

空気圧送用インドアアウトドア光ケーブル

光ケーブル開発部

前原直也¹・植草拓哉¹・向井興泉¹・山木裕介¹・鯉江彰²・
郡 彰³

Indoor-Outdoor Air Blown Optical Cable

N. Maehara, T. Uekusa, O. Mukai, Y. Yamaki, A. Namazue, and A. Kori

ネットワークトラフィックの増大にともない、データセンタ内の建屋間を光ケーブルで経済的かつ効率的に接続する需要が高まり、空気圧送布設が注目されている。今回、欧州および北米地域の2つの難燃グレードを有する288心Indoor-Outdoor Air Blown Wrapping Tube Cable (IO AB-WTC)を開発した。本ケーブルは、屋内及び屋外環境に適用可能であり、屋外ケーブル区間までこのケーブル1本でなうことができる。また本ケーブルは、ICEA S-122-744に準拠した機械特性およびICEA S-104-696に準拠した環境特性を満足しつつ、1000 Ftを超える圧送特性を有することを確認した。

As network traffic increases, optical cables for connecting buildings in data center require more economical and efficient cable installation method, such as air-blown installation. We have successfully developed the 288F Indoor-Outdoor Air Blown Optical Cable (IO AB-WTC) with two different flame-retardant grades in Europe and North America. Since this cable is applicable to both indoor and outdoor environments, this cable covers both indoor and outdoor areas by a piece of this cable. This cable satisfies ICEA S-122-744 for the mechanical characteristics and ICEA S-104-696 for the environmental characteristics, having over 1000 Ft jetting performance.

1. ま え が き

ネットワークトラフィックの増大やデータストレージサービスの拡大にともない、データセンタ間の光ファイバケーブルの効率的、経済的な布設が望まれている。こうした需要に応えるケーブル布設工法の一つとして、既設ダクトに圧縮空気と共にケーブルを送り込む空気圧送工法が採用されている¹⁾。

従来の空気圧送用光ケーブルは屋外用途に限定され、圧送特性を確保するために、外被材には高密度ポリエチレンが一般的に採用されている。一方、データセンタ屋内に光ケーブルを配線するには、難燃特性が要求される。難燃樹脂は空気圧送工法に耐えうる機械特性を満足させることが難しいことから、データセンタ間に配線される空気圧送用光ケーブルは図1に示すように、インドアアウトドアケーブルを中継し、建屋内のインドアケーブルとクロージャをかいして接続する必要があった²⁾。

今回、従来の屋外用途だけでなく、難燃性を兼ね備え、屋内にも適用可能な288心空気圧送用光ケーブルを開発し

た。外被材に使用する樹脂を新たに開発し、本ケーブルではUL 1666³⁾(以下、Riserと記す)かつ欧州の建築資材規則^{4) 5)}(Construction Products Regulation; 以下CPRと記す)のB2ca-s1(CPRのグレードを表し、B2ca:引火性、s1:発煙性)の2種類の難燃グレードを満足することを確認した。これにより、図2に示すように、クロージャでの接続工数が削減されるのみならず、ネットワーク構成部品数、および在庫品種を減らすことが可能となる。

当社で、すでに商用化している間欠固定型光ファイバテープ心線「Spider Web Ribbon(以下SWR[®]と記す)」、および押さえ巻きで覆い、抗張力体を埋め込んで被覆したケーブル「Wrapping Tube Cable(以下WTC[®]と記す)」の技術を今回開発した本ケーブルにも適用した(以下、本ケーブルをIndoor Outdoor Air Blown Wrapping Tube Cable; IO AB-WTCと記す)。この技術は、テープ単位での一括融着接続を可能とし、かつケーブルのコアにファイバを細径高密度に実装できる。

また第三者機関で実施した圧送試験でも1000 Ftの圧送距離を超える結果が得られ、データセンタ内の建屋間を接続するために十分な圧送性能であることを確認した。

本稿では、288心IO AB-WTCの開発内容について紹介する。

1 光ケーブル開発部

2 光ケーブル開発部 グループ長

3 光ケーブル製造部 部長

略語・専門用語リスト

略語・専門用語	正式表記	説明
ICEA	Insulated Cable Engineers Association	絶縁ケーブル技術者協会
空気圧送工法	Air-Blown installation / Jetting installation	既設ダクトに圧縮空気とともに、ケーブルを送り込む工法
UL	Underwriters Laboratories Limited Liability Company	UL社が発行する規格および認証
クロージャ	Closure	光ケーブルの接続、分岐、引き落としを行う際に、接続ポイントを収容するための装置
光ファイバの融着接続	Fusion splice	光ファイバの端面の軸合わせを行った後に、融着接続機の放電により光ファイバの端面を溶かして、複数心の光ファイバを一括で接続する方法
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議

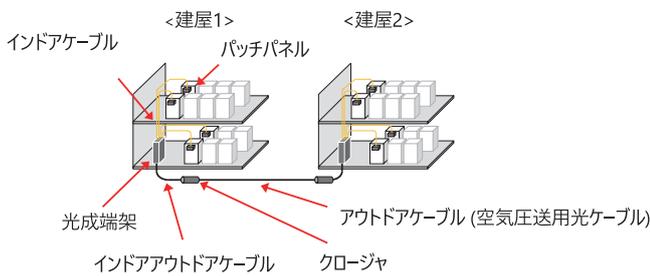


図1 データセンタ内での従来のケーブル配線例
Fig. 1. Wiring diagram of conventional cables in Data Center.

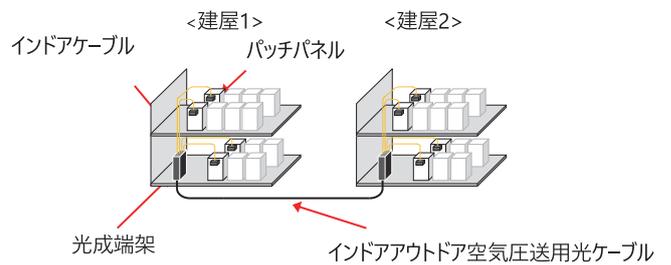


図2 本ケーブルを適用したデータセンタ内でのケーブル配線例
Fig. 2. Wiring diagram of cables in Data Center applied IO AB-WTC.

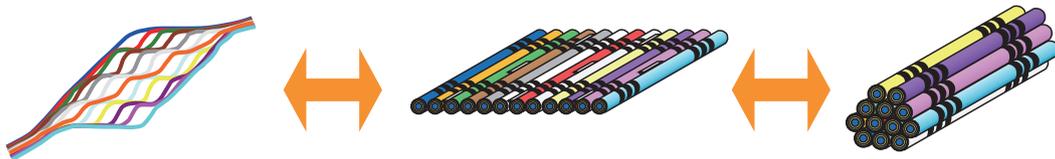


図3 12心SWRの構造
Fig. 3. Structure of 12-fiber SWR.

2. ケーブル設計

2.1 光ファイバ

200 μm ファイバ12本から構成されるSWRを適用した。図3に12心SWRの構造を示す。SWRは心線配列を維持しながら隣接する光ファイバ心線を間欠的に固定した構造のため、柔軟に形状を変更させることが可能であり、ファイバを高密度にケーブル内へ実装することが可能となる。特殊

な工具を使用せずにファイバを12本の単心ファイバに分離することも可能である⁶⁾。

また、光ファイバテープ心線を正確かつ容易に識別するために、SWRにはストライプリングマークがほどこされている。テープ心線同士および単心分離後のファイバ同士においても容易に識別が可能である。

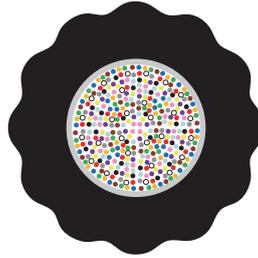


図4 AB-WTCの外被構造

Fig. 4. AB-WTC surface structure.

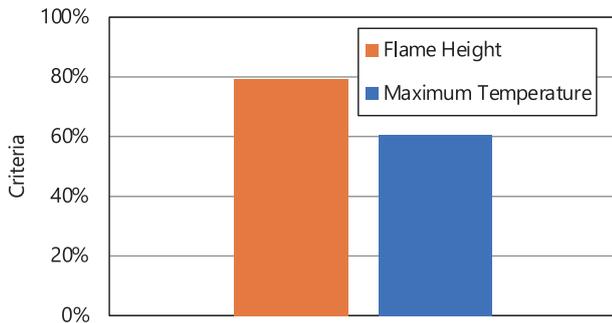


図5 Riserの試験結果

Fig. 5. Results of Riser.

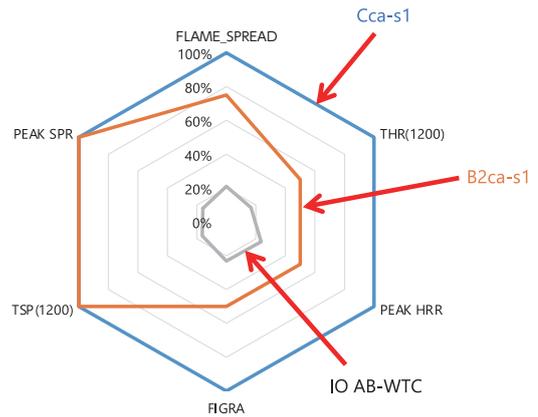
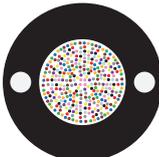
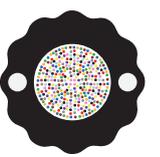


図6 CPRの試験結果

Fig. 6. Results of CPR.

表1 従来のIO-WTCとIO AB-WTCの比較

Table 1. Comparison of IO-WTC and IO AB-WTC.

項目	IO-WTC	IO AB-WTC
断面イラスト		
ファイバ心数 (心)	288	288
ケーブル外径 (mm)	12.5	9.5
ケーブル質量 (kg/km)	180	100

2.2 ケーブル外径

圧送特性を向上させる目的で、ケーブルとダクト内面との摩擦抵抗を減らすために、図4のように従来のAB-WTCの外被構造には凹凸構造を採用している。IO AB-WTCにも同様に凹凸構造を適用した。また、IO AB-WTCは欧州および北米市場向けに開発しており、内径12 mm（欧州向け）および13 mm（北米向け）のダクト使用を想定し、外径は9.5 mm程度になるよう設計した。圧送特性を確保するため、ダクトに対する充填率を考慮した設計としている。

2.3 難燃シース材

難燃特性と圧送特性に耐えうる機械特性を両立する新たな樹脂配合を確立した。IO AB-WTCは図5に示すようにRiserを満足した。

Riserを満足するために必要な2つの要求項目が、100%で表す基準値以下となれば良いことを示している。

またCPRの結果を図6に示す。目標グレードのCca-s1には要求項目が6つあり、グラフでは各要求項目の閾値を100%で示している。値が小さいほど高性能であることを意味しており、IO AB-WTCでは目標グレードを上回るB2Ca-s1を有する結果となった。

表2 IO AB-WTCの機械特性

Table 2. Mechanical Characteristics of IO AB-WTC.

項目	試験条件	結果
低温/高温曲げ	曲げ径：40D (D：ケーブル外径) 温度：-30/+60 (°C) , ターン数：4, サイクル数：3	< 0.15 (dB) 外被の損傷なし
繰り返し曲げ	曲げ径：40D (D：ケーブル外径) 角度：±90 (°) サイクル数：25	< 0.15 (dB) 外被の損傷なし
衝撃	打撃面 R12.5 (mm) 1.0 (J)	< 0.15 (dB) 外被の損傷なし
引張/ファイバ歪	1×W (W：ケーブル質量 (kg/km)), 1時間	< 0.9 (%)
	0.3×W, 10分	< 0.266 (%), < 0.15 (dB)
	荷重を開放し5分後	< 0.15 (dB)
側圧	50 (N/cm) 1分後 速度：2.5 (mm/分)	< 0.15 (dB)
捻回	試験長：2 (m) 角度：±180 (°), サイクル数：10	< 0.15 (dB) 外被の損傷なし
キンク	ループ径：40D (D：ケーブル外径)	キンクなし

表3 IO AB-WTCの環境特性

Table 3. Environmental Characteristics of IO AB-WTC.

項目	試験条件	結果
環境応力亀裂	曲げ径：< 10D (D：ケーブル外径) 角度：180 (°) 温度：50 (°C) 浸漬時間：48時間	外被の損傷なし
フリージング	凍結温度：-10 or -40 (°C) -2 (°C) まで昇温	< 0.40 (dB) 外被の損傷なし
損失温度特性	-40/+70 (°C) サイクル数：2	< 0.40 (dB/km)
防水*	水頭長：1 (m), 試験長：40 (m)	水漏れなし

*IEC60794-1-22 Method F5C

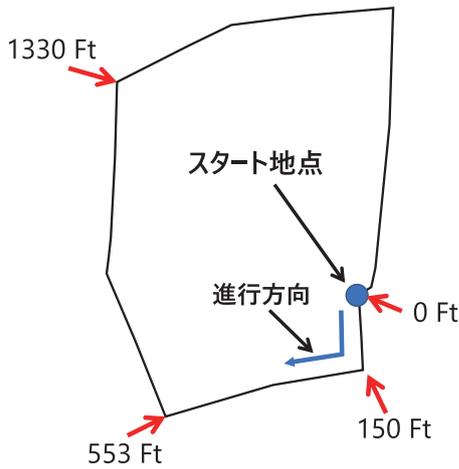


図7 圧送試験ルートの様式図

Fig. 7. Schematic diagram of jetting trail route.

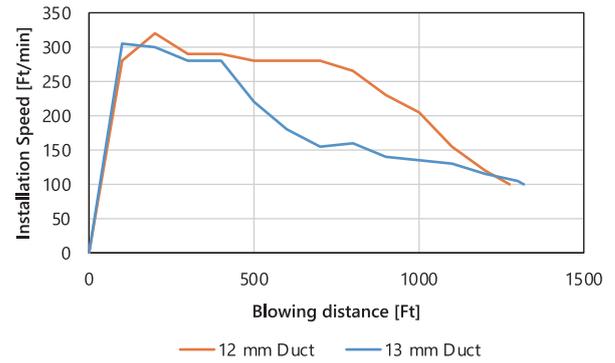


図8 圧送試験の結果

Fig. 8. Results of jetting trail.

3. 従来ケーブルとの比較

当社で商用化されている従来のIO-WTCとIO AB-WTCを比較すると、表1に示すようにIO AB-WTCは軽量かつ細径な構造を有する。両ケーブルで参照とする規格が異なるため、顧客からの要求仕様に応じた使い分けが必要となる。

4. ケーブル特性

4.1 機械特性, 環境特性

IO AB-WTCの機械特性および環境特性の試験結果を表2, 3に示す。なお試験方法に関して、機械特性はICEA S-122-744⁷⁾ (空気圧送用光ケーブルの規格) に準拠し評価し、環境特性は一部の試験を除いて、ICEA S-104-696⁸⁾ (インドアアウトドア光ケーブルの規格) に準拠して評価した。測定波長は1550 nmで実施した。いずれの試験においても良好な特性であることを確認した。

4.2 圧送特性

第三者機関にて図7に示すような約90°の曲がり角を複数箇所備えたテストトラックを使用し、IO AB-WTCの空気圧送試験を行った結果を図8に示す。圧送機はPlumettaz IntelliJet、ケーブル末端には真鍮キャップを付けて試験を実施した。内径12 mmダクトでは1275 Ft、内径13 mmダクトでは1315 Ftと目標値1000 Ftを超える結果となり、データセンタ内の建屋間を接続するために十分な圧送特性を備えていることを確認した。

5. むすび

RiserとCPRのB2ca-s1の2つの難燃グレードを有し、かつ空気圧送布設を可能とする細径高密度288心IO AB-WTCの開発に成功した。本ケーブルはICEA S-122-744に準拠した機械特性、ICEA S-104-696に準拠した環境特性を満足し、1000 Ftを超える圧送性能を実現した。この圧送性能は、データセンタ内の建屋間の容易な接続を実現し、効率的なネットワーク構築に貢献できる。

参考文献

- 1) S. Shimizu, et al. "Air-blown Fiber Optic Cable with SWR and WTC Technologies" , Proceedings of 67th IWCS, 2018.
- 2) S. Kaneko, et al. "Development of Indoor/Outdoor cables with high-flame retardant" , Proceedings of 70th IWCS, 2021.
- 3) UL 1666, "Standard for Safety: Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cables Insulated Vertically in ShaFts (Ed.5)" , (2007) .
- 4) BS EN 50399:2011+A1:2016, "Common test methods for cables under fire conditions - Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test - Test apparatus, procedures, results" .
- 5) BS EN 60332-1-2 +A 12 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame - AMD.
- 6) T. Kaji, et al. "Development of Wrapping Tube Cable with Spider Web Ribbon using fiber based on ITU-T G652 D" , Proceedings of 65th IWCS, 2016.
- 7) ICEA S-122-744-2022, "Standard for Optical Fiber Outside Plant Microduct Cables" , (2022) .
- 8) ICEA S-104-696-2019, "Standard for Indoor-Outdoor Optical Fiber Cable" , (2019) .