

大気圧プラズマ処理の基礎と 粉体の表面改質および分散性の改善

小駒 益弘

1. はじめに

従来プラズマと粉体に関する報告は超高温の ICP プラズマを用いた粉体の製造に関するものが多く、表面処理に使われた例は少ない。粉体は半径が小さくなるにつれ、その二乗に反比例して面積が増大してゆくことから、超微粒子粉体などの応用分野などでは液体や固体中への分散など、外部と接触する表面の性質が粉体自身(バルク)の性質以上に重要になることが多い。そのため工業的にナノ物質などを扱う際には、その表面のぬれ性や包囲物質との親和性を調整する表面処理は欠かすことができないとされている。プラズマは表面近傍に処理効果をもたらすので、粉体を常に攪拌または旋廻させるなど、全粒子に対して均一な処理を行うには一般的にかなりの困難が伴う。比較的融点の低い物質や高温で変質しやすい物質で構成される粉体、例えばポリマーや顔料粉体など、低温下でおこなうべき表面処理では、低圧下のプラズマ中で行った例がある。低圧下のプラズマは常圧下に比べてガス拡散性が高いため、プラズマ処理空間を大きく広げられる利点があるが、一方処理中に一部の粉体が気体流とともに下流に搬送されることで、排気システムを汚すことが工業上問題となりうる。特にナノオーダーサイズの超微粉

2010年12月27日受付

体表面処理では殆ど処理例が見られない。大型の連続粉体処理機を真空装置として立ち上げたとしても、そのメンテナンスの困難さは想像に難くない。その点大気圧プラズマでは粉体を常圧下で扱うので大型化に伴う困難さは相当程度軽減される。プラズマを使わない空気中での粉体処理機などでは気体流を利用して粉体を分散し、流動床化することで処理効率を上げているが、粉体の形状、粒径、密度などにばらつきがある場合には流動層を安定に保持することは容易ではない。更にプラズマ処理空間体積を広げることが困難な大気圧プラズマ法では、大きな空間を要する流動層法は必ずしも適しているとはいえない。そこで著者らは以前吹き上げ移送型の粉体処理放電管を提案した¹⁾。この方式では粉体の粒径や形状に関係なく、全ての粒子をジェット流の力で吹き飛ばし、放電管内へ移送しつつプラズマ中で表面処理を行うことができる。これを用いて常温下で大気圧 CVD プラズマ処理を行い、粉体表面にシリカ、ジルコニアなどの無機薄膜を堆積させることに成功した。この際全粒子表面がプラズマにさらされる必要があるため、予め粉体が脱凝集していることが望ましい。粉体を脱凝集させるためには、表面の振幅が 50~60 μm に達する強力な超音波ホーンが効果的である。超音波ホーンの表面に粉体を接触させ、空間中へ反跳、分散させる方式を提案し、効果的に処理が可能であることを報告した。この方式は特に凝集の起こりやすいナノパウダー処理に有効である^{2), 3)}。