

アーク溶射 Ti 複合皮膜に及ぼすアトマイズガスと熱処理の影響

峪田宜明^{1,*} 飛田守孝² 竹元嘉利²
榊原 精² 田尻登志朗³

¹岡山大学大学院自然科学研究科

²岡山大学工学部機械工学科

³倉敷ボーリング機工株式会社

Effects of Atomization Gas and Heat Treatment on Arc-Sprayed Ti Composite Coatings

Nobuaki Sakoda¹ Moritaka Hida² Yoshito Takemoto²
Akira Sakakibara² and Toshiro Tajiri³

¹Okayama University Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama 700-8530

²Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Okayama University, Okayama 700-8530

³Kurashiki Boring Kiko. Co., Ltd., Kurashiki 712-8052

Abstract

The effect of atomization gas on nitriding process and the formation of alloyed layer under composite arc spraying using two different wire metals (Ti and the paired metal (Ni, Cu and Al)) was investigated. The change of crystalline structure during heat treatment in vacuum was also discussed. Results obtained were follows; 1) Air-atomized Ti composite coatings consisted of Ti nitrides (TiN and TiN_{0.3}) and the paired metal (Ni, Cu or Al). Only in the case of Ti-Al coating, an intermetallic compound (Ti₂Al) was detected. 2) The XRD peaks of TiN appeared in slightly higher angles. 3) In the Ti-Ni coatings sprayed with N₂ and Ar atomization gas, an intermetallic compound (Ti₂Ni) was detected, and the N₂-atomized coatings had excellent wear resistance.

4) By heat treatment, the intermetallic compound (TiNi₃, TiCu₃ or TiAl₃) and the Ti nitride (Ti₂N) were formed in the coating, and also the metallic oxide (Ni₂Ti₄O or Cu₃TiO₅) was detected in Ti-Ni or Ti-Cu coating, respectively. 5) The above XRD peak position of TiN shifted to that of the stoichiometric structure by heat treatment.

Key words : titanium composite coating, arc spraying, atomization gas, heat treatment, nitriding process, titanium nitride, intermetallic compound, metallic oxide, wear resistance

1. 緒言

耐食性に富み、比較的高温での機械的特性に優れるチタンは、様々な構造部材へ適用されており、近年溶射法によるチタン皮膜形成に関する研究が盛んに行われている。しかし、活性金属であるチタンは酸素、窒素との反応性が高いため、その溶射は減圧もしくは不活性雰囲気中で行われることが多く¹⁻⁵⁾、対象物の寸法制約を伴うために広範囲へ普及していないのが現状である。一方酸化、窒化反応を積極的に利用した研究も進められており⁶⁻⁹⁾、我々も大気中のアーク式溶射法によりチタン皮膜を形成し、

成膜過程におけるチタンの激しい窒化反応により TiN 相が形成され、チタン酸化物は皮膜中に全く存在しないことを確認した¹⁰⁾。この TiN 相は高硬度であるが、皮膜中に多くのき裂や気孔を含むために、機械的特性に劣る皮膜であった。この高硬度窒化物 (TiN) 皮膜を構造部材へ適用するためには皮膜の延性向上が求められ、チタンと異種金属との複合溶射皮膜の形成が有効と考えられる。

アーク式溶射法は、安価に皮膜を作製できる溶射法の一つであり、成膜速度が速く皮膜と基材間の密着強度が高いという利点がある。さら

に異なる2種類の金属線材を電極材料として用いることで、比較的安価に複合皮膜を作製できる。アーク式溶射法を用いた複合皮膜形成に関する研究は、耐食性を目的とした亜鉛系複合皮膜^{11,12)}や、異種金属間の反応を利用したTiAl金属間化合物の生成¹³⁻¹⁵⁾等報告されている。我々もチタンと異種金属(モリブデン, ニッケル)との複合溶射皮膜を作製し、合金層の組織観察により、溶射されたチタン粒子内部の窒素量の少ない領域のみが合金層を形成することを確認した¹⁶⁾。大気中でのアーク式溶射法による成膜では、活性金属であるチタンの窒化過程や、チタンと異種金属との複合溶射における合金層の形成にアトマイズガスの成分が影響を及ぼすと考えられる。

そこで本研究では、2種類の異なる金属線材を電極として適用できるアーク式溶射法により、チタンと異種金属(ニッケル, 銅, アルミニウム)との複合溶射皮膜を作製した。アーク式溶射におけるアトマイズガスを変更することで、成膜過程におけるチタンの窒化過程および合金層の形成に及ぼすアトマイズガスの影響を調査し、さらに複合溶射皮膜に熱処理を施し結晶構造の変化を観察することで、複合溶射における金属(チタン)とガス成分との反応過程の解明を試みた。