

2016 年度（平成 28 年度）卒業論文

水面上に流出した高引火点
引火性液体の着火危険性に関する研究
—評価手法の検証—

東京理科大学
工学部第二部建築学科
辻本研究室

5113026 栗岩 宏尚

5113078 八木野 航

目次

第 1 章 序論	
1.1 研究背景	3
1.2 既往研究	4
1.3 研究目的	10
第 2 章 引火性液体について	
2.1 定義	11
2.2 分類と性質	14
2.3 燃焼特性	19
第 3 章 評価手法の検討	23
第 4 章 実験	
4.1 実験目的	25
4.2 実験装置概要	26
4.3 実験方法・手順	27
4.4 使用材料・機材一覧	28
4.5 実験写真	29
4.6 実験結果・考察	37
第 5 章 総括	39
謝辞	40
脚註	41
参考文献	42
付録	43

第 1 章 序論

1.1 研究背景

タンカー事故などによる原油等の低引火点の引火性液体が水面上に流出した場合における着火危険性の研究は、行われて来ている^{註 1), 註 2)}。しかし、重油等の高引火点の引火性液体が水面上に流出した場合における着火危険性の研究は、これまで殆ど行われて来なかった。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災時に津波が発生し、沿岸部に設置されていた重油等のタンクが破損し、重油等の高引火点引火性液体が海面上に流出した。その後、津波火災が発生し、重油等の高引火点引火性液体の着火の有無が議論されることとなった。

また、南海トラフ地震による大規模津波が予測されており、沿岸部のコンビナート施設への被害が危惧されているため、高引火点引火性液体の着火危険性については今後の防災対策において重要な意味を持っている。

1.2 既往研究

関澤 愛、「東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察」^{註3)}
(消防科学と防災 No.108、2012 年)

- ・ 論文内容

東日本大震災における地震火災の際立った特徴を示す津波に起因する火災を、従来からある地震に起因する火災とは分けて、その特徴に触れるとともに、その発生・拡大メカニズムについて模型実験を用いて検証を行った。

- ・ 実験条件

木材瓦礫に見立てたまき材を、海水 10 リットルと A 重油 5 リットルを入れたオイル皿(80cm 角皿)に 20 分間浸した後、小火源(Ø5cm のヘプタン小皿)を木材瓦礫内に挿入し点火。

- ・ 測定項目

海水 10 リットルと A 重油 5 リットルに浸した木材瓦礫に点火後、油層に着火、燃焼継続するかどうか目視観測を行う。

・実験結果

ヘプタン小皿への点火の直後から、木材はパチパチという音を立てながら着火し、燃焼を始めた。その後、はじめは木材瓦礫自体の燃焼が継続し、次第に成長していく。次に、数分後に木材瓦礫の下部にある重油表面が火炎からの輻射熱によって熱せられ揮発が盛んになって、やがて引火点を超えて油自身が着火し燃焼を始めるようになった。この段階に至ると、木材瓦礫と一緒に油の液面自身も燃焼するので、燃焼の勢いが格段に増す状態になった。さらに、この油面の燃焼が始まると、木材瓦礫火炎からその周辺の油層表面への輻射熱による液面温度上昇に伴う蒸発が順次促進され、約 7 分後には見る見るうちに周辺の液面に青白い炎が現れて燃焼し始め、それが油面火災として短時間に伝搬していく様子が観測された。

以上より、水面上に浮遊した木材瓦礫が A 重油を含んだ状態の場合に灯芯燃焼に至ることが明らかにされた。

鈴木 秀和、西野 智研、土橋 常登、

「重油に瓦礫が浮遊する津波火災の燃焼実験（その 1）実験条件と結果の概要」

註4）（日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013年8月）

・論文内容

石油膜（A重油）に覆われた海水に瓦礫が浮遊している状態を模擬した燃焼実験を行い、津波火災の発熱性状を測定し、その予測可能性を示すことを目的とする。

・実験条件

浮遊する瓦礫として杉材とビーズ法ポリスチレンフォーム（発泡スチロール、または EPS）を使用。厚さ 2mm の鉄板の容器の内側に、厚さ 12.5mm のケイ酸カルシウム板を張り合わせ、内寸の一边を 600mm、高さを 200mm としたプールを使用。また、容器の外装はセラミックブランケットで覆い、下に厚さ 25mm のセラミックボードを敷いて床に設置。プールには、36L の水を底面から 100mm の深さまで投入し、その上から密度 814kg/m³ の A 重油を 3.6L 注ぐことで A 重油が厚さ 10mm で浮かぶ状態を再現した。瓦礫を模擬した固定燃料については、構成、配置の二要素を変化させて液面に浮遊させることとし、これらの組み合わせからなる全 6 条件のもとで燃焼実験を行った。

- ・測定項目

発熱速度を酸素消費法により 1 秒間隔で算出。また、固体燃料に点火後、鎮火に至るまでの流れを①隣接する固体燃料間で延焼が始まる（個体間延焼）、②重油に引火する（重油引火）、③火災が全体的な燃焼に移行する（全体的燃焼）、④火災が衰え始める（減衰）、⑤鎮火する（鎮火）というシナリオで定義し、各時間を測定。

- ・実験結果

杉材の場合、長時間燃焼し続けるが燃焼速度の最大値は小さい。ビーズ法ポリスチレンフォーム（発泡スチロール、または EPS）の場合、燃焼時間が短い。杉材とビーズ法ポリスチレンフォーム（発泡スチロール、または EPS）が混在する場合、発熱速度は最大の値となる。

全 6 条件のもとで燃焼実験が行われたが、いずれも燃焼拡大に至っていることから海面上に浮遊した瓦礫が A 重油を吸収して灯芯燃焼に至ることが明らかにされた。

崎山 剛典、岩田 雄策、「海上に流出した油の着火性についての研究」^{註5)}

(日本火災学会研究発表会、2015年)

・論文内容

試料(原油(イラニアンヘビー、アラビアンライト相当)、A重油、ガソリンの4種類)が海上に流出した場合を想定し、風及び波が燃焼点及び蒸発量の変化にどのように影響するか検討した。

・実験条件

試験容器はステンレス製カップ(内径90mm、高さ110mm)。試料油の油厚を2mmと10mm、フリーボード厚10mm、模擬海水(密度1.034g/cm³)の水温を15℃と25℃、風速を3.0±0.1m/min、波による攪拌を200rpm(revolution per minute:1分間の回転数)と設定し、風有攪拌有、風有攪拌無、風無攪拌有、風無攪拌無の4条件で、保持時間を0分、10分、30分、60分、90分、120分で実験を行った。

・測定項目

実験操作終了後に試料油と模擬海水の混合試料を採取し、クリーブランド開放式引火点試験器で引火点、燃焼点、蒸発量を測定した。

・実験結果

燃焼点は油厚が薄くなればなるほど高く（燃焼しにくい）、油厚減少量と燃焼点の上昇には関連性がある。水の沸騰により、100℃以上に加熱することが出来なくなり、A 重油は燃焼点が測定不可となった。試料油層下部の模擬海水の液温が低温である方が燃焼点は常温より 10℃～20℃低くなった。風、波による攪拌があることで蒸発量が多くなる。経時変化により燃焼点上昇に寄与する要因は、攪拌、風よりも油厚の影響が大きい。

以上より、風や波による攪拌がある場合には試料油の油厚が薄くなり高引火点引火性液体である A 重油は燃焼に至る可能性が低いことが明らかにされた。

1.3 研究目的

重油等の高引火点の引火性液体が水面上に流出した場合における既往研究より、水面上に浮遊した木材瓦礫が高引火点引火性液体を含んだ状態の場合に灯芯燃焼に至ること^{註3)}、^{註4)}、風や波による攪拌がある場合には油厚が薄くなり高引火点の引火性液体は燃焼に至る可能性が低いこと^{註5)}が示された。

しかし、既往研究では、着火拡大の条件について定量的に示されるには至っていない。そこで、本研究では、水面上に流出した高引火点引火性液体が、どの程度着火し易いのかを定量的に明らかにすることを目的とする。着火難易を定量的に明らかにするために、独自の評価手法を考案し、考案した評価手法で水面上に流出した高引火点引火性液体の着火難易が評価可能かどうか検証実験を通して判断する。

第2章 引火性液体について

2.1 定義

引火性液体は、消防法では、引火点が 250℃以下の引火性の液体（動植物油を除く）と定義され、国土交通省令 危険物船舶運送及び貯蔵規則では、61℃以下の引火性の液体と定義されている。また、危険物の規制に関する政令（危政令）において、引火性液体とは、引火点測定器で引火点を測定する試験（引火点測定試験）において引火点を有する液体のことであると定められている。

上記のように引火性液体の定義は複数存在するが、本研究では、表 2.1 に示す消防法別表第一の第四類危険物の品名欄に掲げる物品で、引火性液体の性質を有するものを引火性液体と定義する。

表 2.1 消防法別表第一

類別	性質	品名
第1類	酸化性固体	塩素酸塩類 過塩素酸塩類 無機過酸化物 亜塩素酸塩類 臭素酸塩類 重クロム酸塩類など
第2類	可燃性固体	硫化りん 赤りん 硫黄など
第3類	自然発火性物質及び禁水性物質	カリウム ナトリウム 黄りん アルカリ金属 アルカリ土類金属など
第4類	引火性液体	特殊引火物 第一石油類 アルコール類 第二石油類 第三石油類 第四石油類 動植物油類
第5類	自己反応性物質	有機過酸化物 ニトロ化合物 ジアゾ化合物など
第6類	酸化性液体	過塩素酸 過酸化水素 硝酸など

また、本研究では、引火点が常温（20℃）より高温の引火性液体を高引火点引火性液体であると定義する。表 2.1.1 に引火点の一例表を示す。表 2.1.1 において、本研究では、灯油、軽油、重油が常温（20℃）より引火点が高いため高引火点引火性液体であると定義する。

表 2.1.1 引火点一例表

物質	℃
ガソリン	-43 以下
石油ベンジン	-40 以下
灯油	40～60
軽油	50～70
重油	60～100

引用文献 理科年表 2015 平成 27 年 第 88 冊 国立天文台編 丸善出版

2.2 分類と性質

第四類危険物の引火性液体は危険な順に特殊引火物、第一石油類、アルコール類、第二石油類、第三石油類、第四石油類、動植物油類の7種類に分類される。分類された品名によって危険性が異なるため、保管できる指定数量に制限があり、保管容器に求められる安全性にも差異がある。分類された各品名の性質を以下に示す。

①引火性液体に共通する性質

- ・いずれも引火性の液体であり、液体の蒸気が空気と混合物を形成し、火源による引火又は爆発の危険がある。
- ・蒸気比重が1より大きい（空気より重い）ため、蒸気が低所に滞留し、離れた場所（特に風下側）にある火源により引火する危険性がある。
- ・液比重が1より小さく（水より軽い）、水には溶けない（非水溶性）のものが多いため、液体が水面上に流出した場合は水面上に薄く広がり、液表面積が大きくなり、火災となった場合には、火災範囲が非常に大きくなり延焼拡大の危険性がある。
- ・霧状となって浮遊する場合は、空気との接触面積が広くなり危険性が増大する。
- ・電気の不良導体である（静電気が蓄積されやすい）。

②特殊引火物の性質

- ・1気圧で発火点が100℃以下、又は引火点が-20℃以下で沸点が40℃以下のもの。
- ・発火点が最も低い（90℃）二硫化炭素、沸点が最も低い（20℃）アセトアルデヒド、引火点が最も低い（-45℃）ジエチルエーテルが特殊引火物に分類されるため第四類危険物の中で最も危険性が高い。

③第一石油類の性質

- ・1気圧で引火点が21℃未満のもの。
- ・特有の臭気がある。

④アルコール類の性質

- ・1分子を構成する炭素数3以下の飽和1価アルコール（飽和とは、単結合のみのものであり、一価とはヒドロキシル基-OHが1個）。
- ・炎の色が見えにくい（メチルアルコール、エチルアルコール）。

⑤第二石油類の性質

- ・1気圧で引火点が21℃以上70℃未満のもの。
- ・流動したときに静電気を発生しやすい。

⑥第三石油類の性質

- ・1気圧、温度20℃で液体であって引火点が70℃以上200℃未満のもの。
- ・常温では引火しづらいが一度着火すると燃焼温度が高いため消火が困難。

⑦第四石油類の性質

- ・1気圧、温度20℃で液体であって引火点が200℃以上250℃未満のもの。
- ・揮発性がほとんどないため、加熱しなければ引火しにくい。
- ・発熱量が多く消火が困難、消火時に水をかけると水蒸気爆発の危険性がある。

⑧動植物油類の性質

- ・動植物から抽出したものであり1気圧で引火点が250℃未満のもの。
- ・自然発火性の危険あり。

第四類危険物の引火性液体に該当する物品例、備考(判定基準)、性質についてまとめたものを表2.2に示す。

表 2.2 第四類危険物である引火性液体の品名、物品例、備考(判定基準)、性質

種別	品名	品名に該当する物品例	備考(判定基準)	性質
引火性液体	特殊引火物	ジエチルエーテル	1気圧で発火点が100℃以下、又は引火点が-20℃以下で沸点が40℃以下のもの	特殊引火物
		二硫化炭素		
		アセトアルデヒド		
		酸化プロピレン		
	第一石油類	ガソリン	1気圧で引火点が21℃未満のもの	第一石油類 (非水溶性)
		ベンゼン		
		トルエン		
		酢酸エチル		第一石油類 (水溶性)
		アセトン		
		ピリジン		
	メチルアルコール	1分子を構成する炭素数3以下の飽和1価アルコール	アルコール類	
	エチルアルコール			
	n-プロピルアルコール			
	イソプロピルアルコール			
	第二石油類	灯油	1気圧で引火点が21℃以上70℃未満のもの	第二石油類 (非水溶性)
		軽油		
		キシレン		
		酢酸		第二石油類 (水溶性)
		プロピオン酸		
		アクリル酸		
	重油	1気圧、温度20℃で液体であって引火点が70℃以上200℃未満のもの	第三石油類 (非水溶性)	
	アニリン			
	ニトロベンゼン			
	エチレングリコール		第三石油類 (水溶性)	
グリセリン				
ギヤー油	1気圧、温度20℃で液体であって引火点が200℃以上250℃未満のもの	第四石油類		
シリンダー油				
タービン油				
動植物油類	ヤシ油	動植物から抽出したものであり1気圧で引火点が250℃未満のもの	動植物油類	
	パーム油			
	オリーブ油			

物質の危険性は、その物質の物理的・化学的性質を知り、物性の数値の大小によって危険性を比較判断することができる。ここで、引火性液体に関して大きいほど危険な因子、小さいほど危険な因子についてまとめ、以下に示す。

・大きいほど危険な因子

①燃焼範囲(爆発範囲)

可燃性混合気(可燃性気体と空気)の燃焼下限界と上限界の間のこと、燃焼範囲(爆発範囲)が大きい(広い)ほど燃焼の可能性が高くなり危険である。

②蒸気圧

ある温度で固体または液体と平衡状態にあるその物質の気体の圧力のこと、温度の上昇と共に大きくなる。

③燃焼速度(火炎伝播速度)

可燃性混合気(可燃性気体と空気)中を伝わる火炎の速度。

④燃焼熱

燃焼反応に伴う反応熱であり、燃焼熱が大きいものほど熱エネルギー放出量が多いため、周囲の温度上昇を促し、燃焼継続、拡大しやすい。

・小さいほど危険な因子

①燃焼範囲(爆発範囲)の燃焼下限界

可燃性混合気(可燃性気体と空気)の燃焼下限界が小さいという事は、濃度が薄い状態から燃焼(爆発)が始まる危険性が高いことになる。

②最小着火エネルギー

可燃性混合気(可燃性気体と空気)を着火させるために与えるエネルギーの最小値のことであり、可燃性混合気の濃度が火災・爆発を引き起こす濃度に達していた場合、火源が可燃性物質の最小着火エネルギーより大きいと可燃性混合気の着火が起こり、火災・爆発の原因となる。

③電気伝導度(電気伝導率、導電率)

物質の電気伝導のしやすさを表す物性値であり、この値が小さいものは静電気が帯電しやすく、火花放電を起こす機会が多くなり、危険性が高い。

④沸点

沸点が低いものは低い温度から可燃性蒸気を放出するので、引火点も低いものが多く、危険性が高い。

⑤比熱

1gあたりの物質の温度を1℃上げるのに必要な熱量のことであり、比熱の小さいものほど少ない熱量で温度が上昇し、引火点に達する危険性がある。

2.3 燃焼特性

引火性液体の燃焼は、液体そのものが燃焼しているのではなく、液体表面から蒸発した可燃性蒸気と空気との混合物(可燃性混合気)の燃焼である(蒸発燃焼)。しかし、この混合物は可燃性蒸気の混合割合が多すぎても、少なすぎても燃焼せず、一定の混合割合にある場合にのみ燃焼する。この可燃性蒸気の含有率が最小のものを燃焼下限界、最大のものを燃焼上限界、その間を燃焼範囲(爆発範囲)という。燃焼範囲は引火性液体の種類によって異なる。燃焼範囲(爆発範囲)が大きい(広い)ほど燃焼の可能性が高くなる。

また、図 2.3 に引火性液体の燃料表面における熱と質量の移行を示す。液体表面からの質量流速 \dot{m}'' は、

$$\dot{m}'' = \frac{\dot{Q}''_F - \dot{Q}''_L}{L_V} \quad (\text{g/m}^2 \cdot \text{s})$$

と表すことが出来る。

ここで、 \dot{Q}''_F は、火炎から液体表面への熱流束であり、伝導 (conduction)、対流 (convection)、放射 (radiation) の 3 つの和で表すことができる。

$$\dot{Q}''_F = \dot{Q}''_{\text{conduction}} + \dot{Q}''_{\text{convection}} + \dot{Q}''_{\text{radiation}} \quad (\text{kW/m}^2)$$

以下に火炎から液体表面への熱流束である伝導 (conduction)、対流 (convection)、放射 (radiation) の 3 つの式をそれぞれ示す。

$$\dot{Q}''_{\text{conduction}} = k_1 \pi D (T_F - T_l) \quad (\text{kW/m}^2)$$

ここで、 T_F と T_l はそれぞれ火炎と液体の温度、 k_1 は熱伝達条件を組み込んだ定数であり、 D はタンク直径 (m) である。

$$\dot{Q}''_{\text{convection}} = k_2 \frac{\pi D^2}{4} (T_F - T_l) \quad (\text{kW/m}^2)$$

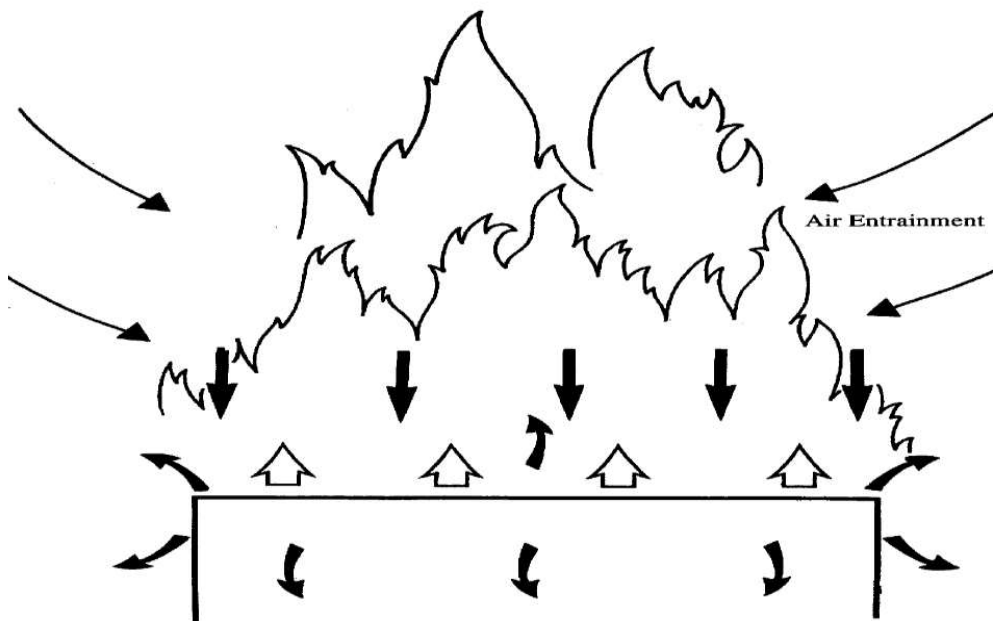
ここで、 k_2 は、対流熱伝達係数である。

$$\dot{Q}''_{\text{radiation}} = k_3 \frac{\pi D^2}{4} (T_F^4 - T_l^4) (1 - \exp(-k_4 D)) \quad (\text{kW/m}^2)$$

ここで、 k_3 は、火炎から燃料表面への熱伝達のための構成要素と Stefan-Boltzmann 定数 (σ) を含んでいる、一方、 $(1 - \exp(-k_4 D))$ は火炎の有効放射率である。

\dot{Q}''_L は、燃料表面からの熱流束として表される熱損失であり、液体表面から液中への熱損失、液面から容器縁への熱損失、液面から上空への熱損失がある。

L_V は、揮発成分 (分解ガス) を生み出すための必要となる熱量で、この熱量は液体の場合、単純には蒸発時の潜熱である。



\dot{m}'' : 液体表面からの質量流速 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

\dot{Q}''_F : 火炎から液体表面への熱流束 (kW/m^2)

\dot{Q}''_L : 熱損失 (kW/m^2)

図 2.3 燃料表面における熱と質量の移行図^{註6)}

第3章 評価手法の検討

既往研究において、「東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察」^{註3)}は灯心燃焼、「重油に瓦礫が浮遊する津波火災の燃焼実験（その1）実験条件と結果の概要」^{註4)}は毛細管現象を利用した灯心燃焼、「海上に流出した油の着火性についての研究」^{註5)}は風波による影響を考慮した研究を行い、液面燃焼に至る事実は判明した。

しかし、高引火点の引火性液体の着火条件に統一性がないため、定量的に比較して評価することが困難である。そこで、前述の研究における風波の影響を除き、単純な幾何学的配置での、着火危険性の評価手法を検討した。灯油など常温より引火点の高い液体表面での火炎伝播が液温と引火点に依存することが知られている^{註7)}ことに着目し、点火源によって温められた高引火点の引火性液体が液面燃焼に至るかどうかを調べる方法である。

本研究では、中心の点火源によって、周囲の高引火点引火性液体が温められ、引火点に達し、着火するか否かを検証するための実験装置を考案した。

また、着火条件の評価は、「中心の点火源の大きさ」の変化が「着火に至るまでの時間」に与える影響を考えた。

第4章 実験

4.1 実験目的

既往研究より、水面上に浮遊した木材瓦礫が高引火点引火性液体を含んだ状態の場合に灯芯燃焼に至ること^{註3)}、^{註4)}、風や波による攪拌がある場合には油厚が薄くなり高引火点引火性液体は燃焼に至る可能性が低くなること^{註5)}が明らかにされた。

しかし、着火条件について定量的に示されることには至っていない。そこで、本実験では、第3章の評価手法を用いて高引火点引火性液体の着火危険性が定量的に評価可能かどうか検証を行うことを目的とする。

また、本実験において高引火点引火性液体として、軽油を使用した。使用理由としては、引火点が適当であり、入手が容易であるためである。

4.2 実験装置概要

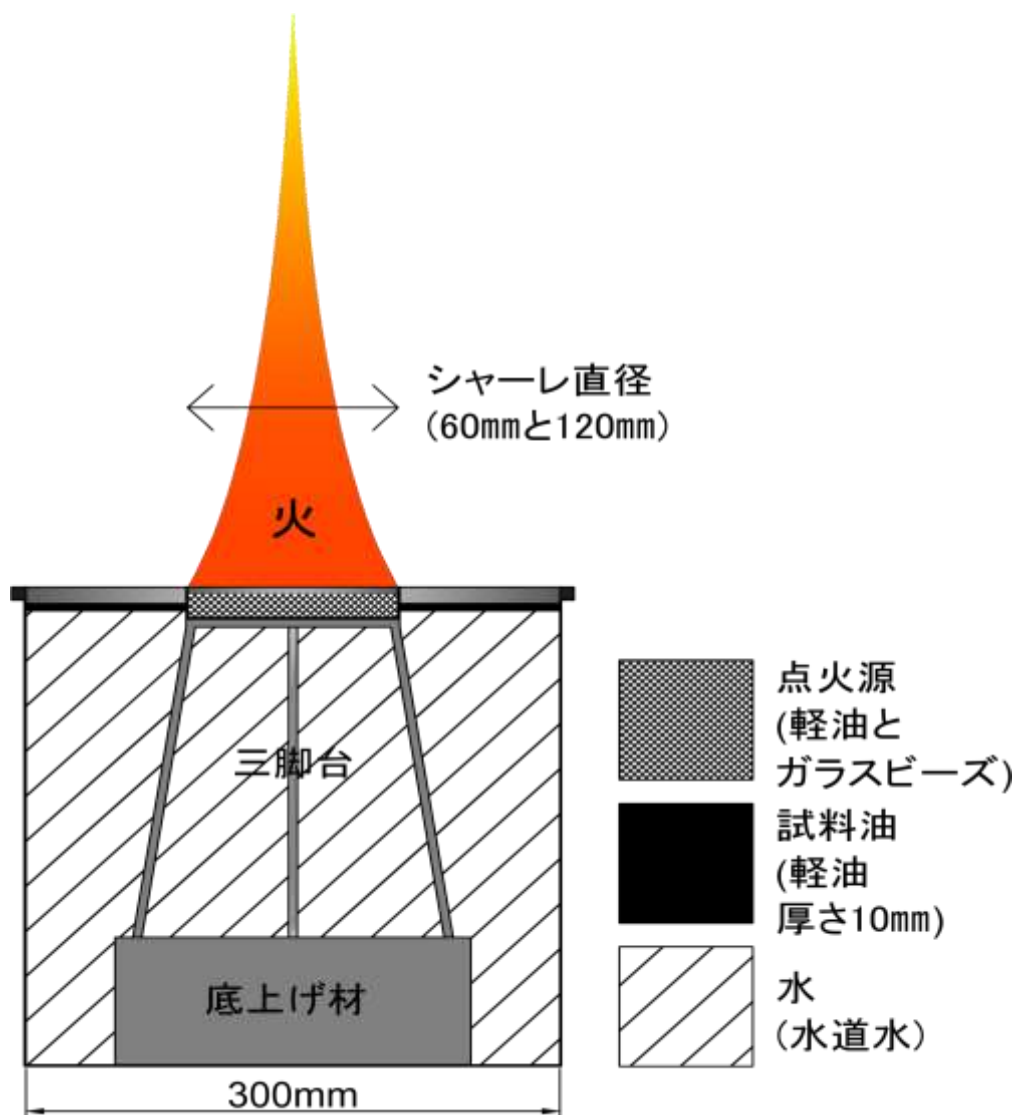


図 4.2 実験装置断面図

※点火源にガラスビーズを使用した。理由としては、毛細管現象を利用して、高引火点の軽油に着火し易くするためである。

4.3 実験方法・手順

- ①試料油（軽油）の油厚が 10mm で、フリーボード厚（液面から容器の縁までの高さ）が 10mm となるよう水および試料油（軽油）を順に寸胴鍋（内径 300mm、高さ 300mm）に投入する。

- ②ステンレスシャーレ（点火源）に軽油とガラスビーズを投入する。

- ③試料油、点火源、水層の初期温度を測定する。

- ④点火源（軽油）にチャッカマンを用いて着火する。

- ⑤試料油（軽油）に着火するかどうか目視で観測する。

- ⑥試料油（軽油）に着火した場合、着火に至るまでの時間をストップウォッチで計測する。
試料油（軽油）に着火しなかった場合、試料油（軽油）の表面温度を測定する。

- ⑦試料油、点火源の油が燃え尽きるまで待つか、消火する。

4.4 使用材料・機材一覧

ステンレス製寸胴鍋(内径 300mm×深さ 300mm)、ステンレスシャーレ(直径 60mm×高さ 20mm、直径 120mm×高さ 20mm)、三脚台(径 120mm×高さ 200mm)、三脚台金網(120mm×120mm)、石材(底上げ材 200mm×200mm×80mm)、チャッカマン、ガラスビーズ、軽油、水道水、メスシリンダー、灯油ポンプ、メジャー、ストップウォッチ、温度計、ビデオカメラ(三脚付き)、消火器、耐火手袋。

4.5 実験写真



写真1 1回目 120mm 着火前



写真2 1回目 120mm 点火源着火



写真3 1回目 120mm 試料油に引火



写真4 2回目 120mm 着火前



写真5 2回目 120mm 点火源に着火



写真6 2回目 120mm 試料油に引火



写真7 3回目 120mm 着火前



写真8 3回目 120mm 点火源に着火



写真9 3回目 120mm 試料油に引火



写真 10 60mm 着火前



写真 11 60mm 点火源に着火



写真 12 60mm 試料油に引火せず、点火源鎮火

4.6 実験結果・考察

・シャーレ直径 120mm

表 4.6.1 シャーレ直径 120mm における実験結果表

回数	着火時間	試料油表面温度	初期水層温度
1 回目	5 分 35 秒	56℃	13.5℃
2 回目	3 分 11 秒	67℃	21.1℃
3 回目	2 分 51 秒	86.4℃	14.4℃

※2 回目の実験では、着火時間が 1 回目と比較して短くなった。実験装置である寸胴鍋の冷却が上手くいかず、初期水層温度が高くなったことが原因であると考えられる。また、3 回目の実験では、実験中にシャーレが中心から移動して、容器の縁に接近し、均一に試料油が温められなかった。

・シャーレ直径 60mm

表 4.6.2 シャーレ直径 60mm における実験結果表

回数	着火時間	試料油表面温度	初期水層温度
1 回目	8 分 34 秒	36℃	16.6℃

※シャーレ直径 60mm は点火源の軽油が燃え尽き、試料油に引火しなかった。

第5章 総括

検証実験により、今回提案の方法で、高引火点引火性液体の着火危険性の評価が可能である見通しがついた。具体的に点火源が120mmの場合は、着火すれば全て拡大し、60mmの場合は、拡大しなかった。点火源の大きさに影響を受けることがわかり、点火源の大きさで評価が可能であると言える。

点火源として使用した軽油とガラスビーズに安定して着火することが困難であった。そのため、実験結果にばらつきが出た。軽油の量、ガラスビーズの量を規定するなどして安定かつ容易に着火する方法を検討する必要がある。

今後は、さらに評価手法の改良を行うとともに、本評価手法を用いて液温、油の組成、油層の厚さが着火性に与える影響を調べることを行いたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた辻本研究室 辻本誠 教授、国際火災科学研究科 松原美之 教授に感謝致します。また、実験の実施に際しては、国際火災科学研究科 松山賢 教授、研究推進機構 総合研究院 沖永誠治氏、松原研究室の藤崎登氏の協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

脚註

註 1) 岩澤 昭一 他、「海上に流出した原油の時間経過に伴う諸特性について」、
消防科学研究所報 37 号、2000 年

註 2) 新井 雅隆、斉藤 孝三、R.A.Altenkrich、
「水面に浮遊した原油上の火炎伝播」、石油学会誌 Vol.33, No.6、1990 年

註 3) 関澤 愛、「東日本大震災における火災の全体像と津波起因火災の考察」、
消防科学と防災 No.108、2012 年

註 4) 鈴木 秀和、西野 智研、土橋 常登、
「重油に瓦礫が浮遊する津波火災の燃焼実験（その 1）実験条件と結果の
概要」、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、2013 年 8 月

註 5) 崎山 剛典、岩田 雄策、「海上に流出した油の着火性についての研究」、
日本火災学会研究発表会、2015 年

註 6) Dougal Drysdale、「An Introduction to FIRE DYNAMICS Third Edition」、
2011 年

註 7) 古積博、「灯油及び原油表面上での火炎伝播」、
安全工学研究発表会、1990 年

参考文献

- 1) 日本危険物倉庫協会 HP
<http://www.kisokyo.com/dangerous/>

- 2) 危険物保安技術協会、Safety&Tomorrow No.135、2011年1月
<http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/magazine.html>

- 3) Dougal Drysdale、「An Introduction to FIRE DYNAMICS Third Edition」、
2011年

- 4) 理科年表 2015 平成 27年 第 88 冊 国立天文台編 丸善出版