

# アモルファス変圧器工場 増強設備

## Amorphous Transformer Factory Production Facilities For Capacity Increase

### 1 まえがき

アモルファス金属薄帯を鉄心素材として使用したアモルファス変圧器は、従来の方向性けい素鋼帯を使用した変圧器に比べ、無負荷損が1/3～1/4と大幅に低減できるため、柱上変圧器として需要が年々増加している。

当社は、電力会社の動向に合わせて平成3年春にアモルファス変圧器専用工場を建設し、月産500台の標準ラインを構築した。

その後、生産の合理化及び部分的ラインの見直しを行ない、増産に対応してきたが、今後の需要見通し、コストダウン、品質向上等を総合的に検討した結果、量産体制の整備が必要と判断し、今回、月産2,000台の量産ラインを構築した。

### 2 アモルファス変圧器製作工程

アモルファス金属薄帯は、方向性けい素鋼帯に比べ板厚が約1/10 (0.025mm) と極端に薄く、その上、焼鈍後は非常に脆くなる性質があるため、鉄心製作工程及び内装工程（特にコイル-鉄心組立工程）における製法が、従来と大きく異なっている。

鉄心製作工程は、材料供給装置に取り付けられた複数個のリールから取り出されたアモルファス金属薄帯を、複数枚重ねて切断した後積層し、これを順次円形に巻き取って1台分の鉄心を製作する切断・巻回工程と、円形に巻かれた鉄心を矩形状にする整形工程と、非酸化ガス雰囲気内において磁界を印加しながら焼鈍する焼鈍工程からなる。

コイル-鉄心組立工程は、鉄心のカット部を開いて、鉄心にコイルを挿入するとき、鉄心が破損ないように保護する工程と、鉄心にコイルを挿入しカット部を閉じる工程（レーシング）と、組立後の鉄心が破損ないように全体を保護する工程からなっている。図1にアモルファス変圧器製作フローを、図2に鉄心製作工程～鉄心-コイル組立工程の概要を示す。

### 3 生産ライン

今回構築した生産ラインは、増産対応と併せて、省人化及び連続ライン化に主眼をおいた。

\*1 電力事業本部 生産技術部

鉄心製作工程においては、材料供給装置から複数枚のアモルファス金属薄帯を取り出す速度と、取り出された複数枚のアモルファス金属薄帯を定寸法送り出す速度を2倍にし、切断効率を上げるとともに、巻回工程に自動巻回装置を導入することにより、省人化を図った。

また、切断・巻回、整形、焼鈍の各工程間をコンベアによって連結し、連続ライン化による作業の効率向上を図った。

内装工程においては、組立ライン全体を防塵区画し、外部からの塵埃の流入を極力押さえるとともに、内部も作業単位ごとに区画し、特に鉄心保護作業区域においては、鉄心のカット部を開くときに発生するアモルファス金属薄帯の破片散乱をライン下方に設置した集中集塵装置によって防止するようにした。

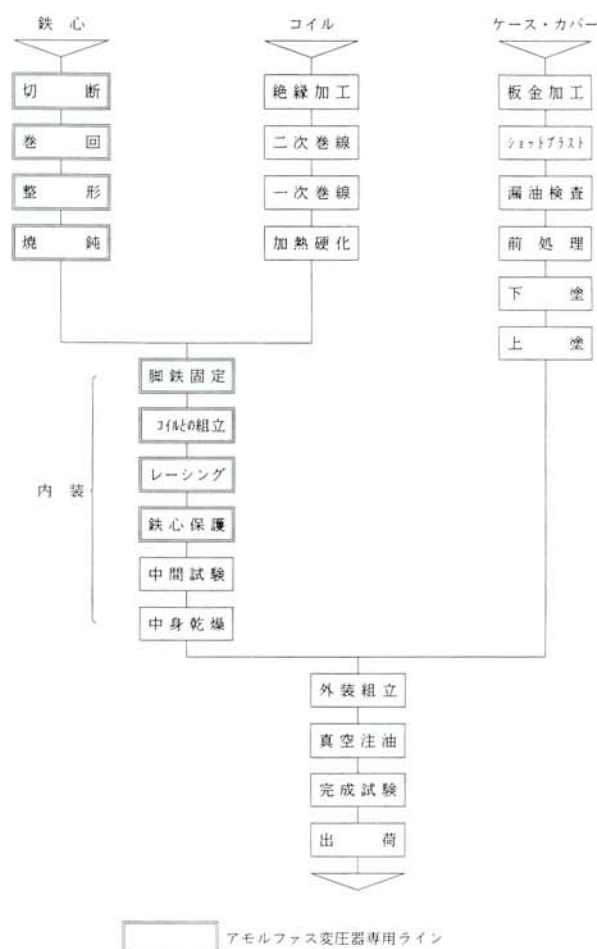


図1 / アモルファス変圧器製作フロー  
Fig1/Amorphous Transformer Production Flow

また、鉄心にコイルを挿入した後、カット部を閉じる  
ときに発生するアモルファス金属薄帯の破片が、鉄心保  
護層外に出ることを完全に防ぎ、かつ作業性の優れたコ  
イル・鉄心組立方法を開発し、ラインに組み込んだ。図  
3に内装ラインを示す

たが、この切断機の開発により、複数枚重ねて切断す  
ることが可能となり、その後改良を加え切断刃の耐久性の  
向上、送り速度の高速化、切断寸法の精度向上等を行い  
量産に対応した切断装置となった。

## 4 主要製造設備

### 4.1 鉄心切断装置

アモルファス金属薄帯のリールを複数個懸架し、各々  
のリールから取り出された材料を複数枚重ね幅方向の端  
面を整列させ連続的に供給する材料供給装置、供給され  
た材料を予め設定されたプログラムに従い順次寸法を換  
えて送り出す送出機、送り出された材料を複数枚一括し  
て切断する切断機とからなる。

アモルファス金属薄帯は、薄い、硬い、脆い性状のため、室温でのシア切断機による切断は非常に困難であっ

### 4.2 鉄心巻回装置

本装置は、切断・積層されたアモルファス金属薄帯を  
巻回部へ挿入する材料挿入装置、巻回された材料を巻芯  
に密着させる巻回ベルト装置、材料のラップ箇所を押さ  
える押さえ装置等からなる。

アモルファス金属薄帯は前述したように非常に薄く、  
鉄心を製作する段階で、横ずれ、折れ曲がり、皺等が発  
生し易いので、従来の方向性けい素鋼帯と同様な方法に  
よって鉄心を巻回することは難しく、これまでは完成し  
た鉄心の外周寸法と同一長さのけい素鋼板を用いて円形  
の枠を作り、一定寸法に切断されたアモルファス金属薄  
帯を順次手作業にてその枠の中に組み込む方法によって

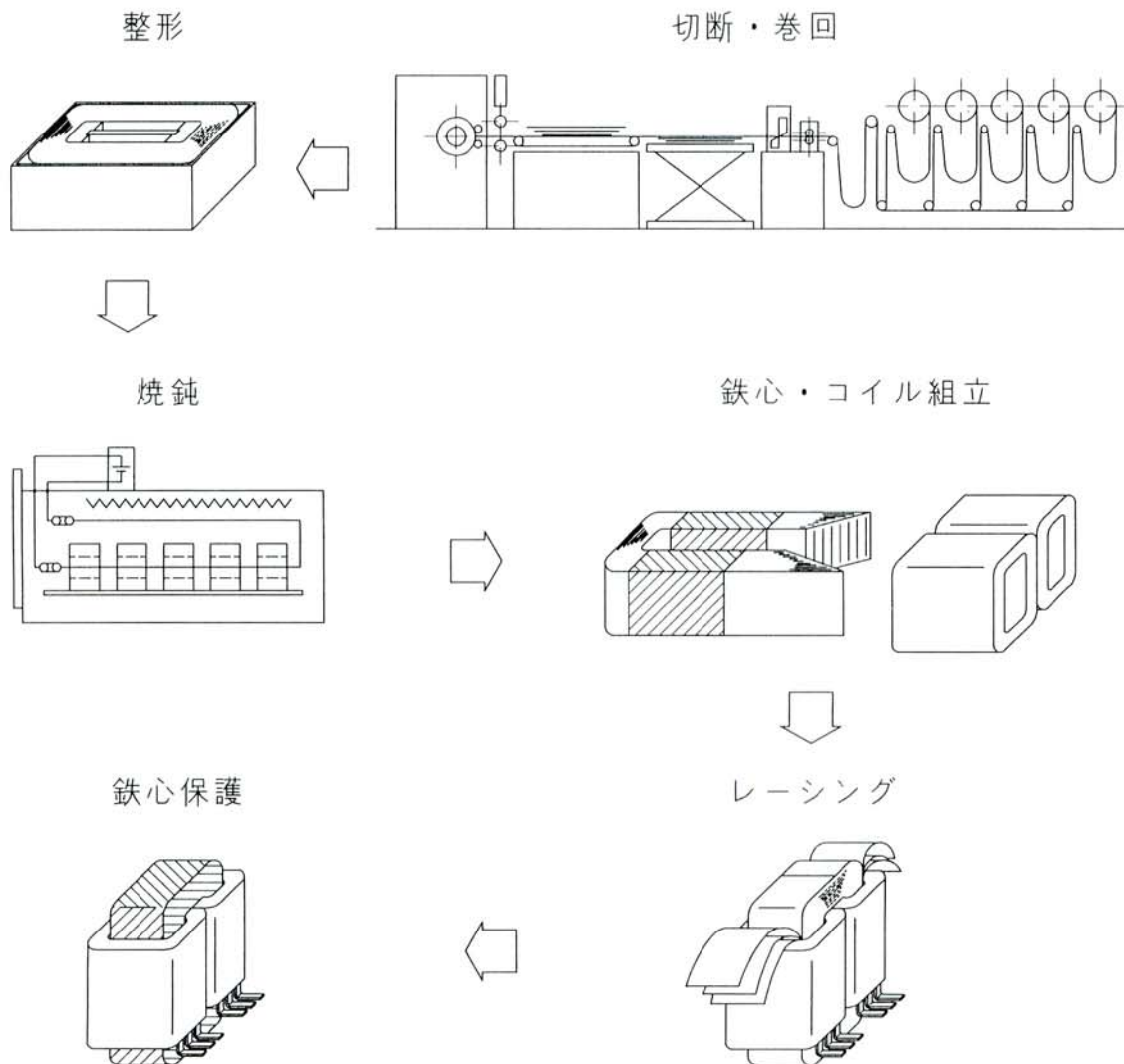


図2 / 鉄心製作工程～鉄心・コイル組立工程  
Fig2/Core Production Process～Core & Coils Assembling Process

鉄心を製作していた。そのため、1台の鉄心を巻回するのに方向性けい素鋼帯の数倍の工数を要していた。

今回導入した鉄心巻回装置は、従来のけい素鋼帯用鉄心巻回装置の技術をベースに、新たに開発した材料挿入装置、巻回ベルト装置、ラップ部押さえ装置等の機構で構成されるものであり、この巻回装置の開発により、従来方法と同様な巻回作業が可能となった。図4に鉄心切断・巻回装置を示す。

### 4.3 焼鈍炉

焼鈍は、鉄心の加工歪を除去し磁気特性を向上させるために重要な処理であり、焼鈍の処理技術及び焼鈍炉の管理技術がアモルファス変圧器の特性に与える影響は大きい。

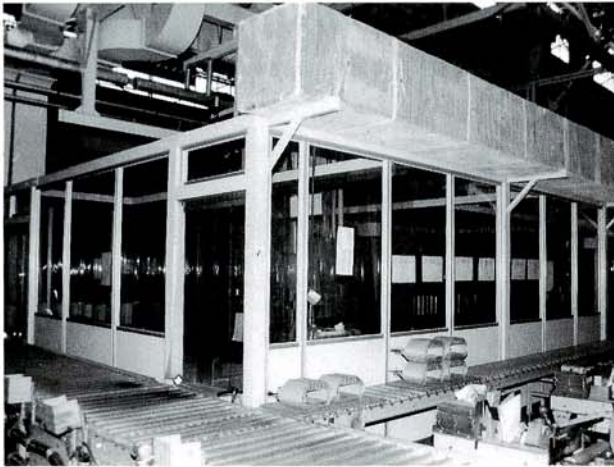


図3 / 内装ライン  
Fig3 / Assembling Shop

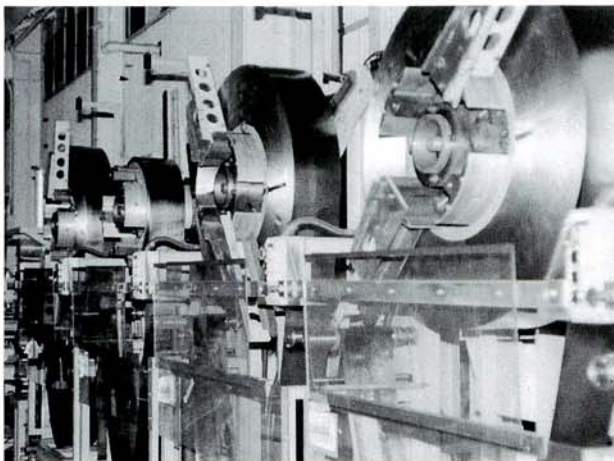


図4 / 鉄心切断・巻回装置  
Fig4 / Core Cutting & Winding Machine

既に、長年の方向性けい素鋼帯鉄心の焼鈍技術を基に基礎研究を重ね、アモルファス金属薄帯鉄心の焼鈍技術を開発してきたが、今回の焼鈍炉は焼鈍処理能力をこれまでの2倍とし、量産化に対応した。図5に焼鈍炉を示す。

### 4.4 その他

前記設備に加え、鉄心製作工程から内装工程の各ライン内に、高性能、高品質なアモルファス変圧器の製作に必要な下記設備を合理的に配置して量産化に対応した。

- (1) リール反転機
- (2) 鉄心整形プレス機
- (3) 鉄心吊り上げ転倒機
- (4) 自在ジャッキ
- (5) 集中集塵装置
- (6) コイル挿入装置
- (7) コイル・鉄心組立台

## 5 あとがき

準量産体制から量産体制に切り換えるにあたり、アモルファス変圧器の今後の需要見通しが重要なポイントであり、国内外の電力事情を始め諸情勢を多角的に検討する中で、アモルファス変圧器の位置づけを明確にし、その対応として今回の量産化に踏み切った。

今後とも、円高、貿易摩擦等激動する日本経済の中、アモルファス変圧器の評価については常に広範囲にわたる諸情勢について継続した分析を行ないつつ、ニーズに合わせた設備として見直しを続けて行かなければならない。

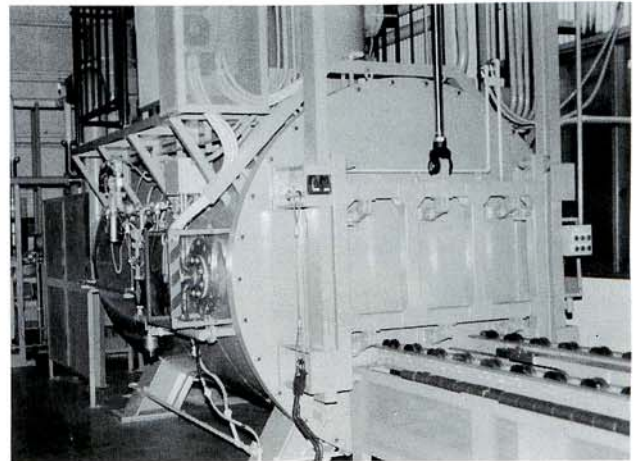


図5 / 焼鈍炉  
Fig5 / Annealing Furnace