

塗装前処理としての大気圧プラズマ処理が金属材料表面に及ぼす影響

小林弘明^{*†}・森田晃一^{*}・山下勝也^{*}・片岡泰弘^{*}

^{*}あいち産業科学技術総合センター産業技術センター 愛知県刈谷市恩田町1-157-1 (〒448-0013)

[†] Corresponding Author, E-mail: h-kobayashi@aichi-inst.jp

(2018年5月29日受付, 2018年7月26日受理)

要 旨

金属材料は耐食性の向上や意匠性の改善を目的として塗装されることがある。塗装の目的を長期間維持するためには、適切な塗装前処理が必要となる。現状、代表的な塗装前処理として化成処理が挙げられる。化成処理は、塗装後耐食性や生産性に優れる一方で、廃液処理が必要となることから環境面で課題がある。そこで、本研究では、廃液処理の必要がない大気圧プラズマ処理に着眼し、塗装前処理としての適用性を検討した。結果、プラズマ生成ガスとして窒素を用いた大気圧プラズマ処理した場合、ぬれ性と付着性を改善できることがわかった。この要因は、金属材料表面における有機物と酸化物の残存状態に起因していることを明らかにした。また、大気圧プラズマ処理によってぬれ性と付着性を改善した金属材料の塗装後耐食性は、金属材料表面における腐食生成物の発生形態に大きく影響される可能性が高いことが示唆された。

キーワード：塗装前処理, 大気圧プラズマ, ぬれ性, 付着性, 複合サイクル試験

1. 緒 言

鉄鋼に対する代表的な防食方法として、塗装やめっきが挙げられる。なかでも亜鉛めっきは素地の鉄鋼に対して優れた犠牲防食作用を示すため、道路交通資材をはじめとした建築部材のほか、電機部材としても広く利用されている^{1,2)}。また、亜鉛めっき鋼板に対して、さらなる耐食性の向上や意匠性の改善を目的として、塗装されることがある³⁾。塗装の目的を長期間維持するためには、適切な塗装前処理が求められる⁴⁻⁷⁾。亜鉛めっき鋼板における塗装前処理は湿式と乾式に大別される。前者は六価クロム化成処理やりん酸塩処理がある。これらは、生産性に優れるものの、六価クロムの毒性やスラッジの発生といった環境負荷の点で課題がある⁸⁾。後者は研磨紙研磨処理やブラスト処理がある。これらは、おもに現場補修として利用されるが、湿式と比較して塗装後耐食性に課題がある⁹⁾。

近年の環境負荷低減に対する社会的ニーズの高まりを受けて、前述した塗装前処理においても環境に配慮した技術の開発が進められている。具体的には、六価クロム化成処理の代替技術の一つとして三価クロム化成処理の開発、実用化が進んでいる¹⁰⁾。また、湿式とは異なり廃液処理が不要であるプラズマ処理を表面処理分野へ適用する研究が進展している。とくに、大気圧下で処理できる大気圧プラズマ処理は、高価な真空設備を要しないことや、プラズマ生成ガス成分の最適化によって高密度な活性種を生成できることから、産業応用としての利用拡大が期待されている¹¹⁾。たとえば、桑畑ら¹²⁾は、石英ガラスに対してアルゴンガスを用いた大気圧プラズマ処理を適用した

結果、特定条件の大気圧プラズマ処理によって超親水性を示す石英ガラスを作製できることを明らかにした。このような超親水性の発現は、石英ガラス表面に吸着していた炭素が、大気圧プラズマ処理によって除去されたためであると報告している。また、大久保ら¹³⁾はフッ素樹脂フィルムの金属に対する付着性向上をねらいとして、アルゴンガスを用いた大気圧プラズマ複合処理を適用した結果、きわめて優れた付着性が得られることを報告している。さらに、中村ら¹⁴⁾は、塗装前処理としてヘリウムガスを用いた大気圧プラズマ処理を適用した結果、良好な付着性が得られる可能性を報告している。このように、大気圧プラズマ処理に関してはすでに多くの研究報告がある。しかしながら、大気圧プラズマ処理が被処理材表面に及ぼす影響に関するデータは未だ限定的であり、大気圧プラズマ処理に関する知見は不十分な状況にあると考える。また、大気圧プラズマ処理を表面処理分野に適用した研究報告では、プラズマ生成ガスとしてアルゴンやヘリウムが用いられており、空気や窒素と比較して高価であることから、産業応用を図るうえでボトルネックとなる可能性がある。そこで、本研究では、産業応用としての実用性を考慮して、アルゴンやヘリウムと比較して安価な空気および窒素をプラズマ生成ガスとして用いた。そして、これらのプラズマ生成ガスを用いた大気圧プラズマ処理が金属材料表面に及ぼす影響を明らかにするとともに、塗装後耐食性について調査した。

2. 実験方法

2.1 試料

Table 1に本研究で用いた各試料を示す。母材は、電気亜鉛めっき鋼板 (株)スタンダードテストピース製, SPCC-SD, めっき厚8 μm, 1×35×50 mm) を用いた。前述したとおり亜鉛

【図表について】本誌では白黒で掲載された図版も、論文公開サイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。ぜひともご利用ください。
www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/char/ja/