

ナノ粒子を分散させた複合材料に関する研究

1. 目的

ポリマーに無機ナノ粒子を分散させた有機/無機ナノ複合材料は、ポリマーの透明性を失うことなく、無機物の機能が発現することが知られており、透明性が必要な機能性コーティング等に应用されている。有機/無機ナノ複合材料の作製方法に、金属アルコキシドを用いたゾルゲル法や、モノマー中に無機ナノ粒子を分散させ重合を行う方法があるが、使用できる無機ナノ粒子の制限や、重合の工程が必要となる。

一方、溶媒キャスト法は、無機ナノ粒子に制限がなく、重合の必要もない簡便な方法である。本研究では、有機無機ナノ複合材料の作製方法の簡便化を目指し、溶媒キャスト法によるシリカナノ粒子のポリスチレン (PS) への分散方法の検討を行った。

2. 方法

前報¹⁾を参考に、シリカナノ粒子 (シリカ) のプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) 分散液に対して、フェニルトリメトキシシラン (PhTMS)、ドデシルトリメトキシシラン (DTMS) を用いてシランカップリング剤処理を行った。コーティング中のシリカ含有量が10~40 wt%になるように、溶媒として2-ブタノンまたは酢酸ブチルを加え、超音波を照射後、PSを加え、攪拌、溶解させた。60 mmΦのガラス丸板にスピコート法により、1000 rpm でコーティングし、60℃で乾燥後、評価に用いた。また、シリカ0 wt%のPSのみのコーティング、シランカップリング剤処理を行っていないシリカのコーティングも同様に作製した。

膜厚の評価は、非接触三次元測定装置を用いた。コーティングに傷をつけ、ガラス板を露出させたあと、表面を走査し、コーティングとガラス板の高低差を膜厚とした。透明性の評価は、ヘーズメーターを用いた。硬度の評価は、JIS K5600-5-4:1999 引っかき硬度 (鉛筆法) に準じて行った。

3. 結果と考察

膜厚は、溶媒に2-ブタノンを用いた場合、0.7~1 μm、酢酸ブチルを用いた場合、0.4~0.6 μmであった。

透明性の評価の結果を表1、表2に示す。これより、PSの透明性を保持したまま、30 wt%のシリカの複合化が可能であった (図1)。溶媒に2-ブタノンを用いた場合は、シリカの表面処理がなくても分散が可能であったが、酢酸ブチルを用いた場合は、10 wt%で透明性が低下した。酢酸ブチルは2-ブタノンより極性が低いため、シランカップリング剤処理をしな

い場合、シリカの凝集が起きると考えられる。溶媒キャスト法では、使用する溶媒に合わせて、ナノ粒子の適切な表面処理が必要であることが分かった。

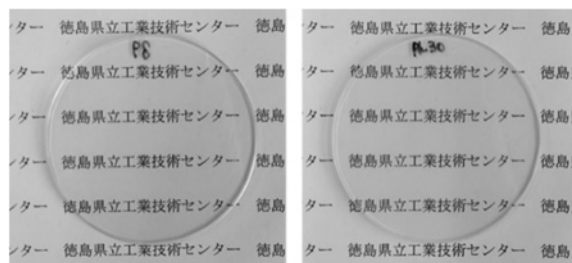


図1. 溶媒に2-ブタノンを用いたコーティング (左 PS のみ, 右 PhTMS 処理シリカ 30wt%含有)

表1. 溶媒に2-ブタノンを用いた場合のヘーズ値 (%)

シリカ含有量	未処理	PhTMS 処理	DTMS 処理
0 wt%	0.4	0.4	0.4
20 wt%	0.4	0.3	0.2
30 wt%	0.4	0.4	0.4
40 wt%	2.6	8.3	14

表2. 溶媒に酢酸ブチルを用いた場合のヘーズ値 (%)

シリカ含有量	未処理	PhTMS 処理	DTMS 処理
0 wt%	0.3	0.3	0.3
10 wt%	9.6	0.4	0.4
20 wt%	-	0.3	0.3
30 wt%	-	2.2	0.6
40 wt%	-	-	6.4

硬度は、シリカ含有量0 wt%および透明性が変わらなかったシリカを含有した全てのコーティングに対し試験を行った結果、全て6B未満の硬度であり、シリカの複合化による硬度の上昇は確認できなかった。溶媒キャスト法ではポリマー同士の架橋反応が起こらないため、密度の高い3次元構造はつくられず、ナノ粒子とポリマーが共有結合をつくることもない。したがって、溶媒キャスト法は高硬度が求められるコーティングには適さないが、ナノ粒子やポリマーの種類を変えることで、導電性や遮熱性、UVカットなどの機能性を持った透明コーティング材料への応用が期待できる。

参考文献

- 1) 四宮龍星. 令和3年度徳島県立工業技術センター業務報告, p. 57.