

18L 缶胴溶接部テープ補正装置の開発

古高武士^{*}, 三宅勝也^{*2}, 中村琢司^{*3}

Development of weld area correcting machine in 18-liter can

Takeshi FURUTAKA, Katsuya MIYAKE, Takuji NAKAMURA

Synopsis : Recently, a global environmental issue like the depletion of ozone layer due to carbon dioxide (CO₂) has been reported and worked out countermeasures all over the world.

As a material innovation for solving the issue, Toyo Kohan has developed polyester film laminated steel sheets, so-called "Hi-Pet". This is typically used for beverage cans which are produced by the method that coating and cleaning processes are omitted. As a result, this has contributed to reducing CO₂ emission and other protection of the environment. Except for use with the beverage cans, the Hi-Pet is also expected for use with 18-liter cans.

In order to make a main body of the 18-liter can, electric-weld is done at the joint part. So the welded part is designed as an area which is not film-laminated because of keeping electric conductivity.

Although that area is sealed up by solvent spray-painting or by fine particle applying after welding, those treatments are not suitable enough to give such characteristic as heat resistance, barrier property and formability.

Instead of those post-treatments that put high stress on environment, therefore, we have developed a sealing technique by polyester film tape and the correcting machine. Consequently, high-quality 18-liter cans could be produced because the inner surface of the can was able to be all covered with the polyester film by the correcting machine. In this paper, we introduce the sealing technique and the correcting machine.

Keywords : weld area ; 18-liter can ; Hi-Pet ; correcting machine

1. 緒言

近年、自然環境破壊による地球環境への不安が高まっている。弊社では製缶業・食品加工業において環境問題を解決し、コストを低減するという理想的な新素材として、めっき鋼板に耐熱性、バリアー性、加工性、衛生性に優れたポリエステルフィルムを被覆したラミネート鋼板「Hi-Pet」を開発した¹⁾。

この「Hi-Pet」を、胴部の接合に溶接を必要とする18L溶接缶に適用する場合、溶接接合部周辺は通電のため、金属が露出している必要がある。この金属露出部の

被覆後処理（以下「胴溶接部の補正」）方法として、一般的には溶剤などの環境負荷の大きいスプレー塗料や粉体による胴溶接部の補正が行われており、「Hi-Pet」を用いたとしても、内容物が接する缶内面側すべてを環境適性に優れるポリエステルフィルムにすることができなかった。

そこで、内面フィルムラミネート缶の胴溶接部を、これまでのスプレー塗料や粉体による補正ではなく、ラミネート材と同じ材質のポリエステルフィルムで補正する技術について検討した。

本報では、ポリエステルフィルムによる胴溶接部の補

* 設備開発部 グループリーダー

*2 設備開発部 主事

*3 化成品事業部長

正を行うために開発した「18L缶胴溶接部テープ補正装置」について紹介する。

2. 装置開発の経緯

既存の「胴溶接部の補正」方法は、塗膜技術面及び作業環境面でいくつかの課題があった。まず、塗料補正では、塗膜の厚膜化（30 μm程度まで）及び厚みの管理が困難であり、また、周囲への飛散もあるため、作業環境がよくなかった。次に、粉体補正は、厚膜化（120 μm程度）は可能であるが、塗料補正と同様に厚みの管理が困難であり、作業環境がよくなかった。これらの方法に対して、テープ補正は、最適な厚みや幅のテープを用いて補正するため、被膜精度も保たれ、周囲への飛散も発生しないため、作業環境もよいという特徴がある。

このテープ補正技術は、ポリエチレンフィルムを用いたものでは、既に実用化がなされていたが、一方で、ポリエチレンではなく、ポリエステルフィルムの優れたバリアー性、加工性を発揮できるオールポリエステルラミネート18L溶接缶に対するお客様のニーズが高まってきた。

そこで、ラミネート鋼板の溶接部をラミネート材と同等のポリエステルフィルムで補正できる本装置の開発を開始した。

3. 装置開発の課題

テープ補正工程はFig.1に示すように、溶接され筒状となった缶胴の溶接部周辺を加熱し、溶接部に補正テープを熱圧着するというもので、当社のフィルムラミネート技術を応用したものである。

ラミネート技術を本装置に適用する上での課題は、次の通りである。

① 加熱特性

補正テープの被覆性及び補正テープと缶胴内面との密

着性を確保するため、曲面である缶胴溶接部周辺を、最適な温度範囲に加熱しなければならない。

② 内面被覆性

加熱された缶胴の内面フィルムを剛性のある補正テープで傷つけることなく、金属露出部を被覆しなければならない。

③ 余剰テープの処置

缶胴の端面に対し、補正テープがはみ出たり、欠如したりすることなく、余剰テープを除去しなければならない。

テープの除去不良が発生すると、缶蓋・底を取り付ける際の巻き締め加工不良により、内容物が漏洩する可能性がある。

すなわち、ラミネート対象の形状が平面ではなく、曲面であること、缶ごとにテープの末端処理を必要とすることから、加熱温度・ラミネート方法・末端処理方法が重要な課題である。

また、機器配置では、□240mmの筒状空間に補正テープを圧着する機器を配置しなければならないため、無駄のないコンパクト設計が要求される。

さらに、安定したテープ補正には、缶搬送及び缶胴内のロール等の機器を保持する機構も重要な設計要素となっている。

4. 課題とその対応手法

4.1 加熱特性

缶胴を加熱する方式として、主なものは、ガス火炎等の直火による方式、加熱炉による輻射・対流方式、誘導加熱方式がある。

本装置では、ポリエステルフィルムの変色や熱劣化を防止するため、短時間で加熱する必要があること、また、加熱温度分布をある程度自由に調整できる必要があることから、誘導加熱方式を採用した。

缶胴の加熱温度分布において重要なことは、缶胴溶接

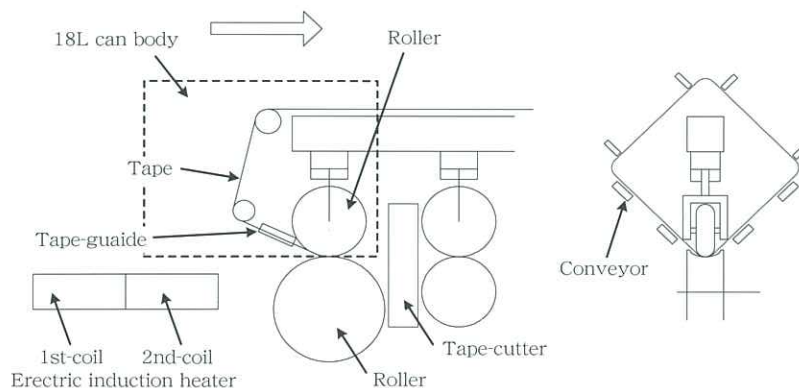


Fig.1 Schematic diagram of correcting machine for 18L can

部周囲の曲面を幅方向で均一に加熱することである。また、長手方向では、缶胴端部（先端及び尾端）は、余剰テープを過不足無く除去するために、缶中央部とは異なる温度範囲に加熱する必要がある。

基礎実験を行った結果、缶胴の両端部は、余剰テープを過不足なく除去できる230～260℃、中央部は、缶胴内面と補正テープの熱圧着強度及び溶接段差部に発生する気泡の混入防止の面から、215～240℃の温度範囲が望ましいことがわかった。そこで、これらの必要な温度分布を得るために、加熱特性（加熱する箇所）の異なる2パターンのコイルを連続に配置した。

Fig.2は、前段の加熱コイル部を示し、磁束を缶胴溶接部に集中させることで、中央部を積極的に加熱するように構成している。

Fig.3は、後段の加熱コイル部を示し、磁束を中央の溶接部を除く周囲に集中させることで、積極的に周辺部を加熱するように構成している。

つまり、加熱箇所の異なる前段及び後段コイルの組合せによって、曲面である幅方向においても、均等な加熱温度分布を得ることができるようにしている。

また、長手方向においては、缶端部は、後段加熱コイ

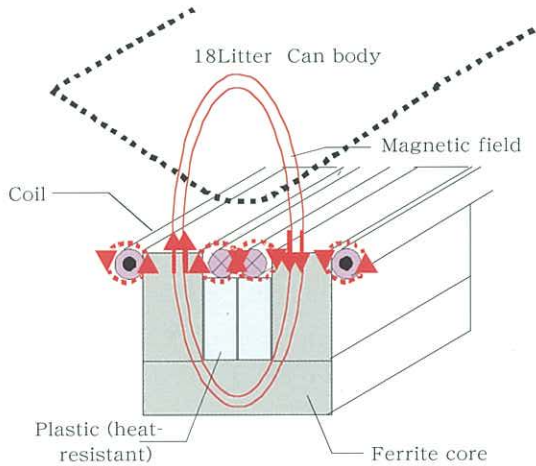


Fig.2 Cross-sectional diagram of 1st coil

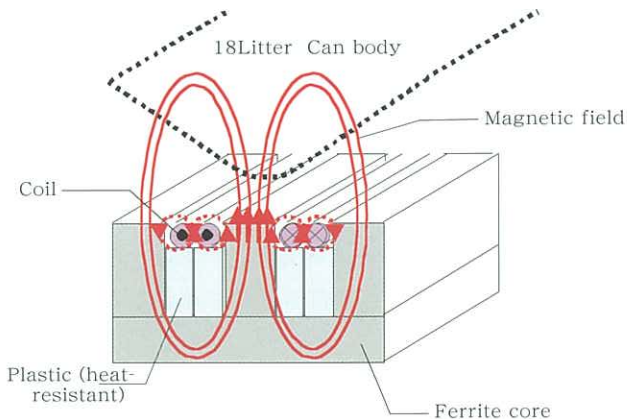


Fig.3 Cross-sectional diagram of 2nd coil

ルによるうず電流の集中で中央部に対し温度が高くなる。

Fig.4に各コイルの加熱範囲のイメージを示す。

本装置では、コイル形状に加え、前段・後段加熱コイルの缶胴との距離調整、透磁率の高いフェライトコアの長さ・配置を組み合わせることで、Fig.5に示した最適な加熱温度分布を得ることができた。

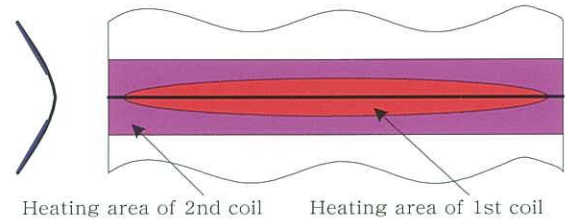


Fig.4 Image of heating area of 1st and 2nd coil

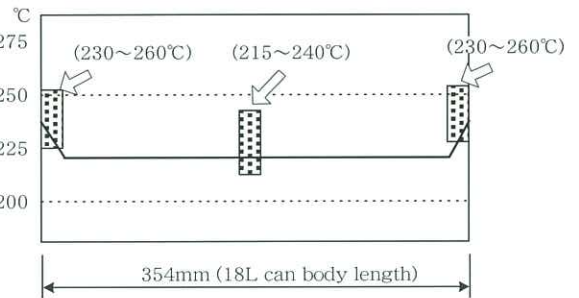


Fig.5 Longitudinal Distribution of can temperature

4.2 内面被覆性

内面の被覆性は、補正テープで熱圧着した箇所及びその周囲にピンホールが発生していないか、また、補正テープを缶胴の内面に熱圧着する際に、その加熱によって、補正テープ及び缶胴内面にラミネートされているポリエステルフィルムが熱劣化しないかということで評価している。

補正テープ及び缶胴内面のポリエステルフィルムの熱劣化については、缶に封入される内容物を用いた経時耐食性確認試験を行い、Fig.5に示した温度範囲及び本装置での加熱時間では、耐食性は問題ないことを確認した。

しかしながら、補正テープを熱圧着する際に、Fig.6に示すように補正テープのエッジ部が、加熱によって軟化した缶胴内面のポリエステルフィルムの一部を傷つけてしまうことによって、ピンホールは発生することが判明した。

また、Fig.5に示した温度範囲内では、程度差はあるが、缶内面ポリエステルフィルムに、補正テープ圧着によるピンホールが常に発生する状況であった。

このピンホールの発生は、曲面の缶胴内面に対し、水平に剛性のある補正テープを押さえつけることで、缶胴内面フィルムが傷つけられることに起因している。

その対策として、補正テープを熱圧着する前に、コ

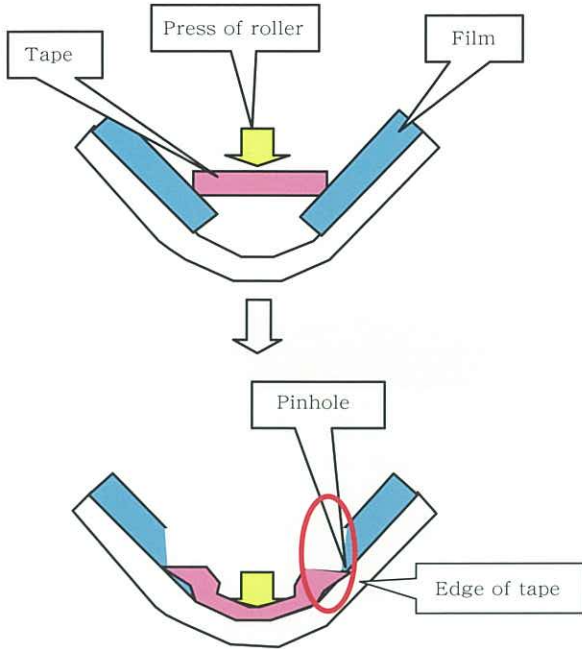


Fig. 6 Cross-sectional diagram of laminated section (before improvement)

字型に成形し、補正テープのエッジ部を缶胴内面に平行に近い状態で、押し付けながら圧着する方法を検討した。

Fig.7は、コの字形状に補正テープを成形して、熱圧着した場合のイメージを示している。

Fig.8は、コの字形状に補正テープを成形するガイド部品である。

このテープ成形法を用いることで、ピンホール発生の不具合は改良できた。しかし、コの字形状では成形が強

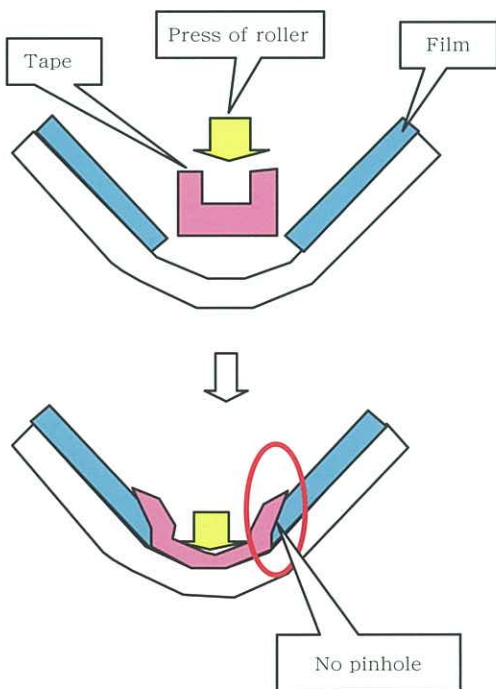


Fig.7 Cross-sectional diagram of laminated section (after improvement)

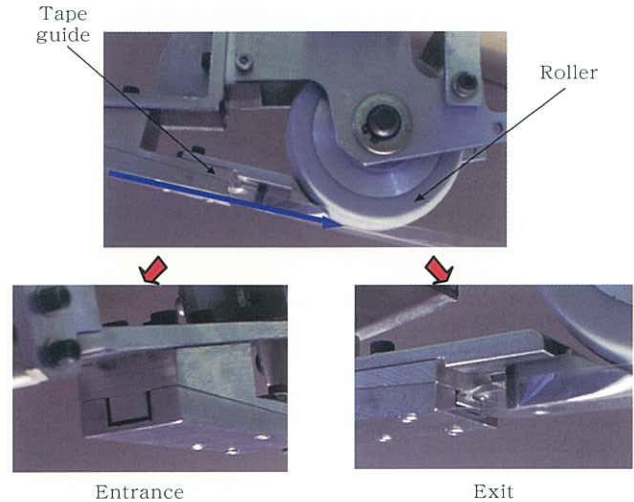


Fig.8 Appearance of tape-guide

すぎるため、補正テープに成形跡（筋状の跡）が残ったり、補正テープが一部折れ込んだりする現象が発生した。

最終的には、コの字形状を発展させた形であるU字形状に圧着前の補正テープを矯正することで、コの字形状での不具合を解決した。

4.3 余剰テープの処置

本装置では、缶胴と缶胴との間に発生する余剰補正テープを、缶胴端面より過不足無く除去することが必要である。

余剰テープの除去方法例としては、バキューム（エア吸引）にて除去する手法がある。²⁾しかし、本装置で採用している無延伸のポリエステル製補正テープは、非常に脆いため、バキューム方式では、缶胴端面部以外でも補正テープが破断してしまい、安定した除去ができない。

そこで、このような脆い補正テープでも、安定した余剰テープ除去を行えるように、余剰テープを機械的に拘束し、張力を付与することで除去する機構を検討した。

Fig.9に示すように、開発した余剰テープ除去機構は、缶胴間の余剰テープ位置にクランプ装置を同調させるクランク機構（A）と、余剰テープをクランプしながら、缶胴端面より過不足無く除去する回転式のクランプ装置（B）で構成されている。³⁾

他にも機械的な余剰テープ除去手法として、カッター装置等で余剰テープの片端部を切り離し、回転しているロール間に挟み込み、引きちぎる方法等が考えられる。しかし、テープ歩留りから考えると、缶胴と缶胴の距離を短くできるFig.9に示す除去機構が最良の方法といえる。

本装置においては、余剰テープ長さを装置構成が成り立つ最小の缶胴間隔である25mmまで縮めることに成功した。

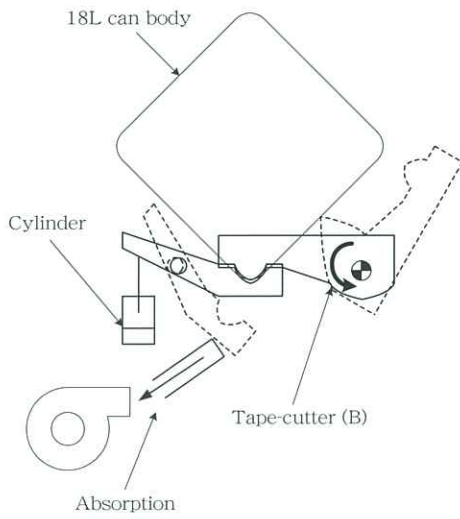
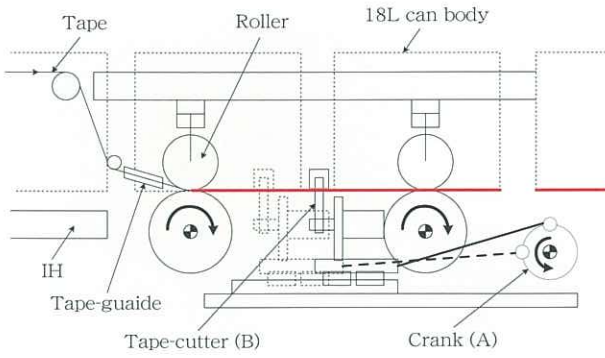


Fig.9 Schematic diagram of film cutting machine

5. 実機への展開

5.1 実用化

これまで述べた技術を用い、2機の缶胴溶接部テープ補正機を開発、実用化した。

Table1に主な設備能力比較を記載しているが、1号機実用化の際に改良が必要と判断した設備能力については、2号機にて改良を行っている。

テープ歩留りは、4.3の余剰テープ除去方式に改良することで大幅に向上した。

また、コイル状に巻いたテープを巻解きながら供給していく為、初期の巻径及び歩留まりによって連続生産可能数が決まってくる。

1号機では、ライン内（缶胴通缶部）にテープコイルを設置していた。2号機では、ライン外（缶胴溶接前）から供給することで、テープコイル径を大きくすることができ、また、歩留り改善分も含め、連続生産可能数は約7倍に増加した。

Table1 Comparison of 1st and 2nd machine

Item	1st machine	2nd machine
Production capacity	Max. 60 cans/min	Max. 70 cans/min
Yield of tape	50%	90%
Production capacity per one roll of tape	600 cans	4,000 cans

Figs.10, 11に、1号機の装置の外観を示す。

Figs.12, 13, 14に、それぞれ2号機の本体装置、操作パネル、テープ供給装置の外観を示す。

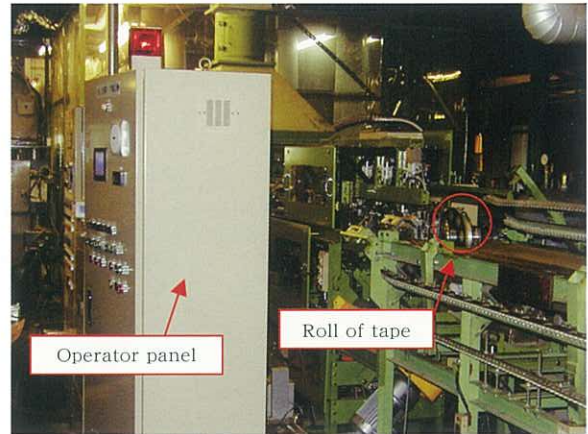


Fig.10 Appearance of 1st machine (work side)

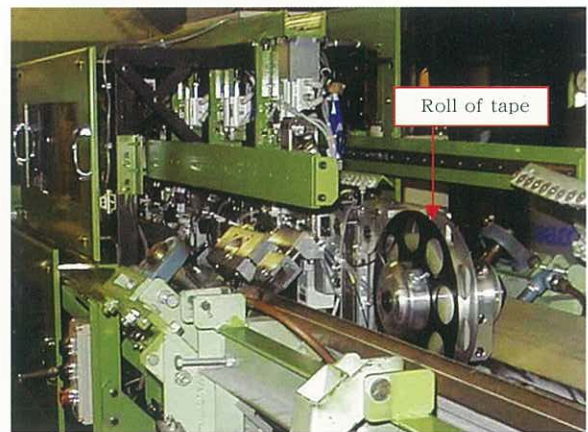


Fig.11 Appearance of 1st machine (supply unit of tape)



Fig.12 Appearance of 2nd machine

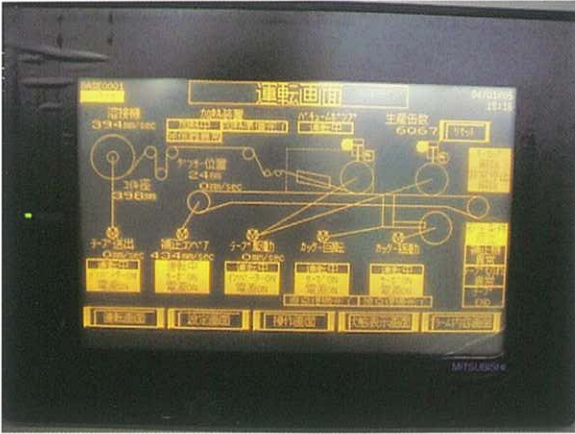


Fig.13 Operator panel of 2nd machine

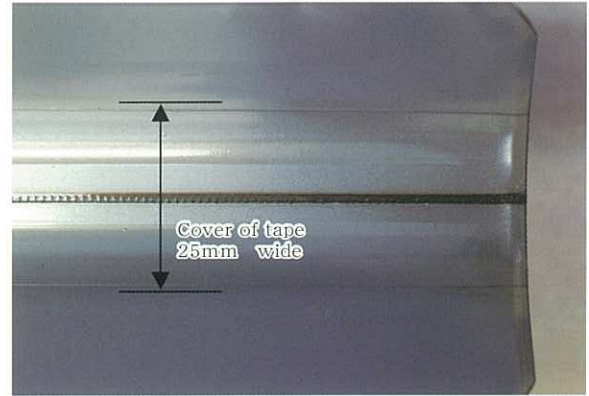


Fig.15 Appearance of coating



Fig.14 Supplying machine of tape (2nd machine)

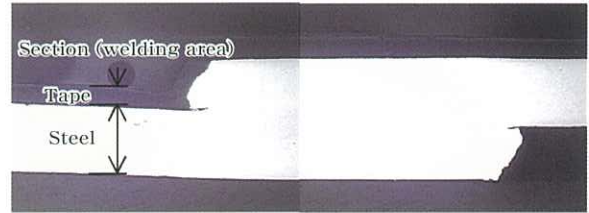


Fig.16 Cross - section of welding area

5.2 テープ補正された溶接部の状態

Figs.15, 16に、本装置で製作されたテープ補正部分の外観及び断面写真を示す。

Fig.15からわかるように、缶端部の余剰テープは過不足なく除去され、溶接部周囲も完全に被覆されている。

また、Fig.16から、補正テープと缶胴間に、気泡が混入することなく、溶接段差部を完全に被覆していることがわかる。

本装置では、数千缶の連続試験を行い、確実に溶接部が被覆できることを確認し、実用化に至った。

6. 結 言

弊社の耐熱性、バリアー性、加工性、衛生性に優れたポリエステルフィルムラミネート鋼板「Hi-Pet」と、本装置を用いることで、内面オールポリエステルフィルムという新しい18L缶を市場に供給することが可能となった。

また、ラミネート技術面では、今までは平面に対するものが主体であったが、本装置の開発で得られた曲面や内筒面等にも適用できるラミネート技術は、今後、様々な用途への展開が期待されている。

最後に缶胴溶接部テープ補正機の開発にあたり、ご協力頂いた製缶各社及び関係各位に誌上を借りて深く感謝の意を表す。

また、今後も材料面での技術提供だけでなく、弊社材料を使用頂いているお客様の設備技術面での交流も深めていきたいと考える。

【引用文献】

- 1) 日本鉄鋼協会編：わが国における缶用表面処理鋼板の技術史，日本鉄鋼協会，(1998)，132
- 2) 光岡洋庚，中西修，高橋悟，水谷清：特許第2835704号
- 3) 岡橋良行，三宅勝也，古高武士，中村琢司，坂本宜樹：特許第4320376号