

溶接火花受けクロス

TOMBO™ No.8300-S「耐火クロスS」

TOMBO™ No.8300-SW「耐火クロスSW」

工業製品事業本部 省エネ製品技術開発部 技術企画課

1. はじめに

工場や工事現場において火災を発生させると、そこに従事している従業員や作業員の死傷、消火活動や煙により近隣やその地域の方々に多大な迷惑をかけることとなります。また、工場設備の稼働停止によりサプライチェーンの一端を担う部品の供給停止など、社会へ大きな影響を及ぼす事例があることは、報道でたびたび取り上げられているとおりです。

総務省の統計によると2019年の鉄鋼や化学工場、倉庫などを含む危険物施設の数には2009年比で2割強減っているにもかかわらず、同施設での火災事故発生件数は218件と、2009年比3割強増えています¹⁾。

また、東京消防庁によると、東京消防庁管内の工事現場で毎年約100～200件発生している火災の出火原因の第1位が「溶接・溶断作業関係」で全体の過半数を占めています²⁾。したがって工場や工事現場での火災防止においては溶接・溶断作業時の防火対策が重要です。

表1に東京都の火災予防条例の一部を示します。各自治体の火災予防条例では溶接作業等においては不燃材料等によって火災発生防止対策を行うよう明記されています。

自然災害とは異なり、火災は予防措置や対策をしっかりと講じることで、発生頻度や損害の大きさある程度抑制することが可能です。火災によって工場の操業が停止し、取引先へも甚大な影響を及ぼした場合には、火災の予防措置や対策の

表1 火災予防条例（昭和37年東京都条例第65号）

<p>(溶接作業等)</p> <p>第28条溶接作業、溶断作業、グラインダーによる研磨作業、トーチランプによる加熱作業、アスファルト溶解作業、びょう打ち作業その他の火花を発生し、又は発炎を伴う作業を行う場合は、消火の準備を行うとともに、火花の飛散、落下又は接炎等による火災の発生を防止するため、次に掲げる措置を講じなければならない。</p> <p>(1) 湿砂の散布、散水、不燃材料による遮熱又は難燃性を有するシートによる遮へい</p> <p>(2) 可燃性物品の除去</p> <p>(3) 作業中の監視および作業後の点検</p> <p>(4) 前3号に掲げるもののほか、火災予防上有効と認められる措置</p>

不備などの責任を強く追及される可能性が非常に高いと考えます。

しかしながら、実際には、対策の不備により周辺機器等に引火するケースや、耐熱性が不足している養生シートを使用してしまったためにそこから発火が起きるケースも多々発生しています。

本稿では、溶接・溶断作業時に火花（スパッタやノロなど）が発生する厳しい条件下において、現場や周辺機器の保護等にご使用いただけるTOMBO™ No.8300「耐火クロス」（以下、耐火クロス）をご紹介します。

2. 製品の仕様、特長

「耐火クロス」は耐熱性に優れた無機繊維で構成された薄手クロスです。無機繊維のみで構成された耐火クロスS（図1）と、片面に特殊樹脂加工を施した耐火クロスSWの2種類があります。基材である無機繊維は無機物を含まないため、耐



図1 耐火クロスSの外観

火クロスSは、溶接・溶断作業時の火花で煙や臭いをほとんど発生しません。耐火クロスSWは特殊樹脂加工により火花を弾き、耐火クロスSよりも無機繊維特有の皮膚への刺激を低減した製品です。「耐火クロス」の製品仕様を表2、表面写真と断面模式図を図2に示します。

また耐火クロスは以下の特長を有しています。

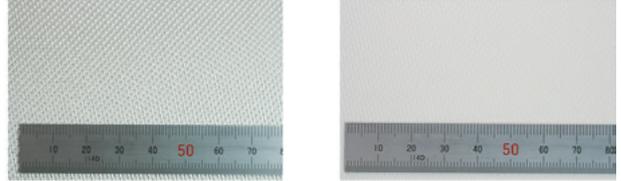
- 耐熔融金属性が良好で、火花によって発火しない。
- 外観が白色なので使用時にホコリや油等の発火に繋がる異物の付着を検知しやすい。
- 軽量で加工性に優れる。
- 耐火クロスSWはコーティング面が平滑なため、テープによる貼付け、貼り合わせが可能。
- 縫製加工品も対応可能。

(形状や寸法はご要望に合わせて個別に対応させていただきます)

表2 「耐火クロス」の製品仕様

種類		厚さ [mm]	幅 [mm]	長さ [m]	質量 [g/m ²]
耐火クロス	S	0.65	810	25	625
	SW	0.70	810	25	670

表面写真



断面模式図



耐火クロスS

耐火クロスSW

図2 「耐火クロス」の表面写真と断面模式図

3. 難燃性および不燃性の性能

JIS A 1323-1995「建築工用シート」の溶接および溶断火花に対する難燃性試験方法」の最も厳しいA種試験^{注1}において火花発生用鋼板の溶断時に発生する火花に対し、発炎および防火上有害な貫通孔のないことを確認しています(試験装置は図3、試験結果は表3参照)。

注1：試験条件が厳しい順にA～C種の3種類があり、使用する鋼板の厚さや切断速度等が異なります。

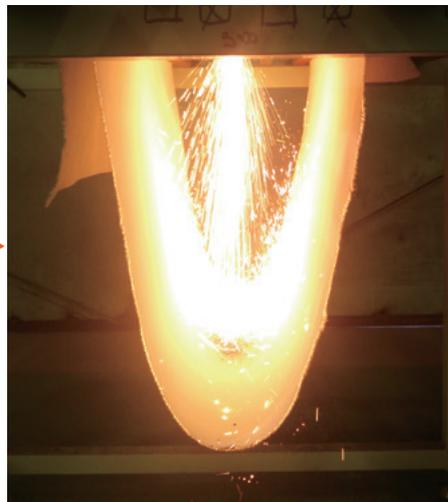
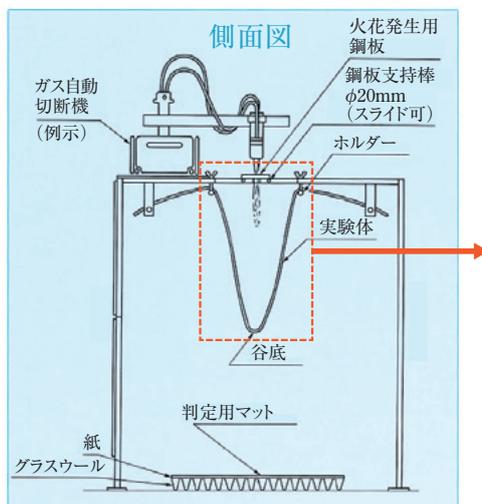


図3 JIS A 1323-1995「建築工用シート」の溶接および溶断火花に対する難燃性試験方法」付図1の試験装置と試験の様子

表3 JIS A 1323-1995「建築工事用シートの溶接および溶断火花に対する難燃性試験方法」A種試験結果^{注3}

試験体	試験体からの発炎有無			防火上有害な貫通孔の有無		
	試験体番号1	試験体番号2	試験体番号3	試験体番号1	試験体番号2	試験体番号3
耐火クロスS	なし	なし	なし	なし	なし	なし
耐火クロスSW	クロス面	なし	なし	なし	なし	なし
	樹脂面	なし	なし	なし	なし	なし

(測定機関：一般財団法人建材試験センター)

試験体	耐火クロスS	耐火クロスSW	〈参考〉 市販品のカーボクロス (耐炎繊維+シリコーン樹脂)
酸素指数	99.95以上	99.95以上	54.1
試験後外観			

図4 JIS K 7201-2「プラスチック-酸素指数による燃焼性の試験方法-第2部：室温による試験」(ISO4589-2準拠) 試験結果^{注3}

(測定機関：一般社団法人電線総合技術センター)

表4 建築基準法第2条第9号に基づく性能評価試験
(ISO5660-1に準拠) 試験条件

項目	規定値	実測値
試料調製	温度23±2℃, 湿度50±5% 質量変化0.1g未満	温度23℃, 湿度50% 7日後 質量変化0.1g未満
輻射量 (kW/m ²)	50 ± 1	50
排気流量 (m ³ /s)	0.024 ± 0.002	0.024
試料照射面積 (m ²)	0.0088 ± 0.0001	0.0088
試料厚 (mm)	< 50	0.73 ~ 0.79
試験回数	3	1
試験時間 (min)	20	20
試験室温度 (℃)	15 ~ 30	22
試験室湿度 (%)	20 ~ 80	28

JIS K 7201-2「プラスチック-酸素指数による燃焼性の試験方法-第2部：室温による試験」(ISO4589-2準拠)において、酸素指数LOI^{注2}が一般的な炭素繊維系の材料が30～60であるのに対して、「耐火クロス」は99.95以上と良好な結果で

あることを確認しています(試験結果は図4参照)。

注2：Limiting Oxygen Index：所定の条件下において、材料が燃焼を持続するために必要な最低酸素濃度の数値 (O₂ vol.%)。この値が高いほど難燃性が高い。

建築基準法第2条第9号に基づく不燃材料の認定要件となっている性能評価試験 (ISO5660-1に準拠) と同等の評価において、試験回数1回の結果で参考値ですが、判定基準を満たす試験結果を有しています (試験条件は表4, 試験結果は図5)。

4. 溶接・溶断作業における問題点

多くの溶接・溶断作業の現場においては、火気養生の際に炭素繊維 (または炭化繊維) を主原料とするカーボンシートが広く使用されています。カーボンシートはJIS A 1323-1995の試験未実施のものからA種合格品までさまざまですが、ノロ等が集中して高温になると発火や大きな穴が開く懸念があります。

カーボンシートの基材となる炭素繊維について

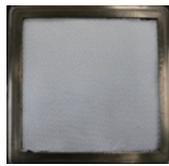
項目	判定基準 (不燃材料：試験時間 20分)	耐火クロスS	耐火クロスSW	
			クロス面	樹脂面
総発熱量 (MJ/m ²)	8以下	0.40	0.32	0.58
発熱速度が200kW/m ² を継続して 超えた時間 (sec)	10未満	0	0	0
試験後に裏面に至る 亀裂・穴の有無	無	無	無	無
外観	試験前			
	試験後			

図5 建築基準法第2条第9号に基づく性能評価試験 (ISO5660-1に準拠) 試験結果^{※3}

(測定機関：一般社団法人電線総合技術センター)

は熱処理温度の低い汎用タイプの場合、150℃以上の空気中でゆっくり酸化し、蓄熱し赤熱状態になることがあります。また炭素繊維の主成分は炭素で可燃性であり、自燃性はないものの、燃料とともに400℃以上の高温で徐々に燃える（酸化する）という点において注意が必要です³⁾。このことから現場では散水・含水させながら使用するのが一般的です。

実際に川崎市が発行している事故事例集においてもカーボンシート使用時の火災や発煙の事例が2件掲載されています。原因となった当時の火気管理の状況等に関しては以下のような内容⁴⁾であり、現場における管理徹底の難しさを物語っています。

- ・乾いた状態で使用されていた
- ・溶断時に発生したノロをカーボンフェルトシートで受けた時に赤熱し、かつ赤熱状態が保持されたまま、収納ボックス（メッシュパレット）に収められた
- ・養生に使用したカーボンクロスは新品ではなく（中略）金属粉が付着していたものと考えられる。さらにこれを畳んでいたことで、より蓄熱し易い条件が揃っていた

これらの事例では「蓄熱しないように使用する」

「湿潤させて使用する」といったことが関連知識としてあげられています。クロス・シートの使用基準の例としてはJIS A 1323-1995におけるA～C種の指定が第一にあげられますが、前述のとおり材質によっては条件が揃うと発火することから、これに加えて散水の励行などの安全性が高い管理基準を設けることが推奨されます。

5. 耐火クロスSとカーボンクロスとの性能比較

実際の作業現場にて耐火クロスSと市販品のカーボンクロスの性能比較試験を行いました。試験条件を表5、試験結果を図6に示します。より

表5 実作業現場での耐火クロスSと市販品のカーボンクロスとの性能比較条件

試験方法	鋼板溶断時に発生する火花をクロスに当てて、発火の有無や外観の変化を確認する。
試験体	耐火クロスS カーボンクロス（酸素指数LOI：50～60）
鋼板の厚さ	9mm（JIS A 1323-1995 A種試験同等）
鋼板-クロス間の距離	100mm（JIS A 1323-1995 A種試験の1/4）
その他	散水や含水はなし

		耐火クロスS	カーボンクロス
外観	試験中の様子		
	試験後のクロス		
結果		約200mm程度鋼板を溶断しても発火は起きなかった。穴は開いたが、小さい。	溶断開始直後に大きく発火したため試験を中止。大きく穴が開いた。

図6 実作業現場での耐火クロスSと市販品のカーボンクロスとの性能比較結果^{注3}

過酷な使用条件下での性能を確認するために、鋼板－クロス間の距離はJIS A 1323-1995 よりも小さくし、散水や含水はなしで試験しました。カーボンクロスは試験開始直後に大きく発火（その後すぐに中止）したのに対して、耐火クロスSは溶断終了しても発火はなく、穴は開いたもののカーボンクロスよりも軽微でした。

6. おわりに

最近では熟練作業者が減少傾向であることに加えて、今後も労働者の人口が減少する見込みであることから、災害防止に当たっては指針や基準等のルール作成によって誰でも間違いなく適切な部材の選定や運用ができる状態が望ましいと考えます。

耐火材・断熱材メーカーのパイオニアとして当社の知見を活かした「耐火クロス」によって、お客様の火気作業における火災リスクの低減およ

び安全操業に寄与できると考えております。

また、今後ともお客様のニーズに対応した製品の開発・改良に努める所存ですので、皆さまの忌憚ないご意見、ご要望をお聞かせいただければ幸いです。

本製品に関するお問い合わせは、工業製品事業本部 省エネ製品技術開発部までお願いします。

注3：試験結果は一例であり、すべての製品が同様の試験結果となることを保証するものではありません。

参考文献

- 1) 令和元年中の危険物に係る事故の概要, 消防庁危険物保安室, 令和2年5月.
- 2) 工事中の防火管理, 東京消防庁ホームページ (最終閲覧日: 2021年3月16日).
- 3) 炭素繊維の安全な取り扱い, 炭素繊維協会ホームページ (最終閲覧日: 2021年3月16日).
- 4) 危険物等事故事例から学ぶ教育資料 第二章 事故事例集68事例, 川崎市ホームページ (最終閲覧日: 2021年3月16日).

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。