

THE JTCCM JOURNAL

建材試験情報

財団法人 建材試験センター

巻頭言

100年ぶりの大改修

巽 耕一

寄稿

欧州における建設製品の認証制度

松井 謙二

技術レポート

高強度コンクリートの若材齢における
変動荷重下のクリープ挙動

萩原 伸治

かんきょう随想 (12)

茅葺屋根民家の涼しさ

木村 建一

基礎講座

その1 コンクリートの基礎講座

-④コンクリート基礎編・フレッシュコンクリート

11

NOVEMBER

2006 vol.42

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

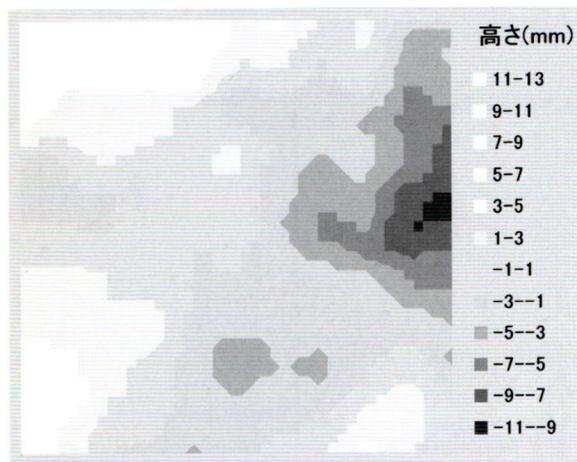
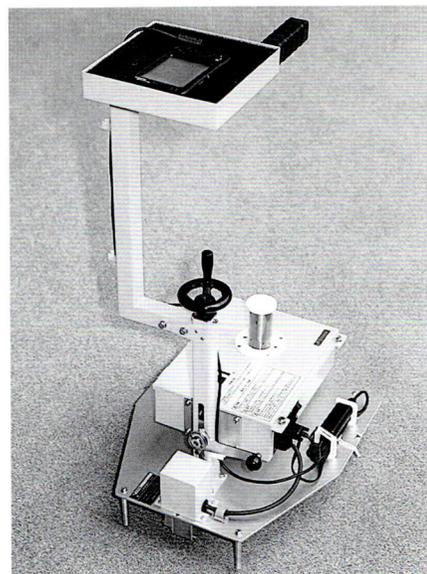


JTCCM

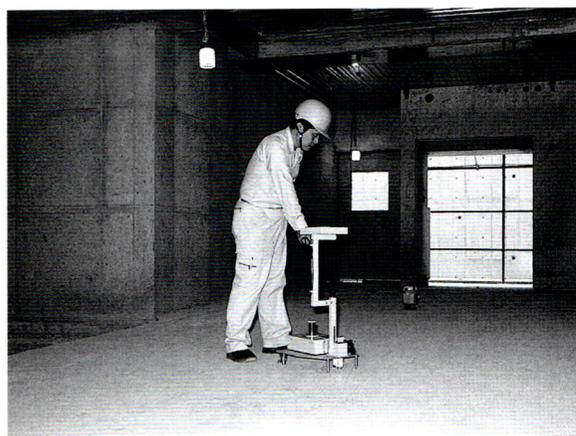
レーザー 床レベル計測器

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。
- レベル計測の人件費の節約。
- 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

コンクリート構造物の 健全性診断と 複合材料の品質管理に

● コンクリート構造物非破壊試験 ●

NEW
Products

コンクリートドクター・診断士のみなさまへ・・・

新コンクリート非破壊試験装置「ハイ・コンコン」はコンクリート既設構造物の健康状態を容易に診断できる聴診器としてご利用いただけます。打音診断は打診棒でたたいた音色の違いで判定しましたが、「ハイ・コンコン」によってローコストで瞬時に打撃による加速度周波数を解析し、結果をデジタル化・可視化して評価の個人差、熟練度を要しない診断を可能にしました。



コンクリート診断・聴診器

H-CONCON

ハイ・コンコン MIN-0121-01

測定の流れ

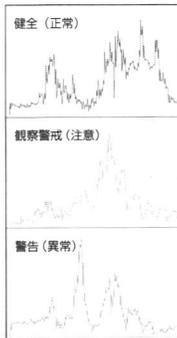


■ 打診棒で打つ

■ 加速度センサーの受信波集録

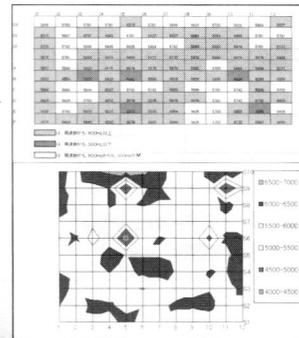


■ 診断 (周波数解析)



[健全度評価]
加速度周波数とスペクトル強さ解析

■ 結果処理 (カラーマップ化)



[パソコン処理]
多色分布で欠陥部が一目瞭然と可視化できる

総合試験機のメーカー
株式会社 **マルイ**

JCSS 当社校正室は、国際MRA
対応JCSS認定事業所です。
0128は当社校正室の
認定番号です。

■ 本社・工場 / 〒574-0064 大阪府大東市御領1丁目9-17 ☎ (072) 869-3201(代) FAX (072) 869-3205
 ■ 大阪営業所 / 〒574-0064 大阪府大東市御領1丁目9-17 ☎ (072) 869-3201(代) FAX (072) 869-3205
 ■ 東京営業所 / 〒130-0002 東京都墨田区美平3丁目8-4 ☎ (03) 5819-8844(代) FAX (03) 5819-6260
 ■ 名古屋営業所 / 〒468-0015 名古屋市天白区原2丁目1322 ☎ (052) 809-4010(代) FAX (052) 809-4011
 ■ 九州営業所 / 〒818-0013 福岡県筑紫野市岡田2丁目66-4 ☎ (092) 919-7620(代) FAX (092) 919-7621
 ■ 海外部 / 〒574-0064 大阪府大東市御領1丁目9-17 ☎ (072) 869-3201(代) FAX (072) 869-3205

★詳細・技術説明はホームページで! <http://www.marui-test.com> <<http://www.marui-group.co.jp>> E-mail: sales@marui-group.co.jp (お客様専用)

厳しい条件、なんのその。

耐久性

微細な気泡は耐凍害性を向上させ、アルカリ骨材反応による膨張性を抑制します

無塩化物

有害な塩化物を含んでいないため、鉄筋の錆の心配がありません

ポンプ圧送性

スランプや空気量の経時変化が少ないのでポンプ圧送性を改善します

ワーカビリティ

同じスランプのほかのコンクリートに比較して最高の作業性を発揮します

経験と技術が生きる山宗化学のコンクリート混和剤。

AE減水剤

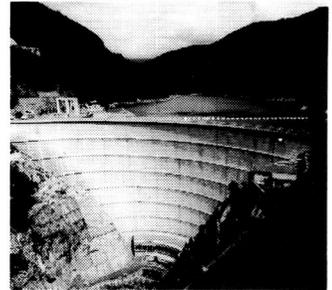
ヴィンソル80

硬練・ポンプ用
AE減水剤

ヤマソー80P



山宗化学株式会社



本社 〒104-0032 東京都中央区八丁堀2-25-5 ☎総務03(3552)1341
 東京営業所 〒530-0041 大阪市北区天神橋3-3-3 ☎営業03(3552)1261
 大阪支店 〒810-0012 福岡市中央区白金2-13-2 ☎06(6353)6051
 福岡支店 〒060-0809 札幌市北区北九条西4-7-4 ☎092(521)0931
 札幌支店 〒730-0051 広島市中区大手町4-1-3 ☎011(728)3331
 広島営業所 ☎082(242)0740

高松営業所 〒761-8064 高松市上之町2-9-30 ☎087(869)2217
 富山営業所 〒930-0009 富山市神通町1-5-30 ☎0764(31)2511
 仙台営業所 〒980-0004 仙台市青葉区宮町3-9-27 ☎022(224)0321
 東京第2営業所 〒254-0016 平塚市東八幡3-6-22 ☎0463(23)5535
 工場 平塚・佐賀・札幌・大阪

建材試験情報

2006年11月号 VOL.42

目次

巻頭言

100年ぶりの大改修／巽 耕一5

寄稿

欧州における建設製品の認証制度／松井 謙二6

技術レポート

高強度コンクリートの若材齢における変動荷重下のクリープ挙動／萩原 伸治11

試験報告

コンクリートコアの圧縮強度及び配合推定試験19

かんきょう随想(12)

茅葺屋根民家の涼しさ／木村 建一24

基礎講座

その1 コンクリートの基礎講座 ④コンクリート基礎編・フレッシュコンクリート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(前半)／宮沢 郁子34

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)・研究レポート概要の紹介

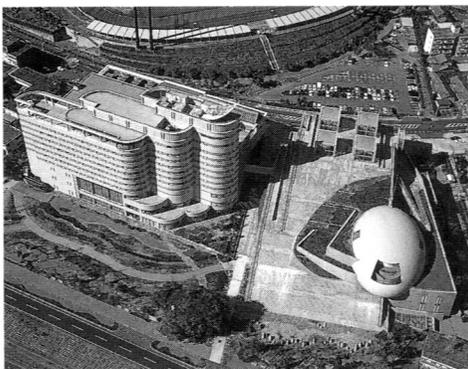
①コンクリート建材の吸水特性／著者：M.Krus, H.M.Küzel 翻訳及び追記：田中 絵梨41

試験設備紹介／飛散防止性能試験装置／西日本試験所44

建材試験センターニュース46

情報ファイル50

あとがき52



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。



昭和シェル石油株グループ

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

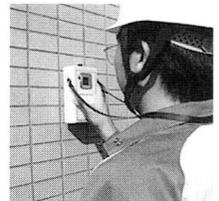
・剥離状態を正確に検知!!

剥離タイル検知器PD201

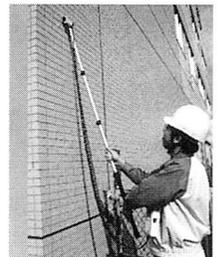
・特許出願中・

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。



検査方法

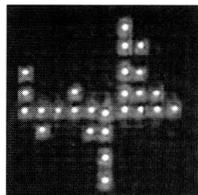
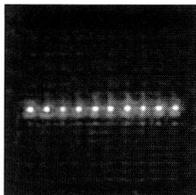


外部センサユニットによる検査方法



キャリングケースに収納

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

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/>

巻頭言

100年ぶりの大改修

今年宮内庁では、一般に宮中かしこどころあるいは宮中三殿と呼ばれている、賢所（けんしょ）の耐震・劣化改修工事を行っている。

賢所は明治21年（1888）、明治宮殿と共に皇居西地区（桜田濠寄り）に建てられた。施設は温明殿（うんめいでん）、皇霊殿（こうれいでん）、神殿（しんでん）の三棟を中心とした十数棟の建物群からなり、全体が築地堀で囲まれている。

建設からすでに120年近くになるが、明治38年に屋根が檜皮から銅板に葺き替えられて以来、大きな改修は行われていない。この間の大きな事件の一つ、大正12年の関東大震災では皇居内のいくつかの建物も被災したが、三殿は倒壊を免れた。第二次大戦末期には明治宮殿が、昭和20年5月25日から26日未明の東京大空襲によって焼失してしまった。幸い賢所は上道灌濠を挟んで100m以上離れていたこともあり、延焼を免れた。ところが今回屋根銅板をはがしたところ、下地の檜皮に焼けこげやすすが発見された。果たしてこれが空襲によるものなのか、あるいはそれ以外に原因があるのか現時点ではわからない。

今回の改修ではほかにも興味深いものが見つかった。壁の耐震補強のために漆喰をはがして下地の木摺を露出させたところ、木摺は梁に平行ではなく、幅の狭い小幅板が斜めに、しかも裏表で直行するように取り付けられていた。すじかいを思い浮かべてもらえればよいだろう。これは明らかに耐震性を強化しようとする試みと思われた。宮内省内匠寮（たくみりょう）の大先輩たちは、最初から地震を意識していたのである。

また今回は解体修理ではないので、柱梁などの断面を直接見ることはできないが、一部の束柱から木材の詳細がわかった。なんと、非常に目の詰んだ尾州檜の四方桁という最高の材料が使われていたのだ。

改修は4年を予定している。現場では大工棟梁、左官親方とも70歳を超えた超ベテランが活躍している。

建物は腕のよい職人が、良い材料を使って作るという物作りの原点を肌で感じている毎日である。



宮内庁
管理部 工務課長
異 耕一

欧州における建設製品の認証制度

独立行政法人土木研究所
技術推進本部 招聘研究員 松井 謙二



1. はじめに

本文は、欧州における建設製品の認証制度に関する最近の動向について紹介するものである。建設製品の認証制度といっても強制分野と任意分野があるが、ここで対象とするのは前者、すなわちCEマーキングに係る製品認証スキームについて述べる。わが国でも、コスト縮減の要請から新製品・新工法をいかに迅速に認証し現場に適用するかに関心が高まっているが、欧州では在来製品とともに新製品・新工法に関するCEマーキング認証スキームが確立している。

2. CEマーキング

最初に、CEマーキング (CE marking) について復習しておこう。欧州経済地域EEA (=欧州連合EU+欧州自由貿易連合EFTA) が域内市場統合を実現するための重要なツールとして導入したCEマーキングは、域内市場に供給される製品が建設製品指令 (以下CPDという) 付属書1にいう6つの「必須要求 (Essential requirements)」に適合しており、また適切な適合性評価手続きが完了していることを宣言したことを意味する。ただ、CEマーキングは製品が域内市場に合法的に置かれるようにする“パスポート”であり、品質マークと呼べるものとは異なり、単に製品が域内メンバー国の法的要求に対応していることを示しているものにすぎないことは承知しておく必要がある。

図1に示すように、CEマーキングには①在来製

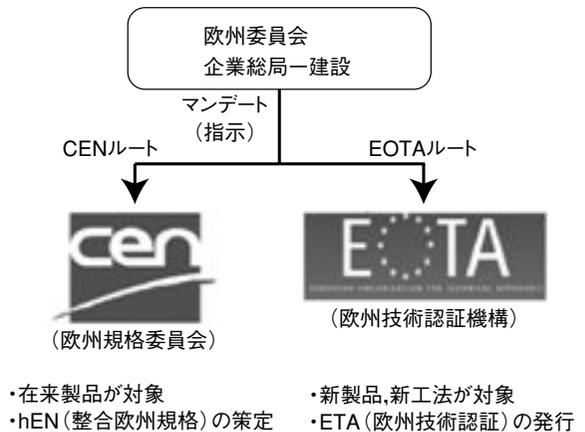


図1 CEマーキング取得のためのCEN/EOTALルート

品を対象とした欧州規格委員会CENルートと②新製品、新工法を対象とした欧州技術認証機構EOTA (European Organisation for Technical Approvals, <http://www.eota.be/>) ルートという、欧州委員会からのマンデート (mandate, 強い指示) のもと2つの取得ルートがある¹⁾。また、図2には建設製品に適用される典型的なCEマーキングラベルの例を示す。

3. CPDと技術仕様

CPDは10章、24条と4つの付属書から構成されている。そこには、(1) 2つの技術仕様 (CPD 2章、3章)、(2) 個々の建設製品ファミリーの認証システム (同、付属書3.2)、(3) 通知機関の枠組み (同、7章や付属書4) およびCEマーキング (同、付属書3.4) などが規定されている。

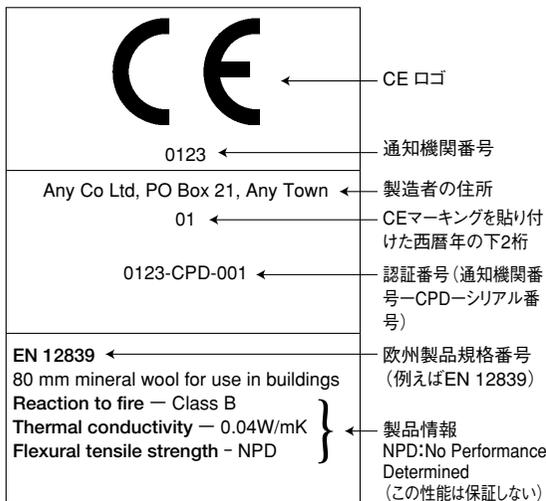


図2 典型的なCEマーキングラベルの例

(1) 技術仕様

技術仕様 (technical specifications) には、CEN が担当する整合欧州規格hEN (harmonised European Standards) と、EOTAが担当する欧州技術認証ETA (European Technical Approvals) の2つがある。ETAは、hENがないかまたは策定途上であっても完成に時間がかかる製品、または整合規格と著しく異なる製品を対象としている。これら技術仕様の目的は、メンバー国の法規によって建設製品に要求されているすべての性能特性をカバーすることである。CEマーキングは1997年のETA (鋼アンカー工法) 以来利用されるようになっていたが、2001年hEN (セメント) の導入から目に見えてその数が増加してきた。ここ数年のうちにhEN、ETA併せて600以上の製品規格が出回ることが期待されている。

(2) 認証システム

認証システム (attestation system, AoC) は、技術仕様にしたがって適合性を評価する際に表1に示すように第三者認証機関 (通知機関) の係わる程度を表す用語で、域内では製品ごとにあるシステ

表1 製品の認証システムと製造者・通知機関の役割

AoC (認証システム)	1+	1	2+	2	3	4
Tasks for Manufacturer (製造者の仕事)						
Factory Production Control	×	×	×	×	×	×
Further testing of factory samples according to prescribed testplan	×	×	×			
Initial Type Testing			×	×		×
Tasks for the Notified Body (通知機関の仕事)						
Initial Type Tasting	×	×			×	
Certification of FPC	×	×	×	×		
Surveillance of FPC	×	×	×			
Audit testing of samples	×					

ム (例えば、セメントの認証システムは1+) に統一される。これまでの域内での最大の通商障壁は、同じ製品に対してメンバー国で要求される認証システムが異なることであった。これらの異なる要求はCPDのもと統一され、6段階の認証システムが用いられる。すなわち、①システム1+: 監査試験付きの製品適合性認証、②システム1: 監査試験なしの製品適合性認証、③システム2+: 継続監査付きの製品品質管理、④システム2: 継続監査なしの製品品質管理、⑤システム3: 初回製品検査、⑥システム4: 自己適合宣言である。

(3) 通知機関

CEマーキングのような強制マークを認証する機関は通知機関 (Notified bodies) と呼ばれ、非強制の任意マークを取り扱う製品認証機関 (Certification bodies) と名前が区別される。現在、通知機関の具備すべき条件は、一般的に①メンバー国によって確認された適合性評価能力、または②CPD付属書4の基準によることとされている。

しかし、大部分のメンバー国は通知機関が製造者からより大きな信頼を得るように、機関の選定にあたっては例えばEN45000シリーズを利用している。さらには、英国ではそれでも不十分と判断し、通知機関に担当する建設製品に明るいことも要求している。

欧州規格 (EN)	
Foreword (前文)	キーマーク の対象範囲
Body (本文)	
Characteristic 1	
Characteristic 2	
Characteristic 3	
Characteristic 4	
Characteristic 5	
....	
Characteristic 9	
Annex ZA.1 (付属書)	CEマーキング の対象範囲
Characteristic 1	
Characteristic 2	
Characteristic 3	
Characteristic 4	

図3 CEマーキングとキーマークの範囲の違い

4. 整合欧州規格 (hEN)

基本的に任意である欧州製品規格は、しばしばどのメンバー国法規にも規定されていない特性 (characteristics, 例えば耐荷特性, 耐火特性, 環境特性など) に言及している。このために, CPD に基づく hEN は付属書 ZA (以下, Annex ZA) を有しているところから一般の欧州規格 EN と区別され, Annex ZA.1 に記された特性のみが強制で CE マーキングの対象となる (図3参照)。

(1) Annex ZA

表2に Annex ZA の構成を示す。ここで, ① ZA.1 節は CE マーキングの対象となる特性のみを記述したもので, Table-ZA.1 にその特性が記述してある本文の節が示されている。このように, Annex ZA.1 は製造者が理解するための CE マーキング取得のためのチェックリストの役目を果たすものである。強制法規によって要求されない規格の本文部分 (図3のキーマークの対象範囲, 後述) は任意規格, または非整合規格と呼ばれる部分で, Annex ZA.1 に規定された特性と同等かそれ以上の数を有する。② ZA.2 節は, 建設製品の認証システム (Table-ZA.2), およびその評価

表2 Annex ZA の構成

Annex ZA Clauses of this European Standard addressing the provisions of the EU Construction Products Directive
ZA.1 Scope and relevant requirement characteristics Table ZA.1—Relevant clauses
ZA.2 Procedures for the attestation of conformity of <product concerned> Table ZA.2—Systems of attestation of conformity Table ZA.3—Assignment of evaluation of conformity tasks
ZA.3 CE marking and labeling Figure ZA.1—Example CE marking information

を行う製造者と認証機関の役割を特定するもの (Table-ZA.3) である。また, ③ ZA.3 節には, 全ての製造者が同じやり方で CE マーキングを貼付けることを保証するためにマーキングが置かれる場所について特定し, CE マーキングとそれに付属する情報を例示している。この Annex ZA を有する整合規格 hEN は現時点で 450 余件の製品規格が計画されているが, 2006 年 8 月現在 70% 弱の 305 件が承認されている²⁾。

(2) キーマーク

ところで, CE マーキングを取得するだけでは他の製造者製品との差別化が図れないと考える製造者のために, 当該欧州規格に規定されたすべての特性 (図3の例では特性1~特性9) を満足していることを証明する任意マークが, CEN が運営するキーマーク (Keymark, 欧州第3者認証マーク)³⁾ である。現在, 30 の異なる製品に係る 170 の欧州規格 (大部分が建設製品) が利用可能となっており, 製造者がキーマークを申請できる状態にある。12 カ国計 20 の認証機関がキーマークを与えることができる。

5. 欧州技術認証 (ETA)

hEN はその技術が成熟しニーズがある分野を対象に作成される。しかし, その作成には多くの時間を必要とするところから, 建設製品に係る新技

表3 ETAGの目次構成

Foreword
Section One: Introduction
1. Preliminaries
2. Scope
3. Terminology
Section Two: Guidance for the assessment of the fitness for use
4. Requirement for works
5. Methods of verification
6. Assessing and judging of the fitness of products for an intended use
7. Assumptions and recommendations under which the fitness for use is to be assessed
Section Three: Attestation and Evaluation of Conformity
8. Attestation and Evaluation of Conformity
Section Four: ETA content
9. The ETA content

術・新工法には対応しきれない面がある。そのような場合、欧州委員会から規格策定の指示がなされる技術仕様が、EOTAが担当するETAである。すなわち、CPDのもと望ましいルートはhENを利用したCENルートによることであるが、①その規格ができていない場合や②規格策定に時間がかかるような場合、さらには③製品が規格から逸脱しているような場合には、EOTAルートによるETAが利用される。いわゆる新製品や新工法（製品とそれを組み合わせたキット）はEOTAルートに回されることが多い。なお、その技術が十分に成熟した段階で、ETAはhENに転換される。

(1) CENルートとの違い

CENルートとEOTAルートの異なる点は、製造者がその製品にCEマーキングを取得しようと考えた段階で参照すべき規格の有無である。CENルートでは既に参照すべき規格がhENという形で存在するのに対して、EOTAルートでは規格がないか規格から逸脱するものであることからその規格が存在しない。よって、本ルートでは製造者はEOTAメンバー機関と規格(ETA)策定から相談しなくてはならない。もし複数の製造者がその開

発に興味を持っている場合には、まず認証の手順を明記したETAガイドライン(ETAG)が策定され、ETAはそれにしたがって記述される。表3にETAGの目次構成を示す。hENのAnnex ZA.1(CEマーキングの対象となる製品の特性)に相当するのが「4. Requirement for works」、CEマーキング取得の手順を示したAnnex ZA.2に相当するのが「8. Attestation and Evaluation of Conformity」である。また、ETAに何が記述されるべきかは「9. The ETA content」に示されている。なお、新製品・新工法に興味を持つ製造者が1~2社程度であれば、ガイドライン無しでETAが発行されてもよいことになっている。これはETA without guideline、またはCUAP(Common Understanding of Assessment Procedure)と呼ばれるものである。

(2) ETAの取得手順

EOTAメンバー機関がETAを発行するまでの手順を図4に示した。まず、製造者または製造者グループがメンバー国のどれか一つのEOTAメンバー機関にアプローチし、製品のためのETA策定を依頼することから始まる。ETAを発行するに足る能力と権利を有する機関はETA approval bodiesと呼ばれ、EOTAを構成するメンバー機関に同じである。製造者の打診は、CENによって現在hENが策定作業中であるかどうか、欧州委員会から策定の指示がでているかどうか、または近い将来指示される予定があるかどうかなどがEOTAメンバー機関によって検討される。もし、ETAルートが適当とメンバー機関が判断すれば、先に述べたETAGとして知られる試験・評価方法の準備を経由するものか、または製品は個々に取り扱われるもの(CUAP)かどうかが決定される。初回製品試験(Initial Type Test)に合格しETAが発行された後は、その製品、工法に定められた認証システムAoCに沿って製造者と通知機関が作業を進め、

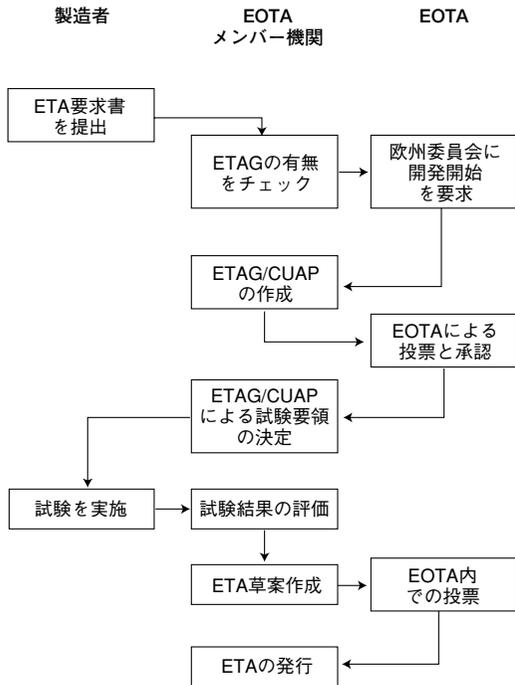


図4 ETAが発行されるまでの手順

CEマーキング貼付けを許可する適合認証書 (Certificate of Conformity) が通知機関より授与される。2006年8月現在、25件のETAG、202件のCUAPが完成もしくは審議中で、これまでに製造者に発行されたETAは610件にのぼる。

6. おわりに

本文では、欧州における建設製品の認証制度について述べた。わが国でも昨年10月から新JISマーク表示制度が始まったが、ここでの登録認証機関の位置づけは欧州での通知機関のそれとほぼ同じであり、両者の製品認証スキームは極めて類似したものとなった。ただし、欧州では全ての建設製品ごとに6段階のうちのどれか認証システム (AoC) が定められているが、わが国ではまだそこまで至っていない。これはJISマーク表示制度

の問題ではなく、建設事業実施主体としての国土交通省マターであり、これから漸次整備されていくものと期待される。

ところで、認証といえわが国では技術基準から逸脱した性能設計の認証をどうするかに関心が高い。その一案として、JIS製品の登録認証機関を設計認証機関に置き直して製品認証スキームに準じた設計認証制度も考えられているようである。欧州では、我々のいう「構造物の要求性能を満たす性能設計」という概念に乏しいせいか、このような制度はまだないように思われる。いずれにしろ、欧州における設計の認証制度についてはまた別の機会にご報告したい。

最後に、本文は土木学会・国際認証制度調査小委員会 (委員長は筆者) の活動成果によるものである。熱心に活動いただいた委員各位に深謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) Construction Products Directive, 建設製品に関する加盟諸国の法律、規則及び行政規定の近似化に関する閣僚理事会指令89/106/EEC, 1989.
- 2) <http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/businessdomains/construction/snapshot20060810.pdf>
- 3) <http://www.cenorm.be/cenorm/conformityassessment/key-mark+/index.asp?pClose=1>

プロフィール

松井 謙二 (まついけんじ)

独立行政法人土木研究所技術推進本部
招聘研究員

- 専門分野 地盤・基礎設計
- 学位論文 地盤の不確定性を考慮した場所打ち杭の支持力評価法に関する研究
- 現 在 土木学会「国際認証制度調査小委員会」委員長として、欧州の基準・認証スキームを勉強中

高強度コンクリートの若材齢における 変動荷重下のクリープ挙動

萩原伸治*

本レポートは、筆者が2006年の日本建築学会奨励賞*を受賞した論文です。(日本建築学会構造系論文集 No.574, pp.1-8, 2003.12)

*奨励賞：新進の研究者による、近年中に発表された独創性・先駆性・萌芽性・将来性のある、建築に関する優れた論文に対して贈られる賞。

高強度コンクリートは、近年、高層鉄筋コンクリート造建築物への適用を目的に開発が進められ、現在では圧縮強度が 100N/mm²を超える高強度コンクリートも使用されるようになってきた。高強度コンクリートは乾燥収縮が小さいため、当初ひび割れは問題にされなかったが、自己収縮が大きいことが明らかになり、若材齢のひび割れが問題となってきた。この問題を考える上で収縮応力を緩和する若材齢の圧縮および引張クリープ挙動を評価することが不可欠である。しかし、若材齢のコンクリートは物性が時々変化し、クリープ挙動を評価することは非常に難しい問題であった。

本論文は、高強度コンクリートの若材齢におけるクリープ挙動を評価するために、一定応力下および変動応力下で圧縮および引張クリープ挙動に関して実験を行い、若材齢におけるクリープ挙動をとりまとめたものがある。

1. はじめに

コンクリートのクリープに関しては、古くから研究が行われ、Davis-Glanvilleは、圧縮と引張とでは単位クリープがほぼ等しいことを報告し、その他にクリープ現象の法則に関連した研究として Dishingerのクリープ速度法、Whitneyの法則、McHenryやTrostによる重ね合わせの原理などが報告されている^{1~3)}。

コンクリートのクリープ挙動については、当初長期における変形が問題となったことから、国内外で数年間におよぶ圧縮クリープ、曲げクリープの実験研究が実施されている。しかし、これらの成果では若材齢におけるクリープを適切に評価することはできない。最近、土木学会や日本コンク

リート工学協会が収縮・クリープに関する研究委員会が設置され、若材齢クリープに関して検討がなされてきたが、数件程度のデータしか取得できていないのが現状である。また、以前は、圧縮クリープと引張クリープを等しいとして評価していたが、近年の報告により、圧縮と引張が異なることが指摘され、引張クリープの現象を適切に表現できるメカニズムを解明するため現在研究が行われている。しかし、引張クリープに関しては、実験を行うことが困難であるため実験データが不十分であり、その変形挙動を正確に評価および予測するには至っておらず不明な点が多いのが現状である。

本研究は、高強度コンクリートの若材齢におけ

* (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 博士(工学)

表1 要因と水準

要因	水準
載荷方法	圧縮, 引張
W/B	22, 34 (%)
載荷開始材齢	1, 3, 7 (日)
載荷状況	応力一定 (A) 変動応力 (B, C)

表2 実験の組み合わせ

調合記号	載荷方法	載荷条件	載荷時の応力・強度比 (%)
L22	圧縮	1C 3A, 3B 7A	30
	引張	1A, 1B, 1C 3A 7A	80
O34	圧縮	1A, 1B, 1C 3A, 3B 7A	30
	引張	1A, 1B, 1C 3A 7A	80

表3 調合表

調合記号	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	SF	S	G
L22	22	160	655 ※1	73	566	956
O34	34	170	500 ※2	—	724	956

注：※1：低熱ポルトランドセメント，
※2：普通ポルトランドセメント

るクリープに関して、載荷荷重および載荷材齢を変化させた実験を行い、若材齢時のクリープ挙動において重ね合わせの法則が成立するかどうかを検討し、さらにクリープ試験後のコンクリート強度の変化を把握することを目的とする。

2. 試験概要

実験の要因と水準を表1に示す。実験は、圧縮クリープ試験と引張クリープ試験を実施した。また同時に、封かん条件における自由収縮試験を行い、自己収縮ひずみを計測した。さらに、若材齢時からの強度および弾性係数の発現状況を把握す

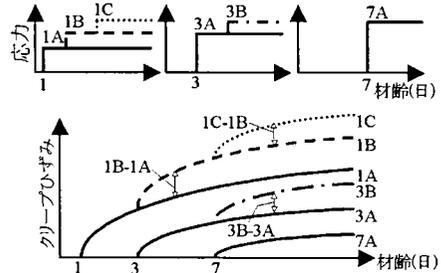


図1 載荷方法の概要

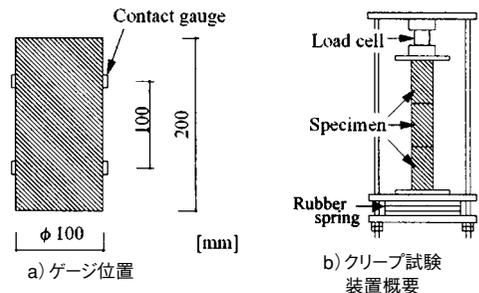


図2 圧縮クリープ試験の概要

るために強度試験を行った。載荷条件は、載荷応力を一定とした条件Aと、所定の応力・強度比が一定となるよう載荷応力を1回変動させた条件Bと、2回変動させた条件Cとした。載荷条件の概要を図1に、実験の組み合わせを表2に示す。引張クリープ試験は、応力・強度比を80%の高応力条件とした。

実験に使用したコンクリートの調合を表3に示す。コンクリートは、20±2℃、相対湿度60±5%に管理された環境で練り混ぜ、打設後は試験体から水分の逸散を防ぐため透明フィルムで覆い、翌日に脱型した。試験体は、脱型後、乾燥を防ぐためにアルミ箔粘着テープでシールし、20±2℃の環境で全て封かん養生とした。また、クリープ試験開始まで摩擦が生じないようにテフロンシートの上に横向きで静置した。

圧縮クリープ試験の装置は、硬質ゴムによるス

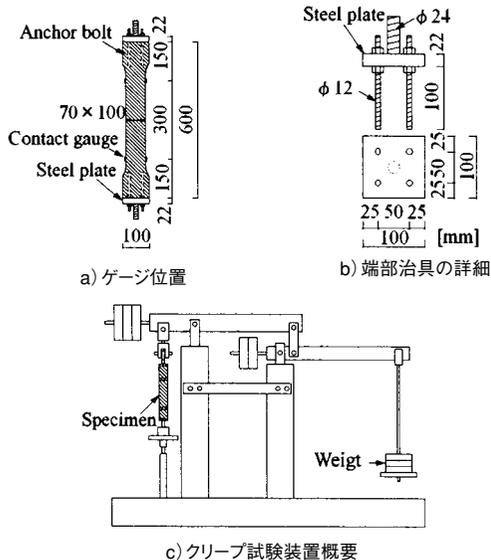


図3 引張クリープ試験の概要

プリング式で、その概要を図2に示す。圧縮クリープ試験は、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱試験体を一条件3体とし、3個縦に積み重ねた状態で行った。載荷荷重は、載荷開始直前に別途実施した強度試験により、載荷開始時に保有している圧縮強度の実測結果から、所定の応力・強度比に対応するように決定した。

引張クリープ試験の概要を図3に示す。引張クリープ試験は、図3 a) に示す試験体を一条件2体とし、荷重が変化せず常に一定となる図3 c) のテコ式の装置を用いて行った。試験機と供試体は、載荷応力が確実に伝達するように供試体端部に図3 b) のアンカーボルトを埋め込んで定着させたプレート治具を介して固定した。載荷荷重は、圧縮クリープ試験と同様に、載荷開始直前に別途実施した強度試験により、載荷開始時に保有している引張強度の実測結果から、所定の応力・強度比に対応するように決定した。

クリープ試験における自由収縮試験は、図3 a) に示す形状の試験体で行った。なお、この試験体

について、後に引張強度試験を実施するため、端部に図3 b) の治具を取り付けた。自由収縮試験体は、摩擦が生じないようにテフロンシートの上に横向きに静置した。

クリープ試験の載荷期間は、載荷開始より約28日程度とし、除荷後約2週間程度、無載荷状態で自由収縮試験体と同様の方法で静置した後、強度実験を行いクリープ試験後の強度を確認した。

試験体のひずみ計測は、試験体の脱型後に、コンタクトチップを試験体表面に貼り付け、コンタクトゲージを用いて行った。

実験に使用したコンクリートの力学特性については、圧縮強度、直接引張強度、圧縮弾性係数、引張弾性係数を材齢1, 3, 7, 28日および除荷後約2週間(材齢42日程度)で試験した。

3. 試験結果

3.1 強度および弾性係数

強度試験の結果を図4に、強度と弾性係数の関係を図5に示す。それぞれの試験結果の関係は、式(1)、式(2)、式(3)を用いて評価することにした。

$$f_c(t) = A \log(t) + B \quad (1)$$

$$E_c(t) = \alpha \cdot f_c(t)^{1/3} \quad (2)$$

$$E_t(t) = \gamma \cdot E_c(t) \quad (3)$$

ここに、 $f_c(t)$: 圧縮強度 (N/mm^2)、 $E_c(t)$: 圧縮弾性係数 (kN/mm^2)、 $E_t(t)$: 引張弾性係数 (kN/mm^2)、 t : 材齢 (日)、 A, B, α, γ : 定数

式(1)から式(3)を用いて近似した結果、概ね実験結果を表現できた。特に、引張弾性係数は、圧縮弾性係数より大きい結果となり筆者らの既報告⁴⁾と同様の結果が得られた。

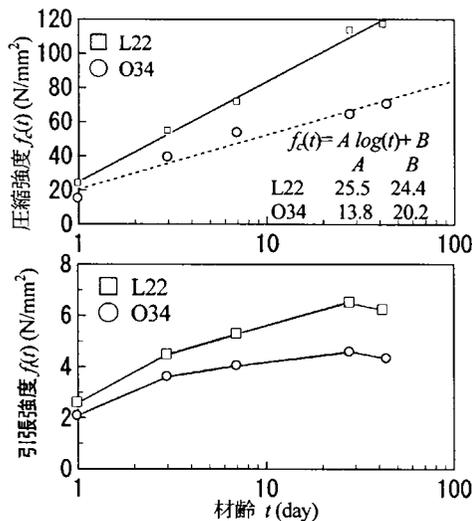


図4 強度試験結果

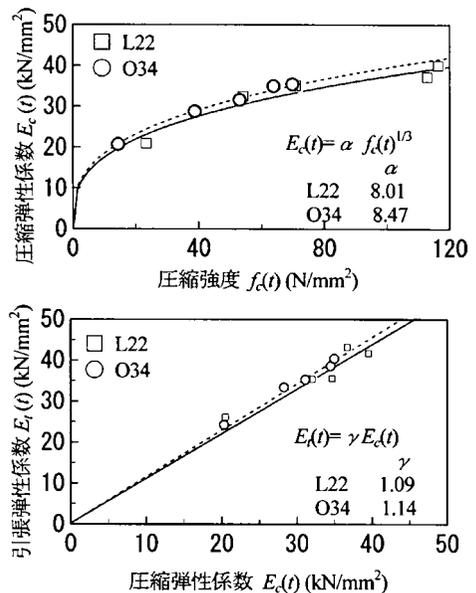


図5 強度と弾性係数の関係

3.2 単位クリープひずみ

クリープひずみは、クリープ試験の全ひずみから、自由収縮ひずみと弾性係数の発現を考慮した弾性ひずみを差し引きし算出した⁴⁾。弾性ひずみは、強度試験結果の式(1)、式(2)およびクリープ試験時の載荷応力を用いて算出した。この算出したクリープひずみから、図1に示すように1B-1A、1C-1B、3B-3Aのクリープひずみをそれぞれ求め、クリープ試験時における載荷応力で除し、単位クリープひずみを算出した。この単位クリープひずみを用いてクリープの重ね合わせの検討を行った。

図6に単位クリープひずみの経時変化の一例を示す。多少ばらつきがあるものの、無載荷試験体に荷重を加えた場合の応力一定条件Aの単位クリープひずみと、荷重履歴のある試験体に更に荷重を加えた場合の変動応力条件B、Cの単位クリープひずみとも、ほぼ載荷材齢ごとに同様の挙動を示す結果が得られた。元来、クリープ現象は、調合条件、載荷形式、環境条件などによって種々異なる値を

とり、クリープ試験時の持続応力の大きさとクリープの比例関係は常に存在するとは限らず、非線形な状況にあることが指摘されている⁵⁾。しかし、本研究においては、実用的な範囲で引張クリープおよび圧縮クリープともに、見かけ上、概ねクリープの重ね合わせが許容できることが認められた。

3.3 クリープ係数

クリープ係数は、クリープひずみの算出のときと同様、弾性係数の発現を考慮し時間の経過とともに変化する弾性ひずみを用い、クリープひずみと弾性ひずみの比として算出した。図7にクリープ係数の経時変化の一例を示す。クリープ係数に関しても、図6の単位クリープひずみの結果と同様、実用的な範囲で概ねクリープの重ね合わせが許容できることが認められた。そこで、クリープの重ね合わせが可能であることを利用して、クリープ係数の予測式に関する検討を行った。既報のクリープ係数の予測式としては、CEB-FIP Model Code 90⁶⁾による予測式、土木学会式などいくつ

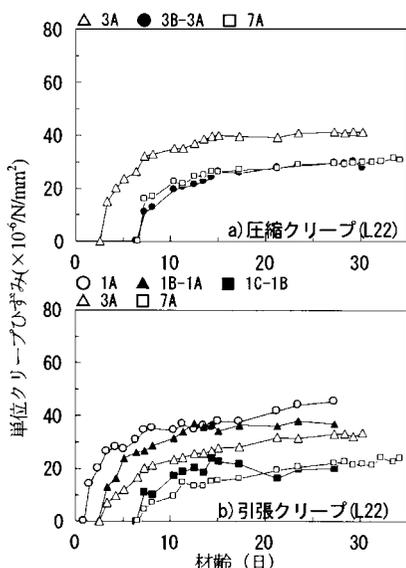


図6 単位クリープひずみの経時変化

か提案されているが、ここでは橋田ら⁷⁾のアプローチを参照し、式(4)のACI-209型のモデルを用いて、クリープ係数を評価した。

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \left[\frac{(t - t_0)^{0.6}}{\beta_H + (t - t_0)^{0.6}} \right] \quad (4)$$

ここに、 t ：材齢(日)、 t_0 ：荷重開始材齢(日)、 $\phi(t, t_0)$ ：材齢 t_0 日に荷重した材齢 t 日のクリープ係数、 ϕ_0 ：終局クリープ係数、 β_H ：クリープ係数の進行速度を表す係数

終局クリープ係数 ϕ_0 および速度係数 β_H は、荷重開始材齢の圧縮弾性係数と $E_c(t_0)$ と材齢28日の圧縮弾性係数との関係を用いた式(5)、式(6)によりクリープ係数の挙動を回帰し同定した⁷⁾。

$$\phi_0 = b - a \frac{E_c(t_0)}{E_c(28)} \quad (5)$$

$$\beta_H = c \exp \left[d \frac{E_c(t_0)}{E_c(28)} \right] \quad (6)$$

ここに、 a, b, c, d ：実験定数、 $E_c(t_0)$ ：荷重材齢 t_0 日の圧縮弾性係数、(kN/mm²)、 $E_c(28)$ ：材齢28日の圧縮弾性係数 (kN/mm²)

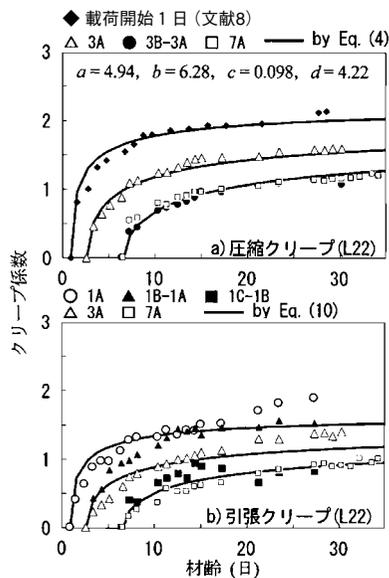


図7 クリープ係数の経時変化

式(4)中の実験定数を求めるにあたり、今回の圧縮クリープについては、荷重開始材齢1日のデータがない。このため、ほぼ同条件でクリープ試験を行った筆者らの既報の実験結果⁸⁾(荷重開始材齢1日、低熱セメント、W/B=22%、封かん養生、荷重時の応力・強度比40%)を加えた。図7 a)の図中に式(4)、式(5)および式(6)の近似結果と得られた係数を示す。式(4)は、概ね圧縮クリープの実験結果を良く表現している。また、この圧縮クリープ係数の評価方法を拡張し、引張クリープ係数を検討する。引張クリープ係数と圧縮クリープ係数を算出する過程を表すと式(7)、式(8)になる。

$$\phi_t(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{ct}(t, t_0)}{\varepsilon_{et}(t, t_0)} = \frac{\varepsilon_{ct}(t, t_0)}{1/E_t(t)} \quad (7)$$

$$\phi_c(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{cc}(t, t_0)}{\varepsilon_{ec}(t, t_0)} = \frac{\varepsilon_{cc}(t, t_0)}{1/E_c(t)} \quad (8)$$

ここに、 $\phi_t(t, t_0)$ 、 $\varepsilon_{ct}(t, t_0)$ 、 $\varepsilon_{et}(t, t_0)$ ：材齢 t_0 日に荷重した材齢 t 日の引張クリープ係数、引張単位クリープひずみ、引張の単位弾性ひずみ、 $\phi_c(t, t_0)$ 、 $\varepsilon_{cc}(t, t_0)$ 、 $\varepsilon_{ec}(t, t_0)$ ：材齢 t_0 日に荷重した材齢 t 日の圧縮クリープ係数、圧縮単

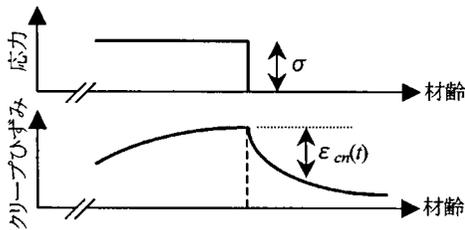


図8 除荷後の概要

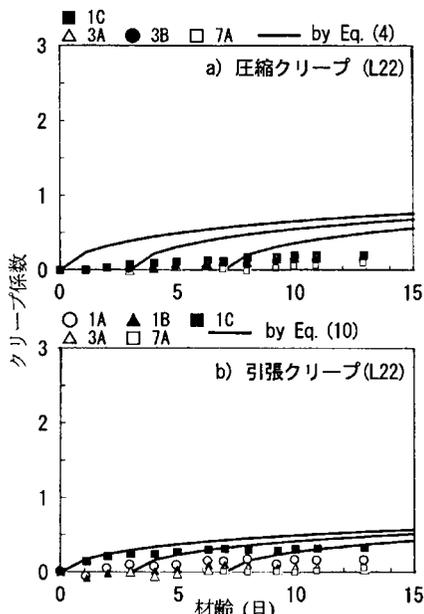


図9 除荷後のクリープ係数

位クリープひずみ，圧縮の単位弾性ひずみ

引張単位クリープひずみと圧縮単位クリープひずみの関係は，筆者らの既報告⁸⁾から換算係数 μ を用いて式 (9) のように表す。

$$\varepsilon_{ct}(t, t_0) = \mu \varepsilon_{cc}(t, t_0) \quad (9)$$

ここに， μ ：引張クリープ換算係数（引張単位クリープひずみ／圧縮単位クリープひずみ）

引張クリープ換算係数 μ を算出するにあたり，圧縮クリープ試験は，荷重開始から材齢3日以降の圧縮クリープと引張クリープとの比率を求めた⁴⁾。その結果， μ はL22では0.69，O34では0.75となった。

式 (9) と式 (3) の引張弾性係数と圧縮弾性係数の関係を用い，引張クリープ係数と圧縮クリープ係数の関係を整理すると，式 (10) のように表せる。よって，引張クリープ係数は，圧縮単位クリープひずみの引張単位クリープひずみへの換算係数 μ と，圧縮弾性係数と引張弾性係数の比例係数 γ で簡易に表現できる。

$$\phi_t(t, t_0) = \mu \gamma \phi_c(t, t_0) \quad (10)$$

式 (4) で近似した圧縮クリープ係数を式 (10) に代入し，引張クリープ係数に換算した計算結果を図7 b) の図中に示す。引張クリープ係数の計算結果は，どの荷重材齢においても材齢が長くなるにつれてクリープ速度が小さくなり，クリープ係数が収束していく傾向を示した圧縮クリープ係数の計算結果と同じ状況にある。一方，引張クリープ係数の試験結果は，L22およびO34ともに荷重材齢1日の条件について，材齢が10日以上経過した後もクリープ速度が小さくならず，クリープ係数が大きくなる状況にある。

今回の引張クリープ係数の定式化は，圧縮クリープをベースに構築しており，引張荷重と圧縮荷重とのメカニズムの違いをモデル化していない。このことが，極若材齢時の引張クリープ係数について，計算値と実験値が相違した理由であると思われる。荷重材齢が3日以降であれば，概ね計算値と実験値が同じ状況にあり，提案した式表現は，簡便性と利点性で工学的に有意である。

3.4 除荷後のクリープ係数

除荷後のクリープ係数は，図8における除荷後の回復ひずみ $\varepsilon_{cn}(t)$ を除荷した応力 σ で除し，式 (7) および式 (8) の単位クリープひずみ $\varepsilon_{ct}(t, t_0)$ ， $\varepsilon_{cc}(t, t_0)$ に相当する値を算出し，それを弾性係数の逆数で除して算出した。その結果を図9に示す。横軸の材齢は，荷重開始材齢1日の試験体を

表4 クリープ試験後の強度試験結果

調査記号	載荷条件	圧縮強度 (N/mm ²)	載荷／無載荷強度比 (圧縮)	引張強度 (N/mm ²)	載荷／無載荷強度比 (引張)
L22	無載荷	116.8	—	6.21	—
	1A	—	—	5.83	0.94
	1B	—	—	6.45	1.04
	1C	102.7	0.88	6.34	1.02
	3A	116.2	0.99	5.93	0.95
	3B	113.5	0.97	—	—
	7A	117.1	1.00	6.36	1.02
O34	無載荷	70.2	—	4.31	—
	1A	61.1	0.87	4.95	1.15
	1B	66.0	0.94	4.64	1.08
	1C	66.4	0.95	4.73	1.09
	3A	66.9	0.95	4.23	0.98
	3B	65.0	0.93	—	—
	7A	66.8	0.95	4.40	1.02

除荷した材齢（材齢28日）からの経過材齢を表している。図より、L22およびO34ともに圧縮クリープの方が引張クリープよりクリープ係数が小さい結果となった。一方、圧縮載荷および引張載荷ともクリープ係数が小さいため、応力一定条件Aと変動応力条件B、Cとの違いはほとんど見られず、載荷状況の影響を検討することができなかった。このように、クリープ係数が小さい値を示していることから、若材齢に載荷を行った場合は、非可逆性のひずみ成分が大きく生成・累積されていることがわかる。

図7に示した各係数を用い、式(4)から圧縮クリープ係数を算出し、また式(10)により引張クリープ係数に換算することにより、除荷後のクリープ係数の実験値と計算値の比較を行った。計算結果を図9の図中に示す。計算結果は、実験結果よりも大きくなった。このことは、実際のクリープ現象において、載荷時と除荷時のクリープメカニズムが異なることを意味し、計算値と実験値の差は、阪田ら⁵⁾が指摘しているように、厳密には非線形なクリープ挙動を見かけ上線形の関数で評価したために生じたと考えられる。このため、載

荷期間の実験値から回帰した係数を使用したクリープ係数の予測式を利用して、除荷後のクリープ係数を算出した場合は、実際の値より過大評価になってしまい、非可逆性のひずみ成分が大きいことを考慮した予測が重要と考えられる。

3.5 クリープ試験後の強度

クリープ試験によって変形を受けたコンクリートの内部組織への影響を検討するために、クリープ試験の除荷後、約2週間程度静置した試験体を用いて強度試験を行った。比較のためにその強度試験と同じ材齢で無載荷の自由収縮試験体の強度試験も行った。その比較結果を表4に示す。L22およびO34ともに圧縮クリープ載荷後の圧縮強度は、無載荷試験体と比較して載荷して4～7%の強度低下が見られた。一方、引張クリープ載荷後の試験体は、無載荷試験体と比較して、L22で強度差がなく、O34で6%の強度上昇が見られた。通常、低応力レベルの圧縮クリープ試験後は、クリープ載荷時の圧密を受けて内部組織が緻密化され圧縮強度が上昇し、また、高応力レベルの引張クリープ試験後の引張強度は、クリープ載荷時の引

張力により内部組織に微細ひび割れが蓄積して強度低下するものと考えられる。いくつかの既往文献においても、圧縮に関して強度上昇の結果が示されている。しかし、本研究の試験では、圧縮載荷の試験体は無載荷の試験体より強度低下し、引張載荷の試験体はL22において無載荷の試験体と大きな差はなく、O34では強度上昇が生じ、逆の傾向を示した。若材齢の圧縮載荷において、高強度コンクリートの応力強度比30%の条件は、かなり大きな荷重を負担することになる。Liuら⁹⁾の研究で、応力強度比60%載荷後の強度試験結果について、強度低下が示されているように、大きな荷重を負担させたことにより発生した微細ひび割れの蓄積が強度低下をまねいたものと推察される。

若材齢時の引張載荷においては、直接引張試験自体のばらつき、試験体における局所的な破壊のばらつきなど、いくつかの要因が考えられる。今後、クリープ試験後のコンクリート内部構造の詳細な観測が必要であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、高強度コンクリートの若材齢におけるクリープに関して、載荷荷重および載荷材齢を変化させた実験を行い、クリープ試験後のコンクリート強度および若材齢時のクリープ重ね合わせ状況を検討した。また、クリープの重ね合わせを適用し、クリープ係数の評価方法を検討した結果、本研究の範囲で明らかとなったことを以下に示す。

- (1) 実用的な範囲で引張クリープおよび圧縮クリープともに、見かけ上、概ねクリープの重ね合わせが許容できる。
- (2) 既往のクリープ係数の予測式を用い圧縮クリープ係数を表現し、単位クリープひずみと弾性係数における圧縮と引張の比例係数を評価

することにより、載荷開始材齢が3日以降であれば圧縮クリープ係数から引張クリープ係数を表現することが可能である。

- (3) 除荷後のクリープ係数は、圧縮クリープより引張クリープの方が大きい。また、非可逆性のひずみ成分が大きいいため全体的にクリープ係数は小さい値を示し、非可逆性のひずみ成分を考慮した場合には、計算値との差が大きくなる。
- (4) クリープ試験後の強度を無載荷のものと比較すると、圧縮載荷では若干の強度低下を示したが大差はなかった。また、引張載荷ではほとんど強度低下を生じなかった。

【謝辞】

本研究に対し、様々な場面で種々の有益な御助言、御指導を頂いた宇都宮大学教授榊田佳寛先生、宇都宮大学助教授中村成春先生に厚く御礼申し上げます。また、本研究にご協力いただいた多くの方々に、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) Neville A.M., Dilger W.H. and Brooks J.J.: Creep of Plain & Structural Concrete, Construction Press, 1983
- 2) 河角誠, 笠原清, 栗山武雄: 高温度下におけるコンクリートのクリープ(第2報)セメントの水和と木の粘性を考慮したコンクリートのクリープ・モデルの理論的検討, 電力中央研究所報告, 研究報告;380037, 1981
- 3) 日本コンクリート工学協会: コンクリート便覧(第二版), 技報堂出版, 1996.2
- 4) 萩原伸治, 中村成春, 榊田佳寛, 河野政典: 高強度コンクリートの若材齢における力学特性と圧縮および引張クリープ挙動に関する実験的研究, コンクリート工学論文集, Vol.11, No.1, pp.39-50, 2000
- 5) 阪田憲次, 綾野克紀, 檜垣智: 一定持続応力化におけるクリープひずみの非線形挙動に関する研究, セメント・コンクリート論文集, No.45, pp.612-617, 1991.12
- 6) CEB-FIP Model Code 90
- 7) 橋田浩, 山崎庸行: 初期高温履歴を受ける高強度コンクリート構造体の自己収縮応力の算定法に関する検討, 日本建築学会構造系論文集, No.537, pp.7-12, 2000
- 8) 萩原伸治, 榊田佳寛, 中村成春: 高強度コンクリートの若材齢クリープ動に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.552, pp.31-36, 2002
- 9) Liu G.T., Gao H. and Chen F.Q.: Microstudy on Creep of Concrete at Early Age under Biaxial Compression, Cement and Concrete Research, Vol.32, pp.1865-1870, 2002

コンクリートコアの圧縮強度及び配合推定試験

(受付第06A0150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。

1. 試験の内容

有限会社三田村監理事務所から提出されたコンクリートコアについて、圧縮強度及び配合推定(セメント量及び骨材量)試験を行った。

2. 供試体

供試体は、依頼者が採取し中央試験所に搬入されたコンクリートコアである。供試体の概要を表1に示す。

なお、配合推定試験は、コンクリートコアを所定の位置で切断して採取したコンクリート塊について行った。コンクリート塊の採取位置及び記号を図1に示す。

3. 試験方法

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験は、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)に従って行った。なお、供試体は、両端面を研磨したのち、試験に供した。

3.2 配合推定

硬化コンクリートの配合推定試験として広く採用されているセメント協会委員会報告F-18及びF-23(以下、セメント協会法)は、骨材に酸可溶性カルシウム骨材(以下、石灰石という)が使用されている場合は適用できない。今回依頼されたコンクリートコアには石灰石が含まれている可能

表1 供試体

名称	コンクリートコア	
試験項目	配合推定	圧縮強度
形状・寸法	φ 245mm×160mm	φ 103mm×160mm
記号	A, B	C-1, C-2
数量	2体	2体

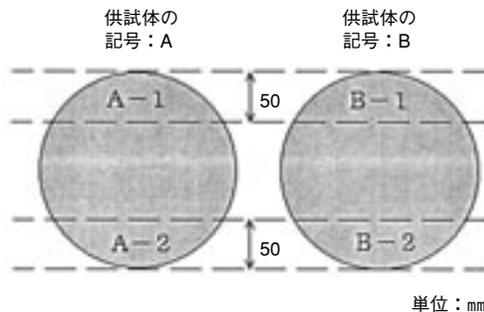


図1 コンクリート塊の採取位置及び記号

性があったため、依頼者と協議の上、以下に示す方法で試験を行い、セメント量及び骨材量を算出した。

1) 単位容積質量及び付着水量

JIS A 1110(粗骨材の密度及び吸水率試験方法)に準じて、コンクリート塊の表乾状態における単位容積質量(記号:K)、絶乾状態における単位容積質量(記号:I)及び付着水量を求めた。なお、コンクリート塊の吸水時間は48時間とした。

(2) 分析試料の調整

コンクリート塊をジョークラッシャーを用いて5mm以下に粗粉碎し、次にブラウン粉碎機で約600 μ m以下まで粉碎し、更にボールミルを用いて106 μ mふるいを全通するまで微粉碎した。この試料をよく混合し、105 \pm 5 $^{\circ}$ Cで24時間乾燥したのち、デシケータ内で放冷したものを分析試料とした。

(3) 石灰石含有量(L)の分析

分析試料1gを0.1mgのけたまで正確にはかりとり、530 $^{\circ}$ Cの電気炉内で1時間強熱し、放冷後質量を測定した(F₁)。更に、975 $^{\circ}$ Cの電気炉内で1時間強熱し、放冷後質量を測定した(F₂)。[F₁-F₂-残留結合水量(補正值)]の値は、分析試料に含まれる二酸化炭素量であり、この二酸化炭素量より石灰石含有量を推定した。石灰石含有量は次式によって算出し、小数点以下2けたに丸めた。

$$L = \left[\frac{(F_1 - F_2 - 0.025)}{w} \times 100 - 0.1 \right] \times 2.27 \times \frac{100}{97.5}$$

ここに、L：石灰石含有量(%)

w：分析試料の質量(g)

0.025：残留結合水量補正值

(当財団にて行った実験結果)

0.1*：セメント中の二酸化炭素量(%)

2.27：CaCO₃/CO₂分子量比

97.5*：石灰石の純度

(注)*：コンクリート専門委員会報告に示された全国平均値仮定値を表す。(以下同様)

(4) 不溶残分(insol)の測定

分析試料約1gを0.1mgのけたまで正確に量りとり、塩酸(1+100)を入れ、20分間攪拌したのち、ろ過を行った。ろ過は、ろ紙5種Cを使用し、残留物を完全にろ紙上に洗い移したのち、ろ紙を温

水で8回洗浄した。ろ液は、酸化カルシウムの測定に使用するため保存した。残留物をろ紙とともにろ紙に入れ、電気炉内で徐々に加熱してろ紙を灰化させ、温度975 \pm 50 $^{\circ}$ Cで30分間強熱し、デシケータ内で常温まで放冷したのち、質量を量った。

不溶残分は、以下の式で小数点以下2けたまで求めた。

$$\text{insol} = \frac{\text{残留物の質量 (g)}}{\text{量りとった試料の質量 (g)}} \times 100$$

(5) 酸化カルシウム(CaO)の測定

不溶残分の測定で保存したろ液を、500mlのメスフラスコで定容したのち、この中から50mlをホールピペットを用いて分取し、温水を加えて約100mlとした。これに、飽和臭素水を加え数分間煮沸したのちメチルレッド指示薬及びアンモニア水(1+1)を滴加して中和し、さらに約1分間煮沸したのち、ろ過を行った。ろ過は、ろ紙5種Bを使用し、温水で8回洗浄した。ろ液を室温まで放冷したのち、トリエタノールアミン2mlを加え、さらに水酸化カリウム溶液を加えpH調整を行った。

この溶液に、NN指示薬を加え、タングステンランプ照明器にのせてEDTA標準液で滴定し、溶液の色が赤紫色から青色となったときを終点とした。酸化カルシウム量は、以下の式で小数点以下2けたまで求めた。

$$\text{CaO} (\%) = \frac{\text{EDTA標準液使用量 (ml)} \times 0.000567}{\text{量りとった試料の質量 (g)}} \times 100 \times \frac{50}{50}$$

(6) 酸化マグネシウム(MgO)の測定

酸化マグネシウム量は、JIS R 5202(ポルトランドセメントの化学分析方法)14.酸化マグネシウムの定量方法に準じて行った。

表2 圧縮強度試験結果

供試体の記号	供試体の寸法 mm		断面積 mm ²	最大荷重 kN	補正係数	圧縮強度 N/mm ²	
	平均直径	平均高さ				補正前	補正後
C-1	103.2	156.8	8365	406	0.96	48.5	—*
C-2	103.1	157.8	8348	460	0.96	55.1	—*

(注) *：補正後の圧縮強度の値が40N/mm²以上であるため、補正は行わなかった。

試験日 平成18年4月19日

(7) 配合推定

前項までの分析結果に基づいて、コンクリートコア中の表乾状態の単位骨材量及び単位セメント量を次式によって算出し、整数に丸めた。

①表乾状態の単位骨材量

$$\text{表乾状態の単位骨材量} = \left[I \times J \times \left(\frac{100 + 1.42}{100} \right) \right] / 100$$

$$J = H \times \frac{100}{95.2} + L$$

ここに、J：分析試料中の骨材の割合 (%)

H：不溶残分 (%)

95.2*：石灰石以外の骨材の不溶残分 (%)

1.42*：骨材の吸水率 (%)

I：絶乾状態における単位容積質量 (kg/m³)

②単位セメント量

$$\text{単位セメント量} = I \times E / 100$$

$$E = \left[B - L \times \frac{54.6}{100} + M - 1.5 - H \times \frac{0.4}{100} \right] \times \frac{100}{64.5}$$

ここに、E：分析試料中のセメントの割合 (%)

B：CaO (%)

54.6*：石灰石中のCaO (%)

M：MgO (%)

1.5*：セメント中のMgO (%)

0.4*：石灰石以外の骨材のCaO (%)

64.5*：セメント中のCaO (%)

表3 単位容積質量及び付着水量試験結果

供試体の記号	単位容積質量 kg/m ³		付着水量 kg/m ³
	表乾状態	絶乾状態	
A-1	2315	2171	144
A-2	2376	2252	124
B-1	2290	2136	154
B-2	2360	2234	126

試験日 平成18年4月19日～26日

表4 分析試験結果

供試体の記号	分析値 (%)			
	石灰石含有量	不溶残分	酸化カルシウム	酸化マグネシウム
A-1	22.11	57.16	19.71	2.13
A-2	18.54	62.11	16.85	2.06
B-1	22.35	55.46	20.22	2.11
B-2	18.30	62.16	16.83	1.94

試験日 平成18年5月15日～24日

4. 試験結果

(1) 圧縮強度試験結果を表2に示す。

(2) コンクリートコアの単位容積質量及び付着水量試験結果を表3に、分析試験結果を表4に、配合推定結果を表5に示す。

なお、配合推定結果を算出する計算過程を、参考として付録に示した。

表5 配合推定結果

供試体の 記号	単位量 kg/m ³	
	セメント	骨材（表乾状態）
A-1	289	1788
A-2	245	1914
B-1	278	1746
B-2	244	1894

コメント ……………

フレッシュコンクリートの打設時に棒形振動機を使用して締固めることによって、粗骨材が沈下し、部材の上部と下部ではコンクリートの状態（セメント量と骨材量の割合）が異なっているのではないかと調査したいとの依頼をうけ、硬化コンクリートの配合推定試験を行った。

配合推定試験は、硬化コンクリートを微粉碎し化学分析用試料に調整した後、化学分析によりセメント量、骨材量、水分量を推定するものである。硬化コンクリートの配合推定試験としては、セメント協会委員会報告F-18及びF-23（以下、セメント協会法）が広く採用されている。しかし、骨材に石灰石などの酸可溶性カルシウム骨材が使用されている場合は、試料を塩酸溶液で溶解するため、骨材が溶解して、セメント量を多く骨材量を少なく推定してしまい誤った結果を導く。今回の供試体は、酸可溶性カルシウム骨材である石灰石骨材が含まれている可能性があったため、当センターで考案した方法によって、セメント量及び骨材量の推定を行った。

依頼者から提出された供試体は、構造物の基礎部分のコンクリートより、φ250mmのコンクリー

5. 試験の期間、担当者及び場所

期間 平成18年4月19日から
平成18年5月24日まで

担当者 材料グループ
試験監督者 熊原 進
試験責任者 中里侑司
試験実施者 中里侑司

場所 中央試験所

6. 付録

付表1及び付表2にコンクリート塊の配合推定計算過程を示す。（次ページ掲載）

トコアを横方向から抜き取ったものである。供試体の上部及び下部より50mmの位置で切断したものを試験に供した。

試験結果は、試料の採取場所によって異なる傾向が認められ、単位セメント量は40kg/m³程度、単位骨材量は130kg/m³程度異なる結果となった。

コンクリートの配合推定は、コンクリートの早期劣化や強度不足による変状が生じた場合などに、その原因調査の一つとして行われる試験である。しかし、前記のように石灰石骨材が使用されている場合、適した試験方法が確立されていない。コンクリート用骨材として使用される石灰石骨材は全体の10%弱であるが、その量は年々増加傾向にあり、石灰石骨材を使用したコンクリートにも適用できる配合推定試験方法が必要とされている。当センターでは、今回行った方法による石灰石骨材を用いた硬化コンクリートの配合推定試験を考案し、依頼者の了承を得た上で試験を実施している。今後、この試験方法を建材試験センター規格にできればと考えている。

（文責：材料グループ 中里侑司）

付表1

項 目			記 号	算出結果	
				A-1	A-2
コンクリート塊 の試験結果	単位容積質量 kg/m ³	表乾状態	K	2315	2376
		絶乾状態	I	2171	2252
	付着水量 kg/m ³	—	—	144	124
	分 析 値 %	CaO	B	19.71	16.85
MgO		M	2.13	2.06	
不 溶 残 分		H	57.16	62.11	
石灰石含有量		L	21.11	18.54	
使用材料 [※] の仮定値	セメント	CaO %	—	64.5	64.5
	骨 材 (石灰石以外)	CaO %	—	0.4	0.4
		不溶残分 %	—	95.2	95.2
絶乾状態の混合割合	セメント	%	E	13.3	10.9
	骨 材	%	J	81.2	83.8
	水	%	—	5.5	5.3
単位セメント量 kg/m ³			—	289	245
表乾状態の単位骨材量 kg/m ³			—	1788	1914

(注) ※:コンクリート専門委員会報告に示された全国平均値

付表2

項 目			記 号	算出結果	
				B-1	B-2
コンクリート塊 の試験結果	単位容積質量 kg/m ³	表乾状態	K	2290	2360
		絶乾状態	I	2136	2234
	付着水量 kg/m ³	—	—	154	126
	分 析 値 %	CaO	B	20.22	16.83
MgO		M	2.11	1.94	
不 溶 残 分		H	55.46	62.16	
石灰石含有量		L	22.35	18.30	
使用材料 [※] の仮定値	セメント	CaO %	—	64.5	64.5
	骨 材 (石灰石以外)	CaO %	—	0.4	0.4
		不溶残分 %	—	95.2	95.2
絶乾状態の混合割合	セメント	%	E	13.0	10.9
	骨 材	%	J	80.6	83.6
	水	%	—	6.4	5.5
単位セメント量 kg/m ³			—	278	244
表乾状態の単位骨材量 kg/m ³			—	1746	1894

(注) ※:コンクリート専門委員会報告に示された全国平均値

かんきょう 随想

第12回

藁葺屋根民家の 涼しさ

国際人間環境研究所代表
早稲田大学名誉教授

木村建一

茅葺屋根民家は涼しいと昔からよく言われる。太陽熱冷房の研究がやや行き詰まっていた頃、一方でもっと簡単に自然エネルギーで冷房ができないものかと思いを廻らしていた。当時外国でもパッシブ冷房の研究が盛んで、その関連の国際会議でも各地の民家の調査研究が多く取り上げられていた。

そんなこともあって、私の研究室でもエネルギーがなかった時代に先人が知恵を絞って造り上げた民家に見る涼しさの工夫を調べる必要があると思い、それに興味を持つ学生も多く、いくつかの民家を選んで実測調査を行った。

多雨の日本の気候に適した茅葺屋根の蒸発冷却効果の実測調査から始めた。学生の知り合いの農家で茅葺屋根の家で実際に生活しているところがあったので、お願いして測定させてもらった。その結果は雨天の後の晴天では蒸発冷却の効果が顕著に表われた。

そこで今度は学生が茅葺き職人に頼んで校舎の屋



写真1 茅葺屋根とトタン屋根の実大実験模型

上に茅葺屋根の実大模型を作ってもらい、その隣に同じ大きさのトタン屋根の模型を並べて詳細な実験を行った。雨の代わりに水を掛けたりして吸水量も測った。表面温度はトタン屋根とほとんど同じだったが、裏面の温度は茅葺屋根の方が格段に低く、計算値と照合して蒸発冷却の効果を定量的に把握することができた〔1〕。

これとは別に、文部省でも1980年度からエネルギー特別研究という大型の研究プロジェクトを立ち上げ、京都大学の故水科篤郎先生が代表者になって、日本中のエネルギー研究の専門家を集めて10項目の分野に亘って総合的な学際研究が行われた。その中で自然エネルギーの研究の代表者に若輩の私が指名されたが、大勢の錚錚たる大学教授を前にして研究を総括する役は大変だった。

自然エネルギーの研究は、太陽エネルギー、流体エネルギー、地熱エネルギーの分野で構成されることになり、私の研究室でも実質的な太陽エネルギーの研究を進めていた。3年ごとに大改造を行うことになっていて、4年目から自然エネルギーの複合利用というテーマを掲げて、そこで民家に見る自然エネルギーの利用技術を調べることにした。

エネルギー特別研究は3年間のプロジェクトが3回、合計9年間続いたが、その後も多くの研究室で独自に民家の調査や自然エネルギーの研究は続けられていた。そういう仲間からまた一緒に始めましようという声を持ち上がり、文部省の科研費の総合研究に申請したところ、運よく採択されて、日本の建

築環境の研究者による民家の自然エネルギー技術の研究が進められることになった。

先のエネルギー特別研究では、他の分野ではいわゆるハイテク技術の研究が大勢を占めており、民家の研究はローテク技術に属するため、異端者のように思われていた節もうすうす感じてはいたが、今度は大手を振って民家の自然エネルギー技術の研究を実施することになった。

これも3ヵ年で終わったところで、折角だから成果を一冊の本にまとめて出版したらということになって、文部省の研究成果出版補助費に申請した。これはわずかに100万円だったが、採択されたために、期限に間に合わなければいけないという条件が皆を刺激して予定通り出版された〔2〕。一般の人たちにも読んで頂きたいという趣旨で原稿が書かれているので、この種の本にしては珍しく再版になった。

さて、今年（2006年）になって、この本がNHKの教育番組担当のMさんの眼に止まって、一度お話を伺いたいと言われ、今年の3月にお目にかかった。その前にもいくつかこのテーマで原稿を書いていたので、文献〔3〕をMさんにお送りしておいた。

NHK教育テレビで放映されている「知るを楽しむ―歴史に好奇心」という25分間の番組に、その本の中にある民家の涼しさをテーマにしたい、というお話。NHKテキストの執筆も頼まれた。

実際の番組制作のディレクターのSさんとNHK出版編集のKさんと出版社のYさんとの3人が私のところに見えて打ち合わせをしたのが、4月の始め。まずテキストの執筆のことで、要領を伺い、5月の連休明けにたたき台の原稿を差し上げたところ、また打ち合わせに見えた。対象は一般の人だから平易に書いてくれと頼まれていたので、そのように書いたつもりだったが、「これは歴史の番組だから、どんな風に進化してきたか」を書いて欲しいという。

縄文時代の竪穴住居の大きな草葺屋根からは浸み込んだ雨水が強烈な日射で蒸発するために涼しい

し、近年までの民家の土間も冷やっさを保つ工夫だし、そういう先人の知恵を受け継いできたのだ、と説明した。いいものは昔から変わらないと説明しても、何か必ず進化がある筈だという。涼しさにしても住居様式の変化に対応してその質も進化しているに違いないし、それが時代時代の社会的変化とどう関係にあるのかも説明して欲しい、と言われてしまった。

原稿の方はそれなりにまとめて書いて後に出版されたけれども〔4〕、Sさん担当の番組制作の打ち合わせはそう簡単ではなかった。そのうち、局の方で調べた結果、現存する日本最古の古民家が神戸にあるというので、その箱木千年家でロケをすることになった。Sさんはとてもパワフルな女性で、とことん思った通りにしないと気がすまない。彼女は一度下見に行っており、そのあと私も一緒に下見に行くことになった。

その箱木千年家は神戸の六甲山の北にあり、文化財に指定されているが、第51代当主の箱木真人さんのお話で実際は600年ぐらい前の建築だという。でも箱木家は大同年間、つまり西暦800年頃から続いているのだそうだ。

私は手ぶらで行ったが、Sさんは温度計を持ってきていて、家の内外の温度を測っていた。確かに涼しい。何故この家が選ばれたかという、室町時代の母屋と江戸時代の離れとがあるので、建物の変遷



写真2 箱木家第51代当主箱木真人さんと

が一度に見られるということと、それにつれて涼しさの進化もある筈だという理由だった。ところが行ってみると、ご当主とその家族が1977年まで住んでいたのは母屋と離れとが一体となった一棟の家で、呑土ダムの工事のために700mぐらい移動させられることになったという。

この家が移築の前に解体されていたときに、離れは当初別棟であったことがわかり、室町時代の母屋と離れとを別棟として保存することになったという[5]。そのため資材も大部分が新しいもので、室町時代の母屋の黒光りしている5本の柱が異彩を放っている。床板も梁も当時のように手斧削りがなされており、屋根も藁葺きだったのが立派な茅葺きに葺き替えられている。

ロケでは落語家の柳家花緑さんとの対談形式で行うことになっていた。梅雨明けのとても暑い日に汗だくで対談するという趣向で、7月18日がその日に選ばれた。私はそんな予定日が晴れるとは決まっていないので、10日ぐらい前から温湿度の変動を記録しておいて、それを見ながら説明するようにしないと満足な収録ができないのではないか、と提案した。

そこで7月10日に「おんどとり」という自動記録の温湿度センサーを3つ持って行って、軒下の外気と母屋の内部と離れの室内に設置してきた。

ロケの当日は見事に雨天になってしまった。最近では自分で測定をしたことがなかったので、この新しいセンサーをうまく扱えるかどうか不安だった。早速自動記録されていたデータをコンピューターに記録しようとして、「記録始め」というのをクリックしたところ、折角の大事なデータがすっかり消えてしまった。「吸い上げ」というのをクリックすべきだった。昔の自動記録計では記録紙にデータが点々と印刷されてきたので、すぐ読み取れたが、最新のIT技術による簡便なものは使い方が判らないと何も出てこない。

ディレクターのSさんはとても残念がってくれた



スケッチ 神戸衝原の箱木千年家

が、何しろ雨の日で気温も低く、暑いという感じが全くでてこない。せめて前週の連日の暑さのデータが取れていたらなあと思ったが、それは後の祭り。喋る方についてはSさんが台本を作ってくれていて、打ち合わせ会があり、その後何度かメールでチェックしたりしたが、私の説明が不十分だったせいか、なかなか完璧なものではできなかった。しかも撮影の対談のときはそれを見ながら喋ってはいけないという。その上、こちらは温湿度などの説明もしなくてはならないし、歴史の話も適当に差し挟めて欲しいと言われるし、台本に書いてあることもすぐ忘れるし、なかなかうまくいかなかった。でも何とか午後6時ごろに撮影は終わった。

Sさんは東京へ帰ってから撮影された映像を見たところそれはやはり使えないという。私は一通り説明したので、まあいいと思っていたが、やはり雨では全く感じが出ていないとのこと。それでもう一度撮り直しということになった。計測と出演と一人二役では満足な結果が得られないのは当然であった。今度は失敗は許されないので、早稲田大学田辺研究室の学生にボランティアを募集したところ、3人の卒論生が参加してくれることになった。

ロケの日は8月1日と決まった。センサーは前のまま置いてきたが、心配だったので、2日前に私だけ行って、今度はデータを吸い取ってきた。それをその日にホテルからメールで学生に送ったところ、見

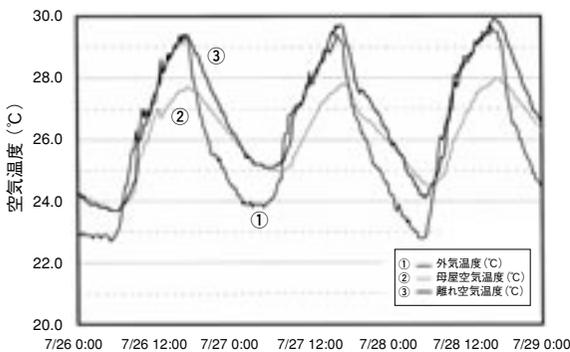


図1 外気、母屋、離れの空気温度の変動(2006年7月26-28日)

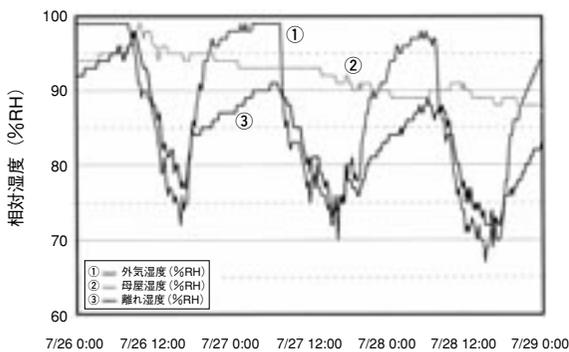


図2 外気、母屋、離れの相対湿度の変動(2006年7月26-28日)

やすいようにグラフにしてくれた。今年の梅雨は異常に長くて、ようやく長雨の後の3日間が晴天だったので、結局はその1週間のグラフが放映に使われた。退職後何から何まで自分でしなくてはならない習慣が付き始めていたときだったが、流石にこのときばかりは手伝いが必要だと改めて痛感した。

さてロケ当日。今度は快晴ではなかったが、晴れて気温も31℃前後になり、まあまあ暑い日になった。前庭から眺めると、緑濃い丘を背景に大きな母屋が右側に、小さな離れが左側に茅葺き屋根の二棟が並んでいる。まず母屋を見て、花緑さんは堅穴住居みたいだと言ったが、正しく軒先が低く、内部に足を踏み入れてみると暗いし、冷やっこい。

温度計を見ると、母屋の内部は外気より約3℃低く、土間床はさらにそれより約3℃低い。居間の床板の表面温度も室温より約1℃低い。窓や入り口は

開けっ放しだったが、気流は感じられず、民家特有の匂いが漂っている。温度、湿度、平均表面温度、気流、着衣、作業強度が温冷感の6要素だということを花緑さんは台本を見て知っていた。これらを総合して一つの快適性指標で示すコンフォートメーターも持っていき、撮影には使ったが、番組には採用されなかった。その理由は、新しい江戸時代の離れの方が高い快適指標になっていないと進化したことにならないので困るというのだ。

一方、離れでは日中はほとんど外気温と同じ変動をしている。それは周囲に縁側が廻らせてあって、開けっ放しだから当然。ところが夜は閉めているので温度は外気より高くなっている。

ところが相対湿度については、離れでは外気より日中は高く、夜間は低い。一方、離れの室内は書院造りで、畳が敷いてあり、天井も竹の簀子のため、吸放湿が盛んであったためと思われる。母屋では外気が変動しているのに長雨のあとも高く推移し、晴れが続いた3日後まで徐々に低くなってきた。これは説明に窮したが、母屋では空気が淀んでいるみたいだから、そのためではないかとSさん。

こんな風にして、ハイテクではなくローテクの自然エネルギー技術の研究成果が一般の人たちに知らされることになったのは率直に言って嬉しい。興味を持って理解してくれた方々も多く、多くの協力して下さった方々に感謝したい。

【文献】

- 1) 木村建一、山崎慶太：茅葺屋根の夏季における熱的特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、1972.10, pp.737-738.
- 2) 木村建一編著：民家の自然エネルギー技術、彰国社、1999.
- 3) 木村建一：民家思想と環境共生、新建築、2004-11、pp.50-55.
- 4) 木村建一：古民家・涼への進化、NHK知るを楽しむ一歴史に好奇心、日本放送出版協会、2006.8-9,76-98.
- 5) 日本放送出版協会編集部：「箱木千年家」に見る日本の古民家の移り変わり、日本放送出版協会、2006.8-9、99-102.

その1 コンクリートの基礎講座

④コンクリート基礎編・フレッシュコンクリート

基礎講座では、これまで3回にわたり“コンクリート材料”について掲載してきましたが、今回はコンクリートの“基礎的な性能”について紹介します。

*斜体文字は「用語の解説」に記載しています。

フレッシュコンクリートとは

コンクリートは、セメントと水が接触した直後（練混ぜ直後）から水和反応が始まり、水和反応に伴って徐々に流動性を失い、やがて凝結・硬化します。フレッシュコンクリートとは、この一連の過程において、練混ぜ直後から凝結・硬化までの「まだ固まらない状態にあるコンクリート」のことです。

フレッシュコンクリートに要求される性状は、主に施工性に関連するものですが、フレッシュコンクリートの性状は、硬化後のコンクリートの強度発現性や耐久性にも影響を及ぼします。

フレッシュコンクリートに要求される性能は

フレッシュコンクリートには、①運搬、打込み、締固め、表面仕上げなどの一連の作業が適切に行えること。②施工時及び施工前後で、コンクリートの均質性や品質が変動しないこと。③作業が終了するまでは所要の流動性を有し、その後は適切な速度で凝結・硬化すること。など作業に適したワーカビリティが要求されます。また、コンクリートの種類によっては、④所定の温度、所定の単位容積質量を有すること。が求められる場合があります。

コンクリートの施工を適切に行い、耐久性に優

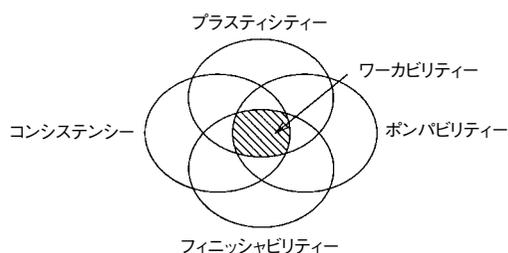


図1 ワーカビリティの概念図

れたコンクリート構造物を構築するためには、ワーカビリティに関連するコンシステンシー、プラスティシティー、ポンパビリティ、フィニッシュアビリティなどの諸性状をバランス良く確保することが重要となります。

ワーカビリティとは

ワーカビリティとは、「材料分離を生ずることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質」と定義されています。

ワーカビリティに影響を及ぼす要因としては、コンクリートの配（調）合条件、使用材料の種類及び品質、練混ぜ時間などが挙げられます。例えば、コンクリート中の水の量を増加させると、流動性が増大して施工は容易になります。しかし、粘性が低下して材料分離が生じやすくなります。また、細骨材の割合を少なくしたり、粒子の粗い

細骨材を使用すると、コンクリートの流動性は増大しますが、過度になると材料分離を生じやすくなります。このように、ワーカビリティに影響を及ぼす要因には、コンクリートの流動性と材料分離抵抗性に対して相対する影響を及ぼす要因が多いため、両者を同時に満足させることが難しいのが実状です。

なお、ワーカビリティの判定の基準は、構造物の種類、施工箇所、施工方法などによって異なるため具体的な数値ではなく、ワーカビリティが「良い」、「悪い」、「作業に適する」などで表します。

コンシステンシーとは

コンシステンシーとは、変形あるいは流動に対する抵抗性の程度を表すものです。コンクリートのコンシステンシーを測定する方法には、①コンクリートに一定の力（重力、衝撃など）を加えた時の変形量を測定する方法（スランプ試験、フロー試験など）。②所定の変形を生じさせるのに必要な仕事量を測定する方法（リモルディング試験、振動式コンシステンシー試験など）。③その他（レオロジー試験、締固め係数試験など）がありません。以下に、代表的な試験方法を紹介します。

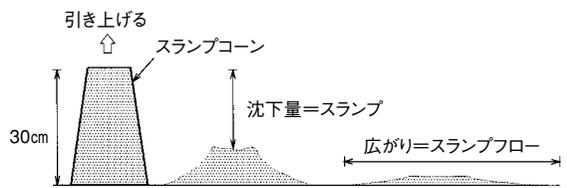


図2 スランプ及びスランプフロー試験の概要

①スランプ試験

コンクリートのコンシステンシーを測定する最も一般的な試験であり、図2に示すように、スランプコーンを引き上げた際のコンクリート頂部の沈下量（スランプ）からコンシステンシーを評価する方法です。具体的な試験方法は、JIS A 1101（コンクリートのスランプ試験方法）に規定されています。

試験装置や試験方法は簡便ですが、一般的（スランプ5～18cm程度）なコンクリートの場合、スランプはコンシステンシーを的確に表すといわれています。また、スランプとタッピングを組み合わせることによって、かなり適正にワーカビリティを判断することができます。

また、同様な試験として、スランプフロー試験がJIS A 1150（コンクリートのスランプフロー試験方法）に規定されています。スランプフロー試験は、流動性の高い高流動コンクリートなどを対象とした試験であり、図2に示すようにスランプコーンを引き上げた際のコンクリートの広がり（スラ

用語の解説

プラスティシティー

材料分離することなく、型枠に容易に打ち込むことができる流動性のことです。

ポンパビリティ

コンクリートの圧送を可能にするためのフレッシュコンクリートの品質や性能のことであり、①管壁でコンクリートが滑動するための流動性。②管内のコンクリートが形状変化できる変形性。③圧力の時間的、位置的変動に耐える分離抵抗性。の3つの性能で構成されるといわれています。

フィニッシュビリティ

粗骨材の最大寸法、細骨材率、細骨材の粒度、コンシステンシーなどによる仕上げの容易さを示すフレッシュコンクリートの性状のことでです。

タッピング

スランプの測定後、突き棒で沈下したコンクリートの側面を静かにたたき、コンクリートの変形やくずれかたを観察する行為のことでです。

表1 代表的な要因がスランプに及ぼす影響

要因	スランプに及ぼす影響 [標準的な影響度]
水量	水量が増加するとスランプは増大 [水量1.2%増減 → スランプは1cm程度変化]
空気量	空気量が増加するとスランプは増大 [空気量1%増減 → スランプは2.5cm程度変化]
粗骨材	粒形が良いとスランプは増加、水量が等しい場合、粒形判定実積率とスランプは直線関係
細骨材	水、セメント量が等しい場合、細骨材の割合が多いほど、粒子が細かいほどスランプは低下
化学混和剤	化学混和剤を使用すると、セメント粒子の分散作用、連行した空気の影響でスランプは増大
混和材料	良質なフライアッシュを使用すると、ボールベヤリング的な働きによってスランプは増大
温度	コンクリート温度が高いとスランプは低下 [10℃上昇 → 2～3cm程度低下]

ンプフロー) からコンシステンシーを評価する方法です。

②振動式コンシステンシー試験

スランプ試験では硬練りコンクリートのコンシステンシーを評価することが難しく、また、スランプは重力による変形を示すものであるため、振動締固めのような外力を受けた場合に示す性状を反映するものではありません。このようなスランプ試験の欠点を補うために考案された試験が振動式コンシステンシー試験です。この主の試験としては、フロー試験 (JHASTM C 124-71)、リモルディング試験、VB試験などがあります。我が国では、舗装コンクリートのコンシステンシー試験として、VB試験の改良型 (土木学会規準、JSCE-F501) が採用されています。

コンシステンシーに影響を及ぼす要因は

コンシステンシー (コンクリートのスランプ) には、材料の種類及び品質、コンクリート中の空気量や練上り温度などが影響を及ぼします。代表的な要因がスランプに及ぼす影響を表1に示します。

(1) フレッシュコンクリートの性状：材料分離

コンクリートの材料分離とは、運搬中、打込み中又は打込み後において、構成材料の分布が不均一になる現象のことで、①骨材 (粗骨材) が局部

的に集中する現象。②時間の経過に伴い、コンクリート上面に水が浮き上がる現象 (ブリーディング) があります。材料分離が生じる主な要因は、コンクリートは数 μm ～数十 mm までの粒径を有する固体と液体の混合物であること、更に、構成材料の密度が $1\sim 3\text{ g/cm}^3$ 程度と大幅に相違していることが挙げられます。

なお、材料分離の程度は、フレッシュコンクリートの性状が同一であっても、施工方法や施工の良否によって著しく変化します。また、材料分離が生じると、コンクリートに豆板 (ジャンカ) などが発生し、強度発現性だけでなく水密性や耐久性も低下します。

①骨材の分離

骨材の分離は、重力に起因するものであり、骨材を分離させる力は粒子の半径の3乗に比例します。また、分離を妨げる力は、粒子が周囲から受ける抵抗であり、これは粒子の半径の2乗に比例します。従って、骨材粒子が大きいほど、またモルタルの粘性が低いほど分離しやすい傾向があります。

骨材の分離に影響を及ぼす代表的な要因は以下のとおりです。

- ・コンクリート中の水量が多く、スランプの大きいコンクリートほど分離しやすくなります。ま

た、逆に水量が少なすぎると、モルタルの粘性が不足して分離しやすくなります。

- ・粒形の優れた粗骨材を使用すると、扁平や細長い骨材を使用した場合よりも分離が生じにくくなります。また、細骨材の場合は、細粒分や細骨材率が増加すると、材料分離抵抗性が向上します。
- ・化学混和剤や良質なフライアッシュを使用すると、コンクリート中の水量を低下させることができ、材料分離抵抗性が向上します。

②水の分離

打ち込み後のコンクリートは、密度の大きいセメントや骨材は沈降し、密度の小さい水は微細な物質を伴って上昇します。この水が上昇する現象(水の分離)をブリーディングといいます。具体的な試験方法は、JIS A 1123(コンクリートのブリーディング試験方法)に規定されています。

コンクリートの表面仕上げを行うためには、ある程度のブリーディングが必要ですが、ブリーディングが過度になると、水平鉄筋の下端や粗骨材の下側に空隙を形成するため、水みちとなって水密性が低下したり、コンクリートと鉄筋との付着力が低下します。また、ブリーディング速度よりも表面の乾燥速度が速いと、コンクリート表面にプラスチックひび割れが発生したり、ブリーデ

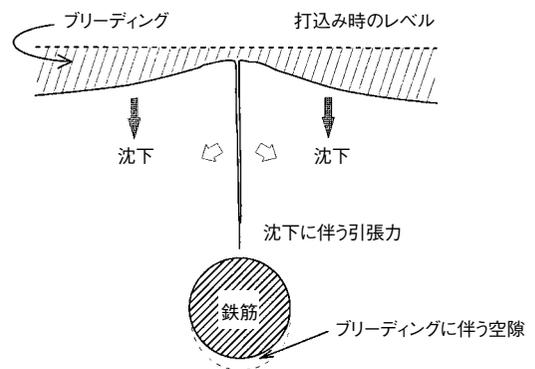


図3 ブリーディング及び沈下ひび割れの概念図

ィングによるコンクリートの沈下に伴い、図3に示すように、鉄筋に沿って沈みひび割れが発生することがあります。

なお、ブリーディングに伴って上昇した微粒分は、コンクリート表面に薄膜となって沈積するレイタンスとなり、打継ぎ部の弱点となるため必ず除去してコンクリートを打ち継ぐ必要があります。

ブリーディングに影響を及ぼす代表的な要因は以下のとおりです。

- ・粉末度が大きく、凝結時間が早いセメントほど、ブリーディングは少なくなります。
- ・細骨材の粒度が細かいほど、ブリーディングは少なくなります。
- ・水セメント比が大きいほど、また、スランプが大きいほど、ブリーディングは増加します。

用語の解説

高流動コンクリート

フレッシュ時の材料分離抵抗性を損なうことなく流動性を著しく高めたコンクリートのことです。

豆板(ジャンカ)

モルタルと粗骨材が分離して粗骨材だけが集まり、空隙が生じて硬化した状態のことです。

レイタンス

密度の小さい泥、石膏などの微粒子がブリーディングによって浮上し、コンクリート表面に形成される軟らかい物質の層のことです。

打重ね

まだ固まらない状態のコンクリートの上に新しいコンクリートを打ち足す行為のことです。

コールドジョイント

先に打ち込んだコンクリートと後から打ち重ねたコンクリートが完全に一体化していない継目のことです。

- ・化学混和剤や良質なフライアッシュの使用は、ブリーディングの低減に有効です。
- ・コンクリートの温度が低いほど、ブリーディングは長く続きます。
- ・過度の締め固めや仕上げは、ブリーディングを増加させます。
- ・打ち込み速度が速いほど、1回の打ち込み高さが高いほど、ブリーディングは増加します。

(2) フレッシュコンクリートの性状：空気量

コンクリート中の空気泡は、エントラップエアとエントレインドエアに大別されます。前者は、コンクリートの練混ぜ時にモルタルに閉じこめられた比較的大きな気泡(100 μ m程度以上)であり、その量は2%程度以下です。この空気泡はコンクリートの品質改善には役立たないといわれています。

一方、後者は、化学混和剤を用いて計画的にコンクリートに導入された微細な独立気泡(数10~100 μ m程度)であり、この空気泡は、コンクリートのワーカビリティを改善するだけでなく、耐凍害性を向上させます。具体的には、同程度のワーカビリティのコンクリートを製造する場合、エントレインドエアを1%増加させると、細骨材の割合を0.5~1.0%、水の量を約3%少なくすることが可能となります。また、耐凍害性を考慮すると、コンクリート中の空気量は3~6%が必要といわれています。

なお、試験方法は、JIS A 1116 (質量方法)、JIS A 1118 (容積方法)、JIS A 1128 (空気量圧力方法)が規定されています。

空気量に影響を及ぼす代表的な要因は以下のとおりです。

- ・化学混和剤の使用量が増加すると空気量も増大します。
- ・セメントの粉末度及びセメントの使用量が増加

すると空気量は減少します。

- ・ポゾランやその他の微粉末混和材の使用量や粉末度が増加すると空気量は減少します。
- ・細骨材中の0.3~0.6mmの粒子が多いと空気量は増加します。また、細骨材の割合が増加しても空気量は増加します。
- ・コンクリート温度が低いと空気量は増加します。
- ・コンクリートの練混ぜ当初、空気量は急速に増加し、3~5分程度で最大に達し、その後は、徐々に減少します。
- ・コンクリートの運搬、振動締め固めなどによって、空気量は約1/4~1/6程度減少します。

(3) フレッシュコンクリートの性状：凝結時間

フレッシュコンクリートには、作業が終了するまでは所要の流動性を有し、その後は適切な速度で凝結・硬化することが要求されます。コンクリートの凝結が早すぎても、また、遅すぎても、打込み、締め固め、仕上げ作業に支障をきたす場合があります。

コンクリートの凝結の程度は定量的に表すことが難しく、コンクリートから採取したモルタルに針を貫入し、その時の貫入抵抗値から「始発」、「終結」を判断します。具体的な試験方法は、JIS A 1147 (コンクリートの凝結時間試験方法)に規定されています。

なお、凝結が進んだコンクリートに新しいコンクリートを打重ねると、コールドジョイントが発生する場合があります。コールドジョイントが発生すると、美観上の問題だけでなく、コンクリートの漏水や剥離・剥落の原因となるため、始発時間よりも相当早い時期に打ち重ねることが必要となります。

コンクリートの凝結時間に影響を及ぼす代表的な要因は以下のとおりです。

- ・セメントの種類によって凝結速度は異なります。
- ・セメント量が等しい場合、スランブが小さいほど、水セメント比が低いほど凝結は早くなります。
- ・遅延形や促進形の化学混和剤を使用することによって凝結速度を調整することが可能です。
- ・海砂や練混ぜ水に含まれる塩分は凝結を早め、糖類や腐植土などの有機物は凝結を遅らせます。
- ・気象条件として、高温、低湿、日射、風などが凝結を早めます。

また、コンクリートの凝結・硬化に伴ってコンクリート温度は相当上昇するため、マスコンクリート、高強度コンクリート、高流動コンクリートなどの場合は、上昇する温度の影響を十分に考慮する必要があります。なお、温度上昇は、セメントの種類、セメント量、コンクリートの打込み温度、養生温度、気象条件、コンクリート断面の大きさなどが影響します。

(文責：材料グループ 真野孝次)

知っていましたか！フレッシュコンクリートのア・レ・コ・レ

グリーンコンクリート

今ではほとんど使用されていませんが、フレッシュコンクリートと同義語です。かつて、大先輩からグリーンコンクリート(青い状態のコンクリート)は、人と同様、未成熟な状態だから、大切に育てる必要があると教えられたことがあります。

フレッシュコンクリートに関連する用語

フレッシュコンクリートに関連する用語として、本文や用語の解説ではワーカビリティ、コンシステンシー、プラスティシティ、ポンパビリティ、フィニッシュビリティなどを取り上げましたが、この他にも、フローバビリティ(流動性)、プレーサビリティ(打込みの容易さ)、コンパクタビリティ(締固めの容易さ)、スランブロス(経時変化)などの用語があります。

スランブ試験

スランブ試験は、試験装置や試験方法は簡便ですが、コンシステンシーを鋭敏に表すため、欧米をはじめ世界的に広く規格化されています。ただし、規格によって試料の詰め方やスランブの読取り箇所などの詳細が若干異なるため、採用する規格によってスランブが変動することがあります。

コンクリート中の空気泡の役割

コンクリート中の空気泡は、使用材料ではありませんが、コンクリートを構成する一つの要素であり、コンクリートの諸性状に大きな影響を及ぼします。本文でも紹介しましたが、化学混和剤によって連行されたエントレインドエアは、コンクリート中でボールベヤリングのような作用をしてワーカビリティが改善され、所要のコンシステンシーを得るための水の量を減少させることができます。更に、硬化後は自由水の凍結による膨張圧を緩和する働きをするため、耐凍害性を著しく向上させます。これらの作用を考慮して、現在、化学混和剤を使用して、ほとんど全てのコンクリートに計画的に所定量の空気が導入されています。

「打重ね」と「打継ぎ」の違い

よく似た用語として「打重ね」と「打継ぎ」があります。用語の解説で紹介したように、打重ねは、まだ固まらない状態のコンクリートの上に新しいコンクリートを打ち足す行為です。一方、打継ぎは硬化したコンクリートに新しいコンクリートを打継ぐ行為のことです。両者は、似たような用語ですが、行為が異なるだけでなく、考慮すべき事項(前者は凝結時間の管理、後者はレイタンスの除去など)も大きく異なるので注意が必要です。

「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（前半）

委員会事務局 宮沢郁子*

本調査研究は、オゾン層破壊物質であるフロンCFC及びHCFCを発泡剤として使用してきた発泡樹脂系断熱材について、国内の断熱材中のフロン残存総量の把握と処理・処分技術の調査を、調査研究委員会（委員長：村上周三 慶應義塾大学教授）を設置し、平成13年3月から平成18年3月までの期間で行ったものである。今号と次号で、この調査研究の成果・概要を紹介する。

建築物や機器類に使用されている発泡樹脂系断熱材は、製造時の発泡剤としてこれまでフロンCFC、HCFCが使用されてきたが、1988年に制定された「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律（オゾン層保護法）」により、CFCについては1995年末に新規生産・輸入が全廃され、HCFCについても段階的に生産の削減が行われている。しかし、発泡樹脂系断熱材中に残存したフロンの経年放散又は残存についてはこれまで把握されていなかった。

本調査研究は、国内に現存する断熱材中のフロン残存総量を把握し、同時に、断熱材中のフロンの蓄積等の実態を十分踏まえた上で、残存フロンの放散抑制のための効果的な処理等について調査・検討することを目的とし行ったものである。

調査・検討課題は、以下のとおりである。

- (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
 - ・フロン残存総量の把握
 - ・断熱材の処理・処分についての調査
- (3) 機器用断熱材及び残存フロンに関する調査

- ・フロン残存総量の把握
- ・断熱材の処理・処分についての調査

(4) 断熱材及びフロンに関する国際動向調査並びに国際発表

(5) 本調査研究成果の公表状況

今号では(1)、(2)について紹介し、次号で(3)～(5)について紹介する。

なお、調査対象は、建築用途で使用される発泡樹脂系断熱材（以下、建築用断熱材）と、機器類等その他用途に使用される発泡樹脂系断熱材（以下、機器用断熱材）とし、このうち経年してもフロンが残存する可能性がある硬質ウレタンフォーム（PUF）及び押出法ポリスチレンフォーム（XPS）を対象とした。それぞれに使用されてきたフロンCFC、HCFCは次のとおりである。

硬質ウレタンフォーム(成形品/現場発泡)	CFC11, HCFC141b
押出法ポリスチレンフォーム(成形品2種,3種)	CFC12, HCFC142b

(1) 断熱材中のフロン含有率測定方法の標準化

断熱材中フロンの実態を把握するには、その含有率を適正に試験・分析する方法が不可欠だが、国内外共に標準化された試験方法が確立されてい

*（財）建材試験センター 本部事務局調査研究開発課 技術主任

なかった。この為、国内外の既往の試験法を調査し、簡易性、再現性、及び所定の測定精度を有し一般化できる測定方法として、加熱抽出・ガスクロマトグラフ法による方法を採用し、標準化の検討を行った。この方法は、断熱材中のフロンを管状炉（電気炉）で加熱することにより抽出し、抽出したフロンをガスクロマトグラフ/FID（水素炎イオン化検出器）で定性・定量化するものである。標準化に向けて、次の事項を検討した。

- ・ 試料の採取方法及び分析試料の作製方法
- ・ 分析試料からのフロン抽出のための加熱温度
- ・ フロン定量化のための分析方法と条件
- ・ 試料作製時の切断に伴うセル層破壊によるフロン放散とその補正
- ・ 測定・分析の精度と再現性

以上の検討の中で、特徴的な事項として試料作製のフロン放散量の定量的な把握とそれに基づく補正方法が挙げられる。その概念を図1に示す。

これらの成果を基にJIS案を作成し、現在、日本工業標準調査会からJIS A 1485（発泡プラスチック断熱・保温材中のフロン含有率の測定方法—加熱抽出・ガスクロマトグラフ法）としてパブリックコメントの募集がなされている（締切10月26日）。また同時に、ISO/TC146/SC3に国際規格提案を行っている。

(2) 建築用断熱材及び残存フロンに関する調査

断熱材中のフロンは徐々に放散していくことが分かっているものの、耐用年数が長い等の特徴がある建築用断熱材については実態が把握されていなかった。そこで、現時点での建築用断熱材中のフロン残存量、並びに残存フロンの今後の放散傾向について推定を行った。

また、廃断熱材の処理・処分の実態や関連技術

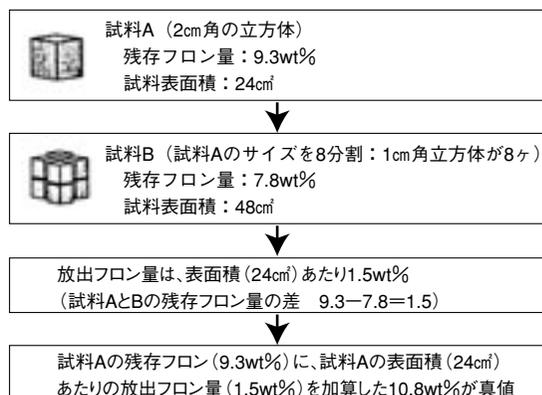


図1 補正2点法概念

表1 建築用断熱材の現存総量推計(トン)

断熱材 (フロン)	PUF (CFC11)	XPS 2・3種 (CFC12)	PUF (HCFC141b)	XPS 2・3種 (HCFC142b)
合計	337,412	93,446	438,060	264,101

を調査し、各種技術がフロンの回収や破壊にどのような影響を与えるかについて検討を行った。

以下に、調査研究の概要を紹介する。

1) 断熱材中のフロン残存総量の推定

フロン残存総量は、国内で使用されている断熱材の現存総量と、断熱材単位使用量当たりのフロン残存量を乗じることで求めた。

まず、断熱材使用量を、地域別・構造別・用途別等から推定する「積み上げ方式」と、製造者団体の出荷統計に基づく「出荷量方式」によって推定し、両者の相関性から推定値の信頼性を検証して、断熱材現存量に関するデータベースを作成した。2005年年初時点の現存総量推定結果は表1のとおりである。

次に、断熱材中のフロン残存傾向について、実際に使用されていた断熱材を全国から約500サンプル採取して調査したところ、経年により残存量は減少し、バラツキが見られるものの、押出法ポ

リスチレンフォームは約30年経過すると断熱材全体に対するフロンの重量比が概ね1wt%を下回り、硬質ポリウレタンフォームは4wt%前後となる結果となった。

同時に、断熱材中のフロン放散挙動を推定するために、断熱材内のCFC、HCFCの拡散理論と数値解析モデルを整理し、フロン初期濃度についても調査を行い、有効拡散係数の同定を行った。なお、フロンの初期濃度は製品や製造時期によって幅があり、ここでは硬質ウレタンフォームは11wt%、押出法ポリスチレンフォームは時期等によって2.5～9.6wt%と設定した。

$$\text{1次元拡散方程式： } \frac{\partial C}{\partial t} = D_{\text{eff}} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

フロン残存率の解析解：

$$C(x, t) = \frac{4C_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \exp(-D_{\text{eff}} \mu^2 t) \cdot \sin \mu x$$

C：フロン濃度 [wt%]

t：時間 [sec]

x：座標 [m]

D_{eff} ：有効拡散係数 [m^2/sec]

上記の式により、断熱材の種類や厚さ、温度との関係、経年、施工方法の違い等による傾向を検討して有効拡散係数を求めた。フロン放散への影響が大きい面材やスキン層の拡散抵抗については、放散速度及び熱伝導率の経時変化の実験データを基に確認し、拡散抵抗が与える影響を数値解析により推定した。以上から、断熱材単位使用量当たりのフロン残存量の経年データベースを作成した。

以上の「断熱材現存量データベース」と「フロン残存量データベース」とを乗じ、建築用断熱材

中のフロン残存総量を約80,000トン（2005年年初時点）と推定した（表2）。

2) 将来にわたるフロン放散傾向の予測

断熱材中のフロン残存量が今後どのように変化していくか、マスバランスの経年変化予測を行った。a.使用建物の断熱材中に残るフロン量、b.使用建物の断熱材から自然放散されるフロン量、c.建物滅失に伴う廃断熱材中に含まれるフロン量をそれぞれ求めて予測を行った（図2）。

このうち、c.建物滅失に伴って排出される廃断熱材中残存フロンの量の推定結果は、図3のとおりとなった。

3) 廃断熱材の処理・処分によるフロン回収・破壊への影響

廃断熱材中の残存フロンの放散抑制について検討するため、建物の解体から廃断熱材の処理・処分に至る実態を調査し、同時にフロンの回収又は破壊に関する要素技術について調査を行った。この結果を解体以降のライフサイクルの段階に沿って整理し、断熱材中フロンの放散抑制が可能となる効果的・実効的なルートを検討した。技術的可能性も踏まえて、現状では実施事例がない技術・方法も含め、廃断熱材の排出からフロン類の破壊技術までの処理・処分ルートの全体像を整理したものが、図4である。

処理・処分ルート上の各段階でなされる様々な行為には、フロンを放散させてしまうものも、フロン破壊につながるものもある。

断熱材中のフロンが放散する要因としては、破断、加熱、加圧等が挙げられる。これら要因について放散実験及び既往文献調査を行ったところ、断熱材の破碎・粉碎や、接着度が高い下地又は面材を剥離する等によって破断部分の表面積が増す

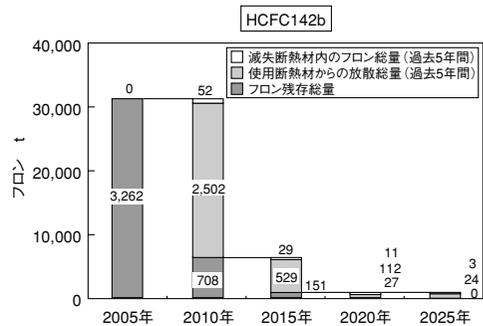
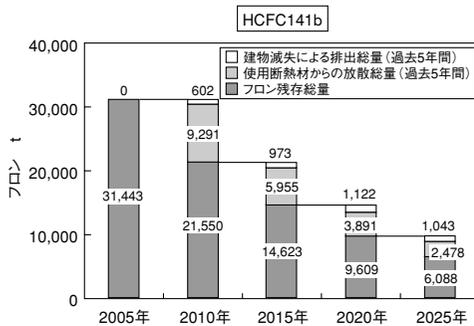
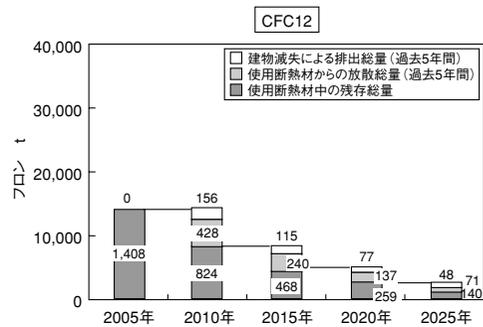
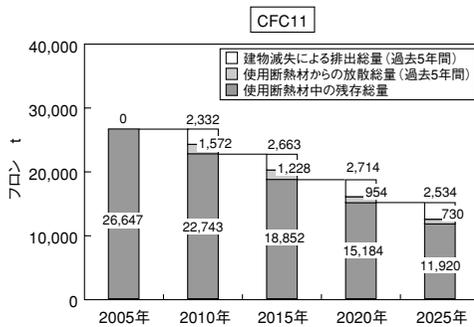


図2 建物滅失、自然放散、並びに使用断熱材中残存の各フロン量の推計

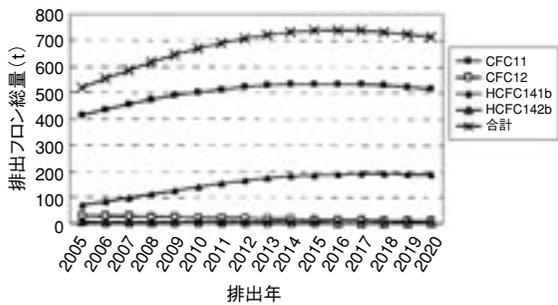


図3 建物滅失に伴う断熱材中残存フロンの排出量推定

ほど、換言すればフロンを内包しているセルの破壊が増大するほど放散率が上昇することを確認した。各処理・処分ルートにおいてフロンがどの程度破壊可能となるかを推定・整理し、フロン回収・破壊効果を推定した結果を、表3に示す。

以上の成果から、残存フロンの放散抑制に効果的な処理・処分ルートは、a.断熱材ごと焼却する「焼却ルート」及びb.フロンを分離・回収して破壊処理する「分離回収ルート」と特定した。

表2 建築用断熱材中のフロン残存総量推定 (トン)

	CFC11	CFC12	HCFC141b	HCFC142b
住宅・一般建築	27,000	1,400	31,000	3,000
冷蔵倉庫	7,000	500	7,000	3,000
合計	34,000	2,000	38,000	6,000

※値は1000トン未満を四捨五入

4) 効果的な処理・処分ルートの実行可能性調査

効果的なルートとして絞り込んだ「焼却ルート」と「分離回収ルート」に対し、その実行可能性を、施設要件（施設能力、地域特性）、経済性、及び環境側面から検討を行った。

①施設要件

焼却ルートに関しては、最も分解し難いCFC12の場合でも850℃で99%以上、800℃で96~97%以

表3 各処理・処分ルートでのフロン破壊効果推計

ルート	放散影響行為とフロンへの影響度合い (仮定値)					放散率・回収率・破壊率	破壊効果 ※1	
	解体分別	収集運搬減容	中間処理	フロン回収	最後の処分			
埋立	剥取り /削取り	積載可能な 大きさに 破砕	15cm>破砕	—	埋立	途中で放散し、埋立後も放散し続ける		0%
焼却			60cm>破砕	—	産廃炉で 焼却	剥脱・運搬7%放散×大きめ破砕 2%放散×焼却96%破壊	87%	
			微粉砕	—	セメントキル で焼却	剥脱・運搬7%放散×微粉砕35% 放散×焼却96%破壊	58%	
			小さく破砕 /圧縮固化 (加熱ナシ)	—	焼却	剥脱・運搬7%放散×小さめ破砕 15%放散×圧縮固化12%放散 ×焼却96%破壊	66%	
溶融			スチレンを薬液溶融	—	リサイクル	溶融やリサイクルでの放散程度は 未確認		—※2
フロン回収	積載可能な 大きさに 破砕	—	吸気下で 破砕・樹脂 固化 /フロン回収	フロン: 破砕	樹脂: 焼却	剥脱・運搬7%放散 ×93%程度回収	樹脂焼却 96%破壊	92%
				樹脂: 埋立	樹脂: 埋立	回収フロンは100%破壊	樹脂埋立 分は放散	86%
前段階の 何%が残存 するか	大きめ破砕により 平均7%程度放散 →93%残存	放散率に 幅あり⇒ 75-98%残存	粉砕・固化 で93%回収 ⇒7%残存	フロン破壊/焼却 →ほぼ破壊 埋立 →全て放散	※1 実験データの加算によって求めた値であり、各行為の実行上の 事情等によって変化する可能性がある。 ※2 溶融によるフロン放出については、溶液中への溶解、外気への 放散等が考えられる。放散率を把握するためにはこれらの測定が必要 であるが、今年度は実施に至らなかった。今後の課題である。			

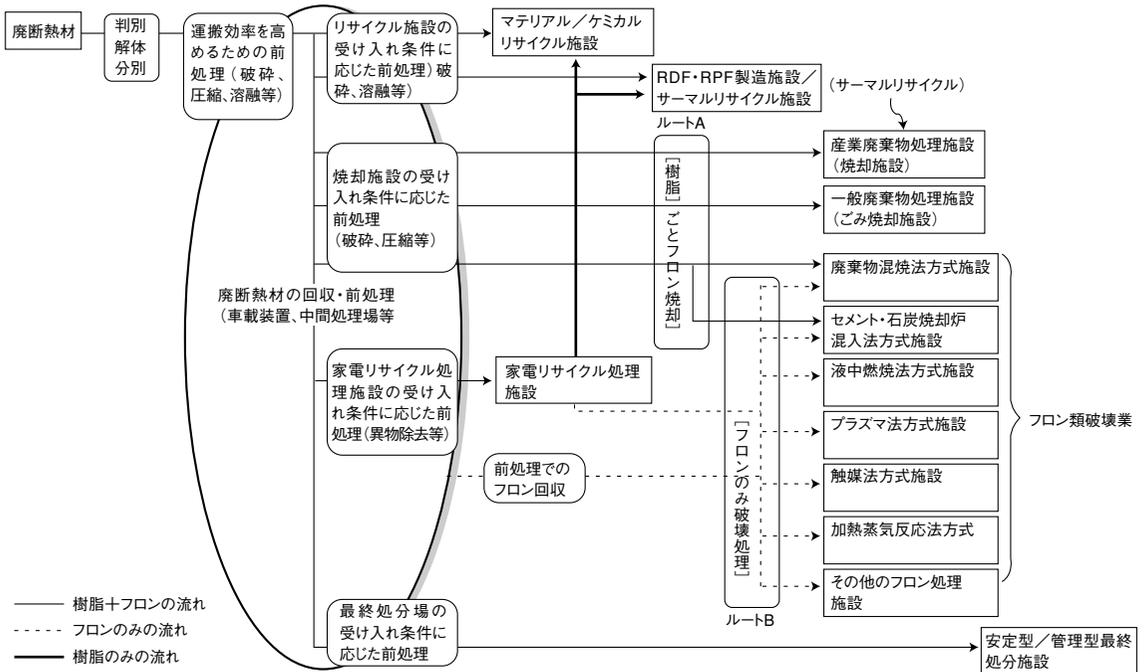


図4 断熱材/フロンの回収・処理・処分ルートの全体像

上の分解効率を得られることが知られており、現在我が国で稼働している廃棄物焼却炉には燃焼ガスが800℃以上2秒以上滞留という要件が定められていることから、廃棄物焼却炉において廃断

熱材ごと焼却しても十分な含有フロン破壊効果が期待できる。現在稼働している産業廃棄物の廃プラスチック焼却施設の処理能力を調査した結果、産業廃棄物の廃プラスチック排出量の合算量を上まわることが判明したため、同ルートでの全国的な実行は可能と判断された。

分離回収ルートについては、断熱材からフロンを分離回収できる施設が現状では家電リサイクル施設のみで、同施設は家庭用電気冷蔵庫を主たる対象としており、建築用断熱材からのフロン分離回収は行われていない。しかし、家庭用冷蔵庫は現時点で全製品がノンフロン断熱材に移行していることから、将来的には同施設でも建築用断熱材からのフロン回収に対応可能となると推測し、今後発生する廃断熱材の処理能力を潜在的に有しているとの認識で、以後の調査・検討を行った。

②処理・処分費用

効果的ルートを実行しようとした場合、費用は現在行われている処理・処分方法と差があるかどうか、また、どの程度の金額となるかについて調査・検討を行った。なお、検討においては焼却ルート、分離回収ルート、並びに現在広く行われている埋立ルートを含む3ルートについて、それぞれでなされる段階や行為を表4のように整理した。

各行為にかかる費用の調査結果を基にルート間で比較したところ、埋立、焼却、分離回収の各ルートは費用に大差は見られなかった。このことか

表4 費用が発生する段階・行為の整理

段階 ルート	解体分別	収集運搬減容	中間処理	フロン回収	最後の処分
埋立	剥脱・集積 (分別排出) →積込 →運搬		→埋立のための 前処理(破砕等)		→埋立
焼却			→焼却のための 前処理(破砕等)		→焼却
分離回収			→粉砕してフロン回収		→樹脂焼却、 フロン破壊

ら、経済的には実効可能性を有すると考えられる。

さらに、以下のように各種前提条件をおき、a.トラック1台分の廃断熱材の剥脱から処分までの総費用、及びb.廃断熱材の処理・処分費用及び廃断熱材中のフロン残存量から求めるフロン単位量当たりの処分費用について、試算した。

前提条件

廃断熱材：手作業で壁(面積30㎡)から剥脱/
東京/35年経過/厚さ30mm/PUF吹付又はXPS
輸送・処分：4t車で40km先(首都圏内)に輸送
又は10t車で100km先(その他地域)に輸送/埋
立、焼却又は分離回収の何れかの方法で処
理・処分
フロン残存率：既往研究で得たデータベースより
フロン破壊効率：表3より

- a.トラック1台分の廃断熱材にかかる費用は、処分方法間には大きな差は見られなかったが、10t車で遠方に輸送する場合は約208千～246千円となり、4t車で近郊へ輸送する場合(約125千～163千円)よりも高い結果となった。
- b.フロン単位量当たりの費用は、断熱材中に残存している量が多いほど下がることから、残存率が高いCFC11では1kg当たり約17千～24千円となった。しかし、残存率が低いCFC12では約387千～556千円となり、さらに早く放散するHCFC142bの場合は35年では全て放散しているため試算できない結果となった。なお、処分方法間には大きな差は見られなかった。

③環境影響

焼却ルートと分離回収ルートについて、埋立ルートと比較しつつその環境負荷の程度を調査した。調査は、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順に行った。

調査対象とする影響領域として、「オゾン層破壊」「地球温暖化」「酸性雨」「大気汚染」の4つを抽出し、これについて定量評価した。ここでは、評価の概要をまとめる。

「オゾン層破壊」：フロン放散によるオゾン層破壊の環境負荷については、埋立ルートの場合には完全にフロンが大気に放散されるのに対し、焼却ルート及び分離回収ルートでは、高温焼成することによって断熱材中のフロンの殆どが破壊される。以上より、焼却ルート及び分離回収ルートでの処理により、オゾン層破壊に対する環境負荷を抑制することは可能と考えられる。

「地球温暖化」「酸性雨」「大気汚染」：処理・処分施設までのトラック輸送に伴う地球温暖化、酸性雨、並びに大気汚染への影響は、施設までの距離等の関係から、埋立ルートの環境負荷と比較すると非常に大きくなる。しかし、車載型フロン回収装置を用いて輸送回数の縮小を図れば、環境負荷低減が期待できる。また、4t車で3回輸送するより、10t車で1回輸送する方が環境負荷低減を期待できることを確認した。

5) まとめ及び今後の課題

効果的な処理・処分ルートを選定したが、この実行可能性並びにその課題をまとめると以下のとおりである。

①断熱材は現在廃プラスチックとして埋立又は焼却されており、焼却ルートに回すことについ

て大きな問題はないことは、前述のとおりである。ただし、課題が残るとされた点もあった。今後に残された研究課題を以下に示す。

一施設処理能力は現在のところ問題ない。ただし、将来の廃棄物排出量については、断熱材の推計は行ったものの、廃プラスチック及び産業廃棄物全体については行っていない。将来に亘る処理能力予測は今後の課題となる。

一焼却炉への投入の際に、比重が軽く投入困難との意見と、他の廃棄物と混合し破碎して投入している事例（ただし断熱材が占める量は少ない）があった。焼却に移行させるための要件の具体化が必要である。

一断熱材及びフロンに含まれる塩素やフッ素が、設備劣化に与える影響への懸念が示されたが、通常の燃焼管理条件であれば問題ないとの論文もある。より実行可能となる課題・要件の具体化と実証調査が必要である。

②建築用断熱材を分離回収ルートに回すことについては、環境面は問題ないものの、家電リサイクル施設の受入状況が非常に大きく関係する。また、現在実証段階にある車載型減容フロン回収装置の活用については、今後経済面の検討が必要課題となると思われる。

③産業廃棄物処理の実態としては、法令を遵守することはもちろんであるが、その上で処理費の抑制が重視されている。現在廃プラスチックは埋立も焼却も行ってよいため、解体現場毎に条件に合った中から費用抑制が可能な処理方法が選択されている場合が多い。このような理由から、断熱材を効果的ルートへ回すことを推奨する場合は、義務化や、これと並行して費用低減策を講じることが必要と考えられる。

①コンクリート建材の吸水特性

著者：M.Krus, H.M.Künzel

翻訳及び追記：田中絵梨*

はじめに（追記）

今日では、建築物の外壁や屋根などの構造においてカビやサビ、凍害や腐敗などの湿気による害を検証し、予防するための手段として、構造内での熱と湿気の挙動をシミュレーションすることが可能である。そのようなシミュレーションを行うためには、建材の熱伝導率や熱容量などの熱に関する物性に加えて、透湿抵抗や吸水係数などの湿気に関する物性を詳しく知る必要がある。後者の湿気に関する物性は、熱に関する物性に比べて、これまであまり調査や測定がされていない。

そこで本レポートでは、湿気に関する物性のひとつである、吸水特性に関する調査について報告されている。多孔質の鉱物系建材の吸水係数は時間の平方根に比例するのが一般的であるが、コンクリートは例外的に比例しない。その理由およびコンクリートの吸水特性を明らかにするための調査である。

*この調査は、EUプロジェクト“Science”により行われた。

実験

多孔質の鉱物系建材における水分の毛細管輸送は通常、時間の平方根に比例する(\sqrt{t} の法則) [3]。図1に様々な鉱物系建材の吸水量を示す。コンクリートの例外を除けば、他は全て時間の平方根に比例していることが分かる。Volkwein [5]によると、このようなコンクリートの性質は、セメン

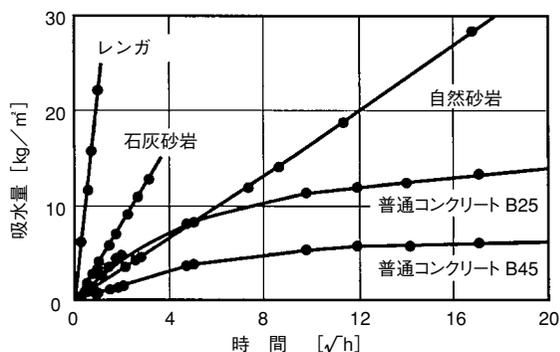


図1 鉱物系の建材の毛細管による吸水量 ([1] および [3] の測定値より)

ト硬化体に含まれる空隙の中でも極小（直径 $0.1 \mu\text{m}$ 以下）の空隙内の水分の挙動によるものと説明されている。最小流速を下回ると、液体は硬化し、静止状態となる。そもそも、セメント硬化体と同様の毛細管径の配分を持つ建材で試験を行うと、吸水性状は \sqrt{t} の法則に従う。またSosoro [4]によると、セメント硬化体の極小の空隙内部では、 CaOH イオンにおいて液体水分の流れと逆向きの拡散が生じるために流速が低下するとの説明がされているが、ここで生じる拡散速度は低すぎるため、この説明は適していない。

セメント結合をもつ建材が \sqrt{t} の法則に従わない理由について更に言及するため、セメント硬化体試験体の空隙率、吸水量の経時変化、膨張率を調べた。試験体は、それぞれW/C値（水分/セメ

*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生活科学修士）

表1 異なる方法によって求められたセメント硬化体の空隙率と膨張率

セメント硬化体	空隙率			膨張率	
	ヘリウムピクノメーター法	水銀ポロシメーター法	飽和水分量測定法	水	ヘキサン
	[Vol.-%]	[Vol.-%]	[Vol.-%]	[%]	[%]
W/C=0.35	14	15	36	3.5	-0.05
W/C=0.45	22	24	44	3.8	-0.05
W/C=0.60	31	29	50	6.0	-0.31

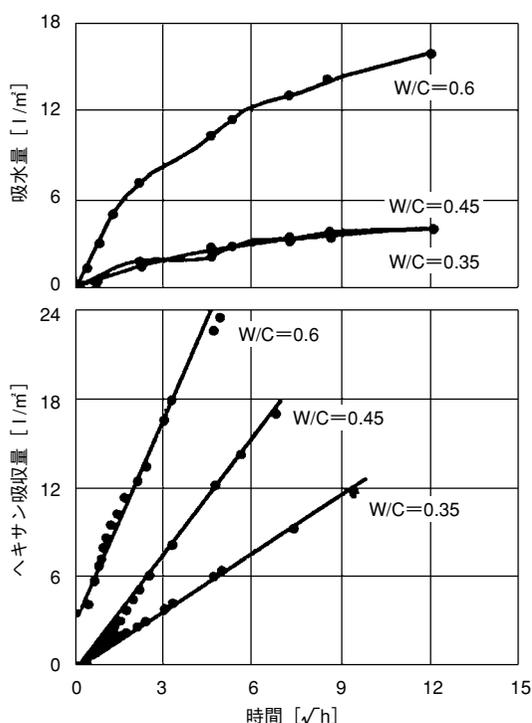


図2 W/C値の異なるセメント硬化体の毛細管による水(上図)およびヘキサン(下図)の吸収量

ント比)が0,35, 0,45, 0,6と3種のポルトランドセメントとし、高さ100mm、直径23mmの円柱状のものを用いた。試験体は製造後4ヶ月間は水中に置かれ、測定開始時には製造後約1年経っていた。

空隙率の測定は3種の異なる方法で行われた。ヘリウムピクノメーター法では試験体を約1cm³分切り出して105℃で乾燥させ、真空にした後に試験体の空隙中にヘリウムを充填し、その充填に要したヘリウムガスの量を測定した。ヘリウムは全

てのガスのうちで粒子直径が最も小さな0,22nmである(水分子の粒子直径は0,28nm)単原子ガスであり、そのために極小の空隙にも入り込むことができる。水銀ポロシメーター法でも引き続き同じ試験体が用いられた。加圧によって水銀を試験体に注入し、その注入された水銀の量を測定した。最大圧である200barでは直径が3,7nmまでの空隙に水銀が充填される。飽和水分量測定法では最大含水量を測定し、それから空隙率を算出した。

吸水性状の測定には、乾燥後、一つの面を除いてエポキシ樹脂で密封した試験体の、密封されていない面を5mmの深さで水につけ、時間ごとの吸水量を、秤(はかり)で計測した。さらに、水の代わりに非極性の液体であるヘキサンを用いても同様の測定を行った。

試験体の膨張率の算出には、等温条件の下で、試験体の乾燥時および水分で飽和状態にある時の長さの差を求めた。

測定結果

3種の異なる測定方法で求めた空隙率の結果を表1に示す。予想通り、W/C値が大きいほど空隙率は大きい。ヘリウムピクノメーター法および水銀ポロシメーター法により導かれた結果はほぼ一致している。水で飽和させる方法を用いた場合もW/C値が大きいほど空隙率も大きい結果となったが、他の2つの方法を用いた結果よりも明らかに大きな空隙率が算出された。

試験を行ったセメント硬化体の経時変化は図2の上図に示されている。3つともコンクリートと同様に \sqrt{t} に対して直線とはなっていない。またW/C値が0,35と0,45の試験体の結果は、あまり差がない。それに対してW/C値が0,6の試験体は、明らかに急速に吸水されることが分かる。水ではなくヘキサンを吸収させた場合(図2下図)は異なる結果となった。ヘキサンの吸収量は時間の平方根に対して直線的に増加し、またW/C値が大きいほど吸収速度も上がることが明らかである。

表1には試験体の長さの変化も示されている。全ての試験体において水分の飽和によって著しく膨張し、その膨張率はW/C値によって3.5%から6%であった。それに反してヘキサンを飽和させた場合は膨張することはなく、むしろわずかではあるが収縮した。この理由として、ヘキサンを飽和させる前の長さの測定時にわずかに湿気を含んでいたことが考えられる。つまり初期状態で含まれていた湿気によってわずかに膨張しており、この湿気がヘキサンによって溶け出された可能性があると考えられる。

結果の考察

水で飽和させる方法を用いて、濡れた状態で算出されるセメント硬化体の空隙率は、ヘリウムピクノメーター法および水銀ポロシメーター法によって乾いた状態で算出される空隙率よりも明らかに大きい値となる。このことはMarshら [2] によって既に1983年にセメント硬化体の測定によって報告されている。しかしヘリウムの原子直径は水分子の直径よりも小さいため、ヘリウムが入り込むことができない空隙に水分子が入り込むことができるという説明はできない。そこでこのような空隙率の違いについては、極性の強い水はミネラル層の間を這うように浸透するため、空隙率がよ

り大きくなることが考えられる。このようにしてできた空隙の追加分は材料が乾燥するとまた失われる。測定によって確かめられたように、構造が拡張することによって、材料が湿気により著しく膨張する。それに反して非極性であるヘキサンを含んでも膨張しない。しかしヘキサンは \sqrt{t} に対して直線的に吸収されることを考慮すると、おそらく吸水による膨張が、 \sqrt{t} の法則から外れてしまう原因であると考えられる。いずれにしても膨張すると極小の空隙はさらに狭められるため、吸水もさらに妨げられる。

おわりに (追記)

セメント硬化体を試験体として、その吸水量の経時変化および3つの異なる方法を用いた空隙率、そして膨張率を測定した。その結果、コンクリートが他の建材とは異なる吸水特性を示す理由が明らかとなった。

湿気に関する建材の物性の調査研究は熱に関するそれよりも遅れているため、このような測定および知見の蓄積は重要である。

[1] Künzel,H.M., Krus,M.: Pore size distribution and transport properties of porous building materials. Science project CT 91-0737, Annual report2, 1994

[2] Marsh,B.K. et al.: The effect of solvent replacement upon the pore structure characterisation of portland cement paste. Proceedings, Principles and Applications of Pore Structural Characterisation, Milan/Italy, 1983

[3] Schwarz,B. : Die kapillare Wasseraufnahme von Baustoffen. (建材の毛細管吸水) Gesundheitsingenieur 93 (1972) , H.7, p.206-211

[4] Sosoro, M. : Modell zur Vorhersage des Eindringverhaltens von organischen Flüssigkeiten in Beton. (コンクリート内の有機液体の浸透に関する予測モデル) Diss.Universität Stuttgart 1994

[5] Volkwein,A. : Untersuchungen über das Eindringen von Wasser und Chlorid in Beton. (コンクリート内の水分および塩化物の浸透に関する研究) Berichte aus dem Baustoffinstitut der TU München (1991) , H.1, p.1-131

飛散防止性能試験装置

西日本試験所

近年地震による災害が多くなっており、2005年3月20日に発生した福岡県西方沖地震では、ビルの窓ガラスが大量に割れ、破片が飛散する災害が起っています。こうした問題を防ぐため、国土交通省住宅局建築指導課から、各地方公共団体に2005年3月23日「既存建築物における窓ガラスの地震対策について」の通知が出されました。

西日本試験所では、こうした背景をもとに、飛散防止性能試験装置を導入しました。

〈試験装置〉

(1) 衝撃破壊試験装置

装置は、JIS A 5759 (建築窓ガラス用フィルム) 6.6 飛散防止性能試験 A法に規定される試験装置で、写真1に示すように、みぞ形鋼 ([-100×50×5×7.5mm) を使用し十分な剛性と強度を確保するもので、床面にボルトで堅固に固定し衝撃時の動揺やひずみを防止できます。

また、ガラスを固定する締め枠は図1に示す構造で、ガラスをクロロプレンゴム及び木材等を使用し、挟み込んで固定します。

衝撃体は、革袋の中央部にボルト (長さ330±12mm) を挿入し、鉛散弾を充てんしたのち、袋の上下のボルトを締めたもので、質量は45kg ± 100gとしています。なお、衝撃体の表面はポリエステル繊維強化粘着テープなどで強固に巻いたものです (写真2)。



写真1 衝撃破壊試験装置

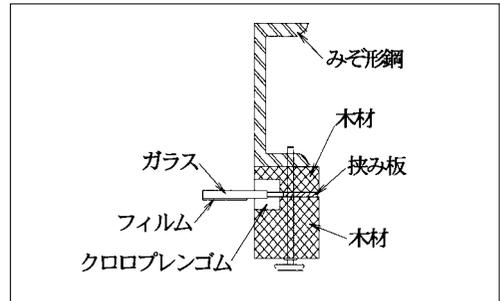


図1 締め枠の構造

(2) 層間変位破壊試験装置

装置は、JIS A 5759 B法に規定される試験装置で、写真3に示すように、垂直フレーム及び水平フレームにはH型鋼 (H-125×125×6.5×9mm) を使用し、十分な剛性及び強度を確保しています。また、四隅の垂直フレームと水平フレームの接合は直径30mmの鋼棒により、回転自由なピンで接合しています。

なお、ガラスを固定する締め枠は図2に示す構造で、ガラスをクロロプレンゴムで挟み込んで固定しています。



写真2 衝撃破壊試験装置・加撃方向



写真3 層間変位破壊試験装置

〈試験方法〉

(1) 衝撃破壊試験

試験は、衝撃体とガラスの接触する所までの距離を支点から1524mmになるように径3mmのワイヤでつるします。次に衝撃体をガラスの中心点から落下高さ30cmの位置に保持したのち、振り子式に自由落下させ、中心点を加撃します。加撃後、飛散したガラスの量を測定し、飛散したガラスの大きな破片を10個選び出し、その総質量が80g以下であり、落下した1片の質量が55g以下でなければなりません。

(2) 層間変位破壊試験

試験は、ガラスに変形角が $\pm 1/60$ radになるまで、面内せん断力を加力します。次に $\pm 1/30$ radまで面内せん断力を加力したのち、飛散したガラスの質量を測定し、ガラス全質量に対する百分率でガラス飛散防止率を求めます。

なお、ガラス飛散防止率は、表示記号がD1が95%以上、D2が85%以上でなければならないとな

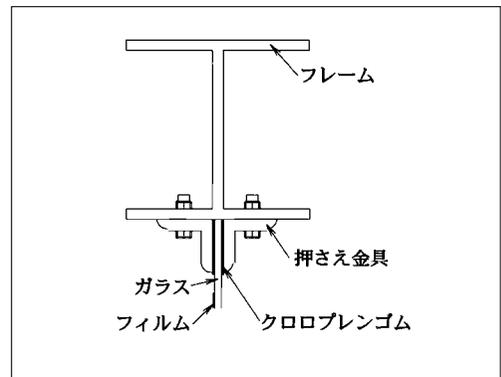


図2 締め枠の構造

っています。

〈関連規格〉

JIS A 5759 (建築窓ガラス用フィルム)

JIS R 3205 (合わせガラス)

JIS R 3206 (強化ガラス)

(文責：試験課 矢埜和彦)

飛散防止性能試験装置についてのお問合せ先
試験課 担当：矢埜 TEL 0836-72-1223

セミナーのご案内

「新JIS制度に伴う設計業務の変化及び影響」

主催：(財)建材試験センター

後援：(社)愛知建築士会／(社)愛知県建築設計事務所協会／(社)日本建築士会
連合会／(社)日本建築家協会／(社)日本建築士事務所協会連合会／(社)
日本建材・住宅設備産業協会

CPD単位認定(4単位)

昭和24年に制定された工業標準化法(JIS法)が改正され、平成17年10月1日より「新JISマーク表示制度」がスタートしました。この新たな制度では、国にかわる民間の第三者登録認証機関による製品認証、JIS対象製品の拡大、認証申請対象者の拡大などJIS制度の内容が従来より大きく変わりました。今回の改正は、設計者にとって材料・製品の選択時の説明責任・選定責任が新JISマーク表示を確認することで対応できるようになる等、建設分野の標準化・合理化と品質・性能に対するパラダイムシフトととらえることができます。この制度改正の背景、改正の内容と、それらが建設・設計業務に与える変化、影響と意義について解説するセミナーを以下のとおり実施します。

◆開催日時／平成18年11月28日(火) 13:00～17:00

◆開催場所／昭和ビル9階ホール
名古屋市中区栄4-3-26

◆受講料／

会 員※ 8,000円(テキスト代として・税込)

一 般 10,000円(テキスト代として・税込)

※後援団体の会員に限ります。

◆お問い合わせ／(財)建材試験センター 企画課

TEL: 03-3664-9213, FAX: 03-5652-5590

◆定員／100名(定員になり次第締め切らせて頂きます)

◆申込み方法／当財団ウェブサイト

<http://www.jtccm.or.jp/jis-seminar/>より申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上、上記企画課へFAXにてお申し込み下さい。



<講演内容・予定>

○新JISマーク表示制度の概要／
経済産業省・産業技術環境局・認証課

○規格・基準の作成と製品認証の仕組み／
(財)建材試験センター

○新JIS制度と工事発注者の対応(仮題)／
UR都市機構

○新JIS制度に対応する建築設計業務の在るべき対応／
(株)ファインコラボレート研究所

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9月26日から10月11日までに下記企業11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	認証取得者の会社名／所在地	規格番号	規格名称
TC0306032	2006.10.11	太平洋プレコン工業(株) 埼玉工場 ／埼玉県熊谷市大字三ヶ尻字林裏3274	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品
TC0306033	2006.10.11	サンワイズ(株) 本社及び流通工場／ [本社]静岡県静岡市葵区長沼986-1 [流通工場]静岡県静岡市葵区流通センター12-8	R3209	複層ガラス
TC0306034	2006.10.11	(株)金多屋生コン ／長野県松本市安曇3878-72	A5308	レディーミクストコンクリート
TC0306035	2006.10.11	(有)佐藤建材 ／神奈川県大和市代官1-1-10	A5308	レディーミクストコンクリート
TC0306036	2006.10.11	白馬小谷生コン(株) 白馬工場 ／長野県北安曇郡白馬村大字北城12867	A5308	レディーミクストコンクリート
TC0306037	2006.10.11	(株)ヤナセ ／埼玉県深谷市西大沼173-2	A5308	レディーミクストコンクリート
TC0306038	2006.10.11	(株)織戸組 山梨白根工場 ／山梨県南アルプス市駒場148-1	A5005	コンクリート用砕石及び砕砂
TC0306039	2006.10.11	日新工業(株) 埼玉工場及び技術開発研究所 ／埼玉県春日部市南栄町16-1	A6013	改質アスファルトルーフィングシート
TC0406007	2006.10.11	シーケーコンクリート工業(株) ／岐阜県安八郡安八町西結2345	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0506007	2006.10.11	栄和瓦産業(株) ／兵庫県南あわじ市松帆慶野1136	A5208	粘土がわら
TC0606007	2006.10.11	日本生コン(株) 高宮工場 ／広島県安芸高田市高宮町原田386	A5308	レディーミクストコンクリート

<訂正とお詫び>

本誌10月号(平成18年10月1日発行)の、新JISマーク表示制度に基づく製品認証登録リスト(51ページ)に一部誤りがありましたので次のとおり訂正して、お詫び申し上げます。

認証番号TC0306030 “認証に係る工場又は事業場の名称及び住所”欄

(誤) 千葉窯業(株)東関東工場/茨城県稲敷郡江戸崎町高田3657

(正) 千葉窯業(株)東関東工場/茨城県稲敷市高田3657

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(6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9月8日付で登録しました。これで、累計登録件数は1952件になりました。

登録事業者(平成18年9月8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
RQ1947*	1999/8/23	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2008/8/22	(株)不動テトラ 海洋土木 事業本部	東京都中央区日本橋小網 町6-1	土木構造物の設計及び施工

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
					<関連事業所> 東京本社、北海道支店、東北支店、東京支店、北陸支店、名古屋支店、大阪支店、中国支店、四国支店、福岡支店	
RQ1948	2006/9/8	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/9/7	シンコールウォール(株)	大阪府東大阪市長田東3-3-16 <関連事業所> 東京事務所、滋賀センター、企画開発部	壁紙の設計及び販売(“7.5.2製造及びサービス提供に関するプロセスの妥当性確認”を除く)
RQ1949	2006/9/8	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/9/7	洛北レミコン(株)	京都府京都市左京区静海市原町707	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1950	2006/9/8	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/9/7	(株)京都福田	京都府京都市伏見区深草フチ町14-27 <関連事業所> 京都工場、洛南工場	レディーミストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1951	2006/9/8	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/9/7	(株)三和キャストン 本社 工場	茨城県古河市下片田740	プレキャストコンクリートの設計・開発及び製造
RQ1952	2006/9/8	ISO 9001:2000 (JIS Q 9001:2000)	2009/9/7	新生重機建設(株)	大阪府箕面市小野原東4-6-8 <関連事業所> 東海営業所	乾式柱状改良工法による地盤改良の設計及び施工 地盤調査

※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(1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9月23日付で登録しました。これで、累計登録件数は488件になりました。

登録事業者 (平成18年9月23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
RE0488	2006/9/23	ISO 14001:2004/ JIS Q 14001:2004	2009/9/22	鬼塚電気工事(株)	大分県大分市大字津留字六本松 1981-6	鬼塚電気工事株式会社及びその管理下にある作業所群における「電気関連施設(電気工事・通信工事)の設計及び施工」に係る全ての活動(ハート事業部、福岡支店、別府営業所を除く)

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9月1日から9月30日までに21件の性能評価書を発行し、累計発行件数は2745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9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
05EL384	2006/9/4	令第1条第五号	準不燃材料	ポリスチレンフォーム粒混入フェノール系樹脂・水酸化アルミニウム板の性能評価	イノテックス	(株)イノテックス
06EL080	2006/9/1	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	セルローズ系繊維混入/けい酸ナトリウム系塗材塗/基材(不燃材料(金属板))の性能評価	スーパーFX3200-2	(株)フジヤマ

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
06EL103	2006/8/18	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	両面塩化ビニル樹脂系塗装／ガラスクロス の性能評価	STB300F	日東紡績(株)
06EL163	2006/9/4	法第2条第九号 (令108条の2)	不燃材料	アクリル樹脂系フィルム張／裏面ポリエス テル樹脂系塗装／めっき鋼板の性能評価	FINETOP EX- R	東洋鋼板(株)
06EL166	2006/7/14	令第112条第14項 第二号	遮煙性能を有す る防火設備	網入板ガラス入鋼製エレベータ乗り場戸の性 能評価	2枚戸両開き戸、2枚 戸片開き戸、3枚戸片 開き戸、鋼製両引き戸 (4枚戸両引開き戸)	(株)アイワ
06EL173	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／複合金属サイデ ィング・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	アイアンベール	YKK AP(株)

住宅の品質確保の促進法に関する法律に基づく住宅型式性能認定書の発

性能評価本部では、住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく住宅型式性能認定において、累計54件の住宅型式性能認定書を発行しております。

受付番号	完了日	型式の等級	型式の等級	型式の内容	商品名	申請者名
06EL144	2006/9/26	省エネルギー対策 等級Ⅰ	200㎡＜延べ床≤300㎡	プラスチック系断熱材を使用した 外張り断熱法により、省エネ ルギー対策を講じた住宅	ミラフォーム外張断熱工法(Ⅰ)	(株)JSP
06EL145	2006/9/26	省エネルギー対策 等級Ⅱ	200㎡＜延べ床≤300㎡	プラスチック系断熱材を使用した 外張り断熱法により、省エネ ルギー対策を講じた住宅	ミラフォーム外張断熱工法(Ⅱ)	(株)JSP
06EL146	2006/9/26	省エネルギー対策 等級Ⅲ	200㎡＜延べ床≤300㎡	プラスチック系断熱材を使用した 外張り断熱法により、省エネ ルギー対策を講じた住宅	ミラフォーム外張断熱工法(Ⅲ)	(株)JSP
06EL147	2006/9/26	省エネルギー対策 等級Ⅳ	200㎡＜延べ床≤300㎡	プラスチック系断熱材を使用した 外張り断熱法により、省エネ ルギー対策を講じた住宅	ミラフォーム外張断熱工法(Ⅳ)	(株)JSP
06EL148	2006/9/26	省エネルギー対策 等級Ⅴ	200㎡＜延べ床≤300㎡	プラスチック系断熱材を使用した 外張り断熱法により、省エネ ルギー対策を講じた住宅	ミラフォーム外張断熱工法(Ⅴ)	(株)JSP

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
CCT0006-2	床下地材(乾式遮 音二重床工法用下 地材)	スーパースystemフローア ーS25 パネフローア-RX	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)		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

ニューズペーパー

温室効果ガス排出枠 5年間で59億トン

政府

政府はこのほど、京都議定書に基づき日本が2008～2012年度の第一約束期間に排出できる温室効果ガス排出量をCO₂換算で約59億トンとする割当量報告書を気候変動枠組条約事務局に提出した。また、排出量実績を精査した結果、基準年排出量、2004年度の排出量などを上方修正するとともに、森林などによる吸収量を初めて正式に算出した。2004年度の排出量は基準年を7.4%上回り、差し引き22.4%削減する必要がある。

2007年に気候変動枠組条約事務局の審査を受けて確定する。第一約束期間中は変更できず、これをベースに削減目標達成の成否が判断される。

2006.9.12 設備産業新聞

代替フロン削減 補助金引き上げ

経済産業省

経済産業省は2007年度から2年間、企業が代替フロン削減に向けた設備投資を行う際の補助金割合を、現行の3分の1から最高3分の2に引き上げる。温室効果の高いフロンの排出削減を加速し、京都議定書にもとづく温暖化ガスの排出目標を達成できるようにするのが目的。代替フロンは種類により二酸化炭素(CO₂)の数百倍から2万倍以上の温室効果がある。補助金を増やして企業の代替フロン対策を促し、温暖化ガスの削減効果を高める方針だ。代替フロンは、今後さらに成長が見込めるマグネシウムの製造工程や、半導体、液晶ディスプレイの製造工程などで使われている。

2006.9.12 日刊工業新聞

住生活基本法で全国計画

政府

住生活基本法に基づく全国計画がまとまる。全国計画は、国としての基本方針と具体的な成果目標を掲げて基本的な政策を示すもの。これを踏まえて、各都道府県が都道府県計画を今年度中に作成する。全国計画では、2015年度までの10年間の数値目標を提示。例えば、耐震化率を住宅の90%に、次世代省エネ基準を新築の50%に、複層ガラスや二重サッシを備えた住宅を40%とすることなどをあげている。6月末に示された素案からは、表現の変更などが主で大きな変更点はないが、大都市圏での子育て世帯における誘導居住水準面積目標が50%にアップしたことや、最低居住水準、誘導居住水準の世帯人数算定方法が細かくなった。全国計画は9月中旬にも閣議決定する予定。

2006.8.30 住宅産業新聞

官庁向け耐震基準 45%が満たさず

国土交通省

国土交通省は中央官庁や地方の出先機関など393棟の耐震診断結果を公表した。耐震性が建築基準法で定められた基準を下回ったのは全体の29%。このうち32%は耐震基準の半分未満で「震度6強程度の地震で倒壊の危険性が高い」と診断された。一般の建物より厳しい官庁施設向けの基準は全体の45%が満たしていなかった。

耐震基準の半分未満で最低ランクの①と診断されたのは36棟。東京では内閣本府、中央合同庁舎第一号館など。同省は10年前から施設の耐震診断を実施してきたが、これまで個別施設の結果は公表していなかった。今後、耐震性が著しく低い施設や災害時に重要な建物を中心に耐震改修を進める方針だ。

2006.8.26 日本経済新聞

音、光など新しいまちづくり

環境省

環境省は、まちづくりに熱、光、かおり、音といった新しい切り口を取り入れる「環境の街作り検討会」を発足させた。同検討会は、各分野の学識者や地方公共団体、企業等で構成する。検討会の下部組織に「ヒートアイランド部会」「光部会」「かおり部会」「騒音振動部会」を設置して、個別にまちづくり事業の実行可能性、効果を検証する。各部会の報告を基に、年内に検討会の報告書を取りまとめ、今後の大気生活環境政策に反映させていく。

新しい切り口からのまちづくりは、視覚、嗅覚、聴覚といった人間の感覚に着目し、都市更新に感覚環境のデザインセンスを入れ込むことで、生活の質向上につなげる。

2006.8.30 建設産業新聞

地域活性化へ新構想提案

日本プロジェクト産業協議会

日本プロジェクト産業協議会 (JAPIC) は、ユニバーサル社会の理念を盛り込んだ新たな地域活性化策「U-TOWN (ユニバーサルタウン) 構想」を提案していく。U-TOWN構想とは、JAPICが定義するユニバーサル社会の理念「多様な人々がストレスなく、いきいきと暮らすことができる社会」を実現するための方策。

活動の中心となるJAPICユニバーサル社会構築研究会は、その実現に向けた方策を固め、様々な人材を集めたワークショップを設置して協議・検討することや、IT導入によるユビキタス環境の構築などをあげた。今後、モデル都市を選定した具体的な仕組みの評価・検証など、国のバックアップが得られるように働きかける。

2006.9.7 建設産業新聞

業界の国際規格化支援

経済産業省

経済産業省は企業の国際標準化の専門家を活用し、業界団体の国際標準化機構 (ISO) や国際電気標準会議 (IEC) の規格づくりを支援する仕組みをつくる。企業のグローバル展開が進み市場が広がっている中で、国際標準化づくりで主導権を確保することが企業の利益につながる。

企業で標準化に携わる人材は高齢化が進んでおり、若手の人材育成が遅れているなど、標準化分野の人材は不足している。同省は専門家の登録制度を整備し、規格づくりのノウハウがない業界団体に専門家を派遣する予定。専門家は10～20人程度を想定しており、2007年度から実施する。専門家派遣により原案作成の迅速化や質的向上を進め、標準化づくりの体制を強化する。

2006.8.29 日刊工業新聞

「建築士制度見直し」最終報告

社会資本整備審議会

社会資本整備審議会建築分科会基本制度部会は、「建築物の安全性確保のための建築行政のあり方について」の最終報告書をまとめ、社会資本整備審議会答申として国土交通大臣に提出した。7月末に提示した原案から意見募集した結果、団体への強制加入を「将来の課題」に位置付けたほか、管理建築士が事務所開設者に対して述べた技術的な意見を尊重する措置、設計業務と工事管理業務の一括再委託禁止、住宅性能表示制度など資力確保措置のバランスが取れた暇疵担保責任履行などを修正した。

この報告書は、昨年11月に発覚した耐震偽装事件に関する再発防止策の着地点となる。

2006.9.1 建設産業新聞

(文責：企画課 田口)

あ と が き

先日、会社帰りの電車の中で、サラリーマン風の男性二人が定年退職の事を話していた。聞き耳をたてていたら、男性二人のうち一人が、来年定年をむかえるらしい。会社側から再雇用の誘いを受けたが迷っているようで、どうやら再雇用後の自分の立場について悩んでいるらしかった。今は、それなりの役職が付いて部下も何人かいるが、再雇用後は嘱託という身分で同じ職場にいないといけない。というのが理由らしかった。

これから俗に言う団塊の世代の方たちがどんどん定年を迎え、多くの企業や労働者にとって深刻な問題となっている。企業側とすれば、労働者が減少していくなかで経験豊富な定年退職者を如何に活用していくか、再雇用の処遇は。労働者側としても、再雇用時の仕事内容、労働条件等と、双方が折り合う体系づくりには多くの問題が山積しているようだ。

これから日本は益々高齢化が進むという、私は団塊の世代ではないが遅きに失することのないよう、今からでも今後のことを考えるべきかと…。 (石田)

編集をより

今月号には(独)土木研究所の松井謙二様に、欧州市場統合のために導入されたCEマーキングに係る製品認証スキームについてご寄稿いただきました。わが国でも新JIS・製品認証がはじまり、参考にしていただきたいと思えます。

欧州では、市場統合により2002年から単一通貨「ユーロ」の流通がユーロ圏(15カ国中の12カ国)において始まり、日本からの海外旅行も両替の煩わしさが省かれる等で人気を集めているとか。そこでユーロ通貨デザインの一口紹介です。ユーロ紙幣には、表に欧州連合(EU)の開放性を示す象徴として「窓」と「門」を表すデザインが、裏には人々の繋がりを表す「橋」が描かれています。また硬貨の片面にはEU加盟国の結束を表した各国共通のデザインが、一方には各国独自のデザインが採用され、ユーロ参加国の協調と独自性の精神が表わされています。ということは、ユーロ硬貨は幾種類もあることに。

各国独自デザインの硬貨を集めてみるのも楽しいかもしれません。(高野)

建材試験情報

11

2006 VOL.42

建材試験情報 11月号
平成18年11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.itccm.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。

工文社の建築仕上シリーズ

◇材料・工法の知識習得には —

NEW!!

建築仕上材ガイドブック

日本建築仕上材工業会 編集 2006年版

仕上塗材、下地・左官材、補修材・工法を80項目で詳細解説！
分かりやすく、詳しいと大好評！8年ぶりの刊行です。



A4判 320頁
3,500円(税・送料別)

2006年版 建築仕上材ガイドブックの構成

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 口絵(建築用仕上塗材の標準パターン) | 5編：現場と施工(4項目) |
| 1編：建築用仕上塗材(32項目) | 6編：関連法規(5項目) |
| 2編：下地材・左官材(10項目) | 7編：規格と仕様(16項目) |
| 3編：補修材(8項目) | 8編：資料(工業会について、
商品一覧・索引、会員名簿、ほか) |
| 4編：鉄筋コンクリート建築物補修・改修工法(5項目) | |

◇業界動向・企業情報を知るには —

建築仕上年鑑 2006

<通巻27号>

企業750社、160団体、材料7000銘柄掲載
知りたい情報をすぐ検索！わが国唯一の仕上材料・技術大辞典。



B5判 美装面入 612頁
12,000円(税・送料別)

2006年版 建築仕上年鑑の構成

- 特別企画●<鼎談>専門仕上工事業の現状と将来像/ヒートアイランド緩和の切り札
- 建設動向●平成16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
- 団体・企業要覧●企業約750社、160団体の概要
- 製品一覧●内外装塗材・床材など多数
- 各種データシート●優良企業推薦の110銘柄詳細データ
- 遮熱塗料・塗材/アスベスト処理の現状と各種工法/2005年の業界景気動向 /建築仕上関連新製品フラッシュ

お申し込みは(株)工文社 まで ▶

〒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 URL.http://www.ko-bunsha.com/

エレベーターシャフト用複合型防火設備

スモークガード

大臣認定番号：CAS-0006



野原産業(株)では、エレベーターシャフトを遮煙するシステム「スモークガード」をアメリカから導入し、独立行政法人建築研究所にて高温による遮煙性能試験を行ない、(財)建材試験センターの評価を得た日本で初めての複合型防火設備として、国土交通大臣の認定を取得、本格的に製造と販売を開始しました。



●構造

スモークガードは、通常はエレベーター前面上部の天井内に収納していて、煙感知器の信号を受けロール状に納めていた透明耐熱フィルムが両サイドのレールにマグネットで密着しながら下降し、エレベーターシャフトを遮煙します。万が一閉じ込められた場合でも、巻き戻しスイッチ又は手で押すと簡単に避難が出来るシステムです。

●防火区画

遮炎性能を有するエレベーター扉と遮煙性能を有するスモークガードの組合せにより、複合型防火設備として壁穴の防火区画が構成可能です。

●施工

コンパクトな構造でノンファイヤー施工のスモークガードは、安全性に優れ、収納スペースが少ないため意匠的にも優れています。また新築に限らずリニューアルにも最適です。

スモークガードは、当社所定のトレーニングを受けた代理店(ディストリビューター)が日本全国で販売しています。

野原産業株式会社

ガードシステム統括部 ISO9001認証取得(本社)

www.smokeguard.jp

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-1-11 友泉新宿御苑ビル
TEL.03-3357-2531 FAX.03-3357-2573

野原産業株式会社はスモークガード社との独占契約に基づき、スモークガードシステムを提供しています。

火災時に本当に怖いのは、火よりも煙