

副次産物として得られる高機能ナノカーボンを用いたモルタル供試体の開発

北見工業大学 正会員 ○白川 龍生

北見工業大学 正会員 岡田 包儀

北見工業大学 正会員 猪狩平三郎

北見工業大学 岡崎 文保

北見工業大学 多田 旭男

株式会社構研エンジニアリング 小島 直人

1. はじめに

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 CO_2 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¹⁾。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 が大量に生成される可能性があるため、需要の見込める土木材料への応用研究を現在のうちから始めることは有益である。筆者らはこれまでに面状発熱体の開発等を行ってきたが²⁾、本報告では ANC を添加したモルタル供試体の開発事例について述べる。

2. メタン直接分解反応の利点と土木材料分野への応用

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 CO_2 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。一方、メタンガス 1 モルから水素 2 モルと炭素 1 モルを製造する方法として、メタン直接分解反応が挙げられる。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 CO_2 が排出されないという長所があり、地球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 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。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る。

経済産業省の技術戦略マップ 2009 年度版²⁾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。この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ことに加え、副次産物であることから、例えば水素発電所用水素を供給するようになれば必然的に大量のストックが発生する。これを貯留せず有効活用するため、現段階から土木材料分野など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。そこで今回は、土木材料開発の一例として、電磁波吸収性および熱伝導性を高める目的で ANC 添加モルタル供試体を作成し、フィラー効果について考察した。

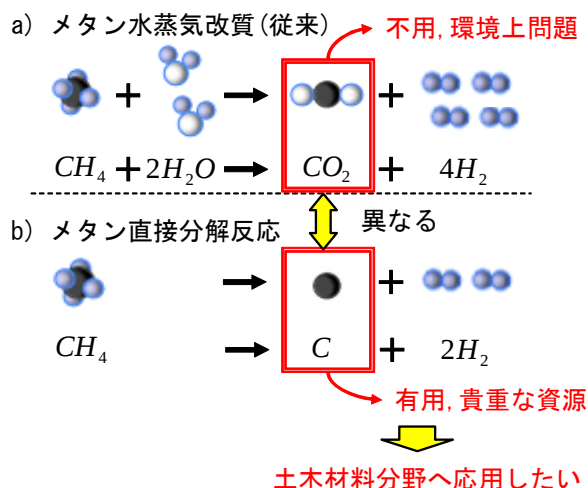


図-1 メタン直接分解反応 (従来法との比較)

キーワード カーボンナノチューブ, 高機能ナノカーボン, モルタル供試体, 電磁波吸収性, 熱伝導性

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 北見工業大学工学部社会環境工学科 TEL 0157-26-9520

3. ナノカーボンの添加と効果の検証

(1) ナノカーボン添加モルタル供試体の作成

モルタル供試体は、「セメントの物理試験方法 (JIS R 5201-1997)」に規定されている方法に準じて作成した。添加する ANC はカテキンと混合し超音波処理した溶液として用意し、0.0, 0.1, 0.2, 0.3 vol% の 4 種類の供試体を作成した。図-2 は作成した供試体であり、ANC の添加量に応じて黒色の程度が増している (図-2 は、図中左下の画像補正カラーチャートを使用し、色調補正を行っている)。

(2) 電磁波吸収性

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供試体にマイクロ波を 60 秒間照射し、放射温度計によって供試体表面温度を 20 分間測定した (各供試体につき 3 箇所で測定)。マイクロ波は吸収されると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-3 のように、ANC の添加量に応じて表面温度が高くなっており、添加効果が現れていると考えられる。

(3) 熱伝導性

熱伝導性を把握するため、供試体底部を 373K (100℃) に設定したセラミックホットプレート上に載せ、供試体上部中央における表面温度を 10 分間測定した (ホットプレート上面から测温部までの距離は 40mm)。結果を図-4 に示す。载荷後 4 分までは添加／無添加間に大差はないが、その後は添加量に応じ表面温度が高くなる傾向が見られた。このことから、ANC の添加は熱伝導性を高める効果があると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果、供試体の体積に対する ANC 使用量は微量ながら、添加することで電磁波吸収性と熱伝導性を高める効果が見られた。この知見より、ANC は電波吸収材やロードヒーティング等の開発を行う上で有用なフィラーになり得ると思われる。今後、ANC の最適添加量や添加方法を検討したい。

謝辞

本研究に関する実験にご協力頂いた、北見工業大学大学院生・岩橋知之氏、ならびに北見市役所・奈良琴美氏 (研究当時：北見工業大学学生) に謝意を表します。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 白川龍生ほか: 高機能ナノカーボン樹脂コンポジット材料による面状発熱体の開発, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol.66(CD-ROM), No.E-11, 2010.
- 3) 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>



図-2 ナノカーボン添加モルタル供試体
(上から 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 vol%)

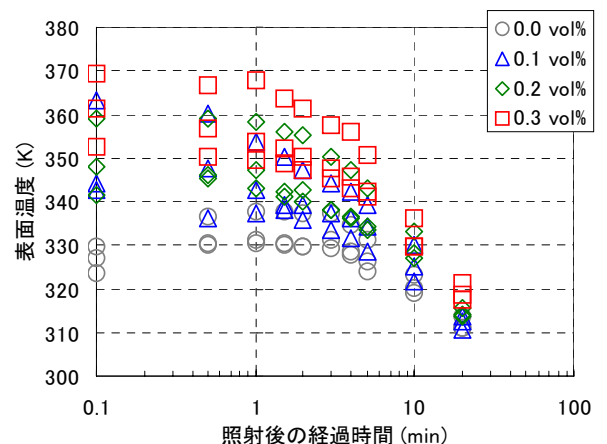


図-3 マイクロ波照射後の表面温度推移

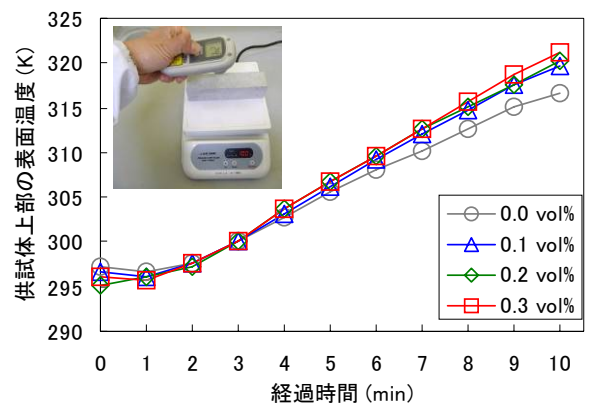


図-4 供試体底部加熱後の表面温度推移