

新型光ファイバ融着接続機の耐環境性向上

光機器・システム事業部 水嶋敏郎¹・岩松 誠¹・矢野 一郎²・川西紀行²

Improving Performance and Tolerance in Harsh Environmental Conditions of New Fusion Splicer

T. Mizushima, M. Iwamatsu, I. Yano, and N. Kawanishi

近年、光ファイバケーブル敷設工事は、先進国からBRICsや新興国に移りつつあり、インフラ整備の進んでいない劣悪な環境下における工事が増えている。その結果、劣悪な環境下で使用しても高性能を維持できる耐環境特性に優れた光ファイバ融着接続機が求められている。今回、これらの要望にこたえるべく新型光ファイバ融着接続機FSM-60シリーズを開発した。

The trend in optical fiber cable installation is in the process of shifting from developed countries to BRICs and other technologically developing countries. As a result, these installations will frequently occur in harsh environmental conditions (e.g. sand, rain) To satisfy this market requirement, a family of fusion splicers, FSM-60 series, that can maintain high performance in a variety of environmental conditions has been developed recently.

1. ま え が き

通信インフラの拡充整備が盛んなBRICsや新興国では、光ファイバケーブルの融着接続が大量に行われている。多様化する光ファイバ敷設作業環境やユーザ層の拡がりにより、光ファイバ融着接続機に対する要求は、単なる小型軽量化や接続速度向上といった機能面の充実だけでなく、あらゆる環境下で誰が使用しても故障しない耐環境特性の充実も重要視されつつある。

これらの要求に対応すべく、耐環境特性（耐衝撃／耐粉塵／耐水）に優れた光ファイバ融着接続機FSM-60シリーズを開発した。



図1 新型光ファイバ融着接続機
Fig. 1. Appearance of new fusion splicer.

2. 装 置 概 要

新型の光ファイバ融着接続機の外観を図1に、仕様を表1に示す。

表1 融着接続機仕様
Table 1. Specifications for FSM-60 series.

	FSM-60 S 単心コア調心 融着接続機	FSM-60 R12 12心一括 融着接続機
1. 携行性		
寸法	136(W)×161(D)×143(H)mm 液晶モニタや衝撃吸収材を含む	
重量	2.3 kg ACアダプタを含む	2.1 kg ACアダプタを含む
2. 接続性能		
平均接続損失	0.02 dB ITU-T G652	0.05 dB ITU-T G652
融着接続時間	9 秒	20 秒
補強加熱時間	30 秒 60 mm スリーブ	50 秒 12 心スリーブ
バッテリー 接続回数	160 接続	90 接続
3. 耐環境特性		
耐衝撃	76 cm 垂直落下試験 Telcordia GR-765-CORE	
耐粉塵	アルミナ粉 325 番 Telcordia TR-NWT-000264	
耐水	降雨 10 mm / h 10 分間 JIS C 0034	
耐低温	- 10 バッテリ動作	

1 精密機器製品部開発グループ
2 精密機器製品部開発グループ長

3. 特徴

3.1 耐衝撃性の向上

光ファイバ融着接続機の作業環境は、電柱上や地下なども含まれている。その作業現場へ融着接続機を搬入、設置、作業、撤去、搬出する際に融着接続機に衝撃を与え、装置を故障させてしまうことがある。

3.1.1 エラストマの装着

まずは順当な衝撃吸収対策として、FSM-60 シリーズの



図2 電柱上への搬入作業
Fig. 2. Lifting splicer to top of telephone pole.



図3 不安定な状態での接続作業
Fig. 3. Splicing on unstable surface.

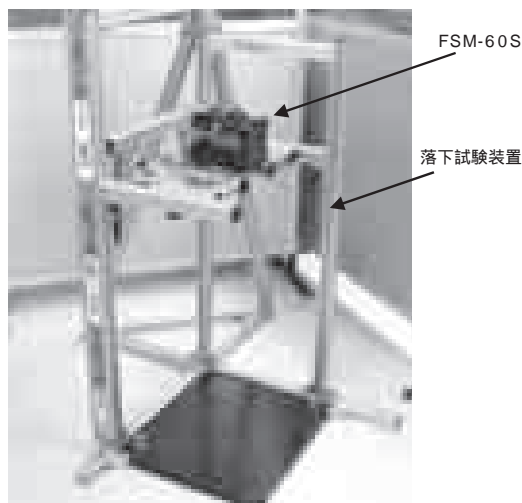


図4 落下試験の様子
Fig. 4. Simulated drop test.

装置外周にエラストマを配置した。図5に配置した衝撃吸収用エラストマの各部品を示す。図6にエラストマ有無による装置が受ける衝撃の比較結果を示す。

エラストマが衝撃を吸収する役目を果たすことで、エラストマがないときに比べて装置に加わる衝撃を半分以下にすることが可能となる。しかし、76 cmの落下衝撃に耐えるためには、エラストマの装着だけでは不十分である。次項に示す駆動部軽量化により、耐衝撃性を確保することになる。

3.1.2 駆動部の軽量化

衝撃対策が困難な部位が駆動部である。衝撃対策のために、駆動部を多数のネジで締結するような安易な手法は実施できない。FSM-60 シリーズでは、装置内部の構造を見直して駆動部の軽量化をはかった。装置全体の軽量化にもつながるため、有効な対策である。ここではコア調心型であるFSM-60 Sの光ファイバ観察部の軽量化について説明する。光ファイバ観察部は光ファイバのコアを観察するために、前後にフォーカシングを行う機構である。FSM-60 Sでは、重量を従来の30%にまで低減することに成功した。図7に、従来の装置とFSM-60 Sの光ファイバ観察部の外観を示す。



図5 衝撃吸収用エラストマ部品
Fig. 5. Elastic parts for shock absorption.

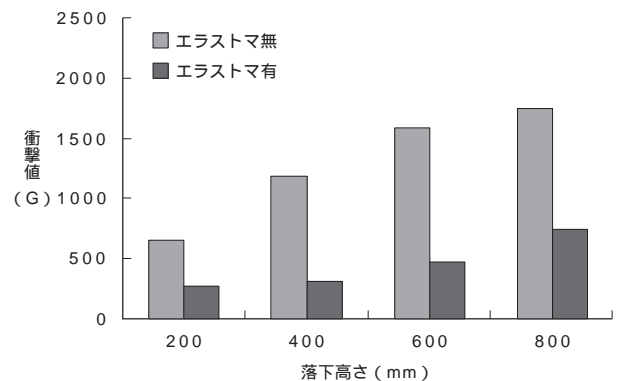


図6 エラストマによる衝撃吸収
Fig. 6. Shock absorption with elastomer.

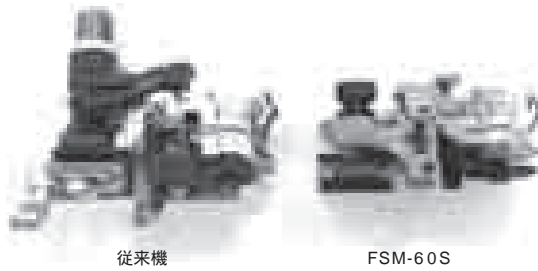


図7 光ファイバ観察部の軽量化

Fig. 7. Reducing weight of fiber observation unit.

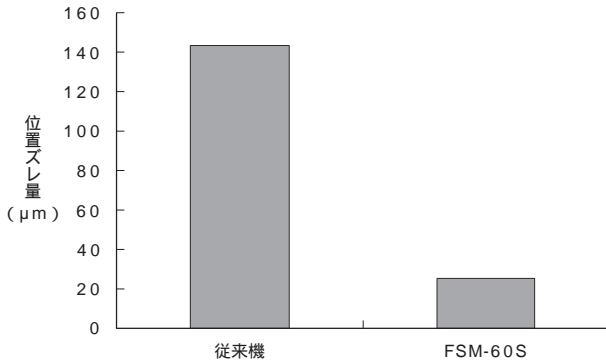


図8 カメラ位置ズレ量の比較

Fig. 8. Comparison of camera offset.

図8に800 mmの高さから落下した場合のカメラ位置ズレ量を示す。従来機と比較すると、カメラの位置ズレ量を従来機の1/6におさえることが可能となり、耐衝撃に強い構造を実現した。

3.1.3 持ち運び用ハンドルに対する対策

従来の融着接続機は、図9のように金属製の持ち運びハンドルが使用されていた。しかし落下時にハンドルに衝撃が加わると、本体にミクロン単位の歪みが発生してしまう。そこでFSM-60シリーズでは、ハンドルを布製のベルトに変更し、ハンドルから装置本体に伝わる衝撃を軽減した。

3.1.4 液晶モニタに対する対策

落下によって液晶モニタは破損しないが、地面に異物がある場合はモニタが割れてしまう。融着接続機の搬送中に突起物が液晶に当たった場合も破損が生じる。そこで図10のように、外部からの衝撃でモニタが割れないように、厚さ3 mmの透明保護プレートを取り付けた。図11は500 gの鉄球を透明保護プレートの上に落下させる試験である。保護プレートの板厚を3 mmまで厚くすることで、鉄球落下高さ200 mmで破損しない耐性を実現した。

3.2 耐粉塵性の向上

屋外で使用される融着接続機は、砂塵や粉塵の舞う環境下で使用されることも多い。粉塵が装置内部へ侵入し、ギアやベアリングに付着すると動作不良が発生する。FSM-60シリーズでは、風防を閉めている状態において、装置内部に粉塵が入りにくい構造を採用した。図12に粉



従来機

FSM-60シリーズ

図9 持ち運び用ハンドルの変更

Fig. 9. Re-design of carrying handle.

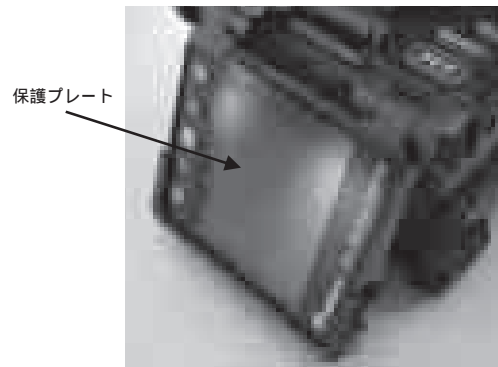


図10 保護プレート外観

Fig. 10. Appearance of protection plate.

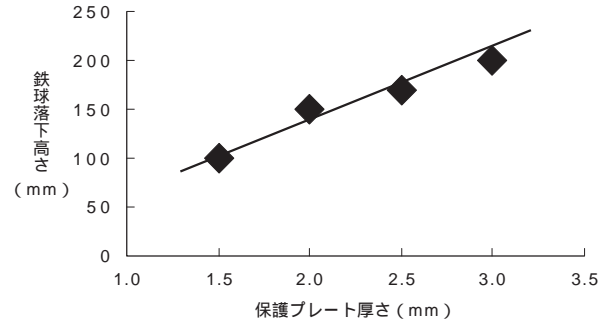


図11 保護プレートの鉄球落下耐性

Fig. 11. Iron ball dropping height of not breaking monitor plate.



図12 粉塵試験後の装置外観

Fig. 12. Appearance of fusion splicer after dust test.



従来機



FSM-60 シリーズ

図 13 粉塵試験後の内部ギア
Fig. 13. Internal gears after dust test.



図 14 雨試験の様子
Fig. 14. Example of rain test.

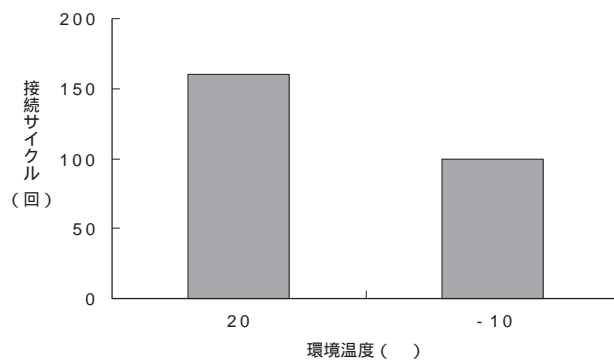


図 15 バッテリー使用時の融着接統回数
Fig. 15. Number of splicing cycles with battery pack.

塵試験後の装置外観を示す。

図 13 に粉塵試験後の装置内のギア部について、従来機と FSM-60 シリーズで比較した写真を示す。このように、部品構造を見直すことで従来の装置と比べ装置内への粉塵侵入を抑えることに成功した。

3.3 耐水性の向上

FSM-60 シリーズでは、風防を閉めた状態で内部に水が入らない防水構造を実現している。図 14 に雨試験の様様を示す。降雨強度 $R = 10 \text{ mm/h}$ 以上で 10 分間放置した後、装置内部に水の浸入がないことを確認している。

3.4 耐低温性の向上

化学反応を利用するバッテリーを使用する限り、低温環境化でのバッテリー性能の劣化は著しい。FSM-60 シリーズでは低温特性に優れたバッテリーを採用することで、寒冷地でもバッテリー融着接統作業を行うことが可能になっている。図 15 は各環境温度におけるバッテリー使用時の融着接統回数を示したものである。

4. む す び

今回開発した新型融着接統機 FSM-60 シリーズは、従来機と比較して耐衝撃性、耐粉塵性、耐水性、耐低温性の向上を実現することに成功した。