

火気器具上部に設置される排気ダクトの火災抑制方策に関する調査研究
報告書

令和7年2月

火気器具上部に設置される排気ダクトの火災抑制方策に関する検討部会

目次

	ページ
第1章 検討の目的等	
第1節 目的	1
第2節 検討事項	1
第3節 検討体制	2
第4節 検討経過	3
第5節 実験経過	4
第2章 主な火災事例	5
第3章 予備実験	
第1節 実験の目的	9
第2節 予備実験装置の概要	9
第3節 予備実験での確認事項	11
第4節 ダクト内に塗布する油脂成分及び塗布方法の決定	11
第5節 予備実験結果	14
第6節 追加予備実験	17
第4章 本実験	
第1節 実験の目的	21
第2節 実験の概要	21
第3節 実験結果	27
第4節 実験結果のまとめ	43
第5章 火災事例及び実験結果を受けての提言	45
第6章 今後の課題	49
【資料】 本実験の温度測定結果	

用語例

- (1) グリス除去装置 … 排気中の油脂及びじんあい等を分離し、除去する目的で、排気ダクト又は天蓋内部に設けられる媒介物をいう。
- (2) 防火ダンパー（F D） … 温度センサー、連動閉鎖装置及びこれらの取付部分を備えたもので、温度センサーと連動して自動的に閉鎖する構造を有し、排気ダクトへの火炎の伝送を防止するためのものをいう。
- (3) 温度センサー … 温度ヒューズ等でダクト内の温度を感知するためのものをいう。
- (4) ボリュームダンパー … ダクト途中に取り付けられた羽根により、ダクト断面積を変化させて空気の流れを調節するものをいう。
- (5) 防火ボリュームダンパー（F V D） … 防火ダンパー及びボリュームダンパー両方の機能を有するダンパーをいう。
- (6) 上引き排気ダクト … 火気器具上部の設置される排気ダクトをいう。
- (7) 主ダクト … 上引き排気ダクトのうち、排気ファンに繋がるダクトをいう。
- (8) 枝ダクト … 上引き排気ダクトのうち、主ダクトへ繋がるダクトをいう。
- (9) 縦ダクト … 枝ダクトのうち、垂直部分をいう。
- (10) 横ダクト … 枝ダクトのうち、水平部分をいう。

関係法令（抜粋）

火災予防条例（昭和 37 年 3 月 31 日東京都条例第 65 号）

（炉）

第 3 条 炉の位置及び構造は、次に掲げる基準によらなければならない。

- (1) 火災予防上安全な距離を保つことを要しない場合（不燃材料（建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 2 条第 9 号に規定する不燃材料をいう。以下同じ。）のうち、コンクリート、れんが、鉄鋼、アルミニウム、モルタル、しつくいその他これらに類する不燃性の材料（以下「特定不燃材料」という。）で有効に仕上げをした建築物等（消防法施行令（昭和 36 年政令第 37 号。以下「令」という。）第 5 条第 1 項第 1 号に規定する建築物等をいう。以下同じ。）の部分の構造が準耐火構造（同法第 2 条第 7 号の 2 に規定する準耐火構造をいう。以下同じ。）であつて、間柱、下地その他主要な部分を特定不燃材料で造つたもので、かつ、東京都規則（以下「規則」という。）で定める設備の点検及び整備に必要な空間を確保した場合をいう。以下同じ。）を除き、炉から建築物等及び可燃性の物品までの火災予防上安全な距離として、当該炉の種類に応じ次に掲げる距離以上の距離を保つこと。
 - イ 別表第 3 に掲げるもの（ハに該当するものを除く。）にあつては、同表の上欄に掲げる種類の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる距離
 - ロ 電気を熱源とする設備のうち別表第 4 に掲げるもの（ハに該当するものを除く。）にあつては、同表の上欄に掲げる種類の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる距離
 - ハ イ又はロにより難いものとして消防総監又は消防署長が認めるものにあつては、消防総監が定めるところにより得られる距離

（厨房設備）

第 3 条の 2 調理を目的として使用するレンジ、フライヤー等及び当該設備に附属する設備（以下「厨房設備」という。）の位置及び構造は、次に掲げる基準によらなければならない。

- (1) 揚げ物調理をする厨房設備にあつては、調理油の温度が過度に上昇した場合に自動的に燃焼又は熱源を停止する装置等を設けること。
- (2) 厨房設備に附属する天蓋及び排気ダクト（以下「排気ダクト等」という。）の位置及び構造は、次によること。
 - イ 排気ダクト等は、耐食性を有する鋼板又はこれと同等以上の強度を有する特定不燃材料で造ること。ただし、当該厨房設備の入力（最大の消費熱量をいう。以下同じ。）及び使用状況から判断して火災予防上支障がないと認められるものは、この限りでない。
 - ロ 排気ダクト等の接続は、フランジ接続、溶接等とし、気密性のある接続とすること。
 - ハ 排気ダクト等は、可燃性の部分から 10 センチメートル以上の距離を保つこと。ただし、金属以外の特定不燃材料で有効に被覆する部分については、この限りでない。
 - ニ 排気ダクトは、排気が十分に行える能力を有すること。
 - ホ 排気ダクトは、直接屋外に通ずるものとし、他の用途のダクトと接続されていないこ

と。

ヘ 排気ダクトの排気取入口は、こんろ等の火源から規則で定める火災予防上安全な距離を保つこと。

ト 排気ダクトは、曲がり及び立下りの箇所を極力少なくし、内面を滑らかに仕上げること。

チ 排気ダクトのうち、排気取入口から下方に排気する方式のものにあつては、階ごとに専用とすること。

(3) 油脂を含む蒸気を発生するおそれのある厨房設備の排気ダクト等は前号に規定するもののほか、次に掲げる基準によらなければならない。

イ 排気ダクトの排気取入口には、排気中に含まれる油脂等の付着成分を有効に除去することができる装置（以下「グリス除去装置」という。）を設けること。

ロ グリス除去装置は、耐食性を有する鋼板又はこれと同等以上の耐食性及び強度を有する特定不燃材料で造られたものとする。ただし、当該厨房設備の入力及び使用状況から判断して火災予防上支障がないと認められるものにあつては、この限りでない。

ハ 排気ダクトの排気取入口には、排気ダクトへの火炎の伝送を防止できる装置（以下「火炎伝送防止装置」という。）として、自動消火装置を設けること。ただし、排気ダクトを用いず天蓋から屋外へ直接排気を行う構造のもの、排気ダクトの長さ若しくは当該厨房設備の入力及び使用状況から判断して火災予防上支障がないと認められるもの又は防火ダンパー等が適切に設けられているものにあつては、この限りでない。

ニ ハただし書の規定にかかわらず、次に掲げる厨房設備には、自動消火装置を設けること。

(1) 令別表第1(1)項から(4)項まで、(5)項イ、(6)項、(9)項イ、(16)項イ、(16の2)項及び(16の3)項に掲げる防火対象物の地階に設ける厨房設備で当該厨房設備の入力と同一厨房室内に設ける他の厨房設備の入力との合計が350キロワット以上のもの

(2) (1)に掲げるもののほか、高さ31メートルを超える建築物に設ける厨房設備で当該厨房設備の入力と同一厨房室内に設ける他の厨房設備の入力との合計が350キロワット以上のもの

(4) 天蓋、天蓋と接続する排気ダクト内、グリス除去装置及び火炎伝送防止装置（以下「グリス除去装置等」という。）は、容易に清掃ができる構造とすること。

(5) グリス除去装置等は、清掃を行い、火災予防上支障のないよう維持管理すること。

2 規則で定める厨房設備には、規則で定める技術上の基準により、当該設備又は附属配管部分に、地震動等により作動する安全装置を設けなければならない。

3 前2項に規定するもののほか、厨房設備の位置、構造及び管理の基準については、前条（第1項第8号から第9号の2まで及び第11号並びに第2項を除く。）の規定を準用する。

（液体燃料を使用する器具）

第18条 液体燃料を使用する器具の取扱いは、次に掲げる基準によらなければならない。

- (1) 火災予防上安全な距離を保つことを要しない場合を除き、器具から建築物等及び可燃性の物品までの火災予防上安全な距離として、当該器具の種類に応じ次に掲げる距離以上の距離を保つこと。
 - イ 別表第5に掲げるもの（ロに該当するものを除く。）にあつては、同表の上欄に掲げる種類の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる距離
 - ロ イにより難いものとして消防総監又は消防署長が認めるものにあつては、消防総監が定めるところにより得られる距離
 - (2) 地震動等により可燃物が落下し、又は接触するおそれのない場所で使用すること。
 - (3) 避難上の障害とならない場所で使用すること。
 - (4) 可燃性の蒸気又は可燃性のガスが滞留するおそれのない場所で使用すること。
 - (5) 地震動等により容易に転倒又は落下するおそれのないよう安定した状態で使用すること。
 - (6) 故障し、又は破損したものを使用しないこと。
 - (7) 本来の使用目的以外に使用しないこと。
 - (8) 周囲は、常に整理及び清掃に努めるとともに、燃料その他の可燃物を放置しないこと。
 - (8の2) 祭礼、縁日、花火大会、展示会その他の多数の者の集合する催しに際しては、消火器を備えた上で使用すること。
 - (9) 器具に応じた適正な燃料を使用すること。
 - (10) 燃料配管に使用する可燃性ホースは、器具との接続部分をホースバンド等で締めつけるとともに、器具に応じた適正な長さとし、かつ、屋外の配管としては使用しないこと。
 - (11) 使用中に燃料を補給し、持ち運び、又はみだりに移動しないこと。
 - (12) 必要な点検及び整備を熟練者に行わせ、火災予防上有効に保持すること。
 - (13) 不燃性の床上又は台上で使用すること。
- 2 液体燃料を使用する器具のうち、規則で定めるものにあつては、規則で定める技術上の基準により、当該器具又は附属配管部分に、地震動等により作動する安全装置を設けたものでなければ使用してはならない。

（固体燃料を使用する器具）

第19条 固体燃料を使用する器具の取扱いは、次の各号に掲げる基準によらなければならない。

- (1) 火鉢にあつては、底部に、しや熱のための空間を設け、又は砂等を入れて使用すること。
 - (2) 置ごたつにあつては、火入容器を金属以外の特定不燃材料で造った台上に置いて使用すること。
- 2 前項に規定するもののほか、固体燃料を使用する器具の取扱いの基準については、前条第1項第1号から第9号までの規定を準用する。

（気体燃料を使用する器具）

第 20 条 気体燃料を使用する器具の取扱いの基準については、第 18 条第 1 項第 1 号から第 10 号までの規定を準用する。

(電気を熱源とする器具)

第 21 条 電気を熱源とする器具の取扱いは、次に掲げる基準によらなければならない。

- (1) 火災予防上安全な距離を保つことを要しない場合を除き、器具から建築物等及び可燃性の物品までの火災予防上安全な距離として、当該器具の種類に応じ次に掲げる距離以上の距離を保つこと。

イ 別表第 4 に掲げるもの（ロに該当するものを除く。）にあつては、同表の上欄に掲げる種類の区分に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる距離

ロ イにより難いものとして消防総監又は消防署長が認めるものにあつては、消防総監が定めるところにより得られる距離

- (2) 通電した状態でみだりに放置しないこと。
- (3) 温度制御装置、過熱防止装置その他これらに類する装置は、みだりに取り外し、又はその器具に不適合なものと取り替えないこと。

2 前項に規定するもののほか、電気を熱源とする器具の取扱いの基準については、第 18 条第 1 項第 2 号から第 8 号の 2 までの規定（器具の表面に可燃物が触れた場合に当該可燃物が発火するおそれのない器具にあつては、同項第 4 号、第 6 号及び第 7 号の規定に限る。）を準用する。

第1章 検討の目的等

第1節 目的

長期的には、火災件数は減少している一方で、火災件数全体に占める飲食店火災の割合は毎年、増加傾向にある。飲食店火災の中でも、焼肉店で使用される七輪等の調理を目的とする火気器具上部に設置される排気ダクト(以下「上引き排気ダクト」という。)の火災は毎年一定数起きており、減少傾向にない。その原因の一つとして、上引き排気ダクトの位置、構造及び維持管理の基準が定められていないことが考えられる。

この問題を解決すべく、令和元年度に「飲食店におけるダクト火災抑制方策に関する調査研究」(以下「令和元年度実験」という。)が行われ、上引き排気ダクト火災発生のメカニズムがある程度判明した。本実験の報告書によると、上引き排気ダクト内に堆積する油脂の厚み 0.4 mm で火災発生危険が高まり、排気取入口での風速が低いと着火危険が高まるとされている。

また、上引き排気ダクト火災発生の原因として、上引き排気ダクトの排気取入口までの距離が火源から約 20 cm と短いことが考えられる。しかし、上引き排気ダクトにおいて、通常の厨房設備のように、火源から排気取入口までの距離 1 m を確保しようとする、排気取入口での風量及び風速を高める、あるいは排気取入口付近に天蓋等を設け、補修率を高める等の必要がある。現在の焼肉店舗における上引き排気ダクトの設置環境を鑑みると、これを短期間に実現させるのは困難性が高い。

よって、本研究では、令和元年度実験で得られた知見を基に、上引き排気ダクト火災が発生した場合の焼損範囲を最小限に抑えることを目的とする。具体的には、上引き排気ダクト火災発生時の焼損を枝ダクト内に抑え、主ダクトには到達させないことを目的とする。

第2節 検討事項

1 検討対象

上引き排気ダクトを設置する店舗の中でも、油脂及び炭により最も上引き排気ダクトが汚れやすい、七輪を用いた焼肉店舗に焦点を当てた上で、検討対象は以下とする。

- (1) 検討する排気ダクトは、焼肉店等の客席に設けられた上引き排気ダクトとする。
- (2) 固定して設けられる厨房設備に付属する上引き排気ダクトは除く。
- (3) 検討する範囲は、上引き排気ダクトの枝ダクトまでとする。

2 実験の概要

実験は、予備実験及び本実験の2回に分けて行った。

予備実験は第3章、本実験は第4章で報告する。

第3節 検討体制

検討にあたり、学識経験者、行政関係者、業界団体その他の関係者からなる検討部会を設置し、上引き排気ダクトの火災抑制方策について、燃焼実験の実施及び結果を踏まえながら、検討した。(表1-1参照)。

表1-1 検討部会 構成員 一覧表

部会長	倉渕 隆	東京理科大学 副学長
副部会長	田村 裕之	総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター 技術研究部 主任研究官
	大石 正年	東京消防庁 予防部 参事兼予防課長
部会員	松山 賢	東京理科大学 創域理工学研究科 国際火災科学専攻 教授
	由利 剛	一般社団法人 日本厨房工業会 事務局長
	橋本 紳二	一般財団法人 日本燃焼機器検査協会 参事
	深田 章吾	一般財団法人 日本ガス機器検査協会 試験・教育講習部長
	蛭間 正信	日本防排煙工業会 専門技術委員会 委員長
	田村 行雄 (小林 貴之)	一般社団法人 全国ダクト工業団体連合会 会長 一般社団法人 全国ダクト工業団体連合会
	五未 英一	一般社団法人 建築設備技術者協会 技術委員会委員
	安藤 紀彦	全国焼肉協会 理事
	末光 眞二	一般社団法人 日本空調システムクリーニング協会 副会長
	中山 幸夫	東京都飲食業生活衛生同業組合 事務局長
	増沢 健	東京消防庁 予防部 査察課 査察課長
	石井 珠美	東京消防庁 予防部 防火管理課 防火管理課長
	山崎 大輔	東京消防庁 予防部 副参事(予防技術担当)
オブザーバー	泉 貴之	総務省消防庁 予防課 予防係 係長
	石川 雅也	一般社団法人 日本厨房工業会 係長
	嵐口 晃宏	一般財団法人 日本ガス機器検査協会 試験・教育講習部 チームリーダー
事務局	一般社団法人 日本空調システムクリーニング協会	

第4節 検討経過

表 1－2 検討経過

開催日		開催回数	検討内容
令和6年	6月28日	第1回 検討部会	①検討部会設立の経緯及び目的の確認 ②上引き排気ダクト火災実態の報告 ③予備実験実施結果報告 ④本実験案についての検討内容報告
	8月2日	第2回 検討部会	①追加予備実験実施結果報告 ・温度ヒューズに付着する油脂量及び防火ダンパー作動遅延の検証 ②本実験仕様の概要及び課題報告
	9月17日	第3回 検討部会	①本実験の実施結果中間報告 ②本実験実施状況見学会開催
	11月12日	第4回 検討部会	①本実験実施結果報告 ②報告書（案）の骨子確認 ③指導基準（案）の骨子確認
令和7年	1月24日	第5回 検討部会	①最新の火災事例報告 ②提言 ③指導基準策定後の周知方法

第5節 実験経過

表 1－3 実験経過

実施日	実験場所	検討内容
令和6年 4月9日	東京消防庁 幡ヶ谷庁舎 燃焼実験棟 渋谷区幡ヶ谷 1-13-20	【予備実験】 1 ダクト内に塗布する油脂成分及び塗布 方法の決定 2 防火ダンパーの設置位置及び延焼防止 性能の確認
令和6年 7月31日	一般財団法人 建材試験センター 中央試験所 埼玉県草加市稲荷 5-21-20	【追加予備実験①】 温度ヒューズに付着する油脂量及び防火 ダンパー作動遅延の検証
令和6年 8月30日	一般財団法人 建材試験センター 中央試験所 埼玉県草加市稲荷 5-21-20	【追加予備実験②】 温度ヒューズに塗布する油脂成分の妥当 性を確認する実験
令和6年 9月9日 ～ 9月19日	東京理科大学 野田キャンパス 火災科学研究センター実験棟 千葉県野田市山崎 2641	【本実験】 焼肉店における上引き排気ダクトを再現 し、各種燃焼実験を実施

第2章 主な火災事例

【事例1】

焼損物件：床 40 m²、天井 90 m²、ダクト 10m、外壁 5 m²、ガラス 1

調査項目	店舗状況	調査項目	店舗状況
熱源	炭	油塵厚み（排気取入口）	0.1mm
焼いていたもの	多量の肉（食べ放題）	油塵厚み（GF）	2mm
距離（火源～排気取入口）	20 c m	清掃頻度（排気取入口、GF）	毎日
距離（火源～GF）	102 c m	清掃頻度（ダクト全体）	年 1 回

表 2－1



写真 2－1



図 2－1

【事例 2】

焼損物件：ダクト 1 m

調査項目	店舗状況
熱源	ガス
焼いていたもの	多量の肉(食べ放題)
距離(火源～排気取入口)	22 c m
距離(火源～GF)	123 c m
距離(火源～FD)	102 c m

調査項目	店舗状況
油塵厚み(排気取入口)	1 mm
油塵厚み(GF)	不明
清掃頻度(排気取入口、GF)	毎日
清掃頻度(ダクト全体)	1 年に 1 回

表 2－2



写真 2－2

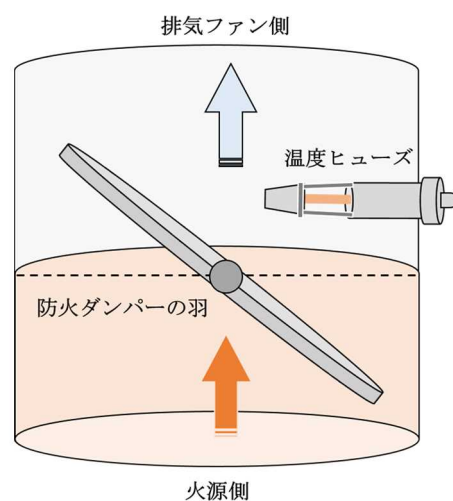


図 2－2 防火ダンパーと温度ヒューズの位置



写真 2－3 温度ヒューズ設定 180℃

※温度ヒューズが FVD 羽根より排気ファン側に設置されている。

【事例 3】

焼損物件：ダクト 4 m、内壁若干

調査項目	店舗状況
熱源	ガス
距離(火源～排気取入口)	24 c m
距離(火源～GF)	GF なし
距離(火源～FD)	90 c m

調査項目	店舗状況
油塵厚み(枝ダクト)	1 mm
風速	4 ～ 5 m/ s
清掃頻度(排気取入口の網)	毎日
清掃頻度(リニューアル後 1 年)	1 年間未清掃

表 2 - 3

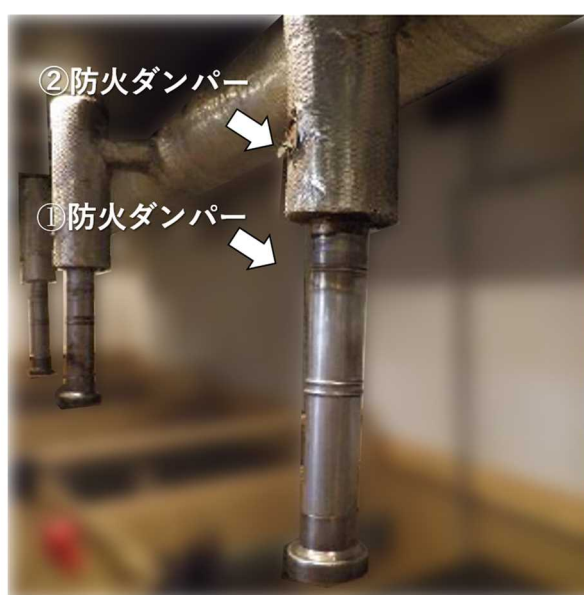


写真 2 - 4



排気取入口には網のみで
グリッド除去装置はない

写真 2 - 5 排気取入口



写真 2 - 6

火源側の①防火ダンパー



写真 2 - 7

主ダクト寄りの②防火ダンパー

【事例 4】

焼損物件：ダクト 17m、内壁若干、電気配線若干

※屋外に設けた排気ファンまで火が回り、屋外に火炎が噴き出していた。

調査項目	店舗状況
熱源	炭
距離(火源～排気取入口)	16 c m
距離(火源～GF)	100 c m
距離(火源～FD)	113 c m

調査項目	店舗状況
油塵厚み (FD の 1 次側)	0. 2mm
油塵厚み (主ダクト)	0. 2mm
清掃頻度 (GF までの枝ダクト、GF)	週 2 回
清掃頻度 (ダクト全体)	3 年前

表 2 - 4



写真 2 - 8



写真 2 - 9 防火ダンパー



写真 2 - 10 グリス除去装置

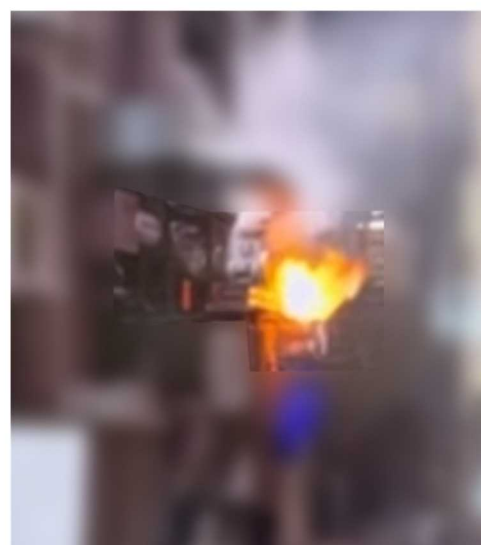


写真 2 - 11 屋外排気ファン

第3章 予備実験

第1節 実験の目的

前章で紹介した火災事例①のように、上引き排気ダクトで火災が発生した場合、ダクト内の油脂の付着状況によっては、主ダクトまで延焼拡大するケースがある。上引き排気ダクトを採用している焼肉店舗の多くで、縦ダクト部分に防火ダンパーを設置しているが、ダクト内の油脂汚れ及び防火ダンパーの温度ヒューズの油脂の付着状況によっては、縦ダクト内に着火した炎が防火ダンパーを突破して延焼拡大するケースが多く、現状の延焼拡大防止対策としては不十分であると言える。

これを解決するために、本検討の最初の段階で提案された案が縦ダクト及び横ダクトの両方に防火ダンパーを設置するダブルダンパー案である。現在、縦ダクト部分に多く設置されている防火ダンパーに加えて、横ダクト部分にも防火ダンパーを設置することで、第一の防火ダンパーが突破されても、第二の防火ダンパーによって延焼防止できるのではないかと考えた。しかし、この案の有効性を、限られた時間の中で実験にて実証するためには、条件設定が多すぎて困難であるとの結論に至り、修正案として、現在、多くの焼肉店舗で縦ダクト部分に設置されている防火ダンパーの設置位置を横ダクト部分に変更するだけでも、延焼防止効果が高まるのではないかと予測、これを実証するために、まずは以下の予備実験を実施した。

第2節 予備実験装置の概要

1 上引き排気ダクト、グリス除去装置及び防火ダンパーについて

火源から枝ダクトまで一連の簡易的な上引き排気ダクト環境を設営した。グリス除去装置は縦ダクト部分に、防火ダンパーは縦ダクト及び横ダクト部分の両方に設置できるようにした。

防火ダンパーの温度ヒューズは、感知温度 165℃のものを使用した。横ダクト部分に設置する防火ダンパーは、エルボに近接した位置とエルボから 2 m 離れた位置の二箇所に設置できるようにしたうえで、その違いを検証した。

2 設定火源

予備実験での火源はガスコンロを使用した。

3 油脂

焼肉店の汚れた上引き排気ダクトを再現するために、ダクト内に油脂を塗布した。ダクト内に塗布する油脂は、油脂の定置化及び均一化を図るために、ダクト内に金網を装着、その金網とダクト内面との間に不織布を装着し、不織布に油脂を塗る方法を採用した。

4 風速

ダクト最遠部の先端にはポータブルファンを設置し、間接的に吸引させた。吸引が間接的であったため、排気取入口での風速は $0.3\text{m/s} \sim 0.6\text{m/s}$ と一定にすることは出来なかった。

予備実験イメージ図及び実際の予備実験装置写真を以下に示す。

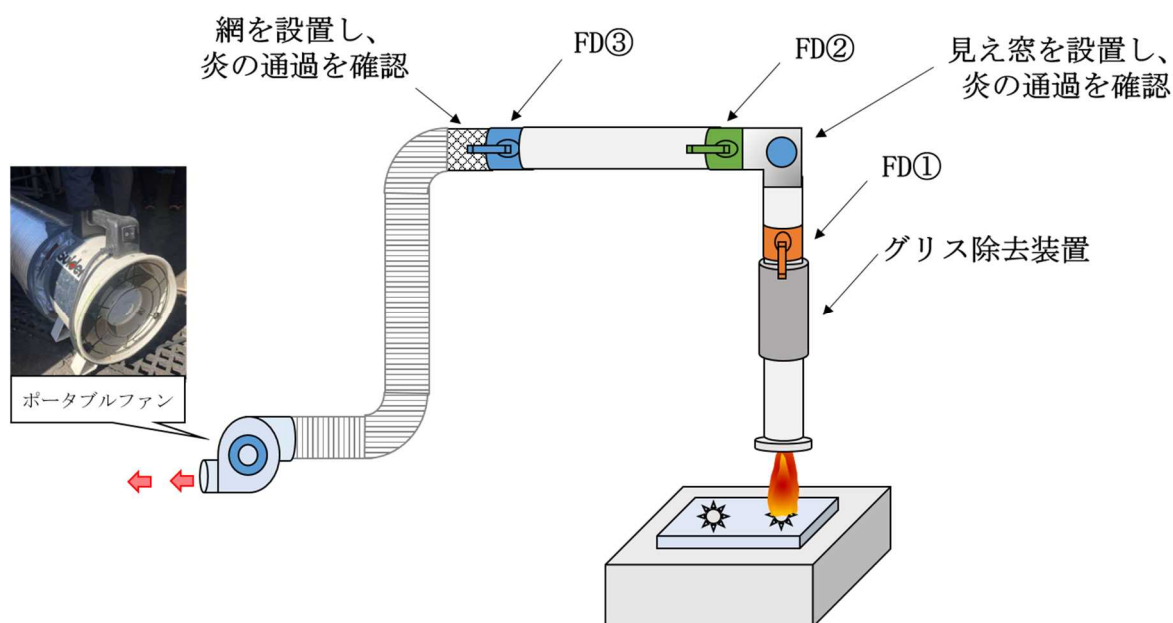


図 3 - 1 予備実験イメージ図

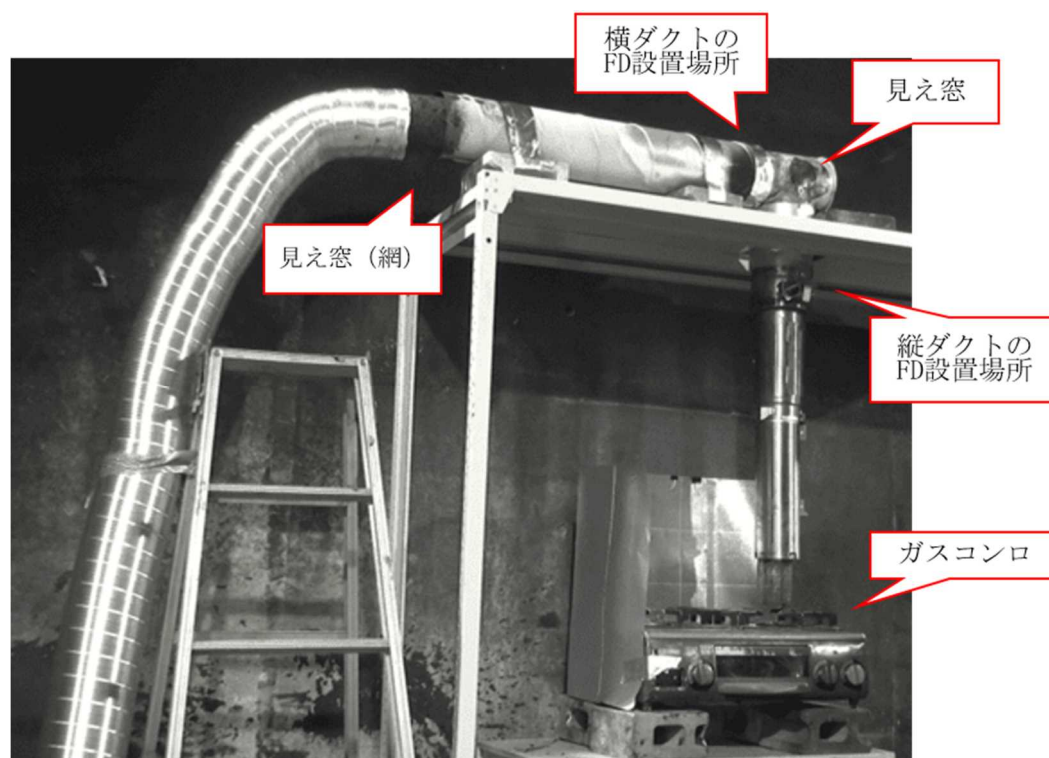


写真 3 - 1 実際の予備実験装置

第3節 予備実験での確認事項

- 1 ダクト内に塗布する油脂の決定
- 2 縦ダクト着火後、防火ダンパーが無い状態で、炎が枝ダクトまで延焼拡大する環境を作り出せるかの確認
- 3 2の状態でダクト内が燃焼した時、防火ダンパーによって延焼防止できるかの確認
- 4 3の防火ダンパーは、縦ダクトに設置した場合と横ダクトに設置した場合とで、どちらの延焼防止効果が高いか確認
- 5 防火ダンパーを横ダクトに設置した場合、エルボに近接した位置に設置した場合とエルボから2 m離れた位置に設置した場合とで、どちらの延焼防止効果が高いか確認

第4節 ダクト内に塗布する油脂成分及び塗布方法の決定

- 1 ダクト内に塗布する油脂成分の決定

本実験に先立ち、ダクト内の延焼を継続させるための油脂作りが必要であった。

今年度実験の一番の趣旨は、上引きダクト火災発生時における、延焼防止措置としての防火ダンパーの有効な設置位置を検証することであったことから、まずは、ダクト内の燃焼を継続できる油脂を作り出すことを最優先とした。

そこで、過去に実施した2つの燃焼実験で使用した以下の2種類の油脂を再現したうえで、その油脂を金網に塗布し、燃焼性能の比較実験を行った。

- (1) 平成23年度「飲食店等の厨房設備等に係る火災予防対策等検討」（以下「平成23年度実験」という。）で使用した油脂
- (2) 令和元年度「飲食店におけるダクト火災抑制方策に関する調査研究」で使用した油脂

	油脂の成分
平成23年度実験 で使用した油脂	ヒューズの油脂…大豆油：小麦粉（重量比1：1） ダクト内の油脂…ラードのみ
令和元年度実験 で使用した油脂	ダクト内の油脂…ラード：炭粉末：ほこり（重量比100：100：1） ※ 焼肉店のダクトに付着する油脂を東京消防庁で成分分析した。

表3-1 油脂比較表

平成23年度実験で使用した油脂と令和元年度実験で使用した油脂の燃焼性能を比較した。平成23年度実験で使用したヒューズの油脂は、即燃性があったが燃焼継続時間は短く、令和元年度実験でダクト内の塗布に使用した油脂は、平成23年度実験のヒューズの油脂と比べて即燃性は低い、炭の効果による燃焼の継続性が高かった。また、油脂の流れ難さは平成23年度実験のヒューズに塗布した油脂の方が高かった。各々、一長一短があったことから、これ

ら2つの油脂を重量比1：1で配合し、燃焼させてみた結果、即燃性と燃焼の継続性を併せ持ち、かつ粘り気のある油脂を作り出すことができた。

よって、今年度の実験では以下の油脂をダクト内に塗布することとした。

【令和6年度実験採用油脂(重量比)】

大豆油(100)：小麦粉(100)：ラード(100)：炭粉末(100)：ほこり(1)

2 ダクト内への油脂の塗布方法

今年度実験で上引き排気ダクト内へ塗布する油脂は決定したが、ダクト内に直に塗布した場合、熱によりすぐに流れ落ちることは容易に予想できた。そこで、金網及び不織布の使用を試みた。不織布を使用した理由は、油脂を不織布に塗ることで油脂の定量化及び均一化を目指したことによる。油脂の密度は計測から 1.1 g/cm^3 とし、令和元年度実験結果をもとにダクト内に付着させる油脂の厚みを 0.5 mm として換算したうえで、ダクト内の表面積分の質量を算出、その質量分の油脂を不織布に均一に塗布した。その油脂を塗布した不織布を金網とともにダクト内に装着、金網の曲げによる力で不織布がダクト内面に押し付けられることで定量化かつ均一化された油脂をダクト内に定着させることができた。

なお、ダクト内への油脂の定着に使用した金網及び不織布の詳細は以下のとおりである。

(1) 金網の仕様

一般名称：平織金網、材質：ステンレス、メッシュ：20、線形： 0.29 mm

(2) 不織布の仕様

メーカー：呉羽テック株式会社、商品名：ボンデン、用途：空調用フィルター

本商品は、油脂の含浸度が高くかつ油脂の伸びが良好であり、ダクト内での燃焼も安定したことから採用した。その他フェルト生地及び脱脂綿も試行したがフェルト生地は含浸度と伸びが悪いため燃焼しにくく、脱脂綿は燃焼しやすいものの含浸度が高すぎ伸びが悪いため、不採用とした。

(3) 油脂の塗布要領

金網・油脂・不織布は、図3-2に示すように、油脂を含浸させた不織布は、ダクトの内側から金網の曲げによる力で押さえつける要領で固定した。

3 塗布する油脂量の算出方法

塗布する油脂の密度(1) × 油脂の厚み(2) × 塗布するダクト内の表面積(3)

(1) 塗布する油脂の密度 $= 1.1\text{ g/cm}^3$

(2) 油脂の厚み $= 0.5\text{ mm}$ (令和元年度実験 $0.4\text{ mm} \times 1.25$)

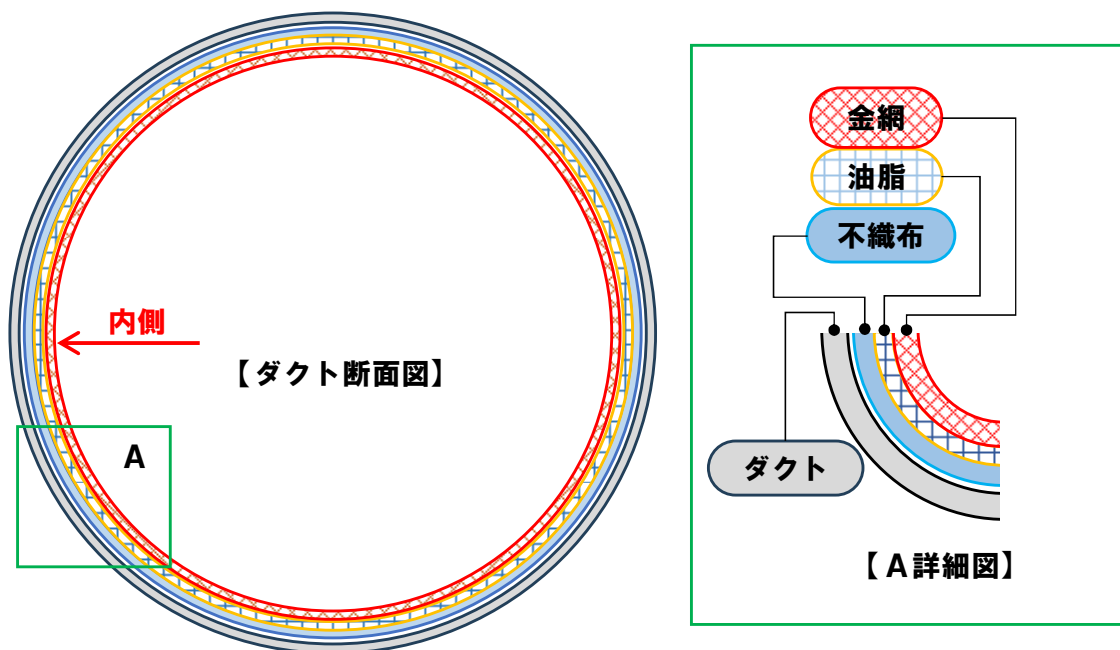


図 3－2 油脂の塗布要領

第5節 予備実験結果

第3節の確認事項を基に作成した実験回数と結果は表3—2のとおりであった。

当初、合計23回の実験を準備していたが、時間の関係から優先順位を付けて実施した結果、実際に実施できたのは11回であった。以降、実際に実施できた11回の実験結果について紹介する。

実験番号	ダクト内の油脂の状態	GF	FD①	FD②	FD③	優先順位	延焼予測	予備実験の結果
1	無し	×	×	×	×	①	—	延焼防止
2	有り	×	×	×	×	②	—	延焼した
3	有り	○	×	×	×	③	—	延焼した
4	有り	●	×	×	×	④	—	延焼した
5	有り	×	○			⑤	延焼しない	延焼突破
6	有り	○	○			⑥	延焼しない	延焼防止
7	有り	●	○			⑦	延焼しない	延焼防止
8	有り	●	●			⑧	延焼する	延焼防止
9	有り	×		○			延焼しない	—
10	有り	○		○			延焼しない	—
11	有り	●		○			延焼しない	—
12	有り	●		●		⑨	延焼しない	延焼防止
13	有り	×			○		延焼しない	—
14	有り	○			○		延焼しない	—
15	有り	●			○		延焼しない	—
16	有り	●			●	⑩	延焼しない	延焼防止
17	有り	×	●				延焼する	—
18	有り	○	●				延焼する	—
19	有り	×		●			延焼しない	—
20	有り	○		●			延焼しない	—
21	有り	×			●		延焼する	—
22	有り	○			●		延焼する	—
23	有り	●	●	●		⑪	延焼しない	延焼防止

FDに油脂汚れがあり、作動しにくい状況を優先的に実験を実施

【凡例】 GF：グリス除去装置、●：油脂有り、○：油脂無し、FD：防火ダンパー
 FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)、FD③：横ダクト(エルボから2mの位置)

表3—2 予備実験の実験番号及び結果

1 上引き排気ダクト火災の再現（実験番号2～4）

(1) 実験の手順

グリス除去装置及び防火ダンパーはともに未設置の状態で、ダクト内すべてに油脂を塗布した。ダクト最遠部にはポータブルファンを設置し、間接的に吸引した。この状態で、

ガスコンロに点火し、排気取入口からガス火を吸引、ダクト内に塗布した油脂に着火させた。

(2) 実験結果

火源から排気取入口に着火後、縦ダクトを延焼し、エルボを通過して横ダクトまで延焼拡大させることができた。



写真3-2 縦ダクト延焼状況



写真3-3 横ダクト延焼状況

2 縦ダクトに設置する防火ダンパーの延焼防止性能の確認（実験番号5～8）

(1) 実験の手順

グリス除去装置及び防火ダンパーを縦ダクト部分に設置した状態でダクト内に油脂を付着した。ガスコンロに点火し、縦ダクト内の油脂に延焼させ、防火ダンパーが作動するか検証した。グリス除去装置及び防火ダンパーは、各々、油脂を付着したパターンと油脂を付着しないパターンの2種類で違いを検証した。なお、防火ダンパーの作動確認はダンパーの作動音とダンパーのアームの回転動作の目視確認とした。防火ダンパーが延焼突破された後のダクト内の延焼状況の確認は、縦ダクト及び横ダクトに設置した見え窓による目視確認とした。

(2) 実験結果

防火ダンパーを縦ダクトに設置した状態での燃焼実験を4回実施、4回中3回延焼防止した。唯一、延焼突破されたパターンは、縦ダクトにグリス除去装置を設置しないパターンであった。なお、延焼防止した3回の防火ダンパーの作動状況は、いずれも炎が防火ダンパーを通過し、エルボに達した時点で遅れて作動していた。

3 防火ダンパーの設置位置を横ダクトに変更し検証（実験番号12及び16）

(1) 実験の手順

防火ダンパーの設置位置を縦ダクトから横ダクトに変更したうえで、燃焼実験を2回した。グリス除去装置及び防火ダンパーはともに油脂を付着させたうえで燃焼実験を行い、防火ダンパーは横ダクトのエルボに近接した位置とエルボから2 m離れた位置とで延焼防止性能の違いを検証した。

(2) 実験結果

防火ダンパーを横ダクトに設置して燃焼実験を行ったところ、2回中2回とも延焼防止した。横ダクトに設置した防火ダンパーは、炎がまだ縦ダクト内にある段階で作動した。すなわち、縦ダクトに設置した防火ダンパーのように、炎が防火ダンパーを通過した後、遅れてダンパーが作動することはなかった。

また、防火ダンパーを横ダクトに設置した場合、エルボに近接して設置した場合とエルボから2 m離れた位置に設置した場合とでの延焼防止性能に明確な差はなかった。

このことから、後日実施する本実験において、横ダクトに防火ダンパーを設置する際は、ダクトの延焼範囲がより小さいエルボに近接した位置とした。

4 縦ダクト及び横ダクトの両方に防火ダンパーを設置し延焼防止性能を検証（実験番号 23）

(1) 実験の手順

縦ダクト及び横ダクトの両方に防火ダンパーを設置して検証した。グリス除去装置及び防火ダンパー含めダクト内はすべて油脂を塗布して、延焼防止性能を検証した。

(2) 実験結果

縦ダクトに設置した防火ダンパーは延焼突破されるも、その後、横ダクトに設置した防火ダンパーが作動し延焼防止した。なお、縦ダクトに設置した防火ダンパーを炎が突破した直後に横ダクトの防火ダンパーが閉鎖していることから、横ダクトに設置した防火ダンパーの閉鎖は縦ダクトに設置した防火ダンパーが閉鎖していることも関係している可能性はある。

予備実験全体を通して、縦ダクトに設置した防火ダンパーは、いずれも炎が防火ダンパーを通過後に作動している一方で、横ダクトに設置した防火ダンパーは、炎がまだ縦ダクト内にある段階で作動している。よって、防火ダンパーの延焼防止性能は縦ダクトに設置するよりも横ダクトに設置した方が高いと判断し、本実験に向けて検討を進めていくこととした。

第6節 追加予備実験

これまでの予備実験結果のみでは不足している情報に関して確認するために、追加で予備実験を行った。その実験結果について述べる。

1 温度ヒューズに付着する油脂量及び防火ダンパー作動遅延の検証

(1) 実験の手順(写真3-4、図3-3)

実際の焼肉店においては、防火ダンパーの温度ヒューズには油脂が付着している。これらの油脂による温度ヒューズ作動時間の遅延について検証するために、一般財団法人建材試験センターの温度ヒューズ試験装置を使用し、JIS A1314：2014 に準じた方法で、温度ヒューズの作動時間を計測した。なお、使用する温度ヒューズは感知温度 120℃のものを使用した。



写真3-4 温度ヒューズ試験装置

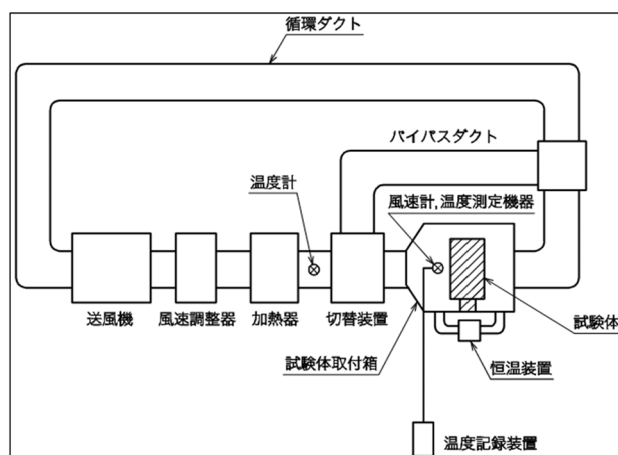


図3-3 温度ヒューズ試験装置の構成
(引用：JIS A1314:2014 付属書B 図B.1)

また、温度ヒューズへの油脂の付着量が多くなるにつれ、ヒューズへの油脂の定着が難しくなったことから、途中から「のり」を使用し、温度ヒューズへの油脂の固着性を高めた。

結果、検証した油脂は、①温度ヒューズに油脂を塗布しないもの、②温度ヒューズに油脂（ラード+炭）を塗布したもの、③温度ヒューズに（油脂ラード+炭+のり）を塗布したものの3種類を検証した。結果を表3-3に示す。

(2) 実験結果（表3-3参照）

ア 温度ヒューズに油脂を塗布しないものは、概ねヒューズの温度 112℃前後で作動するもののヒューズの作動時間には約 30 秒の差があった。

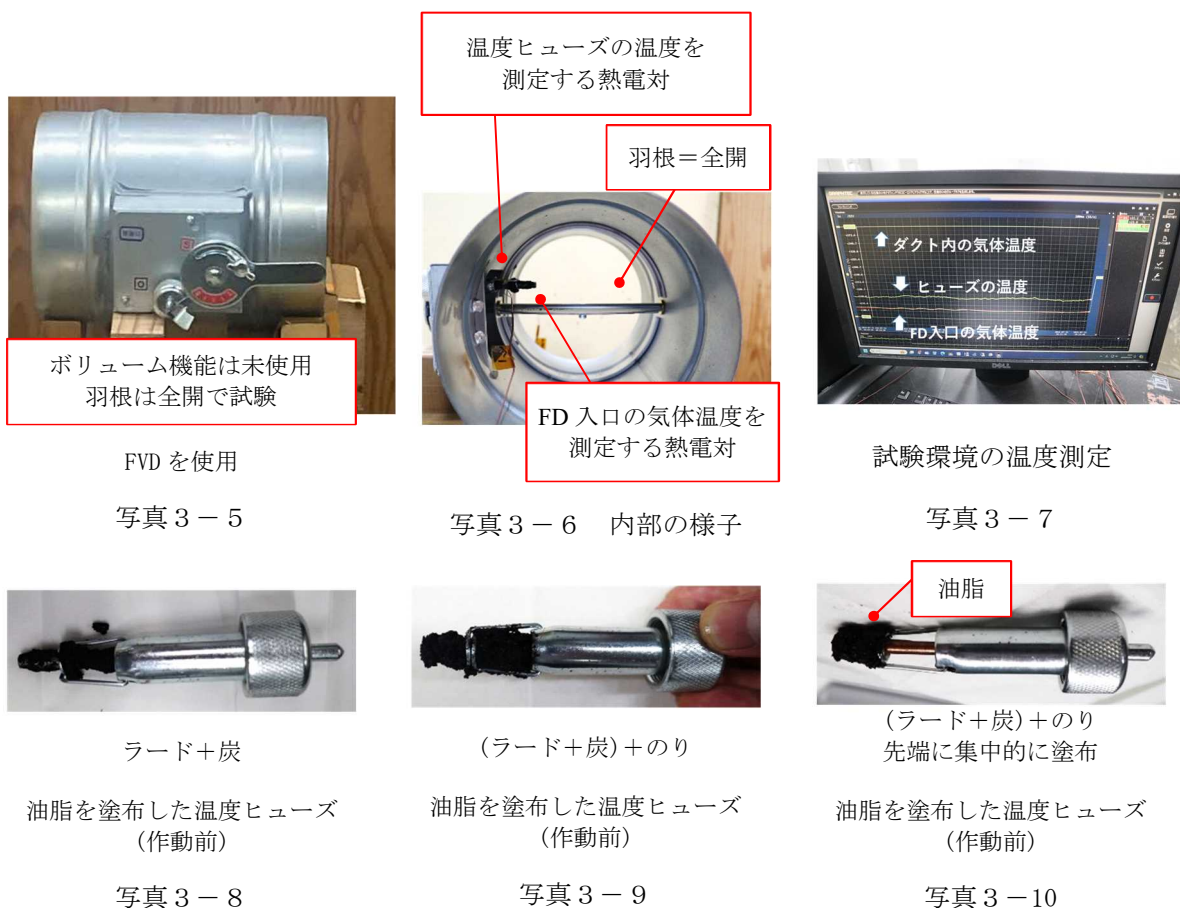
イ 温度ヒューズに油脂（ラード+炭）を塗布したものは、ヒューズ作動時の温度には約 10 度の差があるものの、ヒューズの作動時間は塗布した油脂量の増加に伴い増加した。

ウ 温度ヒューズに油脂（ラード+炭+のり）を塗布したものは、塗布した油脂量の増加に伴い、ヒューズの作動時間も増加した。特に、はんだが固着されているヒューズ先端の感知部分に集約して油脂を塗布した温度ヒューズは、作動時間が最も遅延した。

温度ヒューズへの油脂の塗布条件	塗布する油脂量	試験開始1分後の温度ヒューズ(温度)	温度ヒューズが作動した時間	FD作動時の温度ヒューズ(温度)
① 温度ヒューズに油脂を塗布しないもの	-	92 ℃	4分42秒	113 ℃
	-	86 ℃	4分14秒	111 ℃
	-	87 ℃	4分36秒	112 ℃
② 温度ヒューズに油脂（ラード+炭）を塗布したもの	0.5 g	95 ℃	4分38秒	126 ℃
	0.8 g	85 ℃	5分53秒	117 ℃
	1.2 g	75 ℃	6分09秒	120 ℃
③ 温度ヒューズに油脂（ラード+炭+のり）を塗布したもの	2.1 g	70 ℃	6分35秒	113 ℃
	2.3 g	65 ℃	6分51秒	132 ℃
	1.5 g ※	89 ℃	7分13秒	120 ℃

※ ヒューズの感知部に集中して油脂を塗布した

表 3-3 温度ヒューズに付着する油脂量と防火ダンパー作動時間遅延の検証実験



2 温度ヒューズに定着させる油脂成分の妥当性を確認する実験

(1) 実験の手順

1の実験において、温度ヒューズへの油脂の定着性を高めることを目的に、途中から、油脂（ラード+炭）に加えて「のり」を配合させたことから、「のり」の成分そのものが温度ヒューズの作動時間に影響を与えないことを検証する必要があった。そこで、一般財団法人建材試験センターに依頼し、試験体A（ラード+炭）及び試験体B（ラード+炭+のり）の2種類において、各々の熱伝導率を測定、比較することで、本実験への採用の妥当性を検討した。なお、「のり」は、でんぷんが主成分である不易株式会社製の液状のり「フエキのり」を使用した。

(2) 実験結果（写真3-11、3-12及び図3-4参照）

炭 600 g + ラード 600 g …… 試験体A : 0.251 (W/m/K)

炭 400 g + ラード 400 g + のり 400 g …… 試験体B : 0.286 (W/m/K)

実験結果から、温度ヒューズに塗布する油脂の厚みが数ミリ単位であれば誤差の範囲と判断、「のり」を配合したことによる温度ヒューズの作動時間には影響ないものとして、本実験に向けて検討を進めることとした。

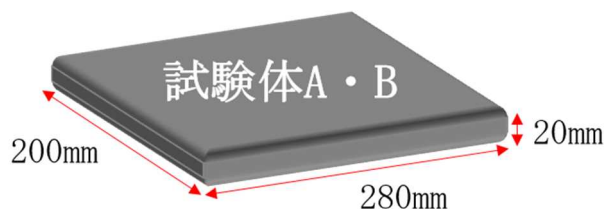


図3-4 試験体のサイズ



試験体A
写真3-11



試験体B
写真3-12

第4章 本実験

第1節 実験の目的

予備実験結果を基に、一連の上引き排気ダクト環境を再現し燃焼実験を行うことで、火災発生時における焼損範囲を縦ダクト内に抑えるためのグリス除去装置及び防火ダンパーの効果的な設置位置を検証することを目的とする。

第2節 実験の概要

1 実験場所

東京理科大学 野田キャンパス 火災科学研究センター実験棟

住所：千葉県野田市山崎 2641

2 実験の概要

予備実験同様、本実験でも各種条件設定しながら燃焼実験を実施した。本実験実施前の条件設定は以下のとおりである。予備実験同様、機械的に各種条件設定を組合せたもの（全 36 パターン）で構成している。（表 4－1 参照）

しかし、本実験実施前の条件設定に従って実験を進めていく中で、確認すべき項目が増えていった。その結果、実験開始後の条件設定を以下の内容に変更した。（表 4－2 参照）

3 実験装置の紹介

(1) 本実験で使用した実験装置の概要を紹介する。

上引き排気ダクトを構成するダクトは、ステンレス鋼板で作成し、ダクト内の延焼状況を目視できるよう、見え窓を 5 ヶ所設置した。ダクトの径は縦ダクト直径 100mm、横ダクト直径 175mm とし、エルボは T 字型のものを使用した。ダクト最遠部には排風機を設置し、排気取入口での風速を調整できるようにした。原則、ダクト内はグリス除去装置及び防火ダンパーを含め全て油脂を塗布し、グリス除去装置は、令和元年度実験と同様、シンポ社製の 3 D フィルターを使用した。

実験 番号	ダクト内の 油脂の状態	GF (熱源からの距離)	FD① (ヒューズ油脂量)	FD②	実験の趣旨
1	無し	● (20cm)			G F 適正位置を確認
2	無し	● (50cm)			G F 適正位置を確認
3	無し	● (80cm)			G F 適正位置を確認
4	有り		●165℃ (0.5 g)		ヒューズ油脂量決定
5	有り		●165℃ (1.0 g)		ヒューズ油脂量決定
6	有り		●165℃ (1.5 g)		ヒューズ油脂量決定
7	有り			●165℃ (下部側)	ヒューズの位置の違い
8	有り			●165℃ (上部側)	ヒューズの位置の違い
9	無し	○	○120℃		FD誤作動可能性の確認
10	無し	○		○120℃	FD誤作動可能性の確認
11	有り	○			GFのみで延焼の有無
12	有り	●			GFのみで延焼の有無
13	有り		○165℃		縦ダクト設置FD検証
14	有り		○120℃		縦ダクト設置FD検証
15	有り		●165℃		縦ダクト設置FD検証
16	有り		●120℃		縦ダクト設置FD検証
17	有り	○	○165℃		縦ダクト設置FD検証
18	有り	○	○120℃		縦ダクト設置FD検証
19	有り	○	●165℃		縦ダクト設置FD検証
20	有り	○	●120℃		縦ダクト設置FD検証
21	有り	●	○165℃		縦ダクト設置FD検証
22	有り	●	○120℃		縦ダクト設置FD検証
23	有り	●	●165℃		縦ダクト設置FD検証
24	有り	●	●120℃		縦ダクト設置FD検証
25	有り			○165℃	横ダクト設置FD検証
26	有り			○120℃	横ダクト設置FD検証
27	有り			●165℃	横ダクト設置FD検証
28	有り			●120℃	横ダクト設置FD検証
29	有り	○		○165℃	横ダクト設置FD検証
30	有り	○		○120℃	横ダクト設置FD検証
31	有り	○		●165℃	横ダクト設置FD検証
32	有り	○		●120℃	横ダクト設置FD検証
33	有り	●		○165℃	横ダクト設置FD検証
34	有り	●		○120℃	横ダクト設置FD検証
35	有り	●		●165℃	横ダクト設置FD検証
36	有り	●		●120℃	横ダクト設置FD検証

【凡例】 GF : グリス除去装置、● : 油脂有り、○ : 油脂無し、FD : 防火ダンパー
FD① : 縦ダクト、FD② : 横ダクト (エルボ直近)

表 4 - 1 実験実施前想定パターン

実施 番号	ダクト内の 油脂の状態	FDの位置	ヒューズ の位置	温度ヒューズ (油脂量)	結果	実験の目的
1	無し(GF油脂あり)	無し	—	無し	着火した	GFの着火実験(火源から20cmの位置)
2	無し(GF油脂あり)	無し	—	無し	着火した	GFの着火実験(火源から80cmの位置)
3	有り	FD①	—	165℃(0.5g)	延焼防止	縦ダクトに設置したFDが延焼突破される FDヒューズの油脂量を決める実験
4	有り	FD①	—	165℃(1g)	延焼防止	
5	有り	FD①	—	165℃(2g)	延焼防止	
6	有り	FD①	—	165℃(2g)	延焼防止	
7	有り	FD①	—	165℃(5g)	延焼した	
8	有り	FD①	—	165℃(3g)	延焼した	
9	有り	FD①	—	165℃(2g)	延焼防止	
10	有り	FD①	—	165℃(2.5g)	延焼した	
11	有り	FD②	下部側	165℃(3g)	延焼した	横ダクトに設置したFDの延焼防止性能の確認
12	有り	FD②	上部側	165℃(3g)	延焼防止	
13	有り	FD②	下部側	165℃(3g)	延焼した	
14	有り	FD②	上部側	165℃(3g)	延焼防止	
15	有り	FD②	上部側	165℃(3g)	延焼した	
16	有り	FD②	上部側	120℃(3g)	延焼防止	
17	有り	FD②	上部側	120℃(3g)	延焼防止	
18	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	
19	無し	FD②	上部側	120℃(3g)	延焼防止	異常燃焼状態でFDが作動するか確認
20	無し	FD②	上部側	120℃(3g)	延焼防止	
21	有り(GF油脂無し)	無し	—	無し	延焼した	FD無しでの延焼確認(GF油脂無し)
22	有り	無し	—	無し	延焼した	FD無しでの延焼確認(GF油脂有り)
23	有り	FD①	—	165℃(3g)	延焼した	8の繰り返し
24	有り	FD②	上部側	120℃(3g)	延焼防止	16・17の繰り返し3回目
25	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	18の繰り返し2回目
26	無し(GF油脂あり)	無し	—	無し	着火した	GF着火実験(火源から80cmの位置)
27	無し(GF油脂あり)	無し	—	無し	着火した	GF着火実験(火源から100cmの位置)
28	GFまで油脂無し	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	GFまで清掃した状態を想定(風速3m/s)
29	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼した	18の繰り返し3回目(風速6m/s)
30	GFまで油脂無し	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	GFまで清掃した状態を想定(風速6m/s)
31	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼した	18の繰り返し4回目(風速6m/s)
32	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	18の繰り返し5回目(風速1.7m/s)
33	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	18の繰り返し6回目(風速1.7m/s)
34	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼防止	GFまで清掃した状態を想定(GFトルネード型)
35	有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼した	18の繰り返し7回目(GFトルネード型)
36	油脂有り	FD②	下部側	120℃(3g)	延焼した	18の繰り返し8回目(GFトルネード型)

【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)

表4-2 実際に実施したパターン



写真4-2 集煙フード



写真4-3 グリス除去装置
(シンポ社製3Dフィルター)



写真4-4 3Dフィルター

(2) 本実験装置に設置した各種熱電対を紹介する。(写真4-5及び4-6)

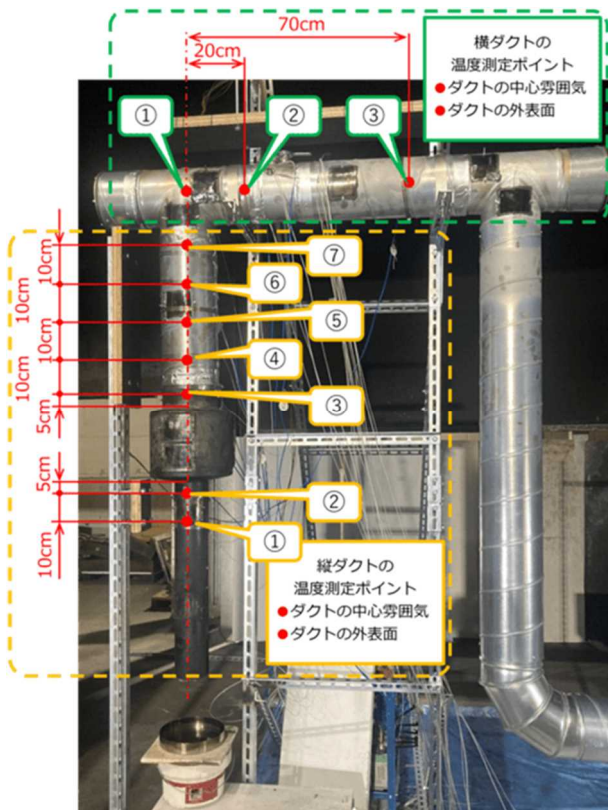


写真4-5 ダクト内の熱電対

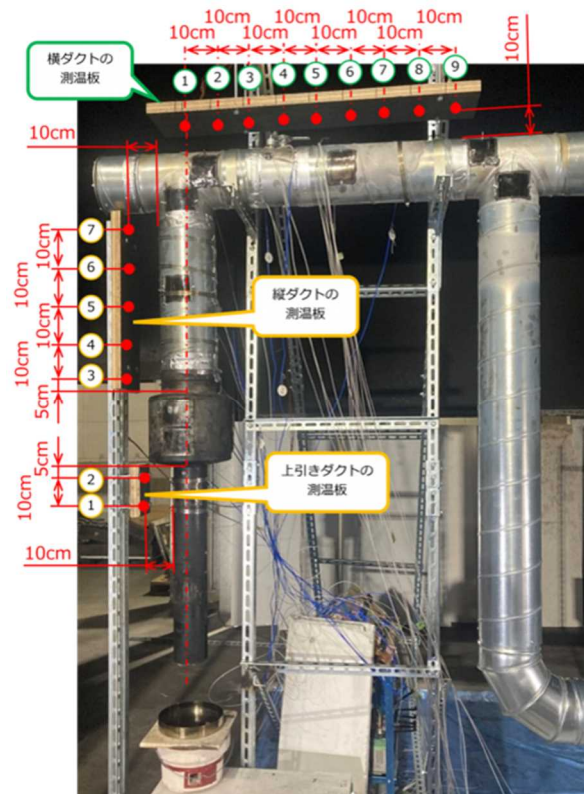


写真4-6 ダクト周囲の熱電対壁

ア 縦ダクト

縦ダクト内部の中心線上に熱電対を10cm間隔で7点設置し、火源側から番号を①、②、③、④、⑤、⑥、⑦と設定した。

また、縦ダクトのダクト表面から10cm離れた位置には、熱電対計7点を埋め込んだ黒色木壁を設置し、火源側から番号を①、②、③、④、⑤、⑥、⑦と設定した。

イ 横ダクト

横ダクト内部の中心線上に熱電対を 10 cm 間隔で 3 点設置し、エルボ側から番号を①、②、③と設定した。また、横ダクトのダクト表面から上部側 10cm 離れた位置には、熱電対計 9 点を埋め込んだ黒色木壁を設置し、エルボ側から番号を①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨と設定した。

ウ 横ダクト内に設置した防火ダンパーの一次側及び二次側

横ダクト内に設置した防火ダンパーの一次側にはダクト断面形状の中心を通り、地面と鉛直方向に 5 点、二次側には断面形状の中心を通り、同心円状に 9 点の熱電対を設置した。

一次側の熱電対は上部側から番号を①、②、③、④、⑤、二次側の熱電対は円の中心から外側に向かって番号を①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨と設定した。

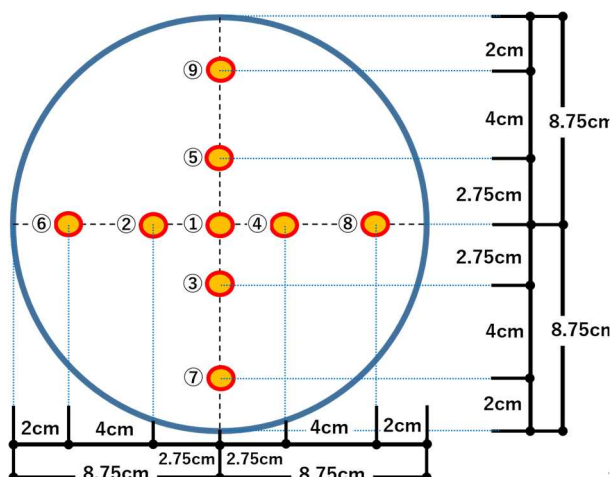
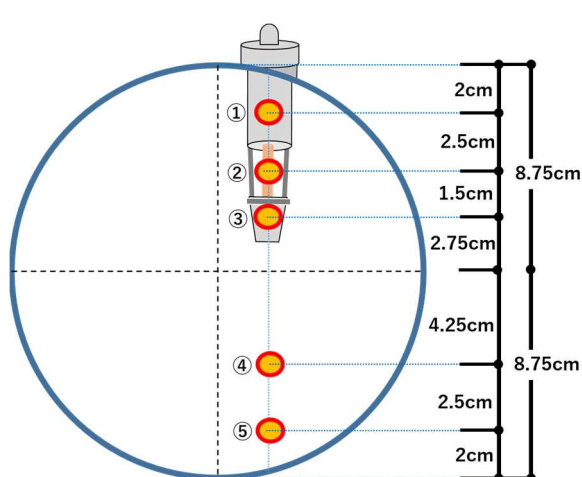


図 4-2 防火ダンパー一次側の熱電対図

図 4-3 防火ダンパー二次側の熱電対図

(3) 模擬的な設定火源

令和元年度実験報告書である「飲食店におけるダクト火災抑制方策に関する調査研究 報告書(令和 2 年 2 月 飲食店におけるダクト火災抑制方策に関する検討部会 発行)」同報告書 32 ページ「5 模擬火源燃料の選定」の内容を参考に、直径 20cm の火皿にヘプタン 50 g を投入し、火皿の上部に開口部直径 10cm の蓋を設置、ヘプタン着火後 70 秒経過した後に蓋を取り外すことで得られる火源を標準火源とした。当該火源は、ホルモン 500g を焼き網に敷き詰めて焼いた際の発熱速度の上昇特性を近似したものである。開口部直径 10cm の蓋を被せた状態はホルモン 500 g を焼いている通常の状態（以下「通常状態」という。）、蓋を取

り外した状態は、ホルモン 500 g を焼き過ぎてホルモンから大量の炎が立ち上がっている状態（以下「異常燃焼状態」という。）を再現したものである。なお、ヘプタン 50 g は実験開始後およそ 3 分で燃え尽きる量であった。



写真 4-7 模擬的な火源



写真 4-8 ダクトに塗布する油脂

(4) 排気取入口の風速

排気取入口での風速は、令和元年度実験の結果を基に実在する焼肉店舗で採用されている風速（3 m/秒～7 m/秒）の中から、最もダクト内に着火しやすい数値である 3 m/秒を採用した。

(5) その他

その他の環境は、予備実験と同様の上引き排気ダクト環境としている。

第 3 節 実験結果

ここから、表 4-2 を参照しながら、各種実験結果について紹介する。

(1) グリス除去装置着火実験（実験番号 1、2、26 及び 27）

防火ダンパーの検証実験に先立ち、グリス除去装置の着火実験を行った。

火災予防条例上、厨房設備では、火源から排気取入口に設けるグリス除去装置までの火災予防上安全な距離を原則 1 m としている。一方、通常の焼肉店舗におけるグリス除去装置は、火源から 80 c m の位置に設置されていることもある。グリス除去装置には、常に油脂が付着していることから、火源から適正な距離を確保する必要がある。よって、以下の 3 つの距離でグリス除去装置の着火実験を行った。なお、この実験においては、グリス除去装置以外のダクト内には油脂を塗布していない。

ア 実験方法

火源からグリス除去装置までの距離を①20 c m、②80 c m、③100 c m の順に離して、グリス除去装置に着火するか確認した。火源からの距離①20 c m は厨房設備のグリス除

去装置同様、排気取入口にグリス除去装置を設置した場合を想定したもの、火源からの距離② 80 c mは焼肉店舗で採用されている距離を想定したもの、火源からの距離③ 100 c mは、火災予防条例で定められている、火災予防上安全な距離 1 mを参考に設定したものである。排気取入口からグリス除去装置直前までの縦ダクト内には油脂を塗らず、グリス除去装置のみに油脂を塗布した状態でヘプタンに点火した。

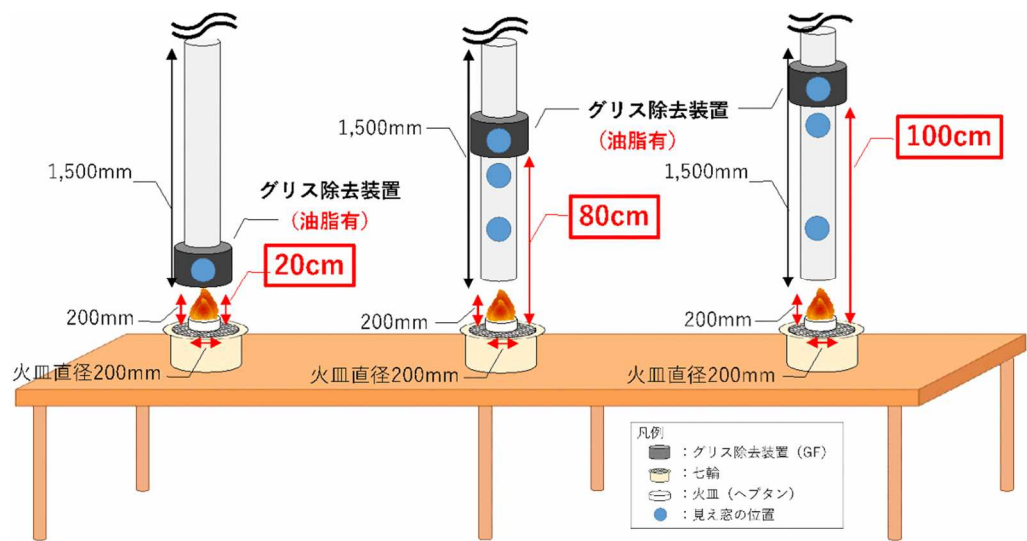


図 4－4 グリス除去装置着火実験モデル

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験回数	ダクト内の油脂の状態	GF着火実験 火源からの距離	風速	結果	GF着火時間	火源から20cmとの 着火時間比較
1	無し (GF油脂あり)	20cm	3 m/ s	全て GFに着火した	20秒	ー
2		80cm			47秒	+27秒
26		80cm			45秒	+25秒
27		100cm			80秒	+60秒

【凡例】 GF：グリス除去装置
GF着火時間：ヘプタンに点火後、70秒経過後に火皿の上部に設置していた蓋を外し着火に要した時間(秒)

表 4－3 グリス除去装置着火実験結果表

ウ 実験結果からの考察

通常状態では全ての距離で着火しなかった。

一方、異常燃焼状態にすると全ての距離でグリス除去装置に着火した。また、火源からグリス除去装置までの距離が長い程、着火時間を要した。火源からグリス除去装置までの距離が火源から 80cm の位置では着火時間が 45 秒前後であったのに対し、100cm の場合は 80 秒と倍近い数値となった。

(2) 縦ダクト燃焼実験（温度ヒューズの油脂量決定）（実験番号 3～10）

ア 実験方法

通常の焼肉店舗同様、グリス除去装置及び防火ダンパーを縦ダクト内に設置して燃焼実験を行った。グリス除去装置を含むダクト内にはすべて油脂を塗布し、防火ダンパーの温度ヒューズにも油脂を塗布した。ヒューズの油脂量は実験ごとに 0.5 g ずつ増加させ、防火ダンパーの働きを意図的に遅延させることで、炎が縦ダクトに設置した防火ダンパーを突破する環境を作ることを目的とする。

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験番号	ダクト内の油脂の状態	GF 火源からの距離	FD① ヒューズ温度	ヒューズ油脂量		GF 着火時間	結果	FD作動状況		時間差
								可・否	作動時間	
3	油脂有り	80cm統一	165℃	0.5g（先端のみに塗布）		88秒	延焼防止	作動	113秒	25秒
4			165℃	1.0g（先端のみに塗布）		98秒	延焼防止	作動	116秒	18秒
5			165℃	2.0g（先端のみに塗布）		92秒	延焼防止	作動	125秒	33秒
6			165℃	2.0g（先端のみに塗布）		92秒	延焼防止	作動	121秒	29秒
7			165℃	5.0g （先端2.0g、銅芯3.0gに塗布）		151秒	延焼突破	作動	220秒	69秒
8			165℃	3.0g （先端1.0g、銅芯2.0gに塗布）		168秒	延焼突破	作動	190秒	22秒
9			165℃	2.0g （先端1.0g、銅芯1.0gに塗布）		102秒	延焼防止	作動	160秒	58秒
10			165℃	2.5g （先端1.0g、銅芯1.5gに塗布）		106秒	延焼突破	作動	182秒	76秒

【結果】：実験11番以降、ヒューズ油脂量3.0g（先端1.0g、銅芯2.0g）で統一。

表 4－4 ヒューズ油脂量を決定する実験の結果

ウ 実験結果からの考察

予備実験結果を基に、本実験開始当初は温度ヒューズ先端のはんだ部分に集約して油脂を塗布する方法としたが、炎が縦ダクトに設置した防火ダンパーを延焼突破する状況を作り出すことはできなかった。

そこで、温度ヒューズの銅芯部分にも油脂を塗布した結果、ヒューズ先端部分 2.0 g 及び銅芯部分 3.0 g の合計 5.0 g の状況ではじめて延焼突破した。

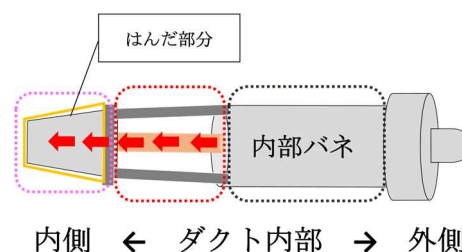


図 4－5 温度ヒューズモデル図

この理由としては、追加予備実験での建材試験センターでの温度測定時のダクト環境は常に 150℃の定温状態が保たれていた一方で、本実験のダクト内燃焼状況下では、縦ダクト内の気流温度が約 500℃と高温であったことから、ダクト内の高温の気流の熱がヒューズの銅芯部分に伝わり、その銅芯部分からの熱伝導が、ヒューズ先端部分に接着されているはんだを内側から熔融させたと考えられる。

その後、徐々に油脂量を減らし、温度ヒューズ先端部分 1.0 g 及び銅芯部分 2.0 g の合計 3.0 g 並びに温度ヒューズ先端部分 1.0 g 及び銅芯部分 1.5 g の合計 2.5 g で延焼突破した。結果として、防火ダンパーを横ダクトに設置した場合の延焼防止効果を明確にするために、以後の実験では、ヒューズ先端部分 1.0 g 及び銅芯部分 2.0 g 合計 3.0 g の油脂を採用することとした。

なお、これ以降の燃焼実験は、防火ダンパーの設置位置はすべて横ダクトに固定して検証した。

(3) 防火ダンパーを横ダクトに設置しての延焼実験（温度ヒューズ 165℃）

（実験番号 11～15）

ア 実験方法

(2)と同様の実験環境下において、縦ダクト部分に設置していた防火ダンパーの設置位置を横ダクト部分に変更し、燃焼実験を 5 回実施した。その際、温度ヒューズが横ダクト断面の中心線を基点として上部側に設置するパターン（以下「上部側」という。）で 3 回、下部側に設置するパターン（以下「下部側」という。）で 2 回実施した。

なお、この時点での熱電対の設置状況は、横ダクトに設置した防火ダンパーの一次側に設置した熱電対（以下「ダンパー前熱電対」という。）の 5 点のみであった。

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験番号	ダクト内の油脂の状態	FD②の温度ヒューズの位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差	熱電対の計測温度					
					可・否	作動時間		FD前			FD後ろ		
11	油脂有り	下部側	延焼突破	103秒	作動	175秒	72秒	②	605℃	174秒	—	—	—
12		上部側	延焼防止	130秒	作動	180秒	50秒	②	604℃	181秒	—	—	—
13		下部側	延焼突破	104秒	作動	190秒	86秒	②	611℃	188秒	—	—	—
14		上部側	延焼防止	130秒	作動	175秒	45秒	②	530℃	142秒	—	—	—
15		上部側	延焼突破	120秒	作動	160秒	40秒	②	850℃	158秒	④	799℃	158秒

【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD②：横ダクト ※FD②の温度ヒューズの感知温度は全て165℃

表 4－5 防火ダンパーを横ダクトに設置しての燃焼実験結果（温度ヒューズ 165℃）

燃焼実験の結果、横ダクトに設置した防火ダンパーの温度ヒューズを上部側に設置した場合は3回中2回延焼防止、下部側に設置した場合は2回中2回延焼突破された。

延焼防止した2回の実験のうち、グリス除去装置着火後の防火ダンパー作動時間は、最短で45秒であった。

ウ 熱電対データからの考察（グラフ4-1参照）

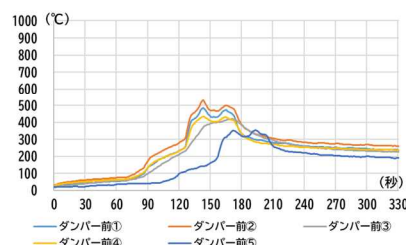
延焼防止できた実験番号14の熱電対データをもとに考察する。

実験番号 14	ダクト内の状態	FD位置（温度） ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
FDを横ダクトに設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 上部側	延焼防止	130秒	作動	175秒	45秒

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

グラフ4-1 ダンパー前熱電対の温度変化（実験番号14）

ダンパー前熱電対の温度測定結果から、横ダクト内の最高温度を記録した時間は、目視により確認できた防火ダンパー作動時間と一致した。

防火ダンパー作動時の横ダクト内の気流温度は、熱電対②番の位置で最も高く530℃であった。この時の熱電対⑤の位置の気流温度は143℃であり、ダンパー前熱電対が最高温度を示した時間での横ダクト内の最高温度と最低温度の差は約390℃もあった。

よって、本実験結果から、上引き排気ダクトの横ダクトに防火ダンパーを設置する場合、温度ヒューズの位置を熱電対②番付近の位置とすると最も感知しやすく、防火ダンパーが作動しやすいという結果となった。

(4) 防火ダンパーを横ダクトに設置しての延焼実験（温度ヒューズ 120℃）

（実験番号 16～18）

ア 実験方法

(3)と同様の実験環境下において、横ダクトに設置した防火ダンパーの温度ヒューズの感知温度を 165℃から 120℃に変更して、燃焼実験を 3 回実施した。温度ヒューズの位置を上部側に設置した状態で 2 回、下部側に設置した状態で 1 回実施した。

この時点での熱電対は、縦ダクト内部の中心線上に設置した熱電対（以下「縦ダクト内熱電対」という。）9 点、横ダクト内部の中心線上に設置した熱電対（以下「横ダクト内熱電対」という。）3 点、横ダクトに設置したダンパー前熱電対 5 点、横ダクトに設置した防火ダンパーの二次側に設置した熱電対（以下「ダンパー後熱電対」という。）9 点であった。

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験 番号	ダクト内の 油脂の状態	FD②の温度ヒューズ の位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差	熱電対の計測温度					
					可・否	作動時間		FD前			FD後ろ		
16	油脂有り	上部側	延焼防止	137秒	作動	150秒	13秒	②	534℃	142秒	④	429℃	141秒
17		上部側	延焼防止	110秒	作動	123秒	13秒	②	486℃	119秒	②	426℃	120秒
18		下部側	延焼防止	120秒	作動	140秒	20秒	②	486℃	136秒	⑥	564℃	136秒

【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD②：横ダクト ※FD②の温度ヒューズの感知温度は全て120℃

表 4－6 防火ダンパーを横ダクトに設置しての燃焼実験結果（温度ヒューズ 120℃）

横ダクトに設置した防火ダンパーの温度ヒューズの感知温度を 120℃に変更して燃焼実験した結果、3 回中 3 回すべて延焼防止した。グリス除去装置着火後の防火ダンパー作動時間は、温度ヒューズを下部側に設置した場合で 20 秒、上部側に設置した場合は 13 秒と、ヒューズ温度 165℃のものに比べてかなり早くなった。

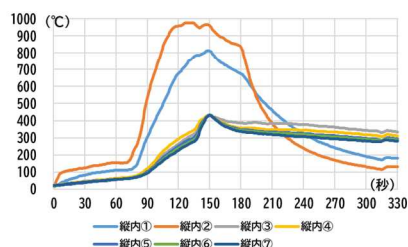
ウ 熱電対データからの考察（グラフ 4－2～4－4 参照）

横ダクトに設置した防火ダンパー作動時において、ダンパー前熱電対が最高温度を示した位置は、すべて熱電対②番の位置であった。

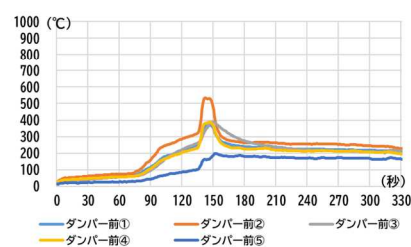
縦ダクト内熱電対は、火源側に近い熱電対①及び熱電対②の最高温度は他の番号のものと比較して、極端に高い。これは、火源の炎の影響によると考えられる。よって、縦ダクト内熱電対の数値は熱電対③番より上方側のデータを参考とした。

実験番号 16	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD② (120℃) 上部側	延焼防止	137秒	作動	150秒	13秒

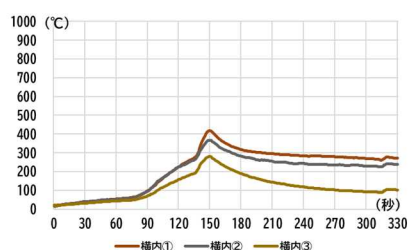
縦ダクト内熱電対



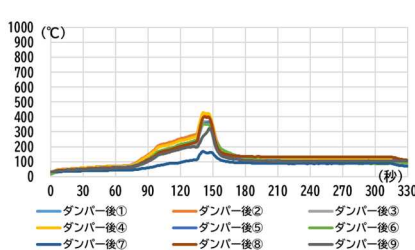
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



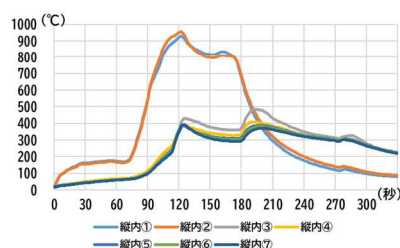
ダンパー後熱電対



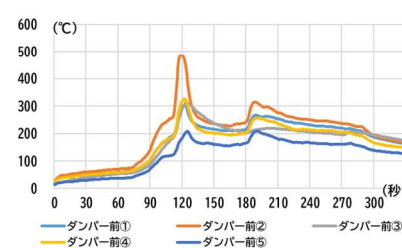
グラフ 4-2 各熱電対の温度変化 (実験番号 16)

実験番号 17	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD② (120℃) 上部側	延焼防止	110秒	作動	123秒	13秒

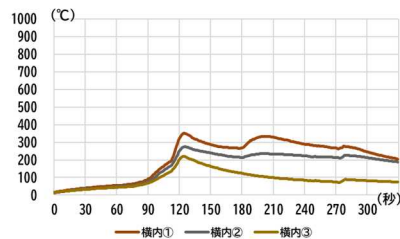
縦ダクト内熱電対



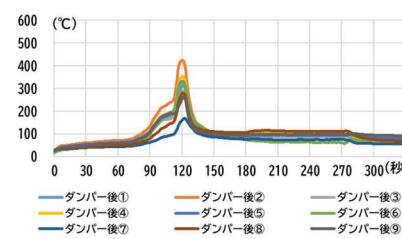
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



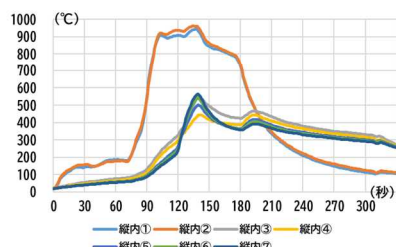
ダンパー後熱電対



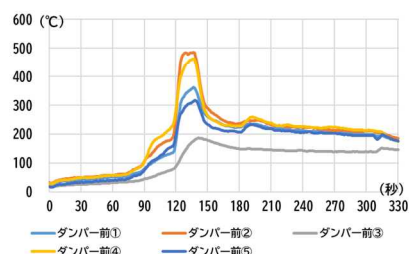
グラフ 4-3 各熱電対の温度変化 (実験番号 17)

実験番号 18	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
FDを横ダクトに設置しての燃焼実験	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	120秒	作動	140秒	20秒

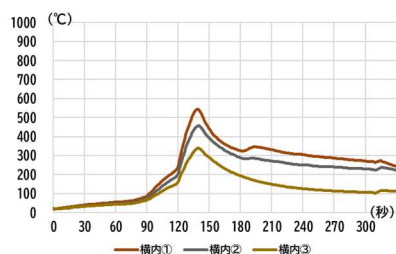
縦ダクト内熱電対



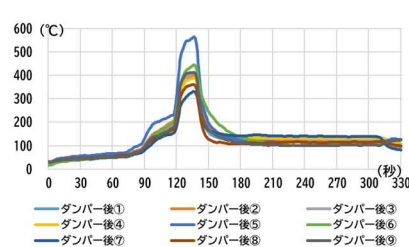
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対



グラフ 4-4 各熱電対の温度変化（実験番号 18）

縦ダクト内熱電対が最高温度を記録した時間とダンパー前熱電対が最高温度を記録した時間は一致しており、これは横ダクトに設置した防火ダンパーが作動した時間と重なる。なお、3回中2回はダンパー前熱電対の方が最高温度は高かった。

各熱電対の温度上昇の傾きが急激に大きくなる時間と目視で確認できたグリス除去装置の着火時間は一致していた。また、炎がグリス除去装置に着火した時点で、ダンパー前熱電対②の温度は温度ヒューズの感知温度以上になっていた。このことから、本実験環境下においては、防火ダンパーは横ダクトに設置し、温度ヒューズを熱電対②番の位置付近に設置すると、防火ダンパーが作動しやすいことが判る。

(5) 通常状態における防火ダンパー作動の検証（温度ヒューズ 120℃）

（実験番号 19、20）

ア 実験方法

防火ダンパーを横ダクトに設置した状態で、通常状態における防火ダンパーの作動を検証した。

グリス除去装置及び防火ダンパーを含めダクト内には一切油脂を塗布しない状態で、燃焼実験を 2 回実施した。標準火源のヘプタンの量を 80 g に増量し、直径 10 c m の蓋を被せた状態（通常状態）で点火、5 分経過後、蓋を外して異常燃焼状態にして、防火ダンパーの作動を検証した。

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験 番号	ダクト内の 油脂の状態	FD②120℃ (ヒューズ位置)	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差	熱電対					
					可・否	作動時間		FD前			FD後ろ		
19	油脂無し	上部側	FD作動	非着火	作動	365秒	—	②	281℃	363秒	②	260℃	362秒
20		上部側	FD作動	非着火	作動	322秒	—	②	206℃	320秒	②	193℃	319秒

【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD②：横ダクト ※FD②の温度ヒューズの感知温度は全て120℃

表 4－7 通常状態における防火ダンパー作動の検証（温度ヒューズ 120℃）

燃焼実験の結果、通常状態では防火ダンパーは作動せず、異常燃焼状態に移行すると 2 回中 2 回とも防火ダンパーは作動した。

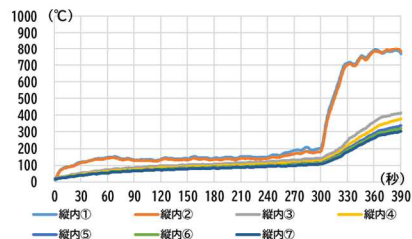
ウ 熱電対データからの考察（グラフ 4－5 及び 4－6 参照）

横ダクトに設置した防火ダンパーは、通常状態では作動しないが、異常燃焼状態に移行すると作動した。

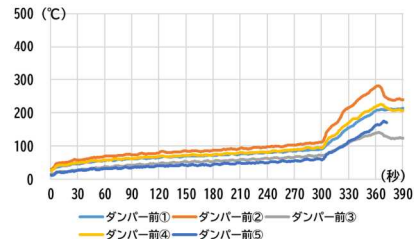
異常燃焼状態に移行してからの防火ダンパー作動時間は、1 回目は 65 秒、2 回目は 22 秒であった。この時のダンパー前熱電対の最高温度を記録した位置は、共に熱電対②の位置であり、1 回目で 282℃、2 回目で 203℃を記録した。

実験番号 19	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
通常状態におけるFD作動の検証	油脂無し	FD② (120℃) 上部側 (ヒューズ油脂有り)	FD作動	非着火	作動	365秒	—

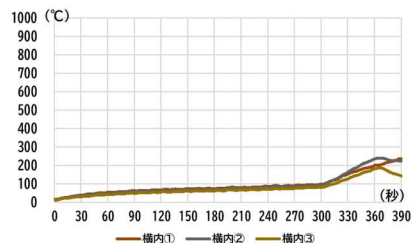
縦ダクト内熱電対



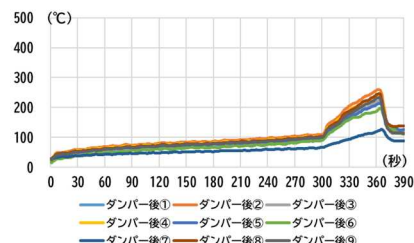
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



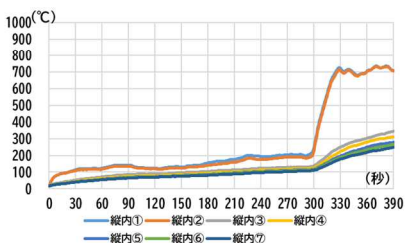
ダンパー後熱電対



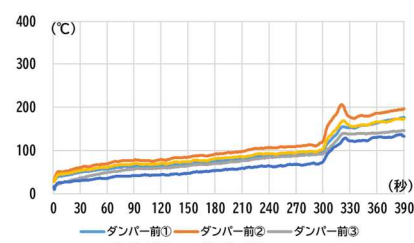
グラフ 4-5 各熱電対の温度変化 (実験番号 19)

実験番号 20	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
通常状態におけるFD作動の検証	油脂無し	FD② (120℃) 上部側 (ヒューズ油脂無し)	FD作動	非着火	作動	322秒	—

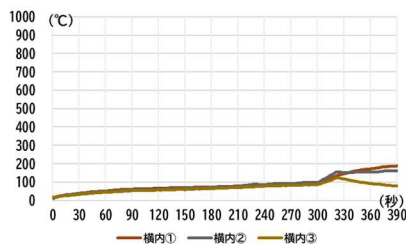
縦ダクト内熱電対



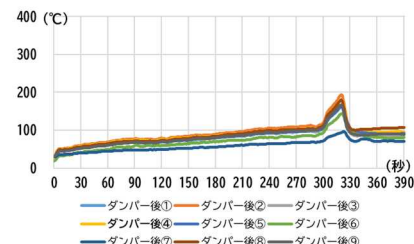
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対



グラフ 4-6 各熱電対の温度変化 (実験番号 20)

- (6) 排気取入口からグリス除去装置（温度ヒューズの感知温度 120℃）までを毎日清掃している店舗を想定しての燃焼実験（実験番号 28）

ア 実験方法

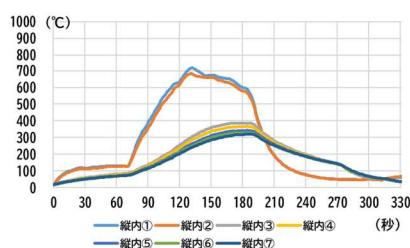
排気取入口からグリス除去装置までを毎日清掃したと仮定し、排気取入口からグリス除去装置までのダクト内には油脂を塗布せず、グリス除去装置の二次側からダクト内に油脂を塗布して、燃焼実験を実施した。

イ 実験結果

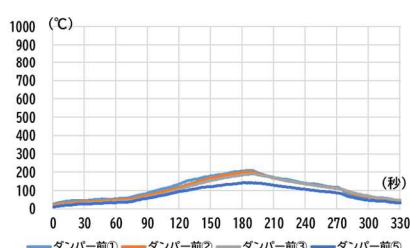
結果は以下のとおりであった。

実験番号 28	ダクト内の状態	FD位置（温度） ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GFまで清掃した状態を 想定した燃焼実験	油脂有り (GFまで油脂無し)	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	非着火	不作動	—	—

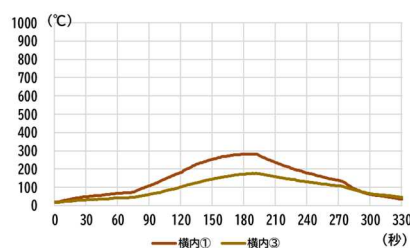
縦ダクト内熱電対



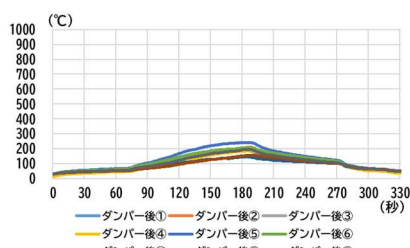
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対



グラフ 4－7 各熱電対の温度変化（実験番号 28）

燃焼実験の結果、グリス除去装置の二次側以降のダクト内の油脂には着火すること無くヘプタンが燃え尽きた。

ウ 熱電対データからの考察（グラフ 4－7 参照）

ヘプタン点火後、縦ダクト及び横ダクト共にダクト内温度は緩やかに上昇し、ヘプタンが燃え尽きる 180 秒を境に緩やかに下降した。

縦ダクト内熱電対の最高温度は約 400℃、ダンパー前熱電対の最高温度は約 200℃であり、他の実験と比較すると最高温度の数値は低かった。

(7) 風速を変更しての燃焼実験（実験番号 29～33）

ア 実験方法

これまでの排気取入口での風速 3 m/秒から風速 6 m/秒と風速を早くした場合及び風速 1.7m/秒と風速を遅くした場合で燃焼実験を行った。

イ 実験結果

結果は以下のとおりであった。

実験 番号	ダクト内 油脂の状態	FD②120℃ (ヒューズ位置)	結果	風速	GF 着火時間	FD作動状況		時間差	熱電対					
						可・否	作動時間		FD前			FD後ろ		
29	油脂有り	下部側	延焼突破	6m/s	130秒	作動	145秒	15秒	②	628℃	148秒	③	1044℃	142秒
31	油脂有り	下部側	延焼突破	6m/s	115秒	作動	130秒	15秒	⑤	543℃	130秒	③	949℃	130秒
32	油脂有り	下部側	延焼防止	1.78m/s	180秒	作動	210秒	30秒	⑤	649℃	207秒	⑨	752℃	207秒
33	油脂有り	下部側	延焼防止	1.67m/s	190秒	作動	220秒	30秒	③	294℃	207秒	⑨	358℃	197秒

【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD②：横ダクト ※FD②の温度ヒューズの感知温度は全て120℃

表 4－8 風速を変更しての燃焼実験

令和元年度実験の報告書によると、着火のしやすさは、熱交換の関係から風速が遅い方が着火しやすく、風速が速い方が着火しにくいとの結果だった。

しかし、本燃焼実験の結果から、着火後の延焼拡大のしやすさは、風速が速い方が延焼拡大しやすく、横ダクトに設置した防火ダンパーを2回中2回突破した。逆に、風速が遅い方が延焼防止しやすく、2回中2回延焼防止した。

ウ 熱電対データからの考察（グラフ 4－8～4－11 参照）

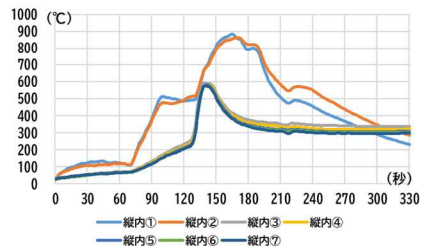
各熱電対の温度上昇を示すグラフの傾きは、はじめは、なだらかな右上がりで見え、グリス除去装置に着火した時点で傾きが大きくなる。この傾きの角度は、風速が遅いと小さく、風速が速いと大きくなっている。よって、ダクト内着火後は、風速が速い程、急激に温度上昇し延焼拡大することが判る。

今回の燃焼実験では、以上のような結果となったが、ダクト内に塗布する平均油脂量によって逆の結果になっていた可能性もあり、今回の条件設定だけでは、延焼防止上の観点における適切な風速を結論づけることは出来なかった。

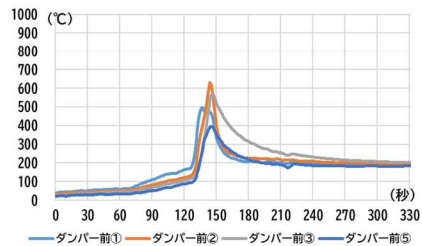
なお、実験も終盤に差し掛かり、各熱電対の損傷により取れるデータが少なくなってきたことにより、各熱電対のデータを総合的に捉えて判断した。

実験番号 29	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼突破	130秒	作動	145秒	15秒

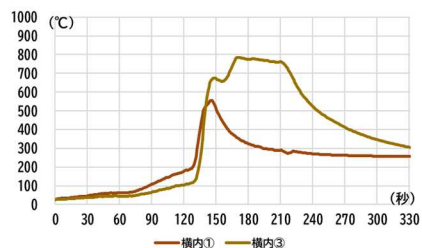
縦ダクト内熱電対



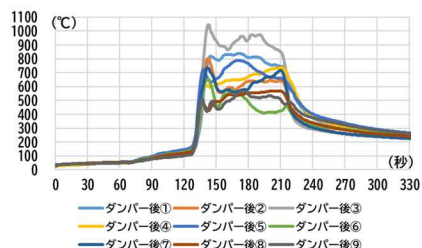
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



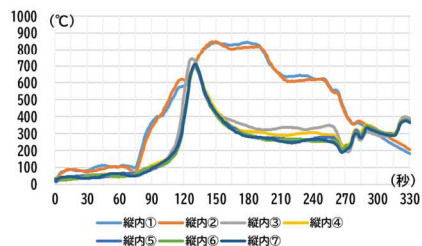
ダンパー後熱電対



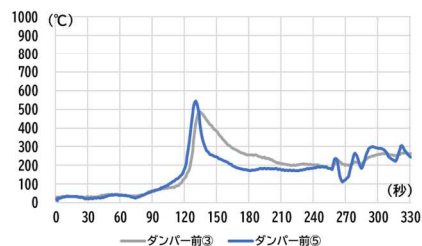
グラフ 4-8 各種熱電対の温度変化 (実験番号 29)

実験番号 31	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼突破	115秒	作動	130秒	15秒

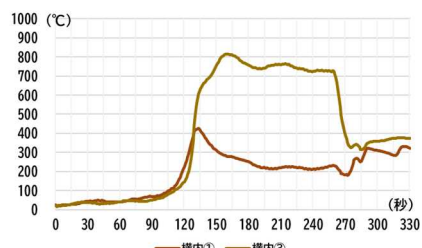
縦ダクト内熱電対



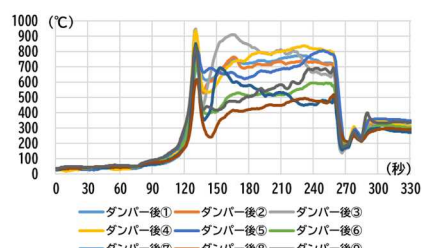
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



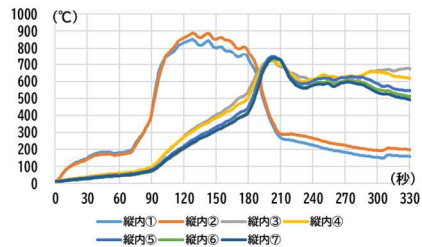
ダンパー後熱電対



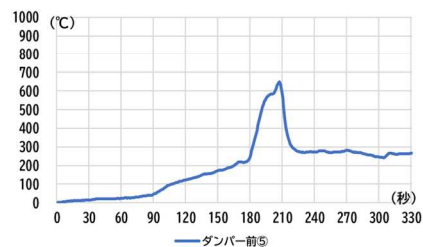
グラフ 4-9 各種熱電対の温度変化 (実験番号 31)

実験番号 32	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速1.78m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	180秒	作動	210秒	30秒

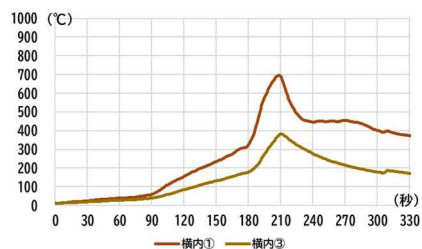
縦ダクト内熱電対



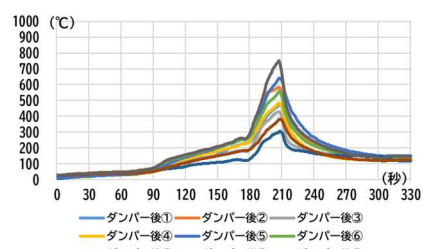
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



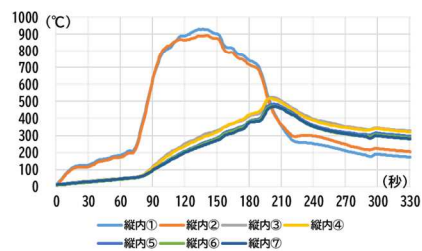
ダンパー後熱電対



グラフ 4-10 各種熱電対の温度変化 (実験番号 32)

実験番号 33	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速1.67m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	190秒	作動	220秒	30秒

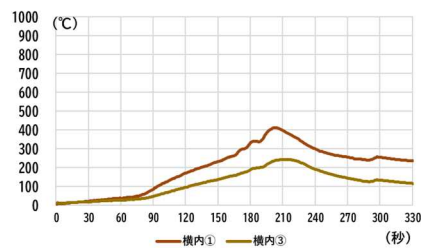
縦ダクト内熱電対



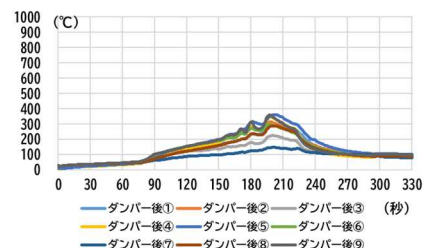
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対



グラフ 4-11 各種熱電対の温度変化 (実験番号 33)

(8) 上引き排気ダクト燃焼時におけるダクト周囲の可燃物への影響の確認

ア 実験方法

3種類の風速（風速 1.7m/秒、風速 3 m/秒及び風速 6 m/秒）における上引き排気ダクト燃焼時におけるダクト周囲の温度を検証した。

イ 実験結果（グラフ 4-12～4-14 参照）

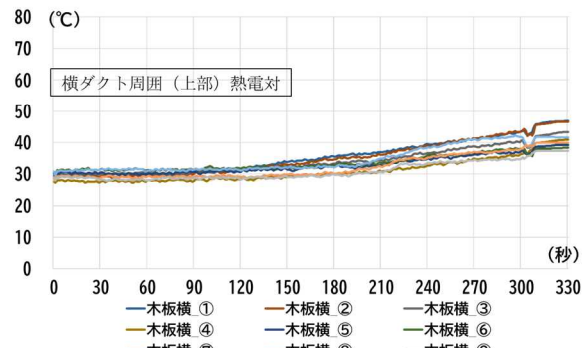
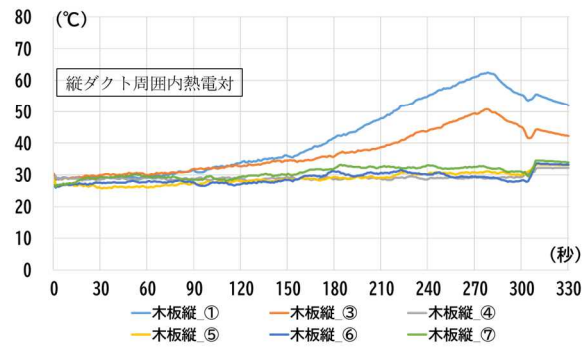
縦ダクト表面から周囲 10cm の位置の温度は、風速に関係なく最高約 30℃であった。

横ダクト表面から上部 10cm の位置の温度は、風速 6 m/秒の時に最高温度 60℃を記録した。

縦ダクトの場合においては風速による明確な温度差はなかったが、横ダクトは風速が速い程、ダクト表面から上部 10 c m の位置の温度は高くなる傾向があった。

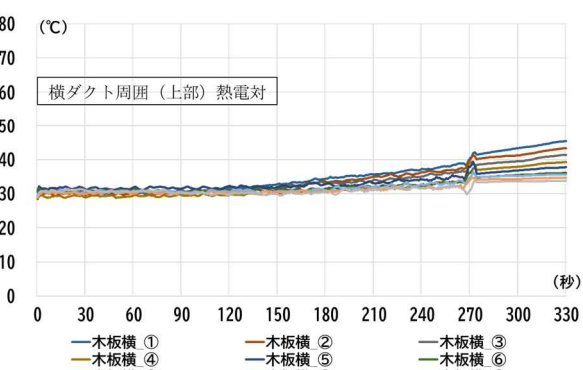
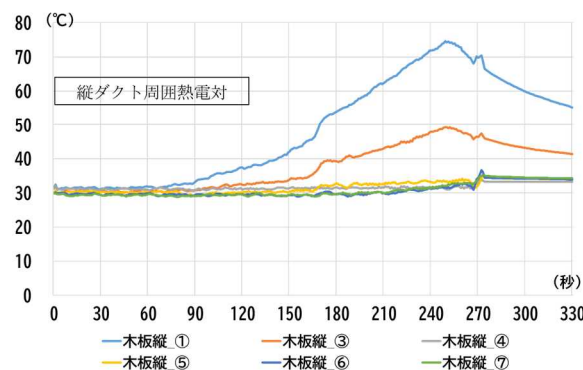
結果として、縦ダクト及び横ダクト共にダクト表面から 10cm 離れた位置で温度 100℃を超えることはなかった。

実験番号 32	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速1.78m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	180秒	作動	210秒	30秒



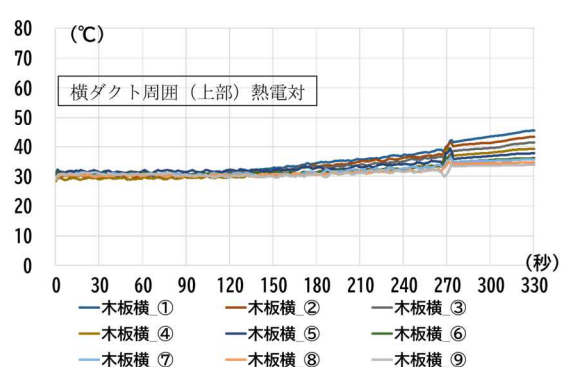
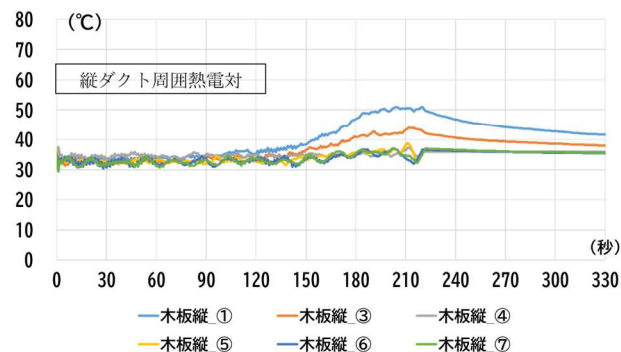
グラフ 4-12 縦ダクト及び横ダクト周囲に設置した熱電対の温度変化 (実験番号 32)

実験番号 25	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
FDを横ダクトに 設置しての延焼実験 (風速3 m/秒)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼防止	155秒	作動	180秒	25秒



グラフ 4-13 縦ダクト及び横ダクト周囲に設置した熱電対の温度変化 (実験番号 25)

実験番号 29	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り	FD② (120℃) 下部側	延焼突破	130秒	作動	145秒	15秒



グラフ 4-14 縦ダクト及び横ダクト周囲に設置した熱電対の温度変化 (実験番号 29)

(9) 上引き排気ダクト燃焼時における照明設備への影響の確認

ア 実験方法

実際の焼肉店舗においては、上引き排気ダクトに照明設備が設置されていることがある。よって、上引き排気ダクトに照明設備を設置した状態で燃焼実験を実施した。

具体的には、照明設備の配線及び照明設備を縦ダクト表面から 10 c m 以内の位置に固定し、ダクト内を燃焼状態にして、照明設備の配線及び照明設備本体の熔融状態を確認した。なお、照明設備はシンポ社製のものを使用した。

イ 実験結果

燃焼実験の結果、上引きダクト壁面から 10 c m 以内の位置に設置された場合においても、照明設備の配線及び照明器具に熔融はみられなかった。

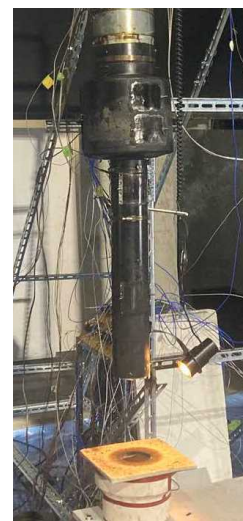


写真 4－9
燃焼実験後の点灯試験

第4節 実験結果のまとめ

- 1 火源からグリス除去装置までの距離が長い程、グリス除去装置に着火する時間が長かった。
- 2 防火ダンパーは横ダクトに設置し、本実験環境下においては、温度ヒューズを横ダクト内の熱電対②の位置付近に設置すると最も延焼防止効果が高かった。
- 3 上引き排気ダクト燃焼時、縦ダクト及び横ダクトの温度上昇度の傾向は同一であった。
- 4 炎がグリス除去装置に着火した時点において、横ダクトの②の位置における温度ヒューズの温度は、既に温度ヒューズの感知温度 120℃に達していた。
- 5 横ダクトに設置した防火ダンパーにおいて、温度ヒューズの感知温度 120℃のものは、すべて延焼防止した。
- 6 横ダクトに設置した感知温度 120℃の温度ヒューズは、通常状態では感知しないが、異常燃焼状態に移行すると、感知した。
- 7 全ての実験結果において、最も延焼防止効果が高かったのは、排気取入口からグリス除去装置までのダクト内には油脂を塗布せず、きれいな状態として燃焼実験したものであった。
- 8 上引き排気ダクト内着火後は、風速が速い方が延焼拡大しやすく、風速が遅い方が延焼拡大しにくかった。
- 9 上引き排気ダクト燃焼時、縦ダクト及び横ダクト共にダクト表面から 10 c m離れた位置での温度は、100℃未満であった。
- 10 上引き排気ダクト壁面から 10 c m以内の位置に照明設備が設置された場合においても、照明設備の配線及び照明器具に溶融はみられなかった。

第5章 火災事例及び実験結果を受けての提言

1 上引き排気ダクトに設置するグリス除去装置について

(1) グリス除去装置の設置及び技術基準の策定

ア 焼肉店舗によっては、グリス除去装置が設置されていないこともあることから、まずはグリス除去装置の設置を明確化する必要がある。

イ グリス除去装置が設置されていても、防火ダンパーの二次側に設置されていることから、グリス除去装置は防火ダンパーの一次側に設置することを明確化する必要がある。

(2) 火源からグリス除去装置までの火災予防上安全な距離の明確化

グリス除去装置には油脂が付着していることから、火源からの火災予防上安全な距離を保つ必要がある。

一方で、火源からグリス除去装置までの距離が大きすぎると、排気取入口を起点として油脂が付着する空間が大きくなる。

よって、本実験結果から火源からグリス除去装置までの火災予防上安全な距離は80cm以上とし、グリス除去装置は火源から80cm以上100cm以下の位置に設置することが妥当である。

(3) グリス除去性能の数値化

上引き排気ダクトの排気取入口からグリス除去装置までのグリス除去性能の数値を明確化すべきである。また、その数値は下方排気方式ガス焼肉機器同様75%以上とすることが望ましい。

(4) グリス除去装置は容易に点検かつ清掃ができる構造とすることの明確化

グリス除去装置は、使用する限り常に油脂を含んでいることから、使用後は清掃する必要がある。よって、グリス除去装置は容易に点検かつ清掃しやすい構造とする必要がある。

2 上引き排気ダクトに設置する防火ダンパーについて

(1) 防火ダンパー設置の明確化及び設置位置の基準化

実際の上引き排気ダクトを使用する焼肉店舗において、縦ダクトに防火ダンパーが設置されているにも関わらず、火災時に延焼突破されている。

本実験においては、上引き排気ダクト燃焼時、横ダクト内のダンパー前熱電対②の温度が最も高かったことから、延焼防止措置としての防火ダンパーは横ダクトに設置し、かつ温度ヒューズを横ダクトの上部側にすることを基準化すべきである。

(2) 防火ダンパーの温度ヒューズの温度設定

本実験において、横ダクトに防火ダンパーを設置し、温度ヒューズの感知温度を 120℃にしたものは3回中3回延焼防止した。

よって、上引き排気ダクトに設置する防火ダンパーの温度ヒューズの感知温度は 120℃とすることを基準化すべきである。

(3) 防火ダンパーに使用する温度ヒューズの定期的な交換

防火ダンパーに使用する温度ヒューズは防火ダンパーを作動させる心臓部である。温度ヒューズも時間の経過とともに劣化することから、温度ヒューズは、3年を目安に定期的に交換すべきである。

(4) 防火ボリュームダンパー使用時の温度ヒューズ設置位置の明確化

焼肉店舗によっては、上引き排気ダクトに設置する通常の防火ダンパーに替えて、風量調節機能を持たせた防火ボリュームダンパーを設置していることがある。防火ボリュームダンパーを使用し、実際に火災になった店舗を調査した結果、温度ヒューズの設置位置は防火ボリュームダンパーの羽の位置を基点として、火源と反対側に設置されていることがほとんどであった。この場合、ダンパーの羽の角度によっては温度ヒューズがダンパーの羽の裏側に隠れ、火災時のダクト内の気流の熱が伝わりにくい。

よって、上引き排気ダクトの延焼防止措置として防火ボリュームダンパーを使用する際、温度ヒューズの設置位置は、ダンパーの羽の位置を基点として火源側に設置することを基準化すべきである。

3 点検口について

(1) 防火ダンパーに近接した位置への点検口の設置

ダクトの中に大量の油脂が堆積していても、認識出来ないと火災に対する危機意識は起きないことから、定期的にダクト内を点検すべきである。

また、本実験結果からも温度ヒューズの油脂の堆積は防火ダンパーの作動時間を遅らせていることは明らかである。よって、温度ヒューズを含む防火ダンパーは定期的に点検・清掃する必要がある。そのため、防火ダンパーに近接した位置に点検及び清掃するための点検口を設置することを基準化すべきである。

(2) 点検口の位置

本実験ではエルボはT字型のものを採用し、このT字型の先端部分に見え窓を設置、横ダクト内の延焼状況の目視確認に活用した。この見え窓の位置に点検口を設置すると、横ダク

ト内部を視認しやすく、かつ清掃もしやすいことから、エルボのT字型の先端部分への点検口の設置を推奨する。

4 上引き排気ダクトに係る点検及び清掃について

(1) 排気取入口からグリス除去装置までの清掃について

本実験結果において、最も延焼防止効果が高かったのは、排気取入口からグリス除去装置までの空間に油脂を塗らず、きれいな状態で燃焼実験したものであった。

よって、上引き排気ダクトのうち排気取入口からグリス除去装置までの範囲は営業日ごとに清掃することを基準化すべきである。

(2) グリス除去装置より二次側のダクト部分の定期的な点検及び清掃について

本実験結果において、通常状態での横ダクト内の最高温度は油脂の着火点あるいは引火点には達していない。(1)の内容と合わせて、上引き排気ダクト環境において、ある程度のきれいな緩衝空間を確保すれば、その緩衝空間の先に油脂が存在したとしても着火及び延焼する可能性は極めて低いと言える。

よって、グリス除去装置より二次側のダクト部分を定期的に点検することを基準化すべきである。さらに、定期点検の結果、油脂の付着量 0.4mm が確認できた場合はダクト内を清掃することを基準化すべきである。なお、油脂の付着量 0.4mm は令和元年度実験での提言を受けてのものである。

(3) グリス除去装置より二次側のダクト部分の重点的かつ効果的な清掃方法について

(2)で提言した定期的な清掃については、主ダクトも含めてダクト全体を清掃することが最も望ましい。しかし、ダクト全体を清掃することは、清掃コストを考えると非常にハードルが高く、実際に実現されていない。

このことから、グリス除去装置から二次側以降のダクト部分の清掃は、横ダクトに設置した防火ダンパーを含み、エルボを基点とした概ね 1 m までの範囲を重点的に清掃することを推奨する。この範囲が清掃された場合、(1)で提言した排気取入口からグリス除去装置までの日常の清掃範囲と合わせ、概ね 3 m の清掃された緩衝空間が確保される。

なお、本実験結果では、排気取入口からグリス除去装置までを油脂の無い状態で燃焼実験したものが、最も延焼防止効果が高かったとまとめられている。(実験番号 28 参照)

5 上引き排気ダクトに設置する照明設備の取扱い

実際の上引き排気ダクトを使用する焼肉店舗の中には、ダクト部分に照明設備が設置されているケースがある。これらの照明設備のほとんどが火源からの離隔距離内である上方 1 m の範

囲内に設置されていることが多く、火災予防条例に抵触する。今回の実験において、上引き排気ダクトに照明設備を設置した状態で燃焼実験した結果、ダクト表面から周囲の離隔距離 10 c mを保てば電気配線の溶融は見られなかった。

よって、電気配線は耐熱電線としたうえで、上引き排気ダクト表面からの離隔距離 10 c mを保ち、照明設備を構成する筐体を特定不燃材料である金属製のもので覆えば、仮に照明設備に着火したとしてもその焼損範囲は限定的である。これらの事を総合すると、照明設備が火源からの離隔距離内である上方 1 m の範囲内にあったとしても、照明設備の位置及び構造の条件によっては特例を検討できる可能性がある。

6 焼肉店客に対する注意喚起の徹底

焼肉店火災は多量の肉が一度に焼かれている状態に発生することが多く、食べ放題コースの時は特に注意が必要である。本実験結果から、通常状態であれば継続した激しい炎の立ち上がりが無く、上引き排気ダクト内への着火可能性は低い。よって、焼肉店客に対し、一度に多量の肉を焼かないよう、注意喚起の徹底が非常に重要である。

また、最近の焼肉店火災の実態を分析した結果、上引き排気ダクト火災が発生した焼肉卓のほとんどが、外国人の方が使用している焼肉卓であることが判った。すなわち、焼肉文化に対する認知度が低いことも焼肉店火災を引き起こす原因の一つであると言える。その対応策として、店舗に掲示する注意喚起等の広告の英語、中国語等の多言語対応、ピクトグラム化等は非常に有効であり、その注意喚起の広告等は店内への掲示はもとより、注文を受け付けるタブレットに表示させるのも効果的である。また、客として来店される方々が外国人の場合は、肉の焼き方、焼肉をする上でのマナー等を教示することも焼肉店火災を予防する上で非常に重要である。

7 すべての焼肉卓への氷の常備

炭火（固体燃料）を火源とする七輪の場合、ガス（気体燃料）を熱源とするガスコンロに比べて、火源の調整が難しい。焼き網に焼肉の油脂が多量に付着し、肉を取り除いても焼き網から炎が継続して立ち上がり続けていると、そのうち、その炎が上引き排気ダクトに吸込まれる危険性がある。

このような事態に備えて、焼肉卓に冷却及び消火用の氷を常に配置すべきである。もちろん、氷を焼肉卓に常備するだけでなく、その使用方法の掲示や、焼肉がはじめてという外国人の方々には、氷の使用方法を説明する等のサポートも重要である。

第6章 今後の課題

本検討結果を通じて、今後の課題として考えられることについて以下に示す。

1 排気取入れ口での風速について

上引き排気ダクト火災抑制の観点から風速について考えた時、令和元年度実験では、風速が速い方が上引き排気ダクト内に着火し難いという結論になった一方で、本実験結果においては、上引き排気ダクト内への着火後は、風速が速い方が延焼拡大しやすいという結果となった。着火後の延焼拡大性能に関しては、風速以外にもグリス除去装置の種類、ダクト内の油脂の付着量及び付着範囲、ダクト形状等さまざまな要件が関係している。よって、上引き排気ダクト火災抑制の総合的な観点からの「風速」が及ぼす影響の更なる研究が必要である。

2 グリス除去性能の試験方法確立

現在、上引き排気ダクトの排気取入口からグリス除去装置までのグリス除去性能については、各メーカーが独自の試験方法で確認したグリス除去性能の数値を公表している。よって客観的にグリス除去性能の比較・検討を行うために、統一化されたグリス除去性能を測る試験方法を、今後、検討・確立していくことが望まれる。

3 グリス除去性能を検証できる第三者機関

統一化されたグリス除去性能を測る試験方法が確立された際は、当該試験方法を活用し、上引き排気ダクトの評価・認証を行う制度の確立が望まれる。

4 簡単かつ安価な点検及び清掃技術の開発

点検・清掃を継続するには簡単かつ安価なものでなければならない。ダクト内点検に関しては、ダクト内カメラを活用した点検技術が登場するとともに、これと連携した火災保険も登場している。ダクト内清掃に関しては、モーターを活用した清掃が普及し始め、自走式ロボットを活用した自動清掃技術も研究されている。

これらの新技術が広く普及することで費用も安くなるよう、関連業界全体が連携し、情報共有しながら、一丸となって取り組んでいくことが重要である。

5 下方排気方式の焼肉機器に適用する基準について

東京消防庁管内では、上引き排気ダクトのみならず下方排気方式の焼肉店舗においても同程度の件数で火災が発生している。下方排気方式ガス焼肉等機器の基準は制定後 30 年以上が経過しているが、ダクト火災発生時には、上引き排気ダクト同様、主ダクトまで延焼拡大しているケースも見受けられることから、さらなる火災抑制効果を図るために、当該基準の見直しが望まれる。

本実験の温度測定結果

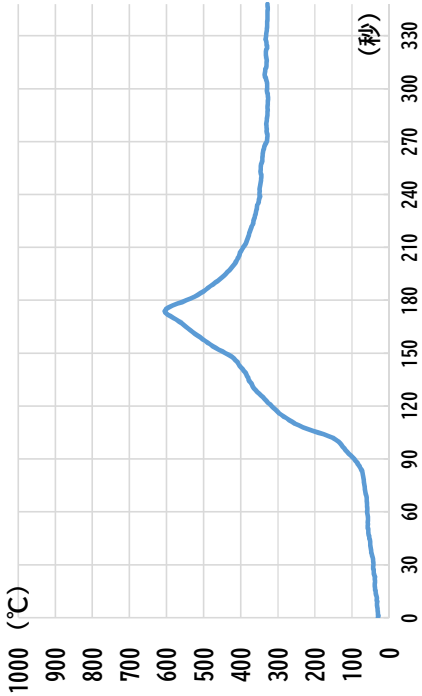
(実験番号11から36までの熱電対を設置した実験の結果)

実験番号 11	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 下部側	延焼突破	103秒	可・否	作動時間	72秒
					作動	175秒	

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

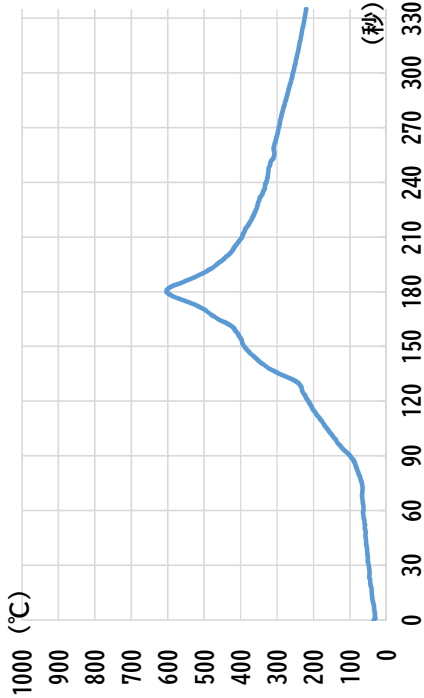
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 12	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況	時間差
FDを横ダクトに設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 上部側	延焼防止	130秒	可・否 作動	50秒

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

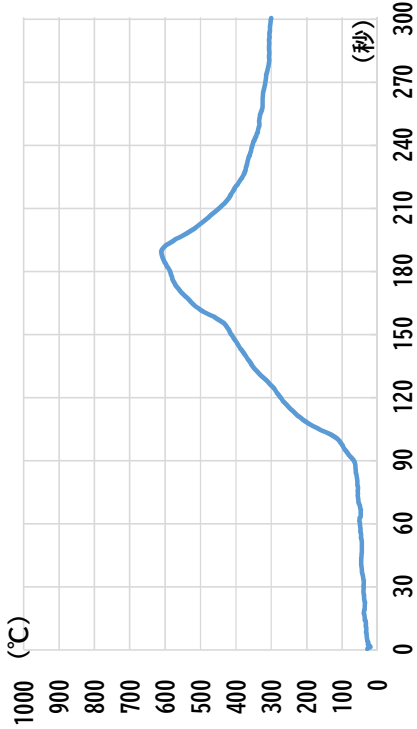
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 13	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを 横ダクト に 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 下部側	延焼突破	104秒	可・否	作動時間	86秒
					作動	190秒	

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

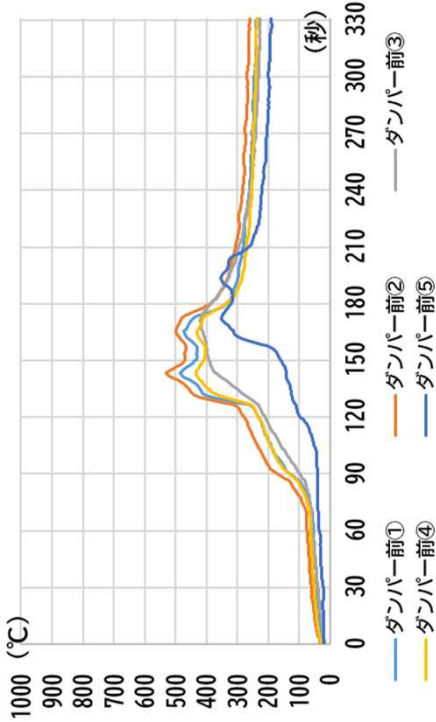
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 14	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	FD作動状況	時間差
FDを横ダクトに設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 上部側	延焼防止	130秒	可・否 作動	45秒

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

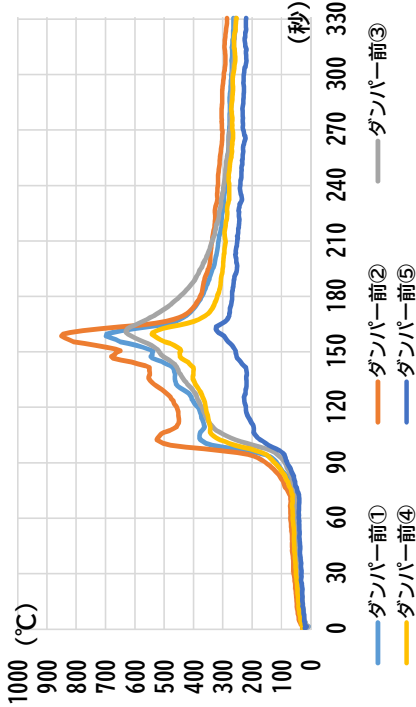
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 15	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況 可・否	時間差
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(165℃) 上部側	延焼突破	120秒	作動	40秒

縦ダクト内熱電対

未計測

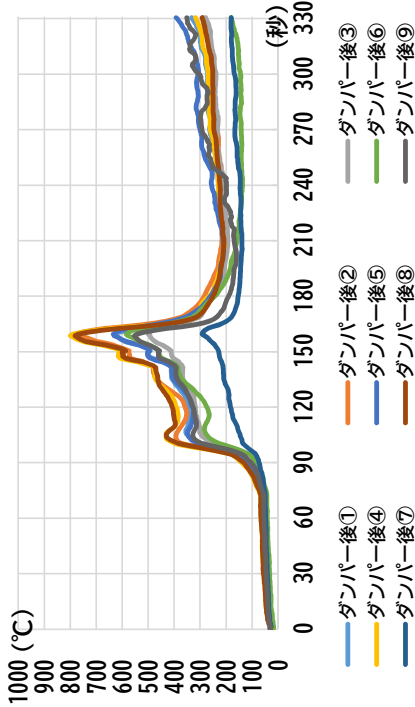
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

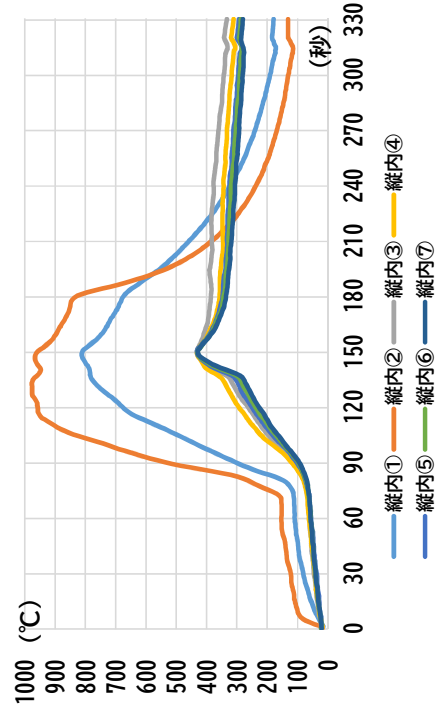
ダンパー後熱電対



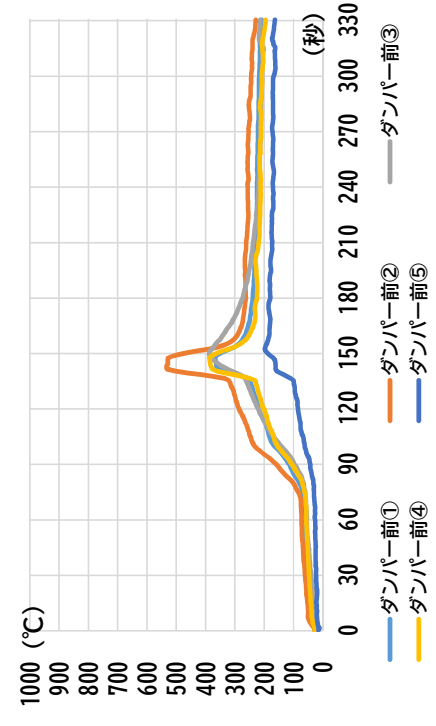
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 16	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(120℃) 上部側	延焼防止	137秒	可・否	作動時間	13秒
					作動	150秒	

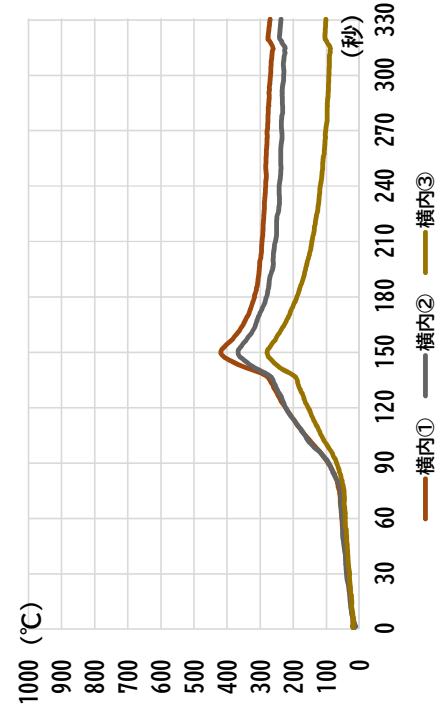
縦ダクト内熱電対



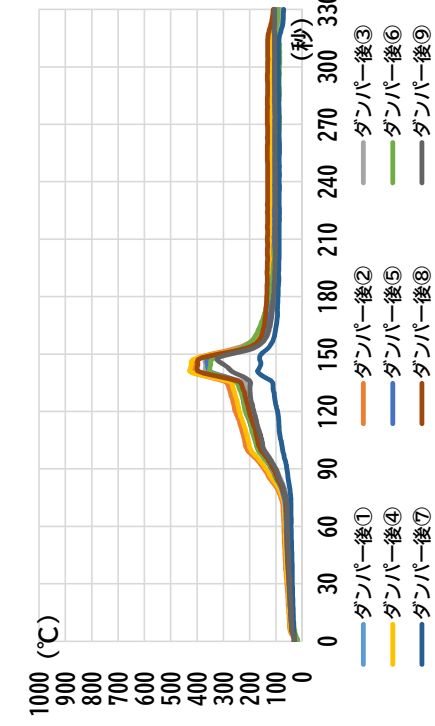
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



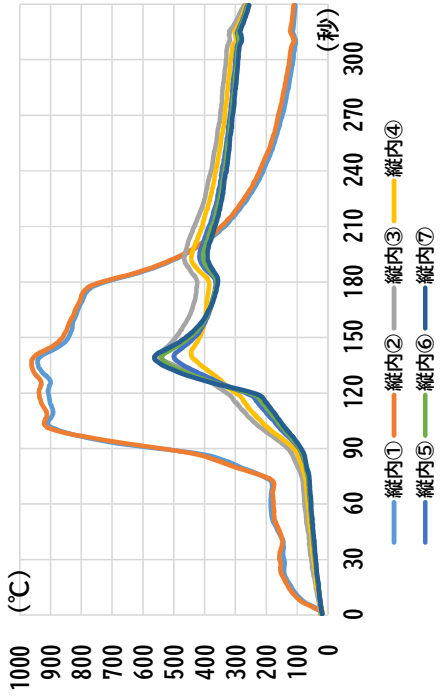
ダンパー後熱電対



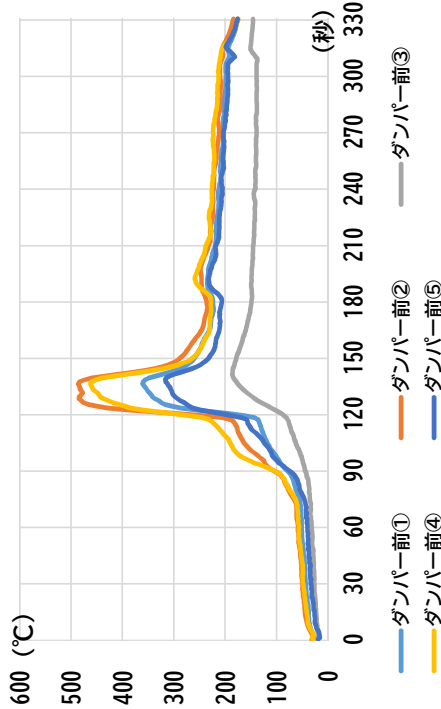
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源（ヘプタン50g） ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 18	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	120秒	可・否	作動時間	20秒
					作動	140秒	

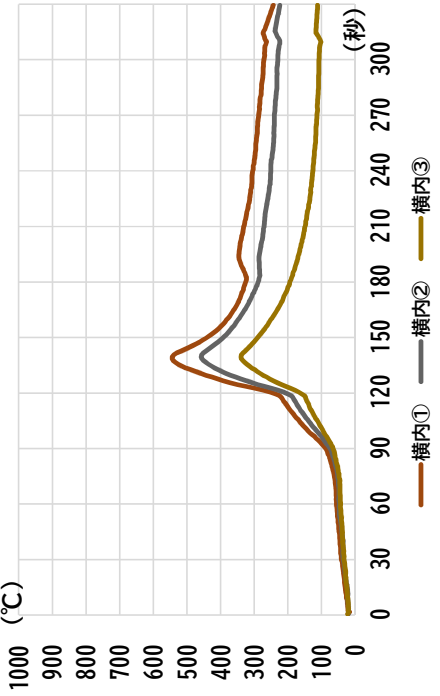
縦ダクト内熱電対



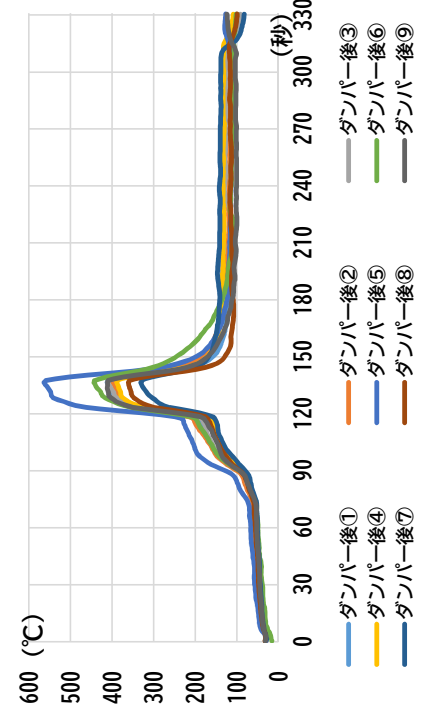
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



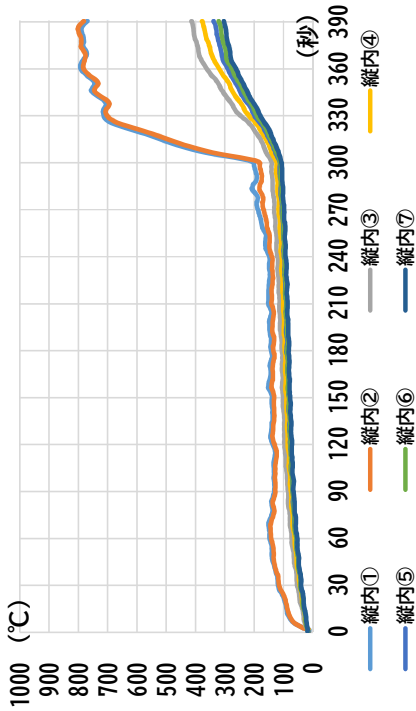
ダンパー後熱電対



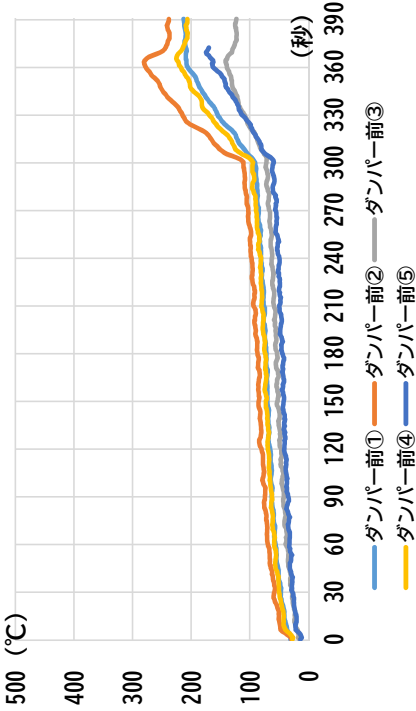
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 19	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
通常状態における FD作動の検証	油脂無し	FD②(120℃) 上部側 (ヒューズ油脂有り)	FD作動	非着火	作動	365秒	—

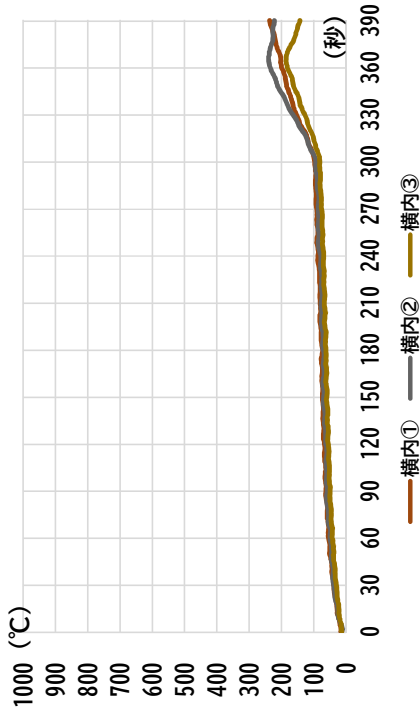
縦ダクト内熱電対



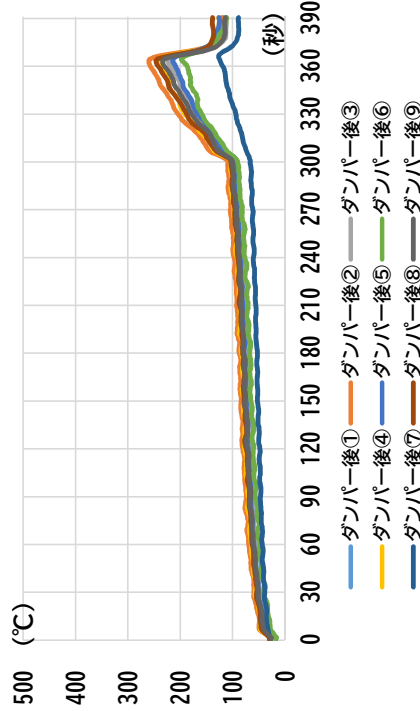
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



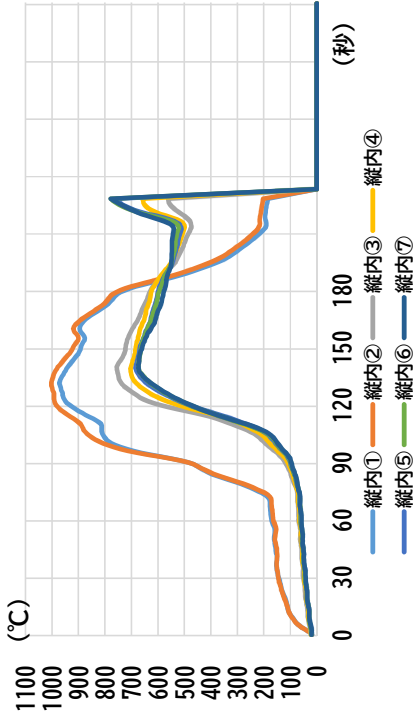
ダンパー後熱電対



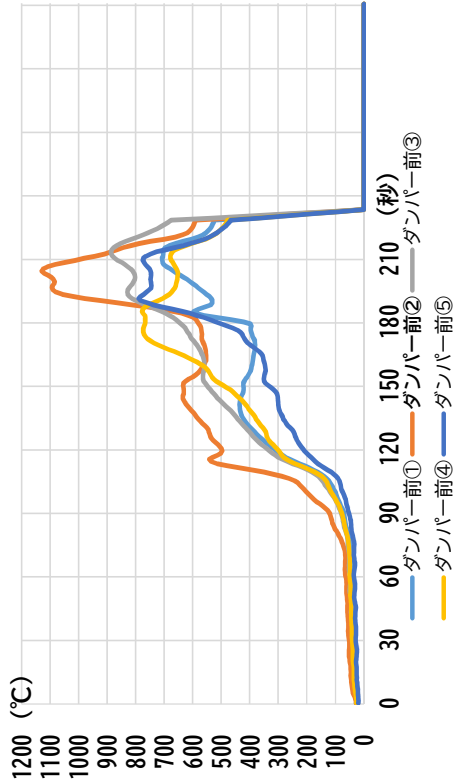
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源（ヘプタン80g） ・300秒で蓋を外して肉への着火を再現し、その後65秒でFDが作動

実験番号 21	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	横ダクト延焼時間	FD作動状況 可・否 作動時間	時間差
FD無しでの延焼確認 (GF油脂無し)	油脂有り	—	延焼した	105秒	123秒	—	—

縦ダクト内熱電対

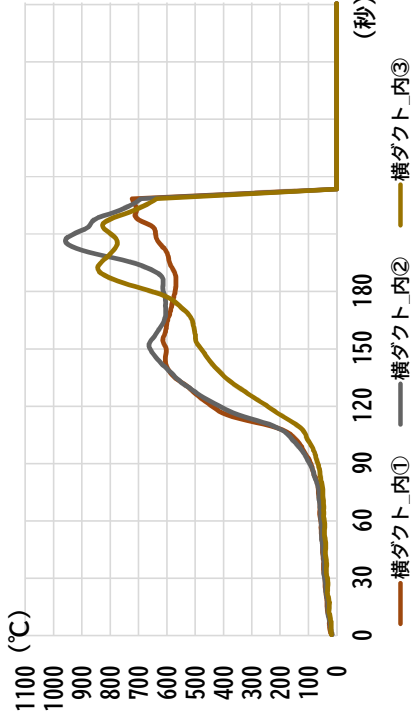


ダンパー前熱電対

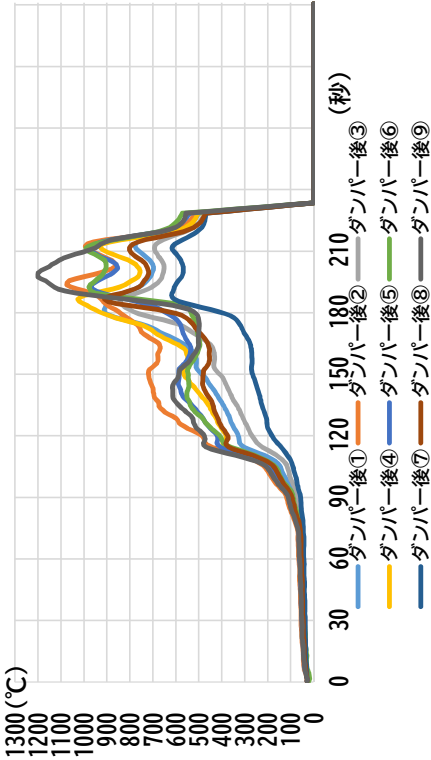


※他実験と同位置

横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対

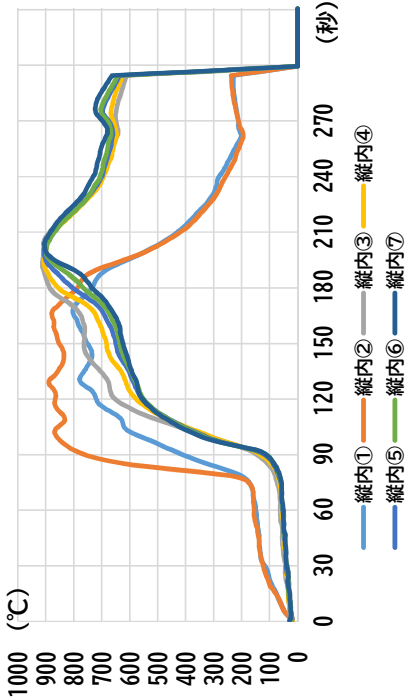


※他実験と同位置

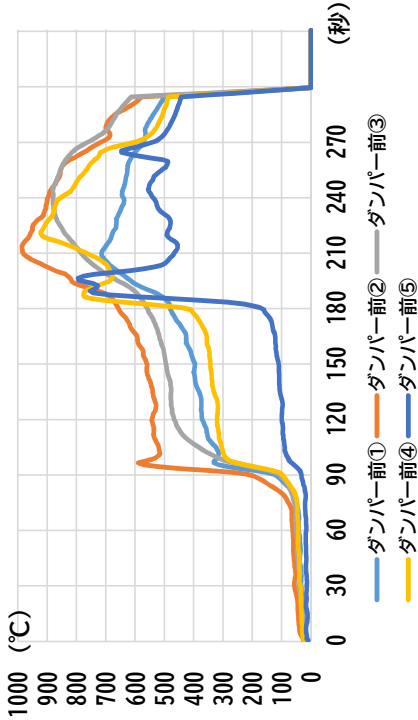
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 22	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	横ダクト 炎到達時間	FD作動状況		時間差
						可・否	作動時間	
FD無しでの延焼確認 (GF油脂有り)	油脂有り	—	延焼した	90秒	182秒	—	—	—

縦ダクト内熱電対

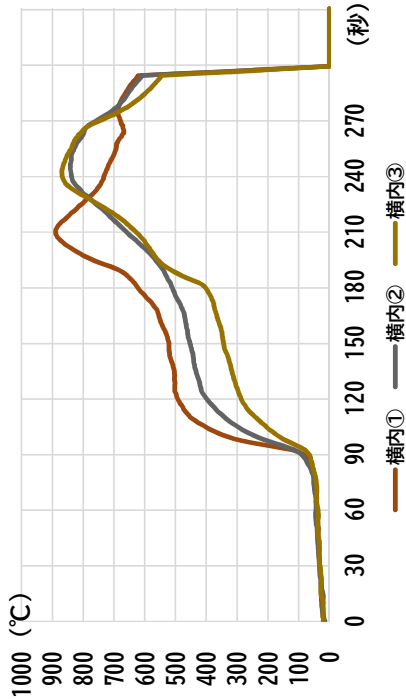


ダンパー前熱電対

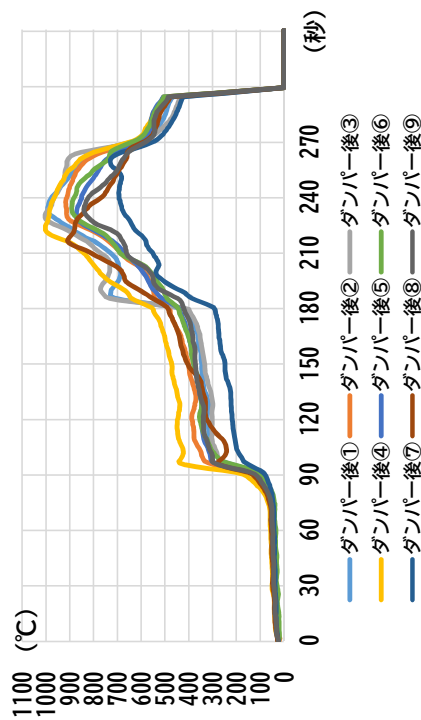


※他実験と同位置

横ダクト内熱電対



ダンパー後熱電対

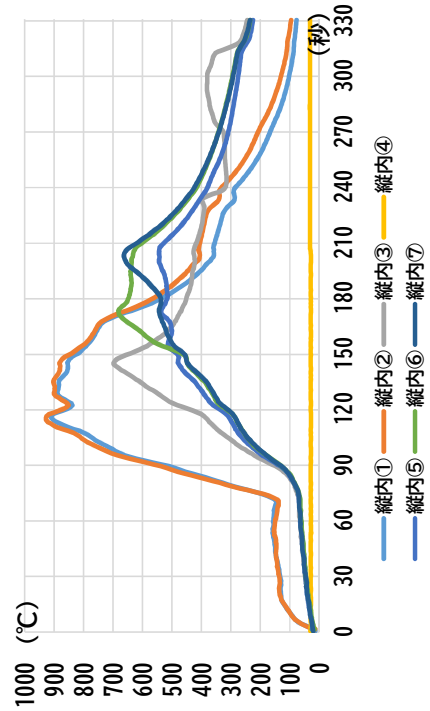


※他実験と同位置

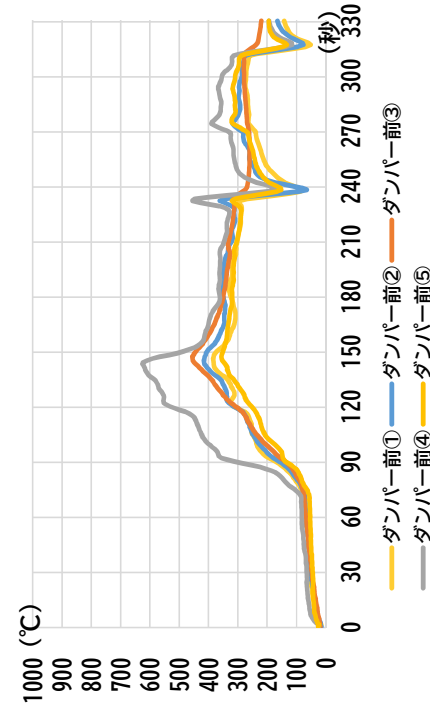
【凡例】 GF : グリス除去装置、FD : 防火ダンパー、FD① : 縦ダクト、FD② : 横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源 (ヘプタン50g) ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 23	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを縦ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD①(165℃)	延焼突破	118秒	可・否	作動時間	29秒
					作動	147秒	

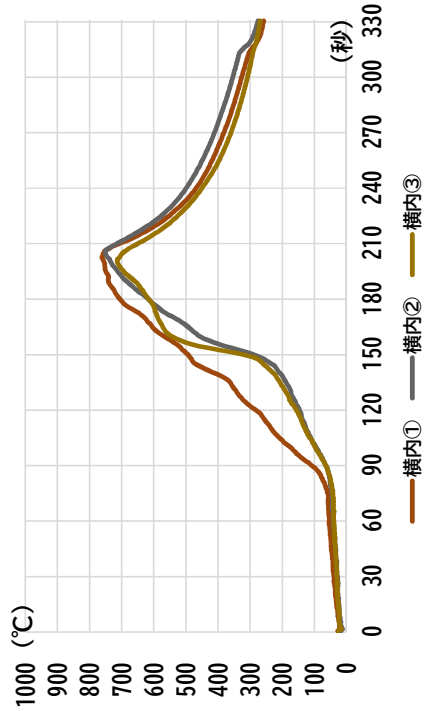
縦ダクト内熱電対



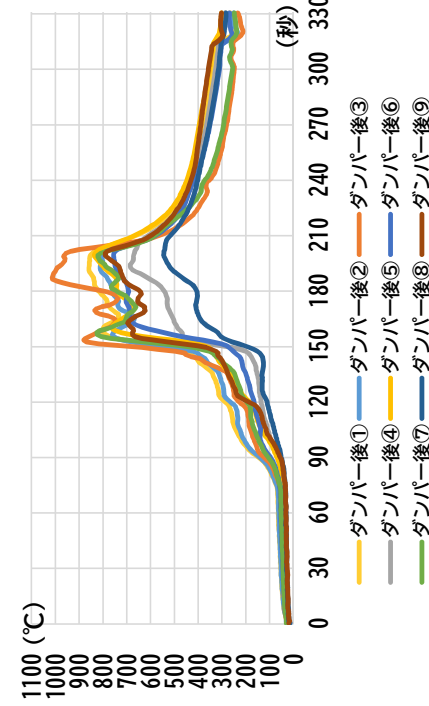
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



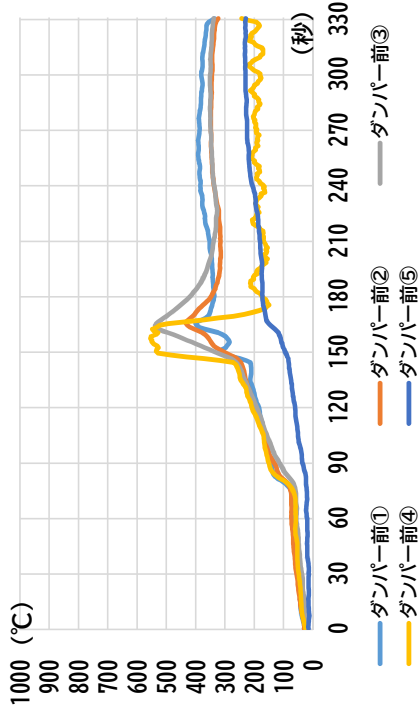
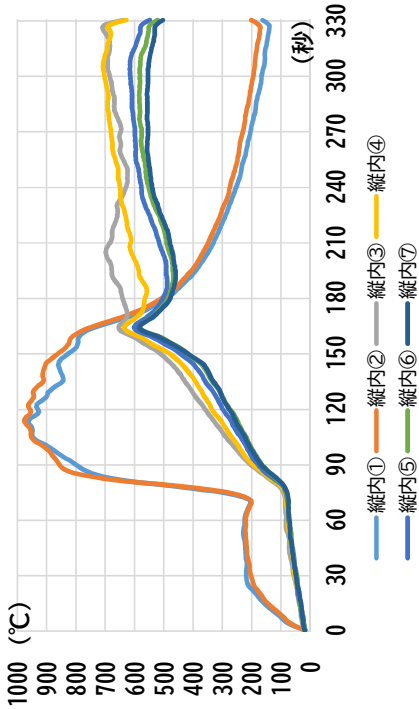
ダンパー後熱電対



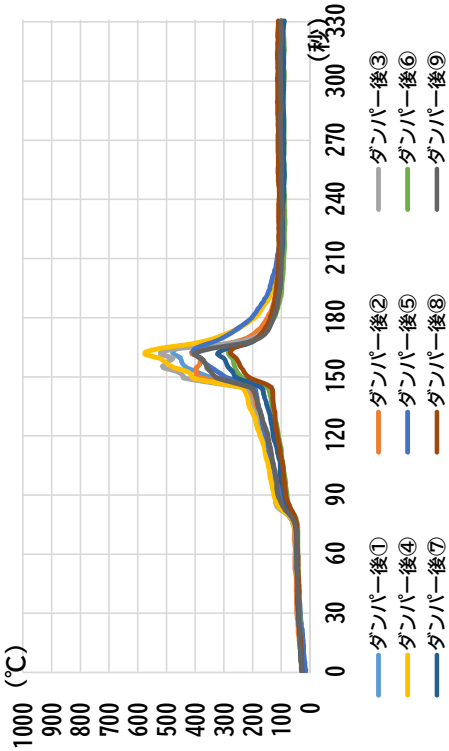
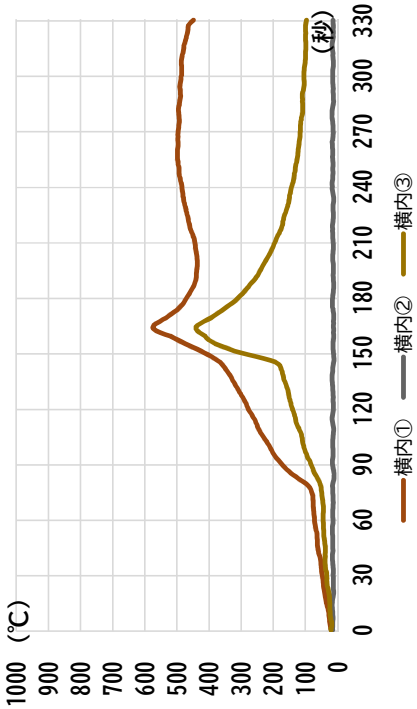
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 24	ダクト内の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを横ダクトに設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(120℃) 上部側	延焼防止	148秒	可・否	作動時間	15秒
					作動	163秒	

縦ダクト内熱電対



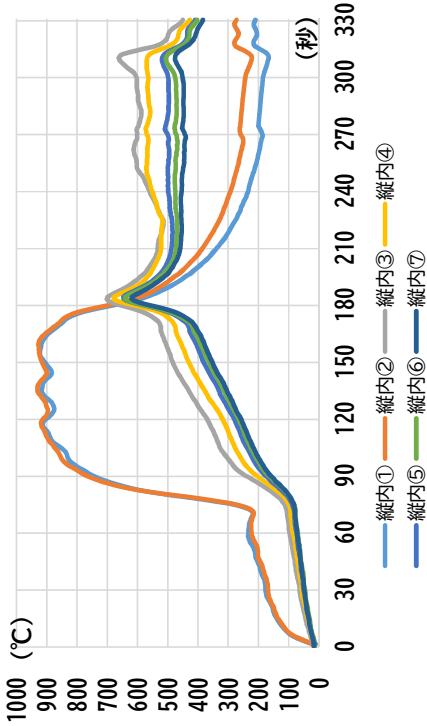
横ダクト内熱電対



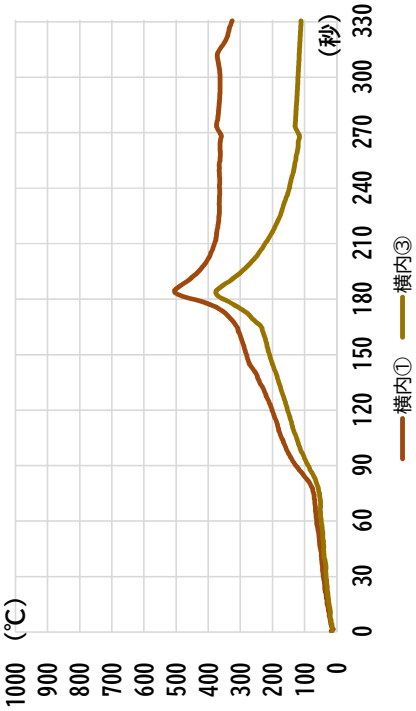
【凡例】 GF : グリス除去装置、FD : 防火ダンパー、FD① : 縦ダクト、FD② : 横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源 (ヘプタン50g) ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 25	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
FDを横ダクトに 設置しての燃焼実験	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	155秒	可・否	作動時間	25秒
					作動	180秒	

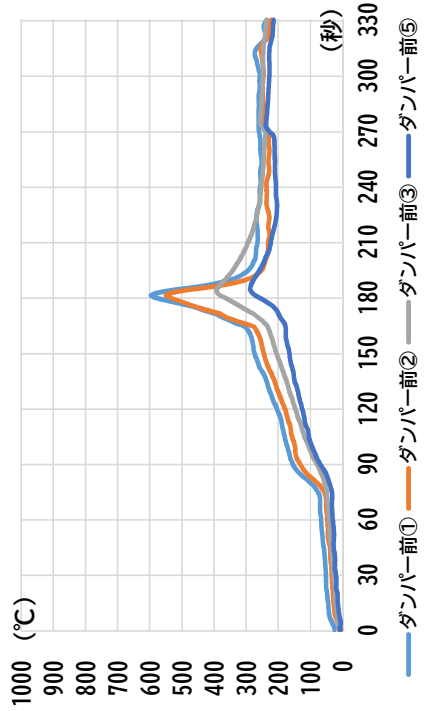
縦ダクト内熱電対



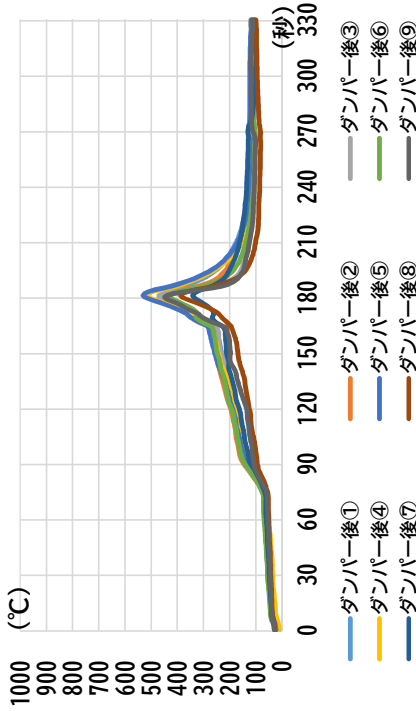
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



ダンパー後熱電対



【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 26	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GF着火実験 (火源から80cm)	GFのみ 油脂有り	—	GFに着火	115秒	—	—	—

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対

未計測

横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

【凡例】

GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)

※発火源（ヘプタン50g）・70秒で蓋を外して肉への着火を再現し、その後45秒でGFに着火

実験番号 27	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GF着火実験 (火源から100cm)	GFのみ 油脂有り	—	GFに着火	150秒	—	—	—

縦ダクト内熱電対

未計測

ダンパー前熱電対

未計測

横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対

未計測

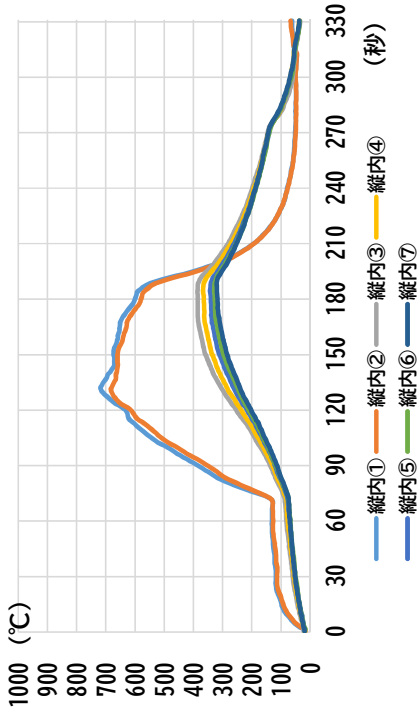
【凡例】

GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)

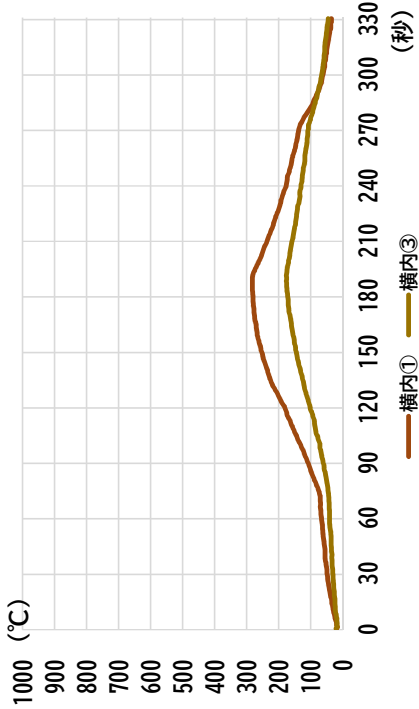
※発火源（ヘプタン50g）・70秒で蓋を外して肉への着火を再現し、その後80秒でGFに着火

実験番号 28	ダクト内 の状態	FD位置（温度） ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GFまで清掃した状態を 想定した燃焼実験	油脂有り (GFまで油脂無し)	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	非着火	不	作	—

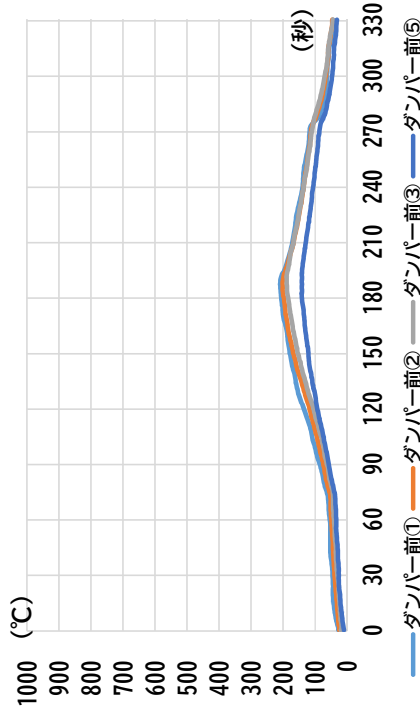
縦ダクト内熱電対



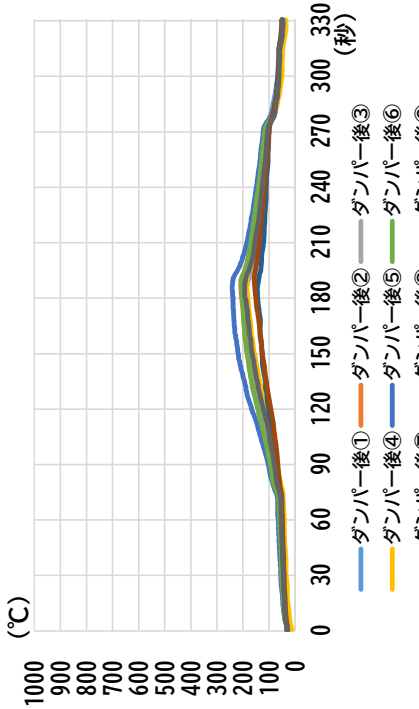
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



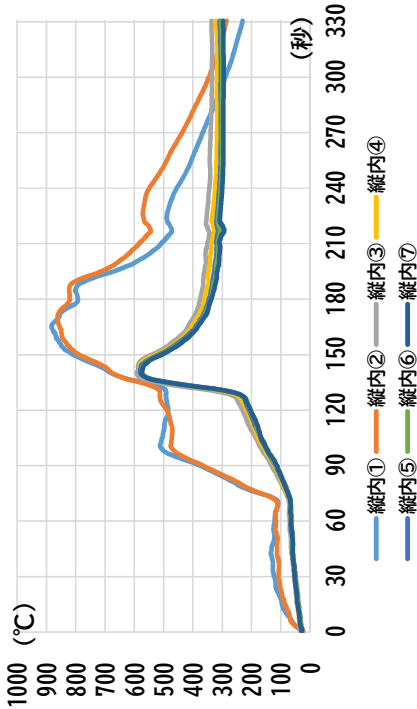
ダンパー後熱電対



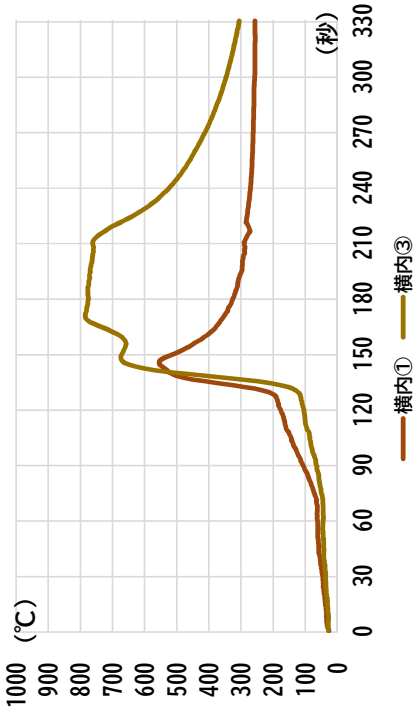
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源（ヘプタン50g） ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 29	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼突破	130秒	作動	145秒	15秒

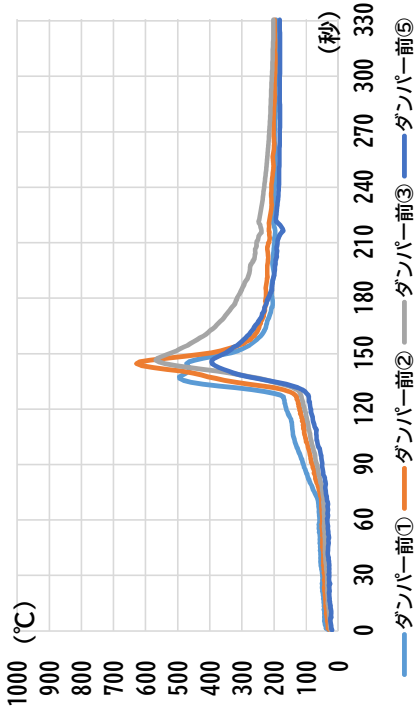
縦ダクト内熱電対



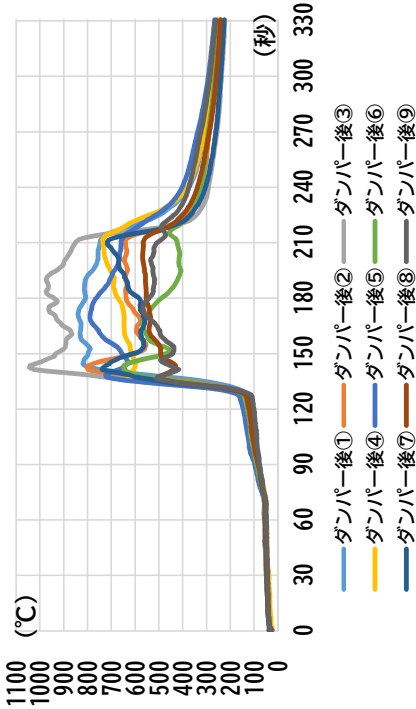
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



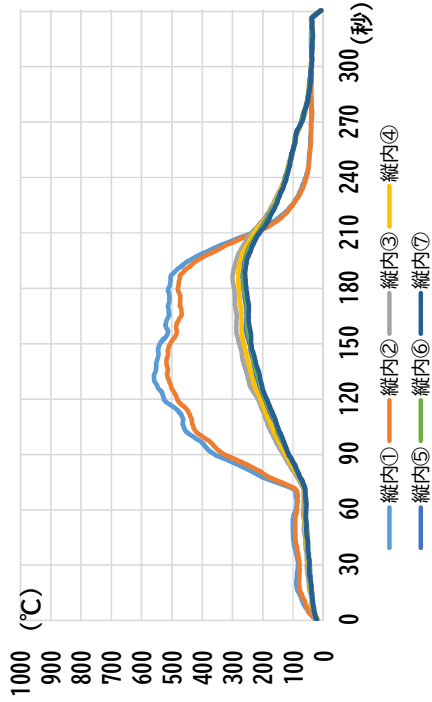
ダンパー後熱電対



【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 30	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況	時間差
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り (GFまで油脂無し)	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	非着火	可・否 不作動	—

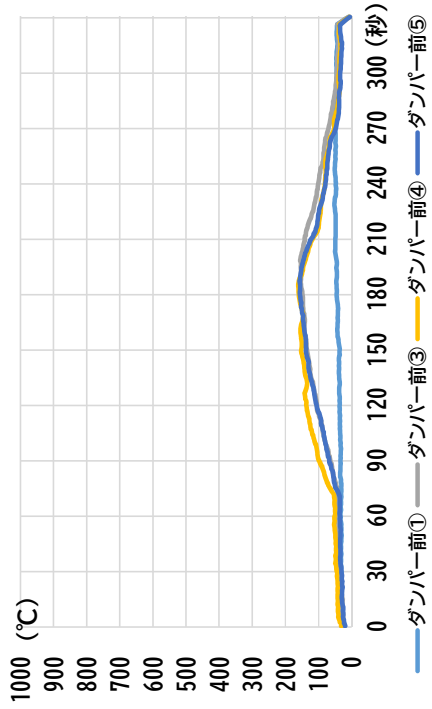
縦ダクト内熱電対



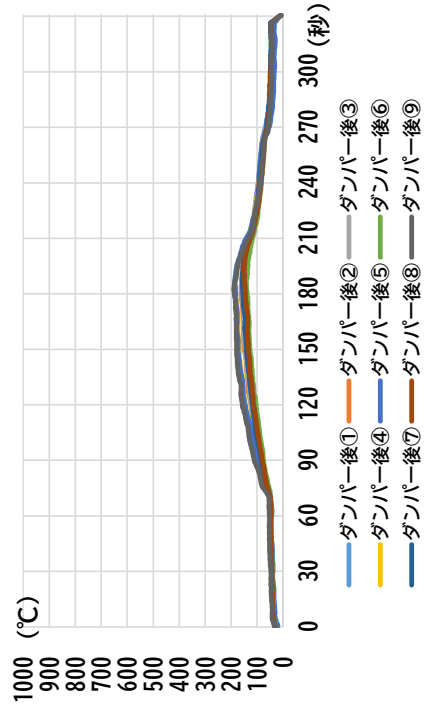
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



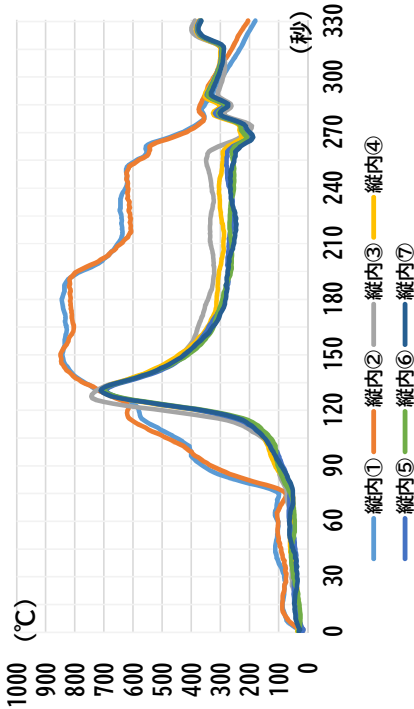
ダンパー後熱電対



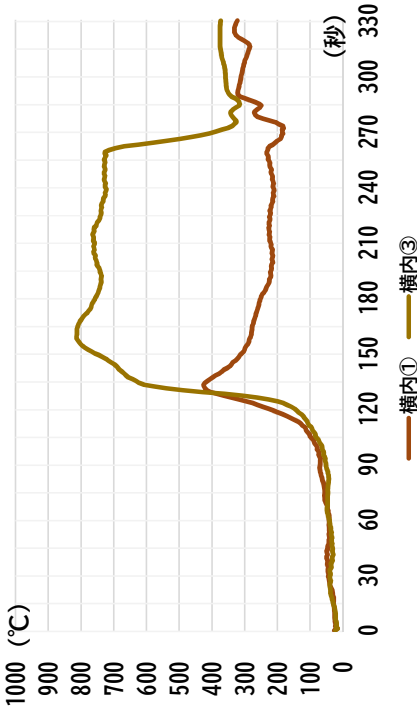
【凡例】 GF : グリス除去装置、FD : 防火ダンパー、FD① : 縦ダクト、FD② : 横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源 (ヘプタン50g) ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 31	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速6m/s)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼突破	115秒	作動	130秒	15秒

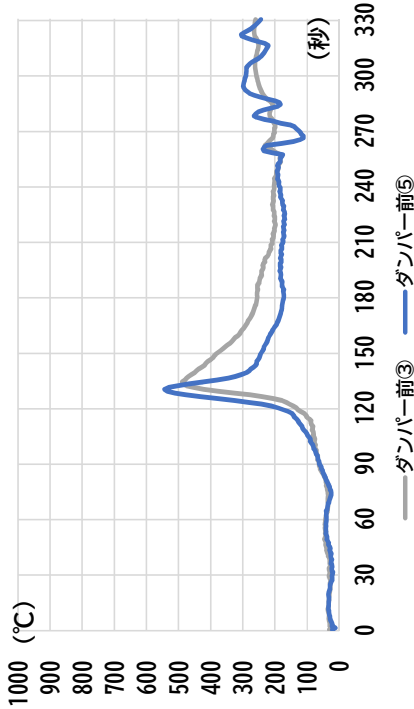
縦ダクト内熱電対



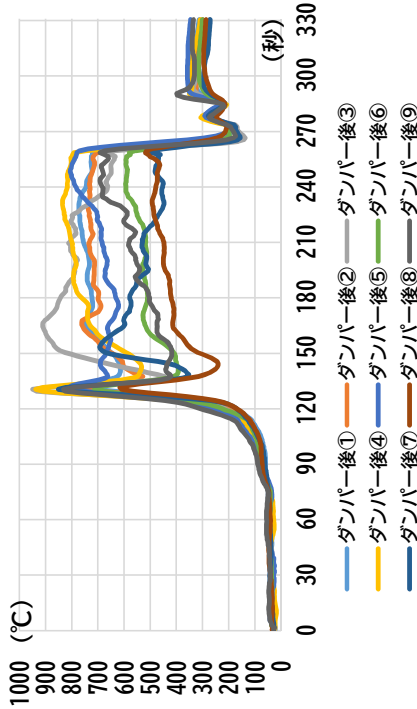
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



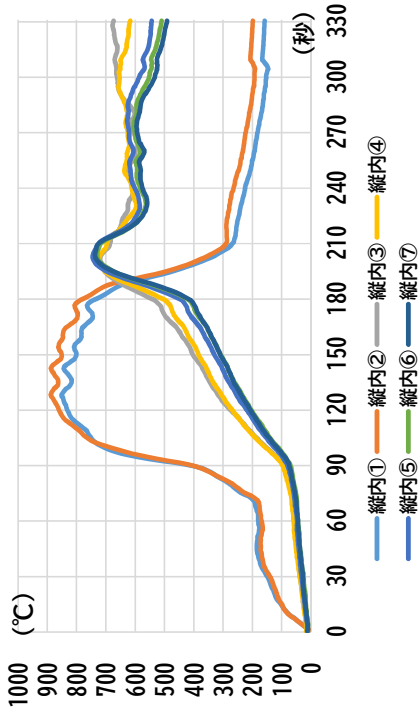
ダンパー後熱電対



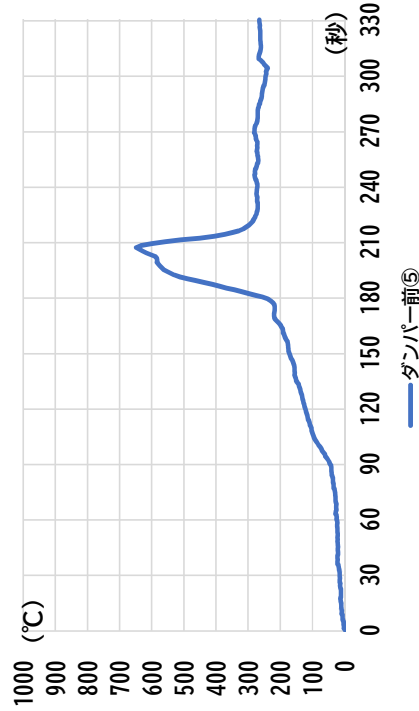
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 32	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF	FD作動状況		時間差
				着火時間	可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速1.78m/s)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	180秒	作動	210秒	30秒

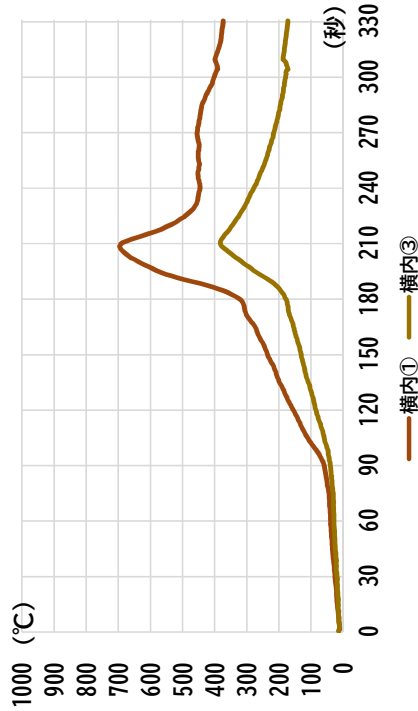
縦ダクト内熱電対



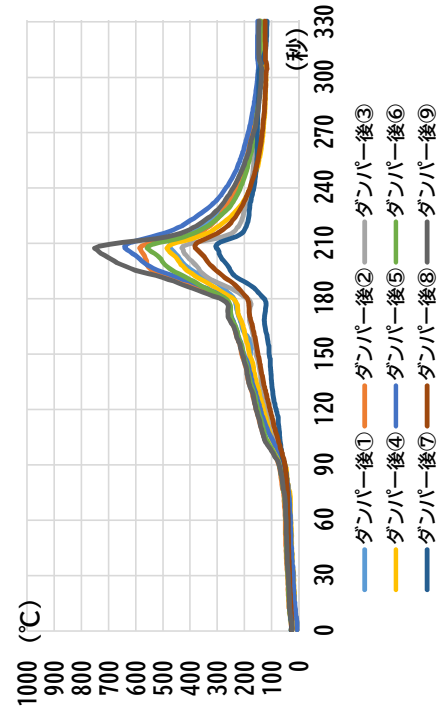
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対



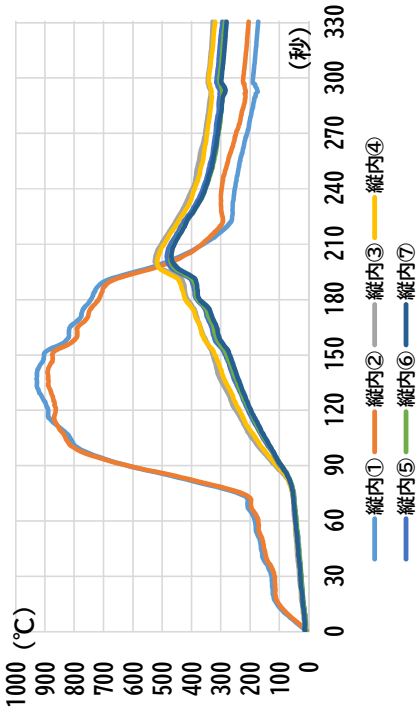
ダンパー後熱電対



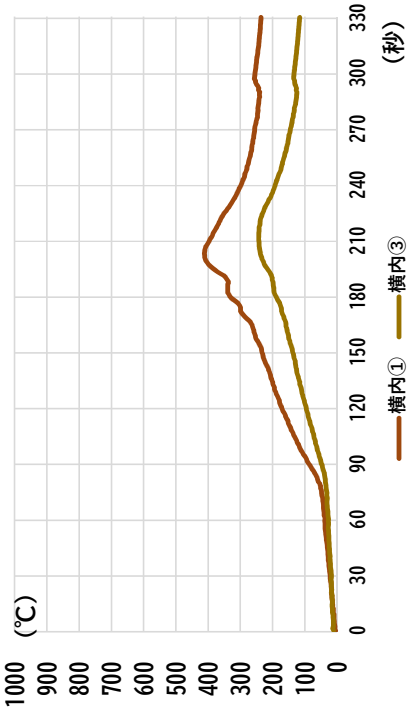
【凡例】 GF：ガラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 33	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
風速を変更しての 燃焼実験 (風速1.67m/s)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	190秒	作動	220秒	30秒

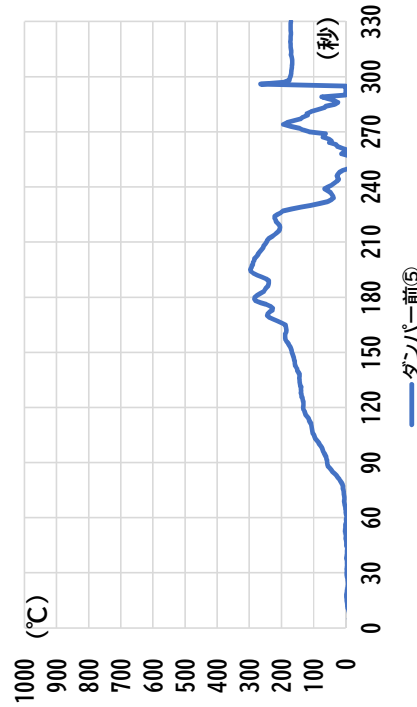
縦ダクト内熱電対



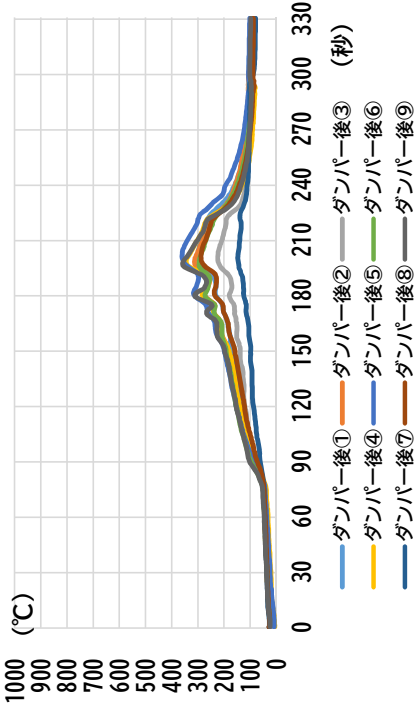
横ダクト内熱電対



ダンパー前熱電対



ダンパー後熱電対



【凡例】 GF：グリッド除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 34	ダクト内 の状態	FD位置 (温度) ヒューズ位置	結果	GF 着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GFを変更しての燃焼実験 (GFトルネード型)	油脂有り (GFまで油脂無し)	FD②(120℃) 下部側	延焼防止	不明	作動	150秒	—

縦ダクト内熱電対

未計測

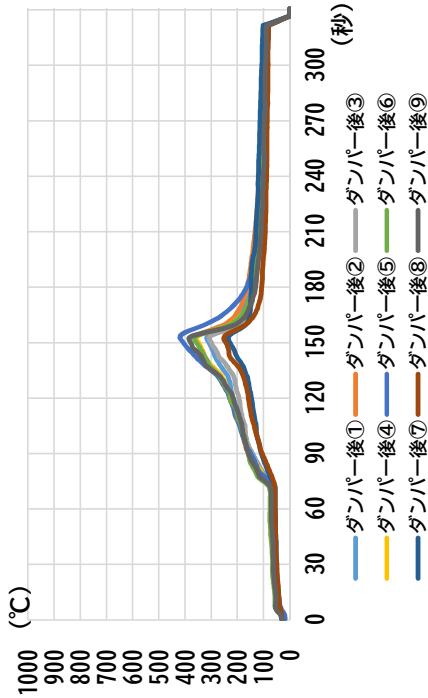
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対



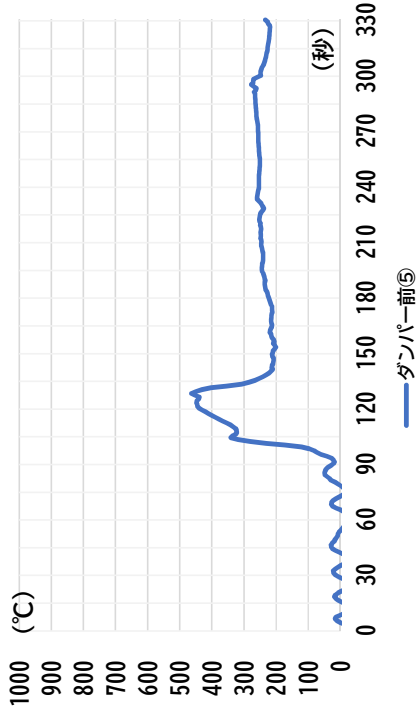
【凡例】 GF：グラス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源 (ヘプタン50g) ・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 35	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GFを変更しての燃焼実験 (GFトルネード型)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼突破	100秒	作動	130秒	30秒

縦ダクト内熱電対

未計測

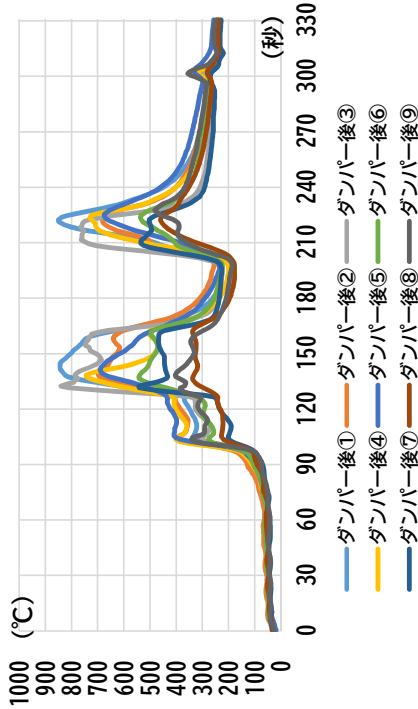
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対



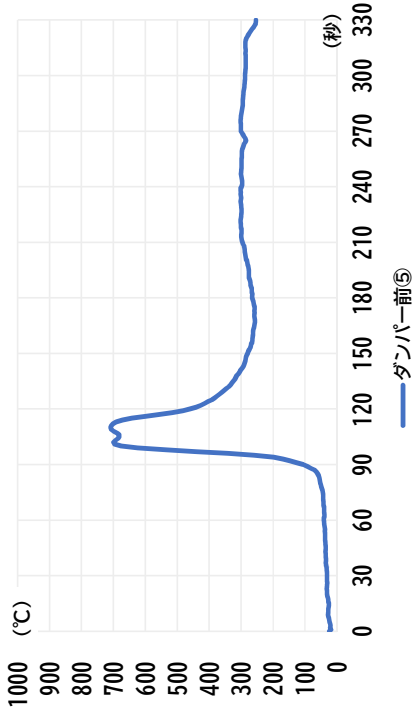
【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現

実験番号 36	ダクト内の状態	FD位置 (温度)ヒューズ位置	結果	GF着火時間	FD作動状況		時間差
					可・否	作動時間	
GFを変更しての燃焼実験 (GFトルネード型)	油脂有り	FD②(120℃) 下部側	延焼突破	85秒	作動	115秒	30秒

縦ダクト内熱電対

未計測

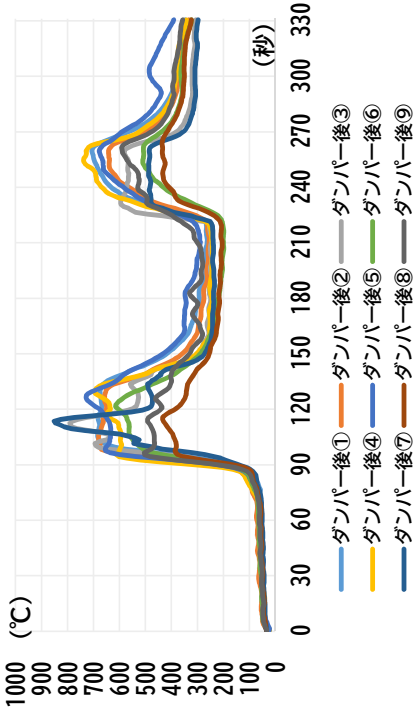
ダンパー前熱電対



横ダクト内熱電対

未計測

ダンパー後熱電対



【凡例】 GF：グリス除去装置、FD：防火ダンパー、FD①：縦ダクト、FD②：横ダクト(エルボ直近)
 ※発火源(ヘプタン50g)・70秒で蓋を外して肉への着火を再現