

消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2011 No. 18

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防科学研究所

目 次

【業務実績】

○札幌市消防科学研究所の業務体系・・・・・・・・・・・・・・・・	1
○札幌市消防科学研究所の業務について・・・・・・・・・・・・	2

【研究・開発】

○既存訓練施設を活用した訓練研究設備の開発について・・・・・・・・	10
○新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について（その2）・・・・・・・・	20
○新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その3）・・・・・・・・	32
○小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験・・・・・・・・	41
○火災現場における熱傷受傷に関する検証実験について・・・・・・・・	53
○天ぶら油の過熱発火再現装置の試作検討について・・・・・・・・	63

【情報提供】

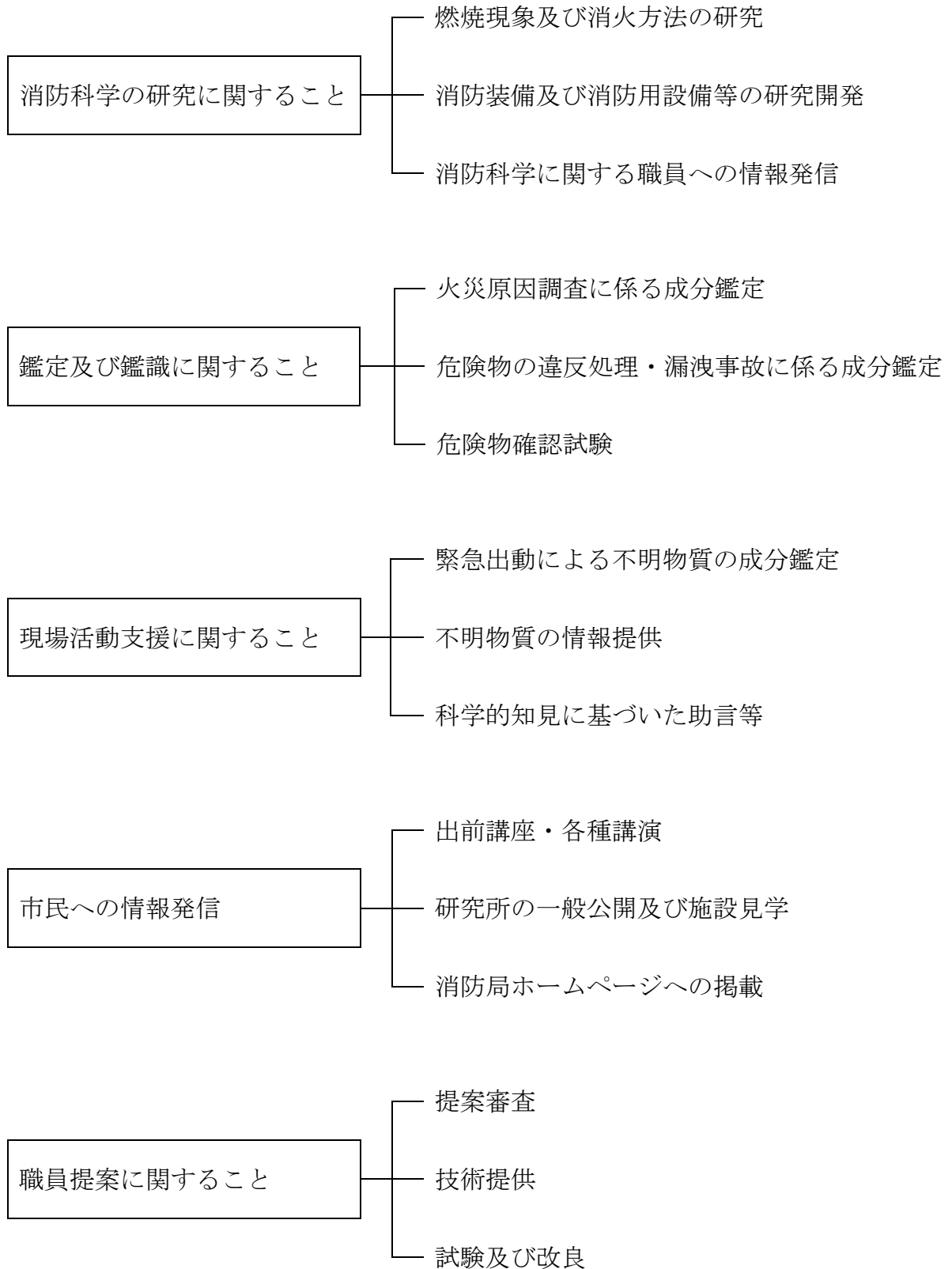
○共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価・・・・・・・・	67
○異臭が発生した現場における活動支援について・・・・・・・・・・・・	74
○平成23年度職員提案制度における秀賞受賞作品について・・・・・・・・	76

【研究実績】

○研究実績表（平成5年度～平成23年度）・・・・・・・・・・・・・・・・	83
--------------------------------------	----

業務実績

札幌市消防科学研究所の業務体系



札幌市消防科学研究所の業務について

業務実績表（平成23年度）

（単位：件）

研究・開発				実験・成分鑑定等			職員提案	広報活動と情報発信				その他		
法の研究	火災防ぎよ活動時における有効な危険回避方法の研究	送風など新たな消防装備に関する研究	新型消火剤やブローアー送風など新たな消防装備に関する評価	灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価	市民啓発用火災再現実験セットの企画開発	燃焼・消火等の実験	成分鑑定	現場活動支援	提案審査	外部講義・出前講座等	施設見学等	報道取材	所報等の発行	消防学校初任・専科教育等
2 ※1	2 ※1	1 ※1	1 ※1	96 ※2	306	3 ※3	15 ※4	24 (834)	22 (637)	4	2	37 (755)		

（ ）内は、対象者の人数である。

業務実績の概要について、※1は表1、※2は表2、※3は表3、※4は表4—1、表4—2のとおり

1 はじめに

札幌市消防科学研究所では、「札幌市消防局消防科学研究所事務処理要綱」に基づき、各種研究業務をはじめ、燃焼実験、成分鑑定、職員提案の支援及び危険物確認試験などの業務のほか、災害現場への緊急出動体制を確保し、不明物質の迅速な分析などの現場活動支援を実施している。

2 研究業務

数年に渡るテーマや年度ごとに策定したテーマについて、研究を行っている。

3 燃焼実験

市民が安全に安心して暮らせるために、必要な燃焼実験を実施しているほか、「札幌市火災調査規程」に基づき、依頼のあった火災原因究明のための再現実験、或いは特異な燃焼現象の解明のための実験を行っている。

4 成分鑑定

「札幌市火災調査規程」に基づき、依頼のあった火災原因究明のための成分鑑定、或いは災害現場や事業所などから収去した不明物質などの成分鑑定を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立てている。

5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」及び「危険物の試験及び性状に関する省令」で定められている試験方法に従って、物品が消防法に定められている危険物の性状を有しているか否かの確認試験を行っている。

6 現場活動支援

平成18年5月から、緊急車両を配置し、災害現場における危険物質の分析や科学的知識・知見に基づく助言などの支援を行っている。

また、消防科学研究所で運用している自動濃縮装置付ガスクロマトグラフ質量分析装置を活用し、有毒気体物質を迅速に分析するため、気体サンプル捕集容器（キャニスター）を特別高度救助隊1隊と高度救助隊2隊の計3隊及び予防部予防課調査係に配置し、更なる支援体制及び現場との連携強化を図っている。

7 職員提案支援

「札幌市消防職員の提案に関する要綱」に基づく職員提案について、技術的な支援や協力などを行っている。

8 日常生活に潜む危険性の広報

出前講座、消防科学研究所の一般公開、施設見学などにおける実験展示、或いは火災再現映像を作成し、消防局ホームページへの掲載、報道機関への提供を通して、市民に対し、電気火災やスプレーガスの爆発等、日常生活に潜む火災などの危険性と発生メカニズムについて広報している。

9 消防科学に関する情報発信

研究結果の学会などへの発表、消防科学研究所報やF S L情報の発行を通じ、科学的な知識や知見に関する情報を適宜発信している。

表1 研究一覧表

研究・開発名	概要	期間
<p>火災防ぎょ活動時における有効な危険回避方法の研究</p>	<p>本市では、積雪寒冷地という地域特性から、一般住宅も高断熱・高气密化が進み、火災時においては耐火建物と同じような燃焼状況を呈し、現場到着時、室内に濃煙や熱気が充満した状態となっている火災現場が多く見受けられるようになってきた。</p> <p>このような火災現場では、進入や退避の是非の判断や、フラッシュオーバー及びバックドラフトの発生危険など、火災進展状況の把握とその対応が困難であり、また、火災防ぎょ活動中に、不意な開口部からの空気流入などにより、急激な燃焼変化で高温熱気や火炎が発生するなど、消火活動時の危険性が著しく高い。</p> <p>このため、各消防署や現場を所管する警防部から、実際の火災環境を再現した中で訓練を行いたいとの要望があることから、消防科学研究所の知識と技術を活かし、訓練本塔施設など、既存施設を利用して、一酸化炭素や煙を出さずに高温の熱気や水蒸気を発生させる装置を提案し、火災現場に近い高熱高湿環境下で安全に訓練ができる施設を整備した。</p> <p>また、7月に一般住宅で発生した特異な火災において、消火活動中の隊員が手に熱傷を負う事故が発生したことから、事故の再発を防ぐため検証実験を行い、その受傷メカニズムを解明するとともに、現場用手袋使用時の注意点や対策について検討した結果、現場用手袋が濡れると熱傷の危険性が高くなり、一般的な火災でも十分熱傷受傷事故が発生する可能性があることが分かった。</p>	<p>平成23年度</p>

<p>新型消火剤やブローア送風など新たな消防装備などに関する研究</p>	<p>新型消火剤やブローアによる陽圧換気（P P V、Positive Pressure Ventilation）・陽圧防煙（P P P、Positive Pressure Protection）など、火災防ぎよに係る消火剤や消防装備等が整備されてきたところであるが、現在のところ通常の建物火災において明確な戦術として確立されていない状況にある。</p> <p>陽圧換気・陽圧防煙については、平成20年度に事前の検証として予備燃焼実験を行い、平成22年度には中高層建物について、ブローア送風により階段室が陽圧になったとき、各階ドアにかかる風圧や部屋と階段室の差圧について検証実験を行い、今後の現場活動への活用に向けての基礎データを得た。</p> <p>新型消火剤は、これまで消火活動に使用してきた水にクラスA泡消火剤（以下、消火剤という。）を0.1 %から1 %混合して使用することにより、水の表面張力を著しく低下させ、燃焼物に対する浸透性及び付着性を向上させて、消火効果を高めるものである。</p> <p>当局においても、より少ない水量で火災を迅速・確実に消火し、火災による直接的被害のみならず、水損害や環境負荷といった被害の低減を図るため、消火剤を導入することとなり、平成20年度から22年度までは、小規模区画内において木材クリブを用いた消火実験により、燃焼抑制効果について水との比較検証を行い、消火剤の浸透性と燃焼抑制効果の高さを確認した。</p> <p>平成23年度については、積雪寒冷地という本市の地域特性を考慮して、気温が消火剤の消火能力に与える影響の有無について検証するために、秋季から冬季にかけて小型クリブを用いて火災をモデル化した消火実験を行ったが、冬季間の低温においても消火能力の低下は認められなかった。</p> <p>また、平成21年度に消火剤を選定するため、</p>	<p>平成20 ～23年度</p>
--------------------------------------	---	-----------------------

	<p>一般に流通していた3種類の消火剤について、耐凍結性に関する試験評価を実施し、現在導入している消火剤を選定したが、当時、試験評価を行っていなかった1種類の消火剤についても、耐凍結性に関する試験評価を行ったところ、実用上、差は見られなかった。</p>	
<p>灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価</p>	<p>消防法第14条の3の2に規定する製造所等の定期点検のうち、地盤面下に埋設された配管（以下「地下埋設配管」という。）を有するものについては、危険物の規制に関する規則第62条の5の3の規定により、地下埋設配管の漏れの点検を行わなければならないが、危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示により、ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法又はその他の方法のいずれかにより点検する必要がある。</p> <p>この地下埋設配管のうち、暖房用など燃料の灯油を貯蔵する地下貯蔵タンクに接続されるものの一部においては、外径8mm又は外径10mmの銅管など、鋼管製配管よりも口径の小さい配管を使用している施設がある。</p> <p>これら施設の適切な漏れの点検について、当局と点検実施事業者の間において、微加圧法及び微減圧法を実施する上で、配管からの灯油の抜取りが適切に実施されているかなど、点検方法に係る疑義が生じていたこと、また、現況の点検については点検実施事業者の経験と手法に委ねられていることから、点検実施に係る適切な点検準備方法について検討し、併せて、点検及び点検後の施設復旧を容易に実施するための配管構造（法第10条第4項に規定される技術上の基準に規定されていない施設構造）についても検討し、行政指導事項として確立すべく評価実験した結果、一定の知見が得られた。</p>	<p>平成23年度</p>

<p>市民啓発用火災再現実験セットの企画開発</p>	<p>平成15年度から市民を対象に出前講座を開いており、平成19年度からは火災の再現実験を行いながら、「見てビックリ！実験でわかる家庭の火災危険」と題して、臨場感や迫力がある講義を実施し、市民から印象に残ったとの意見が多く寄せられ、好評価を得ていることから、火災の再現実験が市民に対する効果的な火災予防啓発手法のひとつであると考えられる。</p> <p>そこで、平成21年度に、日常生活に潜んでいる火災などの危険性を効果的にPRするため、持ち運びが便利で操作が容易な火災再現実験セットの開発を行い、平成22年度には、これら火災再現実験セットを各消防署の火災予防行事などで使用することを目的として、研究所で作製し、各署に配布した。</p> <p>平成23年度は、新たな火災再現実験セットとして、従来より各消防署からの要望が多い、天ぷら油の加熱発火の再現が可能な装置を試作検討し、発生する煙や臭いの処理方法に課題を残し、実用化できなかったが、発火用の油種については目途がついた。</p>	<p>平成21 ～23年度</p>
----------------------------	---	-----------------------

表2 燃焼・消火等の実験一覧表（平成23年度）

実 験 内 容	回数
既存訓練施設を活用した研究・訓練設備の開発に関する実験	31
現場用手袋装着時における熱傷受傷メカニズムと防止対策の実験	23
地下埋設灯油配管の漏洩検査に関する実験	9
新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性に関する実験	9
火災再現実験セット改良発案に関する実験	8
着衣着火に関する実験	2
その他の実験	14

表3 現場活動支援出動一覧表（平成23年度）

No	覚知日	発生区	指令種別	支援内容
1	7月15日	北区	火災出動	特異火災調査
2	1月4日	北区	危険排除出動	成分分析
3	1月18日	手稲区	危険排除出動	中和作業

表4-1 職員提案（秀賞）一覧表（平成23年度）

提案番号	提案名	提案内容	等級
484	クラスA消火剤を背負式放水器具（ジェットシューター）に投入して使用する提案	消火活動時、クラスA消火剤を背負式放水器具（ジェットシューター）に投入して使用した場合の利点について検証し提案した。	秀賞
485	ホース撤収時における車体保護カバーの作成	ホース回収装置を使用し、ホースを巻上げコンテナ式格納庫へ収納する際に、カップリングが車体に激しく接触することから、ウレタン製保護カバーを提案した。	秀賞
488	ポンプ操作技術実施マニュアルの策定	機関員技術確認に係る、事前研修項目「ポンプ操作技術」の実施マニュアルを写真入りで策定したので提案した。	秀賞
492	ジャックステイ検索の基線設定方法について	ジャックステイ検索時の基線の設定方法に関する改良について提案した。	秀賞
494	廃棄ホースを使用した子供用ダミーの作成	各種災害想定訓練において大人用ダミーのみを使用していることから、廃棄ホースを活用し子供用ダミーを作成した。	秀賞
497	Outlookの「予定表」を使ったスケジュールの情報共有について（事務処理提案）	イントラメール等で日常使用しているOutlookの「予定表」を用いて、局長、部（署）長、課長の日程等の情報共有を図るため提案した。	秀賞
498	夜間勤務票・特殊勤務従事票の様式変更による同様式裏面の活用について（事務処理提案）	夜間勤務票・特殊勤務従事票の様式を変更し、同様式裏面を時間外勤務・休日勤務票として活用するため提案した。	秀賞

表4-2 職員提案（努力賞）一覧表（平成23年度）

提案番号	提案名
486	車両表示版の作製（多重衝突事故車両に負傷者状況等を表示）
487	排ガス滞留防止具の作製（指揮車の排気管に取付け排気を上に逃がす装置）
489	車両積載地図用距離計測目盛付き拡大鏡
490	胸骨圧迫リズム音（胸骨圧迫リズム音を録音した市民救命講習用CDを作成）
491	高所潜水深度換算表（安全な高所潜水を行うための潜水深度換算表を作成）
493	カギ付梯子のコンパクト化（梯子を伸縮式にして建物内の搬送を容易にした）
495	水利台帳の有効利用について（事務効率を上げるための有効利用）
496	救急用携帯酸素ボンベ入れバックについて（小ボンベ専用バック）

表5 主な研究装置・機器一覧表（平成24年3月31日現在）

装置・機器名	数量	装置・機器名	数量
フーリエ変換赤外分光分析装置	1式	高温多点風速測定装置	1式
質量分析装置	1式	圧力測定器	1式
熱画像装置	1式	X線透過装置	1式
熱分析装置	1式	熱流束計	4台
ガスクロマトグラフ	1式	デジタルマイクロスコープ	1式
低温実験ユニット	1式	恒温恒湿ユニット	1式
燃焼試験装置	1式	ホルター心電計	4台
落球式打撃感度試験装置	1式	粉塵カウンター	2台
クリーブランド開放式自動引火点測定器	1台	温度計測器	6台
タグ密閉式自動引火点測定器	1台	風向風速計	2台
セタ密閉式自動引火点測定器	1台	騒音計	2台
B型（ブルックフィールド）粘度計	1台	分光蛍光光度計	1式
燃焼実験ユニット	1式	データレコーダ	1台
液体成分分析装置	1式	携帯型識別機能付ガス検知器	1台
蛍光X線分析装置	1式	/	
発火点測定器	1台		
カールフィッシャー水分測定器	1台		
圧力容器試験装置	1式		
多点式温度測定装置	1式		

研究・開発

既存訓練施設を活用した訓練・研究設備の開発について

火災防ぎょ活動時における有効な危険回避方法の研究

札幌市消防科学研究所 宮下典之
小島秀吉

1 はじめに

近年、積雪寒冷地という地域特性から、一般住宅の高気密・高断熱化が進み、火災時には耐火建物と同様に、室内が濃煙や高温熱気、可燃性ガスが充満した状態になっており、消火活動の危険性が著しく高くなっている。

すなわち、濃煙や高温熱気の中では、進入や退避の是非の判断や、フラッシュオーバー及びバックドラフトの発生危険など、火災の進展状況の把握と、その対応が困難であり、また、不意な窓など開口部からの空気流入などにより、急激な燃焼拡大が起こり高温熱気や火炎が発生し、消火活動中に熱傷を負う事故が発生している。

さらに、現場用防火服（以下、「防火服」という。）の性能向上により、火傷を負う直前まで危険な温度変化に気付かず、逆に熱傷受傷の危険性が高くなっている。

このように火災防ぎょ活動の困難性は増大しており、より一層の安全確保技術の向上、とりわけ濃煙熱気環境下での危機回避技術の確立が求められている。

ところが、危険な燃焼現象の予知や未然防止、さらには発生時の対応方法を見出すためには、従来から行われている、模型を使った実験や数値シミュレーションでは、消防隊員への直接的な影響や危険性を計り知るには限界があり、実際規模の火災を再現した環境下で研究を行う必要がある。

また、近年、大量退職に伴う職員の世代交代による若手職員の増加や、機械監視による火災件数の減少と共に建材の不燃化で消火活動時の放水時間も少なくなり、中堅職員も含めて現場職員の経験不足が懸念され、現場からは、実際の火災状況を再現できる訓練施設の実現が求められている。

しかしながら、火炎、濃煙、高温熱気を発生させ、実際の火災状況を再現する設備は、一般的に高額であり、加えて煙や臭気の排出には、近隣住民の生活環境に配慮した無害化の処理設備も要することから、将来の展望を踏まえた長期の施設整備計画が必要となる。

そこで今回、施設整備が実現するまでの間、訓練や実験を行うために、既存訓練施設を活用し、煙や一酸化炭素の発生を抑え、安全に実際の火災状況を再現できる訓練・研究設備を開発した。

2 改良施設の概要

既存の鉄筋コンクリート造訓練塔 1 階の一室に、高温の熱気及び水蒸気を発生させる設備装置を設け、高温高湿訓練室（以下、「訓練室」という。）に改良した。（写真 No. 1、2、図 1 参照）

なお、同室は木材等を燃やして、高温濃煙環境下での耐熱耐煙訓練を行う目的で、耐火レンガ等で補強されているが、煙や臭気の処理設備はなく、近年は周囲の宅地化が進み、近隣住民の生活環境に配慮することから、物を燃やして行う耐熱耐煙訓練の実施が困難な状態であった。

(1) 構造：鉄筋コンクリート造 室内壁面耐火レンガ積みモルタル塗り

(2) 規模：幅 2,700×奥行 4,500×高さ 2,800mm、床面積 12.15 m²、容積 34.0 m³



写真 No. 1 訓練塔訓練室
(前室から外観を撮影)

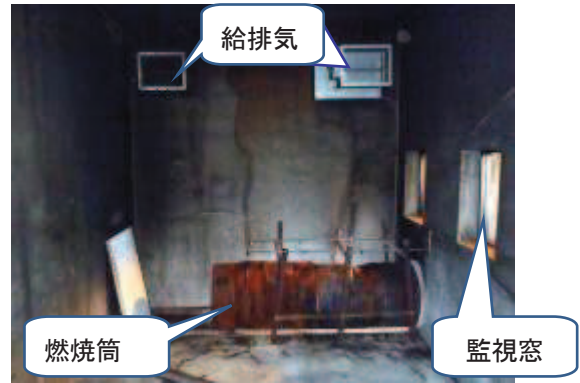


写真 No. 2 訓練塔訓練室
(室内)

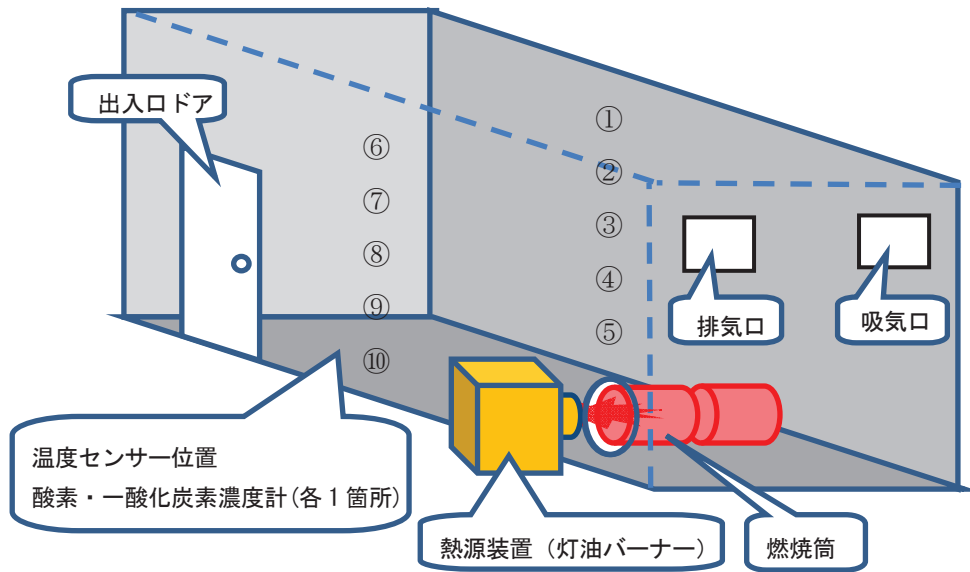


図1 訓練塔訓練室概略図

3 設備の概要

(1) 熱源装置

熱源装置はボイラー用の中型灯油バーナー（出力約 116kW、以下、「バーナー」という。）を用い、車輪付きの架台に、バーナー、燃料タンク及び制御用のスイッチ類を取り付けて運搬可能に改造した。（写真 No. 3、4 参照）

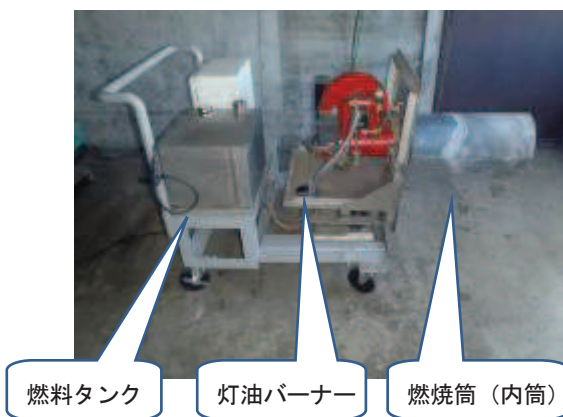


写真 No. 3 熱源装置

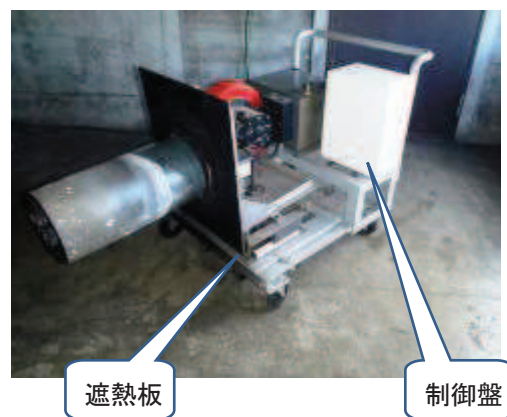


写真 No. 4 熱源装置

基本的な仕組みは、熱源装置を改良する施設の室外側に設置し、室内に炎を送り込む構造としており、今回は、訓練室壁面に直径350mmの穴を開けて隣室に熱源装置を設置した。（写真No. 5参照）

室内温度は、今回改良した訓練室の広さでは1、2分の短時間で最高約300℃まで上げることが可能である。



壁面に穴を開けバーナー部を貫通

写真 No. 5 熱源装置

(2) 一酸化炭素除去装置

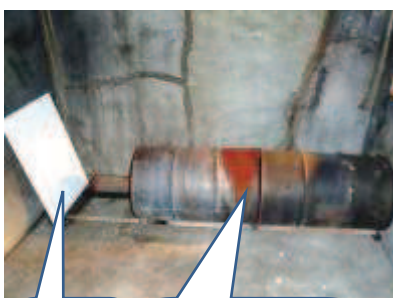
訓練室内にバーナーの炎を直接送り込むと、数秒で600ppm以上の高濃度の一酸化炭素が発生する。これは、炎が室内に拡散し、炎自体の温度が上がらず、不完全燃焼となるためである。この状態で、訓練隊員が空気呼吸器を着装しないで訓練室内に進入した場合、大変危険である。

そこで、一酸化炭素を除去する仕組みとして二重構造の燃焼筒を設置した。この燃焼筒は、鋼板製ドラム缶を活用した直径600mmの外筒と、バーナーに直接取付けた直径250mm、長さ500mmの鋼板製の内筒からなり、炎を内筒で集束させて外筒内を1,000℃以上の高温にし、発生した一酸化炭素を完全に燃焼させて除去できる構造とした。（写真No. 6～8、図2参照）



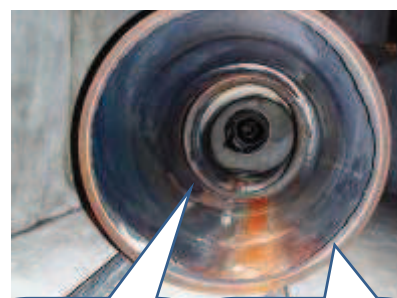
燃焼筒（内筒）

バーナー火口



遮熱板

燃焼筒（外筒）



燃焼筒（内筒）

燃焼筒（外筒）

写真 No. 6 燃焼筒（内筒）

写真 No. 7 燃焼筒（外筒）

写真 No. 8 燃焼筒

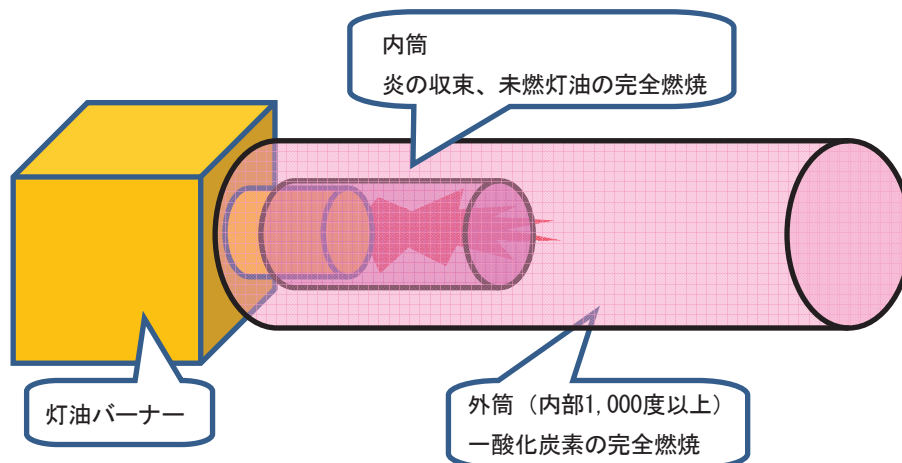


図 2 燃焼筒概略図

(3) 高熱水蒸気発生装置

燃焼筒の直上に送水用のステンレス管を配管し、その配管に6個の噴霧ノズルを設け、室外に設置した電動ポンプ（送水量 10ℓ/min）から送水し、水を直接外筒に噴霧し水蒸気を発生させる構造とした。これにより、水蒸気の量、温度及び発生時間等を変えながら、簡単に放水時の水蒸気による、高温で高湿な熱気を疑似体験することが可能である。（写真 No. 9～12 参照）

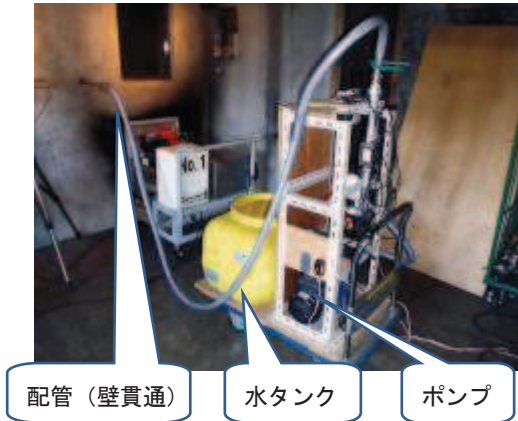


写真 No. 9 蒸気発生装置（ポンプ）

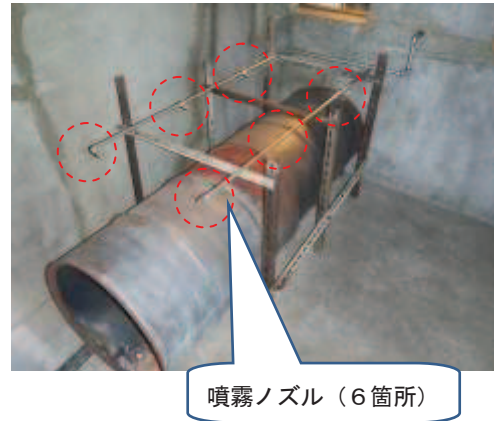


写真 No. 10 蒸気発生装置（噴霧ノズル）



写真 No. 11 ノズルからの噴霧状況



写真 No. 12 蒸気発生状況

(4) 各種測定装置

訓練中の安全管理のため、訓練室内の酸素濃度、一酸化炭素濃度、温度状況を監視できる、酸素濃度計、一酸化炭素濃度計及び温度測定装置の本体部を訓練室外に設置し、各センサー部については壁面に設けたスリーブ管を通して訓練室内の必要部分に設置した。

特に温度センサー（シース型K熱電対 $\phi 1.6\text{mm}$ ）は壁面2面に高さ 50cm ごとに各 5 箇所ずつ、合計 10 箇所設置し、温度データをパソコン画面でグラフ表示して、室内温度の分布や変化を把握できる仕様とし、安全管理に加えて、訓練隊員が体感した熱気を温度数値で具体的に把握することができる。（写真 No. 13、14 参照）

なお、内部の温度分布の状況は、次頁「4 室内温度の調節と分布状況」において後述する。



写真 No. 13 計測機器類

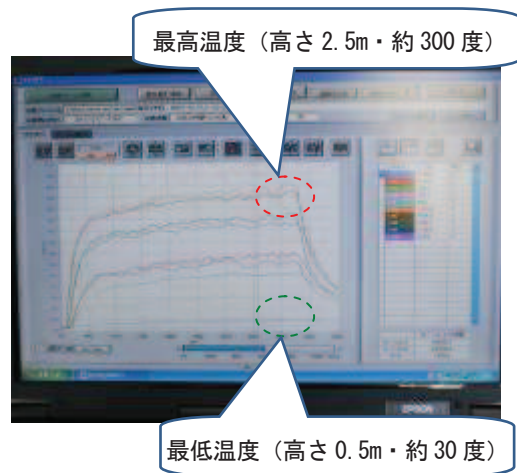


写真 No. 14 温度グラフ

4 室内温度の調節と分布状況

訓練室に設置された吸排気口を全閉した場合、室内外の空気の出入りは出入口 (75cm×180cm) 1箇所だけの単一開口部となり、外気との大きな温度差による圧力差により、上方が排気側、下方が吸気側となり中性帯が形成される。この開口部の高さを不燃布製のカーテンにより変えることで、室内温度を調節することが可能であり、また吸排気量及び中性帯の高さの調節、さらに訓練室内の酸素濃度を 19%前後の安全な値に保つことも可能である。(写真 No. 15～17 参照)



写真 No. 15 開口部高さ:1.5m



写真 No. 16 開口部高さ:1.0m



写真 No. 17 開口部高さ:0.5m

次頁の図 3～5 に、開口部の高さを 1.5m、1m、0.5m と変化させた時の、訓練室内の温度分布の変化状況を示す。

開口部の高さを低くするほど、訓練室内の温度が上昇するのが分かり、開口部高さ 0.5m では 4 分後に、訓練室内の高さ 2.5m で 300°C に達している。

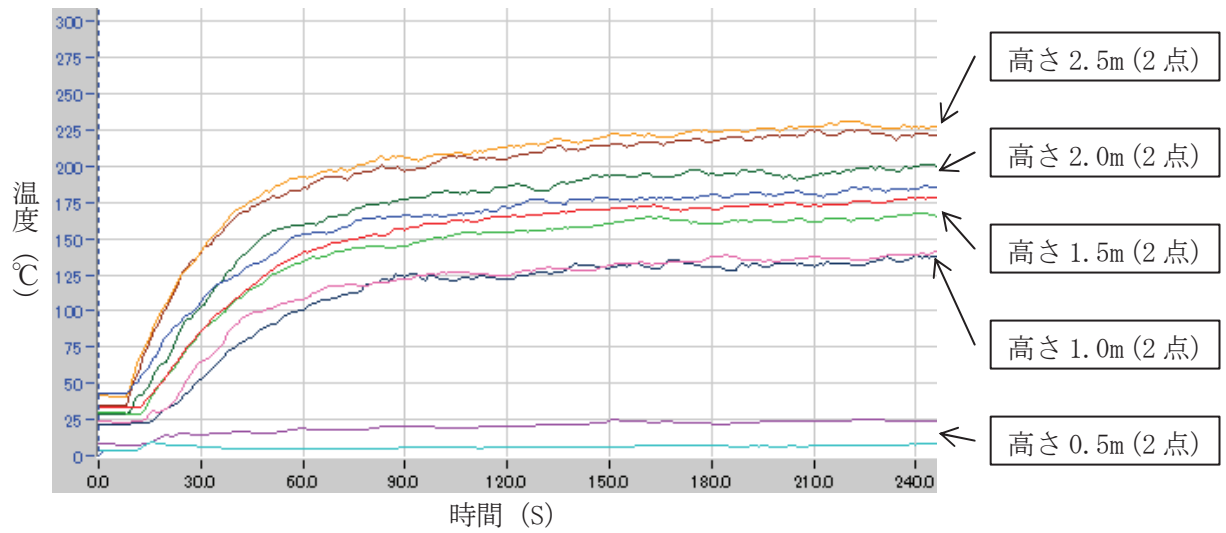


図3 訓練室内温度 (開口部高さ : 1.5m)

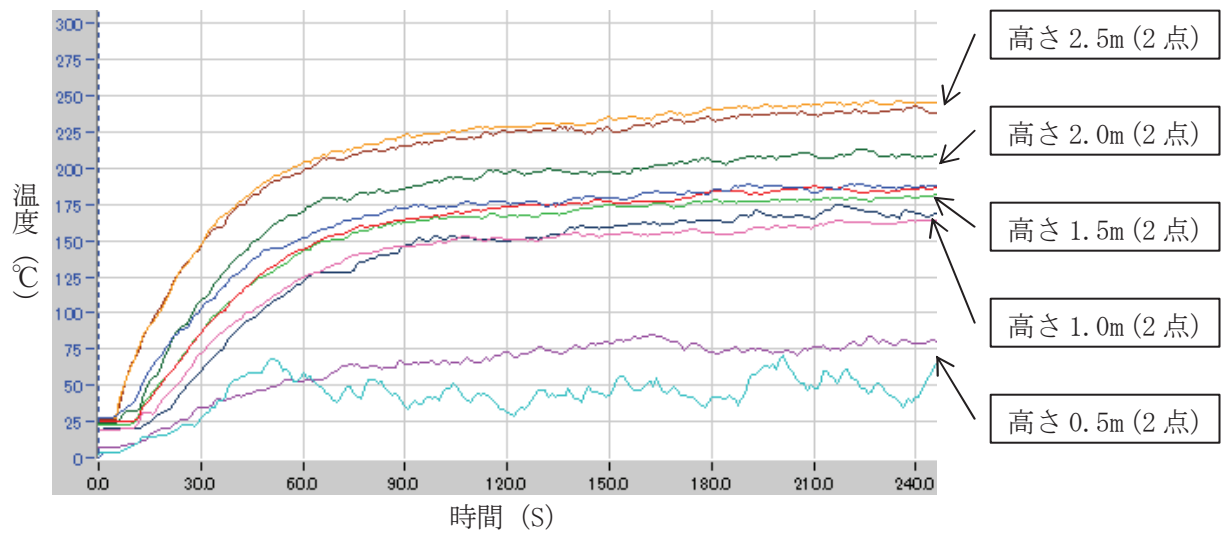


図4 訓練室内温度 (開口部高さ : 1.0m)

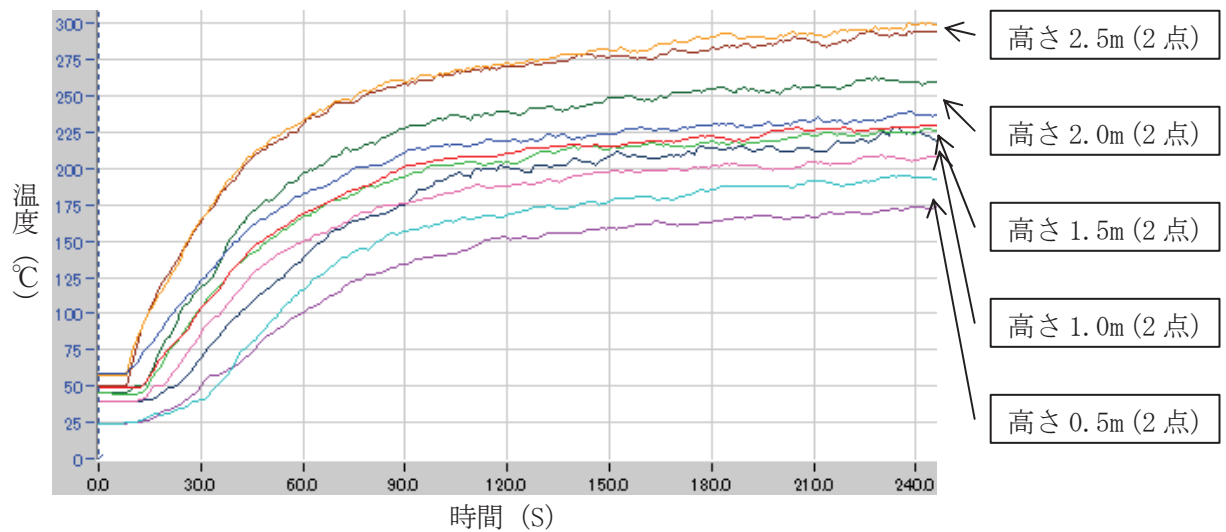


図5 訓練室内温度 (開口部高さ : 0.5m)

5 改良施設を使った訓練内容

訓練室を使い以下の訓練を行った。(訓練状況については写真 No. 18～21 参照)

(1) 熱気の体験

- ・ドアの熱確認要領
- ・室内の高さによる温度の違いの体感と温度数値把握
- ・出入口における温度差等を体感した中性帯の把握
- ・姿勢の高・低による体感熱気温度の違い
- ・防火服装着時と未装着時の体感熱気温度の違い
- ・防火服装着時における熱気確認方法

(2) 放水による高温水蒸気の体験

- ・高温水蒸気による体感熱気温度及び視界不良状況
- ・高温水蒸気や熱気の吹き返し

(3) 熱傷受傷事故防止に関する体験

- ・現場用手袋の乾燥時と水濡れ時における体感温度の違いと対処方法
- ・熱さ限界体感時の温度把握及び隊員同士の意思共有と退出判断



写真 No. 18 訓練風景
(防火服を着装しないで熱を体験)



写真 No. 19 訓練風景
(防火服を着装し高低による温度差を体験)



写真 No. 20 訓練風景
(放水時の高温水蒸気の吹き返しを疑似体験)



写真 No. 21 訓練風景
(徐々に温度を上げ自己の限界温度を把握)

6 改良施設の効果及び利点

訓練室を訓練に使用する上での効果と利点については、以下の4点が挙げられる。

(1) 高い訓練効果

若手職員や中堅職員の経験不足等を補い、隊員の進入退出の判断や火災現場における危険な熱環境に対処する五感能力を養うとともに、現場用防火服の着装前後の比較による体感温度の違いや、着装の仕方及び中衣の違い等の差異により、熱気に対する限界点に個人差があることが隊員同士でお互いに認識され、現場職員の安全確保と消火技術等の向上が図られる。

(2) 安全性

設備と構造の創意工夫により、一酸化炭素の除去と必要な酸素濃度を確保した。加えて、室内の一酸化炭素及び酸素濃度の計測結果をリアルタイムで訓練室内外に表示し、訓練者及び安全管理者の両者が常に把握できるため、安全に高温高湿の熱気環境の中で訓練ができる。

(3) 汎用性

室内の温度、酸素濃度、水蒸気量など環境を変化させながら、消防装備等の性能確認や評価等に利用するなど汎用的に利用できる。

(4) 環境性

燃料を完全燃焼させることから、濃煙、有毒ガス、臭気、汚染水が発生しないため、近隣住民の生活環境に影響を及ぼさない。

(5) 経済性

単純構造であることから、特別な設備や機器を必要とせず、既存施設を活用すれば、熱源装置及び計測機器等の購入のみで100万円未満で導入でき、ランニングコストは燃料費のみである。

また、活用できる既存施設がない場合でも、図6及び写真No.22～27に示すように、中古のユニットハウスやコンテナ等を購入し断熱処理を施しても200万円程度で導入可能で、有効面積は十分とは言えないが、得られる訓練効果から考えると経済性に優れている。

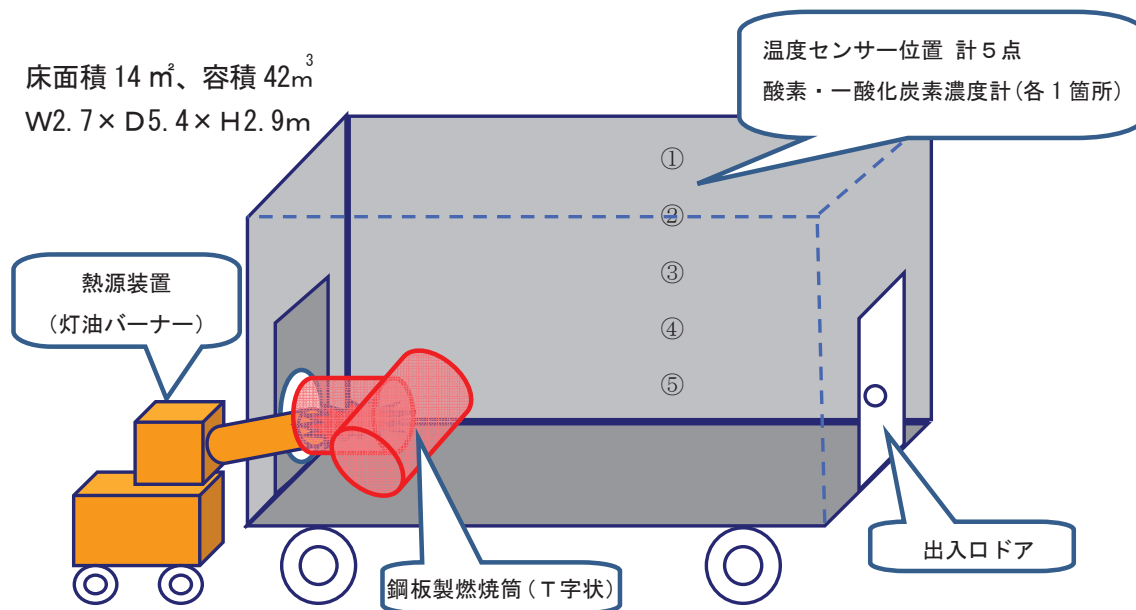


図6 高温高湿訓練ユニット概略図



熱源装置（灯油バーナー）

写真 No. 22 高温高湿訓練ユニット（外観）



監視窓

鋼板製燃焼筒（T字状）

写真 No. 23 高温高湿訓練ユニット（室内）



出入口を穴あき鋼板で覆いバーナー部を挿入

写真 No. 24 高温高湿訓練ユニット熱源装置



燃焼筒（外筒）：ドラム缶2本をT字状に加工し放水可能とした（水が燃焼筒内に入らない構造）。

写真 No. 25 高温高湿訓練ユニット燃焼筒



写真 No. 26 熱源装置側
（バーナー作動状況）



写真 No. 27 進入口側
（筒先進入・放水可能）

7 おわりに

木材を加熱すると 170～180℃以上で急激に熱分解を起こし、煙と可燃性ガスが多量に発生し、200℃を超えると黒く炭化する。また、一般的に 260℃をもって、木材の発火に対する「危険温度」とされていることから、今回開発した訓練・研究設備は、最高 300℃の高温熱気環境を再現でき、濃煙熱気の中での進入退避の判断や、急激な燃焼変化による危険な熱気及び火炎の発生予知など、危険判断等に係る基本的要素についての訓練や実験が可能である。

今後は研究所の持味を活かした研修訓練を実施し、現場職員の消火活動能力及び危険回避能力の向上に関わりながら、消火活動における危険な燃焼現象の未然防止、さらには発生時の対応方法を見出すなどの研究に繋げ、結果を現場職員に積極的に還元していくとともに、設備自体についても改良を加えて、より実火災に近い環境の再現が可能な施設としていく予定である。

【参考文献】

堀内三郎 監修、保野健治郎、室崎益輝 編集 「建築防火」 朝倉書店

新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について（その2）

札幌市消防科学研究所 菅原 法之

1 実験概要

当局では、少ない水量で火災を迅速・確実に消火し、火災による直接的被害のみならず水損害や環境負荷といった被害の低減を図るため、平成21年12月から新型消火剤（クラスA泡消火剤）（以下、消火剤という。）を導入し運用を開始している。

この消火剤は、水の表面張力を低下させ、燃焼物に対する浸透性及び付着性を向上させて、消火効果を高めるものである。

平成21年度に、消火剤を選定するため、積雪寒冷地という本市の地域特性を考慮し、現在導入している消火剤も含めた、一般に流通している3種類の消火剤について、耐凍結性に関する評価実験を実施し、現在導入している消火剤を選定した。

本実験は、一般に流通している検定品で、平成21年度に試験評価を行っていない、1種類の消火剤の耐凍結性に関して、現在導入している消火剤と比較しながら、試験を行い評価したものである。

2 実験日時等

日時：平成23年11月1日～11日

場所：札幌市消防学校 消防科学研究所（開発実験室、分析測定室）

設備：恒温恒湿ユニット（写真1）、低温実験ユニット（写真2）



恒温恒湿ユニット

3 実験方法

当局で現在使用している消火剤（以下、使用剤という。）、及び今回、耐凍結性に関する実験を行う、供試用消火剤（以下、供試剤という。）と、これらの比較として水道水を、それぞれ300mlをポリエチレン製ビーカーに入れ、以下の実験を実施した。

(1) 低温順化実験

温度を+1℃に設定した恒温恒湿ユニット内に24時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。

ただし、水道水は0℃を超える場合は、凍結などの状態変化がないことから省略した。



低温実験ユニット

(2) 寒冷実験1

温度を-10℃に設定した低温実験ユニット内に24時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。

(3) 寒冷実験2

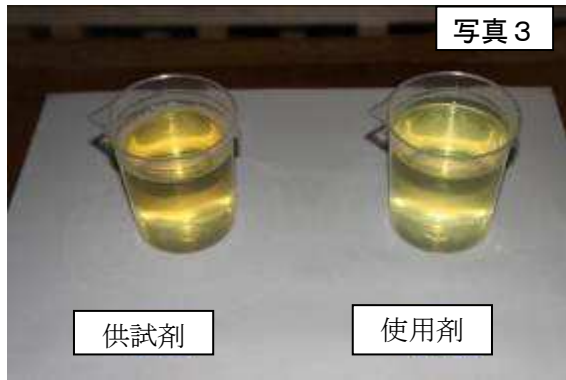
温度を-20℃に設定した低温実験ユニット内に24時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。

4 実験結果

(1) 低温順化実験

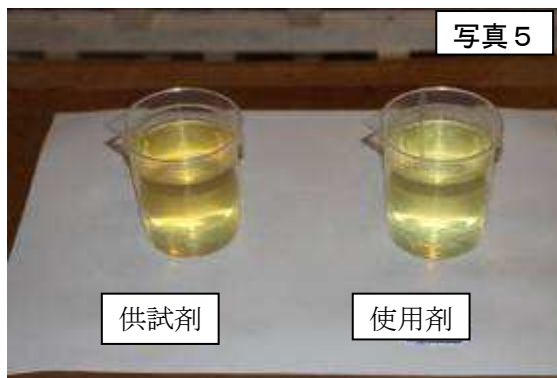
ア 供試剤及び使用剤を、恒温恒湿ユニット内に設置した高さ約60cmの台の上に、温度+1℃の環境で24時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。

(ア) 実験開始 (写真3、4参照)



(イ) 24時間経過 (写真5、6参照)

供試剤及び使用剤とも変化はなかった。

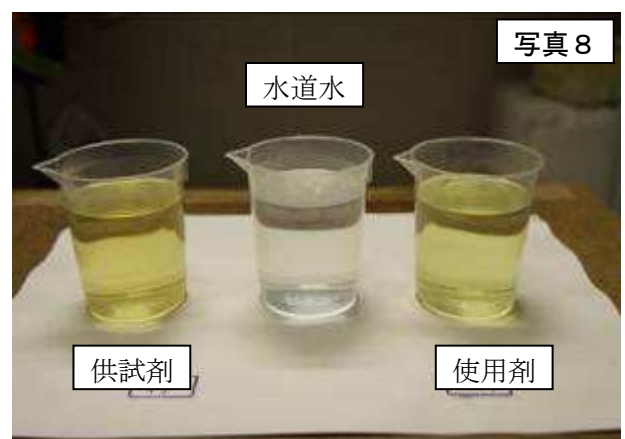
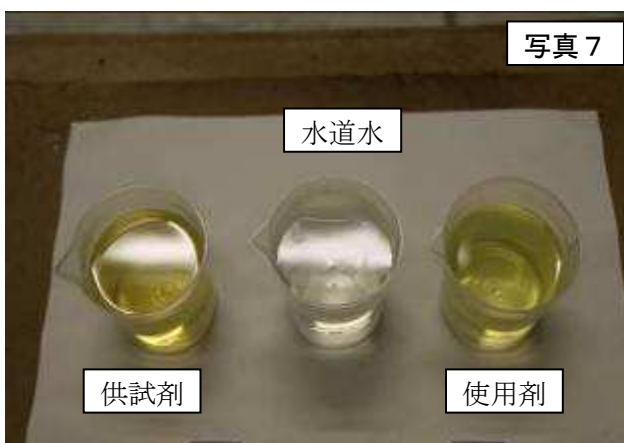


(2) 寒冷実験1

ア 供試剤、使用剤及び水道水を、定温実験ユニット内に設置した高さ約60cmの台上に、温度 -10°C の環境で24時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。なお、1時間20分経過までは、全てに変化はなかった。

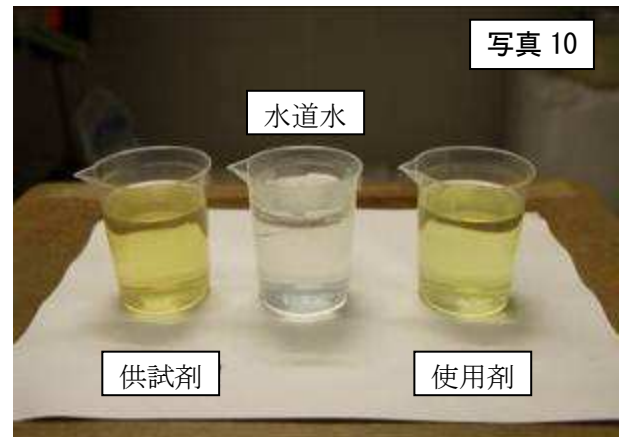
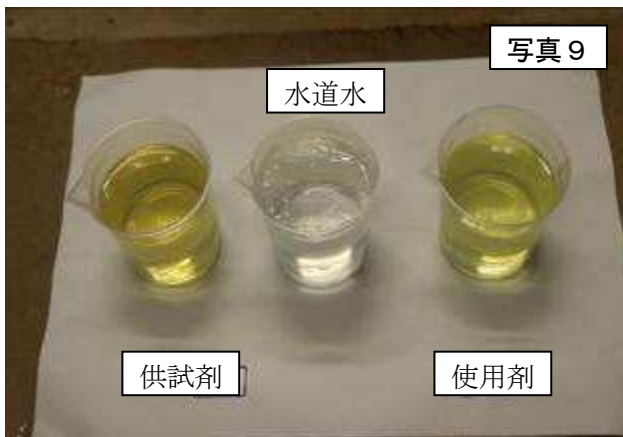
(ア) 1時間30分経過 (写真7、8参照)

水道水の上部表面に薄い氷が確認できたが、供試剤及び使用剤とも変化はなかった。



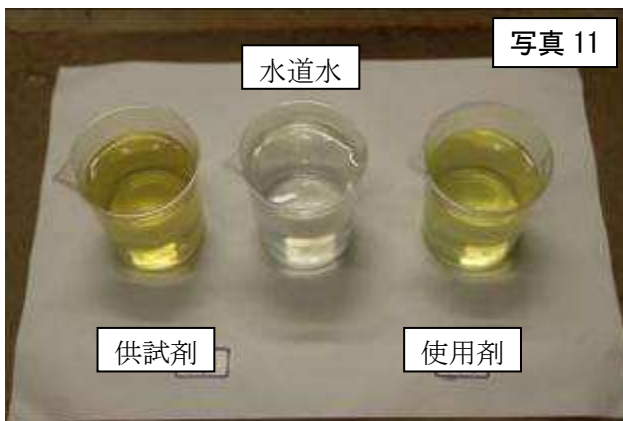
(イ) 3時間経過 (写真 9、10 参照)

水道水の上部表面の水は少し厚くなったが、供試剤及び使用剤とも変化はなかった。



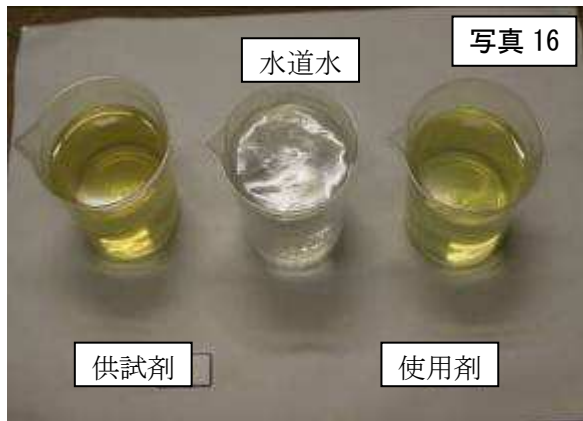
(ウ) 5時間経過 (写真 11、12、13、14、15 参照)

水道水は全体が凍結したが、供試剤及び使用剤とも変化はなかった。



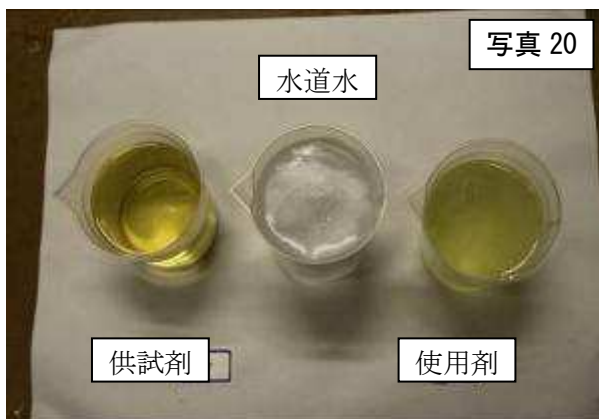
(エ) 7時間経過 (写真 16、17、18、19 参照)

水道水は全体が凍結したままであり、供試剤及び使用剤とも変化はなかった。



(オ) 22時間経過 (写真 20、21、22、23 参照)

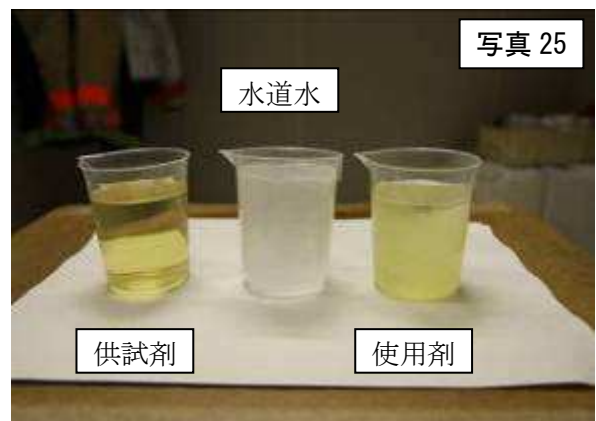
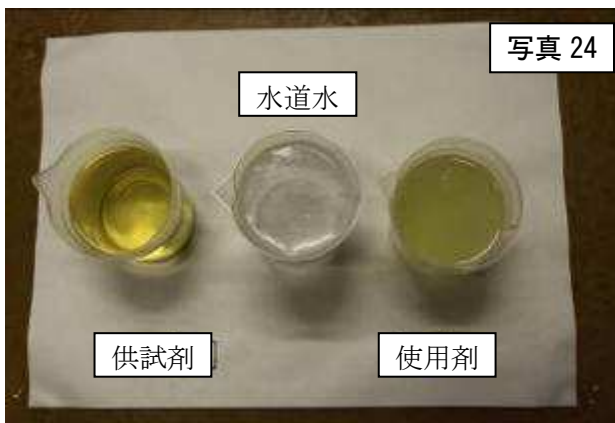
供試剤は変化がなく、使用剤は内部が少し白濁し、粘性が少し増加した。





(カ) 24 時間経過 (写真 24、25、26、27 参照)

22 時間経過に比べて、供試剤には変化はなかったが、使用剤は 21 時間経過以降、内部がさらに白濁し、粘性もさらに増加した。

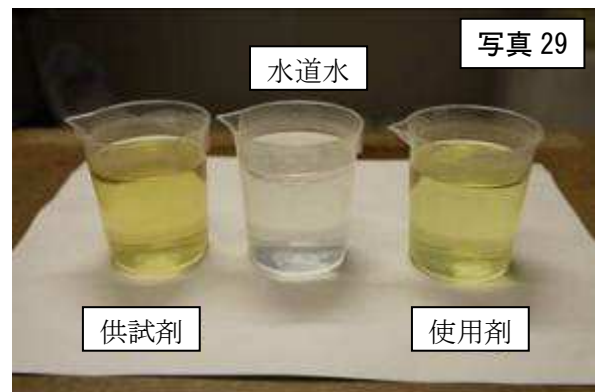
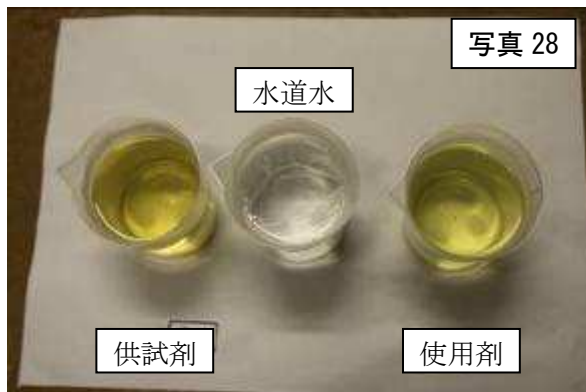


(3) 寒冷実験 2

ア 供試剤、使用剤及び水道水を、定温実験ユニット内に設置した高さ約 60cm の台上に、温度 -20°C の環境で 24 時間静置し、状態変化の有無を目視で観察した。なお、50 分経過までは、それぞれ変化はなかった。

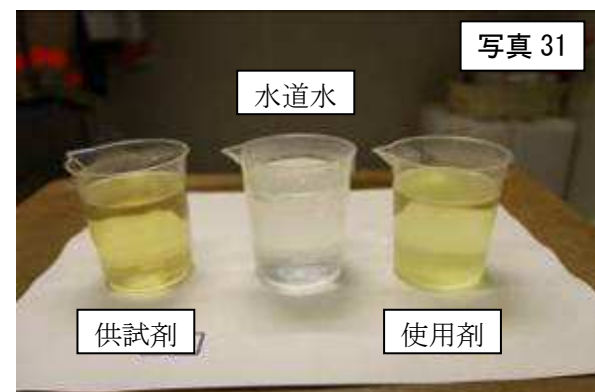
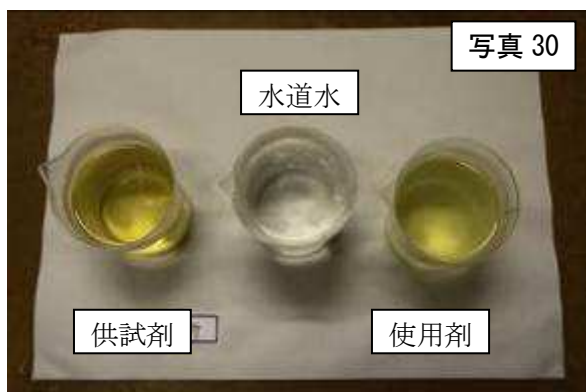
(ア) 1 時間経過 (写真 28、29 参照)

水道水の上部表面に薄い氷が確認できたが、供試剤及び使用剤とも変化はなかった。



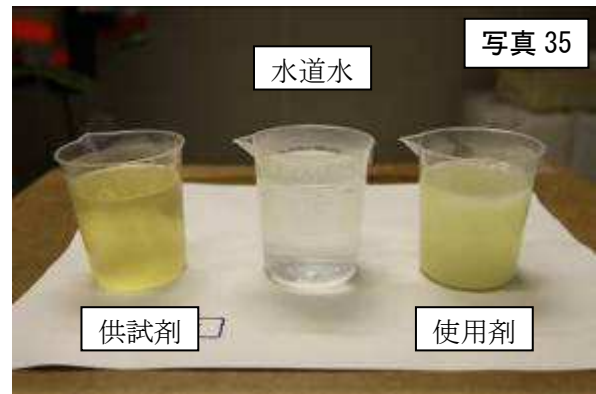
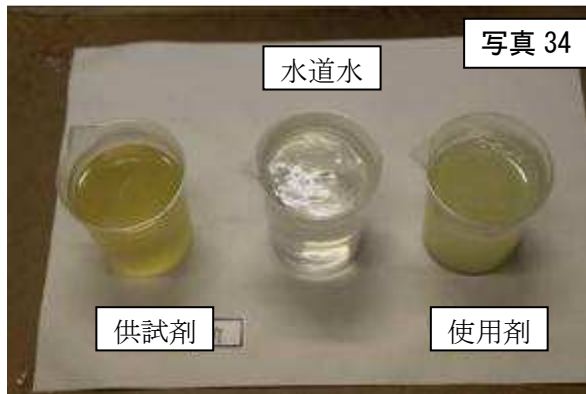
(イ) 2 時間 30 分経過 (写真 30、31、32、33 参照)

供試剤は上部表面に、氷結したような 1 本の線が見られたが、粘性に変化はなかった。使用剤はやや白濁し、粘性が増加、表面に膜のようなものが発生した。なお、水道水は 1 時間 50 分経過で凍結した。



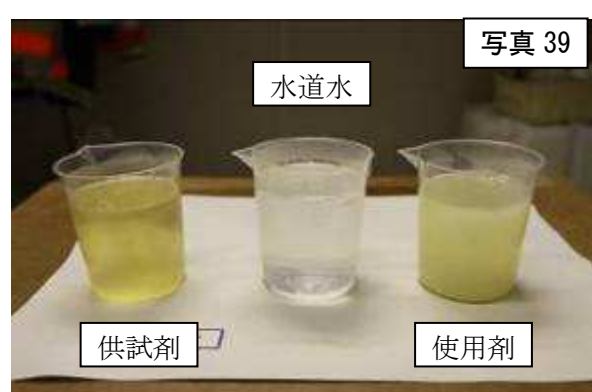
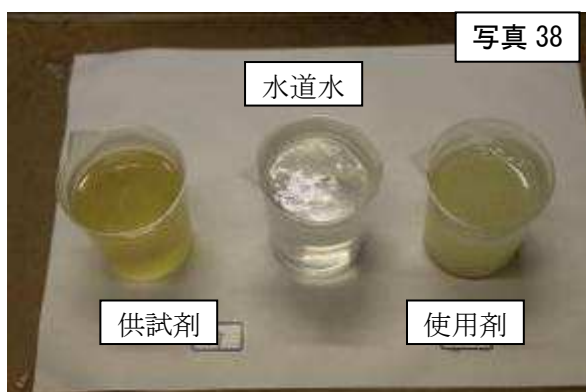
(ウ) 3時間経過 (写真 34、35、36、37 参照)

2時間 30分経過と比較すると、供試剤はやや白濁し、粘性が少し増加した。使用剤は白濁が濃くなり、さらに粘性が増加し、容器を斜めにすると、容器に接している上部表面の縁の部分が、固まって残るようになった。



(エ) 3時間20分経過 (写真 38、39、40、41 参照)

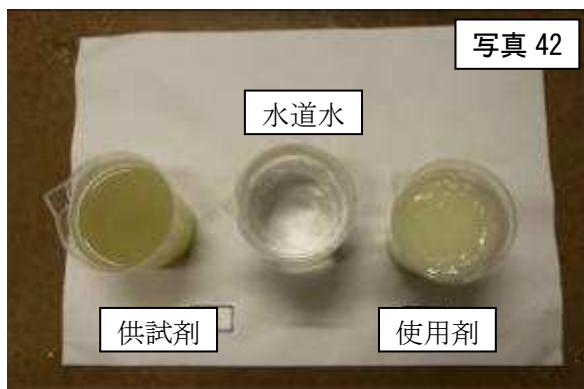
3時間経過と比較すると、供試剤は白濁が濃くなり、粘性が少し増加したが、容器を斜めにすると流動した。使用剤は白濁がさらに濃くなり、粘性もさらに増加し、固まった状態に見えたが、容器を斜めにするとゆっくりと流動した。





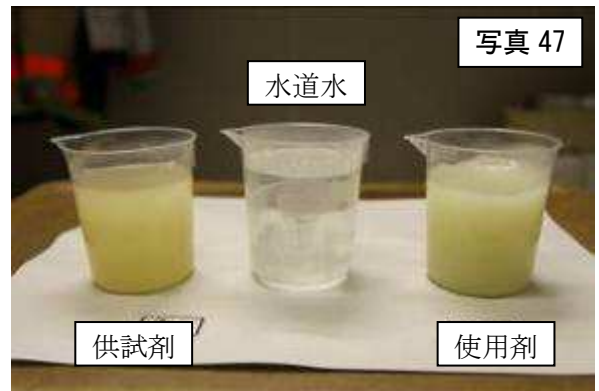
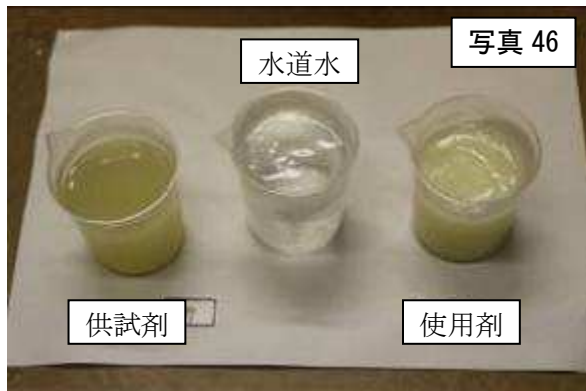
(オ) 3時間 40分経過 (写真 42、43、44、45 参照)

3時間 20分経過と比較すると、供試剤は白濁が濃くなり、粘性が少し増加したが、容器を斜めにすると流動した。使用剤は白濁がさらに濃くなり、容器を斜めにするとほとんど液面は動かず、全体がほぼ凍結し、3時間 50分経過で完全に凍結した。



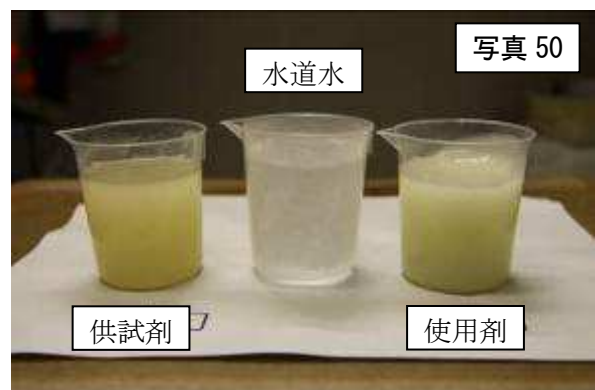
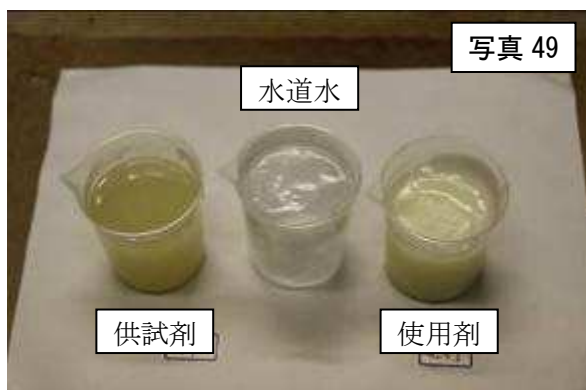
(カ) 4時間30分経過 (写真 46、47、48 参照)

3時間40分経過と比較すると、供試剤は粘性がさらに増加したが、容器を斜めにすると、液面は流動した。



(キ) 6時間経過 (写真 49、50、51、52、53 参照)

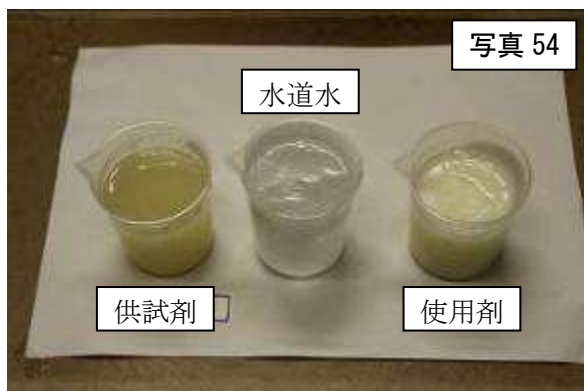
4時間30分経過と比較すると、供試剤は粘性がかなり増加したが、容器を斜めにすると、液面は流動した。なお、使用剤は完全に凍結した。





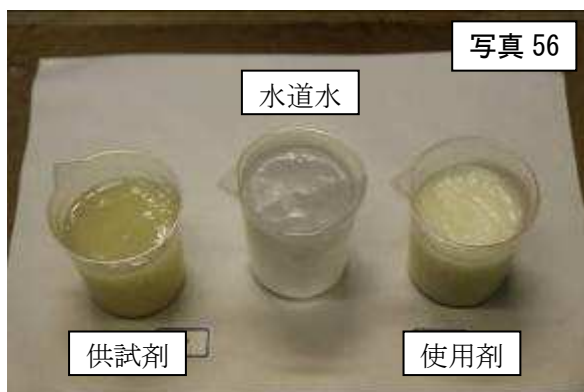
(ク) 8時間経過 (写真 54、55 参照)

供試剤は、さらに粘性が増加したが、容器を斜めにすると、液面は流動した。



(ケ) 24時間経過 (写真 56、57 参照)

供試剤は8時間静置と比較すると、さらに粘性が増加したが、容器を斜めにすると、液面は流動し、完全に凍結はしなかった。



5 まとめ

(1) 温度 + 1℃

供試剤及び使用剤とも 24 時間経過しても変化はなかった。

(2) 温度 - 10℃ (表 1 参照)

ア 供試剤

24 時間経過しても凍結等の変化はなかった。

イ 使用剤

(ア) 7 時間経過では凍結等の変化はなかった。

(イ) 22 時間経過では内部がやや白濁し、粘性が増加した。

(ウ) 24 時間経過では、さらに、内部の白濁が濃くなり、粘性も増加したが液体であった。

ウ 水道水

(ア) 1 時間 20 分経過では凍結等の変化はなかった。

(イ) 1 時間 30 分経過では表面に薄い氷が張り始めた。

(ウ) 1 時間 40 分経過からは時間とともに凍結が進行し、3 時間経過した状態は上部表面及び外側が凍結したが、内部は液体であった。

(エ) 5 時間経過で全体が完全に凍結した。

表 1 寒冷実験 1 (-10℃)

経過時間	供試剤	使用剤	水道水
実験開始			
1 時間 20 分	変化なし	変化なし	変化なし
1 時間 30 分			上部表面に薄い氷
3 時間			外側凍結、内部液状
5 時間			全体が完全に凍結
7 時間			変化なし
22 時間		内部白濁、粘性増加	
24 時間	変化なし	さらに白濁、粘性増加	

(3) 温度 - 20℃ (表 2 参照)

ア 供試剤

(ア) 2 時間 50 分静置までは凍結等の変化は見られなかった。

(イ) 3 時間静置では内部が薄く白濁し始めた。

(ウ) 3 時間 20 分静置では白濁が少し濃くなり、粘性が少し増加した。

(エ) 4 時間静置ではさらに、白濁が濃くなり、粘性が増加した。

(オ) 5 時間静置から 8 時間静置までは時間経過とともに粘性がさらに増加したが、流動性があった。

(カ) 21 時間静置から 24 時間静置では粘性がもっと増加したが、流動性があった。

イ 使用剤

(ア) 2時間 10分静置までは凍結等の変化は見られなかった。

(イ) 2時間 20分静置では表面に薄い膜のようなものが発生し、内部が薄く白濁し、粘性が少し増加し始めた。

(ウ) 2時間 40分静置では白濁が少し濃くなり、粘性が少し増加した。

(エ) 3時間静置ではさらに、白濁が濃くなり、粘性が増加したが流動性があった。

(オ) 3時間 20分静置で、全体がほぼ凍結した。

(カ) 3時間 40分静置で、全体が凍結した。

ウ 水道水

(ア) 50分静置では凍結等の変化は見られなかった。

(イ) 1時間静置では表面に薄い氷が張り始めた。

(ウ) 1時間 10分静置から1時間 40分静置までは時間経過とともに凍結が進行した。

(エ) 1時間 50分静置で凍結した。

表2 寒冷実験2 (-20℃)

経過時間	供試剤	使用剤	水道水
実験開始			
1時間	変化なし	変化なし	上部表面に薄い氷
1時間 50分			全体が完全に凍結
2時間 30分	上部表面に線	やや白濁、粘性増加	
3時間	やや白濁、粘性増加	白濁、さらに粘性増加	
3時間 20分	白濁、さらに粘性増加	濃く白濁、流動性減少	
3時間 40分	濃く白濁、流動性減少	全体がほぼ凍結	
3時間 50分		全体が凍結	
4時間 30分	さらに白濁、流動性減少		
6時間	流動性あり	全体が完全に凍結	
8時間	流動性あり		
24時間	流動性あり		

以上から、耐凍結性に関して、実用上、現在導入している消火剤との差は見られなかった。

【参考文献】

中住 斉 「新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について」

札幌市消防局 札幌市消防科学研究所報No.16 (2009) P7~P13

新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その3）

札幌市消防科学研究所 宮下 典之
小島 秀吉

1 実験概要

新型消火剤（クラスA泡消火剤）は、少ない水量で火災を迅速・確実に消火し、水損害や環境負荷の軽減を図ることを目的としており、札幌市消防局においても全ポンプ群隊に導入され、実際に火災現場で使用されている。

本実験では、本市の積雪寒冷地という地域特性から、導入されている新型消火剤について、秋季から冬季にかけて消火実験を行い、消火能力に与える気温の影響について分析した。

この結果、冬季間においても新型消火剤の消火能力は低下しないことがわかった。

2 実験日時等

日時 第1回 平成23年 9月20日 14:00～16:00
第2回 平成23年 10月26日 14:00～16:00
第3回 平成23年 12月27日 14:00～16:00
第4回 平成24年 1月13日 14:00～16:00
第5回 平成24年 2月17日 14:00～16:00

場所 札幌市消防局 消防学校 消防科学研究所

3 実験装置

実験に使用した装置は以下のとおりである。（図1参照）

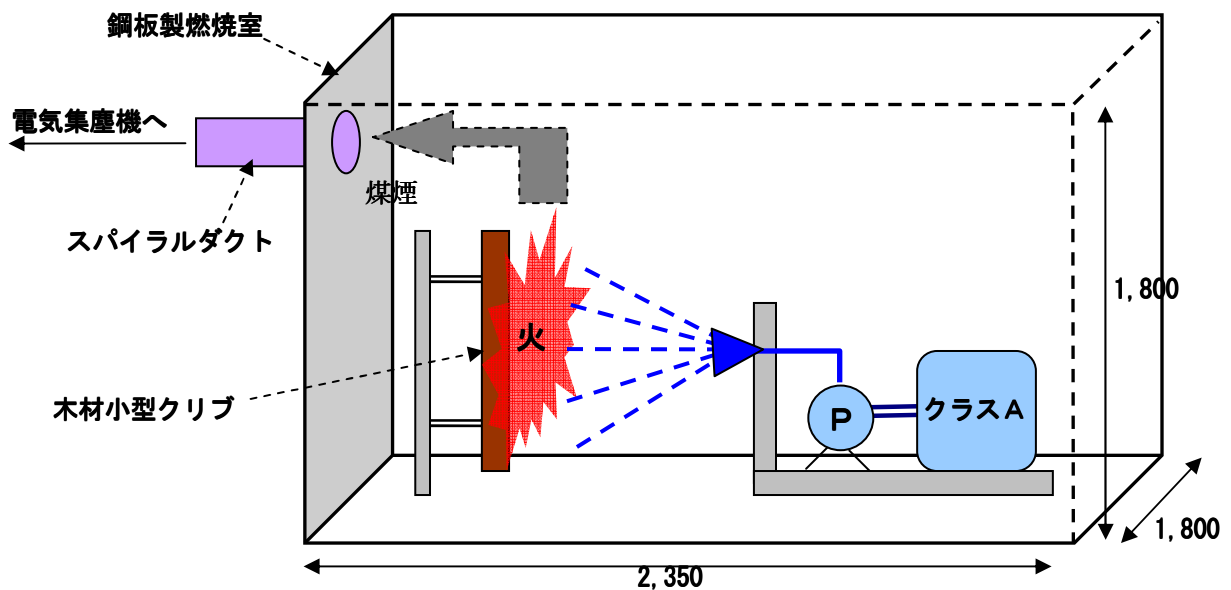


図1 実験設備概略図（単位：mm）

(1) 実験区画

外気温の影響を調べる目的から、屋外での燃焼実験を基本とし、さらに天候・風等の他の要因による影響を排除するため、屋外に簡易的な実験区画を作成し区画内で燃焼実験を行った。

区画は、鋼材アングルの骨組に亜鉛引き鉄板（厚さ 0.27mm）張りの構造で、幅 2,350mm、奥行き 1,800mm、高さ 1,800mm、面積 4.23 m²、容積 7.61 m³である。（写真 No. 1、2 参照）

なお、燃焼実験で発生した煤煙は、区画側面上部に排気口（直径 150mm）を開け、アルミ製のスパイラルダクトで消防科学研究所燃焼実験室内に設置したブロアと繋いで同室内に煤煙を吸引し、同室設置の電気集塵機により処理した。



写真 No. 1 実験区画外観（秋季）



写真 No. 2 実験区画外観（冬季）

(2) 放水装置

電動ポンプ（単相 100V、定格出力 20W、揚程 5.0m、定格流量 6.5ℓ/min）、ポリエチレン製タンク（容量 20ℓ）及びステンレス製ノズル（充円錐型、噴霧角度 60～70°、平均粒径 380～520 μm）を架台上に固定し、安価で加工が楽なフッ素樹脂製配管（管径 17mm）で接続した。（写真 No. 3、4 参照）

なお、ポンプ自体の定格流量は 6.5ℓ/min であるが、配管及びノズル部分の摩擦損失から、ノズルからの噴霧量を実際に計測した結果 2.3ℓ/min であった。



写真 No. 3 放水装置外観



写真 No. 4 放水装置外観

(3) 消火水

消火水として、現在、札幌市消防局で導入されている新型消火剤を、水道水で濃度 0.1%に希釈したものを使用し、その比較として水道水を使用した。

(4) 燃焼材

燃焼材は、松材（365×17.5×17.5mm）を 20 本組合わせて、図 2 に示すと通りの形状とした。（以下、小型クリブという。）

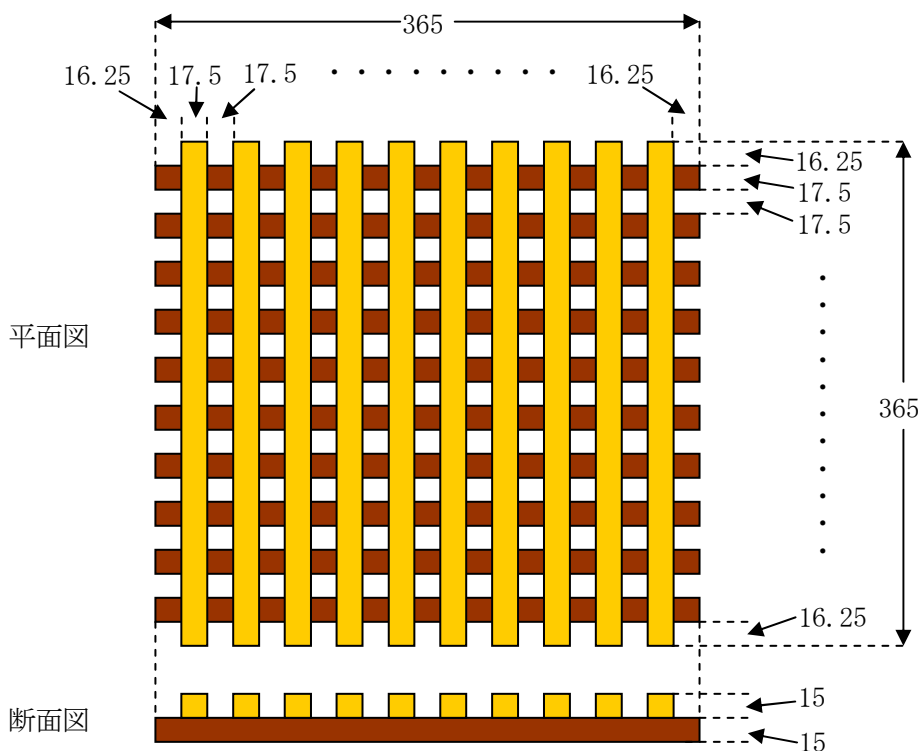


図 2 小型クリブの形状と寸法（単位：mm）

なお、松材 1 本の大きさは、「消火器の技術上の基準を定める省令」(昭和 39 年 9 月 17 日自治省令第 27 号) 第 3 条の規定による第 2 模型（以下、クリブという。）を参考にし、縦横、長さの各寸法を、クリブに用いる木材の 2 分の 1、体積比で 8 分の 1 に小型化した。

写真 No. 5 に示すように、燃焼材をクリブと違う平面形状にした理由は、クリブは立方体形状のため、過去の実験において、噴霧方法によって消火水が届かない死角が生じ、消火時間等の実験結果に影響を与えていたことから、消火水を燃焼材の隅々まで到達させるためである。

また、小型化した理由は、燃焼規模を縮小し実験を効率的に行い、実験の回数を増やし、結果データのばらつきをなくすなど、再現性を高めるためである。



写真 No. 5 小型クリブ外観

(5) 助燃材

小型クリブの点火には、助燃材としてヘプタン（100ml）を使用した。

燃焼皿は鋼板製トレイ（250mm×350mm、深さ 50mm）を使用した。

(6) 燃焼台

燃焼台は、鋼材アングルを用いて図3に示すように作成した。台上に固定した小型クリブの向きを水平から垂直に90° 変えることができる構造である。（写真No. 6、7参照）

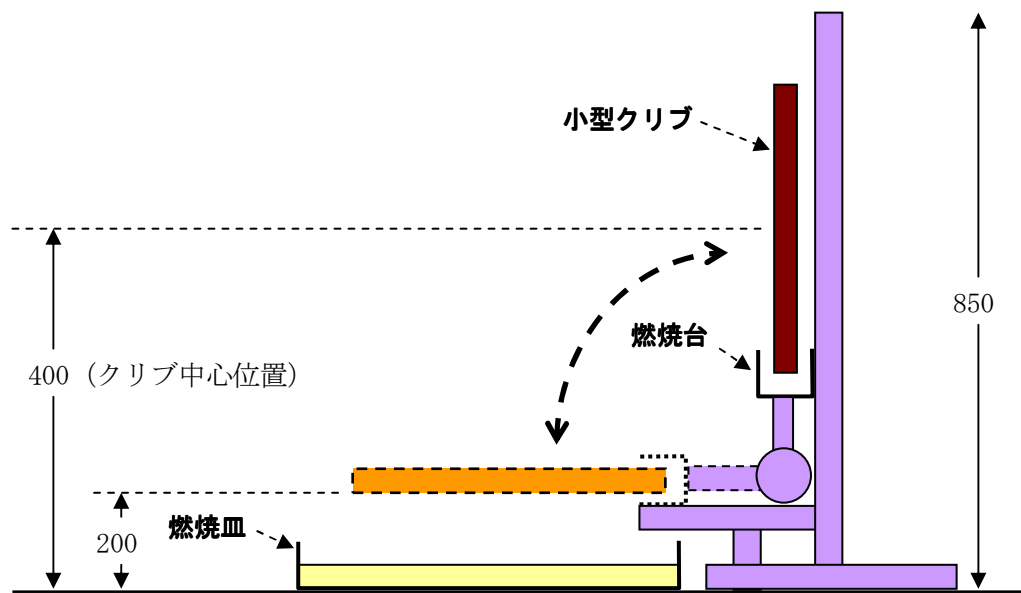


図3 燃焼台概略図（単位：mm）



写真 No. 6 燃焼台（小型クリブ水平状態）



写真 No. 7 燃焼台（小型クリブ垂直状態）

(7) 温度測定機器

燃焼中の小型クリブ周囲温度及び消火水の液温を、熱電対（シース型K熱電対φ1.6mm、長さ500mm）を使用して測定し、測定データはデータロガー（GRAPHTEC(株) GL800）に記録した。

4 実験方法

着火方法は、燃焼台に小型クリブを固定し、小型クリブを水平方向にして直下に燃焼皿を置いて助燃材に点火し、1分後、クリブ全体に助燃材の炎が燃え移った事を確認して小型クリブを垂直方向に立ち上げ、小型クリブから100cmの水平距離及び垂直方向時の小型クリブの中心の高さ(40cm)の位置に設定したノズルから水平方向に放水して消火した。(写真No. 8～13参照)

消火の確認は目視により小型クリブ表面に火種が完全に消えたことを確認した時点とし、放水開始から消火までの時間を計測した。

また、小型クリブの燃焼後の重量減少量及び含水量を測定するために、以下に示す重量を電子天秤(ひょう量8,100g、最小表示0.1g)で測定した。

ア 小型クリブの燃焼実験前の乾燥重量

イ 小型クリブの燃焼消火後の残渣重量(浸透した消火水含む)

ウ イの乾燥後の重量(温度40℃、湿度20%の環境で24時間乾燥)

なお、小型クリブを水平状態から垂直状態に変える理由は、点火時には素早くクリブ全体に着火する必要があることから水平状態とし、消火時には、気温によって消火薬剤の付着性等に違いが生じるか明確にするため垂直状態に設定した。



写真 No. 8 各装置設定状況



写真 No. 9 各装置設定状況



写真 No. 10 小型クリブ (燃焼前の状況)



写真 No. 11 小型クリブ (着火時の状況)



写真 No. 12 小型クリブ（垂直燃焼時の状況）



写真 No. 13 小型クリブ（消火時の状況）

5 実験結果

実験結果は以下のとおりである。

なお、各実験を同条件で2、3回ずつ行い平均値を算出した。

(1) 第1回 平成23年9月20日 14:00~16:00

天候 晴れ 気温 19.4℃ 湿度 35% 液温 22.2℃

ア 新型消火剤

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア: 燃焼前	イ: 燃焼後	ウ: 乾燥後
1回目	45	1.7	662.7	687.6	526.7
2回目	49	1.9	726.1	754.7	587.2
3回目	63	2.4	711.3	769.0	576.4
平均値	52	2.0	700.0	737.1	563.4

イ 水のみ

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア: 燃焼前	イ: 燃焼後	ウ: 乾燥後
1回目	60	2.3	691.9	616.7	532.8
2回目	63	2.4	670.0	619.5	525.6
3回目	71	2.7	596.1	555.1	458.7
平均値	64	2.5	652.7	597.1	505.7

(2) 第2回 平成23年10月26日 14:00~16:00

天候 晴れ 気温 13.4℃ 湿度 35% 液温 17.2℃

ア 新型消火剤

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア：燃焼前	イ：燃焼後	ウ：乾燥後
1回目	51	2.0	696.9	733.1	548.9
2回目	65	2.5	682.7	782.5	556.0
平均値	58	2.2	689.8	757.8	552.5

イ 水のみ

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア：燃焼前	イ：燃焼後	ウ：乾燥後
1回目	63	2.4	660.0	654.8	523.1
2回目	68	2.6	661.7	643.6	530.1
平均値	65	2.5	660.9	649.2	526.6

(3) 第3回 平成23年12月27日 14:00~16:00

天候 雪 気温 -1.0℃ 湿度 56% 液温 6.9℃

ア 新型消火剤

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア：燃焼前	イ：燃焼後	ウ：乾燥後
1回目	40	1.5	598.2	612.4	446.3
2回目	47	1.8	608.4	676.8	476.0
平均値	43	1.6	603.3	644.6	461.2

イ 水のみ

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア：燃焼前	イ：燃焼後	ウ：乾燥後
1回目	48	1.8	622.2	522.4	429.3
2回目	50	1.9	607.2	569.2	456.1
平均値	49	1.9	613.6	545.8	442.7

(4) 第4回 平成24年1月13日 14:00~16:00

天候 晴れ 気温 -5.0℃ 湿度 34% 液温 3.8℃

ア 新型消火剤

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア: 燃焼前	イ: 燃焼後	ウ: 乾燥後
1回目	58	2.2	596.7	657.8	459.8
2回目	54	2.1	601.5	648.4	502.9
3回目	60	2.3	613.8	667.3	496.0
平均値	57	2.2	604.0	657.8	486.2

イ 水のみ

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア: 燃焼前	イ: 燃焼後	ウ: 乾燥後
1回目	69	2.6	605.6	594.0	475.6
2回目	95	3.6	614.5	598.7	464.8
3回目	74	2.8	595.1	572.0	457.2
平均値	79	3.0	605.1	588.2	465.9

(5) 第5回 平成24年2月17日 14:00~16:00

天候 晴れ 気温 -4.0℃ 湿度 30% 液温 5.2℃

ア 新型消火剤

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア: 燃焼前	イ: 燃焼後	ウ: 乾燥後
1回目	50	1.9	629.5	670.5	490.5
2回目	78	3.0	611.1	716.3	467.5
3回目	75	2.9	674.7	762.6	508.8
平均値	67	2.6	638.4	716.5	488.9

イ 水のみ

	消火時間 (sec)	消火水量 (ℓ)	小型クリブ重量 (g)		
			ア：燃焼前	イ：燃焼後	ウ：乾燥後
1回目	62	2.4	619.5	585.7	454.7
2回目	60	2.3	614.4	589.0	480.3
3回目	97	3.7	605.0	592.5	447.1
平均値	73	2.8	589.1	589.1	460.7

6 考察

各実験データの比較を行うにあたり、木材1本1本の重量にばらつきがあり、小型クリブごとに重量が異なるため、燃焼前の重量を100とした場合の燃焼後（乾燥後）の割合（燃焼前後の重量比）を百分率（%）で算出した。この値が小さいほど燃焼による重量減少が大きいと言える。

さらに、燃焼後の乾燥前後の差から、消火後の小型クリブ内に含まれる含水量を算出した。

	気温 (°C)	重量比 (%)		含水量 (g)	
		[乾燥後 (ウ) / 燃焼前 (ア)]		[燃焼後 (イ) - 乾燥後 (ウ)]	
		新型消火剤	水のみ	新型消火剤	水のみ
第1回	19.4	80.5	77.5	173.7	91.4
第2回	13.4	80.1	79.7	205.4	122.6
第3回	-1.0	76.4	72.1	183.5	103.1
第4回	-4.0	80.5	77.0	171.6	122.4
第5回	-5.0	76.6	75.2	227.5	128.4

7 まとめ

実験結果及び考察から、以下のことが明らかとなった。

- (1) 消火時間・重量比等に気温の低下による、有意な影響は認められなかった。
- (2) 全ての実験において、新型消火剤で消火した場合、水のみに比べて消火時間が6~22秒短く、燃焼による重量減少も少ない。
- (3) 全ての実験において、新型消火剤で消火した場合、水のみに比べて小型クリブ内に約1.4~1.9倍の水分が含まれている。

以上のことから、新型消火剤は冬季間においても消火能力が低下しないことが分かった。

また、改めて新型消火剤が水に比べて消火効率が良く、さらに木材に含まれる含水量の増加によって、再燃防止の効果が大きいことが再確認できた。

小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験

札幌市消防局予防部指導課 野村 耕一

札幌市消防科学研究所 菅原 法之

1 実験背景

消防法（以下「法」という。）第2条第7項に規定される危険物に係る規制について、法第14条の3の2に規定する製造所等の点検（以下「定期点検」という。）のうち、地盤面下に埋設された配管（以下「地下埋設配管」という。）を有するものについては、危規則第62条の5の3の規定により、地下埋設配管の漏れの点検を行わなければならない、危険物の規制に関する技術上の細目を定める告示（以下「危告示」という。）により、ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法又はその他の方法のいずれかにより点検する必要がある。

地下埋設配管のうち、暖房用などの燃料として使用される灯油を貯蔵する、地下貯蔵タンクを有する製造所等の一部の施設においては、送油又は返油の配管として外径8mm（以下「8φ」という。）又は外径10mm（以下「10φ」という。）の銅管が使用されている施設があり、当該配管についても定期点検の対象となる。この配管は通常地下タンク貯蔵所などに使用されている、鋼製配管よりも口径が小さい（以下「小口径」という。）ものであり、当該配管の漏れの点検において、実施手法に係る行政指導事項に疑義が生じていたことから、実験によりこの疑義を検証するとともに、漏れの点検の規制事項についても検証することにより、新たに行政指導に反映させることを目的として実施したものである。

2 実験事項

本検証実験においては、次に掲げる事項について実験を行い一定の知見を得た。

- (1) 小口径配管内の灯油除去操作の手法による除去率について
- (2) 直径0.3mmの開孔からの灯油漏えい量の検討について

3 実験日時等

日時：平成23年8月18日～平成24年2月7日

場所：札幌市消防学校消防科学研究所（分析測定室、開発実験室、低温実験室）

4 実験機器等

実験に使用した機器・測定装置等は主として次のとおり

- (1) 被服銅管（8φ）：外径8mm（内径6.5mm）、長さ20m（写真1参照）
- (2) 銅板：80mm×80mm、厚さ1.2mm（写真2参照）
- (3) 三方弁及び継手：1/4A、8φ～1/4Aのアダプター含む（写真3参照）
- (4) I型継手：8φ用（写真4参照）
- (5) 灯油：JIS K 2203 1号白灯油（写真5参照）
- (6) ブルドン管式圧力計：0.4MPa

- (7) マノメーター：簡易式圧力計
- (8) 窒素ポンペ（減圧弁一式）：加圧装置
- (9) エジェクター：減圧装置（写真6参照）
- (10) シリコンチューブ（内径7.0mm）
- (11) その他

写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



写真6



5 小口径配管における灯油の除去操作の手法による除去率について

(1) 実験概要

被服銅管（8φ）及び銅管に三方弁等を取り付けた配管装置内に灯油を充てんし、複数の除去方法及び手法により灯油を除去し、乾燥重量と操作後の配管装置の質量比較により灯油の除去率を測定した。

(2) 予備実験

ア 灯油の揮発性状の確認及び結果

灯油の除去率を測定する際に、灯油の質量比較により除去率を計測することを前提として、灯油の揮発性状の確認を実施した。

(ア) 実験方法

ビーカーに灯油を注ぎ入れ、常温（約 20℃）の環境下で、デジタル秤に乗せ、時間経過による質量減少を測定した。（写真7参照）

(イ) 条件

- a ビーカー内径 66mm（表面積：34.87cm²）
- b 室温 23℃

写真7



- c 湿度 46%
- d 気圧 1,011hPa

(ウ) 結果

60分の静置により、0.0929gの質量減少が見られ、液面1cm²からの揮発量は、2.664mg/cm²と測定された。

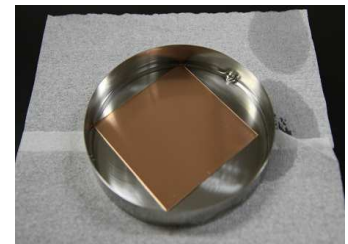
(エ) 考察

常温においては、質量測定に影響を及ぼすほどの揮発性状は見られず、質量減少にかかる補正をすることなく、灯油の質量測定によって除去率の測定は可能と判断された。

イ 銅板表面上の灯油の残存性状及び結果

銅製配管内での灯油の残液状況等を可視的かつ定量的に評価することを前提として、銅板を灯油に浸漬させ、銅板表面上の灯油付着状況及び挙動について確認した。(写真8参照)

写真8



(ア) 実験方法

ステンレスシャーレに灯油を注ぎ入れ、銅板を浸漬させたのち引き上げ、銅板を傾斜させた状態で灯油を自然に流下させ、一定時間経過後の質量を測定し、銅板の乾燥質量との差を比較し、銅板表面上の灯油残存量を検討した。

(イ) 結果

銅板表面上の灯油残存量として、表1の結果が得られた。

表1

	乾燥重量	引き上げ1分後	引き上げ31分後	揮発(30分)
質量(g)	58.5020	58.6738	58.6011	0.0727
灯油量(g)		0.1718	0.0991	

(ウ) 考察

銅板表面上の灯油残存状況は、傾斜をつけると灯油の残存は目視上、見られなくなり、水のように表面に水滴状に張り付く現象には至らなかったことから、配管内においても灯油は銅板表面上と同様の挙動を呈するものと考察された。

(3) 本実験

ア 実験方法

(ア) 後述のイに示す試験配管装置を用い、配管内に灯油を充てん後、後述のウに示す複数の手法を用いて灯油の除去を実施した。

(イ) 検討実施方針

前述の(2)予備実験アに示す結果より、灯油の実質量の測定による検討は可能であることが確認されたが、本実験において実施する配管からの灯油除去において、窒素加圧による除去方法を実施することから、実験操作中における飛沫等の回収の困難性が予見されたため、

灯油質量による測定は見送り、配管重量の測定比較による検討を実施することとした。

イ 試験配管装置

- (ア) 1m U字配管 (写真9 参照)
- (イ) 1.5m三方弁付U字配管 (写真10 参照)
- (ウ) 35m 実物大模擬配管 (写真11 参照)

写真9

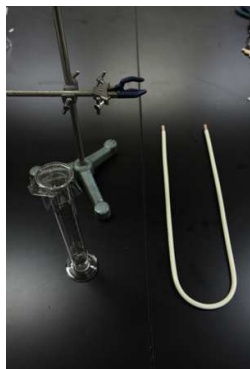


写真10



写真11



ウ 手法別除去結果

- (ア) 自然流下による除去

流下時間を10秒及び30分とし、次の表2の結果を得た。

表2

配管種別	除去率 (10 秒)	除去率 (30 分)	備考
1 m	98.0	100	8 φ
1.5m	98.6	99.5	8 φ

- (イ) 窒素送気による除去 (図1 参照)

送気一次側を0.4MPa gauge とし、送気時間を変え、次の表3の結果を得た。

表3

配管種別	除去率 (条件1)	除去率 (条件2)	除去率 (条件3)	備考
1.5m	98.4	99.6	99.9	8 φ
35m		99.0	99.6	8 φ

※ 条件1 : 1分間の連続流通

※ 条件2 : 3分間の連続流通

※ 条件3 : 操作間に10分の静置時間をおいた合計3分間の流通

- (ウ) エジェクターによる除去 (図2 参照)

減圧側一次圧を-0.04MPa gauge とし、吸引時間を変え、次の表4の結果を得た。

表 4

配管種別	除去率 (条件 1)	除去率 (条件 2)	除去率 (条件 3)	備考
35m		97.9	99.3	8 φ

※ 除去率の算定は、配管の乾燥重量と、灯油除去操作後の配管の重量比較により、得られた数値を、配管内に収容できる灯油量で除した数値を残存率として算定し、「100-残存率」を除去率とした。

図 1 35m配管設定 (窒素加圧)

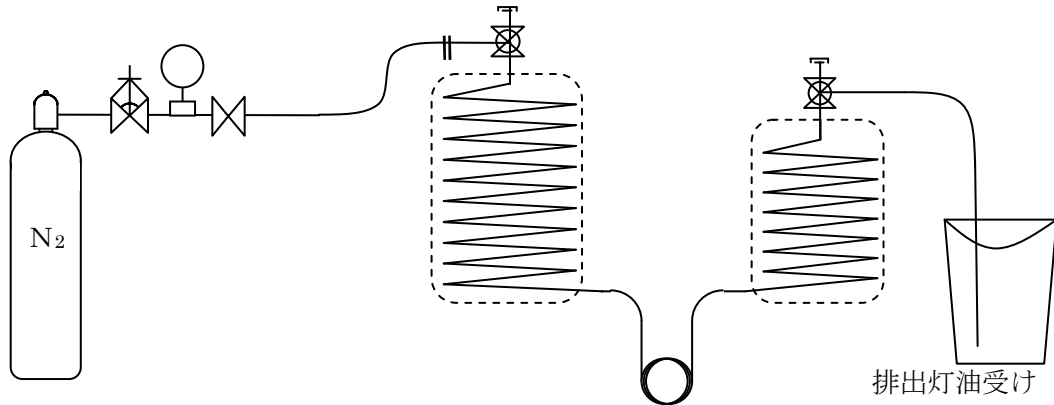
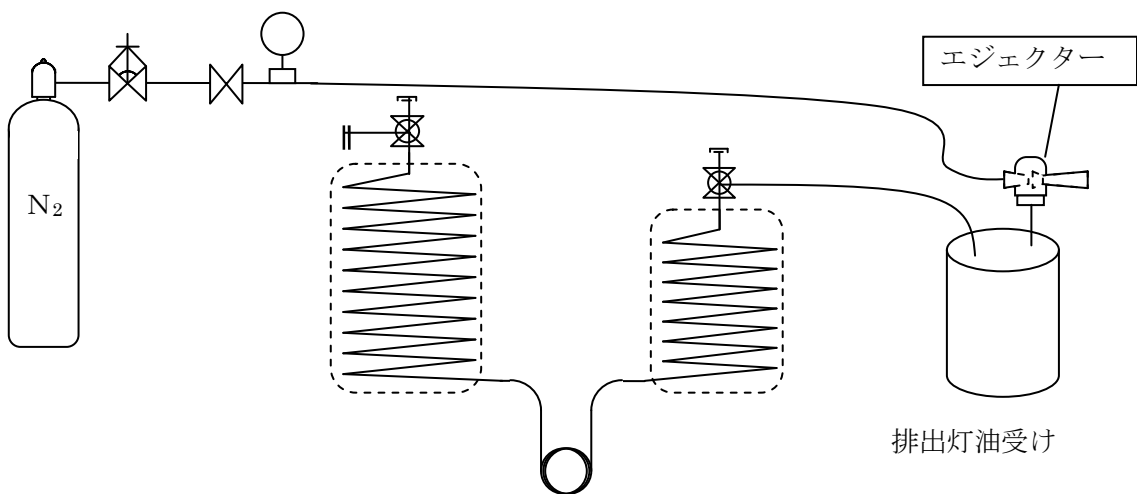


図 2 35m配管設定 (エジェクター減圧)



エ 考察

(ア) 自然流下による除去

30 分の静置時間を置くことで、ほぼ全量が配管から流下する結果が得られた。実配管では、土中の配管勾配が、必ずしも片勾配とは限らず、自然流下による除去は現実的ではないが、送気又は吸引による除去で灯油の残存が生じた場合、点検に要する時間 (30 分以上) の間に残存灯油が低所に滞留し、配管を閉塞した場合には、点検障害となる可能性があることが認められることが分かった。

(イ) 窒素送気による除去

送気時間を 1 分と 3 分で比較した場合、時間が長い方が、除去率が向上しており、送気さ

れる時間をトータルで3分とする場合、送気時間を分割し、間に静置時間を置くことで、除去率の向上が見られた。これは、静置時間中に残存した灯油が、一旦低所に凝集することで、静置後の操作によって、効率的に排出される結果になったものと考察される。

(ウ) エジェクターによる除去

結果については、窒素送気と同様の結果が得られた。除去率の差については、窒素送気による圧力が、エジェクターによる吸引圧より強いと考えられる。このことから、有効な除去を行う際には、送気圧力が強い（送気量が多い）ことが有効であると認められる結果が得られた。

なお、灯油除去の実操作においては、エジェクターによる減圧操作の方が、灯油除去の二次側における灯油飛沫の飛散を最小限とすることができることから、保安上のメリットと、除去率を勘案し、実務上ではエジェクターによる除去操作も選択肢に含めることが適当であると考察される。

オ 補足実験の実施

前述のエ 考察 (ア) の結果における、点検障害の可視的な確認及び、寒冷条件における除去率の検討を、以下のとおり補足実験として実施した。

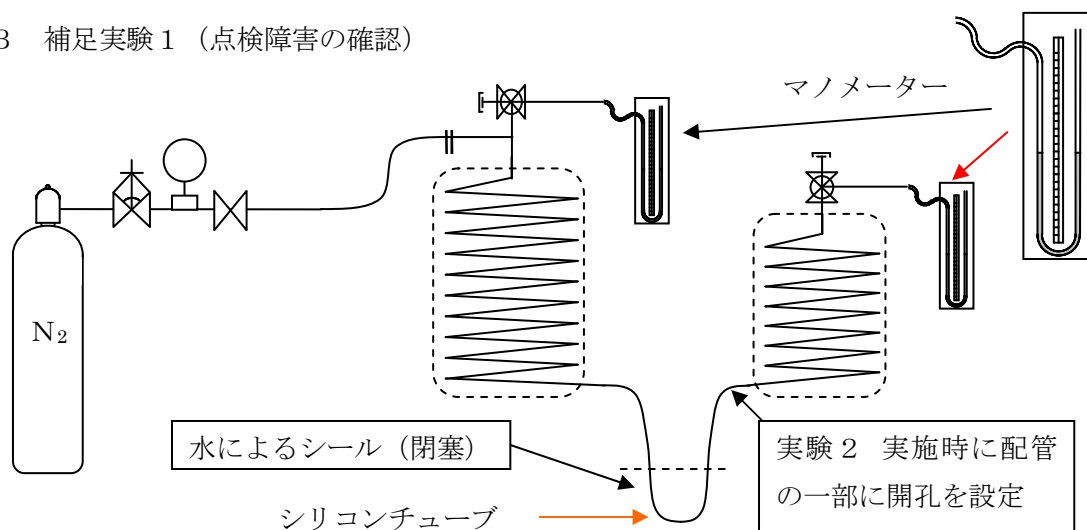
(4) 補足実験1：点検障害の可視的再現と確認

地下埋設配管の漏れの点検時に、当該配管途中に液体による配管閉塞が発生した場合の適正な点検実施の障害になると推定されることから、これを立証する実験を行った。

ア 実験方法

図3に示す、両端にマンノメーターを取り付けた35m配管の中間に、2メートルのシリコンチューブを設定し、実験1としてチューブ内に配管内の残存灯油に見立てた代替液体（水）を封入し、配管の一次側より加圧し、両端の圧力計の指示値を測定する。また、実験2として閉塞二次側に開孔を設けた場合の閉塞液体の動静について視覚的に確認した。

図3 補足実験1（点検障害の確認）



イ 実験結果

(ア) 実験 1 (配管閉塞のみ)

配管途中に液体による閉塞が存在する場合、加圧一次側のマンメーターの指示値と、二次側の指示値は異なり、一次側を 2 kPa 以上に加圧しても、液体閉塞より二次側の加圧は規定圧力に達しなかった。

また、液体閉塞の一次側の気体部分が配管閉塞の最下部より二次側へ、加圧気体により押し込まれた場合、閉塞した液体中を加圧気体の一部が気泡となり徐々に上昇し、閉塞二次側への加圧気体の流入が生じるが、規定圧力まで達することはなかった。

(イ) 実験 2 (配管閉塞二次側に開孔を設けた場合)

閉塞二次側に開孔を設けた場合、二次側の圧力は大気圧と平衡となり、一次側の圧力は、一定の加圧した圧力を保った。

ウ 考察

配管内に液体による閉塞が発生した場合、一方からの加圧では、この閉塞より二次側において、点検に要する規定圧力が確保できず、適正な点検ができないことが明らかとなった。

このことから、点検を要する配管内の液体閉塞の有無を確認するためには、点検対象配管の加圧一次側及び二次側の両端において、圧力計を設定し、点検の規定圧力が確保されていること(両圧力計が同じ値を示していること。)を確認する必要がある。

なお、直径 0.3mm の開孔からの灯油漏えい量の検討において、気体と液体では、同開孔部からの流出体積が異なることを示す結果が得られている(気体の流出量と比較し、液体の流出量は極めて小さい)ことから、両端から加圧することとしても、開孔部に液体の残存がある条件であれば、点検基準に合格してしまうことも考慮されるため、点検に支障がなくなるまで、配管内の液体を除去する操作を行う必要があることが確認された。

(5) 補足実験 2 : 寒冷条件による除去率の検討

除去操作を札幌市内の平年の最低気温以下の条件において、実施し、点検を実施する際の温度条件がどのように影響するかを追加検証した。

漏れの点検対象となる配管については、地中埋設されているため、比較的外気温の影響を受けにくい、冬期間の配管の漏えい確認など、低温下においても点検が実施される場合があることを考慮し、低温実験室内(室内温度、 -14°C)において、図 1 に示す試験配管により、実験を実施した。(写真 12 参照)

写真 12



ア 試験結果

(ア) 窒素流通による加圧 (3分間の連続流通 : 0.4MPa)

21.4g (26.75ml : 8 φ 配管 80.6cm 分の容積に相当) の残存

(イ) 窒素流通による加圧 (3分間の連続流通 / 10分間静置 / 2分間の再連続流通)

7.2g (9.0ml : 8 φ 配管 27.2cm 分の容積に相当) の残存

イ 考察

比較する条件として、排出条件及び実験温度における条件により、3分間の連続流通の条件

で比較すると、次の表5の結果を得た。

表5

排出条件	圧力 (ゲージ圧)	実験温度 (室温)	排出量 (率)
窒素流通 (加圧)	0.4MPa	26℃	98.9%
窒素流通 (加圧)	0.4MPa	-14℃	97.7%
減圧	-0.04MPa	18℃	97.9%

窒素流通の場合において、低温の場合、排出率が低下している。これは、当該温度下における灯油の粘性等が影響しているものと考えられ、冬期間に、点検に伴う灯油の抜き取りを実施する場合においては、除去率の低下を考慮した操作を実施しなければならない。一方、上述のア試験結果のとおり、操作回数を増やすことにより、除去率を向上させることができたことは、排出の操作回数を増加して、対応することが適切であると判断されるものである。

6 直径0.3mmの開孔からの灯油漏えい量の検討について

省令による試験基準から、再現可能な直径0.3mmの開孔を作成し、同開孔から漏出する灯油量を測定し、直径0.3mmの開孔から流出する危険物量として一般的に言われる、約9リットル/日の量と比較し、その再現性について検討を行った。

(1) 実験方法等

省令による試験基準と危険物の漏れの量に関して考察するため、図4、5に示す実験装置を用いて、省令の基準により規定される試験基準を参考として、作成した直径0.3mmの開孔からの灯油の漏れの量を測定した。

ア 省令による試験基準からの窒素の流出量及び、作成した開孔の大きさの検討

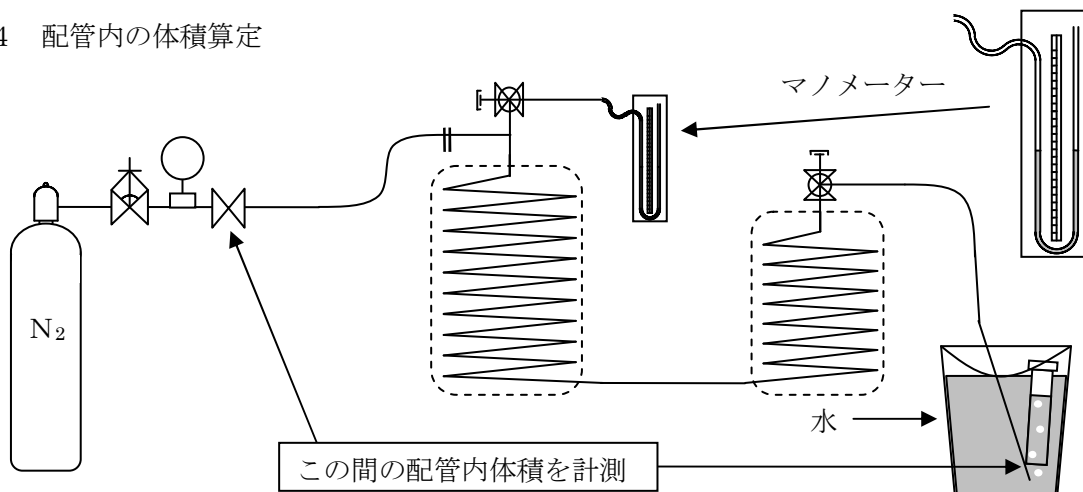
第71条の2第3号ロの基準は、「実施方法 地下埋設配管の気相部に窒素ガスを封入し、2kPaで加圧し、加圧終了後15分間静置した後、15分間(容量10kℓを超える地下埋設配管にある場合は、当該容量を10kℓで除した値を15分間に乗じた時間)の圧力の降下が2%以下であること。」と規定されており、試験基準で不合格となるのは、10kℓの容積に2kPaを加圧した際に、15分間で0.04kPa(2%)圧力降下(15分間で4ℓの気体漏出)があった場合である。(静置時間中の変動で圧力が約2kPaであることを前提とする。)

このことから、開孔からの窒素の放出は、約0.27ℓ毎分(常圧)となるため、当該量放出される開孔を作成し、法令で規定される直径0.3mmの開孔の大きさと比較するため、灯油の除去に係る実験を実施した配管を用いて、検証することとした。

イ 試験に係る配管内の体積の検討

実施における漏れの点検は、加圧等を実施する器具と、試験対象をつなぐ治具(接続継手)内の体積については、試験対象配管及び対象地下貯蔵タンク内の体積と比較すると、施設の容積が大きいと、無視できる比率となるが、この実験においては、対象となる配管内の体積と比較すると、治具内の体積が無視できない比率であるため、実験装置の配管内の体積を正確に算出する必要があり、図4に示す方法を用いて算定することとした。

図4 配管内の体積算定



この装置の配管内を約 3 kPa の窒素圧で加圧し、もう一方の開孔をバケツに張った水 (約 30cm の水深) により塞ぎ、この開孔の水深を浅くした際に放出される窒素量 (メスシリンダーで測定) と変動した圧力から、配管内の体積を求めた結果、配管内の体積は、約 1, 772. 1ml と算定した。

ウ 直径 0. 3mm の開孔からの危険物の流出量に係る考察及び実験

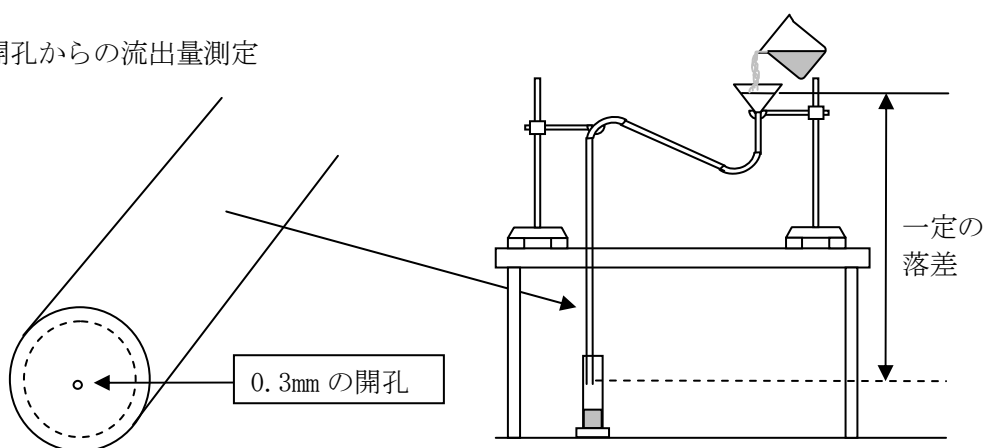
実験は、セロハンテープにアルミニウム箔を張り付けたシートを作成し、このシートに、平均 7. 94 秒で約 2 kPa の圧力変動を生じるように、縫い針による簡易な方法で、直径約 0. 3mm の開孔を新しく作成し、この開孔を用いて灯油の漏れる量の実験を行うこととした。

比較対象となる数値として、E P A (米国環境保護庁) の流出検知の規定値として、0. 1 ガロン毎時の流出検知が求められており、この流出量が、直径 0. 3mm の開孔からの流出量と同等でなければならないとされている。

0. 1 ガロン毎時を換算すると、「1 ガロン=約 3. 790」であることから、日量に換算すると、約 9. 10 / 日となる。

この結果を比較値として、作成した開孔を図 5 のように配管に取り付け、流出量を測定した。

図5 開孔からの流出量測定



(2) 直径 0. 3mm の開孔からの灯油流出量に関する結果

この結果、次の表 6 のように、落差に応じて単位時間当たりの流出量に変動する結果が得られた。

表 6

	落差	流出量 (平均)
1	1.5m	10.2 ml/min
2	1.3m	6.4 ml/min
3	1.0m	3.9 ml/min

この結果からは、落差と流出量について、比例となる相関関係は認められなかったが、落差が 1.3mの際に、0.1 ガロン毎時となる 6.3ml毎分に近似する値が得られた。

(3) 考察

液面から、開孔の落差によって、開孔にかかる圧力が異なることから、それに伴い流出量変動することが明確となった。

落差 1.3mについては、標準的な 10kℓタンク（直径約 1.5m）の最高液面から、タンク底部までの高さに近似しており、当該開孔に対する液重等による圧力が低下した場合には、流出量が低下することが認められるものであると判断された。

7 まとめ

本検証実験により以下の知見を得ることができた。

- (1) 小口径の配管における灯油の除去操作は、加圧による送気又は減圧による吸引いずれによっても可能であるが、一定の時間を要すること及び配管内において一定時間でほぼ全量が低所に滞留するという灯油の挙動により、静置時間を挟んだ前後に分けての操作により、効率的に除去することが可能であること。
- (2) 直径 0.3mm の開孔から、一定の圧力により液体及び気体がそれぞれ漏出する場合、単位時間当たりの量は異なり、気体による気密試験を行う際に、当該漏れが生じる部分が液体によりシールされた場合は、気密試験の適正な評価がされない可能性があること。
- (3) 直径 0.3mm の開孔から、液体が漏出する場合、開孔にかかる液重等の圧力により漏出量が異なる結果が得られた。なお、当該結果は、漏れの点検における統計的手法による在庫管理を否定するものではなく、タンクの運用液面等を考慮して在庫量を測定することにより、適正な在庫量の評価が可能であること。

8 行政指導事項への反映

本検証実験「小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験」の結果に、種々の考察を加え、「共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価」として、行政指導事項の提言とした。（本所報 P67～73 参照）

9 参考（先行実験及び現場からの要望）

本検証実験の検討に先立ち、平成 21 年に予防部指導課危険物係及び中央消防署予防課において、札幌市中央区内に設置された、危険物一般取扱所及び接続する条例規制部分の、地下埋設配管の適切な漏れの点検に関する検討を下記の条件により、危険物施設点検事業者と共同により実施し、その際の検討結果及び課題の洗い出された内容が、本研究の検討事項に繋がっているものである。

(1) 実施時期

平成 21 年 10 月

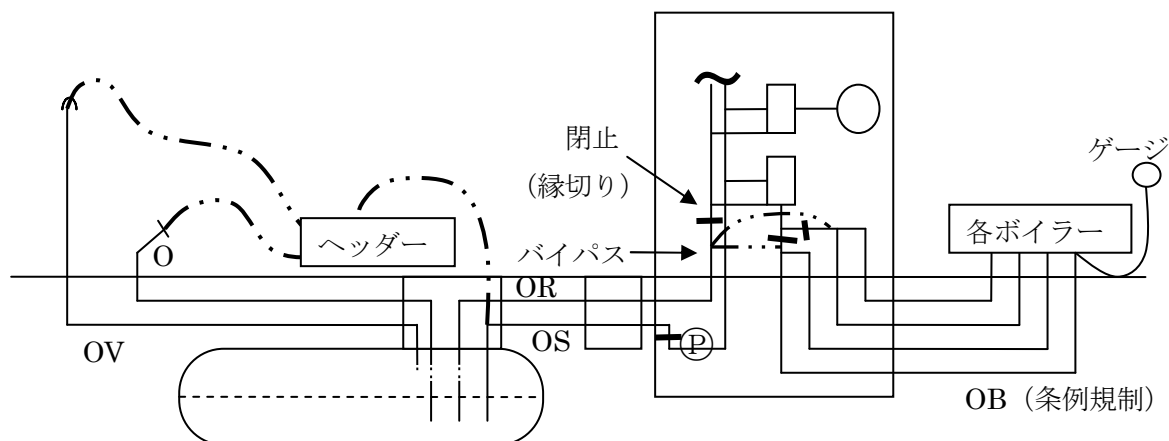
(2) 施設概要

配管供給の一般取扱所（集中供給方式：図 6）

屋外設置のロードヒーティングボイラーあり

（本事例では、供給は戸別タンクからの供給で、条例規制部分）

図 6 検討施設の点検時概要図



※ 点検時は、タンク及び配管を一体として、一括加圧の点検方法とすることを前提とした。

(3) 点検前処理（配管内の油抜き）について

ア OB（ボイラー配管）について

ボイラー側から抜き取り（吸引）し、吸引後に屋内側から加圧して油の抜けを確認する。

イ OS（給油管）について

検針盤の一次側から加圧し、タンク内に配管内の危険物を押しこむ。

(4) 加圧ヘッダーの取付位置と接続方法

ア ヘッダーから、通気管（OV）・遠方注油管（O）・吸油管（OS）の 3 箇所に接続

イ 返油管（OR）は、タンク内の開孔から加圧されるため、ヘッダーの接続はしない。

ウ 戸別タンクからボイラーの配管（OB）は条例規制部分であるが、実施する。

エ 建物内ORのフランジから、OBのフランジに接続し、OB 4 本について加圧を行う。

(5) 加圧について

窒素ガスを用いて加圧する。

(6) 点検事業者からの点検に関する意見

ア 加圧ヘッダーの取り付け箇所が少ない方が、作業設定が容易である。

イ マンションの場合、返油管で液シールがされている場合がある。

ウ 8φの銅管であれば、管径が細いため、ほぼ実液は抜ける。

※ 15mの銅管で水を充填して通気（加圧）を行い、二次側からの噴霧の噴出を確認後に配管に傾斜をつけたが、実液の残りは確認できなかったとのこと。

(7) 消防局側からの点検に際しての要望

液シールがあるか判断する材料として、配管の末端に圧力計を設定し、加圧状態を確認する。

(8) 点検中の施設に関する留意事項（想定）

ア 戸別タンクに給油されないことから、戸別タンクから接続する燃焼機器等の使用を制限する必要がある。（使用により、戸別タンク二次側に空気溜が発生した場合、システムにエラーを生じさせる。）

イ 可能であれば、点検を実施する前に、各戸別タンクを満量にすることが望ましい。

(9) 検討事項（検証が必要と考えられる項目）

銅管内が実液によってシールされる可能性がある。すなわち敷設される銅管がタンク側への順勾配でないことが想定され、敷設の凹み部分に滞油してシールされることで、滞油部分から二次側の圧力試験が有効にされない可能性がある。

(10) 要検証実験事項

実液を充填した8φ銅管に片側から加圧し、液シール部分が発生しないか、次の場合について検証実験が必要である。

ア 配管の敷設レベルに凹凸がある場合

イ 配管途中にループ（縦・横）がある場合

ウ 配管途中に接続部（そろばん玉を用いた継手）があった場合

エ 各種配管抵抗の組み合わせによる条件の場合

オ 加圧圧力を変えた場合

カ 液抜きの方法（加圧・吸引）による場合

火災現場における熱傷受傷に関する検証実験について

札幌市消防科学研究所 河津 勝

1 実験概要

平成 23 年 7 月に本市で発生した特異と思われる一般住宅火災において、消火活動中の消防隊員が手背部などに熱傷を負う事案が発生したことを受け、当局で採用している現場用手袋（以下、手袋という。）を使用時における、熱傷受傷のメカニズムを解明し、手袋の熱防護性能の限界について理解することで、受傷事故を最小限に抑えることができると考え、手袋に関する熱的検証実験を行った。

結果、熱傷は、手袋内の湿度条件が大きく影響し、湿度が高くなるほど受傷の程度は高くなり、特に関節部に顕著な熱傷が現れること。また、特異な火災だけでなく、一般的な火災でも発生しうる可能性があることを確認した。

2 手袋の仕様について

現在の手袋は、国際規格 ISO15383 の要求性能を満たすものであり、切創や刺創による事故の低減、静電気帯電防止及び装着時の作業性の向上、さらに、熱的防御性を加味して改良が加えられてきたところである。

手袋（写真 1）の主な仕様は下記のとおりである。

(1) 生地

ア 甲側

Wニット編

表：パラ配向芳香族ポリアミド繊維

裏：メタ配向芳香族ポリアミド繊維

糸番手：表 20/1 裏 20/1

色：紺色

イ 掌側

Wニット編

表：パラ配向芳香族ポリアミド繊維

裏：綿 100%

糸番手：表 20/1 裏 20/1

色：黄色

(2) 補強材

ア 牛本皮（革厚 0.8～0.9 mm）にセラミック粒子を配合

色：ベージュ

イ ケブラーニット 100%にアルミフィルム蒸着加工生地

補強部位：甲側の最内層に縫付け挿入



写真 1

手袋 甲側（左）

掌側（右）

3 消火活動時の熱傷について

消火活動中の熱傷を考える場合、温度及び時間とともに湿度が重要である。一般的に皮膚の表面温度が 44℃になると痛みを感じ、56℃に達すると熱により皮膚に水ぶくれ（Ⅱ度熱傷）を生じることとなる。

人体は、低湿度下では放熱作用により皮膚の表面温度を一定に保つことができるが、高湿度下では発汗が機能せず放熱作用が妨げられ皮膚の表面温度が上昇する。このため、乾式サウナは空気が乾燥しているため、内部温度が 100℃でも熱傷を負わないが、水蒸気を伴うミストサウナは湿度が高いため、皮膚の表面温度を一定に保つことができず 50℃程度が限界である。

また、文献では直接熱水が身体に触れる場合、水の温度が 60℃で 10 秒間、70℃で 1 秒間触れると熱傷受傷の発生に至ることとなる。

4 実験項目

手袋内部での熱の分布状況を再現し、熱傷に至る要因を明らかにするため、以下の実験を行った。

(1) 熱傷事故再現実験

受傷時の活動状況を再現しながら、手背部等の受傷状況との整合性を確認した。

(2) 受熱による温度上昇と時間に関する実験

輻射熱により熱傷を受傷すると考えられる、環境温度と時間を測定した。

(3) タンパク質の熱変性実験

温度とともに湿度が熱傷に及ぼす影響について検証するため、安価で容易に入手可能な卵白を使用した実験を行った。

(4) 手袋使用時の高温条件下における温度感覚の違いに関する実験

濡れた手袋を使用した場合と、乾いた手袋を使用した場合の温度感覚の違いを検証した。

(5) 身体の温度感覚における耐熱限界の違いに関する実験

熱水に対する、身体手部の温度感覚における耐熱限界の個人差についての実験を行った。

5 熱傷事故再現実験

(1) 実験方法

今回の受傷火災は、受傷した消防隊員の熱傷状況が特徴的（写真 2～3）であることから、受傷時の活動状況を再現しながら、受傷状況との整合性を確認するための実験を行った。



写真 2 消防隊員の受傷状況（甲）



写真 3 消防隊員の受傷状況（掌）

ジェットヒーターを熱源とし、水で軽く湿らせた手袋に対して熱風を吹きつけ、加熱（熱流束 $15\text{kW}/\text{m}^2$: 単位面積あたりの熱量）しながら、ガンタイプノズルを保持した体勢で加熱実験を行い、手袋内部の熱環境を視覚的に再現するためサーモラベルを用いた。なお、サーモラベルは被験者の安全を考慮して、 40°C 以上で変色し不可逆性のものを使用した。（写真4～5）



写真4 手背部にサーモラベルを17枚貼



写真5 サーマラベルの反応状況（青色）

(2) 実験結果

ア 被験者が熱を感じ手袋を離脱するまでの時間は約40秒であった。

イ 今回の実験結果と受傷時の状況を比較すると、青色に変色した箇所がⅡ度熱傷を負っている箇所とほぼ一致している。

ウ 変色箇所は、第二関節及び第一関節で、検証時にガンタイプノズルを保持していたことから屈曲（ほぼ 90° ）していた箇所である。（写真6～7）



写真6 貼付及び反応状況



写真7 サーマラベルの反応状況

(3) 考察

手袋を装着して関節を曲げることにより、手袋生地が曲げた関節部に密着する。

密着部の空気層が無くなることで、空気の断熱作用が無くなり、密着部の熱伝導率が上がり熱傷に至る。

6 受熱による温度上昇と時間に関する実験

(1) 実験方法

輻射熱により熱傷を受傷すると考えられる環境温度と時間を測定するための実験を行った。

フィルム型T熱電対（以下、熱電対という。）を手袋生地（30mm×20mm）裏側に密着させ、生地表面側を電熱ヒーターの輻射熱環境下におくことで、火炎からの輻射熱環境を再現し、熱電対の温度変化を測定しデータロガー（GRAPHTEC(株) GL800）で記録した。（写真8～9）

実験条件として生地の状態を以下のとおりとした。

ア 濡れ：生地片（0.4g）を10ccの水に3秒間浸した（重量増加0.7g）

イ 半濡れ：生地片（0.4g）を10ccの水に片面3秒間浸した（重量増加0.3g）

環境温度：270℃、150℃、80℃（熱源からの距離を7cmに固定、電熱ヒーターのダイヤルで出力調整）

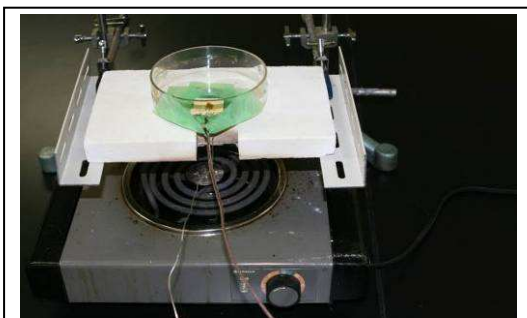


写真8 実験状況

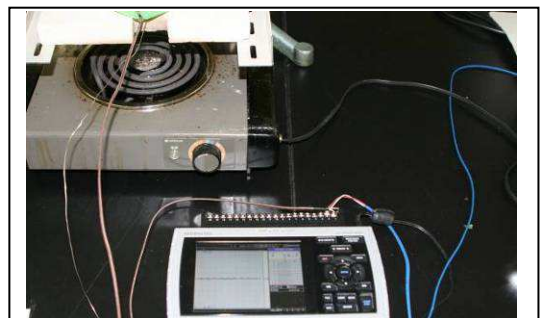
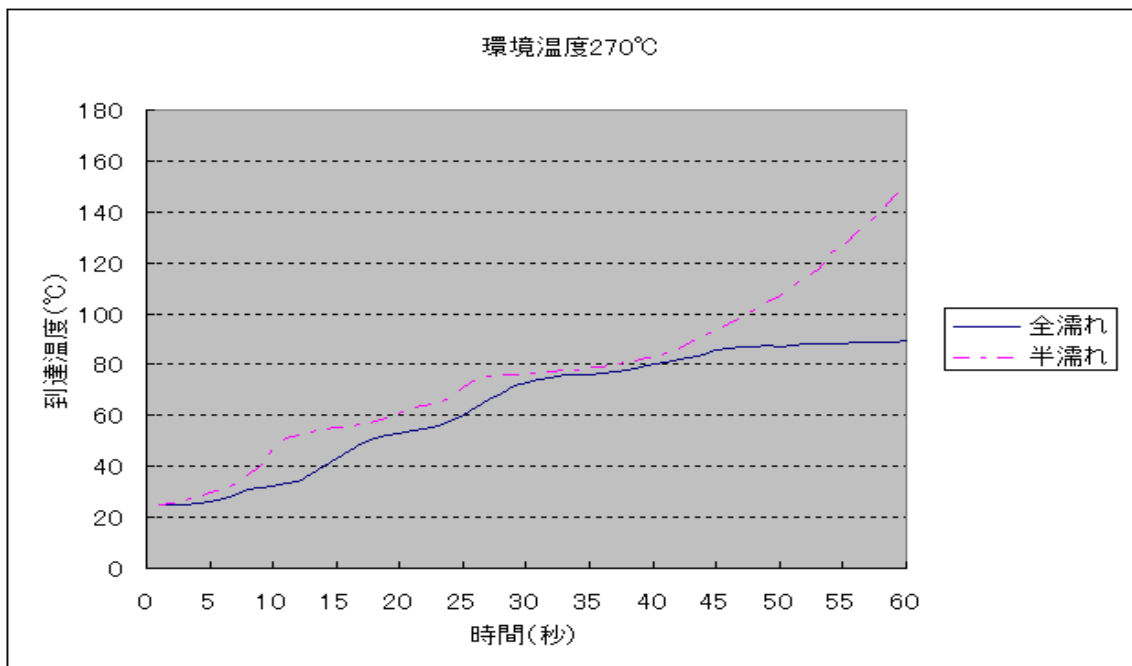


写真9 温度測定状況

(2) 実験結果

実験結果は表1～3に示すとおりである。

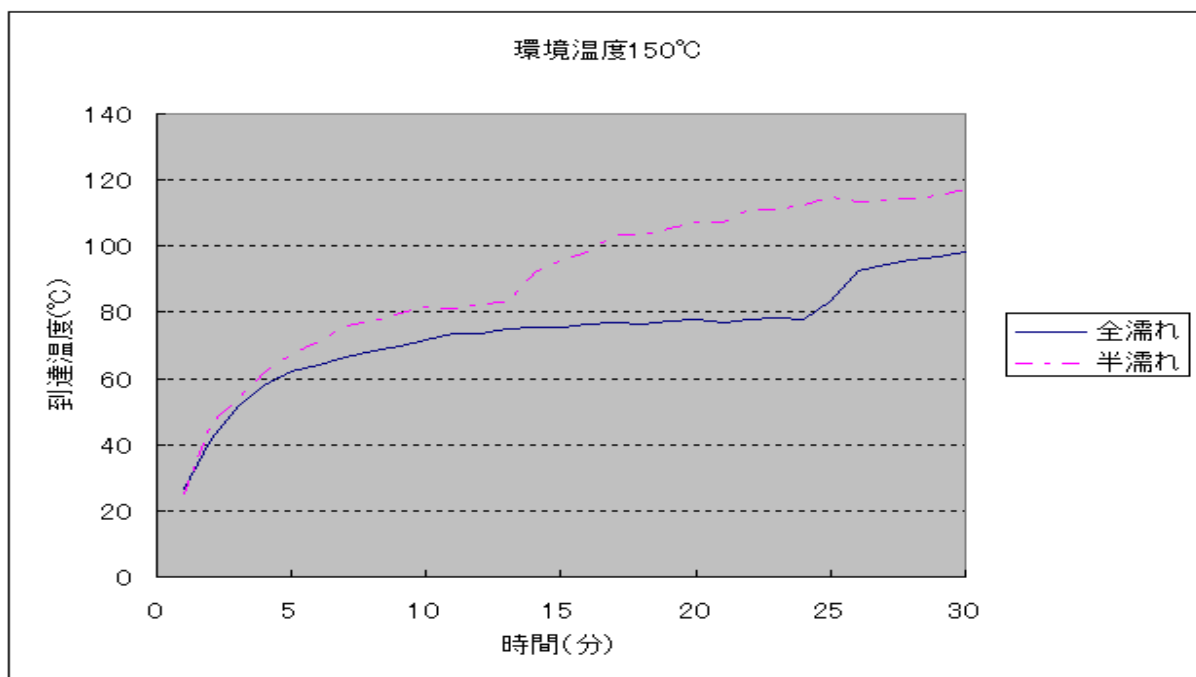
表1 温度上昇と時間の関係（環境温度270℃）



半濡れ：9秒でI度熱傷温度（44℃）、20秒でII度熱傷温度（56℃）に到達

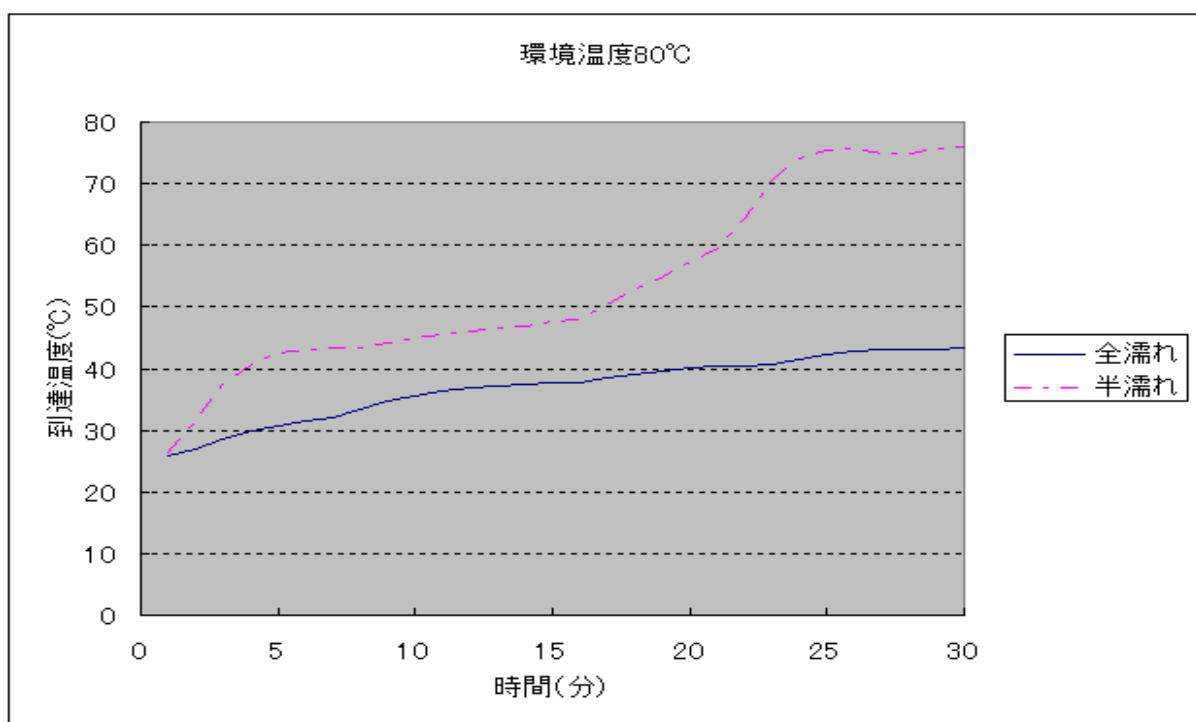
全濡れ：12秒でI度熱傷温度（44℃）、26秒でII度熱傷温度（56℃）に到達

表2 温度上昇と時間の関係 (環境温度 150°C)



半濡れ：1分でI度熱傷温度 (44°C)、2分でII度熱傷温度 (56°C) に到達
 全濡れ：1分30秒でI度熱傷温度 (44°C)、3分でII度熱傷温度 (56°C) に到達

表3 温度上昇と時間の関係 (環境温度 80°C)



半濡れ：8分でI度熱傷温度 (44°C)、19分でII度熱傷温度 (56°C) に到達
 全濡れ：30分I度熱傷温度 (44°C) に到達

(3) 考察

熱傷の受傷は、環境温度が高温になるほど短時間で発生する。270℃の環境温度では、9～12秒で皮膚に痛みを感じる温度（Ⅰ度熱傷）に達し、20～26秒でⅡ度熱傷を受傷する温度を超えることとなる。比較的低温である80℃の環境温度でも早ければ8分で皮膚に痛みを感じる温度に到達し、19分でⅡ度熱傷を受傷する温度に至ることとなり、受傷に至る時間に違いはあるものの、熱傷の受傷は特異な火災のみならず、一般的な火災でも発生することとなる。

7 タンパク質の熱変性実験

(1) 実験方法

温度とともに湿度が熱傷に及ぼす影響について検証するため、卵白を使用した実験を行った。今回試料とした卵白は、安価で容易に入手できるタンパク質の代表であり、主成分がアルブミンで、凝固させるためには75℃以上の高温を加える必要がある。卵白を60℃～65℃の温度で保持すると、主成分のアルブミンは凝固しないが、トランスフェリンが凝固し、部分的にゲル状となり、温泉卵の状態となる。

実験条件は以下のとおり

ア 卵白をシャーレに2.0g入れ、恒温恒湿ユニット内に静置した。

イ 恒温恒湿ユニット内の温度を80℃、70℃、60℃とし、各温度に対して湿度を80%、50%、20%と設定した。

(2) 実験結果

実験結果は表4に示すとおりである。

表4 温度と湿度によるタンパク質の変性状況

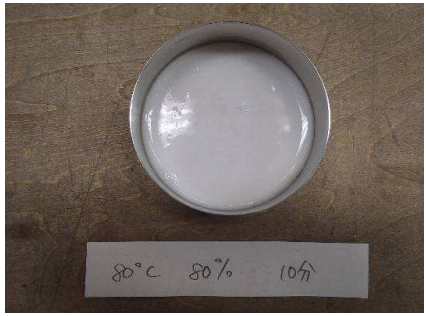
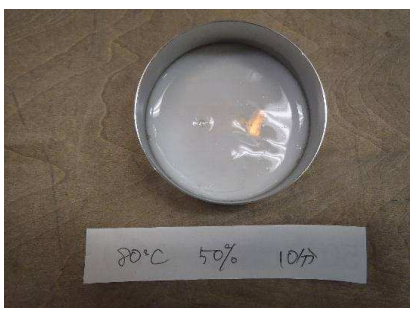
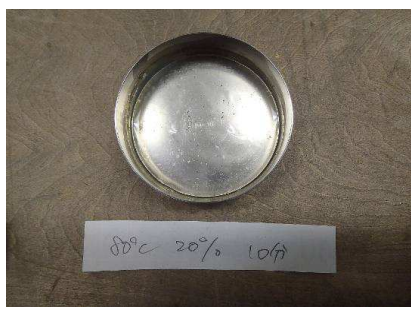
温度 \ 湿度	80%	50%	20%
80℃	55秒で周囲が白く変色 90秒で全面白く変色 10分後、全て凝固した	155秒で周囲が白く変色 220秒で全面白く変色 10分後、全て固まった(透明感)	10分後、変化無
70℃	150秒で周囲が白く変色 220秒で全面白く変色 10分後、全て凝固(軟性)	10分後、一部ゲル化した (トランスフェリンが熱変性)	10分後、変化無
60℃	60分後、変化なし		

ア 熱変性強度（熱による変化の度合）は、環境温度80℃に固定し相対湿度を変化させた条件下では、写真10～12に示すように80%>50%>20%となり、高湿度ほど熱変性強度が高くなった。

イ 環境温度70℃に固定した場合、80%>50%>20%となり、高湿度ほど熱変性強度が高い。

ウ 80℃-20%、70℃-20%、60℃-80%では、熱変性が認められないことから、タンパク質に与える影響は、70℃以上の高温条件化で、湿度の影響をより大きく受けた。

エ 全ての条件下で比較すると、80℃-80%>70℃-80%>80℃-50%>70℃-50%となり、80℃-50%より70℃-80%の熱変性強度が高かった。

		
<p>写真10【温度 80°C、湿度 80%】 55 秒で周囲が白く変色、90 秒で全面的に白く変色、10 分後に完全に凝固した</p>	<p>写真11【温度 80°C、湿度 50%】 155 秒で周囲が白く変色、220 秒で全面白く変色、10 分後に全て軟らかく凝固、少し透明感がある。</p>	<p>写真12【温度 80°C、湿度 20%】 10 分後、変化なし</p>

(3) 考察

今回の実験で特筆すべき点は、熱変性が 80°C-50% よりも 70°C-80% に強く現れたことである。

同じ環境温度条件はもとより、70°C 以上の高温条件下では低い温度でも、湿度が高いほど熱変性強度が強いといえることである。

タンパク質の熱変性には湿度が大きく影響しており、火災による熱傷も湿度の影響を大きく受けるものと考えられる。

8 高温条件下における手掌部の温度感覚検証実験

(1) 実験方法

熱に対する消防隊員の感覚を検証するため、以下の要領で耐熱実験を実施した。(写真 13)

なお、被験者は消防隊員 2 名、研究所員 1 名である。

ア バーナー加熱(270°C)による乾いた手袋装着時の温度感覚

イ バーナー加熱(270°C)による濡れた手袋装着時の温度感覚



写真 13 実験状況

(2) 実験結果

ア 乾いた手袋は熱を感じやすく危険を把握しやすい。

イ 濡れた手袋は含有水が蒸発し、皮膚に触れている水分に熱が影響した時点で突然熱を感じる。

ウ 濡れた手袋から蒸気が出始めてもすぐには熱を感じない。

エ 実験終了後の手袋を比較すると、乾いた手袋は外装が焦げたが熱傷の危険性は感じなかつ

た。濡れた手袋には焼けはないが、熱傷の危険性と急激な温度上昇を感じた。(写真 14)



(3) 考察

実験結果から考えられる、手袋内に水が浸透し、熱傷の危険性が急激に高まるメカニズムを図 1 に示す。

図 1 濡れた手袋の受傷メカニズム

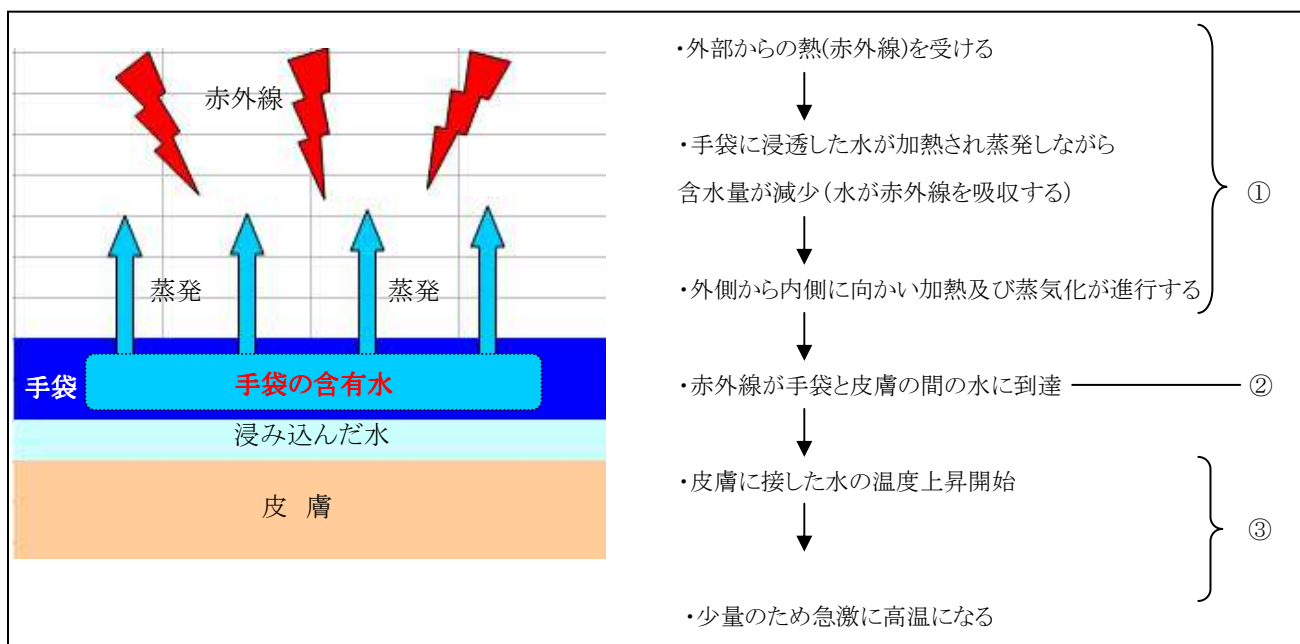


図 1 に示した①～③の、それぞれの状態における、熱傷に対する効果的な対処方法を、以下のように考察する。

①の状態においては、外部から熱を受け、手袋の含有水がどんどん蒸発していくが、この時点で水が蒸発しなくなる位置まで退くか、手袋に消火水をかけながら活動すれば、熱傷の危険性は低い。

②の状態においては、手袋の含有水が全て蒸発し、赤外線が手袋と皮膚との間にしみ込んだ水に到達し、加熱し始めるため、熱さを感じ始める。

この地点を越えると一気に熱傷の危険性が増すため、手に熱を感じ始めたら、即座に手袋に消火水をかけることで赤外線の透過を防ぐ。

③の状態においては、手袋と皮膚の間にしみ込んだ水の温度が急激に上昇するため、早ければ数秒で熱傷に至る。

この急激な温度上昇から熱傷を防ぐためには、できるだけ早急に安全な場所で手袋を離脱し、内部の熱を開放する。その後、受傷していないことを確認して、手袋に消火水をかけてから、再度着装し活動を再開する。

9 身体の温度感覚における耐熱限界に関する実験

(1) 実験方法

身体の温度感覚における、耐熱限界の個人差を検証するために、以下の要領で実験を行った。

(写真 15)

ア 加熱した 50℃、55℃、60℃の水に手部を挿入し耐えられる時間を計測

イ 素手及び手袋着用でそれぞれ計測

ウ 被験者は消防隊員 3 名



表 5 耐熱限界時間

		50℃	55℃	60℃
被験者 A	素手	37 秒	3 秒	1 秒
	手袋	55 秒	5 秒	2 秒
被験者 B	素手	27 秒	2 秒	1 秒
	手袋	48 秒	6 秒	2 秒
被験者 C	素手	66 秒	1 秒	1 秒
	手袋	85 秒	40 秒	4 秒
平均	素手	43 秒	2 秒	1 秒
	手袋	62 秒	17 秒	2 秒

(2) 実験結果

被験者 3 名の耐熱限界時間を表 5 に示すとともに、被験者の感想を以下に記述する。

ア 50℃と 55℃は全然違う、50℃は我慢できるが、55℃は無理だった。

イ 熱さに耐えていると、指先から痺れてきて感覚が無くなりそうだった。

ウ 実際の現場であれば我慢してしまうかもしれない。

(3) 考察

表 5 に示すように、人体手部の熱に対する感覚は、50℃ではかなりの個人差があるものの、55℃になると感覚の差は少なくなり、60℃では、個人差はほとんどなくなるものと考えられる。

10 まとめ

今回の各種実験結果から以下のような結論となった。

- (1) 現行の手袋装着時、熱傷は関節部に顕著に現れる。
- (2) 火災による熱傷は温度とともに湿度が大きく影響し、高湿度条件下ほど危険性が高くなる。
- (3) 手袋に水分が付着すると内部まで浸透し、皮膚に触れている水分が急に加熱されることにより、熱傷の危険性が非常に高まる。
- (4) 特異な火災だけでなく、一般的な火災でも受傷事故は発生する。

消火活動時において、手袋が濡れることで熱傷の危険性が高まること、及びそのメカニズムが確認できた。今回の実験結果が、今後の手袋の仕様の改良や、警防活動上の良き参考となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 総務省消防庁 消防隊員用個人防火装備に係るガイドライン
- 2) へるす出版 救急救命士標準テキスト下巻
- 3) 高橋 渉 消防科学研究所報 2009 No. 16 「手袋の検証実験について」

天ぷら油の過熱発火再現装置の試作検討について

市民啓発用火災再現実験セットの企画開発

札幌市消防科学研究所 河津 勝

1 はじめに

消防科学研究所では、日常生活に潜む火災の危険性について市民に対し啓発するため、出前講座や庁舎見学などにおいて、平成 21 年度に企画開発した火災再現実験セットを使用した実験を行い、臨場感のある、分かり易い情報発信を積極的に行っている。

この火災再現実験セットは、持ち運びに便利で、現場職員が容易に実験できるように、研究開発したものであり、各消防署の予防行事等において利用してもらうなど、消防局全体での火災予防啓発に役立ててもらうため、平成 22 年度に各消防署へ配布し、現在、盛んに活用されているところである。

今回、新たな火災再現実験セットとして、従来から各消防署からの要望が多い、てんぷら油の過熱発火の再現が可能な装置（以下、「発火実験セット」という。）を試作し、実用性について調査検討したので、その概要と併せて、油など再現実験に使用する発火性の液体（以下、「実験用発火液体」という。）や、煙と臭いの処理についての調査検討結果を報告する。

2 装置の概要

火災再現実験セットは、出前講座や予防行事などの会場で、手軽に再現実験ができることを前提としていることから、軽量かつコンパクトで、持ち運びが可能なことが必要である。

このため、今回の発火実験セットは、大きく分けて、加熱用のセラミックホットプレート、煙吸引用天蓋フード、収納ケースの構成となっており、写真 1 に示す収納ケース内（内寸：H240×W580×D185mm）にコンパクトに収まるものとした（写真 2）。

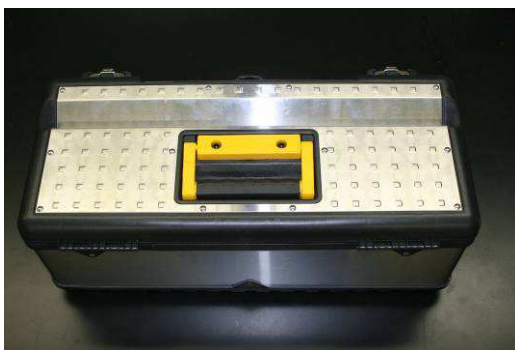


写真 1 収納ケースの外観



写真 2 ケース内収納時の状況

(1) 加熱用セラミックプレート（写真 3）

アズワン(株) CHP-170AN、900W、セラミックプレート寸法 170×170mm、最高温度 550°C、K 型熱電対 P I D 制御、加熱容器（ステンレス製シャーレ、直径 6 c m、深さ 1.8 c m）

(2) 煙吸引用天蓋フード（写真4）

トタン板製、寸法：H240×W580×D185mm、活性炭封入（100g）、吸引ファンφ10cm付



写真3 加熱用セラミックプレート

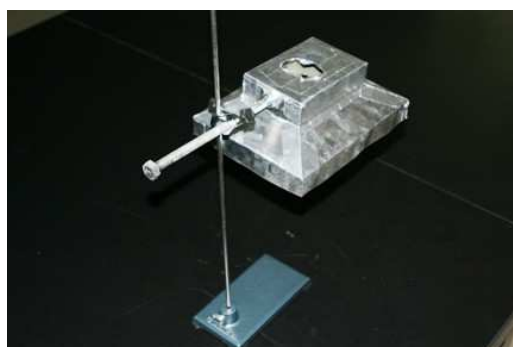


写真4 煙吸引用天蓋フード

3 実験用発火液体及び煙吸引用天蓋フードの条件について

てんぷら油の過熱発火の再現実験を、屋内で行うことを前提としていることから、再現実験に用いる油、若しくは油に似た発火性の液体、及び煙吸引用天蓋フードの条件は、以下のとおりとした。

(1) 実験用発火液体

ア 燃焼時の臭い及び煙の量

実験は屋内で行うことから、過熱発火に至るまでに発生する臭気及び煙が少ないこと。

イ 発火点

再現実験に要する時間を短縮するため、短時間で発火するように発火点が低いこと。

ウ 安全性

常温で安全な取扱い、及び保管が可能であること。

(2) 煙吸引用天蓋フード

ア 実験で発生した煙や臭いを捕集できること。

イ 油が発火した場合に備え、不燃であること。

ウ 持ち運びを可能とすることから、軽量かつコンパクトであること。

4 実験用発火液体の検討結果について

前述の条件を満たす液体として、発火点が低く加熱時の臭気及び煙の少ないアルコール類を検討したが、発火に至るまでに全て蒸発する結果となった。理由としては、引火点と発火点の差が大きく、発火点に至る前に沸騰状態が継続し、蒸発してしまうためである。

次に、家庭で「てんぷら油」として一般的に使用されている複数の調理油について調査したと



写真5 使用した4種類の調理油

ころ、調理油は製品ごとの厳密な引火点、発火点が定められていないこと、また、引火点は 280～320℃、発火点は 330～370℃の範囲で、同じ製品でも製造ロットにより誤差があることが分かった。実際に、写真 5 に示す 4 種類の調理油（右から、キャノーラ油、ベジフルーツオイル、エコナ、グレープシードオイル）とラードについて、引火点、発火点、発火に至る時間、臭い及び煙について測定し検討した結果が表 1 である。

表 1 調理油の調査結果

油 種	引火点(℃)	発火点(℃)	発火時間	臭 い	煙
キャノーラ油	306	348	4 分 19 秒	△	△
ベジフルーツオイル	292	337	3 分 58 秒	◎	○
エコナ	296	318	3 分 56 秒	○	○
グレープシードオイル	274	333	3 分 58 秒	◎	△
ラード	230	358	3 分 57 秒	×	×

【評価指標】

- ・臭いについては、◎：快、○：やや快、△：やや不快、×：不快
- ・煙については、○：少ない、△：やや多い、×：多い

※引火点測定条件及び方法

室温 20℃、湿度 31%、気圧 1019hPa、クリーブランド引火点測定器(ACO-7)により測定した。

※発火点測定条件及び方法

室温 20℃、湿度 31%、気圧 1016hPa、各油の量を 10cc とし、ステンレス製シャーレ（直径 6 cm、深さ 1.8 cm）に油を入れて、セラミックホットプレート（CHP-170AN）で加熱し、シース型K熱電対により測定した（写真 6）。



写真 6 発火点測定時の状況

5 煙吸引用天蓋フードの検討結果について

油を加熱したときの煙や臭いを吸引するため、天蓋フードを試作したが、フードの深さが浅かったこと、また、吸引ファンの位置が油の加熱容器と近かったことから、発生した煙と臭いが周囲に拡散し活性炭で吸収できなかった。

このことから、天蓋フードの深さを大きくとるなど、可能な限り容積を大きくして、発生した煙や臭いを天蓋フードの中に貯留する構造とし、また、吸引ファンの気流の乱れによる煙などの拡散を、極力無くすべきであることが分かった。

実験装置全体を大きい容量の容器フードなどで、覆い隠せば解決するが、それでは、軽量かつ

コンパクトで、持ち運びが可能であるという条件を満たさなくなることから、できれば組立て方式又は蛇腹方式で折り畳めるなど、コンパクトに収納可能な工夫が必要である。

6 まとめ

検討結果から以下の結論となった。

(1) 実験用発火液体について

ア アルコール類など発火点が低くても引火点との差が大きいと、発火に至る前に全て蒸発してしまうことから、実験用発火液体は発火点が低く、引火点と発火点が近いことが必要である。

イ 植物油に比べ、ラードなどの動物油は加熱時の臭いが酷く、再現実験に不向きである。

ウ ベジフルーツオイルやグレープシードオイルなどの抗酸化物質（ビタミンC、ポリフェノールなど。）を含有する油が、加熱時の不快臭がなく引火点と発火点が近いことから、再現実験に使用する油に適している。

(2) 煙吸引用天蓋フードについて

ア 天蓋フードの深さを大きくとり、容積を大きくして、発生した煙などを中に貯留する構造とする。

イ 煙や臭いを吸引ファンで吸い込む場合、気流の乱れによる煙などの拡散を、極力無くす構造とする。

ウ コンパクトで持ち運びを可能とするため、組立て方式又は蛇腹方式で折り畳めるなどの工夫が必要である。

今回、発火実験セットを検討することで、再現実験に使用する油については概ね選定することが出来た。

しかし、現段階では煙や臭いを処理するために装置を大型化する必要があり、軽量かつコンパクトで持ち運びが可能という条件を、満たすまでには至らなかったことから、今後、天蓋フードの材質、容積の大きさやコンパクト化を図るための構造、また煙などの吸引方式について検討していく。

情報提供

共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価

札幌市消防局予防部指導課 野村 耕一
札幌市消防科学研究所 菅原 法之

1 はじめに

消防法第14条の3の2に規定する製造所等の点検（以下「定期点検」という。）のうち、地盤下に埋設された配管（以下「地下埋設配管」という。）を有するものについては、危険物の規制に関する規則第62条の5の3の規定により、地下埋設配管の漏れの点検を行わなければならない。危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示（昭和49年自治省告示第99号。以下「危告示」という。）により、ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法又はその他の方法のいずれかにより点検する必要がある。

地下埋設配管のうち、暖房用などの燃料として使用される灯油を貯蔵する地下貯蔵タンクに接続されるものの一部においては、外径8mm又は外径10mmの銅管等、鋼管製配管よりも口径の小さい（以下「小口径」という。）配管を使用している施設があり、定期点検の対象となる。

これら施設の小口径配管に関しての漏れの点検（以下「点検」という。）については、点検に係る手数及び費用面などから、微加圧法など気体による加圧方法が一般的に実施されているが、点検に際して、配管から危険物の抜き取りが必要であり、この抜き取りが適切に実施されているか懸念され、当局と点検実施事業者の間において、微加圧法及び微減圧法を実施する点検において、適切な準備方法について疑義が生じており、現況においては、点検を実施する事業者の経験及び手法に委ねられているのが実態である。

このことから、点検実施に係る適切な準備方法について、消防機関として適切な指導を行うために、実験により検証評価を行い検討するとともに、点検及び点検後の施設復旧を容易にするための配管構造（法第10条第4項に規定される技術上の基準に規定されていない施設構造）についても検討し、一定の知見を得たことから行政指導事項として提言した。

2 評価対象施設

今回、評価の対象となるものは、地下埋設配管を有し、小口径の銅管を用いている、次の3形態の施設及び箇所である。

(1) 一般取扱所

「共同住宅等の燃料供給施設に関する運用上の指針について」平成15年消防危第81号通知（以下「第81号通知」という。）における中継タンクを有しない供給方式等の配管（図1）

(2) 給油取扱所

建築物内の暖房用等の用途に用いるため、灯油の専用タンクからオイルサーバー等により灯油を吸引し供給する配管（図2）

(3) 地下タンク貯蔵所

電磁ポンプ等により少量危険物等の消費施設に供給するための吸引配管等

図1 地下タンク貯蔵所及び一般取扱所（燃料供給施設）の例

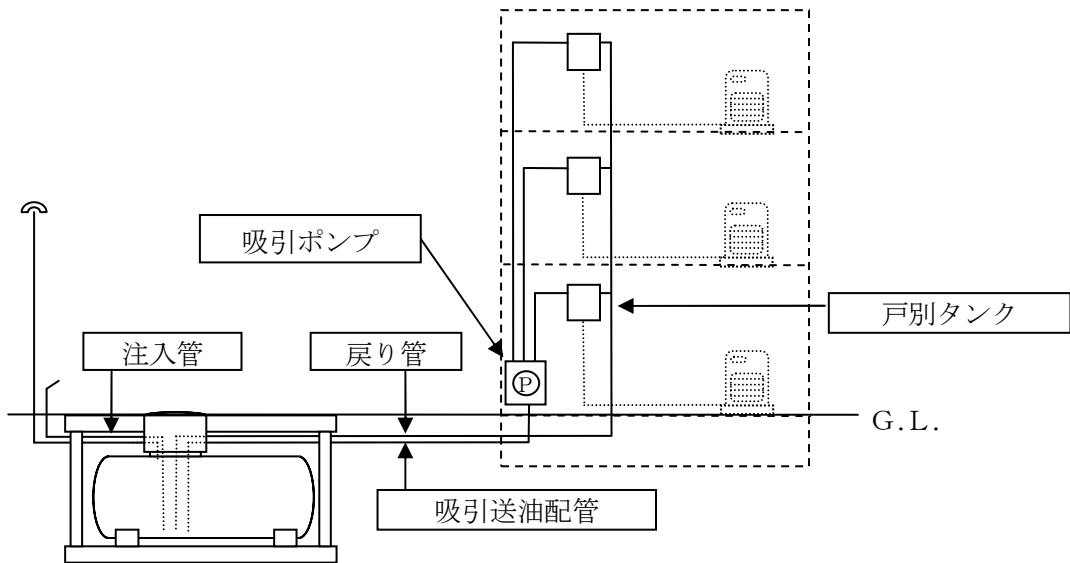
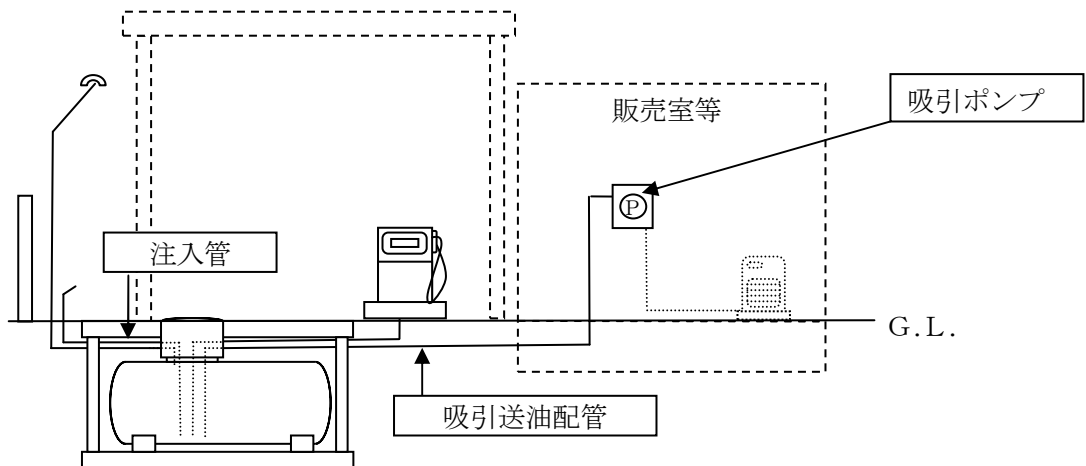


図2 給油取扱所の例（灯油に係る系統のみ図示）



3 危告示に示される点検方法と問題点

危告示に示される点検の方法として大別すると、配管内に危険物を残存させた状態で点検する方法と、除去した状態で点検する方法があり、それぞれ以下に示す。

(1) 配管内に危険物を残存させた状態で点検する方法

配管内に危険物を残存させた状態で点検ができる方法は、「液体加圧法」及び「その他の方法」の2つが挙げられる。

液体加圧法については、配管内の灯油を加圧する装置等の取り付け（常設）又は点検時の取り付けのいずれかが必要となる。また、加圧対象となる配管に圧力測定装置及び点検対象部分以外との間に弁を設けるなどの措置が必要となる。

その他の方法で、現在、点検方法として挙げられるものは、統計的手法を用いて分析を行うことにより、直径0.3mm以下の開孔部からの危険物の流出の有無を確認することができる方法（現在、(財)全国危険物安全協会で評価を受けているものは、「ウェット・ストック・ウィザード ヴァージョン4.4」のみ。以下「統計的手法」という。）であり、これには毎日の在庫管理（地下貯蔵タンク内残量及び消費量の確認による数量管理）が必要となる。

(2) 配管内の危険物を除去した状態で点検する方法

配管内の危険物を除去した状態で点検する方法は、「ガス加圧法」、「微加圧法」及び「微減圧法」がある。

これらの方法は、点検前に対象となる配管内の灯油を完全に除去する必要があり、これが不十分の場合には、灯油の滞留する箇所及び、灯油により配管が閉塞された箇所の加圧二次側について、適正な点検をすることができない。

現在は、点検前に配管内の灯油を除去するため、危険物施設の許認可時に、地下埋設配管は地下貯蔵タンクに対して下りの水勾配を設けることを指導しているが、施設の老朽化や地盤沈下など、設置場所の状況の影響から、点検実施時に地下貯蔵タンクに対する下り水勾配が必ずしも確保されていると判断はできない。

4 評価対象とする点検方法の選択に係る必要条件

点検方法については、前掲のとおり危告示に種々示されているが、今回、評価の対象とする点検方法の選択に係る必要条件については以下のとおりである。

評価対象施設においては、いずれもタンクからの吸引送油配管は、地下埋設部の二次側に吸引ポンプが設けられている構造、すなわち、地下埋設配管は地下貯蔵タンクと吸引ポンプの間に設置され、吸引ポンプにより灯油を地下貯蔵タンクから吸引する方法が一般的であり、この構造を考慮した点検方法を選択する必要がある。

また、危険物製造所等の維持管理に対する法令順守が第一義的に存するものであるが、点検方法が複雑にならない方法の選択が必要とされるほか、昨今の経済情勢並びに定期点検対象施設の多くが既存の施設であることを考慮すると、適正な点検の実施に際して、施設の一部改造が必要な場合においても、必要最小限の経費により、最大限の効果を有する手法を選択することも必要である。

5 評価対象とする点検方法の選択についての考察

漏れの点検を実施する場合、通常は地下貯蔵タンク及び接続する配管を一体として同時に点検する手法が多く用いられている。これは、地下貯蔵タンク気相部と配管気相部を一括で加減圧することにより、点検に係る手数を減らし、効率的な点検が可能となるものである。

施設の日常的な維持管理及び施設全体の構成を考慮し、各点検方法について次のように考察した。

(1) 配管内に危険物を残存させた状態で点検する方法

液体加圧法については、加圧用のポンプの取り付け及び配管の閉塞措置のため、点検に係る設備を設置する必要があり、また、点検対象配管内に気相を生じさせないようにすることは、構造のほか、手順的にも煩雑となり合理的ではない。さらに、点検に係る設備を増設することは法令による義務ではなく、設置者の費用負担を生じさせるため、他の安価な方法と比較した場合は、積極的に指導することは難しい。

その他の方法である統計的方法については、評価対象施設における日常的な在庫管理が求められることから、給油取扱所においては、施設全体で統計的手法を用いている場合を除いては、実施させる合理性は薄い。

また、共同住宅等の燃料供給施設（一般取扱所）の場合、払い出し量は、各戸別メーターを確認しなければならないなど、在庫管理を毎日実施することは困難であり、合理性は薄い。

(2) 配管内の危険物を除去した状態で点検する方法

液体加圧法及びその他の方法と比較し、危険物を除去する方法については、危険物の除去不十分及び、点検実施後の復旧時に吸引ポンプへの揚油及び空気混入（エアークロム）による不具合を解消できれば、タンク気相部と一括で点検できる方法として合理的であり、また、現行において一般的に実施されており、点検事業者に対しても理解を得やすいものであると考えられる。

この危険物の除去を要する方法のうち、ガス加圧法については、地下貯蔵タンクと同時に実施する場合、地下貯蔵タンク内を空にしなければならないが、点検に係る費用負担からも採用されることが少ないが、微加圧法及び微減圧法による点検については、地下貯蔵タンクに危険物が残存したまま、地下貯蔵タンクの気相部の点検が可能であるため、主流となっている。

以上の考察から、前掲4の評価対象とする点検方法の選択に係る必要条件を踏まえ、配管内の危険物を除去した状態で点検する方法の中の、現在、点検の主流となっている微加圧法又は微減圧法を、評価対象とする点検方法として選択すると共に、適切に実施する方法を検討することとした。

6 評価対象とする点検方法に係る懸案

点検方法の選択において、微加圧法又は微減圧法のいずれかが適切であると考察されたことから、配管内の危険物を除去した状態で点検する方法の、適切な実施に係る懸案を次に示す。

(1) 点検対象となる配管内の危険物除去について

外形8mmの銅管は、内径が約6.5mm(断面積：約0.332cm²)、外形10mmの銅管は、内径が約8mm(断面積：約0.503cm²)であり、配管内に灯油が少量でも残存している場合には、配管が容易に閉塞されることが懸念される。

また、微加圧法による圧力は2kPaであることから、配管内に灯油による閉塞が生じた場合、加圧二次側では、規定圧力まで加圧できないことが考慮される。

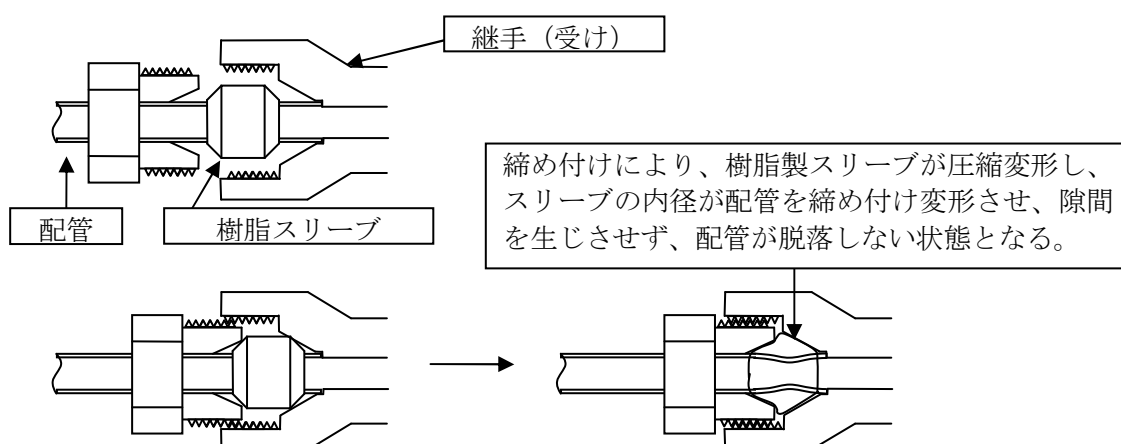
このことから、点検事業者が一般的に実施している点検前の危険物抜き取り方法について、点検に影響のない方法を提示する必要がある。

(2) 点検及び点検後の復旧等を容易にするための設備（配管構造）について

点検対象となる銅管は、図3に示すように、鋼管と異なり、「フランジ」及び「ねじ込み」による接続方法ではなく、一般的には、真鍮製の継ぎ手内の「樹脂製スリーブ」により、配管を締め付け変形させることで、配管と継手を接続しているため、この接続部を離脱した場合は、配管の変形部分を切断して再接続する必要があり、点検を実施する毎に配管が短くなるため、何らかの措置が必要になる。

また、小口径配管の送油ポンプは、電磁ポンプが使用されていることが多く、当該ポンプは、空気混入に対するトラブルが発生しやすく、送油配管の点検による離脱時に、配管内への空気混入を抑制する必要がある。

図3 継手部分の断面



7 懸案の解決に係る評価と提示

前掲6の評価対象とする点検方法に係る懸案を解決するため、点検前の危険物の抜き取りについて、点検に影響のない適切な方法を提示するための評価を行った。

また、点検及び点検後の復旧を容易にするため、配管構造の改良について提示するとともに、その評価を行った。

(1) 点検対象となる配管内の危険物除去について

配管内に灯油による閉塞が生じない抜き取り方法を提示するため、以下の評価を行った。

ア 配管に灯油を充填した後、複数の方法、すなわち重力による自然流下、窒素ガス加圧による押し出し及び、エジェクターを用いた減圧等により抜き取った際に、配管の内壁に付着残存する灯油量を、配管の重量比較により測定し、除去率について評価を行った。

イ 灯油を抜き取った後に、一定時間後、配管の底部に灯油が凝集し、微加圧法及び微減圧法による点検の障害とならないか、評価を行った。

(2) 点検及び点検後の復旧等を容易にするための設備（配管構造）の改良について

6(2)の点検を容易に実施する方法として、図4に示す改良措置を講ずることを提示するとともに、模型を製作して、危険物除去の障害とならないこと及び操作が容易であることを検証し、評価を行った。

なお、戻り管は、弁は設置できないことから、図5に示す改良措置を講じた構造について提示することとした。(写真1、2参照)

図4 送油（吸引）配管における改良措置（三方弁設置）

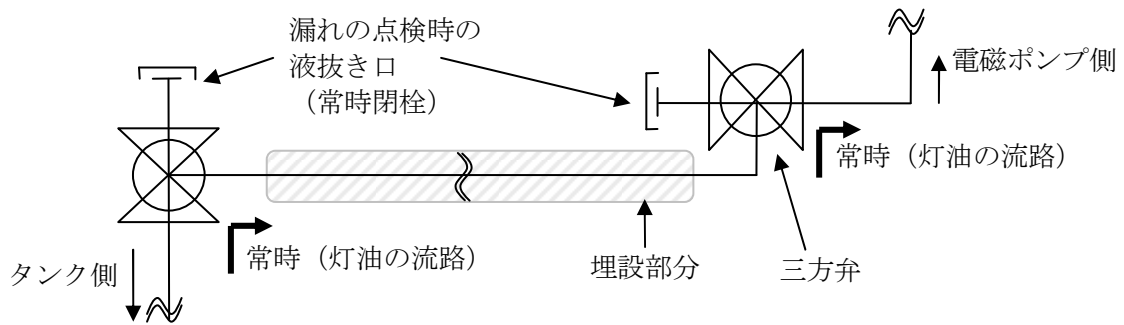


図5 戻り配管における改良措置（継手接続による設置）

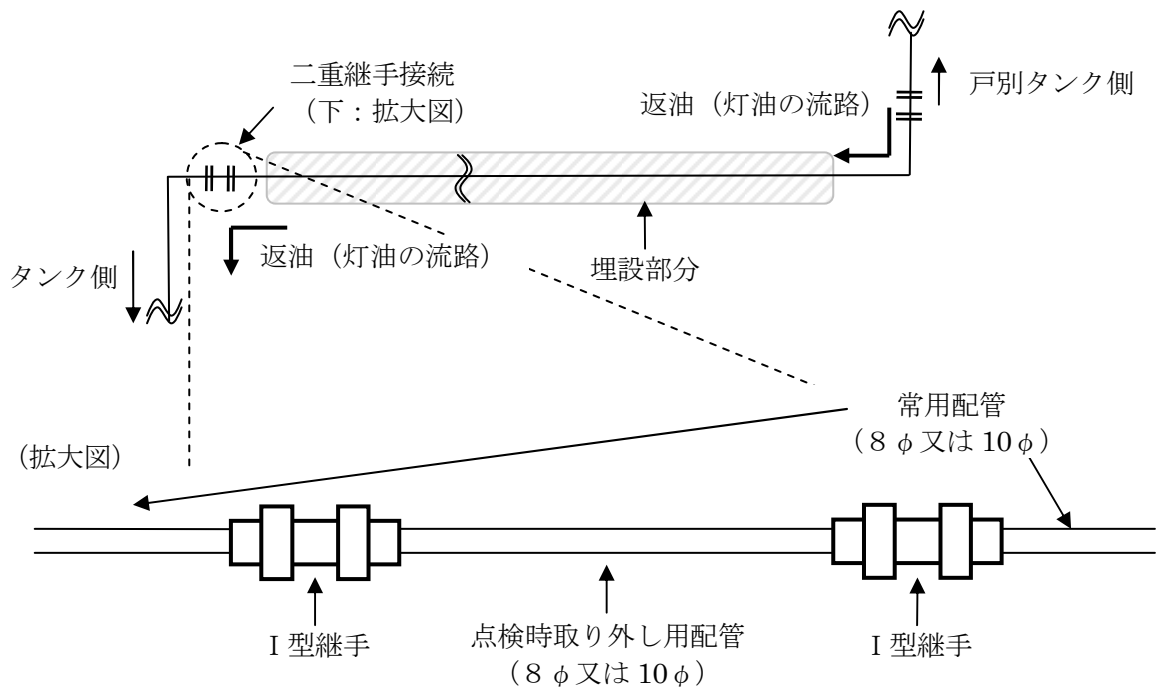


写真1 I型継手（分離状態）



写真2 I型継手（接続状態）

8 評価結果

配管内の危険物を除去する場合、一方からの送気及び吸引のいずれの方法においても、同じ時間送気又は吸引する条件であれば、1回の操作ではなく、2回に分割し、間に静置時間を設けることが除去率の向上につながる事が判明した。その上で、評価対象施設の標準的な配管の埋設長さを考慮した場合、約3分間の除去操作を行うことに比較し、約2分間の除去操作、約10分間の静置、約1分間の除去操作とすることで、点検に支障ない程度に危険物を除去することができる事が確認された。

また、本評価により提示した図4、図5に示す配管構造が点検に支障を与える構造ではないことが確認された。

9 行政指導事項としての提言

今回評価対象とした施設については、消防法第10条第4項による位置、構造及び設備の技術上の基準において、定期点検を容易に実施するための構造とすることについては規定されていないが、行政指導事項として、その構造要件を求めることは適切である。したがって、評価結果から、次の事項を小口径の危険物配管における漏れの点検に係る行政指導事項として提言する。

(1) 点検実施者に対する指導事項

ア 配管内の危険物除去操作については、窒素ガス加圧による押し出し又はエジェクターによる吸引により実施するものとし、1回目の操作で、配管からの危険物の排出状態が飛沫状となった後、約10分の静置時間おき、2回目の除去操作を行うことを最低限とすること。

イ 危険物の除去状態による支障の有無を確認するため、点検の事前確認として、点検配管の加圧又は減圧の一次側及び二次側に圧力計を設置し、点検実施圧力により点検対象配管の一方からの加圧又は減圧を行い、圧力変動を確認すること。

(2) 施設関係者に対する指導事項

施設の点検を容易に実施できる構造とすることは、点検に係る時間の短縮を図れ、かつ、異常時の早期点検実施に資するものであることから、特に共同住宅等の燃料供給施設等の住民生活に係る施設である場合は、本評価により提言する改良措置を講ずることが望ましいものであること。

【参考文献】

- 1) 全国危険物安全協会 「定期点検技術者講習（初回）」
- 2) 野村 耕一ほか 「小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験」 札幌市消防局 消防科学研究所報 2011 No.18 P41～P52

異臭が発生した現場における活動支援について

札幌市消防科学研究所 小島 秀吉

1 はじめに

平成24年1月4日（水）、北区内の9階建共同住宅、1階エレベータ内において、床に液体が撒かれ、バニラ臭のような臭いがし、居住者2名が喉の痛みを訴え、病院に救急搬送されるという異臭騒ぎがあり、消防科学研究所職員が現場活動支援で出動した。

試料を採取し、消防科学研究所において分析した結果、シリコン成分^注及び香料の成分が主に検出された。

注：オイル、ワックス、撥水剤、防水剤などに含まれる。



写真1 エレベータ付近の状況

2 活動支援の概要

現場はマンション1階の南面正面玄関ホール奥に設置されているエレベータ（写真1）であり、当該正面玄関入口付近からホール内及びエレベータ内で、甘い臭いがしていた。

なお、エレベータ内の床に撒かれていた液体は、管理人によりモップで拭取られていた。

エレベータ内の気体を気体サンプル捕集容器（キャニスター）により採取（写真2）、さらに、当該液体の拭取りに使われたポリバケツ内の液体及び床を拭取ったモップの切れ端を採取した（写真3）。

試料採取後、消防科学研究所に戻り、質量分析装置（Agilent 6890N-5975B）及びガスクロマトグラフ（Agilent 7890A）により分析を行った。

結果として、シリコン成分及び香料の成分が主に検出されたが、濃度は非常に薄い旨を、現場最高指揮者に報告した。

なお、負傷者については、病院での診察結果において、異常なく退院した。

このように、臭いの原因物質等を特定し「安全」を確認できたことから、共同住宅居住者に対して、不安を解消し「安心」を提供できたものである。



写真2 気体試料採取状況



写真3 液体試料採取状況

3 分析結果について

エレベータ内の気体については、質量分析装置で分析した結果、オクタメチルシクロテトラシロキサン（シリコーンの原料）、ヘキサメチルシクロトリシロキサン（シリコーンの原料）、デカメチルシクロペンタシロキサン(化粧品、溶剤)、3-ヘプテン，2，2，4，6，6-ペンタメチル（香料）、ヘキサメチルジシロキサン（シリコーンの原料）、ベンズアルデヒド（バニラ臭香料、抗炎症剤）、3-ヘプテン，2，2，4，6，6-ペンタメチル（香料）、P-シメン（香料）、アセトフェノン（香料）、エチルアルコール等が検出され、主にシリコーンの原料や香料に使用される成分が検出された。なお、これらを成分として含む化合物名、製品名については不明である。

また、当該モップの切端から、ジエチルエーテルを使用して、抽出した液体試料、及びポリバケツ内の液体についてガスクロマトグラフにより分析した結果、油分等特徴的な物質は検出されなかった。

4 シリコーンについて

シリコーンは、ケイ素（シリコン）を含む物質であり、オルガノポリシロキサン類の総称である。一般的に油、ゴム、樹脂の性状をもち、それぞれ、シリコーン油、シリコーンゴム、シリコーン樹脂と呼ばれている、

性質としては、耐熱耐寒性、耐水耐薬品性、電気絶縁性、撥水性にすぐれており、用途としては、ツヤ出し剤、撥水剤、電気絶縁材料、化粧品、耐熱ペイント、高温用潤滑剤、コーキング剤、グリース等に用いられている。

5 おわりに

分析結果について考察を行ってみる。甘い臭い、またはバニラ臭については、香料成分が多数検出されたことから、これらの成分に起因していると思われ、特に、ベンズアルデヒドはバニラ臭の基である物質「バニリン」の成分である。また、シリコーン成分については、床用ワックスに含まれていることから、玄関ホール、廊下などの床の清掃時にワックスを塗布した際の、床用ワックスに含まれている成分が検出されたと考えられる。

なお、当消防科学研究所の質量分析装置については、気体や液体の不明物質を特定できるが、普段は有毒ガス物質の分析のため、気体分析専用の分析設定で待機していることから、当該事案で採取した気体試料は質量分析装置で、液体試料等はガスクロマトグラフで分析したものである。

【参考文献】

化学大辞典編集委員会編 「化学大辞典 4」、「化学大辞典 7」 共立出版 1993

平成23年度職員提案制度における秀賞受賞作品について

札幌市消防科学研究所 河津 勝

平成23年度の札幌市消防職員提案は、斬新で様々に工夫を凝らした全15件の提案を受理いたしました。厳正な審査の結果、秀賞7件及び努力賞8件という結果となり、秀賞に輝いた7件に対し、消防局長より表彰状が授与されております。

この度、秀賞を受賞した提案についてその概要を紹介いたします。

1 背負式放水器具（ジェットシューター）を用いたクラスA泡消火剤の活用

背負式放水器具使用時にクラスA泡消火剤を活用した場合、消火活動にどのような利点があるのかについて検証を実施したところ、有効な結果を得られたことから提案した。



検証実験風景

【問題点】

- ・クラスA泡消火剤は、専用の装置を搭載した車両でなければ使用できない。
- ・可搬的に使用することができない。



様々な燃焼材に対して検証を実施し、消火効果について水と比較した結果、ほとんど水よりも放水時間が短くなり、有効な結果が得られた。（下記、検証結果表参照）

検証結果表（水・クラスA泡消火剤 放水時間比較表）

燃焼物	着火から消火開始まで	放水時間	備 考
木 (松クリブ)	1分40秒	30秒	水 1.6ℓ使用
	1分40秒	15秒	クラスA (0.2%) 1.6ℓ使用
プラスチック	1分40秒	5分	水 6.9ℓ使用 注水時、炎の立ち上がり有り
	1分40秒	3分15秒	クラスA (0.2%) 4.5ℓ使用 注水時、炎の立ち上がり無し
わら	1分40秒	10分	水 13.3ℓ使用 若干の残火あり
	1分40秒	5分	クラスA (0.2%) 13.6ℓ使用 残火なし
炭	全体に着火	5分	水 3.6ℓ使用 残火あり
	全体に着火	5分	クラスA (0.2%) 3.5ℓ使用 残火なし

【効果】

- ・専用装置未積載の車両を運用している隊でも、クラスA泡消火剤を使用できる。
- ・燃焼状況に応じ、ピンポイントでの注水が可能となり、水の使用量を最小限にし、水損を最小限に抑えることができる。
- ・可搬性や機動性を活かし残火処理活動、林野火災など、幅広い活用が期待できる。

2 ホース撤収時における車体保護カバーの作成

ホース延長車に積載しているホースは、150 mmの大口徑ホース（重量約 100 kg）であり、約 2 kmの長距離を延長することが可能である。

撤収時、ホースをホース回収装置（HRU200）で回収する際、ホース及びカップリングが車体に接触し損傷する可能性がある。そこで、車体保護カバー（20 mm厚 ウレタンマット使用）を作成し、損傷の防止と併せて円滑な撤収作業を可能にした。

【問題点】

ホース延長車において、ホース回収装置（HRU200）を使用する際、ホース及びカップリングが車体に接触し損傷する可能性がある。



車体保護カバーを作成した。



車体保護カバー装着状況



車体保護カバー収納状況



ホース巻上げ作業状況

【効果】

- ・ホース及びカップリングが車体に激しく接触した場合でも、車体の損傷を防止することができる。
- ・撤収作業の負担を軽減することができ、作業時間の短縮に繋がる。
- ・車体保護カバーに柔軟な素材を使用することでコンパクトに収納が可能である。
- ・撤収する際の向きに応じて、車体保護カバーを車両の両側に装着することが可能である。

3 機関員技術確認に係る事前研修項目「ポンプ操作技術」の実施マニュアルの策定

機関員技術確認に係る事前研修項目の「ポンプ操作技術」のうち、「自己保有水及び消火栓の連続送水」と「自己保有水及び無圧水利の連続送水」について、それぞれ実施マニュアルへ写真を入れ、より分かり易くした。

【問題点】

現在の実施マニュアルは、文章中心の構成のため、読むだけでは操作をイメージし難かった。



マニュアルへ写真を入れた。

【自己保有水及び消火栓の連続送水】

No.	審査項目	減点数	イメージ	補足事項
1	車両周囲及びコック並びにドレン等の確認を行うこと。	▲5		【事前点検事項】 「コックよし、ドレンよし、シャッターよし」 「車両下周りよし」 ※コックやドレンについては、全て開いているものとして点検し、確実に閉鎖すること。 全て点検を行うこととし、シャッターは閉鎖すること。
2	サイドブレーキを確認すること。	▲5		「サイドブレーキよし」



No. 47 までつづく

【効果】

マニュアルへ写真を入れたことで、文章のみの場合と比べて、理解し易くなった。このことにより、機関技術の知識と技術をより一層スムーズに伝承できるものである。

4 ジャックスティ検索の基線設定方法について

水難救助などにおけるジャックスティ検索時の基線設定について、従来の方法では、活動上の障害があった。

そこで、新たな基線設定方法として、さがり網の設定においてチェーンノット部分に都市型救助資機材の「ストップ」を使用し、従来から使用していた三つうちロープの部分に流水救助用資機材のスローバッグのスローロープを使用することとした。

このことにより、より一層安全、確実、迅速な活動が可能となった。



従来のボート上の配置状況

【問題点】

- ・ボート上の活動スペースが狭い。
- ・さがり網設定に時間を要し、風雨や波浪、潮流などの気象条件の影響を受けやすい。
- ・水深に応じた、さがり網の適正な長さ設定が困難である。



- ・さがり網のチェーンノット部分に「ストップ」を使用する。
- ・従来から使用していた三つうちロープの部分にスローバッグのスローロープを使用する。



本提案のボート上の配置状況



本提案のさがり網

【効果】

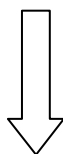
- ・三つうちロープよりもスローバッグのスローロープはコンパクトであるため、機動性に優れ、ボート上の活動スペースが広くなり、ロープが絡まる可能性が低減した。
- ・さがり網のチェーンノット部分に「ストップ」を使用することで、「レバーを握る」「レバーを放す」の動作のみでさがり網が設定できるため、水深に応じた適正な長さに迅速に設定することが可能となり、風雨や波浪、潮流などの気象条件の影響を受け難くなった。

5 廃棄用ホースを使用した子供型ダミー人形の作成

現在、各種災害想定訓練時に大人型ダミー人形を使用しているが、訓練のバリエーションを広げるため、廃棄ホースを利用して子供型ダミーを作成した。

【問題点】

現在、子供型ダミーを配備していないため、各種災害想定訓練時は、大人型ダミー人形を使用している。しかし、実災害では要救助者は子供の場合もあり、子供型ダミーを使った訓練も行う必要がある。



廃棄ホースを利用して子供型ダミーを作成



子供型ダミー人形



大人型及び子供型ダミー人形の比較

【効果】

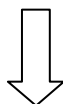
- ・訓練のバリエーションが広がる。
- ・子供型ダミーを活用した訓練を実施することにより、要救助者が子供の場合の検索・救出などの技術を習得できる。
- ・廃棄用ホースを使用しているため安価である。

6 Outlookの「予定表」を使ったスケジュールの情報共有について

イントラメール等で使用している Outlook の「予定表」機能を用いて、局長、部（署）長、課長の日程等について情報共有を図ることを提案した。

【問題点】

現在、局長、部（署）長、課長等の日程管理については、所属ごとにばらばらであり、情報共有の必要がある。



本市では、ほぼ全ての職員がイントラネットを使用できる環境にあることから、Outlook の「予定表」機能を活用し、情報共有を図る。

MicrosoftOutlook 予定表アクセス権設定マニュアル
<MicrosoftOutlook2007>

MicrosoftOutlook では、メールの送受信の他に、予定表を登録する機能があり、その予定表を他のイントラネット利用者から見えるようにしたり、予定を登録できるように設定することが可能です。このような設定を「アクセス権の設定」と言います。

- MicrosoftOutlookの「予定表」メニューを開き、「アクセス権の変更」を選択します。
- 表示された画面で、自分の予定表を公開する（見えるようにする）ユーザーにアクセス権を設定します。まず、[追加]ボタンをクリックします。
- [ユーザーを追加]画面で、アクセス権設定を行うユーザー・配布リストを選択し、[追加]ボタンをクリックし下側の[ユーザーを追加]欄に追加します。

【効果】

- ・ 個人の PC で、役職者等の最新の日程が即座に確認できる。
- ・ 各個人の予定表を、重ね合わせて表示（※Outlook 2007 以降の場合）することができ、スケジュールの重複確認を行うことができる。
- ・ 当日、週間、月間の予定表もワンクリックで確認することができ、紙での出力も可能である。
- ・ 休日などの予定も入力しておくことで、「決裁をもらいに伺ったが不在」という状況を解消することができる。

7 夜間勤務票・特殊勤務従事票の様式変更による同様式裏面の活用

現在、隔日勤務職員は、毎月、「夜間勤務票・特殊勤務従事票」と「時間外勤務・休日勤務票」の両方を作成し、使用している。

しかし、大半の消防隊は、「時間外勤務・休日勤務票」について片面だけで対応が可能である。

そこで、経費削減、省資源化のため、「夜間勤務票・特殊勤務従事票」の様式を変更し同様式裏面を時間外勤務・休日勤務票とすることを提案した。

【問題点】

現在、消防局全体として1000名以上の夜間勤務従事者がおり、その大部分が消防隊である。しかし、大半の消防隊は、毎月の「時間外勤務・休日勤務票」について片面だけで対応が可能である。



様式変更により、表面を「夜間勤務票・特殊勤務従事票」として使用し、裏面を「時間外勤務・休日勤務票」として活用する。

平成〇〇年 〇月 夜間勤務票・特殊勤務従事票											
市		区		〇〇消防署		消防〇〇		氏		〇〇〇〇	
警防課〇〇班班所		職員コード		〇〇〇〇〇〇		名					
区分	夜間勤務	隔日勤務	夜間勤務	隔日勤務	夜間勤務	隔日勤務	夜間勤務	隔日勤務	夜間勤務	隔日勤務	夜間勤務
日	時	時	時	時	時	時	時	時	時	時	時
1	① 1:00		② 2:00		③ 1:00		④ 2:00		⑤ 1:00		⑥ 2:00
2		A		A							
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
59											
60											
61											
62											
63											
64											
65											
66											
67											
68											
69											
70											
71											
72											
73											
74											
75											
76											
77											
78											
79											
80											
81											
82											
83											
84											
85											
86											
87											
88											
89											
90											
91											
92											
93											
94											
95											
96											
97											
98											
99											
100											

【効果】

- ・用紙の大幅削減により、経費削減や省資源化できる。
- ・保存スペース確保に貢献できる。
- ・事務処理の効率化が期待できる。

研究実績

研究実績表

年度	所報 No	分野	研究テーマ	担当者	件数
平成5年度	No.1	燃焼	耐火煉瓦の遮熱効果と低温加熱着火について	小島 秀吉 工藤 潤二	3
		開発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台の防振性能評価について	桜井 清明	
		鑑定	燃焼による灯油成分の変化について	橋上 勉	
平成6年度	No.2	燃焼	バックドラフトに関する研究（その1）	小島 秀吉	6
			木炭の燃焼に伴う一酸化炭素の発生について	小島 秀吉	
		開発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台のバネ選定について	桜井 清明 伊藤 潤	
		鑑定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その1）	橋上 勉	
		情報	サリン〔(CH ₃) ₂ CHO ₂ PFCH ₃ 〕の特性について	橋上 勉	
		火災現場における有毒ガスの発生とその毒性について	桜井 清明		
平成7年度	No.3	燃焼	バックドラフトに関する研究（その2）	小島 秀吉	5
		開発	防火衣の保温性能に関する実験結果について	伊藤 潤	
			赤外線カメラの使用時に発生した特異現象について	伊藤 潤	
			低温下における空気呼吸器の特性について	伊藤 潤	
鑑定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その2）	橋上 勉			
平成8年度	No.4	燃焼	バックドラフトに関する研究（その3）	小島 秀吉	9
			タオル・ハンカチの除煙効果に関する実験研究	小島 秀吉	
			粉じん爆発について	小島 秀吉	
		開発	高規格救急車（トライハート）内における電子サイレン音等の騒音調査	伊藤 潤	
			アクリル樹脂について	伊藤 潤	
		鑑定	車両火災における原因考察について	橋上 勉	
		情報	酸素欠乏について	橋上 勉	
			都市ガス等の性質について	伊藤 潤	
航空燃料と化学熱傷について	橋上 勉				
平成9年度	No.5	燃焼	硬質発砲ウレタンとABS樹脂について	上田 孝志	7
			放水音・空気呼吸器警報音・レスクトーン警報音調査	菅原 法之	
			バックドラフトに関する研究（その4）	小島 秀吉	
			噴霧ノズルの角度について	菅原 法之	
			噴霧注水による排煙効果について	小島 秀吉	
		開発	自動放水停止器具の開発について	橋上 勉	
鑑定	過マンガン酸カリウムと酸及びアルコールについて	橋上 勉			
平成10年度	No.6	燃焼	空中消火の延焼阻止効果に関する研究	上田 孝志	8
			バックドラフトに関する研究（その5）	橋本 好弘	
			市民等の消火体験訓練に使用する燃料の見直しについて	橋上 勉	
		開発	無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その1）	橋本 好弘	
			無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その2）	橋本 好弘	
		鑑定	灯油とガソリンの混合比の分析について	菅原 法之	
		安全	静電気に関する調査・研究について	橋上 勉	
情報	放射性物質等に関する基礎知識	上田 孝志			

年度	所報 No	分野	研究テーマ	担当者	件数
平成11年度	No.7	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その6）＜総括＞	橋本 好弘	8
			噴霧注水による排煙効果に関する研究	橋本 好弘	
		安 全	静電気に関する調査・研究（その2） －静電気帯電量－	溜 真紀子	
			静電気に関する調査・研究（その3） －静電気除去実験－	溜 真紀子	
			濃煙熱気下における消防隊員の安全管理に関する研究 －温度管理用示温材（サーモラベル）に着目して－	菅原 法之	
		鑑 定	電気配線の過負荷電流について	菅原 法之	
		情 報	有珠山噴火に伴う火山性ガスについて	花崗 一正	
			熊撃退スプレーについて －カプサイシンに着目して－	菅原 法之	
平成12年度	No.8	燃 焼	バルコニー付近形状が噴出火炎性状に及ぼす影響	花崗 一正	10
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その1 和室の測定結果－	橋本 好弘	
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その2 洋室の温度、CO ₂ 、CO、O ₂ 結果	橋本 好弘	
			エアゾール缶・カセットボンベなどのについての調査・実験	橋本 好弘	
		開 発	高規格救急車のタイヤチェーン装着時などにおける 振動・騒音の調査研究	橋本 好弘	
		鑑 定	災害現場における燃焼生成ガス等の危険性の把握とその対策に 関する研究	溜 真紀子	
			空間容積の違いによる一酸化炭素とシアン化水素の致死燃焼量	橋本 好弘	
		安 全	居室内におけるLPG漏洩時の滞留状況及び有効な 排出方法に関する研究	菅原 法之	
		情 報	火災原因の各種再現実験及びビデオ化	橋本 好弘	
			トリクロロシランについて	菅原 法之	
平成13年度	No.9	燃 焼	爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する 実験的研究	橋本 好弘	10
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱 体）に関する研究	菅原 法之	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	菅原 法之	
		鑑 定	寒冷地型建物燃焼時における燃焼生成ガス等の測定 及び危険性の把握に関する研究	溜 真紀子	
			灯油及び軽油に含有しているガソリンの混合比による比較実験	溜 真紀子	
		安 全	冬道自己転倒の救急出動分析（その1 全体の傾向）	橋本 好弘	
			冬道自己転倒の救急出動分析（その2 すすきの地 区・気象との関係）	橋本 好弘	
		情 報	米国アラスカ州フェアバンクス周辺での森林火災現地報告 硫化水素について	橋本 好弘 菅原 法之	

年度	所報 No	分野	研究テーマ	担当者	件数
平成14年度	No. 10	燃 焼	有風下における建物内部の燃焼状況変化について	橋本 好弘	8
			節水型消火薬剤(界面活性剤)の実験的研究結果	花藺 一正	
			雷による森林の着火機構に関する実験	橋本 好弘	
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器(遠赤外線面状発熱体)に関する研究	花藺 一正	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	花藺 一正	
		鑑 定	鎮火後に残存している燃焼生成ガス	川瀬 信	
			RDF(ごみ固形燃料)の性状について	川瀬 信	
平成15年度	No. 11	燃 焼	危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉱物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する油処理剤について	澤田 勝美	7
			誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験	澤田 勝美	
		鑑 定	一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて	川瀬 信	
			建物火災鎮火後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(中間報告)	川瀬 信	
		情 報	クレゾールの性質について	川瀬 信	
			塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について	川瀬 信	
			硫酸ピッチと不正軽油について	川瀬 信	
		平成16・17年度	No. 12	安 全	
メンタルヘルス対策に関する実態調査結果	橋本 好弘				
開 発	スタティックロープ(R.R.R.資機材)の強度等に関する実験的研究			五十嵐征爾	
鑑 定	建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(最終報告)			川瀬 信	
情 報	ガソリンに対する鉱物油洗浄剤及び油処理剤使用時の危険性			五十嵐征爾	
	消防活動による石綿(アスベスト)の危険性について			川瀬 信	
	消防職員のストレス傾向			橋本 好弘	
	クロルピクリンとは			橋本 好弘	
	酢酸ナトリウムの性質及び災害対策等について			五十嵐征爾	
	水酸化ナトリウムの危険性について			川瀬 信	
	喫煙と飲酒が高ストレス反応に及ぼす影響について			橋本 好弘	

年 度	所報 No	分 野	研 究 テ ー マ	担 当 者	件 数
平成 18 年 度	No. 13	燃 焼	携帯用カセットガスボンベの破裂実験	中住 齊	9
			予防実務研修会における住宅用スプリンクラー設備 の実火災実験	中住 齊 大友 達哉	
		鑑 定	防塵・防毒マスクの一酸化炭素除去性能の確認実験 (中間報告)	伊藤 武	
		情 報	放射性物質ラジウム226について	橋上 勉	
			六価クロムの危険性	伊藤 武	
			アセチレンガスの性質及び災害対策等について	五十嵐征爾	
			ガス漏れ警戒現場における研究所の活動事例	伊藤 武	
			質量分析装置（自動濃縮装置付ガスクロマトグラフ 質量分析装置）の概要	伊藤 武	
平成18年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	五十嵐征爾				
平成 19 年 度	No. 14	燃 焼	クラスA泡消火剤の消火効果の確認実験について	高橋 渉	8
		安 全	有酸素運動・無酸素運動に関する実験	中住 齊	
			筋活動に関する実験	中住 齊	
		鑑 定	防塵・防毒マスクの一酸化炭素除去性能の確認実験 (最終報告)	菅原 法之	
		情 報	炎天下における駐車車両の温度測定について	高橋 渉	
			硫化水素の発生除害について	高橋 渉	
			高層建築物の排水溝等から硫化水素発生について	菅原 法之	
			平成19年度職員提案制度における優秀及び秀賞受賞 作品について	吉永 直樹	
平成 20 年 度	No. 15	燃 焼	小規模区画内における木材クリブの燃焼実験について	中住 齊	9
		安 全	消防活動における無酸素能力について	中住 齊	
			消防活動時の送風による冷却効果について	中住 齊	
		開 発	硫化水素除害装置の開発について	高橋 渉	
		情 報	硫化水素の発生除害について（その2）	高橋 渉	
			水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）による水素発生について	高橋 渉	
			火災による天井裏設置の灯油用配管からの灯油漏えいについて	菅原 法之	
			粉じん爆発について	菅原 法之	
平成20年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹				

年度	所報 No	分野	研究テーマ	担当者	件数
平成21年度	No. 16	燃 焼	新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について	中住 斉	11
			新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について	中住 斉	
		開 発	汎用ガス除害装置における粉塵除害性能の確認実験について	高橋 渉	
			火災再現実験セットの開発について	吉永 直樹	
		安 全	マット型油吸着剤の吸着性能等に関する実験	中住 斉 浅野 悟朗	
			現場用手袋の検証実験について	高橋 渉	
			現場手袋素材耐油性確認実験	高橋 渉	
		情 報	一酸化炭素（CO）について	菅原 法之	
			塩素ガスの発生と除害について	高橋 渉	
			ワインセラーからのアンモニアガス漏れについて	高橋 渉	
平成21年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹				
平成22年度	No. 17	燃 焼	新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その2）	小島 秀吉	9
			水槽用ヒーターから出火した火災の原因調査と再現実験について	妹尾 博信 吉永 直樹	
		安 全	ブロー送風がドアの開放に及ぼす影響について	永尾 俊英	
			流出油処理剤の性能に関する検証について	菅原 法之	
			火災再現実験セットによる短絡及びトラッキング時の電流測定実験について	吉永 直樹	
		情 報	現場活動支援におけるクレゾール成分の検出について	小島 秀吉	
			メタンガスが発生した現場における活動支援について	小島 秀吉	
			家庭に潜む火災危険、意外と多い電気火災	小島 秀吉 合田 仁	
平成22年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹				
平成23年度	No. 18	燃 焼	新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について（その2）	菅原 法之	9
			新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その3）	宮下 典之 小島 秀吉	
		開 発	既存訓練施設を活用した研究・訓練設備の開発について	宮下 典之 小島 秀吉	
			天ぷら油の過熱発火再現装置の試作検討について	河津 勝	
		安 全	小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験	野村 耕一 菅原 法之	
			火災現場における熱傷受傷に関する検証実験について	河津 勝	
		情 報	共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価	野村 耕一 菅原 法之	
			異臭が発生した現場における活動支援について	小島 秀吉	
平成23年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	河津 勝				

消防科学研究所報

(2011 No. 18)

市政等資料番号	01-N06-12-1527
---------	----------------

平成 25 年 1 月発行

編集・発行 札幌市消防科学研究所

〒063-0850

札幌市西区八軒 10 条西 13 丁目 3 番 1 号

電話 (011) 616-2262

F A X (011) 271-0957

E-mail fire.labo@city.sapporo.jp

印刷 ひまわり印刷株式会社
