

製品仕様

製品名：レベル240芳香族ポリイミドエナメル丸銅線

製品仕様

1. 適用範囲

この規格は、耐熱レベル240芳香族ポリイミドエナメル丸銅線の性能要件に適用します。

2. 使用上の特徴

- 2.1 この製品は耐熱性、耐高圧性などの特性を備えた製品です。
- 2.2 本製品の耐熱クラスはレベル240です。（UL認証番号：E174580）

3. モデル

薄塗装層（レベル1）エナメル線モデル：QY-1/240。 厚塗り層（レベル2）エナメル線モデル：QY-2/240。

4. 導体、絶縁被覆、潤滑、寸法および特性

4.1 導体

エナメル線に使用される銅は、GB/T 3952-2016「電気用銅線ブランク」の標準要件に準拠している。

4.2 絶縁被覆

塗膜は芳香族ポリイミド樹脂をベースにしており、耐熱性、耐摩耗性、耐冷媒性に優れています。

4.3 潤滑

エナメル線の表面には潤滑剤を塗布して、潤滑剤は塗膜や使用に悪影響を与えません。

4.4 寸法

エナメル線の導体呼び径、許容差、塗膜厚さ、最大仕上がり径（外径）、抵抗値は表1の条件を満たします。

表 1

導体呼び径 (mm)	導体許容差 ±(mm)	最小塗膜 (mm)		最大外径 (mm)		室温耐電圧 (v)		一方向の耐傷性(N) 平均/最小		抵抗値 (Ω/m)	
		1級	2級	1級	2級	1級	2級	1級	2級	min	max
0.25	0.004	0.017	0.032	0.281	0.297	2100	3900	2.00/1.70	3.35/2.85	0.3345	0.3628
0.26	0.004	0.018	0.033	0.294	0.308	2200	4000	2.15/1.85	3.60/3.05	0.3351	0.3321
0.28	0.004	0.018	0.033	0.312	0.329	2200	4000	2.15/1.85	3.60/3.05	0.2676	0.2882
0.300	0.004	0.019	0.035	0.333	0.352	2200	4100	3.50/2.95	5.65/4.80	0.2336	0.2507
0.315	0.004	0.019	0.035	0.349	0.367	2200	4100	3.50/2.95	5.65/4.80	0.2121	0.2270
0.355	0.004	0.020	0.038	0.392	0.411	2300	4300	3.75/3.20	6.05/5.15	0.1674	0.1782
0.400	0.005	0.021	0.040	0.439	0.459	2300	4400	4.05/3.45	6.50/5.50	0.1316	0.1407
0.450	0.005	0.022	0.042	0.491	0.513	2300	4400	4.35/3.70	7.00/5.90	0.1402	0.1109

0.500	0.005	0.024	0.045	0.544	0.566	2400	4600	4.65/3.95	7.50/6.35	0.08462	0.08959
0.510	0.006	0.025	0.047	0.554	0.579	2500	4600	5.00/4.25	8.00/6.80	0.08105	0.08642
0.560	0.006	0.025	0.047	0.606	0.630	2500	4600	5.00/4.25	8.00/6.80	0.06736	0.07153

注：導体呼び径の中間サイズについては、次に大きい導体呼び径、最小塗膜厚さ、最小破壊電圧、最小平均引っ掻き力の値を採用するものとします。

4.5 特性

第5章に従って試験した場合、エナメル線の特性は表2の要件を満たします。

表 2

項目	特性	テスト方法
サイズ	表1の要件に準拠する	5.1項を参照
外観	スプールに巻かれた糸を目視検査すると、塗膜は基本的に滑らかで連続しており、気泡や不純物がない。	目視検査
柔軟性	導体コーティングに目に見える亀裂や露出した導体はありません。	5.2項を参照
密着性	導体コーティングに目に見える亀裂や露出した導体はありません。	5.3項を参照
伸び率	表4の要件に準拠する。	5.4項を参照
軟らかさ-スプリングバック角度	表5の要件に準拠する。	5.5項を参照
一方向の耐傷性	表1の要件に準拠する。	5.6項を参照
耐軟化	450℃で2分以内に破壊があってはならない。 昇温法は350℃以上	5.7項を参照
耐熱衝撃	最低熱衝撃温度は260℃です。亀裂や露出した導体はありません。	5.8項を参照
抵抗値	表1の要件に準拠する。	5.9項を参照
絶縁破壊	室温電圧は表1の要件に準拠する。高温試験温度は240℃であり、表7の要件に準拠する。	5.10項を参照
塗膜の連続性	エナメル線30mあたりの欠陥数が表8に指定された値を超えてはなりません。	5.11項を参照
耐溶剤	塗膜にフクレや膨れが無く、鉛筆硬度 \geq H	5.12項を参照
静摩擦係数	≤ 0.10	5.13項を参照
温度インデックス	最低温度指数は240です。	5.14項を参照

5. テスト方法

5.1 サイズ

真っ直ぐに伸ばした試験片から1M離れた2箇所、各箇所の絶縁電線の外周に沿って外径を3回測定して、

これら6つの測定値の平均が外径となります。その後、裸線を損傷しない方法で塗膜を除去し、裸線に沿って上記の測定を繰り返します。6つの測定値の平均が裸線の直径となります。

塗膜の厚さは次の式で計算されます。

$$\text{塗膜厚さ} = \text{外径} - \text{裸線径}$$

導体の真円度は、導体の各断面における2つの直径測定値間の最大差です。

5.2 柔軟性

5.2.1 巻線テスト（導体の呼び径 1.60mm 以下）:

同じボビンから長さ約 35cm の試験片を3つ切り出し、各試験片を表3に指定された直径の平滑な表面の試験棒の周りに、各巻が互いに接触するように10回しっかりと巻き付けます。次に、塗膜が割れて導体が露出していないか確認します。

5.2.2 引張テスト（導体の呼び径 1.60mm 以上）

エナメル線を32%引き伸ばした後、塗膜に亀裂がないです。

表 3

呼び径 (mm)	丸棒径 (mm)
0.140	0.150
0.140 (以上) ~ 1.600 (及び)	d

注：dはエナメル線の呼び径です。

5.3 密着性

5.3.1 断線試験（導体の呼び径1.000mm以下）

真っ直ぐな試験片を取り出し、破断または指定された伸びまで鋭く引っ張ります。基準距離は 200 ~ 250mm です。伸長後、10 倍の拡大鏡を使用して、塗膜の亀裂や密着性の低下が確認され、目に見える導体亀裂やクラックがないかを確認します。ただし、ブレイクポイントから2mm 以内では評価を行われません。テストは3回行われます。

5.3.2 剥離試験（導体の呼び径1.000mm以上）

導体の呼び径が 1.000mm を超えるエナメル線の場合、 $R=K/d$ でねじった後でも塗膜の付着力が失われてはなりません。K=110mm、dは導体の呼び径です。

5.4 伸び率

伸び計上で、自由試験長さ 200 ~ 250 mm の真っ直ぐに伸ばした試験片を導体の破断点まで (5 ± 1) mm/s の速度で引き伸ばし、破断点における長さの線形増分と自由試験を計算します。長さの比率はパーセンテージで表されます。試験片3本を測定し、その平均値を破断伸びとする。伸び率は表4の要件を満たします。

表 4

ワイヤゲージ	伸び率 (%)	ワイヤゲージ	伸び率 (%)	ワイヤゲージ	伸び率 (%)
0.25	25	0.315	26	0.45	28
0.26	26	0.335	27	0.50	28
0.28	26	0.40	27	0.56	29
0.30	26				

注：導体の呼び径の中間サイズの場合、次に大きい導体の呼び径の最小伸び値を採用する。

5.5 スプリングバック

5.5.1 導体の呼び径 0.25 ~ 1.6 mm

規定の荷重で条件を満たす丸棒で試験の場合、エナメル線の最大スプリングバック角度は表5の規定値を超えてはなりません。

5.5.2 導体の呼び径が 1.6mm 以上

エナメル線の最大スプリングバック角度は 5° を超えてはなりません。

表 5

呼び径 (mm)	最大スプリングバック角度 (°)		丸棒径 (mm)	負荷 (N)
	1 級	2 級		
0.25	49	56	12.5	2.0
0.26	47	53		
0.28	47	53		
0.30	50	55	19	4.0
0.315	50	55		
0.335	48	53		
0.40	45	50		
0.45	44	48	25	8.0
0.50	43	47		
0.56	41	44		

注：中間のサイズの呼び径の場合は、次に大きい公呼び径の最大スプリングバック角度値を採用する。

5.6 一方向の耐傷性

一方向耐傷性試験：真っ直ぐなサンプルをきれいに拭き、試験装置に置きます。次に、サンプルをチャックで固定し、サンプルに接触するように支持プラットフォームを調整します。デバイスにかかる初期の力は、製品規格で指定されている最小掻き取り力の 90% を超えてはならず、スクレーパー針と導体の間で短絡が発生する必要があり、短絡点は固定支点から 150 mm ~ 200 mm です。装填された塗料掻き取り装置は、エナメル線の表面までゆっくりと下降し、塗料の掻き取りを開始します。スクレーパーが塗料の削り取りを停止したら、距離データを記録し、そのデータに荷重を掛けます。試験プロセスは 120 度の間隔でサンプルの円周に沿って 3 回繰り返され、1 つのサンプルが 3 つの試験値が記録され、その平均値が平均引掻力とします。

5.7 耐軟化

EN60851-6 (2013) の第 4 項に準拠する。

5.8 耐熱衝撃

EN60851-6 (2013) の第 3 項に準拠し、加熱温度 260±5℃、加熱時間 30 分に準拠する必要があります。丸棒の直径は表 6 に指定されています。

表 6

導体呼び径 (mm)	丸棒径 (mm)	導体呼び径 (mm)	丸棒径 (mm)
0.250	0.400	0.335	0.800
0.260	0.630	0.400	0.900
0.280	0.630	0.450	1.000
0.300	0.710	0.500	1.120
0.315	0.710	0.560	1.250

5.9 抵抗値

EN60851-5 (2011) の第 3 項に準拠する。

5.10 絶縁破壊

EN60851-5 (2011) の第 4 項に準拠する。高温試験温度は 240° C であり、表 7 の規定に準拠する。

表 7

導体呼び径 (mm)	高温破壊電圧 (V)		導体呼び径 (mm)	高温破壊電圧 (V)	
	1 級	2 級		1 級	2 級
0.25	1600	2900	0.40	1700	3300
0.26	1700	3000	0.45	1700	3300
0.28	1700	3000	0.50	1800	3500
0.315	1700	3000	0.56	1900	3500
0.355	1700	3100			

5.11 塗膜の連続性 (導体呼び径1.600mm以下)

EN60851-5 (2011) の第 5 項に準拠し、エナメル線 30m あたりの欠陥数が表 8 に指定された値を超えてはなりません。

表 8

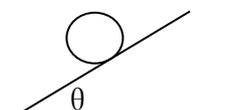
導体呼び径 (mm)		30mあたりの最大欠陥数	
以上	及び	1 級	2 級
0.30	1.600	10	5

5.12 耐溶性試験

耐溶性試験は、EN60851-4 (2005) の第 3 項に準拠するものとします。

5.13 静摩擦係数

スプールから長さ 400 mm の試験片を 3本の取り出し、真っ直ぐにし、そのうち 2本を 2つのバイディングポストと 2つのクランプで傾斜したスライドプレートに固定して、スライドレールを形成します。もう 1本のエナメル線を半分に切り、スライドブロックに固定します。スライダの試料を載せた側を、スライダの



エナメル線とスライダーのエナメル線が接触点で直交するように、スライダーの付いたトラック上に置きます。その後、スライダをスライドレールから滑り落ち始めるまでゆっくりと傾けます（約 $1^\circ / \text{s}$ ）。このときの目盛りの指示値は θ であり、静摩擦係数は $\tan \theta$ です。

5.14 温度インデックス

試験方法はIEC60172(1997)に準拠しており、耐熱インデックスはULイエローカードにより証明されておりますので試験は必要ありません。