S043023

アルミ合金および炭素鋼の耐食性に及ぼす
チタン微粒子衝突処理の効果森田 辰郎^{*1}, 従野 友裕^{*2}
加賀谷忠治^{*3}, 宮坂四志男^{*4}Effect of Titanium-Fine-Particle Bombarding Treatment on
Corrosion Resistance of Aluminium Alloy and Carbon SteelTatsuro MORITA^{*1}, Tomohiro YORINO, Chuji KAGAYA and Yoshio MIYASAKA^{*1} Department of Mechanical & System Engineering, Kyoto Institute of Technology
Goshokaido-cho, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8585 Japan

This study investigated effect of titanium-fine-particle bombarding (Ti-FPB) treatment on corrosion resistance of A7075-T6 aluminum alloy and S45C carbon steel. Ti-FPB treatment is a surface-modification method to bombard countless titanium-fine-particles accelerated to high speed to the materials. After the treatment was conducted on the materials, the characteristics of the formed surface layers were examined in detail. As a result, it was shown that titanium composing the fine-particles was diffused over the surfaces because kinetic energy of the fine-particles was converted to thermal energy and the surface temperature was rapidly increased. At the same time, the surface hardness was remarkably increased and compressive residual stress was introduced. Further, the Ti-FPBed materials were immersed in 5 mass% salt-water maintained at 353 K. In this test, the specimens were fixed under stress of 80% of the yield strength. The results showed that the diffused titanium through Ti-FPB treatment improved the corrosion resistance of A7075-T6 alloy and S45C steel and the reduction in the tensile strength and elongation was suppressed.

Key Words : Aluminum Alloy, Carbon Steel, Surface-Modification, Corrosion Resistance, Fine-Particle Bombarding, Titanium Particles, Salt Water, Tensile Strength, Elongation

1. 結 言

微粒子衝突 (fine-particle bombarding, 以後 FPB) 処理は, 圧縮空気を用いて 100 m/s を超える高速度まで加速した多数の微粒子を被処理材に衝突させる表面改質法である. 本研究では, FPB 処理による異種元素の拡散効果に着目し, 衝突粒子としてチタン微粒子を用いることで被処理材の表面にチタンを拡散させ (Ti-FPB 処理⁽¹⁾), これによりアルミニウム合金 A7075-T6 および鉄鋼材料 S45C の耐食性を改善しようと試みた. 被処理材の一つとしてアルミニウム合金を選択したのは, この合金が応力腐食割れの発生に係る問題を有するからである. 具体的には, 組織観察, 表面硬さおよび硬さ分布の測定, X 線残留応力測定および EPMA 分析を行った. また, 各材を降伏強度の 80 % の引張応力下で専用ジグに固定後, 353 K に保持した 5 mass% 塩水中へ浸漬し, 浸漬時間と引張強度および伸びの関係を調べた. なお, 紙面の都合上, 主な実験結果を抜粋して説明する.

2. 供試材および実験方法

アルミニウム合金 A7075-T6 丸棒および炭素鋼 S45C 丸棒を各試験片形状に機械加工した. 炭素鋼 S45C については, 焼入れ (1123 K, 300 s) および焼戻し (873 K, 3.6 ks) を行った (S45C 調質材). その後, 各試験片の試験部をエメリ研磨およびバフ研磨により鏡面上に仕上げた. A7075 材については, 未処理材および Ti-FPB 処理を施した材料 (Ti-FPB 材) 以外に, 高い圧縮残留応力の付与のためにハイス鋼による FPB 処理を行った後, 鉄元素を極力除去するためにアルミナ微粒子による FPB 処理を行ってから Ti-FPB 処理を施した材料 (HSS/Ti-FPB 材) を合わせて準備した. S45C 調質材については, 未処理材および Ti-FPB 材の 2 種類の材料を準備した.

^{*1} 正員, 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 機械システム工学部門 (〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1)^{*2} 元京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 機械システム工学専攻 (現積水化学工業㈱)^{*3} 元中部大学 工学部 機械工学科^{*4} ㈱不二機販

E-mail: morita@kit.ac.jp

塩水浸漬試験においては、引張試験片に降伏強度の 80 % の引張応力を作用させつつ、ステンレス製の自作専用ジグに固定した (図 1)。その後、恒温槽を用いて 353 K に保持した 5 mass% 塩水中へ試験片をジグごと静的に全浸漬した。S45C 調質材については、引張応力を作用させずに塩水中へ静的に全浸漬した試験片を比較のために合わせて準備した。浸漬時間は、A7075 材で 173 ks $\sim$ 1.21 Ms (2 $\sim$ 14 日)、また S45C 調質材では 173 ks $\sim$ 2.42 Ms (2 $\sim$ 28 日) とした。以上の塩水浸漬後に各材の引張試験を行い、浸漬時間と引張強度および伸びの関係を調べた。

3. 結果および考察

A7075 材の場合、図 2(a)に示すように Ti-FPB 材および HSS/Ti-FPB 材の表面全域に Ti が認められた。しかしながら、HSS/Ti-FPB 材については、ハイス鋼微粒子による FPB 処理に続けて Fe 除去のためにアルミニウムナ微粒子による FPB 処理を行ったにもかかわらず、最終処理である Ti-FPB 処理後にも Fe の存在が認められた。また、Ti-FPB 材および HSS/Ti-FPB 材の表面全域に O が認められたことから、拡散した Ti の一部は TiO₂ などの酸化物を形成したと考えられる。一方、S45C 調質材に Ti-FPB 処理を施した場合にも表面全域に Ti が認められた (図 2(b))。また、A7075 材の場合と同様、S45C 調質材においても表面全域に O が認められたことから、拡散した Ti の一部は TiO₂ などの酸化物として存在している可能性が示唆された。

図 3 に、降伏強度の 80% の引張応力を作用させながら塩水浸漬を行った A7075 材の未処理材、Ti-FPB 材および HSS/Ti-FPB 材の引張強度および伸びの変化をまとめて示す。同図から理解されるように、浸漬時間とともに全材料で引張強度および伸びは低下した。特に HSS/Ti-FPB 材では、未処理材の場合よりも引張強度および伸びの低下速度が高かった。HSS/Ti-FPB 材は、高い圧縮残留応力の導入により表面からの環境割れを防止するために作製した。しかしながら、先述のようにハイス鋼微粒子による FPB 処理時に Fe が拡散

Fig. 1 Specimen fixed in the fixture for the immersion test in salt-water.

Fig. 2 Results of EPMA analysis: (a) A7075 material, (b) S45C material.

Fig. 3 Change in the tensile strength and elongation of A7075 material with the immersion in 5 mass% salt-water maintained at 353 K under applied stress (80 % of the yield strength).

Fig. 4 Change in the tensile strength and elongation of S45C material with the immersion in 5 mass% salt-water maintained at 353 K.

し、これをその後のアルミニウムナ微粒子による FPB 処理を通じて完全に除去できなかった。そのため、電食作用により耐食性の悪化を招き、引張強度および伸びの急速な低下が生じた。

その一方で、未処理材の場合と比較して Ti-FPB 材の引張強度および伸びの低下については、遅延する傾向を示した。実際、浸漬開始から 8 日目に表面および断面様相を観察したところ、未処理材と比較して Ti-FPB 材の場合にはき裂や腐食ピットが少なかった。

図 4 には、降伏強度の 80 % の引張応力を作用させつつ塩水中へ浸漬させた S45C 調質材の未処理材および Ti-FPB 材の引張強度および伸びの変化を示す。同図には、引張応力を作用させずに同時に塩水中へ浸漬させた各材の引張強度および伸びの変化を合わせて示してある。S45C 調質材では、A7075 材の場合よりも Ti-FPB 処理の効果は顕著であった。図 4 から理解されるように、引張応力の作用の有無に係らず、未処理材よりも Ti-FPB 材の方が引張強度および伸びの低下は遅かった。また、浸漬開始から 14 日の時点で、塩水中へ単純浸漬した場合には未処理材の表面に微細な腐食ピットや錆が認められたのに対し、Ti-FPB 材ではそのような様相は認められず、Ti-FPB 処理時に形成された凹凸がそのまま観察された。(結言省略)

文 献

- (1) Morita, T., Sakamoto, A., Kagaya, C., Nakaguchi, H., "Improvement of Corrosion Resistance of High-Strength Aluminum Alloy by Fine-Particle Bombarding Treatment", Proceedings of the 10th International Conference on Shot Peening (ICSP10), (2008), pp. 211-216.