

1. 高機能フィラーの市場ニーズと最新動向

1-1 高機能フィラーの最新マーケット動向

1-1-1 高機能フィラーのニーズと市場

フィラーはプラスチックに配合する紛体であり、当初は樹脂を成形する際の増量剤として用いられていた。安価な炭酸カルシウムなどを添加して樹脂の使用量を減らし、成形品のコスト低減を図ることが目的であった。しかしその後、プラスチック製品に特定の物性や機能などを付与することを目的に、多様なフィラーが使用されるようになった。家電製品、電子機器、自動車などの部材が金属からプラスチックへ移行するに従って、樹脂にはない様々な機能や特性が要求されるようになり、それを満たすために多彩なフィラーが開発され、実用化された。プラスチックに導電性、難燃性などの機能を付与するフィラーが使用され、電子機器の技術的発展によって熱伝導性、低誘電性などの機能性フィラーが用いられるようになった。現在では殆どのプラスチック製品に何らかのフィラーが添加されており、フィラーの用途分野は大きく広がっている。

近年、自動車や移動通信機器の技術開発は著しく進展したが、それに伴ってフィラーのニーズも高度化している。自動車では電動化(電気自動車等)、自動運転、先進運転支援システム(ADAS)などの開発、実用化が進められ、自動車における電装部品の搭載量が増加していった。スマートフォンなどの移動通信機器では、高速・大容量、低遅延、多数同時接続の向上を目的とした5G通信が開始され、さらに次世代の通信システムである6G(Beyond 5G)の開発も始まっている。これらの自動車やモバイル機器に使用されているプラスチック部品では熱伝導(放熱)、低誘電、導電(電磁波シールド)などのニーズが強くなり、それに対応したフィラーの需要が大きく拡大した。その一方で、2020年には新型コロナウイルスの感染が始まり、またたく間に世界的パンデミックを引き起こした。わが国では感染予防のため抗ウイルス・抗菌に対するニーズが高まり、加工製品の需要が拡大するとともに、既存設備や施設の抗ウイルス・抗菌加工が広がった。それに伴って抗菌剤の需要が増加し、現在は需要の

ピークを過ぎたものの、抗ウイルス・抗菌加工の市場が大きく拡大した。

1-1-2 プラスチック製品の要求機能とフィラー

(1) フィラーの役割と分類

フィラーの発展段階を世代別に分類すると以下ようになるであろう。

第1世代：増量用フィラー

第2世代：補強用フィラー

第3世代：機能性フィラー

第4世代：マイクロコンポジットフィラー

第5世代：ナノコンポジットフィラー

フィラーの役割は多様化しているが、基本的には増量、補強、機能付与の3種類に分けられる。当初は増量によるプラスチック製品のコスト低減が目的であったが、これは現在でも大きな役割の一つである。炭酸カルシウム、クレー、タルクなどが代表的なフィラーで、需要量が多いことから汎用フィラーとも呼ばれている。増量以外では加工助剤、粘度調整用、調色用、分散助剤としても使用され、その応用範囲は広い。補強用フィラーは力学的性質や熱的性質を改善するもので、通常は繊維状、針状、板状などの異形のものが使用される。機能性フィラーはプラスチック製品に新たな機能を付与するもので、現在は自動車や電子機器の技術的進展によってプラスチック製品に要求される機能が多様化し、かつ高度化していることから、付加価値の高いフィラーとして重要性が増している。増量、補強、機能付与に続く世代的分類としてフィラーの微細化があげられる。フィラーは粒子が小さいほど単位当たりの表面積が大きくなるため、添加した時の効果が高くなる。このためフィラーのサイズはマイクロからナノへと微粒子化していった。

表1-1にサイズと形状からみたフィラーの区分を示す。サイズを基準にするとマイクロフィラー、ミクロフィラー、ナノフィラーに分けられ、形状では粒状・真球状、針状・繊維状、板状などに分けられる。フィラーは100 μ mから10nm程度までの大きさが適用され、サイズにはかなりの幅がある。フィラーのサイズは性能に影響するため、目的とする特性に応じて使い分ける必

表 1 - 1 フィラーのサイズ、形状

区 分		特 徴
サイズ	マイクロフィラー (10~100 μ m)	増量や加工助剤に使用される汎用フィラーであり、100 μ m以下のサイズで粒子間の相互作用がなくなり、表面が安定する
	マイクロフィラー (0.1~10 μ m)	高機能を付与するフィラーであり、紛体として制御しやすい粒径範囲で、充填加工、分散なども容易になる
	ナノフィラー (10~100nm)	比表面積が非常に大きく、機能の発現が高くなる反面、凝集しやすく、分散や取り扱いが難しくなる
形 状	粒状、真球状	異方性がないため均等に、満遍なく分散させることができ、応力集中の偏在が起きにくい。成形した後の変形や反りが起きにくく、粒子に鋭利な部分がないため金型や成形機を傷めることが少ない
	針状、繊維状	アスペクト比が高いため機械的強度の向上に大きな効果があり、導電性などではパーコレーションを形成しやすい。しかし、成形安定性や加工性を損なうことがある
	板状	アスペクト比が高いため機械的特性の改善に有効であるが、成形安定性に留意する必要がある。ガスバリア性の向上や表面平滑性の付与、表面硬度の向上などに有効である

要がある。一般的にサイズが小さいほどフィラーの持つ性能が大きく発現されるが、逆にハンドリングが難しくなる。フィラーの形状はサイズとともに重要な要素であり、形状によって機能の発現レベルが異なったり、加工性や成形安定性に影響する。真球状のフィラーは分散性が良く、加工性や成形安定性に優れるが、機械的な補強効果は低い。アスペクト比の高い繊維状フィラーは機械的強度の向上に効果があるが、加工性が低下する傾向にある。コンパウンドはフィラーの形状によって性能の発現や加工性が変わるため、形状も重要な要素である。

(2) 要求機能とフィラーの種類

機能別に分類したフィラーの種類を表 1 - 2 に示す。フィラーの機能は多様化しているが、材料の種類も多岐にわたっている。現在、機能性フィラーの中でニーズが強くなっているのは、導電性、熱伝導性、低誘電・高誘電性、抗菌性などの機能である。

導電性フィラーは絶縁性である樹脂に導電性を付与するもので、プラスチックに機能を付与するという新たなフィラーの方向性をもたらした製品であり、機能性フィラーの先駆けとなった製品である。導電性フィラーが実用化される契機になったのは電子機器のケース類が樹脂化されたことであり、樹脂化によってICやLSIから発生する高周波パルスによる障害が問題となった。