

望まれ研究が進められている。また、加工性の向上を目指した鋼管製造技術の開発もされた。電縫管を製造後、これを高周波で加熱し、外径の圧下とインラインで加工熱処理を加えることにより、高R値管の製造を可能にしたミルも建設された。今後、高加工性を確保するための指標が明確になるに従い、そのニーズに対応した製造技術が開発されるものと期待される。

その他、電縫管を加熱しレデュースで延伸することにより、小径のチューブインコイルが開発され、そのほかCC-BOX用の鋼管が開発された。また、自動車の安全性向上のため、ドアインパクトパイプとして、150 kgf級の鋼管も開発された。

(2) 鍛接管

鍛接管の製造技術として、誘導溶接との併用技術が確立された。また、サイズフリー化を狙い、外径の大圧下を狙った15度配置のストレッチレデュース圧延機を備えたミルが開発された。

鋼管として世界で初めて、加工熱処理を利用した材質の作り込み設備が開発され、飛躍的にr値の高い鋼管製造が可能となった。この鋼管は、ヒストリー鋼管として商品化も進み、この分野での今後の発展が期待されている。

(3) UOE (大径溶接) 鋼管

UOE鋼管の製造技術は、主要製品であるラインパイプのニーズ変遷を中心に、労働生産性向上や品質保証機器導入などに対応した技術を開発し発展してきた。近年、天然ガスなどエネルギー資源開発が、遠隔地、深海へと移って行ったため、ラインパイプシステムの経済性確保の面から、ラインパイプは高圧化、小径化が計られ、UOE鋼管にはさらなる高強度化、極厚肉化の要求が強くなっている。

材料の超高強度化に対する開発は、強度の確保と共に溶接性、靱性、変形能を確保する材料開発が主体となっている。これを実現するためのプロセス技術開発としては、製鋼技術、厚板の製造ラインに於ける新TMCP (加工熱処理) 技術が開発され、また、UOEミルに於いては、高強度材に特有なスプリングバックによる形状不整に対処する、最適なC形状、U形状の開発がなされた。その結果、X80～X100、X120までの製品が製造されるようになった。

厚肉化は、深海へのラインパイプ敷設時に曲げによる座屈発生防止、地震発生時の大変形吸収能力を高めるのに必要な要求特性であり、製造技術としては、超高強度材と同様、溶接HAZ部の靱性確保のための、材料開発、溶接条件などの検討が進められている。

(4) スパイラル鋼管

建設用鋼管として、特に大きなニーズ変化は見られなかったが、製造技術として高生産性を目指した、ERW (電縫溶接) + SAW (サブ・マージ・アーク溶接) の溶接技術が開発された。

3.6 周辺の加工技術の進歩

3.6.1 鍛造

塑性加工の中でも、鍛造加工は、同一製品を、大量に、速い生産速度で、効率的に、生産することによって、製造コストを下げ、しかも圧縮応力下で大きな塑性変形を与えて、製品強度を高めることにより、高い品質を保証する加工法として、その適用範囲を拡大してきた。完全なネットシェイプ鍛造では、鍛造加工だけで最終の寸法、および表面仕上げまで達成することを要求される。ネットシェイプ度 = (冷間鍛造 + 仕上げ後重量) / (冷間鍛造重量) と定義すると、1965年代には100%であったが、1975年代以降約80%でほぼ定常状態にある。これは冷間鍛造技術開発の初期の頃は、ボルトの鍛造のように比較的単純な形状製品であったが、次第に複雑な形状製品への適用が拡大したためであろう。このネットシェイプ度は、あくまで自動車会社における全冷間鍛造品の平均値であるが、複雑形状製品であっても、この残り20%をいかに削減するかが、鍛造の適用範囲を拡大するための重要なブレークスルーにつながると考えられる。

鍛造加工の適用範囲を、さらに拡大するためには、今まで以上に高い技術レベルが要求され、その技術レベルを高めるために、今後の鍛造技術には、次のような課題をクリアすることが必要ではないかと考える。

(1) 複雑形状製品のネットシェイプ鍛造の実現

鍛造後の切削仕上げ加工をなくしネットシェイプ化を図るためには、寸法公差 (μm オーダ) の寸法精度と表面粗さ (サブ μm オーダ) の表面仕上げが必要となる。この程度の寸法精度を実現するためには、加工面圧の低減と変動の抑制、金型弾性変形と素材熱膨張の予測とその補正、金型弾性変形の変動を抑制するための最適金型設計などが必要になると考えられるが、究極的には金型の弾性変形を逆に活用する技術開発が必要になるであろう。すでに、これらの課題を解決して、 μm オーダの寸法精度とサブ μm オーダの表面仕上げを実現する冷間鍛造法として実用化されたもの、あるいは実用化の見通しが得られているものが開発されている。熱処理後の寸法精度の確保も含めて、鍛造によりこの程度の寸法精度と表面仕上げが得られるならば、切削仕上げ製品に比較して、塑性変形による加工組織強化や、金型表面のパニッシュ作用に

よる表面粗さ構造による歯面強化などの効果が期待され、鍛造製品のより一層の適用範囲の拡大につながると考えられる。

(2) 板材成形と鍛造加工の複合化による複雑形状製品への適応

鍛造加工だけでは複雑形状製品の成形に限度が生じるため、板材成形と鍛造加工を組み合わせた複合加工法の実用化が進んでいる。板材成形と鍛造の複合成形の例として、厚板の深絞り・リストライク・しごき加工の複合により、ピストンや平歯車の成形法が開発されている。また、板材の浅絞り製品の側壁部を圧縮し、座屈現象をうまく利用して、リングギヤ一体ドライブプレートの成形が実用化されている。さらに、最近では下記のような板素材を出発に、板材成形や精密せん断と、鍛造との複合成形の開発が進んでいる。

(3) 多品種・少量生産への適応

顧客のニーズの多様化により、多品種少量生産の製品に対する需要が多くなってきている。元来、鍛造加工は、金型を用いて、製品を大量に効率的に高い生産速度で生産することによって製造コストを下げるという特徴を有している。しかし、多品種少量生産への適応を図るためには、多少、生産リードタイムは伸びても、金型の製造コストが抑えられる塑性加工法の開発が必要になる。これまで、多品種少量生産向けの塑性加工として、転造や揺動鍛造などの逐次成形方式の加工が用いられてきたが、最近、板素材から板厚を積極的に増肉させたり、減肉させたりするスピニング成形法が開発されている。いずれも、ロールやマンドレルなどの比較的単純な工具を用いて逐次成形する方法である。

(4) 環境負荷軽減のためのトライボロジー技術開発

鍛造のトライボロジー技術は、摩擦管制、製品表面仕上げ向上、焼付きや工具摩耗防止等の要求から必要不可欠である。しかし、最近とはくに環境負荷の大きな潤滑剤の使用は極力避けることが要求されている。究極的には、潤滑剤なしで塑性加工を実現することが理想的であるが、現状では、そこに至るまでの過程において、環境負荷を軽減するための種々のトライボロジー技術が提案され、すでに実用化が進んでいるものがある。

(5) その他

前述の新たな技術開発以外に、最適金型設計と工具寿命の向上と予測技術、傾斜機能工具の開発による工具寿命の飛躍的向上、各種工具表面処理の適用による無潤滑成形の試み、難加工材等への適用範囲の拡大のための技術開発、有限要素

法 (FEM) シミュレーション等のCAE (計算機援用技術) の活用による加工条件の合理的決定など、鍛造加工の適用の拡大を目指して、先端的な鍛造技術開発への挑戦が数多く試みられている。このような先端的な鍛造技術開発を中心とする生産技術開発を絶え間なく続けることが、我が国の製造業の世界的な競争力を生み出すための基盤的な原動力となることをせつに希望する。

3.6.2 板成形

板成形は、自動車車体部品、電気・通信機器、航空機部品、容器・厨房器具など広範囲の産業に部品を提供する技術としてこの10年間「軽量化・高精度化・低コスト化」を目標にさらなる発展を遂げてきた。特に需要部門として製品出荷が6割を超える自動車産業の動向一温暖化対策としてのCO₂低減のための軽量化と安全対策一に対応する技術開発にめざましいものがみられた。

自動車の軽量化と安全対策を両立させる材料としての高強度鋼板の役割はますます大きくなってきた。1990年代初めには20%程度であった車体重量に占める高強度鋼板採用比率が、30～50%のレベルまでに達し、強度レベルも構造部材を主に1,000 MPaを超える材料も採用されつつある。高強度化に伴う成形限界の劣化、スプリングバックに代表される精度不良が成形技術の課題となっている。

板成形技術に大きなインパクトを与えた動きとして、1994から実施された超軽量スチール製自動車車体プロジェクト ULSAB (Ultra-Light Steel Auto Body) がある。これは、世界15ヶ国の多くの鉄鋼メーカーが参加し、アルミニウムや樹脂などの競合材料に対抗するために行われた、鋼製の軽量化乗用車の開発を目指す国際プロジェクトである。これに引き続き、外板パネル ULSAC (Closure Panel)、足回り部品 ULSAS (Suspension) が展開され、さらに ULSAB-AVC (Advanced Vehicle Concept) として2002年まで実施された。このプロジェクトでは、多品種で広範囲の強度レベルの高強度鋼板の大幅な採用、テーラードブランク、レーザ溶接、接着溶接、管のハイドロフォーミングなどの新しい技術の導入が検討された。

21世紀に向けての産業技術戦略の一環として素形材技術戦略が経済産業省により策定され、この技術戦略に基づいて、今後開発すべき板成形技術を含めた素形材技術のロードマップも作成されている。

(1) 高精度化技術

高強度鋼板の採用拡大に伴い、スプリングバックや壁そりのような寸法精度不良の制御が大きな問題となっている。構造部材は形状が一見単純であるが、機能を満たすために形