

ジェットイング敷設可能な超多心I/O WTC

光ケーブル事業部

引間大輔¹・山木裕介²・辻本悠介¹・浮谷典孝³・古川亨⁴

Ultra-High Fiber Count I/O WTC for Jetting Installation

D. Hikima, Y. Yamaki, Y. Tsujimoto, N. Ukiya, and T. Furukawa

データセンタ(DC)用の光ケーブルとして、融着接続のコストを抑えることを目的に、難燃性を有する屋内用のインサイドプラント(ISP)ケーブルと、耐候性が必要な屋外用のアウトサイドプラント(OSP)ケーブルの両者の特性を有するインドアアウトドア(I/O)ケーブルの需要が増加している。しかしながら一般的にI/OケーブルはOSPケーブルに比べて機械強度が劣るため、ケーブルの敷設方式が限定されることが課題となっていた。今回機械強度が優れたRobust I/O(RIO)ケーブルを開発したことにより、作業性に優れたジェットイング敷設方式を採用することが可能となった。

To reduce fusion splicing cost, there has been an increasing demand for indoor-outdoor (I/O) cables that combine the characteristics of flame-retardant inside plant (ISP) cables for indoor use and weather-resistant outside plant (OSP) cables for outdoor use. However, I/O cables in general are less strong than OSP cables, which limited the cable installation methods available. By developing Robust I/O (RIO) cables with superior mechanical strength, it has become possible to adopt the jetting installation method, which offers superior workability.

1. ま え が き

DC用の光ファイバケーブルの需要は、近年指数関数的に増加している。図1に示すようにDCの配線には、建屋が火事になった際にケーブルを伝って延焼することがないように難燃性を有するISPケーブルと、敷設スペースが限られるDCの建屋間を接続するために多くのファイバを実装しつつ、ファイバ実装密度を高めることで細径にデザインされたOSPケーブルが用いられる。この要求特性が異なる2種類のケーブルをそれぞれ敷設した後に融着接続をする必要があるが、両特性を満足するI/Oケーブルを導入することで、融着接続の作業コストを抑えられることから需要が増加している。我々はすでに144心から6912心までのI/Oケーブルを開発¹⁾し、DCに適したケーブル構造を実現しているが、I/Oケーブルに用いるジャケット材は高難燃性を実現するための配合により、一般的にOSPケーブルに比べて機械強度が劣るため、図2に示した牽引敷設方式で敷設作業を行う必要があった。この方法は、地下ダクトにあらかじめ設置された牽引ロープにケーブルを接続し、出口側で巻き取る方法である。それに対して図3に示すジェッ

ティング敷設方式では、圧力をかけながらキャタピラを使用してケーブルを地下ダクトに押し込む。この方法は事前に牽引ロープを敷設する必要がないため時間とコストを節約できるが、キャタピラに耐えられる側圧耐性および耐久性を併せ持つロバスト性が必要である。この課題を解決するために我々はRIOケーブルの開発を行った。

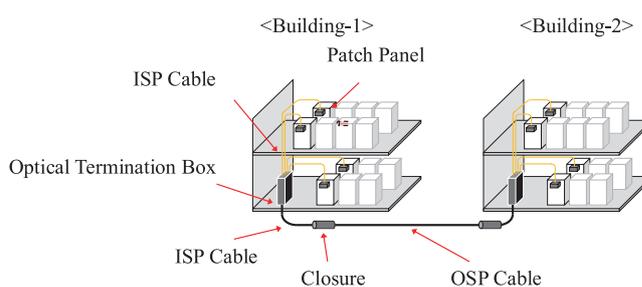


図1 DC内の配線図

Fig.1. DC wiring diagram.

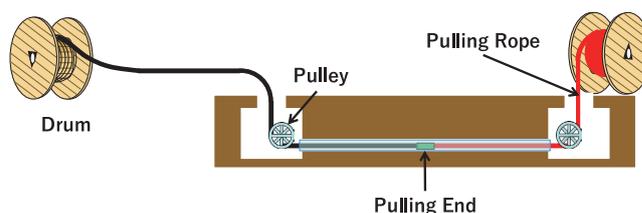


図2 牽引敷設方式

Fig.2. Pulling installation method.

1 光ケーブル開発部 1Gr.
2 光ケーブル開発部 3Gr.
3 光ケーブル開発部 1Gr. グループ長
4 光ケーブル開発部 部長

略語・専門用語リスト

略語・専門用語	正式表記	説明
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、接続を行う接続方法
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
ジェットイング敷設方式	Jetting installation method	既設ダクトに圧縮空気とともに、ケーブルを送り込む敷設方式。

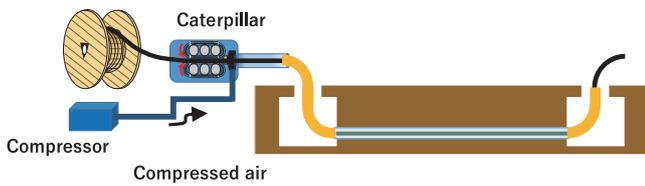


図3 ジェットイング敷設方式
Fig.3. Jetting installation method.

2. RIOケーブルの設計

2. 1. ジャケット材の選定

RIOケーブルを設計するにあたり、まず初めにケーブルのジャケット材の選定を行った。図4に示すように、ベースとなるジャケット材に難燃性を有する添加剤を混練することで難燃性ジャケット材を実現しているが、添加剤の量を増やすと機械強度は低下するため、このバランスが重要である。図5に示すように、ジャケット材A、Bについて基礎物性評価を実施した結果を基にジャケット材Cが適切な特性を持つと推測したため、ケーブルとしての評価に移行した。しかし、図6、図7に示すように、ジェットイング敷設を模擬した試験を実施したところ、耐久性に課題があることが分かったため再度材料選定を行い、表1に示すようにジャケット材Dを用いることで全ての要求特性を満足することを確認した。

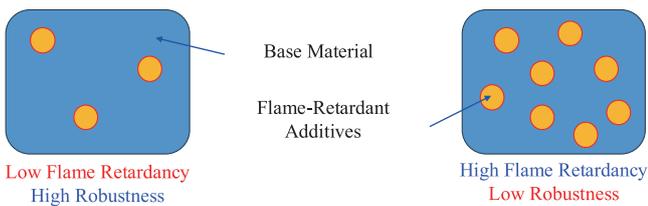


図4 難燃性ジャケット材の概要図

Fig.4. Overview of jacket material with flame retardancy.

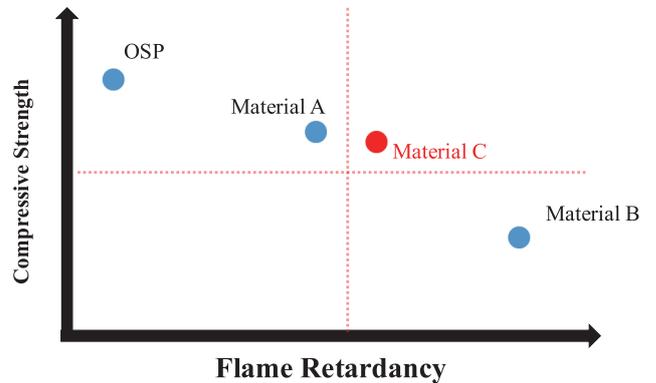


図5 ジャケット材の性能比較
Fig.5. Comparison of jacket material.

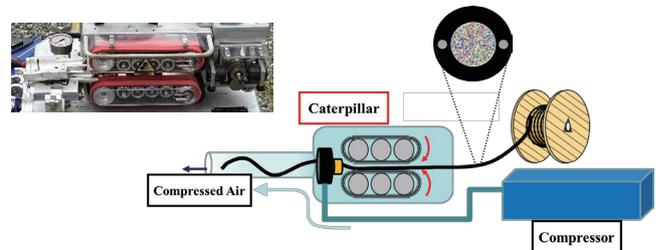


図6 ジェットイング敷設試験概要
Fig.6. Overview of jetting installation test.

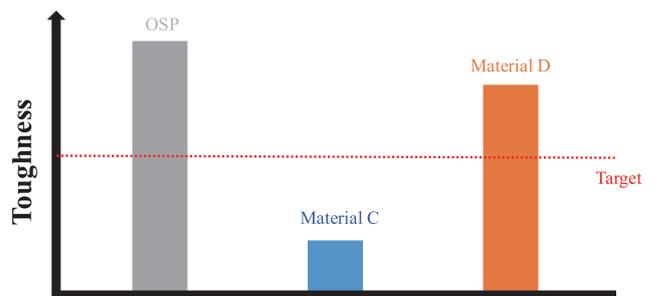


図7 ジェットイング敷設試験結果

Fig.7. Result of jetting installation test.

表1 ジャケット材の比較

Table 1. Comparison of jacket material.

	A	B	C	D
Flame Retardancy	Low	High	High	High
Compressive Strength	High	Low	High	High
Toughness	N/A	N/A	Low	High
Judgement	Bad	Bad	Bad	Good

2. 2. ケーブル構造の選定

DC用の光ファイバケーブルとして必要な細径高密度構造のために、図8、図9に示すように、Spider Web Ribbon® (SWR®) & Wrapping Tube Cable® (WTC®) 構造を採用した。この構造は構成する可燃物が最小限に抑えられていることからRIOケーブルに最適である。図10に示すように、ケーブルに側圧を印加された時の変形率についてシミュレーションを実施し、OSP WTCと同等になるような設計とした。ジャケット材の最適化を実施しているため、図11に示すように、各心数ラインナップにおいてOSP WTCと同等の外径を実現した。

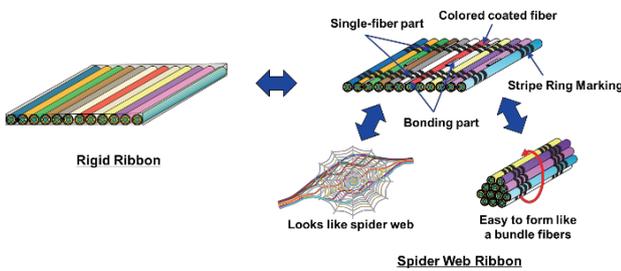


図8 SWR構造概要

Fig.8. Overview of SWR structure.

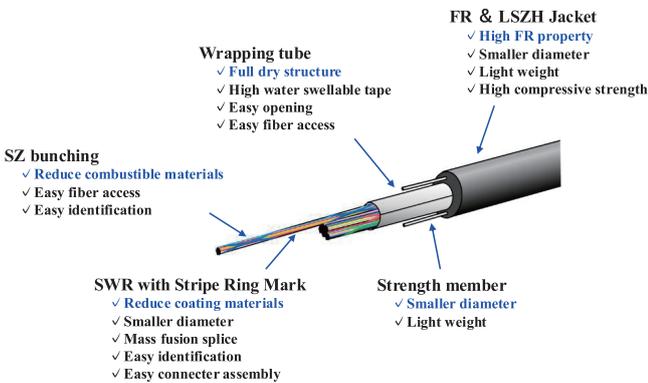


図9 WTC構造概要

Fig.9. Overview of WTC structure.

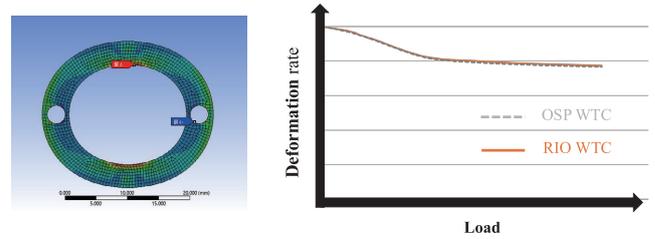


図10 RIO WTCのシミュレーション結果

Fig.10. Simulation result of RIO WTC.

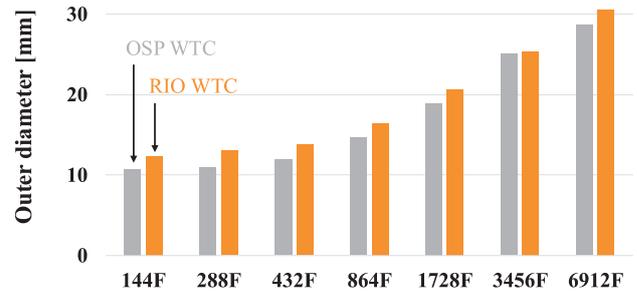


図11 RIO WTCとOSP WTCの外径比較

Fig.11. Comparison of outer diameter of RIO WTC and OSP WTC.

3. RIO WTCの性能評価

3. 1. 難燃特性

光ファイバケーブルの難燃特性の要求や試験方法は国や地域によって異なるが、主要なものとして、北米で採用されているOptical Fiber Non-Conductive Risers (OFNR)²⁾と欧州で採用されているConstruction Products Regulations (CPR)³⁾があげられる。表2に示すように、各心数ラインナップにおいて両要求特性を満足する結果が得られた。

表2 難燃特性評価結果

Table 2. Flame retardant test result.

	Flame Retardant Test	
	OFNR(UL)	CPR(EN)
144F-WTC		
288F-WTC		
432F-WTC		
864F-WTC	Pass	Cca-s1 or higher
1728F-WTC		
3456F-WTC		
6912F-WTC		

表3 機械特性評価結果

Table 3. Mechanical test result.

Item	Condition	Result
Low-high Temperature Bend (*1)	Bending radius: 10D (D:Cable Diameter) Temperature: -10, +60 degree C Turns: 4, Cycle: 3	Pass
Cable Cyclic Flexing	Bending radius: 20D (D:Cable Diameter) Cycle: 25	Pass
Impact	Striking surface: 12.5 mm Impact energy: 4.4 N · m Striking count: twice at the same place	Pass
Tensile Strength	Load: 2700 N 1 h (Short Term)	Pass
	Load: 810 N (Long Term)	Pass
Compressive Strength	110 N/cm 10 minutes after 220 N/cm 1minute	Pass
Cable Twist (*1)	Sample length: 1 m Test angle: ± 180 degrees, Cycle: 10	Pass

*1 : Tested by ICEA S-83-596-2016 for indoor because it is a stricter test condition.

表4 環境特性評価結果

Table 4. Environmental test result.

Item	Condition	Result
Temperature Cycling	-40 to +70 degree C Cycle : 2	Pass
Water Penetration	Height of water : 1 m Sample length : 40 m	Pass
Weathering Test	Exposure Time : 720h	Pass
Compressive Strength	Temperature : 85 degree C Aging Time : 720h	Pass

3. 2. 機械特性

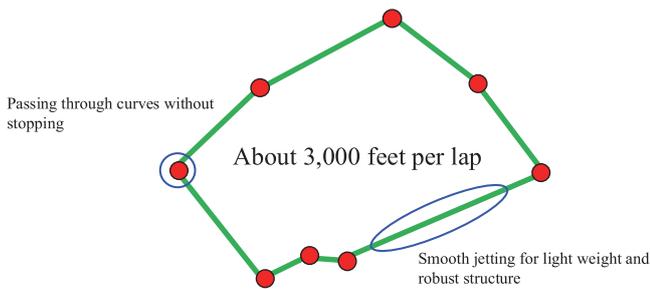
光ファイバケーブルの機械特性の要求や試験方法は用途によって異なるが、本開発品はI/Oケーブルの規格として広く知られているICEA S-104-696-2019⁴⁾ に沿って評価を実施した。なお一部の項目についてはISPケーブルの規格であるICEA S-83-596-2016⁵⁾ の要求特性の方が厳しいことから、その内容に基づいて評価を実施した。表3に示すように、すべての項目において要求特性を満足する結果が得られた。

3. 3. 環境特性

光ファイバケーブルの環境特性についてもICEA S-104-696-2019に沿って評価を実施し、表4に示すように、すべての項目において要求特性を満足する結果が得られた。

3. 4. ジェットイング敷設試験

図12に示すように、実際のフィールドを模擬した試験場において、RIO WTCの開発目的であるジェットイング敷設を864心、1728心を用いて実施した。両ケーブルとも健全な状態のまま圧送区間全長にわたり、スムーズに3000 feet以上の敷設に成功し、DCでの敷設において良好な作業性を有していることを確認した。



Item	Property	Result
864F-WTC	Duct size : 1.25 inch	3,322 feet
1728F-WTC	Duct size : 1.50 inch	3,700 feet

図12 RIO WTCのジェットイング敷設試験

Fig.10. Jetting installation test for RIO WTC.

4. むすび

本報告のようにジェットイング敷設可能な超多心I/O WTCを開発した。使用するジャケット材の選定から取り組み、評価・解析の積み重ねによって目標性能を満足する構造を実現できた。今後も高い需要に応えるべく開発を継続し、顧客要望に合わせた心数や構造など、広く展開していく。

参考文献

- 1) S. Kaneko, et al.: "Development of Indoor / Outdoor cables with high-flame retardant," Proceedings of IWCS 70, pp. 354-358, 2021
- 2) UL 1666: "Safety Standard: Test for Flame Propagation Height of Electrical and Fiber Optic Cables Insulated Perpendicular to the Shaft (Ed.5) ," 2007
- 3) BS EN 50399: "General test methods for cables under fire conditions - Heat emission and smoke formation measurements of cables during flame propagation tests - Test apparatus, procedures and results," 2016
- 4) ICEA S-104-696-2019: "Standard for Indoor-Outdoor Fiber Optic Cables," 2019
- 5) ICEA S-83-596-2016: "Standard for Indoor Fiber Optic Cables," 2016