

第5回討論会レポート

2014年3月18日開催

東京工業大学・大岡山キャンパス 南8号館 623号室

スーパーコンポジット研究会第5回講演会は、3月18日（水）東京工業大学・大岡山キャンパス南8号館で開催されました。多数の参加があり、講演、討論、交流会と充実した時間を過ごすことができました。当日のレポートをお届けします。

<講演1> 「未加硫ゴムシートによる地表から放出される放射線の遮蔽」

株式会社スーリエ 代表取締役 鬼澤 雅夫 氏

2011年3月11日の福島第一原発事故は、地震と津波という自然災害の重なりもあり、その事故は広範囲の地域に深刻な影響をもたらした。恐れていたことが本当に起こってしまった。放射能汚染は、まだ帰郷も許されない地域があることからわかるように一朝一夕に片付くような生易しい事故ではない。特に放射性物質に汚染された生活圏の土壌から放出される放射線量を低く抑えることは今もまだ未解決な大きな課題である。

鬼澤氏が提案する対策は、汚染された物質を移動させることなく、同じ場所に放射線の遮蔽対策をして埋め込むという方法である。具体的には砂鉄や重晶石をゴムに練り込み、遮蔽材とする。さらに、遮蔽効果を高める場合、未加硫の遮蔽ゴムシートの間に、砂鉄や重晶石の混合物を挟み込み、遮蔽層を作り、生活圏の土壌からの線量を低くする。

鬼澤氏はこれらの遮蔽材料を持って、できる限り多くの場所に出向き、自ら線量遮蔽測定を行うことによってその効果を検証されている。講演では、そもそも放射線とは何かを含め、今回の原発事故の影響が極めて深刻であること、にもかかわらず何も基本的な対策が進んでいないことについて報告され、そこに深刻な日本の課題もあるのではないかと語られた。放射能汚染の実態を知り、調べれば調べるほど、風評を強調するような日本的な政治状況など、課題は大きいことを力説された。今回は遮蔽技術の具体的な紹介というより、背景を含めた事故の現実を知ってほしいとの思いを感じる講演であった。

遮蔽対策について解決すべき課題

- (1) 生活圏の地面に吸着した放射性原子から放出される放射線を可能な限り低くする。
- (2) 放射線を抑える対策の工事が容易である。
- (3) 使用する素材の入手が十分に可能である。
- (4) 耐久性が数十年以上問題なくあると判断できる。
- (5) 使用する材料によって、第二の公害を引き起こさない。・・・等

28

●方法

ゴム原料に、砂鉄や重晶石を練り込むことによって、遮蔽効果のあるゴムシートを製造できる。
加硫剤を添加しない未加硫のゴムシートであることが特徴。そして、遮蔽効果を高める場合は、2枚のゴムシートの間に、砂鉄を主成分とする粉末を挟み込み、地表あるいは、天地換えをした地層の中間に設置して、長期間安定した遮蔽層をつくるが可能になる。

●要求されるゴムの特性

- (1) 耐水性
- (2) -16℃以上の耐寒性
- (3) 耐酸性および耐アルカリ性
- (4) 耐微生物分解性
- (5) 自己溶着性
- (6) 平滑でない地面との実形、追従性・・・等

29

線量遮蔽測定の実験結果(1)	
測定 ガイガー・ミュラー(GM)計数管 バックグラウンド 0.03 μ S _w /H 50CPMとして記録した。	
福島市内E地区	
未加硫ゴム 砂鉄/酸性硫酸バリウムの混合物 ゴムシート厚さ	ブチル25B/EPのブレンド 200PHRを充填 10mm
地面を直接測定 0.41 μ S _w /H ~ 0.48 μ S _w /H 310CPM ~ 391CPM	ゴムシート遮蔽値 0.19 μ S _w /H ~ 0.32 μ S _w /H 22CPM ~ 42CPM
福島市内F地区	
未加硫ゴム 砂鉄/酸性硫酸バリウムの混合物 ゴムシート厚さ	天然ゴム/SBRのブレンド 250PHRを充填 10mm
地面を直接測定 231CPM ~ 261CPM	ゴムシート遮蔽値 65CPM ~ 81CPM

<講演 2> 「自己修復機能の設計コンセプトと繊維強化ポリマーへの応用」
 富山県立大学工学部 准教授 真田 和昭 氏

近年繊維強化ポリマー（FRP）の用途は航空宇宙、自動車、船舶等幅広い分野に拡大しており、FRPの安全性・信頼性の確保に対する社会的要求が高まっている。そこで、優れた特性を長期間維持するためにFRP自体に損傷を自己修復させる機能を付与する研究が活発に行われている。講演では、前半で国内外の自己修復性を有するFRPの研究動向が紹介され、後半で自己修復機能を有する炭素繊維強化ポリマーの開発に関する真田研究室の研究内容が解説された。

○自己修復性を有するFRPの研究動向紹介：中空繊維に液体の修復剤を閉じ込める方法、マイクロカプセルに液体の修復剤を閉じ込める方法、細管ネットワークを用いる方法について研究状況が紹介された。

○自己修復機能を有する炭素繊維強化ポリマーの開発に関する真田研究室の研究内容解説：真田研究室では修復剤入りマイクロカプセルを用いた熱硬化性樹脂に対する自己修復性付与の手法を応用した界面剥離自己修復性付与について研究を行っている。具体的には図1に示すように繊維ストランド表面に修復剤入りのマイクロカプセルと硬化触媒を混合したポリマーをコーティングすることで界面剥離を修復する機能を付与している。

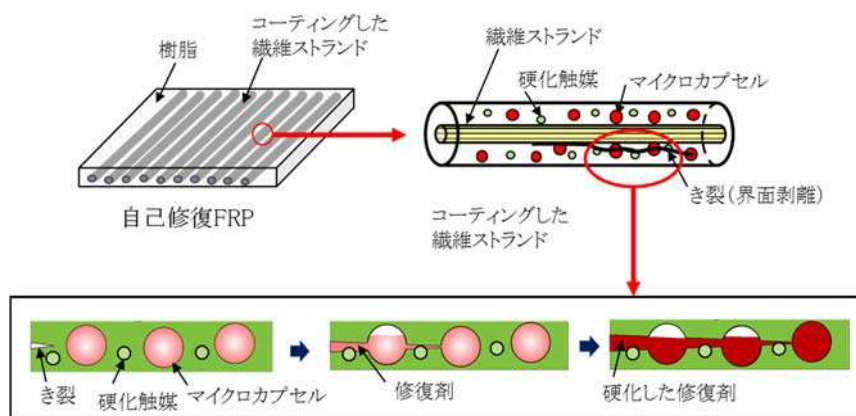


図1 界面剥離自己修復性の付与

本手法で自己修復性を付与したFRPの引張り試験による強度回復効果の検証が行われ、繊維方

向の引張り試験では自己修復 FRP の修復率は 100%に近い一方、繊維と垂直方向の引張り試験では自己修復 FRP の修復率が小さいという結果が得られている。後者の試験での修復率向上のために今後の研究が期待される。

<製品・技術紹介>

「ナノダイヤモンド複合めっきの開発とトライボロジー部品への適用」

アイテック株式会社 新事業開発本部 開発部 小泉 将治 氏

複合めっき皮膜は、ベースとなる金属めっきの特性（延展性、導電性等）に共析させる粒子の特性（耐摩耗性・耐食性等）を付与することができるため広範囲の用途に用いられている。現在、皮膜に耐摩耗性を付与することができるものに PTFE のような高分子固体潤滑材の他に、グラファイト、C60 フラーレン、カーボンナノチューブ、ナノダイヤモンド（ND）などの炭素系材料が考えられている。本発表では、ND 粒子をめっき皮膜中に均一に分散・共析させるための分散方法を確立し、これにより形成される ND 複合めっき皮膜の優れた特性と製品化の例について紹介された。

ND 複合めっき液の調整とめっき処理、ND 複合めっき皮膜のしゅう動特性評価、めっき皮膜中の ND 粒子の共析の状態を観察（図 2）、さらに ND 複合めっきのしゅう動特性を確認した。この結果、ND 粒子をめっき液中に単分散させ、皮膜中に均一に共析させるためのめっき方法、条件を確立した。またこれにより得られた ND 複合めっき皮膜は次の特性があることを明らかにした。

①Ni-P に ND を含有させると、Ni-P に比べて自身の耐摩耗性を向上させ、さらに相手材への攻撃性を低下させる効果がある。②Ni-P-ND に PTFE を含有させた場合も同様の効果がある。

現在、この ND 複合めっき（商品名：NDCO）の優れたしゅう動特性を活かし、自動車部品や産業用機械の分野で実用化を推進する 1 例として、産業用チェーンの適用例について紹介された。

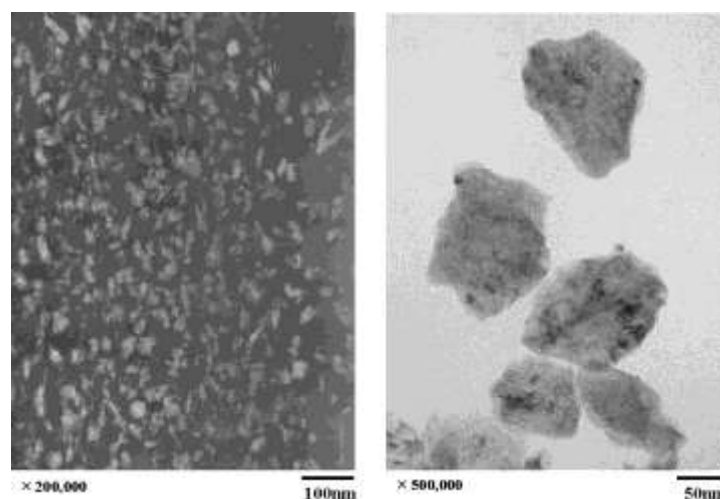


図 2 TEM によるめっき被膜中の ND 粒子の共析状態の観察像

発表 1 「光吸収率 98%の太陽光集熱板の開発」

ナノフロンティアテクノロジー（株）代表取締役 津田 薫 氏

ナノフロンティアテクノロジー（株）は信州大学繊維学部村上泰教授のグループと共同で、カー

ボンナノチューブ (CNT) と酸化チタンの複合液のコーティングによって、太陽光を効率的に吸収できる集熱板を開発した。集熱板は微細孔を有する立体構造を有し (図 3 参照)、太陽光を反射することなく紫外光から近赤外光までのあらゆる波長の光を 98%吸収することができる (図 4 参照)。また CNT の高い熱伝導率のために吸収された光が熱放射する前に効果的に基板に熱を伝えることができる。

本集熱板は太陽光発電の集熱コレクターの他、太陽熱発電、太陽熱温水利用等への応用が期待される。

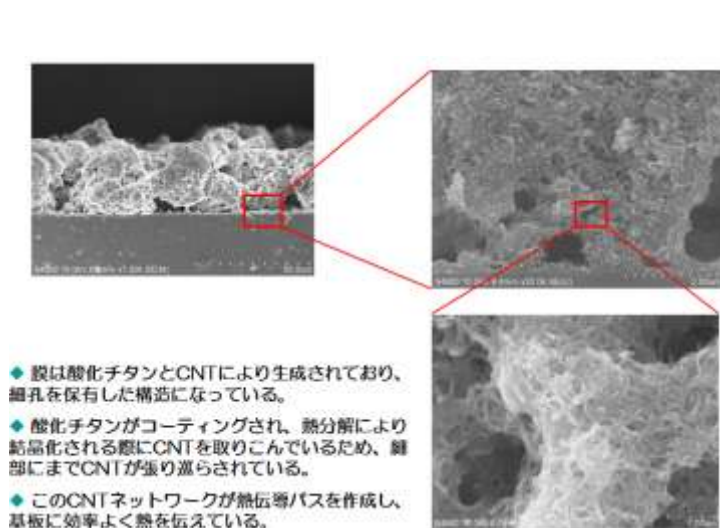


図 3 太陽光集熱板の構造

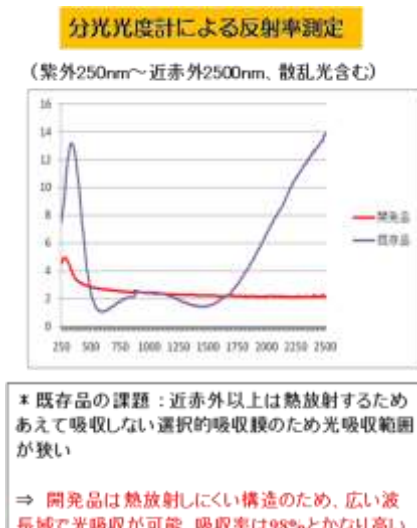


図 4 集熱板の性能

発表 2 「ナノダイヤモンド充填複合材料の電場印加による構造形成と諸物性」

東京工業大学 大学院理工学研究科 赤坂 修一氏

ナノダイヤモンド(ND)とは、ダイヤモンド結晶構造を持った、一次粒子径がナノサイズの粒子であり、ダイヤモンドの持つ高硬度・高熱伝導性・高耐摩耗性などの特性を保持する。ナノサイズ化により、粒子の表面特性が効果的に発現すると考えられ複合材料として期待されている。本研究では、新規のフィラーとして期待される ND を高分子材料に充填し電場印加による構造形成のメカニズムについて考察すると共に形成した構造が ND 複合材料の諸物性へ及ぼす影響について検討した。

マトリックスとして光重合性モノマーであるポリエチレングリコールジメタクリレート (PEGDM) および 2-ヒドロキシエチルメタクリレート (HEM) を用い、充填材として ND (粒径=4-5nm、ナノ炭素研究所 Nanoamand) を用いた。光重合開始剤として Irgacure651 を用いた。エタノールに ND を添加し超音波分散させ、これにモノマーを加えて攪拌後、真空乾燥により脱溶媒後、光重合開始剤を溶解した。ND の充填量は最大で 1wt%であった。これを ITO 電極セルに注入し、フィルムの厚み方向に対して電場を印加した後、UV ランプを照射して光重合してサンプルフィルムを得た。得られたフィルムについて光学顕微鏡、SEM、直流、誘電率、DMA 測定を行った。

図 5(a)、(b) に電場未印加と電場印加した P(PEGDM)/ND の体積抵抗率及び表面抵抗率の ND 充填量依存性を示す。電場未印加のサンプルでは、体積抵抗率、表面抵抗率ともに ND 充填量が増加するに従い緩やかに抵抗率が低下したが、ND 未充填と同等の値であるためフィルム中に ND は

ランダムに分散しておりネットワークは形成されていないものと考えられる。一方電場印加により構造形成を行うと体積抵抗率は電場未印加のサンプルに対してわずかに低下したのみであったが、表面抵抗率は大きく低下した。これはフィルム表面に偏在する ND ネットワークが導電ネットワークとして働いたためと考えられる。また ND 充填による密度および比熱容量の変化は少なかったことから、熱伝導率に対して熱拡散率が支配的で熱拡散率の非常に高い ND がフィルム表面に偏在したネットワークを形成したため熱伝導経路として効果的に働き、熱伝導度が向上したものと考えられる。

これらの実験結果より、電場印加により網目状のネットワーク構造を形成することで少量の ND 添加においても抵抗率、誘電率、力学物性に影響を及ぼすことが明確になり、今後機能性複合材料としての展開が期待できる。

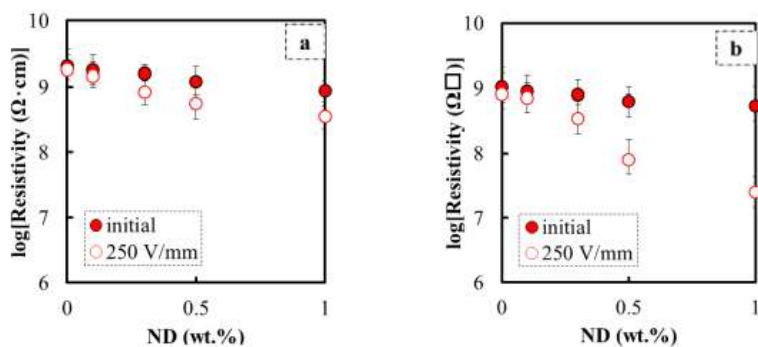


図 5 ND content dependence of (a) Volume resistivity and (b) surface resistivity of P(PEGDM)/ND.



左 キンラン 右 ギンラン (撮影 清瀬市の雑木林)