

マグネットワイヤ

マグネットワイヤの選択とその使用方法





マグネットワイヤとは

電気機器の巻線用電線を一般にマグネットワイヤとよんでいます。いいかえれば“電気エネルギーと磁気エネルギーとを、互に交換するために用いる電線”です。マグネットワイヤの種類を大別すれば、エナメル線(皮膜絶縁)、横巻線(繊維質・フィルム絶縁)およびこれらを組み合わせた構造の電線とに分かれます。

マグネットワイヤの種類はきわめて多く、その性能も多様です。マグネットワイヤとして特に重視される点は、以下のとおりです。

- (a) 絶縁厚さが薄く均一であること。
- (b) 絶縁破壊電圧や絶縁抵抗等電気特性が良いこと。
- (c) 皮膜が強く、曲げ、伸び、擦れなど外力に耐えること。
- (d) 耐熱性があること。
- (e) 各種の溶剤、薬品、ワニスに侵されないこと。
- (f) 加水分解しないこと。
- (g) 各種絶縁材料との組み合わせに安定であること。
- (h) 耐水、耐湿性であること。

これらすべての性能が同一製品に具備されることは難しく、それぞれの線種により異なった長所、短所を有します。ご用途、ご使用条件に合わせて、お選びください。

目次 CONTENTS

マグネットワイヤとは 1

エナメル線

Pick up 高強度耐熱自己潤滑線
KOMAKI シリーズ 3

Pick up 耐インバータサージ性エナメル線/高PDIVエナメル線
KMKED / KMKDF 5~7

Pick up 高信頼性平角エナメル線
AIW 平角線 8

■エナメル線 種類・略号・仕様書番号・特長 9

■エナメル線の性能比較 11

横巻線

■横巻線 種類・記号・仕様書番号・特長 19

■横巻線の性能比較 19

コイル巻 作業上の注意 22

コイル成形 作業上の注意 23

マグネットワイヤの保管方法 23

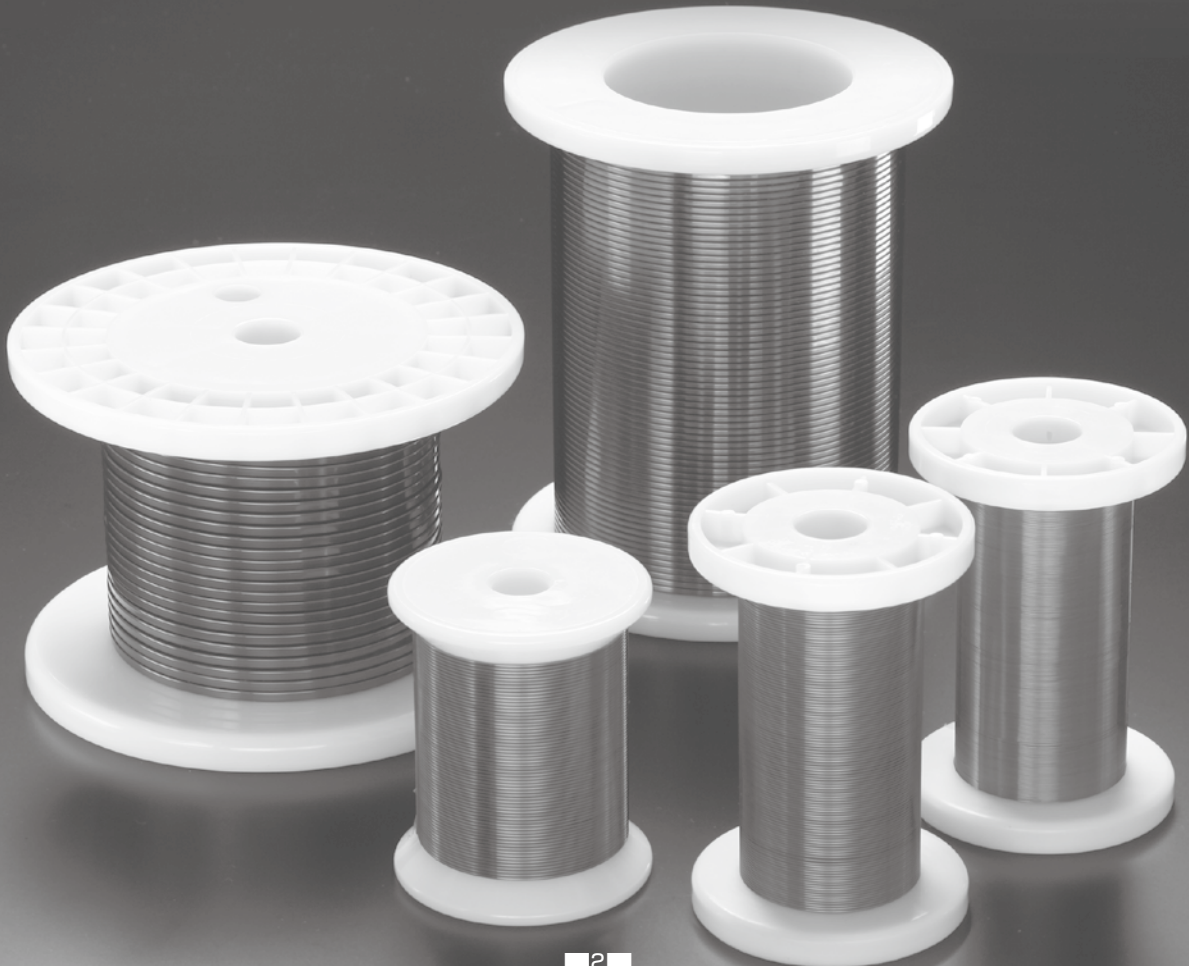
保管期限 23

UL取得状況 23

マグネットワイヤの寸法表 24

製品ラベルおよび製造履歴番号 28

マグネットワイヤの荷姿 29



Pick up

高強度耐熱自己潤滑線

KOMAKIシリーズ

時代のニーズにお応えします

- 小さい力でスロットへ挿入したい。
- 巻線時の傷をもっと減らしたい。
- コイルをもっとコンパクトに仕上げたい。
- 占積率を極限まで引き上げたい。

特長

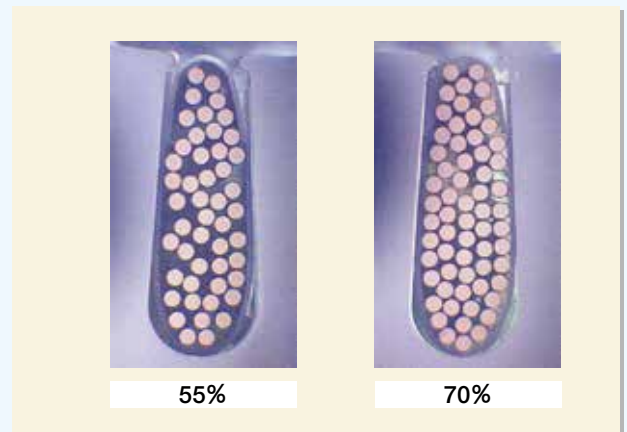
- KOMAKI® シリーズは高い占積率*で巻線できるため、モータの小型化・高効率化設計を実現し、省エネルギー化に貢献するエナメル線です。従来の自己潤滑エナメル線に比べ、含浸ワニスとの接着性が大幅に向上しています。
- *当社製 AMW-XV 線対比

用途

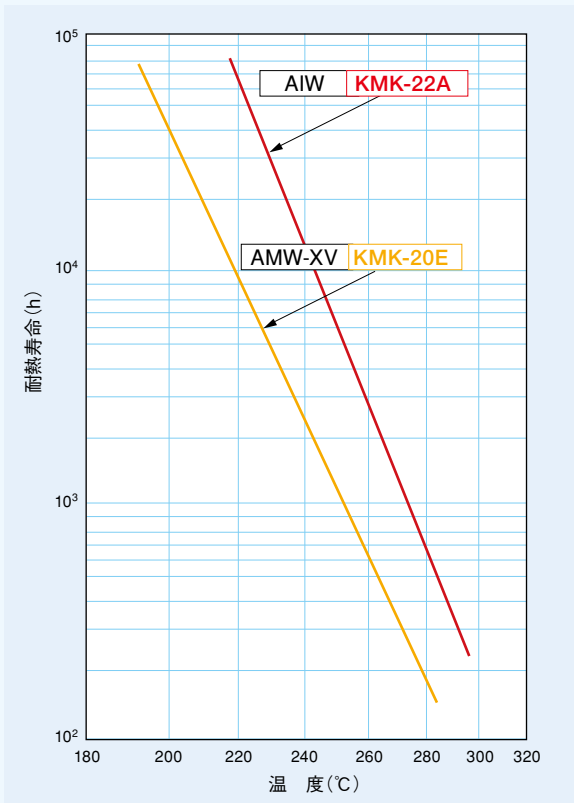
- 汎用モータ、電装用モータ、冷房用モータその他
高占積率下で使用される各種モータ

| 品名 | KMK®-20E | KMK®-22A |
|------|------------------------|----------|
| 皮膜材質 | ポリエステルイミド/ ポリアミドイミド | ポリアミドイミド |
| 温度指数 | 200℃ | 220℃ |

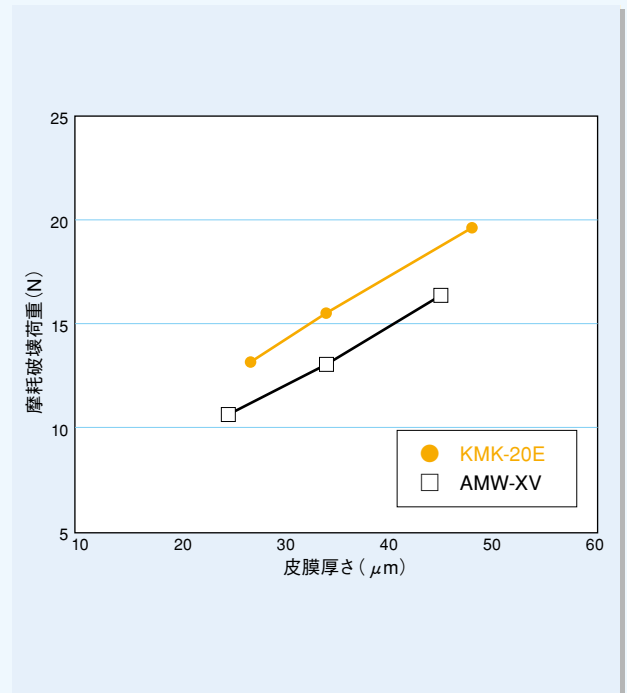
占積率の比較



耐熱寿命特性



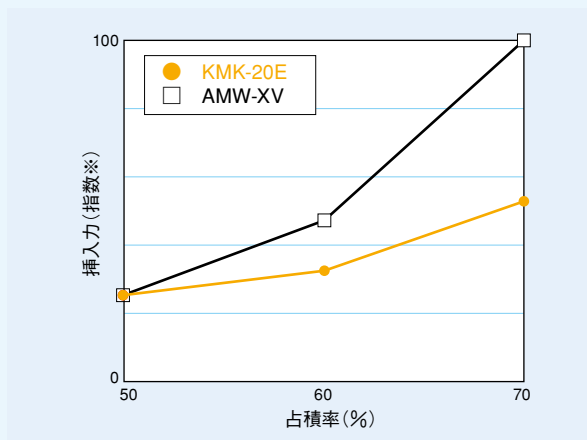
機械的強度評価



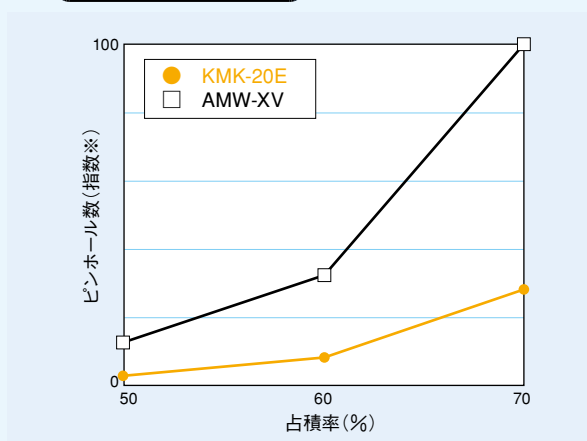
コイル巻線性評価設備



コイル挿入力



コイル挿入後のピンホール数



※AMW-XV占積率70%の値を100としたときの指数

一般特性

特性例(1種、0.85mmφ)

| 項目 | ポリエステルイミド/ポリアミドイミド系 | | ポリアミドイミド系 | | |
|------------------|---------------------|--------|-----------|-------|------|
| | KMK-20E | AMW-XV | KMK-22A | AIW | |
| 皮膜厚さ (mm) | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | |
| 可とう性 | 無伸長 | 1d | 1d | 1d | |
| | 20%伸長 | 1~2d | 1~2d | 1~2d | |
| 耐軟化[昇温法、℃] | 398 | 398 | 420 | 420 | |
| 耐摩耗 | 往復式(回) | 532 | 161 | 1500< | 452 |
| | 一方向式(N) | 15.2 | 12.9 | 16.5 | 15.0 |
| 静摩擦係数[傾斜法] | 0.045 | 0.120 | 0.045 | 0.120 | |
| ワニス接着性(N)(エポキシ系) | 173 | 190 | 172 | 188 | |

Pick up

耐インバータサージ性エナメル線

KMKED

高PDIVエナメル線

KMKDF

時代の
ニーズに
お応え
します

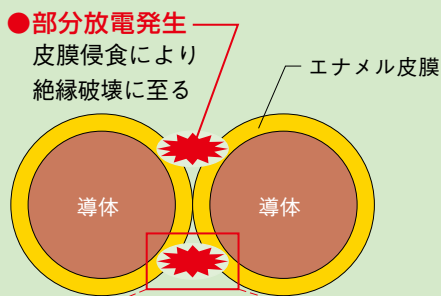
- インバータ制御モータの故障率を下げたい
- インバータ制御モータの寿命を長くしたい
- インバータサージに強いモータ設計をしたい
- 部分放電の発生を抑制するモータ設計をしたい

このような事例はありませんか？

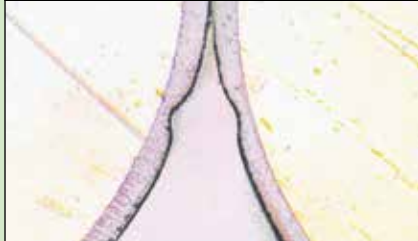
- 最近、モータの故障が多い。(市場不良率上昇)
- 省エネのためモータの制御を変えたら、寿命が短くなった。(インバータ制御化)
- 破壊したモータを新品交換したのに、また短時間で破壊してしまった。(故障の再現)

それはたぶんインバータサージの仕業です

断面図



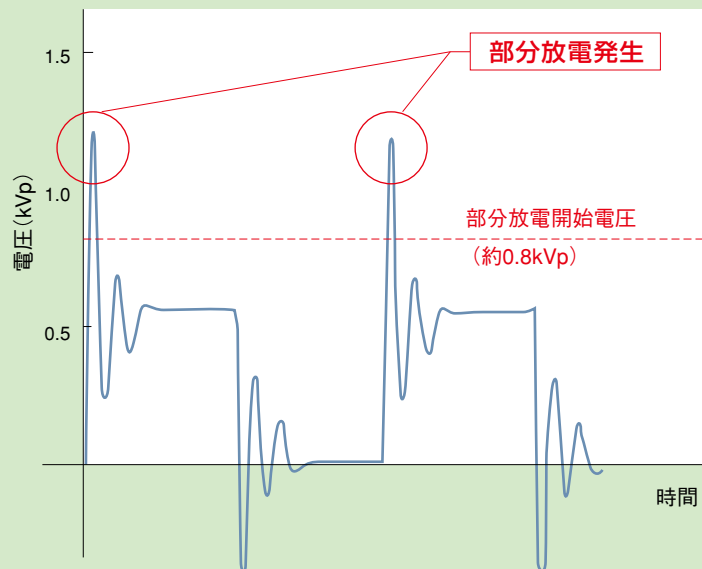
部分放電侵食現象



● 汎用耐熱エナメル線

インバータサージ課電試験後の外観
(1.1kVp-11.2h課電後)

インバータ出力波形 (400V級)



Pick up

耐インバータサージ性エナメル線

KMKED

| 品名 | KMKED-20E | KMKED-22A |
|------|------------------------------|-----------------------------|
| 皮膜材質 | 耐部分放電性ポリエステルイミド/ ポリアミドイミド | 耐部分放電性ポリアミドイミド/ ポリアミドイミド |
| 温度指数 | 200℃ | 220℃ |

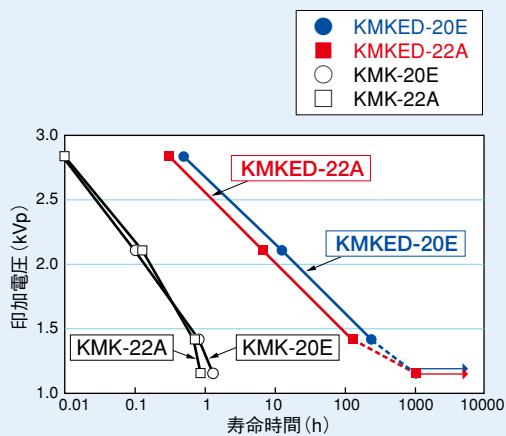


KMKED は、インバータサージによる皮膜の侵食を制御します。
さらに機械的特性を大幅に改善しており、実機での寿命向上に効果を発揮します。

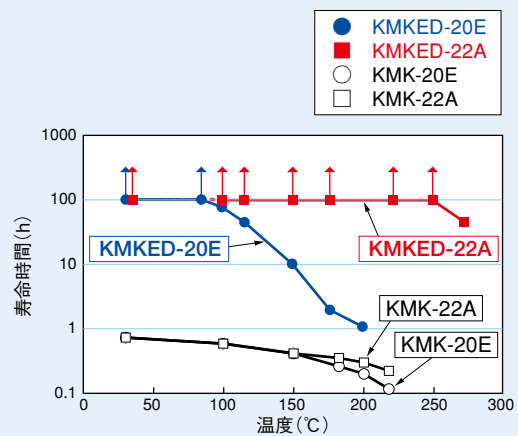
●KMKED

インバータサージ課電試験後の外観
(1.1kVp-11.2h課電後)

課電寿命特性(10kHz、正弦波)



高温中の課電寿命特性(1.4kVp、10kHz、正弦波)



一般特性

特性例(1種、0.9mmφ)

| 項目 | ポリエステルイミド/ポリアミドイミド系 | | ポリアミドイミド系 | |
|----------------------------------|---------------------|---------|-----------|---------|
| | KMKED-20E | KMK-20E | KMKED-22A | KMK-22A |
| 皮膜厚さ (mm) | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 |
| 可とう性 | 1d 良 | 1d 良 | 1d 良 | 1d 良 |
| 耐熱衝撃 [200℃-1h] | 1d 良 | 1d 良 | 1d 良 | 1d 良 |
| 耐摩耗 [一方向式] (N) | 14.2 | 14.4 | 15.4 | 15.3 |
| 静摩擦係数 [傾斜法] | 0.045 | 0.045 | 0.045 | 0.045 |
| 部分放電開始電圧 (Vp) | 863 | 858 | 800 | 801 |
| 課電寿命特性 (h) [1.1kVp、10kHz、正弦波] | 1000< | 1.3 | 1000< | 0.9 |
| 温度指数 (°C) | 200 | 200 | 220 | 220 |

Pick up

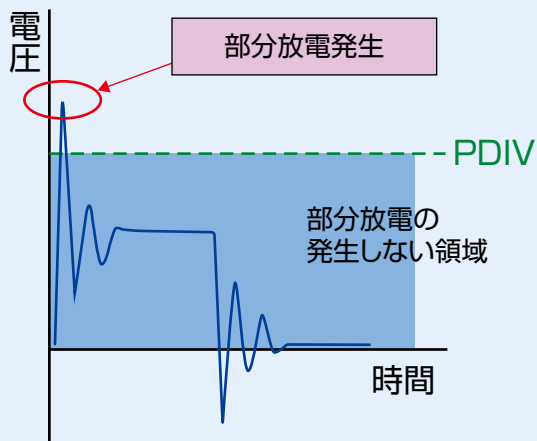
高PDIVエナメル線

KMKDF

| | |
|------|--------------|
| 品名 | KMKDF-24I |
| 皮膜材質 | 高PDIV* ポリイミド |

* PDIV : 部分放電開始電圧 (Partial Discharge Inception Voltage)

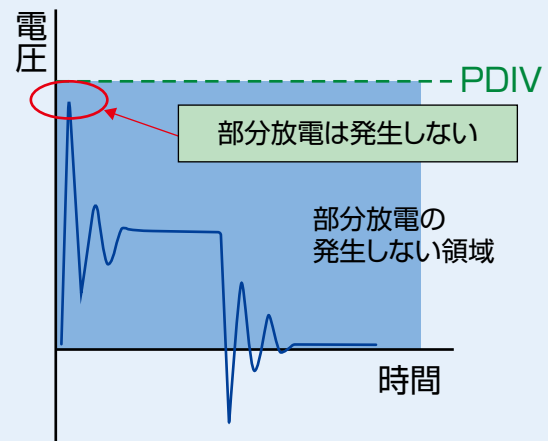
(1) エナメル線のPDIVが低い場合



サージ電圧がPDIVを超える

部分放電が発生し絶縁破壊に至る

(2) エナメル線のPDIVが高い場合



サージ電圧がPDIVを超えない

部分放電は発生せず絶縁破壊しない

一般特性

特性例

| 項目 | | KMKDF-24I | AIW |
|-------------|----------|-----------|-------|
| 寸法 (mm) | 導体 | 0.800 | 0.800 |
| | 皮膜厚さ | 0.036 | 0.036 |
| PDIV (Vp) | | 935 | 831 |
| 可とう性 | 無伸長 | 1d良 | 1d良 |
| | 20%伸長 | 1d良 | 3d良 |
| 耐摩耗 | 一方向式 (N) | 14.1 | 15.4 |
| 絶縁破壊電圧 (kV) | | 12.8 | 12.7 |
| 耐軟化 (°C) | | 500 | 427 |

Pick up

高信頼性平角エナメル線

AIW平角線

温度指数

● 220℃

特長

- 可とう性に優れています。
- 角 R 部へも均一な皮膜を形成しており、絶縁特性が良好です。
- 丸エナメル線を使用する場合に比べて、大幅な占積率向上が図れます。

<理論上の最高占積率>

丸エナメル線 → 約 7.8%

平角エナメル線 → 約 9.1%

時代のニーズにお応えします

- 占積率を極限まで上げたい。
- 機器をもっと小型化したい。
- 機器の信頼性を高くしたい。

用途

- 電装用モータ
- 発電機
- リアクトル
- その他、高効率・高信頼性を要求されるモータおよび電気機器



一般特性

特性例 (1.6×2.3mm)

| 項目 | AIW (高信頼性平角エナメル線) | AIW (一般平角エナメル線) | 備考 |
|------------|---|--|----------------------|
| 皮膜厚さ (mm) | 0.045×0.045 (0.040) | 0.045×0.045 (0.030) | ()内：角 R 部 最薄皮膜厚 |
| 可とう性 | 皮膜き裂発生なし  | 皮膜き裂発生あり  | エッジワイズ1倍径 180° 曲げ |
| 密着性 (mm) | 4.6 | 9.8 | 切断伸長皮膜浮き長さ |
| 絶縁破壊電圧 (V) | 9,000 | 5,400 | 金属はく法 |
| 耐軟化(℃) | 430 | 430 | |

エナメル線 種類・記号・仕様書番号・特長

| シリーズ名 | 種類 | 記号 | 標準仕様書番号 | 皮膜の種類 | サイズ範囲 (mm) | 温度指数 ^{*1} (°C) | 特長 | 使用上注意を要する点 | 主な用途 |
|----------------------------|--|---------------------|---------------|----------------|----------------------|-------------------------|---|---|---|
| ホルマールシリーズ | ホルマール線 | PVF | “SP70-90001*” | 0種 1種 2種 | } 0.1~3.2 0.1~1.0 | 105 | ●皮膜が機械的に強く可とう性が良好。 ●耐熱衝撃性が良好。 ●加水分解に強い。 | ●クレージングが発生しやすい。(予備加熱することにより抑止できる。) | 1.トランス |
| | ホルマール平角線 | PVF | “SP70-90101*” | — | | | | | |
| ポリエステルシリーズ | ポリエステル | PEW | “SP70-90010*” | 0種 1種 2種 | } 0.1~3.2 0.1~1.0 | 155 | ●電気特性が良好。 ●耐熱性が良好。 ●耐溶剤性が良好。 | ●耐熱衝撃性があまり良くない。 ●加水分解にあまり強くないので、密封機器への応用のとき注意が必要である。 | 1.各種汎用モータ 2.マグネットコイル |
| | ポリエステル平角線 | PEW | “SP70-90110*” | — | | | | | |
| | ポリエステル・N線 (ポリエステル/ ポリアミド線) | PEW-N | “SP70-90013*” | 0種 1種 2種 | } 0.1~1.0 | 155 | ●表面のすべり性が良好で高速機械巻線に適する。 ●耐熱衝撃性が良好。 ●その他PEWと同様の特長をもっている。 | ●加水分解にあまり強くないので、密封機器への応用のとき注意が必要である。 | 1.各種汎用モータ 2.小型モータ |
| アロメスターシリーズ | アロメスター XV 線 (ポリエステルイミド/ ポリアミドイミド線) | AMW-XV [®] | “SP70-90058*” | 0種 1種 2種 | | | | | |
| (アイメックシリーズ) (ポリアミドイミド線) | アイメック線 | AIW | “SP70-90070*” | 0種 1種 2種 | } 0.1~3.2 0.1~1.0 | 220 | ●皮膜が機械的に強い。 ●耐熱性が良好。 ●過負荷特性がIMWに次いで良い。 | ●皮膜の可とう性がPEWより若干劣っている。 | 1.耐熱機器用トランス 2.電動工具用モータ 3.ハーメックモータ 4.電装用モータ |
| | アイメック平角線 | AIW | “SP70-90170*” | — | | | | | |
| イメージシリーズ (ポリアミド線) | イメージワイヤ [®] | IMW | “SP70-90080*” | 0種 1種 2種 | } 0.1~3.2 0.1~1.0 | 240 | ●耐熱性がエナメル線類中最も良い。 ●過負荷特性が優れている。 ●耐薬品溶剤性が良好。 | ●皮膜が機械的に幾分弱い。 | 1.耐熱機器用モータ 2.航空機用機器 3.電装用モータ |
| | イメージワイヤ平角線 | IMW | “SP70-90180*” | — | | | | | |
| | 高耐熱エナメル線 | IMWAD | “SP70-90081*” | 0種 1種 | } 1.0~1.2 | 280 | ●有機・無機材料の複合化皮膜により耐熱性がIMWより優れている。 ●その他IMWと同様の特長をもっている。 | | 1.電装用モータ 2.特殊ポンプ用モータ 3.誘導加熱コイル |

注記) “*” : 改訂時にアルファベットを更新 (A→B…)

*1 絶縁層の温度指数を示す。

| シリーズ名 | 種類 | 記号 | 標準仕様書番号 | 皮膜の種類 | サイズ範囲 (mm) | 温度指数 [*] (°C) | 特長 | 使用上注意を要する点 | 主な用途 | | | |
|------------|--|-----------|---------------|----------------|----------------------|------------------------|---|---------------------------------|--|---|---|---------|
| KOMAKIシリーズ | KOMAKI-20E線 (ポリエステルイミド/ ポリアミドイミド系) | KMK-20E | “SP70-90062*” | 0種 1種 2種 | 0.32~2.0 0.32~1.0 | 200 | ●表面のすべり性、機械的強度に優れ高占積率モータに適している。 ●その他AMW-XVと同様の特長をもっている。 | ●皮膜剥離が困難である。 | 1.高占積率モータ 2.冷媒用モータ 3.電装用モータ | | | |
| | KOMAKI-22A線 (ポリアミドイミド系) | KMK-22A | “SP70-90063*” | 0種 1種 2種 | 0.32~2.0 0.32~1.0 | 220 | ●表面のすべり性、機械的強度に優れ高占積率モータに適している。 ●その他AIWと同様の特長をもっている。 | | 1.高占積率モータ 2.冷媒用モータ 3.電装用モータ 4.電動工具モータ | | | |
| | 耐インバータサージ性 エナメル線 (ポリエステルイミド/ ポリアミドイミド系) | KMKED-20E | “SP70-90064*” | 0種 1種 | 0.6~1.6 | 200 | ●インバータサージ性に優れる。 ●表面のすべり性、機械強度に優れる。 | | 1.インバータ駆動モータ 2.高電圧モータ | | | |
| | 耐インバータサージ性 エナメル線 (ポリアミドイミド系) | KMKED-22A | “SP70-90065*” | 0種 1種 | 0.6~1.6 | 220 | ●インバータサージ性に優れる。 ●表面のすべり性、機械強度に優れる。 | | 1.インバータ駆動モータ 2.電装用モータ | | | |
| 自己融着線 | アルコール融着型 自己融着線 | BN-PEW | “SP70-91095*” | 1種 2種 | 0.2~1.0 0.2~0.6 | 155 | ●ワニス処理をせずにコイル固めが可能。 ●メタノール、エタノールを塗布しながらコイル巻可能。 ●コイル巻後はんだリフローさせても、リフロー炉の熱によるコイル変形が少ない。 | ●電線の保管時には高温高湿をさけて、冷暗所に保管してください。 | 1.扁平モータ用コイル 2.クラッチコイル | | | |
| | | BN-AMW-XV | “SP70-91109*” | | | 200 | | | | | | |
| | F種 自己融着線 | BF-AMW-XV | “SP70-91100*” | 0種 1種 | 0.2~1.0 | 200 | | | | ●ワニス処理をせずにコイル固めが可能。 ●通電加熱または恒温槽での加熱により電線同士を強固に接着させることができる。 ●F種の耐熱性を有している。 | ●電線の保管時には高温高湿をさけて、冷暗所に保管してください。 ●アルコールでの融着は困難。 | 1.各種コイル |
| | | BF-AIW | “SP70-90098*” | | | 220 | | | | | | |

注記 “*”：改訂時にアルファベットを更新 (A→B…)

*1 絶縁層の温度指数を示す。

■エナメル線の性能比較

次に各種エナメル線の一般性能の比較を表1に示します。

●表1 各種エナメル線の性能比較例

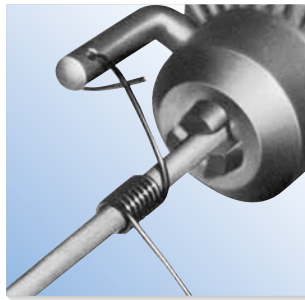
| 試験項目 | | 種類 | PVF | PEW | PEW-N | AMW-XV | KMK-20E | KMKED-20E | AIW | KMK-22A | IMW | 備考 | |
|------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|------------|-------------------------------------|------------------------|
| 物理的特性 | 寸法 (mm) | 導体径 | 1.000 | 1.002 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.994 | | |
| | | 皮膜厚 | 0.041 | 0.041 | 0.039 | 0.041 | 0.040 | 0.040 | 0.043 | 0.043 | 0.044 | | |
| | | 仕上外径 | 1.082 | 1.083 | 1.078 | 1.082 | 1.080 | 1.080 | 1.086 | 1.086 | 1.081 | | |
| | 切断伸び (%) | 38 | 36 | 39 | 39 | 40 | 39 | 38 | 40 | 39 | | | |
| | 可とう性 | 1 倍径 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | | 分母: 試料数 分子: き裂発生不良数 |
| | 耐摩耗 | 一方向式(N) | 13.90 | 11.63 | 11.90 | 13.46 | 15.90 | 14.95 | 15.46 | 16.80 | 11.22 | | |
| | | 往復式(回) | 72 | 41 | 118 | 162 | 510 | 343 | 411 | 1000< | 26 | | 荷重6N |
| 捻回剥離(回) | 88 | 100 | 80 | 80 | 81 | 74 | 71 | 72 | 87 | 87 | 標点距離 250mm | | |
| 熱的特性 | 耐熱劣化 | 温度、時間 | 160°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 200°C,6h | 250°C,6h | 分母: 試料数 分子: き裂発生不良数 | |
| | | 1 倍径 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 1/5 | 1/5 | 0/5 | | |
| | | 2 倍径 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | | |
| | 耐軟化(°C) | 262 | 330 | 328 | 395 | 396 | 398 | 413 | 413 | 450 | 450 | 荷重7N | |
| 耐熱衝撃 | 温度、時間 | 150°C,1h | 150°C,1h | 150°C,1h | 200°C,1h | 200°C,1h | 200°C,1h | 200°C,1h | 200°C,1h | 200°C,1h | 250°C,1h | ×1~4 導体径の倍径 | |
| | 倍径 | ×1,OK | ×3,OK | ×2,OK | ×1,OK | ×1,OK | ×1,OK | ×1,OK | ×1,OK | ×1,OK | ×1,OK | | |
| 電気的特性 | ピンホール(ヶ/5m) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 絶縁破壊電圧(V) | 9,780 | 10,970 | 10,800 | 10,900 | 11,600 | 11,600 | 11,600 | 11,700 | 12,780 | 12,780 | 2個より法 | |
| 化学的特性 | キシレン | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 60°C×30分 | |
| | 硫酸(比重1.2) | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | 常温24h浸漬 爪で判定 判定 { ◎良 ○一部変色 | |
| | 水酸化ナトリウム(10%) | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | | |
| | 変圧器油 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | | |
| | スチレン | 無処理 | 6H | 4H | 4H | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 5H | 鉛筆硬度 |
| 常温24h | | 6H | 4H | 4H | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 5H | | |
| 100°C30min | | 2B | B | B | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 6H | 5H | | |

1 ピンホールおよびクレージング性

各エナメル線とも皮膜厚が薄くなると若干のピンホールが発生しますが、通常ではほとんど発生しません。しかしPVFなどでは、曲げ、伸長により皮膜に歪みを与えた状態で、水分や溶剤にふれると微小なき裂状のものが出て、無数のピンホールを発生する場合があります。この現象を一般にクレージング現象といいます。これらは水分や溶剤にふれる前に加熱(キュア)すると、一般にピンホールがなくなる性能をもっています。ウェット(水分)クレージングとソルベント(溶剤)クレージングについて表2に示します。クレージングの発生しやすいエナメル線については、巻線後必ずガラス転移温度以上の温度で加熱処理をすることをお勧めします。

2 巻付

巻付け試験は皮膜の可とう性を判定する試験で、一般には0.37mm以上の丸線に適用されます。



●図1 巻付試験

3 伸長

伸長試験も巻付けと同様、皮膜の可とう性を判定する試験でありほぼ同様の傾向を示します。一般に丸線では0.35mm以下、平角線では全般的にこの伸長試験によって、皮膜の可とう性を判定しています。

4 絶縁破壊

皮膜の厚さの薄い割合に破壊電圧の高いことはエナメル線の特長の一つです。この絶対値は測定法によって異なりますが、常態における破壊電圧値は、いずれの線種も同程度です。

5 耐摩耗

皮膜の機械的強度は摩耗試験で判定しており、一般に一方向式摩耗試験が用いられています。KMK-22Aが最も優れ、KMK-20Eがこれに続きます。一方IMWは低く巻線作業は特に慎重を期す必要があります。また、近年巻線作業性の向上が要求され、エナメル線上層部に滑りに優れた潤滑材を薄く塗布、焼付けした自己潤滑エナメル線は耐摩耗性に優れます。このため巻線作業時に皮膜に傷が付きにくく、多岐にわたり採用されています。自己潤滑エナメル線については、P.15、16をご参照ください。

●表2 ウェットクレージングおよびソルベントクレージング現象と回復性(例)

| 条件 種類 | ウェットクレージング | | | ソルベントクレージング | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|---|
| | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | メチルアルコール | | | エチルアルコール | | | キシレン | | | アセトン | | | トルエン | | | スチレン | | | |
| | | | | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | 無 処 理 | 130°C × 30min | 150°C × 30min | |
| PVF | × | ○ | — | ○ | — | — | × | △ | ○ | × | ○ | — | × | ○ | — | × | △ | △ | × | × | × | × |
| PEW | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | ○ | — | ○ | — | — | × | △ | △ | × | ○ | — | — |
| AMW-XV | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| KMK-20E | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| AIW | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | × | × | ○ | — | — | ○ | — | — | — |
| KMK-22A | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | × | × | ○ | — | — | ○ | — | — | — |
| IMW | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | ○ | — | — | × | × | × | ○ | — | — | ○ | — | — | — |
| 備 考 | <p>(1) 伸長率は5%</p> <p>(2) ウェットクレージング: ①無処理品は伸長後、常温放置し10s以内でピンホール測定。 ②回復性は伸長後、所定温度・所定時間加熱し取り出し後ピンホール測定。</p> <p>(3) ソルベントクレージング: ①無処理品は伸長後、30s以内に溶剤処理を5min間行いピンホール測定。 ②回復性は伸長後30s以内に溶剤処理を5min間行い、取り出し後所定温度で所定時間加熱処理後ピンホール測定。 ③(●)は180°C×30minで回復するもの。</p> <p>(4) ○:クレージング発生しない。 △:クレージング若干発生。 ×:クレージング発生。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ガラス転移温度 (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ホルマール | 90~115 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ポリエステル | 110~130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ポリエステルイミド | 180~190 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ポリアミドイミド | 230~280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ポリイミド | 350~370 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6 耐溶剤、耐薬品、耐油性

耐溶剤性はIMW、AIWが最も優れており、ほとんどの溶剤に侵されません。幾分アルコール系溶剤には侵されやすい傾向があります。

耐薬品性はIMW、PEWがアルカリに弱い欠点がありますが、他の薬品には安定しています。

各種溶剤に対する耐溶剤性を表3に示します。これらの溶剤を考慮してワニスの選択を行う必要があります。

耐油性は、絶縁皮膜による耐油性の差はほとんどありません。

7 加水分解性

エナメル線皮膜は有機の高分子材料を塗布焼付したものであり、その種類によっては加水分解を起しやすいものがあります。エナメル線の加水分解の評価促進試験として、密封湿熱劣化試験があります。この方法は密閉容器にエナメル線と水を共存させ100℃以上

で加熱した後の絶縁破壊電圧の残率により評価します。

各種エナメル線の密封湿熱劣化後の絶縁破壊電圧特性は図2に示すように、PEWが最も加水分解しやすく、絶縁破壊電圧の低下が大きく、次いでIMWの順となります。一方AIW、KMK-22Aは加水分解性においては格段に優れております。

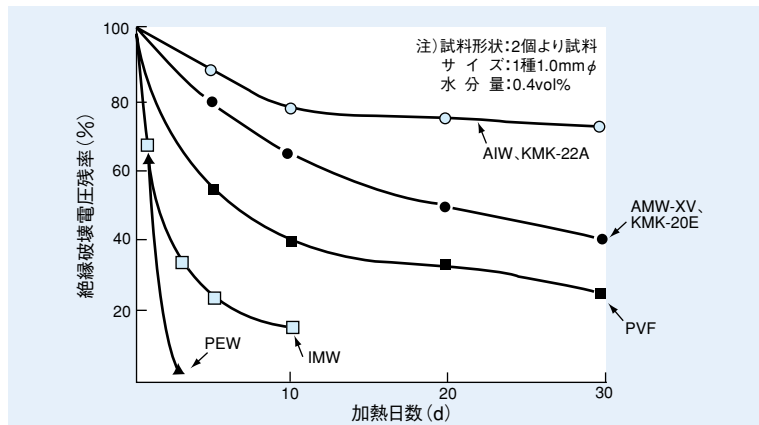
8 課電耐水性

エナメル線は電気を流した状態で塩水やちり、ほこりなどが付着しますと、皮膜の課電劣化が促進されます。これを評価する方法として課電耐水性試験があります。

エナメル線の課電耐水性は表4に示す様にAIW、KMK-22Aが最も優れ、次いでAMW-XV、KMK-20Eの順となります。

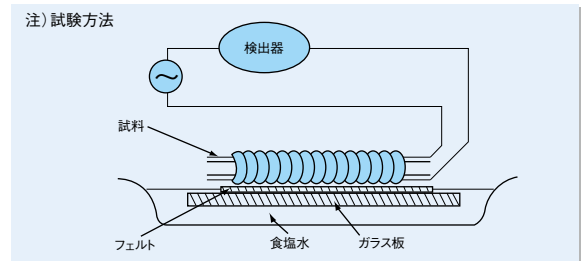
このため塩水やちり、ほこりなどが付着しやすい機器に使用される場合、エナメル線の選定を十分行う必要があります。

●図2 密封湿熱劣化後の絶縁破壊電圧特性例 (120℃)



●表4 課電耐水性例 (1種、1.0mmφ)

| 品種 | PEW | AMW-XV KMK-20E | AIW KMK-22A | 備考 |
|-----------|-----|-------------------|----------------|--|
| 課電耐水性 (h) | 160 | 1,050 | 2,050 | 0.4%食塩水 AC200V課電 150℃×10min キュア |



●表3 各種エナメル線の耐溶剤性例

| 種類 | 条件 | PVF | | PEW PEW-N | | AMW-XV KMK-20E | | AIW KMK-22A | | IMW | |
|---------|-------|-----|---|--------------|---|-------------------|---|----------------|-----|-----|-----|
| | | 布 | 爪 | 布 | 爪 | 布 | 爪 | 布 | 爪 | 布 | 爪 |
| 20 ℃ | メタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | エタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ブタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ナフサ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 灯油 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ガソリン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ベンゼン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | クレゾール | × | × | ○ | △ | ○ | △ | N.T | N.T | N.T | N.T |
| 65 ℃ | メタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | エタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ブタノール | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ナフサ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 灯油 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ガソリン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ベンゼン | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | クレゾール | × | × | × | × | × | × | N.T | N.T | N.T | N.T |

注) (1) 記号◎:変化なく良好 ○:皮膜少し剥がれる △:やや容易に剥がれる ×:自然に剥がれる (2) 24時間後浸漬後 (3) 0.5mm 1種皮膜厚 (4) N.T: No Test

9 耐熱衝撃性

皮膜にひずみを与えておいて加熱すると、き裂が発生する場合があります。これを一般に熱衝撃といっていますが、この特性はコイル成形時の曲げRや乾燥温度を決定するうえで重要なものです。

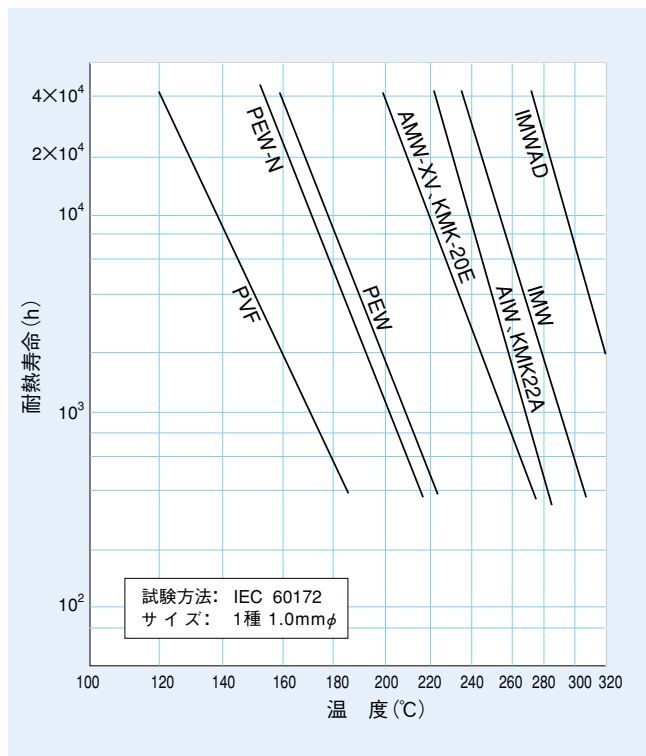
この性質を同じ温度で比較してみますと、IMW、AIW、KMK-22A、KMK-20E、AMW-XV、PVFは非常によく、1倍径でもき裂を発生しません。特にIMW、AIWは350℃の高温中においても良好な結果を示します。PEWはこれらより劣りますので使用にあたっては注意が必要です。(P.11 表1をご参照ください)

10 耐熱寿命

エナメル線の寿命を判定する場合、実際の使用条件に即した試験で判定することが望ましいのですが、この場合の試験法および判定基準には検討を要する点が多くあります。これに関して幾多の研究結果が発表されています。

図3はIEC60172に基づき、ワニス処理なしで試験した場合の寿命比較を示したものです。コイルワニスを処理したエナメル線の耐熱寿命はその組み合わせにより、必ずしも無処理のエナメル線寿命より向上するとは限りません。

● 図3 各種エナメル線の耐熱寿命特性例



一般的に、エナメル線よりも高い耐熱度のワニスと組み合わせますと耐熱寿命が向上しますが、F種以上の耐熱エナメル線についてはワニスの種類により、寿命への影響が大きいものもあり、ワニスの選定にあたっては考慮する必要があります。

11 耐冷媒性

冷媒はエナメル線を侵しやすく、使用にあたっては十分注意する必要があります。

各種エナメル線の耐冷媒性を絶縁破壊電圧、鉛筆硬度およびブリスター試験で検討した結果は、表5に示すとおりでIMW、AIW、KMK-22Aが最良で、次にAMW-XV、KMK-20Eの順となります。

●表5 耐冷媒特性例

| 試験 種類 | 無 処 理 | | R-134a | | | | | |
|-----------|---------|------------|--------|---------|------------|-------|---------|------------|
| | 鉛 筆 硬 度 | 破 壊 電 圧(V) | 常 温 | | | 125℃ | | |
| | | | ブリスター | 鉛 筆 硬 度 | 破 壊 電 圧(V) | ブリスター | 鉛 筆 硬 度 | 破 壊 電 圧(V) |
| 0 PVF | 6H | 13,500 | 良 | 5H | 14,200 | 良 | 5H | 14,100 |
| 0 PEW | 4H | 16,500 | 良 | 4H | 14,600 | 良 | 4H | 14,400 |
| 0 AMW-XV | 6H | 14,200 | 良 | 6H | 14,000 | 良 | 6H | 15,800 |
| 0 KMK-20E | 6H | 14,600 | 良 | 6H | 14,800 | 良 | 6H | 15,500 |
| 0 AIW | 6H | 14,600 | 良 | 6H | 15,200 | 良 | 6H | 15,300 |
| 0 KMK-22A | 6H | 14,900 | 良 | 6H | 15,100 | 良 | 6H | 15,000 |
| 0 IMW | 5H | 13,800 | 良 | 5H | 14,000 | 良 | 5H | 13,800 |

試験方法：フロン/冷凍機油=1/1、処理時間=7d、ブリスター：130℃×10min 加熱後測定、鉛筆硬度：取出し直後測定、破壊電圧：130℃×1h 加熱後測定

12 耐ワニス性

電気機器はますます小型軽量化、単機容量の増大化、高信頼性、安全化などが推進されており、このため高度の信頼性を持ち、しかも経済性のある絶縁システムの開発が要望されています。

そのためには、エナメル線、処理ワニス、テープ等の各種電気絶縁材料を用いた絶縁システムが、その使用条件下において意図した性能を十分に発揮できるかどうか、的確に評価しなければなりません。特に新しい耐熱エナメル線は処理ワニスの種類(特にエポキシ系ワニス)により、絶縁システムとしての耐熱寿命が低下したりする性質があるため、エナメル線と処理ワニスとの相性評価は、最も重要な機能評価試験です。

一方、電気メーカーにおけるコイル製造の際、エナメル線は伸長、捻回、屈曲あるいは摩擦されながらコイル巻きされ所定温度で、予備乾燥された後、含浸、滴下などの方法によりワニス処理されます。機械加工劣化を受けたエナメル皮膜は、ワニス硬化時の高温による熱的ストレスや、ワニス溶剤およびワニス成分による化学的侵食作用を受けます。特に、最近は合理化のため工程的にも、材料的にも、エナメル線に対する条件はますます過酷になる傾向にあり、

エナメル線と処理ワニスとの相性評価は、機器稼働時の相性を想定した耐熱寿命的な評価はもちろんのこと、ワニス処理時の相性評価も重要になります。

このためにもエナメル線と処理ワニスとの組み合わせにおいて機器の用途はもちろんのこと、処理ワニスの硬化温度、硬化剤の配合量、予備加熱の有無により相対評価も異なってきます。絶縁システムを設計する際には、事前に相性を確認しなければなりません。

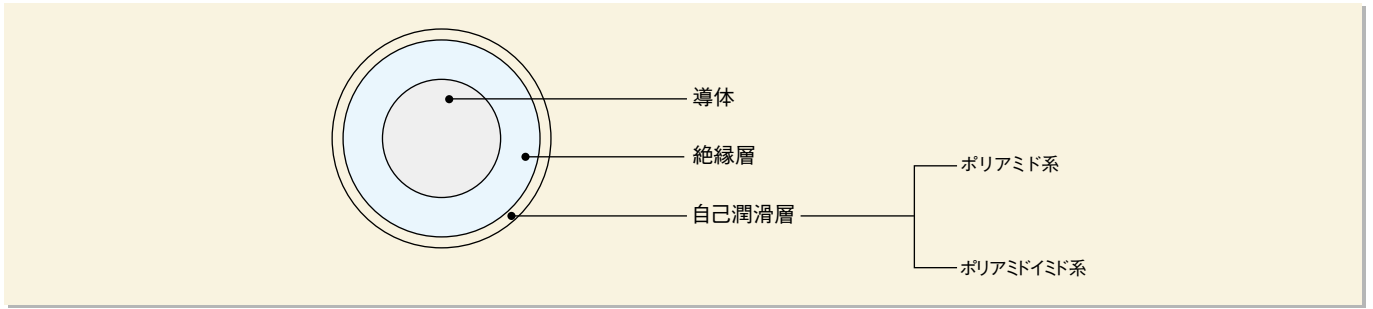
13 自己潤滑エナメル線

電気機器の小型軽量化、高性能化によるコイル占積率の向上と巻線作業の合理化のための高速巻線化により、巻線時に受けるエナメル線の損傷は大きくなっています。一方、コイル巻完成品については高信頼性が要求されており、過酷な巻線に耐え得るエナメル線のニーズが強くなってきています。

自己潤滑エナメル線はそのようなニーズに対応できるエナメル線であり、すべり性が良く、耐摩耗性に優れます。

自己潤滑層には、図4、表6に示す2つのタイプがあります。

●図4 自己潤滑エナメル線の構造



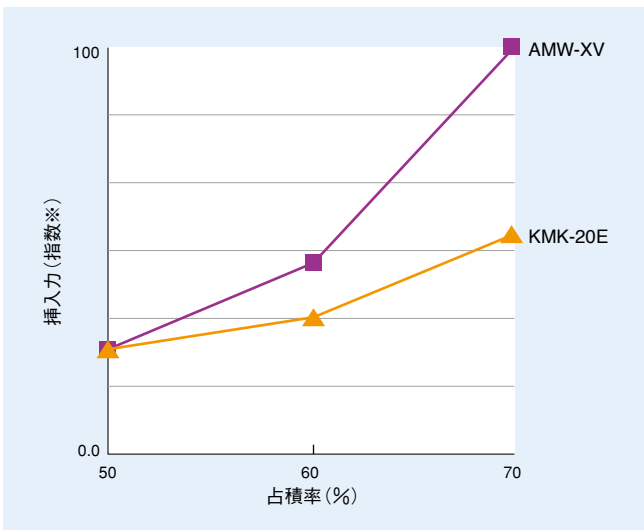
●表6 自己潤滑エナメル線の種類

| 自己潤滑層のタイプ | 代表品名 | 静摩擦係数例 |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
| ポリアミド系 | PEW-N | 0.03~0.05 |
| ポリアミドイミド系 | KMK-20E、KMK-22A、KMKED-20E、KMKED-22A | 0.04~0.06 |
| なし | PVF、PEW、AMW-XV、AIW、IMW | 0.10~0.15 |

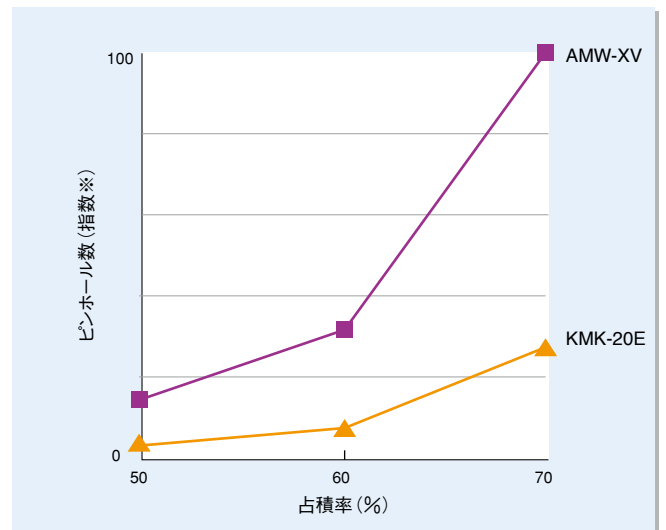
図5にコイル挿入力例を示します。KMK-20Eは挿入力が小さく優れています。また、図6に示すようにコイル挿入後のピンホール数も少なくなっています。このことから、コイル巻完成品の信頼性向上に適しているものと考えられます。

自己潤滑層は含浸ワニスとの接着性に影響しますので、本エナメル線を採用されるにあたって実使用条件にて処理ワニスとの相性については十分検討する必要があります。なお、KOMAKIシリーズ製品は、含浸ワニスとの接着性に優れます。

●図5 コイル挿入力例



●図6 コイル挿入後のピンホール数例

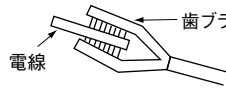
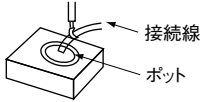


※AMW-XV占積率70%の値を100としたときの指数

14 エナメル線の皮膜剥離方法

エナメル線の皮膜剥離方法の実施例を表7に示します。

●表7 エナメル線の皮膜剥離方法(実施例)

| 方法 | 種類 | 仕様 |
|--------------------------|------------|--|
| 薬品を使用 | 各種剥離剤 | 各種仕様あり |
| 器具を使用 | 機械剥離 |  歯ブラシ状または刃形の回転体 電線 |
| | ガスバーナー | ガスバーナーで燃焼させる。燃焼後はアルコール水溶液(1~5%)に浸漬する |
| | ナイフ | ナイフで剥す |
| 皮膜を剥さずに 直接、接続する 方法 | ヒュージングマシン | spot溶接法 |
| | ウォーターウェルダー | 小型溶接法(渡り線、口出線接続) |
| | 銀ローポット | 銀ローを700℃程度に溶かして接続  接続線 ポット |

15 自己融着エナメル線

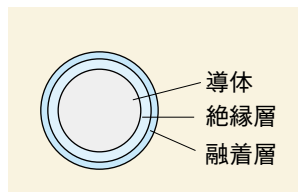
自己融着エナメル線は、コイル巻線時やコイル巻線後加熱や溶剤塗布等の処理をすることによりコイルを固着させることができるエナメル線です。

●図7 融着線の構造例

この構造は、図7に示すように内層に絶縁層を設けその外周に融着層を施したものです。

自己融着エナメル線は、絶縁層で絶縁性能を、融着層でコイルの融着の機能を持たせています。

自己融着エナメル線の融着方法を表8に、接着強度の試験方法を表9に示します。



次に各種融着線の特性を以下に紹介します。それぞれの使用用途により適切なマグネットワイヤを選定ください。

(1) 加熱融着特性例

電装品や電磁調理器等では、コイル巻線後融着させるために恒温槽等で加熱融着されます。これらの線の加熱融着特性をP.18 図8に示します。

(2) 高温中の接着力特性

各種融着エナメル線の高温雰囲気中での接着力についてP.18 図9に示します。

●表8 各種自己融着エナメル線の融着方法

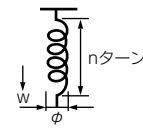
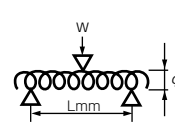
| 融着方法 | 内 容 | 適用タイプ | 主な用途 |
|----------|--|-------|-----------------|
| アルコール融着法 | <ul style="list-style-type: none"> ●コイル巻作業直前でアルコールを付けるか、巻線作業後コイルをアルコールに浸漬する方法。 ●アルコールを付けた後、加熱するとさらに接着力は向上する。しかし、急激に加熱すると発泡ができるので注意が必要。 | BN | 電装品 ブラシレスモータ |
| 加熱炉法 | <ul style="list-style-type: none"> ●加熱炉にコイルを入れ加熱融着させる方法。 ●抵抗が高すぎて通電不可能な細線や大電流を必要とする太線のコイルの融着に適している。 | BF | 電装品 電磁調理器 |
| 通電加熱法 | <ul style="list-style-type: none"> ●コイルに通電し発生するジュール熱によって融着皮膜をお互いに溶融融着させる方法。 ●通電加熱による温度上昇は、導体径、皮膜厚、巻数コイル形状、周囲状況による放熱効果などによって左右されるため、通電条件は実験検討の上決定する必要がある。 | BF | 電装品 電磁調理器 |

※融着皮膜を融着させる温度は、おおよそ次のとおりです。(素線到達温度)

BFタイプ：180～220℃(エポキシ系)

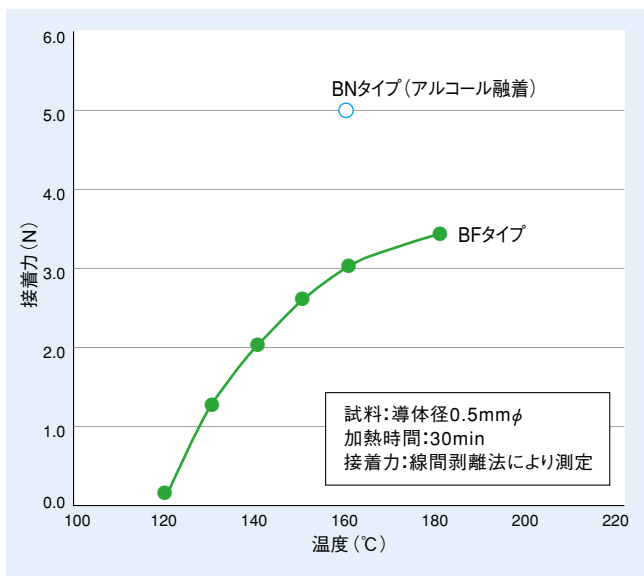
加熱時間は、コイルの大きさ、形状、融着方法等により異なります。

●表9 自己融着エナメル線の接着強度試験方法

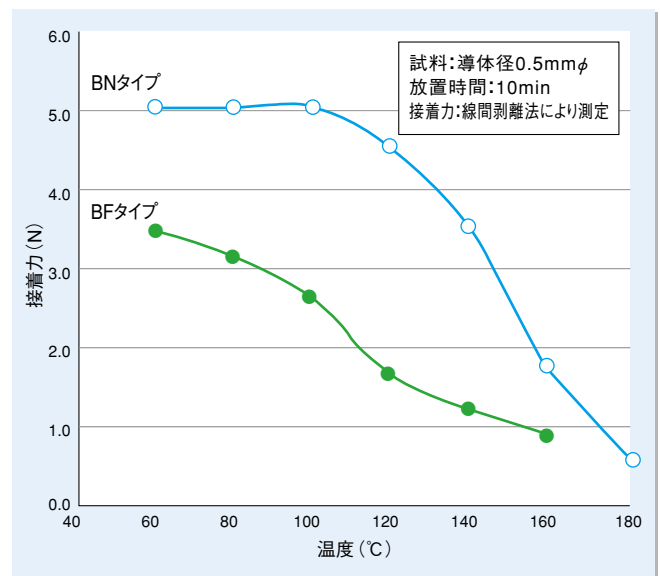
| 試験方法 | 試料形状 | 方 法 |
|-------|---|--|
| 線間剥離法 |  | 規定の内径をもつヘリカルコイルが2/3剥離するまでの平均接着力を測定する。 |
| 曲げ強度法 |  | 規定の内径をもつヘリカルコイルを支点間Lmmとして曲げ、破断強度を測定する。 |

φ：サイズによる

●図8 自己融着線の加熱融着特性例



●図9 自己融着線の高温中の接着力特性例



横巻線 種類・記号・仕様書番号・特長

| 種類 | 記号 | 仕様書番号 | サイズ範囲 (mm) | 許容最高温度(°C) | 特長 | 使用上注意を要する点 | 主な用途 |
|------------|---------|---------------|-----------------|------------|---|---------------------|-------------------------------------|
| ガラス巻線 | SGC,DGC | “SP70-90610*” | 0.6~3.2 | 155 180 | ●耐熱性が良好で安定している。 ●耐湿性が優れている。 ●耐コロナ性が優れている。 | ●可とう性があまり良くない。 | 1. 大型回転機 2. 車両用モータ 3. 小型乾式変圧器 |
| ガラス巻平角線 | SGC,DGC | “SP70-90710*” | 表 18 に示す (P.28) | | | | |
| マイカテープ巻線 | DMPC | “SP70-90784*” | — | 155 | ●耐熱性が良好。 | ●ガラス巻線に比べ被覆が傷つきやすい。 | 1. 小型回転機 2. 小~中型発電機 |
| ポリイミドテープ巻線 | nIC | “SP70-90780*” | — | 240 | ●耐熱性が良好。 ●占積率が良好。 ●絶縁耐力が優れている。 | ●ガラス巻線に比べ被覆が傷つきやすい。 | 1. 車両用モータ 2. 耐熱機器 |

〔記号内容〕 n：紙またはテープ巻枚数

注記“*”：改訂時にアルファベットを更新(A→B…)

横巻線の性能比較

エナメル線以外のマグネットワイヤについても、前項にあげた諸特性が要求されます。

各種横巻線の一般特性を表 10、表 11 に示します。

●表 10 各種横巻線の特性例(丸線 1.6mm φ)

| 種類(記号) | 特性 | 被覆厚 (mm) | 破壊電圧 (V) | 加熱後 6d 曲げ後の破壊電圧 (V) | 曲げ性(き裂の有無) | | | | | | 短絡温度 (°C) |
|------------------|----|----------|----------|---|--|-----|-----|-----|------|------|-----------|
| | | | | | 2 d | 4 d | 6 d | 8 d | 10 d | 12 d | |
| F種2重ガラス巻線(F-DGC) | | 0.150 | 880 | 720 | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | 500< |
| H種2重ガラス巻線(H-DGC) | | 0.145 | 920 | 760 | △ | △ | △ | ○ | ○ | ◎ | 500< |
| 備考 | | | 金属はく法 | 金属はく法 F-DGC：180°C×6h H-DGC：210°C×6h | ◎良好 ○き裂小 △き裂中 ×下地が見えるき裂 曲げ角度=180° d：導体径 | | | | | | W=10N |

●表11 各種横巻線の特性例 (平角線2×5mm)

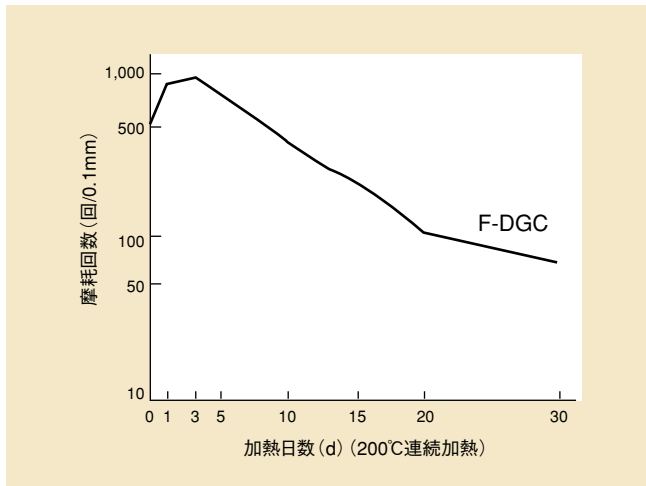
| 種類(記号) | 特性 | 被覆厚 (mm) | 破壊電圧 (V) | | | 曲げ性[外観、破壊電圧 (V)] | | | |
|----------------------------------|----|-------------|------------------|-------|-------|--|------------|------------|------------|
| | | | 常態 | 150℃ | 200℃ | 2 W | 4 W | 6 W | 8 W |
| F種2重ガラス巻線 (F-DGC) | | 0.191×0.134 | 940 | 950 | 940 | × | △ 710 | ○ 730 | ◎ 730 |
| H種2重ガラス巻線 (H-DGC) | | 0.196×0.143 | 830 | 840 | 830 | × | △ 690 | ○ 690 | ◎ 690 |
| マイカテープ巻線 (突合わせ 2枚巻) (DMPC) | | 0.154×0.156 | 6,400 | 6,300 | 6,000 | ○ 4,500 | ◎ 5,000 | ◎ 5,000 | ◎ 5,800 |
| ポリイミドテープ巻線 (ハーフラップ 1枚巻) (SIC) | | 0.105×0.088 | 9,340 | 9,800 | 9,600 | ◎ 6,370 | ◎ 6,570 | ◎ 6,780 | ◎ 7,170 |
| 備考 | | | 金属はく法 24h.加熱後 | | | 外観 { <ul style="list-style-type: none"> ◎良好 ○き裂小 △き裂中 ×下地が見えるき裂 W: 導体幅 180度エッジワイス曲げ | | | |

1 ガラス巻線

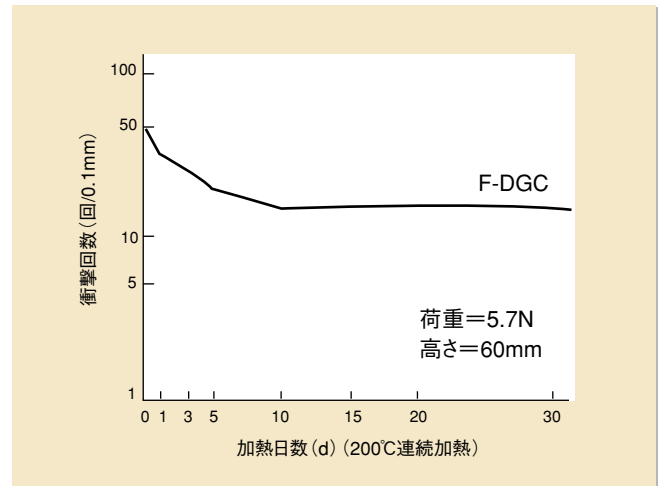
ガラス巻線はその被覆強度(耐摩耗、耐衝撃、可とう性)が弱いという難点がありましたが、最近では材料の選択と製造法の改善によって

相当に改善されました。図 10、11 にガラス巻線の機械的強度について示します。

●図10 200℃連続加熱による耐摩耗性の変化例



●図11 200℃連続加熱による耐衝撃性の変化例



2 ポリイミドテープ巻線

ポリイミドテープ巻線は、ポリイミドフィルムとフッ素樹脂で構成されたテープをテーピング後加熱し、ヒートシール処理したものです。ガラス巻線より占積率が良くH種としての耐熱性を十分満足するので、それらの代替えとした場合電気機器の小型軽量化が期待でき、また電気特性や被覆の可とう性はガラス巻線などより数段優れています。主な用途は車両用電動機、大型直流機、乾式変圧器などです。特に占積率の点で問題がある場合にお勧めします。

なお、耐コロナ性についてはガラス巻線より劣りますので、高圧機器に使用する場合には絶縁設計の面で十分な配慮が必要です。

ガラス巻線との特性比較をP.20 表11に示します。

3 マイカテープ巻線

マイカテープ巻線は、ポリエステルテープに集成マイカを張り合わせたテープをテーピングしたものです。ガラス巻線より占積率が良く、ガラス巻線の代替えとして小型回転機を中心に使用されています。

なお、高圧コロナ性については、ガラス巻線より劣りますので、高圧機器に使用する場合には、絶縁設計の面で十分な配慮が必要です。ガラス巻線との特性比較を P.20 表 11 に示します。

コイル巻 作業上の注意

一般的注意事項

各種のマグネットワイヤを使用して巻線作業を行う場合、その特性に応じ、お取り扱いおよび作業上、以下の点にご注意ください。

1 寸法（厚さおよび幅）が指定どおりですか？

寸法は製造時に検査に合格しているものを出荷しており、ご使用時に改めて検査の必要はないとも考えられますが、保管、管理その他の事情による誤使用を防止するため、使用直前にはかならず外径、幅、厚さを測定し、使用目的に適合するかどうかを確認してください。

2 傷、擦れなどはありませんか？

運搬または保管中の取り扱い不良により外傷を受けている場合、よく検査し、小さい傷は仕上げ、甚しい場合には除去する必要があります。

3 残線の取り扱い方

コイル巻後、残った線を保管する際にはちり、ほこり、特に金属粉、湿気、直射日光を避けるようご注意ください。

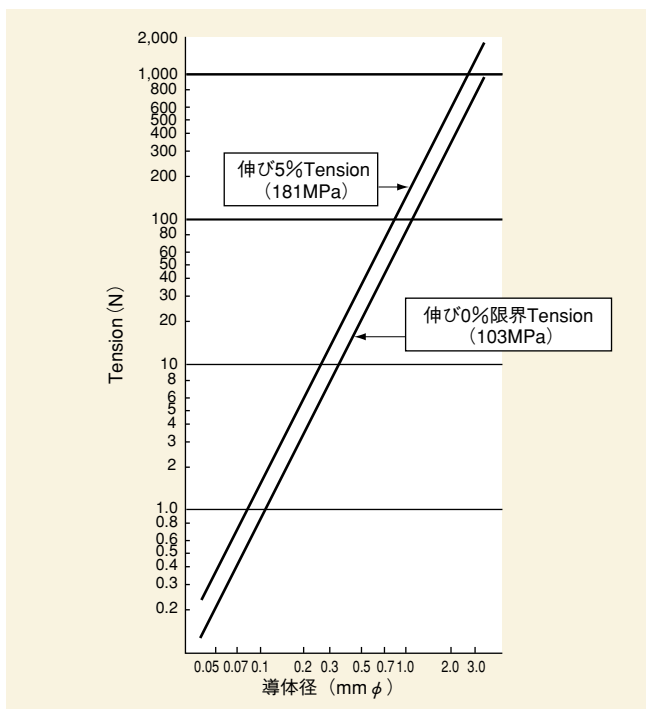
エナメル線に対する注意

一般的にエナメル線は非常に薄い皮膜で絶縁性が保証されています。作業時の鋭い外傷にはご注意ください。

1 コイル巻時の伸びは最小に！

コイル巻する際できるだけ伸ばさないようにしなければなりません。伸びることにより皮膜厚も薄くなり特性が低下するためです。したがって伸びが小さければ小さい程よいのですが、一般に5%以下におさえられれば、エナメル線の特性低下が少なくなります。参考までに線の伸びが5%、および線が伸びはじめるときのテンションを図12に示します。

● 図12 エナメル線におけるコイル巻テンション



2 処理ワニスの選定は慎重に！

一般のコイルはコイル巻後ワニス処理されますが、最近各種のコイルワニスを使用されており、その組み合わせについては慎重に考慮する必要があります。

3 剥離剤は飛散させないように！

末端はんだ付けなどのため皮膜を除去する際、薬品の剥離剤を用いる場合は、その剥離剤がコイルの他の部分に付着しないよう十分に注意する必要があります。また皮膜除去後剥離剤を中和し水などできれいにふきとることも大切です。

特に細径のエナメル線では腐食断線の原因ともなりますので注意が必要です。なお剥離する際には保護メガネ等の保護具を着用し、薬品、剥離屑が目等に入らないようご注意ください。

参考までにエナメル線の皮膜剥離方法についてP.17 表7に示します。

コイル成形 作業上の注意

成形の注意

多くの場合、コイルの成形には金型を用いますが、金型表面に傷があるとマグネットワイヤの被覆が損傷を受ける要因となりますので、使用前にご確認ください。

ブレーキの注意

巻線機によりコイルを巻く場合、マグネットワイヤには適当な張力を与える必要があります。線の曲がり修正を兼ねてブレーキを用いますが、加圧面はなるべく摺動面とすることを避け、ロール面とすることが望ましいです。また、ブレーキ強さは、マグネットワイヤの伸びをできるだけ小さくするよう選定する必要があります。特に細線の場合には注意を要します。

自動機械巻き

自動巻線機を用いて電気機器に直接コイル巻込みを行う場合、機械巻き後のコイルが損傷を受けたり寸法減少を起こすケースがありますので、ご注意ください。

屈曲部の補修

回転機のコイルなどで横巻線を数mmの曲げRで曲げる場合があります。その際、屈曲部分の被覆に多少の損傷を生ずるは避けられません。補修用の材料はできるだけ被覆と同種類の材料が望ましく、やむを得ない場合には機械的、電気的、熱的諸特性が類似のものをお選びください。

コイル成形後の取扱い方

前記のようにして成形されたコイルは、さらに絶縁、乾燥、ワニス処理を経て完成します。このコイルが固定子あるいは回転子に組み込まれますが、この組線工程に至るまでの各工程間の運搬その他取り扱い中のコイル形状の変形、被覆の損傷には、十分注意してください。

また、コイル保管中はちり、ほこり、特に金属粉、湿気を避けるようご注意ください。

巻線中に残るエナメル皮膜の歪や汗、湿気などがありますので使用前に予備乾燥をすることをお勧めします。

マグネットワイヤの保管方法

マグネットワイヤを長期間保管する場合、次の点に留意して保管してください。

- (1) 直射日光の当たる場所は避けてください。
- (2) 高温高湿度雰囲気は避けてください。
- (3) 特殊雰囲気(ガス類)などは避けてください。
- (4) マグネットワイヤが他の物品とぶつからないようにしてください。また、マグネットワイヤ同士もぶつからないようにしてください。
- (5) ちり、ほこりの多い所は避けてください。

保管期限

一般にマグネットワイヤは前項に基づいて保管されており長期間の保管が可能です。

しかし長期間保管したマグネットワイヤについては、使用前に特性チェックをして、問題のないことを確認したうえでご使用ください。

UL取得状況

- (1) UL取得品に関しては、ULのホームページをご参照ください。
- (2) ファイルNo.E68042 (株式会社プロテリアル)

■マグネットワイヤの寸法表

マグネットワイヤの寸法表は表12～18に示すとおりです。

●表12 エナメル線類寸法表

| 導 体 | | | 0 種 | | | 1 種 | | | 2 種 | | | 最大導体抵抗20°C (Ω/km) | |
|-----------|----------|--------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|-------|
| 径 (mm) | 許容差 (mm) | | 最小皮膜厚さ (mm) | 最大仕上外径 (mm) | 概算質量 (kg/km) | 最小皮膜厚さ (mm) | 最大仕上外径 (mm) | 概算質量 (kg/km) | 最小皮膜厚さ (mm) | 最大仕上外径 (mm) | 概算質量 (kg/km) | 0 種、1 種 | 2 種 |
| | 0 種、1 種 | 2 種 | | | | | | | | | | | |
| 3.20 | ±0.04 | — | 0.049 | 3.388 | 72.4 | 0.034 | 3.338 | 72.2 | — | — | — | 2.198 | — |
| 3.00 | ±0.03 | — | 0.049 | 3.178 | 63.7 | 0.034 | 3.128 | 63.4 | — | — | — | 2.489 | — |
| 2.90 | ±0.03 | — | 0.049 | 3.078 | 59.5 | 0.034 | 3.028 | 59.3 | — | — | — | 2.665 | — |
| 2.80 | ±0.03 | — | 0.049 | 2.978 | 55.5 | 0.034 | 2.928 | 55.3 | — | — | — | 2.861 | — |
| 2.70 | ±0.03 | — | 0.049 | 2.878 | 51.7 | 0.034 | 2.828 | 51.4 | — | — | — | 3.079 | — |
| 2.60 | ±0.03 | — | 0.049 | 2.778 | 47.9 | 0.034 | 2.728 | 47.7 | — | — | — | 3.324 | — |
| 2.50 | ±0.03 | — | 0.049 | 2.678 | 44.3 | 0.034 | 2.628 | 44.1 | — | — | — | 3.598 | — |
| 2.40 | ±0.03 | — | 0.048 | 2.574 | 40.9 | 0.033 | 2.526 | 40.7 | — | — | — | 3.908 | — |
| 2.30 | ±0.03 | — | 0.046 | 2.468 | 37.6 | 0.032 | 2.422 | 37.4 | — | — | — | 4.260 | — |
| 2.20 | ±0.03 | — | 0.046 | 2.368 | 34.4 | 0.032 | 2.322 | 34.2 | — | — | — | 4.662 | — |
| 2.10 | ±0.03 | — | 0.045 | 2.266 | 31.3 | 0.031 | 2.220 | 31.2 | — | — | — | 5.123 | — |
| 2.00 | ±0.03 | — | 0.044 | 2.162 | 28.4 | 0.030 | 2.118 | 28.3 | — | — | — | 5.656 | — |
| 1.90 | ±0.03 | — | 0.044 | 2.062 | 25.7 | 0.030 | 2.018 | 25.6 | — | — | — | 6.278 | — |
| 1.80 | ±0.03 | — | 0.042 | 1.956 | 23.1 | 0.029 | 1.914 | 22.9 | — | — | — | 7.007 | — |
| 1.70 | ±0.03 | — | 0.042 | 1.856 | 20.6 | 0.029 | 1.814 | 20.5 | — | — | — | 7.871 | — |
| 1.60 | ±0.03 | — | 0.041 | 1.754 | 18.3 | 0.028 | 1.712 | 18.2 | — | — | — | 8.906 | — |
| 1.50 | ±0.03 | — | 0.041 | 1.654 | 16.1 | 0.028 | 1.612 | 16.0 | — | — | — | 10.16 | — |
| 1.40 | ±0.03 | — | 0.039 | 1.548 | 14.0 | 0.027 | 1.508 | 13.9 | — | — | — | 11.70 | — |
| 1.30 | ±0.03 | — | 0.039 | 1.448 | 12.1 | 0.027 | 1.408 | 12.0 | — | — | — | 13.61 | — |
| 1.20 | ±0.03 | — | 0.037 | 1.342 | 10.3 | 0.026 | 1.304 | 10.2 | — | — | — | 16.04 | — |
| 1.10 | ±0.03 | — | 0.037 | 1.242 | 8.70 | 0.026 | 1.204 | 8.63 | — | — | — | 19.17 | — |
| 1.00 | ±0.03 | ±0.012 | 0.036 | 1.138 | 7.21 | 0.025 | 1.102 | 7.14 | 0.017 | 1.062 | 7.08 | 23.33 | 22.49 |
| 0.95 | ±0.02 | ±0.010 | 0.034 | 1.072 | 6.49 | 0.024 | 1.038 | 6.44 | 0.017 | 1.008 | 6.39 | 25.38 | 24.84 |
| 0.90 | ±0.02 | ±0.010 | 0.033 | 1.020 | 5.83 | 0.023 | 0.986 | 5.78 | 0.016 | 0.956 | 5.74 | 28.35 | 27.71 |
| 0.85 | ±0.02 | ±0.010 | 0.032 | 0.966 | 5.21 | 0.022 | 0.934 | 5.16 | 0.015 | 0.904 | 5.12 | 31.87 | 31.11 |
| 0.80 | ±0.02 | ±0.010 | 0.031 | 0.914 | 4.62 | 0.021 | 0.882 | 4.57 | 0.015 | 0.852 | 4.54 | 36.08 | 35.17 |
| 0.75 | ±0.02 | ±0.008 | 0.030 | 0.860 | 4.06 | 0.020 | 0.830 | 4.02 | 0.014 | 0.798 | 3.99 | 41.19 | 39.87 |
| 0.70 | ±0.02 | ±0.008 | 0.028 | 0.804 | 3.54 | 0.019 | 0.776 | 3.51 | 0.013 | 0.746 | 3.47 | 47.47 | 45.84 |
| 0.65 | ±0.02 | ±0.008 | 0.027 | 0.752 | 3.06 | 0.018 | 0.724 | 3.03 | 0.012 | 0.694 | 3.00 | 55.31 | 53.26 |
| 0.60 | ±0.02 | ±0.008 | 0.026 | 0.698 | 2.61 | 0.017 | 0.672 | 2.58 | 0.012 | 0.644 | 2.56 | 65.26 | 62.64 |
| 0.55 | ±0.02 | ±0.006 | 0.025 | 0.646 | 2.20 | 0.017 | 0.620 | 2.17 | 0.012 | 0.592 | 2.15 | 78.15 | 74.18 |
| 0.50 | ±0.01 | ±0.006 | 0.025 | 0.586 | 1.82 | 0.017 | 0.560 | 1.80 | 0.012 | 0.542 | 1.78 | 91.43 | 89.95 |
| 0.45 | ±0.01 | ±0.006 | 0.024 | 0.532 | 1.48 | 0.016 | 0.508 | 1.46 | 0.011 | 0.490 | 1.44 | 114.2 | 112.1 |
| 0.40 | ±0.01 | ±0.005 | 0.023 | 0.480 | 1.17 | 0.015 | 0.456 | 1.15 | 0.011 | 0.439 | 1.14 | 145.3 | 141.7 |
| 0.37 | ±0.01 | ±0.005 | 0.022 | 0.446 | 1.00 | 0.014 | 0.424 | 0.99 | 0.010 | 0.407 | 0.98 | 170.6 | 165.9 |
| 0.35 | ±0.01 | ±0.005 | 0.021 | 0.424 | 0.90 | 0.014 | 0.402 | 0.89 | 0.010 | 0.387 | 0.88 | 191.2 | 185.7 |
| 0.32 | ±0.01 | ±0.005 | 0.021 | 0.394 | 0.76 | 0.014 | 0.372 | 0.74 | 0.010 | 0.357 | 0.73 | 230.0 | 222.8 |
| 0.30 | ±0.01 | ±0.005 | 0.021 | 0.374 | 0.67 | 0.014 | 0.352 | 0.65 | 0.010 | 0.337 | 0.65 | 262.9 | 254.0 |
| 0.29 | ±0.01 | ±0.004 | 0.020 | 0.360 | 0.62 | 0.013 | 0.340 | 0.61 | 0.009 | 0.324 | 0.60 | 285.7 | 273.9 |
| 0.28 | ±0.01 | ±0.004 | 0.020 | 0.350 | 0.58 | 0.013 | 0.330 | 0.57 | 0.009 | 0.314 | 0.56 | 307.3 | 294.4 |
| 0.27 | ±0.01 | ±0.004 | 0.020 | 0.340 | 0.54 | 0.013 | 0.320 | 0.53 | 0.009 | 0.304 | 0.52 | 331.4 | 316.6 |
| 0.26 | ±0.01 | ±0.004 | 0.020 | 0.330 | 0.50 | 0.013 | 0.310 | 0.49 | 0.009 | 0.294 | 0.49 | 358.4 | 341.8 |
| 0.25 | ±0.008 | ±0.004 | 0.020 | 0.318 | 0.47 | 0.013 | 0.298 | 0.46 | 0.009 | 0.284 | 0.45 | 382.5 | 370.2 |
| 0.24 | ±0.008 | ±0.004 | 0.020 | 0.308 | 0.43 | 0.013 | 0.288 | 0.42 | 0.009 | 0.274 | 0.42 | 416.2 | 402.2 |
| 0.23 | ±0.008 | ±0.004 | 0.020 | 0.298 | 0.40 | 0.013 | 0.278 | 0.39 | 0.009 | 0.264 | 0.38 | 454.5 | 438.6 |
| 0.22 | ±0.008 | ±0.004 | 0.019 | 0.286 | 0.36 | 0.012 | 0.266 | 0.36 | 0.008 | 0.252 | 0.35 | 498.4 | 480.1 |
| 0.21 | ±0.008 | ±0.003 | 0.019 | 0.276 | 0.33 | 0.012 | 0.256 | 0.32 | 0.008 | 0.241 | 0.32 | 549.0 | 522.8 |
| 0.20 | ±0.008 | ±0.003 | 0.019 | 0.266 | 0.30 | 0.012 | 0.246 | 0.30 | 0.008 | 0.231 | 0.29 | 607.6 | 577.2 |
| 0.19 | ±0.008 | ±0.003 | 0.019 | 0.256 | 0.27 | 0.012 | 0.236 | 0.27 | 0.008 | 0.221 | 0.26 | 676.2 | 640.6 |
| 0.18 | ±0.008 | ±0.003 | 0.019 | 0.246 | 0.25 | 0.012 | 0.226 | 0.24 | 0.008 | 0.211 | 0.24 | 757.2 | 715.0 |
| 0.17 | ±0.008 | ±0.003 | 0.018 | 0.232 | 0.22 | 0.011 | 0.214 | 0.22 | 0.007 | 0.199 | 0.21 | 853.5 | 803.2 |
| 0.16 | ±0.008 | ±0.003 | 0.018 | 0.222 | 0.20 | 0.011 | 0.204 | 0.19 | 0.007 | 0.189 | 0.19 | 969.5 | 908.8 |
| 0.15 | ±0.008 | ±0.003 | 0.017 | 0.210 | 0.17 | 0.010 | 0.192 | 0.17 | 0.006 | 0.177 | 0.16 | 1,111 | 1,037 |
| 0.14 | ±0.008 | ±0.003 | 0.017 | 0.200 | 0.15 | 0.010 | 0.182 | 0.15 | 0.006 | 0.167 | 0.14 | 1,286 | 1,193 |
| 0.13 | ±0.008 | ±0.003 | 0.017 | 0.190 | 0.13 | 0.010 | 0.172 | 0.13 | 0.006 | 0.157 | 0.12 | 1,505 | 1,389 |
| 0.12 | ±0.008 | ±0.003 | 0.017 | 0.180 | 0.12 | 0.010 | 0.162 | 0.11 | 0.006 | 0.147 | 0.11 | 1,786 | 1,636 |
| 0.11 | ±0.008 | ±0.003 | 0.016 | 0.166 | 0.096 | 0.009 | 0.150 | 0.091 | 0.005 | 0.135 | 0.088 | 2,153 | 1,957 |
| 0.10 | ±0.008 | ±0.003 | 0.016 | 0.156 | 0.081 | 0.009 | 0.140 | 0.076 | 0.005 | 0.125 | 0.074 | 2,647 | 2,381 |

●表13 エナメル線類寸法表（自己融着線）

| 導 体 | | | 0 種 | | | 1 種 | | | 2 種 | | |
|-----------|----------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 径 (mm) | 許容差 (mm) | | 最小絶縁 皮膜厚さ (mm) | 最 小* 皮膜厚さ (mm) | 最大仕上り 外 径 (mm) | 最小絶縁 皮膜厚さ (mm) | 最 小* 皮膜厚さ (mm) | 最大仕上り 外 径 (mm) | 最小絶縁 皮膜厚さ (mm) | 最 小* 皮膜厚さ (mm) | 最大仕上り 外 径 (mm) |
| | 0 種、1 種 | 2 種 | | | | | | | | | |
| 1.0 | ±0.03 | — | 0.025 | 0.036 | 1.138 | 0.017 | 0.025 | 1.102 | — | — | — |
| 0.95 | ±0.02 | — | 0.024 | 0.034 | 1.072 | 0.017 | 0.024 | 1.038 | — | — | — |
| 0.90 | ±0.02 | — | 0.023 | 0.033 | 1.020 | 0.016 | 0.023 | 0.986 | — | — | — |
| 0.85 | ±0.02 | — | 0.022 | 0.032 | 0.966 | 0.015 | 0.022 | 0.934 | — | — | — |
| 0.80 | ±0.02 | — | 0.021 | 0.031 | 0.914 | 0.015 | 0.021 | 0.882 | — | — | — |
| 0.75 | ±0.02 | — | 0.020 | 0.030 | 0.860 | 0.014 | 0.020 | 0.830 | — | — | — |
| 0.70 | ±0.02 | — | 0.019 | 0.028 | 0.804 | 0.013 | 0.019 | 0.776 | — | — | — |
| 0.65 | ±0.02 | — | 0.018 | 0.027 | 0.752 | 0.012 | 0.018 | 0.724 | — | — | — |
| 0.60 | ±0.02 | ±0.008 | 0.017 | 0.026 | 0.698 | 0.012 | 0.017 | 0.672 | 0.008 | 0.012 | 0.644 |
| 0.55 | ±0.02 | ±0.006 | 0.017 | 0.025 | 0.646 | 0.012 | 0.017 | 0.620 | 0.008 | 0.012 | 0.592 |
| 0.50 | ±0.01 | ±0.006 | 0.017 | 0.025 | 0.586 | 0.012 | 0.017 | 0.560 | 0.008 | 0.012 | 0.542 |
| 0.45 | ±0.01 | ±0.006 | 0.016 | 0.024 | 0.532 | 0.011 | 0.016 | 0.508 | 0.007 | 0.011 | 0.490 |
| 0.40 | ±0.01 | ±0.005 | 0.015 | 0.023 | 0.480 | 0.011 | 0.015 | 0.456 | 0.007 | 0.011 | 0.439 |
| 0.37 | ±0.01 | ±0.005 | 0.014 | 0.022 | 0.446 | 0.010 | 0.014 | 0.424 | 0.007 | 0.010 | 0.407 |
| 0.35 | ±0.01 | ±0.005 | 0.014 | 0.021 | 0.424 | 0.010 | 0.014 | 0.402 | 0.007 | 0.010 | 0.387 |
| 0.32 | ±0.01 | ±0.005 | 0.014 | 0.021 | 0.394 | 0.010 | 0.014 | 0.372 | 0.007 | 0.010 | 0.357 |
| 0.30 | ±0.01 | ±0.005 | 0.014 | 0.021 | 0.374 | 0.010 | 0.014 | 0.352 | 0.007 | 0.010 | 0.337 |
| 0.29 | ±0.01 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.360 | 0.009 | 0.013 | 0.340 | 0.006 | 0.009 | 0.324 |
| 0.28 | ±0.01 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.350 | 0.009 | 0.013 | 0.330 | 0.006 | 0.009 | 0.314 |
| 0.27 | ±0.01 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.340 | 0.009 | 0.013 | 0.320 | 0.006 | 0.009 | 0.304 |
| 0.26 | ±0.01 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.330 | 0.009 | 0.013 | 0.310 | 0.006 | 0.009 | 0.294 |
| 0.25 | ±0.008 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.318 | 0.009 | 0.013 | 0.298 | 0.006 | 0.009 | 0.284 |
| 0.24 | ±0.008 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.308 | 0.009 | 0.013 | 0.288 | 0.006 | 0.009 | 0.274 |
| 0.23 | ±0.008 | ±0.004 | 0.013 | 0.020 | 0.298 | 0.009 | 0.013 | 0.278 | 0.006 | 0.009 | 0.264 |
| 0.22 | ±0.008 | ±0.004 | 0.012 | 0.019 | 0.286 | 0.008 | 0.012 | 0.266 | 0.005 | 0.008 | 0.252 |
| 0.21 | ±0.008 | ±0.003 | 0.012 | 0.019 | 0.276 | 0.008 | 0.012 | 0.256 | 0.005 | 0.008 | 0.241 |
| 0.20 | ±0.008 | ±0.003 | 0.012 | 0.019 | 0.266 | 0.008 | 0.012 | 0.246 | 0.005 | 0.008 | 0.231 |

*最小皮膜厚さ：絶縁皮膜と融着皮膜の合計の最小厚さ

●表17 ガラス巻線の寸法表

| 導 体 | | 1 重 ガ ラ ス 巻 線 (SGC) | | | 2 重 ガ ラ ス 巻 線 (DGC) | | | 最大導体 抵抗 20℃ (Ω/km) |
|-----------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| 径 (mm) | 許容差 (mm) | 最 小 絶縁厚さ (mm) | 最 大 仕上外径 (mm) | 概算質量 (kg/km) | 最 小 絶縁厚さ (mm) | 最 大 仕上外径 (mm) | 概算質量 (kg/km) | |
| 3.20 | ±0.04 | — | — | — | 0.14 | 3.58 | 74.6 | 2.198 |
| 3.00 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 3.37 | 65.7 | 2.489 |
| 2.90 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 3.27 | 61.5 | 2.665 |
| 2.80 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 3.17 | 57.5 | 2.861 |
| 2.70 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 3.07 | 53.5 | 3.079 |
| 2.60 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 2.97 | 49.7 | 3.324 |
| 2.50 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 2.87 | 46.1 | 3.598 |
| 2.40 | ±0.03 | — | — | — | 0.14 | 2.77 | 42.6 | 3.908 |
| 2.30 | ±0.03 | — | — | — | 0.12 | 2.63 | 38.9 | 4.260 |
| 2.20 | ±0.03 | — | — | — | 0.12 | 2.53 | 35.6 | 4.662 |
| 2.10 | ±0.03 | — | — | — | 0.12 | 2.43 | 32.5 | 5.123 |
| 2.00 | ±0.03 | 0.06 | 2.19 | 28.7 | 0.12 | 2.33 | 29.6 | 5.656 |
| 1.90 | ±0.03 | 0.06 | 2.09 | 26.0 | 0.12 | 2.23 | 26.8 | 6.278 |
| 1.80 | ±0.03 | 0.06 | 1.99 | 23.4 | 0.12 | 2.13 | 24.1 | 7.007 |
| 1.70 | ±0.03 | 0.06 | 1.89 | 20.9 | 0.12 | 2.03 | 21.6 | 7.871 |
| 1.60 | ±0.03 | 0.06 | 1.79 | 17.9 | 0.12 | 1.93 | 19.2 | 8.906 |
| 1.50 | ±0.03 | 0.06 | 1.69 | 16.3 | 0.12 | 1.83 | 17.0 | 10.16 |
| 1.40 | ±0.03 | 0.06 | 1.59 | 14.3 | 0.12 | 1.73 | 14.9 | 11.70 |
| 1.30 | ±0.03 | 0.06 | 1.49 | 12.3 | 0.12 | 1.63 | 12.9 | 13.61 |
| 1.20 | ±0.03 | 0.06 | 1.37 | 10.5 | 0.10 | 1.49 | 11.0 | 16.04 |
| 1.10 | ±0.03 | 0.06 | 1.27 | 8.88 | 0.10 | 1.39 | 9.28 | 19.17 |
| 1.00 | ±0.03 | 0.06 | 1.17 | 7.38 | 0.10 | 1.29 | 7.75 | 23.33 |
| 0.95 | ±0.02 | 0.06 | 1.11 | 6.68 | 0.10 | 1.23 | 7.03 | 25.38 |
| 0.90 | ±0.02 | 0.06 | 1.06 | 6.02 | 0.10 | 1.18 | 6.35 | 28.35 |
| 0.85 | ±0.02 | 0.06 | 1.01 | 5.39 | 0.10 | 1.13 | 5.71 | 31.87 |
| 0.80 | ±0.02 | 0.06 | 0.96 | 4.79 | 0.10 | 1.08 | 5.10 | 36.08 |
| 0.75 | ±0.02 | 0.06 | 0.91 | 4.23 | 0.10 | 1.03 | 4.52 | 41.19 |
| 0.70 | ±0.02 | 0.06 | 0.86 | 3.71 | 0.10 | 0.98 | 3.98 | 47.47 |
| 0.65 | ±0.02 | 0.06 | 0.81 | 3.22 | 0.10 | 0.93 | 3.47 | 55.31 |
| 0.60 | ±0.02 | 0.06 | 0.76 | 2.76 | 0.10 | 0.88 | 3.00 | 65.26 |

●表18 2重ガラス巻平角線 (DGC) の寸法表 (導体寸法の許容差、導体厚さ方向の絶縁厚さ [最小値] および仕上り厚さ [最大値])

| 導体幅及び 導体厚さ 及び許容差 | | 単位 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| | | ±0.05 | | | | ±0.07 | | | | | | ±0.10 | | | | | | ±0.15 | | | | | | | | | | | |
| 0.8 | ±0.035 | | | | | | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.23 | 1.23 | 1.23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.9 | | | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.33 | 1.33 | 1.33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.48 | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | ±0.05 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.56 | 1.59 | 1.59 | 1.59 | 1.59 | 1.59 | 1.64 | 1.64 | 1.64 | 1.64 | 1.64 | 1.64 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | | | | | | | | |
| 1.4 | | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.84 | 1.84 | 1.84 | 1.84 | 1.84 | 1.84 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | 1.89 | | | | | | |
| 1.6 | | 1.96 | 1.96 | 1.96 | 1.96 | 1.96 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 1.99 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 2.09 | 2.09 | 2.09 | 2.09 | 2.09 | 2.09 | 2.09 | 2.14 | 2.14 | | | |
| 1.8 | | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.16 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.19 | 2.24 | 2.24 | 2.24 | 2.24 | 2.24 | 2.24 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.34 | 2.34 | 2.34 | | |
| 2.0 | | | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.36 | 2.39 | 2.39 | 2.39 | 2.39 | 2.39 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.49 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | 2.54 | |
| 2.2 | | | | 2.56 | 2.56 | 2.56 | 2.59 | 2.59 | 2.59 | 2.59 | 2.59 | 2.64 | 2.64 | 2.64 | 2.64 | 2.64 | 2.64 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.69 | 2.74 | 2.74 | 2.74 | 2.74 | |
| 2.4 | | | | | 2.76 | 2.76 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.84 | 2.89 | 2.89 | 2.89 | 2.89 | 2.89 | 2.89 | 2.89 | 2.94 | 2.94 | 2.94 | 2.94 | |
| 2.6 | | ±0.07 | | | | 2.97 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.05 | 3.05 | 3.05 | 3.05 | 3.05 | 3.05 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.15 | 3.15 | 3.15 | | |
| 2.8 | | | | | | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.35 | 3.35 | | | | |
| 3.0 | | | | | | | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.45 | 3.45 | 3.45 | 3.45 | 3.45 | 3.45 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.55 | | | | | |
| 3.2 | | | | | | | | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.65 | 3.65 | 3.65 | 3.65 | 3.65 | 3.65 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | | | | | |
| 3.5 | | | | | | | | | 3.90 | 3.90 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 3.95 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | | | | | |
| 厚さ方向の 最小絶縁厚さ (片側) | | 0.09 | | | | 0.10 | | | | | | 0.12 | | | | | | 0.14 | | | | | | 0.16 | | | | | |

■製品ラベルおよび製造履歴番号

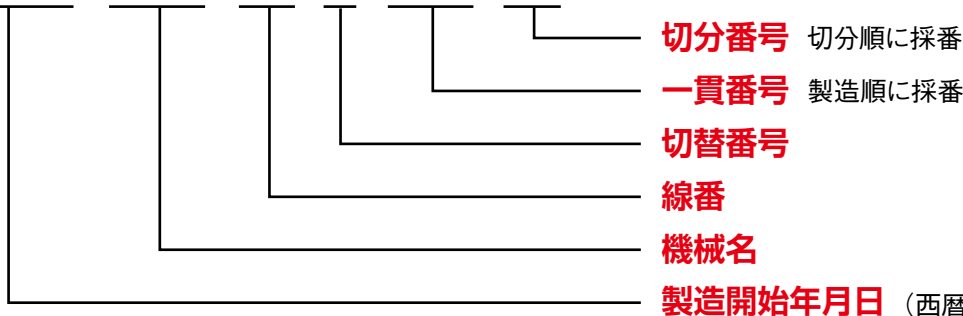
(1) 製品ラベル例



- ① 品名
- ② 種別
- ③ サイズ
- ④ 製造履歴番号

(2) 製造履歴番号

17124 R15 13 1 006 00



切分番号 切分順に採番

一貫番号 製造順に採番

切替番号

線番

機械名

製造開始年月日 (西暦の下2桁+月*+日)

※10月:X、11月:Y、12月:Z

■マグネットワイヤの荷姿

マグネットワイヤの標準的な荷姿について表19～22に示します。

●表19 標準荷姿と標準巻質量(丸線)

| 導 体 径 (mm) | エナメル線類 | | 横巻線類 | | |
|---------------|------------|------------|------------|--------------|-----------|
| | ボビン | バック | | | |
| 0.1～0.12 | PT-15 (15) | | / | | |
| 0.13～0.30 | | | | | |
| 0.32～0.50 | | | | | |
| 0.55～0.70 | | | | | |
| 0.75～0.95 | PT-25 (25) | PT-90 (90) | PT-60 (60) | LMP (100) | P-30 (20) |
| 1.0～1.5 | | | | | |
| 1.6～2.0 | P-30 (30) | | P-35 (35) | | |
| 2.1～3.0 | P-35 (35) | | | | |
| 3.2～4.0 | SF-44 (50) | | SF-44 (50) | | |

注) 1. ()内の数字は標準巻質量(単位 kg)を示します。
2. 標準巻質量の許容差は±30%

●表20 標準荷姿と標準巻質量(平角線)

| 巾 厚 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 3.5 | 3.7 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0.8 | P-30K (30) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | SF-44 (50) or P-4D (70) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.5 | 範 囲 外 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

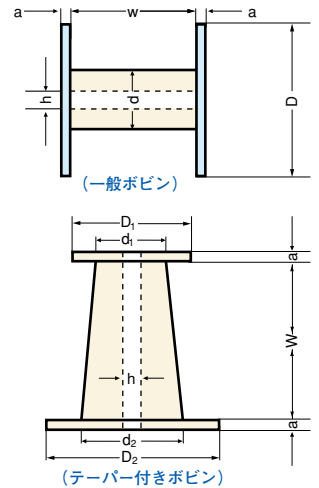
注) 1. ()内の数字は標準巻質量(単位 kg)を示します。
2. 標準巻質量の許容差は±30%

●表21 標準的な電線用巻枠寸法表

単位 mm

| 種類 | 鍔径 D | 胴径 d | 内幅 W | 鍔厚 a | 軸穴径 h | | | |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|-----|-----|-----|
| ポリアミドイミド線 P-30K(平角用) P-30 | 300 | 130 | 130 | 15 | 30 | | | |
| | P-35、P-35S | 350 | 150 | 130 | 18 | 32 | | |
| プラスチックフィルム SF-44 | 440 | 300 | 190 | 16 | 50 | | | |
| | P-4D | 500 | 300 | 190 | 30 | 50 | | |
| | P-600 | 600 | 400 | 220 | 30 | 50 | | |
| テーパ付きロングボビン | D ₁ | D ₂ | d ₁ | d ₂ | | | | |
| | PT-10 | 160 | 180 | 96 | 110 | 200 | 15 | 30 |
| | PT-15 | 180 | 200 | 96 | 110 | 200 | 15 | 30 |
| | PT-25 | 215 | 230 | 110 | 130 | 250 | 15 | 30 |
| | PT-60 | 270 | 300 | 150 | 175 | 350 | 25 | 45 |
| | PT-90 | 300 | 315 | 180 | 200 | 425 | 38 | 100 |
| PT-270 | 435 | 460 | 255 | 280 | 530 | 50 | 100 | |

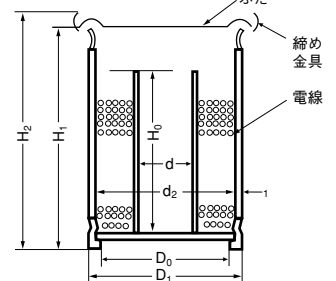
●図13 ボビン



●表22 標準的なペイルパック寸法表

| 種類 | H ₀ | H ₁ | H ₂ | d ₁ | d ₂ | D ₀ | D ₁ | t |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| LMP | 525 | 560 | 560 | 300 | 500 | 480 | 515 | 5.0 ≦ |
| LP-500 | 715 | 767 | 770 | 399 | 650 | 626 | 662 | 5.0 ≦ |

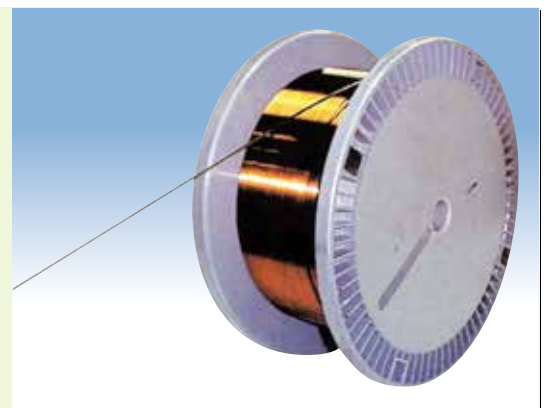
●図14 ペイルバック



使い易さを提供します 整列巻エナメル線

- 小曲がりがなく、修正作業が不要
- 小曲がり修正不要のため、線が硬くならない

加工しづらい丸エナメル線 (2.1~3.2mmφ) のコイル巻作業効率アップに貢献します。



整列巻品



一般巻品

●整列巻エナメル線在庫品

| 品 種 | サイズ(mm) | 荷 姿 | 標準仕様書番号 |
|---------------------------|---|-------|---------------|
| 1種 ポリエステル線 (1PEW) | 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0 3.2 | P-35S | “SP70-90010*” |
| 1種 ポリアミドイミド線 (1AIW) | 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0 3.2 | P-35S | “SP70-90070*” |

*標準巻質量：35kg

注記)*：改訂時にアルファベットを更新(A→B…)

株式会社プロテリアル

販売拠点

| | | |
|-------|--|-----------------|
| 本 社 | 〒135-0061 東京都江東区豊洲5-6-36豊洲プライムスクエア | ☎(0120) 603-303 |
| 北日本支店 | 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央一丁目6番35号(東京建物仙台ビル) | ☎(022) 267-0216 |
| 茨城支店 | 〒317-0065 茨城県日立市助川町三丁目1番1号 | ☎(0294) 24-4821 |
| 中日本支社 | 〒450-6036 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号(JRセントラルタワーズ) | ☎(052) 551-4111 |
| 西日本支社 | 〒530-6112 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番23号(中之島ダイビル) | ☎(06) 7669-3720 |
| 中国支店 | 〒732-0827 広島県広島市南区稲荷町2番16号(広島稲荷町第一生命ビル) | ☎(082) 535-1711 |
| 九州支店 | 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神二丁目14番13号(天神三井ビル) | ☎(092) 687-5261 |

技術窓口

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|
| 電線統括部 マグネットワイヤ技術部 | 〒319-1411 茨城県日立市川尻町四丁目10番1号 | ☎(0294) 42-5453 |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|

<https://www.proterial.com/>

●お問い合わせ、ご用命は下記へどうぞ

※本カタログ記載の内容は予告なしに変更する場合がございます。
※イメージワイヤ、KOMAKI/コマキ、KMK、AMW-XVは株式会社プロテリアルの登録商標です。

本カタログ記載内容の無断転載を禁じます。