

防災ボディカバーの性能等に関する研究

小室 修* 荻野 恭久*

概 要

東京消防庁管内の火災件数は横ばい状況であるにもかかわらず、出火原因のトップを占める放火火災は、増加傾向にある。

乗用車やバイクの放火火災を分析したところ、ボディカバーを助燃材として放火したケースの大半が車両や周囲の建物に燃え移っていた。

このことから、防災ボディカバーの有効性と経年使用による防災性能の変化等を把握・検証した。

1 目的

東京消防庁管内で平成12年中に発生した放火火災は2,655件で、総火災件数6,938件のうちの約4割を占める状況にある。

放火火災の着火物は、本、雑誌、ダンボール等の紙製品やごみくず等が上位を占めているが、車両用ボディカバー（以下「ボディカバー」という）への放火も放火火災全体の約5%を占めており、ボディカバーに着けられた火が燃え広がり車両や付近の建物に燃え移った火災は、ボディカバーへの放火火災のうち約8割にも達している。

このことから、防災ボディカバーの有効性を周知し、防災ボディカバーの普及促進の基礎データとするため、ボディカバーについて、防災製品と非防災製品との燃焼性を比較し、経年使用による防災性能の変化等を把握・検証したものである。



写真1 ボディカバーへの放火

表1 過去5年間の放火火災件数

(東京消防庁管内)

	H8	H9	H10	H11	H12
放火火災	2439	2693	2676	2731	2655
ボディカバーへの放火	120	174	134	190	123
割合(%)	4.9	6.5	5.0	7.0	4.6

2 実験概要等

(1) 初期性能確認実験

防災加工されていないボディカバー（以下「非防災カバー」という）と防災加工されたボディカバー（以下「防災カバー」という）について防災性能試験及び実大規模燃焼実験を行い燃焼性状の比較確認を行った。試験体は、薄手(50d×75d)と厚手(250d×250d)のオートバイ用非防災カバーと防災カバー及びそれらの原布を用いた。

* 第二研究室

表2 試験体の組成

		非防災	防 災
薄手	基 布	ポリエステル100%	同左
	織り方	平織り	同左
	番 手	50d×75d	同左
	密 度	125×70	同左
	表 面 加 工	片面ポリウレタン	片面ポリウレタン (防災薬剤入り)
	重 量		65g/m ²
厚手	基 布	ポリエステル100%	同左
	織り方	平織り	同左
	番 手	250d×250d	同左
	密 度	49×47	同左
	表 面 加 工	片面ポリウレタン	片面ポリウレタン (防災薬剤入り)
	重 量		147g/m ²

* d (デニール) とは、繊維または糸の太さを表す単位。
9000m 当たりの質量をグラム数で表したものの。

ア 防災性能試験

試験は、消防法に規定する45度防災性能試験により実施し、その結果は次のとおりであった。

(ア) 非防災カバーは薄手及び厚手ともに、試験体支持枠まで炎を上げながら燃焼を継続した。

炭化面積は試験体支持枠まで燃焼を継続したため無限大とした。(表3及び写真2～5参照)

表3 非防災カバーの原布の防災性能試験結果

	炭化面積	着炎時間	残炎時間	残じん時間
薄手	∞	1.16sec	∞	∞
	∞	2.24sec	∞	∞
	∞	1.24sec	∞	∞
厚手	∞	3.56sec	∞	∞
	∞	2.09sec	∞	∞
	∞	1.44sec	∞	∞

[非防災カバーの防災性能試験]

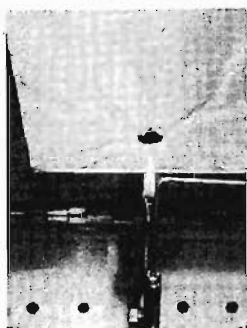


写真2 加熱開始

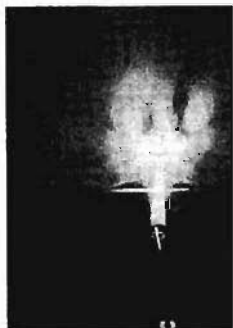


写真3 着炎

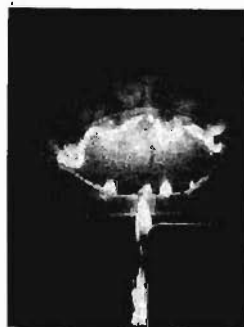


写真4 炎の拡大



写真5 支持枠に炎到達

(イ) 防災カバーは薄手及び厚手ともに、過熱と同時に接炎箇所が溶融して炎が試験体を貫通し燃焼がとまった。

(表4及び写真6～9参照)

表4 防災カバーの原布の防災性能試験結果

	炭化面積	着炎時間	残炎時間	残じん時間
薄手	4.05 cm ²	0	0	0
	4.06 cm ²	0	0	0
	5.17 cm ²	0	0	0
厚手	4.82 cm ²	0	0	0
	4.46 cm ²	0	0	0
	4.34 cm ²	0	0	0

[防災カバーの防災性能試験]

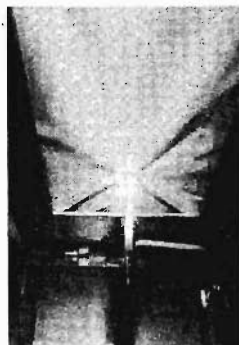


写真6 加熱開始

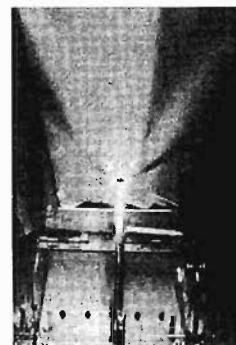


写真7 着炎個所の溶融



写真8 炎の貫通



写真9 燃焼の終了

イ 実大規模燃焼実験

実験は、ステンレスパイプ製フレームにボディカバーを被せ、下部にライターで20秒間接炎する方法で実施した。

(ア) 防災カバーはライター接炎時に燃焼するものの着炎せず、炎を離すと同時に燃焼が停止した。また、接炎時間20秒での炭化面積は、約25cm²であった。

(イ) 非防災カバーは、火炎を上げ燃焼を継続し、溶融したカバーは滴下後も火炎を上げ燃焼を継続した。(写真10~15参照)

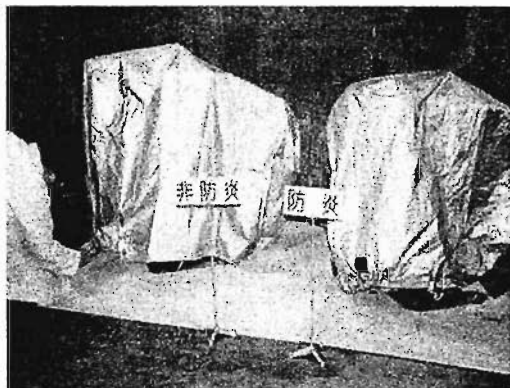


写真10 ライターで20秒接炎



写真11 1分30秒経過
(防災カバーは燃焼していない)



写真12 2分経過



写真13 5分経過

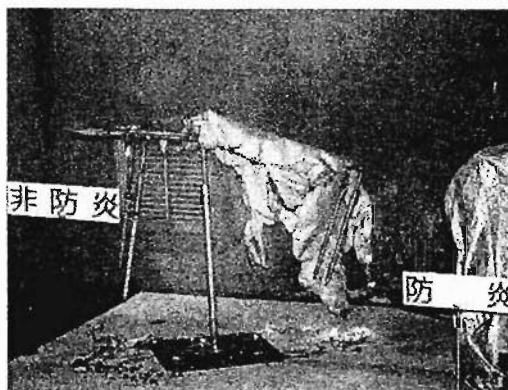


写真14 9分経過



写真15 防災カバーの炭化部

(2) 経年変化確認実験

ア 促進暴露による試験体作成

防災カバーを耐候性試験装置(以下「ウェザーメーター」という。)により、JIS B7754に準拠し次の条件等で行った。(写真16・17参照)

① 機種

アトラス社製(Ci-35A)放射照度制御式ウェザーメーター

② 条件

- ・キセノンランプの定格電力: 0.35kw/m²
- ・紫外線波長域: 340nm

- ・ブラックパネル温度：63±3℃
- ・相対湿度：50±5%
- ・スプレー噴霧：光照射120分中18分間
- ・照射時間：2500時間
(500時間ごとにサンプリング)

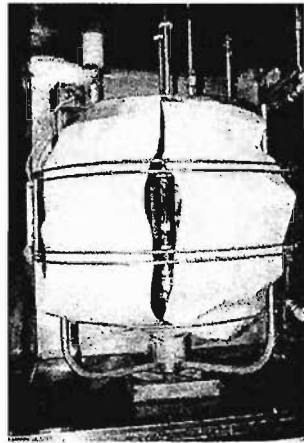
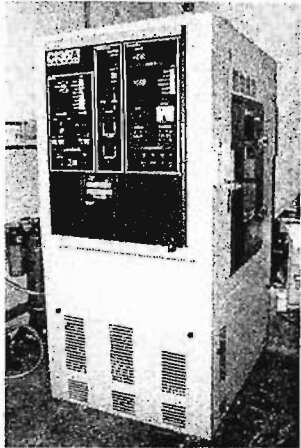


写真16 耐候性試験装置 写真17 カバーセット状況

イ 屋外暴露による試験体作成

当研究所6階屋上で次の条件で太陽光に曝した。(写真18・19参照)

- ・位置：南向き(角度30度・床面から50cm)
- ・期間：6ヶ月及び12ヶ月
- ・試験体：H90cm×W60cm

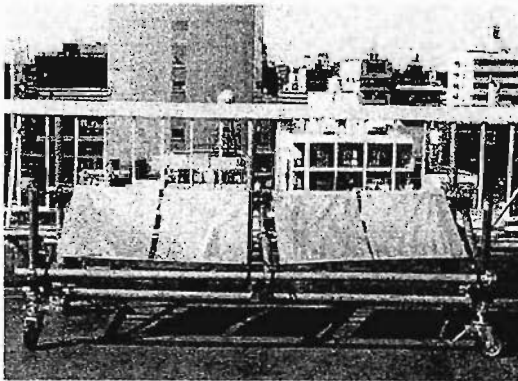


写真18 屋外暴露(正面)

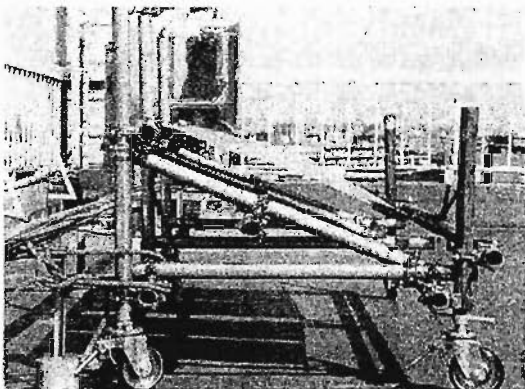


写真19 屋外暴露(側面)

ウ 経年変化の確認試験方法

- ① 防災性能試験(45度防災性能試験装置)
- ② 引張り強度試験(引張り試験装置)
- ③ 試験体表面の確認(走査型電子顕微鏡)

(3) 促進暴露試験体を用いた試験結果

ア 防災性能試験

(ア) 薄手カバーの炭化面積は最大で約28cm²、厚手カバーでは約29cm²でバラツキはあるものの接炎(加熱)終了後の残炎はなかった。

(イ) 2500時間の促進暴露によっても防災性能に著しい変化は認められなかった。(表5参照)

表5 促進暴露し倦怠の防災性能試験結果

		薄手(50d×75d)			厚手(250d)		
		炭化面積	残炎時間	残じん時間	炭化面積	残炎時間	残じん時間
基準		<30 cm ²	<3 秒	<5 秒	<30 cm ²	<3 秒	<5 秒
暴露時間 h	0h	5.17 cm ²	0	0	4.82 cm ²	0	0
	500h	12.06 cm ²	0	0	12.39 cm ²	0	0
	1000h	28.06 cm ²	0	0	29.00 cm ²	0	0
	1500h	4.67 cm ²	0	0	13.70 cm ²	0	0
	2000h	5.88 cm ²	0	0	28.98 cm ²	0	0
	2500h	12.83 cm ²	0	0	4.67 cm ²	0	0

イ 引張り強度試験

(ア) 薄手カバーの引張り強度は、500時間暴露で43%に低下し、2500時間暴露で約5%までに低下した(表6及び図1参照)

(イ) 厚手カバーの引張り強度は、500時間暴露で59.8%に低下し、2500時間暴露では約21%であった。

(ウ) 2500時間暴露試験体は、薄手・厚手とも強度が著しく低下し、使用に耐えうる強度は有していないことが確認できた。

表6 引張り強度試験結果

暴露時間(h)		0	500	1000	1500	2000	2500
薄手カバー	引張り強度(N)	202.5	87.75	54.5	32.25	22.3	9.45
	保持率(%)	100	43.33	26.91	15.93	11.01	4.67
厚手カバー	引張り強度(N)	505	302	242.5	171.5	135	105
	保持率(%)	100	59.80	48.02	33.96	26.73	20.79

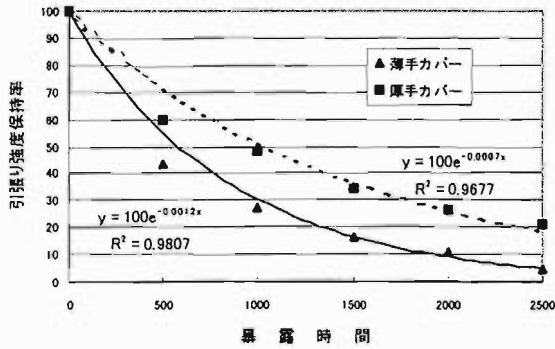


図1 促進暴露試験体の引張り強度保持率

ウ 試験体表面の確認

(ア) 500時間暴露試験体

薄手・厚手カバーとも、倍率35倍の写真では未暴露試験体とほとんど変化は見られないが、1000倍に拡大すると薄手カバー表面の皮膜と糸が確認できる。(写真20、21、26、27参照)

(イ) 1000時間暴露試験体

薄手カバーで倍率35倍の写真では、糸の交錯している四隅にピンホールが確認できる。(写真22参照)

(ウ) 1500時間暴露試験体

薄手カバーの倍率35倍の写真では、ピンホールが成長し糸自体が浮いたことが確認できる。(写真23参照)

厚手カバーの倍率35倍の写真では織りの浮き上がりが確認できる。(写真29参照)

(エ) 2000時間暴露試験体及び2500時間暴露試験体

薄手カバーの写真では、糸の織りが浮き上がり被膜がほとんど落ちている様子が確認できる。(写真24、25参照)

厚手カバーで倍率35倍の写真では、表面の塗膜が落ち平織の糸が確認できる。(写真30、31参照)

(オ) 促進暴露試験体と未暴露試験体の光透過の比較写真が写真32、33である。

薄手カバー及び厚手カバーとも被膜が落ち光を透していることが確認でき、被膜の脱落により撥水効果等が低下していると思われる。

【促進暴露試験体の表面状況 (薄手)】

(上段: 倍率35倍 下段: 倍率1000倍)

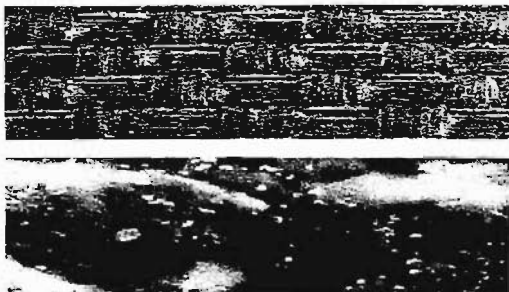


写真20 未暴露試験体

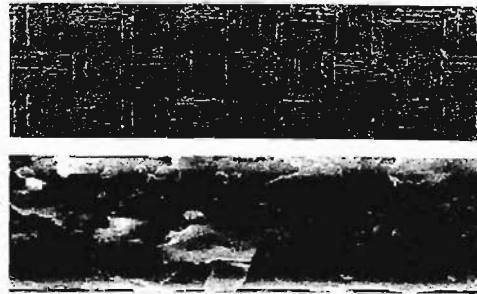


写真21 500時間暴露試験体

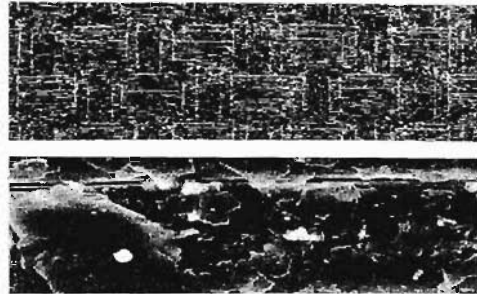


写真22 1000時間暴露試験体

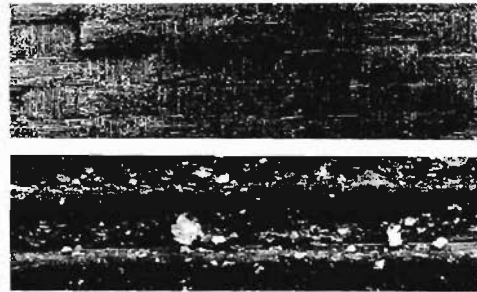


写真23 1500時間暴露試験体

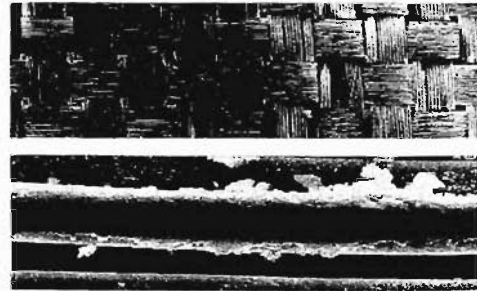


写真24 2000時間暴露試験体

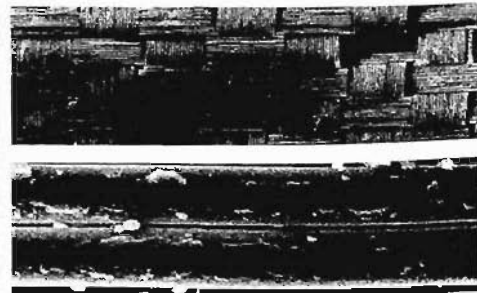


写真25 2500時間暴露試験体

[促進暴露試験体の表面状況 (厚手)]
 (上段：倍率35倍 下段：倍率1000倍)

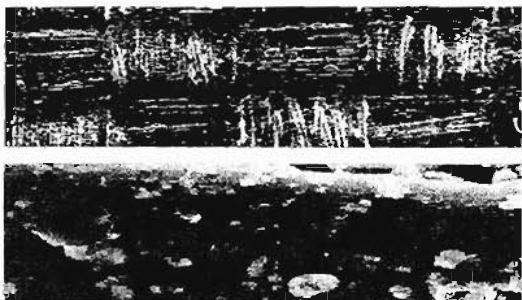


写真 26 未暴露試験体

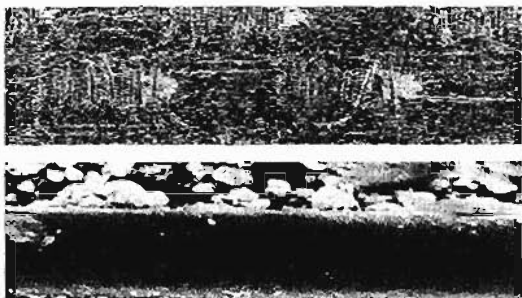


写真 27 500 時間暴露試験体

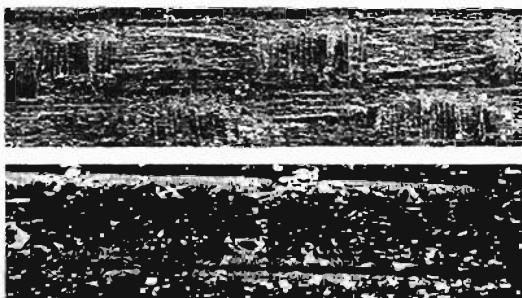


写真 28 1000 時間暴露試験体

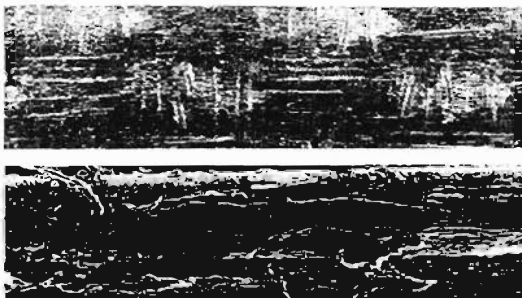


写真 29 1500 時間暴露試験体



写真 30 2000 時間暴露試験体



写真 31 2500 時間暴露試験体

[光透過写真]
 (左：未暴露・右：2000 時間暴露)

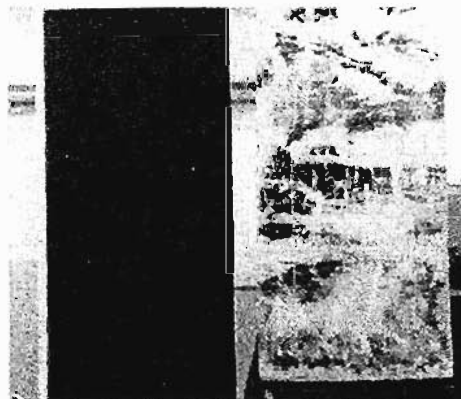


写真 32 薄手カバーの透過比較

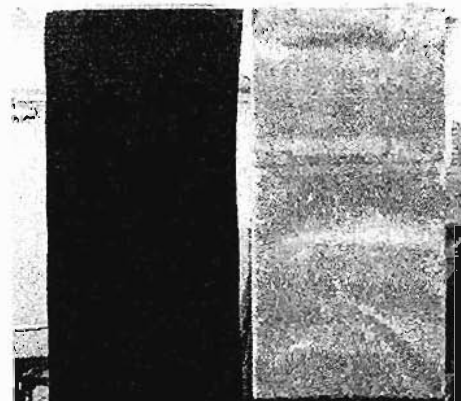


写真 33 厚手カバーの透過比較

(4) 屋外暴露試験体を用いた試験結果

ア 防災性能試験

薄手カバーの炭化面積は最大で 12.57 cm²、厚手カバーは最大で 15.19 cm²となり未使用時の炭化面積より若干増加したが、暴露期間による炭化面積の差異は認められなかった。(表 7 参照)

表 7 屋外暴露試験体の防災性能試験結果

	薄手(50d×75d)			厚手(250d)			
	炭化面積	残炎時間	残じん時間	炭化面積	残炎時間	残じん時間	
基準	<30 cm ²	<3 秒	<5 秒	<30 cm ²	<3 秒	<5 秒	
暴露期間 ・ 月	6	9.89 cm ²	0	0	12.71 cm ²	0	0
		11.46 cm ²	0	0	15.19 cm ²	0	0
		12.57 cm ²	0	0	13.56 cm ²	0	0
	12	4.32 cm ²	0	0	15.93 cm ²	0	0
		4.22 cm ²	0	0	5.78 cm ²	0	0
		4.26 cm ²	0	0	7.49 cm ²	0	0

イ 引張り強度試験

屋外暴露 12 ヶ月の引張り強度保持率は、薄手カバーで 40.04%・厚手カバーで 58.81%であった。(表 8 及び図 2 参照)

表 8 屋外暴露試験体の引張り強度結果

暴露期間(月)		0	6	12
薄手 カバー	引張り強度(N)	202.5	102.25	81.08
	保持率(%)	100	50.49	40.04
厚手 カバー	引張り強度(N)	505	375.5	297
	保持率(%)	100	74.36	58.81

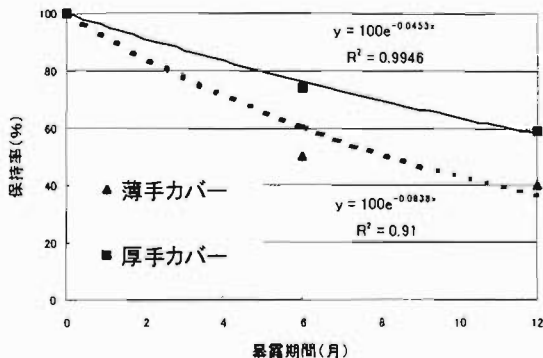


図 2 屋外暴露試験体の引張り強度保持率

(5) 促進暴露と屋外暴露の相関性

引張り強度試験結果の比較から、これらの相関性を確認する。

促進暴露試験

薄手 $y = 100 e^{-0.0012 \times 1}$ ①

厚手 $y = 100 e^{-0.0007 \times 1}$ ②

屋外暴露試験

薄手 $y = 100 e^{-0.0838 \times 2}$ ①'

厚手 $y = 100 e^{-0.0453 \times 2}$ ②'

y : 引張り強度保持率

$\chi 1$: 促進暴露時間/時間

$\chi 2$: 屋外暴露期間/月

薄手 ①=①'

$100 e^{-0.0012 \times \chi 1} = 100 e^{-0.0838 \times \chi 2}$

$\chi 1 = 76.2 \chi 2 \Rightarrow Y = 76.2X$ ③

厚手 ②=②'

$100 e^{-0.0007 \times \chi 1} = 100 e^{-0.0453 \times \chi 2}$

$\chi 1 = 64.7 \chi 2 \Rightarrow Y = 64.7X$ ④

今回の実験において、促進暴露時間と屋外暴露期間との関係は式③及び④(図 3「促進暴露試験体と屋外暴露試験体の引張り強度」参照)から屋外暴露期間 1 ヶ月は薄手で 69.8 時間並びに厚手で 64.7 時間の促進時間に相当する結果が得られた。

屋外暴露試験体と促進暴露試験体の引張り強度の比較から、促進暴露 400 時間は屋外暴露 6 ヶ月程度に相当すると考えられる。

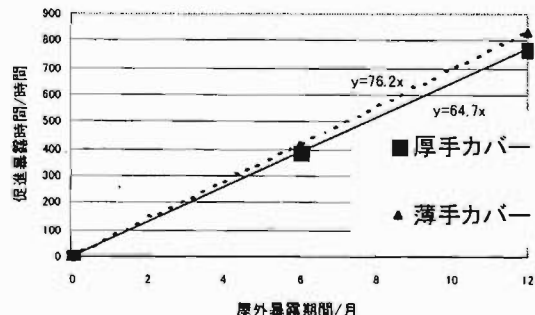


図 3 促進暴露試験体と屋外暴露試験体の引張り強度

3 まとめ

防災ボディーカバーは接炎すると熔融するものの、火源が離れば燃焼を継続しないことが確認され、燃焼を継続する非防災ボディーカバーとは全く燃焼性状が異なること、また、強度的に使用限界と考えられる使用のものでも防災性能は保持していることが確認された。

以上のことから、ボディーカバーに防災加工された製品を用いることによって火災の被害軽減に大きな効果が期待でき、放火火災防止対策上からも有効な手段と考えられる。

[参考文献]

- 1) 豊田 宏 : 巨大ドーム膜材料の耐候性 (ウェザリング技術研究成果発表会テキスト P41)