

# 高温アスファルトの流下試験

— アスファルト固化処理施設火災爆発事故

原因究明・再発防止に関する調査・検討—

1997年10月

動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所

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。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section, Tokai Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, 4-33 0-aza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)1997

## 高温アスファルトの流下試験

### ーアスファルト固化処理施設火災爆発事故の 原因究明・再発防止に関する調査・検討ー

アスファルト固化処理施設火災・爆発事故原因究明・再発防止対策班

加藤 良幸\*、青山 誠\*\*  
米谷 雅之\*\*、中村 博文\*\*\*  
山内 孝道

### 要 旨

アスファルト固化処理施設で発生した火災爆発事故の発生原因を究明するため、事故発生直前の施設の運転状態を調査した。調査の結果、火災発生前のアスファルト固化体の製造時において、エクストルーダーから流下されるアスファルト混合物が通常よりも柔らかく、また充てん中のドラムからは通常と違って大量の白い蒸気のようなものが観察されていたことが運転員の聞き取り調査でわかった。（東海再処理施設アスファルト固化処理施設における火災爆発事故調査委員会の資料11-5）

この観察結果とアスファルト混合物の温度との関係を把握するために、アスファルト混合物の温度をパラメータとして模擬アスファルト混合物を流下させる試験を実施した。試験実施時には、事故当時の運転員に立ち合ってもらい、事故当時と試験での流下状態の比較（230℃及び270℃試験時並びにエクストルーダ製模擬アスファルト試験時）を行った。この結果、多くの作業員は、230℃の流動状態は、通常の運転時と良く似ており、270℃の流動状態は、事故直前時の運転時と良く似ているという証言が得られ、事故時の流下温度は通常運転時と比べてかなり高かったものと推察できる。（これらの証言は、主観的である上に、試料が模擬のアスファルト混合物であるため、温度に関する定量的な評価はできなかった。）また、模擬アスファルトを1mの高さから流下させると流下中に放冷されて温度が10～20℃程度低下することが分かった。さらに、模擬アスファルトを加熱して160℃以上になると表面に発泡層が生成するが、この泡の発生量は温度が高くなるほど多くなり、250℃以上になると発生する泡の直径がそれまでの約1mmのものから約5mmの大きなものへと変化した。発生したガスの成分はその臭い及び発生状況からアスファルトの熱分解生成物と考えられる。なお、流下させる前に十分発泡させた模擬アスファルトを流下させると流下後のアスファルト表面にはごく僅かにしか泡が生じないことから、流下中の空気の巻き込みは少ないものと考ええる。

---

\* 核燃料技術開発部 燃料製造プロセス開発室  
\*\* 環境技術開発部 環境技術第一開発室  
\*\*\* 建設工務管理室

## **Test on the flowing down of simulated bituminized product**

Investigation Group for Bituminization Demonstration Facility Incident  
YOSIYUKI KATO \*, MAKOTO AOYAMA \*\*, MASAYUKI YONEYA \*\*  
HIROFUMI NAKAMURA \*\*\*, TAKAMICHI YAMANOUCHI

### **Abstract**

The fire and explosion incident occurred at Bituminization Demonstration Facility of PNC Tokai Works on March 11, 1997. In order to ascertain the cause of incident, the investigation has been pushed forward. During investigation, we obtained essential information from operators, such as softness of bituminized product, white smoke generated from bituminized product. This condition has never been observed comparing past normal operation. Therefore, we assumed that temperature of bituminized product had increased more than expected.

In order to confirm above assumption, we made experiment for obtaining the relationship between temperature and fluidity of bituminized product. Simulated bituminized product was heated up to each temperature (210,230,250,270 °C) in a pot and poured down into an another pot. We observed the fluidity of bituminized product when it flowing down into a pot. The fluidity of bituminized product increased with high temperature. The fluidity of bituminized product at 270°C looked similar to fluidity of bituminized product that had ignited itself at the incident. White smoke generated from bituminized product and amounts of white smoke increased with high temperature. The smoke was considered to be gas that generated through thermal decomposition or volatilization of bitumen.

- 
- \* Nuclear Fuel Technology Development Division  
Advanced Fuel Fabrication Process Development Section  
\*\* Waste Technology Development Division High level Waste Technology Section  
\*\*\* Construction and Maintenance Office

## 目 次

1. はじめに	1
2. 試験装置	2
2.1 試験実施場所	2
2.2 試験装置	2
2.3 試験に使用した試料の調製	2
3. 試験方法	9
3.1 高温アスファルトの流下試験	9
3.1.1 純アスファルトの流下試験	9
3.1.2 45:55塩混合模擬アスファルトの流下試験	9
3.1.3 エクストルーダ製模擬アスファルトの流下試験	9
3.1.4 十分に発泡反応させた模擬アスファルトの流下試験	9
3.2 模擬アスファルトの温度による特性変化確認試験	9
3.2.1 模擬アスファルトの温度による発泡状態確認試験	10
3.2.2 加熱中の模擬アスファルトの温度分布測定試験	10
3.2.3 熱電対温度計プローブ表面の拭き取りによる影響確認試験	10
3.3 20ステンレスピーカによる放熱特性把握試験	10
4. 試験結果及び考察	14
4.1 高温アスファルトの流下試験結果	14
4.1.1 純アスファルトの流下試験結果	14
4.1.2 45:55塩混合模擬アスファルトの流下試験結果	14
4.1.3 エクストルーダ製模擬アスファルトの流下試験結果	15
4.1.4 十分に発泡反応させた模擬アスファルトの流下試験結果	16
4.2 模擬アスファルトの温度による特性変化確認試験結果	16
4.2.1 模擬アスファルトの温度による発泡状態確認試験結果	16
4.2.2 加熱中の模擬アスファルトの温度分布測定試験結果	17
4.2.3 熱電対温度計プローブ表面の拭き取りによる影響確認試験結果	18
4.3 20ステンレスピーカによる放熱特性把握試験結果	18
5.まとめ	49
別添資料	
1. 模擬アスファルト固化体製作報告書	1
2. 模擬アスファルト固化体製作報告書	2
3. 流下試験温度データチャート	
4. 運転員流下試験状況観察アンケート	1 (試験No.9,10時)
5. 運転員流下試験状況観察アンケート	2 (試験No.13時)

6. 加熱中の模擬アスファルトの温度分布データチャート
7. 20ステンレスビーカーによる放熱特性データチャート

## 1.はじめに

アスファルト固化処理施設で発生した火災爆発事故の発生原因を究明するために、これまでに種々の調査・解析及び試験等が実施されているが、本試験では、当該事故発生直前の運転時の流下状況が通常の運転時と比べて流動性が高く、ドラムに充てん時にアスファルトは水が流れるがのごとく流下したとの当時の運転員の証言及びこれまでの知見でアスファルトの粘度は温度に依存して変化するという点に着目し、所定の温度まで加熱した模擬アスファルトを流下させ、その流動状態を観察し、当時の運転員に確認させて当時の流動状態の再現を行った。また、この試験の実施時にアスファルト加熱時の発泡状態の観察及び流下後の試料の放熱特性などの関連する事象の観察及び測定も併せて行った。なお、高温にしたアスファルト混合物の粘性についても測定を計画し、粘度計の半導体検出部を冷却しながら測定を行ったが、指示値が安定せず測定することができなかった。

## 2. 試験装置

### 2.1 試験実施場所

試験の実施場所は、再処理技術開発部機器材料開発室の協力を得て実規模開発試験室 1階 トラックエリア(2) 東側 (X<sub>3</sub>~X<sub>5</sub>,Y<sub>12</sub>~Y<sub>13</sub>)を使用した。試験実施場所の平面図を図 2.1に示す。

### 2.2 試験装置

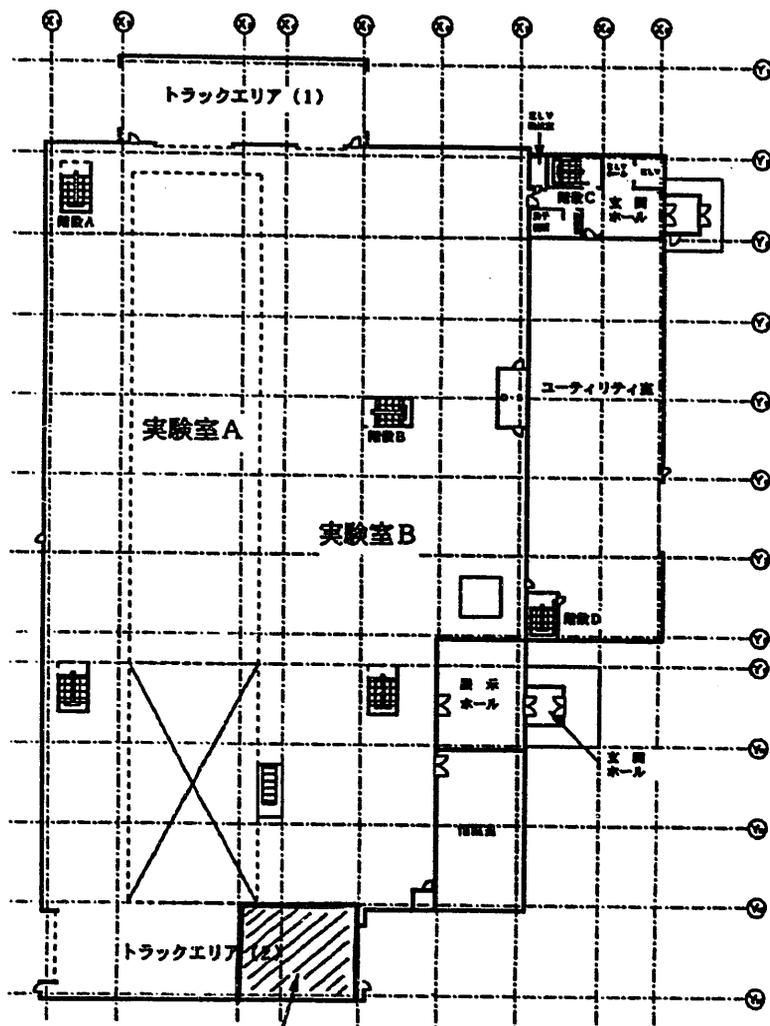
装置は、図2.2に示すようなものとし、マントルヒータに入れた上部容器(2ℓ ビーカ)内でアスファルトを加熱して試料を所定温度まで加熱した後、装置側面に取り付けられているハンドルを回転させることで上部容器を傾けて加熱したアスファルトを流下させ、下部容器で捕集できるものとした。装置の外観写真を写真2.1及び写真2.2に示す。

また、加熱したアスファルトの粘度を測定するためにマルコム社製の粘度計(型式 PM-2A)を調達し、測定を実施してみたが、測定物質の熱がロータから伝熱し、半導体検出部まで短時間のうちに到達してしまい、冷却を行いながらの測定であっても指示値が安定せず、測定することはできなかった。

### 2.3 試験に使用した試料の調製

試験に使用した模擬アスファルトは、日立協和エンジニアリング(株)に調製を依頼して製作したものをを用いた。この模擬アスファルトの調製法は、表2.1の下側に示した組成のアスファルトを130~140℃程度に加熱し、そこに表2.1に示す組成の模擬廃液を2~3ml/minで徐々に加えて均一に混合するとともに水分を蒸発させ、塩とアスファルトの混合比が45:55となるようにした。今回試験に使用した模擬アスファルトは、その試料量の関係から大きく2回に分けて(Lot.1~4, Lot.5~7)製作したが、ほぼ同一の試料を調製できた。塩濃度の測定結果を表2.2に、その詳細な製作手順及び分析結果が載っている製作報告書を別添資料 1.(Lot.1~4)及び別添資料 2.(Lot.5~7)に示す。

また、試験No.13の模擬アスファルトは、昭和56年頃に実施したアスファルト固化処理施設のコールド試験時にエクストルーダを用いて製作したものが500mlのパイレックスガラス製ビーカに3本に分けてそれぞれのビーカ上部にはラップをかけて保管されていたので、それを用いた。試験に用いた試料の当時の分析結果及び試料重量を表2.3に示す。



アスファルト流下  
試験実施場所

図2.1 試験実施場所  
(実規模開発試験室 1階平面図)

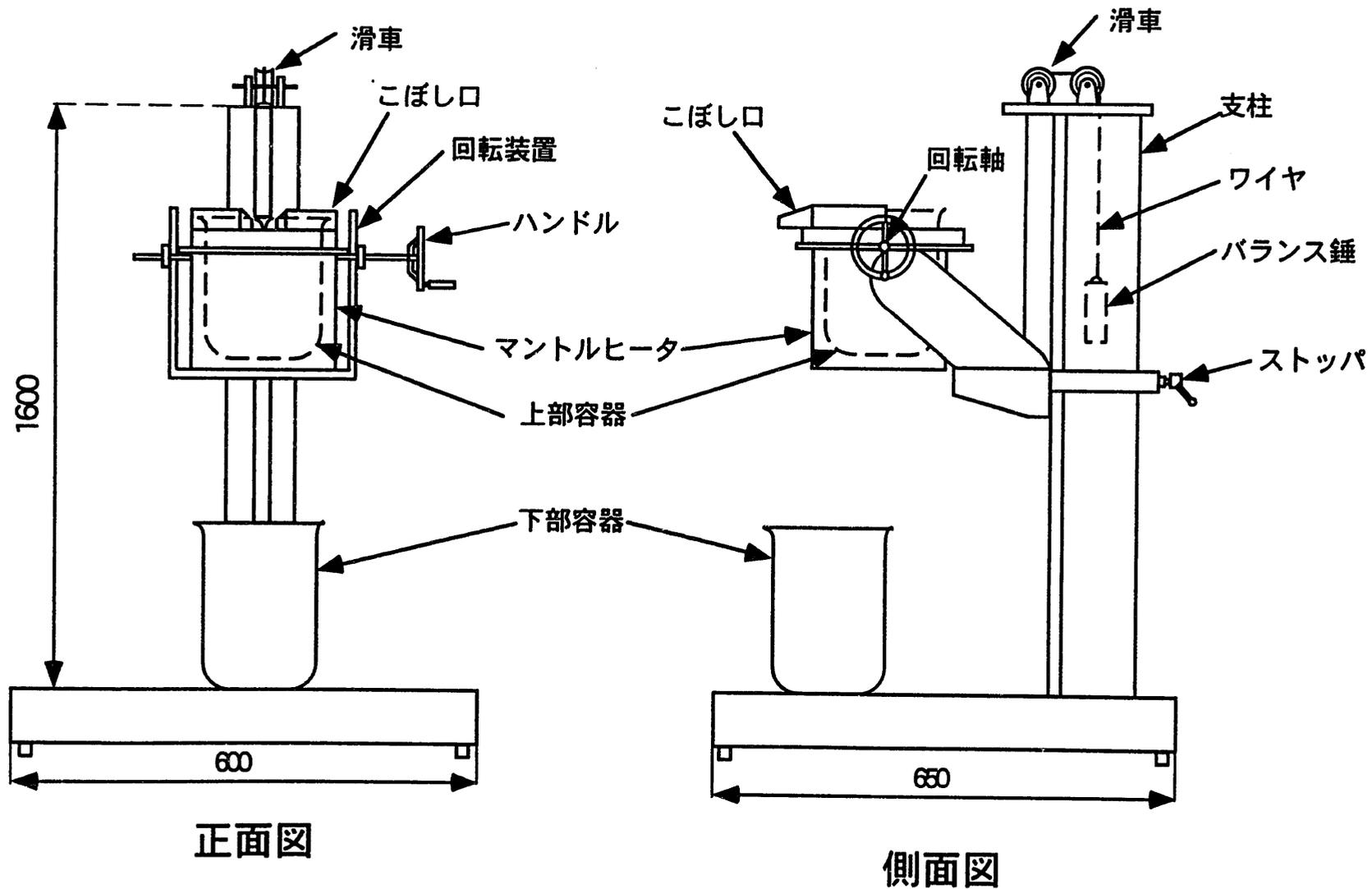


図2.2 高温アスファルトの流動性確認試験装置概略図

表2.1 模擬アスファルト固化体に添加した模擬廃液の組成

	組 成	廃液中濃度
主 模 擬 廃 液 成 分	硝酸ナトリウム (NaNO <sub>3</sub> )	191.9g/ℓ
	亜硝酸ナトリウム (NaNO <sub>2</sub> )	19.5g/ℓ
	炭酸ナトリウム (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	72.1g/ℓ
	リン酸ナトリウム (NaPO <sub>4</sub> )	1.7g/ℓ
	水酸化ナトリウム (NaOH)	16.8g/ℓ
	T B P	200ppm
	D B P	800ppm
添 加 試 薬	水酸化バリウム	10.3 g / ℓ (廃液)
	0.5molフェロシアン化カリウム溶液	37.0ml / ℓ (廃液)
	25wt%硫酸ニッケル溶液	17.4ml / ℓ (廃液)
	亜硫酸ナトリウム	3.8g / ℓ (廃液)
	硝酸銀	55.6mg / ℓ (廃液)

使用したアスファルト

・昭和シェル石油株式会社

シェルブローンアスファルトADコンパウンド

項 目	規格値	試験方法	物性値
軟化点 (°C)	85±5	JISK2207	82.0
針入度 (25°C、1/10m)	40±5	JISK2207	30
針入度指数	3以上		+38
蒸発質量変化率(mass%)	0.5以下	JISK2207	0.02
引火点(°C)	260以上	JISK2207 (COC法)	316
三塩化エタン可溶分(mass%)	95以上	JISK2207	99.47
伸度(25°C、cm)	3以上	JISK2207	4
比重(25°C、g/cm <sup>3</sup> )	1.025±0.025	JISK2249	1.018

表2.2 日立製模擬アスファルトの塩濃度

Lot No.	サンプリング重量 (g)	塩重量 (g)	塩重量比 (Wt%)	備考
1	3.1096	1.3573	43.65	
2	3.0126	1.4161	47.01	
3	3.0065	1.3198	43.90	
4	3.3362	1.5572	46.68	
5	3.2129	1.5047	46.83	
6	3.0553	1.4371	47.04	
7	3.1721	1.4408	45.42	

表2.3 エクストルーダ製  
模擬アスファルト固化体の物性等

固化体 No.	529-2	703-6	728-1	備 考
模擬廃液 キャンペーンNo.	U321- I B-2	U321- II B-6	U326- I B-3	
試料正 味重量 (g)	416	328	433	
比重	1.370	1.350	1.330	
塩濃度 (wt%)	44.2	44.1	44.3	
含水率 (wt%)	0.17	0.19	0.56	
針入度	25.9	18.9	10.9	
軟化点 (℃)	109.8	98.5	108.3	

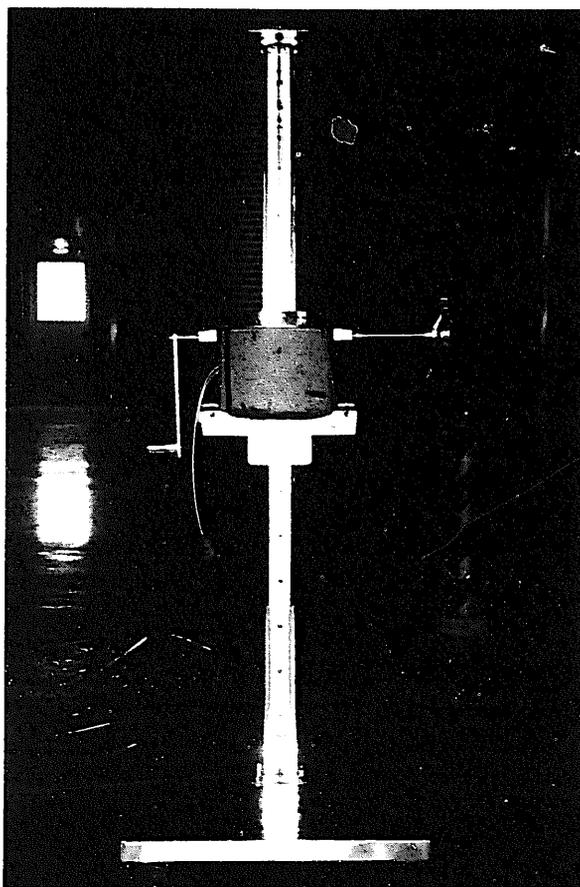


写真2.1 流下試験装置全景

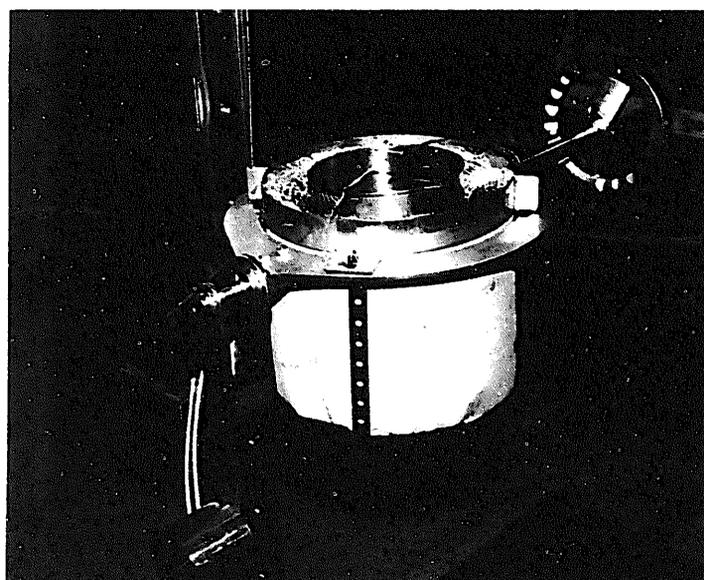


写真2.2 上部容器・マントルヒータ部

### 3. 試験方法

#### 3.1 高温アスファルトの流下試験

実施した試験条件を表3.1に示す。

##### 3.1.1 純アスファルトの流下試験

試験装置の作動確認の意味も含めて、装置を製作した工場にて純アスファルトを所定の温度まで加熱して均一化を図った後、上部容器から下部容器へ流下させた。

##### 3.1.2 45:55塩混合模擬アスファルトの流下試験

模擬アスファルト固化体を上部容器へ入れて所定の温度まで加熱して均一化を図った後、下部容器へ流下させた。この模擬アスファルトの昇温操作では、温度を設定値よりも大きくオーバーシュートさせると熱暴走して発火する恐れがあること、及び温度を急速に上げようとしてヒータ出力を大きくすると、熱伝導が良くないために試料の周辺部のみを加熱してしまい、局所的に変質させてしまう可能性があるため、各設定温度までの昇温に約2時間かけてゆっくりと昇温した。

この試験のうち、試験No.9及び10については、環境施設部処理一課の協力を得て事故発生当時の運転員に確認してもらい、アンケート形式で当時の運転状況と比較した観察結果のデータを得た。

##### 3.1.3 エクストルーダ製模擬アスファルトの流下試験

模擬アスファルトの製造法の違いにより模擬アスファルト中での析出塩の粒子径等が異なっている可能性があり、その違いが流動性に影響を与えている可能性がある。この影響を確認するために、アスファルト固化処理施設の建設後に実施したコールド試験時にエクストルーダで製造した模擬アスファルトを用いて3.1.2項の今回製作した日立製の模擬アスファルトと同様の流下試験を実施した。これについても当時の運転員に観察してもらい、アンケート形式で当時の運転状況と比較した観察結果のデータを得た。

##### 3.1.4 十分に発泡反応させた模擬アスファルトの流下試験

3.2項で詳細に述べるが、アスファルトを加熱すると加熱中の模擬アスファルト表面に発泡層が生成する。この発泡現象と同様の現象が下部容器で発生する可能性がある。その発泡が上部容器で生じる発泡と同一であるのか、流下中の空気等の巻き込みによるものであるのかを判断するために上部容器内で加熱を行い、発泡反応を十分に生じさせ、発泡層を消失させた後に模擬アスファルトを流下させた。ちなみに試験温度については、加熱時の発泡現象が最も盛んに起こった220℃付近で実施した。

#### 3.2 模擬アスファルトの温度による特性変化確認試験

### 3.2.1 模擬アスファルトの温度による発泡状態確認試験

これまでのアスファルト固化処理施設の運転経験から充てんしたアスファルトの上部に発泡層が生じることが分かっているが、この発泡層の生成量と温度との関係を把握するために流下試験温度までの昇温時に段階的に加熱し、各温度ごとに表面に生成する発泡層の状態を確認した。

### 3.2.2 加熱中の模擬アスファルトの温度分布測定試験

加熱時に模擬アスファルトの表面に生じる発泡層の断熱効果を今後検討していく手がかりの1つとして、加熱中の模擬アスファルトの温度分布データを得るべく、図3.1に示すように熱電対温度計のプローブを配置して上部容器内の温度分布を測定した。

### 3.2.3 熱電対温度計プローブ表面の拭き取りによる影響確認試験

設定温度まで加熱を行う場合において、容器内の熱電対温度計のプローブの位置により温度測定値が $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 程度も生じる場合があり、加熱時のある時点での試料温度を把握するためには温度測定のために十分に均熱化を図る必要がある。この処置が必要となる要因の1つとして熱電対温度計のプローブ表面へのアスファルトの固着することにより正確な温度指示をしていない可能性がある。このようなことが実際に生じるものなのかを確認するために加熱時に熱電対プローブを容器内に入れたままにしたものと測定をつどプローブ表面の拭き取りを行ったものを使用し温度測定を実施した。

## 3.3 20ステンレスピーカによる放熱特性把握試験

ドラム内へ充てんされたアスファルトの放熱特性を推察するためのデータの1つとして、流下試験の下部容器内に図3.2に示すように熱電対温度計のプローブを配置して放熱特性の測定を行った。

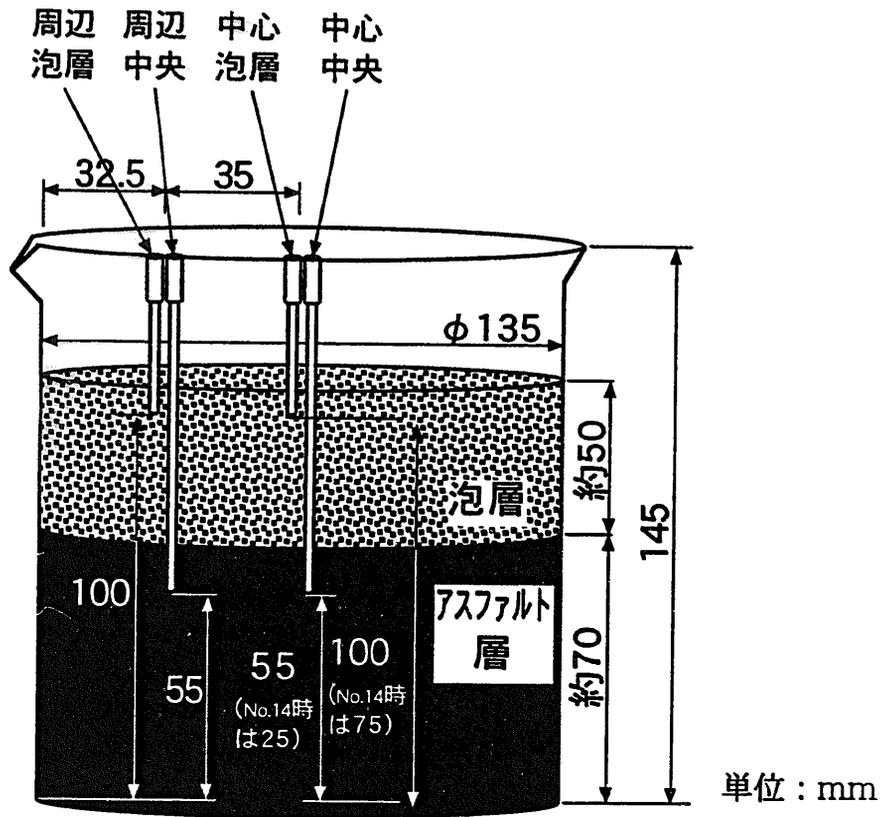
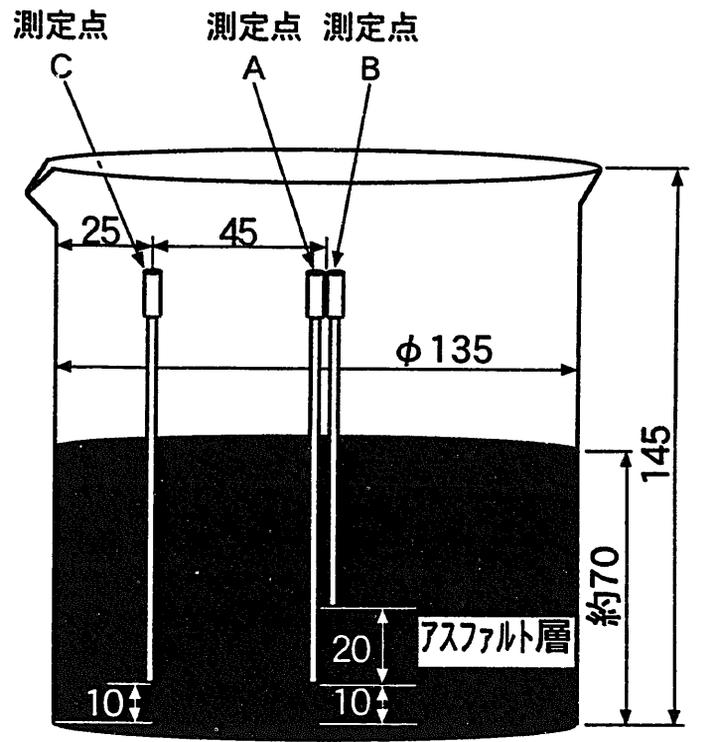


図3.1 発泡したアスファルトの温度分布測定点概略図



単位 : mm

図3.2 模擬アスファルト放熱特性測定点概略図

表3.1 高温アスファルト流下試験条件

流下試験NO.	試験日時	使用試料		上容器内試料温度(°C)	試料量(ℓ)	流下高さ(m)	備考
		試料名	製作Lot.				
1	'97.9.2 PM1	純アスファルト	—	180	1	1	装置工場検査
2	'97.9.2 PM2	純アスファルト	—	220	1	1	装置工場検査
3	'97.9.3 PM1	45:55塩混合アスファルト	Lot.1~4	180	1	1	
4	'97.9.3 PM2	45:55塩混合アスファルト (試験No.3試料を再加熱)		240	1	0.5	
5	'97.9.4 PM1	45:55塩混合アスファルト		275	1	0.5	
6	'97.9.4 PM2	45:55塩混合アスファルト (試験No.5試料を再加熱)		275	1	1	
7	'97.9.5 PM1	45:55塩混合アスファルト		275	1	1	
8	'97.9.5 PM2	45:55塩混合アスファルト (試験No.7試料を再加熱)		230	1	1	
9	'97.9.8 PM1	45:55塩混合アスファルト		270	1	1	
10	'97.9.8 PM2	45:55塩混合アスファルト (試験No.9試料を再加熱)		230	1	1	
11	'97.9.9 PM1	45:55塩混合アスファルト		290	1	1	
12	'97.9.9 PM2	45:55塩混合アスファルト (試験No.11試料を再加熱)		250	1	1	
13	'97.9.10 PM1	45:55塩混合アスファルト (イクストルダ製模擬固化体)	表2.2参照	250	1	0.5	S56年頃の施設コー ルド試験時のもの
14	'97.9.11 PM1	45:55塩混合アスファルト	Lot.5~7	270	1	1	
15	'97.9.11 PM2	45:55塩混合アスファルト		230	1	1	
16	'97.9.16 PM1	45:55塩混合アスファルト		230	1	1	
17	'97.9.17 AM1	45:55塩混合アスファルト		250	1	1	
18	'97.9.17 PM1	45:55塩混合アスファルト		210	1	1	
19	'97.9.17 PM2	45:55塩混合アスファルト		220	1	1	上部容器内で十分に 発泡させた後に流下

## 4. 試験結果及び考察

### 4.1 高温アスファルトの流下試験結果

アスファルトの流下試験結果を表4.1にまとめて示す。また、各試験における流下状況はビデオ撮影しており、その記録内容を表4.2に示す。さらに、試験ごとの上部容器及び下部容器の温度測定チャート（一部試験については流下状況の確認のみとしたため温度測定チャートの無いものもある）を別添資料3.に示す。

#### 4.1.1 純アスファルトの流下試験結果

純アスファルト全体を均等に加熱するために適時攪拌しながら所定温度まで加熱を行い、流下させた。各温度における流下状態は以下の通りであり、流下状況を撮影したビデオからプリントアウトしたものを写真4.1及び写真4.2に示す。

180℃・・・ソースが流れるようにトロトロと流れるが、220℃に比べると粘性が高く、ゆっくりと流下する。また、アスファルトが流下した下部容器及び流下中のアスファルトからはアスファルトの分解成分と思われる青白い煙がわずかに発生した（ビデオ画面の右側から流れてくる白い煙は画面右側で作業している作業員が持っている煙草からのものである）。

220℃・・・水のようにトロトロと流れ、とても流動性が良い。また、アスファルトが流下した下部容器及び流下中のアスファルトからはアスファルトの分解成分と思われる青白い煙が多量に発生した。

#### 4.1.2 45:55塩混合模擬アスファルトの流下試験結果

純アスファルトでの試験と同様に試料全体を均等に加熱できるように適時攪拌を行いながら加熱を行い、流下させた。各温度における流下状態は以下のようにまとめることができ、その流下状況を撮影したビデオからプリントアウトしたものを写真4.3から写真4.33に示す。

180℃・・・粘性が高く、とぎれとぎれで流下する。塩とアスファルトは十分に混ざっているようである。

210℃・・・ドロドロと流れ、とぎれとぎれで流下する。塩の固まりは少ない。

230℃・・・ドロドロと流れ、とぎれとぎれで流下する。塩の固まりは多い時と少ない時がある。

250℃・・・水のようにトロトロと流れる。塩の固まりは再加熱使用して試験すると多いが、そうでないと少ない。

270℃・・・水のようにトロトロと流れる。塩の固まりは多少みられる。

290℃・・・水のようにトロトロと流れる。塩の固まりは多少みられる。

これらの結果を総合してみると、今回の流下試験温度範囲である180℃～290℃では180℃～230℃までは模擬アスファルトの流下状況はジャムやソースが流れるようにドロドロと流下し、温度が高くなるにつれて流動性が高くなる。これに対して、250℃～290℃までの条件では模擬アスファルトの流下状況は水が流れるがのごとくサラサラと流下し、これは250℃でも290℃でもあまり変化はみられなかった。

これらの試験のうち、試験No.9の270℃での試験及び試験No.10の230℃での試験について事故が発生する直前に運転に携わっていた当時の運転員に流下状況を確認してもらい、当時の充てん操作時の状況と比較してもらってアンケート形式で回答を得た。これらの集計結果を表4.3に、個別に記入してもらった用紙を別添資料4.に示す。これらを見ると、多くの運転員が230℃の流動状態は、通常の運転時と良く似ており、270℃の流動状態は、事故直前時の運転時と良く似ているという証言が得られた。ただしこれらの証言は、かなり主観的なものである上に、使用した試料が模擬固化体であるため、温度に関する定量的な評価はできないが、事故時の流下温度は通常運転時と比べてかなり高かったものと推察できる。

また、これらの流下を行うことにより、模擬アスファルトの温度は流下中の放熱により上部容器内の時に比べ、下部容器内では低くなる。詳細には表4.1の通りであるが、この温度差は概ね10～20℃である。

#### 4.1.3 エクストルーダ製模擬アスファルトの流下試験結果

まず、本試験で使用した模擬アスファルトは、昭和56年頃に充てんされたパイレックスガラス製ビーカからの回収の時から4.1.2項で使用した今回新たに製作した模擬アスファルトとは異なっていた。これらのどちらの試料の場合でも充てんされている容器（エクストルーダ製模擬アスファルト：500mlパイレックスガラス製ビーカ、今回日立協和エンジニアリング(株)で製作した模擬アスファルト：1ℓステンレス製ビーカ）から流下試験装置の上部容器へ移し換えを行う必要があるが、この作業時には模擬アスファルトを130℃程度まで加熱してスパチュラにて移し換える。この作業において加熱の比較的早い時点からエクストルーダ製模擬アスファルトでは表面に花が咲くかのごとく細かな塩が吹き出してきた。これに対して日立製の模擬アスファルトでは加熱前から塩の粒子を目視で確認でき、その状態は130℃程度まで加熱をしても変化しなかった。さらに、130℃程度まで加熱した時点においても両試料に差があり、エクストルーダ製模擬アスファルトではボソボソとちぎれるように取れるのに対して日立製の模擬アスファルトでは柔らかい粘土のように粘り

があり、スパチュラにくっつき、取りにくかった。

次に、流下の状況であるが、その状況を撮影したビデオからプリントアウトしたものを写真4.20及び写真4.21に示す。このエクストルーダ製模擬アスファルトを使用した場合、日立製の模擬アスファルトを同一温度にした場合と比べて粘性が高いようでとても硬く、流下させても流下初期段階のごくわずかな時間のみ比較的流れ易い液状のものが流れたが、それ以降は塩が析出したようなものが断続的にボソボソと流れ、液状物質とは言いがたいような動きであった。その塩が析出したようなものは流下用ガイドであるこぼし口などに触れながら流下しても付着せずに流下した。このような事象となった要因は、製造法の違いに起因するアスファルト中に存在する塩の粒子径の差であるのか、エクストルーダにより製造してから約16年の年月を経た試料であるため、ベースとなるアスファルトが紫外線等によって劣化・変質などが生じてしまっているためなのかは試料の分析等を行っていないので断言はできないが、日立製の模擬アスファルトでの試験との比較に用いるには不適切な試料であるものと考えられる。

また、当時の運転員に観察してもらって得たアンケート形式の回答のまとめたものを表4.4に、回答の生データを別添資料5.に示す。これらを見ると、多くの運転員が流下状況は、通常の運転時や事故直前時と異なり、エクストルーダ内の洗浄を行う時の押し出し運転時と似ているという証言が得られた。このことから本試験に用いた試料は、本試験の本来の目的である試料の製造条件の違いにより生じる試料物性差に起因する流動性の比較用の試料として取り扱うことは適切では無かったものと思われる。

#### 4.1.4 十分に発泡反応させた模擬アスファルトの流下試験結果

発泡現象が最も盛んに生じる220℃付近で加熱を行いながら攪拌・消泡を行い、十分に発泡反応を生じさせた後に流下を行い、下部容器内のアスファルト表面に生成する発泡層の状態を観察した。この結果、直径5mm程度の大きな泡立ちがわずかに生じたのみであり、加熱中の上部容器などでみられる発泡現象はみられなかった。このことから、流下中の空気の巻き込みによる泡立ちはごく少ないものであると考えられる。

## 4.2 模擬アスファルトの温度による特性変化確認試験結果

### 4.2.1 模擬アスファルトの温度による発泡状態確認試験結果

流下試験温度までの昇温時に段階的に加熱し、表面に生成する発泡層の状態を確認した。この加熱を行うためには、現在の試料温度を常に把握する必要があり、適時攪拌を行うことで試料全体の均熱化を図る。この

作業の頻度により各温度による泡立ちの絶対量（容器内での発泡層の厚さ）にバラツキが生じるが、各試験ごとに同様な操作を行い、概ね各温度における20ステンレス製ビーカー中の発泡層の厚さは以下のようにまとめることができる。発泡状態の写真を写真4.34から写真4.41に示す。

160℃・・・直径1mm程度の泡立ちが連続的に生じて約5mmの厚さで発泡層が生成した。

180℃・・・直径1mm程度の泡立ちが連続的に生じて約10～20mmの厚さで発泡層が生成した。

200℃・・・直径1mm程度の泡立ちが連続的に生じて約50mmの厚さで発泡層が生成した。

200℃を越え、230℃付近までのある温度

・・・この温度領域のある温度(各試験でバラツキがあり、温度を特定できなかった)で発泡が激しくなり、一時的に発泡層の厚さが約100mmまで厚くなった。

230℃・・・直径1mm程度の泡立ちが連続的に生じて約50mmの厚さで発泡層が生成した。

250℃・・・泡立ちの状態が変化し、直径5mm程度の泡立ちが連続的に生じて約50mmの厚さで発泡層が生成した（ごく表面付近の粘性は高いようで泡の発生からはじめて消泡するまでの時間が長く、ときには写真4.40に示すような膜が表面に生成した）。

285℃・・・泡立ちは250℃のときと同様で直径5mm程度の泡立ちが連続的に生じて約50mmの厚さで発泡層が生成した。

この結果をみると、発泡現象は160℃付近から発生し、その泡の発生により、液位が上昇する。その液位の上昇の程度は温度が高くなるほど発泡は多くなることにより、大きくなるが、250℃以上になると泡立ちの状態が細かい泡から大きな泡に変化する。この泡立ちの変化は発生ガス成分が温度によって変化したことによるものであるのか、模擬アスファルトの粘性が変化していることによるものかは判断できない。

また、この試験時に泡立ちの厚さを確認するために、泡層の消泡を行うが、この操作時には白い煙とともに強いアスファルト臭がしたこと及びその発生状況から、この泡の成分はアスファルトの熱分解ガスであると考えらる。

#### 4.2.2 加熱中の模擬アスファルトの温度分布測定試験結果

4.2.1項に示したように模擬アスファルトを加熱していくと、約160℃を越える温度領域においてアスファルト上面に発泡層を生成する。この発泡層が生成している時のアスファルトの温度分布を測定した。結果を

表4.5に、その測定チャートを別添資料6.示す。これをみると、周辺中央の温度が高くなるようであるが、この結果はヒータによる外部加熱であるため、周辺から暖められていくこと、及び空気を内包している泡層よりも熱伝導率が高いことから容易に推察できる。次に高くなるのが中心中央であるが、温度差が1番高い周辺中央と比べて数℃しか低くないため、段階的昇温を行って温度保持を行っている最中の測定であることからアスファルト（液状部）は均熱化が図られていることを考慮すると、これも妥当な結果であると考えられる。一方、アスファルト表面に生成される泡層の測定結果であるが、No.14試験時の中央泡層の測定値がアスファルト（液状部）の測定値に近い理由は、図3.1に示したように熱電対プローブの設置位置がこの試験時にはアスファルト液面に近接していたためであると考えられ、泡層の代表的な値を示していないものとする。このため、No.19試験の結果をみるとアスファルト（液状部）から約30mm離れた位置で約20℃の温度低下となった。この中央部の測定結果に対して周辺部の測定結果は更に約55℃の温度低下がある。液状部では周辺の方が外部加熱であるため熱かったが、泡層では逆転している。これは、加熱源のマントルヒータがステンレスビーカの半分程度の高さまでしか熱線が巻かれていないため、ビーカの上部ではステンレスビーカが放熱フィンの役割を果たし、温度が低下しているものとする。

#### 4.2.3 熱電対温度計プローブ表面の拭き取りによる影響確認試験結果

試験No.14,16,17の加熱昇温時に上部容器内に熱電対温度計のプローブを入れたままのものと測定をつどプローブ表面の拭き取りを行ったものを使用して温度測定した。その測定チャートを図4.1～図4.3に示す。これをみると、それぞれのチャートにおける2本のプローブの測定結果には大きな差はみられない。このことから模擬アスファルトを加熱している時に熱電対温度計プローブの表面にアスファルトが固着して温度指示を狂わせるような現象はみられなかった。

#### 4.3 2φステンレスビーカによる放熱特性把握試験結果

試験No.17の流下試験後の下部容器を放置して2φステンレス製ビーカによる模擬アスファルトの放熱特性を測定した。その測定結果のグラフを図4.4に、測定チャートを別添資料7.に示す。

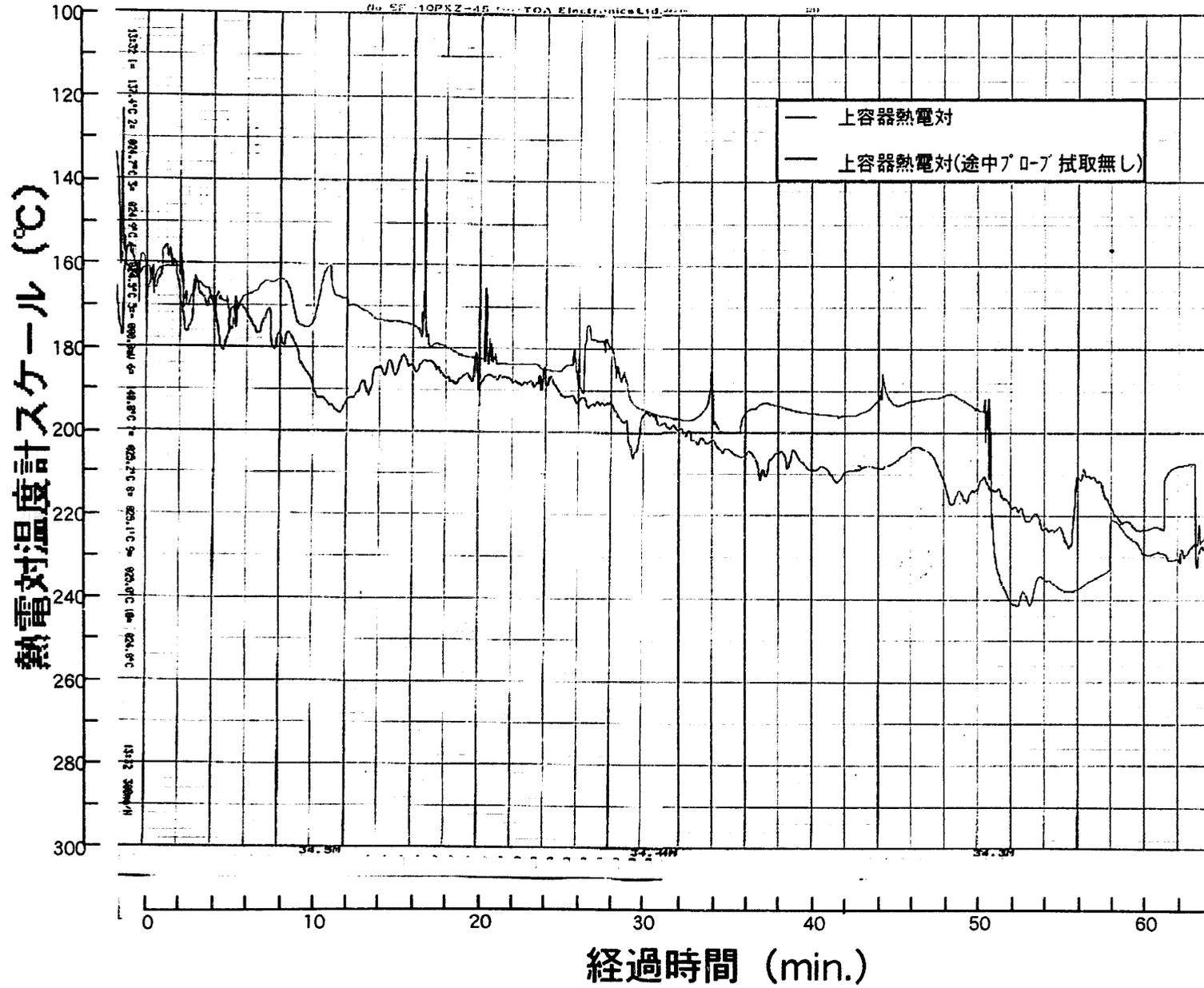


図4.1 試験No.14昇温時の熱電対温度計プローブ比較試験 (97.9.11PM1)

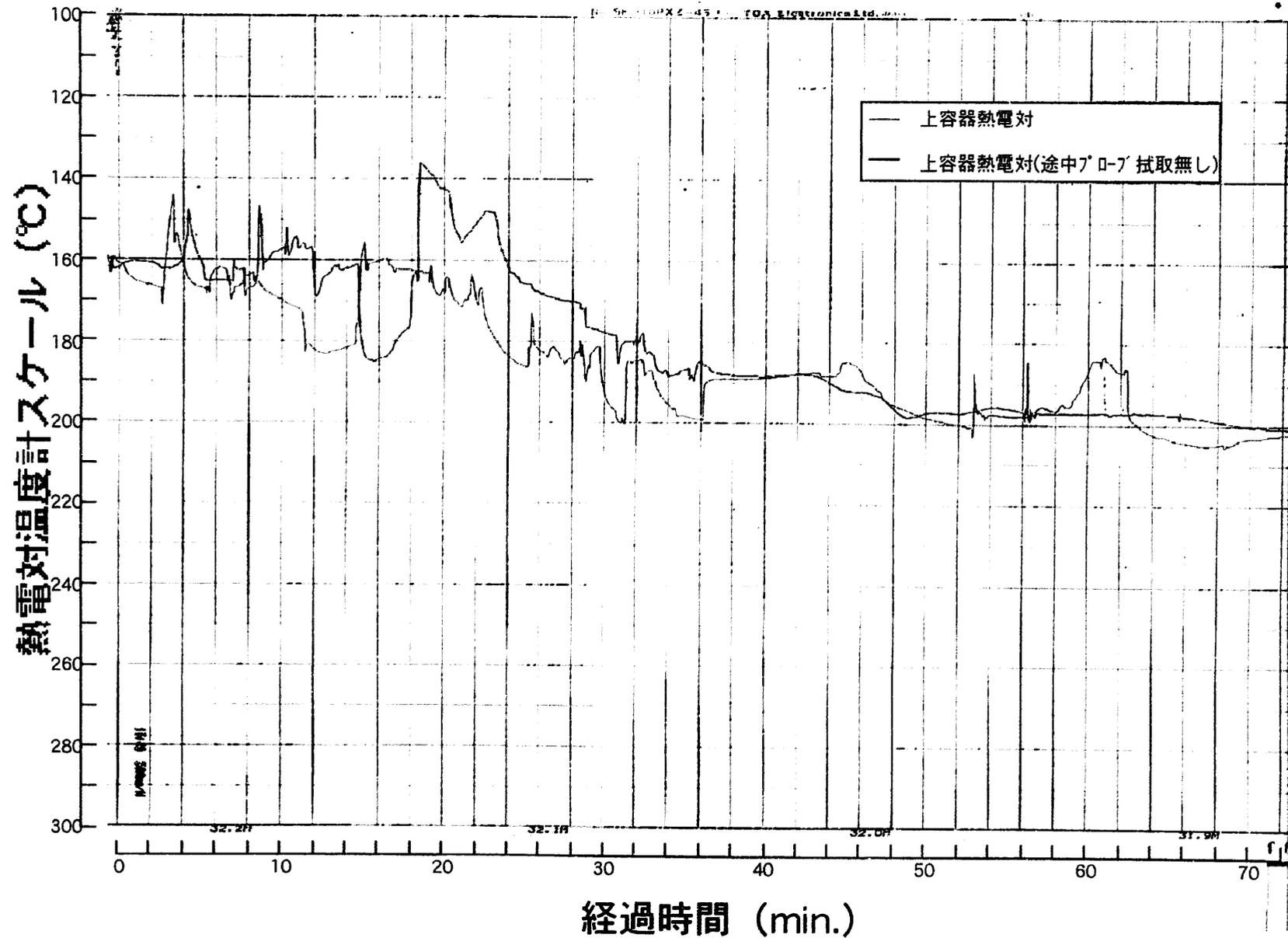


図4.2 試験No.16昇温時の熱電対温度計プローブ比較試験 (97.9.16PM1)

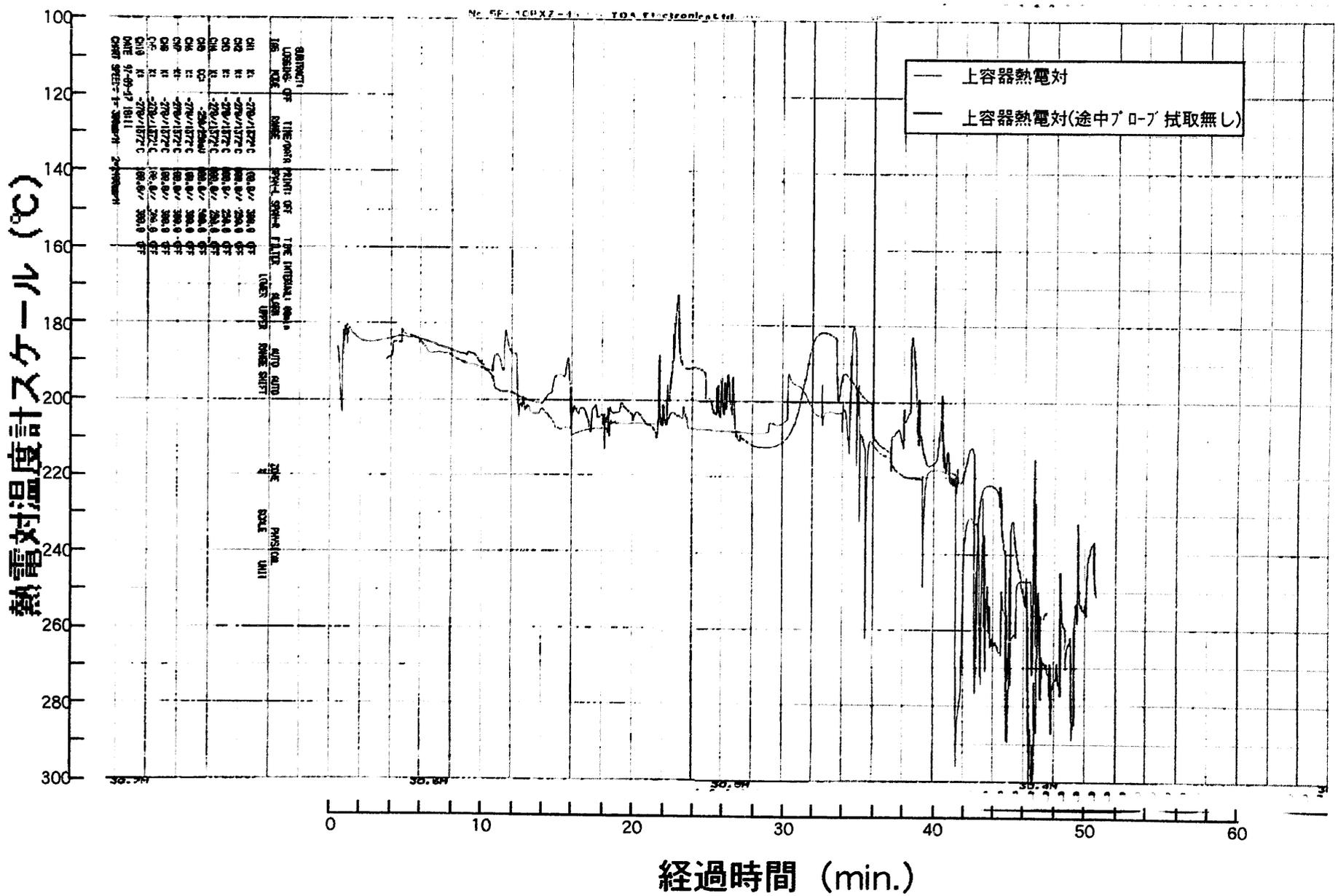


図4.3 試験No.17昇温時の熱電対温度計プローブ比較試験 (97.9.17PM1)

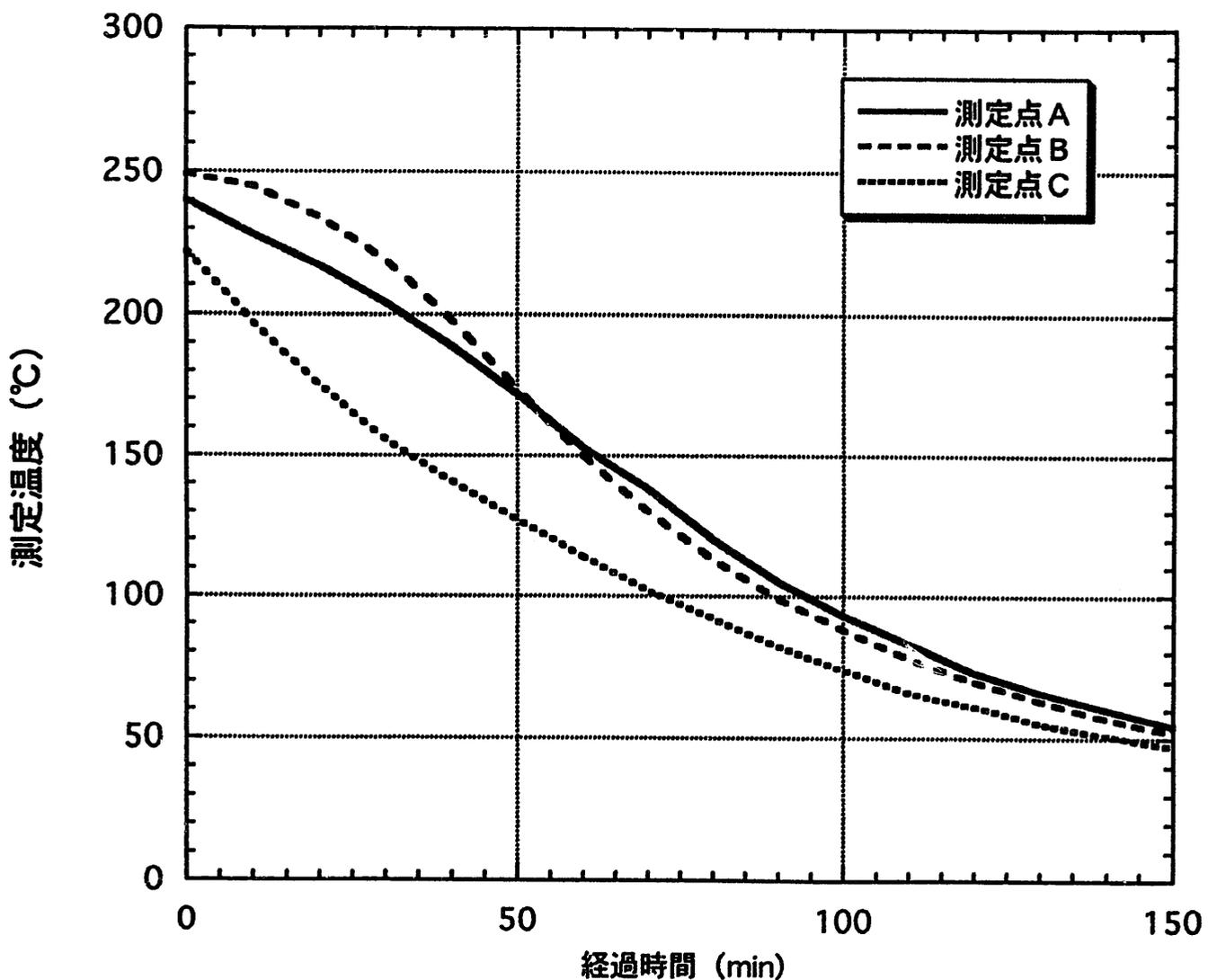


図4.4 20ステンレスビーカによる放熱特性測定結果

表4.1 高温アスファルト流下試験結果 (1/3)

流下試験 NO.	試験 日時	上容器内 試料温度 (°C)	流下 高さ (m)	容器中央 試料温度 (TC No.1) (°C)	流下中 試料温度 (°C)	下容器内試料温度(°C)			流下 試験 ビデオ NO.	観察結果	備考
						中心底部	中心中央	周辺底部			
1	1997. 9.2 PM1	180	1	190	—	—	177	178	1	ソースのようにトロトロと流れる 上部容器からは僅かな煙がある 下部容器からは若干の煙がある	装置工場検査 純アスファルトを使用
2	1997. 9.2 PM2	220	1	235	—	218	216	226	1	水のようにトロトロと流れる 上部容器からは若干の煙がある 下部容器からは多くの煙がある	装置工場検査 純アスファルトを使用
3	1997. 9.3 PM1	180	1	—	—	—	—	—	2	塩とアスファルトは十分に混 ざっているようである。こぼし 口を出るととぎれとぎれで流下 している。煙の発生無し。	
4	1997. 9.3 PM2	240	0.5	—	—	—	—	—	2	アスファルト中に塩の固まりが 確認できるがトロトロと流れる 下部容器からは若干の煙がある	試験No.3で使用 した試料を再加 熱して使用
5	1997. 9.4 PM1	275	0.5	—	—	—	—	—	3	水のようにトロトロと流れる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは激しい煙がある	
6	1997. 9.4 PM2	275	1	290	260	266	199	264	3	水のようにトロトロと流れる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは激しい煙がある	試験No.5で使用 した試料を再加 熱して使用
7	1997. 9.5 PM1	275	1	270	250	206	229	212	4	水のようにトロトロと流れ、下部容 器までつながっている。上部容器か らは煙は無いが、泡が破れると濃い 煙が発生。下部容器からは激しい煙	

表4.1 高温アスファルト流下試験結果 (2/3)

流下試験NO.	試験日時	上容器内試料温度(°C)	流下高さ(m)	容器中央試料温度(TC No.1)(°C)	流下中試料温度(°C)	下容器内試料温度(°C)			流下試験ビデオNO.	観察結果	備考
						中心底部	中心中央	周辺底部			
8	1997.9.5 PM2	230	1	226	218	179	219	191	4	ドロドロと流れ、塩の固まりが多くみられる 上部容器からも下部容器からも煙は無い	試験No.7で使用した試料を再加熱して使用
9	1997.9.8 PM1	270	1	270	280	254	260	250	5	水のようにトロトロと流れ、塩の固まりが多少みられる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは多めの煙がある	
10	1997.9.8 PM2	230	1	228	220	193	221	220	5	ドロドロと流れ、塩の固まりが多くみられる 上部容器からも下部容器からも煙は無い	試験No.9で使用した試料を再加熱して使用
11	1997.9.9 PM1	290	1	288	—	274	254	284	6	水のようにトロトロと流れ、塩の固まりが多少みられる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは激しい煙がある	
12	1997.9.9 PM2	250	1	246	—	228	138	227	6	水のようにトロトロと流れ、大きな塩の固まりがみられる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは多めの煙がある	試験No.11で使用した試料を再加熱して使用
13	1997.9.10 PM1	250	0.5	258	—	233	240	236	7	粘性が非常に高いようで固まりとして流下。上部容器からは泡が破れる時に少し煙が発生。下部容器からは多少の煙がある	Asp固化処理施設のコールド試験時にエクストルーダで製造した模擬固化体を使用
14	1997.9.11 PM1	270	1	272	270	258	258	258	8	水のようにトロトロと流れ、塩の固まりが多少みられる 上部容器からは煙は無い 下部容器からは多めの煙がある	

表4.1 高温アスファルト流下試験結果 (3/3)

流下試験NO.	試験日時	上容器内試料温度(°C)	流下高さ(m)	容器中央試料温度(TC No.1)(°C)	流下中試料温度(°C)	下容器内試料温度(°C)			流下試験ビデオNO.	観察結果	備考
						中心底部	中心中央	周辺底部			
15	1997.9.11 PM2	230	1	—	—	—	—	—	8	ドロドロと流れ、とぎれとぎれであるが塩の固まりは少ない 上部容器からは煙の発生は無い 下部容器から僅かに煙が有る	
16	1997.9.16 PM1	230	1	—	—	—	—	—	9	トロトロと流れるが塩の固まりは多めである 上部容器からは煙の発生は無い 下部容器から多くの煙が発生	
17	1997.9.17 AM1	250	1	—	—	—	—	—	10	トロトロと流れ、塩の固まりは少ない 上部容器からは煙の発生は無い 下部容器から多くの煙が発生	
18	1997.9.17 PM1	210	1	204	192	193	186	195	10	ドロドロと流れ、とぎれとぎれであるが塩の固まりは少ない 上部容器からは煙の発生は無い 下部容器から僅かに煙が有る	
19	1997.9.17 PM2	220	1	220	200	203	192	206	10	ドロドロと流れ、とぎれとぎれであり塩の固まりは多少有る 上部容器の攪拌で多くの煙発生 下部容器から僅かに煙が有る	加熱時に生じるAsp分解成分による泡立ちが無くなるまで加熱してから流下

表4.2 流下試験ビデオリスト (1/2)

ビデオ No.	総撮影 時間	試験 No.	ビデオタイマー	記録内容		
				操作	温度(°C)	流下高さ(m)
1	15'59"	1	00'00"~02'00"	流下	180	1
			02'00"~14'44"	試験準備	—	—
		2	14'44"~15'59"	流下	220	0.5
2	06'07"	3	00'00"~01'16"	粘度測定	—	—
			01'16"~03'45"	流下	180	1
		4	03'45"~06'07"	流下	240	0.5
3	02'38"	5	00'00"~01'25"	流下	275	0.5
		6	01'25"~02'38"	流下	275	1
4	13'05"	7	00'00"~00'56"	発泡状態 確認	120	/
			00'56"~01'49"		160	
			01'49"~02'53"		185	
			02'53"~04'39"		200	
			04'39"~05'55"		230	
			05'55"~07'26"		260	
			07'26"~08'22"		275	
		8	08'22"~11'58"	流下	275	1
		8	11'58"~13'05"	流下	230	1
5	11'57"	9	00'00"~00'42"	発泡状態 確認	160	/
			00'42"~01'30"		180	
			01'30"~02'33"		200	
			02'33"~03'28"		205	
			03'28"~05'26"		230	
			05'26"~07'00"		250	
			07'00"~08'08"		285	
		10	08'08"~09'50"	流下	270	1
		10	09'50"~11'57"	流下	230	1
6	09'19"	11	00'00"~02'05"	発泡状態 確認	180	/
			02'05"~04'15"		200	
			04'15"~06'07"		220	
		12	06'07"~07'58"	流下	270	1
		12	07'58"~09'19"	流下	250	1
7	08'02"	13	00'00"~02'03"	発泡状態 確認	190	/
			02'03"~03'37"		200	
			03'37"~05'36"		230	
		13	05'36"~08'02"	流下	250	0.5
8	09'50"	14	00'00"~01'24"	発泡状態 確認	160	/
			01'24"~02'51"		180	
			02'51"~03'59"		230	
		14	03'59"~07'18"	流下	270	1
		15	07'18"~09'50"	流下	230	1

表4.2 流下試験ビデオリスト (2/2)

ビデオ No.	総撮影 時間	試験 No.	ビデオタイマー	記録内容		
				操作	温度(°C)	流下高さ(m)
9	06'43"	16	00'00"~02'10"	発泡確認	200	—
			02'10"~06'43"	流下	230	1
10	34'33"	17	00'00"~00'57"	発泡状態 確認	160	/
			00'57"~02'57"		180	
			02'57"~05'08"		200	
			05'08"~07'14"		230	
			07'14"~12'10"		250	
		18	12'10"~14'33"	発泡状態	160	/
			14'33"~18'00"	確認	180	
			18'00"~22'46"	流下	210	
		19	22'46"~24'40"	発泡状態	160	/
			24'40"~25'17"	確認	180	
	25'17"~34'33"	流下	220	1		

表4.3 当時の運転員の観察回答の集計結果  
(日立製模擬アスファルト流下試験時)

	試験No.9時 (97.9.8PM1 270℃) 観察結果	試験No.10時 (97.9.8PM2 230℃) 観察結果
流下 状態	事故当時の状況に似 ている 5名 通常時、事故当時と も違う 1名 無回答 2名	通常運転時の状況に 似ている 4名 若干固めの感じがした 1名 似ていなかった 1名 無回答 2名
煙の 出方	事故当時の状況に似 ている 1名 通常時、事故当時と も違う 1名 見えなかった、分からない 2名 無回答 4名	通常運転時の状況に 似ている 2名 見えなかった、分からない 5名 無回答 1名
流下後 の状況	事故当時の状況に似 ている 1名 通常時、事故当時と も違う 1名 見えなかった 1名 無回答 5名	事故当時の状況に似 ている 5名 無回答 3名
試料の 堅さ	事故当時の状況に似 ている 5名 無回答 3名	通常運転時の状況に 似ている 3名 事故当時の状況に似 ている 1名 堅すぎる 1名 無回答 3名

**表4.4 当時の運転員の観察回答の集計結果**  
(エクストルーダ製模擬アスファルト流下試験時)

\* : このアンケートは自由記述式で回答を得たため、複数回答や記載の無い項目が多く数値化が困難であり、回答者8名の数値割りはできない。

	試験No.13時観察結果 (97.9.10PM1エクストルーダ製250℃)	
流下 状態	残渣抜き出し時の状況 に似ている	4名
	かなり違う	2名
	堅すぎる	2名
煙の 出方	事故当時の状況に似 ている	2名
	煙の発生が多い	2名
流下後 の状況	事故当時の状況に似 ている	3名

表4.5 発泡層生成時の温度分布測定結果

上部容器内 測定位置	試験No.14昇温時 (979.11PM1) 各部位温度 (°C)	試験No.19昇温時 (979.17PM2) 各部位温度 (°C)
中心中央	210	183
中心泡層	203	166
周辺中央	204	185
周辺泡層	178	109

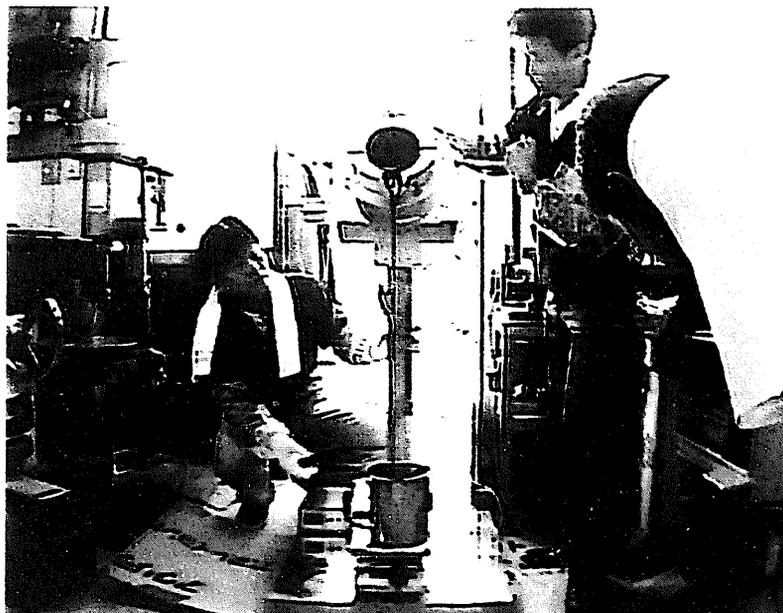
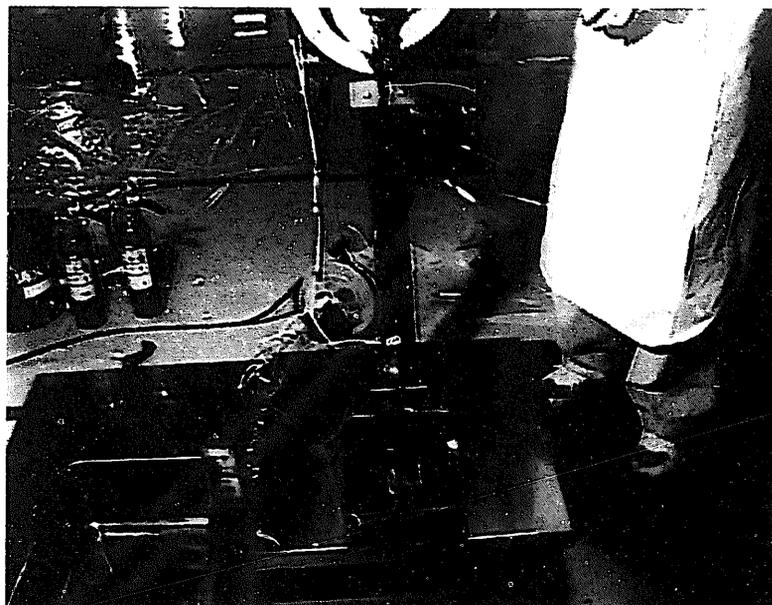


写真4.1 試験No.1 (180°C-1m)流下試験状況

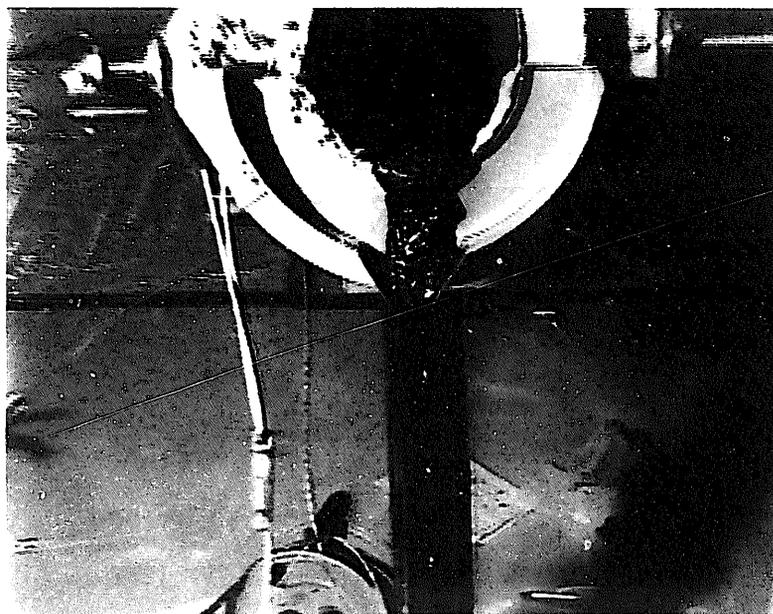


写真4.2 試験No.2 (220°C-1m)流下試験状況



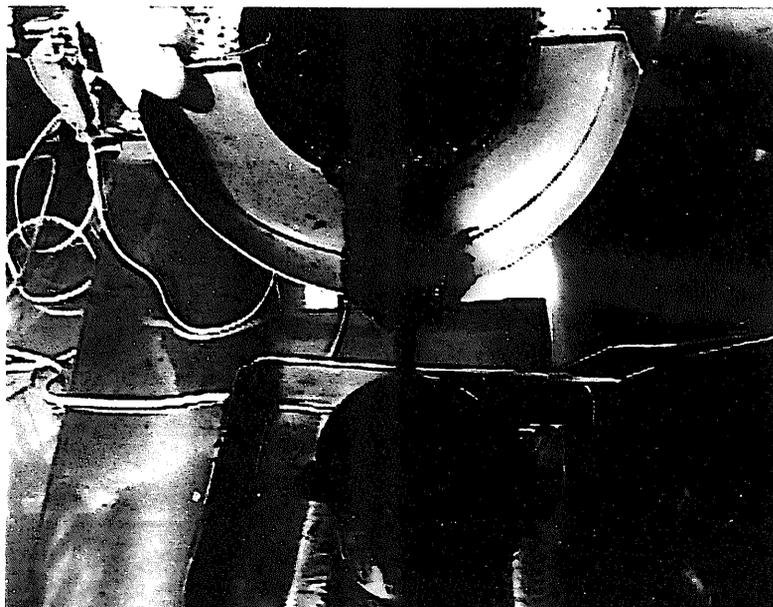
ビデオNo.2 1'32"

写真4.3 試験No.3 (180°C-1m)流下試験状況



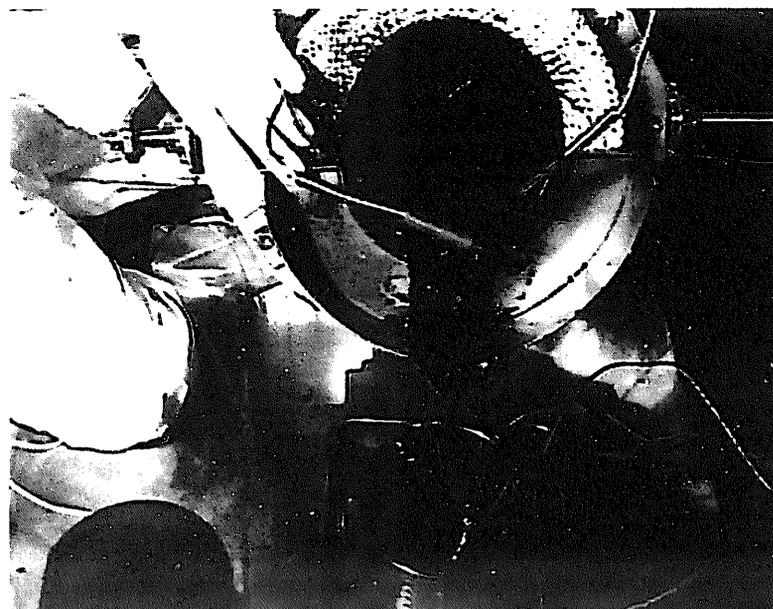
ビデオNo.2 1'40"

写真4.4 試験No.3 (180°C-1m)流下試験状況



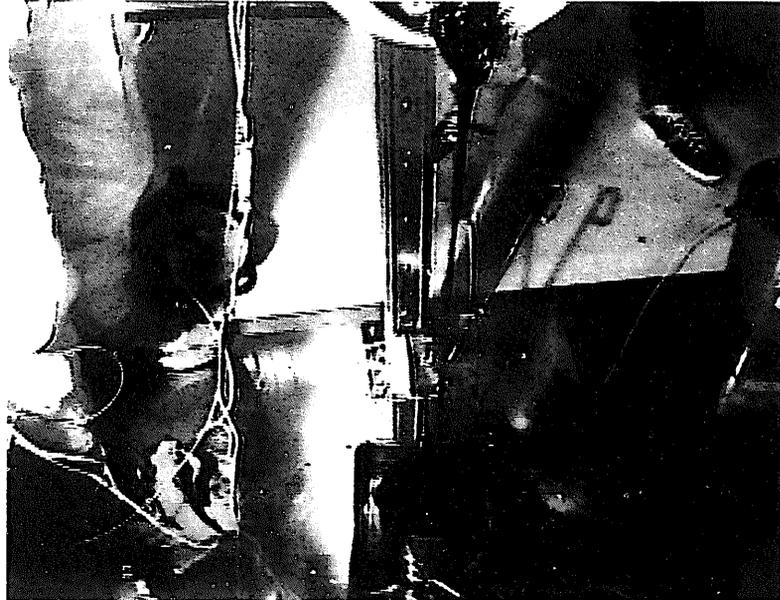
ビデオNo.2 4'14"

写真4.5 試験No.4 (240°C-0.5m)流下試験状況



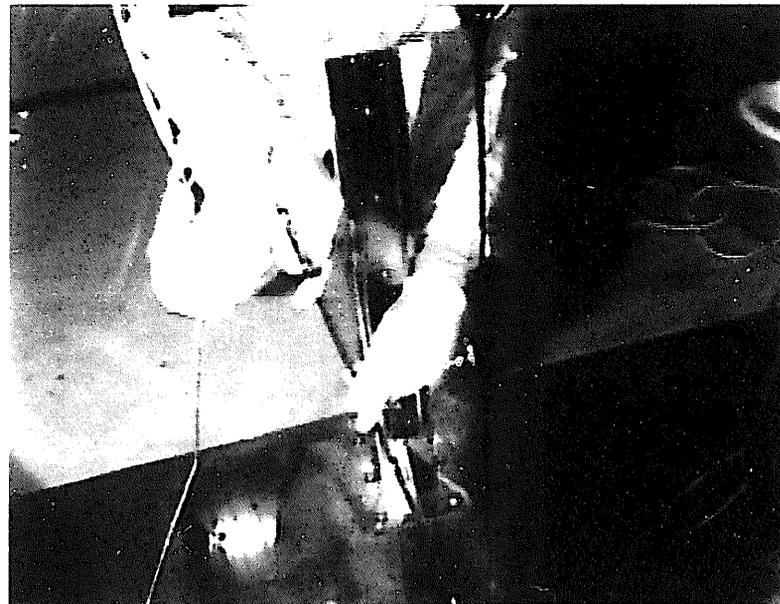
ビデオNo.3 1'25"

写真4.6 試験No.5 (275°C-0.5m)流下試験状況



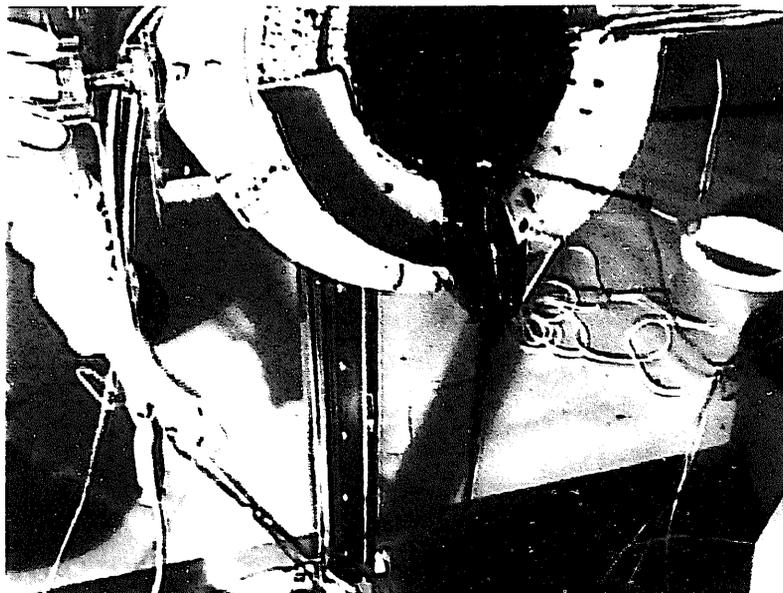
ビデオNo.3 1'56"

写真4.7 試験No.6 (275°C-1m)流下試験状況



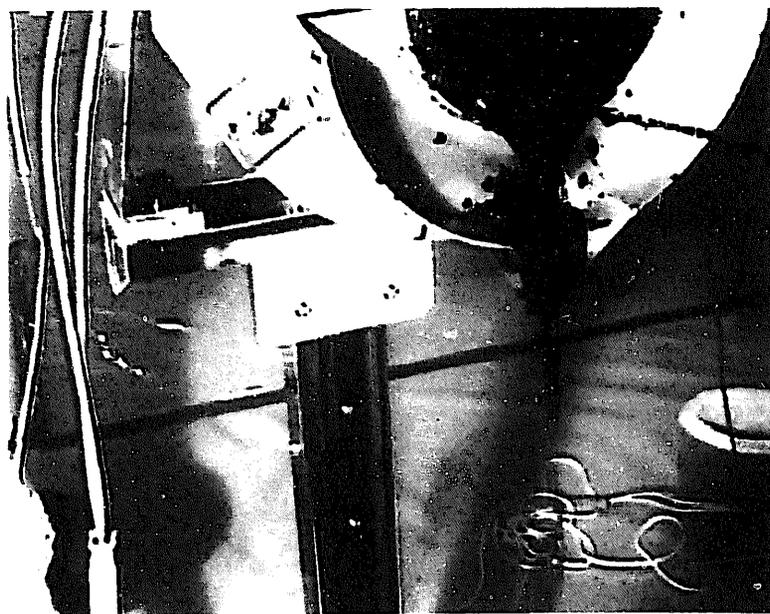
ビデオNo.4 9'23"

写真4.8 試験No.7 (275°C-1m)流下試験状況



ビデオNo.4 12'19"

写真4.9 試験No.8 (230°C-1m) 流下試験状況



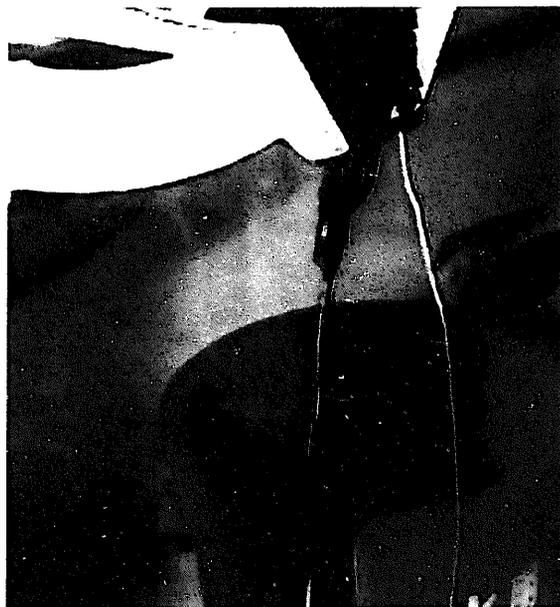
ビデオNo.4 12'40"

写真4.10 試験No.8 (230°C-1m) 流下試験状況



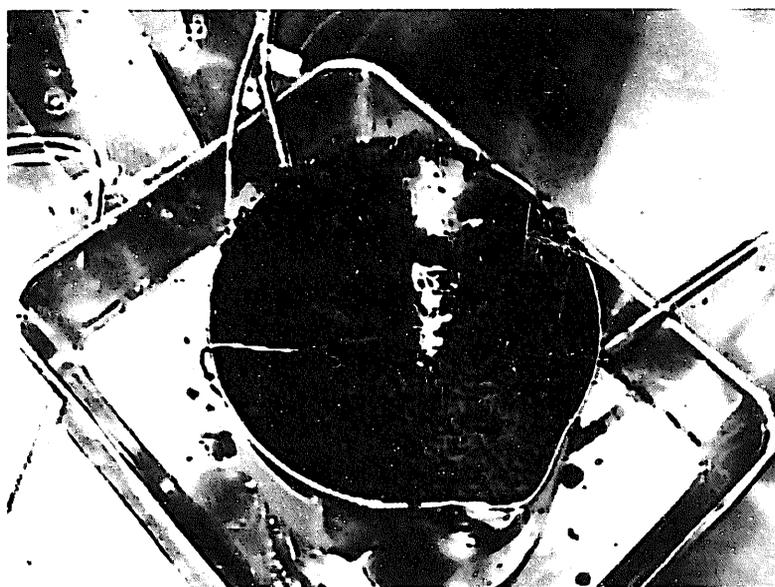
ビデオNo.5 8'33"

写真4.11  
試験No.9 (270°C-1m)流下状況



ビデオNo.5 8'51"

写真4.12  
試験No.9 (270°C-1m)流下状況



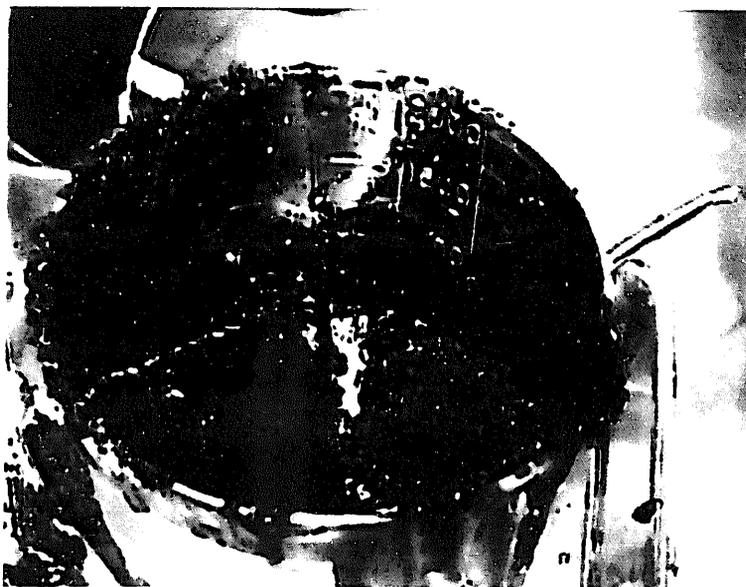
ビデオNo.5 9'32"

写真4.13 試験No.9 (270°C-1m)流下後  
下部容器の状況



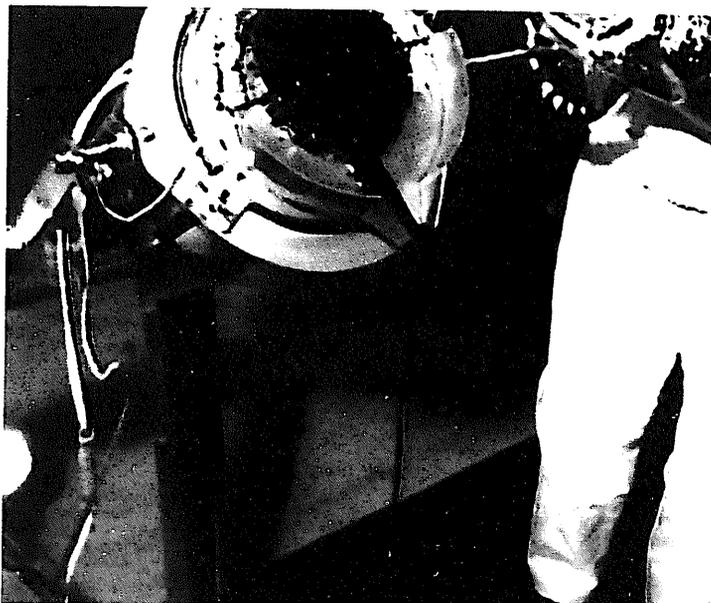
ビデオNo.5 10'48"

写真4.14 試験No.10 (230°C-1m) 流下試験状況



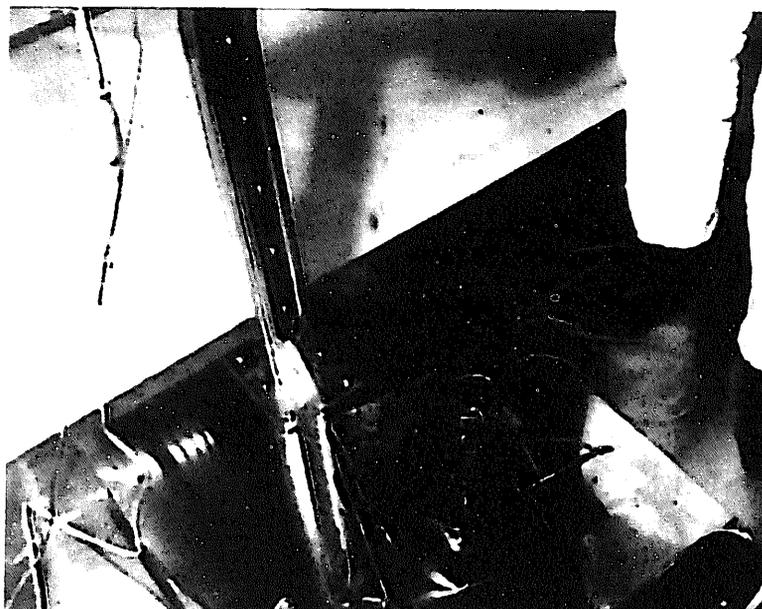
ビデオNo.5 11'33"

写真4.15 試験No.10 (230°C-1m) 流下後の  
下部容器の状況



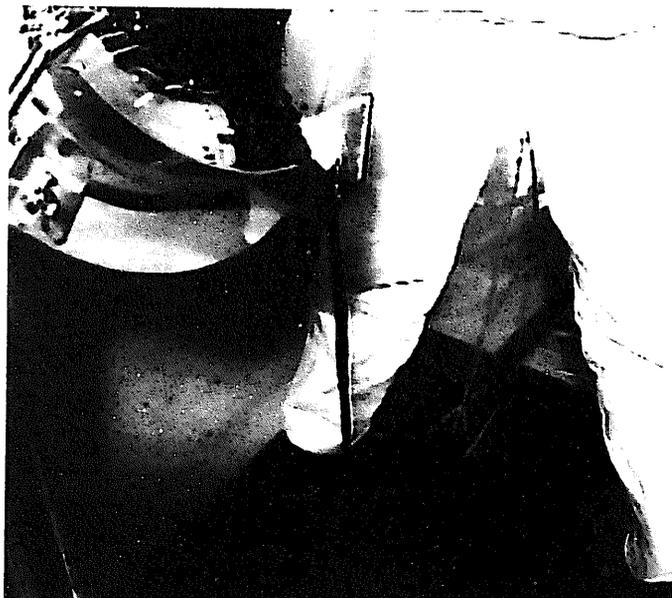
ビデオNo.6 6'32"

写真4.16 試験No.11 (290°C-1m) 流下試験状況



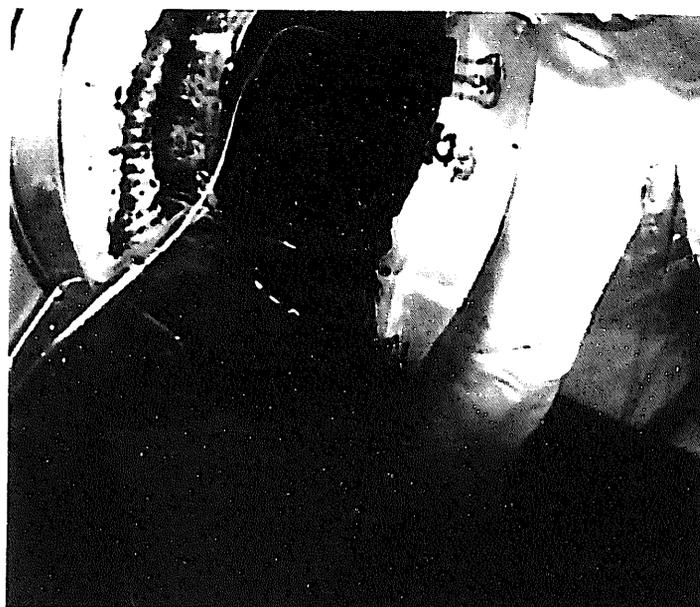
ビデオNo.6 7'20"

写真4.17 試験No.11 (290°C-1m) 流下終了直前の下部容器の状況



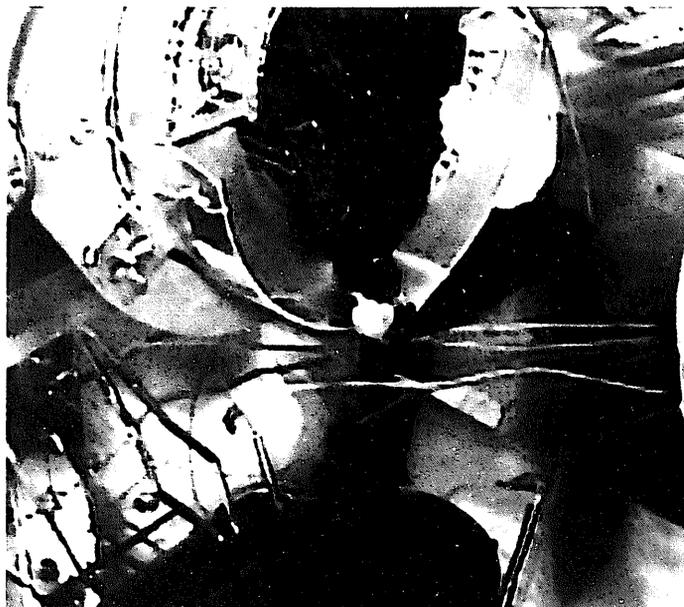
ビデオNo.6 8'05"

写真4.18 試験No.12 (250°C-1m) 流下試験状況



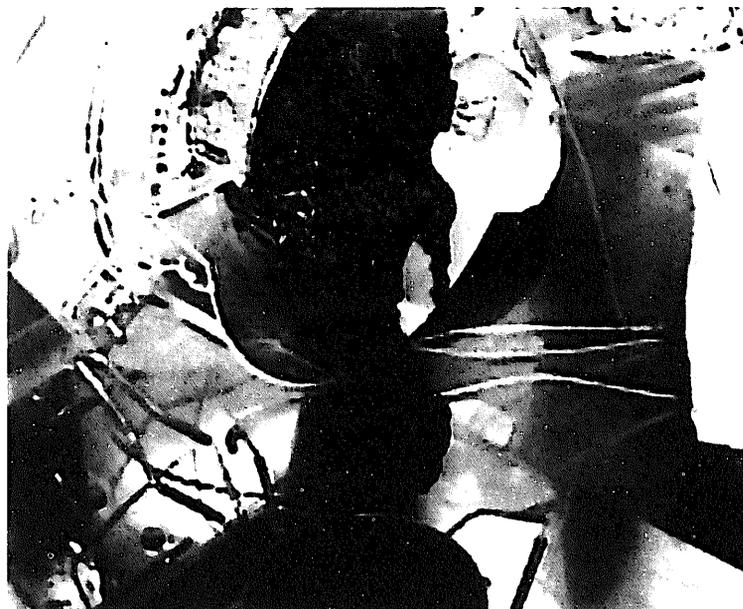
ビデオNo.6 8'28"

写真4.19 試験No.12 (250°C-1m) 流下試験状況



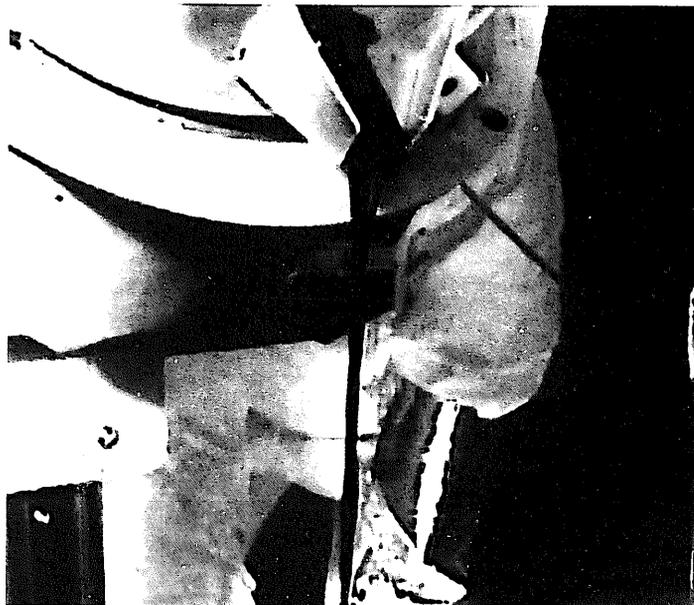
ビデオNo.7 6'17"

写真4.20 試験No.13 (250°C-0.5m) 流下試験状況



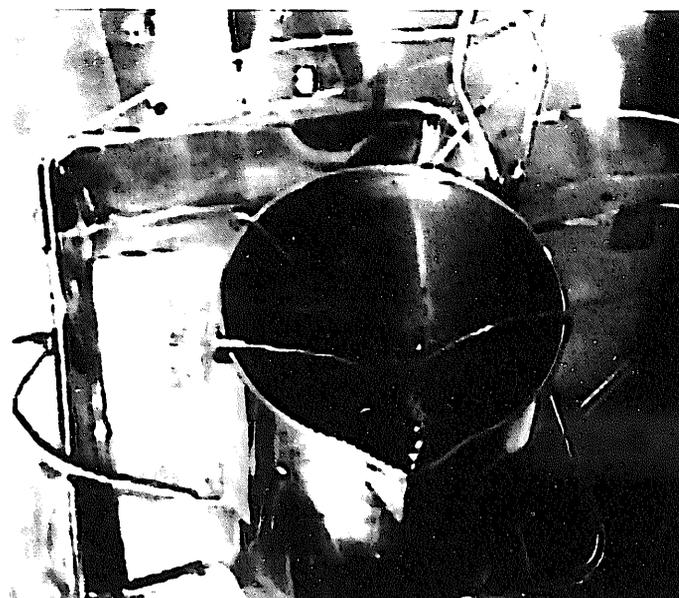
ビデオNo.7 6'37"

写真4.21 試験No.13 (250°C-0.5m) 流下試験状況



ビデオNo.8 5'30"

写真4.22 試験No.14 (270°C-1m) 流下試験状況



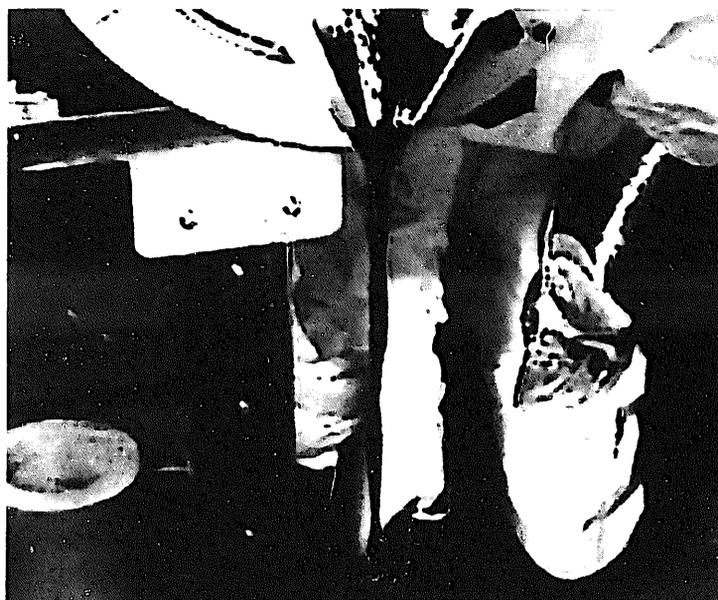
ビデオNo.8 5'38"

写真4.23 試験No.14 (270°C-1m) 流下後の  
下部容器の状況



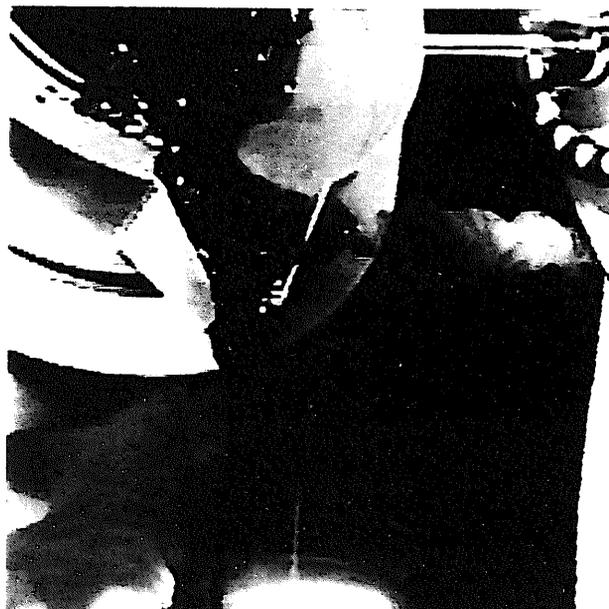
ビデオNo.8 8'08"

写真4.24 試験No.15 (230°C-1m) 流下試験状況



ビデオNo.8 8'22"

写真4.25 試験No.15 (230°C-1m) 流下試験状況



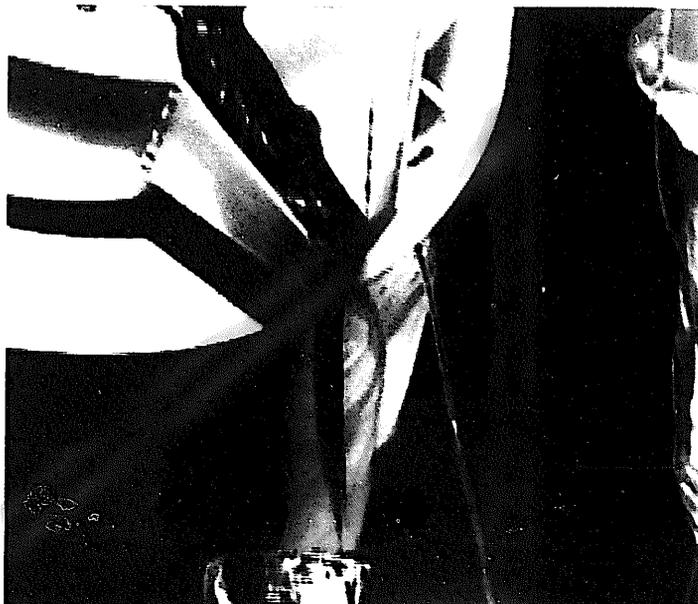
ビデオNo.9 4'02"

写真4.26 試験No.16 (230°C-1m) 流下試験状況



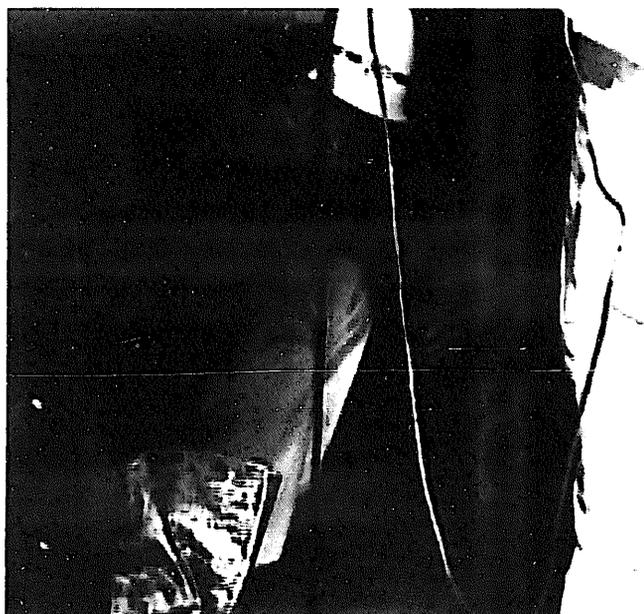
ビデオNo.9 4'26"

写真4.27 試験No.16 (230°C-1m) 流下試験状況



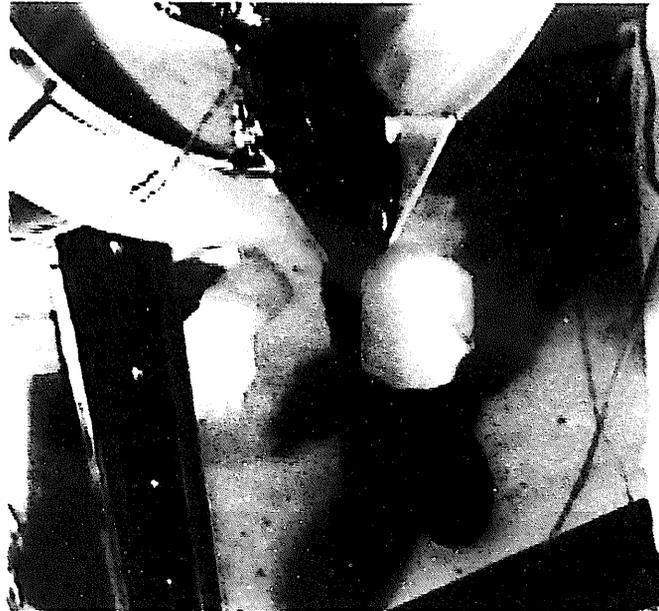
ビデオNo.10 8'49"

写真4.28 試験No.17 (250°C-1m) 流下試験状況



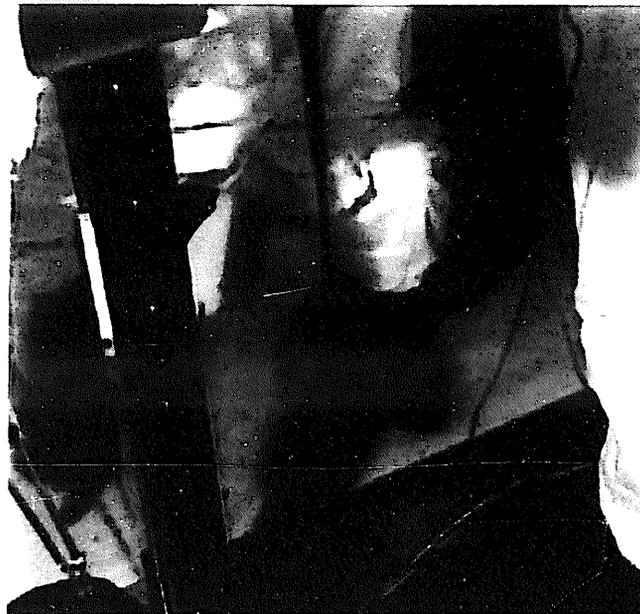
ビデオNo.10 8'55"

写真4.29 試験No.17 (250°C-1m) 流下試験状況



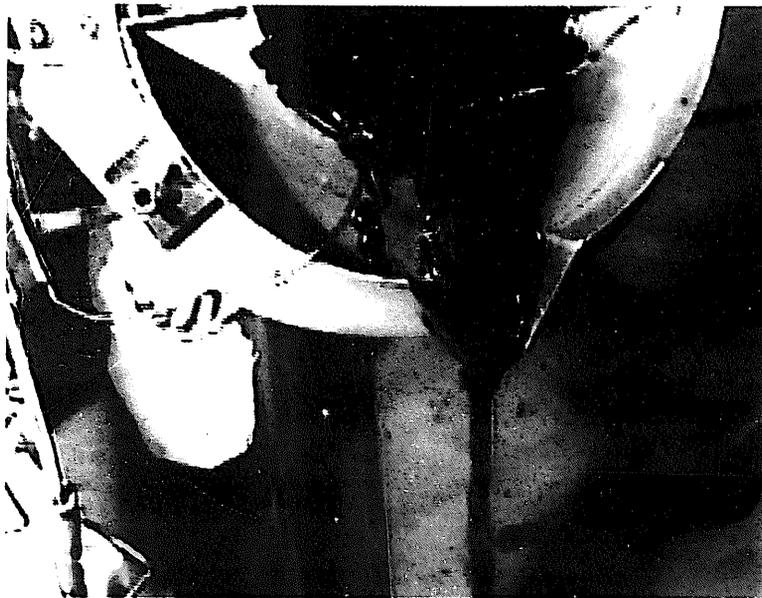
ビデオNo.10 19'45"

写真4.30 試験No.18 (210°C-1m) 流下試験状況



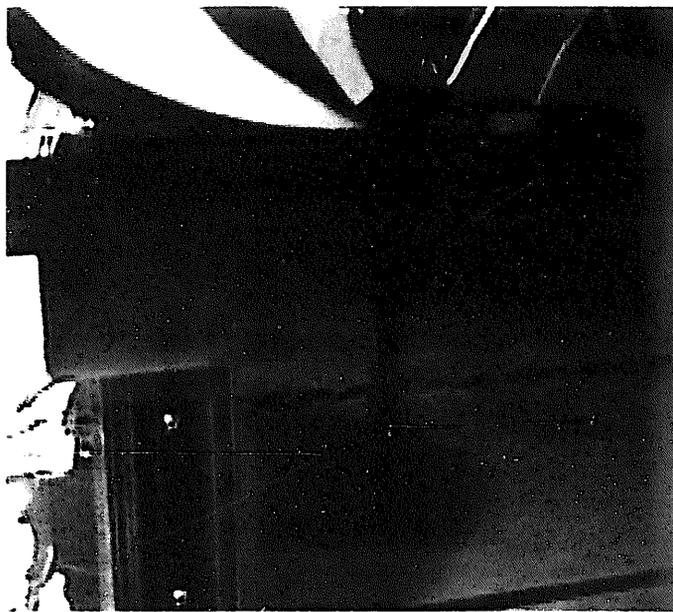
ビデオNo.10 19'48"

写真4.31 試験No.18 (210°C-1m) 流下試験状況



ビデオNo.10 30'38"

写真4.32 試験No.19 (220°C-1m) 流下試験状況



ビデオNo.10 30'40"

写真4.33 試験No.19 (220°C-1m) 流下試験状況

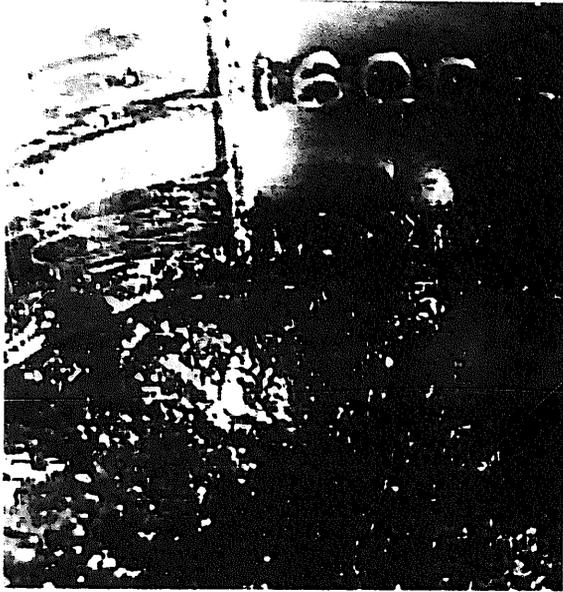


写真4.34 発泡状態確認 (160°C)

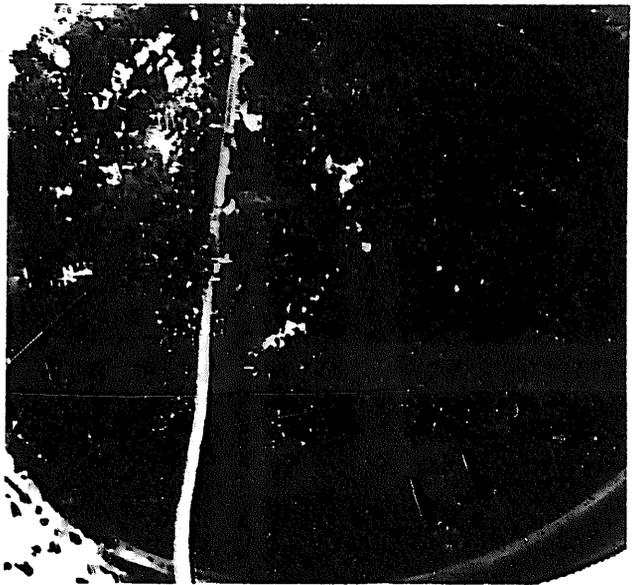


写真4.35 発泡状態確認 (180°C)



写真4.36 発泡状態確認 (200°C)

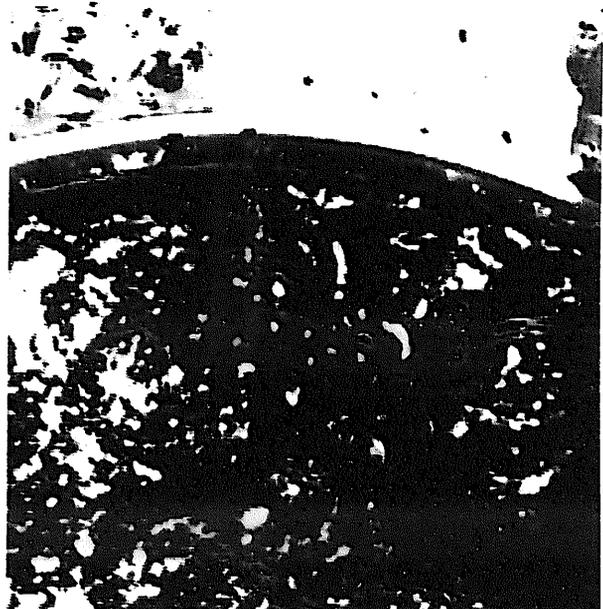


写真4.37 発泡状態確認 (205°C)

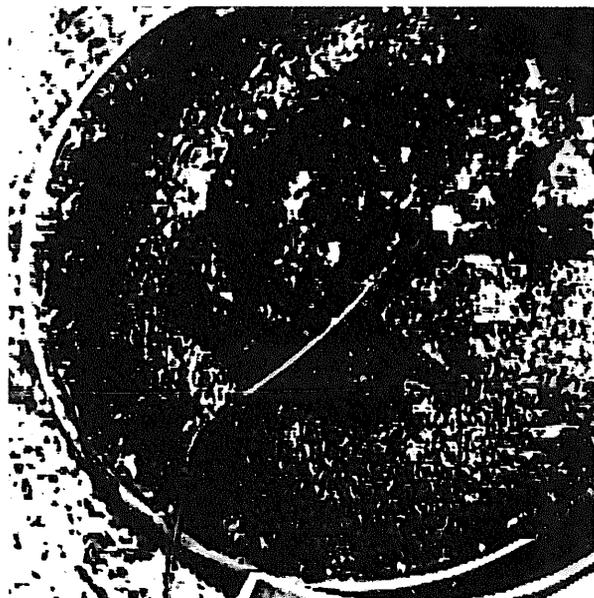


写真4.38 発泡状態確認 (230°C)

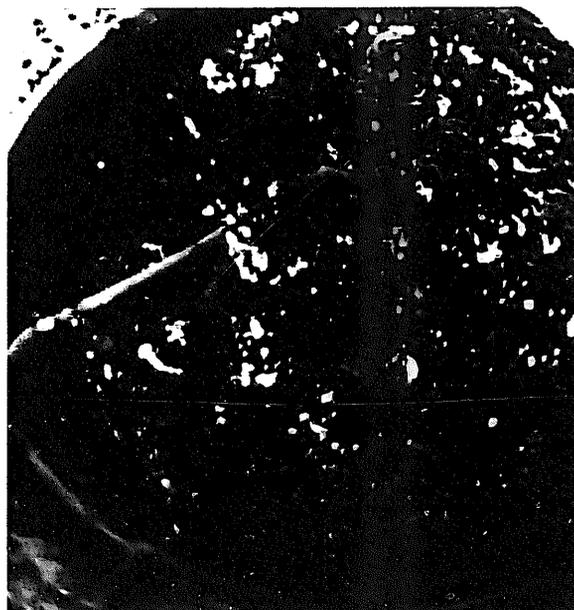


写真4.39 発泡状態確認 (250°C)

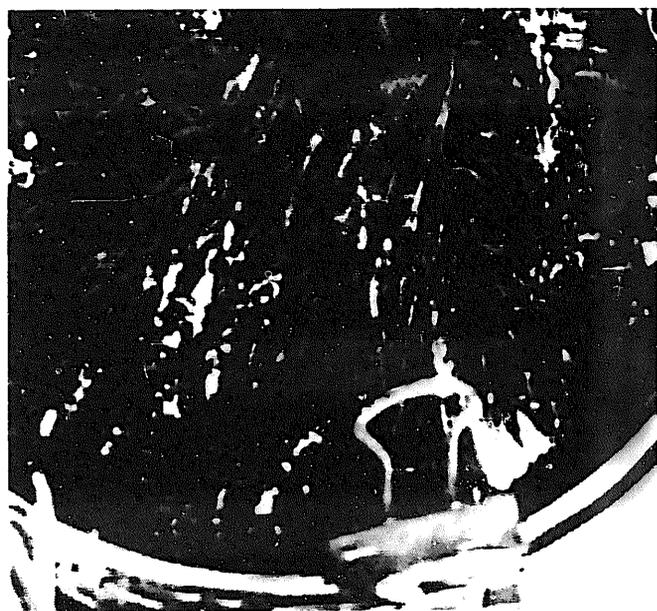


写真4.40 250°Cで上部容器内試料  
表面に発生した膜



写真4.41 発泡状態確認 (285°C)

## 5.まとめ

- (1) 模擬アスファルトの流下試験結果から180℃～290℃の範囲において180℃～230℃までは模擬アスファルトの流下状況はジャムやソースが流れるようにドロドロと流下し、温度が高くなるにつれて流動性が高くなる。これに対して、250℃～290℃までの条件では模擬アスファルトの流下状況は水が流れるがのごとくサラサラと流下し、この温度領域における温度による差はあまり変化はみられない。この流下状況をアスファルト固化処理施設の運転員に確認してもらったところ、多くの運転員から230℃は通常運転時の状況に近く、270℃は事故直前時の状況に近いという証言が得られた。ただしこれらの証言は、かなり主観的である上に、試料が模擬固化体であるため、温度に関する定量的な評価はできないが、事故時の流下温度は通常運転時と比べてかなり高かったものと推察できる。
- (2) 模擬アスファルトを1mの高さから流下させると流下中に放冷されて温度が10～20℃程度低下する。
- (3) 模擬アスファルトを加熱して160℃以上にするとアスファルト表面に発泡層が生成してくるが、この泡の発生量は温度が高くなるほど多くなるが、徐々に温度を上げて250℃以上にすると発生する泡の直径がそれまでの約1mmのものから約5mmの大きなものへと変化する。泡の成分はその臭い及び発生状況からアスファルトの熱分解生成物と考えられる。
- (4) 模擬アスファルトの温度測定において熱電対温度計のプロープにアスファルトが固着して指示値が低下することが考えられるが、今回の200℃付近での測定ではそのような現象はみられなかった。
- (5) 流下させる前に十分発泡させた模擬アスファルトを流下させると流下後のアスファルト表面にはごく僅かにしか泡が生じないことから、流下中の空気の巻き込みは少ないものとする。

別添資料1. 模擬アスファルト固化体製作報告書 1

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 御中

# 模擬アスファルト固化体製作報告書

(契約番号 09M8024)

平成 9年 8月 18日

日立協和エンジニアリング(株)

分析・試験事業部 勝田分析センター

〒312 茨城県ひたちなか市堀口 832-2

Tel (代表) 029-273-4111 内線4169

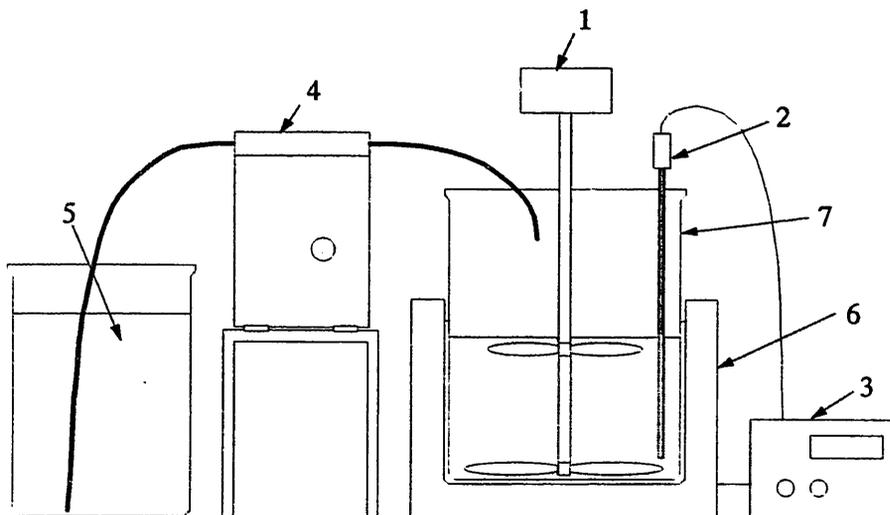
(直通) 029-276-5740 (分析・試験営業課)

(直通) 029-276-5732 (分析・試験事業部)

照 査	承 認
	

### 1. 模擬アスファルト固化体製作装置略図および外観

模擬アスファルト固化体製作装置の略図を下記に示し、写真1に外観写真を示します。



- |         |            |             |
|---------|------------|-------------|
| 1 攪拌機   | 4 ペリスタポンプ  | 7 ステンレスピーカー |
| 2 熱電対   | 5 廃液       | (容量 20 l)   |
| 3 温度調節器 | 6 マントルヒーター |             |

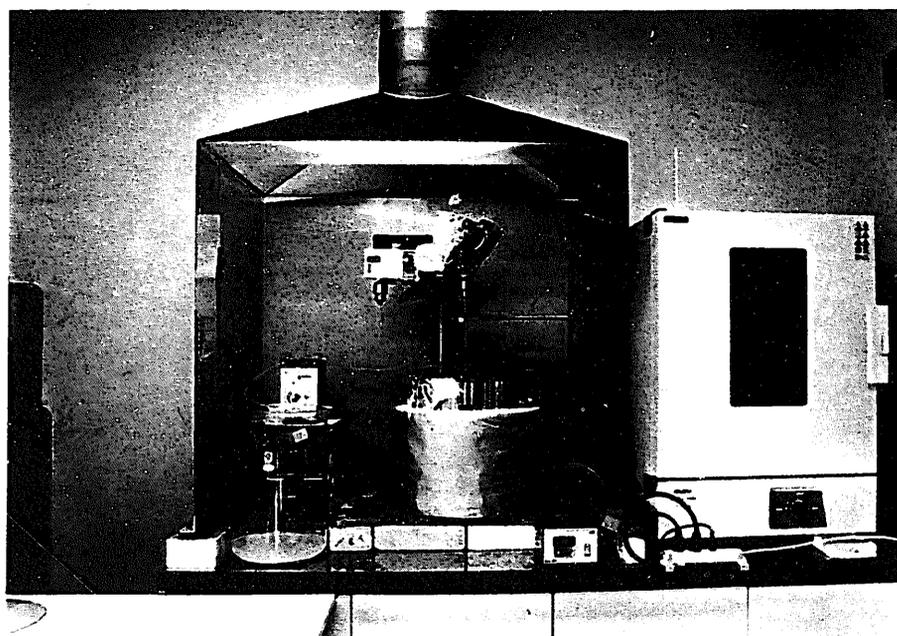


写真1 模擬アスファルト固化体製作装置外観写真

## 2. 模擬アスファルト固化体製作使用試薬一覧

模擬アスファルト固化体製作に下記の試薬を使用致しました。また、これらの試薬の試験成績表を添付致します。

No.	品名	化学式	試薬等級
1	硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_3$	特級
2	亜硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_2$	特級
3	炭酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	特級
4	りん酸ナトリウム	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	特級
5	水酸化ナトリウム	$\text{NaOH}$	特級
6	TBP (Tri- <i>n</i> -butyl phosphate)	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}]_3\text{P}(\text{:O})$	>99%
7	DBP (Di- <i>n</i> -butyl phosphate)	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}]_2\text{P}(\text{:O})\text{OH}$	>97%
8	水酸化バリウム	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	特級
9	フェロシアン化カリウム	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	特級
10	硫酸ニッケル	$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	特級
11	亜硫酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	特級
12	硝酸銀	$\text{AgNO}_3$	特級
13	硝酸	$\text{HNO}_3$	特級

## 3. 模擬アスファルト固化体製作方法

表1に示す試薬を秤量し、蒸留水に溶解して模擬廃液を調製する。調製した模擬廃液に表2の水酸化バリウムを添加後、室温において13N硝酸を用いて $\text{pH}9 \pm 0.5$ 程度に調製し、表2の残りの試薬を添加する。すべての試薬を添加後、 $\text{pH}$ を確認し一昼夜静置する。

次にアスファルトを容器に入れ、マントルヒーターにおいてアスファルトが流動する程度の温度(130~140℃程度)に加熱溶融しておき、攪拌下において、調製した廃液を1分間に約2~3mlの滴下速度で徐々に加えながら、均一に混合するとともに水分を蒸発し、塩とアスファルトの混合比が45:55になるように混合した後自然放冷する。

上記の方法で Lot.No.1~4を各6.5kg製作し、ステンレス製容器6個に各約1kgずつ分割し、そのうちの1個を均一性確認試験用と致しました。

表1 模擬廃液の塩濃度

試薬名	調製濃度
硝酸ナトリウム	191.9 g/l
亜硝酸ナトリウム	19.5 g/l
炭酸ナトリウム	72.1 g/l
りん酸ナトリウム	1.7 g/l
水酸化ナトリウム	16.8 g/l
T B P	200 mg/l
D B P	800 mg/l

表2 添加試薬

試薬名	添加量*
水酸化バリウム	10.3 g/l
0.5molフェロシアン化カリウム	37.0 ml/l
25wt%硫酸ニッケル	17.4 ml/l
亜硫酸ナトリウム	3.8 g/l
硝酸銀	55.6 mg/l

\* 添加量は模擬廃液  
単位体積 (l) に対す  
る量を示します。

#### 4. 模擬アスファルト固化体の均一性確認試験結果

製作した模擬アスファルト固化体は、各ロットごとに均一性確認試験用の試料よりコルクボーラー(約φ20mm)を用いて中央部を引き抜き、上部、中央、底部の試料を採取し、均一性確認試験用の試料と致しました。

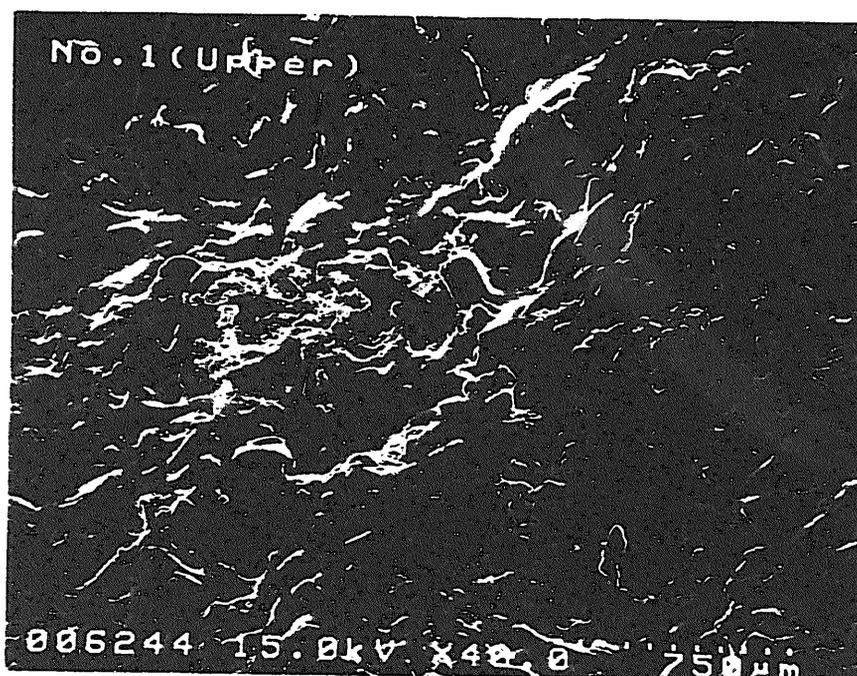
これらの試料の断面を、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察し、エネルギー分散型X線分析装置(EDX)を用いて、塩の主体であるナトリウムの面分析を行うことにより、塩とアスファルトが均一に混合していることを確認致しました。その結果を図1～図4に示します。また、試料のアスファルトを有機溶剤(トルエン)で溶解し、残った塩をガラスフィルタを用いてろ過を行い、恒温槽内で約80℃で1時間乾燥後、重量を測定することで塩の含有量を求めた結果を表3に示します。

これらの結果より、各固化体は塩とアスファルトが均一に混合されているものと考えられます。

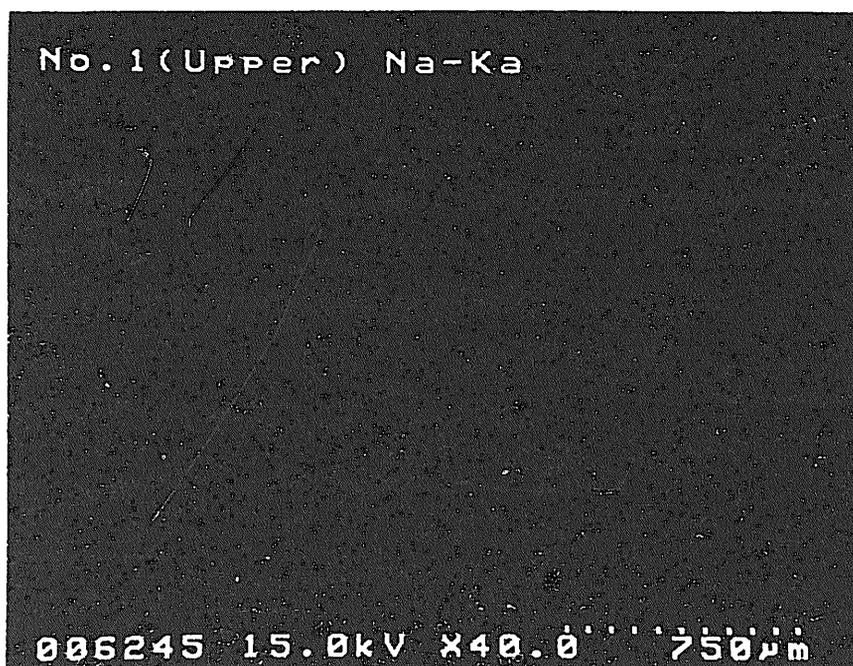
表3 塩濃度分析結果

試料名	量り取り量(g)	塩重量(g)	塩重量比	
Lot No.1	上部	1.0654	0.4746	0.45
	中央	1.0721	0.4613	0.43
	底部	0.9721	0.4214	0.43
Lot No.2	上部	1.0955	0.5150	0.47
	中央	0.9698	0.4503	0.46
	底部	0.9473	0.4508	0.48
Lot No.3	上部	1.1251	0.5111	0.45
	中央	0.9784	0.4284	0.44
	底部	0.9030	0.3803	0.42
Lot No.4	上部	1.0270	0.4738	0.46
	中央	1.1644	0.5523	0.47
	底部	1.1448	0.5311	0.46

— 以 上 —

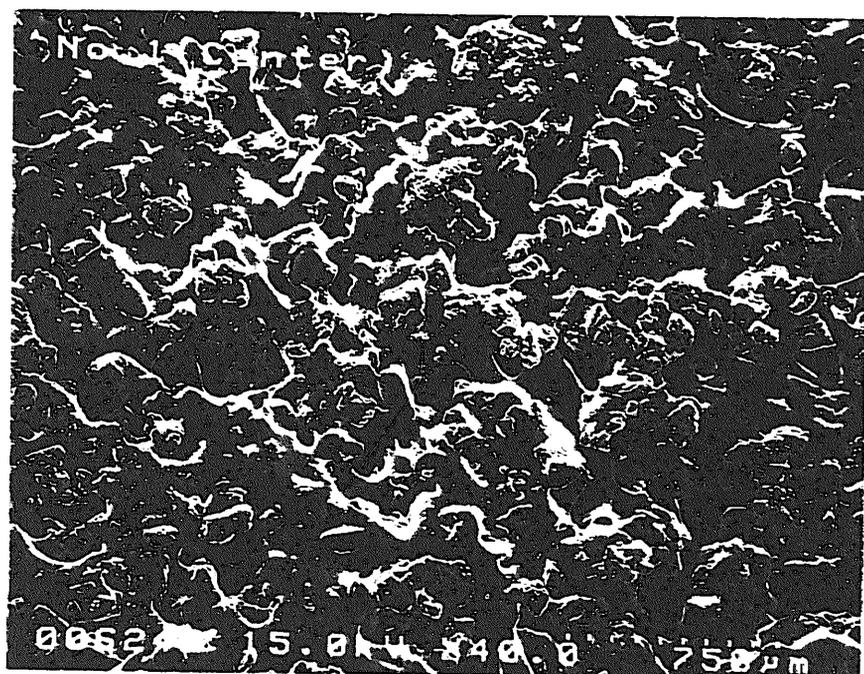


SEM像

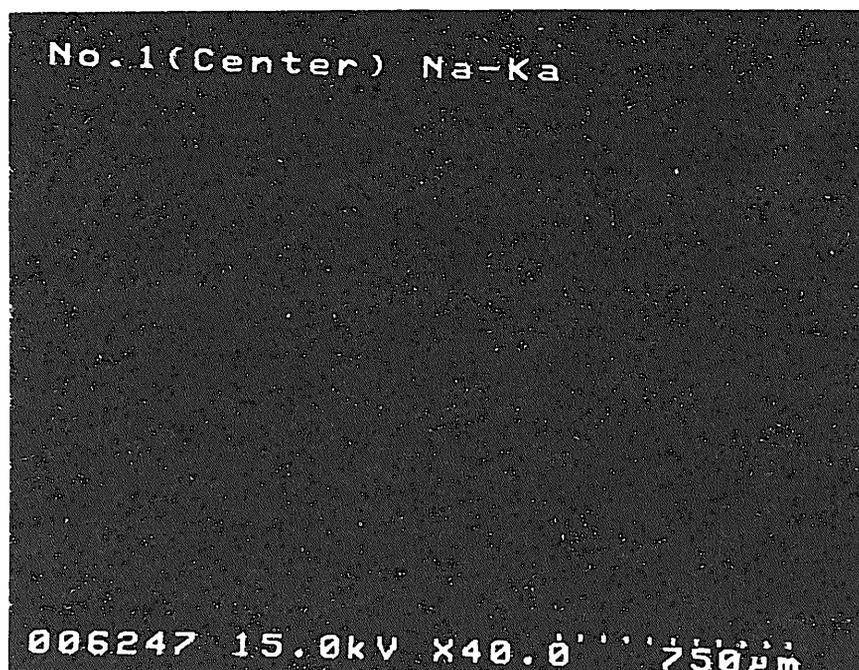


Na面分析結果

図1-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.1(上部) SEM観察結果

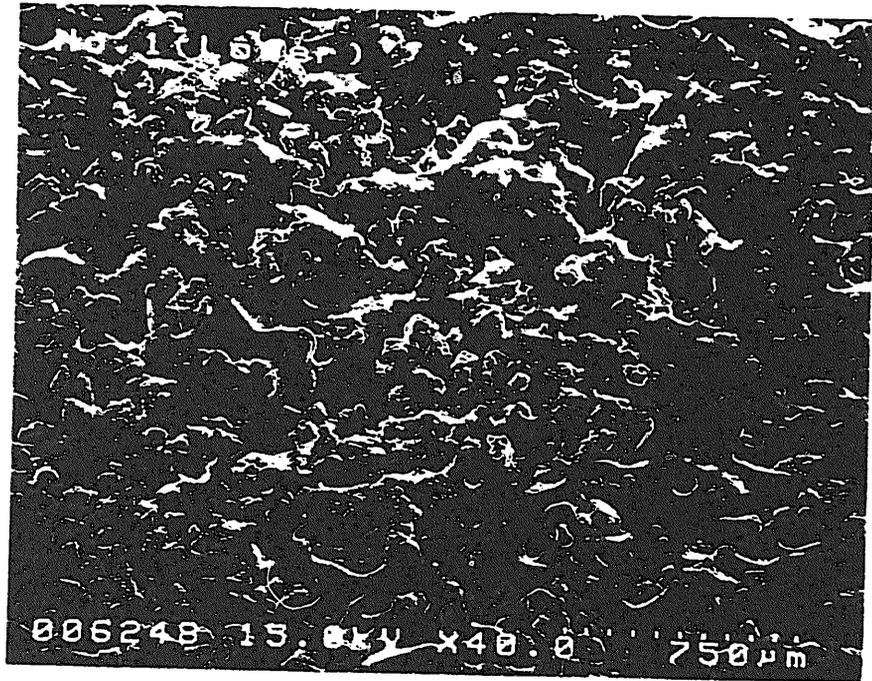


SEM像

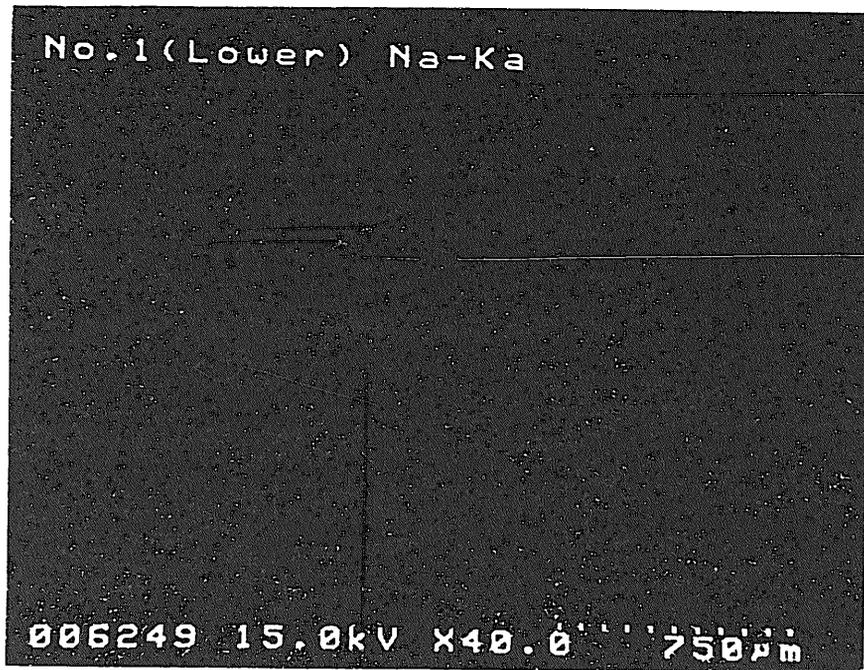


Na面分析結果

図1-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.1(中央) SEM観察結果

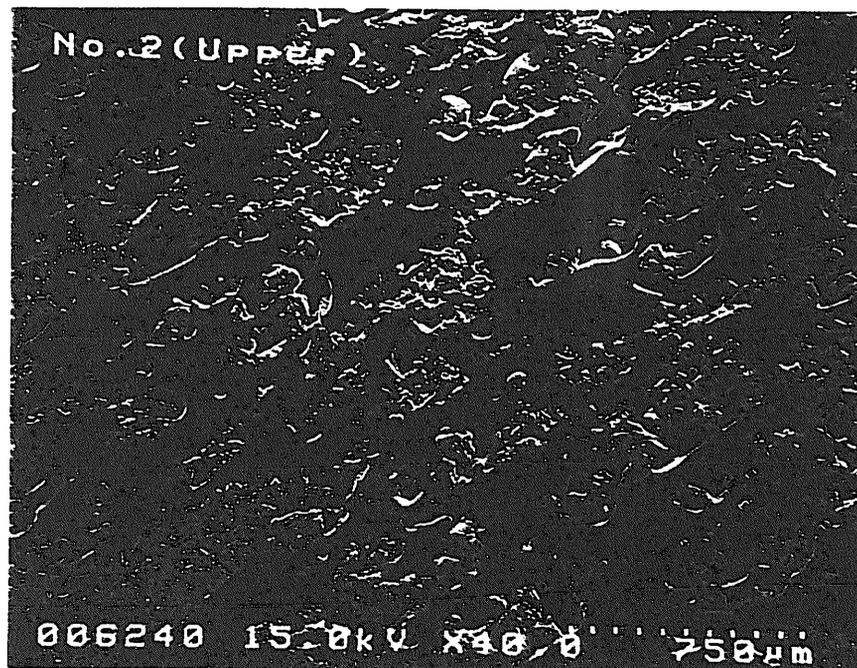


SEM像

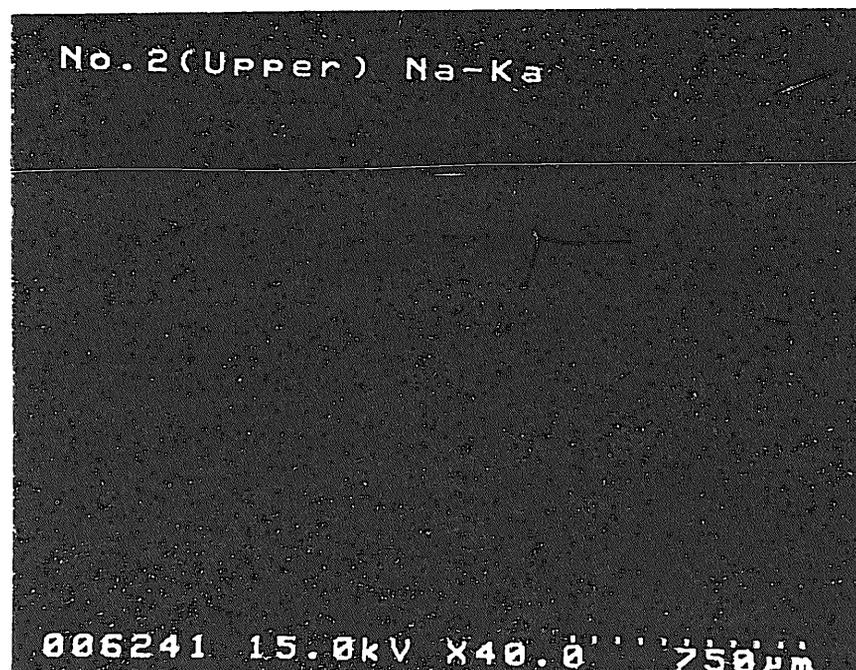


Na面分析結果

図1-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.1(底部) SEM観察結果

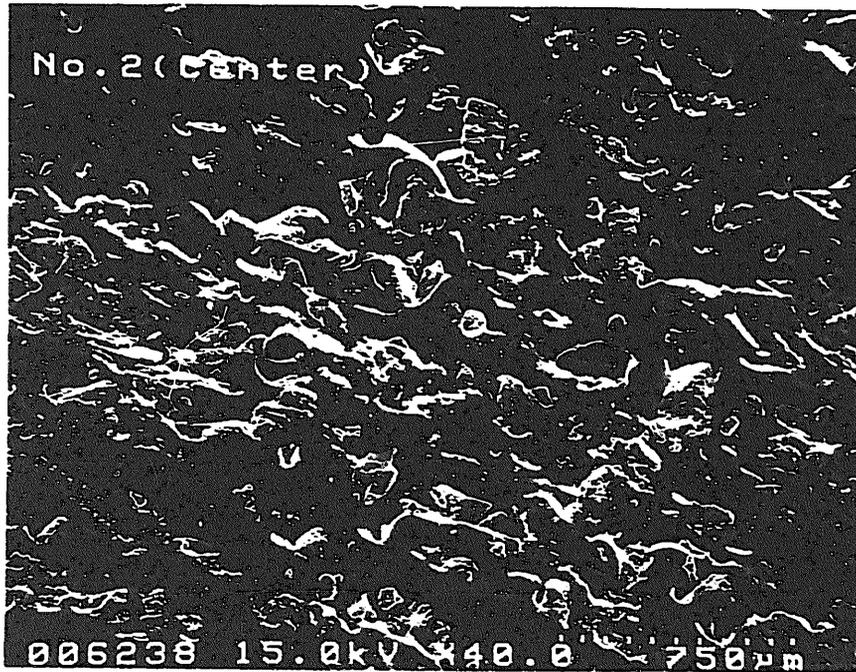


SEM像

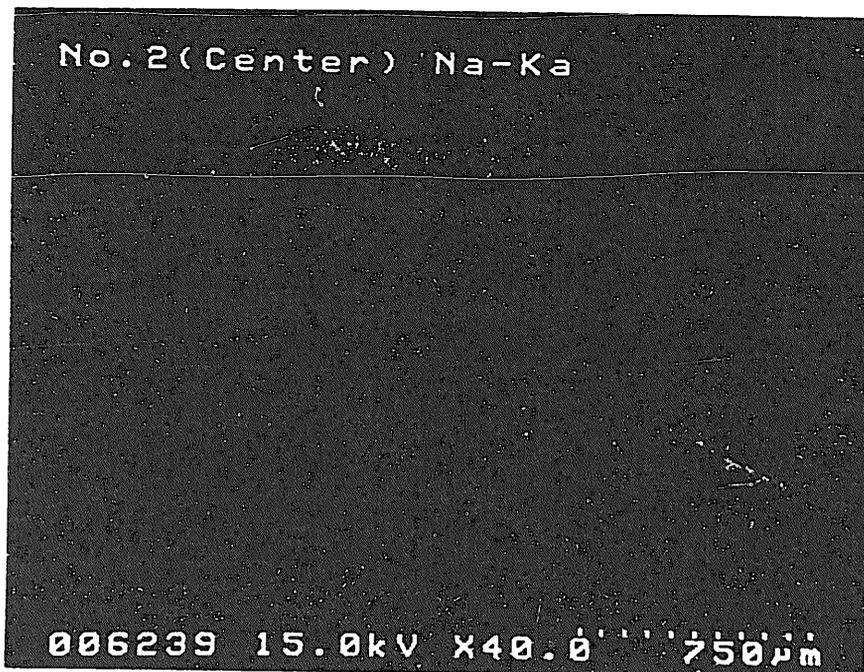


Na面分析結果

図 2-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.2(上部) SEM観察結果

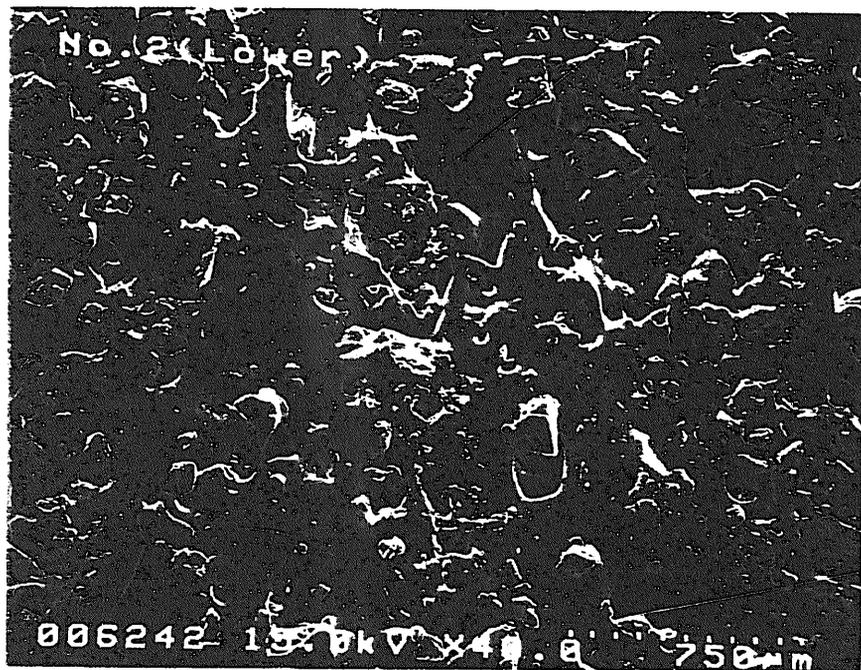


SEM像

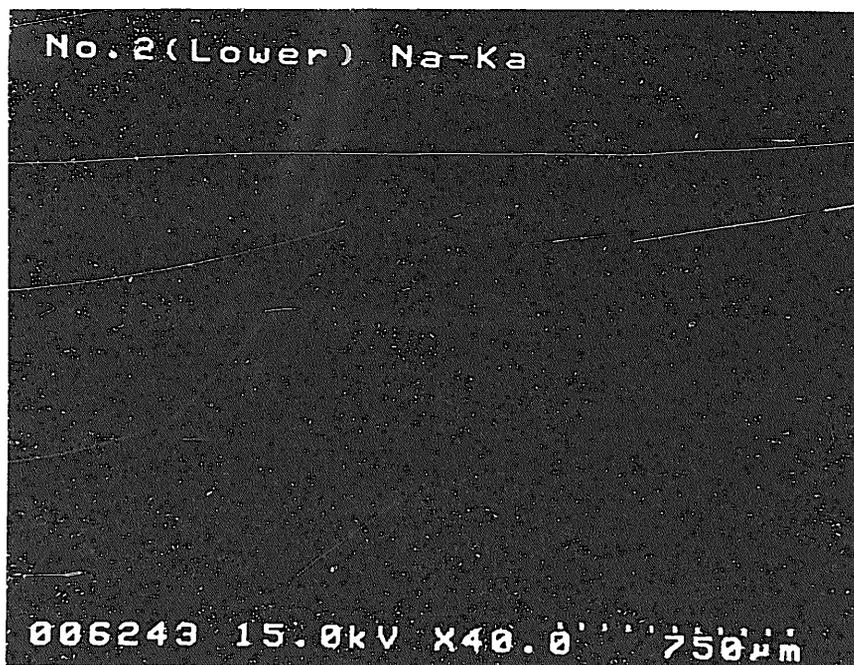


Na面分析結果

図2-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.2(中央) SEM観察結果

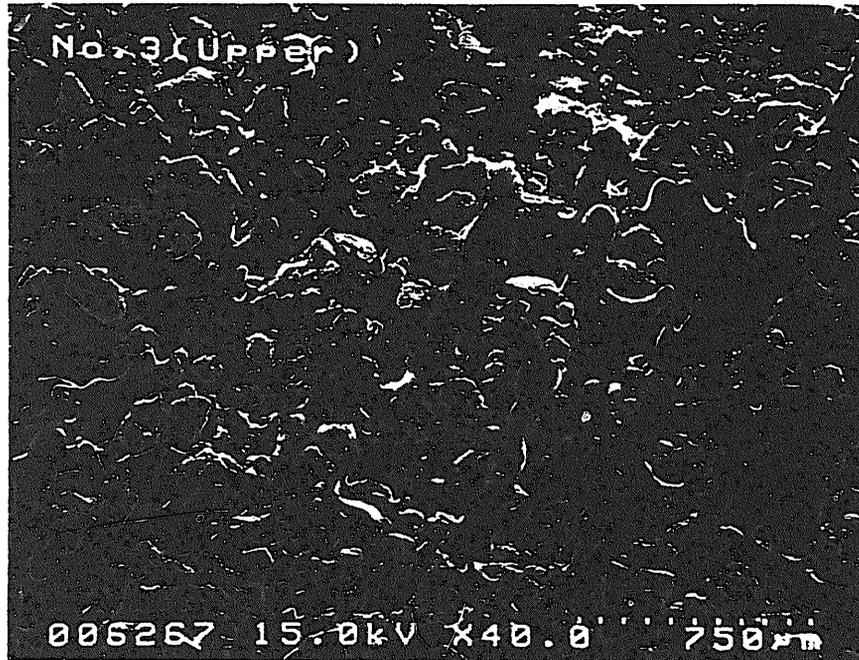


SEM像

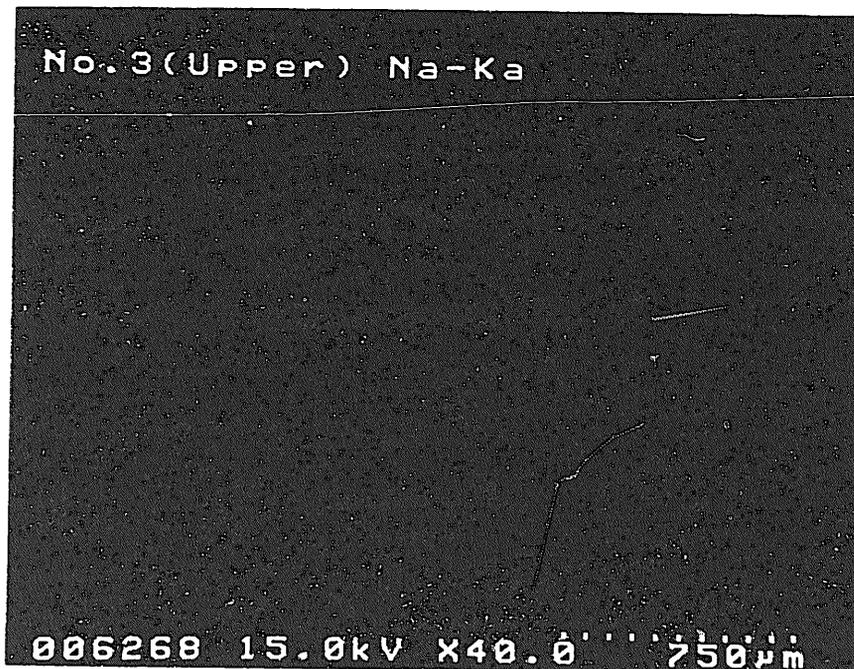


Na面分析結果

図 2-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.2(底部) SEM観察結果

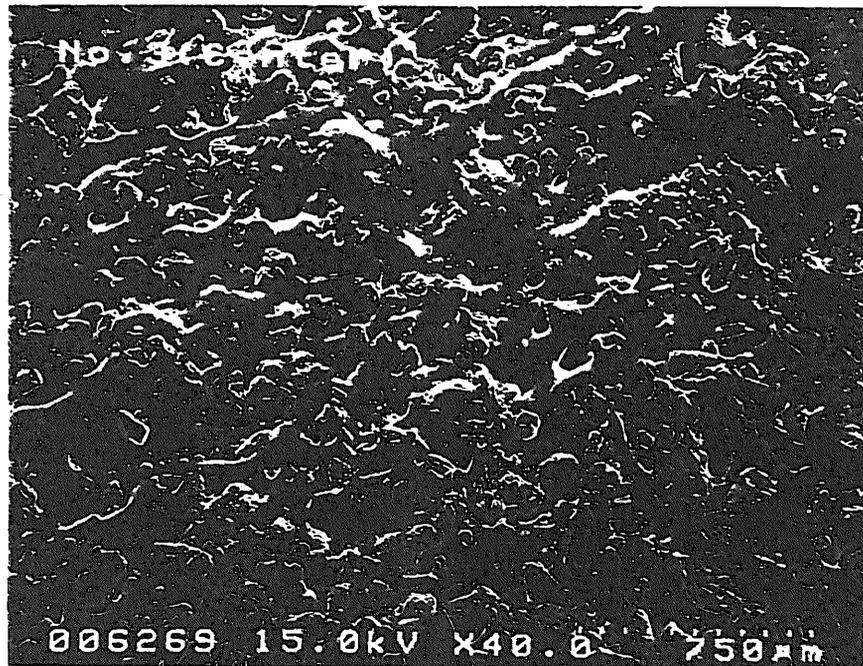


SEM像

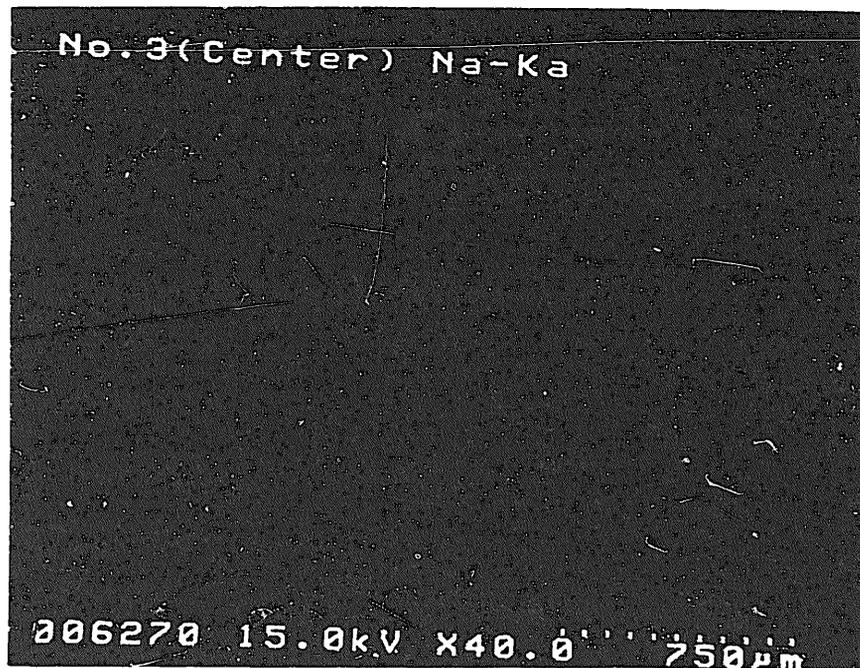


Na面分析結果

図3-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.3(上部) SEM観察結果

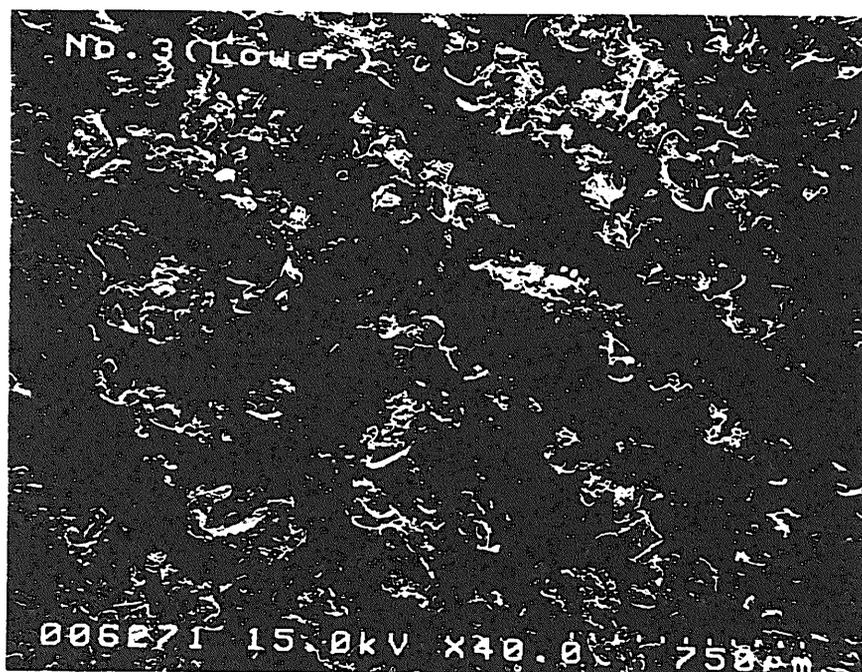


SEM像

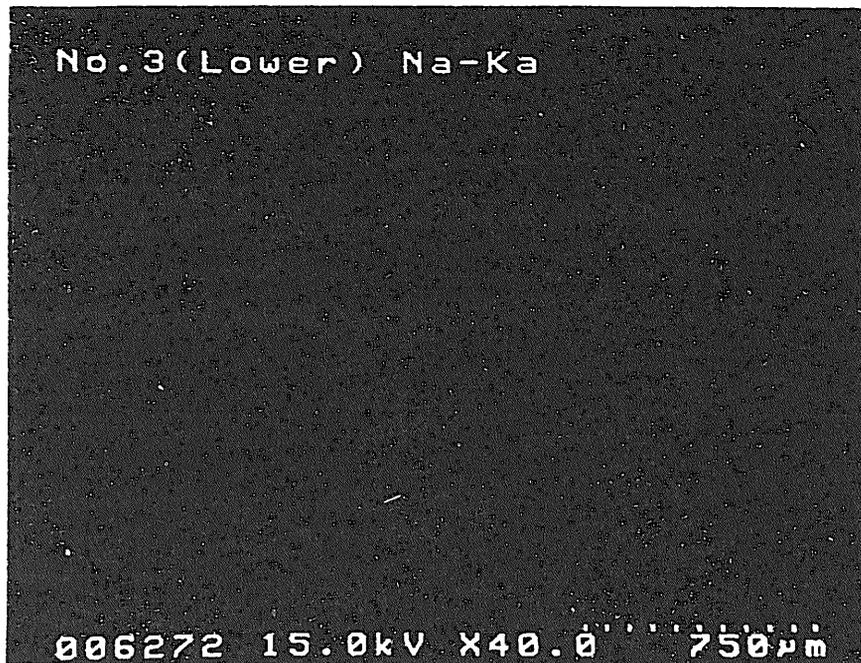


Na面分析結果

図3-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.3(中央) SEM観察結果

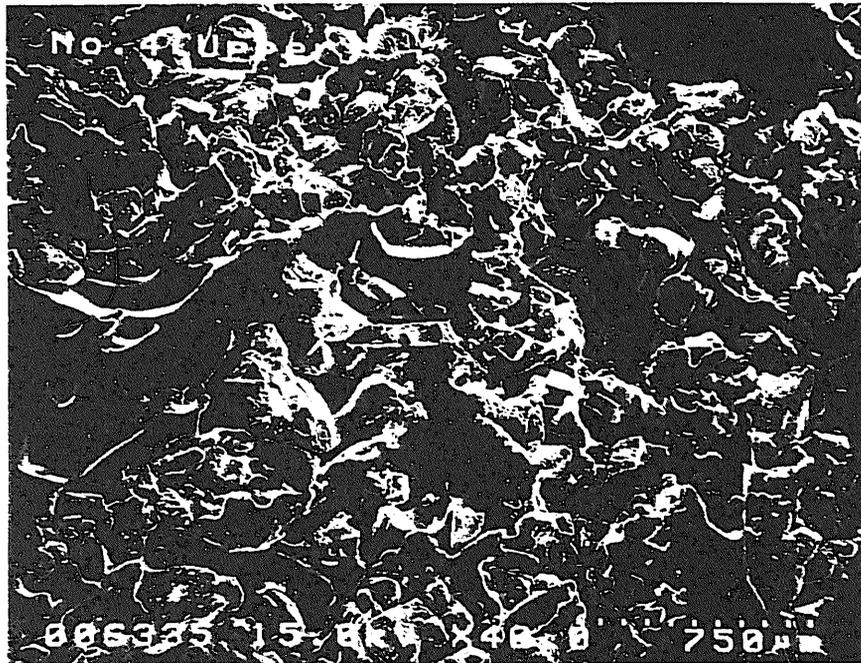


SEM像

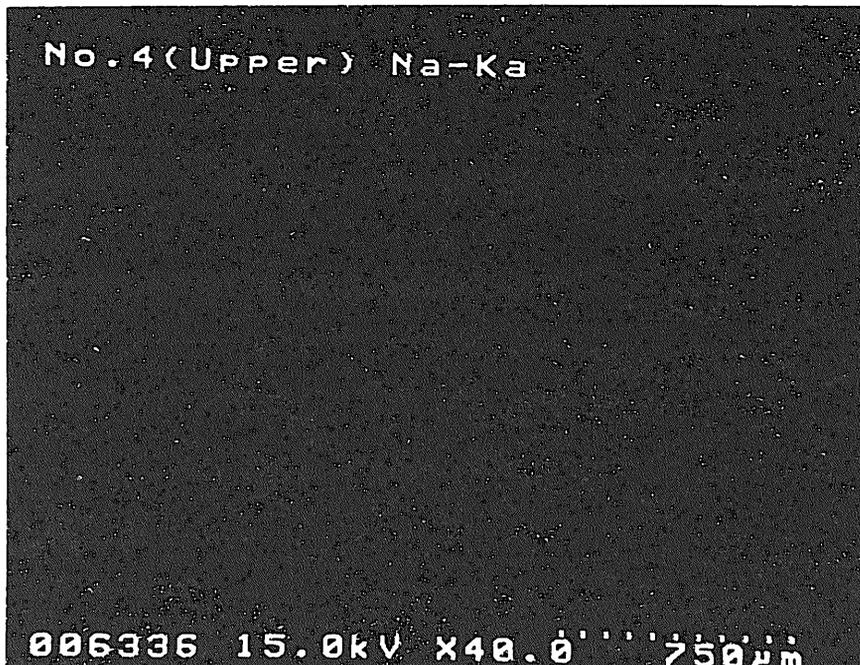


Na面分析結果

図3-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.3(底部) SEM観察結果

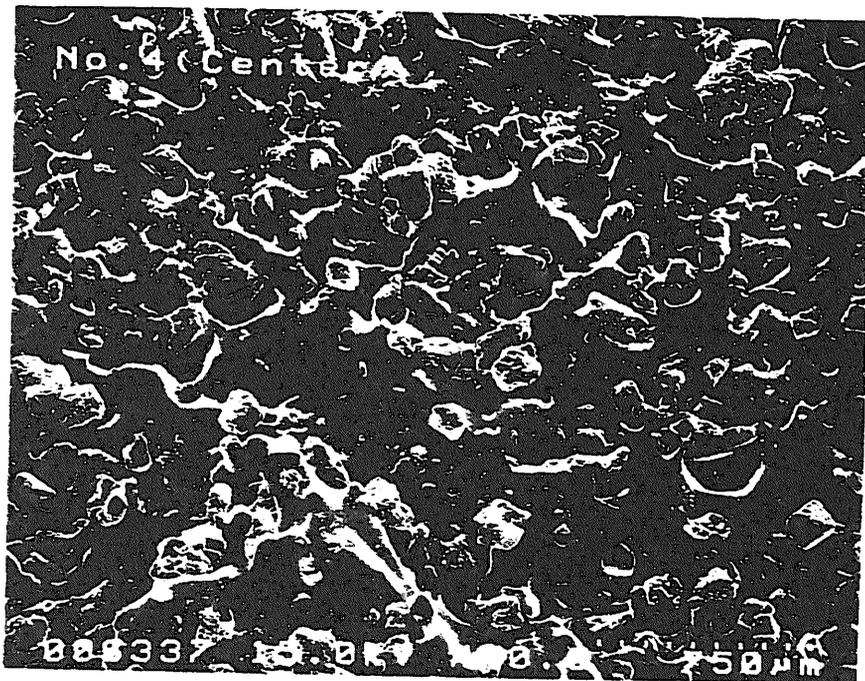


SEM像

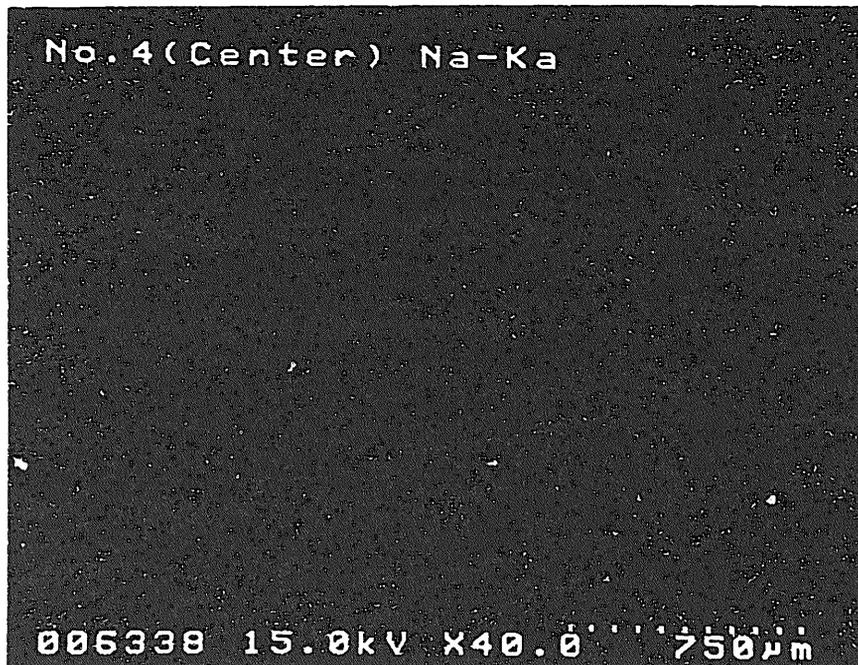


Na面分析結果

図4-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.4(上部) SEM観察結果

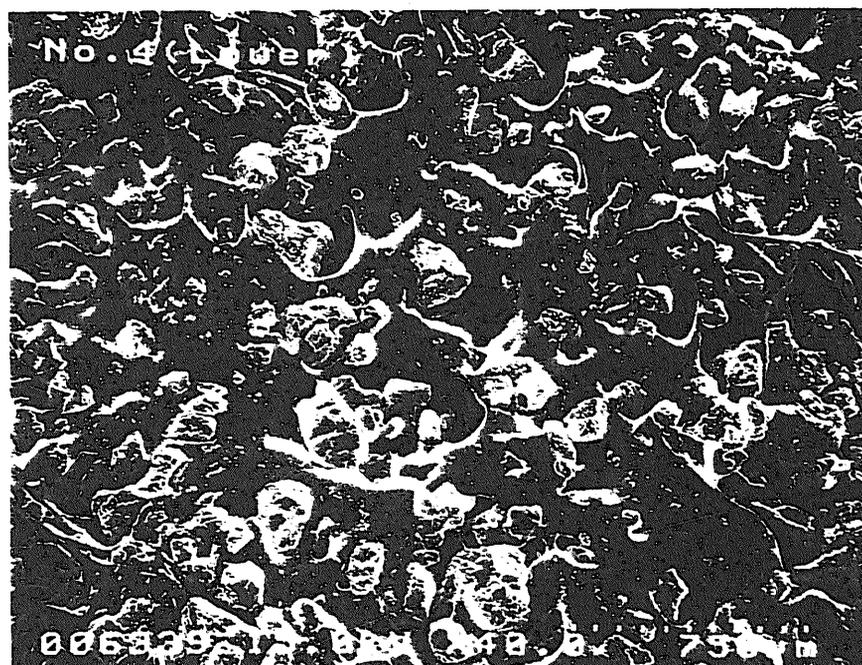


SEM像

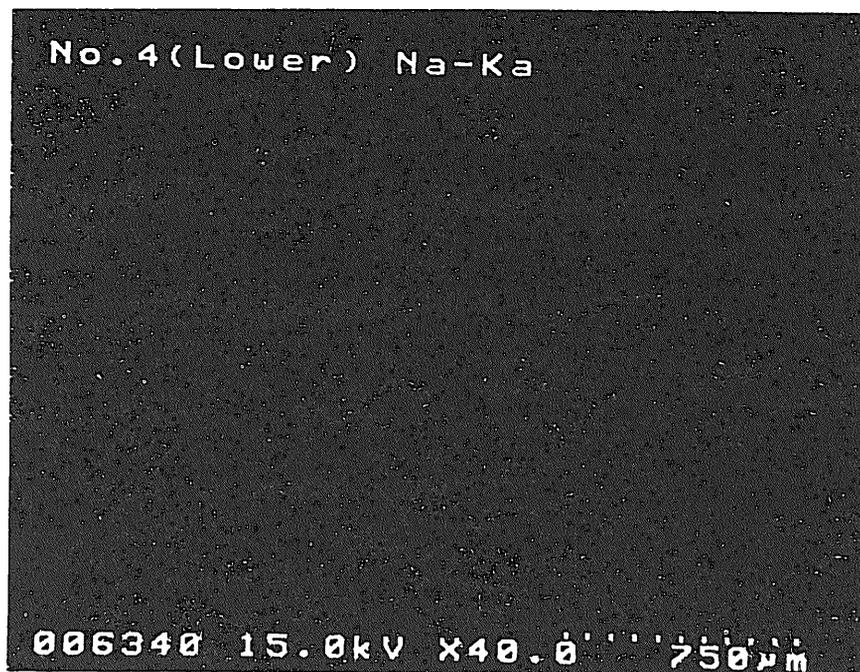


Na面分析結果

図4-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.4(中央) SEM観察結果



SEM像



Na面分析結果

図4-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.4(底部) SEM観察結果

模擬アスファルト固化体製作使用試薬試験成績表



# 試験成績書

平成 9 年 3 月 31 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3779-1751

品名	亜硝酸ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	901S1504
微量	500g×

責任者	担当

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度	%	99.2
水 溶 状		澄 明
乾燥減量 (105℃)	%	0.1 以下
塩化物 (Cl)	%	0.001 以下
硫酸塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.001 以下
カリウム (K)	%	0.003
マグネシウム (Mg)	%	0.0005 以下
カルシウム (Ca)	%	0.0005 以下
鉛 (Pb)	ppm	0.5 以下
鉄 (Fe)	ppm	0.5 以下
備考		

# 試 験 成 績 書

平成 9 年 5 月 13 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279-1751

品名	炭酸ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	903S2005
数量	500g×

責任者	担当者
	

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度 (強熱後)	%	100.0
水 溶 状		澄 明
強熱減量 (600℃)	%	0.47
硫化物, 亜硫酸塩及びチオ硫酸塩		合 格
塩化物 (Cl)	%	0.0005
硝酸塩 (NO <sub>3</sub> )	%	0.0002
りん酸塩 (PO <sub>4</sub> )	%	0.0005 以下
けい酸塩 (SiO <sub>2</sub> として)	%	0.001 以下
硫酸塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.001
カリウム (K)	%	0.002 以下
銅 (Cu)	ppm	0.5 以下
マグネシウム (Mg)	%	0.0007
カルシウム (Ca)	%	0.005
亜鉛 (Zn)	ppm	0.5 以下
鉛 (Pb)	ppm	0.5 以下
鉄 (Fe)	ppm	1 以下
備考		

# 試験成績書

平成 9 年 2 月 25 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279 1751

品名	りん酸三ナトリウム・12水
規格	特 級
ロット番号	812S1658
数量	500g x

責任者	担当名

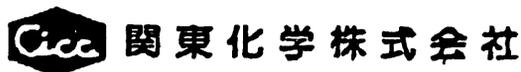
試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度	%	100.0
水 溶 状		澄 明
塩 化 物 (Cl)	%	0.0005
硝 酸 塩		合 格
硫 酸 塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.002
重 金 属 (Pbとして)	%	0.0003
カルシウム (Ca)	%	0.005 以下
ひ 素 (As)	ppm	0.2 以下
鉄 (Fe)	%	0.0002 以下
アンモニウム (NH <sub>4</sub> )	%	0.0002 以下
りん酸水素二ナトリウム (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	%	認 め ず
水酸化ナトリウム (NaOH)	%	1.03
備考		

# 試験成績書

平成 9 年 3 月 27 日

殿



〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279-1751

品名	水酸化ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	903S6088
数量	500g×

責任者	担当者

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度	%	98.0
水 溶 状		澄 明
塩 化 物 (Cl)	%	0.001 以下
りん酸塩 (PO <sub>4</sub> )	%	0.0002 以下
けい酸塩 (SiO <sub>2</sub> として)	%	0.002 以下
硫 酸 塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.0005 以下
窒素化合物 (Nとして)	%	0.0005 以下
カリウム (K)	%	0.03
マグネシウム (Mg)	ppm	1 以下
カルシウム (Ca)	%	0.0005 以下
亜 鉛 (Zn)	%	0.0002 以下
アルミニウム (Al)	%	0.0005 以下
鉛 (Pb)	ppm	1 以下
鉄 (Fe)	ppm	1
ニッケル (Ni)	%	0.0002 以下
炭酸ナトリウム (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	%	0.57
備考		

No. 971100

試験成績書

1997年7月10日

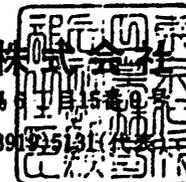
殿



東京化成工業株式会社

郵便番号114 東京都北区豊島 5丁目15番9号

電話(391)25131(代)



品名	リンサン トリーノルマル-7 <sup>®</sup> チル							
コード番号	PO266	等級	TCI-GR	ロット番号	GE01	数量	25G X 2	
試験項目				試験結果				
* ヒシ <sup>®</sup> ユウ D(20/20).....				0.9786				
* クセツリツ N(20/D).....				1.4238				
* カ <sup>®</sup> ンリョウ (カ <sup>®</sup> スクロ ホウ).....				99.8%				
* サン カ.....				0.02				

No. 971101

# 試験成績書

1997年7月10日

殿



東京化成工業株式会社

郵便番号114 東京都北区豊島6丁目15番9号

電話(39)975181代表



品名	リンサン シーノルマルーフチル							
コード番号	P0260	等級	TCI-EP	ロット番号	GE01	数量	25G X 1	

試験項目	試験結果
* カイカン.....	△シヨク トウメイ イキタイ
* ヒシユウ D(20/20).....	1.0605
* クッセツリツ N(20/D).....	1.4272
* カンリョウ (チュウワ テキタイ).....	99.4%







# 試験成績書

平成 9 年 5 月 19 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-4  
電話 (03) 3279-1791

品名	亜硫酸ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	902S1906
数量	500g×

責任者	担当

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度	%	99.8
水 溶 状		澄 明
pH (50g/l, 25°C)		9.9
塩 化 物 (Cl)	%	0.005 以下
カリウム (K)	%	0.03
銅 (Cu)	PPM	1 以下
カルシウム (Ca)	%	0.002
亜 鉛 (Zn)	PPM	1 以下
鉛 (Pb)	%	0.0003 以下
ひ 素 (As)	PPM	0.2 以下
鉄 (Fe)	%	0.0002 以下
備考		





別添資料2. 模擬アスファルト固化体製作報告書 2

動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所 御中

模擬アスファルト固化体製作報告書  
(契約番号 09M8076)

平成 9年10月 3日

日立協和エンジニアリング(株)  
分析・試験事業部 勝田分析センター

〒312 茨城県ひたちなか市堀口832-2

Tel (代表) 029-273-4111 内線4169

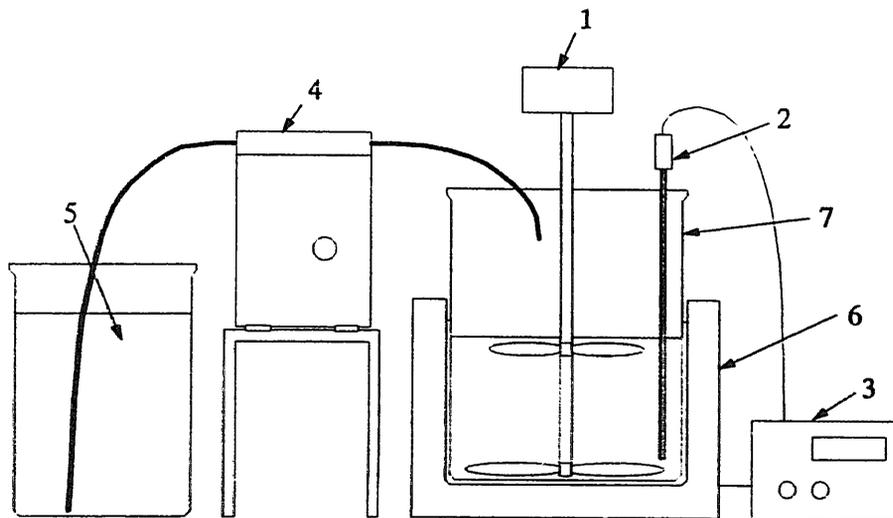
(直通) 029-276-5740 (分析・試験営業課)

(直通) 029-276-5732 (分析・試験事業部)

照 査	承 認
	

### 1. 模擬アスファルト固化体製作装置略図および外観

模擬アスファルト固化体製作装置の略図を下記に示し、写真1に外観写真を示します。



- |         |            |              |
|---------|------------|--------------|
| 1 攪拌機   | 4 ペリスタポンプ  | 7 ステンレススピーカー |
| 2 熱電対   | 5 廃液       | (容量 20 l)    |
| 3 温度調節器 | 6 マントルヒーター |              |

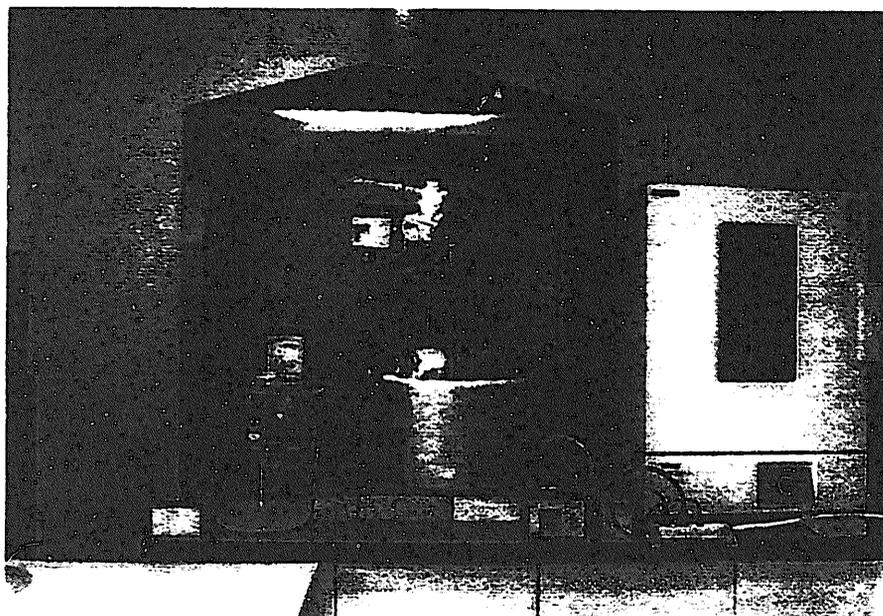


写真1 模擬アスファルト固化体製作装置外観写真

## 2. 模擬アスファルト固化体製作使用試薬一覧

模擬アスファルト固化体製作に下記の試薬を使用致しました。また、これらの試薬の試験成績表を添付致します。

No.	品名	化学式	試薬等級
1	硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_3$	特級
2	亜硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_2$	特級
3	炭酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	特級
4	りん酸ナトリウム	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	特級
5	水酸化ナトリウム	$\text{NaOH}$	特級
6	TBP (Tri- <i>n</i> -butyl phosphate)	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}]_3\text{P}(\text{:O})$	>99%
7	DBP (Di- <i>n</i> -butyl phosphate)	$[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}]_2\text{P}(\text{:O})\text{OH}$	>97%
8	水酸化バリウム	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	特級
9	フェロシアン化カリウム	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	特級
10	硫酸ニッケル	$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	特級
11	亜硫酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	特級
12	硝酸銀	$\text{AgNO}_3$	特級
13	硝酸	$\text{HNO}_3$	特級

## 3. 模擬アスファルト固化体製作方法

表1に示す試薬を秤量し、蒸留水に溶解して模擬廃液を調製する。調製した模擬廃液に表2の水酸化バリウムを添加後、室温において13N硝酸を用いて $\text{pH}9 \pm 0.5$ 程度に調製し、表2の残りの試薬を添加する。すべての試薬を添加後、 $\text{pH}$ を確認し一昼夜静置する。

次にアスファルトを容器に入れ、マントルヒーターにおいてアスファルトが流動する程度の温度(130~140℃程度)に加熱溶融しておき、攪拌下において、調製した廃液を1分間に約2~3mlの滴下速度で徐々に加えながら、均一に混合するとともに水分を蒸発し、塩とアスファルトの混合比が45:55になるように混合した後自然放冷する。

上記の方法で Lot.No.5~7を各6.5kg製作し、ステンレス製容器6個に各約1kgずつ分割し、そのうちの1個を均一性確認試験用と致しました。

表1 模擬廃液の塩濃度

試薬名	調製濃度
硝酸ナトリウム	191.9 g/l
亜硝酸ナトリウム	19.5 g/l
炭酸ナトリウム	72.1 g/l
りん酸ナトリウム	1.7 g/l
水酸化ナトリウム	16.8 g/l
TBP	200 mg/l
DBP	800 mg/l

表2 添加試薬

試薬名	添加量*
水酸化バリウム	10.3 g/l
0.5molフェロシアン化カリウム	37.0 ml/l
25wt%硫酸ニッケル	17.4 ml/l
亜硫酸ナトリウム	3.8 g/l
硝酸銀	55.6 mg/l

\* 添加量は模擬廃液  
単位体積(l)に対す  
る量を示します。

#### 4. 模擬アスファルト固化体の均一性確認試験結果

製作した模擬アスファルト固化体は、各ロットごとに均一性確認試験用の試料よりコルクボーラー(約φ20mm)を用いて中央部を引き抜き、上部、中央、底部の試料を採取し、均一性確認試験用の試料と致しました。

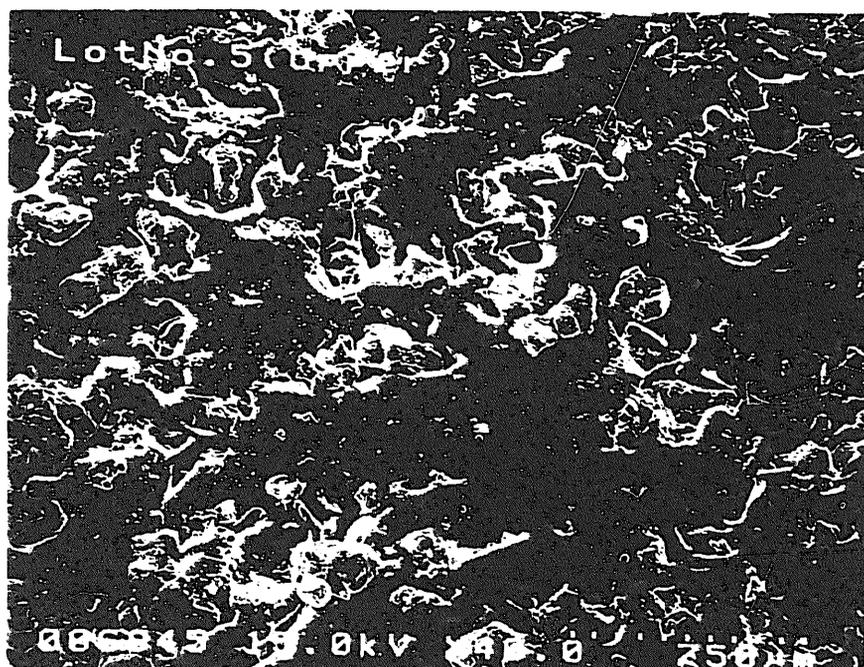
これらの試料の断面を、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察し、エネルギー分散型X線分析装置(EDX)を用いて、塩の主体であるナトリウムの面分析を行うことにより、塩とアスファルトが均一に混合していることを確認致しました。その結果を図1～図3に示します。また、試料のアスファルトを有機溶剤(トルエン)で溶解し、残った塩をガラスフィルタを用いてろ過を行い、恒温槽内で約80℃で1時間乾燥後、重量を測定することで塩の含有量を求めた結果を表3に示します。

これらの結果より、各固化体は塩とアスファルトが均一に混合されているものと考えられます。

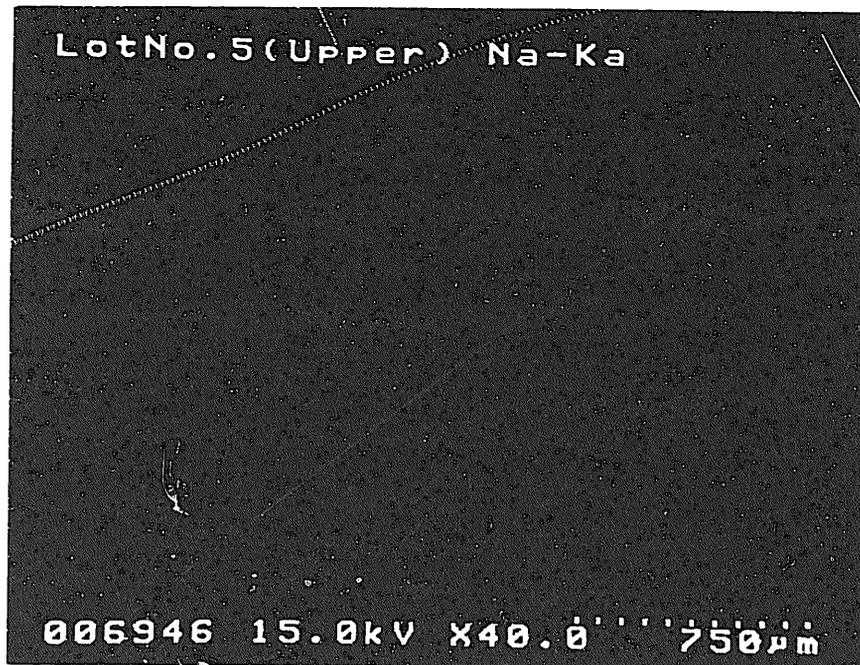
表3 塩濃度分析結果

試料名	量り取り量(g)	塩重量(g)	塩重量比	
Lot No.5	上部	1.0611	0.4892	0.46
	中央	1.1706	0.5575	0.48
	底部	0.9812	0.4580	0.47
Lot No.6	上部	1.0276	0.4853	0.47
	中央	1.0161	0.4761	0.47
	底部	1.0116	0.4757	0.47
Lot No.7	上部	1.0193	0.4506	0.44
	中央	1.0174	0.4648	0.46
	底部	1.1354	0.5254	0.46

- 以上 -

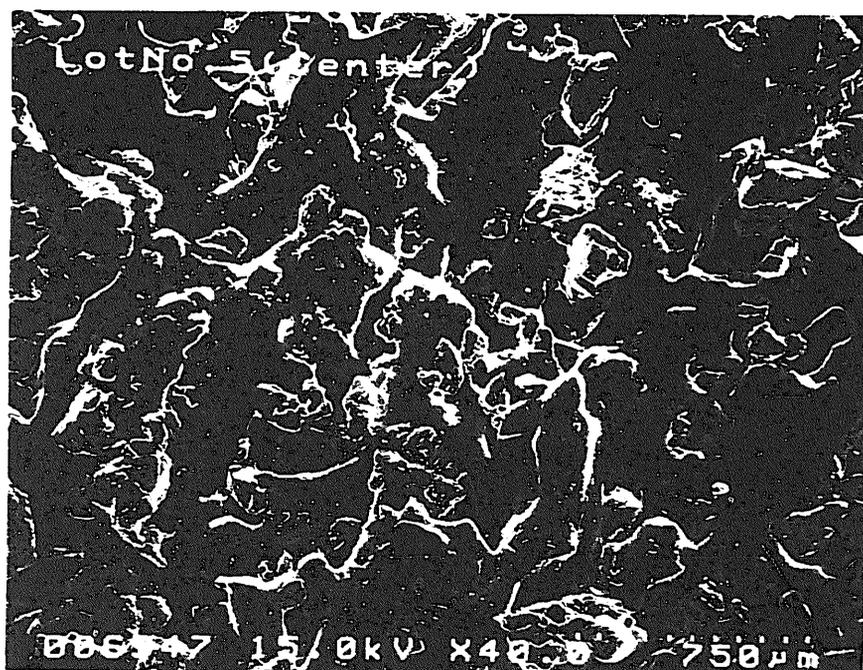


SEM像

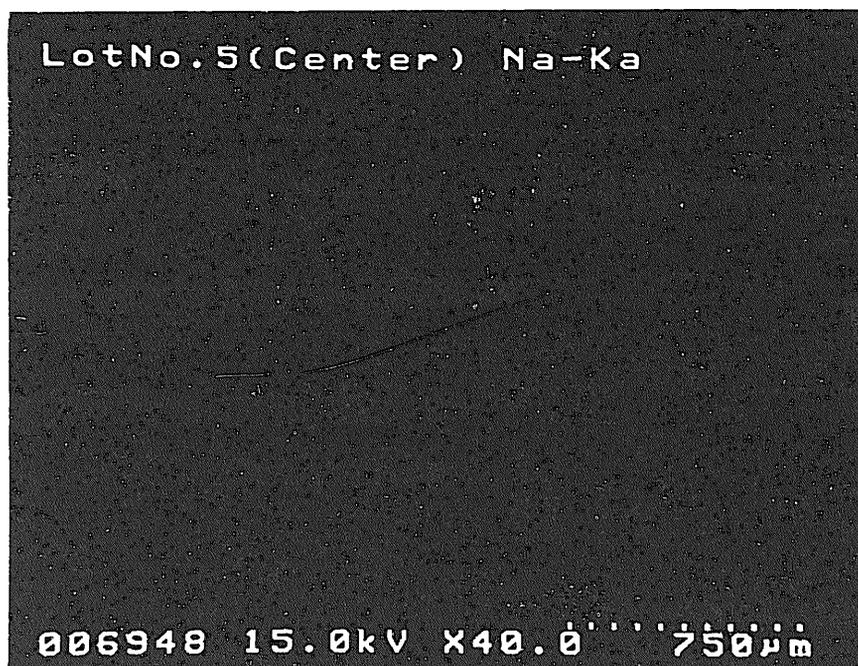


Na面分析結果

図 1-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.5(上部) SEM観察結果

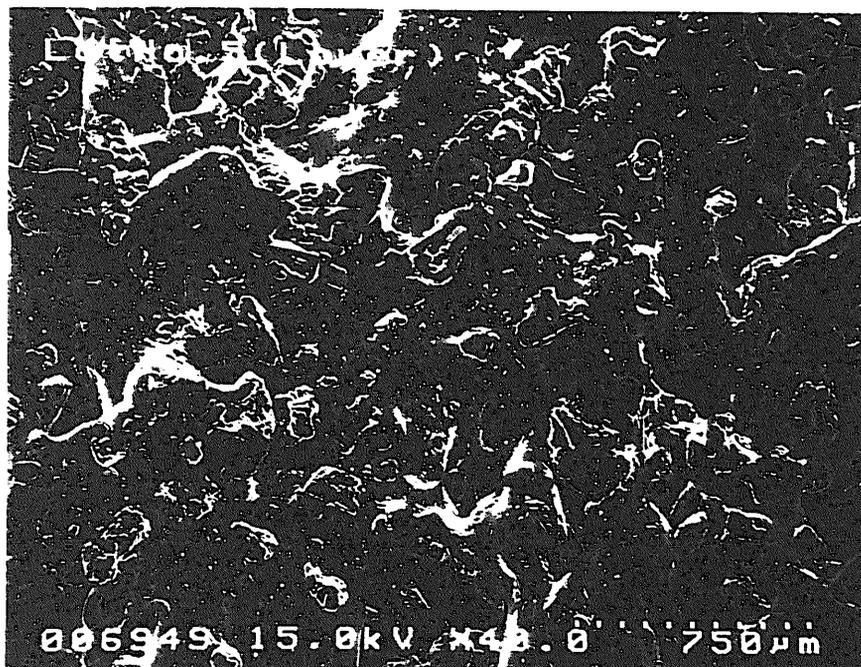


SEM像

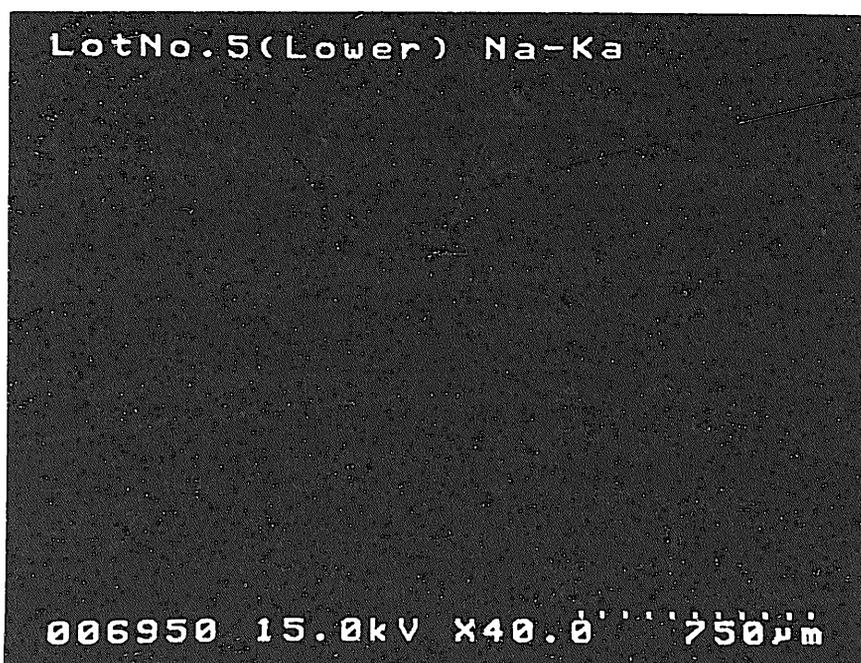


Na面分析結果

図1-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.5(中央) SEM観察結果

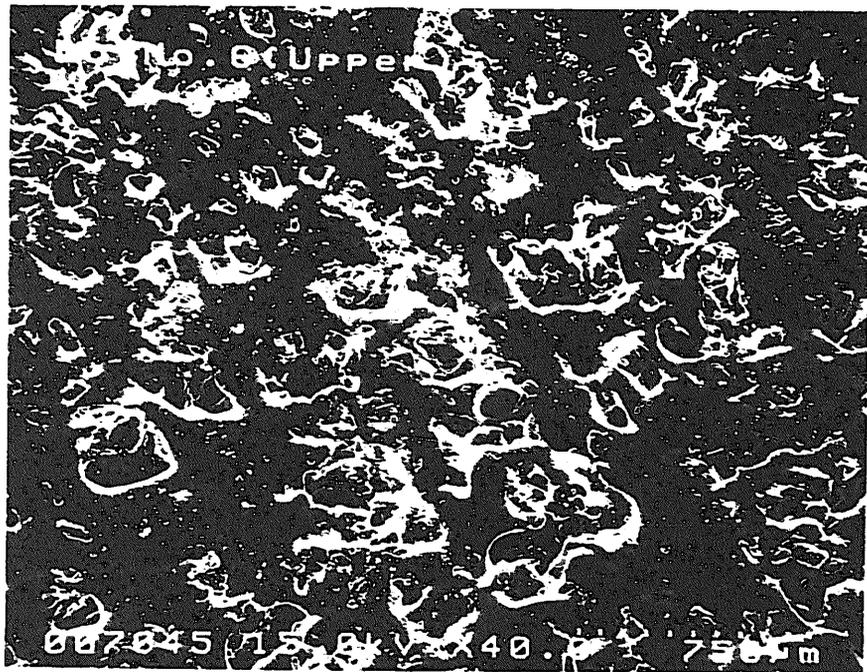


SEM像

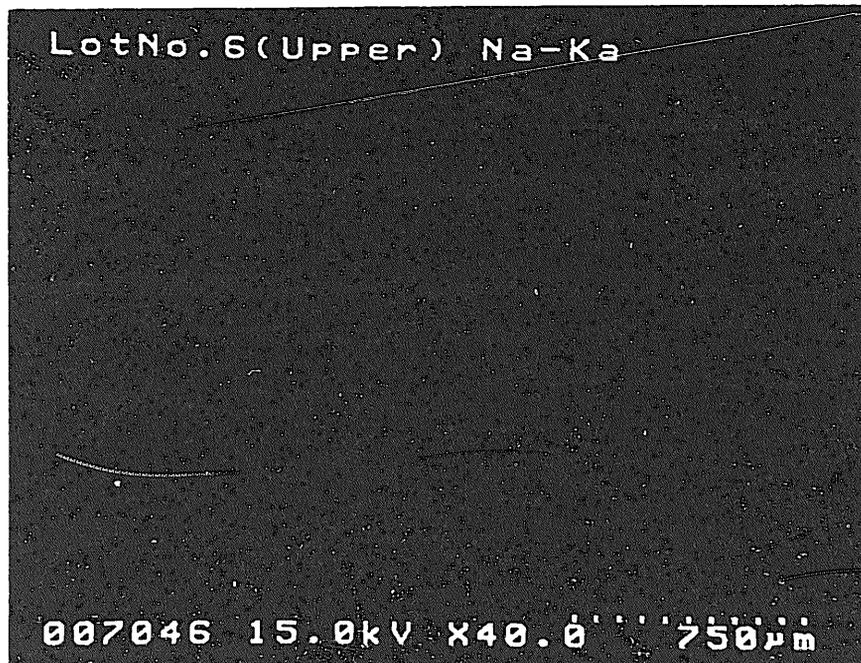


Na面分析結果

図1-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.5(底部) SEM観察結果

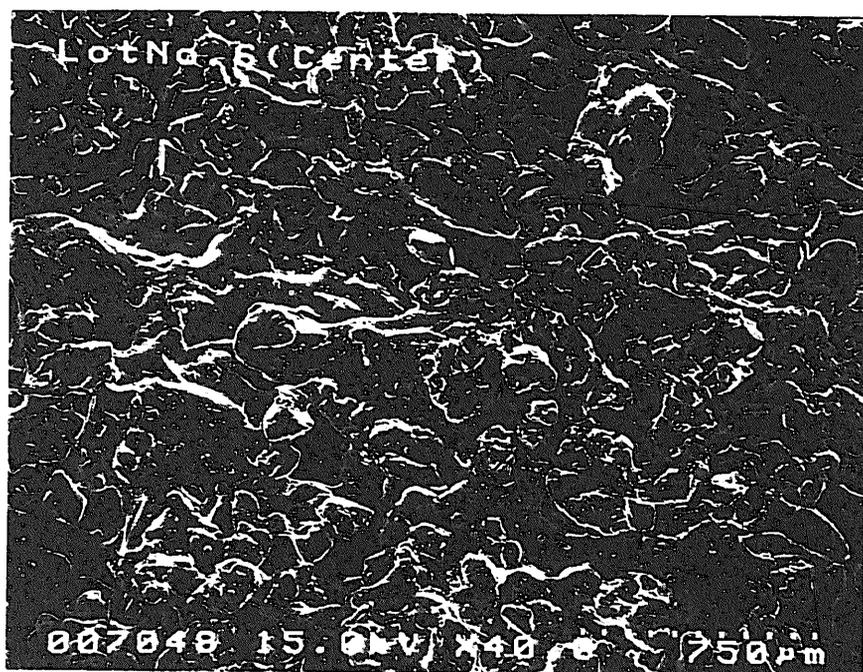


SEM像

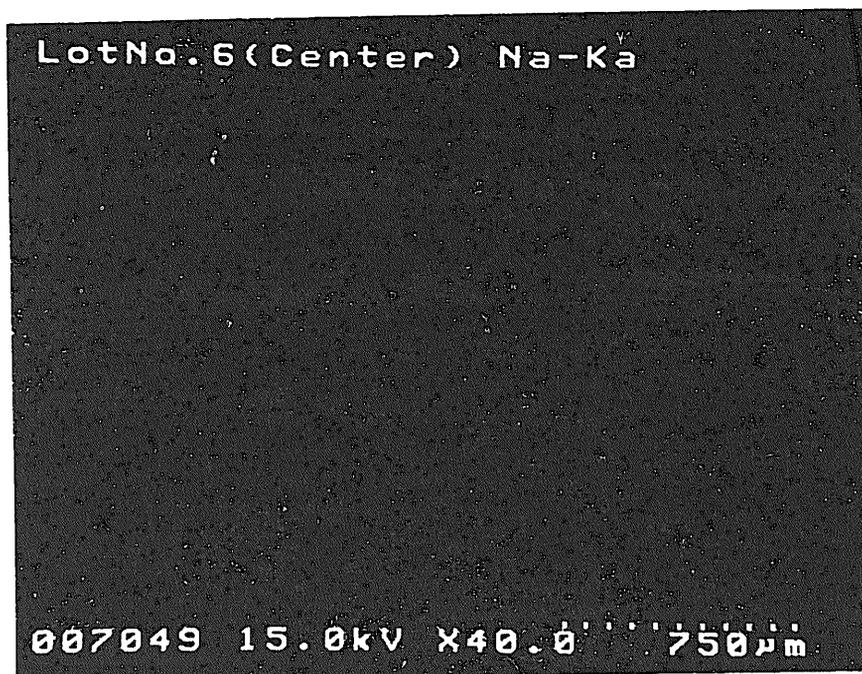


Na面分析結果

図2-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.6(上部) SEM観察結果

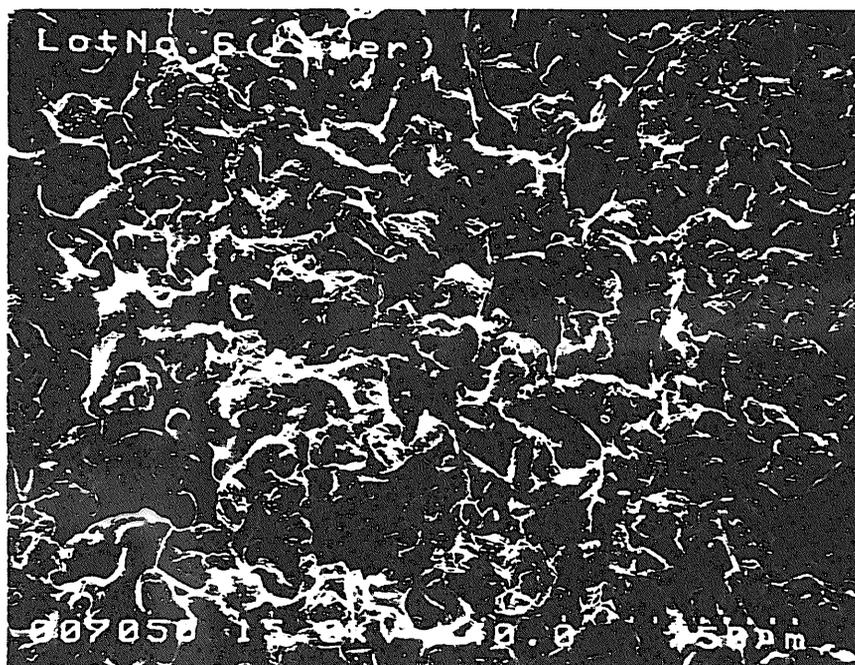


SEM像

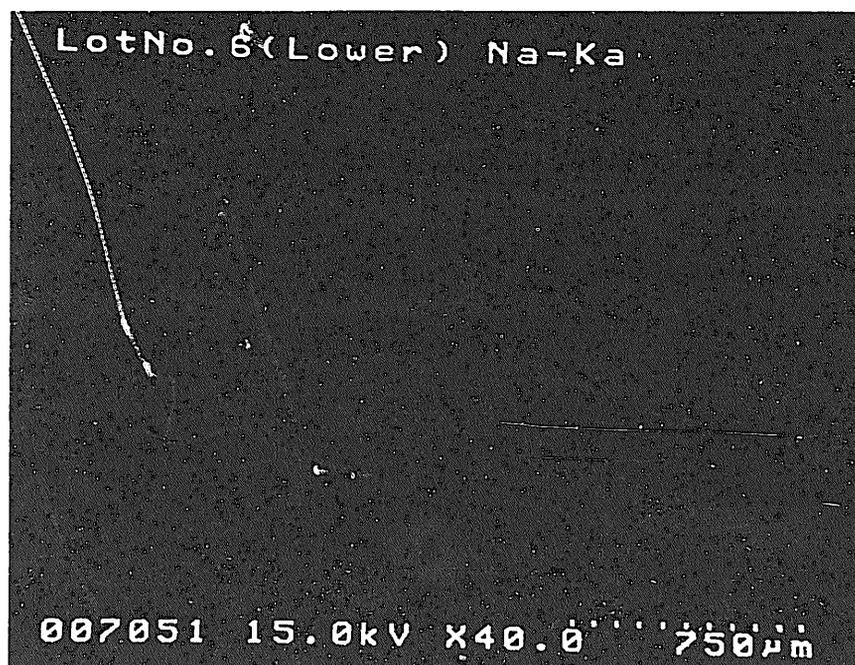


Na面分析結果

図2-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.6(中央) SEM観察結果

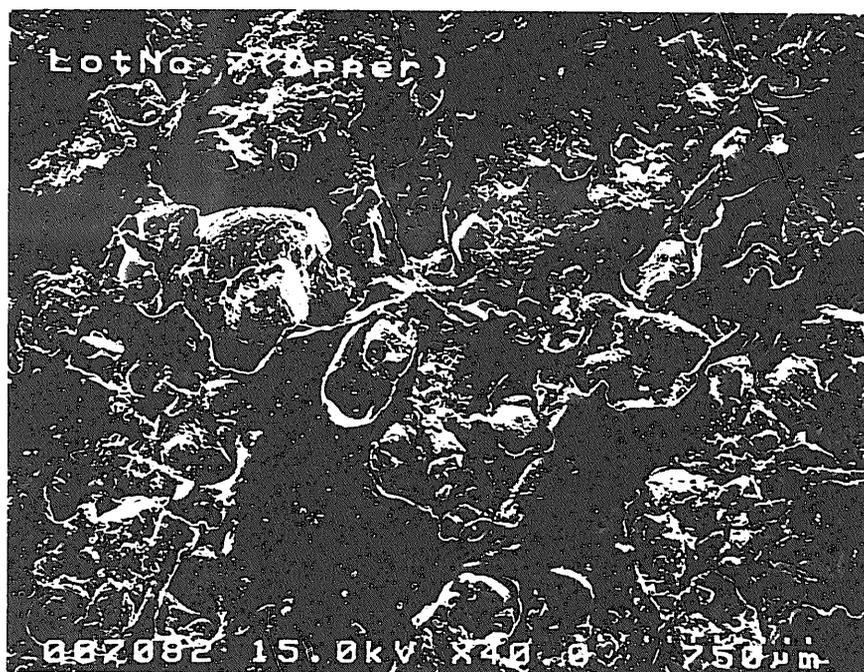


SEM像

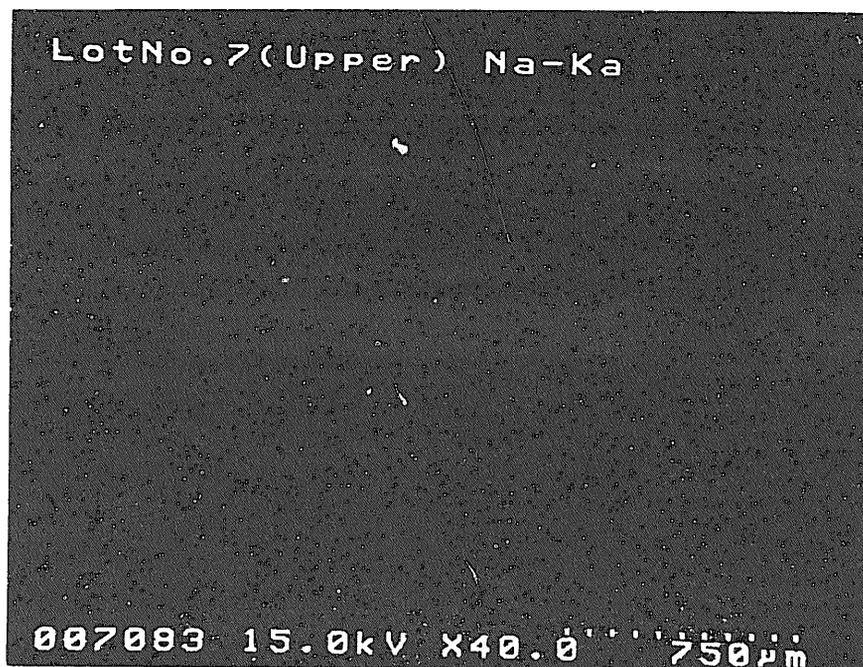


Na面分析結果

図 2-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.6(底部) SEM観察結果



SEM像

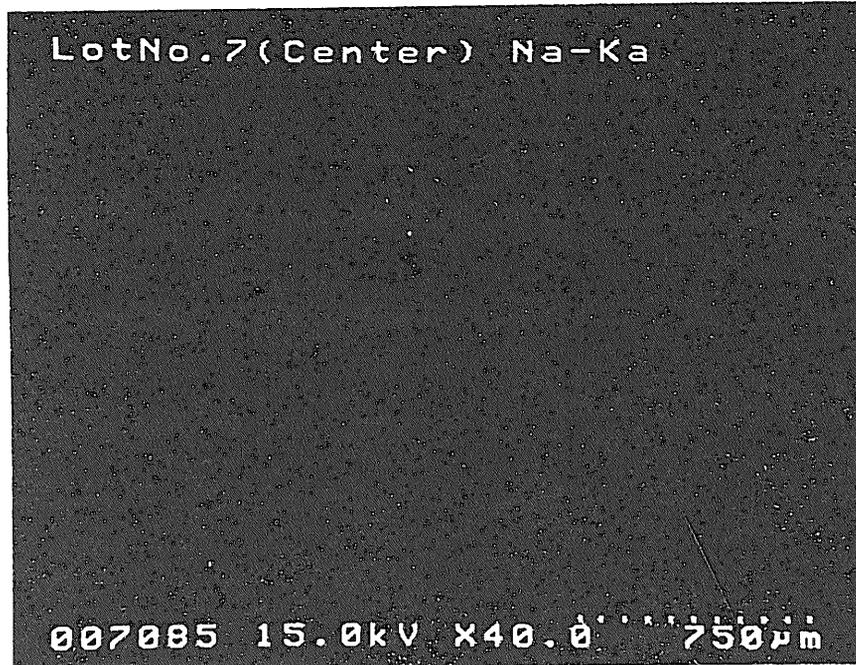


Na面分析結果

図3-1 模擬アスファルト固化体 Lot No.7(上部) SEM観察結果



SEM像



Na面分析結果

図3-2 模擬アスファルト固化体 Lot No.7(中央) SEM観察結果



SEM像



Na面分析結果

図3-3 模擬アスファルト固化体 Lot No.7(底部) SEM観察結果

模擬アスファルト固化体製作使用試薬試験成績表





# 試 験 成 績 書

平成 9 年 5 月 13 日

股



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279-1751

品名	炭酸ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	903S2005
数量	500g×

責任者	担当者
	

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度 (乾燥後)	%	100.0
水 溶 状		澄 明
強熱減量 (600℃)	%	0.47
硫化物, 亜硫酸塩及びチオ硫酸塩		合 格
塩化物 (Cl)	%	0.0005
硝酸塩 (NO <sub>3</sub> )	%	0.0002
りん酸塩 (PO <sub>4</sub> )	%	0.0005 以下
けい酸塩 (SiO <sub>2</sub> として)	%	0.001 以下
硫酸塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.001
カリウム (K)	%	0.002 以下
銅 (Cu)	ppm	0.5 以下
マグネシウム (Mg)	%	0.0007
カルシウム (Ca)	%	0.005
亜鉛 (Zn)	ppm	0.5 以下
鉛 (Pb)	ppm	0.5 以下
鉄 (Fe)	ppm	1 以下
備考		



# 試験成績書

平成 9 年 3 月 27 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-1  
電話 (03) 3279-1751

品名	水酸化ナトリウム
規格	特 級
ロット番号	903S6088
数量	500g×

責任者	担当官

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績
純 度	%	98.0
水 溶 状		澄 明
塩 化 物 (Cl)	%	0.001 以下
りん酸塩 (PO <sub>4</sub> )	%	0.0002 以下
けい酸塩 (SiO <sub>2</sub> として)	%	0.002 以下
硫 酸 塩 (SO <sub>4</sub> )	%	0.0005 以下
窒素化合物 (Nとして)	%	0.0005 以下
カリウム (K)	%	0.03
マグネシウム (Mg)	ppm	1 以下
カルシウム (Ca)	%	0.0005 以下
亜 鉛 (Zn)	%	0.0002 以下
アルミニウム (Al)	%	0.0005 以下
鉛 (Pb)	ppm	1 以下
鉄 (Fe)	ppm	1
ニッケル (Ni)	%	0.0002 以下
炭酸ナトリウム (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	%	0.57
備考		

No. 971100

# 試験成績書

1997年7月10日

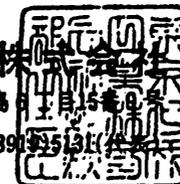
殿



東京化成工業株式会社

郵便番号114 東京都北区豊島 1丁目15番0号

電話(39)95131(代表)



品名	リンケン トリーノルマル-フチル							
コード番号	P0266	等級	TCI-GR	ロット番号	GE01	数量	25G X 2	
試験項目				試験結果				
* ヒシユウ D(20/20).....				0.9786				
* クッセツリツ N(20/D).....				1.4238				
* カンリョウ (カスクロ ホウ).....				99.8%				
* サン カ.....				0.02				

No. 971101

試験成績書

1997年7月10日

殿



東京化成工業株式会社

郵便番号114 東京都北区豊島6丁目15番9号

電話(39)5511 代表



品名	リンガン シーノルマル-フチル									
コード番号	P0260	等級	TCI-EP	ロット番号	GE01	数量	25G X 1			

試験項目	試験結果
* カイカン.....	ムシヨク トウメイ イキタイ
* ヒシユウ D(20/20).....	1.0605
* クッセツリツ N(20/D).....	1.4272
* カンリョウ (チュウワ チキタイ).....	99.4%

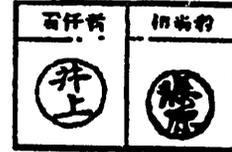
# 試験成績書

平成 9年 7月 7日

殿



〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279-1751



品名	水酸化バリウム八水和物
規格	特 級
ロット番号	903S1876
数量	500g x

試験の結果は下記の通りであります

項 目	単 位	成 績	
純 度	%	100.0	
希塩酸溶状		澄 明	
塩化物 (Cl)	%	0.0002	
硫酸物 (S)	ppm	2	
ナトリウム (Na)	%	0.002	以下
カリウム (K)	%	0.0005	以下
カルシウム (Ca)	%	0.002	以下
ストロンチウム (Sr)	%	0.10	
鉛 (Pb)	ppm	0.5	以下
鉄 (Fe)	ppm	0.4	
炭酸バリウム (BaCO <sub>3</sub> )	%	0.31	
備考			



# 試験成績書

平成 9 年 6 月 25 日

殿



関東化学株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本町3-2-8  
電話 (03) 3279-1751

品名	硫酸ニッケル(Ⅱ)六水和物
規格	特 級
ロット番号	905S1877
数量	500g×

責任者	担当者
井上	森林

試験の結果は下記の通りであります

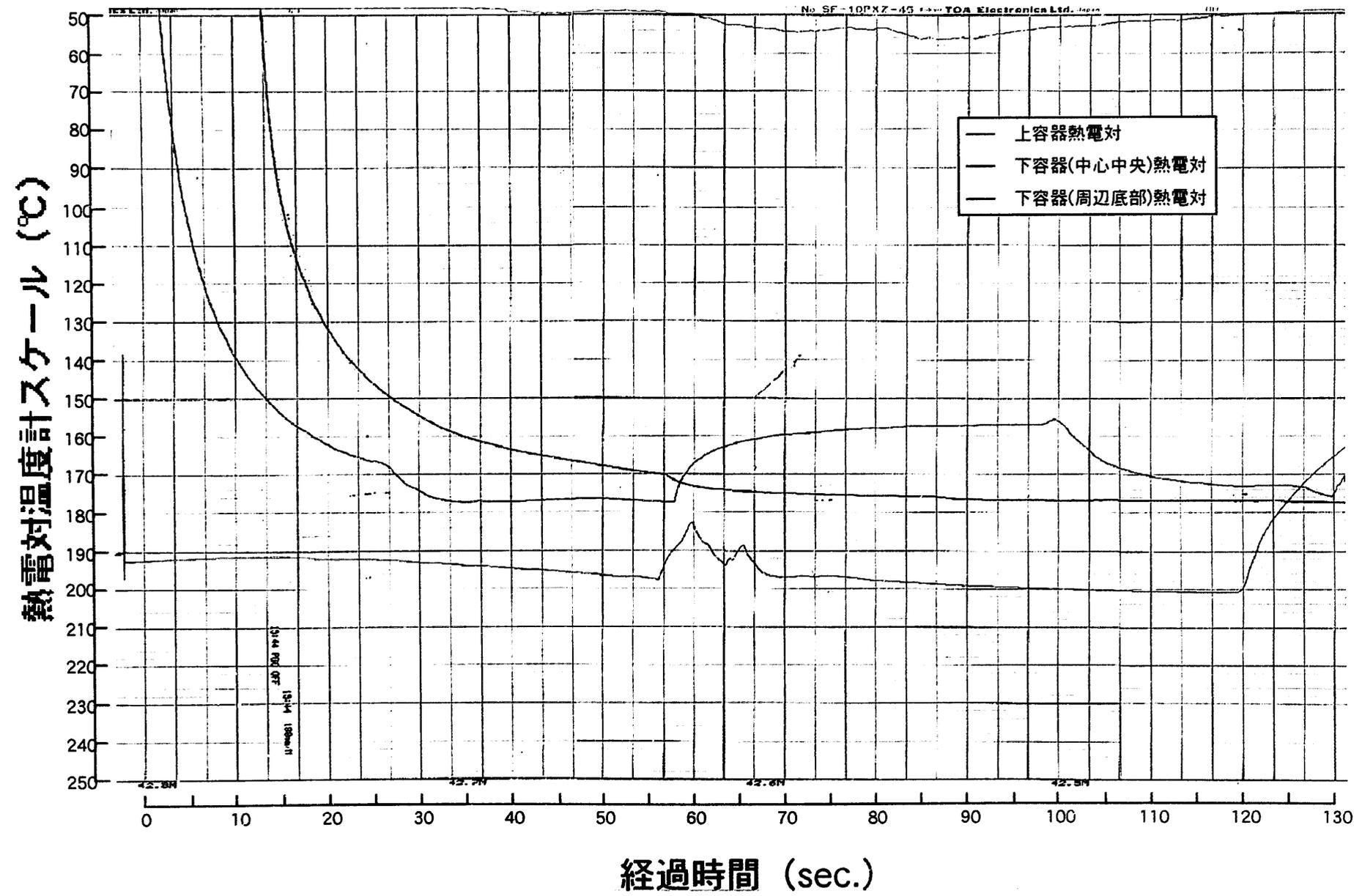
項 目	単 位	成 績
純 度 (NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O)	%	99.7
水 溶 状		澄 明
塩 化 物 (Cl)	%	0.0002
窒素化合物 (Nとして)	%	0.0005 以下
ナトリウム (Na)	%	0.002 以下
カリウム (K)	%	0.002 以下
銅 (Cu)	%	0.0002 以下
マグネシウム (Mg)	%	0.002 以下
カルシウム (Ca)	%	0.002 以下
亜 鉛 (Zn)	%	0.0005 以下
鉛 (Pb)	%	0.0003 以下
マンガン (Mn)	%	0.0002 以下
鉄 (Fe)	%	0.0002 以下
コバルト (Co)	%	0.01 以下
備考		



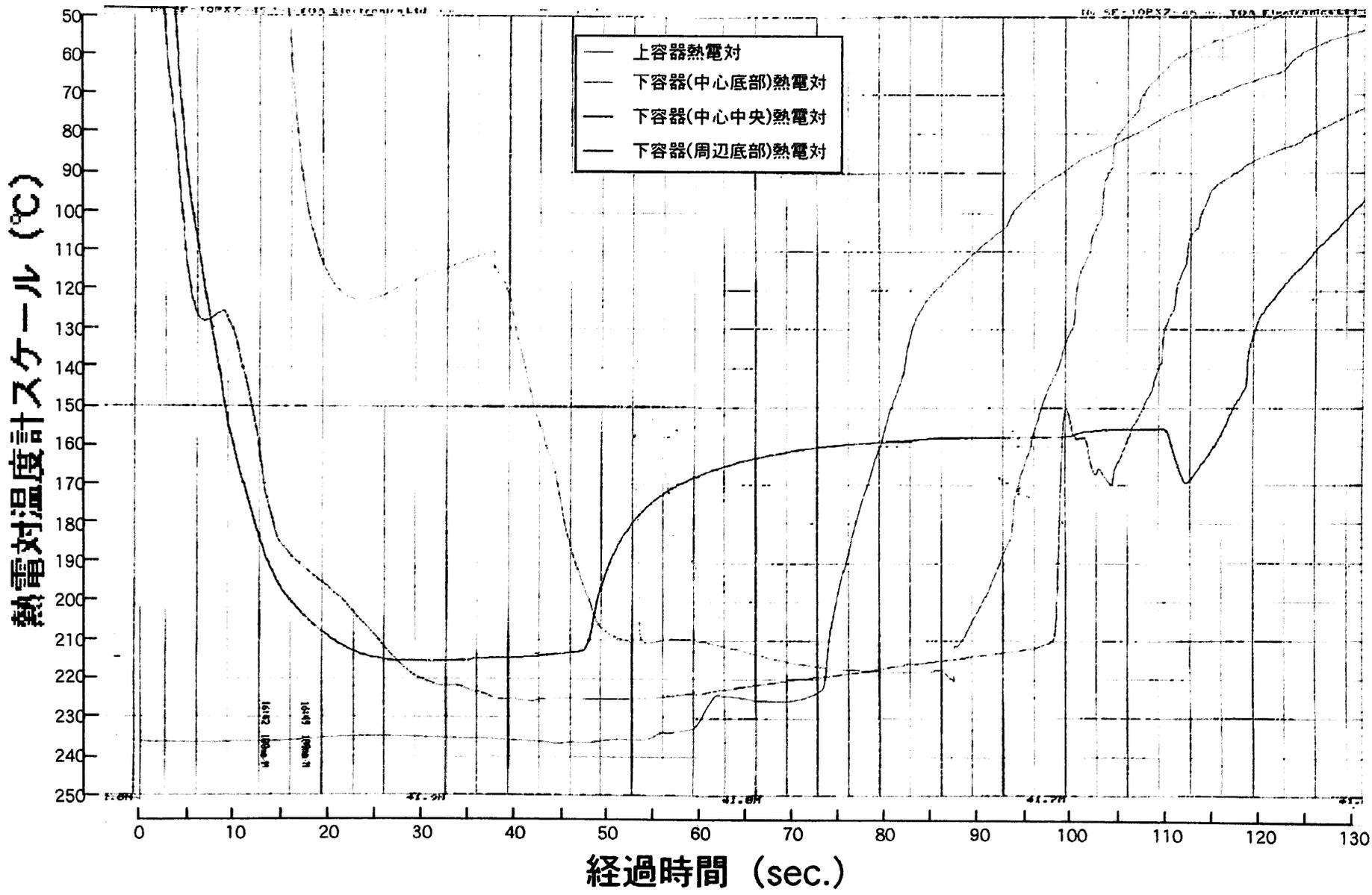




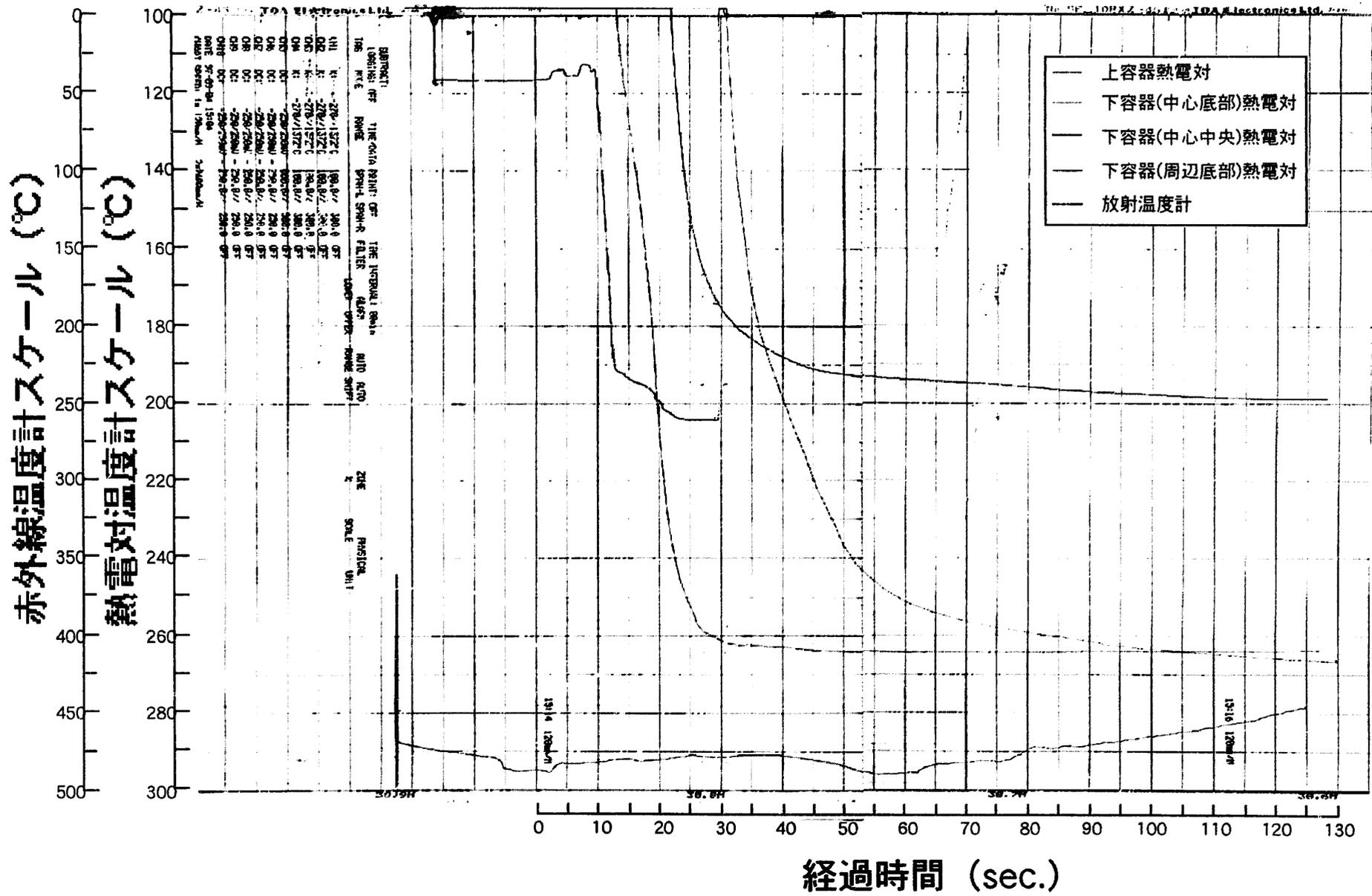
別添資料3. 流下試験温度データチャート



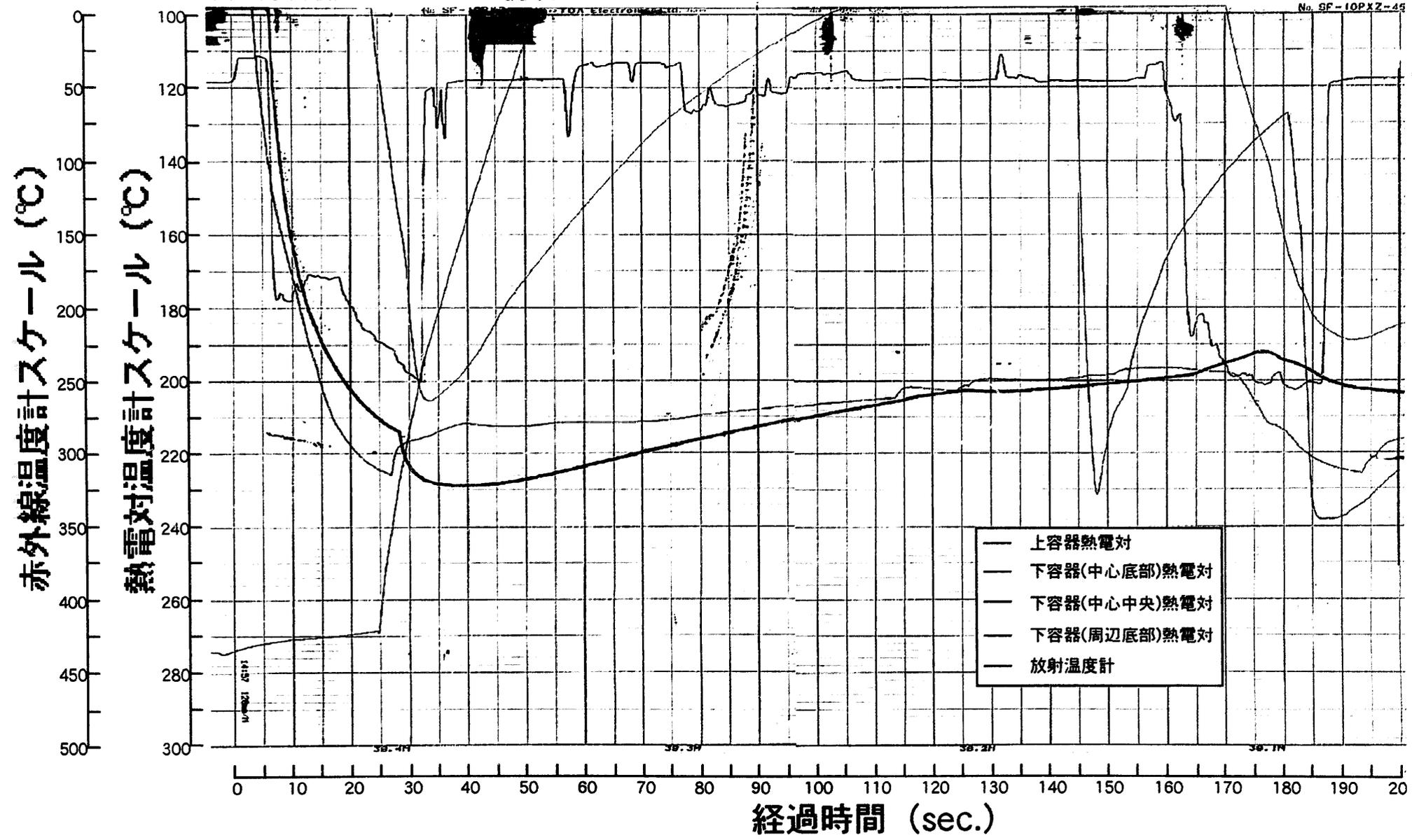
別添図3.1 試験No.1 180°C-1m(純Asp)流下試験  
(97.9.2PM1)



別添図3.2 試験No.2 220°C-1m(純Asp)流下試験  
(97.9.2PM2)

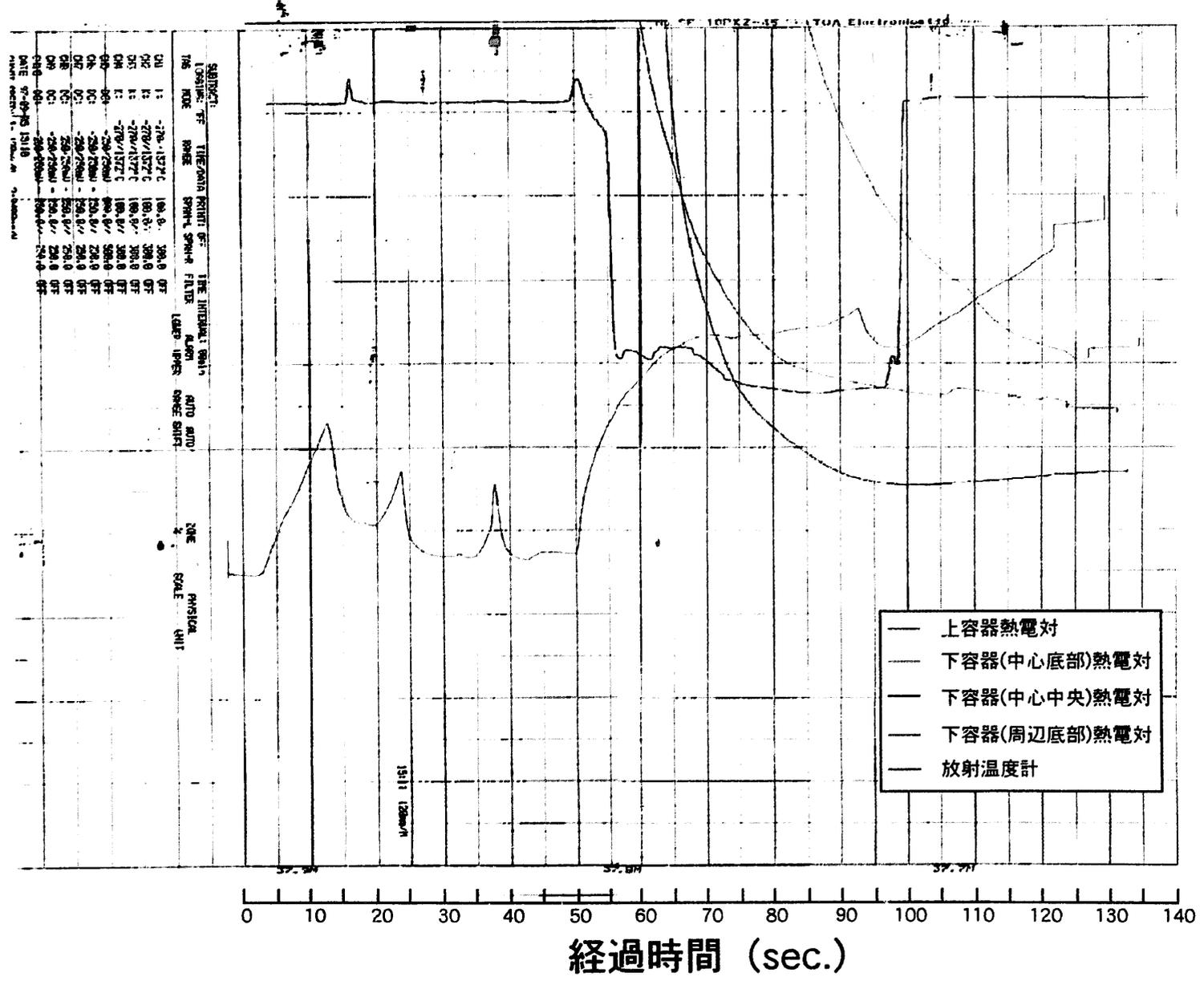


別添図3.3 試験No.6 275°C-1m流下試験 (97.94PM2)

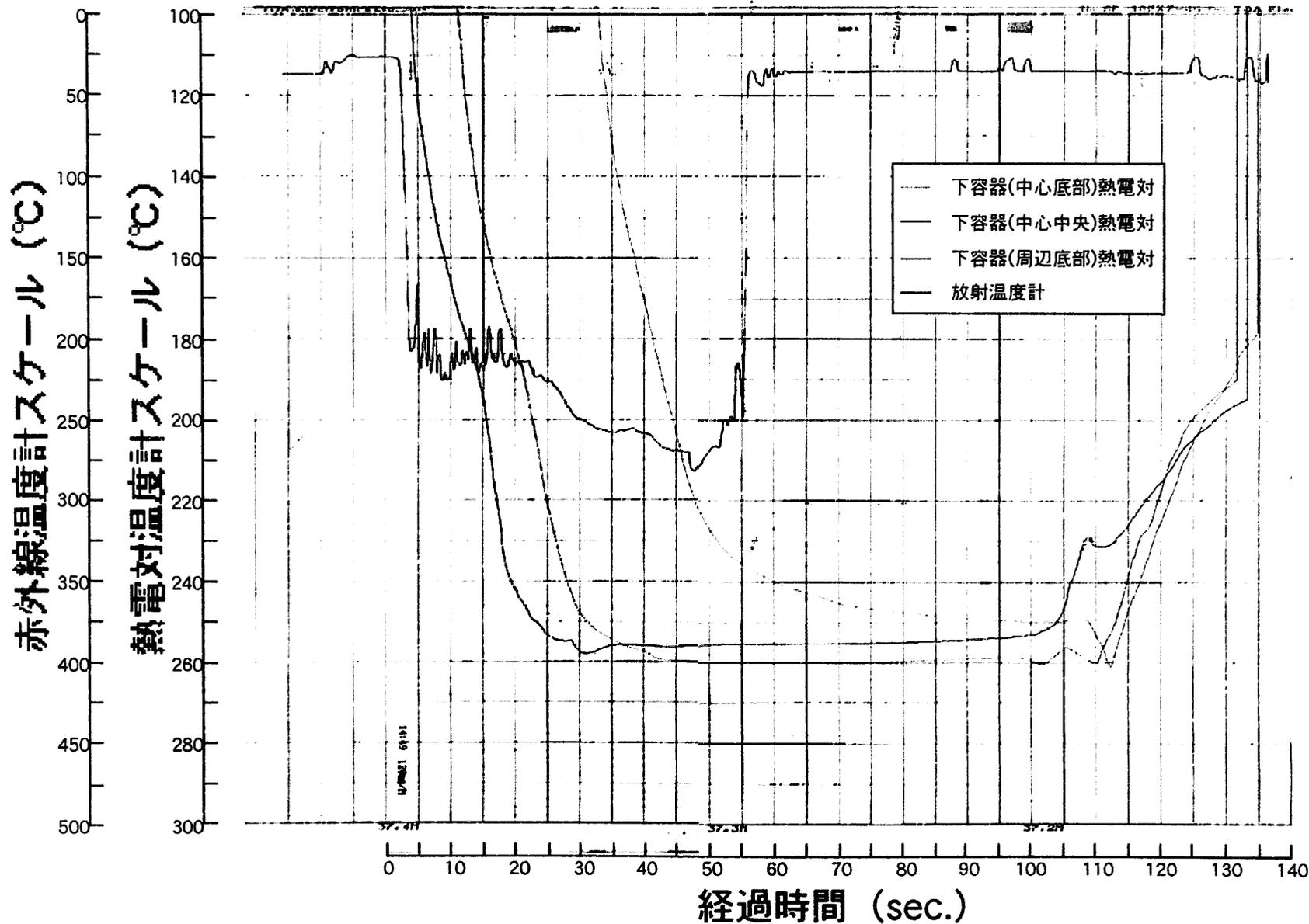


別添図3.4 試験No.7 275°C-1m流下試験  
(97.9.5PM1)

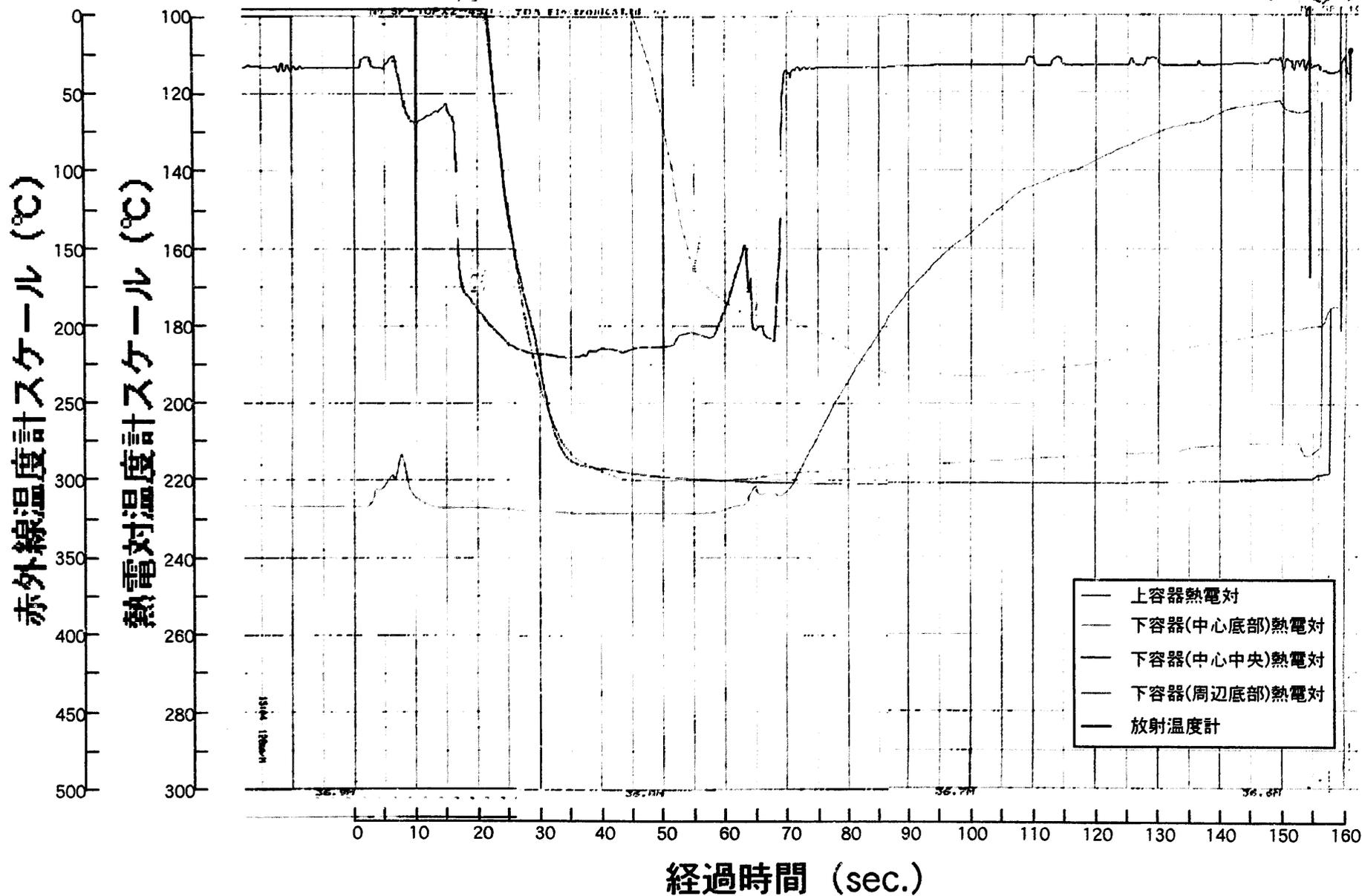
赤外線温度計スケール (°C)  
 熱電対温度計スケール (°C)



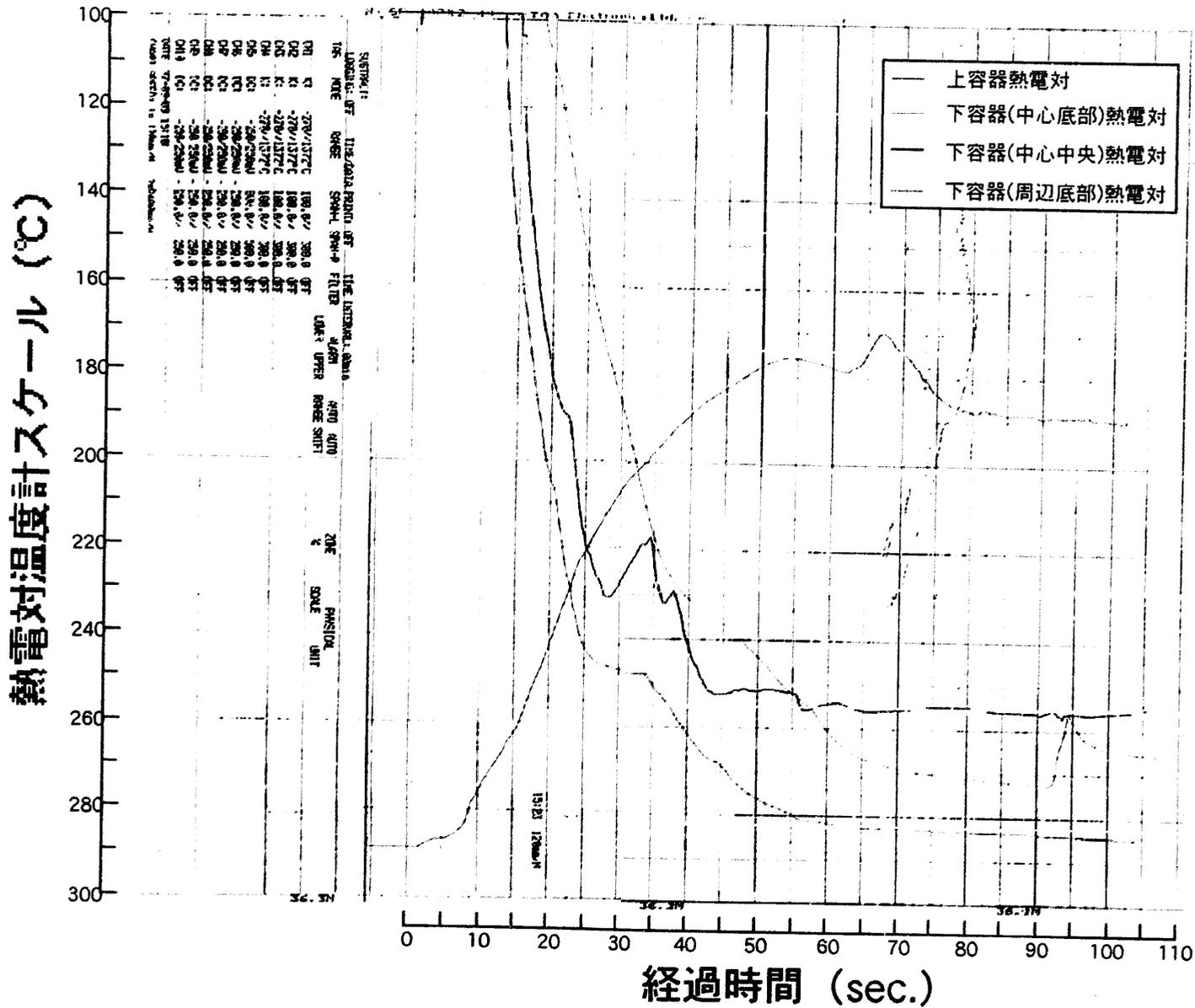
別添図3.5 試験No.8 230°C-1m流下試験 (97.9.5PM2)



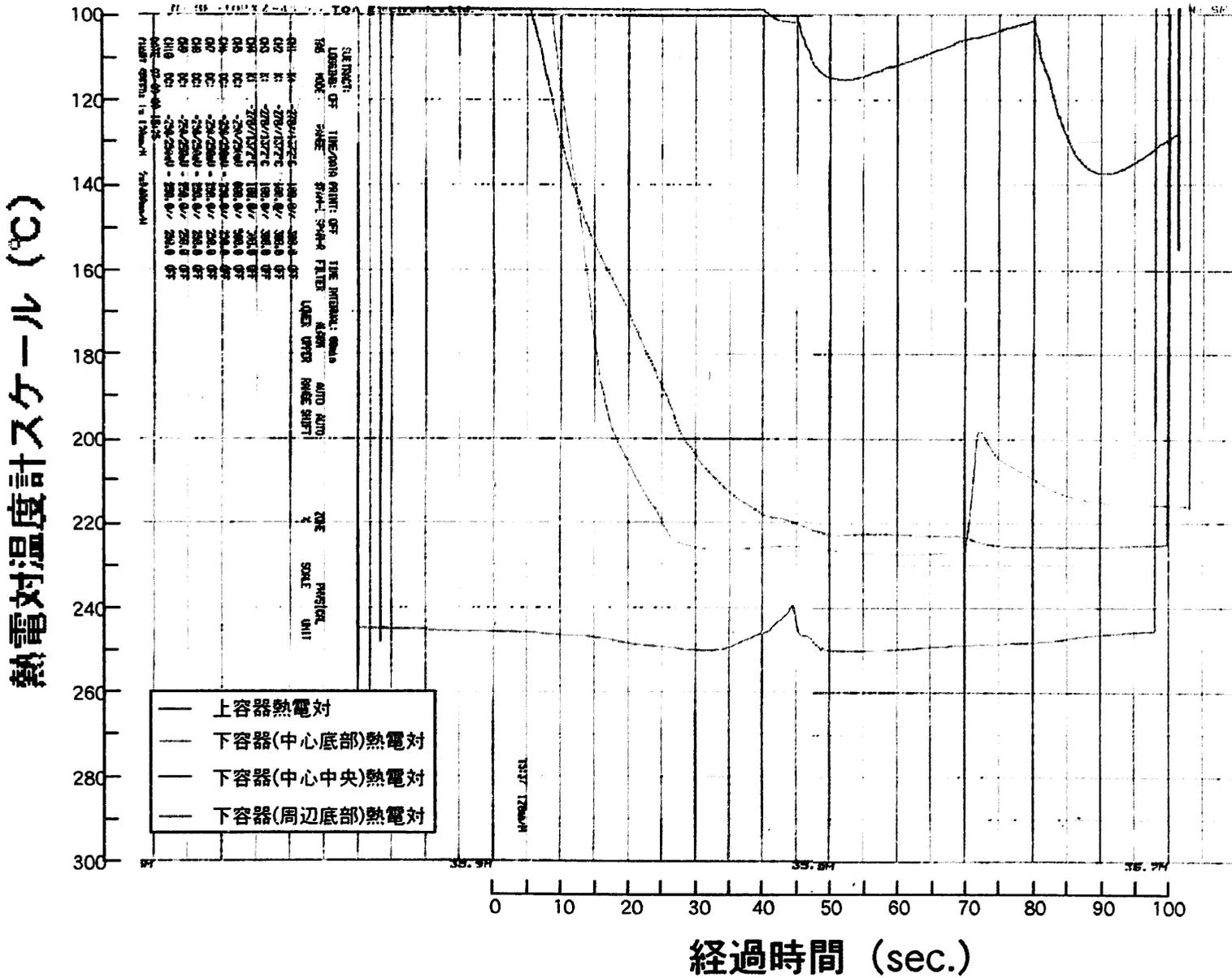
別添図3.6 試験No.9 270°C-1m流下試験  
(97.9.8PM1)



別添図3.7 試験No.10 230°C-1m流下試験  
(97.9.8PM2)

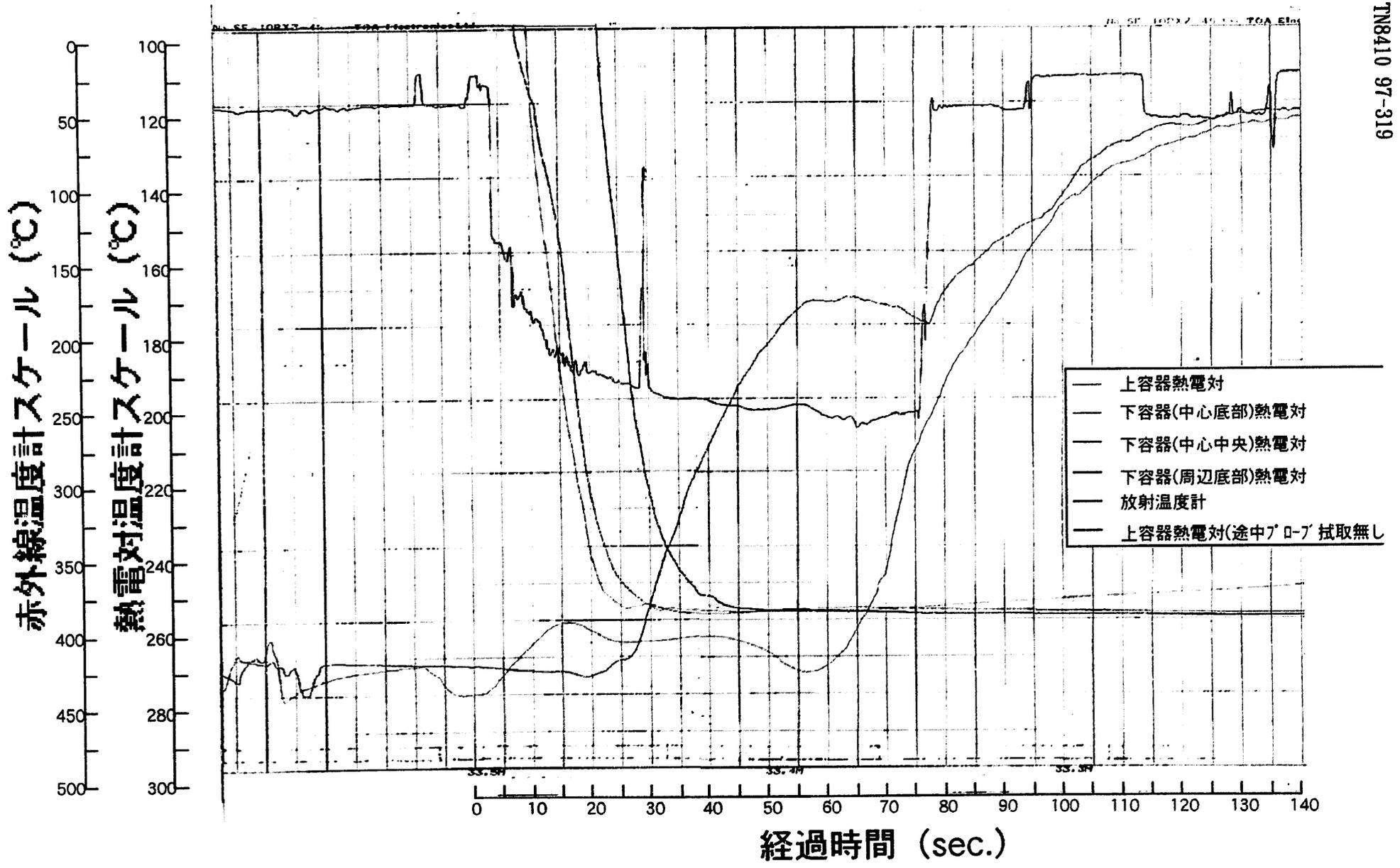


別添図3.8 試験No.11 290°C-1m流下試験 ('97.9.9PM1)

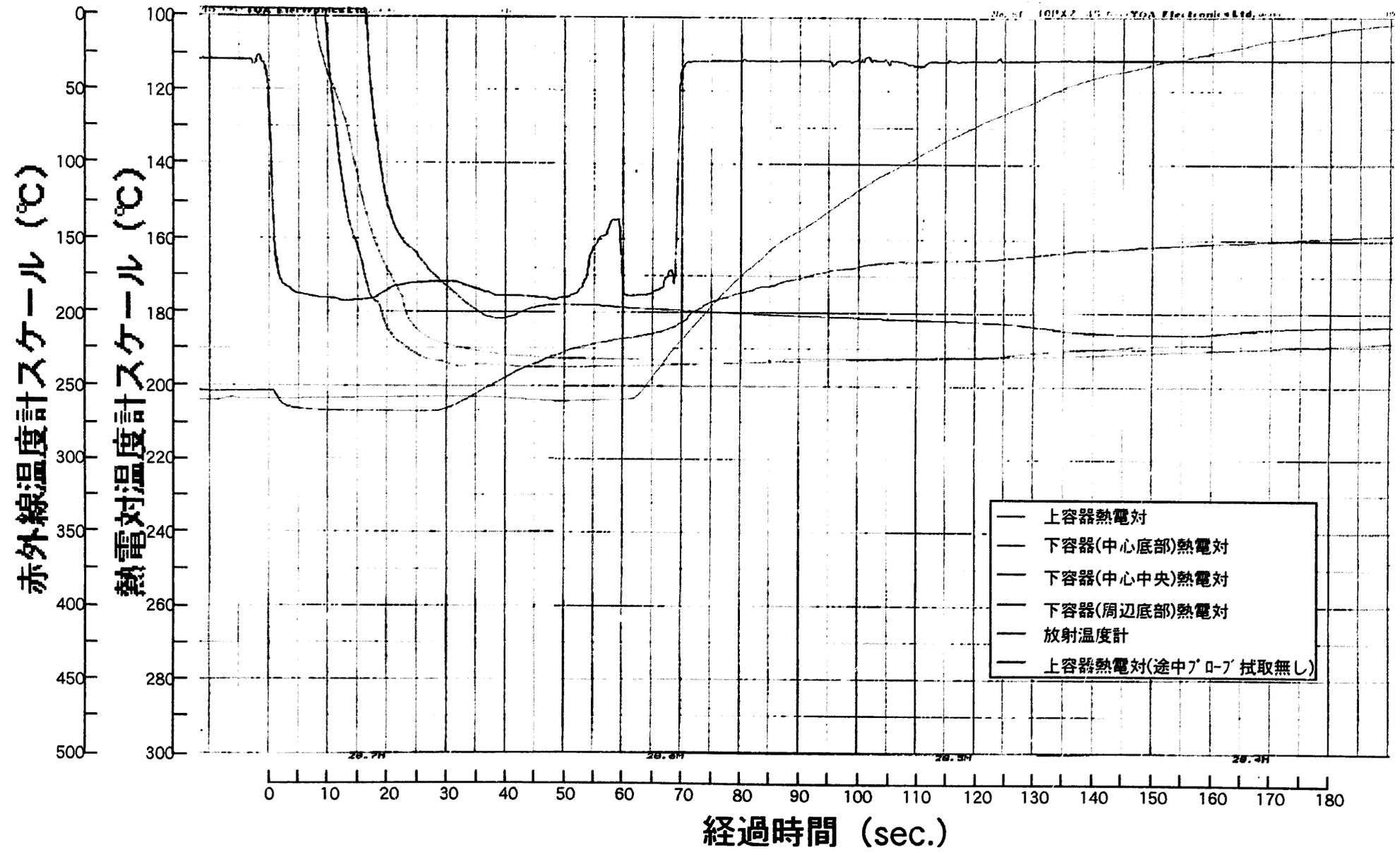


別添図3.9 試験No.12 250°C-1m流下試験  
(97.9PM2)

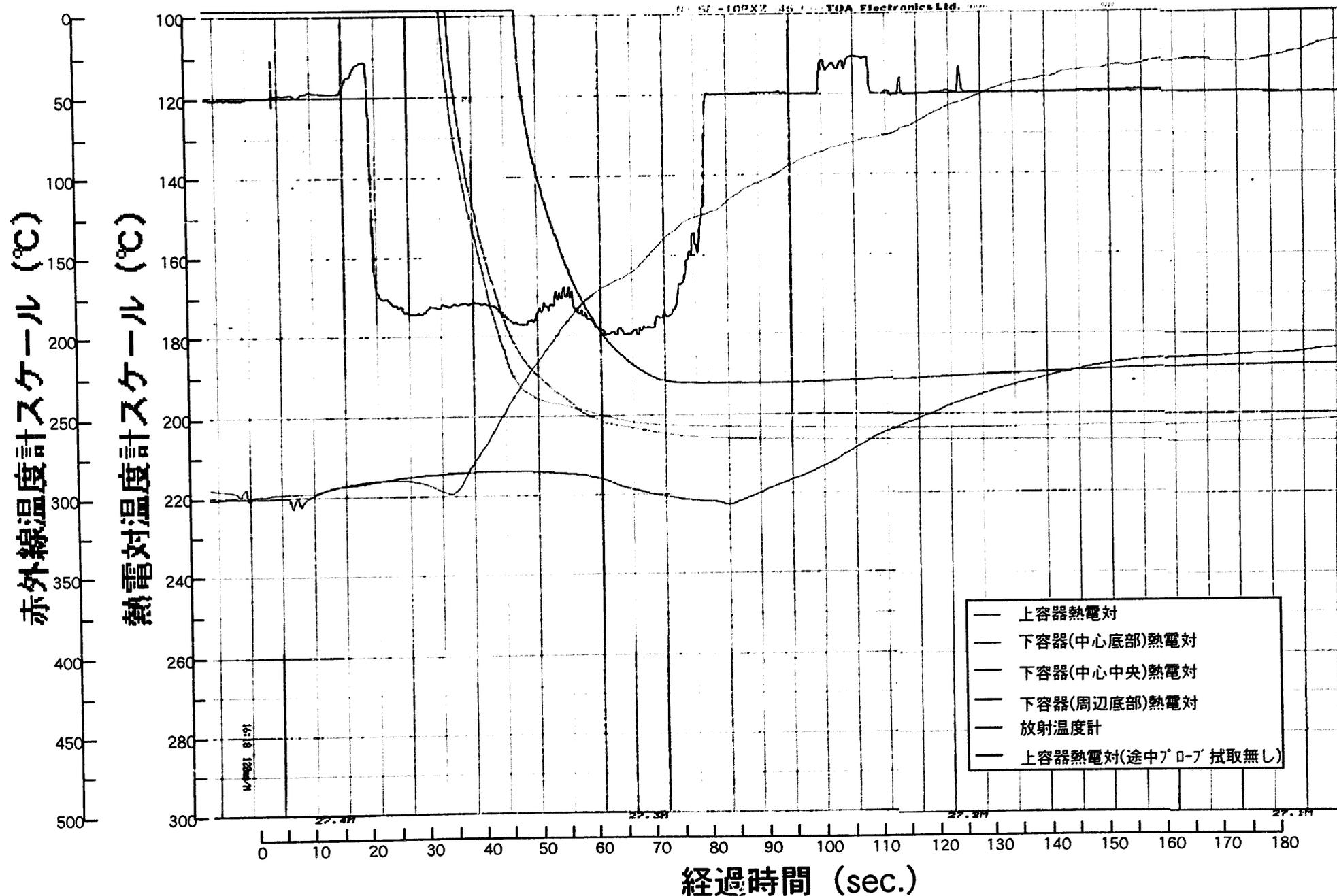




別添図3.11 試験No.14 270°C-1m流下試験  
(97.9.11PM1)



別添図3.12 試験No.18 210°C-1m流下試験  
(97.9.17PM1)



別添図3.13 試験No.19消泡流下試験結果  
(97.9.17PM2)

別添資料4. 運転員流下試験状況観察アンケート  
(日立製模擬アスファルト流下試験時)

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日（月）

所属： LCS	名前： 作業員1
---------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態	模擬アスファルト温度 (℃)	備考
当時の充てん状態と比べて	270 (℃)	290 (℃)
流れているときの状態	当時の状態と違... 290℃と比較の場合	
「けむり」の出方		出ていたが...
受け皿に落ちている状態		
「堅さ」と「柔らかさ」	290℃と比較すると 270℃が近い	
その他気の付いた点		

流動性試験へのコメント（改善点、追加項目など）

---



---



---



---



---

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日（月）

所属： L C S	名前： 作業員2
-----------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態	模擬アスファルト温度（℃）		備考
当時の充てん状態と比べて	270 (℃)	230 (℃)	
流れているときの状態	近い		
「けむり」の出方			
受け皿に落ちている状態	飛び散っている		
「堅さ」と「柔らかさ」			
その他気の付いた点			

流動性試験へのコメント（改善点、追加項目など）

---



---



---



---



---

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日（月）

所属： 処理1課

名前： 作業員3

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態		模擬アスファルト温度（℃）		備考
	当時の充てん状態と比べて	270（℃）	230（℃）	
流れているときの状態		流れ始りの状態が 以ている様だった	以ていかなかた。	
「けむり」の出方		出方は28B・29Bに 近いものが有った。	見えないう様だった	
受け皿に落ちている状態		見えないう様だった	見えないう様だった	
「堅さ」と「柔らかさ」		固めの状態に以ていた。	堅めの様だった	
その他気の付いた点				

流動性試験へのコメント（改善点、追加項目など）

・ 塩とアスファルトの分離が有りすぎで、攪拌機等を使用し方が  
良いと思う。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日 (月)

所属： <u>  LCS  </u>	名前： <u>  作業員4  </u>
--------------------	---------------------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態	当時の充てん状態と比べて	模擬アスファルト温度 (℃)		備考
		270 (℃)	230 (℃)	
流れているときの状態		当時に近い	若干固めの感じかしら	
「けむり」の出方		見えなかつた	→ 〃	
受け皿に落ちている状態		—	当時に近い	
「堅さ」と「柔らかさ」		—	〃	
その他気の付いた点		もう少し、水っぽかつた感じがする	→ 〃	

流動性試験へのコメント (改善点、追加項目など)

---



---



---



---



---

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日（月）

所属： <u>LC S</u>	名前： <u>作業員5</u>
-----------------	-----------------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態		模擬アスファルト温度 (°C)		備考
	当時の充てん状態と比べて	270 (°C)	230 (°C)	
流れているときの状態	↑		連続+5 普通の状態	
「けむり」の出方			普通の状態	
受け皿に落ちている状態				
「堅さ」と「柔らかさ」	3月10日 値を=9-	270°C 近い	普通	
その他気の付いた点	↓			

流動性試験へのコメント（改善点、追加項目など）

---



---



---



---



---

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。



## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日 (月)

所属： LCS

名前： 作業員7

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態		模擬アスファルト温度 (℃)		備考
	当時の充てん状態と比べて	230 (℃)	270 (℃)	
流れているときの状態	底への急激な見下ろしと比較して	通常の運転状態と同様に感じている	通常時、平政直利と見下ろし状態ではないと判断している	
「けむり」の出方	"	<del>同様に</del> 同上	↓	
受け皿に落ちている状態	"	同上	<del>同様に</del> ↓	
「堅さ」と「柔らかさ」	"	<del>同様に</del> 通常の運転状態と同様に堅さを感じている	柔らかさについては、この見下ろし状態では感じない	
その他気の付いた点				

流動性試験へのコメント (改善点、追加項目など)

230、270と各にサンプルを取り、受け皿(バケツ)には200g程度の流下状態を良く確認出来るように、通常は、ドラムに流下した後はアスファルトの急激な急下ろしによる「けむり」「やからかい」「ハネる」などの判断を行う  
今回のテストを機として、平政直利の状態として比較するのは難しい。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月8日（月）

所属： <u>LCS</u>	名前： <u>作業員8</u>
----------------	-----------------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、この流動性試験を当時の運転状態と比較する。

流動性試験の状態		模擬アスファルト温度 (℃)		備考
	当時の充てん状態と比べて	(℃)	(℃)	
流れているときの状態				
「けむり」の出入				
受け皿に落ちている状態				
「堅さ」と「柔らかさ」				
その他気の付いた点				

流動性試験へのコメント (改善点、追加項目など)

当時の流下状況は観察していないのでコメントできない。

230℃の流下状態は通常MA運転での「やわらかめ」とよく似ているように感じた。

試験へのコメントとしては、流下する量をもう少し増し、下の容器にたまってゆく状態を観察できるようにした方がよいと感じた。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

別添資料5. 運転員流下試験状況観察アンケート  
(エクストルーダ製模擬アスファルト流下試験時)

# 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日(水)

所属： LCS	名前： 作業員1
---------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

流下している状態は、やはり流り  
 固体化も加熱している時の乗組の状態が軽さで、ドラムに乾燥後の状態に近い  
 表面をへらごこした感じ、煙の出ている様子はいずれかと感じる。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

流下している状態は、9/8の方が流りが、何回か、ドラムに乾燥後の状態に近い状態に似ていた。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

その他試験の改善点などコメント下さい。

乾燥している様子、流下している様子

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日 (水)

所属： LCS

名前： 作業員2

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

パフロ送排後の残渣抜き出しと同等の堅さであり流動は  
速断状態であり 当時と比べて差が大きい。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

流動は 230℃と比較しても 堅く流れて悪い。けむりは今日  
の方が多く出ていた。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

その他試験の改善点などコメント下さい。

# 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日 (水)

所属： 処理一課 LCS	名前： 作業員3
--------------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

- 堅すぎる。(運転時とかなり柔らかい。)
- けむりの状態は少ない。
- 表面の状態は運転中のちがりがかなりめづらかな状態だった。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

9/8の270℃-流し始めの状態が少いのが、今回の分は少ない。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。  
 その他試験の改善点などコメント下さい。

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日(水)

所属： LCS

名前： 作業員4

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

固化体の流動が非常に固かった。当時運転のバッチ終了後又は水、ノーフロ洗浄時に行う残査抜き出しに非常に長く以て状態に思った。当時の運転時の流動とは天智違いが有る様に思った。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

前回行行った流動試験に於いては私が思った固化体の流動に付いては 230℃で行った試験が最も近かったと感じた。今日行行った試験とは天智かけは別れていく。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。  
その他試験の改善点などコメント下さい。

# 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日 (水)

所属： LC3	名前： 作業員6
---------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

ビーカー内に落ちた固化体が当時発生した固化体と同じみだった。

固化体の流れはE40洗浄時と同じ。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

私が思えば、9/8の試験が流動状態として当時の状態にしていた。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。  
その他試験の改善点などコメント下さい。

本日の試験で、燃焼室の温度を下げた状態で流動試験を行いました。

# 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日(水)

所属：LCS	名前：作業員8
--------	---------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

運転当時の流動状態は見えていないのでコメントできない。  
(粘度が高すぎて比較できないのでは?)

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

- 発泡の状態などは実固化体に近い感じもするが(廃液差による違いが大きいので一概には言えないが)
- 下の容器に流下させた後 表面の状態をへう等で確認することができたのは「テスト」としては良かったと思う。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。  
 その他試験の改善点などコメント下さい。

~~新しく模擬固化体を製作し、同様の実験~~

## 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日 (水)

所属： LCS	名前： 作業員9
---------	----------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のバッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。

流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

29.30Bの固化体の状況は、非常に柔らかく感じている。(高温だったと思われる) 加熱時のけむりの出方は、充てんドラムから発生している。カスの抜け方と似た様なものを感じた。

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

270℃加熱の流下テスト。感じが当時に一番近い感じを受けた。もう少しトロトロとした感じ。つまり270℃以上の温度であればと思う。

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。

その他試験の改善点などコメント下さい。

同様のテストをもう少し高温テストもやりたい。

# 高温アスファルトの流動性確認試験へのコメント

平成9年9月10日 (水)

所属： <u>処理一課 Asp Gr</u>	名前： <u>作業員10</u>
------------------------	------------------

目的：アスファルト固化処理施設で火災発生した充てんドラムへの混合アスファルト流下の状態は、運転員により観察されている。観察によるとエクストルーダからの流下時の状態は、火災発生していないドラムに比べ、流動状態異なるとの証言が得られている。流動状態と混合アスファルト温度の関係を把握するために、高温アスファルトの流動性確認試験を、当時の運転員のコメントを得つつ実施する。

流動性確認試験へのコメントは、運転当時の流動状態を思いだし、9月8日のパッチ貯槽で製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と、今日実施したエクストルーダで製造した模擬アスファルト固化体の流動試験と比較し明記する。  
 流れている状態、けむりの出方、堅さ柔らかさ、加熱温度、その他気の付いた点を中心に以下に明記下さい。

当時の運転時の流動と比べて、今日の流動試験は、

・E40洗浄後の残留物を先レ時の流出状態である

---



---



---



---



---

9/8の流動試験と比べて、今日の流動試験は、

9/8・270℃での流出は、1A1097の廃液パイプと同様と認められる  
・230℃ " MA1077 " "

---



---



---



---



---

これは、事故原因究明に重要なデータとなります。必ず明記して下さい。  
 その他試験の改善点などコメント下さい。

---

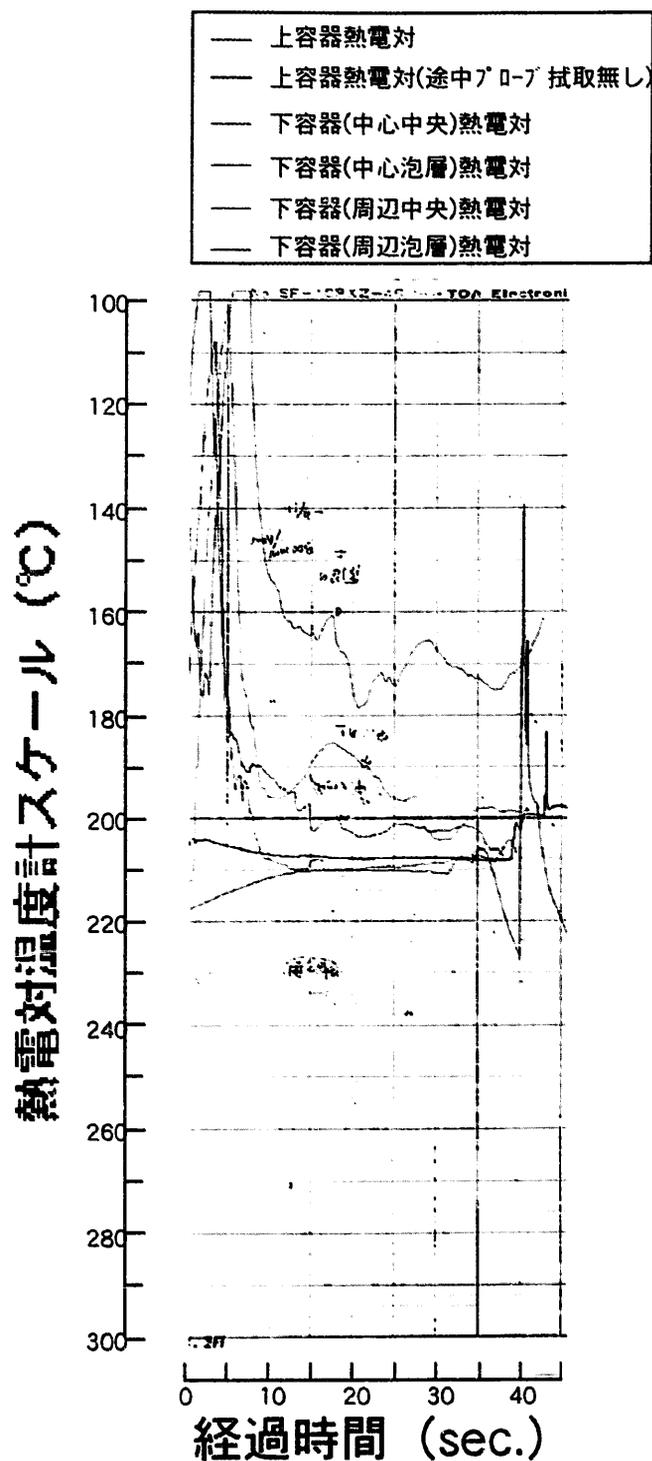


---

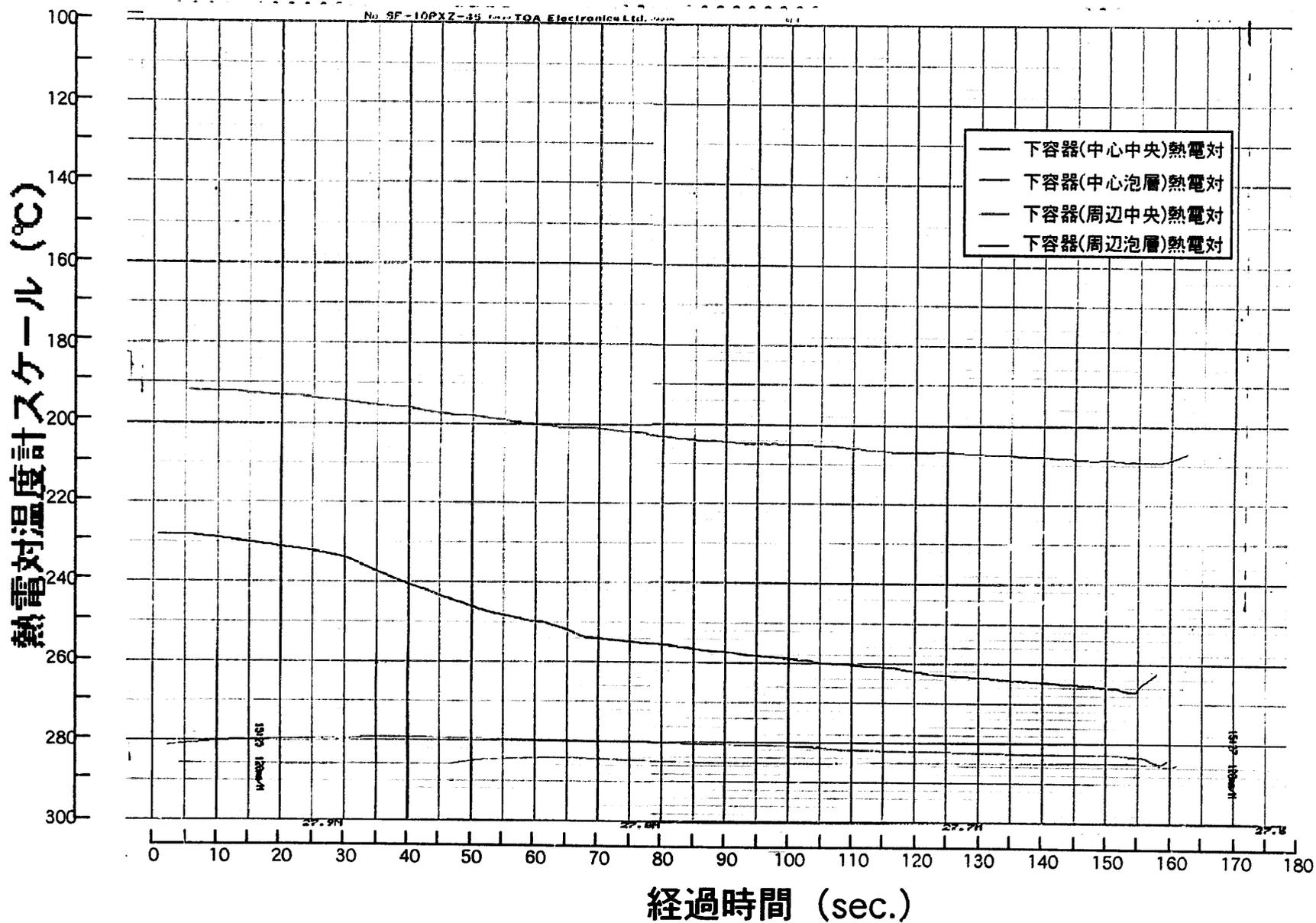


---

別添資料6. 加熱中の模擬アスファルトの温度分布データチャート

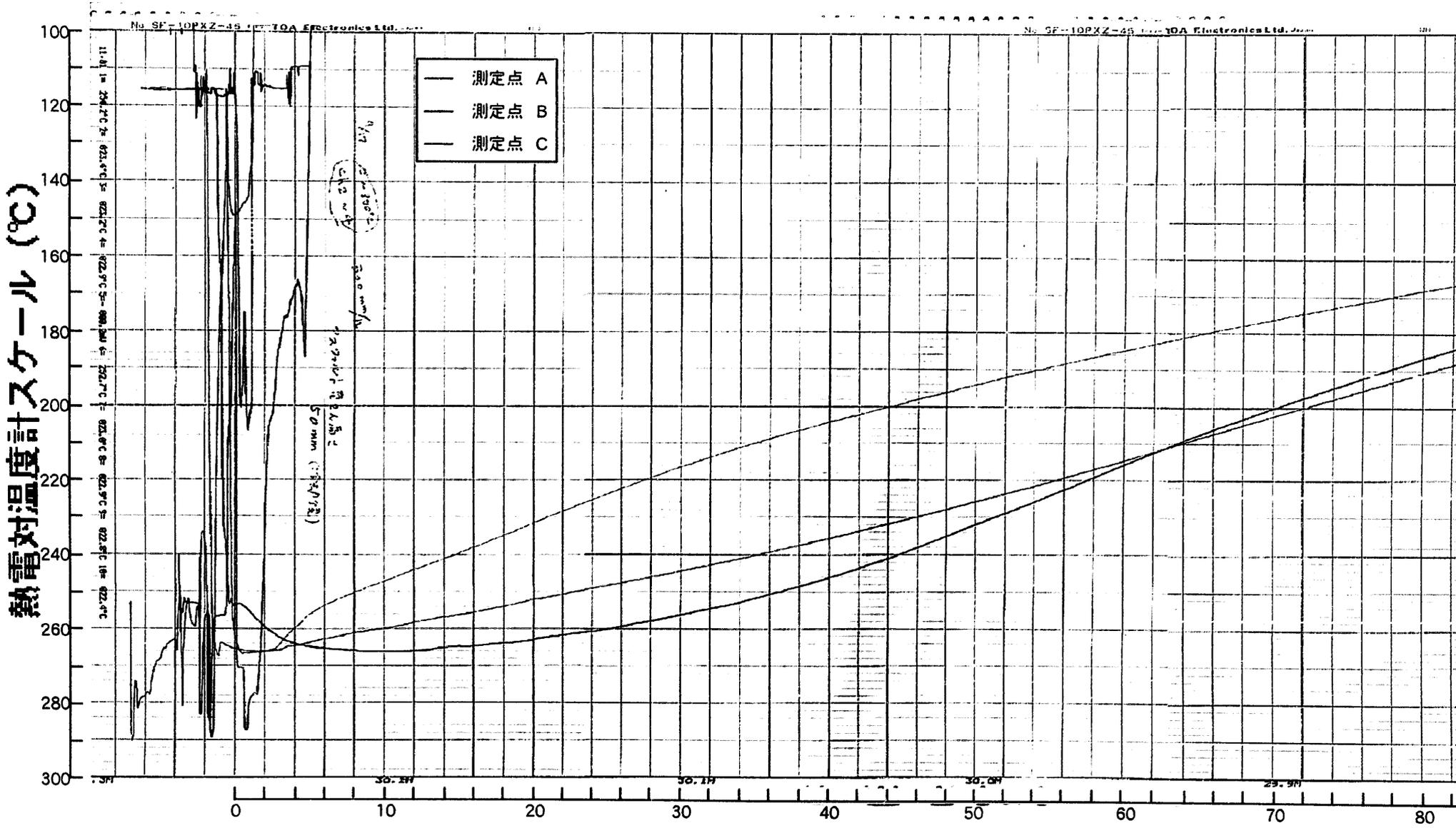


別添図6.1 試験No.14発泡層生成時  
(97.9.11PM1)  
の温度分布測定結果

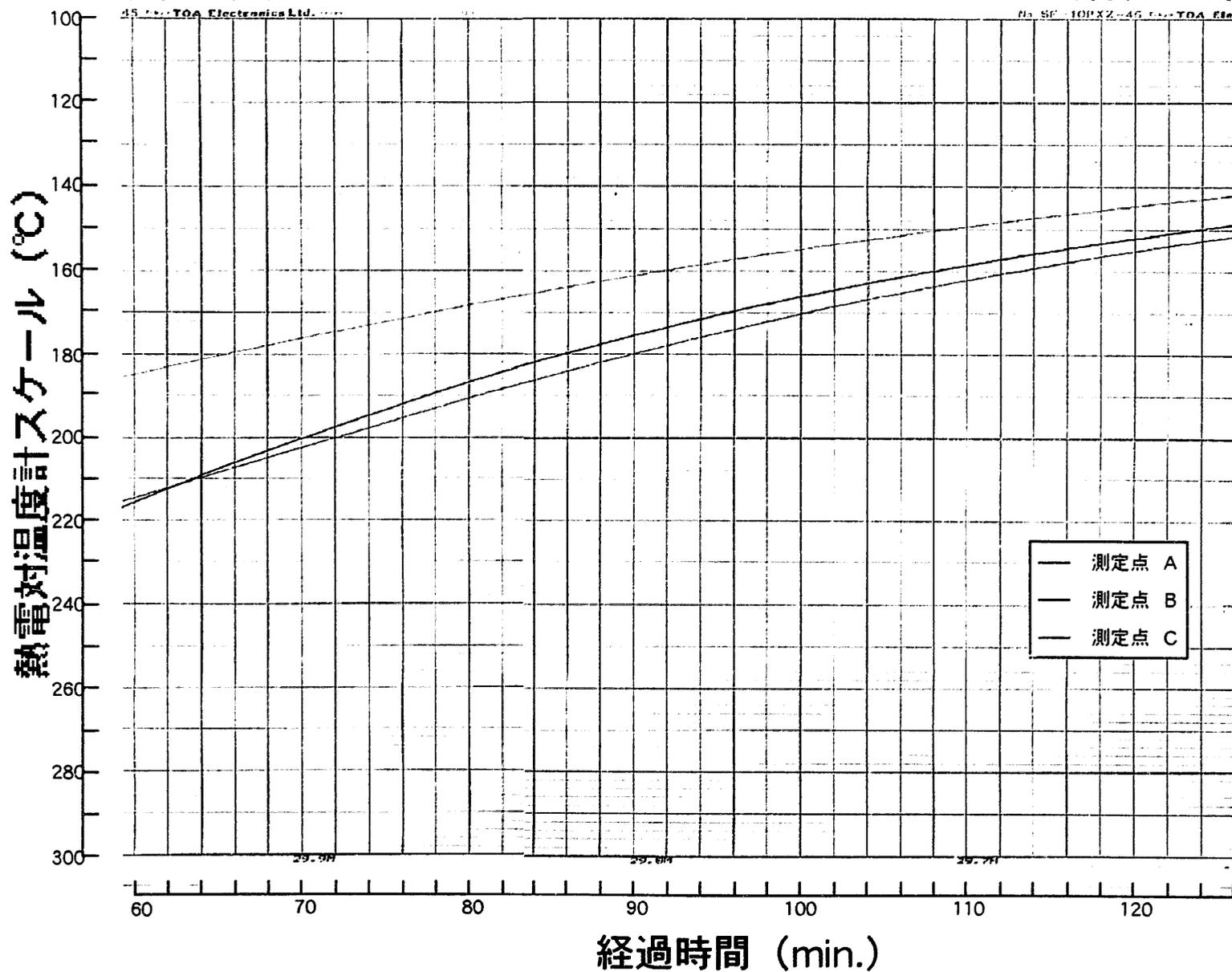


別添図6.2 試験No.19発泡層生成時の温度分布測定結果  
(97.9.17PM2)

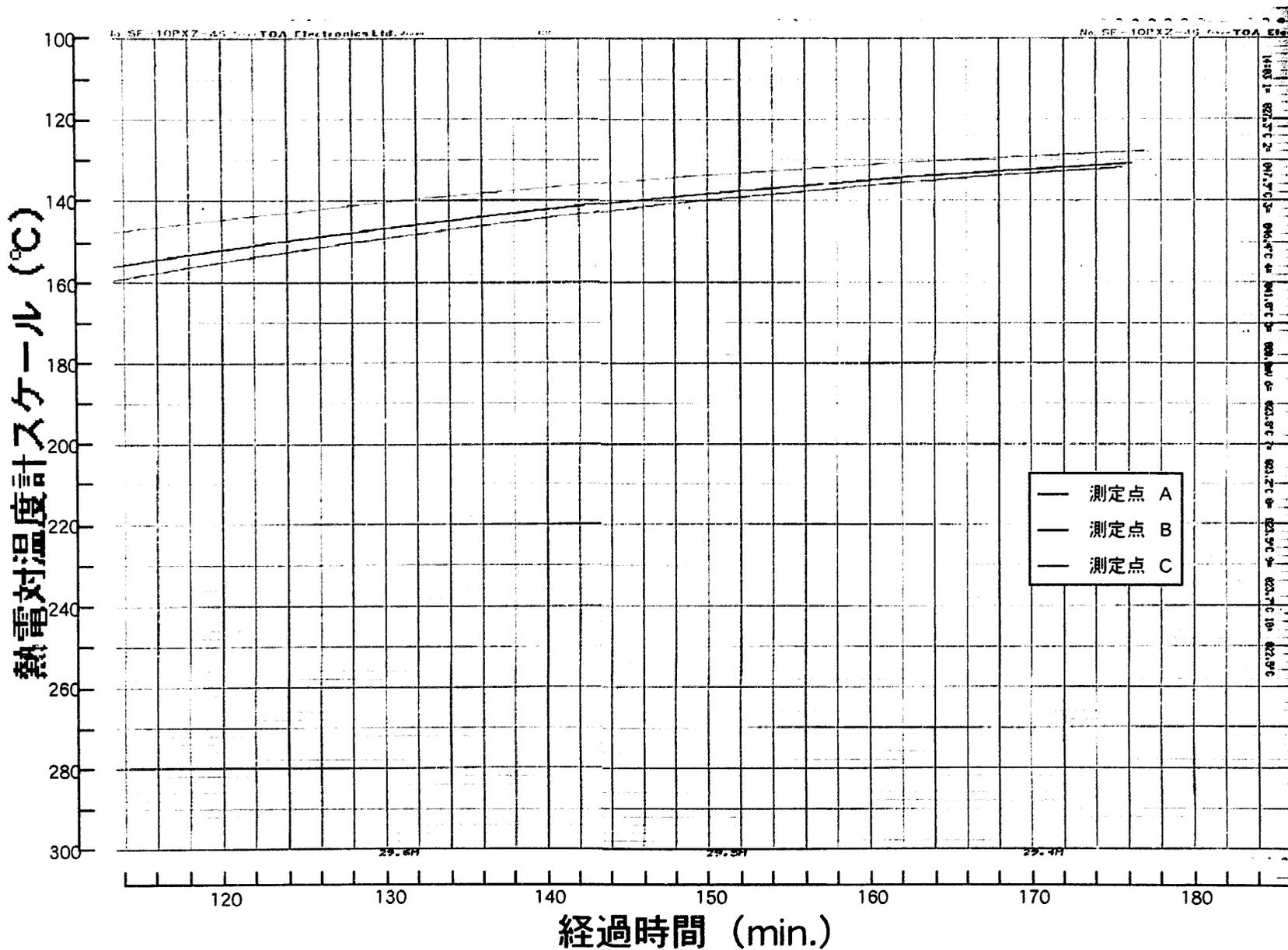
別添資料7. 20ステンレスピーカによる放熱特性データチャート



別添図7.1-1 試験No.17 放熱特性-1  
(97.9.17AM1)



別添図7.1-2 試験No.17 放熱特性-2  
(97.9.17AM1)



別添図7.1-3 試験No.17 放熱特性-3  
(97.9.17AM1)