冷蔵庫用コンプレッサ部品加工技術の開発

近 藤 誠 宏¹⁾ 榎 本 昌 弘²⁾ 原 田 政 志³⁾

1. は じ め に

一般家庭において必需品となっている電気冷蔵庫の心臓部品とも言えるコンプレッサは、精密量産加工の代表製品であり、各メーカーとも性能、品質、価格などで熾烈な競争を展開している。

当社では、冷蔵庫用コンプレッサの効率向上、信頼性向上、製造原価の低減を目的として新技術の開発を進めている。冷蔵庫用コンプレッサの加工精度は $1\sim 3\mu\text{m}$ であり、この精度が直接コンプレッサの性能、品質を左右する。その意味から部品加工技術の開発は、コンプレッサの技術課題を達成する鍵を握っていると言っても過言ではない。

これまでピストン、シリンダ、シャフトなど主要工程における切削・研削加工法および嵌合自動組立などの研究を行い、各工程の加工精度向上、加工機械の高速化と安定化、自動化を図っている。しかし、二重巻鋼管とケースの精密溶接加工は、溶接の加熱に関する問題があり自動化が困難視されていた。この自動ロー付技術の開発について以下報告する。

2. 精密溶接加工技術の開発

冷蔵庫用コンプレッサの高信頼性および高性能(省エネルギー)化をはかるため、製造技術分野において各社工夫をこらしている。

ガスリークに対し10年間以上保証をするためには、コンプレッサケース(熱間圧延鋼板)と二重巻鋼管(鉄・シールパイプ+銅メッキ)との銀ロー付工程における加熱方法が技術的研究課題である。

特に手作業に代り自動銀ロー付を採用する場合には、次のような技術的課題を解決する必要があった。

(1) 容積比が極端に異なる2部品(ケース： $t=3.2$ ，二重巻鋼管： $\phi=6.35$ ， $t=0.7$)を均一に加熱する方法。

(2) 銀ロー付時の過熱による二重巻鋼管の銅メッキ溶融によるシール部分からのリーク防止。

上記技術的課題について検討を加え、ガスリークに対する高信頼性を保証する自動銀ロー付機をオンライン化した。以下にその技術的検討内容を説明する(なおコンプレッサの加工工程については図1参照のこと)。

図1 加工工程。

(1) ロー付方法

通常、自動銀ロー付方法としては電気ロー付法(高周波誘導加熱・抵抗加熱等)・炉中ロー付法・ガス加熱ロー付法等が考えられる。

コンプレッサケースおよび二重巻鋼管を対象としたロー付を考えた場合、表1の得失比較表により高周波誘導加熱法またはガス加熱法が最適方法と考えられる。

(i) 高周波誘導加熱法検討結果

コンプレッサケースを母材として二重巻鋼管との高周波銀ロー付を試みた場合

(a) 二重巻鋼管自体が鉄パイプであるため誘導体となり、コンプレッサケース(母材)より先に異状加熱し酸化されて、銀ロー付は不可能な状態となる。

(b) 銀ロー付時ぬれ性向上のためにフラックスを使用するため、ロー付後に後処理(酸洗い等)としてフラックスの除却が必要となりコスト高となる。

以上の如く品質および経済性の見地より現段階でのライン化は不適である。

* 東京芝浦電気株式会社

1) 柳町工場コンプレッサ部部長 2) 柳町工場コンプレッサ部

課長 3) 生産技術研究所部長

Auto Silver Brazing Method for Refrigerating Compressor ; M.Kondou, M.Enomoto, M.Harada (Toshiba Corporation)

1981年1月31日受理

表1 各種自動ロー付法得失比較.

種 類	項 目	量 産 性	コ ス ト	品 質	評 価
高周波誘導加熱		良 好	設備費が高価である	ガスリークに対する信頼性がやや低い	△
抵 抗 加 熱		量産性は有るが自動化が困難である	設備費がやや高価である	ガスリークに対する信頼性がやや低い	×
炉 中 ロ ー 付		良 好	設備費が非常に高価である	ガスリークに対する信頼性は高い	×
ガ ス 加 熱		良 好	設備費が安価である	ガスリークに対する信頼性がやや低い	○

(ii) ガス加熱法検討結果

ガス加熱を行う場合、母材に対する加熱不均熱化が問題となる。

すなわち固定バーナーによる加熱方式では火口数を増しても、炎間に境界部ができてしまい母材に対して不均一な加熱状態となり、十分な銀ロー付状態を得ることができない。

従って自動化に際しては手作業の状態に極力近づけた方式を考え、揺動方式・回転方式2種類の実験を行い検討した。

(a) 揺動方式について

揺動方式とは図2の如き方式であり、当方式において火口は直線動作で炎としても二重巻鋼管全周に当たらないため、母材への加熱不均一化は解消できなかった。

(b) 回転方式について

回転方式とは図3の如き方式であり、当方式においては二重巻鋼管の外周部に添って回転しながら加熱を行う

図2 揺動方式.

ため、母材への加熱不均一化が解消され手作業と同等レベルの銀ロー付が可能となった。

図3 回転方式.

図4 銀ロー付状態.

(a) 回転方式における銀ロー付状態
(b) 揺動方式における銀ロー付状態

写真1 パイプの高温脆化破断。

表2 銀ロー付不良比較。

機 構	テスト数	不良率	主 な 不良 内 容
揺動方式	40台	15%	銀ロー回り不完全, ピンホール
回転方式	70台	0	—

(c) 揺動方式および回転方式における銀ロー付状態比較図

均一加熱を行った場合、上図回転方式の如くパイプに対して同心円状の理想的な銀ロー付が得られる。

なお、ロー付の原理は毛細管現象によるものであり、母材が不均熱である場合にローは高温箇所へ流れて行く(図4)。

従って低温部においてはローが流れにくくなり、ピンホール等のリーク不良の原因となる条件が増加し、信頼性を欠いたものになるため母材の均一加熱は最大の条件となるものである(写真1)。

(d) 揺動方式および回転方式における銀ロー付不良比較(表2)

3. ま と め

自動銀ロー付化に伴い以上の検討を行った結果、加熱方式はガス加熱を使用、加熱機構としては回転式バーナーを使用することによって、銀ロー付工程を自動化し

た。更にガス加熱方式を用いた場合、手作業時の銀ロー付と比較してガス使用量が増加する傾向にあるため、今回の自動銀ロー付機の熱源については低価格品を使用したものである。

このように精密溶接加工技術の開発によるケース溶接組立の自動化は

(1) ガスリークに対する信頼性の向上

○市場でのリーク不良0(10年間以上保証)

○冷凍サイクル組立工程での不良率低減

0.001%~0.002%

(2) 生産性の大幅な向上

100%→350%(自動化前を100としたとき)

と大きく寄与した。

また、これら一連の部品加工技術の開発により冷蔵庫の消費電力(230ℓクラス)は25/26[kWh]、コンプレッサの性能(成績係数)は当社比で30%向上と、性能・品質等すべての分野で業界トップ水準を堅持し、当社家庭用冷蔵庫の評価を高いものになっている。

冷蔵庫の省電力化は、通産省工業技術院の民生用機器の省エネルギー計画にも取り上げられており、今後も冷蔵庫消費電力の大半を占めるコンプレッサの高性能・高効率化が最重要課題である。

当社も、現在の量産製造システムを基盤にし超高性能コンプレッサに対応した製造技術の開発と量産製造システムを更に高度化していきたい。

4. 特 許 , 実 用 新 案

(1) 特許 2件

(登録番号 1062979
(名称:密閉形圧縮機のスプリングハンガー)

(2) 実用新案 6件

文 献

- (1) ロータリーコンプレッサ 製造システム:東芝レビュー, 34(1979・4月), p.307~310.
- (2) ロータリーコンプレッサ部品の研削加工:機械技術, 24(1976・8月), p.45~48.
- (3) 宮谷 孝:精密量産部品におけるマイクロバリ対策, 機械技術, 28(1980), No.8.