

## ナノカーボンの添加がセメントモルタルのマイクロ波吸収性能に及ぼす影響

北見工業大学 正会員 ○白川 龍生  
 北見工業大学 多田 旭男  
 北見工業大学 岡崎 文保  
 北見工業大学 正会員 井上 真澄

### 1. はじめに

ナノテクノロジーの研究で最も重要な領域の一つに、カーボンナノチューブやカーボンナノファイバーといったナノカーボン素材の応用技術がある。ナノカーボンは、それ自身の優れた性質に加え、既存材料にはない新たな性能を発現した複合材料を作製するためのフィラーとして、主に海外で注目を集めている<sup>1)</sup>。筆者らは、ナノカーボンを添加した新たなセメント系複合材料を開発するにあたり、機能面で更なる付加価値を与えるため、一考察としてナノカーボンが有するマイクロ波吸収性能に着目した。情報化社会において、マイクロ波通信、マイクロ波送電などは今後需要が高まると予想されているが、ナノカーボンを添加すると道路面や周辺構造物等で多重反射する事により生じる通信エラーを軽減する効果が期待できる。ナノカーボンを微量に添加した実験結果は既に文献2に記しているが<sup>2)</sup>、本研究はナノカーボンをセメントモルタルに相当量添加した際のマイクロ波吸収性能に及ぼす影響について報告する。

### 2. 実験方法

実験パターンは、(1) 実験 A：ナノカーボン添加量と添加効果、(2) 実験 B：添加カーボンの種類と添加効果、および(3) 実験 C：ナノカーボンの分散性が添加効果に及ぼす影響を調べるための3パターンを設定した。実験条件の整理表を表

-1, 作製した供試体を図-1 に示す。バインダーは、ナノカーボンの着色性を把握するために白色ポルトランドセメントを用い、これに炭酸カルシウムと接着剤をブレンドした汎用砂入りセメント (185g) によるモルタルとした。水溶液は、一般的な水道水、100g あたりカテキン 32mg を含む緑茶飲料、及びこの濃度を 1/2 に希釈したパターンの計 3 パターンを用意した。緑茶飲料を用いた理由は、水をはじめ各種溶媒に対し分散性が低いナノカーボンが、緑茶飲料に含まれるカテキン類の芳香環と引き合い、一方でカテキン類が水酸基をも保持しているため、水とも親和性があることが先行研究に記されていたことによる<sup>3)</sup>。また、海外文献には界面活性剤を用いたナノカーボンの分散方法が記されているが<sup>4)</sup>、通常コンクリートに含まれる AE 剤あるいは減水剤は全体積に対して添加量が微量であり、結果的に使用するナノカーボンの量は微量になると判断し、今回はカテキンによる分散方法について検討した。フィラーには、メタンガスから化学的気相成長法により製造され

表-1 供試体作製条件 (バインダー・フィラー)

No.	供試体作成条件 (共通: 汎用砂入りセメント)		乾燥後の 質量 (g)	備考
	水溶液の種類 及び使用量	フィラーの種類 及び使用量		
<b>【実験A】 ナノカーボン添加量と添加効果</b>				
A-1	水道水 50ml	なし	178.724	
A-2	緑茶飲料 50ml	CVD-NC 1wt%	166.847	
A-3		CVD-NC 2wt%	181.835	
A-4		CVD-NC 3wt%	189.912	
A-5		CVD-NC 4wt%	189.476	
A-6		CVD-NC 5wt%	193.150	
A-7			188.622	
<b>【実験B】 添加カーボンの種類と添加効果</b>				
B-1	緑茶飲料 50ml	なし	179.499	A-2と同条件
B-2		CVD-NC 1wt%	188.962	A-3と同条件
B-3		CB 1wt%	178.324	
B-4		繊維質少NC 1wt%	157.043	
<b>【実験C】 ナノカーボンの分散性が添加効果に及ぼす影響</b>				
C-1	水道水 25ml + 緑茶飲料 25ml	CVD-NC 1wt%	187.460	
C-2	緑茶飲料 50ml	CVD-NC 0.5wt%	174.451	
C-3	水道水 50ml	CVD-NC 1wt%	181.202	

※CVD：化学的気相成長法、NC：ナノカーボン、CB：カーボンブラック

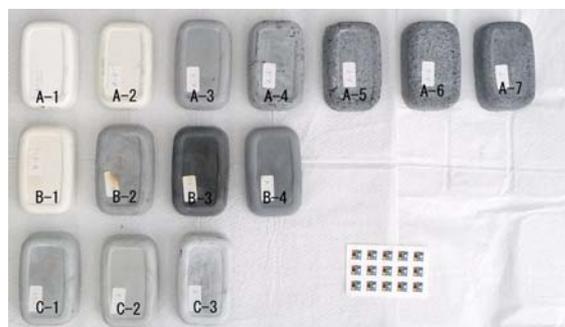


図-1 作製した供試体

キーワード ナノカーボン, セメントモルタル, マイクロ波吸収性能, 分散性, 添加量

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

たナノカーボン（以下、「CVD-NC」とする），および比較のための導電性カーボンブラックを設定した．上記の条件で作成した各サンプルに対し，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各 20 秒間照射し，照射後の表面温度を非接触の放射温度計によって測定した．照射前の表面温度は各供試体とも 23.5～24.0℃である．マイクロ波は供試体に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たことを示す．

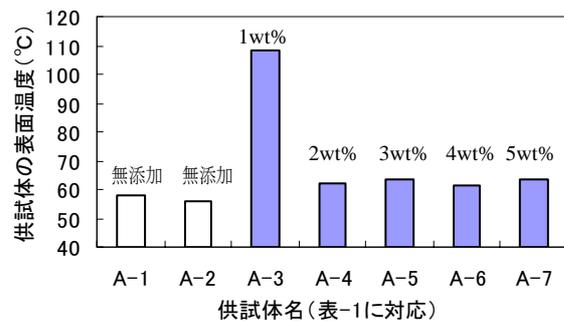


図-2 ナノカーボン添加量と添加効果

### 3. 実験結果及び考察

#### (1) 実験 A : ナノカーボン添加量と添加効果

図-2はナノカーボン添加量と供試体表面温度の関係を示している．ここで A-3～A-7 供試体は CVD-NC を含んでおり，添加量 1wt%（A-3）の表面温度が突出して高い．このパターンは CVD-NC が供試体内に均一分散していると考えられ，より添加量の多いパターンと比較しても性能を発現しやすいことがわかった．

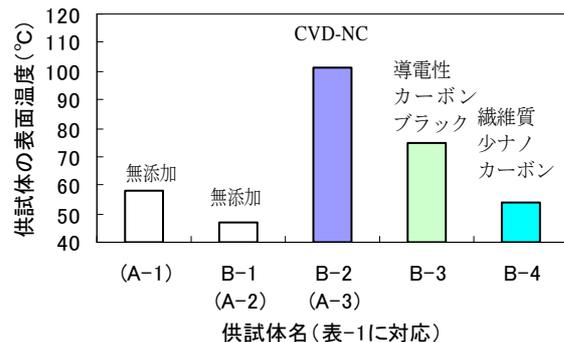


図-3 添加カーボンの種類と添加

#### (2) 実験 B : 添加カーボンの種類と添加効果

図-3は添加カーボンの種類と供試体表面温度の関係を示したものである．CVD-NC は，導電性カーボンブラック，および繊維質少ナノカーボンに比べ表面温度が高く，マイクロ波吸収能力の高さが窺える．

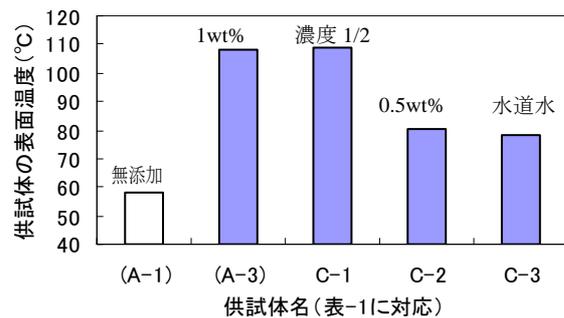


図-4 ナノカーボンの分散性が添加効果に及ぼす影響

#### (3) 実験 C : ナノカーボンの分散性が添加効果に及ぼす影響

図-4はナノカーボンの分散性が添加効果に及ぼす影響について整理したものである．緑茶飲料の濃度を 1/2 に希釈したパターン（C-1）は通常濃度（A-3）と同等以上の表面温度に達し，また目視上の分散性も良好であり，最も実用的なパターンと考えられる．添加量を 1/2 に抑えたパターン（C-2）も分散性は良好であるが，添加量が少ないことから，マイクロ波吸収能力は C-1 に比べると低かった．C-3 は CVD-NC の分散性が悪いため，同量を添加した C-1 と比較するとマイクロ波吸収能力は十分に発現したとはいえない．

#### 参考文献

- 1) 白川龍生ほか: ナノカーボンの添加がセメントモルタルの曲げ/圧縮強度に及ぼす影響, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol.67(CD-ROM), No.E-7, 2011.
- 2) 白川龍生ほか: 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, 土木学会年次学術講演会講演概要集 V 部, Vol.65, pp.949-950, 2010.
- 3) Nakamura, G. et al.: Green Tea Solution Individually Solubilizes Single-walled Carbon Nanotube, *Chemistry Letters*, Vol.36, No.9, pp.1140-1141, 2007.
- 4) LUO, J., DUAN, Z. and LI, H.: The Influence of Surfactants on the Processing of Multi-Walled Carbon Nanotubes in Reinforced Cement Matrix Composites, *Physica Status Solidi (a) - Applications and Materials Science*, Vol.206, No.12, pp.2783-2790, 2009.