

不織布を使用したガソリン漏えい時のペーパー拡散抑止効果について

—Study of the Gasoline Vapor Diffusion Control by Non Woven Fabrics—

鶴見文雄*

薩佐之久*

篠塚孝夫*

概要

不織布は漏えい油などを迅速かつ効果的に吸収することから、流出油処理材として知られている。しかしながら、不織布にはペーパー（蒸気）の拡散を抑止する効果は期待できない。

今回は不織布の表面にポリプロピレンなどの薄膜を接着したラミネート加工不織布にガソリンを吸収させ、ペーパーの拡散抑止効果について実験を行った。

その結果、ラミネート加工不織布には優れたペーパー拡散抑止効果があり、引火防止機能を持った流出油処理材として活用できる可能性があることがわかった。

Non woven fabrics are well known as the prompt and effective oil absorber. But they cannot control the diffusion of vapors.

As the means of widening the use of the non woven fabrics, non woven fabrics coated with thin polypropylene film were tested to evaluate their gasoline vapor diffusion control performance.

They proved to be superior in vapor diffusion control and could be used as the oil absorber that prevents ignition.

1 はじめに

ガソリンの漏えいは、事故や取扱い不注意により発生している。現在、流出油処理材としてはパーライトやポリプロピレンを原料とした不織布が一般的に知られているが、これらは吸収油のペーパー発生を抑える性質を有していない。従って現有の流出油処理材での危険排除作業においては、作業者は常に引火爆発の危険に曝されており、作業の安全性確保の面からも、単純な操作性とペーパー拡散抑止効果を併せ持つ流出油処理材の開発が望まれている。今回はラミネート加工不織布にガソリンを吸収させ、ペーパーの拡散抑止効果について実験を行ったので、ここに報告する。

2 実験装置

(1) 気化率測定

アルミ製蒸発皿（300×300×30mm）の中に自動車用ガソリンと流出油処理材を入れ、流出油処理材に吸収されたガソリンの、大気中での気化による重量変化を測定するものである。重量変化は電子重量計で測定し、

気化による減少重量を最初のガソリン重量で除しガソリンの気化率を求めた。

(2) ペーパー測定

実験装置を図1のように設定した。透明アクリル板で作られたペーパー拡散箱の中に、前(1)のアルミ製蒸発皿及び試料を入れ、発生したペーパーを拡散箱の底面に設けられた3cm×3cmの穴を通じて下部に接続されているペーパー流動パイプに自然降下させる。

ペーパーが長さ6m、直径10cmの塩化ビニル製のペーパー流動パイプに設けられたガスセンサーの位置を通過する時の濃度を測定する。ただし、ガソリンは炭化水素の混合体であり、このペーパー濃度を全ての成分毎に測定することは困難であるので、センサーは接触燃焼式のイソブタンガスで校正されたガスセンサーを用い、このセンサーにより感知検量されたガス濃度をガソリンペーパー濃度の指標とした。

3 試料

- (1) 材質、形状等を表1に示す。
- (2) 不織布とは繊維を織ることなく、長繊維が立体的にからみあった3次元構造を持った布である。

今回使用した不織布は、流出油処理材として市販されているポリプロピレン製マットタイプのものの中から4種類選択してテストした。ラミネート加工不織布

*第二研究室

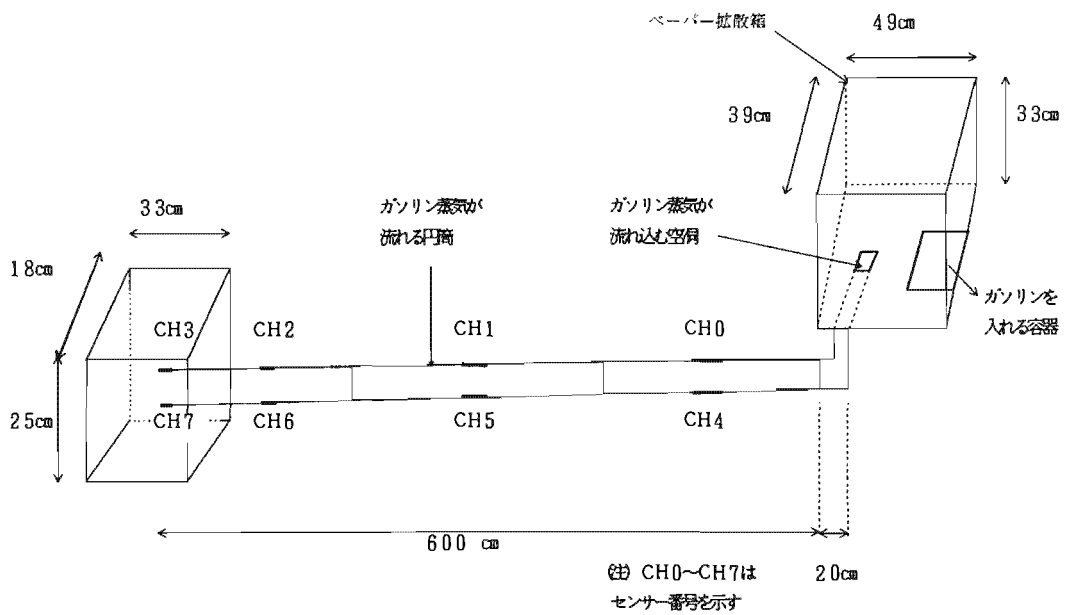


図1 ガソリン濃度測定装置

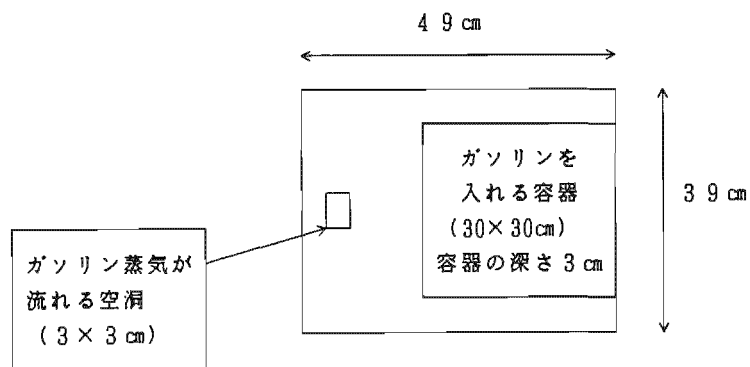


図2 ペーパー拡散箱の平面図

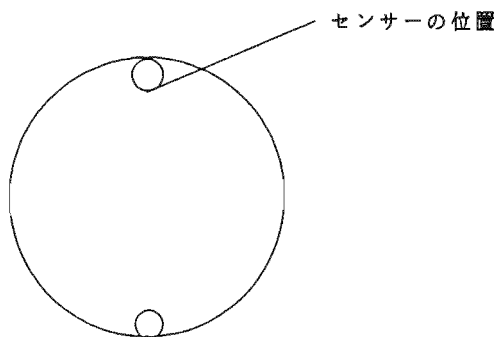


図3 ペーパー流動パイプ断面図 (直径10cm)

表1 試料一覧表

試料No	油処理材	材 質	厚さ(mm)	重量(g)	備 考
#1	処理材なし	——	——	——	ガソリン厚み0.6mm
#2	パーライト	膨張真珠岩	4.4	68.0	容量400ml
#3	不織布A	ポリプロピレン製	3.5	30.7	油・液体吸着材
#4	不織布B	ポリプロピレン製	1.5	16.1	油・液体吸着材
#5	不織布C	ポリプロピレン製	3.0	34.3	油専用吸着材
#6	不織布D	ポリプロピレン製	1.5	17.1	油専用吸着材
#7	不織布A L	ポリプロピレン製	3.5	34.9	#3 ラミネート加工品
#8	不織布B L	ポリプロピレン製	1.5	21.9	#4 ラミネート加工品
#9	不織布C L	ポリプロピレン製	3.0	41.4	#5 ラミネート加工品
#10	不織布D L	ポリプロピレン製	1.5	22.5	#6 ラミネート加工品

※ ラミネートの厚さは50 μ m、油処理材の被覆面積は30cm \times 30cmの正方形とした。

は上記市販品の片面にポリプロピレン製薄膜（膜厚50 μ m）を接着したもので、ペーパーの拡散抑止効果を目的として今回の実験用に新たに製作したものである。ラミネート加工不織布の使用にあたっては、加工面を上面とし、非加工面を下面としてアルミ製蒸発皿に入れて使用した。

4 実験方法

(1) 気化率測定

ア 電子重量計に、アルミ製蒸発皿を乗せ、その皿の中にガソリン50mlを入れた。液が均一の厚みになるよう調整してその重量変化を30分間測定し、大気中でのガソリン気化率を求めた。

イ 4(1)アと同様にしてガソリン50mlを入れたのち、油処理材がガソリン液面を完全に覆うようにして入れ、油処理材にガソリンを吸収させた状態でガソリン気化率を求めた。不織布の大きさは30cm四方の正方形とし、各実験とも1枚、折り重ならないよう

に使用した。また、ラミネート加工不織布については、加工面を上面として同様に使用した。

ウ 測定は、表1の各試料について行った。

(2) ペーパー測定

ア ペーパー拡散箱（図1）の中に設置されているアルミ製蒸発皿（図2）の中にガソリン50mlを入れ、4(1)イと同様にして油処理材にガソリンを吸収させた。

イ ペーパー拡散箱にアクリル板で蓋をして、装置内を無風状態とし、ガソリンペーパーを拡散させた。

ウ ペーパー流動パイプに設けられたガスセンサーによりペーパー濃度を測定した。

エ 測定は試料No#1、#3、#7について行った。

5 実験結果

(1) 気化率

表1の試料についてガソリンの気化率を測定した結果を表2及び図4～7に示す。

表2 ガソリン気化率

(%)

No. \ 時間 (min)	5	10	15	20	25	30
#1 処理材なし	7.4	13.4	18.2	22.7	25.9	28.7
#2 パーライト	8.0	14.2	19.0	22.7	26.7	29.5
#3 不織布A	7.1	11.7	14.8	18.2	20.5	22.8
#4 不織布B	7.3	12.4	16.9	20.8	24.4	27.2
#5 不織布C	5.4	9.1	12.3	15.4	17.7	19.9
#6 不織布D	8.7	13.9	18.8	22.3	26.3	29.2
#7 不織布A L	0.8	2.0	3.1	4.2	5.1	6.5
#8 不織布B L	0.3	0.8	1.1	2.0	3.7	4.2
#9 不織布C L	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.6
#10 不織布D L	0.9	1.4	2.0	3.4	3.7	4.6

※気化率測定温度：7℃

※気化率：最初のガソリン重量に対する気化による減少重量の割合

(2) ベーパー測定

試料No#1、#3、#7についてベーパー濃度を測定した結果を図8に示す。

6 考察

(1) 気化率測定

ア ガソリンの気化率

ガソリンの大気中における気化率（図4#1）は、この実験において、30分間に全体の3割のガソリン自然拡散により気化することを示している。また、ここで気化率は時間の経過に対して直線的に変化せず、時間の経過とともに、蒸発速度の低下が観測されている。これはガソリンが炭化水素の混合物であるために起こる現象である。つまり、沸点の低い成分は蒸発し易いので最初に盛んにベーパーとなって出てゆき、時間の経過とともに蒸発しにくい沸点の

高い成分が残液に残るためである。

イ パーライトによる気化率

パーライト（図4#2）投入によるガソリンの気化率は、#1のガソリンの気化率とほぼ同一であり試験したパーライトにはベーパー抑止効果が無いことが明らかとなった。

ここで、災害現場での取扱方法を考えると、油の流出拡大が防止された段階で、油の回収を目的として流出油の上からパーライトを投入し流出油を吸収させる行為は、作業中の引火危険を低下させるものではないことが指摘できる。さらに注意しなくてはならないことに、ガソリンの表面積が拡大し、ベーパーがさらに増大する危険性があることである。即ち、パーライトに流出油を吸収させるため箒で掃く行為は、ともすると流出油の蒸発する表面積を一挙に拡大することになり、引火危険を高めることになりかねない。従って流出油を含んだパーライトの

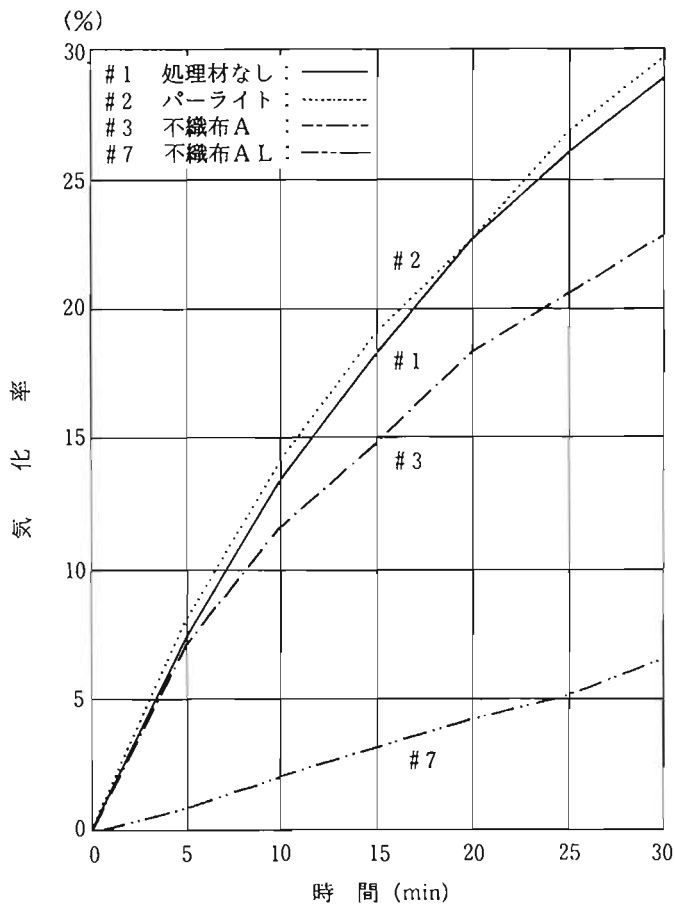


図4 ガソリン気化率 (# 1, # 2, # 3, # 7)

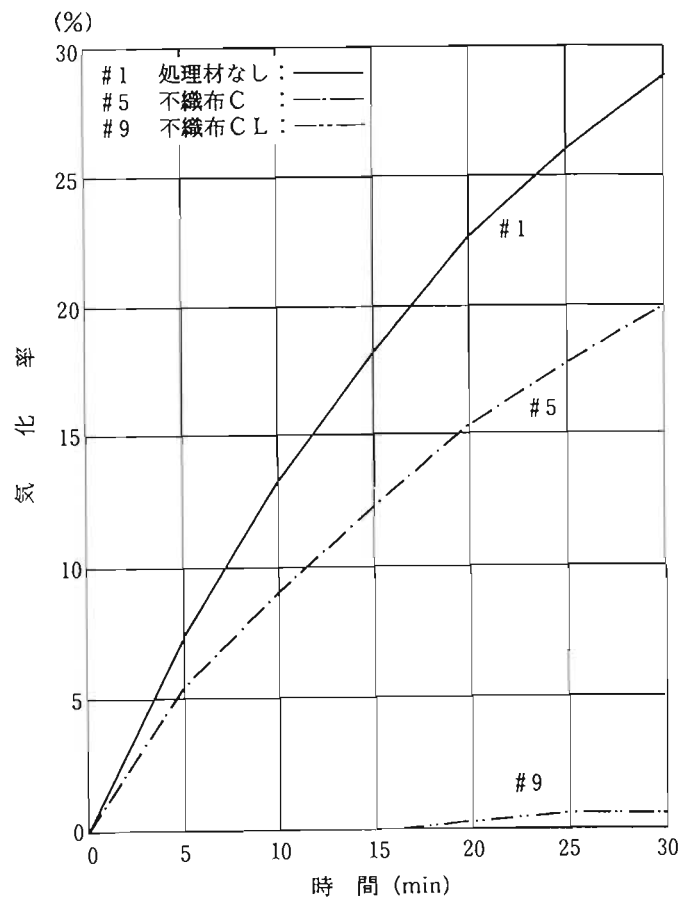


図6 ガソリン気化率 (# 1, # 5, # 9)

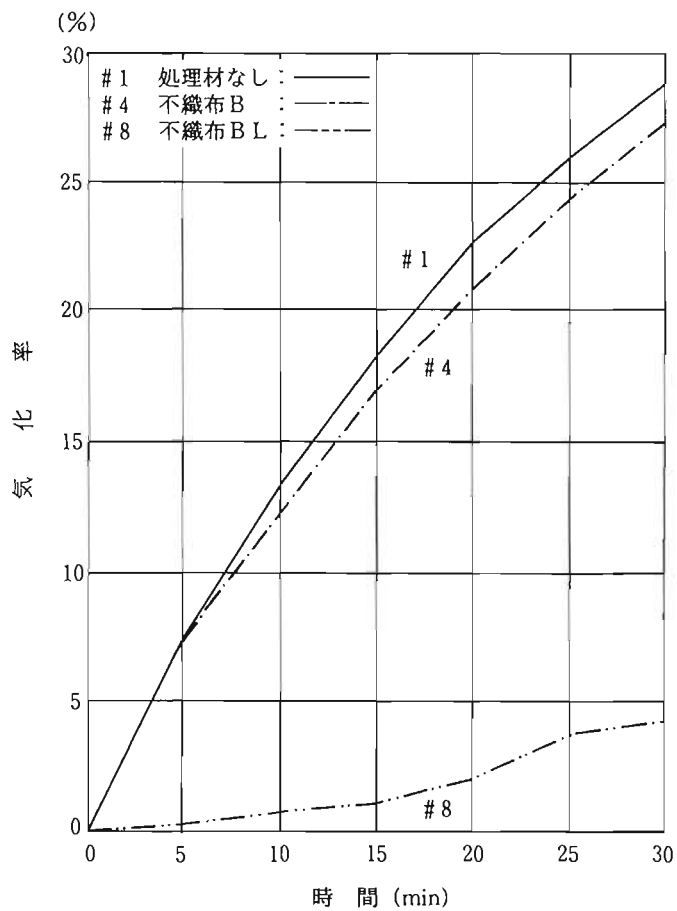


図5 ガソリン気化率 (# 1, # 4, # 8)

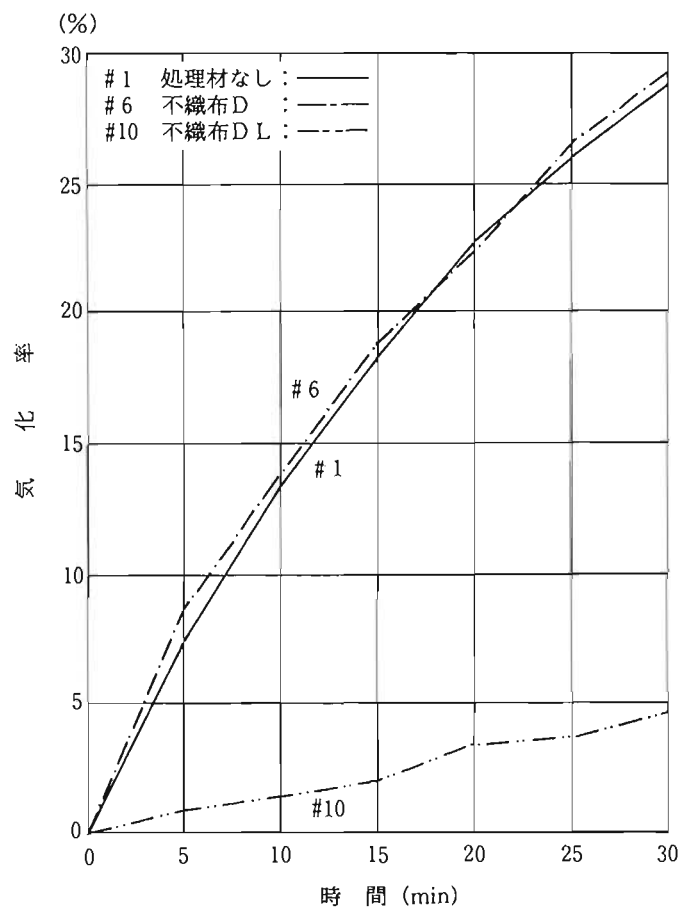


図7 ガソリン気化率 (# 1, # 6, # 10)

回収は、掃き散らかさずに塵取りと箒でそのまますくいとる方が引火防止の面でより危険性は低下すると思われる。

ウ 不織布市販品による気化率

テストした不織布市販品A～D 4種類の中で、不織布C（図6#5）が最も気化率が低く抑えられているものの、#1（処理材なし）のガソリン気化率の60％程度では、引火危険を排除するレベルには至っていないように思われる。

不織布D（図7#6）については#2のパールライトと同様、ペーパー抑止効果が無いと言える。

エ ラミネート加工不織布による気化率

不織布市販品A～D 4種類の片面に不織布と同原料のポリプロピレン製ラミネート加工を施すことにより不織布AL（図4#7）、BL（図5#8）、CL（図6#9）、DL（図7#10）の4種類とも全てガソリンの気化率が低く抑制されており、この4種のうち最もガソリンの気化率が高い不織布ALでも処理材なしのガソリンそのものと比較しても25％以下に良く抑えられた。

ラミネート加工の処理材は、6(1)ウの不織布市販品と比較して、ペーパー拡散抑止効果について評価することができる。同一素材の不織布であってもラミネート加工を施すことにより、気化率は加工前の30％以下に抑制されることがわかった。

ここで各ラミネート加工不織布の気化率の経時変化で特徴的なことは、測定時間の途中でグラフがさらに上向きに上昇するところが存在することである。これは、つまり、測定時間の途中で急にガソリンの気化が盛んになることを示している。この原因についてはラミネートの耐油性に起因する。各ラミネート加工不織布はガソリンを吸収すると、ラミネートが端の部分から反り返る現象が観察され（写真1）、この部分の不織布が露出するため測定時間の途中で気化速度が早くなる。そもそもポリプロピレンという物質はガソリンを吸収して膨潤する性質があり、これが不織布の油処理材としての優れた吸収性能を生み出す源ともなっているが、同じ材質であるラミネートの下側をも膨潤させ、これにより反り返りを起こさせる原因にもなっている。

(2) ペーパー測定

ア 引火という現象については、ペーパー濃度が爆発範囲にあることが要件となっていることから、気化率だけでは、ペーパー抑制の目的である引火に対する安全性を論ずることはできない。しかしながら、前述のとおり、ガソリンの様な混合物のペーパーを正確かつ効率的に計測するシステムが無いことから



写真1

以下に述べるガス濃度についてはあくまでも、正確な濃度ではなくガソリンペーパーの濃度の推移を示す1つの指標であることを念頭に考察するものである。

イ ガソリンのペーパー濃度の経時変化（図8#1）を見ると、ペーパー到達まで1～2分を要していることが分かる。蒸発皿とチャンネル4（CH4）のガスセンサーの水平距離は1.3mでありペーパーは徐々に濃くなるのではなく、2～3分経過の時点で既に、1.4％を超える程一気に濃度が上昇している。この1.4％というのはガソリンの爆発下限界である。

ガソリンのペーパーは空気と比べて3～4倍重いので蒸発皿より生じたペーパーはペーパー拡散箱の床を這いながら、拡散箱の床に開けられた穴から下の流動パイプに落ち込み、このパイプは出口に向かって約1度の下り傾斜がつけられているので、拡散箱から落ちたペーパーは傾斜に従ってセンサーが設けられている出口に向かって流れ下る。比重が大きいため途中で空気にあまり希釈されることなく、パイプの床に設置されたガスセンサーまで濃いペーパーが一気に到達する。

ペーパー最高濃度は4～5分経過後に現れ、ピーク時には2.4％近くに達した。ピークより後は徐々にその濃度を下げ、23～24分経過後になってようやく1.4％を割り込んだ。

ウ このことは不織布A（図8#3）についても同様のペーパー濃度の経時変化をたどっていることが、グラフより明らかであり、不織布Aはガソリンの引火の危険性を抑制する効果は無いと言える。

エ 不織布Aにラミネート加工を施した不織布ALについては（図8#7）ペーパーをCH4のセンサーが検出するまで5～6分の時間を要している。その後ペーパー濃度はゆっくり上昇を続け、ペーパー検出から約10分後、測定開始から15～16分経過後に最高

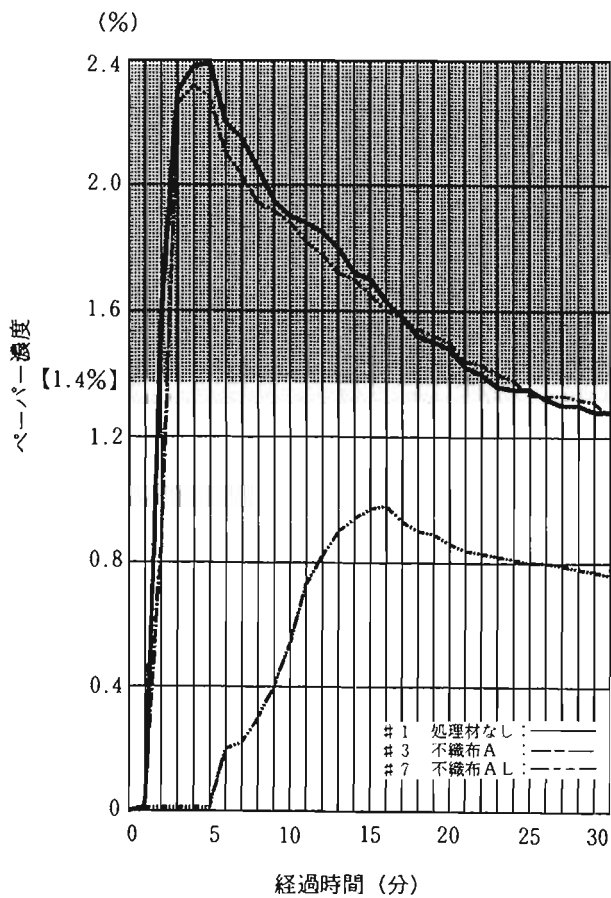


図8 ペーパー濃度の経時変化 (CH4)

濃度は現れるが、その濃度は1%を超えることはなかった。従ってラミネート加工を施した不織布ALについてはガソリンの引火を抑制する効果が有ると言える。ただし、安全率を2倍と見込めば最高濃度はガソリンの爆発下限界の半分以下、つまり0.7%以下に抑制しなければ、実用には耐えがたいと考えられる。

7 まとめ

- (1) パーライト及び不織布にはガソリンペーパーの抑制効果ない。
- (2) ポリプロピレンラミネート加工を施した不織布は、ガソリンペーパーの拡散抑止効果が顕著であることが確認された。処理材の欠点として、ガソリンによるポリプロピレンラミネートが反り返る現象が確認された。
- (3) 今回は基礎研究としてラミネート加工の有無がガソリンペーパーの拡散抑制にどの程度効果を示すかを重点に実験を行ったが、今後はペーパー濃度の測定評価の妥当性及び耐油性ラミネート加工の開発を行い、安全で実用的なラミネート加工不織布の開発を進めて行きたい。