



窒素タンク用鏡板の成形。直径4,830mm、板厚12mmと大型であるため冷間スピニングにより成形する。(材質:SUS304)



MANUFACTURING
POWER OF JAPAN

大曲面を極める

圧力容器に不可欠な曲面部品

「鏡板」と聞いて、どんな物が答えられる人は決して多くないだろう。鏡板とは、圧力容器を構成する部材の名称である。圧力容器は、食品や医薬品の製造、石油化学プラント、原子力発電所や火力発電所など幅広い分野で使われ、加熱や化学反応、液体や気体の保持などのために使われる。例えば石油化学工場には、化学品を保持する円筒形の圧力容器が見られるが、その両端をふさぐ丸い皿状の部品のことを鏡板と呼ぶ。大気圧と異なる圧力や温度で安全に保持するには、容器の設計が十分でないと重大な事故を招く。鏡板が丸い曲面の形状をしているのは、内部からの圧力を分散させるためである。このため鏡板には、重要保安部品として高い品質保証が要求される。この部品がなぜ鏡板と呼ばれるのか、その由来は明らかでないが、鏡餅の形に似ているからという説もある。

鏡板の形状は、皿形、半楕円形、円錐形、半球形などさまざまだが、どの形状でも滑らかな曲面を持つことは共通している。使用される材料は、構造用炭素鋼が一般的だが、用途や目的に応じてステンレス鋼、アルミ合金、チタン合金などがある。当然のことだが、材料が異なれば製造条件はそれぞれ異なる。そこで鏡板を製造するには、材料の特性を理解し、高度な技術と専門知識が要求される。この分野で「できない鏡板はない」と言われるのが(株)北海鉄工所であり、鏡板で国内60%のシェアを誇っている。

品質と生産性を両立した冷間プレス機

(株)北海鉄工所の最大の特徴は、世界で初めて冷間プレス機による鏡板製造技術を確立したことである。1960年ごろの鏡板は、熱間スピニング加工*などで作られていたが、寸法や形状のばらつき、生産性が低いなどの問題があった。その当時、圧力容器メーカーだった同社は鏡板を他社から購入していたが、品質の問題を解決するため、鏡板製造用冷間プレス機を自社設計、製作した。この冷間プレス機は、加工される板材に引張応力を加えながら、雄型の金型に形状を沿わせて成形するという、それまでない方法で成形を行う。これにより、鏡板の品質は大きく向上した。さらに生産効率も向上し、熱間スピニング加工で1枚2〜3時間かかっていた成形時間(加熱時間を含む)が、冷間プレス機では1〜5分程度と大幅に短縮できるようになり、導入当時は、鏡板製造の一大革命と言われた。

現在では、冷間プレス機で製造できる鏡板のサイズは最大直径3,200mm、最大板厚28mmであるが、プレス金型は直径100mmピッチ(小型の場合は50mmピッチ)で全サイズを常備しており、即納体制が整えられている。冷間プレスのほかにも、製品の内径寸法が保有金型の寸法と異なる場合には冷間スピニング、板厚が厚い製品の場合には熱間スピニングを選択するなど、製品に合わせて最適な方法を適用している。



冷間6,000t複動油圧プレス機。プレス機の横には各サイズの金型が常備された立体倉庫があり、金型の取替え時間の短縮を図っている。

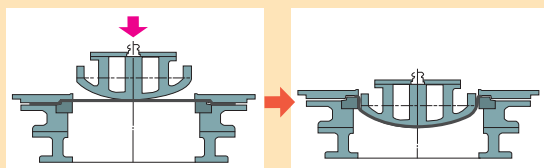


熱間スピニング加工での成形。材料を約850℃に熱し、大型ローラーで外側と内側からフランジ部を挟みこみ成形を行う。(材質:SPV355)



1985年打ち上げのM-3SIIロケットにはTi-6Al-4V合金製モーターケースが搭載された。この材料は大曲面の加工が難しいため、チタン合金板を炭素鋼で両側から挟んで熱間プレス加工した。これにより割れがなく、断面形状および加工後板厚について高い精度を実現した。(内径1,452mm、板厚32mm)

冷間複動油圧プレス機のしくみ



加工される板材に引張応力に加え、その応力を調整しながら、雄型の金型の形状に材料を沿わせて局率を変化させながら、成形する。この装置は同社が独自に設計、製作した。



プレス加工後の鏡板



容器製造での溶接の前工程として、鏡板円周の開先形状加工を行う。

鏡板（かがみいた）

専門メーカーならではの材料加工のノウハウ

鏡板は独特な形状をしているため、特殊な製造設備や技術が必要である。しかし、容器メーカーが自前で製造ラインを保有するのはコスト的に見合わない。そこで重要な役割を果たすのが、鏡板専門メーカーであり、「鏡板は鏡板専門メーカーが作る」という分業化が定着している。

一方、需要家からは専門メーカーならではのノウハウも期待される。鏡板の材質で最も多い構造用炭素鋼では、とくに鏡板への成形性に優れた鋼材を鉄鋼メーカーと共同開発し、品質の向上を進めてきた。最近では、容器にも高温や高圧への対応、耐食性の向上などがいっそう厳しく求められるようになり、高張力鋼、低合金鋼、チタン合金など、それまでにない材料が使用されるようになった。そこで同社ではそれぞれの特性に合わせて、最適な製造技術を検討し確立してきた。例えば準安定系オーステナイトであるSUS304の場合には、常温での冷間加工時に誘起マルテンサ



食品や薬品向けの鏡板には高い表面品質が求められ、表面研磨仕上げをおこなう場合がある。従業員の多くは溶接技能や機械保全などの資格を取得し、強い現場力で品質が維持されている。

変態が起こりやすく、加工硬化及びスプリングバックを助長しやすい。これを防ぐため、金型形状、潤滑剤を考慮し、適切な温度に加温して成形加工を行っている。

現在、日本国内の鏡板の生産量は減少し、替わって中国が大きく躍進している。しかしながら、化学プラントやエネルギー、宇宙開発などの分野で、压力容器への技術的な要求はますます過酷になっており、これに応える技術力は一日にして得られるものではない。「鏡板専門メーカーとしてどんな要望にも応えられるように、設備も人も整えてきた」というものづくりのプライドが、高い品質を支える原動力となっている。

●文 杉山香里

ものづくりの魅力



今、世界の鏡板の3分の1は中国で作られるようになった。しかし、日本製品にはこれまでに培った歴史と品質の信頼があり、これは私たちの誇りである。日本のものづくりを支えている中小企業が元気になれば、日本の国際競争力も回復するはず。だから日本の若者には「日本でものづくりをしよう」という意欲を持ち続けてほしいと願っている。(林泰俊社長)

株式会社北海鉄工所(大阪府岸和田市)

1946年設立。鏡板の国内シェア60%。同社製品はあらゆる産業の压力容器に使用され、宇宙ロケットやエネルギーなどの分野でも需要家から高い信頼を得ている。 <http://www.hokkai.co.jp/hiw>

*スピニング加工 板状や管状の金属材料を回転させ、専用工具を押し当てながら肉厚を変化させたり、円周部を成形したりする加工方法。へら絞り加工はその代表例。