

電子機器をつなぐ高速伝送及び高可動性ケーブル

宮崎 智央 梶塚 秀治
別府 康成

産業用の電子機器や機械設備では、自動化に向けた機能の高度化、動作の高速・高精度化が日進月歩で進んでいる。小型・軽量化が進むにつれ可動部を有する機械装置では、駆動機構が複雑化してきている。近年は、カメラを搭載し画像認識機能を持った自動化機械設備も増えてきた。

それに伴って機器や機械設備の中で使われるケーブルには、可動耐久性の向上、伝送性能の高速化、狭スペースでの実装が容易となる細径化や柔軟化を求める声が多くなってきている。

本稿では、これらの市場要求に応じて当社が開発した最近の製品（USB3 Vision高摺動ケーブル、USB3 Visionアクティブ光ケーブル、可動用内部配線材料）について紹介する。

USB3 Vision高摺動(しゅうどう)ケーブル

(1) 製品概要

産業用の画像処理装置では、カメラと画像処理装置間の接続に高速インターフェースケーブルが使われている。近年、カメラの高精細化が進み、大容量の画像データを瞬時に画像処理装置へ転送することが求められるようになり、5Gbps高速データ伝送を行うUSB3 Vision規格（USB3.0規格をもとにマシンビジョン用に策定された規格¹⁾）。マシンビジョンは画像を認識し、位置決め、計測、測定等を行うシステム）が普及しつつある。産業用の高速インターフェースケーブルは、高速データ伝送に加え、高い摺動耐久性が要求される場合が多い。特に、キズや異物の混入や色識別などを行う外観検査装置やチップマウンター装置では、カメラの移動にあわせてケーブルをスライドさせるため、ケーブルは高い信頼性と高寿命が要求される。

当社はこのような可動用途でも安定して高速データ伝送を行うことが可能なUSB3 Visionケーブルを開発し、販売している。

(2) 特長

本製品の特長を以下に、製品外観を写真1に示す。

①高摺動耐久性

本製品は信号線のシールド構造を工夫することで、

繰り返し曲げられた時のケーブル内部構造の変化を抑えて信号品質の安定性を向上させている。これによりケーブルキャリアに入れてU字にスライドさせる摺動用途で、従来品の10倍以上となる優れた摺動耐久性を実現している。

②柔軟性

本製品は細い銅線を複数本束ねた導体の採用や信号線間のすべり性を向上させることで、柔軟性を向上させている。取り回し性に優れた扱いやすいケーブルとなっており、機器への実装時やメンテナンス時の作業性の向上に貢献する。

③接続信頼性

振動が発生する環境下でも確実な接続を確保するために、本製品ではUSB3 Vision規格に対応するスクリーンネジ付コネクタを採用した。



写真1 USB3 Vision 高摺動ケーブル

(3) 仕様

USB3 Vision高摺動ケーブルの主な仕様を表1に示す。

表1 USB3 Vision 高摺動ケーブル仕様

項目	仕様
対応規格	USB3Vision
伝送速度	最大5Gbps
ケーブル長	3m
ケーブル外径	φ6.3mm
摺動屈曲特性	1千万回以上
コネクタ	以下の中から選択可能 スタンダードA(ネジなし) スタンダードA(ネジあり) スタンダードB(ネジなし) マイクロB(ネジなし) マイクロB(ネジあり)

(4) 高撓動耐久性

USB3 Vision高撓動ケーブルは、曲げ半径50mmで撓動回数1000万回以上の優れた撓動耐久性能を有している。繰り返しの曲げに対して断線し難いのはもちろんのこと、伝送性能を維持する上で重要な減衰特性は、撓動回数1200万回後でもほとんど変化せず、安定した信号品質を確保している。

撓動による減衰量変化を図1に示す。

この優れた耐久性は、屈曲に強い材料の選定および構成、構造の工夫など長年にわたり当社が蓄積してきたデータとノウハウにより実現している。

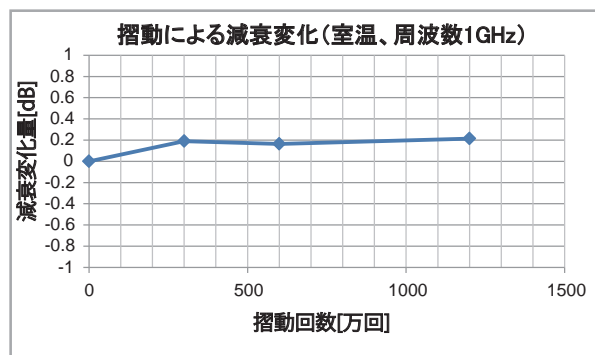


図1 撓動による減衰変化

(5) まとめ

USB3 Vision高撓動ケーブルは、可動頻度が高い装置において信頼性の向上と長寿命化に貢献するためユーザーがより一層安心して使用できる商品であり、今後も多くの産業用装置で採用が見込まれる。

USB3 Visionアクティブ光ケーブル

(1) 製品概要

USB3 Vision規格はUSB3.0規格をもとにマシンビジョン用に策定された高速インターフェース規格であるが、高速伝送化による電気信号の減衰量増加によって、銅導体を採用するケーブル（以下、メタル電線）では、3mまでの伝送が限界とされている。従って長い引き回しが必要な装置などには適用が困難であった。

今般、当社が開発したUSB3 Visionアクティブ光ケーブルは、電気⇄光変換モジュールと光メタル複合ケーブルの組み合わせにより、最大20m伝送を可能とした製品である。光ケーブルとしての特長も兼ね備え、ノイズに強く、優れた可動耐久性能を有したインターフェースケーブルである。

(2) 特長

本製品の外観を写真2に示す。主な用途は、マシンビジョンシステムを搭載する外観検査装置や電子部品実装装置（チップマウンター装置）、医療用検査装置などである。USB3 Vision規格に準じたマシンビジョンカメラとインターフェース機器の接続に使用される。



写真2 USB3 Vision アクティブ光ケーブル

本製品の主な特徴を以下に示す。

①長距離伝送

本製品は信号伝送に光ファイバーを使用し、さらに電源供給のための給電線には、長尺伝送時の電圧降下を少なく抑えるために、抵抗値が通常の1/7以下のメタル電線を採用することにより、最大20m伝送を実現した。

②可動耐久性

本製品に使用しているケーブルは、高い可動性能を有する光ファイバーコードと、導体素線径80 μ mの極細素線を数百本撚り合わせたメタル電線を組み合わせ、光メタル複合ケーブルとすることにより、曲げ半径70mmでの撓動屈曲回数1億回以上を実現し、業界でも類を見ない高耐久性能を誇る。

③高速伝送

USB3.0は高速5Gbps伝送を特長とした、高速インターフェース規格であるが、専用トランシーバICによる高度な電気⇄光変換回路技術と、低損失な光ファイバーの組合せにより、写真3のアイパターンに示すように、20m-5Gbps伝送時でも、ビットエラーが無く、ジッターが少ない、アイがきれいに開いた伝送波形が得られている。

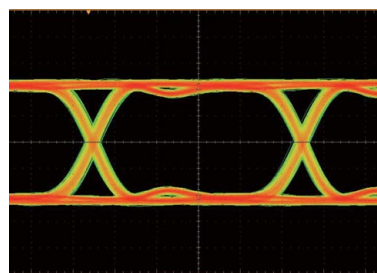


写真3 20m-5Gbps 伝送時のアイパターン

④細径・省スペース

従来の伝送距離の延長手段は、ケーブルの中間部に大きなハブ状の機器（リピーター）を介して、伝送距離を延長する方法が一般的だが、本製品はケーブルの両端に取り付けられたプラグコネクタケース内に、電気⇄光変換モジュール機能を内蔵させている。一般的なインターフェースケーブルと変わらないコンパクトさを実現しており、外付けの機器も不要なため、実装時の省スペース化に貢献できる。またケーブルも20m伝送用の標準φ7.0mmタイプ他に、10m伝送用の細径φ5.8mmタイプを揃え、機器内での取り廻し性を向上させている。写真4に標準タイプと細径タイプケーブルの比較を示す。



写真4 標準タイプケーブル／細径タイプケーブル

(3)仕様

本製品の主な仕様を表2に示す。

表2 USB3 Vision アクティブ光ケーブル

項目	仕様	
	標準タイプ	細径タイプ
対応規格	USB3 Vision (Super Speedのみ)	
伝送速度	最大5Gbps	
電源	5±0.25V (USB3.0ポートより電源供給)	
消費電流	最大 100mA (両端)	
ケーブル長	最長 20m	最長 10m
ケーブル外径	φ 7mm	φ 5.8mm
撓動屈曲特性	1億回以上	5千万回以上
使用温度範囲	-10～70℃	
プラグコネクタ	片端:USB3.0 Standard-A(ネジ無し) 他端:USB3.0 Micro-B(ネジ有り)	

(4)まとめ

USB3.0に続く次世代規格のUSB3.1では、伝送速度が5Gbpsから10Gbpsへ更に高速化される。今後、これに対応した伝送速度の向上と併せて、さらなる伝送距離の延長とその他のインターフェース規格に準拠する開発を進め、産業用から医療、インフラ等まで幅広い用途に対応する製品開発を進めていく計画である。

可動用内部配線材料「ORP-I」

(1)製品概要

当社では、FA（ファクトリーオートメーション）用途として数多くのロボットケーブルを発売してきた。近年では、工作機やロボット等の小型化に伴い、外被（シース）をまとったケーブルを布設することが困難なケースが目立っている。そのため、絶縁心線のみで布設を行う可動用の絶縁心線は市場に少なく、ユーザーがロボットケーブルを分解して内部の絶縁心線を使用したり、電線メーカーがカスタム対応している実態がある。

これらを踏まえ、可動部での使用に適した絶縁電線として、新たに可動用内部配線材「ORP-I」を開発した。



写真5 可動用内部配線材 ORP-I

(2)特長

可動耐久性を追及するロボットケーブルの絶縁体には、強じんして表面に滑り性がある材料が使用されている。これは導体にかかる負荷を軽減し、可動時の応力集中点の発生防止を目的としている。代表的な絶縁材料としてはフッ素樹脂があるが、非常に高価な材料である。

当社では、独自に強じんかつ低価格なエラストマー絶縁材料を開発し、ロボットケーブルの絶縁材料に採用してきた。その代表製品「ORPケーブル・シリーズ」は、フッ素樹脂絶縁と同等以上の可動耐久性と低価格という特長を有したロボットケーブルとして、多くのFA産業機器メーカーに採用され実績豊富な製品である。

「ORP-I」は、「ORPケーブル・シリーズ」のノウハウを応用活用した製品であり、従来のシース付きケーブルでは布設が出来なかった可動を伴う狭小スペースへの布設が可能になり、ロボットや工作機の小型化、軽量化にも貢献できる製品となっている。

①高可動耐久性

「ORP-I」は0.2~5.5mm²までの8サイズをラインナップしており、代表の導体サイズにおける屈曲性能を図2に示す。

0.75mm²の製品について例にとると、絶縁外径が1.73mmであり、絶縁外径の8倍の曲げ半径（グラフ赤丸部）において10万回以上の可動耐久性を有しており、可動を伴う箇所への布設を可能な性能を十分に保有している。

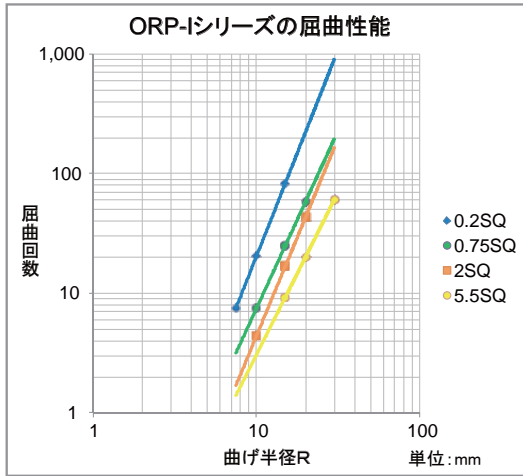


図2 各導体サイズの屈曲性能

②細径性

ULスタイル11502（105℃ 600V定格）に適合しており、600V定格に対応しながらもULスタイル1007（80℃ 300V定格）に適合したPVC絶縁心線よりも細径化を図っており、狭小スペースへの布設を可能にしている。

③アース線対応

当社印刷技術により、従来困難であったエラストマー絶縁材料への表面印刷を可能にしたので、緑地に黄色のスパイラルマークを施した接地線（アース線）などへも対応可能である。

(3)仕様

主な仕様を表3に示す。

表3 可動用内部配線材料「ORP-I」

SQ mm ²	AWG サイズ	導体構成 本/本/mm	導体外径 mm	絶縁外径 mm	導体抵抗 Ω/km (20℃)
0.2	25	40/0.08	0.58	1.00	98以下
0.3	23	60/0.08	0.75	1.25	66以下
0.5	21	100/0.08	0.92	1.52	40以下
0.75	19	150/0.08	1.13	1.73	26以下
1.25	17	7/36/0.08	1.50	2.20	16以下
2	15	7/57/0.08	1.90	2.60	9.3以下
3.5	12	7/64/0.1	2.60	3.40	5.7以下
5.5	10	7/100/0.1	3.35	4.15	3.6以下

(4)まとめ

今後、産業ロボット以外にもサービスロボットや災害救助用ロボット、パワーアシストスーツといったより厳しい環境で使用されることが見込まれるため、可動性能を更に向上させた製品開発を進めていく予定である。

おわりに

産業用の電子機器や自動化機械に使われるケーブルには、可動耐久性や高速伝送性能、耐ノイズ性、狭スペース性など多くの要求がある。ここではこれらの市場要求に応じて開発した最近の新製品を紹介した。更に高性能化の要求にも対応できる製品を今後も開発していく所存である。◆◆

参考文献

1) USB3 Vision規格 <http://www.visiononline.org/vision-standards-details.cfm?id=200&type=11>

筆者紹介

宮崎智央：Tomoo Miyazaki. 沖電線株式会社 電線事業部 電線技術部

梶塚秀治：Hideharu Kajizuka. 沖電線株式会社 電線事業部 電線技術部

別府康成：Kousei Beppu. 沖電線株式会社 電線事業部 電線技術部