

Title	ポリプロピレン修飾ナノシリカによるナノコンポジットの特性改良
Author(s)	豊永, 匡仁
Citation	
Issue Date	2014-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/12303
Rights	
Description	Supervisor: 寺野 稔, マテリアルサイエンス研究科, 博士

ポリマーコンポジットはマトリックスポリマーと充填剤(フィラー)によって構成される複合材料である。添加するフィラーの種類や形状によって、力学的性質の向上や機能性の発現などの効果を付与することができる。近年ではナノサイズのフィラーを用いたポリマーナノコンポジットが注目されている。添加するナノフィラーの補強効果はマイクロフィラーよりも大幅に増大したマトリックス/フィラー間の界面積によって得られる。界面積が増大し粒子数が増えたことにより、フィラー間距離の縮小によるフィラー同士の相互作用やフィラーとマトリックスの相互作用によって高い補強効果を実現させる。この複合技術を汎用性ポリマーに応用することは、同一材料による使用領域の拡張という観点から非常に意義深い。汎用性材料であるポリプロピレン (PP) は安価でありながら、軽量、優れた力学的性質、耐熱性、絶縁性や易成形加工性などといった特徴を有する。また C と H 原子による直鎖状の分子構造によってハロゲンフリーな特徴も併せ持つ。従って PP のナノコンポジット化による使用領域の拡張は、有害または高価な材料との代替や、リユース・リサイクルの観点から望ましい。しかし PP は化学的に不活性な構造を有するため、フィラーと相溶しない。さらにナノフィラーの持つ高い表面エネルギーによってフィラーは凝集する。弱い界面接合性と凝集体によって、外荷重に対するマトリックスからフィラーへの荷重移動は効率良く起きない。従って、フィラーの高分散化やマトリックスとの界面接合性の強化は重要である。本研究ではモデルとして用いるシリカナノ粒子 (SiO_2) にマトリックスと同じ構造の PP 鎖を末端からグラフトした PP グラフト SiO_2 (PP-g- SiO_2) を用いる。PP-g- SiO_2 は PP 鎖による相容性の改善とエネルギー緩和による凝集の阻害、さらに高い親和性によってマトリックスとの共晶化を行ない、Figure 1 に示すような物理架橋構造を形成する。本研究の目的は PP-g- SiO_2 の構造を制御することで PP 系ナノコンポジットに与える影響を詳細に検討し、フィラーによる強化メカニズムの解明と材料の特性改良を実現することである。

PP-g- SiO_2 の合成はメタロセン触媒と連鎖移動剤を用いた末端水酸基 PP (PP-t-OH) の合成と、PP-t-OH と SiO_2 によるグラフト反応によって調製した。また連鎖移動剤濃度や PP-t-OH 添加量を調節することで PP 鎖長やグラフト密度も併せて制御した。これらを熔融混練によってマトリックス PP へ添加し、ナノコンポジット (PP/PP-g- SiO_2) サンプルを調製した。

PP/PP-g- SiO_2 のフィラー分散性は PP/ SiO_2 と比べ大きく向上した。ヤング率と引張強度は約 30% 程向上し、ヤング率はフィラーの高い分散状態、引張強度は PP 鎖の長さやグラフト密度に強く依存した。融点および結晶化度は全サンプル (PP、PP/ SiO_2 、各 PP/PP-g- SiO_2) 共に同一の値となった。PP/PP-g- SiO_2 の結晶化速度は PP 鎖の鎖長が短い程、高い造核効果を発現させ向上した。さらに、熔融状態において、PP/PP-g- SiO_2 の補強効果は発現しなかったことから、成形加工時における加工性能の向上が期待できる結果が得られた。これら結果より、PP 系材料の特性改良に成功したと結論付ける。

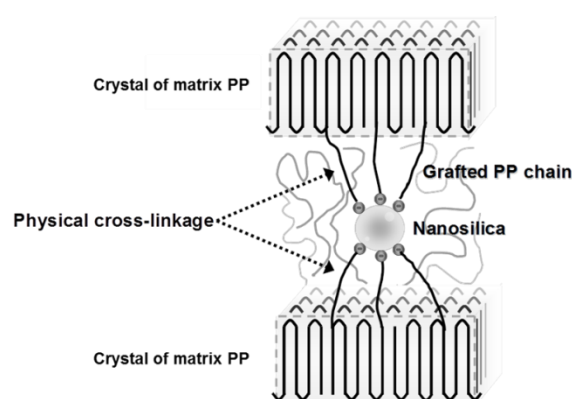


Figure 1. Structure of physical cross-linkage

Key Words: Polypropylene, Nanocomposite, Grafting reaction, Mechanical properties, Physical cross-linkage