



各種光接続インターフェイスとの互換性を有する防水光コネクタ

Waterproof Optical Connector with Multiple Interfaces

鈴木 裕司*
Yuji Suzuki

岡 道志
Masashi Oka

福井 潤治
Junji Fukui

木村 元佳
Motoyoshi Kimura

大塚 健一郎
Kenichiro Ohtsuka

移動体通信網の発達やM2M、IoTの普及に伴い光通信機器の設置環境は多様化してきており、屋外においても装置との接続は様々な光接続インターフェイスが用いられるようになった。今回、屋外環境下に適し且つ様々な光接続インターフェイスと互換性を有する防水光コネクタを開発した。本コネクタは、光コネクタで代表的なSCコネクタ、LCコネクタ、及びMPOコネクタや、光デバイスであるSFPトランシーバーと容易に接続を行うことができる。また、コネクタの保護等級(防塵・防水等級)はIP68を実現している。

With the development of mobile networking along with the spread of machine-to-machine communication and the internet of things concept, optical communication devices have been used in various environments including outdoors. This has created the need for optical connectors that can withstand harsh environments while supporting multiple interfaces. To meet this demand, we have developed a waterproof optical connector that is compatible with multiple interfaces. Coming with the IP68 rating, the connector is highly resistant to dust and water, and thus suitable for outdoor use. The product can also be connected easily to SC, LC, and MPO (multi-fiber push on) connectors, as well as to SFP (small form-factor pluggable) transceivers.

キーワード：移動体通信網、防水光コネクタ、SCコネクタ、LCコネクタ、MPOコネクタ

1. 緒言

FTTH (Fiber To The Home)、携帯等、インターネットの普及に伴い伝送容量が増大しており、多くの屋外通信装置が導入されている。

従来は、筐体内に光ケーブルを引込み、光コネクタ付きファイバに融着し装置内機器と光コネクタ付きコードで接続していたが、最近、装置の小型化の観点で光コネクタ付きケーブルを直接装置に接続する要求が出てきている。

そのためには①装置インターフェイスとしてSC (Single fiber Coupling)、LC (Little Connectors)、MPO (Multi-fiber Push On) コネクタ等が使用されており、これらと適合すること、②防水性を有することが必要であり、今回これら光接続インターフェイスと互換性を有する防水光コネクタを開発したので報告する。

2. 従来防水光コネクタの課題

従来防水光コネクタに関しては以下のような要望や課題が出ていた。

- ①屋外対応として、フェールを除くすべての部品が金属の専用部品となっており、丈夫である反面、重く操作性が悪い。
- ②近年普及しつつある光デバイス (SFP (Small Form Factor

Pluggable) トランシーバー) と直接接続する防水光コネクタは、トランシーバーの装置内の据え付け位置にバラツキがあり、確実に嵌合させるため、嵌合までの操作ステップを複数踏む必要がある。

- ③部品が専用化されているため、各種光接続インターフェイスと互換性がなく、製品メニューが限られている。

3. 開発した防水光コネクタの構造・機能

従来防水光コネクタの課題を解決するため、今回開発した防水光コネクタの外観を図1に示す。

本コネクタとレセプタクルの光接続部は標準の光コネクタとアダプタを採用(図1中A)し、その周りを防水型シェルで覆う構造(図1中B)とした。この防水型シェルは、クロージャー等で使用されている耐候性に優れた類似の樹脂を採用し、同等サイズの従来コネクタ比重を51%削減し軽量化を実現した。

コネクタの寸法は屋外での操作性を重視し小型化せず、全長を約114mm、外径を約 ϕ 20mmで設計し、光ケーブルサイズは ϕ 5~10mmまで幅広く対応している。

嵌合方式はバヨネットロック^{*1}構造(図1中C)とし、片手で容易に接続可能となっている。

防水構造は一般に実績の高いOリング方式(図1中D)を採用し、部品の結合箇所に着することで防水性はIP68相当の試験(水深5m×3時間)もクリアしている。

コネクタ端面は防水型シェルの内奥に配置して保護し、防水型シェルとレセプタクルの嵌合では正しい位置でしか挿入出来ない誤接続防止構造(図1中E)としたことで、誰でも安心して取り扱える。

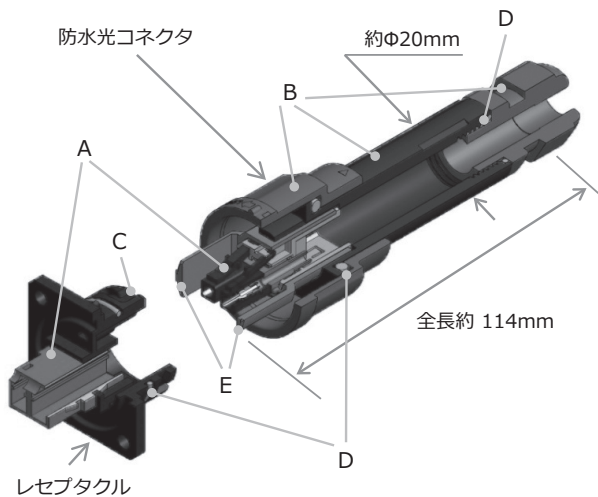


図1 防水光コネクタの外観

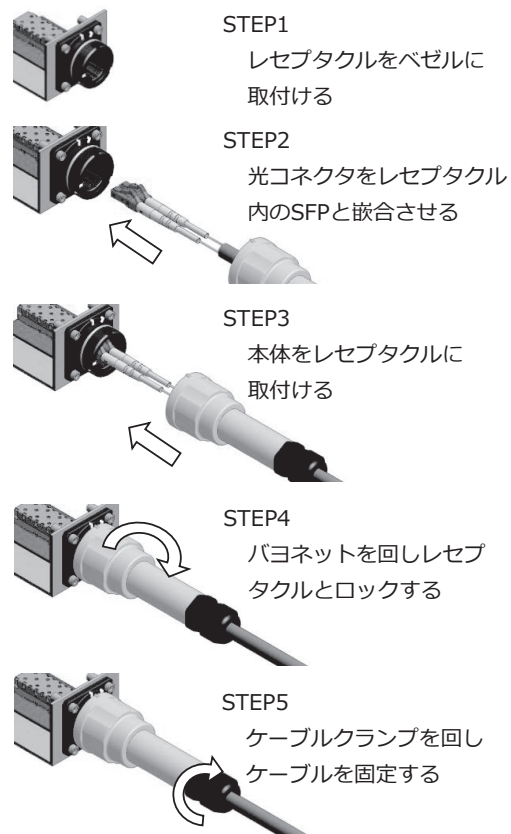


図3 SFPトランシーバーとの一般的な嵌合操作

3-1 SFPトランシーバーとの嵌合の容易性

図2に示す通り、通信装置に内蔵されるSFPトランシーバーの取付位置は、装置筐体(ベゼル)と基板の位置及び、基板に取り付けるSFP収納ケース(ケージ)で決まっている。

このため、X,Y,Z軸方向に各部品の公差積み上げ分だけ位置バラツキを持っており、嵌合に用いるレセプタクルと防水光コネクタでその位置バラツキを吸収する必要がある。図3にSFPトランシーバーとの一般的な嵌合操作を紹介するが、およそ5ステップの嵌合操作を要している。

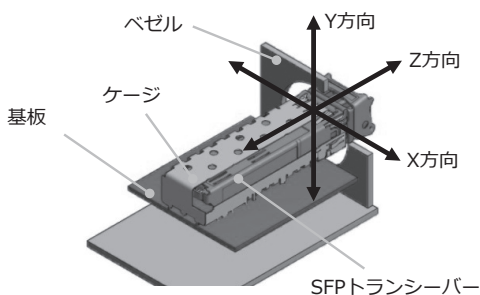


図2 SFPトランシーバーの取付位置

これは主にZ軸方向の位置バラツキに起因しており、確実な嵌合と、嵌合後の押圧を回避するための対応となっている。

そこで開発したコネクタでは、Z軸方向の位置バラツキを防水光コネクタで吸収させる構造検討を行い、コネクタインターフェース自体をZ軸方向に可動する機構を取り入れた。図4に当社防水光コネクタの構造を、図5に嵌合構造を示す。

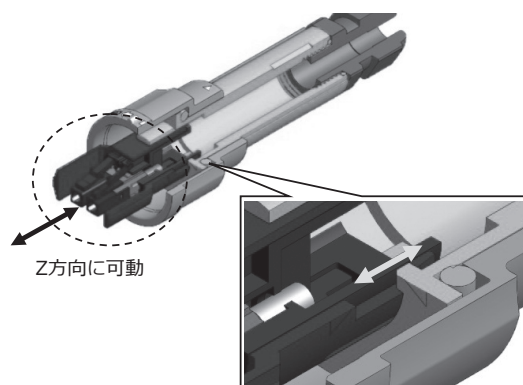


図4 SFP用防水光コネクタの構造

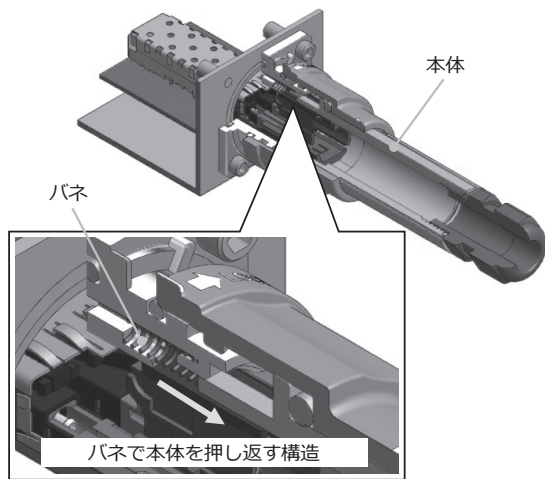


図5 SFPトランシーバーと防水光コネクタの嵌合構造

レセプタクルにはバネを内蔵させ、SFPトランシーバーとコネクタの嵌合後、防水光コネクタ本体を押し下げる機構としSFPへの押圧を回避する構造とした。

これにより、SFPトランシーバーとの嵌合操作を3ステップで行うことを可能にした(図6)。

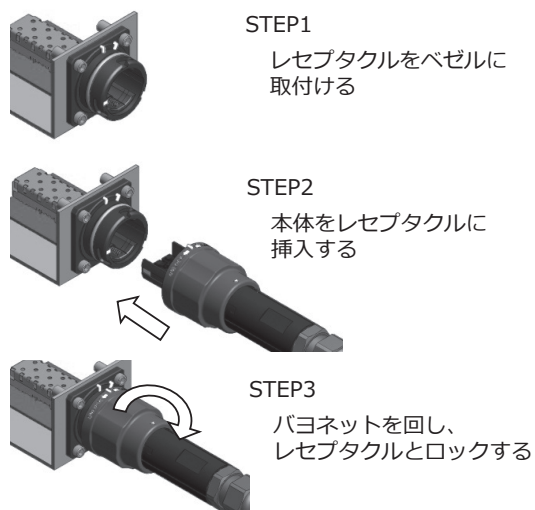


図6 SFPトランシーバーと開発した防水コネクタの嵌合操作

3-2 インターフェースとの互換性

防水型シェルを光コネクタに関わらず共通化したことで、標準の光コネクタ、アダプタを入れ替えるだけで各種光接続インターフェースと互換性を実現した(図7)。



図7 防水光コネクタのインターフェース

4. 試作評価結果

開発した防水光コネクタ(代表例としてLCコネクタ型)を2心ケーブル(SMF:ITU-T G.657.A1)に取付けた際の光学初期特性(挿入損失、反射減衰量<UPC^{※2}>)の結果を図8に、ヒートサイクル試験結果を図9に示す。また、Telcordia GR-326-CORE issue3に準ずる試験を実施した結果を表1にまとめる。いずれもコネクタ性能として十分規格を満たす結果が得られている。

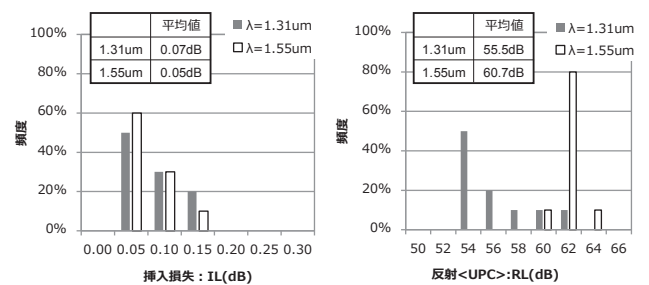
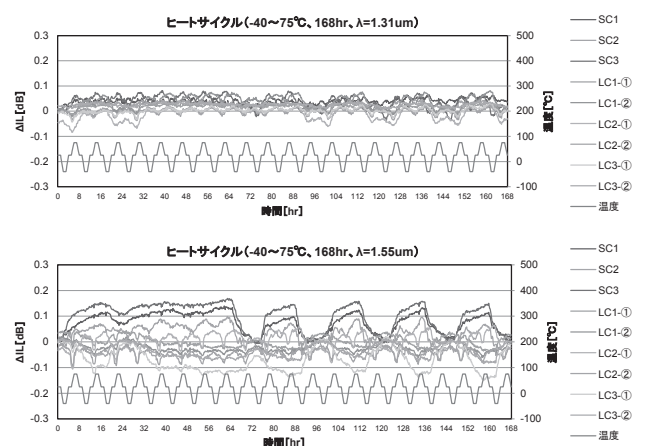


図8 防水光コネクタの光学初期特性(LC型)



	LC1-①	LC1-②	LC2-①	LC2-②	LC3-①	LC3-②
ΔILmax(131)	0.047	0.103	0.113	0.059	0.076	0.037
ΔILmax(155)	0.082	0.084	0.171	0.088	0.17	0.097

図9 防水光コネクタのヒートサイクル試験結果(LC型)

表1 防水光コネクタの信頼性試験結果 (LC型)

	Item	Condition	Criteria (Requirements)	Result
Temperature and Humidity Tests	Thermal Aging (7 days)	85 deg C	Loss Increase: 0.30dB	0.16 dB
	Thermal Cycling (7 days)	-40 to 75 deg C 8hrs/cyc	Loss Increase: 0.30dB	0.17 dB
	Humidity Aging (7 days)	75 deg C, 95%	Loss Increase: 0.30dB	0.22 dB
	Humidity - Condensation Cycling (7 days)	-10 to 65 deg C 12hrs/cyc	Loss Increase: 0.30dB	0.18 dB
	Dry-out Step (1 day)	75 deg C	n/a	-
Mechanical Tests	Vibration	10-55Hz, 1.5mm (p-p) 3 axes, 2 hrs/axis	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Δ IL 0.02dB min RL 52.5 dB
	Flex	0.9kgf, +/-90deg, 100cycles	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Δ IL 0.04dB min RL 52.0 dB
	Twist	Media Type I: 1.35kgf, +/-2.5turns, 10cycs Media Type II: 0.75kgf, +/-1.5turns, 10cycs	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Δ IL 0.08dB min RL 51.1 dB
	Proof (Media Type I only)	<u>Straight Pull:</u> 4.5 kgf (R) 6.8 kgf (O) <u>Side Pull:</u> 2.3 kgf (R) 3.4 kgf (O)	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Straight Pull Δ IL 0.08 dB min RL 55.0 dB Side Pull Δ IL 0.09 dB min RL 53.7 dB
	Impact	1.5m hight, 8 times	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Δ IL 0.05dB min RL 53.1 dB
	Durability	200 insertions	Loss Increase: 0.30dB RL: 40dB (UPC)	Δ IL 0.17dB min RL 53.7 dB
	Waterproofing	IP68 (The depth of the water 5m×3hr)	no leak of water	no leak of water

執筆者

鈴木 裕司* : SEIオプティフロンティア(株) 参事



岡 道志 : SEIオプティフロンティア(株)



福井 潤治 : SEIオプティフロンティア(株) 主事



木村 元佳 : 日本通信電材(株) 開発部 技師



大塚健一郎 : SEIオプティフロンティア(株)



*主執筆者

5. 結 言

屋外用途で様々な光接続インターフェースと互換性を有する防水光コネクタを開発し製品化した。今後、本設計要素を展開した現地組立型の防水光コネクタの開発も着手し、より多くの製品ラインナップを揃え、市場ニーズに応じていく。

用語集

※1 バヨネットロック

凸部を持つ部品とそれに沿う凹部を持つ部品の2部品で、一方を回転させることで固定、取り外しが容易に行える構造で、カメラレンズマウントに多く用いられている。

※2 UPC

Ultra Polished Physical Contact: 光コネクタの球面研磨方法の一種。一般に50dB以上の反射減衰量に対応する。