

(十) 部材の締結に係る技術に関する事項

1 部材の締結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

部材の締結に係る技術（以下「部材締結技術」という。）は、部品と部品、部分と部分の被締結部を、ボルト、ナット、小ねじ、タッピンねじ、リベット、ピン等の部品を用いて締結する技術であり、締結機能を有する部品を総称して締結用部品という。主な応用分野としては、自動車、産業機械、情報家電、建物・プラント等の構造物、ロボット、医療、鉄道、車両、航空宇宙等が挙げられる。

部材締結技術は、機械の製造及び構造物の建設において、機械を構成する各部品及び構造物の各部材を結合する際に用いられる。

締結用部品による締結の特徴は、リベットによる接合の場合を除いて、組立て・分解が可能な点にある。部材締結技術は、様々な機械、自動車等の製造及び建築・土木等の構造物の建設に欠かせない重要な技術である。

(2) 当該技術の将来の展望

川下製造業者等においては、製品の高速化、高強度化、軽量化に加えて、製品の信頼性の向上が求められている。これらの要求に対して、締結用部品の製造事業者及び部材締結技術を提供する事業者は、締結用部品の高付加価値化、信頼性の付与等に応え、締結体の合理的で安全な設計及び部材締結技術の高度化が求められている。

特に、要求が高まっている技術として、新素材の利用を促進する難加工を克服する生産技術、締結用部品の高強度化・小型・軽量化技術、締結体の安全性・信頼性を向上させる技術等が挙げられる。また、様々な材料の被締結材を確実に締結し、締結機能を長寿命化させる高い信頼性を有する締結用部品の開発、締結技術・締結方法の開発が望まれている。

さらに、締結用部品の使用環境は多様化、極限化しており、疲労破壊、遅れ破壊、緩み等に起因する締結部の破断を防止する技術開発をさらに進めていくことも求められる。

(3) 川下分野共通の事項

当該技術の川下製造業者等が抱える共通課題及びニーズ並びにそれらを踏まえ中小企業者が行う研究開発の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. 軽量化

様々な機械製品は一様に軽量化が進む傾向にある。大量の締結用部品が使用されている輸送機械等では、締結用部品も強度を維持した上での軽量化が求められている。

イ. 新素材の部材締結

様々な機械製品において、軽量化や高機能化、高感性化等を目的にセラミックスや炭素繊維等新素材が多く用いられるようになってきている。こうした新素材の部材は締結が難しい場合が多く、このための技術の高度化が求められている。

ウ. 製品信頼性

締結用部品の緩みは締結体の深刻な事故の原因となることが少なくない。日本製品に対する高い信頼性を今後も維持していくためには、製品の締結部の強度設計と緩み機構、さらにその防止設計の技術を高めるとともに、締結用部品の品質とメンテナンス性の向上に努めることが重要である。また、締結用部品の品質を高めるだけでなく、締結用部品のトレーサビリティ向上に関するニーズも高まっている。

エ. 環境負荷の低減

製造業に課せられる環境への責任は年々強まりを見せている。このためリサイクル性に配慮した設計を行う等、環境負荷の低減は重要な課題となっている。特に、ねじ部品は分解可能な締結方法であるため、製品、部品及び部材のリサイクルへの一層の貢献が求められている。

オ. 生産性の向上

新興国のメーカーはコスト競争力に優れ世界的に市場を拡大している。労働コストが高い我が国製造業が競争力を維持し続けていくためには、限られた労働力で高い付加価値を生み出していく仕組みを構築することが不可欠である。締結用部品は機械製品の締結に多用されており、締結作業の効率化は、製品製造の生産性向上に大きくつながるものである。

カ. 高強度化

耐久性の向上及び軽量化、コスト削減に繋がる部材の高強度化は、様々な川下事業者で課題・ニーズとして具体化している。

②高度化目標

ア. 軽量化

機械製品の軽量化に資する締結用部品及び技術の開発が求められている。

イ. 新素材の部材締結技術の向上

新素材の部材を確実に締結するための締結用部品の開発が求められている。

ウ. 締結用部品の締付け技術の高度化

締結用部品の確実な締付けは緩みを原因とする製品の事故防止にとって重要であり、製品の信頼性向上に資するため、技術の高度化を一層進めていくことが求められている。

エ. 環境負荷物質を用いない締結用部品の実現

従来の締結用部品の表面処理には有害な六価クロムやカドミウム等が使用されていたが、こうした環境負荷物質を使用せずに耐食性、装飾性に優れた締結用部品の開発が求められている。

オ. 製品のリサイクル性の向上に資する締結用部品の実現

機械や構造物の解体にとっても締結用部品による締結は有用であり、資源のリサイクルを一層進めていくために、締結の高い信頼性を維持しつつ解体も容易な締結用部品の開発が重要となっている。

カ. 締結用部品の製造における省エネルギー技術の向上

締結用部品の製造においては、成形、熱処理、表面処理等の工程で多くのエネルギーを消費する。環境に配慮しつつ、製造プロセス全体のコスト低減を進めるために、省エネルギー技術の開発を進めていくことが求められている。

キ. 作業効率性の向上に資する部材締結技術の高度化

製品製造の生産性を向上させるため、締結作業の効率化が様々な機械製品の業界で進められている。新興国の技術的な進歩が著しい。我が国のものづくりの優位性を維持していくためにも作業効率性の向上に資する部材締結技術の一層の高度化が求められている。

ク. 高強度な締結用部品の実現

機械製品の耐久性の向上、部品点数の削減による軽量化、低コスト化等へ貢献する高強度な締結用部品の開発が求められている。

ケ. 製品のトレーサビリティの向上

使用の履歴を追跡する情報処理に資する締結用部品及び技術の開発に加え、締結用部品の生産状況のトレーサビリティを担保す

る納入システムの開発を行うことが求められている。

コ. 生産工程の改善

生産工程を改善することによって締結用部品の軽量化、品質の向上、高強度化等を実現するとともに、変種変量生産や短納期生産及び川下製造業者等の多様なニーズにこたえる事が求められている。

(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中小企業者が行う研究開発の高度化目標を以下に示す。

1) 自動車に関する事項

自動車産業の組立て現場は自動化、省力化が進展しているが、締結用部品による締結作業はインパクトレンチ、ドライバー等のハンドツールによるものが大半を占めている。コストダウンと高精度化への要求に対応していくために、更なる締結作業の効率化が求められている。また、遅れ破壊を起こさない高強度な締結用部品の開発も強く求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 締結作業の効率化

イ. 締結用部品の遅れ破壊の防止

②高度化目標

ア. 締結作業の効率化に資する締結用部品及び技術の向上

イ. 遅れ破壊が発生しない高強度な締結用部品の実現

2) 産業機械に関する事項

産業機械の生産では、構成部品を締結するために様々な締結用部品による締結が用いられる。特に工作機械においては、切削工程の省力化や高速作業等の厳しい要求仕様に対応する、高性能化、耐熱性、高強度化が求められている。また、建機等の産業機械においては、外力がかかる部分の高強度化とサイズダウンの両立に必要な締結部の剛性の向上、厳しい使用環境にも対応する耐熱性、耐寒性が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高強度化、耐熱衝撃性

- イ. 遅れ破壊の心配のない高強度化
- ウ. 耐熱、耐寒性の高い締結用部品

②高度化目標

- ア. 新素材による締結用部品の実現

3) 情報家電及び事務機器に関する事項

情報家電及び事務機器は筐体の軽量化、薄型化が進展しており、締結用部品はこうした部材に対応した特殊な形状が求められることが多い。また、プリント基板を固定するためには非常に小さい締結用部品が用いられるが、機器の小型化に対応するため締結用部品も一層の小型化、高精度化が求められている。さらに、磁気記録部分の固定には非磁性材料の締結用部品が用いられるほか、機器によっては容易に開閉が出来ないように特殊な駆動形体を持つ締結用部品が用いられることがある。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 薄板厚部材の安定した締結
- イ. 微細な部品の締結

②高度化目標

- ア. 特殊形状締結用部品の実現
- イ. 極微小な締結用部品の実現

4) 建物、プラント及び橋梁に関する事項

建物、プラント及び橋梁は風雨や直射日光、塩分等に晒される厳しい環境の下で長期間使用されることから、防錆や耐食性が強く求められている。また、橋梁の基礎等は巨大な荷重や応力に対応する必要がある、しかも高度な耐震性が必要とされることから、締結用部品には高い強度が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 防錆性・耐食性の向上
- イ. 耐震性の向上

②高度化目標

- ア. 高耐食性をもつ締結用部品の実現
- イ. 耐震性に優れた締結用部品及び技術の実現

5) ロボットに関する事項

我が国は世界最大の産業用ロボットの生産国であるが、今後はサー

ビスロボット（清掃、警備、介護等に使用されるロボット）の需要の増加が見込まれている。サービスロボットは、安全性、信頼性、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く、またコンパクトな筐体に多くの機能部品を格納することが求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 省スペースへの寄与

②高度化目標

ア. 特殊形状をもつ締結用部品の実現

6) 医療に関する事項

医療用の締結用部品の材料には低密度、優れた耐食性、高強度、高い生体適合性、核磁気共鳴画像法（MRI）による診断に対応できる特性が求められている。

我が国において高齢化が進展する中、人工関節等インプラントに対する需要は今後拡大が見込まれるが、その市場では米国を始めとする外国製品が高いシェアを占めている。こうした中、国産品のシェア拡大のためには、インプラントに用いられる医療用の締結用部品の更なる性能向上が重要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. インプラント等における患者の負担軽減

②高度化目標

ア. チタン合金等の生体への負担が少ない締結用部品の製造技術の高度化

2 部材締結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

部材締結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) 高強度化に対応した技術開発の方向性

①締結用部品の高強度化

②高強度化に伴う遅れ破壊を起こさないという保証を与える評価方法

(2) 新素材に対応した技術開発の方向性

①高強度アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン合金、樹脂・複合材等の新素材部品の締結

(3) 締結用部品の締付けの高度化に対応した技術開発の方向性

①締付け確認方法

②安定した軸力を導入する表面処理・潤滑剤

③非鉄金属部材、異種金属部材、樹脂構造部材等の締付け

(4) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

①有害化学物質の不使用

②製品のリサイクル性向上

③締結用部品及び材料の製造過程における省エネルギー化

(5) 締結機能の向上に対応した技術開発の方向性

①組立て及び施工の作業効率性向上

②緩み防止

③締結用部品の情報化

④耐食性の向上

⑤マイクロ締結用部品

⑥樹脂部材締結

⑦特殊形状締結用部品等による締結機能向上

(6) 締結用部品の製造工程の高度化に対応した技術開発の方向性

①締結用部品製造工程の低コスト化

②締結用部品の品質管理

3 部材締結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) 今後の部材締結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) 今後の部材締結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。