平成 27 年度
卒業論文

鉄道車両用材料の燃焼性試験の妥当性の検討

2016 年 3 月

東京理科大学
工学部第二部建築学科
辻本研究室

5112003　有間毅
5112029　小輪瀬敦也
5112053　浪岡佑太朗

目　次

第１章　　序論 1
１．１　研究背景と目的 2
１．２　研究方法 2
１．３　近年の鉄道火災 3

第２章　　鉄道車両に関する火災対策基準 5
２．１　日本における火災対策基準 6
２．１．１　鉄道車両の火災対策基準とその変遷 6
２．１．２　日本における鉄道車両の燃焼実験 15
２．２　ENにおける火災対策基準 29
２．２．１　グルーピングルール 30
２．２．１．１　概略 30
２．２．１．２　ルール１ 30
２．２．１．３　ルール２ 31
２．２．１．４　ルール３ 32
２．２．２　リストに記載されている製品 32
２．２．３　リスト外の製品 40
２．２．４　本質的な火災安全目的 41
２．２．５　材料要件のセット 42
２．２．６　試験方法の概略 54

第３章　　実験 61
３．１　実験目的 62
３．２　実験概要 62
３．３　実験日および実験場所 62
３．４　入射熱流束の計測 63
３．４．１　コーンカロリーメータ試験における入射熱流束の計測 63
３．４．２　45°法試験における入射熱流束の計測 65
３．４．３　実験結果および考察 67
３．４．３．１　コーンカロリーメータ試験における入射熱流束 67
３．４．３．２　45°法試験における入射熱流束 78

３．４．３．３　計測結果の比較および考察 89
３．５　材料の燃焼性試験 92
３．５．１　EN 規格における材料の燃焼性試験 92
３．５．１．１　実施する試験項目 92
３．５．１．２　コーンカロリーメータ試験 93
３．５．１．３　SDC 試験 104
３．５．２　45° 法試験による材料の評価および各パラメーターの計測 124
３．５．２．１　燃焼性の評価 124
３．５．２．２　発熱速度の計測 127
３．５．２．３　透過率の計測 154
３．５．２．４　考察 178

第４章　　結び 183

参考文献 185
引用文献 185
付録 187

第 1 章　序論

１．序論

１．１　研究背景と目的

現在、鉄道車両に用いられる部材は、過去の鉄道火災事故を踏まえて整備された火災対策基準により規制されている。しかし近年、2011 年の石勝線トンネル内脱線火災事故や、2015 年の東海道新幹線放火事件が発生し、列車火災による大規模な被害が生じた。石勝線の火災事故では、火災対策基準において難燃性と評価されている座席を含めた車内の内装のほとんどが焼失した。新幹線の放火事件では、火災により発生した高温の煙を吸引した乗客が 1 名死亡するという惨事となった。このような火災を受け、改めて鉄道車両用材料の火災対策基準を見直す必要があると考えた。

現行の火災対策基準では、国土交通省の定める「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」(以下、技術基準)に記述されている燃焼性試験（以下、45°法試験）により、鉄道車両に用いられる各部材を評価している。45°法試験では、定性的な評価方法により、燃焼性の評価を行っている。そのため、試験方法や材料の燃焼性を相対的に評価することが困難であると考えられる。

本研究では、45°法試験における加熱条件および材料の燃焼性状を定量化し、欧州で鉄道車両用材料に適用されている EN45545-2（以下、EN 規格）における各試験の加熱条件および材料の燃焼性状と相対的に比較することで、45°法試験による燃焼性試験の妥当性を評価することを目的とする。

１．２　研究方法

はじめに、EN 規格における評価方法について理解する。その上で、同一の鉄道車両用材料に対して 45°法試験および EN 規格における各試験を実施し、材料の燃焼特性値を計測する。その際、実施する各試験において熱源から試験片へ入射する熱流束を計測し、各試験における加熱条件の違いを考慮した上で計測した燃焼特性値の比較をする。

１．３　近年の鉄道火災

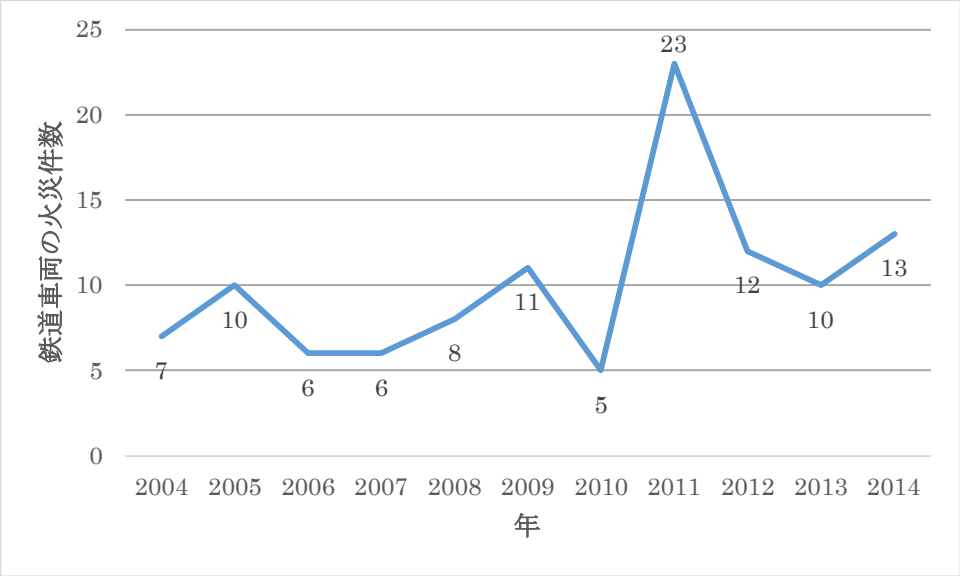


図 1.3.1　近年の鉄道車両の火災件数[1),2)]

図 1.3.1 は火災報告より作成した、2004 年から 2014 年までの鉄道車両の火災件数を示したものである。火災報告取扱要項によれば、鉄道車両には「普通鉄道」、「地下鉄」、「モノレール」、「案内軌条式鉄道」、「ケーブルカー」、「ロープウェー」、「トロリーバス」が例示されており、本稿で扱う一般的な鉄道車両以外の火災も火災件数に含まれていることに留意しなければならない。この表からは火災の規模は見てとれないが、決して火災件数が僅かであるとは言い難い。特に、JR 北海道石勝線の列車火災があった 2011 年は 23 件と突出して多い。

第２章　鉄道車両に関す火災対策基準

２． 鉄道車両に関する火災対策基準

２．１　日本における火災対策基準

２．１．１　鉄道車両の火災対策基準とその変遷[3]

現行の鉄道車両の火災対策基準は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成 13 年国交省令 151 号)」によって規定されている。その内容は次の通りである。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令[3]（鉄道車両の火災対策に関わる部分を抜粋）

第五節　車両の火災対策等

（車両の火災対策）

第八十三条　車両の電線は、混触、機器の発熱等による火災発生を防ぐことができるものでなければならない。

２　アーク又は熱を発生するおそれのある機器は、適切な保護措置が取られたものでなければならない。

３　旅客車の車体は、予想される火災の発生及び延焼を防ぐことができる構造及び材質でなければならない。

４　機関車（蒸気機関車を除く。）、旅客車及び乗務員が執務する車室を有する貨物車には、火災が発生した場合に初期消火ができる設備を設けなければならない。

上記のように、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」には火災対策基準の概要が規定されている。その具体的な基準は「鉄道に関する技術上の基準を定める解釈基準(平成 14 年国鉄技 157 号)」に規定されている。ちなみに、駅およびトンネルの火災対策基準については、「地下鉄道の火災対策の基準について（昭和 50 年鉄総 49 号の 2)」および「地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いについて(昭和 50 年鉄土 9 号)」、「地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いの改正について(昭和 57 年鉄土 70 号)」を運用することとされている。次に、鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準の鉄道車両の火災対策に関わる部分[iii]を示す。

鉄道に関する技術上の基準を定める解釈基準[3]（鉄道車両の火災対策に関わる部分を抜粋）

［基本項目］

1　車両の火災対策は、以下のとおりとする。

(1)　車両の電線及び機器等の火災対策は、次の表によるものとする。

電線	アークを発生または発熱するおそれのある機器に近接または接続するもの	極難燃性（不燃性を含む。以下に同じ。）の材料で覆われていること。
	上記以外のもの	難燃性（極難燃性及び不燃性を含む。以下に同じ。）の材料で覆われていること。ただし、混触

		又は短絡のおそれのないものあっては、この限りでない。
電気機器	アークを発生または発熱するおそれのある機器	床壁等から隔離し、必要に応じその間に絶縁性かつ不燃性の防熱板を設けること。
内燃機関		機関は床壁等から隔離し、必要に応じてその間に不燃性の防熱板を設けること。
		排気管の煙突部分と車体の断熱強化を図ること。(排気管の煙突部分等の損耗等により漏火した場合においても車体への類焼を防止する構造とすることをいい、例えば不燃性の防熱板を設けた構造をいう。)

(2) 旅客車の火災対策は、次の表によるものとする。

部位		一般旅客車	地下鉄等旅客車及び新幹線旅客車	特殊鉄道（備考10）					
					モ	ア	ム	サ	フ
屋根	屋根（備考1）	金属製又は、金属と同等以上の不燃性（備考2）		不燃性	○	モ準			モ準
				金属製又は金属と同等以上の不燃性			○		
	屋根上面	難燃性の絶縁材料で覆われていること（架空電車線（特高圧の電車線を除く）区間を走行する旅客電車に限る）				○	○		
	屋根上面に取り付けられた機器及び金具類	取付部が車体に対して絶縁され、又は表面が難燃性の絶縁材料により覆われていること（架空電車線（特高圧の電車線を除く）区間を走行する旅客電車に限る）				○	○		
外板	妻部	難燃性表面の塗装(備考６)には不燃性の材料を使用		不燃性表面の塗装（備考６）には不燃性の材料を使用すること。	○	モ準			モ準

		すること。						
	妻　部以外	不燃性又は表面が不燃性の材料で覆われたもの(備考３)であり、表面の塗装(備考６)には不燃性の材料を使用すること。	不燃性　　表面の塗装（備考６）には不燃性の材料を使用すること。	○	モ準			モ準
	天井	不燃性又は表面が不燃性の材料で覆われたもの(備考３)であり、表面の塗装(備考７)には不燃性の材料を使用すること。	不燃性放射熱に対する耐燃焼性を有し、かつ、耐溶融滴下性があること。（備考５）表面の塗装（備考６）には不燃性の材料を使用すること。	不燃性表面の塗装（備考６）には不燃性の材料を使用すること。	地準	○（備考4)		地準
客室	内張	不燃性又は表面が不燃性の材料で覆われたもの(備考３)であり、表面の塗装(備考６)には不燃性の材料を使用すること。	不燃性　表面の塗装（備考６）には不燃性の材料を使用すること。		○	モ準		モ準
断熱材及び防音材			不燃性		○	モ準		モ準
床	床	煙及び炎が通過するおそれの少ない構造			○	モ準		モ準
	床の上敷物	難燃性			○	モ準		モ準

	床上敷物下の詰め物（備考7）		極難燃性		○	モ準			モ準
	床板		金属製又は金属と同等以上の不燃性（備考2）		○	モ準			モ準
	床下面（備考8）	不燃性又は表面が金属で覆われたもの	不燃性又は表面が金属で覆われたもの、かつ表面の塗装（備考6）は不燃性	表面の塗装（備考6）は不燃性	○	モ準			モ準
床下の機器箱（備考9）			不燃性、ただし、絶縁の必要がありやむを得ない理由がある場合は難燃性		○	モ準			モ準
座席	表地	難燃性						○	
	詰め物		難燃性		○	モ準			モ準
	下方に電熱器を設けている場合		発熱体と座席の間に不燃性の防護板を設ける		○	モ準			モ準
日よけ	日よけ	難燃性			普準	普準	普準	普準	普準
ほろ	ほろ		難燃性		○	○			モ準

備考１　「屋根」とは、車体の上部構造のうち雨樋又は雨切りよりも上の部分をいうが、雨樋又は雨切りが車体中心線から車体最大幅の三分の一の距離より内側にある場合は、車体

中心線からそれぞれ車体最大幅の三分の一の距離までの部分をいう。ただし、屋根の一部が妻部の外板と一体となっているものは、当該部分は(2)の表中「外板」中の「妻部」とする。
備考２　「屋根」及び「床」中の「同等以上の不燃性」とは、現在屋根及び床板に使用している金属と同等又はそれ以上の不燃性の性能を意味しており、鉄道車両用材料の燃焼性規格で規定する不燃性とは異なる。備考３　「表面が不燃性の材料により覆われたもの」には、不燃性でない材料を金属等不燃性の材料によりだき合わせたものを含む。
備考４　案内軌条式鉄道のうち、地下式構造の鉄道及び長大なトンネルを有する鉄道に使用する車両の「天井」は、地下鉄旅客車等の規定によること。
備考５　「放射熱に対する耐燃焼性を有し、かつ、耐溶融滴下性があること」とする材料には、天井材のほか客室上部に設備されている空調吹き出し口等の主要な設備を含む。ただし、材料が小さい等の理由により延焼拡大に影響を及ぼさないものを除く。
備考６　「表面の塗装」とは、多重塗装の場合には最外層の塗装をいう。
備考７　「床上敷物下の詰め物」とは、キーストン構造の床に詰めるものをいうが、金属と金属の間又は金属と床敷物の間に挟まれたハードボード、耐水ベニヤ等もこの規定の詰め物に含まれる。
備考８　床下に設置した機器から発生する熱風が床下面に影響を与えないよう、床下面の下に金属板を取り付けた場合には、当該金属板を「床下面」とみなす。
備考９　「床下の機器箱」には、リレー等のカバーは含まない。
備考 10　(2)の表中、特殊鉄道欄の種類の略称は、次のとおりとする。
モ：懸垂式鉄道及び跨座式鉄道
ア：案内軌条式鉄道
ム：無軌条電車
サ：鋼索鉄道
フ：浮上式鉄道

(3)　(1)及び(2)の表中の不燃性、極難燃性及び難燃性とは、以下の鉄道車両用非金属材料の試験法Ⅰにより、次表の規格による

鉄道車両用材料の燃焼性規格

区分	アルコール燃焼中				アルコール燃焼後			
	着火	着炎	煙	火勢	残炎	残じん	炭化	変形
不燃性	なし	なし	僅少	－	－	－	100㎜以下の変色	100㎜以下の表面的変形
極難燃性	なし	なし	少ない	－	－	－	試験片の上端に達しない	150㎜以下の変形
	あり	あり	少ない	弱い	なし	なし	30㎜以下	
難燃性	あり	あり	普通	炎が試験片の上端を超えない	なし	なし	試験片の上端に達する	縁に達する変形、局部的貫通孔

備考・炭化、変形の寸法は、直径で表す。
・異常発炎するものは、区分を１段下げる。
・判定に付いては、次の試験処方による。

試験方法Ⅰ

鉄道車両用非金属材料の試験方法Ⅰは、図に示すとおりB5判の供試材（182㎜×257㎜）を45°傾斜に保持し、燃料容器の底の中心が、供試材の下面中心の垂直下方25.4㎜（1インチ）のところにくるように、コルクのような熱伝導率の低い材質の台にのせ、純エチルアルコール0.5ccを入れて着火し、燃料が燃え尽きるまで放置する。

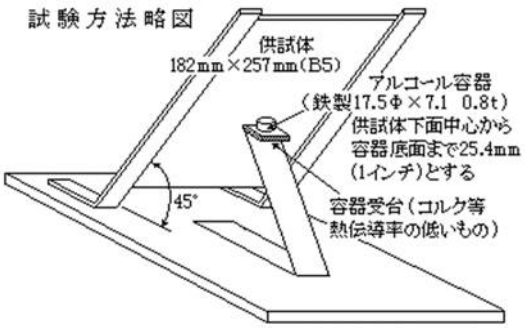
燃料判定は、アルコールの燃焼中と燃焼後に分けて、燃焼中は供試材への着火、着炎、発煙状態、炎の状態等を観察し、燃焼後は、残炎、残じん、炭化、変形状態を調査する。

供試体の試験前処理は、吸湿性の材料の場合、所定寸法に仕上げたものを通気性のある室内で直射日光を避け床面から1m以上離し、5日以上経過させる。試験室内の条件は

温度　15℃～30℃

湿度　60%～75%

で空気の流動はない状態とする。



(4)　(2)の表中、「耐溶融滴下性があること」とは、鉄道車両用非金属材料の試験方法Ⅰにおいて、アルコール燃焼後の材料表面が平滑性を保っているものをいう。

(5)　(2)の表中、「耐燃焼性」とは、以下の鉄道車両用非金属材料の試験方法Ⅱにより、次表の規格による。

総発熱量[MJ/㎡]	着火時間[sec]	最大発熱速度[kW/㎡]
8以下	―	300以下
8を超え30以下	60以上	

試験方法Ⅱ

鉄道車両用非金属材料の試験方法 II は、図に示すとおり ISO5660-1:2002 に準じた方法により、縦横約 100mm の正方形で厚さ 50mm までの大きさで表面が平坦な供試材とし、放射熱 50kW/ m2 で 10 分間行う。

試験は、供試材 3 枚の最大発熱速度の平均値と各供試材の最大発熱速度の差が 10%未満であることを確認し、10%未満の場合は当該 3 枚の供試材のデータを採用する。10%以上となる場合には更に供試材 3 枚の試験を行い、これらの供試材 6 枚のうち、最大発熱速度の最大値と最小値を除く 4 枚の供試材のデータを採用する。燃焼判定は、試験時間中に計測された総発熱量(MJ/m2)及び最大発熱速度(kW/m2)並びに着火時間(秒)で行う。

着火時間(秒)は、試験片から炎が確認されてから 10 秒以上炎が存在した場合を着火とみなし、試験開始から最初に着火が確認されるまでの時間とする。

(6)　機関車(蒸気機関車を除く。)、旅客車及び貨物車(乗務員が乗務するものに限る。)には、車両の用途に適した消火器を備えること。また、消火器の所在場所を乗客の見えやすいように表示すること。ただし、消火器本体が乗客から見えやすい所へ備えられている場合は、この限りでない。

2　地下鉄等旅客車、新幹線旅客車、懸垂式鉄道旅客車、跨座式鉄道旅客車、案内軌条式鉄道旅客車(地下式構造の鉄道及び長大なトンネルを有する鉄道に使用する車両に限る。)及び浮上式鉄道旅客車の連結する車両客室間には、通常時閉じる構造の機能を有する貫通扉等を設けること。ただし、連結部が乗務員室となる場合の貫通口の扉は、容易に閉じることができる構造でよい。

赤字は平成 15 年 2 月 18 日に発生した韓国大邱市の地下鉄火災を受けて、平成 16 年 12 月 27 日に国土交通省から通達された火災対策基準の改正部分である。

この現行の火災対策基準に至るまでは、昭和 31 年 5 月の南海電鉄高野線で発生した列車火災を契機として鉄道車両の不燃化の検討が進められたのを皮切りに、幾度となく基準の改正および強化がなされてきた。さらに、その過程には実車による燃焼実験が行われている。下表に鉄道火災および火災対策基準、燃焼実験の変遷を示す。表中の鉄道火災は 1940 年以降に死者を出した鉄道火災および火災対策基準の契機となった鉄道火災である。

表 2.2.1.1　鉄道火災および火災対策基準、燃焼実験の変遷[4),(5)]

年月日	鉄道火災/火災対策基準/燃焼実験	概要
1940/01/29	国鉄西成線安治川口駅	転覆。死者 191 名, 負傷者 92 名
1945	福知山線	たばこ。死者 8 名, 負傷者 65 名
1947	近鉄奈良線生駒山トンネル	過熱。死者 28 名, 負傷者 64 名
1949	名古屋鉄道線	たばこ。死者 55 名
	近鉄山田線	死者 9 名
1951/04/24	国鉄京浜東北線桜木町駅	地絡。死者 106 名, 負傷者 92 名
1953	知覧線	車掌室。死者 6 名, 負傷者 1 名
1956/05/07	南海電鉄高野線 紀伊神谷駅-紀伊畑川駅	過熱。死者 1 名, 負傷者 42 名
06/15	電車の火災事故対策について(鉄運 39 号)	電車を極力不燃化すること、連結電車への貫通路設置、電気機器の耐熱防護強化、各車への消火器設置等を通達
08/06	電車の火災事故対策の通達に関する補足説明について(鉄運 58 号)	
1957/01/25	電車の火災事故対策に関する処理方について(鉄運 5 号)	具体的な構造を定めた実施要項を定めて地下鉄道等電車のA様式、その他をB様式として通達
	電車の火災事故対策に関する処理方の注釈について(鉄道 6 号)	
07/16	御堂筋線西田辺停留場	
12/18	電車の火災事故に関する処理方の一部改正について(鉄運 136 号)	A-A 様式の強化および追加。地下線を運転する車両の火災対策が強化
	電車の火災事故対策に関する処理方の一部改正に伴う注釈について(鉄道 137 号)	
1964/09/30	新幹線鉄道構造規則(運輸省令 70 号)	
1968/01/27	営団地下鉄日比谷線 六本木駅-神谷町駅	過熱。死傷者なし。A-A様式の車両が全焼
1969/05/15	電車の火災事故対策について(鉄運 81 号)	A-A様式の見直し。新たにA-A基準を規定。電熱等を発生する機器に対する防護および使用材料の燃焼性試

		験の方法等を明確化
1970	運輸省および消防庁による燃焼実験	2.1.2 に概要記載
1971	山陽線	たばこ。死者 4 名，負傷者 1 名
1972/11/06	国鉄北陸線北陸トンネル	接触不良。死者 30 名，負傷者 714 名
	大阪市交通局による燃焼実験	2.1.2 に概要記載
	国鉄による燃焼実験	
1973	国鉄による燃焼実験（その 1）	2.1.2 に概要記載
10/11	電車の火災事故対策の一部改正について	山岳トンネルを運転する車両に対する基準を強化
1974	国鉄による燃焼実験（その 2）	2.1.2 に概要記載
1975/01/30	地下鉄道の火災対策の基準について（鉄総 49 号の 2）	地下駅およびトンネルの火災対策の検討。建造物の不燃化、防火管理室・二方向避難路等の整備等の規定
02/14	地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いについて（鉄土 9 号）	
1987	近鉄東大阪線	死者 1 名，負傷者 56 名
1982/04/15	地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いの改正について（鉄土 70 号）	排煙設備の設計方法等を通達
1987/03/02	普通鉄道構造規則（運輸省令 14 号）	国鉄分割民営化に伴い、関係省令の整備。省令として火災対策基準を規定
	特殊鉄道構造規則（運輸省令 19 号）	
04/01	車両に係る普通鉄道構造規則及び特殊鉄道構造規則の運用等について	
1988/03/30	JR 東日本上越線 越後中里駅-岩原スキー場前駅	消音器から発火。死傷者なし。長期アイドル運転の中止、煙突部断熱強化
1991	日本鉄道技術協会による燃焼実験	2.1.2 に概要記載
1993	東京消防庁による燃焼実験	2.1.2 に概要記載
2001/12/25 交付 2002/03/31 施行	鉄道に関する技術上の基準を定める省令（国交省令 151 号）	仕様規定として鉄道の種類ごとに規定されていた基準を一本化し、性能規定化
2002/03/08	鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準（国鉄技 157 号）	具体的な基準を規定
2003/02/18	大邱都市鉄道公社地下鉄 1 号線	放火。死者 192 名，負傷者 148

	中央路駅(韓国)	名
08/30	JR 東海中央線 田立駅-南木曽駅	放火(焼身)。死者 1 名
09/30	地下鉄道の火災対策検討会による燃焼実験	2.1.2 に概要記載
2004/12/27	鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準の改正	新たに大火源火災を考慮。常時閉鎖式の貫通扉の設置[ii]
2011/05/27	JR 北海道石勝線 第 1 ニニウトンネル	車両部品脱落,脱線破損。負傷者 79 名

２．１．２　日本に於ける鉄道車両の燃焼実験[6),(7)]

日本国内における鉄道火災実験のうち、実車を使った燃焼実験は次に示すとおりで、1970 年（昭和 45 年）に運輸省および消防庁が営団車両を用いた燃焼実験を皮切りに数回行われてきた。

1970 年（昭和 45 年）運輸省および消防庁による燃焼実験

（実験内容）

営団日比谷線列車火災事故で不燃車両と考えられていた車両が燃焼したことから、運輸省および消防庁が営団中野工場内に模擬トンネルを建設し実施した。

従来の A-A 基準の車両および新しく防火対策を施した車両を実験に用いて、防熱板の性能調査等を行った。

（実験結果）

主抵抗器からの熱風を車体外側に流れやすい構造にする等の改良を行った対策車両において、抵抗器過熱による火災に対する防止効果などが確認された。

1972 年（昭和 47 年）大阪市交通局による燃焼実験

（実験内容）

大阪市交通局が大阪市四ツ橋駅において、車両火災が発生した場合における煙の流動状況、換気設備の効果的な操作方法などについて確認するため、実験を実施した。

5 両編成列車を駅中間に留置し、風上の車両端軌道中央部より、発炎筒およびアルコール 2L を燃焼させ、煙の車内流入および流出状況を観測の他、トンネル内の煙濃度、トンネル内の照度などの調査を行った。

（実験結果）

排煙機およびトンネル内照度について問題がないことが確認された。

1973-1974 年（昭和 48-49 年）国鉄による燃焼実験

（実験内容）

国鉄北陸トンネル内における列車火災事故(1972 年)を受け、国鉄が狩勝実験線および宮古線で燃焼実験を行った。フラッシュオーバー後の走行に関する影響などを調査の目的とし、動物実験などを含め実施した。着火物などは、アルコール 400ml の他、可燃物約 2.3t であった。

(実験結果)

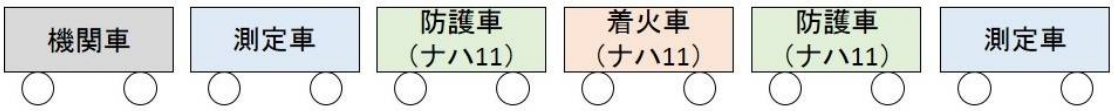
難燃化された車両は、局部的に焦損した程度で自然鎮火し、動物も全てが生存していた。難燃化車両を使用したフラッシュオーバー発生による影響調査では、トンネル内での列車火災の場合は、走行を継続し、トンネル外に脱出させることが有効であること等が確認された。

辻本研究室には狩勝実験線における列車火災試験の様子を映した貴重なビデオが所蔵されている。下記にそのビデオ映像のまとめを記す。

狩勝実験線列車火災試験ビデオ映像まとめ

鉄道技術研究所 制作　狩勝実験線 列車火災試験（昭和 48 年 8 月 28 日～9 月 1 日）

試験列車編成（再生時間 27:12）



防護車の車端防火構造（再生時間 28:42）

出入台、便洗面所の内張り・・・メラミン化粧アルミ板

引戸ガラス・・・線入りガラス

断熱材・・・ガラス綿

難燃化改造の概要（再生時間 32:21）

内張り・・・メラミン化粧アルミ板

座席・・・防炎性純毛モケット、難燃性ウレタンフォーム

床・・・鋼板、塩化ビニル、床仕上剤

肘掛・・・ポリカーボネート

網棚・・・金属製網

妻引戸ガラス・・・網入りガラス

断熱材・・・ガラス綿

ナハ 11 形客車可燃物重量

材料	重量（kg）
ハードボード	492.5
合板	372.3
硬木	348.8
塗料	218.9
リノリウム	184.3
断熱材（第４種フェルト）	140.
その他	460.3
合計	2,217.1

※鉄道トンネルと火災対策　表 7 より抜粋

車種による可燃物量の相異

車種	製作年度	可燃物重量 (kg)	単位床面積当り可燃物重量 (kg/m^2)	難燃度分類
新幹線電車	昭和 39 年	2115	25.5	A
地下乗り入れ電車（301 系）	昭和 41 年	747	13.7	A
特急気動車（キハ 180）	昭和 44 年	1520	25.2	A
急行気動車（キハ 58）	昭和 36 年	1611	26.7	B
特急寝台客車（ナハネ 20）	昭和 43 年	3036	52.3	B
特急寝台客車（オハネ 14）	昭和 46 年	2496	41.4	A
一般座席客車（ナハ 11）	昭和 32 年	2217	40.6	B

※鉄道トンネルと火災対策　表 8 より抜粋

試験条件

		試験 1-1	試験 1-2	試験 3	試験 2
再生時間		32:04-	34:53-	38:09-	50:40-
試験条件	期日	8/28		8/31	9/1
	着火車	難燃化改造ナハ 11 形客車		ナハ 11 形客車	
	火源	新聞紙 20 ページ	新聞紙 20 ページ および アルコール 200ml		新聞紙 40 ページ および アルコール 400ml
	側扉	閉じ			開き
	客室引戸	開き			
	窓・通風器	閉じ			
	走行状態	停車	着火後 8 分で発車		F.O.直後に発車

着火方法

左図のように、座席の窓際に新聞紙を立てかけ新聞紙に着火棒を用いて着火する。火源にアルコールを用いる場合、アルコールは新聞紙上部の座席背もたれからかけ始め、新聞紙でかけ終わる。

網棚の可燃物

網棚には着火位置の直上とその位置から一定間隔で持ち込み可燃物と仮定した木片の束が設置されている。左図から網棚の可燃物の間隔は、着火位置の座席に着座したときの視線が同方向となる座席の直上に設置していると推測できる。

主な測定結果

		試験 1-1	試験 1-2	試験 3	試験 2
(1)温度	着火車(F)	25℃	60℃	670℃	1200℃
	測定・防護車(H_1)	—	22℃	24℃	25℃
	測定・防護車(H_2)	—	24℃	26℃	35℃
(2)煙濃度	着火車(F)	45%	45%	100%	100%
	測定・防護車(H_1)	—	検出せず	20%	9%
	測定・防護車(H_2)	—	9%	8%	32%
(3)ガス濃度	着火車(F)	検出せず	検出せず	4.6%	6%
	測定・防護車(H_1)	—	検出せず	160ppm	220ppm
	測定・防護車(H_2)	—	検出せず	30ppm	380ppm
(4)動物実験	測定・防護車(H_1)	—	20 匹全て生存	20 匹全て生存	20 匹全て生存
	測定・防護車(H_2)	—	22 匹全て生存	22 匹全て生存	22 匹全て生存

※(1)～(3)は客室内での最大値を示す。

※防護車：着火車の両隣に隣接する、車端部を難燃化改造した車両。

※鉄道トンネルと火災対策　より抜粋

試験 1-1（再生時間 32:04-）

着火源の新聞紙のみが燃焼し、その燃焼によって生じた火炎によって座席表面が黒く焼け焦げる程度で火災は自然鎮火した。

概要。着火後 5 分 34 秒で新聞紙が燃えつきると同時に自然鎮火した。

車両の燃焼状況。座席が局部的に焦損した程度であった。

図 1-1-1 着火後

図 1-1-2 自然鎮火後の座席の状況

試験 1-2（再生時間 34:53-）

着火から数秒後に、火炎は網棚に接するか接しないかくらいの高さまで拡大した。着火源直上の網棚に設置した可燃物は延焼に至らず、火災は自然鎮火した。座席は火源が設置された部分のみ黒く焼け焦げ、その周囲には延焼しなかった。

グラフから、着火源中央上部の最大温度は着火から約 1 分で約 50℃、煙濃度は着火から約 6 分で最大値に達したことが読み取れる。

概要。着火後 2 分 40 秒で炎は小さくなり、発車まで上下背ずり中間から小さな炎が断続的にみられた。中央天井部で温度 60℃、煙濃度 35%であった。発車後通風器から白煙がわずかに認められた。停車時（13 分 42 秒）には自然鎮火していた。

車両の燃焼状況。座席は局部的に焦損したほか、肘掛（ポリカーボネート）製が一部溶損したにとどまった。走行しても拡大しなかった。

図 1-2-1 着火数秒後

図 1-2-2 自然鎮火後の座席の状況

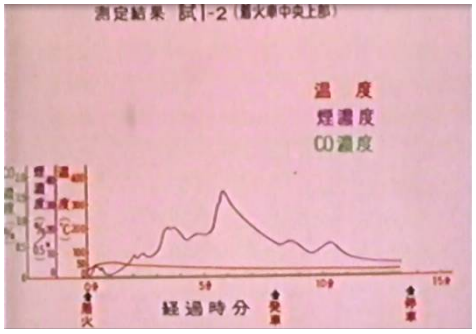


図 1-2-3 着火源上部の測定結果

試験 3（再生時間 38:09-）

着火から数秒後に火炎は網棚をゆうに越え、火源直上の網棚に設置した可燃物に延焼した。延焼した可燃物の火炎は天井を沿うようにして拡大した。図 3-4 のように、鎮火後の車内を観察すると、網棚より上部が火災により損傷したことがわかる。このことから、延焼した可燃物の放射熱により、その周囲の可燃物が着火し、次々と連鎖的に網棚の可燃物が着火し車内全体に延焼していった様子が予想できる。着火後 8 分で発車したことで、走行により空気が車内に流入したためか、着火源から進行方向の後方は燃焼が激しく、一部の天井の骨組みが露出した。着火した座席以外の座席には損傷の形跡は見られなかった。（着火から 13:30 で停車。）

図 3-7 から、着火源中央上部の最大温度は着火から約 5 分で約 500℃、約 9 分で約 650℃に達したことが読み取れる。また、煙濃度は着火から約 5 分で測定限界?に達したことが読み取れ、CO 濃度は約 10 分で最大値となったことが読み取れる

この試験から、難燃化改造の効果が確認できた。

概要。着火部分の網棚の荷物、背ずり、内張り、天井の順に延焼し、6 分 50 秒後煙は室内に充満した。完全なフラッシュオーバーに至らず発車した。走行中は後部窓上から発煙し、9 分後車内中央部で炎が認められた。測定記録では発車後温度が上昇し 670℃に達した。停車時（13 分 30 秒）は 230℃であった。停車後（18 分）窓ガラスを破ったが、発火しなかった。

車両の燃焼状況。完全なフラッシュオーバーに至らず鎮火した。

図 3-1 着火数秒後

図 3-2 網棚の可燃物に延焼した様子

図 3-3 網棚可燃物の延焼後の天井部の様子

図 3-4 自然鎮火後の車内の状況

図 3-5 自然鎮火後の着火した座席の状況

図 3-6 自然鎮火後の着火源上部の状況

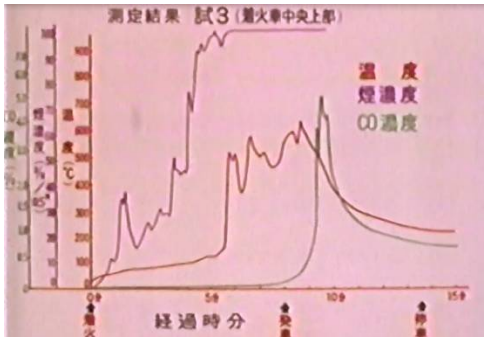


図 3-7 着火源上部の測定結果

試験 2（再生時間 50:40-）

着火から 3:30 で F.0.に至り列車は発車した。走行により空気が車内に流入したためか、着火源から進行方向の後方は激しく燃焼し窓から火炎が噴出していた。その後 9:40 で列車は停止し、その時点で既に窓と進行方向の後方の客室引戸、屋根の一部（通風器?）から火炎が噴出していた。着火から 14 分後に注水消火。消火後の車内の観察では、燃焼が激しかったのか列車内全体が黒く焼け、天井は全体で骨組みが露出していた。また、座席は着火源から進行方向の後方は背もたれのクッション材が完全に燃焼し骨組みが露出していた。また、天井も激しく損傷していたことが確認できた。

グラフから、着火源中央上部の温度は F.0.の 3:30 で約 900℃に達し、発車後に一旦、600℃

くらいまで温度が低下するものの､約5分から約10分で1000℃を超えたことが読み取れる。

防護車に設置したラットは映像からは死亡が確認できなかったが、車内が白煙で充満した中を、呼吸器を装着した消防官?の姿が確認できた。

試験 3 では網棚上部の延焼に留まったが、試験 2 のように火源である新聞紙とアルコールが試験 3 の倍になり、尚且つ側扉が開放されると、F.O.に至り火災の危険度が大幅に増加することが分かった。今回の実験では行われなかった、試験 2 実験条件で難燃化改造した客車の場合の結果があれば、難燃化改造の効果がより比較できたのではないかと感じる。着火後ただちに火炎は網棚に達し、30 秒後天井に延焼 2 分 30 秒で煙は室内に充満し、約 3 分でフラッシュオーバーに至った。3 分 30 秒で発車、約 7 分で No.8 窓ガラス（後部寄）が割れ、火炎が車外に流れた。走行中は相当な煙が扉、通風器、窓から噴出し、後方へ流れた。8 分 30 秒後で No.8~No.11 の屋根上発炎。9 分 40 秒で停車。停車後も着火車の火炎は拡大した。13 分 55 秒で消火を開始した。

走行によって、火勢は後方へ拡大し、後位車は前位車より大きい影響を受けた。しかし、後位の防護車でも網入りガラスはヒビがはいった程度で火炎の侵入を阻止した。

図 2-1 着火数秒後

図 2-2 網棚の可燃物に延焼

図 2-3 火炎が天井を這う様子

図 2-4 停車直後

図 2-5 停車後の延焼拡大の様子

図 2-6 消火後の進行方向後方の車両概観

図 2-7 消火後の天井の骨組みが露出した状況

図 2-8 消火後の座席の骨組みが露出した状況

図 2-9 消火後の屋根の損傷状況

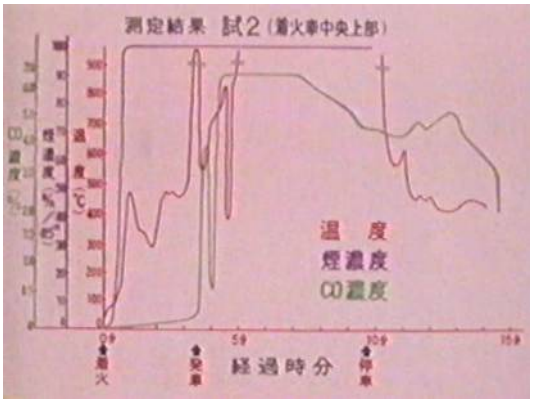


図 2-10 着火源上部の測定結果

1991 年（平成 3 年）日本鉄道技術協会による燃焼実験

（実験内容）

日本鉄道技術協会がつくば市建設省土木研究所の実大トンネル実験施設において、主回路抵抗器の発熱試験および車内燃焼実験を行った。火源は、持ち込み可燃物を想定し、エチルアルコール 300ml または 600ml、新聞紙および灯油 400ml を組み合わせて実施した。点火位置は座席位置とした。

（実験結果）

主回路抵抗器の発熱試験においては、抵抗器周辺部位に若干の温度上昇が認められたものの、火炎の発生や顕著な発煙の状況はみられなかった。

車内燃焼実験では、火炎は拡大せず、灯油を除き自然鎮火、点火 5 分後においても 7～9m の視界が確保され、避難上大きな支障とならないことを確認した。また、燃焼生成ガスについても人体に安全な範囲であった。

各試験とも火災の拡大はなく、A-A 基準適合車の火災に対する安全性が確認された。

1993 年（平成 5 年）東京消防庁による燃焼実験

（実験内容）

東京消防庁が建設省建築研究所において、可燃物そのものの燃焼実験および座席などの単体設備の燃焼実験を行った。さらに、営団行徳検車区で実車両を用いた燃焼実験を行った。可燃物については、車両内への持ち込みが可能な範囲の火源で、過去の実験に比べ大きいものであった。

車両内の火災を想定したものとして、灯油 2L が入ったペットボトルを紙製手提げ袋に入れたものを火源とした。また、実大車両の予備実験では、パンタグラフの火災を想定したものとして、布に灯油 400ml を染み込ませたもの、車両床下の火災を想定したものとしてオイルパンに灯油 2L と布を入れたものを火源として実施した。

（実験結果）

実車両実験では、火源が設置された座席部分とその周辺が燃焼した程度に止まったが、材料実験では、大規模な火源で内壁全体が加熱された場合は、燃焼が拡大する可能性が否定できないものとした。

煙濃度については、Cs=0.1[1/m]を避難限界とした場合、火元車両では 2 分～5 分程度で、隣接車両では連結部扉開放の状態で 5 分～10 分で達した。連結部の扉を早期に閉鎖することが必要であることが確認された。

燃焼生成ガスは、実験条件や燃焼性状によって大きく異なるが、着火後 1 分 30 秒～8 分で人体に対する相当の影響があることが確認された。ただし、連結扉を閉鎖した状態では、隣接車両での影響がほとんどなかった。

天井面の温度上昇を考慮し、車両内に設置される保安上重要な配線への配慮が必要であることが確認された。

<u>2003-2004 年（平成 15-16 年）地下鉄道の火災対策検討会による燃焼実験</u>

平成 15 年 2 月 18 日に発生した韓国大邱市地下鉄における火災事故を受け、国土交通省と消防庁は、我が国の地下鉄道の火災対策について総合的に検討を進めるため、「地下鉄道の火災対策検討会」を設置した。検討会は平成 15 年 9 月 30 日と 10 月 1 日に車両実験、16 年 2 月 4 日に売店実験を実施した。ここでは、車両実験のみ記載する。

（実験目的）

車両の燃焼実験は、上記のようにこれまでも各機関によって実施されてきたが、多量のガソリンを火源とした燃焼実験は行われていなかったため、大火源での車両の燃焼性状を把握することを目的に燃焼実験が行われた。

（実験概要）

実験は消防研究所の大規模実験棟の主実験場（内法:18×18×15m(高さ)）で行われた。実験には、現在の火災対策基準に適合した地下鉄車両（定員 144 人、床面積 50.2㎡、最大寸法 20,000×2,856×3,900mm(高さ)、自重 35t）を用いた。ただし、実験場の制約から、車両は車両の長手方向の中間で切断し、切断面は扉 2 つ分に相当する開口を残し鋼板で閉鎖した。加えて、台車及び天井部のクーラーユニットを撤去した。表 2.1.1 に実験車両の部位別使用材料を示す。

火源には韓国大邱市地下鉄における火災事故に相当する 4L のガソリンを採用し、その散布位置、火災拡大に影響を及ぼすと考えられる天井の使用材料、開口条件をかえて実験が行われた（表 2.1.2)。なお、事前の予備実験により、乗降扉が閉鎖状態の場合、酸欠による自然鎮火が確認された。

表 2.1.1　実験車両の部位別使用材料

部　位		材　料
座席	表地	難燃性スパンナイロンモケット
	中張	コーデラン
	詰物	ソフトヘアー付ヘアーロック
	下張	ビニロンターポリン
床敷物		塩化ビニル樹脂
幌		テトロン生地＋塩化ビニルコーティング

表 2.1.2　実験条件

10.5	実験名	天井材料	開口条件	火源位置	ガソリン散布量[L]	
					床	座席
09/30	第 1 実験	印刷アルミ	乗降扉 片側開放	端部	3.5	0.5
	第 2 実験	FRP			1.0	1.0
10/01	第 3 実験	印刷アルミ	貫通扉 片側開放	連結部 付近	1.0	1.0
	第 4 実験	メラミン樹脂アルミ	乗降扉 片側開放	端部	3.5	0.5
	第 5 実験	FRP			3.5	0.5

（実験結果）

着火後すぐに急激な燃焼により火炎は天井まで達し、着火後 30 秒程度で火勢は最大となった。このときの天井から床面までの温度は 800～900℃の高温に達した。2 分以内にガソリンは燃えつきた。垂直温度分布をもとに推測した扉などの開口部からの噴出気流による外部への熱流出（対流成分）は最大で約 2.5MW となった。一般的な火災において、対流成分は総発熱量の約 6～7 割程度を占めることから、車両内の発熱量は最大でも 4MW 程度と推測された。天井面に加わる熱流束は 120~150kW/m^2 と、通常の建物火災で生じる 100kW/m^2 を超える熱流束が測定された。

天井材料はいずれの場合においても延焼拡大せず、局部的な燃焼に留まることが確認された。座席および壁面、床面はガソリンの燃焼による加熱を受けても延焼拡大しがたいことが確認された。

車両の天井直下に滞留する燃焼ガスの測定では、着火後の急激な燃焼と同時に酸素が消費されるとともに、一酸化炭素は 2～3.5%に達し、短時間の暴露でも死に至る濃度となった。ただし、その濃度はガソリンの燃焼とともに変化したため一時的であった。

第 3 実験では、火災車両側の貫通扉を開放し、隣接車両側の貫通扉は閉鎖した状態で、連結部分にガソリン 2L を散布し隣接車両への延焼状況の確認を行った。結果は、ガソリンを散布した連結部付近の座席および床面、幌の下部が燃焼したが、隣接車両のガラスの破損、屋根への延焼など、隣接車両への延焼は確認されなかった。なお、幌は散布したガソリンによって激しく燃焼したが、ガソリンが燃えつきると自己消炎した。

このように過去の燃焼実験をみていくと、死傷者がでるような重大な鉄道火災が発生するたびに、A-A 基準の改善やその安全性の確認を目的に実験が行われていることがわかる。また、火源としては当初、床下の抵抗器などの過熱による発火などが想定されていたが、最近になると、持ち込み火源、特に放火を視野に入れた大火源が想定されるようになっている。

２．２　EN における火災対策基準[8]

EN 規格(EN45545-2)では、図 2.2.1 の示す手順に沿って鉄道車両に用いられるそれぞれの製品に対して、規定された方法によりグルーピングを行っている。

グルーピングによりグループ化されたそれぞれの製品に用いられる鉄道車両用材料に対し、実施する試験と満たされなければならない条件をまとめた要件が規定されている。

材料の設計を行い要件を満たすことにより設計が終了し、要件を満たした材料は使用することが可能になる。が、要件を満たすことが出来ない場合は再設計となる。要件については、以下に示す通りである。

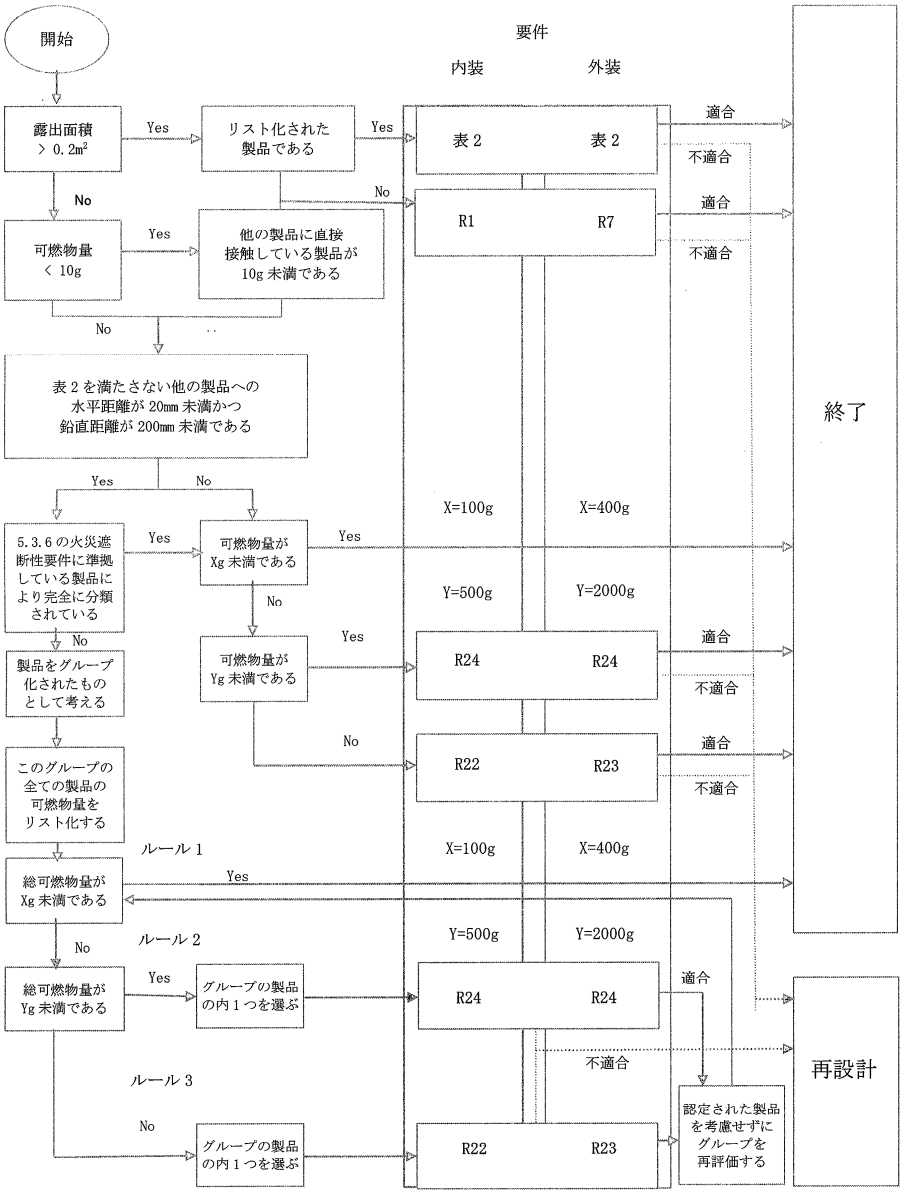


図２．２．１　－　フローチャート

２．２．１　グルーピングルール

２．２．１．１　概略

可燃物量が 10g 未満で、他の未分類製品に直接接触していない製品に適用する要件はない。下記の条件を考慮し、製品を評価する。以下に示す全ての条件にあてはまる場合、その製品はグループ化されたとみなす。

－ 各製品の製品化した時の露出面積が 0.2㎡未満である。

－ 表 2.2.2.1 の該当する要件に準拠していない。

－ 各製品の可燃物量が 10g を超過しているか、他の可燃性製品に直接接触している。

－ 表 2.2.2.1 に準拠していない製品への水平距離が 20㎜未満であるか、垂直距離が 200㎜未満である。

－ 火災遮断性要件に準拠している製品によって完全に分類されていない。

グループ化された製品の可燃物量は、合算しなければならない。

評価手順は、図 2.2.1 のフローチャートで可視化されている。

２．２．１．２　ルール１

グループ化された製品の可燃物の総質量が

－ 内装に分類される製品が 100g 未満である

もしくは

－ 外装に分類される製品が 400g 未満である

場合、このグループの製品に適用する要件はない。

２．２．１．３　ルール２

グループ化された製品の可燃物の総質量が、ルール１の上限を超過しているが、

－ 内装に分類される製品が 500g 未満である

もしくは

－ 外装に分類される製品が 2000g 未満である

場合、このグループにおける１つの可燃性の製品を、R24 に準じた試験を行わなければならない。

この製品が R24 に適合している場合、このグループのそれ以上の評価は考慮しないものとする。このグループの残りの製品は、ルール１に従って再び評価を開始しなければならない。

２．２．１．４　ルール３

グループ化された製品の総質量がルール 2 の上限を超過している場合、このグループにおける１つの製品を、表 2.2.3.1 で与えられる、リスト外の製品の要件に従って試験しなければならない。

この製品が表 2.2.3.1 の要件に適合している場合、このグループのそれ以上の評価は考慮しないものとする。このグループの残りの製品は、ルール 1 に従って再び評価を開始しなければならない。

２．２．２　リストに記載されている製品

材料と部材の防火性能要件に対する（燃焼）挙動は、それらの固有の性質だけでなく、以下の点にも依存する。

－ デザイン（設計）における、材料または部材の配置

－ 材料の形状やレイアウト

－ 暴露表面や材料の相対質量、厚さ

この基礎に基づき、リストに記載されている製品は分類されて、さらに以下のようにサブグループに分化される。

－ それらの一般的な配置（内装か外装か）

－ それらの具体的な用途（家具（ファニチャー)、電気設備または機械設備）

サブグループ内では、それぞれのリストに記載されている製品に対して、配置や暴露表面、それらの形状（ジオメトリー)、一般的な性質を考慮し、適切な度合いで火災成長を抑制するための製品の能力を定義する要件のセットが与えられる。様々な製品の例としては、天井パネル、床の複合体、内装の照明、カーテン、外部のボディシェル[1)]の壁や底面や、駆動・サスペンション装置の部品などが挙げられる。

リストに記載されている製品への要件のセットは、表 2.2.2.1 で与えられ、R1～R26 で指定されている。それぞれの要件のセットの内容は、表 2.2.5.1 に記載されている。

「詳細」の欄は、特別な要件との関係（例えば試料調整および/または耐火性能）を示している。

[1)] ボディシェル (body shell)：車体の外枠。

表２．２．２．１ － リストに記載されている製品の要件（1/8）

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN1A	内装の垂直面	側壁、前壁、端面壁、仕切り、間仕切壁、フラップ、ボックス、フード（幌）、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆）。 内部ドア、前壁・端面壁の内部ドア（貫通路のドア等）および外部ドア（乗降用ドア）の内装用ライニング[2)]。 窓（プラスチック、ガラス窓を含む）。 断熱材、ボディシェルの内部表面。 厨房の内装表面（厨房機器のものを除く）。	R1
IN1B	内装の水平下面	天井パネル、フラップ、ボックス、フード（幌）、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆）。 断熱材、ボディシェルの内部表面。	R1
IN1C	内装の水平上面	フラップ、ボックス、フード（幌）、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆）。 断熱材、ボディシェルの内部表面。 R1 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R10
IN1D	キャビティ[3)]内の内部表面	表面は、水平または垂直であってよい。	R1
IN1E	技術装置を囲う収納装置の外部表面	ボディシェルの内部に設置された収納装置。 （注）耐火性の要件は、技術装置を囲う収納装置に適用することができる。	R1
IN2	限定表面	－ 面積が 0.02㎡ 以下の表面。 － 表面上のいずれの方向の最大寸法が 1m 以下の表面。 － 分離方向と同じ水平方向に計測された、限定表面の寸法よりも長い R1 に適合する材料の中心距離によって、他の限定表面もしくは細長片・条片から分離されていること。	R2

[2)] ライニング (lining)：物体の表面または内面に定着可能な物質・物体を比較的厚く覆う表面処理のこと。

[3)] キャビティ (cavities)：製品の成形のために、金型を彫り込んで凹ませた部分。

表２．２．２．１ (2/8)

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN3A	細長片・条片	幅が 200 mm 以下で、R1 に適合する材料の 200 mm 以上によって、他の限定表面もしくは細長片・条片から分離されていること。 長さの制限がないもの。 （例：壁の鉛直方向のカバーストリップ）	R3
IN3B	ライトディフューザー[4)]	（例：ポリカーボネートディフューザー、ランプの照明カバー） 照明ユニット自体とインジケーターは IN3B の範囲内でない。	R4
IN4	荷物保管エリア	頭上の荷物置き棚、直立した荷物置き棚、荷物スタック、荷物コンテナおよび荷物室。	R1
IN5	運転台	運転台の化粧板および外面(電子部品、電気装置を除く)。[a]	R1
IN6A	貫通路の内装表面 タイプ A － 両サイドの貫通路端のバルクヘッド[5)]に防火壁のない鉄道車両	貫通路膜（ビロー[6)]）の室内側、貫通路の内装用ライニング（床材を除く)。	R1
IN6B	貫通路の内装表面 タイプ B － 両サイドの貫通路端のバルクヘッドに防火壁のある鉄道車両	貫通路膜（ビロー）の室内側、貫通路の内装用ライニング（床材を除く)。	R7
IN7	窓枠	窓周り（シーラント[7]、ガスケット[8]を含む)。	R1
IN8	乗客エリアおよび乗務員エリアのカーテンおよび日よけ、乗務員室用仕切り	二重ガラス窓に囲まれている場合を除く、カーテンと日よけ。	R1

[4)] ライトディフューザー (light diffusers)：光を拡散させるもの。

[5] バルクヘッド (bulk head)：車両内の隔壁。

[6)] ビロー (bellow)：蛇腹構造。

[7)] シーラント (sealants)：構造体の目地、間隙部分に充填して、防水性、気密性などの機能を発揮させる材料。

[8)] ガスケット (gaskets)：構造に気密性、液密性を持たせるために用いる固定用シール材。

表２．２．２．１ (3/8)

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN9A	テーブル、折り畳みテーブルの上面、化粧室の洗面台 タイプＡ － 上面	全てのテーブルおよび化粧室の洗面台（周辺を含む)。	R2
IN9B	テーブル、折り畳みテーブルの下面 [b] タイプＢ － 下面	テーブルの底面、ドロップダウン式（前倒れ式）テーブルの露出した垂直面あるいは底面になる可能性のある折り畳みテーブルの全ての表面。	R1
IN10	コンテナ（槽）	貯水槽と空気槽の外表面。	R2
IN11	ゴミ箱と灰皿	ゴミ箱の内外面および灰皿。	R1
IN12A	空気ダクト － 内部表面	車両の内部に設置されており、空気が車両内部に流れ込むダクトの内部表面。	R1
IN12B	空気ダクト － 外部表面	車両の内部に設置されており、空気が車両内部に流れ込むダクトの外部表面。	R1
IN12C	機関車の空気ダクト	テクニカルエリア[9)]に設置されており、空気が車両の乗客および乗務員エリアに流れ込まないダクトの内部および外部表面。	R7
IN13	エアーフィルター	換気、暖房および空調装置に使用されるエアーフィルターの材料。	R5
IN14	旅客情報装置	乗客エリアの情報表示画面（乗務員エリアのものは含まない)。 スピーカー、ハンドセットおよびハンドセットのホルダーといった製品は、リスト外の製品とみなす。	R1
IN15	複合床材	床下地材（任意の断熱材も共に)、および床仕上げ材（最終用途状態に用いられる備品または接着剤も共に）を含む複合床材。	R10
IN16	内装用シール	ウィンドウシール、ドアヒンジ、連結パネルといった長手方向のシール。	R22

[9)] テクニカルエリア (technical areas)：機関車の機関部。

表２．２．２．１ (4/8)

製品番号	名称	詳細	要件
EX	外部に配置される製品		
EX1A	外部ボディシェルの壁	ボディシェルの外部構造および扉の垂直部(塗装系/被覆系、薄膜および窓を含む)。	R7
EX1B	運転室のハウジング – 外装面	運転室の仕切り壁に至るまでの列車の前面。	R17
EX1C	技術装置を囲う収納装置の外部表面	ボディシェルの外部に設置された収納装置。	R7
EX2	外部ボディシェルの屋根	車体の外部屋根構造体（塗装系/被覆系および薄膜を含む)。 R7 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R8
EX3	外部ボディシェルの台枠	塗装系/被覆系（遮熱、意匠性および防音の被覆）を含むボディシェルの台枠構造（床）の外部表面および保護用床パネル。	R7
EX4	外部ダクト	車両の内部と接続されていないダクトの内部および外部表面。	R7
EX5	外部の設計特性	外部の設計特性（例：流線型の部品、給排気グリル、フラップ、スカート[10)]、HVAC システムの外被、収納装置など）	R7
EX6A	台枠に取り付けられたコンテナ	台枠に配置される貯水槽と空気槽の外表面。	R7
EX6B	屋根上のコンテナ	屋根上に配置される貯水槽と空気槽の外表面。 R7 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R8
EX7	貫通路の外部表面	連絡用貫通路の外膜。	R7
EX8	台車の構造体と部品	台車の構造体には、車枠、ばね板のガイドおよびボルスターを含める。	R7
EX9	空気ばね懸架の空気袋		R9
EX10	駆動部品	車軸およびブレーキディスク。	R9

[10)] スカート (skirts)：線路上の障害物をはね避け、車体下に巻き込んで運転に支障をきたすことのないようにするためのもの。排障器。

表２．２．２．１ (5/8)

製品番号	名称	詳細	要件
EX	**外部に配置される製品**		
EX11	タイヤ		R9
EX12	外装用シール	ウィンドウシール、ドアヒンジ、連結パネルといった長手方向のシール。	R23
F	**備品**		
F1 [c]	旅客座席一式	座席のシェル、椅子張り材、肘掛け、ヘッドレストを含む旅客座席一式。跳ね上がり式座席および運転席（乗客がアクセス可能な場合）も含まれる。 座席試験の詳細（切り裂き試験の条件を含む）は、Annex A および Annex B で与えられる。	R18
F1A	旅客座席の椅子張り材およびヘッドレスト	トリミング（例：サスペンションシステム）、軟質フォームコア、中間層（例：防火遮断層、引き裂き防止層）、シートカバー（例：底面、背面および側面のカバー）およびヘッドレストの内装材を含む椅子張り材。 試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F1B	旅客座席の肘掛け	肘掛けの表面を試験する。加えて、通常の動作位置における下面と垂直面は、火炎遮断性の要件に従わなければならない。 試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F1C	旅客座席のシェル[11] － 底面	シェルの底面の外部表面（塗装や被覆を含む）を試験する。 火炎遮断性への適合も必要となる。	R6
F1D	旅客座席のシェル － 背面	シェルの背面の外部表面（塗装や被覆を含む）を試験する。 火炎遮断性への適合も必要となる。	R6
F1E	取り外し可能なヘッドレスト	取り外し可能なヘッドレストがルーズクッションである場合、試験する。	R21

[11] シェル (shell)：外郭構造。

表２．２．２．１ (6/8)

製品番号	名称	詳細	要件
F	備品		
F2	乗務員室の座席	乗務員座席の椅子張り材および支持構造体（シェルの背面/底面を含む）を以下の条件に従い試験する。 － 座席の上面。 － 外部表面からシェルの背面。 － シェルの底面の外部表面。 最終用途条件における試験は、Annex D を参照のこと。 さらに、火炎遮断性の条件を満たしている場合、シェルの表面からシェル/椅子張り材の複合物を試験する必要はない。 要件のセット R19 を満たしている場合、座席全体が認定されたとする。これ以上の試験の必要はない。	R19
F3	マットレス	試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F4	緩い座席の椅子張り材、寝台およびベッド	寝台のベッドの布およびベッド（クッション、ブランケット、羽根布団、まくら、寝袋、シーツなど)。 椅子の背覆いは、リスト外の製品とみなす。	R20
F5	寝台およびベッドの裏面	火炎遮断性への適合も必要となる。	R1
EL	電気技術設備		
EL1A	内装用ケーブル	参照される規格のうちの１つに適合していないケーブル。	R15
EL1B	外装用ケーブル	参照される規格のうちの１つに適合していないケーブル。	R16
EL2	ケーブル格納容器（線形の製品）	ケーブル格納容器の表面関連(ケーブルダクト、電線管)。	
EL3A	耐アーク[12)]絶縁材料 タイプ A		R11

[12)] アーク (arc)：気体中の電極間に電圧をかけた場合に発生する強い光様の電流の流れをいう。

表２．２．２．１ (7/8)

製品番号	名称	詳細	要件
EL	電気技術設備		
EL3B	耐アーク絶縁材料 タイプ B		R12
EL3C	アーク飛沫防護材料		R7
EL4	可燃性絶縁液		R14
EL5	供給管路システム装置 – 外部	避雷装置、絶縁装置、スイッチ、主遮断装置。	R23
EL6A	供給管路システム装置および高出力装置 – 内部	絶縁装置、変流器および変圧器、主遮断装置、コンタクタ（接触器)。	R22
EL6B	供給管路システム装置および高出力装置 – 外部	絶縁装置、変流器および変圧器、主遮断装置、コンタクタ（接触器)。	R23
EL7A	チョークおよびコイル – 内部	スペーサーおよび導風板を含む、供給管路濾過用のチョーク、気冷変圧器のコイル。	R22
EL7B	チョークおよびコイル – 外部	スペーサー、導風板および走行用電動機の巻線絶縁材を含む、供給管路濾過用のチョーク、気冷変圧器のコイル。	R23
EL8	ブレーキ抵抗器	ケーシングおよび全ての遮熱具。	R13
EL9	プリント基板	取り付けられた全ての技術機器を除くプリント基板。	R24 or R25
EL10	小型電気技術製品	例として、低出力回路遮断器、過負荷継電器、コンタクタ（接触器)、接触継電器、スイッチ、制御スイッチ、信号伝達スイッチ、端末装置、ヒューズが挙げられる。	R26

表２．２．２．１ (8/8)

製品番号	名称	詳細	要件
M	**機械設備**		
M1	フレキシブルメタル/ゴムユニット	台車の構成部分を含むフレキシブルメタル/ゴムユニット。	R9
M2	ホース – 内部	燃料、オイル、油圧、空気圧、用水および排水に用いられるパイプとホース。	R22
M3	ホース – 外部	燃料、オイル、油圧、空気圧、用水および排水に用いられるパイプとホース。	R23

[a] コンピュータスクリーンは、IN2 限定表面として評価し、電子機器として評価しない。

[b] 折り畳みテーブルの 0.2m² までの下向き表面は、R2 の要件に従って評価することとする。

[c] 座席デザインを評価するとき、妥当性評価を完了させるために全ての F1 の試験（F1、F1A、F1B、F1C、F1D、F1E）の結果が必要となる（運転席を除く）。

２．２．３　リスト外の製品

表 2.2.3.1 に記載されていないいくつかの製品は、リスト外の製品として考慮するか、4.3 で規定されたグループ化のルールを用いて評価しなければならない。

リスト外の製品の要件は表 2.2.3.1 で与えられる。

表２．２．３．１ – 露出面積と車内の配置によるリスト外の製品の要件

露出面積	配置	表 5 における要件のセット
> 0.20 m²	内部	R1
> 0.20 m²	外部	R7
< 0.20 m²	内部	R22
< 0.20 m²	外部	R23

２．２．４　本質的な火災安全目的

鉄道車両のデザインと用いられた製品は、万が一着火事象が発生した場合でも、安全性の許容レベルに達するように火災成長を制限する目的を取り入れなければならない。

EN 45545-1:2013 の４節で定義されている目標が満たされている場合、結果として、乗客および乗務員が自力で火災から避難し、安全な場所に到達する可能性が高い。
ハザードレベル（HL1～HL3）は、表 2.2.4.1 に記述されているような、EN 45545-1 で定義されている車両区分と路線区分の条件を用いて決定されている。ハザードレベルは、材料の火災安全要件の等級付けのための表 2.2.4.1 に用いられる。

		車両区分			
		一般車両	乗務員不在の自動運転車両	二階建て車両	寝台車両
路線区分	地上走行車両・トンネル及び高架部がなく車両外への非難が可能	HL1	HL1	HL1	HL1
	トンネルまたは高架部を走行 - 車両外への避難が可能で、(トンネル内等において)安全な地点へ短い時間で到達可能	HL2	HL2	HL2	HL2
	トンネルまたは高架部を走行 - 車両外への避難が可能で、(トンネル内等において)安全な地点へ到達するのに時間がかかる	HL2	HL2	HL2	HL3
	トンネルまたは高架部を走行 - 車両外への避難が不可能(懸垂式モノレール等)で、(トンネル内等において)安全な地点へ短い時間で到達可能	HL3	HL3	HL3	HL3

表２．２．４．１ － ハザードレベルの分類

２．２．５　材料要件のセット

材料の要件は、表 2.2.5.1 に記載されている。報告された結果が要件を満たす場合、適合しています。

「参照試験方法」の列は、表 2.2.5.1 に対応する番号を指しており、そこでは、適合のための最大値もしくは最小値を表す要件の表の数値を含む試験法、パラメーターおよび単位の簡単な説明で、試験方法がより詳細に記載されている。

要件の表において、どの要件も規定されていない場合、「–」の記号が挿入される。

表２．２．５．１ － 材料要件のセット (1/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R1 (IN1A、IN1B、IN1D、IN1E、IN4、IN5、IN6A、IN7、IN8、IN9B、IN11、IN12A、IN12B、IN14、F5)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	20 [a]	20 [a]	20 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	[a] －	90	90
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R2 (IN2、IN9A、IN10)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	13 [a]	13 [a]	13 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	[a] －	[a] －	90
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75

表２．２．５．１ (2/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R3 (IN3A)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	13 a	13 a	13 a
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	a –	a –	a –
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	–	480	240
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	–	960	480
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R4 (IN3B)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	13	13	13
	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	火炎伝播 [mm]	最大	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)
	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	燃焼液滴		0	0	0
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75

表２．２．５．１ (3/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R5 (IN13)	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	火炎伝播 [mm]	最大	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	50	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	300	250	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R6 (F1C、F1D)	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	90	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75

表２．２．５．１ (4/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R7 (IN6B、IN12C、EX1A、EX1C、EX3、EX4、EX5、EX6A、EX7、EX8、EL3C)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	20 [a]	20 [a]	20 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	[a] −	90	60
	T10.04 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	−	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	−	1.8	1.5
R8 (EX2、EX6B)	T04 EN ISO 9239-1	*CHF* [kW/m^2]	最小	4.5	6	8
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	−	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	−	600	300
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	−	1.8	1.5
R9 (EX9、EX10、EX11、M1)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	90	90	60
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	−	600	300
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	−	1.8	1.5

表２．２．５．１ (5/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R10 (IN1C、IN15)	T04 EN ISO 9239-1	*CHF* [kW/m^2]	最小	4.5	6	8
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	－	－	－
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	600	300	150
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R11 (EL3A)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	30 a	30 a	30 a
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	90	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75

表２．２．５．１ (6/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R12 (EL3B)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	40 a	40 a	40 a
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	60	60	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) 無次元	最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R13 (EL8)	T14 EN 13501-1	ユーロクラス	最小	A1	A1	A1
R14 (EL4)	T08 ISO 2592 ISO 2719	クラス K 発火点［℃］	最小	300	300	300

表２．２．５．１ (7/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R15 (EL1A)	T09.01 EN 60332-1-2	未燃焼長さ [mm]	最小	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50
	T09.02 EN 60332-3-24 (d≥12mm)	[m]	最大	2.5	2.5	2.5
	T09.03 EN 50305 (6mm<d<12mm)	[m]	最大	2.5	2.5	2.5
	T09.04 EN 50305 (d≤6mm)	[m]	最大	1.5	1.5	1.5
	T13 EN 61034-2	透過率 [%]	最小	25	50	75
	T15 EN 50305	*ITC* 無次元	最大	10	10	6

表２．２．５．１ (8/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R16 (EL1B)	T09.01 EN 60332-1-2	未燃焼長さ [mm]	最小	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50	燃焼部 ≤540 かつ、 未燃焼 部>50
	T09.02 EN 60332-3-24 (d≥12mm)	[m]	最大	2.5	2.5	2.5
	T09.03 EN 50305 (6mm<d<12mm)	[m]	最大	2.5	2.5	2.5
	T09.04 EN 50305 (d≤6mm)	[m]	最大	1.5	1.5	1.5
	T13 EN 61034-2	伝導率 [%]	最小	－	25	50
	T15 EN 50305	*ITC* 無次元	最大	10	10	6
R17 (EX1B)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	最小	13 [a]	13 [a]	13 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	[a] －	90	60
	T10.04 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	－	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	－	1.8	1.5

表２．２．５．１ (9/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R18 [b] (F1)	T06 ISO/TR 9705-2	*MARHE* [kW]	最大	75	50	20
	T06 ISO/TR 9705-2	*RHR Peak* [kW]	最大	350	350	350
R19 (F2)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	75	50	50
R20 (F4)	T07 EN ISO 12952-2	燃焼後の時間 [s]	最大	10	10	10
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	50	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	200	200	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	0.75	0.75	0.75
R21 (F1A、F1B、F1E、F3)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	最大	75	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	300	300	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G 無次元	最大	1.2	0.9	0.75

表２．２．５．１ (10/11)

要件のセット (関連製品番号)	参照試験方法	パラメーター 単位	許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R22 (IN16、EL2、EL6A、EL7A、M2)	T01 EN ISO 4589-2: OI	酸素含有量 [%]	最小	28	28	32
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	600	300	150
	T12 NF X 70-100-1 & -2 600℃	CIT_{NLP} 無次元	最大	1.2	0.9	0.75
R23 (EX12、EL2、EL5、EL6B、EL7B、M3)	T01 EN ISO 4589-2: OI	酸素含有量 [%]	最小	28	28	32
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. 無次元	最大	－	600	300
	T12 NF X 70-100-1 & -2 600℃	CIT_{NLP} 無次元	最大	－	1.8	1.5
R24	T01 EN ISO 4589-2: OI	酸素含有量 [%]	最小	28	28	32
R25 (EL9)	T16 EN 60695-2-11	グローワイヤー 温度［℃］	最小	850	850	850
R26 (EL10)	T17 EN 60695-11-10	小規模垂直炎試験	最小	V0	V0	V0

表２．２．５．１ (11/11)

[a] ISO 5658-2 の試験中の燃焼液滴/燃焼粒子が報告された、あるいは ISO 5658-2 において着火せず、さらに分類不能と報告された材料のような特殊なケースの場合、以下の要件を追加する。
EN ISO 11925-2 の要件の 30 秒の火炎接触試験。
合格要件は、以下のとおり。
- 60 秒以内に火炎伝播が 150mm 未満であること。
- 燃焼液滴/燃焼粒子がないこと。

[b]
- 試験中、火炎伝播が座面あるいは背もたれの端を超えないこと。
- 試験中、座席表面の最高点より上の火炎高さが 1000mm を超えないこと。
- 発熱速度の最高点が、試験装置の安全上高すぎる場合、その製品は適合していないこととする。

２．２．６　試験方法の概要

表 2.2.6.1 は参照文書の試験方法の概要を示す。

表２．２．６．１ – 試験方法の概要 (1/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T01	EN ISO 4589-2	酸素指数による燃焼性状の定量分析 Part 2: 室温における試験	*OI*	通常は%で報告	最小限度	*OI* は、酸素指数 (Oxygen Index) の略語。
T02	ISO 5658-2	横方向の火災伝播（延焼性）	*CFE*	kW/m^2	最小限度	*CFE* は、消火時の臨界流束（Critical Flux at Extinguishment）の略語
T03.01	ISO 5660-1	火炎に対する反応試験 – 発熱速度、発煙速度および質量減少速度 – Part 1: 発熱速度（コーンカロリーメータ法）	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE* は、最大平均発熱速度（Maximum Average Rate of Heat Emission)。 データ収集間隔は２秒とし、データ収集は 20 分で停止することとする。放射加熱強度は 50kW/m^2 とする。 *ARHE* と *MARHE* の結果は、kW/m^2 の単位で表される。（単位面積あたりの発熱速度）

表２．２．６．１ (2/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T03.02	ISO 5660-1	火炎に対する反応試験 – 発熱速度、発煙速度および質量減少速度 – Part 1: 発熱速度（コーンカロリーメータ法）	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE*は、最大平均発熱速度（Maximum Average Rate of Heat Emission)。 データ収集間隔は２秒とし、データ収集は20分で停止することとする。放射加熱強度は25kW/m^{2}とする。 *ARHE*と*MARHE*の結果は、kW/m^{2}の単位で表される。(単位面積あたりの発熱速度)
T04	EN ISO 9293-1	床材の水平方向の延焼性に対する放射パネル試験	*CHF*	kW/m^2	最小限度	*CHF*は、消火時の臨界熱流束（Critical Heat Flux at extinguishment)。
T05	EN ISO 11952-2	火炎に直接曝された時の着火	30秒の火炎接触		60秒以内に150mm以上延焼しないこと	

表２．２．６．１ (3/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T06	ISO/TR 9705-2	切り裂かれた座席のファニチャーカロリーメータ試験	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE* は、最大平均発熱速度 (Maximum Average Rate of Heat Emission)。 Annex B を参照のこと。 *MARHE* の結果は、kW の単位で表される。
T07	EN ISO 12952-2	繊維製品 – 寝具製品の着火性の評価 – Part 2: 着火源:マッチの炎と同等のもの	燃焼後の時間	s	最大限度	着火なしは、以下のように定義される。 – 燃焼の持続が 10 秒未満。 – 火炎がいずれの試験片の端を超えない。
T08	ISO 2592 ISO 2719	発火点と引火点の測定 – クリーブランド開放法	クラス K 発火点	℃	最小限度	
T09.01	EN 60332-1-2	電気ケーブルおよび光ファイバーケーブルの火災条件下における試験 – Part 1-2: 単一の絶縁電線および絶縁ケーブル用の垂直延焼性試験 – 1kW の予混合火炎の方法	炭化領域の高さおよび未燃焼領域の高さ	mm	ケーブルの未燃焼長さ>50mm	全てのケーブルに対する予備試験。 「燃焼部」および「未燃焼部」の定義は、試験方法の Annex A で与えられる。

表２．２．６．１ (4/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T09.02	EN 60332-3-24	火災条件下におけるケーブルの一般的な試験方法	前面および背面の炭化領域の高さ	m	最大限度 2.5	直径が 12mm 以上（$D \geq 12mm$）のケーブルの試験。
T09.03	EN 50305:2002, 9.1.1	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル – 試験方法	前面および背面の炭化領域の高さ	m	最大限度 2.5	直径が 6mm を超過し、12mm 未満（$6mm < D < 12mm$）のケーブルの試験。
T09.04	EN 50305:2002, 9.1.2	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル – 試験方法	前面および背面の炭化領域の高さ	m	最大限度 1.5	直径が 6mm 以上（$D \leq 6mm$）のケーブルの試験。
T10.01	EN ISO 5659-2	プラスチック – 煙の発生 – Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S	無次元	最大限度	放射加熱強度 50kW/m²、口火なし。試験時間は 10 分。 D_S (4)は、4 分間後におけるテストチャンバー内の光学密度に、計器および試験片の大きさに依存する係数を乗じたもの。（4 分後間の比光学密度）

表２．２．６．１ (5/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T10.02	EN ISO 5659-2	プラスチック － 煙の発生 － Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	VOF_4	min	最大限度	放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。試験時間は 10 分。 VOF_4 は、試験の最初の 4 分間の比光学密度 (D_S) の累積値。
T10.03	EN ISO 5659-2	プラスチック － 煙の発生 － Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S max	無次元	最大限度	D_S max は、テストチャンバー内の最大光学密度。試験時間は 10 分。 放射加熱強度 25kW/m^2、口火あり。
T10.04	EN ISO 5659-2	プラスチック － 煙の発生 － Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S max	無次元	最大限度	D_S max は、テストチャンバー内の最大光学密度。試験時間は 10 分。 放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。
T11.01	EN 45545-2:2013 Annex C	FTIR 技術を用いた EN ISO 5659-2 スモークチャンバーのガス分析	4 分間後および 8 分間後における GIT_G	無次元	最大限度	CIT は、毒性の従来の指数 (Conventional Index of Toxicity)。 放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。試験時間は 10 分。

表２．２．６．１ (6/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T11.02	EN 45545-2:2013 Annex C	FTIR 技術を用いた EN ISO 5659-2 スモークチャンバーのガス分析	4 分間後および 8 分間後における GIT_G	無次元	最大限度	*CIT* は、毒性の従来の指数（Conventional Index of Toxicity)。 放射加熱強度 25kW/m^2、口火あり。試験時間は 10 分。
T12	NF X70-100-1 NF X70-100-2	3.1.5 に記載されている 8 種類のガスに対するガス分析	GIT_{NLP}	無次元	最大限度	炉内温度 600℃。 リスト外の製品の毒性。
T13	EN ISO 5659-2	限定条件下におけるケーブルの燃焼による煙濃度の測定 - Part 2: 試験手順と試験条件	透過率	無次元 透過率は%で報告	最小限度	使用される装置は EN 61034 に記載されている。
T14	EN 13501-1	EN 13501-1、建造物と建築材料の耐火等級 - Part 1:火炎に対する反応試験によるデータを用いた等級	表 1	無次元 等級	最小限度	EN ISO 1182 および EN ISO 1716:2010 の A.1、A.2 に準拠する等級。

表２．２．６．１ (7/7)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T15	EN 50305	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル – 試験方法	*ITC*	無次元等級	最大限度	
T16	EN 60695-2-11	火災危険性試験 – Part 2-11: 赤熱した線／熱線に基づく試験 – 最終製品のためのグローワイヤー燃焼性試験方法	グローワイヤー温度	℃	最小限度	
T17	EN 60695-11-10	火災危険性試験 – Part 11-10: 試験炎 – 50W の水平および垂直燃焼試験方法	小規模垂直炎試験	無次元等級	最小限度	

第 3 章　実験

３．　実験

３．１　実験目的

本実験の最終的な目的は、国土交通省の定める技術基準の解説書（以下、技術基準）に示されている試験方法（以下、45°法試験）における燃焼性規格を定量化し、EN45545-2（EN 規格）との相対的な比較により、現行の日本の火災安全基準の課題を抽出することである。

今回の実験では、ISO 5660-1 コーンカロリーメータ試験、ISO 5959-2 スモークデンシティチャンバー試験（以下、SDC 試験）および 45°法試験において熱源から試験片へ入射する熱流束の計測および、日本・欧州双方の基準に準拠する燃焼性試験による新幹線の座席に使用されていた材料の燃焼性評価および 45°法試験における材料の燃焼特性値の計測により、45°法試験の有効性を相対的に評価することを目的とする。

３．２　実験概要

同一の材料に対して、45°法試験および EN 規格で定められている部材ごとの要件で規定されている試験を行い、各試験における試験片への入射熱流束および材料の燃焼特性値を計測した。本研究では、材料として旧国鉄 0 系新幹線の座席に用いられていた表地及び詰め物を選択した。EN 規格において、座席の表地及び詰め物は要件 R21 を満たすことが求められており、要件 R21 には、コーンカロリーメータ試験、SDC 試験、FTIR を用いた SDC 試験が規定されている。なお、本研究では材料の着火性・発燃性・発煙性について着目するため、FTIR を用いた SDC 試験については実施しないこととした。

３．３　実験日および実験場所

＜実験準備日＞

2015 年 11 月 4 日（水)、6 日（金)、9 日（月)、11 日（水）

＜実験準備日＞

2015 年 11 月 16 日（月)、17 日（火)、20 日（金)、22 日（日)、30 日（月）

12 月 21 日（月)、22 日（火)、26 日（土)、28 日（月）

＜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

コーンカロリーメータ室

３．４　入射熱流束の計測

実施する試験のうち、コーンカロリーメータ試験および 45° 法試験において試験片へ入射する熱流束を計測した。計測点は、図 3.4.1 に示すように設定した。コーンカロリーメータ試験については、放射加熱強度 25kW/m^2 の条件で 5 分間計測を実施した。45° 法試験については、各計測点において 3 回ずつ、計測した。

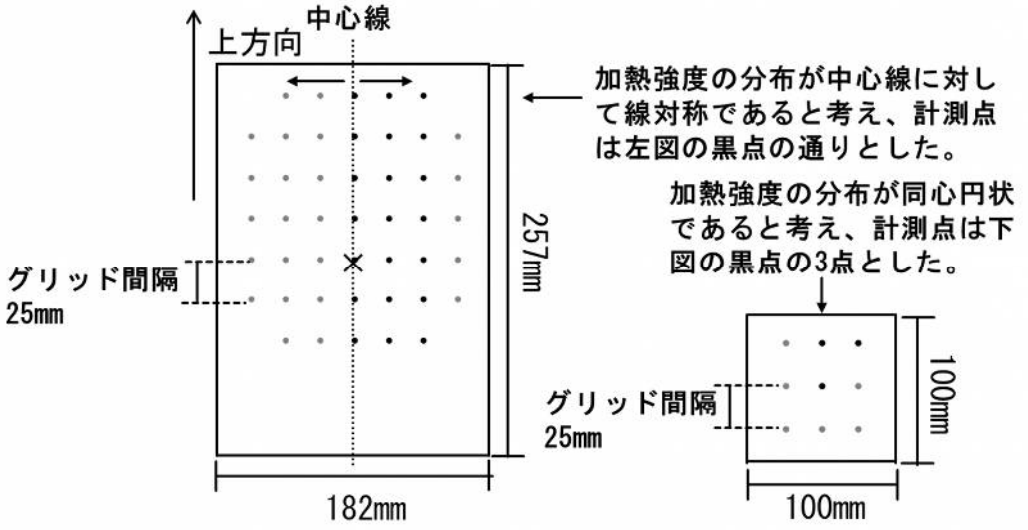


図 3.4.1　熱流束の計測点
（左:45° 法試験、右:コーンカロリーメータ試験）

３．４．１　コーンカロリーメータ試験における入射熱流束の計測

コーンカロリーメータ試験において、ヒーターから試験片へ入射する熱流束を計測した。熱流束の計測には、ISO 5660 コーンカロリーメータ試験装置の放射加熱強度の計測に使用されている熱流計を用いた。

計測点は、図 3.4.1.1 に示すように、受熱面の中心から 25mm 間隔のグリッドを引いたとき、交点となる計 9 点を設定した。また、ヒーターから試験片へ入射する熱流束の分布が同心円状であると考えたため、実際の計測点は図 3.4.1.1 において丸印を付けた 3 点とした。

計測方法は、中心点からの計測点の距離をそれぞれ±0mm、+25mm、+35mm とし、熱流計の設置位置をずらして（図 3.4.1.2 参照)、ヒーターの加熱強度の安定後、各設置位置における 5 分間の熱流束を計測した。

ヒーターの放射加熱強度は、25kW/m^2 に設定した。

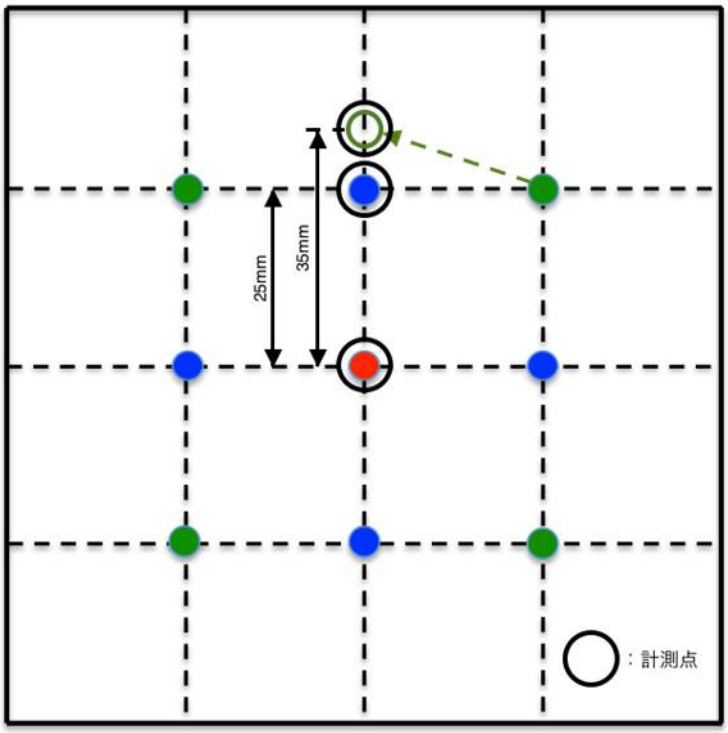


図 3.4.1.1　コーンカロリーメータ試験における入射熱流束の計測点

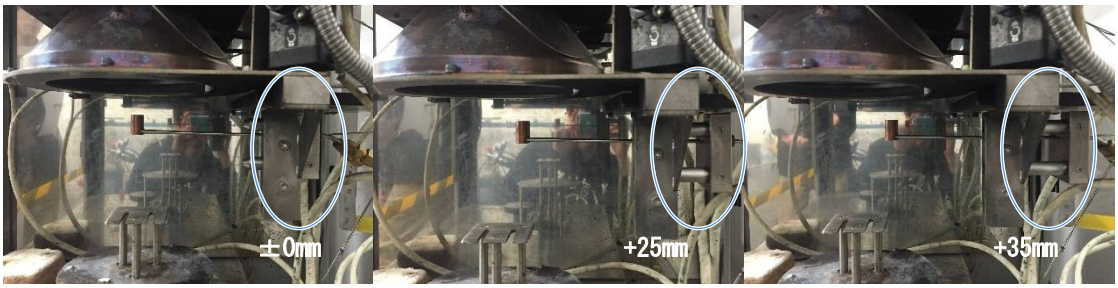


図 3.4.1.2　熱流計の設置位置

３．４．２　45°法試験における入射熱流束の計測

45°法試験において、アルコールの火炎から試験片へ入射する熱流束を計測した。
熱流束の計測には、中心点以外の計測点については 3.4.1 と同様にコーンカロリーメータ試験装置の熱流計を用い、中心点のみ入射熱流束がコーンカロリーメータ試験装置の熱流計の計測可能範囲を超過することが予想されたため、CAPTEC 製の円筒型熱流計（水冷式・全熱流束型）を用いた。

計測点の設定は、試験片が火源からの熱を受けると考えられる範囲に限定し、さらに火源から試験片へ入射する熱流束の分布が鉛直方向の中心線に対して左右対称であると考えたため、図 3.4.2.3 に示す通りとした。この図において、色とアルファベットは計測に用いた４枚のケイ酸カルシウム板を示しており、数字は計測点の番号を示している。
また、B2、B4、B6、D2、D4 の 5 点については、隣接する各点の計測結果から、火源からの熱をほとんど受けないと判断したため、計測を実施しないこととした。

計測方法は、試験片の大きさに切り出したケイ酸カルシウム板に、設定した計測点の中心に熱流計の中心が一致するような穴を開け（図 3.4.2.2 参照）、計測を実施する点に熱流計を設置し、各計測点につき 3 回ずつ入射熱流束を計測した。このとき、他の計測点の穴からの熱の損失を考慮し、計測点を 4 枚の計測用ケイ酸カルシウム板（A、B、C、D）に分け、さらに計測を実施する計測点の上方に他の計測点がある場合は、熱の損失を防ぐためにグラスウールを詰めて計測を実施した。
計測用ケイ酸カルシウム板、アルコール容器の設置およびアルコールへの着火は、国土交通省の定める技術基準の解説書に示されている方法に準じて実施した。また、アルコール燃焼を安定させるために用いるグラスウールの量について、燃焼の再現性を高めるため、125.0～130.0mg となるように計量し、使用した。

図 3.4.2.1　熱流束計測の様子

図 3.4.2.2　CAPTEC 製 円筒型熱流計（左)、計測用ケイ酸カルシウム板（右）

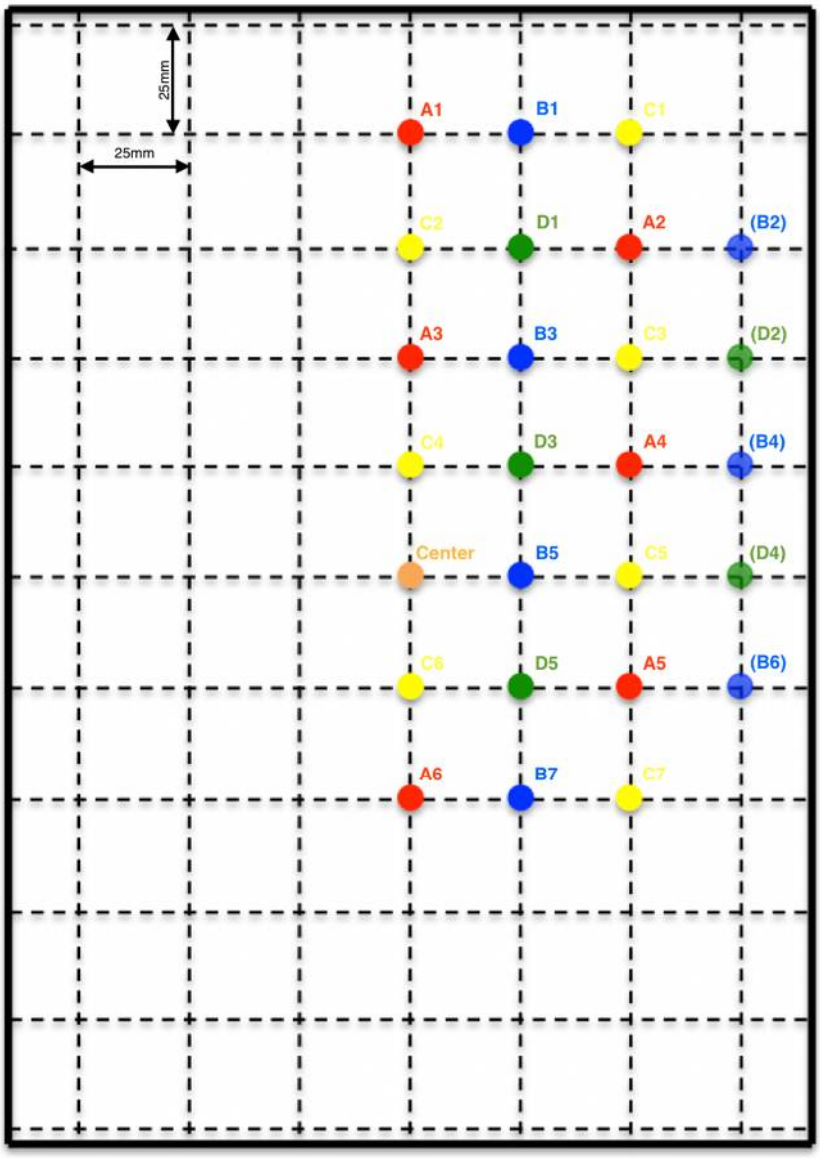


図 3.4.2.3　45° 法試験における入射熱流束の計測点

３．４．３　実験結果および考察

３．４．３．１　コーンカロリーメータ試験における入射熱流束

計測結果を図 3.4.3.1.1 に示す。この結果から、放射加熱強度 25kW/m^2 の加熱条件において、計測点が中心から外側へ遠ざかるにつれ、入射熱流束に微小な誤差が生じることがわかった。このとき、試験装置で設定した放射加熱強度を 100%とすると、生じる誤差は計測に用いた熱流計の精度である±3%以内に収まっている。このことから本研究では、コーンカロリーメータ試験において試験片へ入射する熱流束は、それぞれ一様に放射加熱強度の設定値である 25kW/m^2 であると考えることとした。

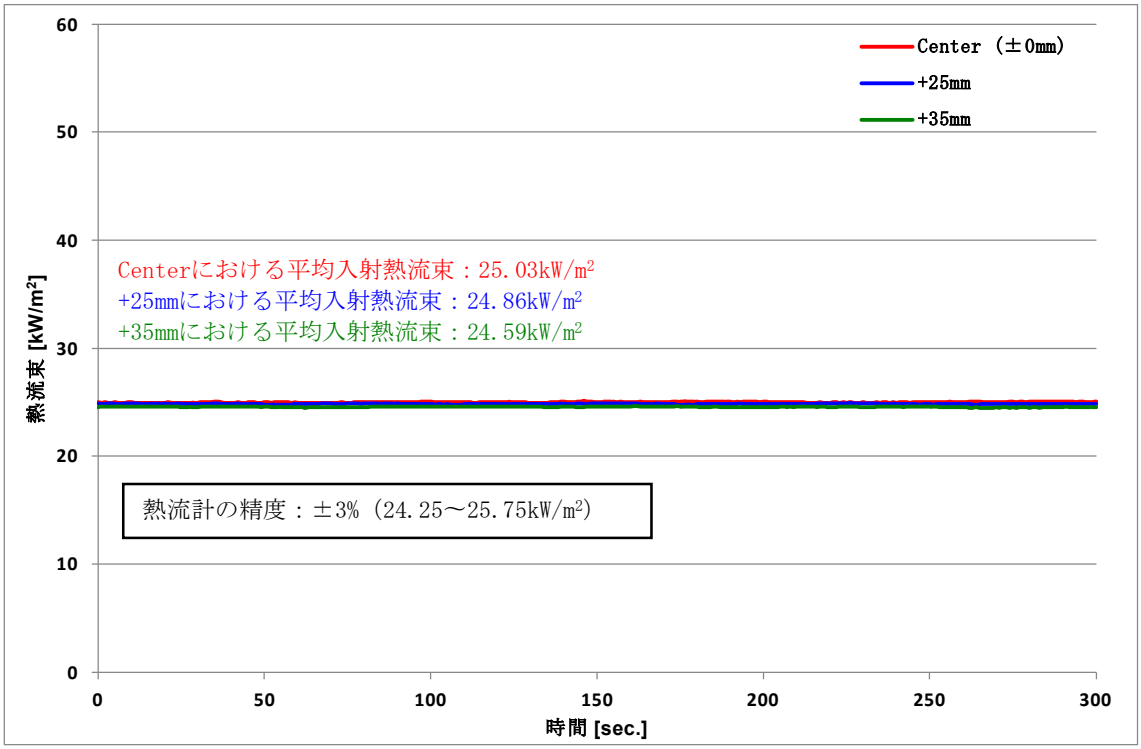


図 3.4.3.1.1　放射加熱強度 25kW/m^2 おける入射熱流束

３．４．３．２　45° 法試験における入射熱流束

計測結果のまとめを表 3.4.3.2.1 に示す。また、各計測点における入射熱流束の推移を図 3.4.3.2.1 から図 3.4.3.2.21 に、全体における入射熱流束の 10 秒毎の推移を図 3.4.3.2.22 から図 3.4.3.2.34 で示す。

計測結果から、Center および C4 において平均入射熱流束が 25kW/m^2 を超えていることがわかったため、中心点および中心点の上方への加熱条件は十分であると考えた。しかし、A3 を境に平均入射熱流束が 10kW/m^2 を下回っているため、試験片上端付近への加熱は十分でないと考えた。

中心点の下方向については、中心点の下方に隣接する C6 における平均入射熱流束が 1.5kW/m^2 程度であることから、熱の影響をほとんど受けておらず、試験片の下方への加熱は不十分であると考えた。

中心点の横方向については、隣接する B5 においては平均入射熱流束 6kW/m^2 程度の熱を受けているが、その隣の C5 における平均入射熱流束が 0.1kW/m^2 であるため、試験片の横方向への加熱も不十分であると考えた。

以上のことから、45° 法試験のアルコール燃焼による加熱条件は、中心点付近についての加熱は十分であるが、下方向や横方向への加熱は不十分であり、試験片全体で見たときに十分に熱の影響を受けている範囲が非常に小さいということがわかった。

表 3.4.3.2.1　45° 法試験における入射熱流束の計測結果 (1/3)

計測点	回数	グラスウール [mg]	燃焼時間 [sec.]	最大入射熱流束 [kW/m²]	平均入射熱流束 [kW/m²]
Center	1	128.1	105	51.13	32.90
	2	127.8	119	51.46	32.63
	3	128.7	102	50.87	32.94
A1	1	126.8	91	10.64	4.80
	2	127.7	91	9.84	4.08
	3	126.7	89	12.18	5.48
A2	1	129.0	92	3.27	1.45
	2	128.3	89	2.74	1.33
	3	129.1	94	3.18	1.45
A3	1	127.2	94	42.41	16.93
	2	126.9	91	41.44	17.86
	3	127.7	93	38.57	16.04
A4	1	126.5	97	0.62	0.17
	2	128.7	91	2.16	0.31
	3	128.6	91	0.97	0.24
A5	1	126.8	93	0.26	0.17
	2	127.9	92	0.26	0.17
	3	127.6	90	0.26	0.18
A6	1	127.4	96	0.18	0.08
	2	127.9	97	0.04	0.04
	3	127.3	92	0.22	0.16
B1	1	127.1	92	7.37	3.29
	2	128.5	100	7.37	3.22
	3	127.2	90	8.65	4.01
B3	1	126.5	94	16.98	7.81
	2	126.7	92	16.02	7.44
	3	127.3	92	15.22	7.12

※測定点 A1、A3 では、平均入射熱流束の結果に 30%程のずれがある。

表 3.4.3.2.1　45° 法試験における入射熱流束の計測結果 (2/3)

計測点	回数	グラスウール [mg]	燃焼時間 [sec.]	最大入射熱流束 [kW/m²]	平均入射熱流束 [kW/m²]
B5	1	128.6	96	15.12	5.81
	2	126.4	95	12.91	5.88
	3	126.8	96	17.04	6.74
B7	1	126.6	90	0.15	0.07
	2	128.1	97	0.13	0.05
	3	126.9	91	0.13	0.05
C1	1	127.5	93	2.29	0.83
	2	126.3	91	2.43	0.74
	3	126.9	91	2.07	0.76
C2	1	128.0	85	14.65	6.36
	2	126.2	97	15.31	6.81
	3	127.6	92	15.05	7.04
C3	1	127.5	92	2.52	0.68
	2	127.5	95	2.34	0.76
	3	128.1	94	2.25	0.73
C4	1	128.8	101	52.87	28.67
	2	126.9	97	52.03	28.09
	3	129.9	102	51.32	28.12
C5	1	127.1	104	0.18	0.12
	2	127.6	99	0.22	0.13
	3	129.9	90	0.26	0.15
C6	1	127.1	89	1.99	1.24
	2	128.2	90	2.87	1.64
	3	129.1	91	2.34	1.40
C7	1	126.6	97	0.18	0.11
	2	126.5	91	0.18	0.11
	3	127.4	89	0.22	0.13

※平均入射熱流束が大きな値になる点(C4)では安定している。

表 3.4.3.2.1　45° 法試験における入射熱流束の計測結果（3/3）

計測点	回数	グラスウール [mg]	燃焼時間 [sec.]	最大入射熱流束 [kW/m²]	平均入射熱流束 [kW/m²]
D1	1	125.6	92	11.55	5.27
	2	127.6	94	13.20	6.02
	3	126.6	94	11.61	4.99
D3	1	127.2	99	20.56	9.60
	2	126.2	91	27.94	11.57
	3	125.4	88	22.93	10.67
D5	1	127.4	92	0.43	0.27
	2	129.7	89	0.94	0.33
	3	126.5	89	0.54	0.32

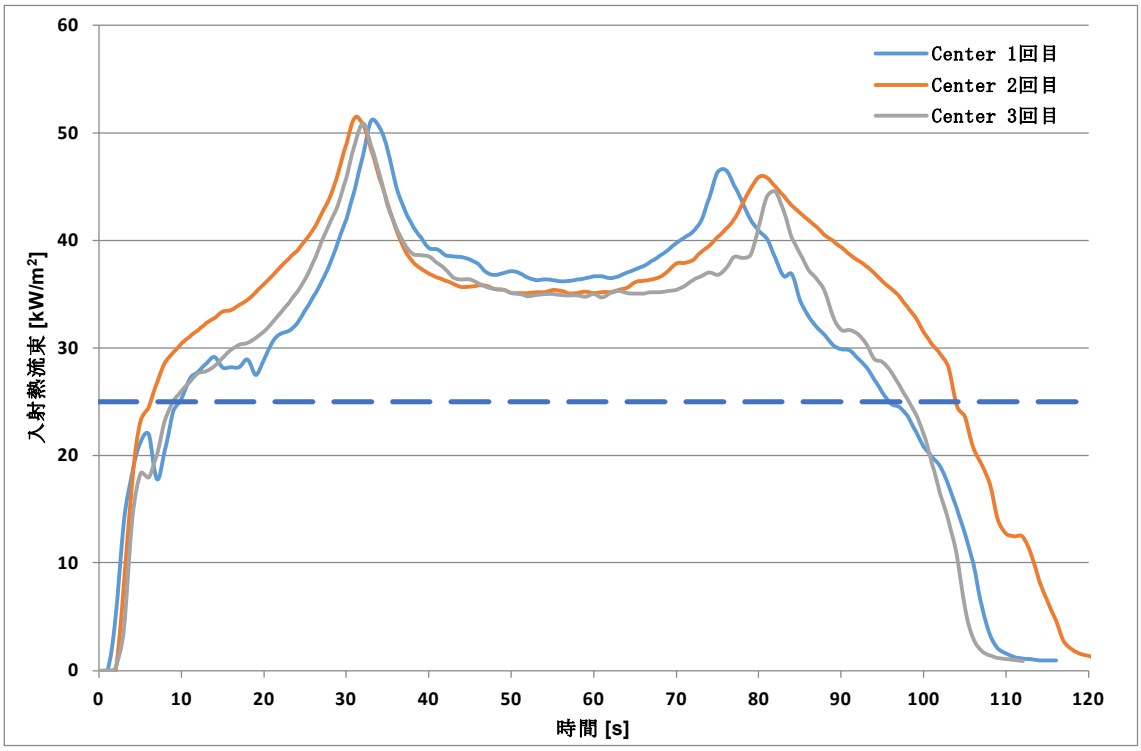


図 3.4.3.2.1　Center における入射熱流束の推移

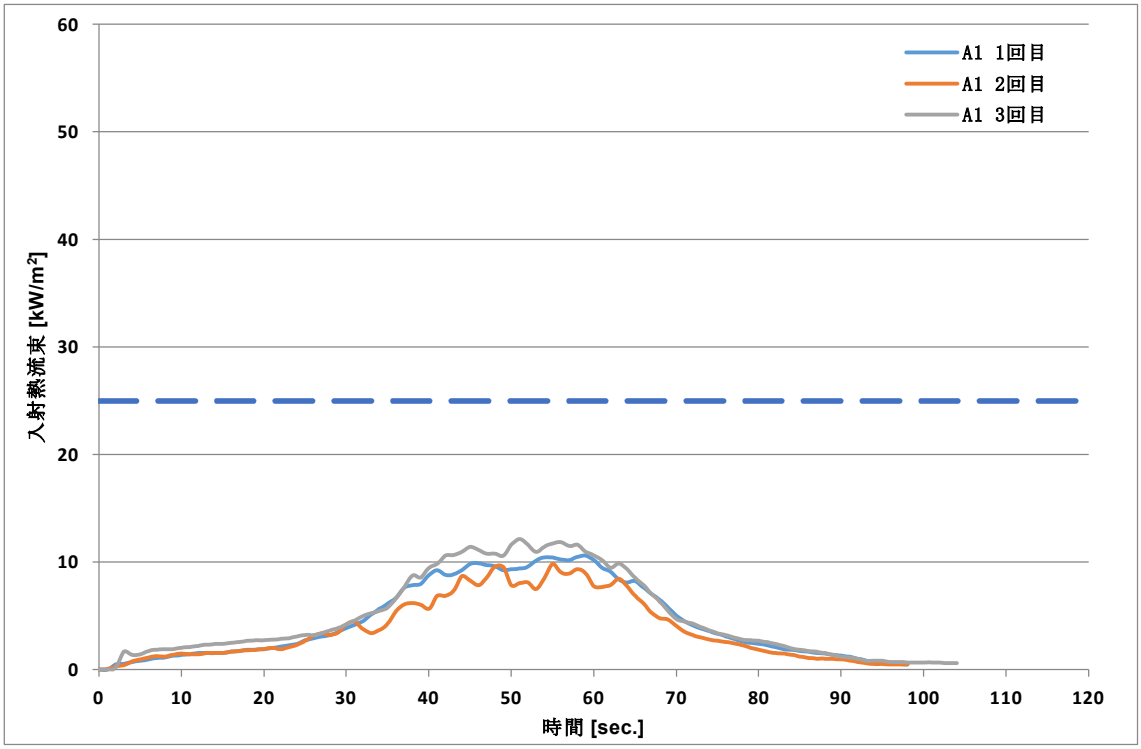


図 3.4.3.2.2　A1 における入射熱流束の推移

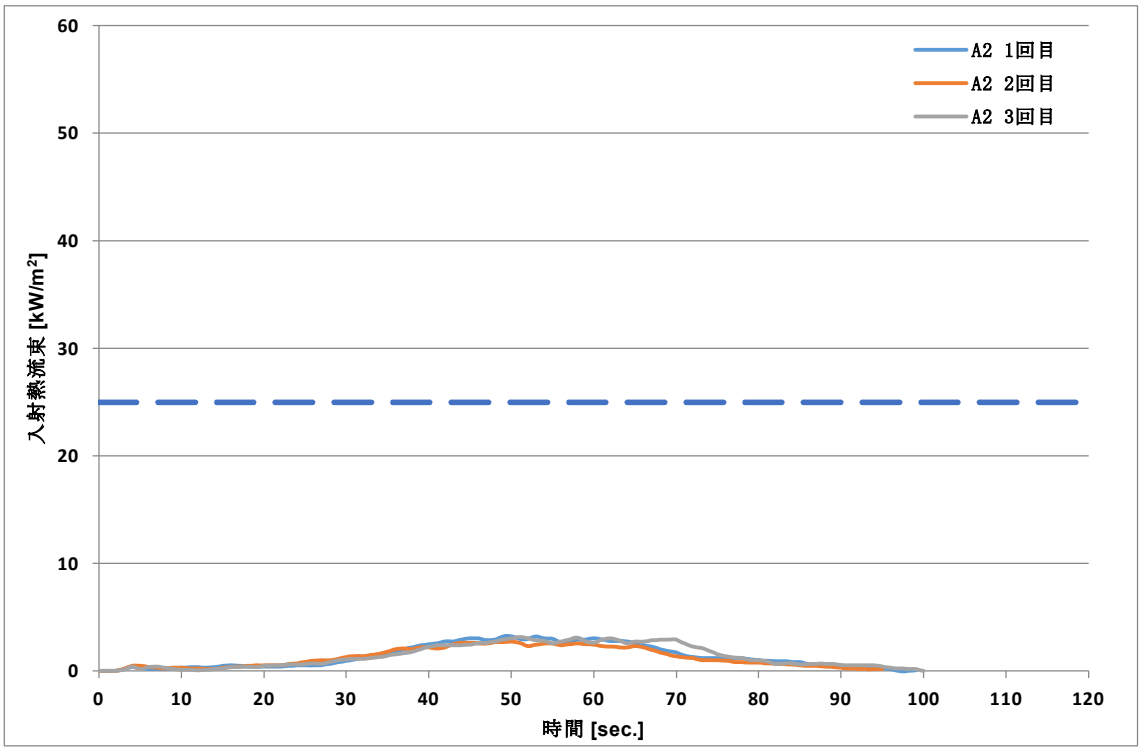


図 3.5.2.3　A2 における入射熱流束の推移

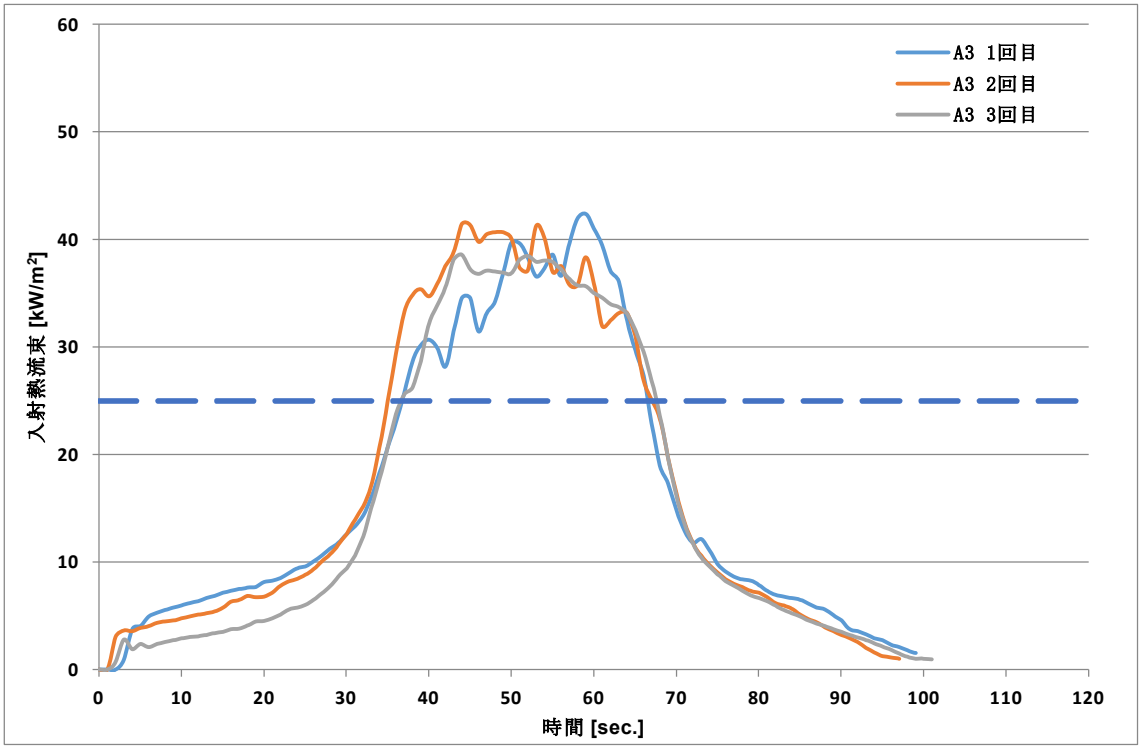


図 3.4.3.2.4　A3 における入射熱流束の推移

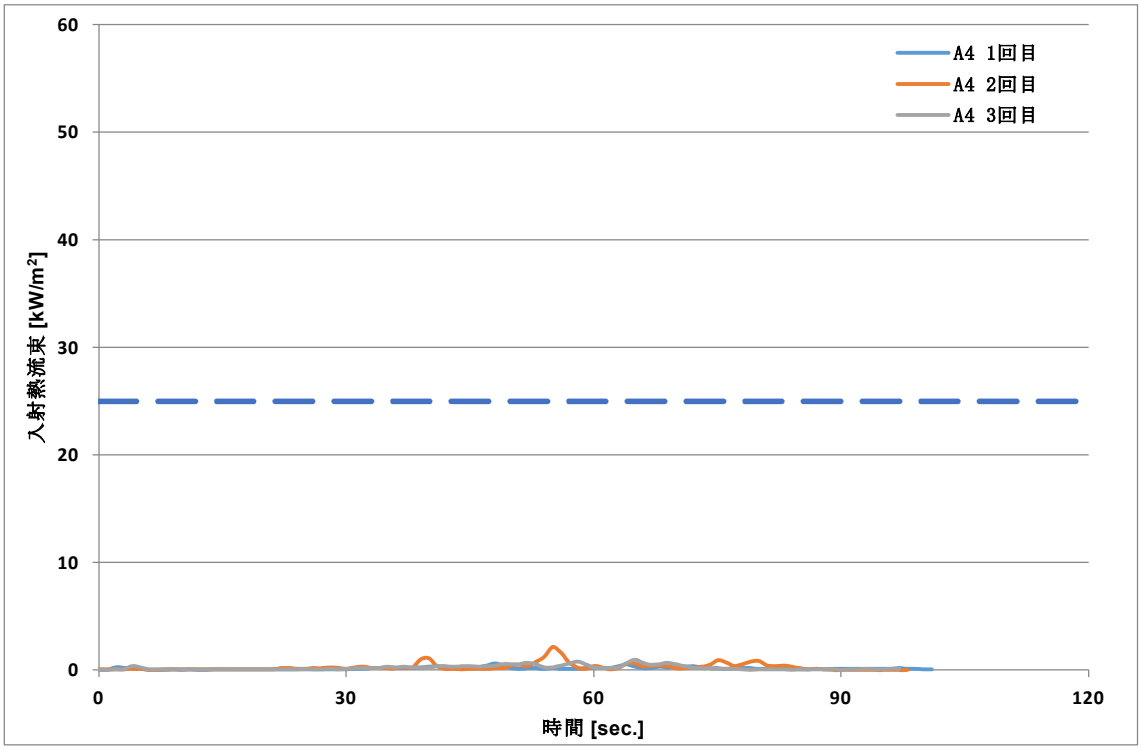


図 3.4.3.2.5　A4 における入射熱流束の推移

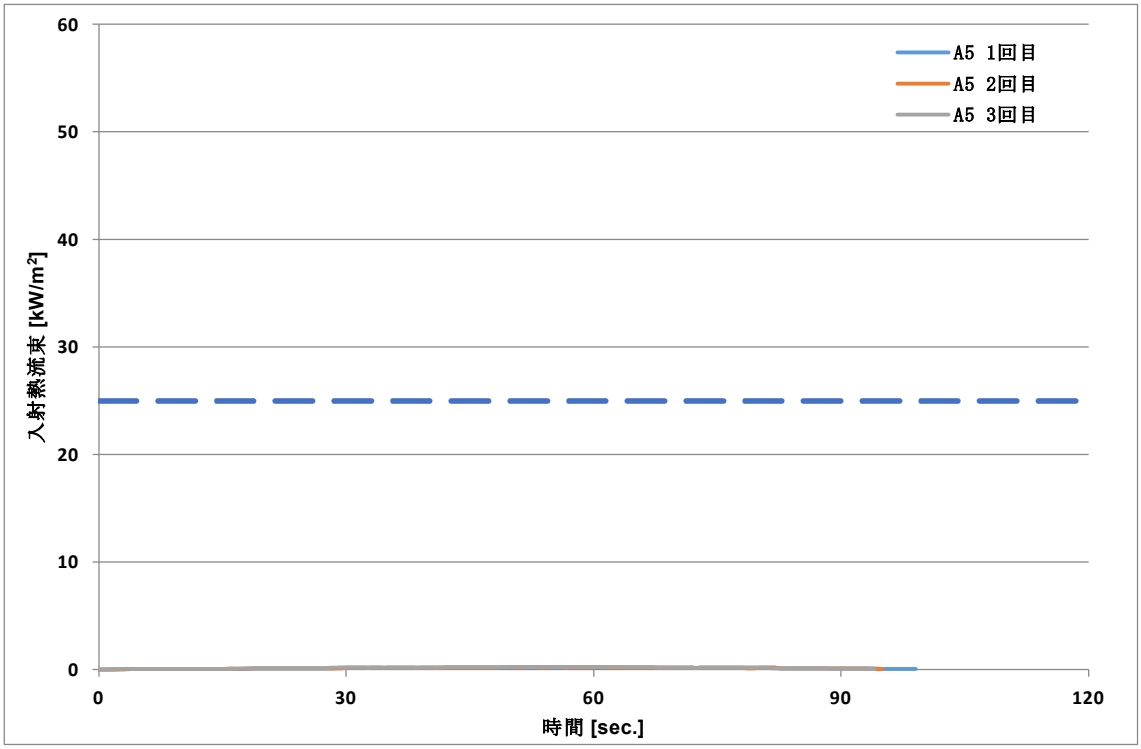


図 3.4.3.2.6　A5 における入射熱流束の推移

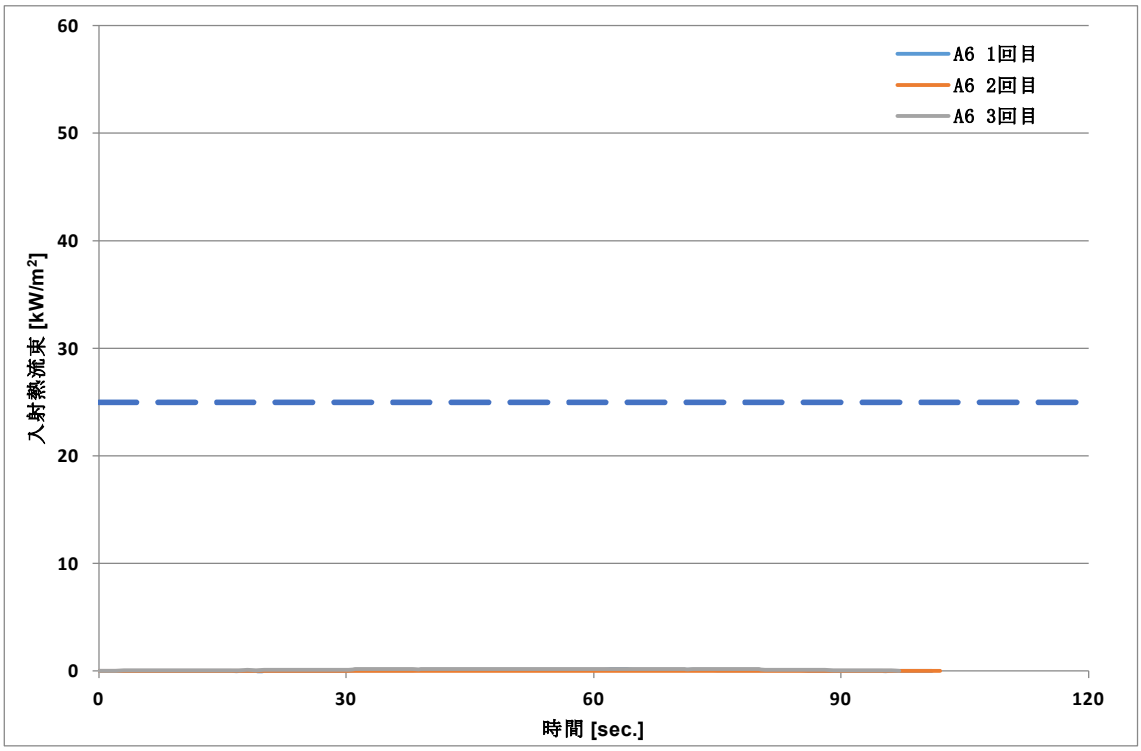


図 3.4.3.2.7　A6 における入射熱流束の推移

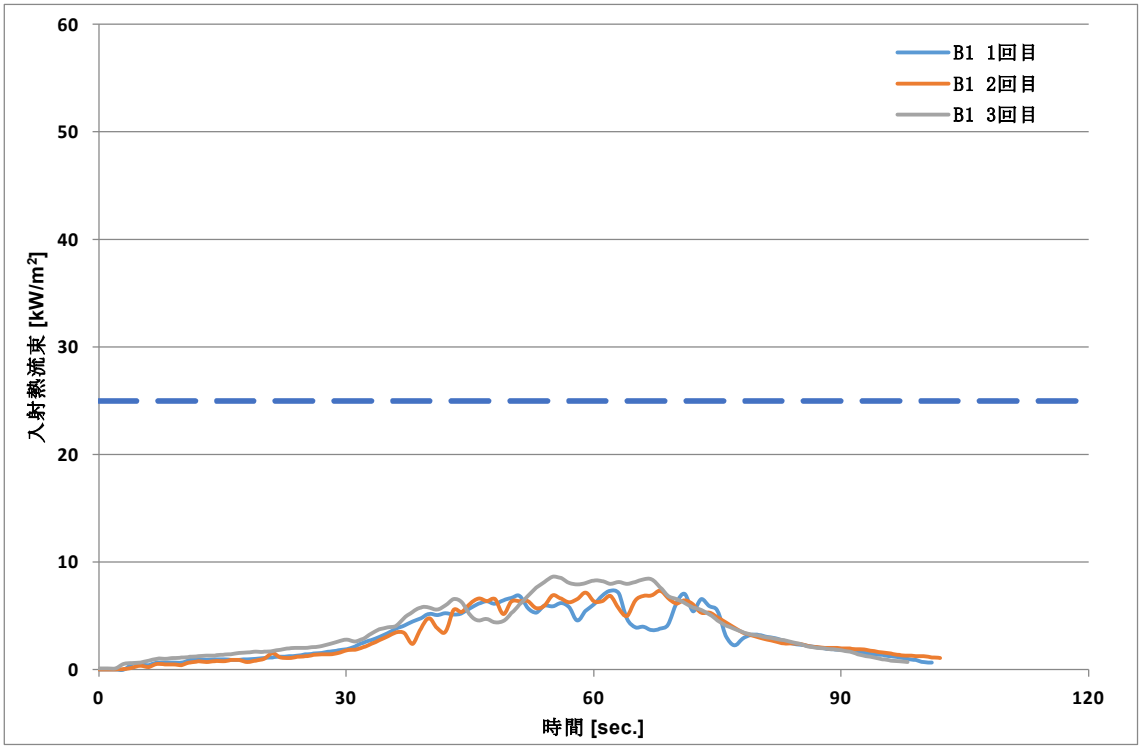


図 3.4.3.2.8　B1 における入射熱流束の推移

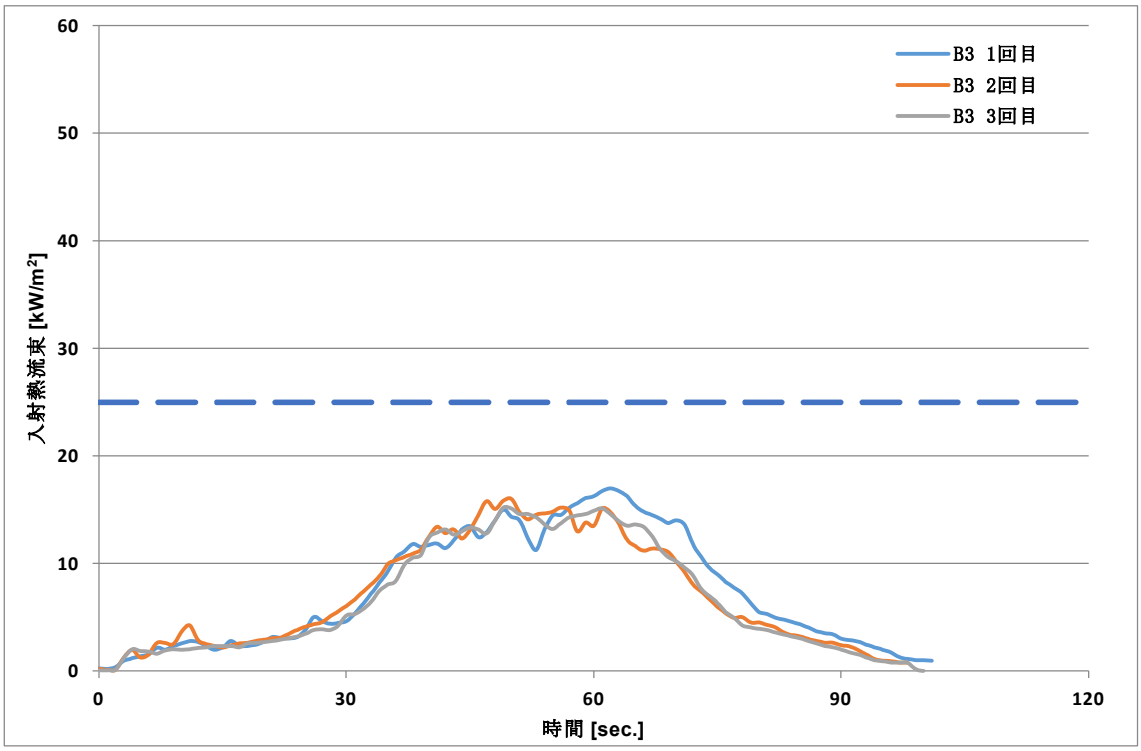


図 3.4.3.2.9　B3 における入射熱流束の推移

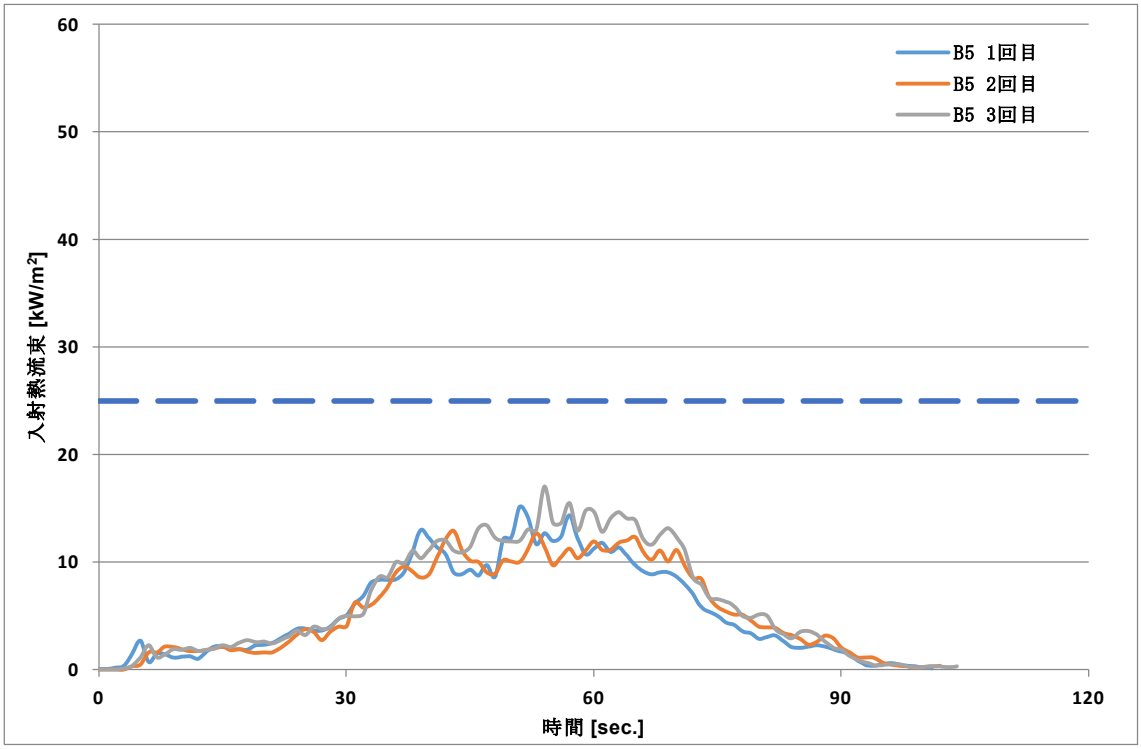


図 3.4.3.2.10　B5 における入射熱流束の推移

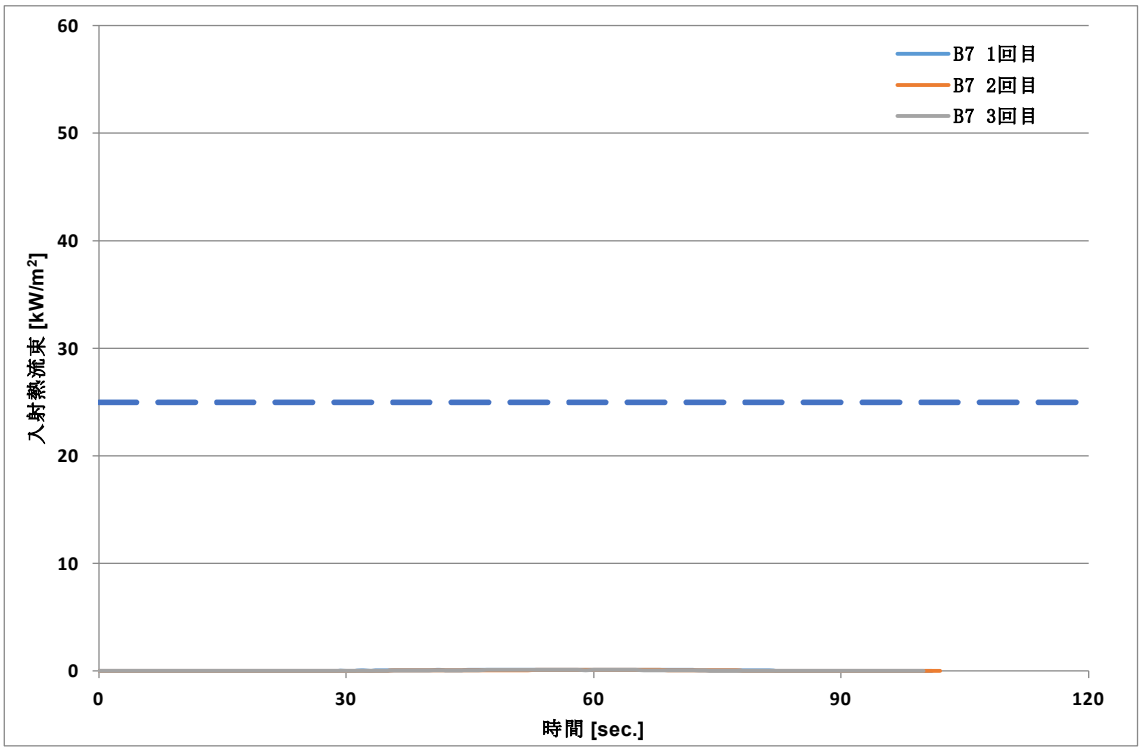


図 3.4.3.2.11　B7 における入射熱流束の推移

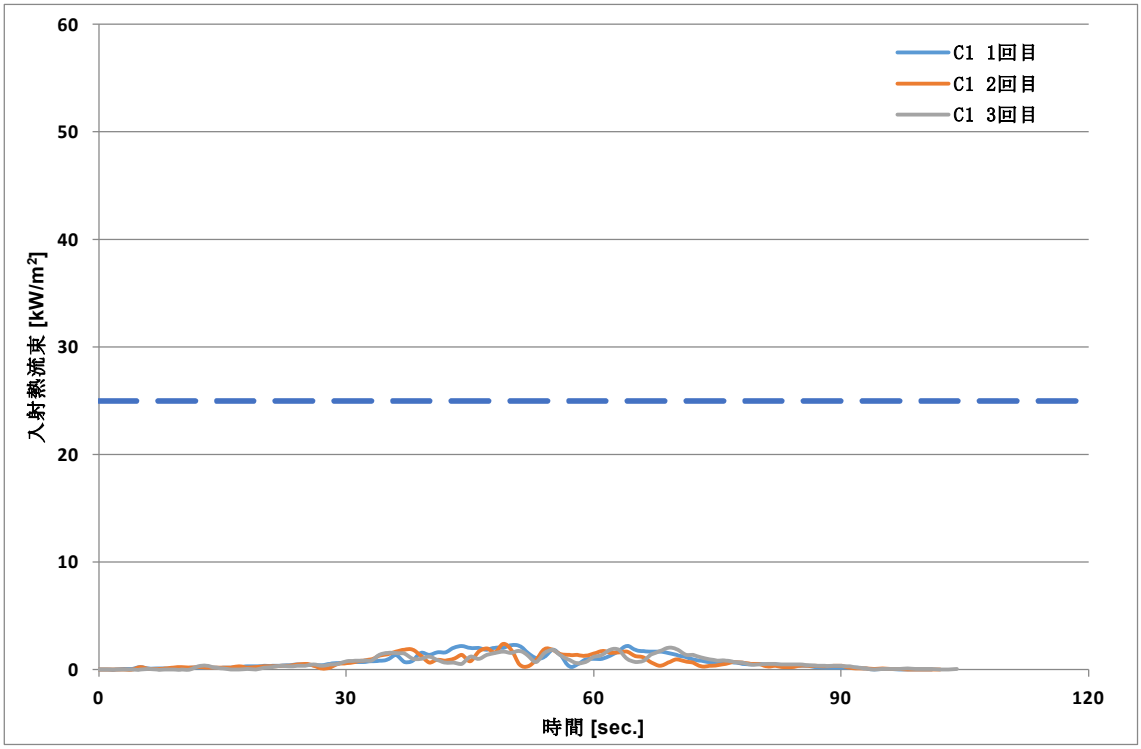


図 3.4.3.2.12　C1 における入射熱流束の推移

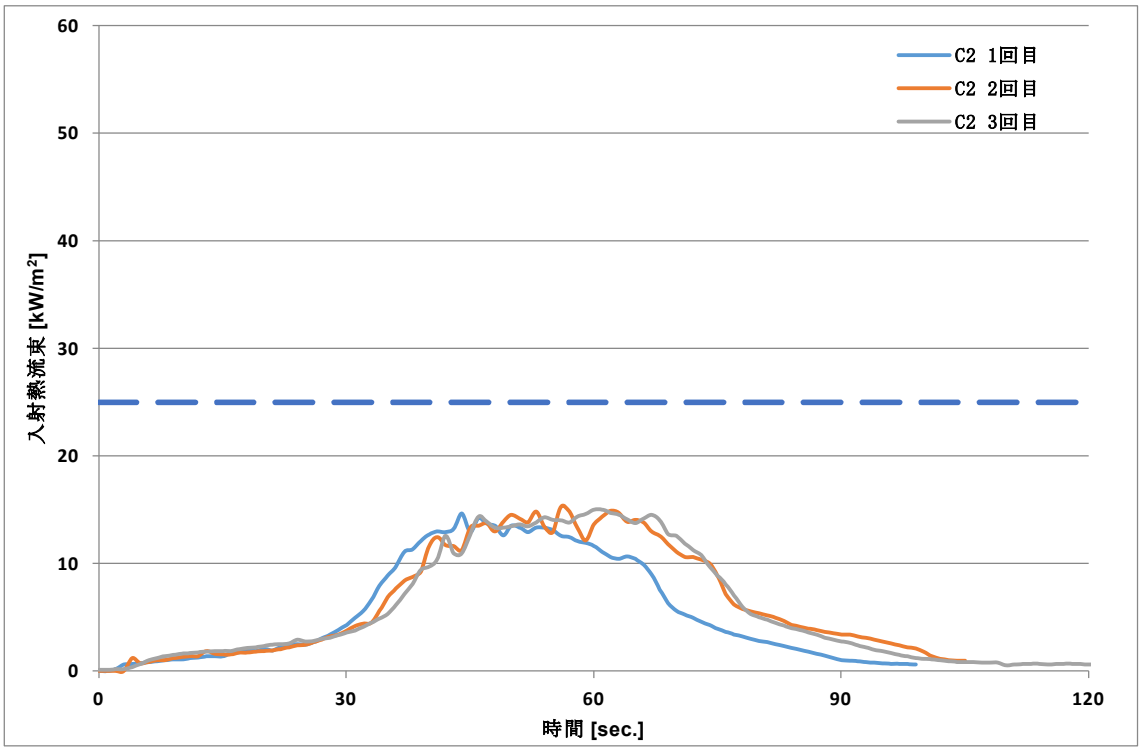


図 3.4.3.2.13　C2 における入射熱流束の推移

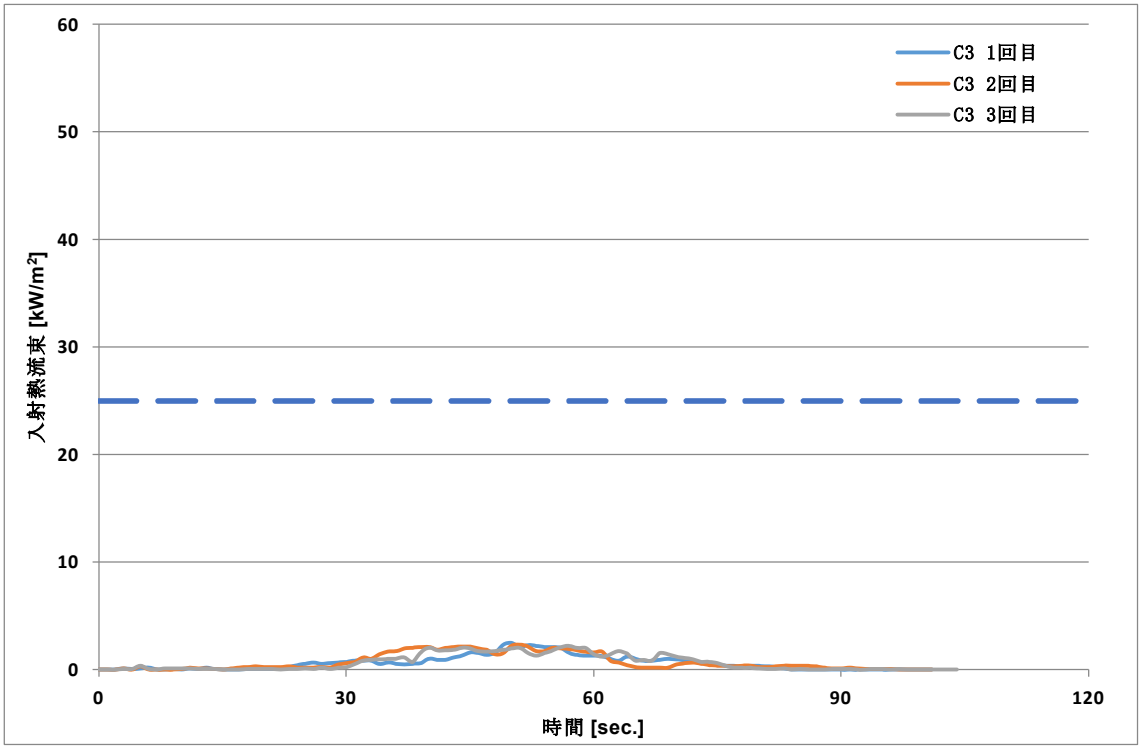


図 3.4.3.2.14　C3 における入射熱流束の推移

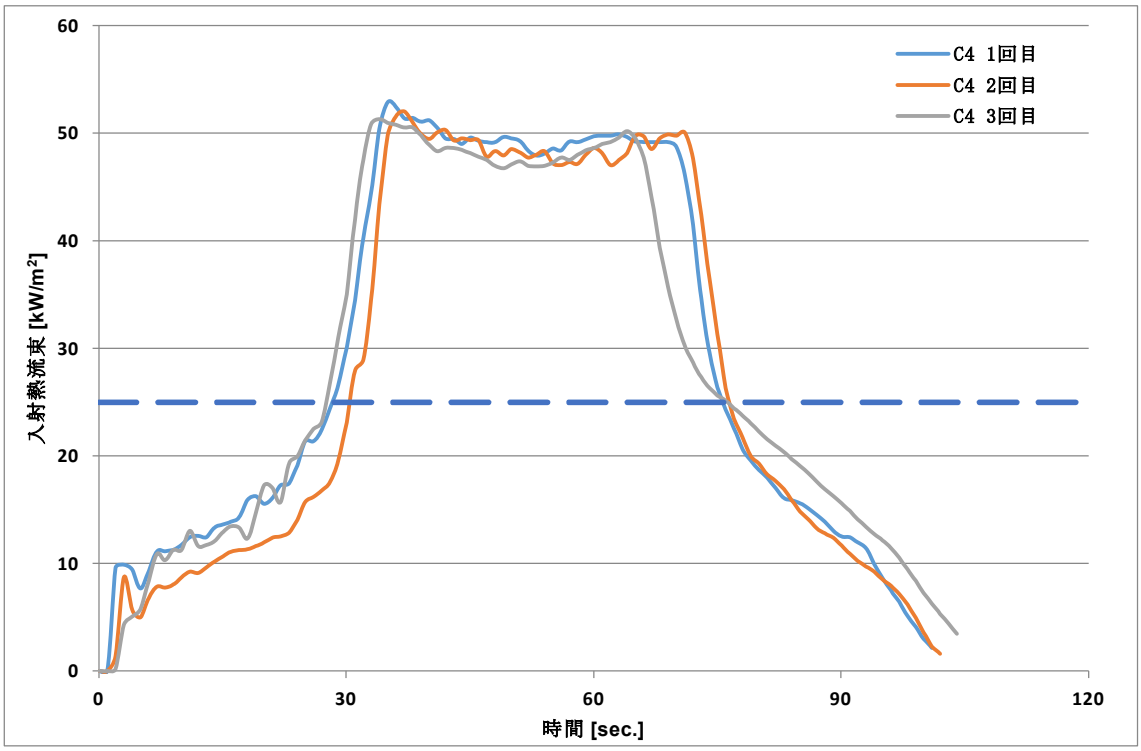


図 3.4.3.2.15　C4 における入射熱流束の推移

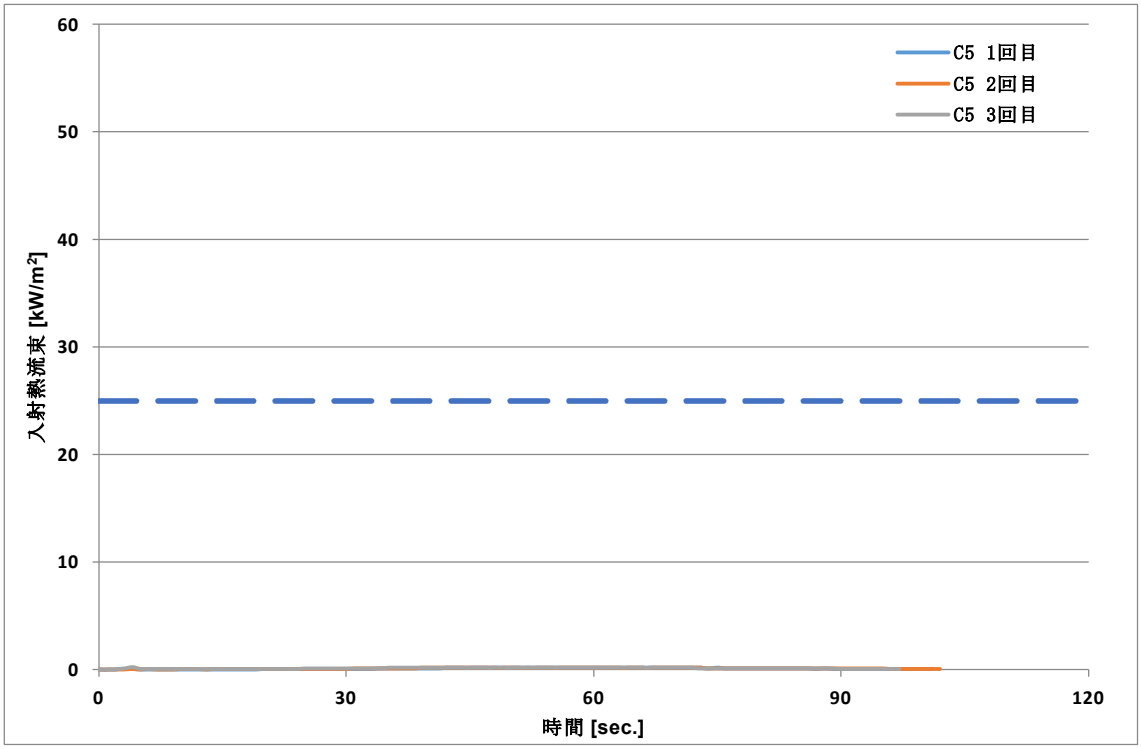


図 3.4.3.2.16　C5 における入射熱流束の推移

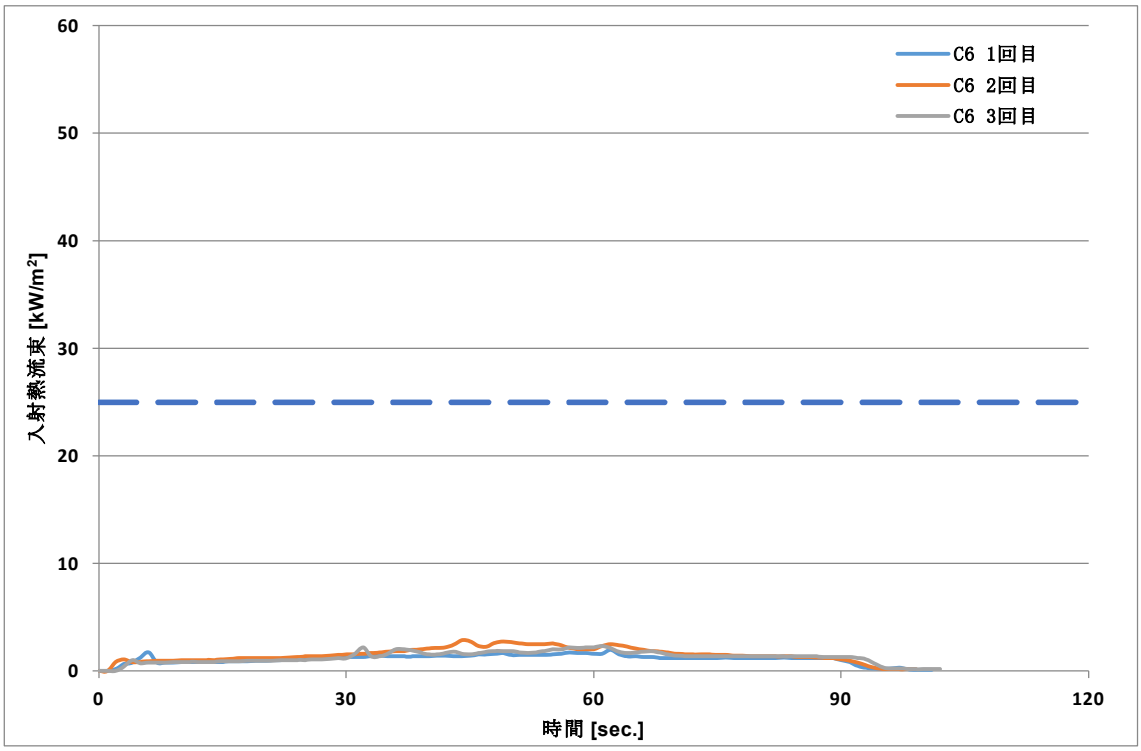


図 3.4.3.2.17　C6 における入射熱流束の推移

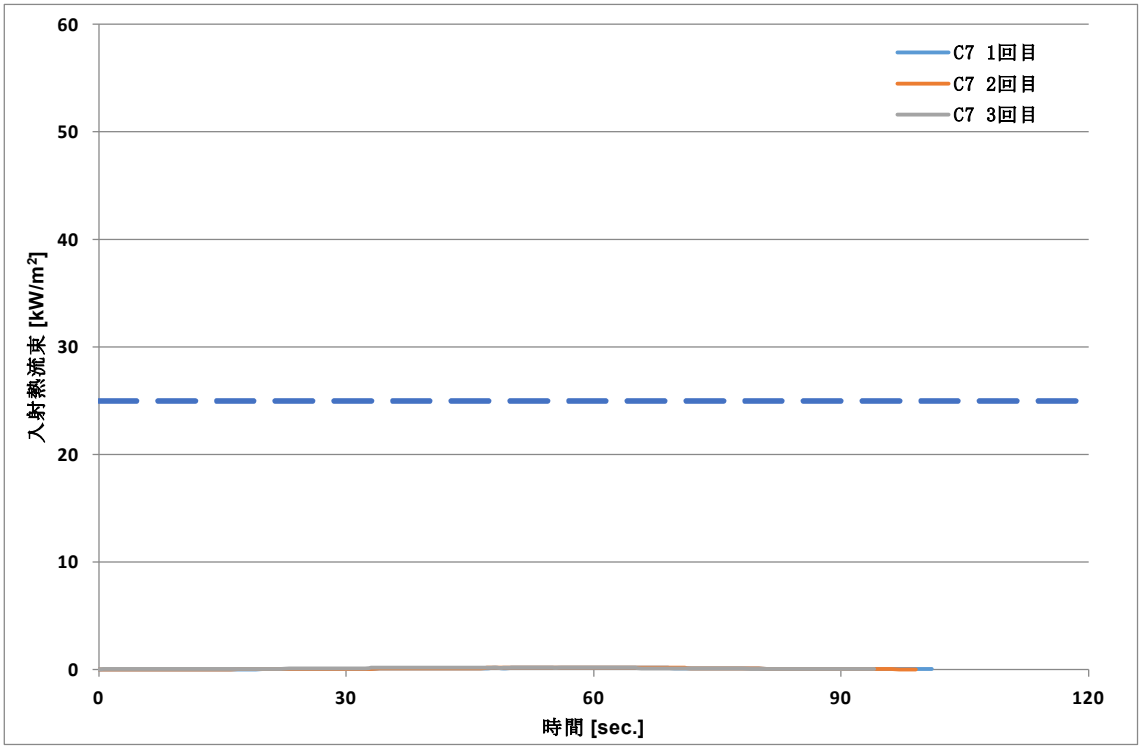


図 3.4.3.2.18　C7 における入射熱流束の推移

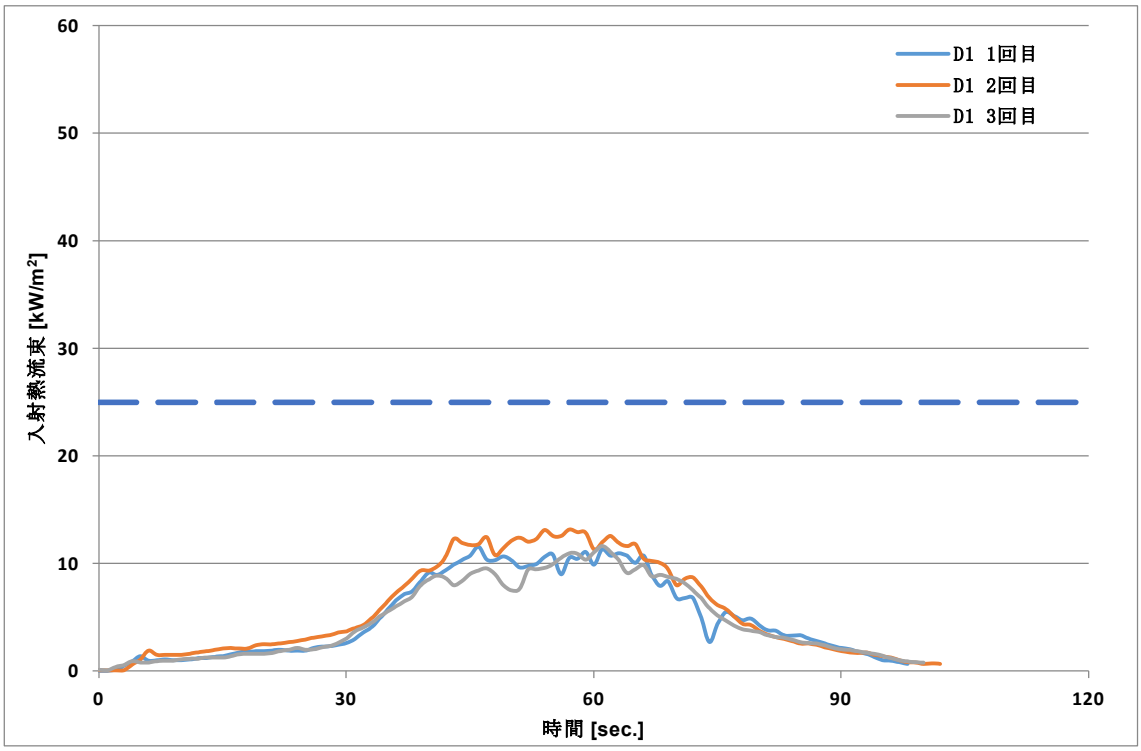


図 3.4.3.2.19　D1 における入射熱流束の推移

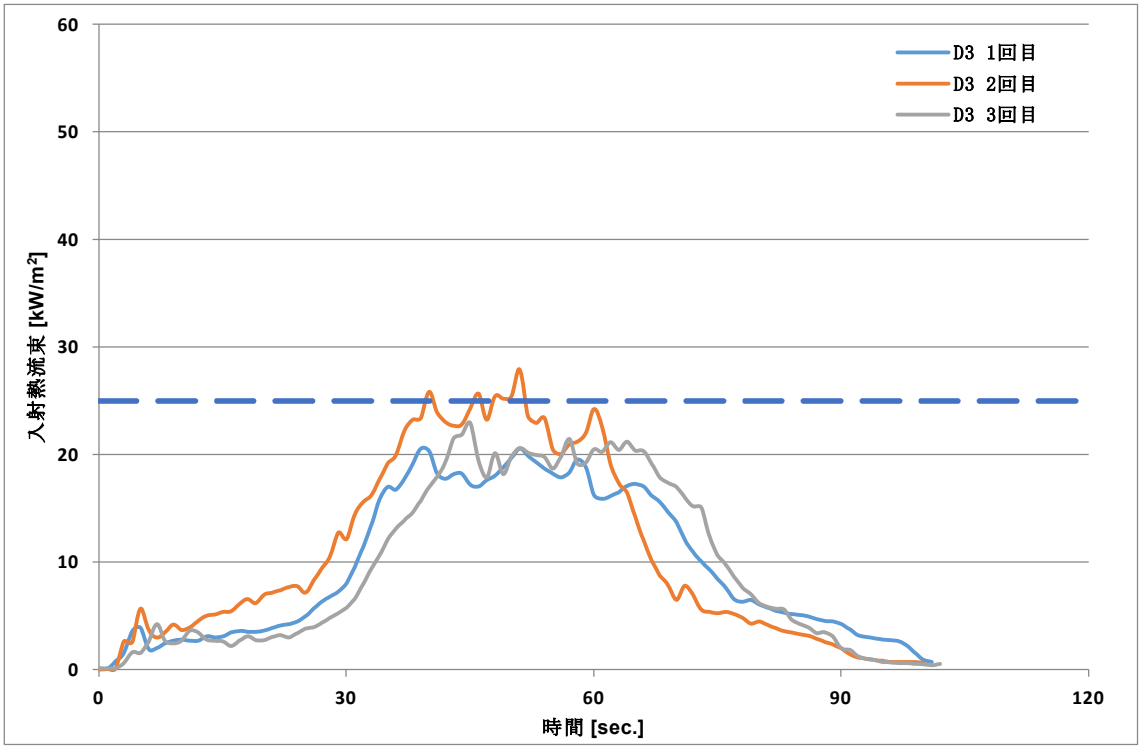


図 3.4.3.2.20　D3 における入射熱流束の推移

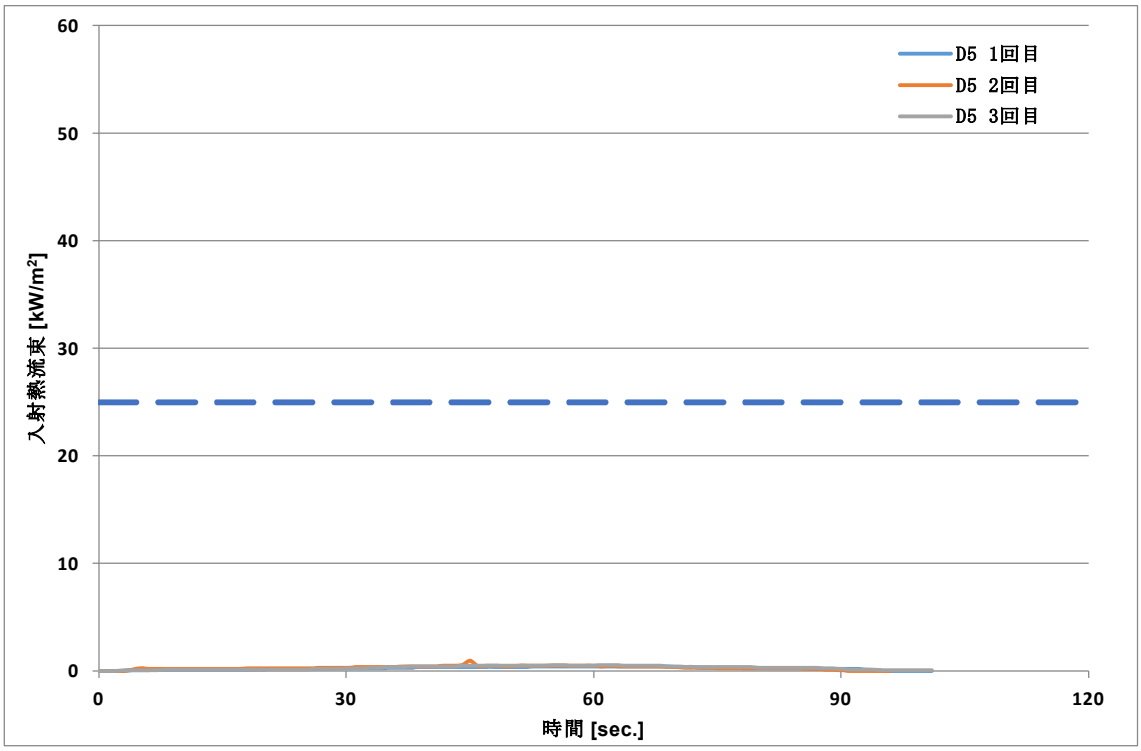


図 3.4.3.2.21　D5 における入射熱流束の推移

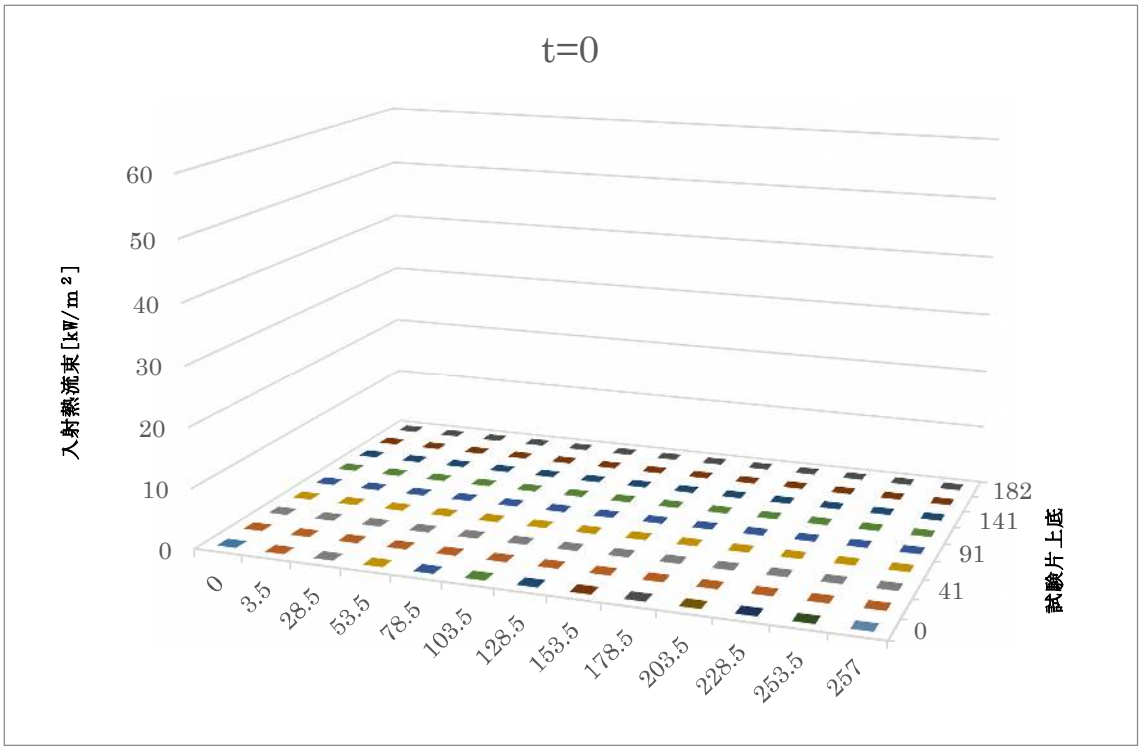


図 3.4.3.2.22　試験開始 0 秒後の入射熱流束

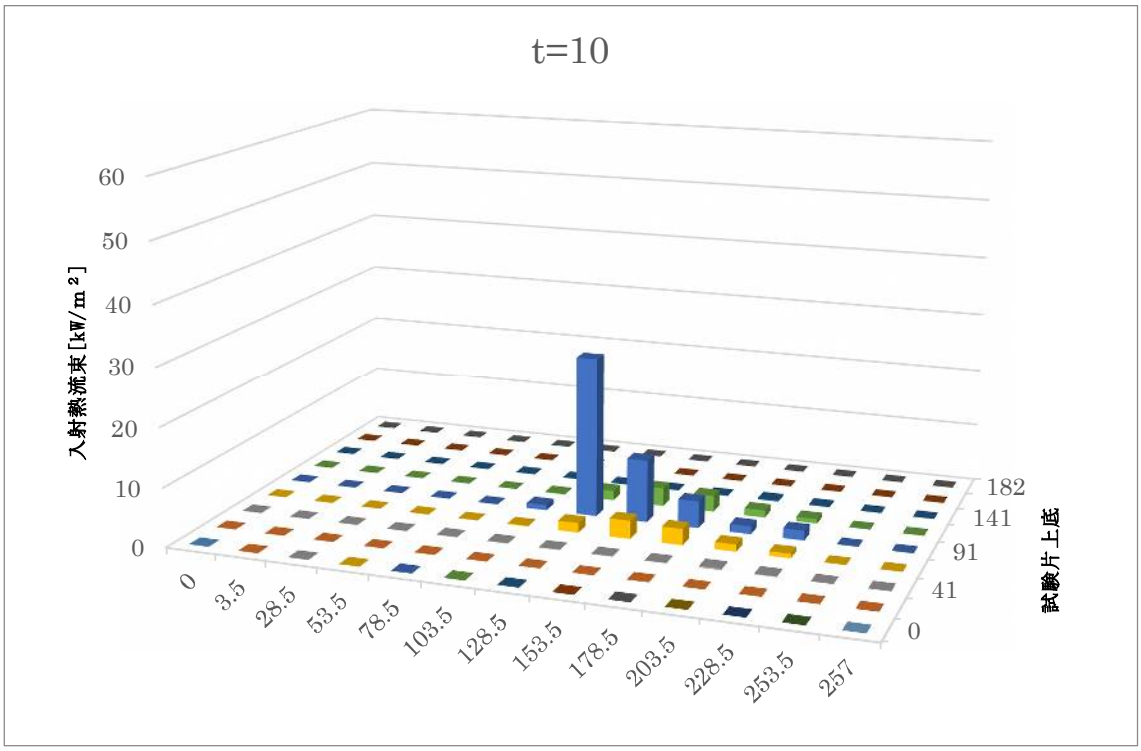


図 3.4.3.2.23　試験開始 10 秒後の入射熱流束

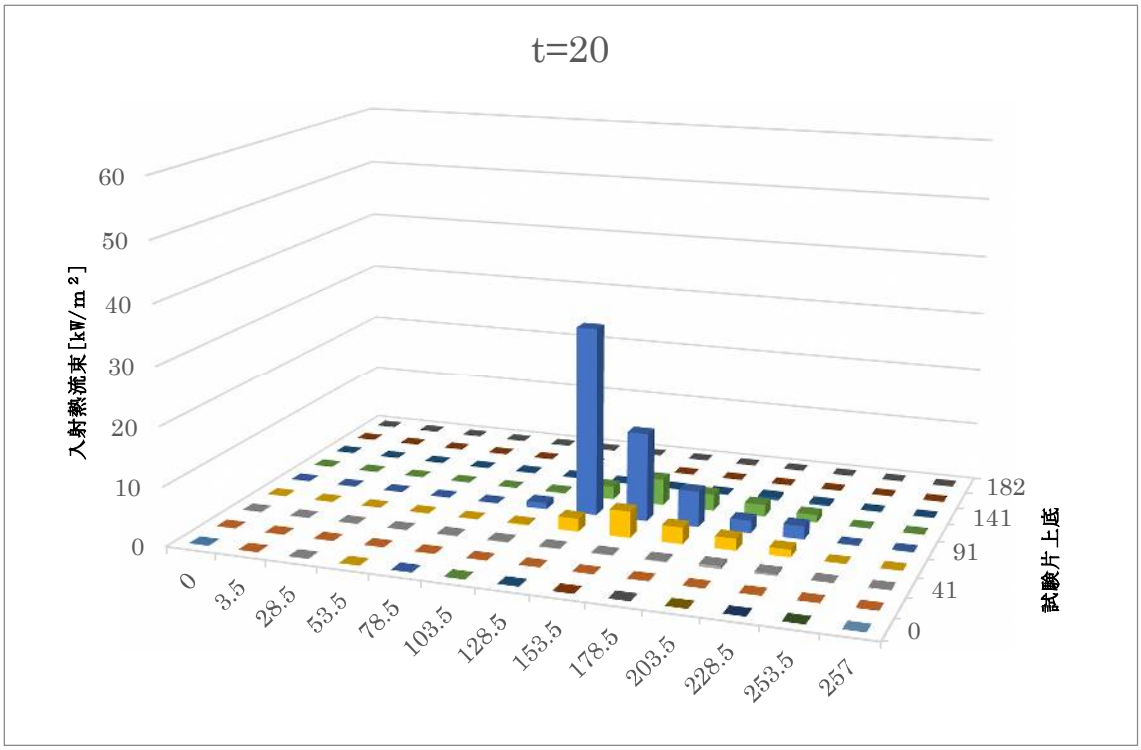


図 3.4.3.2.24　試験開始 20 秒後の入射熱流束

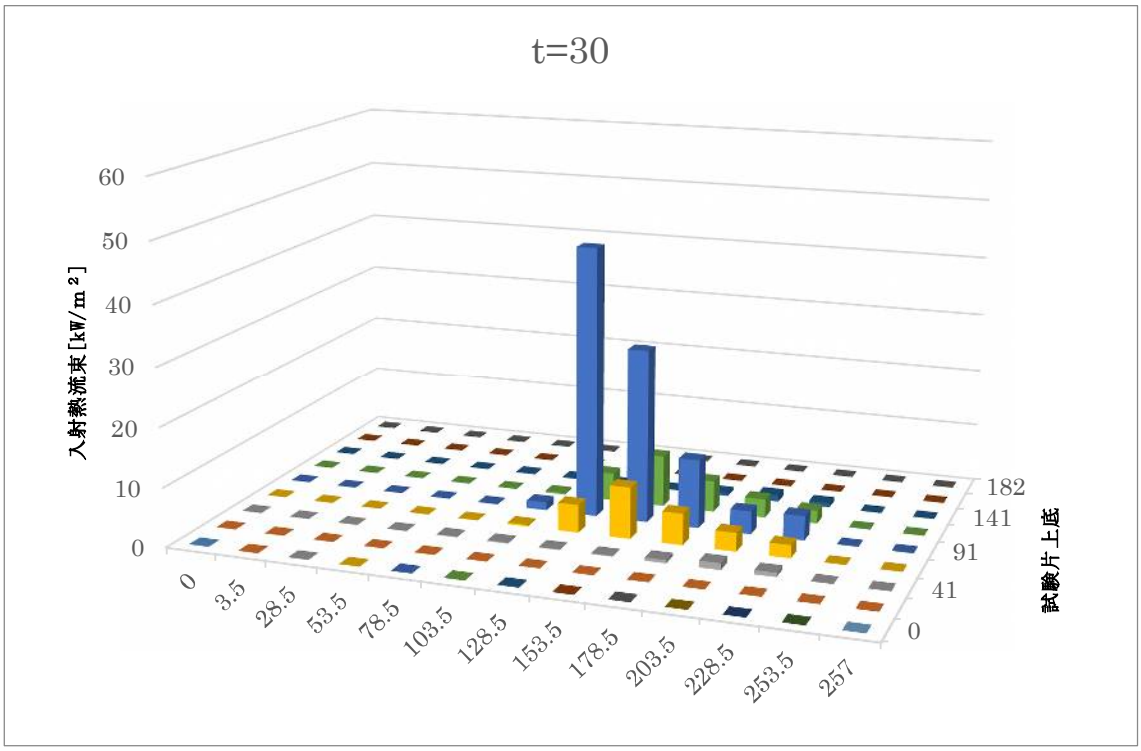


図 3.4.3.2.25　試験開始 30 秒後の入射熱流束

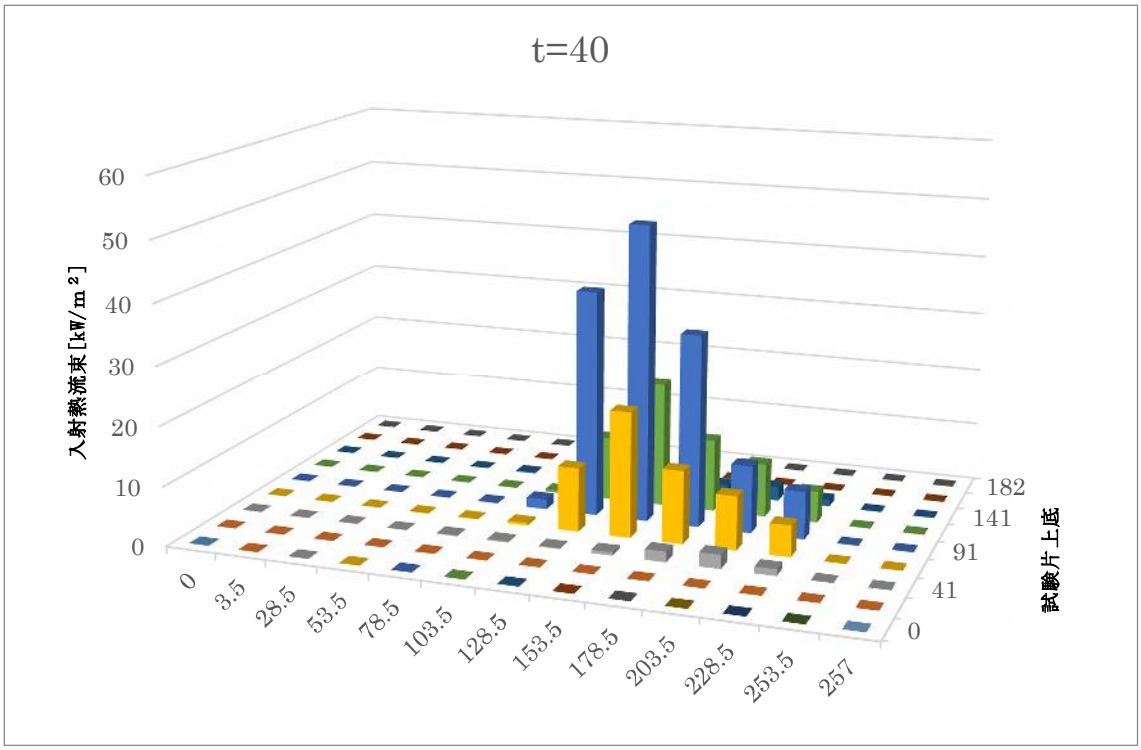


図 3.4.3.2.26　試験開始 40 秒後の入射熱流束

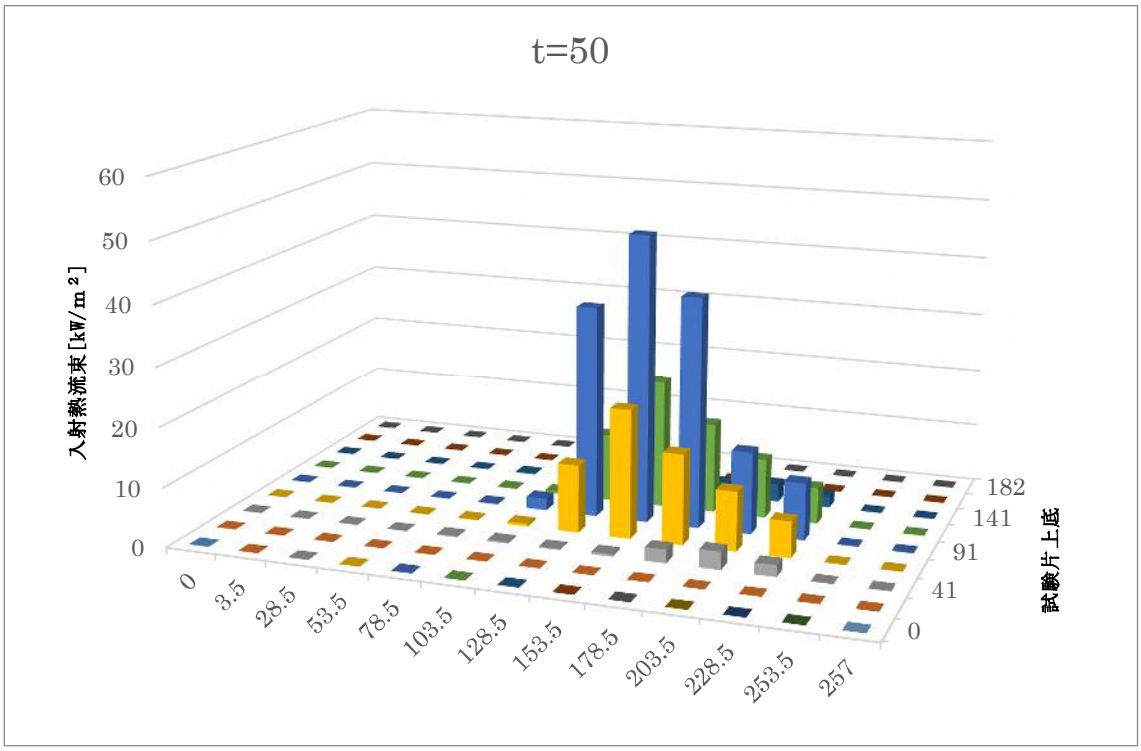


図 3.4.3.2.27　試験開始 50 秒後の入射熱流束

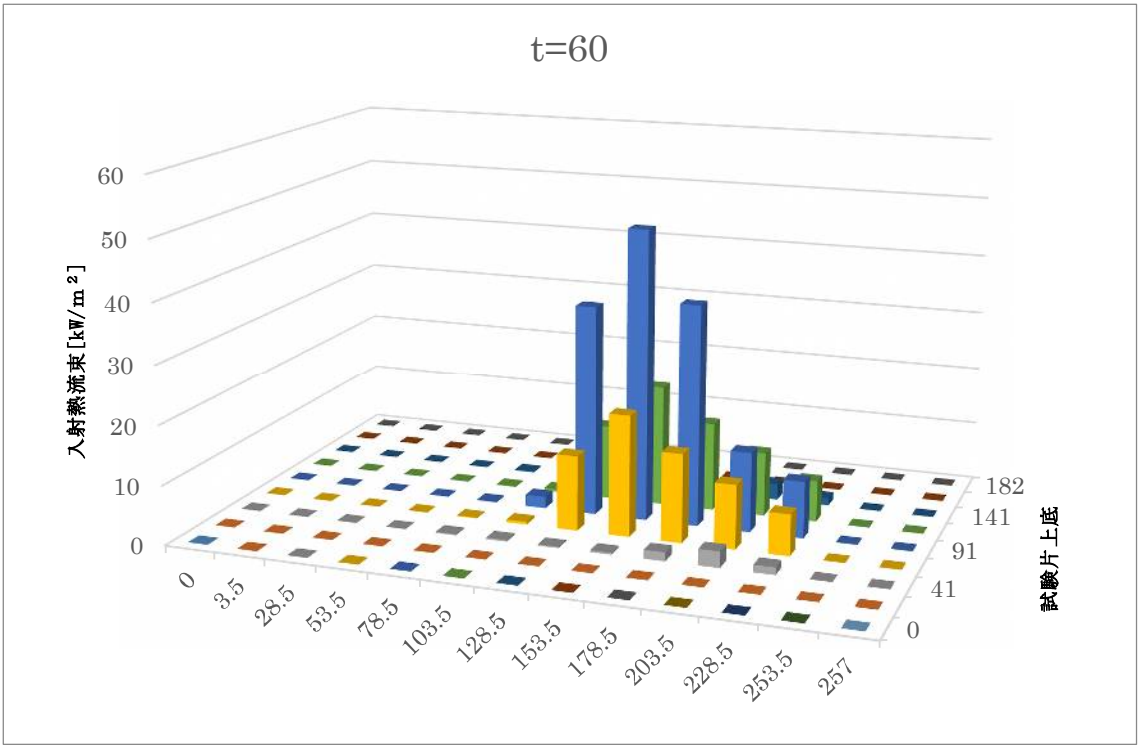


図 3.4.3.2.28　試験開始 60 秒後の入射熱流束

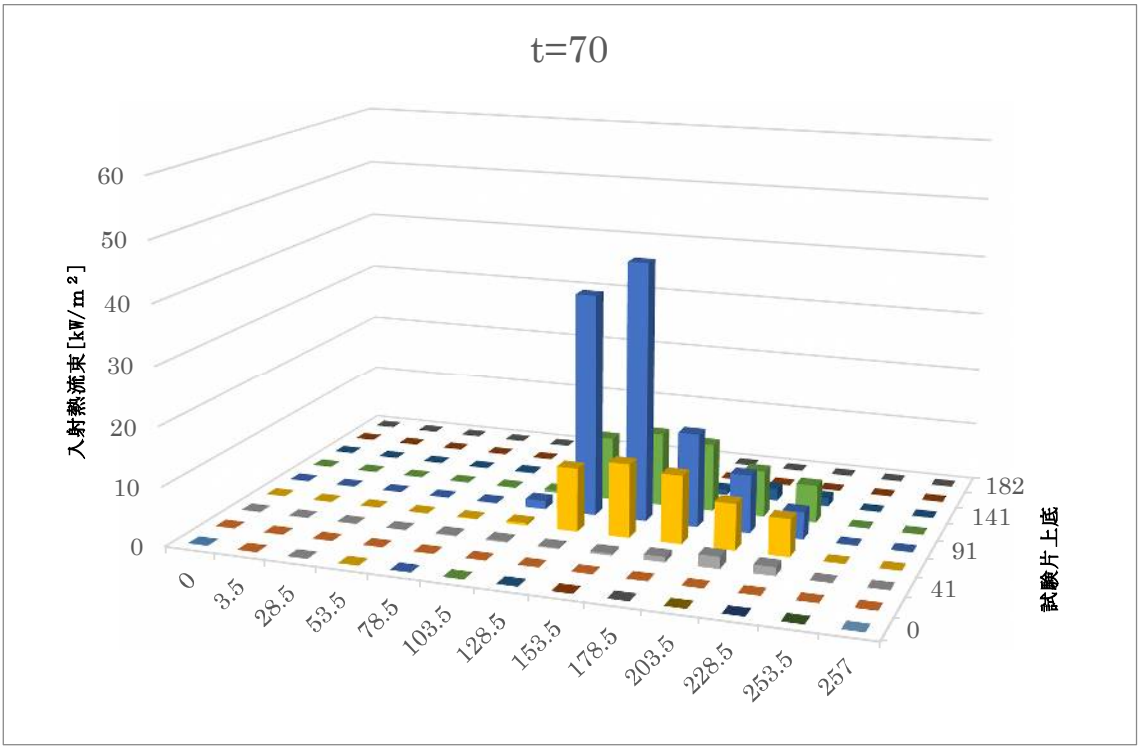


図 3.4.3.2.29　試験開始 70 秒後の入射熱流束

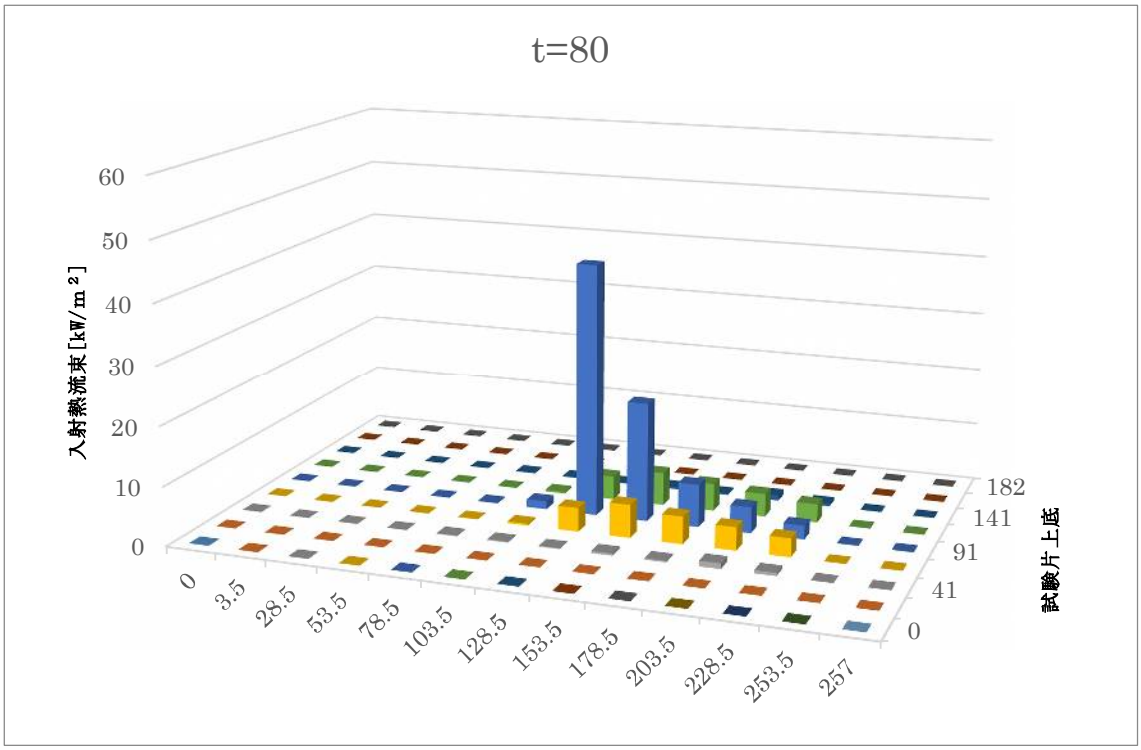


図 3.4.3.2.30　試験開始 80 秒後の入射熱流束

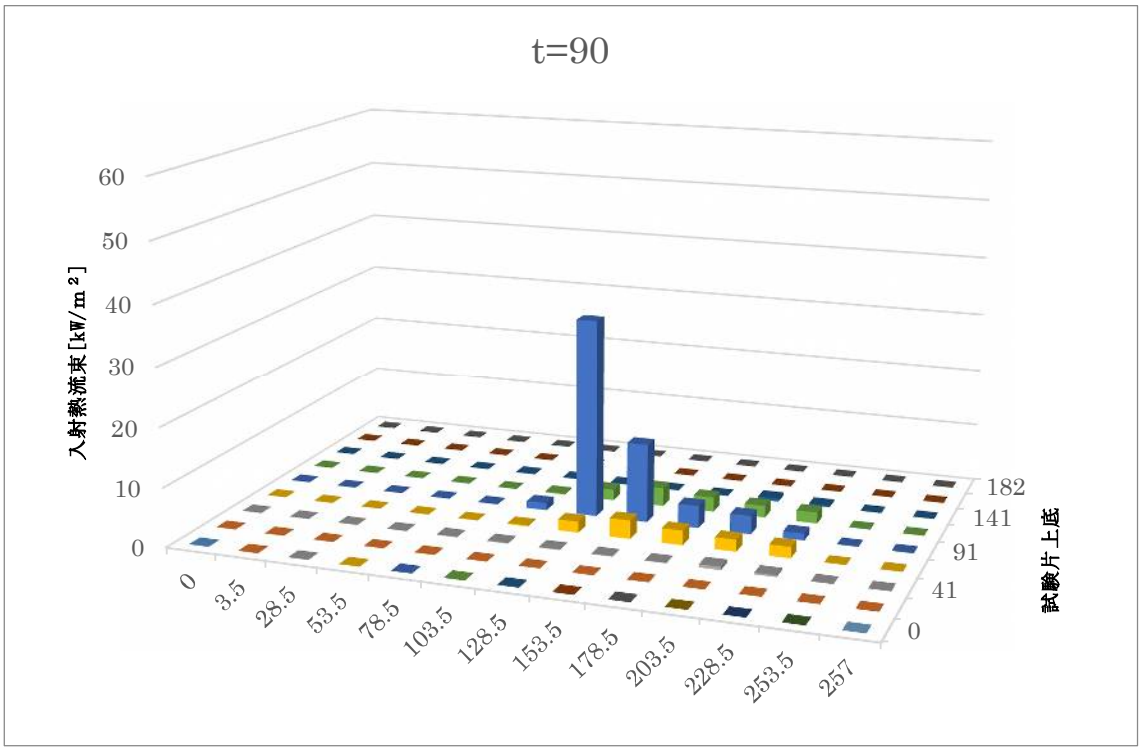


図 3.4.3.2.31　試験開始 90 秒後の入射熱流束

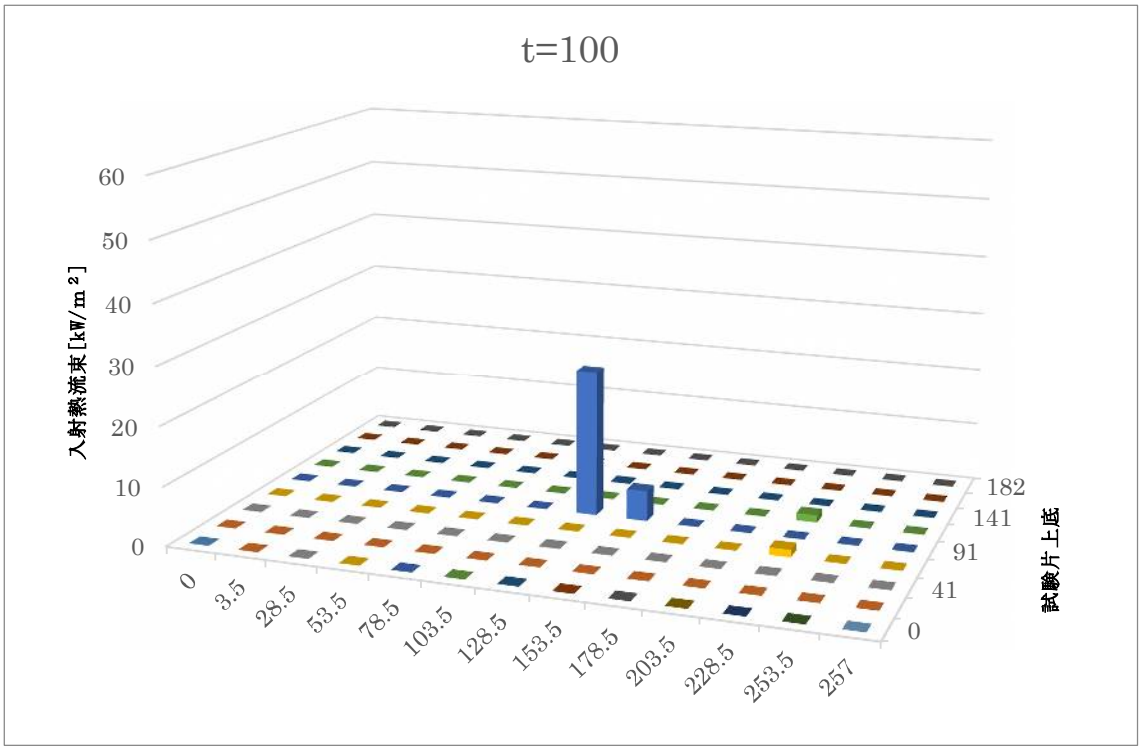


図 3.4.3.2.32　試験開始 100 秒後の入射熱流束

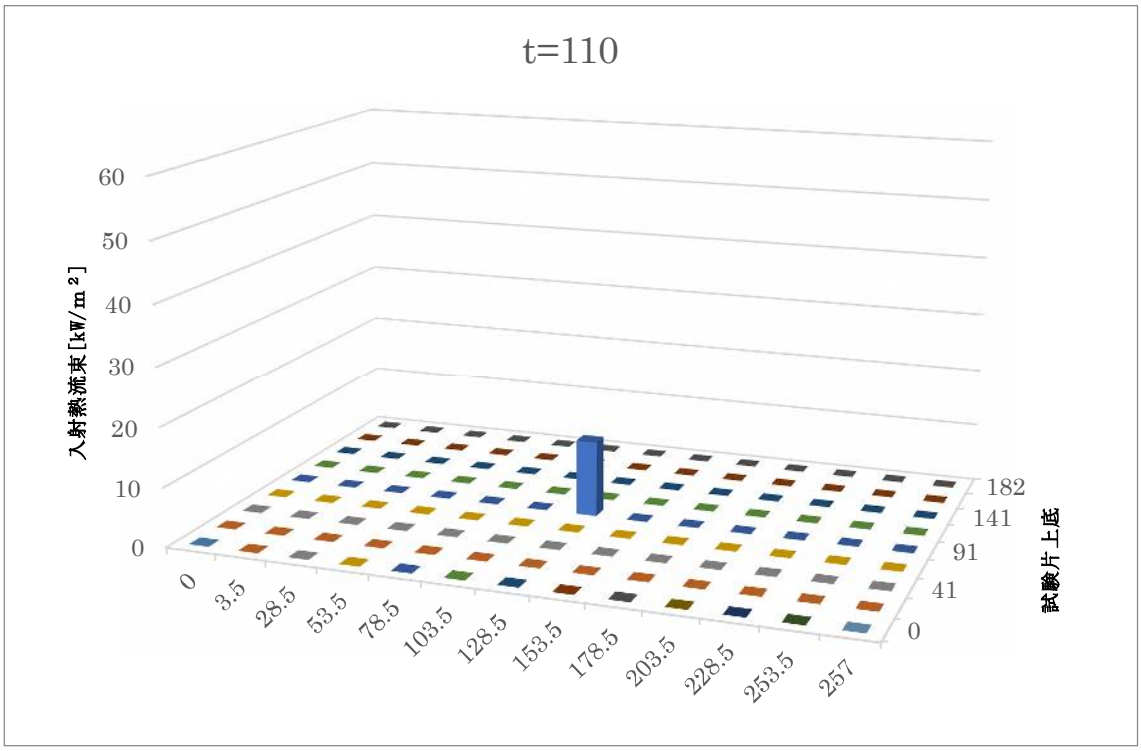


図 3.4.3.2.33　試験開始 110 秒後の入射熱流束

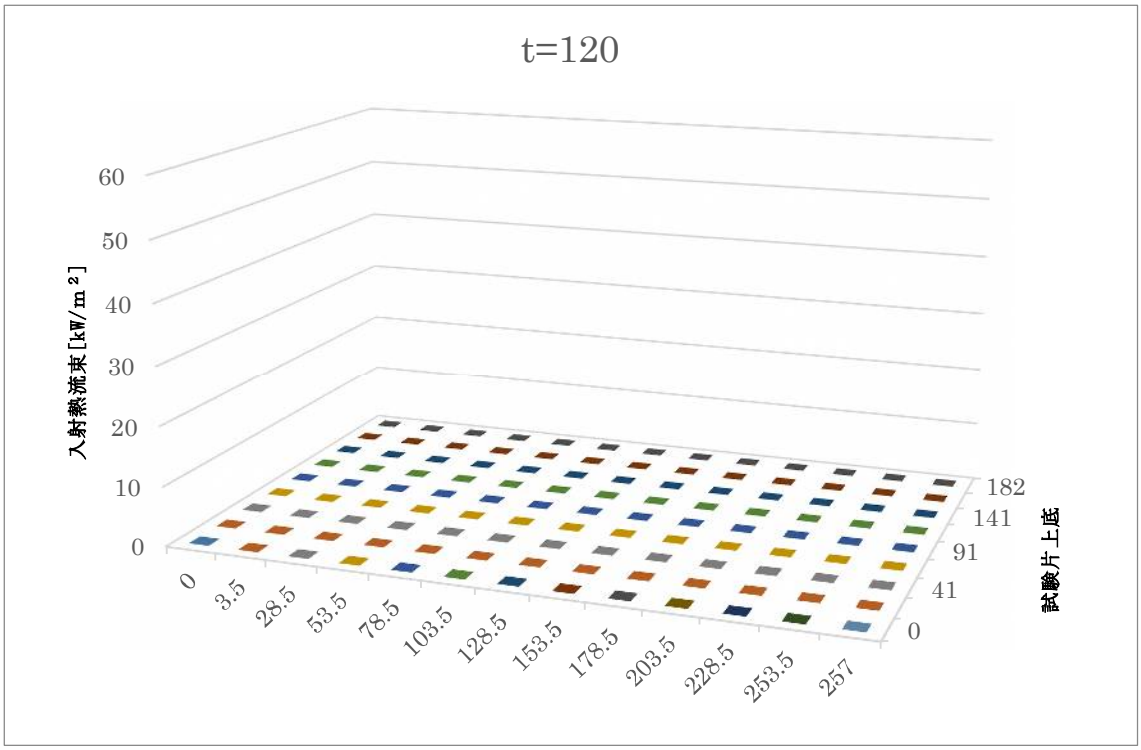


図 3.4.3.2.34　試験開始 120 秒後の入射熱流束

３．４．３．３　計測結果の比較および考察

3.4.3.1 および 3.4.3.2 の結果を用いて、放射加熱強度 25kW/m^2 のコーンカロリーメータ試験と 45° 法試験の加熱条件を比較する。

コーンカロリーメータ試験における入射熱流束の分布を図 3.4.3.3.1 に、45° 法試験における平均入射熱流束の分布を図 3.4.3.3.2 に、最大入射熱流束の分布を図 3.4.3.3.3 に示す。

また両試験において試験片へ入射する熱量の推移を図 3.4.3.3.4 に示す。この図における 45° 法試験の入射熱量は、各計測点で各時間における３回の入射熱流束の計測値を平均した値の総和を用いることで算出した。

入射熱流束の分布から、45° 法試験において中心点付近へ入射する熱量はコーンカロリーメータ試験の 25kW/m^2 を上回っているが、中心点から離れた点については 25kW/m^2 を下回っていることがわかった。また、アルコールの平均燃焼時間である試験開始 94 秒後における総入射熱量を比較すると、45° 法試験において試験片へ入射する熱量はコーンカロリーメータ試験に対して半分以下であることがわかった。

以上のことから、コーンカロリーメータ試験に対して 45° 法試験における加熱条件を評価したとき、中心点付近における加熱は十分であるため、材料の着火性を評価する場合には妥当な加熱方法であるが、材料全体に対して十分に加熱できる範囲が小さいため、火災条件下における材料の発熱性や発煙性を評価する場合には妥当でないという評価ができると考察した。

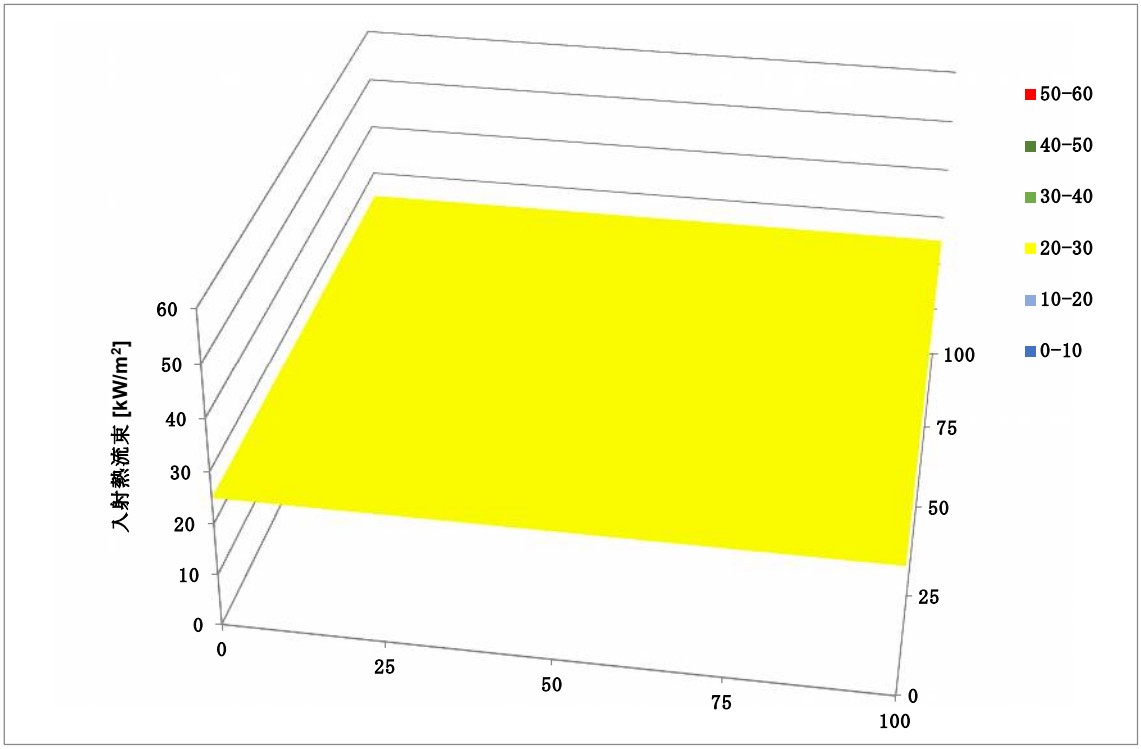


図 3.4.3.3.1　コーンカロリーメータ試験（25kW/m²）における入射熱流束の分布

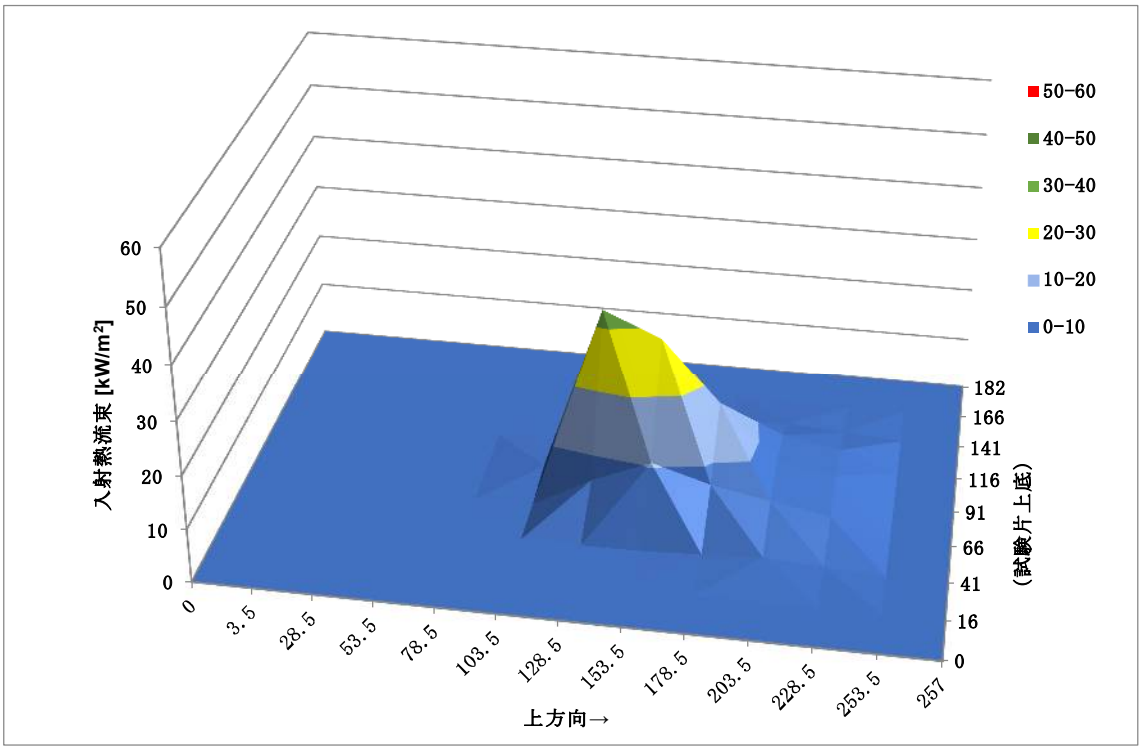


図 3.4.3.3.2　45°法試験における平均入射熱流束の分布

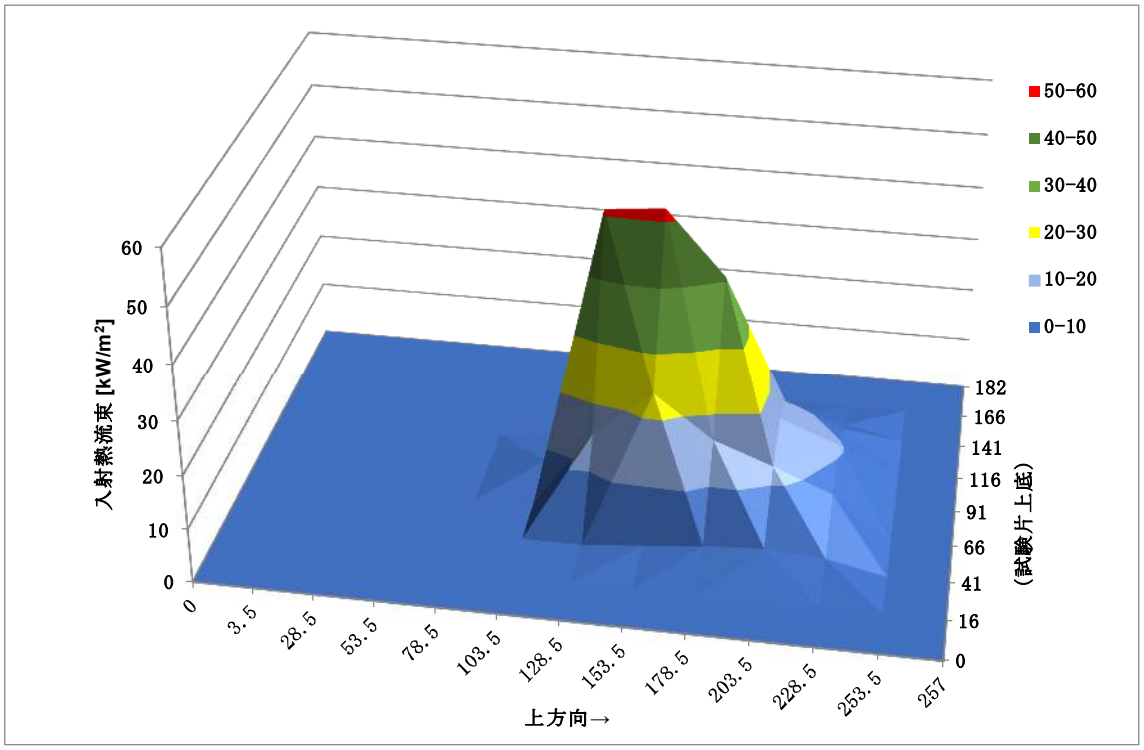


図 3.4.3.3.3　45° 法試験における最大入射熱流束の分布

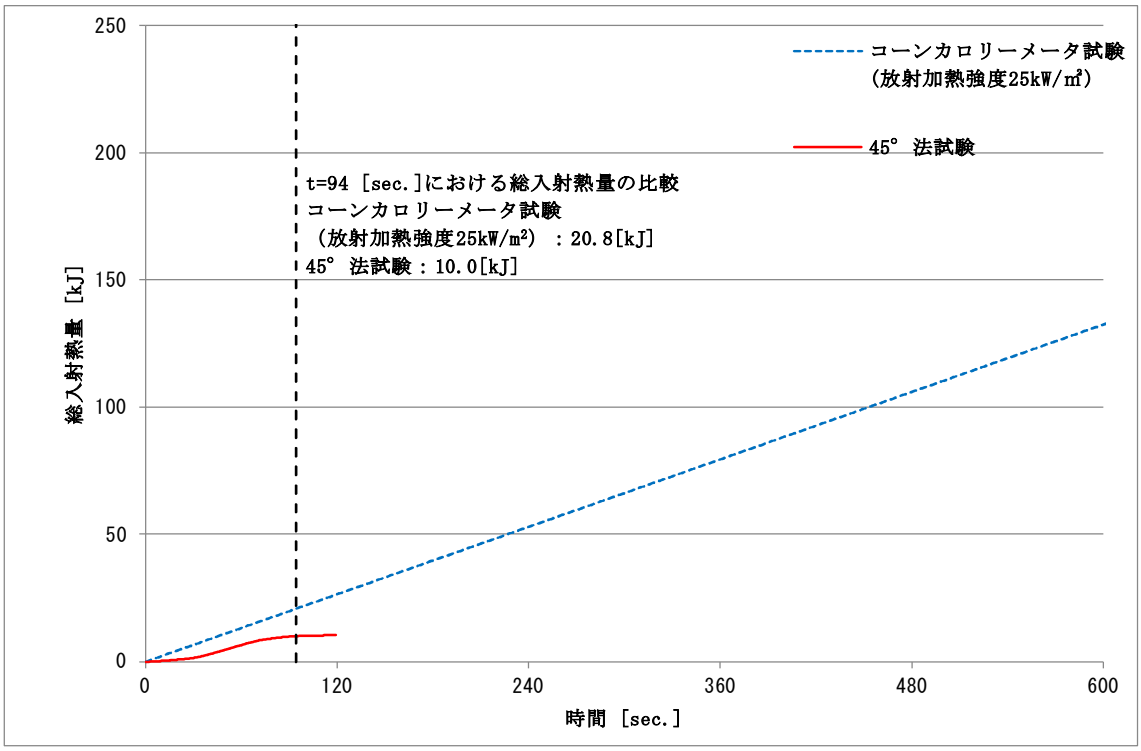


図 3.4.3.3.4　両試験における試験片への総入射熱量の推移

３．５　材料の燃焼性試験

技術基準に示されている材料の燃焼性試験方法および EN 45545-2 に準拠した材料の燃焼性試験方法により、材料の評価を行う。本実験では、旧国鉄 0 系新幹線で使用されていた座席の表地および詰め物を材料として選択した。

図 3.5.1　旧国鉄 0 系新幹線の座席

３．５．１　EN 45545-2 における材料の燃焼性試験

選択した材料に対し、EN 45545-2 において規定されている試験方法により、材料の燃焼性を評価する。なお、本実験では着火性・発熱性・発煙性について着目するため、これらの燃焼性状の評価を行う試験のみ実施した。

３．５．１．１　実施する試験項目

実験に用いる座席の表地および詰め物について EN 45545-2 おいて規定されている要件、試験項目を表 3.5.1.1.1 に、各試験項目における試験方法および評価基準値を表 3.5.1.1.2 に示す。ただし、着火性・発熱性・発煙性以外のパラメーターを評価する試験については除外して記載する。

表 3.5.1.1.1　材料の分類、要件および実施試験項目

材料（部材）	該当する材料グループ	要件	試験項目
座席表地	F1A*	R21	T03.02（ISO 5660-1 コーンカロリーメータ試験）
座席詰め物			T10.03（ISO 5659-2 SDC 試験）

*F1A：旅客座席の椅子張り材およびヘッドレスト

表 3.5.1.1.2　試験方法および評価基準値

試験項目	試験条件	評価するパラメーター	評価基準値		
			HL1	HL2	HL3
T03.02 コーンカロリーメータ試験	放射加熱強度：25kW/m^2 試験時間：20 分 データ収集間隔：2 秒間	最大平均発熱速度（*MARHE*） [kW/m^2]	75	50	50
T10.03 SDC 試験	放射加熱強度：25kW/m^2 口火あり 試験時間：10 分	最大比光学密度（D_S max） [-]	300	300	200

３．５．１．２　コーンカロリーメータ試験

＜実施概要＞

表 3.5.1.1.2 に示した条件で、0 系座席表地および詰め物を用いたコーンカロリーメータ試験を実施した。試験は、各材料３回ずつ実施した。

図 3.5.1.2.1ISO 5660 コーンカロリーメータ試験装置

＜試験結果＞

試験に用いた各試験片の試験前および試験後の様子を図 3.5.1.2.2 および図 3.5.1.2.3 に示す。また、各材料の発熱速度の推移を図 3.5.1.2.4 および図 3.5.1.2.5 に、後の 45°法試験における結果との比較のために、発熱速度に燃焼面積を乗じたものの推移を図 3.5.1.2.6 および図 3.5.1.2.7 に示す。最後に試験結果のまとめを表 3.5.1.2.1 に示す。

試験後の試験片の様子から、どちらの材料もほぼ全て消失したことがわかる。
材料が全て燃焼したとすれば、総発熱量の低い詰め物が、最大発熱速度および平均発熱速度において表地より高い数値を記録したことがわかった。また、詰め物の着火時間が表地に対して著しく短く、燃焼時間も短いことから、詰め物の火災条件下における危険性が非常に高いと考えた。

また、平均総発熱量は、表地が 17.5MJ/m^2、詰め物が 13.0MJ/m^2 であった。

＜材料の評価＞

試験時間 20 分の間の表地の最大平均発熱速度が 2 回目における 17.08kW/m^2、詰め物の最大平均発熱速度が 3 回目における 11.53 kW/m^2 であり、どちらの材料も要件 R21(表 2.2.5.1)における HL3 の基準値である 50kw/m^2 を下回る結果となった。

また、各試験における燃焼時間の間の最大平均発熱速度を算出すると、表地が 3 回目における 35.10kW/m^2、詰め物が 3 回目における 42.66 kW/m^2 であり、この結果においても要件 R21(表 2.2.5.1)における HL3 の基準値である 50kw/m^2 を下回った。

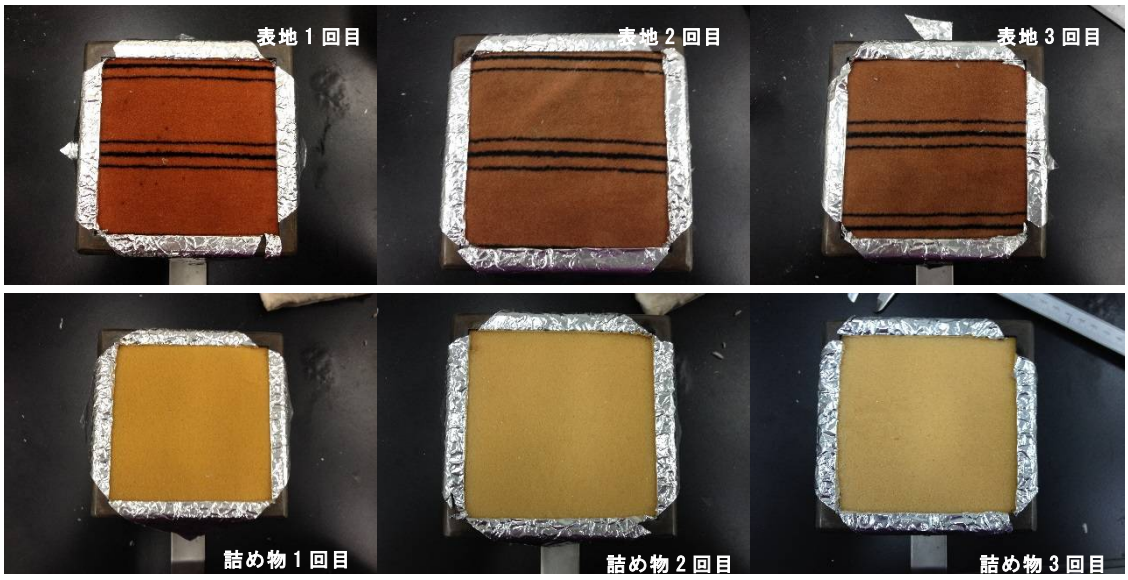


図 3.5.1.2.2　試験前の試験片

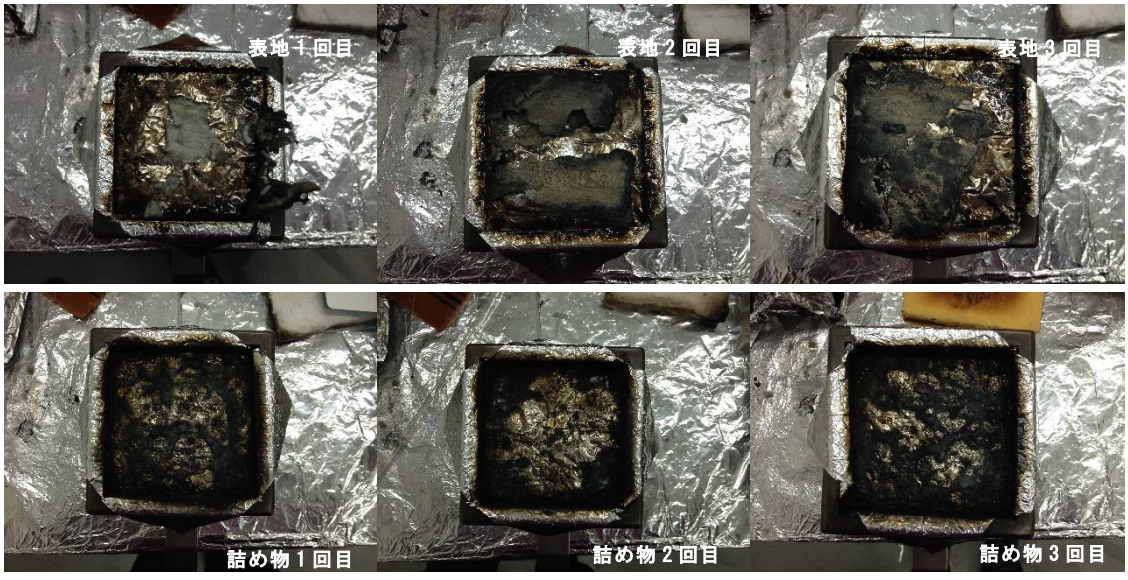


図 3.5.1.2.3　試験後の試験片

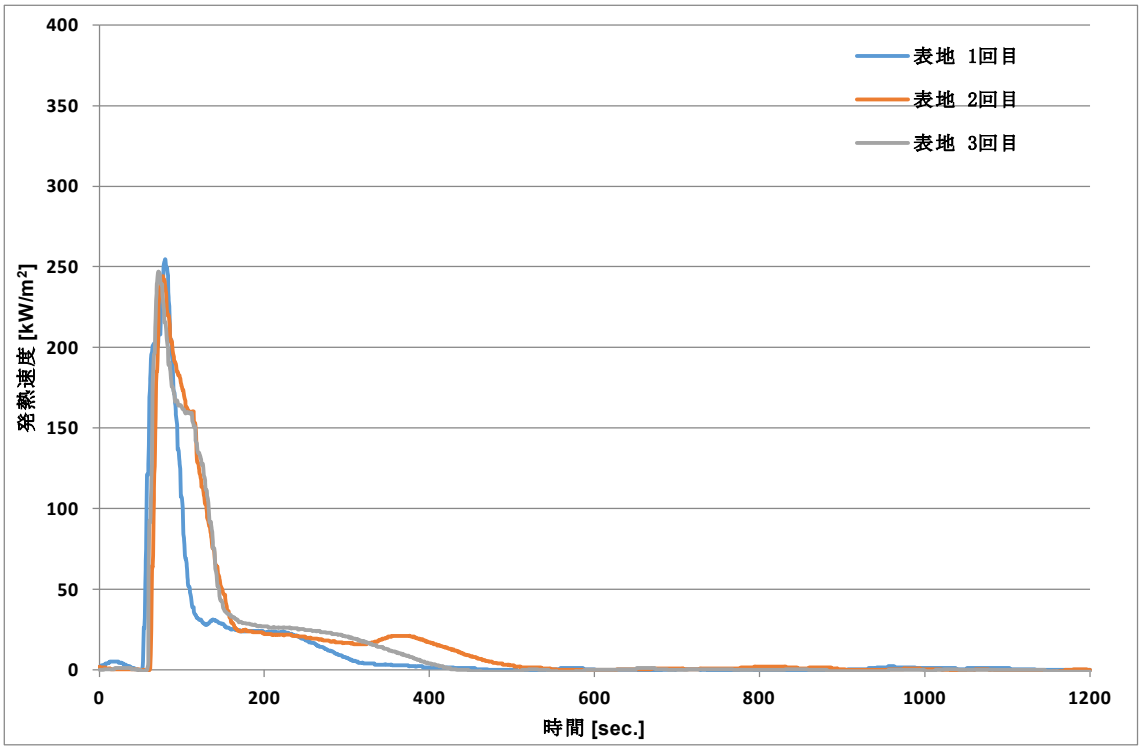


図 3.5.1.2.4　表地の発熱速度[kW/m²]

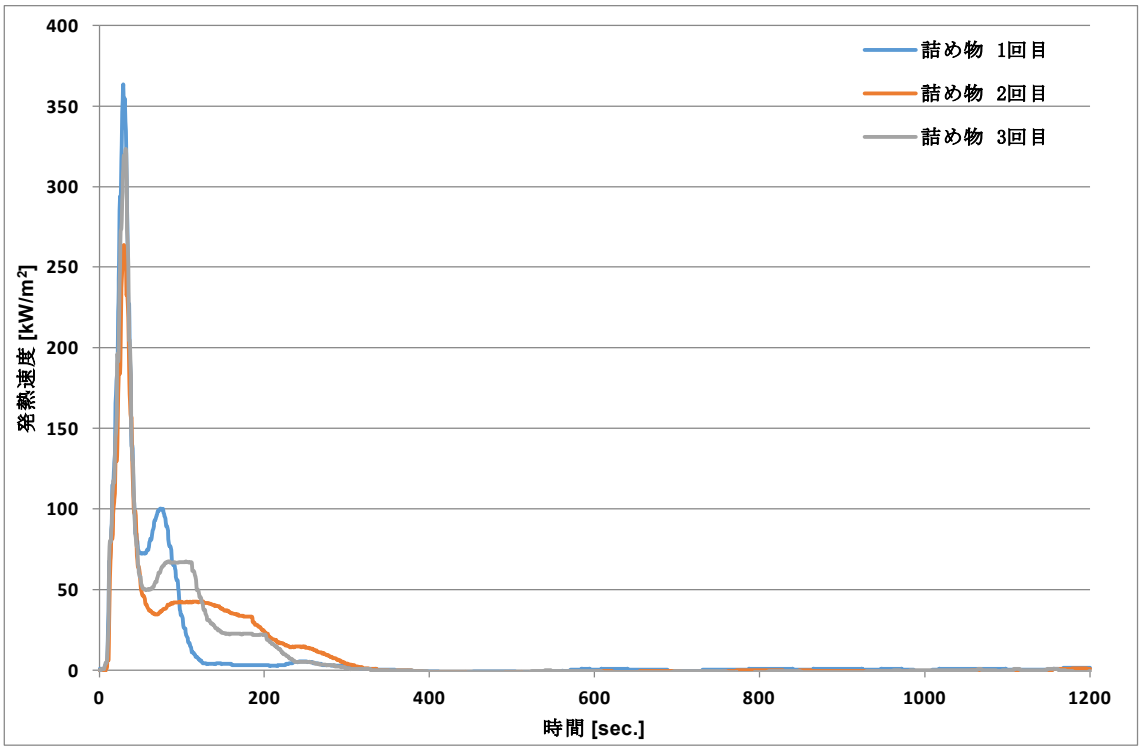


図 3.5.1.2.5　詰め物の発熱速度[kW/m²]

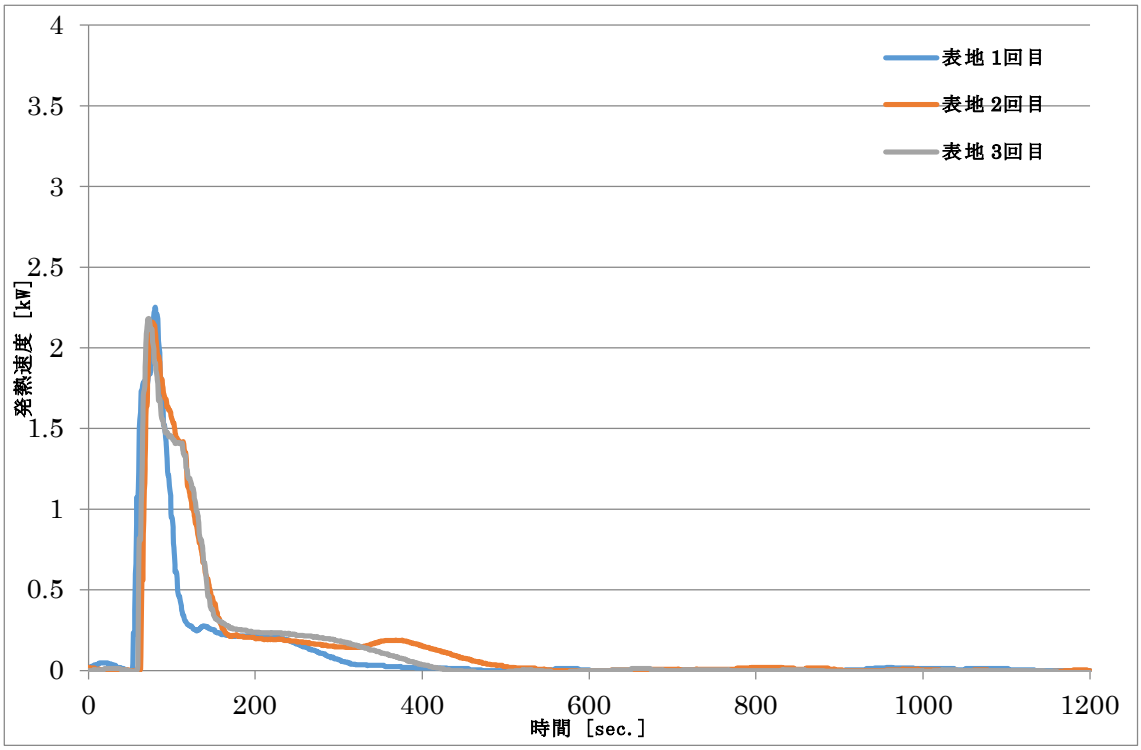


図 3.5.1.2.6　表地の発熱速度[kW]

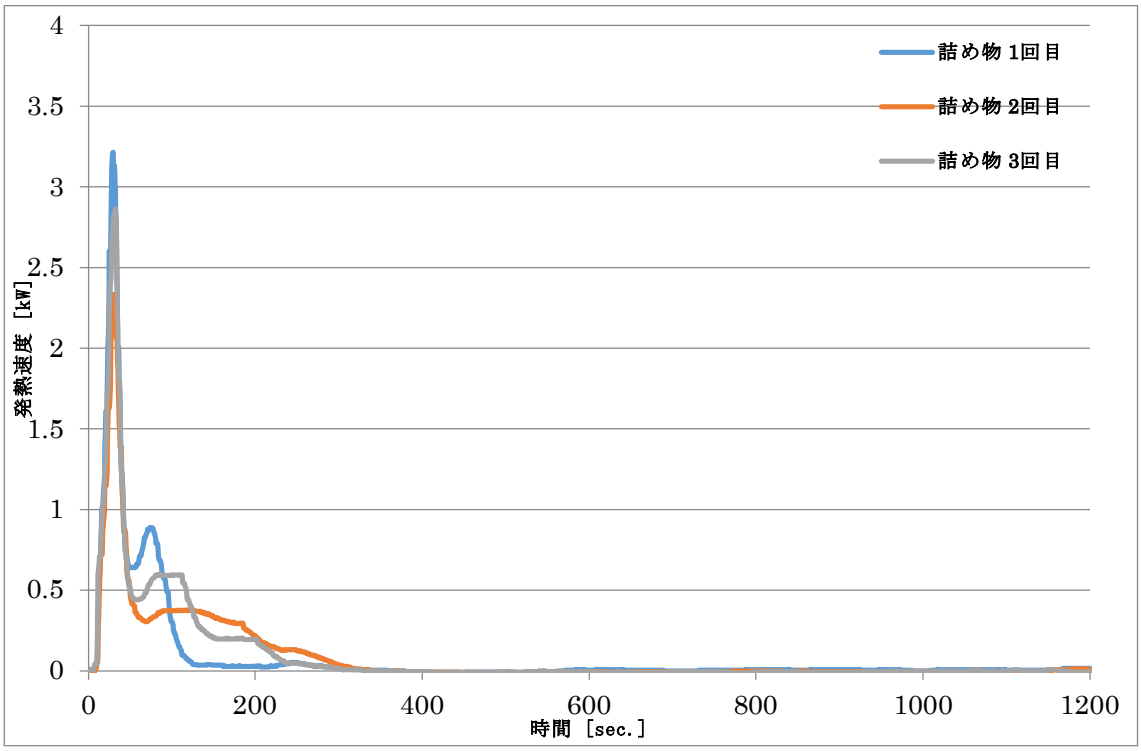


図 3.5.1.2.7　詰め物の発熱速度[kW]

表 3.5.1.2.1　試験結果

試験名	寸法 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	着火時間 [sec.]	消火時間 [sec.]	燃焼時間 [sec.]	最大発熱速度 [kW/m^2]	平均発熱速度 [kW/m^2]	総発熱量 [MJ/m^2]
0 系表地 1 回目	101.00×101.30	3.05	7.74	50.6	456.0	405.4	254.73	12.24	14.23
0 系表地 2 回目	101.20×102.10	2.60	13.61	59.9	547.0	487.1	244.36	17.08	19.51
0 系表地 3 回目	102.00×102.65	2.00	12.92	54.9	433.0	378.1	247.11	16.40	18.81
0 系詰め物 1 回目	96.35×100.85	14.15	5.38	9.2	336.0	326.8	363.73	10.46	12.51
0 系詰め物 2 回目	96.10×101.50	14.70	5.21	5.4	337.0	331.6	264.06	10.71	12.77
0 系詰め物 3 回目	101.80×102.70	14.30	5.66	6.2	329.0	322.8	323.63	11.53	13.77

コーンカロリーメータ試験　表地１回目の様子

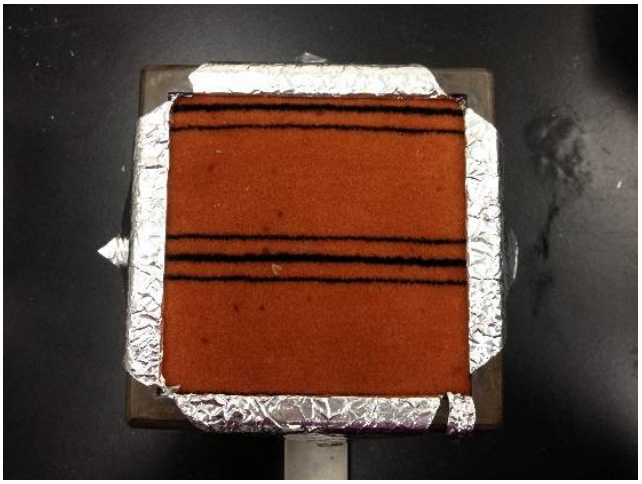


図 3.5.1.2.8　試験前

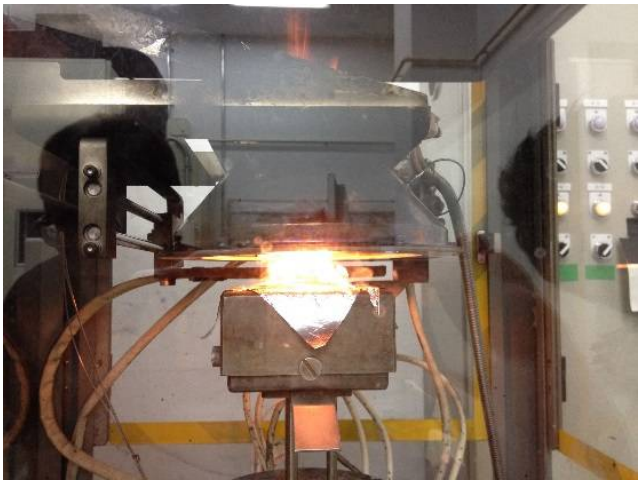


図 3.5.1.2.9　試験中

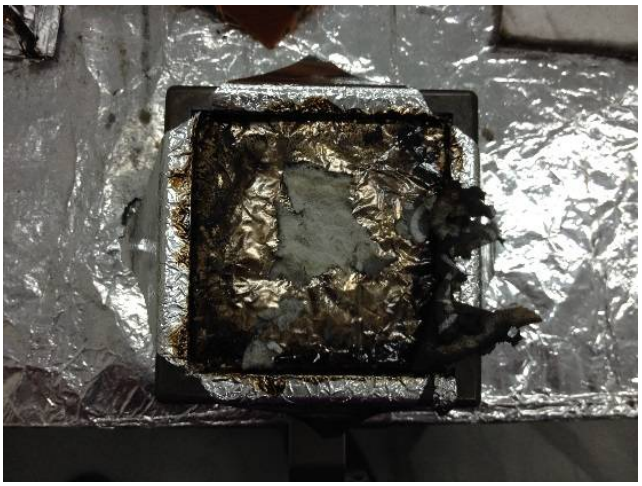


図 3.5.1.2.10　試験後

コーンカロリーメータ試験　表地２回目の様子

図 3.5.1.2.11　試験前

図 3.5.1.2.12　試験中

図 3.5.1.2.13　試験後

コーンカロリーメータ試験　表地３回目の様子

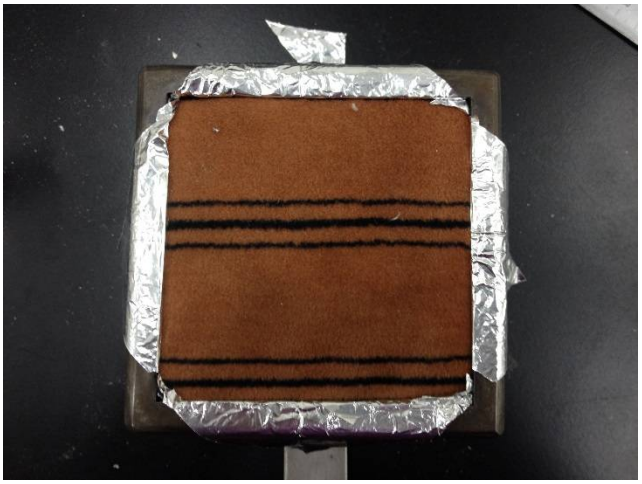


図 3.5.1.2.14　試験前

図 3.5.1.2.15　試験中

図 3.5.1.2.16　試験後

コーンカロリーメータ試験　詰め物１回目の様子

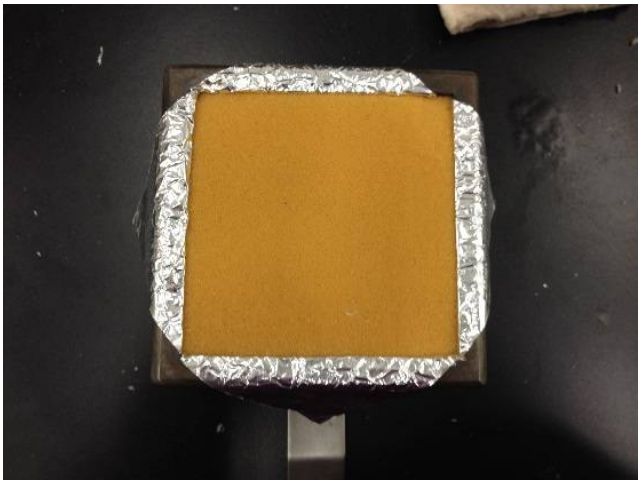


図 3.5.1.2.17　試験前

図 3.5.1.2.18　試験中

図 3.5.1.2.19　試験後

コーンカロリーメータ試験　詰め物２回目の様子

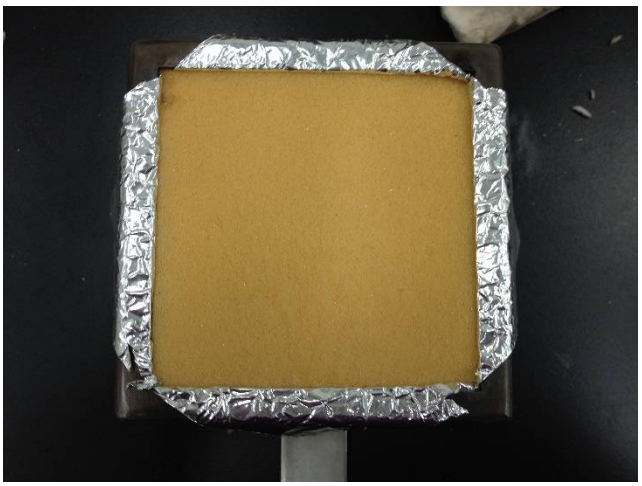


図 3.5.1.2.20　試験前

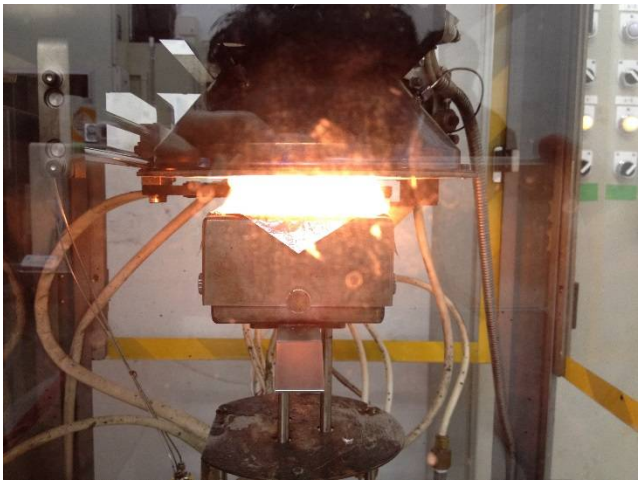


図 3.5.1.2.21　試験中

図 3.5.1.2.22　試験後

コーンカロリーメータ試験　詰め物３回目の様子

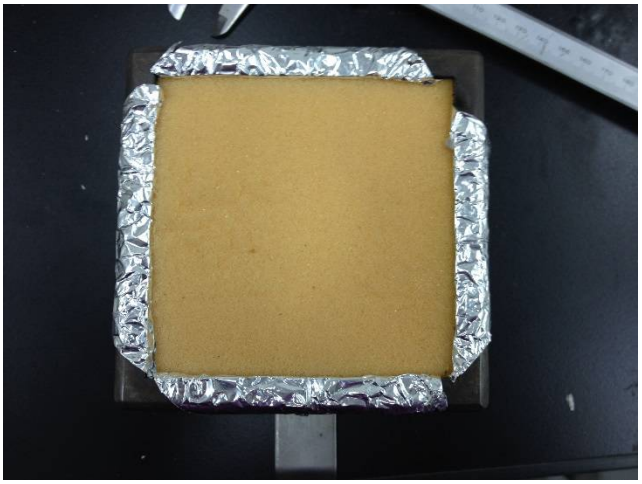


図 3.5.1.2.23　試験前

図 3.5.1.2.24　試験中

図 3.5.1.2.25　試験後

３．５．１．３　SDC 試験

＜実施概要＞

表 3.5.1.1.2 に示した条件で、0 系座席表地および詰め物を用いた SDC 試験を実施した。試験は、EN ISO 5659-2 に準ずる方法により、ヒーターの放射加熱強度を 25kW/m^2、試験時間を 10 分間とし、口火ありの条件で、各材料につき 3 回、発生した煙の透過率を計測した。

なお、試験の実施にあたり、試験装置のアッパーベントおよびロワーベントを閉じ、チャンバー内を密閉した状態で試験を実施した場合、着火した試験片の燃焼による内部圧力の急激な上昇により安全破裂板が破裂することがあり、正確な透過率の計測が困難となったため、本研究においては、以下の条件のもと試験を実施した。

◯アッパーベントを開けた状態で試験を開始する。
◯試験開始後、試験片の着火を確認した際にアッパーベントを閉める。
◯パイロットバーナーの着火確認後 10 秒間で試験片の着火が確認できない場合、その時点でアッパーベントを閉める。

また、計測した透過率を以下に示す式(1)を用いて比光学密度に換算する。

$$D_s = {}^{V}/_{AL}\, log_0({}^{100}/_{T}) \quad \cdots (1)$$

上式における${}^{V}/_{AL}$はチャンバーの体積 V、光路長 L および試験片の暴露面積 A から求まるチャンバーの係数で、45° 法試験における試験片の暴露面積 A には、3.4.3.2 で計測した熱流束から推定した受熱面積を用いた。

図 3.5.1.3.1　ISO 5659　SDC 試験装置

図 3.5.1.3.2　ISO 5659　SDC 試験装置内部

＜試験結果＞

試験に用いた各試験片の試験前および試験後の様子を図 3.5.1.3.3 と図 3.5.1.3.4 に示す。また、各試験における透過率および質量変化の推移を図 3.5.1.3.5 から図 3.5.1.3.10 に、試験結果のまとめを表 3.5.1.3.1 に示す。

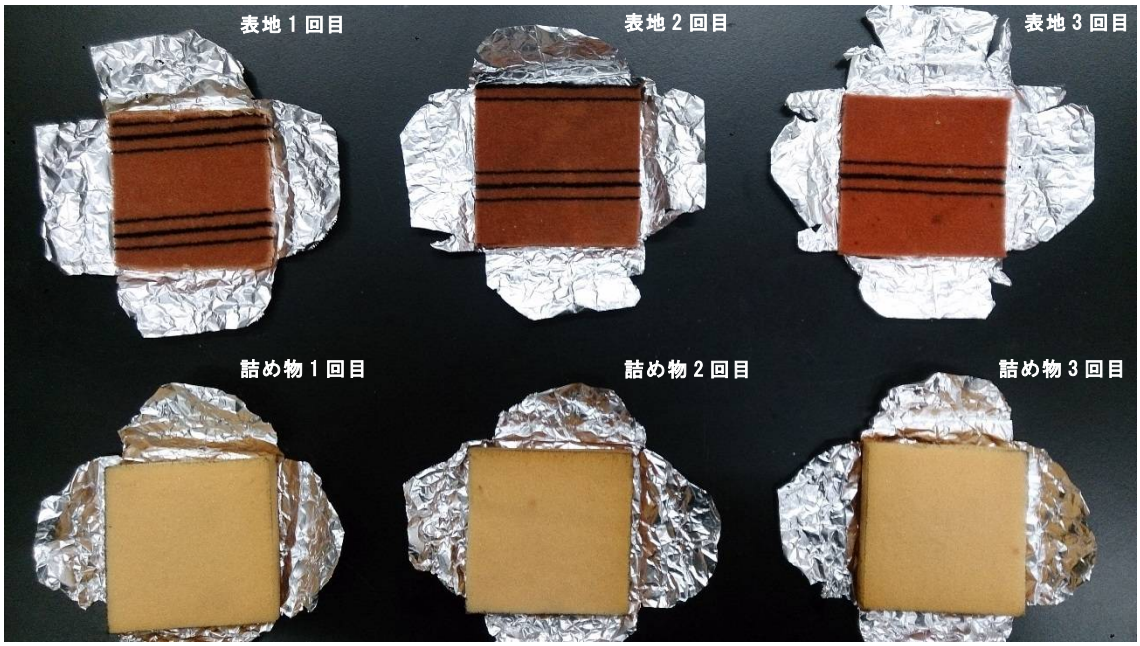


図 3.5.1.3.3　試験前の試験片

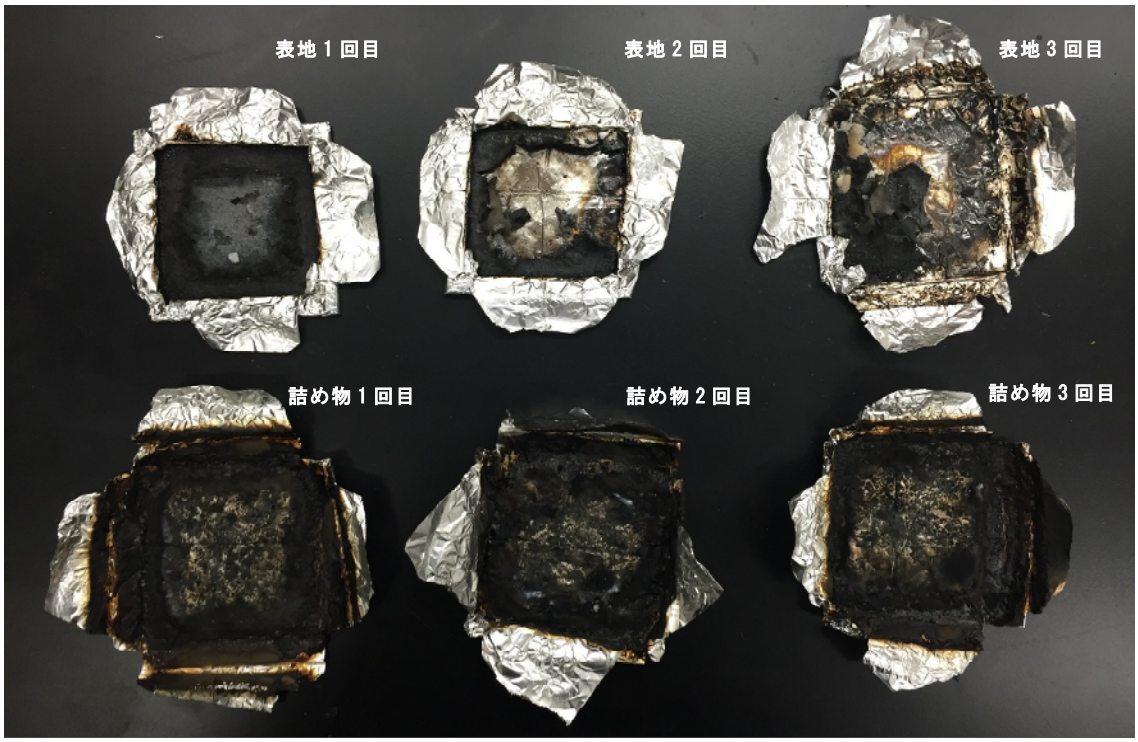


図 3.5.1.3.4　試験後の試験片

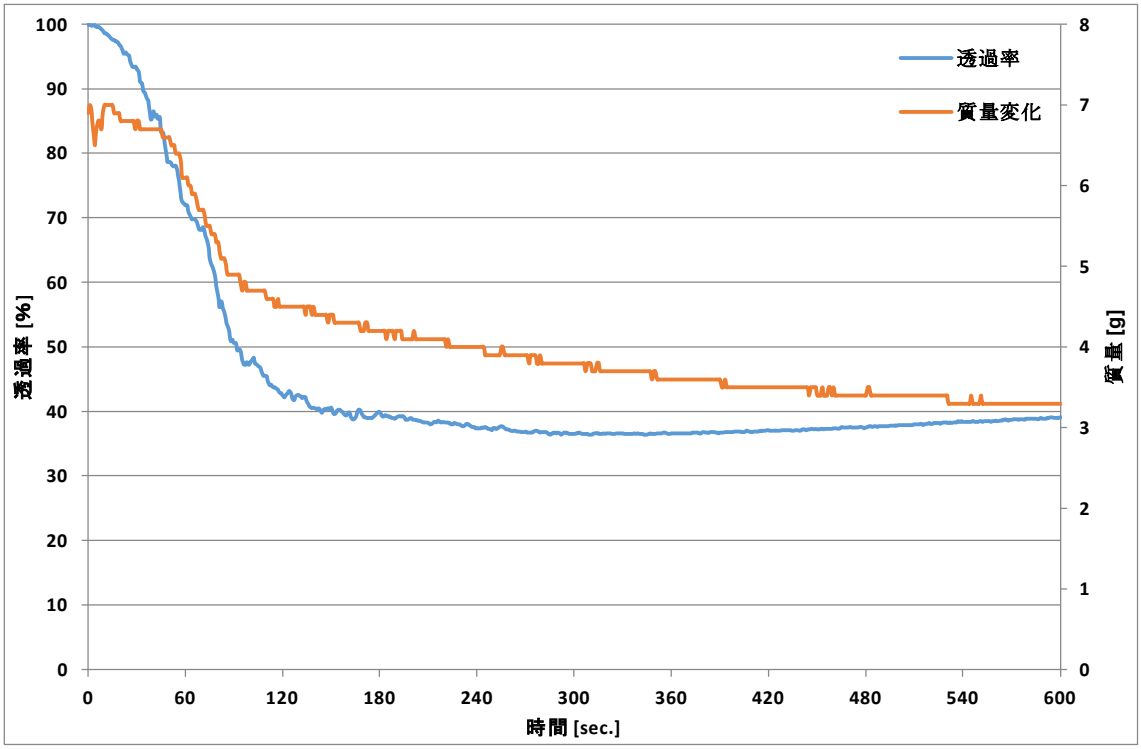


図 3.5.1.3.5　表地１回目　透過率および質量変化

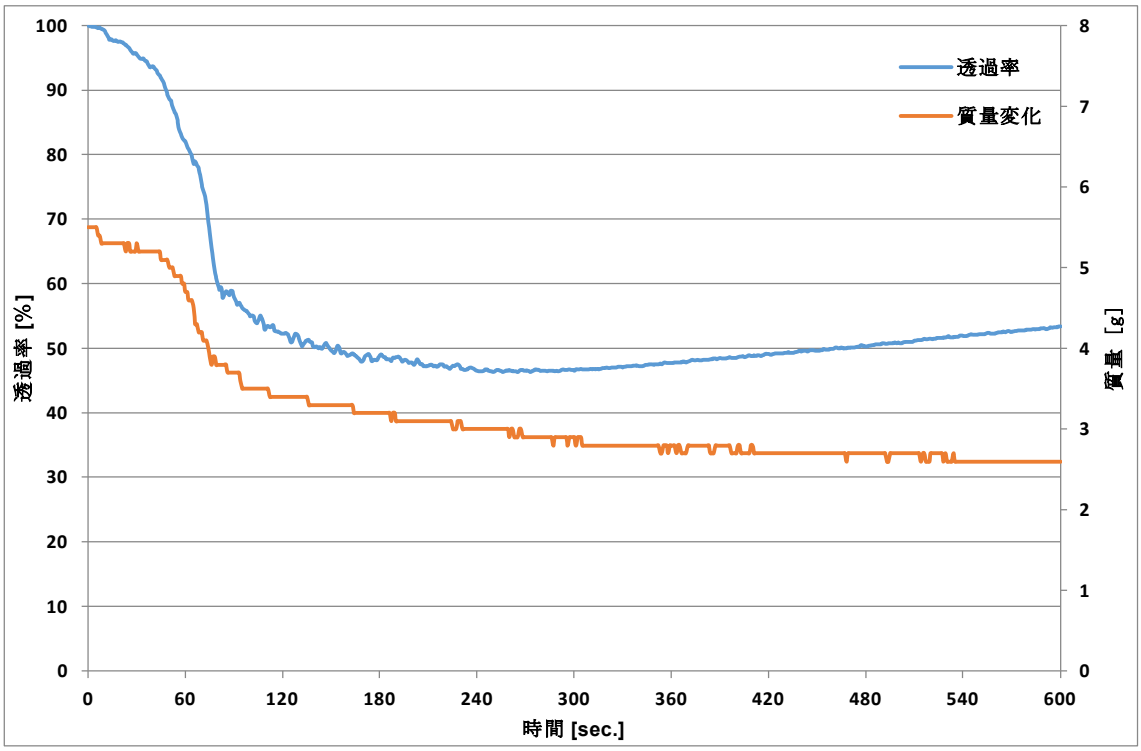


図 3.5.1.3.6　表地２回目　透過率および質量変化

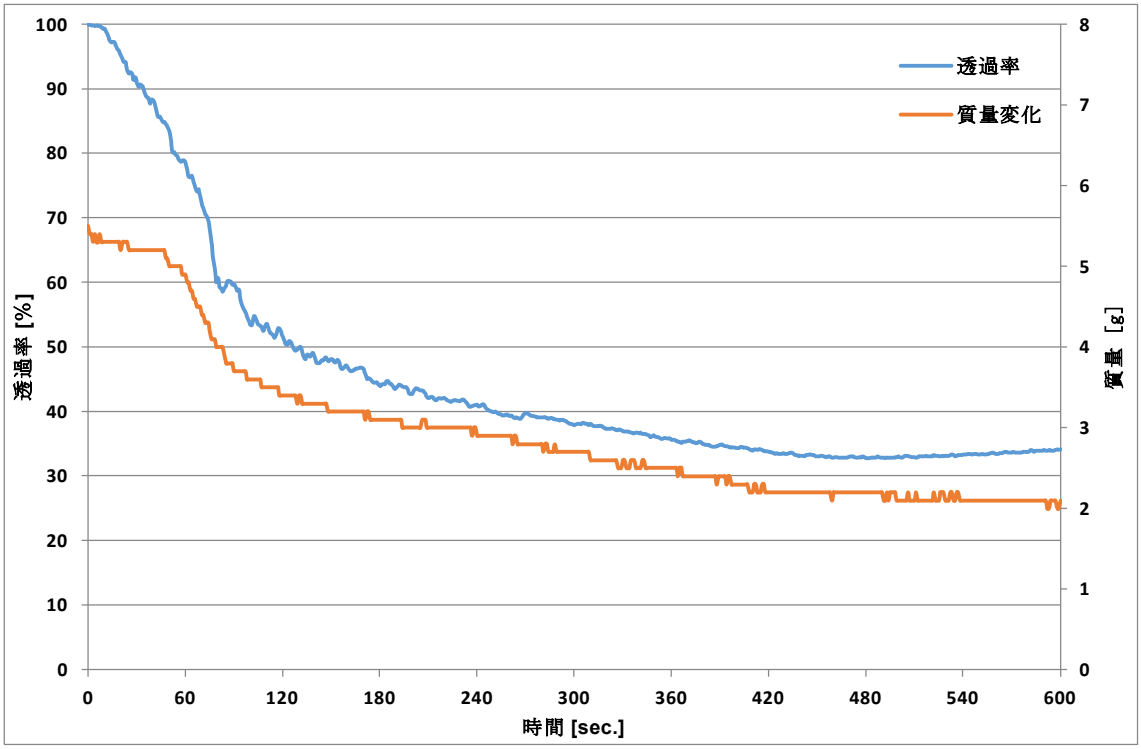


図 3.5.1.3.7　表地 3 回目　透過率および質量変化

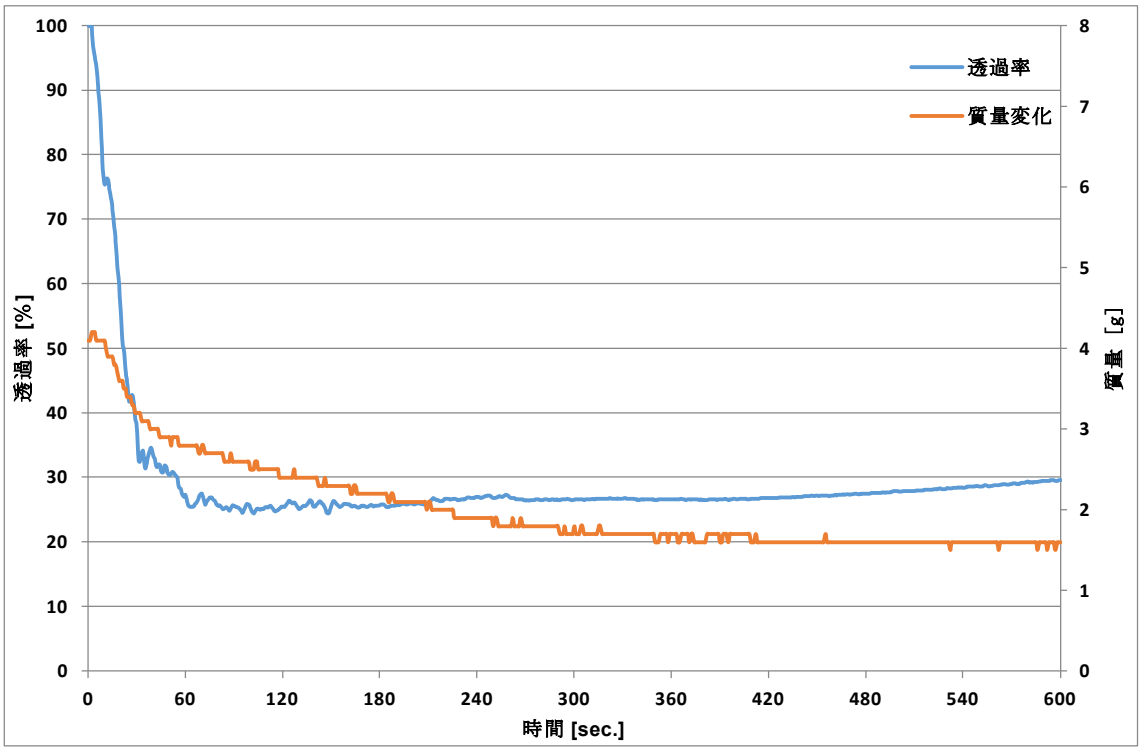


図 3.5.1.3.8　詰め物 1 回目　透過率および質量変化

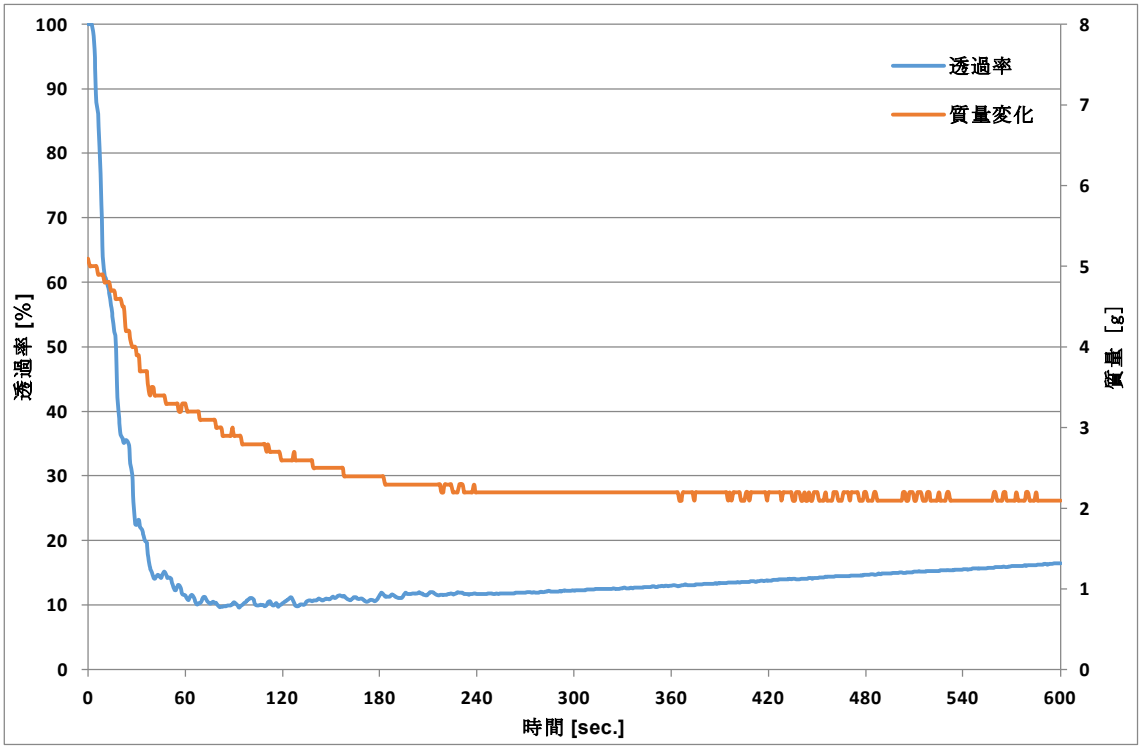


図 3.5.1.3.9　詰め物 2 回目　透過率および質量変化

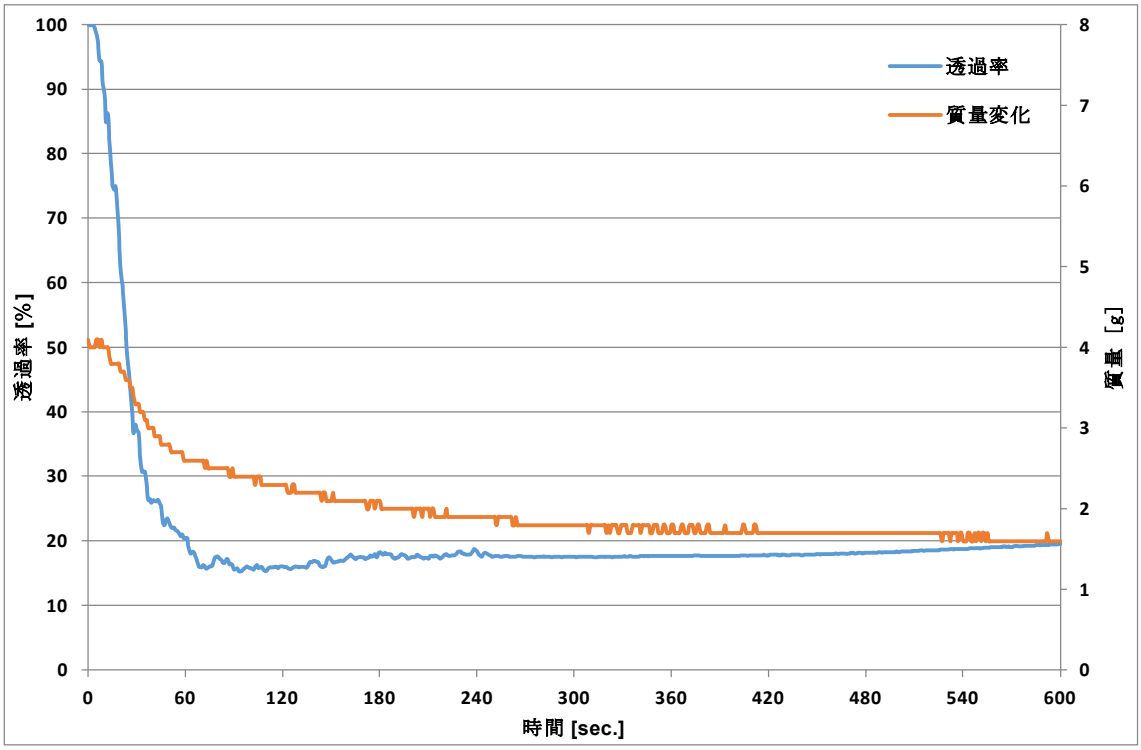


図 3.5.1.3.10　詰め物 3 回目　透過率および質量変化

表 3.5.1.3.1　試験結果

試験名	寸法 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	バーナー着火時間 [sec.]	ベント閉時間 [sec.]	試験片着火時間 [sec.]	試験片消火時間 [sec.]	最大比光学密度(D_S max) [-]
0 系表地 1 回目	78.00×79.10	3.00	6.13	11.0	21.0	44.0	137.0	57.87
0 系表地 2 回目	76.90×78.10	3.00	4.56	12.0	22.0	39.0	110.0	44.07
0 系表地 3 回目	76.20×78.10	3.50	4.53	3.0	13.0	43.0	405.0	63.91
0 系詰め物 1 回目	73.30×75.40	15.50	3.15	2.0	4.0	2.0	324.0	80.72
0 系詰め物 2 回目	74.00×78.00	16.50	4.05	2.0	4.0	2.0	287.0	134.01
0 系詰め物 3 回目	72.40×76.30	14.00	5.66	9.0	10.0	9.0	341.0	107.72

また、計測した透過率を用いて、比光学密度（D_S）を算出する。比光学密度は、以下に示す式（2）を用いて算出する。

$$D_{S,SDC} = 132 \log_{10}(100/T_{SDC}) \cdots (2)$$

ここに、T：透過率［%］

132：式（1）において、V/ALから導いて得た係数。

※V：チャンバーの体積[m^3]、A：試験片の暴露表面積[m^2]、L：光路の長さ[m]

以下の図 3.5.1.3.11 および図 3.5.1.3.12 に、算出した各材料の比光学密度の推移を示す。

<u>＜材料の評価＞</u>

表地の最大比光学密度が 3 回目における 63.91、詰め物の最大比光学密度が 2 回目における 134.01 であり、どちらの材料も要件 R21(表 2.2.5.1)における HL3 の基準値である 200 を下回る結果となった。

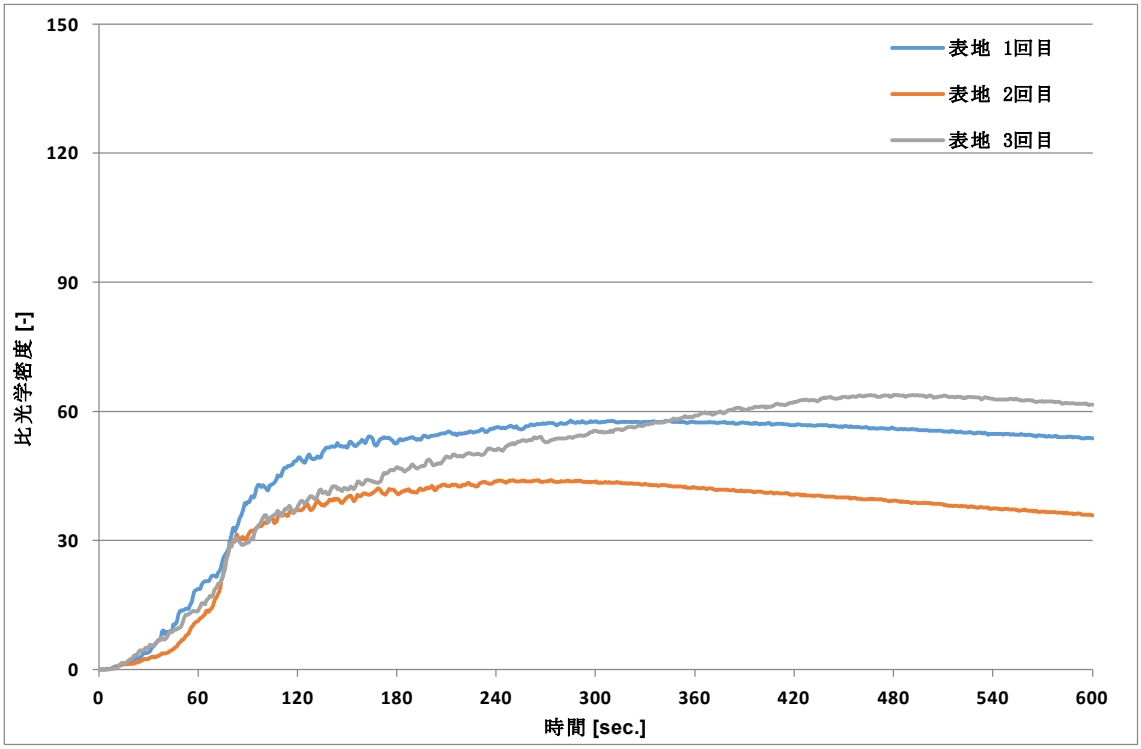


図 3.5.1.3.11　表地　比光学密度

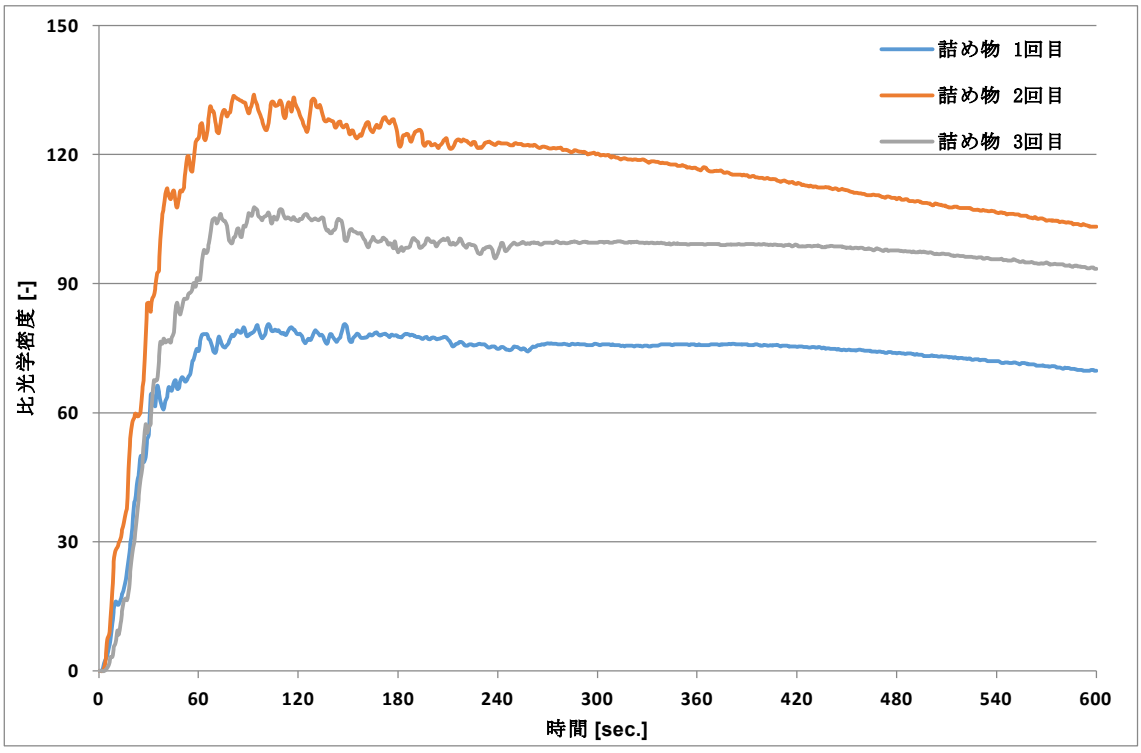


図 3.5.1.3.12　詰め物　比光学密度

SDC 試験　表地 1 回目の様子

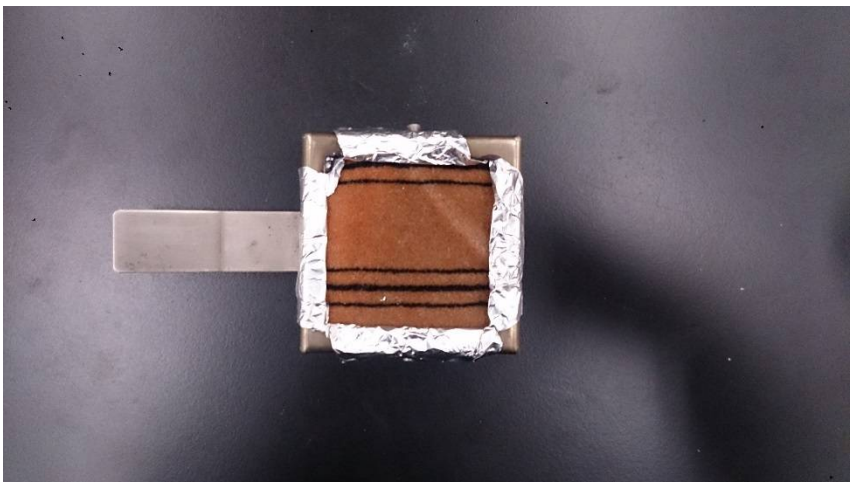


図 3.5.1.3.13　試験前

図 3.5.1.3.14　準備完了

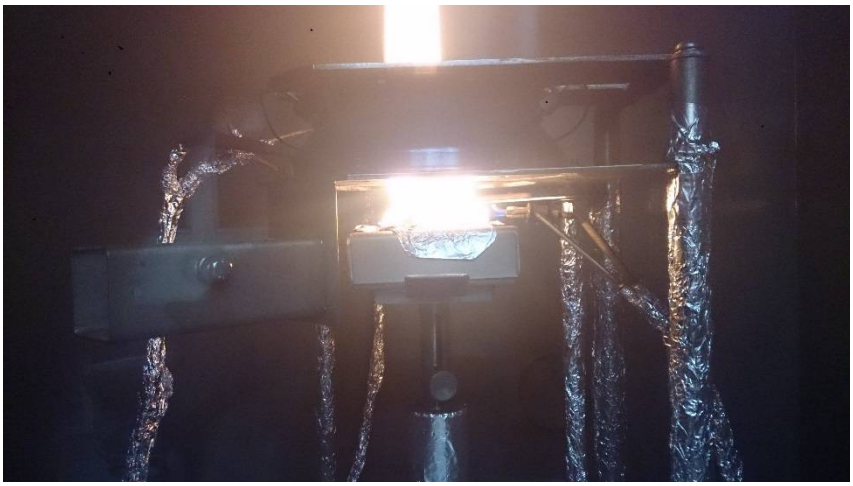


図 3.5.1.3.15　着火直後

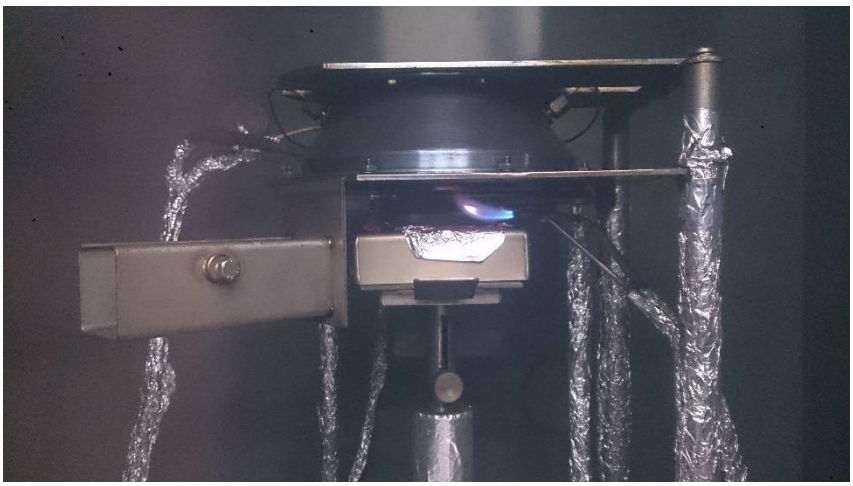


図 3.5.1.3.16　試験開始 200 秒後

図 3.5.1.3.17　試験開始 400 秒後

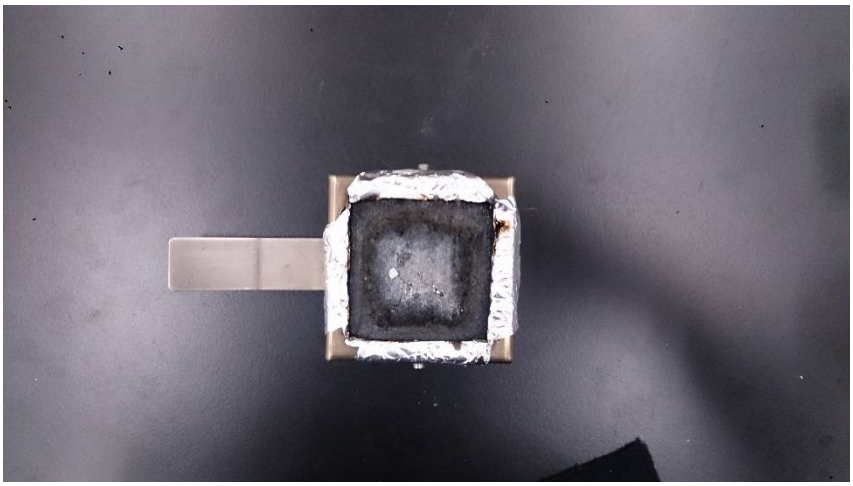


図 3.5.1.3.18　試験後

SDC 試験　表地 2 回目の様子

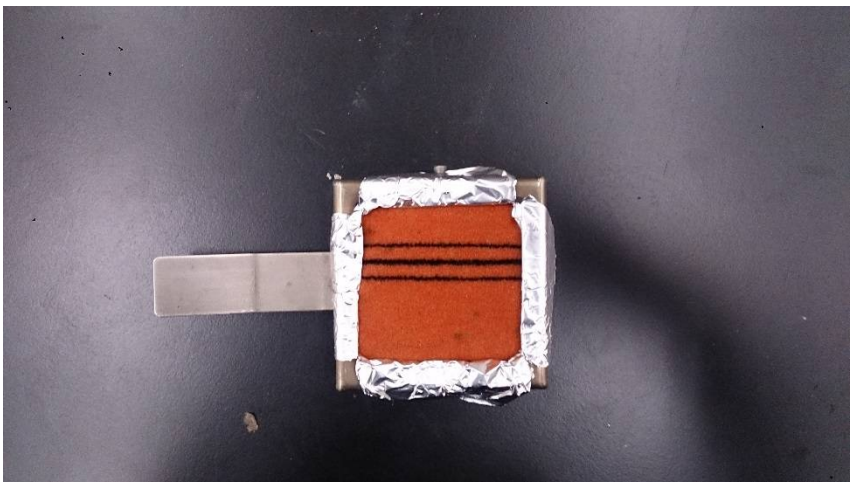


図 3.5.1.3.19　試験前

図 3.5.1.3.20　準備完了

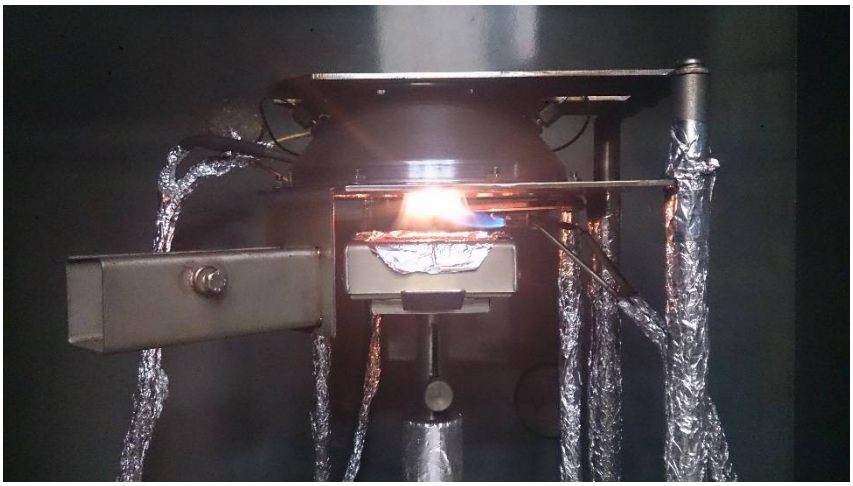


図 3.5.1.3.21 着火直後

図 3.5.1.3.22　試験開始 200 秒後

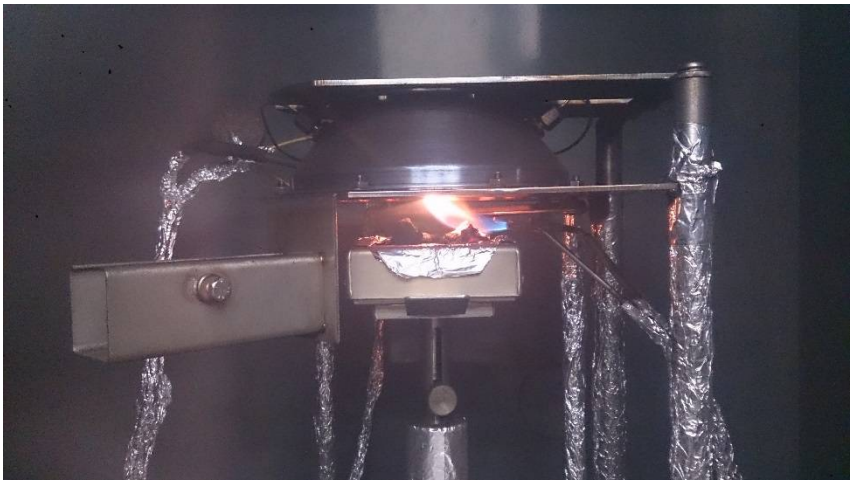


図 3.5.1.3.23　試験開始 400 秒後

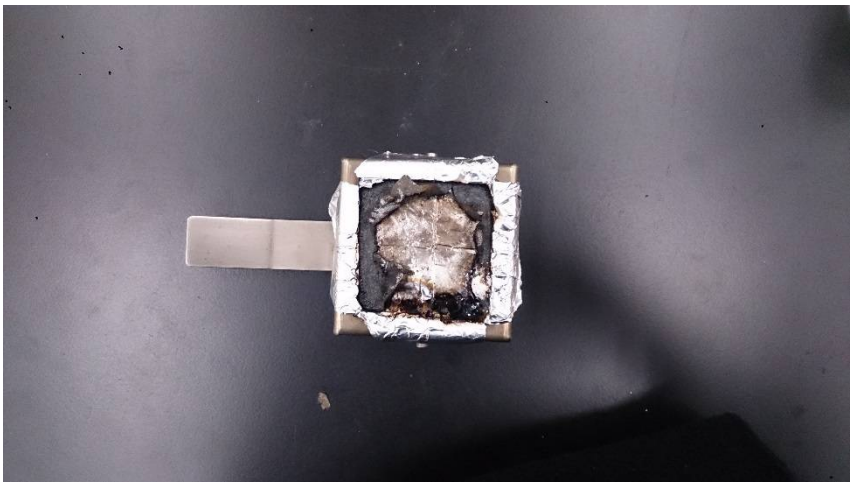


図 3.5.1.3.24　試験後

SDC 試験　表地 3 回目の様子

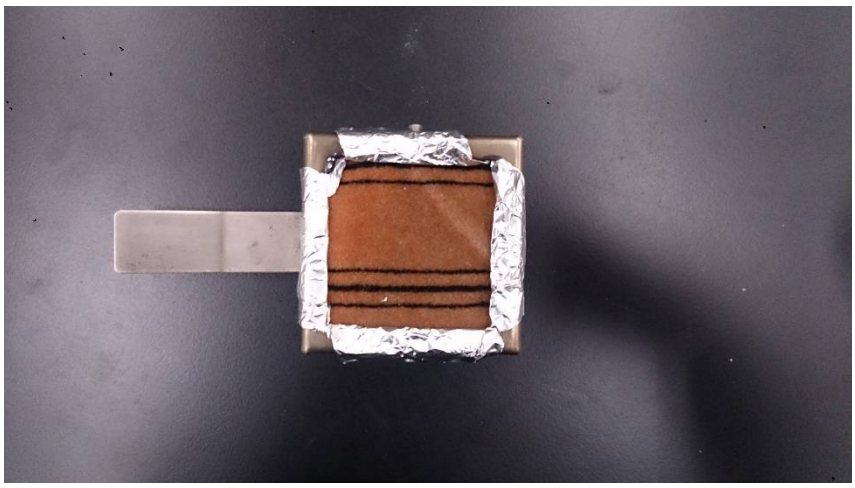


図 3.5.1.3.25　試験前

図 3.5.1.3.26　準備完了

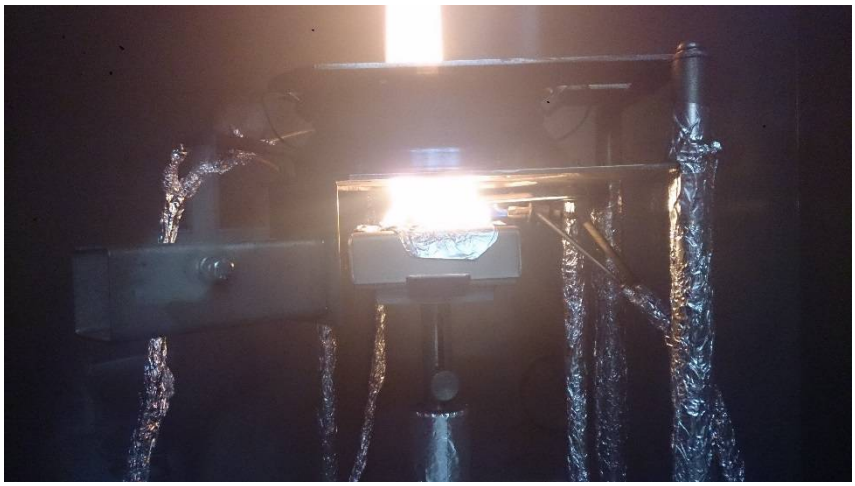


図 3.5.1.3.27　着火直後

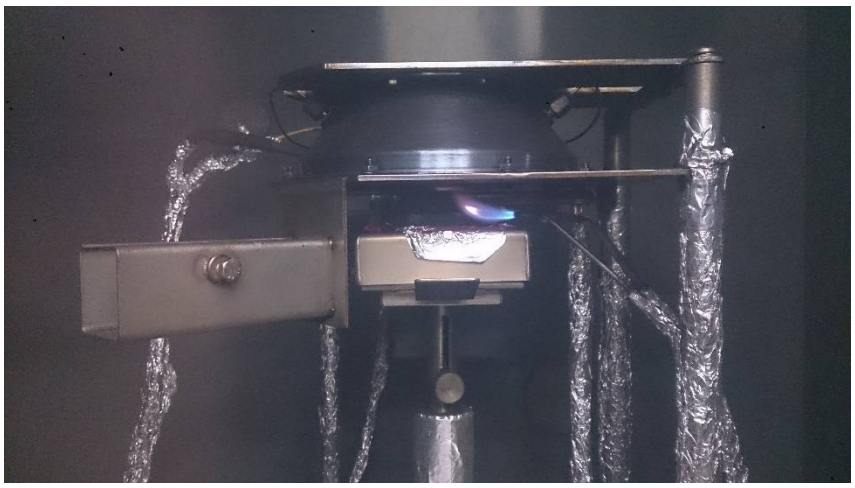


図 3.5.1.3.28　試験開始 200 秒後

図 3.5.1.3.29　試験開始 400 秒後

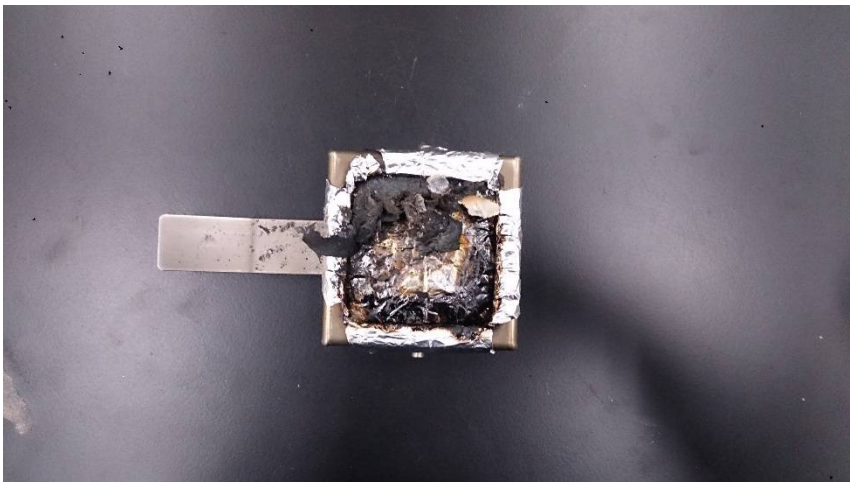


図 3.5.1.3.30　試験後

SDC 試験　詰め物 1 回目の様子

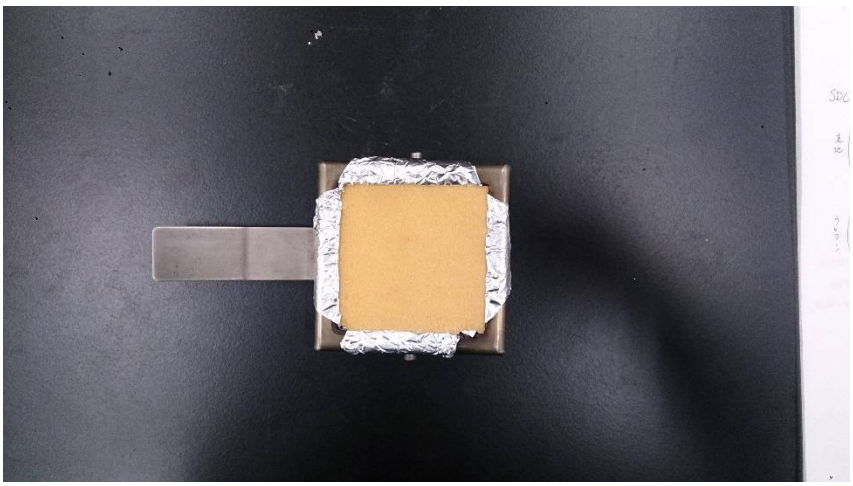


図 3.5.1.3.31　試験前

図 3.5.1.3.32　準備完了

図 3.5.1.3.33　着火直後

図 3.5.1.3.34　試験開始 200 秒後

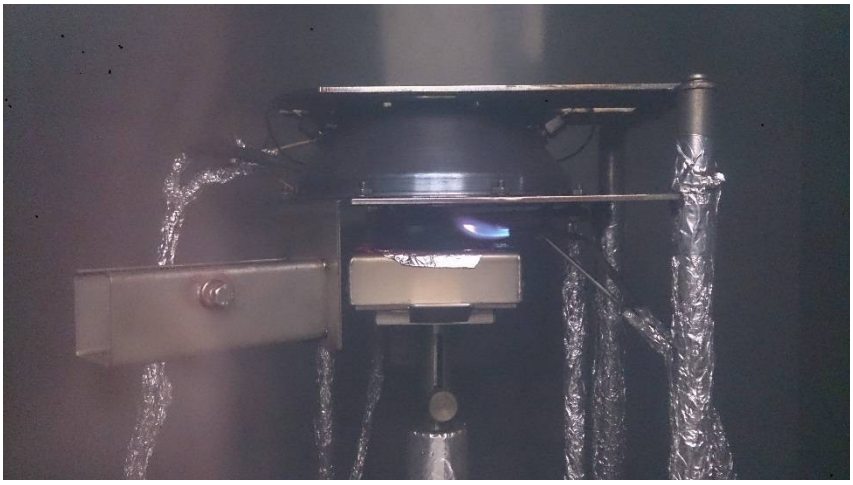


図 3.5.1.3.35　試験開始 400 秒後

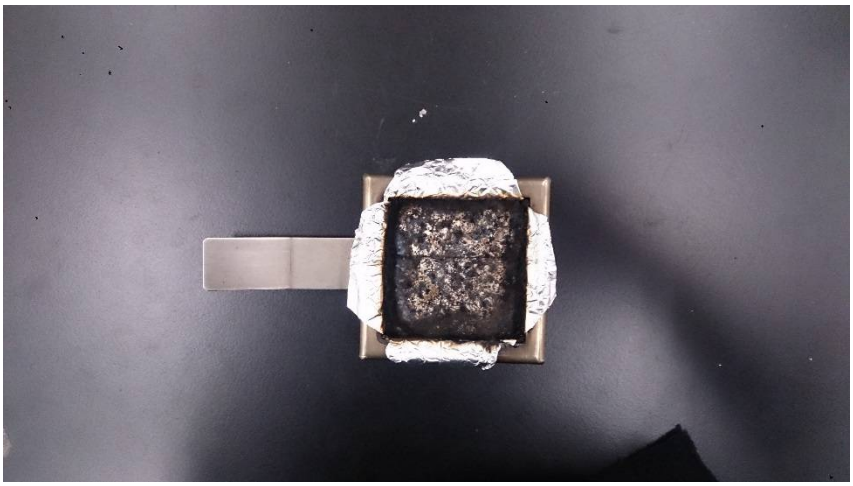


図 3.5.1.3.36　試験後

SDC 試験　詰め物 2 回目の様子

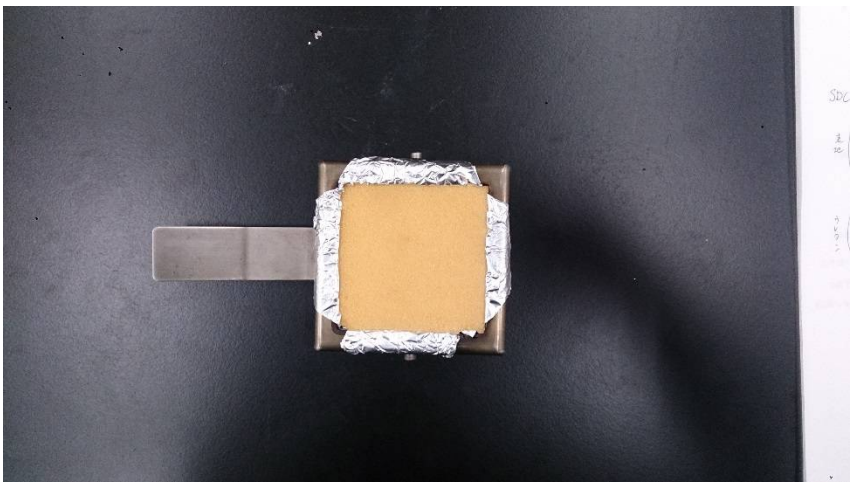


図 3.5.1.3.37　試験前

図 3.5.1.3.38　準備完了

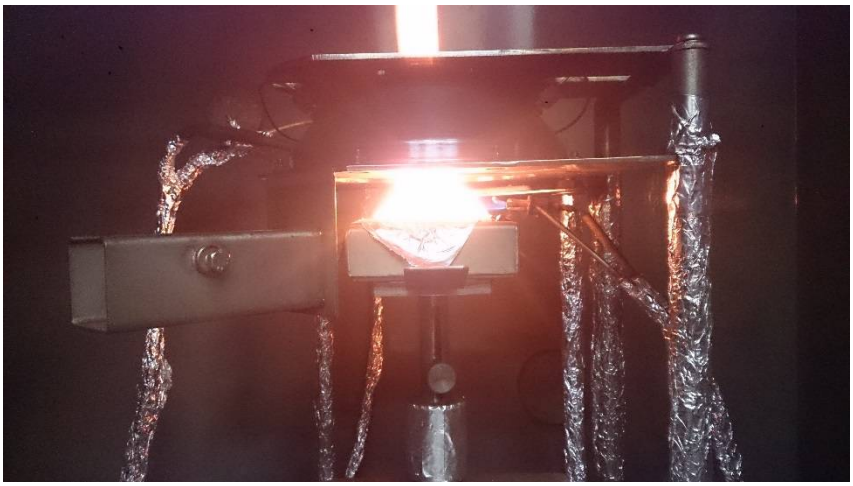


図 3.5.1.3.39　着火直後

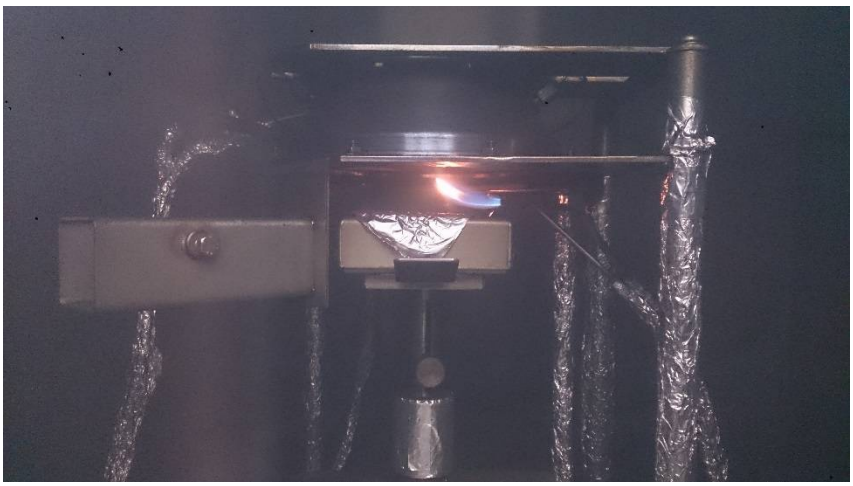


図 3.5.1.3.40　試験開始 200 秒後

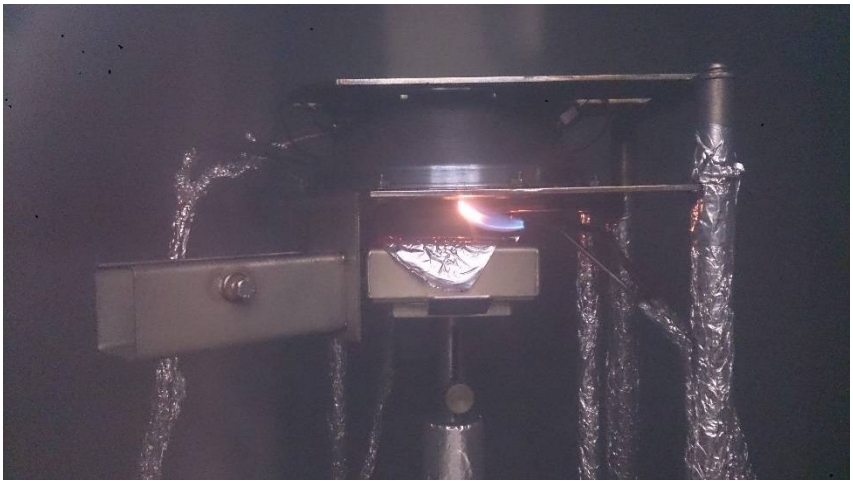


図 3.5.1.3.41　試験開始 400 秒後

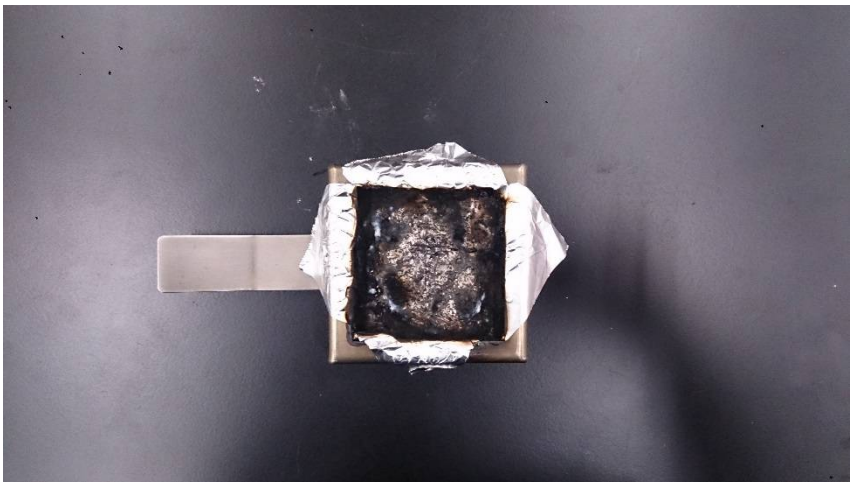


図 3.5.1.3.42　試験後

SDC 試験　詰め物 3 回目の様子

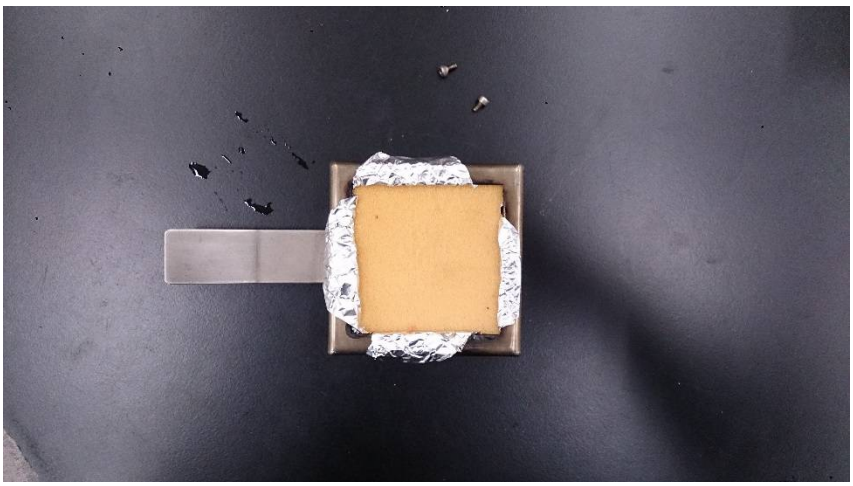


図 3.5.1.3.43　試験前

図 3.5.1.3.44　準備完了

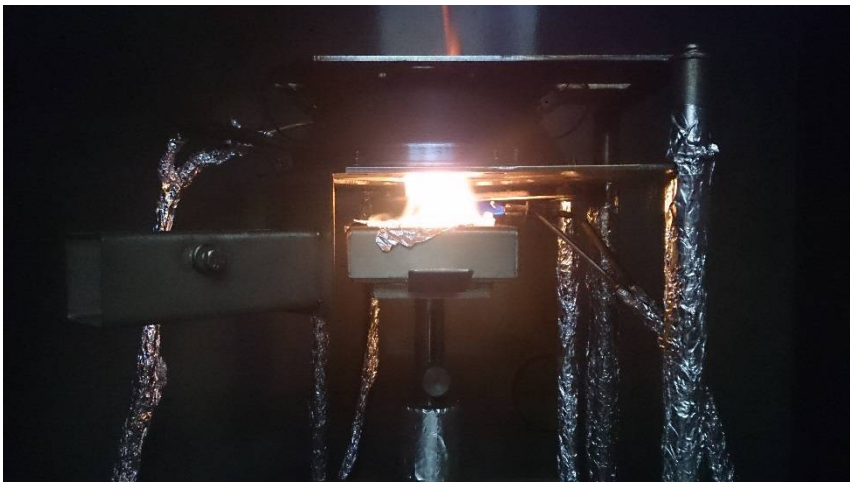


図 3.5.1.3.45　着火直後

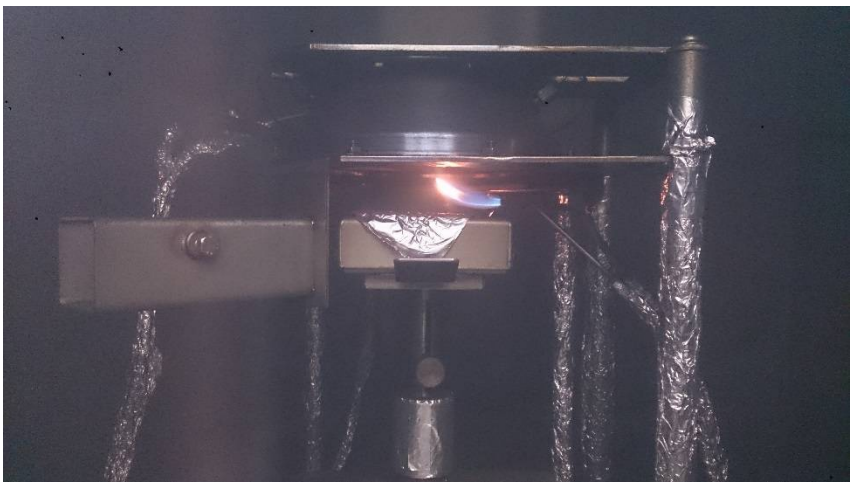


図 3.5.1.3.46　試験開始 200 秒後

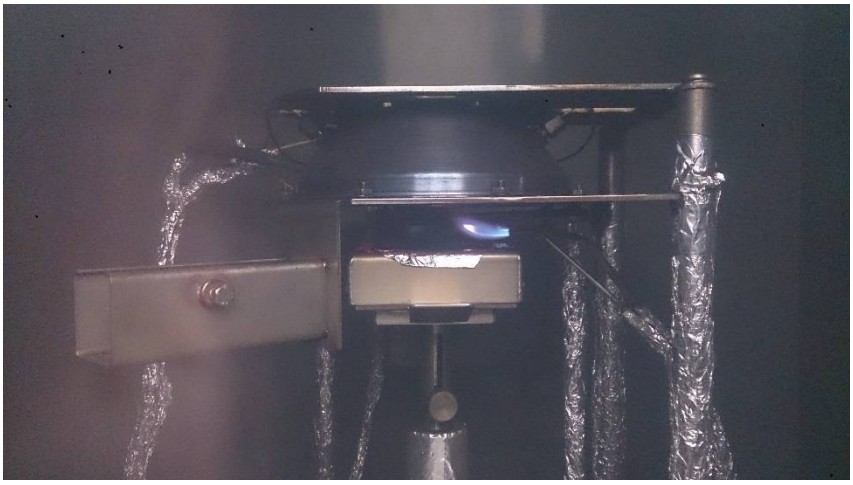


図 3.5.1.3.47　試験開始 400 秒後

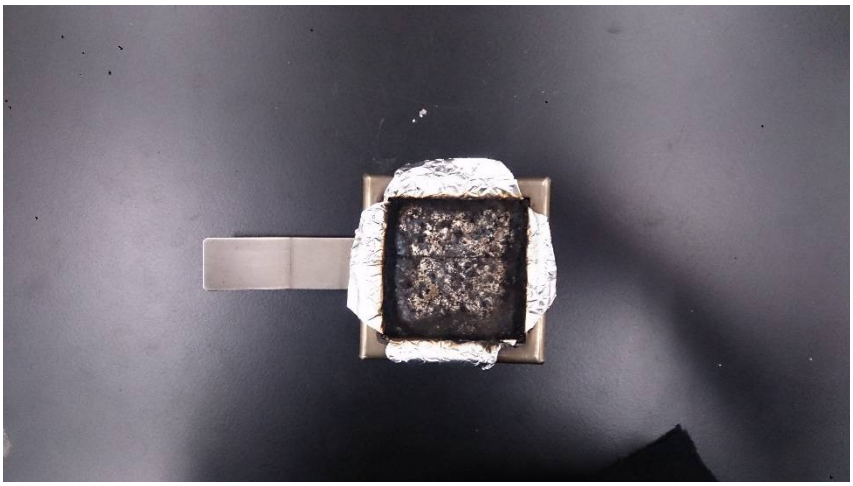


図 3.5.1.3.48　試験後

３．５．２　45°法試験による材料の評価および各パラメーターの計測

選択した材料に対し、技術基準において規定されている試験方法により、材料の燃焼性を評価する。また、45°法試験実施時の材料の発熱速度および SDC 試験装置内における煙の透過率を計測し、3.5.1 における計測結果と相対的な比較を行う。

燃焼性試験およびパラメーターの計測には、3.5.1 と同様に 0 系新幹線座席の表地および詰め物を用いた。

３．５．２．１　燃焼性の評価

＜実施概要＞

技術基準において規定された試験方法に従い、表地および詰め物の燃焼性の評価を行う。なお、燃焼性の評価は、次節に記載する発熱速度の計測と同時に実施した。

試験は、各材料３回ずつ実施した。

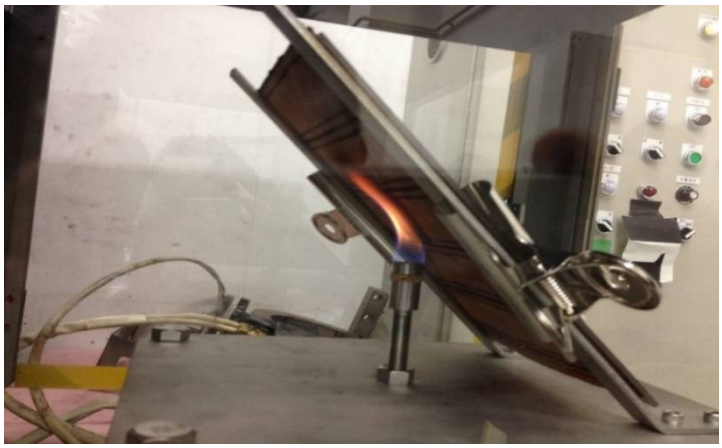


図 3.5.2.1.1　45°法試験の様子

＜試験結果および材料の評価＞

燃焼性を評価するための各判定結果をまとめた燃焼試験データを表 3.5.2.1.1 および表 3.5.2.1.2 に示す。試験後の試験片の様子は表 3.5.2.1.1 および表 3.5.2.1.2 内の燃焼状況に示す通りである。

試験の結果、表地については 3 回の試験中 2 回、残炎が確認されたため、燃焼性の評価は、鉄道車両材料として使用することのできない緩燃性という評価となった。他の判定項目については、難燃性の基準を満たしていた。詰め物については、３回とも難燃性という評価となった。詰め物の試験は、試験開始後早い段階で試験片に貫通孔ができ、アルコールの火炎が貫通孔から逃げてしまったため、大きな燃焼に至らなかったと考えた。

表 3.5.2.1.1　0 系座席表地　燃焼試験データ

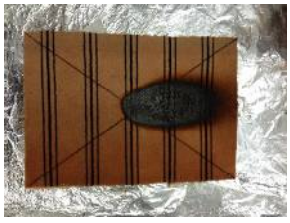
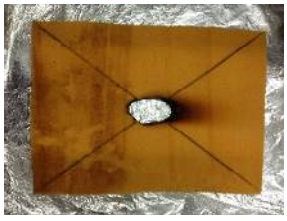
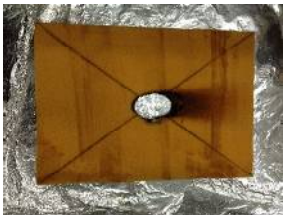
車材燃試　2015　－　　K			試　　験　２０１５年１１月３０日	
依頼社名			温　　度　１６．９℃	
品　　名　0 系座席表地			湿　　度　４７．０％	
商 品 名			燃焼試験　　分　　秒	
燃焼中	燃焼時間	１分３７秒	１分３３秒	１分３４秒
	着　　火	あり　０分３７秒	あり　０分２２秒	あり　０分２５秒
	着　　炎	あり　０分３７秒	あり　０分２２秒	あり　０分２５秒
	煙	普通	普通	普通
	火　　勢	弱い	弱い	弱い
燃焼後	残　　炎	あり　０分７秒	あり　０分７秒	なし
	残 じ ん	なし	なし	なし
	炭　　化	縁に達しない 105㎜	縁に達しない 115㎜	縁に達しない 105㎜
	変　　形	変形 105㎜	変形 115㎜	変形 105㎜
判　　定		緩燃性	緩燃性	難燃性
煙		普通	普通	普通
燃焼状況				
備　　考		0 系表地 1 回目	0 系表地 2 回目	0 系表地 3 回目

表 3.5.2.1.2　0 系座席詰め物　燃焼試験データ

車材燃試　2015　－　　K			試　　験　２０１５年１１月３０日	
依頼社名			温　　度　１６．９℃	
品　　名　0 系座席詰め物			湿　　度　４７．０%	
商 品 名			燃焼試験　　分　　秒	
燃焼中	燃焼時間	１分３９秒	１分３７秒	１分４１秒
	着　　火	あり　０分８秒	あり　０分２７秒	あり　０分４秒
	着　　炎	あり　０分８秒	あり　０分２７秒	あり　０分４秒
	煙	少ない	少ない	普通
	火　　勢	弱い	弱い	弱い
燃焼後	残　　炎	なし	なし	なし
	残 じ ん	なし	なし	なし
	炭　　化	縁に達しない 65㎜	縁に達しない 65㎜	縁に達しない 83㎜
	変　　形	局部的貫通孔 50㎜	局部的貫通孔 50㎜	局部的貫通孔 50㎜
判　　定		難燃性	難燃性	難燃性
煙		少ない	少ない	普通
燃焼状況				
備　　考		0 系詰め物１回目	0 系詰め物２回目	0 系詰め物３回目

３．５．２．２　発熱速度の計測

＜実施概要＞

45°法試験実施時の材料の発熱速度を計測する。計測方法は、45°法試験装置を ISO 5660 コーンカロリーメータ試験装置内に設置し、技術基準で規定されている方法に従い試験を実施し、ISO 5660-1 コーンカロリーメータ試験と同様に材料の燃焼により発生したガスを収集・分析することで発熱速度を計測した。

試験は各材料３回実施した。

＜計測結果＞

各材料の発熱速度の推移を図 3.5.2.2.1 および図 3.5.2.2.2 に、また、アルコールの発熱速度の推移を図 3.5.2.2.3 に示し、試験結果のまとめを表 3.5.2.2.1 に示す。

計測した発熱速度は、コーンカロリーメータ試験の試験片の面積で除した値であるため、45°法試験における材料の燃焼面積を考慮した値を算出した。

また、平均総発熱量は、表地が 2.8MJ/m^2、詰め物が 2.1MJ/m^2 であった。

＜材料の評価＞

表地の最大平均発熱速度が 1 回目における 38.13kW/m^2、詰め物の最大平均発熱速度が 1 回目における 48.68kW/m^2 であり、どちらの材料も EN 規格における HL3 の基準値を下回る結果となった。

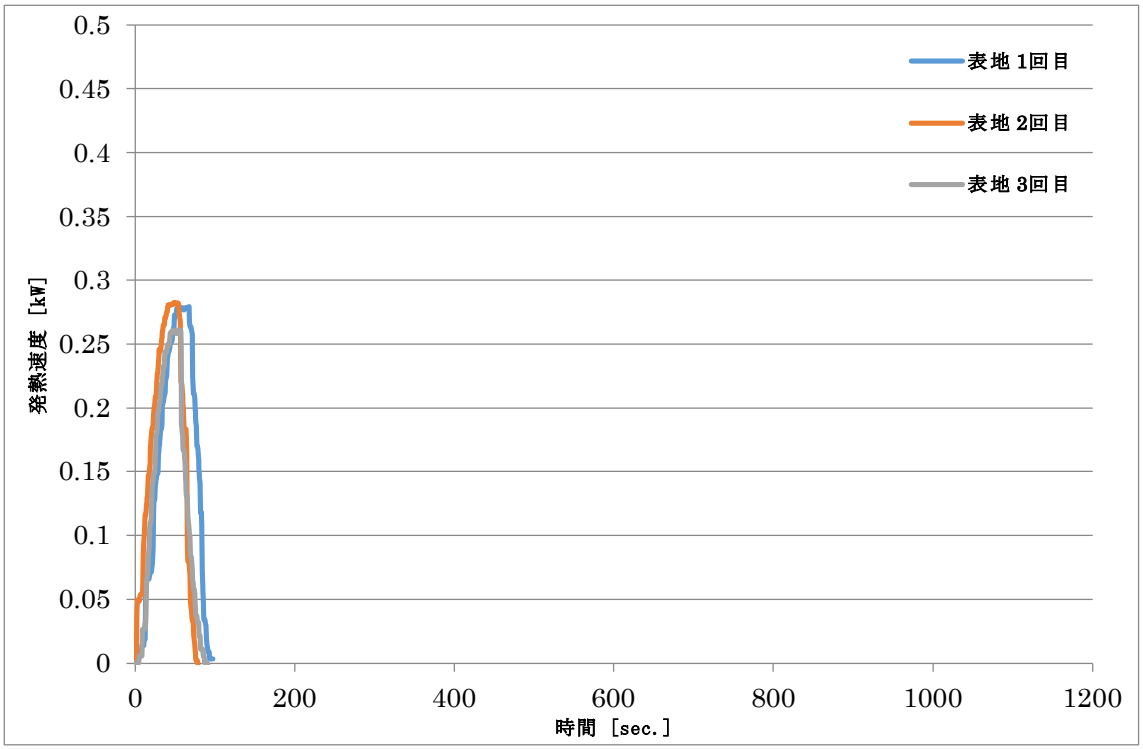


図 3.5.2.2.1　表地の発熱速度[kW]

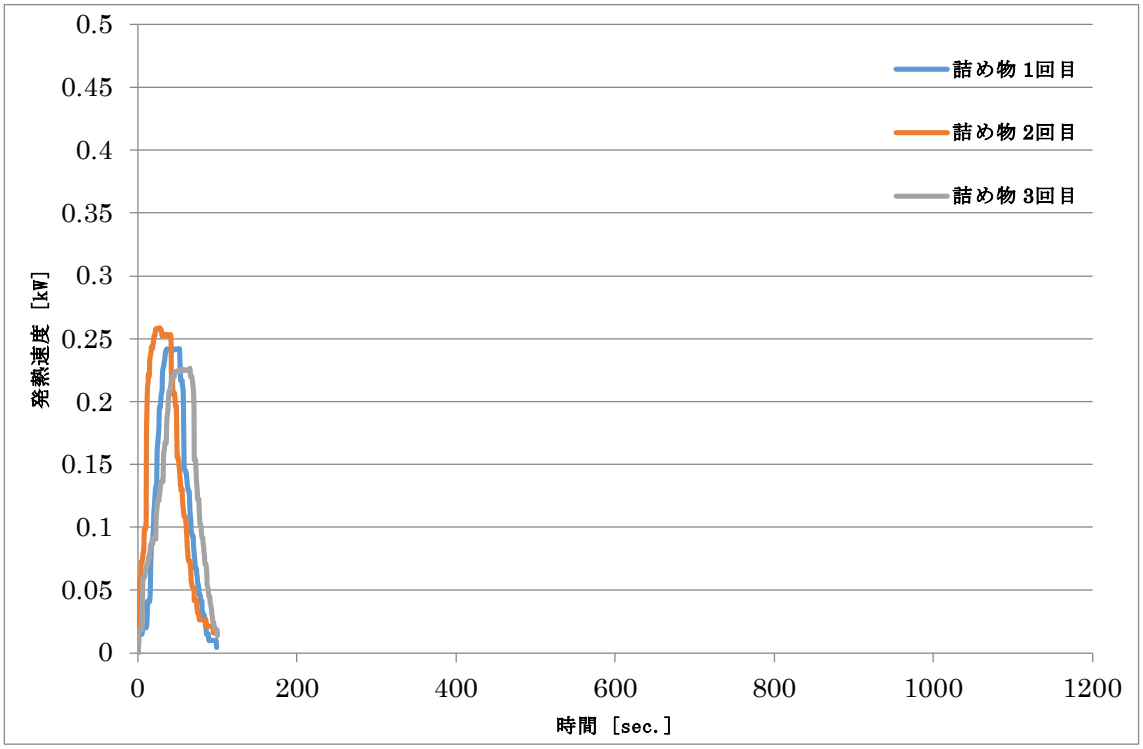


図 3.5.2.2.2　詰め物の発熱速度[kW]

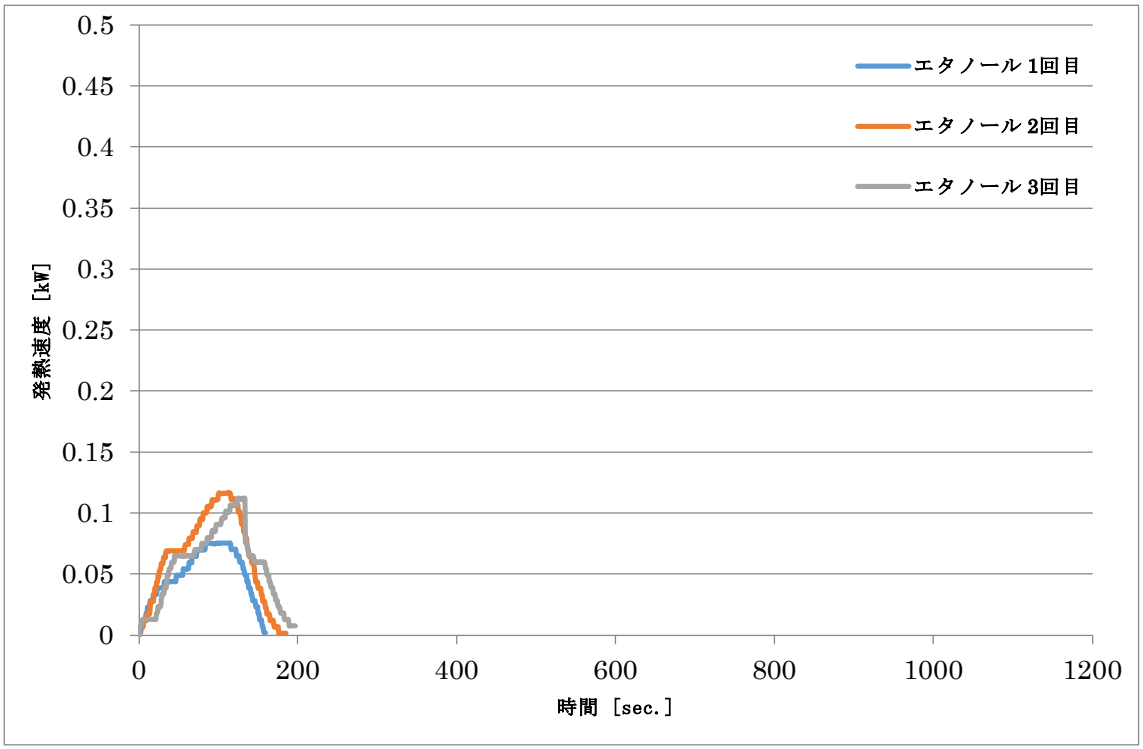


図 3.5.2.2.3　アルコールの発熱速度[kW]

表 3.5.2.2.1　試験結果

試験名	寸法 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	燃焼時間 [sec.]	燃焼面積 [m^2]	最大発熱速度 [kW/m^2]	平均発熱速度 [kW/m^2]	総発熱量 [MJ/m^2]
0 系表地 1 回目	257.5×183.0	2.4	54.32	70.6	0.00265	105.51	38.13	5.54
0 系表地 2 回目	257.0×183.5	2.8	32.40	77.9	0.00295	95.86	28.98	4.50
0 系表地 3 回目	257.5×182.5	2.4	34.97	63.2	0.00315	82.98	28.71	3.65
0 系詰め物 1 回目	257.0×181.5	14.3	23.63	52.8	0.00150	161.48	48.68	7.78
0 系詰め物 2 回目	258.5×181.5	14.3	25.67	34.6	0.00175	147.80	42.03	7.63
0 系詰め物 3 回目	257.0×183.0	14.4	25.66	75.3	0.00165	137.26	44.52	8.04

※この表における燃焼時間とは、試験片の燃焼継続時間を示す。

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　表地１回目の様子

図 3.5.2.2.4　試験前の試験片（表）

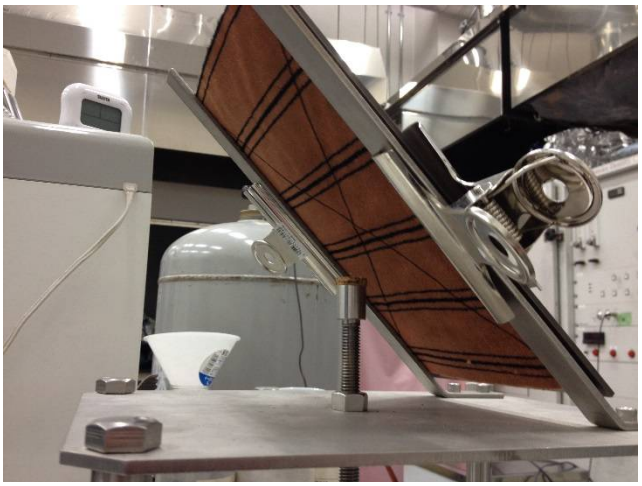


図 3.5.2.2.5　準備完了

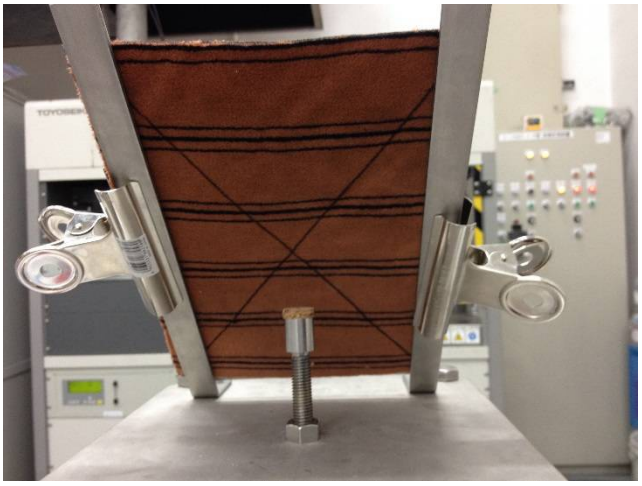


図 3.5.2.2.6　準備完了

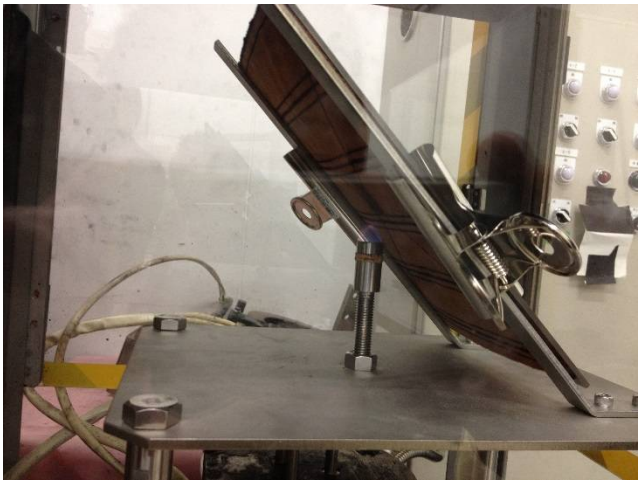


図 3.5.2.2.7　試験開始直後

図 3.5.2.2.8　着火直後

図 3.5.2.2.9　試験後の試験片（表）

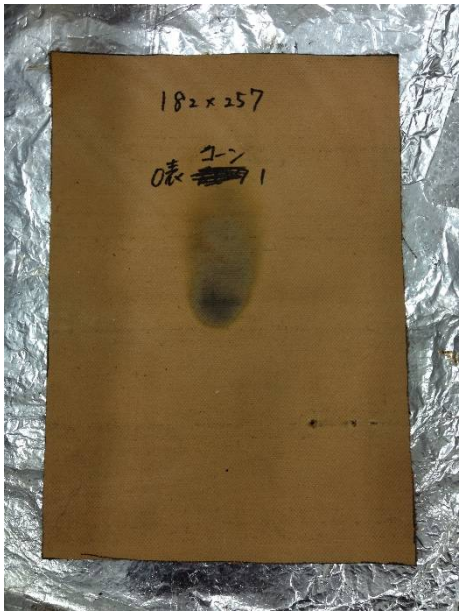


図 3.5.2.2.10　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　表地２回目の様子

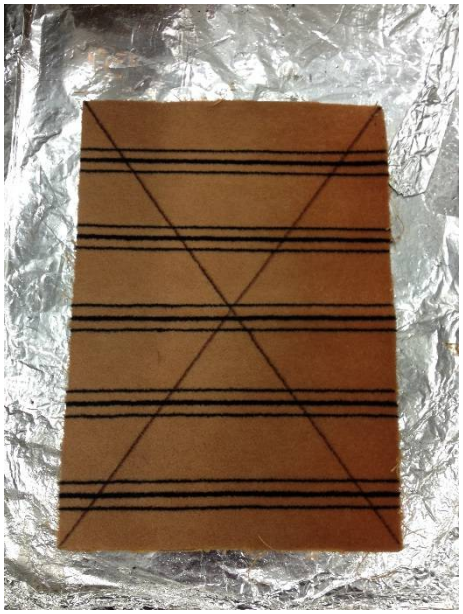


図 3.5.2.2.11　試験前の試験片（表）

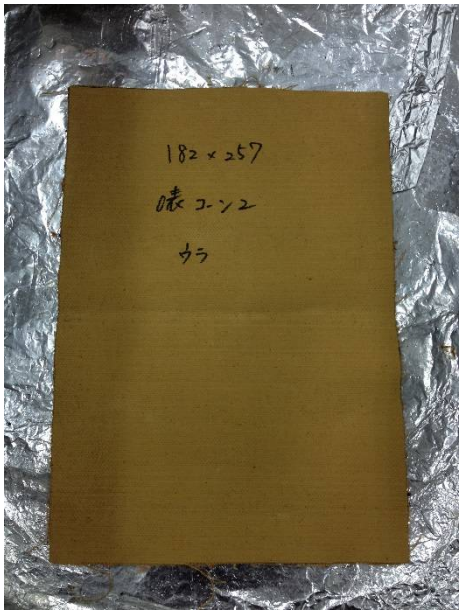


図 3.5.2.2.12　試験前の試験片（裏）

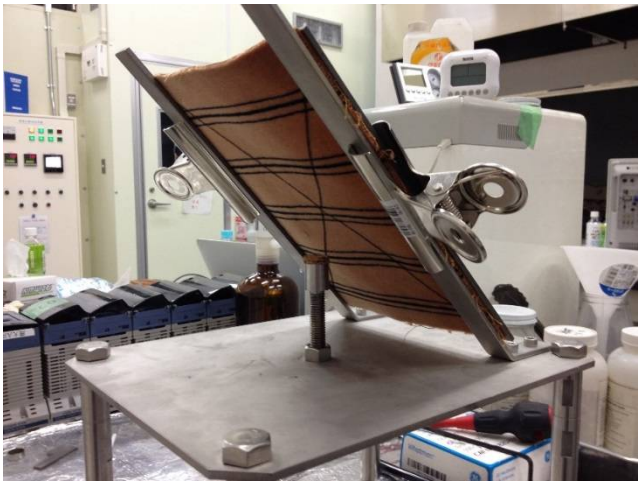


図 3.5.2.2.13　準備完了

図 3.5.5.2.14　準備完了

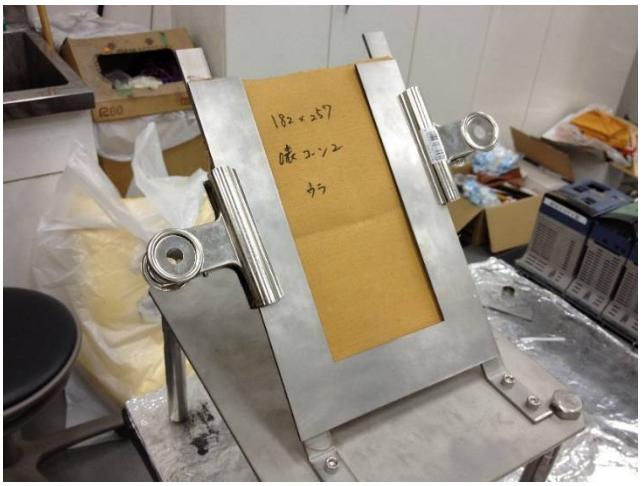


図 3.5.2.2.15　準備完了

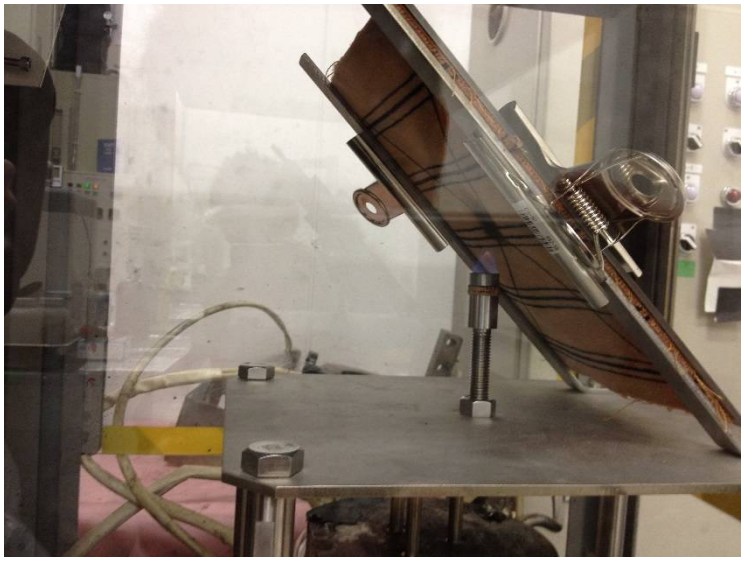


図 3.5.2.2.16　試験開始直後

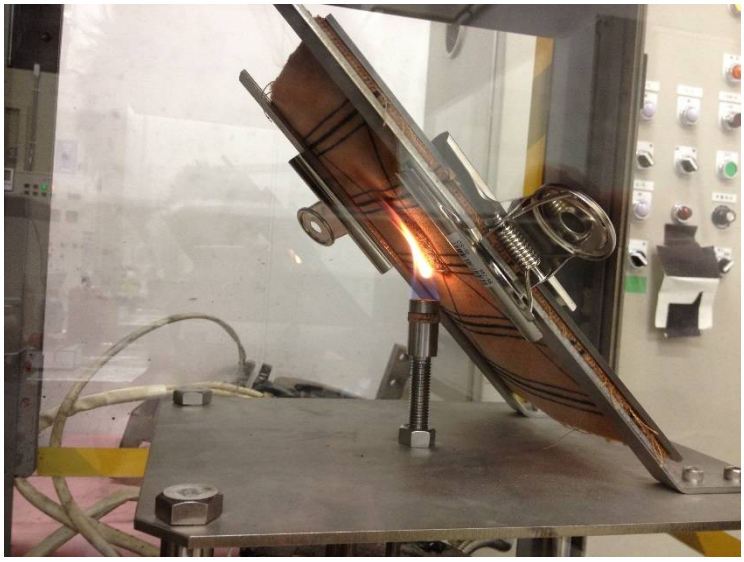


図 3.5.2.2.17　着火直後

図 3.5.2.2.18　試験後の試験片（表）

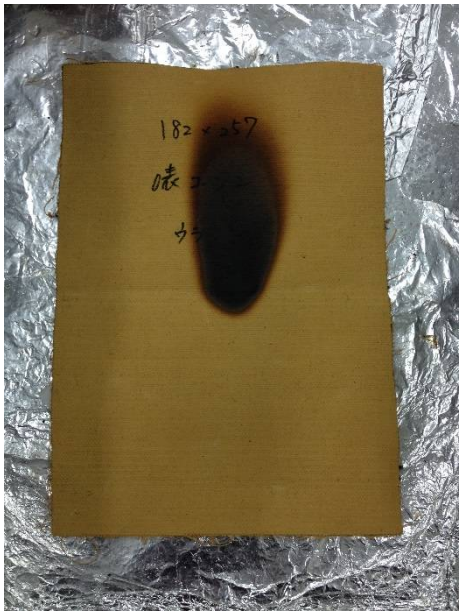


図 3.5.2.2.19　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　表地 3 回目の様子

図 3.5.2.2.20　試験前の試験片（表）

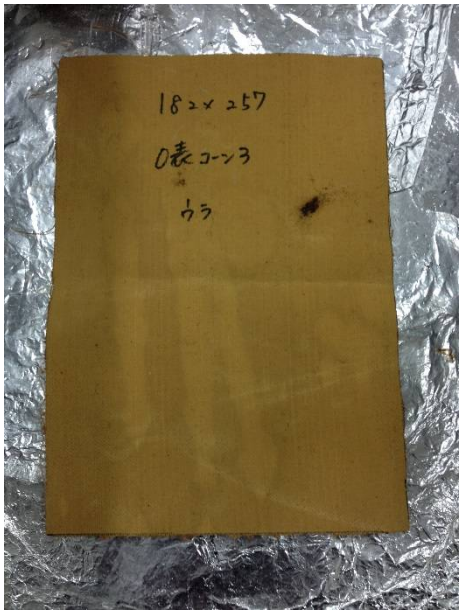


図 3.5.2.2.21　試験前の試験片（裏）

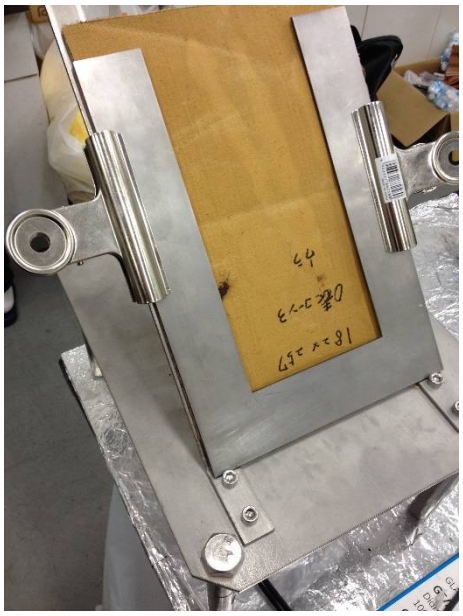


図 3.5.2.2.22　準備完了

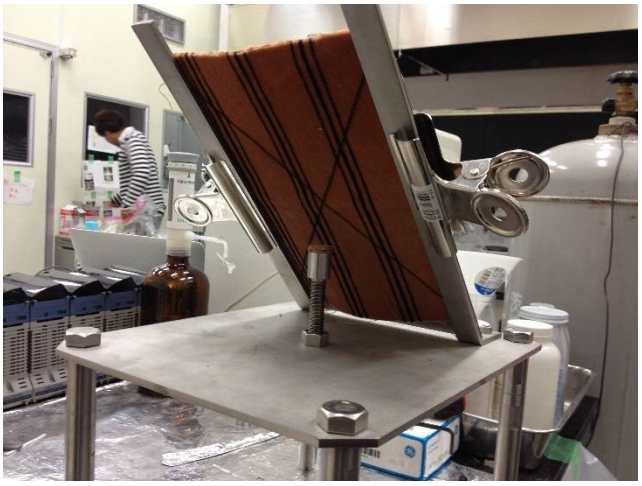


図 3.5.2.2.23　準備完了

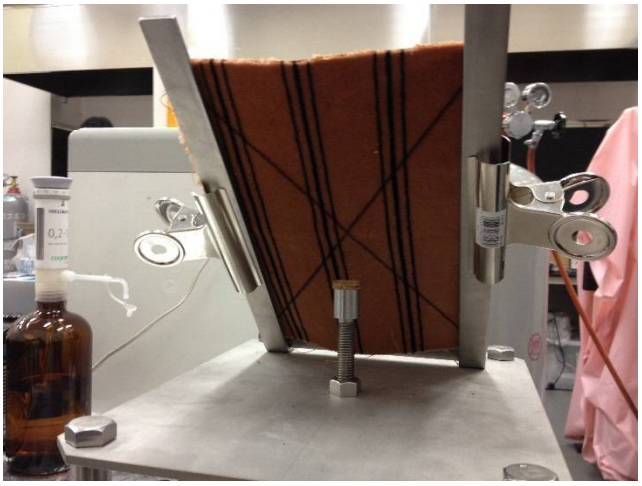


図 3.5.2.2.24　準備完了

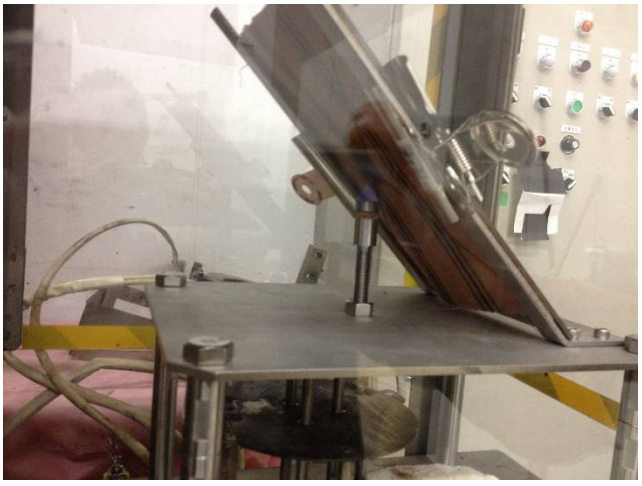


図 3.5.2.2.25　試験開始直後

図 3.5.2.2.26　着火直後

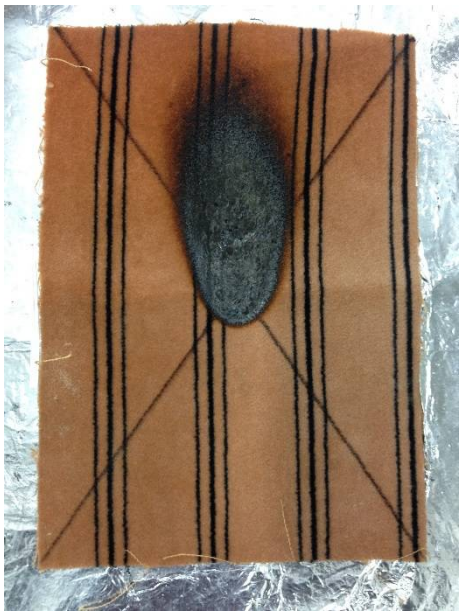


図 3.5.2.2.27　試験後の試験片（表）

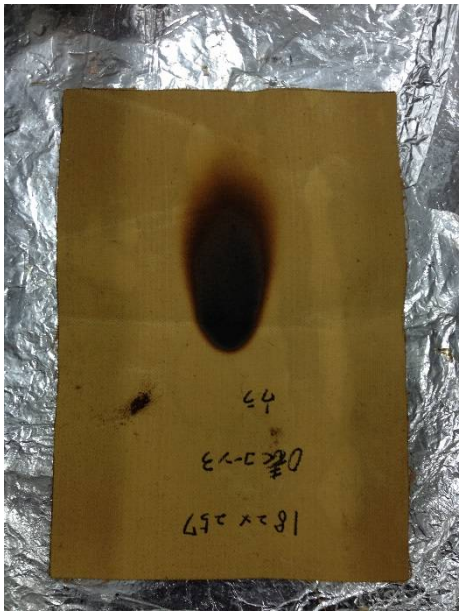


図 3.5.2.2.28　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　詰め物１回目の様子

図 3.5.2.2.29　試験前の試験片（表）

図 3.5.2.2.30　試験前の試験片（裏）

図 3.5.2.2.31　準備完了

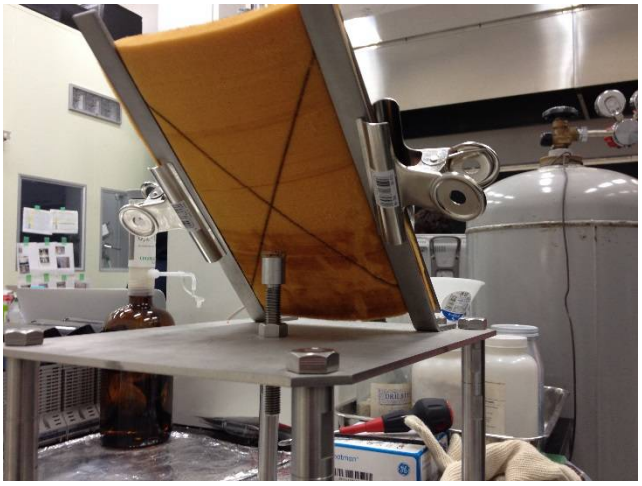


図 3.5.2.2.32　準備完了

図 3.5.2.2.33　準備完了

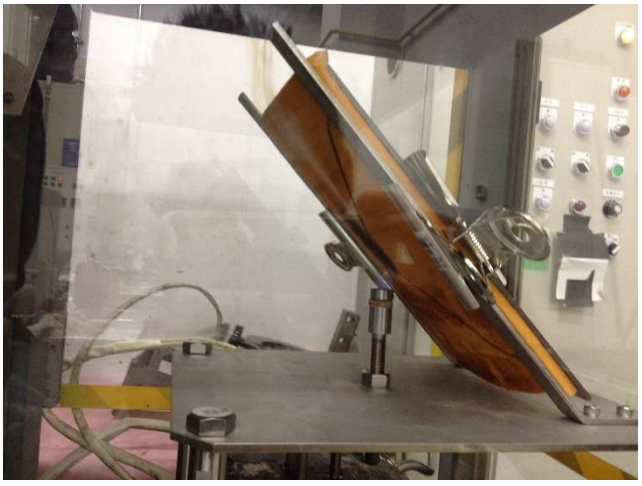


図 3.5.2.2.34　試験開始直後

図 3.5.2.2.35　試験後の試験片（表）

図 3.5.2.2.36　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　詰め物 2 回目の様子

図 3.5.2.2.37　試験前の試験片（表）

図 3.5.2.2.38　試験前の試験片（裏）

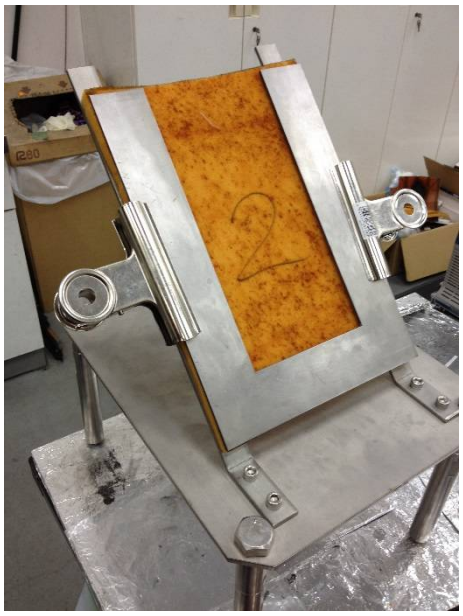


図 3.5.2.2.39　準備完了

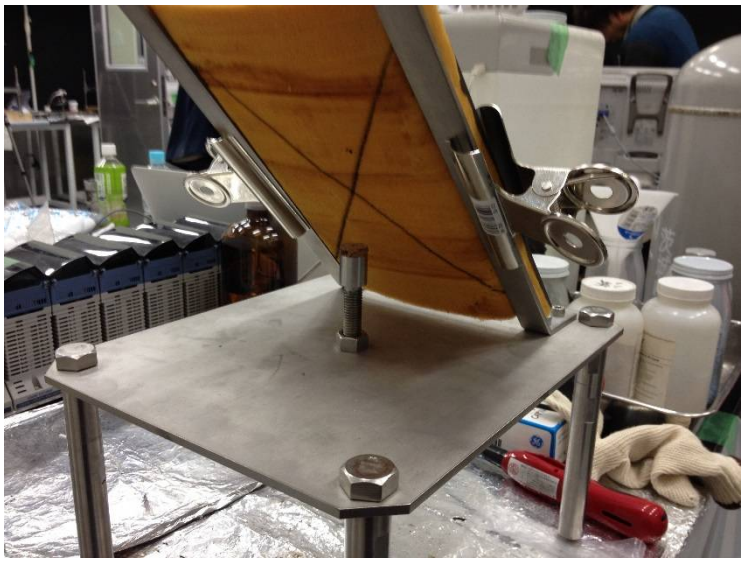


図 3.5.2.2.40　準備完了

図 3.5.2.2.41　準備完了

図 3.5.2.2.42　試験開始直後

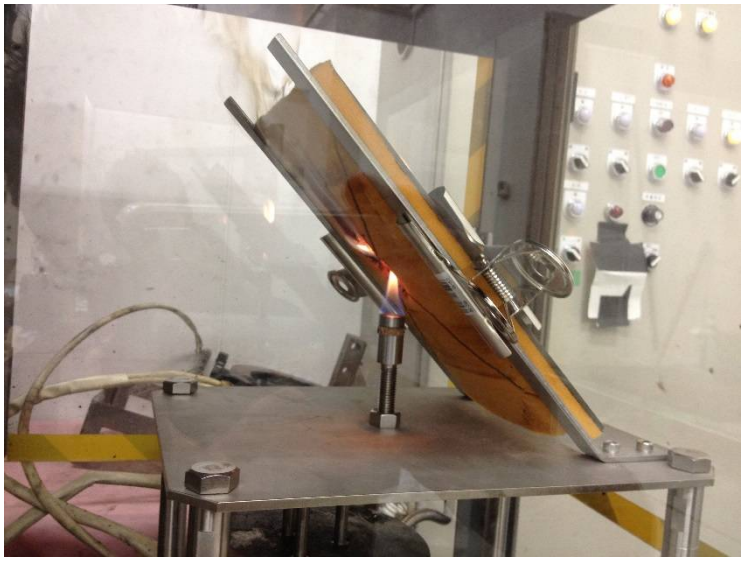


図 3.5.2.2.43　着火直後

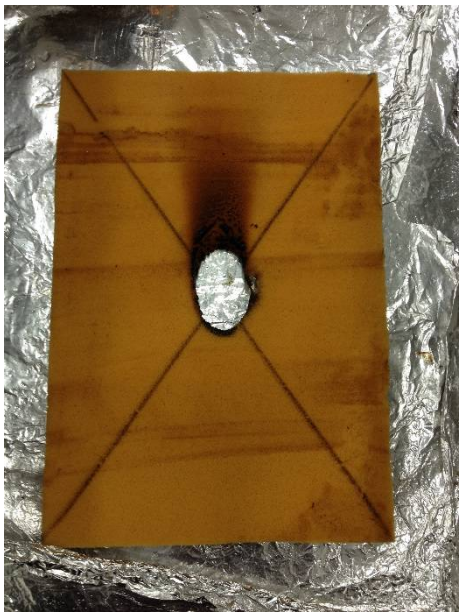


図 3.5.2.2.44　試験後の試験片（表）

図 3.5.2.2.45　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（コーンカロリーメーター試験）　詰め物 3 回目の様子

図 3.5.2.2.46　試験前の試験片（表）

図 3.5.2.2.47　試験前の試験片（裏）

図 3.5.2.2.48　準備完了

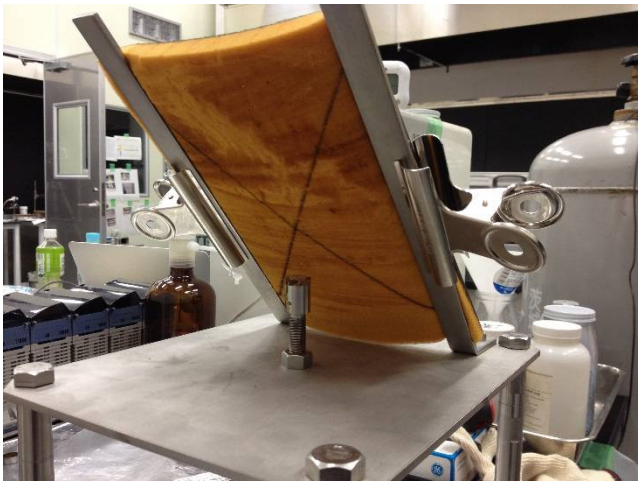


図 3.5.2.2.49　準備完了

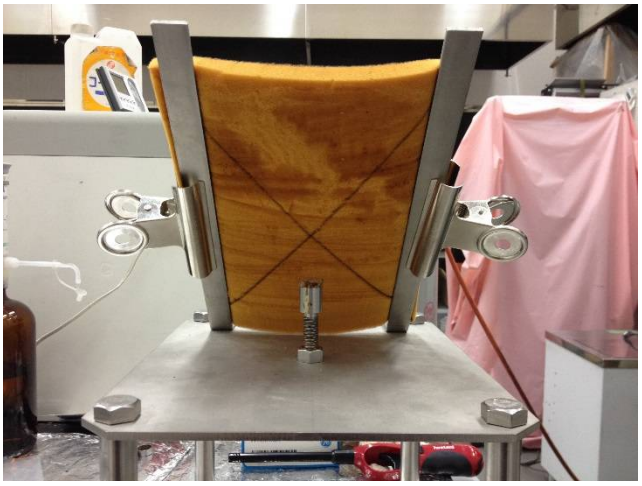


図 3.5.2.2.50　準備完了

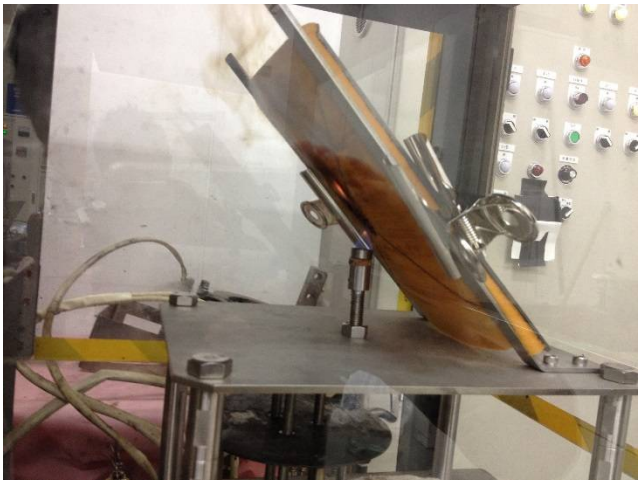


図 3.5.2.2.51　着火直後

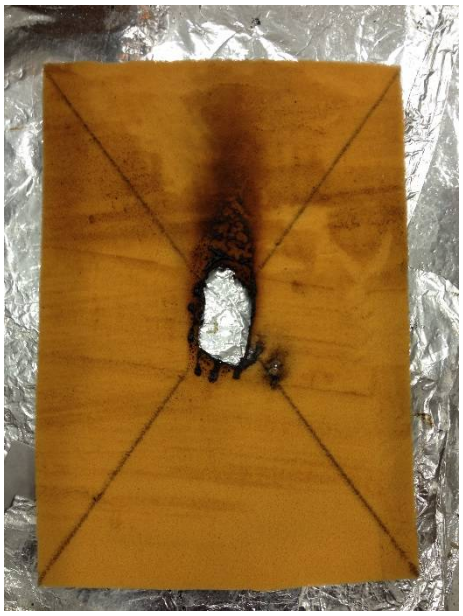


図 3.5.2.2.52　試験後の試験片（表）

図 3.5.2.2.53　試験後の試験片（裏）

３．５．２．３　透過率の計測

＜実施概要＞

45°法試験実施時に、材料から発生する煙量を定量化するため、透過率を計測する。計測方法は、45°法試験装置を ISO 5659 SDC 試験装置内に設置し、技術基準で規定されている方法に従い試験を実施し、ISO 5659-2 SDC 試験と同様に材料の燃焼によりチャンバー内に発生した煙の透過率を計測する。

試験は各材料３回実施した。

なお、チャンバーのドアを閉めた状態でのアルコールへの着火が困難であることや、4 3.5.1.3 と同様に着火した試験片の燃焼による内部圧力の急激な上昇により安全破裂板が破裂することがあり、正確な透過率の計測が困難となることから、本研究においては以下の条件で計測を実施した。

◯アッパーベントおよびチャンバードアを開けた状態で試験を開始する。
◯試験開始後、アルコール容器への着火と同時にチャンバードアを閉める。
◯試験開始後、試験片の着火を確認した際にアッパーベントを閉める。
◯試験開始後 10 秒間で試験片の着火が確認できない場合、その時点でアッパーベントを閉める。

＜計測結果＞

3.5.1.3 の式（１）を用いて算出した各材料の比光学密度の推移を図 3.5.2.3.1 および図 3.5.2.3.2 に、試験結果のまとめを表 3.5.2.3.1 に示す。

＜材料の評価＞

表地の最大比光学密度が 1 回目における 39.73 、詰め物の最大比光学密度が 2 回目における 42.36 であり、どちらの材料も EN 規格における HL3 の基準値を下回る結果となった。

表 3.5.2.3.1　試験結果

試験名	寸法 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	試験時間 [sec.]	ベント閉時間 [sec.]	試験片着火時間 [sec.]	最大比光学密度(D_S max) [-]
0 系表地 1 回目	257.5×182.5	3.5	36.89	86.0	10.0	20.0	39.73
0 系表地 2 回目	256.5×184.5	2.5	47.94	91.0	10.0	19.0	22.22
0 系表地 3 回目	257.5×180.0	3.0	49.60	89.0	10.0	22.0	16.39
0 系詰め物 1 回目	259.0×183.0	15.0	25.78	94.0	10.0	29.0	29.88
0 系詰め物 2 回目	259.5×181.0	14.0	25.30	93.0	10.0	28.0	42.36
0 系詰め物 3 回目	257.5×182.0	15.0	28.25	92.0	10.0	29.0	42.04

また、計測した透過率を用いて、比光学密度（D_S）を算出する。比光学密度は、以下に示す式（3）を用いて算出する。

$$D_{S,45deg} = 62.8 \log_{10}(100/T_{45deg}) \quad \cdots (3)$$

ここに、T：透過率［%］

62.8：式（1）において、V/ALから導いて得た係数。

※V：チャンバーの体積[m^3]、A：試験片の暴露表面積[m^2]、L：光路の長さ[m]

また、45°法試験における試験片の暴露面積 A には、入射熱流束の計測結果から推定した受熱面積を用いた。

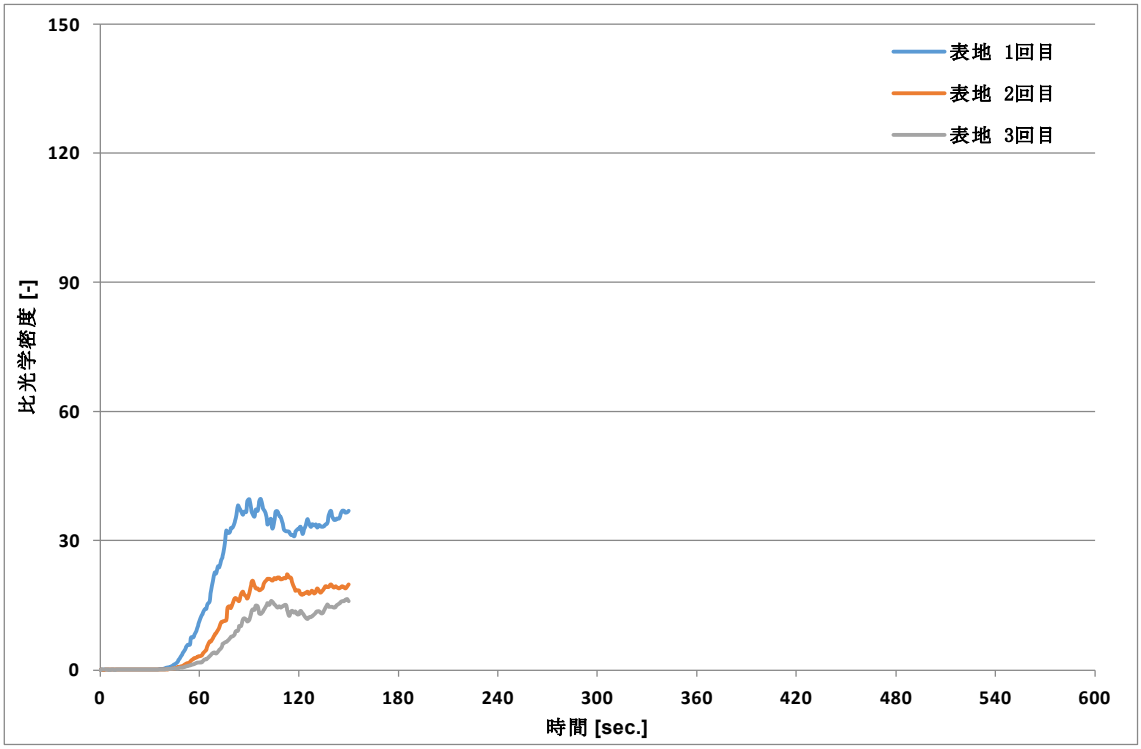


図 3.5.2.3.1　表地　比光学密度

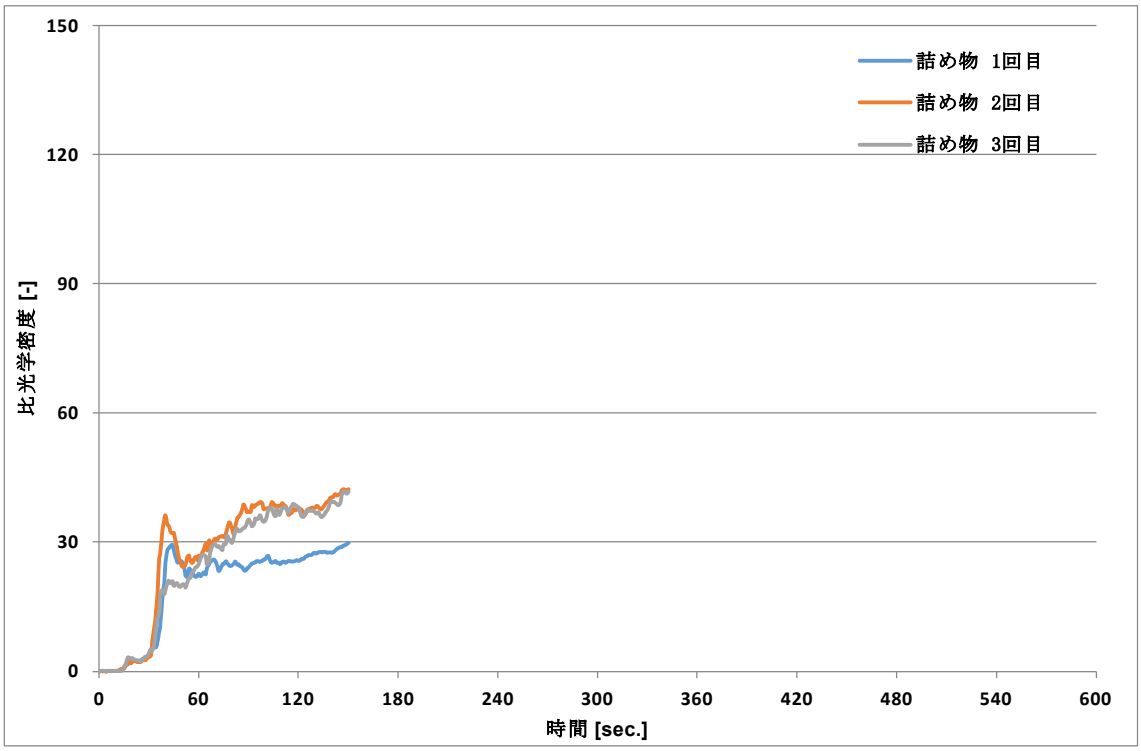


図 3.5.2.3.2　詰め物　比光学密度

45° 法試験（SDC）　表地１回目の様子

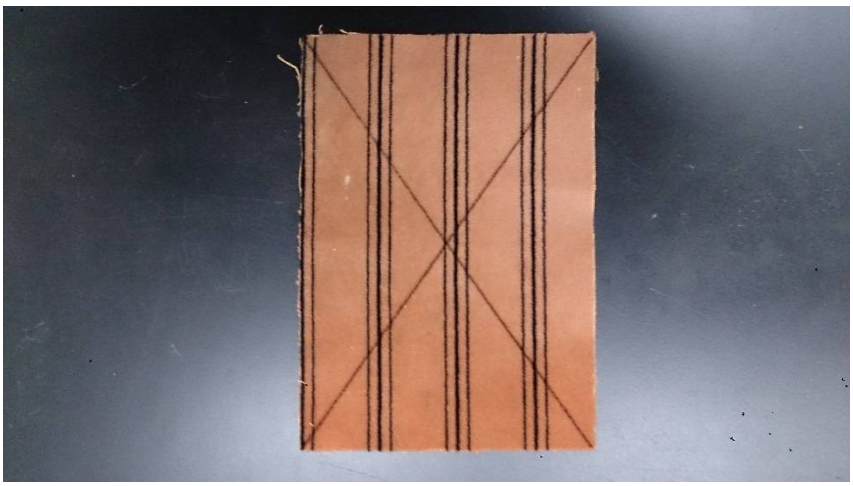


図 3.5.2.3.3　試験前の試験片（表）

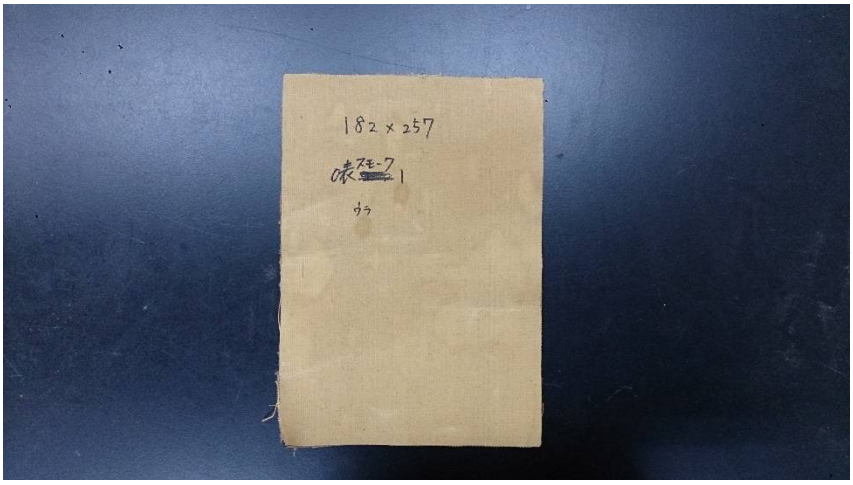


図 3.5.2.3.4　試験前の試験片（裏）

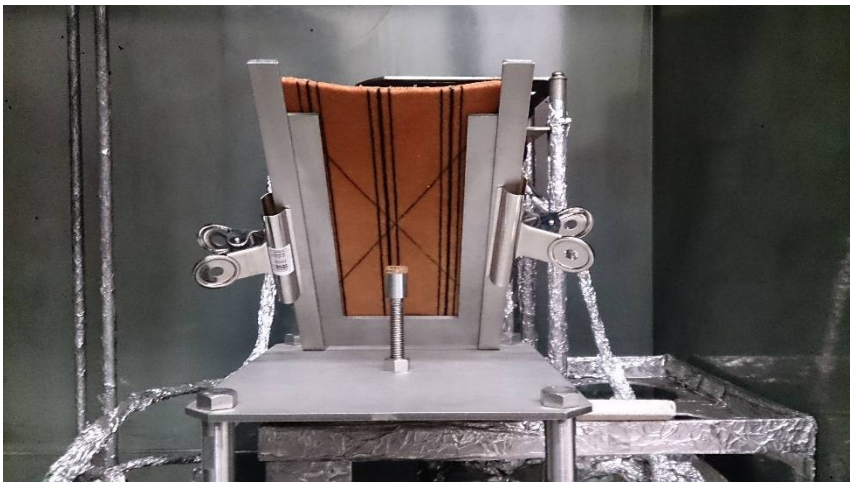


図 3.5.2.3.5　準備完了

図 3.5.2.3.6　開始直後

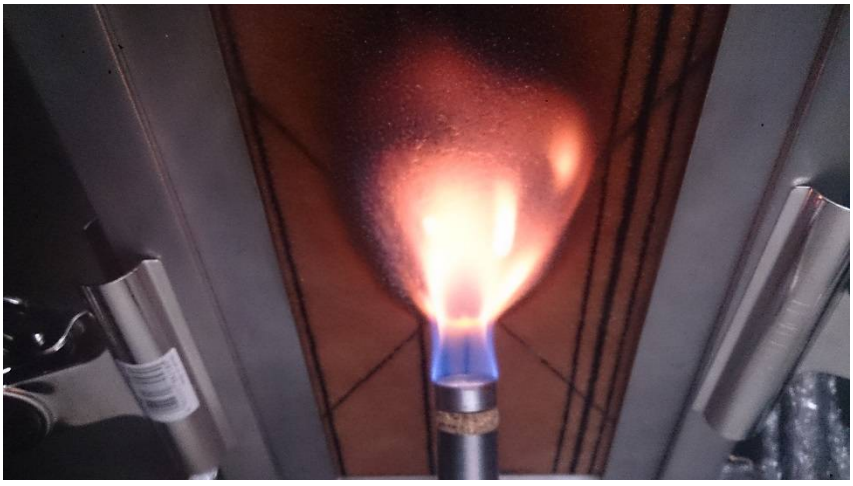


図 3.5.2.3.7　着火直後

図 3.5.2.3.8　煙の様子

図 3.5.2.3.9　試験後の表地

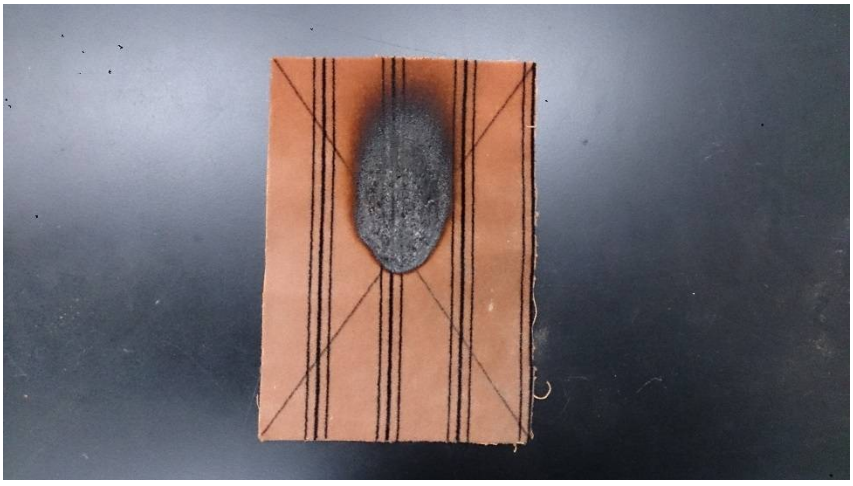


図 3.5.2.3.10　試験後の試験片（表）

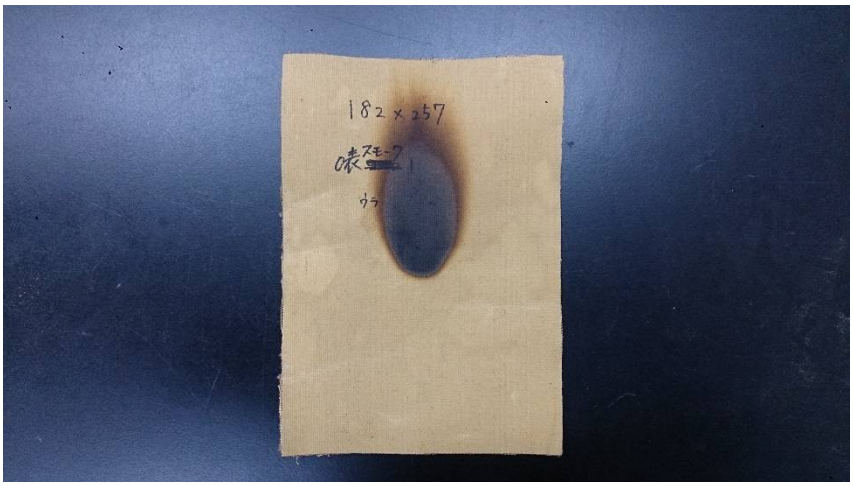


図 3.5.2.3.11　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（SDC）　表地２回目の様子

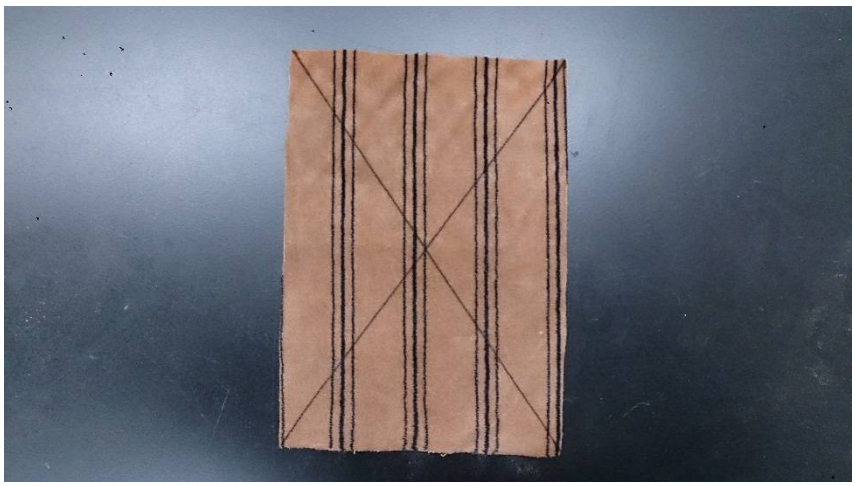


図 3.5.2.3.12　試験前の試験片（表）

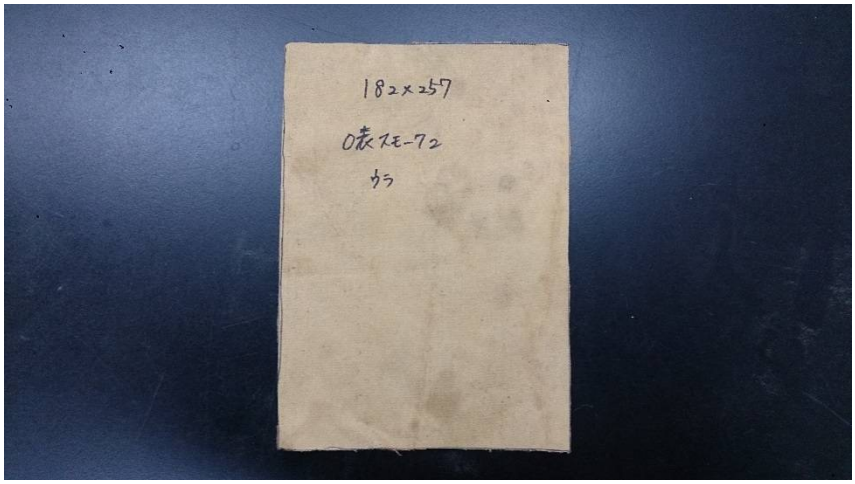


図 3.5.2.3.13　試験前の試験片（裏）

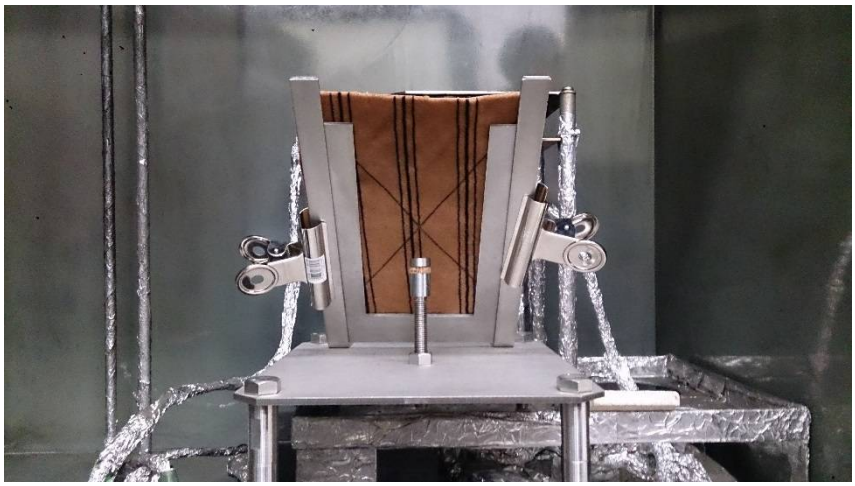


図 3.5.2.3.14　準備完了

図 3.5.2.3.15　開始直後

図 3.5.2.3.16　着火直後

図 3.5.2.3.17　煙の様子

図 3.5.2.3.18　試験後の表地

図 3.5.2.3.19　試験後の試験片（表）

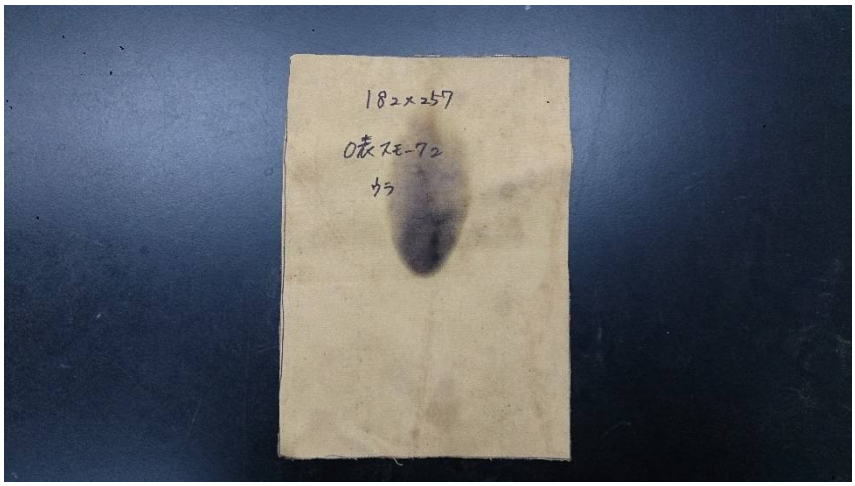


図 3.5.2.3.20　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（SDC）　表地 3 回目の様子

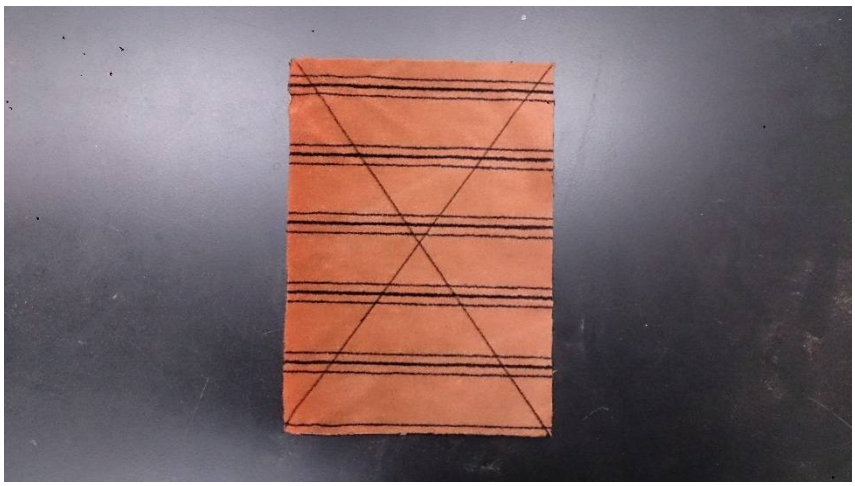


図 3.5.2.3.21　試験前の試験片（表）

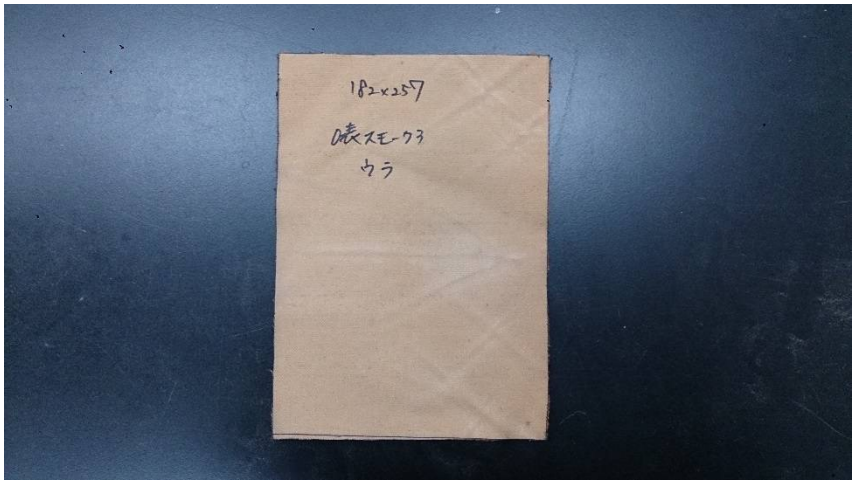


図 3.5.2.3.22　試験前の試験片（裏）

図 3.5.2.3.23　準備完了

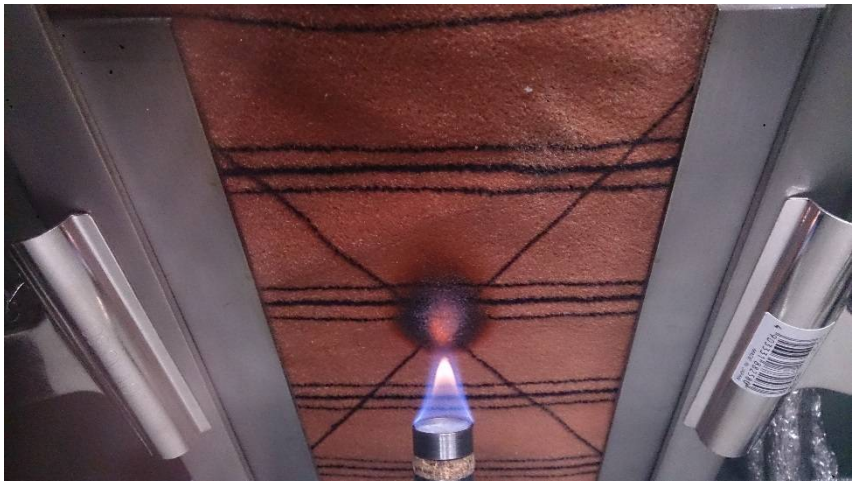


図 3.5.2.3.24　開始直後

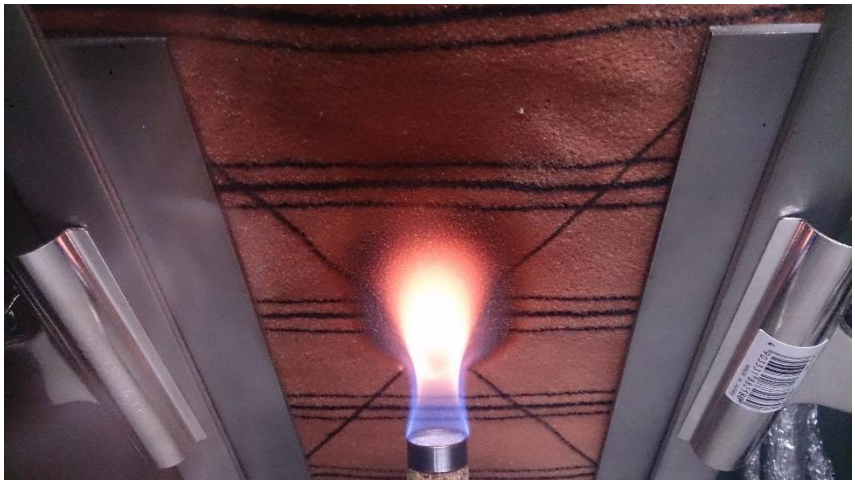


図 3.5.2.3.25　着火直後

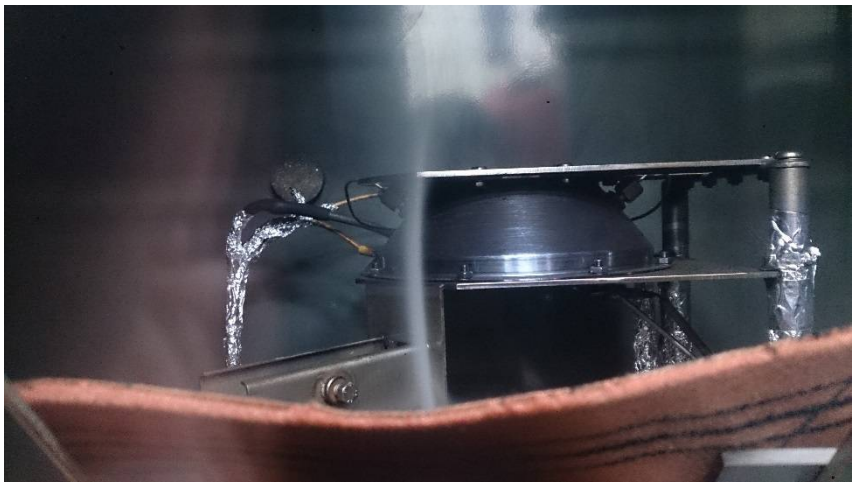


図 3.5.2.3.26　煙の様子

図 3.5.2.3.27　試験後の表地

図 3.5.2.3.28　試験後の試験片（表）

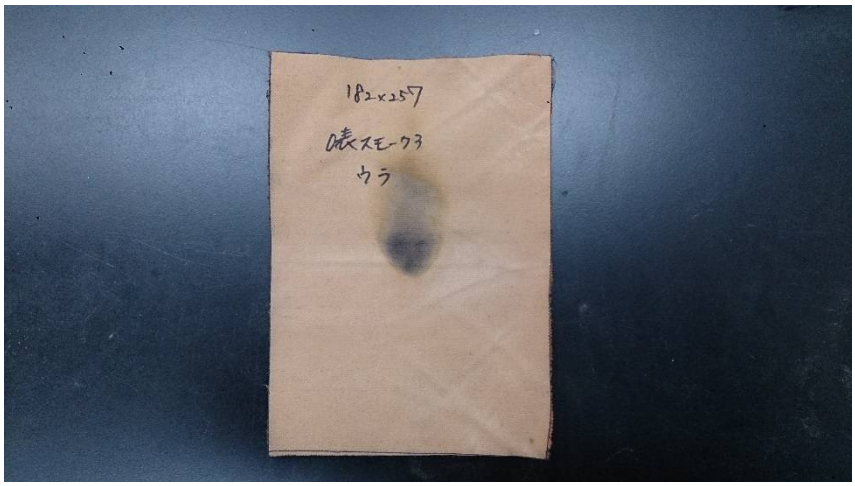


図 3.5.2.3.29　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（SDC）　詰め物 1 回目の様子

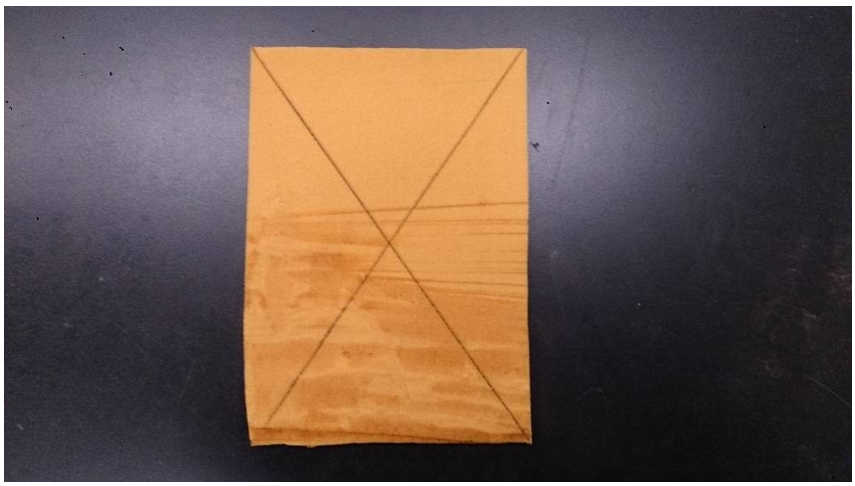


図 3.5.2.3.30　試験前の試験片（表）

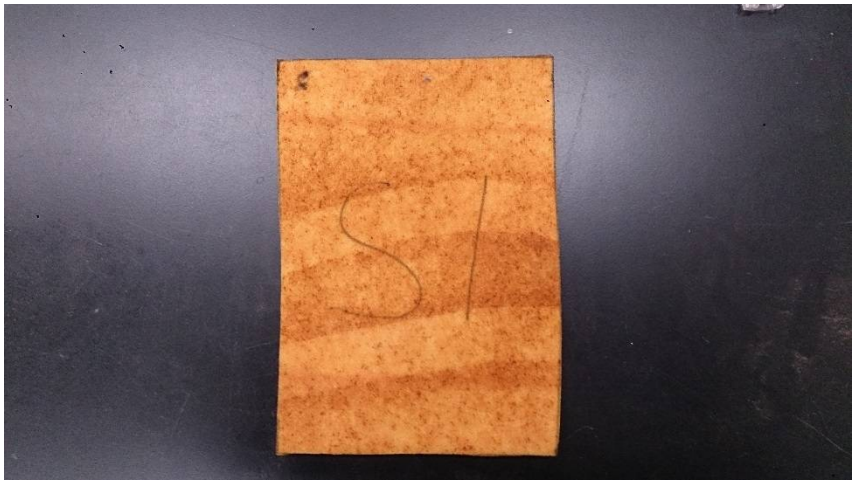


図 3.5.2.3.31　試験前の試験片（裏）

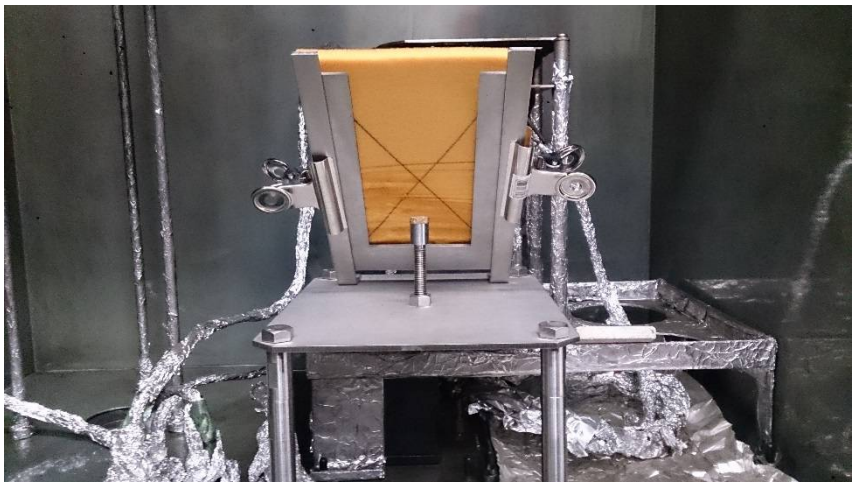


図 3.5.2.3.32　準備完了

図 3.5.2.3.33　開始直後

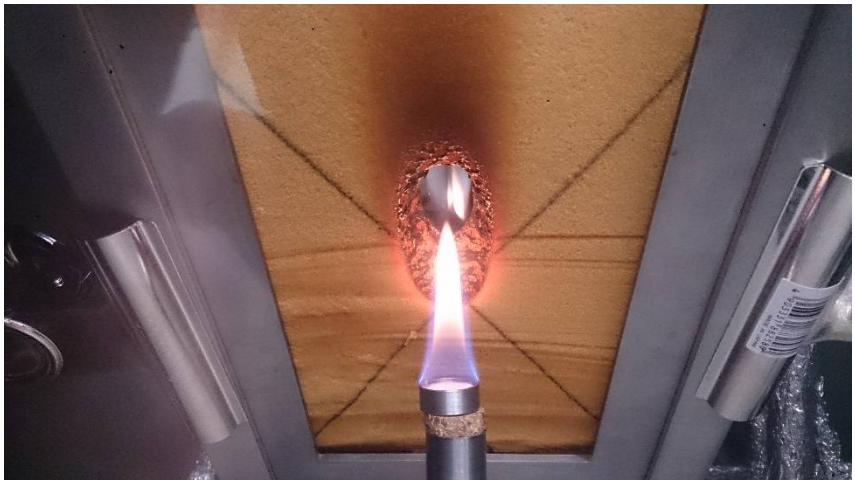


図 3.5.2.3.34　着火直後

図 3.5.2.3.35　煙の様子

図 3.5.2.3.36　試験後の表地

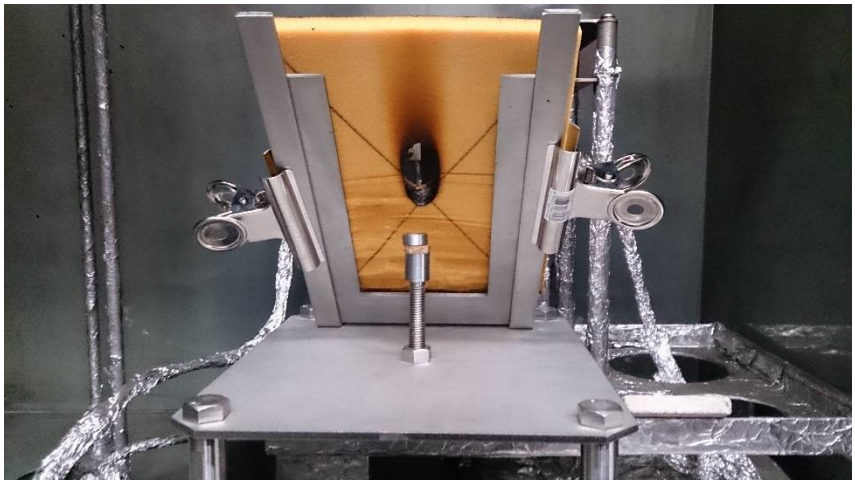


図 3.5.2.3.37　試験後の表地

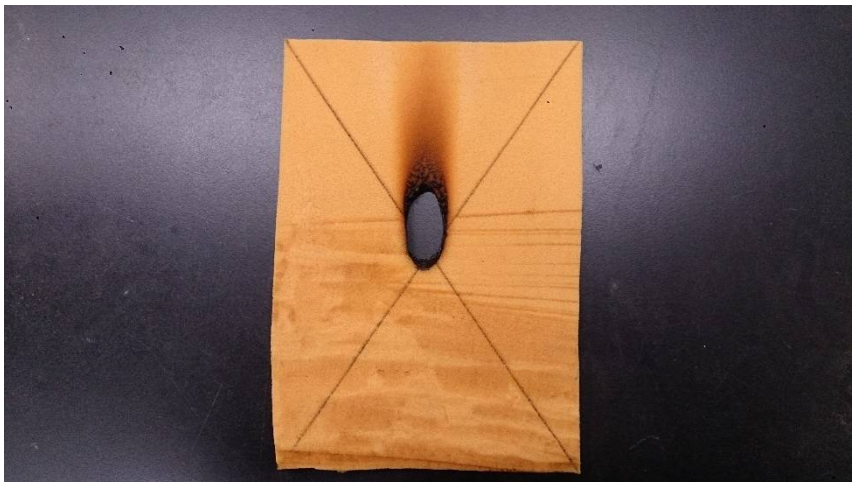


図 3.5.2.3.38　試験後の試験片（表）

図 3.5.2.3.39　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（SDC）　詰め物 2 回目の様子

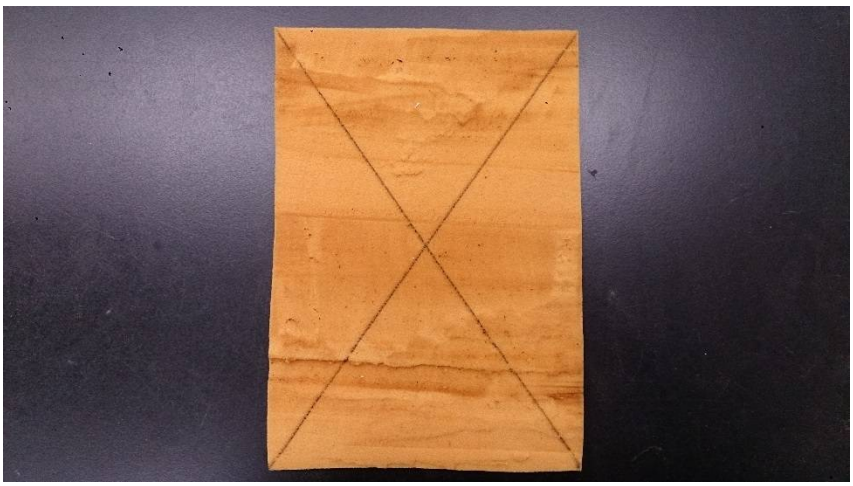


図 3.5.2.3.40　試験前の試験片（表）

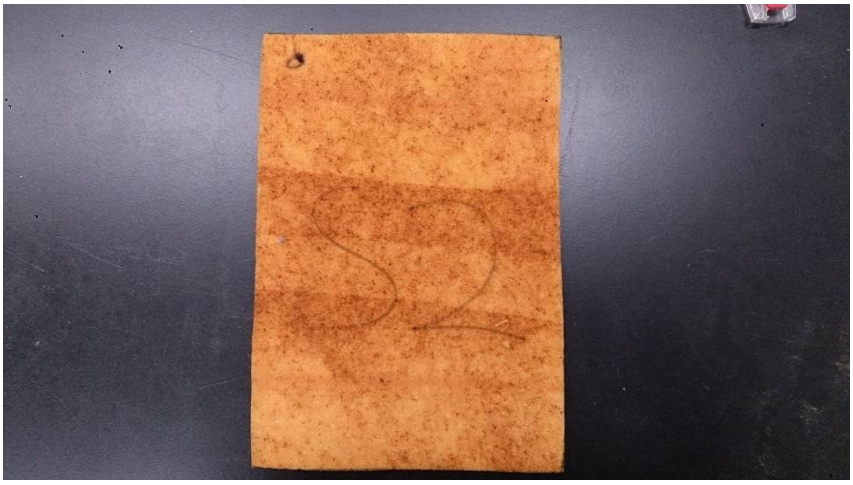


図 3.5.2.3.41　試験前の試験片（裏）

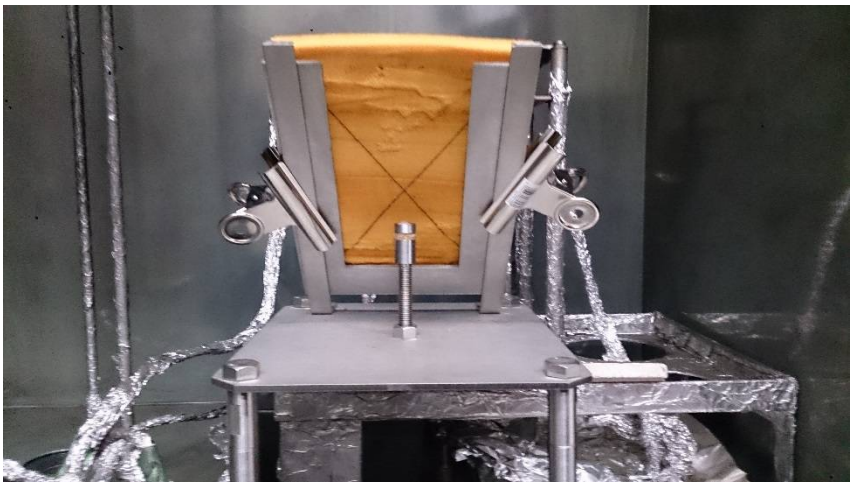


図 3.5.2.3.42　準備完了

図 3.5.2.3.43　開始直後

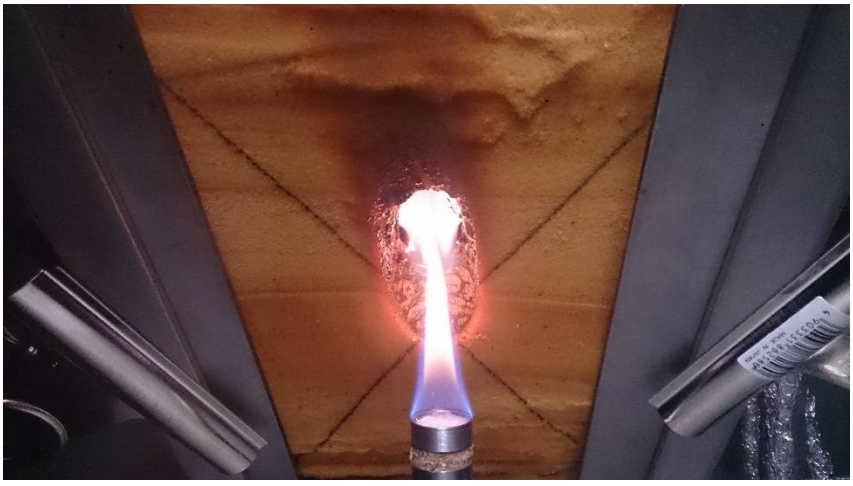


図 3.5.2.3.44　着火直後

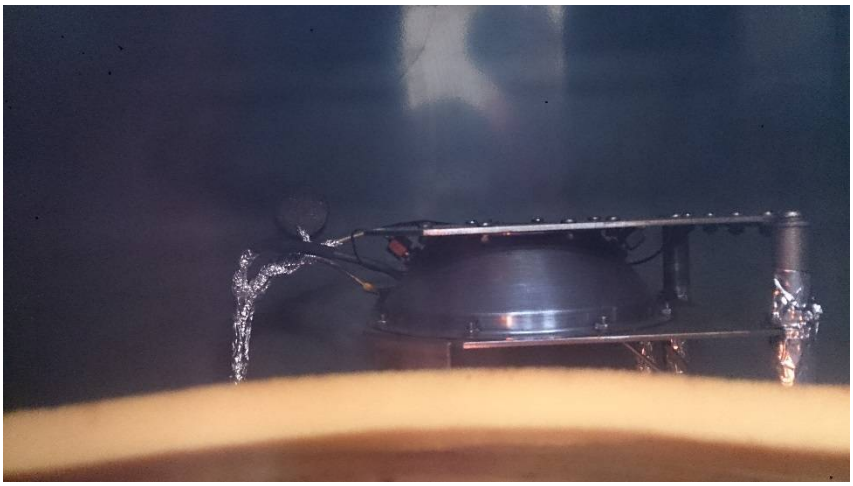


図 3.5.2.3.45　煙の様子

図 3.5.2.3.46　試験後の表地

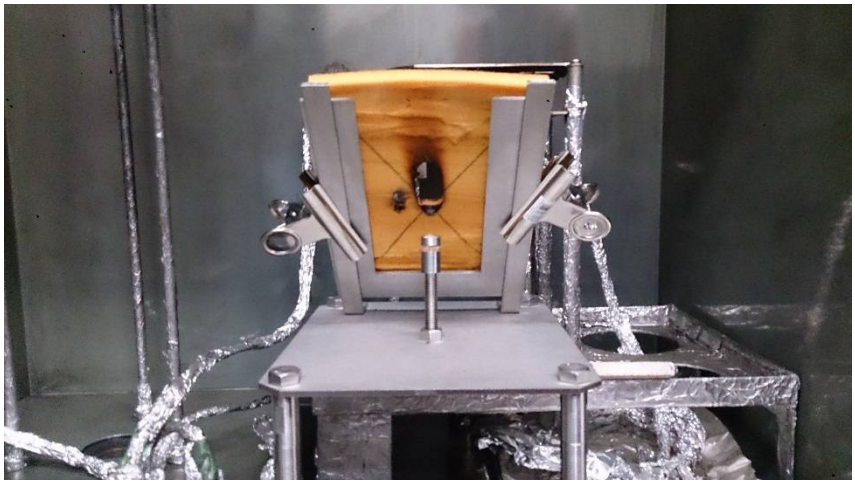


図 3.5.2.3.47　試験後の表地

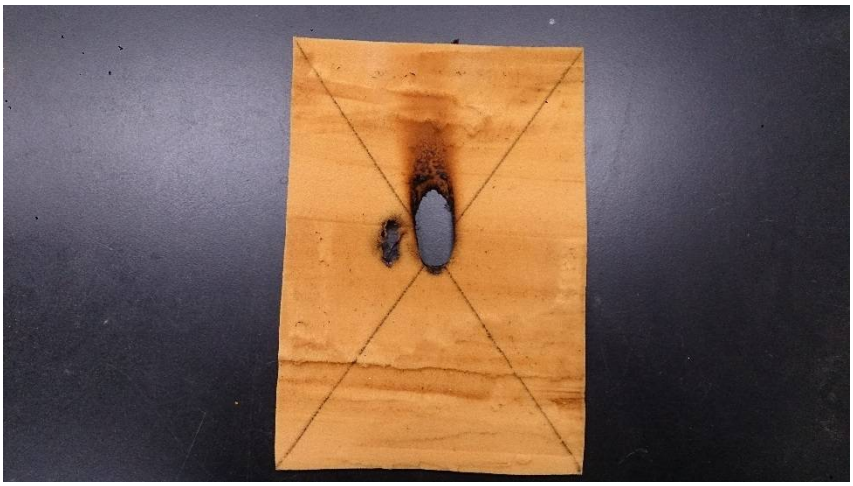


図 3.5.2.3.48　試験後の試験片（表）

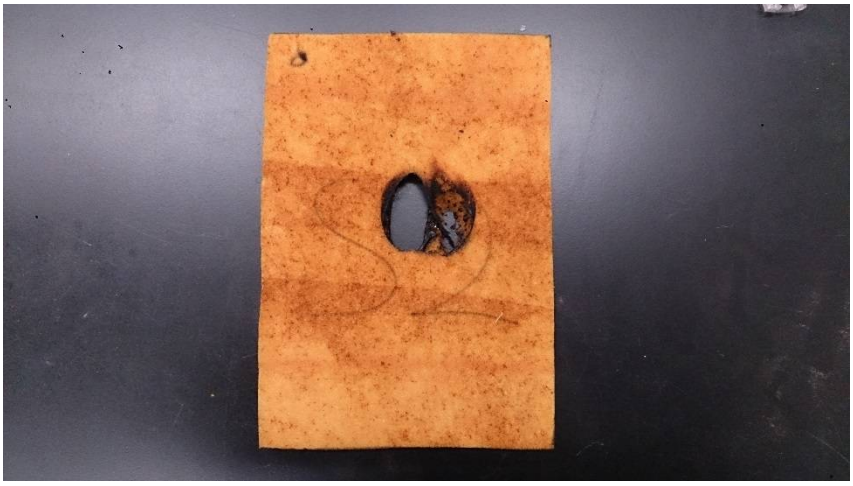


図 3.5.2.3.49　試験後の試験片（裏）

45° 法試験（SDC）　詰め物 3 回目の様子

図 3.5.2.3.50　試験前の試験片（表）

図 3.5.2.3.51　試験前の試験片（裏）

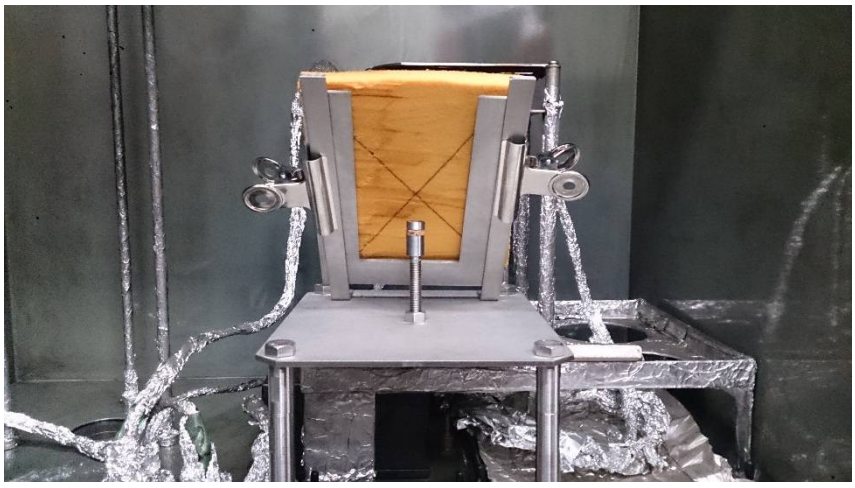


図 3.5.2.3.52　準備完了

図 3.5.2.3.53　開始直後

図 3.5.2.3.54　着火直後

図 3.5.2.3.55　煙の様子

図 3.5.2.3.56　試験後の表地

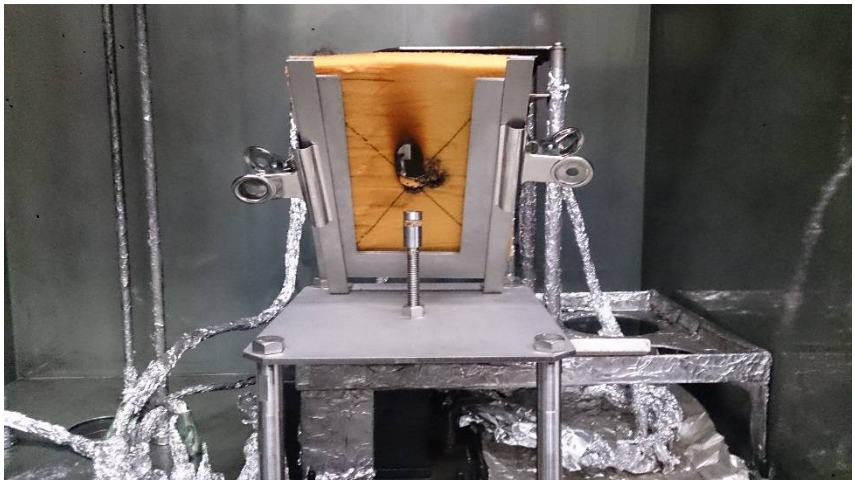


図 3.5.2.3.57　試験後の表地

図 3.5.2.3.58　試験後の試験片（表）

図 3.5.2.3.59　試験後の試験片（裏）

３．５．２．４　考察

＜45°法とコーンカロリーメータ試験の比較＞

両試験における発熱速度を図 3.5.2.4.1 および図 3.5.2.4.2 に示す。45°法試験とコーンカロリーメータ試験では、発熱速度の値に大きな差が出た。また、45°法試験およびエタノールの発熱速度にほとんど差が無いことから、45°法試験における材料の正味の発熱速度は極めて小さいということがわかった。45°法試験における、正味の発熱速度および材料の炭化面積から推定した燃焼面積を用いて算出した単位面積当たりの総発熱量の平均値をコーンカロリーメータ試験における総発熱量の平均値と比較すると、表地では、コーンカロリーメータ試験の17.5[MJ/m^2]に対して45°法試験が2.8[MJ/m^2]、また、詰め物では、コーンカロリーメータ試験の13.0[MJ/m^2]に対して45°法試験が2.1[MJ/m^2]という結果となり、大きな差があることがわかった。

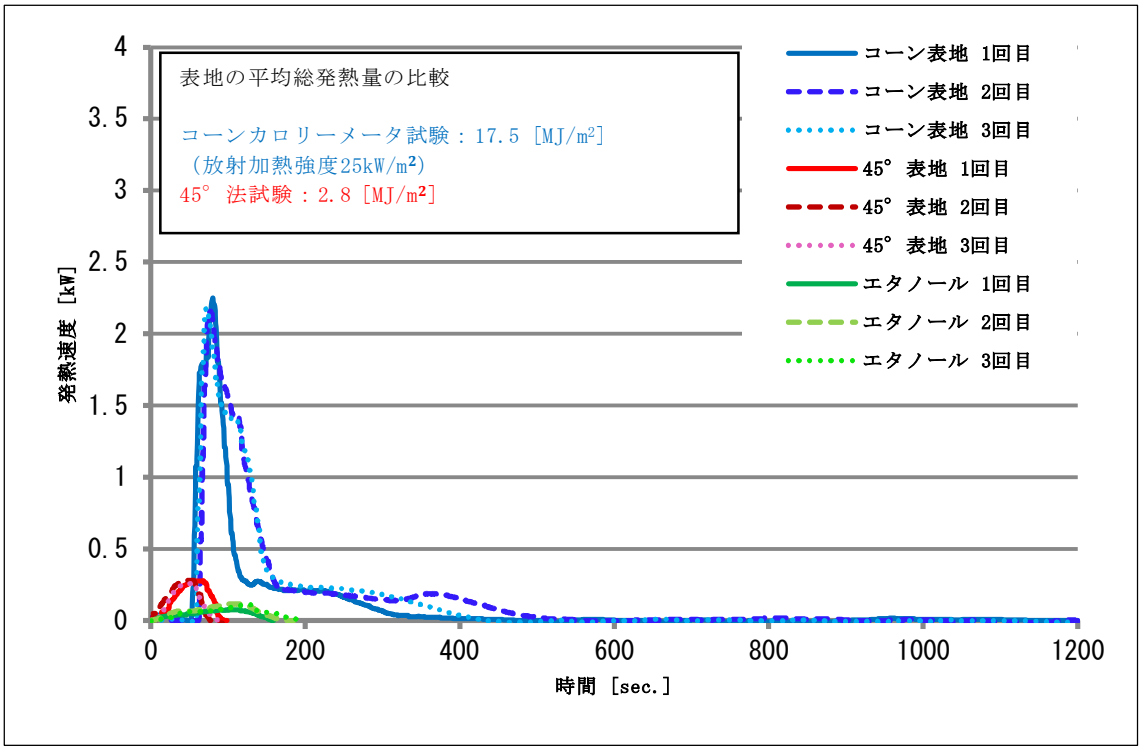


図 3.5.2.4.1　表地の発熱速度

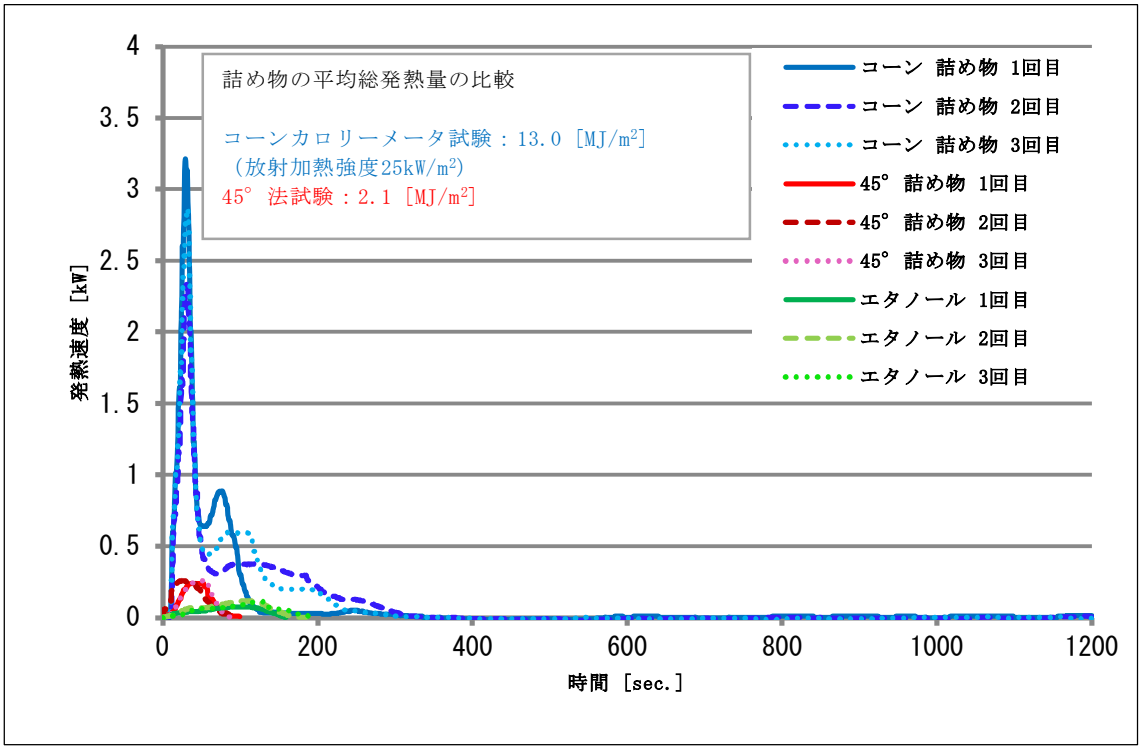


図 3.5.2.4.2 詰め物の発熱速度

＜45° 法と SDC 試験の比較＞

換算した両試験における比光学密度（D_S）を図 3.5.2.4.3 および図 3.5.2.4.4 に示す。45° 法試験における最大比光学密度を SDC 試験における最大比光学密度と比較すると、表地では、SDC 試験の 63.91 に対して 45° 法試験が 39.73、また、詰め物では、SDC 試験の 134.01 に対して 45° 法試験が 42.36 という結果となり、大きな差があることがわかった。

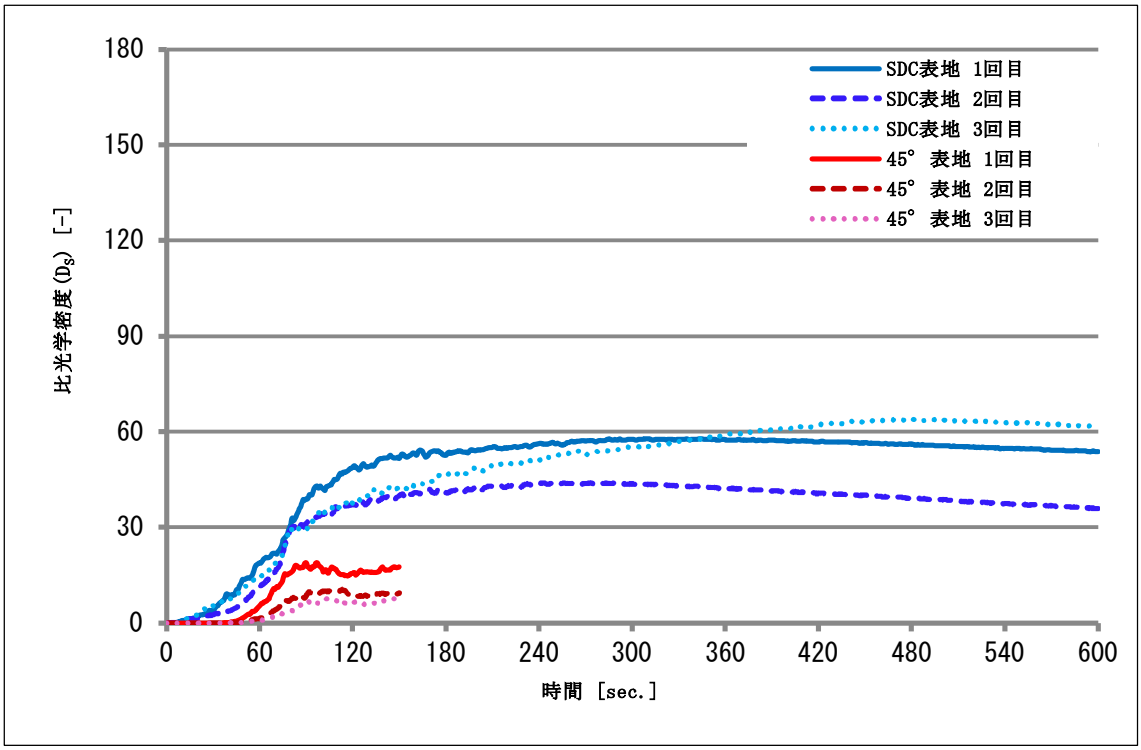


図 3.5.2.4.3　表地の比光学密度

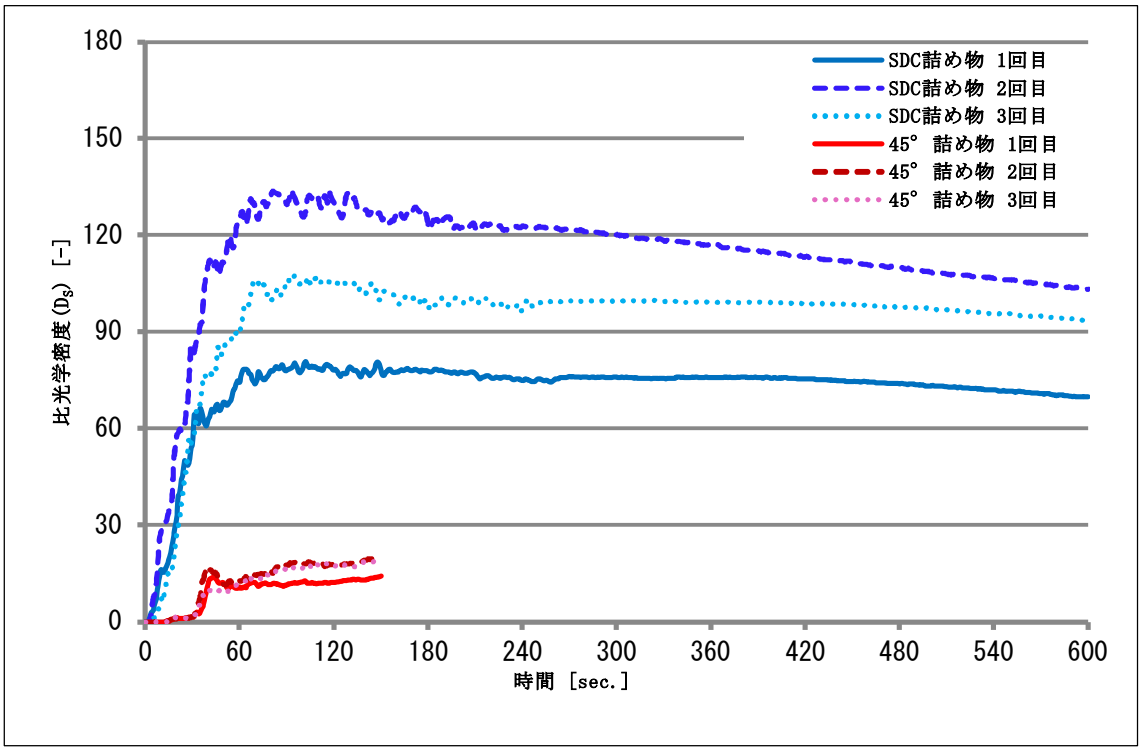


図 3.5.2.4.4　詰め物の比光学密度

第 4 章　結び

コーンカロリーメータ試験やSDC試験、45°試験法においては表地も詰め物もHL3の基準を満たしているためEN規格では最も安全であるとなるが、日本の技術基準において規定されている試験方法では表地は鉄道車両材料として使用することのできない緩燃性であり、詰め物では鉄道車両材料として使用することのできる難燃性であることから、EN規格と日本の技術基準では安全性の判断に違いがあることがわかる。
また、45°法試験において、コーンカロリーメータ試験（放射加熱強度25kW/m^2）と比較すると、中心点付近における加熱は強く、材料の着火性を評価する場合には、妥当な加熱であると判断した。
しかし、材料全体に対して強く加熱できる範囲が小さく、また、両試験の発熱速度および比光学密度の計測結果に大きな差が見られたため、火災条件下における材料の発熱性や発煙性を評価する場合には妥当でないと結論付けた。

参考文献

・大場正直「鉄道車両の床構造の耐火試験」東京理科大学工学研究科建築学専攻修士論文、2013.03

・小澤竜也「バスの座席の燃焼性に関する実験的研究」東京理科大学工学研究科建築学専攻修士論文、2014.03

・亀岡晃「車両内可燃物制限の」火災安全上の設計法」東京理科大学国際火災科学研究科火災科学専攻修士論文、2015.03

・清水**滉平「新幹線の座席燃焼実験による車両内の避難安全検証」東京理科大学工学部第二部建築学科卒業論文、2015.03**

・James G. Quintiere 著 大宮喜文・若月薫 訳、『基礎 火災現象原論』、共立出版、2009

引用文献

(1) 総務省消防庁「消防統計」
(http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList8_3.html)

(2) 前川結宇理、「鉄道車両火災を対象とする安全対策に関する研究」東京理科大学工学研究科建築学専攻修士論文、2011 年 3 月

(3) 総務省消防庁、「「鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準」のうち地下鉄道の火災対策に関する解釈基準の解説」、2004 年 12 月

(4) 地下鉄道の火災対策検討会、『地下鉄道の火災対策検討会報告書』2004 年 3 月

(5) 鉄道火災対策技術委員会、『鉄道火災対策技術委員会報告書』1975 年 4 月

(6) 狩勝実験線列車火災試験グループ、「列車火災試験－狩勝実験線における車両燃焼走行試験－」『鉄道技術研究報告』日本国有鉄道　鉄道技術研究所、No.986（車両 編第 265 号)、1976 年 1 月

(7) 宮古線における列車火災試験グループ、「トンネル走行下の列車の火災性状－宮古線猿峠トンネルにおける列車火災試験－」『鉄道技術研究報告』日本国有鉄道　鉄道技術研究所、No.1032（車両編第 1032 号)、1977 年 2 月

(8) EN45545-2:2013,Railway applications-Fire protection on railway vehicles

付録

1 Scope　適用範囲

This part of EN 45545 specifies the reaction to fire performance requirements for materials and products used on railway vehicles as defined in EN 45545-1.

EN 45545 におけるこのパートでは、EN 45545-1 で定義された鉄道車両に用いられる材料と製品の防火性能要件に対する燃焼挙動について明記する。

The operation and design categories defined in EN 45545-1 are used to establish hazard levels that are used as the basis of a classification system.

EN 45545-1で定義された運転およびデザインカテゴリは、分類方式の基礎として用いられるハザードレベル[1)]を確立するために使用される。

For each hazard level, this part specifies the test methods, test conditions and reaction to fire performance requirements.

このパートでは、各ハザードレベルに向けた試験方法、試験条件、および防火性能要件に対する燃焼挙動について明記する。

It is not within the scope of this European Standard to describe measures that ensure the preservation of the vehicles in the event of a fire.

これは、火災時の車両の保全を保証する対策を表す欧州規格の範囲ではない。

[1)] ハザードレベル（hazard level)：車両区分と路線区分により３段階（HL1, HL2, HL3）に分類される危険度。

2 Normative references　2　引用規格

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

以下の文書は、全体的または部分的にこの文書において規範的に参考され、またその適用のために必要不可欠となる。日付のついた参考文献については、引用の原典としてのエディション（版）のみを適用する。日付のない参考文献については、参照文書の最新版（いくつかの修正を含む）を適用する。

EN 13238, *Reaction to fire tests for building products – Conditioning procedures and general rules for selection of substrates*

EN 13238、建築材料の火炎に対する反応試験 – 条件付けの手順、基材[2)]の選択のための総則

EN 13501-1, *Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests*

EN 13501-1、建造物と建築材料の耐火等級 – Part 1:火炎に対する反応試験によるデータを用いた等級

EN 45545-1:2013, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 1: General*

EN 45545-1:2013、鉄道分野 – 鉄道車両の防火対策 – Part 1: 概略

EN 45545-3, *Railway applications – Fire protection on railway vehicles – Part 3: Fire resistance requirements for fire barriers*
EN 45545-3、鉄道分野 – 鉄道車両の防火対策 – Part 3: 防火壁の耐火性能要件

[2)] 基材 (substrates)：製品や化合物のもとになる材料。

EN 45545-5:2013, *Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 5: Fire safety requirements for electrical equipment including that of trolley buses, track guided buses and magnetic levitation vehicles*

EN 45545-5:2013、鉄道分野 - 鉄道車両の防火対策 - Part 5: トロリーバス、ガイドウェイバスおよび磁気浮上式車両を含む車両の電気設備のための火災安全要件

EN 50305:2002, *Railway applications - Railway rolling stock cables having special fire performance - Test methods*

EN 50305:2002、鉄道分野 - 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル - 試験方法

EN 50306, *Railway applications - Railway rolling stock cables having special fire performance*

EN 50306、鉄道分野 - 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル

EN 50264, *Railway applications - Railway rolling stock power and control cables having special fire performance*

EN 50264、鉄道分野 - 特殊な火災特性を有する鉄道車両用電源ケーブルおよび制御ケーブル

EN 50382, *Railway applications - Railway rolling stock high temperature power cables having special fire performance*

EN 50382、鉄道分野 - 特殊な火災特性を有する鉄道車両用高温電源ケーブル

EN 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

EN 60332-1-2、電気ケーブルおよび光ファイバーケーブルの火災条件下における試験 - Part 1-2: 単一の絶縁電線および絶縁ケーブル用の垂直延焼性試験 - 1kW の予混合火炎の方法

EN 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

EN 60332-3-24、電気ケーブルおよび光ファイバーケーブルの火災条件下における試験 – Part 3-24: 垂直に取り付けられた束状の電線およびケーブルの垂直延焼性試験 – 区分 C

EN 60584-1, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

EN 60584-1、熱電対 – Part 1: 参照表

EN 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

EN 60695-2-11、火災危険性試験 – Part 2-11: 赤熱した線/熱線に基づく試験 – 最終製品のためのグローワイヤー燃焼性試験[3)]方法

EN 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

EN 60695-11-10、火災危険性試験 – Part 11-10: 試験炎 – 50W の水平および垂直燃焼試験方法

EN 61034-1, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 1: Test apparatus*

EN 61034-1、限定条件下におけるケーブルの燃焼による煙濃度の測定 – Part 1: 試験装置

EN 61034-2, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

[3)] グローワイヤー燃焼性試験 (glow-wire flammability test)：グローワイヤーとは赤熱した熱線を意味しており、所定温度のグローワイヤーを押し付けて、燃えるか否かを見る試験。

EN 61034-2、限定条件下におけるケーブルの燃焼による煙濃度の測定 - Part 2: 試験手順と試験条件

EN ISO 1182, *Reaction to fire tests for products - Non-combustibility test (ISO 1182)*

EN ISO 1182、製品の火炎に対する反応試験 - 不燃性試験（ISO 1182）

EN ISO 1716:2010, *Reaction to fire tests for products - Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716:2010)*

EN ISO 1716:2010、製品の火炎に対する反応試験 - 総燃焼熱（発熱量）の測定（ISO 1716:2010）

EN ISO 4589-2, *Plastics - Determination of burning behaviour by oxygen index - Part 2: Ambienttemperature test (ISO 4589-2)*

EN ISO 4589-2、プラスチック - 酸素指数による燃焼性状の定量分析 - Part 2: 室温における試験（ISO 4589-2）

EN ISO 5659-2, *Plastics - Smoke generation - Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test (ISO 5659-2)*

EN ISO 5659-2、プラスチック - 煙の発生 - Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定（ISO 5659-2）

EN ISO 6507-3, *Metallic materials - Vickers hardness test - Part 3: Calibration of reference blocks (ISO 6507-3)*

EN ISO 5607-3、金属材料 - ビッカーズ硬さ試験 - Part 3: 対比標準試験片[4)]の較正（ISO 6507-3）

EN ISO 9239-1, *Reaction to fire tests for floorings - Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source (ISO 9239-1)*

[4)] 対比標準試験片 (reference blocks)：硬さ値が既知のブロック（基準片）。

EN ISO 9239-1、床材の火炎に対する反応試験 - Part 1: 放射熱源を用いた燃焼性状の定量分析

EN ISO 11925-2, *Reaction to fire tests - Ignitability of products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test (ISO 11925-2)*

EN ISO 11925-2、火炎に対する反応試験 - 火炎に直接曝された製品の着火性 - Part 2: 単一炎源試験（ISO 11925-2）

EN ISO 12952-2, *Textiles - Assessment of the ignitability of bedding items - Part 2: Ignition source: matchflame equivalent (ISO 12952-2)*

EN ISO 12925、繊維製品 - 寝具製品の着火性の評価 - Part 2: 着火源：マッチの炎と同等のもの（ISO 12925-2）

ISO 5658-2:2006, *Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration*

ISO 5658-2:2006、火炎に対する反応試験 - 延焼性 - Part 2: 垂直に置かれた建築製品および輸送製品の水平方向への延焼

ISO 5660-1, *Reaction-to-fire tests - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method)*

ISO 5660-1、火炎に対する反応試験 - 発熱速度、発煙速度および質量減少速度 - Part 1: 発熱速度（コーンカロリーメータ法）

ISO/TR 9705-2, *Reaction-to-fire tests - Full-scale room tests for surface products - Part 2: Technical background and guidance* ISO 11054, *Cutting tools - Designation of high-speed steel groups*

ISO/TR 9705-2、火炎に対する反応試験 - 表面製品の実規模ルーム試験 - Part 2: 技術的背景と指針
ISO 11054、切削工具 - 高速度鋼群の指定

ISO 19702, *Toxicity testing of fire effluents – Guidance for analysis of gases and vapours in fire effluents using FTIR gas analysis*

ISO 19702、燃焼放出物の毒性試験 – FTIR ガス分析を用いた燃焼放出物中のガスと蒸気の分析のための指針

ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 2592、発火点と引火点の測定 – クリーブランド開放法

ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*

ISO 2719、引火点の測定 – ペンスキーマルテンス密閉法

NF X70-100-1, *Fire tests – Analysis of gaseous effluents – Part 1: methods for analysing gases stemming from thermal degradation*

NF X70-100-1、燃焼試験 – ガス状排出物の分析 – Part 1: 熱劣化により生じるガスの分析方法

NF X70-100-2, *Fire tests – Analysis of gaseous effluents – Part 2: tubular furnace thermal degradation method.*

NF X70-100-2、燃焼試験 – ガス状排出物の分析 – Part 2: 管状炉の熱劣化方法

3 Terms and definitions　専門用語と定義

For the purposes of this document, the terms and definitions given in EN 45545-1:2013 apply.

この文書ために、EN 45545-1:2013 で与えられる専門用語と定義を適用する。

4 Requirements　要件

4.1 Essential fire safety objectives　本質的な火災安全目的

The design of rolling stock and the products used shall incorporate the aim of limiting fire development should an ignition event occur so that an acceptable level of safety is achieved.

鉄道車両のデザインと用いられた製品は、万が一着火事象が発生した場合でも、安全性の許容レベルに達するように火災成長を制限する目的を取り入れなければならない。

If the objectives defined in Clause 4 of EN 45545-1:2013 are met, then there should be a high probability that in the event of a fire, passengers and staff will be able to escape from the fire unaided and be able to reach a place of safety.

EN 45545-1:2013 の４節で定義されている目標が満たされている場合、結果として、乗客および乗務員が自力で火災から避難し、安全な場所に到達することができるようになる高い可能性があるはずである。

Hazard levels (HL 1 to HL 3) have been determined using a product of the relation between operation categories and design categories defined in EN 45545-1, as described in Table 1. Hazard levels are used in Table 5 for Material Fire Safety requirement classification.

ハザードレベル（HL1～HL3）は、表１に記述されているような、EN 45545-1で定義されている車両区分と路線区分の積を用いて決定されている。ハザードレベルは、材料の火災安全要件の等級付けのための表５に用いられる。

Table 1 – Hazard level classification

Operation category	Design category			
	N: Standard vehicles	A: Vehicles forming part of an automatic train having no emergency trained staff on board	D: Double decked vehicle	S: Sleeping and couchette vehicles
1	HL1	HL1	HL1	HL2
2	HL2	HL2	HL2	HL2
3	HL2	HL2	HL2	HL3
4	HL3	HL3	HL3	HL3

表１ – ハザードレベルの分類

路線区分	車両区分			
	N：一般車両	A：乗務員不在の自動運転車両	D：二階建て車両	S：寝台車両
1	HL1	HL1	HL1	HL2
2	HL2	HL2	HL2	HL2
3	HL2	HL2	HL2	HL3
4	HL3	HL3	HL3	HL3

4.2 General　概略

The following principles are applicable to all products:

次の原則は、全ての製品に適用できる。

a) products which comply with the highest level of reaction to fire performance and therefore need no further testing are:

a) 最高水準の火災性状（防火性能？）に対する反応に準拠しているために、それ以上試験を行う必要がない製品ついては、

－products classified as A1 according to EN 13501-1;

- その製品はEN 13501-1に準ずるA1に分類される。

－all products described in commission decision 96/603/EC (as amended);

- 全ての製品は、欧州委員会決定書[5] 96/603/EC（修正を含む）に記載される。

b) products classified as A2 - s1, d0 according to EN 13501-1 are considered compliant with regard to flame spread, heat release and smoke emission requirements only. The toxic emissions limit shall satisfy the requirements of R1 HL3 (CIT<0,75);

b) EN 13501-1 に準ずる A2 － s1、d0 に分類される製品は、延焼性、発熱性および発煙性の要件に関する適合のみ検討する。毒性の排出物質の上限は、R1 HL3（$CI\,T< 0.75$）の要件を満たさなければならない。

c) electrical cables which satisfy the fire safety requirements of EN 50306, EN 50264 or EN 50382 are considered to satisfy the requirements of R15 and R16 for the corresponding hazard level (no further testing required);

c) EN 50306、EN 50264、EN 50382 の要件を満たす電線は、対応するハザードレベルに対す

[5] 決定（EU） Decision (European Union)：欧州連合における「決定」とは、欧州連合の第２次法で規定される、３つの法的拘束力を持つ法の形態のものの１つ。

る R15 および R16 の要件を満たすために検討される。（これ以上試験する必要はない。）
d) where a product has a continuous aluminium or steel substrate and where the thickness of the substrate metal is equal to or greater than defined in Table 7, it is sufficient to test the product with the thickness given in Table 7;

d) 製品がアルミニウム、またはスチールの基材を有し、金属基材の厚さが表７で定義される厚さと等しい、または定義される厚さ以上の場合、表７で与えられる厚さの製品を試験するのに十分である。

e) a product, other than an electric cable, meeting a requirement at two different thicknesses with identical formulations shall be considered to comply with the requirement at all intermediate thicknesses. Electric cables meeting a requirement at two different diameters with identical formulations shall be considered to comply with the requirement at all intermediate diameters;

e) 同一の構築を有する２つの異なる厚さで要件を満たす電線以外の製品は、全体の中間部における厚さの要件に適合するように検討しなければならない。同一の構築を有する２つの異なる直径で要件を満たす電線は、全体の中間部における直径の要件に適合するように検討しなければならない。

f) a test which qualifies any product or surface shall also qualify any product or surface which differs in colour and/ or pattern;

f) 全ての製品または表面を認定する試験は、色やパターンが異なる製品も認定することとする。

g) multi layer products shall be tested in the end use condition;

g) 多層構造の製品は、最終用途状態[6)]で試験しなければならない。

h) mechanical or electrical products contained in a technical cabinet may be considered as unclassified products if:

h) 以下に示すような条件の場合、機材性筐体（テクニカルキャビネット）に格納される機械製品または電気製品は、未分類（分類不能？）の製品とみなす。

[6)] 最終用途状態 (end use condition)：製品等の、使用される直前の状態。

- the technical cabinet satisfies the requirements of integrity criterion E10, based on the definitions described in EN 45545-1 and EN 45545-3 and the enclosed volume is ≤ 2 m3;

- 機材性筐体（テクニカルキャビネット）が、EN 45545-1 および EN 45545-3 に記載されている定義に基づく、整合性基準 E10 の要件を満たし、かつ密閉容積が 2m^3 以下である場合。

- or the technical cabinet satisfies the requirements of integrity criterion E15 and insulation criterion I15 to surfaces adjacent to passenger area and staff area and integrity criterion E15 to other surfaces, based on the definitions described in EN 45545-1 with no volume limitations;

- または、機材性筐体（テクニカルキャビネット）が、EN 45545-1 に記載されている定義に基づく、乗客および乗務員エリアに隣接する表面への断熱性基準 I15 および他の表面への整合性基準 E15 を満たし、容積制限がない場合。

- or the technical cabinet is protected by an automatic fire detection and fire extinguishing system;

- または、機材性筐体（テクニカルキャビネット）が、自動火災検知システムおよび消火システムにより保護されている場合。

i) all coating systems shall be tested in end use condition. This means inclusion of levelling fillers at a thickness estimated at mean end use application, primers and finish coatings with specified coating thickness and number of layers;

i) 全ての塗装系は、最終用途状態で試験しなければならない。これは、平均の最終用途で推定される厚さに充填材を平滑化すること、一定の塗布厚さを有するプライマー[7)]と仕上げ塗および層数を含むことを意味する。

j) where a coating (including vinyls, films and their adhesives) is applied to aluminium or steel in the end use condition and where the thickness of the metal is greater than those defined in Table 7 it is sufficient to test the coating on the reference substrate defined in Table 7;

[7)] プライマー (primer)：壁の下塗り剤（材）。

j）（ビニール、薄膜およびそれらの接着剤を含む）塗装が、アルミニウムまたはスチールに塗布されており、金属材の厚さが表７で定義されている厚さを超える場合、表７で定義されている基準基材上の塗装を試験するのに十分である。
k) for coatings applied to non metallic surfaces, the full specified test requirements are mandatory;

k）非金属表面に塗布される塗装に対しては、十分に規定された要件のセットが必須項目となる。

l) for products which are classified in Table 2 as IN2, IN3A, IN3B, IN10, IN11, EX1C, EX5, EX6A, EX6B,EX8, EX11, or EL2, where surfaces have organic coatings applied on metal or glass surfaces, ISO 5658-2 or EN ISO 9239-1 flame spread tests shall be carried out, but other test requirements such as heat release, smoke emission and toxic gas emission tests are not required if the nominal coating thickness, including any surfacing filler for exterior products is < 0,3 mm, or for interior products the nominal thickness of organic coating is < 0,15 mm;

l）IN2、IN3A、IN3B、IN10、IN11、EX1C、EX5、EX6、EX6B、EX8、EX11 または EL2 のいずれかとして表２で分類されている製品に対して、表面が金属やガラス表面に塗布された有機塗装を有している場合、ISO 5658-2 または EN ISO 9239 の延焼性試験を実施しなければならないが、外装製品における任意の充填材面仕上げを含む名目塗装厚さが 0.3mm 以下、または内装製品における有機塗装の名目厚さが 0.15mm 以下である場合に限り、発熱性、発煙性および毒性ガス発生量の試験といった他の試験要件は必要としない。

m) if ISO 5658-2 is required as part of a requirement set, but the end use condition of a product does not allow preparation of test specimens to the size defined in ISO 5658-2, then in the case of interior use, R6 is applicable instead of the designated requirement set, and in the case of exterior use, R9 is applicable instead of the designated requirement set;

m）ISO 5658-2 が要件の一部として必要とされるが、最終用途状態の製品が、定義されている大きさに試験片を製造することが可能でない場合、その製品が内装用途であれば R6 を、外装用途であれば R9 を指定された要件の代わりに適用することができる。

n) if listed products are used in an application below the mass and area thresholds given in 4.3, they may be treated as non-listed products.

n) リストに記載されている製品が、4.3 で与えられる質量と面積の閾値以下の適用で使用される場合、それらの製品はリスト外の製品として扱うことができる。

4.3 Grouping rules　グルーピングルール

4.3.1 General　概略

No requirements apply to products with a combustible mass of < 10 g not in touching contact with another unclassified product. To assess products the following parameters have to be considered. Products shall be considered as grouped if:

可燃物量が 10g 未満で、他の未分類製品に直接接触していない製品に適用する要件はない。以下のパラメーターを考慮しなければならない製品を評価する。以下に示す全ての条件にあてはまる場合、その製品はグループ化されたとみなす。

- the exposed area of each product is < 0,2 m2; and

- 各製品の露出面積が 0.2m^2 未満である。

- they are not compliant to the applicable requirements of Table 2; and

- 表２の該当する要件に準拠していない。

- the combustible mass of each product is > 10 g or they are in touching contact to another combustible product; and

- 各製品の可燃物量が 10g を超過しているか、他の可燃性製品に直接接触している。

- the horizontal distance to a product non compliant to Table 2 is < 20 mm or the vertical distance to a product non compliant to Table 2 is < 200 mm; and

- 表２に準拠していない製品への水平距離が 20㎜ 未満であるか、垂直距離が 200㎜ 未満である。

- they are not fully separated by a product compliant with the fire integrity requirement of 5.3.6.

- 5.3.6の火災遮断性要件に準拠している製品によって完全に分類されていない。

The combustible masses of the products in this group shall be summed.

このグループの製品の可燃物量は、合算しなければならない。

The assessment process described in 4.3.2 to 4.3.4 is visualized in the flow chart in Figure 1.

4.3.2 から 4.3.4 に記述されている評価手順は、図１のフローチャートで可視化されている。

4.3.2 Rule 1　ルール１

If the total combustible mass of the grouped products is

グループ化された製品の可燃物の総質量が

- < 100 g for interior grouped products;

- 内装に分類される製品が 100g 未満である

or

もしくは

- < 400 g for exterior grouped products;

- 外装に分類される製品が 400g 未満である

no requirements apply to the products of this group.

場合、このグループの製品に適用する要件はない。

4.3.3 Rule 2　ルール2

If the combustible mass of the grouped products exceeds the limits stated in Rule 1, but is

グループ化された製品の可燃物の総質量が、ルール１の上限を超過しているが、
- < 500 g for interior grouped products;

- 内装に分類される製品が 500g 未満である

or

もしくは

- < 2 000 g for exterior grouped products;

- 外装に分類される製品が 2000g 未満である

one combustible product of this group has to be tested according to R24.

場合、このグループにおける１つの可燃性の製品を、R24 に準じた試験を行わなければならない。

If this product is compliant to R24 it shall not be considered for further assessment of this group. The remaining products in this group shall be assessed starting with Rule 1, 4.3.2, again.

この製品が R24 に適合している場合、このグループのそれ以上の評価は考慮しないものとする。このグループの残りの製品は、4.3.2　ルール１に従って再び評価を開始しなければならない。

4.3.4 Rule 3　ルール３

If the combustible mass of the grouped products exceeds the limits stated in Rule 2, one product of the group shall be tested according to the requirements of non-listed products given in 4.5, Table 3.

グループ化された製品の総質量がルール 2 の上限を超過している場合、このグループにおける１つの製品を、4.5 の表３で与えられる、リスト外の製品の要件に従って試験しなければならない。

If this product is compliant to the requirements of Table 3 it shall not be considered for further assessment of this group. The remaining products in this group shall be assessed starting with Rule 1, 4.3.2, again.

この製品が表 3 の要件に適合している場合、このグループのそれ以上の評価は考慮しないものとする。このグループの残りの製品は、4.3.2　ルール１に従って再び評価を開始しなければならない。

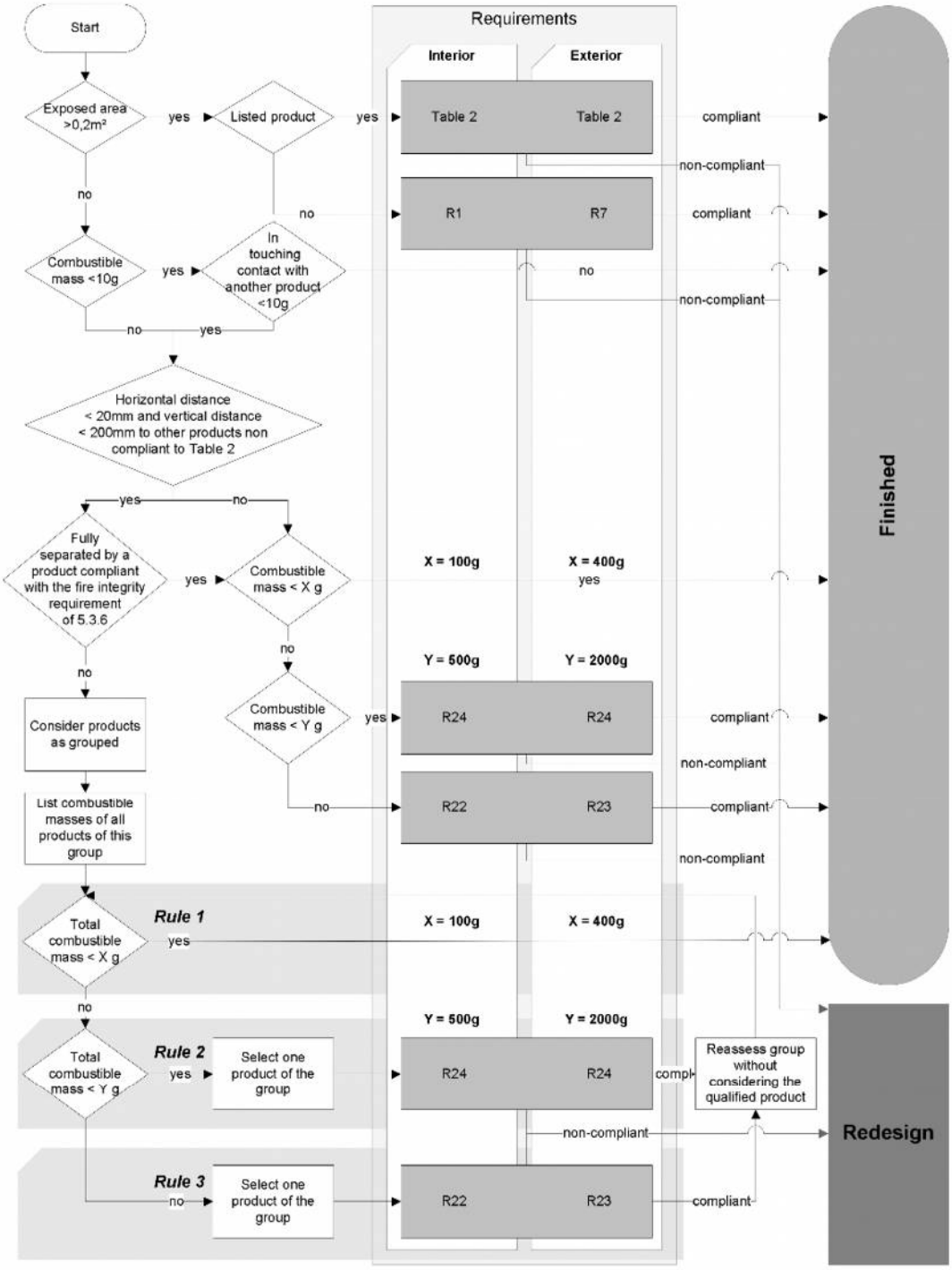


Figure 1 – Assessment process - Grouping rules

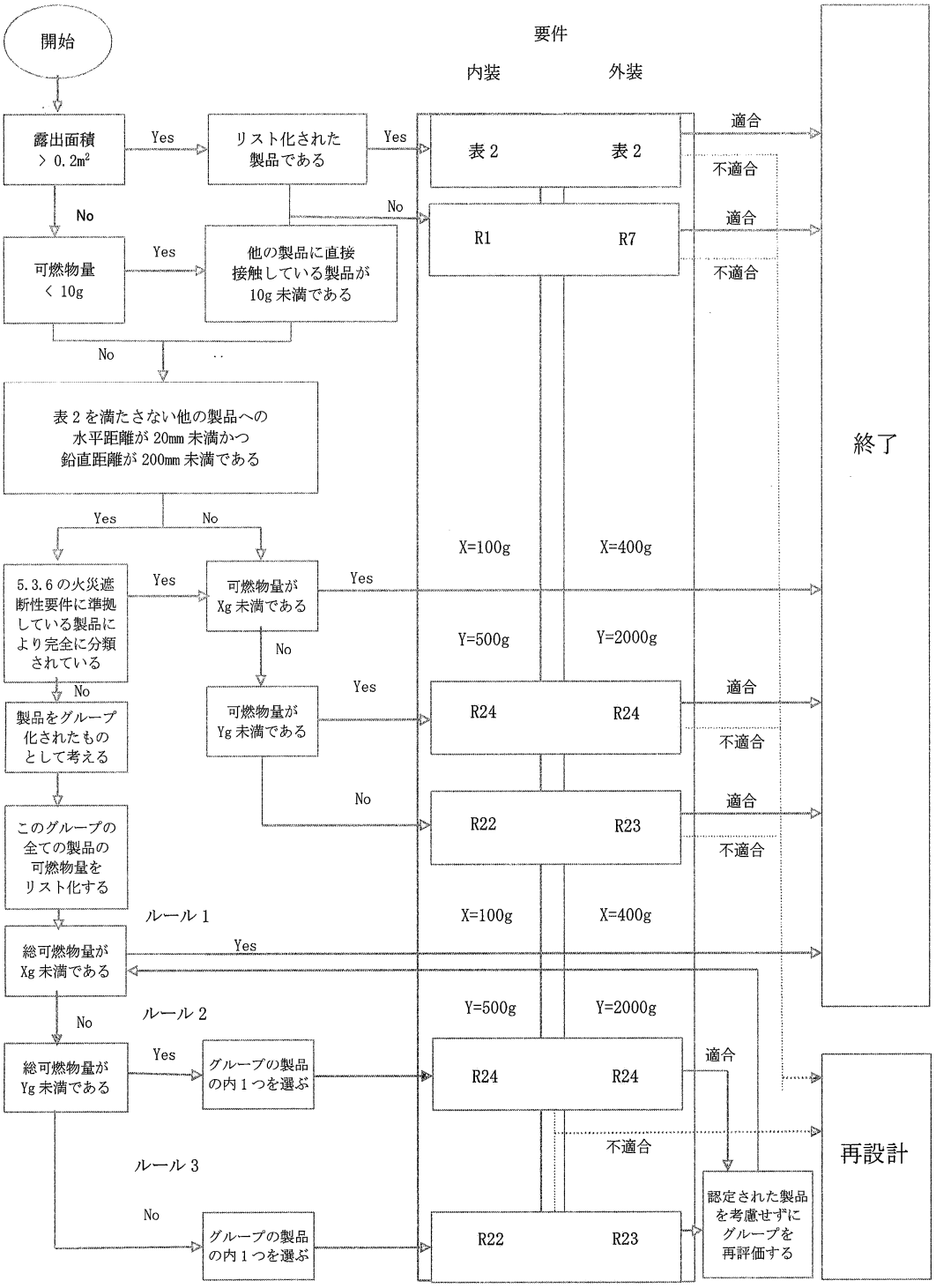

開始
要件
内装
外装
露出面積
> 0.2m²
Yes
リスト化された
製品である
Yes
表 2
表 2
適合
不適合
No
No
R1
R7
適合
不適合
可燃物量
< 10g
Yes
他の製品に直接
接触している製品が
10g 未満である
No
表 2 を満たさない他の製品への
水平距離が 20mm 未満かつ
鉛直距離が 200mm 未満である
終了
Yes
No
X=100g
X=400g
5.3.6 の火災遮
断性要件に準拠
している製品に
より完全に分類
されている
Yes
可燃物量が
Xg 未満である
Yes
No
Y=500g
Y=2000g
No
製品をグループ
化されたもの
として考える
可燃物量が
Yg 未満である
Yes
R24
R24
適合
不適合
No
このグループの
全ての製品の
可燃物量を
リスト化する
R22
R23
適合
不適合
ルール 1
X=100g
X=400g
総可燃物量が
Xg 未満である
Yes
ルール 2
Y=500g
Y=2000g
No
総可燃物量が
Yg 未満である
Yes
グループの製品
の内 1 つを選ぶ
R24
R24
適合
不適合
再設計
ルール 3
No
グループの製品
の内 1 つを選ぶ
R22
R23
認定された製品
を考慮せずに
グループを
再評価する

表1　－　フローチャート

4.4 Listed products　リストに記載されている製品

The reaction to fire performance requirements of materials and components depend on their intrinsic nature but also:

材料と部材の防火性能要件に対する（燃焼）挙動は、それらの固有の性質だけでなく、以下の点にも依存する。

- on the location of the materials or components within the design;

- デザイン（設計）における、材料または部材の配置

- on the shape and the layout of the materials;

- 材料の形状やレイアウト

- on the surface exposed and the relative mass and the thickness of the materials.

- 暴露表面や材料の相対質量、厚さ

It is on this basis that the listed products have been classified and further differentiated into subgroups as follows:

この基礎に基づき、リストに記載されている製品は分類されて、さらに以下のようにサブグループに分化される。

- their general location (interiors or exteriors);

- それらの一般的な配置（内装か外装か）

- their specific use (furniture, electrotechnical equipment or mechanical equipment).

- それらの具体的な用途（家具（ファニチャー）、電気設備または機械設備）

Within the sub groupings, for each of the listed products, a set of requirements has been given which defines the ability of products to contain fire development to an appropriate degree considering the location, the exposed surfaces, their geometry and general disposition. Examples of different products are: ceiling panelling, floor composites, interior lighting, curtains, external body shell walls and underside and parts of the drive and suspension system.

サブグループ内では、それぞれのリストに記載されている製品に対して、配置や暴露表面、それらの形状（ジオメトリー)、一般的な性質を考慮し、適切な度合いで火災成長を抑制するための製品の能力を定義する要件のセットが与えられる。様々な製品の例としては、天井パネル、床の複合体、内装の照明、カーテン、外部のボディシェル[8)]の壁や底面や、駆動・サスペンション装置の部品などが挙げられる。

The requirement sets for listed products are given in Table 2 and are designated R1 to R26. The content of each requirement set is listed in Table 5.

リストに記載されている製品への要件のセットは、表２で与えられ、R1～R26で規定されている。それぞれの要件のセットの内容は、表５に記載されている。

The column “Details” shows relationships to special requirements e. g. sample preparation and/or fire resistance.

「詳細」の欄は、特別な要件との関係（例えば試料調整および/または耐火性能）を示している。

8) ボディシェル (body shell)：車体の外枠。

Table 2 – Requirements of listed products *(1 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
IN	Interiors		
IN1A	Interior vertical surfaces	Interior components (structure and covering) such as side walls, front walls / end-walls, partitions, room dividers, flaps, boxes, hoods, louvres. Interior doors, interior lining of the front-/end-wall doors and external doors. Windows (including plastics and glazing) Insulation material and interior surface of body shell. Kitchen interior surfaces (except those of kitchen equipment).	R1
IN1B	Interior horizontal downwardfacing surfaces	Interior components (structure and coverings) such as ceiling panelling, flaps, boxes, hoods, louvres. Insulation material and interior surface of body shell.	R1
IN1C	Interior horizontal upwardsfacing surfaces	Interior components (structure and coverings) such as flaps, boxes, hoods, louvres. Insulation material and interior surface of body shell. Compliance with the requirements of R1 is also considered to be compliant for this requirement.	R10
IN1D	Interior surfaces within cavities	The surfaces may be horizontal or vertical.	R1
IN1E	External surfaces of enclosures containing technical equipment	Enclosures which are located inside the body shell NOTE Fire resistance requirements may apply to enclosures containing technical equipment – see 4.2 and EN 45545-3.	R1
IN2	Limited surfaces	– they shall have an area ≤ 0,20 m2;	R2

		- they shall have a maximum dimension in any direction on the surface ≤ 1 m; - they shall be separated from any other limited surface or strip by a distance of R1 compliant material greater than the dimension of the limited surface, measured in the same horizontal direction as the separation direction.	

表２ – リストに記載されている製品の要件 (1/8)

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN1A	内装の垂直面	側壁、前壁、端面壁、仕切り、間仕切壁、フラップ、ボックス、フード（幌)、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆)。 内部ドア、前壁・端面壁の内部ドア（貫通路のドア等）および外部ドア（乗降用ドア）の内装用ライニング[9)]。 窓（プラスチック、ガラス窓を含む)。 断熱材、ボディシェルの内部表面。 厨房の内装表面（厨房機器のものを除く)。	R1
IN1B	内装の水平下面	天井パネル、フラップ、ボックス、フード（幌)、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆)。 断熱材、ボディシェルの内部表面。	R1
IN1C	内装の水平上面	フラップ、ボックス、フード（幌)、ルーバー（デザイン上のもの）等の内装部品（構造および被覆)。 断熱材、ボディシェルの内部表面。 R1 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R10
IN1D	キャビティ[10)]内の内部表面	表面は、水平または垂直であってよい。	R1
IN1E	技術装置を囲う収納装置の外部表面	ボディシェルの内部に設置された収納装置。 （注）耐火性の要件は、技術装置を囲う収納装置に適用することができる。4.2 および EN 45545-3 を参照。	R1

[9)] ライニング (lining)：物体の表面または内面に定着可能な物質・物体を比較的厚く覆う表面処理のこと。
[10)] キャビティ (cavities)：製品の成形のために、金型を彫り込んで凹ませた部分。

IN2	限定表面	－ 面積が 0.02m^2 以下の表面。 － 表面上のいずれの方向の最大寸法が 1m 以下の表面。 － 分離方向と同じ水平方向に計測された、限定表面の寸法よりも長い R1 に適合する材料の中心距離によって、他の限定表面もしくは細長片・条片から分離されていること。	R2

Table 2 *(2 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
IN	Interiors		
IN3A	Strips	- they shall have a width < 200 mm and be separated from another limited surface or strip by > 200 mm of R1 compliant material; - they shall not have length limitation. For example, vertical cover strips on walls.	R3
IN3B	Light diffusers	For example, polycarbonate diffusers, light coverings for lamps. Light units themselves and indicators are not within the scope of IN3B.	R4
IN4	Luggage storage areas	Overhead luggage racks, vertical luggage racks, luggage stacks, luggage containers and luggage compartments.	R1
IN5	Driver’s desk	Panelling and surfaces of the driver’s desk (excluding electrical components/ equipment).	R1
IN6A	Interior surfaces of gangways Type A - For railway vehicles in which there are no fire barriers at both bulk head ends of the gangway.	Interior side of gangway membrane (bellow), interior lining of the gangway, (except flooring).	R1
IN6B	Interior surfaces of gangways Type B - For railway	Interior side of gangway membrane (bellow), interior lining of the gangway, (except flooring).	R7

	vehicles in which there are fire barriers at both bulk head ends of the gangway.		
IN7	Window frames	Window surround (including sealants and gaskets).	R1
IN8	Curtains and sunblind in passenger area and staff area, staff compartments	Curtains and sunblind except where they are enclosed within a double glazed window.	R1

表２ (2/8)

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN3A	細長片・条片	幅が 200mm 以下で、R1 に適合する材料の 200mm 以上によって、他の限定表面もしくは細長片・条片から分離されていること。 長さの制限がないもの。 （例：壁の鉛直方向のカバーストリップ）	R3
IN3B	ライトディフューザー[11)]	（例：ポリカーボネートディフューザー、ランプの照明カバー） 照明ユニット自体とインジケーターは IN3B の範囲内でない。	R4
IN4	荷物保管エリア	頭上の荷物置き棚、直立した荷物置き棚、荷物スタック、荷物コンテナおよび荷物室。	R1
IN5	運転台	運転台の化粧板および外面(電子部品、電気装置を除く)。[a]	R1
IN6A	貫通路の内装表面 タイプ A － 両サイドの貫通路端のバルクヘッド[12)]に防火壁のない鉄道車両	貫通路膜（ビロー[13)]）の室内側、貫通路の内装用ライニング（床材を除く）。	R1

[11)] ライトディフューザー (light diffusers)：光を拡散させるもの。
[12] バルクヘッド (bulk head)：車両内の隔壁。
[13)] ビロー (bellow)：蛇腹構造。

IN6B	貫通路の内装表面 タイプＢ－両サイドの貫通路端のバルクヘッドに防火壁のある鉄道車両	貫通路膜（ビロー）の室内側、貫通路の内装用ライニング（床材を除く）。	R7
IN7	窓枠	窓周り（シーラント[14]、ガスケット[15]を含む）。	R1
IN8	乗客エリアおよび乗務員エリアのカーテンおよび日よけ、乗務員室用仕切り	二重ガラス窓に囲まれている場合を除く、カーテンと日よけ。	R1

Table 2 *(3 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
IN	Interiors		
IN9A	Tables, folding table tops, and toilet wash basins. Type A - Upper surfaces	All tables and toilet wash basins (including surrounds).	R2
IN9B	Tables, folding tables downward facing surface b Type B - Downward surfaces	Bottom surface of a table, the exposed vertical sides of drop down tables or any surface of a folding table that may become a bottom surface.	R1
IN10	Containers	Outer surface of water containers and air containers.	R2
IN11	Litter bins and ashtrays	Inner and outer surfaces of litter bins and ashtrays.	R1
IN12A	Air ducts - Interior surfaces	Interior surfaces of ducts which are installed on the interior of the vehicle and from which air flows into the vehicle interior.	R1

[14] シーラント（sealants）：構造体の目地、間隙部分に充填して、防水性、気密性などの機能を発揮させる材料。
[15] ガスケット（gaskets）：構造に気密性、液密性を持たせるために用いる固定用シール材。

IN12B	Air ducts - Exterior surfaces	Exterior surfaces of ducts which are installed in the interior of the vehicle, but from which air flows into the vehicle interior.	R1
IN12C	Air ducts on locomotives	Exterior and interior surfaces of ducts, which are located in technical areas and from which no air flows to the passenger area and staff area of a vehicle.	R7
IN13	Air filters	Materials for air filters used for equipment ventilation, heating and air conditioning.	R5
IN14	Devices for passenger information	Information display screens in passenger areas, not those in staff areas. Products such as speakers, handsets and their holders shall be considered as non-listed products	R1
IN15	Floor composites	The floor composites include the floor substrate (together with any thermal insulation) and floor covering (together with any fixings or adhesives applied in end use conditions).	R10
IN16	Interior seals	Longitudinal seals such as window seals, door joints and panel connections.	R22

表２ (3/8)

製品番号	名称	詳細	要件
IN	内装		
IN9A	テーブル、折り畳みテーブルの上面、化粧室の洗面台 タイプ A - 上面	全てのテーブルおよび化粧室の洗面台（周辺を含む)。	R2
IN9B	テーブル、折り畳みテーブルの下面 [b] タイプ B - 下面	テーブルの底面、ドロップダウン式（前倒れ式）テーブルの露出した垂直面あるいは底面になる可能性のある折り畳みテーブルの全ての表面。	R1
IN10	コンテナ（槽）	貯水槽と空気槽の外表面。	R2
IN11	ゴミ箱と灰皿	ゴミ箱の内外面および灰皿。	R1

IN12A	空気ダクト – 内部表面	車両の内部に設置されており、空気が車両内部に流れ込むダクトの内部表面。	R1
IN12B	空気ダクト – 外部表面	車両の内部に設置されており、空気が車両内部に流れ込むダクトの外部表面。	R1
IN12C	機関車の空気ダクト	テクニカルエリア[16]に設置されており、空気が車両の乗客および乗務員エリアに流れ込まないダクトの内部および外部表面。	R7
IN13	エアーフィルター	換気、暖房および空調装置に使用されるエアーフィルターの材料。	R5
IN14	旅客情報装置	乗客エリアの情報表示画面（乗務員エリアのものは含まない)。 スピーカー、ハンドセットおよびハンドセットのホルダーといった製品は、リスト外の製品とみなす。	R1
IN15	複合床材	床下地材（任意の断熱材も共に)、および床仕上げ材（最終用途状態に用いられる備品または接着剤も共に）を含む複合床材。	R10
IN16	内装用シール	ウィンドウシール、ドアヒンジ、連結パネルといった長手方向のシール。	R22

Table 2 *(4 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
EX	**Exterior located products**		
EX1A	Walls of external body shell	Vertical parts of external structure of body shell and door leafs (including paint/coating systems, films and windows).	R7
EX1B	Cab housing - External surfaces	Front of the train up to the cab partition (including paint/coating systems, films).	R17
EX1C	External surfaces of enclosures containing	Enclosures which are located outside the body shell	R7

[16] テクニカルエリア (technical areas)：機関車の機関部。

	technical equipment		
EX2	Roof of external body shell	External roof structure of the car body (including paint/coating systems, films). Compliance with the requirements of R7 is also considered to be compliant for this requirement.	R8
EX3	Under frame of external body shell	External surfaces of under frame structure of the body shell (floor) including paint and coating systems (thermal, design and acoustic coating) and protective floor panelling.	R7
EX4	Exterior ducts	Exterior and interior surfaces of ducts which are not connected to the interior of the vehicle	R7
EX5	External design features	External design features (e. g. streamlining parts, ventilation grills, flaps, skirts, coverings for HVAC systems, enclosures, etc.)	R7
EX6A	Containers mounted in under frame	Outer surfaces of water containers and air containers which are positioned in the under frame.	R7
EX6B	Containers mounted on roof	Outer surfaces of water containers and air containers which are positioned on the roof. Compliance with the requirements of R7 are also considered to be compliant to this requirement.	R8
EX7	Exterior surfaces of gangways	Outer membrane of intercommunication gangways.	R7
EX8	Bogie structure and parts	The bogie structure shall include frames, spring leaf guides and bolster.	R7
EX9	Air bags for pneumatic suspension		R9
EX10	Parts of the drive	Wheel sets and brake discs.	R9
EX11	Tyres		R9
EX12	Exterior seals	Longitudinal seals such as window seals, door joints and panel connections	R23

表２（4/8）

製品番号	名称	詳細	要件
EX	外部に配置される製品		
EX1A	外部ボディシェルの壁	ボディシェルの外部構造および扉の垂直部（塗装系/被覆系、薄膜および窓を含む)。	R7
EX1B	運転室のハウジング － 外装面	運転室の仕切り壁に至るまでの列車の前面。	R17
EX1C	技術装置を囲う収納装置の外部表面	ボディシェルの外部に設置された収納装置。	R7
EX2	外部ボディシェルの屋根	車体の外部屋根構造体（塗装系/被覆系および薄膜を含む)。 R7 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R8
EX3	外部ボディシェルの台枠	塗装系/被覆系（遮熱、意匠性および防音の被覆）を含むボディシェルの台枠構造（床）の外部表面および保護用床パネル。	R7
EX4	外部ダクト	車両の内部と接続されていないダクトの内部および外部表面。	R7
EX5	外部の設計特性	外部の設計特性（例：流線型の部品、給排気グリル、フラップ、スカート[17)]、HVAC システムの外被、収納装置など）	R7
EX6A	台枠に取り付けられたコンテナ	台枠に配置される貯水槽と空気槽の外表面。	R7
EX6B	屋根上のコンテナ	屋根上に配置される貯水槽と空気槽の外表面。 R7 の要件への適合も、この要件への適合とみなされる。	R8
EX7	貫通路の外部表面	連絡用貫通路の外膜。	R7
EX8	台車の構造体と部品	台車の構造体には、車枠、ばね板のガイドおよびボルスターを含める。	R7
EX9	空気ばね懸架の空気袋		R9
EX10	駆動部品	車軸およびブレーキディスク。	R9
EX11	タイヤ		R9
EX12	外装用シール	ウィンドウシール、ドアヒンジ、連結パネルといった長手方向のシール。	R23

[17)] スカート (skirts)：線路上の障害物をはね避け、車体下に巻き込んで運転に支障をきたすことのないようにするためのもの。排障器。

Table 2 *(5 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
F	Furniture		
F1 [c]	Complete passenger seats	Complete passenger seat, including seat shell, upholstery, arm and head rests. Tip-up seats and driver's seat (if it is accessible to passengers) are also included. Details of seat tests (including the conditions for vandalism testing) are given in Annex A and Annex B.	R18
F1A	Upholstery for passenger seats and head rest	Upholstery includes the trimming (e. g. suspension system), flexible foam core, intermediate layers (e. g. fire barrier, antivandal layer), seat covers (e. g. base, back, side cover) and head rest upholstery. Details of test specimen preparation are given in Annex D.	R21
F1B	Armrests for passenger seats	The surface on which the arm rests shall be tested. In addition, the downwards facing and vertical surfaces in the normal operating position shall comply with the requirements of 5.2.2.2 Fire integrity. Details of test specimen preparation are given in Annex D.	R21
F1C	Passenger seat shell - Base	The external surface of the base shell (including all coatings or coverings) shall be tested. Compliance with 5.2.2.2 Fire Integrity is also required.	R6
F1D	Passenger seat shell - Back	The external surface of the back shell (including all coatings or coverings) shall be tested. Compliance with 5.2.2.2 Fire Integrity is also required.	R6

F1E	Removable head rest	Removable head rests shall be tested as if they were loose cushions.	R21

表２ (5/8)

製品番号	名称	詳細	要件
F	備品		
F1 [c]	旅客座席一式	座席のシェル、椅子張り材、肘掛け、ヘッドレストを含む旅客座席一式。跳ね上がり式座席および運転席（乗客がアクセス可能な場合）も含まれる。 座席試験の詳細（切り裂き試験の条件を含む）は、Annex A および Annex B で与えられる。	R18
F1A	旅客座席の椅子張り材およびヘッドレスト	トリミング（例：サスペンションシステム）、軟質フォームコア、中間層（例：防火遮断層、引き裂き防止層）、シートカバー（例：底面、背面および側面のカバー）およびヘッドレストの内装材を含む椅子張り材。 試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F1B	旅客座席の肘掛け	肘掛けの表面を試験する。加えて、通常の動作位置における下面と垂直面は、5.2.2.2 火炎遮断性の要件に従わなければならない。 試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F1C	旅客座席のシェル[18] － 底面	シェルの底面の外部表面（塗装や被覆を含む）を試験する。 5.2.2.2 火炎遮断性への適合も必要となる。	R6
F1D	旅客座席のシェル － 背面	シェルの背面の外部表面（塗装や被覆を含む）を試験する。 5.2.2.2 火炎遮断性への適合も必要となる。	R6
F1E	取り外し可能なヘッドレスト	取り外し可能なヘッドレストがルーズクッションである場合、試験する。	R21

[18] シェル (shell)：外郭構造。

Table 2 *(6 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement
F	Furniture		
F2	Seats in staff areas	Staff seat upholstery and supporting structure (including the back/base shell) shall be tested according to the following conditions: - top surface of seat; - back shell from external surface; - external surface of base shell. Test in the end use conditions referring to guidance in Annex D. If the fire integrity condition of 5.2.2.2 is additionally met, then it is not necessary to test the shell/upholstery composite from the shell face. Whole seat is qualified if the requirement set R19 is met. No further tests required.	R19
F3	Mattresses	Details of test specimen preparation are given in Annex D.	R21
F4	Loose upholstery items for seats,couchettes and beds	Bed clothes for couchettes and beds (cushions, blankets, duvets, pillows, sleeping bags and sheets, etc). Antimaccassars shall be considered as nonlisted products.	R20
F5	Underside surface of couchettes and beds	Compliance with 5.2.2.2 Fire integrity is also required.	R1
EL	Electrotechnical equipment		
EL1A	Cables for interior	Cables not compliant with one of the standards referenced in 4.2c	R15
EL1B	Cables for exterior	Cables not compliant with one of the standards referenced in 4.2c	R16
EL2	Cable containment	Cable containment surface related (cable duct,	See Table8

	(linear product)	cable conduit). See 5.3.5	and Table 9

表２ (6/8)

製品番号	名称	詳細	要件
F	備品		
F2	乗務員室の座席	乗務員座席の椅子張り材および支持構造体（シェルの背面/底面を含む）を以下の条件に従い試験する。 － 座席の上面。 － 外部表面からシェルの背面。 － シェルの底面の外部表面。 最終用途条件における試験は、Annex D の手引きを参照のこと。 さらに、5.2.2.2 の火炎遮断性の条件を満たしている場合、シェルの表面からシェル/椅子張り材の複合物を試験する必要はない。 要件のセット R19 を満たしている場合、座席全体が認定されたとする。これ以上の試験の必要はない。	R19
F3	マットレス	試験片製作の詳細は、Annex D で与えられる。	R21
F4	緩い座席の椅子張り材、寝台およびベッド	寝台のベッドの布およびベッド（クッション、ブランケット、羽根布団、まくら、寝袋、シーツなど)。 椅子の背覆いは、リスト外の製品とみなす。	R20
F5	寝台およびベッドの裏面	5.2.2.2 火炎遮断性への適合も必要となる。	R1
EL	電気技術設備		
EL1A	内装用ケーブル	4.2c で参照される規格のうちの１つに適合していないケーブル。	R15
EL1B	外装用ケーブル	4.2c で参照される規格のうちの１つに適合していないケーブル。	R16
EL2	ケーブル格納容器（線形の製品）	ケーブル格納容器の表面関連(ケーブルダクト、電線管)。5.3.5 を参照。	表８および表９参照

Table 2 *(7 of 8)*

Product No	Name	Details	Requirement

EL	Electrotechnical equipment		
EL3A	Arc resistant insulation materials Type A	See 5.3.2 in EN 45545-5:2013.	R11
EL3B	Arc resistant insulation materials Type B	See 5.3.3 in EN 45545-5:2013.	R12
EL3C	Arc splash barrier materials	See 5.3.1 in EN 45545-5:2013.	R7
EL4	Flammable insulation liquid		R14
EL5	Supply line system devices - Exterior	Surge arresters; isolators; switches; main circuit breakers	R23
EL6A	Supply line system and high power devices - Interior	Isolators; current and voltage transformers, main circuit breakers; contactors	R22
EL6B	Supply line system and high power devices - Exterior	Isolators; current and voltage transformers, main circuit breakers; contactors	R23
EL7A	Choke and coils - Interior	Chokes for supply line filtering, coils for air cooled transformers, including spacers and air guiding plates	R22
EL7B	Choke and coils - Exterior	Chokes for supply line filtering, coils for air cooled transformers, including spacers and air guiding plates and traction motor winding insulation	R23
EL8	Brake resistors	Casing and any heat shields	R13
EL9	Printed circuit boards	Printed circuit boards without any attached technical equipment	R24 or R25
EL10	Small electrotechnical products	Examples include low power circuit breakers, overload relays, contactors, contactor relay, switches, control or signalling switches, terminals, fuses	R26

表２ (7/8)

製品番号	名称	詳細	要件
EL	電気技術設備		
EL3A	耐アーク[19]絶縁材料 タイプ A	EN 45545-5:2013 の 5.3.2 を参照。	R11
EL3B	耐アーク絶縁材料 タイプ B	EN 45545-5:2013 の 5.3.3 を参照。	R12
EL3C	アーク飛沫防護材料	EN 45545-5:2013 の 5.3.1 を参照。	R7
EL4	可燃性絶縁液		R14
EL5	供給管路システム装置 – 外部	避雷装置、絶縁装置、スイッチ、主遮断装置。	R23
EL6A	供給管路システム装置および高出力装置 – 内部	絶縁装置、変流器および変圧器、主遮断装置、コンタクタ（接触器）。	R22
EL6B	供給管路システム装置および高出力装置 – 外部	絶縁装置、変流器および変圧器、主遮断装置、コンタクタ（接触器）。	R23
EL7A	チョークおよびコイル – 内部	スペーサーおよび導風板を含む、供給管路濾過用のチョーク、気冷変圧器のコイル。	R22
EL7B	チョークおよびコイル – 外部	スペーサー、導風板および走行用電動機の巻線絶縁材を含む、供給管路濾過用のチョーク、気冷変圧器のコイル。	R23
EL8	ブレーキ抵抗器	ケーシングおよび全ての遮熱具。	R13
EL9	プリント基板	取り付けられた全ての技術機器を除くプリント基板。	R24 or R25
EL10	小型電気技術製品	例として、低出力回路遮断器、過負荷継電器、コンタクタ（接触器）、接触継電器、スイッチ、制御スイッチ、信号伝達スイッチ、端末装置、ヒューズが挙げられる。	R26

Table 2 *(8 of 8)*

Product No	Name	Details	Details Requirement
M	Mechanical equipment		
M1	Flexible metal/rubber units	Flexible metal/rubber units including elements in bogies	R9
M2	Hoses – Interior	Pipes and hoses for fuel, oils, hydraulics, pneumatics, water and drainage	R22

[19] アーク (arc)：気体中の電極間に電圧をかけた場合に発生する強い光様の電流の流れをいう。

M3	Hoses - Exterior	Pipes and hoses for fuel, oils, hydraulics, pneumatics, water and drainage	R23

[a] Computer screens will be assessed as limited surface, IN2 and not assessed as electrical equipment.

[b] Downward facing surfaces up to 0,2 m2 of folding tables shall be assessed according to the requirements of R2.

[c] When assessing a seat design, results from all F1 tests (F1, F1A, F1B, F1C, F1D, F1E) are required for complete validation (except driver's seat).

表２ (8/8)

製品番号	名称	詳細	要件
M	**機械設備**		
M1	フレキシブルメタル/ゴムユニット	台車の構成部分を含むフレキシブルメタル/ゴムユニット。	R9
M2	ホース - 内部	燃料、オイル、油圧、空気圧、用水および排水に用いられるパイプとホース。	R22
M3	ホース - 外部	燃料、オイル、油圧、空気圧、用水および排水に用いられるパイプとホース。	R23

[a] コンピュータスクリーンは、IN2 限定表面として評価し、電子機器として評価しない。

[b] 折り畳みテーブルの 0.2m^2 までの下向き表面は、R2 の要件に従って評価することとする。

[c] 座席デザインを評価するとき、妥当性評価を完了させるために全ての F1 の試験（F1、F1A、F1B、F1C、F1D、F1E）の結果が必要となる（運転席を除く）。

4.5 Non-listed products　リスト外の製品

Any product not listed in Table 2 shall be considered as a non-listed product or shall be assessed using the grouping rules stipulated in 4.3.

表 2 に記載されていないいくつかの製品は、リスト外の製品として考慮するか、4.3 で規定されたグループ化のルールを用いて評価しなければならない。

The requirements of non-listed products are given in Table 3.

リスト外の製品の要件は表 3 で与えられる。

Table 3 – Requirements for non-listed products according to the exposed area and location in thevehicle

Exposed area	Location	Requirement set in Table 5
> 0.20 m^2	interior	R1
> 0.20 m^2	exterior	R7
< 0.20 m^2	interior	R22
< 0.20 m^2	exterior	R23

表 3 – 露出面積と車内の配置によるリスト外の製品の要件

露出面積	配置	表 5 における要件のセット
> 0.20 m^2	内部	R1
> 0.20 m^2	外部	R7
< 0.20 m^2	内部	R22
< 0.20 m^2	外部	R23

4.6 Refurbishment and maintenance requirements　改修と整備の要件

4.6.1 General　概略

In accordance with EN 45545-1, it shall be ensured that components introduced during maintenance and refurbishment shall comply with relevant material requirements as described below.

EN 45545-1 に従い、改修や整備時に導入された構成部品は、以下で説明するように、関連する材料の要件に適合しなければならない。

After refurbishment it shall be demonstrated that any new surface generated by any over-coating or overlaminating process does not have a worse classification than the original surface.

改修後は、任意のオーバーコーティング工程あるいはオーバーラミネート工程で生成された全ての新しい面が、元の面よりも悪い等級でないことを実証しなければならない。

At the time of refurbishment of a railway vehicle, it might be difficult to obtain the original substrate. Therefore, it is recommended to identify an equivalent substrate that can represent the performance of the original substrate.

鉄道車両の改修時には、元の基材を得ることが困難であるかもしれない。したがって、元の基材の性能に相当することができる同等の基材を同定することを推奨する。

On trains built and approved according to this standard any new components introduced during refurbishment shall be verified to the requirements of Clause 4.

この規格に従って認可を受けて造られた列車における、改修時に導入された全ての新しい構成部品は、４節の要件を検証しなければならない。

For trains built and already approved to previous standards and regulations, e. g. national standards or UIC leaflets, the following applies:

既存の規格と規制（例：国家規格またはUICリーフレット[20)]）の認可を受けて造られた列車に対しては、以下の項目が適用される。

- minor adjustments during maintenance as a consequence of product and market development on components may be performed to the already approved set of standards and regulations for the relevant train at the time of its approval;

- 構成部品の製品開発および市場開発による整備時の微調整は、その承認の際、既に認可を受けた該当する列車の規格や規制に従い、実行することができる。

- refurbishment projects shall take into account the guidelines of this standard, and the new components introduced shall be documented against any relevant acceptance criteria in 4.2.

- 改修計画は、この規格の指針を考慮に入れなければならない。また、導入された新しい構成部品は、4.2における任意の適切な承認基準に対する文献を付記しなければならない。

4.6.2 Requirements for refurbishment of passenger seats

4.6.2　乗客用座席の改修に対する要件

Some of the parameters that may influence fire behaviour are:

燃焼挙動に影響を与える可能性のあるパラメーターの一部は、以下の通りである。

- seat construction;

- 座席構造

- individual material composition;

[20)] UICリーフレット (UIC leaflets)：UIC（Union Internationale des Chemins de fer、国際鉄道連合）の発行した専門書。

- 個々の材料組成

- shape;

- 形状

- thickness, density, mass;

- 厚さ、密度、質量

- supplier.

- サプライヤー[21)]

Table 4 specifies the test requirements for changes to only one of these parameters for upholstery for passenger seats.

表４に、乗客用座席の椅子張り材料に対する、これらのパラメーターの１つのみを変更するためのテスト要件を明記する。

Refurbished passenger seats, which have changes to more than one of the parameters listed in Table 4, shall be tested to the full requirements according to Table 2.

改修された座席で、表４に記載されているパラメーターの複数の変更を有するものは、表２に準じた全要件に試験されなければならない

21) サプライヤー (supplier)：商品製造業者。

Table 4 – Test requirements for the upholstery of refurbished passenger seats.

表 4 – 改修された乗客用座席の椅子張り材料に対するテスト要件

Parts 部品	Parameters changed 変更されたパラメーター	Requirements 要件
Cover カバー	Supplier only サプライヤーのみ	R21 (Upholstery assembly) R21 （椅子張りの組み立て部品）
Interlayer (fire barrier) 中間層 （防火遮断層）	Supplier only サプライヤーのみ	R21 (Upholstery assembly) R21 （椅子張りの組み立て部品）
Glue 接着剤	Composition nature, supplier 組成性質、サプライヤー	R21 (Upholstery assembly) R21（椅子張りの組み立て部品）
Foam 発泡体	Certified thickness difference less than ± 15 % 認定された差厚が±15%未満	None なし
	Certified thickness difference more than ± 15 % or new foam materia l認定された差厚が±15%以上であるか、新しい発泡材料	R18 (Complete Seat) R18（座席一式）

4.7 Products to be approved on functional necessity

4.7　機能的必要性に認可される製品

If it can be shown that any of the requirements specified above are not technically achievable with functionally suitable products, then existing commercially available products can be used until and unless a suitable product is developed. There shall be no requirement to consider products made available after the date of the contract.

機能上適合している製品が、上記で規定されたいずれかの要件が技術的に実現可能でないということを示すことができる場合、適切な製品が開発されている場合を除き、そのような製品が開発されるまで、既存の市販製品を使用することができる。契約年月日の後に利用できるようになった製品を検討することを要しない。

The use of this paragraph has the following conditions:

本項の使用は、以下の条件を有す。

- essential requirements in 4.1 shall not be compromised;

- 4.1の基本要件が損なわれてはならない。

- this shall be verified by assessment; taking the proposed design into consideration; including the functional reason and limitation for using the material in question (e. g. climate and/or infrastructure).

- これは、評価により検証しなければならない。提案されたデザインを考慮に入れる。当該の材料を使用するための機能的な理由や制限（例：気候および/または基礎構造）を含む。

NOTE It can be necessary to use this process in respect of products such as: rubber tyres;
 rubber suspension components; intercommunication gangways, electronics devices on printed board, flexible metal/rubber units; window seals; seals for doors; brake hoses; pneumatic hoses; flexible fuel hoses; high voltage cables; data bus cables, the anti-spall layer for windscreens on the driver’s cab, windscreen washer water containers.

（注）次のような製品については、本手順を用いることが必要である可能性がある。
ゴムタイヤ、ゴム製のサスペンション部品、連絡用貫通路、プリント基板上の電子機器、フレキシブルメタル/ゴムユニット、ウィンドウシール[22]、扉用のシール、ブレーキホース、空気圧式ホース、フレキシブル燃料ホース、高圧ケーブル、データバス[23]ケーブル、運転室のフロントガラス用の対破片層、フロントガラス洗浄液の容器

4.8 Set of material requirements　4.8　材料要件のセット

Material requirements are listed in Table 5. A reported result is compliant if it is equal to the requirement after rounding to the specified requirement level plus 1 digit.

材料の要件は、表５に記載されている。報告された結果を規定の要求水準＋１桁に四捨五入した後に、それが要件と等しい場合、適合しています。

The column "Test method reference" refers to the corresponding number in Table 6, where the test methods are described in more detail with a short explanation of the test-method, parameter and unit including whether the numerical value in the tables of requirements represents a maximum or minimum for compliance.

「参照試験方法」の列は、表６に対応する番号を指しており、そこでは、適合のための最大値もしくは最小値を表す要件の表の数値を含む試験法、パラメーターおよび単位の簡単な

[22] ウィンドウシール (window seals)：窓を密閉するためのゴム製の部品。
[23] データバス (data bus)：コンピュータ内部のデジタル信号の伝送路（バス）の一部で、データ本体の転送を行うためのもの。

説明で、試験方法がより詳細に記載されている。

Where no requirement is specified in the tables of requirements the symbol “-“ is inserted.

要件の表において、どの要件も規定されていない場合、「-」の記号が挿入される。

5 - 材料要件のセット (1/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R1 (IN1A、IN1B、IN1D、IN1E、IN4、IN5、IN6A、IN7、IN8、IN9B、IN11、IN12A、IN12B、IN14、F5)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	20 [a]	20 [a]	20 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	[a] -	90	90
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R2 (IN2、IN9A、IN10)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	13 [a]	13 [a]	13 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	[a] -	[a] -	90
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150

	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75

表５ (2/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R3 (IN3A)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	13 [a]	13 [a]	13 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	[a] −	[a] −	[a] −
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	−	480	240
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	−	960	480
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R4 (IN3B)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	13	13	13
	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	Flame spread 火炎伝播 [mm]	Maximum 最大	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)
	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	Flaming Droplets 燃焼液滴		0	0	0
	T11.01	CIT_G	Maximum	1.2	0.9	0.75

	EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	dimensionless 無次元	最大			

表５ (3/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R5 (IN13)	T05 EN ISO 11925-2 30 秒の火炎接触	Flame spread 火炎伝播 [mm]	Maximum 最大	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)	150 (60 秒以内)
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	50	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	300	250	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R6 (F1C、F1D)	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	90	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75

表５ (4/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R7 (IN6B、IN12C、EX1A、EX1C、EX3、EX4、EX5、EX6A、EX7、EX8、EL3C)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	20 [a]	20 [a]	20 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	[a] –	90	60
	T10.04 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	1.8	1.5
R8 (EX2、EX6B)	T04 EN ISO 9239-1	*CHF* [kW/m^2]	Minimum 最小	4.5	6	8
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	–	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	600	300
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	1.8	1.5
R9 (EX9、EX10、EX11、M1)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	90	90	60
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	600	300
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	1.8	1.5

表５ (5/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R10 (IN1C、IN15)	T04 EN ISO 9239-1	*CHF* [kW/m^2]	Minimum 最小	4.5	6	8
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	−	−	−
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R11 (EL3A)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	30 [a]	30 [a]	30 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	90	90	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75

表５ (6/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R12 (EL3B)	T02 ISO 5658-2	*CFE* [kW/m^2]	Minimum 最小	40 [a]	40 [a]	40 [a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	60	60	60
	T10.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S (4) dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T10.02 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	VOF_4 [min]	Maximum 最大	1200	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R13 (EL8)	T14 EN 13501-1	Euroclass ユーロクラス	Minimum 最小	A1	A1	A1
R14 (EL4)	T08 ISO 2592 ISO 2719	Class K Fire point ° C クラス K 発火点 [℃]	Minimum 最小	300	300	300

表５ (7/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R15 (EL1A)	T09.01 EN 60332-1-2	Unburned length 未燃焼長さ [mm]	Minimum 最小	Burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部 >50	burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部 >50	burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部 >50
	T09.02 EN 60332-3-24 (d≥12mm)	[m]	Maximum 最大	2.5	2.5	2.5
	T09.03 EN 50305 (6mm<d<12mm)	[m]	Maximum 最大	2.5	2.5	2.5
	T09.04 EN 50305 (d≤6mm)	[m]	Maximum 最大	1.5	1.5	1.5
	T13 EN 61034-2	Transmission 透過率 [%]	Minimum 最小	25	50	75
	T15 EN 50305	*ITC* dimensionless 無次元	Maximum 最大	10	10	6

表５ (8/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R16 (EL1B)	T09.01 EN 60332-1-2	Unburned length 未燃焼長さ [mm]	Minimum 最小	burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部>50	burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部>50	burned part ≤ 540 and unburned part > 50 燃焼部≤540 かつ、未燃焼部>50
	T09.02 EN 60332-3-24 (d≥12mm)	[m]	Maximum 最大	2.5	2.5	2.5
	T09.03 EN 50305 (6mm<d<12mm)	[m]	Maximum 最大	2.5	2.5	2.5
	T09.04 EN 50305 (d≤6mm)	[m]	Maximum 最大	1.5	1.5	1.5
	T13 EN 61034-2	Transmission 伝導率 [%]	最小	-	25	50
	T15 EN 50305	*ITC* 無 dimensionless 次元	Maximum 最大	10	10	6
R17	T02	*CFE*	Minimum	13	13	13

(EX1B)	ISO 5658-2	[kW/m^2]	最小	[a]	[a]	[a]
	T03.01 ISO 5660-1: 50kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	[a] –	90	60
	T10.04 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	600	300
	T11.01 EN ISO 5659-2: 50kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	–	1.8	1.5

表５ (9/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R18 [b] (F1)	T06 ISO/TR 9705-2	*MARHE* [kW]	Maximum 最大	75	50	20
	T06 ISO/TR 9705-2	*RHR Peak* [kW]	Maximum 最大	350	350	350
R19 (F2)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	75	50	50
R20 (F4)	T07 EN ISO 12952-2	燃After burning time s 焼後の時間 [s]	Maximum 最大	10	10	10
	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	50	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	200	200	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	0.75	0.75	0.75

R21 (F1A、F1B、 F1E、F3)	T03.02 ISO 5660-1: 25kW/m^2	*MARHE* [kW/m^2]	Maximum 最大	75	50	50
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	300	300	200
	T11.02 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	CIT_G dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75

表５ (10/11)

Requirement set (relevant product no.) 要件のセット (関連製品番号)	Test method reference 参照試験方法	Parameter and unit パラメーター 単位	Parameter and unit 許容値の 最大 or 最小	HL1	HL2	HL3
R22 (IN16、EL2、 EL6A、EL7A、M2)	T01 EN ISO 4589-2: OI	Oxygen Content 酸素含有量 [%]	Minimum 最小	28	28	32
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	600	300	150
	T12 NF X 70-100-1 & -2 600℃	CIT_{NLP} dimensionless 無次元	Maximum 最大	1.2	0.9	0.75
R23 (EX12、EL2、 EL5、EL6B、 EL7B、M3)	T01 EN ISO 4589-2: OI	Oxygen Content 酸素含有量 [%]	Minimum 最小	28	28	32
	T10.03 EN ISO 5659-2: 25kW/m^2	D_S max. dimensionless 無次元	Maximum 最大	－	600	300
	T12 NF X 70-100-1 & -2 600℃	CIT_{NLP} dimensionless 無次元	Maximum 最大	－	1.8	1.5
R24	T01 EN ISO 4589-2: OI	Oxygen Content 酸素含有量	Minimum 最小	28	28	32

		[%]				
R25 (EL9)	T16 EN 60695-2-11	Glow Wire Temperature グローワイヤー温度［℃］	Minimum 最小	850	850	850
R26 (EL10)	T17 EN 60695-11-10	Vertical small flame test 小規模垂直炎試験	Minimum 最小	V0	V0	V0

表５ (11/11)

a If flaming droplets/particles are reported according to 5.3.7 during the test ISO 5658-2, or for the special
case of materials which do not ignite in ISO 5658-2 and are additionally reported as unclassifiable, the
following requirements shall be added:
Test to the requirements of EN ISO 11925-2 with 30 s flame application.
The acceptance requirements are:

[a] ISO 5658-2 の試験中の燃焼液滴/燃焼粒子が 5.3.7 に従って報告された、あるいは ISO 5658-2 において着火せず、さらに分類不能と報告された材料のような特殊なケースの場合、以下の要件を追加する。
EN ISO 11925-2 の要件の 30 秒の火炎接触試験。
合格要件は、以下のとおり。

- flame spread < 150 mm within 60 s;

- 60 秒以内に火炎伝播が 150mm 未満であること。

- no burning droplets/particles

- 燃焼液滴/燃焼粒子がないこと。

[b]

- during the test, the flame spread shall not reach the edges of the seat surface or the backrest;

- 試験中、火炎伝播が座面あるいは背もたれの端を超えないこと。

- during the test, the flame height above the highest point of the seat surface shall not exceed 1 000 mm;

- 試験中、座席表面の最高点より上の火炎高さが 1000mm を超えないこと。

- if the peak heat release values are too high for test equipment safety then the product is not compliant.

- 発熱速度の最高点が、試験装置の安全上高すぎる場合、その製品は適合していないこととする。

5 Test properties 試験特性

5.1 Summary of test methods 試験方法の概要

Table 6 gives a summary of referenced test methods.

表 6 は参照文書の試験方法の概要を示す。

Table 6 – Summary of test methods *(1 of 6)*

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T01	EN ISO 4589-2	Determination of burning behaviour by oxygen index Part 2: Ambient temperature test	*OI*	Usually reported as '%oxygen'	Minimum	*OI* is the abbreviation for Oxygen Index
T02	ISO 5658-2	Lateral flame spread	*CFE*	kW/m^2	Minimum	*CFE* is the abbreviation for

						Critical Flux at Extinguishment
T03.01	ISO 5660-1	Reaction-to-fire tests – Heat release, smoke production and mass loss rate – Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method)	*MARHE*	kW/m^2	Maximum	*MARHE* is the maximum average rate of heat emission. The data collection interval shall be 2 s and data collection shall be terminated at 20 min. The heat flux shall be 50 kW/m^2 5.3.6 is also applicable where specified Results of *ARHE* and *MARHE* are expressed in units of kW/m2 (heat emission rate per unit area)

表 6 – 試験方法の概要 (1/6)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T01	EN ISO 4589-2	酸素指数による燃焼性状の定量分析 Part 2: 室温における試験	*OI*	通常は%で報告	最小限度	*OI*は、酸素指数（Oxygen Index）の略語。
T02	ISO 5658-2	横方向の火災伝播（延焼性）	*CFE*	kW/m^2	最小限度	*CFE*は、消火時の臨界流束（Critical Flux at Extinguishment）の略語

T03.01	ISO 5660-1	火炎に対する反応試験 - 発熱速度、発煙速度および質量減少速度 - Part 1: 発熱速度（コーンカロリーメータ法）	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE* は、最大平均発熱速度（Maximum Average Rate of Heat Emission）。 データ収集間隔は２秒とし、データ収集は 20 分で停止することとする。放射加熱強度は 50kW/m^2 とする。 特定の場合、5.3.6 も適用可能。 *ARHE* と *MARHE* の結果は、kW/m^2 の単位で表される。（単位面積あたりの発熱速度）

Table 6 (*2 of 6*)

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T03.02	ISO 5660-1	Reaction-to-fire tests - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method)	*MARHE*	kW/m^2	Maximum	*MARHE* is the maximum average rate of heat emission The data collection interval shall be 2 s and data collection shall be terminated at 20 min The heat flux shall be 25 kW/m2 5.3.6 is also applicable where specified. Results of *ARHE* and *MARHE* are expressed in units of

						kW/m2 (heat emission rate per unit area)
T04	EN ISO 9293-1	Radiant panel test for horizontal flame spread of floorings	*CHF*	kW/m^2	Minimum	*CHF* is the Critical Heat Flux at extinguishment.
T05	EN ISO 11952-2	gnition when subjected to direct impingement of flame	30 s flame application		No spread > 150 mm within 60 s	
T06	ISO/TR 9705-2	Furniture calorimeter vandalised seat	*MARHE*	kW	Maximum	*MARHE* is the maximum average rate of heat emission Annex B Results of *MARHE* are expressed in units of kW

表6 – 試験方法の概要 (2/6)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T03.02	ISO 5660-1	火炎に対する反応試験 – 発熱速度、発煙速度および質量減少速度 – Part 1: 発熱速度（コーンカロリーメータ法)	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE*は、最大平均発熱速度（Maximum Average Rate of Heat Emission)。 データ収集間隔は２秒とし、データ収集は20分で停止することとする。放射加熱強度は25kW/m^{2}とする。 特定の場合、5.3.6も適用可能。 *ARHE*と*MARHE*の結果は、kW/m^{2}の単位で表される。(単位面積あたりの発熱速度)

T04	EN ISO 9293-1	床材の水平方向の延焼性に対する放射パネル試験	*CHF*	kW/m^2	最小限度	*CHF* は、消火時の臨界熱流束（Critical Heat Flux at extinguishment)。
T05	EN ISO 11952-2	火炎に直接曝された時の着火	30 秒の火炎接触		60 秒以内に 150mm 以上延焼しないこと	
T06	ISO/TR 9705-2	切り裂かれた座席のファニチャーカロリーメータ試験	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE* は、最大平均発熱速度（Maximum Average Rate of Heat Emission)。 Annex B を参照のこと。 *MARHE* の結果は、kW の単位で表される。

Table 6 (*3 of 6*)

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T07	EN ISO 12952-2	Textiles - Assessment of the ignitability of bedding items - Part 2: Ignition source: match-flame equivalent	Afterburn time	s	Maximum	No ignition is defined as follows: ☐ sustained flaming less than 10 s ☐ no flames reaching any edge of the specimen
T08	ISO 2592 ISO 2719	*Determination of flash and fire points – Cleveland Open cup method*	Class K Fire point	℃	Minimum	
T09.01	EN 60332-1-2	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame	Height of charred zone and height of unburned zone	mm	Length of unburned cable > 50 mm	Preliminary test for all cables Definitions of the "burned part" and "unburned part" are given in Annex A of the test method
T09.0	EN	Common test	Height of	m	Maximum	Test for cables with $D \geq$

2	60332-3-24	methods for cables under fire conditions – Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables Part 2-4: Procedures – Category C	charred zone front side and backside		2,5	12 mm
T09.03	EN 50305:2002, 9.1.1	Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Test methods	Height of charred zone front side and backside	m	Maximum 2,5	Test for cables with 6 mm < *D* < 12 mm

表 6 (3/6)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T06	ISO/TR 9705-2	切り裂かれた座席のファニチャーカロリーメータ試験	*MARHE*	kW/m^2	最大限度	*MARHE* は、最大平均発熱速度 (Maximum Average Rate of Heat Emission)。 Annex B を参照のこと。 *MARHE* の結果は、kW の単位で表される。
T07	EN ISO 12952-2	繊維製品 – 寝具製品の着火性の評価 – Part 2: 着火源：マッチの炎と同等のもの	燃焼後の時間	s	最大限度	着火なしは、以下のように定義される。 – 燃焼の持続が 10 秒未満。 – 火炎がいずれの試験片の端を超えない。
T08	ISO 2592 ISO 2719	発火点と引火点の測定 – クリーブランド開放法	クラス K 発火点	℃	最小限度	
T09.01	EN 60332-1-2	電気ケーブルおよび光ファイバーケーブルの火災条件下における試験 – Part 1-2: 単一の絶縁電線および絶縁ケーブル用の垂直延焼性試験 – 1kW の予混合火炎の方法	炭化領域の高さおよび未燃焼領域の高さ	mm	ケーブルの未燃焼長さ >50mm	全てのケーブルに対する予備試験。 「燃焼部」および「未燃焼部」の定義は、試験方法の Annex A で与えられる。
T09.02	EN 60332-3-24	火災条件下におけるケーブルの一般的な	前面および背面の炭化領域	m	最大限度 2.5	直径が 12mm 以上（$D \geq 12mm$）のケーブルの試験。

		試験方法	の高さ			
T09.03	EN 50305:2002, 9.1.1	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル – 試験方法	前面および背面の炭化領域の高さ	m	最大限度 2.5	直径が 6mm を超過し、12mm 未満（$6mm < D < 12mm$）のケーブルの試験。

Table 6 (*4 of 6*)

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T09.04	EN 50305:2002, 9.1.2	Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Test methods	Height of charred zone front side and backside	m	Maximum 1,5	Test for cables with $D \leq 6$ mm
T10.01	EN ISO 5659-2	Plastics – Smoke generation Part 2: Determination of optical density by a singlechamber test	*D*s (4) see 3.1.3	dimensionless	Maximum	Heat flux 50 kW/m2 without pilot flame. Test duration is 10 min. *D*s (4) is the optical density in the test chamber 4 min into the test multiplied by a factor, which depends on the instrument and on the specimen size.
T10.0	EN ISO	Plastics –	*VOF*4	min	Maximum	Heat flux 50 kW/m2

2	5659-2	Smoke generation Part 2: Determination of optical density by a singlechamber test	see 3.1.4			without pilot flame. Test duration is 10 min. *VOF*4 is the cumulative value of specific optical densities in the first 4 min of the test.

表 6（4/6）

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T09.04	EN 50305:2002, 9.1.2	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケーブル – 試験方法	前面および背面の炭化領域の高さ	m	最大限度 1.5	直径が 6mm 以上（$D \leq 6mm$）のケーブルの試験。
T10.01	EN ISO 5659-2	プラスチック – 煙の発生 – Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S (4) 3.1.3 参照	無次元	最大限度	放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。試験時間は 10 分。D_S (4)は、4 分間後におけるテストチャンバー内の光学密度に、計器および試験片の大きさに依存する係数を乗じたもの。（4 分後間の比光学密度）
T10.02	EN ISO 5659-2	プラスチック – 煙の発生 – Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	VOF_4 3.1.4 参照	min	最大限度	放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。試験時間は 10 分。VOF_4は、試験の最初の 4 分間の比光学密度（D_S）の累積値。

Table 6 (*5 of 6*)

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T10.03	EN ISO 5659-2	Plastics - Smoke generation Part 2: Determination of optical density by a singlechamber test	*D*s max see 3.1.3	dimensionless	Maximum	*D*s max is the maximum optical density in the test chamber. Test duration is 10 min. Heat flux 25 kW/m2 with pilot flame
T10.04	EN ISO 5659-2	Plastics - Smoke generation Part 2: Determination of optical density by a singlechamber test	*D*s max see 3.1.3	dimensionless	Maximum	*D*s max is the maximum optical density in the test chamber. Test duration is 10 min. Heat flux 50 kW/m2 without pilot flame
T11.01	EN 45545-2:2013 Annex C	Gas analysis in the smoke chamber EN ISO 5659-2, using FTIR technique	*CIT*G at 4 and 8 min	dimensionless	Maximum	*CIT* is the Conventional Index of Toxicity Heat flux 50 kW/m2 without pilot flame. Test duration is 10 min.

表 6 (5/6)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T10.03	EN ISO 5659-2	プラスチック － 煙の発生 － Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S max 3.1.3 参照	無次元	最大限度	D_S max は、テストチャンバー内の最大光学密度。試験時間は 10 分。 放射加熱強度 25kW/m^2、口火あり。
T10.04	EN ISO 5659-2	プラスチック － 煙の発生 － Part 2: シングルチャンバー試験による光学濃度の測定	D_S max 3.1.3 参照	無次元	最大限度	D_S max は、テストチャンバー内の最大光学密度。試験時間は 10 分。 放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。
T11.01	EN 45545-2:2013 Annex C	FTIR 技術を用いた EN ISO 5659-2 スモークチャンバーのガス分析	4 分間後および 8 分間後における GIT_G	無次元	最大限度	*CIT* は、毒性の従来の指数 (Conventional Index of Toxicity)。 放射加熱強度 50kW/m^2、口火なし。試験時間は 10 分。

Table 6 (*6 of 6*)

Ref.	Standard	Short description	Parameter	Unit	Test Criteria	Additional explanation
T11.02	EN 45545-2:2013 Annex C	Gas analysis in the smoke chamber EN ISO 5659-2, using FTIR technique	*CIT*G at 4 and 8 min	dimensionless	Maximum	*CIT* is the Conventional Index of Toxicity Heat flux 25 kW/m2 with pilot flame. Test duration is 10 min.
T12	NF X70-100-1 NF X70-100-2	Gas analysis for the 8 gases described on 3.1.5	GIT_{NLP}	dimensionless	Maximum	Furnace Temperature 600 ° C Toxic for non-listed products
T13	EN ISO 5659-2	Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements	Transmission	Dimensionless Transmission is reported as a percentage.	Minimum	Apparatus used is described in EN 61034-1
T14	EN 13501-1	Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using test data from	Table 1	Dimensionless classification	Minimum	Classification according to EN ISO 1182 and EN ISO 1716:2010 A.1 and A.2

		reaction to fire tests				
T15	EN 50305	Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – test methods	*ITC*	Dimensionless classification	Maximum	
T16	EN 60695-2-11	Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods Glow-wire flammability test method for end-products	Glow wire temperature	℃	Minimum	
T17	EN 60695-11-10	Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods	Vertical small flame test	Dimensionless classification	Minimum	

表 6 (6/6)

参照	規格	簡単な説明	パラメーター	単位	試験基準	補足説明
T11.02	EN 45545-2:2013 Annex C	FTIR 技術を用いた EN ISO 5659-2 スモークチャンバーのガス分析	4 分間後および 8 分間後における GIT_G	無次元	最大限度	*CIT* は、毒性の従来の指数 (Conventional Index of Toxicity)。 放射加熱強度 25kW/m^2、口火あり。試験時間は 10 分。
T12	NF X70-100-1 NF X70-100-2	3.1.5 に記載されている 8 種類のガスに対するガス分析	GIT_{NLP}	無次元	最大限度	炉内温度 600℃。 リスト外の製品の毒性。
T13	EN ISO 5659-2	限定条件下におけるケーブルの燃焼による煙濃度の測定 – Part 2: 試験手順と試験条件	透過率	無次元 透過率は%で報告	最小限度	使用される装置は EN 61034 に記載されている。
T14	EN 13501-1	EN 13501-1、建造物と建築材料の耐火等級 – Part 1:火炎に対する反応試験によるデータを用いた等級	表 1	無次元 等級	最小限度	EN ISO 1182 および EN ISO 1716:2010 の A.1、A.2 に準拠する等級。
T15	EN 50305	鉄道への適用 – 特殊な火災特性を有する鉄道車両用ケー	*ITC*	無次元 等級	最大限度	

		ブル – 試験方法				
T16	EN 60695-2-11	火災危険性試験 – Part 2-11: 赤熱した線／熱線に基づく試験 – 最終製品のためのグローワイヤー燃焼性試験方法	グローワイヤー温度	℃	最小限度	
T17	EN 60695-11-10	火災危険性試験 – Part 11-10: 試験炎 – 50W の水平および垂直燃焼試験方法	小規模垂直炎試験	無次元等級	最小限度	

5.2 Modifications on test methods used in 5.1
5.1 で用いられる試験方法の改訂

5.2.1 Definitions 定義

5.2.1.1 *ARHE*

ARHE is generated as follows:
ARHE は以下のように生じる。

Given that the rate of heat emission data comprises pairs of data points where the first data point is ($t1$ q) where t is the time and q is the rate of heat emission, *ARHE* is given by (using a trapezoidal area assumption):
t を時間とし、q を発熱速度としたときの最初のデータポイントを（t_1 q）とし、発熱速度のデータが一対のデータポイントから与えられるとき、*ARHE* は次式により与えられる（台形面積の仮定を用いる）。

$$ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

Generally $t1 = 0$ and $q1 = 0$, or at least t can be rescaled to meet this condition; the expression above can be further simplified.
一般に、$t_1 = 0$, $q_1 = 0$ あるいは、少なくとも t は、この条件を満たすように再設定することができ、上記の式は更に簡易化することができる。

The heat emission for each time element (hn) is calculated assuming a scan rate at 2 s (ISO 5660-1). The first heat element is obtained from data points 1 and 2 and assigned to data point 2 as $h2$
各時間要素の発熱（h_n）は、2 秒のスキャンレートと仮定して計算される（ISO 5660-1）。最初の発熱要素は、データポイント 1 と 2 から得られ、データポイント 2 を h_2 として割り当てると、

$$h_n = (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}$$

Summing these elements from $n = 2$ to $n = n$ and dividing by the interval of time from $t1$ to tn:

n = 2 から n = n までのこれらの要素の総和を、t_1 から t_n までの時間で割ると、

$$ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n h_n}{t_n - t_1}$$

5.2.1.2 *VOF*4

It is the area under a $D_S(n)$ versus time curve during the test period t = 0 min to t = 4 min, with $D_S(0)$ = 0, a finite element (dt) of 1 min, and using a trapezoidal area assumption

VOF_4は、D_S (0) = 0、1 分間の有限要素を(dt)としたときの、テスト時間 t = 0[min]から t = 4[min]までの D_S (n) − 時間の曲線下の面積である（台形面積の仮定を用いる)。

$VOF4$ = [D_S (1) + D_S (2) + D_S (3) + D_S (4) /2] × 1 min

*VOF*4 has dimensions of minutes.

VOF_4の単位は分である。

5.2.2 Furnishing products burning behavior

家具（ファーニッシング）製品の燃焼挙動

5.2.2.1 Full scale test in the furniture calorimeter

ファニチャーカロリーメーターによる実規模試験

5.2.2.1.1 General 概略

The modified furniture calorimeter for upholstery furniture burning behaviour is described in Annex B.

室内装飾品（家具）の燃焼挙動のための修正されたファニチャーカロリーメーターは、Annex B で記載されている。

5.2.2.1.2 Determination of extent of vandalism 切り裂きの規模の決定

The seat composite shall either be tested in a fully vandalised condition (Figure B.8) or shall be subjected to a standard vandalism test. The level of vandalism achieved in the test described in Annex A shall be reproduced on the real seat before the real scale test described in Annex B.

座席の複合品は、完全に切り裂かれた状態（図 B.8）で試験されるか、標準の切り裂き試験に従わなければならない。Annex A に記載されている試験に達する切り裂きのレベルは、Annex B に記載されている実規模試験の前に実際の座席で再現しなければならない。

5.2.2.1.3 Special test conditions　特別な試験条件

Reclining seats shall be tested in the most upright position.
リクライニングシートは、最も起き上がった状態で試験を行わなければならない。

Tip up seat requirements:
跳ね上げ式座席の要件：

a) tip up seats staying in the down position, when not occupied:
This type shall be tested as a normal seat;
a) 人が座っていない時、倒れたままである跳ね上がり式座席:
このタイプは、通常の椅子として試験をするものとする。

b) tip up seats returning automatically to the up position when not occupied:
This type shall be tested as a normal seat and shall have a design requirement for the fire protection given by the seat shell. This requirement shall be that the shell protects any bottom edges of the seat trim, when in the up position.
b) 人が座っていない時、自動的に起き上がる跳ね上がり式座席：
このタイプは、通常の椅子として試験を行うものとし、座席のシェルによって施される防火用の設計要件を有するものとする。この要件により、座席が起き上がった状態の時、座席のシェルがシートトリム[24)]の全ての（任意の？）下端を保護しなければならない。

5.2.2.2 Fire integrity testing of the assembled products from rear side
組み立てられた製品の後方からの火災遮断性試験

There is a general requirement (F1C and F1D in Table 2) to test the full seat composite, (shell and upholstery) from the rear side.
座席全体の（シェルや椅子張り材料等による）複合品の後方からの試験のための一般的な要件（表2のF1C、F1D）がある。

If the material/composite forming the surface passes, (in addition to all other relevant requirements), the integrity condition described in 5.3.6, there is no requirement to test the whole composite.
表面を形成する材料/複合品が、(その他の全ての関連する要件に加えて）5.3.6に記述される遮断性条件をパス（合格）した場合、全体の複合品の試験する必要はない。

[24)] シートトリム (seat trim)：座席の仕上げ材（皮、布 etc.)。

This test is applicable for:
この試験は、以下に適用される。

a) the base shell and the back shell of passenger seats;
a) 乗客用座席の台座と背もたれのシェル

b) the downward and vertical facing surface of armrests;
b) 肘掛けの下向きおよび垂直の接面（対向面）

c) the downward facing surface of couchettes and beds.
c) 寝台とベッドの下向きの接面

5.3 Testing rules　試験規定

5.3.1 Products or assemblies　製品または組み立て品

5.3.1.1 General　概略

These shall be tested at their full thickness. If the full thickness is greater than the maximum thickness that can be tested in the applicable standard, then the thickness shall be reduced by cutting away the excess part from the rear face of the sample; that is from the face that is not exposed to the ignition source.
これらは、これらの全厚さで試験を行うものとする。全厚さが適用規格において試験を行える厚みの最大値を超える場合、試料の後面（すなわち、着火源にさらされていない面）から過剰部分を切除することで厚みを減らすこととする。

The exposed surface of the test specimen shall be the same as in the end use condition.
試験片の露出面は、最終用途状態と同じでなければならない。

The test house shall report the condition of the edges of all test specimens to assist in evaluation of the validity of the certification in the context of the end use condition.
試験所は、最後使用状態における証明書の有効性の査定を支援するために、全ての試験片の縁の状態を報告しなければならない。

5.3.1.2 Assembled products and surfaces to be tested
試験される組み立てられた製品と表面

Exposed surfaces of a material which form part of an assembly shall be tested to the appropriate requirement set defined in Table 2.
組み立て品の一部を形成する材料の露出面は、表 2 で定義される適切な要件のセットによって試験を行わなければならない。

Any material that is part of an assembly, but does not form part of all fire test pieces, for example because it exceeds the thickness limit of the test methods, shall be separately tested to the relevant requirement(s) as defined in R17. This requirement is not applicable to seat upholstery assemblies (because seat assemblies are tested according to R18 and R21).
組み立て品の一部であるが、(例えば、試験方法の厚さの上限を超過しているという理由で)一切の火災試験片の一部を形成しない任意の材料は、R17 で定義されているような関連要件により、個別に試験を行わなければならない。この要件は、座席の椅子張りの組み立て部品には適用されないものとする。(座席の組み立て部品は R18 と R21 に従って試験が行われるため)

5.3.2 Hoses or Pipes　ホースまたはパイプ

In cases where it is not possible to produce test plaques with the required dimensions, the test piece shall be produced from longitudinal sections, produced by splitting the hoses or pipes, placed in touching contact. The sections shall be placed so that the convex surface is towards the source of heat at a distance approximately equal to the thickness of the hose wall or pipe wall.
要求される寸法の試験板（試験片）を製造することができない場合、試験片は、ホースまたはパイプを長手方向断面に分割することにより製造し、接点に触れるように配置しなければならない。断片は、凸面がホース壁あるいはパイプ壁の厚さとほぼ等しい距離で熱源へ向かっているように設置しなければならない。

5.3.3 Substrates for surface products　表面の製品のための基材

5.3.3.1 General　概略

A list of standard substrates is given in Table 7 as described in 4.2d).
標準基材のリストは、4.2dに記載されているように、表7で与えられる。

The steel sheet represents the standard substrate for all steel substrates.
スチール板は、全てのスチール基材のための標準基材を表している。

The aluminium sheet represents the standard substrate for all aluminium substrates
アルミ板は、全てのアルミニウム基材のための標準基材を表している。

Table 7 – Standard substrates for surface products (EN 13238)
表 7 – 表面の製品の標準基材 (EN 13238)

Nature 種類	Nominal density 名目密度 [kg/m³]	Thickness 厚さ [mm]
Steel sheet スチール板	7850 ± 50	0.8 ± 0.1
Aluminium sheet アルミニウム板	2700 ± 50	1.0 ± 0.2

5.3.3.2 Rules for preparation of test specimens　試験片製作のための規定

Specimens shall be prepared to reproduce the products in their end-use condition. This shall include where used, but is not limited to:
試験片は、それらの最終用途状態を再現するように製作しなければならない。これは、どこで使用されるかも含むが、以下については限定されない。

a) the type and quantity of adhesive;
a) 接着剤の種類と量

b) any mechanical fixings;
b) 機械的固定具[25)]

c) production parameters such as surface preparation, pressures, temperatures and timings.
c) 表面処理や圧力、温度、時間調整等の製造パラメーター

If different methods of attachment are used in practice, a choice may be made, in agreement with the test house, to take into account the worst case (which shall be stated in the test report). If this cannot be agreed, each different fixing method shall be tested.
実施に際して、異なる取り付け方法が用いられた場合、試験所の合意の下、(試験報告書に記載しなければならない) 最悪の場合を考慮した選択がなされ得る。これが合意されない場合、それぞれ異なる固定方法を試さなければならない。

If mastic materials cannot be tested in end-use condition, a thickness of 3 mm of the mastic material prior to curing shall be applied to a non combustible support.
マスティック材料が最終用途状態でテストすることができない場合、硬化前のマスティック材料の厚さ 3mm の部分は、不燃性支持体に適用されなければならない。

NOTE This is because of the non-specific use of mastic materials
（注）これはマスティック材料の非特異的な用途のためである。

[25)] 機械的固定具 (mechanical fixings)：ネジやボルト等で試験片を固定するための器具または装置。

5.3.4 Test specimen preparation for upholstery products
椅子張り製品の試験片の製作

The test specimen preparation methods for:
a) cone calorimeter method according to ISO 5660-1; and
b) smoke and toxicity testing;
are described in Annex D.

a) ISO 5660-1 に準拠するコーンカロリーメーターの方法
および、
b) 煙と毒性の試験
のための試験片の製作方法は、Annex Dに記載されている。

5.3.5 Linear cable containment products 線形ケーブル格納製品

The requirements for linear cable containment products depend on their location (interior/exterior), the shape of their cross section and their perimeter. The requirements are shown in Table 8 for circular conduits and in Table 9 for rectangular ducts.
線形ケーブル格納製品に対する要件は、それらの配置(内装か外装か)、横断面の形状、周囲長に依存する。要件は、円形の電線管についての表８と、矩形のダクトについての表９に示される。

Test specimens shall be obtained from the end product. Both the cover and base require testing if they are of different thickness.
試験片は、最終製品から得られるものとする。カバーと台座の厚みが異なる場合は、両方に対して試験を行う必要がある。

To prepare a full size test specimen where the product is not continuous (e. g. contains holes, slots, profiles), this shall be done by cutting pieces from the product, and placing them together to make a continuous test piece.
製品が連続していない場合（例えば、穴や溝、輪郭を含む)、実物大の試験片を製作するために、連続した試験片を作るために、製品から断片を切り取り、それらをはめ込まなければならない。

For circular conduits test pieces shall be prepared in accordance with the guidance for hoses in 5.3.2.
円形の電線管の試験片は、5.3.2 のホースの手引きに従って製作することとする。

Parameters　パラメーター

P = perimeter in m
P = 外周 [m]

L = length as installed in m
L = 取り付け長さ [m]

S = largest side m
S = 最大側面 [m]

Table 8 – Circular conduit
表 8 – 円形の電線管

Perimeter 外周	Requirement interior 内装の要件	Requirement Exterior 外装の要件
$0.0 < P \leq 0.2$	R22	R23
$0.2 \leq P$	R6	R9

Table 9 – Rectangular duct

表 9 – 矩形のダクト

Condition 状態		Perimeter/Largest Side 外周/最大側面	Requirement interior 内装の要件	Requirement Exterior 外装の要件
$P \times L > 1$	and	$0.2 \leq S$	R1	R7
$P \times L \leq 1$	and	$0.2 \leq S$	R6	R17
$P \times L > 1$	and	$0.12 < S < 0.2$	R6	R9
$P \times L \leq 1$	and	$0.12 < S < 0.2$	R6	R23
		$0.0 < S \leq 0.12$	R22	R23

NOTE All general requirements for technical cabinets apply – see 4.2.

（注）機材性筐体（テクニカルキャビネット）に適用する全ての一般要件は、4.2 を参照のこと。

5.3.6 Fire integrity testing　火災遮断性試験

After the cone calorimeter test according to ISO 5660-1 (T03.01 and T03.02), the test piece shall be allowed to cool and then shall be carefully lifted using only the edges of the test piece, keeping the test piece horizontal.

ISO 5660-1（T03.01 および T03.02）に準拠したコーンカロリーメーター試験の後、試験片は冷却し、その時、試験片を水平に保ったまま、縁のみを使い注意深く持ち上げなくてはならない。

There shall not be more than one hole. This hole shall have no dimension in the plane of the test piece greater than 3 mm.

（試験後の試験片には）2 つ以上の貫通孔があってはならない。この貫通孔は、試験片の表面上で 3mm を超えるものであってはならない。

Alternatively, if the material fulfils the requirements of Conventional Classified Products according to EN 45545-3, the product is considered to meet the integrity requirements

また、材料が EN 45545-3 に準拠した Conventional Classified Products（従来の分類された製品）の要件を満たしている場合、その製品は、遮断性の要件を満たしているものとみなす。

5.3.7 Assessment for burning droplets / particles
燃焼液滴（溶融滴下？）/燃焼粒子の評価

Only droplets/particles that exhibit sustained flaming (ref. ISO 5658-2:2006, Clause 11 and Clause 13) shall be reported. Sustained flaming is to be interpreted as flaming for more than 10 s on a clean calcium silicate board positioned on the floor beneath the test specimen.
燃焼の持続を呈する液滴/粒子（ISO 5658-2:2006 の 11 条と 13 条を参照）のみ報告しなければならない。燃焼の持続とは、床に置かれたきれいなケイ酸カルシウム板の上で、試験片が 10 秒以上燃え続けることであると解釈されている。

a) any obstructions to flow/falling of the droplets/particles onto the floor (such as steel plates or framework bars below the test specimen) shall be removed from the test apparatus.
a) 床の上へ液滴が流れる/粒子が落ちる時に障害となるもの（試験片の下のスチール板や枠組みの棒といったもの）は、試験器具から取り除かなければならない

b) the specification of the calcium silicate board shall be the same as that for calcium silicate substrate boards in EN 13238.
b) ケイ酸カルシウム板の仕様は、EN 13238 におけるケイ酸カルシウム板の基材と同じものでなければならない。

c) the distance from the midpoint on the test specimen to the floor shall be 1 200 mm ± 100 mm.
c) 試験片の中央点から床への距離は、1200mm ± 100mm でなくてはならない。

6 Evaluation of conformity 適合性評価

See EN 45545-1.
EN 45545-1 を参照のこと。

鉄道車両用材料の燃焼性試験の妥当性の検討

辻本研究室　5112003 有間毅
5112029 小輪瀬敦也
5112053 浪岡佑太朗

1.研究背景

現在、鉄道車両に用いられる部材は、過去の鉄道火災事故を踏まえて整備された火災対策基準により規制されている。しかし、近年2011年に石勝線のトンネル内での脱線火災事故、2015年に東海道新幹線の放火事件が発生し、列車火災による大規模な被害が生じた。石勝線の火災事故では、火災対策基準において難燃性と評価されている座席を含めた車内の内装のほとんどが焼失した。新幹線の放火事件では、火災により発生した高温の煙を吸引した乗客が1名死亡するという惨事となった。このような火災を受け、改めて鉄道車両用材料の火災対策基準を見直す必要があると考えた。

2.研究目的

現行の火災対策基準では、国土交通省の定める「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」(以下、技術基準)に記述されている燃焼性試験（以下、45°法試験）により、鉄道車両に用いられる各部材を評価している。45°法試験では、定性的な評価方法により、燃焼性の評価を行っている。そのため、試験方法や材料の燃焼性を相対的に評価することが困難であると考えられる。

本研究では、45°法試験における加熱条件および材料の燃焼性状を定量化し、欧州で鉄道車両用材料に適用されているEN45545-2[注1)]（以下、EN規格）における各試験の加熱条件および材料の燃焼性状と相対的に比較することで、45°法試験による燃焼性試験の妥当性を評価することを目的とする。

3.研究方法

はじめに、EN規格における評価方法について理解する。その上で、同一の鉄道車両用材料に対して45°法試験およびEN規格における各試験を実施し、材料の燃焼特性値を計測する。その際、実施する各試験において熱源から試験片へ入射する熱流束を計測し、各試験における加熱条件の違いを考慮した上で計測した燃焼特性値の比較をする。

4.実験概要

同一の材料に対して、45°法試験およびEN規格で定められている部材ごとの要件で規定されている試験を行い、各試験における試験片への入射熱流束および材料の燃焼特性値を計測した。本研究では、材料として旧国鉄 0系新幹線の座席に用いられていた表地及び詰め物を選択した。EN規格において、座席の表地及び詰め物は要件R21を満たすことが求められており、要件R21には、コーンカロリーメータ試験、スモークデンシティチャンバー試験（以下、SDC試験)、FTIRを用いたSDC試験が規定されているが、本研究では材料の着火性・発燃性・発煙性について着目するため、FTIRを用いたSDC試験については実施しないこととした。

4.1 入射熱流束の計測

実施する試験のうち、45°法試験およびコーンカロリーメータ試験において試験片へ入射する熱流束を計測した。計測点は、図-1に示すように設定した。コーンカロリーメータ試験については、放射加熱強度25kW/m^{2}の条件で5分間計測を実施した。45°法試験については、各計測点において3回ずつ、計測した。

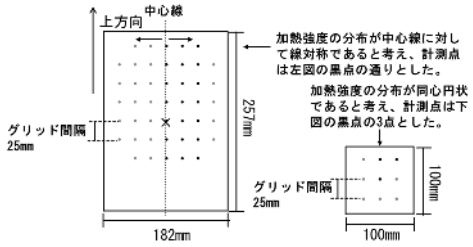


図-1 熱流束の計測点
(左：45°法試験、右：コーンカロリーメータ試験)

4.2 コーンカロリーメータ試験

試験は、ISO 5660-1に準ずる方法により実施した。規定に従い、ヒーターの放射加熱強度を25kW/m^2、試験時間を20分間とし、各材料につき3回、発熱速度を計測した。

4.3 SDC試験

試験は、EN ISO 5659-2に準ずる方法により実施した。規定に従い、ヒーターの放射加熱強度を 25kW/m^2、試験時間を10分間とし、口火ありの条件で、各材料につき3回、発生した煙の透過率を計測した。

4.4 45°法試験

各材料に対して、45°法試験を実施し、燃焼性の評価を行った。その際、コーンカロリーメータ試験装置及びSDC試験装置内で45°法試験を実施することで、材料の発熱速度及び発生した煙の透過率を計測した。試験は各材料につき3回実施した。

5.実験結果

5.1 入射熱流束

コーンカロリーメータ試験における入射熱流束は、計測した3点においてそれほど差が見られなかったため、試験片に入射する熱流束は一様に 25kW/m^{2}であると考えることとした。以下の図-2にコーンカロリーメータ試験における平均入射熱流束の分布および45°法試験における平均入射熱流束の3回の平均値の分布を示す。45°法試験における入射熱流束は、中心点から上方向については強く熱の影響を受けるが、下方向や横方向への加熱は弱く、試験片全体で見たときに熱の影響を強く受けている範囲が小さいことがわかった。

両試験における総入射熱量を示すと図-3に示すとおりとな

った。45° 法試験におけるアルコールの燃焼時間は 85～119[sec.]であり、平均燃焼時間 t=94[sec.]における総入射熱量を比較すると、45° 法試験に対するコーンカロリーメータ試験の値には約 2 倍の差があることがわかった。

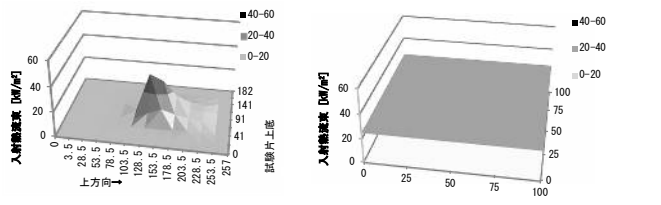


図-2 平均入射熱流束分布

（左:45° 法試験、右:コーンカロリーメータ試験）

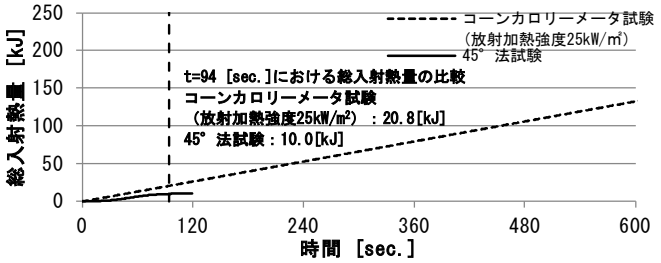


図-3 両試験における試験片への総入射熱量

5.2 発熱速度

以下の図-4、図-5 に計測した両試験における発熱速度を示す。45° 法試験とコーンカロリーメータ試験では、発熱速度の値に大きな差が出た。また、45° 法試験およびエタノールの発熱速度にほとんど差が無いことから、45° 法試験における材料の正味の発熱速度は極めて小さいということがわかった。45° 法試験における、正味の発熱速度および材料の炭化面積から推定した燃焼面積を用いて算出した単位面積当たりの総発熱量をコーンカロリーメータ試験における総発熱量と比較すると以下の各図中に示すように、大きな差があることがわかった。

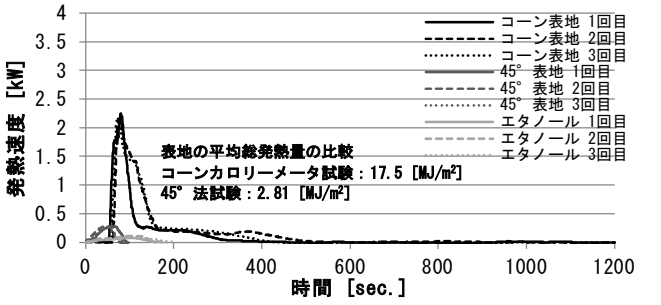


図-4 表地の発熱速度

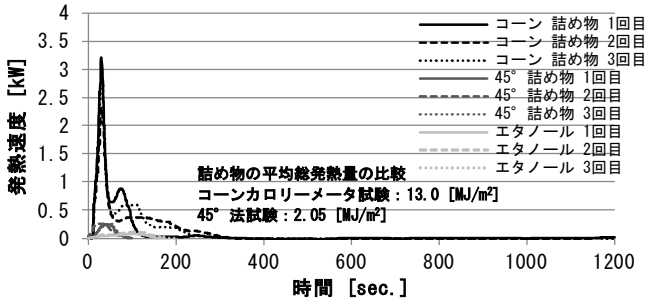


図-5 詰め物の発熱速度

5.3 比光学密度

計測した透過率を以下に示す式(1)を用いて比光学密度に換算する。

$$D_S = {}^{V}/_{AL}\, log_0({}^{100}/_{T}) \cdots (1)$$

上式における${}^{V}/_{AL}$はチャンバーの体積、光路長および試験片の暴露面積から求まるチャンバーの係数で、45° 法試験における試験片の暴露面積 A には、4.1 で計測した熱流束から推定した受熱面積を用いた。

以下の図-6、図-7 に換算した両試験における比光学密度（D_S）を示す。図より、両試験で算出された比光学密度には差があることがわかる。

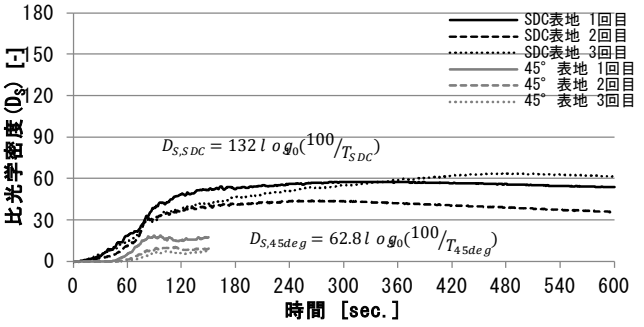


図-6 表地の比光学密度（D_S）

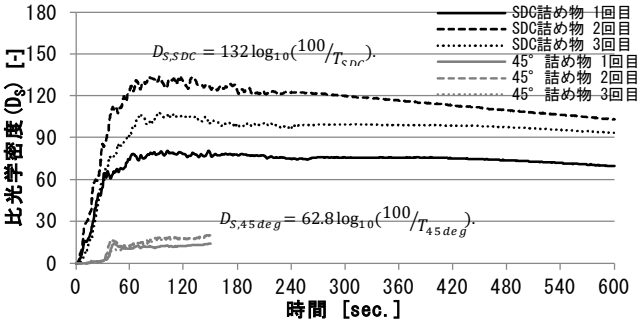


図-7 詰め物の比光学密度（D_S）

5.4 45° 法試験

技術基準で定められている方法による評価の結果、表地は緩燃性、詰め物は難燃性であった。

6. 結び

45° 法試験において、中心点付近における加熱は強く、材料の着火性を評価する場合には妥当な加熱であるが、材料全体に対して強く加熱できる範囲が小さく、両試験の発熱速度および比光学密度の計測結果に大きな差が見られたことから、火災条件下における材料の発熱性や発煙性を評価する場合には妥当でないと判断した。

脚注

注 1）欧州における鉄道車両用材料規格 「材料と部材の燃焼挙動に対する要求」

参考文献

1) EN45545-2：2013,Railway applications-Fire protection on railway vehicles
2) 大場正直「鉄道車両の床構造の耐火試験」東京理科大学国際火災科学研究科火災科学専攻修士論文、2013.03
3) James G. Quintiere（訳:大宮喜文、若松薫）「基礎 火災現象原論」 共立出版 2009.04