

## 電縫鋼管の新たな世界を拓くFFXミル ロール交換なしに、 高品質な各種サイズ鋼管を連続製作

株式会社中田製作所

96年の社歴を有する中田製作所は、1959（昭和34）年より冷間ロール成形機および関連装置の開発に着手し、鋼管、形鋼製作のエンジニアリング企業との評価を定着させている。企業としての開発志向は強く、1987（昭和62）年FF（Flexible Forming）の開発で日本塑性加工学会・技術開発賞、1991（平成3）年極細レーザー溶接管で日本塑性加工学会・三井精密技術賞、1998（平成10）年FFミルの実用化で日本塑性加工学会・会田技術賞、そして高機能電縫鋼管ミル（FFXミル）の開発により機械振興協会・中小企業長官賞、等々を受賞するなど開発成果に対する評価は高い。

なかでも国内外から多大な注目を集めているのが、ロール交換なしに、異なる外径、材質の電縫鋼管を連続して、製作可能としたFFXミルだ。電縫鋼管の新たな世界を拓くものとしてその評価は日増しに高まっている。今回は取締役成形機事業部長の中田巖氏と取締役企画・営業統括の滝口博司氏にFFXミルの開発経緯ならびに機能についてうかがった。

### 市場ニーズの変化が開発を促進

FFXミル開発の背景には市場ニーズの変化があった。市場の成熟化にともない需要構造の変化が進み、“少量多品種指向”“高品質保証化”が顕著になったことである。電縫鋼管は安価で入手しやすいパイプとして、大量生産の波にのって需要を伸ばしてきたが、最近では加工が困難であった薄肉サイズや高強度鋼材、溶接条件の厳しい高合金鋼材などが時代ニーズとして顕在化し、自動車業界に代表される軽量化、高強度鋼材は鋼管業界へも普遍的に波及しはじめている。油井・油送管の分野でもより過酷な使用条件に耐える高強度・抗耐蝕性鋼管などの需要が高まり、建築用にも地震対策として低YR値（降伏比）値鋼管の需要増が見込まれている。

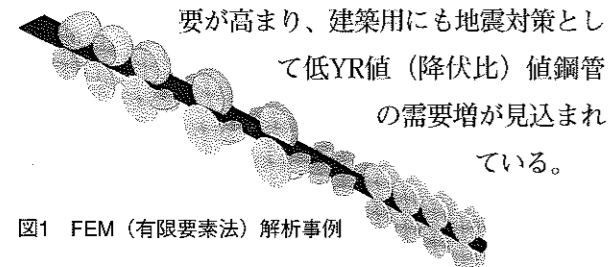


図1 FEM（有限要素法）解析事例

電縫鋼管ミルは多段のロール成形スタンドを直列に配置し、帯鋼を連続的に成形して高周波加熱装置により鋼管を製作する手法であるが、製品の外径サイズが変わることで、“ロール交換作業が必要なこと”、それに伴う“ロールの調整機能が乏しいこと”が弱点として顕在化してきた。

その対応として開発されたのが、一連のロールセットを自在に動かして、ロールを交換することなく成形を行う『兼用ロール成形方式』だ。

1987年にフィラデルフィア（USA）で開催された国際会議で中田製作所他海外2社が期せずして同じテーマ『兼用ロール成形方式』の開発の成果を発表して、大いに関心を集め、その後十有余年、電縫鋼

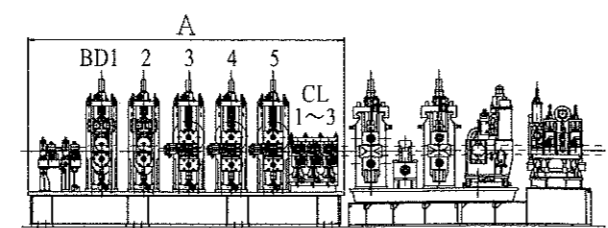


図2 FFXミルの標準的なスタンド配列例（A=FFX部）

管の発展はこの技術を中心に展開することになる。

### 独自のFEM解析技術が開発の基盤

しかしながら普及が進むにつれて“成形の不安定”と“素板のローリング”という問題が発生し、ロールの兼用化と成形機能の両立の難しさが顕在化した。中核となる小径ロール群で構成される中間成形部が、成形機能の弱い内面非拘束方式によることが問題点の根源であった。

そこで“ロール形状により成形”するという基本に戻り、その前提にもとづいた“ロールの兼用化”を必要条件に据えて開発したのがFFXミルである。

基本となる技術は、連続的に曲率が変化するインポリュート曲線をもつロールを採用し、ロールを自在に可動させ、所要の鋼管サイズに適合した曲線部で添い曲げを行うというものだ。外径ごとにロールを交換する必要がなく、一つのロールで外径比1：3までの各種サイズ（2～24インチ）に対応可能である。これに大きな貢献をしたのが独自に開発されたFEM解析技術だ。FEM解析により最適な成形条件を求め、ロール位置の上下移動機構、回転機構など、自在に制御できる機能とが組み合わせられて実現した。FEM解析により成形形状のみならず成形材の内部歪み分布や応力状況など従来では到底検知できなかった事象が明快となった。真の成形の良否が的確に判断できるようになった効果は極めて大きい。図1はFEM成形解析結果の一例である。

図2にFFXミルの標準的なスタンド配列例を示す。各スタンドは、独自のインポリュート曲面ロールを装備し、それぞれがコンピュータ制御に基づいて所定の位置に再現よくポジショニングされる。成形状況が数値データとして記録し管理できるため、作業の標準化にも優位である。写真1は24インチFFXミルである。

### 生産効率大幅アップ、高品質鋼管の製作可能に

FFXミルの稼働効果をみてみたい。ロール交換の

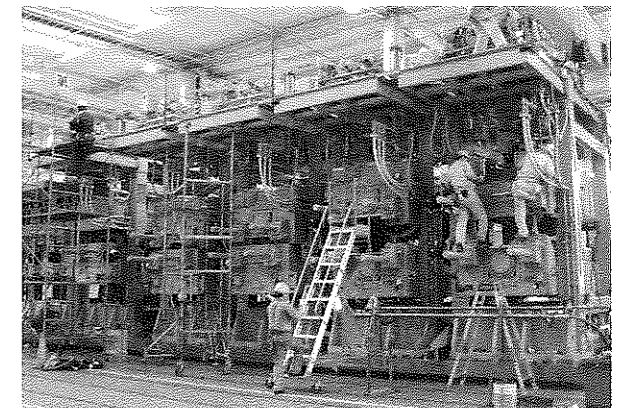


写真1 24インチFFXミル

必要なスタンド数は、従来型のミルでは、ロール交換スタンド数15基、ケージ型ミルでは11基をそれぞれ交換しなければならないのに対し、FFXミルは4基のみでよく大幅な段取り削減となっている。小ロット生産への対応が強化されるとともに生産効率の向上も著しい。従来方式に比べて作業への負担軽減も大きなメリットだ。

上下ロールで圧下しながら成形する従来方式に比べ、FFXミルは外径、肉厚、素材強度に応じて最適な曲率点を上下ロールとサイドロールを組み合わせて添い曲げするため余分な加工が加わらず、加工歪みの少ない高品質な鋼管の製作が可能となる。当然、画期的な低YR値（降伏比）鋼管が実現する。パイプ出荷時の検査データ（YS値）をみても、従来方式に比べて加工硬化が少なく伸びも10%以上優れていることが確認されている。

良好な成形によって溶接ポイントを高精度にコントロールできることは、レーザー溶接との組み合わせにおいても予期以上の成果を生んでおり、新たな造管システムとして注目されている。そして、現在、脚光を浴びているハイドロフォーミング等、2次加工に厳しい使用条件を有する用途等、ますます多様化する用途にも威力を発揮すると考えられる。

### 株式会社中田製作所

本社 大阪市淀川区三国本町2-12-2  
TEL.06-6394-1131  
<http://www.nakata-mfg.co.jp>