4
	PEC	23.85	23.25	97.5
	0.005 in. PVC	14.75	12.70	86.1
	0.005 in. Polystyrene	26.25	25.63	97.6
Aluminum	0.001 in. Type 3003	14.50	18.50	127
	0.0015 in. Type 1145	18.25	16.75	91.8

(a) Sample was disintegrated.

2.2 HEPA フィルタの耐フッ化水素特性試験

2.2.1 試験装置

この試験は、米国AEC（現ERDA）の計画に基づき、8年計画で実施された耐フッ化物特性のあるHEPAフィルタ開発の報告である。HEPAフィルタロ材は軍規格のMILF-13785 Type 6 にあてはまる性能を持つ必要がある。（0.3 μmのチャレンジDOPエアロゾル試験による最大透過度0.05%）

Belinらは、HEPAフィルタの試験を実施するにあたり、試験をダウ・ケミカル社のプラトニウム回収施設で行った。フィルタはFlauders Filtevs社（ワシントン）製のものでAECの性能検査センター（QAS）でも性能を検査された製品である。性能試験結果はTable 2.2.1に示す。ロ材の組成は、青石綿Hアスベスト34%、L-134ガラスファイバー66%を混合したもので、5重量%のバインダを含んでいる。（Appendix Aの材料

リスト参照) 試験を行ったプルトニウム回収施設は、1組あたり30個のフィルタが4段設置されており、空気風量は、9,000 cfm (約255m³/min)である。耐フッ化物HEPAフィルタはこのうち、1段目に設置して化学物質に曝すが、化学物質は、蒸気であったり、液体であったり粒子であったりする。この場合湿度コントロールはなされていないから大巾に変化する。化学物質は、空気流にグローブボックスから入り込むので、次に示すようなものを含んでいる。

- ① 硝酸ヒューム
- ② フッ化水素
- ③ 窒素酸化物
- ④ アンモニア
- ⑤ 溶媒ヒューム
- ⑥ 水蒸気
- ⑦ 腐蝕性苛性カリエアロゾル
- ⑧ 硝酸マグネシウム
- ⑨ 硝酸アンモニウム
- ⑩ 研磨、乾燥等の作業により発生した粒子状物質

①～⑩に示した構成物の組成は広範囲に変化するが、何回かのサンプリングの結果によれば、窒素酸化物が6.6～98 ppm (vol)，硝酸15～19 ppm (vol)，フッ化水素が最大限11 ppm (vol)であった。腐食性化学物質でプレナムへ入って凝集したものの中におけるフッ素イオン (F⁻) の量は100～400 ppm，塩素イオン (Cl⁻) は1,000～1,900 ppm，硝酸イオン (NO₃⁻) は600～12,000 ppm，水素イオン (H⁺) は4 × 10⁻⁸ ～ 1 × 10⁻¹ Meq/mlであった。

Table 2.2.1

MANUFACTURER AND QUALITY ASSURANCE STATION
 RESULTS, RESISTANCE, AND PENETRATION TEST
 SPECIAL HF-RESISTANT HEPA FILTERS

Filter Serial Number	Media Roll Number	Separators	Resistance @ 1000 cfm		Penetration			
			QAS	Mfg.	@ 1000 cfm		@ 200 cfm	
					QAS	Mfg.	QAS	Mfg.
384090-D	2	Aluminum	1.30	1.60	.06	.040	.08	.046
384091-D	1	Aluminum	1.40	.92	.10	.26	.12	.22
384092-D	2	Aluminum	.80	1.56	.14	.060	.12	.070
384093-D	2	Aluminum	1.30	1.66	.028	.098	.032	.098
384094-D	x	Aluminum	1.40	1.68	.030	.088	.034	.098
384095-D	3	Aluminum	1.45	1.58	.010	.034	.014	.036
384096-D	x	Asbestos	1.30	1.72	.040	.066	.050	.074
384097-D	4	Asbestos	1.04	1.38	.12	.32	.12	.38
384098-D	x	Asbestos	1.00	1.20	.16	.34	.20	.48
384099-D	4	Asbestos	1.10	1.26	.014	.022	.018	.024

2.2.2 試験結果

試験は、1974年5月に実際の現場に設置した。4台設置したうち2台は10週間の試験を終了して7月に取り外し、残りの2台は24週間設置し10月に取り外した。従来のガラス繊維フィルタは、このフィルタバンクに設置している場合、通常2～3ヶ月以上は維持できず、ロ材がたわんだり、たまには、上流側の折りヒダの部分がしばしば裂けたりした。また目づまりがしばしば発生した。しかし、この4台のフィルタについては何ら異常は発生しなかった。24週間にわたり使用できたということは重要なことで、従来のHEPAフィルタでは不可能と考えられる。試験フィルタはプルトニウムで非常に汚染されていたので、目づまりが発生したとか、透過度が大きくなったかというような試験はできなかった。光学顕微鏡及び電子顕微鏡による観察では、フィルタロ材の悪化は全然確認できなかった。しかしながら、バインダがなくなって、一部のロ材が分離していることが確認された、と言ってもフィルタが崩壊したのではない。従来のフィルタロ材は最低1ヶ月、平均で3ヶ月間は使用できるが、それ以降はフィルタ芯の悪化のため交換する必要がある。フィルタ芯の悪化については、Geer氏によって述べられているが取り外したときには“弱々しい”状態であったと言う。試験した耐HF性ロ材は約6ヶ月後においてさえも、すべての場合において悪化していなかった。

今回の運転試験の結果、新しい耐HF性のフィルタロ材は、従来のガラス繊維ロ紙に比較しはるかに優れていることがわかった。

ファイバー及びフィルタの仕様と供給者

(Reasons for Non-Acceptance for Project 586)

1) Metallic Fibers

Material	Code	Specif.	Supplier	Corrosion Resistance	Price per Lb.	Suitability	Objections	D.O.P. Penetr Air Resistance
Inless	304	12 μ	Brunswick	Fair	\$39	Fair	Cost and	
"	304	4 μ	"	"	\$60	"	Insufficient	
"	347	6.25 μ	Texas Instr.	"	---	"	HF Tolerance	
"	FM204	Sintered Felt	Huyck	"	---	"	"	High
"		Porous Sheet	Mallory	"	---	"	"	
ckel rous Nickel	NU30	13 μ	Brunswick Stellite	Excellent "	\$12-\$13 ---	Good "	Cost "	
ntered Nickel Fiber	FM1204		Union Carbide Huyck	" "	---	"	"	A.R. High, D.O.P. Fai A.R. High, D.O.P. Go

2) Whiskers

licon Carbide			Carborundurn	Excellent	\$250	Fair	Cost	
oron Nitride		5-7 μ	"	"	\$175	"	"	
rofil			Texaco	"	---	"	"	
apphire		6 μ	Thermo Kinetic	"	\$7500	"	"	
otass Titanate	Tipersul	1 μ	DuPont	Good	Low	"	Low Strength	

3) Basalt Fibers

		0.9-1.0μ	Russia	"	"	"		No U.S.A. Product
--	--	----------	--------	---	---	---	--	-------------------

4) Organic Products

Teflon Fiber		20 μ	DuPont	Excellent	\$20	"	Fumes in Fire	
Teflon Felt			"	"	---	"	"	D.O.P. 90
Kel F Fiber	2004	1 μ	3M	"	\$20	"	"	
Chlorinated Polyvinyl Chloride	PC5, PC9a	1.3 μ	Russia	Good	Low	Good	"	No U.S.A. Product
Carbon Fiber		8 μ	Union Carbide	"	High	"	Rejected by Argonne	

3. HEPAフィルタの耐フッ化水素特性試験

3.1 硫酸ブランクテスト (1)

3.1.1 目的

「高性能フィルターの耐HF特性試験」を実施するにあたり、HFを発生すると同時に硫酸ミストが発生するが、このミストがフィルターに与える影響について調査する。

3.1.2 試験装置

- フッ化水素発生装置 (Fig. 3.2.1 と同一の試験装置)
- NaCl発生装置及び分析装置

3.1.3 試験方法

硫酸8N溶液を「高性能フィルターの耐HF性試験」と同一条件下でバブリングする。硫酸暴露後に高性能フィルターを分解し目視、検査を実施する。さらにNaCl捕集効率の変化を観察する。

3.1.4 試験結果

No	実験条件			外観	NaClによる捕集効率		備考
	硫酸濃度	暴露時間	試験流量		暴露前	暴露後	
1	8N.60ml	4時間	30l/min	上流, 下流側共異常なし	99.99%	99.99%	
2	"	"	40l/min	フィルターに破損あり	"	"	当初からの不良品
3	"	"	"	上流, 下流側共異常なし	"	"	

3.1.5 結果の評価

硫酸8N60mlを30l/min, 40l/minで各4時間バブリングし暴露させた結果、外観(目視)およびNaCl捕集効率共に特に変化は認められなかった。これは高性能フィルターの主材がグラスファイバーなので硫酸ミストの影響が少なかったものと思われる。

「高性能フィルターの耐HF特性試験」で、劣化すれば、HFが主にフィルターに作用したも

のと考えて良い。

なお、No 2 の高性能フィルターは上流側から下流側へ連続して破損していたが、当初からの不良品と思われる。

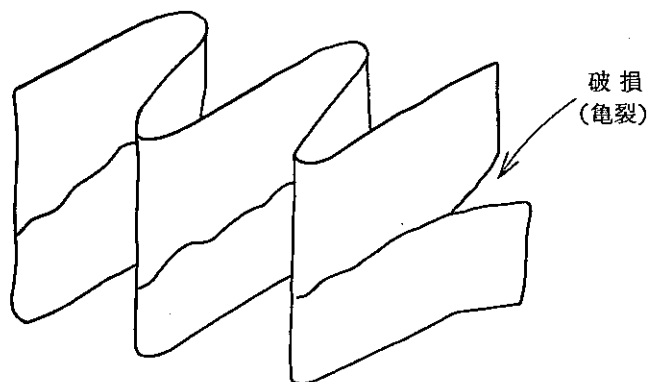


Fig 3.1.1 No2 HEPAフィルタの破損状況

3.2 硫酸ブランクテスト (2)

3.2.1 目的

同時に実施しているフッ化ナトリウムと硫酸の化学反応によりフッ化水素を発生させ、高性能フィルターロ材引張強度試験において、引張強度劣化が発生しているが劣化等に影響を与える因子として、発生するフッ化水素のほかに、飛散した硫酸の影響も懸念された。そのため再度、硫酸のみによるブランクテストを実施した。

3.2.2 試験装置

- インピンジャー
- NaCl発生装置及び分析装置
- 引張強度試験機 (技, 検査開発課)

インストロン社製 Model 1123

3.2.3 試験方法

8N 60mlの硫酸溶液をバブリングさせ、発生する硫酸ミストを試験用高性能フィルター (0.3 μm DOPにて99.99%以上の捕集効率, 定格流量率900 NL/min)に通した。試験ラインを下図に示す。硫酸ミスト暴露後に、NaClによる捕集効率試験, 引張強度試験をおこなった。引張試験片は、JIS-K-6301, ダンベル状1号形, 引張速度は10 mm/min である。

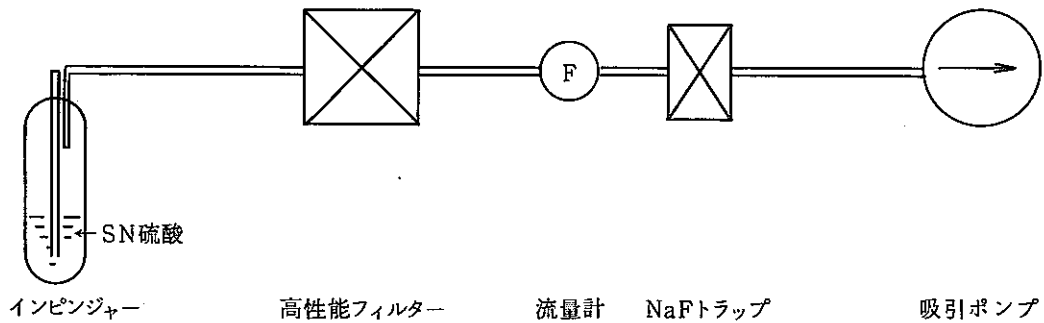


Fig 3.2.1 硫酸ブランクテスト試験装置

3.2.4 試験結果

Table - 1 試験結果

#	実験条件				実験終了後の硫酸量	暴露後の外観	NaClによる捕集効率		引張強度*	
	試液	濃度	流量率	暴露時間			暴露前	暴露後		
4	8 N 硫酸 (60ml)	30ℓ/min	4時間	～ 50 ml	異常なし	99.99 %	99.99 %	上流側**	952.8 ± 50.0 gr	
						以上	以上	下流側**	1006.9 ± 35.1 gr	
5	8 N 硫酸 (60ml)	40ℓ/min	4時間	～ 41 ml	異常なし	"	"	上流側**	1004.7 ± 35.0 gr	
								下流側**	992.9 ± 36.4 gr	

* 暴露前のフィルター濾材の引張強度：1006 ± 98 gr

** Figure 1 参照

3.2.5 結果の評果

高性能フィルター材の引張強度試験は、Table - 1 に示すように、暴露前の引張強度試験結果と比較して、ほぼ同時の結果を与えている。また、流れに垂直方向での引張強度は、Figure 1 に見るように、場所による差異もほとんど認められない。

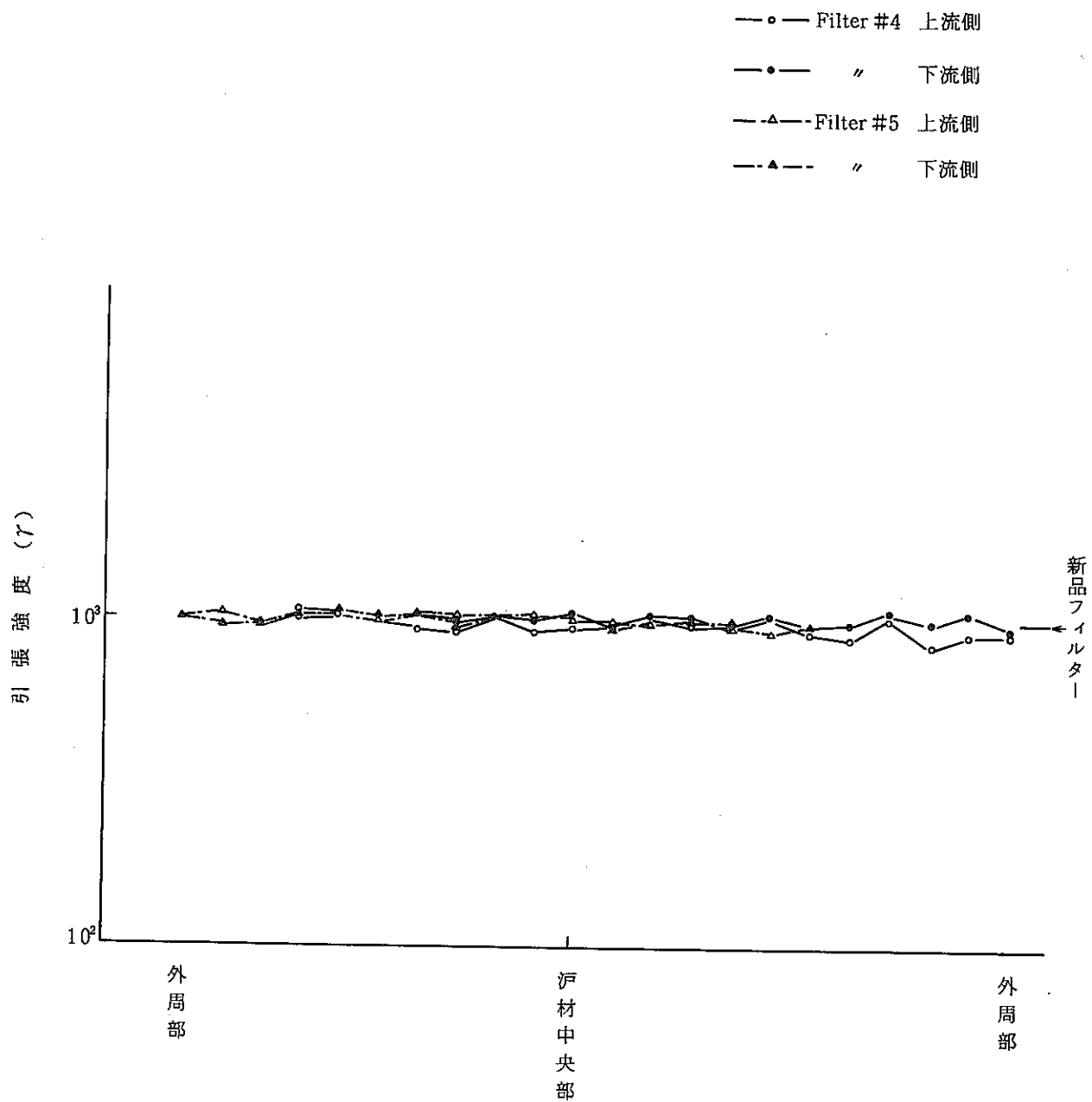


Fig1 フィルター-濾材の引張強度試験結果

3.3 耐フッ化水素（HF）特性試験

3.3.1 目的

ウラン濃縮施設では、六フッ化ウランを使用しているが、この六フッ化ウランが空気中に漏洩すると、空気中の水分に加水分解されフッ化水素が生じる。フッ化水素に対する高性能フィルターの特性を知るため、フッ化水素の暴露時間をパラメータとして、実験をおこなった。

3.3.2 試験装置

- フッ化水素発生装置
- NaCl発生装置及び分析装置
- イオンメータ
- 引張強度試験機（技術部検査開発課）

3.3.3 試験方法

(1) フッ化水素の発生方法

硫酸にフッ化ナトリウムを加えた溶液をバブリングさせて、フッ化水素を発生させ、試験用高性能フィルター（0.3 DOP に対して 99.97% 以上の捕集効率、流量率 900 ℓ/min）に通した。試験ラインのフッ化水素濃度は、高性能フィルターの前後ならびに NaF トラップ、後段よりアルカリロ紙にサンプリングして求めた。試験装置のブロックダイヤグラムを Fig. 3.3.1 に示す。①の部分が HF 発生器であり、NaF と H₂SO₄ を混合している。（H₂SO₄, 12N, 20 ml, H₂O 10 ml）。また試験装置の外観写真を Photo 0 に示す。

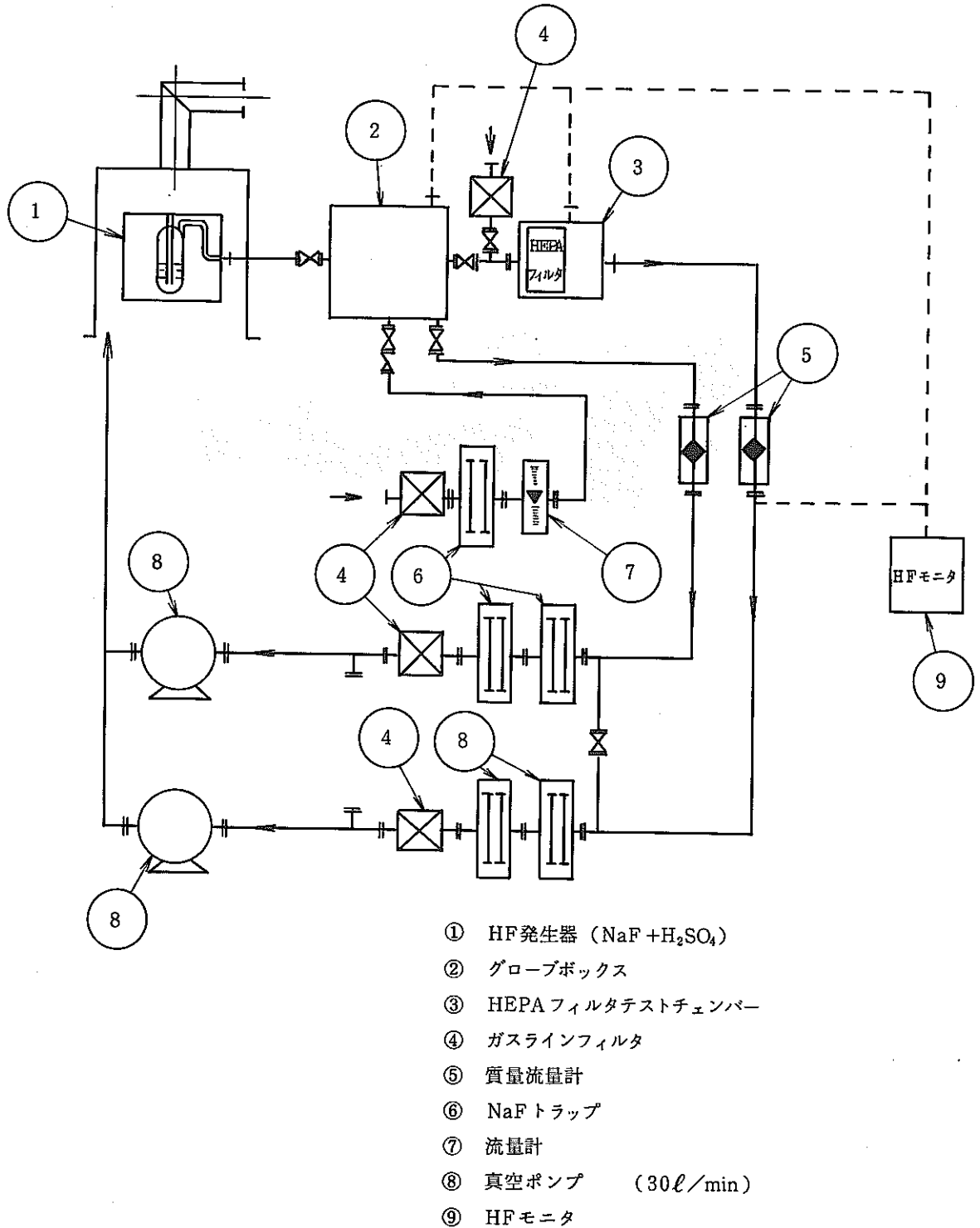


Fig 3.3.1 HEPA フィルタ耐HF特性試験装置

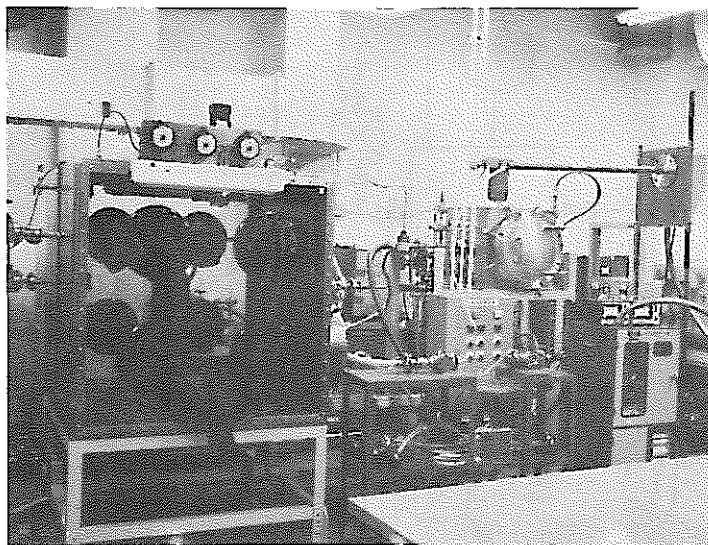


Photo - 0 試験装置外観写真

3.3.4 試験結果

(1) HF 濃度の測定

Fig - 1. 2 に見る通り，高性能フィルター（以下HEPAフィルター）に供給されるフッ化水素（HF）濃度は時間とともに増大し，数百ppmにまで達する。フィルターへの暴露濃度の調節は発生条件（温度，バブリングの状況，NaFとH₂SO₄の混合状況等）により異なるため，事前に暴露濃度の決定はおこなえない。従がって，HF濃度に関するデータは暴露終了後にアルカリ濾紙を化学分析して求めた結果である。フィルター下流で測定したHF濃度結果も合わせて同図に記す。フィルターロ材がガラスファイバーであるため，流したHFの一部がロ材と反応し，下流側の濃度は上流側の濃度より低いものとなっている。HFの通過率を

$$(\text{HFの通過率}) = \frac{(\text{下流側のHF濃度})}{(\text{上流側のHF濃度})} \times 100 \quad (\%)$$

として求めると，同図に × で示す様に，時間経過に伴ってHF通過率が大きくなっていく。2～3時間後には30～40%のHFが通過している。UF₆エアロゾルを対象とした実験で，その時に発生した10ppm以下のHFに対するサンプリングフィルター（GB-100）の通過率は数%程度であったこともあり，これらデータに比較して，今回のデータは大部大きなものである。

NaFトラップ下流でのHF濃度はバックグラウンドレベルであった。

(2) 外観（目視）

#1，#2フィルター上流側ロ材表面には，photo-1に見るように，数ヶ所にヒビ割れが生じていた。#3フィルターではPhoto-2のように更にこれが顕著で，フィルター形状が下図の様になっているため，特に，ロ材中央部での損傷が大きい。下流側では目視による異常は認められなかった。

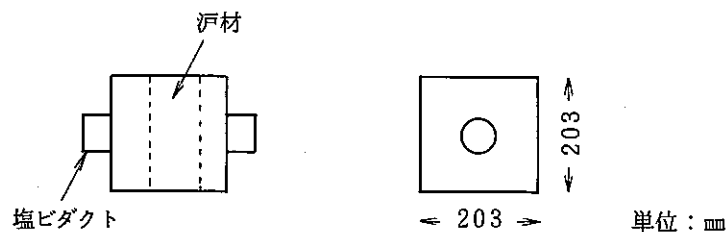


Fig 3.3.2 HEPAフィルター 外観図

(3) 外観（電子顕微鏡）

HF暴露後のロ材の電子顕微鏡写真をphoto3に示す。ファイバーに付着している粒子

は、捕集効率を測定時に用いたNaCl粒子の結晶である。また同写真には、ミスト状のものも大部捕集されているが、これらは、HFが空気中の水分と結合したものか、HF発生器中の硫酸が飛散したものかと思われる。本実験は、HFガスを主対象としたものであるが、今回の場合は、これら口材に保持しているミストの影響も無視し得ないと考えられ、今後の実験の際には、ミストを除去する必要がある。

顕微鏡写真からだけでは、HF暴露前後の口材表面の差異については認められない。

(4) 捕集効率

photo-1に示す#2フィルターの捕集効率は80%、同様なヒビ割れ状況であった。#1フィルターでは99%の値を示した。#3フィルターは破損状況があまりにひどかったため、測定はおこなっていない。

(5) 引張強度

試験片は、JIS・K-6301に基づいたダンベル状1号形を用いた。(下図)

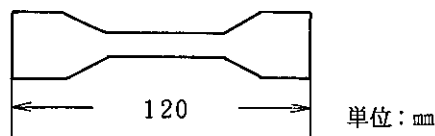


Fig 3.3.3 JIS・K-6301に基づくダンベル試験片

試料採取箇所はFig 3.3.4に示す様に、上流側、下流側にわけて採取した。また、#2、#3フィルターについては、流れに垂直な方向に試料を採取した。試験結果は表-1、Fig-3に示す。

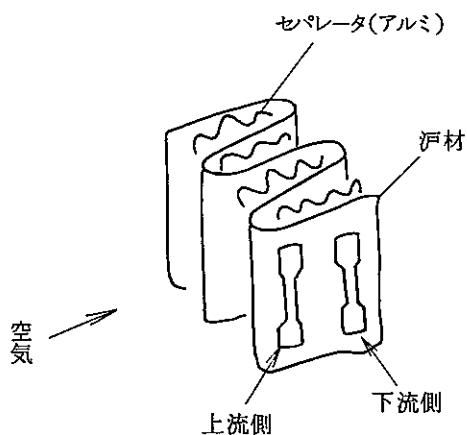


Fig 3.3.4 HEPAフィルタからの試験片の採取

Fig-3に見る様に、ロ材中央部の上流側での引張強度の低下が著しい。周辺部では、上流、下流の引張強度の差異は、それほど明確には出ていない。

表1. HEPAフィルタ#1, #2, #3の試験結果

#	実験条件		外観	NaClによる捕集効率		引張強度**	
	H F濃度	暴露時間		暴露前	暴露後		
1	平均 297 ppm 8時間 (Fig-1)		上流側ロ材数ヶ所にヒビ割れ, 下流側異常なし		99%	上流側	640 ± 163gr
						下流側	960 ± 156gr
2	平均 148 ppm (Fig-2)		上流側ロ材数ヶ所にヒビ割れ, 下流側異常なし(photo-1)	99.99%以上	80%	*** 上流側	898 ± 152gr
						*** 下流側	981 ± 116gr
3	不明*		上流側ロ材中央部破損, 下流側異常なし(photo-2)	NaCl aerosol の実験結果 1 μm	測定せず	*** 上流側	784 ± 234gr
						*** 下流側	1,081 ± 160gr

* 実験中に高性能フィルター保持容器が破片したため、正確な暴露時間等は不明

** H F暴露前のフィルターロ材の引張強度; 1006 ± 98 gr

*** Fig-3 参照

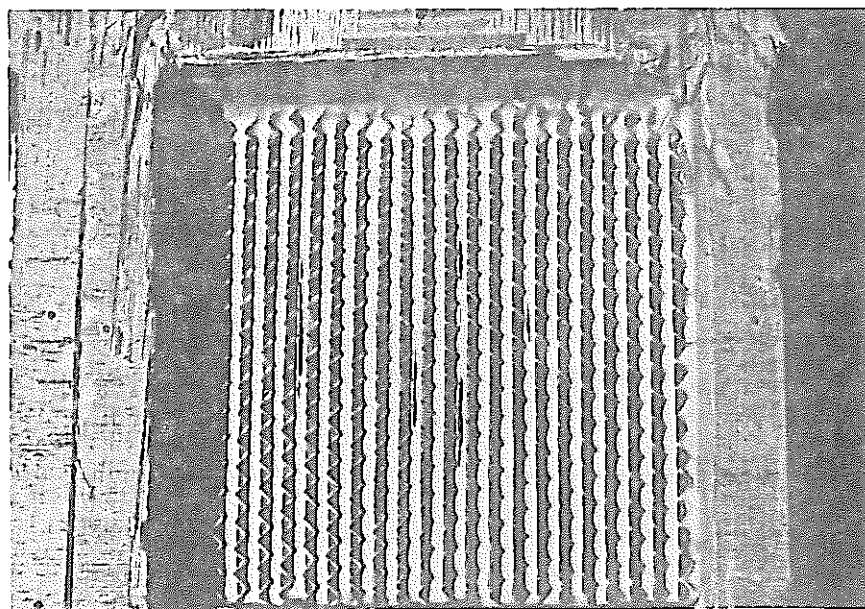


Photo - 1 高性能フィルター#2 外観図 (HF 暴露後)

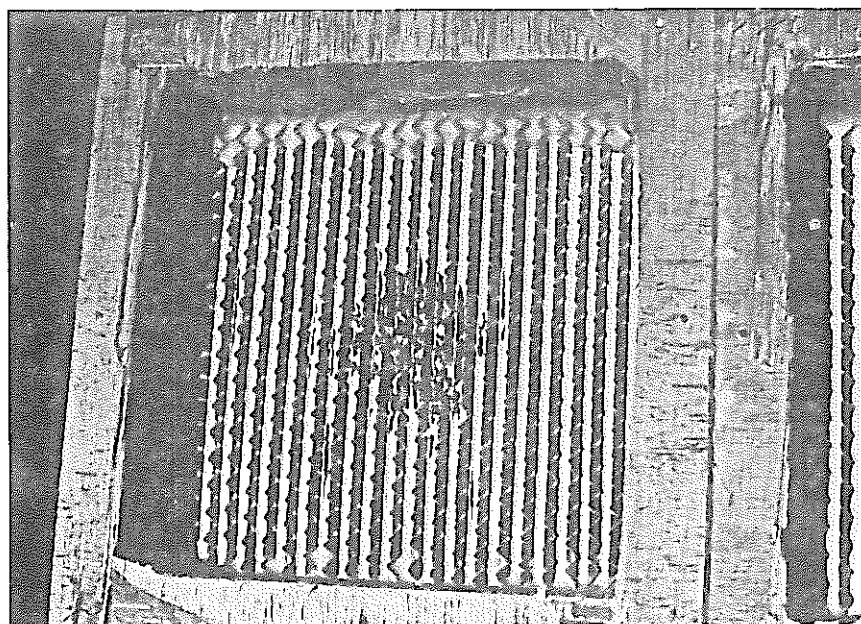


Photo - 2 高性能フィルター#3 外観図 (HF 暴露後)



Photo - 3 フッ化水素暴露後のフィルターロ材電子顕微鏡写真

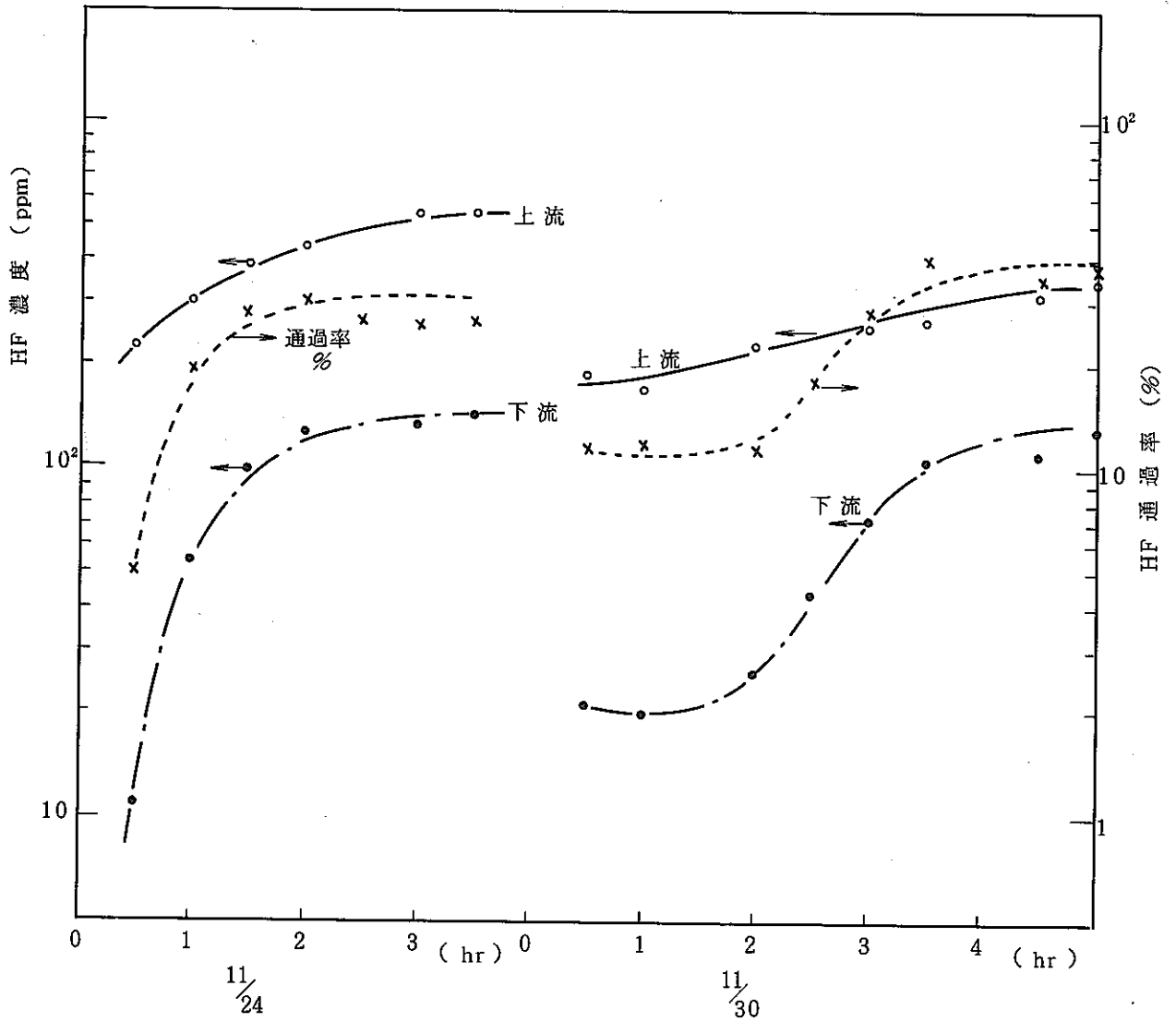


Fig-1 HF 濃度 (# 1 HEPAFilter) の時間変化

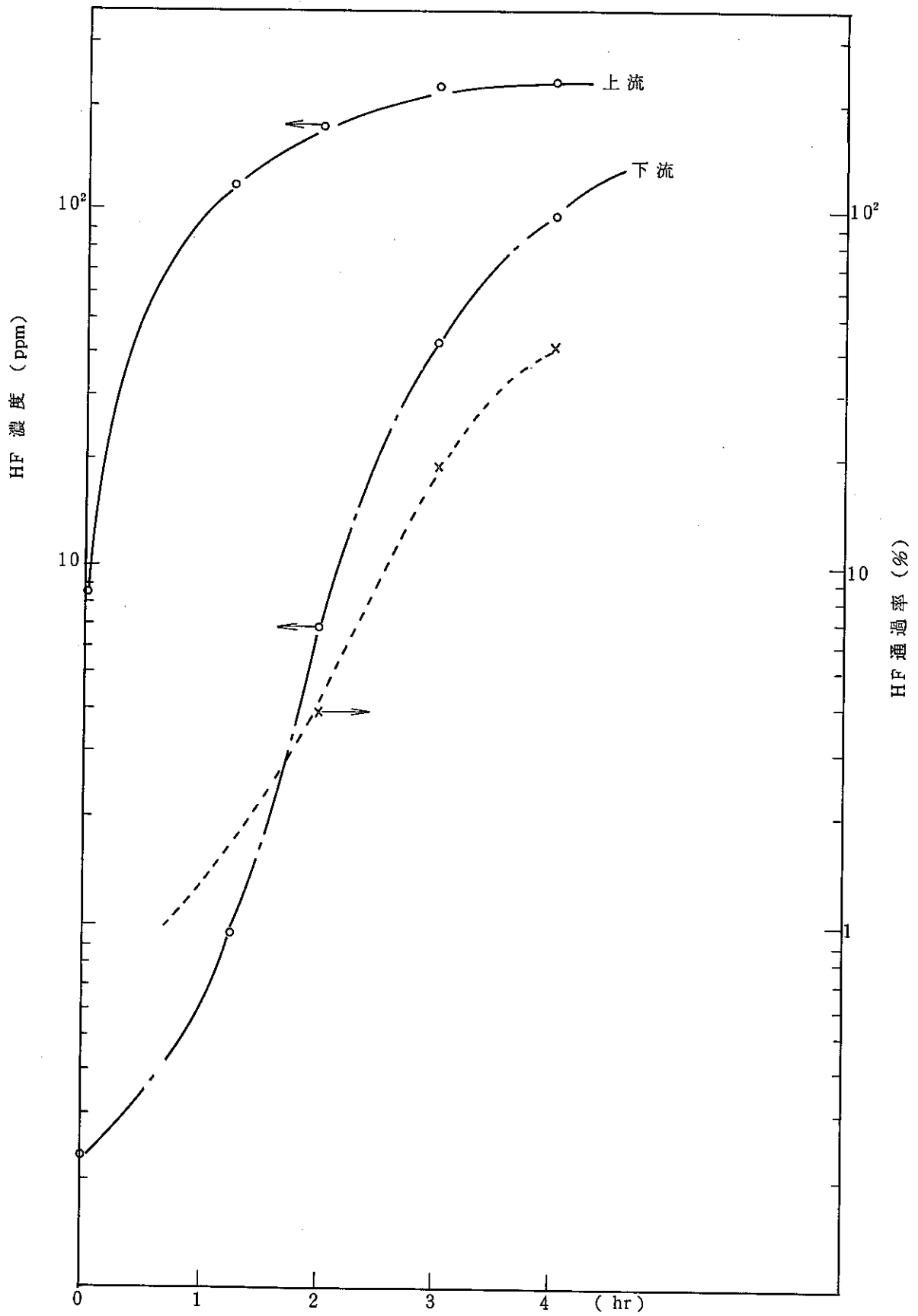


Fig-2 HF 濃度 (# 2 HEPA Filter) の時間変化

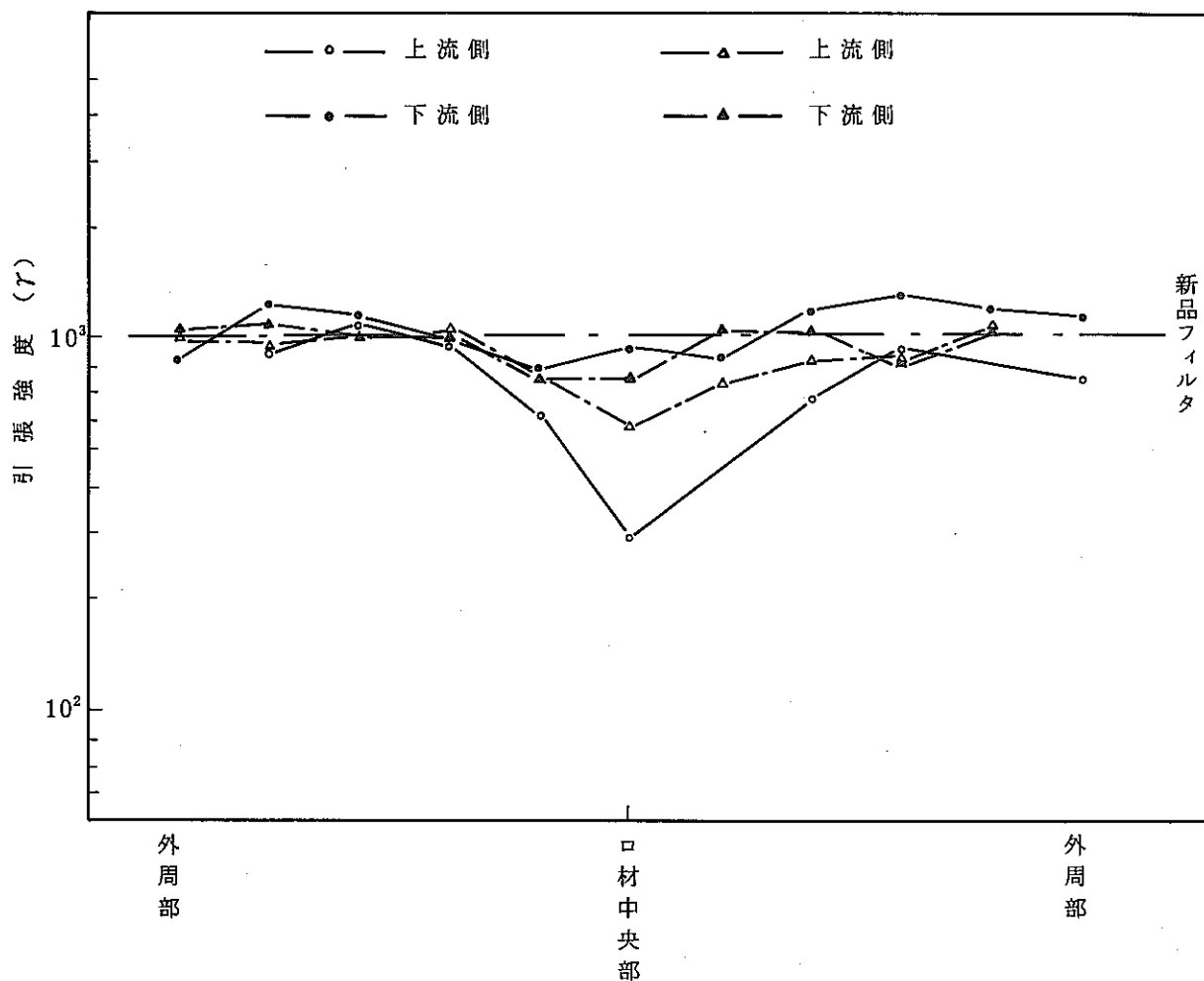


Fig - 3 高性能フィルターロ材引張強度

4. ま と め

HEPAフィルタの耐HF特性に関する文献調査及び予備試験を実施した。

1) HEPAフィルタ耐HF特性文献調査結果

HEPAフィルタの耐HF特性に関する文献調査としてはHEPAフィルタ用セパレータと、HEPAフィルタ自体の2種に関する試験報告が見られたので、項目別に整理をした。

(1) フィルタセパレータの特性

試験片の種類	試 験 結 果	
	波状セパレータ	平板状セパレータ
アスベスト板	弱	弱
クラフト紙	弱	弱
プラスチック板	強	強
アルミニウム板	強	強

上表に示すようにプラスチック板及びアルミニウム板は波状セパレータ、平板状セパレータともに他の2種に比較して良い性能を示している。

(2) HEPAフィルタ本体の特性

HEPAフィルタは、通常のHEPAフィルタと米国AECの計画に基づいて8年計画で製作された耐フッ化物特性のあるHEPAフィルタの違いが明確に判断できるように実施された。試験用排気中にはフッ化水素が最大約11 ppm (vol) 含まれており、その他にもNO_x、H₂SO₄等も含まれており、F⁻イオン濃度が100～400 ppm、Cl⁻イオンの濃度が1,000～1,900 ppm、NO₃⁻が600～12,000 ppm程度含まれていた。

これは通常のHEPAフィルタであれば2～3ヶ月以上維持できない環境であるが、耐HF特性のフィルタは約6ヶ月使用後においてもすべてのサンプルについて悪化が認められなかったため、明らかに優秀と結論されている。

2) HEPAフィルタ耐フッ化水素特性試験結果

試験は、NaFとH₂SO₄の混合溶液を空気でバブリングしてHFを発生させる方法で試験をしたが、この場合同時にH₂SO₄のミストが発生しHEPAフィルタに付着すると考えられるため、H₂SO₄ミストのみによるブランクテストを実施した。その結果H₂SO₄ミストは殆

どHEPAフィルタに影響を及ぼしていないことが確認された。HFガスについては100～300 ppm程度のHF濃度の空気流に2～3時間暴露することによりHEPAフィルタに外見的異常及び、捕集性能上の異常が発生することが認められた。この結果は、文献調査結果と比較しても理解できることではあるが、通常のHEPAフィルタに殆ど耐HF性のないことを示しており、今後次の2項目に対する検討を実施する必要がある。

- (1) 100 ppm以下のHF濃度における通常HEPAフィルタの耐HF特性の確認
- (2) AECにより開発された耐HF特性のあるHEPAフィルタの効率試験，耐HF特性の確認。

5. 文 献

- 1) G.S. Petit, C.W. Weber. et. al.: Corrosive environment tester for filter media: K-1891 (1977)
- 2) C.W. Weber, et. al.: Resistance of filter separator materials to humid air-hydrogen fluoride-fluorine environments: K/TL-611 (1977)
- 3) R.W. Woodard, K. Terada, O.I. Buttedahi: Studies on prolonging HEPA filter service in chemical applications, 15th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, pp.1100-1121 (1979)
- 4) W.L. Belvin, H.C. Schwalbe, M.A. Krimmel, E.N. Gleaton: Development of new fluoride resistant HEPA filter medium, final report, TID 26649 (1975)
- 5) 核燃料施設用高性能エアフィルタの安全性に関する試験研究報告書

別添 1

Development of new fluoride resistant HEPA filter medium (TID 26649) の抜粋

APPENDIX

- A. Procedure for pilot plant production of HF resistant HEPA filter medium
- B. Correspondence from paper manufacturers
- C. Significant events and problems encountered during development of HF-resistant filter medium
- D. Test results

APPENDIX A
PROCEDURE FOR PILOT PLANT PRODUCTION OF
HF-RESISTANT HEPA FILTER MEDIUM

MATERIALS

1. Crocidolite Asbestos, Grade H, North American Asbestos Corporation, Chicago, Illinois.
2. Special Glass Fiber L134, Johns-Manville Company, Waterville, Ohio. Labino Pilot Plant shipments of Sept. 26-Oct. 10-Oct. 31, 1972.
3. L2733 Fluorel Elastomer, 3M Company, St. Paul, Minnesota.
4. Diak No. 1, Hexamethylene diamine carbamate, Du Pont Organic Chemicals Department, Wilmington, Delaware.
5. Total Action Fabric Fluoridizer 2829, Du Pont Organic Chemicals Department, Wilmington, Delaware.

EQUIPMENT

1. Wilden Double Diaphragm Pump M8
40 feet head at 100 gal/min. air of 90 p. s. i.
200 feet head at 20 gal/min. air of 90 p. s. i.
Wilden Pump and Engineering Company, Colton, California.

2. **Eductor 69A**
Penberthy Division of Houdaille Industries
Prophetstown, Illinois.
3. **Vorject Model 208 A-e, with elutriation secondary assembly**
Nichols Engineering and Research Corporation, New York.
4. **Vibrating Chip Screen**
Allis Chalmers Company
Milwaukee, Wisconsin.
5. **Beloit Jones Niagara Type Beater**
Capacity 500 bs.
Pittsfield, Massachusetts.
6. **ITT Jabco Pump Model 3200-01**
Costa Mesa, California.
7. **Foxboro Magnetic Flow Controllers**
Foxboro, Massachusetts.
8. **Sandy Hill Rotoformer, 28" wire covered, 4 feet in diameter, drilled face similar to suction couch. Three suction boxes within cylinder. Headbox equipped with adjustable pond regulator which moves vertically and horizontally.**

Clothing - 10-mesh backing wire, 40-mesh intermediate, 80-mesh face wire.

White water removal by means of two vacuum separators connected to a Nash Hytor H-7 pump and two Goulds centrifugal pumps for water removal.

9. **Pusey and Jones, 31" Fourdrinier with four 8" width silicone carbide faced suction boxes, Black Clawson brass suction couch. Chromium plated receiving drier. Six 24" driers in first section. Three second section driers. H-7 Nash vacuum pump driven by 1765 r. p. m. motor through V-Belts and pulley reduction to 860 r. p. m. for suction couch. Suction box unit driven by 1750 r. p. m. motor with V-Belts and pulley reduction to 1160 r. p. m. for suction boxes. Fourdrinier, direct drive, shake driven by variable speed 3 hp. motor.**

Clothing 70/52 long crimp bronze wire.

Headbox equipped with manifold-type inlet.

10. Spray Systems Company, UniJet Nozzles, Bellwood, Illinois.
One boom with 3 nozzles SS 11002 for Diak.
One boom with 3 nozzles SS 11002 for Fluorel.
Two booms with 4 nozzles each 650033 for water repellent.
11. Drainage Rate Tester
Designed by Interstate Paper Company, Riceboro, Georgia.
12. Clark Fiber Classifier, Model 46.
13. Shot Separation Tester
Designed by Johns-Manville, Waterville, Ohio.
14. D. O. P. Penetrome'er
T. D. Associates, Baltimore, Maryland.
15. Noble and Wood Rapid Cycle Beater, 5 lb. capacity driven at about 265 r. p. m. with 7.5 hp. motor.

PROCEDURE

A. Processing of L-134 Fiber

The batt of fiber is pulled apart and fed into a funnel 24 inches in diameter, together with water. The funnel is connected to a Wilden Air Diaphragm Pump where the air pressure is regulated at 40 p. s. i. to force the fiber into an Eductor. There high pressure 60 p. s. i. "motive water" disperses the fibers in the venturi section of the Eductor and forces them into a Vorject Centrifugal Cleaner.

The fibers from the top discharge outlet of the Vorject are carried through a two-inch line to an Allis Chalmers Screen equipped with a 100-mesh wire to remove free water from the fiber slurry. These fibers are free of objectionable shot as determined by the shot separation tester designed by Johns Manville.

B. Processing of Asbestos

Grade H Asbestos is dispersed in a procedure similar to that used for L-134

Batts. The Wilden Air Diaphragm Pump, operated at a compressed air line pressure of 44-48 p. s. i. , forces the asbestos slurry into the suction side of the Eductor. Motive water pushes the slurry at 25-30 p. s. i. inlet pressure to the Vorject. The top discharge shows a back pressure of 5 p. s. i. Asbestos discharged from the top outlet of the Vorject is discarded because of its low corrosion resistance and high ultrafine content. The asbestos pencils discharged at the bottom of the Vorject are collected in a screen box with a 50-mesh wire.

Drained pencils are furnished to the Noble and Wood Rapid Cycle Beater at 4% consistency and beaten 5 minutes with the bedplate adjusted to 0.005-inch clearance. The processed pencils are then passed through the funnel, Wilden Pump, Eductor and Vorject. The accepts from the Vorject top discharge are passed to the oscillating screen for removal of ultrafines and free water through the 100-mesh wire of the screen. Rejected pencils from the Vorject bottom discharge are collected in the 50-mesh screen box and reprocessed in the Noble and Wood Beater and Vorject. Accepts from this pass are combined with the accepts from the previous pass.

Combined accepts are transferred to the Beloit Jones Niagara Type Beater, diluted to 2.0% consistency and beaten at a roll clearance of 0.002 inches for two minutes for an Interstate Drainage of 90 ml. , as determined by the Interstate Drainage Tester. This instrument consists of a plastic 1000 ml. graduated tube with a paper machine wire cemented into the open bottom. A fiber suspension of 1.1 grams per 1000 ml. water at 23°C is filled into the graduated tube and an accurate timer is started when a rubber plug below the wire is removed. The volume in millimeters drained out in exactly 5 seconds is the Interstate Drainage Rate Test.

C. Papermaking

1) Fourdrinier: Asbestos is pumped to the No. 2 machine chest, diluted to 0.36% consistency and adjusted to a pH of 6.8 with concentrated hydrochloric acid. This chest is equipped with a variable speed, 30-100 r. p. m., 6-blade turbine type mixer. Speed is just high enough to give a well suspended slurry. L-134 fiber is transferred manually to the No. 1 machine chest equipped with a constant speed, 155 r. p. m., 4-blade agitator. L-134 slurry is adjusted to 0.35% consistency and the pH is adjusted to 2.5 with concentrated hydrochloric acid.

Two model 3200-01 Jabsco Pumps are used to pump asbestos and L-134 slurries to two Foxboro Flow Controllers adjusted to give a ratio of 66% L-134 and 34% asbestos to the suction side of the fan pump. White water or fresh water is added for dilution and more hydrochloric acid is introduced as necessary to maintain the pH at 2.9-3.4. The consistency at the Fourdrinier headbox is controlled at 0.50 to 0.67% with a slice opening of 0.377 inches and stock temperature of 62°F. The shake is 170-176 strokes per minute and machine speed 25 feet per minute.

One-inch wide bands of tape are placed on the wet-felt carrying roll at the outer edges of wet felt. These bands are of sufficient thickness to prevent pressing of the filter medium between the rolls and wet felt and permit the tape bands to drive the wet felt.

2) Rotoformer: The same stock, chest, pH, pumps, and flow controllers as for the Fourdrinier are used. The consistency at the Rotoformer is controlled to 0.037-0.041%. The pond regulator at the Rotoformer is adjusted at the bottom inlet to 3.5 inches from the wire surface and at the top end 1.2 inches.

D. Spraying during papermaking

- 1) Diak Curing Agent at 0.2% solids basis is furnished from a 316 stainless steel tank pressurized by compressed air fed into the top of the supply tank. The feed line to the spray head is extended through the top of the supply tank to one inch from the bottom. Pressure in supply tank is maintained at 30 p. s. i. g to convey the Diak to the spray head which extends across the width of the paper machine. The head is equipped with three UniJet Nozzles No. SS 11002 with a flat fan type spray pattern. This gives a delivery of 0.17 g. p. m. /nozzle at 30 p. s. i. Nozzles are on 8-inch centers across the head with center nozzle over center of machine wire. Spray tips are positioned 12 inches above the machine wire at leading edge of No. 4 vacuum box.
- 2) Fluorel Binder at 7.0% solids basis is applied in the same manner as Diak, except that the nozzles are positioned to spray 4 inches from the Diak toward the trailing edge of No. 4 vacuum box. Care must be exerted to keep the spray area free of draft to prevent mixing of the mist from the Diak and Fluorel sprays before penetration into the filter medium. Mixing of Diak and Fluorel mist creates gummy particles that collect on the surface of the formed sheet, resulting in an undesirable buildup on felts and driers.
- 3) Du Pont Water Repellent is used at 2% as received. The pH is adjusted to 3.0 with acetic acid. The supply tank and air pressure are the same as used for Diak and Fluorel. The outlet line from the tank is fitted with a tee to accommodate two feed lines, each equipped with a spray head; one for the wire side and the other for the top side of the sheet. Both heads are equipped with four No. 656033 UniJet Nozzles designed to give a

flat fan-type spray pattern and deliver 0.029 g. p. m. / nozzle at 30 p. s. i. Nozzles are spaced on 7 1/2 inch centers across the head for even spray distribution across the width of the sheet. The heads are mounted between the couch roll and wet felt with one head above the sheet for top side spraying and the other below the sheet for wire side spraying. Spray tips on both heads are positioned 15 inches from the sheet. This combination of conditions, low delivery nozzles, 30 p. s. i. air blanket pressure in the feed tank, and distance from tip of spray to the sheet gives a very fine mist for even migration of material in the wet sheet.

4) A blanket of air pressure in the feed tanks is used to propel the spray for the following reasons:

- (a) The high degree of stability of the spray pressure.
- (b) There is no danger of temperature change caused by friction in pumping.
- (c) Fluorel becomes gummy when using various pumps resulting in plugged spray nozzles and frozen pumps.

5) Rotoformer Spraying. Medium formed on the Rotoformer is sprayed the same as for that on the Fourdrinier, except that Diak is sprayed at the leading edge of No. 3 suction box and Fluorel is sprayed 4 inches from Diak spray toward the trailing edge of the No. 3 suction box.

E. Drying

Sheets formed on the Fourdrinier and Rotoformer are dried in the drying section of the 31-Inch Papermaking Machine and formed into rolls.

APPENDIX C

SIGNIFICANT EVENTS AND PROBLEMS ENCOUNTERED DURING
DEVELOPMENT OF HF-RESISTANT FILTER MEDIUMTENSILE TESTS ON INSTRON

Naval Research Laboratory has accumulated many valuable tests on filter media under very careful specifications. The Herty Instron instrument was recalibrated as specified by N. R. L. The cross-head speed was established at 0.05 cm/minute. TAPPI Standard T 404 ts 66 specifies a time to break in 8-12 seconds; TAPPI published a revision T 494 in TAPPI 52(9)1795 September 1969. It was later found that NRL uses a speed of 0.05 in. per min. which is equivalent to 0.127 cm/min.

Mr. Humphrey Gilbert, U. S. Atomic Energy Commission, Division of Operational Safety, specified in 1972 to adapt the TAPPI specification of 8-12 seconds. Tests at Herty translated this to a cross-head speed of 1.27 cm/minute or 10 fold the N. R. L. speed. The time to break specifications is awkward for tests: "Tensile after fold" or "Wet Tensile."

Tests made on Flanders F700 received 8/7/70.

<u>Cross-head Speed</u>	<u>M. D.</u>	<u>C. D.</u>
0.127 cm/inch	4.01	2.72
1.27 "	4.66	2.78
2.0 "	4.60	2.96
5.0 "	5.08	3.02

SPECIFICATIONS FOR CORROSION RESISTANCE

Mr. Gilbert specified in a meeting on July 19, 1965 (held in the office of Mr. W. L. Anderson in the U. S. Naval Research Laboratory, Washington, D. C.), a concentration of 0.5 mole percent of hydrofluoric acid or 0.5 g per 100 ml.

Mr. Gilbert related on July 21, 1965, a telephone call from Argonne National

PAPERMAKING CRITERIA FOR FILTER MEDIA AND FILTERS

Mr. Anderson in a letter of March 23, 1972, to Mr. Belvin, discussed possible causes why the first filter media made on February 24, 1972, for fabrication into B-size filters at Flanders Company caused leakage for D. O. P. at 40% of the pleated ends.

"The leakage areas were created by either shearing of the media at the separator end and/or a separation of the layers of the media at the reverse fold position. The former would result when the overall tensile strength of the media was sufficiently low so that the media could not resist the pressure of the separator and/or the pull of the pleater. The latter would result when the fiber length was so short that an integral web could not be formed or where fiber formation on the wire was accomplished by a flocked rather than a dispersed system. Page 2 and 3 of Wentz and Lucas, Industrial Engineering Chemistry 48, 219 February, 1956, described formation mechanism. In general, a delamination occurs at the boundary position of the flocked fibers and when this occurs at the pleat end, a physical 'flaking' of the media occurs."

The February filter media of 80 feet in length without a single splice was demanded as a single ply sheet from 66% of the very short L134 old fibers, high in shot. This L134 had only 0.97% of fibers retained on the 14-mesh screen while the later long L134 from anhydrous chemicals had 14.0%. The old L134 contained only 9.3% fibers retained on 30 mesh, while the new one had an amount of 30.4%. The February media was high in basis weight with 86.6 pounds/3000 feet² and was much stiffer with a Taber C. D. of 14.5 in comparison to two competitive media with C. D. 7.5 and 7.0. Air resistance at 138 mm with a D. O. P. of 0.040% were satisfactory.

Dry tensile of a flat, not folded, sheet was high with M. D. 3.46 C. D. 3.41. Tensile after fold was below the specification of 1.25 pound/inch.

Mr. Anderson's hypothesis of delamination at the boundary of flocked fiber, describes what most likely occurred. In a letter of April 7, 1972, he confirmed upon inspection of the fabricated B filters that delamination was worse on the top or felt side than was found on the wire side. The dispersion of 475 glass fibers was much improved by pH adjustment. L134 fiber became better dispersed at pH 2.5 with hydrochloric acid but was not equal to 475 fiber. Crocidolite of higher fiber length at a basis weight above 40 pounds did not improve with chemical dispersants. Confirming recent observations with wet laid nonwoven products, only hydrodynamic conditions helped. The velocity of the slurry with the 4 large tubes was increased by using 6 tubes of minimum inside diameter. A simulation of Voith Company's Hydroformer with a plexiglass plate above the wire to the first suction box prevented reflocculation of the fiber suspension on the top side. The space between the couch roll and the first box below the fourdrinier wire was filled with foil or vacuum boxes with graduated draining to freeze the formation of the wire side layer, which was oriented by the moving wire.

A modern paper machine would have a bottom and top side wire. The latter replaces the stationary smooth plexiglass sheet of the Hydroformer. Much effort was necessary to avoid streaks in the machine direction and forming flocs in contact with the deckle-edge rulers. They had to be fitted precisely to avoid flocs.

The August 18, 1972, filter media for Flanders was made with 49.5% new long L134, 16.5% old short L134 (to save the limited supply of new L134) and 34% delaminated crocidolite pencils. Three single-ply rolls low in basis weight, 41-45 pounds/3300 feet².

were made of good formation. The B-type filters made at Flanders were much better for pleat leakage than the February making.

Very good B-type filters were made by Flanders from the two-ply November 15, 1972, run.

The 10-inch paper machine was improved by changing the fourdrinier from horizontal to an incline of about 18°. The 66% new long L134 fiber was adjusted to pH 2.0, the delaminated crocolite to pH 6.6, the pH of the blend was 3.7 at a fairly high consistency of 0.2%. Interstate drainage was 190 to 200. The Clark Fiber Classification was applied to the blend to have a record of fiber length distribution. The two-ply sheet had a basis weight of 67.8 pounds. The caliper was in the right range of 15-16.1 mils, which was considered previously to be most difficult. Air resistance at 95 mm D. O. P. 0.064% tensile dry M. D. 2.44 C. D. 2.02; tensile after fold 1.49 pounds/inch, safely above the limit of 1.25% and combustible about 5.0%.

The Taber stiffness was in the right range using a blend of 25% Kel-F 2703 and 75% Fluorel 2733. This trial established that satisfactory filter media can be produced with good HF resistance. The single-ply trial on the pilot plant fourdrinier was as good as can be expected from a first attempt. Mr. Anderson commented on failure to meet proposed specifications consistently in tensile strength. After an initial trial on June 21, 1973, only 5 trial rolls were made due to the limited supply of new long L134 fiber.

Tensile M. D. was ample with 2.72, 2.77, 2.84, 3.11 pounds/inch. C. D. tensiles were somewhat low with 1.67, 1.81, 1.88, 1.90, 2.10 pounds/inch. The most critical test for good performance at the pleat ends as verified at Flanders in fabricating the 1000 acfm filters and in their use at Rocky Flats was 2.14, 3.09, 2.42, 2.60, 2.57

pounds/inch far better than the specification of 1.25. D. O. P. was at 0.043, 0.033, 0.020, 0.019% or considerably better than that produced in the two-ply sheet on the 10-inch machine in November, 1972. Air resistance can be controlled. As explained in detail in the discussion of binders, the content of combustible can be reduced at least to 5.0%, the level of the November trial. The caliper will remain low until the two-ply construction method of forming is adopted. The basis weight at 66-68 pounds is only somewhat higher than current filters.

Dr. Weber supplied strength tests for a media with a good performance record. He found tensile tests of 131, 199, 294, and 350 grams. Obviously, more tolerance should be granted in the initial short trials of a more difficult sheet than for the current reference sheet for filter media.

The established specifications as modified by Mr. Gilbert can be met with the possible exception of dry tensile C. D. of 2.5 when previously 2.0 pounds/inch were sufficient.

It remains to be seen if the recommended Rotoformer-Fourdrinier two-ply construction will make it easier to obtain dry tensile C. D. of 2.0-2.5 pounds. The far more important tensile after fold, which is critical for good pleat behaviour, has been exceeded in many trials.

APPENDIX D
TEST RESULTS

TABLE INDEX

- I. TESTS ON FLUORIDE RESISTANT FIBER
- II. CORROSION RESISTANCE OF FIBERS AND FILTER MEDIA
- III. EFFECT OF BINDER ON CORROSION RESISTANCE
- IV. CORROSION TESTS BY DR. WEBER
- V. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 50
- VI. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 52
- VII. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 53
- VIII. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 56
- IX. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 57
- X. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 58
- XI. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 59
- XII. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 60
- XIII. TEST RESULTS OF HERTY SAMPLE NO. 61

FIGURE INDEX

1. HUMID AIR-F₂-HF FILTER PAPER TEST SYSTEM
2. HUMIDIFIED GAS DILATION SYSTEM FOR MULTIPLE FILTER TESTS
(EACH FILTER TEST INDEPENDENT OF OTHER THREE)

TABLE II, Concluded

Corrosion Resistance Of Fibers And Filter Media

Used	Oak Ridge										Index No.
	Tensile Strength - Retained In % Of Original Tensile After Exposure For										
Tensile Grams	Hours										
	6	16	24	48	72	96	120	144	168		
784	2										11
41	185										14
62	81										15
54	122										16
77	131										19
52	142										21
97	124										22
875	86										23
390	116										24
6	125	162	150								27
	190	100	12								28
			156	216		183		110	80		29
			164	208		80			20		30
		50									31
	30	0									32
	130	0									33
	280	250	15								34
	260	100	5-10								35
	90										36
360	30	4									37
	65	85									38
	50	40									39
	100										40
	125										41
	100	365		100							42
		330		100							43
42	262	154	167		81	4					44
55	170	130	130		140	11					45
35	214	286	249		161	117					46
31			332	10		94	105		221		47
48			405	118		73	100		72		48
50			260	213			262		38		49
56		94	105	82			177	96	110		50
		45	35			40-60		60			51
68		327	192	228	178	138	315	173			52
65		142	289	141	343	155	637	171			53
					Similar To	52/53					54
					"	"	"				55
55			373	300	361	500	290	142			56
1500			81	74	70	79	86	76	36		57
700			83	71	68	76	54	79	73		58
32			191	204	376	335	477	515	298		59
50.0			201	227	150	305	231	146	130		60
24.0			120	265	160	204	317	700	484		61

2

TABLE II

Corrosion Resistance Of Fibers And Filter Media

Index No.	Composition	Sheet Construction	Basis Wt. (lb.)	Air Resistance mm	D. O. P. Penetration %	I _r
11	100% Glass + Resin + Current HEPA filter	PM				
14	75% Crocidolite 25 Nomex	H			Poor	
15	75% Crocidolite 25 Stainless	H				
16	75% Crocidolite 25 Teflon	H				
19	100% Crocidolite	H		310	0.02	
21	100% Amosite Asbestos	H				
22	100% Crocidolite Geon 151	H		225	0.018	
23	100% Crocidolite + Alkaphos	H		173	0.05	
24	100% Crocidolite + Polyethylene					
27	100% L 133	H				
28	50% 264 mm 50% 10 mm Crocidolite	H		90	0.065	
29	50% L134 1.74micron, 25% 264mm, 25% 10mm Crocid.					
30	50% Kel F, + 50% Crocidolite					
31	Repeat of 29					
32	20% Medium 134 shipment no. 6, no additive	PM		76	0.068	
33	34% Medium " " " " " "	"		99	0.068	
34	66% Medium " " " " " "	"		93	0.022	
	66% Medium 134 + 34% Crocid with acrylic	"		125	0.064	
36	66% Med 134 + 34% Crocid with acrylic + Lufax	"				
37	20% L134 ship no. 6 80% Crocid with P.V.C.	"		110	0.062	
38	34% " " " " 66% " " "	"		128	0.17	
39	66% " " " " 34% " " "	"		124	0.064	
40	Repeat of 28			80		
41	" " "			135	0.017	
42	Repeat of 29			49	1.2	
43	" " "			64	0.86	
44	75% L134 1.74micron 25% Crocid 330mm	H	71.5	92	0.050	
45	50% L134 1.74 45% Crocid 110mm 5% Crocid 330mm	H	69.4	90	0.057	
46	33% 14 micron 33% 1.74 17% 110 17% 330mm	H	69.5	83	0.048	
47	50% 1.74 50% Delaminated H 80					
48	50% 1.74 50% Delaminated H					
49	50% 1.74 50% Weathered			110	0.062	
50	66% L134 L5 pilot plant 6/70 34% Crocid H	2 Ply H		109	0.03	
51	66% L134 L74 " " " " " "	" " "				
52	66% L134 5.5 2/71 34% Crocid WDS	6 Ply H		101	0.039	
53	66% " " " " " " H	" " "		98	0.036	
54	66% " " " 6/71 " " H	" " "			0.050	
55	66% " " " 8/71 " " H	" " "				
56	66% " Short Old " " H, no add	2 Ply PM			0.05	
	66% " " " " " H Kel F latex	" " "		High	0.04	
58	Same as 57 except add Zepel	" " "			0.039	
59	66% L134 5.5 2/71 34% Crocid H, no. add	PM				
60	66% " " " " " " Zepel					
61	49% L134 " " long 17% L134 old short 34% Crocid. no additive	2 Ply PM		86	0.048	

TABLE III
EFFECT OF BINDER ON CORROSION R

Index No.	Composition	Sheet Construction	% Organic	ΔP In. Water Before	ΔP In. Water After Exposure	Tensi Gran Before
12-3	100% Crocidolite	H	1.12			330
22	100% Crocidolite Geon 151	H	1.57	8.4	8.3	97
23	100% Crocidolite + 5.4% WC9 + 8.4% Alkaphos	H	5.4	6.3	6.0	420
24	100% Crocidolite + Polyethylene	H	3.77	9.05	9.00	868
35	100% Crocidolite + Acrylic HA 24	PM	2.0			
36	100% Crocidolite + Acrylic + Lufax	PM				
37	20% L 134: PVC 352	PM	4.4			360
38	34% L 134: PVC 352	PM	4.2			729
39	66% L 134: PVC 352	PM	4.4			512
56	66% L 134: No Addition	PM		5.0	5.0	50
57	66% L 134: Kel F	PM		8.7	9.0	1500
58	66% L 134: Kel F + 2829	PM		5.4	5.45	600
59	66% L 134: No Addition	PM		2.85	2.85	32
60	66% L 134: 2829	PM		3.9	3.9	50

H - Handsheets

PM = Paper Machine

TABLE III
PERCENTAGE CHANGE IN CORROSION RESISTANCE

Specimen No.	AP In Water After Exposure	Tensile Grams Before	Tensile Strength In Grams After Exposure To HF + F ₂ At 100 °F And At 50% RH																
			----- Hours -----																
			6	16	24	48	72	96	120	144	168								
		330	313																
	8.3	97	120																
		420	300																
	6.0	868	803																
		370	480																
			700	400															
			650	360															
		360	120	15															
		729	474	620															
		512	260	200															
	5.0	50			172	172	320	130											
	9.0	1500			1511	970	1120	1175	1120	610	515								
	5.45	600			400	530	350	540	395	470	284								
5	2.85	32			67	64	124	113	137	185	102								
	3.9	50			95	117	71	150	116	72	65								

2