

アモルファス柱上変圧器

アモルファス柱上変圧器(以下AMT)は、従来の高配向性電磁鋼板変圧器(以下SIT)に比べて無負荷損が約1/3と低く、省エネルギー機器として注目されている。近年、地球温暖化防止のためCO₂排出量削減が推進されているなか、AMTは需要の増加が見込まれる製品である。このような背景のもと、当社はAMTの製造設備と構造の改良を加えたので紹介する。

■ 概要

アモルファスは、「非晶質」という意味で、一般の金属が結晶構造になっているのに対して、原子配列が不規則で結晶構造を成さない。そのため、結晶構造である高配向性電磁鋼板に比べて、磁気異方性(磁化されやすい方向性)が小さく磁化しやすく、鉄心磁束が交番する際のエネルギー損失(ヒステリシス損)が小さくなる。

アモルファス磁性材料は、鉄、ホウ素、けい素を一定比率で溶解し、この溶融合金をロール上で急激に冷却することで非晶質のまま固体化させたもので、厚さは約25 μ mの薄帯である。板厚が薄いため渦電流損も小さくなって、全体的に無負荷損が小さくなる。

しかし、アモルファス磁性材料は高配向性電磁鋼板に比べて飽和磁束密度が低いいため、AMTは鉄心自体が大きくなり変圧器も大形化する。また、アモルファスリボンは薄くて硬く、また、焼鈍後には脆くなり、加工時のストレスにより割れやすくなるため加工性が悪い。これらによって、AMTはSITよりコスト高になっている。

当社は、アモルファス磁性材料の切断技術を独自に開発するなど製造設備を自社開発し、1991年からAMTの量産を開始した。それ以降、製造設備の増強や製造方法の改良、鉄心構造変更など生産性向上を図り、今日に至っている。

今回は省力化、省人化を主とした改良を実施した。

■ 特長

① 切断・整列・巻板作業の自動化

アモルファス鉄心の製造は、アモルファスリボンの切断、切断したアモルファスリボンの積層と整列、そして円形に巻板するプロセスがある。このプロセスを全て自動で行う新設備を導入し、切断時間の半減化、作業の省力化を図った。

② 鉄心搬送の自動化

アモルファス鉄心の矩形成形工程から焼鈍工程までを自動搬送、鉄心移載装置を導入して焼鈍炉への搬入・搬出を自動搬送し、省人化を図った。

③ レーシング工程の作業一貫化

レーシング工程は鉄心とコイルを組み合わせる工程で、移載機と転倒機能付レーシング台を導入して、一人の作業者が全工程を一貫作業できるようにし、作業の効率化、生産能力向上を図った。

④ 構造の改良

加工時のストレスによって発生するアモルファス破片がコイルなどの充電部へ侵入するのを防止するため、箱状に加工した絶縁紙を鉄心に嵌め込む構造とし作業性の向上を図った。

■ 今後の展望

近年、現行アモルファス材料(以下、SA1)に対して飽和磁束密度を高めた新アモルファス材料(以下、HB1)が開発された。この新材料HB1を変圧器の鉄心に使用することによって、AMTの小形化、軽量化を図ることができる。現在、HB1を採用した新型AMTを開発中であり、次回には紹介する予定である。

■ AMTとSITの比較(容量：20kVA)

項目	SIT	AMT	比(AMT/SIT)	
無負荷損 (W)	59	18	0.31	
負荷損 (W)	285	285	1.00	
外形寸法 (mm)	幅	575	580	1.01
	奥行き	530	560	1.06
	高さ	715	730	1.02
総質量 (kg)	138	170	1.23	
油量 (L)	35	41	1.17	

■ 変圧器鉄心材料の特性

項目	電磁鋼板	SA1	HB1
飽和磁束密度 (T)	2.03	1.56	1.64
無負荷損 (W/kg) (50Hz 1.3T)	0.440	0.070	0.063
板厚 (mm)	0.23	0.025	0.025



<SIT>

<AMT>

■ 外観比較(20kVA)