

柱上変圧器のガスケット劣化評価

経年による柱上変圧器のガスケット劣化進展調査

Deterioration evaluation of Gaskets in Pole Transformers

Investigation of progressive Gasket deterioration in Pole Transformers over time

(配電部 配電技術G)

柱上変圧器の設備更新については、外箱の錆・油にじみ等の外観から劣化状態を確認し、設備の更新要否を判断する状態監視保全を展開している。

一方、実現場では外観で確認できないガスケット部の劣化に起因する不具合事象も発生していることから、柱上変圧器のガスケットの劣化メカニズム、経年と劣化の相関性について調査を実施した。

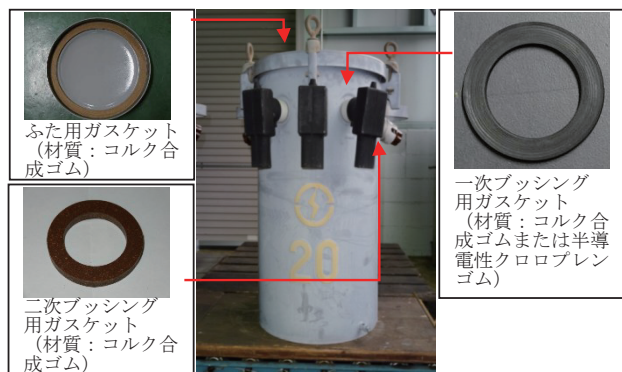
(Distribution Engineering Group, Distribution Department)

We are developing condition-based maintenance to check the deterioration from external rust, oil leaks, etc. on the outer case and judge whether the pole transformer equipment needs to be updated.

On the other hand, since some malfunctions are caused by the deterioration of the gasket that cannot be confirmed on-site from its appearance, we investigated the deterioration mechanisms of the gasket in a pole transformer and the correlation between aging and deterioration.

1 背景および目的

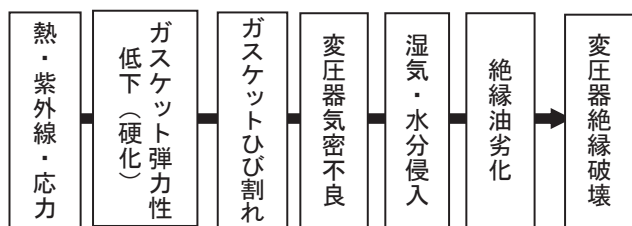
現場に施設している柱上変圧器において、変圧器の部位毎に様々な劣化要因による不具合を確認している。その中で、ガスケット（第1図）の劣化による気密不良が顕在化しているが、劣化傾向は把握できていない。このため、現場から撤去した変圧器を収集し、ガスケットの劣化傾向について調査を実施した。



第1図 柱上変圧器ガスケット

2 ガスケット劣化による変圧器絶縁破壊メカニズム

ガスケット劣化によって絶縁破壊に至るメカニズムを第2図に示す。熱や紫外線等でガスケットが劣化し、ひび割れにより隙間が生じると、変圧器の気密性が低下し、変圧器内に湿気や水分が侵入する。この結果、絶縁油の絶縁性能が低下し、変圧器の絶縁破壊に至る。

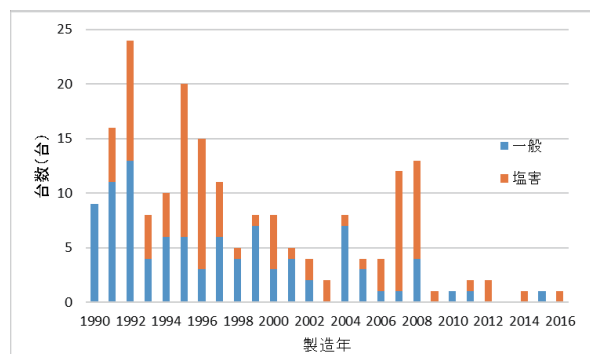


第2図 ガスケット劣化による変圧器絶縁破壊メカニズム

3 ガスケット調査

(1) 調査対象試料

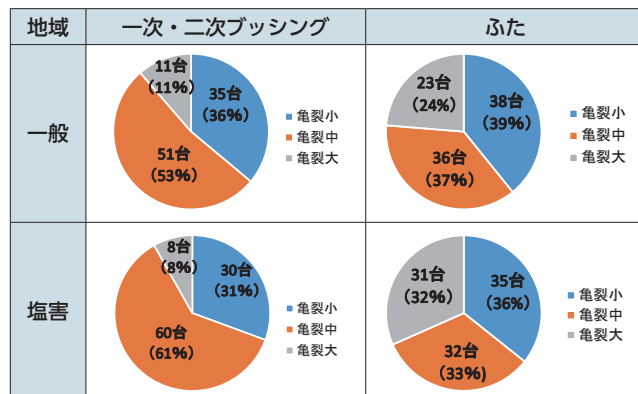
試料は経年や地域性による劣化傾向の差を把握するため、製造年や施設地域によらず収集し、試料数は、195台（一般地域97台、塩害地域98台）とした（第3図）。



第3図 製造年毎の変圧器収集台数

(2) ガスケットの外観調査

ガスケットの劣化状態をJIS K6259-1「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-耐オゾン性の求め方-第1部：静的オゾン劣化試験及び動的オゾン劣化試験」の「附属書JA（規定）亀裂の状態の評価方法」を参考に部位別に外観調査した（第4図）。この結果、ガスケットの亀裂の割合は、一般地域と塩害地域では差は見られないものの、ふた用ガスケットの方が亀裂大の割合が多いことが分かった。



第4図 ガスケット外観調査結果

(3) 変圧器の気密試験

ガスケット劣化により気密不良が発生することが考えられるため、ブッシング用ガスケットとふた用ガスケット部分の気密試験を行った（第1表）。ガスケット劣化により気密不良が発生したものは15台であったが、全数ふた部での気密不良であり、最短で経年22年であった。

第1表 変圧器気密試験結果

気密試験結果		ブッシング部	ふた部
気密試験結果良		187台	159台
気密試験結果不良		8台	36台
(再掲)	ガスケット劣化	0台	15台 (最短22年)
	その他(錆等)	8台	21台

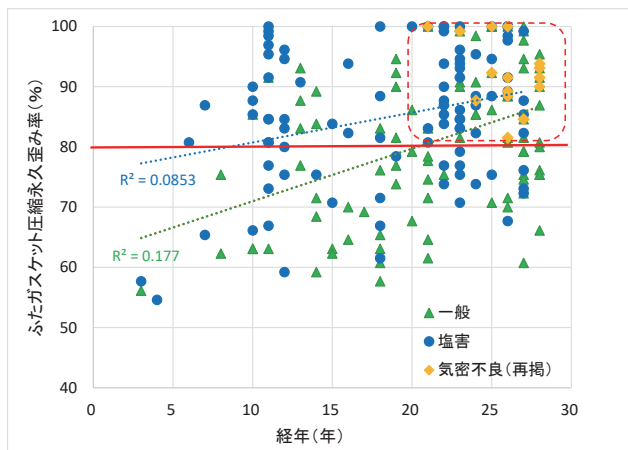
(4) ふた用ガスケットの調査

気密試験結果では、ガスケット劣化による気密不良は、全てふた部で発生しているため、ふた用ガスケットに着目し、ガスケットの圧縮永久歪み率・硬度を調査した。

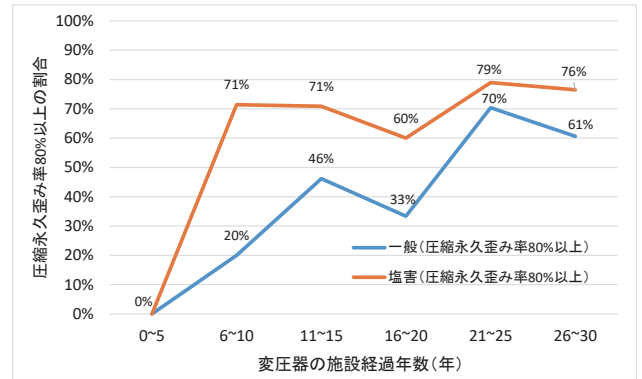
①ふた用ガスケット圧縮永久歪み率

過去の研究結果より、圧縮永久歪み率が80%を超えるとシールの信頼性がなくなる¹⁾とされている。ふた用ガスケットの圧縮永久歪み率を調査した結果（第5図）、80%を超える時期は一般・塩害地域ともに不規則であり、一律的に80%に達する経年を想定することは困難であることが判明した。一方、変圧器の施設経過年数別に、圧縮永久歪み率80%を超える割合を算出した結果（第6図）、経年とともに80%を超える割合が増加する傾向にあることがわかり、特に塩害地域では、その傾向が顕著であることを確認した。これより、ガスケットは経年とともに熱や紫外線等の影響で弾力性が低下し、更に塩分付着等によって、劣化を加速させると推察する。

また、気密不良となった変圧器のふた用ガスケットの圧縮永久歪み率は81.5%～100%と高く、圧縮永久歪み率と気密不良に一定の相関があることがわかる。



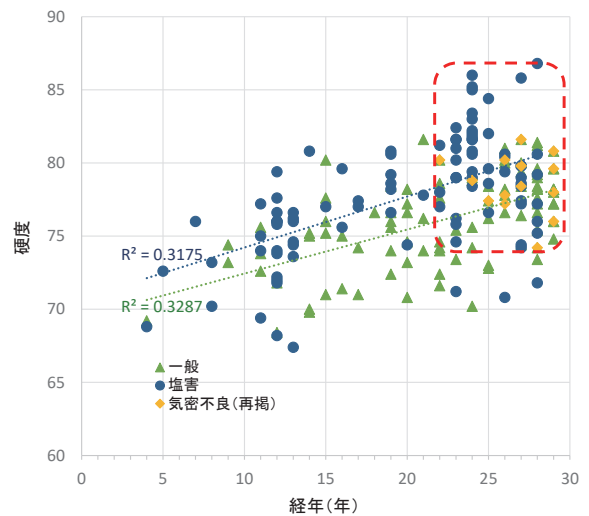
第5図 ふた用ガスケット圧縮永久歪み率



第6図 圧縮永久歪み率80%以上の割合

②ふた用ガスケット硬度

ガスケットが硬化することでひび割れが発生し、硬度が高くなると気密不良に進展することから、ふた用ガスケットの硬度を調査した（第7図）。この結果、気密不良となった変圧器のふた用ガスケットは、経年22年以上で硬度が74～82であることが判明した。このことから、経年とともにガスケットが硬化し、経年20年程度の時期から、気密不良が発生するリスクが高まると推察する。



第7図 ふた用ガスケット硬度と気密不良の関係

4 まとめ

柱上変圧器のガスケット調査の結果、ガスケットは経年とともに硬化が進み、加えて熱や紫外線等の施設環境の影響を受けることで劣化（ひび割れが発生）し、気密不良に至ると推察する。また、今回の気密試験結果から、経年20年程度を超過した時点で、気密不良のリスクが高まると考えられる。今回の知見を基に、今後の設備更新方針を策定する。

文献

- 1) 電気協同研究 第61巻 第2号「変電設備の運用限度評価」



執筆者／山田雄基