

技術紹介

5 プッシュプル嵌合方式 (FO-MCシリーズ) 光コネクタの開発

Development of Optical-Fiber Connector for PUSH-PULL CONNECTION TYPE

| | | |
|-------|----------------|----------------|
| 嶋津 秀人 | Hideto Shimazu | コネクタ事業部技術二部 主任 |
| 戸田 武男 | Takeo Toda | コネクタ事業部技術二部 |

キーワード： 光コネクタ、防水、小型、多芯、プッシュプル、光ファイバ

Keywords : optical connector, water-proof, small size, multi contacts, push-pull, optical-fiber

要 旨

携帯電話、インターネット等の普及により、音声や映像のデータ量は急激に増加し、大容量の情報やデータを高速で伝送するために、さまざまな分野で光伝送を導入する社会になっています。用途の広がりに合わせて、様々な設置箇所や環境に対応する光コネクタが求められてきました。この度、「ワン・アクション」で着脱操作ができるプッシュプル嵌合方式を採用した、IP68 相当の防水性能を持った小型防水光コネクタを開発しました。また、様々なお客様のご要望に応えるために、シングルモードファイバ (SMF) 対応可能で、単芯、2 芯、4 芯をラインナップしました。

SUMMARY

With the diffusion of mobile phone, Internet, etc., transmission amount of voice and image data is drastically increasing and we are now entering the society where optical transmission system is used in a variety of fields to transmit huge amount of information and data at high speed. With the spread of optical transmission system, optical connectors that can be used in various installation sites and meet various environments are now demanded. We newly developed a small, water-proof optical connector with waterproof capability complying with IP68. The connector is push-pull connection type that allows us to connect/disconnect with "one action." Further, to respond customers' various needs, we prepared a line up of the connectors with single, two, and four contacts supporting single mode fiber (SMF).



写真1 FO-MC シリーズ 小型防水光コネクタ

1 はじめに

弊社の防水多芯光コネクタは、新幹線や地下鉄などの移動体から、鉄道信号、高速道路の ETC システム、携帯電話基地局などに用途を広げてまいりました。防水多芯光コネクタを屋外で着脱する場合、風雨や粉塵にさらされぬ様、短時間で確実な接続をする必要があります。また、近年増加している携帯電話用アンテナが設置される箇所は、鉄塔などの高所に設置される事から、危険が伴う作業となります。操作性が良く確実な着脱操作が出来る事は、工事作業を短時間に安全に実施できることに繋がります。

屋外に設置される光コネクタは、安定した光学特性、防水性、機械的特性、耐環境性など、あらゆる性能を長期間満足しなければなりません。さらに、通信機器・装置等の小型化に伴い、光コネクタの小型化のご要望や、環境にやさしい (RoHS 対応) 製品が求められてきました。

これらの市場動向に対応するため、クリック感と音による確実な嵌合が「ワン・アクション」で出来る、シングルモードファイバ対応の小型防水光コネクタを開発いたしました。

2 仕様

開発した製品の仕様を Table.1 に示します。

Table.1 製品仕様

| 項 目 | SMF | MMF |
|--------------------|--|--|
| 挿入損失 (AdPC 研磨) | 0.5dB 以下 ($\lambda = 1.31 \mu m$) | 0.5dB 以下 ($\lambda = 1.31 \mu m$) |
| 反射減衰量 (AdPC 研磨) | 40dB 以上 ($\lambda = 1.31 \mu m$) | 25dB 以上 ($\lambda = 1.31 \mu m$) |
| コンタクト数 | 単芯, 2 芯, 4 芯 | |
| 適合ファイバクラッド径 | $\Phi 125 \mu m$ | |
| 適合ケーブル外径 | $\Phi 9.5mm$ ※ 1 | |
| 繰返し動作 | 500 回 | |
| 防水性 | IP68 相当 | |

※ 1 ケーブル外径に合わせて対応可能

3 構造

3.1 プラグ

光コンタクトのフェルールには、 $\Phi 1.25\text{mm}$ ジルコニアセラミックスフェルールを採用し、コイルスプリングを内蔵したフローティング構造としました。(Fig.1 に示す。)

また、整列用の割スリーブにも、ジルコニアセラミックス製を採用し、着脱を繰り返しても安定した接続ができ、プラグ内部には、ケーブルのテンションメンバを保持するストッパと、強固にケーブルを保持するためのケーブルクランプを設けています。

プラグのコンタクト配列は、単芯、2 芯、4 芯に適應できる構造となっています。(Table.2 に示します。)

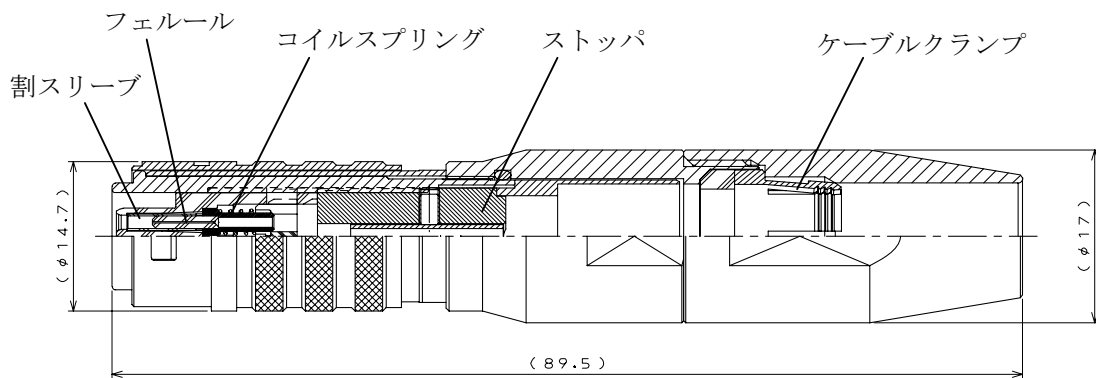


Fig.1 FO-MC ※ H ※ DTG (※: 芯数)

Table.2 プラグのコンタクト配列

| 芯数 | 単芯 | 2 芯 | 4 芯 |
|-----|-------------|-------------|-------------|
| 名称 | FO-MC1H1DTG | FO-MC2H2DTG | FO-MC4H4DTG |
| 配列図 | | | |

3.2 レセプタクル

光コネクタのフェルールには、プラグコネクタと同様に $\Phi 1.25\text{mm}$ ジルコニアセラミックスフェルールを採用し、AdPC 研磨によるリターンロスの小さい端面加工を可能としています。(Fig.2 に示す。)

また、コンタクトフェールのフローティング機能をプラグ側に任せて、コイルスプリングを削除し、パネル取り付け用フランジ後方の寸法の短尺化を実現いたしました。これにより、機器内の部品やカード等に干渉し難い実装が可能となっています。

レセプタクルのコンタクト配列は、単芯、2 芯、4 芯に適應できる構造となっています。(Table.3 に示します。)

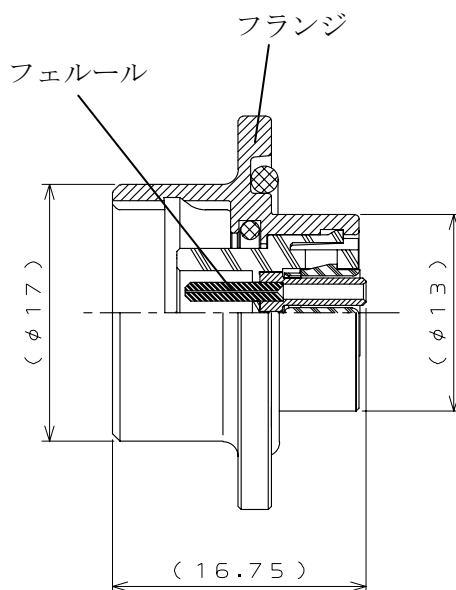


Fig.2 FO-MC ※ H ※ AT (※: 芯数)

Table.3 レセプタクルのコンタクト配列

| 芯数 | 単芯 | 2 芯 | 4 芯 |
|-----|------------|------------|------------|
| 名称 | FO-MC1H1AT | FO-MC2H2AT | FO-MC4H4AT |
| 配列図 | | | |

4 試験結果

機械的評価試験及び耐候性能評価試験を実施し、非常に良好な性能であることを確認致しました。確認した結果を Table.4 ～ 7 に示します。また、代表的な試験結果のグラフは、Fig.3 ～ Fig.10 に示します。

Table.4 初期性能評価試験結果

| 項目 | 試験方法 | 適用条件及び規格値 | 試験結果 |
|---------------------|------------|---|--------------|
| | JIS C 5961 | | |
| 外観、構造 および 嵌合性 | 5 | 規格値) 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。機械的に異常なく嵌合すること。 | 良好 (n=30) |
| 挿入損失 | 7.1 | 条件) 測定波長: 1.31 μ m 規格値) 0.5dB 以下 (1 接点) | 良好 (n=30) |
| 反射減衰量 | 7.2 | 条件) 測定波長: 1.31 μ m 規格値) AdPC 研磨: 40dB 以上 | 良好 (n=30) |

Table.5 挿入損失と反射減衰量の結果

| | 挿入損失 | 反射減衰量 |
|----------|--------|---------|
| Max. | 0.47dB | 48.30dB |
| Min. | 0.15dB | 42.20dB |
| Ave. | 0.31dB | 44.64dB |
| σ | 0.101 | 1.102 |

Table.6 機械的性能評価試験結果

| 項目 | 試験方法 | 適用条件及び規格値 | 試験結果 |
|--------------------------------|------------|--|--|
| | JIS C 5961 | | |
| 耐振性 | 8.1 | 条件) 振動数の範囲：10 ～ 55Hz 全振幅：1.5mm 方向：嵌合軸を含む 3 軸 一軸当たりの試験時間：2h 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 瞬断：無きこと。 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) Fig.3 ～ Fig.6 参照。 |
| 耐衝撃性 | 8.2 | 条件) ピーク加速度：981m/s ² (100G) パルス作用時間：6ms 回数：嵌合軸を含む 3 軸、5 回 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 瞬断：無きこと。 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) Fig.7 Fig.8 参照。 |
| 繰返し動作 | 8.3 | 条件) 繰返し動作回数：500 回 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) Fig.9 Fig.10 参照。 |
| フェルール押圧力 | 8.5 | 条件) 光学的基準面 プラグタイプのみ 規格値) 5.5 ～ 6.5N | 良好 (n=5) |
| 結合部接続強度 (軸方向) | 8.6 | 条件) 引張速度：50mm/min 規格値) 200N 以上 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 | 良好 (n=5) |
| 落下試験 | 8.10 | 条件) 落下回数：5 回 落下の高さ：1000mm 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) |
| 光ファイバ コードクランプ 引張強度 (軸方向) | 8.11 | 条件) 引張速度：25mm/min 規格値) 200N 以上 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) |
| 光ファイバ コードクランプ 屈曲強度 (屈曲) | 8.12 | 条件) 屈曲の大きさ：20N (ケーブル) 屈曲回数：100 回 長さ：1 ～ 2m 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) |
| 結合力及び離脱力 | 8.13 | 条件) — 規格値) 結合力：12N ～ 28N 離脱力：10N ～ 20N | 良好 (n=5) |
| 結合部接続強度 (横方向) | 8.15 | 条件) 治具降下速度：1mm/min 規格値) 50N 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) |
| 光ファイバケーブル クランプ屈曲強度 (ねじり) | 8.17 | 条件) 50N おもりの位置：クランプの根元から、10cm ねじり動作：10 サイクル 規格値) 挿入損失変動幅：0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n=5) |

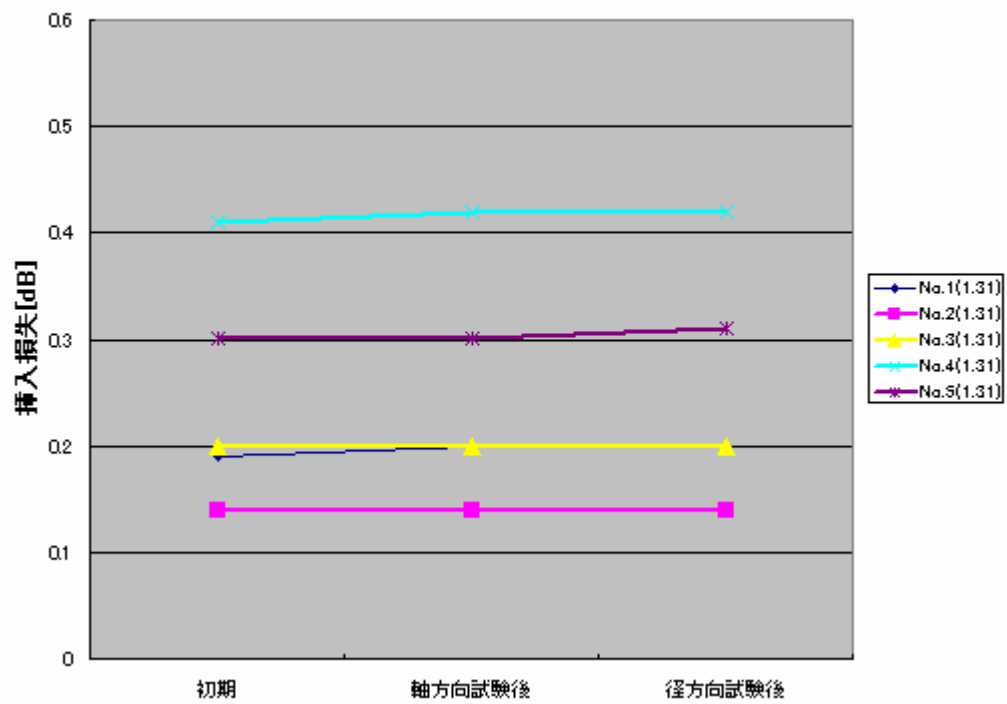


Fig.3 耐震性 (挿入損失)

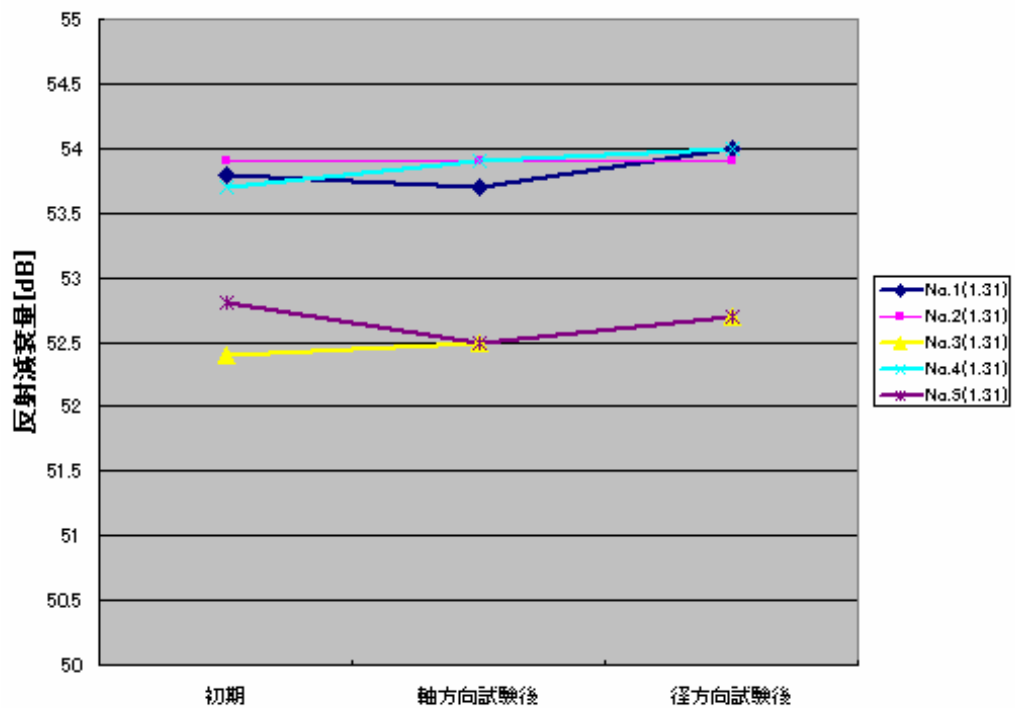


Fig.4 耐震性 (反射減衰量)

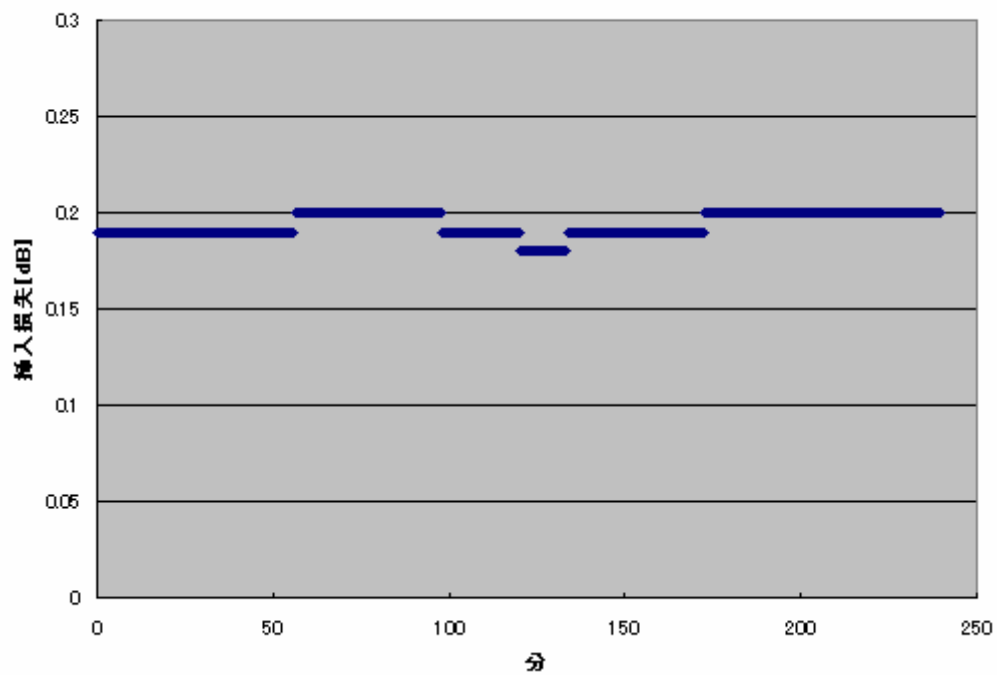


Fig.5 耐震性モニタリング (軸方向の挿入損失変動)

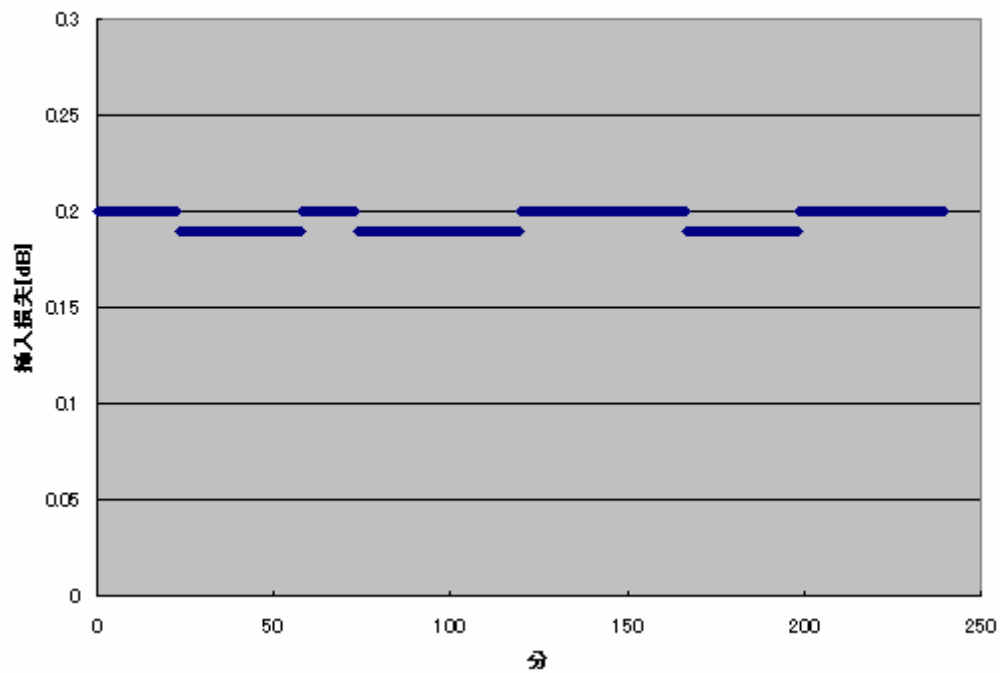


Fig.6 耐震性モニタリング (径方向の挿入損失変動)

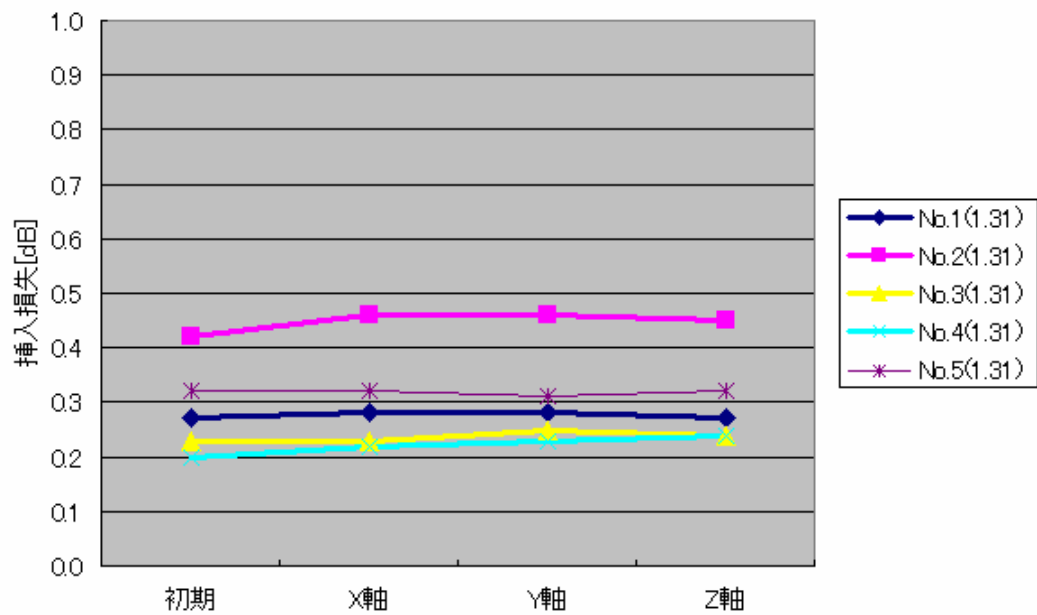


Fig.7 耐衝撃性 (挿入損失)

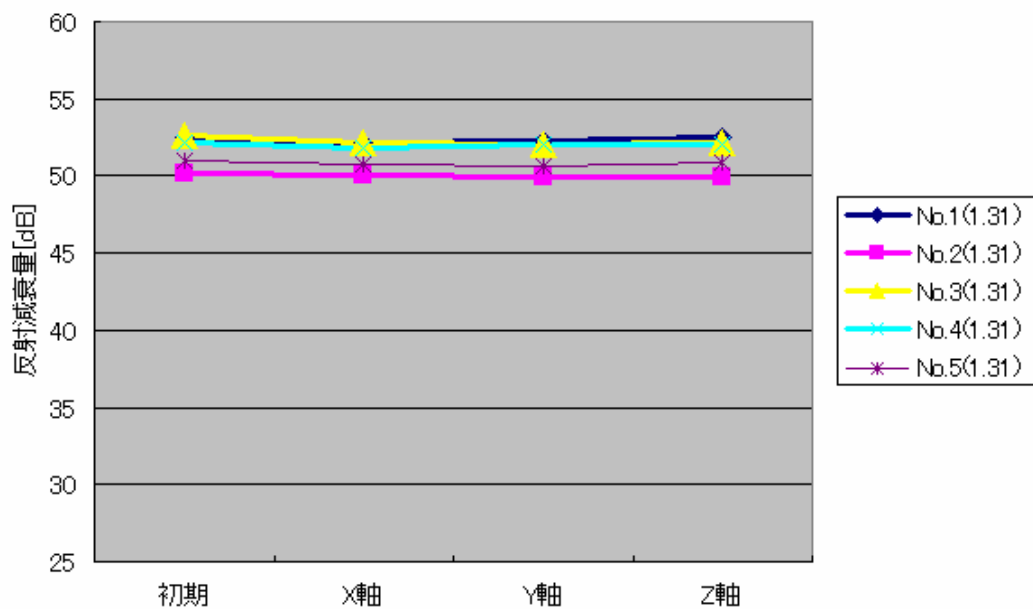


Fig.8 耐衝撃性 (反射減衰量)

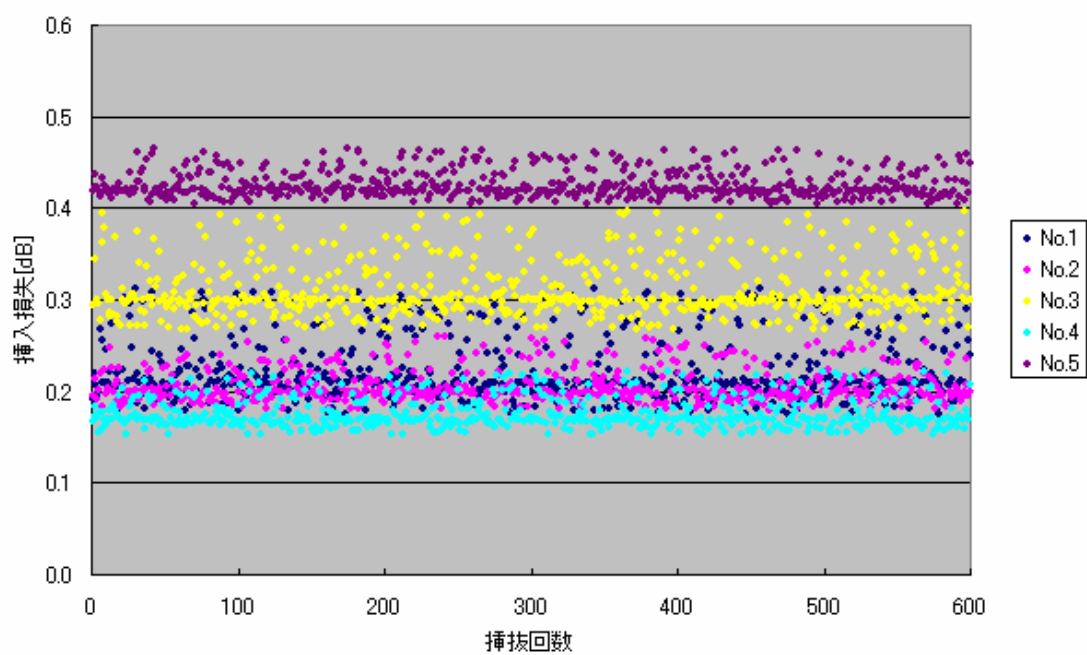


Fig.9 繰り返し動作 (挿入損失)

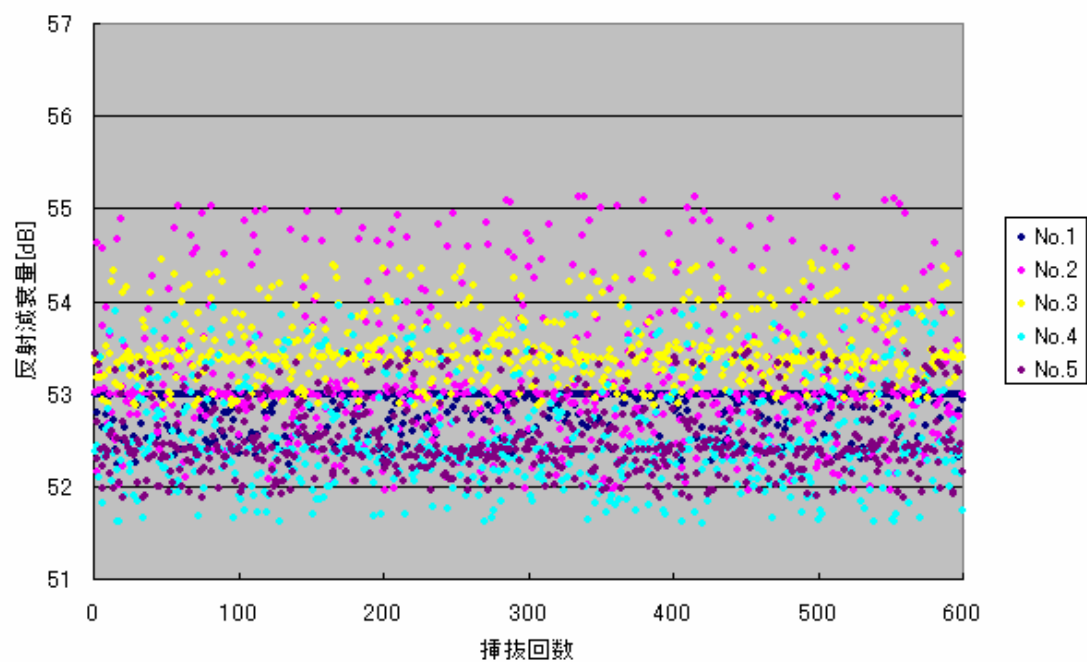


Fig.10 繰り返し動作 (反射減衰量)

Table.7 耐候性能評価試験結果

| 項目 | 試験方法 | 適用条件及び規格値 | 試験結果 |
|------------------|----------------------|--|-----------------------|
| | JIS C 5961 | | |
| 耐腐食性 (塩水噴霧) | 9.1 | 条件) 試験温度: 35℃ 塩溶液濃度: 5% 試験時間: 96h (4 日間) 規格値) 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷 なきこと。 | 良好 (n = 5) |
| 温度サイクル | 9.2 | 条件) 試験 Na (熱衝撃試験) 高温温度: + 85℃ 低温温度: - 40℃ 各温度の放置時間: 30min 温度の変化速度: 3℃ /min サイクル数: 100 サイクル (5 日間) 規格値) 挿入損失変動幅: 0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n = 5) |
| 耐湿性 (定常状態) | 9.3 | 条件) 温度: + 50 ± 2℃ 湿度: 95% 放置時間: 720h (30 日間) 規格値) 挿入損失変動幅: 0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n = 5) |
| 耐湿性 (温湿度サイクル) | 9.4 | 条件) シーケンス: - 25 ~ + 25 ~ + 65℃ 湿度: 95 ± 3% (65℃時) 試験時間: 24h/1 サイクル × 25 日間 規格値) 挿入損失変動幅: 0.2dB 以下 瞬断: 無きこと。 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n = 5) |
| 耐熱性 (高温放置) | 9.5 | 条件) 試験温度: + 85℃ 試験時間: 1000h (42 日間) 規格値) 挿入損失変動幅: 0.2dB 以下 瞬断: 無きこと。 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 (n = 5) |
| 耐寒性 (低温放置) | 9.6 | 条件) 試験温度: - 40℃ 試験時間: 1000h (42 日間) 規格値) 挿入損失変動幅: 0.2dB 以下 変形、亀裂、緩み等の有害な損傷なきこと。 | 良好 |
| 防水試験 | JIS C 0920 (1993) | 規格値) IP68 相当 (嵌合時) 気密性能として、5kPa 以上のこと。 | 良好 (n = 5) 浸水なし |

5 まとめ

全ての試験項目の条件において、規格値を満足しました。

試験前後の挿入損失変動は、0.2dB 以下で非常に良好な結果が、得られました。

6 今後の展開

通信装置には、必ず電源が必要になることから、給電用電気コネクタと通信用光コネクタが同時に使用されます。装置の小型化により、筐体のコネクタの取り付けスペースは、現状よりも、少なくなる事が予想されます。

今後は、さらなる省スペース化を計るため、光・電気複合 (ハイブリット) コネクタの開発を進め、更なる小型化へ展開していきます。