通信インフラ用アンテナ装置及び無線装置筐体の製造技術

Technology for Manufacturing of Antenna and Radio Equipment Chassis for Communication Infrastructure

青木雅人 Masahito Aoki
大熊幹雄 Mikio Ookuma
田中一浩 Kazuhiro Tanaka
南部賢史 Kenji Nambu
依田正文 Masahumi Yoda

要　旨

当社は，板金加工・機械加工を行うための各種工作機械を保有し，部品加工から表面処理までの一貫生産を行っている。そして，QCDにおいて顧客満足度を高めるために，常に，改善意識を持ち，最適な加工方法，加工工程を追及し生産性の向上を図っている。本稿ではインフラ設備の生産における当社独自の溶接技術と溶接品質を安定させるための板金・機械加工技術の概要について述べる。

Abstract

JRC has a variety of machine tools for sheet metal processing and machining so that it can carry out an integrated manufacturing process, from machining to finishing. To increase customer satisfaction through improved QCD (Quality, Cost, and Delivery), JRC is constantly striving to improve productivity by looking for the optimum manufacturing methods and processes. This paper outlines the unique welding technology and sheet metal processing, and machining technology to ensure high-quality welding that JRC uses in production of infrastructure facilities.

1. まえがき

当社で生産している通信インフラ用放熱器付き屋外筐体とオフセットアンテナ筐体の生産を例として，溶接･機械加工の改善活動を紹介する。ここで紹介する製品は，屋外に設置される無線通信装置である。そのため，過酷な環境（強風，温度変化等）に耐えられる，高い品質と信頼性が要求されるので高度な製造技術力が必要となる。本稿ではこの製造技術について述べる。

2. 生産事例

2.1　放熱器付き屋外筐体

2.1.1　溶接技術

放熱器付き屋外筐体の外観を図１に示す。

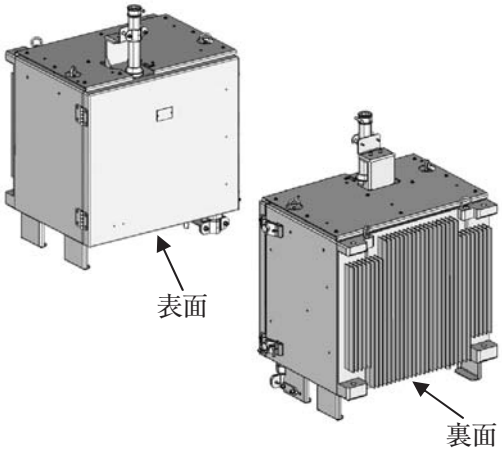


図1　放熱器付き屋外筐体
Fig.1　Outdoor chassis with heat sink

従来，通信インフラ用放熱器付き屋外筐体は防水機能を確保するために，筐体と放熱板をパッキン構造で結合していた。これは，筐体と放熱板の板厚差が大きいため溶接で接合する場合，薄板に発生する熱歪みを抑制することが出来ず，形状を安定させることが困難であったことが要因で

ある。当社では，この熱歪みを発生させない溶接技術を確立したので以下に述べる。

2.1.1.1　熱歪みを発生させない溶接

放熱器付き屋外筐体は約100種類の部品で構成されており，板金加工・機械加工された部品に抵抗溶接・アーク溶接等を施し筐体が形成される。製品品質を確保する上で特に重要なのは外筐体（板金加工部品）と放熱板（機械加工部品）をアーク溶接で接合する工程である。

一般に溶接加工を施した製品は破壊試験を実施しなければ品質の良否が判定しにくく，溶接品質は溶接技術者の技量に頼るところが大きい。安定した溶接品質を確保するためには，溶接する板金加工部品と機械加工部品に工夫を取り入れ，溶接技術者の負担を軽減させることと，溶接時に必ず生じる熱ひずみを取り除くことが肝要となる。図２に外筐体と放熱板を示す。

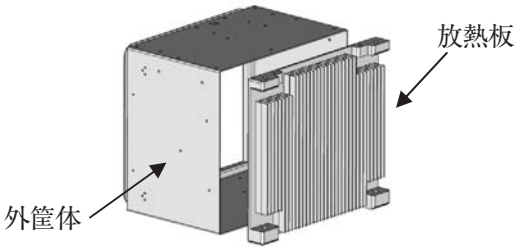


図2　外筐体と放熱板
Fig.2　Chassis exterior and heat sink

外筐体は板金加工部品で板厚が薄く，放熱板は機械加工部品で板厚が厚いので，アーク溶接する際，母材の溶け込み速さが異なるため高度な溶接技術を必要とする。また，溶接熱によるひずみの影響で母材間に隙間やズレが発生する。

これらの課題を解決し，安定した溶接品質と低コスト生産を実現するために部品形状の改善策を立案し，課題を克服した。改善した形状を図３に示す。

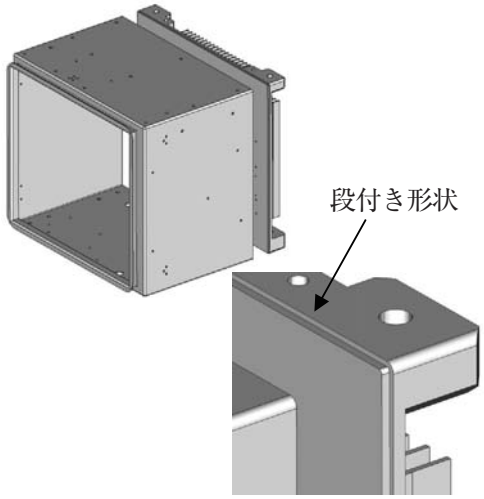


図3　新形状
Fig.3　New shapes

図３の様に外筐体と放熱板が勘合する部分を段付き形状にし，外筐体を放熱板にはめ込む構造とした。これにより，溶接時のズレの抑制と母材の適正な溶融を可能とし，作業性，溶接品質，寸法精度を安定させることができた。図４に外筐体と放熱板の溶接作業を示す。

図4　溶接作業
Fig.4　Welding operations

2.1.2　ロボット溶接

溶接技術者の技量に頼らず，生産性を向上させる手法として，ロボットによる溶接がある。溶接の難易度，部位，ロボットの稼働範囲等の制限があるため，全ての溶接作業を置き換えることは困難であるが，小型の放熱器付き屋外筐体で，ロボット溶接を実施したので，次に紹介する。

図５は小型放熱器付き屋外筐体であり，先に紹介した放熱器付き屋外筐体と同様に板金加工部品と機械加工部品（板厚の違う部品）を溶接する構造となっている。

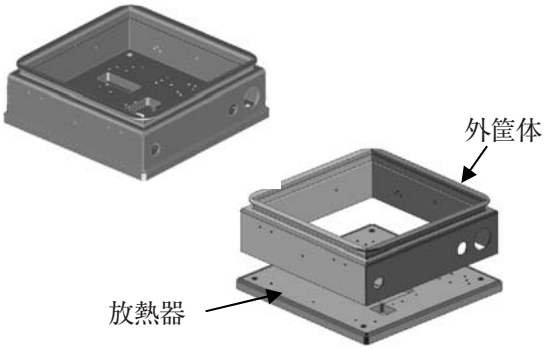


図5　小型放熱器付き屋外筐体
Fig.5　Outdoor chassis with small heat sink

図６は溶接ロボットと溶接治具である。ロボット溶接を行う上で肝要となるのは，品質を安定させるための治具である。本治具は，ひずみを抑制するための放熱機構が組み込まれていること，また，短時間でワーク交換が可能な着脱構造となっていることが特徴である。

現在では，安定した品質と低コスト生産を実現する上でロボット溶接は欠くことのできない手法である。

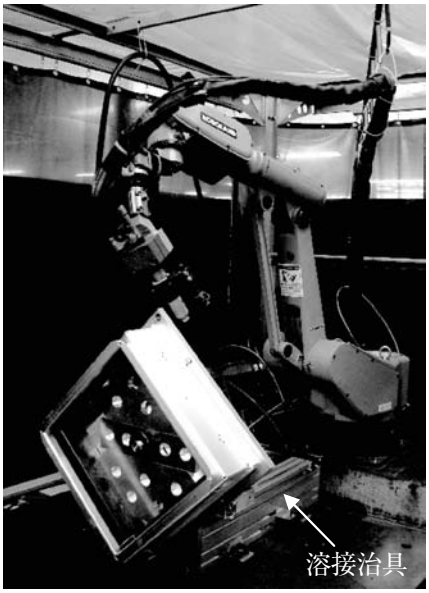


図6　溶接ロボットと溶接治具
Fig.6　Welding robot and jig

2.1.3　機械加工

放熱板の加工においては，切削時間を削減するために，速い切削速度で加工することが重要となるので，下記の項目を検討し，設計及び製造面での改善を図り，大幅な切削時間の削減を実現した。

①狭い箇所でも大径の刃物で加工可能な形状
②深い箇所でも短い刃物で加工可能な形状
③表面性状の見直しによる加工時間の短縮

図７にマシニングセンタを示す。

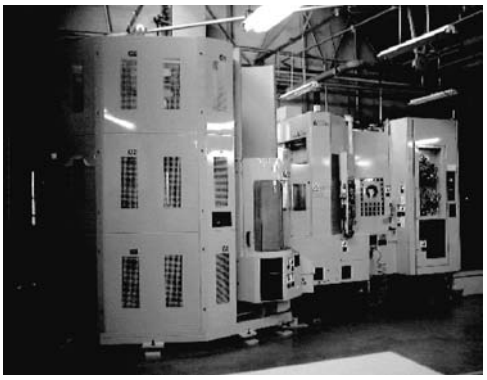


図7　マシニングセンタ
Fig.7　Machining center

マシニングセンタの能力を最大限引き出すために，切削シミュレーションを実施し，最適な加工形状，加工条件の検討を行った。図８・９は切削シミュレーションの画像である。切削シミュレーションを繰り返し行い，最適な形状，加工条件を抽出したことで，大幅な切削時間の削減に繋がった。

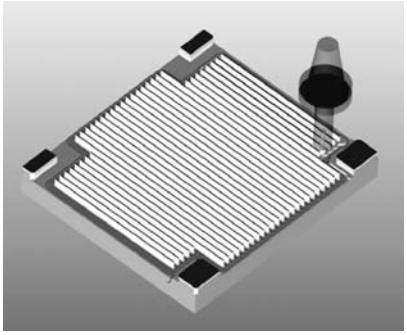


図8　切削シミュレーション（全体）
Fig.8　Cutting simulation (overall view)

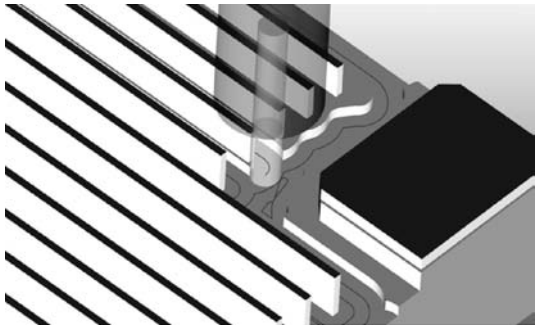


図9　切削シミュレーション（拡大）
Fig.9　Cutting simulation (magnified view)

切削シミュレーションでは工具干渉，工具軌跡を確認することができるので，最適な形状，加工条件，切削量，無駄のない工具軌跡を探求し，NCプログラムの作成を行っている。

2.2　オフセットアンテナの溶接

オフセットアンテナの外観を図10に示す。

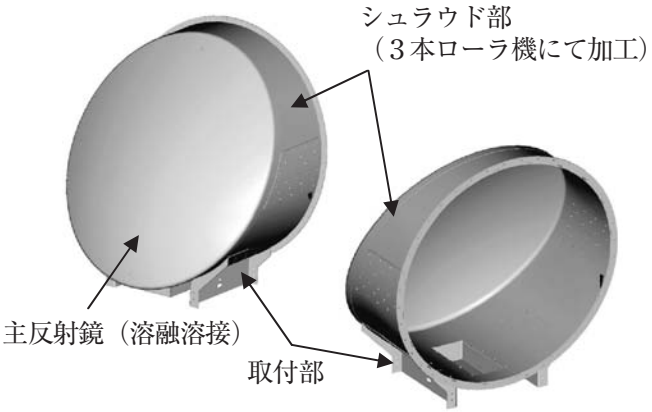


図10　オフセットアンテナ
Fig.10　Offset antenna

オフセットアンテナは，材料のブランク加工，プレスブレーキによる曲げ加工，３本ローラ機によるR曲げ加工，溶接，組立工程を経て製品化される。オフセットアンテナの場合も製品品質を確保する上で特に重要となるのが溶接工程である。

安定した溶接品質を確保するために，当社独自のビルド

アップ工法を確立したことで，溶接による熱歪みを抑制することが可能となり，高品質，低価格を実現した。

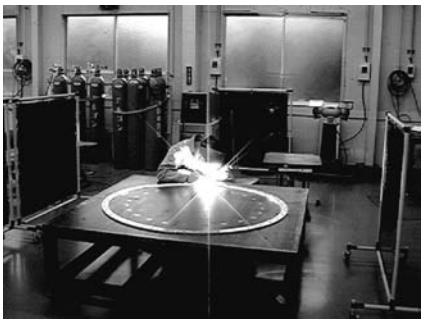
ビルドアップ工法の特徴は，ベースとなる部品を専用定盤に固定し，順番に積み上げながら溶接していくことである。

これにより，歪みの発生が少ない高精度の製品を，安定して製造することが可能となった。

ビルドアップ工法を図11に示す。

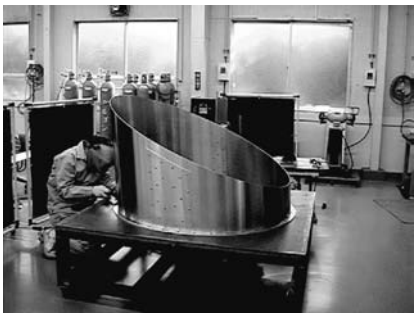
(1) フランジ溶接

溶接専用定盤にフランジを固定し一体形状に溶接する。



(2) シュラウド溶接

溶接したフランジにシュラウド部を組み込み，接合部の溶接を行う。



(3) 主反射鏡溶接

シュラウド部に反射鏡を組込んだ後，接合部の溶接を行う。

(4) 組立完了

シュラウド部にプレートを締結した後，寸法確認，仕上げ処理を行い，オフセットアンテナの組立完了となる。

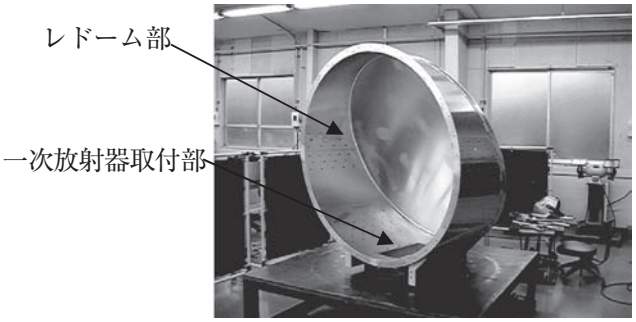


図11　ビルドアップ工法

Fig.11　Build-up construction

3. 3本ローラ機の自社開発

アンテナのシュラウド部製造において，製造品質と生産性を向上させる為に，３本ローラ機を開発した。

３本ローラ機を自社開発した理由は，

①アンテナシュラウド部の製造工程リードタイム短縮

②熟達者の技能に依存しない品質の安定化

③生産量の変動に迅速に対応し，生産性の向上

④コストダウンの達成

の４項目の要求を実現するためである。

3.1 新型3本ローラ機の概要

3.1.1 性能と外観

既存の手動型板金曲げ加工機との性能比較を表１に，外観図を図12に示す。

表1　性能比較表

Table 1　Performance Table

比較項目	既存３本ローラ機	新型３本ローラ機
動力源	人力	サーボモータ駆動
減速機	歯車	ハーモニック ドライブ
速度可変機能	－	4段階

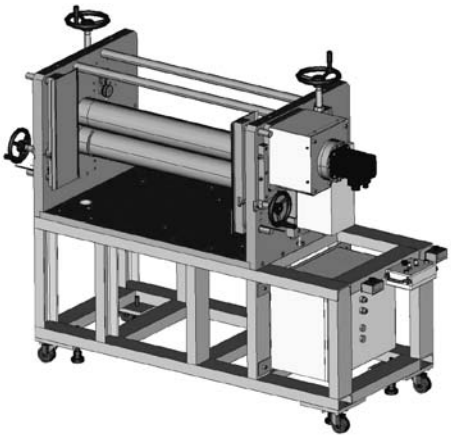


図12　新型3本ローラ機の外観図

Fig.12　Exterior of the new three-bar roller

3.1.2　特徴と構造

新型３本ローラ機の特徴と構造を図13に示す。

(1) 特徴

①フリーサイズ曲げ対応
送受信周波数によってオフセットアンテナの直径とシュラウドの板厚が異なるため，板厚に合わせたローラの上下調整と板の送り速度調整が可能。

②高トルク対応（フランジ一体曲げ成形加工が可能）。

③速度可変機能による精度向上（品質の安定化）と加工時間の短縮。

④サーボモータ，ハーモニックドライブを使用し，送り速度の精密化と装置の小型化を実現。

(2) 構造

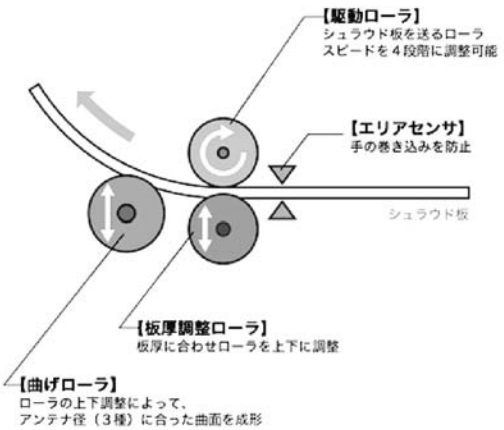


図13　新型3本ローラ機の構造
Fig.13　Mechanism of the new three-bar roller

3.1.3　新型3本ローラ機によるR成形

新型３本ローラ機によるシュラウド成形を図14，R成形品を図15に示す。

図14　新型3本ローラ機によるシュラウド成形
Fig.14　New three-bar roller forming a shroud

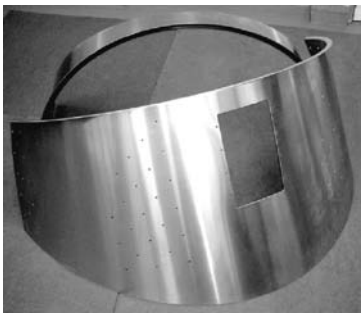


図15　シュラウドR成形品
Fig.15　Shroud after shaping by rolling

4.　あとがき

放熱器付き屋外筐体，オフセットアンテナ筐体の生産事例を紹介したが，今後も更に高い信頼性を確保し，低価格を実現するため，改善活動を積み重ね，生産性向上を追及する。

最後に，本稿の作成に当たり，ご協力を頂いた各事業本部各位に深謝いたします。