

THE JTCCM JOURNAL

# 建材試験情報

財団法人 建材試験センター

## 巻頭言

鋼構造物の延命化対策を考える

屋良 秀夫

## 奇稿

模型による五重塔の振動実験 その2

—五重塔の振動性状と心柱・相輪の有無による差異—

千葉 一樹・藤田 香織

## 技術レポート

建築材料の洗浄試験方法の研究(かび汚染における洗浄方法の検討)

大島 明

たてものづくり随想 (6)

ものづくりと保存

小西 敏正

## 基礎講座

その1 コンクリートの基礎講座—⑤コンクリート基礎編・硬化コンクリート(強度性状)

12

DECEMBER

2006 vol.42

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

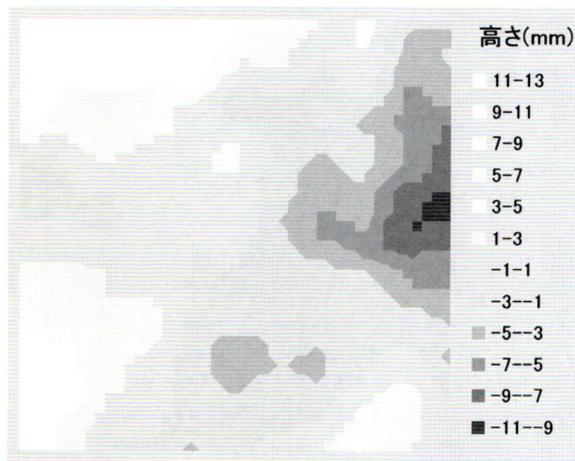
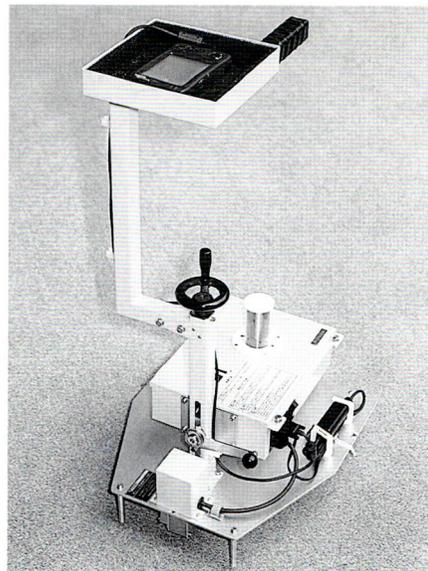


JTCCM

# レーザー 床レベル計測器

## FL-200 初登場！

床の凸凹が一目でわかり  
次工程の手直しを減らせます。



結果（等高線グラフ）出力例



### ■用途

- ビル、マンション、工場における床仕上げの精度測定。
- 建具、間仕切り、セルフレベリング施工のための平面度測定。
- 機械・設備機器等の設置面のレベル測定。

### ■特長

- 最新のレーザー技術を応用した高精度センサで1 mm以下の精度で連続測定。
- 200㎡ならわずか5分。1人であつという間に詳細な計測ができます。
- データ整理も簡単。WindowsのExcelを使って数値表示やカラー等高線グラフで出力できます。

### ■効果

- 床仕上げ技術の向上。
- レベル計測の person 費の節約。
- 手直し費用の削減。
- 材料代の節約。

計測サービスもいたします。

**TOKIMEC** 株式会社 トキメック 自動建機

ホームページ <http://www.tokimec.co.jp/const/>

本社・東京営業所 〒144-8551 東京都大田区南蒲田2-16-46 電話(03)3731-2631 FAX(03)3738-8670  
営業所：札幌(011)816-6293 仙台(022)773-1425 大阪(06)6150-6605 福岡(093)932-4170

・剥離状態を正確に検知!!

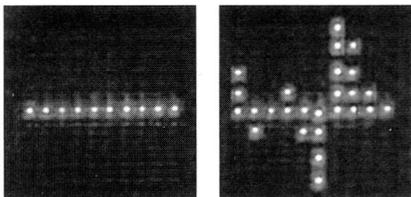
# 剥離タイル検知器PD201

・特許出願中・

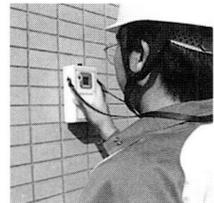
剥離タイル検知器PD201は、従来のテストハンマーでの打音検査による判定のバラツキや見逃しを補う、コンパクトな電気式のタイルの剥離検知器です。

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。

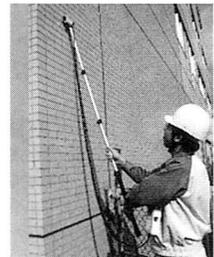
PD201は、振動センサでタイルの周波数特性を検出し、その波形を解析、タイル剥離の判定をします。判定はLEDの点灯、判定ブザーおよびLEDモニタの波形で検査者に知らせます。そして、専用プリンターによる判定および波形の記録も可能です。



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、タイルの引っ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

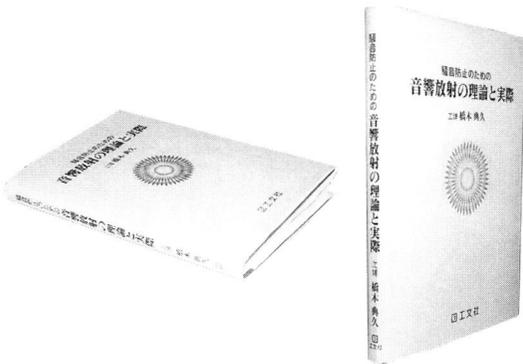
URL <http://www.akebono-brake.co.jp/>

好評発売中

# 騒音防止のための 音響放射の理論と実際

工博 橋本 典久 著

音響域および音響設計を総合的に捉えた注目の実務解説書です!!



体裁と価格

A5判・264頁・上製本  
定価3,150円(本体価格3,000円)

建築音響技術者のみならず、  
騒音・振動問題にかかわる  
技術者のための総合的技術書です。

### 著者紹介



はしもと のりひさ  
橋本 典久

1975年3月東京工業大学建築学科卒業、建設会社技術研究所勤務の後、1997年4月八戸工業大学建築工学科助教授、1999年同教授、1994年東京大学より博士(工学)：専門は建築音響、騒音振動(特に音響域振動)。日本建築学会、アメリカ音響学会等会員。

八戸工業大学・橋本研究室のホームページ  
アドレス：<http://www.archi.hi-tech.ac.jp/~hasimoto/>

### 第1章 音響と波動の基礎

- 1.1 波動的取り扱いとエネルギー的取り扱い
- 1.2 波動音響理論の基礎
- 1.3 エネルギー音響理論の基礎
- 1.4 共鳴モードと室内音響

### 第2章 音響域振動の基礎

- 2.1 振動の各種分類と内容
- 2.2 固有振動数と固有モード
- 2.3 振動減衰
- 2.4 加振力による振動の発生
- 2.5 板振動の拡散度指数による振動応答の評価
- 2.6 定常ランダム振動と衝撃振動
- 2.7 構造体中の振動の伝播

### 第3章 音響放射の理論解析

- 3.1 音響放射の計算方法の分類
- 3.2 点音源からの音響放射

### 3.3 面音源からの音響放射

- 3.4 線音源からの音響放射
- 3.5 その他の部材の音響放射
- 3.6 閉空間での音響放射
- 3.7 音響放射量の簡単な推定方法と計算手順

### 第4章 音響放射の数値解析法

- 4.1 離散的数値計算法
- 4.2 波動関数法
- 4.3 有限要素法による音響放射解析
- 4.4 境界要素法による音響放射解析

### 第5章 音響放射の測定方法と測定例

- 5.1 音響放射パワー測定による音響放射率の算出方法
- 5.2 離散的数値計算法による音響放射率の測定
- 5.3 各種材料の音響放射特性の実測例

### 第6章 音響放射関連プログラム

ご注文はFAX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 FAX 03-3866-3858 <http://www.ko-bunsha.com/>

## 注文書

平成 年 月 日

貴社名		部署・役職	
お名前			
ご住所	〒		
	TEL.	FAX.	

書名	定価(税込)	数量	合計金額(送料別)
音響放射の理論と実際	3,150円		

〈建材試験情報〉

# 建材試験情報

2006年12月号 VOL.42

## 目次

### 巻頭言

鋼構造物の延命化対策を考える／屋良 秀夫……………5

### 寄稿

模型による五重塔の振動実験 その2

—五重塔の振動性状と心柱・相輪の有無による差異—／千葉 一樹・藤田 香織 ……6

### 技術レポート

建築材料の洗浄試験方法の研究(かび汚染における洗浄方法の検討)／大島 明 ……12

### 試験報告

圧送排水用継手を用いた圧送排水システムの性能試験 ……16

### 規格基準紹介

JIS K 3850-1 (空気中の繊維状粒子測定法

第1部: 光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法)の改正について ……24

### たてもものづくり随想(6)

ものづくりと保存／小西 敏正 ……26

### 基礎講座

その1 コンクリートの基礎講座

⑤コンクリート基礎編・硬化コンクリート(強度性状)……………28

### 調査研究報告

「断熱材フロン回収・処理調査」調査研究成果とりまとめ報告(後半)／佐竹 円 ……36

### 実大振動実験の紹介

2階建て木造住宅(標準試験体Ver.3)公開実験を実施—木質構造建築物の振動試験研究会— ……42

### 研究レポート／フラウンホーファー建築物理研究所(ドイツ)

①容易に求められる物性値を用いた平衡含水率曲線の近似／翻訳及び追記: 田中絵梨 ……44

試験設備紹介／100kN長ストローク加力試験機／中央試験所 ……47

建材試験センターニュース ……49

情報ファイル ……54

あとがき ……56



改質アスファルトのパイオニア

## タフネス防水

わたしたちは、  
高い信頼性・経済性・施工性と  
多くの実績で  
期待に応え続けています。



昭和シェル石油グループ

昭石化工株式会社

●本社

〒151-0053 東京都渋谷区代々木1-11-2 TEL(03)3320-2005

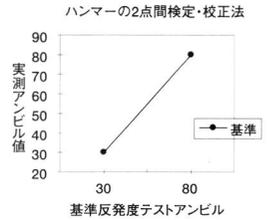
# SANKOの検査機器

## コンクリート構造物の強度検査に新機能! コンクリートテストハンマー (アルファハンマー)

α digi printer-1



在来品にはない  
新機能



LR-30 HR-80

◆調整(校正)機能付  
2つのアンビルによる2点間(80の高反発度と30の低反発度)の検定・校正により、ハンマー個々の個体差が解消されます。

◆ブリーザー機能付  
外部からの粉塵侵入を防ぐブリーザーは内部機構の摩擦変動を防止し、在来のハンマーと比較して3~4倍の長期安定性を保持します。

営業品目●膜厚計、ピンホール探知器、水分計、金属探知器、結露計、クラックゲージ他

**SANKO 株式会社サンコウ電子研究所** URL: <http://www.sanko-denshi.co.jp>

営業本部: 〒213-0026 川崎市高津区久末1589 TEL.044-788-5211 FAX.044-755-1021

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

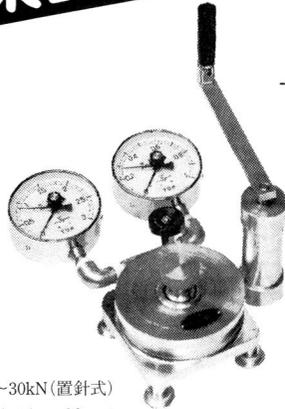
丸菱

# 窯業試験機

## 建築用 材料試験機

### MKS ボンド 接着剝離試験器

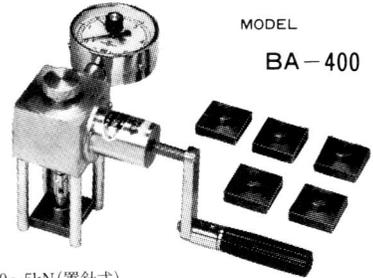
MODEL  
BA-800



・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

## 鋼構造物の延命化対策を考える

構造物といえば、高層ビル、橋梁、鉄塔などほとんどが炭素鋼が用いられている。このことは、炭素鋼が金属材料の中で機械的性質、供給の安定性、経済性、加工性などの面から特に信頼されているためである。しかし、このような炭素鋼の大きな欠点は、腐食しやすいことである。ところで、沖縄県は我が国の中でも腐食環境の厳しい地域となっている。これは、年間を通して高温多湿で風も強く、台風の通路にもなって、海塩粒子量が他県に比べて多く、それらが相乗的に作用しているためであろう。このようなことから、沖縄県には国、県、大学関係をはじめ、自動車メーカーや家電メーカー、塗料・塗装メーカー、それらの関連企業などによる大気暴露試験場が多く設置されている。主な調査研究内容として、金属の耐候性、塗膜やプラスチックなどの高分子関係の耐久性などである。

各種鋼構造物の延命化対策を図るために、日本ウェザリングテストセンター（JWTC）では、1992年（平成4年）に宮古島市上野に宮古島試験場を、また1995年（平成7年）には海岸暴露場をそれぞれ開設し、腐食環境の厳しい宮古島における本格的な耐候性と耐久性について調査研究を開始している。なお、JWTCは千葉県銚子や北海道の旭川にも暴露試験場を設置して、気象因子を測定し、各種工業材料の腐食度・腐食量の違いを調査研究し、地域性を模索している。また、産・官・学からの委託研究や依頼試験を行い「鋼構造物の延命化対策」の基礎資料として利用されている。

さて、材料の腐食という現象は、その材料の表面と環境との相互作用で起こる化学変化である。鋼構造物の延命化を行うためには、材料の表面を環境から遮断して防食を行うとよい。その方法として、耐食性の材料を用い材料自身で表面に緻密な被膜を形成する方法、材料表面に塗装や金属などの被膜を覆う被覆防食法、電気化学的に腐食を防止する電気防食法、薬剤を腐食媒体に添加して材料表面に吸着させる腐食抑制剤法があり、どの方法を用いるかは材料の置かれている状況によって異なる。さらに、沖縄県のような高腐食地域においては重防食による防錆施工を行う必要がある。

日頃から防錆に関心を抱いて、腐食による損失をできるだけ減らすよう心がけたいものである。



琉球大学 名誉教授  
財団法人  
日本ウェザリング  
テストセンター  
会長 屋良秀夫

# 模型による五重塔の振動実験 その2

## - 五重塔の振動性状と心柱・相輪の有無による差異 -



東京都立大学大学院工学研究科 建築学専攻博士課程

千葉 一樹

首都大学東京大学院都市環境科学研究科 建築学専攻 准教授

藤田 香織

### <共同研究者>

河合 直人 (独立行政法人建築研究所)

腰原 幹雄 (東京大学生産技術研究所)

箕輪 親宏 (独立行政法人防災科学技術研究所)

花里 利一 (三重大学)

として、1/5縮小模型を用いた振動実験を行った。模型実験ではあるが、五重塔の大変形時挙動を把握することができたので、ここに結果の一部を報告する。本報告は本会誌に寄稿された文献<sup>1)</sup>の続報であり、既報<sup>2)~5)</sup>をもとに一部加筆修正を行い、実験から得られた五重塔の基礎振動性状と心柱・相輪の有無による実験結果比較について報告する。

### 1. はじめに

伝統的木造構法五重塔が耐震性に優れている可能性については、古くから様々に論考されてきた。しかし、大地震時の挙動を工学的に観測した例はまだ少なく、十分に把握されていない。今回、五重塔の耐震性の解明に向けたデータの蓄積を目的

### 2. 実験概要

2004年及び2006年に独立行政法人防災科学技術研究所内大型振動台(水平1方向)にて振動台加振

	心柱礎石立ち	心柱なし・相輪あり	心柱・相輪なし	心柱初重天井
試験体形状				
心柱形式	礎石立ち	なし (相輪支持用心柱)	なし	初重天井上
相輪	あり	あり	なし	あり
実験時期	2004年12月	2006年3月	2006年4月	

図1 試験体断面図と実験時期

試験及び静的水平加力試験を行った。試験体は、伝統的木造構法により実物同様精巧に製作された飛鳥様式五重塔1/5模型を使用し、2004年は心柱礎石立ち形式、2006年には心柱・相輪の有無・心柱初重天井設置形式として実験を行った(図1)。

計測は、変位・加速度・ひずみを基本計測として合計約120Chを用いた。主要な計測位置を図2に示す。また光学式マーカを用いた画像計測(東京電機大学による)も併せて行っている。入力波には、地震観測波(JMA神戸NS波・JMA小千谷EW波など)や矩形波・Sine波・Random波などを使用し、地震波加振を行う際には1/5模型であることを考慮し、時間軸を1/3に調整を行った入力波も用いた(時間軸調整については文<sup>4)</sup>, <sup>5)</sup>に詳述)。(実験方法の詳細は既報<sup>5)</sup>, <sup>6)</sup>にて報告済みですので御参照ください。)

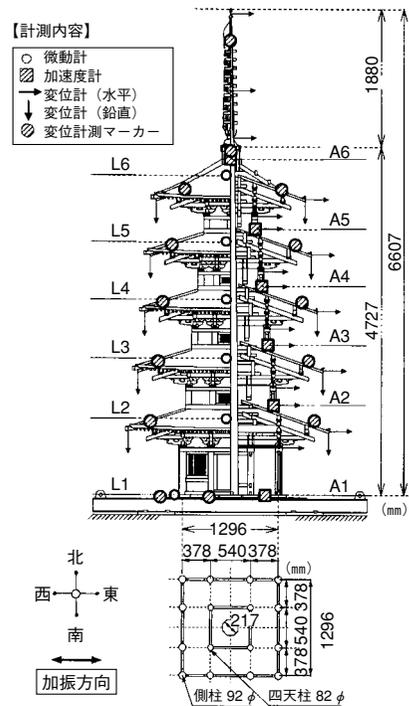


図2 立断面図・初層平面図と主要計測位置

### 3. 基礎的な振動性状

2004年に行った振動台加振試験及び実験前後に行った微動測定の結果から伝達関数を求め、固有振動数・減衰定数を算出した。本項では、繰り返し加振による劣化の影響や固有振動数の変位依存性について報告する。

#### 3.1 固有振動数

##### ・微動測定結果

試験体の基礎的な振動性状の変化を把握するため、①実験前、②実験中盤(全77加振中44加振後)、③実験後に常時微動測定と人力加振による自由振動実験を行った。基本的な計測内容は、変位計測・サンプリング周波数 100Hz・0.1Hzハイパスフィルタとし、常時微動測定(以下常時微動と呼ぶ)300秒・人力加振試験(以下人力加振と呼ぶ)60秒の計測を行った。人力加振は、成人男子1名が三層軒を一方に押した擬似的なパルス加振後の自由振動を計測した。図2に高さ方向の速度計配置位置(L2~L6)を示した。常時微動の結果か

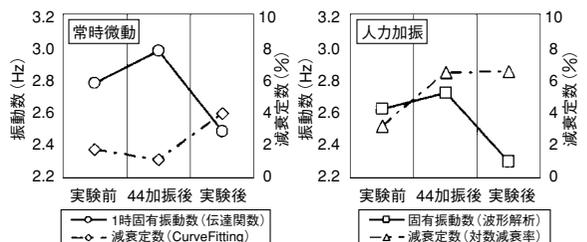


図3 実験前後の固有振動数と減衰定数の変化

ら、計測した振動波形に対してFFT解析を行い、アンサンブル平均<sup>7)</sup>による平滑化をして、入力(L1)に対する各層のスペクトル比から伝達関数を求めた。解析ウィンドウは使用していない。伝達関数のピークから固有振動数を求め、カーブフィッティング(3.2項に詳述)により減衰定数を算定した。また人力加振結果から波形処理により固有振動数を求め、対数減衰率<sup>8)</sup>から減衰定数を算定した。図3に実験前後と実験中盤における固有振動数と減衰定数の推移を示す。常時微動では、実験前後で1次固有振動数は2.78Hzから2.49Hzに

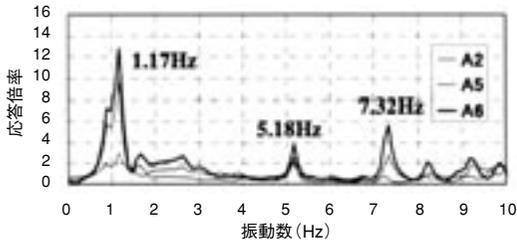


図4 伝達関数  
(No.42 神戸NS 時間軸1/3 最大振幅40mm)

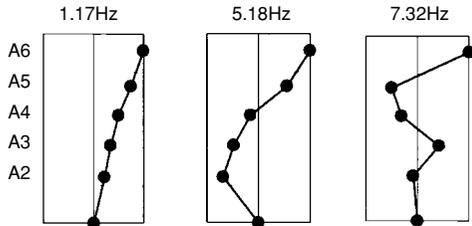


図5 振動モード図  
(No.42 神戸NS 時間軸1/3 最大振幅40mm)

低下し、減衰定数は2%から4%に上昇していることがわかった。人力加振も同様の傾向を示し、実験前後で固有振動数は低下し、減衰定数は上昇する結果となった。また、常時微動（頂部で0.0045mm程度変位）と人力加振（頂部で1.44mm程度変位）との比較から、固有振動数は変位が増加することで長周期化し、また減衰定数は上昇する傾向がある。解析方法が異なり、厳密な比較にはならないが、人力加振による自由振動が1次振動していると仮定すると、応答変位増加に伴う変位依存性の傾向が考えられる。

#### ・振動台実験結果

各層の加速度波形の主要動付近に対してFFT解析を行い、入力(A1)に対する各層(A2~A6)のスペクトル比から伝達関数を求め、振動モード図から1次~3次の固有振動数を求めた。解析ウィンドウは、Hanning Windowを使用した。代表例としてJMA神戸NS波加振の伝達関数(図4)と振動モード図(図5)を示す。1次モード1.17Hz、2次モード5.18Hz、3次モード7.32Hzが確認できる。

図6に全加振実験結果に対して解析を行った結果から求めた1次固有振動数と塔身頂部最大水平

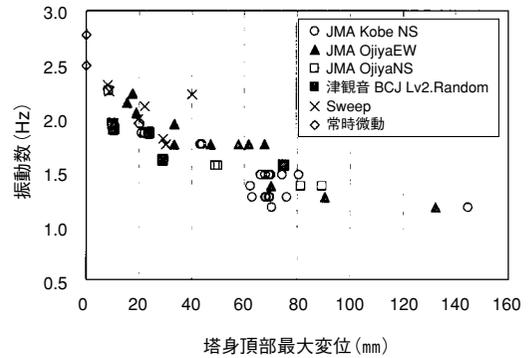


図6 1次固有振動数と塔身頂部最大変位の関係

変位の関係を示した。図内のプロットは加振波の種類によって分けしたが、時間軸変化に関しては傾向に変化がなかった<sup>4)</sup>ため割愛する。図6から、1次固有振動数と塔身頂部最大変位との間に相関性があることを確認できる。最大変位が微動振幅から40mm(約1/121rad.)の間は、変位が増加することによる固有振動数の低下が著しく、以降100mm(約1/48rad.)までの間で緩やかに勾配している。さらに実験中最大変位144.9mm(約1/33rad.)に至るまでは、実験結果のサンプル数が少なく、相関性を検証するのは困難であるが、100mm付近から固有振動数の低下が減少し、勾配がさらに緩やかになっていることが読み取れる。また図内プロットの種類分けから、加振波の種類に影響されることなく、変位が増加するにしたがって1次固有振動数は低下する傾向にある。一方、同一加振波による比較から最大応答変位はほぼ同じで、加振番号が進んでも固有振動数にはほとんど変化がないことを確認している<sup>5)</sup>。しかし、微動測定結果からは前述の通り、実験前後で1次固有振動数が低下している。これらのことから、強震時の1次固有振動数変化には、劣化による影響よりも応答変位増加に伴う変位依存性の影響が支配的であることが考えられる。

#### 3.2 減衰定数

1次固有振動数と伝達関数のスペクトル形状か

ら  $1/\sqrt{2}$  法<sup>6)</sup>により求めた減衰定数を初期値として、1自由度系の地動による強制振動式から得られる加速度応答倍率式(式1)による非線形フィッティングから減衰定数を算出した。

$$L = \sqrt{\frac{1 + 4h^2 \cdot a^2}{(1 - a^2)^2 + 4h^2 \cdot a^2}}, \quad a = \omega/\omega_0 \dots \dots \dots \text{式1}$$

$L$ =応答倍率  $\omega$ :円振動数  $h$ =減衰定数  $\omega_0$ =固有振動数

全加振結果に対して解析を行い、塔身頂部最大変位との関係を図7にまとめた。減衰定数と塔身頂部最大変位との間には明確な相関は認められず、全体的にばらついた値に推移することがわかった。全体として1%~6%の範囲に推移している。また、入力による影響も明確には認められない。

#### 4. 心柱・相輪の有無による振動性状の違い

2004年と2006年の実験結果から心柱礎石立ち、心柱なし・相輪あり、心柱・相輪なし、心柱初重天井の4形状に対して振動性状の比較結果を報告する。本項では、実験前に行った常時微動測定と各試験体が大加振を経験する前の比較的初期段階に入力したJMA神戸NS波・時間軸1/3倍・最大振幅20mmの加振結果を対象として振動性状をまとめる。以下に各試験体ごとに選定したJMA神戸波の加振記録情報を示す。

- ・心柱礎石立ち : 全82加振中41加振目
- ・心柱なし・相輪あり : 全29加振中25加振目
- ・心柱・相輪なし : 全19加振中10加振目
- ・心柱初重天井 : 全51加振中16加振目

##### 4.1 固有振動数の比較

常時微動測定結果・振動台加振試験結果から各試験体の1次固有振動数を算出した(表1)(固有振動数の求め方は2.2項2.3項と同様)。また、事前に計測した試験体重量を用いて、1質点系に置き換えた場合の等価剛性 $Keq$ を式2より算出し、各試験体の剛性値に対し、心柱礎石立ち形式を基準値として比率を求め、比較を行った。

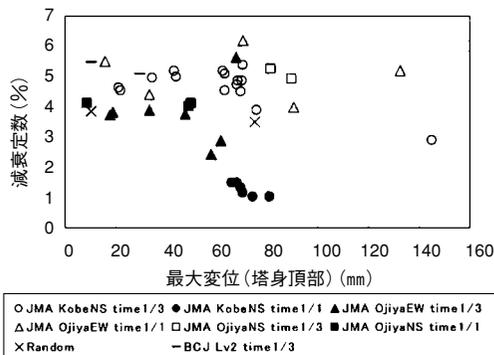


図7 減衰定数と塔身頂部最大変位の関係

表1 常時微動測定と振動台加振時の固有振動数

試験体形状	礎石立ち	心柱なし相輪あり	心柱なし相輪なし	初重天井
全体重量(kN) <sup>注1)</sup>	19.8	19.1	18.7	19.4
常時微動測定結果				
1次固有振動数(kN)	2.78	2.63	2.88	2.93
五層屋根応答変位(mm)	0.0040	0.0055	0.0069	0.0036
等価剛性(kN/mm)	605	521	611	656
比率	1.00	0.86	1.01	1.09
振動台加振結果				
1次固有振動数(kN)	1.27	1.17	1.17	1.76
塔身頂部応答変位(mm)	76.0	66.6	65.0	60.0
等価剛性(kN/mm)	126	103	101	237
比率	1.00	0.82	0.80	1.88

$Keq$ =等価剛性(kN/cm)  $M$ :質点質量(kN)  $f$ :固有振動数(Hz)

$$K_{eq} = M \cdot (2\pi f)^2 \dots \dots \dots \text{式2}$$

常時微動時には、形状によって1次固有振動数に違いが見られ、心柱ありの形状に比べて心柱なしの形状は比較的長周期側に推移していることが読み取れる。算出した等価剛性の比率は心柱なし・相輪ありの形状を除いて、ほぼ同程度になっていることがわかった。振動台加振時では心柱初重天井形式が比較的高い固有振動数を示しており、等価剛性の比率も他に比べ高くなっている。心柱がない場合は比較的低い等価剛性を示した。

##### 4.2 応答変位・応答加速度の比較

心柱・相輪なし形状と心柱初重天井形式を対象に、二層(A2)・塔身頂部(A6)における応答加速度波形を図8に示した。心柱初重天井形式には露盤付近での心柱の加速度波形を描きその影響を比較する。両形状ともに二層と塔身頂部付近で約90度の位相差を持って振動しており、ほぼ同様の

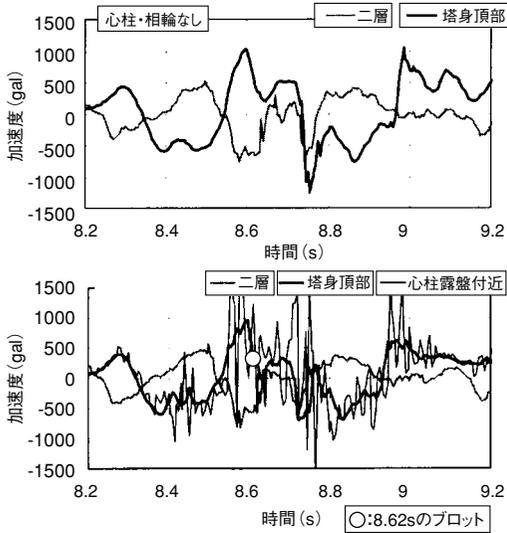


図8 形状別・主要動付近加速度波形

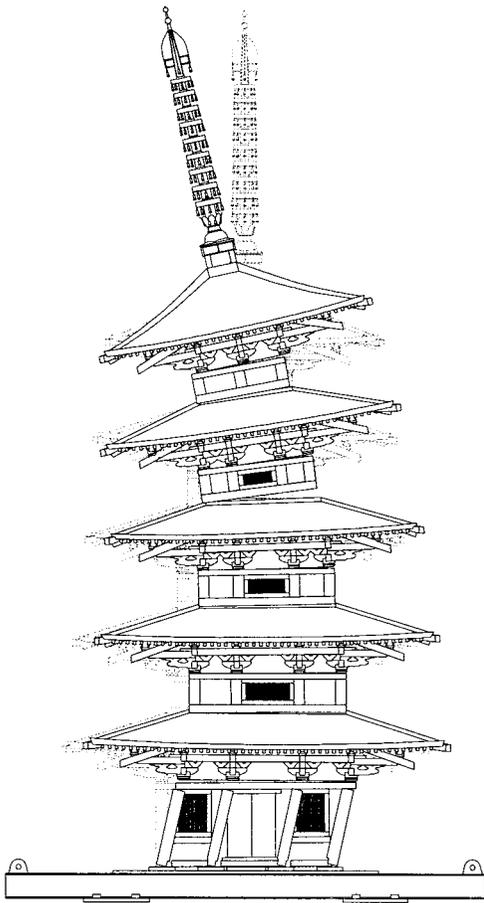


図9 変形概要図(心柱初重天井形式)

波形を示していることがわかる。心柱初重天井形式の心柱加速度波形は、短周期成分を多く含みながら塔身頂部加速度波形上に推移している。しかし、加速度波形の比較だけでは心柱の有無によるに明確な差異は認められなかった。

### 4.3 変形性状

図9に心柱初重天井形式を代表例として、変位計測結果から作成した変形の概要図を示す。図は2次モードに近い振動を確認した8.6秒付近(図8のプロット付近)の変形を図化した。各層を軸組と小屋組に分離し、明瞭化のため鉛直変位と水平変位を10倍して描いた<sup>注2)</sup>。図より初層はせん断変形、二層より上層は各層のロッキングが顕著である。また四層柱脚部での浮き上がりは約9mm計測しており、比較的大きな浮き上りを示した。また図10に図9と対応して入力波の8.6秒付近を選定し、各形状に対する変形図を軒回転と心柱・塔身水平変位から線状モデルにより作成した。図は明瞭化のために変位を15倍して描いている。図9からも初層ではせん断変形が支配的であることが読み取れる。また、同じ入力に対して変位の応答値に差異はあるものの、どの試験体も同じような変形性状を示していることがわかる。

## 5. 結論

伝統木造構法により製作された五重塔縮小模型を用いた振動台実験により以下の知見が得られた。

- (1) 1次固有振動数と最大変位の間に相関があることがわかった。塔身頂部最大変位が微動振幅～約1/121rad.間では1次固有振動数は変位の増加に伴い2.78Hzから1.6Hzに低下し、約1/121rad.～1/48rad.間で緩やかな勾配を描く応答変位の増加に伴う非線形性の影響を確認した。
- (2) 最大応答変位と1次固有振動数の相関関係は入力波種類に影響されることなく保たれていた。
- (3) 実験前後の微動測定結果から、固有振動数の低

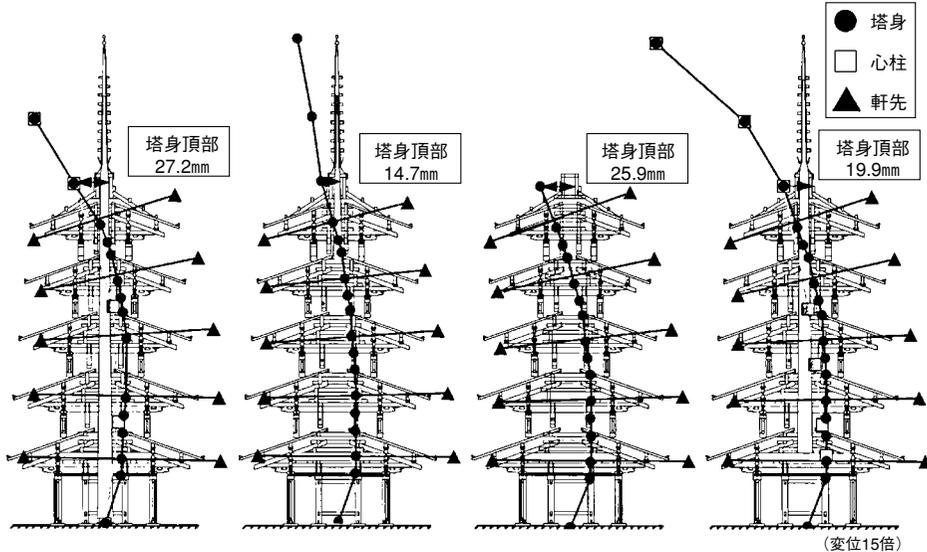


図10 各試験体形状別 変形図(神戸NS波 時間軸1/3 最大振幅20mm8.62秒付近)

下と減衰定数の上昇を確認した。これは繰り返し加振による試験体の剛性低下の影響である。一方、強震時には繰り返し加振による剛性低下は明瞭に確認することが出来なかった。

- (4) 本試験体の減衰定数は約1%~6%の範囲にあることがわかった。減衰定数と相関関係のある物理量は確認できなかった。
- (5) 常時微動及び大加振時においても心柱のある場合は固有振動数が上昇する傾向が見られた。
- (6) JMA神戸NS波 時間軸1/3倍の加振では、心柱・相輪の有無に関わらず、二層と塔身頂部の加速度波形に90度位相差が生じていた。
- (7) 応答変位から作成した変形図から各形状において応答値に差異はあるものの、ほぼ同様の変形状が見られた。

<注記>

- 1) 表1に示す試験体重量値は試験体に設置した積載重量を精査した後の値である。文献<sup>1), 2), 5)</sup>の積載重量値は事前に算出した計算値を使用している。
- 2) 変形概要図作成にあたり、初層軸組部分は柱頭における水平変位を無視できなかったため、初層だけは柱部分を分離し、水平変位を与えて描いた。

<参考文献>

- 1) 河合直人：模型による五重塔の振動実験，建材試験情報vol.41，財団法人建材試験センター，2005.12

- 2) ~4) 箕輪親宏・河合直人・千葉一樹他9名：五重塔の耐震性に関する縮小模型実験その1~その3，日本建築学会学術講演梗概集，C-1，pp.481-486，2005.9
- 5) 千葉一樹，藤田香織，他：伝統的木造構法五重塔1/5模型の振動台加振実験結果の概要と変位依存性，日本建築学会構造系論文集（投稿中）
- 6) 藤田香織，千葉一樹，岩崎英一郎：五重塔5分の1模型の振動実験その2，日本地震工学会誌No.4，2006.7
- 7) 日野幹雄：統計ライブラリー スペクトル解析，1977.10
- 8) 小坪清真：入門建設振動学，森北出版株式会社，1996.1

<謝辞>

本実験で用いた五重塔は、(葺工房)宮崎忠仍棟梁が製作・所有されているものを借用した。ここに、深く謝意を表します。本実験は、独立行政法人防災科学技術研究所，NPO木の建築フォーラムが主催し，独立行政法人森林総合研究所，有限会社葺工房，佐藤木材株式会社，株式会社いちい，からご協力を頂き，大成建設自然・歴史環境基金の研究助成を頂きました。実験を行うにあたり，柳澤建築研究所の柳澤孝次先生，職業能力開発総合大学の松留慎一郎先生・前川秀幸先生・道場信義先生，森林総合研究所の杉本健一先生，東京電機大学の藤田聡先生・新津靖先生，東京都立工業高等専門学校の古屋治先生，東京大学生産技術研究所腰原研究室，東京電機大学新津研究室，首都大学東京藤田研究室の大学院生・学生諸氏のご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

プロフィール

千葉 一樹 (ちばかずき)  
東京都立大学大学院 博士課程

2004年埼玉大学大学院修士課程理工学研究課建設工学専攻修了後、東京都立大学大学院博士課程工学研究科建築学専攻に在学。修士課程まで地震工学を専攻し、現在博士課程にて伝統的木造建築物の振動特性に関する研究を行う。

# 建築材料の洗浄試験方法の研究 (かび汚染における洗浄方法の検討)

大島 明\*

## 1. はじめに

洗浄が容易な材料は維持管理費削減の観点から付加価値が大きいと言える。このことは材料が長寿命化している昨今において益々重要となりつつある。しかし、建築材料の洗浄性は十分な評価方法が確立されているとは言えない。現在JISで規定されている試験方法は薬品などに対する耐汚染評価が主流であり、しかも洗浄の方法は人間の手によるものとなっている。

本研究の目的は、建築材料の汚れに対して再現性の良い洗浄試験方法を提案することにある。汚れの原因となる汚染物質は実態調査を行った結果、物質である塵埃と生物であるかびに大別することができた<sup>1)</sup>。平成14年度には洗浄試験機を試作し、物質による汚れについて試験の再現性を検討した<sup>1)</sup>。

本報告は、前回試作した試験機を用いてかびを対象とした微生物汚染について洗浄性を検討し、結果の再現性を検証したものである。

## 2. 試験体

試験に使用した試験体はモルタル、塗料及び壁紙で、これらの表面にかびを促進的に発生させたのち、洗浄試験を行った。試験体の詳細を以下に示す。

①モルタル：W/C80%，乾燥開始材令28日のものを作製した。

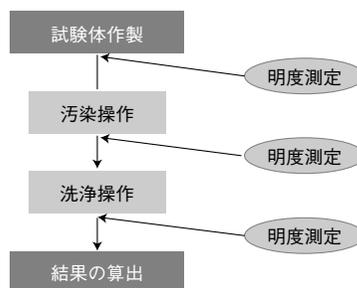


図1 試験方法のフロー

- ②塗料：アルキド樹脂系塗料をフレキシブル板（厚さ4mm）に約1mmの厚さに塗装した。
- ③壁紙：オレフィン系壁紙を合板（厚さ4mm）に酢酸ビニル系接着剤を用いて施工した。なお寸法は全て100×100mmとした。

## 3. 試験方法

試験の手順は図1に示すように、まず試験体を促進的に汚染させ、次に洗浄し、最後に結果を算出するものである。汚れの程度の測定は各操作工程において明度によって行った。洗浄操作は本研究で提案した機械による洗浄、現場で一般に行われているハンドポリシャーによる回転洗浄、人間の手による往復洗浄の3通りについて行い結果のばらつきを比較検討した。

以下に各操作工程における詳細について述べる。

\*（財）建材試験センター中央試験所 品質性能部材料グループ 統括リーダー代理

### 3.1 試験体の汚染操作

洗浄操作を行うに当たってまず試験体を汚染させることが必要となる。試験体をデシケーターの壁面に鉛直から30度傾けて置き、栄養分とかび孢子懸濁液を1週間毎に散布した(写真1参照)。散布は4週間で終了し、その後8週間培養した。栄養分の組成、使用したかび及び培養条件を表1に示す<sup>2) 3)</sup>。

かびは内装及び外装材に良く発生し、且つ汚染の原因として大きな問題となる黒色系のかびを使用した。

これらのかびが全面に発生した試験体を洗浄試験に供した。

### 3.2 洗浄操作

かびが発生した試験体はそのまま洗浄操作を行うと、場合によっては健康上良くない影響が懸念される。このため試験体を塩酸アルキル殺菌剤(0.1%)に5分間浸せし、かび孢子と菌糸を殺菌した。つづいて流水下で殺菌剤を除去し、洗浄試験を行った。以下に洗浄方法の詳細を示す。

#### 3.2.1 機械による洗浄方法

##### (1) 試作した洗浄試験機の構成

洗浄試験機は図2に示すように回転するシャフトに洗浄ユニット(φ100×50mmのスポンジ)を取り付けたもので、試験体表面に任意の荷重を掛けられる構造となっている。

##### (2) 洗浄試験機による洗浄試験方法

試験体を試験機に固定し、表2に示す成分の洗浄液を含ませた洗浄ユニットを試験機に取り付け、洗浄試験を行った(写真2参照)。洗浄終了後、試験体を取り出し流水下で洗浄液を除去し、標準状態(温度23℃±2℃、相対湿度50±10%)で24時間乾燥させた。試験条件を以下に示す。

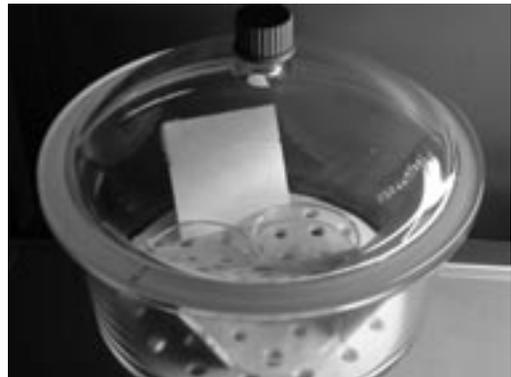


写真1 かびによる促進汚染操作

表1 栄養分、かびの種類、培養条件

項目	内容
栄養分	2% グルコース水溶液
使用したかびの種類	1.Aspergillus niger 2.Cladosporium Cladosporioides
培養温度	28±2℃
培養湿度	95±3% RH

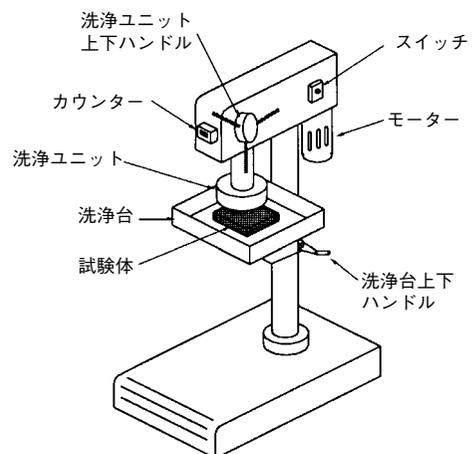


図2 洗浄試験機の構成

表2 洗浄液の組成(共通)

汚染種類	成分
かび用	次亜鉛素酸ナトリウム: 1.0%
	水酸化ナトリウム: 1.0%
	界面活性剤: 0.01%、水1L



写真2 洗浄試験による洗浄試験方法

洗浄回数：50回転，回転速度：50rpm，  
 载荷加重：49N

### (3) ハンドポリシャーによる洗浄

試験機による洗浄と同じ仕様の洗浄ユニットをハンドドリルに取り付けたものを用いて，人間の手で支持して回転洗浄を行った。

その後，試験機による洗浄と同様の条件で洗浄液の除去及び試験体の乾燥を行った。なお試験は異なる4人で実施した。試験条件を以下に示す。

洗浄回数：50回転，回転速度：100rpm，  
 载荷加重：約49N

### (4) 人間の手による洗浄

試験機による洗浄と同じ仕様の洗浄ユニット及び洗浄液を用いて往復50回洗浄を行い，試験機による洗浄と同様の条件で洗浄液の除去及び試験体の乾燥を行った。なお試験は異なる4人で実施した。

## 3.3 洗浄性の測定及び計算方法

「洗浄操作で除去された分の明度差」を「汚染操作によって汚れた分の明度差」で除した値を除去率と定義した。

洗浄試験機，ハンドポリシャー，人間の手による試験とも汚染前，汚染後，洗浄後の各明度 $L^*$ 値を測定し式1に従って除去率を求めた<sup>4)</sup>。なお

$L_0$ ， $L_1$ ， $L_2$ とも明度測定の際に，かび胞子が飛散するのを防ぐため試験体表面にポリビニリデンフィルムを密着させて測定した。

$$\text{除去率}\% = 100 \times (L_2 - L_1) / (L_0 - L_1) \text{ (式1)}$$

ここに  $L_0$ ：汚染前の明度 ( $L^*$ 値)

$L_1$ ：汚染後の明度 ( $L^*$ 値)

$L_2$ ：洗浄後の明度 ( $L^*$ 値)

## 4. 試験結果及び結果の検討

### (1) 試験体の違いによる汚染除去率の差異

汚染除去率は壁紙が最も高く，次にモルタル，塗料の順に除去率が低い結果となった。塗料の場合はかびの色素が変色汚れとして残っており，このため除去率が低く現れたものと考えられる(図3, 4, 5参照)。

### (2) 洗浄方法の違いによる汚染除去率の差異

壁紙及びモルタルではポリシャによる洗浄においての除去率のばらつきが大きく，塗料では人間の手による往復洗浄においてのばらつきが大きかった。この原因は，ポリシャでは角度保持が不安定なため，壁紙及びモルタルのように表面が粗い材料ではくぼみ部分の洗浄に個人差が出たためと思われる。一方塗料においては表面が平滑なため，上記のような現象は現れなかったと思われる。また塗料については人間の手による力の不均一が変色汚れの除去に大きな差異を与えたものと思われる。

### (3) 試験の再現性について

表3から明らかなように機械を使用した洗浄はどの材料でも比較的ばらつきが少なく安定した結果が得られた。また，除去率の平均値においても他の方法と同程度の値を示している。このことから機械による洗浄方法は，現場で実施されている洗浄と同程度の結果が再現でき，且つばらつきの少ない洗浄方法であるといえる。

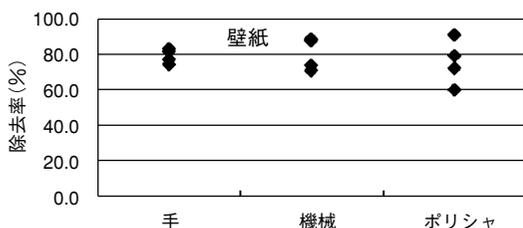


図3 試験結果 (壁紙の除去率)



図4 試験結果 (塗料の除去率)



図5 試験結果 (モルタルの除去率)

表3 汚染除去率の平均値及び標準偏差

試験体	項目	手	機械	ポリシャ
壁紙	平均値	78.7	80.0	75.3
	標準偏差	35.6	8.14	11.30
塗料	平均値	43.7	36.3	46.6
	標準偏差	9.92	8.47	6.08
モルタル	平均値	43.4	47.6	54.2
	標準偏差	5.57	4.64	10.06

## 5. まとめ及び今後の課題

- (1) かび汚染における洗浄性評価の手法を提案した。
- (2) 提案した機械による洗浄方法は試験結果のばらつきが比較的少なく、現場で良く実施されている洗浄の効果と対応していた。

- (3) 試験体の汚染操作はかび発生までに12週間を要するため、短期間に洗浄性の評価が出来ない。今後発生を短縮するため、さらなる促進培養条件を検討することが必要と思われる。
- (4) 今後かびによる汚染・塵埃による汚染とも、さらに色々な建築材料(タイル、仕上塗材等)について実験を行い、材料に見合った試験条件を検討する予定である。

### <参考文献>

- 1) 大島, 松井, 湯浅「建築材料の洗浄性に関する研究」日本建築学会年次大会学術講演論文集,2002
- 2) 財建材試験センター規格「JSTM J 7602T」,1992
- 3) 大島, 松井, 湯浅, 逸見「かび及び藻類によるモルタルの汚れに関する研究」コンクリート工学年次論文集, Vol.2, No.2, 1999
- 4) 上村,小西,橋高「外壁仕上材料の汚染促進試験方法の検討」日本建築学会年次大会学術講演論文集,1987

### 用語の説明

#### 明度

物体の明るさを表す指標として広く工業界で使われている。色差計等で測定した光の量を変換式を用いて計算した値であり、JIS Z 8722規定された白を100とし、黒を0とする指標である。

#### かびの種類と性質

##### ①アスペルギルス ニゲル (*Aspergillus niger*)

内装及び外装の建築材料に広く発生する。黒茶色をしており外観を損なう原因となっている。比較的高温で発生し、活力(繁殖力)が高い。JIS Z 2911(かび抵抗性試験方法)に規定されている試験菌である。

##### ②クラドスポリウム クラドスポリオイデス (*Cladosporium Cladosporioides*)

内装及び外装の建築材料に広く発生する。また特徴的にモルタル目地材などの無機材料に繁殖する。黒色をしており外観を損なう原因となっている。JIS Z 2911(かび抵抗性試験方法)に規定されている試験菌である。

いずれのかびも大量の胞子を吸引した場合はアレルギー症状が出るが、人体に有害な毒素は生産しない。

# 圧送排水用継手を用いた 圧送排水システムの性能試験

(受付第06A1334号)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

注：文中の表，図，写真で太字以外は紙面の都合上掲載を省略しています。

## 1. 試験の内容

伊藤鉄工株式会社より提出された圧送排水用継手「IML-G」を用いた圧送排水システムについて、揚水及び排水管の水圧及び継手の抜け出し変位の測定を行った。なお、提出された試験体の配管の設置は、株式会社西原衛生工業所の技術指導及び施工協力を受けて行った。

## 2. 試験体の概要

表1に試験体の一覧を、図1～6、図7・図8に圧送排水システムの概要図、1階配管図及び断面図、15階配管図及び断面図、継手の詳細を示す。

本試験体は高層建物の圧送排水システムを想定して、UR都市機構、都市住宅技術研究所超高層住宅実験タワーの15階に浴槽を設置し、1階の水槽から15階の浴槽にかけて圧送排水システムを構築したものである。ただし、1階から15階までの立て管は、タワーに設置された既存の配管を使用し、1階の立て管から水槽までの横走り管及び15階の横走り管のみ新たに配管を設置した。この時、横走り管の支持は、グレーチングを介して金物等を用いて固定しており、1階は中2階床を設け、3種類の接合方法（参照：写真1～写真3）を用いその床下及び床上に、15階はその床上（参照：写真4）に固定した。これらにより構成された圧送排水システムにおいて、1階から15階までの揚水は、水中ポンプを用いて行った。

本試験では、写真5に示すように、1階の水槽近

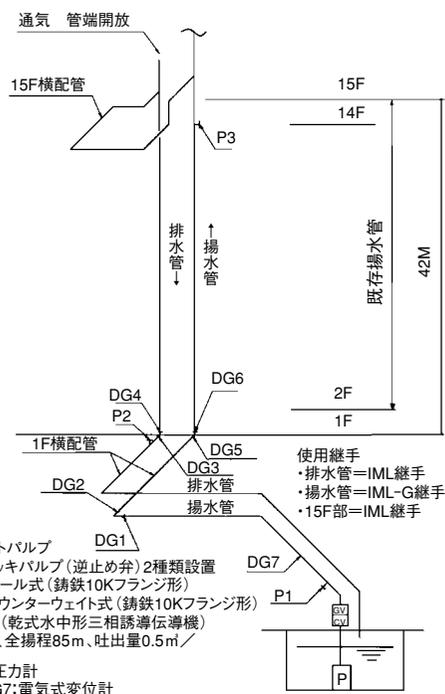
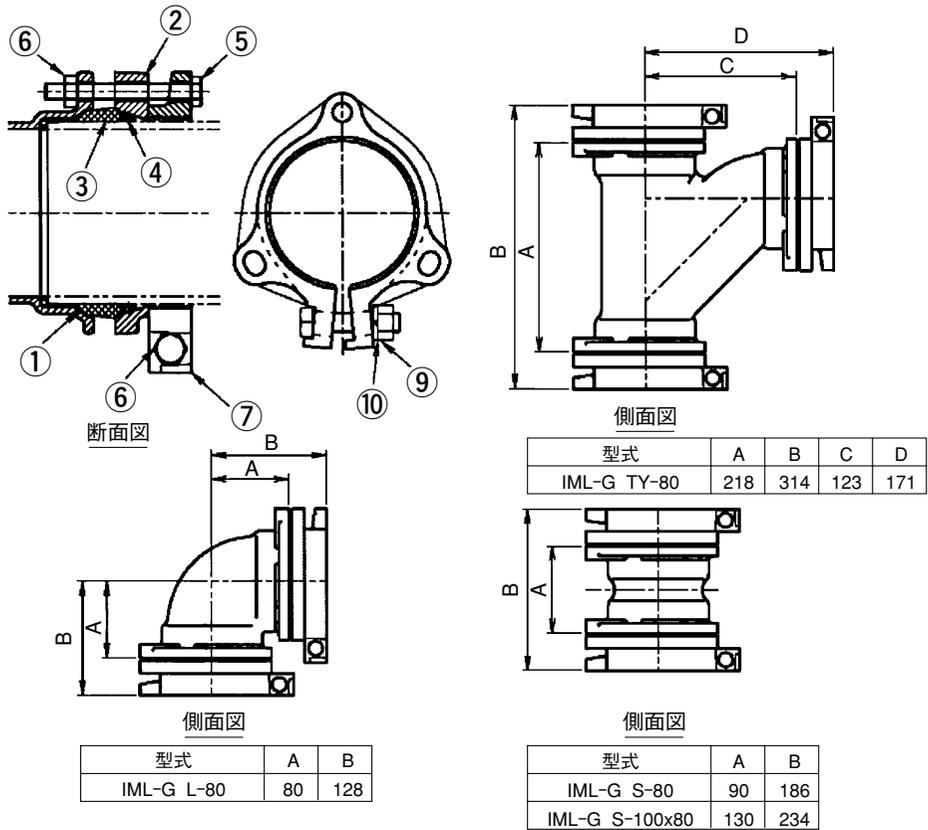


図1 試験体(全体図)



写真5 逆止め弁(左がボール式、右がスイング式)



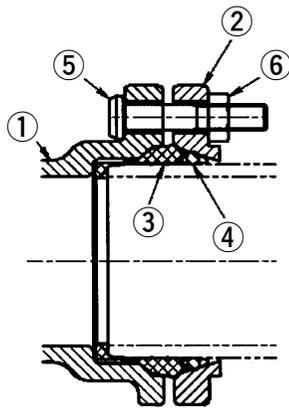
試験品名：排水鋼管用可とう継手 圧送排水用  
管脱落防止機能付き鋼球入りパッキン（通称：IML-G）

● 部品表

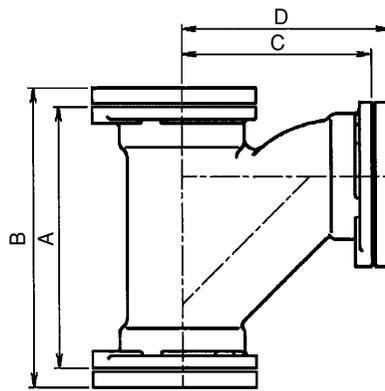
部 番	商 品 名	材 質	備 考	材 料 規 格	数 量		
					50A	80A	100A
①	本体	FC150	錆止め塗装	JIS G 5501	1	1	1
②	フランジ	FCD450-10	錆止め塗装	JIS G 5502	1	1	1
③	クッションボールパッキン	EPDM	—	JIS K 6380 AAH7467 A14	1	1	1
④	鋼球	SWCH10R	—	JIS G 3539	10	12	12
⑤	本体側ボルト	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1051	3	3	3
⑥	本体側ナット	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1052	3	3	3
⑦	グリップ	FCD450-10	錆止め塗装	JIS G 5502	1	1	1
⑧	グリップ側ボルト	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1051	1	1	1
⑨	グリップ側ナット	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1052	1	1	1
⑩	スプリングワッシャー	SWRH62B	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1251	1	1	1
⑪	ワッシャー	SWRH62B	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1251	3	3	3

※②～⑪は1面の数量

図7 試験体（揚水側継手の詳細）

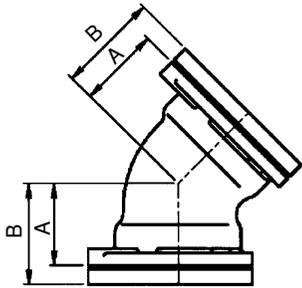


端部断面図



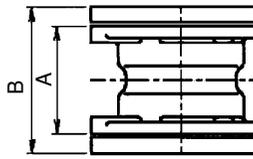
側面図

型式	A	B	C	D
IML TY-80x50	168	218	133	154
IML TY-100x80	226	284	173	198



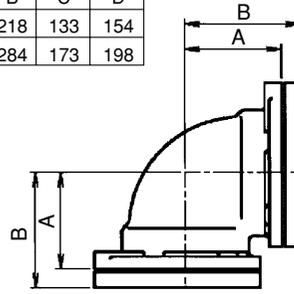
側面図

型式	A	B
IML45L-100	68	97



側面図

型式	A	B
IML S-100	105	163
IMLS-100x50	130	180



側面図

型式	A	B
IML L-50	58	79
IML L-80	80	105
IML L-100	99	128
IML LL-100	132	161

試験品名：排水鋼管用可とう継手 重力排水用

鋼球入りパッキン（通称：IML）

● 部品表

部番	商品名	材質	備考	材料規格	数量		
					50A	80A	100A
①	本体	FC150	錆止め塗装	JIS G 5501	1	1	1
②	フランジ	FCD450-10	錆止め塗装	JIS G 5502	1	1	1
③	クッションボールパッキン	EPDM	—	JIS K 6380 AAH-7563	1	1	1
④	鋼球	SWCH10R	—	JIS G 3539	10	12	12
⑤	Tボルト	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1051	2	3	3
⑥	六角ナット	SWRCH10R	Ep-Fe/Zn5/CM2	JIS B 1052	2	3	3

※②～⑥は1面の数量

図8 試験体（排水側継手の詳細）

傍の揚水管にボール式及びスイング式の2種類の逆止め弁を設け、水流の逆流を防止している。逆止め弁は、ゲートバルブの開閉により切り替えが可能となっており、試験では、どちらか一方の逆止め弁を使用した。

なお、予備送水において、ウォーターハンマー現象が発生しなかった為、本試験は、15階の配管システムの浴槽を経由せずに揚水管と排水管を直接連結させて行った。

### 3. 試験方法

試験は、水中ポンプを約10分間運転し、送水を行った後ポンプを5分以上停止させた。これを1サイクルとし、連続して10サイクル行った。試験では、逆止め弁の違いによる影響を確認するため、はじめにボール式を使用した状態で試験を行い、その後逆止め弁をスイング式に切り替えて同様の試験を行った。なお、配管内はボール式及びスイング式それぞれの試験開始前に満水とし、これを初期状態とした。

測定は、ポンプ運転開始からポンプ停止5分後までの配管の水圧、継手の抜け出し変位及び配管の水平方向変位について、計測サンプリング周期を0.1sec (=100msec) とし、1020秒間行った。

なお、各逆止め弁で行った10サイクルの試験の内、任意の1サイクル(ボール式の8サイクル目及びスイング式の10サイクル目)については、ポンプ運転開始時、ポンプ運転開始5分後、ポンプ停止時及びポンプ停止5分後について、計測サンプリング周期を0.01sec (=10msec) とし、90秒間行った。

表2に試験装置及び測定装置を、表3に圧力及び変位の測定位置を、写真6～写真8に測定装置の設置状況を示す。圧力計及び電気式変位計の設置位置は、図1～図6に示した。変位の符号は、継手部の抜け出し変位は配管と継手の開き方向を、配管の水平方向変位は反ポンプ側を、それぞれ正とした。



写真9 試験体の状況 (1階揚水側立て管脚部の継手)  
異状なし



写真10 試験体の状況 (1階の横走り管)  
異状なし



写真11 試験体の状況 (15階の配管)  
異状なし

表5 試験結果

試験体 記号	加圧 サイ クル	最大管内水圧			残留変位 <sup>※1</sup>							試験体 の状況
		1階		14階	継手の抜け出し変位						水平方向 変位	
		揚水側	排水側	揚水側	1階揚水側 (ポンプ近傍)		1階排水側 (立て管脚部)		1階揚水側 (立て管脚部)		1階揚水 側配管	
					ポンプ側	反ポンプ側	ポンプ側	反ポンプ側	ポンプ側	反ポンプ側		
(P1) kPa	(P2) kPa	(P3) kPa	(DG1) mm	(DG2) mm	(DG3) mm	(DG4) mm	(DG5) mm	(DG6) mm	(DG7) mm			
COUNTER (スینگ式)	1	978	7.0	417	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	異常なし
	2	808	16.7	663	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.01	-0.02	
	3	910	17.2	286	0.02	0.02	-0.01	-0.01	0.07	0.01	0.00	
	4	893	17.3	460	0.03	0.02	-0.01	-0.02	0.09	0.02	-0.03	
	5	862	8.7	581	0.03	0.02	-0.01	-0.02	0.11	0.02	-0.04	
	6	882	8.0	310	0.04	0.03	-0.01	-0.03	0.12	0.03	-0.03	
	7	1161	6.0	282	0.05	0.03	-0.01	-0.03	0.13	0.03	-0.10	
	8	1025	6.3	1311	0.06	0.03	-0.01	-0.04	0.13	0.03	-0.11	
	9	941	6.3	473	0.06	0.03	-0.01	-0.04	0.14	0.03	-0.11	
	10	1028	16.2	1780	0.07	0.03	-0.01	-0.03	0.15	0.02	-0.12	

(注) 1.試験開始前の満水状態の管内圧力は、以下の通りである。

P1 : 396 kPa

P2 : -1.7 kPa

P3 : 22 kPa

2.\*1は、ポンプ停止から5分経過した時刻の前後1秒以内に測定された変位の平均値から求めた。

3.加圧サイクル10サイクル目の最大管内水圧は、ポンプ停止時に測定したものである。

試験日 平成18年8月4日

#### 4. 試験結果

- (1) 測定結果を表4及び表5に示す。
- (2) 計測波形を図9～図34、図35～60に示す。
- (3) 試験体の状況を写真9～写真11に示す。

#### 5. 試験の期間、担当者及び場所

期 間 平成18年8月4日

担 当 者 構造グループ

試験監督者 川上 修

試験責任者 伊藤 嘉則

試験実施者 守屋 嘉晃

場 所 UR都市機構 都市住宅技術研究所

超高層住宅実験タワー

試験体記号：BALL

加圧サイクル：1サイクル

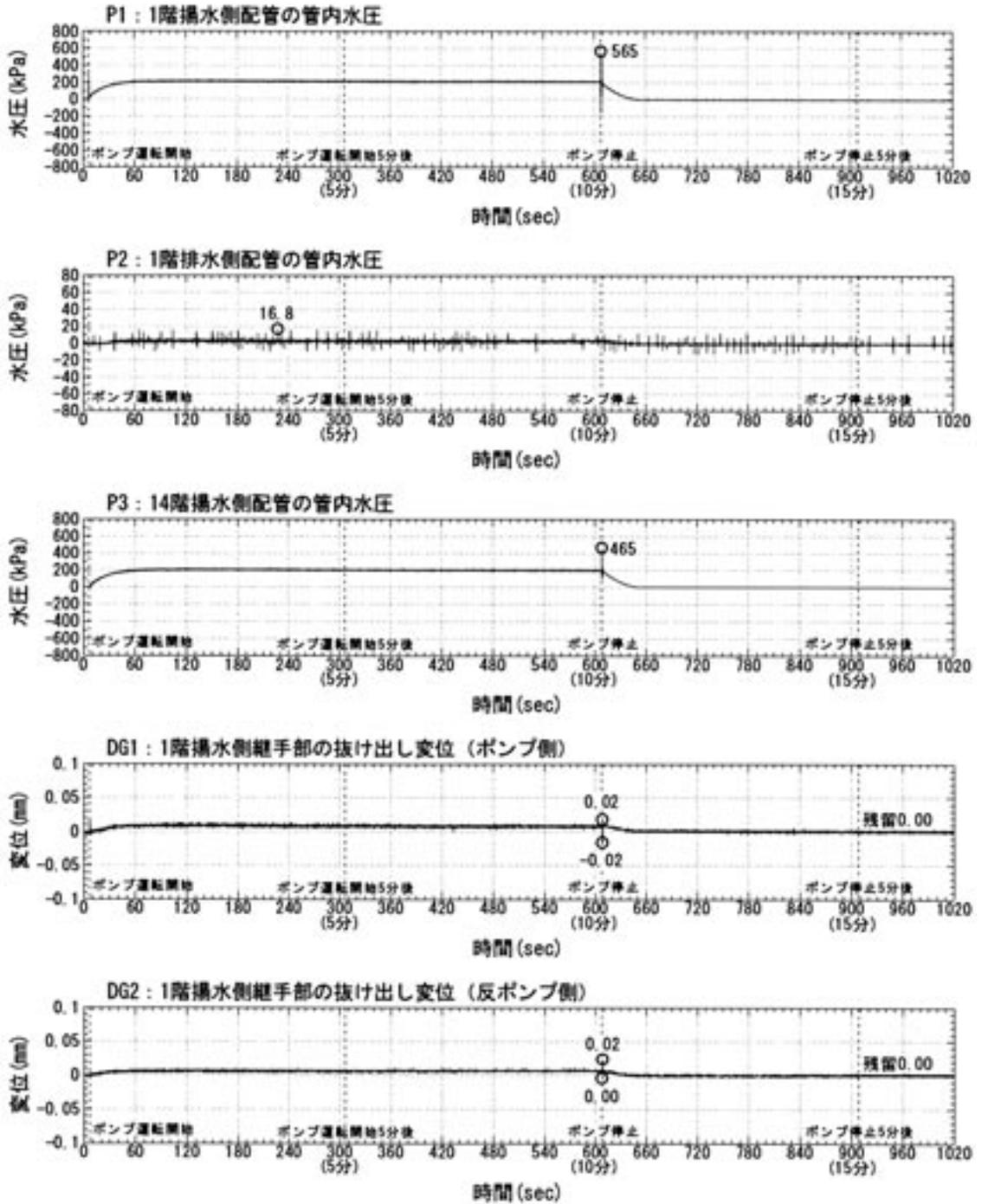


図9 計測波計

試験体記号：BALL

加圧サイクル：1サイクル

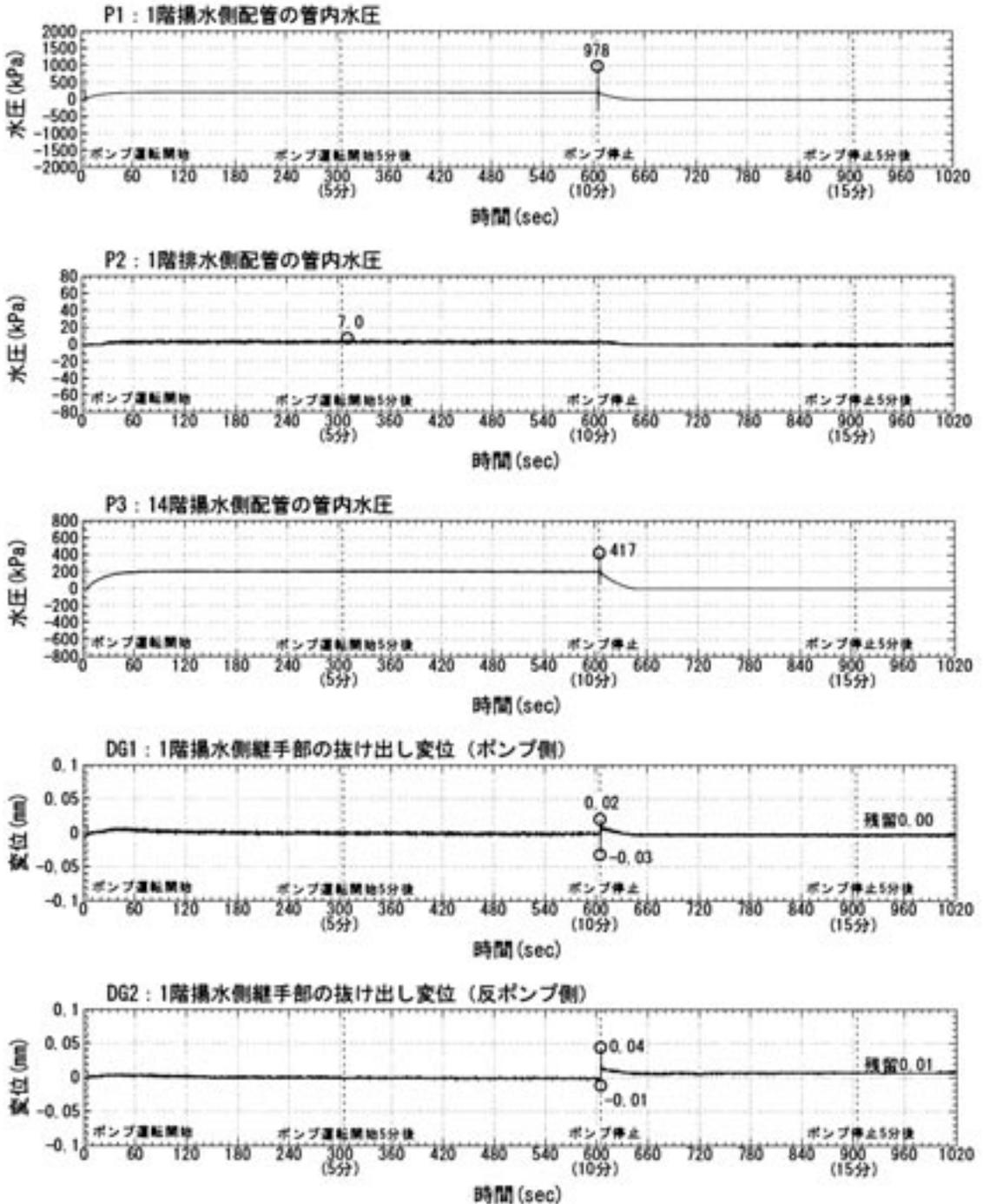


図35 計測波計

## コメント .....

従来、圧送排水用継手は、ねじ接合やフランジ接合が主流であるが、これらの継手には可とう性がなく、また、ねじ加工や溶接加工を必要とするため、耐食性の高い排水用硬質塩化ビニルライニング鋼管が使用できないなど、これらの問題を解決する新たな継手の開発が急がれている。

今回報告した圧送排水システムに用いた継手「IML-G」は、これらの解決を目的として開発されたものであるが、このような継手の評価方法は定まっておらず、継手を使用するにあたり、判断の基準はメーカーの技術資料によるところが大きい。今回使用した継手については、継手部の曲げ試験、引き抜き試験及び脈動水圧試験など継手単体に対する様々な試験を行い、継手単体の性能の検証は既に終了している。

一方、実際の高層建築に本圧送排水システムを構築した場合の各配管や継手に生じる水圧負荷や挙動については、試験で確認したものは少なく不明確な点が多い。そこで、今回の試験に至った。

本試験では、超高層住宅実験タワー（地上36階相当）（写真1）の1階部分（写真2）及び15階部分（写真3）に配管を設置し、実際に送水を行い、圧送排水システムの配管にかかる水圧負荷及び継手の挙動の把握を行った。

試験の結果、ポンプ停止時の各配管には大きな水圧負荷が生じたが、継手の引き抜き変位は、極めて小さなものであり、試験サイクルを重ねても大きく進展することはなかった（最も大きな継手の抜け出し変位：0.15mm）。

今回の試験の結果は、あくまで一例にすぎず、全ての圧送排水システムのパターンに適應できる

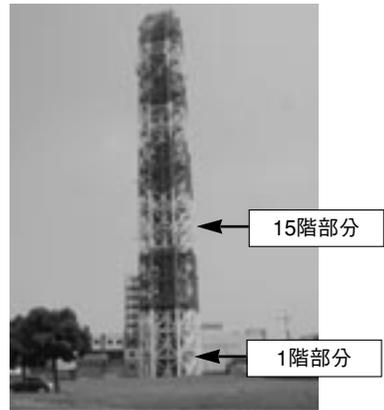


写真1 超高層住宅実験タワー

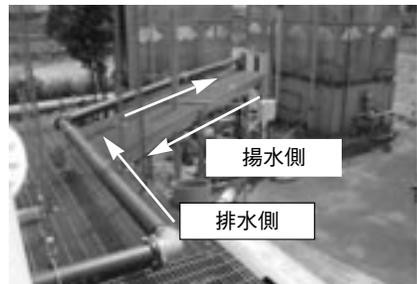


写真2 1階横走り管

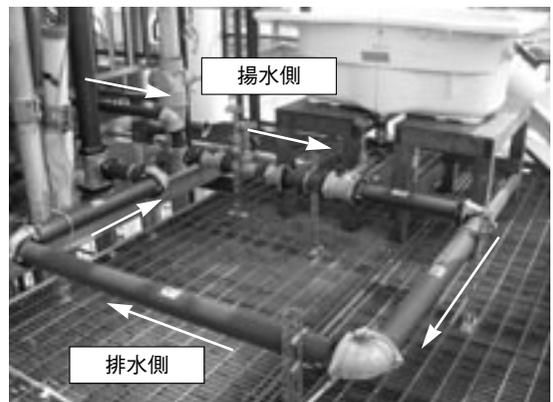


写真3 15階横走り管

わけではないが、今回の試験で構築した圧送排水システムにおいて、継手は十分な接合性能を保持していたと考えられる。

（文責：構造グループ 守屋嘉晃）

## JIS K 3850—1 (空気中の繊維状粒子測定法 第1部：光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法) の改正について

当センターで検討を行ってきましたJIS K 3850—1 (空気中の繊維状粒子測定法—第1部：光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法) について、日本工業標準調査会の環境・資源循環専門委員会にて改正の承認を得、平成18年10月20日付で公示されましたので、ここに概要を紹介します。

アスベスト(石綿)は、断熱性、耐熱性、耐薬品性、セメントその他の微小粒子との結合性などの優れた性能をもち、安価なことから建材、フィルター材、摩擦材など種々の工業製品に多く使用されてきた。

近年、アスベストに起因して、健康被害を生じることが指摘され、アスベストを取り扱う作業環境に関しては、“労働安全衛生法”に基づく規制、工場から大気中に排出されるアスベストに関しては、“大気汚染防止法”に基づく規制が行われ、それぞれ空気中に浮遊するアスベストの繊維濃度を測定する方法が定められた。また、測定方法の標準化及び普及を目的として、平成7年にJIS K 3850として“空気中の繊維状粒子測定方法”が制定された。

JIS K 3850の従来の測定方法のうち、第1部に規定した“位相差顕微鏡法”では、アスベストそのものを取り扱っている作業場又は環境下において得られた測定結果は、アスベスト繊維数濃度として判断しても支障は生じないものの、アスベストを含んだ解体現場周辺、建築物内の室内環境などの空気中には、アスベスト以外の繊維が多く含まれており、これらの繊維を含めた形でアスベスト繊維数濃度として評価されていた。また、1970～80年代にかけて建設されたアスベスト含有建材を使用した建築物の改修・解体が、今後、2020年

頃にピークを迎えることが予想され、作業環境だけではなく、一般環境下でのアスベスト繊維の飛散状況の把握及び健康影響問題への配慮の観点から、簡便かつ的確な分析方法の確立が社会ニーズとして高まってきた。

こうした背景のもと、空気中の繊維状粒子の特定、特にアスベスト繊維か否かの特定が容易にでき、的確にアスベスト繊維数濃度を求めることが可能な位相差・分散顕微鏡が開発されたことから、JIS K 3850—1改正原案作成委員会(委員長：名古屋俊士)で関連法規との整合化を図りながら検討を行い、JIS K 3850 : 2000 “空気中の繊維状粒子測定方法”のうち、“第1部：位相差顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法”に“位相差・分散顕微鏡法”の追加を行った。

一方、アスベスト含有建材の含有率測定方法についても位相差・分散顕微鏡の特徴を生かした規格として、JIS A 1481 “建材製品中のアスベスト含有率測定方法”が制定されている。

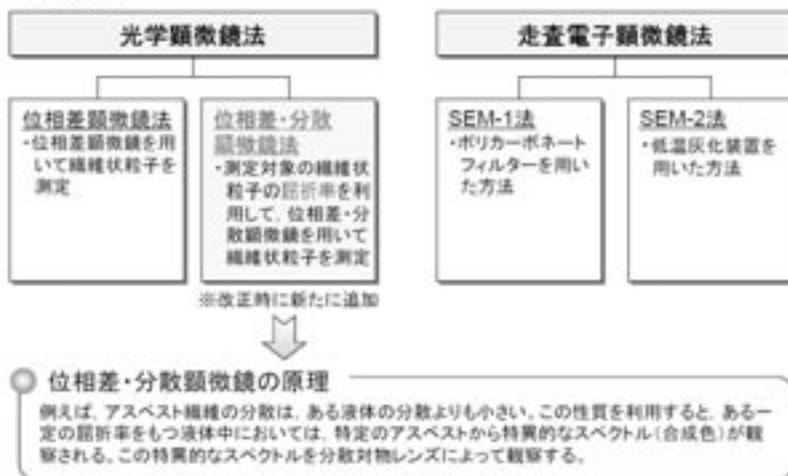
これらのアスベストを同定できる測定精度の高い規格を活用することにより、アスベストを含有する建材などが施工された建築物の補修、解体時に合理的な作業及び安全性が高まるとともに、建物に関わる人々の相互理解の促進にも寄与すると考えられる。

## <JIS K 3850-1>

### ▶適用範囲

空气中に浮遊している繊維状粒子を測定する方法について規定

### ▶測定方法



(文責：調査研究開発課 片山 正)

## (財)建材試験センターにおける アスベストに関連する測定業務及び性能評価業務のご案内

アスベスト含有建材を使用した建築物の改修・解体が、今後2020年頃にピークを迎えることが予想され、作業環境だけではなく、一般環境下でのアスベスト繊維の飛散状況の把握が必要となってきています。一方、飛散性のアスベスト含有建材については、薬剤(石綿飛散防止剤)を用い封じ込める措置も進められています。

当センターではこれらの業務について下記のとおりご案内致します。

### 1.アスベストに関する測定をお考えの方

JIS A 1481 (建材製品中のアスベスト含有率測定方法) による定性分析及び定量分析並びにJIS K 3850-1 (空气中の繊維状粒子測定法-第1部: 光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法) によるアスベスト繊維数濃度測定について。

問合せ先：中央試験所・品質性能部環境グループ TEL：048-935-1994

### 2.アスベストの飛散防止剤の性能評価をお考えの方

石綿飛散防止剤を使用する場合には、建築基準法第37条第2号(指定建築材料)に基づく国土交通大臣の認定を取得する必要があります。当センターでは、この認定取得が必要となる石綿飛散防止剤について、建築基準法第37条に基づく品質性能評価を実施しております。また、この評価に必要なデータを取り揃えるための試験は、当センターにて実施しております。

問合せ先：性能評価本部・性能評定課・アスベスト評価担当 TEL：03-3664-9216

連載

# たてものづくり 随想

第6回

## ものづくりと 保存

宇都宮大学  
工学部建設学科教授

小西敏正

□建築設計は、勿論ものづくりである。そこで、建築家の仲間では保存の話がでると、一頃は、ものがつくれなくなるからそんなことは言うなどの発言が多かった。しかし最近は大大分状況が変わり、古い建物を残して活用することも創作だと考えるようになってきた。またそうしてできた作品に質の高い面白いものが見られる。

保存は迷惑だという人達からよく聞いた話に、ヨーロッパでは古い建物や街並みの景観規制で建築家は雁字搦めで、新しいものが思うように建てられない。日本は自由でうらやましがられたという説明がある。確かにそうなのではあるが、彼らはそれを我慢するのが当然であると思っている。だから、雁字搦めにならないほど文化がなくて、お気の毒様と言っているのである。

欧米でも、保存に費用が掛かるのは同じでなかなか難しい。しかし、自分達の文化を蔑ろにする企業

などは、社会からこっぴどく制裁を受ける。分かりやすく言えばそれを無視すると非常に高い物に付く。その点、日本はまだ文化に対する値段が安すぎるようだ。世の中にそれと認められた由緒ある社屋も、容積率が少し高くなって周囲が高層化を始めると見境もなく建て直してしまう。それによって、確かに利潤を上げられるのだが、欧米では自社の文化、周辺環境に対する配慮を無視して利潤をえようとすると社会的に日本では想像もつかないほど大きなダメージを受けることが少なくない。また、そのために、市民や社会の意向が大切にされる。その辺に差が感じられる。

□日本には、おそらく江戸時代まで、建物に関しては保存の概念がなかったと思われる。それにも関わらず古い建物が残っているのは、有り難い建物だ、壊すのは勿体ない、爺さん婆さんが生まれる前から建っている、といった思い入れによってであった。

そこで時代が変わって、明治元年に神仏分離令が出されると、直ぐ廃仏毀釈に結びつき、多くの寺や、その寺宝が被害にあった。埼玉県の世界遺産に長楽寺という寺があるが、そこには、かつて日光創建時の奥社の拝殿物と宝塔が移築されていた。家康の遺言に従い、一周忌を期して日光東照宮ができた。20年経ち、3代将軍家光によって、いわゆる寛永造替が行われほぼ現在見る姿になったが、このとき奥社の建物一部が天界僧正が住職となった長楽寺に移された。高々築20年の建物である、新しいから勿体ないとも言えるが、やはり家康の霊廟の建物であるという存在価値が関わって移築したと考えられる。

明治になり賊軍側に関わった建物だという理由もあったかも知れないが、この250年経ったこれら建物が売りに出され宝塔は薪になったという。拝殿は辛くも売れ残り重要文化財になっている。

明治の始めに脱亜入欧の風潮が高まると、各国の人達が日本古来の文化財をただ同然で買いあさり、寺宝が急速に国外に流出しだした。国宝法隆寺さえ

危機に瀕し、寺宝300点を皇室に献納、その代償として、1万円が下賜されこのお陰でようやく維持がなったといわれている。

流出に歯止めを掛けるために、国も対策に乗り出し明治4年に、古器物保存法がつくられ、さらに明治30年にやっと古社寺保存法、昭和4年に国宝保存法が公布される。戦後になり、昭和25年に文化財保護法がつくられた。この経緯をみると、最初に寺院仏閣の保護が必要になった我が国の状況に沿っていることが分かる。従って、国民もその流れを当然と受け止めており、古来からの寺社など日本建築の保存には理解を示すがそれ以外の建築に保存の目が及ぶようになるのは大分後の話である。平成9年になって岡田信一郎設計の明治生命記念館（昭和9年）が昭和の建築として、最初の国の重要文化財に指定されている。

また、数多くの文化財の消失を防ぐために指定制度を補完する意味で国の登録文化財制度ができ活用されている。しかし、所有者自身が登録しなければならず、第三者が登録できるイギリスの制度とは差が見られる。

何れにしてもこれらの対応は後手後手と少々遅すぎる感がある。特に都市の様変わりは激しく、古都京都ですら少し前には、マンションが街並みの中に立ち始めて問題になっていたが、今ではマンションの間にぼつぼつと町屋が残っている状態が心配されている。都市にはもっと大きな網掛けが必要だったのではないだろうか。それが成功していれば、あるいは時代の深みを感じられる都市が日本にも幾つか残ったかも知れない。

□日本の農村風景の美しさは茅葺き屋根にあった。その茅葺の建物は、壊されたり、瓦などに葺き替えられ、あるいは金属のカバーが被せられ景観が変わってきた。

ヨーロッパも田舎に行くと茅葺きの屋根がある。草葺きと瓦と併用しているユニークな屋根も見られ



草葺きと瓦を併用したオランダの民家

る。しかも、それらが少なくない。聞くところでは草屋根を他の材料に葺き替えるのに国の許可が必要とのことである。

茅葺きの家は現代の生活のシステムと合わない。茅の地域に存在した生産・運搬・施工・解体・廃棄のシステムは既に存在していない。また、屋内でいろりを焚くからこそ耐久性があったのだが、その生活習慣も既がない。もし茅葺きを残すとすれば、新たなシステムの構築やさらに、自動煙発生装置の様なものも必要になる。

□最近言われる美しい国、これも保存と大きく関わる言葉である。美しいという言葉の受け止め方は、人それぞれで違いがあるようだ。すぐにぴかぴかの新しいものに結びつける方も少なくない。

確かに古い建物は火災を含めて安全上問題があることが多い。しかし短絡的に直ぐに取り壊す必要はない。安全でないならばその点を補えばよいのである。また美しさと立派さを結びつけがちである。確かに古今東西残っているものを見ると立派なものが多い、立派な豪農や豪商の建物は残っても、庶民の家は残りにくい。大多数の人が暮らしていた生活の場として知りたくなるがなかなか実物を見ることが出来ない。

都市も町も村も、立派なものも普通のものも大事に扱われ、新しい時代の単一の表情に染まることなく、幾つもの時代にわたる表情を持てば、自然と文化の厚みを感じ取れるというものである。

# その1 コンクリートの基礎講座

## ⑤コンクリート基礎編・硬化コンクリート（強度性状）

\*斜体文字は「用語の解説」に記載しました。

### コンクリートの特徴

コンクリートが木材や鋼材など他の構造材料と最も大きく異なる点は、コンクリートはセメント、水、骨材、混和材料などで構成される複合材料であること、また、その状態や性能が、時間の経過に伴って変化することが挙げられます。従って、コンクリートの品質は、構成材料の種類、品質、構成割合によって異なると共に、施工方法、養生方法、材齢などの諸条件によって大きく異なることを認識しておくことが重要です。

コンクリートを総称して硬化コンクリートと呼んでいます。

なお、硬化コンクリートの性能は、材齢に伴って大きく変化すると共に、材齢初期の性状（例えば、初期強度、初期収縮、初期ひび割れ、初期凍害など）がその後のコンクリートの品質に大きな影響を及ぼすため、初期性状（打込みから材齢数日間までの性状）を区別して解説する場合がありますが、今回は特に区別せず、硬化コンクリートの基本的事項について総合的に概説します。

### 硬化コンクリートとは

コンクリートは、その状態によって「フレッシュコンクリート」と「硬化コンクリート」に大別されます。JIS A 0203（コンクリート用語）では、フレッシュコンクリートを「まだ固まらない状態にあるコンクリート」と定義していますが、硬化コンクリートについては、具体的に定義されていません。通常は、凝結・硬化過程を過ぎたコ

### 硬化コンクリートの強度性状

硬化コンクリートに要求される基本的な性能は、構造安全性に関連する性能であり、具体的には、強度性状、変形状状、質量などが挙げられます。ここでは、硬化コンクリートの強度性状を取り上げます。

硬化コンクリートの強度性状は多様で、圧縮、引張、曲げ、せん断、支圧などの強度、コンクリ

### 用語の解説

#### コンクリートの性能（性状）と品質

本誌では、個別の要求（例えば、強度）に対する性質を「性能（性状）」、総合的な性質（フレッシュ性状、硬化性状、耐久性などを踏まえた性質）を「品質」と定義しています。

#### 養生（養生方法）

打ち込まれたコンクリートなどが所要の性能を発揮するまでに必要な諸条件を与えること（与える方法）、あるいは、性能を阻害する要因から保護すること（保護する方法）です。

#### 材齢

コンクリートの製造後（打設後）の経過時間のことです（人の年齢に相当します）。通常、1週間未満は日数で表し（例えば、材齢3日）、1週間以上は週単位（例えば、材齢4週）で表します。なお、コンクリート強度は、材齢4週を標準とします。

#### 初期強度

凝結・硬化過程におけるコンクリートの強度のことです。概ね、打込みから数日以内の強度を示します。

#### 初期収縮

凝結・硬化過程における収縮（縮み）のことです。水分の蒸発に伴う乾燥収縮と自己収縮があります。なお、乾燥収縮及び

ートと鉄筋との付着強度、繰り返し応力に対する疲労強度などがあります。しかし、単にコンクリート強度という場合は、圧縮強度を示します。これは、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートは主に圧縮力を負担すること、また、他の強度は、圧縮強度から概ね推定することが可能であるためです。

なお、舗装コンクリートやコンクリート製品の場合は、圧縮強度ではなく、曲げ強度が標準となることがあるので注意して下さい。

## 強度性状に影響を及ぼす各種要因

### (1) 使用材料の種類及び品質

- ・セメントの種類…セメントの種類は、コンクリート強度に直接影響を及ぼします。既に紹介しましたが、現在、コンクリートの種類・用途に応じて、様々なセメントが使い分けられています。セメントの強度発現性は、その種類によって異なるため、使用するセメントの種類によって、コンクリート強度（期待できる強度）や強度発現性（材齢と強度の関係）が大きく変化することを認識しておくことが重要です。
- ・骨材強度…骨材強度は、一般的なコンクリート強度に比較して相当高いため、コンクリート強度にほとんど影響を及ぼしません。ただし、軟らかい石片を多量に含むなど品質が劣る骨材を

使用した場合や、高強度コンクリートにおいては、水セメント比を低下させてもコンクリート強度が増加しない現象（強度の頭打ち現象）が生じる場合があるため注意する必要があります。

- ・骨材の表面状態…骨材の表面状態が粗い場合、セメントペーストとの付着力が増大するため、コンクリート強度も大きくなります。碎石を使用すると、川砂利を使用した場合に比較して、同一水セメント比における圧縮強度は10～20%程度増大します。

### (2) コンクリートの製造

- ・練混ぜ時間…練混ぜ時間が短すぎると、十分に混練されず、コンクリートが均質とならないため、コンクリート強度は低下します。一方、練混ぜ時間が長すぎると、空気量が低下する場合がありますので、ミキサの種類、性能に応じた適切な練り混ぜ時間を設定することが重要です。
- ・練混ぜ方法…練混ぜ後のコンクリートを加水せず再度練り混ぜ、適切に施工すればコンクリート強度は増加します。ただし、ワーカビリティの低下に伴い、施工が困難となり、逆に強度が低下する場合がありますので注意が必要です。
- ・加圧成型…コンクリートを成型時に加圧すると、高密度化すると共に、自由水が除去される

## 用語の解説

自己収縮については、来月号で紹介します。

### 初期ひび割れ

明確な定義はありませんが、ここでは、打込みから凝結が終了するまでに発生するひび割れを想定しています。沈下ひび割れ、プラスチックひび割れ、セメントの異常凝結や練混ぜ水中の不純物に起因するひび割れなどがあります。

### 初期凍害

凝結・硬化初期において、コンクリートが凍結又は数回の凍結融解の繰返しを受けることによって、セメントペーストの組織が破壊されることです。

### 鉄筋コンクリート（構造物）

鉄筋で補強されたコンクリート（構造物）のことで、略してRCともいいます。

### 舗装コンクリート

JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）に規定されるコンクリートの種類で、主に、舗装に用いるコンクリート版に使用されます。呼び強度は、曲げ強度で表します。

ため、一般に強度は増加します。コンクリート製品などの場合は、遠心力締固め、加圧締固めなどの成型方法が採用されています。

### (3) 配(調)合条件

・強度理論 コンクリートの配(調)合条件と強度との関係については、複数の強度理論が提案されています。代表的な例を以下に示します。

①水セメント比説：D.A.Abramsが提唱した理論で、コンクリート強度はセメントペーストの水セメント比によって支配され、次式によって表すことができるという理論です。

$$F_c = A/B^x$$

$F_c$ ：コンクリートの圧縮強度

A, B：実験定数(使用材料によって異なる。)

$x$ ：水セメント比(W/C)

②セメント水比説：I.Lyseが提唱した理論で、コンクリートの圧縮強度とセメント水比との間には直線関係があり、次式によって表すことができるという理論です。なお、この式の形は、コンクリートの配(調)合設計において、強度算定式として現在でも汎用されています。

$$F_c = A + Bx$$

$F_c$ ：コンクリートの圧縮強度

A, B：実験定数(使用材料によって異なる。)

X：セメント水比(C/W)

③セメント空隙比説：A.N.Talbotが提唱した理論で、コンクリートの圧縮強度は、セメント空隙比によって支配され、次式によって表すことができるという理論です。

$$F_c = A + B(C/V)$$

$F_c$ ：コンクリートの圧縮強度

A, B：実験定数(使用材料によって異なる。)

C：セメントの絶対容積

V：コンクリート1 $m^3$ 中の水の容積と空気の容積との和

・空気量…同一水セメント比の場合、空気量が1%増加するとコンクリート強度は4~6%減少します。しかし、所定量の空気を連行すると、ワーカビリティの向上に伴って水の量を低減することができます。従って、スランプ及びセメントの量を一定とした場合は、水セメント比を小さくできることから、結果として、空気を連行しないコンクリートと同程度の強度を得ることができます。

### (4) 材齢及び養生方法

・材齢…コンクリート強度の増進は、セメントと水との水和反応に起因します。従って、一般に材齢が長いほど、コンクリート強度は高くなります。セメントの種類や化学混和剤の種類によ

#### 用語の解説

##### 軟らかい石片

黄銅棒でひっかいた際に黄銅色が付着する軟石のことです。試験方法は、JIS A 1126に規定されています。

##### 高強度コンクリート

JIS A 5308では、呼び強度が50~60(圧縮強度が50~60N/mm<sup>2</sup>)のコンクリートを高強度コンクリート、呼び強度が45以下のコンクリートを普通コンクリートと規定しています。なお、土木、建築では定義が異なります。

##### 自由水

結晶水や吸着水などのように何らかの形で拘束されている水分以外の水のことです。

##### 遠心力締固め

コンクリート製品の締固め方法の一つで、型枠の回転時の振動による締固め効果と、遠心力による水分の絞り出し効果を期待する締固め方法です。

##### 加圧締固め

コンクリート製品の締固め方法の一つで、振動締固めの後、コンクリートに所定の圧力をかけて成形する方法です。

って若干異なりますが、通常、コンクリートの強度増進は、材齢7日から材齢14日程度までが著しく、材齢28日から材齢91日ぐらいでほぼ安定します。なお、材齢1年以降における強度増進は、調合条件や養生条件によって異なりますが一般に小さいといわれています。

・養生方法…養生方法は、適用するコンクリート[現場施工、コンクリート製品、品質管理(供試体)]によって、様々な方法があります。表1は、代表的な養生方法を示したものです。

一般に湿潤養生期間が長いほどコンクリート強度は増大します。また、コンクリートを乾燥すると、見掛け強度は上昇しますが、乾燥以後の強度増加は期待できません。また、養生温度が気温程度の範囲では、材齢28日までの強度は、養生温度が高いほど大きくなります。しかし、長期の強度増進は、材齢初期の養生温度が低いほど大きくなるといわれています。このように、養生温度とコンクリート強度との関係は複雑ですが、要約すると、湿潤養生期間をできるだけ長くし、養生温度を適切に管理することが重要であるといえます。

なお、工場製品の場合は、製品に要求される性能に応じて特殊な養生方法(蒸気養生、高温高圧蒸気養生など)が採用されています。

### 強度性状に関連する試験方法

コンクリートの各種強度は、圧縮強度から概ね推定することができますが、実際に試験を行って確認する場合があります。JISや関連学協会などに規定されている強度性状に関連する代表的な試験方法を表2に、代表的な供試体の外観を写真1～写真3に、各種強度及び試験方法の概要を以下に紹介します。



写真1 圧縮強度及び割裂引張強度試験用供試体

[ $\Phi 7.5 \times 15\text{cm}$ ,  $\Phi 10 \times 20\text{cm}$ ,  $\Phi 12.5 \times 25\text{cm}$ ,  $\Phi 15 \times 30\text{cm}$ ]

\* 圧縮強度試験用 (JIS A 1132 : 2006)

- ・直径の2倍の高さをもつ円柱形
  - ・粗骨材の最大寸法の3倍以上、かつ、100mm以上
- \* 割裂引張強度試験用 (JIS A 1132 : 2006)
- ・粗骨材の最大寸法の4倍以上、かつ、100mm以上
  - ・長さは、直径から直径の2倍までの範囲

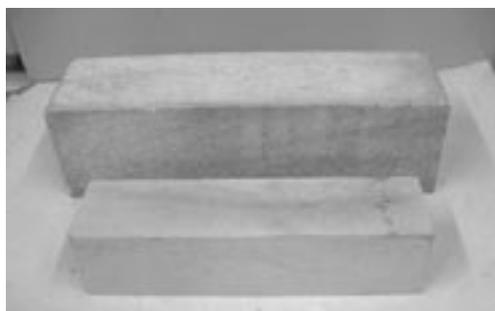


写真2 曲げ強度及びせん断強度試験用供試体

[ $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ ,  $15 \times 15 \times 53\text{cm}$ ]

\* 曲げ強度試験用 (JIS A 1132 : 2006)

- ・断面が正方形の角柱体とし、その辺の長さは粗骨材の最大寸法の4倍以上、かつ、100mm以上
  - ・長さは断面の一辺の長さの3倍より80mm以上長いもの
- \* せん断強度試験用 (JSCE-G-552, JCI SF6)
- ・断面は正方形で、その一辺の長さは、繊維長さが40mmを超える場合は原則15cm、40mm以下の場合は10cm
  - ・長さは断面の一辺の長さの2倍以上、かつ4倍以下



写真3 鉄筋とコンクリートとの付着強度試験用供試体

\* JSTM C2101

- ・粗骨材の最大寸法は20mm又は25mm
- ・材齢28日の圧縮強度(標準養生)は $30 \pm 3 \text{ N/mm}^2$
- ・コンクリートは立方体供試体とし、一辺の長さは鉄筋の公称直径の6倍
- ・鉄筋の付着長さは鉄筋の公称直径の4倍
- ・鉄筋の非付着長さは(供試体の一辺の長さ) - (鉄筋の公称直径の4倍)
- ・鉄筋の配置方法は水平とし上下2段打ちしない

表1 コンクリートの代表的な養生方法

養生方法の例		主な適用例
湿润養生	水中養生	標準養生 (20℃)
		現場水中養生
	湿布養生	
	湿砂養生	
保水養生	散水養生	
	現場封緘養生	
保温養生	シート養生, 膜養生	
	断熱養生	
加熱養生	被覆養生	
	蒸気養生	
	高温高圧養生	

表2 硬化コンクリートの代表的な強度試験方法

項目	試験方法 (試験規格)
供試体の作製	JIS A 1132 コンクリートの強度試験用供試体の作り方
圧縮強度	JIS A 1107 コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法
	JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法
	JASS5T-603 構造体コンクリートの強度推定のための圧縮強度試験方法 <sup>1)</sup>
	JSCE-G 505 円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法 <sup>2)</sup>
	JSCE-G 551 鋼繊維補強コンクリートの圧縮強度及び圧縮タフネス試験方法 <sup>2)</sup>
引張強度	JCI-SF5 繊維補強コンクリートの圧縮強度及び圧縮タフネス試験方法 <sup>3)</sup>
	JIS A 1113 コンクリートの割裂引張強度試験方法
曲げ強度	JIS A 1106 コンクリートの曲げ強度試験方法
	JSCE-G 552 鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げタフネス試験方法 <sup>2)</sup>
	JCI-SF4 繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げタフネス試験方法 <sup>3)</sup>
せん断強度	JSCE-G 553 鋼繊維補強コンクリートのせん断強度試験方法 <sup>2)</sup>
	JCI-SF6 繊維補強コンクリートのせん断強度試験方法 <sup>3)</sup>
付着強度	JSTM C2101 引き抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法 <sup>4)</sup>
	JSCE-G 503 引き抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 <sup>2)</sup>
	JCI-SND1 硬化コンクリートの引抜き試験方法 (試案) <sup>3)</sup>

1) 建築学会規格 2) 土木学会規準 3) JCI (日本コンクリート工学協会)規格 4) 建材試験センター規格

(1) 圧縮強度

コンクリートが圧縮力を受けて破壊するときの強さを応力度 (N/mm<sup>2</sup>) で表した値であり、破壊時の最大圧縮荷重 (N) を断面積 (mm<sup>2</sup>) で除して求めます。コンクリートの強度を示す最も一般的な指標であり、コンクリート構造物の構造計算に使用されています。

コンクリートの圧縮強度に影響を及ぼす試験方法上の要因は以下のとおりです。

- ・ 供試体の形状によって見掛け強度は異なり、円柱供試体よりも角柱供試体の方がやや小さくなります。
- ・ 供試体の直径に対する高さの比が大きいほど、見掛け強度は小さくなります。

用語の解説

配 (調) 合設計

コンクリートに要求される性能を考慮して、構成材料の割合を設計する行為のことです。土木では配合設計、建築では調合設計といいます。詳細については、後日紹介します。

湿润養生

コンクリートを湿润状態に保つ養生方法のことです。水中養生、湿布養生、湿砂養生、散水養生などがあります。

見掛け強度

真のコンクリート強度ではなく、様々な行為に伴って得られる見掛け上の強度のことです。

蒸気養生

コンクリート製品の養生方法の一つで、ボイラーなどで発生させた蒸気を養生室に通気し、コンクリートを常圧状態で加湿加温することにより、強度の発現性を早める養生方法です。

高温高圧蒸気養生

コンクリート製品の養生方法の一つで、コンクリート製品を収納した圧力容器に、高温高圧の飽和蒸気を通して養生する方法です。オートクレーブ養生ともいいます。

- ・供試体の寸法が大きいほど、見掛け強度は小さくなります。
- ・試験時の荷重速度が速いほど、見掛け強度は大きくなります。従って、JISでは荷重速度を  $0.6 \pm 0.4 \text{ N/mm}^2$  と規定しています。
- ・荷重面（キャッピング面）の状態も強度に影響を及ぼします。荷重面の凹凸が強度に及ぼす影響は、凸の場合が顕著であり、見掛け強度は30%程度低下するといわれています。従って、JISでは、キャッピング層の厚さは供試体直径の2%以下、荷重面の平面度は直径の0.05%以内と規定しています。
- ・強度試験時の試験体の乾湿状態によって見掛け強度は異なります。強度試験時に供試体が乾燥していると濡れた場合より見掛け強度は大きくなります。従って、JISでは、所定の養生が終わった直後の状態で試験を行う旨が規定されています。

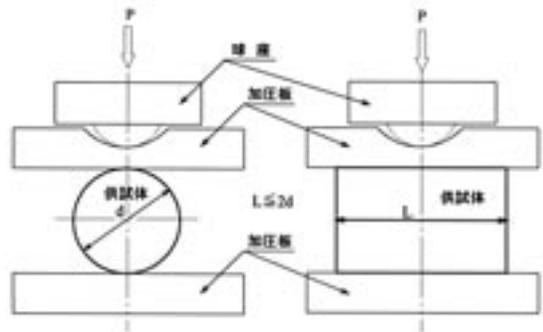


図1 割裂引張強度試験方法 (JIS A 1113)

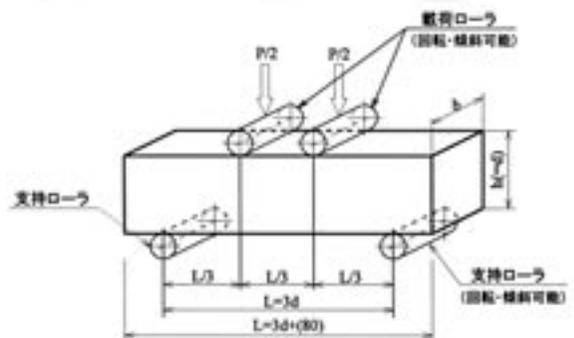


図2 曲げ強度試験方法 [3等分点荷法] (JIS A 1106)

## (2) 引張強度

コンクリートの引張強度試験方法には、直接引張試験と割裂引張試験の2通りの方法がありますが、間接的に求める割裂引張試験方法が標準となっています。この方法は、図1に示すように、円柱供試体を横にして上下から圧縮荷重を加えることにより、供試体の中心軸を含む鉛直面に一様な引張応力を加える方法です。

なお、割裂引張強度は、圧縮強度の1/10～1/13程度ですが、高強度コンクリートの場合は、その比が小さくなるといわれています。

## (3) 曲げ強度

コンクリートの曲げ強度試験方法には、中央点荷法と3等分点荷法がありますが、後者の3等

分点荷法が標準となっています。この方法は、図2に示すように、供試体の3等分点に荷重し、最大曲げモーメント（破壊時のモーメント）を断面係数で除して、曲げ強度を求める方法です。

なお、3等分点荷法によって求めた曲げ強度は、圧縮強度の1/5～1/8程度、割裂引張強度の1.5～2倍程度の値です。また、中央点荷法と比較すると、見掛けの曲げ強度は小さくなりますが、これは、中央点荷法の場合、曲げモーメントが最大となるのが1断面に限定されるのに対し、3等分点荷法の場合は、荷重点間がすべて同一曲げモーメントとなり、その間で最も弱い断面で破壊するためです。

#### (4) せん断強度

コンクリートのせん断強度が直接問題となる場合は少なく、せん断強度を試験によって直接求める例は希です。試験方法は、JISには規定されていませんが、関連学協会で繊維補強コンクリートを対象とした2面せん断試験方法が提案されています。せん断試験用ジグの一例を写真4に示します。これまで、数多くの直接せん断試験方法(特定のせん断面で強制的に破壊する方法)が提案されていますが、いずれの方法も曲げの影響があるため、真のせん断強度を求めることは難しいといわれています。

なお、せん断強度は、圧縮強度の1/4~1/6程度、引張強度の2.5倍程度の値といわれています。

#### (5) 支圧強度

支圧強度とは、コンクリートが局部的に大きな荷重を受ける際の圧縮強度のことです。支圧強度の検討が必要な部位には、柱の接合部、橋脚の支承部やプレストレストコンクリートにおける緊張材の定着部などが挙げられます。

なお、支圧強度は、圧力を受ける面積よりも圧力が分布する面積の方が大きいため、圧縮強度よりも大きくなります。また、具体的な式は省略しますが、圧縮強度から支圧強度を求める算定式が提案されています。



写真4 せん断試験用ジグの一例  
[供試体：10×10×40mm用]

#### (6) 付着強度

付着強度は、材料の種類によって付着対象物が異なりますが、コンクリートの場合は、通常、鉄筋とコンクリートとの付着強度を示します。鉄筋とコンクリートとの付着力に影響する要因には、①鉄筋とコンクリートとの粘着力、②コンクリートの側圧に伴う摩擦力、③鉄筋表面の凹凸による機械的な抵抗力があるといわれています。

付着強度は、鉄筋の表面状態によって著しく異なり、異形鉄筋に比較すると、丸鋼の付着強度は極めて小さな値です。また、付着強度は、ブリーディングの影響で、鉄筋の配置方法によって大きく異なります。一般に、水平筋に比較して垂直筋の付着強度は大きく、上端筋に比較して下端筋の付着強度は大きくなります。

#### 用語の解説

##### (加圧面の) 平面度

JISでは、平面部分の最も高いところと最も低いところを通る二つの平面を考え、この平面間の距離をもって表すことが規定されています。

##### 橋脚の支承部

橋脚を支持する部分、又は、その部分の構造のことです。

##### プレストレストコンクリート

PC鋼材によってコンクリートの圧縮力を導入した一種の鉄筋コンクリートのこと。

##### 緊張材の定着部

プレストレストコンクリートに圧縮力を導入するPC鋼材を定着する部分のこと。

##### 異形鉄筋

コンクリートとの付着をよくするために、表面に突起をもつ棒状の鋼材のこと。

##### 丸鋼

断面が一般的な円形の鉄筋のこと。

## (7) 疲労強度

疲労強度とは、コンクリートが繰返し応力を受けて破壊したときの強度のことです。コンクリートは繰返し応力を受けると静的強度よりも低い強度で破壊する場合があります。従って、車や列車などの繰返し荷重を受ける橋梁などでは、設計時に疲労強度を考慮しておくことが重要となります。

なお、200万回疲労強度は、種々の要因によっ

て変化しますが、概ね、静的強度の55～65%程度といわれています。

## (8) その他の強度

その他の強度としては、3軸圧縮強度、ねじれ強度、複合加力強度、衝撃強度などがありますが、詳細は省略します。

(文責：材料グループ 真野孝次)

## 知っていましたか！硬化コンクリートのア・レ・コレ

### 鉄筋コンクリートの特徴

コンクリートは圧縮力に強いが引張力に弱いという性質があります。一方、鉄筋(鋼材)は、引張力には強いが、大気中では錆びやすく、また、高温下では強度が著しく低下します。しかし、両者を複合した鉄筋コンクリートでは、鉄筋はコンクリートに保護され、錆びにくく(コンクリート中は、アルカリ雰囲気)、優れた耐火性も期待できます。更に、鉄筋とコンクリートの線膨張率は概ね同様であるため、気温が変化しても同じように伸び縮みします。このように、鉄筋コンクリートは、両者の長所を複合した極めて合理的な構造材料です。

### コンクリートの強度(その1)

コンクリートは、大小の骨材粒子を糊(セメントペースト)で固めたものです。従って、糊の接着力(強度)を高めればコンクリートの強度は増加します。糊(セメントペースト)は濃いほど接着力(強度)が高く、高くなる比率は、糊を構成する材料(セメントと水)の割合(C/W)に比例します。

なお、糊の接着力(強度)は、糊の種類及び量、固める骨材の種類、品質及び量などによって差があります。

本文で紹介したリースの水セメント比説を簡単に説明すると上記のとおりです。

### コンクリートの強度(その2)

通常の土木・建築工事に使用されるコンクリートの圧縮強度は20～30N/mm<sup>2</sup>程度ですが、材料を厳選

し、混和材料を有効に利用することにより圧縮強度が120～150N/mm<sup>2</sup>程度のコンクリートを生コン工場で製造することが可能です。既に、実際の現場で使用されています。圧縮強度が120～150N/mm<sup>2</sup>程度とは、簡単に説明すると、1cm<sup>2</sup>当たり1.2～1.5tに耐えられることを意味します。これくらいの強度になると、岩石の強度に近く、骨材強度はコンクリート強度に大きな影響を及ぼします。

### コンクリートの年齢

材齢は、用語の解説で説明しましたが、人とコンクリートでは年齢の数え方が若干異なります。人の場合365日(閏年の場合は366日)が1年(1歳)ですが、コンクリートの場合は、通常52週(364日)を1年(1歳)と換算します。なお、1か月は4週(28日)、3か月は13週(91日)、6か月は26週(182日)です。このように定めることにより、月毎の変動(28日～31日)を取り除くと共に、製造した曜日と試験日の曜日を同一にすることができます。

### コンクリートは温泉が嫌いです

人間は、疲労回復や療養を目的として温泉で養生しますが、コンクリートは温泉が苦手です。特に、酸性泉や硫黄泉はコンクリートの天敵です。コンクリートは、酸性泉や硫黄泉に浸かると、数週間から数か月で痩せ細って(著しく浸食)してしまいます。これは、温泉中の酸性成分の影響です。また、炭酸泉も苦手です、徐々に浸食されてしまいます。

# 「断熱材フロン回収・処理調査」調査研究成果とりまとめ報告（後半）

委員会事務局 佐竹 円\*

前号では、「断熱材フロン回収・処理調査」の調査研究成果として、(1)断熱材中のフロン含有率測定方法の標準化、(2)建築用断熱材及び残存フロンに関する調査について紹介した。本稿では、前号に続き、(3)機器用断熱材及び残存フロンに関する調査、(4)断熱材及びフロンに関する国際動向調査について、調査研究成果の概要を紹介する。併せて、これらに関する成果の公表状況についても紹介する。

### (3) 機器用断熱材及び残存フロンに関する調査

機器用断熱材については、建築用断熱材同様、廃棄時に機器中に残存しているフロン量並びに今後の機器の廃棄処分に伴う残存量の減衰の推移を推定している。同時に、機器類の処理・処分技術・社会システムについて実情調査を行い、これを踏まえたフロン放散抑制技術と処分ルートの実行可能性について調査・検討している。以下に、調査研究成果の概要を示す。

#### ①機器用断熱材中のフロン残存総量の推定

##### a. 調査対象機器

当研究では、国内における機器用断熱材中のフロン残存総量の推定に当たり、断熱材製造者団体からの使用用途別の出荷統計等を基に、対象とする機器を次の6つに選定した。

- ・家庭用電気冷蔵庫
- ・業務用電気冷凍・冷蔵庫、ショーケース
- ・飲料自動販売機
- ・浴槽および浴室ユニット
- ・冷蔵・冷凍コンテナおよび車輛
- ・プラント

上記以外に、船舶・土木（トンネル）等につい

ても調査したが、船舶は製造されても海外国籍となるものがあること等、土木（トンネル）については解体による断熱材の排出が予測されないこと等の理由から、除外した。

##### b. 廃棄時に機器中に残存しているフロン量並びに今後の推移

廃棄時に機器中に残存しているフロン量は、機器製造に係る関連団体の出荷統計から得られた生産台数に、機器の滅失に係るワイブル累積分布関数を乗じて残存台数を求め、この値に機器1台当たりの断熱材使用量、断熱材中フロン量をさらに乗じて推計した。この際、廃機器中の断熱材サンプルのフロン分析を行い、その分析結果並びに断熱材の使用状況（：断熱材がスチール管で使用されていたこと等）より、使用段階におけるフロン放散はないと仮定している。バスタブ及びプラントについては、ワイブル分布を得られなかったことから、単一寿命・単一減衰の仮定の下、推計した。

表1に2004年時点での機器の断熱材中フロン残存量の推計結果を示す。

フロンを含有した機器類について、技術及び社会システムとしての処理・処分方法を検討する上

\*（助建材試験センター 本部事務局調査研究開発課

では、各機器の断熱材中に残存しているフロン量の推移を把握する必要がある。経年にわたるフロン量推移を推定した結果を図1に示す。

### ②機器類の処理・処分の実情

フロンを含有した機器類の処理・処分技術、システムの実情を把握するため、機器廃棄に係る排出者並びに施設に対して、ヒアリング調査を行った。

また、ヒアリング調査で得られた処理・処分技術の地域差の有無等、国内における処理・処分の実情を把握するため、産廃中間施設へアンケート調査を行った。アンケートは、(社)日本鉄リサイクル工業会 加盟企業の内、機器類の処理・処分実績があると予測される139社を対象に実施した。ヒアリング調査並びにアンケート調査から得られた、機器類の処理・処分方法を表2に示す。

### ③フロン放散抑制技術と抑制効果の推定

断熱材中に残存しているフロンの放散を促す要因としては、破碎・圧縮等、物理的なものが想定される。処理・処分時に放散するフロンを適正に処理・処分するためには、放散量が多いと考えられる破碎時のフロンを回収し、フロン回収後の樹脂は、フロン破壊が可能な施設で焼却処分する方法が考えられる。また、最も効果的な対策として、現在家電施設で行っている家庭用冷蔵庫からの断熱材中フロン回収技術がある。

ヒアリング並びにアンケート結果等からのフロン放散抑制ルート(方法)を図2に示す。

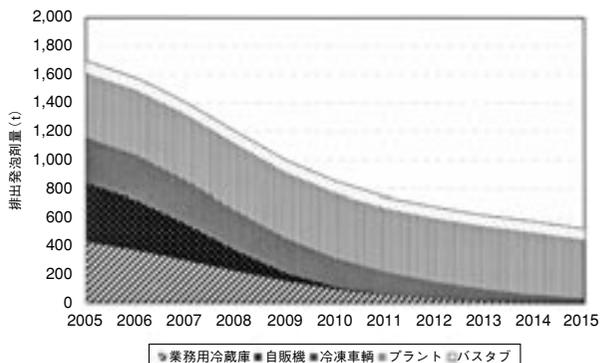
想定したフロン放散抑制ルートの実効性を検証するため、現状のルート並びにフロン放散抑制した場合の各ルートについて、既往研究を基に、フロン回収・破壊効果を推計した。推計結果を表3に示す。

なお、表3に示した推計値は、建築用断熱材における検証結果を基に推計しており、機器類の場合、金属との引きちぎりや摩擦等、様々な現象が

表1 廃棄時に機器中に残存しているフロン量 (2004年時点)

機器名	フロンが残存している機器台数または残存断熱材量	フロン残存量 (OFC-11、HOFC-141b、HOFC-142b、HOFC-22)
業務用冷蔵庫・ショーケース	3,400千台	3,100t
飲料自動販売機	2,900千台	700t
浴槽及び浴室ユニット	10,900t台	1,200t
冷蔵・冷凍コンテナ及び車輛	199,800台	2,900
プラント	74,600t	8,200t
合計		16,100t

※なお、推計する上で、経年によるフロン放射は無視できると仮定している。



※機器廃棄時の断熱材中の残存フロン量に関して、サンプル分析結果より、使用時のフロン放散はないとみなした。  
 ※サンプル分析に関して、バスタブは15サンプルを分析しているが、10.0wt%~12.0wt%残存しているものまたは0.0wt%程度とほとんど残存していないものの2極化の傾向を示していた。プラントに関しては、LNG配管・低温側で使用されていた8サンプルの分析結果を基に、使用段階におけるフロン放散はなしとみなした。  
 ※機器の滅失に関して、業務用冷蔵庫・自販機・冷凍車輛については、ワイブル分布のデータを用いて推計しているが、バスタブ・プラントについては、ワイブル分布のデータが得られず、単一寿命または単一減衰と仮定して推計した。

図1 廃棄時の断熱材中の残存フロン量の推移

起きていることが推測され、結果を保証するものではない。

処理・処分時のフロン放散を抑制するため、当研究では、家電施設の活用可能性を中心に検討した。しかし、家電施設は、家電リサイクル法においてフロンの管理報告が厳しく義務付け

表2 産廃中間施設等における機器類の処理・処分実績

処理・処分法	産廃中間施設にて破碎処理し、ウレタン断熱材を含む残渣は埋立または焼却処分。鉄・銅・アルミは電炉メーカー及び非鉄製錬メーカーへ。	産廃中間施設にてギロチンシャワーにて切断、またはプレス機で圧縮し、破砕業者へ。	産廃中間施設においてギロチンシャワーにて切断、またはプレス機で圧縮し、電炉メーカーへ搬送し溶融。	産廃中間施設においてギロチンシャワーにて切断、またはプレス機にて圧縮し、輸出。	産廃中間施設または建築中間施設にて、断熱材を剥脱または分離し、剥脱した断熱材は埋立または焼却処分。	家電施設にて破碎処理し、ウレタン断熱材を含む残渣は埋立または焼却処分。鉄・銅・アルミは電炉メーカー及び非鉄製錬メーカーへ。	未処理のまま輸出または再利用。
業務用冷蔵庫	○	○	○			○	○
自販機	○	○	○			○	
バスタブ	FRP樹脂	○				○	
	珪瑯・ステンレス	○	○	○	○	○	
冷凍車輛	○	○	○	○		○	○
プラント	○	○		○	○		

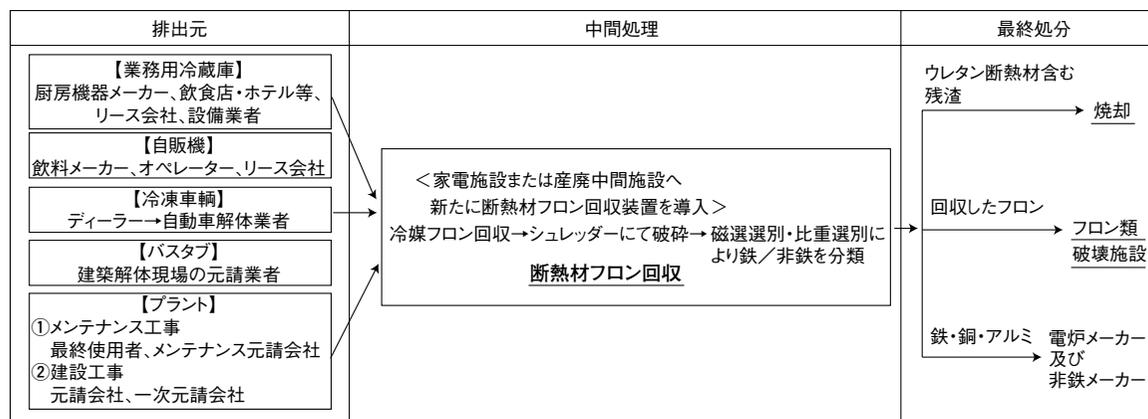


図2 廃機器を処理・処分する上でのフロン放散抑制方法

られており、機器類を処理する場合は別の管理システムを構築する必要がある等、いくつか課題が指摘されている。

他方、実情調査の結果、産廃中間施設等で破碎処理された場合に、処理後の残渣（ウレタン断熱材並びにその他）は埋立以外は焼却処分される場合がある。廃棄物焼却炉に関して、現在のダイオキシン対応炉の規制（燃烧温度並びにガスの滞留時間）からはフロンが破壊されると予測され、当

研究ではフロン破壊可能と見積もった。ただし、焼却処分を行う場合、フロンの破壊（分解）によって生成する塩化水素やフッ化水素が、炉壁や配管等を損傷させる恐れがある等の課題が残された。

#### ④フロン放散抑制ルートの実行可能性

想定したフロン放散抑制ルートについて、施設面、処理・処分費用、環境影響の観点から、実行可能性を検討した。

表3 各処理・処分ルートにおけるフロン破壊効果の推計

	機器種類	放散影響行為とフロン放散への影響(仮定値)				放散率・回収率破壊率	フロン破壊効果*3
		解体分別	収集運搬	中間処理	フロン回収		
埋立	プラント	剥取り/削取り ・破砕	破砕・面材剥離 ・加圧等	—	埋立	埋立後、放散し続けるため	0%*4
	プラント以外	—	破砕・面材剥離 ・加圧等	—	埋立		
焼却	プラント	剥取り/削取り ・破砕	破砕・面材剥離 ・加圧等	—	焼却	解体分別・収集運搬7%*1×破砕・面材剥離・加圧等25%*2×焼却96%破壊	65.3%*4
	プラント以外	—	破砕・面材剥離 ・加圧等	—	焼却	破砕・面材剥離・加圧等25%*2×焼却96%破壊	72.0%
フロン回収	プラント	剥取り/削取り・破砕	吸気下でフロン回収	回収後の樹脂 埋立	解体分別・収集運搬7%*1	樹脂埋立100%放散	86.5%*4
				回収後の樹脂 焼却	×93%程度フロン回収	樹脂焼却 96%破壊	92.7%
	プラント以外	—	吸気下でフロン回収	回収後の樹脂 埋立	93%程度フロン	樹脂埋立100%放散	93.0%*4
				回収後の樹脂 焼却	回収	樹脂焼却 96%破壊	99.7%

\*1 建築用断熱材の検討結果によれば、解体分別・収集運搬におけるフロン放散率は7%とされている。  
 \*2 機器類を産廃中間施設へのヒアリングによれば、処理後の破砕片の大きさは5~10cm程度とのこと。機器類を破砕処理する場合には、金属の引きちぎり等、様々な現象が起きていと考えられるので、ここではより厳しく見積もり、破砕片の大きさを3cm程度、加圧によるフロン放散量をより条件が厳しい場合に設定し見積もった。  
 \*3 ここでのフロン破壊効果は、建築用断熱材の実験データを基に仮定したものであり、現実の処理・処分方法によっては変わる可能性がある。  
 \*4 ここでは、埋立によるフロン放散を100%とみなし仮定しているが、第5章に記述されているように、埋立てた場合、使用中の断熱材からの自然放散と放散速度が異なること、また埋め立てられた断熱材が分解されること等が指摘されている。

**a. 施設面**

施設面については、フロン放散抑制ルートの内、家電施設における機器類の受入可能性をアンケート調査の結果を下に、検討した。アンケートは、家電施設Aグループ10社、Bグループ12社に対して実施した。アンケートにおいて、機器類の受入が可能と回答した施設の受入可能量を図3に示す。

この結果を基に、家電施設における受入可能量を検討した。産廃中間施設へのヒアリングによれば、自販機1台の重量は約200~350kgとされている。この値を基に、アンケート調査から得られた家電施設で処理可能な自販機の台数を算出すると、年間で45,000~59,000台が処理可能となる。日本自動販売機工業会によれば、自販機の年間廃棄台数は約30~35万台程度であり、自販機については、廃棄量が家電施設の処理可能量を上回る結果となった。

これは、既述したとおり、家電施設は家電リサイクル法に基づく家電処理専用施設であるため、

家電以外の機器を処分する場合、施設によっては新たにマネジメント(管理)システムを導入する必要があること等が要因と考えられている。

しかし、家電施設は3~5年後には家庭用冷蔵庫に使用されている断熱材のノンフロン化に伴い遊休化することが推測されるので、将来的・潜在的な受入可能性はあると判断された。

**b. 処理・処分費用**

想定したフロン放散抑制ルートについて、アンケート結果を基に、産廃中間施設における現在の機器類の処理・処分費用と家電施設において機器類から新たに断熱材中フロン回収する場合の費用とを比較した。

比較・検証の結果、産廃中間施設における現状の機器類の処理・処分費用と家電施設で断熱材中フロンを新たに回収する場合の費用とでは、大きな差は見られないとの傾向が把握された。

他方、フロン放散抑制ルートとして考えた焼却処分に関して、産廃中間施設における破砕処理後の残渣の埋立処分費用と焼却処分費用とを比較し

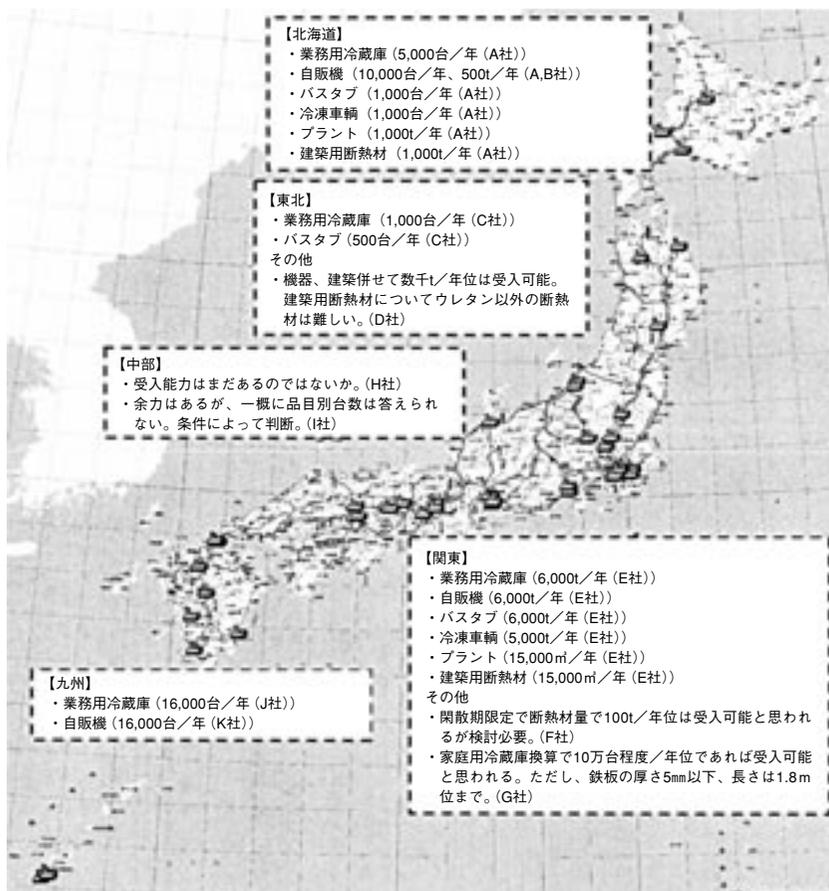


図3 家電施設における機器類の今後の受入可能量

たところ、それほど大きな差は見られなかった。従って、対処分費用効果の観点からより、埋立処分から焼却処分への変更することが望まれる。

### c. 環境影響

環境面については、建築用断熱材と同様、「環境負荷因子の抽出」、「環境負荷原単位の整理」、「環境負荷量の推定」、「その他の課題の整理」の手順で検討した。

検討は、「処理後の残渣の埋立処分」、「家電施設活用による断熱材中フロン分離回収」、「処理後の残渣の焼却処分」の3ルートを対象に、建築用断熱材同様、「オゾン層破壊」、「地球温暖化」、「酸性雨」、「大気汚染」の影響領域について定量

評価した。

評価の結果、「オゾン層破壊」に対しては、家電施設を活用する場合は、大きく環境負荷が低減される結果となった。「地球温暖化」、「酸性雨」、「大気汚染」に対しては、各ルートを処理・処分施設までの距離から評価したため、家電施設を活用する場合は増大し、埋立処分と焼却処分する場合は、同程度となった。

### ⑤まとめ及び今後の課題

機器類のフロン放散抑制方法として家電施設の活用を想定したが、現在の受入可能量では廃棄量に追いつかず、短期的実行可能性は難しいと考えた。しかし、家電施設は、

3~5年後には遊休化されると推測されるため、将来的な活用可能性はあると判断された。ただし、社会システムとして、家電施設の活用を検討する上では、施設における機器類受入の時期並びに条件等をより具体的に調査し、実行要件を整理する必要がある。

他方、現在行われている破碎処理後の残渣の焼却処分については、既述したとおり、文献等より、フロン破壊効果が期待できると考えられたが、焼却処分を行う際に、フロンの破壊(分解)に伴い、塩化水素やフッ化水素の炉への影響も考えられることから、実行する場合はより詳細な調査が必要である。

断熱材フロンを適正処分する上で、当研究において、検討が十分でなかったもの・未検討部分があり、次の事項を今後の調査課題とした。

- 家電施設で機器類を受入れ可能とするための条件並びに受入可能量の把握
- 焼却処分する場合のフロン分解効率並びに処理可能量等の把握
- 産廃中間施設において破碎処理後の残渣の埋立から焼却処分への変更可能性
- 産廃中間施設における断熱材の分離・回収可能性

#### (4) 断熱材及びフロンに関する国際動向調査

当研究では、これまで、フロンが地球環境に与える影響について調査を行ってきた。また、断熱材中フロンの排出量算定方法、発泡樹脂系断熱材やフロンに関する最新技術動向、並びに各国におけるフロン関連に対する規制の動向について調査を行ってきた（平成14年度から平成17年度までに実施した調査は、35項目に上る）。

同時に、当委員会では、国際貢献を目指し、関係機関へ本調査研究成果の公表を行ってきた。具体的には、TEAP（モントリオール議定書の技術経済評価パネル）のF-TOC（フォーム技術選択委員会）共同議長であるPaul Ashford氏との意見交換会（平成14年度から平成17年度まで毎年度実施）の他、Earth Technology Forumでの発表（第14回、15回）、ISO/TC146（Air quality）/SC3（Ambient atmospheres）へのフロン含有率測定方法規格の提案等である。

さらに、2003年のモントリオール議定書締約国会合の決定により、TEAPにFoam End-of-Life Task Forceが結成され、本調査研究成果が提出されている。

#### (5) 本調査研究成果の公表状況

これまで5ヵ年に渡り本調査研究により得られた成果は、論文等の形で広く公表を行い、国内外で高く関心を持たれている。

発表・講演としては、「建築用断熱材中のフロン残存量に関する研究」（2002年度 日本建築学会大会学術講演会）を始めとして、「Estimation of Total Amount of CFCs Banked in Building Insulation Foams in Japan」（The Earth Technologies Forum（Washington D.C.）等、これまで16本の論文等が公表されている。

また、投稿原稿等としては、「建築用硬質ポリウレタンフォーム断熱材のストック量の推計～既存建物における使用建材の総ストック量及び発生廃材量に関する研究」（日本建築学会環境系論文集）、「Research on Recovery and Processing Technologies of CFC from Foam Insulation Materials for Buildings」（UNEP Foam TOC）等、これまで8本を提示している。

#### おわりに

以上、平成13年度から平成17年度に渡る成果概要を示した。

当該調査研究では、①フロン含有量分析方法についての試験方法のJIS案並びにISO提案の他に、②国内におけるフロン（CFC・HCFC）の総残存量と排出予測、③排出に対する技術並びに経済効果調査等を行った。

これらの結果は、国際的・先駆的なものとして注目を得ており、F-TOC議長との意見交換会や成果の発表を行ってきている。

当該研究において、オゾン層を破壊するフロンに対する技術・社会システムの現状と課題が整理できたものと認識される。

## 2階建て木造住宅（標準試験体Ver.3） 公開実験を実施

- 木質構造建築物の振動試験研究会 -

（財）建材試験センター内に設置した「木質構造建築物の振動試験研究会」では、去る平成18年8月23日(水)に、（独）土木研究所において「実大2階建て木造住宅標準試験体Ver.3の公開実験」を行った。当日の公開実験には、将来建築分野での活躍を目指す現役高校生、ハウスメーカー、建材メーカー、学識者、マスコミ関連各社などを含めて300名を超える参加者があった。この実験は、平成16年より行われている一連の振動台実験の一つである。平成16年に住宅品確法等級1、平成17年に等級2に相当する建物の実験は終了しており、今年度は等級3の建物について行った。

今回の実験では、巨大地震を想定した加振として、1995年兵庫県南部地震時の神戸海洋気象台で得られた地震波形（JMA神戸海洋波）の実波を入力し、建物の損傷、各部の挙動を確認した。開口の多い構面の耐力壁や垂れ壁にくぎ抜けが見られた他、内部に貼られたせっこうボードのねじ周りのふくれ、ボード隅角部の割れ、圧縮荷重によるつぶれなどが見られたが、軸材の損傷や面材のはがれなどの大きな破壊は見られなかった。建物の1階部分の層間変形角は、大きな開口を有するバルコニー側の構面で $1/51 \sim 1/26\text{rad}$ が記録され、耐力壁の多い構面では $1/61 \sim 1/39\text{rad}$ となった。建物には若干のねじれが認められた。その後、新潟県中越地震時に川口町で得られた余震（JMA川口波〔余震〕）の実波を入力した。この加振では、内部のせっこうボードの破損がわずかに進展する

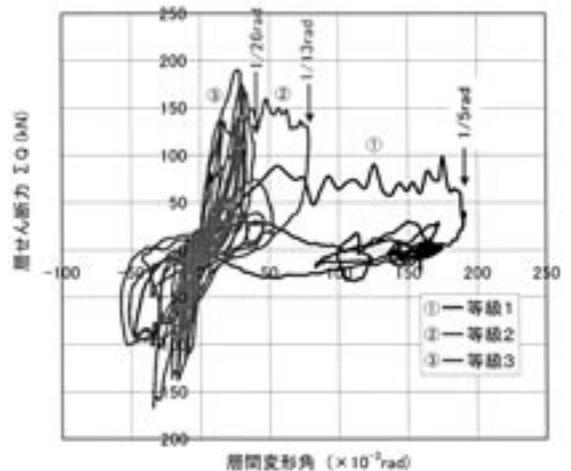


図1 層せん断力-変形角曲線の比較

にとどまり、新たな損傷は認められず、層間変形角の進展も認められなかった。等級1～等級3の層せん断力-層間変形角曲線を比較した図1を見ると、倒壊状態に至った等級1の建物の最大層間変形角は $1/5\text{rad}$ 、等級2の建物は $1/13\text{rad}$ 、等級3の建物が $1/26\text{rad}$ となり、等級が上がるに従い大きく改善されている。また、写真1、2からもわかるように、等級1の建物の衝撃的な破壊に比べて、等級3の建物は一部の部材を交換することにより、容易に復旧が可能であった。このことから、建築基準法上の最低限の壁量では、兵庫県南部地震のような基準法の想定を超える巨大地震に対しては、必ずしも建物が安全であるとは言えないが、等級3の建物のように十分な余力を持った建物で



写真1 等級1の建物  
加振終了後の状況



写真2 等級3の建物  
加振終了後の状況



写真3 等級3の偏心建物  
加振終了後の状況

あれば、巨大地震に対しても十分な耐震安全性を有していることが明らかになった。

また、翌24日(木)(実験は非公開)には壁量を変えずに、基準法で許容される偏心率0.3を大きく超える0.43の仕様に変更した偏心建物について、JMA神戸海洋波の実波を2回入力した。その結果、加振後の残留変形はほとんど認められなかったが、大きな開口を有するバルコニー側の構面で最大層間変形角 $1/9\text{rad}$ を記録し、加振中建物が大き

くねじれる現象が認められた。その構面の通し柱には、2階床梁レベルで割れが生じていた。

今回の実験が終了したことにより、等級1から等級3の建物の耐震性能が明らかにされ、今後の木造住宅の耐震設計において貴重なデータが揃うことになった。現在、データ解析を行っており、その結果は本誌並びに日本建築学会等で紹介したいと考えている。

(文責：構造グループ 川上修)

## ②容易に求められる 物性値を用いた平衡含水率曲線の近似

著者：A.Holm, M.Krus, H.M.Künzel

翻訳及び追記：田中絵梨\*

### 追記

建材が、ある相対湿度の空气中に置かれると、建材はその周辺空気に含まれる湿気と平衡となるまで湿気を含む。この現象を周辺空気の相対湿度に対する建材の含水率として表すのが平衡含水率曲線である。

周辺空気の相対湿度が95%までは、建材は吸着によって湿気を取り入れる（または放出する）ため、ある相対湿度に維持された人工気候室に建材を放置し、平衡状態になるのを待ってから建材の含水率を測定する。しかし相対湿度が95%を超えると、人工気候室の隅に結露が生じるなど、特定の相対湿度（例えば98%）に保つことは困難であるため、同様の測定は行えない。また、これほどの高湿度になると、建材は吸着のみではなく毛細管現象によっても湿気を取り入れる（または放出する）。そこで相対湿度95%以上の範囲の建材の平衡含水率を求めるためには、毛細管圧力測定を行う。しかし、この測定は特別な測定器を要し、かつ時間もかかるため、この範囲の平衡含水率曲線を人工気候室を用いる吸着測定によって求められる結果を用いて近似できる方法が開発された。ここにその近似方法および実測結果との比較を行ったレポートを紹介する。

原本：IBP-Mitteilung Nr.406：Approximation der Feuchtespeicherfunktion aus einfach bestimmbar Kennwerten (2002)

### はじめに

建材中の湿気の挙動について非定常計算を行うためには、最近の方法では、更なる物性値が必要である。毛細管現象による吸水過程または乾燥過程における水分拡散係数の他に、平衡含水率曲線が必要となる。毛細管輸送が生じる建材どうしが接触している箇所では湿気が輸送される場合には、この平衡含水率曲線を正確に把握しておくことが不可欠となる。[1]に記されるように、平衡含水率曲線は、吸着等温測定を行うハイグロスコピック域および、毛細管吸引圧測定を行う高湿度から成る。しかしこれを測定するのはコストも時間もかかる。

そこで平衡含水率曲線を、容易に求められる基

本的な物性値を用いて近似する方法が多くの文献で示されている。それらの方法は、経験式のみによるものか、またはBET理論（吸着理論）から直接導かれるものである。これら多くの方法によると、相対湿度100%において自然飽和量が無限大となり、物理的に合理的でない値が算出される。文献[2]に記されている近似方法を用いれば許容可能な結果が算出され、その近似では相対湿度80%における平衡含水率と自然飽和含水率から、全体の平衡含水率曲線が算出される。しかしこの近似による方法と実際に測定して出した平衡含水率曲線を比べると、いくつかの建材（木材、石灰セメント漆喰、コンクリート：順に図1から3）に対しては、近似によって算出された含水率は、

\*フラウンホーファー建築物理研究所研究員（お茶の水女子大学生活科学修士）

空気の相対湿度が80%に相当する、毛細管圧力3,107Pa (300bar) 以下の範囲においては小さすぎ、それ以上の範囲においては大きすぎる。

毛細管分配の測定に基づく方法 [3,4] を用いれば、より良い結果が出る。しかしこの測定も特別な器具を要し、手間がかかるため、以下に記すような簡単な等温吸着測定の結果を利用する新しい近似方法が考えられた。

### 新しい近似方法の開発

平衡含水率曲線を、単なる相対湿度の関数ではなく、毛細管圧の関数として表すと、ほとんど全ての建材に対して、その建材特有のs字形を示す。そのs字形は、RH80% (毛細管圧300barに相当する) と95% (60barに相当する) の間の傾きによって決められる。この知見に基づき、フリーなパラメーター  $p_{k1}$  および  $p_{k2}$  を用いた以下のような経験的な関数が提案された。

$$u(p_c) = \frac{u_f}{1 + \left(\frac{p_c}{p_{k1}}\right)^{pk2}} = \frac{u_f}{1 + \left(\frac{\rho_w * R_D * T * \ln(\phi)}{p_{k1}}\right)^{pk2}} \quad (1)$$

$p_{k1}, p_{k2}$  [-] フリー パラメーター

$R_D$  [J/kgK] 水蒸気のガス定数

$T$  [K] 絶対温度

$U_f$  [kg/m<sup>3</sup>] 自然毛細管飽和

$\rho_w$  [kg/m<sup>3</sup>] 水の密度

$\phi$  [-] 相対湿度

この式を用いると、空気の相対湿度が80%および95%における平衡含水率を代入すると、全体の平衡含水率曲線が得られる。

これらの2つの値は簡単な測定によって求められる。相対湿度と毛細管圧の換算は、Kelvinの式による。各種の石材、塗装材、木材に対して、測

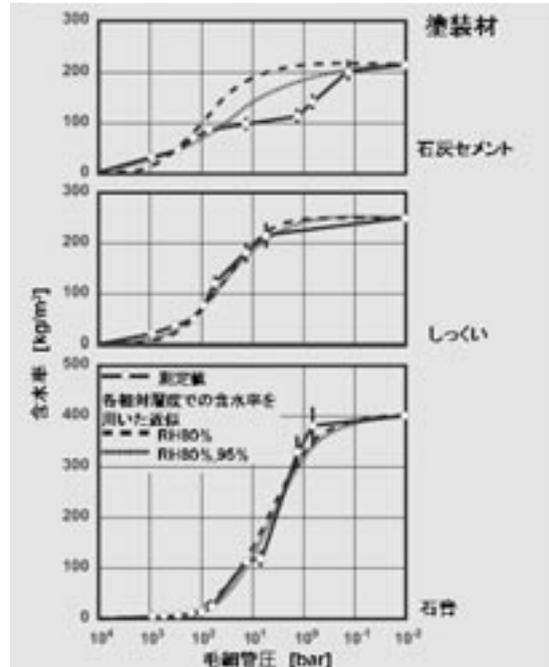


図1 4種類の建材における平衡含水率曲線の、測定値と近似値の比較。横軸は毛細管圧で表示されている。

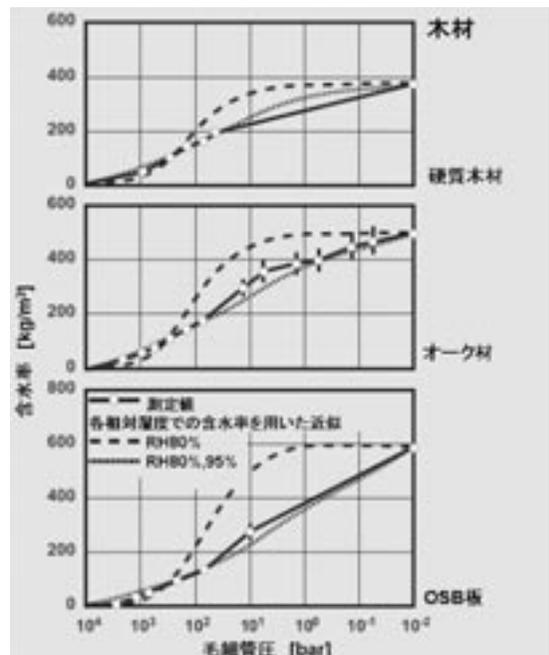


図2 3種類の塗装材における平衡含水率曲線の、測定値と近似値の比較。横軸は毛細管圧で表示されている。

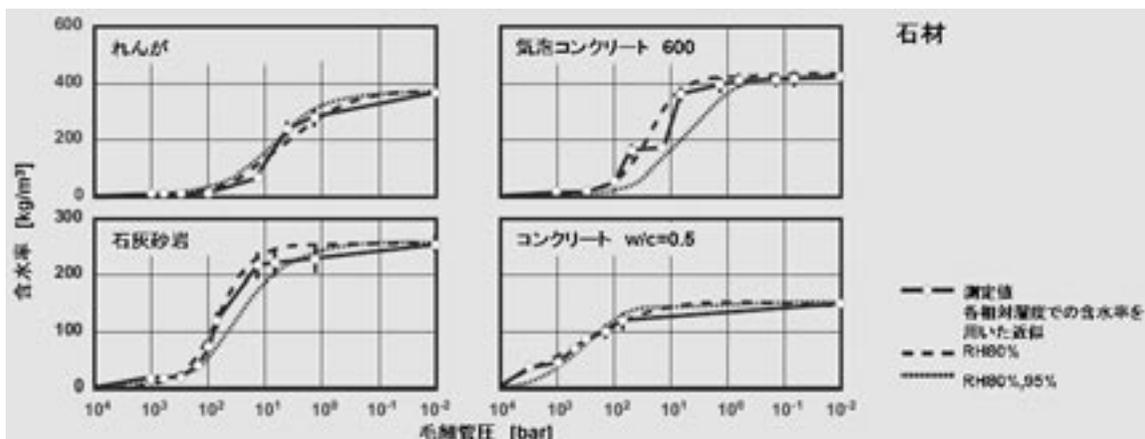


図3 3種類の木材における平衡含水率曲線の、測定値と近似値の比較。横軸は毛細管圧で表示されている。

定および、2種類の近似による方法で求めた平衡含水率曲線を図1から3に示す。測定結果には、材料による違いや測定方法による偏差を示している。これらの例を見ると、新しい近似方法による結果の方が、測定結果とよく一致していることが分かる。この新しい近似方法を用いて平衡含水率曲線の作成を行うソフトウェアは、[www.wufi.de](http://www.wufi.de) よりダウンロードできる。

### 近似を用いた場合に計算結果に生じる影響

[1] ではふたつの異なる建材の接合部（ここでは石灰石）の毛細管輸送に関して実験が行われている。これによると、主にハイグロスコピック域以上の領域においては何よりも平衡含水率曲線の影響が大きいということと、正確な平衡含水率曲線を用いれば、計算結果と実測結果がよく一致することが示されている。新しい近似方法を用いた場合も、同様のことを行うと、同じようにいい結果が出た。これは [5] に書かれている。

[1] Krus,M: Feuchtetransport- und Speicherkoeffizienten poröser mineralischer Baustoffe Theoretische Grundlagen und neue Messtechniken. (多孔質の鉱物系建材の水分拡散係数および保水係数に関する基礎理論と新しい測定方法) Stuttgart大学博士論文 (1995)

[2] Künzle,H.M.: Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components. -One- and two-dimensional calculation using simple parameters -. Stuttgart大学博士論文 (1994) [http://www.japanbau.de/literatur/hk\\_dissertation\\_e.pdf](http://www.japanbau.de/literatur/hk_dissertation_e.pdf)

[3] Häupl,P.,Plugge,R. Fechner,H.: Hygrische Materialfunktionen von porösen Baustoffen. (多孔質建材の湿気に関する物性) Gesundheits-Ingenieur 122 (2001) , H.6,S.305-316

[4] Carmeliet,J.,Roels,S.: Determination of the Moisture Capacity of Porous Building Materials. Journal Thermal Envelope&Building Science Vol.25 (2002) , pp.209-237

[5] Holm,A.: Ermittlung der Genauigkeit von instationären hygrothermischen Bauteilberechnungen mittels eines stochastischen Konzeptes. (推計論に基づく建物部位の熱湿気非定常計算の正確さの調査) Stuttgart大学博士論文 (2001)

# 100kN長ストローク 加力試験機

中央試験所

## ○はじめに

当センターでは平成12年の建築基準法の改正に伴い、性能評価機関の指定を受け、木造軸組み並びに枠組壁工法耐力壁の倍率に関する性能評価を行ってきました。これら倍率評価に伴う耐力壁の面内せん断試験をはじめとして、各種の木質系耐力壁水平構面の面内せん断試験、告示1460号に基づく木造仕口及び継ぎ手の試験など多くの木造関連試験を実施してきました。これらの試験は、基準法改正前後に導入した、自動コントロールが可能な3台のアクチュエータ式の加力試験機を使用して実施しております。

一方、平成16年に(財)日本建築防災協会発行の「木造住宅の耐震診断と補強方法」が改訂され、既存木造住宅の耐震改修に伴う補強耐力壁に関する試験のお問合せが増えてきました。これらの補

強方法として、粘性ダンパーや粘弾性ダンパーなどの制震装置を用いた物などが挙げられます。これらのダンパーを装着した耐力壁の性能を調べるためには、建物の大地震時の挙動を想定した正負繰り返しの大変形を与える必要が生じてきました。また、伝統構法建築物や木質系ラーメン工法の耐力フレームなど変形能力の高い建物では、これまで以上の大きな変形を与えなければなりません。構造グループでは、これらの要求にお答えするために「100kN長ストローク加力試験機」を導入しましたので、ここにその概要を紹介します。

## ○100kN長ストローク加力試験機の特長

本試験機は、これまで導入した試験機同様、パソコン上で作成したプログラムによる自動コントロールが可能なおです。試験機は、加力主体となるアクチュエータ部(写真1)と入力変換・パソコン等が内蔵されている制御操作盤(写真2)から構成されます。载荷及び計測は専用の加力・データ計測プログラムで自動的に行うシステムになっております。アクチュエータの仕様を表1に示します。

本試験機の主な特長としては、次の点が挙げられます。

表1 100kN長ストローク加力試験機

	仕 様		備 考
	形 式	HTM29-16-178	
アクチュエーター 本体 (質量約230kg)	内径×ロッド径× ストローク	φ125×φ75×600mm	A=78.5cm <sup>2</sup>
	最大推力	引張・圧縮とも100kN	—
	速度範囲	V=0.1~20mm/sec	—
	設定荷重精度	±1.0%FS	—
	サーボモータ	2.9kN	最大回転数 2000rpm
	油圧ポンプ	16cc/rev ピストンポンプ	最大回転数 2000rpm
	ロードセル	100kN 引張圧縮両用ロードセル	非直線性±0.2% ヒステリシス±0.2%
	変位変換器	600mmパルス形シルスケール	—
制御操作盤 (質量約180kg)	制御・計測	PC (Intel Pentium4 3GHz)	タワー型 17" LCD
	入出力変換器	制御用荷重変換器 外部変位変換器・外部入力アンプ	—
	制御盤	1200×800×900mm	—

- ①ストロークの長さが600mmあり、大変形を必要とする試験に対応できます。
- ②全ての操作がパソコン上で行えます。
- ③加力・データの取得が予め作成された载荷・計測テーブルに従って自動的に実施されます。
- ④最大四台までの外部変位計のデータを演算処理し、その結果をもとに加力の制御が行えます。
- ⑤アクチュエータ本体に取り付いたサーボモータと密閉式タンクによりアクチュエータの制御を行うため、油圧ポンプユニットや冷却設備が不要です。
- ⑥アクチュエータと制御操作盤のみの構成で、それぞれの着脱が容易であるため、持ち運び、据え付けなどの移動が容易に行えます。
- ⑦オイル交換などのメンテナンスが必要ありません。
- ⑧自動コントロールで試験を行いますので、試験実施者、加力スピードなどの不確かさ要因がなくなります。

## ○対象となる試験

同試験機は「はじめに」でも述べたように、大変形加力を必要とする制震材料を用いた耐力壁の低速度域における面内せん断試験への利用が考えられます。また、これまでも実施していた木質系耐力壁の面内せん断試験においては、1/10radを越える大変形を与えることも可能となりました。このほか、地震時に大変形が予想される伝統構法建築物、木質ラーメン工法耐力フレーム、木造仕口の性能試験など主に木質系の試験に活用でき、特に大変形を与える必要のある試験には有効であろうと考えております。また、木造や鉄骨造建築物の大変形における外装材の水平変位追従性能の確認試験、建築用窓ガラス用フィルムの層間変位破壊試験、片開きドアの面内変形追従性試験な



写真1 アクチュエーター部



写真2 制御操作盤

どのこれまで実施している試験にも幅広く利用していきたいと考えています。

## ○おわりに

当センターは、建築基準法に基づく指定性能評価機関、JIS Q 17025に基づく試験所として、より高い精度の試験が要求されています。また、当センターをご利用いただいているユーザーの皆様からは付加価値の高い試験の要求も寄せられています。今回導入した「100kN長ストローク加力試験機」は、こうした内外の要求にお答えするためのもので、今後とも皆様の声に耳を傾け、様々なニーズに対応して参りたいと考えております。

試験に関するお問合せ先：

構造グループ ☎048-935-9000

(文責 構造グループ 川上 修)

## ニュース・お知らせ

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

### 「測定の不確かさ」に関する研修会 を開催

中央試験所



去る10月20日(金)に南関東公益法人建設材料試験機関協議会(略称:南関東公試協)主催による「測定の不確かさ」に関する研修会が開催されました。

ISO/IEC17025 (JIS Q 17025)「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」には「不確か

さ」が規定されました。「不確かさ」は、実際に得られる測定結果に付随するデータのばらつきの程度を示すパラメータで、そのばらつきに起因する個々の要素のばらつきをもとに全体のばらつき具合を表して、測定結果の数値にどの位の信頼性があるのかを客観的に評価しようというものです。試験所及び校正機関は国際ルールとして、試験結果の信頼性を示す指標としての「測定の不確かさ」を推定し、それを表明することとなります。

今回は、当センター職員の上園正義(標準部)が不確かさ全般について、また西脇清晴(三鷹試験室)が「コンクリートの圧縮強度試験の不確かさ」について、推定実施例をもとに講義を行いました。

不確かさは、近年、試験機関にとって不可欠な要求事項となっています。開催場所の(財)日本品質保証機構 関東機械試験所の会議室には定員を超える30数名の関係者が集まり、活発な質疑応答が行われて有意義な研修会となりました。

## 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18年10月25日から11月10日までに下記企業22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
TC02 06 013	2006.10.25	前田製管(株) 水沢工場/岩手県奥州市水沢区佐倉河字中の町13	A 5371 A 5372 A 5373	プレキャストコンクリート製品
TC02 06 014	2006.10.25	前田製管(株) 水沢第二工場/岩手県奥州市水沢区水沢工業団地3-102	A 5371 A 5372	プレキャストコンクリート製品
TC02 06 015	2006.10.25	前田製管(株) 秋田工場/秋田県山本郡三種町鶴川字八幡台124	A 5372 A 5373	プレキャストコンクリート製品
TC02 06 016	2006.11.10	(株)ホクエツ福島 本宮工場/福島県安達郡本宮町字近江内10	A 5372	プレキャストコンクリート製品
TC03 06 040	2006.10.25	佐渡生コン(株)/新潟県佐渡市貝塚字山中1119-1	A 5308	レディーミストコンクリート

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
TC03 06 041	2006.10.25	三菱マテリアル建材(株) 茨城工場／茨城県東茨城郡茨城町大戸字大山原3698-1	A 5371	プレキャストコンクリート製品
TC03 06 042	2006.11.10	高橋建材(株) 生コン工場／東京都世田谷区下馬1-45-1	A 5308	レディーミストコンクリート
TC03 06 043	2006.11.10	伊藤忠ウインドウズ(株) 群馬工場／群馬県太田市矢場町2755-1	R 3209	複層ガラス(鉄道車両以外のものに限る)
TC03 06 044	2006.11.10	伊藤建材(有)／神奈川県横浜市旭区白根1丁目18-6	A 5308	レディーミストコンクリート
TC03 06 045	2006.11.10	平光建設(株)／東京都八丈島八丈町三根135-1	A 5308	レディーミストコンクリート
TC03 06 046	2006.10.25	(株)ホクエツ 柿崎工場／新潟県上越市柿崎区竹鼻223-18	A 5372	プレキャストコンクリート製品
TC04 06 008	2006.10.25	千葉窯業(株) 中部支社 愛知工場／愛知県豊田市藤岡飯野町五釜1168-1	A 5372	プレキャストコンクリート製品
TC05 06 008	2006.11.1	(有) さくら生コン／大阪府大阪市住之江区北加賀屋3-1-5	A 5308	レディーミストコンクリート
TC05 06 009	2006.11.10	伊藤忠ウインドウズ (株)大阪工場／大阪府堺市西区築地新町3-32	R 3209	複層ガラス(鉄道車両以外のものに限る)
TC05 06 010	2006.11.10	大福鋼業(株)／大阪府東大阪市新町21-43	G 3532	鉄線
TC06 06 008	2006.10.25	(株)熊平製作所 本社工場及び千代田工場 [本社工場]広島県広島市南区宇品東2-4-34 [千代田工場]広島県山県郡北広島町新郷3	S 1037	耐火金庫
TC06 06 009	2006.11.10	(株)旭製作所 本社工場／岡山県岡山市延友312-2	G 3551	溶接金網及び鉄筋格子
TC06 06 010	2006.11.10	(株)横山建設生コン／広島県安芸郡熊野町字深原平2673-1	A 5308	レディーミストコンクリート
TC08 06 011	2006.10.25	(株)島原開発／長崎県南島原市深江町戊3217	A 5308	レディーミストコンクリート
TC08 06 012	2006.11.10	西日本板硝子センター(株)／福岡県北九州市八幡西区御開2-5-40	R 3206	安全ガラス(自動車用及び鉄道車両用以外のものに限る。)
TC08 06 013	2006.11.10	西日本板硝子センター(株)／福岡県北九州市八幡西区御開2-5-40	R 3209	複層ガラス(鉄道車両以外のものに限る)
TC08 06 014	2006.11.10	伊藤忠ウインドウズ(株) 福岡工場／福岡県朝倉市平塚山の985-1	R 3209	複層ガラス(鉄道車両以外のものに限る)

## ISO 9001・ISO 14001登録事業者

### ISO 9001 (JIS Q 9001)

ISO審査本部では、下記企業(8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18年10月13日付で登録しました。これで、累計登録件数は1960件になりました。

登録事業者(平成18年10月13日付)

ISO 9001 (JIS Q 9001)

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
RQ1953※	2003/12/9	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/12/8	(株)大成住宅	宮崎県宮崎市宮田町2-29	建築物の設計、工事監理及び施工(維持保全を含む)
RQ1954※	2001/2/1	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2007/1/31	ケイ・エス工業(株)	新潟県新潟市木滑621	溶融亜鉛めっき加工及びその加工を施した道路関連施設(標識柱、雪崩予防柵等)の製作("7.3 設計・開発"を除く)
RQ1955	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	第一コンクリート(株)	神奈川県川崎市川崎区浅野町1-17 <関連事業所> 本社、川崎工場、相模原工場	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1956	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	近畿生コン(株)	京都府京都市山科区勸修寺西北出町8	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1957	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	(株)トクヤマエムテック 本社	大阪府大阪市中央区北浜2-3-6 北浜山本ビル7F <関連事業所> 東京支店、名古屋営業所、広島営業所、福岡営業所、徳山工場、枚方工場、袖ヶ浦工場	左官材料、タイル等の目地・張付け材、セメント系無収縮材、土質安定注入剤、地盤改良材等の設計・開発及び製造("7.5.4 顧客の所有物"を除く)
RQ1958	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	(株)ダン生コン	京都府長岡京市馬場六ノ坪25	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1959	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	京都アサノコンクリート(株)	京都府京都市南区久世東土川町1-1	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1960	2006/10/13	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/10/12	第一線材鋼業(株)本社	埼玉県越谷市南越谷4-18-12 <関連事業所> 幸手工場、結城工場	鉄線、冷間圧造用炭素鋼線及び特定用途向け鉄線の製造("7.3 設計・開発"を除く)

※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っています。

### ISO 14001 (JIS Q 14001)

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18年10月28日付で登録しました。これで、累計登録件数は490件になりました。

登録事業者(平成18年10月28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
RE0489	2006/10/28	ISO 14001:2004/ JIS Q 14001: 2004	2009/10/27	越井木材工業(株) 本社工場	大阪府大阪市住之江区平林北1-2-158  <関連事業所> 関東工場、本社(技術開発室、総務・業務・経理、KMHプラントーション)	越井木材工業(株) 本社工場及び関東工場における「防腐、防蟻、難燃処理木材の製造、合板の加工、単板積層材及びエクステリア製品の製造、トラック用床板の製造、接着剤添加剤の製造」に係る全ての活動(但し、東日本SD部、プライメタル部 ドア工場は除く)

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
RE0490	2006/10/28	ISO 14001:2004/ JIS Q 14001:2004	2009/10/27	(有)沖南建設	沖縄県糸満市西崎町3-173	(有)沖南建設における「土木構造物及び建築物の施工」に係る全ての活動

## 建築基準法に基づく性能評価書の発行

性能評価本部では、建築基準法に基づく構造方法等の性能評価において、平成18年10月1日から10月31日までに32件の性能評価書を発行し、累計発行件数は2777件となりました。

なお、これまで性能評価を終了した案件のうち、平成18年10月末までに掲載のお申込みをいただいた案件は次の通りです。(http://www.jtccm.or.jp/seino/anken/seinou\_kensaku.htm)

### 建築基準法に基づく性能評価完了案件

受付番号	完了日	性能評価の区分	性能評価の項目	件 名	商品名	申請者名
06EL024	2006/9/26	法第2条第七号 (令107条)	耐火構造 耐力壁 60分	軽量気泡コンクリートパネル・押出法ポリスチレンフォーム保温板表張／強化せっこうボード重裏張／薄板軽量形鋼造外壁の性能評価	(仮称)BPS(外壁)	(株)神戸製鋼所
06EL139	2006/10/12	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	ウレタン樹脂系塗装天然木単板・普通紙・アルミニウムはく・普通紙張／両面普通紙張ポリエチレン樹脂系フィルム裏張／パルプ混入けい酸カルシウム板の性能評価	-	北三(株)
06EL142	2006/10/2	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	鋼線入アルミニウム合金はく・ポリエステル樹脂張合せシートの性能評価	アルデック112	デック・インターナショナル／ガ德里ウス(株)
06EL192	2006/9/26	法第2条第八号	防火構造 耐力壁 30分	グラスウール保温板充てん／変性アクリルシリコン樹脂系塗装・塗装／亜鉛めっき鋼板・硬質ウレタンフォーム・構造用合板表張／せっこうボード裏張／木製枠組造外壁の性能評価	センターサイディング (FB型)	(株)チューオー
06EL196	2006/10/3	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	インシアムレートフォーム充てん／両面ポリエステル樹脂系塗装／熔融亜鉛めっき鋼板の性能評価	KIRIN PIR PAN EL	(株)麒麟産業
06EL199	2006/9/26	法第2条第七号 (令107条)	耐火構造 柱 180分	グラスウール保温板充てん繊維混入けい酸カルシウム板・フレキシブル板積層被覆／免震材料(高減衰積層ゴム)・鉄筋コンクリート柱の性能評価	護免火	(株)エーアンドエーマテリアル
06EL200	2006/10/25	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	シラス系塗材塗／基材(不燃材料)の性能評価	シラスバルーンファイブスター	エスケーライフ(株)
06EL262	2006/10/24	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	ケナフ繊維混入／けい酸土系塗材塗／基材(不燃材料(金属板を除く))の性能評価	メルシーライト	(株)EMMAX
06EL267	2006/10/12	令第112条第14 項第二号	遮煙性能を有する 防火設備	耐熱板ガラス入鋼製開き戸(欄間、準耐火構造壁・床付き)の性能評価	ファイヤーカールFT -CAS	(株)エヌエスディ

## 機材の品質性能評価書の発行

性能評価本部では、都市再生機構の登録評価機関として実施している「機材の品質性能評価事業」において、申請のあった下記資材について、当該要領に従い品質等について審査を行った結果、適合と判定し、下記のとおり評価書を発行致しました。

証明番号	機材名称	商品名	対象基準	申請者	有効期間
CCT0009-1	初期補修用プレミックスポリマーセメントペースト	マノールSBRボンドペースト	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 2.初期補修用プレミックスポリマーセメントペースト	(株)マノール	平成18年10月26日～平成23年10月25日
CCT0010-1	量産ふすま	ローヤルフスマ	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 6.量産ふすま(高さ2000mmまで)	ローヤル工業(株)	平成18年10月26日～平成23年10月25日
CCT0011-1	屋根外断熱工法用断熱材	エスレンフォームSK 厚さ:40mm	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 4.屋根外断熱工法用断熱材	積水化成成品工業(株)	平成18年11月7日～平成23年11月6日
CCT0012-1	Si工法用発泡プラスチック保温材	エスレンフォームSU	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 9.Si工法用発泡プラスチック保温材	積水化成成品工業(株)	平成18年11月7日～平成23年11月6日

### <訂正とお詫び>

平成18年11月1日発行の「建材試験情報」11月号に掲載いたしました「機材の品質性能評価書の発行」(P49)につきまして、一部誤りがありましたので以下の通り訂正して、表の当該部分を掲載致します。読者の皆様、関係者の皆様にご迷惑をおかけしたことを深くお詫び申し上げます。

- 認証番号CCT006-2、CCT0007-2の件名  
※訂正箇所は黒太線で囲んだ網かけ部分です。

証明番号	資材名称	商品名	資材概要	申請者	資材概要
CCT0006-2	床下地(乾式遮音二重床工法用下地材)	スーパーシステムフロアーS25	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 8.床下地材 乾式(基)、乾式(1)	日栄インテック(株)	平成18年9月29日～平成23年9月28日
CCT0007-2	床下地材(乾式遮音二重床工法用下地材)	パネルフロアーRX II	UR都市機構 機材の品質判定基準(平成16年版) II.建築編 8.床下地材 乾式(基)、乾式(1)	日本住宅パネル工業協同組合	平成18年9月29日～平成23年9月28日

## 環境主張建設資材の適合証明書の発行

性能評価本部では、「環境主張建設資材の適合性証明事業」において更新申請のあった下記資材について、当該要綱に従い、評価ガイドに基づく環境主張並びに資材の品質等について審査を行った結果、適合と判定し、平成18年10月31日付で証明書を発行致しました。

証明番号	資材名称	商品名	資材概要	申請者	資材概要
CCG0003-2	石炭灰を有効利用した路盤材	アッシュクリートType-Ⅱ(AC-Ⅱ)	石炭火力発電所から発生する石炭灰を主としてセメント、石こう、水を練り混ぜ振動により締め固めてできる路盤材「建設資材における環境主張適合性評価ガイド」(バージョン1.2)の省資源型1級、環境保全型1級。	(株)間組	平成18年10月31日～平成21年10月30日

## ニューズペーパー

### 住生活安定へ成果指標

国土交通省

国土交通省は住生活安定向上施策推進会議を設置し、初会合を開く。9月に閣議決定した住生活基本法に基づく「住生活基本計画(全国計画)」を踏まえたもので、同計画に対応した具体的な施策を検討するほか、施策の実施に向けた関係行政機関の連携マニュアルも作成する。

全国計画では、住生活基本法に基づく基本的な方針として「ストック重視」「市場重視」「福祉まちづくり関連施策との連携」「地域の実情を踏まえたきめ細やかな対応」の4点を挙げている。成果指標として、2011年までに住宅ストックの新耐震基準適合率を90%に引き上げることなどを掲げている。

2006.10.16 建設通信新聞

### 都市のCO<sub>2</sub>「排出格差」解消へ

環境省

環境省は都市機能の郊外化など地域の実情を踏まえた新たな温暖化対策に乗り出す。大型商業施設をはじめとする都市機能の郊外移転が進み、中心市街地の人口密度が低いほど、運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量が多いことが明らかになっている。こうした「排出格差」を解消するため、自治体や地域の中核企業と連携。地理的な特徴や産業構造に合わせた省エネ対策や土地利用の効率化を促進するのが狙い。環境省は生活圏の拡大によるCO<sub>2</sub>排出増を懸念。すでに中心市街地の空洞化に悩む都市に加え「今後、郊外化が進むと予想されるところへの対策が急務」とみている。

2006.10.18 日刊工業新聞

### 規制対象外の騒音・振動対策を工種別へ

環境省

環境省は、建設作業における規制対象外の騒音・振動規制に着手する。くい打ち機やバックホウなど建設機械ごとの規制から工種別に切り替えて、規制対象外の建設機械も含めた総合的な対策に向けた方向性を出している。規制に合わせて評価手法も工種毎に平均的な数値を判定する新指標の導入も視野に入れる。近年、規制されている「特定建設作業」に該当しない小型機械での解体や、現場内の発生土等をリサイクルする時に用いるふるいなどが増加。周辺住民からの苦情が年々増加している。また、重機ごとの測定・評価が困難であり、発展し続ける技術進歩に規制が追いついていない。来年度から建設作業の騒音・振動規制を検証し、成果を政令規制等につなげる見通しだ。

2006.9.26 建設産業新聞

### 災害復旧に建機・技能を活用

国土交通省

国土交通省は災害復旧段階で建設機械や建設技能者を効率的に活用するための提言書素案(タタキ台)を策定した。建設機械等による災害対処・復旧支援に関する懇談会で示されたもの。災害現場で求められるニーズと建設機械・専門工事業者等の技術を結ぶことを念頭に、体制整備や大規模災害に対応した建機・資材の準備と配置、これら災害に備えた組織間連携の方向性を示した。具体的には、平常時から行政と関係団体等が連携した調整会議等を設置して対策方法をあらかじめ検討すべきとした。災害時では、都道府県が設置する災害対策本部に関係する行政機関・団体で構成する連絡協議会を設置して適切な建機配置に向けた技術協力を強力に推進する。

2006.10.6 建設産業新聞

## 災害時通信網を統合

政府

政府は各省庁や自治体が別々に構築している災害時の緊急通信網を統合する。インターネット技術で大量の情報を送受信する通信方式を採用し、2010年代半ばまでに各省庁などでシステムを更新する。災害現場の映像などを通信回線を使って共有できるようにして、自治体や警察、消防などが災害時の救助で連携しやすくする。

災害時の省庁間の連絡は電話とファクスが中心。対策本部などで「現場はどうなっているのか」との疑問が出て、他省庁が撮影した映像はビデオなどで入手するしかない。緊急通信網が統合されれば、消防隊員が撮影した大地震の被災地の映像などを、警察庁や防衛庁に送れるようになる。また、警察の通信網が使えなくなっても、消防の回線を借りて通信を保つことができる。

2006.10.8 日本経済新聞

## 抗菌 来春ISO化 日本企業に追い風

経済産業省

抗菌の試験方法や評価方法に関する国際規格が来春に「ISO 22196」として発行することがほぼまった。日本は抗菌に対する関心が高く、10年以上前には世界でも例のない“抗菌市場”が創出された。ただ、抗菌効果があるのか疑わしい物が数多く登場したため、経産省が抗菌の定義や試験方法などについてのガイドラインをまとめたほか、ISO規格の基となった「JIS Z 2801」が制定された。ISO規格がJISとほとんど変わらないため、日本は既存の検査体制や検査施設を活用できるなど、これから整備する国と比べて優位に立てる。企業はISO規格に対応した製品をいち早く投入でき、他国製品との差別化が可能。また、抗菌剤メーカーにとっては海外市場の拡大を期待できる。

2006.10.4 日刊工業新聞

## 「免震建築物」なら3割引

損害保険料算出機構

家庭向けの地震保険の保険料を算出している非営利団体の損害保険料率算出機構は、免震性能がある建物について保険料を30%割り引く新制度を発表した。古い建物が現行の耐震基準を満たしていると証明できれば、10%値下げする仕組みも新設する。免震割引は住宅性能評価制度で「免震建築物」と認定された建物が対象となる。建物に合わせて家財にかかる保険料も30%安くなる。同評価制度は公的な認定を受けた「登録住宅性能評価機関」が、建物を診断して耐震性や免震性を測定する仕組み。地震保険ではこのほかに、住宅性能評価制度で耐震性能(1～3等級)があると認められた場合に10～30%を割り引く仕組みがある。

2006.9.27 日本経済新聞

## 企業の緑化活動を格付け

都市緑化基金

都市緑化基金は企業の緑化活動を格付けする「社会・環境貢献緑地評価システム (SEGES) 事業を本格展開する。認定を受けた企業はロゴマークを環境報告書やパンフレット、名刺、ホームページに表示できる。環境問題に力を注いでいるという第三者のお墨付きを得て、訴求につながる。敷地内に300㎡以上の緑地がある企業の事業所などが評価の対象。土地の利用方法や緑地管理手法などを点数化して、合計点に応じて5段階で評価する。毎年維持審査を行い、3年ごとに評価を更新する。緑化活動は企業イメージを向上させるものの、客観的な評価基準がなかった。そのため現在は経費削減の対象にとどまるケースが多い。

2006.9.29 日刊工業新聞

(文責：企画課 田口)

# あ と が き

最近、オゾン層破壊、地球温暖化、熱帯林減少他いろいろと環境問題が騒がれています。私が約4年ぐらい前に、ある講演会で聞いた話で「粉じんが恐竜を絶滅させたか」という話がありました。

その内容を紹介しますと、今から6500万年前、地球に直径10kmほどのいん石がぶつかり、空中に飛散した粉じんにより日光がさえぎられ、10年間にわたり地球は寒冷な時期が続き多くの動植物が絶滅したとのことです。この時恐竜も絶滅したと考えられているとのことです。

現在の地球環境の激変は、人間の経済活動による炭酸ガスの増加、フロンの発生、森林の減少が原因となっています。このことにより人類が絶滅しないことを願うばかりです。

(鈴木)

## 編集をより

先日、会議のためスイス・ジュネーブのISO(国際標準化機構)中央事務局を来訪しました。議場はやや古い事務所ビル5階のペントハウスで屋根勾配があります。天井裏の天窓は内装にあわせた北欧の木サッシで、このメーカーのものはレトロフィットするから採用したと聞きました。レトロフィットの語源は旧式のを改造して新型にする、と言う意味ですが、最近では耐震基準に満たない既存の建物に免震装置を付ける、などの場合にも用いられるようです(本誌10月号p38参照)。日本でも法隆寺五重塔など長く保存されている寺社建築がありますが、小西教授の連載(本誌掲載)によると、これですら存続の危機に瀕したこともあったとか。欧州のように古い建築物を維持・修繕して長く使い続けるには建物の「質」と、それを保存しようとする「文化」の醸成が不可欠と言えるでしょう。

さて、今月号は「模型による五重塔の振動実験」と題し、首都東京大学の千葉氏、藤田教授にご寄稿いただきました。また、1月の新春号では「住宅・建築の質向上」と題して特集を組み、住生活基本法と質向上に向けた様々な取り組みをご紹介します。

(田口)

# 建材試験情報

## 12

2006 VOL.42

建材試験情報 12月号

平成18年12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  
電話 (03)3664-9211(代)  
FAX (03)3664-9215  
<http://www.jtccm.or.jp>

発行者 青木信也  
編集 建材試験情報編集委員会

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)3866-3504(代)  
FAX (03)3866-3858  
<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

青木信也 (建材試験センター・常務理事)  
町田 清 (同・企画課長)  
橋本敏男 (同・試験管理課長)  
西本俊郎 (同・防耐火グループ統括リーダー)  
鈴木敏夫 (同・材料グループ専門職)  
天野 康 (同・調査研究開発課長代理)  
青鹿 広 (同・総務課長)  
石田博之 (同・製品認証部管理課主任)  
西脇清晴 (同・三鷹試験室技術主任)  
香葉村勉 (同・ISO審査本部開発部技術主任)  
塩崎洋一 (同・性能評定課技術主任)

### 事務局

高野美智子 (同・企画課)  
田口奈穂子 (同・企画課)

禁無断転載

ご購入ご希望の方は、上記(株)工文社  
までお問い合わせ下さい。

絶賛発売中!!

2007年版

# 建築仕上年鑑

〈通巻28号〉

○ 巻頭企画

## 住空間・商空間を彩る意匠性に優れた塗材

シームレスな仕上がりや多様なテクスチャー、手づくりの風合いなどから、設計者はもとより、施主などの建築ユーザーの注目度もアップしている意匠性の高い塗材。デザイナー、設計者などの意見も交えながら、意匠性塗材の動向や、主要各社の多彩な製品を紹介します。

## 外壁汚れ防止技術の最新動向

「躯体保護」と「美観向上」。仕上材に求められるこれら2つの要素いずれにとっても、“汚染”は、避けなければならない重要な課題です。そのため汚れに対しては、すでにさまざまな防止策、対応策が研究され、各社とも多様な製品を市場に提供しています。ここでは、外壁汚れ対策の現状から、技術の最新動向をレポートします。

○ 本誌ならではの特別企画

### ★ 2006年の業界景気動向

“仕上げ関連企業法人所得ランキング” “優良専門工事業者経営分析” “建築仕上関連上場企業の業績と動向”

### ★ 建築仕上関連新製品フラッシュ

この1年間に話題を集めた新製品約70点を一挙掲載。

○ 2007年版 建築仕上年鑑の構成

1. 建設動向 平成17年度建築着工/主要建材統計
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/コンクリート補修材
3. 施工業界の動向 塗装工事/左官工事/床工事/防水工事
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 ②床材 ③防水材 ④シーリング材・断熱材 ⑤補修・改修(リフォーム)工法・材料
6. 索引 (50音順) 製品名・企業名・団体名



B5判 美装函入 635頁  
12,600円(税込・送料別)

● お申込は FAX03-3866-3858 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 TEL 03-3866-3504  
URL <http://www.ko-bunsha.com/>

● 書籍注文書 ●

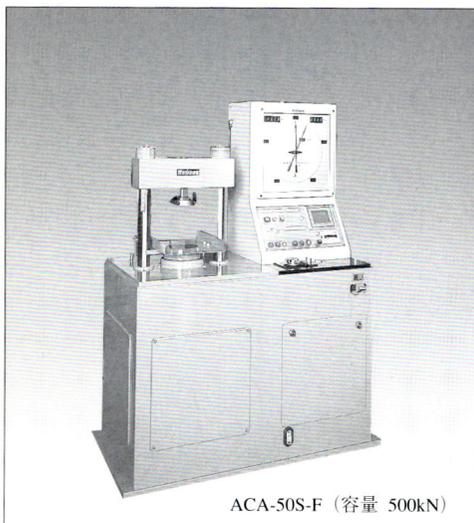
(株)工文社行

平成 年 月 日

ご住所	〒		
社名・部署			
お名前	TEL.	FAX.	
書名	価格(税込)	数量	合計金額(送料別)
2007建築仕上年鑑	12,600円		

# 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

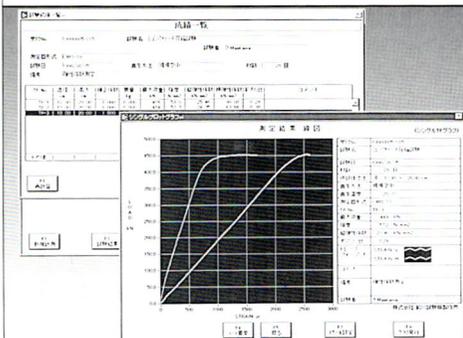
■液晶スクリーンに荷重スピードメータ表示

■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>