日本財団 助成事業
The Nippon Foundation
競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成１５年度
危険物の海上輸送時の事故対応策の研究報告書
（その２）

平成１６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13年度から15年度にかけて実施した「危険物の海上輸送時の事故対応策の研究」のうち、「HNS標準防除手法調査」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、ばら積み輸送される有害・危険物（HNS）の流出事故も対象とすることとなった。

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。

本調査はこのような状況に鑑み、HNSの海上流出事故時の対応策を支援するための総合的なデータベースを世界に先駆け構築、それが広く一般に公開され積極的に活用されることにより、海洋環境の保全に資することを目的としたものであり、本報告書は当該データベースの原案となる予定である。

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「独立行政法人　海上災害防止センター」に委託し全面的な協力を得て実施したものである。

平成16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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

Ⅱ　ＨＮＳ海上流出事故対応データ・ベースの構築
1　物質の選定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
2　海上流出有害液体物質の分類・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
3　有害液体物質の安全データ・シート・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

Ⅲ　有害液体物質の固化・ガス抑制に関する調査研究
1　概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
2　供試化学剤・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
3　供試有害液体物質・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
4　固化及びガス抑制の試験方法
4．1　粉末ゲル化剤による固化・ガス抑制試験方法・・・・・・・・・・・・ 49
4．2　吸収性ポリマー剤による固化及びガス抑制試験・・・・・・・・・・・ 51
5　調査及び試験結果
5．1　有害液体物質の水溶性調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
5．2　粉末ゲル化剤Ａの試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65
5．3　粉末ゲル化剤Ｂの試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・157
5．4　吸収性ポリマー剤の試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・179
6　まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・249

平成１５年度　危険物の海上輸送時の事故対応策の研究

Ⅰ　調査研究の概要

１　調査研究の目的

2000 年３月に 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・危険物質（ＨＮＳ：Hazardous and Noxious Substances ）も対象とすることになった。

HNS の海上流出時の緊急対策については、海上輸送されている物質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。このような状況から HNS の海上流出事故時の緊急対策を支援するために「HNS 海上流出事故対応データベース（仮称)」を構築し、広く一般に公開して積極的に活用してもらい、海洋環境の保全並びに海上災害の防止に寄与することを目的とする。

２　調査研究の内容

平成 15 年度に実施した調査研究の項目は、平成 13 年度及び平成 14 年度に引き続き以下のとおりである。

(1)　ＨＮＳ海上流出事故対応データ・ベースの構築（日本語版、英語版）
(2)　有害液体物質の固化及びガス抑制に関する調査研究（２４種）

Ⅱ　ＨＮＳ海上流出事故対応データ・ベースの構築

１　物質の選定

HNS の輸送は、タンカーによるばら積み輸送の他、航空機やコンテナ船による個品輸送、混載等による多品目輸送されているものと輸送方法が多様である。また、輸送されている物質の品目は多種であることから、品目毎の輸送実態についての把握は困難であり、正確な資料もない。

そこで、本調査研究の物質の選定は、海上災害防止センターが平成１２年度に実施した「有害液体物質の海上輸送実態」調査の結果を踏まえ、我が国周辺において海上輸送されている物質のうち輸送量の多い順に選定し調査することにした。

輸送品目は表Ⅱ－１「平成１１年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順)」のとおりである。表Ⅱ－１に示した輸送量順位１６２位までで全輸送量の約９０％を占めている。

なお、今年度はこのうち昨年度までに作成した海上輸送順位の上位から８７品目に引き続き２４品目を選定して合計１１１品目までの調査研究を行った。

また、今年度は、上記の品目について日本語版及び英語版のデータ・ベース（別冊）も併せて作成した。

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78 附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
1	1307	キシレン	Xylene	C	引火性液体類	3394	3.3－III	引火性液体類	1,999,866
2	1114	ベンゼン	Benzene	C	引火性液体類	3185	3.2－II	引火性液体類	1,503,659
3	2055	スチレン（スチレンモノマー）	Styrene monomer	B	引火性液体類	3381	3.3－III	引火性液体類	1,439,635
4	1230	メチルアルコール（メタノール）	Methanol	D	引火性液体類	3251	3.2－副6.1－II	引火性液体類	717,782
5	1294	トルエン	Toluene	C	引火性液体類	3285	3.2－II	引火性液体類	604,530
6	1145	シクロヘキサン	Cyclohexane	C	引火性液体類	3114	3.1－II	引火性液体類	528,988
7	1093	アクリロニトリル	Acrylonitrile	B	引火性液体類	3173	3.2－副6.1－ I	引火性液体類	519,324
8	3082	コールタール（アスファルト）	Coal tar	A	有害性物質	9028	9－III		506,744
9	1184	1,2-ジクロロエタン（二塩化エチレン）	Ethylene dichloride	B	引火性液体類	3224	3.2－副6.1－II	引火性液体類	418,217
10	3082	クレオソート（コールタールより得られたもの）	Creosote	A	有害性物質	9028	9－III		350,358
11	1170	エチルアルコール（エタノール）	Ethanol	III	引火性液体類	3219	3.2－II 3.3－III	引火性液体類	237,594
12	1120	ブチルアルコール（ブタノール）	Butanol	III	引火性液体類	3313	3.3－III	引火性液体類	236,113
13	1090	アセトン	Acetone	III	引火性液体類	3102	3.1－II	引火性液体類	222,269
14	1247	メタクリル酸メチル	Methyl methacrylate	D	引火性液体類	3259	3.2－II	引火性液体類	211,576
15	1715	無水酢酸	Acetic anhydride	D	腐食性物質	8101	8－副3－II	腐食性物質	201,806
16	1193	メチルエチルケトン	Methyl ethyl ketone	III	引火性液体類	3226	3.2－II	引火性液体類	200,839
17	1301	酢酸ビニル	Vinyl acetate	C	引火性液体類	3289	3.2-II	引火性液体類	197,900
18	1918	プロピルベンゼン	Propylbenzene	A	引火性液体類	3357	3.3-III	引火性液体類	193,412
19	3082	オクタノール	Octanol	C	有毒性物質	9028	9－III		167,591
20	2312 2821	フェノール	Phenol	C	毒物	6224 6225	6.1－II	毒物	146,735
21		エチレングリコール	Ethylene glycol	D					121,374
22		シクロヘキサノール	Cyclohexanol	D					96,460
23	2348	アクリル酸ブチル	Butyl acrylate	B	引火性液体類	3315	3.3－III	引火性液体類	84,980
24	1173	酢酸エチル	Ethyl acetate	D	引火性液体類	3220	3.2－II	引火性液体類	84,620

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78 附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
25	1208	ヘキサン（ノルマルヘキサン）	Hexane	C	引火性液体類	3129	3.1－II	引火性液体類	78,268
26		オクテン	Octene	B					78,108
27		ノルマルアルカン(C10以上のもの)	n-Alkanes (C10+)	III					71,394
28		アルキルベンゼン（炭素数が9以上のもの及び混合物	Alkylbenzene	D					70,986
29	1274	プロピルアルコール（ノルマルプロパノール）	1-Propanol	III	引火性液体類	3272-1	3.2－II 3.3－III	引火性液体類	69,696
30	1824	水酸化ナトリウム溶液（苛性ソーダ）	Sodium hydroxide	D	腐食性物質	8226	8－II，III	腐食性物質	65,063
31	1888	クロロホルム	Chloroform	B	毒物	6103	6.1－III	毒物	63,738
32		米糠、ひまし、オリーブ、サンフラワー							59,186
33	1547	アニリン	Aniline	C	毒物	6068	6.1－II	毒物	58,133
34		ラテックス	Latex	III					52,811
35	3295	ノネン	Nonene	B	引火性液体類	3352	3.3 III	引火性液体類	43,722
36	2023	エピクロロヒドリン	Epichlorohydrin	A	毒物	6143	6.1－副3－II	毒物	43,159
37		ジエチレングリコール	Diethylene glycol	D					42,490
38		ブチレングリコール	Butylene glycol	D					41,939
39	3082	ジイソプロピルベンゼン	Diisopropylbenzene	A	有害性物質	9028	9		37,061
40		アクリル酸2エチルヘキシル	2-Ethyl hexyl acrylate	B					36,977
41	2048	1,3-シクロペンタジエン二量体	1,3-Cyclopentadiene dimer	B	引火性液体類	3330	3.3	引火性液体類	34,615
42	1593	ジクロロメタン（メチレンクロライド）	Methylene chloride	D	毒物	6127	6.1－III		34,377
43	2789 2790	酢酸	Acetic acid	D	腐食性物質	8100	8－副3－II 8－II、8－III	腐食性物質	32,166
44	1541	アセトンシアノヒドリン	Acetone cyanohydrin	A	毒物	6051	6.1－I	毒物	32,070
45	2218	アクリル酸	Acrylic acid	D	腐食性物質	8102	8－副3－II	腐食性物質	30,903
46	1098	アリルアルコール	Allyl alcohol	B	毒物	6058	6.1－副3－I	毒物	30,503
47	3082	ノナノール（ノニルアルコール）	Nonyl alcohol	C	有害物質	9028	9－III		29,967
48	2265	ジメチルホルムアミド	Dimethylformamide	D	引火性液体類	3335	3.3－III	引火性液体類	28,970

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
49		糖蜜	Molasses	III					28,960
50	1175	エチルベンゼン	Ethylbenzene	B	引火性液体類	3222	3.2－II	引火性液体類	28,601
51	2050	ジイソブチレン	Diisobutylene	B	引火性液体類	3210	3.2－II	引火性液体類	27,767
52		アルファーオレフィン混合物 (炭素数6～18混合物)	alpha Oleffin (C6-C18) mixtures	B					26,333
53	1710	トリクロロエチレン	Trichloroethylene	C	毒物	6273	6.1－III		25,942
54	1917	アクリル酸エチル	Ethyl acrylate	A	引火性液体類	3220	3.2－II	引火性液体類	24,581
55	1245	メチルブチルケトン	Methyl butyl ketone	D	引火性液体類	3257	3.2	引火性液体類	24,177
56	2076	クレゾール	Cresol	A	毒物	6114	6.1－副8－II	毒物	24,076
57		潤滑油添加剤 (アルキルアリルジチオ燐酸亜鉛)		C					21,217
58	1100	塩化アリル(アリルクロライド)	Allyl chloride	B	引火性液体類	3105-1	3.1－副6.1－I	引火性液体類	20,670
59		トール油							19,246
60	2850	プロピレン四量体	Propylene tetramer	B	引火性液体類	3378	3.3	引火性液体類	18,767
61	2831	1.1.1-トリクロロエタン(トリクロロエタン)	1,1,1-Trichloroethane	C	毒物	6272-1	6.1－III		18,285
62	1919	アクリル酸メチル	Methyl acrylate	B	引火性液体類	3252	3.2－II	引火性液体類	18,264
63		フタル酸ジアルキル	Dialkyl phthalate	D					17,061
64		プロピレングリコール	Propylene glycol	III					16,720
65	2303	アルファメチルスチレン	α－Methylstyrene	A	引火性液体類	3357	3.3－III	引火性液体類	16,629
66	1206	ヘプタン	Heptane	C	引火性液体類	3235	3.2－II	引火性液体類	15,933
67		グリシンナトリウム塩溶液	Glycine,sodium salt solution	III					15,661
68	1268	コールタールナフサソルベント	Coal tar naphtha	B	引火性液体類	3141	3.1－I，II 3.2－I，II	引火性液体類	15,354
69		ポリプロピレングリコール	Polypropylene glycol	D					15,352
70	1123	酢酸ブチル(酢酸ノルマルブチル)	Butyl acetate	C	引火性液体類	3191	3.2－II	引火性液体類	15,200
71	1993	ポリシロキサン	Polysiloxane	III	引火性液体類	3230	3.2	引火性液体類	14,870
72		潤滑油添加剤 (長鎖アルキルサルチル酸カルシウム塩)	Calcium long chain alkylsalicylate	C					14,300

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78 附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
73		アルキルベンゼン（炭素数が6～11のもの）	Alkylbenzene						14,036
74	1578	オルトクロロニトロベンゼン (1-クロロ－2ニトロベンゼン)	o-Chloronitrobenzene	B	毒物	6106	6.1－Ⅱ	毒物	14,006
75	1897	テトラクロロエチレン	Tetrachloroethylene	B	毒物	6264	6.1－Ⅲ	毒物	13,824
76	2078	トルエンジイソシアネート	Toluene diisocyanate	C	毒物	6269	6.1－Ⅱ	毒物	13,330
77		フタル酸ジオクチル	Diocthyl phthalate	Ⅲ					13,319
78		エチレングリコールモノアルキルエーテル		D					12,903
79		魚油、たら肝油	Fish oils,Cod liver oil	D					12,763
80		油脂							11,534
81		プロピレングリコールモノアルキルエーテル	Propylene glycol monoalkyl ether	D					10,340
82	1198	ホルムアルデヒド溶液（ホルマリン４５％以下）	Formalin	C	引火性液体類	3347	3.3－副8－Ⅲ	引火性液体類	10,288
83	2261	キシレノール	Xylenol	B	毒物	6280	6.1－Ⅱ	毒物	8,845
84		潤滑油添加剤 （アルキルアリ）							8,526
85		タロー（豚脂を除く）	Tallow	D					8,481
86		エチレングリコールメチルブチルエーテル		D					8,447
87		アッシドオイル（脂肪酸蒸留物）		D					7,925
88	2584 2586	アルキルベンゼンスルホン酸	Alkylbenzenesulfonic acid	C	腐食性物質	8105	8－Ⅱ 8－Ⅲ	腐食性物質	7,351
89	1783	ヘキサメチレンジアミン溶液	Hexamethylenediamine	C	腐食性物質	8180	8－Ⅱ 8－Ⅲ	腐食性物質	7,150
90	1805	燐酸	Phosphoric acid	D	腐食性物質	8204	8－Ⅲ		7,127
91		ソルビトール溶液	Sorbitol	Ⅲ					6,620
92	3082	デカノール（デシルアルコール）	Decyl alcohol	B	有害物質	9028	9－Ⅲ		6,393
93		脂肪族セカンダリーアルコールポリエトキシレート炭素数が6から17であって重合度が7から12までのもの及びその混合物に限る	Alchol (C6-C17)(secondary) poly(7-12) ethoxylates	B					6,370
94	2531	メタクリル酸	Methacrylic acid	D	腐食性物質	8192	8－Ⅲ		5,990
95	1814	水酸化カリウム溶液（苛性加里）	Potassium hydroxide	C	腐食性物質	8214	8－Ⅱ，Ⅲ	腐食性物質	5,950
96	2052	ジペンテン	Dipentene	C	引火性液体類	3336	3.3－Ⅲ	引火性液体類	5,735

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78 附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
97		ブテンオリゴマー	Butene oligomer	B					5,520
98		パームステアリン	Palm stearin	D					4,792
99		脂肪族セカンダリーアルコールポリエトキシレート（炭素数が6から17であって重合度が3から6までのもの及びその混合物に限る）	Alchol (C6-C17)(secondary) poly(3-6) ethoxylates	A					4,532
100	2949	硫化水素ナトリウム水溶液（水硫化ソーダ）	Sodium hydrogensulfite	B	腐食性物質	8225	8	腐食性物質	4,384
101	2205	アジポニトリル	Adiponitrile	D					4,313
102		パームナッツ油脂肪酸メチルエステル	Palm nuts oil fatty acid methyl ester	D					3,584
103	2489	ジフェニルメタンジイソシアナート	Diphenylmethane-4,4'-diisocyanate	B	毒物	6140	6.1		3,497
104	1662	ニトロベンゼン	Nitrobenzene	B	毒物	6208	6.1-Ⅱ	毒物	3,440
105		イソ酪酸2，2，4－トリメチル-3イソブトキシペンチル		III					3,156
106	3082	フタル酸ジブチル	Dibutyl phthalate	A	有害性物質	9028	9－III		2,950
107	2491	トリエタノールアミン	Triethanolamine	D	腐食性物質	8169	8－III		2,813
108		1.1.2トリクロロー1.2.2トリフルオロエタン		C					2,755
109	1594	硫酸ジエチル	Sulfuric acid diethyl ester	B	毒物	6130	6.1－II	毒物	2,750
110		ジエチレングリコールモノメチルエーテル							2,368
111	2357	シクロヘキシルアミン	Cyclohexylamine	C	腐食性物質	8156	8ー副3－II	腐食性物質	2,217
112		3エトキシプロピオン酸エチル	Ethyl-3-ethoxypropionate	C					2,110
113	2227	メタクリル酸ブチル	n-Butyl methacrylate	D	引火性液体類	3316	3.3－III	引火性液体類	2,100
114		3－メチルー3メトキシブタノール	3-Methyl-3-methoxy-butanol	III					2,080
115		ラード	Lard	III					2,015
116		ネオデカン酸ビニル		B					1,751
117	1160	ジメチルアミン（45％以下のもの）	Dimethylamine	C	引火性液体類	3118 3212	3.1－副8－II 3.2－副8－II	引火性液体類	1,640
118	2880	次亜塩素酸カルシウム溶液（15％以下）	Calcium oxychloride	C	酸化性物質	5138	5.1	酸化性物質	1,609
119	2031	硝酸	Nitric acid	C	腐食性物質	8195	8－I 8－II	腐食性物質	1,600
120	3082	フタル酸ブチルベンジル	Butyl benzyl phthalate	A	有害性物質	9028	9－III		1,552

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成11年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
121	1160	ジメチルアミン（６５％以下のもの）	Dimethylamine	C	引火性液体類	3118 3212	3.1－副8－Ⅱ 3.2－副8－Ⅱ	引火性液体類	1,500
122	2491	エタノールアミン	Ethanolamine	D	腐食性物質	8169	8－Ⅲ	腐食性物質	1,429
123	2049	ジエチルベンゼン	Diethylbenzene	A					1,390
124	1760	ジエタノールアミン	Dietanolamine	D	腐食性物質	8147	8－Ⅲ		1,206
125	1830	硫酸	Sulfuric acid	C	腐食性物質	8230	8-Ⅱ	腐食性物質	1,151
126	1282	ピリジン	Pyridine	D	引火性液体類	3277	3.2－Ⅱ	引火性液体類	1,080
127	1604	エチレンジアミン	Ethylenediamine	C	腐食性物質	8170	8－副3－Ⅱ	腐食性物質	1,075
128	2209	ホルムアルデヒド及びメタノールの混合溶液	Formalin	C	腐食性物質	8176	8－Ⅲ	腐食性物質	1,020
129		硫酸アンモニウム溶液	Ammonium sulfate	D					1,001
130		エチレングリコールジアセテート	Ethyleneglycol diacetate	C					900
131	1129	ブチルアルデヒド	Butyraldehyde	C	引火性液体類	3196	3.2－Ⅱ	引火性液体類	880
132		オクタン酸（2－エチルヘキサン酸）	Octanoic acid	D			8		830
133		タロー脂肪酸							800
134		ジエチレングリコールモノメチルエチルエーテルアセテート							800
135	2810	ポリメチレンポリフェニルイソシアネート	Polymethylene polyphenyl polyisocyanate	D	毒物				800
136		ポリブテン	Polybutene	Ⅲ					772
137		オレフィン　C５－C１５混合物	Olefin mixtures (C5-C15)	B					750
138	2074	アクリルアミド溶液（50％以下）	Acrylamide	D	毒物	6054	6.1－Ⅲ		750
139		ヘプタノール	Heptanol	C					720
140		ヤシ油脂肪酸メチルエステル	Palm oil fatty acid methyl ester	D					720
141	3082	ウンデカノール	Undecyl alchol	B					700
142		イソホロン	Isophorone	D					661
143		オレフィン　C５－C７混合物 C５ペンテン、C６ヘキセン、C７ヘプテン	Olefin mixtures (C5-C7)	C					660
144	1993	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	Propylene glycol monomethylether acetate	D	引火性液体類	3345	3.3－Ⅲ	引火性液体類	652

表Ⅱ－１　平成 11 年度内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）

平成１１年度順位	国連番号	化学品名		MARPOL73/78 附属書Ⅱによる分類	危規則	IMDG CODE	IMDG CLASS	港則法	輸送量
145	1172	酢酸２－エトキシエチル（エチレングリコールエーテルアセテート）	Ethylglycol acetate	C	引火性液体類	3341	3.3－III	引火性液体類	548
146		ジプロピレングリコール	Dipropylene glycol	III					530
147		脂肪酸族アルコール（炭素数が１３以上のもの及びその混合物	Alcohols(C13+)	III					525
148		フタル酸ジヘプチル	Diheptyl phthalate	III					504
149	1171	２－エトキシエタノール	2-Ethoxyethanol	D	引火性液体類	3341	3.3－III	引火性液体類	501
150	1299	テレピン油	Turpentine oil	B	引火性液体類	3391	3.3－III	引火性液体類	500
151		混酸（硝酸及び硫酸の混合物に限る）							500
152	2047	１．３－ジクロロプロペン	1,3-Dichloropropene	B	引火性液体類				500
153	2079	ジエチレントリアミン	Diethylenetriamine	D	腐食性物質	8161	8－II	腐食性物質	480
154	2672	アンモニア水（濃度が２８重量％以下のものに限る）	Aqueous ammonia	C	腐食性物質	8111	8－III		400
155		ガンマブチロラクトン	γ－Butyrolactone	D					400
156		エチレングリコールアセテート	Ethylene glycol acetate	D					400
157	1148	ジアセトンアルコール	Diacetone alcohol	D	引火性液体類	3327	3.3－III	引火性液体類	330
158	2054	モルホリン	Morpholine	D	引火性液体類	3367	3.3－III	引火性液体類	305
159		パーム油脂肪酸	Palm kernel acid oil	C					293
160		エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	Ethylene glycol butyl ether acetate	C					204
161	2057	プロピレン三量体	Propylene trimer	B	引火性液体類				200
162		エチレングリコールメチルエーテルアセテート		C					199

IIIはその貨物の評価の結果、A,B,C又はD類以外に分類されることが明らかになったことを意味する。
括弧付きの汚染分類は、その貨物が暫定的に分類され、汚染の危険性を完全に評価するためには、更に資料が必要であるということを示す。
危険性評価が完全になるまでは、記載された汚染分類を用いる。

2　海上流出有害液体物質の分類

船舶の衝突・座礁等の事故及び陸上施設の事故により有害物質が海上に流出した場合、海水との物理的・化学的反応性や対生物毒性等の影響が考えられるが、防除面を考えた場合には、最も大きな影響を与えるのは海域における物質の挙動である。

したがって、海上流出した有害物質はその挙動により、浮沈性、揮発性、溶解性により分類される。

(1)　浮沈性による分類

海上に流出した有害液体物質は海面を漂流するか、海底に沈降するか、又は海中に浮遊するかの３つに分類される。この分類の事象は現場海域の海水密度と流出した有害液体物質の密度の差によって決まる。

有害液体物質の沈降性を密度によって分類するとつぎのとおりとなる。

①　海面を常に漂流する物質は、その密度が 1.010 未満のものとする。

②　海底へ常に沈降する物質は、その密度が 1.027 以上のものとする。

③　海中を浮遊（浮遊沈降）する物質は、その密度が 1.010 以上 1.027 未満のものとする。

(2)　揮発性及び溶解性による分類

海上に流出した有害液体物質がどの程度海域に滞留するかは防除するためには重要である。

有害液体物質が海域に滞留する時間を支配する要因として、物質の揮発と溶解性がある。

①　蒸気圧による分類

海上流出した有害液体物質の揮発性は蒸発速度によって支配される。

蒸発速度は、流出量、気温、水温、熱伝導率、比熱、蒸気圧、粘性等によって変化する。

有害液体物質の揮発性の判断基準は、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研究」や昭和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発実験が行われた結果から、次の蒸気圧範囲に分類した。

イ　蒸気圧が２㎜ b 以上の物質（６時間以内に揮発するであろう物質）

ロ　蒸気圧が０．３ｍｂ以上２ｍｂ未満の物質（24 時間以内に揮発するであろう物質）

ハ　蒸気圧が０．３㎜ b 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）

②　海水中への溶解性による分類

海上に流出した有害液体物質は、海面に漂流していても、海中を浮遊していても、また、海底に沈降していても、海水との接触により溶解性のあるものは溶解していく。

また、一般的に不溶とされる物質であっても、海洋のように水が無限大に存在し、溶解に関する時間を無視すれば、理論的には溶解することが可能となる。

溶解性による分類は次のとおりとした。

イ　単時間に海水中へ溶解する物質

ロ　長時間海域へ滞留する物質

上述のように物質を分類し、かつ、グループ分けすることにより取扱いや防除の措置がある程度パターン化することが可能となる。

このことを踏まえ、データ・シートに掲げる各項目について調査検討するとともにその記載内容についても整合性を図った。

3　有害液体物質の安全データ・シート（ＭＳＤＳ：Material Safety Data Sheets）

海上災害防止センターでは、昭和５８年度（1983 年）から４カ年計画で、日本財団からの助成金を受け「有害液体危険物質の防除技術に関する調査研究」を実施し「有害液体危険物質データ・シート」を作成した。

その後、現在までデータの更新等がなされていなかったことや 2000 年の OPRC－HNS 議定書の採択、また、応急措置や防除について最新の情報等を取り入れ、データ・シートの充実を図る必要性が生じたことから、上述のデータ・シートを見直し、改訂することにした。

ＭＳＤＳの様式については、国際的にＭＳＤＳの重要性が認識され、ＭＳＤＳに記載する項目と順序を国際的に統一しようとの申し合わせが国際化学工業協会協議会（ICCA）においておこなわれた。これを受けて、ＥＣや米国、ＩＳＯ規格において国際的に統一される方向にあり、国内においても「化学物質等の危険有害性の表示に関する指針について（平成４年７月１日　基発第 394 号）」によりＭＳＤＳの様式例が示されている。

このことから今回作成するＭＳＤＳについても、これに準じた項目に従って作成することとし、独自の情報として海上漏洩時の措置について加えることにした。

なお、本データ・シートは、使用する対象者を海上作業に従事する者と想定して内容を検討した。

以下、データ・シートの各項目について調査検討した記載内容を説明する。

(1)　品名、英名

原則として、IUPAC(International Union of Pure and Applied Chemistry)制定の物質の品名と英名を記載した。

(2)　別名

品名欄に掲げた名称以外の別名及び略称を記載した。

(3)　国連番号

国連の危険物輸送専門家委員会で設定された勧告の中で定められた物質毎の番号を記載した。

(4)　ＣＡＳ番号(Chemical Abstracts Service Registray Number)

アメリカのＣＡＳに登録された物質毎の番号を記載した。

(5)　IMDG　CODE(International Maritime Dangerous Goods Code)

IMDG CODE は、海上輸送上問題となる危険性物質を国連勧告に従い９つの Class に分

類し、個々の物質について、性質、容器、包装、最大量、注意事項、積載方法、ラベルなどが規定されている。
IMDG CODE の Class、ページを記載した。
IMDG CODE の各 Class は次のとおり。

Class1 火薬類（爆発物）
Class2 ガス
  Class2.1 引火性ガス
  Class2.2 非引火性ガス
  Class2.3 毒性ガス
Class3 引火性液体類
  Class3.1 低引火点グループ　IMDG CODE 3100～3147
  Class3.2 中引火点グループ　IMDG CODE 3170～3293
  Class3.3 高引火点グループ　IMDG CODE 3300～3395
Class4 可燃性物質類
  Class4.1 可燃性固体
  Class4.2 自然発火性物質
  Class4.3 水と作用して引火性ガスを発生する物質
Class5 酸化性物質類
  Class5.1 酸化性物質
  Class5.2 有機過酸化物
Class6 毒物類
  Class6.1 毒物
  Class6.2 伝染性病原体等
Class7 放射性物質
Class8 腐食性物質
Class9 有害性物質

(6)　海防法分類

海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律第３条第３号の政令で定める海洋環境の保全の見地から有害である物質に対するＡからＤの分類を表示した。

(7)　消防法分類

消防法第２条第７項で定められた物質の類別を表示した。

(8)　危規則分類

危険物船舶運送及び貯蔵規則第２条で定められた危険物の類別を表示した。

(9)　港則法分類

港則法施行規則第１２条に基づく告示に掲げられている危険物についてその類別を表示した。

(10)　爆発範囲[1)]

可燃性ガスあるいは蒸気が、空気と混合している場合、一定の濃度範囲にあるときのみ引火爆発の危険性がある。この濃度の一定範囲を爆発範囲といい、空気と混合した可燃性ガスまたは蒸気の容量%で表示した。

(11)　物質の性状等[2)]（外観、臭気、比重、蒸気比重、沸点、融点、引火点、発火点、蒸気圧、腐食性、酸化性）

関係文献により調査し、表示した。

各データについては、可能な限り最新のものを優先して採用し、蒸気圧については、Kpa と mmHg の２とおりの表示とし、温度も明記するようにした。

１mmHg＝133.322pa

また、各物質についての各温度における蒸気圧の概算値を蒸気圧曲線として表示した。

※１）、２）

（参考文献）

危険物防災救急要覧（新訂版）　　社団法人神戸海難防止研究会

13700 の化学商品　　化学工業日報社

(12) 溶解性

各物質の水に対する溶解度を「易」「可」「微」「難」「不」としてあらわすこととし、その値は概ね次のとおりとした。

100g の水に溶ける物質量

「易」	10g 以上
「可」	1g 以上　10g 未満
「微」	0.1g 以上　1g 未満
「難」	0.01g 以上　0.1g 未満
「不」	0.01g 未満

(13) 許容濃度・毒性[3)]

日本：日本産業衛生学会が勧告している許容濃度（2001 年）を表示した。

米国：ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist)が勧告している（1999 年)、TWA（時間加重平均濃度)、STEL（短時間暴露限界)、TLV-C（作業環境の許容濃度の上限値）を表示した。

ACGIH では、許容濃度を３項目に区分している。

① TLV－TWA（時間荷重平均濃度）(Threshold Limit Value－Time Weighted Average Concentration)

1 日 8 時間、1 週間 40 時間の正規の労働時間中の時間荷重平均濃度。

大多数の労働者は、その条件に繰り返し曝露されても健康障害を起さない濃度。

② TLV－STEL（短期間ばく露限度）(Threshold Limit Value－Short-term Exposure Limit)

1 日の平均ばく露が TLV-TWA を越えないことを条件として、1 日 4 回以内で高濃度ばく露間隔は 60 分以上置き、1 労働日中どの 15 分をとっても超えてはならない許容濃度。

③ TLV-C（天井値）(Threshold Limit Value－Ceiling)

たとえ瞬間的にでも超えてはならない濃度。

日本では、日本産業衛生学会が許容濃度の勧告を出している。この勧告は、時間荷重平均濃度で ACGIH の TLV－TWA と同じ意味の許容濃度で、物質によっては濃度に違いがある。

発がん性については、次のとおりとした。

Ａ１	ヒトに対し発がん性の確認された物質。
Ａ２	ヒトに対し発がん性が疑わしい物質。
Ａ３	実験動物に対してのみ発がん性の認められた物質。
Ａ４	発がん物質として分類しかねる物質。
Ａ５	ヒトに対し発がん性のないことが確認された物質。

「皮」の表記は、ガス、蒸気の場合にも、直接接触する場合にも、粘膜や眼を含む皮膚をとおして経皮侵入し、総被ばく量を増大させる危険を有することを示す。

経皮侵入の場合、汗のような液体が皮膚を濡らすと吸収を助けることがある。また、皮膚接触した場合に刺激、皮膚炎、観作作用を呈する物質については、このような性質だけでは「皮」マーク指定の対象とはならないが、接触の結果として炎症等が起こり皮膚の状態が変化することによって、経皮侵入の危険に大きく影響することに対しては注意が必要である。

毒性については、ＬＤ50（経口 rat）を表示した。

LD_{50}（50%致死量）（Lethal　Dose　Fifty）

明確に定められた実験動物群の 50%を死亡させると考えられるある物質の計算量である。実験動物１kgについての毒物のmgで表わされる。

数値を見る場合の注意

この値はあくまで実験動物に対するものであり、人間直接の毒性値として扱ってはならない。つまり LD_{50} oral rat　10 mg/kgぐらいだから LD_{50}　oral　ヒトの毒性値（体重 60 kgの場合）を 60×10＝600 mgである、とすることは非常に危険である。

あくまでも LD_{50} 値は、決められた動物に対するもので、その種類が異なれば値も変化するし、又摂取の仕方によっても大きくかわる。そのために LD_{50} 値には必ず実験動物の種類及び摂取の仕方について記載がある。

この値を見る場合の注意としては、決して毒性の絶対値としてみないこと、せいぜい毒性の強弱を表わす指票程度に考えておくほうがよい。

調査対象の各物質の性状等及び許容濃度等について表Ⅱ－２及びⅡ－３に示す。

※３）

（参考文献）

産業衛生学雑誌４３巻、2001　許容濃度等の勧告（2001）　　日本産業衛生学会
1999　ＴＬＶｓ　ａｎｄ　ＢＥＩｓ　　社団法人日本作業環境測定協会
危険物防災救急要覧（新訂版）　　社団法人神戸海難防止研究会

(14)　危険・有害性[4)]

物質の安定性・反応性、特定有害性並びに環境に与える影響について以下の項目に分け記載した。

分類の名称：対象物質がどのような危険・有害性に分類されるのか記載した。
有害性　　：対象物質固有の有害性について。
環境影響　：生分解性の有無及び水生生物への影響について。
危険性　　：対象物質固有の危険性について。

(15)　応急措置[5)]

物質の取扱いに際して、眼に入ったり、皮膚に触れた場合などに、医療機関で行う治療処置に先立って、障害の程度を少しでも軽減するために、被災した現場で直ちに行うことが適切な処置方法について記載した。

(16)　火災時の措置[6)]

物質に着火した場合を想定し、消火の方法及び消火を適切かつ安全に行うための注意事項を消火剤、消火方法及び消火を行う者の保護について記載した。

※４）５）６）

（参考文献）

ＥＲＧ2000（Emergency Responce Guidebook 2000）

(17)　漏洩時の措置

物質の漏洩が生じた場合を想定し、漏洩及び周辺への影響を防止し、流出物の処理を安全に行うための手段及び注意事項を記載した。

注意事項については、人体に対するものと環境に対するものを、除去方法については陸上における対応を記載した。

(18)　保護具・検知器具

応急用又は救助活動時に使用するものについて記載した。なお、防毒マスクについては、低濃度の雰囲気で使用されるもので、一般的には防除活動時の使用は避けるべきであり、また、吸収管の種類によりそれぞれ対応するガスの種類が違うため使用にあたって注意する必要がある。

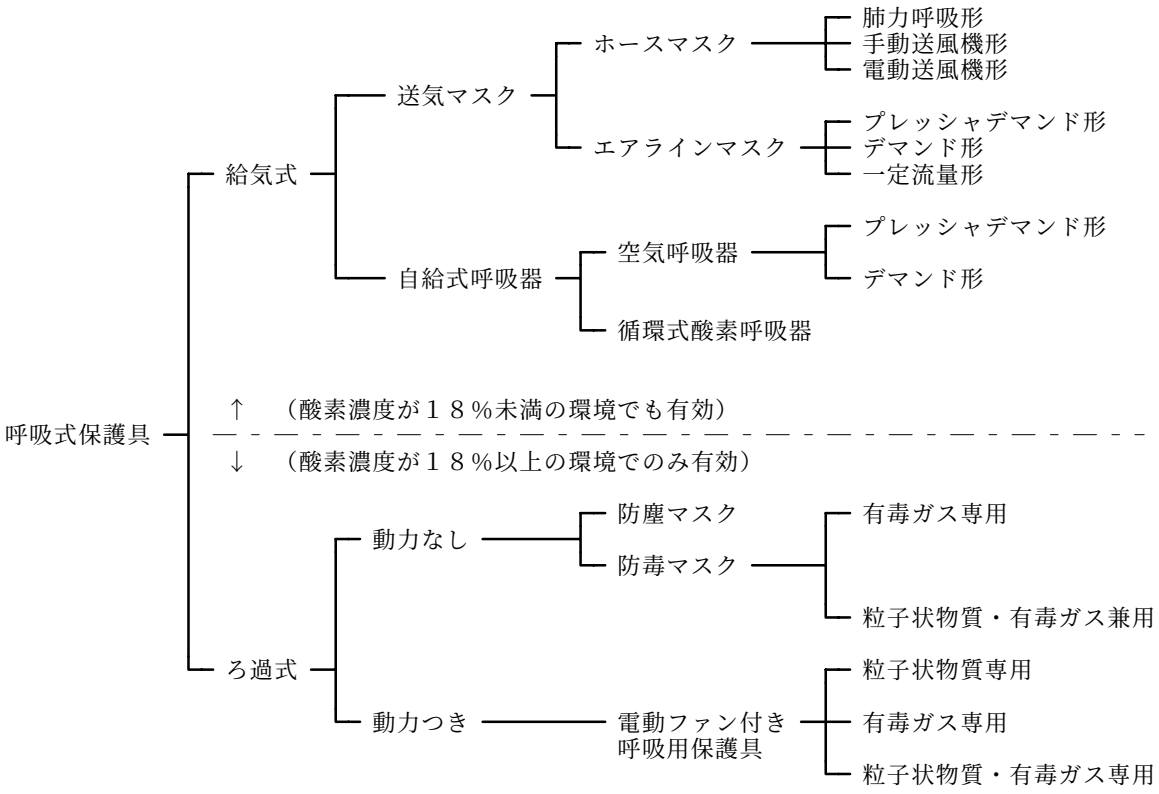
①　保護具

保護具は、具体的保護対象によって、次のような種類がある。

頭の保護具	安全保護具	（ヘルメット等）
目の保護具	〃	（防じん眼鏡等）
耳の保護具	〃	（耳せん等）
顔の保護具	〃	（防災面等）
呼吸用保護具	衛生保護具	（防毒マスク等）
手の保護具	安全保護具	（軍手等）
足の保護具	〃	（安全靴等）
身体の保護具	〃	（安全ベルト等）
皮膚用保護具	安全保護具、衛生保護具	（化学防護服等）

作業環境には、有毒ガス、ミスト、粉塵、ヒューム等の有害物質が発生する場合があり、酸素欠乏（酸素濃度１８％未満の状態）となる場合もある。
このようなときは、適切な呼吸用保護具を着用することが必要となる。呼吸用保護具は種類がいろいろあり、その体系は、図Ⅱ－１のとおりとなる。

また、呼吸用保護具を選択するにあたっては、作業環境の有害の程度により有効性が異なるので注意が必要になる。作業環境の有害の程度と有効な呼吸用保護具については表Ⅱ－４に示す。



図Ⅱ－１　呼吸用保護具の系統図

表Ⅱ－４　作業環境の有害の程度と有効な呼吸用保護具

環境空気中の酸素濃度及び有毒物質			呼吸用保護具の種類(1)														
			給気式									ろ過式					
			送気マスク						自給式呼吸器			動力なし			動力付き		
			ホースマスク			エアラインマスク			空気呼吸器		循環式酸素呼吸器	防じんマスク	防毒マスク		粒子状物質専用	有毒ガス専用	有毒ガス兼用粒子状物質
			肺力吸引形	手動送風機形	電動送風機形	デマンド形プレッシャ	デマンド形	一定流量形	デマンド形プレッシャ	デマンド形			フィルタなし	フィルタ付き			
酸素濃度不明又は18%未満(2)	有毒物質の濃度が不明又は有毒物質の短時間曝露で生命･健康に危険がある場合		×	△	(3)△	(4)○	(4)△	(3)(4)○	○	△	○	×	×	×	×	×	×
	有毒物質の短時間曝露で生命･健康に危険がない場合		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
酸素濃度18%以上(2)	ガス･蒸気による汚染	短時間曝露で生命･健康に危険がある場合	×	○	(3)○	○	△	(3)(4)○	○	△	○	×	×	×	×	×	×
		短時間曝露で生命･健康に危険がない場合	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○
	粒子状物質による汚染	短時間曝露で生命･健康に危険がある場合	×	○	(3)○	○	△	(3)(4)○	○	△	○	×	×	×	(3)○	×	(3)○
		短時間曝露で生命･健康に危険がない場合	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○
	ガス･蒸気及び粒子状物質による汚染	短時間曝露で生命･健康に危険がある場合	×	○	(3)○	○	△	(3)(4)○	○	△	○	×	×	×	×	×	×
		短時間曝露で生命･健康に危険がない場合	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	×	×	○

○:使用可　×:使用不可　△:使用可だが、フィットネスが良好であることを確認すること

注(1)　電気を用いる呼吸用保護具を使用する場合は、防爆構造のものを、爆発のおそれのある環境では使用できません。

(2)　表における酸素濃度は大気圧下の状態を示します。気圧の低い場所では、換算して使用しなければなりません。

(3)　フェイスシールド形及びフード形は、使用することができません。

(4)　自動的に給気源を他のものに切り換えられるように緊急時給気警報装置を設置しなければなりません。

② 検知器具

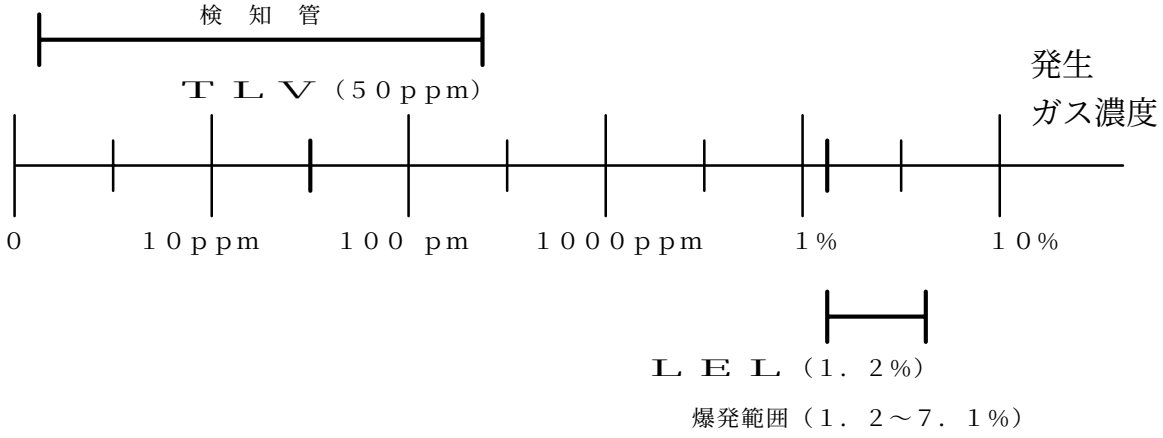
検知器具としては、対象物質に対して使用可能なものを記載した。

なお、検知管については、国内で使用されている検知器３種（Ｄ社、Ｇ社、Ｋ社）の各物質に対するそれぞれの検知管の測定が可能な範囲を表示した。

また、可燃性ガスを測定する際に目安となるよう爆発範囲についてもあわせて表示した。

（記載例）

		（測定範囲）	
Ｄ社	５／ｂ	５～３００ｐｐｍ	その他２種類５０～１８００ｐｐｍ測定用有
Ｇ社	№１２２Ｌ	２～５０ｐｐｍ	その他１種類５～６００ｐｐｍ測定用有り
Ｋ社	№１２４ＳＢ	２～１００ｐｐｍ	その他１種類１０～５００ｐｐｍ測定用有り



(19) 海上漏洩時の措置

物質が船上に漏洩した場合又は海上に漏洩した場合を想定し、漏洩及び周辺への影響を防止し、流出物の処理を安全に行うための手段及び注意事項を記載した。

記載にあたっては、物質が船上へ漏洩した場合の措置と海上へ流出した場合の措置について区別して記載した。

(20)　取扱い及び輸送・保管上の注意

物質の取扱い及び貯蔵に関する一般的注意事項を記載した。

(21)　廃棄上の注意

物質または物質を含有する廃棄物を廃棄する場合の注意事項を記載した。

文献によっては、「物質をケイソウ土、おがくず、ウエス等に吸収させ燃焼炉にて燃焼する」等、自力にて処分する内容の記述もあるが、本データ・シートの目的から海上においての処分は不可能であることから、「汚染物質は密閉容器に収納し、許可された産業廃棄物処理工場に送り廃棄処分する」という表現にした。

HNS海上流出事故対応データベース

応急措置　火災・漏洩時の措置　海上漏洩時の措置　検索　検索解除　一覧表示
蒸気圧曲線　検知可能範囲　取扱い・廃棄上の注意　メモ

(物質の性状等)

品名	キシレン		
英名	Xylene	国連番号	1307
別名	キシロール、ジメチルベンゼン、ザイレン　o,m,pの3種の異性体がある		
IMDG CODE	Class3.3/P3394	CAS番号	1330-20-7（混合）
海防法分類	C類	消防法分類	第4類第2石油類
危規則分類	中引火点　引火性液体類	港則法分類	中引火点　引火性液体類
化学式	$C_6H_4(CH_3)_2$		
爆発範囲(%)	1.0～6.0	分子量	106.17
外観	無色の液体	臭気	芳香族臭
溶解性	水に不溶	比重	0.88
		蒸気比重	3.66
沸点(℃)	144.41	融点(℃)	-25.18
引火点(℃)	17.0	発火点(℃)	463
蒸気圧(KPa/mmHg)	0.64KPa/4.83mmHg（20℃）		
腐食性	人：なし　金属：なし	酸化性	なし
許容濃度、毒性	日本：50ppm　米国：100ppmTWA　150ppmSTEL　A4 毒性：LD_{50}　5000mg／kg(経口rat)		

品名 キシレン
英名 Xylene

物質の性状等 | 火災・漏洩時の措置 | 海上漏洩時の措置 | 取扱い・廃棄上の注意 | メモ

危険・有害性

○ 分類の名称　：引火性液体、急性毒性物質
○ 有害性　　：皮膚、眼、気道を刺激する。中枢神経抑制作用がある。中毒症状が遅れて出現することがある。
　ヒトに対する発ガン可能性の心配がある。
○ 環境影響　　：生分解性がある。水生生物に有害である。水生生物への蓄積性は低い。
○ 危険性　　：蒸気は空気と混合して爆発性のガスになり、蒸気は空気より重い。引火性が高い。

応急措置

○ 吸入した場合
被災者を直ちに新鮮な空気の場所に移動させる。
身体を毛布などで覆い、保温して安静を保つ。
呼吸が止まっている場合及び呼吸が弱い場合は、衣類を緩め呼吸気道を確保したうえで人工呼吸を行う。
意識がないが呼吸をしている場合、意識はあるが呼吸困難な場合は酸素吸入が有効である。

○ 皮膚に付着した場合
汚染された衣服、靴などは速やかに脱ぎ捨てる。脱ぎ捨てた衣服等は遠くに隔離する。
皮膚への汚染を直ちに流水で少なくとも１５分洗い流す。その後石けんと水を使って良く洗い落とす。

○ 目に入った場合
直ちに流水で少なくとも１５分間まぶたを指で良く開いて眼球、まぶたの隅々まで水が良く行き渡るように洗浄する。

○ 飲み込んだ場合
水でよく口の中を洗わせ、無理に吐かせてはならない。嘔吐が自然に起こったときは、気管への吸入がおきないように身体を傾斜させる。
身体を保温して安静に保つ。

物質の性状等 | 応急措置 | 海上漏洩時の措置 | 取扱い・廃棄上の注意

品名 キシレン
英名 Xylene

メモ

火災時の措置

○ 消火剤
粉末、泡（耐アルコール泡）、二酸化炭素、水噴霧は時と場合によって有効。

○ 消火方法
初期の消火には粉末、二酸化炭素、水噴霧等を用いる。
大規模火災の際には泡（耐アルコール泡）、水噴霧等を用いる。
周辺火災の場合、周囲の設備などに散水して冷却する。移動可能な容器は速やかに安全な場所に移す。

○ 消火を行う者の保護
消火作業の際には自給式呼吸器等の保護具を着用する。

漏洩時の措置

○ 人体に対する注意事項
作業の際は保護具を着用し、飛沫が皮膚に付着したり、ガスを吸入しないように注意して風上から作業させる。
風下の人を退避させる。

○ 環境に対する注意事項
付近の着火源となるものを速やかに取り除く。危険なく出来るときは漏洩部を止める。漏洩した場所の周辺から人を退避させると共に火災・爆発の危険性を警告する。

○ 除去方法
少量の場合は乾燥砂、土その他不活性吸収物質に吸収させ密閉できる容器に回収する。大量の場合は盛り土で囲って流出を防止し、安全な場所に導いてから回収する。この際、下水、側溝等に入り込まないように注意する。海上に流出した場合は、風下の船舶を漏出現場　周辺から遠ざける。

品名　キシレン
英名　Xylene

メモ

保護具・検知器具

○　保護具
・呼吸器の保護具：有機ガス用防毒マスク、送気マスク、空気呼吸器（自給式）等。
・手の保護具：耐溶剤性保護手袋、ゴム手袋等
・目の保護具：ゴーグル、面体（顔面シールド）、保護眼鏡等
・身体の保護具：ゴム長靴、保護衣等

○　検知器具
・キシレン検知管
・可燃性ガス測定器（検知器）

海上漏洩時の措置

○　船上漏洩時
発火源を管理し、閉鎖区域にガスが入り込まないようにして、大量の水で船外に洗い流す。水は噴霧ノズルを使用した方がガスの発生を押さえやすい。大量の流出の場合は、可能なら船首を風下にむける。風下に向けることができない場合は噴霧を使用してガスを防護する。
船外に洗い流すことができない場合は、吸収性ポリマーやゲル化剤を散布し固形化してガスの発生を抑えた後に回収する。

○　海上流出時
ガスが周囲に影響を及ぼすおそれのない場合は、モニタリングを行いガス及び液の消滅を待つ。
ガスの蒸発を減らす必要がある場合は、風上から高発泡で海面を覆う。
吸収性ポリマーやゲル化剤を風上から散布し固形化する。ガスの発生がなくなったことを確認した後回収ネット等で回収する。

品名 キシレン
英名 Xylene

物質の性状等 | 応急措置 | 火災・漏洩時の措置 | 海上漏洩時の措置

メモ

取扱い及び輸送・保管上の注意

○ 取扱い
吸入を防ぎ眼、粘膜、皮膚との接触を避ける。必要に応じ適切な保護具を着用し、風上から作業をする。作業環境を許容濃度以下に保つ。
室内で取り扱う場合は蒸気の発散源を密閉する設備、または局所排気装置を設ける。取り扱い後、手洗い、洗眼、洗顔等を十分に行い、また衣服に付着した場合は着替える。漏れ、あふれ、飛散を防ぎ、蒸気を発散させない。
引火しやすいため火気、火花、アークを発生する物、または高温点火源を付近で使用しない。取り扱い場所で使用する電気機器は防爆構造とし、機器類は静電気対策を講じる。

○ 容器取扱い
容器は破損、腐食、割れ等のないものを使用する。容器はみだりに転倒させ、衝撃を加え、または引きずる等の乱暴な取り扱いをしない。流動によって静電気を発生する場合があるので出し入れの容器にはアースを取る。

○ 保管
容器は直射日光を避け、通風の良い冷暗所に保管する。保管場所は火気厳禁とする。多量に保管されている場所での作業に従事する場合は監視人を置くことが望ましい。

○ 輸送
車両によって運搬する場合はイエローカードの携帯を確認する。容器の破損、漏れがないことを確かめ、衝撃、転倒、落下、破損のないように、積み込み荷崩れ防止を確実に行う。タンク車（ローリー）等へ充填、積み卸し時は、平地に停車させ、車止めを設置し、タンク車の許容圧力以下の圧縮ガスまたはポンプを用いて行う。ホースの脱着時はホース内の残留物の処理を完全に行う。ローリー、タンカーは所定の表示板、消火設備、災害防止用応急資機材を備える。

廃棄上の注意

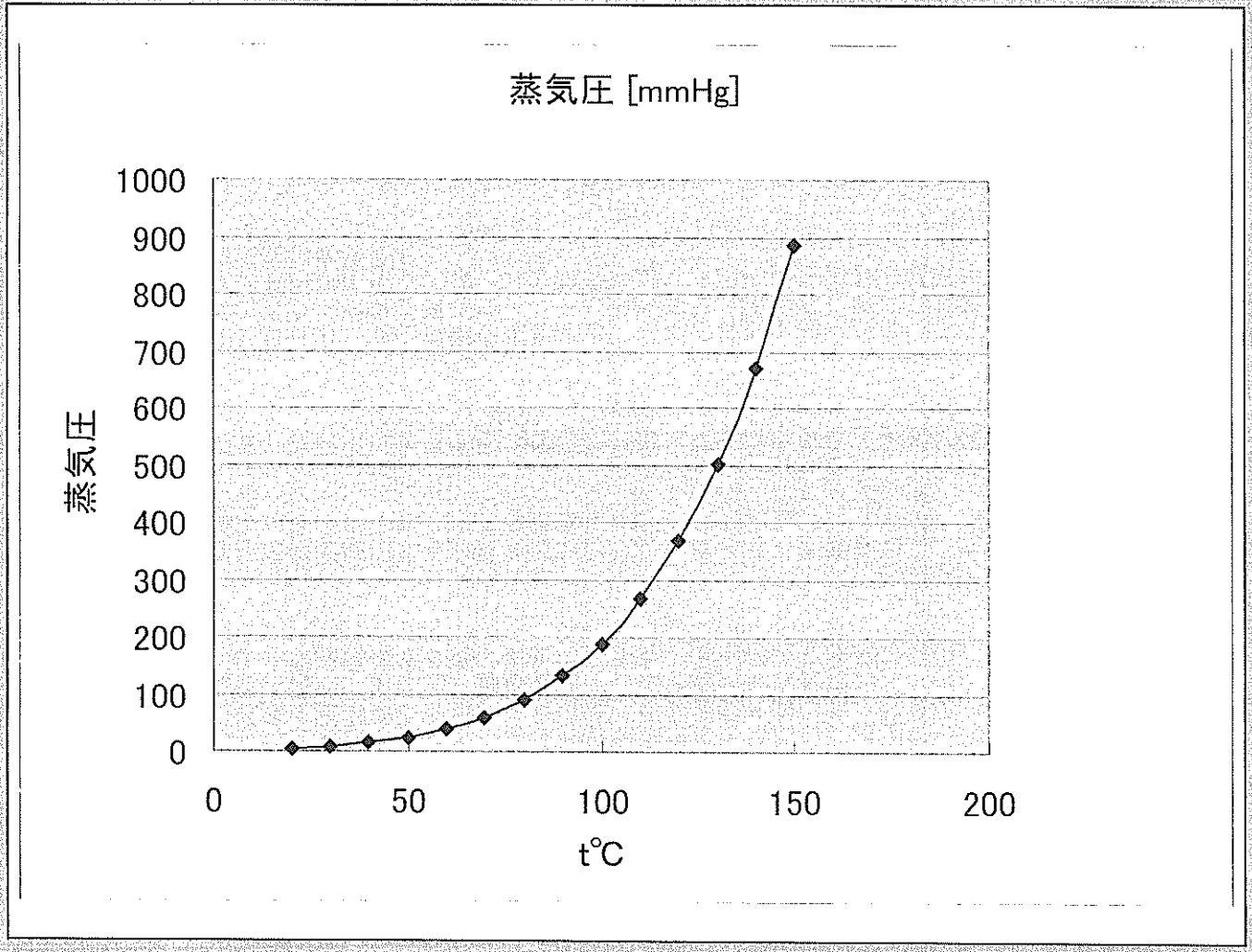
○ 廃棄上の注意
汚染物等は密閉容器に収納し、許可された産業廃棄物処理工場に送り廃棄処分する。

品名	キシレン
英名	Xylene

物質の性状等

メモ

蒸気圧曲線



品名 キシレン

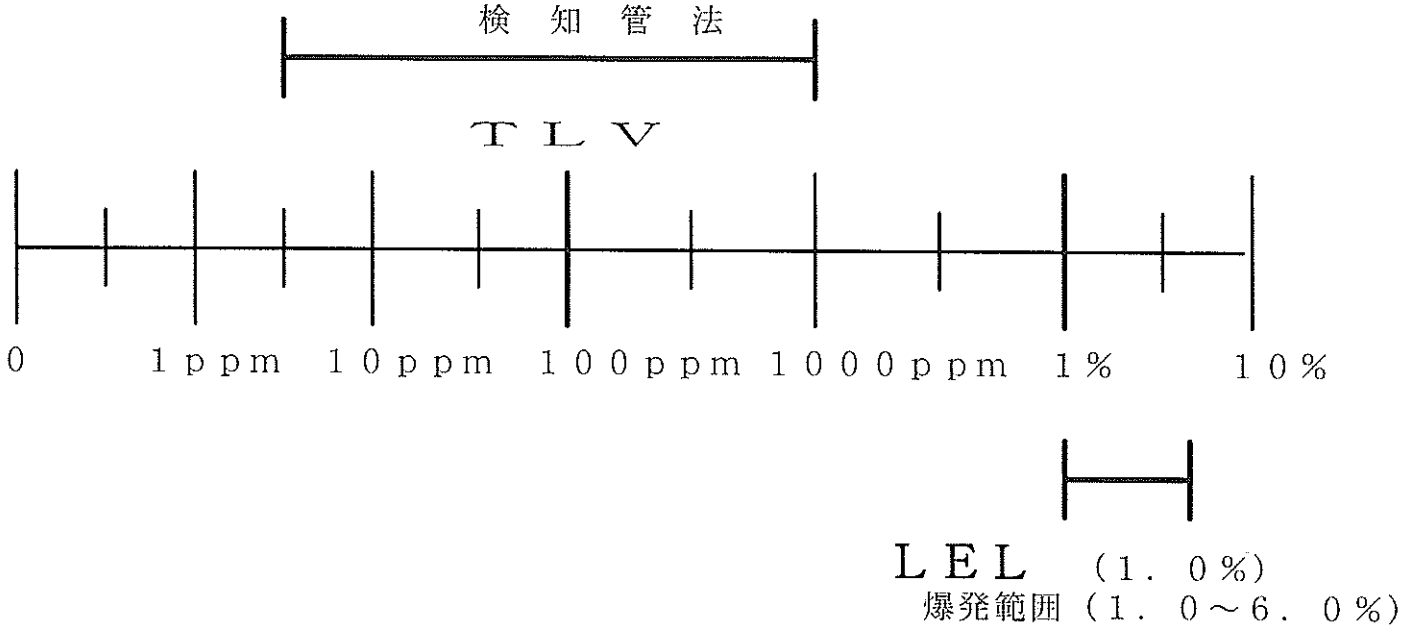
英名 Xylene

物質の性状等

メモ

検知管及び検知器の測定可能範囲

製造会社	品名・型式（使用検知管名）	測　定　範　囲
D社	１０／ａ（キシレン）	１０～４００ｐｐｍ
G社	No.１２３（キシレン）	５～５００ｐｐｍ
K社	No.１４３Ｓ（キシレン）	５～１０００ｐｐｍ



品名 キシレン

物質の性状等 | 応急措置 | 火災・漏洩時の措置 | 海上漏洩時の措置

別名 キシロール、ジメチルベンゼン、ザイレン　o,m,pの3種の異性体がある

蒸気圧曲線 | 検知可能範囲 | 取扱い・廃棄上の注意

英名 Xylene

メモ

Marine HNS spill accident correspondence database

First Aid | In case of a fire | Leak on the sea | Reference | Reference off | List

Steam pressure | Limits of detective | Cautions | Memo

Chemical behavior

Material name	Xylene	UN Number	1307
Common synonyms	Dimethyl benzene, Xylol (o,m,p)		
IMDG CODE	Class3.3/P3394	CAS Registry Number	1330-20-7
IMO Pollution Category	C		
Formula	$C_6H_4(CH_3)_2$	Molecular Weight	106.17
Flammable Limits in Air (%)	1.0～6.0		
Appearance	colorless		
Solubility in Water	insoluble	Specific Gravity	0.88
Vapor Specific Gravity	3.66		
Boiling Point (℃)	144.41	Freezing Point (℃)	-25.18
Flash Point (℃)	17.0	Ignition Point (℃)	463
Steam pressure (KPa/mmHg)	0.64KPa/4.83mmHg (20℃)		
Corrosion	human:no metal:no	Oxidation	no
TLV, Toxicity by Ingestion	Japan:50ppm ACGIH:100ppmTWA 150ppmSTEL A4 LD_{50} 5000mg／kg(oral rat)		

Specification | In case of a fire | Leak on the sea | Cautions | Memo

Material name: Xylene

Hazard and Noxiousness

- Classification :
  Flammable, Acute toxicity substance
- Noxiousness :
  Irritating to skin, eyes and throat
  There is a central-nerves control action. Poisoning condition may appear behind time.
  There are worries about the cancer possibility to people.
- Environmental influence :
  There is biodegradation nature. It is detrimental to an aquatic life living thing.
  The accumulation nature to an aquatic life living thing is low.
- Danger :
  It mixes with air, vapor becomes explosive gas, and vapor is heavier than air. Inflammability is high.

First Aid

- If inhaled
  Move victim to fresh air.
  Keep victim warm and quiet.
  It respires artificially, after loosening clothes and securing a respiratory tract, when breathing has stopped, and when breathing is weak.
  When breathing is difficult, although it is conscious or when breathing, although it is unconscious, oxygen inhalation is effective.

- In case of contact
  Remove and isolate contaminated clothingand shoes.
  Immediately flush skin with running water for at least 15 minutes.
  Wash skin with soap and water.

- When it goes into an eye
  Immediately hold eyelids open and flush with plenty of water for at least 15 minutes.

- If swallowed
  Wash the inside of a mouth with water, and don't make it vomit by force.
  When vomiting takes place automatically, the body is made to incline so that the inhalation to a tracheal gill may not occur.

Specification | First Aid | Leak on the sea | Cautions | Memo

Material name: Xylene

The measure in case of a fire

○ Fire extinguisher
Dry chemical, alcohl-resistant foam, CO2, water spray.

○ The fire-extinguishing method
In case of small fire, use dry chemical, CO2, water spray.
In case of large fire, use alcohl- resistantfoam, water spray.
Cool containers with flooding quantities of water.

○ Firefighters protection
Wear positive pressure self-contained breathing apparatus (SCBA)

The measure at the time of leak

○ Notes to a human body
A protection implement is worn in the case of work, it takes care that splash does not adhere to the skin or does not inhale gas, and is made to work from the windward.
A lee man is evacuated.

○ Notes to environment
Eliminate all ignition sources.
Stop leak if you can do it without risk.
While evacuating people from the circumference of the revealed place, it warns of the danger of a fire and explosion.

○ A method of removing
When little, it collects in dryness sand and the container which the quality of another ground and inactive absorber is made to absorb, and can be sealed.
It collects, after enclosing with landfill, preventing an outflow and leading to a safe place, when extensive.
Prevent entry into waterways or sewers.
When it flows out at sea, a lee vessel is kept away from the circumference of the leakage spot.

Material name: Xylene

Personal Protective Equipment and Detector

Personal Protective Equipment
- ○Breathing appliance : Organic Gas respirators, Air line mask, Self-contained breathing apparats.
- ○Gloves : Solvent-proof nature protection glove, Rubber gloves.
- ○Eye : Goggles, Face shields, Eye protectors.
- ○Body : Rubber boots, Protective clothing

Detector
- ○Detective Tube
- ○Flammable Gas Detector

The measure at the time of leak on the sea

○Leak on board

As the source of ignition is managed and gas does not enter a closing zone, it washes away overboard with a lot of water.
In a lot of outflow, if possible, a bow is turned on the lee.
When it cannot turn on the lee, gas is protected using a spray nozzle.
It collects, after sprinkling absorbing polymers and a solidifying agent, solidifying and suppressing generating of gas, when it cannot wash away overboard.

○Leak on the sea

When there is no possibility that gas may affect the circumference, monitoring is performed and it waits for disappearance of gas and liquid.
When evaporation of gas needs to be reduced, a sea surface is covered by foam from the windward.
Absorbing polymer and a solidyfing agent are sprinkled from the windward, and it solidifies.
After checking that generating of gas has been lost, it collects in a recovery net etc.

Specification | First Aid | In case of a fire | Leak on the sea

Material name Xylene

Memo

The cautions on handling and transportation storage

○ Handling

Inhalation is prevented and contact on an eye, membrane, and the skin is avoided.
A suitable protection implement is worn if needed and work is done from the windward.
Work environment is maintained below at permission concentration.
When dealing with it indoors, the equipment which seals the steamy source of emission, or the partial exhaust is prepared.
Their clothes are changed, when restroom, eyewashing, washing their face, etc. are fully performed after handling and it adheres to clothes.
A leak, overflow, and scattering are prevented and steam is not made to emit.
Since it is easy to ignite, fire, sparks, the thing that generates an arc, or the source of high temperature ignition is not used near.
The electric apparatus used in a handling place is made into explosion prevention structure, and apparatus takes the measure against static electricity.

○ Container handling

A container uses a thing without breakage, corrosion, a crack, etc.
It is made to fall indiscriminately and a container does not carry out the violent handling of adding or dragging a shock etc.
Since static electricity may be generated by flow, a ground is taken in the container of receipts and payments

○ Storage

A container avoids direct rays and keeps them in the good cool place of ventilation.
A storage place is considered as fire strict prohibition.
It is desirable to place a watchman when engaged in work [in the place currently kept so much].

○ Transport

When carrying with a vehicle, carrying of a yellow card is checked. It confirms that there are not breakage of a container and a leak, it loads so that there may not be a shock, a fall, fall, and breakage, and collapse-of-cargo-piles prevention

The cautions on abandonment

○ The cautions on abandonment

A contaminant etc. is contained to an airtight container, is sent to the permitted industrial-waste-treatment factory, and carries out abandonment disposal.

Specification

Memo

Material name Xylene

Steam pressure curve

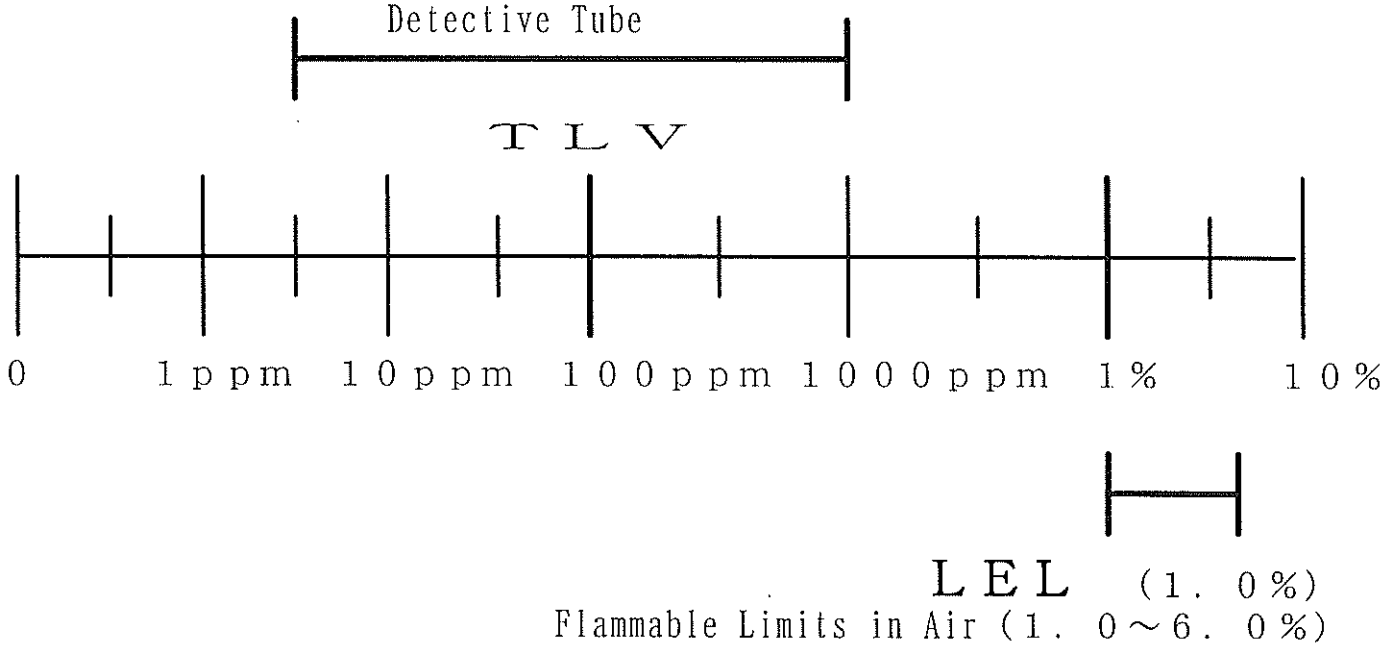
Xylene

Specification

Memo

Limits of Detective Tube

maker	model (Detective Tube)	Limits of Detective Tube
D	１０／ａ (Xylene)	１０～４００ｐｐｍ
G	No.１２３ (Xylene)	５～５００ｐｐｍ
K	No.１４３Ｓ (Xylene)	５～１０００ｐｐｍ



Specification
First Aid
In case of a fire
Leak on the sea
Material name
Xylene
Steam pressure
Limits of detective
Cautions
Common synonyms
Dimethyl benzene, Xylol (o,m,p)
Memo

Ⅲ　有害液体物質の固化・ガス抑制に関する調査研究

１．概要

バラ積み有害液体物質が海上に漏洩した場合、物質により拡散、溶解、沈降、ガス発生等の様々な現象を呈する。本調査研究では、平成 11 年度に当センターが実施した「内航ケミカル船輸送品目（輸送量順）」の輸送順位 162 位（全輸送量の 90%を占める）までの有害液体物質 111 種について３ヵ年計画（初年度 30 種、２年度 57 種、本年度 24 種）で上述の現象を調査した。また、現有油防除資機材の粉末ゲル化剤 A,B 及び吸収性ポリマー剤の 3 種類を使用して拡散防止としての固化及び発生するガスの抑制効果について実験室規模の実験を実施した。更に、選出した有害液体物質の水溶性についての調査は、文献等からまとめた。

２．供試化学剤

使用した化学剤は次のとおりである。

(1)　粉末ゲル化剤

粉末ゲル化剤Ａ及びＢの性状等を表Ⅲ－１に示す。

(2)　吸収性ポリマー剤

吸収性ポリマー剤の性状等を表Ⅲ－１に示す。

表Ⅲ－１　供試化学剤の性状

供試剤	引　火　点（℃）	嵩比重	備考
粉末ゲル化剤　Ａ	約２４０	約 0.4	スチレン・ブタジエン系
粉末ゲル化剤　Ｂ	約２００	約 0.96	ポリノルボルネン系
吸収性ポリマー剤	２３２	約 1.0	

３．供試有害液体物質

水溶性に関する物質の調査は、前章の表Ⅱ－１に示したケミカル船輸送品目表（輸送量順）から調査対象物質を抽出した 111 種である。

抽出した調査対象物質の水溶性及び性状等を表Ⅲ－２ａ～２ｇに示す。また、粉末ゲル化剤及び吸収性ポリマーによる固化・ガス抑制試験に用いた有害液体物質は市販されている試薬特級または１級を使用した。

表Ⅲ－２ａ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化　学　品　名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
1	1307	1330-20-7	キシレン	Xylene	3394	3.3	106.17	1.0～6.0	不	0.880(o)	3.66	144.4(o)	-25.2(o)	17(o)	463(o)	4.83
2	1114	71-43-2	ベンゼン	Benzene	3185	3.2	78.12	13.～7.1	微	0.879	2.7	80.1	5.53	-11	498	95.18
3	2055	100-42-5	スチレン(スチレンモノマー)	Styrene monomer	3381	3.3	104.15	0.9～6.8	微	0.9075	3.6	145.2	-30.69	32	490	4.5
4	1230	67-56-1	メチルアルコール(メタノール)	Methacol	3251	3.2	32.04	6.0～36	易	0.7928	1.1	64.65	-93.9	11	385	100
5	1294	108-88-3	トルエン	Toluene	3285	3.2	92.14	1.2～7.1	不	0.8669	3.14	110.6	-95	4	480	24.3
6	1145	110-82-7	シクロヘキサン	Cyclohexane	3114	3.1	84.18	1.3～8.3	不	0.7786	2.9	80.7	6.47	-18	245	97.6
7	1093	107-13-1	アクリロニトリル	Acrylonitrile	3173	3.2	83.06	3～17	可	0.806	1.83	77.3	-83.55	-6	480	83
9	1184	107-06-2	1,2ージクロロエタン(二塩化エチレン)	Ethylene dichloride	3224	3.2	98.96	6.2～16	微	1.262	3.42	83.5	-35.3	13	440	61
11	1170	64-17-5	エチルアルコール(エタノール)	Ehtanol	3219	3.2	46.07	3.3～19	易	0.7893	1.59	78.32	-114.5	13	363	44
12	1120	71-36-3	ブチルアルコール(ブタノール)	Butanol	3313	3.3	74.12	1.4～11.2	易	0.8096	2.55	117.3	-89.5	29	343	5.5
13	1090	67-64-1	アセトン	Acetone	3102	3.1	58.08	2.5～12.8	易	0.791	2.0	56.3	-94.8	-20	558	181.7
14	1247	80-62-6	メタクリル酸メチル	Methyl methacrylate	3259	3.2	100.1	1.7～8.2	微	0.944	3.5	100.3	-48.2	10	421	31
15	1715	108-24-7	無水酢酸	Acetic anhydride	8101	8	102.1	2.0～10.3	易	1.08	3.5	139.5	-73	49	315.5	10
16	1193	78-93-3	メチルエチルケトン	Methyl ehtyl ketone	3226	3.2	72.11	1.7～11.4	可	0.8047	2.5	79.53	-87.3	-9	404	71.2
17	1301	108-05-4	酢酸ビニル	Vinyl acetate	3289	3.2	86.09	2.6～13.4	可	0.9342	3.0	73.1	-93.2	-8	402	83
18	2364	98-82-8	プロピルベンゼン	Propylbenzene	3357	3.3	120.19	0.9～6.5	難	0.862	4.1	152.39	-96	36	424	0.02

表Ⅲ－２ｂ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化学品名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
19	3082	111-87-5	オクタノール	Octanol	9028	9	130.23		微	0.8256	4.5	178.5	-38.6	60	260	0.2
20	2821	108-95-2	フェノール	Phenol	6225	6.1	94.11	1.8～3.2	可	1.0499	3.24	181.75	40.95	79	715	0.35
21		107-21-1	エチレングリコール	Ethylene glycol			62.07	3.2～	易	1.113	2.14	197.85	-12.6	111.1	398	1
22		108-93-0	シクロヘキサノール	Cyclohexanol			100.16	1.1～8.1	可	0.96	3.5	161.1	25.15	68	300	10
23	2348	141-32-2	アクリル酸ブチル	Butyl acrylate	3315	3.3	128.17	1.7～9.9	微	0.8998	4.45	147	-64.4	48.9	292	3.2
24	1173	141-78-6	酢酸エチル	Ethyl acetate	3220	3.2	88.11	2.0～11.5	可	0.902	3.1	76.82	-83.6	-4	426	73
25	1208	110-54-3	ヘキサン(ノルマルヘキサン)	Hexane	3129	3.1	86.18	1.1～7.5	不	0.659	3.0	68.7	-95.3	-22	223	155
26	1993	111-66-0	オクテン	Octene	3230	3.2	112	0.8～6.5	不	0.71	3.9	101.44	-106.4	-5	391	
28	2325	108-67-8	アルキルベンゼン(メシチレン) (炭素数が9以上のもの及び混合物)	Alkylbenzene	3389-1	3.3	120.19	0.9～6.1	不	0.862	4.2	164.7	-44.7	46	531	
29	1274	71-23-8	プロピルアルコール(ノルマルプロパノール)	1-Propanol	3272-1	3.2	60.1	2.1～13.7	可	0.8	2.1	97.2	-126.5	23	412	20
30	1824	1310-73-2	水酸化ナトリウム溶液(苛性ソーダ)	Sodium hydroxide	8226	8	40		易	2.1		1390	318.4			1
31	1888	67-66-3	クロロホルム	Chloroform	6103	6.1	119.4		難	1.4984	4.18	61.2	-63.5			200
33	1547	62-53-3	アニリン	Aniline	6068	6.1	93.13	1.3～11.0	可	1.022	3.22	184.55	-5.98	70	615	0.3
35	3295	124-11-8	ノネン	Nonene	3352	3.3	126.23	0.7～3.9	不	0.74	4.4	146.9	-81	25.6		5.34
41	2048		1,3―シクロペンタジエン二量体	1,3-Cyclopentadiene dimer	3330	3.3			不	1.012	4.6	170	33.6	32.2	503	
42	1593	75-09-2	ジクロロメタン(メチレンクロライド)	Methylene chloride	6127	6.1	84.94	12～25	可	1.3266	2.9	40.21	-96.8		556	200(6.85℃)

表Ⅲ－２ｃ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	CAS番号	化学品名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
43	2789 2790	64-19-7	酢酸	Acetic acid	8100	8	60.05	5.4～16	易	1.0492	2.1	117.8	16.635	39	463	11.4
44	1541	75-86-5	アセトンシアノヒドリン	Acetone cyanohydrin	6051	6.1	85.11	2.2～12	易	0.9267	3	81	-19	74	688	0.8
45	2218	79-10-7	アクリル酸	Acrylic acid	8102	8	72.1	2.4～8	易	1.062	2.5	141.9	14	50	438	3.1
46	1098	107-18-6	アリルアルコール	Allyl alcohol	6058	6.1	58.08	2.5～18.0	易	0.854	2	96.9	-129	21	378	10
47	3082	143-08-8	ノナノール(ノニルアルコール)	Nonyl alcohol	9028	9	144.3	1.4～10.0	難	0.8274	5	213.5	-5.5	79	300	1(59.5℃)
48	2265	68-12-2	ジメチルホルムアミド	Dimethylformamide	3335	3.3	73.1	2.2～15.2	易	0.9445	2.5	153	-61	58	445	2.7
50	1175	100-41-4	エチルベンゼン	Ethylbenzene	3222	3.2	106.2	1.0～6.7	難	0.8669	3.7	136.19	-94.98	21	432	7
51	2050	11071-47-9	ジイソブチレン	Diisobutylene	3210	3.2	112.22	0.8～4.8	不	0.715	3.9	101.44	-93.5	-6.6	415	103(38℃)
53	1710	79-01-6	トリクロロエチレン	Trichloroethylene	6273	6.1	131.4	8～10.5	微	1.4556	4.5	86.7	-88	32	420	58.6
54	1917	140-88-5	アクリル酸エチル	Ethyl acrylate	3220	3.2	100.1	1.4～14	難	0.9405	3.5	99.3	-71.2	10	372	29.5
55	1245	591-78-6	メチルブチルケトン	Methyl butyl ketone	3257	3.2	100.2	1.2～8.0	可	0.8301	3.5	127.2	-56.9	35	423	2.7
56	2076	1319-77-3	クレゾール	Cresol	6114	6.1	108.1	1.4～	可	1.0465	3.8	191	31	81	599	1(38.2℃)
58	1100	107-05-1	塩化アリル(アリルクロライド)	Allyl chloride	3105-1	3.1	76.5	2.9～11.1	微	0.9397	2.6	45.1	-134.5	-32	485	295
60	2850		プロピレン四量体	Propylene tetramer	3378	3.3		0.8～	不	0.77	5.8	183～202	-35	60	255	
61	2831	71-55-6	1,1,1ートリクロロエタン(トリクロロエタン)	1,1,1-Trichloroethane	6272-1	6.1	133.4	8～16	微	1.3376	4.6	73.9	-32.96		500	60(9.5℃)
62	1919	96-33-3	アクリル酸メチル	Methyl acrylate	3252	3.2	86.09	2.8～25.0	可	0.9561	3	79.6～80.	-75	-2.8	468	100

表Ⅲ－２ｄ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化学品名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(㎜Hg)
65	2303	98-83-9	アルファメチルスチレン	α-Methylstyrene	3357	3.3	118.2	0.9～6.6	不	0.9134	4.1	163.5	-23.14	53.9	574.4	2.07
66	1206	142-82-5	ヘプタン	Heptane	3235	3.2	100.21	1.1～6.7	不	0.68378	3.5	98.427	-90.61	-4	204	
70	1123	123-86-4	酢酸ブチル(酢酸ノルマルブチル)	Butyl acetate	3191	3.2	116.2	1.2～7.6	可	0.8826	4	126.3	-77	22	425	15
71	1993	9016-00-6	ポリシロキサン	Polysiloxane	3230	3.2			不	0.7636	5.6	99.5	-67	-9		
74	1578	88-73-3	オルトクロロニトロベンゼン (1-クロロ―2ニトロベンゼン)	o-Chloronitrobenzen	6106	6.1	157.56		不	1.368	5.5	244.5	33	123		
75	1897	127-18-4	テトラクロロエチレン	Tetrachloroethylene	6264	6.1	165.8		難	1.60682	5.8	121.2	-22.18			14.3
76	2078	584-84-9	トルエンジイソシアネート	Toluene diisocyanate	6269	6.1	174.2	0.9～9.5	易	1.2244	6	251	19.5～21.	132		0.01
77		117-81-7	フタル酸ジオクチル	Diocthyl phthalate			390.56		難	0.9861	13.6	385～390	-55	218	410	1.2(200℃)
82	1198	50-00-0	ホルムアルデヒド溶液(ホルマリン45%以下)	Formalin	3347	3.3	30	7.0～73.0	易	1.085	1	96	-92	49	420	1.3
83	2261	1300-71-6	キシレノール	Xylenol	6280	6.1	122.17	1.4～	可	0.9680～ 1.036	4.2	203～225	26～76	94	599	
88	2584 2586	27176-87-0	アルキルベンゼンスルホン酸	Alkylbenzenesulfonic acid	8105	8	326.5		可							
89	1783	124-09-4	ヘキサメチレンジアミン溶液	Hexamethylenediamine	8180	8	116.21	0.9～7.6	易	0.93	4	205	45	85	305	
90	1805	7664-38-2	リン酸	Phosphoric acid	8204	8	98		易	1.8741		213	42.35			0.03
91		50-70-4	ソルビトール溶液	Sorbitol			182.17		易	1.47			110～112			
92	3082	112-30-1	デカノール(デシルアルコール)	Decyl alcohol	9028	9	158.29		不	0.83	5.5	229	-35	82.2	228	1(69.5℃)
94	2531	79-41-4	メタクリル酸	Methacrylic acid	8192	8	86	1.6～8.8	易	1.0128	3	161	16	77.2		1(25.5℃)

表Ⅲ－２ｅ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化学品名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
95	1814	1310-58-3	水酸化カリウム溶液(苛性加里)	Potassium hydroxide	8214	8	56.1		易	2.05		1320	360.4			1(719℃)
96	2052	5989-54-8	ジペンテン	Dipentene	3326	3.3	136.24	0.75～6.1	不	0.8405	4.7	178	-95.5	45	237	
100	2949	16721-80-5	硫化水素ナトリウム水溶液(水硫化ソーダ)	Sodium hydrogensulfite	8225	8	56.1		易	1.79			350			
103	2489	101-68-8	ジフェニルメタンジイソシアナート	Diphenylmethane-4,4-diisocyanate	6140	6.1	250.26		不	1.19		194～199	37.2	202	232	
104	1662	98-95-3	ニトロベンゼン	Nitrobenzene	6208	6.1	123.1	1.8～40	微	1.2037	4.3	211.03	5.85	88	482	1(44.4℃)
106	3082	84-74-2	フタル酸ジブチル	Dibutyl phthalate	9028	9	278.35	0.5～2.5	難	1.048	9.6	339	-35	187	402	1(148.2℃)
107	2491	102-71-6	トリエタノールアミン	Triethanolamine	8169	8	149.2	1.3～8.5	易	1.1242	5.2	206.7	17～19	179		1(159.56℃)
109	1594	64-67-5	硫酸ジエチル	Sulfuric acid diethyl ester	6130	6.1	154.18	4.1～	不	1.1774	5.3	208	25.2	104	436.1	
111	2357	108-91-8	シクロヘキシルアミン	Cyclohexylamine	8156	8	99.18	1.5～9.4	易	0.8647	3.4	134.5	-17.7	31	293	30.5(15℃)
112			3エトキシプロピオン酸エチル	Ethyl-3-ethoxypropionate		3.3		1.05～	微	0.949	5	170.1	-100	82.2	377	
113	2227	97-88-1	メタクリル酸ブチル	n-Butyl methacrylate	3316	3.3	142.2	2～8	不	0.894	4.9	163	-60	52.2	294	2
118	2880	7778-54-3	次亜塩素酸カルシウム溶液 (15%以下)	Calcium oxychloride	5138	5.1	187.07		可	1.15						
119	2031	7697-37-2	硝酸	Nitric acid	8195	8	63		易	1.5		86	-42			60(24.2℃)
120	3082	85-68-7	フタル酸ブチルベンジル	Butyl benzyl phthalate	9028	9	312.37		難	1.117	10.8	370	-40	199		0.1(140℃)
121	1160	124-40-3	ジメチルアミン (65%以下のもの)	Dimethylamine	3118 3212	3.1 3.2	45.1	2.8～14.4	易	0.6804	1.6	6.88	-93	-17.8	400	1900
122	2491	141-43-5	エタノールアミン	Ethanolamine	8169	8	149.2	5.5～17	易	1.0117	2.1	171.1	10.5	85	410	

表Ⅲ－２ｆ　調査対象物質の性状等

番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化　学　品　名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
124	1760	111-42-2	ジエタノールアミン	Dietanolamine	8147	8	105.1	1.6～9.8	易	1.0881	3.6	271	28	138	662.2	1.09
125	1830	7664-93-9	硫酸	Sulfuric acid	8230	8	98.1		易	1.834		340	10.36			5.9(204℃)
126	1282	110-86-1	ピリジン	Pyridine	3277	3.2	79.1	1.8～12.4	易	0.977	2.7	115.5	-41.8	20	482	18
127	1604	107-15-3	エチレンジアミン	Ethylenediamine	8170	8	60.1	2.7～16.6	易	0.8994	2.1	117	8.5	33.9	385	10(21.5℃)
129		7783-20-2	硫酸アンモニウム溶液	Ammonium sulfate			132.13		易	1.76			513			
130		111-55-9	エチレングリコールジアセテート	Ethyleneglycol diacetate			146.1	1.6～8.4	易	1.1	5	191	-31	96		
131	1129	123-72-8	ブチルアルデヒド	Butyraldehyde	3196	3.2	72.1	1.9～12.5	微	0.8048		74.7	-99	-9		
132		149-57-5	2－エチルヘキサン酸(オクタン酸)	2-Ethylhexanoic acid(Octanoic acid)		**8**	**144.22**	**0.8～6.0**	**微**	**0.9077**	**5**	**226.9**	**-83**	**126.7**	**371**	**0.03**
135		9016-87-9	ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート	Polymethlene polyphenyl polyisocyanate						**1.24**	**14**	**232**		**218**		**0.005**
136		9003-28-5	ポリブテン	Polybutene			**250～2500**		**不**	**0.83～0.912**			**-50～20**	**115～230**		
137			オレフィン　C5-C15混合物	Olefin mixtures(C5-C15)												
138	2074	79-06-1	アクリルアミド溶液(50%以下)	Acrylamide	**6054**	**6.1**	**71.08**		**易**	**1.122**						
139		70955-11-2	ヘプタノール	Heptanol			**116.21**	**1.2～10.0**	**可**	**0.822**	**4.04**	**176.81**	**-34.03**	**74**	**300**	**0.9**
140			ヤシ油脂肪酸メチルエステル	Palm oil fatty acid methyl ester						**0.85**		**148**		**65**		
141	3082	112-42-5	ウンデカノール	Undecyl alchol			**172**		**不**	**0.822**	**6**	**243**	**19**	**117**		**6～15**
142		78-59-1	イソホロン	Isophorone			**138.21**	**0.8～3.8**	**不**	**0.9229**	**4.8**	**215**	**-8.1**	**84**	**460**	**0.2**

表Ⅲ－２ｇ　調査対象物質の性状等

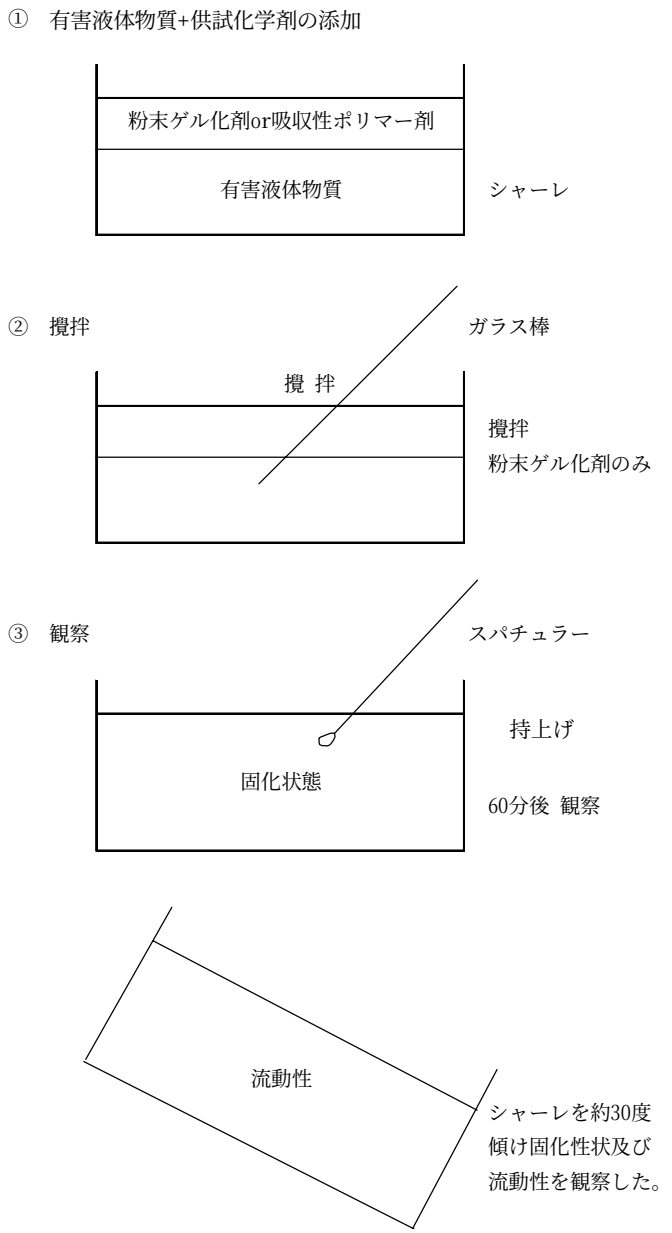
番号	国連番号	ＣＡＳ番号	化学品名		IMDG CODE	IMDG CLASS	分子量	爆発限界(%)	水溶性	比重	ガス比重	沸点(℃)	融点(℃)	引火点(℃)	発火点(℃)	蒸気圧(mmHg)
143			オレフィン　C5-C7混合物 C5ペンテン、C6ヘキセン、C7ヘプテン	Olefin mixtures(C5-C7)												
144	1993	108-65-6	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	Propylene glycol monomethylether acetate	3345	3.3	132.1	1.5～7.0	可	0.97	4.6	146	-55	47.7		3.45
145	1172	111-15-9	酢酸2－エトキシエチル (エチレングリコールエーテルアセテート)	Ethylglycol acetate	3341	3.3	132.2	1.7～12.7	可	0.9748	4.7	156.3	-61.7	52	379	1.2
146		25265-71-8	ジプロピレングリコール	Dipropylene glycol			134.2	2.9～12.6	可	1.02	4.63	231.8	-40	138	350	0.008
148		3648-21-3	フタル酸ジヘプチル	Diheptyl phthalate			362.51		不	0.992	12.5	235～245	-46	193		
149	1171	110-80-5	2－エトキシエタノール (エチレングリコールモノエチルエーテル)	2-Ethoxyethanol	3341	3.3	90.12	1.7～15.6	易	0.9275	3.1	135.1	-70	43	235	3.75
150	1299	8006-64-2	テレピン油	Turpentine oil	3391	3.3	136	0.8～	不	0.860～ 0.875	4.8	150～170	-50～-60	35	253.3	10(37.3℃)
152	2047	8003-19-8	1,3－ジクロロプロペン	1,3-Dichloropropene	3330	3.3	112.99	5.3～14.5	不	1.224	3.9	112.2	-80	35	557	30
153	2079	111-40-0	ジエチレントリアミン	Diethylenetriamine	8161	8	103.17	2～6.7	易	0.9586	3.6	207.1	-39	101.7	389	0.37
154	2672	1336-21-6	アンモニア水 (濃度が28重量%以下のものに限る)	Aqueous ammonia	8111	8	35.05	16～25	易	0.877	0.6	-33.4	-77.7		651	0.01
155		96-48-0	ガンマブチロラクトン	γ-Butyrolactone			86.1	0.3～16.0	易	1.1	3	204	-44	98	455	1.125
157	1148	123-42-2	ジアセトンアルコール	Diacetone alcohol	3327	3.3	116.2	1.8～6.9	易	0.9306	4	167.9	-44	58	643	
158	2054	110-91-8	モルホリン	Morpholine	3367	3.3	87.12	2.0～11.2	易	1.007	3	128	-4.9	37.8	310	6.6
159			パーム油脂肪酸	Palm kernel acid oil					不	0.8806		204				
160		112-07-2	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	Ethylene glycol butyl ether acetate			160.2	0.9～8.5	可	0.94	5.5	192	-64	71	340	0.225～0.3

４．固化及びガス抑制の試験方法

４．１　粉末ゲル化剤による固化・ガス抑制試験方法

（１） 海水無の固化試験方法

有害液体物質をガラス製シャーレ（内径 8.6 ㎝、深さ 1.7 ㎝）に 20ml 入れ、その上から粉末ゲル化剤を有害液体物質の重量比で 40%添加し、ガラス棒で適宜、攪拌した。固化状態の観察は、攪拌 60 分後でシャーレを約 30 度傾けて固化状態及び流動性を、またスパチュラーで持上げ等して固化性状をそれぞれ観察した。試験手順を図Ⅲ－１に示す。

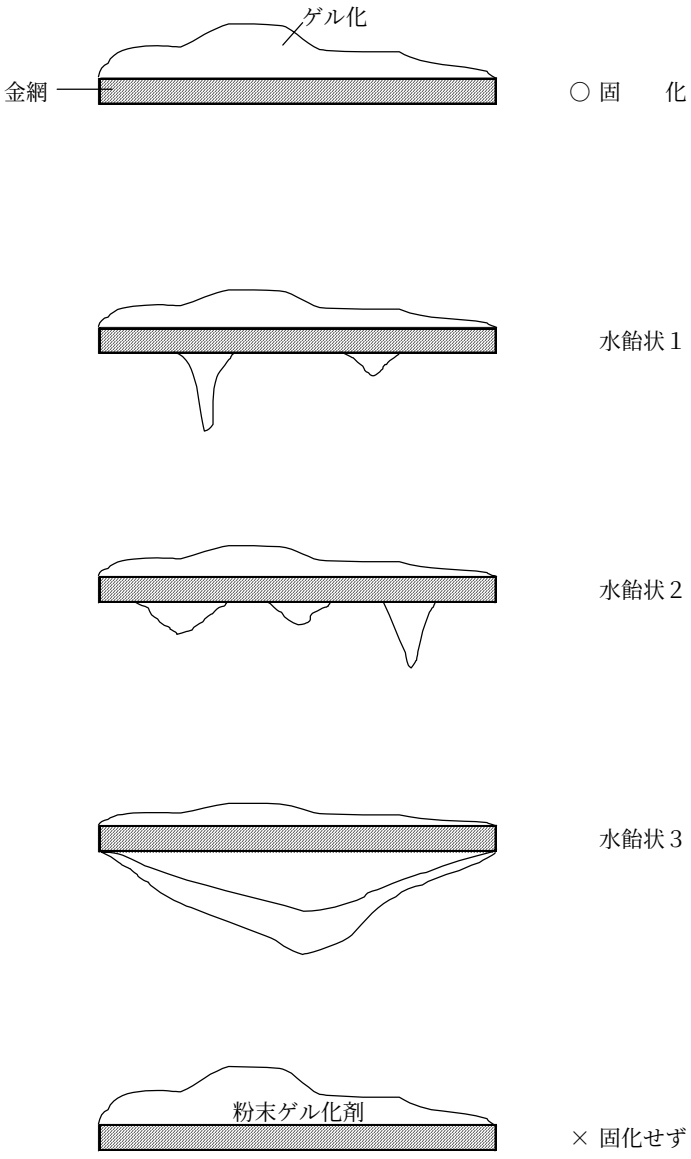


図Ⅲ－１　　供試化学剤による固化試験手順（海水無）

（２）海水有の固化試験方法

人工海水（アクアマリンＳ；八洲薬品㈱製）450ml をガラス製ビーカー（500ml）に取り、有害液体物質 50ml を加える。この有害液体物質上にゲル化剤を有害液体物質の重量比で 40%添加した後、ガラス棒で適宜攪拌した。固化状態の観察は添加後 5 分及び 60 分の固化物を金網（メッシュ 15 ㎜、線径 0.3 ㎜）を用いて掬上げ、金網からの垂れ下がり状況から評価した。

固化物の評価は固化、水飴状 1、2、3、固化せずの 5 段階で、評価の模式図を図Ⅲ－２に示す。



図Ⅲ－２　固形物の評価模式図（海水有）

（３）粉末ゲル化剤によるガス抑制試験

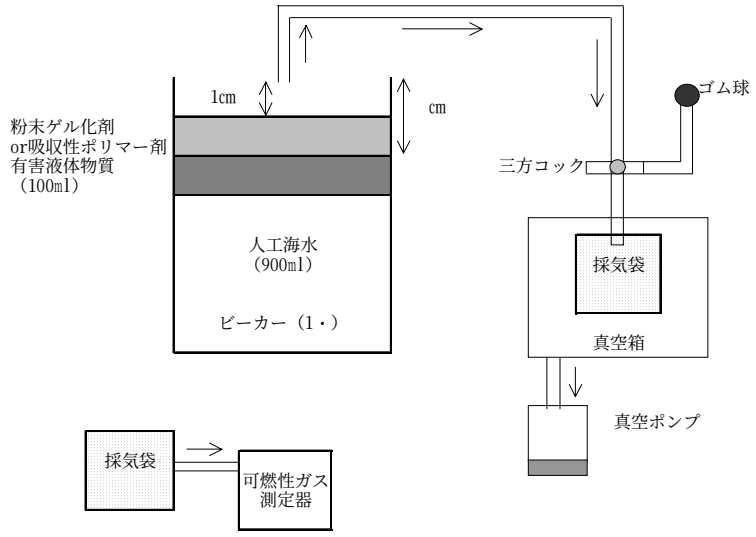
人工海水（アクアマリンＳ；八洲薬品㈱製、水温 27.0℃）900ml をガラス製ビーカー（1000ml）に取り、有害液体物質 100ml を加える。さらに粉末ゲル化剤を有害液体物質の重量比で 40%添加しガラス棒で適宜攪拌した。攪拌後、ガス採取管をゲル化剤表面上 1 ㎝高さに固定し、ゴム球で採取管中の空気を抜き、三方コックを採気袋側にする。真空箱に接続した真空ポンプを流量 500ml/分で 3 分間作動させ真空箱を減圧して、採気袋（容量 5000ml）にガスを採取した。採取したガスを可燃性ガス測定器（LEL 測定器、光明理化学工業㈱製 FM-1E）で測定し、ガス濃度%を求めた。

ガス濃度の測定は、ゲル化剤の添加前、添加直後、5・10・20・30・45・60 分後に行った。試験装置の概略図を図Ⅲ－３に、試験手順を写真Ⅲ－１ａ～ｈに示す。

４．２　吸収性ポリマー剤による固化及びガス抑制試験

吸収性ポリマー剤による海水有無の固化試験及びガス抑制試験は、前項で述べた粉末ゲル化剤の試験手順とほぼ同じで異なる点は、有害液体物質に吸収性ポリマー剤を添加した後攪拌をしない点だけで他は同じ手順である。なお、攪拌の有無は、表Ⅲ－１に示した供試化学剤の比重が影響し粉末ゲル化剤Ａ（比重 0.4）は、液体比重に比べかなり軽く液中に沈み込まないことによる。一方、吸収性ポリマー剤（比重 1.00）は、液体中に沈降し（海水との境界面に止まる）攪拌を必要としないことによる。

海水無固化試験は供試物質 20ml に対してポリマー投入量 15ｇで実施した。また、海水有の固化試験では粉末ゲル化剤の固化状況と異なり固化状況が良好でスパチュラーで固化物を持上げて観察した。



図Ⅲ－３　試験装置の概略図等

ａ　人工海水＋有害液体物質

ｂ　粉末ゲル化剤添加

ｃ　有害液体物質
　　＋粉末ゲル化剤攪拌

写真Ⅲ－１ａ　海水有の試験手順

d　表面上１cm でガス採取

e　三方コック、
ゴム球（採取管内の空気抜き用）

f　真空箱に取り付けた採気袋

写真Ⅲ－１b　海水有の試験手順

ｇ　可燃性ガス測定器・真空箱
・吸引ポンプ

ｈ　ＬＥＬ％測定

写真Ⅲ－１ｃ　海水有の試験手順

５．調査及び試験結果

５．１　有害液体物質の水溶性調査

（１）水溶性の分類

有害液体物質の水溶性については、１００ｇの水に溶ける物質量を①「易」、②「可」、③「微」、④「難」、⑤「不」と５分類することとし、溶ける物質量は次のとおりとした。

分　類	100ｇの水に溶ける物質量
①易	10ｇ以上溶ける
②可	1ｇ以上 10ｇ未満
③微	0.1ｇ以上 1ｇ未満
④難	0.01ｇ以上 0.1ｇ未満
⑤不	0.01ｇ未満

（２）分類の結果

本調査研究で選出した海上輸送量順位 162 位までの有害液体物質を上述の定義に基づき分類した結果を表Ⅲ－３ａｂｃに示す。

分類別の物質名は次のとおりである。

① 易（水に 10ｇ以上溶ける）の物質名　（40 種）

4　メタノール
11　エタノール
12　ブタノール
13　アセトン
15　無水酢酸
21　エチレングリコール
30　水酸化ナトリウム溶液
37　ジエチレングリコール
38　ブチレングリコール
43　酢酸
44　アセトンシアノヒドリン
45　アクリル酸
46　アリルアルコール
48　ジメチルホルムアミド
76　トルエンジイソシアネート
82　ホルムアルデヒド溶液
89　ヘキサメチレンジアミン溶液
90　リン酸
91　ソルビトール溶液
94　メタクリル酸
95　水酸化カリウム溶液
100　硫化水素ナトリウム水溶液
107　トリエタノールアミン
111　シクロヘキシルアミン
117　ジメチルアミン
119　硝酸
122　モノエタノールアミン
124　ジエタノールアミン
125　硫酸
126　ピリジン
127　エチレンジアミン
129　硫酸アンモニウム溶液

130　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｼﾞｱｾﾃｰﾄ
138　アクリルアミド溶液
149　2-エトキシエタノール
153　ジエチレントリアミン
154　アンモニア水
155　ガンマブチロラクトン
157　ジアセトンアルコール
158　モルホリン

② 可（水に１ｇ以上 10ｇ未満溶ける）の物質名　（22 種）

7　アクリルニトリル
16　メチルエチルケトン
17　酢酸ビニルモノマー
20　フェノール（常温固体）
22　シクロヘキサノール
24　酢酸エチル
29　プロピルアルコール
33　アニリン
36　エピクロロヒドリン
42　ジクロロメタン
55　メチルブチルケトン
56　クレゾール
62　アクリル酸メチル
70　酢酸ｎ－ブチル
83　キシレノール
88　アルキルベンゼンスルホンサン
118　次亜塩素酸カルシウム溶液
139　ヘプタノール
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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
146　ジプロピレングリコール
160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾀｰﾄ

③ 微（水に 0.1ｇ以上１ｇ未満溶ける）の物質名　（13 種）

2　ベンゼン
3　スチレンモノマー
9　二塩化エチレン
14　メタクリル酸メチル
19　オクタノール
23　アクリル酸ブチル
53　トリクロロエチレン
58　塩化アリル
61　1,1,1-トリクロロエタン
104　ニトロベンゼン、
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

④ 難（水に 0.01ｇ以上 0.1ｇ未満溶ける）の物質名　（9 種）

18　プロピルベンゼン
31　クロロホルム
47　ノナノール
50　エチルベンゼン
54　アクリル酸エチル
75　テトラクロロエチレン
77　フタル酸ジオクチル
106　フタル酸ジブチル
120　フタル酸ブチルベンジル

⑤ 不（水に 0.01ｇ未満溶ける）の物質名　（29 種）

1　キシレン	71　ポリシロキサン
5　トルエン	74　ｵﾙﾄｸﾛﾛﾆﾄﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ
6　シクロヘキサン	92　デカノール（ﾃﾞｼﾙｱﾙｺｰﾙ）
25　ノルマルヘキサン	96　ジペンテン（ﾘﾓﾈﾝ、ﾘﾈﾝ）
26　1-オクテン	103　ｼﾞﾌｪﾆﾙﾒﾀﾝｼﾞｲｿｼｱﾅｰﾄ
27　ノルマルアルカン（デカン C10 以上）	109　硫酸ジエチル
28　アルキルベンゼン（メシチレン C9 以上）	113　メタクリル酸ブチル
35　ノネン	136　ポリブテン
39　ジイソプロピルベンゼン	141　ウンデカノール
40　アクリル酸 2 エチルヘキシル	142　イソホロン
41　1,3 シクロペンタジエン	148　フタル酸ジヘプチル
51　ジイソブチレン	150　テレピン油
60　プロピレン四量体（ドデセン）	152　1,3-ジクロロプロペン
65　アルファメチルスチレン	159　パーム油脂肪酸
66　ヘプタン	

なお、下線のある物質は比重が海水比重（1.027）よりも大きいため、海上流出した場合には、沈降する物質に分類される。

表Ⅲ－３ａ　有害液体物質の水溶性調査結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性
1	キシレン		不
2	ベンゼン	75	微
3	スチレンモノマー	5.2	微
4	メタノール	100	易
5	トルエン	24.3	難
6	シクロヘキサン	97.6	難
7	アクリルニトリル	83	可
9	二塩化エチレン	60	微
11	エタノール	44	易
12	ブタノール	5	可
13	アセトン	184.8	易
14	メタクリル酸メチル	31	微
15	無水酢酸	5～10	易
16	メチルエチルケトン	71.2	易
17	酢酸ビニルモノマー	90	可
18	プロベルベンゼン	1(6.3℃)	不
19	オクタノール	0.6	難
20	フェノール(常温固体)	0.35	可
21	エチレングリコール	1	易
22	シクロヘキサノール	10	可
23	アクリル酸ブチル	3.2	微
24	酢酸エチル	73	可
25	ノルマルヘキサン	155	不
26	1-オクテン		不
27	ノルマルアルカン(デカン、C10以上)		不
28	アルキルベンゼン(メシチレン、C9以上)		不
29	1-プロパノール	20	易
30	水酸化ナトリウム溶液		易
31	クロロホルム	200	難
33	アニリン	0.3	可
36	エピクロルヒドリン	13	可
37	ジエチレングリコール	1	易
38	ブチレングリコール	0.06	易
39	ジイソプロピルベンゼン	0.25～0.39(25℃)	不
40	アクリル酸2エチルヘキシル	0.1	不

表Ⅲ－３ｂ　有害液体物質の水溶性調査結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性
41	1,3-シクロペンタジエン二量体		不
42	ジクロロメタン(メチレンクロライド)	200(6.85℃)	可
43	酢酸	11.4	易
44	アセトンシアノヒドリン	0.8	易
45	アクリル酸	3.1	易
46	アリルアルコール	10	易
47	ノナノール(ノニルアルコール)	1(59.5℃)	難
48	ジメチルホルムアミド	2.7	易
50	エチルベンゼン	7	難
51	ジイソブチレン	103(38℃)	不
53	トリクロロエチレン	58.6	微
54	アクリル酸エチル	29.5	難
55	メチルプチルケトン	2.7	可
56	クレゾール	1(38.2℃)	可
58	塩化アリル(アリルクロライド)	295	微
60	プロピレン四量体		不
61	1.1.1-トリクロロエタン(トリクロロエタン)	60(9.5℃)	微
62	アクリル酸メチル	100	可
65	アルファメチルスチレン	2.07	不
66	ヘプタン		不
70	酢酸ブチル(酢酸ノルマルブチル)	15	可
71	ポリシロキサン		不
74	オルトクロロニトロベンゼン(1-クロロ-2ニトロベンゼン)		不
75	テトラクロロエチレン	14.3	難
76	トルエンジイソシアネート	0.01	易
77	フタル酸ジオクチル	1.2(200℃)	難
82	ホルムアルデヒド溶液(ホルマリン45%以下)	1.3	易
83	キシレノール		可
88	アルキルベンゼンスルホン酸		可
89	ヘキサメチレンジアミン溶液		易
90	リン酸	0.03	易
91	ソルビトール溶液		易
92	デカノール(デシルアルコール)	1(69.5℃)	不
94	メタクリル酸	1(25.5℃)	易
95	水酸化カリウム溶液(苛性加里)	1(719℃)	易
96	ジペンテン		不
100	硫化水素ナトリウム水溶液(水硫化ソーダ)		易

表Ⅲ－３ｃ　有害液体物質の水溶性調査結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性
103	ジフェニルメタンジイソシアナート		不
104	ニトロベンゼン	1(44.4℃)	微
106	フタル酸ジブチル	1(148.2℃)	難
107	トリエタノールアミン	1(159.56℃)	易
109	硫酸ジエチル		不
111	シクロヘキシルアミン	30.5(15℃)	易
112	3エトキシプロピオン酸エチル		微
113	メタクリル酸ブチル	2	不
118	次亜塩素酸カルシウム溶液(15%以下)		可
119	硝酸	60(24.2℃)	易
120	フタル酸ブチルベンジル	0.1(140℃)	難
121	ジメチルアミン(65%以下のもの)	1900	易
122	エタノールアミン		易
124	ジエタノールアミン	1.09	易
125	硫酸	5.9(204℃)	易
126	ピリジン	18	易
127	エチレンジアミン	10(21.5℃)	易
129	硫酸アンモニウム溶液		易
130	エチレングリコールジアセテート		易
131	ブチルアルデヒド		微
132	2-エチルヘキサン酸（オクタン酸）	0.03	微
136	ポリブテン		不
138	アクリルアミド溶液（50%以下）		易
139	ヘプタノール	0.9	可
141	ウンデカノール	6～15	不
142	イソホロン	0.2	不
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	3.45	可
145	酢酸2-エトキシエチル（エチレングリコールエーテルアセテート）	1.2	可
146	ジプロピレングリコール	0.008	可
148	フタル酸ジヘブチル		不
149	2-エトキシエタノール（エチレングリコールモノエチルエーテル）	3.75	易
150	テレピン油	10（37.3℃）	不
152	1,3-ジクロロプロペン	30	不
153	ジエチレントリアミン	0.37	易
154	アンモニア水（濃度が28重量%以下のものに限る）	0.01	易
155	ガンマブチロラクトン	1.125	易
157	ジアセトンアルコール		易
158	モルホリン	6.6	易
159	パーム油脂肪酸		不
160	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	0.225～0.3	可

５．２　粉末ゲル化剤Ａ（スチレン・ブタジエン系）の固化試験結果

（１）海水無の固化試験結果

本調査は、海上に流出したバラ積み有害液体物質の一部が船体に残ったと想定し、その防除措置をすることを前提に物質のみの固化性状を調査した。

海水無の 92 種の液体物質の固化試験結果を表Ⅲ－４ａ～ｃに、また、液体物質のうち固化した 34 種の固化性状の内容を表Ⅲ－５に、固化６０分後の固化状態を写真Ⅲ－２ａ～２ｐに示す。

なお、海水無の固化試験の固化性状は以下の定義で評価した。

記　号	固　化　性　状
○	固化する
×１	固化するに長時間（６０分）要し、完全に固化しない
×２	固化せず、ゲル化剤が上層に浮く
×３	固化しない
－	ゲル化剤を添加せず。（常温で固体）

粉末ゲル化剤Ａによる海水無の有害液体物質の固化性状は次のとおりである。

① ○　固化する物質　（25 種）

9　1,2 ジクロロエタン(二塩化ｴﾁﾚﾝ)
24　酢酸エチル
25　ノルマルヘキサン
31　クロロホルム
39　ジイソプロピルベンゼン
42　ジクロロメタン
51　ジイソブチレン
53　トリクロロエチレン
56　クレゾール
58　塩化アリル（アリルクロライド）
60　プロピレン四量体（ドデセン）
61　1,1,1-トリクロロエタン
66　ヘプタン
75　テトラクロロエチレン
77　フタル酸ジオクチル
104　ニトロベンゼン
106　フタル酸ジブチル
131　ブチルアルデヒド
132　オクタン酸
142　イソホロン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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
152　1,3-ジクロロプロペン

② ×１　固化するに長時間（60 分）要し、完全に固化しない物質　（17 種）

１　キシレン
２　ベンゼン
３　スチレンモノマー
５　トルエン
６　シクロヘキサン
14　メタクリル酸メチル
17　酢酸ビニルモノマー
18　プロピルベンゼン
23　アクリル酸ブチル
26　1-オクテン
28　アルキルベンゼン（メシチレン）
40　アクリル酸 2 エチルヘキシル

41　1,3 シクロペンタジエン
50　エチルベンゼン
54　アクリル酸エチル
62　アクリル酸メチル
112　3 エトキシプロピオン酸エチル

③　×２　固化せずゲル化剤が上層に浮く物質　（3 種）
16　メチルエチルケトン
27　ノルマルアルカン（デカン）
36　エピクロロヒドリン

④　×３　固化しない物質　（64 種）
４　メタノール
７　アクリルニトリル
11　エタノール
12　ブタノール
13　アセトン
15　無水酢酸
19　オクタノール
21　エチレングリコール
22　シクロヘキサノール
29　1-プロパノール
30　水酸化ナトリウム溶液
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
43　酢酸
44　アセトンシアノヒドリン
45　アクリル酸
46　アリルアルコール
47　ノナノール
48　ジメチルホルムアミド
55　メチルブチルケトン
65　アルファメチルスチレン
70　酢酸ｎ－ブチル
71　ポリシロキサン
74　オルトクロロニトロベンゼン
76　トルエンジイソシアネート
82　ホルムアルデヒド溶液
88　アルキルベンゼンスルホン酸
89　ヘキサメチレンジアミン溶液
90　リン酸
91　ソルビトール溶液
92　デカノール
94　メタクリル酸
95　水酸化カリウム溶液
96　ジペンテン
100　硫化水素ナトリウム水溶液
107　トリエタノールアミン
109　硫酸ジエチル
111　シクロヘキシルアミン
113　メタクリル酸ブチル
118　次亜塩素酸カルシウム溶液
119　硝酸
120　フタル酸ブチルベンジル
121　ジメチルアミン
122　モノエタノールアミン
124　ジエタノールアミン
125　硫酸
126　ピリジン
127　エチレンジアミン
129　硫酸アンモニウム溶液
130　エチレングリコールジアセテート
135　ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙｲｿｼｱﾈｰﾄ
136　ポリブテン
138　アクリルアミド溶液（50%以下）
139　ヘプタノール
141　ウンデカノール
146　ジプロピレングリコール
149　2-エトキシエタノール

153　ジエチレントリアミン
154　アンモニア水
155　ガンマブチロラクトン
157　ジアセトンアルコール
158　モルホリン
160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

⑤　－　常温で固体物質　（３種）

20　フェノール
83　キシレノール
103　ジフェニルメタンジイソシアナート

表Ⅲ－４ａ　粉末ゲル化剤Ａによる水溶性及び海水無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	海水無
1	キシレン		不	×1
2	ベンゼン	75	微	×1
3	スチレンモノマー	5.2	微	×1
4	メタノール	100	易	×3
5	トルエン	24.3	難	×1
6	シクロヘキサン	97.6	難	×1
7	アクリルニトリル	83	可	×3
9	二塩化エチレン	60	微	○
11	エタノール	44	易	×3
12	ブタノール	5	可	×3
13	アセトン	184.8	易	×3
14	メタクリル酸メチル	31	微	×1
15	無水酢酸	5～10	易	×3
16	メチルエチルケトン	71.2	易	×2
17	酢酸ビニルモノマー	90	可	○
18	プロピルベンゼン	1(6.3℃)	不	○
19	オクタノール	0.6	難	×3
20	フェノール(常温固体)	0.35	可	―
21	エチレングリコール	1	易	×3
22	シクロヘキサノール	10	可	×3
23	アクリル酸ブチル	3.2	微	×1
24	酢酸エチル	73	可	○
25	ノルマルヘキサン	155	不	○
26	1－オクテン		不	×1
27	デカン (ノルマルアルカン、C10以上)		不	×2
28	メシチレン (アルキルベンゼン、C9以上)		不	×1
29	1－プロパノール	20	易	×3
30	水酸化ナトリウム溶液		易	×3
31	クロロホルム	200	難	○
33	アニリン	0.3	可	×3
36	エピクロルヒドリン	13	可	×2
37	ジエチレングリコール	1	易	×3
46	アリルアルコール	10	易	×3
47	ノナノール	1(59.5℃)	難	×3
48	ジメチルホルムアミド	2.7	易	×3
50	エチルベンゼン	7	難	×1
51	ジイソブチレン	103(38℃)	不	○
53	トリクロロエチレン	58.6	微	○
54	アクリル酸エチル	29.5	難	×1
55	メチルブチルケトン	2.7	可	×3
56	クレゾール	1(38.2℃)	可	○

表Ⅲ－４ｂ　粉末ゲル化剤Ａによる水溶性及び海水無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	海水無
58	塩化アリル	295	微	○
60	ドデセン(プロピレン四量体)		不	○
61	1,1,1－トリクロロエタン	60(9.5℃)	微	○
62	アクリル酸メチル	100	可	×1
65	アルファメチルスチレン	2.07	不	×3
66	ヘプタン		不	○
70	酢酸ｎ－ブチル	15	可	×3
71	ポリシロキサン		不	×3
74	オルトクロロニトロベンゼン		不	×3
75	テトラクロロエチレン	14.3	難	○
76	トルエンジイソシアネート	0.01	易	×3
77	フタル酸ジオクチル	1.2(200℃)	難	○
82	ホルムアルデヒド溶液	1.3	易	×3
83	キシレノール		可	―
88	アルキルベンゼンスルホン酸		可	×3
89	ヘキサメチレンジアミン溶液		易	×3
90	リン酸	0.03	易	×3
91	ソルビトール溶液		易	×3
92	デカノール	1(69.5℃)	不	×3
94	メタクリル酸	1(25.5℃)	易	×3
95	水酸化カリウム溶液	1(719℃)	易	×3
96	ジペンテン		不	×3
100	硫化水素ナトリウム水溶液		易	×3
103	ジフェニルメタンジイソシアナート		不	―
104	ニトロベンゼン	1(44.4℃)	微	○
106	フタル酸ジブチル	1(148.2℃)	難	○
107	トリエタノールアミン	1(159.56℃)	易	×3
109	硫酸ジエチル		不	×3
111	ジクロヘキシルアミン	30.5(15℃)	易	×3
112	3エトキシプロピオン酸エチル		微	×1
113	メタクリル酸ブチル	2	不	×3
118	次亜塩素酸カルシウム溶液		可	×3
119	硝酸	60(24.2℃)	易	×3
120	フタル酸ブチルベンジル	0.1(140℃)	難	×3
121	ジメチルアミン(50%)	1900	易	×3
122	モノエタノールアミン		易	×3
124	ジエタノールアミン	1.09	易	×3
125	硫酸	5.9(240℃)	易	×3
126	ピリジン	18	易	×3
127	エチレンジアミン	10(21.5℃)	易	×3

表Ⅲ－４ｃ　粉末ゲル化剤Ａによる水溶性及び海水無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	海水無
129	硫酸アンモニウム溶液		易	×3
130	エチレングリコールジアセテート		易	×3
131	ブチルアルデヒド		微	○
132	2-エチルヘキサン酸（オクタン酸）	0.03	微	○
135	ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート	0.005		×3
136	ポリブテン		不	×3
138	アクリルアミド溶液（50%以下）		易	×3
139	ヘプタノール	0.9	可	×3
141	ウンデカノール	6～15	不	×3
142	イソホロン	0.2	不	○
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	3.45	可	○
145	酢酸2-エトキシエチル（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ）	1.2	可	○
146	ジプロピレングリコール	0.008	可	×3
148	フタル酸ジヘプチル		不	○
149	2-エトキシエタノール（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙ）	3.75	易	×3
150	テレピン油	10（37.3℃）	不	○
152	1,3-ジクロロプロペン	30	不	○
153	ジエチレントリアミン	0.37	易	×3
154	アンモニア水（濃度が28重量%以下のものに限る）	0.01	易	×3
155	ガンマブチロラクトン	1.125	易	×3
157	ジアセトンアルコール		易	×3
158	モルホリン	6.6	易	×3
160	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	0.225～0.3	可	×3

備考　固化評価　：　○　固化する。
×1　固化に時間を長く要し、完全に固化しない。
×2　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く。
×3　固化しない。
―　常温で固化。

表Ⅲ－５ａ　有害液体物質の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ：スチレン・ブタジエン系）

輸送量順位	液体物質名	固　化　性　状	固化評価
1	キシレン	全く固まらず、表面もドロドロ。	×1
2	ベンゼン	表面は乾いているが、内部はドロドロ。	×1
3	スチレン	表面はドロドロの水飴状。	×1
4	メタノール	固化しない。	×3
5	トルエン	表面はかなり乾いているが、内部はドロドロ。	×1
6	シクロヘキサン	表面は乾いているが、内部はドロドロ。	×1
7	アクリロニトリル	固化しない。	×3
9	二塩化エチレン	完全に固化。	固
11	エタノール	固化しない。	×3
12	ブタノール	固化しない。	×3
13	アセトン	固化しない。	×3
14	メタクリル酸メチル	表面はかなり乾いているが、内部はドロドロ。	×1
15	無水酢酸	固化しない。	×3
16	メチルエチルケトン	全体がふかふかのままで固まっていない。	×2
17	酢酸ビニルモノマー	部分的に固まっているところもあるが、全体はうどん粉状。	×1
18	プロピルベンゼン	完全に固化。	固
19	オクタノール	固化しない。	×3
21	エチレングリコール	固化しない。	×3
22	シクロヘキサノール	固化しない。	×3
23	アクリル酸ブチル	表面はドロドロの水飴状。	×1
24	酢酸エチル	ボロボロと固まった状態。	固
25	ヘキサン	ほぼ完全に固化。	○
26	1-オクテン	表面は乾いているが、内部はドロドロ。	×1
27	ノルマルアルカン(デカン)	全体がふかふかのままで固まっていない。	×2
28	アルキルベンゼン(メシチレン)	表面はドロドロの水飴状。	×1
29	プロパノール	固化しない。	×3
30	水酸化ナトリウム溶液	固化しない。	×3
31	クロロホルム	完全に固化。	固
33	アニリン	固化しない。	×3
36	エピクロルヒドリン	全体がふかふかのままで固まっていない。	×2
37	ジエチレングリコール	固化しない。	×3
38	ブチレングリコール	固化しない。	×3
39	ジイソプロピルベンゼン	固化しない。	固
40	アクリル酸 2 エチルヘキシル	40%添加：表面はドロドロの水飴状。 50%添加：表面の流動性がわずかに減少した程度で、40%と変らない。	×1
41	1,3－シクロペンタジエン	表面は乾いているが、内部はドロドロ。	×1
42	ジクロロメタン	表面がゴム膜のように固まる。	○
43	酢酸	全体がサクサクで固まらない。	×3
44	アセトンシアノヒドリン	全体がサクサクで固まらない。	×3
45	アクリル酸	全体がサクサクで固まらない。	×3

表Ⅲ－５ｂ　有害液体物質の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ：スチレン・ブタジエン系）

輸送量順位	液体物質名	固　化　性　状	固化評価
46	アリルアルコール	全体がサクサクで固まらない。	×3
47	ノナノール（ノニルアルコール）	全体がサクサクで固まらない。	×3
48	ジメチルホルムアミド	全体がサクサクで固まらない。	×3
50	エチルベンゼン	表面は乾いたいるが、内部はドロドロ。	×1
51	ジイソブチレン	粘性がわずかに残っているがほぼ固化。	○
53	トリクロロエチレン	粘性がわずかに残っているがほぼ固化。	○
54	アクリル酸エチル	表面は堅いが中はドロドロ。	×1
55	メチルイソブチルケトン	固まらず、ベトベトたれる。	×3
56	クレゾール	固まるが部分的にくずれる。	○
58	塩化アリル(アリルクロライド)	粘性がわずかに残っているがほぼ固化。	○
60	プロピレン四量体(ドデセン)	粘性がわずかに残っているがほぼ固化。	○
61	1,1,1－トリクロロエタン	粘性がわずかに残っているがほぼ固化。	○
62	アクリル酸メチル	表面は堅いが中に柔らかい部分が残る。	×1
65	アルファメチルスチレン	固まらず、ベトベトたれる。	×3
66	ヘプタン	完全に固化。	○
70	酢酸 n-ブチル（酢酸ﾉﾙﾏﾙﾌﾞﾁﾙ）	全体がドロドロで固まらない。	×3
71	ポリシロキサン（ヘキサメチルジシロキサン）	全体がサクサクで固まらない。	×3
74	オルトクロロニトロベンゼン（炭素数が 6～11 のもの）	全体がサクサクで固まらない。	×3
75	テトラクロロエチレン	ダンコ状に固まる。	○
76	トルエンジイソシアネート	全体がうどん粉状で固まらない。	×3
77	フタルサンジオクチル	やや柔らかいダンゴ状に固まる。	○
82	ホルムアルデヒド溶液（ホルマリン 45%以下）	全体がサクサクで固まらない。	×3
88	アルキルベンゼンスルホン酸		×3
89	ヘキサメチレンジアミン溶液	全体がサクサクで固まらない。	×3
90	燐酸	全体がサクサクで固まらない。	×3
91	ソルビトール溶液	全体がサクサクで固まらない。	×3
92	デカノール（デシルアルコール）	全体がサクサクで固まらない。	×3
94	メタクリル酸	全体がドロドロ、ネバネバで固まらない。	×3
95	水酸化カリウム溶液（苛性加里）	全体がサクサクで固まらない。	×3
96	ジペンテン	全体がドロドロ、ネバネバで固まらない。	×3
100	硫化水素ナトリウム水溶液（水硫化ソーダ）	全体がサクサクで固まらない。	×3
103	ｼﾞﾌｪﾆﾙﾒﾀﾝｼﾞｲｿｼｱﾈｰﾄ	シャーレに入れるとすぐ白く固化するため試験不能。	―
104	ニトロベンゼン	ダンコ状に固まる。	○
106	フタル酸ジブチル	ダンコ状に固まる。	○
107	トリエタノールアミン	全体がグズグズで粘性がない。	×3
109	硫酸ジエチル	全体がサクサクで固まらない。	×3
111	シクロヘキシルアミン	全体がドロドロで固まらない。	×3
112	3 エトキシプロピオン酸エチル	ネバネバのダンゴ状である程度固まる。	×1
113	メタクリル酸ブチル	水飴状で固まらない。	×3

表Ⅲ－５ｃ　有害液体物質の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ：スチレン・ブタジエン系）

輸送量順位	液体物質名	固　化　性　状	固化評価
117	ジメチルアミン（45%以下のもの）	全体がフワフワで粘性がない。	×3
118	次亜塩素酸カルシウム溶液（15%以下）	全体がサクサクで固まらない。	×3
119	硝酸		×3
120	フタル酸ブチルベンジル	全体がサクサクで固まらない。	×3
122	エタノールアミン	全体がフワフワで粘性がない。	×3
124	ジエタノールアミン	全体がシャーベット状で固まらない。	×3
125	硫酸	全体がサクサクで固まらない。黒褐色を帯び強く発熱。	×3
126	ピリジン	水飴状。	×3
127	エチレンジアミン	全体がグズグズで粘性がない。	×3
129	硫酸アンモニウム溶液	全体がサクサクで固まらない。	×3
130	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｼﾞｱｾﾃｰﾄ	全体がサクサクで固まらない。	×3
131	ブチルアルデヒド	固化するが内部が少し柔らかい。	○
132	2-エチルヘキサン酸（ｵｸﾀﾝ酸）	固化する。	○
135	ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
136	ポリブテン	全体がサクサクで固化しない。	×3
138	アクリルアミド溶液（50%以下）	全体がサクサクで固化しない。	×3
139	ヘプタノール	全体がサクサクで固化しない。	×3
141	ウンデカノール	全体がサクサクで固化しない。	×3
142	イソホロン	固い水飴状に固化する。	○
144	ﾎﾟﾛﾘﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	粘り気の強い粉状に固化する。	○
145	酢酸 2-エトキシエチル	粘り気の強い粉状に固化する。	○
146	ジプロピレングリコール	全体がサクサクで固化しない。	×3
148	フタル酸ジヘプチル	固い水飴状に固化する。	○
149	2-エトキシエタノール	全体がサクサクで固化しない。	×3
150	テレピン油	固い水飴状に固化する。やや量が不足	○
152	1,3-ジクロロプロペン	固い水飴状に固化する。	○
153	ジエチレントリアミン	全体がサクサクで固化しない。	×3
154	アンモニア水	全体がフワフワで固化しない。	×3
155	ガンマブチロラクトン	全体がサクサクで固化しない。	×3
157	ジアセトンアルコール	全体がサクサクで固化しない。	×3
158	モルホリン	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
160	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	全体が水飴状で固化しない。量が不足	×3
162	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	全体が水飴状で固化しない。量が不足	×3

備　考：固化評価

○　固化する

×１　固化に時間を長く要し、完全に固化しない。

×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く

×３　固化しない

1　キシレン

5　トルエン

2　ベンゼン

6　シクロヘキサン

3　スチレンモノマー

9　二塩化エチレン

写真Ⅲ－２ａ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

14　メタクリル酸メチル

18　プロピルベンゼン

16　メチルエチルケトン

23　アクリル酸ブチル

17　酢酸ビニル

24　酢酸エチル

写真Ⅲ－２ｂ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

25　ヘキサン

28　アルキルベンゼン

26　１－オクテン

31　クロロホルム

27　ノルマルアルカン

36　エピクロルヒドリン

写真Ⅲ－２ｃ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

39　ジイソプロピルベンゼン

42　ジクロロメタン

40　アクリル酸２エチルヘキシル

43　酢酸

41　1,3－シクロペンタジエン

44　アセトシアノヒドリン

写真Ⅲ－２ｄ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤A）

45　アクリル酸

48　ジメチルホルムアミド

46　アリルアルコール

50　エチルベンゼン

47　ノナノール

51　ジイソブチレン

写真Ⅲ－２ｅ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤A）

53　トリクロロエチレン

56　クレゾール

54　アクリル酸エチル

58　アリルクロライド

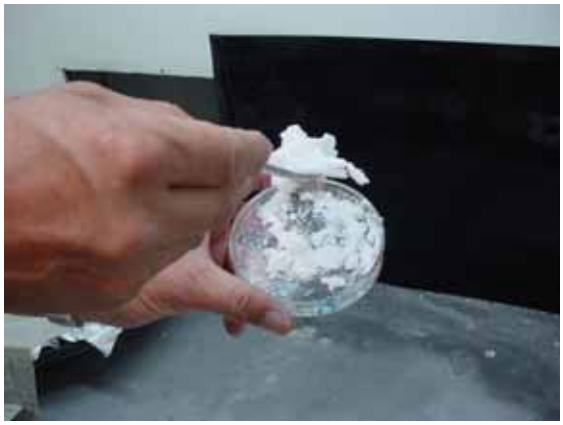
55　メチルブチルケトン

60　プロピレン四量体（ドデセン）

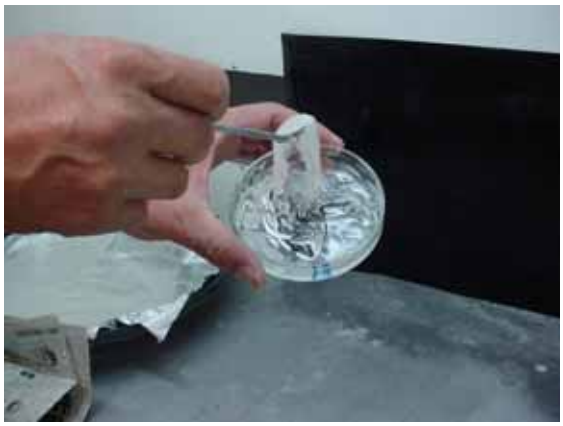
写真Ⅲ－２ｆ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

61　1,1,1－トリクロロエタン

66　ヘプタン



62　アクリル酸メチル



70　酢酸ブチル

65　アルファメチルスチレン

71　ポリシロキサン

写真Ⅲ－２ｇ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

74　オルトクロロニトロベンゼン

77　フタル酸ジオクチル

75　テトラクロロエチレン

82　ホルムアルデヒド

76　トルエンジイソシアネート

88　アルキルベンゼンスルホン酸

写真Ⅲ－２ｈ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

89　ヘキサメチレンジアミン溶液

92　デカノール

96　リン酸

94　メタクリル酸

91　ソルビトール溶液

95　水酸化カリウム溶液

写真Ⅲ－２ｉ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

96　ジペンテン

106　フタル酸ジブチル

100　硫化水素ナトリウム

107　トリエタノールアミン

104　ニトロベンゼン

109　硫酸ジエチル

写真Ⅲ－２ｊ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤A）

111　シクロヘキシルアミン

118　次亜塩素酸カルシウム溶液

112　３エトキシプロピオン酸エチル

119　硝酸

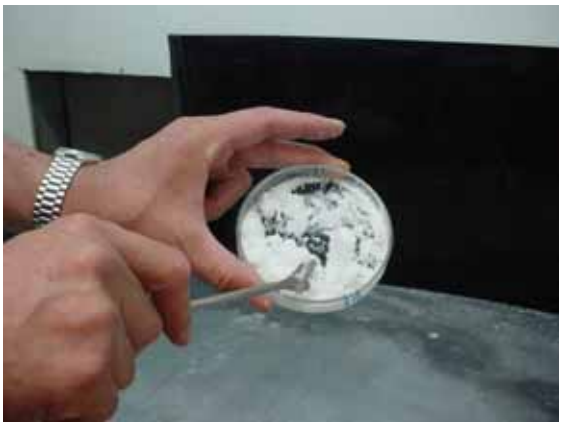
113　メタクリル酸ブチル

120　フタル酸ジブチルベンジル

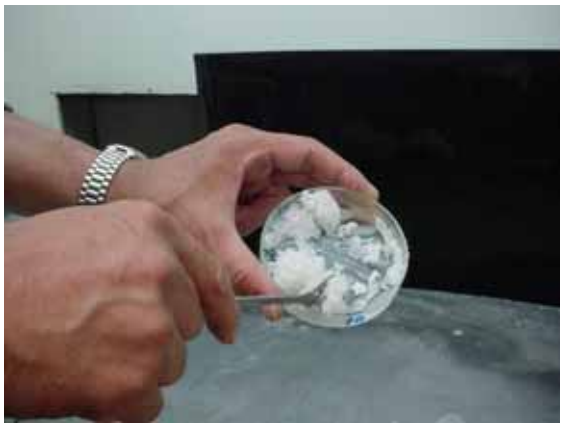
写真Ⅲ－２ｋ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

121　ジメチルアミン（50%）

125　硫酸



122　モノエタノールアミン



126　ピリジン

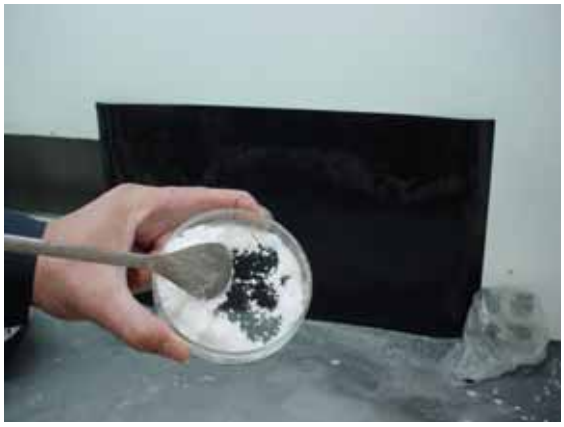
124　ジエタノールアミン

127　エチレンジアミン

写真Ⅲ－２１　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤A）

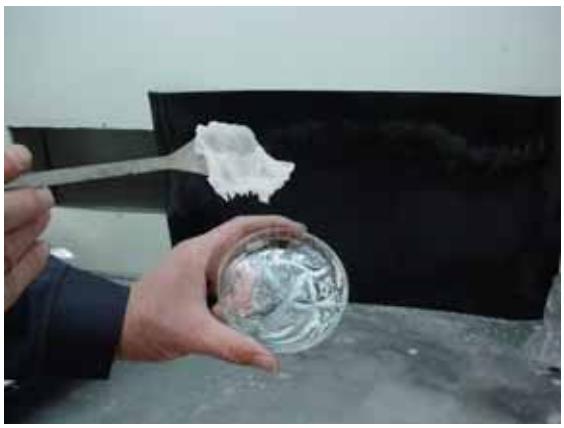
129　硫酸アンモニウム溶液

132　2-エチルヘキサン酸（オクタン酸）



130　エチレングリコールジアセテート

135　ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ



131　ブチルアルデヒド

136　ポリブテン

写真Ⅲ－２ｍ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

138　アクリルアミド 50%

142　イソホロン

139　ヘプタノール

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

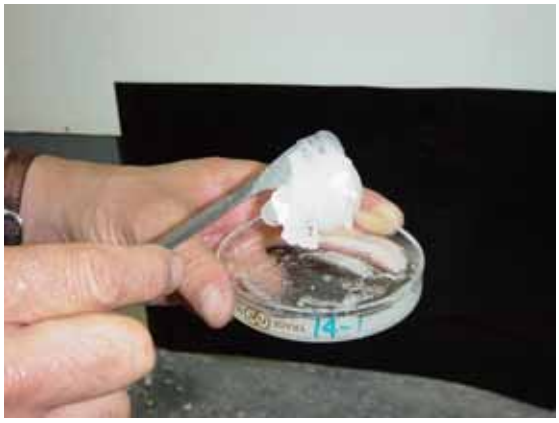
141　ウンデカノール

145　酢酸 2-エトキシエチル

写真Ⅲ－２ｎ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

146　ジプロピレングリコール

150　テレピン油



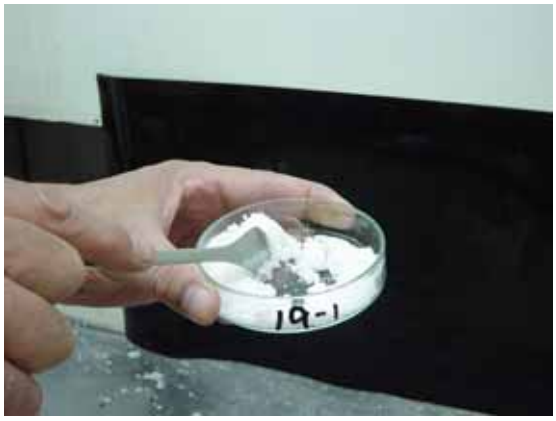
148　フタル酸ジヘプチル

152　1,3 ジクロロプロペン

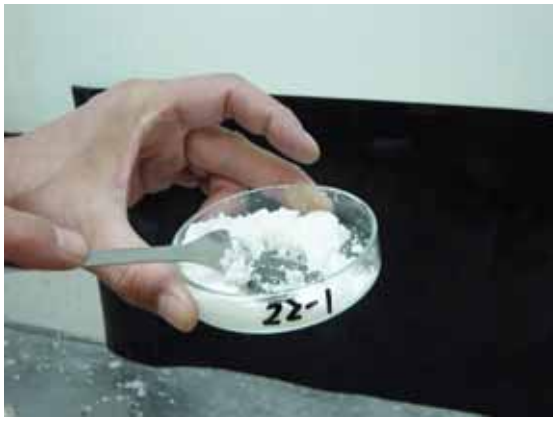
149　2-エトキシエタノール

153　ジエチレントリアミン

写真Ⅲ－２ｏ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）



154　アンモニア水



158　モルホリン

155　ガンマブチロラクトン

160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

157　ジアセトンアルコール

写真Ⅲ－２ｐ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

（２）海水有の固化試験結果（粉末ゲル化剤Ａ：スチレン・ブタジエン系）

バラ積み有害液体物質が海上に流出したと想定し、４．１．（２）項で述べたように500ml ビーカーの水面上（人工海水）に有害液体物質を 50ml 加えると、水面に浮上する物質、海水に溶解する物質あるいは沈降する物質に分類される。本試験では、海面に浮上する物質のうち、水溶性が不，難，微及び可に分類される物質を試験対象とした。

分類の結果は次のとおりである。

① 海面に浮上する物質 （39 種）

1 キシレン
2 ベンゼン
3 スチレン（スチレンモノマー）
5 トルエン
6 シクロヘキサン
14 メタクリル酸メチル
17 酢酸ビニルモノマー
18 プロピルベンゼン
19 オクタノール
23 アクリル酸ブチル
25 ヘキサン（ノルマルヘキサン）
26 1-オクテン
27 デカン（ﾉﾙﾏﾙｱﾙｶﾝ、C10 以上）
28 メシチレン（ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ、C9 以上）
35 ノネン
39 ジイソプロピルベンゼン
40 アクリル酸 2 エチルヘキシル
41 1,3 シクロペンタジエン
47 ノナノール
50 エチルベンゼン
51 ジイソブチレン
54 アクリル酸エチル
58 塩化アリル（アリルクロライド）
60 プロピレン四量体（ドデセン）
65 アルファメチルスチレン
66 ヘプタン
71 ポリシロキサン
77 フタル酸ジオクチル
92 デカノール
112 3 エトキシプロピオン酸エチル
113 メタクリル酸ブチル
131 ブチルアルデヒド
132 オクタン酸
136 ポリブテン
141 ウンデカノール
142 イソホロン
148 フタル酸ジヘプチル
150 テレピン油
159 パーム油脂肪酸

② 海水に溶解する物質及び沈降する物質 （61 種）

4 メタノール（メチルアルコール）
7 アクリロニトリル
11 エタノール（エチルアルコール）
12 ブタノール
13 アセトン
15 無水酢酸
16 メチルエチルケトン
17 酢酸ビニル
21 エチレングリコール
22 シクロヘキサノール
24 酢酸エチル
29 プロパノール

30　水酸化ナトリウム溶液
33　アニリン
36　エピクロロヒドリン
37　ジエチレングリコール
38　ブチレングリコール
42　ジクロロメタン
43　酢酸
44　アセトンシアノヒドリン
45　アクリル酸
46　アリルアルコール
48　ジメチルホルムアミド
55　メチルブチルケトン
56　クレゾール
62　アクリル酸メチル
70　酢酸ブチル
76　トルエンジイソシアネート
82　ホルムアルデヒド溶液
83　キシレノール
88　アルキルベンゼンスルホン酸
89　ヘキサメチレンジアミン溶液
90　リン酸
91　ソルビトール溶液
94　メタクリル酸
95　水酸化カリウム溶液
100　硫化水素ナトリウム溶液
107　トリエタノールアミン
111　シクロヘキシルアミン
118　次亜塩素酸カルシウム溶液
119　硝酸
121　ジメチルアミン
122　エタノールアミン
124　ジエタノールアミン
125　硫酸
126　ピリジン
127　エチレンジアミン
129　硫酸アンモニウム溶液
130　エチレングリコールアセテート
138　アクリルアミド溶液
139　ヘプタノール
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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
146　ジプロピレングリコール
149　2-エトキシエタノール
153　ジエチレントリアミン
154　アンモニア水
157　ジアセトンアルコール
158　モルホリン
160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

③　沈降する物質　（11 種）

9　二塩化エチレン
31　クロロホルム
53　トリクロロエチレン
61　1,1,1-トリクロロエタン
74　オルトクロロニトロベンゼン
75　テトラクロロエチレン
104　ニトロベンゼン
106　フタル酸ジブチル
109　硫酸ジエチル
120　フタル酸ブチルベンジル
152　1,3-ジクロロプロペン

④　その他　固体物質　（3 種）

20　フェノール（常温では固体で海水中では溶解する）
83　キシレノール（常温では固体で海水中では溶解する）
103　ジフェニルメタン

以上の結果から、海水有の固化試験は①水面に浮上する有害液体物質を中心に 44 種について実施した。海水有の固化試験結果を海水無の固化結果と併記して表Ⅲ－６に示す。

固化性状の評価は図Ⅲ－２の固化物の評価模式図に示したように固化する、水飴状１．２．３及び固化しないの５段階評価（下表参照）で、水飴状の数字が大きくなる程柔らかい性状を示す。

36 種の液体物質の 60 分後の固化性状評価を表Ⅲ－７、また、固化性状を写真Ⅲ－３ａ～ｑに示す。

記号	固化性状
○	固化する
1	水飴状１
2	水飴状２
3	水飴状３
×	固化しない

表Ⅲ－６　粉末ゲル化剤Ａによる水溶性及び海水有無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧（mmHg）	水溶性	固　化　性　状		
				海水無	海　水　有	
					5 分後	60 分後
1	キシレン		不	×1	2	1
2	ベンゼン	75	微	×1	2	1
3	スチレン（スチレンモノマー）	5.2	微	×1	1	3
5	トルエン	24.3	難	×1	2	2
6	シクロヘキサン	97.6	難	×1	2	2
7	アクリルニトリル	83	可	×3	×	×
12	ブタノール（ブチルアルコール）	5	可	×3	×	×
14	メタクリル酸メチル	31	微	×1	2	固
17	酢酸ビニルモノマー	90	可	×1	×	×
18	プロピルベンゼン	1（6.3℃）	不	×1	3	1
19	オクタノール	0.6	難	×3	×	×
22	シクロヘキサノール	10	可	×3	×	×
23	アクリル酸ブチル	3.2	微	×1	3	2
24	酢酸エチル	73	可	○	×	×
25	ノルマルヘキサン	155	不	○	固	固
26	1-オクテン		不	×1	1	2
27	デカン（ﾉﾙﾏﾙｱﾙｶﾝ、C10 以上）		不	×2	×	×
28	ﾒｼﾁﾚﾝ（ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ、C9 以上）		不	×1	3	2
33	アニリン	0.3	可	×3	×	×
39	ジイソプロピルベンゼン	0.25～0.39（25℃）	不	○	3	3
40	アクリル酸 2 エチルヘキシル	0.1	不	×1	1	3
41	1,3 シクロペンタジエン		不	×1	3	3
50	エチルベンゼン	7	難	×1	3	3
51	ジイソブチレン	103（38℃）	不	○	固	固
54	アクリル酸エチル	29.5	難	×1	固	固
58	塩化アリル	295	微	○	2	1
60	ドデセン（プロピレン四量体）		不	○	固	固
66	ヘプタン		不	○	固	固
77	フタル酸ジオクチル	1.2（200℃）	難	○	固	固
112	3 エトキシプロピオン酸エチル		微	×1	1	1
131	ブチルアルデヒド		微	○	固	固
132	2-エチルヘキサン酸（ｵｸﾀﾝ酸）	0.03	微	○	固	固
136	ポリブテン		不	×3	×	×
141	ウンデカノール	6～15	不	×3	×	×
142	イソホロン	0.2	不	○	固	固
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	3.45	可	○	固	固
148	フタル酸ジヘプチル		不	○	2	2
150	テレピン油	10（37.3℃）	不	○	固	固

備考：固化性状

海水無；○　固化する
×１　固化に時間を長く要し、完全に固化しない
×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く
×３　固化しない

海水有；固　固化する
１　水飴状１
２　水飴状２
３　水飴状３
×　固化しない

表Ⅲ－７　粉末ゲル化剤Ａによる 60 分後の固化性状評価（海水有）

固化性状		有害液体物質名	
固化する	８種	14　メタクリル酸メチル	131　ブチルアルデヒド
		25　ノルマルヘキサン	132　オクタン酸
		51　ジイソブチレン	142　イソホロン
		54　アクリル酸エチル	144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
		60　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ四量体(ﾄﾞﾃﾞｾﾝ)	148　フタル酸ジヘプチル
		66　ヘプタン	150　テレピン油
		77　フタル酸ジオクチル	
水飴状１	５種	１　キシレン	58　塩化アリル
		２　ベンゼン	112　３エトキシプロピオン酸エチル
		18　プロピルベンゼン	
水飴状２	５種	５　トルエン	26　1-オクテン
		６　シクロヘキサン	28　メシチレン
		23　アクリル酸ブチル	
水飴状３	５種	３　スチレンモノマー	41　1,3 シクロペンタジエン
		39　ジイソプロピルベンゼン	50　エチルベンゼン
		35　アクリル酸エチレンヘキシル	
固化しない	８種	７　アクリロニトリル	20　シクロヘキサン
		12　ブタノール	24　酢酸エチル
		17　酢酸ビニルモノマー	27　デカン
		19　オクタノール	33　アニリン

上記の固化試験で特徴的な現象は次のとおりである。

①　完全固化した液体物質　（２種）

14　メタクリル酸メチル　　25　ノルマルヘキサン

②　エスエル系で水溶性が可に分類される物質　（２種）

17　酢酸ビニルモノマー　　24　酢酸エチル

海水有では固化しない（海水無では固化する）

③　水溶性が微または不に分類されるｴｽﾃﾙ系物質は海水有で水飴状となる。（3 種）

14　メタクリル酸メチル　　40　アクリル酸 2 エチルヘキシル

23　アクリル酸ブチル

④　水溶性が難、不または微で飽和蒸気圧が高い物質（固化または水飴状１で流動性が低くなる。）　（３種）

２　ベンゼン　　25　ノルマルヘキサン

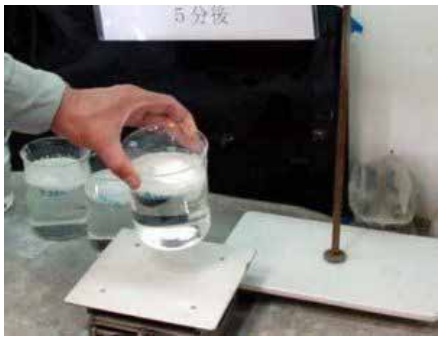
14　メタクリル酸メチル

⑤　水溶性が易または可に分類される物質（海水と混合するため、ゲル化剤の添加による固化の効果はない。）　（２種）

４　メタノール　　13　アセトン等

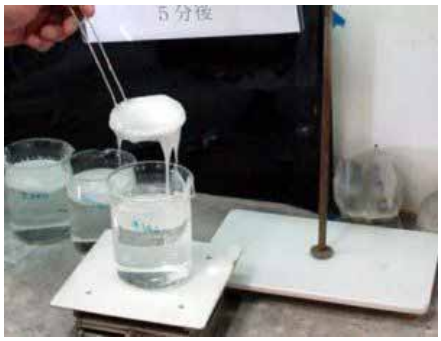
⑥　比重の重い物質（海水中で沈降する）　（２種）

９　二塩化エチレン　　31　クロロホルム



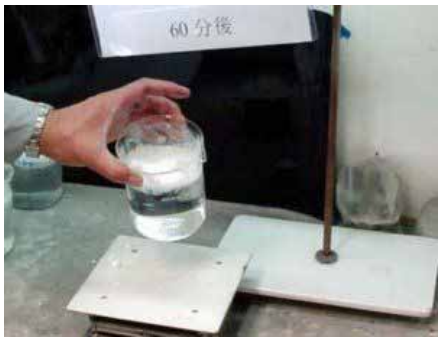
1　キシレン（５分後）

2　ベンゼン（５分後）



1　キシレン（５分後）

2　ベンゼン（５分後）



1　キシレン（60 分後）

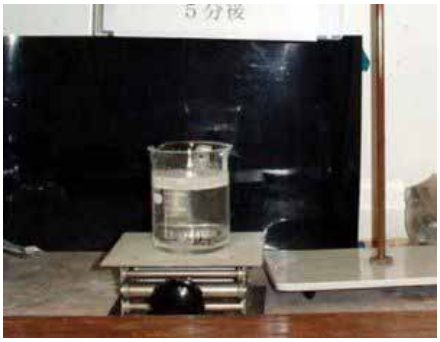
2　ベンゼン（60 分後）

1　キシレン（60 分後）

2　ベンゼン（60 分後）

写真Ⅲ－３ａ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

3　スチレンモノマー（5 分後）

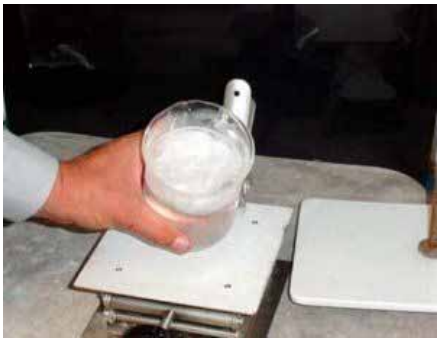


5　トルエン（５分後）

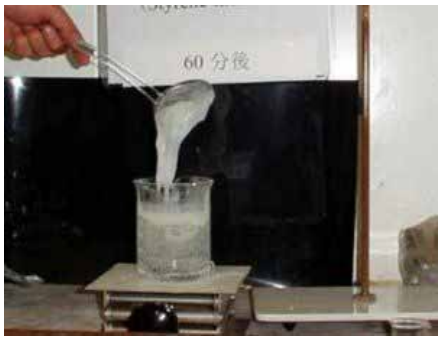
3　スチレンモノマー（5 分後）

5　トルエン（５分後）

3　スチレンモノマー（60 分後）



5　トルエン（60 分後）



3　スチレンモノマー（60 分後）

5　トルエン（60 分後）

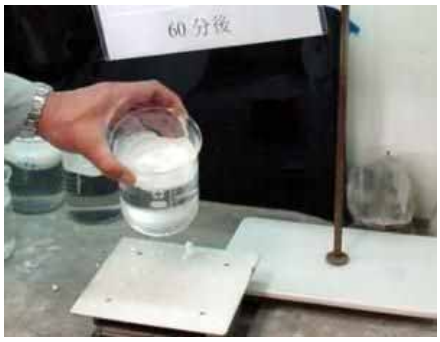
写真Ⅲ－３ｂ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

6　シクロヘキサン（５分後）

14　メタクリル酸メチル（５分後）

6　シクロヘキサン（５分後）

14　メタクリル酸メチル（５分後）



6　シクロヘキサン（60 分後）

14　メタクリル酸メチル（60 分後）

6　シクロヘキサン（60 分後）

14　メタクリル酸メチル（60 分後）

写真Ⅲ－３ｃ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

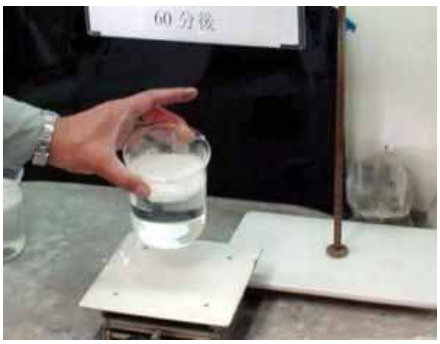
17　酢酸ビニル（５分後）

18　プロピルベンゼン（５分後）

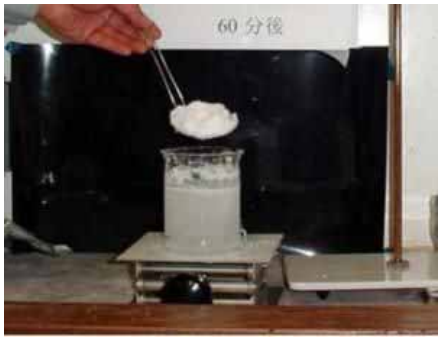
17　酢酸ビニル（５分後）

18　プロピルベンゼン（５分後）

17　酢酸ビニル（60 分後）



18　プロピルベンゼン（60 分後）



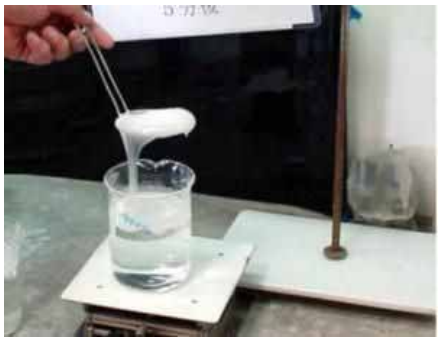
17　酢酸ビニル（60 分後）

18　プロピルベンゼン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｄ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

23　アクリル酸ブチル（５分後）

25　ヘキサン（５分後）



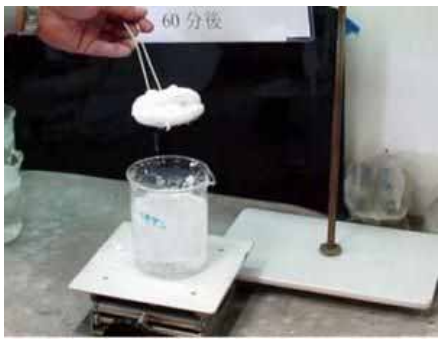
23　アクリル酸ブチル（５分後）

25　ヘキサン（５分後）

23　アクリル酸ブチル（60 分後）

25　ヘキサン（60 分後）

23　アクリル酸ブチル（60 分後）



25　ヘキサン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｅ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

26　オクテン（５分後）

27　ノルマルアルカン（５分後）

26　オクテン（５分後）

27　ノルマルアルカン（５分後）

26　オクテン（60 分後）

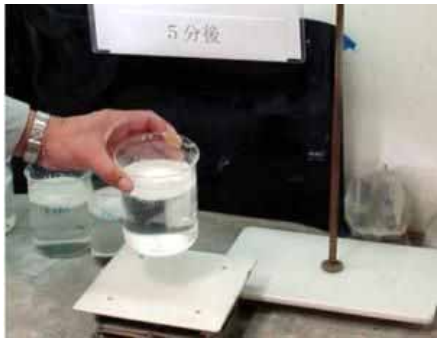
27　ノルマルアルカン（60 分後）

26　オクテン（60 分後）

27　ノルマルアルカン（60 分後）

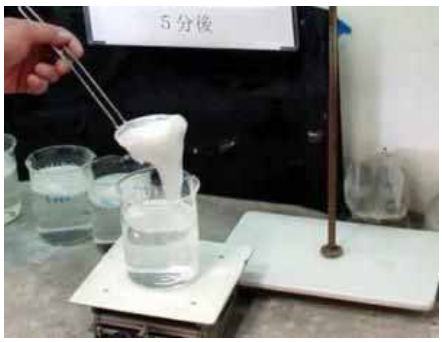
写真Ⅲ－３ｆ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

28　アルキルベンゼン（５分後）



39　ジイソプロピルベンゼン（５分後）

28　アルキルベンゼン（５分後）



39　ジイソプロピルベンゼン（５分後）

28　アルキルベンゼン（60 分後）

39　ジイソプロピルベンゼン（60 分後）

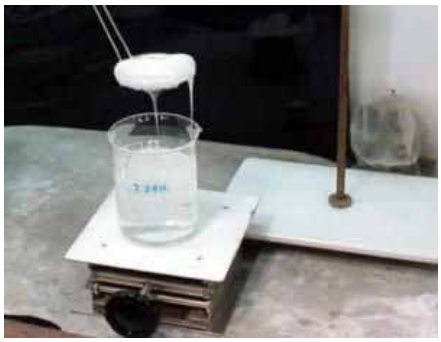
28　アルキルベンゼン（60 分後）

39　ジイソプロピルベンゼン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｇ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

40 アクリル酸 2 エチルヘキシル(5 分後)

41 1,3-シクロペンタジエン二量体(5 分後)



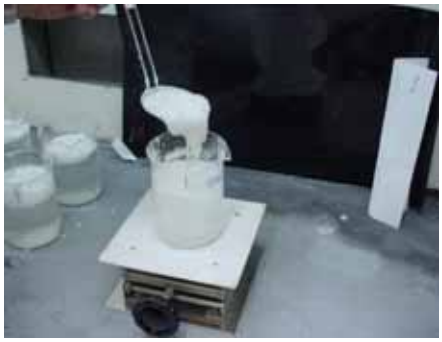
40 アクリル酸 2 エチルヘキシル(5 分後)

41 1,3-シクロペンタジエン二量体(5 分後)

40 アクリル酸 2 エチルヘキシル(60 分後)

41 1,3-シクロペンタジエン二量体(60 分後)

40 アクリル酸 2 エチルヘキシル(60 分後)



41 1,3-シクロペンタジエン二量体(60 分後)

写真Ⅲ－３ｈ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

50　エチルベンゼン（５分後）

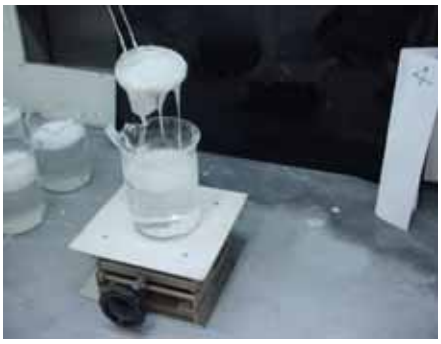
51　ジイソブチレン（５分後）

50　エチルベンゼン（５分後）

51　ジイソブチレン（５分後）

50　エチルベンゼン（60 分後）

51　ジイソブチレン（60 分後）



50　エチルベンゼン（60 分後）

51　ジイソブチレン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｉ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

54　アクリル酸エチル（５分後）

58　塩化アリル（５分後）

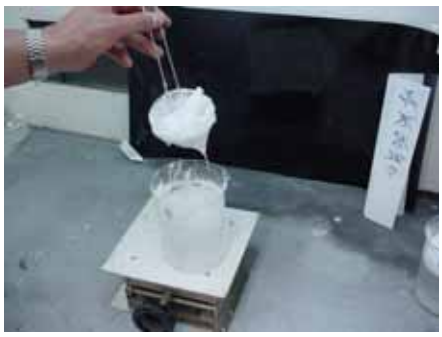
54　アクリル酸エチル（５分後）

58　塩化アリル（５分後）

54　アクリル酸エチル（60 分後）

58　塩化アリル（60 分後）

54　アクリル酸エチル（60 分後）



58　塩化アリル（60 分後）

写真Ⅲ－３ｊ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

60　プロピレン四量体（５分後）

66　ヘプタン（５分後）

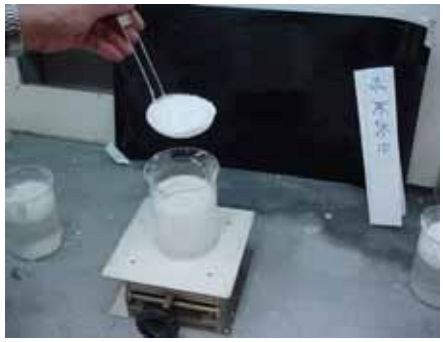
60　プロピレン四量体（５分後）

66　ヘプタン（５分後）

60　プロピレン四量体（60 分後）

66　ヘプタン（60 分後）

60　プロピレン四量体（60 分後）



66　ヘプタン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｋ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

77　ﾌﾀﾙ酸ｼﾞｵｸﾁﾙ(5 分後)

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(5 分後)

77　ﾌﾀﾙ酸ｼﾞｵｸﾁﾙ(5 分後)

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(5 分後)

77　ﾌﾀﾙ酸ｼﾞｵｸﾁﾙ(60 分後)

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(60 分後)

77　ﾌﾀﾙ酸ｼﾞｵｸﾁﾙ(60 分後)

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(60 分後)

写真Ⅲ－３１　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

131　ブチルアルデヒド（５分後）

132　2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸（5 分後）

131　ブチルアルデヒド（５分後）

132　2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸（5 分後）

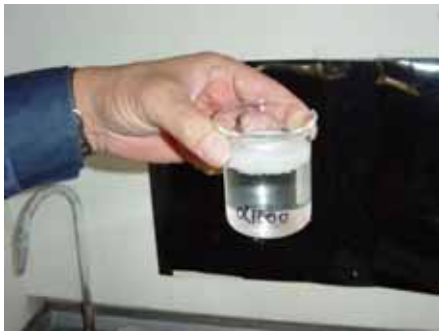
131　ブチルアルデヒド（60 分後）

132　2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸（60 分後）

131　ブチルアルデヒド（60 分後）

132　2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸（60 分後）

写真Ⅲ－３ｍ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）



136　ポリブテン（５分後）

139　ヘプタノール（5 分後）

136　ポリブテン（５分後）

139　ヘプタノール（5 分後）

136　ポリブテン（60 分後）

139　ヘプタノール（60 分後）

136　ポリブテン（60 分後）

139　ヘプタノール（60 分後）

写真Ⅲ－３ｎ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

141　ウンデカノール（５分後）

142　イソホロン（5 分後）

141　ウンデカノール（５分後）

142　イソホロン（5 分後）

141　ウンデカノール（60 分後）

142　イソホロン（60 分後）

141　ウンデカノール（60 分後）

142　イソホロン（60 分後）

写真Ⅲ－３ｏ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(5 分後)

148　フタル酸ジヘプチル(5 分後)

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(5 分後)

148　フタル酸ジヘプチル(5 分後)

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(60 分後)

148　フタル酸ジヘプチル(60 分後)

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(60 分後)

148　フタル酸ジヘプチル(60 分後)

写真Ⅲ－３ｐ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

150　テレピン油(5 分後)

150　テレピン油(5 分後)

150　テレピン油(60 分後)

150　テレピン油(5 分後)

写真Ⅲ－３ｑ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ａ）

（３）粉末ゲル化剤Ａ（スチレン・ブタジエン系）によるガス抑制試験結果

前述した（１）項及び（２）項の試験結果から、海水中に溶解する物質、沈降する物質及び固化しない物質は対象外とした。このことからガス抑制試験に用いた物質は31 種でガス抑制試験のＬＥＬ％の時間変化結果を表Ⅲ－８及び、図Ⅲ－４ａ～４ｅに示す。

なお、表中に示すガス発生濃度（％）は、各液体物質の爆発下限界値 LEL（％）をLEL100％としてその比を示す。

例えば、

25　ノルマルヘキサンは LEL（1.1）が LEL100％となる。ゲル化剤の添加前がLEL100％で添加直後が LEL 8.0％、その後、時間が経過するに従い減少し 60 分後はLEL1.0％となりガス抑制効果が高いことが分る。

ガス抑制試験の 60 分後における主たるガス発生の現象は次のとおりである。

①　飽和蒸気圧が低い物質のガス発生抑制効果は低い。　（７種）

３　スチレンモノマー	28　メシチレン
18　プロピルベンゼン	39　ジイソプロピルベンゼン
23　アクリル酸ブチル	40　アクリル酸 2 エチルヘキシル
27　デカン	

なお、アクリル酸 2 エチルヘキシルは、可燃性ガス測定器に反応しないためゲル化剤の抑制効果は不明である。

②　飽和蒸気圧が高い物質のガス抑制効果は高い。　（５種）

２　ベンゼン	24　酢酸エチル
６　シクロヘキサン	25　ノルマルヘキサン
17　酢酸ビニルモノマー	

③　飽和蒸気圧が 20～30mmHg 前後の物質はガス抑制効果が高い物質や中程度の効果の物質があり物質によって効果の差がある。　（３種）

５　トルエン添加前	37ppm→60 分後	13ppm	約 1/3
14　メタクリル酸メチル添加前	22ppm→　〃	3.0ppm	約 1/7
26　1-オクテン添加前	24ppm→　〃	1.5ppm	約 1/16

④　エステル系の酢酸ビニルモノマー及び酢酸エチルは固化しないがゲル化剤と混合するとガス抑制効果がある。　（２種）

17　酢酸ビニルモノマー添加前	100ppm→60 分後　3.5ppm
24　酢酸エチル添加前	92.5ppm→　〃　0.5ppm

⑤　60分後の固化した物質の表面は固くなり覆われているが内部はまだ柔らかく表面の被膜を破ると高濃度のガスが発生する物質もある。　（１種）

２　ベンゼン等

⑥　次の液体物質についてはLELより更に低いガス濃度となりガス発生抑制効果のあることが分った。　（９種）

1　キシレン	17　酢酸ビニルモノマー
2　ベンゼン	24　酢酸エチル
5　トルエン	25　ノルマルヘキサン
6　シクロヘキサン	26　1-オクテン
14　メタクリル酸メチル	

⑦　引火点が高くLELの測定ができなかった物質　（３種）

60　プロピレン四量体（ドデセン）　：引火点　60℃
77　フタル酸ジオクチル　：引火点　218℃
112　３エトキシプロピオン酸エチル　：引火点　82.2℃

表Ⅲ－８ａ　ＬＥＬ％の時間変化（粉末ゲル化剤Ａ）

輸送量順位	液体物質（水溶性）	飽和蒸気圧（mmHg）	爆発下限界濃度（LEL）（%）	許容濃度（ppm）	ゲル化剤添加量（g）	添加前	添加直後	上段 LEL%　下段 ppm					
								5 分後	10 分後	20 分後	30 分後	45 分後	60 分後
1	キシレン （不）		1.0	100	35	8.0 800		7.0 770	6.0 600	6.0 600	5.5 550	5.0 500	5.0 500
2	ベンゼン （微）	75.0	1.2	0.5	35	100< 12000<	70 8400	52.5 6300	42.5 5100	22.5 2700	12.5 1500	7.0 840	7.5 900
3	スチレンモノマー （微）	5.2	1.1	20	36	5.0 550	4.0 440	3.0 330	3.0 330	3.0 330	3.5 390	3.0 330	3.5 390
5	トルエン （難）	24.3	1.2	50	35	37 4440	25 3000	21 2520	18 2160	18 2160	15 1800	16.5 1980	13 1560
6	シクロヘキサン　＊ （難）	97.6	1.3	（300）	31	100< 100< 13000< 13000<	100< 100< 13000< 13000<	100< 100< 13000< 13000<	100< 100< 13000< 13000<	65 52.5 8500 6800	47.5 37.5 6200 4900	20 27.5 2600 3600	22.5 20.0 2900 2600
14	メタクリル酸メチル （微）	31.0	1.7	100	38	22 3700	17 2900	14 2400	14 2400	12 2000	7.5 1300	4.5 770	3.0 510
17	酢酸ビニルモノマー （可）	90.0	2.6	10	37	100< 26000<	6.0 1600	3.0 800	4.0 1000	5.0 1300	4.0 1000	3.0 800	3.5 910
18	プロピルベンゼン （不）	1（6.3℃）			35	1.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
23	アクリル酸ブチル （微）	3.2	1.3	2	36	3.0 390	2.0 260	2.0 260	2.0 260	1.5 200	2.0 260	2.0 260	1.5 200
24	酢酸エチル （可）	73.0	2.2	400	36	92.5 20000	1.0 220	0.5 110	0.5 110	0.5 110	0.5 110	0.5 110	0.5 110
25	ノルマルヘキサン （不）	155.0	1.1	50	26	100< 11000<	8.0 880	3.5 390	3.0 330	2.0 220	1.0 110	1.0 110	1.0 110
26	1-オクテン （不）				29	24.0	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
27	デカン（ノルマルアルカン） （不）				29	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
28	メシチレン（アルキルベンゼン） （不）				35	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0
39	ジイソプロピルベンゼン （不）	0.25～0.39（25℃）			36	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

60 分後
5.0
500

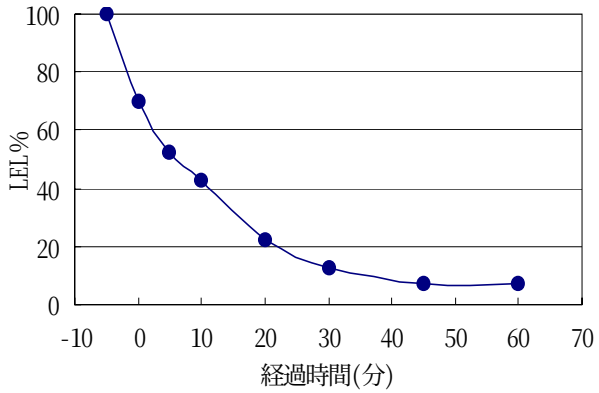
→　60 分後の LEL%
→　LEL と LEL%から算出したガス濃度（ppm）

表Ⅲ－８ｂ　ＬＥＬ％の時間変化（粉末ゲル化剤Ａ）

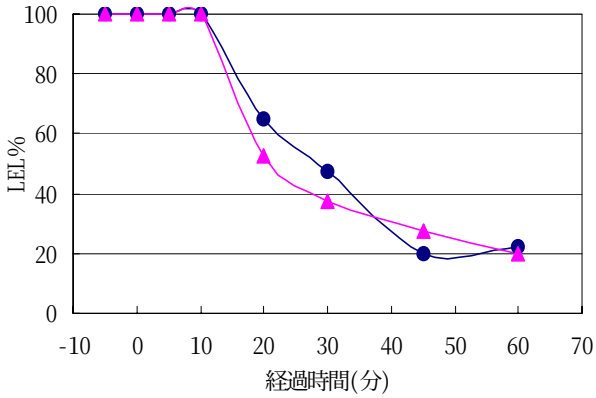
輸送量順位	液体物質（水溶性）	飽和蒸気圧（mmHg）	爆発下限界濃度（LEL）（%）	許容濃度（ppm）	ゲル化剤添加量（g）	添加前	添加直後	上段LEL%　下段ppm 5分後	10分後	20分後	30分後	45分後	60分後
40	アクリル酸2エチルヘキシル（不）	0.1			35	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
41	1,3-シクロペンタジエン（不）			5	40.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
50	エチルベンゼン（難）	7	1.0	100	34.7	7.5 750	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	0.5 50
51	ジイソブチレン（不）	103（38℃）	0.8		28.6	67.5 5400	4 320	2 160	2 160	1.5 120	1 80	1 80	0 0
54	アクリル酸エチル（難）	29.5	1.4	5	37.6	37.5 5250	30 4200	22 3080	20 2800	13 1820	9.5 1330	6 840	3.5 490
55	メチルブチルケトン（可）	2.7	1.2	50	32.0	6.5 780	3 360	2 240	1.5 180	1 120	0.5 60	0.5 60	0.5 60
58	塩化アリル（アリルクロライド）（微）	295	2.9	1	37.6	100 29000	100 29000	67.5 19575	7 2030	15 4350	3 870	2 580	8.5 2465
60	プロピレン四量体（ドデセン）（不）		0.8		30.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
62	アクリル酸メチル（可）		2.8	2	38.2	85 24000	4.5 1300	2 560	1 280	1 280	0	0	0
65	アルファメチルスチレン（不）		1.9	50	36.5	0	0	0	0	0	0	0	0
66	ヘプタン（不）		1.05	400	27.4	55 5775	25 2625	15 1575	11 1155	7 735	4.5 472	3 315	2.5 262
70	酢酸n-ブチル（微）	15	1.7	150	35.3	7 1200	5 850	5 850	4.5 770	5 850	4.5 770	3.5 600	3 510
71	ヘキサメチルジシロキサン（不）				30.5	0	0	0	0	0	0	0	0
131	ブチルアルデヒド（微）		1.9		32.2	80.7 15333	20 3800	7 1330	6 1140	5 950	5 950	4.5 855	4 760
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	3.45	1.5	5	38.8	1.0	0.5	0	0	0	0	0	0
150	テレピン油	10（37.3℃）	0.8	100	34.8	0.5 40	0.5 40	0.5 40	0	0	0	0	0

60分後
5.0
500

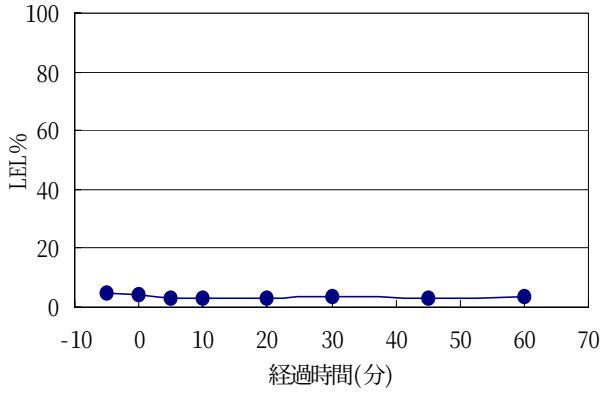
→　60分後のLEL%
→　LELとLEL%から算出したガス濃度（ppm）



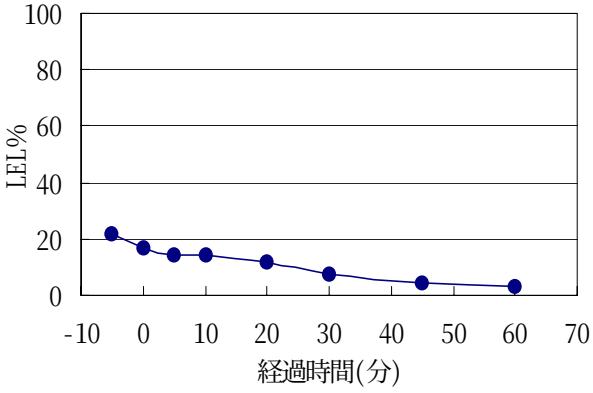
2　ベンゼン



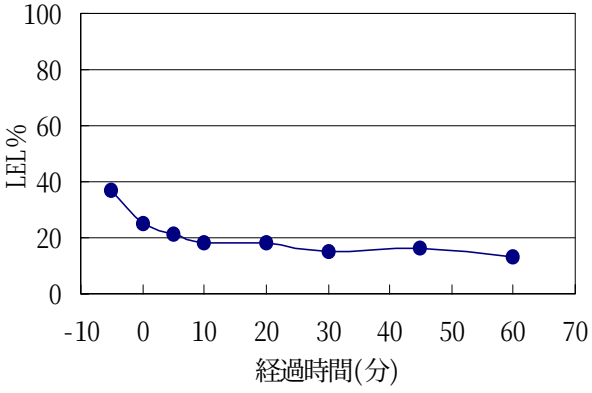
6　シクロヘキサン



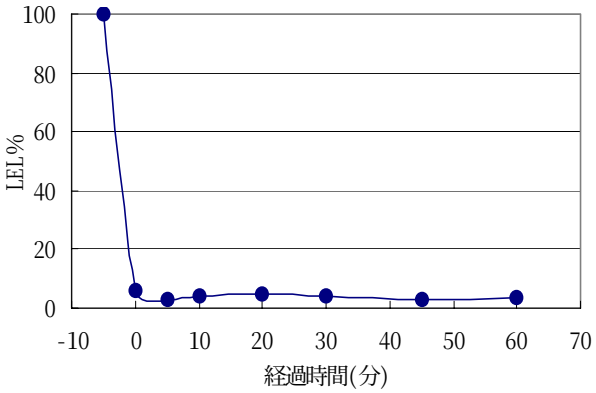
3　スチレンモノマー



14　メタクリル酸メチル

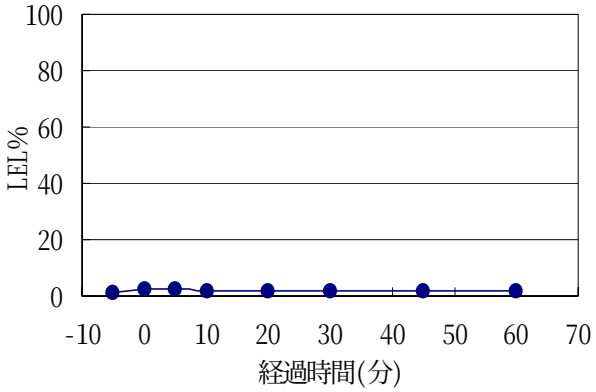


5　トルエン

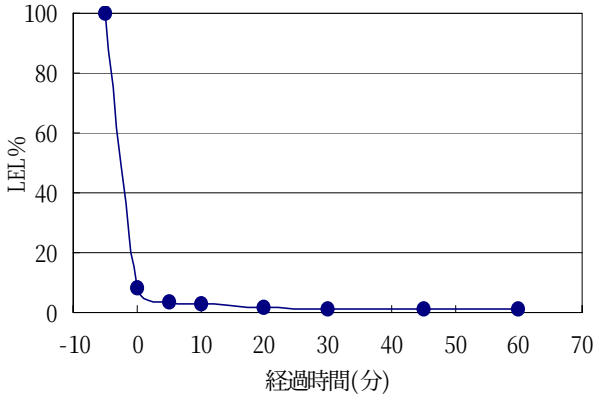


17　酢酸ビニル

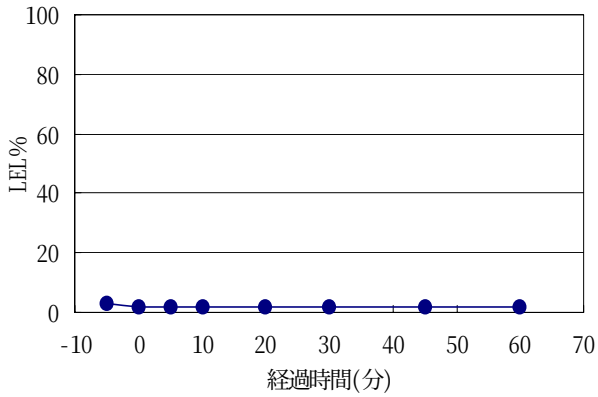
図Ⅲ－４ａ　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ａ）



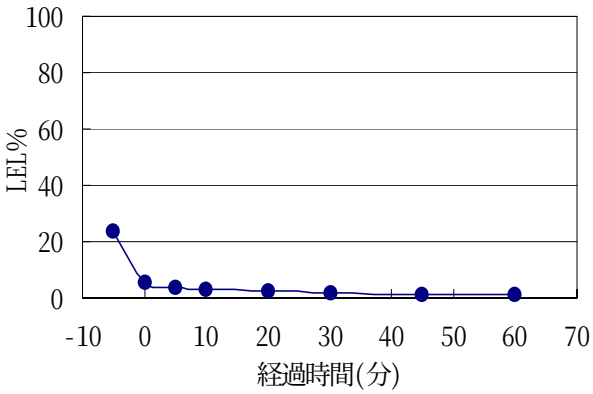
18　プロピルベンゼン



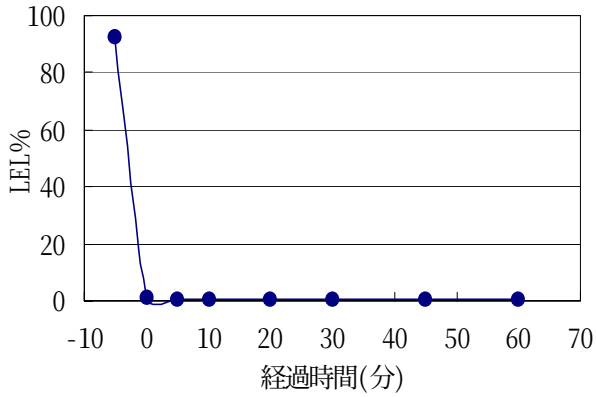
25　ノルマルヘキサン



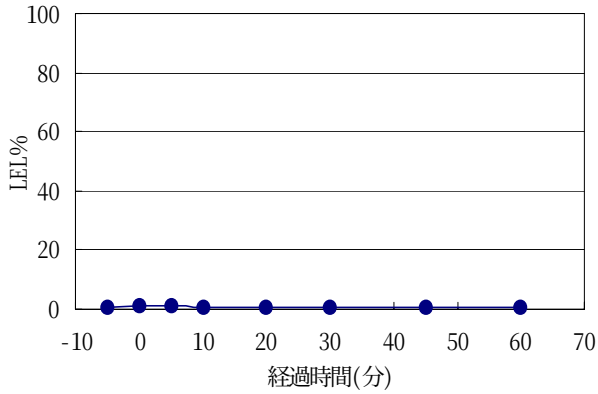
23　アクリル酸ブチル



26　１－オクテン

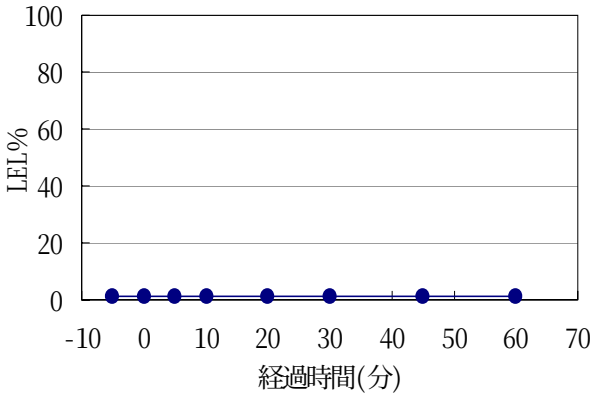


24　酢酸エチル

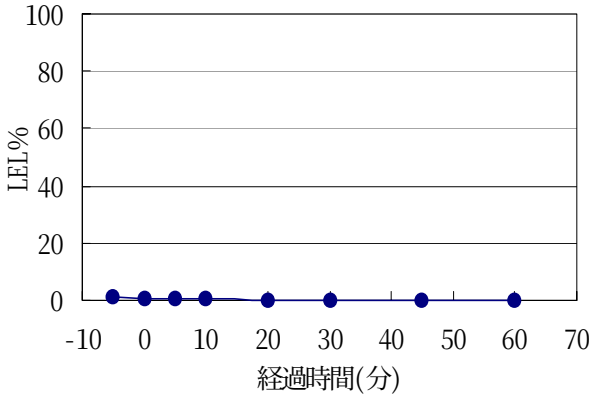


27　デカン

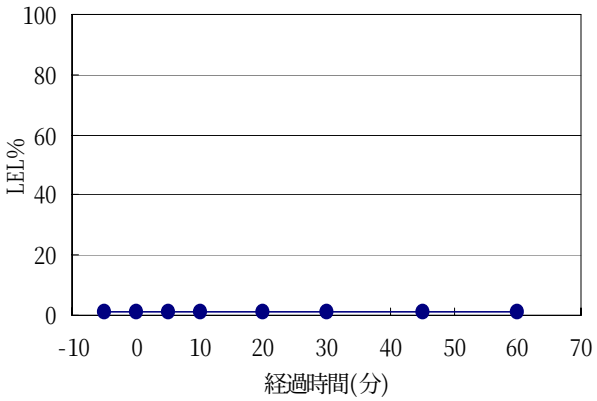
図Ⅲ－４ｂ　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ａ）



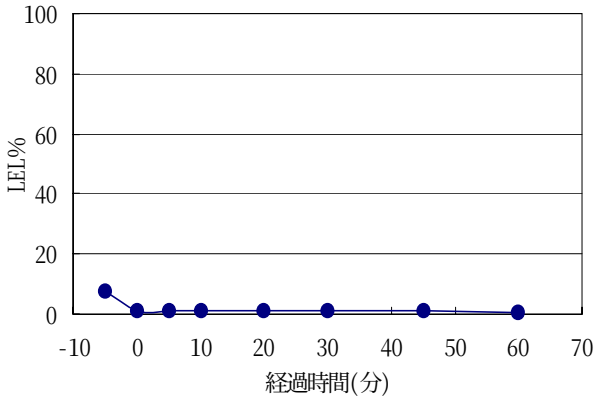
28　メシチレン



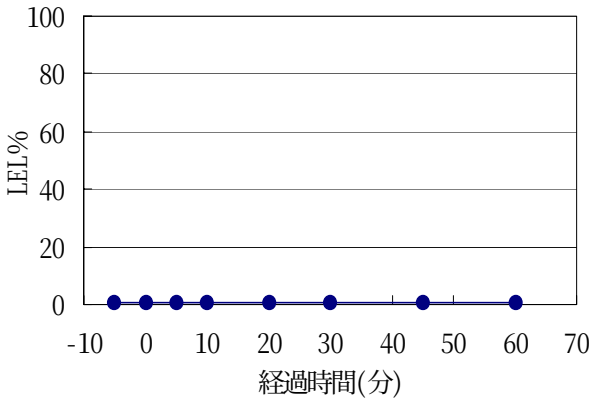
41　1,3-シクロペンタジエン



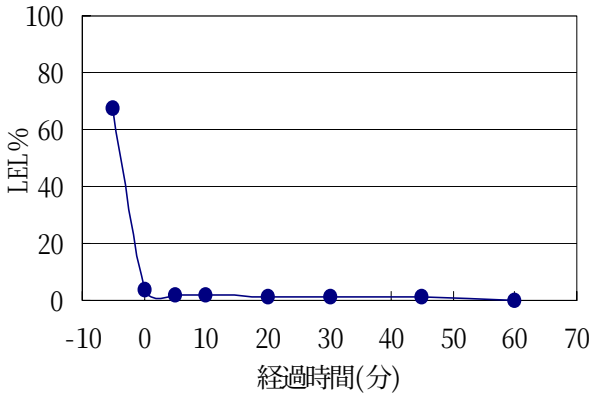
39　ジイソプロピルベンゼン



50　エチルベンゼン

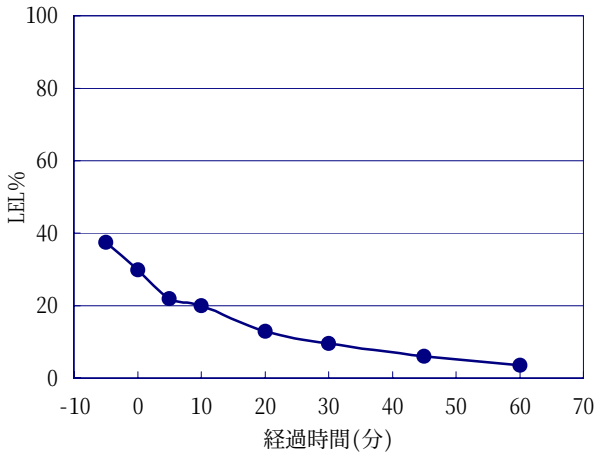


40　アクリル酸２エチルヘキシル

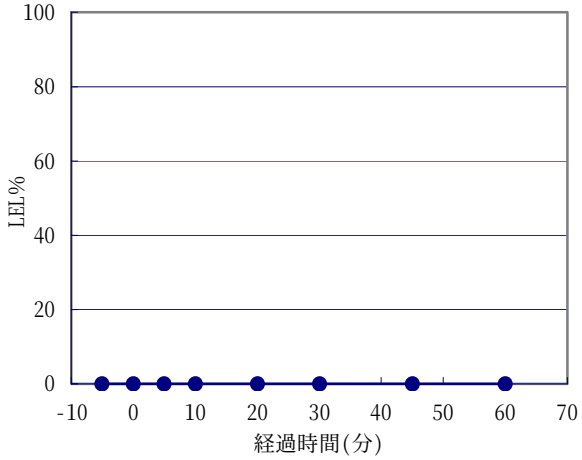


51　ジイソブチレン

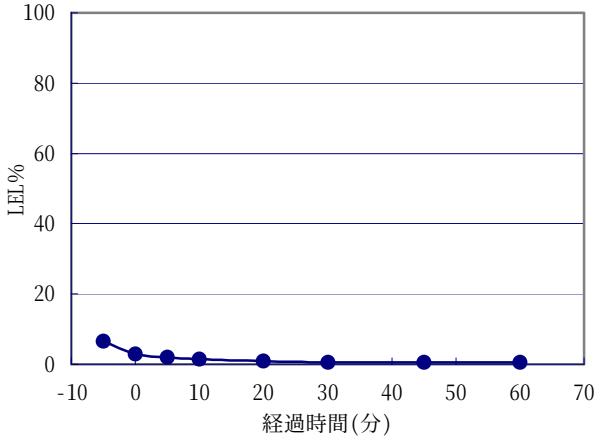
図Ⅲ－４ｃ　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ａ）



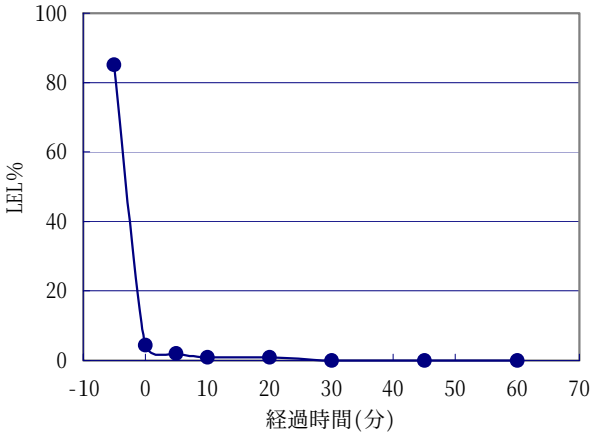
54　アクリル酸エチル



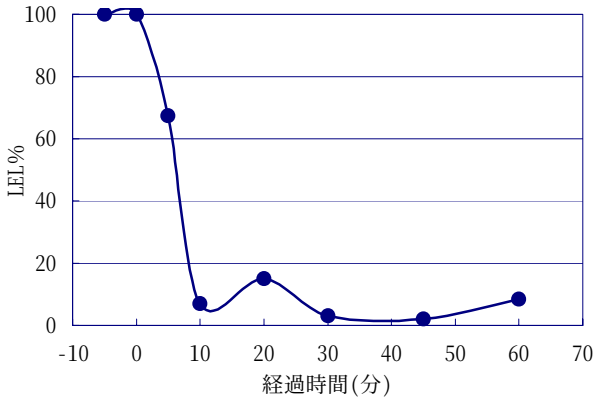
60　ドデセン



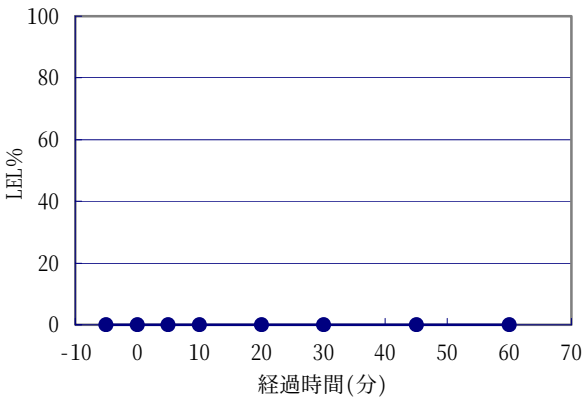
55 メチルイソブチルケトン



62　アクリル酸メチル

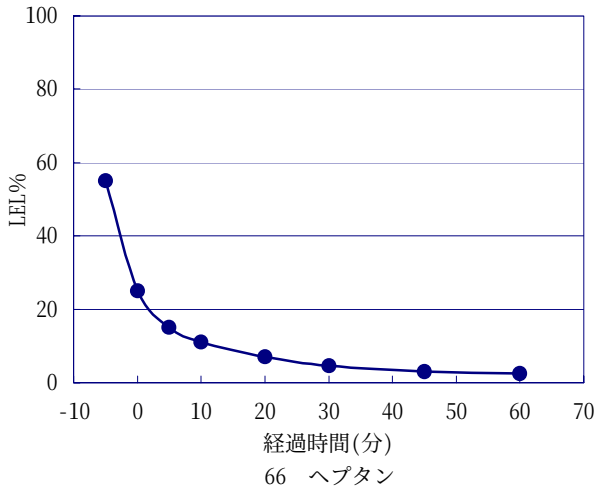


58　塩化アリル

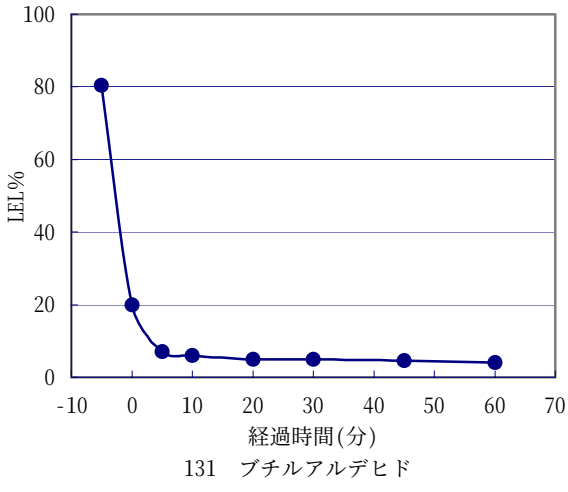


65　アルファメチルスチレン

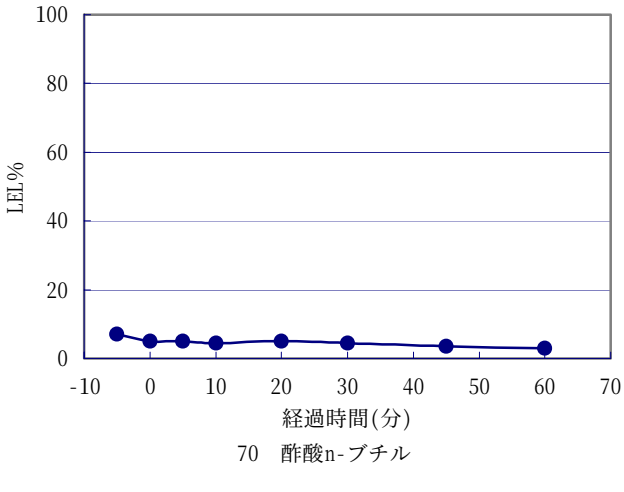
図Ⅲ－４ｄ　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ａ）



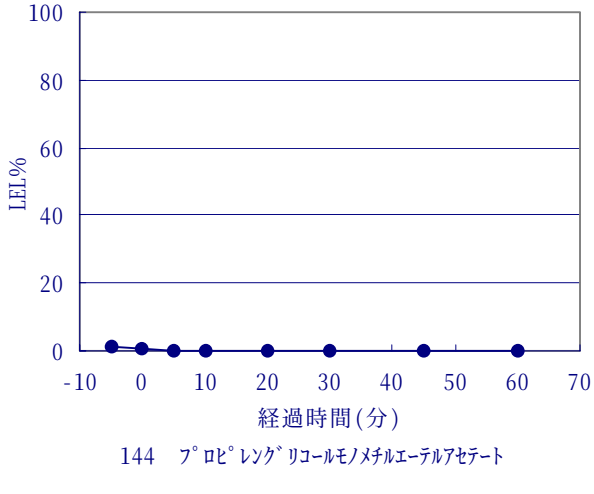
66　ヘプタン



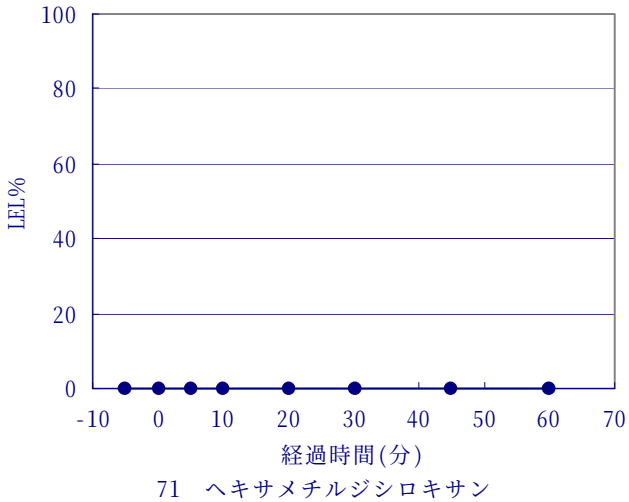
131　ブチルアルデヒド



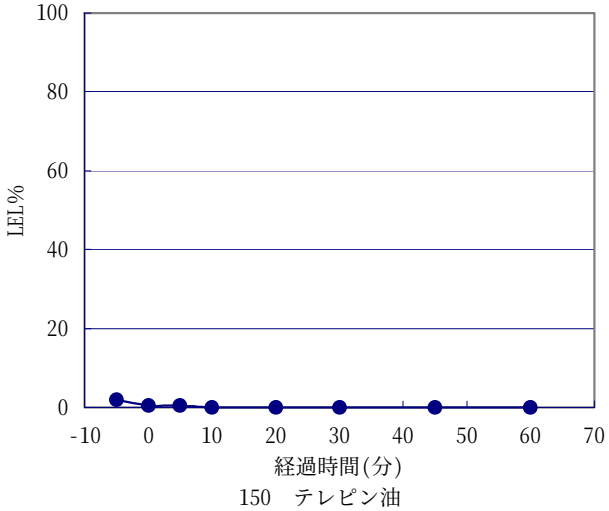
70　酢酸n-ブチル



144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ



71　ヘキサメチルジシロキサン



150　テレピン油

図Ⅲ－４ｅ　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ａ）

（４）考察

○　エステル類で水溶性が可に分類されている 17　酢酸ビニルモノマー及び 24　酢酸エチルは海水に入れると、上層がエステル、下層が海水になって二層に分離する。しかし、エステルの一部が海水に溶解し、ゲル化剤を添加しても固化しない。ただし、ゲル化剤が上層のエステルと混和し非常に有効なガス抑制効果がある。

○　水溶性が微または不に分類されるエステルである、14　メタクリル酸メチル、23　アクリル酸ブチル及び 40　アクリル酸 2 エチルヘキシルは海水中でゲル化剤により固化するが、飽和蒸気圧の低い 40　アクリル酸 2 エチルヘキシルはもともと蒸気の発生がわずかなためゲル化剤添加の効果が不明である。

○　水溶性が可または易に分類されている物質は海水と混合するため、基本的にゲル化剤添加による固化及びガス抑制効果はない。例外的に 17　酢酸ビニルモノマー及び 24　酢酸エチルは上に述べたように、ゲル化しないものの強いガス抑制効果が認められた。

○　水溶性が微または難で、海水より比重が大きい９　二塩化エチレンと 31　クロロホルムは沈降してしまうため、ゲル化剤を添加しても接触せず効果がない。

○　ゲル化剤 A による固化性状試験において、陸上での漏洩事故を想定して海水を用いない試験も行った。表Ⅲ－４、Ⅲ－５中の海水無欄で×印のついた物質は、固化が完全ではなく時間もかかるため、実際の事故対応でゲル化剤添加が有効であるとは言えない。

○　飽和蒸気圧の低い物質に対してのゲル化剤によるガス抑制添加は、１時間という限定された時間内でほとんど認められなかった。しかし、固化により流動性が大きく低下するため、実際の海上漏洩事故では拡散を防ぐために有効であると考えられる。

○　水溶性が不、難または微で、海水のある状態で固化し、飽和蒸気圧が高い物質についてはゲル化剤の使用は非常に有効であると考えられる。固化した物質の表面から時間とともに物質がガス化揮発し、表面が堅くなり覆いのような状態になるためである。内部の固化部分は柔らかいままで、表面の被膜を破ると再び高濃度の蒸気が発生する。

以上のように一部の物質を除いて、漏洩事故の現場でガス発生抑制及び拡散防止手段としてゲル化剤は有効である。ただし固化したものを回収する際、表面の被膜が破れ高濃度のガスが発生するおそれがある。

５．３　粉末ゲル化剤Ｂ：（ポリノルボルネン系）の固化試験結果

（1）海水無の固化試験結果

粉末ゲル化剤による液体物質の固化試験については、初年度は、粉末ゲル化剤Ａ（スチレン・ブタジエン系）を使用して実施したが、２年度は、主要成分が異なる粉末ゲル化剤Ｂ（ポリノルボルネン系）を入手できたので、輸送順位 1　キシレン～35　ノネンの上位 30 種について、海水無の固化試験を実施した。

本年度は粉末ゲル化剤 A と同様に輸送順位 132 位～162 位迄の 21 種について固化試験を実施した。

海水無の 51 種の液体物質の粉末ゲル化剤Ａ及びＢによる固化試験結果を表Ⅲ－９に、また、液体物質の固化性状の内容を表Ⅲ－１０、海水無の固化性状を写真Ⅲ－４ａ～４ｅに示す。

粉末ゲル化剤Ｂ（ポリノルボルネン系）による海水無の場合の液体物質 51 種の固化性状評価は次のとおりである。

① ○　固化する物質：（12 種）

1　キシレン	6　シクロヘキサン	31　クロロホルム
2　ベンゼン	18　プロピルベンゼン	35　ノネン
3　スチレンモノマー	26　オクテン	132　ｵｸﾀﾝ酸（2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸）
5　トルエン	28　ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ（ﾒｼﾁﾚﾝ）	150　テレピン油

② ×１　固化するのに長時間（60 分）要し、完全に固化しない物質：（０種）

③ ×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く物質：（4 種）

21　エチレングリコール　　33　アニリン

30　水酸化ナトリウム溶液　135　ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート

④　×３　固化しない物質：（34 種）

4　ﾒﾁﾙｱﾙｺｰﾙ（ﾒﾀﾉｰﾙ）
7　アクリロニトリル
9　1,2-ｼﾞｸﾛﾛｴﾀﾝ（二塩化ｴﾁﾚﾝ）
11　ｴﾁﾙｱﾙｺｰﾙ（ｴﾀﾉｰﾙ）
12　ﾌﾞﾁﾙｱﾙｺｰﾙ（ﾌﾞﾀﾉｰﾙ）
13　アセトン
14　メタクリル酸メチル
15　無水酢酸
16　メチルエチルケトン
17　酢酸ビニル
19　オクタノール
22　シクロヘキサノール
23　アクリル酸ブチル
24　酢酸エチル
25　ヘキサン（ノルマルヘキサン）
27　ﾉﾙﾏﾙｱﾙｶﾝ（ﾃﾞｶﾝ）
29　ﾌﾟﾛﾋﾟﾙｱﾙｺｰﾙ（ﾉﾙﾏﾙﾌﾟﾛﾊﾟﾉｰﾙ）
136　ポリブテン
138　アクリルアミド溶液
139　ヘプタノール
141　ウンデカノール
142　イソホロン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ）
146　ジプロピレングリコール
148　フタル酸ジヘブチル
149　2-エトキシエタノール
152　1.3 ジクロロプロペン
153　ジエチレントリアミン
154　アンモニア水
155　ガンマブチロラクトン
157　ジアセトンアルコール
158　モルホリン
160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

⑤　－　常温で固体物質：（１種）

20　フェノール

表Ⅲ－９　粉末ゲル化剤Ａと粉末ゲル化剤Ｂによる液体物質の固化性状

輸送量順位	物質名	飽和蒸気圧 (mmHg)	水溶性	海水無 粉末ゲル化剤 A	海水無 粉末ゲル化剤 B	輸送量順位	物質名	飽和蒸気圧 (mmHg)	水溶性	海水無 粉末ゲル化剤 A	海水無 粉末ゲル化剤 B
1	キシレン		不	×1	○	29	プロピルアルコール（1-ノルマルプロパノール）	20	易	×3	×3
2	ベンゼン	75	微	×1	○	30	水酸化ナトリウム溶液（苛性ソーダ）		易	×3	×2
3	スチレン（スチレンモノマー	5.2	微	×1	○	31	クロロホルム	200	難	○	○
4	メタノール（メタノール）	100	易	×3	×3	33	アニリン	0.3	可	×3	×2
5	トルエン	24.3	難	×1	○	35	ノネン	5.34	不		○
6	シクロヘキサン	97.6	難	×1	○	132	オクタン酸（2-エチルヘキサン酸）	0.03	微	○	○
7	アクリロニトリル	83	可	×3	×3	135	ポリメチレンポリフェニルイソシアネート	0.005		×3	×2
9	1,2-ジクロロエタン（二塩化エチレン）	60	微	○	×3	136	ポリブテン		不	×3	×3
11	エチルアルコール（エタノール）	44	易	×3	×3	138	アクリルアミド溶液		易	×3	×3
12	ブチルアルコール（ブタノール）	5	可	×3	×3	139	ヘプタノール	0.9	可	×3	×3
13	アセトン	184.8	易	×3	×3	141	ウンデカノール	6～15	不	×3	×3
14	メタクリル酸メチル	31	微	×1	×3	142	イソホロン	0.2	不	○	×3
15	無水酢酸	5～10	易	×3	×3	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	3.45	可	○	×3
16	メチルエチルケトン	71.2	易	×2	×3	145	酢酸2-エトキシエチル（エチレングリコールエーテルアセテート）	1.2	可	○	×3
17	酢酸ビニル	90	可	○	×3	146	ジプロピレングリコール	0.008	可	×3	×3
18	プロピルベンゼン	1(63℃)	不	○	○	148	フタル酸ジヘプチル		不	○	×3
19	オクタノール	0.6	難	×3	×3	149	2-エトキシエタノール	3.75	易	×3	×3
20	フェノール（常温固体）	0.35	可	―	―	150	テレピン油	10（37.3℃）	不	○	○
21	エチレングリコール	1	易	×3	×2	152	1.3ジクロロプロペン	30	不	○	×3
22	シクロヘキサノール	10	可	×3	×3	153	ジエチレントリアミン	0.37	易	×3	×3
23	アクリル酸ブチル	3.2	微	×1	×3	154	アンモニア水	0.01	易	×3	×3
24	酢酸エチル	73	可	○	×3	155	ガンマブチロラクトン	1.125	易	×3	×3
25	ヘキサン（ノルマルヘキサン	155	不	○	×3	157	ジアセトンアルコール		易	×3	×3
26	オクテン（1-オクテン）		不	×1	○	158	モルホリン	6.6	易	×3	×3
27	ノルマルアルカン（デカン、C10以上）		不	×2	×3	160	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	0.225～0.3	可	×3	×3
28	アルキルベンゼン（メシチレン、C9以上）		不	×1	○						

備考　固化評価：○　　固化する

×１　固化に時間を長く要し、完全に固化しない。

×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く。

×３　固化しない

表Ⅲ－１０　有害液体物質の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ：ポリノルボルネン系）

輸送量順位	液　体　物　質　名	固　化　性　状	固化評価
1	キシレン	固化する。	○
2	ベンゼン	固化する。	○
3	スチレン（ｽﾁﾚﾝﾓﾉﾏｰ）	固化する。	○
4	メチルアルコール（ﾒﾀﾉｰﾙ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
5	トルエン	固化する。	○
6	シクロヘキサン	固化する。	○
7	アクリロニトリル	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
9	1,2-ｼﾞｸﾛﾛｴﾀﾝ（二塩化ｴﾁﾚﾝ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
11	エチルアルコール（ｴﾀﾉｰﾙ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
12	ブチルアルコール（ﾌﾞﾀﾉｰﾙ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
13	アセトン	全体がサクサクで固化しない。	×3
14	メタクリル酸メチル	全体がサクサクで固化しない。	×3
15	無水酢酸	全体がサクサクで固化しない。	×3
16	メチルエチルケトン	全体がサクサクで固化しない。	×3
17	酢酸ビニル	全体がサクサクで固化しない。	×3
18	プロピルベンゼン	固化する。	○
19	オクタノール	全体がサクサクで固化しない。	×3
20	フェノール	シャーレに入れるとすぐ固化するため試験不能。	－
21	エチレングリコール	ビーズが液の上に浮いて固化しない。	×2
22	シクロヘキサノール	全体がサクサクで固化しない。	×3
23	アクリル酸ブチル	全体がサクサクで固化しない。	×3
24	酢酸エチル	全体がサクサクで固化しない。	×3
25	ヘキサン（ﾉﾙﾏﾙﾍｷｻﾝ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
26	オクテン	固化するが､固化物が折れやすい。	○
28	アルキルベンゼン（ﾒｼﾁﾚﾝ）	固化する。	○
29	ﾌﾟﾛﾋﾟﾙｱﾙｺｰﾙ（ﾉﾙﾏﾙﾌﾟﾛﾊﾟﾉｰﾙ）	全体がサクサクで固化しない。	×3
30	水酸化ナトリウム溶液（苛性ｿｰﾀﾞ）	ビーズが液の上に浮いて固化しない。	×2
31	クロロホルム	固化する。	○
33	アニリン	ビーズが液の上に浮いて固化しない。	×2
35	ノネン	固化するが、固化物が折れやすい。	○
132	オクタン酸（2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸）	固化する。	○
135	ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ	ゲル化剤が液の上に浮き固化しない。	×2
136	ポリブテン	全体がサクサクで固化しない。	×3
138	アクリルアミド溶液（50%以下）	全体がシャブシャブで固化しない。	×3
139	ヘプタノール	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
141	ウンデカノール	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
142	イソホロン	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
145	酢酸 2-ｴﾄｷｼｴﾁﾙ（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ）	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
146	ジプロピレングリコール	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
148	フタル酸ジヘプチル	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
149	2-エトキシエタノール	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
150	テレピン油	ややもろいが固化する。	○
152	1.3-ジクロロプロペン	全体がサクサクで固化しない。	×3
153	ジエチレントリアミン	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
154	アンモニア水	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
155	ガンマブチロラクトン	全体がシャブシャブで固化しない。	×3
157	ジアセトンアルコール	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
158	モルホリン	全体がうどん粉状で固化しない。	×3
160	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	全体がうどん粉状で固化しない。	×3

備考　固化評価：○　　固化する

×１　固化に時間を長く要し、完全に固化しない。

×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く。

×３　固化しない

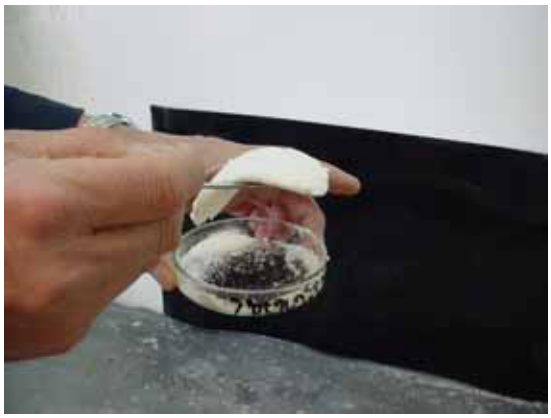
1　キシレン

5　トルエン

2　ベンゼン

6　シクロヘキサン

3　スチレンモノマー



18　プロピルベンゼン

写真Ⅲ－４ａ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

26　オクテン

132　2-エチルヘキサン酸

28　メシチレン

135　ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ

31　クロロホルム

136　ポリブテン

写真Ⅲ－４ｂ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

138　アクリルアミド 50%

142　イソホロン

139　ヘプタノール

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

141　ウンデカノール

145　酢酸 2-エトキシエチル

写真Ⅲ－４ｃ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

6　ジプロピレングリコール

150　テレピン油

148　フタル酸ジヘプチル

152　1,3 ジクロロプロペン

149　2-エトキシエタノール

153　ジエチレントリアミン

写真Ⅲ－４ｄ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

154　アンモニア水

158　モルホリン

155　ガンマブチロラクトン

160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

157　ジアセトンアルコール

写真Ⅲ－４ｅ　海水無の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

（2）海水有の固化試験結果（粉末ゲル化剤 B：ポリノルボルネン系）

粉末ゲル化剤 A と粉末ゲル化剤 B との異なる点は、表Ⅲ－１に示したように嵩比重でそれぞれ約 0.4 と約 0.96 の違いにより、粉末ゲル化剤 A は有害液体面に浮き、攪拌棒で掻き雑ぜる人為的な作業を必要とする。一方、粉末ゲル化剤 B は有害液体中に沈降して海水面上に留まり、攪拌を必要としないでゲル化する点にある。粉末ゲル化剤 B による海水有の有害液体物質の固化試験は、8 種について実施した。固化性状の評価は、図Ⅲ－２の固化物の評価模式図に示した○固化、水飴上 1、2、3 及び固化せずの 5 段階評価（下表参照）で、水飴状の数字が大きくなる程、柔らかい性状を示す。

有害液体物質 43 種の海水有の固化結果を水溶性及び海水Ⅲの固化結果を表Ⅲ－11 に、固化性状を写真Ⅲ－5ａ,ｂにます。

粉末ゲル化剤 B の海水有の固化性状の 5 段階評価

固	固化する
1	水飴状 1
2	水飴状 2
3	水飴状 3
×	固化しない

表Ⅲ－11　　粉末ゲル化剤 B による水溶性及び海水有無の固化試験結果

輸送量順位	物質名	飽　和蒸気圧 (mmHg)	水溶性	固化性状		
				海水無	海水有	
					5 分後	60 分後
132	オクタン酸（2-エチルヘキサン酸）	0.03	微	○	固	―
136	ポリブテン		不	×3	1	―
139	ヘプタノール	0.9	可	×3	固	―
141	ウンデカノール	6～15	不	×3	1	―
142	イソホロン	0.2	不	×3	1	―
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	3.45	可	×3	1	―
148	フタル酸ジヘブチル		不	×3	2	―
150	テレピン油	10 (37.3℃)	不	○	固	―

備考：固化性状

海水無；○　　固化する
×1　ほとんど固化するが、少し液体が残る。
×2　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く。
×3　固化しない

海水有；固　固化する
1　水飴状 1
2　水飴状 2
3　水飴状 3
×　固化しない

132　2-エチルヘキサン酸

139　ヘプタノール

132　2-エチルヘキサン酸

139　ヘプタノール

136　ポリブテン

141　ウンデカノール

136　ポリブテン

141　ウンデカノール

写真Ⅲ－５ａ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

142　イソホロン

148　フタル酸ジヘプチル

142　イソホロン

148　フタル酸ジヘプチル

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

150　テレピン油

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

150　テレピン油

写真Ⅲ－５ｂ　海水有の固化性状（粉末ゲル化剤Ｂ）

（3）粉末ゲル化剤 B によるガス抑制試験結果

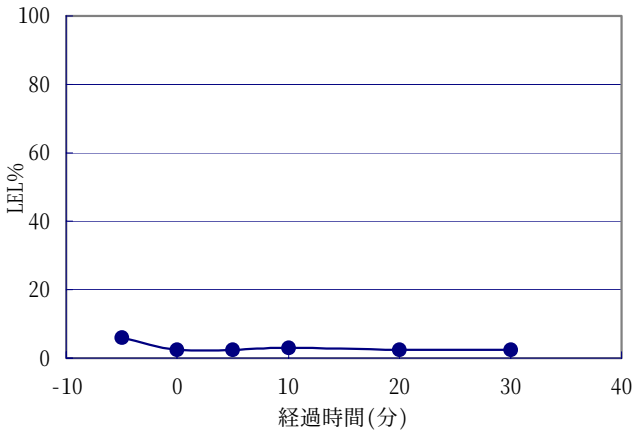
粉末ゲル化剤 B によるガス抑制試験に用いた有害液体物質は、5 種である。ガス抑制試験結果を表Ⅲ－12 及び図Ⅲ－5 に示す。

なお、表中に示すガス濃度（%）は、各有害液体物質の爆発下限界値 LEL（%）を 100 としてその比を示す。

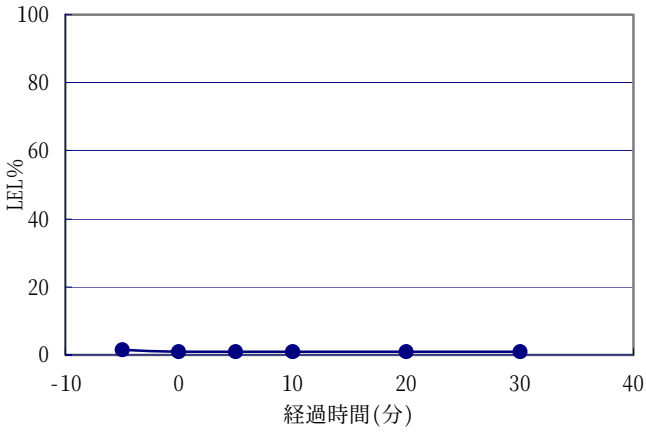
表Ⅲ－１２　LEL%の時間変化（ゲル化剤 B）

輸送量順位	液体物質（水溶性）	飽和蒸気圧（mmHg）	爆発下限濃度（LEL）(%)	許容濃度（ppm）	ゲル化剤使用量（g）	添加前	添加直後	経過時間 5 分後	10 分後	20 分後	30 分後
1	キシレン （不）		1.0	100	9.9	6 600	2.5 250	2.5 250	3 300	2.5 250	2.5 250
2	ベンゼン （微）	75.0	1.2	0.5	8.6	90 10800	42.5 5100	37.5 4500	32.5 3900	30 3600	30 3600
25	ヘキサン（ﾉﾙﾏﾙﾍｷｻﾝ） （不）	155.0	1.1	50	25.4	100< 11000<	50 5500	52.5 5780	47.5 5230	45 4950	45 4950
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ（可）		1.5		43.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
150	テレピン油 （不）	10 (37.3℃)	0.8～	100	19.4	2 160	1.5 120	1.0 80	1.5 120	1.5 120	1.5 120

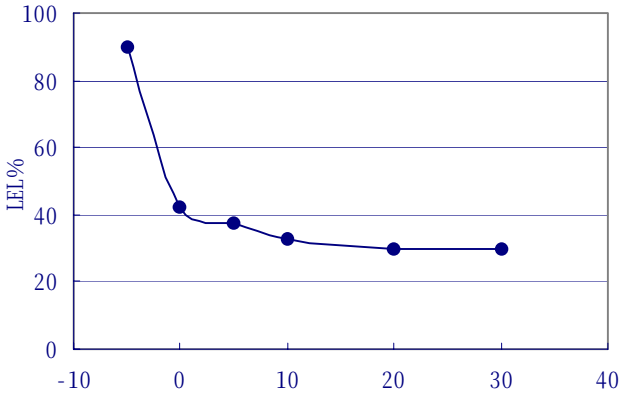
30 分後	
5.5	→ 30 分後の LEL%
550	→ LEL と LEL%から算出したガス濃度（ppm）



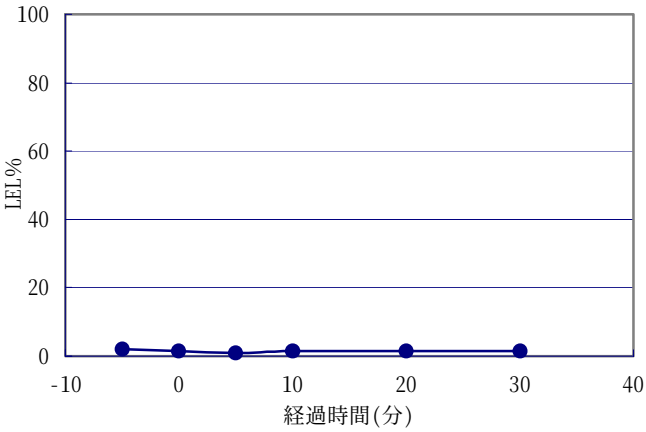
1　キシレン



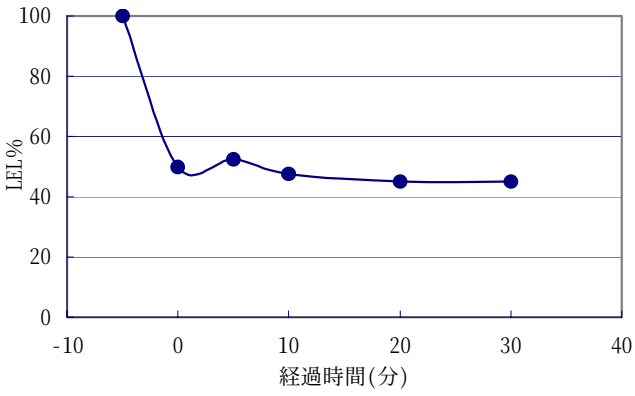
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ



2　ベンゼン



150　テレピン油



25　ヘキサン

図Ⅲ－５　ガス抑制効果（粉末ゲル化剤Ｂ）

５．４　吸水性ポリマー剤の試験結果

（1）海水無の固化試験結果

吸水性ポリマーによる海水無の固化試験結果を表Ⅲ－13ａ,ｂ、また、液体物質のうち固化した 82 種の固化性状を表Ⅲ－14ａ,ｂ、固化性状を写真Ⅲ－6ａ～6s に示す。

海水無の固化性状は以下の定義で評価した。なお、固化試験は、各液体物質に吸収性ポリマー剤を投入して数分で固化する物質については、投入 5 分後に固化性状を調査した。また、供試物質の比重が吸収性ポリマー剤の比重より大きく、吸収性ポリマー剤が沈降しない物質については、スパチュラーで攪拌し、液体物質との混合を図った。

（例えば，30 水酸化ナトリウム溶液、比重 1.48、ポリマー剤比重 1.0）

記　号	固　化　性　状
○	固化する
×1	完全に固化しない
×2	固化しない、吸収性ポリマー剤が上層に浮く
×3	固化しない
―	吸収性ポリマー剤を添加せず（常温で固体）

吸収性ポリマー剤による海水無の固化性状評価は次のとおりである。

① 固化する物質　（53 種）

1　キシレン
2　ベンゼン
3　スチレンモノマー
5　トルエン
6　シクロヘキサン
7　アクリロニトリル
9　二塩化エチレン
13　アセトン
14　メタクリル酸メチル
16　メチルエチルケトン
17　酢酸ビニルモノマー
18　プロピルベンゼン
23　アクリル酸ブチル
24　酢酸エチル
25　ノルマルヘキサン
26　オクテン（1-オクテン）
27　デカン
28　メシチレン
31　クロロホルム
36　エピクロロヒドリン
39　ジイソプロピルベンゼン
40　アクリル酸 2 エチルヘキシル
41　1,3 シクロペンタジエン二量体
42　ジクロロメタン
50　エチルベンゼン
51　ジイソブチレン
53　トリクロロエチレン
54　アクリル酸エチル
55　メチルブチルケトン
56　クレゾール
58　アリルクロライド
60　プロピレン四量体（ドデセン）
61　1,1,1-トリクロロエタン
62　アクリル酸メチル

65　アルファメチルスチレン
66　ヘプタン
70　酢酸 n-ブチル
75　テトラクロロエチレン
94　メタクリル酸
96　ジペンテン（リモネン、シネン）
111　シクロヘキシルアミン
112　3 エトキシプロピオン酸エチル
113　メタクリル酸ブチル
126　ピリジン
131　ブチルアルデヒド
132　2-エチルヘキサン酸（オクタン酸）
139　ヘプタノール
142　イソホロン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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
150　テレピン油
152　1.3-ジクロロプロペン
160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾀｰﾄ

② ×1 完全に固化しない物質 （5 種）
33　アニリン
45　アクリル酸
76　トルエンジイソシアネート
141　ウンデカノール
158　モルホリン

③ ×2 固化しなくポリマー剤が上層に浮く物質 （9 種）
12　ブタノール
15　無水酢酸
21　エチレングリコール
22　シクロヘキサノール
30　水酸化ナトリウム溶液
37　ジエチレングリコール
38　ブチレングリコール
91　ソルビトール溶液
135　ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ

④ ×3 固化しない物質 （41 種）
4　メタノール
11　エタノール
19　オクタノール
29　1-プロパノール
43　酢酸
44　アセトンシアノヒドリン
46　アリルアルコール
47　ノナノール
48　ジメチルホルムアミド
71　ポリシロキサン
74　オルトクロロニトロベンゼン
109　硫酸ジエチル
77　フタル酸ジオクチル
82　ホルムアルデヒド溶液
88　アルキルベンゼンスルホン酸
89　ヘキサメチレンジアミン溶液
90　リン酸
92　デカノール
95　水酸化カリウム溶液
100　硫化水素ナトリウム水溶液
104　ニトロベンゼン
106　フタル酸ジブチル
107　トリエタノールアミン
130　エチレングリコールジアセテート

118　次亜塩素酸カルシウム溶液
119　硝酸
120　フタル酸ブチルベンジル
121　ジメチルアミン
122　モノエタノールアミン
123　ジエタノールアミン
125　硫酸
127　エチレンジアミン
129　硫酸アンモニウム溶液
136　ポリブテン
138　アクリルアミド溶液
146　ジプロピレングリコール
150　テレピン油
153　ジエチレントリアミン
154　アンモニア水
155　ガンマブチロラクトン
157　ジアセトンアルコール

⑤　―　常温で固体（吸収性ポリマー剤を添加せず）　（3 種）

20　フェノール
83　キシレノール
103　ジフェニルメタンジイソシアネート

表Ⅲ－１３ａ　吸収性ポリマー剤による水溶性及び海水無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	海水無
1	キシレン		不	○
2	ベンゼン	75	微	○
3	スチレンモノマー	5.2	微	○
4	メタノール	100	易	×3
5	トルエン	24.3	難	○
6	シクロヘキサン	97.6	難	○
7	アクリルニトリル	83	可	○
9	二塩化エチレン	60	微	○
11	エタノール	44	易	×3
12	ブタノール	5	可	×3
13	アセトン	184.8	易	○
14	メタクリル酸メチル	31	微	○
15	無水酢酸	5～10	易	×3
16	メチルエチルケトン	71.2	易	○
17	酢酸ビニルモノマー	90	可	○
18	プロピルビンゼン	1(6.3℃)	不	○
19	オクタノール	0.6	難	×3
20	フェノール(常温固体)	0.35	可	―
21	エチレングリコール	1	易	×2
22	シクロヘキサノール	10	可	×2
23	アクリル酸ブチル	3.2	微	○
24	酢酸エチル	73	可	○
25	ノルマルヘキサン	155	不	○
26	1-オクテン		不	○
27	デカン(ノルマルアルカン、C10以上)		不	○
28	メシチレン(アルキルベンゼン、C9以上)		不	○
29	1-プロパノール	20	易	×3
30	水酸化ナトリウム溶液		易	×2
31	クロロホルム	200	難	○
33	アニリン	0.3	可	○
36	エピクロロヒドリン	13	可	○
37	ジエチレングリコール	1	易	×2
38	ブチレングリコール	0.06	易	×2
39	ジイソプロピルベンゼン	0.25～0.39(25℃)	不	○
40	アクリル酸2エチルヘキシル	0.1	不	○
41	1,3シクロペンタジエン		不	○
42	ジクロロメタン	200(6.85℃)	可	○
43	酢酸	11.4	易	×3
44	アセトンシアノヒドリン	0.8	易	×3
45	アクリル酸	3.1	易	×1
46	アリルアルコール	10	易	×3
47	ノナノール	1(59.5℃)	難	×3
48	ジメチルホルムアミド	2.7	易	×3
50	エチルベンゼン	7	難	○
51	ジイソブチレン	103(38℃)	不	○
53	トリクロロエチレン	58.6	微	○
54	アクリル酸エチル	29.5	難	○
55	メチルブチルケトン	2.7	可	○
56	クレゾール	1(38.2℃)	可	○
58	塩化アリル	295	微	○
60	プロピレン四量体(ドデセン)		不	○
61	1,1,1-トリクロロエタン	60(9.5℃)	微	○
62	アクリル酸メチル	100	可	○
65	アルファメチルスチレン	2.07	不	○
66	ヘプタン		不	○
70	酢酸ｎ-ブチル	15	可	○

表Ⅲ－１３ｂ　吸収性ポリマー剤による水溶性及び海水無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	海水無
71	ポリシロキサン		不	×3
74	オルトクロロニトロベンゼン		不	×3
75	テトラクロロエチレン	14.3	難	○
76	トルエンジイソシアネート	0.01	易	×1
77	フタル酸ジオクチル	1.2(200℃)	難	×3
82	ホルムアルデヒド溶液	1.3	易	×3
83	キシレノール		可	―
88	アルキルベンゼンスルホン酸		可	×3
89	ヘキサメチレンジアミン溶液		易	×3
90	リン酸	0.03	易	×3
91	ソルビトール溶液		易	×2
92	デカノール	1(69.5℃)	不	×3
94	メタクリル酸	1(25.5℃)	易	○
95	水酸化カリウム溶液	1(719℃)	易	×3
96	ジペンテン（リモネン、シネン）		不	○
100	硫化水素ナトリウム水溶液		易	×3
103	ジフェニルメタンジイソシアナート		不	―
104	ニトロベンゼン	1(44.4℃)	微	×3
106	フタル酸ジブチル	1(148.2℃)	難	×3
107	トリエタノールアミン	1(159.56℃)	易	×3
109	硫酸ジエチル		不	×3
111	シクロヘキシルアミン	30.5(15℃)	易	○
112	3エトキシプロピオン酸エチル		微	○
113	メタクリル酸ブチル	2	不	○
118	次亜塩素酸カルシウム溶液		可	×3
119	硝酸	60(24.2℃)	易	×3
120	フタル酸ブチルベンジル	0.1(140℃)	難	×3
121	ジメチルアミン(50%)	1900	易	×3
122	モノエタノールアミン		易	×3
124	ジエタノールアミン	1.09	易	×3
125	硫酸	5.9(204℃)	易	×3
126	ピリジン	18	易	○
127	エチレンジアミン	10(21.5℃)	易	×3
129	硫酸アンモニウム溶液		易	×3
130	エチレングリコールジアセテート		易	×3
131	ブチルアルデヒド		微	○
132	2-エチルヘキサン酸（オクタン酸）	0.03	微	○
135	ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ	0.005		×2
136	ポリブテン		不	×3
138	アクリルアミド溶液（50%以下）		易	×3
139	ヘプタノール	0.9	可	○
141	ウンデカノール	6～15	不	×1
142	イソホロン	0.2	不	○
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	3.45	可	○
145	酢酸2-ｴﾄｷｼｴﾁﾙ（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ）	1.2	可	○
146	ジプロピレングリコール	0.008	可	×3
148	フタル酸ジヘプチル		不	○
149	2-ｴﾄｷｼｴﾀﾉｰﾙ（ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙ）	3.75	易	×3
150	テレピン油	10（37.3℃）	不	○
152	1,3-ジクロロプロペン	30	不	○
153	ジエチレントリアミン	0.37	易	×3
154	ｱﾝﾓﾆｱ水（濃度が28重量%以下のものに限る）	0.01	易	×3
155	ガンマブチロラクトン	1.125	易	×3
157	ジアセトンアルコール		易	×3
158	モルホリン	6.6	易	×1
160	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	0.225～0.5	可	○

備考：○　固化する
×1　完全に固化しない
×2　固化せず、吸収性ポリマー剤が上層に浮く
×3　固化しない

表Ⅲ－１４ａ　液体物質の固化性状（吸収性ポリマー剤）

輸送量順位	液体物質名	固化性状	固化評価
1	キシレン	完全に固化	○
2	ベンゼン	完全に固化	○
3	スチレン	完全に固化	○
4	メタノール	同化しない	×3
5	トルエン	完全に固化	○
6	シクロヘキサン	完全に固化	○
7	アクリルニトリル	完全に固化	○
9	二塩化エチレン	完全に固化	○
11	エタノール	シャブシャブで固化しない	×3
12	ブタノール	シャブシャブで固化しない	×3
13	アセトン	完全に固化	○
14	メタクリル酸メチル	完全に固化	○
15	無水酢酸	シャブシャブで固化しない	×3
16	メチルエチルケトン	完全に固化	○
17	酢酸ビニルモノマー	完全に固化	○
18	プロピルベンゼン	完全に固化	○
19	オクタノール	シャブシャブで固化しない	×3
21	エチレングリコール	固化しない	×2
22	シクロヘキサノール	固化しない	×2
23	アクリル酸ブチル	完全に固化	○
24	酢酸エチル	完全に固化	○
25	ヘキサン	完全に固化	○
26	1-オクテン	完全に固化	○
27	デカン	完全に固化	○
28	メシチレン	完全に固化	○
29	1-プロパノール	シャブシャブで固化しない	×3
30	水酸化ナトリウム溶液	シャブシャブで固化しない	×2
31	クロロホルム	完全に固化	○
33	アニリン	完全に固化	○
36	エピクロルヒドリン	完全に固化	○
37	ジエチレングリコール	固化しない	×2
38	ブチレングリコール	固化しない	×2
39	ジイソプロピルベンゼン	完全に固化	○
40	アクリル酸２エチルヘキシル	完全に固化	○
41	1,3-シクロペンタジエン	ビーズが少し不足気味だがほぼ固化	○
42	ジクロロメタン	完全に固化	○
43	酢酸	全体がドロドロで固まらない	×3
44	アセトンシアノヒドリン	シャブシャブで液体が残る	×3
45	アクリル酸	固まるが粘着性がなく持ち上げられない	×1
46	アリルアルコール	全体がシャーベット状で固まらない	×3
47	ノナノール	サクサクの部分と少し固まった部分が入り混じる	×3
48	ジメチルホルムアミド	全体がシャーベット状で固まらない	×3
50	エチルベンゼン	完全に固化	○
51	ジイソブチレン	完全に固化	○
53	トリクロロエチレン	完全に固化	○
54	アクリル酸エチル	完全に固化	○
55	メチルブチルケトン	完全に固化	○
56	クレゾール	完全に固化	○
58	アリルクロライド（塩化アリル）	完全に固化	○
60	プロピレン四量体 (ドデセン)	完全に固化	○
61	1,1,1-トリクロロエタン	完全に固化	○
62	アクリル酸メチル	完全に固化	○
65	アルファメチルスチレン	完全に固化	○
66	ヘプタン	完全に固化	○
70	酢酸ｎ－ブチル	完全に固化	○
71	ポリシロキサン	全体がシャブシャブで固まらない	×3
74	オルトクロロニトロベンゼン	全体がシャーベット状で固まらない	×3
75	テトラクロロエチレン	完全に固化	○
76	トルエンジイソシアネート	かなり固まっている感じだが、吸収性ポリマー剤が不足気味	×1
77	フタル酸ジオクチル	部分的に不完全に固まり液体が残る	×3

備　考：固化性状
　　○　固化する

表Ⅲ－１４ｂ　液体物質の固化性状（吸収性ポリマー剤）

輸送量順位	液体物質名	固　化　性　状	固化評価
82	ホルムアルデヒド溶液	シャブシャブで液体が残る	×3
88	アルキルベンゼンスルホン酸	全体がドロドロで固まらない	×3
89	ヘキサメチレンジアミン溶液	全体がシャブシャブで固まらない	×3
90	リン酸	全体がドロドロで固まらない	×3
91	ソルビトール溶液	シャブシャブでポリマー剤が液の上に浮く	×2
92	デカノール	部分的に不完全に固まり、液体が残る	×3
94	メタクリル酸	完全に固化	○
95	水酸化カリウム溶液	シャブシャブで液体が残る	×3
96	ジペンテン(リモネン、シネン)	完全に固化	○
100	硫化水素ナトリウム水溶液	全体がシャブシャブで固まらない	×3
104	ニトロベンゼン	部分的に不完全に固まり、液体が残る	×3
106	フタル酸ジブチル	部分的に不完全に固まり、液体が残る	×3
107	トリエタノールアミン	全体がドロドロで固まらない	×3
109	硫酸ジエチル	全体がドロドロで固まらない	×3
111	シクロヘキシルアミン	完全に固化	○
112	3 エトキシプロピオン酸エチル	完全に固化	○
113	メタクリル酸ブチル	ほぼ完全に固化	○
117	ジメチルアミン（%）	全体がシャーベット状で固まらない	×3
118	次亜塩素酸カルシウム溶液	全体がシャブシャブで固まらない	×3
119	硝酸	全体がドロドロで固まらない	×3
120	フタル酸ブチルベンジル	ドロドロで液体が残る	×3
121	ジメチルアミン（50%）		
122	モノエタノールアミン	全体がシャブシャブで固まらない	×3
124	ジエタノールアミン	全体がドロドロで固まらない	×3
125	硫酸	全体がドロドロで固まらない　橙色の高い発熱	×3
126	ピリジン	完全に固化	○
127	エチレンジアミン	全体がシャーベット状で固まらない	×3
129	硫酸アンモニウム溶液	ほとんど液体のままで固まらない	×3
130	エチレングリコールジアセテート	液体のままで全く固まらない	×3
131	ブチルアルデヒド	完全に固化	○
132	2-エチルヘキサン酸	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
135	ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ	吸収性ポリマー剤が液の上に浮き、固化しない	×2
136	ポリブテン	全体がドロドロで固化しない	×3
138	アクリルアミド溶液（50%以下）	全体がシャブシャブで固化しない	×3
139	ヘプタノール	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
141	ウンデカノール	全体が不完全なゼリー状	×1
142	イソホロン	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
145	酢酸 2-エトキシエチル	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
146	ジプロピレングリコール	全体がシャブシャブで固化しない	×3
148	フタル酸ジヘプチル	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
149	2-エトキシエタノール	全体がシャブシャブで固化しない	×3
150	テレピン油	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○
152	1,3-ジクロロプロペン	ゼリー状に固化する	○
153	ジエチレントリアミン	全体がシャブシャブで固化しない	×3
154	アンモニア水	全体がシャブシャブで固化しない	×3
155	ガンマブチロラクトン	全体がシャブシャブで固化しない	×3
157	ジアセトンアルコール	全体がシャブシャブで固化しない	×3
158	モルホリン	全体が不完全なゼリー状	×1
160	ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	ゼリー状に固化するが、一部ちぎれる	○

備　考：固化性状
　　○　固化する

1　キシレン

4　メタノール

2　ベンゼン

5　トルエン

3　スチレンモノマー

6　シクロヘキサン

写真Ⅲ－６ａ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

7　アクリロニトリル

12　ブタノール

9　1,2－ジクロロエタン

13　アセトン

11　エタノール

14　メタクリル酸メチル

写真Ⅲ－６ｂ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

15　無水酢酸

18　プロピルベンゼン

16　メチルエチルケトン

19　オクタノール

17　酢酸ビニル

21　エチレングリコール

写真Ⅲ－６ｃ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

22　シクロヘキサノール

25　ノルマルヘキサン

23　アクリル酸ブチル

26　オクテン

24　酢酸エチル

27　デカン

写真Ⅲ－６ｄ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

28　アルキルベンゼン

31　クロロホルム

29　ｎ－プロパノール

33　アニリン

30　水酸化ナトリウム

36　エピクロルヒドリン

写真Ⅲ－６ｅ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

37　ジエチレングリコール

40　アクリル酸２エチルヘキシル（１）

38　ブチレングリコール

40　アクリル酸２エチルヘキシル（２）

39　ジイソプロピルベンゼン

41　1,3－シクロロペンタジエン

写真Ⅲ－６ｆ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

42　ジクロロメタン

45　アクリル酸

43　酢酸

46　アリルアルコール

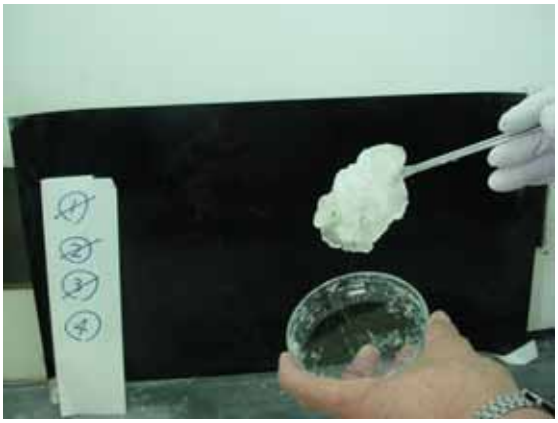
44　アセトシアノヒドリン

47　ノナノール

写真Ⅲ－６ｇ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

48　ジメチルホルムアミド

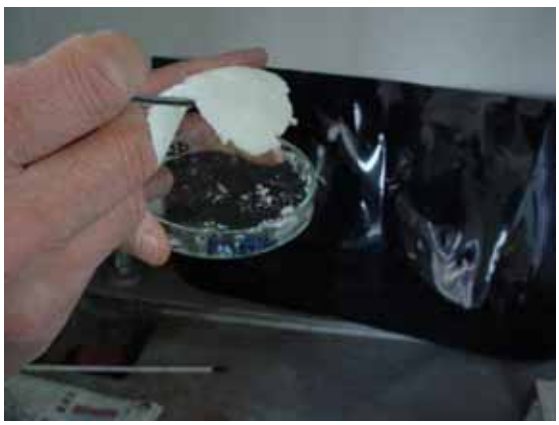
53　トリクロロエチレン



50　エチルベンゼン

54　アクリル酸エチル

51　ジイソブチレン

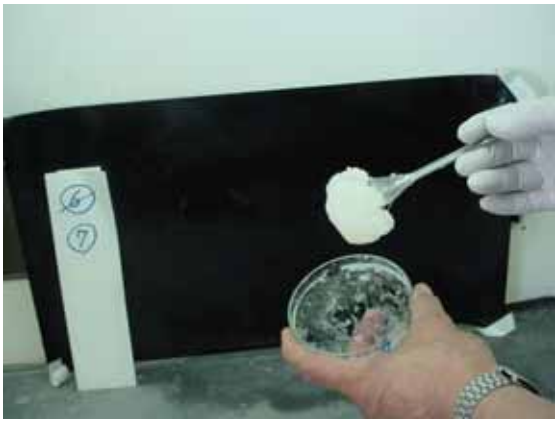


55　メチルブチルケトン

写真Ⅲ－６ｈ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

56　クレゾール

61　1,1,1－トリクロロエタン



58　アリルクロライド

62　アクリル酸メチル

60　プロピレン四量体（ドデセン）

65　アルファメチルスチレン

写真Ⅲ－６ｉ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

66　ヘプタン

74　オルトクロロニトロベンゼン

70　酢酸ブチル

75　テトラクロロエチレン

71　ポリシロキサン

76　トルエンジイソシアネート

写真Ⅲ－６ｊ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

77　フタル酸ジオクチル

89　ヘキサメチレンジアミン溶液

82　ホルムアルデヒド

90　リン酸

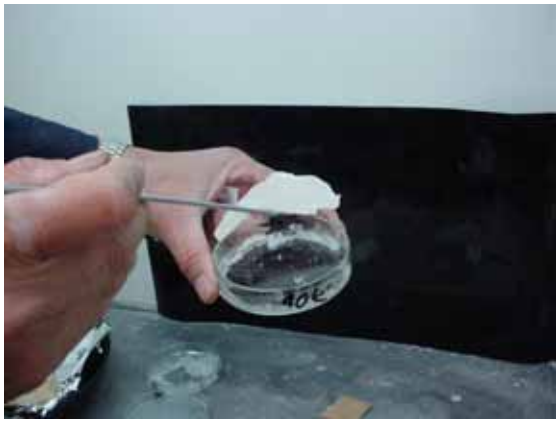
88　アルキルベンゼンスルホン酸

91　ソルビトール溶液

写真Ⅲ－６ｋ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

92　デカノール

96　ジペンテン



94　メタクリル酸

100　硫化水素ナトリウム水溶液

95　水酸化カリウム溶液

104　ニトロベンゼン

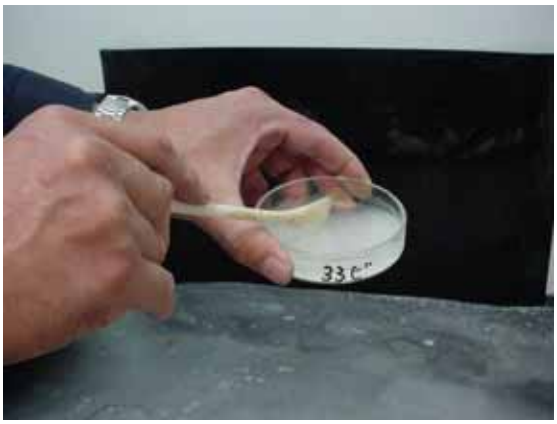
写真Ⅲ－６１　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

106　フタル酸ジブチル

111　シクロヘキシルアミン

107　トリエタノールアミン

112　3 エトキシプロピオン酸エチル



109　硫酸ジエチル

113　メタクリル酸ブチル

写真Ⅲ－６ｍ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

118　次亜塩素酸カルシウム溶液

121　ジメチルアミン（50%）

119　硝酸

122　モノエタノールアミン

120　フタル酸ジブチルベンジル

124　ジエタノールアミン

写真Ⅲ－６ｎ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

125　硫酸

129　硫酸アンモニウム溶液

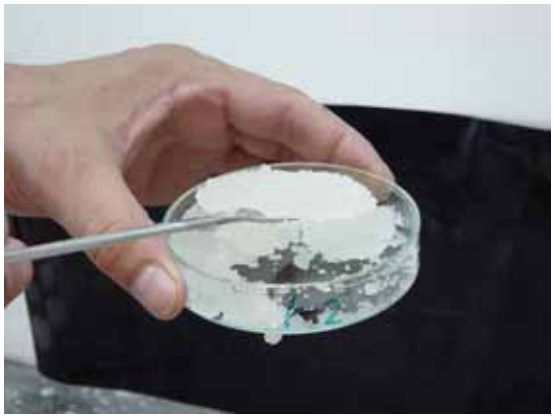
126　ピリジン

130　エチレングリコールアセテート

127　エチレンジアミン

131　ブチルアルデヒド

写真Ⅲ－６ｏ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）



132　2-エチルヘキサン酸

138　アクリルアミド 50%

135　ﾎﾟﾘﾒﾁﾚﾝﾎﾟﾘﾌｪﾆﾙﾎﾟﾘｲｿｼｱﾈｰﾄ

139　ヘプタノール

136　ポリブテン

141　ウンデカノール

写真Ⅲ－６ｐ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

142　イソホロン

146　ジプロピレングリコール

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

148　フタル酸ジヘプチル

145　酢酸 2-エトキシエチル

149　2-エトキシエタノール

写真Ⅲ－６ｑ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

150　テレピン油

154　アンモニア水

152　1.3 ジクロロプロペン

155　ガンマブチロラクトン

153　ジエチレントリアミン

157　ジアセトンアルコール

写真Ⅲ－６ｒ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

158　モルホリン

160　ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉｴﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

写真Ⅲ－６ｓ　海水無の固化試験（吸収性ポリマー）

（２）海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

５．３、（２）項で述べたように海水有の固化試験に用いる有害物質は水に溶解する物質、沈降する物質及び固体物質を除いた。

試験に供した有害物質は次の 41 種である。

1　キシレン
2　ベンゼン
3　スチレンモノマー
5　トルエン
6　シクロヘキサン
7　アクリロニトリル
12　ブタノール
14　メタクリル酸メチル
17　酢酸ビニルモノマー
18　プロピルベンゼン
19　オクタノール
22　シクロヘキサノール
23　アクリル酸ブチル
24　酢酸エチル
25　ノルマルヘキサン
26　1-オクテン
27　ﾉﾙﾏﾙｱﾙｶﾝ（ﾃﾞｶﾝ、C10 以上）
28　メシチレン(ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ、C9 以上)
33　アニリン
39　ジイソプロピルベンゼン
40　アクリル酸 2 エチルヘキシル
41　1,3 シクロペンタジエン
50　エチルベンゼン
51　ジイソブチレン
54　アクリル酸エチル
58　塩化アリル
60　プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）
65　アルファメチルスチレン
66　ヘプタン
96　ジペンテン（ﾘﾓﾈﾝ、ｼﾈﾝ）
112　3 エトキシプロピオン酸エチル
113　メタクリル酸ブチル
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　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
148　フタル酸ジヘプチル
150　テレピン油

海水有の固化試験結果を海水無の固化結果と併記して表Ⅲ－１５に固化性状写真を写真Ⅲ－７ａ～ｆに示す。なお、固化性状の評価は下記に示すとおりである。

また、固化性状写真 7ａは固化した物質の固化性状がほとんど同じ状態のため、１キシレン、６ シクロヘキサン及び 25 ｎ－ヘキサンの３種について揚げた。写真下段はキシレンの固化で 90 度にビーカーを横向きにしても海水が漏れない良好な固化状態である。

吸収性ポリマーの固化性状の５段階評価

海水有；固　固化する
1　水飴状１
2　水飴状２
3　水飴状３
×　固化しない

固化しなかった物質（アルコール類）　（３種）

10　ブタノール
17　オクタノール
20　オクタノール

表Ⅲ－１５　吸収性ポリマー剤による水溶性及び海水有無の固化試験結果

輸送量順位	物　質　名	飽和蒸気圧(㎜Hg)	水溶性	固　化　性　状		
				海水無	海　水　有	
					5分後	60分後
1	キシレン		不	○	固	固
2	ベンゼン	75	微	○	固	固
3	スチレンモノマー	5.2	微	○	固	固
5	トルエン	24.3	難	○	固	固
6	シクロヘキサン	97.6	難	○	固	固
7	アクリルニトリル	83	可	○	固	固
12	ブタノール	5	可	×2	×	×
14	メタクリル酸メチル	31	微	○	固	固
17	酢酸ビニルモノマー	90	可	○	固	固
18	プロピルベンゼン	1(6.3℃)	不	○	固	固
19	オクタノール	0.6	難	×3	×	×
22	シクロヘキサノール	10	可	×2	×	×
23	アクリル酸ブチル	3.2	微	○	固	固
24	酢酸エチル	73	可	○	固	固
25	ノルマルヘキサン	155	不	○	固	固
26	1-オクテン		不	○	固	固
27	ノルマルアルカン(デカン、C10以上)		不	○	固	固
28	アルキルベンゼン(メシチレン、C9以上)		不	○	固	固
33	アニリン	0.3	可	×1	固	固
39	ジイソプロピルベンゼン	0.25～0.39(25℃)	不	○	固	固
40	アクリル酸2エチルヘキシル	0.1	不	○	固	固
41	1,3シクロペンタジエン		不	○	固	固
50	エチルベンゼン	7	難	○	固	固
51	ジイソブチレン	103(38℃)	不	○	固	固
54	アクリル酸エチル	29.5	難	○	固	固
58	塩化アリル	295	微	○	固	固
60	プロピレン四量体(ドデセン)		不	○	固	固
65	アルファメチルスチレン	2.07	不	○	固	固
66	ヘプタン		不	○	固	固
96	ジペンテン		不	○	固	固
112	3エトキシプロピオン酸エチル		微	○	固	固
113	メタクリル酸ブチル	2	不	○	固	固
131	ブチルアルデヒド		微	○	固	固
132	オクタン酸（2-ｴﾁﾙﾍｷｻﾝ酸）	0.03	微	○	固	固
136	ポリブテン		不	×3	1	1
139	ヘプタノール	0.9	可	○	1	1
141	ウンデカノール	6～15	不	×1	1	1
142	イソホロン	0.2	不	○	固	固
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	3.45	可	○	固	固
148	フタル酸ジヘプチル		不	○	1	1
150	テレピン油	10（37.3℃）	不	○	固	固

備考：固化性状

海水無；○　固化する
×１　固化に時間を長く要し、完全に固化しない
×２　固化せず、ゲル化剤が上層に浮く
×３　固化しない

海水有；固　固化する
1　水飴状１
2　水飴状２
3　水飴状３
×　固化しない

海水＋液体＋ビーズ
（左から６　シクロヘキサン、25　ｎ－ヘキサン、１　キシレン）

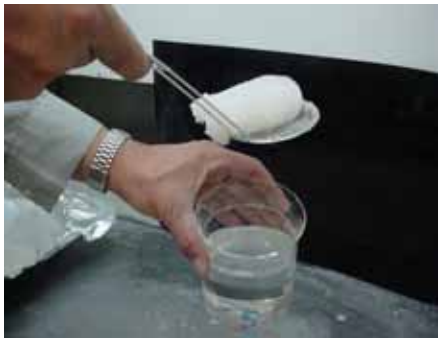
１　キシレン（横向き）

写真Ⅲ－７ａ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

41　1,3‐ｼｸﾛﾍﾟﾝﾀｼﾞｴﾝ量体（5 分後）

51　ジイソブチレン（５分後）

41　1,3‐ｼｸﾛﾍﾟﾝﾀｼﾞｴﾝ量体(5 分後)



51　ジイソブチレン（５分後）

50　エチルベンゼン（5 分後）

54　アクリル酸エチル（５分後）

50　エチルベンゼン（5 分後）

54　アクリル酸エチル（５分後）

写真Ⅲ－７ｂ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

58　塩化アリル（５分後）

65　ｱﾙﾌｧﾒﾁﾙｽﾁﾚﾝ(5 分後)

58　塩化アリル（５分後）

65　ｱﾙﾌｧﾒﾁﾙｽﾁﾚﾝ(5 分後)

60　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ四量体(ﾄﾞﾃﾞｾﾝ)(5 分後)

66　ヘプタン（５分後）

60　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ四量体(ﾄﾞﾃﾞｾﾝ)(5 分後)

66　ヘプタン（５分後）

写真Ⅲ－７ｃ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

96　ジペンテン（５分後）

113　メタクリル酸ブチル（５分後）

96　ジペンテン（５分後）

113　メタクリル酸ブチル（５分後）

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(5 分後)

131　ブチルアルデヒド（５分後）

112　3 ｴﾄｷｼﾌﾟﾛﾋﾟｵﾝ酸ｴﾁﾙ(5 分後)

131　ブチルアルデヒド（５分後）

写真Ⅲ－７ｄ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

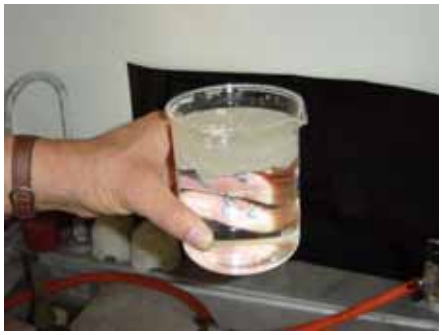
132　2-エチルヘキサン酸（５分後）

139　ヘプタノール（５分後）

132　2-エチルヘキサン酸（５分後）

139　ヘプタノール（５分後）

136　ポリブテン（５分後）



141　ウンデカノール（５分後）

136　ポリブテン（５分後）

141　ウンデカノール（５分後）

写真Ⅲ－７ｅ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

142　イソホロン（５分後）

148　フタル酸ジヘプチル（５分後）

142　イソホロン（５分後）

148　フタル酸ジヘプチル（５分後）

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(5 分後)

150　テレピン油（５分後）

144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ(5 分後)

150　テレピン油（５分後）

写真Ⅲ－７ｆ　海水有の固化試験結果（吸収性ポリマー）

（３）吸収性ポリマー剤によるガス抑制試験結果

５．３、（３）項で実施した粉末ゲル化剤Ａのガス抑制試験に用いた有害物質を供試物質とした。供試有害物質は次の 31 種である。

１　キシレン	41　1,3-シクロペンタジエン
２　ベンゼン	50　エチルベンゼン
３　スチレン	51　ジイソブチレン
５　トルエン	54　アクリル酸エチル
６　シクロヘキサン	55　メチルプチルケトン
14　メタクリル酸メチル	58　塩化アリル
17　酢酸ビニル	60　プロピレン四量体（ドデセン）
18　プロピルベンゼン	62　アクリル酸メチル
23　アクリル酸ブチル	65　アルファメチルスチレン
24　酢酸エチル	66　ヘプタン
25　ノルマルヘキサン	70　酢酸ブチル
26　1-オクテン	89　ヘキサメチルジシロキサン
27　ノルマルアルカン（デカン）	131　ブチルアルデヒド
28　アルキルベンゼン（メシチレン）	144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
39　ジイソプロピルベンゼン	150　テレピン油
40　アクリル酸 2 エチルヘキシル	

なお、試験方法は、写真Ⅲ－1ａ～ｈに示した試験手順で粉末ゲル化剤と同じ方法である。

ガス抑制試験のＬＥＬ％の時間変化結果を表Ⅲ－１６及び図Ⅲ－６ａ～ｆに示す。なお、吸収性ポリマーはガス抑制の効果が高いことからガス発生濃度の計測時間は添加直後、５分、10 分、20 分及び 30 分の５回とした。

なお、表中に示すガス濃度 LEL％は、各液体物質の爆発下限界値 LEL（％）を 100 としてその比を示す。

吸収性ポリマー剤によるガス抑制の主たる現象は次のとおりである。

① 飽和蒸気圧が高く吸収性ポリマーの添加前に高いガス濃度を示した有害物質は、ポリマーの添加直後にガス濃度が 1/10 に低下した。その有害液体物質は、次のとおりである　（５種）

２　ベンゼン	24　酢酸エチル
６　シクロヘキサン	25　ノルマルヘキサン
17　酢酸ビニルモノマー	

② 添加前のガス発生濃度が低く、ポリマー剤によるガス抑制効果が不明の有害物質 （２種）

27 ノルマルアルカン（デカン） 28 アルキルベンゼン（メシチレン）

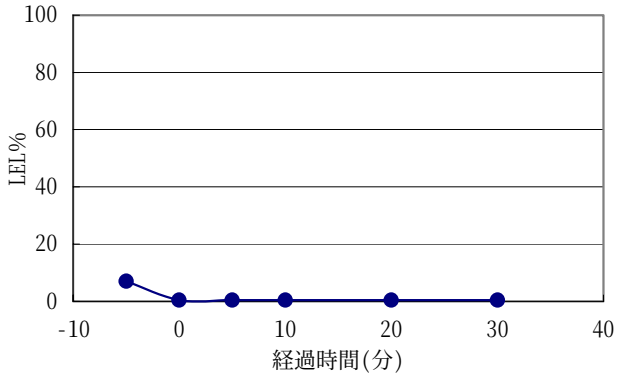
③ 引火点が高く LEL の測定ができなかった物質 （５種）

60 プロピレン四量体（ドデセン） ：引火点 ６０℃
65 アルファメチルスチレン ：引火点 ５３．９℃
96 ジペンテン（ﾘﾓﾈﾝ、ｼﾈﾝ） ：引火点 ４５℃
112 3 エトキシプロピオン酸エチル ：引火点 ８２．２℃
113 メタクリル酸ブチル ：引火点 ５２．２℃

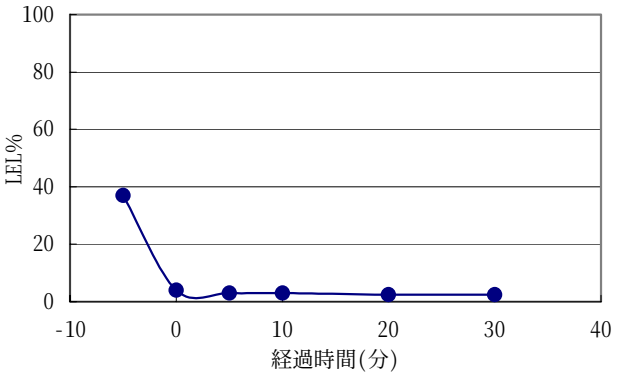
表Ⅲ－１６　ＬＥＬ％の時間変化（吸収性ポリマー）

輸送量順位	液体物質	(水溶性)	飽和蒸気圧 (mmHg)	爆発下限界濃度 (LEL) (%)	許容濃度 (ppm)	ポリマー添加量(g)	添加前	添加直後	上段LEL% 下段ppm 5分後	10分後	20分後	30分後
1	キシレン	(不)		1.0	100	47	7.0 700	0.5 50	0.5 50	0.5 50	<0.5 <50	0.5 50
2	ベンゼン	(微)	75.0	1.2	0.5	48	100< 12000<	10.5 1300	8.0 960	6.5 780	5.0 600	4.5 540
3	スチレンモノマー	(微)	5.2	1.1	20	43	5.5 550	0.5 55	<0.5 <55	<0.5 <55	<0.5 <55	<0.5 <55
5	トルエン	(難)	24.3	1.2	50	47	37.0 4100	4.0 480	3.0 360	3.0 360	2.5 300	2.5 300
6	シクロヘキサン	(難)	97.6	1.3	(300)	51	100< 13000<	4.5 590	2.0 260	1.7 220	1.5 200	1.5 200
14	メタクリル酸メチル	(微)	31.0	1.7	100	55	22.0 3700	3.5 600	2.5 400	2.5 400	2.0 340	2.0 340
17	酢酸ビニル	(可)	90.0	2.6	10	46	70 18000	6.5 1700	3.5 910	3.0 780	2.0 520	1.5 390
18	プロピルベンゼン	(不)	1(6.3℃)			47	2.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
23	アクリル酸ブチル	(微)	3.2	1.3	2	54	3.0 390	<0.5 <65	<0.5 <65	<0.5 <65	<0.5 <65	<0.5 <65
24	酢酸エチル	(可)	73.0	2.2	400	60	92.5 20000	5.0 1100	3.5 770	2.0 440	1.5 330	<0.5 <110
25	ノルマルヘキサン	(不)	155.0	1.1	50	58	100< 11000<	11.0 1200	6.0 660	4.5 500	3.5 390	3.0 330
26	1-オクテン	(不)		0.8		56	24.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0
27	ノルマルアルカン(デカン)	(不)				68	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
28	アルキルベンゼン(メシチレン)	(不)		0.9		38	1.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
39	ジイソプロピルベンゼン	(不)	0.25~0.39 (25℃)			64	1.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
40	アクリル酸2エチルヘキシル	(不)	0.1			68	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
41	1,3ーシクロペンタジエン	(不)			5	46.5	0.5	0	0	0	0	0
50	エチルベンゼン	(難)	7	1	100	46	7.5 750	1 100	1 100	1 100	1 100	0.5 50
51	ジイソブチレン	(不)	103 (38℃)	0.8		65.4	60 4800	7 560	5 400	3 240	2.5 200	2 160
54	アクリル酸エチル	(難)	29.5	1.4	5	66	37.5 5250	5.5 770	4 560	3.5 490	2.5 350	2.0 280
55	メチルイソブチルケトン	(可)	2.7	1.2	50	66.5	7.0 840	0.5 60	0.5 60	0	0	0
58	塩化アリル	(微)	295	2.9	1	39.8	100 29000	60 17400	32.5 9425	27.5 7975	25 7250	5 1450
60	プロピレン四量体(ドデセン)	(不)		0.8		67.5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
62	アクリル酸メチル	(可)	100	2.8	2	72.1	85 23800	11.5 3220	5.5 1540	3.5 980	2 560	1 280
65	アルファメチルスチレン	(不)		0.9			0	0	0	0	0	0
66	ヘプタン	(不)		1.05	400	62.5	46.5 4882	10 1050	11.5 1207	11.5 1207	9.5 997	8.5 892
70	酢酸ブチル	(可)	15	1.7	150	56	7 1190	1 170	1 170	1 170	1 170	1 170
89	ヘキサメチルジシロキサン	(易)		0.9		65	0	0	0	0	0	0
131	ブチルアルデヒド	(微)		1.9		110	95 18050	32.5 6175	5.5 1045	5 950	5 950	4.5 855
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	(可)	3.45	1.5	5	126.4	1	0	0	0	0	0
150	テレピン油	(不)	10 (37.3℃)	0.8~	100	81.7	1.5 120	0.5 40	0	0	0	0

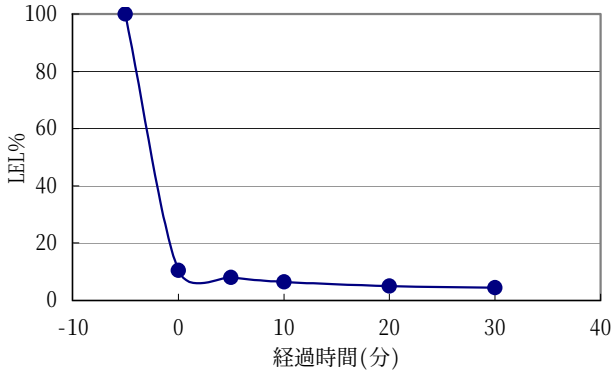
30分後	
5.0	→ 30分後のLEL%
50	→ LELとLEL%から算出したガス濃度(ppm)



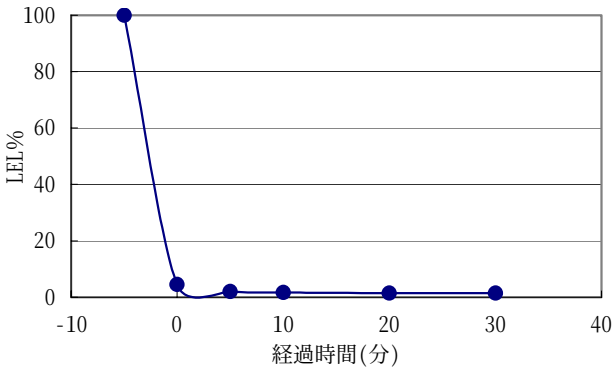
1　キシレン



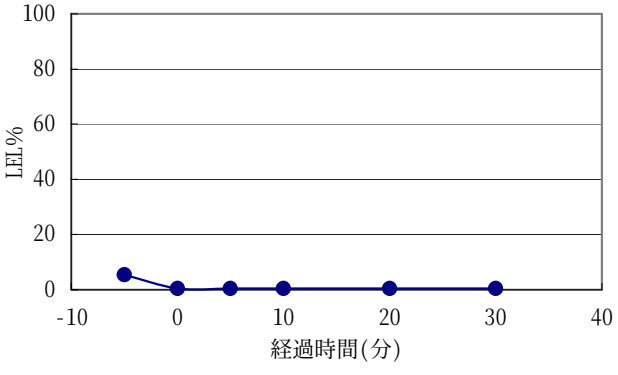
5　トルエン



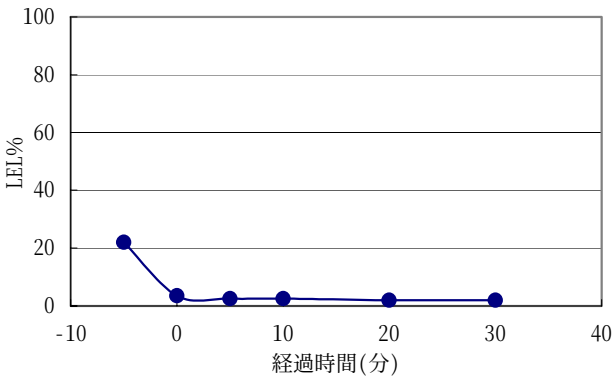
2　ベンゼン



6　シクロヘキサン

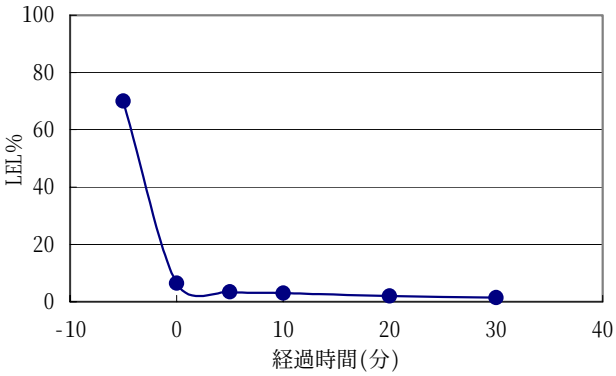


3　スチレンモノマー

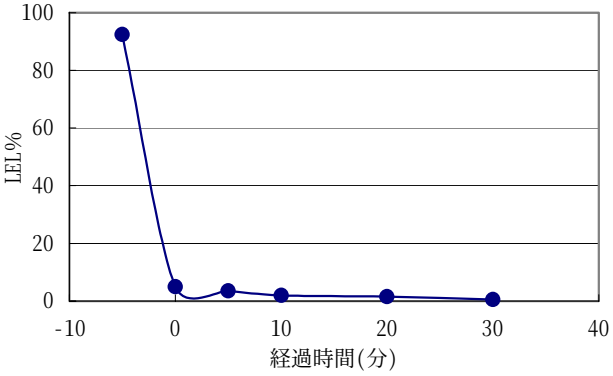


14　メタクリル酸メチル

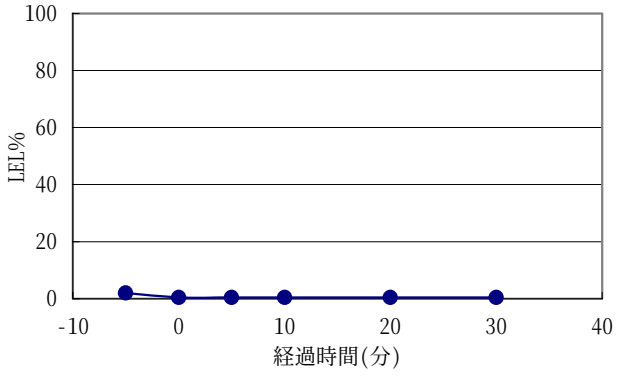
図Ⅲ－６ａ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）



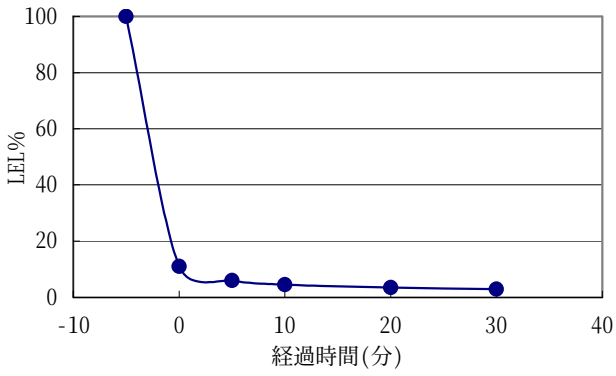
17　酢酸ビニル



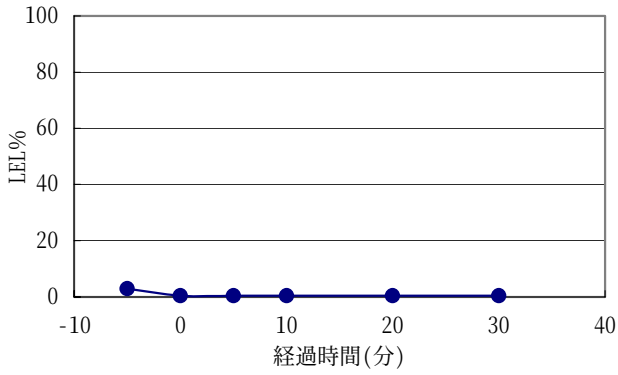
24　酢酸エチル



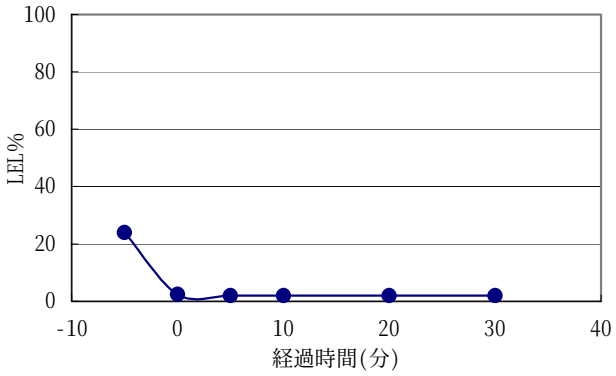
18　プロピルベンゼン



25　ノルマルヘキサン

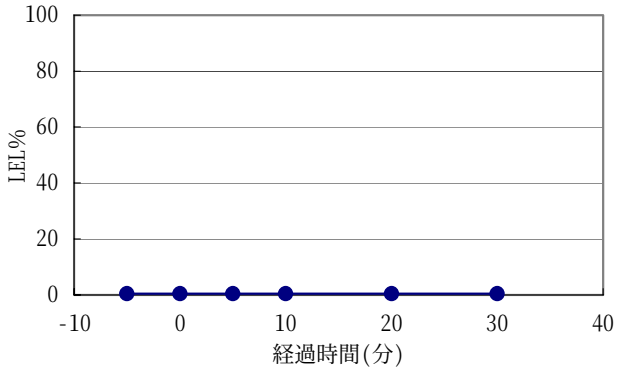


23　アクリル酸ブチル

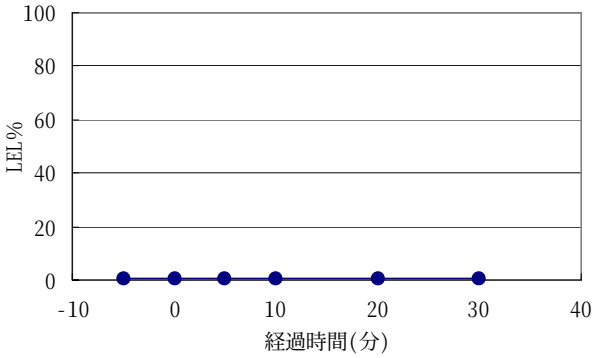


26　1-オクテン

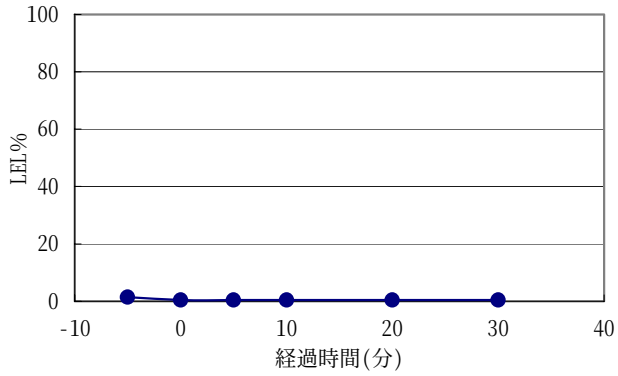
図Ⅲ－６ｂ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）



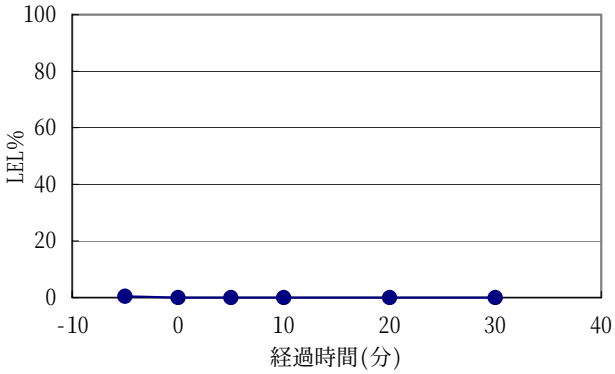
27　ノルマルアルカン



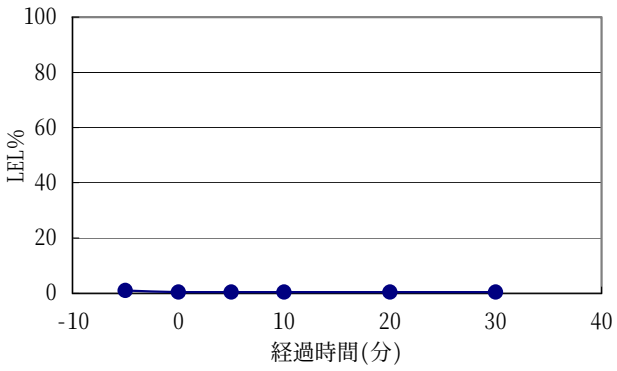
40　アクリル酸２エチルヘキシル



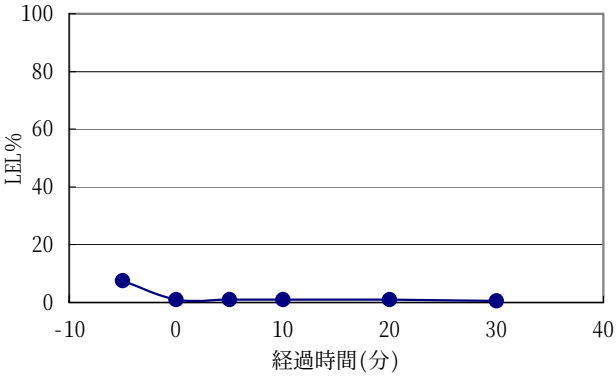
28　アルキルベンゼン



41　1,3-シクロペンタジエン

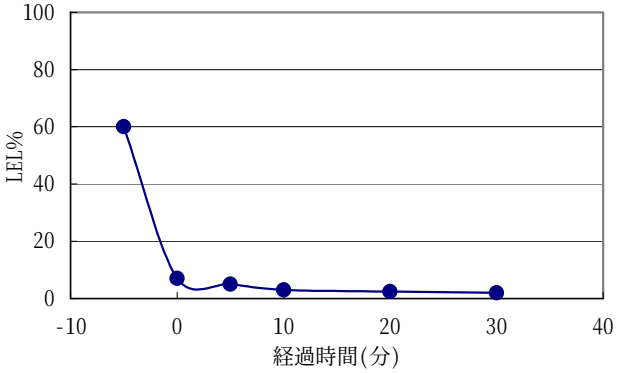


39　ジイソプロピルベンゼン

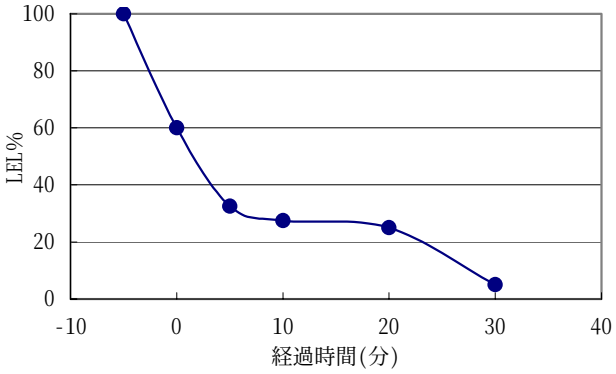


50　エチルベンゼン

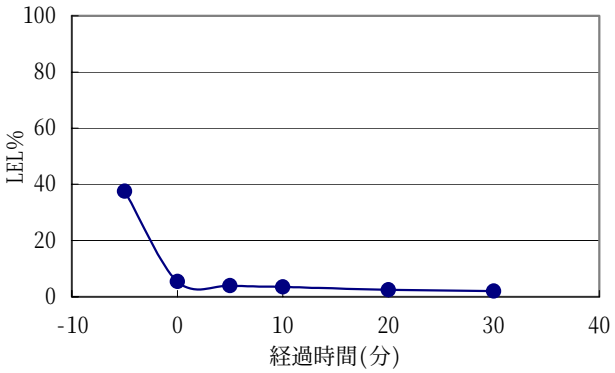
図Ⅲ－６ｃ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）



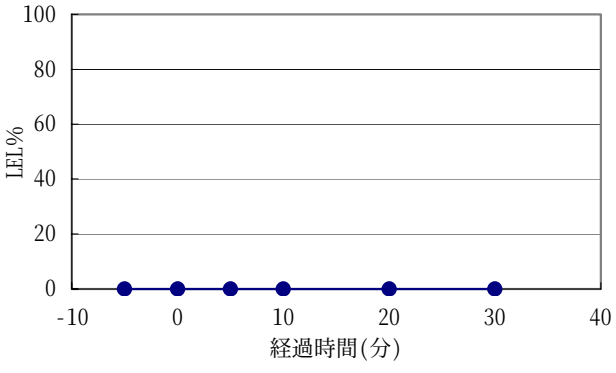
51　ジイソブチレン



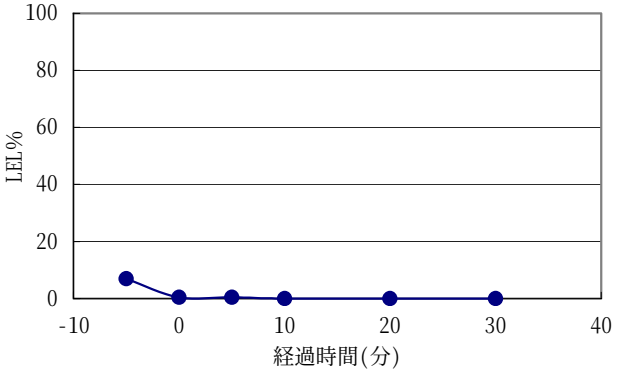
58　塩化アリル



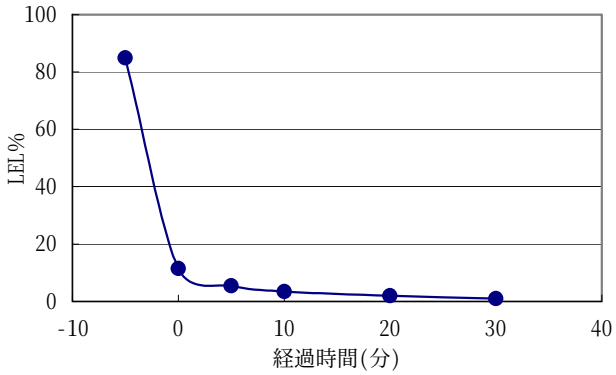
54　アクリル酸エチル



60　プロピレン四量体（ドデセン）

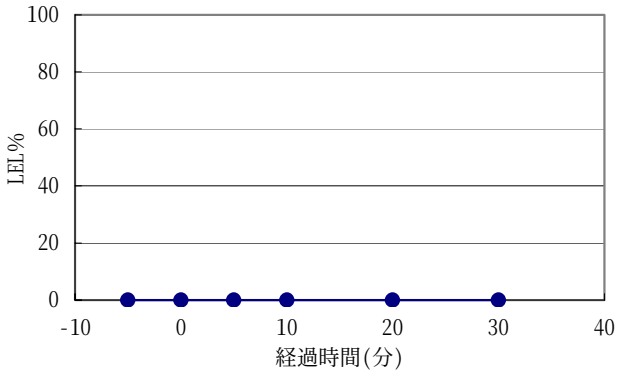


55　メチルイソブチルケトン

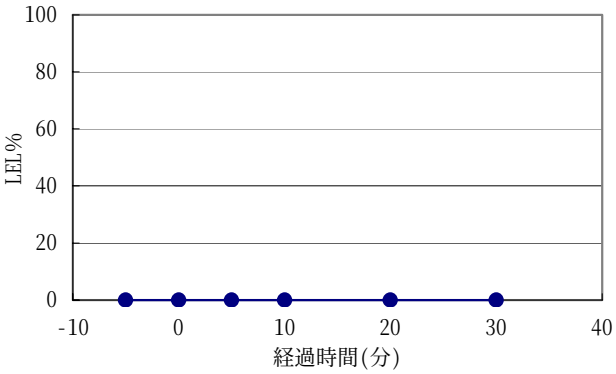


62　アクリル酸メチル

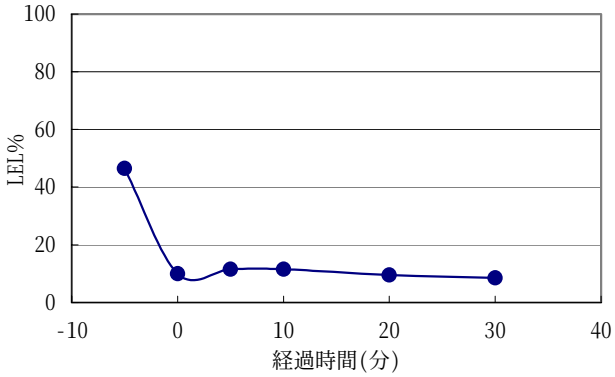
図Ⅲ－６ｄ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）



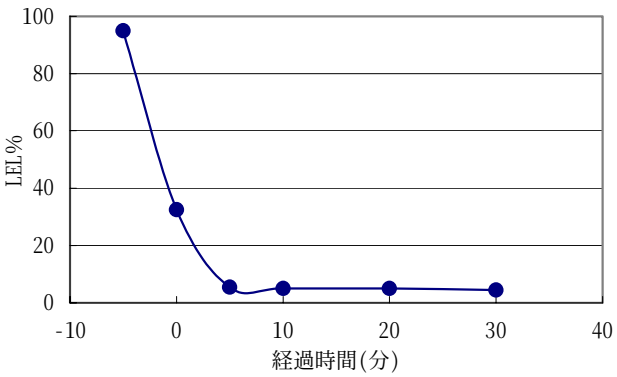
65　アルファメチルスチレン



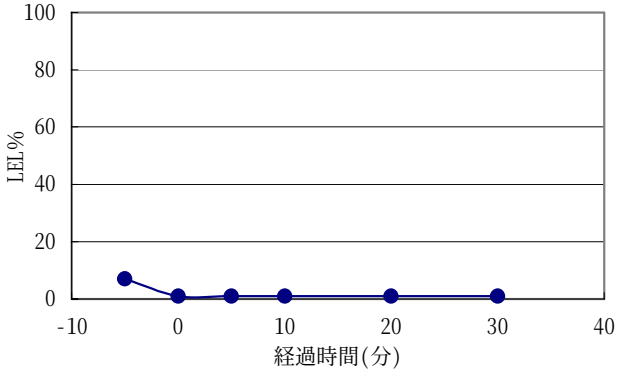
89　ヘキサメチルジシロキサン



66　ヘプタン

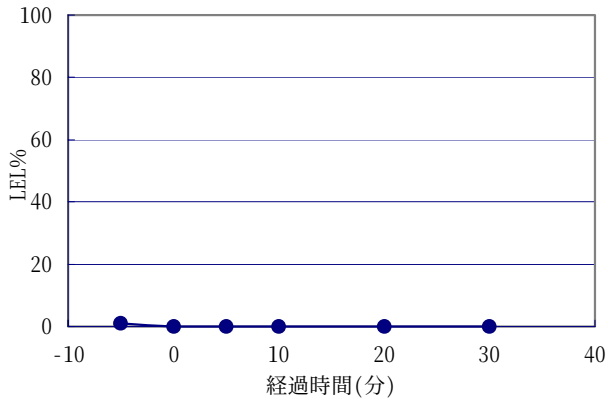


131　ブチルアルデヒド

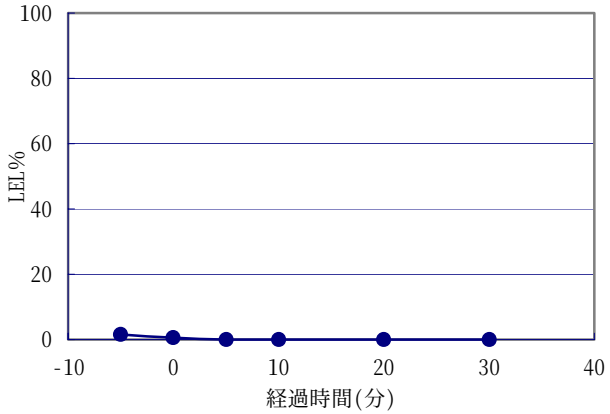


70　酢酸n-ブチル

図Ⅲ－６ｅ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）



144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ



150　テレピン油

図Ⅲ－６ｆ　ガス抑制効果（吸収性ポリマー）

６．まとめ

平成 13 年度から 3 ヵ年に亘り実施した「危険物の海上輸送時の事故対応策の研究」の中で有害液体物質の固化及びガス抑制に関する調査研究は、現有の防除資機材である粉末ゲル化剤 A，B（国産製）の 2 種及び吸収性ポリマー剤（米国製）1 種を使用して実験室実験規模により調査した。3 ヵ年に亘る調査研究結果をまとめると次のとおりとなった。

（1）調査項目

① 有害液体物質の水溶性及び沈降性の文献等による調査
② 有害液体物質の海水有無による固化試験
③ 有害液体物質の固化によるガス抑制試験

（2）調査項目の事故想定

① 事故船等から有害液体物質が海上に流出した際の挙動
⇒ 有害液体物質の水溶性及び沈降性
② 事故船等の船内に有害液体物質が残留した状態
⇒ 海水無の固化試験
③ 有害液体物質が海上に流出した状態
⇒ 海水有の固化試験及びガス抑制試験

なお、海水有の固化試験及びガス抑制試験に用いた対象有害液体物質は、水溶性及び沈降性物質は除いた。

（3）供試化学剤の特徴と問題点

本年度で使用した化学剤は、粉末ゲル化剤 A、粉末ゲル化剤 B 及び吸収性ポリマーの 3 種で、各化学剤の嵩比重はそれぞれ約 0.4，約 0.96 及び約 1.0 である。

これらの化学剤を有害液体物質に投入すると粉末ゲル化剤 A（嵩比重 0.4）は液面に浮かび、ゲル化剤と有害液体物質を十分に接触させるためには人為的な攪拌を必要とした。

粉末ゲル化剤 B 及び吸収性ポリマー剤は、有害液体物質に投入すると液中に沈降し、海水との界面に留まり直ちに固化が進行し、人為的な攪拌は必要としなかった。

（4）海水無の固化

① 粉末ゲル化剤 A
a. 粉末ゲル化剤 A は嵩比重が約 0.4 と軽く、有害液体物質と混合させるためには、人為的な攪拌が必要となる。

b. アルコール類及びグリコール類の有害液体物質は、固化しない。
c. 有機酸、無機酸、苛性アルカリ類、無機塩類及びアミン類は固化しない。
d. 125 硫酸は、ゲル化剤と反応して強い発熱が見られ、使用することができないことが判明した。
e. 粉末ゲル化剤 A により海水無で固化する有害液体物質は、次の 27 種である。

9	1,2ｼﾞｸﾛﾛｴﾀﾝ（二塩化ｴﾁﾚﾝ）	66	ヘプタン
17	酢酸ビニルモノマー	75	テトラクロロエチレン
18	プロピルベンゼン	77	フタル酸ジオクチル
24	酢酸エチル	104	ニトロベンゼン
25	ノルマルヘキサン	106	フタル酸ジブチル
31	クロロホルム	131	ブチルアルデヒド
39	ジイソプロピルベンゼン	132	2-エチルヘキサン酸（ｵｸﾀﾝ酸）
42	ジクロロメタン	142	イソホロン
51	ジイソブチレン	144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
53	トリクロロエチレン	145	酢酸-エトキシエチル
56	クレゾール	148	フタル酸ジヘプチル
58	塩化アリル（ｱﾘﾙｸﾛﾗｲﾄﾞ）	150	テレピン油
60	プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）	152	1,3-ジクロロプロペン
61	1,1,1-トリクロロエタン		

② 粉末ゲル化剤 B

粉末ゲル化剤 B は､本事業の 2 年度目の後半に入手した供試剤である｡このため、固化試験に供した有害液体物質は、初年度の輸送順位 1 位～40 位までの 35 種及び 3 年度の輸送順位 132 位～162 位までの 21 種の計 51 種について調査した。

a. 粉末ゲル化剤 B は嵩比重が約 0.96 で有害液体物質中に沈降し､直ちに液中底部から固化し、上部へと進む。
b. 代表的な芳香族炭化水素であるベンゼン、トルエン及びキシレンは完全に固化した。
c. 粉末ゲル化剤 B により海水無で固化する有害液体物質は、次の 12 種である。

1	キシレン	26	オクテン
2	ベンゼン	28	メシチレン
3	スチレンモノマー	31	クロロホルム
5	トルエン	35	ノネン
6	シクロヘキサン	132	オクタン酸
18	プロピルベンゼン	150	テレピン油

③ 吸収性ポリマー剤

a. 吸収性ポリマー剤の嵩比重は約 1.0 で有害液体物質中に沈降し、直ちに液中底部から固化し、上部へと進む。

b. アルコール類及びグリコール類の有害液体物質は、固化しない。

c. 125 硫酸は、吸収性ポリマー剤と反応して強い発熱が見られ、使用することができないことが判明した。

d. 吸収性ポリマー剤により海水無で固化する有害液体物質は、次の 53 種である。

1 キシレン
2 ベンゼン
3 スチレンモノマー
5 トルエン
6 シクロヘキサン
7 アクリロニトリル
9 二塩化エチレン
13 アセトン
14 メタクリル酸メチル
31 クロロホルム
36 エピクロロヒドリン
39 ジイソプロピルベンゼン
40 アクリル酸 2 エチルヘキシル
41 1,3 シクロペンタジエン
42 ジクロロメタン
50 エチルベンゼン
51 ジイソブチレン
53 トリクロロエチレン
54 アクリル酸エチル
55 メチルブチルケトン
56 クレゾール
58 アリルクロライド
60 プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）
61 1,1,1-トリクロロエタン
62 アクリル酸メチル
65 アルファメチルスチレン
66 ヘプタン
16 メチルエチルケトン
17 酢酸ビニルモノマー
18 プロピルベンゼン
23 アクリル酸ブチル
24 酢酸エチル
25 ノルマルヘキサン
26 1-オクテン
27 デカン
28 メシチレン
70 酢酸 n-ブチル
75 テトラクロロエチレン
94 メタクリル酸
96 ジペンテン（ﾘﾓﾈﾝ、ｼﾈﾝ）
111 シクロヘキシルアミン
112 3 エトキシプロピオン酸エチル
113 メタクリル酸ブチル
126 ピリジン
131 ブチルアルデヒド
132 オクタン酸
139 ヘプタノール
142 イソホロン
144 ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞ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
150 テレピン油
152 1,3-ジクロロプロペン
160 ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾌﾞﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ

（5）海水有の固化

① 粉末ゲル化剤 A

海水無の固化性状と海水有の固化性状は、ほぼ同じである。海水有で固化した有害液体物質は、次の 13 種である。

14　メタクリル酸メチル
25　ノルマルヘキサン
51　ジイソブチレン
54　アクリル酸エチル
60　プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）
66　ヘプタン
77　フタル酸ジオクチル
131　ブチルアルデヒド
132　オクタン酸
142　イソホロン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
148　フタル酸ジヘプチル
150　テレピン油

② 粉末ゲル化剤 B

海水有で固化した有害液体物質は、次の 6 種である。

132　オクタン酸
139　ヘプタノール
142　イソホロン
136　ポリブテン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
150　テレピン油

③ 吸収性ポリマー剤

海水有で固化した有害液体物質は、次の 37 種である。

1　キシレン
2　ベンゼン
3　スチレンモノマー
5　トルエン
6　シクロヘキサン
7　アクリロニトリル
14　メタクリル酸メチル
17　酢酸ビニルモノマー
18　プロピルベンゼン
23　アクリル酸ブチル
24　酢酸エチル
25　ノルマルヘキサン
26　オクテン
27　デカン
28　メシチレン
39　ジイソプロピルベンゼン
40　ｱｸﾘﾙ酸 2 ｴﾁﾙﾍｷｼﾙ
41　1,3 シクロペンタジエン
50　エチルベンゼン
51　ジイソブチレン
54　アクリル酸エチル
58　塩化アリル
60　プロピレン四量体（ドデセン）
65　アルファメチルスチレン
66　ヘプタン
96　ジペンテン
112　3 エトキシプロピオン酸エチル
113　メタクリル酸ブチル
131　ブチルアルデヒド
132　オクタン酸

33　アニリン
139　ヘプタノール
141　ウンデカノール
142　イソホロン
136　ポリブテン
144　ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ
150　テレピン油

（6）ガス抑制試験の結果

ガス抑制試験に供した有害液体物質は、水溶性物質及び沈降性物質（比重が海水より大きい液体）を除き、海面に浮く液体物質を対象とした。なお、粉末ゲル化剤 B については最終年度に実施した有害液体物質の 2 種である。

ガス抑制試験の結果は、次のとおりである。

① 粉末ゲル化剤 A

a. 粉末ゲル化剤 A は、前項で述べたように嵩比重が約 0.4 と軽く、ゲル化剤そのものが有害液体上に浮くため、人為的な攪拌を必要とする。

b. ガス抑制の効果は表Ⅲ－17 に示すように 28 種の有害液体物質に有効であることが分かった。

② 粉末ゲル化剤 B

a. 粉末ゲル化剤 B は、嵩比重 0.96 と重く、ほとんどの有害液体物質中に沈降し、海水面（比重 1.030）に浮く化学剤である。ゲル化剤は液中底部から固化する。

b. 粉末ゲル化剤 B によるガス抑制試験は、本年度の 2 種のみしか実施していないが、かなり多くの有害液体物質に対してガス抑制に効果があると思われる。有害液体物質のガス抑制効果の結果を表Ⅲ－18 に示す。

③ 吸収性ポリマー剤

a. 吸収性ポリマー剤は嵩比重 1.0 と重く、ほとんどの有害液体物質中に沈降し、海水面（比重 1.030）に浮く化学剤である。吸収性ポリマー剤は、前項の粉末ゲル化剤 B と同様に液中底部から固化する。

b. ガス抑制の効果は、表Ⅲ－19 に示すように 26 種の有害液体物質に有効であることが分かった。

表Ⅲ－17　有害液体物質のガス抑制効果（粉末ゲル化剤 A）

輸送量順位	液体物質	（水溶性）	飽　和蒸気圧（mmHg）	爆　発下限界（%）	添加前（%）	添加後のガス濃度	（%）
1	キシレン	（不）		1.0	8.0	5.0（60）	
2	ベンゼン	（微）	75.0	1.3	100<	7.5（60）	
3	スチレンモノマー	（微）	5.2	0.9	5.0	3.5（60）	
5	トルエン	（難）	24.3	1.2	37.0	13（60）	
6	シクロヘキサン	（難）	97.6	1.3	100<	100<（添加直後）～22.5（30）	
14	メタクリル酸メチル	（微）	31.0	1.7	22.0	17（添加直後）～3.0（60）	
17	酢酸ビニルモノマー	（可）	90.00	2.6	100<	3.0（5）～	
18	プロピルベンゼン	（不）	1（6.3℃）	0.9	2.5	2.0（60）	
23	アクリル酸ブチル	（微）	3.2	1.7	3.0	1.5（60）	
24	酢酸エチル	（可）	73.0	2.0	92.5	1.0（添加直後）～0.5060	
25	ノルマルヘキサン	（不）	155.0	0.8	100<	3.5（5）～1.0（60）	
26	1-オクテン	（不）		0.8	24.0	4.0（5）～1.5（60）	
27	デカン（ノルマルアルカン）	（不）			0.5	0.5（60）	
28	メシチレン（ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ）	（不）		0.9	1.5	1.0（60）	
39	ジイソプロピルベンゼン	（不）	0.25～0.39（25℃）		1.0	1.0（60）	
40	アクリル酸 2 エチルヘキシル	（不）	0.1		<0.5	<0.5（60）	
41	1,3-シクロペンタジエン	（不）			1.5	0（20）	
50	エチルベンゼン	（難）	7	1.0	7.5	1.0（5）	
51	ジイソブチレン	（不）	103（38℃）	0.8	67.5	2（5）～0（60）	
54	アクリル酸エチル	（難）	29.5	1.4	37.5	22（5）～3.5（60）	
55	メチルブチルケトン	（可）	2.7	1.2	6.5	0.5（30）	
58	塩化アリル（ｱﾘﾙｸﾛﾗｲﾄﾞ）	（微）	295	2.9	100	7.0（10）～2（45）	
60	プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）	（不）		0.8	0	0	
62	アクリル酸メチル	（可）		2.8	85	0（30）	
65	アルファメチルスチレン	（不）		0.9	0	0	
66	ヘプタン	（不）		1.1	55.0	15（5）～2.5（60）	
70	酢酸 n-ブチル	（微）	15	1.2	7.0	5（5）～3（60）	
71	ヘキサメチルジシロキサン	（不）			0	0	
131	ブチルアルデヒド	（微）		1.9	80.7	7（5）～4（60）	
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	（可）	3.45	1.5	1.0	0（5）	
150	テレピン油	（不）	10（37.3℃）	1.7	0.5	0（10）	

表Ⅲ－18　有害液体物質のガス抑制効果（粉末ゲル化剤 B）

輸送量順位	液体物質	（水溶性）	飽　和蒸気圧（mmHg）	爆　発下限界（%）	添加前（%）	添加後のガス濃度	（%）
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	（可）	3.45	1.5	1.5	1.0（添加直後）～	
150	テレピン油	（不）	10（37.3℃）	1.7	2.0	1.5（添加直後）～	

表Ⅲ－19　有害液体物質のガス抑制効果（吸収性ポリマー剤）

輸送量順位	液体物質	（水溶性）	飽　和蒸気圧（mmHg）	爆　発下限界（%）	添加前（%）	添加後のガス濃度	（%）
1	キシレン	（不）		1.0	7.0	0.5（添加直後）～	
2	ベンゼン	（微）	75.0	1.3	100<	4.5（30）	
3	スチレンモノマー	（微）	5.2	0.9	5.5	<0.5（5）	
5	トルエン	（難）	24.3	1.2	37.0	2.5（20）	
6	シクロヘキサン	（難）	97.6	1.3	100<	1.5（20）	
14	メタクリル酸メチル	（微）	31.0	1.7	22.0	2.0（20）	
17	酢酸ビニルモノマー	（可）	90.0	2.6	70.0	1.5（30）	
18	プロピルベンゼン	（不）	1（6.3℃）	0.9	2.0	<0.5（添加直後）	
23	アクリル酸ブチル	（微）	3.2	1.7	3.0	<0.5（添加直後）	
24	酢酸エチル	（可）	73.0	2.0	92.5	<0.5（30）	
25	ノルマルヘキサン	（不）	155.0	0.8	100<	3.0（30）	
26	1-オクテン	（不）		0.8	24.0	2.0（5）	
27	デカン（ノルマルアルカン）	（不）			<0.5	<0.5（添加直後）	
28	メシチレン（ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ）	（不）		0.9	1.5	<0.5（添加直後）	
39	ジイソプロピルベンゼン	（不）	0.25～0.39（25℃）		1.0	<0.5（添加直後）	
40	アクリル酸 2 エチルヘキシル	（不）	0.1		<0.5	<0.5（添加直後）	
41	1,3-シクロペンタジエン	（不）			0.5	0（添加直後）	
50	エチルベンゼン	（難）	7	1.0	7.5	1.0（添加直後）～0.5（30）	
51	ジイソブチレン	（不）	103（38℃）	0.8	60.0	7.0（添加直後）～2.0（30）	
54	アクリル酸エチル	（難）	29.5	1.4	37.5	5.5（添加直後）～2.0（30）	
58	塩化アリル（ｱﾘﾙｸﾛﾗｲﾄﾞ）	（微）	295	2.9	100	60（添加直後）～5.0（30）	
60	プロピレン四量体（ﾄﾞﾃﾞｾﾝ）	（不）		0.8	0	0	
62	アクリル酸メチル	（可）	100	2.8	85.0	11.5（添加直後）～1.0（30）	
66	ヘプタン	（不）		1.1	46.5	8.5（30）	
70	酢酸 n-ブチル	（可）	15	1.2	7.0	1.0（添加直後）	
131	ブチルアルデヒド	（微）		1.9	95.0	32.5（添加直後）～4.5（30）	
144	ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙﾓﾉﾒﾁﾙｴｰﾃﾙｱｾﾃｰﾄ	（不）	3.45	1.5	1.0	0（添加直後）	
150	テレピン油	（不）	10（37.3℃）	1.7	1.5	0.5（添加直後）～0（5）	

本研究では、現在、我が国において海上輸送されている有害液体物質の輸送順位 162 位（平成 11 年度海上輸送量の約 90%を占める）までのばら積みの有害液体物質について、現有防除資機材である粉末ゲル化剤及び吸収性ポリマー剤を使用した固化試験及びガス抑制試験を実施し調査した。

調査の結果、実験室実験規模の固化試験法及びガス抑制試験法を確立すると共に、評価法も併せて確立した。

今後、この調査結果を基に実海域における流出有害液体物質の防除手法を確立するための研究が必要となるが、研究項目として考えられるものは次のとおりである。

- 船内タンク等に残留した有害液体物質に対する化学剤の散布方法及び回収方法の研究
- 海上に流出した有害液体物質の拡散防止、化学剤の散布方法及び回収方法等の研究
- 粉末ゲル化剤、吸収性ポリマー剤以外の現有資機材（泡消火剤など）の活用に関する研究
- コンテナ等により個品輸送されている有害液体物質に対する防除手法及び防除資機材の研究

本研究の結果、今後有害液体物質に対する防除資機材を開発する際の試験方法及び評価方法等について、示唆する検討事項が確立された。

社団法人　日本海難防止協会

東京都港区虎ノ門一丁目１５番１６号
〒105-0001　海洋船舶ビル４階

ＴＥＬ ０３（３５０２）２２３１
ＦＡＸ ０３（３５８１）６１３６