

平成 1 7 年度
危険物の海面・大気拡散防止策
及び
予測モデル開発のための調査研究報告書
(その 2)

平成 1 8 年 3 月

社団法人 日本海難防止協会
独立行政法人 海上災害防止センター

ま え が き

この報告書は、当協会が日本財団の助成金及び日本海事財団の補助金を受け、平成17年度に実施した「危険物の海面・大気拡散防止策及び予測モデル開発のための調査研究」のうち、「HNS 海面・大気拡散防止策に関する研究」の結果について取りまとめたものである。

2000年3月、OPRC条約HNS議定書が採択され、従来、油の海上流出事故への準備及び対応を内容としていた同条約は、有害・危険物（HNS）の流出事故も対象とすることとなった。同議定書は平成18年度中にも発効することが見込まれることから、我が国においても同議定書を批准することが期待されている。

ところで、HNS輸送中の海上流出事故時の対応策に関しては、輸送されているHNSの種類及び特性が多種多様であることなどから、世界的にも確立した手法が存在しないのが現状である。また、緊急時の対応策を支援するための関係情報の整備も十分になされていない。

特に揮発性の高いHNSに関しては、海上輸送事故時の対応を安全、かつ、有効に実施するための海面・大気拡散防止策の研究が十分になされていない。加えて、海面・大気拡散の状況をできる限り正確に予測するためのパソコン起動の簡易なモデルが必要不可欠であるにもかかわらず、我国には存在しないのが現状である。

本調査はこのような状況に鑑み、当該防止策に関し前年度までの調査結果を踏まえ、さらなる発展を目的として実施したものである。

本調査が、HNS海上流出事故時の準備及び対応能力の向上に資することを切に期待する。

なお、本調査は本分野に係る専門的な知見を有する海上災害防止センター殿に委託し、全面的な協力を得て実施したものである。

平成18年3月
社団法人 日本海難防止協会

目 次

I	調査研究の概要	
1	調査研究の目的	1
2	調査研究の内容	2
II	有害液体物質の防除資機材（吸収性ポリマー、粉末ゲル化剤及びゲル泡）の性能試験	
1	試験の目的	3
2	使用資機材	3
3	試験内容	5
3. 1	有害液体物質を固形化するために必要な吸収性ポリマーの量について	5
3. 2	ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び吸収性ポリマー）	15
3. 3	ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び粉末ゲル化剤）	16
3. 4	沈降性物質の確認試験	17
3. 5	オイルフェンス生地の変質試験	17
4	試験結果	22
5	考察	29
5. 1	ガス抑制試験、固形化試験	29
5. 2	沈降性物質の確認試験	31
5. 3	オイルフェンス生地の変質試験	31
6	試験状況写真	33
7	吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤のガス抑制効果の差について	153
8	吸収性ポリマーの膨潤状態	157
9	蒸気圧による物質の分類（20mmHg）	159
10	その他の追加簡易実験	165
10. 1	海水無のクレオソート固形化簡易実験	165
10. 2	海底沈降性物質（ニトロベンゼン）の粉末ゲル化剤等による 回収簡易実験	167
III	粉末ゲル化剤等の散布方法に関する調査研究（消防用放水銃による散布）	
1	目的	175
2	調査研究の内容	175
3	粉末ゲル化剤等散布装置の製作	175
3. 1	装置の概要	175
3. 2	散布装置の性能目標	175

3. 3	散布装置の構造	176
3. 4	装置への吸引方法の検討	176
3. 5	散布装置の仕様	183
4	粉末ゲル化剤等散布実験	189
4. 1	屋内実験	189
4. 1. 1	第1回屋内実験 (ゲル泡及びゲル化剤)	189
4. 1. 2	第2回屋内実験 (ゲル泡及びポリマー)	205
4. 2	屋外実験	212
5	まとめ	229
6	第1回屋内散布実験 (実験記録、写真)	231
7	第2回屋内散布実験 (実験記録、写真)	275
8	屋外散布実験 (実験記録、写真)	357

IV ゲル化後の回収方法・処分方法等に関する調査研究

1	目的	439
2	高粘度油回収ネットによる回収方法	439
2. 1	特徴	439
2. 2	回収方法	441
2. 3	SEA SWEEPER の組み立て方	446
2. 4	SEA SWEEPER の回収能力	451
3	油回収装置 (スキマー) による回収方法	455
3. 1	FOILEX TDS200 油回収装置の概要	455
3. 2	FOILEX TDS200 油回収装置の特徴	455
3. 3	システムの概要	455
3. 3. 1	浮揚システム	457
3. 3. 2	ポンプ	457
3. 3. 3	パワーバック	459
3. 3. 4	ホース類一式	461
3. 4	シーリングディスクの薬品耐性	463
3. 5	ラバーベローズの薬品耐性	466
3. 6	流出油回収システムによる回収	469
3. 6. 1	SSS (シングルシップシステム)	469
3. 6. 2	Jフォーメーション	471
4	作業用台船及び重機 (バックホウ) による回収	473
5	総合廃棄物処理について	477
5. 1	総合廃棄物処理・リサイクル事業の概要	477

5. 2	総合廃棄物処理・リサイクル設備の概要について	479
5. 2. 1	総合廃棄物処理・リサイクル設備の特長	479
5. 2. 2	ドラム破砕混合供給設備	479
5. 2. 3	廃液処理システム	480
5. 2. 4	回転ストーカ式焼却炉および内部溶融炉	481
5. 2. 5	発電施設	483

V HNS 海上流出事故対応データベースの修正

1	修正事項	485
2	ポリマー、ゲル化剤による固化の定義	489
3	蒸気圧について（蒸気圧による物質の分類基準 20mmHg）	490
4	溶解度について	491
5	水溶性物質に対するゲル泡の放射の意義について	491
6	海上流出時の対応の基本的考え方	492
7	米国におけるケミカル対応規定の概要（参考）	494

資料 吸収性ポリマー、粉末ゲル化剤及びゲル泡によるガス抑制試験結果のとりまとめ

I 調査研究の概要

1 調査研究の目的

2000年3月、HNS汚染事故への準備及び対応等に係る国際的な枠組み等を規定した「2000年の有害危険物質による汚染事故への準備、対応及び国際協力に関する議定書（OPRC条約HNS議定書）」が採択された。同議定書は平成18年度中にも発効することが見込まれるが、先進海洋国であり経済及び国民生活を諸外国との間における多種・大量のHNSの海上輸送に依存している我が国は、国家的な体制を整え、速やかに同議定書を批准することが期待されている。

このような背景のもと、(独)海上災害防止センター調査研究室では、バラ積み有害液体物質が海上に流出した際の防除手法を確立するため、平成13年度から「危険物の海上輸送時の事故対応策に関する調査研究」を実施し、平成15年度に「HNS海上流出事故対応データベース」を構築した。

また、同時に有害液体物質の固化・ガス抑制に関する調査研究や、粉末ゲル化剤等の散布方法等に関する調査研究を実施してきた。

有害液体物質の固化・ガス抑制に関する調査研究については、粉末ゲル化剤等の現有の油防除資機材を使用して、流出したHNSから発生する蒸気を一時的に抑制し、固形化して回収する手法を確立するため、嵩比重の異なる粉末ゲル化剤2種及び吸収性ポリマーをHNSに散布し、固化・ガス抑制状況を調査したほか、ケミカルタンカー等の火災を消火する際に用いる高分子ゲル生成型泡消火薬剤をHNSに散布し、発生するガスの抑制状況を調査した。

本年度は、過去4年間にわたって実施してきた実験の集大成として、全ての対象物質に対して粉末ゲル化剤等と高分子ゲル形成泡型消火剤の散布を組み合わせた総合的な実験を実施し、本実験結果をもとに物質毎の性状を再確認するとともに海上漏洩時の措置を再検討し、データベースの内容を修正する。

また、粉末ゲル化剤等の散布方法等に関する調査研究については、平成16年度に圧縮空気を用いた散布装置を試作し、散布手法の検討を行ったが、粉末ゲル化剤が絶縁物であるため流動時に静電気が発生して可燃性のガスに引火する恐れがあること、圧縮空気のみでは確実に粉末ゲル化剤を散布することが難しいといった問題が生じた。

本年度は消防船等の陸上災害支援用放水口からの給水に粉末ゲル化剤または吸収性ポリマーとゲル泡原液を混合して散布する、可搬式で船上搭載が可能な散布装置を試作し、放水性能の確認を行うとともに、HNSの海上流出事故への対応を想定し、任意のHNSに対して散布を行い、散布装置の実用化に向けた検討を行う。

さらにゲル化剤等によりゲル化したHNSは、海上で回収され陸揚げ処分されることから、HNSの物性等を配慮した安全かつ合理的な回収方法、適切な処分方法等について調査研究を行う。

以上の調査研究の実施により、国内の HNS 輸送中の海上流出事故時における準備及び対応能力の向上に資することを目的とする。

2 調査研究の内容

平成 17 年度に実施した調査研究の項目は、以下のとおりである。

- (1) 有害液体物質の防除資機材の性能試験（粉末ゲル化剤、吸収性ポリマーの蒸気抑制及び固形化に関する総合実験）
- (2) 粉末ゲル化剤等の散布方法に関する調査研究（消防用放水銃を改良した散布装置の試作）
- (3) ゲル化後の回収方法・処分方法等に関する調査研究（回収装置及び回収ネット）
- (4) HNS 海上流出事故対応データベースの修正（性状、船上漏洩時及び海上流出時の対応の部分の修正）

II 有害液体物質の防除資機材（吸収性ポリマー、粉末ゲル化剤及びゲル泡）の性能試験

1 試験の目的

海上に流出した有害液体物質からは、物質によっては、引火・爆発の危険性や毒性のあるガスが発生する。このようなガスが発生した場合には、応急的にガスの発生を抑制し、引火・爆発、人体への危険を未然に防止する必要がある。また、可能な場合には流出した有害液体物質を回収する必要がある。

そこで、現有の防除資機材である泡消火剤及び吸収性ポリマー、粉末ゲル化剤を組み合わせることで、ガスの発生を抑制するとともに海上に流出した有害液体物質を固化する効果について試験を行った。

2 使用資機材

- ・泡消火剤（メガフォーム F-610AT）
- ・吸収性ポリマー剤（IMBIBER BEADS）
- ・粉末ゲル化剤（αgel-1000）

供試化学剤の性状

供試化学剤	引火点 (°C)	嵩比重	備 考
吸収性ポリマー剤 IMBIBER BEADS® IMB230300-F96	235	0.672	アルキルスチレン化合物 (カオリン粘土1%)
粉末ゲル化剤	240	0.26	スチレン・ブタジエン系



粉末ゲル化剤（αGel 1000、9 k g、35 L）

吸収性ポリマー（IMB230300-F96、20 k g、30 L）

ゲル泡原液（AGF 3%型、20L）

3 試験内容

3. 1 有害液体物質を固形化するために必要な吸収性ポリマーの量について

平成 13 年度から 15 年度の調査研究において、粉末ゲル化剤及び吸収性ポリマーによる有害液体物質の固形化及びガス抑制試験を行ったが、海水有の条件下では、有害液体物質の蒸気濃度を急激に抑制するためには有害液体物質の量に対して重量比 40% の吸収性ポリマーの添加が必要とされていた。今年度はこれをさらに進め、有害液体物質を固形化させるために必要な吸収性ポリマーは、有害液体物質の量に対し体積比で最低限どの程度の量が必要かということについて調査することとし、簡易実験を行った。

なお、供試有害液体物質としては、海水の有無に関わらず吸収性ポリマーにより固形化されるキシレン、ベンゼン、トルエンを使用した。

(1) 簡易実験方法

有害液体物質をガラス製シャーレに 20cc 入れ、その上から吸収性ポリマーを 1cc ずつ攪拌せずに添加し、添加直後の固形化状況を確認するとともに、添加してから固形化するまでの時間計測を行う。

(2) 実験結果

実験結果を写真Ⅱ-1 からⅡ-4 に示す。

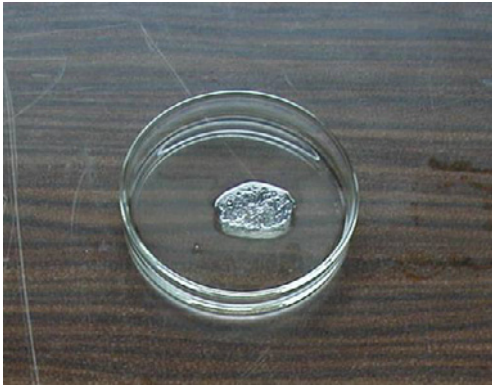
キシレン、ベンゼンに対しては、体積比 20% (4cc) の吸収性ポリマーを添加した時点でほぼ吸収されたが、さらに 1cc を追加して体積比 25% とすると、完全に吸収され、固形化された。トルエンに対しては、体積比 20% (4cc) を添加した直後に完全に吸収性ポリマーに吸収され、固形化された。

また、体積比 10% (2cc) の添加でも、キシレン、ベンゼンともに時間が経てば固形化されることが確認された。

この 2 つの実験結果から、吸収性ポリマーは、海水無の状態であれば、ある程度の時間が経過すればキシレン、ベンゼン、トルエンに対して体積比 10% の添加でも固形化させることは可能である。さらに、体積比 25% を添加すれば、十分に固形化させることが可能である。

(3) 結論

今年度の有害液体物質の防除資機材の性能試験において、各有害液体物質を固形化するために必要な吸収性ポリマーの添加量は、本簡易実験によって確認された吸収性ポリマーのキシレン、ベンゼン、トルエンの吸収状況や固形化までの時間、また、この簡易実験が海水無の条件下で実施されたことを考慮し、有害液体物質の体積比 20% が妥当であると思料される。



キシレン 20cc 吸収性ポリマー1cc (5%)



キシレン 20cc 吸収性ポリマー4cc (20%)



キシレン 20cc 吸収性ポリマー2cc (10%)



キシレン 20cc 吸収性ポリマー5cc (25%)

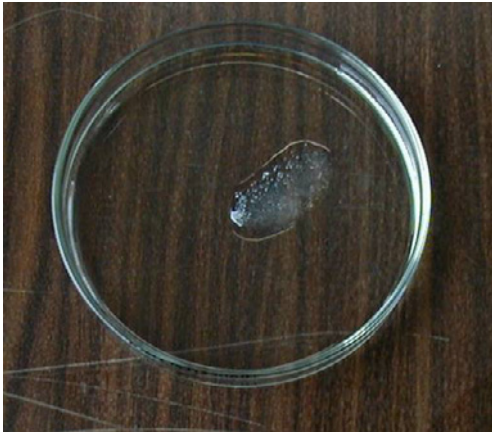


キシレン 20cc 吸収性ポリマー3cc (15%)



キシレン 20cc 吸収性ポリマー5cc (25%)
固形化状況

写真Ⅱ-1 吸収性ポリマーによるキシレン固形化状況



ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー1cc (5%)



ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー4cc (20%)



ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー2cc (10%)



ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー5cc (25%)



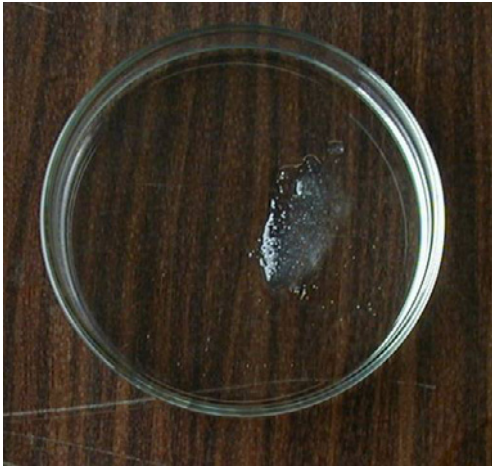
ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー3cc (15%)



ベンゼン 20cc 吸収性ポリマー5cc (25%)

固形化状況

写真Ⅱ-2 吸収性ポリマーによるベンゼン固形化状況



トルエン 20cc 吸収性ポリマー1cc (5%)



トルエン 20cc 吸収性ポリマー4cc (20%)



トルエン 20cc 吸収性ポリマー2cc (10%)



トルエン 20cc 吸収性ポリマー4cc (20%)
固形化状況



トルエン 20cc 吸収性ポリマー3cc (15%)

写真Ⅱ-3 吸収性ポリマーによるトルエン固形化状況



①

②

③

- | | |
|----------------|-----------------|
| ① : 吸収性ポリマー1cc | 固形化せず (5%) |
| ② : 吸収性ポリマー2cc | 固形化 3分40秒 (10%) |
| ③ : 吸収性ポリマー3cc | 固形化 2分30秒 (15%) |

キシレンの固形化までの計測結果



④

⑤

⑥

- | | |
|----------------|-----------------|
| ④ : 吸収性ポリマー1cc | 固形化せず (5%) |
| ⑤ : 吸収性ポリマー2cc | 固形化 3分50秒 (10%) |
| ⑥ : 吸収性ポリマー3cc | 固形化 1分50秒 (15%) |

ベンゼンの固形化までの計測結果

写真Ⅱ-4 キシレン、ベンゼンの固形化までの計測結果

3. 2 ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び吸収性ポリマー）

供試有害液体物質は別掲 1 の物質とする。

(1) 有害液体物質のガス採取及びガス濃度の測定（ブランクテスト）

1000ml ビーカーに人工海水（アクアマリン S：八洲薬品（株）製）200ml を入れ、供試有害液体物質 20ml を加える。図 II - 1 に示すようにガス採取装置を設置する。ガス採取管を液体表面から 9 cm の高さに固定し、ゴム球で採取管中の空気を抜き、三方コックを採気袋側に回す。真空箱に接続した真空ポンプを流量 500ml / 分で 3 分間作動させ真空箱を減圧して、採気袋（容量 5L）にガスを採取する。

採取したガスを可燃性ガス測定器（光明理化学工業（株）FM-1E）で測定し、ガス濃度（LEL%）を求める。

次にガス採取管を液体表面から 1cm の高さに固定し、同様の方法でガスを採取し、ガス濃度（LEL%）を求める。

(2) ゲル泡の作成（3vol %）

人工海水 200ml 及び泡消火剤（メガフォーム F-610AT）6ml を 1000ml のビーカーに入れ、手動ハンドミキサーで攪拌し泡立てる。

(3) 吸収性ポリマーの添加及びゲル泡の添加

(1) の測定終了後、吸収性ポリマー 4ml（有害液体物質に対して 20vol%）をビーカーに入れ、(2) で作成したゲル泡を泡厚 8cm 程度になるよう加える。

(4) 泡層上部のガスの採取及びガス濃度の測定

(3) で作成したゲル泡、吸収性ポリマー及び供試有害液体物質の入ったビーカーを図 II - 1 に示した位置に設置する。

ガス採取管を泡表面から 1cm の高さに固定し、(1) と同様の方法でガスを採取しガス濃度（LEL%）を測定する。

(5) ガス濃度の経過測定

(4) の測定から 30 分及び 60 分経過後に(4)と同じ位置で同様にガスを採取し、ガス濃度（LEL%）を測定する。

(6) 消泡直後の液体上部のガス採取及びガス濃度の測定

(5) の測定終了後、霧吹き及び薬さじにより泡を除去し、ガス採取管を液体表面から 9cm の高さに固定し、(1) と同様の方法でガスを採取しガス濃度（LEL%）を測定する。

(7) 有害液体物質の固形化状況の確認、評価

(6) の測定終了後、固形化物を金網（メッシュ 1.5mm、線径 0.3mm）ですくい上げ、金網からの垂れ下がり状況を目視確認し、評価する（図 II - 3 参照）。うまくすくえない場合は、大量の海水で固形化物を洗浄した後、目視確認、評価を行

う。

(8) 固形化物のガス濃度の測定

(7)の作業で得た固形化物をシャーレに入れ、ガス採取管を固形化物の真上 9cm の高さに固定し、(1)と同様の方法でガスを採取し、ガス濃度 (LEL%) を測定する。

(9) 固形化状況を写真撮影する。

3. 3 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)

供試有害液体物質は別掲 2 の物質とする。

(1) 有害液体物質のガスの採取及びガス濃度の測定 (ブランクテスト)

1000ml ビーカーに人工海水 200ml を入れ、供試有害液体物質 20ml を加える。図 II - 1 に示すようにガス採取装置を設置する。ガス採取管を液体表面から 9cm の高さに固定し、ゴム球で採取管中の空気を抜き、三方コックを採気袋側に回す。真空箱に接続した真空ポンプを流量 500ml/分 で 3 分間作動させ真空箱を減圧して、採気袋 (容量 5 L) にガスを採取する。

採取したガスを可燃性ガス測定器 (光明理化学工業 (株) FM-1E) で測定し、ガス濃度 (LEL%) を求める。

次にガス採取管を液体表面から 1cm の高さに固定し、同様の方法でガスを採取し、ガス濃度 (LEL%) を求める。

(2) ゲル泡の作成 (3vol%)

人工海水 200ml 及び泡消火剤 (メガフォーム F-610AT) 6ml を 1000ml のビーカーに入れ、手動ハンドミキサーで攪拌し泡立てる。

(3) 粉末ゲル化剤の添加及びゲル泡の添加

(1)の測定終了後、粉末ゲル化剤 20ml (有害液体物質に対して 100vol%) をビーカーに入れ、(2)で作成したゲル泡を泡厚 8cm 程度になるよう加える。

(4) 泡層上部のガスの採取及びガス濃度の測定

(3)で作成したゲル泡、粉末ゲル化剤及び供試有害液体物質の入ったビーカーを図 II - 1 に示した位置に設置する。

ガス採取管を泡表面から 1cm の高さに固定し、(1)と同様の方法でガスを採取しガス濃度 (LEL%) を測定する。

(5) ガス濃度の経過測定

(4)の測定から 30 分及び 60 分経過後に(4)と同じ位置で同様にガスを採取し、ガス濃度 (LEL%) を測定する。

(6) 消泡直後の液体上部のガス採取及びガス濃度の測定

(5)の測定終了後、霧吹き及び薬さじにより泡を除去し、ガス採取管を液体表面から 9cm の高さに固定し、(1)と同様の方法でガスを採取しガス濃度 (LEL%) を測定する。

(7) 有害液体物質の固形化状況の確認、評価

(6)の測定終了後、固形化物を金網 (メッシュ 1.5mm、線径 0.3mm) ですくい上げ、金網からの垂れ下がり状況を目視確認し、評価する (図Ⅱ-3 参照)。うまくすくえない場合は、大量の海水で固形化物を洗浄した後、目視確認、評価を行う。

(8) 固形化物のガス濃度の測定

(7)の作業で得た固形化物をシャーレに入れ、ガス採取管を固形化物の真上 9cm の高さに固定し、(1)と同様の方法でガスを採取し、ガス濃度 (LEL%) を測定する。

(9) 固形化状況を写真撮影する。

以上の 3. 2 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー) 及び 3. 3 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤) はドラフトチャンバー内で行った。ドラフトチャンバー内におけるビーカー周辺の気流の速さを風速測定器で測定した (図Ⅱ-2)。また試験期間中の試験室の気温は 20℃から 28℃の範囲であった。

3. 4 沈降性物質の確認試験

別掲 3 の物質に対し、人工海水 (アクアマリン S ; 八洲薬品 (株) 製) 200ml を入れた 1000ml ビーカーに供試有害液体物質 20ml を加え、沈降状況を確認し写真撮影する。

3. 5 オイルフェンス生地の劣化試験

(独) 海上災害防止センターが供するオイルフェンス生地 (ブリジストン社製 EP-300、B 型オイルフェンス、Polyvinyl Chloride) を有害液体物質に 72 時間浸し、劣化状況を目視観察し評価する。同時に写真撮影する。

供試有害液体物質は別掲 1 の物質とする。

別掲1 供試有害液体物質

「3. 2 ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び吸収性ポリマー）」及び「3. 5 オイルフェンス生地の劣化試験」で実施する供試有害液体物質は次の 57 種類とする。

1	キシレン	5 4	アクリル酸エチル
2	ベンゼン	5 5	メチルイソブチルケトン
3	スチレン	5 8	塩化アリル
5	トルエン	6 0	プロピレン四量体（ドデセン）
6	シクロヘキサン	6 2	アクリル酸メチル
7	アクリロニトリル	6 5	アルファメチルスチレン
1 0	クレオソート	6 6	ヘプタン
1 3	アセトン	7 0	酢酸ブチル
1 4	メタクリル酸メチル	7 1	ポリシロキサン
1 6	メチルエチルケトン	9 1	ソルビトール液
1 7	酢酸ビニル	9 4	メタクリル酸
1 8	プロピルベンゼン	9 6	ジペンテン
2 1	エチレングリコール	1 1 1	シクロヘキシルアミン
2 3	アクリル酸ブチル	1 1 2	3-エトキシプロピオン酸エチル
2 4	酢酸エチル	1 1 3	メタクリル酸ブチル
2 5	n-ヘキサン	1 2 6	ピリジン
2 6	1-オクテン	1 3 1	ブチルアルデヒド
2 7	n-アルカン（デカン）	1 3 2	オクタン酸
2 8	アルキルベンゼン（メシチレン）	1 3 6	ポリブテン
3 3	アニリン	1 3 9	ヘプタノール
3 5	ノネン	1 4 1	ウンデカノール
3 6	エピクロロヒドリン	1 4 2	イソホロン
3 7	ジエチレングリコール	1 4 4	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート
3 8	ブチレングリコール	1 4 5	酢酸2-エトキシエチル
3 9	ジイソプロピルベンゼン	1 4 8	フタル酸ジヘプチル
4 0	アクリル酸2-エチルヘキシル	1 5 0	テレピン油
4 1	1,3-シクロペンタジエン	1 5 8	モルホリン
5 0	エチルベンゼン	1 6 0	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート
5 1	ジイソブチレン		

※数字は、平成 11 年度内航ケミカル船輸送量順位

試験には各液体物質の試薬特級品または1級品を使用

別掲2 供試有害液体物質

「3. 3 ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び粉末ゲル化剤）」で実施する供試有害液体物質は次の41種類とする。

1	キシレン	50	エチルベンゼン
2	ベンゼン	51	ジイソブチレン
3	スチレン	54	アクリル酸エチル
5	トルエン	55	メチルイソブチルケトン
6	シクロヘキサン	58	塩化アリル
10	クレオソート	60	プロピレン四量体（ドデセン）
14	メタクリル酸メチル	62	アクリル酸メチル
16	メチルエチルケトン	65	アルファメチルスチレン
17	酢酸ビニル	66	ヘプタン
18	プロピルベンゼン	70	酢酸ブチル
23	アクリル酸ブチル	71	ポリシロキサン
24	酢酸エチル	77	フタル酸ジオクチル
25	n-ヘキサン	112	3-エトキシプロピオン酸エチル
26	1-オクテン	131	ブチルアルデヒド
27	n-アルカン（デカン）	132	オクタン酸
28	アルキルベンゼン（メシチレン）	142	イソホロン
35	ノネン	144	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート
36	エピクロロヒドリン	145	酢酸2-エトキシエチル
39	ジイソプロピルベンゼン	148	フタル酸ジヘプチル
40	アクリル酸2-エチルヘキシル	150	テレピン油
41	1,3-シクロペンタジエン		

※数字は、平成11年度内航ケミカル船輸送量順位

試験には各液体物質の試薬特級品または1級品を使用

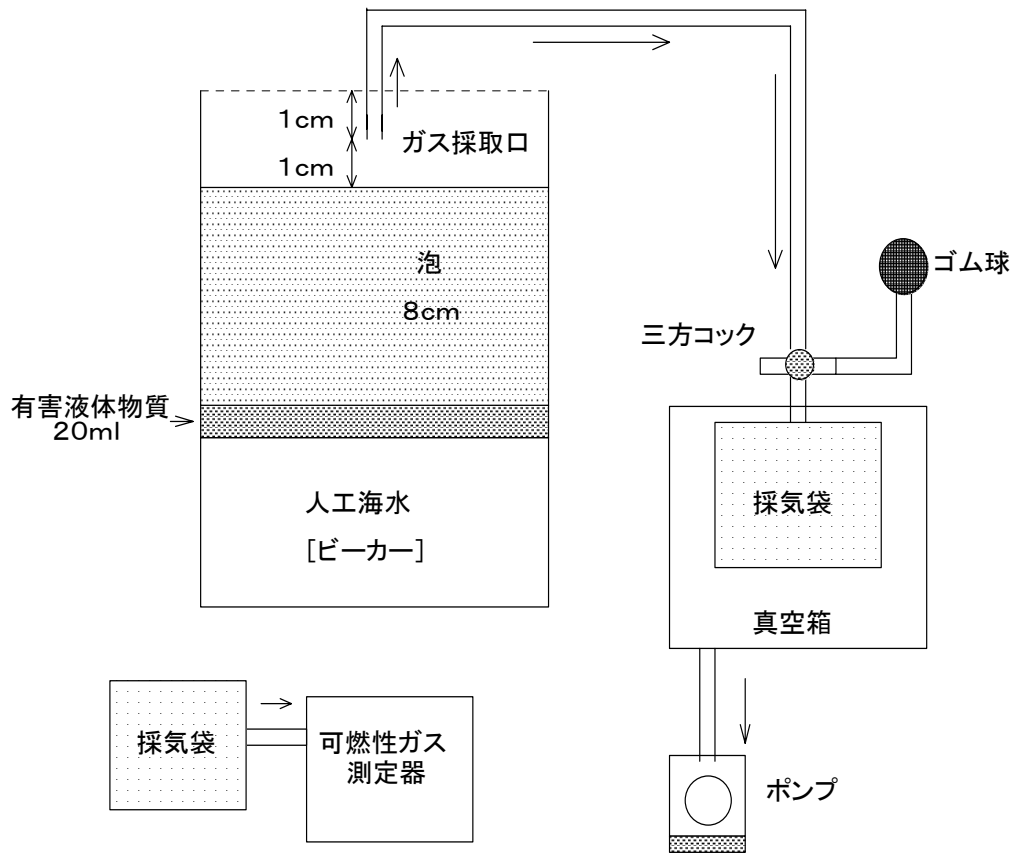
別掲3 供試有害液体物質

「3. 4 沈降性物質の確認試験」で実施する供試有害液体物質は次の13種類とする。

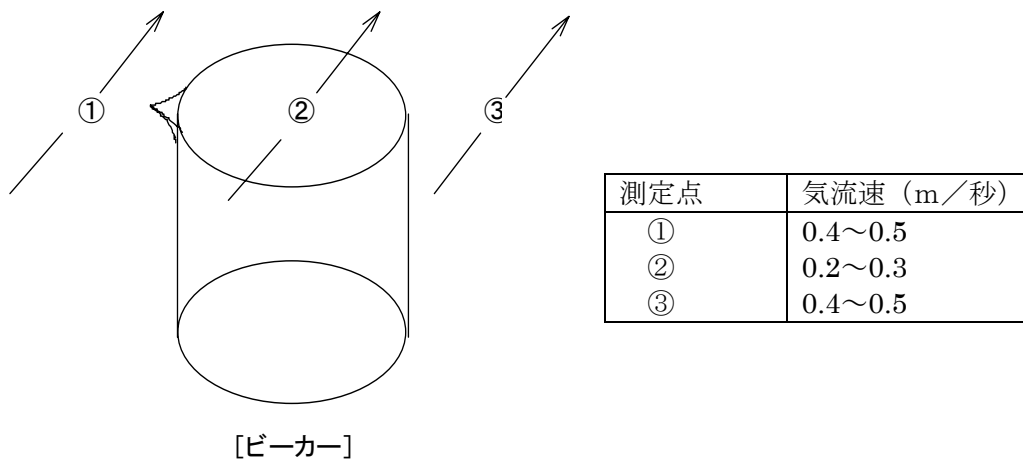
	有害液体物質名	水溶性		有害液体物質名	水溶性
9	1,2-ジクロロエタン	微	75	テトラクロロエチレン	難
31	クロロホルム	微	76	トルエンジイソシアネート	易
42	ジクロロメタン	可	104	ニトロベンゼン	微
45	アクリル酸	易	106	フタル酸ジブチル	難
53	トリクロロエチレン	微	135	ポリメチレンポリフェニル イソシアネート	不明
56	クレゾール	可			
61	1,1,1-トリクロロエタン	微	152	1,3-ジクロロプロペン	微

※数字は、平成11年度内航ケミカル船輸送量順位

試験には各液体物質の試薬特級品または1級品を使用



図Ⅱ-1 ガス抑制試験装置



図Ⅱ-2 試験装置付近の気流速

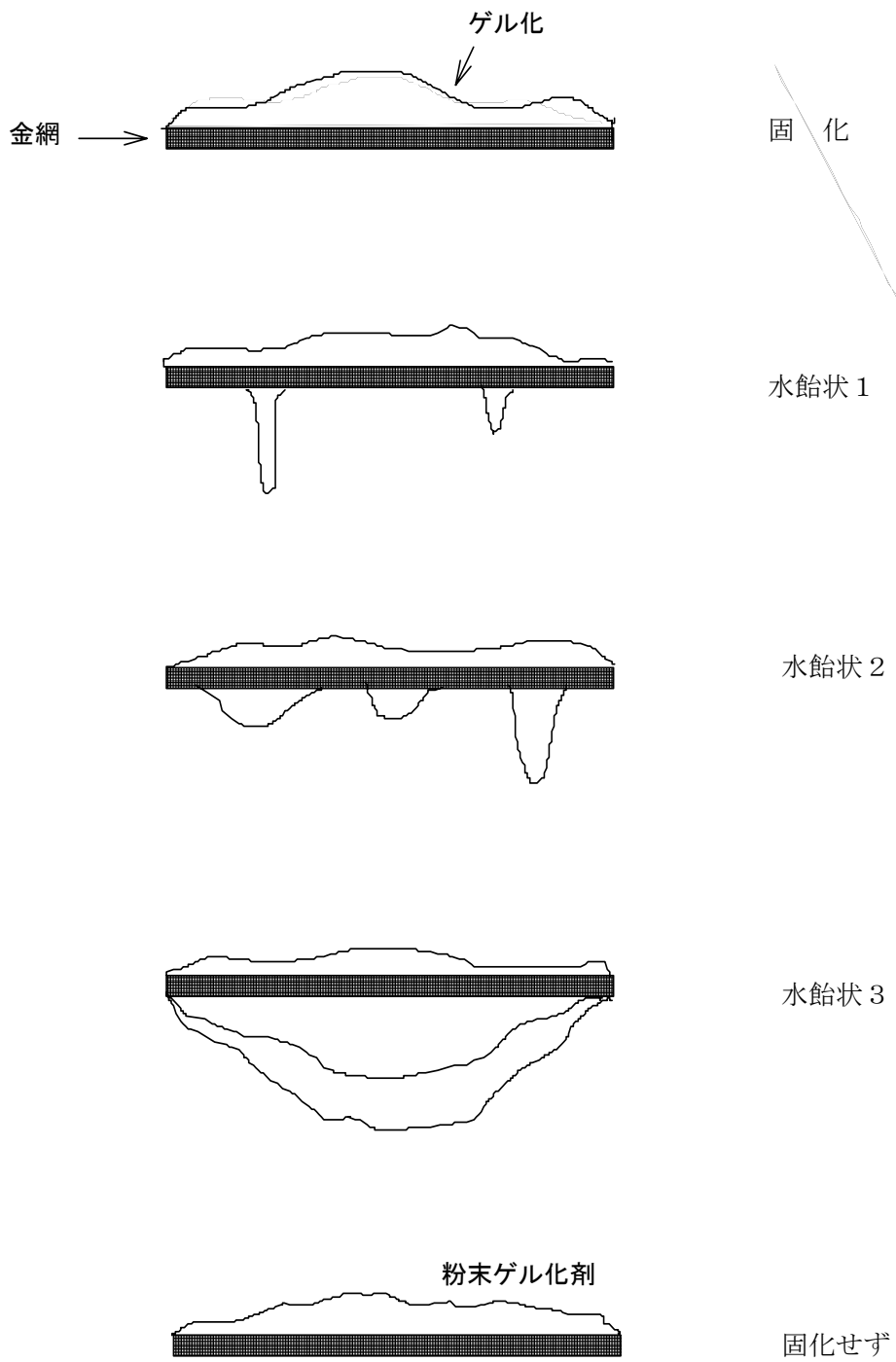


図 II - 3 固形化状況の評価

4 試験結果

(1) ガス抑制試験及び固形化試験結果を表Ⅱ－1から表Ⅱ－4に示す。

試験状況写真を写真Ⅱ－5からⅡ－45に示す。

(2) 沈降性物質の確認試験の状況写真を写真Ⅱ－46から写真Ⅱ－49に示す。

(3) オイルフェンス生地の劣化試験結果を表Ⅱ－5及び表Ⅱ－6に示す。

試験状況写真を写真Ⅱ－50から写真Ⅱ－64に示す。

有害液体物質名	固化剤の種類	ブランクテスト		泡・固化剤 添加直後		30分 経過後		60分 経過後		消泡直後 9cm	シャーレ上の 固化物 9cm	固化物の状態
		1cm	9cm	9cm	9cm	9cm	9cm	9cm	9cm			
1. キシレン	吸収性ポリマー	3	2.5	0.3	0	0	0	0.2	0	0	膨潤	
	粉末ゲル化剤			0.2	0	0	0.2	0	水飴状2			
2. ベンゼン	吸収性ポリマー	100以上	19	2	2	2.5	14	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			5.5	2.5	2.5	7.5	0	水飴状2			
3. スチレン	吸収性ポリマー	2.5	1.5	0	0	0	0.2	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0.3	0	水飴状2			
5. トルエン	吸収性ポリマー	45	10.5	3	1	0.5	3	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			1.5	0.5	0.2	3	0	水飴状2			
6. シクロヘキサン	吸収性ポリマー	100以上	20	0.5	0	0	0	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			1	0	0	2	0	水飴状2			
7. アクリロニトリル	吸収性ポリマー	100以上	25	2.5	2	1.5	16	0	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—			
10. クレオソート	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	比重が海水よりも大きく沈降してしまうので試験不能										
13. アセトン	吸収性ポリマー	11	10	0	0	0	0	4	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—			
14. メタクリル酸メチル	吸収性ポリマー	60	6	2.8	2	0.5	5	0.2	膨潤			
	粉末ゲル化剤			1.5	1	0.5	5	0	水飴状2			
16. メチルエチルケトン	吸収性ポリマー	100以上	24.5	3.5	0.5	0.5	7	0	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			1	0.3	0.2	5	0	固化せず			
17. 酢酸ビニルモノマー	吸収性ポリマー	100以上	15.5	1	2.5	2	9.5	0	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			0.2	2.5	2	9.5	0	固化せず			
18. プロピルベンゼン	吸収性ポリマー	1.2	0.2	0	0	0	0	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	水飴状2			
21. エチレングリコール	吸収性ポリマー	0	0	0	0	0	0	0	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—			
23. アクリル酸ブチル	吸収性ポリマー	1	1	0	0	0	0	0	膨潤			
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	水飴状2			
24. 酢酸エチル	吸収性ポリマー	100以上	9	2	2	1.5	7	0	膨潤せず			
	粉末ゲル化剤			2	1.8	1.3	8.5	0	固化せず			
25. ヘキサン	吸収性ポリマー	100以上	18	4.5	0.5	0	19.5	0.2	膨潤			
	粉末ゲル化剤			7	0	0	0.2	0	固化			

表Ⅱ－1 ガス濃度（LEL%）測定結果（1）

有害液体物質名	固化剤の種類	ブランクテスト		泡・固化剤 添加直後 9cm	30分 経過後 9cm	60分 経過後 9cm	消泡直後 9cm	シャーレ上の 固化物 9cm	固化物の状態
		1cm	9cm						
26. 1-オクテン	吸収性ポリマー	19	2.8	1	0.2	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0.3	0	0	0	0	固化
27. デカン	吸収性ポリマー	0.3	0	0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	固化
28. メシチレン	吸収性ポリマー	1	0	0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	水飴状2
33. アニリン	吸収性ポリマー	0	0	0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—
35. ノネン	吸収性ポリマー	3.5	1.3	0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	固化
36. エピクロロヒドリン	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	比重が海水よりも大きく沈降してしまうので試験不能							
37. ジエチレングリ コール	吸収性ポリマー	0	0	0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—
38. ブチレングリ コール	吸収性ポリマー	0.3	0.2	0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤			—	—	—	—	—	—
39. ジイソプロピル ベンゼン	吸収性ポリマー	0	0	0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	水飴状2
40. アクリル酸2-エ チルヘキシル	吸収性ポリマー	0	0	0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	固化せず
41. 1, 3-シクロペ ンタジエン	吸収性ポリマー	0.5	0	0	0	0	0.5	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	0	0	0	0	水飴状2
50. エチルベンゼン	吸収性ポリマー	6.5	4	0	1.5	0.2	0.5	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			0	5.5	0.2	0.5	0	水飴状2
51. ジイソブチレン	吸収性ポリマー	95	10	1.5	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			3.5	0	0	0	0	固化
54. アクリル酸エチ ル	吸収性ポリマー	60	5	2.5	0.2	0	2.8	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			1	0.2	0	3	0	固化
55. メチルイソブチ ルケトン	吸収性ポリマー	40	8	2.5	1	1	5	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			1.8	1	0.5	1	0	固化
58. 塩化アリル	吸収性ポリマー	100以上	50	2.5	19	14	13	0	膨潤
	粉末ゲル化剤			6	15	9	14	0.5	固化

表Ⅱ-2 ガス濃度 (LEL%) 測定結果 (2)

有害液体物質名	固化剤の種類	ブランクテスト		泡・固化剤 添加直後 9cm	30分 経過後 9cm	60分 経過後 9cm	消泡直後 9cm	シャーレ上の 固化物 9cm	固化物の状態
		1cm	9cm						
60. ドデセン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	0	0	0	0	0	0	0	固化
62. アクリル酸メチル	吸収性ポリマー			2	3.5	1.5	7.5	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	100以上	15	1.5	3	0.8	7	0	固化せず
65. アルファメチル スチレン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	0.2	0	0	0	0	0	0	水飴状3
66. ヘプタン	吸収性ポリマー			1	0.2	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	90	4	0.5	0	0	0	0	固化
70. 酢酸ブチル	吸収性ポリマー			0.5	0.2	0	0.5	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	6	1.5	0.2	0	0	1	0	水飴状1
71. ポリシロキサン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤	0.5	0.5	0	0	0	0	0	固化せず
77. フタル酸ジオク チル	吸収性ポリマー			—	—	—	—	—	—
	粉末ゲル化剤	0	0	0	0	0	0	0	固化
91. ソルビトール溶 液	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤	0	0	—	—	—	—	—	—
94. メタクリル酸	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	固化せず
	粉末ゲル化剤	0	0	—	—	—	—	—	—
96. ジペンテン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	0	0	—	—	—	—	—	—
111. シクロヘキシ ルアミン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	固化せず
	粉末ゲル化剤	0	0	—	—	—	—	—	—
112. 3-エトキシブ ロピオン酸エチル	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	0	0	0	0	0	0	0	固化
113. メタクリル酸ブ チル	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤
	粉末ゲル化剤	0	0	—	—	—	—	—	—
126. ピリジン	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0.2	膨潤せず
	粉末ゲル化剤	1	1	—	—	—	—	—	—
131. ブチルアルデ ヒド	吸収性ポリマー			0.2	(注1) 2	(注2) 4	10.5	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤	100以上	28	0.5	3.5	3	5	0	固化
132. オクタン酸	吸収性ポリマー			0	0	0	0	0	膨潤せず
	粉末ゲル化剤	0	0	0	0	0	0	0	固化

(注1)泡が液面と分離 (注2)泡が壊れて液面が見える

表Ⅱ-3 ガス濃度 (LEL%) 測定結果 (3)

有害液体物質名	固化剤の種類	ブランクテスト		泡・固化剤 添加直後 9cm	30分 経過後 9cm	60分 経過後 9cm	消泡直後 9cm	シャーレ上の 固化物 9cm	固化物の状態
		1cm	9cm						
136. ポリブテン	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	膨潤せず —
139. ヘプタノール	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	膨潤せず —
141. ウンデカノール	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	膨潤せず —
142. イソホロン	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0.3	0	0.2 0.2	0 0	0 0	0 0	0 0	膨潤せず 0 固化
144. プロピレングリコール モノメチルエーテルアセテート	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0.5	0.5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	膨潤せず 0 固化せず
145. 酢酸2-エトキシ エチル	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	膨潤せず 0 固化せず
148. フタル酸ジヘプ チル	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	膨潤せず 0 固化
150. テレピン油	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	2	1.5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	膨潤せず 0 水飴状 ²
158. モルホリン	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	膨潤せず —
160. エチレングリコールモ ノブチルエーテルアセテート	吸収性ポリマー 粉末ゲル化剤	0	0	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	膨潤 —

表Ⅱ-4 ガス濃度 (LEL%) 測定結果 (4)

有害液体物質名	72時間浸漬後の劣化状態	液体物質自然揮発後の劣化状態
1 キシレン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
2 ベンゼン	弾力性残っている	弾力性残っている
3 スチレン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
5 トルエン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
6 シクロヘキサン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
7 アクリロニトリル	弾力性残っている	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
10 クレオソート	弾力性残っている	弾力性残っている
13 アセトン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
14 メタクリル酸メチル	柔らかくなり少しふやけた感じ	硬化 硬化度2
16 メチルエチルケトン	柔らかくなり周囲の繊維が少しほぐれる	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
17 酢酸ビニルモノマー	弾力性残っている	弾力性残っている
18 プロピルベンゼン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
21 エチレングリコール	弾力性残っている	弾力性残っている
23 アクリル酸ブチル	柔らかくなりふやけた感じ	硬化 硬化度2
24 酢酸エチル	わずかに柔らかいがほとんど変化無し	弾力性残っている
25 ヘキサン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
26 1-オクテン	他と比べ硬化度が高い 硬化度3	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
27 デカン	他と比べ硬化度が高い 硬化度3	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
28 メシチレン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
33 アニリン	弾力性残っている	弾力性残っている
35 ノネン	硬化 硬化度2	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
36 エピクロロヒドリン	柔らかくなり周囲の繊維が少しほぐれる	試験片の端が崩れる 硬化度1
37 ジエチレングリコール	弾力性残っている	弾力性残っている
38 ブチレングリコール	弾力性残っている	弾力性残っている
39 ジイソプロピルベンゼン	硬化 硬化度2	他と比べやや硬化度が高い 硬化度3
40 アクリル酸2-エチルヘキシル	弾力性残っている	弾力性残っている
41 1,3シクロペンタジエン	ごくわずか硬化 硬化度1	硬化 硬化度2
50 エチルベンゼン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
51 ジイソブチレン	他と比べ硬化度が高い 硬化度3	他と比べ硬化度が高い 硬化度3

備考；硬化度：3>2>1

表Ⅱ-5 オイルフェンス生地劣化試験結果（1）

有害液体物質名	72時間浸漬後の劣化状態	液体物質自然揮発後の劣化状態
54 アクリル酸エチル	弾力性残っている	硬化 硬化度2
55 メチルイソブチルケトン	柔らかくなり周囲の繊維が簡単に外れる	生地が薄くなった感じ。ごくわずか硬化 硬化度1
58 塩化アリル	弾力性残っている	弾力性残っている
60 ドデセン	硬化 硬化度2	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
62 アクリル酸メチル	弾力性残っている	硬化 硬化度2
65 アルファメチルスチレン	弾力性残っている	硬化 硬化度2
66 ヘプタン	硬化 硬化度2	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
70 酢酸ブチル	柔らかくなり周囲の繊維が少しほぐれる	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
71 ポリシロキサン	硬化 硬化度2	硬化 硬化度2
91 ソルビトール溶液(70%)	弾力性残っている	弾力性残っている
94 メタクリル酸	ごくわずか硬化 硬化度1	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
96 ジペンテン	硬化 硬化度2	硬化 硬化度2
111 シクロヘキシルアミン	柔らかくなり周囲の繊維が少しほぐれる	柔らかいが繊維が外れる
112 3-エトキシプロピオン酸エチル	弾力性残っている	硬化 硬化度2
113 メタクリル酸ブチル	わずかに柔らかいがほとんど元の状態	硬化 硬化度2
126 ピリジン	ぼろぼろに崩れる。やわらかい。溶けてしまう	
131 ブチルアルデヒド	柔らかくなり周囲の繊維が少しほぐれる	硬化 硬化度2
132 オクタン酸	硬化 硬化度2	硬化 硬化度2
136 ポリブテン	硬化 硬化度2	硬化 硬化度2
139 ヘプタノール	他と比べ硬化度が高い 硬化度3	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
141 ウンデカノール	硬化 硬化度2	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
142 イソホロン	ぼろぼろに崩れる。やわらかい。溶けてしまう	
1447プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	柔らかくなるがふやけていない	ごくわずか硬化 硬化度1
145 酢酸2-エトキシエチル	弾力性残っている	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
148 フタル酸ジヘプチル	弾力性残っている	弾力性残っている
150 テレピン油	硬化 硬化度2	他と比べ硬化度が高い 硬化度3
158 モルホリン	溶けてどろどろになる	
160 エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	弾力性残っている	弾力性残っている

備考：硬化度：3>2>1

表II-6 オイルフェンス生地の劣化試験結果(2)

5 考察

5.1 ガス抑制試験、固形化試験

(1) 実験の全ての段階でガス濃度がゼロあるいは実験不能物質

各実験においてゲル泡と固化剤を入れずに海水と有害液体物質のみをビーカーに入れてガス濃度を測定したもの（有害液体物質表面上1 cm及び9 cmの位置で測定）をブランクとした。供試有害液体物質57種類のうちブランクテストでガス濃度が検出されないものが21物質あり、これらの物質については実験の全ての段階でガス濃度がゼロであった。また10. クレオソート及び36. エピクロロヒドリンは比重が海水比重よりも大きく沈降してしまい実験が出来なかった。

(2) ブランクテストにおいてガス濃度が検出される物質

(2)-1 ブランクテスト（供試有害液体物質表面より1 cm上の位置で測定）においてガス濃度が100 LEL%を超える物質について

供試有害液体57物質中、2. ベンゼン、6. シクロヘキサン、7. アクリロニトリル、16. メチルエチルケトン、17. 酢酸ビニルモノマー、24. 酢酸エチル、25. n-ヘキサン、58. 塩化アリル、62. アクリル酸メチル及び131. ブチルアルデヒドの10物質はブランクテストにおいてガス濃度が100 LEL%を超えた。

これら引火性が高い物質は固化剤とゲル泡を併せて添加することにより添加直後からガス濃度は急激に低下し1時間後には塩化アリルを除き全て5LEL%以下となった。塩化アリルは固化剤及びゲル泡の添加直後には10LEL%を切ったがその後上昇し20LEL%弱の濃度で安定した。塩化アリルは他物質と比べ蒸気圧が非常に高い(368mmHg/25℃)ことが原因と考えられる。131. ブチルアルデヒドは固化剤とゲル泡を添加すると急激にガス濃度が低下するが時間の経過と共に泡が壊れ始め、1時間後にはビーカー上から有害液体物質の液面が見える状態となってゲル泡の効果が無くなった。しかし固化剤の効果によりガス濃度は5LEL%以下に保たれていた。

(2)-2 ブランクテスト（供試有害液体物質表面より1 cm上の位置で測定）においてガス濃度が20LEL%から100LEL%までの物質について

供試有害液体57物質中、5. トルエン、14. メタクリル酸メチル、51. ジイソブチレン、54. アクリル酸エチル、55. メチルイソブチルケトン及び66. ヘプタンの6物質があり、これら物質群では1時間後のガス濃度は全て1LEL%以下に抑制されていた。

メチルイソブチルケトンは1時間後のガス濃度が1LEL%であったが、

これはメチルイソブチルケトンに水溶性(19000mg/1、25℃)があり、時間の経過と共に泡に少しずつ溶解していくためと思われる。

(2)–3 ブランクテスト(供試有害液体物質表面より1cm上の位置で測定)においてガス濃度が0LEL%から20LEL%までの物質について

供試有害液体57物質中(2)–1及び(2)–2以外の全ての物質がこれにあたる。これらの物質は、固化剤及びゲル泡の添加直後から急激にガス濃度は低下し、1時間後のガス濃度は0.5LEL%以下に抑制されていた。

(3) 消泡直後及びシャーレ上のガス濃度について

消泡直後のガス濃度は、2.ベンゼン、7.アクリロニトリル、25.ヘキサン及び58.塩化アリルが10LEL%を超えたが20LEL%を超える物質は無かった。ただし消泡直後の測定については泡を完全に除去することが難しく測定値に影響があると思われる。またシャーレ上のガス濃度測定ではほとんど全ての物質についてガス濃度が検出されなかったが、これは測定時の気流の影響もあると思われる。

(4) 吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤のガス抑制効果の差について

それぞれ添加1時間後のガス抑制効果を吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤について比較すると大きな差は認められない。

(5) 固形化物の状態について

(5)–1 吸収性ポリマー

7.アクリロニトリル、13.アセトン、16.メチルエチルケトン、17.酢酸ビニルモノマー、21.エチレングリコール、24.酢酸エチル、33.アニリン、37.ジエチレングリコール、38.ブチレングリコール、71.ポリシロキサン、91.ソルビトール液、94.メタクリル酸、111.シクロヘキシルアミン、126.ピリジン、131.ブチルアルデヒド、132.オクタン酸、136.ポリブテン、139.ヘプタノール、141.ウンデカノール、142.イソホロン、144.プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、145.酢酸2-エトキシエチル、148.フタル酸ジヘプチル、150.テレピン油及び158.モルホリンの25物質は添加1時間経過後も吸収性ポリマーに吸収されていなかった。それ以外の物質は程度の差はあるが吸収性ポリマーに吸収されポリマーが膨潤した状態を示した。膨潤したポリマーは金網である程度は回収できたが、完全に回収することは出来なかった。

ポリマーの膨潤状態について試験状況写真Ⅱ-62に示す。

(5)-2 粉末ゲル化剤

16. メチルエチルケトン、17. 酢酸ビニルモノマー、24. 酢酸エチル、40. アクリル酸2-エチルヘキシル、62. アクリル酸メチル、71. ポリシロキサン、144. プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート及び145. 酢酸2-エトキシエチルの8物質は添加後1時間経過後も粉末ゲル化剤は粉末のままでゲル化しなかったが、25. ヘキサン、26. 1-オクテン、27. デカン、35. ノネン、51. ジイソブチレン、54. アクリル酸エチル、55. メチルイソブチルケトン、58. 塩化アリル、60. ドデセン、66. ヘプタン、77. フタル酸ジオクチル、112. 3-エトキシプロピオン酸エチル、131. ブチルアルデヒド、132. オクタン酸、142. イソホロン及び148. フタル酸ジヘプチルの16物質は金網で十分すくえるほど固形化していた。その他の物質は程度に差はあるが水飴状となってしまう金網ですくえるような状態にならなかった。

5. 2 沈降性物質の確認試験

45. アクリル酸は海水中に投入するとすぐに溶解し沈降する状態は観察されなかった。また溶解性がアクリル酸と同様に易に分類される76. トルエンジイソシアネートは簡単には海水に溶解せずビーカーの底に沈降した。トルエンジイソシアネートは水と反応して炭酸ガスを発生しながら分解する性質を持っているが、海水に入れた直後は気泡の発生も無く、この反応には時間がかかるものと思われる。

5. 3 オイルフェンス生地の劣化試験

(1) 有害液体物質に72時間浸して取り出した直後の状態

(1)-1 オイルフェンス生地を溶解する有害液体物質

126. ピリジン、142. イソホロン及び158. モルホリンの3物質はオイルフェンス生地をひどく溶解させた。

(1)-2 オイルフェンス生地をふやかせる有害液体物質

14. メタクリル酸メチル、16. メチルエチルケトン、23. アクリル酸ブチル、36. エピクロロヒドリン、55. メチルイソブチルケトン、70. 酢酸ブチル、111. シクロヘキシルアミン及び131. ブチルアルデヒドの8物質は程度に差はあるが生地をふやけさせていた。ふやけ状態の生地は成分の一部がごくわずかの程度で有害液体物質に溶解している可能性がある。

(1)-3 オイルフェンス生地を硬化させた有害液体物質

26. 1-オクテン、27. デカン、35. ノネン、39. ジイソプロピルベンゼン、41. 1, 3-シクロペンタジエン、51. ジイソブチレン、60. ドデセン、66. ヘプタン、71. ポリシロキサン、94. メタクリル酸、96. ジペンテン、132. オクタン酸、136. ポリブテン、139. ヘプタノール、141. ウンデカノール及び150. テレピン油の16物質が生地を硬化させた。この内1-オクテン、デカン、ジイソブチレン及びヘプタノールの4物質では他に比べ硬化の度合いが強かった。

(1)-4 オイルフェンス生地に大きな変化を生じさせない有害液体物質

(1)-1, -2 及び-3 の物質を除くその他の有害液体物質は生地に大きな変化を与えなかった。

(2) 有害液体物質自然揮発後のオイルフェンス生地劣化状態

(1)の状態からドラフト内で約1日放置後のオイルフェンス生地について

その劣化状態を調べた。その結果、元のオイルフェンス生地の状態を保っているものは2. ベンゼン、10. クレオソート、17. 酢酸ビニルモノマー、21. エチレングリコール、24. 酢酸エチル、33. アニリン、37. ジエチレングリコール、38. ブチレングリコール、40. アクリル酸2-エチルヘキシル、58. 塩化アリル、91. ソルビトール溶液、148. フタル酸ジヘプチル及び160. エチレングリコールモノエチルエーテルアセテートの13物質のみであり、その他の物質では有害液体物質から取り出した直後は弾力性を保持していた生地までも全て硬化が生じていた。

6. 試 験 状 況 写 真 (1)

(ガス抑制試験及び固形化試験；吸収性ポリマー)



1. キシレン
(吸収性ポリマー ; 60 分後)



2. ベンゼン
(吸収性ポリマー ; 60 分後)



1. キシレン
(吸収性ポリマー ; 60 分後)



2. ベンゼン
(吸収性ポリマー ; 60 分後)



1. キシレン
(吸収性ポリマー ; 60 分後, 水洗後)



2. ベンゼン
(吸収性ポリマー ; 60 分後, 水洗後)

写真Ⅱ-5 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



3. スチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



5. トルエン
(吸収性ポリマー；60分後)



3. スチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



5. トルエン
(吸収性ポリマー；60分後)



3. スチレン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



5. トルエン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-6 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



6. シクロヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



7. アクリロニトリル
(吸収性ポリマー；60分後)



6. シクロヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



7. アクリロニトリル
(吸収性ポリマー；60分後)



6. シクロヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



7. アクリロニトリル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

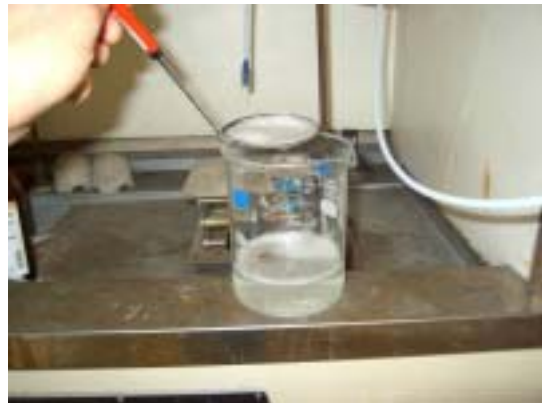
写真Ⅱ-7 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



10. クレオソート
(水に沈んでしまうため試験不能)



13. アセトン
(吸収性ポリマー；60分後)
(軽くかき混ぜるとすぐ水に溶ける)



13. アセトン
(吸収性ポリマー；60分後、
水洗する程固化物がない)

写真Ⅱ-8 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



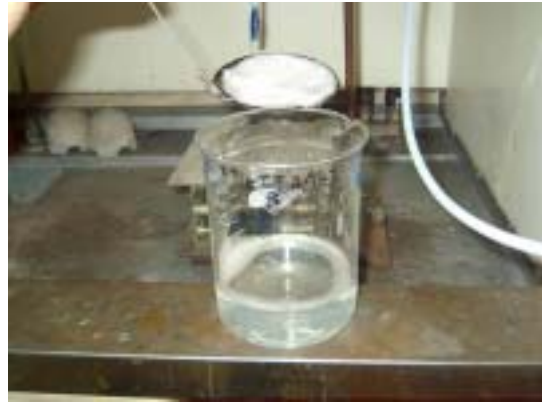
14. メタクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後)



16. メチルエチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後)



14. メタクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後)



16. メチルエチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後)



14. メタクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



16. メチルエチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-9 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



17. 酢酸ビニルモノマー
(吸収性ポリマー；60分後)



18. プロピルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後)



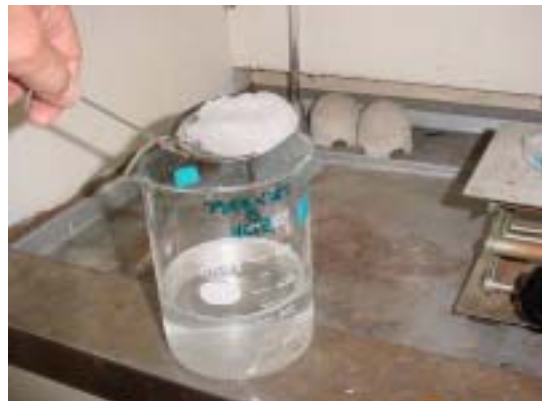
17. 酢酸ビニルモノマー
(吸収性ポリマー；60分後)



18. プロピルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後)



17. 酢酸ビニルモノマー
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



18. プロピルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真II-10 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



21. エチレングリコール
 (吸収性ポリマー；60分後)
 (水にすぐ溶ける)



23. アクリル酸ブチル
 (吸収性ポリマー；60分後)



21. エチレングリコール
 (吸収性ポリマー；60分後、
 水洗するほど固化物がない)



23. アクリル酸ブチル
 (吸収性ポリマー；60分後)



23. アクリル酸ブチル
 (吸収性ポリマー；60分後、水洗後)

写真Ⅱ-11 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



24. 酢酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後)



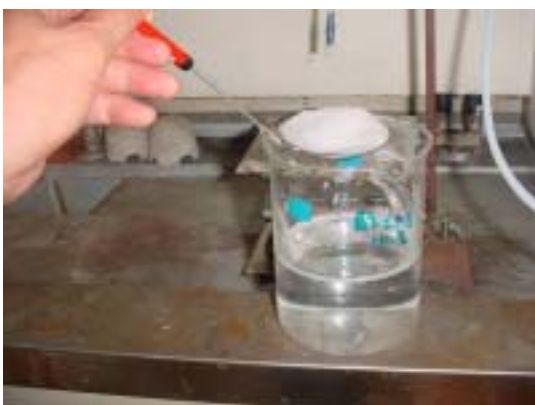
25. n-ヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



24. 酢酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後)



25. n-ヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



24. 酢酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



25. n-ヘキサン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-12 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



26. 1-オクテン
(吸収性ポリマー；60分後)



27. デカン
(吸収性ポリマー；60分後)



26. 1-オクテン
(吸収性ポリマー；60分後)



27. デカン
(吸収性ポリマー；60分後)



26. 1-オクテン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



27. デカン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-13 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



28. メシチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



33. アニリン
(水にかなり溶けるが少し浮き、
少し沈む)



28. メシチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



33. アニリン
(上から撮影)



28. メシチレン
(吸収性ポリマー；60分後、水洗後)
写真Ⅱ-14 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



33. アニリン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



35. ノネン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



33. アニリン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



35. ノネン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



35. ノネン
(吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)

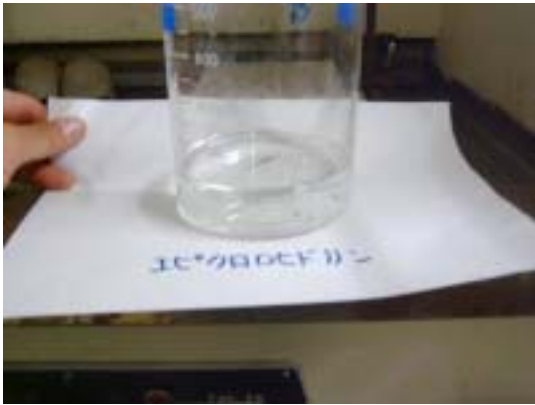
写真Ⅱ-15 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



36. エピクロロヒドリン
(水に沈んでしまうため試験不能)



37. ジエチレングリコール
(吸収性ポリマー；60分後)
(水にすぐ溶ける)



36. エピクロロヒドリン
(水に沈んでしまうため試験不能)



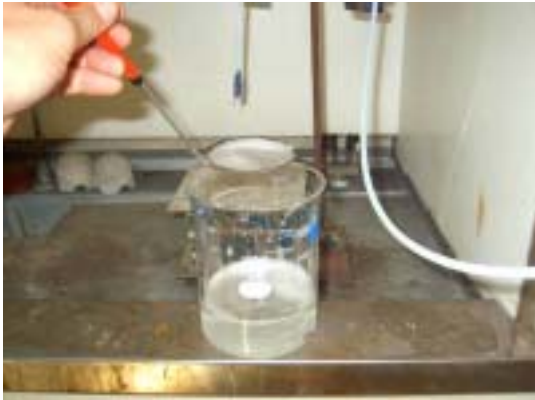
37. ジエチレングリコール
(吸収性ポリマー；60分後、
水洗するほど固化物がない)



38. ブチレングリコール
 (吸収性ポリマー ; 60分後)
 (水にすぐ溶ける)



39. ジイソプロピルベンゼン
 (吸収性ポリマー ; 60分後)



38. ブチレングリコール
 (吸収性ポリマー ; 60分後、
 水洗するほど固化物がない)



39. ジイソプロピルベンゼン
 (吸収性ポリマー ; 60分後)



39. ジイソプロピルベンゼン
 (吸収性ポリマー ; 60分後、水洗後)

写真Ⅱ-17 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



40. アクリル酸2エチルヘキシル
(吸収性ポリマー；60分後)



41. 1,3-シクロペンタジエン
(吸収性ポリマー；60分後)



40. アクリル酸2エチルヘキシル
(吸収性ポリマー；60分後)



41. 1,3-シクロペンタジエン
(吸収性ポリマー；60分後)



40. アクリル酸2エチルヘキシル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



41. 1,3-シクロペンタジエン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真II-18 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



50. エチルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後)



51. ジイソブチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



50. エチルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後)



51. ジイソブチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



50. エチルベンゼン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



51. ジイソブチレン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-19 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



54. アクリル酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後)



55. メチルイソブチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後)



54. アクリル酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後)



55. メチルイソブチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後)



54. アクリル酸エチル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



55. メチルイソブチルケトン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-20 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



58. 塩化アリル
(吸収性ポリマー ; 60分後)



60. ドデセン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



58. 塩化アリル
(吸収性ポリマー ; 60分後)



60. ドデセン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



58. 塩化アリル
(吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)



60. ドデセン
(吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)

写真Ⅱ-21 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



62. アクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後)



65. アルファメチルスチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



62. アクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後)



65. アルファメチルスチレン
(吸収性ポリマー；60分後)



62. アクリル酸メチル
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)



65. アルファメチルスチレン
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-22 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



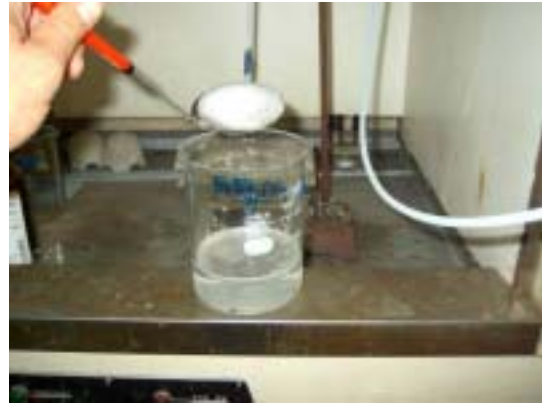
66. ヘプタン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



70. 酢酸ブチル
(吸収性ポリマー ; 60分後)



66. ヘプタン
(吸収性ポリマー ; 60分後)



70. 酢酸ブチル
(吸収性ポリマー ; 60分後)



66. ヘプタン
(吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)



70. 酢酸ブチル
(吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)

写真Ⅱ-23 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



71. ポリシロキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



91. ソルビトール液
(吸収性ポリマー；60分後)
(水にすぐ溶ける)



71. ポリシロキサン
(吸収性ポリマー；60分後)



91. ソルビトール液
(吸収性ポリマー；60分後、
水洗するほど固化物がない)



71. ポリシロキサン
(吸収性ポリマー；60分後、水洗後)

写真Ⅱ-24 ガス抑制試験、固化化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



94. メタクリル酸
 (吸収性ポリマー ; 60分後)
 (水に白濁して溶ける)



96. ジペンテン
 (吸収性ポリマー ; 60分後)



94. メタクリル酸
 (吸収性ポリマー ; 60分後、
 水洗するほど固化物がない)



96. ジペンテン
 (吸収性ポリマー ; 60分後)



96. ジペンテン
 (吸収性ポリマー ; 60分後, 水洗後)

写真Ⅱ-25 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



111. シクロヘキシルアミン
 (吸収性ポリマー；60分後)
 (褐色に濁り水に溶ける)



112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
 (吸収性ポリマー；60分後)



111. シクロヘキシルアミン
 (吸収性ポリマー；60分後、
 水洗するほど固化物がない)



112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
 (吸収性ポリマー；60分後)



112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
 (吸収性ポリマー；60分後、水洗後)

写真Ⅱ-26 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



113. メタクリル酸ブチル
(吸収性ポリマー；60分後)



126. ピリジン
(吸収性ポリマー；60分後)
(水にすぐ溶ける)



113. メタクリル酸ブチル
(吸収性ポリマー；60分後)



126. ピリジン
(吸収性ポリマー；60分後、
水洗するほど固化物がない)



113. メタクリル酸ブチル
(吸収性ポリマー；60分後、水洗後)

写真Ⅱ-27 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



131. ブチルアルデヒド
(吸収性ポリマー；60分後)



132. オクタン酸
(吸収性ポリマー；60分後)



131. ブチルアルデヒド
(吸収性ポリマー；60分後)



132. オクタン酸
(吸収性ポリマー；60分後)



131. ブチルアルデヒド
(吸収性ポリマー；60分後、水洗後)



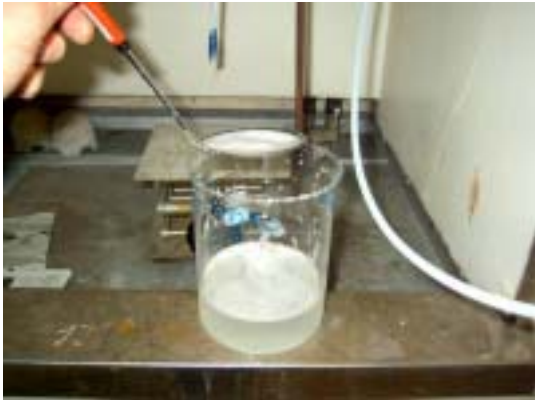
132. オクタン酸
(吸収性ポリマー；60分後、
水洗するほど固化物がない)
(液体が残っている)



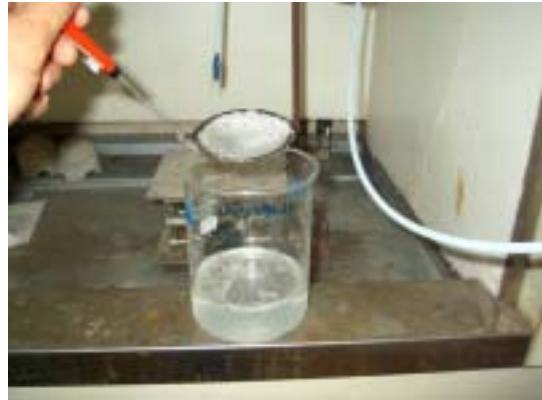
136. ポリブテン
(吸収性ポリマー；60分後)



139. ヘプタノール
(吸収性ポリマー；60分後)



136. ポリブテン
(吸収性ポリマー；60分後)



139. ヘプタノール
(吸収性ポリマー；60分後)



136. ポリブテン
(吸収性ポリマー；60分後, 水洗後)

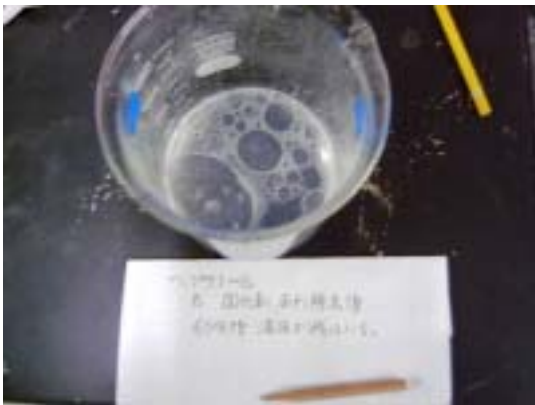
写真Ⅱ-29 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



139. ヘプタノール
(吸収性ポリマー; 60分後, 水洗後)



141. ウンデカノール
(吸収性ポリマー; 60分後)



139. ヘプタノール
(固化剤、泡除去後、液体が残っている)



141. ウンデカノール
(吸収性ポリマー; 60分後)

写真Ⅱ-30 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



141. ウンデカノール
 (吸収性ポリマー; 60分後, 水洗後)



142. イソホロン
 (吸収性ポリマー; 60分後)



141. ウンデカノール
 (固化剤、泡除去後、液体が残っている)



142. イソホロン
 (吸収性ポリマー; 60分後)

写真Ⅱ-31 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



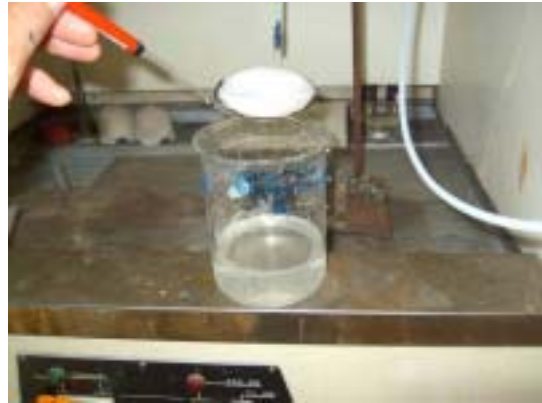
142. イソホロン
(吸収性ポリマー; 60分後, 水洗後)



144. プロピレングリコールモノメチル
エーテルアセテート
(吸収性ポリマー; 60分後)



142. イソホロン
(吸収性ポリマー; 60分後,
固化物除去後)



144. プロピレングリコールモノメチル
エーテルアセテート
(吸収性ポリマー; 60分後)



144. プロピレングリコールモノメチル
エーテルアセテート
(吸収性ポリマー; 60分後, 水洗後)



145. 酢酸 2-エトキシエチル
(吸収性ポリマー; 60分後)



148. フタル酸ジヘプチル
(吸収性ポリマー; 60分後)



145. 酢酸 2-エトキシエチル
(吸収性ポリマー; 60分後)



148. フタル酸ジヘプチル
(吸収性ポリマー; 60分後)



145. 酢酸 2-エトキシエチル
(吸収性ポリマー; 60分後, 水洗後)



148. フタル酸ジヘプチル
(吸収性ポリマー; 60分後、
水洗するほど固化物がない)

写真 II-33 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



150. テレピン油
(吸収性ポリマー；60分後)



158. モルホリン
(吸収性ポリマー；60分後、
すくえるほど固化物がない)
(水に白濁して溶ける)



150. テレピン油
(吸収性ポリマー；60分後)



150. テレピン油
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)

写真Ⅱ-34 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び吸収性ポリマー)



160. エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート
(吸収性ポリマー；60分後)



160. エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート
(吸収性ポリマー；60分後)



160. エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート
(吸収性ポリマー；60分後，水洗後)
写真Ⅱ-35 ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び吸収性ポリマー）

6. 試 験 状 況 写 真 (2)

(ガス抑制試験及び固形化試験；粉末ゲル化剤)



1. キシレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



2. ベンゼン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



1. キシレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



2. ベンゼン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



3. スチレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



5. トルエン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



3. スチレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



5. トルエン
(粉末ゲル化剤; 60分後)

写真II-36 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)



6. シクロヘキサン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



14. メタクリル酸メチル
(粉末ゲル化剤; 60分後)



6. シクロヘキサン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



14. メタクリル酸メチル
(粉末ゲル化剤; 60分後)



16. メチルエチルケトン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



17. 酢酸ビニルモノマー
(粉末ゲル化剤; 60分後)



16. メチルエチルケトン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



17. 酢酸ビニルモノマー
(粉末ゲル化剤; 60分後)

写真Ⅱ-37 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)



18. プロピルベンゼン
(粉末ゲル化剤；60分後)



23. アクリル酸ブチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



18. プロピルベンゼン
(粉末ゲル化剤；60分後)



23. アクリル酸ブチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



24. 酢酸エチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



24. 酢酸エチル
(粉末ゲル化剤；60分後,
シャーレ上の固化物)



24. 酢酸エチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



25. n-ヘキサン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



26. 1-オクテン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



25. n-ヘキサン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



26. 1-オクテン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



27. デカン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



28. メシチレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



27. デカン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



28. メシチレン
(粉末ゲル化剤; 60分後)



35. ノネン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



39. ジイソプロピルベンゼン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



35. ノネン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



39. ジイソプロピルベンゼン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



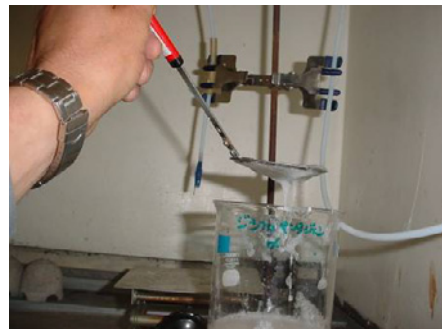
40. アクリル酸2-エチルヘキシル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



41. 1,3-シクロペンタジエン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



40. アクリル酸2-エチルヘキシル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

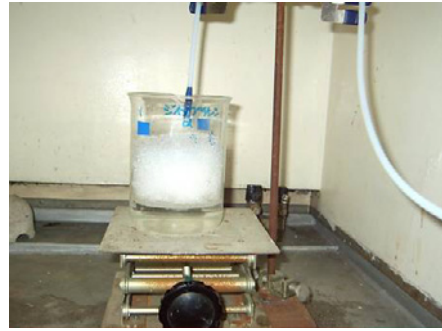


41. 1,3-シクロペンタジエン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

写真Ⅱ-40 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)



50. エチルベンゼン
(粉末ゲル化剤；60分後)



51. ジイソブチレン
(粉末ゲル化剤；60分後)



50. エチルベンゼン
(粉末ゲル化剤；60分後)



51. ジイソブチレン
(粉末ゲル化剤；60分後)



54. アクリル酸エチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



55. メチルイソブチルケトン
(粉末ゲル化剤；60分後)



54. アクリル酸エチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



55. メチルイソブチルケトン
(粉末ゲル化剤；60分後)



58. 塩化アリル
(粉末ゲル化剤；60分後)



60. ドデセン
(粉末ゲル化剤；60分後)



58. 塩化アリル
(粉末ゲル化剤；60分後)



60. ドデセン
(粉末ゲル化剤；60分後)



62. アクリル酸メチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



65. アルファメチルスチレン
(粉末ゲル化剤；60分後)



62. アクリル酸メチル
(粉末ゲル化剤；60分後)



65. アルファメチルスチレン
(粉末ゲル化剤；60分後)

写真Ⅱ-42 ガス抑制試験、固形化試験（ゲル泡及び粉末ゲル化剤）



66. ヘプタン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



70. 酢酸ブチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



66. ヘプタン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



70. 酢酸ブチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



71. ポリシロキサン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



77. フタル酸ジオクチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



71. ポリシロキサン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



77. フタル酸ジオクチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

写真Ⅱ-43 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)



112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



131. ブチルアルデヒド
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



131. ブチルアルデヒド
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



132. オクタン酸
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



142. イソホロン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



132. オクタン酸
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



142. イソホロン
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

写真Ⅱ-44 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)



144. プロピレングリコールモノメ
チルエーテルアセテート
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



145. 酢酸2-エトキシエチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



144. プロピレングリコールモノメ
チルエーテルアセテート
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



145. 酢酸2-エトキシエチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



148. フタル酸ジヘプチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



150. テレピン油
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)



148. フタル酸ジヘプチル
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

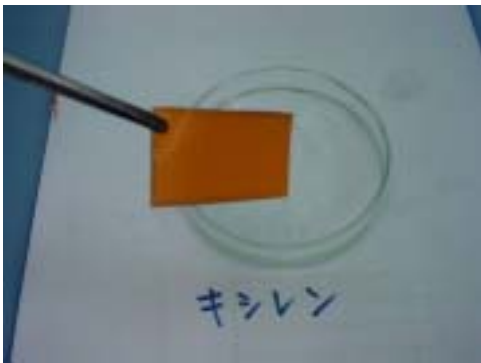
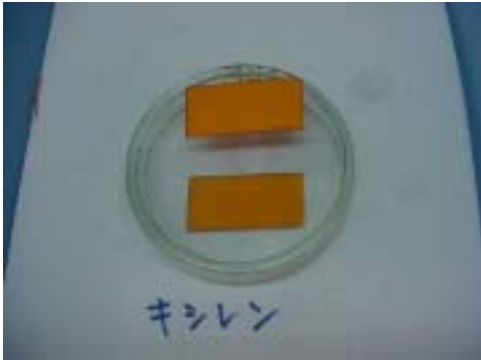


150. テレピン油
(粉末ゲル化剤 ; 60分後)

写真Ⅱ-45 ガス抑制試験、固形化試験 (ゲル泡及び粉末ゲル化剤)

6. 試 験 状 況 写 真 (4)

(オイルフェンス生地の劣化試験)



1. キシレン
(72 時間浸漬後)



2. ベンゼン
(72 時間浸漬後)

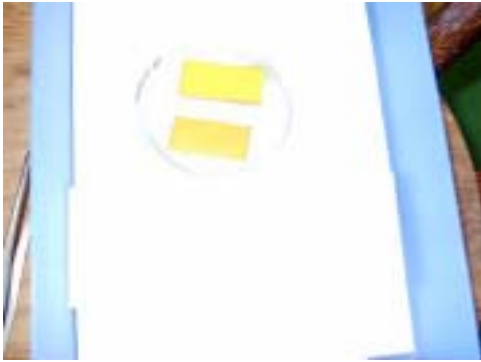


3. スチレン
(72 時間浸漬後)



5. トルエン
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-50 オイルフェンス生地の劣化試験



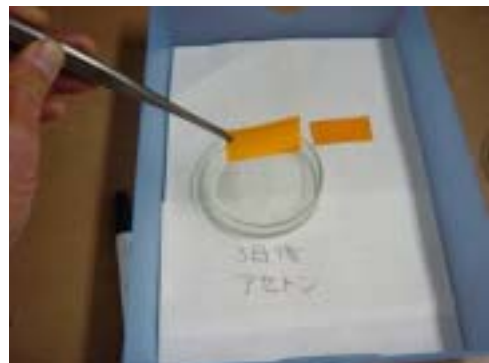
6. シクロヘキサン
(72 時間浸漬後)



7. アクリロニトリル
(72 時間浸漬後)



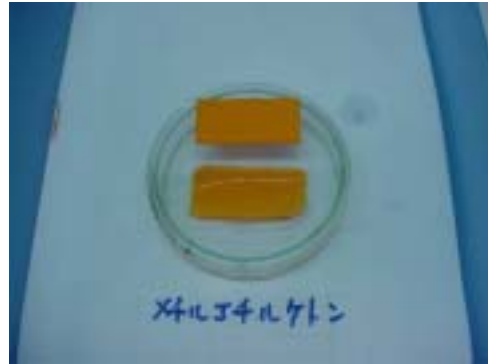
10. クレオソール
(72 時間浸漬後)



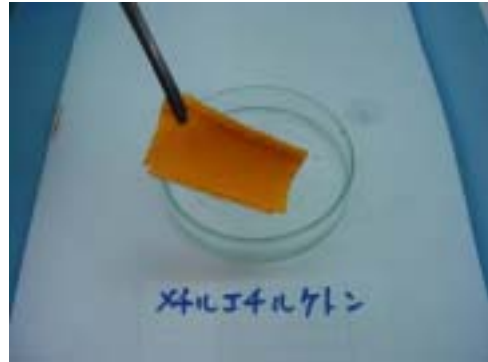
13. アセトン
(72 時間浸漬後)



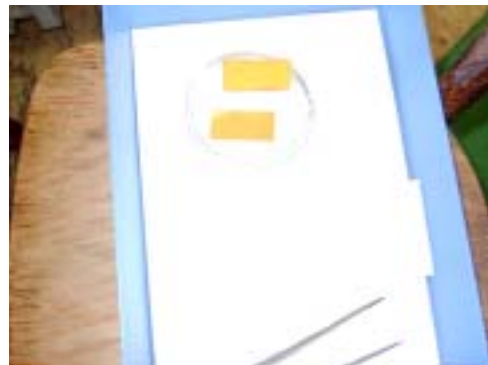
14. メタクリル酸メチル
(72 時間浸漬後)



16. メチルエチルケトン
(72 時間浸漬後)

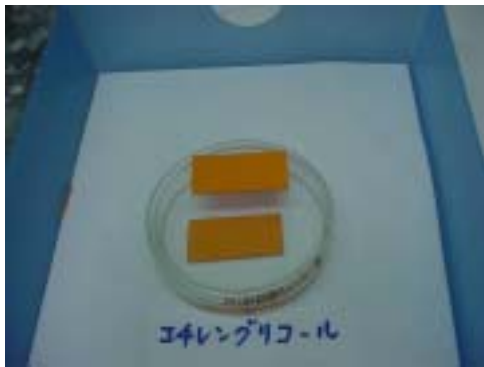


17. 酢酸ビニルモノマー
(72 時間浸漬後)



18. プロピルベンゼン
(72 時間浸漬後)

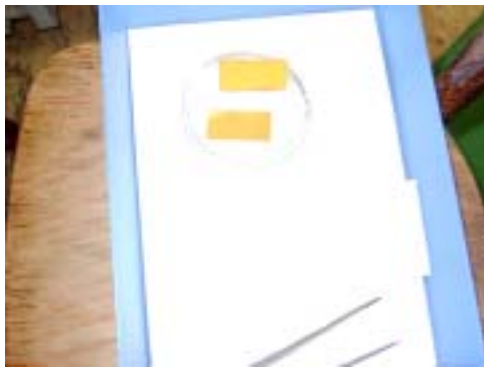




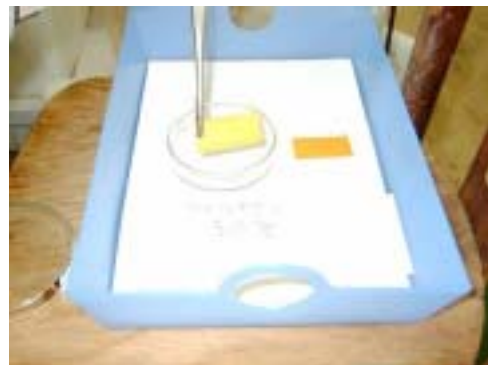
21. エチレングリコール
(72 時間浸漬後)



23. アクリル酸ブチル
(72 時間浸漬後)



24. 酢酸エチル
(72 時間浸漬後)



25. n-ヘキサン
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-53 オイルフェンス生地の劣化試験



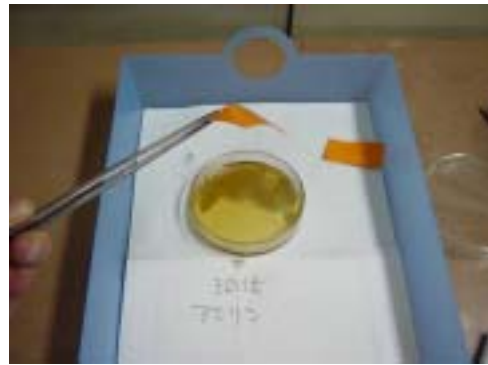
26. 1-オクテン
(72時間浸漬後)



27. デカン
(72時間浸漬後)



28. メシチレン
(72時間浸漬後)



33. アニリン
(72時間浸漬後)

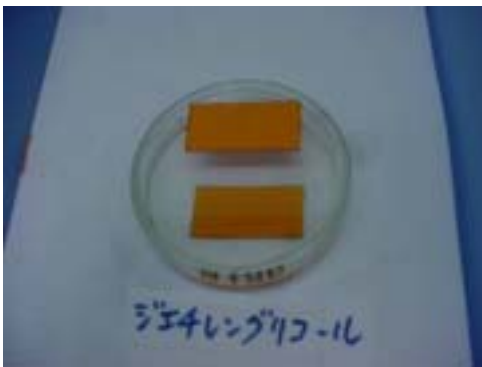
写真II-54 オイルフェンス生地の劣化試験



35. ノネン
(72 時間浸漬後)



36. エピクロロヒドリン
(72 時間浸漬後)



37. ジエチレングリコール
(72 時間浸漬後)

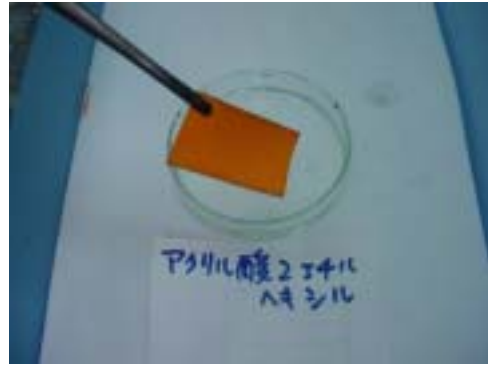
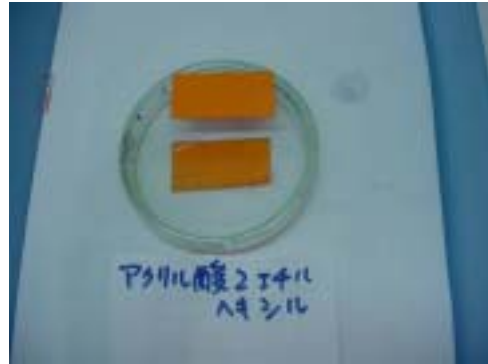


38. ブチレングリコール
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-55 オイルフェンス生地の劣化試験



39. ジイソプロピルベンゼン
(72 時間浸漬後)



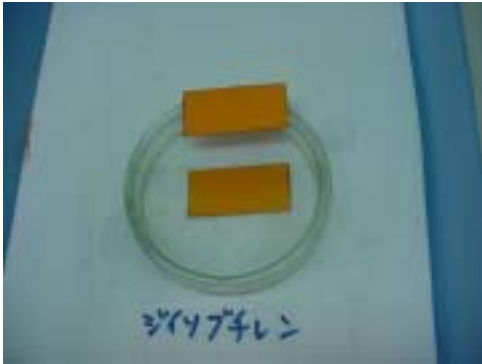
40. アクリル酸 2-エチルヘキシル
(72 時間浸漬後)



41. 1,3-シクロペンタジエン
(72 時間浸漬後)



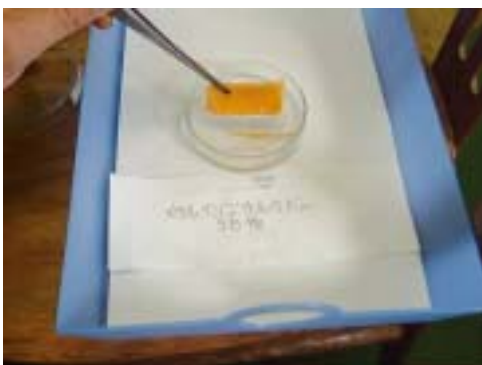
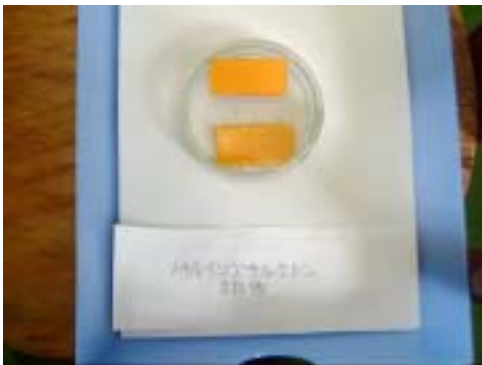
50. エチルベンゼン
(72 時間浸漬後)



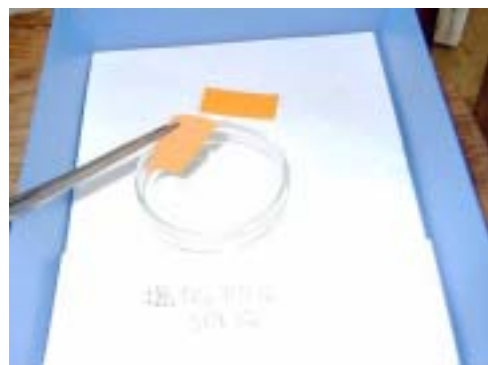
51. ジソブチレン
(72 時間浸漬後)



54. アクリル酸エチル
(72 時間浸漬後)



55. メチルイソブチルケトン
(72 時間浸漬後)



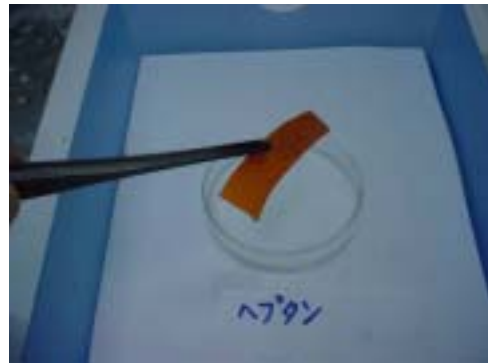
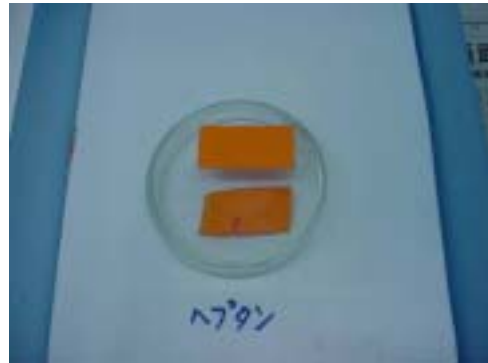
58. 塩化アリル
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-57 オイルフェンス生地の劣化試験



60. ドデセン
(72 時間浸漬後)

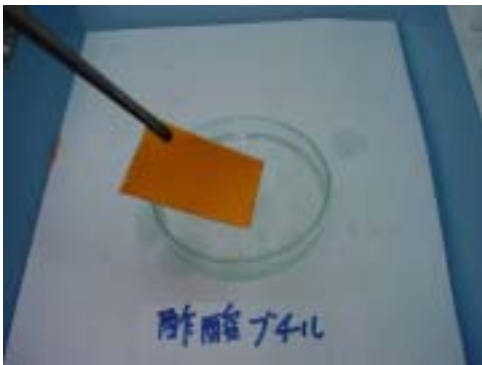
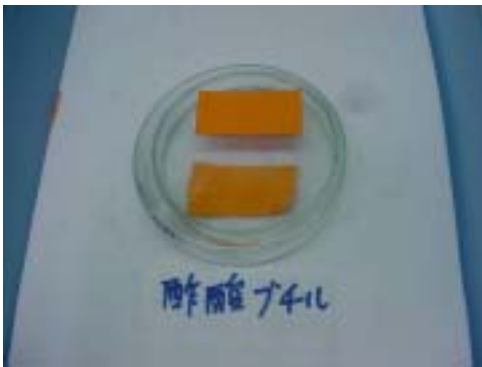
62. アクリル酸メチル
(72 時間浸漬後)



65. アルファメチルスチレン
(72 時間浸漬後)

66. ヘプタン
(72 時間浸漬後)

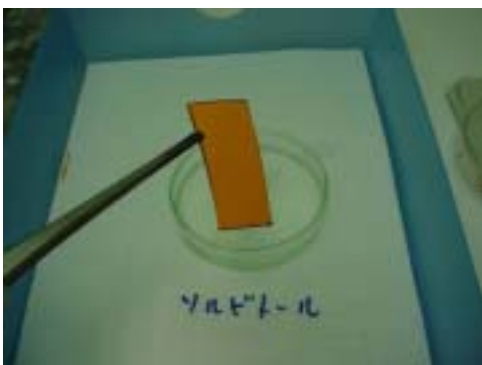
写真Ⅱ-58 オイルフェンス生地の劣化試験



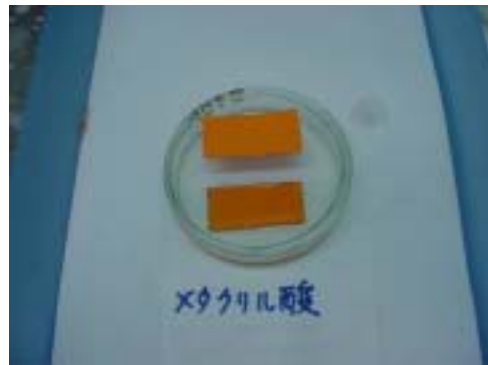
70. 酢酸ブチル
(72 時間浸漬後)



71. ポリシロキサン
(72 時間浸漬後)



91. ソルビトール液
(72 時間浸漬後)



94. メタクリル酸
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-59 オイルフェンス生地の劣化試験



96. ジペンテン
(72 時間浸漬後)



111. シクロヘキシルアミン
(72 時間浸漬後)

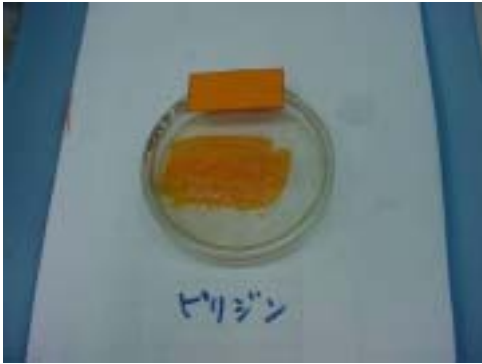


112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
(72 時間浸漬後)
(写真中の物質名は誤り)



113. メタクリル酸ブチル
(72 時間浸漬後)

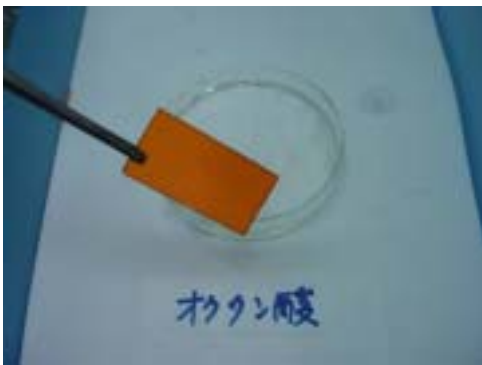
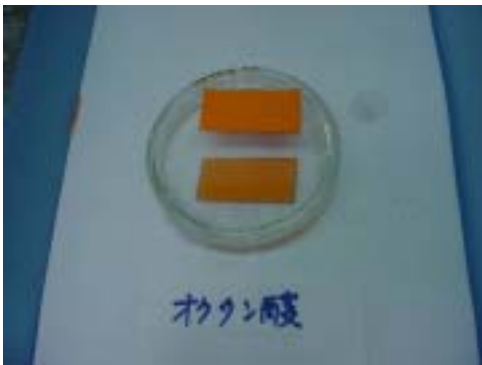
写真Ⅱ-60 オイルフェンス生地の劣化試験



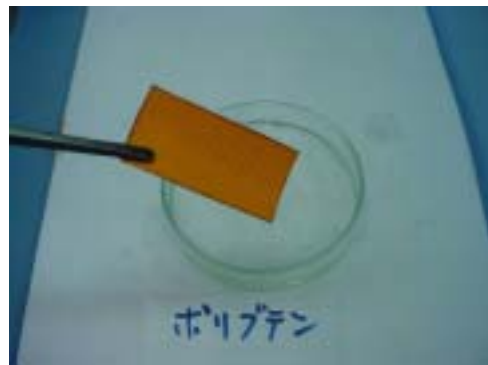
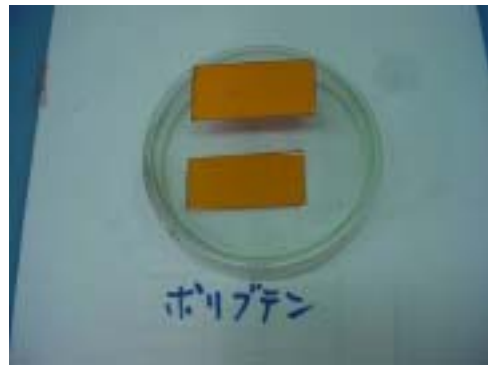
126. ピリジン
(72 時間浸漬後)



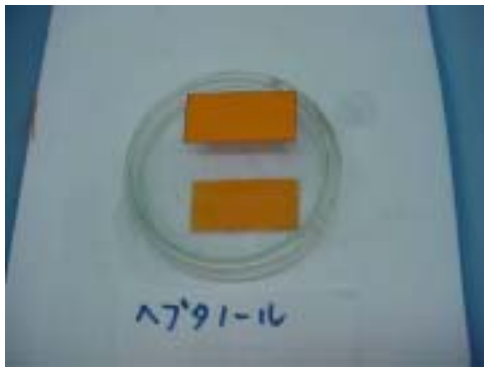
131. ブチルアルデヒド
(72 時間浸漬後)



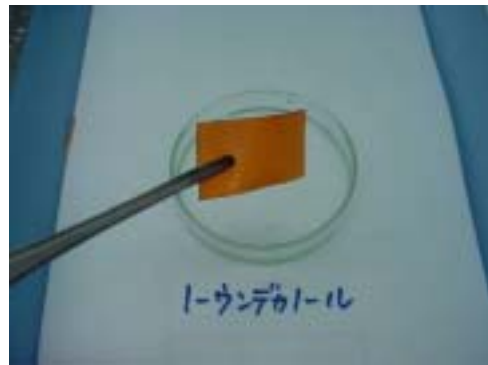
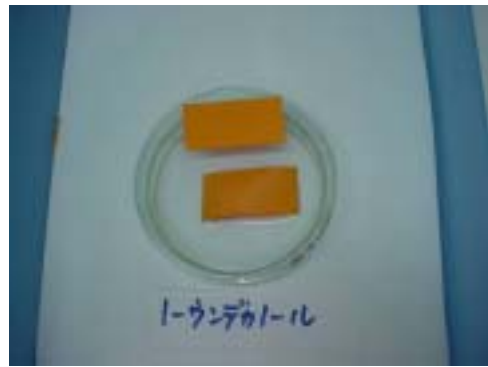
132. オクタン酸
(72 時間浸漬後)



136. ポリブテン
(72 時間浸漬後)



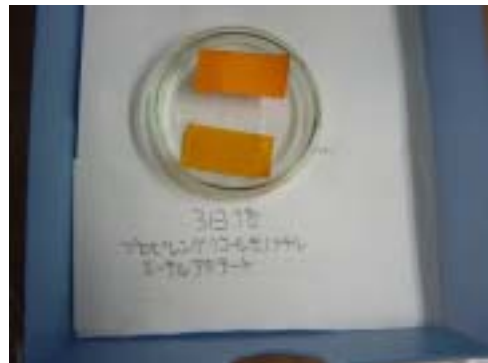
139. ヘプタノール
(72 時間浸漬後)



141. 1-ウンデカノール
(72 時間浸漬後)

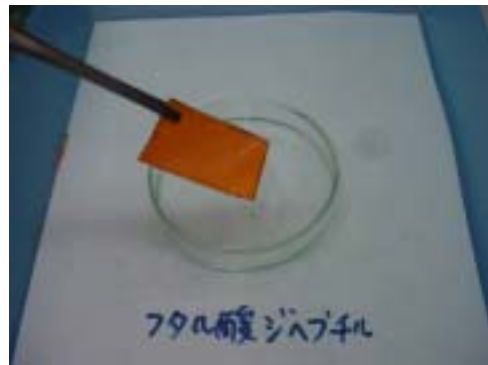
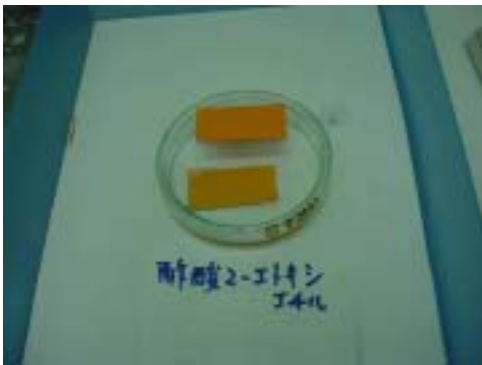


142. イソホロン
(72 時間浸漬後)



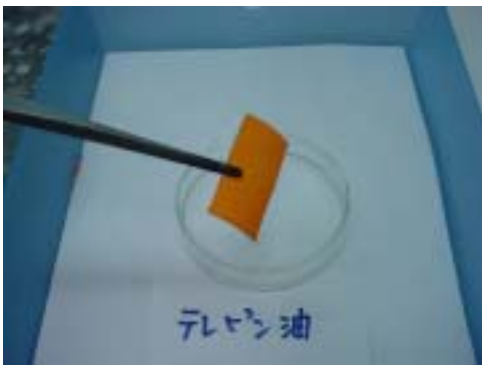
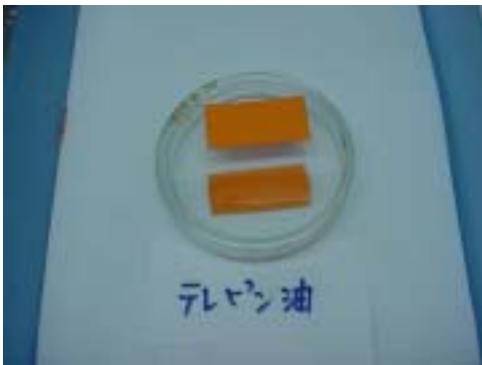
144. プロピレングリコールモノ
メチルエーテルアセテート
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-62 オイルフェンス生地の劣化試験



145. 酢酸 2-エトキシエチル
(72 時間浸漬後)

148. フタル酸ジヘブチル
(72 時間浸漬後)



150. テレピン油
(72 時間浸漬後)

158. ホルホルン
(72 時間浸漬後)

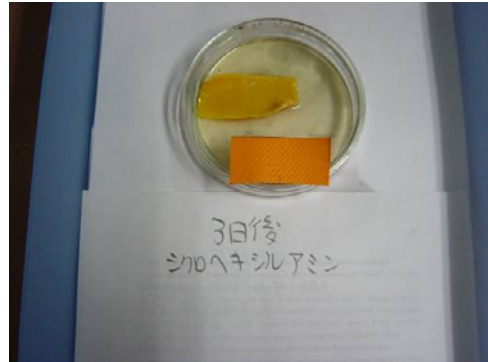
写真Ⅱ-63 オイルフェンス生地の劣化試験



160. エチレングリコールモノ
ブチルエーテルアセテート
(72 時間浸漬後)



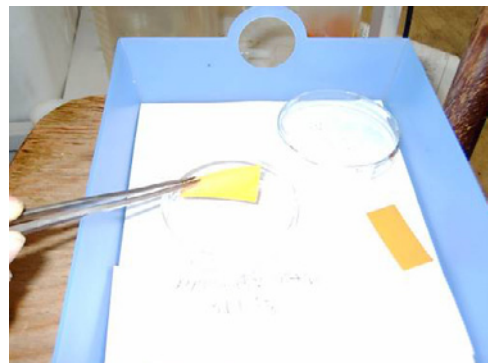
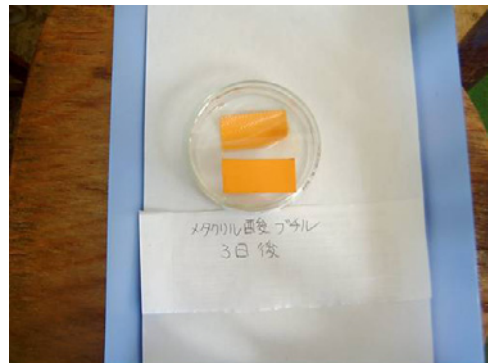
96. ジペンテン
(72 時間浸漬後)



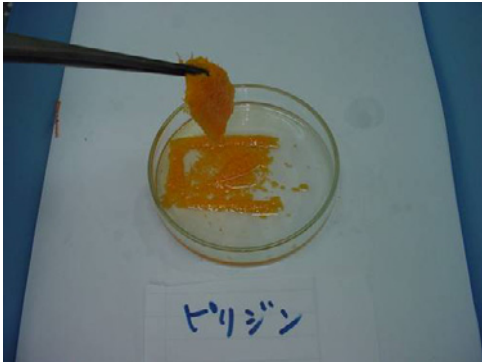
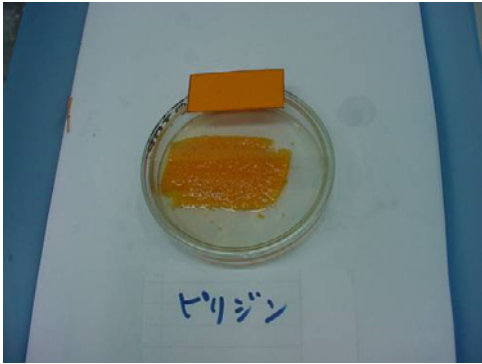
111. シクロヘキシルアミン
(72 時間浸漬後)



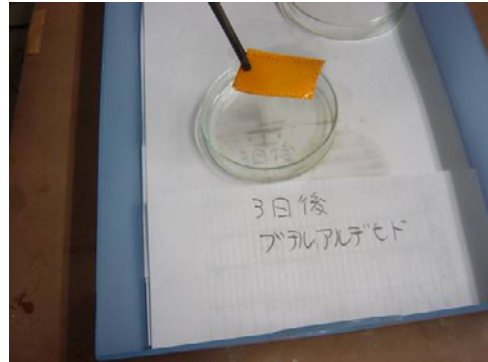
112. 3-エトキシプロピオン酸エチル
(72 時間浸漬後)
(写真中の物質名は誤り)



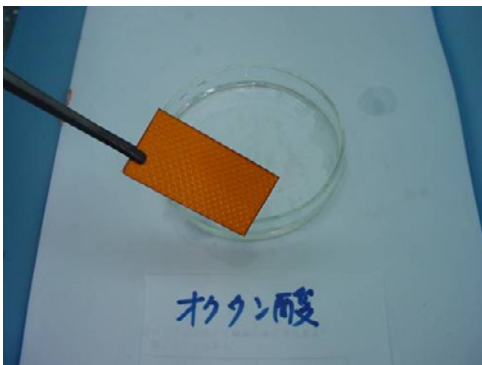
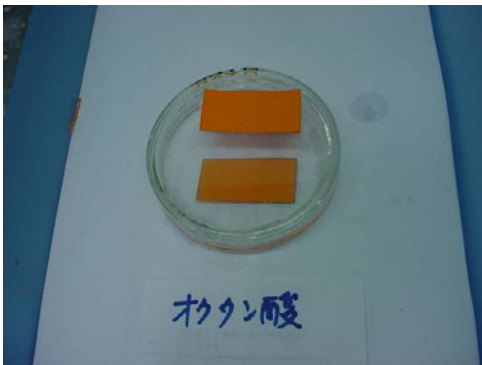
113. メタクリル酸ブチル
(72 時間浸漬後)



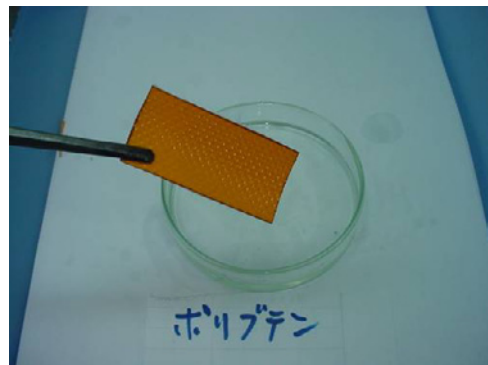
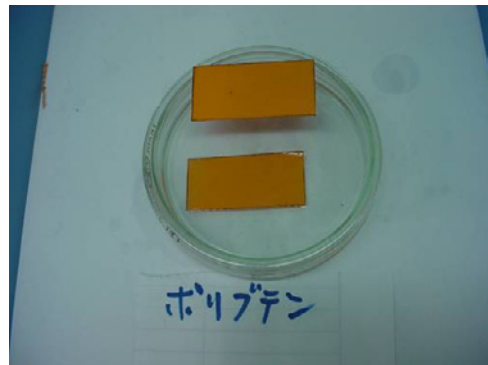
126. ポリジン
(72 時間浸漬後)



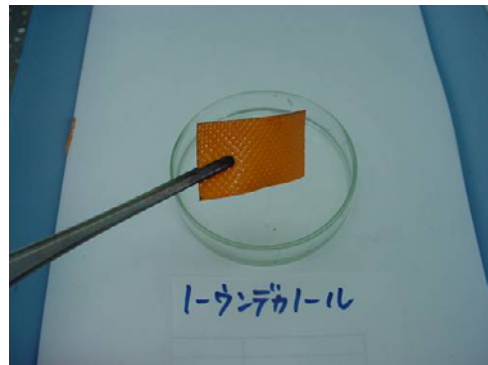
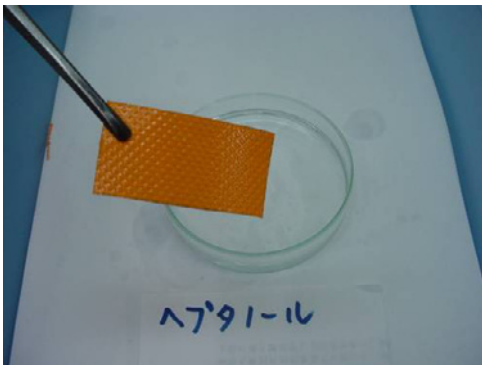
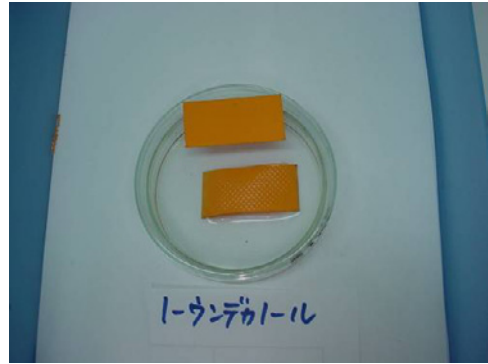
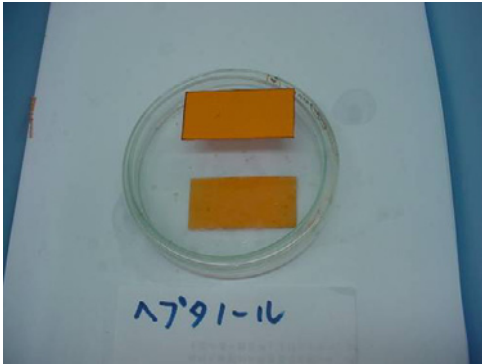
131. ブチルアルデヒド
(72 時間浸漬後)



132. オクタン酸
(72 時間浸漬後)

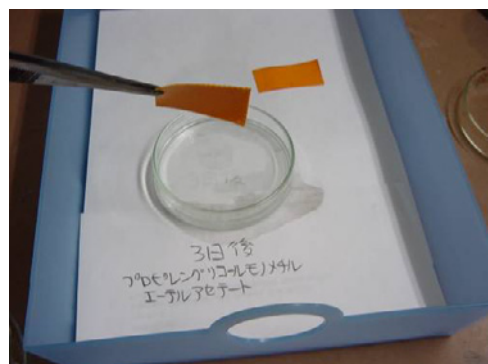
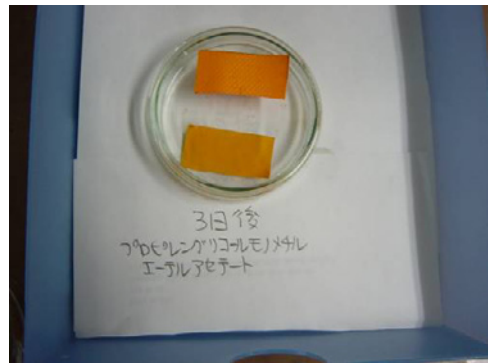


136. ポリブテン
(72 時間浸漬後)



139. ヘプタノール
(72 時間浸漬後)

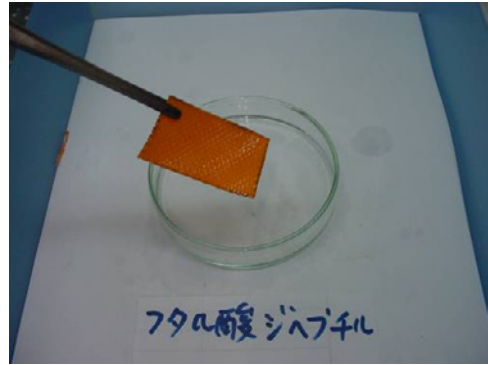
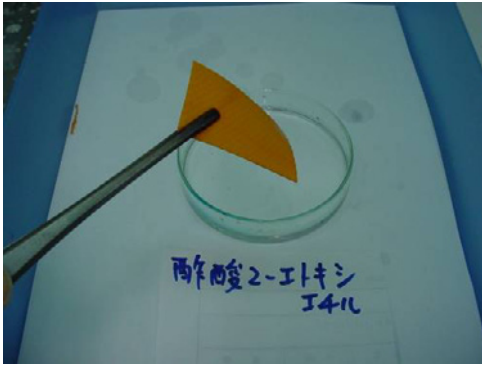
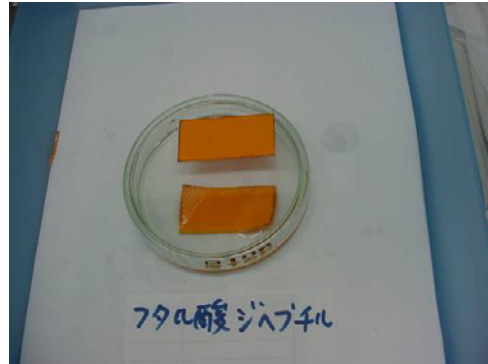
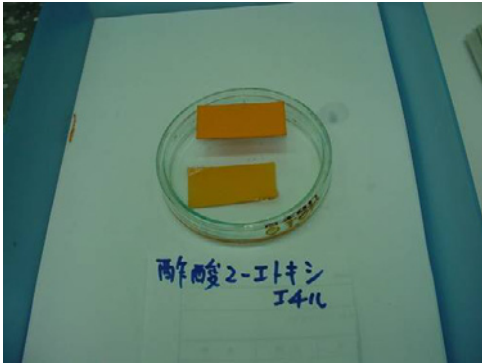
141. 1-ウンデカノール
(72 時間浸漬後)



142. イソホロン
(72 時間浸漬後)

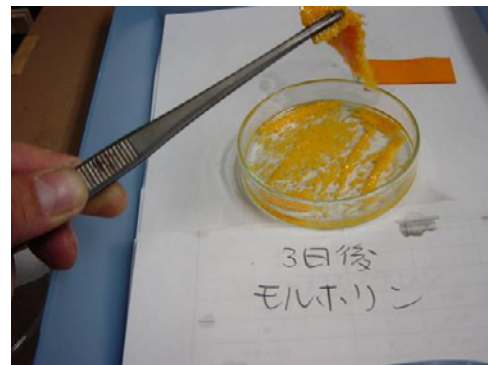
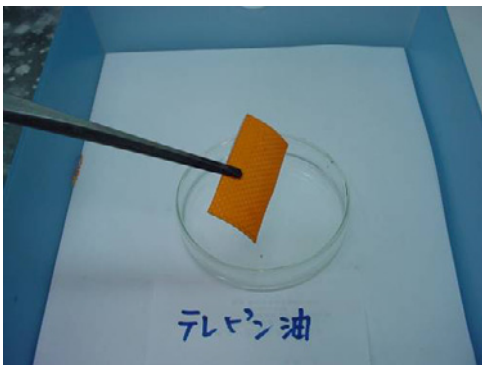
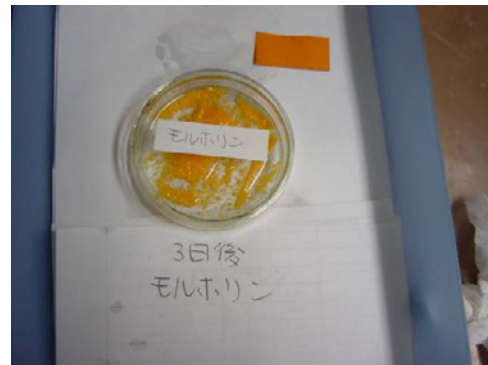
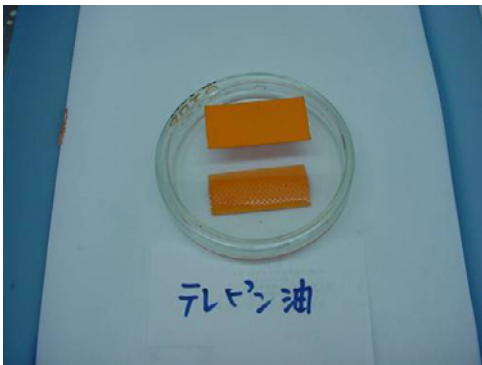
144. プロピレングリコールモノ
メチルエーテルアセテート
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-62 オイルフェンス生地の劣化試験



145. 酢酸 2-エトキシエチル
(72 時間浸漬後)

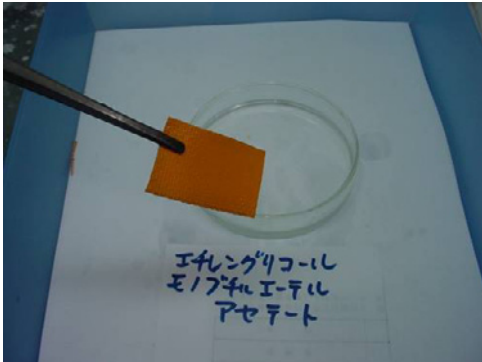
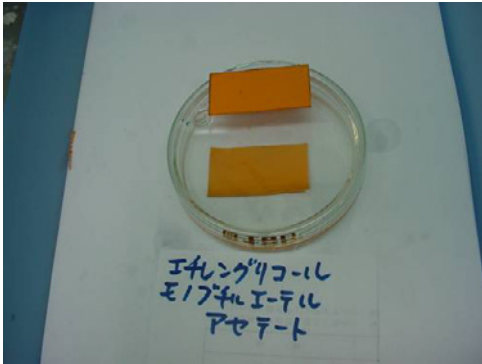
148. フタル酸ジヘプチル
(72 時間浸漬後)



150. テレピン油
(72 時間浸漬後)

158. モルホリン
(72 時間浸漬後)

写真Ⅱ-63 オイルフェンス生地劣化試験



160. エチレングリコールモノ
ブチルエーテルアセテート
(72 時間浸漬後)

7 吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤のガス抑制効果の差について

平成 17 年度のキソー化学工業(株)での実験は、粉末ゲル化剤と吸収性ポリマーをそれぞれ物質の量に対して、容積比で 100%、20%添加し、1 時間後のガス抑制効果について比較するというものであったが、両者に大きな差は認められないという結果となった。

これについて、キシレン 10cc に対して、粉末ゲル化剤については容積比 100% (同量) の 10cc、吸収性ポリマーについては容積比 20%の 2cc を添加しガス検知を行うという追加簡易実験を行った。実験では、どちらもキシレンを固形化あるいは吸収して膨潤するものの、時間の経過とともに開水面が生じ蒸気が発生するため蒸気濃度は下がることはないという結果となった。これはキソー化学での吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤のガス抑制効果に大差はないという結果と同じであった。

物質 キシレン 10cc			
吸収性ポリマー (2cc)			粉末ゲル化剤 (10cc)
ブランク	2,000ppm	(温度 27°C)	同左
2 h 後	1,200ppm	(温度 20°C)	同左
1 2 h 後	800ppm	(温度 10°C)	同左

※ガス検知高さは液面直上 室温の低下とともに蒸気濃度も低下している。

蒸気濃度を一気に下げかつ吸収性ポリマーと粉末ゲル化剤のガス抑制効果を比較するためには、平成 13～15 年度にかけて行った実験のように物質の量に対して重量比で 40% 程度の粉末ゲル化剤または吸収性ポリマーを投入する必要がある (容積比では、粉末ゲル化剤が 130%程度 (嵩比重 0.26)、吸収性ポリマーが 70%程度 (嵩比重 0.672))。

ただ、実際の事故においてケミカルの流出量を推定することは難しく、固形化状況を見ながらあるいは蒸気の抑制効果を確認しながら必要な量を散布していくということにならざるを得ない。また、蒸気濃度についても液面直上では高濃度になるものの 30cm あるいはもっと高い位置では気流があれば蒸気が拡散するため蒸気濃度はそれほど高くなることはないこともあり、重量比で 40%の量が散布量として適切かどうかについては疑義があった。

このため平成 17 年度においては、実際の事故を想定した場合のポリマーの量を決めるため海水無しでの簡易固化実験をキシレン、ベンゼン、トルエンの 3 種類の物質を対象に行った。その結果、いずれの物質に対してもポリマーの量は、容積比で物質の 20%の添加量であっても時間をかければ (数十分程度) 固化可能なことが分かった。

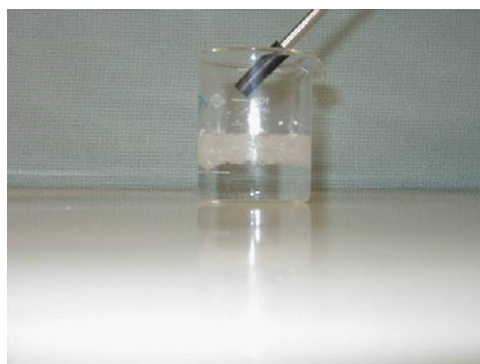
(なお、吸収性ポリマーのメーカーのパフレットによれば容積比で 3%で固化可能と記載されているが、3%では十分な量ではない)。

さらに平成 17 年 12 月に石川県白山市で行った放水銃を使った屋外実験では、キシレ

ン 20L に対して、吸収性ポリマーを 16L ($20L \times \text{容積比 } 20\% \times 4 \text{ 倍} = 16L$) ずつ 2 回にわたって計 32L を散布した結果、散布前の蒸気濃度が 150ppm あったものが、散布後には 50~75ppm まで下がっており実用上は容積比 20% 程度 (推定) の散布量で固形化及び蒸気の抑制効果を期待できるものと考えられる。

この屋外実験では、毎分 400L の放水銃で放水に載せて吸収性ポリマーを散布したものであるが、最大到達地点 (キシレンの入ったオイルパンの設置位置) より手前で落下していくものも相当あるため、目視による推定ではあるが散布量のせいぜい 20% 程度しかキシレンの上に到達していないと推測した。その結果、容積比で 20% 程度の散布量 (この場合はキシレンの量 20L に対して 32% に相当、 $16L \times 2 \text{ 回} \times 20\% = 6.4L$ 、 $6.4L / 20L \times 100 = 32\%$) でも固形化及び蒸気の抑制効果は期待できると考えられる。

キシレンに対して、粉末ゲル化剤をキシレンの量の 100%、吸収性ポリマーを 20%投入した後のガス検知



ゲル化剤ガス検知

ポリマーガス検知



ゲル化剤固形化状態

ポリマー膨潤状態

写真Ⅱ-65 追加簡易実験の結果

8 吸収性ポリマーの膨潤状態

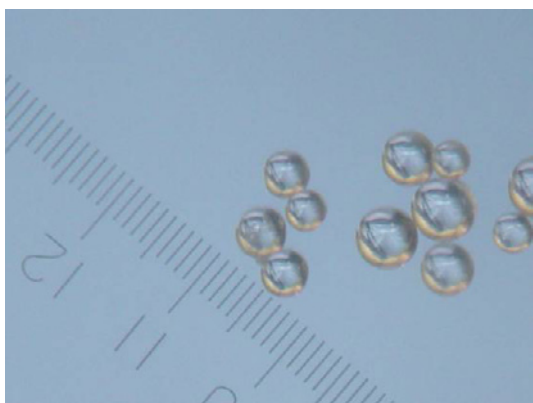
本実験と同じ条件でビーカー中に海水、吸収性ポリマー、溶剤（実験にはエチルベンゼンを使用した）及び泡を入れ1時間後の吸収性ポリマー膨潤状態を観察した。対象には溶剤を加えず海水、吸収性ポリマー及び泡のみをビーカーに入れ1時間経過したものを使用した。写真Ⅱ-66 が示すように溶剤で膨潤した吸収性ポリマーは対象と比べ明らかに大きくなっており溶剤を吸収していることが分る。また溶剤を吸収した吸収性ポリマーは柔らかくなっていた。なお、膨潤の状態は溶剤の種類により差がある。



1 海水、吸収性ポリマー及び泡を入れ
1時間経過したもの



2 海水、吸収性ポリマー、エチルベンゼン
及び泡を入れ1時間経過したもの



3 1の吸収性ポリマー（膨潤していない）



4 2の吸収性ポリマー（膨潤して大きくなっている）

写真Ⅱ-66 吸収性ポリマーの膨潤状態

9 蒸気圧による物質の分類 (20mmHg)

有害液体物質の揮発性の判断基準には、昭和 56 年度に海上保安庁が実施した「軽質油の識別に関する調査研究」及び昭和 61 年度に海上災害防止センターが実施した「有害液体危険物質の防除技術に関する調査研究」の軽質油中に含まれる飽和炭化水素の蒸気圧をベースに揮散実験が行われた結果から次の蒸気圧範囲に分類していた。

(昭和 61 年度段階での蒸気圧による分類)

- イ 蒸気圧が 2mb(1.5mmHg)以上の物質 (6 時間以内に揮散するであろう物質)
- ロ 蒸気圧が 0.3mb(0.225mmHg)以上 2mb(1.5mmHg)未満の物質
(24 時間以内に揮散するであろう物質)
- ハ 蒸気圧が 0.3mb(0.225mmHg)未満の物質
(長時間にわたって海域に滞留するであろう物質)

その後、昭和 62 年度海上災害防止センターが実施した「有害ガスの防護対策に関する調査研究」において、船舶から流出した浮遊性物質の危険範囲を推定する方法を検討しており、この検討の段階で、物質の海面上での拡散状況及び浮遊性物質の液面から大気中へのガス拡散状況を数値シミュレーションにより解析し、流出油の拡散実験結果と比較検討して液状拡散特性を明らかにしている。

この結果蒸発により物質が消失する時間と蒸気圧の関係を次図のとおり解明した。

この結果について、平成 2 年度に海上災害防止センターが実施した「有害液体危険物質の防除資機材に関する調査研究」において再検討し、仮に流出事故発生から防除作業船が現場に到着して作業開始するまでの所要時間を 100 分とすると同図から蒸気圧 20mmHg (20°C) 以上の物質は蒸発により 100 分以内で消失することが分かったとしている。

この結果に基づき海上災害防止センターでは、揮発しやすい物質と揮発しにくい物質の分類基準として蒸気圧 20mmHg(20°C)としている。さらに米国での基準としては 1psig (51.7mmHg、ただし、米国コーストガードの Chrismanual では Reid Vapor Pressure で表示しており、リード蒸気圧とは 37.8°C のおける蒸気圧である) を採用しており 20mmHg (20°C) は妥当な分類であると思われる。

沸点 [°C]	蒸気圧 [mmHg]
0	12.10877
10	20.10904
20	32.25918
30	50.16183
40	75.83134
50	111.742

トルエン

沸点 [°C]	蒸気圧 [mmHg]
0	6.202471
10	11.67247
20	21.03905
30	36.4762
40	61.05618
50	98.99277

メタクリル酸メチル

沸点 [°C]	蒸気圧 [mmHg]
0	3.60928
10	7.41423
20	14.50045
30	27.13174
40	48.77485
50	84.55697

プロパノール

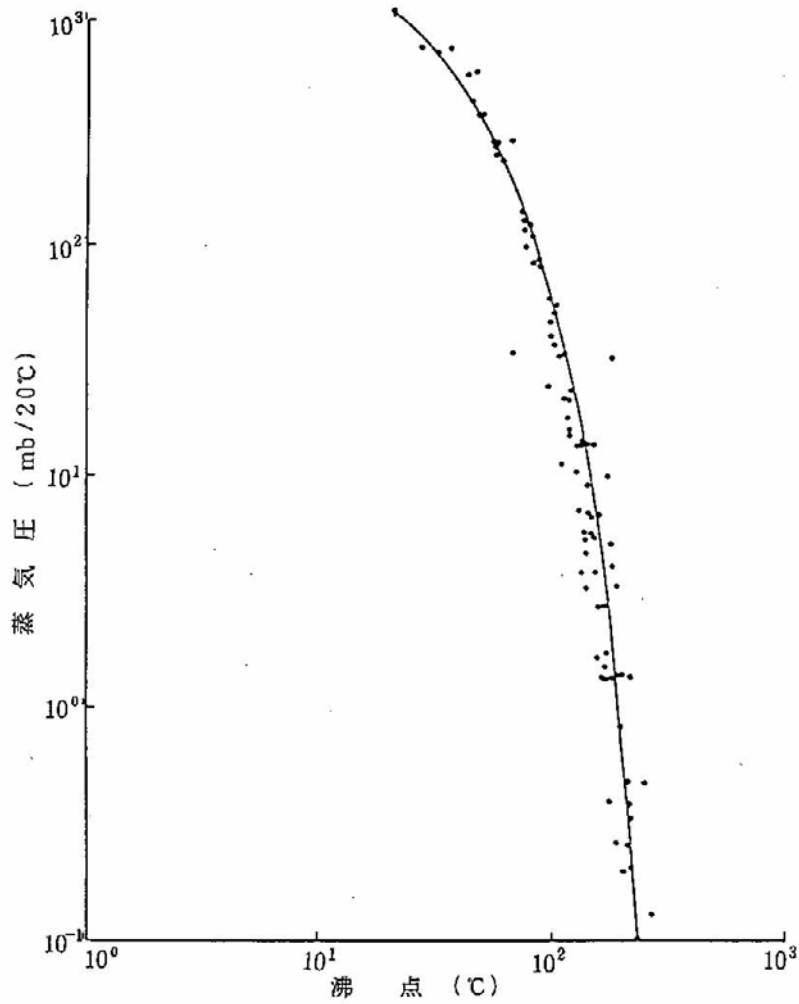


図1.1 有害液体物質の沸点と蒸気圧の関係

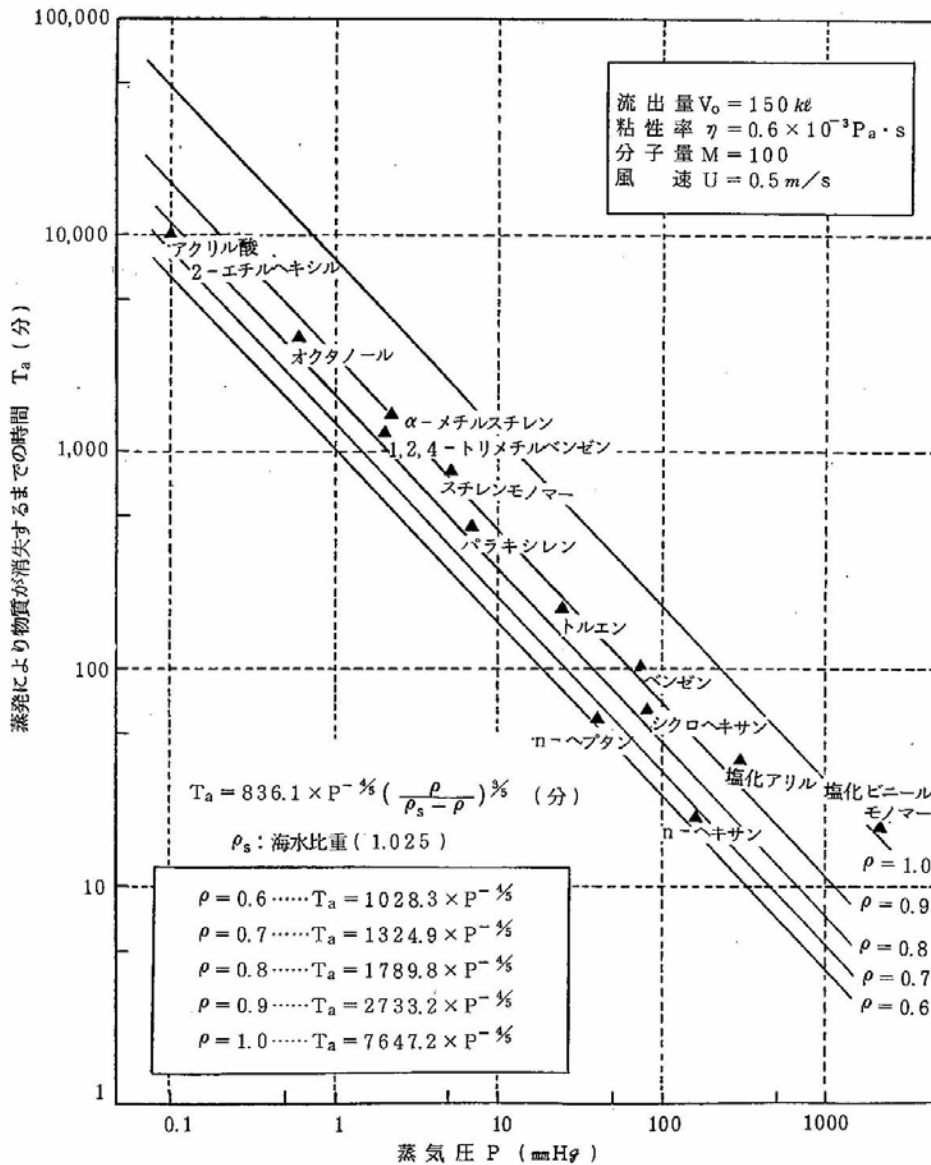


図1.2 比重 (ρ)をいろいろと変えた場合の、蒸発により物質が消失するまでの時間と蒸気圧 (P)の関係
 図中に記した点 (\blacktriangle)は前図で示した各種有害液に関するデータである。

参考	物質	蒸気圧	温度
	スチレンモノマー	4.5 mmHg	(20°C)
	パラキシレン	4.8 mmHg	"
	トルエン	24.3 mmHg	"
	ベンゼン	95.2 mmHg	(25°C)
	ヘプタン	34.5 mmHg	(20°C)
	シクロヘキサン	121.6 mmHg	"

↑ 揮発性が低い
 20 mmHg
 ↓ 揮発性が高い

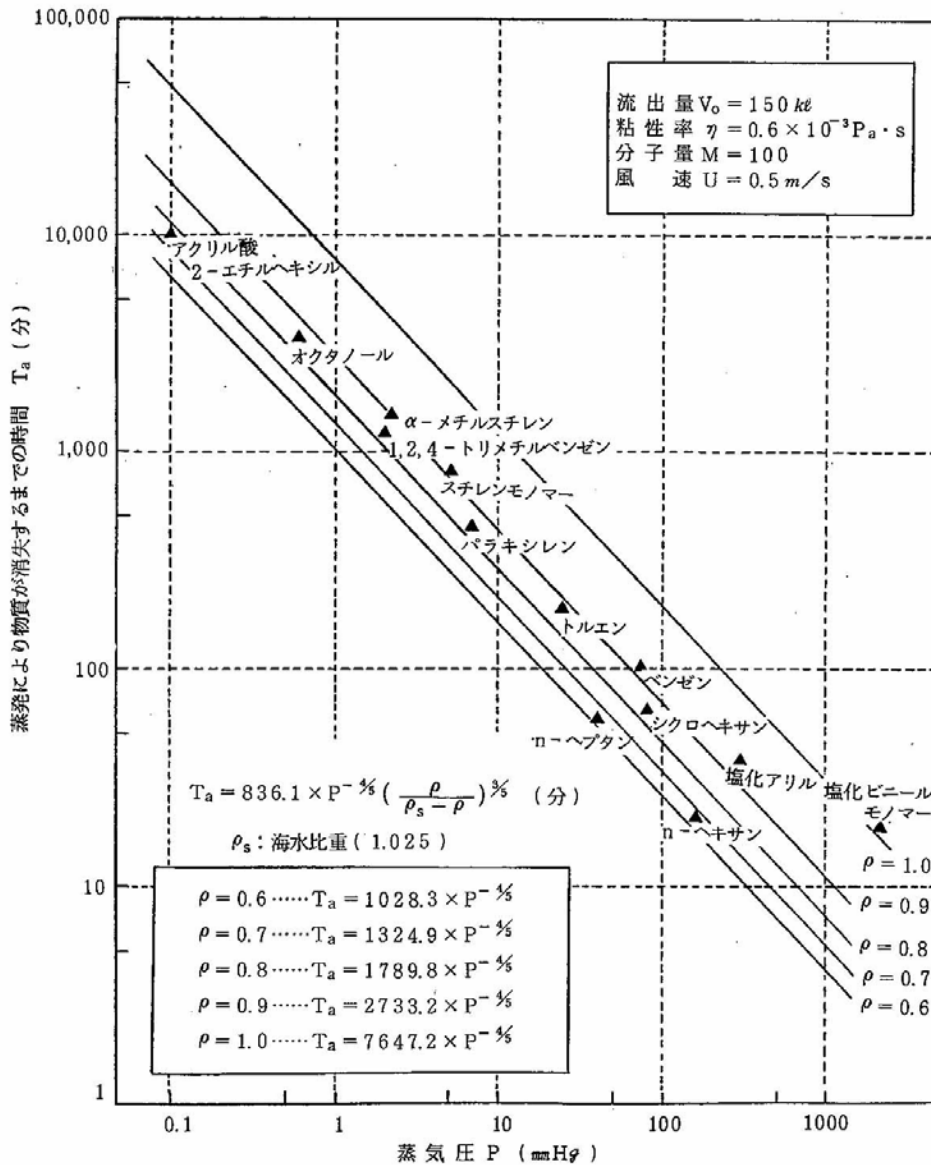


図1.2 比重 (ρ)をいろいろと変えた場合の、蒸発により物質が消失するまでの時間と蒸気圧 (P)の関係
 図中に記した点 (\blacktriangle)は前図で示した各種有害液に関するデータである。

参考	物質	蒸気圧	温度
	スチレンモノマー	4.5 mmHg	(20°C)
	パラキシレン	4.8 mmHg	"
	トルエン	24.3 mmHg	"
	ベンゼン	95.2 mmHg	(25°C)
	ヘプタン	34.5 mmHg	(20°C)
	シクロヘキサン	121.6 mmHg	"

↑ 揮発性が低い
 20 mmHg
 ↓ 揮発性が高い

10 その他の追加簡易実験

10. 1 海水無のクレオソート固形化簡易実験

特異臭のあるクレオソートは、比重が 1.07 (40℃) のため沈降性物質であるが、これまで海水無の固形化実験を行っていなかったため、今回追加簡易実験として粉末ゲル化剤及び吸収性ポリマーによる海水無の固形化実験を行った。

10. 1. 1 簡易実験方法

クレオソートをガラス製シャーレに少量入れ、その上から粉末ゲル化剤を添加、攪拌せずに固形化可能か確認する。

また、同方法にて吸収性ポリマーを添加した場合、固形化可能か確認する。

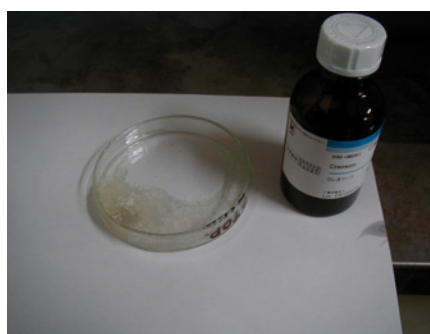
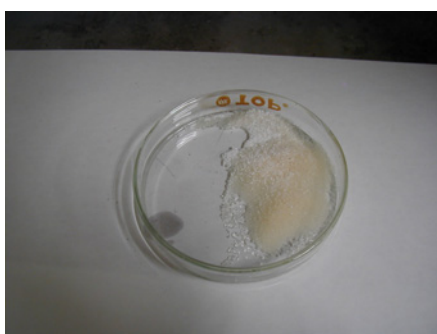
適宜写真撮影を実施する。

10. 1. 2 簡易実験結果

簡易実験の結果、吸収性ポリマー及び粉末ゲル化剤は、それぞれクレオソートを完全に吸収し、固形化した。実験状況を写真Ⅱ-67 及び 68 に示す。



1. クレオソートをガラス製シャーレに少量とる



2. 粉末ゲル化剤による
クレオソート固形化状況
(固形化した)

3. 吸収性ポリマーによる
クレオソート固形化状況
(固形化した)

写真Ⅱ-67 海水無のクレオソート固形化簡易実験結果



固形化した粉末ゲル化剤（左）：固形化した吸収性ポリマー（右）

4. クレオソート固形化状況

写真Ⅱ-68 海水無のクレオソート固形化簡易実験結果

10. 2 海底沈降性物質（ニトロベンゼン）の粉末ゲル化剤等による回収簡易実験

有害液体物質のうち、比重が海水よりも重く海底に沈降する物質に、粉末ゲル化剤、吸収性ポリマーを沈めて付着させた場合、吸収または固形化可能か確認するため、次の簡易実験を行った。

なお、供試有害液体物質には、比重が 1.20 であるニトロベンゼンを使用した。

10. 2. 1 簡易実験方法

人工海水をガラス製ビーカー 1 L に取り、ニトロベンゼンを少量加える。次に、吸収性ポリマーをガーゼに包む。ガーゼに包まれた吸収性ポリマーをピンセットではさみ、ビーカーの底に溜まっているニトロベンゼンに付着させる。ビーカーからガーゼを取り出し、吸収または固形化しているか確認する。

同方法にて、粉末ゲル化剤を使用し確認する。

海水無の場合では、ニトロベンゼンが固形化可能か再度確認するため、ニトロベンゼンをガラス製シャーレに少量入れ、その上から吸収性ポリマーを添加、攪拌せずに固形化可能か確認する。

適宜写真撮影を実施する。

10. 2. 2 簡易実験結果

簡易実験を行った結果、粉末ゲル化剤及び吸収性ポリマーともに、吸収または固形化されていなかった。実験状況を写真Ⅱ-69及び70に示す。ピンセットに挟んだガーゼでビーカーの底に溜まっているニトロベンゼンを何度押しつけても、ニトロベンゼンは吸収されず、ガーゼの横から流れていく状態であった。若干は、ニトロベンゼンを吸収しているようにも見受けられるが、吸収または固形化された感じはほとんどなかった。

海水無の状態であれば、吸収性ポリマーはニトロベンゼンを完全吸収し、固形化した。



1. ニトロベンゼンをガラス製ビーカー1 Lに少量とる



2. 吸収性ポリマー (左)、粉末ゲル化剤 (右) をガーゼに包む



3. 吸収性ポリマーのニトロベンゼン吸着状況
(ガーゼに包んだ吸収性ポリマーに吸収されず)

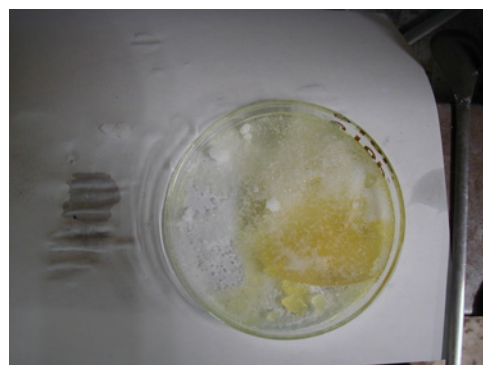
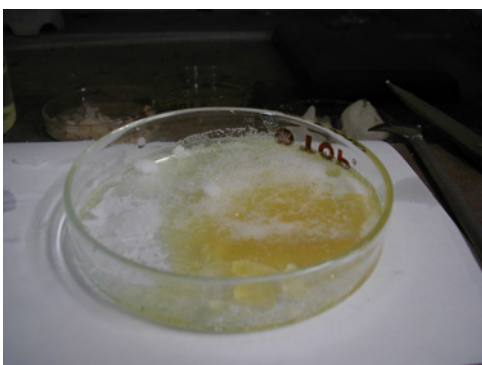
写真Ⅱ-69 海底沈降性物質の回収簡易実験結果



4. 粉末ゲル化剤のニトロベンゼン吸着状況
(ガーゼに包んだ粉末ゲル化剤に吸収されず)



5. ガーゼに包んでいた吸収性ポリマー（ビーカー内の左）、
粉末ゲル化剤（ビーカー内の右）の状況
(両者とも吸収または固形化せず)



6. 海水無での吸収性ポリマーによるニトロベンゼン
(固形化した)

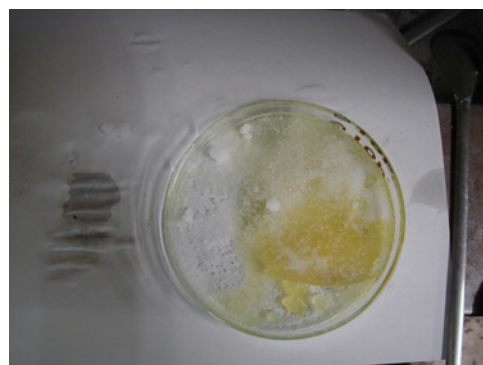
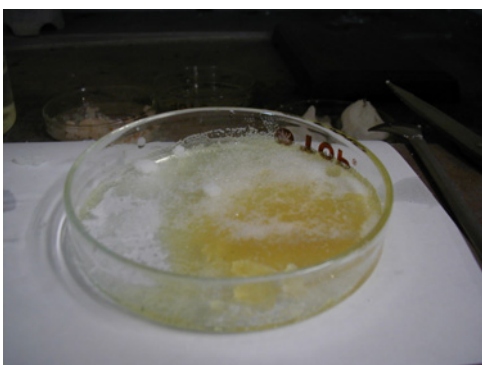
写真Ⅱ-70 海水無のクレオソート固形化簡易実験結果



4. 粉末ゲル化剤のニトロベンゼン吸着状況
(ガーゼに包んだ粉末ゲル化剤に吸収されず)



5. ガーゼに包んでいた吸収性ポリマー（ビーカー内の左）、
粉末ゲル化剤（ビーカー内の右）の状況
(両者とも吸収または固形化せず)



6. 海水無での吸収性ポリマーによるニトロベンゼン
(固形化した)