

(八) 鍛造に係る技術に関する事項

1 鍛造に係る技術において達成すべき高度化目標

(1) 当該技術の現状

鍛造に係る技術（以下「鍛造技術」という。）とは、金属材料を機械・工具により加圧し、所要の形状・寸法に塑性変形する加工法である。

鍛造時の材料の流れを金型でどのように拘束するかによって、自由鍛造と型鍛造に大別され、後者については、閉塞鍛造（スウェージングを含む）、密閉鍛造、据込鍛造、押出鍛造、圧印（コイニング）と呼ばれる様式がある。また、通常、鉄鋼材料においては1000～1200℃に加熱し鍛造する熱間鍛造、室温で鍛造する冷間鍛造、熱間と冷間両者の中間温度の600～850℃に加熱し鍛造する温間鍛造がある。鍛造によって製造される鍛造品は、鋳造品や焼結品、板金品と比べて靱性と信頼性に優れており、最終製品の安全性等を支える重要な部位に用いられることが多い。

現在、我が国で実用化されている鍛造技術のうち、重要基盤技術として位置付けられるものとしては次のとおりである。

設計・開発技術としては、製品設計におけるコンカレント設計技術、CAD/CAM/CAE/ネット化技術、計測におけるレーザを利用した寸法計測、工程設計におけるヘリカル歯車工程・金型設計、逐次成形工程設計、金型設計における迅速な設計と鍛造製品精度を考慮した金型設計が挙げられる。

材料関連技術では、冷間鍛造用の介在物制御鋼、熱間鍛造用の高靱性非調質鋼、アルミ鍛造用の結晶粒微細化アルミ急冷凝固技術、高強度アルミ鍛造、航空機用のチタン合金の鍛造、耐熱合金の鍛造が挙げられる。

生産技術では、複雑部品（ギヤ等）の冷間鍛造、材質創成温間鍛造、融点直下超高温鍛造、複雑部品の接合鍛造が挙げられる。

なお、鍛造技術における主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、土木建設機械、重電機器、造船・産業機械・農業機械、航空機等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

設計・開発技術としては、製品設計における金型寿命の予測、鍛造品の画像処理3次元計測、板鍛造の工程・金型設計、工程や金型設計におけるデータベース整備が挙げられる。

材料関連技術では、冷間鍛造用の高強度材料、熱処理歪の小さい鍛造用鋼、熱間鍛造用の非調質鋼の変形抵抗データベース、アルミ鍛造用の耐熱高強度部品用アルミ、低価格な鋳造用マグネシウムの鍛造技術、不純物感受性の緩和技術が挙げられる。

生産技術では、公差数ミクロンの超高精度金型製作、DLC（カーボン硬質皮膜）による金型表面処理技術、サーボプレス技術の鍛造設備への高度利用、ゼロクリアランスプレスの利用技術、環境に負荷を与えない冷間鍛造潤滑剤が挙げられる。

(3) 川下分野横断的な共通の事項

当該技術の川下製造業者等の抱える共通課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

①川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア. 高機能化

鍛造技術は鋳造技術等に比べて強靱な製品を得ることが出来ることから、鍛造品は機械製品の機能を支える重要な部位に用いられることが多い。ユーザーからの製品の高機能化に対応し、より高い精度や強度等の実現が鍛造技術には求められている。

イ. 環境配慮

鍛造業は製造工程の性格上、騒音や振動の発生を免れない。また、材料の加熱、熱処理に多くのエネルギーを必要とする。さらに、熱間鍛造で用いる黒鉛潤滑剤から発生する廃棄物は環境上問題となっている。環境への対応が重要性を増している中、鍛造業は騒音や振動、廃棄物の発生を極力抑えるとともに省エネルギー化に向けた努力を行い、環境負荷の低減、地域社会との共存、作業環境の改善を進めていくことが求められている。

ウ. 短納期化

製造工程の効率化を進めると共に設計・開発におけるITの活用を進め、短納期化への対応が求められている。

エ. 低コスト化

高歩留まりの技術開発、金型の寿命向上等によるコスト低減が求められている。

②高度化目標

ア. ニアネットシェイプ、複合一体化、組織微細化コントロール技術の向上

製品の高精度化、高機能化を実現するため、ニアネットシェイ

プ、複合一体化、組織微細化コントロールの技術の向上が求められる。

イ. 鍛造加工時及び仕上げ加工時の残留応力による変形防止技術の高度化

高精度の実現にとって課題となっている、鍛造加工時及び仕上げ加工時の残留応力による変形を防止する技術の高度化が求められる。

ウ. 機能材料の鍛造応用等の更なる技術向上

耐久性、振動・騒音の改善等につながる、複合一体化製品の機能付与向上技術の開発が求められる。

エ. 省エネルギー、環境調和性の向上

騒音や振動の低減、製造工程の省エネルギーの実現、環境負荷の小さい潤滑剤といった、省エネルギーと環境調和性を実現するための技術開発が求められる。

オ. 鍛造部品の開発期間短縮のためのCAD、CAMシステムやシミュレーション技術の高度化

鍛造部品の開発において多くの時間を必要とする金型製造の工程を短縮するため、CAD、CAMシステムをユーザーと統合する技術の開発やシミュレーション技術のさらなる高度化が求められる。

カ. 納期短縮のための受注生産と生産合理化システムの確立

ユーザーの短納期化の要望に対応するため、納期短縮のための受注生産と生産合理化システムの確立が求められる。

キ. 高精度化による後処理廃止

複雑形状のニアネットシェイプ成形鍛造技術を開発し、後処理廃止による納期短縮化とコスト低減を実現することが求められる。

ク. 量産品質の確保及び安定した供給体制を確立するための生産技術の構築

量産品質の確保及び安定した供給体制を確立するための生産技術の構築が望まれる。

(4) 川下分野特有の事項

当該技術の川下製造業者等が抱える特有の課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

1) 自動車に関する事項

自動車業界は、燃料、資材価格の急激な変動や製造・販売のグローバル化の加速等、その事業環境は急激な変化を遂げている。そのような状況の下でも、燃費規制や排気ガス規制への対応は依然として重要な課題となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 軽量化
- イ. 量産品のフレキシブルな供給

②高度化目標

- ア. 低燃費を可能とする新エンジン開発のための新素材・新構造鍛造技術の高度化
- イ. 量産品質の確保及び需要変動に対応できるフレキシブルな供給体制を確立するための生産技術の高度化

2) 土木建設機械に関する事項

土木建設機械業界では、多岐にわたる形状の中大型鍛造部品へのニーズが強く、これを実現するためのハンマー鍛造、型鍛造技術の開発が課題となっている一方で、日米欧市場が伸び悩み、新興国での大・中型機の需要が急増している。このため、ハンマー鍛造、型鍛造技術の国内での開発と、新興国での現地生産の重要性が共に高まっている。現地生産を拡大していく上では、材料の現地調達率を高める等コスト低減を積極的に図ると共に、現地特有のニーズに対応した設計開発を進めていくことが求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 国内における中大型鍛造部品の製造
- イ. 現地材の活用による中大型鍛造部品の製造
- ウ. 新興国での現地生産に対応した鍛造品の開発及び設計

②高度化目標

- ア. 中大型鍛造部品の多品種少量生産技術の開発及び多品種用段替え容易なリーン生産システムの確立・高度化
- イ. ハンマープレス工法とリングロール工法の生産性改善、鑄鍛プレス等の組み合わせ・切替えによる部品の機能向上とコスト低減
- ウ. 現地材を利用した新興国での土木建設機械用摩耗部品（ツメ等）のコスト／パフォーマンス向上
- エ. 不純物感受性を緩和した鍛造工程の確立・高度化
- オ. 新興国での現地生産に即応可能な鍛造品の開発と設計

3) 重電機器に関する事項

重電機器産業は、国内外の電力産業等に用いられる発送変電設備及び産業用電気機器を供給する産業であり、国内電力産業からは設備投資や公共投資等により一定規模の発注量がある。これに加え、経済活動の活発化するアジア諸国で電力需要が多くなっており、これに伴う海外からの受注増への対応が求められている。

重電機器産業の国際競争力強化のため、生産性の向上に加えて更なる技術開発による高付加価値化が求められている。また、地球環境問題の高まりを受けた風力発電等新たな需要への柔軟な対応が必要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（板もの素材の活用）

②高度化目標

ア. 板もの素材の鍛造品の実現

4) 造船・産業機械・農業機械に関する事項

造船業及び舶用工業は、四方を海に囲まれた我が国にとって、重要な輸送手段である海運を維持するために必須の基盤産業である。世界の新造船建造量は、近年過去最高を更新し、我が国造船業は不断の生産性向上努力により量・質ともにリーディングカントリーとしての地位を維持することが求められる。各種生産に係る産業機械は、貿易立国である我が国において重要な基盤産業であり、また、農業機械は今後課題となる食糧問題解決のために必要な産業であり、これら産業において用いられる鍛造部品も多い。

これらの部品として用いられる鍛造品についてもコスト削減、短納期化等のニーズが高まっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（成形技術の組み合わせ・複合化）

②高度化目標

ア. 成形技術を組み合わせ・複合化した鍛造プロセスの高度化

5) 航空機に関する事項

航空機において鍛造品は、ジェットエンジンのブレード等に用いられている。航空機の部材には軽量かつ高強度な性質が求められるため、高比強度のアルミニウム合金やチタン合金が使用される。また、

エンジン部品は高温で使用されるため超耐熱鋼が用いられる。これらの材料は難加工材であるため、荒鍛造して鍛流線を形成し、その流れを分断しないように機械加工する。この際、機械加工ロスを削減するためネットシェイプ化が急務である

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（高剛性、高比強度）

イ. 軽量化、ニアネット化

②高度化目標

ア. 超大型複雑形状品一体化鍛造技術の向上

イ. エンジン部品に使用する超耐熱鋼等難加工材鍛造製品の実現・高度化

ウ. 新素材の鍛造加工技術の向上

6) ロボット、情報家電機器等に関する事項

我が国の産業用ロボットについては、主要ユーザーである自動車産業及び電子・電機産業を中心に、製造業の様々な分野に普及している。さらに今後はサービスロボットの需要が伸長していくことが期待されており、これらを構成する部材には小型で高精密な鍛造品も多く用いられるものと考えられる。

一方、情報家電はモバイル化が進むと見込まれ、パソコンを筆頭とする情報機器は高強度、軽量・小型化に適した非鉄金属鍛造品の応用展開が見込まれる。

さらに、土木・建築関連部品、環境関連機器部品、リニアモーターカー部品、宇宙産業関連部品、医療福祉関連部品等でも鍛造技術が応用展開される。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 軽量化

イ. 高機能化（複合材の適用）

②高度化目標

ア. 薄肉・箱形形状等複雑形状鍛造品の実現

イ. 比強度が高いアルミニウム-リチウム合金、チタン合金、マグネシウム合金等の非鉄金属鍛造品に代表される高強度で小型化した鍛造品の実現

ウ. 複合材の適用によって、強度面、形状面で特徴を出した鍛造品の実現

2 鍛造技術における高度化目標の達成に資する特定研究開発等の実施方法

鍛造技術に対する川下製造業者等の課題及びニーズに対応するための技術開発の方向性を6点に集約し、以下に示す。

(1) 高機能化に対応した研究開発の方向性

①高精度化（形状精度自動制御可能金型システム）

②小型化・高強度化

鍛造性良好で高強度を有する鋼等材料、レアメタル削減・組成適正化と加工プロセス制御による高強度部品

③複合一体化

複雑形状のネットシェイプ成形、複合一体化製品の機能付与向上

(2) 軽量化に対応した研究開発の方向性

①アルミニウム鍛造品等の非鉄金属のコスト削減

素材・材料創製から鍛造までの一貫製造システム、材料歩留まりの向上

②チタン合金、マグネシウム合金等の非鉄金属の鍛造

材料及び鍛造技術の最適化

③薄肉成形

ハンマー型鍛造の高精度化

④中空化

新工法による成形、流動制御鍛造

⑤高強度・高靱性鋼材

高強度鋼材を用いた軽量鍛造品

⑥新素材

複合材料等の鍛造

(3) コスト削減に対応した研究開発の方向性

①複雑形状のニアネットシェイプ成形

サーボプレスを利用した高度加工、棒材の高精度美肌切断法

②金型寿命の向上

冷・熱間鍛造における高機能金型表面処理、潤滑の高度化

③効率化・省人化

ロボットの活用

④材料コストの削減・材料歩留まり向上

複合流動制御によるネットシェイプ鍛造、低コスト材料

- ⑤生産技術のハイサイクル化と設備の小型化・耐振化
- ⑥成形技術の組み合わせ・複合化
- ⑦素材形状の適正化
- ⑧要求機能に最も適合した鍛造品の開発

(4) 開発・生産のリードタイムの短縮、短納期化に対応した技術開発の方向性

- ①先行開発のユーザー及び鍛造メーカーの一体化
グローバルネットワークを活用した統合システム
- ②設計・製造プロセス最適化のための知能化・情報化
鍛造エキスパートシステム、金型寿命予測システム、シミュレーションを用いた予知
- ③新規開発時の品質保証のシステム化
性能品質の上下限值と製造条件の整合性システム
- ④鍛造金型の迅速製造
CAD・CAMシステムのユーザーとの統合

(5) 品質を具備した安定供給に対応した技術開発の方向性

- ①製品特性の上下限值の量産の中での厳密制御
- ②量産に先立つ鍛造品の規格内への造り込み

(6) 環境対応型工法、製品の技術開発の方向性

- ①社会的要請や制約への対応
加熱時等の高熱効率化及び表面酸化物の発生量低減
- ②生産変動への対応
鍛造ラインのフレキシブル化
- ③環境対応型鍛造品及びプロセス技術
燃料電池車、電気自動車用鍛造品の開発、潤滑剤レス、低騒音鍛造機等環境に優しく安全な鍛造プロセス

3 鍛造技術において特定研究開発等を実施するに当たって配慮すべき事項

厳しい内外環境を勝ち抜く高い企業力を有する自律型中小企業へと進化するためには、中小企業者は、以下の点に配慮しながら、研究開発に積極的に取り組み、中核技術の強化を図ることが望ましい。

(1) 今後の鍛造技術の発展に向けて配慮すべき事項

①産学官の連携に関する事項

川下企業、関連産業、公設試験研究機関、大学等と積極的に連携し、事業化に向けたニーズを把握しつつ、独創的な研究・技術開発を行うことが重要である。その際、自らが有する技術についての情報発信を適切に行い、円滑に研究開発が進むよう努めるべきである。

②人材確保・育成及び技術・技能の継承に関する事項

技術力の維持・向上に必要な人材の確保・育成のために、若手人材のリーダーへの育成に努めるとともに、ベテラン技術者とのペアリングによる研究管理等により、技術・ノウハウを若年世代へ円滑に継承していく必要がある。

③生産プロセスの革新に関する事項

製品開発過程においても、常に自動化、省エネルギー、省スペースといったプロセスイノベーションを意識する必要がある。また、自由度の高い製造工程と生産性の向上を目指し、研究開発段階においても、積極的にIT活用を図ることが望ましい。

④技術体系・知的基盤の整備、現象の科学的解明に関する事項

公的機関が提供する標準物質・計量標準等の知的基盤を有効に活用しつつ、計測技術及びシミュレーション技術を用いて、自らの技術や技能の科学的な解明に努めるとともに、技術や技能のデータベース化を図りながら技術体系を構築していくことが重要である。

⑤知的財産に関する事項

自社が有する知的資産を正しく認識するとともに、公開することによって独自の技術が流出するおそれがある場合を除き、適切に権利化を図る必要がある。

川下製造業者等は、中小企業者と共同で研究開発等を行う場合には、事前に知的財産権の帰属、使用範囲等について明確に取決めを行うとともに、中小企業者が有する知的資産を尊重すべきである。

(2) 今後の鍛造業界の発展に向けて配慮すべき事項

①グローバル展開に関する事項

積極的に海外市場の開拓を図るために、ターゲットとなる市場のニーズに応じた製品開発を進める必要がある。海外展開を進める際には、競争力の源泉となる技術の流出防止を徹底することが重要であり、流出の懸念がある技術についてはブラックボックス化を進める等の対策を講じるべきである。

②取引慣行に関する事項

中小企業者及び川下製造業者等は、受発注時における諸条件やトラブル発生時の対処事項等について契約書等で明確化することが望ましい。また、下請代金の支払遅延や減額等の禁止行為を定めた下請代金支払遅延等防止法や、取引対価の決定や下請代金の支払い方法等について、親事業者と下請事業者のよるべき基準を示した、下請中小企業振興法に定める「振興基準」を遵守し取引を行わなければならない。

③サービスと一体となった新たな事業展開に関する事項

単なる製品の提供に留まらず、ユーザーや市場ニーズを満足させるサービス・機能・ソリューションの提供を目指した研究開発を進めることが重要である。

④事業の継続に関する事項

自社の人材、インフラ、取引構造等について日頃から正確に把握し、災害等が発生した場合の早期復旧とサプライチェーンの分断防止のため、危機対処方策を明記した事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）を予め策定しておくことが重要である。

⑤計算書類等の信頼性確保、財務経営力の強化に関する事項

取引先の拡大、資金調達先の多様化、資金調達の円滑化等のため、中小企業者は、「中小企業の会計に関する基本要領」又は「中小企業の会計に関する指針」に拠った信頼性のある計算書類等の作成及び活用に努め、財務経営力の強化を図ることが重要である。