

タッチメントによりX線入射角 2° で実施した。管電圧は50 kV、管電流は200 mA、走査速度は $2^\circ/\text{min}$ の条件で測定した。回折線の同定は原則としてGELLINGSらの文献値^{9)~11)}によった。

3. 実験結果

3.1 めっき皮膜組織

440, 500, 550 $^\circ\text{C}$ で合金化処理し水冷しためっき皮膜の組織をPhoto. 1に示す。水冷したサンプルを用いた理由は、冷却過程での合金化の影響を最小限にするためである。Photo. 1ではめっき皮膜の断面研磨を銅板面と垂直に行い表面と断面が同時に見えるように撮影は銅板面と 45° の角度で行った。めっき皮膜の断面部分を観察すると、地鉄界面近傍に観察前の腐食によってできた深い溝が認められる。この部分はEDXによる点分析結果からFe濃度が約15~25%であることが判明したため、 Γ 相($\text{Fe}_3\text{Zn}_{10}$)または Γ_1 相($\text{Fe}_5\text{Zn}_{21}$)であると推定された。Photo. 1より合金化温度が低くなるにしたがいこの Γ または Γ_1 の相は薄くなるのがわかる。

550 $^\circ\text{C}$ で均熱合金化処理し異なる冷却方法で得られためっき皮膜の組織は、合金化温度が低くなる場合と同じ傾向を示し、冷却速度が遅くなるにしたがい Γ または Γ_1 の相は薄くなった。

3.2 ドロービード試験結果

合金化温度および冷却速度を変えてめっき皮膜中のFe濃度が10%となるように合金化処理した試験片のドロービード試験結果をFig. 4に示す。

耐パウダリング性は合金化温度が高くなるにしたがい劣化するが、580 $^\circ\text{C}$ で合金化処理したものではめっき皮

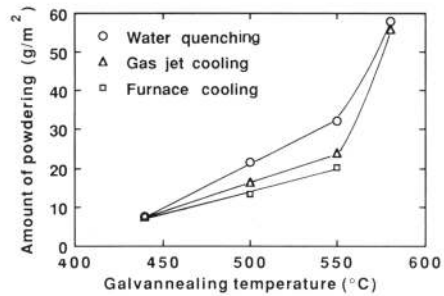


Fig. 4. Effect of galvannealing temperature and cooling process on amount of powdering.

膜の大部分が剥離した。580 $^\circ\text{C}$ まで昇温し冷却したものは冷却過程で合金化が過度に進行しめっき皮膜中のFe濃度が10%を超えてしまうため、試験データとしてプロットすることができなかった。

合金化温度500, 550 $^\circ\text{C}$ では冷却速度が速い方が耐パウダリング性は低下するが、合金化温度440 $^\circ\text{C}$ では冷却速度による差は認められず、いずれの条件でも良好であった。

3.3 セン断引張試験結果

セン断引張試験後の試験片の破面から、2種類の破壊形態が観察された。一つはめっき皮膜が剥離する場合、もう一つは接着剤内部で凝集破壊する場合で、接着剤と試験片表面との界面での接着破壊は認められなかった。なお、後節で詳細に述べるが、めっき皮膜の剥離はめっき皮膜と地鉄との界面近傍で起こっている。

Fig. 5にセン断引張試験後のめっき皮膜の剥離面積率とドロービード試験結果との関係を示したが、この両

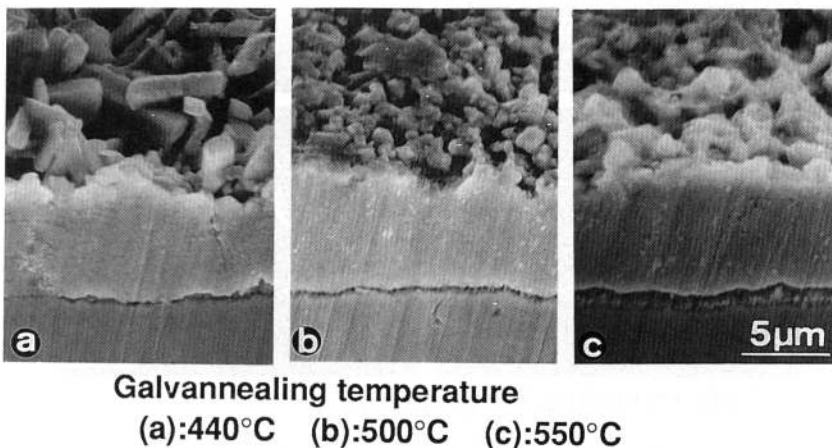


Photo. 1. Microstructures of coatings galvannealed at various temperature followed by water quenching.

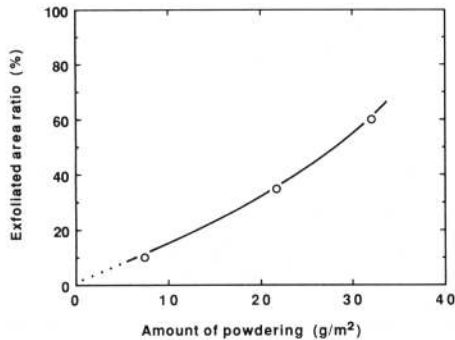


Fig. 5. The relation between amount of powdering evaluated from draw head test and exfoliated area ratio evaluated from tensile test.

者は非常に良く相関する。ここでめっき皮膜の剥離率は、(めっき皮膜内部で剥離した面積)/(接着面積) $\times 100$ で定義し、SEM観察およびEDX分析にてめっき皮膜の剥離を確認した後、面積を目視により判定した。せん断引張試験によるめっき皮膜の剥離面積率は、せん断力に対するめっき剥離強度として評価することができる¹²⁾。すなわち、耐パウダリング性に対して界面の剥離強度が大きく影響すると考えられ、後節で示すせん断引張試験による剥離面の解析が重要であることを示す。

3.4 めっき皮膜剥離面の組織

せん断引張試験によりめっき皮膜を剥離し、剥離部の観察を行った。Photo. 2に440, 500, 550°Cで合金化処理し水冷しためっき皮膜の結果を示す。550°Cで合金化処理した場合、10~30 μm 径の地鉄粒界に相当する白

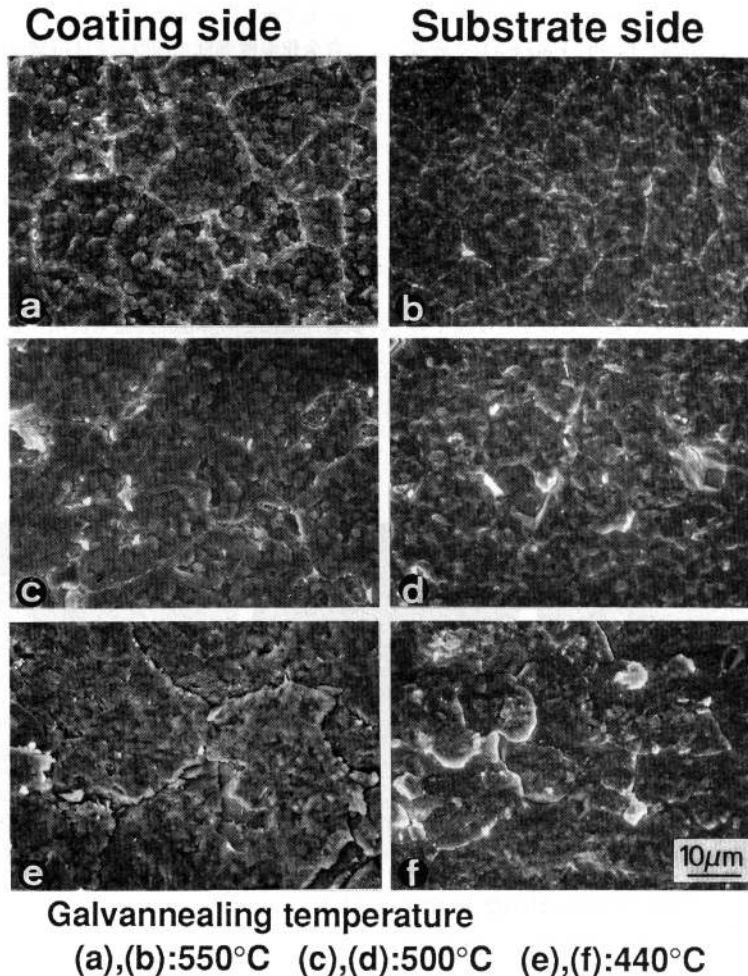


Photo. 2. Microappearances of fractured surfaces.

