

実践レポート3

サンコール(株)

精密塑性加工技術をコアに 機能性を付加したバスバーの開発・量産に挑む

自動車の電動化時代を迎え、インバーター、バッテリーなどのユニット間、ユニット内配線ツールとしてバスバー（導体棒）の需要が高まっている。サンコールは金型が不要なフォーミング加工を中心に、中長尺バスバーを製造する。銅材を成形するだけのバスバーもつくるが、持ち味は絶縁塗装や異種材接合など付加した機能性バスバーの製造。近年はその付加技術をさらに発展させ、シャント（電流検出抵抗器）組込み型のシャントバスバーや、センサICと一体型化したシャントセンサなどの開発・製造にも着手。国内外の自動車や産業

機械メーカーから熱い視線を浴びている。

材料から精密加工品までの一貫生産

同社は1943年に、ばね用の伸線加工を行う材料メーカーとして創業。1950年代には自動車メーカー向けに弁ばねを納入するなど、銅材の二次加工だけでなく精密加工品も手がけるようになり、「材料から精密加工品までの一貫生産」という世界的にも珍しいビジネスモデルを構築した。その後も、コア技術である精密塑性加工をベースに、エンジンやミッションなどの自動車関連部品。ハードディスクサスペンションやプリンタなどの電子・情報機器部品。光コネクタやプローブなどの光通信機器部品の分野へと事業領域を広げつつ、今日に至っている。

事業分野が多岐に渡るだけに、社内に蓄積された要素技術は豊富だ。「ばねの中でも品質のチャンピオンと言われる弁ばね製造で培った品質管理。断面が丸形のものだけでなく、平角など異形の断面を持つ材料の高精度な圧延技術。溶接や塗装、検査技術など、そのどれもがわれわれの財産であり、大きな強みです」と事業開発部門EV製品部部長の黒田高幸氏は話す（写真1）。

フォーミング加工中心のバスバー生産

その同社がバスバーを初めて量産したのは2013年のことであり、ある自動車メーカーのEV車のバッテリーパック用として採用された。そのきっかけは、顧客から困り事の相談を受けたことだった。自動車のバッテリーパック内の配線はワイヤーハーネスが主流であり、数十本のハーネス

会社概要	
会社名	サンコール(株)
代表者	大谷忠雄
住所	〒615-8555 京都府京都市右京区梅津西浦町14
TEL	075-881-8111
設立	1943年6月
従業員数	622名（グループ連結：2,292名）
資本金	48億800万円



写真1 黒田高幸氏



写真2 昇圧用のリアクトルコイル



写真3 村上建二氏

が配策されている。しかし、EV車やHEV車になると流れる電流が大きくなるため、ハーネスの断面積は大きなものを必要とし、導体の太さは直径8～12パイになる。ハーネスは両端面を端子台に締結するが、太くなると作業者が組付ける際、締結部がうまく曲がらず、作業負荷がかかる。こうしたハーネスの組付け性の悪さから注目したのがバスバーである。当初、その自動車メーカーでは、「バスバーならある程度、形が決まっているので組付け作業も楽になるだろう」と考えたのだ。

しかし、そのバスバーにも問題があった。ハーネスの良いところはフレキシブル性があり、製品寸法が多少違っていても、組付け時に動かしながら両端面を締結できる。それに対し、バスバーは端面の穴ピッチに高い精度が求められるなどの理由から、なかなか普及しなかった。2010年代に入るとプレス加工技術が向上し、ようやくバッテリーパックへの対策としてバスバー化は進み始めた。しかし、それも束の間、求められるバスバーはどんどん大きくなり、プレスで使う金型では対応しきれなくなってしまったのだ。こうした中、その自動車メーカーが白羽の矢を立てたのが、同社が得意とする平角線を送り出して曲げる技術を用いて「一筆書きのバスバーがつかれないか」ということだった。

「自動車向けの銅製品の加工ということでは、当社にはそれ以前にもインバーターに用いる昇圧用のリアクトルコイルでの生産実績がありました(写真2)。12Vの鉛電池から100Vとか200Vに昇圧するもので、銅の平角線を曲げ、最後に絶縁コーティングするところはバスバーと同じ。そう

写真4
フォーミング加工で
製造した長尺バスバー

した経験があり、太もの・長尺バスバーの製造に挑むことにしたのです」とバスバー開発の推進者である品質技術課課長の村上建二氏は話す(写真3)。

一般的に、バスバーはプレス加工によって製造する。それに対し、同社のバスバーは金型を用いないフォーミング加工が中心だ(写真4)。金型が不要のため、金型費と製造時の材料ロスが削減できる。また、プレス会社は打ち抜いて曲げるのは得意だが、後工程の絶縁塗装はできないので、外部に依頼してコーティングしてもらうか、熱収縮チューブを付ける、樹脂キャップをはめ込むなどの手立てを講じなければならない。これに対し、同社はフォーミング加工の採用と同時に、絶縁塗装(紛体塗装)をインハウス(内装)で行えるのも一般的なプレス会社との違いである。

ただし、すべてのバスバーをフォーミング加工で製造しているかということ、そうではない。バッテリーパックの中のバスバーには小さなものもあ



写真5 自社開発のフォーミングマシンによるバスバーの加工光景

り、それらはフォーミングで塑性加工するよりもプレスで打ち抜いたほうがコスト的にも安くできるため、実際には、フォーミングとプレス（主に山梨県にある子会社が担当）の両方の製造品がユニットの中に混在する形で構成されている。同社のバスバーはその後、複数の自動車メーカーに採用され、現在、供給実績は年間165万本にのぼっている。

独自のフォーミングマシンを製作

2013年に初めてバスバーを量産した際に使用したフォーミングマシンは、同社で製作した独自の機械である。バスバーを製造する機械は、プレス機以外にもフォーミングマシンやパイプベンダーなどの既製品があり、それらを使えば通りの加工はできる。

しかし、市販の機械は細い丸線や薄い平角線をコイリングしたり曲げたりできるものはあるが、太い材料になるとパワー不足や送り出しのところでスリップするなどの課題があった。

実際に、顧客から注文を受けたバスバーは板厚が約3mm、幅が約20mmもあり、しかも長尺（約1000mm）であったため、既成の機械では対応は困難と判断し、内製機を立ち上げたのだ。その特徴を一言でいえば、フォーミングマシンとパイプベンダーの混成。どちらかと言えばパイプベンダーの機能に近い。例えば一般的なフォーミングマシンは、曲げた部位が「曲げ太り」するが、内製機ではパイプベンダーに倣い、その曲げ太りを極力、抑える機構を織り込んだ。さらに1000mm、



写真6 シャントバスバー

1500mmといった長さに対応できるようにし、パンチとダイを仕込み、穴開けなども可能にした(写真5)。

バスバーからシャントバスバーへ

バスバーの次なる製品は、バスバーに抵抗機能を組み込んだシャントバスバーの展開である。バスバーは電力供給のためのものだが、シャントバスバーは電流を検出しつつ、電流をながすものである。普通のバスバーには抵抗がないので100Aを流せばそのまま100Aが流れるが、抵抗体を入れて100Aを流すと、両端に電位差が生まれ微少な電圧が発生する。これを読み取り、「今、何Aが流れているか」を見るのがシャントバスバーである。

抵抗体とバスバーをつなぎ合わせた製品は従来からあった。しかし、ねじで締結しているので組立工数がかかり、部品点数が多くなるなどの課題があった。これに対し、同社は社内の要素技術として、Tig、Mag、フラッシュバット、YAGなどの溶接技術を持ち、それらを用いて自動車部品を製造してきた経緯がある。その溶接技術を生かし、一般的な酸素銅に抵抗体を挟み、溶接接合したのが同社独自の製品である(写真6)。ただし、開発は簡単ではなかった。銅製品は電気が流れやすいうえ、熱も逃げやすく溶接熱が伝わるなど、溶接が難しいことで知られる。板厚が1mm以下の銅板なら、比較的接合はしやすいが、板厚が3mm、4mmになると、従来は量産性がないビーム溶接などの特殊溶接に頼らざるを得なかった。

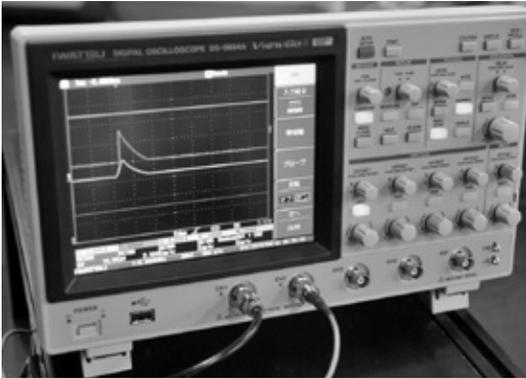


写真7 検知動作検査の波形

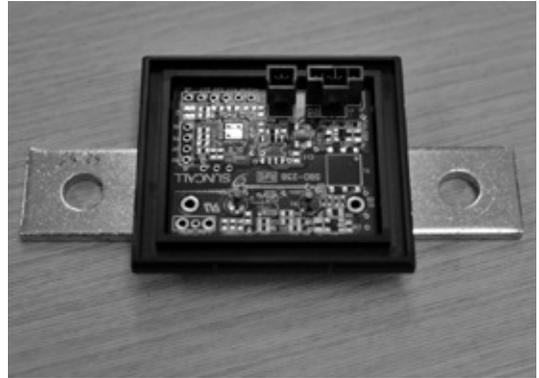


写真8 シャントセンサ

その課題をクリアするために溶接メーカーと共同で試行錯誤を繰り返し、ようやく銅溶接に適した溶接システムを確立したのである。

溶接技術はもちろん、製品開発で大きく物言うのが社内設備だ。溶接部位の外観製品の最適設計のための振動解析や発熱解析をはじめ、曲げ試験機、電流印加時の検査機、検知動作検査機（写真7）など、バスバー開発に必要とされる試験機類が充実していることも同社の強みの一つだ。

シャントバスバーの開発は2014年から取り組みを開始。溶接システムの立ち上げをはじめ、抵抗体の熱処理など一つひとつの課題をクリアして製品化にこぎつけ、2017年から欧州のAGV（自動搬送車）向けや国内のフォークリフトのバッテリーパックなどに採用された。

機能性付加のバスバーで差異化

2019年からは、シャントバスバーにさらなる機能を付加し、センサICを搭載するセンサー一体型バスバー（シャントセンサ）の開発・製造も始めている。その代表例が電気を流しながら電圧を測定できる機能を盛り込んだ電流センサー一体型のシャントセンサだ（写真8）。

EV車などでは、クルマの走行距離を延ばしバッテリーを長持ちさせるために、「今、何アンペアを放電、充電しているか」などバッテリーパックの中の電流の状態をしっかりと把握し、バッテリーの残量を管理しなければならない。そのためには電流検出精度を上げる必要があり、それを行うのがシャント方式の電流センサである。すでに、微小電圧を増幅させて2.5V出力に変えるIC回路を搭載したモデルを国内のハイブリッドトラック

向けに納入し、バッテリー管理に使われ始めているという。シャントセンサにはこれらの電流センサー一体型の製品のほか、バッテリーマネジメント（BMS）用も開発中であり、2023年中の出荷を予定している。

シャントセンサ以外にも、機能を付加したさまざまなバスバーの開発に取り組んでいる。薄板のラミネート銅材を積層しフレキシブル性を持たせたバスバーはその一つ。ワイヤーハーネスと同じように締結面が多少、変わっても問題なく対応できるもので、ワイヤーハーネスからの置き換えを狙った製品だ。

また、銅のバスバーは電気をよく流せるなど利便性は高いが、銅が高騰する中、アルミ化を求める顧客企業も増えている。ただし、アルミだけでバスバーをつくると、締結部が腐食して酸化被膜ができやすい。そのため、銅とアルミを接合し締結面には銅材を使い、真ん中の重量が多い部位にはアルミを使うバイメタリック（異種材接合）タイプのバスバーも開発しており、同製品は欧州のOEMへの納入実績がある。

バスバー市場には、インバーター用など動力用のバスバーがあり、サイズも豊富である。しかし、こうした純粋のバスバーはプレス加工会社が本業とする領域であり、同社がフォーミング加工を用いて市場を取ろうとしても、なかなか勝つことは難しい。絶縁塗装を付加したり、抵抗体やセンサを組み込んだり、異種材のバイメタル結合、ラミネートのフレキシブル性を生かすなど、機能性を向上もしくは組み合わせることで、プレス加工会社との差異化を図るのが今後の成長戦略だ。

（森野 進）