

(十六) 熱処理に係る技術に関する事項

1 熱処理に係る技術において達成すべき高度化目標

我が国製造業の国際競争力の強化及び新たな事業の創出を図るためには、熱処理に係る技術（以下単に「熱処理技術」という。）を有する川上中小企業者（以下「熱処理加工業者」という。）は、川下製造業者等のニーズを的確に把握し、これまでに培ってきた技術力を最大限に活用するとともに、当該ニーズにこたえた研究開発に努めることが望まれる。川下製造業者等の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) 自動車に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

各国において自動車に対する燃費規制、排気ガス規制等の環境規制が逐次強化されており、自動車産業では、環境対応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、エンジンの効率向上、燃料電池のコスト削減、ハイブリッドシステムの効率向上、バッテリー、モーターその他電子部品の効率向上等が必要となる。さらに自動車のリサイクル性等への配慮も重要となっている。

また、原油・原材料の大幅な価格変動や昨今の経済情勢を受け、日欧米の自動車市場は縮小傾向にある中、ますます市場のグローバル化が進み、BRICS市場での低コスト車の出現等、国際的な価格競争は激しさを増している。そのため、魅力ある新商品をスピーディに開発し、市場に魅力的な価格で投入することが鍵となっている。このため、自動車に関し、以下の課題が具体化してきている。

- ア．軽量化
- イ．高強度化
- ウ．静音化
- エ．短納期化
- オ．低コスト化
- カ．環境配慮
- キ．低フリクション化

高度化目標

自動車を構成する部材のうち、エンジン部品、車体部品、懸架・制動部品、駆動部品等の強度や耐久性を向上するために熱処理技術が用いられている。を踏まえた熱処理技術の高度化目標は、以下のとおりである。

- ア．歪み予測、歪み抑制技術、歪みばらつき抑制技術の向上

- イ．工程短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術の開発
- ウ．不良現象抑制のための前後工程との連携技術の開発
- エ．新材料に対応した熱処理技術の向上
- オ．リサイクル性の高い材料の用途拡大を可能とする熱処理技術の向上
- カ．熱処理時間の短縮及び省エネルギーに資する技術の開発
- キ．管理・検査技術の向上
- ク．熱処理関連装置技術の向上
- ケ．ITを活用した生産技術の向上

(2) 建設機械、工作機械に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

動作時に大きな負荷の掛かる建設機械及び工作機械において、部品の強度や耐久性は非常に重要な要素である。また、近年では省エネルギー、環境性能向上が求められるとともに、静音化も重要な課題となっている。

特に工作機械においては、回転速度の高速化により、高速動作時の負荷に対応した新素材による治具等の開発及び生産性効率向上のための多軸化等が必要になっている。さらに、顧客ニーズに対応するために、短納期開発・生産等が必要となっている。このため、建設機械、工作機械に関し、以下の課題が具体化してきている。

- ア．高強度化
- イ．高耐久性
- ウ．高精密化
- エ．小型・高圧化
- オ．静音化
- カ．ハイブリッド化
- キ．短納期化
- ク．低コスト化
- ケ．環境配慮
- コ．多軸化
- サ．低フリクション化

高度化目標

建設機械や工作機械を構成する部材のうち、エンジン部品、モーター部品、駆動部品、機能部品、土台部品等の強度や耐久性を向上させるために熱処理技術が用いられている。を踏まえた熱処理技術の高度化目標は、以下のとおりである。

- ア．歪み予測、歪み抑制技術、歪みばらつき抑制技術の向上
- イ．工程短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術の開発
- ウ．不良現象抑制のための前後工程との連携技術の開発
- エ．新材料に対応した熱処理技術の向上
- オ．リサイクル性の高い材料の用途拡大を可能とする熱処理技術の向上
- カ．熱処理時間の短縮及び省エネルギーに資する技術の開発
- キ．管理・検査技術の向上
- ク．熱処理関連装置技術の向上
- ケ．ITを活用した生産技術の向上

(3) 情報家電に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

携帯電話やモバイルパソコンの筐体等には、小型化・軽量化と高強度・高耐久性の両立を図っていくことが必要となり、家庭内機器には静音化にも対応していくことも必要である。

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。このため、情報家電に関し、以下の課題が具体化している。

- ア．軽量化・小型化
- イ．高精度化
- ウ．高強度化
- エ．静音化
- オ．短納期化
- カ．低コスト化
- キ．環境配慮

高度化目標

情報家電を構成する部材のうち、筐体を始めとする部品、モーターや半導体製造装置等のギア及び軸等の強度や耐久性を向上させるために熱処理技術が用いられている。を踏まえた熱処理技術の高度化目標は、以下のとおりである。

- ア．歪み予測、歪みばらつき抑制技術、歪みばらつき抑制予測技術の向上
- イ．工程短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術の開発
- ウ．不良現象抑制のための前後工程との連携技術の開発
- エ．新材料に対応した熱処理技術の向上

オ．リサイクル性の高い材料の用途拡大を可能とする熱処理技術の向上

カ．熱処理時間の短縮及び省エネルギーに資する技術の開発

キ．管理・検査技術の向上

ク．熱処理関連装置技術の向上

ケ．ITを活用した生産技術の向上

(4) ロボットに関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

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人間支援型ロボット）は、安全性、信頼性、利便性に係る技術的な水準が、従来の産業用ロボットに比べて高い精度で要求されることから、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にロボットの軽量化や小型化等も求められるとともに、駆動部の耐摩耗性対策や重量物の持上動作等に対応した高強度化等が必要となる。このため、ロボットに関し、以下の課題が具体化してきている。

ア．軽量化・小型化

イ．高精度化

ウ．多軸化

エ．高速化

オ．高強度化

カ．高耐久性

キ．静音化

ク．低コスト化

高度化目標

ロボットを構成する部材のうち、構造部材、駆動部材等の強度や耐久性を向上するために熱処理技術が用いられている。を踏まえた熱処理技術の高度化目標は、以下のとおりである。

ア．歪み予測、歪みばらつき抑制技術、歪みばらつき抑制予測技術の向上

イ．工程短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術の開発

ウ．不良現象抑制のための前後工程との連携技術の開発

エ．新材料に対応した熱処理技術の向上

オ．リサイクル性の高い材料の用途拡大を可能とする熱処理技術の向上

カ．熱処理時間の短縮及び省エネルギーに資する技術の開発

キ．管理・検査技術の向上

ク．熱処理関連装置技術の向上

ケ．ITを活用した生産技術の向上

(5) その他

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

一般機械、電気機械、輸送機械、精密機械、金属製品等の高度化の要求に伴って、部品の強度や耐久性等の向上及び高精度化を図っていく必要がある。

また、低コスト化、短納期化の要求への対応や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。このため、以下の課題が具体化してきている。

ア．高強度化

イ．高耐久性

ウ．高精度化

エ．小型・高圧化

オ．短納期化

カ．低コスト化

キ．環境配慮

高度化目標

を踏まえた熱処理技術の高度化目標は、以下のとおりである。

ア．歪み予測、歪みばらつき抑制技術、歪みばらつき抑制予測技術の向上

イ．工程短縮や高機能化を可能とする高度熱処理技術の開発

ウ．不良現象抑制のための前後工程との連携技術の開発

エ．新材料に対応した熱処理技術の向上

オ．リサイクル性の高い材料の用途拡大を可能とする熱処理技術の向上

カ．熱処理時間の短縮及び省エネルギーに資する技術の開発

キ．管理・検査技術の向上

ク．熱処理関連装置技術の向上

ケ．ITを活用した生産技術の向上

2 熱処理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

1に示した熱処理技術に対する川下製造業者等のニーズを見ると、高強度化や耐久性の向上、静音化を始め、歪み抑制、新材料への対応、管理・検査技術の向上等による熱処理技術の高品質化、複合熱処理、ITの活用等による低コスト化や短納期化が求められている。また、循環型社会構築のために、リサイクル性等の環境面についても配慮していくことも重要となっている。

このため、熱処理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」、ITの活用による技術向上を中心に整理した「IT化」及び地球環境面への対応を中心に整理した「環境配慮」の3つに集約し、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

歪み予測・歪み抑制に資する技術の開発

ア．ゼロディストーションを目指す超低歪技術

歪みを極力制御・抑制する熱処理技術

イ．計測技術とシミュレーション技術

プロセス条件及び歪みを高精度に計測する技術

熱処理時の歪みを予測する技術

熱処理の複合化に資する技術の開発

ア．複合熱処理技術

窒化、浸炭、高周波熱処理等の熱処理加工技術による複合加工技術

イ．表面皮膜処理との複合技術

めっきやセラミックスコーティング（PVD（Physical Vapor Deposition）、CVD（Chemical Vapor Deposition）等）の表面皮膜処理技術と熱処理技術との複合加工技術

ウ．材料、鍛造、圧延等の他技術との複合技術

材料、鍛造、圧延等の他技術と熱処理技術との組合せによる複合加工技術

前後工程との連携に資する技術の開発

ア．前後の工程を考慮した熱処理技術

熱処理加工前後でどのような加工が行われるかを考慮して、前後の工程に適した熱処理を行う技術

イ．インライン化技術

前後工程を含めて熱処理工程を連続化、自動化、短時間化、省力化等を図る技術

ウ．歪み低減熱処理技術

- 前後工程を踏まえながら、全工程での歪み低減を行うための熱処理技術
- エ．結晶粒粗大化防止熱処理技術
 - 結晶粒が粗大化して素材の均一性が失われないようにする熱処理技術
- 装置の高度化に資する技術の開発
- ア．雰囲気制御技術
 - 雰囲気炉において、炉内雰囲気ガスを所期の組織に維持する技術
- イ．混合ガス関連技術
 - 雰囲気ガスの混合技術、混合比の最適化技術、使用後のガス処理技術及びその関連技術
- ウ．真空度向上技術
 - 真空熱処理炉の真空度を向上させる技術
- エ．炉内温度制御技術
 - 熱処理炉内の温度分布を均一又は任意の温度分布に制御する技術
- オ．高周波焼入れの温度制御技術
 - 高周波による誘導加熱によって焼入れを行うときの温度制御を行う技術
- カ．プラズマ技術
 - 安定したプラズマの発生による温度制御を行う技術
- 冷却技術の高度化に資する技術の開発
- ア．冷却材開発
 - 冷却に用いる材料の開発
- イ．冷却制御技術
 - 冷却を制御する技術
- 新材料対応に資する技術の開発
- ア．アルミニウム、マグネシウム、チタン、ステンレス等の新材料への熱処理技術
 - アルミニウム、マグネシウム、チタン、ステンレス等の新材料の材料改質を行うための熱処理技術
- 新加工法の導入に資する技術の開発
- ア．安価な材料の高強度化・高品質化技術
 - 安価な材料の改質により高強度化・高品質化を行う技術
- イ．高速熱処理加工技術

従来よりも熱処理時間を短縮する熱処理技術

ウ．真空浸炭技術

真空炉で浸炭加工を行う技術

(2) IT化に対応した技術開発の方向性

技能のデジタル化に資する技術の開発

ア．勘と経験に頼らない焼入条件、治具の最適化

勘と経験から設定される焼入条件や治具等について、自動化で
きるようにする技術や学術的な検証

イ．センサー、計測機器を活用したデジタル化技術

センサー、計測機器を活用して、技能的な解決法をデジタル化
する技術

ウ．非破壊検査技術

線等を利用して熱処理後の検査を非破壊で行う技術

シミュレーションに資する技術の開発

ア．加熱・冷却シミュレーション技術

加熱時と冷却時の熱伝導等をシミュレーションする技術

イ．歪み発生・残留応力発生シミュレーション技術

熱処理加工時の条件と被加工品の歪みや残留応力を検証するシ
ミュレーション技術

ウ．量産加工シミュレーション技術

連続炉等を利用した熱処理加工の量産性を評価するシミュレー
ション技術

データベース構築に資する技術の開発

ア．熱処理特性を体系的にまとめるデータベース技術

熱処理の特性を体系的にまとめたデータベースの構築

イ．素材成分・特性データベース技術

素材の成分や特性に関するデータベースの構築

F A (Factory Automation) 化に資する技術の開発

ア．効率的な生産を可能とする熱処理工程のF A 化技術

熱処理技術、生産管理技術、設備技術等の情報を統合するとと
もに、手作業で行われている作業工程をロボット等で自動化し、
熱処理工程の総合的なF A 化を進める技術

(3) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

添加物の減少・リサイクル性の配慮に資する技術の開発

ア．材料への添加物を減少させる高度熱処理技術

少ない添加物で材料に求められる機能を実現する熱処理技術

イ．熱処理技術の高度化によるリサイクル性の高い材料の用途拡大
リサイクル性の高い材料で求められる機能を実現する熱処理技術

塩素系溶剤からの転換に資する技術の開発

ア．真空脱脂洗浄装置を用いた炭化水素系溶剤への転換等の洗浄技術

真空脱脂洗浄装置を用いて環境負荷の高い塩素系有機溶剤から炭化水素系溶剤に代替する洗浄技術

イ．溶剤を使わない脱脂を可能とする技術

溶剤を使わないで脱脂することを可能とする技術

ウ．ガス冷却技術

真空処理における冷却速度向上のためのガスによる冷却技術

低温短時間処理化に資する技術の開発

ア．窒化技術

鋼の表面層に窒素を拡散させ、表面層を硬化する操作。処理方法にはアンモニア分解ガスによるガス窒化及び青酸塩による液体窒化がある。

イ．軟窒化技術

被加工材に窒素又は炭素及び窒素を拡散させ、耐摩耗性等を向上させる熱処理技術

ウ． A_1 変態点以下での浸炭処理

A_1 変態点以下で、熱処理の省エネルギー化を図るとともに、歪みや変形を少なくし、高品質を得るための浸炭処理

エ．DLC (Diamond Like Carbon) 製膜技術

非熱処理材、プラスチック、ゴム等の表面改質による高機能化のための技術

熱処理炉の省エネルギー化に資する技術の開発

ア．高性能工業炉を活用した省エネルギー燃焼炉技術

高温燃焼用空気を応用した燃焼技術の採用により省エネルギーを実現する高性能工業炉を活用した省エネルギー燃焼炉技術

イ．加熱源の効率化技術

電気、ガス等の燃料からの熱変換率を高めた効率的な加熱源技術

ウ．炉壁の高断熱技術

炉壁からの放熱を抑制する高断熱技術

エ．廃熱利用技術

廃熱を有効利用して消費エネルギーを低減させる技術

オ．省エネルギー熱処理治具技術

効率的な熱流路の確保等、省エネルギーを実現する治具技術

カ．低環境負荷ガスへの転換技術

ガス浸炭等の加工用ガスの低環境負荷ガスへの転換技術

環境負荷評価に資する技術の開発

ア．LCAによる環境負荷評価の推進及び総合環境負荷低減

LCAによるプロセス・設備等の設計から廃棄までのトータルの環境負荷を評価及び低減する技術

現場環境改善に資する技術の開発

ア．コージェネレーションや省エネルギー設備導入による工場全体のエネルギー効率利用技術

1つのエネルギーから複数のエネルギー（電気・熱等）を取り出すシステムであるコージェネレーションや省エネルギー設備導入により、エネルギーの有効利用や省エネルギー化を図る技術

イ．現場全体の環境改善技術

油等の汚れ防止や工業炉等の放射熱等の抑制等の現場環境を向上させる技術

ウ．安全性向上のための標準化技術

熱処理加工時の工業炉等の標準安全技術・基準の確立

3 熱処理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

(1) 取引慣行に関する事項

熱処理加工事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を契約書等で明確にし、取引における不確実性の排除に努めることが重要である。特に輸送費の負担、不良が出た場合の対処法、少量加工時の価格等については、明確にしておく必要がある。

また、熱処理加工事業者及び川下製造業者等は、価格決定方法や原材料高騰時の対処方法の取決めによる取引の透明性の向上や、共同で技術勉強会や交流会を実施する等による相互認識の醸成等により、良好な取引関係構築に努めることが望ましい。

(2) 知的財産に関する事項

熱処理加工事業者は、持続的かつ戦略的な経営を行うために、自社が有する熱処理技術に関する知的財産を認識し、自らの経営基盤として位置付けるべきである。知的財産の権利化に当たっては、権利化に

よって自社の技術や製品の優位性を保つことができる、実施料の収入が見込める等の有利な条件に加え、権利化されるとともに公開される情報から独自の技術が流出するおそれがある、他社による権利の侵害を判断することが難しい等の不利な条件についても勘案した上で、経営戦略に照らしつつ、特許等の知的財産権を取得すべきか、又は専ら営業秘密として保持すべきかについて判断すべきである。

一方、川下製造業者等は、熱処理加工事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すべきである。その際、熱処理加工事業者の知的財産を尊重すべきである。

(3) 設備投資に関する事項

熱処理加工事業者は、川下製造業者等と設備投資に係る検討や海外展開等の情報交換を行い、合理的な設備投資計画を立て、設備投資を促進していくことが必要である。また、設備投資を行えるだけの資金力、受注力を持つような体制構築を図るよう努めることが必要である。

(4) 人材の育成及び確保並びに技術及び技能の継承に関する事項

熱処理加工事業者は、熱処理技術の魅力や重要性の普及・啓発及び広報の工夫等を行うとともに、若い技術者の確保に努める必要がある。また、我が国の発展を担ってきた熟練工等経験を有する優れた技術者が有する技術や技能を若い人材に確実に継承することが必要である。

(5) 熱処理加工事業者と川下製造業者等の連携等に関する事項

熱処理加工事業者は、基礎的な研究やデータ収集及び新製品、新分野のニーズに対応した研究開発に関して、川下製造業者等や大学等と連携して効率的な研究開発を行っていくことが望ましい。

川下製造業者等は、設計・開発期間の短縮等により、従来は川下製造業者等が行っていた技術開発についても熱処理加工事業者が行う機会が増している状況をかんがみ、求める技術の動向等に関する情報を積極的に提供していくよう配慮すべきである。

(6) 熱処理加工業のグローバル化に関する事項

熱処理加工事業者は、川下製造業者からの日本国内向けの特別仕様により、海外熱処理業者の参入に対し、ある意味保護されてきたといえる。しかし調達のグローバル化が急速に進む中ではいつ国際的にオープンな環境で競争させるような仕様要求になるかもしれず、各業者は今まで築き上げた個別特殊な熱処理技術の伝承を確実にするだけでなく、それぞれが真に優位性のある独自の熱処理技術を持ち、積極的にアピールしなければグローバル化の中での生き残りは難しいと考え

られる。また、このような独自技術は海外の川下製造業者とのビジネス拡大にもつながり世界市場の中で確固たる位置を確保することが可能となるであろう。

最近米国では航空機部品に対する要求であるAMS 2750 Rev. D仕様という熱処理における温度分布を保証する温度計測、制御要求を満たす設備を有する熱処理加工事業者が増えている。もし、我が国の熱処理加工事業者がこのような高精度の熱処理技術を航空機産業以外の顧客にもアピールできれば今後のビジネスを優位に進めることが可能になる。我が国の熱処理加工事業者にとってはこのような高精度を要求する分野は最も得意としてきた分野である。しかし、国際的にこのような我が国の技術的優位性を評価できる指標は無いのではないか。我が国の熱処理加工事業者が開発した高度な技術を国際的な仕様や規格としグローバルな判断基準とすることも重要である。また、我が国の熱処理業の国際競争力を強化するためには国内の優れた川上、川下製造業者と連携した早急な対策が必要である。