

鋳物製品の表面処理に関する調査および可能性試験

伊藤恭祐*, 樋尾勝也*

Survey and Possibility-Investigating Experiment of Surface Treatment for Casting Products

Kyosuke ITO and Katsuya HIO

We investigated surface treatment for casting products. As the surface treatment, the treatments such as electrodeposition coating, hot-dip galvanized, spray coating, and powder coating are conducted. The cost of applying the surface treatments is less than 5% in about 50% of targeted companies, and, therefore, expensive surface treatments cannot be introduced to the targeted companies. Among the 15 companies, there were 11 companies that answered problems in the currently-conducted surface treatment, and, therefore, it is considered to be needs of some reworking of produced materials and further improvement of preprocessing. Thus, the surface treatment that can be simple and low cost was first set as a target of a literature survey. As a result, the zirconium-based chemical conversion treatment that is a paint undercoating technology used for products such as steel plates was chosen as the surface treatment to be examined. When a zirconium chemical conversion treatment was applied to cast iron samples, wear-resistant and corrosion-resistant of the samples were improved.

Key words: Surface Treatment of Casting Products, Zirconium, Chemical Conversion Coating, Wear-Resistant, Corrosion-Resistant

1. はじめに

三重県には鋳鉄鋳物企業が集積している。鋳鉄は日用品から産業機械まであらゆるジャンルで使用されている。その製造プロセスの中で、鋳鉄の耐食性の向上、およびメンテナンスコストの低減の要望により、表面処理での対応がなされている。表面処理とは、材料の表面を何らかの方法で処理加工することであり、表面特性を改善させるか、もしくは新たな特性や機能を付加することである。すなわち、表面処理した材料の表面は、多かれ少なかれ何らかの変化が生じる^{1,2)}。鋳鉄の場合、一般的に複雑形状への表面処理には難しい。そのため、一部の製品を除いて表面処理が適用されておらず、耐食性が不足している。そのため、

表面特性データの蓄積、さらには鋳物製品の耐食性の向上が望まれている。

そこで、鋳物製品への表面処理の現状を調査し、現在行っている表面処理の問題点を探索した。調査の結果から企業の抱えている問題等を解決につなげるため、新しい表面処理について可能性試験を実施したので報告する。

2. 調査の内容

本調査では、三重県内の鋳物製品製造業、鋳物製品販売業、金属表面処理業に携わる企業 15 社を対象として訪問調査を行った。図 1 に調査を行った企業の業種を示す。調査した企業のうち、鋳物製品製造業が 11 社で 7 割強を占め、鋳物製品製造業、鋳物製品販売業、金属表面処理業はいずれも 2 社で 1 割強であった。

* 金属研究室

溶融亜鉛めっきについて良い点は「錆びに強い」, 「コストが安い」等で, 悪い点は「むらがある」, 「作業環境が良くない」等であった。

(4) 表面処理は自社で実施しているか, 委託で実施しているか。

表面処理を自社もしくは委託かについて図 4 に示す。「自社」で実施しているのは金属表面処理業 2 社中 2 社のみであった。他の業種は「委託」と「自社・委託両方」が半々であった。

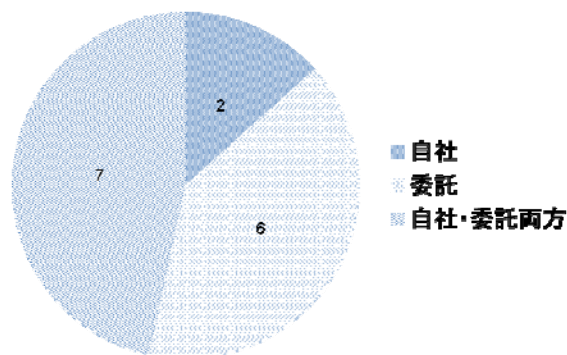


図 4 自社 or 委託

(5) 表面処理にかかるコストは全体事業の中でどれぐらいの割合か。

表面処理にかかるコストを図 5 に示す。表面処理にかけるコストは全体の約半数が 5%未満であった。

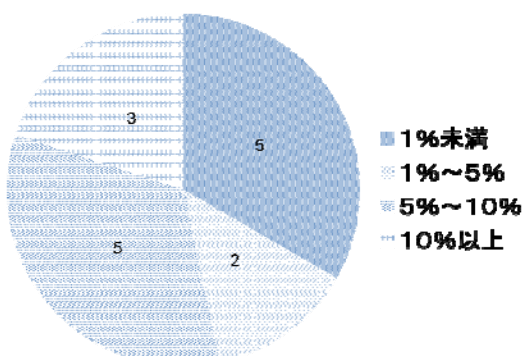


図 5 表面処理にかかるコスト

(6) 現状の表面処理で困っていることはないか。

現状の表面処理で困っている事項を表 3 に示す。「手直しがいる」, 「前処理 (表面改質等) がある」, 「剥がれて錆びる」等の回答があった。

表 3 現状の表面処理で困っていること

手直しがいる	2
二次処理 (めっき後) がある	2
前処理 (表面改質等) がある	2
外観検査でクレームがある	2
剥がれて錆びる	3
特になし	4

(7) 過去に現状と違う表面処理を実施していたことはあるか。

過去にしていた表面処理を図 6 に示す。「特になし」の回答が全体の半分強であった。

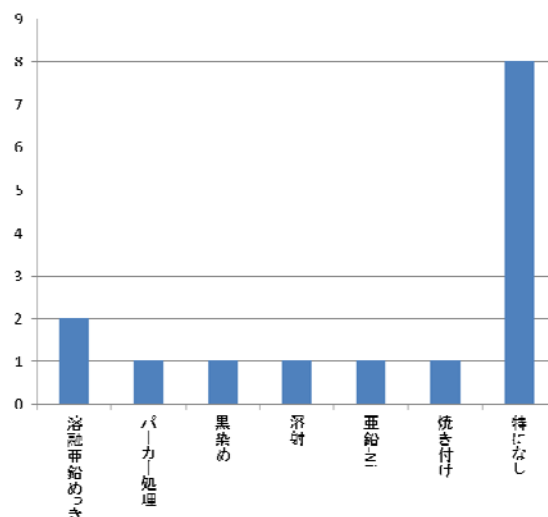


図 6 過去にしていた表面処理 (複数回答)

(8) (6)で「困っていることがある」と回答した場合, 現状, 実施していない理由は何か。

過去に実施していた表面処理をやめた理由を表 4 に示す。「処理が必要な製品がなくなった」, 「作業環境が良くない」等の回答があった。

表 4 過去にしていた表面処理をやめた理由 (複数回答)

処理が必要な製品がなくなった	3
作業環境が良くない	2
製品に合わない	2
仕上がりが良くない	1

(9) 出荷まで製品を錆びないようにする工夫は何か。

製品を錆びないようにする工夫を表 5 に示す。「早目に表面処理する」、「在庫を持たない」、「防錆剤、防錆紙を使う」等の回答があった。

表 5 製品を錆びないようにする工夫 (複数回答)

早目に表面処理する	5
在庫を持たない	3
倉庫内に入れる	3
出荷直前にショットをかける	2
油をかける	2
防錆剤、防錆紙	2
袋に入れる	2
上下に扇風機を設置し風をあてる	1

4. 可能性試験

4. 1 背景

企業の調査で表面処理のコストは 5 %未満であることや現状の表面処理に何らかの手直しや処理が必要であることが判明したため、実験計画を立てるにあたり、低コストで簡易にできる表面処理について文献等の調査を実施した。その結果、鋼板等の塗装下地処理技術としてジルコニウム系化成処理が研究されており、従来のリン酸亜鉛処理に匹敵する諸性能が得られていることを入手した^{3,4)}。そこで、ジルコニウム系化成処理を鋳鉄に適用し、耐摩耗性、耐食性について検討した。なお、今回取り上げたジルコニウム化成処理の効果を調べるため、化成処理を施さなかったものについても実験を行った。

4. 2 化成処理

化成処理を施す鋳鉄には球状黒鉛鋳鉄 (FCD450) を使用した。φ 60 mm、厚さ 2~3 mm サイズの試験片をエメリー紙にて #400 まで研磨し、化成処理用の供試材とした。

表面処理を行う水溶液の種類は、フッ化ジルコニウムアンモニウム ((NH₄)₂ZrF₆) を使用した。pH 調整のために硝酸ナトリウム (NaNO₃) 及び硝酸 (HNO₃) を添加し、緩衝剤としてホウ酸 (H₃BO₄) を添加した。浸漬前に 1 %硝酸で供試材表面を 10 秒間前処理した。水溶液の濃度、浴温度および浸漬時間は鋼板及びアルミニウムへのジルコニウム系化成処理例^{5,6)}を参考にした。表 6

に各処理溶液の濃度、浴温度および浸漬時間を示す。

表 6 処理溶液の濃度、浴温度、浸漬時間

処理溶液	濃度	浴温度	浸漬時間
(NH ₄) ₂ ZrF ₆	2.5 g/l	45 °C	2 min
NaNO ₃	10 g/l		
HNO ₃	0.4 ml/l		
H ₃ BO ₄	5 g/l		

4. 3 摩擦摩耗試験

耐摩耗性の評価を行うためにボールオンディスク型摩擦摩耗試験機 (レスカ製 FPR-2100) により摩擦摩耗試験を実施した。試験条件は摩擦相手材として直径約 5 mm の SUJ2 軸受鋼球を用い、回転半径 2 mm、回転速度 50 mm/s、試験時間 600 秒、荷重質量は 1000 g で試験を行ったのち、顕微鏡で摩耗痕の幅を測定した。

4. 4 浸漬腐食試験

耐食性の評価を行うため、3.5 %の塩水に 30 °C、24 時間の浸漬腐食試験を実施した。評価については腐食減量を用いた。

5. 試験結果と考察

本章では前年度報告の希土類 (セリウム) で化成処理した結果⁷⁾も併せて記載し、本実験結果と比較する。

5. 1 化成処理

図 7 に化成処理の外観を示す。外観上からねずみ色の皮膜が仕上がっていることが確認された。鋼板へのジルコニウムの化成処理⁵⁾と同様に鋳鉄表面にジルコニウムを析出させ、ジルコニウム保護層が生成されたものと思われる。



図 7 化成処理の外観

5. 2 摩擦摩耗試験

図8に処理条件と摩耗痕幅との関係を示す。ジルコニウムで化成処理したものは化成処理していないものよりも摩耗痕幅が小さい結果となった。すなわち、ジルコニウムで化成処理することで耐摩耗性が上がったと考えられる。しかしながら、前年度に報告した希土類（セリウム）で化成処理した結果⁷⁾と比べると耐摩耗性は若干劣る結果となった。

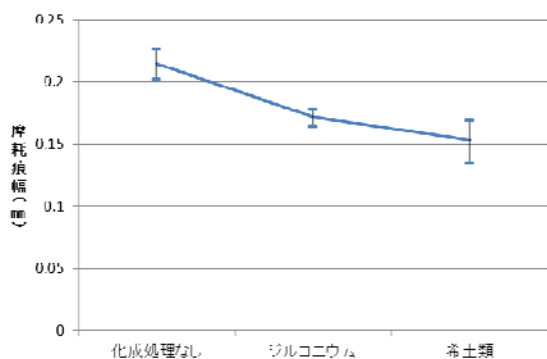


図8 処理条件と摩耗痕幅

5. 3 浸漬腐食試験

図9に処理条件と腐食減量との関係を示す。ジルコニウムで化成処理したものは化成処理していないものよりも腐食減量が少ない結果となった。すなわち、ジルコニウムで化成処理することで耐食性が上がったと考えられる。しかしながら、希土類（セリウム）で化成処理した結果と比べると耐食性は劣る結果となった。

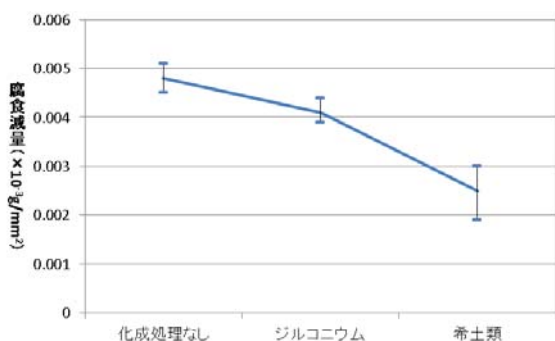


図9 処理条件と腐食減量

6. まとめ

鋳物製品への表面処理の現状を調査し、現在行っている表面処理の問題点を探ることを目的として、調査を実施した。また、企業の抱えている問題等を解決につなげるため、ジルコニウム系化成

処理の可能性試験を実施した。結果として、以下のことが明らかになった。

- (1) 現在実施している表面処理は、電着塗装、溶融亜鉛めっきが多く、吹付塗装、粉体塗装がそれに続く。
- (2) 表面処理にかかるコストは約半数が5%未満であり、企業にとってコストのかかる表面処理を採用することは困難であると考えられる。
- (3) 現在の表面処理で困っていると答えた企業が15社中11社あり、何らかの手直しや処理（前処理、後処理）が必要であると考えられる。
- (4) 化成処理により、鋳鉄表面にジルコニウムを析出させ、ジルコニウム保護層を生成することができた。その耐摩耗性、耐食性の評価を摩擦摩耗試験および浸食腐食試験により検討した結果、耐摩耗性、耐食性が向上することが明らかとなった。

謝辞

本調査研究では、県内企業の皆さまから、面談、聴き取り調査のご協力をいただきました。また、地方独立行政法人大阪産業技術研究所森之宮センターのご担当者様には、業務多忙の中、格別のご配慮をいただきました。付記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 仁平宣弘：“表面処理の本”。日刊工業新聞社，p10-11 (2009)
- 2) 仁平宣弘ほか：“はじめての表面処理技術”。技術評論社，p1-17 (2012)
- 3) 福士英一：“ジルコニウム化成処理技術の特徴と今後の動向”。表面技術，69，p280-284(2018)
- 4) P. Puomi et al.：“Optimization of commercial zirconic acid based pretreatment on hot-dip galvanized and Galfan coated steel”. Surface and Coatings Technology, 115, p79-86(1999)
- 5) 地方独立行政法人大阪市立工業研究所：“平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業「皮膜特性と環境性能を両立する塗装下地用化成処理技術の開発」”。研究開発成果等報告書，(2014)

- 6) 島倉俊明：“アルミニウムの化成処理技術の変遷と動向”．表面技術，61，p223-231(2010) p20-23(2018)
- 7) 伊藤恭祐ほか：“希土類元素による鋳鉄の化成処理”．三重県工業研究所研究報告，42，（本研究は，法人県民税の超過課税を財源としています．）