

Nomex[®] 818

技術データシート

Nomex[®] 818 は、高電圧のモーター素線絶縁およびコイル絶縁、変圧器の対地絶縁および層間絶縁等の用途に設計された絶縁材料です。この製品は、カレンダー加工され高密度化された製品で、シートそのものの絶縁破壊電圧（700 V/mil～1,000 V/mil [30 kV/mm～40 kV/mm]）も高いですが、ワニスを含浸しての使用にも適しています。Nomex[®] 818 は 0.08 mm～0.25 mm (3 mil～10 mil) の 5 種類の厚さを用意しています。アラミド原材料とマイカ（雲母）を混抄し、カレンダー加工で高密度化することにより、コロナ放電を受けた場合の電圧耐久性が Nomex[®] 410 よりも格段に向上しています。

Nomex[®] 818 は、以前は Nomex[®] 418 というタイプ名で販売されておりましたが、デュポン社のリブランドにより、高電圧絶縁用に設計された製品には現在 800 番台のタイプ名を付与し

て販売しております。製品そのものは、以前の 418 から変更されておられません。また、以前 Nomex[®] 419 として販売されていた、カレンダー加工を行っていない製品は、販売を終了させて頂きました。800 番台のマイカ（雲母）含有製品には、Nomex[®] 864 という新しい製品もあります。この製品は、他のシートまたはフィルムとの貼り合せを目的に製造販売する製品で、貼り合せ後のシートの特性は材料の組み合わせによって異なります。このため、Nomex[®] 864 個別の機械特性および電気特性は、ここでは紹介しておりません。

電気特性

Nomex[®] 818 の標準的電気特性を表 1 に示します。表 1 の絶縁破壊電圧（AC 直昇圧）試験は、周波数 60 Hz で 10～20 秒の間に絶縁破壊を起こす条件で電圧ストレスを上昇さ

せた結果を示すものです。これらの値は長期絶縁耐力を示すものではありません。デュポン社では、部分放電のリスクを最小限に抑えるために、変圧器の場合 Nomex[®] 818 に対する連続的な電圧ストレスが 80 V/mil (3.2 kV/mm) を超えないように設計することを推奨しています。表 1 の全波インパルス絶縁破壊電圧データは、層間絶縁およびバリヤー等の用途を模した平板サンプルで測定したものです。システムの形状が実際の材料のインパルス耐力値に影響を与えます。

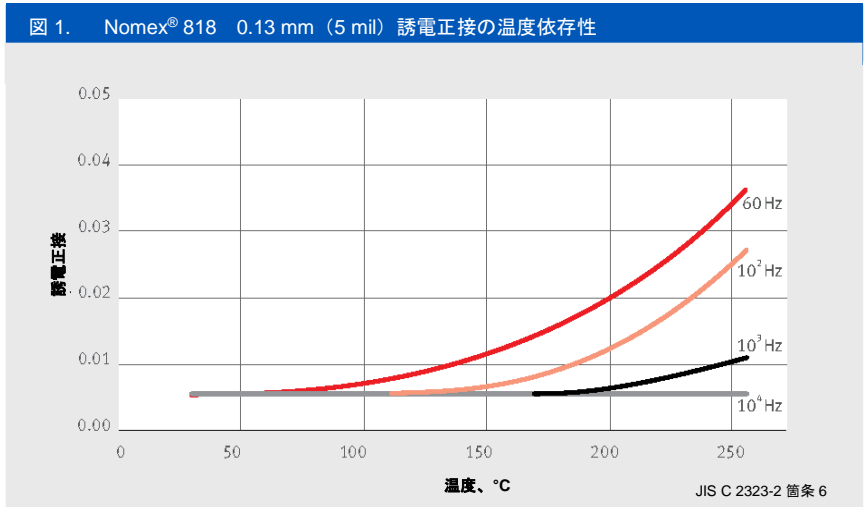
ここに掲載された絶縁破壊電圧は標準値であり、機器設計目的での使用は推奨されません。機器設計に使用するための仕様書については、別途弊社までお問合せ下さい。

表 1. Nomex[®] 818 の標準的電気特性

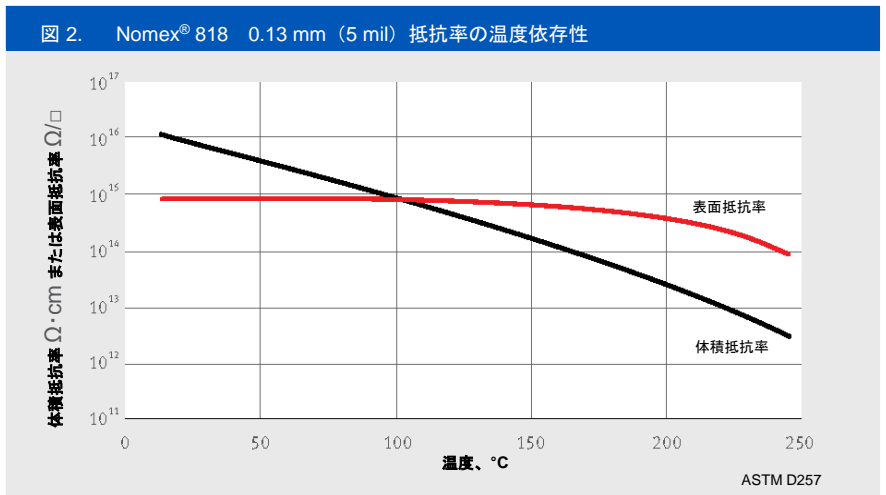
特性	公称厚さ、mm (mil)					試験方法および箇条
	0.08 (3)	0.13 (5)	0.15 (6)	0.20 (8)	0.25 (10)	
絶縁破壊電圧 AC 直昇圧						
V/mil	710	890	990	1000	990	JIS C 2323-2 箇条 10
kV/mm	28.1	35.0	39.0	39.3	39.0	
全波インパルス						
V/mil	1600	1600	1600	1600	1700	ASTM D3426
kV/mm	63	63	63	63	67	
誘電率(60 Hz)						
50% RH	2.9	3.6	5.0	4.0	4.1	JIS C 2323-2 箇条 6
Dry ¹	2.3	2.5	3.0	2.5	2.5	
誘電正接 (x 10 ⁻³) (60 Hz)						
50% RH	130	120	180	140	140	JIS C 2323-2 箇条 6
Dry ¹	6	6	5	6	6	
体積抵抗率 Ω·cm						
50% RH	10 ¹³	10 ¹³	10 ¹³	10 ¹³	10 ¹³	ASTM D257
Dry ¹	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁵	10 ¹⁶	10 ¹⁶	
表面抵抗率 Ω/□						
50% RH	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	ASTM D257
Dry ¹	10 ¹⁴	10 ¹⁵	10 ¹⁴	10 ¹⁵	10 ¹⁵	

1. 120°C で 1 時間乾燥した後、23°C で測定した値

Nomex® 410 技術データシート（別紙）の図 1 に Nomex® 410 紙の絶縁破壊電圧および誘電率の温度依存性を示していますが、Nomex® 818 はアラミド原材料に 50% のマイカ（雲母）で構成されているため、温度に対する安定性がさらに増しています。Nomex® 818 紙の誘電率は 23°C~250°C の範囲で基本的に変わりません。乾燥した Nomex® 818 0.13 mm (5 mil) の誘電正接に対する温度と周波数の影響を図 1 に示します。

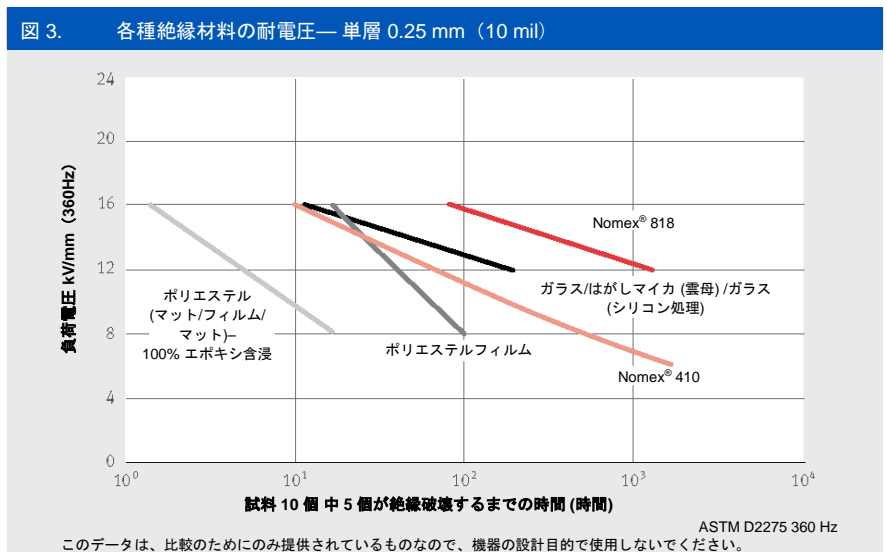


乾燥した Nomex® 818 0.13 mm (5 mil) の表面および体積抵抗率を、温度との関数として図 2 に示します。その他の厚さの製品でも、温度依存性は非常によく似ています。



他の有機絶縁材料と同じように、Nomex® 紙はコロナ放電により徐々に劣化します。ただし、Nomex® 818 は無機絶縁材料と同等の耐電圧（コロナ放電による絶縁破壊が起こるまでの電氣的耐久性）を維持出来るように設計され、図 3 に示すように他の有機材料に比べて大幅に優れています。

これらのデータは、360 Hz 周波数での加速試験の結果です。50~60 Hz において絶縁破壊に至る時間は、360Hz の約 6~7 倍と見積もられます。優れた耐コロナ性が評価され、Nomex® 818 は長年にわたり、13.6 kV クラスまでの AC モーターのステーターコイル絶縁に使用されてきました。



機械特性

Nomex® 818 の標準的機械特性を表 II に示します。図 4 に示すように、Nomex® 818 は 250°C の高温環境下においても室温と比べ少なくとも 50% の引張強さと破断時伸び率を保持しています。

水は Nomex® 818 の可塑剤の役目を果たします。Nomex® 818 を水に浸漬あるいは水を吸収させることにより、引張強さを表 II に示された標準値の 30~50% まで下げることが出来る一方で、さらに破断時伸び率を約 3 倍向上させて、紙をより柔らかく、なじみ易く出来ます。複合マイカ・テープを水とアルコールの混合液に

浸して、モーターのコイル巻付け作業性を向上させる方法等が知られていますが、Nomex® 818 でもこうした効果を利用することが出来ます。Nomex® 818 の吸水は可逆性で、吸収された水分は通常の乾燥または加熱により簡単に除去出来ます。紙の特性も、乾燥後には標準値に復元します。

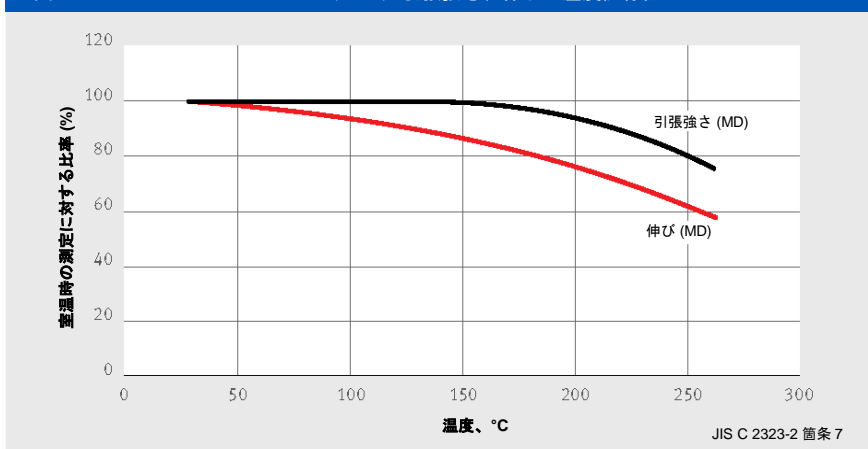
表 II. Nomex® 818 の標準的機械特性

特性	公称厚さ、mm (mil)					試験方法および箇条
	0.08 (3)	0.13 (5)	0.15 (6)	0.20 (8)	0.25 (10)	
標準厚さ						
mm	0.08	0.13	0.15	0.21	0.27	JIS C 2323-2 箇条 4
mil	3.1	5.2	6.0	8.3	10.6	
坪量(g/m ²)	89.2	148.4	179.5	240	298	JIS C 2323-2 箇条 5
密度(g/cm ³)	1.13	1.13	1.18	1.15	1.12	JIS C 2323-2 箇条 5
引張強さ(N/cm)						
MD	31	52	67	91	111	JIS C 2323-2 箇条 7
XD	22	38	48	65	78	
伸び(%)						
MD	2.9	3.0	3.6	3.7	3.8	JIS C 2323-2 箇条 7
XD	3.0	3.4	3.7	3.7	3.8	
エルメンドルフ引裂強さ(N)						
MD	1.1	2.0	2.6	3.6	4.9	JIS C 2323-2 8.3
XD	1.6	2.9	3.9	5.2	6.7	
端部引裂強さ(N)						
MD	9	16	20	28	34	JIS C 2323-2 8.4 ¹
XD	6	10	14	19	24	
熱収縮率(%) (300°C)						
MD	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	JIS C 2323-2 箇条 9
XD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	JIS C 2323-3-4 (温度の規定)

MD = 材料のタテ方向; XD = 材料のヨコ方向

1. 端部引裂強さで示したデータは、JIS C 2323-2 8.4 (JIS K 7128-3) による試験片の方向で定義されています。引裂き方向は試験片の向きに対して 90° であるため、タテ方向でより高いデータが得られた材料の場合、実際には材料のヨコ方向の引裂きに対してより強いと言うことが出来ます。

図 4. Nomex® 818 0.13 mm (5 mil) 引張強さ、伸びの温度依存性



温度特性

Nomex[®] の熱劣化挙動のアレニウスプロットの例を Nomex[®] 410 技術データシート（別紙）の図 7 と 8 で示します。Nomex[®] 818 も 410 と同様の熱的耐久性を示すため、耐熱クラスは 220°C と認定されています。

Nomex[®] 818 0.25 mm (10 mil) の熱伝導率を、図 5 に温度との関数で示します。全体的な絶縁材料の組み合わせにより電気機器としての放熱挙動が決まりますので、個別の薄様絶縁材料のデータを適用する場合は注意が必要です。たとえば、同じ熱伝導率の 2 枚のシートでも、剛性や巻きテンション（絶縁層の隙間に影響を与えます）が異なる場合、あるいはワニスの含浸状態が異なる場合、コイルからの放熱挙動がまったく異なる結果となることもあります。

化学的安定性

Nomex[®] 紙とプレスボードの、事実上あらゆる種類の絶縁ワニスや接着剤（ポリイミド、シリコン、エポキシ、ポリエステル、アクリル、フェノール、合成ゴムなど）あるいはその他の絶縁材料との化学的親和性は、UL 認定絶縁システムおよび長年にわたる使用実績によって証明されています。Nomex[®] 818 も、既にこれら絶縁システムに包含されています。また、Nomex[®] 紙とプレスボードは、密閉系で使用される変圧器の絶縁油（鉱物油、シリコン油およびその他合成油）、潤滑油および冷媒に対しても化学的安定性を有します。

Nomex[®] 818 0.13 mm (5 mil) の限界酸素指数 (Limiting Oxygen Index = LOI) は室温で 63%、220°C でも 52% あります。厚い製品になるほど、LOI は少し上昇します。LOI が 20.8% 以上の材料は、大気中で自己消火性を有しています。図 6 の外挿直線が示すように、Nomex[®] 818 の LOI が可燃性閾値以下に低下するのは、700°C 以上に加熱された場合のみです。

図 5. Nomex[®] 818 0.25 mm (10 mil) の熱伝導率

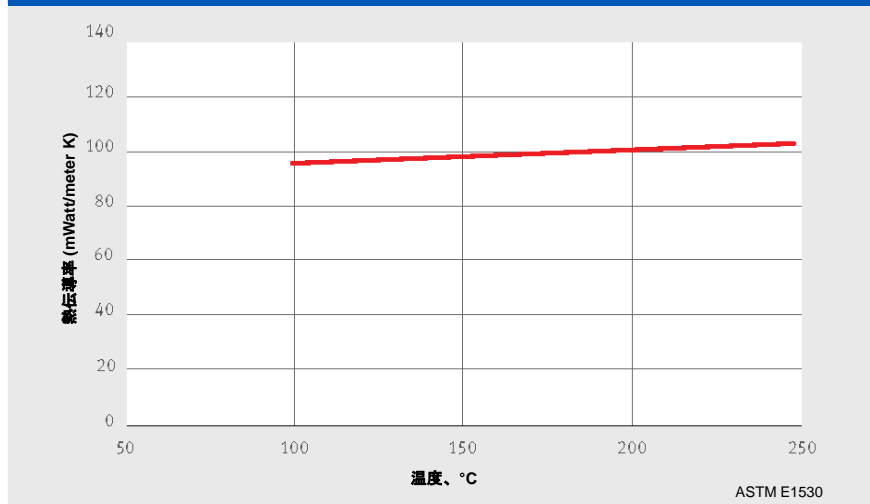
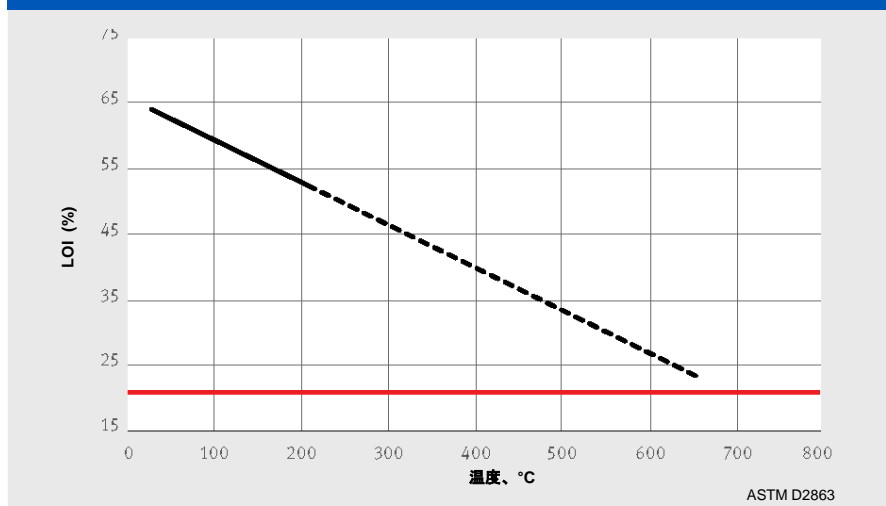


図 6. Nomex[®] 818 0.13 mm (5 mil) の限界酸素指数 (LOI)



耐放射線性

64 Mgy (6400 メガラド) の 2 MeV ベータ線照射後の、Nomex® 818 の機械および電気特性への影響を表 III に示します。(これと比較して、同じ厚さのポリエステルフィルムと

100%エポキシ含浸のポリエステル不織布の貼り合せ製品 (DMD) では、8 Mgy (800 メガラド) のベータ線照射後に粉砕してしまいます。)ガンマ線への曝露でも、同様の結果が得

られます。

この優れた耐放射線性も、熱的耐久性同様 Nomex® 紙の基本的な化学的安定性を示す、一つの指標となります。

表 III. Nomex® 818 0.25 mm (10 mil) の 2 MeV 電子 (ベータ線) 照射後の特性

特性	照射線量, Mgy								ベータ線照射後の試験方法および箇条
	0	1	2	4	8	16	32	64	
引張強さの残存率%									
MD	100	96	100	100	100	100	87	88	JIS C 2323-2 箇条 7
XD	100	99	100	91	93	90	96	78	
伸びの残存率 %									
MD	100	100	100	91	64	46	46	27	JIS C 2323-2 箇条 7
XD	100	86	93	79	64	43	50	21	
絶縁破壊電圧									
V/mil	1370	1370	1400	1370	1220	1350	1420	1320	JIS C 2323-2 箇条 10 ¹
kV/mm	54	54	55	54	48	53	56	52	
誘電率									
60 Hz	3.9	3.6	3.8	3.9	3.5	3.4	2.5	2.9	JIS C 2323-2 箇条 6
1 Hz	3.3	3.0	3.3	3.4	3.1	3.0	2.3	2.7	
10 Hz	2.9	2.7	2.9	3.0	2.7	2.7	2.1	2.6	
誘電正接 (x 10 ⁻³)									
60 Hz	103	94	79	93	87	95	67	48	JIS C 2323-2 箇条 6
1 Hz	96	93	82	91	82	83	53	40	
10 Hz	76	81	75	85	76	73	40	31	

MD = 材料のタテ方向; XD = 材料のヨコ方向
1. 6.4mm (1/4 インチ) 電極を使用。

UL 認定状況

表 IV は Nomex® 818 および Nomex® 864 の UL 認定状況を示しています。各 UL 認定項目の詳しい説明は、絶縁材料認定に関する UL Web サイトを参照して下さい。(iq.ul.com/ul/cert.aspx?ULID=230941)

表 IV. Nomex® 818 および Nomex® 864 の UL 認定状況

ASTM D374 厚み, mm	ASTM D374 厚み, mil	UL 94 難燃グレード	UL 746A HWI	UL 746A HAI	UL 746B RTI 電気特性	UL 746B RTI 機械特性	UL 746A HVTR	UL 746A CTI
0.08	3	V-0	4	4	220	220	3	3
0.13	5	V-0	4	4	220	220	3	3
0.15	6	V-0	4	4	220	220	3	3
0.20	8	V-0	4	4	220	220	3	3
0.25	10	V-0	4	4	220	220	3	3



この技術資料に掲載されている技術データは標準的な製品の測定値であり、規格値としての使用はできません。また、特に記述が無い限り測定条件は標準条件にて測定しております(23℃、相対湿度 50%の平衡状態)。ノーメックス®紙は他の製紙技術で作られた製品同様、その特性は紙の流れ方向(タテ:MD)と幅方向(ヨコ:XD)によって異なっております。従って特定の用途においてはノーメックス®紙を最適な方向に合わせて使用することにより、最も高い性能を発揮できる場合があります。

製品の安全性に関する情報はご要望に応じてご提供いたします。この情報は、本件に関する当社の現在の知識によるものです。お客様の実験に関して可能な提案をお伝えする目的でのみ提供されています。ただし、特定の目的に対する当社製品の適合性を判断するために、お客様で実施する必要がある何らかの試験の代用になることは意図されていません。この情報は新しい知識や経験が得られた場合、改訂されることがあります。デュポン帝人アドバンスドペーパー株式会社では実際の最終用途のあらゆる状況を予想することはできないため、**この情報を使用したことに関連して一切の保証も責任も負わないものとします**。この発行物の内容は、何らかのライセンスと見なされることも、いずれかの商標や特許権を侵害することを推奨するものでもないものとします。



はデュポン帝人アドバンスドペーパー(株)の登録商標です。ノーメックス®及び Nomex®は、E. I. du Pont de Nemours and Company 又はその関連会社の商標もしくは登録商標です。

Copyright© 2016 Du Pont Teijin Advanced Papers (Japan) Ltd. All rights reserved.