

154 kV スマート終端接続部 機器耐圧用プラグインブッシングの開発

Development of Plug-in Bushing for Tests of the Equipment Mounted 154 kV Smart Type Sealing End

今西 晋
Shin IMANISHI

瀬間 信幸
Nobuyuki SEMA

住本 勉
Tsutomu SUMIMOTO

荻島 みゆき
Miyuki OGISHIMA

林 克之
Katsuyuki HAYASHI

海外における GIS や変圧器等の機器とケーブル終端接続部との取り合いは IEC 62271 に準拠しており、当社は 2007 年に、IEC 62271 に準拠しかつ部品点数の削減を図ったプラグインタイプの 154 kV スマート終端接続部を製品化している。

海外機器メーカーでは、機器の耐電圧試験の際、接続作業の簡便さから一般的に終端接続部にプラグインタイプの試験用ブッシングを挿入し試験を実施するため、今回、154 kV スマート終端接続部に接続可能なプラグインタイプの試験用ブッシングを開発した。

In overseas, dimension of the combination sealing end for XLPE cable and an equipment of the transformer such as GIS is compliant with IEC 62271. We had commercialized 154 kV smart sealing end of the plug-in type that conforms to IEC 62271 and aims to reduce the number of components in 2007.

In general, withstand voltage tests are conducted to overseas equipment manufactures by fitting into a test bushing of plug-in type at sealing end because of the ease of connecting work. So, we developed the test bushing of plug-in type that can be connected to 154 kV smart sealing end.

1. はじめに

海外における GIS (Gas Insulated Switchgear) や変圧器等の機器とケーブル終端接続部との取り合いは IEC 62271 に準拠している。海外機器メーカーは、機器の耐電圧試験の際、接続作業の簡便さから、これらの終端接続部にプラグインタイプの試験用ブッシングを挿入し試験を実施している。

今回、2007 年に当社で製品化した 154 kV スマート終端接続部に接続可能なプラグインブッシングを開発した¹⁾。

2. 使用形態

通常時スマート終端接続部にはケーブルが接続されるが、ケーブル接続前の機器耐電圧試験時には、本プラグインブッシングを終端接続部に挿入しブッシング先端より電圧を印加する (図 1)。

3. 構造

本製品の構造を図 2 に示す。終端接続部内はエポキシ樹脂とストレスコーンによる固体絶縁構造とし、スプリングによりエポキシ樹脂とストレスコーンの界面に適当な面圧

を与え、絶縁する。

気中側はエポキシブッシング上に EP ゴム製のコンデンサコーンを被せた構造で、エポキシ樹脂自体の絶縁耐力とコンデンサによる電圧分担で電界をコントロールする。

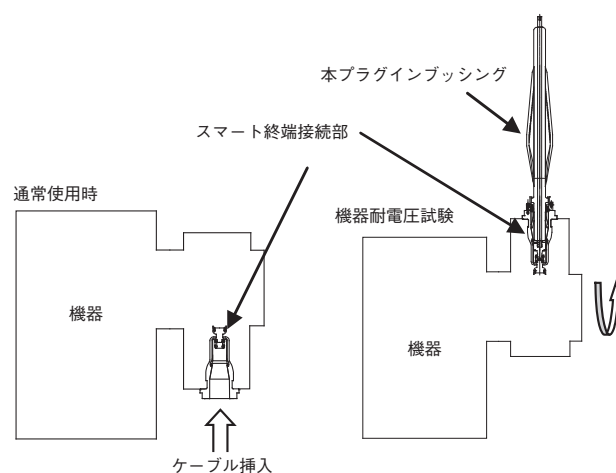
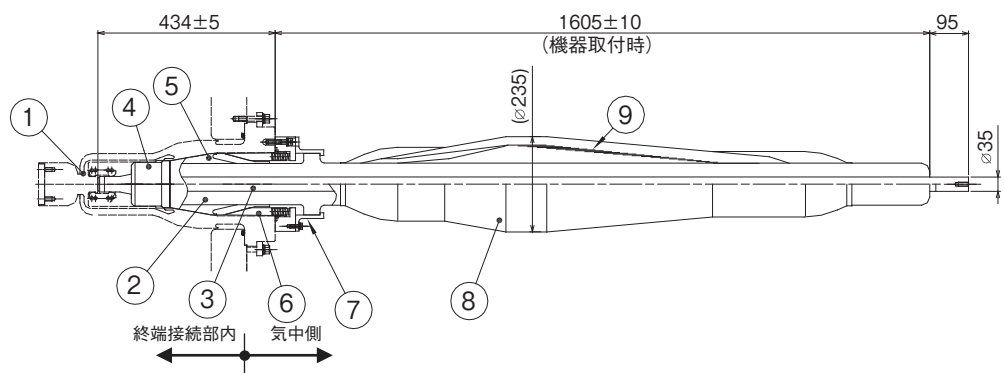


図 1 使用形態



部分	品名	備考
1	終端接続部	
2	ブッシング	エポキシ樹脂
3	導体	アルミニウム
4	プラグ	アルミニウム
5	ストレスコーン	ゴム
6	圧縮装置	アルミニウム
7	取付金具	
8	コンデンサコーン	ゴム
9	コンデンサ箱	ゴム

図2 構造

4. 開発仕様および海外品との比較

開発仕様および海外品との比較を表1、図3に示す。当社製品は国内規格 JEC-2200 (154 kV クラス) にも対応可能な仕様となっている。

表1 仕様比較

項目	当社開発品	海外製品
全長 mm	2134	2383
最大径 (気中側) mm	235	155
質量 kg	Approx. 80	Approx. 65
商用周波耐電圧特性 kV	325*	275
雷インパルス耐電圧特性 kV	750*	650
商用周波部分放電特性 pC	220 kV 5 以下	160 kV 5 以下

*JEC-2200 (154 kV クラス) 適用

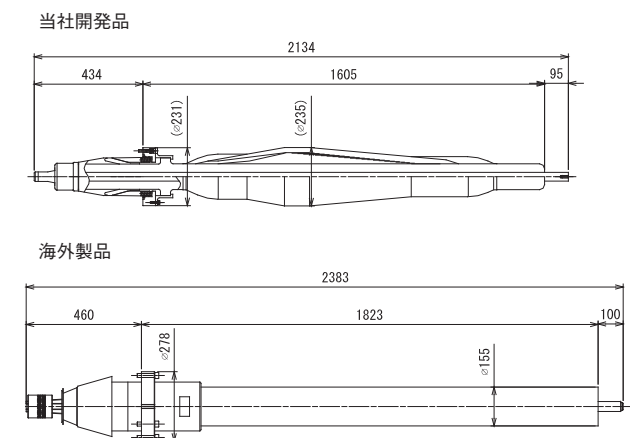


図3 形状および寸法比較

5. 絶縁設計

5.1 終端接続部内の絶縁設計

終端接続部内の絶縁設計は、耐電圧時の電界ストレスを考慮し、十分な裕度を有するよう設計している。

電界解析の結果を表2および図4に示す。

表2 電界解析結果

課電種別	部 位	耐電圧試験時のストレス kV/mm
AC (325 kV)	①内部電極	11.6
	②エポキシ/油 界面	3.9
	③中心導体	17.5
	④ストレスコーン立ち上がり	6.4
	⑤ストレスコーン/終端界面	3.6
	⑥ブッシング/ストレスコーン界面	2.8
雷 Imp (750 kV)	①内部電極	25.7
	②エポキシ/油 界面	8.9
	③中心導体	40.5
	④ストレスコーン立ち上がり	14.8
	⑤ストレスコーン/終端界面	8.3
	⑥ブッシング/ストレスコーン界面	6.5

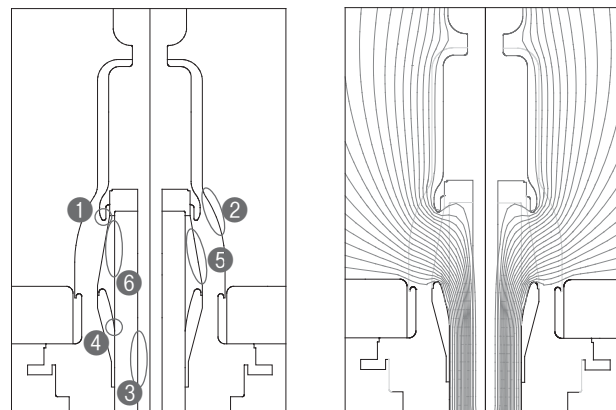


図4 電界解析結果

5.2 気中側の電界設計

気中側の沿面閃絡特性は、内部に導体電極の存在するコンデンサブッシングの場合、図5に示すように複雑な様相を呈し、ブッシングとコンデンサの相対位置 (図6 a および b 寸法) によって決まる不平等電界が閃絡性能を大きく左右する²⁾。そこで、雷インパルス耐電圧性能に対しては CV ケーブルとコンデンサコーンを用いた複数回の予備実験を行い、その相対位置を決定した。また、商用周波耐電圧性能に関しては、電界解析を行い箔の枚数等のパラメーターを決定した。図7に電界解析の等電位線分布を示す。

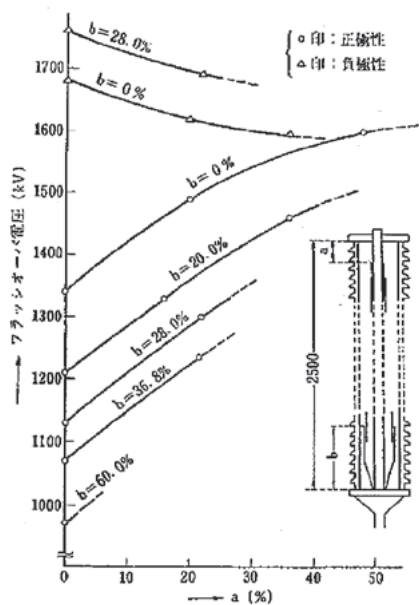


図5 コンデンサブッシングの雷インパルス沿面閃絡特性²⁾

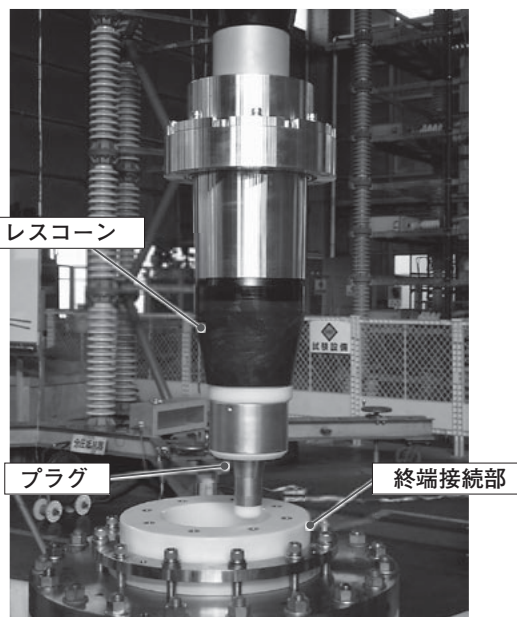


図8 終端接続部内の構造

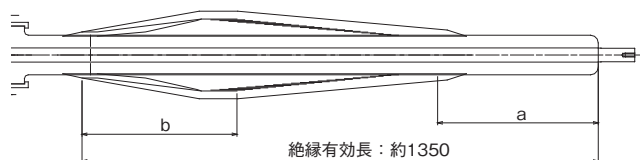


図6 コンデンサコーン相対位置

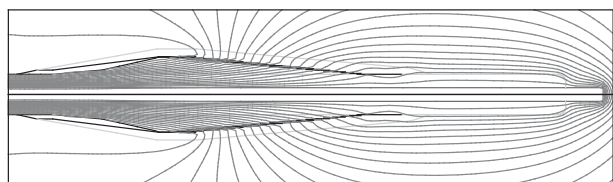


図7 電界解析結果 (気中側)

6. 試験結果

IEC 60137 および JEC-2200 に準拠した電気試験を行い、要求性能を十分満足する性能を有することを確認した。表3に本製品の電気試験の結果を示す。また、図8に終端接続部内の構造、図9に商用周波耐電圧試験の状況を示す。

表3 電気試験結果

項目	試験条件	試験結果
商用周波部分放電試験	220 kV 5 pC 以下	良
商用周波耐電圧試験	325 kV 1 時間	良
雷インパルス耐電圧試験	±650 kV・各 15 回 ±700 kV・各 15 回 ±750 kV・各 15 回	良
雷インパルス破壊試験	正極	915 kV (気中閃絡)
	負極	870 kV (気中閃絡)

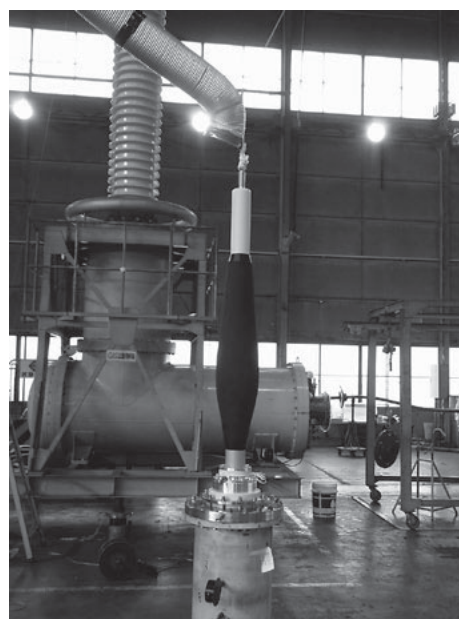


図9 商用周波耐電圧試験

7. 変圧器の部分放電試験への適用

154 kV スマート終端接続部は、終端接続部外面に縁切り部を有している。縁切り部は本来、ケーブル遮へい層と変圧器筐体の接地を分割し、ケーブルの両端接地による循環電流の発生を抑えるためのものであるが、本縁切り部を利用することでブッシングの接地層を試験用端子として運用することが可能で、当該ブッシングのコンデンサ部を利用することで結合コンデンサ無しで変圧器の部分放電試験が可能である (図10)。

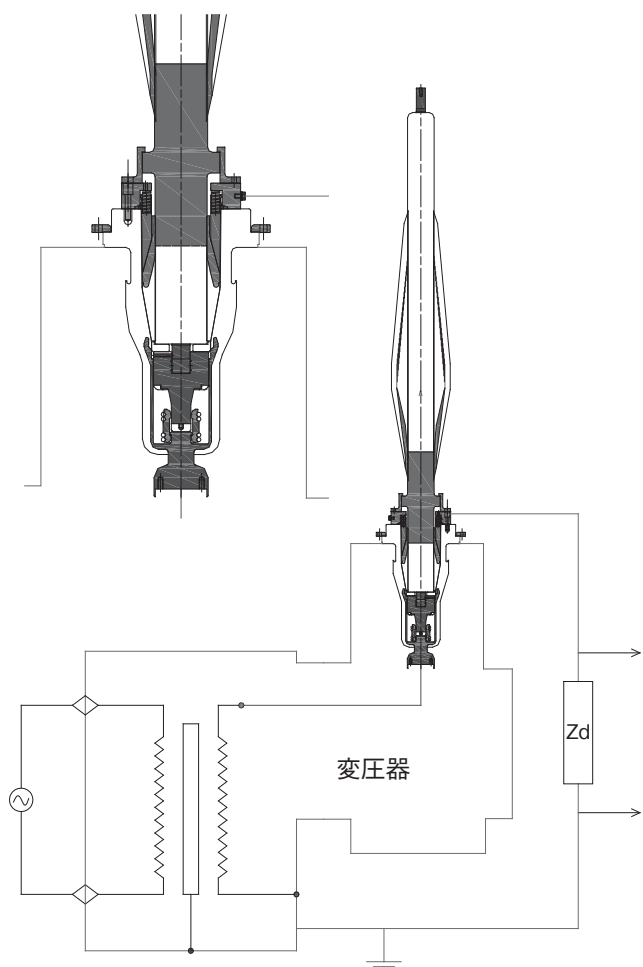


図 10 変圧器の試験形態

8. あとがき

今回、154 kV スマート終端接続部に接続可能な試験用プラグインブッシングを開発した。機器の耐電圧試験の際は、終端接続部に試験用ブッシングを挿入するだけで試験が実施可能となるため、接続作業が簡便となる。

今後は他製品への本技術の展開を図り、機器の耐電圧試験作業の省スペース化および簡略化に繋げていきたい。

参考文献

- 1) 高安, 瀬間: 「IEC 規格準拠 123/170 kV スマート終端接続部の開発」平成 19 年電気学会, 電力・エネルギー部門大会, No.129 (2007)
- 2) 草野, 松尾他: 「高電圧 OF ケーブル用ブッシングに対するコンデンサ方式の適用」昭和電線レビュー, Vol.12, No.2 (1962)

昭和電線ケーブルシステム(株)
今西 晋 (いまにし しん)
エネルギーシステムユニット
電力機器部 技術課 主査
電力ケーブル付属品の開発・設計に従事

昭和電線ホールディングス(株)
瀬間 信幸 (せま のぶゆき)
技術企画室 次長
新製品および新事業のための企画業務に従事

特変電工昭和 (山東) 電線附件有限公司
住本 勉 (すみもと つとむ)
電力ケーブル接続部の開発・拡販に従事
(2013 年 12 月まで 昭和電線ケーブルシステム(株)
エネルギーシステムユニット 電力機器部 技術課所属)

昭和電線ケーブルシステム(株)
荻島 みゆき (おぎしま みゆき)
エネルギーシステムユニット
電力機器部 技術課 主査
電力ケーブル付属品の開発・設計に従事

(株)エクシム
林 克之 (はやし かつゆき)
電力事業本部
研究開発センター 開発 2G 課長
電力ケーブル付属品の開発に従事