

機能性中空粒子「セルスフィアーズ®」の用途展開と事業化に向けた取り組み

太平洋セメント株式会社 資源事業部営業企画グループ 中崎 豪士
 太平洋セメント株式会社 資源事業部営業企画グループ 初森 智紀
 太平洋セメント株式会社 資源事業部営業企画グループリーダー 肥後 康秀

1. はじめに

太平洋セメント(株)資源事業部では、長年のセメント製造により蓄積されたカルシウム、ケイ素等無機材料の知見を活かして開発された機能性マテリアルの新規事業化に取り組んでいます。その中で、今最も注力しているのが機能性中空粒子「セルスフィアーズ®」(英文名: CellSpheres®)です。現在、中央研究所と連携しながら、市場のニーズを見据えたラインナップの拡充や量産技術の開発を行っており、2019年に実機レベルでの実証試験開始をリリース以降、非常に多くの問合せをいただき、サンプル提供によるユーザーでの評価を進めています。

本稿ではこれまでのワークを通して、本製品の期待される用途や量産体制の整備など、本格事業化に向けた取り組みについて紹介します。

2. 機能性中空粒子「セルスフィアーズ」について

中空粒子とは粒子内部に空洞を有するバルーン状の粒子で、主に軽量化や断熱性向上のためのフィラー材として用いられます。機能性中空粒子「セルスフィアーズ」は既存の中空粒子の1/10に相当する平均粒子径5μm以下であることが特徴で、薄膜化・小型化が求められる塗料や樹脂製品に適した粒径範囲となっています。

この粒径範囲の中空粒子は、既存製法では大量生産が難しいものでした。当社では原料溶液を高温雰囲気中へ噴霧し、液滴を乾燥・熱合成することで球

状微粒子を形成する「噴霧熱分解法」に基づき改良を重ね、安定的に大量製造できる技術を確立しました¹⁾。また、外殻はアルミナホウケイ酸ガラスで構成されており、有機系中空フィラーと比べ高温域でも中空構造が保てるため、耐熱性に優れています。

3. 期待される用途

3-1 断熱・遮熱用フィラー

中空粒子の期待される用途として、まず熱を遮断する断熱・遮熱用途が挙げられます。例えば建築物においては、昨今の厳しい夏期暑熱環境への対策から建築物の屋根や外壁に塗布することで室内の温度上昇を抑制できる断熱・遮熱塗料のニーズが高まっています²⁾。中空粒子は内部に空隙を有する構造により、熱の伝達を抑制および太陽光中の赤外線を反射する特徴があり、断熱・遮熱用フィラーとして有効と考えられます。断熱・遮熱塗料は従来の建築用途だけでなく、DX化を背景としたロボットなど産業機器の複雑化・大型化による作業環境の高温化や、自動車の電動化に伴う電子部品の適用など、本体や装置部品の保護を目的として適用分野が広がっています。このような特殊な条件下における各分野の熱マネジメントの重要性が目され、適用部位や用途が多様化する中でより薄

膜化・小型化のニーズが高まり、従来の中空粒子では得られなかった性能が求められることから、セルスフィアーズの適用が期待できます。

3-2 電子材料用フィラー

今後、大きな需要が期待できる分野としては電子材料分野が挙げられます。近年、インターネットの利用増加、情報端末機器の高性能化・高機能化が進んでおり、伝送される情報量の大容量化、データ処理の高速化が進んでいます。一度に伝送できる情報は電波の周波数が高いほど増加するため、第5世代移動通信システム(5G)では3~100GHzの高周波帯が利用されます。

このように高周波化が進んでいくと、これまで低周波帯で用いられていた材料では回路基板の伝送損失が増大し、信号のエネルギーが減衰、伝播遅延が大きくなる課題があります。

ここでいう伝送損失は導体損失と誘電損失に大別されます。一般的なフレキシブル配線板(FPC)では主に回路となる導体(=銅)とベースフィルムとなるプラスチックフィルムで構成されており(図-1)、

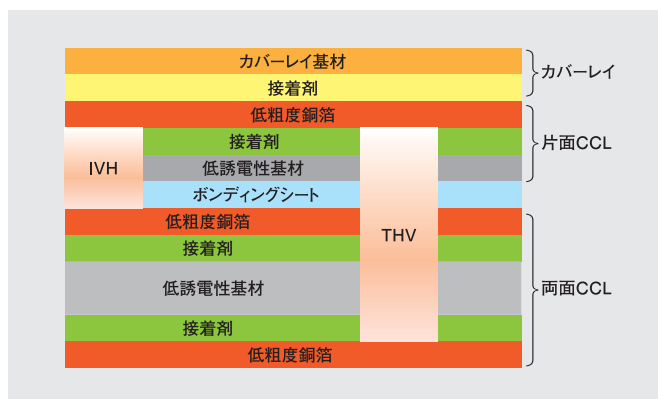


図-1 フレキシブルプリント基板の構成例³⁾



図-2 高周波帯における伝送損失のイメージ⁴⁾

この場合、導体損失は回路基板の配線抵抗に起因するものになります。伝送損失低減のためには材料の導体損失と誘電損失を低減することが重要で、導体損失の低減に対しては、銅箔メーカー主体で銅箔表面粗さを低減する開発(低粗化・無粗化)が行われています。一方、誘電損失は回路基板の樹脂基材の誘電特性(誘電率と誘電正接)に起因する損失(図-2)であるため、現在、樹脂メーカーによる高分子樹脂の極性構造改良や、フィラーメーカーによる低誘電グレード開発など樹脂基材の低誘電化のための開発が盛んに行われています。

その中で、空気(誘電率(=約1.0))が他の物質に比べて小さいことから、樹脂基材の誘電率低減を図るために内部に空隙を有する中空粒子をフィラーとして用いるソリューションが以前から知られています⁵⁾。一方で、従来の中空粒子は平均粒子径が数10μmであり、現在の小型化・薄膜化が指向される電子基板材料には粒子サイズが適切でない場合もありました。セルスフィアーズは平均粒子径が3~4μmと小さいため、低誘電率を指向する電子基板材料分野への適用が期待できます。

4. 「セルスフィアーズ-NF」の開発と量産体制の整備

前項にて述べたように、誘電特性のうち誘電率の低減に対しては、中空構造であるセルスフィアーズは効果的に作用する一方で、より誘電損失を低減するために誘電正接を低減すること、さらに電子材料への適用において重要となる絶縁性の確保が課題と

表-1 セルスフィアーズ-NFの物性

項目	セルスフィアーズ	セルスフィアーズ-NF
平均粒子径[μm]	3.6	3.2
見掛け密度[g/cm ³]	0.62	0.60
粒子強度(MPa,50%残存時)	7	8.0
比誘電率[1GHz]	2.05	1.75
誘電正接[1GHz]	0.0228	0.0020
融点[℃]	700	1000

※いずれも代表値

して挙げられました。そこで、中央研究所でセルスフィアーズの誘電正接を低減すべく改良を重ね、開発されたのが電

子材料分野向けグレードである「セルスフィアーズ-NF」です。主な物性と外観を表-1、写真-1に示します。外殻部分のガラス組成について絶縁性を高めつつ、誘電正接を改良できる配合へ調整することで、粒子径や強度はそのままに、伝送損失低減に重要な誘電正接をセルスフィアーズよりもはるかに小さくすることができました。

2019年より目標生産量7トン/年(当時)の実証製造設備を秩父太平洋セメント(株)内に設置しています。多様な用途に中空粒子を展開することを目指し、断熱・遮熱用/軽量化フィラー向けの「セルスフィアーズ」と、電子材料用フィラー向けの「セルスフィアーズ-NF」をラインナップに加え、実証製造設備を用いた製造技術開発を進めてきました。今後さらなる生産効率の改善や品質の安定性向上、連続運転による量産性の確保など製造技術の確立を行っており、顧客要望に応えられるような量産体制を整えていきます。

5. まとめ

中空粒子は以前から軽量化、断熱・遮熱性向上を目的に各種製品に適用されています。当社では資源事業部の商材として「イースフィアーズ」など中空粒子をフィラーとして長年販売しており、中空粒子市場でも多くの実績を有しています。近年では高速通信分野の発展を背景に

新たに低誘電化のニーズが加わり、有機系含め各社で中空粒子の開発・参入が相次いでいます。ユーザーニーズをいち早くつかんだ開発を事業部と研究所で連携して行い、今後とも市場における存在感を高めていくことを目指します。

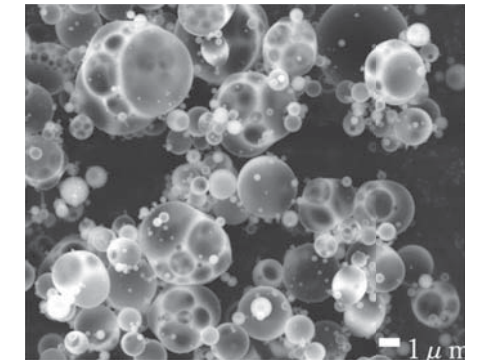


写真-1 セルスフィアーズ-NFの外観

【参考文献】

- 1) 末松諒一(ほか):機能性中空粒子の開発, CEM'S Vol.82, 2019
- 2) 富士キメラ総研:2022年機能性塗料市場・グローバル展開と将来展望,2022
- 3) 近藤貴弘:高速伝送基板向け低誘電接着フィルム,東亜合成グループ研究年報,2023,第26号
- 4) 利昌工業株式会社:Product News 243「伝送損失プリント配線板材料CS-3379M」
- 5) 岡田礼介:微小中空球体複合による低誘電率リジッド基板,サーキットテクノロジー218, Vol.2, No.4, 1987

なかざき・たけし



【著者略歴】

2009年 太平洋セメント株式会社入社
 現在 同社資源事業部営業企画グループ

はつもり・ともき



【著者略歴】

2010年 太平洋セメント株式会社入社
 現在 同社資源事業部営業企画グループ

ひご・やすひで



【著者略歴】

1995年 秩父小野田株式会社(現 太平洋セメント株式会社)入社
 現在 同社資源事業部営業企画グループリーダー