

4PPoE 対応超細径 LAN パッチコード「neo-patch」について

Ultra-small Diameter LAN Patch Cord “neo-patch” for 4PPoE

小川 宏 河田正義 中村雄一郎
Hiromu OGAWA Masayoshi KAWATA Yuichiro NAKAMURA

PoE (Power over Ethernet) は、LAN (Local Area Network) ケーブルを使用し、通信をしつつ機器に電力を供給するシステムである。規格の進化により供給電力も増加しており、最新規格の 4PPoE (最大供給電流 960 mA/対) に使用する場合は、ケーブルの発熱を考慮する必要があることから、TIA (Telecommunications Industry Association) では 4PPoE においては、導体径が太い Cat.6A ケーブルの使用を推奨している。

本報では、4PPoE に使用可能な超細径 LAN パッチコードを実現するためのケーブル及びコネクタに関する取り組みについて報告する。

PoE (Power over Ethernet) is a system that uses a LAN (Local Area Network) cable to supply power to devices while communicating. Power supply is increasing due to the evolution of the standard. And when using it for the latest 4PPoE (maximum supply current 960mA / pair), it is necessary to consider the heat generation of the cable, so in TIA (Telecommunications Industry Association) 4PPoE is recommended to use Cat.6A cables.

In this report, we report on efforts related to cables and connectors to realize ultra-small diameter LAN patch cords those can be used for 4PPoE.

1. はじめに

LAN (Local Area Network) ケーブルは、主にオフィス、学校や商業施設などに使用されているが、最近では用途が大きく拡大しており、工場やロボットなどの産業用途でも使用されている。このような背景の中、LAN ケーブルを使用し、機器に電力を供給するシステムとして PoE (Power over Ethernet) が注目されている。

PoE は IP 電話や無線 LAN アクセスポイント、監視カメラなどで利用されており、規格の進化により供給電力も増加している (2 項参照)。

最新規格の 4PPoE では供給電力が最大 90 W となるため、ケーブルの発熱を考慮し、TIA (Telecommunications Industry Association) では導体径が太い Cat.6A ケーブルを推奨している。

通常の LAN ケーブルの導体径は、0.5 mm (24AWG) 程度であるが、導体径 0.3 mm (28AWG) を使用した超細径 LAN ケーブルでは導体抵抗が高くなり、発熱が通常径より高くなるため、4PPoE で使用する場合は、布設条件 (使用温度、束ねる本数など) を厳しく管理しなくてはならない。

本報では、上記を解決した 4PPoE に対応した超細径 LAN パッチコード「neo-patch」について報告する。

2. PoE について

PoE とは、LAN ケーブルを使用し、通信を行ないつつ

機器に電力を供給する技術である。PoE を使用することで電力線の配線が不要となり、配線コストの削減にも繋がる。PoE は 2003 年に IEEE 802.3af が制定された後、市場の高速化や機器の電力量増加により、2009 年に PoEplus (IEEE 802.3at) が制定された。それ以降もネットワークカメラ、動画対応 IP 電話などの用途で需要が増加しており、2018 年に最新の規格として 4PPoE (IEEE 802.3bt) が制定されている (表 1)。

表 1 PoE 規格について

項目	PoE (Type1)	PoE plus (Type2)	4PPoE (Type3)	4PPoE (Type4)
規格	IEEE 802.3af	IEEE 802.3at	IEEE 802.3bt	
供給電流 (mA/対)	150	300	600	960
使用する対数 (対)	2	2	4	4
供給電力 (W)	15.4	30	60	90
消費電力 (W)	12.95	25.5	51	71.3

PoE, PoEplus までは LAN ケーブルの 4 対の内、2 対を使用し電力を供給しているが、4PPoE では LAN ケーブルの 4 対全てを使用し電力を供給する。

4PPoE (Type4) では、供給電力が最大 90 W となり、LED 照明やデジタルサイネージ、更にはデスクトップパソコンまで LAN ケーブルを用いることで電源供給が技術的には可能になることから、今後更に PoE の採用増加が見込まれる。

3. 4PPoE に使用した場合の LAN ケーブル温度上昇

3.1 配線ガイドライン「TSB-184-A」について

4PPoE では 1 対当たりの電流が最大 960 mA とかなりの電流を必要とする為、ケーブルの発熱を考慮する必要がある。TIA では TSB-184-A「Guidelines for Supporting Power Delivery Over Balanced Twisted-Pair Cabling」で平衡ケーブルの発熱を考慮したガイドラインを制定しており、平衡ケーブルの発熱は、ケーブルの導体抵抗及び束ねる本数に起因し、温度上昇は 15℃ 以下に抑えることを推奨している。これはデータセンターなどの周囲環境温度を最高 45℃ と想定し、構内情報配線システム（ケーブル及び機器を含む）で定められている最高使用温度の 60℃ を超えないようにするためである。

TSB-184-A では 1000 mA/ 対を通电した際の各カテゴリでの温度上昇について、ケーブルを指定回数折り返して束ねた状態で、ケーブルの中心部に熱電対を接続し、温度を測定する方法で実施しており（図 1）、測定結果は、表 2 となる。

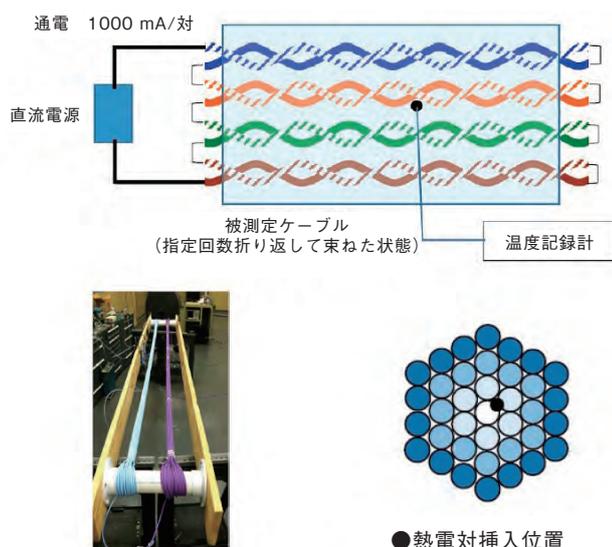


図 1 温度上昇試験のイメージ図

表 2 1000 mA/ 対に通电した際の温度上昇結果 (TSB-184-A の一部抜粋)

項目	温度上昇℃			
	26AWG	Cat.5e	Cat.6	Cat.6A
束ねる本数				
24 本	12.19	7.91	6.00	5.13
37 本	16.17	10.73	8.21	6.98

一般的に Cat.5e や Cat.6 よりも太い導体を使用している上位カテゴリである Cat.6A ケーブルの方が温度上昇は低くなり、束ねる本数についても少ない方が温度上昇が低い傾向である。TSB-184-A では、発熱によるケーブルの長期信頼性なども考慮し、4PPoE で使用する LAN ケーブルは Cat.6A ケーブルを推奨している。

3.2 当社 LAN ケーブルでの実力値の把握

TSB-184-A と同様の試験方法にて当社 LAN ケーブルに

1000 mA/ 対を通电した際の温度上昇試験を実施した。

試験ケーブルは、① Cat.5e 24AWG UTP ケーブル、② Cat.6 24AWG UTP ケーブル、③ Cat.6A 23AWG UTP ケーブル、④超細径 Cat.5e 28AWG UTP ケーブルの 4 品種で、①～③は 37 バンドル、④は 24 バンドルで試験を実施した（表 3）。

表 3 試験ケーブルの品種

項目	品種	当社製品名	束ねる本数 (本)
①	Cat.5e 24AWG UTP	TPCC® 5	37
②	Cat.6 24AWG UTP	TPCC® 6	37
③	Cat.6A 23AWG UTP	TPCC® 6A	37
④	超細径 Cat.5e 28AWG UTP	eco-patch	24

試験結果は、図 2、及び表 4 の通り、温度上昇は 1 時間程度で飽和する傾向が見られた。③ Cat.6A ケーブルの温度上昇が最も低い結果（約 4.70℃）となり、④超細径ケーブルが 24 バンドルでも最も高い結果（約 17.49℃）となった。カテゴリが高い程、温度上昇が低く、④超細径ケーブルでは TIA-184-A で推奨されている 15℃ 以下より高くなっている。

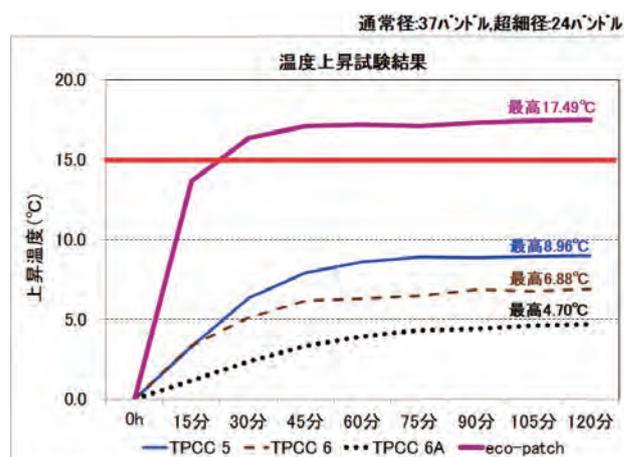


図 2 時間における温度上昇推移

表 4 1000 mA/ 対通电した際の温度上昇結果 (当社ケーブルにて実施)

項目	温度上昇℃			
	eco-patch 28AWG	TPCC® 5 (Cat.5e)	TPCC® 6 (Cat.6)	TPCC® 6A (Cat.6A)
束ねる本数				
24 本	17.49	—	—	—
37 本	—	8.96	6.88	4.70

4. 超細径 LAN ケーブルのメリット及び需要動向

超細径 LAN ケーブルは、ネットワーク需要の増加に伴い、データセンターでの布設や既存配線への増設において配線スペースの問題を解決するために開発した製品である。

一般的な LAN ケーブルの導体径 24AWG（約 0.5 mm）を 28AWG（約 0.3 mm）に細くすることで、ケーブルの細径化及び配線時の省スペース化を図ることが可能となる（図 3）。このようなメリットから、年々超細径 LAN ケーブルの需要は増加している。

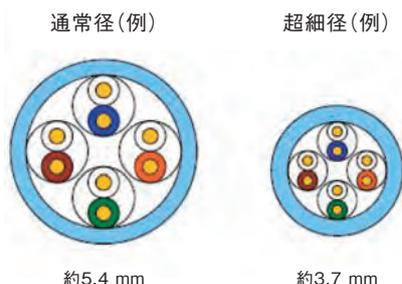


図3 通常径と超細径との外径の違い (Cat.5e UTP)

このような背景の中、超細径 LAN ケーブル「eco-patch」を 4PPoE で使用できないかとのユーザーからの要望があった。3 項に記載した通り、4PPoE で使用するためには、超細径 LAN ケーブルでは温度上昇が高く、ケーブルの使用温度範囲を超えてしまうという問題点がある。超細径 LAN ケーブルを 4PPoE で使用するには、その点について対策する必要がある。

5. 125℃ 耐熱超細径 LAN ケーブルについて

工場の IoT 化などで LAN ケーブルの使用用途が広がることで、耐油や耐屈曲などの特殊な特性についても要求されるケースが増加している。その中で、100℃ 以上の高温環境でも使用可能な LAN ケーブルの要求があったことから、当社では 125℃ 耐熱超細径 LAN ケーブル「H12-TPCC® 5(S) 0.3mm × 4P」を 2018 年にラインナップした。

H12-TPCC® 5(S) は、絶縁体材料にフッ素樹脂 (FEP)、外被材料に特殊 PVC を使用することで -20 ~ +125℃ の幅広い温度環境下で使用可能であり、最高 +125℃ の温度環境下で使用可能な LAN ケーブルとしては業界初の製品である。

「H12-TPCC® 5(S)」にて、3 項に記載されている試験と同様に、1000 mA/対を通電した際の温度上昇試験を実施した。

24 バンドルでは、約 18℃ の温度上昇が見られ、3 項に記載している超細径 LAN ケーブル「eco-patch」(表 4) と温度上昇値は同等であった。温度上昇は絶縁体材料及び外被材料による違いは見られず、ケーブルの導体径と束ねる本数に起因していることを再確認できた。

今回の結果より、24 バンドルで温度上昇が約 18℃ の際、TSB-184-A で想定している最高使用環境 45℃ で考えた場合、eco-patch では使用温度範囲の 60℃ を超えてしまうが、H12-TPCC® 5(S) では使用温度範囲に収まっており、4PPoE 使用時でも 125℃ 耐熱超細径 LAN ケーブルであれば使用することが可能である (図 4)。

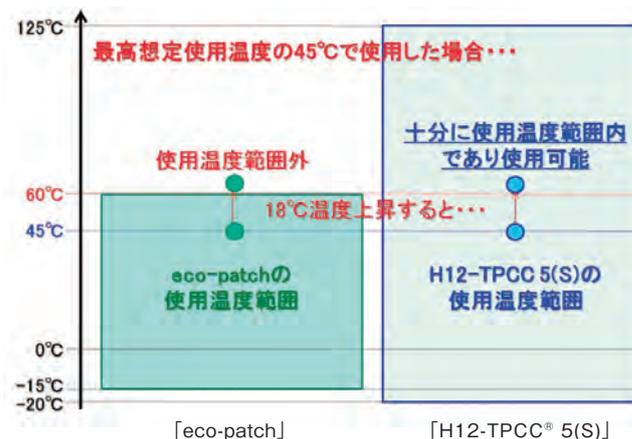


図4 使用温度範囲の比較について

6. コネクタについて

JIS X 5150「構内情報配線システム」では、「平衡ケーブルを直接終端するために使用する器具は、IPC タイプ又は IDC タイプにすることが望ましい」と明記されている。

IPC タイプは、圧着接続 (Insulation Piercing Connection) で、コアを貫通させ接続する方式であるのに対し、IDC タイプは、圧接接続 (Insulation Displacement Connection) で金属スリット間にコアを押し込む方式であり、導体との接触面積が大きいという特長がある (図 5)。



図5 IPCタイプとIDCタイプについて

PoE に使用するコネクタは、電力を通電した際に接触抵抗を考慮する必要がある。接触抵抗が大きいと電力を必要以上に消費し、発熱しやすくなり、最悪のケースでは導通不良が発生する恐れがある。つまり、コネクタの接触抵抗は、低い方が望ましい。

IPC タイプは、導体との接触範囲が限定的となる場合があるのに対し、IDC タイプは、導体との接触範囲が一定で、広範囲に接触しているため、接触抵抗値は安定しやすくなる。

長期信頼性試験として IPC タイプと IDC タイプの接触抵抗の変化を老化加速試験 (試験条件:70℃) にて調査した。その結果を図 6 に示す。

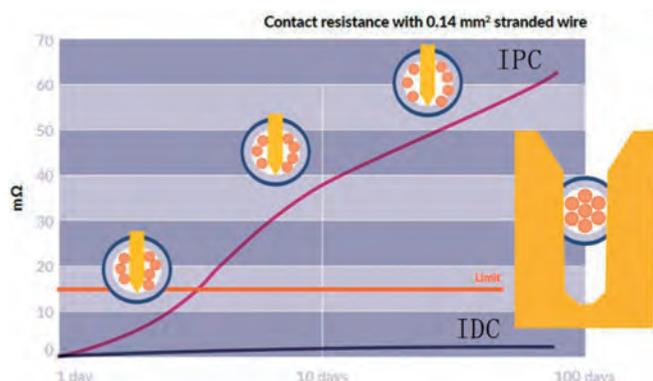


図6 IPCとIDCの接触抵抗変化(老化加速試験)

IPCタイプは、接触抵抗が徐々に増加しているのに対し、IDCタイプでは、低い数値で安定していることが分かる。最大で960 mAを通電する4PPoEでは、接触抵抗が安定し長期信頼性に優れているIDCタイプを使用することが望ましい。

7. 4PPoE対応超細径LANパッチコード「neo-patch」

5項の125℃耐熱超細径LANケーブルと6項のIDC接続に対応したコネクタを組み合わせることで、4PPoE使用時のネットワーク障害等のリスクを低減できる「neo-patch」をリリースした(図7, 表5)。



図7 「neo-patch」写真(外被色:黒/灰/薄黄)

表5 「neo-patch」仕様

サイズ・対数	仕上外径(約mm)	概算質量(kg/km)
28AWG×4P	3.7	15

製品特長

- ・4PPoE (IEEE 802.3bt Type4) 対応超細径LANケーブル
- ・適用規格: ANSI/TIA-568.2.D-2018 準拠
- ・ケーブルは、絶縁体にフッ素樹脂(FEP)、外被に特殊耐熱PVCを使用しており、-20~+125℃の温度環境で使用可能な耐寒・耐熱仕様
- ・コネクタは、IDC(圧接)技術を採用し、長期信頼性に優れている(接触抵抗の上昇、経時変化が少ない)
- ・ラック内の省スペース化を実現

8. まとめ

125℃耐熱超細径LANケーブルとIDC接続に対応したコネクタを組み合わせることで、4PPoEにも対応可能な超細径LANパッチコード「neo-patch」を新たにラインナップすることができた。PoEは今後需要が増加するシステムとして注目されており、「neo-patch」の拡販に取り組んでいく。

当社では、これまでお客様からの様々なニーズに対応すべく、製品ラインナップの拡充に取り組んでいる。今後もお客様からの声を大事にし、新しいニーズと共に歩んでいけるよう、製品の研究・開発・改良に取り組んでいく。

謝辞

本製品の開発にあたり、ネットチャート株式会社、R&M Japan株式会社に多大なるご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 河田正義, 他: LAN用ツイストペアケーブルの現状と今後の展望, 昭和電線レビュー, Vol.58, No.1, p.44 (2008)
- 2) TSB-184-A: 「Guidelines for Supporting Power Delivery Over Balanced Twisted-Pair Cabling」
- 3) 日本産業規格: JIS X 5150-2016 「構内情報配線システム」

富士電線(株)

小川 宏 (おがわ ひろむ)

生産本部 甲府工場 通信技術課 通信技術グループ

通信用ケーブルの設計・開発に従事

富士電線(株)

河田 正義 (かわた まさよし)

生産本部 甲府工場 次長

通信用ケーブルの設計・開発に従事

富士電線(株)

中村雄一郎 (なかむら ゆういちろう)

生産本部 甲府工場 通信技術課 通信技術グループ長

通信用ケーブルの設計・開発に従事