

【日本ウレタン工業協会】 硬質ポリウレタンフォームの火災に関する Q&A

施工現場での火気の取り扱いはどのような注意が必要ですか？

ウレタンフォームは指定可燃物に該当し、ウレタン原液は危険物第 4 類に該当するものもあります。従って施工現場では以下の注意事項を必ず実行して下さい。

<施工前>

- ・ 施工対象物の溶接・溶断は、ウレタンフォーム施工前に完了させて下さい。
- ・ ウレタンフォーム保管場所・発泡機周辺・原液保管場所は、整理整頓し、「火気厳禁」の表示をして下さい。

<施工中>

- ・ ウレタンフォーム施工期間中、発泡機操作場所及び吹付け発泡箇所はもとより、原液保管場所、削り屑置き場、スクラップ置き場も火気厳禁です。
- ・ 1 日の作業終了時は火気の点検を実施し、残材は、毎日指定場所に片付けるか、持ち帰って処理して下さい。

硬質ウレタンフォームは、危険物に該当しますか？

硬質ウレタンフォームは、消防法上の危険物には該当しませんが、火災予防条例で「指定可燃物」に指定されています。従って指定数量（20m³）以上を貯蔵し、取扱う場合は、都道府県・市町村の条例に定める貯蔵又は取扱いの基準に従う必要があります。又、指定数量以下であっても、貯蔵する場所や周辺は、同条例に準じて管理する必要があります。

硬質ウレタンフォームの発火点は何度ですか？

硬質ウレタンフォームの発火点は約 410℃です。

原液に火がついた場合どうすれば良いですか？

原液は火災時に有毒なガスが発生する場合がありますので、消火にあたっては必ず自給式呼吸用具を着用して下さい。消火器・消火剤としては、粉末(ABC)消火器・二酸化炭素・泡消火剤が初期消火として適当ですが、火炎が広がった時は多量の噴霧水による消火が有効です。

フォームに火がついた場合どうすればよいですか？

消火器、水及び防災シート等を用いて一気に鎮圧する事が大切です。この場合、発生する煙によって火点を見失わないように注意する必要があります。火が消えた後でも内部に火種が残っていることがありますので、直ちにフォームの溶融炭化状の部分除去することが必要です。

また、場合によっては短時間に急激な燃焼の起こることがまれにありますので、安全確保には十分注意して下さい。

難燃性硬質ウレタンフォームとはどのようなものですか？

難燃性硬質ウレタンフォームといわれるものは、その用途に応じた燃焼試験を行い、難燃性と判定されたフォームであることを意味しております。例えば、建築用断熱材としては準不燃材料、難燃材料の認定を受けた製品などがあり、難燃処理をしていない硬質ウレタンフォームと比べて火炎の伝播や発煙量を少なくする処理が施されております。

硬質ウレタンフォームの難燃性は JIS A 9511、9526、1321 などで規定された試験によって評価されますが、これらの試験は一定の条件下での材料の燃焼性の比較を目的としたものであり、必ずしも実際の火災時の危険性を反映したものではありません。

従って、これらの試験に合格したもの、あるいは準不燃・難燃材料の認定をうけている材料であっても火気に接すると燃焼しますので、他の一般的なプラスチック材料と同様に取扱いにおいては火気に対する注意は怠らないようにして下さい。

硬質ウレタンフォームの使用可能温度はどの位ですか？

一般的な硬質ウレタンフォームの使用可能温度は、 -70°C ～ 100°C 位ですが、原料の配合（イソシアヌレート等の導入や特殊ポリエステル等の導入等）や補強材（グラスネット等）を使用すること及び施工方法により、 -200°C ～ $+150^{\circ}\text{C}$ 位までの使用が可能となります。

火災_硬質ウレタンフォーム

硬質ウレタンフォームで「JIS A 1321 難燃 3 級」とか「H12 建告 No. 1 4 0 2 難燃 材料」というものがありますが、これらは認定を取得しているということですか。

必ずしも認定を取得しているとは限りません。例えば現場発泡の場合、認定は受けられません。

建設現場では製造条件が管理しにくいからです。つまり、現場発泡での「難燃 3 級適合」とか「H12 建告示難燃材料相当品」とは、厳密には「第三者としての試験機関がその試験体を試験した結果、当該規格・規準に適合した」という意味であり、認定取得ということではありません。しかし、現場発泡に関しては、建築業協会との取り決めで、難燃材料相当品や難燃 3 級相当品はピンク系に着色してフォームの難燃性能を区別しています。ラミネートボードや断熱パネルなどのいわゆる工場生産品については、製造上規定される管理項目を満たした製品の難燃性・耐火性などが確認されれば、JIS や建設省の認定を取得することは可能で、実際に取得しているウレタン系材料もあります。

難燃性を有する吹付け硬質ウレタンフォームとはどのようなものですか？

JIS A 1321 の難燃 3 級試験、発熱性試験（難燃材料試験）に所定の試験体で合格するものを「難燃性を有する吹付け硬質ウレタンフォーム」と称しています。この「難燃性を有する吹付け硬質ウレタンフォーム」は、フォームをピンク色に着色しています。

一般的に結露防止の現場吹付けには「難燃性を有する吹付け硬質ウレタンフォーム」が使用されていますが、火源によっては燃焼しますので火気厳禁等の留意が必要です。

参考までに難燃 3 級及び発熱性試験で使用する試験体の作成方法を以下に記載します。

<試験体作成方法>

試験体は工場で作成しますので、実現場の厚さ・形状とは異なります。

下地に厚さ 5 mm 以上のケイカル板等無機質系板材を使用し、実現場で使用する原液と同配合のものでフォームを吹付けます。

所定のサイズにカットし試験体とします。（フォームの厚さは 15～25 mm としています）

尚、「難燃性を有する吹付け硬質ウレタンフォーム」単体では、建築基準法における内装制限を受ける場所には使用出来ません。

硬質ウレタンフォームの火災事故例を紹介して下さい。

硬質ウレタンフォームの火災事故は、ウレタンフォーム施工中の火事ではなく、施工後に溶接溶断作業がおこなわれた場に発生しているのがほとんどです。止むを得ない事情で火気を扱う場合は、ウレタンフォームに火花が飛ばないように、不燃シートで覆ったり、フォームを切り取るなどの万全の防災対策を講じます。しかし、これらを怠ると火災を引き起こす原因となります。

代表的な火災事故例を以下に紹介します。

表 1.最近の代表的な火災事故例

時期	場所	燃焼箇所	原因	作業内容
2015.4	苫小牧市 (北海道)	壁、天井	溶接	きのご工場で、パイプ補修工事時中、溶断火花が室内（壁・天井）のウレタンに着火し出火。約 4,000 m ³ 焼失。4 名死亡。
2009.12	高知市 (高知)	壁、天井	溶接	マンション新築工事で 1 階溶接作業中に天井や壁に吹付けられた断熱材に引火した。1 名死亡。
2009.6	神戸市 (兵庫)	天井	設備からの出火	製粉工場で、フィルタータンクから出火し、そこから噴出した火炎により天井のサンドイッチパネルに充填されている断熱材に着火した。消防士 1 名死亡。
2008.8	青森市 (青森)	壁、天井	溶接	りんご貯蔵施設新築工事で、溶接作業中に、塗装材料に引火しその後壁の断熱材に着火し、11,000 m ³ 焼失した。
1999.2	五条市 (奈良)	壁	溶接	きのご工場兼事務所で、入り口扉を修理のため溶接中に壁の断熱材に燃え移り、400 m ³ 焼失。
1998.4	古川市 (宮城)	壁、天井	溶接	きのごセンター新築工事で、溶接作業、塗装、吹き付け作業を同時に行い溶接火花で出火。13,200 m ³ 焼失。1 名死亡 15 名負傷。
1998.3	国分寺 (東奈)	壁	溶接	冷凍倉庫エレベーター改修工事中、溶接火花がウレタンに着火し 950 m ³ 焼失した。
1997.5	横浜市 (神奈川)	壁、天井	溶接	パチンコ店新築工事で、溶接作業中に、壁の断熱材に着火し、500 m ³ 焼失した。

どのような火災事故が多いですか。

新築工事では、ウレタンフォームを施工した後にダクト、空調設備などの溶接溶断工事がおこなわれ、溶接の火でウレタンフォームが着火する例が多く見られます。特に天井裏のダクト工事の溶接溶断で、天井面に吹付けられたウレタンフォームに着火すると燃焼が早く、大事故となります。

一方、解体や改修工事では、ウレタンフォームが施工されているのが確認されず、溶接溶断工事がおこなわれて火災となるケースがほとんどです。特に倉庫などの扉を修理する際に溶接溶断工事がおこなわれ、作業員から見えないうしろの壁のウレタンフォームに着火しても気付かれず、火災になる場合があります。

溶接溶断の火花がウレタンフォームに着火するのは、どのような場合ですか。

溶接火花のもつエネルギーは非常に大きいため、これがウレタンフォームに接触すると着火します。溶接火花との接触によりある特定の部分が集中して加熱されると可燃性ガスが発生して、このガスに引火していく場合もあります。また、溶断した塊が落下してウレタンフォームの中に突き刺さって着火する場合もあります。

止むを得ない事情で火気を扱う場合には、ウレタンフォームに火花が飛ばないように不燃シートで覆ったり、フォームを切り取るなどの万全の防火対策を講じます。

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。ウレタンフォームでの火災の場合にも起こるのですか。

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。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。

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。

火炎が天井面に到達すると燃焼拡大が速いのはどうしてですか。

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速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、ウレタンフォーム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。

硬質ウレタンフォームの発火点、引火点、酸素指数はどれくらいですか。

可燃物の燃焼特性値には、発火点、引火点、酸素指数があります。各種材料のデータを以下に示します。

表 1. 着火性

項目	引火点 (°C) ¹⁾	発火点 (°C) ¹⁾	酸素指数 (%) ²⁾
木材	260	450	22-23 ^a
ポリエチレン	340	350	17 ^b
ポリスチレンフォーム	370	495	18 ^b
ポリウレタンフォーム	310	415	20~21^a

これらのデータによれば、硬質ウレタンフォームを含めプラスチック材料は、木材と比較して発火点や引火点が低い方ではありません。

ウレタンフォーム製品は自然発火しますか。

ウレタンフォーム製品は自然発火しません。

また、ウレタンフォームは、ポリオール成分とイソシアネート成分の2液を混合することで作られますが、通常の発泡条件では、自然発火することはありません。しかし、発泡過程で発熱しますので、過剰量のフォームを発泡した場合に自然発火することがありました。従って、ウレタンフォームブロックの蓄熱を避けるため、施工マニュアルにしたがって、必要以上に大きなフォームの塊を作ることは避ける必要があります。

硬質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。

材料の燃え易さの判断基準は、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。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ようになってきました。そこで両方のデータの比較文献を表に示します。

表1. 試験材料正¹⁾

記号	材 料 名	板厚 mm
PW3.0	普通合板	3.0
PW5.5	普通合板	5.5
G・B	石膏ボード	9.0
D・B	ボール紙	0.7
A・B	メタアクリル板	4.0
RF-A	汎用硬質ポリウレタンフォーム	25.0
RF-B	添加型難燃剤入りポリウレタンフォーム	25.0
RF-C	反応型難燃剤入りポリウレタンフォーム	25.0
PIF-B	添加型難燃剤入りポリイソシアヌレートフォーム	25.0

表2. 試験結果¹⁾

材料名	炉内温度 (°C)	燃焼量 (g)	燃焼速度 (g/s.cm ²)	煙濃度 (m ³)	COmax (%)	CO ₂ max (%)	- O ₂ (%)	発熱速度 (W/cm ²)
PW3.0	600	12.3	1.39×10 ³	9.82	0.95	7.99	7.90	22.1
	800	12.3	1.89 "	5.78	1.32	8.44	9.76	27.8
PW5.0	600	25.2	1.66 "	11.00	0.37	6.23	6.07	11.8
	800	26.7	2.02 "	6.41	0.29	7.02	6.58	17.9
G・B	600	13.2	-	1.43	0.14	0.55	0.44	0.4
	800	17.2	-	0.99	0.18	0.53	0.54	0.6
D・B	600	5.3	-	1.44	0.73	6.14	5.62	13.6
	800	4.7	-	1.90	0.45	6.92	5.79	14.3
A・B	600	63.9	2.71 "	13.66	0.44	9.75	10.11	33.0
	800	64.5	4.34 "	16.05	0.57	10.00<	16.88	60.0
RF-A	600	8.4	1.11 "	20.39	0.92	7.50	6.50	19.9
	800	8.1	1.20 "	10.89	0.54	5.31	5.37	14.0
RF-B	600	8.0	-	21.63	0.88	6.50	5.30	11.5
	800	7.6	1.11 "	19.31	0.59	3.89	3.63	9.7
RF-C	600	6.8	-	23.92	0.95	6.21	5.10	10.9
	800	7.5	1.46 "	23.66	0.66	3.98	4.00	11.1
PIF-B	600	7.0	-	19.65	0.41	4.92	3.71	8.1
	800	8.1	1.06 "	22.71	0.47	4.56	4.33	11.1

この結果では、質量減少や発熱量(表2.の燃焼速度 g/s.cm²、及び発熱速度 W/cm²)の点で硬質ウレタンフォームは燃焼速度が他材料に比べて速い方ではありません。

一方で、発泡プラスチックは表面積が大きい、断熱性能が良くて熱を拡散させない、などの理由で、かなり容易に燃えるという一般的性質を持っています。ウレタンフォームも着火すると炎が急速に広がるおそれがありますので、裸のフォームに関しては、着火防止と消火対策の十分な対応が必要です。

プラスチック材料は発煙量が多いと聞きますが、ウレタンフォームはどうですか。

発煙性は温度や空気の供給量など燃焼状況によって異なりますが、他のフォームに比べて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。

各種材料の発煙性を比較したデータを表 1-2.に示します。

材 料	発煙係数(m ³ /kg)* ¹
ビーズスチレンフォーム (密度：16kg/m ³)	1292
押出しスチレンフォーム (密度：32kg/m ³)	1374
硬質ウレタンフォーム#1(スプレー) (密度：38.4kg/m ³)	1312
硬質ウレタンフォーム#3(パネル) (密度：41.6kg/m ³)	403
汎用ウレタンスプレーフォーム (密度：51.2kg/m ³)	683
イソシアヌレートフォームボード (密度：25.6kg/m ³)	264
フェノールフォーム (密度：41.6kg/m ³)	72

*1.発煙係数:材料の熱分解単位重量当たりの発煙量*²

表2. 各種試験による発煙性

材料	発煙速度	煙濃度* ³	煙濃度* ⁴
	V/L(1nI ₀ /I) ² (m ² /min)	OD/m ³ (1/m)	Dm ⁴ (-)
スチレンフォーム	340	Max. 18.7	Max. 780
ウレタンフォーム	200	// 15.7	// 45

表 2. 試験結果¹⁾

材料名	炉内温度 (°C)	燃焼量 (g)	燃焼速度 (g/s.cm ²)	煙濃度 (m ⁴)	COmax (%)	CO ₂ max (%)	- O ₂ (%)	発熱速度 (W/cm ²)
PW3.0	600	12.3	1.39×10 ³	9.82	0.95	7.99	7.90	22.1
	800	12.3	1.89 "	5.78	1.32	8.44	9.76	27.8
PW5.0	600	25.2	1.66 "	11.00	0.37	6.23	6.07	11.8
	800	26.7	2.02 "	6.41	0.29	7.02	6.58	17.9
G・B	600	13.2	-	1.43	0.14	0.55	0.44	0.4
	800	17.2	-	0.99	0.18	0.53	0.54	0.6
D・B	600	5.3	-	1.44	0.73	6.14	5.62	13.6
	800	4.7	-	1.90	0.45	6.92	5.79	14.3
A・B	600	63.9	2.71 "	13.66	0.44	9.75	10.11	33.0
	800	64.5	4.34 "	16.05	0.57	10.00<	16.88	60.0
RF-A	600	8.4	1.11 "	20.39	0.92	7.50	6.50	19.9
	800	8.1	1.20 "	10.89	0.54	5.31	5.37	14.0
RF-B	600	8.0	-	21.63	0.88	6.50	5.30	11.5
	800	7.6	1.11 "	19.31	0.59	3.89	3.63	9.7
RF-C	600	6.8	-	23.92	0.95	6.21	5.10	10.9
	800	7.5	1.46 "	23.66	0.66	3.98	4.00	11.1
PIF-B	600	7.0	-	19.65	0.41	4.92	3.71	8.1
	800	8.1	1.06 "	22.71	0.47	4.56	4.33	11.1

この結果では、質量減少や発熱量(表 2.の燃焼速度 g/s.cm²、及び発熱速度 W/cm²)の点で硬質ウレタンフォームは燃焼速度が他材料に比べて速い方ではありません。

一方で、発泡プラスチックは表面積が大きい、断熱性能が良くて熱を拡散させない、などの理由で、かなり容易に燃えるという一般的性質を持っています。ウレタンフォームも着火すると炎が急速に広がるおそれがありますので、裸のフォームに関しては、着火防止と消火対策の十分な対応が必要です。

硬質ウレタンフォームと一般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。

建材として使われているプラスチックフォームには 2 種類あって、一つはポリエチレンフォームやポリスチレンフォームのような熱によって溶融する熱可塑性樹脂ともう一つはウレタンフォーム、イソシアヌレートフォーム、あるいはフェノールフォームのように熱によって溶融しない熱硬化性樹脂があります。

材料の燃えやすさを発熱速度や総発熱量で見る傾向にあるので、その材料比較データを表 1.に示します。これらの材料は燃焼性状が異なるために一概に燃えやすさの判断はできません。

表1.コーンカロリメータ試験による発熱速度・発熱量¹⁾

材 料 (厚さ:50mm)	ピーク発熱速度 (kW/m ²)* ¹	総発熱量 (MJ/m ²)
ビーズスチレンフォーム* ² (密度:16kg/m ³)	1280	22.1
ビーズスチレンフォーム* ² (密度:32kg/m ³)	1590	47.3
押出しスチレンフォーム* ² (密度:32kg/m ³)	1350	33.5
硬質ウレタンフォーム#1(スプレー) (密度:38.4kg/m ³)	331	21.9
硬質ウレタンフォーム#3(パネル) (密度:41.6kg/m ³)	147	13.9
汎用ウレタンスプレーフォーム (密度:51.2kg/m ³)	361	55.0
イソシアヌレートフォームボード (密度:25.6kg/m ³)	79	4.7
フェノールフォーム (密度:41.6kg/m ³)	111	36

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。

建物火災は一般的に図 1,に示されるように、出火→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。

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 1) 火災時の室内の温度、濃度の変化フラッシュオーバー

