

異形材

1. はじめに

当社では、軸受鋼、合金鋼、ステンレス鋼、耐熱鋼および超合金等さまざまな特殊鋼の継目無鋼管を熱間押出法あるいは熱間圧延法、さらに用途・仕様に応じて冷間圧延法により製造している。

鋼管は外・内径が丸のものが一般的で配管・材料管に広く使用されているが、用途により外面または内面形状が4角、6角等の多角形やスプライン形状、フィン付き等種々の異形管が必要とされる場合がある。また、鋼材でも断面形状が単に、丸や多角形だけでなくより複雑な形状が要求されることがある。

このようなニーズに沿うべく、当社では永年にわたる鋼管製造技術を活かしてこれらの異形材を製造する技術を開発したので以下に紹介する。

2. 異形材製造設備

異形材はユージンセジュール式熱間押出法、あるいはコールドピルガー圧延法により製造される。

熱間押出法は機械加工された中空のビレットを加熱し図1に示すコンテナの中に挿入し、ガラス潤滑剤皮膜を使用して押出す方法である。外径をダイスで、内径をマンドレルで拘束するので寸法精度の高い継目無鋼管を製造することができる。さらに圧延方式では製管が困難な難加工材の加工にも適している。また、この方式では、ダイス・マンドレルの形状を変えることにより断面形状が円だけでなく複雑な形状の異形管および異形棒鋼も製造することが可能である。

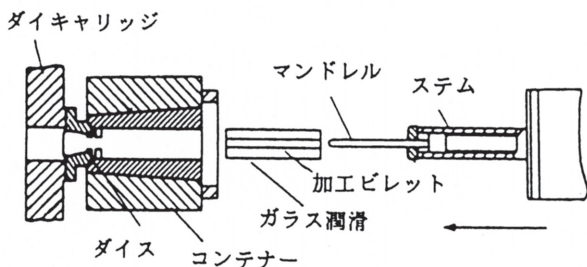


図1 熱間押出法

熱間押出法で製造できない小径薄肉の内面異形管あるいは、さらに高い寸法精度の要求される内面異形管は、コールドピルガー圧延法により製造される。

コールドピルガー圧延法は、図2に示すように熱間押出

しあるいは熱間圧延により製造された鋼管の中にテーパのついたマンドレルを挿入し、外面から特殊な孔型を有するロールダイスで冷間圧延を行う方法である。この方法の特徴は、一回の圧延で70～75%あるいはそれ以上の大きな減面率がとれることである。このため、抽伸機で製造する場合のように数回に分けて加工をする必要がない。コールドピルガー圧延法では、製品内面形状にあわせた特殊なマンドレルを用いて圧延することにより内面異形管の製造が可能となる。このコールドピルガーによる内面異形管の製造法は当社が独自に開発したもので、製品内面寸法精度が良好でかつ製造費用が安価であることが特徴である。

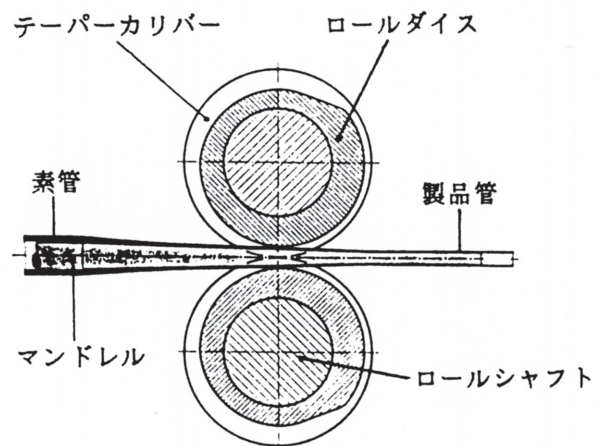


図2 コールドピルガー圧延法

3. 異形材の特徴

熱間押出法、あるいはコールドピルガー圧延法により製造された異形材のサンプルを図3に示す。その特徴は以下のとおりである。

- ①異形棒は押出ダイスの孔型を通して成形するので圧延では製造出来ない複雑な形状のものも製造可能である。
- ②異形棒、異形管とも押しあるいはコールドピルガー圧延法により一体成形するので組織が緻密で寸法精度がよい。また、鋼材・鋼管から溶接や機械加工により製造する場合と比較して次の利点がある。
 - ステンレス、Ni基高合金等の難加工材でも製造できるので広範囲の材料選択が可能。
 - 溶接に起因するトラブルがない。
 - 必要な断面形状またはそれに近い形状の物を提供できるためユーザーでの製造工程の大幅な削減が可能。
- ③多品種・少量生産が可能。
- ④長尺製品が製造可能。

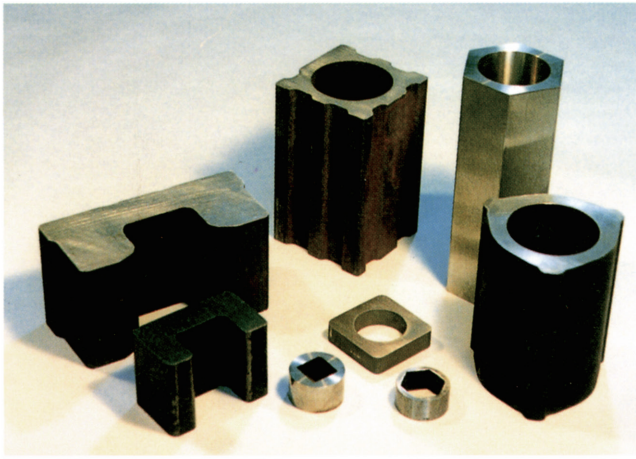


図3 異形材製品の一例

4. 用途

以上のように異形材には多くの利点があるので、次のような場合に使用することによりメリットが得られる。

- ①平鋼や棒鋼から削りだして製造している場合
歩留向上, 切削加工費低減。
- ②鋼材を溶接して製造している場合
溶接部の割れやひずみ等のトラブルがない。
溶接, ひずみ取り工程の削減。
- ③鋼材・鋼管から引抜きにより製造している場合
引抜き回数の大幅低減。
- ④伝熱管の場合
外面, 内面フィン付き管を用いると総括伝熱
効率が30~40%向上。

異形材の使用例としては, ステンレスナットや, リニアベアリングサドル・レース, 三次元測定機用レール等長手方向に同一断面を有するものおよび熱交換器・伝熱用配管等数多く考えられる。標準的な製造可能形状・寸法範囲を表1に示す。

表1 異形材製造可能形状・寸法範囲

製法	形状	製造可能範囲
熱間押出法		外接円径(D) 35~148mm 内接円径(d) 20mm以上 厚さ(T) 3mm以上 断面積 500~7000mm ² 長さ 2~6m
		外径(D) 35~148mm 肉厚(T) 3.5~8mm フィン高さ 2~5mm フィン幅 2~7mm フィン数 4~20 長さ 10.5m以下
コールドビルガー圧延法		外径(D) 20~60mm 内面对辺距離 14~54mm 長さ 12m以下
		外径(D) 20~80mm 肉厚(T) 2~8mm フィン高さ 1~3mm フィン幅 2~3mm フィン数 4~36 長さ 12m以下

5. 内面フィンチューブの内圧破壊テスト

内面フィンチューブは伝熱効率を高めるために熱交換器や伝熱用配管等に使用されるが, このとき, 高い内圧を受けることが考えられる。そこで, 過大な内圧が作用した場合に, フィンチューブがどのように破壊するかをテストにより確認した。

5.1 テスト対象材

- 内面フィンチューブ
 外径×肉厚×長さ 25.4×2.1×500 (mm)
 フィン幅×高さ×本数 2×2×6 (mm, n)
- 材質 SUS304 (固溶化熱処理材)
- 製法 コールドビルガー圧延法により製造

5.2 テスト結果

内圧を徐々に上げていった結果, フィンチューブは図5

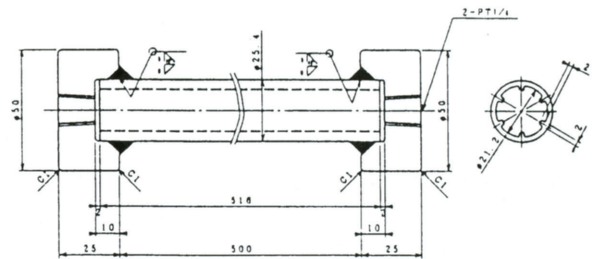
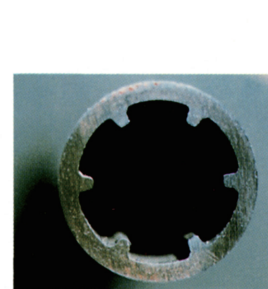
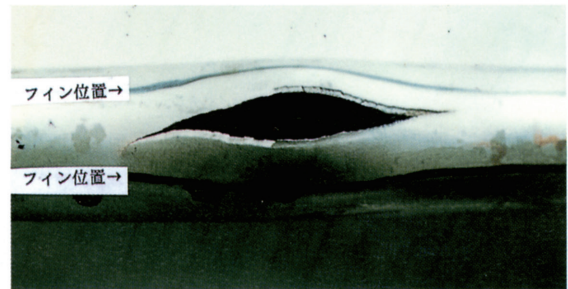
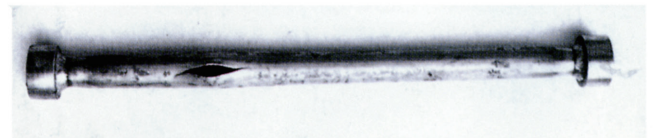


図4 内面フィンチューブの内圧破壊用テストピース



テスト前



破壊状態 (103MPaで破壊)

図5 内面フィンチューブの内圧による破裂状態

の様にフィンとフィンの中の肉薄部で破裂した。その時の圧力は103MPa (1050kgf/cm²)であった。このことから断面内の最弱部はフィン付け根のコーナー部ではなく肉薄部であり、フィンが存在してもそれによる強度上の悪影響はないことが確認された。なお、内圧を受ける厚肉円筒(フィン無し管)として強度計算した結果、チューブの耐え得る内圧は95MPaであった。

以上から、内面フィンチューブは強度上は通常の鋼管との差はなく、熱交換器用チューブに使用すれば表面積増加により熱効率を高めることができる有効な素材となり得ることがわかる。

6. まとめ

当社では種々の異形材を製造しており、現在その特徴を活かして様々な分野で使用されている。今後更にユーザーニーズは高度化し、より複雑な形状、より難加工素材が要求されると思われる。当社はこれらの期待にそうべく新技術の開発に努めていく所存である。