

10. 水素製造時に副次的に得られる高機能ナノカーボンを用いた建設材料の開発

白川 龍生^{1*}・多田 旭男²・岡崎 文保³・岩橋 知之⁴・小畠 直人⁵

¹北見工業大学工学部社会環境工学科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165)

²北見工業大学地域共同研究センター (〒090-0013 北海道北見市柏陽町603-2)

³北見工業大学工学部バイオ環境化学科 (〒090-8507 北海道北見市公園町165)

⁴北見工業大学大学院工学研究科化学システム工学専攻 (〒090-8507 北海道北見市公園町165)

⁵株式会社構研エンジニアリング (〒065-8510 北海道札幌市東区北18条東17丁目1番1号)

* E-mail: shirakaw@kitami-it.ac.jp

メタンガスから水素を製造する化学反応プロセスにおいてCO₂を排出しない方法として、メタン直接分解反応が注目されている。この方法を用いれば、水素とともにカーボンナノチューブの一種である高機能ナノカーボン (ANC) が副次的に生成される。近い将来、ANCが大量生成される可能性があるため、現段階から需要の見込める建設材料への応用研究を始めることは有益である。本研究はANCを用いた建設材料開発の意義と利点について示し、アスファルト及び合成樹脂をバインダーとし、ANCをフィラー添加した場合の機械的強度、電磁波吸収性、及び導電性について性能評価を行った。その結果、コンポジット材料にすることでこれらの性能が期待できることがわかった。開発事例としては面状発熱体について述べる。

Key Words : advanced nano carbon, carbon nanotube, direct methane reforming process, construction materials, sheet-type heaters

1. はじめに

石油に代わる次世代クリーンエネルギーとしてメタンガスが注目されているが、次のトレンドとなるのは水素と言われている¹⁾。再生エネルギー資源から得られる水素は将来のエネルギー輸送体として期待されているが、このうち近未来における水素需要を対象とする場合、メタンからの水素製造法の開発が実用上のニーズが高いと思われる²⁾。

従来行われているメタンガスからの代表的な水素製造方法はメタン水蒸気改質である。この方法を用いれば、メタンガス1モルに対し水 (水蒸気) 2モルを用いて改質することにより、水素4モルを製造することができる (図-1(a))。しかし、同時にCO₂ 1モルが発生するという問題を有しており、この処理が課題とされている³⁾。

一方、メタンガス1モルから水素2モルと炭素1モルを製造するメタン直接分解反応という方法がある⁴⁾。従来型の水蒸気改質に比べ製造される水素

の量は半分であるが、化学反応プロセス上は不要なCO₂が排出されないという長所があり、温暖化防止の観点から産業界で関心を集めている (図-1(b))。

これに加え、特筆すべきこととしては、副次的に生成される炭素がカーボンナノチューブ (Carbon

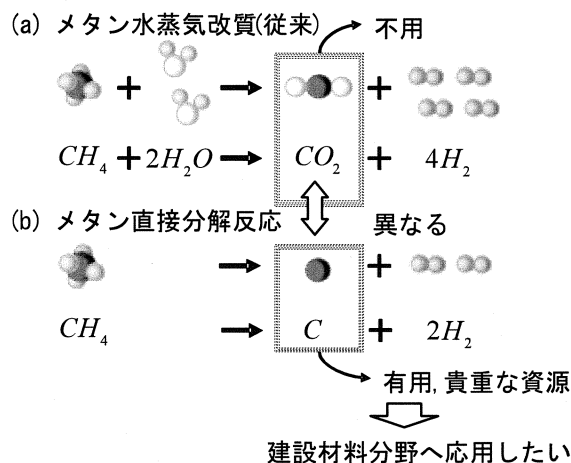


図-1 メタン直接分解反応 (従来法との比較)

nanotube; 機械強度・導電性・電磁波吸収性など優れた性能を有するナノサイズのチューブ状グラファイト)の一種であるということである。

本論文は、メタンガスからメタン直接分解反応によって水素を製造する際に副次的に生成されるカーボンナノチューブを建設材料開発に用いることの利点・意義について論ずるとともに、現段階における開発事例について述べる。開発事例については、特にカーボンナノチューブが有する導電性能に着目し、合成樹脂とのコンポジット材料による面状発熱体を製作する過程、及び製作したモデルの発熱性能について考察する。

2. 建設材料分野における用途開発の必要性

(1) カーボンナノチューブの概要

カーボンナノチューブは電子デバイスなどナノテクノロジー分野において世界の注目を集める新素材であり、炭素6員環が連なったグラファイトの1層(グラフェンシート)を丸めた円筒状、直径が1nm程度から数十nm程度、長さは1 μ m程度の形状を有する⁵⁾。

カーボンナノチューブは1層のみからなる単層カーボンナノチューブと同心筒状に多層構造となる多層カーボンナノチューブがある。その性質は、構造や大きさによって様々な性質を示すが、一般論としては機械的強度、電磁波吸収性能、導電性能、熱伝導性について特に優れた性質を有している⁶⁾。

カーボンナノチューブの主な用途としてはポリマー、セラミックス、金属などの添加剤として用いられるケースが多い。アルミニウムに添加した例では、鉄の半分の重量で同等の強度を実現しているため、スポーツ用品や航空材料として開発事例がある。プラスチックへ添加すると導電性能を付加することができるため、コンピュータや携帯電話ケースの帯電防止プラスチックケースに使われている。また、添加された材料は熱伝導性も改善される。リチウムイオン電池の分野では電極の変形を防止し長期間の充放電に耐える電極材料の添加剤として考えられている。ドイツのBayer MaterialScience社はこれらの需要に対応するため、60トン/年の流動床方式のCNT製造設備を稼働しているが、さらに200トン/年の設備を建設中である⁷⁾。カーボンナノチューブの国内市場は2010年に500億円規模になるとの試算がある(日本経済新聞、2007年10月12日号)。

高品質のカーボンナノチューブを選択的に製造するには専用仕様の反応装置を使用し所定反応条件を

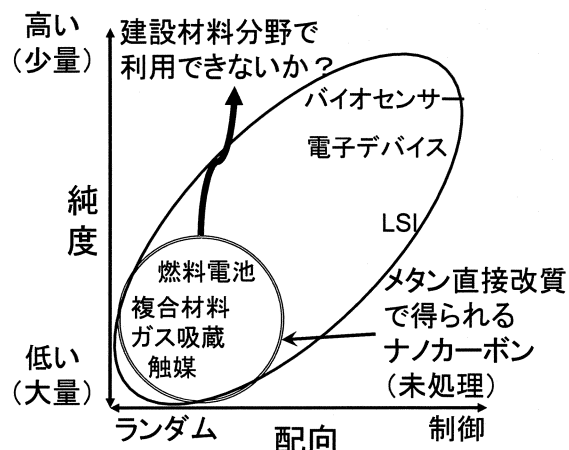


図-2 カーボンナノチューブの品質と用途の関係

保ち、生成物を精製・分散処理する必要がある。この結果、現在の製造コストは1～数十万円/kg台という高水準となっている。高価格であることは用途拡大を阻み、量産化を遅延させるため、価格が高いまま取引されるなどの悪循環を生じている。現在、高価格に関わらずカーボンナノチューブが流通している理由としては、高品質カーボンナノチューブの添加率を既存炭素材料の1/10～1/100に減らしても添加効果が維持されるとともに、添加率を減らすことが母材の特性をより生かせるという利点があるためである。

カーボンナノチューブの代表的な合成方法は3種類あり、アーク放電法、レーザー蒸発法、化学的気相成長法(CVD法)である。このうち化学的気相成長法は高効率で多層カーボンナノチューブを生成することができる一方、触媒となる物質が残存するなど純度は低いため、電子デバイスなどハイテク用途には不向きである。しかしながら、カーボンナノチューブの基本特性である機械的強度・電磁波吸収性能・導電性能等は同様に有しており、この性能を必要とする技術分野への応用が期待されている。例えば、多層カーボンナノチューブを樹脂等の基材へフィラーとして添加する⁸⁾、塗料としてフィルム等の素材表面への塗装・製膜等を行う⁹⁾など、当該品質のカーボンナノチューブについての需要は数多くあり、産業利用のための研究開発が進められている(図-2)。建設分野においても、施設を有効に活用し(長寿命化)、更新費用の平準化やライフサイクルコスト(施設の耐用年数の期間内に投入する総費用)の縮減などを図るため、アセットマネジメントの導入が進んでおり¹⁰⁾、新たな構造物を建設するにあたっては長寿命・インテリジェンス化が考慮され

た次世代型構造物が指向されている。そこで本研究では、多層カーボンナノチューブをフィラーとして加えることにより、機械的強度、電磁波吸収性能、導電性能等、新たな性能を発現させた次世代型構造物の実現に寄与するための建設材料の開発を行うこととした。以下、本研究では当該品質のカーボンナノチューブを高機能ナノカーボン（Advanced nanocarbon, ANC）と記す。

（２）建設材料分野における用途開発の必要性

メタンガスから水素を製造する方法としてメタン直接分解反応を採用すると、水素と高機能ナノカーボンを副次的に得ることができる。現在は製造量が僅少な貴重な資源であるが、以下のように将来的な量産化の見通しが示されている。

経済産業省の技術戦略マップ2009年度版¹¹⁾において、「メタンガス・水素混合ガス輸送、供給技術」を2020年度までに実用化を目指すことが初めて記された。

「技術戦略マップ」に掲げられている、5. 環境「CO₂固定化・有効利用分野」との関連性としては、

- a) 大分類「大規模発生源からのCO₂排出削減」，中分類「変換・有効利用」，小分類「カーボンへの分解」，技術No.3104「化石資源をCとH₂に分解し、水素をエネルギーとして使用、炭素は隔離する」に、本研究は該当する。違いは、炭素を隔離するのではなく、炭素をナノテク素材として有効利用する点にある。
- b) 大分類「大規模発生源からのCO₂排出削減」，中分類「吸収・固定」，小分類「大規模植林による地上隔離」中の「バイオマスの革新的利用による植生拡大」にも本研究は関連する。これはバイオマスから得られるメタンを水素とナノテク素材として有効利用するからである。

このメタンガス・水素混合ガスをメタン直接改質技術により生成すると、多層カーボンナノチューブが大量に副生される。その量は、数万～数十万トン／年（現在の全世界の製造量1,500トン／年の数十～数百倍）と推定されている。製造コストはスケールメリットが発揮され大幅にダウンすることが見込まれる。例えば、水素発電所の能力を475 MWと仮定して発電に必要な水素をメタン水蒸気改質に代わるメタン直接改質で製造した場合、副次産物として高機能ナノカーボンが年間63 万トン得られる。現在のカーボンナノチューブの世界の年間生産量から推察すると、必然的に大量のストックが発生する。ここで得られる高機能ナノカーボンを貯留せず有効

活用するためには、現段階から大量需要が見込める用途を開発することは有効であり、意義は大きい。

建設材料分野は、原油から石油製品を取り出した後に残った残渣油を原料とするアスファルトをはじめ、コークス、フライアッシュ、高炉スラグなど、従来より社会基盤施設の建設・維持管理のために副次産物を有効利用してきた経緯があり、本研究はこのことに着想を得ている。

現在、高度成長期に建設された施設の老朽化が懸念されている。全国的に予算削減の傾向は見られるものの、更新時に付加価値あるいはライフサイクルの延伸を期待し新素材や新工法が採用される可能性があり、今後も大量需要が見込める分野である。

3. メタン直接改質と高機能ナノカーボンの生成

メタン直接改質は、炭化水素（メタンガス）と触媒を高温で反応させることにより高機能ナノカーボンを効率的に得ることができる方法である。

加熱炉における反応プロセスを図-3 に示す。メタンガスを加熱炉内部の反応管に流入させ、セットした球状の触媒（Ni／Al₂O₃）と反応させる。その結果、水素が製造され、高機能ナノカーボンと触媒

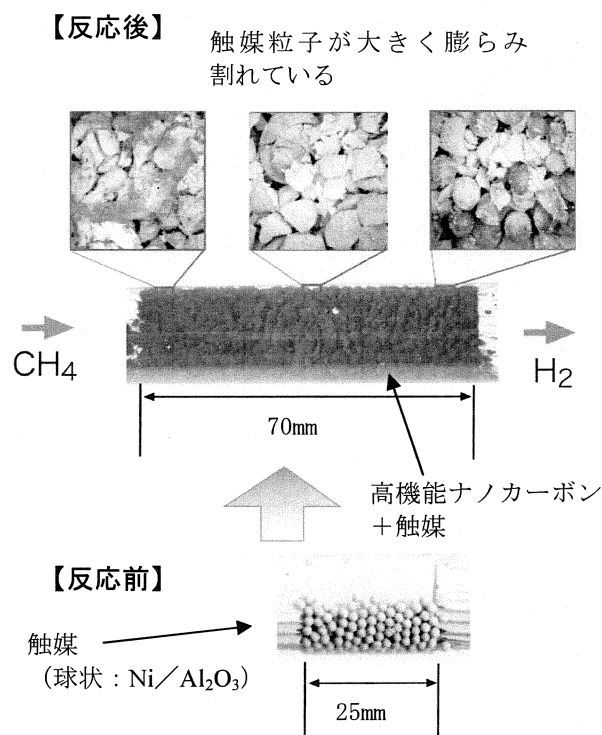


図-3 加熱炉における反応プロセス

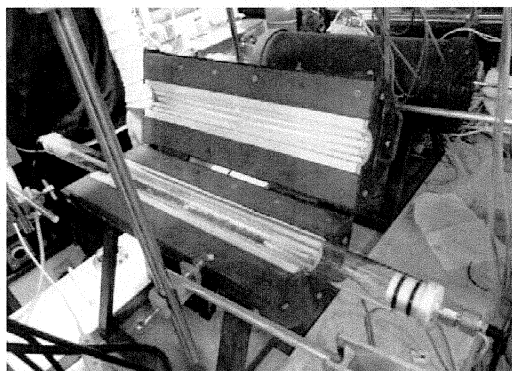


図-4 メタン直接改質反応装置の例

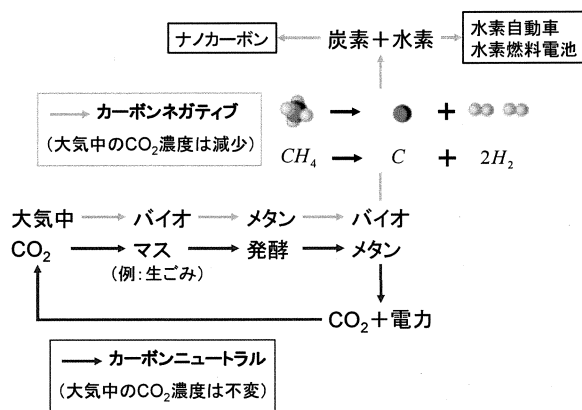


図-5 メタン直接改質による大気中の CO₂ 濃度減少効果

が反応管内に残存する。触媒粒子は、図-3 のように高機能ナノカーボンを貯め込んだ結果、大きく膨らみ、割れている。なお、加熱炉の運転においては電気を使用するため、この工程については間接的に CO₂ が発生する。反応装置の一例を図-4 に示す。ここで使用するメタンガスは都市ガス・バイオガスのいずれでもよい。上記のうち、バイオガスはカーボンニュートラルな燃料である。現在、バイオメタンはコジェネレーション（マイクロガスタービン、燃料電池）で使用されているが、いずれの場合にも CO₂ が発生する。バイオマスは光合成により大気中の CO₂ を固定したものであるが、バイオメタンにメタン直接改質システムを採用し、高機能ナノカーボンを有効利用できれば、大気中の CO₂ 濃度の減少につながる（図-5）。

4. 高機能ナノカーボンの主要性能評価

本章では、前述の方法によって得られた高機能

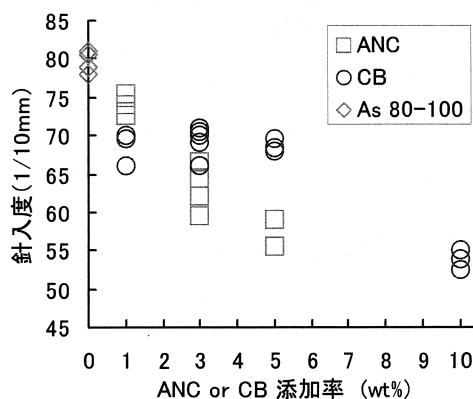


図-6 高機能ナノカーボンの添加率と針入度の関係（バインダー：アスファルト）

ナノカーボンを建設材料として開発する上で必要となる性能を実験により評価した結果を記す。評価項目としては、社会基盤施設の建設に用いる状況を想定すると、耐荷重・耐流動性が特に求められることから「機械的強度」、近年社会問題となっている電磁波問題に対応するために「電磁波吸収性」、及び積雪寒冷地での融雪ヒーターとしての性能を確認するために「導電性」の3項目を主要性能として設定した。なお高機能ナノカーボンは現段階では希少であることから、これを単体で用いるのではなく、バインダー内に微量添加し、これを均一分散させることによって材料の性能を向上させることを指向した結果、コンポジット材料として開発することとした。

性能評価に用いるバインダーとしては、機械的強度・電磁波吸収性能については道路舗装における表層材料への応用を指向しストレートアスファルト、導電性の実験については寒冷地におけるロードヒーティングへの応用を指向し、面状発熱体（ヒーター）として成形性の高い合成樹脂を設定した。

（1）機械的強度

高機能ナノカーボンをフィラーとして添加することに伴い、バインダーにどの程度機械的強度を付与可能か把握する目的で、ストレートアスファルト（80-100）を例に、JIS K 2207 に規定されているアスファルト針入度試験を実施した。比較対象として無添加のケース及び同量の工業用カーボンブラック（CB）のケースを設定した。

針入度は、その値が小さいほど硬質で、大きいほど軟質であることを示す。今回の実験結果から、高機能ナノカーボンの添加量と針入度の関係は図-6 のように右下がりの直線関係が見られ、比較対象のケースに対し少量の添加で硬化する傾向が見られた。

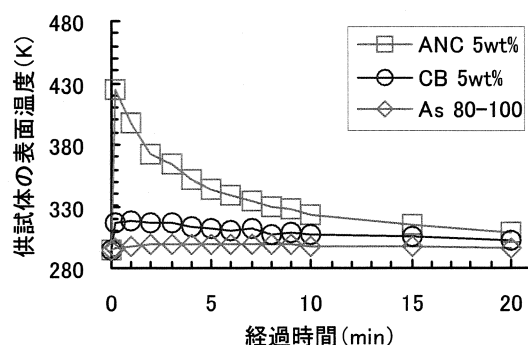


図-7 マイクロ波の照射による表面温度の推移 (バインダー：アスファルト)

この結果は、対荷重・対流動性の観点から考えると、高機能ナノカーボンをストックアスファルトにフィラー添加することによりコンポジット材料としての機械的強度の改質が期待できることを示している。

(2) 電磁波吸収性

高機能ナノカーボンの電磁波吸収性を把握するため、高周波出力 500W の家庭用電子レンジを用いてマイクロ波を 20 秒間照射し、放射温度計によって表面温度を測定した。マイクロ波は吸収されることによって熱エネルギーに変換されるため、表面温度が上昇すればマイクロ波が吸収されていることを意味する。結果は図-7 のようになり、高機能ナノカーボンのサンプルは 20 秒間の照射によって 295K から 425K に達した。他の比較対象に比べると温度変化が大きく、電磁波吸収性が現れていると考えられる。

近年、ETC に代表される ITS 技術の普及が進んでいるが、舗装が電磁波を乱反射することによって生じる誤作動の事例が報告されている¹³⁾。この問題の対策としては反射点への電磁波吸収体の施工が有効と考えられているが、今回の実験結果から、当該箇所に高機能ナノカーボン添加アスファルトを使用すると、電磁波吸収性を生かした乱反射防止舗装が実現できるものと思われる。

(3) 導電性

導電性を把握するため、芳香族系有機溶媒を用いて合成樹脂とのコンポジット材料を作成し、これを用いた面状発熱体モデルを作成した。コンポジット材料については 6 種類作成した。芳香族系有機溶媒の使用量を 100ml で一定とし、合成樹脂を 20g・同 30g の 2 パターンを設定することで粘度の異なる 2 種類のバインダーを用意した。これに対して高機能ナノカーボン添加量を 5wt%，10wt%，及び

表-1 コンポジット材料のパターン

	パターンA 合成樹脂20g	パターンB 合成樹脂30g
ANC 5wt%	A-1	B-1
ANC 10wt%	A-2	B-2
ANC 15wt%	A-3	B-3

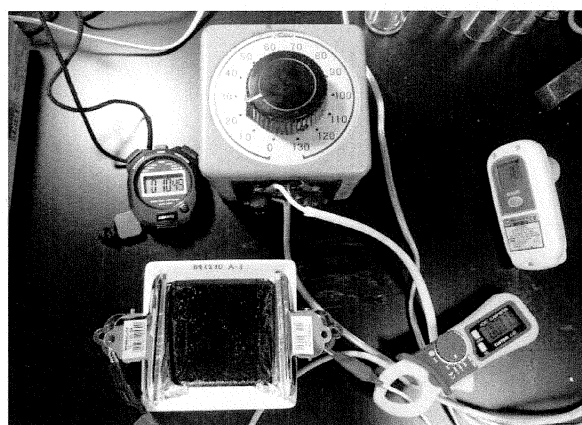


図-8 面状発熱体の通電実験

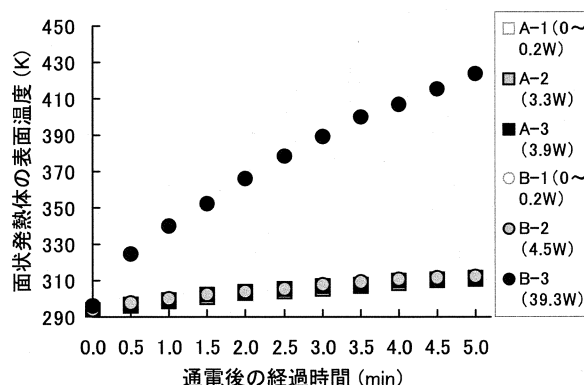


図-9 面状発熱体の表面温度推移 (AC30V 通電)

15wt% の 3 段階に設定した (表-1、開発の詳細については次章にて後述)。

面状発熱体モデルを AC 電源へ接続し、通電後の表面温度測定を行った。電圧は変圧器を用いて調整した。今回は AC30V の結果を報告する。電流についてはクランプメータで測定した。通電時間は 5 分間とし、0.5 分間隔で表面温度を放射温度計 (分解能: 0.5K) で計測した。実験環境を図-8 に示す。

面状発熱体の通電後の表面温度推移について図-9 に示す。高機能ナノカーボン添加量が 5wt% であるパターン A-1 及び B-1 については電気抵抗が大きく、有効な出力が得られず通電後の温度変化がほとんど見られないことから、結果については図から省略した。パターン A-2、A-3、及び B-2 の 3 パターン

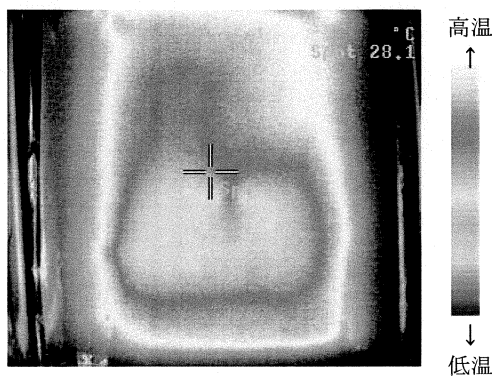


図-10 面状発熱体の温度分布

については同様の傾向を示し、通電30Vの場合17.5～19Kの温度上昇がみられた（通電5分後）。

パターン B-3 は、他のパターンとは異なる結果を示した。このパターンは他パターンに比べ電気抵抗が1桁小さいため出力が1桁大きくなり、39.3Wが得られた。このことは表面温度結果にも現われており、128Kの温度上昇がみられた（通電5分後）。この結果は、融雪を目的とするロードヒーティングへの適用を考えるとオーバースペックであるが¹²⁾、一方でこの結果は高機能ナノカーボンが有する優れた導電性が顕著に現れたケースとして特筆すべきである。粘度とナノカーボン添加量が良好な組み合わせを実現した結果と思われる。

面状発熱体として建設材料分野へ適用するためには高機能ナノカーボンが平面上に均一分散されている必要がある。このことを確認するため、通電中の面状発熱体の表面を熱画像カメラで撮影した。結果を図-10に示す。一部温度帯に分布の偏りが見られるが、等値線パターンからは各箇所において同様な発熱が確認できることから、高機能ナノカーボンが面状発熱体内に均一分散していると考えられる。

5. 高機能ナノカーボンの建設材料への応用開発事例

本章では、第4章の導電性評価のために作成した面状発熱体をモデルケースとして、開発段階で得られた知見を記す。

図-11に高機能ナノカーボン添加量と粘度の関係を示す。粘度については音叉型振動式粘度計を用いて測定した。粘度は高機能ナノカーボンをバインダー内に均一分散する上で重要な因子であり、粘度が低い場合はナノカーボンの真密度（グラフアイト： $2.25 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）が重いため沈殿する。一方、粘

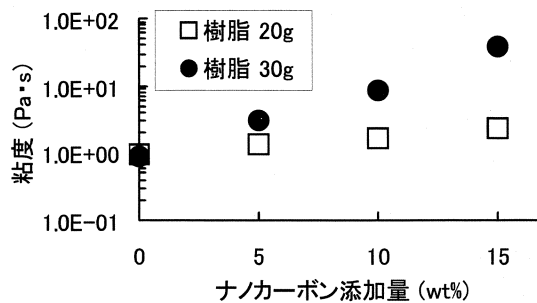


図-11 ナノカーボン添加量と粘度の関係

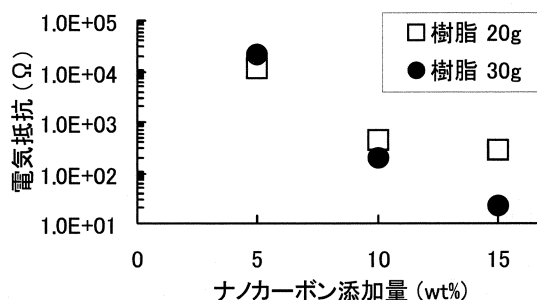


図-12 ナノカーボン添加量と電気抵抗の関係

度に応じて攪拌処理が困難になるため、粘度が極端に高い場合は分散性が損なわれる可能性がある。

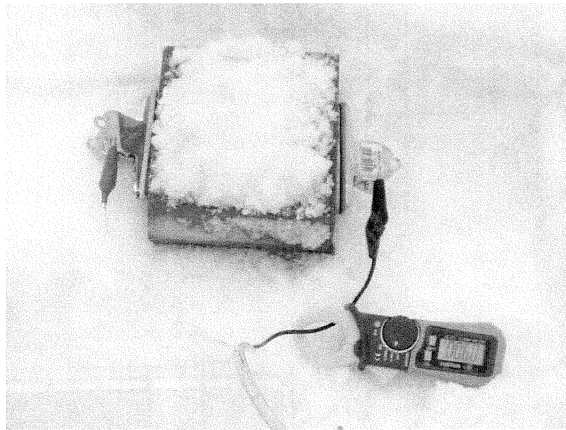
図-11において、粘度は合成樹脂 20g、同 30g いずれもナノカーボンの添加量に応じて増加傾向にあり、片対数グラフにおいて直線関係にある。合成樹脂 30g のパターンはいずれも粘度が高く（特にパターン B-3）、超音波による攪拌処理が困難なレベルであったことから、マグネティックスターラーを使用した。

図-12に高機能ナノカーボン添加量と電気抵抗の関係を示す。各パターンの電気抵抗は同一の測定条件（距離・加圧）で測定した。結果はナノカーボンの添加量に応じ抵抗値が小さくなる傾向が見られた。これは添加量に応じてナノレベルの架橋効果が高まり、その結果スムーズな通電が実現したことによるものと思われる。

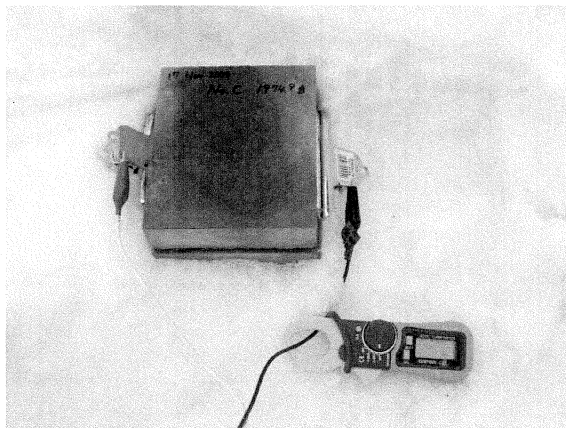
今回作成したサンプルが積雪寒冷地における冬期環境下で実際に融雪効果を示すことを確認するため、表-1における6サンプルのうち、B-2（溶媒 100ml、樹脂 30g、CNT10wt%）を使用した融雪実験を行った。実験の状況を図-13に示す。

（1）ロードヒーティング模型

- ・ モルタル平板のサイズ： 160mm × 135mm × 40mm
- ・ 面状発熱体の使用サンプル： B-2（芳香族系



(a) 通電前



(b) 通電後

図-13 ロードヒーティング模型による融雪実験

有機溶媒 100ml, 合成樹脂 30g, 高機能ナノカーボン 10wt%)

- ・ モルタル平板上の雪: 100g (積雪斜面から採取した天然雪を使用)
- ・ 電力量: 0.042kWh, 通電時間: 60min

(2) 通電開始前後の温度変化

通電前後の温度変化は以下ようになった。

- ・ 外気温: 通電前 275.25K (+2.1℃)
通電後 275.05K (+1.9℃)
- ・ 平板の表面温度: 通電前 270.65K (-2.5℃)
通電後 289.65K (+16.5℃)

図-13(b)のように、通電後、平板上の雪は全て溶解しており、今回作成したロードヒーティング模型は融雪能力があることを確認することができた。

6. まとめおよび課題

本研究では、水素生成時に副次的に得られる高機

能ナノカーボンを建設材料の開発に用いることの意義・利点と主要性能の評価、および現時点における開発事例について述べた。本研究は、高機能ナノカーボンを建設材料に応用した研究成果を国内外を通じ初めて報告するものと思われる。

本研究で得られた知見を整理すると以下のようになる。

- (1) 機械的強度を評価するため、ストレートアスファルトにフィラー添加したコンポジット材料の針入度試験を行った。その結果、工業用カーボンブラックに比べ少量の添加で硬化する傾向が見られた。この結果は、対荷重・対流動性の観点から考えると、高機能ナノカーボンをストレートアスファルトにフィラー添加することにより、コンポジット材料としての機械的強度の改質が期待できることを示している。
- (2) 電磁波吸収性を評価するため、上記コンポジット材料に対しマイクロ波を照射し表面温度を測定した。その結果、同材料は他の比較対象に比べ温度変化が大きく、電磁波吸収性が現れていると考えられる。この結果を利用すると、例えば電磁波吸収性を生かした乱反射防止舗装が実現できるものと思われる。
- (3) 導電性を評価するため、高機能ナノカーボンと合成樹脂のコンポジット材料を用いた面状発熱体モデルを複数パターン作成し、通電後の表面温度測定を行った。粘度とナノカーボン添加量が良好な組み合わせを実現したパターンでは、通電後、融雪に必要なスペックを大きく上回る発熱が見られた。
- (4) 上記(3)で作成した今回作成したサンプルが積雪寒冷地における冬期環境下で実際に融雪効果を示すことを確認するため、ロードヒーティング模型を用いた融雪実験を行った。その結果、融雪能力があることを確認することができた。

今後、安全性を考慮しながら、高機能ナノカーボンが有する機械的強度、電磁波吸収性、導電性という性能をより発揮するとともに、ナノスケールというサイズを生かした新しい建設材料の開発を進め、低炭素社会の構築、長寿命構造物の実現に貢献していきたい。今回の研究結果を具現化するためには、高機能ナノカーボンは粉末のまま使用するよりも均一分散させて使用した方がより少ない使用量で必要な性能を発現することが期待できることが明らかに

なったことから、製品コストを低減する観点からも、
 今後はコンポジット建設材料の開発を指向していき
 たいと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、北見工業大学技術部の猪
 狩平三郎氏ならびに岡田包儀氏、北見市役所の奈良
 琴美氏（研究当時：北見工業大学学生）の協力を得
 た。またアース工業株式会社の栗山靖彦氏には材料
 提供及び助言を頂いた。ここに記し謝意を表したい。

参考文献

- 1) 例えば, Lutz, A.E., Bradshaw, R.W., and Keller, J. O.: Thermodynamic analysis of hydrogen production by steam reforming, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.28, No.2, pp.159-167, 2003.
- 2) 例えば, 竹平勝臣: 水素製造・利用の触媒化学 メタンおよびメタノールからの水素製造のための触媒, 触媒, Vol.43, No.4, pp.244-248, 2001.
- 3) Yegulalp, T. M. and Lackner, K. S.: Coal-based clean energy systems and CO₂ sequestration, *Mining Engineering*, Vol.56, No.10, pp.29-34, 2004.
- 4) 多田旭男, 岡崎文保: 応用を視野に入れたメタン直接改質技術, 触媒, Vol.50, No.2, pp.193-194, 2008.
- 5) Iijima, S.: Helical microtubules of graphitic carbon,

Nature, Vol.354, pp.56-58,1991.

- 6) 飯島澄男: カーボンナノチューブ: その後の発展, 固体物理, Vol.29, No.3, pp.231-238,1994.
- 7) 例えば, Martin, S.: Carbon nanotubes. Focus on high-tech, *Kunststoffe International*, Vol.99, No.10, pp.12-15, 2009.
- 8) 例えば, Haggenueller, R., et al.: Aligned single-wall carbon nanotubes in composites by melt processing methods, *Chemical Physics Letters*, Vol.330, pp.219-225, 2000.
- 9) 例えば, Wu, Z., et al.: Transparent, conductive carbon nanotubes films, *Science*, Vol.305, pp.1273-1276, 2004.
- 10) 例えば, 社団法人土木学会編: アセットマネジメント導入への挑戦, pp.30-32, 技報堂出版, 2005.
- 11) 経済産業省: 技術戦略マップ 2009 年度版 website <http://www.nedo.go.jp/roadmap/index.html>
- 12) 例えば, 岡喜秋, 石山栄三, 上出光志, 北口敏弘, 東海林茂: 高効率ロードヒーティングの開発, 寒地技術論文・報告集, Vol.10, pp.197-202, 1995.
- 13) 羽田勝之, 高田潤一, 岩田武夫, 脇中義孝: マイクロ波近距離無線通信のための伝搬経路同定システム, 電子情報通信学会大会講演論文集, Vol.2002, No.ソサイエティ B1, pp.544-545, 2002.

(2010.3.5 受付)

(2010.6.17 受理)

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS USING ADVANCED NANOCARBON PROVIDED IN A HYDROGEN MANUFACTURING PROCESS SUBSIDIARILY

Tatsuo SHIRAKAWA¹, Akio TADA², Noriyasu OKAZAKI³,
 Tomoyuki IWAHASHI⁴ and Naoto Kohata⁵

¹Dept. of Civil and Environmental Engineering, Kitami Institute of Technology

²Cooperative Research Center, Kitami Institute of Technology

³Dept. of Biotechnology and Environmental Chemistry, Kitami Institute of Technology

⁴Graduate School of Engineering, Kitami Institute of Technology

⁵Koken Engineering Co.,Ltd

This is the first study that applied advanced nanocarbon (ANC) to the development of construction materials. ANC is provided as a by-product of direct methane reforming (DMR) which is one of the chemical reactions to extract hydrogen from methane, a kind of the carbon nanotube. It is expected that ANC is generated in large quantities in near future at hydrogen power stations. Therefore, it is useful to start the applied study to the construction materials which is able to estimate mass demand from the present. Firstly, this study describes significance and a benefit to use ANC for the development of construction materials. Then, we prepared composite material with ANC using straight asphalt or a synthetic resin, and evaluated mechanical strength, electromagnetic wave absorbency, and conductivity. As a result, it was recognized that the abovementioned performance developed by machining them to composite materials. Finally, this study described the experiment results of the sheet-type heaters, as a development case.