

快適なビル環境のための

設備と管理

9

2007

特集 ビル管理技術者試験直前対策(3)

- ビルにおける蒸気の有効利用技術
- 厨房施設の油脂類流失対策
- ビルの中でも育てられるLED野菜育成—研究室実験例—



40
創刊40周年

Ohmsha

液体ガラスで安心と長期耐久化を(1) 有機物・無機物・無機系の違い

1300°Cのバーナーでも燃えない木、石よりも強いコンクリート、さびない鉄。「常温液体ガラス」という塗装・コーティング剤による効果の一例である。本稿は、建物の長期耐久化を実現できる液体ガラスについて紹介するシリーズの第1回である。



塩田 政利* 塩田 哲康**

を実現しなければならない。

たとえば、二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球の温暖化、NO_xやフロンガスによる大気汚染とオゾン層破壊、有害物質や環境ホルモン、ダイオキシンによる河川水や土壤の汚染など、地球規模での環境問題がある。これらを解決するためには、クリーンなエネルギー源の確保、製品の再利用と再資源化も考慮した「環境に優しい持続可能な発展が望める化学と化学技術」、すなわち「グリーンケミストリー」という概念が化学の世界では昨今強く呼ばれ導入され始めている。また導入されなければならない。

弊社では、この「グリーンケミストリー」の概念から有機化学からの脱却を図り、無機材料と無機化学にこだわりながら研究開発を進めている。「環境に優しい持続可能な発展が望める化学と化学技術」、「有害な物質を使わない、つくらない、出さないグリーンケミストリー」を理念として、徹底・浸透させていくことはきわめて意義深いと考えている。

次章では、その根本となる有機と無機の違いについてもう少し詳しく書いてみたい。

有機と無機、そして無機系

「有機」という言葉は、最近では「有機農法」のように使われることがあるが、化学の世界では以前は、「動植物の体をつくっているものであり、人為的に合成できないものが有機物、そうでない鉱物などが無機物」という使い分けがされた。

もともと「有機」というのは Organic (オーガニック) の日本語訳で、「Organs (オーガン)=内蔵」に由来する言葉だ。それに対して、石ころとか岩のようなものが「無機」で、無機質といった言葉も日常用語として使われている。結局は「生体反応に由来する物質と、そうでないものをつくっている物質とは根本的に違っていいハズ」という発想があったようだ。だが、後になって石油から人工的に種々の有機物がつくれることがわかり、「生物・無生物」で分けている意味はなくなってしまった。それでもこの区分け自体は便利なため、現在では「炭素を含む化合物(炭素を骨格としているもの)」のことを有機化合物と呼んでいる。

このように、現代ではほとんどの「有機物」は石油化学製品であり、樹脂やプラスチックと呼ばれるものがこの範疇に入る。もともと石油は木材や動物の化石などが長い年月をかけ地球内で姿を変えたものであるので、なんら不思議なことはないのである。樹脂やプラスチック類はすべて人工的に合成された炭素化合物、つまり「有機物」である。

これを塗料の分野に置き換えれば、有機塗料に使う材料はすべて、人工的につくっている有機化合物と言つていい。もちろん、天然素材にも有機物は存在し、それを主成分とする有機塗料は存在するが、必ず何かしらの人為的な合成が行われているはずである。

おそらく、ヒトが人間になり始めた頃から、人間は自然(生物)がつくった化合物を利用してきましたであろうし、現代でもますます有機化合物の依存性を高めている。一方、産業革命以後、人間は染料の合成を手始めとして、天然物と同じく、さらには天然物よりも人間の使用目的により適する有機化合物を自らの手で簡単な化合物からつくり上げる合成技術を身につけ、これによって人間社会と生活状態は飛躍的に向上し豊かになってきた。

前述したように現代の化学工業で、最も大量に使われているのは石油である。油田から吸い上げられた原油は分留・分解され、エチレンをはじめ諸々の合成原料に変えられ、ポリエチレンやポリ塩化ビニルなどの合成高分子化合物から、染料・塗料・洗剤・触媒体・化学製品・医薬品等々が合成されている(図1)。われわれの日常の至るところに合成有機化合物があふれしており、それによって快適な

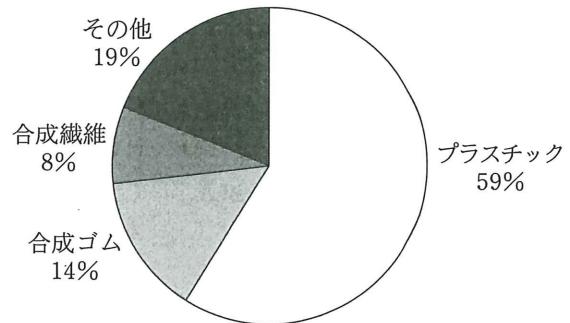


図1 石油化学原料ナフサの用途

生活を享受していることは確かである。

ところが、使い勝手のよさを追求することの裏返しとして、使用した後の始末に、これらの合成製品は大きなマイナスの問題を起こしてしまっている。人間が創作した自然界にない物質はそれなりに使用上の利点があるが、自然界にないがゆえに、それが不要となり廃棄されたとき、自然の有機物のようにその分解経路に入ることができない。

つまり、本来、生物で安全なはずの有機物は人為的な合成を加えることにより途端に変貌を遂げているということである。たとえば、マスコミなどで話題になった人体に悪影響のあるダイオキシンなどの環境ホルモンは、人為的につくり出した樹脂やプラスチックなどの有機化合物が原因である。人間がその観智をもって加工を行った有機物はなぜか元の生物に戻すことができないのである。

そして、廃棄された有機化合物は蓄積し、生体の生理に障害を与える。また、焼却しても燃焼時にダイオキシンなどの有害物質が発生する(高温での処理は可能だが、燃やすのにまた有限資源である石油が使われたりして無駄遣いが生じたりする)。これらは生物環境や地球環境全体にまで影響を及ぼし始めており、今後さらに長く続くだろうという危惧を誰も否定できない。

幾億年かの遠い時間を経て培われた自然の物質の流れは、実に無理なく回転している。人間が合成する物質もこのサイクルに適合するものでなければならない。今後、登場を許される便利な物質はすべて合成から分解処理まで、人間が責任をもって扱うことのできる物質でなくてはならない。

そこで登場するのが「無機物」である。「無機物」の原料は無生物である。いわゆる石ころとか岩が原料である。すなわち、地球の主成分ともなっているSi(ケイ素)が主体となっ

ている。

炭素化合物の原料となる石油資源は、今後50年で枯渇するといわれている。石油を構成する主要元素は炭素と水素であるが、炭素は地殻中には決して豊富にある元素とは言えない(クラーク数0.08%)。それに対して炭素と同族のケイ素は、酸素と結合して地核を構成し、無尽蔵に存在する。ケイ素の酸化物類は、古来から石器のほかにセラミックスや装飾品、そしてガラスとして身の回りで使われてきた。現代においてもケイ素は半導体や通信(光ファイバー)の主役として新たな役割を果たしている。

無機材料は、酸化に対しての抵抗性すなわち耐酸化性、紫外線に対しての抵抗性、水吸収に対する抵抗性すなわち耐候性、熱分解しにくいすなわち耐熱性という特性をもつ。これは、炭素の結合C-C結合の356kJ/molやC-O結合の339kJ/molに対し、ケイ素Si-Oの結合は444kJ/molと非常に大きく強い結合であるため、有機化合物に比べて無機材料がいかに安定したものであるかはおわかりいただけるかと思う(図2)。

また、炭素化合物すなわち有機化合物はその原料が石油であり、石油が化石などの元生命体である以上、その生命の宿命からは逃れられない。私たち人間も酸素や水を吸収し、代謝を行いながら生きているのだが、代謝が悪くなると劣化すなわち老化が発生する。また、紫外線によても同様である。したがって、有機化合物も同様の劣化が生じるのは元が生命である以上仕方のことであり、さらに生命体ではないので代謝は行われない。すなわち、劣化(老化)がどんどん進んでいくということである。これが自然物なら自然に帰るわけだが、人工物である有機化合物は前述したとおり自然には帰らない。環境汚染の原因をつくり出していくことになる。対して無機物は、原料が無生物であるから劣化の要因が非常に少なく、分解されてもケイ素に戻るだけなので、環境汚染がほとんど考えられない。

無機物は生物毒性が限りなく低く、多くの優れた特性をもつため応用分野は限りなく広がるのではないだろうか。

ここで述べておきたいのが「無機」と「無機系」についてである。これは定義が難しく、「無機」も「無機系」も同じカテゴリーに入ると

$(\text{SiO}_3)_n$: SiO_4 らせん状連結体

$(\text{SiO})_n$: Si-O直鎖状連結体

全体構成図

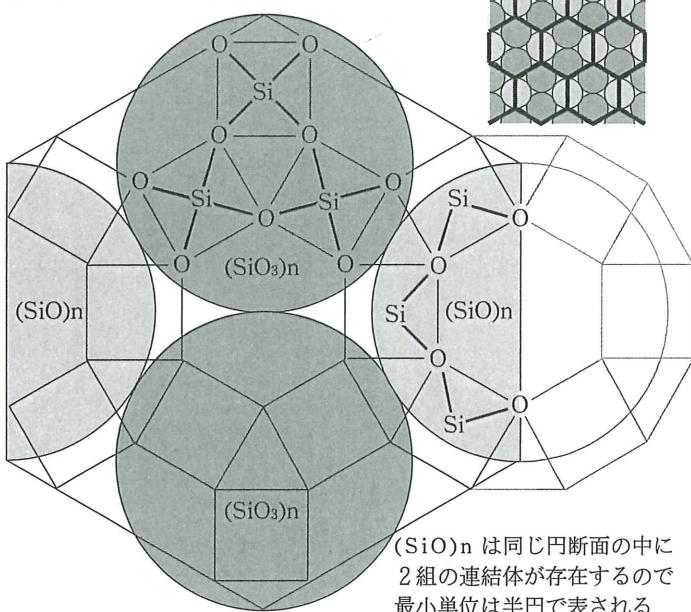


図2 ケイ素 Si-O の結合

言えるのだが、内容に大きな違いがある。Siすなわちケイ素を主体とした無機に対し、有機化合物が主体でわずかに無機を混合したものすら無機系ということがあるのだ。ひどいものだと95%有機化合物に対し、5%の無機混合でも無機系という場合があるようである。これでは本質的には有機化合物と変わらず、無機は環境に優しいというイメージだけを利用したものと言わざるを得ない。弊社はあえて無機系という言葉を使わずに無機とすることで、この違いを明確にしたいと思う。

無機材料の オーソリティとして

資源を取り出すところからすべての過程を通じて出る廃棄物を減らすには、製品の利用寿命周期を延ばし、供給源からの物質の流れそのものを減らすことである。設計を変えたり、修理や再利用によって製品の寿命を延ばす取組みは、リサイクルするより効果的である。

使い捨てカップをリサイクルするには、粉碎し、溶かし、浄化して再びカップに再利用する必要があり、その過程で多くのエネルギーや追加の資源を使うからだ。しかし、洗って繰り返し使えるカップならば、そのようなエネルギーや資源を大きく減らすことができる。どのような製品も2倍長く使えるようにすれば、製造に必要な物質もエネルギーも排出する廃棄物や汚染物質も半分に減らすこと

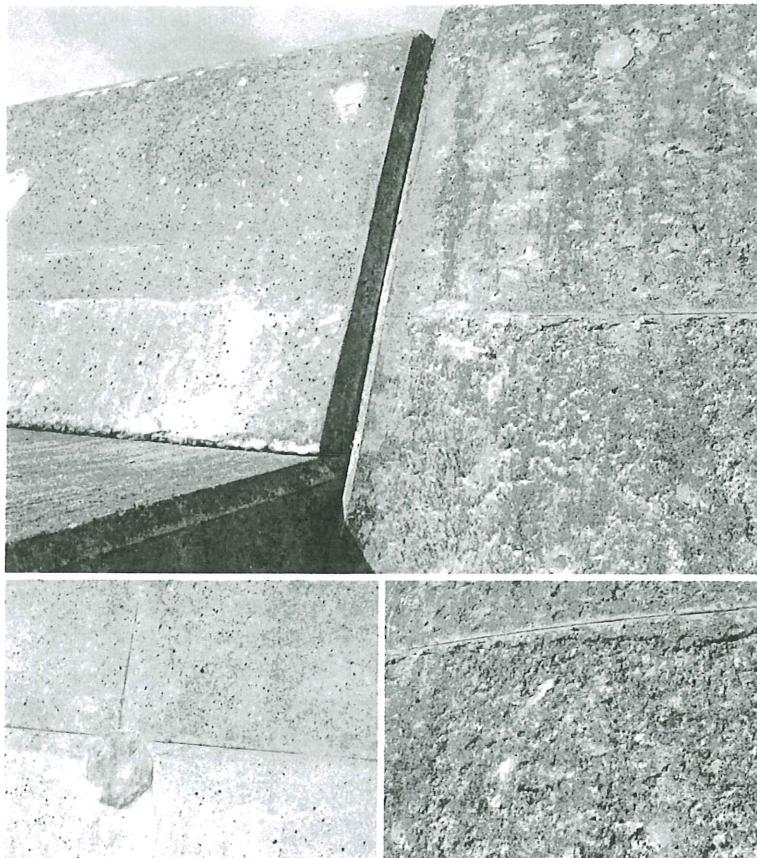


写真1 「T&C防食工法」を施工した現場の例(写真上)。北海道苫小牧港湾構造物、施工後7年。写真左下はその処理部、写真右下は未処理部。

ができる。

寿命の長期化に対して、「無機物」は多くの可能性を秘めている。弊社ではこの「無機」にこだわり、「環境に優しくその耐久力が長期にわたり持続可能な」、なおかつ「廃棄後も環境を汚染しない」無機材料の研究開発を進めてきた。

「T&C防食工法」は、コンクリート表面に無機薬剤を浸透させ、コンクリート内部表層5mmに二酸化ケイ素(SiO_2)からなるシリカガラス質の層を析出させて、細孔をガラス質で充填することができ、表面強度の増加が図れるとともに、表面保護を行い、塩分や中性化ガス、水分などの劣化要因からコンクリートを守ることができる。

劣化要因の侵入を防ぐことで、コンクリートの寿命を延ばすことができるとともに、無機質のみで形成されているので、保護層の劣化要因(紫外線や水分)がほとんどなく、維持補修費も大幅に削減することができる。

「T&C防食工法」の技術は国にも広く認められ、国土交通省の外郭団体である(財)土木研究センターにおいて建設技術審査証明を取

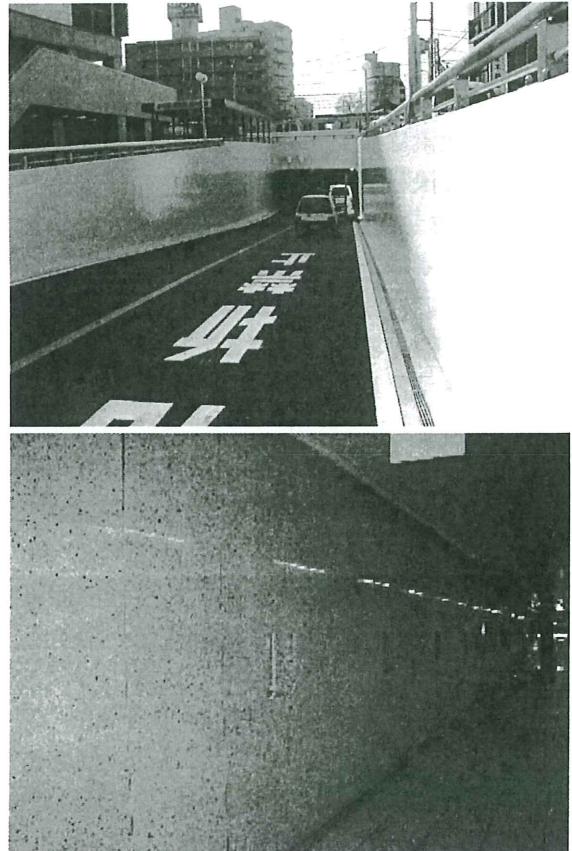


写真2 「テリオスコート」の施行例。道路の側壁(写真上)と建物内装の大理石壁面(写真下)。

得している(建技審証第0403号)。港湾構造物や山間部の道路など、塩水や融雪剤の影響でコンクリートの表面剥離現象が起きてコンクリート劣化が進行するような場所に有効な工法である(写真1)。

また、この劣化防止能力は一般の住宅にも応用できる。日本国民にとっての住宅費の負担は大きなものである。長期ローンを組めば複利で計算され、月々の金額は抑えられても30年・40年の支払いのうちに倍額近くになり、4000万円のローン契約の支払いは金利分を含めると8000万円だったりする。ところが、住宅そのものがそこまでの耐久力をもたなかつたりすると、ローンを払い終えた時には建替えなどということになり兼ねない。子どもの世代に財産を残すどころか新たな負の財産を残すことになるのである。土地付き住宅なら土地代は払わずに済むが、マンションのようなものならどうなってしまうのだろうか。

最近は住宅メーカーでも開発が進み、100年もつ資材も開発されているが、基礎コンクリートはどうだろうか。住宅資材に100年の耐久力があっても土台が劣化してしまってはどうにもならない。土台のコンクリートも劣化要

因の侵入を防いで長期耐久化するべきであろう。ここにも「T&C 防食工法」の技術を使用することができる。ヨーロッパなどでは、住宅は石やレンガなどの無機材料でできている。遺跡などもそうである。無機材料は長持ちする。次世代もしくは次々世代まで使用できる建物は、金銭的な負担を大きく削減できるのである。

また、弊社の「常温ホーローコーティング材：テリオスコート」は、常温領域で無機であるシリカガラス質の被膜を形成する材料である。

ホーローとは金属表面に高温焼付けでガラス被膜を形成することであるが、これを低温から常温の領域で形成することができるので、被覆対象物が高温に耐えられないものの場合や、すでに加工されてしまっている製品（コンクリートやタイルなどの材料の構造物なども含む）に後からコーティングすることができるるのである。

耐汚染性に優れ、耐候性に強く、耐熱性があり、無機質で廃棄物も廃棄後の環境汚染もないテリオスコートは応用分野が広く、落書き防止やトンネル内の汚れ防止、建築物の外装などに使われるほか、金属コーティングやトイレの悪臭・汚れ防止にまで幅広く使われている（写真2）。

* * *

人類の歴史の区分には、石器時代・青銅器時代・鉄器時代と、その時代に使いこなすことができた材料の名前が冠されている。そういう意味では、現代は依然として鉄の時代か

もしれないし、有機化合物（プラスチック）の時代かもしれない。材料とは人間の生活に役立つ物質のことであり、新しい材料の発見が時代を動かす大きなイノベーションとなり得ることを意味している。この材料を地球環境に調和させていくことが重要であり、無機にはまだ探索されていない広い領域がある。弊社がもつ無機材料は40種類を超えた。これらの詳細な内容や使用方法については今後伝えたいと思う。

これからはケイ素を主体とした無機の時代が来ることを願って止まない。

追記：弊社の無機材料が昨年5月にTBSテレビで紹介された。ご希望の方にその番組を収録したDVDを進呈します。

〈DVD申込み先〉

(株)日興 〒167-0043 東京都杉並区上荻1
-10-5 ニュースタイルビル3階
TEL. 03-3393-7641, FAX. 03-3393-7632

〈参考文献〉

- 1) 安保正一・水野一彦 編『環境に優しい21世紀の化学（グリーンケミストリー入門）』エヌティーエス刊
- 2) 辰巳砂昌弘『ガラスベース固体電解質：未来材料』
- 3) 桐生春雄・笠松寛『高機能塗料の基礎と物性』シーエムシー出版刊
- 4) ドネラ,H.メドウズ『地球の直し方』ダイヤモンド社刊

(*クリスタルコンサート協会・T&C防食工法協会 会長 [シオダ マサトシ])
(**日興 代表取締役 [シオダ ノリヤス])

実務技術者が少ない時間と労力で合格できる問題集

完全突破！ コンクリート技士試験

櫻井 重英 著

A5判216ページ 定価2100円【税込】

本書は○×問題200問、四肢択一問題50問、模擬問題60問を収録し、問題をできるだけ多く解きながら知識を吸収・習得できるように配慮。重要なキーワードは、側注や図面により初心者にも理解できるようやさしく解説しています。

