

ダイレクトモールドブッシング

Direct-Molded Bushing

入田 光洋
Mitshuhiro IRITA

今西 晋
Shin IMANISHI

住本 勉
Tsutomu SUMIMOTO

田渡 未沙
Misa TAWATARI

丸山 英之
Hideyuki MARUYAMA

ダイレクトモールドブッシングは当社のブッシング製品である。本製品はエポキシブッシング表面にシリコーンゴムを直接モールドすることで完全固体絶縁を実現し、製品そのものの小形・軽量化と高耐震性・低環境負荷化に加え、取付姿勢が自由になることでレイアウト自由度の向上を達成した。本論文では、22～154 kVまでのダイレクトモールドブッシングラインナップについて報告する。

Direct-molded bushing is a kind of bushing which adopted the solid insulation structure by direct molding of silicon rubber outside the epoxy bushing surface. This product is smaller and lighter than traditional type, high earthquake-proof, reduces environmental load, and realizes freedom of install composition. In this paper, we have reviewed Direct-molded bushing line-up.

1. はじめに

ダイレクトモールドブッシングは完全固体絶縁を実現した当社のブッシング製品であり、変圧器又はガス絶縁開閉装置と気中リード線、または壁を貫通して気中リード線同士を接続する。当社では以前より終端接続部の小形・軽量化、接続作業の簡素・短縮化を目標に製品開発を行ってきた。そうして培った技術をブッシングに応用し、日本国内で22/33 kV, 66/77 kV, 110 kV, 154 kVの各電圧階級においてダイレクトモールドブッシングを展開している。本論文では、ダイレクトモールドブッシングの設計コンセプト、ラインナップレビューを行う。

2. ダイレクトモールドブッシングの構造と特長

2.1 ダイレクトモールドブッシングの構造

ダイレクトモールドブッシングはエポキシソリッド構造を採用している。本構造は導体に絶縁体となるエポキシ樹脂を直接モールドしたエポキシブッシングに、外被としてシリコーンゴムをさらにモールドしたものであり、各部品が一体として成型された完全固体絶縁構造である。(図1)

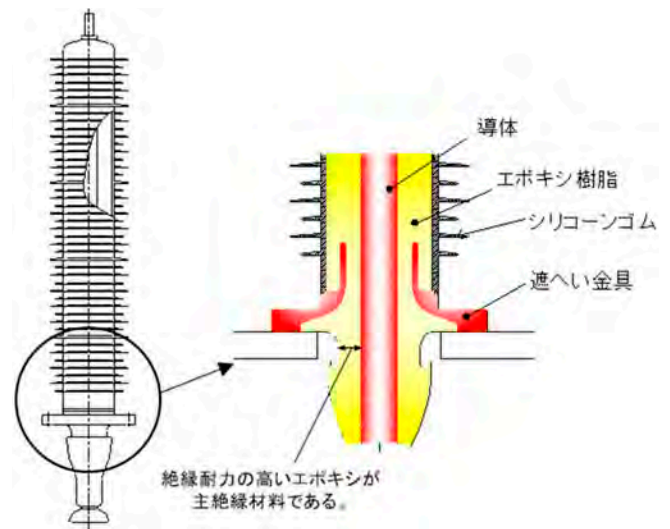


図1 エポキシソリッド構造

2.2 ダイレクトモールドブッシングの特長

ダイレクトモールドブッシングは完全固体絶縁構造により、従来製品と比較して以下のような特長を有する¹⁾。

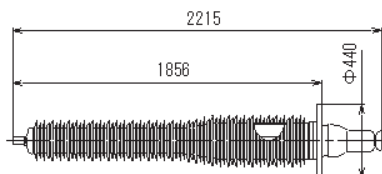
- ①従来製品（磁器がい管製品）と比較し、小形・軽量
- ②据付角度が自由
- ③絶縁油・ガス漏洩リスク低減
- ④高い耐震性

(メリット 1)

従来の磁器がい管を用いたものに比べて小形・軽量であり、固体絶縁で絶縁油やガスの管理も不要なため、取付作業が大幅に簡易化される。(図 2)

154kV ダイレクトモールドブッシング

約 120kg



154kV 磁器がい管ブッシング

約 450kg

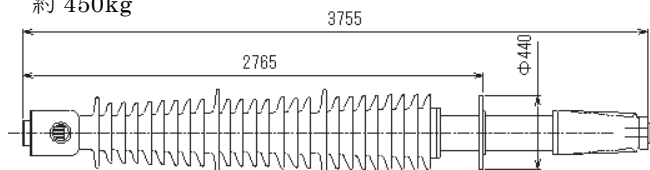


図 2 従来形ブッシングとの比較 (154 kV クラス)

(メリット 2)

内部に絶縁油を充填していないため、保管・据付時に姿勢の制約がない。横置き保管が可能な他、据付レイアウトが自由になり省スペース化に貢献する。また、小形化と自由な据付角度により機器全高を抑えられるため、77 kV クラスまでは機器にブッシングを取り付けた状態で運搬することが可能。(図 3)

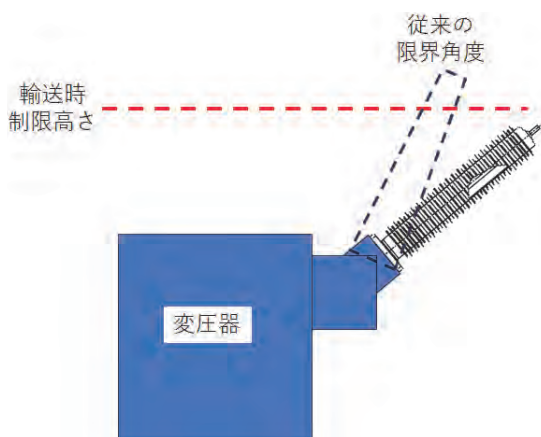


図 3 可搬性の向上

(メリット 3)

完全固体絶縁のため、廃棄時の絶縁油・ガスの処理が不要であり、破損時にそれらが流出することもない。がい管に強い衝撃などが加わって破損する場合でも、気中側にある遮蔽金具先端で折損するため、機器の絶縁媒体が流出するリスクも低い。また自己消火性のある材質のため、地絡

しても火災等が発生しない。総じて高安全性・低環境負荷である。(図 4)

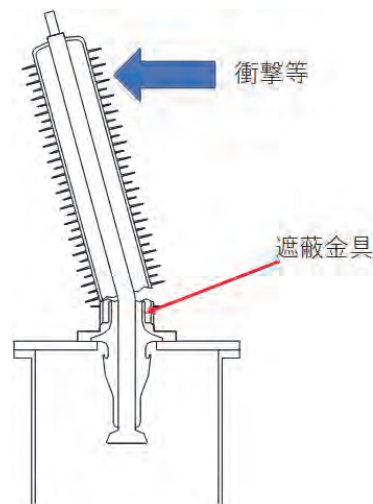


図 4 破損時の漏油リスク低減

(メリット 4)

小形・軽量化により固有振動数が高く、地震に対して共振を起こさないため耐震性が高い。JEAG 5003-2019「変電所等における電気設備の耐震設計指針」にて定められている設計基準地震力は、卓越振動数が 10 Hz 以下である。対してダイレクトモールドブッシングの固有振動数は最も低い 154 kV クラスでも 20 Hz であり、共振を起こさない。

3. ダイレクトモールドブッシングのラインナップ

ダイレクトモールドブッシングは用途により寸法仕様が異なるため、用途別に区分してラインナップを挙げる。

3.1 変圧器用ブッシング^{1) 2) 3) 4) 5)}

変圧器用ブッシングは 22/33 kV, 66/77 kV, 110 kV, 154 kV 用をラインナップしている。図 5 に変圧器用ブッシングの形番と概略図を、表 1 に長さを、表 2 に適用汚損区分を示す。ブッシング形式の末尾に「-CT」と付く製品は油中側に CT を取り付けるためのスペースを有する。

なお、機器台板との取合い寸法は、66/77 kV 以下用および 110D-H は JEC-5202:2019「ブッシング」の油浸紙コンデンサブッシング標準取付寸法 定格電圧 69/80.5 kV 定格電流 1200 A 以下と同一である。154D-H は同標準取付寸法 定格電圧 161/195.5 kV 定格電流 3000 A 以下と同一である。

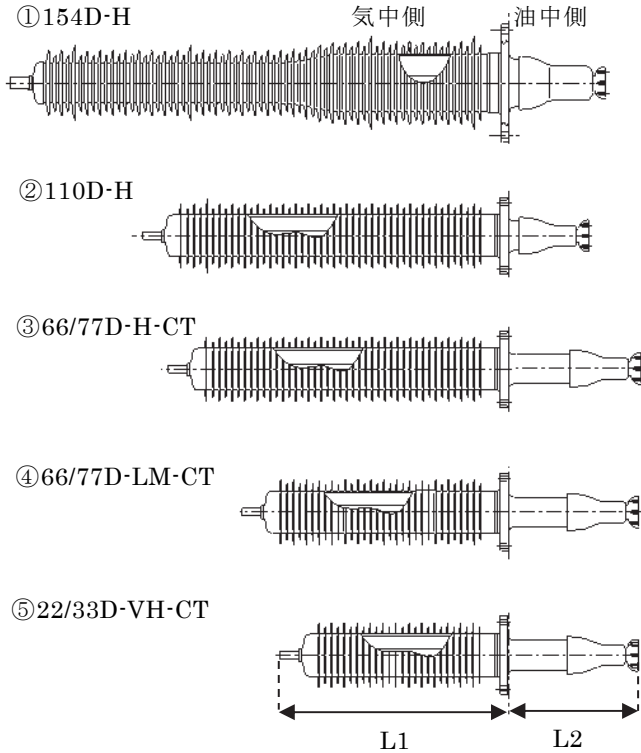


図5 変圧器用ブッシング

表1 変圧器用ブッシング長さ

ブッシング形式	気中側長さ L1 [mm]	油中側長さ L2 [mm]
154D-H	1856	359
110D-H	1376	305
66/77D-H-CT	1280	485
66/77D-LM-CT	992	485
22/33D-VH-CT	848	485

表2 変圧器用ブッシング適用汚損区分

汚損区分 [mg/cm ²]	公称電圧 [kV]			
	22/33	66/77	110	154
~0.06	⑤	④	②	①
~0.12		③	①	—
~0.35		—	—	—

3.2 ガス絶縁開閉装置用ブッシング⁶⁾

ガス絶縁開閉装置用ブッシングは66/77 kV用をラインナップしている。図6にガス絶縁開閉装置用ブッシングの形番と概略図を、表3に仕様を示す。

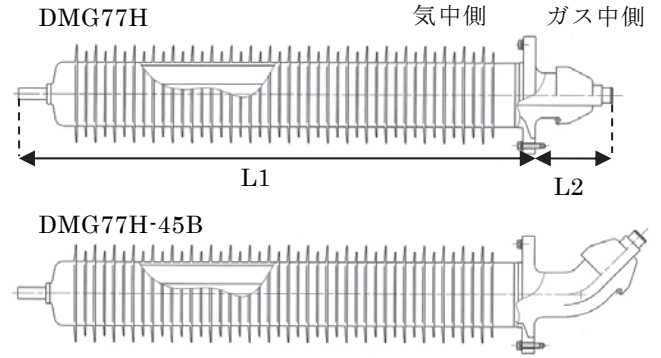


図6 ガス絶縁開閉装置用ブッシング

表3 ガス絶縁開閉装置用ブッシング仕様一覧

ブッシング形式	公称電圧 [kV]	気中側長さ L1 [mm]	ガス中側長さ L2 [mm]	汚損区分 [mg/cm ²]
DMG77H	66/77	1280	192	~0.35
DMG77H-45B	66/77	1280	—	~0.35

3.3 その他ブッシング⁷⁾

その他のブッシングとして、壁貫通用ブッシング22/33 kVおよび対地30 kV兼用、66/77 kV用などがある。図7に壁貫通ブッシングの形番と概略図を、表4に長さを、表5に適用汚損区分を示す。

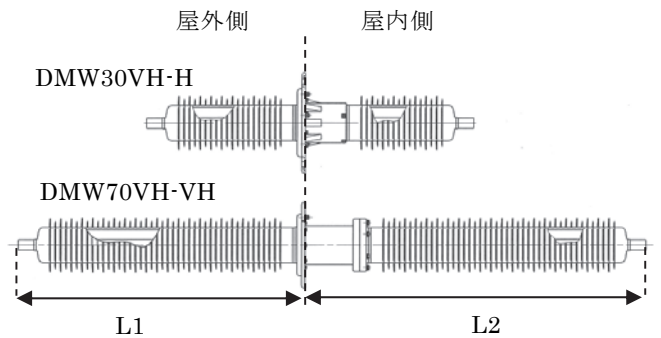


図7 壁貫通ブッシング

表4 壁貫通ブッシング長さ (一例)

ブッシング形式	屋外側長さ L1 [mm]	屋内側長さ L2 [mm]
DMW30VH-H	709	753
DMW70VH-VH	1285	1525

表5 壁貫通ブッシング適用汚損区分 (一例)

汚損区分 [mg/cm ²]	公称電圧 [kV]	
	22/33・対地30	66/77
~0.35 / ~0.12 ※	DMW30VH-H	DMW70VH-VH
~0.35	—	

※屋外側 0.35 mg/cm² 以下, 屋内側 0.12 mg/cm² 以下

4. ま と め

当社ダイレクトモールドブッシングは、22/33 kV～154 kVまでのラインナップを日本国内にて展開している。

ダイレクトモールドブッシングを適用するメリットとして、①製品そのものが小形軽量かつ一体構造であり、据付作業を簡素化できること、②据付角度に制限がなく、取付レイアウトの自由度が向上すること、③材質・構造上の防爆性・安全性向上と環境汚染リスクの低減、④高い耐震性の大きく4つが挙げられる。これにより、電力会社の変電所内機器およびケーブルシステムの全電圧階級におけるトータル建設コストの大幅な削減に寄与できる。

参 考 文 献

- 1) 五十嵐耕, 他:「66/77 kV オイルレスダイレクトモールドブッシング適用の変圧器の完成」, 平成 17 年電気学会全国大会, No.5-238, p.344(2005)
- 2) 今西晋, 他:「66/77 kV ダイレクトモールド貫通ブッシングの開発・実用化」, 昭和電線レビュー, Vol.56, No.1, p.15(2006)
- 3) 足立和久, 他:「110 kV ダイレクトモールドブッシングの開発」, 平成 19 年電気学会全国大会, No.7-129, p.194(2007)
- 4) 住本勉, 他:「154 kV 機器用ダイレクトモールドブッシングの開発」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.5-200, p.327(2013)
- 5) 今西晋, 他:「154 kV 重汚損対応機器用ダイレクトモールドブッシングの実用化」, 平成 27 年電気学会全国大会, No.7-080, p.120(2015)
- 6) 清原悟, 他:「66/77 kV ダイレクトモールドブッシングの C-GIS への適用」, 平成 17 年電気学会全国大会, No.6-259, p.432(2005)
- 7) 今西晋, 他:「66/77 kV 壁貫通ダイレクトモールドブッシングの開発・実用化」, 平成 18 年電気学会全国大会, No.7-103, p.432(2006)

SWCC (株)

入田 光洋 (いりた みつひろ)
電力システム部 電力機器技術課
電力機器製品の設計・技術に従事

SWCC (株)

今西 晋 (いまにし しん)
電力システム部 電力事業企画推進室 開発グループ
グループ長
電力機器製品の研究・開発に従事

SWCC (株)

住本 勉 (すみもと つとむ)
電力システム部 電力機器技術課
博士 (工学)
電力機器製品の研究・開発に従事

SWCC (株)

田渡 未沙 (たわたり みさ)
電力システム部 電力機器技術課
電力機器製品の研究・開発に従事

SWCC (株)

丸山 英之 (まるやま ひでゆき)
電力システム部 電力機器技術課
課長
電力機器製品の設計・技術に従事