

快適なビル環境のための

2008

# 設備と管理

# 6

付録  
ビル管理技術者のための

電気のQ&A「応用編」

第38回建築物環境衛生管理(ビル管理)  
技術者試験受験案内

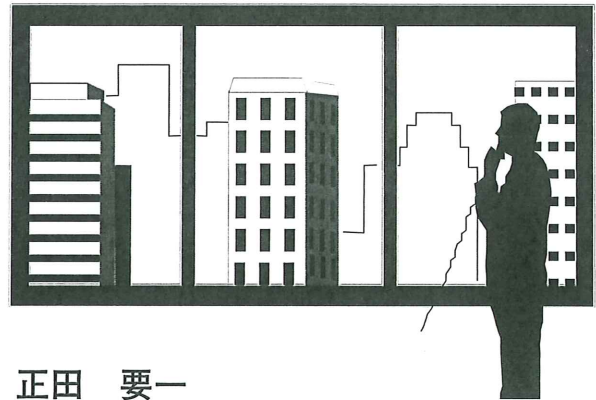
- 生活排水対策における浄化槽の役割と最近の動向
- 京都議定書とPOST13をめぐる各国のうごき(前編)

# 液体ガラスで安心と長期耐久化を(4)

# COWSによる木材の不燃化と長寿命化

日本は緑の列島といえる。天然資源はあまりないが森林は豊富である。しかしながら手入れを放棄された日本の森林は、疲弊し荒れている。

貴重な資源のより高い有効利用を考え、日興グループでは不燃化と長寿命化を実現する木材処理剤COWSを開発したので、ここに紹介する。



正田 要一

## 1 国内産木材の活用による2つの効果

### 1-1 国土を守る

1950～1970年代前半には、空前の住宅建設ラッシュが発生し国内の木材需要が逼迫した。このため、天然林を伐採した跡にスギやヒノキを植栽する「拡大造林」が官・民をあげて奨励された。その後、1970年代後半～1980年代にかけて木材輸入制限が緩和、海外からの輸入量が急増すると一転して木材価格は暴落。日本の山には、採算の取れない人工林の多くが取り残されることとなった(図1)。

ところで、木材は生育過程において、時期に応じて幼齢期には下草刈り、つる切、間伐、枝打ち、除伐といった手入れが必要となる。つる切、間伐、枝打ち、除伐は生育するまで

に5～10年周期で数度行う必要がある。手入れを怠った場合には、

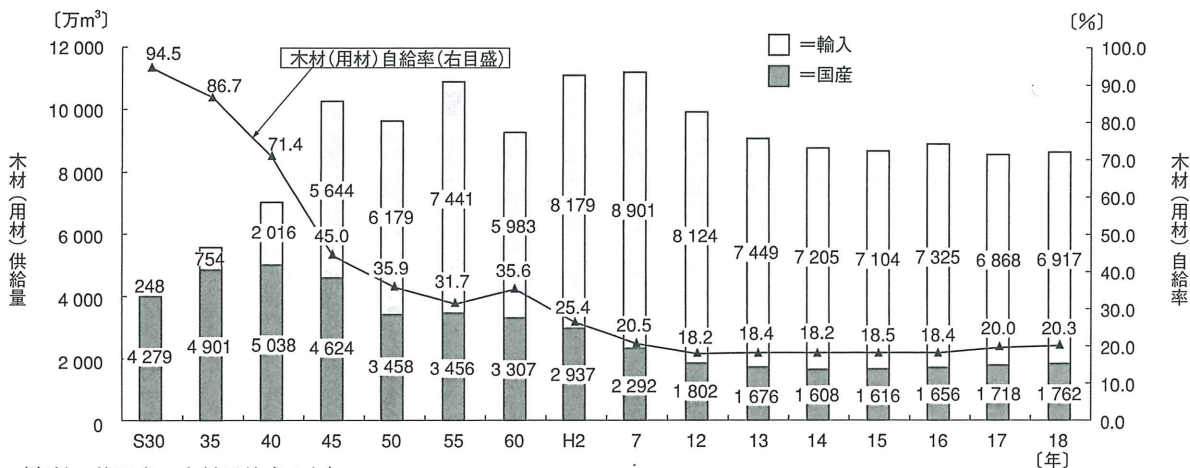
- ①他の草本類や木本類に圧倒されて生育ができない
- ②下層植生(林床に生える下草のこ)が発達しないために土砂の流出が起こる
- ③年輪がマチマチで節だらけの商品価値のない立木になる

などの問題が発生する。

近年は、木材価格が低迷し採算が取れないことから、手入れが放棄されることが多く、森林の持つ公益的機能(水源のかん養、土砂の流出防止など)が十分に発揮されない。

植栽後の初期には手入れがされていたため、下草は取り除かれているが、その後、スギやヒノキが成長して葉を伸ばすと、空を覆ってその下への光を遮り、いまだに下草がほとん

図1 木材(用材)の供給量の推移



(資料：林野庁、木材需給表より)

ど生えないまま土が剥き出しの状態となっていてしまっている。遠くから見れば緑に覆われているものの、近づいてよく見れば荒れてしまっているこの状態は、緑の砂漠と表現される。

下草がない状況では、そこに住む生物の種類や数も乏しくなり、森の生態系も乏しいものとなる。ひげ根に近い針葉樹の根は広葉樹に比べて土の固定力が弱いため、風に比較的弱く、下草がないことも加わって雨による土壌浸食が起こりやすい。

またスギ林では、春先に大量の花粉が発生して周囲に運ばれ、花粉症の主原因となっている。

### 1-2 山間地の雇用を創出し、限界集落を打破する

民有林では地籍調査が進んでいないことから、所有者間の境界が不明瞭であり、森林所有者の管理意識が低下しがちである。対策として、人工林を伐採し、もともとその地域に生育していた樹種やそれに近いものに植え替えたり天然更新を促すなどして、公益的機能が高く手入れの必要が少ない森林へと変えていくことが必要である。

管理については、公有林化や共同管理化などを進めることが有効だとされる。

2006年の時点で、日本の人工林の8割が未整備状態であるとされており、公益的機能の低下に伴う土砂災害や森林の荒廃の危険性は年々高まってきている。廃村や限界集落周辺の森林、大規模河川や都市を流れる河川の上流に位置する森林などは、整備の重要性が特に高いとされている。

かつて国産材を圧倒した南洋材（東南アジアなど）は、資源の枯渇と自然保護による伐採の禁止などの動きにより輸入量が激減している。南洋材を補うように輸入した北米材（カナダ、アメリカ）も同様に規制が厳しくなったこと、また、北洋材（ロシア・シベリア地方）に関しては資源量の減少が予測されることから、長期的には減少傾向が見込まれる。

世界的に利用可能な森林資源が減少傾向にあるなか、経済発展が目覚ましい中国の木材輸入は急増傾向にあり、今後、木材需給が逼迫する可能性が高い。

このような状況から、国産材の競争力が将来的に復権する必要がある、現地の生産システムとして山間地の産業である国内林業を立て直していくことに着手するべきである。

## 2 木材の特徴

### 2-1 性質

石、コンクリート、鉄が冷たい印象を与えるのに対して、木は暖かい印象（木の温もり）や安心感を人に与える。また、シックハウス症などの環境面でも安全を与える。

針葉樹は、一般に幹がまっすぐで樹の葉の部分が小さく単位面積あたりの生長量が多いので、人工林に多く植えられた。広葉樹は、枝分かれが著しいため、単位面積あたりの生長量が少ない。

このため、針葉樹から柱を採り、広葉樹からは板を採る。針葉樹は、温帯から寒帯に分布し、冬季には材の生長が止まるため、年輪が形成される。広葉樹は世界中広く分布するが、熱帯での生息が約半分を占める。熱帯の代表的な樹種であるラワンは年輪がない。人工林は、若木の間は下刈りやツルを払うなどして十分陽をあてる。樹が一定の高さに育ったら、互いに悪影響を及ぼさないよう間伐を行う。

### 2-2 成分と特性

木材は主体が炭水化物であるため、水の分子を水素結合で結びつける。水素結合している結合水は木材と結合して、材の性質を変えるため木材そのものとみなすことができる。

一般に木材が収縮し始めるのは、自由水がなくなって結合水が細胞壁から離脱するときである。

大気中では、木材を100℃以下の温度で加熱しても、化学的にはほとんど変化しないが、200℃あたりから急激に分解が始まり、可燃性ガスを発生する。木材の引火点は240～270℃で、発火温度は約450℃である。

発火すれば燃焼して灰になるが、断面積の大きい木材（例えば、梁や柱）では、表面が燃え内部が酸素不足の状態に加熱されると、表面のすぐ下に炭化層ができる。炭化層は熱伝導率が小さいので、燃焼がストップするか、燃焼速度が極めて遅くなる。

## 3 木材の劣化と従来の対策

### 3-1 割れ

木材は繊維飽和点（約30%）以下になると収縮する。乾燥していくと、表層は収縮するが、

内部は収縮しない。この結果、材表面の引っ張りひずみが、ある一定の値を超えると割れが発生する。

### 3-2 腐朽

木材を分解する腐朽菌は数百種類あり、木材を栄養源として繁殖する。木材の含水率が飽和点以下(自由水がない)の場合には腐朽菌は発育しない。また、腐朽菌は好気性のため、水分が多くても発育しない。

### 3-3 虫食い

キクイムシやシロアリは、腐朽菌に限られた条件下で繁殖するのに対して、種類が多いため生育環境も多様性に富み、結果的に木材にダメージを与える要因となることが多い。

### 3-4 木材に関する従来の対策

割れなどに対抗するための木材の改質としては、フェノール樹脂処理、WPC (Wood Plastic Composite : 木材と合成樹脂の複合物)、PEG (Poly Ethylene Glycol : ポリエチレングリコール) 処理、アセチル化などがある。

防腐剤の多くは、腐朽菌と防虫性能を持つように配合されている。腐朽菌に効果がある薬剤は銅、亜鉛、フッ素、フェノールの化合物であり、虫に効果があるのはヒ素化合物である。他に、タール、クレオソート油などがある。

戸外の本柵では、無処理の耐用年数が2~4年に対して、クレオソート油処理の耐用年数は10年程度に延びる。

難燃性、不燃性をもたせる処理方法としては、ホウ酸系やリン酸系などがあげられる。

## 4 COWSで木材の体質改善 (劣化対策)

木材の劣化に対し、防腐剤とは違った観点

から開発したのが、COWS (Ceramicized Of Wood System) である。

COWSは、木材用に開発した特殊ケイ酸水溶液で、塗布すると浸透し、木材の表層部にガラスを析出させ、高耐久の木材に改質する。改質によって

- ①木材の欠点である紫外線による色分解
- ②腐朽菌による腐朽
- ③シロアリなどによる虫食い
- ④可燃性

などの木材の欠点を一気に解決する。

## 5 COWSの効果性能理論

COWSには、コロイド珪酸と無機リン酸、そして水酸化アルミニウムが添加されている。珪素、アルミニウムは酸素について、地球上ではそれぞれ2番目、3番目に多く存在する元素であり、無機リン酸は肥料として使用されている(図2)。

- ①珪素化合物は難燃物質として使用されている。COWSは常温でガラス化するため、木材を燃焼から抑え硬度を上昇させる。
- ②無機リン酸は炭化膜形成を行い、類焼を抑制する。
- ③水酸化アルミニウムは250~300°Cで分解されて、分子中の3分の1を占める水を放出し消火活動を行うため、COWSを木材に塗るだけでも、一定以上の難燃性能を維持できる。
- ④乾燥重合させることで木材内の仮導管にシリカゲルを析出させる。塗装が剥がれたり風化したり、木材内部に水が侵入した場合でも、シリカゲルが水分を吸収し遮断するため、腐朽菌を侵

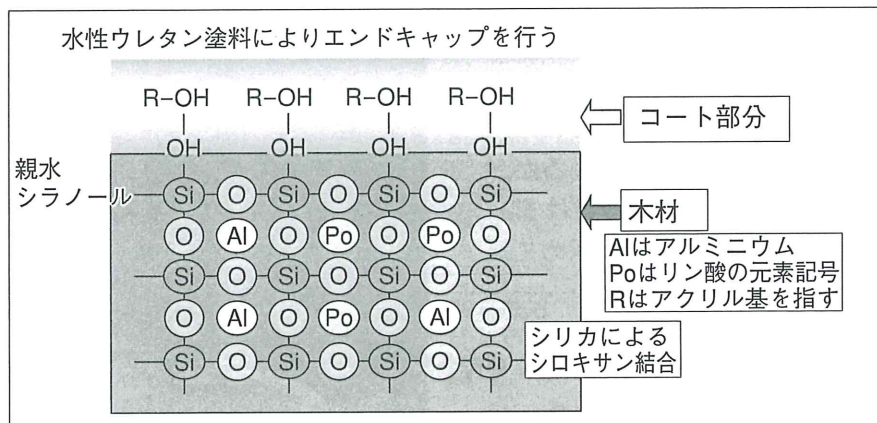


図2 COWSによる木材内部の改質

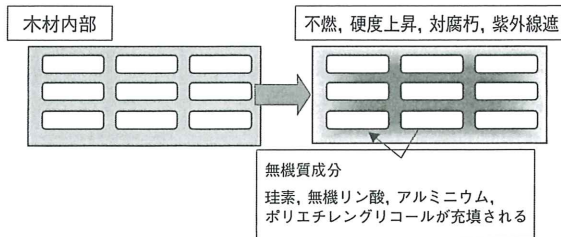


図3 エンドキャップの化学反応

入させない。シリカゲルは主として乾燥剤に使用されていたが、その物質を木材の仮導管内に作ることで水分を吸収・遮断して腐朽菌の侵入を抑える。また、21nmという超微粒子サイズのため、木材の仮導管にも侵入する。

⑤錯体重合時において重合剤としてポリエチレングリコールを使用している。ポリエチレングリコールは木材のひび割れや寸法安定性を向上させ、紫外線遮断効果も顕著であるため、木材が灰色化することを防ぐ。

木材に吸収されたCOWSは、末端がSi-OHで表されるシラノールのため、環境性能に優れた水性ウレタン塗料と相性が良く、コーティングを施しエンドキャップ処理を行うことでさらに性能が上がり、防藻、防かび、紫外線遮断、美観性の向上といった効果が持続される(図3)。

## 6 COWS工法の実際の適用

### 6-1 ウッドデッキ(その1)

名古屋の老舗デパートとして著名なM百貨店は、屋上を子どもの遊園地からイングリッシュガーデンに変更した(写真1)。

環境意識の高まりもあって賑わいを見せたが、ウッドデッキを構成する木材の劣化は著しく毎年の張替えを余儀なくされていた(写真2)。

そこで、M百貨店担当者は、木材の長寿命化をうたっているCOWSを試験採用した。痛んだところから順番に張り直しているが、最初にCOWS取り替えた箇所の木材はまったく劣化せず、COWS技術の評価は極めて高く全面採用の意向である(写真3)。

### 6-2 ウッドデッキ(その2)

民間住宅であるK邸の新築に際し、ウッドデッキの耐久性向上を期待され、COWSが採用された。施主と建築事務所から見栄えの美



写真1 全景

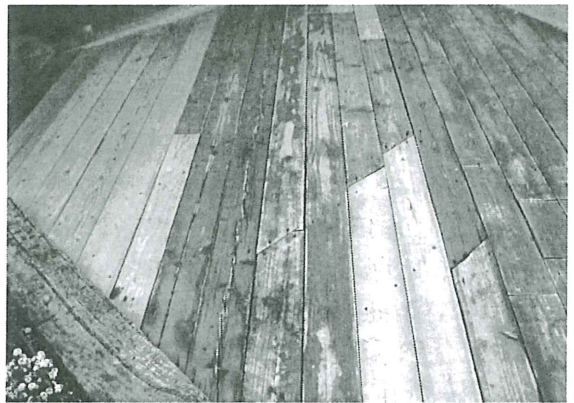


写真2 既設腐食状況



写真3 取替え2年経過

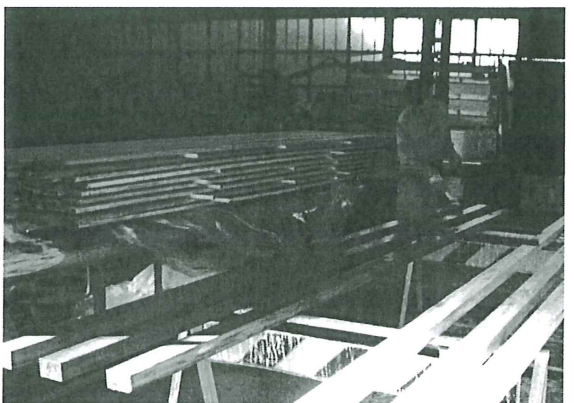


写真4 工場2回塗り



写真5 現地1回塗り

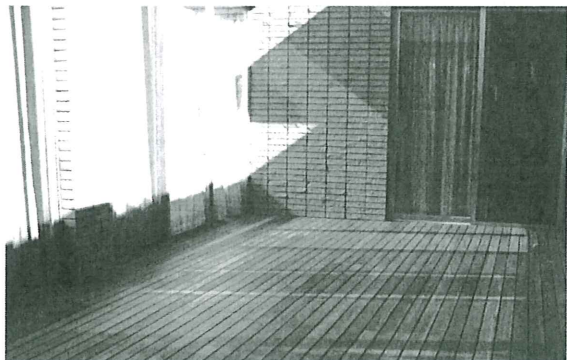


写真6 施工完了

しさを強く要請されたため、工場で2回塗り、現地で1回塗りと手間をかけ万全を期した(写真4, 5)。施主と建築事務所からは耐久性と木材の美しさを保つCOWS技術に大変高い評価を得ている(写真6)。

### 6-3 木製サッシ

日本での窓枠はアルミ製が主流で89%のシェアを占める。これに対して、アメリカ、ドイツでは40%、イギリスでは75%、北欧3国では95%が、木製の窓枠である。

アルミは電気の缶詰と呼ばれるほど、精錬

過程で大量のエネルギーを必要とする。限られた資源を有効に使う意味でも窓枠は木製とすることが望ましい。梅雨や夏冬の寒暖差が大きい四季をもつ日本では、木製窓枠にCOWS処理を施すことにより適応できる。

### 6-4 偽木

景勝地の柵には、コンクリート製の木柵を多く見かける。偽木と呼ぶが、耐久性を重視して採用されている。コンクリートを木に見せかけることには無理があり、見た目もよくない。COWS処理をした本物の木に置き換えていくべきである。

## 7 廃棄物を減少させ地球環境の改善に寄与

2007年5月、自由民主党 住宅土地調査会の福田康夫会長(現総理大臣)は「より長く大事に、より豊かに、より優しく—住宅改革・ゆとりある住生活を目指して—」とサブタイトルをつけた「200年住宅ビジョン」を提言した(図4)。

「つくっては壊す」フロー消費型社会から「いい物をつくって、きちんと手入れして、長く大切に使う」ストック型社会への転換は、地球温暖化対策の視点からも、もっとも急務の事柄であり、COWS技術は地球環境を救う一翼を担うと確信する。

### 参考文献

- 岡野 健：木材のおはなし、日本規格協会
- 自由民主党住宅土地調査会：200年住宅ビジョン
- 日興：COWS 製品案内パンフレット

(光建

[マサダ ヨウイチ])

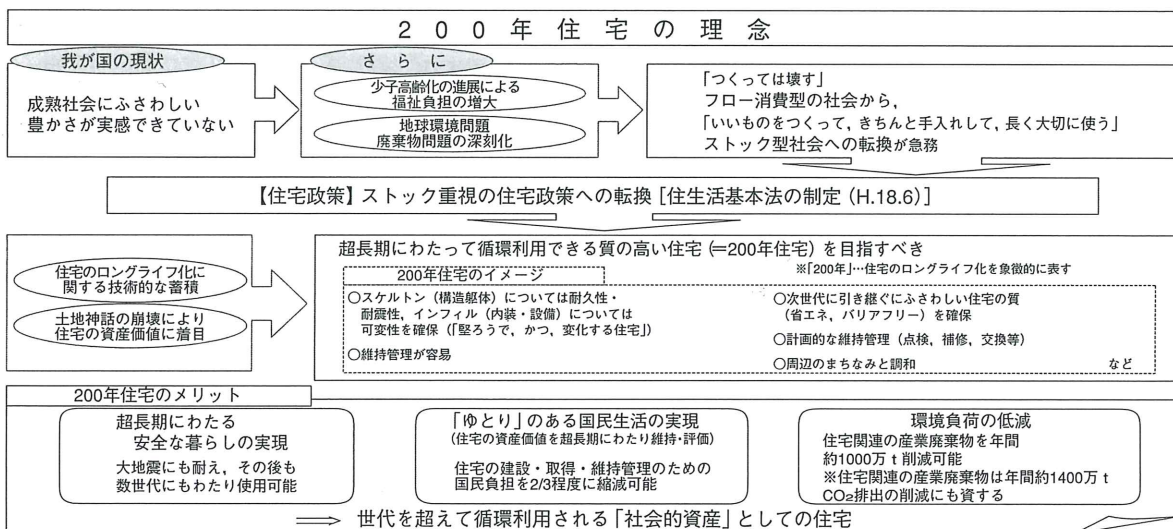


図4 200年住宅の理念