

# 異種材料フェルール間 PC 接続の信頼性試験結果

Reliability Test Results for Physical Contact Connectors between Different Material Ferrules

塩田基\* 中島外博\*\* 竹内宏和\*\* 三田地成幸\*

Motoki Shioda\* Sotohiro Nakajima\*\* Hirokazu Takeuchi\*\* Seiko Mitachi\*

\*東京工科大学 大学院 工学研究科 \*\*日本電気硝子(株)

\*Graduate school of Engineering, Tokyo University of Technology. \*\*Nippon Electric Glass Co., Ltd.

## 1. はじめに

光コネクタの低コスト化に結晶化ガラスフェルール(GCF)は有効である[1-6]。GCFを用いたSC、MUコネクタのフェルール端面パラメータの設定[1-3]、及び耐環境試験結果については既に報告し[3-6]、設定されたパラメータの妥当性を実験的に確認している。前回 ZrF と GCF の異種間フェルールPC接続について頂点ずれが無い場合の解析を行った[7]。本報告ではさらに、頂点ずれ量を考慮した解析と高温高湿放置試験による信頼性実証実験を行ったので報告する。

## 2. 解析手法

前回の報告では頂点ずれが無い場合として(1)~(3)式で算出した。

$$U_{max} = \sqrt[3]{\frac{9(k_1 + k_2)(R_1 + R_2)F^2}{128R_1R_2}} \quad (1)$$

$$U_{max_1} = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}} U_{max} = \frac{k_1}{k_1 + k_2} U_{max} \quad (2)$$

$$U_{max_2} = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}} U_{max} = \frac{k_2}{k_1 + k_2} U_{max} \quad (3)$$

$$U_{max}(0) = U_{max}(\Delta) + \frac{\Delta^2}{2R} \quad (4)$$

頂点ずれ量は(4)式で算出されるが異種材料フェルール間接続では接続端面がフラットにならないと想定されるため頂点ずれを正確に算出することができない。そこでGCFとZrFの接触面を球面と仮定して計算すると図1のような球面接触時の許容頂点ずれ量の理論値が得られた。

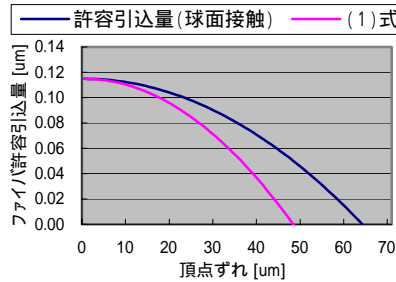


図1 球面接触時ZrF側のファイバ許容頂点ずれ量(ジルコニアスリーブ)

## 3. 高温高湿試験準備

一般にMUコネクタの方がSCコネクタの場合よりもフェルール押圧力が弱く設定されているため、PC接続条件はSCコネクタよりも厳しい条件下におかれていると考えられる。既に報告しているGCF最適端面パラメータの範囲内でフェルールを研磨した[4-6]。表1に作製した試料のフェルール端面形状のパラメータを示す。G-1~G-7がGCF、Z-1~Z-7がZrFを用いたコネクタであり、GZ1~GZ7がGCFとZrFの接続点である。GCF装着MU7個、ZrF装着MU7個の接続点を、85%湿度、960hrの高温高湿放置試験を行い、接続損失と反射減衰量の変動をモニターした。

表1 作製した許容量限界付近のフェールの端面パラメータ及びそれらを内蔵するMUコネクタ接続の高温高湿放置試験結果

コネクタNo.	曲率半径 [mm]	ファイバ引込量 [nm]	頂点ずれ [μm]	コネクタNo.	曲率半径 [mm]	ファイバ引込量 [nm]	頂点ずれ [μm]	判定
G1	11.7	42	40	Z1	11.3	49	40	良好
G2	11.3	43	48	Z2	10.9	45	48	良好
G3	11.7	50	50	Z3	11.8	52	49	良好
G4	11.6	46	50	Z4	11.8	48	51	良好
G5	11.8	54	53	Z5	11.9	53	55	良好
G6	10.8	51	56	Z6	10.2	49	56	不良
G7	11.4	53	59	Z7	11.1	50	59	良好

## 4. 高温高湿試験結果

GZ1からGZ7の接続コードについて高温高湿放置試験を行い、接続損失と反射減衰量(OTDR測定による)の変動をモニターした。試験中に接続損失変動が0.2dB以下、反射減衰量が50dB以上に保たれたものを良好とし、それ以外は不良と判定した。図2~図3に高温高湿試験の光学特性の変化を示す。接続が厳しい順に結果を並べると、GZ7はRLが測定限界(上限)に達しているが良好、GZ6はRLが50dB以下となり不良、GZ5は良好、GZ4はGZ7同様にRLが測定限界に達しているが良好、GZ3からGZ1は良好を示した。(表1の判定参照)。また試験後の端面形状においては、100nm程度の永久引き込みが起きているが、曲率半径と頂点ずれは変化が見られなかった。

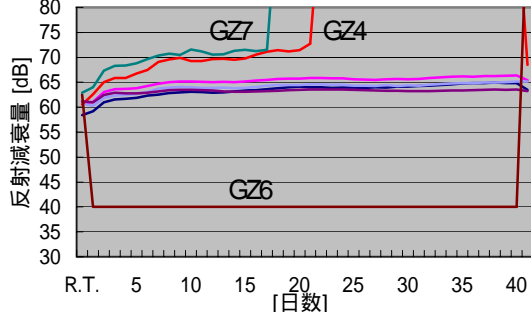


図2 高温高湿放置試験日数と反射減衰量の関係

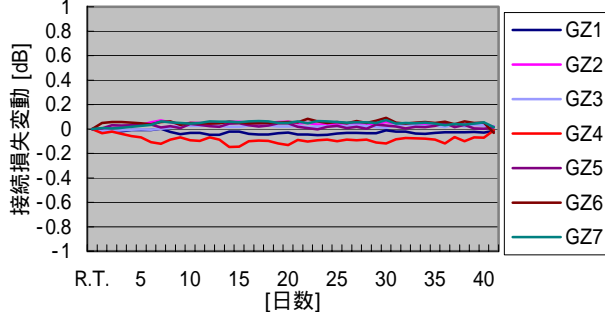


図3 高温高湿放置試験と接続損失変動の関係

## 5. まとめ

異種材料間フェルールPC接続の高温高湿試験の結果、ZrFとGCFの接続の場合は、ZrFの規格値である頂点ずれ量50μmを僅かに超えた場合でもPC接続できており、頂点ずれ量(<50μm)、引き込み量(-50nm~+100nm)、曲率半径(10mm-25mm)の規格値内であれば、GCFとZrFの異種材料間フェルールPC接続が安定に確保出来ることを実証した。

参考文献 [1]三田地,橋本,米川,2002年信学会総合大会,C-5-9.[2]三田地,米川,2002年信学会総合大会,C-3-110.[3]S.Mitachi,N.Yonekawa and K.Hashimoto,ThM4,IEEE LEOS 2002.[4]三田地,米川,2003年信学会総合大会,C-3-20.[5]三田地,米川,中島,竹内,2003年信学会総合大会,C-3-119.[6]S.Mitachi,N.Yonekawa,M.Shioda,S.Nakajima,H.Takeuchi,VW2,IEEE LEOS 2004,Puerto Rico.[7]塩田,三田地,2004年ソサイエティ大会,C-3-60