

ポリ乳酸へのめっき技術の開発

－ エッチング方法の検討 －

金属材料科 望月玲於* 田中宏樹 岩澤 秀

Development of plating technology for polylactic acid

－ Examination of etching method －

MOCHIZUKI Reo, TANAKA Hiroki and IWASAWA Shigeru

Keywords : plastic plating, polylactic acid, biomass-based plastic, carbon neutral

バイオマスプラスチックであるポリ乳酸への高密着なめっき方法を確立するために、効果的なめっき前処理（エッチング）方法を検討した。

エッチングによる表面改質効果を評価した結果、アルカリ及び酸・アルカリ処理のエッチングで高い濡れ性向上効果が、酸及びアルカリ、酸・アルカリ、アルカリ・酸処理のエッチングで粗化効果が得られた。

めっき析出性は、高い表面改質効果（濡れ性向上効果及び粗化効果）を示したアルカリ、酸・アルカリ、アルカリ・酸処理で良好（全面析出）であった。また、めっき密着強度はアルカリ処理のエッチングで最も高かった。これは、アンカー効果を得るために、適した形状や数の孔を形成したことを示唆する。

キーワード：プラスチックめっき、ポリ乳酸、バイオマスプラスチック、カーボンニュートラル

1 はじめに

CO₂排出量削減等に対応するため、ポリ乳酸等のバイオマスプラスチックが利用されている。ポリ乳酸へ電磁波シールド性等を付与するためにめっき技術の導入が検討されているが、既往技術¹⁾では、十分なめっき密着力が得られていない。そこで本研究では、ポリ乳酸への高密着なめっき方法を確立するために、効果的なめっき前処理（エッチング）方法を検討した。

2 方法

2.1 エッチング方法及びめっき処理方法

ポリ乳酸の樹脂板を基材として、図1の工程のとおりめっき処理を行った。エッチングは一般的な条件として表1に示した方法を実施した。

2.2 評価方法

(1) エッチングによる表面改質効果の評価

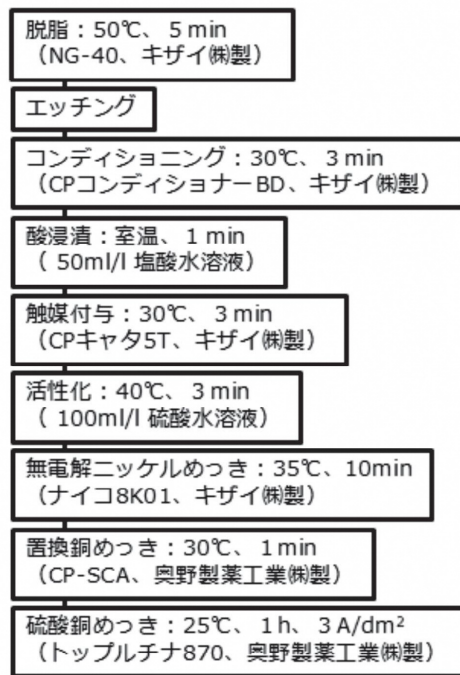


図1 めっき工程

* 現 環境衛生科学研究所 医薬食品部

表1 エッチング方法及び条件

エッチング方法	条件
オゾンガス処理	オゾン120 g/m ³ 、流量2 l/min、室温、1 h
プラズマ処理	気相：大気、圧力：40Pa、放電時間：2 min、励起周波数：約2 MHz、 印加電圧（高周波用）：60V、印加電圧（バイアス用）：600V 電極間距離：100mm、照射距離：150mm
酸処理	500ml/l 硫酸水溶液、50℃、1 h
アルカリ処理	200g/l 水酸化ナトリウム水溶液、50℃、1 h
酸・アルカリ処理	①500ml/l 硫酸水溶液、50℃、30min ②水道水、30℃、30s×2回 ③200g/l 水酸化ナトリウム水溶液、50℃、30min
アルカリ・酸処理	①200g/l 水酸化ナトリウム水溶液、50℃、30min ②水道水、30℃、30s×2回 ③500ml/l 硫酸水溶液、50℃、30min

表2 エッチングによる表面改質効果の評価方法

	評価方法	使用装置
濡れ性	水接触角測定	接触角計測装置 Theta (Biolin Scientific社製)
表面粗さ	表面の面積展開比Sdr測定	白色光干渉計 Talysurf CCI HD (アメテック(株)製)
	算術平均高さSa測定	
	SEMによる表面性状観察	走査電子顕微鏡 S-3700NまたはSU3900 (株)日立ハイテック製)

めっき密着力には、基材表面の濡れ性及び表面粗さが影響すると考えられている。そのため、エッチング後の基材を用いて、表2のとおり評価を実施した。

(2) めっき析出性及び密着力の評価

無電解ニッケルめっき後の基材を用いて、目視によりめっき析出性評価を行った。全面にめっき析出が見られた場合は、硫酸銅めっきまで実施し、既報²⁾と

同様に密着強度試験を行った。

3 結果及び考察

3.1 エッチングによる表面改質効果の評価

アルカリ、酸・アルカリ処理では比較的大きく接触角が低下した（図2）。これは、濡れ性が向上したことを意味する。

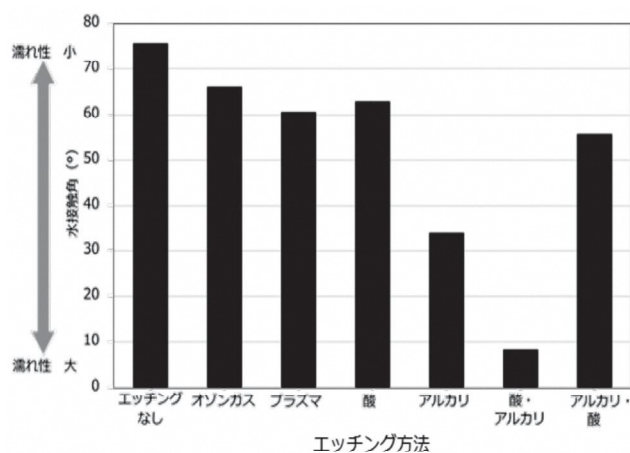


図2 各種エッチングにおける水接触角

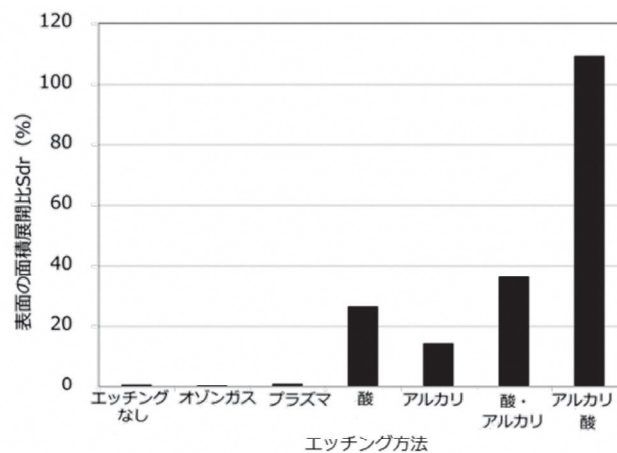


図3 各種エッチングにおける表面の面積展開比

Sdrは表面積に関するパラメータであり、完全に平坦な面との面積比を表す。また、Saは表面の凸部の高さ及び凹部の深さを表す。酸処理後ではエッチングなしの場合と比較しSdrが高い値を示し(図3)、アルカリ及び酸・アルカリ、アルカリ・酸処理ではエッチングなしの場合と比較しSdr及びSaの両方が高い値を示した(図3及び図4)。SEM像において、アルカリ処理では孔が多数見られた(図5)。酸性条件下及びアルカリ性条件下でポリ乳酸分子中の加水分解が起きやすい位置が異なり、表面形態に違いが見られたと考えられる。

3.2 めっき析出性及び密着力の評価

高い表面改質効果(濡れ性向上効果及び粗化効果)を示したアルカリ、酸・アルカリ、アルカリ・酸処理では、めっき析出性が良好(全面析出)であった(表3)。

酸・アルカリ処理及びアルカリ・酸処理では粗化効果が高かったが、密着強度は低かった(表3)。また、SEM像(図5)では、密着強度が高いアルカリ処理で見られたような孔形状が酸・アルカリ及びアルカリ・酸処理では殆ど見られなかった。そのため、密着強度への寄与は、粗化効果よりも、アルカリ処

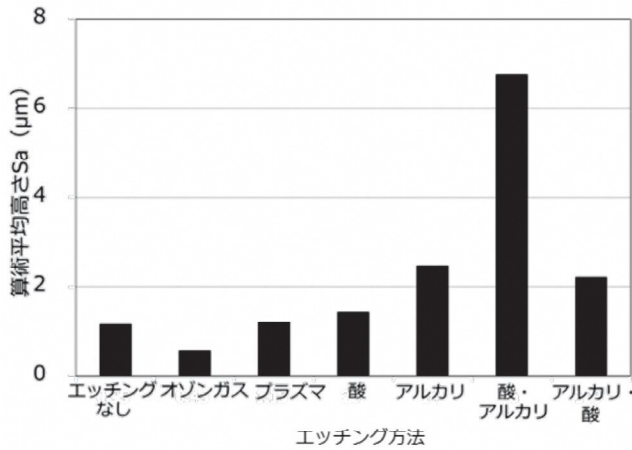


図4 各種エッチングにおける算術平均高さ

表3 各種エッチングにおけるめっき析出性及び密着強度

エッチング方法	めっき析出性	めっき密着強度 (N/cm)
オゾンガス	殆ど析出なし	-
プラズマ	全面析出後、殆ど剥離	-
酸	全面析出後、殆ど剥離	-
アルカリ	全面析出	2.4
酸・アルカリ	全面析出	0.4
アルカリ・酸	全面析出	0.4

理で形成されるような孔の形状や数の方が大きいと考えられる。

4 まとめ

ポリ乳酸のめっき前処理(エッチング)方法を検討した結果、エッチング方法により表面改質効果及びめっき析出性に違いが見られた。

めっき密着強度はアルカリ処理のエッチングで最も高かった。これは、アンカー効果を得るために、適した形状や数の孔を形成したことを示唆する。

参考文献

- 1) Bernasconi R. et al. :Electroless Plating of NiP and Cu on Polylactic Acid and Polyethylene Terephthalate Glycol-Modified for 3D Printed Flexible Substrates. Journal of The Electrochemical Society, 163(9), D526-D531 (2016).
- 2) 田中宏樹 他：高密着な樹脂めっき作製-ポリカーボネート、PP/CNF複合材へのめっき技術の検討-。静岡県工業技術研究所研究報告第14号, 1-7 (2021).

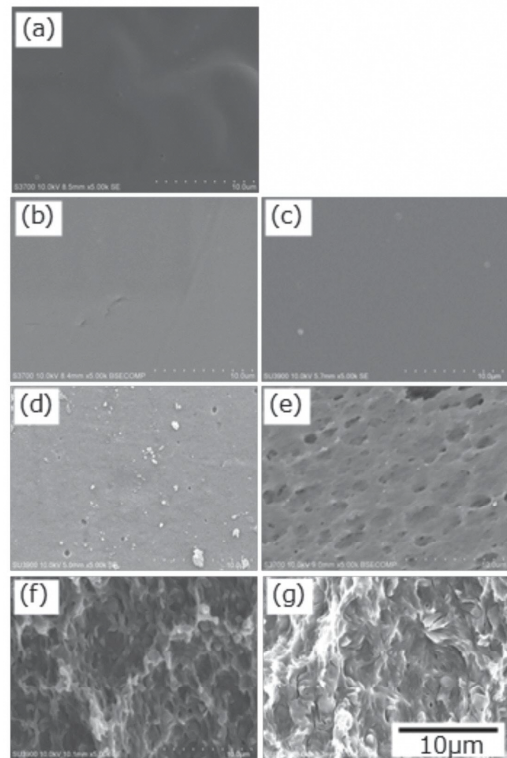


図5 各種エッチングにおける表面性状(SEM像)

(a):エッチングなし、(b):オゾンガス処理、(c):プラズマ処理、(d):酸処理、(e):アルカリ処理、(f):酸・アルカリ処理、(g):アルカリ・酸処理