

# JTCCM JOURNAL

建材試験情報

2009. 2 | Vol.45

<http://www.jtccm.or.jp>

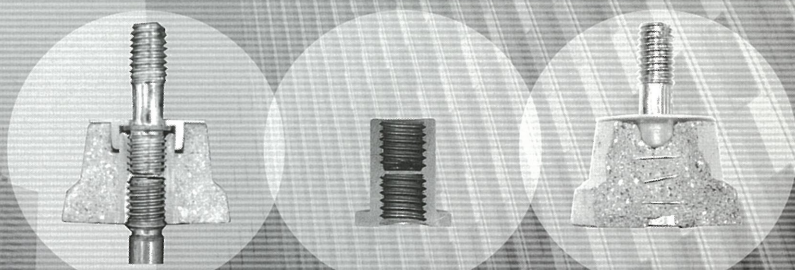
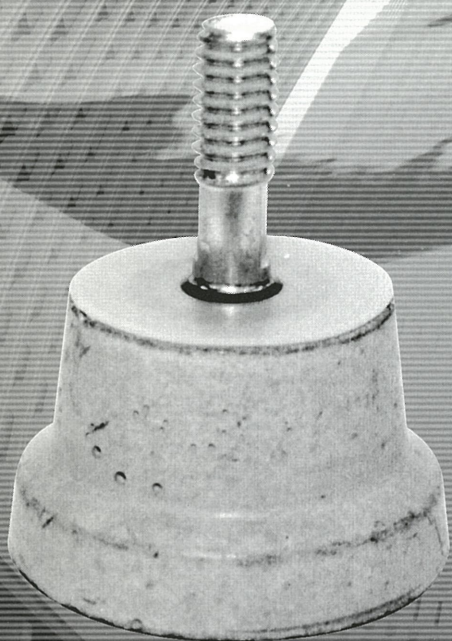
巻頭言 ————— 野口 貴文  
住宅の長寿命化技術開発  
に向けて

寄稿 ————— 三浦 勇雄  
外壁汚れ防止技術の動向



# 進化を続ける 埋めコンの最高峰!

漏水が懸念される地下工事に最適です



【施工後、セパのネジ部や埋めコン外周部からの漏水をブロック!】

# ストップコン

進化した止水コン! Pコンと同じ長さです (25mm)



オリジナル高密度コンクリート成型品  
製造発売元

**BIC**株式会社

TEL.03-3383-6541 (代) FAX.03-3383-8809 URL <http://www.nihon-bic.co.jp/>

**AKEBONO**

・ 引張り接着強度の推定が可能!!

・ 剥離状態を正確に検知!!

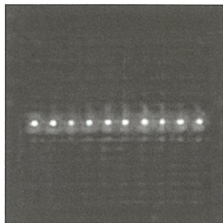
# 剥離タイル検知器PD201

・ 特許出願中 ・

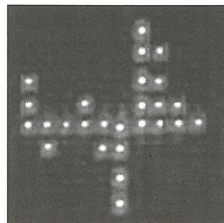
剥離タイル検知器PD201は、従来のテストハンマーでの打音検査による判定のバラツキや見逃しを補う、コンパクトな電気式のタイルの剥離検知器です。

曙ブレーキ工業の優れた振動解析技術と電子技術を、小さなボディに凝縮し実現化した新しい製品です。

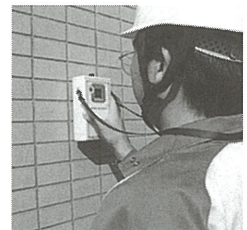
PD201は、振動センサでタイルの周波数特性を検出し、その波形を解析、タイル剥離の判定をします。判定はLEDの点灯、判定ブザーおよびLEDモニタの波形で検査者に知らせます。そして、専用プリンターによる判定および波形の記録も可能です。



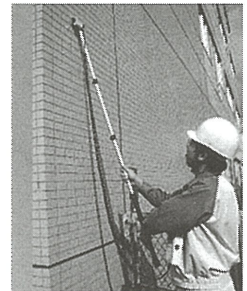
モニタの健全なタイル



剥離タイルの波形



検査方法



外部センサユニットによる検査方法



キャリングケースに収納

## 特長

- ①軽量・小型で操作が簡単、剥離検査はLEDの点灯およびブザー、振動波形で表示されます。
- ②ノイズリダクション機能により、騒音の中や、壁が振動していても検査可能です。
- ③リファレンスレベルの切り替えで、タイルの引張り接着強度の推定が可能です。
- ④プリンタユニットにより、剥離検査の記録が可能です。

< 販売代理店 >

曙興産株式会社

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町19-5

TEL (03) 3668-3566 FAX (03) 3661-9005

< 製造元 >

曙ブレーキ工業株式会社センサーカンパニー

〒348-8501 埼玉県羽生市東5-4-71

TEL (048) 560-1470 FAX (048) 560-1469

URL <http://www.akebono-brake.co.jp/>

コンクリートを  
自在に操るマイスター

# 現場のあらゆる要望に応える 山宗化学の コンクリート用化学混和剤

流動性の改善、強度や耐久性の向上など  
コンクリートの要求品質や環境変化に対応できる商品群。

AE減水剤 (高機能タイプ 標準形)

ヤマソー 02NL  
ヤマソー 02NL-P

AE減水剤 (高機能タイプ 遅延形)

ヤマソー 02NLR  
ヤマソー 02NLR-P

 **山宗化学株式会社**  
YAMASO

本社 〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-25-5 ☎03 (3552) 1341  
東京営業部 ☎03 (3552) 1261

支店 大阪 ☎06 (6353) 6051 福岡 ☎092 (483) 8567 札幌 ☎011 (662) 5552  
営業所 広島 ☎082 (242) 0740 仙台 ☎022 (224) 0321 東京第2 ☎0463 (23) 5536  
出張所 静岡 ☎054 (202) 5111  
駐在事務所 高松 ☎087 (863) 7565 富山 ☎076 (494) 8630



山宗化学は  
平塚工場・東京  
営業部・東京第2  
営業所において、  
ISO9001の認証  
を取得しました。

<http://www.yamaso-chem.co.jp>

C O N T E N T S

- 05 巻頭言  
住宅の長寿命化技術開発に向けて  
/ 東京大学 准教授 野口 貴文
- 
- 06 寄稿  
外壁汚れ防止技術の動向  
/ 戸田建設株式会社技術研究所 施工グループ 三浦 勇雄
- 14 技術レポート  
再生粗骨材を石灰石碎石に置換使用した  
再生骨材コンクリートの諸性質  
(その1)フレッシュ性状及び圧縮強度・静弾性係数  
/ 柳 啓
- 
- 21 試験報告  
防水シートを用いた耐根防水システムの性能試験
- 25 規格基準紹介  
ISO9000シリーズ~ISO9001:2008 追補改訂版の解説
- 30 たてものづくり随想(最終回)  
最後は仕上について考える / 小西 敏正
- 32 音の基礎講座  
床衝撃音遮断性能
- 36 古い住宅に学ぶ  
武相荘(旧白洲次郎・正子邸)築150年
- 40 たてもの建材探偵団  
ルーマニアの三世代住宅
- 41 建材試験センターニュース  
44 あとがき

2009  
02

# コンクリートの中を測定!!

耐震診断・補強工事をサポート



331<sup>2</sup>

鉄筋の位置とかぶり  
厚さ、腐食度合を  
チェック出来る  
高精度の鉄筋探査機



RP-I

鉄筋の位置と  
かぶり厚さを  
探知する汎用の  
鉄筋探査機

鉄筋 鉄筋  
**検査・測定機器**  
水分 結露

AQ-30

木材・モルタル・紙等  
の水分を簡単に測定



TMC-100

結露の判定と  
温度・湿度を測定



**SANKO** 株式会社 **サンコウ電子研究所**

E-mail info@sanko-denshi.co.jp  
URL http://www.sanko-denshi.co.jp

営業本部：〒213-0026 川崎市高津区久末 1589 TEL044-788-5211 FAX044-755-1021

●東京営業所 03-3254-5031 ●大阪営業所 06-6362-7805 ●名古屋営業所 052-915-2650 ●福岡営業所 092-282-6801

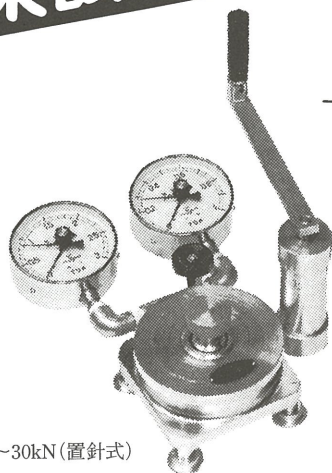
丸菱

## 窯業試験機

## 建築用 材料試験機

### MKS ボンド 接着剝離試験器

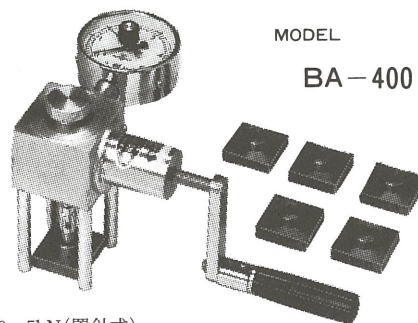
MODEL  
BA-800



・仕様

荷重計 0~10, 0~30kN(置針式)  
接着板の種類 4×4cm, 10cmφ

MODEL  
BA-400



・仕様

荷重計 0~5kN(置針式)  
接着板の大きさ 4×4cm

本器は二層間における試料の接着力を測定出来る垂直引張り試験器です。  
被検体に接着板を接合した後これを引張り、基板との接着剝離強度を精度高く測定します。  
モルタル、コンクリート、タイル、塗料、壁材その他接着の良否を検査する為の広い分野で  
使用出来ます。各現場や研究室で使用出来る様に軽量化され、携帯用金属ケース付です。



MARUBISHI SCIENTIFIC INSTRUMENT MFG. CO., LTD.  
株式会社 **丸菱科学機械製作所**

〒140-0001 本社・工場 東京都品川区北品川3丁目6-6 電話 東京(03)3471-0141

## 巻頭言

# 住宅の長寿命化技術開発に向けて

東京大学 准教授 野口 貴文

日本の住宅寿命が他国と比較してあまりにも短いことに鑑み、2000年前後より建築関連の学協会・団体は、建築物の長寿命化を実現すべく、「気候温暖化に関わる建築学会声明」や「地球環境・建築憲章」などを発し、設計者・技術者の自発的関与だけでなく、一般市民の意識改革をも促してきた。その甲斐あってか、前首相である福田康男氏は、首相になる直前に、自由民主党政務調査会・住宅土地調査会長として「200年住宅ビジョン」を示し、それに対応する形で「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」が2008年12月5日に公布されたところである。



私の研究分野である建築材料は、劣化・耐久性という観点で深く住宅の長寿命化に関わっている。折しも建材試験センターにおいて「住宅用外装材の長期耐久性評価手法に関する標準化」(経済産業省委託事業)および「住宅の外装部の長寿命化及び維持保全技術の評価方法に関する研究」(国土交通省委託事業)が今年度スタートしたところである。両課題の目標は、自然環境下の寿命を定量予測できる劣化促進試験方法を確立するとともに、劣化の進行を予測できるシミュレーション技術を確立し、それらに基づいて住宅外装部の長寿命化を図る耐久設計手法および維持管理手法を提案することにある。数年後に技術的にも社会的にも意義深い成果が得られることに期待したい。

200年という長期間に渡って住宅を供用し続けることは、これまでの我が国の歴史を振り返ってみてもほぼ皆無であろう。果たして、設計者・施工者は住宅の竣工時に200年という寿命を保証することができるのか、購入者である一般市民は200年間も住宅を良好な状態に維持管理し続けられるのかなど、「方丈記」的な精神・感性を生活基盤としてきた我々日本人は、暫くの間200年住宅という概念の是非に対して自問自答を余儀なくされることになるであろう。「うたかた」と「地球環境」は、決して相反するものではなく、むしろ近い存在である筈である。ひたすら欧米的な解決策に頼るのではなく、「和」という文字にその解決の糸口を見出したりできないものであろうか。

# 外壁汚れ防止技術の動向

戸田建設(株)技術研究所 施工グループ 三浦 勇雄



## 1. はじめに

近年、建物の外壁仕上材料は、多種・多様化が著しくなるにともない、その耐久性能や躯体保護機能、さらに美観性が重要な性能項目となってきた。建物に要求される性能のうちの一つに、その建物が汚れにくいこと、たとえ汚れてもその汚れが除去できるなど、汚れに関係のある事項が当然あげられなければならない。

建物の汚れは、美観を損なうばかりではなく、材料の性能を低下させたり劣化を促進する原因にもなる。特に塵埃、油分等の付着により生ずる汚れは、建築材料表面の変質劣化や、かび、藻類の繁殖等の原因にもなる。外壁の汚れは、種々な要因が複雑に作用し、様々な過程を経て生ずると考えられる。建物を維持・管理する立場からも最も適切な時期に、建物を補修することが望ましいのは当然のことである。

最近では、建物の長寿命化の観点から外装仕上げの耐久性向上、環境問題の配慮、景観の保持、かび汚染問題等を背景とし、建物の汚れ対策のニーズが高まっている。

このような状況の中、建物の汚れは、その発生機構の解明、さらに実状の調査を行い、設計、材料・施工、保全の面からみた総合的な汚れ防止対策の検討がなされなければならない。

外壁の汚れ防止技術には、汚れの負荷に対して十分抵抗性のある仕上材料の選定・開発といった材料条件、汚れの負荷を十分に考慮した壁面のディテールの設計・施工条件があげられる。

ここでは、建物の汚れの定義とその発生機構、外壁に発生する汚れの現象および材料別にみた代表的な汚れ防止技術と光触媒建材の活性度評価について述べる。

## 2. 汚れの定義

汚れの意識には個人差があり、性格や価値観によって異なる。外壁表面に物理化学的な変化が発生しても心理的に汚れを認識しない限り問題とならない場合が多い。歴史的な建造物などは、むしろ深遠な美として捉えられることもあり、汚れの度合いを客観的に評価することの難しさを示唆している。

しかし、汚れをあえて定義するならば、建築材料の本来あるべき状態が、物質などの付着によって、見苦しいと感じる状態といえる。

## 3. 汚れの発生機構

建物が汚れが生じるためには、1)汚れの原因物質が材料表面に接近した後、接触する接触機構と、2)その物質が材料表面に何らかのかたちで保持する保持機構の2つの過程を経なければならない。それが汚れとして成り立つ必要条件である。

建物の汚れは、この2つの組み合わせによって各種の形態が生じるのである。

### 3.1 接触機構

汚れの接触機構を分類すると次のようになる。ただし、この機構によって、汚れ物質が仕上材料表面に接近しても保持されなければ、汚れは生じないのは当然である。

- (1)材料表面の磨耗、損傷によるいたみ等の物理的損傷
- (2)人や動物に付着していた泥、油等の直接付着
- (3)空気中の汚れ粒子の重力沈着
- (4)材料表面と空気の温度差による吸着



- (5) 空気の流動による汚れ粒子の材料表面への衝突
- (6) 気流速度の変化による汚れ粒子の付着
- (7) 浮遊微粒子の静電引着
- (8) 汚染物の付着，薬品，熱等による変色・変質の化学的損傷などである。

### 3.2 保持機構

保持機構は，前述のように仕上材料に接触したとき，その材料と汚れ物質との間にどのような形で接触したものが維持するかということであり，その保持の機構を分類すると以下ようになる。

- (1) 材料表面に重力沈着などで乗っている付着
- (2) 材料と汚れ物質との間に吸引力が働いている引着
- (3) 付着，引着とは違って材料にしみ込む状態で汚れ物質が入り込む吸着(浸透)
- (4) 粘性のあるものが，粘力によって材料表面につく粘着などである。

実際の汚れは，ただ一つの保持機構によって保持されているのではなく，2，3の複合しているものと考えられる。また，建物の汚れには，設備や器具に応じた分布や人間の利用形態の分布などによって異なる。

外壁の汚れは，表1に示した要因が複雑に作用し，様々な過程を経て生ずると考えられる。

### 3.3 材料特性と汚れ

建物の汚れは，建築材料の特性によっても変わる。それらの特性の要因として材料の表面のあらさ(凹凸)，吸水率，硬度，接触角(対水，パラフィン)，帯電性および色，光沢度などがあげられる。

材料表面のあらさ(凹凸)は，汚れの付着性能と高い関係があり，凹凸が鋭しく特に凹みが深いものは汚れやすい。材料の吸水率に関しては，吸水率が小さい場合は，汚れの成分が内部に入りにくい構造のため汚れにくい。硬度の場合も同様で，硬度が大きい程，汚れにくく，付着した汚れの洗浄回復性は容易となる。

材料に汚れが付きやすいかどうかを判断するひとつの

表1 外壁の汚れの要因

要因	特性	内容
材料	表面	表面粗さ、硬さ、タック、親水・新油、吸水、帯電など
設計	形状・部位	引張部・突起物、排気口、出隅・入り隅、下地、仕上材の凹凸など
	雨仕舞い	排水経路、水切りなど
環境	立地	汚染物の種類・量など
	気象	降雨、風、日射など
	方位	日射、乾燥速度など
	その他	植生など
維持・管理	清掃	清掃頻度、洗浄剤・洗浄方法など

の目安に，水などの濡れやすさがある。

橘高ら<sup>2)</sup>の研究によると図1に示すように材料の表面が水に濡れにくい(疎水性)と，ばい煙や排気ガスなどの汚れが付きやすく，逆に水に濡れやすい(親水性)と，ほこりや土などの汚れが付きやすくなる。

また，建築材料の中には，静電気を帯びる材料が比較的が多い。特にプラスチック系の床材は汚れやすい。静電気はさまざまな要因から発生する。固体の静電気の主な発生要因は，摩擦・接触(分離)，変形・破断，電荷の供給などによるものであり，これらの発生要因のうち，床で問題となるのは による帯電がほとんどである。一般の床を人間が歩行した際，床と人体との間に発生した静電気(3kV以上)は，空気中の浮遊微粒子や床材表面の塵埃の付着，床上の他物体への静電誘導などを引き起こす。図2に各種床材における印加電圧(帯電量)とその増加に伴う色差(汚れ)との関係を示す。床材の静電気帯電量と微粒子の付着汚染とは，比例することが分かる<sup>2)</sup>。

汚れの見え方は，材料表面の色や光沢度によって相異なる。概ね明度，彩度，光沢度が大きい程，汚れが目立つ傾向にある。

## 4. 汚れの現象

外壁面における汚れは，内壁面と比べると汚れの原因となる要素は少なくなるが，内壁面とは異なった特徴を

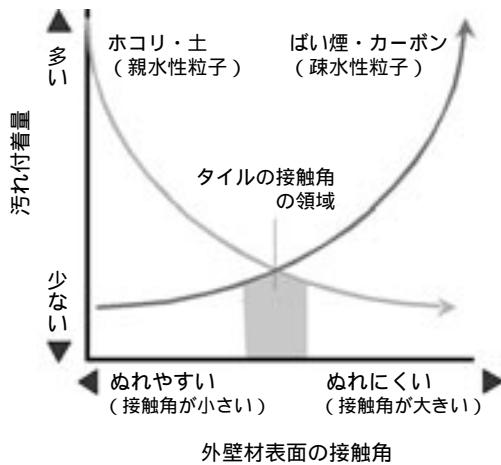


図1 外壁タイル表面の接触角と汚れの付着量

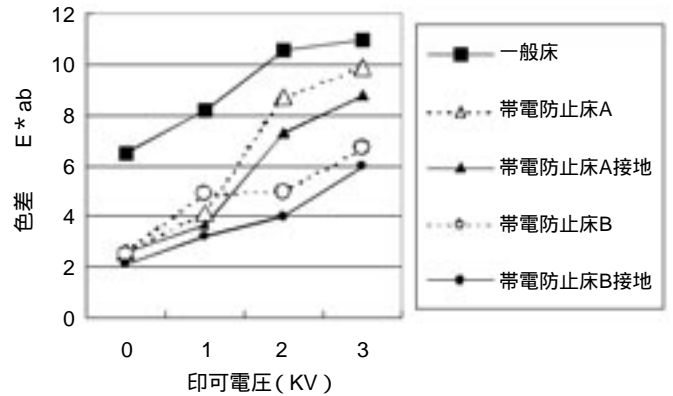


図2 各種床材の印加電圧と色差の関係

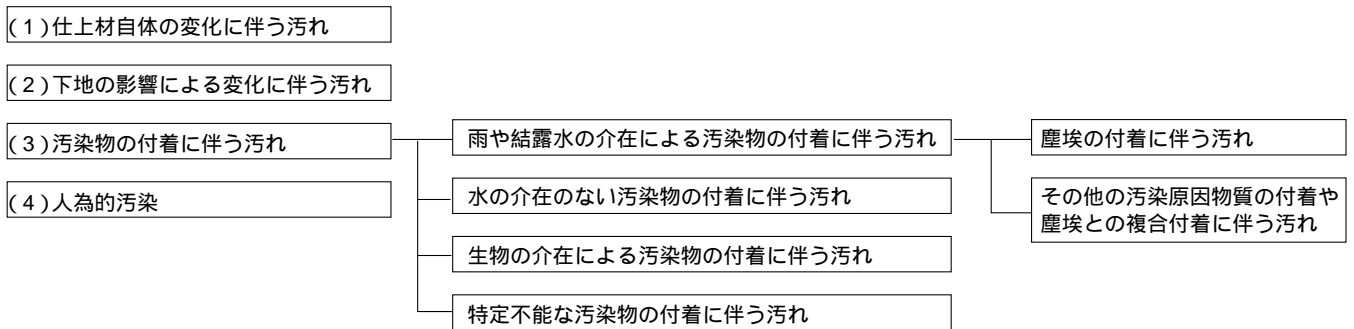


図3 汚れの現象による分類

有している。それらの主な要因は、壁面に作用する雨・風・雪・日射ならびに塵埃および雨仕舞いに関するディテールがあげられる。これらは付着している塵埃等を目立せる大きな要因となる。

建物の外壁面の汚れ現象<sup>3)</sup>は、図3に示すように、4種類に大別される。以下にその現象を示す。

- (1) 仕上材自体の変化に伴う汚れ： 退色 腐食(写真1) 変色・むら 剥離・ひびわれ 損耗・風化 歪・凹凸・目違い・反射むら等
- (2) 下地の影響による変化に伴う汚れ： エフロレッセンス(写真2) 錆汁 濡れ色 有機成分等複合(シーリング材成分, 金属錆, エフロレッセンス)
- (3) 汚染物質の付着に伴う汚れ： 雨・結露 塵埃・シリカ・虹彩, 有機物成分等の付着 水の介在しな

い汚染物(設備給排気による汚染物(写真3), 外部気流による汚染物, 表面清浄による汚染物等の付着) 生物の介在による汚染物(かび・藻類, 鳥糞害等) 特定不能な汚染物等の付着

(4) 人為的汚損： 清掃のむら・傷・ミス 補修・改修跡 落書き等などである。

また、汚れ現象<sup>4)</sup>は、熱力学的には次のように考察できる。汚染を変化と考えたとき、この過程の自由エネルギー変化  $F$  は、 $F = H - TS$  と表わせる。 $H$  は表面と汚れ物質間の相互作用である。たとえば、汚れの作用があれば  $H$  は負の値となる。 $T$  は表面と汚れが相互作用しているときの温度である。 $S$  は表面と汚れ物質が作用する前の状態におけるエントロピーと汚れ物質が表面に付着して汚染が起こったあとの状態のエントロピーの差である。

汚染が起こった場合にはエントロピー変化は負となる。負の  $H$  の値が負のエントロピー変化量よりも大きい場合には汚染に関する自由エネルギー変化は負となって汚染が起こる(自然に起こる変化は、その自由エネルギーは減少する方向に進む)。したがって、汚染が起こらない条件、すなわち  $F = 0$  のためには  $H$  が正であるかまたは負であればなるべく小さい値であることが望ましい。つまり表面と汚れ物質に引力が作用しないようにすることが防汚となる。

しかし、現実には汚れが付着しない表面を作ることには困難である。そこで、表面層を改質した防汚材料・技術が必要となる。

## 5. 汚れ対策の考え方

建築の美観は、年月の経過とともに汚れ等により建物の外観は低下していくが、その反面、年月の経過とともに美観的な価値が向上することを「エイジング」という。このような外観変化を意図的に計画する技術がある。また、外観が変化しても建築物の利用者が好ましいと感じられれば、汚れには該当しない。

建築物のエイジング技術および汚れを防止するためには、以下の要素が必要となる。

### (1) エイジング技術

- 汚れを目立たなく見せる工夫
- 汚れを想定したデザイン
- 素材を上手に組み合わせる
- 素材の好ましい変化を引き出す

### (2) 汚れ防止技術

- 汚れにくい材料である
- 建物形態・ディテールを工夫する

## 6. 汚れ防止技術

汚れ防止技術のうち、材料面から見ると、(1)表面と汚れ物質間の引力を小さくした超撥水性を有するフッ素コーティング材などは、汚れ物質が付着しても簡単な方



写真1 仕上材自体の変化に伴う汚れ（腐食）



写真2 下地の影響による変化に伴う汚れ（エフロ）



写真3 汚染物の付着に伴う汚れ（塵埃）

法で容易に除去することができるため、このような技術も防汚と考えることができる。

一方、(2)光触媒機能を持つ表面層を作り、有機質の汚れ物質が付着しても、太陽光などで付着した汚れが自然に分解され、雨水により除去されるような技術、(3)

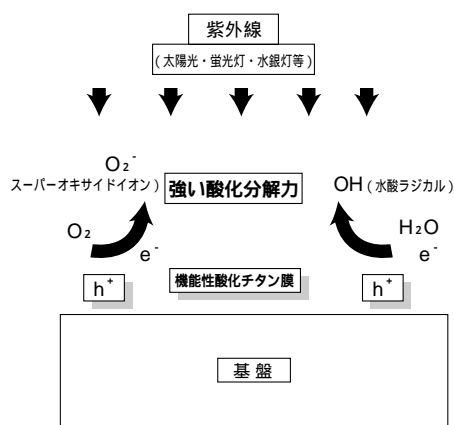


図4 光触媒の防汚機構

シリケート系の親水層を表面に作り、付着した汚れを雨水により洗い流し、防汚性を発揮する技術、(4)塗膜表面を親水化し、汚染物の付着抑制と汚れを雨水により除去する低汚染性塗料など有力な防汚技術となり得る。

ここでは、外壁汚れに対する仕上材料における汚れ防止技術と光触媒・親水性機能建材の活性度評価について述べる。

### 6.1 光触媒による汚れ防止

建築分野において光触媒を利用した仕上材料は、防汚外装材料(タイル、ガラス、塗料、膜材料、外装ボード、金属パネル等)がある。光触媒による汚れ防止技術にはつぎの2種類がある。

現場で材料表面に光触媒コーティングするもの

工場での材料表面に光触媒をコーティングした後、焼付けたもの。

#### (1)光触媒クリアーコーティング材

近年、塗布型のクリアーコーティング材は、水系と溶剤系の2種類が上市されている。

最近では、環境問題への配慮、また現場における安全性や臭気の問題で、各メーカーのほとんどが水系に移行している。光触媒は、図4に示すように酸化チタンに光が当たると、酸化チタンが持っている $e^-$ (電子)と $h^+$ (正孔)に、空気中の $O_2$ (酸素)、 $H_2O$ (水分)がそれぞれ反応し、水とのなじみが非常によい $OH$ (水酸ラジカル)、 $O_2^-$ (スーパーオキシドイオン)という2種類の活性酸

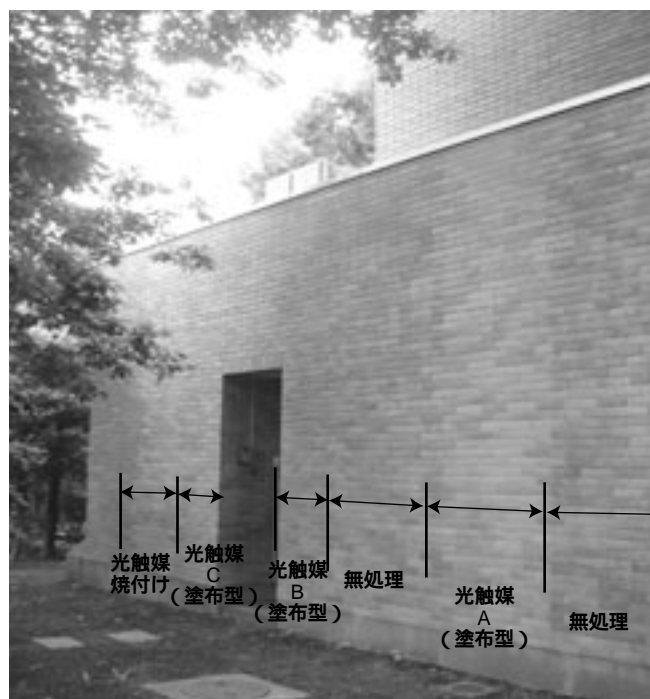


写真4 実建物外壁タイルの暴露状況(北面)

素を生成することにより、親水機能と有機物分解機能を有することから様々なところに実施工されている。

今回、各社の光触媒コーティング材を用いて当社技術研究所(茨城県つくば市)の厚生棟外壁において試験施工(写真4)を行った。光触媒は、A社、B社、C社の3社の水形タイプとD社の焼付けタイプを用いた。

A社の光触媒は、粒径が10nm程度で、1回吹き付けし、2~3時間後に乾燥して酸化チタン層(厚さ $0.3 \sim 0.5 \mu$ )が成膜される。その結果、A社の光触媒コーティング材は、写真4に示すように施工4年経過後も外壁面の汚れ、かび・藻類の発生ほとんど認められていない。B社、C社の光触媒は、施工後3年程度でかび・藻類の発生が認められた。一方、無処理の外壁面は、2年程度で汚れ、かび・藻類の発生が顕著に認められた。光触媒のメーカー・施工業者は、市場に氾濫しているが、防汚性能を発揮する光触媒材料の性能と、施工技術に関してメーカー間に大きな差があり、後者の影響が非常に大きく、防汚性能に及ぼす大きな要因の一つと考えられる。

光触媒コーティング材は、防汚性の観点からは効果があるが、膜厚が薄く、コンクリート躯体保護性能はない

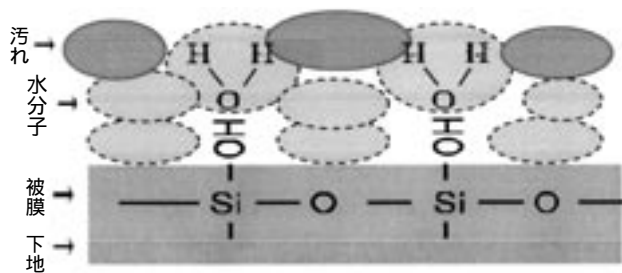


図5 シリケート系の防汚機構



↑ ↑  
ポリイソブチレン 変成シリコン  
写真5 乾式割肌外装タイルの暴露状況

ことが推察される。

## (2)焼付け光触媒タイル

焼付け光触媒の外壁タイル(写真4)では、暴露6年後において太陽光の当たらない一部の個所においてかび・藻類がわずかに認められた。その他の外壁面は汚れが目立たなく、かび・藻類の発生は認められない状態であった。焼付け光触媒および光触媒コーティングを施した外壁の防汚性能は、無処理に比べて優位性が認められた。

光触媒による汚れ防止技術を適用する場合は、適用部位や環境条件などを考慮し、光触媒効果が十分に発揮できるように配慮することが必要である。

また、光触媒による汚れ防止効果は、シーリング材の選択や塵埃および雨仕舞いに関するディテールなどについて十分な配慮をしないと期待した効果が得られない場合があるので注意する必要がある。

## 6.2 シリケート系の親水化による汚れ防止

シリケート系による汚れ防止技術にはつぎの2種類がある。

現場で材料表面にシリケート系コーティング材を施したもの。

工場で材料表面にシリケート系コーティング材を施した後、焼付けたもの。

シリケート系の親水技術とは、図5に示すように製造工程もしくは後処理によって素材表面を非常に多くのシラノール(Si-OH)を配することにより1ナノサイズ(100万分の1mm)の水膜を形成させる技術で、この水膜により

親水化を発揮する。このナノ親水の外壁表面は、空気中の水分が継続的に吸着し、常に薄い水膜が形成され、雨水により汚れを洗い流し、安定した防汚効果を発揮する。

## (1)シリケート系クリアーコーティング材

シリケート系クリアーコーティングは、シリカ(SiO<sub>2</sub>)を水やアルコール系溶剤と混合したものである。基材に塗布した塗膜シリカ分子は共有結合を繰り返して、結晶質と非結晶の分子集合体が生成され、基材と一体化して、「硬く、割れにくく、金属材料の伸縮にも対応可能」なコーティング材としている。

## (2)焼付けシリケート系タイル

建物の外装に使用する予定の乾式割肌タイルについて防汚処理の有効性などを評価するために、東京都内の某会館屋上において約1年間の暴露試験(写真5)を実施した。汚れの評価は、割肌タイル表面に粘着テープ(JIS Z 1512)を張り付けた後、そのテープを剥がし、その時に付着した汚れを色差(E\*ab)により測定した<sup>5)</sup>。評価の結果、色差の値は図6に示すようにシリケート系および光触媒ともに6カ月をピークに11カ月では減少しており、両者における差異はなかった。

防汚処理の有無による違いに関しては、6カ月以後、処理ありのものに比べて処理なしのものの方が色差が大きくなっていった。また、シーリング材による目地周辺の汚れも認められないが、面台の変性シリコン系の表面に付着した汚れが顕著であった。ポリイソブチレン(PIB)系シーリング材では、目地周辺の汚れはほとんど認められなかった。

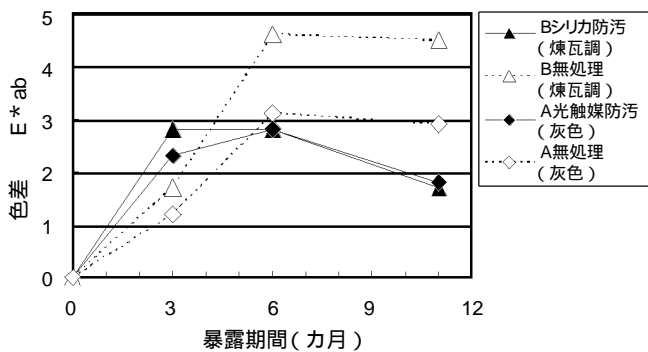


図6 色差の経時変化 (屋外暴露 南面)

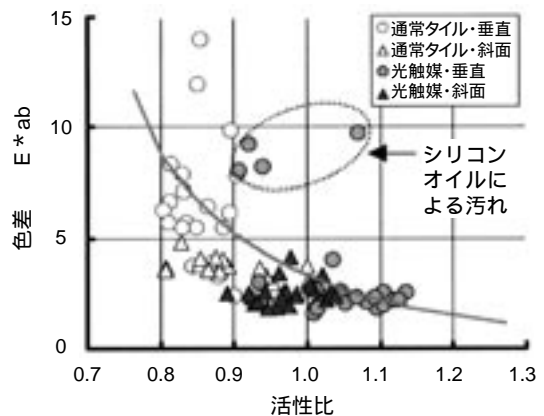


図7 活性比と色差との関係

以上のことから、親水性仕上材料と適切なシーリング材の組合せによって、建築外装の汚れの低減が期待できる。

### (3) 光触媒・親水性機能建材の活性度の評価

多くの人々が「きれいだ」、あるいは「汚れていない」と実感する建物を実現するには、まず「物理的・心理的」の両面から「汚れ度合い・汚れ感」を定量的に評価する方法の確立が必要となる。

著者らは<sup>6)</sup>、光触媒建材が防汚性能を発揮する際、建材表面が光触媒の活性に応じた親水層が形成され、この親水層に応じて表面の電流が異なることを利用して、建材の防汚性能評価に電気表面抵抗を用いて、光触媒建材の活性を評価している。評価は、式(1)のように定義し、式(2)より活性比を求めた。

$$\text{活性度} = 1/\log \text{表面抵抗} \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$\text{活性比} = \text{材齢} n \text{の活性度} / \text{初期の活性度} \cdots \cdots \cdots (2)$$

屋外暴露4.5年での光触媒タイルと通常タイルの活性比と色差との関係を図7に示す。

光触媒タイルは、活性比0.9以上の場合、光触媒の活性があり、防汚性能の持続性を有していることがわかる。

### 6.3 低汚染性塗料

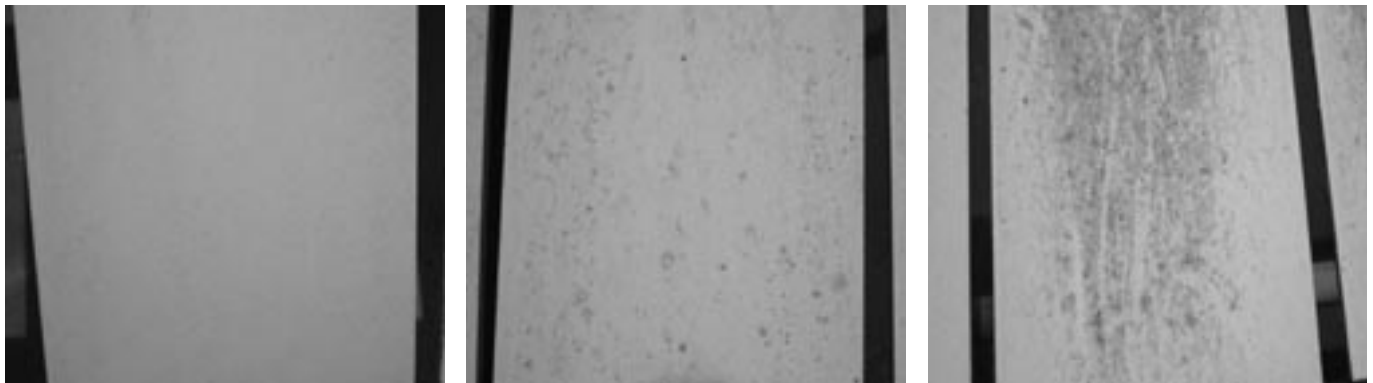
建築外装塗料は、近年、高級化・機能化傾向や環境問題への関心が高まるとともに、美観性および高耐久性が要求されるようになった。汚れが、塗り替えの第一の動機と挙げられることから、塗膜の耐候性に加えて、美観性の持続性が問題になる。このような背景から、塗膜

表面を親水化したり、表面硬度を上げることにより、付着した塵埃などを雨水により洗い流すことできる低汚染性および高耐候性が期待できる種々の仕上材料が開発・上市された。

低汚染性塗料には、ふっ素樹脂系、アクリルシリコン樹脂系、シリコン樹脂系、ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系等がある。そこで、各種低汚染性塗料の耐汚染および耐候性能について当社技術研究所(つくば市)の実験棟屋上で屋外暴露試験を暴露開始から13年にわたって行った。

その結果、耐汚染性能は、全体的に従来塗料を上回り、写真6に示すようにアクリルシリコン樹脂系が一番良く、次にふっ素樹脂系であり、ウレタン樹脂系は暴露4年以降、徐々に汚れの進行が確認された。

表面の劣化状態に関しては、すべての塗料に白亜化が認められ、ふっ素樹脂系、アクリルシリコン樹脂系が良いが、低汚染塗料の中でも銘柄間にばらつきが大きい。特にアクリルエマルション系樹脂は、ひび割れ、剥離が顕著に認められた。また、塗膜の諸特性と汚れの関係を解析した結果、塗膜の汚染性は、ガラス転移温度と静的水の接触角の二つの因子が同程度影響し、洗浄回復性は、ガラス転移温度と表面硬度の二つの因子が影響し、前者の影響が大きいことが明らかになった<sup>7)</sup>。なお、低汚染性塗料は、シリコン系シーリング材の撥水成分の移行に起因する汚れに対しては、あまり効果がないので注意する必要がある。



アクリルシリコン樹脂系

ふっ素樹脂系

ウレタン樹脂系

写真6 暴露13年後の低汚染塗料の汚れおよび劣化状況（一例）

## 7. おわりに

以上、建築外壁汚れの発生機構と外壁に発生する汚れの現象および材料別にみた代表的な汚れ防止技術ならびに光触媒建材の活性度評価の概要について述べた。

近年、地球環境保護の関心が高まる中、建物の長寿命化の観点から、コンクリート躯体の高品質化と仕上材料による耐久性の向上に負うところが非常に大きい。建物を長持ちさせるためには、耐久性とともに汚れが問題となる。外壁の汚れは、種々な要因が複雑に作用し、様々な過程を経て生ずると考えられる。

したがって、材料だけで汚れ防止対策を行ってもその効果を期待することは限界があり、建物の美観を永く保ち、その維持管理を大幅に低減するためには、設計から材料・施工、維持管理までの汚れ防止システムを構築し、総合的な対策を講じることが重要である。

今後は、さらなる汚れ防止材料・技術の開発と汚れの定量的な評価方法および汚れを予測する手法の研究開発を期待するとともに、建築主や設計者、施工者等が客観的に汚れを評価し、同じ土俵の中で共通認識を持つことが必要不可欠であろう。

### 【参考文献】

- 1) 橋高義典：「建築物外装仕上材料の汚染の評価方法に関する研究（その3）日本建築学会構造系論文報告集 1989年10月
- 2) 三浦勇雄、小野英哲、近藤禎久、永橋進、藤田和男、人見則明：「床の静電気帯電と表面汚染に関する実験的検討」日本建築学会大会学術講演会梗概集（関東）2001年9月

- 3) (社)建築業協会材料施工専門部会・仕上材料分科会外壁の汚れ防止研究会：外壁の汚れ防止技術に関する調査研究 平成11年6月30日
- 4) 角田光雄監修「防汚・抗菌の実際技術」2004年10月 (株)シーエムシー出版
- 5) 三浦勇雄、板谷俊郎、袴谷秀幸、檜垣恭一：「凹凸面を有する外装材の汚れ評価方法に関する研究」日本建築学会学術講演会梗概集（北海道）2004年8月
- 6) 板谷俊郎、三浦勇雄、袴谷秀幸：「電気表面抵抗による建材の抗菌および防汚性能の評価に関する研究」その7 光触媒系外装タイルの屋外暴露4年後の防汚性能評価 日本建築仕上学会学術講演会研究発表論文集 2005年10月
- 7) 三浦勇雄、矢野瑞穂：「低汚染性外装用塗料の耐汚染性能と耐候性能評価に関する研究」日本建築学会学術講演会梗概集（近畿）1995年9月
- 8) 三浦勇雄：「外壁汚れ防止技術の動向」月刊建築仕上技術 Vol.33 No.396 2008年7月

### プロフィール

三浦 勇雄（みうら・いさお）

戸田建設株式会社 技術研究所施工グループ

日本大学生産工学部工業化学科卒業

1972年 戸田建設(株)技術研究所入社

建築材料・施工の研究開発を担当。

現在、仕上材料・工法の研究開発プロジェクトマネージャーとしてアスベスト含有建材の無害化・再資源化に関する研究開発を担当。

<専門分野>

仕上材料・工法の研究開発

<最近の研究テーマ>

1. 防汚建材の性能評価方法に関する研究開発
2. 抗菌・防かび床材・工法および帯電防止床材・工法に関する研究開発
3. アスベスト含有建材の無害化・再資源化に関する研究開発

# 再生粗骨材を石灰石碎石に置換使用した 再生骨材コンクリートの諸性質 (その1) フレッシュ性状及び圧縮強度・静弾性係数

柳 啓

## 1. はじめに

土木構造物、建築物等の解体に伴って発生するコンクリート塊の再利用については、内外を問わず多くの研究が行われてきた。我が国においては、昭和40年代後半に(財)建築業協会の研究<sup>1)</sup>がコンクリート用骨材への再利用を目的とした研究の始まりであり、その後、2度にわたり行われた建設省総合技術開発プロジェクトの研究<sup>2), 3)</sup>を含め、都合40数年間に渡って行われてきた。

それらの成果と新たな研究の成果を取り入れて再生骨材及び再生骨材コンクリートの標準化<sup>4)</sup>が行われた。

先ず、2005年にJIS A 5021(高品質再生骨材H)が骨材規格として制定された。次いで、2006年にはJIS A 5023(再生骨材Lを用いたコンクリート)が、更に2007年にはJIS A 5022(再生骨材Mを用いたコンクリート)が、いずれもコンクリート規格として制定された。

これらの3規格が、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)をはじめ、建築学会標準仕様書JASS5、土木学会示方書等に引用されることによって、再生骨材及び再生骨材コンクリート使用が拡大していくものと期待される。

本実験は、再生骨材コンクリートを実機プラントで製造し、建設現場で施工する上で必要となる基礎資料を得ることを目的に、再生骨材を再生粗骨材に限定し、生コンクリート工場で使用頻度の高い石灰石碎石と置換使用した場合の再生骨材コンクリートの諸性質について実験検討を行ったものである。

この報告は2回に分け、(その1)ではフレッシュ性状、圧縮強度及び静弾性係数について、(その2)では乾燥収縮、耐凍結融解性及び促進中性化について報告する。

表1 骨材の物理的性質

骨材種類	記号	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	粗粒率 (FM)
石灰碎石	NG	2.61	1.76	6.64
再生骨材	RG	2.30	5.20	6.55
山砂	NS	2.57	2.06	2.65

表2 調合条件

粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメント 比(%)	目標 スランブ (cm)	目標 空気量 (%)	再生粗骨材 置換率 (%)
20mm	50,60	19.5	4.5	0,30,50,70,100

表3 コンクリートの種類と試験項目

実験 No.	水セメント 比 W/C(%)	置換率 (%)	経時変化 スランブ 空気量	圧縮 強度	静弾性 係数
実験 (試験室)	50,60	0,30,50, 70,100	×		
実験 (実機)	50,60	0,30,50, 100			

## 2. 実験計画

### (1) 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメント(密度: 3.16 g/cm<sup>3</sup>)を使用した。粗骨材は再生骨材(東京建設廃材処理協同組合葛西工場製)及び石灰石碎石(津久見産)を、細骨材は山砂(万田野産)を使用した。混和剤は、AE減水剤標準型 種、練混水は東京都上水道水を使用した。骨材の物理的性質を表1に示す。

### (2) コンクリートの調合

表2にコンクリートの調合条件を示す。水セメント比は、50%及び60%の2種類、石灰石碎石に対する再生粗



表4 コンクリートの調合結果

w/c (%)	置換率 (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) 注・1)					単位容積 質量 (kg/l)	混和剤 (l/m <sup>3</sup> )
			W	C	N.S	N.G	R.G		
50	0	45.5	181	362	786	955	-	2.284	3.87
	30		185	370	778	662	259	2.254	3.96
	50	46.0	187	374	783	468	424	2.236	4.00
	70		189	378	778	279	590	2.214	4.04
	100		190	380	786	-	835	2.191	4.04
60	0	46.5	180	300	828	968	-	2.276	3.21
	30		184	307	820	673	261	2.245	3.28
	50	47.0	186	310	825	473	431	2.225	3.32
	70		188	313	823	282	600	2.206	3.35
	100		192	320	823	-	842	2.177	3.42

注1): 記号Wは、単位水量、記号Cは、セメントを示す。

表5 スラブ及び空気量試験結果

w/c (%)	置換率 (%)	実験 : 試験室		実験 : 試験室	
		スラブ (cm)	空気量 (%)	スラブ (cm)	空気量 (%)
50	0	20.0	5.7	19.5	5.8
	30	19.0	4.7	20.5	4.1
	50	19.5	4.9	18.5	4.0
	70	20.0	5.0	-	-
	100	16.5	4.9	17.5	4.8
60	0	20.0	5.4	19.5	4.2
	30	19.5	4.8	19.0	5.6
	50	20.0	5.2	20.0	4.8
	70	20.5	4.7	-	-
	100	20.0	4.7	19.0	4.4

骨材の置換率は0%を含め5種類とした。

### (3) 練混ぜ、供試体作製及び養生

#### 実験 (試験室)

容量0.1m<sup>3</sup>傾胴型ミキサを使用し、1バッチ40リットルを練り混ぜた。練り時間は3分間、JIS A 1115, 1132, 1138に従って試料採取、供試体作製及び養生を行った。

#### 実験 (実機)

再生骨材コンクリートを専用に製造するプラント<sup>5)</sup>の強制2軸型ミキサ(容量2m<sup>3</sup>)を使用した。コンクリートの練混ぜ時間は60秒間とし、2m<sup>3</sup>練り混ぜたのち、小型トラックアジテータ車に積載した。所定時間攪拌したコンクリートを、実験 同様に試料採取、供試体作製及び養生を行った。供試体の養生は標準水中養生とした。

### (4) 試験項目及び方法

#### スラブ及び空気量

スラブ試験(JIS A 1101)及び空気量試験(JIS A 1128)を行った。

実験 ではコンクリートの練り混ぜ後0, 30, 60, 90及び120分後の経時変化を測定した。

#### 圧縮強度及び静弾性係数

コンクリートの練り上がり直後、練り上がり後60分

及び120分後に採取した供試体について圧縮強度試験(JIS A 1108)及び静弾性係数試験(JIS A 1149)を行った。試験は、材齢7, 28及び365日(実験 のみ)に行った。

表3にコンクリートの種類と試験項目を示す。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 コンクリートの調合及びスラブ・空気量

##### (1) コンクリートの調合

コンクリートの調合結果を表4に示す。再生粗骨材(R.G)を石灰石砕石(N.G)に置換すると、置換率にほぼ比例して単位水量が増加する傾向を示した。水セメント比50%の場合、置換率100%では+9kg/m<sup>3</sup>、同様に水セメント比60%の場合には+12kg/m<sup>3</sup>であった。細骨材率については、置換率が増加すると若干大きくなり、置換率100%では水セメント比50, 60%ともに+1.0%であった。

##### (2) スラブ及び空気量(実験 , )<sup>5), 9)</sup>

練り上がり直後のコンクリートのスラブ及び空気量試験結果を表5に示す。

実験 (試験室)及び実験 (実機)ともにスラブは目標値の±2.0cmの範囲に、また空気量は目標値の±1.5%の範囲にあった。

スランブは、17.5cmから20.5cmの値を示し、水セメント比50及び60%のいずれの場合も、目標値の±2.0cmの範囲にあった。また、空気量は4.0%から5.8%の値を示し、目標値の±1.5%の範囲にあった。

### (3)スランブの経時変化(実験<sup>5),9)</sup>

実機プラントで要量2m<sup>3</sup>の練り混ぜを行い、その後、小型トラックアジテータ車に積載した再生骨材コンクリートについて練り上がり後、0, 30, 60, 90及び120分後のスランブの経時変化を図1及び図2に示す。練り上がり後120分経過するまでのスランブの変化は、W/C50%・置換率50%で-6.0cm、W/C50%・置換率0%(石灰碎石コンクリート)で-3.5cmとなったが、全体的には緩やかに低下する傾向を示した。また、再生粗骨材の置換率がスランブ値に与える影響はW/C50%及びW/C60%の何れの場合についても認められなかった。

### (4)空気量の経時変化(実験<sup>5),9)</sup>

空気量の経時変化試験結果を、図3及び図4に示す。空気量はスランブの場合とは逆に、練り上がり後の時間の経過と共に微増する傾向を示した。経時120分においてW/C50%では、+0.5%~+1.8%(平均+1.0%)、W/C60%では、+0.4%~+1.2%(平均+0.8%)を示した。経時に伴う空気量の増加は、コンクリートを攪拌することによる空気の巻き込み等の影響が考えられるが、本実験の範囲では明確にできなかった。また、再生粗骨

材の置換率が空気量に与える影響は、スランブの場合と同様に認められなかった。

## 3.2 圧縮強度及び静弾性係数<sup>7),8),9)</sup>

(1)練り上がり直後に採取したコンクリートの圧縮強度  
練り上がり直後に採取したコンクリートの圧縮強度試験結果を表6にまとめて示す。

表6から、練り上がり直後に採取した実験<sup>7)</sup>のコンクリートの圧縮強度の傾向は、次のようにいえる。すなわち、材齢7日の場合、W/C50%では、再生粗骨材を置換したコンクリートの圧縮強度は、置換率0%の石灰碎石コンクリートに対し置換率に関係なく3~12%大きく、W/C60%では、-2~6%の範囲の値を示した。また、材齢28日の場合には、前者が5~12%、後者が-11~9%の範囲の値であった。これらのことから、水セメント比によって圧縮強度の発現傾向に明らかな差が認められるが、実験(試験室)と実験(実機)とでは、同様な圧縮強度の発現傾向を示した。

今回の実験結果では、再生粗骨材を置換使用すると圧縮強度が大きくなる傾向を示した。特に、水セメント比50%の場合に顕著に認められた。この原因については、コンクリートの単位水量と圧縮強度について、既報<sup>3)</sup>の実験結果と今回の結果を比較した表7によれば、単位水量が大きく異なる点が挙げられる。

## 用語解説

### 再生骨材

解体したコンクリート塊などを破砕などの処理を行うことによって製造したコンクリート用の骨材。再生骨材はその品質により3種類に区分され、高品質再生骨材としてJIS A 5021(コンクリート用再生骨材H)、中品質再生骨材としてJIS A 5022(再生骨材Mを用いたコンクリート/附属書A(規定)コンクリート用再生骨材M)、また低品質再生骨材としてJIS A 5023(再生骨材Lを用いたコンクリート/附属書1(規定)コンクリート用再生骨材L)が規定されている。再生骨材には、細骨材と粗骨材がある。

### 再生骨材コンクリート

骨材の全部又は一部に再生骨材を用いたコンクリート。JISA5021(前出)に規定された再生骨材Hは、普通骨材と同様にJIS規格や学会仕様書等に規定されることによって普通骨材

と同様に使用することができる。また、再生骨材M及び再生骨材Lを用いた再生骨材コンクリートは、それぞれJIS A 5022(前出)、JIS A 5023(前出)にJISA5308(前出)同様、コンクリート規格として規定されている。

### 石灰石碎石<sup>10)</sup>

河川砂利の採取規制に伴う碎石へのシフトに呼応し、1970年代からコンクリート用骨材としての使用が増加し始めた。1980年代にはアルカリ骨材反応への対策として、この反応を起こす心配がなく、且つ品質が安定していることからコンクリート用骨材としての需要が増加した。また、石灰石は一般的に他の岩種の骨材に比べて含水率の低いものが多いことから、コンクリート用骨材に使用すると乾燥収縮率が小さくなる利点がある。

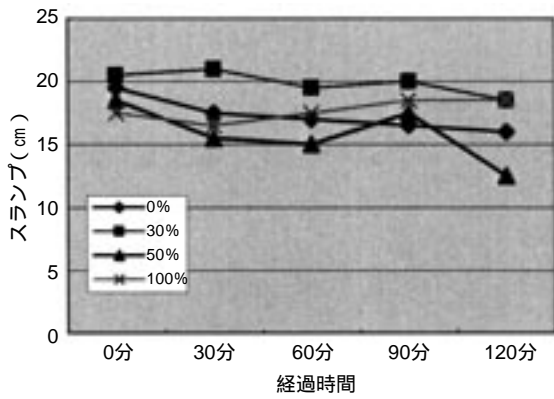


図1 スランプの経時変化 (W/C50%)

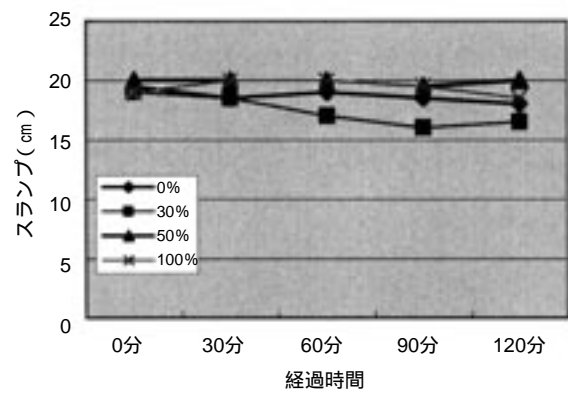


図2 スランプの経時変化 (W/C60%)

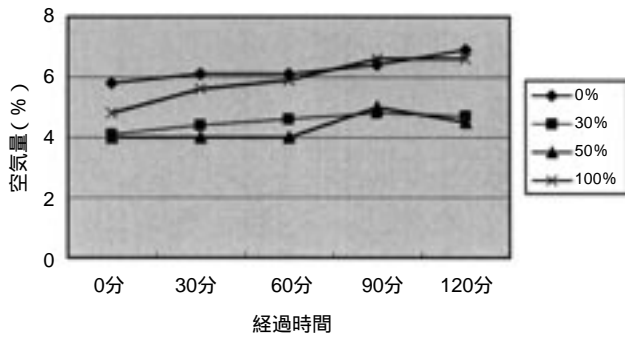


図3 空気量の経時変化 (W/C50%)

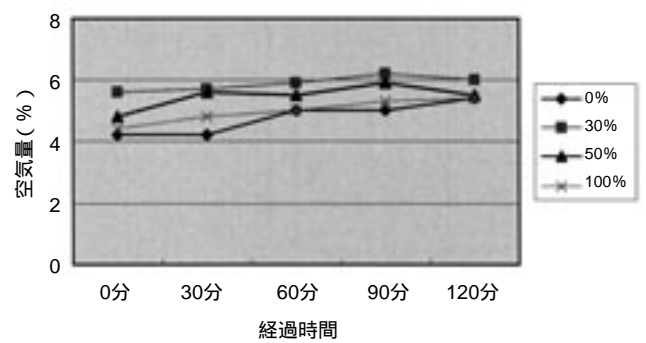


図4 空気量の経時変化 (W/C60%)

表6 練り上がり直後に採取したコンクリートの圧縮強度試験結果(実験 , )

w/c (%)	実験 No.	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )				
			0%	30%	50%	70%	100%
50		7	28.6	32.1	31.3	30.8	31.4
		28	33.9	38.1	37.7	36.8	37.3
		365	44.5	48.3	47.9	45.4	46.6
		7	25.3	26.2	26.0	-	27.3
		28	31.8	34.8	33.3	-	33.7
		365	39.0	41.4	40.1	39.6	37.9
60		7	24.9	25.6	24.9	25.6	24.3
		28	31.6	32.6	31.6	31.3	30.5
		7	23.1	21.1	21.1	-	22.6
		28	29.2	26.1	26.9	-	28.8

表7 骨材の組み合わせと単位水量及び圧縮強度の比較表<sup>8)</sup>

骨材の組み合わせ	w/c (%)	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		
			7日	28日	365日
硬質砂岩碎石 + 川砂 (既報の実験)	50	170	33.6	46.9	56.5
	60	171	24.8	38.0	44.6
石灰石碎石 + 山砂 (今回の実験 / 置換率0%)	50	181	28.6	33.9	44.5
	60	180	24.9	31.6	39.0
再生粗骨材 + 川砂 (既報の実験)	50	189	35.3	43.3	55.2
	60	191	28.1	37.0	45.2
再生粗骨材 + 山砂 (今回の実験 / 置換率100%)	50	190	31.4	37.3	46.6
	60	192	24.3	30.5	37.9

試験室で作製したコンクリートの圧縮強度と実機で製造したコンクリートの圧縮強度を比べてみると、水セメント比、材齢に関係なく実機で製造したコンクリートの圧縮強度は試験室で作製したコンクリートの80～94%の値であった。これは、練り混ぜの程度(時間等)の影響が大きいものと考えられる。

(2)練り上がり60分後及び120分後に採取したコンクリートの圧縮強度

練り上がり後60分及び120分に採取したコンクリートの圧縮強度試験結果を練り上がり直後に採取したコンクリートの圧縮強度と対比して図5・6に示す。全体的な傾向としては、圧縮強度に及ぼす置換率の影響はないようであり、練り上がり後の経過時間(以後、経時と称する)にともない圧縮強度が低下する傾向が認められた。

経時0分の圧縮強度を100%とすると、W/C50%及び60%のいずれにおいても経時120分でW/C50%が88%、W/C60%が93%となり、経時に伴い圧縮強度が低下した。これら経時に伴う圧縮強度の減少傾向は、経時に伴って増加傾向を示した空気量と関係していると考えられる。

(3)練り上がり直後に採取したコンクリートの静弾性係数<sup>7)</sup>

練り上がり直後に採取したコンクリートの静弾性係数試験結果をまとめて表8に示す。図7に置換率と静弾性係数の関係をまた、圧縮強度と静弾性係数の関係を図8・9に示す。

静弾性係数は、圧縮強度と同様に、W/Cが小さいほど大きく、且つ材齢と共に大きくなる傾向を示し、再生粗骨材の置換率が大きいほど、小さくなる傾向を示した。

また、試験室と実機では、同一調合であっても試験室で作製した供試体の方が静弾性係数が10%程度大きい値となった。

これは、ミキサの容量・型式、コンクリートの練混時間等が影響しているものと考えられるが、圧縮強度の場合と同様に本実験の範囲では明らかにできなかった。

(4)練り上がり60分後及び120分後に採取したコンクリートの静弾性係数

練り上がり60分後及び120分後に採取したコンクリートの静弾性係数について、置換率と静弾性係数の関係を

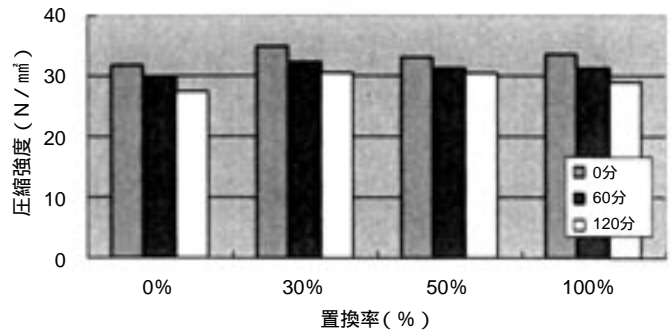


図5 圧縮強度試験結果(50%材齢28日)

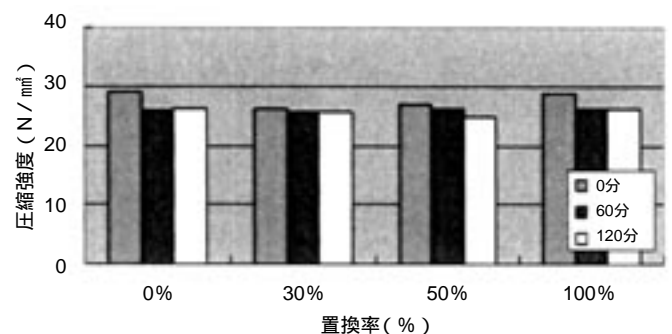


図6 圧縮強度試験結果(60%材齢28日)

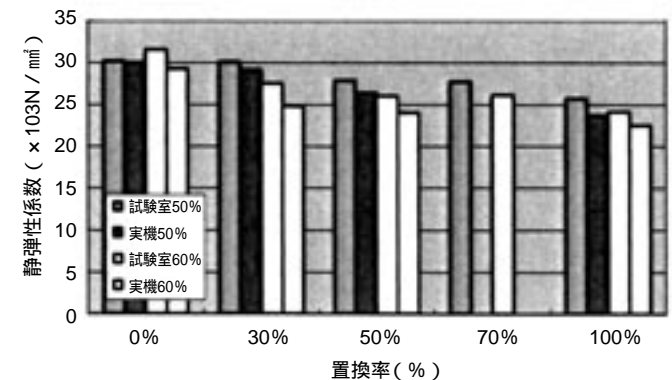


図7 置換率と静弾性係数の関係(材齢28日)

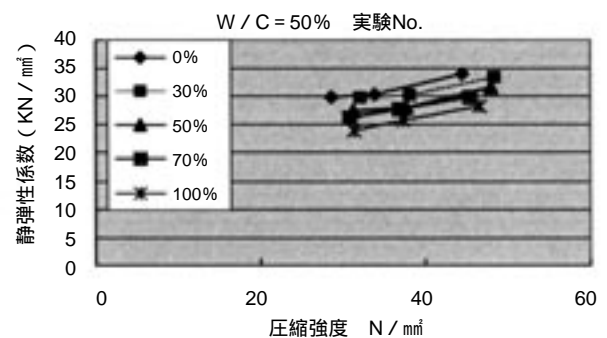


図8 圧縮強度と静弾性係数の関係(W/C = 50%、実験)

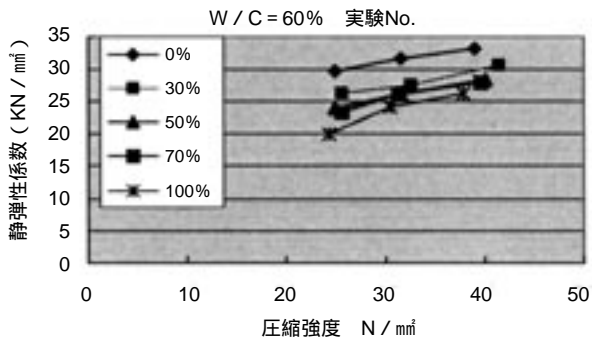


図9 圧縮強度と静弾性係数の関係 (W/C = 60%、実験 )

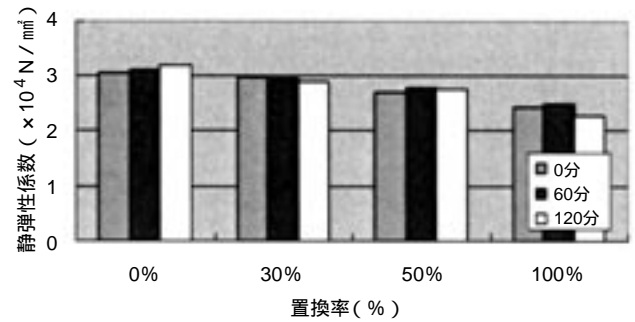


図10 置換率と静弾性係数の関係(50%材齢28日)

表8 練り上がり直後に採取したコンクリートの静弾性係数試験結果(実験 , )

w/c (%)	実験 No.	材齢 (日)	静弾性係数( $\times 10^3$ N/mm <sup>2</sup> )				
			0%	30%	50%	70%	100%
50		7	29.8	29.7	27.3	26.1	23.8
		28	30.2	30.1	27.9	27.7	25.7
		365	33.9	33.3	31.5	29.8	28.1
		7	27.3	26.3	24.1	-	21.7
		28	30.0	29.2	26.4	-	23.7
		365	33.1	30.6	28.3	27.9	26.1
60		7	29.6	26.2	23.9	23.3	19.9
		28	31.6	27.5	26.0	26.1	24.1
		365	33.1	30.6	28.3	27.9	26.1
		7	25.9	21.7	22.0	-	19.8
		28	29.3	24.8	24.0	-	22.5
		365	33.1	30.6	28.3	27.9	26.1

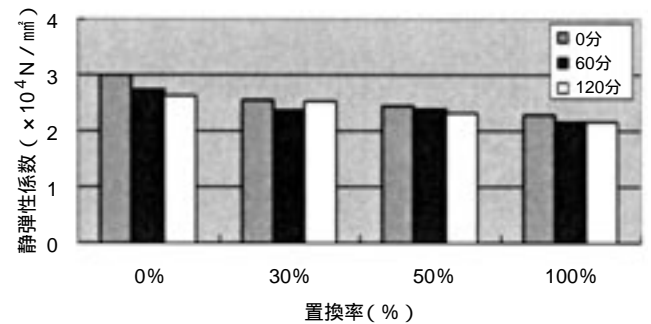


図11 置換率と静弾性係数の関係(60%材齢28日)

図10・11に示す。また、圧縮強度と静弾性係数の関係を図12に示す。

全体的な傾向としては、静弾性係数に及ぼす置換率の影響が大きく、置換率100%では置換率0%の70%~80%程度まで低下した。また、試験結果に若干のバラツキがあるものの、W/C50%及びW/C60%のいずれにおいても経時に伴い静弾性係数が低下する傾向が認められた。これら静弾性係数の低下は、経時に伴って増加傾向を示した空気量と関係していると考えられるが、本実験の範囲では明確な結果は得られなかった。

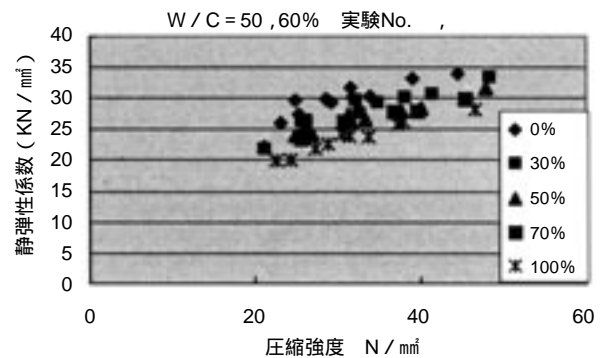


図12 圧縮強度と静弾性係数の関係 (W/C = 50,60%、実験 , )

#### 4. まとめ

以上、再生粗骨材を石灰石砕石に置換使用したコンクリートの諸性質について行った本実験の範囲で以下のことがいえよう。

##### 4.1 コンクリートの調合及びスランプ・空気量

###### (1) コンクリートの調合

再生粗骨材(R.G)を石灰砕石(N.G)に置換すると、

置換率にほぼ比例して単位水量が増加する傾向を示した。置換率100%の場合の単位水量は、置換率0%に比べ9~12kg/m<sup>3</sup>増加した。また、細骨材率についても置換率が増加すると若干大きくなる傾向にあり、置換率100%では、水セメント比50,60%ともに1.0%増加した。

#### (2)スランブの経時変化

スランブは、経時と共に緩やかに減少する傾向を示した。置換率の影響は認められなかった。

#### (3)空気量の経時変化

空気量は、経時と共に微増する傾向を示した。置換率の影響は認められなかった。

### 4.2 圧縮強度及び静弾性係数

(1)練り上がり直後に採取したコンクリートの圧縮強度  
材齢7日の場合、W/C50%では再生粗骨材を置換したコンクリートの圧縮強度は、置換率0%の石灰石砕石コンクリートに対し置換率に関係なく3~12%大きく、W/C60%では-2~6%の範囲の値を示した。また、材齢28日の場合には、前者が5~12%、後者が-11~9%の範囲の値であった。

#### (2)練り上がり60分後及び120分後に採取したコンクリートの圧縮強度

練り上がり後の経過時間(以後、経時と称する)にともない圧縮強度が低下する傾向が認められた。経時にともなう圧縮強度の減少傾向は、経時にともなって増加傾向を示した空気量と関係していると考えられる。

(3)練り上がり直後に採取したコンクリートの静弾性係数  
静弾性係数は、圧縮強度と同様にW/Cが小さいほど大きく、且つ、材齢と共に大きくなる傾向を示すと共に、再生粗骨材の置換率が大きいほど小さくなる傾向を示した。

また、試験室と実機では、同一調合であっても試験室で作製した供試体が静弾性係数が10%程度大きい値となった。これはミキサの容量・型式、コンクリートの練混時間等が影響しているものと考えられる。

#### (4)練り上がり60分後及び120分後に採取したコンクリートの静弾性係数

静弾性係数に及ぼす置換率の影響が大きく、置換率100%では置換率0%の70%~80%程度まで低下した。また、経時にともない静弾性係数が低下する傾向が認められた。これら経時にともなう静弾性係数の低下は、経時にともなって増加傾向を示した空気量と関係していると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人建築業協会：昭和49年度建設省建設技術「コンクリート解体物の再利用に関する研究」昭和50年3月
- 2) 建設省：建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への俳句物利用技術の開発報告書」昭和61年3月
- 3) 建設省：建設省総合技術開発プロジェクト「建設副産物の発生抑制と再生利用技術の開発」平成4年~8年
- 4) 日本コンクリート工学協会：「再生骨材コンクリートの現状と将来展望 - JIS概要と普及促進に向けて - 」2006年11月2日
- 5) 笠井芳夫、飛坂基夫：世界都市博覧会「東京フロンティア」における再生コンクリートの使用の現状、セメント・コンクリート575、Jan.1995
- 6) 柳、福部、飛坂：実機プラントにおける再生コンクリートの製造・管理、建材試験情報12、'96、pp.6~13
- 7) 柳 啓、松井 勇、笠井芳夫：再生コンクリートの静弾性係数に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、2000年9月、PP.1035~1036
- 8) 笠井、阿部、柳：再生コンクリートの諸物性に関する実験的研究、セメント・コンクリート論文集 50、1996.12、pp.802~807.
- 9) 柳 啓、笠井芳夫、渡澤正典、福部 聡：再生粗骨材を石灰石砕石に置換使用したコンクリートのフレッシュ性状及び圧縮強度、日本建築学会大会(九州)2007年8月、pp.193~194
- 10) 石灰石鉱業協会：石灰石骨材とコンクリート.2005

\* 執筆者

柳 啓(やなぎ・けい)

(財)建材試験センター 品質保証部  
特別専門職、博士(工学)



# 防水シートを用いた 耐根防水システムの性能試験

(受付第05A3801号)

この欄に掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

## 1. 試験の内容

アーキヤマデ株式会社から提出された試験体「耐根防水システム」について、耐根性試験を行った。

## 2. 試験体

試験体の概要を表1に、試験体の作製手順を表2に、試験体の展開図を図1及び図2に、試験体の外観を写真1及び写真2に示す。

### 【木本用】4試験体

底面 = 800 mm × 800 mm  
 高さ = 350 mm  
 接合幅 = 40 mm  
 FLシール処理  
 入り隅部(4ヶ所)  
 コーナーパッチ処理  
 排水口有(側面)

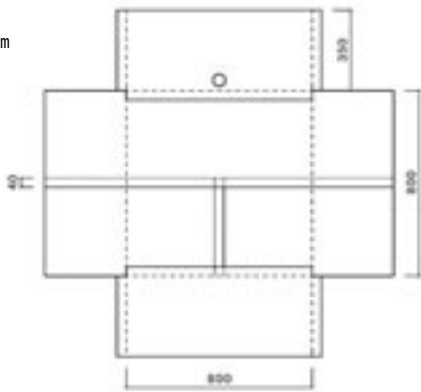


図1 試験体の展開図[木本用: 依頼者提出資料]

### 【草本用】8試験体

底面 = 540 mm × 240 mm  
 高さ = 200 mm  
 接合幅 = 40 mm  
 FLシール処理  
 入り隅部(4ヶ所)  
 コーナーパッチ処理  
 排水口有(側面)

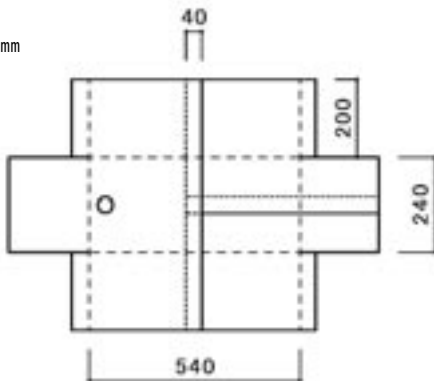


図2 試験体の展開図[草本用: 依頼者提出資料]

表1 試験体(依頼者提出資料)

名称	防水シートリベットルーフを用いた耐根防水システム	
防水シートの材質	JIS A 6008(合成高分子系ルーフィングシート)に規定された一般複合タイプ・塩化ビニル樹脂系シート[厚さ1.5mm]	
用途	木本用	草本用
寸法	縦 800 mm, 横 800 mm, 高さ 350 mm	縦 540 mm, 横 240 mm, 高さ 200 mm
数量	4体	8体

表2 試験体の作製手順(依頼者提出資料)

工程	材料	内容
1	リベットルーフ	置敷き
2	リベットルーフ	シート相互を溶剤溶着及び熱融着で接合(幅40mm)し、FLシールを施す



写真1 試験体の外観[木本用]



写真2 試験体の外観[草本用]

### 3. 試験方法

日本建築学会建築工事標準仕様書・同解説JASS 8 防水工事(2008年版)JASS 8T - 401「屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性試験方法(案)」に従って行った。

### 4. 試験結果

試験結果を表3及び写真3～写真14に示す。



写真3 試験終了後の試験体状況[木本]  
試験体番号：1



写真4 試験終了後の試験体状況[木本]  
試験体番号：2



写真6 試験終了後の試験体状況[木本]  
試験体番号：4



写真5 試験終了後の試験体状況[木本]  
試験体番号：3



写真7 試験終了後の試験体状況[草本：ノシバ]  
試験体番号：1

表3 試験結果

植物の種類及び名称	試験体番号	観察結果	
木本類 [タブノキ, ヤシャブシ]	1	防水層及び接合部への根の貫通・侵入は認められなかった。	
	2	防水層及び接合部への根の貫通・侵入は認められなかった。	
	3	防水層及び接合部への根の貫通・侵入は認められなかった。	
	4	防水層及び接合部への根の貫通・侵入は認められなかった。	
草本類	ノシバ	1	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		2	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		3	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		4	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
	クマザサ	1	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		2	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		3	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。
		4	防水層及び接合部への根及び地下茎の貫通・侵入は認められなかった。

参考:比較用試験体(アスファルトコンパウンド)は、木本類(タブノキ、ヤシャブシ)に根の貫通、草本類(ノシバ)及び草本類(クマザサ)には、根及び地下茎の貫通が認められた。





写真8 試験終了後の試験体状況[ 草本：ノシバ ]  
試験体番号：2



写真9 試験終了後の試験体状況[ 草本：ノシバ ]  
試験体番号：3



写真10 試験終了後の試験体状況[ 草本：ノシバ ]  
試験体番号：4



写真11 試験終了後の試験体状況 [ 草本：クマザサ ]  
試験体番号：1



写真12 試験終了後の試験体状況 [ 草本：クマザサ ]  
試験体番号：2



写真13 試験終了後の試験体状況 [ 草本：クマザサ ]  
試験体番号：3



写真14 試験終了後の試験体状況 [ 草本：クマザサ ]  
試験体番号：4

## 5. 試験の期間，担当者及び場所

期 間	平成18年7月25日から 平成20年7月28日まで
担 当 者	材料グループ 試験監督者 真 野 孝 次 試験責任者 清 水 市 郎 試験実施者 清 水 市 郎
場 所	中央試験所 内山緑地建設株式会社

## コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

都市環境の改善を目的に、屋上緑化が国土交通省・地方自治体等で盛んに推奨され、都市部では増加の一途をたどっている。しかしながら植栽部分は、つねに植栽土壌の水分・荷重が存在し、建物自体を取り巻く環境としては極めて劣悪な条件となっている。建物保護の観点からは、雨露から躯体の劣化を防ぐ目的で屋上には水を貯めない防水が必須である。この都市環境の改善と建物保護という、相反する事象を両方満足させる屋上緑化を行う場合、植栽下部には通常の防水性能のほか、植物の根の発育による損傷に耐えうる耐根性能が要求される。これらを背景として、日本建築学会材料施工委員会防水工事運営委員会では、「屋上緑化用メンブレン防水工法の耐根性試験方法(案)」を策定した。本試験は、同試験法に従って行った試験報告である。

耐根性試験の概要はつぎのとおりである。

対象植物としては、植栽管理が不十分で飛来等により生育が想定されることを視野に入れて、木本(タブノキ、ヤシャブシ)及び草本(ノシバ、クマザサ)の2種類とした。防水層試験体コンテナで、土壌の配合・肥料成分、植栽容積、生育環境を管理した状態を保持し、2カ年の期

間で植物の発育を促し、防水層、その接合部に根・地下茎の侵入や貫通が生じないことを確認する。同時に、アスファルトコンパウンドの板をリファレンス(標準)とし、それを根が貫通した場合に植物が健全であるということと同試験の成立とする。

今回の試験に用いられた防水システムは、JIS A 6008(合成高分子ル・フィングシ・ト)に規定された、一般複合タイプ塩化ビニル樹脂系を用いた仕様である。この防水材料はJASS 8 防水工事の塩化ビニル樹脂シ・ト防水工法・機械的固定工法(S-PM)等にも用いられる材料である。この試験法に従い、3枚重や、接合部を設けた試験体を用いて耐根性試験を行った。その結果、2カ年の経年後に植栽・土壌を除去して防水層の外観観察を行い、防水材料やその接合部への侵入を調査し、侵入・貫通のなかったことを確認した。

今後、建物の長寿命化、耐久性向上の観点から、屋上緑化を行う場合には、防水工法の耐根性は建物の耐久性向上に取って必須の性能であり、本試験法を性能評価の一助として用いることを推奨する。

(文責：材料グループ 清水市郎)

### 試験業務についてのお問い合わせ先

・相談業務 顧客業務部 TEL 048(920)3815 FAX 048(920)3822

中央試験所 〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号

・試験の受付 管理課 TEL 048(935)2093 FAX 048(931)2006

・材料系試験 材料グループ TEL 048(935)1992 FAX 048(931)9137

・環境系試験 環境グループ TEL 048(935)1994 FAX 048(931)9137

・防耐火系試験 防耐火グループ TEL 048(935)1995 FAX 048(931)8684

・構造系試験 構造グループ TEL 048(935)9000 FAX 048(931)8684

・工事材料試験 工事材料部管理室 TEL 048(858)2791 FAX 048(858)2836

西日本試験所 〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

・試験の受付 試験管理室 TEL 0836(72)1223 FAX 0836(72)1960

## ISO9000シリーズ ISO9001：2008 追補改訂版の解説

ISO9000シリーズは、消費者によりよい商品を提供するために、企業などの品質管理システムの改善を目的として1987年に制定された品質システムに関する規格です。このシリーズのISO9001は、顧客満足の向上とコンプライアンスの充実を目指す、マネジメントシステム要求事項として2000年に改訂され、更に表現の明確化・曖昧さの除去を眼目に、2008年11月15日に追補改訂版が発行されました。

今回は、このISO9001:2008の変更点の概要と関連情報について掲載します。

### 1. ISO9001:2008の概要と性質

ISO9001：2008 は「追補改訂版」である。追補とは通常、技術的内容ではなく編集上の変更だけを行い、変化は小さく、別冊で発行される。今回は別冊ではなく新版として発行されるため「追補改訂版」と呼ばれる。

追補改訂版の目的は、以下の通りである。

#### 要求事項の明確化

(公式解釈を必要とするような)曖昧さの除去  
解釈・運用の変更は行わない

ISO14001 との整合性向上、最新のJIS 様式の盛り込み(JIS 版のみ)

性質的に追補であり、誤解のない限り現状の認証可否基準を変更するものではない(JIS Q 9001「まえがき及び解説」より抜粋)

### 2. ISO9001:2008の主要な変更点解説

#### 0.1 General(一般)

各国でregulatory requirement(規制要求事項)の対象が異なるという議論の結果、statutory and regulatory requirements applicable to the product(製品に適用される法令・規制要求事項)に変更された。

従って、「製品及びサービス」に対する法令規制要求事項が対象であることが明確になった。

#### 0.2 Process approach(プロセスアプローチ)

“0.2プロセスアプローチ”の第3パラグラフにおいて、以下のように下線部が追加された。

「組織内において、望まれる成果を生み出すために、プロセスを明確にし、その相互関係を把握し、運営管理することと併せて、一連のプロセスをシステムとして適用することを“プロセスアプローチ”と呼ぶ。」

このことで、プロセスアプローチにおいて“Output Matters”(結果が大事)という考え方が強調された。

#### 1. Scope(適用範囲)

1.1一般では、注記が「この規格の“製品”という用語は、次の製品に限定して用いられる a)顧客向けに意図された製品、又は顧客に要求された製品 b)製品実現プロセスの結果として生ずる、意図したアウトプット全て」という具合に、下線部が追加された。

「『製品』の定義には、意図された最終製品に影響を及ぼすような製品は含まれ、意図されない産物(副生成物や排出物、事故等のインシデント)は含まれない」ことが従前通り明示されている。しかし、この部分は、2000年版の頃から「最終製品のみが製品であり、中間製品、購買品は製品ではない」という誤解を与えていた。

そこでb)によって、中間製品等が(或いはその製品の仕様書、検査成績表なども)製品の一部となりうる事が明確化された。但し、製品実現以外のプロセスの結果(例えば、「訓練の結果仕事に見合った力量が得られたか」等)までは「製品」の定義に含まれていない。

注記2に「法令・規制要求事項は、法的要求事項と表現する事がある」と追加された。

#### 4.1 General requirement(一般要求事項)

「e)これらのプロセスを監視し、適用可能な場合には測定し、かつ分析する。」と下線部が追加された。従来から8.2.3で下線部のような要求があったため、整合性を図ったものである。

「アウトソースしたプロセスの管理の方式と程度は、組織の品質マネジメントシステムの中で定めなければならない」と下線部追加でアウトソース(外注)に関する要求事項が明確化された。その際、以下のような注記が追加された。

注記2：アウトソースしたプロセスを「組織の品質マネジメントシステムにとって必要であり、その組織が外部で実施させる事にしたプロセスである」と定義している。つまり、工場構内外注、適用範囲で定めた製品及び半製品(中間製品や購買品等)の外注等が該当する。

注記3：「アウトソースしたプロセスの管理の方式及び程度」に関する解説で、「次のような要因によって影響され得る」としている。

- a)要求事項に適合する製品を提供するために必要な組織の能力に対する、アウトソースしたプロセスの影響の可能性
- b)そのプロセスの管理への関与の度合い
- c)7.4の適用において必要な管理を遂行する能力

注記3では、アウトソースと7.4 購買との関係を明確にしている。すなわち、まず7.4 購買の要求事項を採用し、そして考えられるほかの管理を適用するという流れが説明されている。アウトソースしたプロセスに対する管理を確実にするという事は、組織が「顧客・法令・規制要求事項への適合」という責任から逃れないように求めている。

#### 4.2.3 Control of documents(文書管理)

f)外部文書について「QMS の計画及び運用のために組織が必要と決定した

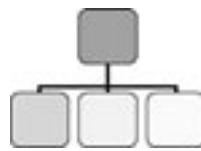


外部からの文書を明確にし～」と変更された。これは、QMSで必要な外部文書とそうでない外部文書が識別された上で、対象となる外部文書が管理されていれば良いということを明確にしている。

#### 5.4.1 Quality objectives(品質目標)

原文変更ではないが、5.4.1「それぞれの部門及び階層」(Relevant function and levels)から「しかるべき部門及び階層」に和訳が変更された。これは、トップマネジメントが品質目標を設定するように指定した(即ち該当する)部門及び階層の全て、と言う意味である。それぞれ=存在する部門、部署、グループ、階層全てに必ず品質目標が要求されている、と誤解されるケースがあったためである。勿論、組織によっては個人レベルまで細分化目標管理を行うことも出来るし、必要と決められた部門までの品質目標を部門のメンバーで共有しても良い。要はトップマネジメントの判断である。

#### 5.5.2 Management representative(管理責任者)



以下の用に下線部が追加された。  
「トップマネジメントは、組織の管理層の中から管理責任者を任命しなければならない」

組織内の人材が管理責任者を務めるのが規格の意図である。つまり、従来の a)及び b)で規定されているように、管理責任者に与えられている責任と権限を果たせる人であることが、この規格要求事項の本質である。

#### 6.2 Human resources(人的資源)

6.2.1「製品品質に影響がある仕事に従事する要員」から「製品要求事項への適合に影響がある仕事に従事する要員」に変更された。前者の表現では不明確であるとの議論があったためである(6.2.2でも同様)。直接ものを作る人たちだけではなく、間接的に「製品要求事項への適合」に影響する人たちも含むことを明確にした。

6.2.2 b)「必要な力量に到達する事ができるように教育・訓練を行うか、又は他の処置をとる」の文頭に「該当する場合」が追加された。更に、日本規格協会

による「該当する場合」の訳注として「必要な力量が不足している場合には」が追加されている。要求事項明確化のためと説明されている。

#### 6.4 Work environment(作業環境)

「作業環境」という用語の説明が、以下のように注記に追加されている。

「“作業環境”という用語は、物理的、環境的及びその他の要因を含む(例えば、騒音、気温、湿度、照明、又は天候)作業が行われる状態と関連している」とある。作業環境は製品要求事項への達成のために必要なものを要求しており、人への配慮(労働安全衛生)は意図していない。

#### 7.2.1 Determination of requirements related to the product(製品に関連する要求事項)

c)「製品に“related(関連する)”法令・規制要求事項」から「～”applicable(適用される)”～」に変更された。元来、1.1 適用範囲ではapplicable が使用されていたため、整合化された。

また、注記として「引渡し後の活動」に関する一般的な例が示された。例えば「保証に関する取決め、メンテナンスサービスのような契約義務、及びリサイクル又は最終廃棄のような補助的サービスのもとでの活動を含む」とある。

#### 7.3 Design and development(設計・開発)

7.3.1 サービス業等“レビュー”、“検証”、“妥当性確認”の区別が難しい組織への配慮として以下のような注記が追加された。

注記「設計・開発のレビュー、検証及び妥当性確認は異なった目的を持っている。それらは、製品及び組織に適するように、個々に又はどのような組み合わせでも、実施及び記録をすることができる。」

7.3.2 の最後のセンテンスにある“ These input ”が“ The inputs ”に変更された。設計インプットのレビュー対象は、「製品要求事項に関連する全てのインプット」である。a)～d)項は、「全てのインプット」の

中に含まれなければならない項目の一部であり、全てではないかもしれない。即ち、These input が a)～d)のインプットのみを指すという誤解を避けるための改定である。

7.3.3 に以下の注記が追加された。

注記「b)製造及びサービス提供に対して適切な情報を提供する」に対して、「製品の保存に関する詳細を含めることができる」とある。

これは、最終目的地まで製品の適合性を保存するために必要なパッケージの設計を含むか否かという議論に対する回答と、包装やパッケージはエンドユーザーに対する情報として重要な場合があるとして補足説明されたものである。

#### 7.5 Production and service provision(製品及びサービス提供)

7.5.1 f)で「リリース」が「製品のリリース」に変更された。「リリース」が製品実現の結果の「リリース」であること指し、プロセスのアウトプットまでは含んでいないことを明確化している。また、旧版(JIS Q9001:2000)の和訳で付加されていたリリースの注釈「次工程への引渡し」は、製品が対象であることが明確化されたことを受けて削除された。

7.5.2では、サービス組織に対するプロセスの妥当性確認の適用を明確にする為に、「アウトプットが、それ以降の監視又は測定で検証する事が不可能で、その結果、製品が使用され、又はサービスが提供された後でしか不具合が顕在化しない場合」には適用するとある。これまでと意味合いが変わったわけではなく、「その結果」という言葉でつないで強調している。

7.5.3 の第2段落に「製品実現の全過程において」が追加された。これは、第1段落に元来あった言葉であるが、一貫性向上のために第2段落にも追加が行われたものである。尚、第3段落「固有の識別」という単語が「一意の識別」に和訳が置き換わっているが、原文「unique identification」は変更されていない。「unique」という原語の意図を汲んだとQMS国内委員会は説明している。

7.5.4 の注記において、「顧客所有物には知的財産及び個人情報を含めることができる」とされ、個人情報も対象となり得ることが示された。



#### 7.6 Control of monitoring and measuring equipment(監視機器及び測定機器の管理)

「コンピューターソフトウェアの能力の確認」に関する要求事項が不明確であるとの議論により、以下の注記が追加された。

注記：「意図した用途を満たすコンピューターソフトウェアの能力の確認には、通常、その使用の適切性を維持するための検証及び構成管理 も含まれる。」

## 8.2 Monitoring and measurement(監視・測定)

8.2.1 顧客満足 で顧客がどのように受け止めているかについての情報の入手及び使用の方法が不明確との議論があり、一般的な例が注記として追加された。

注記：「顧客がどのように受け止めているかの監視には、顧客満足度調査、提供された製品の品質に関する顧客からのデータ、ユーザー意見調査、失注分析、顧客からの賛辞、補償請求、及びディーラー報告のような情報源から得たインプットを含めることができる。」

8.2.2 内部監査(1)「監査記録の維持」について、2000年版では記録の維持に関して「文書化された手順を確立すること」とされている点から、手順が確立されていればどんな記録でもいい、と悪質な解釈がされてしまう事を避けるために、「手順の確立」と「記録の保持」に関する要求事項が分離された。そして分離後、「監査及びその結果の記録は、維持しなければならない(4.2.4.参照)」という新たな段落が追加となった。

8.2.2 内部監査(2)内部監査で検出された事項の「処置」を明確化するために、「検出された不適合及びその原因を除去するために遅滞なく、必要な修正及び是正処置すべてがとられることを確実にしなければならない」とされた(下線部が「処置」からの置換)。

8.2.2 内部監査(3)「処置」が「修正及び是正処置」になったことと同時に、「any necessary(必要な全ての)」が追加されている。監査で発見された全ての指摘に再発防止を行わなければならない、という誤解をさけるためである。

8.2.3 プロセス監視・測定の「計画通りの結果が達成できない場合の処置」について「製品の適合性の保証のために」という部分が2000年版には存在するが、8.2.4(製品の監視及び測定)との関係について議論があった為、8.2.3はQMSのプロセスについての処置である事を明示するために当該部分が削除された。削除後の文書は「計画通りの結果が達成できない場合には、適切に修正及び是正処置がとられなければならない」となった。

8.2.3 プロセス監視で、QMSのプロセス全てについて、つづさに監視・測定する事は困難との議論があり、その「方式及び程度」について以下の注記が追加された。

注記：「適切な方法を決定するとき、組織は、製品要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの有効性への影響に応じて、個々のプロセスに対する適切な監視及び測定の方式及び程度を考慮することを推奨する。」

8.2.4 の製品監視測定で、「“合否判定基準への適合の証拠”は記録でなければならない」との誤解を避けるために、記録要求事項(リリース許可者の明記)と「合否判定基準への適合の証拠」が分けられた。但し、製造業、建設業では一般的に記録であることが多い。これは、特にサービス業への配慮と考えられており、官能試験(例えば、「シェフの味見」「調香師の香り判定」)等は、適合の証拠を記録に表す事は困難だが、リリース許可者(シェフ、調香師)の明記は可能である。

## 8.3 Control of nonconforming product(不適合製品の管理)

「該当する場合は次の一つ又はそれ以上の方法で、不適合製品を処理しなければならない」が追



加された。これは、a)～c)のいずれかの方法で処置しなければならないという誤解を防ぐために明確にしたものである。

a～c)項にd)項が追加された。追加されたd)項の内容は「引渡し後又は使用開始後に不適合製品が検出された場合には、組織はその不適合による影響又は起こりうる影響に対して適切な処置をとる」である。この部分は、元来JIS Q 9001：2000では第5段落に規定されていた。

不適合がサービス提供と同時に発生する為、顧客に影響を与える前に処置をとることが難しい事例（サービス産業などで頻発）に対応することを考慮したものである。

### 8.5 Improvement(改善)

8.5.2 f)及び8.5.3 e)が「とった是正処置(予防処置)の有効性のレビュー」と変更された。

これは、8.5.2c), d)及び8.5.3b), c)の処置のレビュ

ーだけではなく、8.5.2 是正処置のa)～e)及び8.5.3 予防処置のa)～d)各々の有効性をレビューすることを強調している。

### 3. 総括

意図の変更がないため、意図からはずれた運用をしていない限り、大きな影響はない。注記に例示されたものは、あくまでもサンプルであり、上記の「意図」を補足するものである。

一方で、追記された文面によって明確化されたため、これまで曖昧なまま放置されていたシステム(或いはプロセス)を見直す機会になり得るものもある。冒頭にも述べたが、ISO9001の認証を受けている組織がISO9001：2008(追補改正版)をどのように活用するかは組織で判断すれば良い事であり、新たな追加要求事項は今回特にない。

(文責：ISO審査本部 香葉村勉)

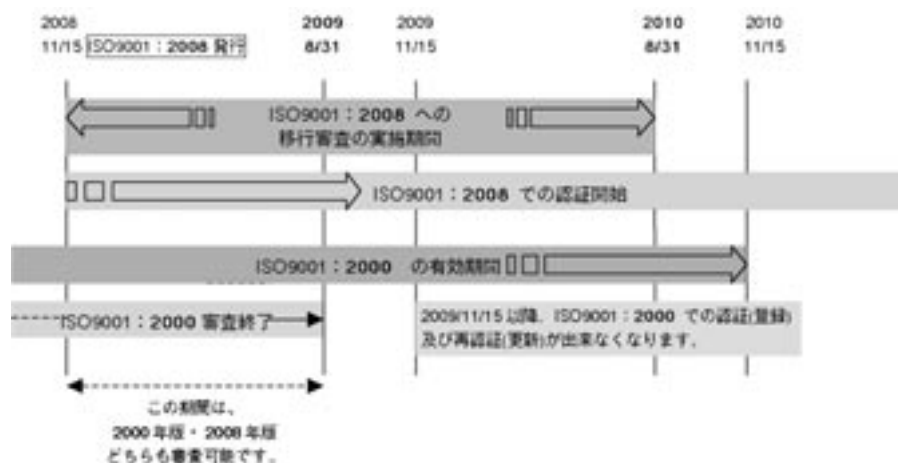
## JTCCMに於ける 2008年版への切り替えスケジュール

JTCCMにおける認証組織(登録組織)の2000年版から2008年版への切り替えスケジュールについては、以下のよう

に予定されています。2000年版での審査は、2009年8月31日まで受審可能です。2008年版への切り替え審査(移行審査)は、別途実施ではなく、更新審査、サーベイランスと同時に実施することで対応させていただく予定です。

切り替えの為の移行審査の受審は審査後の報告書作成、不適合処置等の期間を考慮し、2010年8月31日までとさせていただきます。

なお、更新審査については、再認証登録証の発行が2009年11月15日までとなっておりますので、審査は2009年8月31日までとさせていただきます。



連載

# たてものづくり 随想

最終回

## 最後は仕上について 考える

宇都宮大学 工学部建設学科 教授  
小西敏正



写真1 現在の足尾銅山製錬所

□ 廃墟とも見える工場ばかりではない。東京や、ニューヨークのような大都市についても同じ様なことがいえる。どこも巨大なビルが林立している。巨大なビルは最先端の構造技術や、カーテンウォールの取り付けディテールの技術や、膨大な設備技術の賜である。しかし、都市を眺める人達にとって、見えるものはその表面でしかない。時にはガラスや金属板だと分かる。また、時には他のビルや夕日が映り込んで美しく輝いていることだけが印象に残るかも知れない。多くの場合、それがそのままその都市の情景として受け入れられる。専門家でもない限り個々のたてものの構造や、またビルの内部のプランなど想像さえできない。それでいながら、それなりにその都市の景観を認識し評価を与えている。もっとも、夜景となるとそこまでいってよいものかと少し怪しくなる(写真2・写真3)

□ 前回紹介したグラーツやフィレンツェの街のオレンジ色の屋根瓦は街の印象を強く規定する。近づく、時代やメーカーによって微妙に形や色合い、表面の仕上が違うのだが、離れてみる限り分からない。エーゲ海に浮かぶサントリニ島の断崖の上の集落は真っ白に石灰が塗られてい

□ 「細工は流々仕上を御覧じろ」などという。最終回だから仕上について考えるのがよいかも知れない。たてものの何が大切かという、いろいろ意見がある。やはり構造が大切だとか、中の空間が大切だとか、機能、プランが全てだ、などいろいろである。どれも説明を聞くとそれなりになるほどと思う。しかし、意外と仕上こそ大切だとは誰もいわない。

□ 現在、栃木県の日光市では足尾銅山を世界遺産にしようとしている。足尾銅山は1988(昭和62)年に閉山になってからすでに20年が経過している。巨大な鉄骨の建家は波形石綿スレートで覆われていた。しかし、使われなくなってからの月日が長く、所々吹き飛ばされて穴があいている。中に雨露が入り、鉄骨は赤くさび、かつては最先端の製錬を行っていた無数の設備も赤くさび、映画エイリアンの舞台を思わせる。しかし、仕上はぼろぼろでも見るものの目を圧倒する迫力がある。仕上など問題ではない、本質は別の処にあるといい

たくなる。確かに内部に入ると長さ150メートルを超える工場の屋根を支えるトラスの重なりが壮観である。廃墟が美しいのは無駄なものが剥ぎ取られ一種の洗練がなされたからだという人もいる。見るものを感動させる芝居や映画の場面は、綺麗で清潔で新しい場所だけではない。時には貧民窟であったりごみ捨て場であったりする。それでもその映画が芸術作品であるのと同様に、赤さびた鉄骨に所々剥がれた波形スレートの外装も立派に観光の舞台になりそうである。この場合、鉄骨の赤さびや薄汚れたスレート板も実は、ペンキ同様立派な仕上であるともいえる。そしてやっぱり仕上の効果は捨てがたいということになる。

□ 足尾の製錬所を世界遺産として残せたとして、最盛期に戻すのか、閉山時に戻すのか、それとも現在を保つのか、どういう状態で保存するか難しい問題である。それぞれしかるべき理由がある。そしてそれぞれで仕上の意味も違ってくる(写真1)





写真2 サンフランシスコ



写真3 新宿の夜景

る。石膏像のように白一色に塗ること、様々なたてもものの形態の変化が際だってくる。形態は白に陰影を付け、白は形態を際立たせている。善し悪しは別にして、多くの観光客は、その中で営まれる生活や集落を白く塗る意味など興味なく、海に浮かぶ島の白く輝く集落を見て感動する。

見てくれが良くてもダメだ、うわべだけ良くてもダメだという。仕上がりに綺麗でも下地や構造がしっかりしていないと、使い良くなくては困るなどという評価がそれに当たる。しかし全く反対に、では何をつくりたいのと訊きたい。最後の使いにくくては困るというのは確かだが、使いよくても愛着が持てない、いるだけで陰気になるなどというのも困る。ましてや、建築工事は下地をつくるためでもなければ、構造をつくるためでもない。必要な空間とそれに合った仕上がりが要求され、それが、長年安全に使い続けられるように下地や構造があると考えられる。何れにしても仕上はつくりたい目的の限りなく近くにあるわけで構造や下地がつくりたいものではない。やはり仕上は大切であるといえる。

□ところで、この仕上について、その

材料も、それを使う技術も年々発展してきている。耐久性や、施工のし易さなど様々な面で改良がなされ素晴らしいことだと評価されている。明治以来、生活の入れ物である建築もどんどん変わってきた。しかしその速度が余りも速すぎる。極端ないい方をすれば、材料も技術もそれほど急激に発展しなくても良いのではないかと思う。暮らし方の工夫、住み方の工夫、社会と家族との関係の工夫など、ほとんど変わらないのに、入れ物ばかり変えてもしょうがない。更にいえば入れ物だけを急激に変え無理に生活を歪めるのは決してよいことではない。江戸時代の日本は狭い島国の中で文化的でサステナブルな生活を行ってきた。日本刀にしろ算盤にしろ漸近線に近づくように発展、高度化した基本は変わっていない。建築についても同様のことがいえる。その頃の日本は、横着したり、贅沢をしたり、威張ったりすることを蔑んだ。楽で、快適で、力を持つことにひっちゃ気になるころなことはないのだと知っていた。それでも、工芸品や、浮世絵など、芸術の分野では素晴らしいことをやっている。

□一方ヨーロッパの方はどうかというと、これも自分達の基盤は意外と

変えていない。変えずに、楽で、快適で、力を持った豊かな生活をするために外へ発展してきた。そのために科学技術を発展させてきた。外に向かって発展したがヨーロッパ自体は昔からの姿・習慣をしっかりと守っている。そしてこの発展は地球に負担を掛けてきた。

□今の時代、少しでも楽なもの、快適なものが好まれる。また、儲けるためにそういったものを競ってつくる。金儲けに至ってはその工夫が実に凄い。世界を狭くして滅茶苦茶なことをしている。そこへ行くと芸術の工夫は害がない。楽しくしてくれたり、心を和ませてくれる。建築における仕上の役割もそこにある。その仕上を助けるのが、材料、下地、更に安全のための構造の技術である。下地だけが突っ走るという話は余り聞かないが、材料や構造が突っ走ると、本来のあるべき姿とは別な方向に世界を変えてしまう。シックハウス症候群のような問題が起こるのも、超高層のマンションが盛んに建てられることも恐らくそういうことではないかと思う。話としてはどうも仕上がっていないけれどもこれにて [完]

# 音の基礎講座

## 床衝撃音遮断性能

第8回目では、外壁構造の遮音性能について掲載しました。今回は床衝撃音遮断性能について説明をしていきます。

### 床衝撃音

集合住宅などの上下階室の床を加振したときの下室に発生する音を床衝撃音といい、その内容や測定方法などは本誌VOL44.2008.6に掲載しています。床衝撃音には床を加振する衝撃力の特性と共に床構造の曲げ剛性、単位面積当りの質量、損失係数、表面仕上げ材の弾性など多くの要素が関係し、最終的には吸音力などの条件が関与して下室(受音室)内の音圧レベルが決定されます。このような床を加振したときの受音室における音圧レベルを床衝撃音レベルといいます。

#### (1)測定と評価

床衝撃音の測定には、実験室における測定と実際の建物における測定があり、その測定方法と評価方法がJISに規定されています(本誌VOL44.2008.6参照)。建築物の床衝撃音遮断性能を評価する場合には、床に加わる衝撃力の大きさ及び周波数特性の変化により2種類の標準衝撃源が必要となります。1978年のJIS改正までは標準軽量衝撃源しかありませんでしたが、住宅内で発生する床衝撃音には、比較的軽量で硬い衝撃源によって発生される音と同時に、子供の

飛び跳ねや走り回りなど比較的軽く柔らかい衝撃源による低周波数成分が卓越した音も深刻な問題になっていることが明らかとなりました。そこで、標準軽量衝撃源に加えて新たに標準重量衝撃源(衝撃力特性(1)(自動車タイヤ落下))による測定に関する規定が加えられることとなりました。この標準重量衝撃源を用いる方法は、衝撃力の面からみると標準的な鉄筋コンクリート造建築物などの測定には適していますが、木質系・鉄骨系などの軽量建築物などでは衝撃力が過大となることが多く、場合によっては床構造を破損する恐れもあるなどの問題がありました。そういった理由から比較的小さい衝撃力を有する標準重量衝撃源(衝撃力特性(2))としてゴムボール型の衝撃源が開発され、2000年のJIS改正(JIS A 1418-2:2000)に伴い、それを二番目の標準重量衝撃源として採用することになりました。標準衝撃源のJIS制定経緯を表1に示します。

また、床衝撃音レベルに関する建物、室用途別適用等級が表2に示すように、日本建築学会により定められています。なお、適用等級は本誌VOL44.2008.4に掲載した32ページの表2を参照して下さい。

#### (2)床衝撃音レベルの一般的傾向

一般に床衝撃音レベルは大きく分けて三つの要素に依存し、図1に示すような「衝撃源の特性」、「床構造の特性」、「下室(受音室)の特性」といった要素があります。また、床衝撃音レベルの一般的な変化の傾向を図2に示します。ここに示す標準コンクリートスラブ厚は120mm程度とありますが、現在では150~200mm程度のもが多く使用されています。床衝撃音レベルの基本的な低減対策としては、床構造そのものの曲げ剛性と単位面積当たりの質量を高め、有効質量を増し、衝撃力による床の振動をできるだけ小さく抑えなければなりません。そのため床構造の設計をする場合、各種構造の特徴や傾向を把握する必要があります。

表1 JIS A 1418の制定経緯と標準衝撃源

年	経緯
1974	建築物の床衝撃音遮断性能に関する規格として制定され、標準衝撃源としては標準軽量衝撃源(タッピングマシン)のみ。
1978	比較的軽く柔らかい衝撃源による音の問題が深刻化し、その床衝撃音遮断性能を測定・評価するために標準重量衝撃源(タイヤ)が追加され改正。
2000	標準軽量衝撃源による測定方法と標準重量衝撃源による測定方法を2つに分割し、それぞれ第1部(JIS A 1418-1)と第2部(JIS A 1418-2)として規定。 標準重量衝撃源は衝撃力特性(1)(タイヤ)に加え、比較的小さい衝撃力の衝撃力特性(2)(ボール)を追加。

表2 床衝撃音レベルに関する適用等級<sup>1)</sup>

建築物	室用途	部 位	衝撃源	適 用 等 級			
				特級	1級	2級	3級
集合住宅	居 室	隣戸間界床	軽量	L・45	L・50	L・55	L・60、 L・65*
			重量	L・40	L・45	L・55	L・60
ホテル	客 室	隣戸間界床	軽量	L・45	L・50	L・55	L・60
			重量	L・40	L・45	L・50	L・55
学 校	普通教室	隣戸間界床	軽量	L・50	L・55	L・60	L・65
			重量	L・50	L・55	L・60	L・65

\* 木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

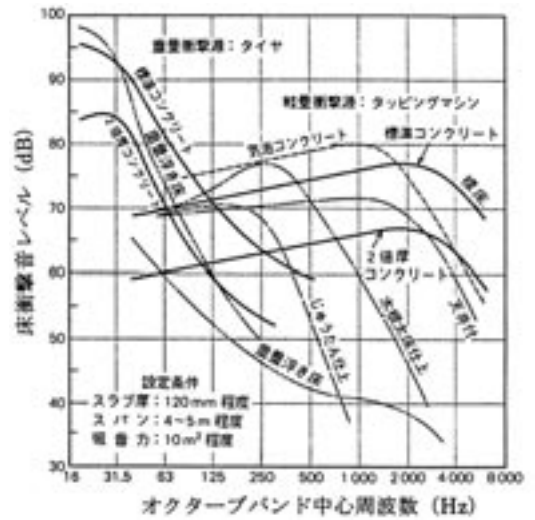


図2 床衝撃音レベルの一般的傾向<sup>3)</sup>



図1 床衝撃音レベルに関する要素<sup>3)</sup>

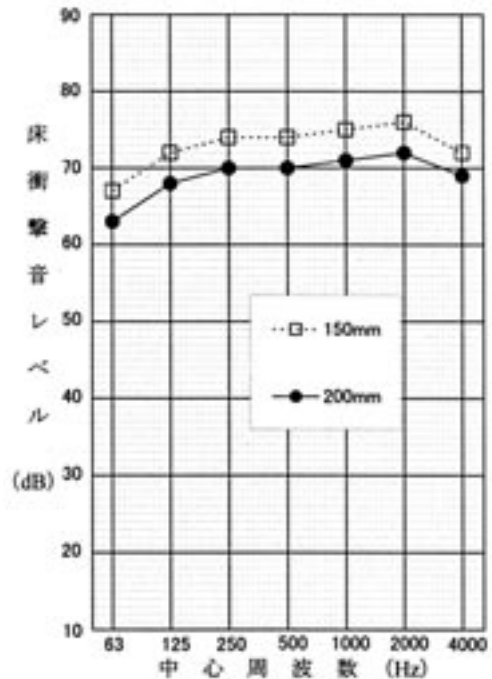


図3 普通コンクリートスラブの床衝撃音レベル(軽量)<sup>1)</sup>

### (3) コンクリート床スラブの遮音性能

コンクリート系床構造の床衝撃音遮断性能を検討する際の、基本となる普通コンクリートスラブ(素面)床衝撃音レベルは、衝撃源の衝撃力・衝撃特性および床スラブのヤング率・密度・内部損失・厚みなどの計算によって算出することもできますが、図3に日本建築学会により公表されている軽量床衝撃音レベルを示します。

一般的にスラブの厚さが厚いほど遮音性が高いといわれますが、躯体の構造によっても異なります。集合住宅の界

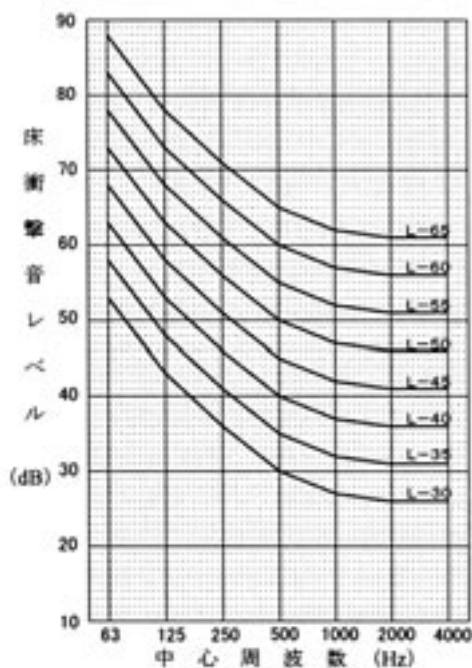


図4 床衝撃音レベル遮音等級

床は、重量衝撃源に対してスラブのみで遮音等級L-55(測定値が図4のL-55の基準曲線を下回るもの。ただし最大2dBまで上回ることを許容)が得られることが望ましいとされています。

#### (4)床仕上げ構造の仕様

フローリング・カーペット・乾式二重床などの床仕上げ構造に対しては、集合住宅に用いられる場合を中心にして、上階から下階へ伝わる床衝撃音を緩和させる効果が要求されます。

##### フローリング

木質部の基材には、溝加工によって柔軟化の加工が施されています。さらに緩衝材などを貼り付けた「直張りフローリング」は、現在最も多用されている床仕上げ構造の1つで、床スラブへ接着剤により直接貼り付けることができるといった施工性の良さがあります。ただし、床スラブに直接貼り付けるため、音の伝搬を抑制する工夫が必要となります。一般的な直張りフローリングの断面構成を図5に示します。木部(合板)の部分の裏面に厚さの3分の2に相当する溝が施されており合板部分の柔軟化に寄与しています。また、裏面には緩衝層(樹脂発泡体など)がついていて、その緩衝効果で軽量衝撃源に対する床衝撃音レベルが低下します。この低減効果は、床仕上げ材の弾性によって衝突時間

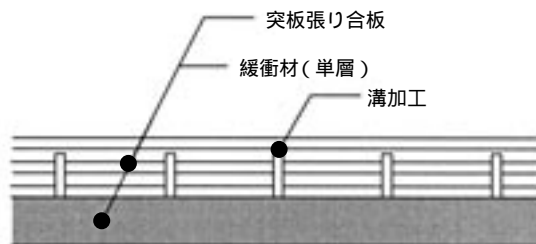


図5 直張りフローリングの一般的な断面構成

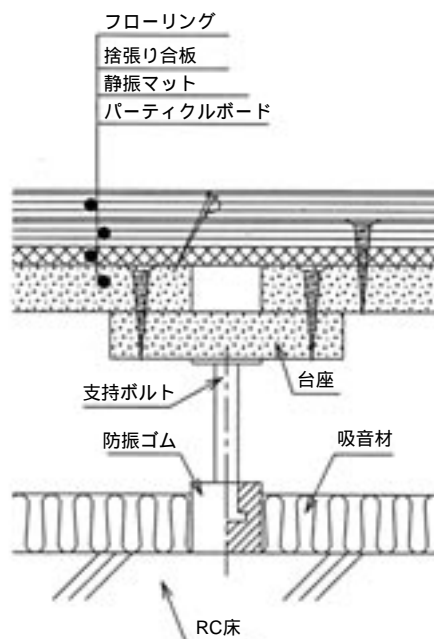


図6 乾式二重床の一般的な断面構成<sup>4)</sup>

が長くなり、衝撃力のピーク値が下がることによって得られます。

##### カーペット・敷物

床仕上げ材の1つとして、集合住宅の洋室などに多く用いられているカーペットや敷物があります。室内に部分敷きすることも多く、上下階の床衝撃音遮断性能が特に重要視される集合住宅での使用を想定すると、建物のコンクリート床スラブに直接設置されるのではなく、既存の直張りフローリング床の上に設置される場合が多いでしょう。

先ほども述べたように、ある程度厚いものであれば、その緩衝効果で軽量床衝撃音を低減させる効果があります。

##### 乾式二重床

鋼製または樹脂製の支持脚と防振ゴムで上部構造を浮かせ、床下に空気層を持つものを乾式二重床と呼び、一般的な断面構成は図6に示すようなものです。最もシンプルなものでは、支持脚上にパーティクルボードとフローリングが積層され、遮音性能を高めた仕様では、その中間層に下地

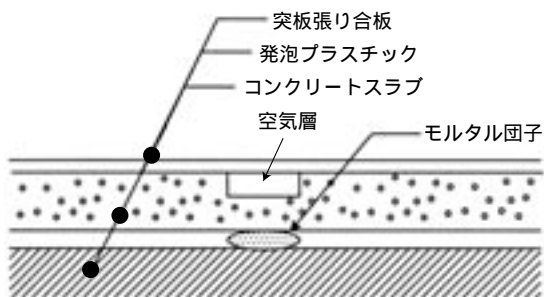


図7 発泡プラスチック系床下地の一般的な断面構成

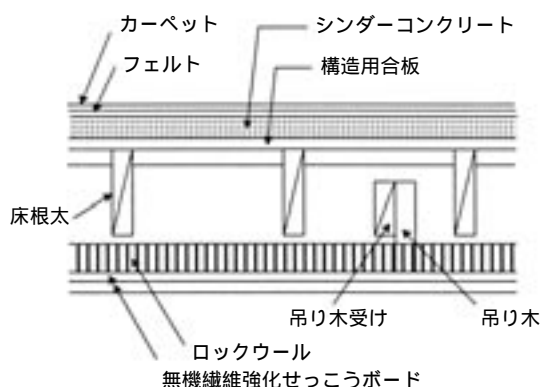


図8 木造床の遮音構造の一例

面材、制振マットが挿入されています。壁際納まりについては防振根太材を使用したものが多く、幅木についても、木質幅木でフローリングとの間に2mm程度の隙間を設けたものや、軟質ヒレ付き幅木を使用したものが多く使われています。

一般的な床高は100～200mm程度であり、ゴムの硬度、形状などによって軽量衝撃源の床衝撃音レベルは大きく変化します。しかし、重量衝撃の場合、上部面材に入力された衝撃力が位置変化及び時間遅れを伴ってスラブへ多点入力されるため、床仕上げ材の効果のみならず床躯体スラブの影響が測定結果に混入し、スラブ素面の遮音等級より1～2ランク悪くなる場合もあります。乾式二重床は使用する材料の種類が多いことから、音響性能を決定する要因が数多くあります。そのため様々な対策が施されており、それに伴い各部材に多様化の傾向がみられます。

#### 発泡プラスチック床下地

スラブ上にモルタルだんごを接着し、その上に発泡プラスチックの下地ユニットを並べ、捨張り合板とフローリングを針打ちしたものです。一般的な断面構成を図7に示します。床の厚さは90～140mm程度、150mmスラブに施工したときの遮音等級はL-65前後で、従来型の直張りフローリングと同程度となります。

#### (5)木質系床構造の遮音性能

木質系床構造の場合、建築構造体自身が低剛性、低質量であるため、特に重量床衝撃音に対する遮断性能が低く、問題となりやすい傾向にあります。木造床の遮音構造の一例を図8に示します。

木質系床構造の重量床衝撃音遮断性能の向上の基本は、

床断面構造の「曲げ剛性の増加」及び「質量増加」です。しかし、先ほども低質量と述べたとおり、部材が「木」であることから質量の増大は望めません。そこで下室に遮音上有効な独立型の天井を付加し、床構造と振動的に分離し、天井を遮音層として利用することができます。この場合、天井裏の空気によるばねと天井材の質量による共振周波数ができる限り低下させるために、空気層をできる限り広くとることが効果を上げるために必要です。

軽量床衝撃音遮断性能も基本的には重量床衝撃音の場合と同様、性能の向上は床構造の曲げ剛性と質量の増加が基本となりますが、軽量床衝撃源は軽くて硬い衝撃源であるため、床の表面仕上げ材による緩衝効果が大きく作用し、性能の向上が実現できます。

なお、「木造床構造上に施工される床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量を実験室で測定する方法」が、ISO140-11に規定されています。

#### 【参考文献】

- 1) 日本建築学会：建築物の遮音性能基準と設計指針（1997 技報堂出版）
- 2) 木村翔：建築音響と騒音防止計画（1995 彰国社）
- 3) 日本建築学会：建築設計資料集成1 環境（1978 丸善株式会社）
- 4) 日本音響材料協会：音響技術、pp.14-20（2007.12）
- 5) JIS A 1418-2:2000：建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法 - 第2部：標準重量衝撃音による方法

#### \* 執筆者

緑川 信（みどりかわ・しん）

（財）建材試験センター 中央試験所  
品質性能部 環境グループ



新連載

# 古い住宅に学ぶ

<第1回>

ぶあいそう  
武相荘（旧白洲次郎・正子邸）  
築150年

背景写真 三溪園

現在、日本の新築住宅の平均寿命は約30年といわれています。しかし、このサイクルでは建て替えに大きなコストを必要とし、建て主の生活には大きな負担となります。また、最近では地球環境保全の必要性も高まっていることなどから、政府は住宅の寿命を欧米並みに延ばす超長期住宅実現のための施策を進めています。

一方、日本には建築後100年、200年を経た住宅が今も数多く残っており、その良さが理解され、古い住宅の維持・保全が注目されつつあります。それらの住宅がなぜ今日まで維持され、使われてきたのか？本連載では4回にわたって築後100年以上の住宅を紹介し、住み手の視点からその秘訣を探っていききたいと思います。

小田急小田原線の鶴川駅からなだらかに上る道路沿いの歩道を10数分歩いて脇道に入ると、樹木の生い茂る下に長屋門があらわれる。そして門から入ってすぐの古い柿の木の奥に、茅葺寄せ棟屋根と漆喰の白壁がきれいな民家を眺めることができる。

ここ「武相荘」は、白洲次郎・正子が1940（昭和14）年に養蚕農家から買い取ってから息を引き取る1998（平成10）年までの58年間を過ごした家である。購入時にはすでに築後70～80年程度は経過しており、当初は相当なあばら

屋だったようだ。2人は昭和10年代に小田原、熱海などで適当な物件を探していたが、ここは知人の紹介でやっと見つけることができた農家だった。正子は購入当時の建物の状態と心境をこう記している。

『家の中はあれ放題だった。茅葺屋根は雨漏りがしていたし、床も腐って踏み抜くというあんばいである』しかし、『さすがに骨組みだけはしっかりしており、大黒柱や梁など見事なもので、それだけで私たちは満足した』（白洲正子自伝）

この民家は1998（平成10）年に正子が亡くなった後2年ほど住人が居なかったが、2001（平成14）年に武相荘（旧白洲次郎・正子邸）として一般に公開するようになった。現在は町田市の指定史跡になっている。

## 民家を手に入れる

1940年代、多摩川を越えた東京郊外の鶴川は、多摩丘陵の懷に抱かれ自然に恵まれた農村地帯であった。1943（昭和18年）には東京が空襲にあい、いち早く欧米の状況を察知していた白洲次郎・正子は、戦時中の東京の息苦しい雰囲気から逃れることもあり、この鶴川に移り住んだ。ここでは7軒の集落の一員として農村での共同生活にも加わり、初めて経験する農業や不便な田舎生活を大いに楽しんで暮らしたようだ。

二人は譲り受けた農家のあばら屋を生涯にわたって少しずつ、自らの好みと美意識に合わせて住みやすく、使い勝手が良いように改造を加え、増築を重ねていった。後に白洲は家庭環境や生活スタイルの変化に応じて住まい方も変えていく必然性を述べている。

1970年頃に書いたエッセイでは『30年かけて少しずつ直し、今もまだ直し続けている。もともと住居はそうしたもののなので、これでいい、と満足するときはない。綿密な計画を立てて設計してみた所で、住んでみれば何かと不自由なことが出てくる。さりとてあまり便利に、ぬけ目なく作りすぎても、人間が建築に左右されることになり、生まれつきだらしのない私はそういう窮屈な生活が嫌いなのである。俗にいわれるように、田の字に作ってある農家はその点都合がいい。いくらでも自由がきくし、いじくり廻せる。ひと口にえば、自然の野山のように、無駄が多いのである。』と農家住宅の利点を挙げている。

同時に『子供達も大人になり、それぞれ家庭を持ったので、今では週末に来て、泊まる部屋になっている。あく



母屋



母屋側面

までもそれは今この瞬間のことで、明日はまたどうなるかわからない。そういうものが家であり、人間であり、人間の生活であるからだが、原始的な農家は私の気ままな暮らしを許してくれる。』とも記している。

#### <もとの間取り>

この民家は江戸末期から明治初期頃に建てられたと推定されており、武蔵野の典型的な田の字形の農家スタイルである。

もとの間取りは、大きな土間とこれに続く居間があり、居間には囲炉裏が配されていた。その奥には畳敷きで床の間のある客間、北側に「奥」と呼ばれる寝室、納戸があ

った。当時の土間には農耕に使われる馬が飼われ、炊事用のかまどがあり、屋根裏では養蚕が営まれていた。土間から囲炉裏のある居間を眺めると黒光りする1尺1寸(32cm)角の大黒柱と、一間すぐ隣に8寸(25cm)角の柱の存在の大きさに気がつく。

この土地は丘陵斜面の途中を削り取り、地盤をしっかりと突き固めて水平を保つように造られている。また、建物周辺の地盤が湿潤になるのを防ぐため、竹林の先の斜面下には雨水や生活水が流れ込む暗渠がある。



元の間取り図

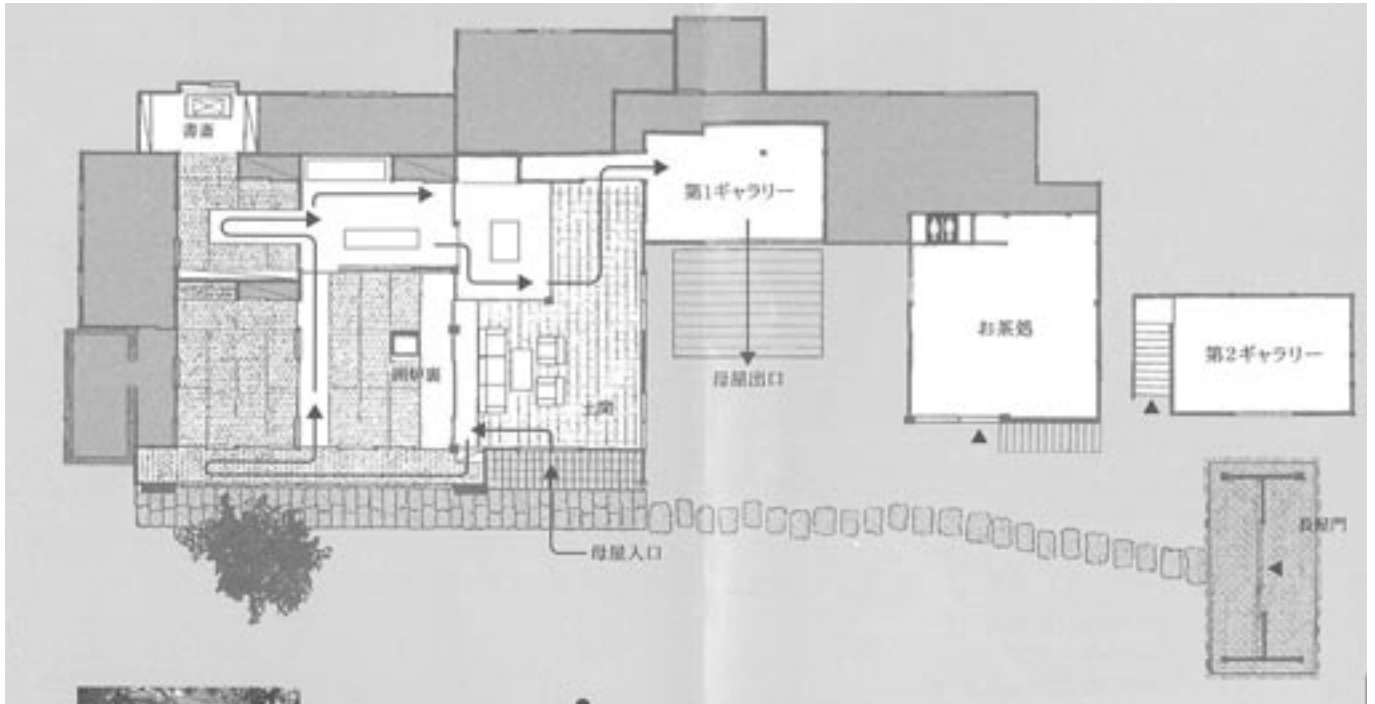
#### <民家の改造>

白洲が購入した当時の写真を見ると以前の住民もかなり改造をしていたようだが、白洲は更に大幅な手を加えている。

炊事用のかまどが置かれ、作業場でもある土間は大きく造り変えてある。居住環境を快適にするため、土間はタイルを貼り温水を循環させた床暖房とし、この上に絨毯を敷いた。屋根まで吹き抜けであった空間はすのこ天井にして空調機を埋め込み、快適に過ごせるように改造している。東側の壁にはアルミサッシを取り付けて外光が入るようにし、煙で燻され黒光りした柱、これに色を



玄関



建物配置図(現在)

合わせた天井と灰色の壁で囲まれた薄暗い空間を明るく見せている。南側は玄関をしつらえ、板の引き戸はガラス戸とした。訪問した当日は、玄関口の脇に花木を生けた大きな焼き物の器が置かれていた。

土間に続く居間の囲炉裏は1/4程度に縮小して造り換え、床面を広くした。ここにははた織機をおいてさまざまな布を織ったり、野趣味な料理を暖め食事を楽しんでいたようだ。

建物南側の縁側は、現在は廊下になっており、大きなガラスをはめ込んだ木製窓から庭の椿などの樹木、竹林、工夫して並べられた敷石を家の奥からも眺められるようにしている。ここからの採光も室内を明るくしている。

奥の客間の床の間は、元は西向きだったようだが、現在は北向きとなっている。納戸を増築したようだが、通常、床の間を建物の中央にもってくることはないので移動したと考えられる。

北側の寝室には書斎を張り出して掘り炬燵にし、書き物や読書がし易いように本棚もつくり付けた。この書斎の窓からは丘陵斜面の樹木を眺めることができる。北側はさらに増築し、トイレや風呂、台所が設置された。また、西側には着物等を置く納戸を増築した。

屋根は今から約30年前に茅を葺き替えた。その後、2年前の2006年には1,500万円を費やし専門業者が2ヶ月かけて



長屋門

茅を全て葺き直している。

#### <外構の増築>

長屋門は東京の知人の家にあった解体・廃棄する予定のものを譲り受けて移築したようである。門の脇には木白を利用した郵便受けがあり、おもしろい。

現在のギャラリーやお茶処の建物は敷地内にあった小屋を移築したり、古い木材を利用したもので、以前は農作業用具置き場や作業所として利用していたらしい。柱を継ぎ足したり、寸法が不揃いであったり、補修した跡が随所に見られ、これらが何ともいえない建物の『味』を醸し出している。



白洲次郎と正子は、農村の生活と自然の風情を大いに楽しんで過ごしていたそうだ。主屋から庭に出ると西側が小高い丘になっており、これに続く小道の入り口には、正子が京都の古物店で見つけ購入した石柱が置かれており「鈴鹿峠」と刻まれている。庭は多摩丘陵の雑木林を生かして竹、柿、桜、梅、椿などの樹木のほか、たくさんの笹が茂り、数多くの草花が植えられ、今も日本の原風景たる景観を残している。

館長の牧山圭男氏にインタビューをしました。

Q：長屋門がありますが、元は庄屋だったのでしょうか。  
 牧山氏：そうではありません。30年ほど前に、東京に住んでいた実業家が『壊して捨ててしまうが、欲しい人はいるか』というところに次郎が手を挙げて、移築したものです。もとは養蚕農家でした。

Q：土台は補修したのでしょうか。  
 牧山氏：最初に建てた時のままで、特に基礎を持ち上げるなどの補修はしていません。

Q：茅はたき火して燻していたのでしょうか。  
 牧山氏：茅は20年ほど前に一度葺き替えましたが、その後全面的に葺き替えました。茅が持つかどうか、燻蒸したかどうかは問題ではなく、落ち葉が屋根にたまって雨水が流れにくくなって腐食したためです。落ち葉をきちんと落とせば30年持つ、と屋根職人はしていました。



武相荘の館長  
 牧山圭男氏（長屋門の脇にて）

Q：白洲次郎・正子が昭和10年代に東京郊外の農村の民家を購入したのはなぜでしょうか。

牧山氏：正子は祖父が持っていた御殿場の大自然のなかの別荘で幼児期を過ごした原記憶を持っていました。一方、次郎は英国に留学していたこともあり、貴族趣味としていわゆる「シティーハウス」にあこがれていたようです。

Q：民家を記念館として公開したのはなぜですか。  
 牧山氏：親が住んだ家を残すというよりは、兄弟との財産分けで日本の原風景が失われるのは惜しかったのと、茅葺き屋根の民家や自然を残すことで皆さんに喜ばれれば、と考えたためです。

（文責：編集委員会事務局）

## 豆知識



### 白洲次郎・正子

白洲次郎は終戦後の憲法制定に当たって、吉田茂に請われ連合軍総司令部GHQとの交渉にあたった。その後、貿易庁長官として通商産業省の基盤をつくり、また東北電力会長として電力再編に努めるなど、戦後日本の復興に活躍した。

白洲正子は、幼時より能に親しみ、14歳で女性として初めて能舞台に立った。古典文学への造詣があり、民芸・骨董に深い審美眼を持ち、随筆家として多くの文章を残している。

### 「武相荘」の由来

白洲次郎がたてものが武蔵国と相模国の境にあること、主人が無愛想であることに掛けて付けた。

### 茅葺き

茅は元来はカヤ(上屋)の意で、屋根を葺く草の総称、イネ科植物の葦(ヨシ)、ススキ、麦わら、稻わら等が含まれる。耐用年数は20年～30年ともいわれている。

欧州では、茅葺き屋根の利用が環境問題に敏感なポスト団塊世代を中心に広がっている。屋根に火が付いても室内への延焼や火の粉を飛び散りにくくした技術の開発により燃えやすい弱点を克服して、英国では火災保険料が下がり茅葺き団地も増えている。

たてもの建材探偵団

## ルーマニアの 三世代住宅



今回は、ルーマニアの三世代住宅及びドイツのエコロジーハウスを紹介します。

### 1. 三世代住宅(セルフビルド：ルーマニア)

ルーマニア郊外の戸建住宅(木造軸組工法)は、三世代かけて造るセルフビルドが一般的である。

セルフビルドとは、孫の結婚が決まると、ほとんどの場合、祖父がお金をだして三世帯が住めるように、3階建木造住宅の構造部分(縦の木：ルーマニアでは、聖なる木とされている)と屋根、外装(板材にペンキ仕上げ)をしたものを建てる(内装はしない状態)。破風などに手の込んだものを作る場合は職人を利用する場合もある。

さらに、結婚式までに、1階部分に孫夫婦(一代目)が住めるように家族みんなで内装工事をする。その後、孫夫婦の子供(二代目)が結婚すると1階部分をゆずり、2階の内装工事を行い2階へ移り住む。三代目が結婚すると、それぞれ二代目が2階へ、一代目が内装工事をして3階へ移り住む方式で三世代住宅が完了する。

内装仕上げについては、シンプルな塗装仕上げが主流であり、ドア関係も木製ドア(塗装仕上げ)であるが、家具や調度品は手が込んだものを長期間使用している。耐久性を維持するため、外部の手入れは、毎年イースターの前に家族でペンキ塗りをしている。三世代住宅を家族皆で造り維持することから、家族関係が非常に良好とのことである。

なお、住宅の耐久性は90年以上とのことである。

### 2. 環境配慮住宅(エコロジーハウス：ドイツ、ミュンヘン)

バイエルンがフランスとの戦い(1871年)に勝利し



ドイツエコロジーハウス

たときの戦利金で労働者住宅(共同住宅)を建設した。築後100年以上の建物が、エコロジーハウスとして改修された。

\* ドイツでは、住宅の耐用年数は一般的に150年もつものとして設計、施工されている。

当初、建て替えることにより、新しい住宅で高い家賃を取ることを考えていたが、元の住民が住めるように市が助成金を出し、低所得者が住み続けられるようにした。ここでのエコとは、“水と太陽熱を使う”が基本である。

<水>

風呂およびキッチンの使用済の水を再度トイレの水洗用として再利用する。

<太陽熱>

太陽熱をパッシブおよびアクティブに利用する。

ベランダにガラス枠を取付け、熱をため約50まで上昇したものを横の部屋に通し部屋を暖める。約50%のエネルギーの節約になる(ガラス枠設置なしとの比較測定による)。

・部屋の窓を全戸南向きに。

南側を共有スペースとして、中庭を設け、太陽熱が入り易いようにした。

・ベランダ一面に“つた”を這わせ、夏場の日射遮蔽と緑を確保。

・屋根に真空コレクターの設置。

<その他：生ごみの再利用>

共同のコンポストに生ごみを堆肥になるまで蓄え、中庭の植木などに与える(住民が当番制で管理する)

・中庭の共有化

(文責：調査研究開発課 片山 正)

## ニュース・お知らせ

(((((.....))))))

### 「ISO9001：2008追補改訂版」に伴う審査のお知らせ

ISO審査本部

ISO 9001は、昨年（2008年）11月に追補改訂版が発行されました（詳細は本誌“規格基準紹介”欄P25に掲載）。このため、2008年版への移行に伴う当センターの審査をつぎのとおりとしましたのでお知らせします。

#### 2000年版審査について

2000年版での審査の受審は、2009年8月31日まで可能です。（有効期限は2010年11月14日まで）  
 なお、更新審査の場合、再認証登録証の発行が2009年11月15日までとなっているため、審査の実施は同じく2009年8月31日までとします。

2000年版での新規申請受付は、2009年8月31日までに第2段階審査（実地審査）を実施することを条件とします。それ以降は全て2008年版での受付となります。

#### 2008年版審査について

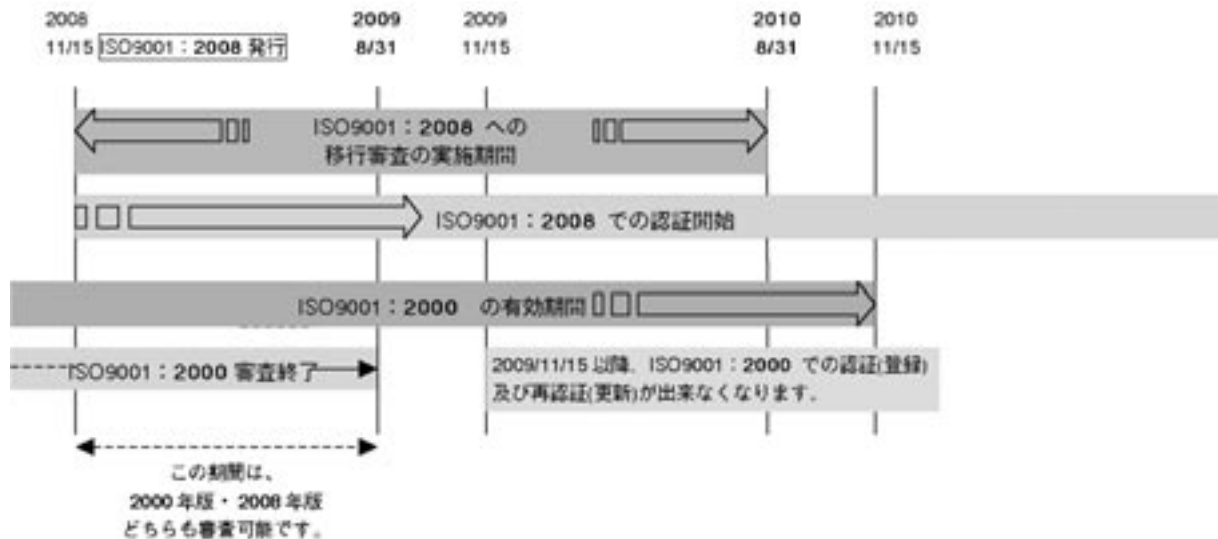
2008年版への移行審査は別途実施ではなく、更新審査、サーベイランスと同時に実施することができます。

2008年版への移行期限は2010年11月15日までの2年間とされており、これまでに判定委員会をクリアする必要があります。そのため移行審査の受審は、審査後の報告書作成、不適合処置等の期間を考慮し2010年8月31日までとします。

審査工数は、原則として通常の更新審査、サーベイランスの工数で実施します。

2008年版切り替えに伴う追加料金等は一切発生しません。

#### JTCCMにおける2008年版への切り替えスケジュール



## 新JISマーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証部では、平成20年12月1日に下記企業29件について新JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

<http://www.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証番号	認証取得日	認証に係る工場又は事業場の名称 及び所在地	規格番号	規格名称及び認証の区分
TC0108074	2008/12/1	YKK AP(株) 北海道工場	R3209	複層ガラス
TC0108075	2008/12/1	(株)イワクラ ホモゲン加工工場	A6519	体育館用鋼製床下地構成材
TC0208108	2008/12/1	YKK AP(株) 宮城工場	R3209	複層ガラス
TC0308269	2008/12/1	(株)セブツケミカル 埼玉事業所	A6021	建築用塗膜防水材
TC0308270	2008/12/1	(株)ヨシカワ	A6517	建築用鋼製下地材(壁・天井)
TC0308271	2008/12/1	(株)北関東三協サッシ	A4706	サッシ
TC0308272	2008/12/1	光陽亜鉛鍍金(株) 松戸工場	H8641	溶融亜鉛めっき
TC0308273	2008/12/1	YKK AP(株) 群馬ガラス工場	R3209	複層ガラス
TC0308274	2008/12/1	YKK AP(株) 千葉工場	R3209	複層ガラス
TC0308275	2008/12/1	YKK AP(株) 新潟工場	R3209	複層ガラス
TC0308276	2008/12/1	八千代建工(株)	A6517	建築用鋼製下地材(壁・天井)
TC0308277	2008/12/1	三和コンクリート工業(株) 八千代工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0308278	2008/12/1	(有)鶴岡豊工業	A5901 A5914	稲わら畳床及び稲わらサンドイッチ畳床 建材畳床
TC0308279	2008/12/1	(有)山崎産業	A5914	建材畳床
TC0308280	2008/12/1	共和ハーモテック(株) 新潟工場	G3552	ひし形金網
TC0308281	2008/12/1	昭永ケミカル(株) 千葉工場及び半田工場	A5536	床仕上げ材用接着剤
TC0308282	2008/12/1	(株)タソノ化学 千葉工場	A6008	合成高分子系ルーフィングシート
TC0408097	2008/12/1	真野ガラス(株) 本社工場	R3205	合わせガラス
TC0408098	2008/12/1	(株)ピーエス三菱 七尾工場	A5373	プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0408099	2008/12/1	YKK AP(株) 三重工場	R3209	複層ガラス
TC0408100	2008/12/1	陶栄(株)	A5209	陶磁器質タイル
TC0608095	2008/12/1	松本煉瓦(株)	R1250	普通れんが
TC0808125	2008/12/1	(有)笠木生工	A5308	レディーミストコンクリート
TC0808126	2008/12/1	(株)稲田工業 二見工場	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品
TC0808127	2008/12/1	浜新硝子(株) 佐賀工場	R3206	強化ガラス
TC0908025	2008/12/1	(株)仲宗根アルミ 八重山工場	A4702	ドアセット
TC0908026	2008/12/1	(株)仲宗根アルミ 宮古工場	A4702	ドアセット
TCCN08020	2008/12/1	青島金晶股份有限公司	R3205	合わせガラス
TCCN08021	2008/12/1	青島金晶股份有限公司	R3206	強化ガラス

## ISO 9001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(4件)の品質マネジメントシステムをISO9001(JIS Q 9001)に基づく審査の結果、適合と認め平成20年12月5日付で登録しました。これで、累計登録件数は2118件になりました。

登録事業者(平成20年12月5日)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RQ2115	2008/12/5	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2011/12/4	古河機械金属(株) 添田工場	福岡県田川郡添田町大字中元寺884-61	木材・プラスチック再生複合材の設計・開発及び製造(“7.5.4 顧客の所有物”を除く)
RQ2116	2008/12/5	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2011/12/4	(株)東西	徳島県阿南市向原町下ノ浜97-2 <関連事業所> 本社	建築物、機械設備等の塗装工事及び下地補修工事に係る施工(“7.3 設計・開発”を除く)
RQ2117	2008/12/5	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2011/12/4	エポータック(株) 札幌工場	北海道石狩市新港西1-719-12	建築、土木及び仮設資材用金属製品(ブレース、アンカーボルト、鉄骨用部材、セパレーター、シャックル、吊筋)の製造(“7.3 設計・開発”を除く)
RQ2118	1998/8/10	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2010/8/9	(株)鶴弥	愛知県半田市市の崎町2-12	粘土瓦の設計及び製造

他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なります。

## ISO 14001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(2件)の環境マネジメントシステムをISO14001(JIS Q 14001)に基づく審査の結果、適合と認め平成20年12月20日付で登録しました。これで、累計登録件数は575件になりました。

登録事業者(平成20年12月20日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RE0574	2008/12/20	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2011/12/19	(株)東コンサルタント 本社	福島県いわき市平字正内町101	(株)東コンサルタント 本社における「建設コンサルタント業務、測量業務」に係る全ての活動
RE0575	1999/11/25	ISO 14001:2004 / JIS Q 14001:2004	2010/8/9	(株)鶴弥	愛知県半田市市の崎町2-12	(株)鶴弥における「粘土瓦の設計及び製造並びに屋根工事」に係る全ての活動

他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なります。

## OHSAS18001 登録事業者

ISO審査本部では、下記企業(2件)の労働安全衛生マネジメントシステムをOHSAS 18001:2007に基づく審査の結果、適合と認め平成20年12月20日付で登録しました。これで、累計登録件数は30件になりました。

登録事業者(平成20年12月20日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RS0029	2008/12/20	OHSAS 18001:2007	2011/12/19	山陽機工(株)	山口県山陽小野田市北竜王町18-12	山陽機工(株)及びその管理下にある作業所群における「建築物及び土木構造物の施工」に係る全ての活動
RS0030	2008/12/20	OHSAS 18001:2007	2011/12/19	山口道路興業(株)	山口県防府市大字高井331-1	山口道路興業(株)及びその管理下にある作業所群における「法面工事に係る施工」、「区画線、防護柵、標識等の道路施設の施工」に係る全ての活動

# あとがき

# 建材試験情報

2  
2009 VOL.45

建材試験情報 2月号  
平成21年2月1日発行

発行所 財団法人建材試験センター  
〒103-0025  
東京都中央区日本橋茅場町2-9-8  
友泉茅場町ビル  
<http://www.jtccm.or.jp>

発行者 長田直俊  
編集 建材試験情報編集委員会  
事務局 電話(048)920-3813

制作協力 株式会社工文社  
発売元 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3  
柴田ビル5F 〒101-0026  
電話(03)8866-3504(代)  
FAX(03)8866-3858  
<http://www.ko-bunsha.com/>

定価 450円(送料・消費税別)  
年間購読料 5,400円(送料共・消費税別)

## 建材試験情報編集委員会

### 委員長

田中享二(東京工業大学教授)

### 委員

町田 清(建材試験センター・企画課長)  
山崎麻里子(同・中央試験所管理課長代理)  
鈴木良春(同・製品認証部管理課長代理)  
鈴木敏夫(同・材料グループ専門職)  
青鹿 広(同・中央試験所管理課長心得)  
香葉村勉(同・ISO審査本部開発部係長)  
南 知宏(同・環境グループ専門職)  
鈴木秀治(同・船橋試験室技術主任)  
佐竹 円(同・調査研究開発課)  
福田俊之(同・性能評定課)

### 事務局

田口奈穂子(同・企画課技術主任)  
高野美智子(同・企画課)

禁無断転載

ご購入ご希望の方は、上記工文社  
までお問い合わせ下さい。

八重洲ブックセンター、丸善、ジュンク  
堂書店の各店舗でも販売しております。

仕事帰りが遅くなり、終電が無くなってしまったのでインターネットカフェにお世話になる機会がありました。

私が利用したお店は、1フロア全体でインターネットを利用するための個室や、漫画や雑誌などが読めるスペース、さまざまなドリンクが飲めるコーナー、シャワー等が用意されている所でした。それだけなら一見普通のお店と変わらないのですが、店内を見学してみたらいろいろ変わったものを見つけてしまいました。中でもビックリしたのが個室と雑誌類がとても充実している事でした。インターネットを利用するための個室の他に、ビジネス用と銘打って、会社の事務所のような机を置いてある個室が用意されており、そこで実際に仕事をしているサラリーマン風の方もいました。さすがに、私はそこまでの気にはなれませんでした。また、雑誌にはビジネス誌なども置いてあり、さながら図書館のようでした。

個室型店舗は、あいつぐ火災事故を背景に消防法施行令が改正され、もっとも厳しい基準の防火対策が必要になりました。いくら見た目には充実した店舗でも、まずは防火対策がきちんとされているかを確認し、利用する事が必要でしょう。

それにしてもまだまだ寒さが厳しいおり、お互いに火の用心を。

(鈴木秀)

## 編集たより

13世紀末に「東方見聞録」でマルコポーロが述べたように、日本人のきれい好き、清潔好きは今でもよく知られています。特に住宅の水回り関係の設備は「汚れにくい」「汚れても目立たない」「掃除しやすい」の三拍子が揃わないと買ってもらえない時代。その条件をそろえるため次々とアイデア商品を開発するメーカーには頭が下がる思いです。そしてついに、清掃が難しい部分の一つといわれる外壁にもその流れが迫っています。一般の戸建て住宅では10年、20年といったリフォーム時に外壁の清掃や張り替えを行う方が多いと思いますが、いずれ20年、30年もお掃除いらず、といった外壁が開発されるでしょう。すると現在の一般住宅平均寿命といわれる30年間まるまる外壁を放っておいても平気なわけで、一度買ったら壊すまでそのまんま。様々な意味で、我々日本人はますます楽な環境に慣らされていくのかもしれませんが。

さて、今月号は「外壁汚れ防止技術の動向」と題し、戸田建設の三浦様よりご執筆いただきました。近年話題の光触媒技術や機能建材などが紹介されています。

(田口)

好評発売中!!

2009年版

通巻第30号

# 建築仕上り年鑑

## 巻頭企画

### ますます高まる遮熱・断熱性塗材への期待

ヒートアイランド抑制・省エネ・防水層保護…

夏場の都市部における温度上昇「ヒートアイランド現象」対策や、工場・体育館などでの日射による建物内温度上昇を抑制する材料として注目を集めてきた「遮熱・断熱性塗材」。新たな設備の設置などがいらず、塗るだけで温度抑制効果が得られるため、施工性やコスト面のメリットも大きく、行政や地方自治体をはじめ各方面から注目を集めています。また塗布することにより、コンクリートや防水材などの熱による劣化も防ぎ、耐久性が向上する効果があるなど、別の可能性も見いだされており、遮熱・断熱性塗材への期待はますます高まっています。

巻頭企画では、そうした遮熱・断熱性塗材について、背景の解説やユーザーの意見を交えながら、各社上市製品を紹介します。



本誌ならではの

特

別

企

画

#### ★全国優良経営仕上工事専門業者440社経営健全度ランキング

仕上および防水工事に携わる専門工事業者のうち、インターネット上で経営事項審査結果通知(経審)を公表している企業の中から、重要と思われる各指標により総合得点を出し、ランキング表を作成した。

#### ★平成20年 建築仕上関連上場企業11社の業績と動向

建築仕上関連企業11社の最新年度(平成19年度)の①概要、②主要な経営指標等の推移、③経営上の重要な契約等、④研究開発動向の4項目を有価証券報告書総覧から抜粋。

#### ★2008年 新製品・話題製品フラッシュ

2007年末から2008年に話題を集めた新製品など約50点を一挙掲載。

### ◇ 2009年版 建築仕上り年鑑の構成

1. 建設動向 平成19年度建築着工/主要建材統計/補修・改修(リフォーム)関連統計
2. 材料製造業界の動向 建築用仕上塗材/塗料/塗り床材/下地調整材・モルタル混和材/石膏ボード/浸透性吸水防止材/既調合軽量セメントモルタル
3. 施工業界の動向 塗装工事/左官工事/床工事/補修・改修工事
4. 団体・企業要覧 企業約750社、160団体の概要
5. 製品一覧 ①内外装塗材料(建築用仕上塗材/下地調整材・モルタル混和材/浸透性吸水防止材)②床材(塗り床材/フリーアクセスフロア)③防水材(シート防水材/塗膜防水材/モルタル防水/トーチ工法/アスファルト防水材/FRP防水材)④シーリング材(シート防水材/断熱材/成形伸縮目地材)⑤補修・改修(リフォーム)工法・材料(補修用注入材/鉄筋コンクリート外壁改修工法)
6. 塗装具・機器等取扱企業一覧
7. 索引(50音順) 製品名・企業名・団体名

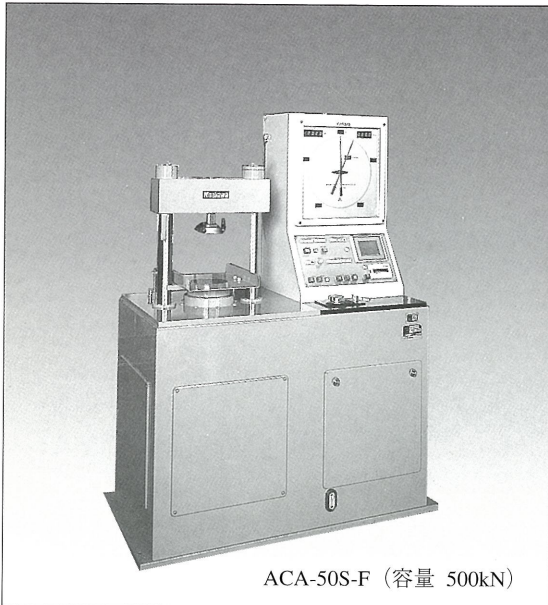
B5判 美装函入 588頁  
12,600円(税込・送料別)

◆ ご注文は FAX.03-3866-3858で ◆

(株)工文社 〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3柴田ビル5F  
TEL.03-3866-3504 URL.http://www.ko-bunsha.com/

# Maekawa

新世紀に輝く—材料試験機の成果。



ACA-50S-F (容量 500kN)

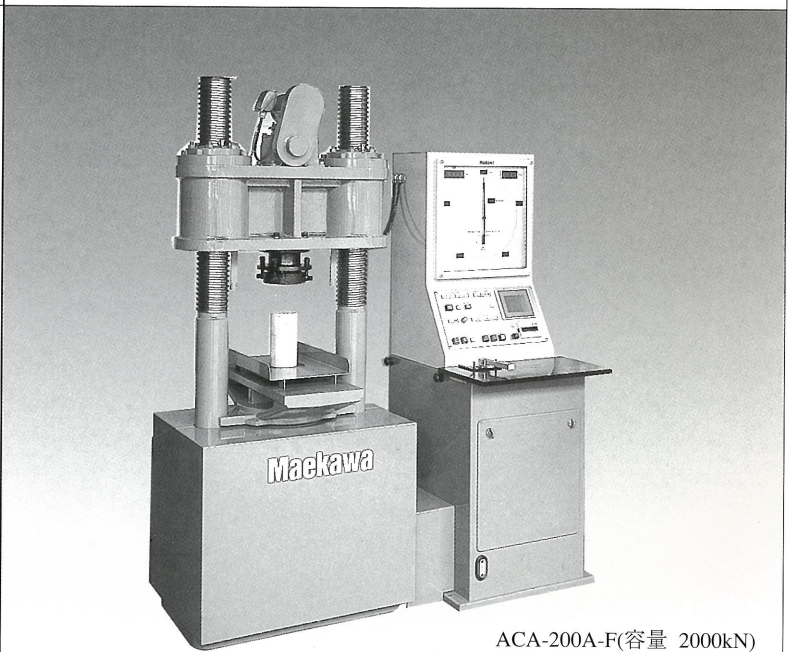
## 多機能型 前川全自動耐圧試験機

### ACA-Fシリーズ

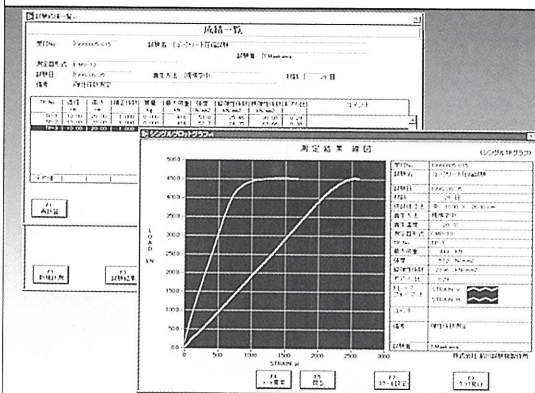
〈カラータッチパネルとの対話式〉

日本語対応で、人に優しいタッチ画面、機能も充実しかもフレックス。コンクリート・モルタル・石材・その他各種材料や構造物の圧縮、曲げ強度試験機として、数多くの特長を備えています。

- 大きく見やすいカラー液晶タッチパネル  
日本語対話による試験条件設定
- サンプル専用スイッチ  $\phi 10$ 、 $\phi 12.5$  でワンタッチ自動試験
- 応力の専用デジタル表示
- プリンタを内蔵
- 視認性・操作性に優れた30度傾斜型操作盤
- 液晶スクリーンに荷重スピードメータ表示
- 高強度材対応の爆裂防止装置
- 豊富な機能・多様な試験制御／コンクリート圧縮試験制御／荷重制御／ステップ負荷制御／ストローク制御／ひずみ制御／サイクル制御／外部パソコン制御



ACA-200A-F(容量 2000kN)



### パソコン利用データ処理装置 コンクリート静弾性係数 自動計測・データ解析システム CAE-980

〈for Windows95,98,NT〉

試験機とパーソナルコンピュータを直結し、コンクリートの静弾性係数・ポアソン比などをダイレクトに求めることができる自動計測・解析システムです。

## 株式会社 前川試験機製作所

大森事業所・営業部

〒143-0013 東京都大田区大森南2-16-1 TEL 03-5705-8111(代表) FAX 03-5705-8961  
URL <http://www.maekawa-tm.co.jp>