

技術資料

技術資料 Technical information

1. ケーブルの取り扱い・布設について

ケーブルは使用する場所の環境、或いは使用時の取り扱いにより特性を十分に発揮出来なくなる事があります。

1-1. ケーブルへの張力

ケーブル布設においてはケーブルにかかる張力は極力小さくする方が望ましいです。ケーブルにダメージを与えるような張力がかかる場合は、テンションメンバー等の支持物で張力を分散させる等の方法を検討下さい。

1-2. ケーブルの許容曲げ半径

ケーブルに限度以上の曲げを与えると、割れや裂けなどの物理的なダメージや電氣的な劣化が生じます。当社では「ケーブルの曲げ半径 \geq ケーブル自己外径の6倍」を推奨しております。これ以下での使用も可能かと思われませんが、ケーブル劣化が促進される可能性があります。

更に、可動部で使用されるケーブルについては使用される状況に応じた検討が必要になります。

1-3. ケーブルの保管

ケーブルを劣化させる要因として、酸やアルカリ、溶剤などの他、極端な低温、高温（熱）、温度変化、水（多湿）、溶剤、直射日光、過度な荷重などがあります。ケーブルの保管は、これらの環境を避けた、冷暗所での保管をご検討下さい。

1-4. 通信ケーブルの耐用年数※1

(参照資料 'JCS 技資第 145 号')

ケーブルの劣化要因については先の '1-3 ケーブルの保管' の通りであり、ケーブルの耐用年数は使用状況によって大きく変わります。

ケーブルが一般的な環境で使用された場合の耐用年数の目安は次の表 1 の通りです。

表 1. メタル通信ケーブルの耐用年数

布設状況	耐用年数の目安
屋内布設	20 ~ 30 年
屋外布設	15 ~ 20 年

これらの耐用年数は、あくまで目安です。耐用年数にいたる前でも、目視によるヒビ・ワレ等の確認、絶縁材の物理特性、導体抵抗、絶縁抵抗などを測定して、ケーブルの劣化状態を確認する必要があります。

※1. 耐用年数とは、ケーブル構成材の経年変化等を勘案し、更新した方が合理的と考えられる年数であり、ケーブルが使用に耐えられなくなる寿命年数ではありません。

2. 定格温度

定格温度は主に電線に使用されている被覆材質によって決められます。

被覆材に用いられる材質は、プラスチックやゴムなどですが、これらの材質を高温下にさらすと溶融したり、被覆材が劣化し物性が低下します。劣化によって、被覆材の伸びや強さが低下し脆くなり、被覆が割れ、絶縁性能が保てなくなります。従って、伸びや強さなどの物性をある一定以上を長期に渡って保てる範囲が温度定格の上限となります。物性を保てる範囲の考え方・値は規格ごとに異なりますので、規格に照らし合わせて温度上限を見極める必要があります。

一方、ケーブルを低温化にさらしても被覆材の劣化は起こりませんが、低温で硬くなり、ケーブルを曲げると被覆材が割れやすくなります。高温と同じように被覆材が硬くなり割れますが、被覆材の劣化で起こっていませんので、常温に戻すとケーブルを曲げても被覆材は割れません。従って、低温側の温度定格はケーブルに加わる曲げなど、温度以外の要因、例えば低温下での使用状況を考慮して設定する必要があり、温度上限の様に、一律に使用温度で決めることができません。

3. 定格電圧（最高使用電圧）

定格電圧（最高使用電圧）は、主に電線に使用される被覆材質や被覆厚さによって決められます。規定の定格電圧を担保するために、耐電圧試験やスパーク試験を行います。この耐電圧試験やスパーク試験では、安全率を考慮し、定格電圧の数倍から 10 倍程度の電圧を印可して被覆破壊がないことを確認します。安全率をどの程度にするかは、ケーブルの使用用途や電線に求められる規格によって異なります。従って、定格電圧は電線に求められる規格を考慮して決める必要があります。

4. 許容電流（最高使用電流）

絶縁電線やケーブルの許容電流は裸線の場合と異なり、被覆物の耐熱性を考慮しなければなりません。例えば布設条件が同一であっても、その電線に使用される被覆物・絶縁物によって流しうる電流値が異なり、裸線の場合に比べて複雑な計算を必要とします。しかしながら、それぞれの電線についての許容電流を知り、システムに必要な適切なサイズを選定することは、経済的にも、保守・メンテナンスの上からも極めて大切です。

電線は通電により温度上昇します。この通電による温度上昇によって被覆物・絶縁物を熱劣化させ、電線の寿命を短くします。場合によっては絶縁物が溶融し回路がショートします。このようなことの無いように電流値を抑えなければなりません。絶縁体材質の許容温度を決めることによって許容電流値が決められ、電気機器を安全で一定の信頼性のある状態に保つことが出来ます。

許容電流は、通電した導体から発生するジュール熱と絶縁体や保護被覆を通じて外部へ放熱されるバランスで決めることが出来ます。また、ケーブルが屋内露出配線か、架空線か、あるいは地下埋設か等の布設条件によって、ケーブルの熱拡散効果が違うため、同じケーブルでも用途により許容電流は違ってきます。但し、これらパラメータの厳密な値を求めることは難しいため、一般的に次のような式で許容電流を求めます。

○許容電流計算式

$$I = k \sqrt{\frac{T_1 - T}{r \times R}}$$

ポリ塩化ビニル絶縁電線を空中 1 条布設の場合

$$R_1 = 95.5 \times \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right)$$

ポリエチレン絶縁電線を空中 1 条布設の場合

$$R_1 = 71.6 \times \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right)$$

$$R_2 = \frac{10 \times (500 + 10 \times d_2)}{\pi} \times d_2$$

I : 許容電流 (A)

T1: 電線の最高許容温度 (°C)

T2: 電線の周囲温度

r : 電線の T°C における最大導体実効抵抗 (Ω /cm)

R : 電線の全熱抵抗 [=R1+R2] (°C cm/W)

R1: 絶縁体固有の熱抵抗 (°C cm/W)

R2: 絶縁体表面の熱抵抗 (°C cm/W)

d1: 導体外径 (mm)

d2: 絶縁体外径 (mm)

k : 多心ケーブルの減少係数

表 2. 多心ケーブルの減少係数

線心数 [心]	減少係数 k	線心数 [心]	減少係数 k
2	0.82	14	0.40
3	0.72	16	0.38
4	0.65	20	0.35
5	0.59	24	0.33
6	0.55	30	0.31
7	0.52	36	0.28
8	0.49	40	0.27
10	0.45	50	0.25
12	0.42		

ここで求められた許容電流値は、あくまで計算値です。実際の環境では、周囲の空気の対流などにより許容電流値は、大きく変わります。ここで求められた値を参考に、実装での確認をお願いします。

5. ケーブルの難燃性

万が一の火災の際、ケーブルが炎を伝搬し火災を拡大する恐れがあります。そのような事が無いよう、ケーブルに難燃特性が求められる場合があります。

ケーブルの難燃性評価は、ケーブルを構成する材質単体ではなくケーブル状態で評価されるのが一般的です。ケーブルの難燃特性を示した規格としては、JIS 規格、電気用品安全法、UL 規格、IEC 規格があります。

5-1. 水平燃焼試験 Horizontal flame test

ケーブルを水平に設置し、試料に試験炎を当て伝搬状況を評価します。

- 規格・UL1581、UL2556 (Horizontal flame)
 ・CSA22.2 No.0.3、CSA22.2 No.2556 (FT2)
 ・JIS C 3005 (水平試験)

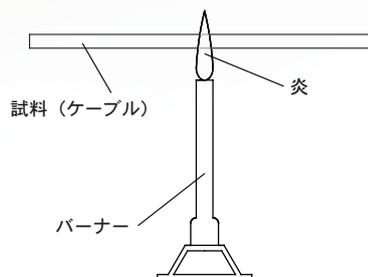


図 5-1. 水平燃焼試験

5-2. 60°傾斜燃焼試験

ケーブルを水平から 60°傾斜して設置し、30 秒以内で燃焼するまで試験炎を当て続け、試験炎を取り去った後の残炎状態を評価します。

- 規格・JIS C 3005 (傾斜試験)

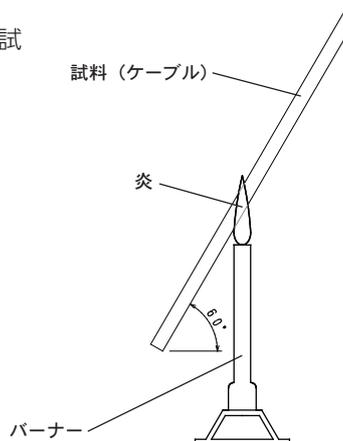


図 5-2. 傾斜燃焼試験

5-3. 一条垂直燃焼試験 Vertical flame test

ケーブルを垂直に設置し、試験炎を指定時間・回数当て続けて、残炎状態及び、ケーブル周囲への炎の伝搬状態を評価します。

- 規格・UL1581、UL2556 (Cable flame, VW-1)
 ・CSA22.2 No.0.3、CSA22.2 No.2556 (FT1)
 ・IEC60332-1
 ・CMJ 登録制度：機器用電線等の燃焼性 (-F-)

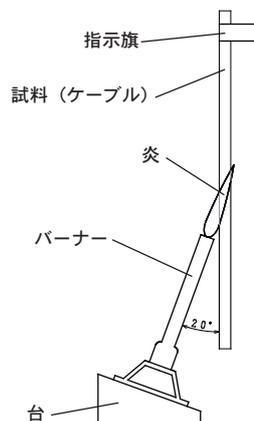


図 5-3. 一条垂直燃焼試験

5-4. 垂直トレイ燃焼試験 (多条垂直燃焼試験) Vertical tray flame test

垂直トレイに指定本数ケーブルを設置し、20分間炎を試験当て続けて、炎及び炭化の到達距離を評価します。

- 規格・UL1581、UL1685、UL2556 (Vertical tray, FT4)
- ・CSA22.2 No.0.3、CSA22.2 No.2556 (Vertical tray, FT4)
- ・IEC60332-3
- ・JIS C 3521

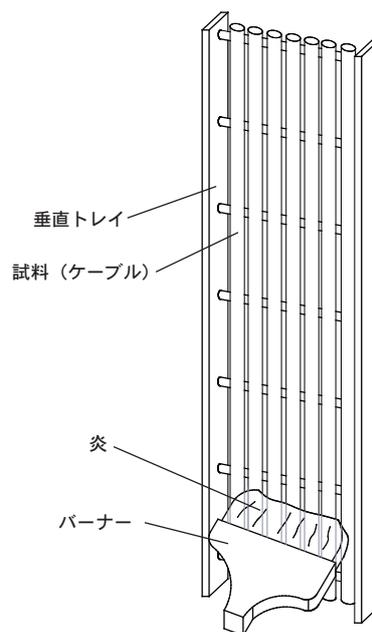


図 5-4. 垂直トレイ燃焼試験

6.AWG サイズ

導体サイズを表す単位として、日本ではSI単位系の“mm²”が一般的ですが、米国では“AWG”が使われています。AWGとは、American Wire Gaugeの略称です。電線の導体は‘伸線’と言う方法で所定の太さまで細くして使用します。伸線は所定の大きさの穴が開けられたダイスに銅などを何度も通過させ徐々に細くしていく作業ですが、これが等比数列になっています。AWGは、この製造方法（等比数列順）にもとづいたサイズ表示になっています。具体的には、単線導体の直径が0.4600inchを4/0AWGをとし、0.0050inchを36AWGとし、その間を39の等比数列になるように割り振られています。AWGは、数字が大きくなるほど断面積が細くなります。

表 6. AWG - SI 単位系・単位換算表

AWG	SI 単位 (標準値)		AWG	SI 単位 (標準値)		AWG	SI 単位 (標準値)	
	単線の直径 mm	断面積 mm ²		単線の直径 mm	断面積 mm ²		単線の直径 mm	断面積 mm ²
50	0.0251	0.000497	30	0.254	0.0507	10	2.588	5.261
49	0.0282	0.000624	29	0.287	0.0647	9	2.906	6.631
48	0.0315	0.000768	28	0.320	0.0804	8	3.264	8.367
47	0.0356	0.000993	27	0.361	0.102	7	3.665	10.55
46	0.0399	0.00125	26	0.404	0.128	6	4.115	13.30
45	0.0447	0.00157	25	0.455	0.162	5	4.620	16.77
44	0.051	0.00203	24	0.511	0.205	4	5.189	21.15
43	0.056	0.00245	23	0.574	0.259	3	5.827	26.67
42	0.064	0.00317	22	0.643	0.324	2	6.543	33.62
41	0.071	0.00397	21	0.724	0.412	1	7.348	42.41
40	0.079	0.00487	20	0.813	0.519	1/0	8.252	53.49
39	0.089	0.00621	19	0.912	0.653	2/0	9.226	67.43
38	0.102	0.00811	18	1.02	0.823	3/0	10.40	85.01
37	0.114	0.0103	17	1.15	1.04	4/0	11.68	107.2
36	0.127	0.0127	16	1.29	1.31			
35	0.142	0.0159	15	1.45	1.65			
34	0.160	0.0200	14	1.63	2.08			
33	0.180	0.0255	13	1.83	2.63			
32	0.203	0.0324	12	2.05	3.31			
31	0.226	0.0401	11	2.30	4.17			

7. ケーブルの耐屈曲特性

可動部で使用されるケーブルは、曲げ伸ばしの繰り返しによる劣化を考慮した設計が必要になります。可動部と一言で云っても使用される環境は様々で、ケーブルを配線する場所に応じた検討が必要になります。屈曲試験で得られた値は実使用上の指標としても有用です。当社ではお客様のご要求に応じて、次のような屈曲試験を実施しております。

7-1. 一点屈曲試験

ケーブルに鉛直方向に荷重をかけ、回転板を左右に繰り返し回転させることによって、一点で屈曲を繰り返す試験です。

- ・試験条件
 - 曲げ角度：左右 θ 各 $90^\circ, 60^\circ, 45^\circ$
 - 荷重：0 ~ 20N 程度
 - 屈曲半径：0 ~ 100mm 程度
 - 屈曲速度：最大 120 回 / 1 分間

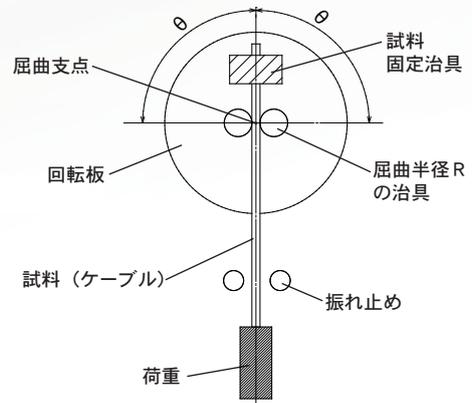


図 7-1. 一点屈曲試験

7-2. 移動屈曲試験

ケーブルベアを用いて 'U' の字状態に屈曲させる試験です。短距離もしくは図 7-2 (b) のように垂直方向の試験であればケーブルベアレスでの試験も可能です。

- ・試験条件
 - 移動距離：250 ~ 700mm
 - 屈曲半径：20 ~ 100mm
 - 屈曲速度：最大 50 回 / 1 分間

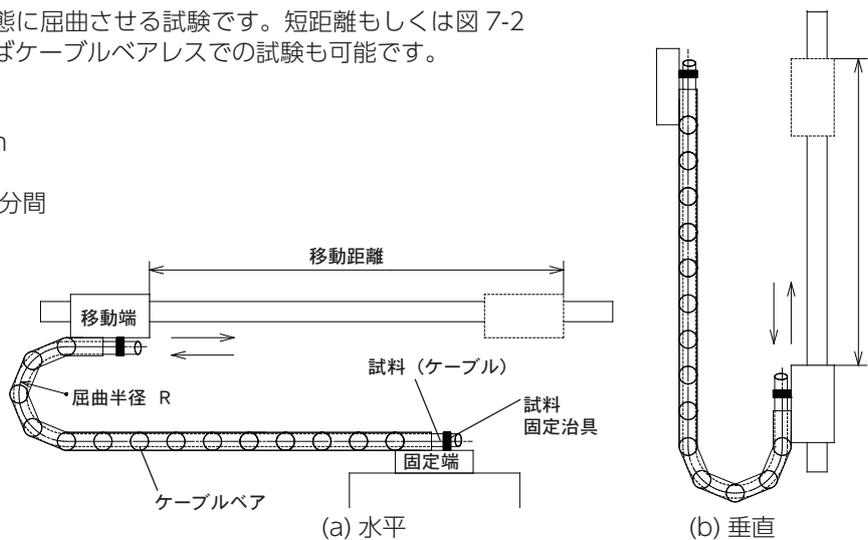


図 7-2. 移動屈曲試験

7-3. 捻回屈曲試験

ケーブルの長手方向の軸に対し捻るような屈曲を行う試験です。

- ・試験条件
 - 捻り角度：左右 θ 各 $90^\circ, 60^\circ, 45^\circ$
 - 捻回距離：自由
 - 捻回速度：最大 120 回 / 1 分間

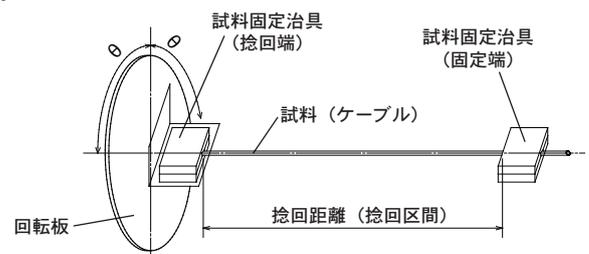


図 7-3. 捻回屈曲試験

ここに記載した試験 及び 屈曲条件は一例です。ご要望に応じて、これら以外の試験も実施しています。ご相談下さい。

8. ケーブル被覆材の一般特性

ケーブルの被覆材は、目的に応じて様々な材質が使用されます。古くは絶縁材として導体に紙を巻き付けた電線がありましたが、現在通信や弱電の分野では被覆材にゴムやプラスチックを用いたケーブルが一般的です。当社が被覆材として用いているプラスチックの主な特性は次の通りです。

表 8. プラスチックの特性（電線用途）

		軟質 PVC	PE	XLPE	ETFE	FEP	PFA	TPU	TPE
比重		1.2 ~ 1.6	0.92 ~ 0.95	0.92 ~ 0.95	1.7	2.2	2.2	1.2	1.0 ~ 1.5
耐熱	℃	60 ~ 105	75 (80)	105	150	200	250	75 (80)	60 ~ 105
硬度	HDA(A) HDD(D)	A60 ~ A95	D50 ~ D65	D50 ~ D65	D65	D55	D60	A75 ~ A90 D60 ~ D70	D50 ~ D75
誘電率 [1MHz]		-	2.3	2.3	2.6	2.0	2.0	4 ~ 7	-
体積固有 抵抗率 [30℃]	Ω・cm	10 ¹⁰ ~ 10 ¹⁵	> 10 ¹⁶	10 ¹⁷	> 10 ¹⁷	> 10 ¹⁸	> 10 ¹⁸	10 ⁸ ~ 10 ¹⁴	10 ¹¹ ~ 10 ¹⁴
難燃性		△~○	×	×	◎	◎	◎	×	×
耐紫外線 (耐候性)		○	×	×	◎	◎	◎	△~○	△~○
水		○	◎	◎	◎	◎	◎	×	△~○
耐油 (IRM902)		△~○	○	○	◎	◎	◎	○	○
メチル アルコール		×	○	○	◎	◎	◎	△	○
エチル アルコール		×	○	○	◎	◎	◎	△~○	○
トルエン		×	×	×	○	◎	◎	×	×
キシレン		×	×	×	○	◎	◎	×	×

・ PVC：ポリ塩化ビニル Polyvinyl Chloride, PE：ポリエチレン Polyethylen, XLPE：架橋ポリエチレン Cross linked Polyethylen, ETFE：四ふっ化エチレン・エチレン共重合体 Ethylene and Tetrafluoroethylen, FEP：四ふっ化エチレン・六ふっ化プロピレン共重合体 Tetrafluoroethylen and Hexafluoropropylen, PFA：四ふっ化エチレン・パーフルオロアルコキシ共重合体 Tetrafluoroethylene and perfluoroalkoxy, TPU：熱可塑性ポリウレタン Thermoplastic Polyurethane, TPE：熱可塑性エラストマー Thermoplastic Elastomer.

・ ◎：殆ど影響なく使用可能, ○：少し影響あるが実用上は問題ない程度, △：実用上も影響がある場合があるので使用に際しては注意が必要, ×：全く使用できない。

・ 特に指定がない場合は、常温での特性・評価を示します。

・ 記載した値・評価は、主に電線用途での代表値です。当社知見によるもので、保証値ではありません。

9. 規格

9-1. 電気用品安全法

『電気用品の製造、輸入、販売等を規制するとともに、電気用品の安全性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止する。』との目的に制定された日本の法律です。通称“PSEマーク”と呼ばれている制度です。

昭和 36 年に‘電気用品取締法’として制定されました。平成 19 年に、これまでの政府主導の制度から民間主導への制度に改正され、題名も‘電気用品安全法’に変更されています。

電気用品安全法は‘特定電気用品（116 品目）’と‘特定以外の電気用品（341 品目）’に分けられており、合計 457 品目が電気用品の対象として指定されています。電線は 特定電気用品 に分類されます。

製造業者 又は、販売事業者には 対象の電気用品に電気用品安全法に定める表示を行う義務があり、違反した場合には罰則があります。

9-2.CMJ 登録制度

電気用品に使用される部品，材料が技術基準に適合していることを、第三者機関が試験サンプルによる試験と製造工場の品質管理体制の評価を実施し、あらかじめ登録する制度のことです。

例えば、電気用品の製造業者が CMJ に登録された部品，材料等を使用することによって、製造した電気用品が電気用品安全法の技術基準に適合していることを確認する作業を簡略化出来ます。

CMJ 登録制度は、表 7-1 に示す種類があります。‘機器用被覆電線の難燃性試験 (F マーク)’ ‘絶縁物の使用温度上限値の確認試験’ ‘耐トラッキング差し込みプラグ’ が電線に関連する登録制度です。

・ CMJ：電気用品部品・材料協議会

Certification Management Council for Electrical & Electronic Components & Materials of Japan.

表 9-1. CMJ 登録品の種類

分類	登録対象
材料	絶縁物の使用温度上限値の確認試験
	熱可塑性プラスチックのボールプレッシャー試験
	0.1mm ビカット軟化温度試験
	外かく用合成樹脂材料の水平試験
	印刷回路用積層板の垂直燃焼試験
	合成樹脂材料の垂直燃焼試験
部品	機器用被覆電線の難燃性試験 (F マーク)
	サーモスタット
	雑音防止用コンデンサ
	電動機進相用コンデンサ
	機器用スイッチ
	電流ヒューズ
	耐トラッキング差し込みプラグ

9-3.JIS 規格

日本の工業標準化の促進を目的とする工業標準化法（昭和 24 年）に基づき制定された国家規格です。JIS とは、Japan Industrial Standards の略称で、日本語では「日本工業規格」と云います。

製品・サービスが定められた品質保証の基に製造・加工され、JIS 規格に適合していれば JIS マークを表示することが出来ます。この JIS マーク表示制度は、従来 国又は国の指定機関によって認定作業を行われていましたが、平成 16 年の工業標準化法の改正に伴い、現在は国の登録を受けた民間の第三者機関が認証する制度になっています。この時の JIS マーク表示制度改正に合わせて、JIS マークのデザインも刷新され現在に至ります。

9-4.JCS 規格

JCSとは、Japanese Cable Makers' Association Standard の略称で、日本語では「日本電線工業会規格」と云います。JCS規格は、電線に関連するメーカーなどで構成される「一般社団法人日本電線工業会」によって制定・運営されています。JCS規格は、安定した品質の電線を広く普及するために、JISや電気用品安全法などでカバーされていない電線に関することについて規定されています。

9-5.UL 規格

ULとは Underwriters Laboratories Inc. の略称であり、公共の安全のための検査 Testing for Public Safety を目的として、米国火災保険協会の援助のもと 1894年に設立された非営利組織です。

ULでは、不備な製品による火災や感電 又は、盗難その他の事故から人命、財産を保護するために、電気機器、火災防止装置、ガス、石油製品、化学製品、盗難防止装置などについて研究、試験、検査を行い、認定業務を行うと共にフォローアップサービスで製品の安全性の維持をはかっています。

ULの認定試験に合格する製品には、ULが発行するラベルを貼り付けることができ、その製品の安全性は米国内はもちろん、その他の国々でも高く評価されています。そのため、米国で流通する製品については、保険業者、政府の各機関、製造業者、建築業者などは承認 又は、調達条件として UL 認証製品であることを要求される場合が多く、部品であっても間接的に米国で使用される場合が予測される場合は、UL 認証製品を使用することがベターです。

UL 認証には「リスティング」「レコグナイズド・コンポーネント」「クラシフィケーション」の3種類が存在します。

- ・リスティング Listing

一般的に完成製品（最終製品）に付けられる認証プログラムです。例えば、電源ケーブルは単独で利用できるので完成品として扱われ、リストッド製品になります。



- ・レコグナイズド・コンポーネント Recognized Component

半完成品の製品に付けられる認証プログラムです。例えば、配線材（電線）、スイッチ、コネクタなどは、単独では利用できず、これらをアセンブリして使用します。その為、これらの部品は半完成品として扱われ、レコグニション製品となります。電線では配線材としても用いられる AWM (Appliance Wiring Material) がレコグニションにあたります。



- ・クラシフィケーション Classification

製品固有の性質を検査し特定条件下での使用が可能かどうか、また予測可能な事故に耐えうるかどうかを評価する、認証プログラムです。主には医療機器や防火機器がこれにあたり、特定の危険・性能を評価されたり、UL規格以外の規格での評価を実施された場合にはクラシフィケーション製品になります。



UL 認証製品には、スタンプ 又は、専用のシールを貼り付けたラベルを添付しています。電線表面に UL マークなどを印字しています（細くて印字できない電線などは印字していない場合もあります）が、表面表示のみでは電線が UL 認証製品であることを証明するには不十分です。電線が UL 認証製品であることを証明するには、添付ラベルが不可欠です。尚、ラベルの再発行、他の製品への転用はできませんので、必要に応じて大切に保管下さい。

当社は、お客様の多種多様なご要求に応えられるよう、レコグナイズド・コンポーネントである UL758 (Appliance Wiring Material：機器用配線材) で様々なタイプ (Style No) を認証取得しています。当社が認証取得している AWM の Style No. は、表 9-2. のとおりです。

表 9-2. タツタ立井電線 (File No.E43868) UL AWM 認証取得 Style No. 一覧

Style No.	定格		導体サイズ [AWG]	線心数	配線場所	Style No.	定格		導体サイズ [AWG]	線心数	配線場所
	電圧 [VAC]	温度 [°C]					電圧 [VAC]	温度 [°C]			
1007	300	80	32 ~ 16	1	In	1773	300	60	30 ~ 16	1	Ex/In
1011	600(DC750)	80	30 ~ 2000kcmil	1	In	1774	300	80	30 ~ 16	1	Ex/In
1013	600(DC750)	80,90	30 ~ 2000kcmil	1	In	1777	300	80	30 ~ 16	1	In
1015	600	80,90,105	30 ~ 2000kcmil	1	In	1792	30	80	40 ≤	1	In
1061	300	80	30 ~ 10	1	In	1829	600	105	32 ~ 10	1	In
1064	600	60	26 ~ 16	1	-	1872	300	105	20 ~ 9	1	In
1071	300	60	30 ~ 16	1	In	1896	300	105	26 ~ 4/0	1	In
1095	300	80	30 ~ 16	1	In	1897	600	105	26 ~ 4/0	1	In
1107	300	60	30 ~ 16	1	In	1926	300	60,80	36 ~ 14	1	Core
1113	600	60	30 ~ 16	1	In/-	1953	30	80	50 ≤	1	In
1120	600	105	30 ~ 4/0	1	In	10106	300	60,80,90	36 ~ 9	1	Core
1150	300	60	26 ~ 16	1	-	10113	300	60,80	36 ~ 16	1	Core
1185	300	80	30 ~ 4/0	1	In	10125	300	105	36 ~ 4/0	1	In
1195	300	80	30 ~ 14	1	In	10138	300	80	32 ~ 10	1	Core
1208	300	80	30 ~ 16	1	In	10248	30	105	40 ≤	1	In
1275	600	105	18 ~ 10	1	In	10255	30	60,80	36 ≤	1	Core
1276	600	105	14 ~ 10	1	In	10286	150	60	32 ~ 24	1	Core
1287	600	60	26 ~ 16	1	In	10401	90	80	50 ≤	1	Core
1347	300	80	26 ~ 16	1	In	10442	600	150	30 ~ 4/0	1	Core
1354	30	60,80	44 ≤	1	In	10446	300	80	36 ~ 16	1	Core
1356	300	60	27	1	In	10464	300	105	34 ~ 9	1	In
1365	300	60	30 ~ 16	1	In	10602	300	80	40 ~ 10	1	In
1375	30	60,80	36 ≤	1	In	10603	600	80	26 ~ 9	1	In
1429	150	80	32 ~ 16	1	In	10666	600	105	30 ~ 10	1	Core
1430	300	105	30 ~ 16	1	In	11097	30	105	44 ~ 10	1	Core
1431	600	105	30 ~ 1000kcmil	1	In	11098	300	105	44 ~ 10	1	Core
1477	300	80	30 ≤	1	Ex	11527	30	105	44 ~ 10	1	In
1478	30	60	30 ≤	1	Ex	11529	600	105	44 ~ 10	1	In
1503	150	80	36 ~ 20	1	In	11696	300	105	44 ~ 10	1	In
1504	300	105	26 ~ 12	1	In	2029	600	60	14 ~ 10	2	In
1516	not	105	36 ~ 10	1	In	2084	300	80	24 ~ 20	2	In
1518	300	60	26 ~ 16	1	-	2092	300	60	30 ~ 16	2	In
1519	300	80	30 ~ 16	1	-	2093	300	60	30 ~ 16	3	In
1533	not	80	30 ~ 16	1	In	2095	300	80	32 ≤	2 ≤	In
1534	not	80	32 ~ 14	1	In	2096	300	80	30 ~ 16	2 ~ 8	In
1553	300	80	34 ~ 16	1	In	2097	300	80	30 ~ 16	4	-
1561	not	80	30 ~ 20	1	In	2103	300	105	30 ~ 10	2 ≤	In
1571	30	80	50 ≤	1	In	2127	600	105	28 ~ 9	2	In
1589	30	60,80	50 ≤	1	Core	2128	600	105	28 ~ 9	3	In
1598	30	60,80	50 ≤	1	Core	2129	600,1000	60,80,90,105	28 ~ 9	2 ≤	In
1631	30	60,80	40 ≤	1	In	2265	300	80	26 ~ 16	2 ~ 6	In
1640	30	80	40 ≤	1	In	2266	300	80	26 ~ 16	2 ~ 6	In
1663	300	60	30 ~ 16	1	Ex/In	2331	300	80	24 ~ 20	2 ~ 100	In
1670	not	150	32 ~ 14	1	In	2343	not	80	30 ≤	2 ≤	Ex
1683	30	80	26 ~ 4/0	1	In	2344	not	80	30 ≤	2 ≤	Ex
1691	30	80	40 ≤	1	-	2345	not	80	30 ≤	2 ≤	Ex
1692	30	80,90,105	42 ≤	1	In	2346	not	80	30 ≤	2 ≤	Ex
1728	30	60,80,90,105	40 ≤	1	In	2384	30	60	-	2 ≤	Ex/In
1729	30	80	50 ~ 16	1	Core	2385	30	60	-	2 ≤	EX/In
1730	300	90	32 ~ 16	1	Core	2386	30	60	40 ~ 10	2 ≤	Ex/In
1731	300	105	50 ~ 10	1	Core	2387	30	60	40 ~ 10	2 ≤	Ex/In
1741	30	60	40 ≤	1	Ex/In	2388	30	60	40 ~ 10	2 ≤	Ex/In

表 9-2. 続き

Style No.	定格		導体サイズ [AWG]	線心数	配線場所
	電圧 [VAC]	温度 [°C]			
2396	300	80	24 ~ 20	2	In
2405	300	80	30 ~ 16	2 ~ 6	In
2428	not	80	30 ~ 16	2 ~ 6	In
2448	30	60,80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2462	300	60	24 ~ 10	2 ~ 7, 2 ~ 9	In, Ex/In
2463	600	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2464	300	80	-	2 ≦	Ex/In
2468	300	80	32 ~ 16	2 ~ 150	In
2475	300	60	18	14	-
2480	300	80	36 ~ 18	2 ~ 150	In
2481	300(600)	105	26 ~ 16	2	-
2482	300(600)	105	26 ~ 16	3	-
2483	300,600	105	26 ~ 16	4	Ex
2501	600	105	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2517	300	105	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2547	not	80	30 ~ 16	2 ~ 3	In
2552	30	60	40 ≦	2 ~ 10	-
2555	300	80	-	2 ~ 100	In
2560	30	60	-	2 ≦	In
2562	300	80	30 ~ 16	2 ~ 6	In
2576	150	80	36 ~ 9	2 ≦	Ex
2586	600	105	40 ≦	2 ≦	Ex
2589	30	105	-	2 ≦	Ex/In
2592	not	80	30 ~ 20	2 ~ 4	In
2598	300	60	-	2 ≦	Ex/In
2614	30	105	40 ≦	2 ≦	Ex
2623	30	80	40 ≦	2 ~ 5	In
2629	300	80	30 ~ 16	2 ~ 4	In
2651	300	105	36 ~ 14	2 ~ 150	In
2668	30	60	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2674	300	60	30 ~ 16	2 ~ 6	In
2710	30	60	40 ≦	2 ≦	-
2734	30	80	-	2 ~ 100	In
2761	600	60	18 ~ 2	2 ≦	Ex/In
2773	30	60	40 ≦	2 ~ 50	In
2789	30	60	-	2 ≦	Ex/In
2791	30	80	40 ≦	2 ~ 10	-
2797	30	60	40 ≦	2 ~ 4	-
2804	300	80	24 ~ 20	2	In
2830	300	80	24 ~ 20	2 ≦	In
2833	30	60	-	2 ≦	In
2835	30	60	40 ≦	2 ≦	In,EX/In
2836	30	80	32 ~ 16	2 ~ 150	In
2841	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2842	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex
2844	30	60,80	50 ≦	2 ≦	Ex/In
2851	30	80	40 ≦	2 ~ 30	In
2854	30	80	40 ≦	2 ≦	In
2877	300	80	40 ~ 16	2 ~ 50	In
2878	30	80	40 ~ 10	2 ~ 50	In
2910	300	80	24 ~ 20	2	In
2932	30	80	-	2 ~ 20	Ex/In

Style No.	定格		導体サイズ [AWG]	線心数	配線場所
	電圧 [VAC]	温度 [°C]			
2933	30	60	-	2 ~ 20	-
2938	30	60	40 ≦	2 ≦	In
2941	30	90	40 ~ 16	2 ≦	In
2952	30	105	40 ≦	2 ~ 50	In
2969	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2971	30	60	32 ~ 20	2 ~ 4	In
2990	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2993	30	60	40 ≦	2 ≦	Ex/In
2994	30	60	40 ≦	2 ≦	In
20002	30	60,80,90,105	40 ≦	2 ≦	Ex/In
20005	30	80	40 ≦	2 ~ 100	In
20020	30	80	40 ≦	2 ~ 4	-
20021	300	80	30 ~ 16	2 ~ 7	In
20026	30	60	40 ≦	2 ~ 4	Ex/In
20045	30	80	40 ≦	2 ~ 4	-
20050	150	80	36 ~ 18	2 ~ 150	In
20058	30	60,80	40 ~ 18	2 ~ 100	In
20080	30	60,80,90,105	40 ≦	2 ~ 150	In
20083	30	80	-	2 ≦	Ex/In
20095	not	60	30 ~ 20	2	In
20121	30	80	40 ≦	2 ≦	In,Ex
20153	30	80	-	2 ≦	In
20201	600	60	-	2 ≦	Ex/In
20207	600	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
20251	150	60	33 ~ 18	2 ~ 10	In
20252	30	80	40 ≦	2 ~ 50	In
20265	30	80	-	2 ~ 100	Ex/In
20266	150	80	-	2 ≦	Ex/In
20267	300	80	-	2 ≦	Ex/In
20276	30	60,80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
20379	30	80	50 ≦	2 ≦	Ex/In
20550	600	105	28 ~ 9	3	In
20610	300	60	-	2	In
20691	30	80	30 ~ 20	-	In
20850	300	80	50 ~ 10	2 ≦	Ex/In
20851	30	60,80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
20854	300	80	-	2 ≦	Ex/In
20855	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
20860	300	105	-	2 ≦	In
20912	30,90,150,300,600	60,75,80,90,105	-	2 ≦	Ex/In
21089	600	75	30 ~ 4/0	2 ≦	Ex/In
21100	30	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
21120	600	80	40 ≦	2 ≦	Ex/In
21339	300	80	-	2 ≦	Ex/In
21350	30	60	30 ~ 4/0	2 ≦	Ex/In
3397	30	80	40 ≦	1	In
4338	150	80	30 ~ 16	2 ~ 100	In

・not : 電圧規定なし voltage not specified.
 ・In : 機器内配線, Ex : 機器外配線, Ex/In : 機器内外配線,
 Core : ジャケットケーブルのコア材

9-6.CSA 規格

CSA とは Canadian Standard Association の略称です。1919 年自治領会社法 Dominion Companies Act にもとづき Canadian Engineering Standards Association の名称で非営利、非政府機関として設立されましたが、1994 年に広範囲な分野で規格化の活動を拡大するにあたり、現在の Canadian Standard Association に変更されています。この組織は規格類の作成とともに申請された電気機器、石油燃焼機器について CSA の関係法令 及び、規格に適合しているかを調査、試験を行い合格した場合には CSA マーク 又は、合格ラベルの製品への貼り付けを許可するなどの認定業務を行っています。

カナダ国内で販売される電気機器、石油燃焼機器類は CSA マーク又は、合格ラベル付きの製品であることが法的に規定されています。

10.RS232, RS422, RS485

RS232, RS422, RS485 は、信号の伝送方式名です。米国 EIA 規格で定められた伝送方式で、それぞれ [EIA-232] [EIA-422] [EIA-485] の規格をあらわしており、RS-232 などの呼び方は通称名となります。

RS232 は、信号数が多数合っても GND が一線が良い、不平衡回路となっています。RS422 は、信号ごとに GND と信号の 2 線 (1 ペア) が必要な平衡回路となっています。平衡回路を用いることにより、隣接した信号の干渉や外来ノイズに強いいため、RS232 に比べ高速な伝送が可能となっています。RS485 は、RS422 と同じ平衡回路ですが、RS422 よりも長距離伝送出来る方式です。

伝送距離は、信号速度や電線の静電容量や減衰量などによって異なりますが、いずれの伝送方式において具体的には定められていません。又ハードウェアにも依存しますので実装などでの確認が必要です。

11. 環境規制

私たちの経済活動によって、土壌や海、大気を汚染し環境破壊を招き、人の健康や生態系へ悪影響を及ぼしています。持続的に発展するためには、環境破壊を防ぎ、環境負荷を規制する必要があります。特に、人為的に作られた化学物質が環境問題を引き起こさないよう、各国・各地域で環境負荷低減に向けた規制が行われています。

11-1.RoHS 指令

RoHS とは、The Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment (電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限) の略称です。RoHS 指令は、EU 官報 [2002/95/EC] で公布され、2006 年 7 月より運用されました。RoHS 指令は、定格電圧 AC1000V/DC1500 以下の電気電子製品が対象で、表 11-1 に示すカテゴリ 1～7 と 10 が対象となります。電気電子機器で使用される様々な物質で、環境負荷が大きく有害と考えられる物質の使用を禁止しています。使用が禁止・制限されている物質は 6 物質、表 11-2 の通りです。

11-2.RoHS2 指令

RoHS2 指令は、EU 官報 [(EU)2015/863] で公布され、2015 年 5 月より運用されています。RoHS2 指令 [(EU)2015/863] は、RoHS 指令 [2002/95/EC] の後継指令として発令され、これまでの RoHS 指令と区別するため、通称 'RoHS2' と呼ばれています。RoHS2 指令は、定格電圧 AC1000V/DC1500 以下の電気電子製品が対象で、表 11-1 に示すカテゴリ 1～11 が対象となります。RoHS2 指令は RoHS 指令で規制されていた 6 物質に、4 種類のフタル酸エステル類^{※ 2} が追加され 10 物質が規制されます。これらは 'RoHS10 物質' と呼ばれたりします。RoHS2 指令で使用が禁止されている 10 物質は表 11-2 の通りです。RoHS2 では適合証明として、これまでの RoHS 指令では要求のなかった CE マーキングの表示が義務づけられています。RoHS2 指令は現在 (2018 年) 移行期間であり、RoHS10 物質の規制が開始されるのはカテゴリによって異なりますが、早くも 2019 年 7 月 22 日からになります。

※ 2. フタル酸エステルは、主にポリ塩化ビニル (PVC) に柔軟性を持たせるための可塑剤として使用されています。

11-3.WEEE 指令

WEEE とは、Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment (電気電子機器廃棄物) の略称です。WEEE 指令は、EU 官報 [2002/96/EC] で公布され、2005 年 8 月より運用されています。WEEE 指令では、定格電圧 AC1000V/DC1500 以下の電気電子製品が対象で、表 11-1 に示すカテゴリ 1～10 が対象となります。

電気電子機器の廃棄物による環境負荷を低減するため、廃棄物抑制、再利用、再生を促す指令となっており、これらを達成するための費用負担などを生産者などに義務づけています。

表 11-1. 電気電子機器の分類 (カテゴリ)

カテゴリ	品目	RoHS	RoHS2	WEEE
1	大型家庭用電気機器 Large household appliances.	○	○	○
2	小型家庭用電気機器 Small household appliances.	○	○	○
3	IT、電気通信機器 IT and telecommunications equipment.	○	○	○
4	民生用機器 Consumer equipment.	○	○	○
5	照明機器 Lighting equipment.	○	○	○
6	電気電子工具 Electrical and electronic tools.	○	○	○
7	玩具、レジャー 及び、スポーツ機器 Toys, leisure and sports equipment.	○	○	○
8	医療用装置 Medical devices.		○	○
9	監視制御装置 Monitoring and control instruments including industrial monitoring and control instruments.		○	○
10	自動販売機 Automatic dispensers.	○	○	○
11	上記カテゴリ以外のその他の電気電子機器 Other EEE not covered by any of the categories above.		○	

・ ○：対象品目を示す。

表 11-2. RoHS 禁止物質

禁止物質	閾値	RoHS	RoHS2
鉛 Pb	0.1wt% (1000ppm)	○	○
水銀 Hg	0.1wt% (1000ppm)	○	○
カドミウム Cd	0.01wt% (100ppm)	○	○
六価クロム Cr6+	0.1wt% (1000ppm)	○	○
PBB (ポリブロモフェニール)	0.1wt% (1000ppm)	○	○
PBDE (ポリブロモジフェニルエーテル)	0.1wt% (1000ppm)	○	○
DEHP (フタル酸ジ・2-エチルヘキシル)	0.1wt% (1000ppm)		○
DBP (フタル酸ジ・n-ブチル)	0.1wt% (1000ppm)		○
BBP (フタル酸ブチルベンジン)	0.1wt% (1000ppm)		○
DIBP (フタル酸ジイソブチル)	0.1wt% (1000ppm)		○

・ ○：対象禁止物質を示す。

11-4.PRTR 制度

PRTR 制度とは、Pollutant Release and Transfer Register (化学物質排出移動量届出制度)の略称です。PRTR 制度は、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律 (化学物質排出把握管理促進法) に基づき、人の健康や生態系に有害なおそれのある化学物質が、事業所から環境 (大気、水、土壌) へ排出される量及び廃棄物に含まれて事業所外へ移動する量を、1 年に一回、事業者が行政機関に届け出をし、行政機関は届出データや推計に基づき、排出量・移動量を集計・公表する制度です。2001 年 4 月から運用されています。PRTR 制度の対象となる化学物質は '第一種指定化学物質' の計 462 物質が指定されています。