

軟質ポリウレタンフォームの
火災及び防災に関する
Q & A 集

建築・住宅分野編

2010年 3月

日本ウレタン工業協会
技術安全委員会
火災問題対策グループ

まえがき

本書は、火災安全におけるリスク管理の一環として作成したものであります。

建築物あるいは住宅分野において、各種ポリウレタンフォームは材料分野ごとにその特性を活かし、使用区分され各種用途に使用されています。軟質ポリウレタンフォームは、建築基準法などに規制される建築材料として使用されることは現在の所ありませんが、一般住宅内で日常の身の回り品には多く使用されています。

ポリウレタンフォームの難燃化、防炎化をはじめ種々の対策が講じられてきていますが、火災事故は相変わらず発生しており、日本ウレタン工業協会ではより一層の火災安全に向けての活動を実施しております。

当工業協会の火災問題対策委員会では、これまで建材分野に使用される硬質ポリウレタンフォームのQ&A集を作成し、火災及び防災に対する啓蒙活動を行っております。

軟質ポリウレタンフォームは、通常一般住宅室内品の部材として多用されており、本Q&A集は軟質ポリウレタンフォーム製品を対象として、火災時において特に2次着火源としての火災リスクについて注意喚起することを目的としております。

本「軟質ポリウレタンフォームの火災と防災に関するQ&A集」は、JUIIの公式冊子類、JUIIのホームページや公知文献を基に、本グループメンバーが、これらの公知情報を主体として、出来るだけ公平に解釈し、Q&A集の回答モデルとして作成したものです。

この「軟質ポリウレタンフォームの火災と防災に関するQ&A集」は、危機管理の観点から、纏めたものであり、JUIIの公式見解ではありませんので、この点を充分考慮して下さい。

この冊子が、ポリウレタンフォームに携わる多くの方々が火災と防災に関する理解を一層深めていただく上で少しでも役立ち、業界発展の一助となれば幸いです。

2010年 3月
日本ウレタン工業協会
技術安全委員会
火災問題対策グループ

目次

用途	ページ
Q1. 軟質ポリウレタンフォームの建築関連分野での用途例を紹介して下さい。	5
火災事故例	
Q2. 軟質ポリウレタンフォームの日本の火災事故例を紹介して下さい。	5
Q3. 軟質ポリウレタンフォームではどのような火災事故が多いのですか。又海外の事故例を紹介して下さい。	5
火災における現象	
Q4. 住宅の収納可燃物の量とその燃焼性状について教えて下さい。	6
Q5. 火災時に起こるフラッシュオーバーとはどのような現象ですか？ 軟質ウレタンフォームでの火災の場合にも起こるのですか？	7
Q6. スモールダリングとはどのような現象ですか？	8
Q7. 火災が天井面に達すると燃焼拡大が速いのはどうしてですか？	8
Q8. ポリウレタンフォームが関係する火災の場合に室内温度はどの程度まで上昇するのですか？	9
Q9. 軟質ポリウレタンフォームに火がついた場合、どのように処置したらよいのですか？	9
Q10. 軟質ポリウレタンフォームの着火性はどうか？	10
燃焼特性	
Q11. 軟質ポリウレタンフォームの引火点、発火点、酸素指数はどれぐらいですか？	11
Q12. 軟質ポリウレタンフォームの製品は自然発火しますか？	12
Q13. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼速度は他材料に比べて速いのですか？	12
Q14. プラスチック材料は発煙量が多いと聞きますがポリウレタンフォームはどうですか？	15
Q15. 軟質ポリウレタンフォームは燃えやすいものですか？	16
Q16. 軟質ポリウレタンフォームの耐熱性はどの程度でしょうか？	16
Q17. 軟質ポリウレタンフォームにたまる静電気の火花によりポリウレタンフォームが発火することはないでしょうか？	16
Q18. 軟質ポリウレタンフォームは難燃化できますか？	17
Q19. 軟質ポリウレタンフォームと一般に建築内装材料に使われているプラスチックフォームとの燃焼性の違いはありますか？	17
Q20. 装飾用軟質ポリウレタンフォームと他のプラスチックフォームとの燃焼性の違いはありますか？	17
Q21. 軟質ポリウレタンフォームが燃えると、どのようなガスを発生しますか？ ..	17
Q22. 軟質ポリウレタンフォームが燃焼し、ガスや煙を吸ったとき、人体への影響と処置はどのようにすればよいのですか？	19

Q23. 軟質ポリウレタンフォームを燃焼させたとき、煙の発生量は他のプラスチックと比較してどうですか？	20
Q24. 低燃焼性ポリウレタンフォームとはどのようなものですか？	22
Q25. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼ガスの中に、有害ガスは含まれていますか？	22
Q26. スモールドリング時にはどのようなガスを発生しますか？	23

試験法

Q27. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼試験にはどのようなものがありますか？	24
Q28. ポリウレタンフォームの燃焼性を簡便な方法で把握できませんか？	5
2	5
Q29. 建築基準法告知試験で規定される内装材料にはどのような材料がありますか？	26
Q30. 内装材料制限とはどういう意味ですか？	26
Q31. 軟質ポリウレタンフォームは内装材料制限で規制されるのですか？	27
Q32. 消防法での内装材料の規制はあるのですか？	27
Q33. 日本と海外では内装材料(装飾用途)の燃焼試験法に違いはあるのですか？	28

防火活動

Q34. 火災事故を防ぐために注意しなければいけないことは何ですか？	29
Q35. 火災事故を防ぐためにどのような活動をしていますか？	30
Q36. 他に軟質ポリウレタンフォームを取り扱う上で、特に注意を要する事は何か？	31

参照資料	32
あとがき	34

Q1. 軟質ポリウレタンフォームの建築関連分野での用途例を紹介して下さい。

A: 建築関連用途には軟質ポリウレタンフォームはあまり使われておりません。特殊な用途例としては、
①スタジオなどの音響効果ルームの防音材等があります。

Q2. 軟質ポリウレタンフォームの日本の火災事故例を紹介して下さい。

A: シートクッションやマットレスとして使用される軟質ポリウレタンフォームでは、ソファのクッションが燃焼し、建屋が全焼する事故や床に敷かれたポリウレタンマットが燃焼し、体育館が全焼するといった火災事故例が発生しています。

表 2. 最近の代表的な火災例（日本）

発生年月	発生場所	発生原因	発生状況
1995.3	群馬県	研磨時の火花	ポリウレタンフォーム加工工場において、カッターの刃をグラインダーで研磨した際、飛び散った火花により周囲の床面に散乱していたポリウレタン屑に着火 人身被害無し
2001.11	岡山県	配線のショート	ポリウレタンフォーム製造工場でカッター等の動力配線が短絡して電線管を溶かし、火花が散ってポリウレタンフォームに着火。 人身被害無し
2001.10	東京 体操用体育館	火遊び	体操専用の大学体育館3Fで出火、ポリウレタンフォームのマットが燃焼し、急激に延焼拡大した。人身被害無し。
2002.10	三重県	研磨時の火花	ポリウレタンフォーム加工工場において、断裁機の刃を研磨していたグラインダーの火花が、付近にあったポリウレタンフォームに着火。人身被害無し。
2008.10	大阪 個室ビデオ店	放火	深夜の個室ビデオ店で、放火によりソファーポリウレタンフォームなどが燃焼し、短時間で延焼。逃げ遅れた15名が死亡、10名負傷。

Q3. 軟質ポリウレタンフォームではどのような火災事故が多いのですか。又海外の事故例を紹介して下さい。

A: 2007年度の消防白書によると住宅の出火原因としては、放火、コンロ、たばこの順となっています。たばこなどの小火源での火の不始末によりソファ、マットレス、枕、シートなどに火が付いて、これ

らの身の回り品が“火種”となり火災に繋がる例があります。

又、住宅以外の建築物には、建物の内装に装飾用及び防音材料(特に公共建築物に)として軟質フォームが使用されるケースがあります。(Q1を参照)内装工事中に、これらの内装材に溶断・溶接などの火花が軟質フォームに付着して火災を発生する場合もあります。海外の火災事故例として、室内の装飾用軟質フォームに花火の火の粉が付着して重大火災に至った例があります。着火源もしくは発火源などの火源に軟質ポリウレタンフォームを近づけないようにして下さい。

表に海外の火災事故例を示します。

表3 火災事故例 (海外)

発生日	場所	火災概要	被害状況 『死者数』
2009年1月	バンコク、 タイ	ナイトクラブ内において、新年の祝賀で発した花火の火が内装材に着火	60名死者 212名負傷者
2009年1月	Fujian、 中国	ラテン系バーにおいて、客が発した花火の火が、天井の装飾用ポリウレタンフォームに着火	17名死者 22名負傷
2008年9月	深セン市 中国	深センのナイトクラブで花火ショー「室内花火の夜」を見ていたが、花火の火が建物に燃え移った。	43名死者 88名負傷

Q4. 住宅の収納可燃物の量とその燃焼性状について教えてください。

A: 一般の木造建物で燃えるものは、家の中に持ち込んでいる家具、寝具とかクロスなど内装などの収納可燃物と柱・梁などの構造体であります。一般的な木造住宅では、収納可燃物は木材に換算すると1平米当たり30~50kg位で、構造体は80kg位と言われています。住宅内には、数多くの可燃物があります。消防白書によれば、住宅火災の着火物は、圧倒的に「ふとん類」が多く、第2位の「衣類」の約2倍となっています。身の回りの可燃物に延焼拡大していることがうかがえます。居室での出火の際の着火物は、もともと内装材というより室内の収納可燃物が大半をしめています。室内に多くの家具があつて壁部分を覆っていれば、たとえ内装が不燃でも可燃内装と同じことになってしまいます。

建築基準法の火災安全検証法は、標準的な燃焼拡大性状を前提につくられています。しかし、日常生活用品などの収納可燃物にも様々なものがあり、それぞれの可燃物の燃焼性状も異なります。内装材や家具調度品などの可燃物を不燃・難燃化することで、火災燃焼時間を遅らせることができます。また、燃焼時間が遅れることで、ガスの発生量や発生時間も遅れ、消火や避難がある程度可能になるともいえます。図4に代表的な収納可燃物の発熱量を示します。

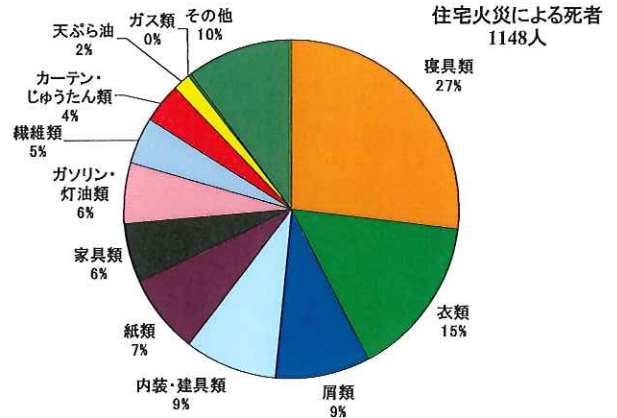
一般に住宅が避難安全検証の対象になることは少ないですが、建築基準法施行令第108条の3第2項第一号に当該室内の収納可燃物の発熱量を定めています。住宅の居室の積載可燃物の発熱量を720MJ/m²と定めており、百貨店の売場の発熱量960MJ/m²について高い数値となっています。又この発熱量は避難安全検証をする際の算出基本数値となります。

表4 代表的な収納可燃物の発熱速度・総発熱量の測定結果

収納可燃物	初期重量 (g)	最大発熱速度 (kw)	総発熱量 (MJ)
枕	枕1	1550.0	燃焼せず
	枕2	1360.0	燃焼せず
タオルケット	タオルケット(厚手)	1825.0	306.3
	タオルケット(薄手)	761.0	213.0
具	毛布	1287.0	103.7
	シーツ	490.0	360.0
	布団1	3790.0	15.0
	布団2	2200.0	120.0
	布団3	4240.0	54.0
	マットレス1	1850.0	178.1
	マットレス2	1830.0	121.2
	マットレス3	1690.0	298.4
	マットレス4	1840.0	91.7
	マットレス5	1590.0	112.8

出典：“火災安全設計に用いる設計火源としての
収納可燃物の燃焼性状” BRI - H18 講習会テキスト

図4 住宅火災の着火物別死者数(放火自殺者等を除く)
平成19年中



出典：平成20年度 消防白書

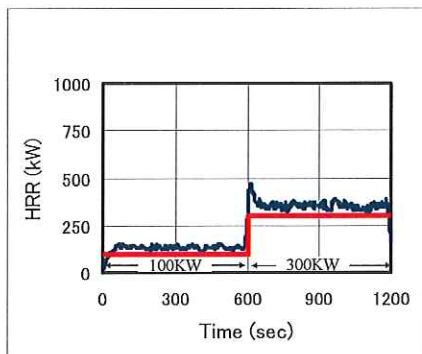
Q5. 火災時に起こるフラッシュオーバーとはどのような現象ですか？ 軟質ウレタンフォームでの火災の場合にも起こるのですか？

A: フラッシュオーバーとは、火災によって発生した熱が建物内に蓄積され、天井、側壁、家具などの可燃物が加熱され、燃焼しやすい状態になり、部屋全体が一度に燃え出し、急速に燃焼拡大する現象です。(Q8図1.参照)

室内の家具などの可燃物が燃焼しやすいければ、火災が早期に拡大してフラッシュオーバー現象が起きやすくなるので、内装材料を含めた壁や天井などの可燃物の燃焼性状もフラッシュオーバーに大きく影響します。

ポリウレタンフォームについても一般可燃物と同様に、火災が拡大した場合にはフラッシュオーバーが発生します。下の写真は実大スケールの試験の例です。フラッシュオーバー(FO)が発生すると発熱速度が急激に上昇します。FOを境にCO₂濃度が急上昇するとともに、CO濃度も増加します。さらに煙発生量が増加します。

図5 ISO9705 ルームコーナーテストでの
フラッシュオーバー現象



室隅角のガスバーナー(0-10分は発熱速度100KW、10分後からは300KW)に点火して内装表面に沿った燃焼拡大を測定する。



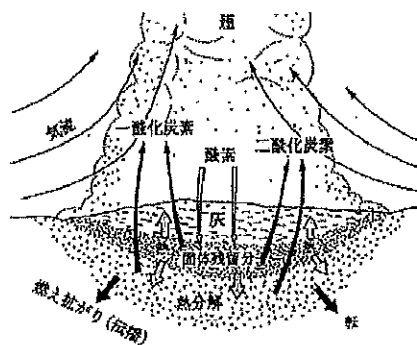
Q6. スモールダリングとはどのような現象ですか？

A: スモールダリング(smoldering、くん焼)とは、炎を生じないで煙の多い燃焼を意味しています。例えば、煙草・線香の燃焼や、火のついた煙草が布団の上に落ちて燃える時に、最初炎は出ずに焦げた状態で燃えて行きます。

熱分解で発生した可燃ガスが、周囲の酸素濃度不足等の何らかの原因で可燃性混合気を形成出来ない時に、有炎燃焼は起らず炭化した残渣の燃焼のみが起る場合があります。こう云う燃焼現象をスモールダリング(くん焼)と云います。スモールダリング(くん焼)では、熱分解で発生した可燃ガスが冷やされて白っぽい煙を発生する場合があります。燃焼周りの条件が変わって酸素濃度が十分になると、スモールダリング(くん焼)から有煙燃焼へ、逆に酸素濃度は不足して来ると、有煙燃焼からスモールダリング(くん焼)へ、変化する事が知られています。

ポリウレタンフォームの火災の場合、炎が消え消火したと思っても、ポリウレタンフォームの中で燻っている場合がありますので、十分に消火する事が必要です。

図6 くん焼時の熱と物質の流れ



出典：火災 VOL.39(5)，日本火災学会

Q7. 火災が天井面に達すると燃焼拡大が速いのはどうしてですか？

A: 上方火災伝播により火炎が天井面に達すると浮力により天井付近を這うように広がります。このとき、天井面が可燃物の場合に急激に火炎伝播速度が速くなります。天井面が不燃物である場合でも放射熱源が拡大して家具類の可燃物や床面への熱放射が強くなることにより、燃焼が拡大し易い状況になります。このように、火炎が成長し天井面に達すると非常に危険な状態となりますので、速やかに避難することが重要です。従って、可燃物が天井に施工されている場合は、準不燃以上の材料で覆うか、防火コートで被覆することが燃焼拡大を防ぐ方法として一般的に有効です。

建築基準法では、室内の火災拡大防止を図り、室内にいる人の避難行動時間を確保するため、内装制限法によって室内の天井、壁などに難燃材料あるいは準不燃材料、不燃材料の性能を有する内装材料の使用制限を設けています。

図7-1 ルームコーナー試験における内装材料の発熱速度想定例

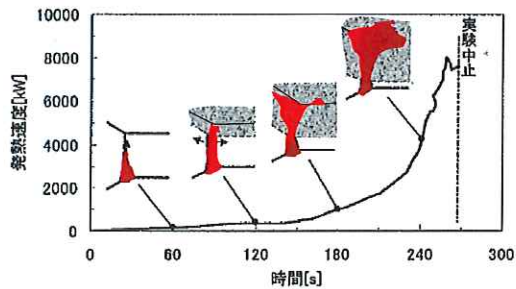
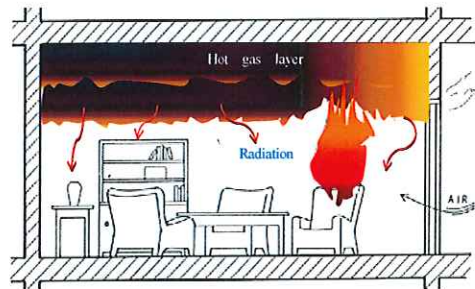


図7-2 Fire growth in a confined space

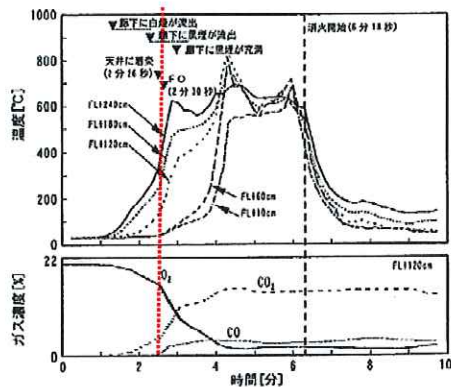


出典：建設省建築研究所 内外装材料の防耐火性能評価技術の開発 平成8年度研究報告書

Q8. ポリウレタンフォームが関係する火災の場合に室内温度はどの程度まで上昇するのですか？

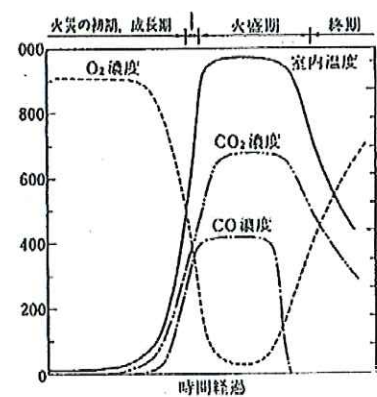
A: 建物火災は一般的に図 8.2 に示されるように、出火 火災初期・成長期→火盛期→終期という過程をとります。室内温度は成長期に大きく上昇を始め、フラッシュオーバーを経て室内が全面的に燃焼する火盛期に到達し、室内温度は最も高くなり、1000℃にも達します。ポリウレタンフォームが関係する火災の場合も例外ではありません。

図8-1 ホテル客室の火災実験における温度とガス濃度の変化



出典：ホテル火災実験報告書 大阪消防局 1992年2月

図 8-2 火災時の室内の温度、濃度の変化



引用文献：火災便覧 第3版 共立出版 P.8 (1997)

Q9. 軟質ポリウレタンフォームに火がついた場合、どのように処置したらよいですか？

A: 消火には水が最も効果的なので、ポリウレタンフォームの火災には直ちに多量の水をかけて下さい。もちろん初期消火の時点では、家庭用消火器(粉末消火器)などを使用することも効果的です。但し、この場合、内部に火種が残っていることもありますので、更に多量の水をかけて下さい。また軟質ポリウレタンフォームを大量に扱っている場合、火がついた際には直ちに消防署へ連絡して下さい。

Q10. 軟質ポリウレタンフォームの着火性はどうですか？

A: 軟質ポリウレタンフォームの発火点は約 410℃であり、木綿、新聞紙、松材等の天然材料や、アクリル・ナイロン等の合成衣料用繊維、ポリエチレン・ポリ塩化ビニル、ポリスチレンフォーム等のプラスチック製品とほぼ同域を示します。軟質ポリウレタンフォーム製品は自然発火しませんので、発火源とはなりません。従って、着火源無しで自然に発火するものではありません。しかし、外部から、例えば、煙草の火等の高熱に暴露された場合、着火物となる事があります。溶接の火花が軟質ポリウレタンフォームに燃え移り燃え広がるなどの事象はあります。最近では難燃化技術が進み、燃えにくくした製品も開発されておりますが、近くに着火源もしくは発火源があると全く燃え出さない訳ではありません。火気を近づけないようにして下さい。

建築の安全設計では、建築空間に普通に存在する火種により引火する恐れのある温度のことを着火温度と呼び、種々の材料の燃焼しやすさを評しています。

着火温度そのものでなく、着火限界熱流速と熱慣性が大きな材料ほど着火危険性が少ないといえます。一般にフォーム体は固体樹脂に比べて熱慣性が小さくなるため、一旦着火するとその燃焼速度は速くなる傾向があります。ポリウレタンフォームも同様に、他の材料と比較して着火速度が特に速いわけではありませんが、小さい熱慣性によりフォーム内部での冷却効果が少なくなるため、燃焼が助長され爆燃現象を起こす恐れもあります。火気を近づけないようにして使用することが必要です。

熱慣性:熱伝導率×容積密度×比熱に寄与

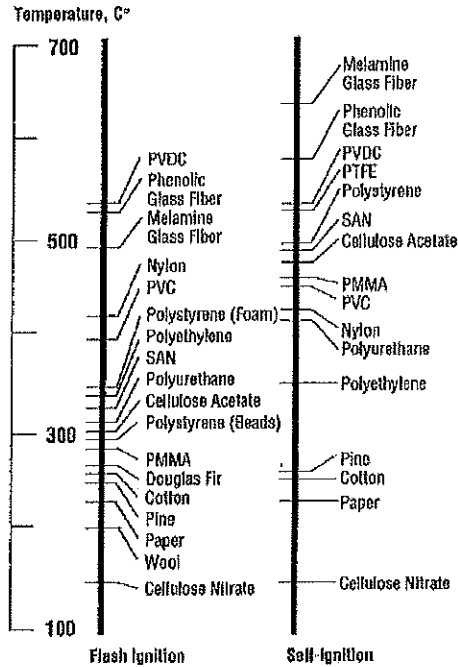
表10 種々の有機材料の引火温度、発火温度

材料	引火温度(°C)	発火温度(°C)	材料	引火温度(°C)	発火温度(°C)
木綿	230-260	254	アクリル繊維	—	560
新聞紙	230	230	硝酸セルロース	141	141
松材	228-264	260	酢酸セルロース	305	475
羊毛	200	—	ナイロン6	421	424
ポリエチレン	341-357	349	ナイロン66	—	540
PP(ファイバー)	—	570	PC	467	580
ポリプロピレン	—	570	フェノール樹脂/ ガラス積層板	520-540	571-580
ポリテトラフルオ ロエチレン	—	530	メラミン樹脂/ ガラス積層板	475-500	623-645
PVC	391	454	FRP	346-399	483-488
PS	345-360	488-496	ABS	—	366
PS(発泡ビーズ ボード)	346	491	硬質PUフォーム (エーテル型)	310	416
PMMA	280-300	450-462	シリコーン樹脂/ ガラス積層板	490-527	550-564

試験方法: ASTM D1929

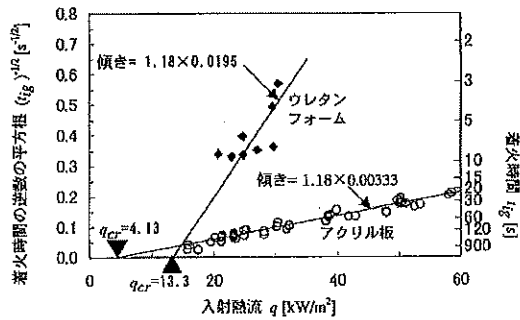
出典: C.J.Hilado; Flammability Handbook for plastics,1969(Technolic Pub)

図 10-1 各種プラスチック材料の発火温度



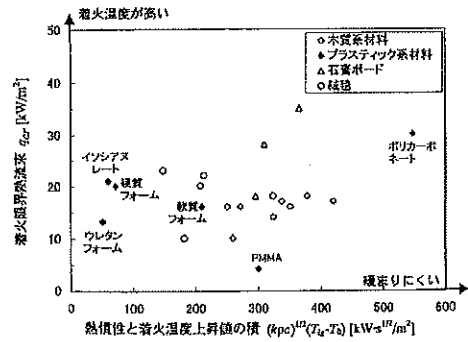
出典: Modern Plastics 1974

図10-2 ウレタンフォームの着火時間



出典: 建築火災のメカニズムと火災安全設計 (財)日本建築センター

図10-3 各種材料の着火特性値



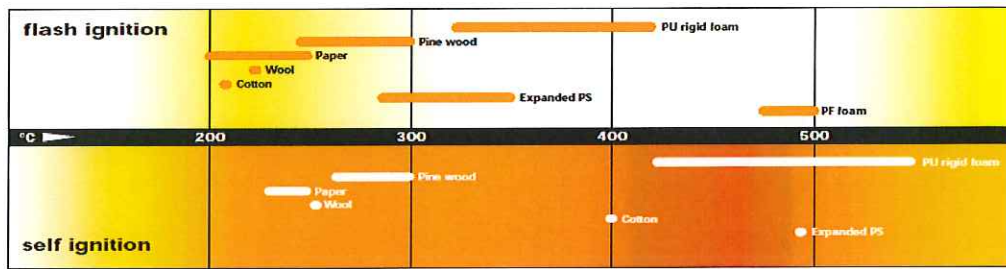
出典: 建築火災のメカニズムと火災安全設計 (財)日本建築センター

* 勾配: 表面での熱吸収
(暖まり難さ) × (着火温度の高さ)

Q11. 軟質ポリウレタンフォームの引火点、発火点、酸素指数はどれぐらいですか？

A: 軟質ポリウレタンフォームの構成材料によって、又、試験法によっても引火点、発火点、酸素指数は相違します。軟質ポリウレタンフォームの引火点及び酸素指数の測定例を表 11 に示します。JUII では、軟質ポリウレタンフォームの引火温度を ASTM D1929 に準拠して測定しています。引火温度 350°C~390°Cの測定例結果を得ています。酸素指数が 21 以下の材料は、一般に可燃物に分類されます。

図 11 各種材料の着火温度



出典: ISOPA “performance of polyurethane building products in fires”

表11 Material Ignition Temperature

material	LOI	Min. piloted ignition tem.(°C)	Min. non-piloted ignition tem.(°C)
Melamine paper laminate standard	29.5	398	433
Natural rubber latex adhesive	19.8	289	330
Epoxy resin	20.9	315	429
Flexible PVC foam	25.6	441	441
Natural rubber latex foam	17.3	274	310
Flexible polyurethane foam	18.1	335	335
Polypropylene	17.5	342	364

ANSI/ASTM D1929

Department of difference materials research laboratories , commonwealth of Australia

Q12. 軟質ポリウレタンフォームの製品は自然発火しますか?

A: ポリウレタンフォーム製品は自然発火しません。

ただし、太陽の光がレンズなどによって集光した場合燃える危険性があります。軟質ポリウレタンフォームは蓄熱性があり、長時間連続して集中光線を当てていれば燃え出す危険性があります。一例の測定値としての非難燃一般軟質フォームの発火点は456°Cです。

Q13. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼速度は他材料に比べて速いですか?

A: 材料の燃え易さの判断基準は、従来は材料が燃焼する時の質量減少から燃焼速度を測定する方法が一般的でしたが、現在では材料が燃焼する時に発生する発熱量で判断する様になってきています。これら質量減少や発熱量の点で言えば、軟質ポリウレタンフォームの総発熱量は、他材料に比べて多いほうではありませんが、発熱速度は構成材料によって違ってきます。

質量減少速度や発熱量の発生速度は、軟質ポリウレタンフォームを表皮材で被う事や、難燃剤の添加で遅くする事が出来ますが、燃焼を止められる訳ではありませんので、着火防止と消火対策の十分な対応が必要です。

米国では、可燃物の燃え広がり速度をUltra fast($\alpha = 0.2 \text{kw/S}^2$), Fast(0.05), Medium(0.015), Slow(0.00313)の4つに分類しています。これによると、ソファ等の大型クッション家具は

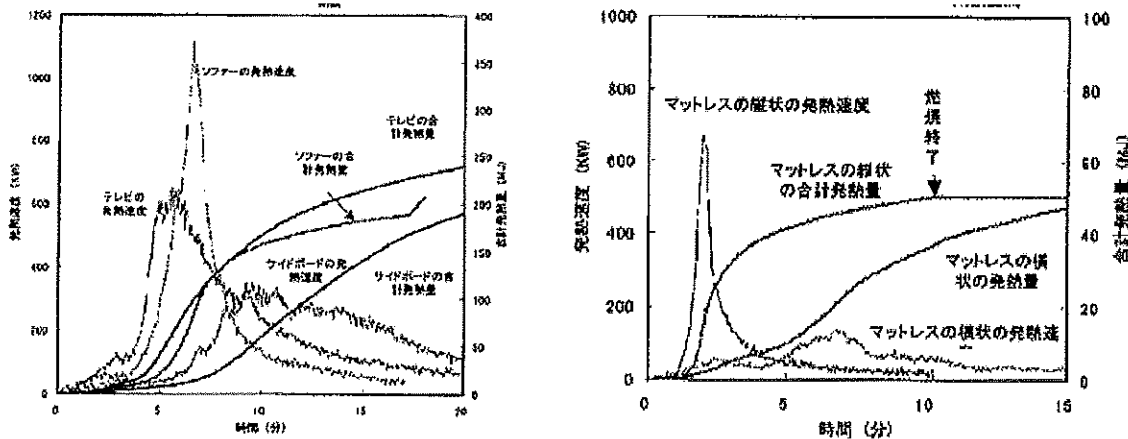
Ultra Fast, 通常の家具は Fast, 不燃性の外皮で覆われた物品はMedium あるいはSlowに分けられています。

表13-1 軟質ポリウレタンフォーム製マットレスの燃焼速度

材料名	最高燃焼速度値 (g/sec)	ロードセルによる燃焼量 (g)	ピーク時の単位発熱量 (KJ/g)	総量時の単位発熱量 (KJ/g)
マットレス1	7.03	1744	25.3	27.3
マットレス3	5.25	1833	23.1	24.7
マットレス4	13.52	1572	21.9	23.3
マットレス5	4.52	1735	20.3	20.2
マットレス6	4.87	1500	23.2	23.3

出典 日本建築学会大会学術講演概要集 p13-14 8月2007年

図 13-1 各種収納可燃物の発熱速度 (閉鎖空間)

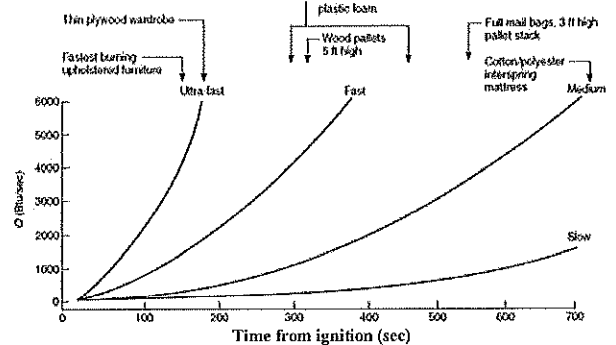


出典 : 出典 日本建築学会大会学術講演概要集 p13-14 8月2002年

表13-2 “t-squared” Fire Growth Rates

Classification of Growth Rate	Time to reach 1050kw (seconds)
Ultra Fast	75
Fast	150
Medium	300
Slow	600

図13-2 Standard Fire Growth Rate Curves. (with some examples of fire test fuels)



Source: National Fire Protection Association, National Fire codes, NFPA92B, Figure C.2 (c)

表 13-3 各種試料の燃焼速度測定結果(フルサイズテスト)

測定方法: ASTM E1354 に準じて実施

Specimen	Foil only			Steel Frame			Insulatd Frame		
	T _{ig} (s)	Q'' _{pk} (KW/ m ²)	Q'' ₁₈₀ (KW/ m ²)	T _{ig} (s)	Q'' _{pk} (KW/m ²)	Q'' ₁₈₀ (KW/m ²)	T _{ig} (s)	Q'' _{pk} (KW/m ²)	Q'' ₁₈₀ (KW/m ²)
PMMA Density=1160 (kg/m ³) T=25mm	23	827	630	24	920	524	24	994	637
Particle board Density=640 (kg/m ³) T=12-13mm	25	304	176	25	239	144	24	288	171
Oak wood blocks Density=735 (kg/m ³) T=32mm	25	248	154	27	198	126	21	233	159
Extruded PS foam Density=50 (kg/m ³) T=26mm	35	579	179	45	388	188	39	475	188
Polyisocyanurate foam Density=28 (kg/m ³) T=45mm	6	83	54	34	67	27	9	74	34
Flexible polyurethane foam Density=23 (kg/m ³) T=50mm	3	801	193	2	453	191	5	675	192
PVC Density=1340(kg/m ³) T=6mm	16	323	235	19	258	192	18	302	232
PE Density=1090 (kg/m ³) T=6mm	47	552	443	58	414	316	56	531	427

出典: Journal of Material, Vol 17, No 2, p51-63, Apr. 1993

図 13-3 Flexible polyurethane foam

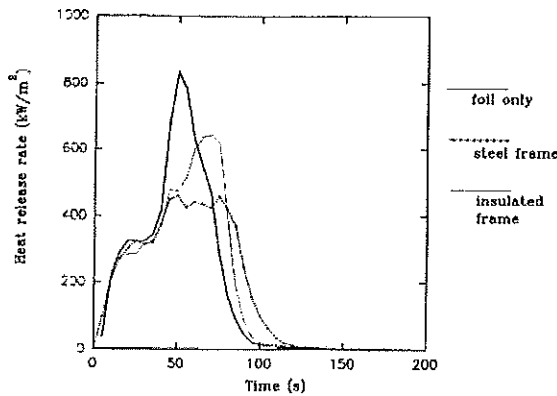


図 13-4 Rigid polyisocyanurate foam

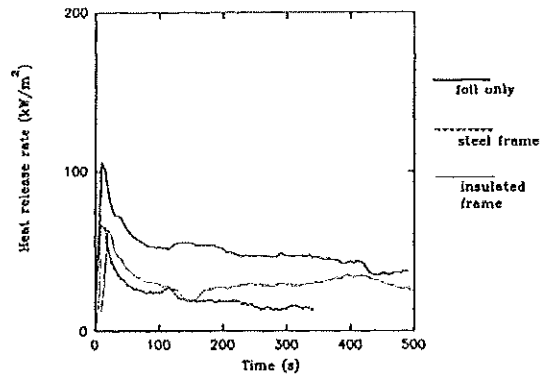


図 13-5 Polystyrene foam

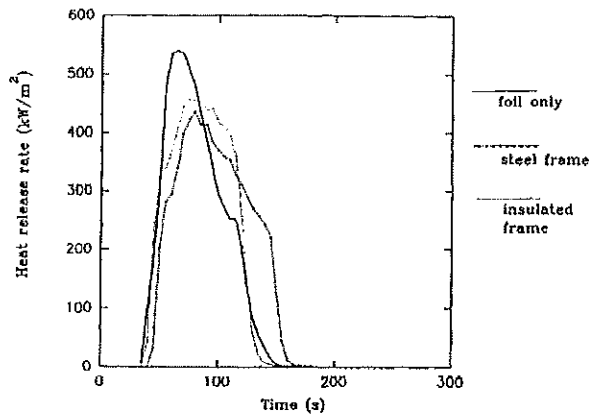
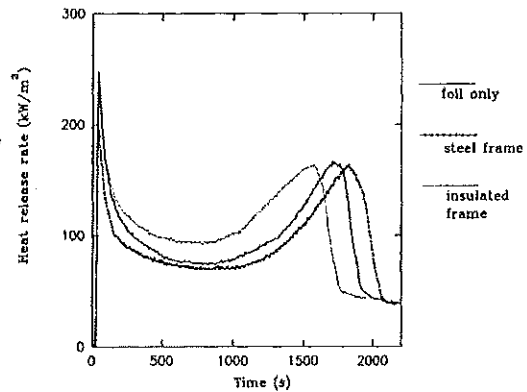


図 13-6 Oak wood blocks



出典: Source: Vinyl Institute、A Division OF the society of the plastics Industry, Inc.

その他 CPI 及び PFA の資料参照

Q14. プラスチック材料は発煙量が多いと聞きますがポリウレタンフォームはどうですか?

A: 煙の発生量は材料の組成・形態・温度・酸素濃度・周囲の条件等によってかなり違ってきます。燃焼時の発煙量の測定例を見ても、他のフォームに比べてポリウレタンフォームが特別に発煙量が多いわけではありません。(測定例: 550°C、850°C)

各種プラスチックの発煙量

燃焼温度	550°C		850°C	
	発煙量 (m^3)	発煙係数 ($C \cdot m^3/g$)	発煙量 (m^3)	発煙係数 ($C \cdot m^3/g$)
プラスチック名				
ウレタンフォーム	0.284	0.710	0.182	0.173
ポリ塩化ビニール	2.025	0.854	2.062	0.793
ポリカーボネート	0.746	0.386	1.362	0.605
ポリスチレン発泡体	0.131	0.815	0.450	0.461
ABS樹脂	1.640	0.811	1.225	0.569
ポリエチレン	0.607	0.331	0.550	0.289
ポリプロピレン	0.595	0.457	0.532	0.360

出典: Modern Plastics 119 July 1963

Q15. 軟質ポリウレタンフォームは燃えやすいものですか？

A: 一般に有機材料の引火点は 230～390℃、発火点は 230～530℃位です。軟質ポリウレタンフォーム(一例の測定値としての非難燃一般軟質フォーム)の引火点は 288℃、発火点は 456℃であり、木綿、新聞紙、松材等の天然材料や、アクリル・ナイロン等の合成衣料用繊維、ポリエチレン・ポリ塩化ビニル、ポリスチレンフォーム等のプラスチック製品とほぼ同域を示します。従って、これらと同様に、着火源無しで自然に発火するものではありません。

一般にフォーム体は固体樹脂に比べて熱慣性が小さくなるため、一旦着火するとその燃焼速度は速くなる傾向があります。ポリウレタンフォームも同様に、他の材料と比較して着火速度が特に速いわけではありませんが、小さい熱慣性によりフォーム内部での冷却効果が少なくなるため、燃焼が助長され爆燃現象を起こす恐れもあります。火気を近づけないようにして使用することが必要であります。

Q16. 軟質ポリウレタンフォームの耐熱性はどの程度でしょうか？

A: 軟質ポリウレタンフォームの耐熱性はフォームの種類によって異なりますが、一般的には80℃程度までの範囲で使用可能です。また80℃で連続使用した際に強度が半減する期間は約 500 日～700 日です。通常使用においては耐熱性についての問題はありません。

Q17. 軟質ポリウレタンフォームにたまる静電気の火花によりポリウレタンフォームが発火することはないでしょうか？

A: 静電気は、生産工場、建設現場、家庭を問わず発生します。

軟質ポリウレタンフォームは電気伝導性が低く、摩擦により容易に静電気がたまりますが、着火エネルギーとして用いられる静電気の放電エネルギーは非常に小さいのでフォームを発火させる可能性は少ないです。

しかし、軟質ポリウレタンフォームを可燃性溶剤を含む接着剤で接着作業をする場合、又可燃性液体を含有した軟質ポリウレタンフォームが存在すると、溶剤の蒸気が静電気の火花により発火し、これがフォームに燃え移ることもありますので、このような作業には注意が必要です。

軟質ポリウレタンフォームの裁断加工時に、出来る粉塵への静電気着火にも注意して、作業時には帯電防止策を施して下さい。

各物質の帯電例

プラスに帯電しやすい

マイナスに帯電しやすい

アスベスト	ガラス	雲母	ナイロン	ウール	アルミニウム	紙	スチール	硬質ラバー	ニッケル・銅	真鍮・鉄	アセテート・レヨーン	ポリエステル	セルロイド	オーロン	サラシ	ポリウレタン	ポリエチレン	ポリプロピレン	塩化ビニール	シリコン	テフロン
-------	-----	----	------	-----	--------	---	------	-------	--------	------	------------	--------	-------	------	-----	--------	--------	---------	--------	------	------

Q18. 軟質ポリウレタンフォームは難燃化できますか？

A: 軟質ポリウレタンフォームはその構成原料の種類と構造の選択、又難燃剤の添加などによって難燃化されます。適用用途別に下記の難燃特性を付与した難燃性軟質ポリウレタンフォームがあります。

- ・火が着きにくい
- ・火が着いても燃え広がりにくい。
- ・火源(マッチ)を取り去ると炎が自然に消える

軟質ポリウレタンフォームは、一般的に小火源(たばこ、マッチ、メセナミンなど)で着火させ、火源を除去した際、どの程度自己消火特性を有しているかで難燃性能を評価しています。又、軟質ポリウレタンフォームをコア材とし、表面を他の素材で覆った家具、寝具類など複合材として使用される例が多く、表皮材の選択によって製品の難燃性は違ってきます。欧米では、フルサイズスケールで家具、寝具類の難燃性を評価しています。(Q33、Q34 参照)

Q19. 軟質ポリウレタンフォームと一般に建築内装材料に使われているプラスチックフォームとの燃焼性の違いはありますか？

A: 建材として使われている硬質ポリウレタンフォームは一般には難燃性となっており、さらに難燃性の高いイソシアヌレートフォームも使用されています。フォームの気泡も硬質ポリウレタンフォームは断熱性を向上するために、閉じた形状を形成しています。一方、軟質ポリウレタンフォームは気泡内に大気が入りやすいセル構造から建築内装材に使われている硬質ポリウレタンフォームとは燃焼性は異なります。

Q20. 装飾用軟質ポリウレタンフォームと他のプラスチックフォームとの燃焼性の違いはありますか？

A: 室内装飾用軟質ポリウレタンフォーム製品としては、マットレス、枕、カーペットの裏打ち材、ソファの芯材、背当てクッション、椅子のクッション芯材、炬燵敷き、座布団、食器洗いスポンジ、人形の芯材、おむつ、湯上りマット、アイロン台パッド、洋服ブラシ等の製品に使用されています。燃焼性に関しては、他のプラスチックフォーム製品との差は殆どありません。

参考文献; プラスチックの引火点と発火点 ISO 871:2006

Q21. 軟質ポリウレタンフォームが燃えると、どのようなガスを発生しますか？

A: ポリウレタンフォームの火災も、基本的には一般の火災と変わりません。発生ガスの成分は他の有機材料と同様に二酸化炭素と一酸化炭素と水蒸気が主体です。その他の微量の発生ガスは、火災の経過、即ち温度や供給空気量の燃焼条件によって、変化します。小規模実験装置で各種材料の燃焼ガスを測定した例では、次の通りですが、小規模実験のガス組成が実火災の発生ガス全体を代表することはないであろうといわれています。文献により、測定ガス成分が異なっており、燃焼条件(空気供給の有無、温度)も異なっているが、生成物としては、二酸化炭素と一酸化炭素が主成分で、熱分解によって可燃性ガスである炭化水素類や窒素化合物なども生成します。

表21-1 ポリウレタンフォームの燃焼生成物

ポリウレタンフォームの燃焼生成物 (燃焼ガス mg/試料1g)

		文献A	文献B	文献C*1	文献D		
燃焼条件	°C	700	500	800	350	500	750
空気供給量	l/hr	100	13.2	-			
	l/min	(1.7)	0.22	-	4.0	4.0	4.0
燃焼ガス	CO ₂	666	88	320	264	644	1236
	CO	173	57	970	26	138	353
	HCN	3.3	<2	8	1	6	8
	メタン	21	4.6				
	エチレン	43					
	アセチレン	14		120			
	エタン		1.3				
	プロピレン		29				
	ブテン		0.38				
	アセトアルデヒド		32				
アセトン		13					

*1: 5Lフラスコ中

出典: 火災便覧 第3版1997, 共立出版 火災学会編集

表21-2 ポリウレタンフォームの燃焼生成物

実験者	森本1)		Sumi, Tsuchiya 2)						岸谷、中村3)		
燃焼条件	700°C		5L フラスコ中 800°C						350°C	500°C	700°C
	1.7 L/min	0.8 L/min	0.4 g	0.6 g	1.2 g	1.6 g	2.0 g	2.4 g	4 L/min		
CO ₂	0.666	0.625	1.4	0.7	0.47	0.43	0.32	0.28	0.264	0.644	1.236
CO	0.173	0.16	0.2	0.23	0.157	0.142	0.97	0.092	0.026	0.138	0.353
HCN	0.0033	0.001	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.001	0.006	0.008
CH ₄	0.021	0.017									
C ₂ H ₄	0.043	0.037									
C ₂ H ₂	0.014	0.0064	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10			
残渣											

出典: 1) 高分子 Vol 22, No253, p190-195, 1973
 2) J.fire and flamm, 4, p15-, 1973
 3) Plastic 25(11) 1974

表 21-3. 高分子材料からの燃焼生成物 (mg/g)

	セルロース	ポリエステル	絹	羊毛	ナイロン	アクリル	ポリウレタンフォーム	ポリエチレン	ポリプロピレン	PMM A	ポリ塩化ビニル
二酸化炭素	202	290	170	69	35	73	88	120	21	99	<8
一酸化炭素	88	85	13	21	13	12	57	120	25	61	7.0
塩化水素	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230
アンモニア	—	—	21	12	6	2.6	—	—	—	—	—
シアン化水素	—	—	1.3	1.8	—	6.6	<2	—	—	—	—
硫化カルボニル	—	—	—	1.8	—	—	—	—	—	—	—
メタン	2.4	1.7	1.7	1.9	0.8 4	3.4	4.6	2.5	1.5	0.5 6	1.7
エチレン、アセチレン	2.8	2.7	0.5 7	1.6	3.6	0.6	3.9	18	2.1	0.5 1	0.98
エタン	0.5 2	0.14	0.6 2	0.9 1	0.9 2	0.7 9	1.3	1.6	3.1	0.0 8	1.7
プロピレン	0.8 8	0.18	0.6	2.0	2.6	0.2 7	29	12	27	1.2 3	0.73
プロパン	0.1 1	—	—	1.3	0.7	1.4	—	2.5	—	—	0.83
ブテン	—	—	—	1.1	2.9	—	0.38	—	4.8	—	—
ベンゼン	—	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	11
メチルアルコール	—	—	—	—	0.6 8	2.0	—	6.2	5.6	—	—
アセトアルデヒド	2.5	14	—	—	0.8 1	—	32	10	7.9	—	0.3
アクロレイン	2.1	—	—	—	—	—	—	8.4	3.9	—	—
アセトン	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—
アセトニトリル	—	—	5.7	1.6	1.2	3.0	—	—	—	—	—
アクリロニトリル	—	—	—	0.8 3	—	5.6	—	—	—	—	—
メチルメタクリレート	—	—	—	—	—	—	—	—	—	89	—
試料残量	4.1	9.1	19.3	12.7	4.3	19.5	4.3	32.3	4.0	0	15.5

分解温度 ; 500°C、酸素濃度 ; 21%、空気流量 ; 0.22ml/分、分解時間 ; 4分、試料重量 ; 100mg

表21-4 高分子の燃焼生成ガス

試料 (0.1g)	空気供給量 (L/h)	燃焼生成ガス(mg/試料1g)											ガス化率 %
		HCL	CO ₂	CO	COS	SO ₂	N ₂ O	NH ₃	H ₂ CN	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	
PE	100		738	210						72	185	34	62.5
	50		502	195						65	187	9.5	51.2
PS	100		619	178						6.5	18	13	30
	50		590	207						6.5	16	6.4	29.7
PVC	100	286	657	177								11	69.3
	50	279	594	207					6.5	2.3	6.4	68.8	
ナイロン66	100		590	206				9.8	31	40	94	15	60.7
	50		563	194				3.5	26	39	82	7.4	55.7
ポリアクリル酸 アミド	100		796	157				17	18	16	10	8.5	63.3
	50		738	173				32	21	20	13	4.2	62.1
ポリアクリロ ニトリル	100		556	108					56	5.9		7.4	37.7
	50		630	132					59	7.8		4.2	42.7
ポリウレタン	100		666	173					3.3	21	43	14	51.4
	50		625	160					1.1	17	37	6.4	44.5
PPS	100		1796	161	2.5	423						2.1	85.1
	50		1892	219	2.5	451						1.1	92.7
エポキシ樹脂	100		1136	153					2.2	16	2.3	7.4	52.9
	50		961	228					3.3	33	4.6	6.4	52.7
尿素樹脂	100		1193										96.7
	50		980	80					22				92.5
メラミン樹脂	100		576	194			34	84	96				81.8
	50		702	190			27	136	59				86.8

加熱温度;700℃、但し尿素樹脂のみ 800℃、

ガス化率 : (定量された全成分中の炭素の重量/試料中の炭素の重量) × 100

出典: 消防研究所技術資料第 10 号 1977

Q22. 軟質ポリウレタンフォームが燃焼し、ガスや煙を吸ったとき、人体への影響と処置はどのようにすればよいのですか?

A: 軟質ポリウレタンフォームが燃焼して発生したガスや煙を吸った時、始めに喉を刺激します。多量に吸うと頭痛を起こし一酸化炭素中毒のような現象の運動知覚思考障害を起こすものと考えられます。ガスや煙を吸った時の処置は、先ず新鮮な空気を吸い、安静にすることです。症状が重い場合は、速やかに医師の処置を受けてください。

火災時に人体に影響を与える有害性ガスがどのようにして発生して、それが人体にどのような条件で曝露されるのかなど、火災によっては発生したガスを人体が吸引した際の障害発生のメカニズムについては、明らかにされていない部分が多く残されています。

表22 一酸化炭素中毒

中毒症状は一酸化炭素の吸入濃度、曝露時間、呼吸の状態、循環血液量、血中ヘモグロビン量などによって左右されるが、原則的には血中のCO-Hb濃度に依存し、10%以上になると自覚症状が出現し、致死濃度は60~70%とされています。

CO-Hb濃度	臨床症状
~10%	なし
10~20%	前頭部頭重感、皮膚血管の拡張
20~30%	頭痛(拍動性)、倦怠感
30~40%	激しい頭痛、嘔気、嘔吐、脱力感、視力障害
40~50%	同上、呼吸促迫、頻脈
50~60%	昏睡、痙攣、Cheyne-Stokes呼吸、時に死亡
60~70%	同上、呼吸微弱
70%~	呼吸停止、循環虚脱、死亡

Q23. 軟質ポリウレタンフォームを燃焼させたとき、煙の発生量は他のプラスチックと比較してどうですか?

A: 煙の発生量は材料の組成・形態・燃焼温度・酸素濃度・周囲の条件等によってかなり違ってきます。

ポリウレタンフォームの発煙量は、他のプラスチック材料などと比較しても、発煙量は決して多いとは言うことはありません。

有機質の火災時に発生する煙量は火災に対する安全対策として最も重要なもののひとつに挙げられます。火災時に煙に暴露されることは、火災時の安全性に対する懸念事項であります。

消防白書によれば、逃げ遅れによる死因は高い順位にあります。火災時の発煙により視野の低下、又煙の吸引、判断力・行動力の低下、さらに心理的不安も重なり、結果的に逃げ遅れを誘引し死に至るケースとなります。もし、火災が発生した場合には、初期消火に努める必要があります。

表 23-1 各種プラスチックの発煙性

燃焼温度	550°C			850°C	
	発煙量 (m ³)	発煙係数 (C・m ³ /g)	減光係数 (m ³ ・max)	発煙量 (m ³)	発煙係数 (C・m ³ /g)
ポリウレタンフォーム	0.284	0.710	0.75	0.182	0.173
ポリ塩化ビニル	2.025	0.854	0.93	2.062	0.793
ポリカーボネート	0.746	0.386	0.54	1.362	0.605
ポリスチレン(発泡体)	0.131	0.815	0.75	0.450	0.461
ABS樹脂	1.640	0.811	2.25	1.225	0.569
ポリエチレン	0.607	0.331	0.81	0.550	0.289
ポリプロピレン	0.595	0.457	0.85	0.532	0.360

出典: 古屋匡蔵「プラスチック材料の燃焼性」生産技術と計測 No.103 p28-39(1978)

表23-2 発煙速度

材料	透過率の変化 最大値(%/min)	材料	透過率の変化 最大値(%/min)
PF フォーム	0.0	PMMA 樹脂	0.0
PURフォーム(硬質)	0.5	SBR樹脂	5.5
PURフォーム(軟質)	6.0	PS樹脂	6.0
PVCフォーム(軟)	5.0	PVC樹脂(軟)	3.6
PE フォーム	1.6	ABS(標準)	7.2
PSフォーム	7.0	PC(射出)	11.0
CRフォーム	24.0	エポキシ樹脂	9.6
にれの木	3.0	不飽和ポリエステル樹脂	9.0

試験条件: 試料1g、加熱速度5°C/min、送風量1 ?/min

出典: 燃料協会誌、49、No.523、p437 (1970)

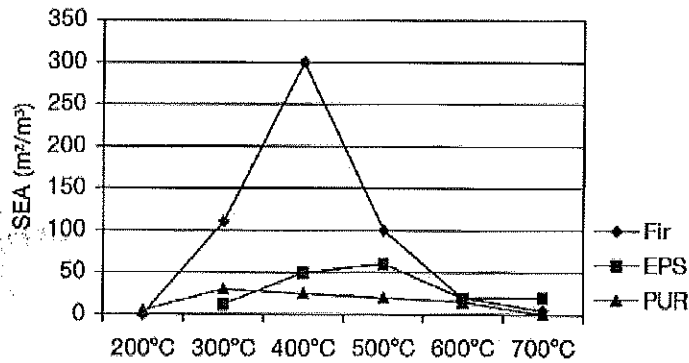
表23-3 高分子材料の発煙性(最大減光係数)

材料	最大減光係数 Cs max	材料	最大減光係数 Cs max
PMMA	0.01	PEフォーム	0.27
PFフォーム	0.02	PURフォーム(軟質)	0.63
にれの木	0.08	PVCフォーム(軟)	0.82
CR フォーム	0.18	SBR	0.94
PURフォーム(硬質)	0.22	PC(射出)	0.94
PVC(軟)	0.34	ABS	1.19
FRPI, 2	0.23、0.39	PSフォーム	1.6

試験条件: 試料1g、加熱速度5°C/min、送風量1 ?/min

出典: 燃料協会誌、49、No.523、p437 (1970)

図 23-4 発煙量に対する加熱温度の影響



出典: Wiley-VCH Polyurethane and fire

参考資料 Fact Sheet Risk Assessment of Smoke in Buildings ISOPA

Q24. 低燃焼性ポリウレタンフォームとはどのようなものですか？

A: 軟質ポリウレタンフォームは他のプラスチックと同様に有機物ですから本質的には燃えます。(消防法の可燃物に分類されます。)

低燃焼性ポリウレタンフォームといわれるものはいろいろな方法を使って燃えにくくしたもので、一般に次の性質があります。

- ・火がつきにくい
- ・火がついても燃え拡がりにくい(燃焼速度が遅い)
- ・マッチのような小さな火源(炎)を取り去ると、炎が自然に消える

すなわち、低燃焼性ポリウレタンフォームといわれるものは用途に応じた燃焼試験を行い、低燃焼性と判定されたポリウレタンフォームであることを意味しており、試験の種類によって、その評価は異なります。

ポリウレタンフォームを含めて、プラスチックは有機合成物の宿命から、難燃性(燃焼性または耐炎性とも呼ばれる)といっても炎に長時間さらされ続けた場合、燃え出す可能性があり、コンクリートや鉄などの耐火性とは本質的にその意味する言葉が異なります。軟質ポリウレタンフォームにおける低燃焼性とは、炎の強さ、晒される時間に対して、どこまで耐えることができるかという程度を示しています。

Q25. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼ガスの中に、有害ガスは含まれていますか？

A: 天然材料・合成材料を問わず、すべての可燃物は燃えるとある種の有害性ガスを発生します。その主なものは、二酸化炭素(CO₂)、一酸化炭素(CO)、窒素化合物であるシアン化水素(HCN)、窒素酸化物(NO_x)、などが確認されています。さらにポリウレタンの燃焼時に他の化合物が微量に発生します。

ポリウレタン樹脂製品が関与する火災時、シアン化水素ガスが煙中に含まれているため、有害性ガスを含んだ煙などは他の合成樹脂材料あるいは天然材料よりも暗示的に健康へのリスクが高いといった誤解があります。シアン化水素は窒素化合物を含んだすべての材料(例えばウール、アクリル、ナイロン、ABS など)から発生します。

軟質ポリウレタンフォームも窒素化合物を含むので燃焼条件によっては、燃焼した時にシアンガスを発生することもあります。しかし、そのシアン化ガスの量は表に示すように、決して多いものではありません。有害性の観点から見ると、火災時のあらゆる燃焼条件下、一酸化炭素ガスがもっとも有害性ガスであると言われています。

表 25 - 1. 有機材料の燃焼*1 生成ガス(mg/試料 1g)

試 料	CO ₂	CO	HCN	NH ₃	HCl	その他の炭化水素類
ポリウレタンフォーム	666	173	3.3			78
ポリエチレン	738	210				291
ポリスチレン	619	178				37.5
塩化ビニール	657	177			286	11
ナイロン66	590	205	31	9.8		149
ポリアクリル酸アミド	796	157	18	17		34.5
ポリアクリロニトリル	556	108	56			13.3
エポキシ樹脂	1,138	153	2.2			25.7
杉	1,573	16				

- *1. 燃焼条件：加熱温度：700℃、空気供給量100l/hr
 2. ポリエステル系ポリウレタン(トリレンジイソシアネート系)

表25-2 窒素含有材料の燃焼によるシアン化水素(HCN)の発生

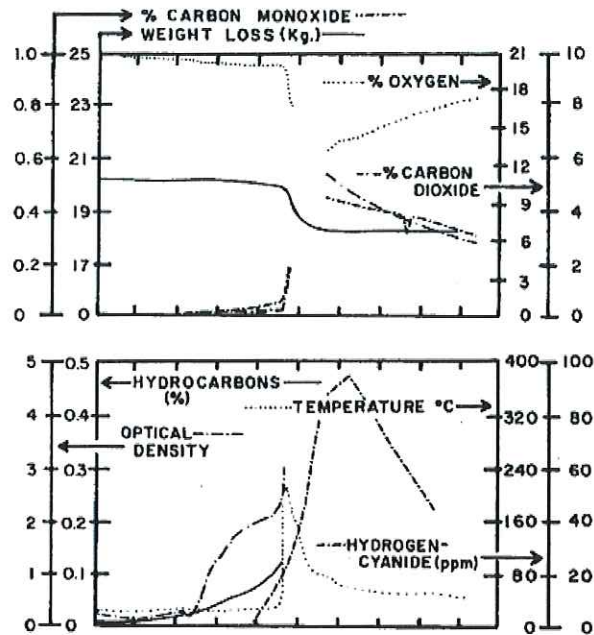
材 料	HCN ¹ の濃度 ppm	同左 ¹ の温度 °C
ナイロン	328-520	485-429
羊毛	368	567
ポリアクリロニトリル	445	381
尿素フォームアルデヒド・フォーム	458	321
硬質ポリウレタン・フォーム	321-467	587-549
軟質ポリウレタン・フォーム	181	388

参考資料参照：表 25-3 一般火災時に発生する主な有害ガスおよびその毒性の概要

Q26. スモールダリング時にはどのようなガスを発生しますか？

A: スモールダリング時(例えば、寝たばこで布団に火が着いたたばこが落ち布団がくすぶっている状態)には、主に二酸化炭素と一酸化炭素が発生し量も多いです。従って、一酸化炭素中毒が一般的に最大の危険性要因です。材料の成分によっては微量で多種の熱分解生成物、例えば、低分子の炭化水素類、塩化水素、窒素酸化物、極く微量のシアン化水素(HCN)等が発生します。窒素を含む有機物からはアクロレインやホルムアルデヒドの発生は殆どないといわれています。火災の初期から成長期の温度は 400℃から 700℃程度ですが、発炎すると高温と酸化炎で発生ガスの大半は二酸化炭素と水蒸気です。一酸化炭素や刺激性ガスは相対的には減少しますが、火災の規模が大きくなり、一酸化炭素等の毒性ガスの発生量は増加します。火災の最盛期から終期では、温度は 800℃以上ですが、高温では酸素濃度が低いために、熱分解物は低分子化して、一酸化炭素等になりやすく、これらのガス濃度が上がって危険性が増します。

図 26-1 Toxicity of smoke during Chair smoldering tests for Polyurethane foam



出典 Fundamental and Applied Toxicology 3 :619-626 (1983)

図 26-2 VOC concentrations Versus time at the ceiling

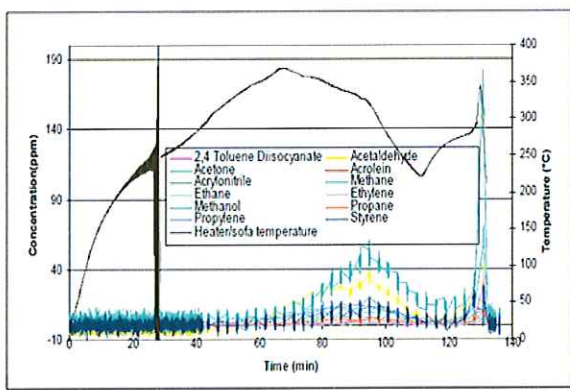
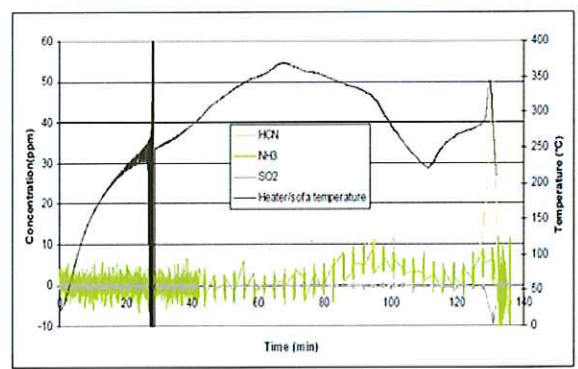


図 26-3 Concentrations of inorganic gases vs time at the ceiling



出典 12th International Conference on Fire and Materials, San Francisco, CA January 26-28,2009 p12

Q27. 軟質ポリウレタンフォームの燃焼試験にはどのようなものがありますか？

A: 軟質ポリウレタンフォームの燃焼試験には自動車用途に使われるもの、鉄道車両用途に使われるもの、航空機のシート、家具に使われるものなどがあります。以下の表に試験規格番号とその試験名称を一覧にしました。

表27-1 軟質ポリウレタンフォームの燃焼試験

規格番号	名称	カテゴリー	備考
FMVSSNo.302	米国自動車安全基準	低燃焼性	
	運輸省自動車内装材料の難燃性基準		
UL-94	材料の難燃度合を認定した規格	低燃焼性	HF 等
A-A 基準	鉄道車両用材料燃焼試験	低燃焼性	
	マットレスの防炎性能試験基準寝具類等の防炎性能試験基準	低燃焼性	
FAR25.853	耐空性審査要領	低燃焼性	
UL900 Class2	National Fire Protection Association No.90A 及び No.90B	低燃焼性	
	カリフォルニア法令 117	低燃焼性	

参考

軟質フォーム:	英国 BS4735、米国 UL94-HF1、イタリア CSE-RF4、1988 年消費者安全法、BS5852 クリブ 5、カリフォルニア法令 117。
自動車用フォーム:	FMVSS-302。
硬質フォーム:	BS476 の第 6、7 部で要求される物性、仏国 NFP92-501、独国 DIN-4102。

Q28. ポリウレタンフォームの燃焼性を簡便な方法で把握できませんか？

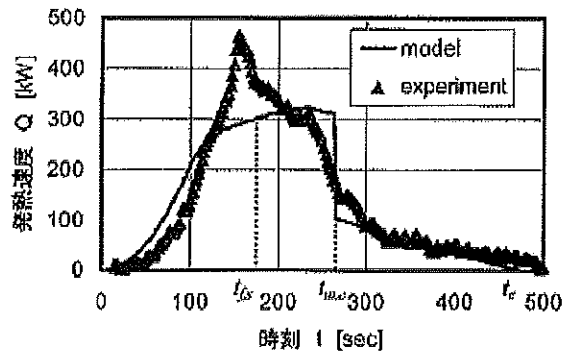
A ライターやマッチの火でフォーム片をあぶることにより、MVSSやUL規格の燃焼性の程度を把握できる場合があるかもしれませんが、MVSSやUL規格の難燃対応品の比較やそれぞれの規格への適習については必ずしも把握できないものと考えられます。これは、ライターなどの火で比較する場合、高カロリー熱源（ガスバーナー）を用いた UL規格試験とは、必ずしも同一の燃焼傾向を示すとは限らないからです。

また、燃焼性といっても、着火性、発煙性、発熱量、速度などいくつかの評価特性があり、それぞれを簡便な方法で的確に評価する手法はないというのが現状です。

火災初期の可燃物の燃焼性状を把握することは、火災安全設計上重要なことであります。

ウレタンマットの燃焼は、着火直後における溶融と同時に気化して燃焼する部分の燃焼挙動に分類されます。少量の直方体ポリウレタンフォーム試料を用いて溶融半径の拡大速度、残渣拡大速度、酸素消費法による発熱速度データなどから求めるウレタンマットの発熱速度の簡易予測モデル法が提案されている例があります。

図28 モデルと実測値の比較



出典;日本建築学会大会学術講演概要集 2002年8月

“ウレタンマットの発熱速度の簡易予測法”

Q29. 建築基準法告知試験で規定される内装材料にはどのような材料がありますか?

A: 一般的に用いられる内装材料は木質材料、プラスチック材料、壁紙、石膏ボードです。内装材料の規制, 制限の対象は特殊建築物, 大規模木造建築物です。内装制限の対象箇所は壁や天井(天井が無ければ屋根)です。内装制限の対象となる建物, 箇所については不燃材料, 準不燃材料, 難燃材料が必要となります。軟質ポリウレタンフォームではこれら不燃, 準不燃, 難燃材料に適合する物は現在のところありません。(注)内装材料の制限を受けない建築物とは、「床面積の合計と建築構造が一定の条件を満たす住宅」を指す。

一般的には建築物はその用途や構造により、外装の構造や居室・通路の内装に用いられる材料が法令により制限されています。これは火災時の危険性をできるだけ抑えることを目的として、内外装材料に防火性の高い材料を用いるよう定めたものです。例えば、内装材では建築物の用途、構造、床面積などによって必要な防火性が異なり、告示試験による「難燃材料以上」、「準不燃材料以上」、「不燃材料」で仕上げることが義務付けられる内装制限があります。それぞれ国土交通省から認定を受けた材料で施工します。

Q30. 内装材料制限とはどういう意味ですか?

A: 建築物の用途や規模などに合わせて使われる内装材への制限があります。(表 31 参照)。内装制限とは、建物内部で火災が発生した際に、内装が激しく燃えて火災が拡大したり、有害なガスを発生したりして、内部にいる人間の避難を妨げることがないように建築基準法で規定しています。

火災の熱が蓄積され、ある瞬間に一斉に燃え上がるフラッシュオーバーが室内火災の恐ろしさに繋がります。従って火災時に内装材への着火を遅らせ、この危険なフラッシュオーバーを抑制することにより、人の避難時間を確保することを目的としています。

住宅や劇場、集会場、病院、ホテル等の公共性の高い特殊建築物や階数が3以上、延べ面積が1000m²をこえる建築物、窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物、調理室等火を使う設備を設けた建築物は建築基準法により内装制限を課せられます。従って、これらの施工を行う場合、

不燃材料または、準不燃材料として認定された断熱材を使用するか、断熱材表面を法的に許可を得た不燃性材料で覆う等、内装制限(建築基準法:第35条の2、施行令第128条の3の2項から第129条まで)の基準に合格するように施工を行う必要があります。

・ 関連法規(建築基準法):第35条の2、施行令第128条の3の2項から第129条まで。
建築基準法第35条の2(特殊建築物等の内装)では、火災の拡大を防ぎ避難と消火活動を促進するため建築物の用途・規模などに応じて内装材料を制限していますが、この制限の範囲は条文に規定しているように壁と天井の室内に面する部分についてです。

参考:建築基準法より(特殊建築物等の内装)

第35条の2 別表第1(イ)欄に掲げる用途に供する特殊建築物、階数が3以上である建築物、政令で定める窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物、延べ面積が、1,000m²をこえる建築物又は建築物の調理室、浴室その他の室で かまど、こんろ,その他火を使用する設備若しくは器具を設けたものは、政令で定めるものを除き、政令で定める技術基準に従って、その壁及び天井(天井のない場合においては、屋根)の室内に面する部分の仕上げを防火上支障がないようにしなければならない。

Q31. 軟質ポリウレタンフォームは内装材料制限で規制されるのですか?

A: 通常、軟質ポリウレタンフォームは内装材料として使用されることがないため、建築基準法でいう内装制限を受けません。しかしながら、建築材料分野で複合材として使用する場合は、内装材料制限を受けます。建築材料建築物及び住宅の室内に使用される防災製品は消防法による防災製品性能基準の規制を受けます。又、日本防災協会が定める防災製品性能試験基準に基づきその性能を防災製品認定委員会が認定した防災製品が使用されています。

例えば、寝具類に用いられる軟質ポリウレタン発泡体などは、45°メセナミン法によりその防災性能を評価しています。

参考資料参照 : Q31 A : 詳細は内装制限一覧表を参照

Q32. 消防法での内装材料の規制はあるのですか?

A: 消防法では、内装の防火上の措置を定めています。

消防法では、消防用設備等・消防装備のハードを防火管理・消防活動のソフトで機能させ火災安全を図り、火災予防・初期消火・人命救助・本格消火を主なターゲットとしています。人命を火災から保護することを目的として、防災規制を受ける防火対象物を定め、そこに使用する防災物品の使用制限を定めています。

特に、不特定多数の人が利用する公共的な建築物に関しては、一定の火災安全対策が義務付けられています。なお、内装の防火に関する法律には、建築基準法と消防法の二つの法律があります。建築基準法には、火災の初期における人の安全避難を実現させることを目的とした、いわゆる

内装制限があります。人命の安全と財産の保護をある水準以上に達成するため、建築基準法と連動して建築・住宅の火災安全対策が義務付けられています。

表 32 建築基準法と消防法の内装制限

材料の呼称	防火材料	防炎物品
性能規格	不燃材料 準不燃材料 難燃材料	防炎性能（薄手布、厚手布、じゅうたん等、合板等ごとに残炎、残じん、炭化長・面積などの数値が決められている）
対象建築物	特殊建築物等 （内装制限一覧表参照）	防火対象物（防炎規制を受ける防火対象物参照）
対象物	壁及び天井の室内に面する部分	じゅうたん等の敷物類、カーテン、暗幕、布製ブラインド、展示用合板、舞台において使用する大道具用の合板又は工事用シート
法・令	建築基準法 建築基準法施行令 建築基準法施行規則	消防法 消防法施行令 消防法施行規則
所轄官庁	国土交通省	総務省 消防庁

Q33. 日本と海外では内装材料（装飾用途）の燃焼試験法に違いはあるのですか？

A: 日本と欧米とは想定火災の考え方が違うため、燃焼試験方法に違いがあります。従って住宅内の内装部品の燃焼試験評価方法も大いに相違します。寝具等は、国により、異なる試験方法が適用されています。

日本では 消防法の規制あるいは、日本防炎協会が定めた自主基準にもとづき小火源、小スケールテストで、住宅用内装品の防炎性能を評価しています。一方、イギリスでは、BS5852 基準に従って、適用用途ごとに試験火源（7 種類の火源がある）を変えて難燃性を評価しています。又、米国には、Cal TB117, TB129, TB133, ASTM E1590, CFR1663など各種の家具向け試験基準法があります。要求される難燃性能、適用用途、試験規模ごとに使い分けられています。

図33-1 代表的な防炎品の防炎性能試験法(日本)

根拠法令	試験法(通称)	対象防炎品
防炎物品 ・消防法施行規則第4条の3第3項から第7号 ・消防庁予防課長通知第57号	45° ミクロ (メッケル) パーナー法	カーテン、毛布等全種
	45° たるませ法	カーテン、毛布等で着火する物
	45° コイル法	カーテン、毛布等で熱収縮する物
	45° メッケルパーナー法	合板
	45° エアーミックスパーナー法	じゅうたん等
防炎製品 JFRAの防炎製品認定要綱	45° メセナミン法	寝具類全種、プラスチック発泡体、マットレス、ベッドパッド、枕、毛布類
	45° コイル法	寝具類で熱溶解する物
	45° メセナミンバスケット法	中綿、羽毛
	水平たばこ法	完成品ふとん類 (布団、マットレス、枕等)
	45° たばこ法	毛布類
	その他 (45° ミクロパーナー法等)	テント、シート類等 (工事用シート類以外の物)

図33-2 BS 5852基準による着火源の種類と適用(英国)

Hazard Level	Low	Medium	High
BS 5852 for upholstered furniture			
Ignition source	0 and 1	0 and 5	0 and 7
BS 6807 for mattresses			
Ignition source	0 and 1	0 and 5	0 and 7
Applications			
	Domestic Schools Offices	Public places Public halls Theatres Restaurants Cinemas	Hospitals Hostels Sleeping accommodation

図33-3 家具用火災 テスト基準(米国)

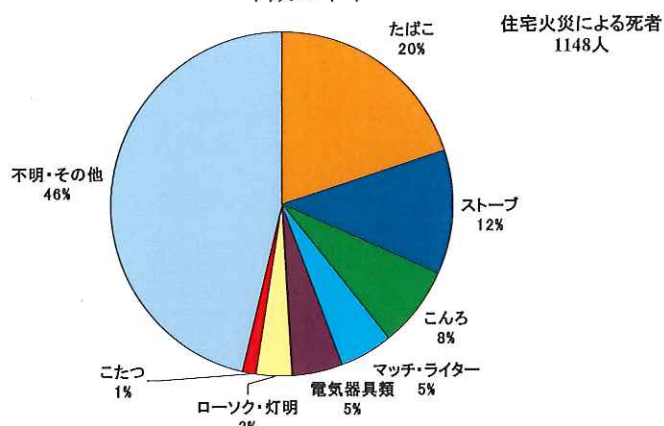
Building Type	Hanging Fabrics, Drapes, Curtains	Upholstered Furniture	Mattresses
Patient Care (SMH, Psychiatry)	NFPA 701	ASTM E 1537 OR California Technical Bulletin 133	16 CFR Part 1633 and ASTM E 1590 or California Technical Bulletin 129
Business Occupancies (ACF, EDC, ESM, Medical School, classrooms)	NFPA 701	California Technical Bulletin 117	16 CFR Part 1633 and ASTM E 1590 or California Technical Bulletin 129
Residential Life Buildings	NFPA 701	California Technical Bulletin 117	16 CFR Part 1633 and ASTM E 1590 or California Technical Bulletin 129
Public Assembly Space (Occupant Load >50 people)	NFPA 701	California Technical Bulletin 117	16 CFR Part 1633 and ASTM E 1590 or California Technical Bulletin 129

Q34. 火災事故を防ぐために注意しなければいけないことは何ですか?

A 住宅火災では、ソファー、マットレス等に使用されている軟質ポリウレタンフォーム製品が燃焼したという事例があります。又、自動車火災では、シートに使用されている軟質ポリウレタンフォームが燃焼したという事例もあります。

住宅・自動車共に、ポリウレタンフォームが直接火災の原因になった例は、殆ど有りません。住宅火災の原因は、放火を除いて、殆どが煙草の火の不始末です。従いまして、ソファーやマットレス(ベッドや布団)上での寝煙草は絶対に止めて下さい。又、ソファーやマットレスの側に、着火源となる裸火、例えば仏壇のローソク等、は避けて下さい。出来れば、マットレスやカーテン等は、(財)日本防炎協会の防炎製品認定要綱の規定に基づいた防炎製品の使用を、お奨めします。車のシートでは、表面を他の材料で覆い、MVSS規格に合格するようにされています。

図34-1 住宅火災の発火源別死者数(放火自殺者等を除く)
平成19年中



出典：平成20年度 消防白書

Q35. 火災事故を防ぐためにどのような活動をしていますか？

A: 一般家庭では、軟質ポリウレタンフォームが直接的な原因となる例は殆どありませんが、放火や誤った火気の使用によっては火災事故に繋がることもあります。このような火災事故が発生することがないように、防災パンフレットの作成と活用、業界紙への啓蒙、防災活動の掲載などを行っています。

表 35 防災・火災安全に関する資料類

資料	標題	発行元
1	硬質ウレタンフォームの安全取扱いの手引き 1995年7月	日本ウレタン断熱協会 指導：東京消防庁
2	ウレタン火災を防ごう 1990年10月	社団法人 建築業協会 施工部会・ウレタン対策専門部会
3	建設現場における発泡プラスチック系断熱材 による火災防止の手引き	建設業労働災害防止協会
4	吹付け硬質ウレタンフォームの難燃3級簡易確 認試験法	日本ウレタン工業協会
5	ポリウレタン原料 安全取扱いの手引き	ウレタン原料工業会
6	ポリウレタンフォームの火災安全について 2008年3月	日本ウレタン工業協会
7	ポリウレタンフォームの火災時の安全性評価 2008年3月	日本ウレタン工業協会
8	軟質フォームについてのQ&A 2009年版	ウレタンフォーム工業会
9	硬質ポリウレタンフォームの火災及び防災に関 するQ&A集 第2版 2009年5月	日本ウレタン工業協会

Q36. 他に軟質ポリウレタンフォームを取り扱う上で、特に注意を要する事は何か?

A: 下記の点にもご注意ください。

① 静電気対策

軟質ポリウレタンフォームは電気伝導性が低く摩擦により容易に静電気がたまりますが、静電気のエネルギーは非常に小さいのでフォームを発火させる可能性は少ないです。しかし、軟質ポリウレタンフォームを、可燃性溶剤を含む接着剤で接着作業をする場合には、溶剤の蒸気が静電気の火花により引火し、これがフォームに燃え移ることもありますので、このような作業には注意が必要です。

引火防止のためには、接着剤には水系のものや難燃性溶剤系を使用し、またシンナー、ガソリン、ベンジン、アルコール等の低引火点溶剤を液体または蒸気でフォームに染み込ませたり、近接させることは避ける(作業所内の可燃性溶剤の蒸気濃度を下げる)、加湿等による静電気発生抑制や除電をするなどの対策が必要です。

② 油類をしみ込ませた場合

燃えやすい油類等が沁み込んだ軟質ポリウレタンフォームは稀に低い温度でも発煙、発火に至る危険性があるので水等をかけ、温めない様に注意して下さい。これは軟質ポリウレタンフォームに限った現象でなく布類、綿類でも起き、空気と接触しやすい環境では沁み込んだ油類が自動酸化し内部温度が上昇して先ず油類が発煙、発火する為と言われています。食用油でごみが焦げる事故と同じ現象です。建築資材の切断・溶接の際に発生する火花が軟質ポリウレタンフォームに引火する事例もありますので、工事の際には近くにフォームが無い事を十分に確認して下さい

参考資料

Q25 A 表 25-3 一般火災時に発生する主な有害ガスおよびその毒性の概要

発生ガス	特性	毒性値の例曝
<u>麻酔性ガス</u> 1) 一酸化炭素 (CO)	血液中の赤血球ヘモグロビンと結合してカルボキシヘモグロビンを形成し、大脳組織への酸素供給量を低下させて麻酔症状を起こす。意識喪失、行動不能化に至る。	LC ₅₀ = 5000~6600ppm(V/V) ¹⁾
2) シアン化水素 (HCN)	窒素含有材料の火災時に多少とも発生するガスで、血液によって全身に運ばれ、組織による酸素の消費を限害する。最終的に脳機能を低下させる点でCOと同様であるが、COよりもその効果が早く急速に作用する。	LC ₅₀ = 110~200ppm(V/V) ¹⁾
3) 二酸化炭素 (CO ₂)	火災時に大量に発生し、それ自体では毒性は低いが呼吸を促進させて他の毒性ガスの摂取を増加させる。約5%以上ではそれ自身で麻酔性を持つ。約6%の濃度で人は20分以内に耐えられなくなる。 ²⁾	
4) 低酸素症 (酸欠)	狭い室内で燃焼が続くと空気中の酸素濃度が低下する。濃度が18%以下では危険となり、14%まで下がると人は運動能力が低下し、10%では判断力や意識を失うようになる。 ^{2) 3)}	
<u>刺激性ガス</u> 1) 塩化水素 (HCl)	塩素含有材料の燃焼によって発生する。目や上部気道などの感覚器官及び肺への刺激が強く(100ppm程度の濃度でも)、火災現場からの脱出行動を妨げる要因になる。	LC ₅₀ = 1600~6000ppm ²⁾ RD ₅₀ = 309ppm ²⁾
2) アクロレイン その他の有機 刺激性物質	火災時の不完全燃焼による熱分解や部分酸化で、種々の有機刺激性物質が生成する。その中で多くの火災時に存在するのがアクロレインで、数ppmで目や上部気道を強く刺激する。	LC ₅₀ = 140~170ppm ²⁾ RD ₅₀ = 1.7ppm ²⁾
3) アンモニア	目や上部気道を刺激し、肺水腫を起こす。	LC ₅₀ = 1400~8000ppm ²⁾ RD ₅₀ = 303ppm ²⁾
4) 窒素酸化物 (NO _x)	目や粘膜及び肺を刺激する。	NO ₂ : LC ₅₀ = 60~250ppm ²⁾ RD ₅₀ = 349ppm ²⁾

* LC₅₀ 値：毒性物質に一定時間被曝させられた実験動物の50%が死亡する濃度の統計的

計算値。(曝露時間：10分、30分等があり、上記は30分のデータ)

* RD₅₀ 値：実験動物の呼吸量が50%下るのに要する感覚刺激物の濃度の統計的計算値。

Q31 A 表 31 内装制限一覧表(床は対象外)

用途・構造・規模区分	当該用途に供する部分の床面積の合計			内装制限		参照法令 条文
	耐火建築物 の場合	準耐火建築物 の場合	その他の建築物 の場合	居室等	地上に通ずる主たる 廊下・階段・通路	
① 劇場・映画館・演芸場・観覧場・公会堂・集会場	(客室) 400㎡以上	(客室) 100㎡以上		不燃材料 準不燃材料 難燃材料 (3階以上の当該用途の居室の天井は準不燃材料以上)	不燃材料 準不燃材料	令129条第1項 令128条の4第1項
② 病院・診療所(患者の収容施設があるもの)・ホテル・旅館・下宿・共同住宅・寄宿舎・児童福祉施設等(令19条第1項参照)	(3階以上) 300㎡以上 100㎡以内ごとに防火区画されたものを除く	(2階以上) 300㎡以上 病院または診療所は、2階に患者収容施設がある場合に限る	200㎡以上			
③ 百貨店・マーケット・展示場・キャバレー・カフェ・ナイトクラブ・バー・ダンスホール・遊技場・公衆浴場・待合所・料理店・飲食店・物品販売業を営む店舗(10㎡以内を除く。)	(3階以上) 1000㎡以上	(2階以上) 500㎡以上	200㎡以上			
④ 地階・地下工作物内で①②③の用途に供するもの	全 部			不燃材料 準不燃材料		令129条第3項 令128条の4第1項3号
⑤ 自動車車庫・同修理工場	全 部					令129条第2項 令128条の4第1項2号
⑥ 内装上の無窓居室	全 部					令129条第5項 令128条の3の2
⑦ 階数及び規模によるもの ※(注-1)	○階数が3以上で500㎡以上を超えるもの ○階数が2で1,000㎡を超えるもの ○階数が1で3,000㎡を超えるもの(学校・体育館を除く。)			不燃材料 準不燃材料 難燃材料		令129条第4項
⑧ 内装制限を受ける講堂等 ※(注-2)	住 宅	階数が2以上の住宅で最上階以外の階にある火気使用室		不燃材料 準不燃材料		令129条第6項 令128条の4第4項
	住宅以外	火気使用室は全部				
⑨ 11階以上の部分	100㎡以内に防火区画された部分			※(注-9)	不燃材料 準不燃材料	令112条第5項
	200㎡以内に防火区画※(注-5)された部分			不燃材料・準不燃材料(下地とも)	不燃材料・準不燃材料(下地とも)	令112条第6項
	500㎡以内に防火区画※(注-6)された部分			不燃材料(下地とも)	不燃材料(下地とも)	令112条第7項
⑩ 地下街	100㎡以内に防火区画された部分			※(注-4)	[地下道] 不燃材料 (下地とも)	令128条の3第1項3号 令128条の3第5項
	200㎡以内に防火区画※(注-5)された部分			不燃材料・準不燃材料(下地とも)		
	500㎡以内に防火区画※(注-6)された部分			不燃材料(下地とも)		

(注-1) ⑦欄の規定に該当する建築物のうち、②欄の用途に供するもので310以下のものについては、②欄の規定が適用されます。
 (注-2) ⑧欄の規定は、主要構造部を耐火構造としたものについては適用されません。
 (注-3) ⑨欄の規定では、100㎡以内に防火区画された部分については、使用材料の制限は記されていませんが、建築物の階数および規模による⑦欄の規定が適用されます。
 (注-4) ⑩欄の規定では、100㎡以内に防火区画された部分については、使用材料の制限は記されていませんが、①②③欄の用途に供する部分については④欄の規定が適用されます。

(注-5) 特定防火設備以外の法第2条第9号の二(口)に規定する防火設備で区画する場合を除く。
 ○内装制限の適用をうける建築物の部分は居室および居室から地上に通じる主たる廊下・階段その他の通路の壁および天井の室内に面する部分です。ただし、①②③および⑦⑧欄の規定に該当する建築物の居室の壁については、床面からの高さが1.2m以下の部分は適用されません。(令129条1項および令112条6項)
 ○内装制限の規定で、2以上の規定に該当する建築物の部分は、一番厳しい規定が適

用されます。
 ○内装制限の規定は、スプリンクラー設備・水噴霧消火設備・泡消火設備その他これに類するもので、自動式のものおよび第126条の3の規定に適合する排煙設備を設けた建築物の部分について適用しません。(令126条7項)
 ○⑨⑩欄の規定について、スプリンクラー設備・水噴霧消火設備・泡消火設備その他これに類するもので、自動式のものや設けた部分については、防火区画の床面積が2倍以上で覆われます。(令112条1項)

あとがき

近年、ポリウレタン製品に対する社会の関心が一層高まりを見せ、ポリウレタン関連の火災に対してもポリウレタン業者のみならず広く一般消費者からも寄せられてきている。主に建築材料に使用される硬質ポリウレタンフォームについては、日本ウレタン工業協会として火災及び防災に関する Q&A 集を作成し、火災や防災に対する理解を深めることに役立てて載っている。一方、居住空間や室内空間には家具やマットレス等軟質ポリウレタンフォームも存在し、実際の火災時にはこれら軟質ポリウレタンフォーム製品に対しても十分な配慮がなされるべきである。今回新たに作成した軟質ポリウレタンフォームの火災に及び防災に対する Q&A 集が、ポリウレタンフォームに関わる火災事故を減らし火災や防災に対する啓蒙活動の一助となれば幸いである。

編集関係者

JUII 火災問題対策グループ

委員長	守屋 清志	日本ポリウレタン工業(株)
副委員長	門馬利明	アキレス(株)
委員	野々村 肇	BASF INOAC ポリウレタン(株)
	赤井 潤	(株)ソフランウイズ
	木下英也	(株)ブリヂストン (前任者:山口憲幸)
	和田康一	住化バイエルウレタン(株)
	井上 浩	三井化学(株)

(順不同)

日本ウレタン工業協会

<http://www.urethane-jp.org/>

ウレタンフォーム工業会

ウレタン原料工業会

〒105-0003 東京都港区西新橋2-17-1 八雲ビル3F

〒105-0003 東京都港区西親橋2-8-11

第7東洋海事ビル3F

TEL : 03-6402-1252 FAX : 03-5401-2264

TEL : 03-3591-1855 FAX : 03-3501-2898

本書の無断転載、複写複製（コピー）、入力は、特定の場合を除き、
発行者・著作者の権利侵害になります。