

低損失柱上変圧器の開発

新型の電磁鋼帯を使用し低損失化を達成

Development of a Low-loss Pole Transformer

Reduction of Losses in Pole Transformer Using New Type Magnetic Steel Sheet

(電力技術研究所 電機G)

(Electric Power Research & Development Center,
Electrical Machinery Group)

近年、エネルギーの有効利用や省エネルギーの面から、柱上変圧器においてもその低損失化が望まれている。今回、従来の電磁鋼帯より鉄損減少効果が期待される磁区制御電磁鋼帯を使用した柱上変圧器を開発し、一連の性能検証試験および長期信頼性検証試験を実施した結果、所期の成果を得ることができた。

Recently increasing interest in the efficient use and saving of energy sources has lead to the requirement of reducing the energy loss in pole transformers. We have developed a pole transformer employing domain-control magnetic steel sheet which has less core loss than the conventional magnetic steel sheet. A series of verification tests and long-term reliability tests proved satisfactory performance.

1 研究の背景

柱上変圧器の鉄心材料である電磁鋼帯は、鉄損改善技術の進歩により、開発当初と比べて鉄損が大幅に減少した。しかし、近年の省エネルギー等の要望により更に低損失化が求められている。

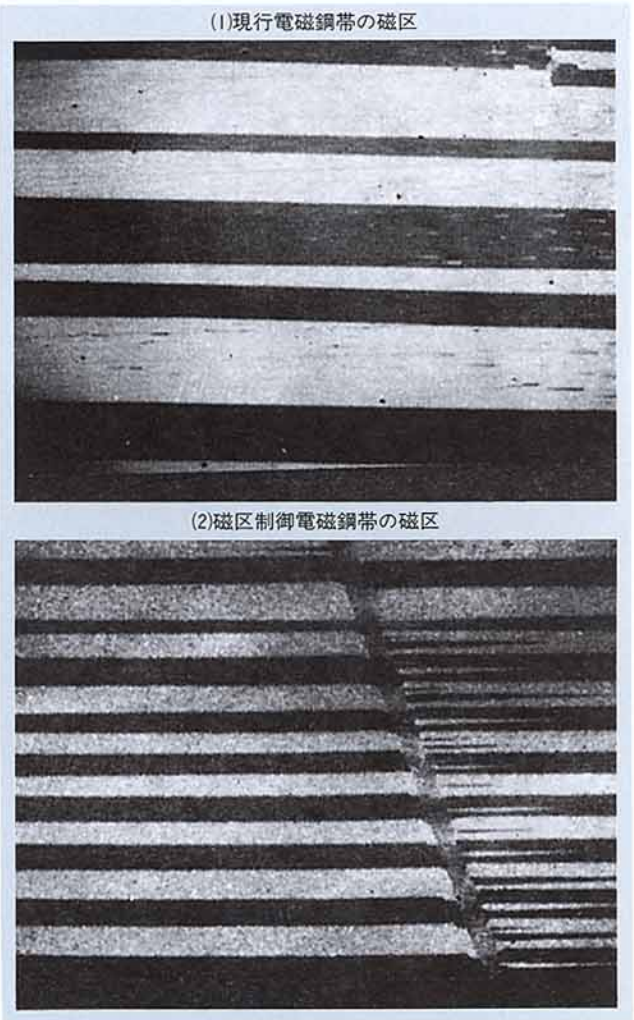
最近、電磁鋼帯の磁区幅を制御・細分化（第1図）することにより、従来品より更に鉄損が減少した電磁鋼帯が開発されたので、この電磁鋼帯を使用した低損失柱上変圧器を試作し性能検証を行った。

2 磁区制御電磁鋼帯

従来の電磁鋼帯に、機械的にけがき線を入れることにより、磁区幅を細分化したものが磁区制御電磁鋼帯である。電磁鋼帯の磁区幅を細分化すると、磁界が加わった時に生じる磁壁（磁区と磁区の境界）の移動距離が短くなる。この移動に伴う損失が鉄損の一部であり、磁壁の移動距離が短くなることにより、損失が減少する。

3 初期性能検証

試作した変圧器は容量30+20kVAの三相共用変圧器2台である。試作品の初期性能（2台の平均値）と現行品との比較を第1表に示す。



第1図 磁区の制御・細分化

第1表 初期性能

項目	特性			
	現行品		開発品	
	30kVA	20kVA	30kVA	20kVA
無 負 荷 損 (W)	76	58	60	42
負 荷 損 (W)	396	292	395	292
騒 音 (ホン)	33.9		28.1	
素材特性(W/kg)	1.26		1.01	

試作品は現行品と比べて無負荷損が約25%減少し、素材特性（素材1kg当りの損失）以上に無負荷損を減少させることができた。

また、騒音も約6ホン小さくなった。

4 長期課通電試験

試作した変圧器の長期信頼性を熱的、機械的および電氣的に検証するために長期課通電試験を行った。

(1) 試験方法

試験では、変圧器の寿命とされている30年と同程度の熱履歴を90日間で試作器に与えた。（第2表）

(2) 試験結果

長期課通電試験前、課通電期間中2回（30日後、60日後）及び試験後に鉄心の性能検証試験を実施した。試験結果を第3、4表に示す。

長期課通電試験の結果、鉄心の特性値は試験前（初期値）と中間試験、試験後と比べてほとんど変化なく、磁区制御電磁鋼帯を使用した鉄心の劣化は全くないものと考えられる。

この他、実フィールド運転中のストレスに対する信頼性を検証する目的で、雷インパルス耐電圧試験と商用周波耐電圧試験を実施した。更に、油中ガス分析、絶縁油の特性試験や負荷損、インピーダンス電圧測定を実施し、変圧器全体としての信頼性検証および素材の機械的特性試験（第5表）により、素材自体の信頼性検証を行ったところ、いずれも良好な結果であった。

5 経済性の評価

均等年経費法により、試作変圧器の経済性を評価した。磁区制御電磁鋼帯は従来品と比べて、けがき線を入れその後熱処理する工程が増えるため、製作費は若干アップする。しかし、無負荷損が減少する結果、年経費は現行品の97%となり経済的にも有利となる。

6 まとめ

磁区制御電磁鋼帯は、低損失、低騒音特性が現行電磁鋼帯よりも優れ、また、長期信頼性は現行品と同程度あり、変圧器の低損失化、低騒音化に大いに効果があることが確認できた。

第2表 試験条件

項目	条件
試験期間	90日間
平均気温	5℃
巻線最高温度	147℃
試験負荷率	153%
油上部温度	89℃

注●巻線最高温度の計算は電気学会技術報告第143号「油入変圧器運転指針」に準拠
●試験期間は平成2年12月～3年3月

第3表 長期課通電試験結果（30kVA）

試験項目	試験前		中間試験				試験後	
			30日後		60日後			
	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2
無 負 荷 損(W)	50	60	58	59	59	60	59	60
無負荷電流(%)	0.30	0.32	0.30	0.32	0.30	0.31	0.29	0.32
騒 音(ホン)	28.3	27.8	27.4	27.4	27.5	26.9	27.6	27.0

第4表 長期課通電試験結果（20kVA）

試験項目	試験前		中間試験				試験後	
			30日後		60日後			
	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2
無 負 荷 損(W)	42	42	41	41	43	43	43	43
無負荷電流(%)	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28
騒 音(ホン)	28.3	27.8	27.4	27.4	27.5	26.9	27.6	27.0

第5表 素材の機械的特性試験結果

	長期課通電試験前	長期課通電試験後
降伏点(kgf/mm)	34	33
引張強さ(kgf/mm)	35	36
伸び(%)	8	6
繰返し曲げ(回)	17	18