

# アモルファスモルトラ「FM-AT14」

Amorphous MOLTRA “FM-AT14”

渡辺 賢治\* WATANABE, Kenji

地球温暖化防止を背景に、受変電設備においては節電対策が重要な課題となっており、省エネルギー（省エネ）性の高い電気機器のニーズが高まっている。現在、国内には約 260 万台の高圧配電用変圧器が設置されており、製造年代ごとの損失特性、総出荷台数、平均容量を基に試算すると、エネルギー損失の総量は約 165 億 kWh/y（CO<sub>2</sub> 換算で約 62 億 kgCO<sub>2</sub>/y）という膨大な量になる。したがって、効率の高い変圧器への置換えは大きな省エネ効果をもたらすことになる。モールド変圧器においては、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）の特定機器として 2014 年度から第二次トッパーナー<sup>（注1）</sup>基準が導入された。

富士電機は、2013 年 6 月に「トッパーナーモルトラ 2014」を単相 10～500 kVA、三相 20～2,000 kVA のラインアップで発売した。従来の製品に比べて変圧器の発生損失を 40% 低減し、第二次トッパーナー基準を満足させた。さらに、2015 年 6 月には第二次トッパーナー基準の目標効率に対して 130% の達成率<sup>（注2）</sup>となるアモルファスモルトラ「FM-AT14」を発売した（図 1）。本稿では、変圧器の鉄心材料に採用したアモルファス合金の特徴と FM-AT14 について述べる。

## 1 アモルファス合金の特徴

FM-AT14 に、変圧器の鉄心材料として従来の方向性



図 1 「FM-AT14」

電磁鋼帯に代えてアモルファス合金を採用した。アモルファス合金と方向性電磁鋼帯の特徴を図 2 に、特性を図 3 に示す。アモルファスとは非結晶の意味であり、アモルファス合金は、原子が周期的に配列された結晶構造ではなく、不規則な状態のまま凝固したものである。変圧器の損失には、負荷に関係なく発生する無負荷損（鉄損）および負荷電流の 2 乗に比例して発生する負荷損（銅損）がある。アモルファス合金は、無負荷損の大きな割合を占めるヒステリシス損失と渦電流損失を小さく抑える特徴を持つ素材であり、これを用いた変圧器は無負荷損を非常に小さく抑えることができる。

このような特徴を持つアモルファス合金であるが、変圧器の鉄心材料に採用する場合は、体積の増大への対策

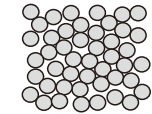
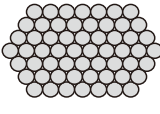
項目	アモルファス合金	方向性電磁鋼帯
原子配列	 不規則（非結晶） →ヒステリシス損失小	 規則的（結晶） →ヒステリシス損失大
板厚	0.025 mm →渦電流損失小	0.23～0.35 mm →厚さに比例して渦電流損失大

図 2 アモルファス合金と方向性電磁鋼帯の特徴

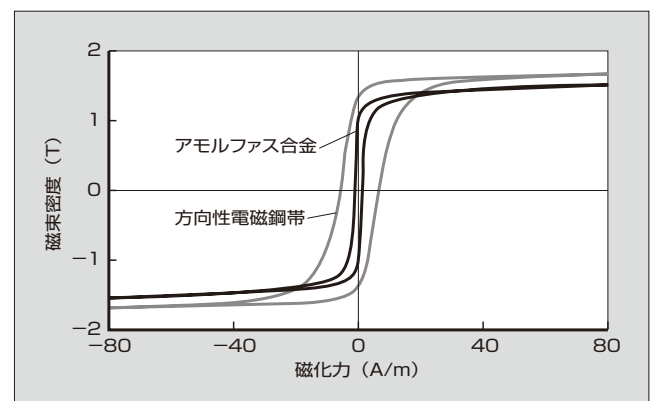


図 3 アモルファス合金と方向性電磁鋼帯の特性

〈注 1〉 第二次トッパーナー基準：トッパーナー変圧器第二次判断基準を指す。JIS C 4306 配電用 6kV モールド変圧器で規定される。

〈注 2〉 達成率：トッパーナー変圧器第二次判断基準の基準エネルギー消費率（W）に対する抑制割合を指す。

\* 富士電機株式会社産業インフラ事業本部千葉工場設計第一部

および剛性や加工性などに関する課題を解決する必要がある。

## ② 「FM-AT14」の概要

### 2.1 特徴

- (a) トップランナーモルトラ 2014 に対して待機電力を 1/3 に低減した。
- (b) 第二次トップランナー基準の目標効率に対して 130% の達成率となる省エネを実現した。
- (c) 全容量において巻線に真空注型を採用し、絶縁信頼性の高いモールド巻線を実現した。
- (d) 高い難燃性を実現し、IEC 60076-11 の形式認定を取得した。
- (e) JEM-TR 252 準拠の優れた耐震性を実現した。

### 2.2 仕様

表 1 に FM-AT14 の仕様を示す。

### 2.3 製作上の課題と対策

アモルファス合金は、方向性電磁鋼帯よりも飽和磁束密度が低く、通すことができる磁束密度も低い。このため、アモルファス合金を使った FM-AT14 は、方向性電磁鋼帯を使ったトップランナーモルトラ 2014 よりも鉄心の体積が大きくなる。また、板厚が方向性電磁鋼帯の 1/10 であり強度が低いため、変圧器の鉄心として自立させる構造上の工夫が必要である。さらに、アモルファス合金に掛かる荷重の大きさや分布によって騒音や特性に悪影響を及ぼさないように、剛性や加工性を考慮した構造上の工夫も必要である。

モルトラは配電用変圧器として配電盤内に設置されるため、省スペース化を考慮する必要がある。FM-AT14 は、設置面積がなるべく大きくならないように、高さ方向への拡大によって体積の増加に対応した。しかし、高さ方向への拡大は剛性への悪影響や変圧器の温度上昇を招く。

今回の開発に当たっては、これらの課題を次に示す対策により解決し、製品化を果たした。

- (a) 特性への影響を考慮したアモルファス合金の固定方法の最適化
- (b) 耐震性を考慮した変圧器全体の剛性の強化

表 1 「FM-AT14」の仕様

項目	仕様	
相数	単相	三相
周波数	50, 60 (Hz)	
定格容量	50, 75, 100, 150, 200, 300 (kVA)	75, 100, 150, 200, 300, 500 (kVA)
一次電圧	R6600-F6300-6000 (V) (単相50kVAのみ) F6750-R6600-F6450-F6300-6150 (V)	
二次電圧	210-105 (V)	210, 420, 440 (V)
耐熱クラス	F	

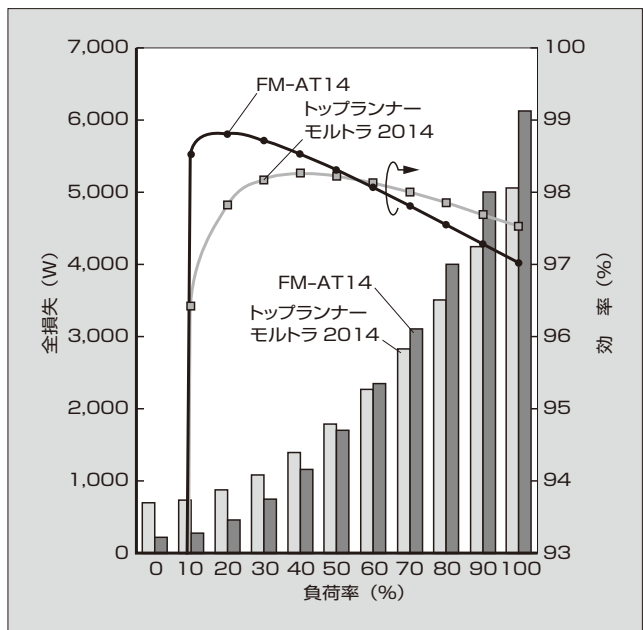


図 4 「FM-AT14」と「トップランナーモルトラ 2014」の全損失・効率

- (c) 変圧器の最適な組立方法
- (d) 最適な巻線設計と冷却構造の適用

## ③ 変圧器の種類と容量の選定

FM-AT14 とトップランナーモルトラ 2014 において、負荷率を変化させて全損失と効率を比較した結果を図 4 に示す。FM-AT14 は、低負荷率での効率が特に優れている。しかし、負荷率が高くなると FM-AT14 は体積が大きく巻線長が長いために、負荷損が全損失に大きく影響し、トップランナーモルトラ 2014 の方が効率において優位に立つ。

工場、ビル、ショッピングモールなどにおける使用電力量とその時間帯はさまざまである。したがって、変圧器の種類と容量の選定に当たっては、電力会社の時間帯別電力料金の設定も加味し、適切な変圧器を選択してむだなエネルギーとコストを抑えて運用することが肝要である。

富士電機は、FM-AT14 とトップランナーモルトラ 2014 のラインアップを取りそろえ、ユーザに最適なモルトラを提供できる体制を整えている。

### 発売時期

2015 年 6 月

### お問い合わせ先

富士電機株式会社  
産業インフラ事業本部千葉工場設計第一部モルトラ課  
電話 (0436) 42-8130

(2015 年 10 月 15 日 Web 公開)



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。