

GRAPHENSTONE、過去最高の建材である漆喰と最先端のナノ素材グラフェンを活かした塗料

Graphenstone: Limestone, the best material of the past and graphene, the cutting edge material in paint

大城 猛志【ヨーロピアンクリーンエナジーズジャパン株式会社】

【概要】

100%自然塗料、高通気性、ホルムアルデヒド吸着分解、CO₂吸収など、数多くの特徴をもつ自然塗料。今日では、プラスチック等、工業製品を使うことが多いため、身体への影響を訴える人は増えてきており、特にアレルギーなど呼吸器に関わる病気が目立つ。また環境汚染による被害も増加傾向にある。Graphenstone（グラフェンストーン）はこれらの問題に積極的に取り組むブランドであり、社会に貢献する数々の優れた製品を研究開発してきた。

【キーワード】

漆喰 グラフェン 光触媒 自然塗料
合成樹脂フリー 抗菌 抗カビ

1. グラフェンストーンの始まり

グラフェンストーン・プロジェクトの誕生は2006年までに遡る。その創始者はスペイン人のアントニオ・レオンという科学者。大学卒業後から塗料メーカー大手のEurotex社の技術部長として勤めた。Eurotex社退職後、イエディサ社を設立し、自然素材且つ持続可能ビル用建材の研究開発に専念した。

アントニオ氏がたくさんある自然素材を探っていたが、最終的にヨーロッパで何千年も前から使われている漆喰を採用することになり、他に類を見ないユネスコの無形文化遺産として登録されている真っ白で純度の高いモロン地方の漆喰を採用した。

では、何故自然素材にこだわったのだろうか。近年、合成樹脂など、多くの化学物質が建材、家具や衣服など身近なものに多く含まれるため、特に密閉空間で生活をしている場合にシックハウス症候群、呼吸困難、アレルギーなどが発症してしまう。このような問題を根本的に解決するためにやはり、ホル

ムアルデヒド、VOCなどといった有害物質を排出しない材料を使用しなければならない。グラフェンストーンは正に自然素材（石灰石）から作られた樹脂フリー塗料、壁材、コーティング材である。それに、グラフェンを各製品に分散させることに成功し、世界で初めてグラフェンを活かした塗料を実現した。

2. 漆喰とグラフェン、無欠な組み合わせ

グラフェンストーン製品は主に水酸化カルシウム（消石灰）と炭酸カルシウムを主な原材料とし、漆喰の構造上の弱点を強化するためにグラフェンと呼ばれるナノ素材、カーボンファイバーに類似する物質を採用した。欧米ではこのグラフェンは未来の素材と呼ばれ、かつての石油やプラスチックが使われ始めた時に社会に大きな影響をもたらしたのと同じようにグラフェンも人々の生活に大きな影響を与えると言われている。

2.1 消石灰（漆喰）について

消石灰は漆喰とも呼ばれ、正式名称は水酸化カルシウム、化学式で現すとCa(OH)₂である。漆喰は何



写真1 グラフェンストーン塗料が塗られた
Costaballena 集合住宅

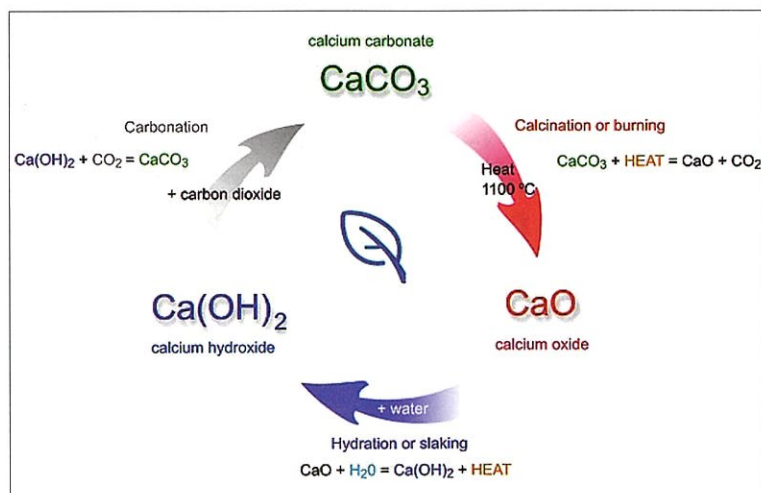


図1 消石灰（漆喰）が硬化する過程

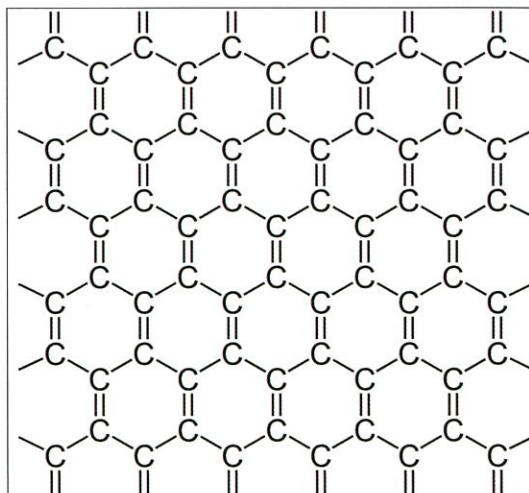


図2 グラフェンの原子価結合

千年も前から使われており、古代人もその魅力や特徴を知っていたに違いない。ローマ帝国やギリシアの建物、エジプトのピラミッドの巨大な石と石の目地材や接着剤としても使われ、日本のお城や民家にも良く使われていた素材である。

消石灰はpHが12前後と非常に高く、そのため防カビ、抗菌、防虫効果（ISO 826:1998 A 試験法を合格）が得られるが、同じ漆喰でも、樹脂が配合されている漆喰製品だと、カビが繁殖してしまう。なぜかという樹脂が有機成分だからだ。樹脂の多くは石油由来と何万年前に生きていた生物からできたものであり、その有機成分はカビなどの微生物のエサになってしまい、それらの繁殖に繋がってしまう。グラフェンストーン建築用塗料は2014年にISO 826:1998 A 試験法を合格したからいえることなのである。

また、漆喰は多孔性でもあり、その細孔によって通気性が非常に良くなり、空気が塗膜を行き来できることを意味する。漆喰の調湿効果も良く耳にするが、湿気が多い時に湿気が細孔に入り、室内が乾燥している時に細孔から湿気が出ていく。漆喰のCO₂の吸収機能も細孔によって可能となる。二酸化炭素が細孔を通して、塗膜の奥までたどり着く。漆喰（Ca(OH)₂）が液体から個体の状態に戻るため、CO₂を吸収し、自然状態の炭酸カルシウム（CaCO₃）に戻る。二酸化炭素を吸収して固まる過程は7日間でおおむね終わるが、完全に石化するまで、論文によると30年間～50年間かかるといわれている（図1）。

2.2 グラフェンについて

グラフェンは2004年にアンドレ・ガイムとコンスタンチン・ノボセロフによって発見され、2010年に

彼らが物理学ノーベル賞を受賞した。グラフェンは1原子の厚さの炭素原子シートであり、蜂の巣のような六角形構造に類似する（図2）。グラフェンは炭素同士の結合が非常に強く、スチールより丈夫、ダイヤモンドより硬く、銅より電気伝導性が優れているスーパー素材といわれている。

グラフェンの形が六角形と説明したが、グラフェンストーンで使用している純度の高い漆喰の結晶も類似しているため、両者の相性が非常に良く、うまく結合する。グラフェンは網やネットのような働きをするので漆喰塗料の支えになり、樹脂を使用せずに漆喰の弱点であった白亜化（チョーキング）を克服することができた。

また、グラフェンは柔軟性に非常に優れているため、塗料に配合した時にその特徴ももたらし、塗膜をひび割れせず、塗布面を曲げてもクラックしない性質もある。

3. 強化された光触媒 “AmbientPro”

著者は光触媒のプロではなく、化学専門でもないため光触媒に関する説明は引用とする。「光触媒とは、自身は反応の前後で変化しないが、光を吸収することで反応を促進するものと定義されている物質である。代表的な光触媒は酸化チタン（TiO₂）であり、最近急速に実用化が進んでいるものは全て酸化チタンがベースになっている。」（藤嶋昭・瀬川浩司共著、2005年）酸化チタンが光を吸収した際に二つの現象が起こる。一つ目は「超親水性」である。光が酸化チタンをコーティングされた材料に当たった時に水が滴にならず、膜かのように広がり、非常に馴染みやすいのである。油汚れなどが表面に付着し

ても、水がその下に染み込んで、汚れを浮き上がらせ、雨水でも流れ落とせる。

もう一つは「光触媒分解」であり、酸化チタンが光を吸収した反応で非常に強い分解力を持つ活性酸素が発生する。この活性酸素が表面に付着した有機物を分解し、汚れ、臭いを除去し、抗菌作用も得られる。

弊社ではこれらの性能を実証するために様々な検証を実施してきた。光触媒塗料 (AmbientPro) の洗浄能力を国際規格である ISO を用いて測ることにした。光触媒性能評価方法はたくさんある中で ISO 22197-1 に準ずる方法で試験を行い、最も高いランクのクラス 3 に評価された (表 1)。

この評価方法は酸化窒素 (NO_x) をどれくらい除

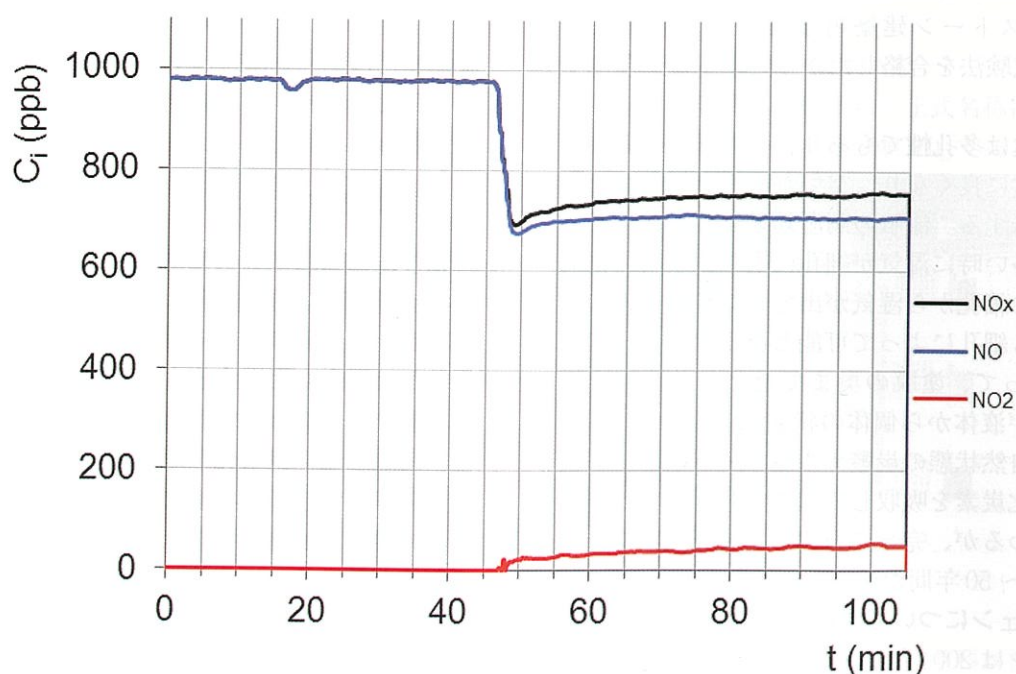
去できるかを評価するものである。酸化窒素は自動車の排出ガス、焼却炉などから排出される身体に害を与える危険な物質である。実施した試験だと試験用チャンバーに酸化窒素を送り込み、紫外線をあてると 8% 以上の酸化窒素を除去できればクラス 3 に分類される。グラフェンストーンの光触媒塗料は $(26 \pm 2.9)\%$ とクラス 3 に合格するのに必要な成績のおよそ 3 倍を果たした。

試験結果をまとめたグラフで時間経過と NO_x 濃度の変化を確認できるが、1 時間にわたって紫外線を当て 45 分経過して光触媒効果を発揮してから急に汚染度が減少していく (表 2)。グラフェンストーン

表 1 光触媒効果の基準となる空気中の酸化窒素浄化性能のクラス分け

クラス	空気中の酸化窒素浄化率
クラス 0 - 活動なし	$\chi\text{NO}_x < 4,0\%$
クラス 1	$4,0\% \leq \chi\text{NO}_x \leq 6,0\%$
クラス 2	$6,0\% < \chi\text{NO}_x \leq 8,0\%$
クラス 3	$\chi\text{NO}_x > 8,0\%$

表 2 グラフェンストーン



浄力を持つ漆喰の組み合わせと考えられる。これにグラフェンという新しいナノ素材も影響していると考えられ、光触媒以外に様々な分野への取り組みが検証されている。

抗菌、抗カビ、ホルムアルデヒドやトルエンの吸着分解等、光触媒を評価するテストはいくつかある。グラフェンストーンはそれらを将来的に実施する予定であるが、酸化窒素試験と同じように、好成績を得られると思われる。

4. 世界的に認められたエコ建材

グラフェンストーンは塗料の世界シェアを拡大しようとしており、2015年12月現在で30カ国以上の地域でビジネスを進めており、さらなる拡大のため、ビジネスパートナーを募集中である。新たな国に参入する際、必ずその国の基準に沿った検査機関での試験やテストが求められる。今まで最も厳しかったアメリカの試験はホルムアルデヒドを含め、35種類のVOCや有害物質を検査したが全て未検出(n.d.)という結果が得られた。そのため、様々な国や検査機関で最高品質のエコフレンドリー建材として認められ、数多くの賞を受賞した。例えば持続可能製品やエコ製品の中で評価基準が最も厳しい「Cradle to Cradle Certified」(ゆりかごからゆりかごまで)ゴールド認証を2016年2月に受賞した。この賞は商品を製造する過程、全ての工程をチェックし、原材料やパッケージの仕入れ先、電力源は再生可能エネルギーであるか、どのくらい環境に配慮しているかを評価し、商品は再利用可能か、製造する

のにどれくらいのCO₂を放出しているのかもチェックする。更にグラフェンストーンを採用することにより、欧米の最大グリーンビルの規格であるLEEDの「材料と資源」項目にてポイントが加算される。日本でのLEED認証の大きな例を挙げると日建設計株式会社の本社ビルや東急グループが手掛けた二子玉川ライズ等である。

年々、健康志向、グリーンビル等への注目が高まっていく中、我々、建設業界はどのように対応していくか大切になっていく。グラフェンストーンは身体に優しい、合成化学物質フリー、低CO₂排出製品を提供することで社会貢献を続けていく。

【参考文献】

- 1) 藤嶋昭・瀬川浩(2005)「光機能科学『光触媒を中心にして』」昭晃堂
- 2) 石橋賢一・窪田吉信(2007)「身近なナノテク 酸化チタン・酸化亜鉛を知る」日経BP社

Profile

おおしろ たけし
ヨーロピアンクリーンエナジーズジャパン株式会社
セールス&マーケティングマネジャー

☆ピックアップ・ニュース☆

サトーホールディングス “大切な会社” 最高賞 「三行提報」が評価される

サトーホールディングス(東京)はバーコードやRFIDによる自動認識システムなどの開発と販売を幅広く手がけているが、3月2日発表の第6回「日本でいちばん大切にしたい会社」大賞において、最高賞である経済産業大臣賞を受賞した。

同賞は、従業員とその家族、外注先・仕入先、顧客、地域社会、株主など「人」を幸せにする経営を実践している企業を表彰するもので、応募資格には

厳しい基準があり、今回は59件の応募の中から厳正な審査の下、18団体が受賞した。

今回の受賞にあたっては、全社員が心をひとつにして毎日の仕事に取り組み、企業活動を通して社会に貢献するための礎となる行動規範「サトーのこころ」と、全社員が毎日、お客さまの声を現場から集め、会社を良くするための提案として経営トップに提出する「三行提報」を経営の根幹に据え、本業による社会貢献を使命としてきたことが評価された。

創業から76年を迎える同社では、近年は汚れに強い新型認証ラベル「デジタルマーク」による塗装ラインの生産工程管理システムの提案などにも力を入れている。