

加速器実験装置部品 「電磁ホーン」の製造 初の純国産を実現

株式会社千田精密工業 大槌工場

代表者名 代表取締役 千田伏二夫
 設立 1979年5月
 所在地 〒028-1131 岩手県上閉伊郡大槌町大槌12地割3-1
 TEL: 0193-42-2880 FAX: 0193-42-2885
 URL: http://www.chidaseimitsu.com
 E-mail: ohtsuchi@chidaseimitsu.com
 資本金 8,000万円
 従業員数 100名
 事業内容 半導体及び液晶関連装置用部品、航空機関連部品、自動車関連の試作品、レーシングカー用特殊パーツ加工、摩耗撹拌接合技術（FSW）による真空部品加工

経緯

国際リニアコライダー（ILC）の技術開発を進める高エネルギー加速器研究機構（KEK）から、電磁ホーンの製造を受注。国産初の製品づくりに挑戦した。

実施内容

立体的複雑形状の製品に対応するため、本事業により3次元CAD/CAMシステムを導入。さらに、既存設備に必要な専用治具を製作。こうしてできた5つの部品をFSWで接合。1年半を要し電磁ホーンを完成させた。

成果

高度な挑戦で得られたノウハウ、高い技術力を示せたことは最大の成果であった。県内の中小企業がILCに参入するきっかけづくりにも貢献できた。

1. 実施した経緯

岩手県南地域と宮城県北にまたがる北上山地の地下は、盤石な花崗岩が分布し、活断層がないことから、世界に一か所だけ建設される「国際リニアコライダー」（ILC）の有力な候補地となっている。ILCとは、地下約100m、全長31kmから50kmのトンネルに建設される世界最先端の大規模研究施設である。巨大加速器を設置し、トンネルの中央部で電子と陽電子を衝突させ、現れる粒子を観測することにより、どのようにして宇宙が誕生し、物質が生まれたかという謎に迫ることができる。

当社は、金属を加工し、各種の製造装置、設備等の部品を製造し、その主なものは半導体や液晶製造装置部品、真空装置、自動車、航空機関連の部品等を製造している。

平成25年5月、茨城県つくば市にあり、ILCの技術開発を進める大学共同利用法人「高エネルギー加速器研究機構」（KEK）から、加速器実験装置の部品「電磁ホーン」の製造を依頼された。電磁ホーンは、アルミニウムで、内部に電流を流して特殊な電磁石にする装置。当社には摩撹拌接合（FSW）という高い接合技術があったことから、この受注に結びつき、製作することになった。

FSWは、イギリス接合溶接研究所（TWI）が平成3年に発明し、国際特許を取得しているもので、金属を溶かさず固相接合で、金属組織が微細化、強化されるため、機械的性質に優れている。アルミニウム合金の直接接合やスポット接合などで実用化され、今後さらに幅広い応用が期待されて

いる接合技術である。

当社では平成17年、国内の中小企業では初めてTWI研究所と国際ライセンス契約を締結し、自動車、半導体業界をはじめ高度な気密性を必要とする様々な分野の部品加工に、この接合技術を活かしている。

2. 実施した内容

電磁ホーンは砂時計のような筒状の形をしており、厚さはわずか約3mmと薄いものである。内部に電流を流し、磁場をつくることにより粒子を衝突させ、ニュートリノ（素粒子の一種。宇宙の成り立ちを解明する鍵を握るが、電的に中性で、あまりに小さな物質のため透過力が強く、観測は非常に難しい）を人工的に発生させる装置で、いわば加速器の心臓部である。

この立体的複雑形状の製品を製造するため、本事業により「3次元CAD（コンピュータによる設計、モデルを作成するシステム）/CAM（CADデータをコンピュータ制御により製造するシステム）システム」を導入するとともに、専用治具（製造装置）の製作と特殊刃物の購入を行った。

従来のCAD/CAMシステムに比べ、導入したシステムは、緻密な制御を可能とする世界最高水準の3次元CAD/CAMシステムである。このシステムは、複合面を対象とした多軸加工に対応し、荒取り・仕上げともに多数の加工パターンを搭載している。さらに、本製品は大型加工部品のため、当社が保有する既存設備に装着し、加工するためには、専用の治



先進のテクノロジーを結集した複合加工機。



アタッチメントの交換により多彩な加工が可能。



複雑形状部品を高速・高精度に加工。



株式会社千田精密工業の代表取締役、千田伏二夫さん。

具が必要となり、箱形の治具を製作した。これを使用することにより、製作上の問題点となっていた「円すい形状による製品厚み3mmの加工時における変形」の解決に結びつけることができた。

以上の工程により製作した5つの部品をFSWで接合し、1台の電磁ホーンを完成させた。受注した電磁ホーンは、直径1.5m、長さ2.5mのものと、直径1m、長さ2mの計2台である。この製品は特殊なアルミニウム材料を使用するため、失敗は許されず、類似の材料で実験をした後、本番の製造に臨んだものの、納得できる製品に到達するまでは時間を要することとなった。FSWは切削加工のように、マニュアル化できるものではなく、実験を繰り返す中で回転と送り速度の関係や接合ツールのピン形状をどのようにするかなど、条件を細かく設定していかなければならない。「この条件での接合ならば問題はない」と確信が持てる場所に到達するまでは容易でなかったが、社員たちは「絶対にできる」という強い意志のもと、挑戦し続けた。試行錯誤の日々を重ね平成27年1月、1年半を費やし電磁ホーンを完成させることができた。

3. 取り組みの成果

電磁ホーンは、KEKなどが運用する茨城県東海村の加速器実験施設「J-PARC」内のニュートリノ実験施設に設置されることとなっている。純国産製の電磁ホーンが製造されたのは、今回が初めてである。1号機は海外製、2号機は日米共同製作によるもので、現在は2号機が稼働している。当社

で完成した電磁ホーンは3号機にあたり、実際に設置されるのは3～4年後になると思われるが、KEKからは品質に高い評価をいただいている。

この度の電磁ホーンの完成までは、1年半もの時間をかけ、幾度となく実験を繰り返し、ようやく完成にこぎ着けた。費用はかなり必要とされたが、これを完成させるまでにつかみ取ったノウハウや、自分たちの持っている高い技術を対外的に表出できたことは、数字には換えられない価値あるものであり、それが当社にとって最高の成果となった。

4. 今後の取り組み

創業以来、当社にしかできないものづくりを目標に掲げてきた。多品種・少量・高精度な部品を得意としている。現在は、より付加価値の高い製品を提供するため、これまで培ってきた金属の切削技術と、高度な接合技術であるFSWを融合させたものづくりに挑戦している。電磁ホーンの製造もその技術を駆使し、高度な要求に応えることができた。

ILCが必要とする加速器製造に関して、研究機関からの依頼があり、現在、受注に向け活動を展開している。高品質なものづくりの実績をつくることは、当社のみならず、岩手県内の中小企業の技術力を示すことにつながり、地元企業がILCに参入するきっかけになると思われる。今後もFSWを利用する製品の製作、その他の装置部品の発注が増加することが予想され、これらのニーズをいち早く的確に入手、岩手県内や東北全体の受注につなげていきたい。