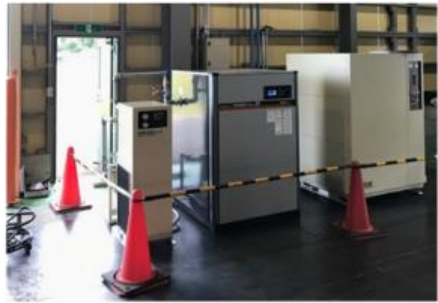


平成28年度採択 I I o Tを活用した高強度締結部品向け廉価熱処理・表面処理連続プロセスの開発
株式会社松徳工業所（大阪府） 主たる技術：材料製造プロセス

熱処理・表面処理工程の高度化による酸化スケール除去工程の省略を実現できる製造プロセス技術の構築により、耐遅れ破壊性・耐腐食性に優れた高強度締結部品の品質向上、低コスト化、省エネ、納期短縮を目指す。

研究開発の成果

- 酸化スケール除去工程を省略した熱処理表面処理製造プロセス技術構築
 - ・リン酸被膜の完全除去条件の確立および特殊雰囲気焼戻し処理条件を確立し、IIoTによる管理システムを構築することで酸化スケール除去工程を省略した熱処理表面処理製造プロセスを実現した。
- IIoTを活用した各工程の監視・測定・制御・記録システムの構築
 - ・各工程のサイクルタイム連動化のシステムを構築し、サイクルタイムロス削減の目標を達成した。密着性・耐腐食性の評価を完了し品質面でも向上する目処が得られた。



窒素ガス発生装置



亜鉛アルミフレーク処理設備



製造ラインIIoT表示装置

システムNo.	初期投入日時	実行工程名	開始日時	終了日時	経過時間
00001111	11月13日 08時41分	IIoT管理開始	11月13日 15時14分		356時間6分 ★★
00001112	11月13日 12時43分	IIoT管理開始	11月13日 12時43分		357時間37分 ★★
00001122	11月13日 12時45分	IIoT管理開始	11月13日 12時45分		357時間35分 ★★
00112233	11月23日 11時36分	IIoT管理開始	11月23日 11時36分		118時間44分 ★★
10000050	11月06日 09時32分	脱リン処理開始	11月06日 09時32分		528時間47分 ★★
10000051	11月06日 09時32分	脱リン処理開始	11月06日 09時32分		528時間47分 ★★
10000052	11月06日 09時33分	脱リン処理開始	11月06日 09時33分		528時間47分 ★★
10000053	11月06日 09時33分	脱リン処理開始	11月06日 09時33分		528時間47分 ★★

表示条件: IIoT監視データ 表示: 2018/11/28 10:20 ページ: (1/8)

IIoT表示例

研究体制

事業管理機関：一般財団法人大阪科学技術センター

株式会社松徳工業所
国立大学法人大阪大学

当該研究開発の連絡窓口

所属・氏名：横尾 臣則

E-mail：s.yokoo@shotoku-netsushori.co.jp

電話番号：072-977-0112

【公開版】

抜粋版

平成30年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「IIoTを活用した高強度締結部品向け廉価熱処理・表面
処理連続プロセスの開発」

研究開発成果等報告書

令和元年5月

担当局 近畿経済産業局
補助事業者 一般財団法人大阪科学技術センター

詳細は、中小企業庁 サポインマッチナビよりご確認お願い致します。
<https://www.chusho.meti.go.jp/sapoin/index.php/cooperation/project/detail/1975>

目 次

第1章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標
- 1-2 研究体制
- 1-3 成果概要
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

2-1 ショットブラスト工程省略の為のスケールフリー・熱処理技術および表面処理技術の開発

- (1) リン酸被膜の完全除去条件の技術開発
- (2) 特殊雰囲気焼戻し処理条件の技術開発
- (3) 亜鉛アルミフレーク被覆処理の塗布均一性工法開発および IIoT による管理システムの構築

2-2 耐遅れ破壊性・耐腐食性能の技術的裏付けデータの収集と各現象・機構解明

- (1) 遅れ破壊感受性とリン酸皮膜残存量とのメカニズムの解明
- (2) 亜鉛アルミフレーク被覆処理後の密着性・耐腐食性評価

2-3 IIoT を活用した各工程におけるリアルタイムでの監視・測定・制御・記録システムの構築

最終章 全体総括

3. 1 研究成果のまとめ

3. 2 補助事業の成果に係る事業化展開について

- (1) 想定している具体的ユーザー、マーケット及び市場規模等に対する効果
- (2) 事業化見込み

第1章 研究開発の概要

熱処理・表面処理工程の高度化による酸化スケール除去工程の省略を実現できる製造プロセス技術の構築により、耐遅れ破壊性・耐腐食性に優れた高強度締結部品の品質向上、低コスト化、省エネ、納期短縮を目指す。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

＜研究開発の背景＞

締結部品は通常、伸線加工や鍛造加工等により製造するが、その際にダイスや金型と鋼材の摩擦低減のために「リンを含む潤滑剤」を使用する。これが被膜として製品表面に残存すると、後工程の熱処理時にリン成分が製品内部に拡散・侵入して使用過程での遅れ破壊を誘発（課題①）する。他方、焼戻し熱処理では、炉内に残存する大気中の酸素により製品表面に酸化膜（スケール）が生成（課題②）し、表面処理膜との密着性を低下させる。そのため、表面処理業者では、製品表面に対して微小な鋼球を高速で叩き付けてスケールを除去するショットブラスト工程が不可欠となるが、ブラスト鋼球の残留による錆発生やネジ部の嵌合精度の低下などの問題（課題③）を伴う。当然ながら表面処理前に追加工程が必要となることや、上記の各工程は個々の企業で実施するために素材・半製品の輸送・保管や錆発生防止のための防錆油塗布などによる製造・物流費用の増加を招く（課題④）。これらはボルトメーカーの抱える課題と要請（ニーズ）である。

そこで、上記の課題を解決し、廉価で高品質な高強度締結部品の革新的製造プロセスの確立を目指す。従前の製造工程と本開発製法の対比を下図に示す。また、本製法の特徴や期待効果は次の通りである。

[1] 熱処理工程にインライン化したバレル研磨装置（既設）によるリン成分の完全除去⇒課題①に対応

[2] 酸素分圧制御加熱炉での焼戻し熱処理により酸化スケールの生成を抑制⇒課題②に対応

⇒その結果、ショットブラスト工程が不要となる⇒課題③に対応すると共に、製造コスト削減に寄与する。

[3] リン酸被膜除去—熱処理—表面処理の連続工程化による低コスト化と納期短縮⇒課題④に対応

＜川下製造事業者のニーズ＞

- ① 遅れ破壊発生リスクの無い、安心・安全な高強度締結部品の製造プロセス技術
- ② 過酷な使用環境に対応可能な耐腐食性と有害物質を含まない表面処理技術
- ③ ネジ精度の厳しい締結部品に対応した熱処理・表面処理技術
- ④ グローバル競争に対応するコスト低減と短納期化を実現する熱処理・表面処理技術

＜従来技術＞ 多工程個別生産型

＜技術課題＞

- ① リン酸被膜除去処理後のリン酸被膜残留
→【被膜除去不完全による遅れ破壊発生】
- ② 焼戻し酸化スケールの生成による品質低下
→【耐腐食性の低下】
- ③ ショットブラスト処理が必須工程
→【打痕発生によるネジ精度の低下】
→【ショット球付着による錆発生】
→【粉じんによる劣悪な作業環境】
- ④ 多工程→【錆発生・異物混入・高コスト】

＜新技術＞ ワンストップ式高品質生産型

＜期待される効果＞

- ① リン酸被膜完全除去による耐遅れ破壊性向上
→【遅れ破壊ゼロ】
- ② 酸化スケールゼロによる耐腐食性向上
→【塩水噴霧試験1000時間クリア】
- ③ ショットブラスト工程の省略
→【打痕ゼロによるネジ精度向上】
→【ブラスト球の残留ゼロによる耐腐食性向上】
→【粉じんゼロによる作業環境改善】
- ④ 短工程→【品質向上・低コスト・短納期・省エネ】

＜研究開発目的及び目標＞

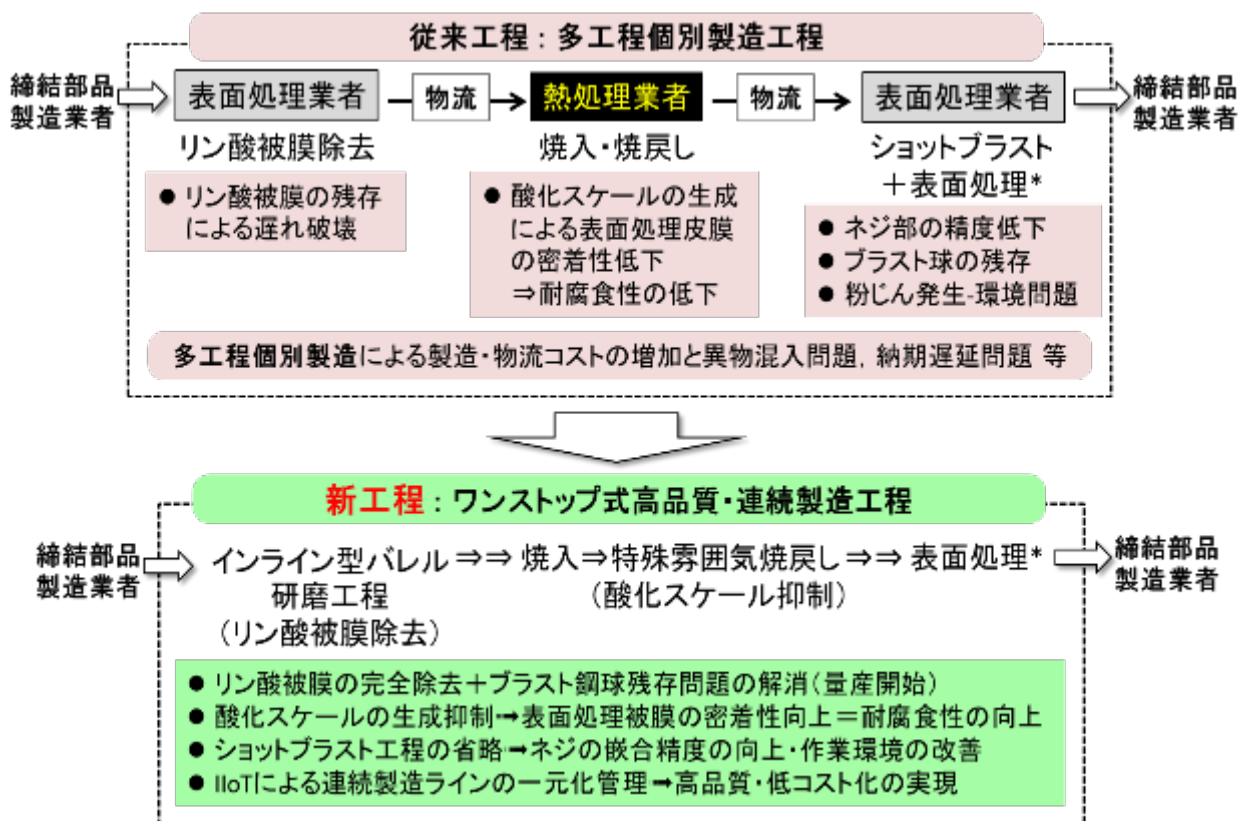
① 目的

熱処理と表面処理を個々の専門メーカーで実施する現状の製造工程において、品質問題、製造コスト、環境・人体負荷・クレーム発生時の責任の所在が不明などの複雑な諸問題が存在する中、これらを解決できる熱処理と表面処理を融合した高品質かつ廉価な表面処理の構築・提供は上記の市場ニーズに応え得るのみならず、環境改善の観点からも重要な課題である。具体的には熱処理業者である弊社が締結部品作製以外の工程をすべて一貫生産する。これは単に個別の外注工程を取り込み、内製化することが目的ではなく、ショットブラスト工程を省略することで前述した品質・コスト・納期に関する様々な利点を得て、それらを顧客ユーザと共有することが真の目的である。

② 目標

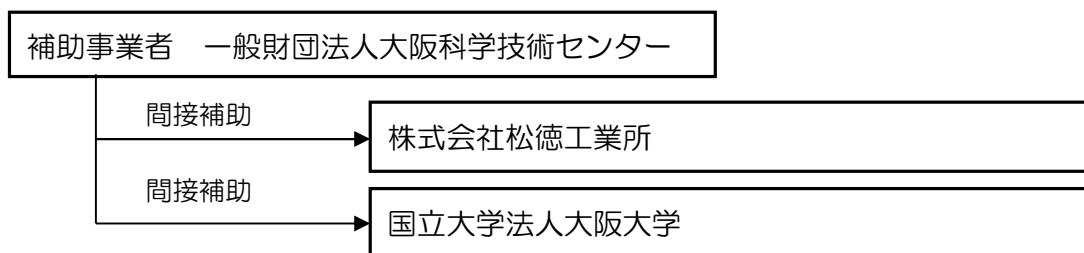
上記のような目的を達成するため、本事業にて確立を目指す具体的な連続製造プロセスとして、先ず、締結部品表面に付着したリン酸被膜を完全に除去（1%以下）し、錆が発生しない時間間隔（30分以内）で焼入炉に装入する。その後、連続して焼入れ熱処理の後に焼戻し熱処理を特殊雰囲気下で行い、酸化スケールの発生を防止することにより、清浄度の高い表面状態の製品が得られ、その結果、ショットブラスト工程の省略が可能となる。

このことにより、ボルトメーカー等の川下ニーズである高効率化と迅速化を実現し、今後の強力な競争相手となる新興国に対しても、高品質とコスト競争力のあるプロセス技術でグローバル競争に対応することが可能となる。



1-2 研究体制

＜履行体制図＞



＜研究者＞

株式会社松徳工業所 横尾
 国立大学法人大阪大学 近藤

1-3 成果概要

① 酸化スケール除去工程を省略した熱処理表面処理製造プロセス技術構築

リン酸被膜の完全除去条件の確立および特殊雰囲気焼戻し処理条件を確立し、IIoT による管理システムを構築することで酸化スケール除去工程を省略した熱処理表面処理製造プロセスを実現した。

② IIoT を活用した各工程の監視・測定・制御・記録システムの構築

各工程のサイクルタイム連動化のシステムを構築し、サイクルタイムロス削減の目標を達成した。密着性・耐腐食性の評価を完了し品質面でも向上する目処が得られた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

〒582-0027 大阪府柏原市円明町 1000-30

株式会社松徳工業所

Tel: 072-977-0112 Fax: 072-977-0122

横尾 臣則 Email: s.yokoo@shotoku-netsushori.co.jp