

## (十二) 金属プレス加工に係る技術に関する事項

### 1 金属プレス加工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

金属プレス加工に係る技術（以下「金属プレス加工技術」という。）とは、加圧装置であるプレス機械によって金属材料を金型面に押し付け、金型形状を金属材料に転写する加工法であり、量産性及びコスト競争力に優れた技術である。金属プレス加工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、情報家電、ロボット、医療・福祉・バイオ関連、電池等が挙げられる。

金属プレス加工には様々な加工形態があり、素材を金型に強く押し付け分離させるせん断加工、金属板を折り曲げて立体的な形状にする曲げ加工、金属板をパンチの力で金型キャビティー内に送り込みカップ形状等を成形する絞り加工及び板材を板厚方向に圧縮加工するコイニング加工等がある。

自動車を始めとする川下製造業者等のグローバルな競争の激化に対応して、コンカレント設計やCADによるソリッド設計の普及・拡大が進んでおり、成形シミュレーションの高度化によるスプリングバックの解析等を通じ設計・開発期間の短縮化を実現している。また、歯形成形、板鍛造、シートハイドロフォーミング、チューブハイドロフォーミング、インクリメンタル成形等の新しい成形・加工技術の開発・実用化も進んでいる。

#### (2) 当該技術の将来の展望

今後は、ネットシェイプ成形の本格的な導入促進に向けて、設計・開発技術ではシミュレーションの精度及び範囲がさらに向上すると予想されており、材料・金型・プレス機のフルシミュレーション、多工程成形の一貫成形シミュレーション等の開発が期待されている。また、これまで試作代替技術として適用が進められてきたシミュレーション技術と最適化技術を融合させた知能付加シミュレーション技術をさらに高度化し、成形不良の発生を抑制する成形条件及びプロセスを自動検討する技術の進展も期待されている。

材料関連技術では、高潤滑無機被膜（GA軟鋼板）、DP鋼、TRIP鋼、BHT鋼等、さらに中・厚板では成形性の高い特殊鋼、アルミニウム、チタンやマグネシウム合金等の軽量材等、新しい材料に対応した成形・加工技術の開発・実用化が不可欠となっている。ハイテン材（高張力鋼板）については、今後も更なる高強度化が進むと予想

されている。また、将来的には高ひずみ速度でも超塑性を発現する材料等が実用化に至ると考えられており、これらに対応した金属プレス加工技術の開発が求められる。

生産技術では、高精度複雑形状のネットシェイプ化、ハイテン材及び軽量化難加工材成形の高度化、不良率ゼロを目標とする場合の自動検査、インプロセスの補正技術等が期待されているほか、環境に対応したエコプレスや、製品精度の向上を重視した微細成形プレスの実用化も期待されている。

### (3) 川下分野横断的な共通の事項

我が国の製造業の現状を俯瞰すれば、リスクに対応するサプライチェーンの強化、原油・原材料の大幅な価格変動と安定確保の難しさ、製造・販売のグローバル化の加速、昨今の経済情勢の著しい変化等の諸問題の影響を受け、製造業者は厳しい立場に置かれている。また、プロセス・イノベーションの視点からはトレードオフになりがちな成形性や金型寿命の向上と生産性や環境負荷低減等の全体最適化を目指す高度知能化プレス成形システムや製品の種類、生産量の変動やリードタイムの短縮等に迅速に対応するオンデマンド生産体制が求められている。

当該技術の川下製造業者等が抱える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

金属プレス加工部品には、より複雑形状で高い精度や強度等が求められる。

##### イ. 小型化・軽量化

金属プレス加工部品はプラスチック成形品と競合する場面が多くなり、より高精度、微細な成形が求められるほか、成形が難しい軽合金の成形等が求められている。

##### ウ. 環境配慮

小型化・軽量化や長寿命化への対応に加え、プレス加工の工程で発生する騒音や振動、廃棄物等の低減、省エネルギーに向けた金属プレス加工技術の高度化も、環境配慮の観点から重要な課題である。

##### エ. 低コスト化

金属プレス加工技術は高い量産性と成形のコストダウンに優れた技術であるが、今後更なる生産性向上を図ると共に、切削等他の成形加工からの金属プレス加工への置換及び品質管理を含めた生産プロセスの高度な自動化を実現することにより、川下製造業者等からのコスト低減要求に対応していくことが求められる。

#### オ. 短納期化

成形ラインの迅速な立ち上げや多数工程の組み合わせからなる成形工程の短縮化及び複雑構造化する金型の製作の効率化により、生産を効率化し短納期化を進めることが求められる。

### ②高度化目標

#### ア. プレス機械及び金型技術の向上

金属プレス加工の生産性の向上、寸法精度の向上、型寿命の延長、加工工程数の削減や騒音の低減等に向けた、プレス機械の高精度化、剛性の向上、運転性能の向上、知能化等の高機能化が求められている。サーボプレスや高速フルオートプレスの実用化に加え、今後は超高精度・高剛性プレスや環境に対応したエコプレス、製品精度の向上を重視した微細成形プレスの実用化が期待される。また、金型についても寿命予測等に向けた技術の高度化が求められる。

#### イ. バリ及びかす上がりの抑制技術及び自動処理技術の向上

製品の高機能化に対応した微細加工技術の向上のためには、バリやかす上がりの抑制技術及び自動処理技術の向上が重要な課題である。

#### ウ. 難加工材の成形技術の向上

製品の軽量化の流れに伴い、アルミニウムやマグネシウム、チタン合金等の軽量化難加工材成形のニーズが高まっており、これに対応したプレス加工技術の高度化が望まれている。自動車の車体部品においてハイテン材に対応した生産技術の開発とその実用化が進んでおり、今後はハイテン材成形の高度化やスプリングバックの検出が期待されている。また、機能部品（ばね、スプリング等を含む。）には特殊鋼等の高精度加工が求められている。

#### エ. 環境配慮に対応した技術の向上

金属プレス加工工程における洗浄工程の削減、潤滑剤使用量の低減は重要な課題である。また、プレス機械についても省エネルギー化を進めることが望まれる。

#### オ. 金型・工具の高機能化及び耐久性の向上

プレス加工製品の低コスト化を図る上では、生産工程で用いる金型や工具の高機能化及び耐久性の向上により、金型のメンテナンスに要する工数を低減させていくことが重要である。

#### カ. 自動検査やインプロセス成形条件の補正技術の確立

金型精度の検査やプレス加工後の製品の検査の自動化、あるいはプレス機械、金型による成形条件や潤滑条件補正の自動化により、製品の品質化とコストダウンにつながることを期待できる。

#### キ. ITを活用した生産技術の向上

3次元CAD/CAMシステム、シミュレーションの活用により、プレス加工のトライ、修正期間の短縮化が実現されている。今後、適用範囲の拡大や最適化技術との融合等によりシミュレーション技術を高度化し、更なる解析精度の向上及び事前検討工数の削減が望まれる。

#### ク. 板鍛造プレス技術の向上

板鍛造は、従来、切削等で加工されていた部材をプレス加工に置き換え、大幅なコストダウンと短納期化の実現が期待できる技術である。板鍛造プレス技術を高度化させ、より複雑形状の製品の生産に適用することが求められる。

### (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

各国において環境保護の観点から自動車に対する燃費規制、排気ガス規制等の規制が逐次強化されている中で、自動車産業では、環境対応や徹底したコストダウンが企業の競争力を大きく左右する状況となっている。このため、自動車の軽量化、次世代自動車においてはハイブリッドシステムの効率向上、バッテリー、モータその他電子機器の効率向上等が必要となる。

また、自動車が本来持つ機能上の付加価値を創出することや多様化する顧客ニーズにこたえるために、デザイン形状や衝突安全性の高度化、短納期開発・フレキシブルな生産も重要な事項となっている。さらに近年では自動車のリサイクル性等への配慮も必要となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 複雑形状化・一体成形化
- イ. 衝突時の安全性向上
- ウ. フレキシブル生産

②高度化目標

- ア. 複雑3次元形状等を創成する成形技術及び一体成形技術の構築
- イ. シミュレーション技術と融合させた高度知能化プレス生産システムの構築
- ウ. テーラード blanks 材の成形やハイドロフォーミング成形等の成形技術の向上
- エ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等を可能とする技術の向上
- オ. 材料歩留まりの向上に寄与する技術の高度化
- カ. フレキシブル生産に対応したプレス加工技術の高度化

2) 情報家電に関する事項

情報技術の進展や製品の高機能化により、電子部品の高集積化・高密度化が進展しており、精密化や微細化に対応した製造技術を確立していくことが必要となっている。また、微細化された電子部品等の稼働時の発熱等にも対応していく必要がある。

携帯電話やモバイルパソコン等については、小型化・軽量化を始め、多様化する嗜好への対応が必要となる。家庭内機器においては、小型化・軽量化に加え、省エネルギー対策・静音化への対応も必要である。また、顧客ニーズへ迅速に対応するために、短納期開発・生産が必要となるとともに、近年ではリサイクル性等、環境への配慮も必要となっている。さらに、グローバル化に伴うコスト競争は極めて厳しいものがあり、コスト低減の不断の努力が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 精密化・微細化
- イ. 静音化・高放熱化
- ウ. 複雑形状化

②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上
- イ. 化粧鋼板等の表面性状を損なわない板成形技術の向上
- ウ. 複雑3次元形状等を創成する成形技術の向上
- エ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

- オ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等の実現
- カ. 材料歩留まりの向上に寄与する技術の高度化

### 3) ロボットに関する事項

ロボット分野では、高度な知能ソフトウェアやネットワーク技術、分散システム技術、センシング技術等の情報通信技術の活用によるロボットの更なる高度化と活用範囲の拡大が求められている。また、今後、需要の増加が見込まれるサービスロボット（清掃、警備、介護等に使用されるロボット）は、安全性、信頼性及び利便性に係る技術的な要求水準が、従来の産業用ロボットに比べてさらに高いことから、要素技術の高度化が必要である。

また、ロボットの電源としてマイクロ燃料電池の実現や移動時の負荷軽減のため、ロボットの軽量化や小型化等も求められる。さらに、ロボット市場の確立の見通しが明確でないことから、中量・多品種生産と低コスト化等に対応した製造技術の開発が求められる。

#### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 安全性の向上
- イ. 高耐久性・高信頼性の向上

#### ②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上
- イ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等を可能とする技術の高度化
- ウ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

### 4) 医療・福祉・バイオ関連に関する事項

医療・福祉・バイオ関連では感染防止等の観点から、使い捨て製品が普及しており、特に人体に接触するものは安全性、リスク低減の観点から、今後も使い捨て製品の利用増加が見込まれる。より一層の安全性向上・リスク低減のためには、医療処理具等のコスト低減が求められており、近年、金属プレス加工事業者の本分野への参入意欲は強くなっているもののこのコスト低減が大きな問題となっている。

#### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高衛生・信頼性・安全性の保証
- イ. 身体親和性向上

#### ②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上

- イ. 洗浄工程の削減及び潤滑剤使用の低減
- ウ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

#### 5) 電池に関する事項

二次電池はケースや防爆機能部材（リチウムイオン電池）、燃料電池はセパレーター等を量産する際のプレス加工法や成形システムが求められている。

次世代のハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気、燃料電池の自動車は、近年、市場化に向けて大きく進展しており、バッテリーの低コスト化と小型化・高出力化が極めて重要である。さらにスマートグリッド化から家庭用蓄電システムのバッテリーも必要になる。これらの本格的な普及に向けては、二次電池や燃料電池等の大量生産に向けた生産システム・技術等により低コスト化を図り、エネルギー効率や耐久性等の性能向上及び長寿命化の課題を克服していくことが必要である。

##### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高出力化
- イ. 精密化・微細化
- ウ. 安全性の向上

##### ②高度化目標

- ア. 箔の成形技術の構築
- イ. 矩形等の長筒形状の高精度成形技術の向上
- ウ. 精密・微細加工技術の向上

#### 6) エネルギー、環境配慮型機器、産業機械等に関する事項

風力発電、太陽光発電や電池、LED等の環境配慮型機器の開発や産業機械、家具・建築関連、事務用機器、厨暖房機器、農業用機器、精密機器、輸送機械等の高度化や低コスト化、短納期化の要求に伴って、生産工程の高度化や効率化を図っていくことが重要である。また、循環型社会構築のためにリサイクル性等、環境への配慮も必要となっている。

##### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 機能向上
- イ. コンパクト化
- ウ. 高出力化
- エ. 軽量化

## オ. 高リサイクル化

### ②高度化目標

- ア. 複雑形状部品の成形性向上
- イ. 微細形状の成形技術の向上
- ウ. 薄肉材料の成形技術の確立・高度化
- エ. 大型部品の少量生産技術の向上
- オ. 複合材料の成形技術の向上
- カ. 自然由来材料の活用技術の向上

## 2 金属プレス加工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

金属プレス加工技術に求められる技術開発の方向性を、加工法等の技術向上を中心に整理した「高度化・高付加価値化に対応した技術開発の方向性」、ITの活用による技術向上を中心に整理した「IT・知能化に対応した技術開発の方向性」、地球環境面への対応と作業環境の向上を中心に整理した「環境配慮に対応した技術開発の方向性」及び技術革新を支える「技術革新を支える技術的基盤構築の方向性」の4点に集約し、以下に示す。

### (1) 高度化・高付加価値化に対応した技術開発の方向性

#### ①金属プレス加工技術の高精度化及び高機能化

精密・微細成形、高精度曲げ・絞り・リストライク、精密せん断、厚板成形及び板鍛造、多軸成形機や多軸ダイセットによる複動成形等

#### ②仕上げ自動化・仕上げ工程の削減

バリ取り、製品表面磨き、かす上がり・かすづまり防止等

#### ③複合化

塑性加工の各種工法の複合的組み合わせ、プレス加工と結合・組立てによる一体化、他技術(切削・モールド・レーザ加工、溶接等)との複合化及び複合成形機の高性能化等

#### ④プレス機械・金型

高精度・高剛性のプレス機械、サーボプレス、一般プレス機械のコンピュータ制御、高機能な多軸成形機や多軸ダイセット、24時間運転無人化プレス加工システム、素材搬送位置決め、金型組立ての簡易化等

#### ⑤工具・金型の耐久性向上

サーボプレスの高度利用、潤滑剤の供給、金型の温度制御等

#### ⑥難加工材への対応

ハイテン材や特殊鋼、アルミニウム・チタン・マグネシウム合金、電磁鋼板、表面処理鋼板等の特殊材、インコネル、ニオブ、モリブデン、タンタル等の高機能合金材、温度制御成形（ホットスタンピングや金型内での加熱成形素材及び金型内部温度分布の最適制御、局部急速加熱・冷却を伴う成形）、加圧速度制御等

#### ⑦多品種中・少量生産

量変動に強い生産システム

#### ⑧素材を極限的に有効利用する省資材推進

高度な製品設計・工程設計、高度順送プレス加工・高度トランスファ加工、不良原因の探索と不良低減のための総合技術、低グレード材の成形等

#### ⑨新加工法の拡大

インクリメンタルフォーミング、液圧成形(チューブハイドロフォーミング、対向液圧成形)、振動付加成形、テーラードブランク材成形、マイクロデバイス部材の成形、塑性結合、型内組立て加工、金型を用いない成形等

### (2) IT・知能化

#### ①技能のデジタル化

工程・金型設計の自動化、技能のトレース・伝承システム、型トライデータの活用システム等

#### ②シミュレーション

成形シミュレーション、全工程シミュレーション、最適プロセス評価・再構築技術、材料特性計測によるシミュレーション、金型間及び金型と素材間現象（圧力）の計測・解析等

#### ③プレス機械・金型の知能化

高度知能化プレス成形システム、サーボプレスにおける最適生産、知能金型による金型の寿命予測、インプロセスで感知・補正生産システム等

#### ④検査の自動化

3次元カメラ等を活用した自動検査、インライン検査、迅速3次元測定、金型内センシング等

### (3) 環境配慮

### ①洗淨工程の削減

除去不要潤滑剤等

### ②潤滑剤使用の低減化、ドライプレス化

金型コーティングによるドライプレス加工、被加工材コーティングによるドライプレス加工、無公害潤滑油、添加剤を低減した潤滑剤でのプレス加工、振動を利用したプレス加工等

### ③周辺環境配慮

騒音・振動の抑制、安全で快適なプレス加工環境等

### ④省資源・省エネルギーのプレス加工

E F M (Emission Free Manufacturing) (無洗淨・ドライ加工等のクリーン化、スクラッププレス加工、成形プロセスの省資源・省エネルギー・材料歩留まり率向上技術)、プレス加工製品の後加工・処理工程の低減、成形プロセスの短縮化、エコプレスの開発(コンパクト化、低消費電力、低振動騒音、安全性に優れるプレス)等

### ⑤リサイクル材料を被加工材とする成形

成形性を高めるプレス成形、プレス機械・装置の機能開発等

## (4) 技術革新を支える技術的基盤の構築の方向性

### ①データベースの構築と活用

(材料特性、潤滑剤、成形特性に関するデータベースの構築とその活用)

### ②情報統合化

プレス生産管理(設計・生産情報及び生産工程情報の管理)、経営管理システム(生産工程、受発注、社内ノウハウ等の管理)等

### ③工場の高度化

温度制御、クリーン化、省エネルギー化、労働災害をなくす技術、作業環境の快適化等

### ④成形用素材の高度化

高精度板材プレス加工(製品精度向上のための素材金属板厚均一化、残留応力除去)、成形性に優れた軽量化材料、マルチスケール材料モデリングを用いたプレス加工用成形金属材料開発手法確立、軽量化材料の温間・熱間域における変形特性評価手法の確立と材料モデリング、成形性評価技術等

## 3 金属プレス加工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) 今後の金属プレス加工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) 今後の金属プレス加工技術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。