

【特集】

快適な暮らしをささえる 建材の性能を試験する

【事業報告】

2017年度調査研究事業報告





[今号の表紙]
遮音性能試験で使用する
残響室の内観
(マイクロホンの校正の様子)

contents

特集

快適な暮らしをささえる 建材の性能を試験する

- 02 居住環境の快適性に関わる環境グループの取組み
中央試験所 環境グループ 統括リーダー 萩原伸治
- 04 断熱に関わる試験業務の紹介
中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 田坂太一
- 06 日射に関わる試験業務の紹介
中央試験所 環境グループ 主幹 松原知子
- 08 気密・通気に関わる試験業務の紹介
中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理 松本知大
- 10 音に関わる試験業務の紹介
中央試験所 環境グループ 主幹 阿部恭子
- 12 技術レポート
引抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強度試験の供試体小形化に関する検討(その2)
中央試験所 材料グループ 主任 若林和義
- 18 試験報告
路盤材用鉄鋼スラグの品質性能試験
西日本試験所 試験課 徳永拓哉
西日本試験所 試験課 河野哲郎
- 21 担当者紹介
- 22 試験設備紹介
500kN万能試験機 検力機更新
工事材料試験所 武蔵府中試験室 新井太一
- 24 規格基準紹介
JSTM O 6101:2018(潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法(熱流計法))の制定について
経営企画部 経営戦略課 主任 深尾宙彦
- 29 建材試験センター規格(JSTM)のご案内
- 30 事業報告
2017年度調査研究事業報告
経営企画部 部長 鈴木澄江
- 38 連載 建築に学ぶ先人の知恵
vol.12 グローバル人材育成と留学
芝浦工業大学 教授 南 一誠
- 48 基礎講座
認定・評価・認証について
vol.2 建築基準法に基づく性能評価-災害安全性と性能評価業務-
性能評価本部 本部長 西本俊郎
- 50 NEWS
- 52 REGISTRATION



Features of this issue

[特集]より
壁の日射熱遮蔽性を評価する遮熱性能試験の様子

快適な暮らしをささえる建材の性能を試験する

建物、とりわけ私たちが暮らしたり、働いたりする居住空間には、耐震性や防耐火性など安心・安全に関わる性能にはじまり、省エネ性、快適性、意匠性といった多岐にわたる性能が求められます。なかでも、従来は付加的な性能と認識されていた省エネ性は、もはや一定の水準を満たすことが必須の性能となってきました。また、私たちが家を建て住まう原点に立ち返ると、建物の快適性は人間らしい暮らしをおくるうえで最も基本的な性能と言えます。本号では、断熱、日射遮蔽、気密・通気、遮音・吸音の4つの観点から、省エネルギーで快適な居住環境を実現するための建材の要求性能と中央試験所 環境グループの試験業務の関わりについて紹介します。

居住環境の快適性に関わる 環境グループの取組み

中央試験所 環境グループ 統括リーダー 博士 (工学)

萩原伸治

Shinji Hagihara



1. はじめに

中央試験所 環境グループは、1969年に物理試験課として発足し、1999年に環境グループへ名称変更、2004年に音響部門の統合、2016年に分析部門(空気質環境)の材料グループへの移管などを経て、現在に至ります。

環境グループでは、主に室内における温熱環境、風環境、音環境など、居住環境における快適性に関わる性能について試験を実施しております。本号では環境グループの業務内容・取組み、および居住空間における各環境性能に関する試験業務について紹介します。

2. 環境グループの業務概要

建物および建物に使用される部位・材料などには安全性、居住性、耐久性、生産性が要求され、これらの要求を満足することによって建物は健全な状態(居住環境の快適性)を確保することができます。表1は、要求条件と性能項目について、環境グループの業務に関連する内容を整理したのものになります。また、建物および部位・材料と、少し具体的な性能項目との関係を表2のようになります。

これら様々な建物の居住環境の性能確認に対するご要望

表1 建物等への要求条件と、環境グループの業務内容に関連する性能項目の一例(文献^{1),2)}を参考に作成)

要求条件の区分			性能項目
大分類	中分類	小分類	
安全性	建物に加わる力、変形で破損しないこと 火、熱に対して安全であること	風圧荷重に対して安全であること	耐風圧性
		火が移りにくく燃え広がらず、有害ガスが発生しないこと	遮煙性、防煙性
居住性	快適な日常活動ができること	雨水等の浸透がないこと	水密性、防水性
		室内外の不必要な空気の流入がないこと	気密性、通気性
		室内外の不必要な熱の流入が小さいこと	断熱性、日射熱遮蔽性
		適度な調湿が可能なこと	透湿性、調湿性
		室内外の不必要な音の流入が小さいこと	遮音性、吸音性
		結露が発生しないこと	防露性
		意匠、造形性が優れていること	外観、可視光透過・反射性
耐久性	熱による性能低下が少ないこと 湿気、水等による性能低下が少ないこと 気象環境による性能低下が小さいこと	熱による品質低下が少ないこと	耐熱性、変形性
		湿気、水等による性能低下が少ないこと	耐湿性、耐水性
		自然光、人工照明光等による性能低下の変動が小さいこと	耐候性、耐光性、透過性
生産性	所定の性能が容易に確保・構成できること	原材料の形状が安定していること	形状、寸法、厚さ、密度、含水率、長さ変化

表2 対象部位と性能項目(試験項目)の概要

対象		性能項目(試験項目)
建物		気密性、遮音性、省エネ性(熱負荷計算)
部位・部材	建具(サッシ、ドア等)	耐風圧性、気密性、水密性、遮音性(音響透過損失)、断熱性(熱貫流率)、日射熱遮蔽性(日射熱取得性)、遮煙性、防露性
	壁・屋根	水密性、遮音性(音響透過損失)、断熱性(熱貫流率)、日射熱遮蔽性(日射熱取得性)、防露性、耐久性
	床・天井	床衝撃音遮断性
	設備	浸水防止性(止水性)
材料・部品	断熱材	断熱性(熱伝導率、熱抵抗)、透湿性(透湿係数、透湿率)
	吸音材	吸音性(吸音率)
	ガラス類	光学性能(透過率、反射率)、断熱性(熱貫流率)、日射熱遮蔽性(日射熱取得性)
	ボード類	遮音性、断熱性(熱伝導率・熱抵抗)、透湿性(透湿係数、透湿率)、吸放湿性、平衡含水率、比熱
	換気設備等	通気特性、圧力損失係数
	温度ヒューズ	作動性

にお応えするための試験業務を実施しております。

主な業務としては、表2に示す性能項目について、JISや関連規格に基づき試験を実施する「品質性能試験」が多くを占めております。また、表3に示す9つの試験方法区分についてJNLAへ登録することにより、試験の信頼性を高めております。さらに、試験業務において得られた技術・知識を基に、試験方法や製品規格の標準化事業へ委員として参画しております。表4はここ数年の活動内容の一部を示したのですが、近年は省エネルギー化の動向が活発になっているため、温熱環境の分野に関連した標準化事業が多い傾向になっています。

3. 環境グループの取組み

環境グループでは、居住空間における温熱環境・風環境・音環境などに対する様々なニーズ、および近年の気候変動・自然災害へ対応するために建物へ要求される様々な性能確認のニーズにお応えするため、業務に取り組んでおります。最近では、中央試験所における第1期整備計画として新動風圧試験棟を建設し、新規に導入した風雨に対する安全性・防水性の試験設備⁴⁾を使用した新たな試験方法の構築へ向けた取組みも自主的に実施しております。

変化する社会情勢および変化するニーズにお応えするため、引き続き研鑽に努めてまいりたいと考えております。

4. おわりに

環境グループは、居住空間における様々な環境性能について試験を実施しております。環境性能についてご不明なことがございましたら環境グループ(TEL:048-935-1994、FAX:048-931-9137)へご相談いただき、ご利用いただければ幸いです。

参考文献

- 1) 日本建築学会関東支部：建築仕上材料の性能試験方法，1991
- 2) 建材試験センター中央試験所編著：建築材料・部材の試験評価技術，彰国社，2014.5
- 3) 建材試験センターホームページ，JNLA登録一覧 (<https://www.jtccm.or.jp/biz/tabid/490/Default.aspx>)
- 4) 松本知大：新動風圧試験棟を開設 屋根，外壁などの風雨に対する安全性の確認に取り組む，建材試験情報，Vol.53，No.5-6，pp.8-13，2017

表3 中央試験所のJNLA登録区分³⁾(環境グループに関連する内容を抜粋)

試験方法の区分の名称	試験方法規格の番号、項目番号
金属系材料・部品等強度試験	JIS A 1522
機械的耐久性試験	JIS A 1519
気密・水密・耐風圧試験	JIS A 1414-3 5.7、JIS A 1515、JIS A 1516、JIS A 1517
吸音・遮音試験	JIS A 1409、JIS A 1416
ガラス寸法試験	JIS R 3206 8.4、JIS R 3209 9.3、JIS R 3212 5.2、JIS R 3213 6.1.1 および6.1.2
ガラス耐久性試験	JIS R 3205 7.3および7.4、JIS R 3209 9.4および9.5、JIS R 3212 5.10、JIS R 3221 7.3.3
ガラス透過・反射・日射熱特性試験	JIS R 3106 4、6、7、8.3および8.4、JIS R 3212 5.11、JIS R 3213 6.3.1、JIS R 3220 8.1、JIS R 3221 7.3.2
建築構成部材断熱性試験	JIS A 4710
材料断熱性試験	JIS A 1412-1、JIS A 1412-2、JIS A 1420

表4 環境グループ職員が委員として参画した標準化活動の一例

項目	標準化活動の概要
国際標準化 [現在、活動中の規格類]	現場の断熱性測定：ISO/FDIS 9869-2 高温領域の熱伝導率測定：ISO/AWI 22162 熱拡散率測定：ISO/PWI 21901 吸放湿測定：ISO/NP 24353 真空断熱材：ISO/DIS 16478
JIS関連活動 [最近、制定・改正した規格類]	熱物性測定：JIS A 1412-1、JIS A 1423、JIS A 1486、JIS A 4710 湿気物性測定：JIS A 1514、JIS A 1476 光学特性測定：JIS A 1422、JIS R 3106、JIS R 3107 気密性測定：JIS A 2201 断熱材：JIS A 9511、JIS A 9521、JIS A 9523 複層ガラス：JIS R 3209
建材試験センター規格(JSTM) [最近、制定した規格類]	熱物性測定：JSTM H 6107、JSTM O 6101 湿気物性測定：JSTM H 1001 光学特性測定：JSTM J 6151 浸水防止性測定：JSTM K 6401-1、JSTM K 6401-2
委託研究事業 [最近、参画した主な事業]	低熱伝導率材料の熱伝導率測定方法の標準化(2011～2013年度) 高温環境下での熱拡散率測定方法(周期加熱法)の国際標準化(2014～2016年度) グリーン建材・設備製品に関する国際標準化・普及基盤構築(2015～2017年度) ・カーテンウォールの熱貫流率計算法に関する国際標準化 ・真空断熱建材の性能評価・表記に関する国際標準化 ・真空断熱材の熱物性・耐久性評価方法の国際標準化 潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の開発に関する調査研究(2017年度) 断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化(2017年度～) ・断熱材の比熱の測定方法に関する規格開発 ・真空断熱材の製品及び長期耐久性試験方法に関する規格開発

断熱に関わる試験業務の紹介



中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理

田坂太一

Taichi Tasaka

1. はじめに

建物に使用される材料や部材を対象に、断熱性、日射遮蔽性、気密性、遮音性など、建物の省エネや居住者の快適性を高めるために求められる性能について、様々な試験を行っています。このうち、住宅の省エネと温熱快適性に最も寄与するのが断熱性です。

住宅の断熱性を高めることは、建物の冷暖房負荷を低減する省エネに寄与する以外にも、室内の温度むらが緩和される、表面結露やかびの発生が抑制されるなど、居住者の快適性にも大きな影響を及ぼします。最近では、居住者の健康や疾病に影響することも明らかになりつつあり¹⁾、建物の断熱性を高めることは、様々な面でメリットがあります。

また、2016年4月1日より「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）」が段階的に施行され、既に規模の大きい新築建物の断熱義務化がはじまっています。将来的には、戸建て住宅もこの基準に定められる断熱性を満たす必要があり、材料・部材の高性能化が求められています。

2. 断熱に関わる指標

(1) 建物（住宅）

建築物省エネ法では、住宅の断熱性を示す指標として外皮平均熱貫流率が用いられています。これは、建物全体の熱の伝わりやすさを示す指標です。材料の熱伝導率やサッシ・ドアの熱貫流率などを用い、Webで公開されているプログラム²⁾で求めることができます。基準は地域毎に異な

り、沖縄県（8地域）を除く北海道から九州までの7つの地域において、表1に示す値が定められています³⁾。

なお、高い省エネ・快適性を得るには、この基準よりも断熱性を高めるのが理想です。「2020年を見据えた住宅の高断熱化技術開発委員会（HEAT20）」では、省エネルギー基準よりも高い2つの水準の目標性能（表1）や、それが建物の省エネや室内の温熱環境に及ぼす具体的な効果などを示しています⁴⁾。

(2) 材料・部材

材料・部材の断熱性には、熱伝導率、熱抵抗、熱貫流率、熱貫流抵抗など、様々な指標が使われています。このうち、断熱材をはじめとする材料の性能は、熱伝導率で表現されることがほとんどです。これは、材料そのものの熱の伝えやすさを表す指標で、値が大きいほど熱を伝えやすい材料であることを示します。また、製品そのものの性能は、熱の伝えにくさを示す熱抵抗で表現することもあります。熱伝導率と熱抵抗には式（1）の関係があるので、どちらかの性能がわかっている場合、もう一方の性能を知ることができます。

$$\lambda = \frac{d}{R} \quad (1)$$

ここに、 λ ：熱伝導率 [W/(m・K)]

d ：厚さ (m)

R ：熱抵抗 (m²・K/W)

壁やサッシなどの部材の性能は、熱貫流率または熱貫流抵抗で表現されます。熱貫流抵抗は、熱抵抗と同様に熱の伝えにくさを示す指標です。高温側の空間から低温側の空間までの熱の伝えにくさを示し、式（2）で表されます。また、熱貫流率は、熱貫流抵抗の逆数で、外皮平均熱貫流率と同様、値が小さいほど断熱性が高いことを示します。

$$R_U = \frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (2)$$

ここに、 R_U ：熱貫流抵抗 (m²・K/W)

U ：熱貫流率 [W/(m²・K)]

R_i ：室内側表面熱伝達抵抗 (m²・K/W)

R_e ：室外側表面熱伝達抵抗 (m²・K/W)

表1 外皮平均熱貫流率の基準および水準^{3), 4)}

地域区分	外皮平均熱貫流率 U_A [W/(m ² ・K)]		
	省エネルギー基準	HEAT20	
		G1	G2
1	0.46	0.34	0.28
2	0.46	0.34	0.28
3	0.56	0.46	0.34
4	0.75	0.56	0.46
5	0.87	0.56	0.46
6	0.87	0.56	0.46
7	0.87	0.56	0.46
8	—	—	—

3. 主な試験業務

建物の断熱性を適切に評価する上では、使用される材料や部材の性能を正確に測定することが大切です。環境グループでは、材料や部材の断熱性を測定するための試験設備を多数所有しており、測定対象に応じて適切な方法を選択し、以下の試験を行っています。

(1) 熱伝導率・熱抵抗

材料の熱伝導率と熱抵抗の測定は様々な方法がありますが、薄膜や金属を除く建築材料の多くは、保護熱板法や熱流計法などの熱板法で測定できます(写真1)。熱板法は、加熱板と冷却熱板と呼ばれる2枚のプレートで測定対象の材料を挟み、一定の温度差を設け、そのときに材料を通る熱量を測定することで熱伝導率と熱抵抗を求める方法です。装置によって測定できる厚さや温度が異なりますが、環境グループでは、熱板法の装置を6台所有しており、様々な厚さや温度で測定することができます(表2)。

(2) 熱貫流率・熱貫流抵抗

部材の熱貫流率および熱貫流抵抗は、熱箱法で測定を行います。装置は、室内外の温度を設定できる高温室と低温室、試験体を通過する熱量を測定する熱箱などで構成されます(写真2)。熱板法とは異なり、高温側の空間から低温側の空間への熱移動(貫流熱量)を測るので、外壁やサッシなどの形状が複雑な部材や不均質な材料の測定に適しています。

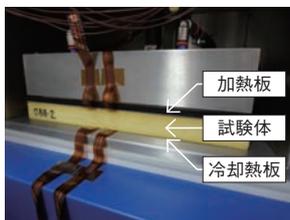


写真1 熱伝導率試験装置
(熱流計法)



写真2 熱貫流率試験装置
(熱箱法)

近年、サッシやドアが大型化していることから、昨年、幅2.5m×高さ2.8mの開口を持つ断熱性試験装置を新設し、大型のサッシやドアの試験にも対応できるようになりました。この装置は、湿度調節やプログラム運転もでき、結露

試験のほか、目的に応じて様々な試験に活用いただけるものとなっています。装置の詳細は、本誌2018年1・2月号をご覧ください。

4. おわりに

本稿では、断熱に関わる試験業務を紹介しました。紹介したほかにも、円筒法や熱線法など、様々な断熱性試験を実施しています。また、断熱性を高めると内部結露が起きやすくなることもあるので、材料や部材の湿気に対する性能を調べることも重要です。環境グループでは、材料の透湿性、吸放湿性、平衡含水率や部材の防露性など、湿気に関わる試験も多数実施しています。熱・湿気に関わる試験のご要望がありましたら、環境グループをご活用いただけますと幸いです。

参考文献

- 1) 大東, 伊香賀, 村上ほか, 住宅の断熱化と居住者の健康への影響に関する全国調査(その4) ベースライン調査時点の疾病別有病割合と室温の関係, 日本建築学会学術講演会梗概集, 環境工学 I, pp.53-54, 2017-07
- 2) 国立研究開発法人建築研究所, 住宅・住戸の外気性能の計算プログラム Version2.1.2, <http://envelope.app.lowenergy.jp/>, (参照日: 2018.05.10)
- 3) 平成28年省エネルギー基準解説書編集委員会編, 平成28年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説, pp.2-7
- 4) HEAT20設計ガイドブック作成WG編, HEAT20設計ガイドブック, pp.9-10
- 5) JIS A 1412-1: 2016, 熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—第1部: 保護熱板法 (GHP法)
- 6) JIS A 1412-2: 1999, 熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—第2部: 熱流計法 (HFM法)
- 7) JIS A 1420: 1999, 建築用構成材の断熱性測定方法—校正熱箱法及び保護熱箱法
- 8) JIS A 4710: 2015, 建具の断熱性試験方法

表2 断熱に関わる試験装置の概要

試験項目	試験方法	対応規格	試験体寸法	測定温度条件	主な試験対象
熱伝導率 熱抵抗	保護熱板法	JIS A 1412-1 ⁵⁾	300mm×300mm、厚さ 50mm以下	-10℃～70℃	断熱材、木材、ボード類、コンクリートなど(塗膜や金属を除く建材全般)
			直径300mm、厚さ 50mm以下	100℃～600℃	
	熱流計法	JIS A 1412-2 ⁶⁾	200mm×200mm、厚さ 30mm以下	-10℃～70℃	
			300mm×300mm、厚さ 50mm以下	10℃～40℃	
	600mm×600mm、厚さ 100mm以下	23℃～25℃			
	保護熱板式熱流計法	JIS A 1412-2 ⁶⁾ 附属書B	900mm×900 mm、厚さ 200mm以下	23℃～25℃	主に繊維断熱材
熱貫流率	校正熱箱法	JIS A 1420 ⁷⁾	幅2,000mm×高さ2,000 mm以下	10℃	壁、屋根、床、サッシ、ドアセット、異形断熱材など
		JIS A 4710 ⁸⁾	幅2,500mm×高さ2,800mm以下	10℃	
		JIS A 1420 ⁷⁾ 附属書B	900mm×900mm	23℃～25℃	

日射に関わる試験業務の紹介



中央試験所 環境グループ 主幹

松原知子

Tomoko Matsubara

1. はじめに

日射を省エネルギーという観点から見ると、建物が受けた日射が、どれだけ建物内に進入し、どれだけ冷房・暖房負荷の低減につながるかということがあります。これらは、日射熱取得率や遮蔽係数などといわれます。また、昼光（可視光）を効果的に室内にとり入れることで、照明負荷の低減につながるかなどが挙げられます。

建物外皮が受けた日射が建物内に進入する割合は、日射熱取得率として示され、省エネルギーの評価指標のひとつとなっています。窓の日射遮蔽性を高めると、夏期はエネルギー量が削減されますが、冬期は日射熱取得が少なくなるためエネルギー消費量が増えます。太陽の光は生命の源ですが、私たちが快適に生活するために、建物の軒、庇の形状を考慮したり、簾、ブラインド、カーテンなど、日射遮蔽物（日除け）を窓や開口部などに設置するなどして、効果的に日射を取り入れたり遮ったりすることが重要です。

2. 日射に関わる指標

日射に関わる指標として、先に述べた日射熱取得率や遮蔽係数があります。日射の多くは、窓ガラス部分から入ってきます。例えば、窓ガラスに到達した日射は、**図1**のようにガラスを透過するもの（日射透過率）、ガラス面で反射するもの（日射反射率）、そしてガラスに吸収されるもの（日射吸収率）に分かれます。

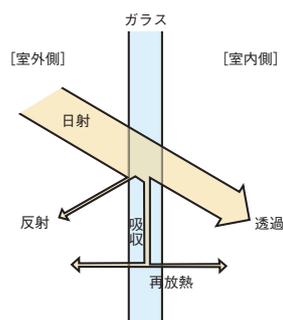


図1 日射透過率・反射率・吸収率のイメージ

日射吸収によってガラスが吸収した熱は、室内・室外に再放熱します。なお、室内・室外への再放熱の割合は、ガラス表面の気流や放射率の大小によって変化します。

この日射透過率と日射吸収率のうちの室内に流れ込んだ分の合計が日射熱取得率となり、(1)式¹⁾で表すことができます。日射熱取得率は0～1の値となり、値が1に近いほど日射を室内に取り込むこととなります。また、**図1**からもわかるように透過率、反射率、吸収率には(2)式¹⁾の関係があります。

$$\eta = \tau + N \cdot \alpha \quad (1)$$

$$\tau + \rho + \alpha = 1 \quad (2)$$

ここに、 η ：日射熱取得率（-） τ ：日射透過率（-）

ρ ：日射反射率（-） α ：日射吸収率（-）

N ：ガラス板に吸収される日射熱が室内へ伝達される割合（-）

窓ガラスの遮蔽性能は、遮蔽係数（SC値）で表現されることもあります。これは、(3)式に示すように、厚さ3mmのフロート板ガラスの日射熱取得率（ $\eta_0=0.88$ ）に対する対象となる窓ガラスの日射熱取得率の割合です。遮蔽係数は0～1の値となり、その値が小さいほど遮蔽性能が高い（室内に流入する日射熱が少ない）ことを示します。

$$SC = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (3)$$

ここに、SC：遮蔽係数（-）

η ：測定対象とした窓ガラスの日射熱取得率（-）

η_0 ：厚さ3mmの板ガラスの日射熱取得率（-） $[\eta_0=0.88]$

3. 主な試験業務

(1) 分光光度計による光学性能の測定

日射熱取得率は、日射透過率、日射反射率、日射吸収率、放射率など、その建材の光学性能を測定し、測定結果からその値を算出する手法が多く用いられます。光学性能の測定方法はいくつかありますが、板ガラスやフィルムなどの光学性能は分光光度計を使用して比較的簡単に測定が可能です。分光光度計は、各波長における透過率や反射率を測定する装置です。

分光光度計を用いた光学性能や日射熱取得率の試験方法の例を表1に示します。対象とする材料によって、測定波長範囲や計算方法は異なりますが、分光光度計を用いて日射透過率、日射反射率、放射率などを測定し、日射熱取得率、遮蔽係数などを求めることで、その製品の性能が区分されます。

(2) 人工太陽による窓の日射遮蔽物の

日射熱取得率の測定方法

先に述べた分光光度計を使用して、建材の光学性能を測

表1 分光光度計を用いた光学性能、日射熱取得率の試験方法の例

建築材料	対応規格	備考
建築窓ガラス用フィルム	JIS A 5759 ²⁾	試験片は厚さ3mmのフロート板ガラスにフィルムを貼付けたものを用います。日射調整フィルムは日射遮蔽性能により表2の区分があります。
塗膜	JIS K 5602 ³⁾	建築物の屋根・屋上などに施工する塗膜の日射反射率の求め方が規定されています。
屋根用高日射反射率塗料	JIS K 5675 ⁴⁾	近赤外波長域(波長780nm~2500nm)の日射反射率が規定されています。
板ガラス類	JIS R 3106 ⁵⁾	透過率・反射率・吸収率・放射率の試験方法、板ガラス類を建築物の窓に使用したときの日射熱取得率の計算方法が規定されています。
熱線吸収板ガラス	JIS R 3208 ⁶⁾	JIS R 3106による測定結果をもとに5mm日射熱取得率(η_5)を算出します。 η_5 が0.80以下は1種、0.70以下は2種となります。
複層ガラス	JIS R 3209 ⁷⁾	JIS R 3106に準拠した方法で、日射熱取得率(η)、日射熱除去率($1-\eta$)を求めます。日射熱遮へい複層ガラスは、日射熱除去率が0.35以上は4種、0.50以上は5種に区分されます。
熱線反射ガラス	JIS R 3221 ⁸⁾	JIS R 3106による測定結果をもとに日射熱取得率(η)を求めます。日射熱遮へい性は、 η が0.70以下は1種、0.55以下は2種、0.40以下は3種に区分されます。
窓、ドアなど	JIS A 2103 ⁹⁾	JIS R 3106などにより測定した光学特性をもとに、フレームと板ガラスまたは不透明パネルとによって構成する窓及びドアの日射熱取得率の計算方法が規定されています。

表2 日射調整フィルムの日射遮蔽性能による区分(JIS A 5759より)²⁾

可視光線透過率 %	遮蔽係数(日射熱取得率)		記号
60未満	0.40未満(0.35未満)		A
	0.40以上	0.60未満(0.35以上 0.53未満)	B
	0.60以上	0.85以下(0.53以上 0.75以下)	C
60以上	0.60未満(0.53未満)		D
	0.60以上	0.85以下(0.53以上 0.75以下)	E

定し、日射熱取得率を算出することができます。

しかしながら、分光光度計でできるのは板ガラスやフィルムなどの平板状の材料に限られます。そのため、カーテンやブラインドなど形状が複雑なものや、すき間がある部材の測定方法としてあまり適していません。最近では、中間膜内に液晶パネルなどが組み込まれており調光できる合わせガラスや、中空層の中にブラインドが組み込まれた複層ガラスなど、高技術化により複雑な構成の製品も増えています。このような製品は、実際の日射を用いた試験や、人工太陽など太陽光を模した光源を用いた試験が適しています。各種日射遮蔽物を対象とした試験方法としては、JIS A 1422(日よ(除)けの日射遮蔽係数簡易試験方法)やJIS A 1493(窓及びドアの熱性能-日射熱取得率の測定)などがありますが、ここでは当センターの団体規格であるJSTM K 6101(人工太陽による窓の日射遮蔽物(日除け)の日射熱取得率及び日射遮蔽係数試験方法)¹⁰⁾について紹

介します。

試験装置の概要を図2に示します。試験装置は、おもに人工太陽、熱量測定箱、冷却装置、装置内の循環風量測定装置、試験体取付枠などで構成されています。人工太陽は、2灯のキセノンランプを用いた光源で、ランプのまわりにフィルタを使用することで、太陽光の分光特性に近似させています。試験は、窓ガラス面に人工太陽の光を照射し、厚さ3mmのフロート板ガラス(FL3mm)のみの場合の日射熱取得量(Q_3)と、FL3mmに日射遮蔽物を設置した場合の日射熱取得量の違いから、性能を判断します。

この試験方法は人工光源を用いて行うため、太陽光のように平行光線ではない、入射角特性を加味した測定には対応できないという課題が残っていますが、屋外での試験とは異なり、天候に左右されることなく安定した試験条件で測定できるという利点があります。

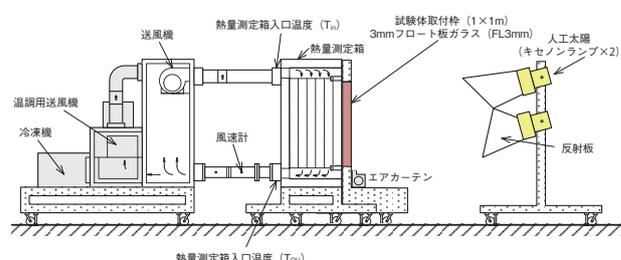


図2 試験装置概要

4. おわりに

日射に関する試験業務として、おもに日射熱取得率に関連する試験について紹介しました。日射と上手に付き合い、快適性を維持・向上しながら省エネルギー性を高めていくことが重要だと思います。これら性能試験について、試験のご依頼、ご相談いただければ幸いです。

参考文献

- 1) 田中俊六ほか, 最新建築環境工学, 井上書院, p41, 2006
- 2) JIS A 5759: 2016, 建築窓ガラス用フィルム
- 3) JIS K 5602: 2008, 塗膜の日射反射率の求め方
- 4) JIS K 5675: 2011, 屋根用高日射反射率塗料
- 5) JIS R 3106: 1998, 板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法
- 6) JIS R 3208: 1998, 熱線吸収板ガラス
- 7) JIS R 3209: 1998, 複層ガラス
- 8) JIS R 3221: 2002, 熱線反射ガラス
- 9) JIS A 2103: 2014, 窓及びドアの熱性能-日射熱取得率の計算
- 10) JSTM K 6101 人工太陽による窓の日射遮蔽物(日除け)の日射熱取得率及び日射遮蔽係数試験方法

気密・通気に関わる 試験業務の紹介

中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理

松本知大

Tomohiro Matsumoto



1. はじめに

1979年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律」が施行され、これに基づき1980年「省エネ基準」が設けられました。その後、段階的に強化され、住宅や建築物の気密性能は、省エネルギー性に欠かすことができない性能の1つとして認識されることになりました。この気密性能とは、建物がどの程度の気密性があるか、また、どの程度すき間があるかを示す性能です。この気密性能を高くすることで得られる効果は、自立循環型住宅への設計ガイドライン¹⁾によると、外皮からの熱損失を削減することができることであり、具体的には、①暖房エネルギー消費量を削減する。②暖房していない部屋（非暖房室）の室温を上げる。③冬の体感温度を上げる。④冬の室内の表面結露を防止する。⑤足元の温度を上げる。⑥隙間風を防止する。⑦暖房の効きを良くする。⑧屋根からの日射熱を遮り上階室の暑さを和らげる。と、8つの効果が記されており、省エネルギー性や快適性の向上を図ることができます。これらは、気密性能と共に断熱性能も有していることが前提です。

建築物は、様々な建材を使用し、それらを接合・組み合わせることによって形成されるための建材自体のすき間や、それら接合部（例えば床と壁、壁と天井など）からの漏気が懸念され、気密性能を確保することは容易ではありません。このため、多くの建材およびハウスメーカーなどは、気密性能の向上のための、開発、研究を行っています。一方、住宅や建築物の気密性能が上がり、適切な換気システムが機能していない場合には、生活する上で発生する炭酸ガスなどはじめ、建材や家具などに含まれる化学物質の放散により室内空気汚染が危惧されます。また、換気不足により人体への影響が懸念され、現在、建築基準法では、原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務付け、その対策が講じられており、環境グループでは、このような様々な建材や工法についての気密性能や、換気設備等の通気性能試験などの、性能確認試験を実施しています。

2. 気密性試験

気密性能を求める方法は、窓や戸などを対象としたJIS

A 1516（建具の気密性試験方法）²⁾と、完成した住宅を対象としたJIS A 2201（送風機による住宅等の気密性能試験方法）³⁾の2種類があります。測定原理はどちらも同じで、測定対象の前後に圧力差 ΔP (Pa)を設け、その時の、測定対象を流れる通気量 Q (m^3/h)を測定します。なお、この通気量は、測定環境の影響（温度及び気圧）によって変化するため、JIS A 1513（建具の性能試験方法）通則5（試験結果）で規定する基準状態（ 20°C 、 1013hPa ）に換算し、その数値を試験結果としています。

2.1 JIS A 1516 建具の気密性試験方法

試験は、動風圧試験装置を用いて行います。この試験方法は、基準状態に換算した通気量 Q (m^3/h)を、測定対象である窓や戸の内のり面積で除すことにより、単位面積当たりの通気量 q [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$]を試験結果とするのが特徴です。また、窓はJIS A 4706（サッシ）、戸はJIS A 4702（ドアセット）といった製品規格があり、加圧プロセスや図1に示す気密等級線図が示されています。通常は、圧力差 ΔP を10、30、50、100Paと試験体前後に設け、その時の通気量 q を測定します。

圧力差 ΔP と通気量 q を気密等級線図にプロットし、その結果、どの等級に該当するかを求めます。例えば、図1の赤丸の結果が得られた場合、10Pa時の通気量がA-4等級線を超えているため、この製品は、A-3等級に該当することになります。

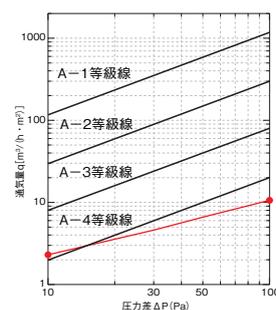


図1 気密等級線図

2.2 JIS A 2201 送風機による住宅等の気密性能試験方法

JIS A 2201（送風機による住宅等の気密性能試験方法）は、2017年12月に改正が行われました。この改正は、ISO 9972 Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization methodを基にして行われました。改正の内容は、従来、完成した住宅1棟（もしくは1住戸）の外皮だけを試験対象としていたのに対し、改正版は、外皮だけを試験対象とする条件のほかに、局所換気に使用される設備も含めた外皮を試験対象とする条件が新たに追加されました。これ

は、局所換気として使用される台所のレンジファンや浴室の換気扇などのすき間を対象に含めることによって、より実際の使用条件に近い形で気密性能を把握することができます。この試験方法は写真1に示す流量測定装置などを用い、図2のように建物内外に圧力差 ΔP を設けて行います。測定対象は、JISに記載される条件以外として、住宅に設置されているサッシや、壁と天井の接合部などの部位についても、気密性能を求めることが可能です。

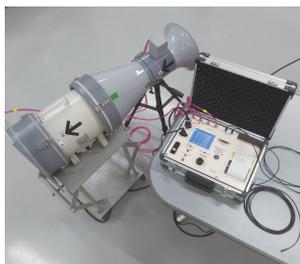


写真1 気密測定装置

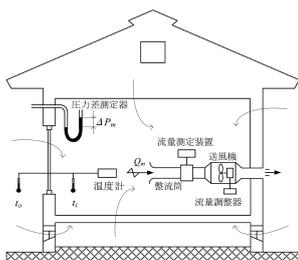


図2 試験概要図

完成した住宅1棟（もしくは1住戸）の外皮のみを測定対象とした場合、圧力差 ΔP と通気量 Q から、(1)式に示す通気特性式で回帰を行い、通気率 α [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^{1/n})$]と隙間特性値 n （無次元）を求め、(2)式により総相当隙間面積 αA (cm^2)を算出します。この総相当隙間面積 αA を延べ床面積 S (m^2)で除すことにより、床面積 1m^2 当たりの隙間面積（相当隙間面積） C 値 (cm^2/m^2)を最終的に求めます。

$$\log Q = \log \alpha + \frac{1}{n} \log \Delta P \quad (1)$$

$$\alpha A = \frac{1}{0.36} \cdot a \cdot \left(\frac{\rho}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot (9.8)^{\frac{1}{n} - \frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$C = \frac{\alpha A}{S} \quad (3)$$

ここに、

Q : 通気量 (m^3/h) a : 通気率 [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^{1/n})$]

n : 隙間特性値（無次元） ΔP : 圧力差 (Pa)

αA : 総相当隙間面積 (cm^2) ρ : 空気密度 (kg^3/m^3)

C : 相当隙間面積 (cm^2/m^2) S : 延べ床面積 (m^2)

完成した住宅1棟（もしくは1住戸）の気密性能に対し、

1999年の次世代省エネルギー基準⁴⁾において、はじめて基準値が示され（表1参照）、日本全国の気候条件に応じてI～VIの地域に区分けをし、それぞれの地域に応じた「相当隙間面積C値」が設けられました。しかし、2012年の「改正省エネルギー基準」では、この基準値は削除されてしまい、それ以降、定量的な基準は明確になっておりません。ただし、気密性能は、省エネルギー性や快適性を確保するために必要な性能であるため、これからの新築住宅やリフォーム住宅は、表1の基準を満足することは必須条件であると考えられます。

3. 換気設備の通気性能試験

24時間換気システムなどで使用される換気部材については、図3に示す装置を用いて試験を実施します。

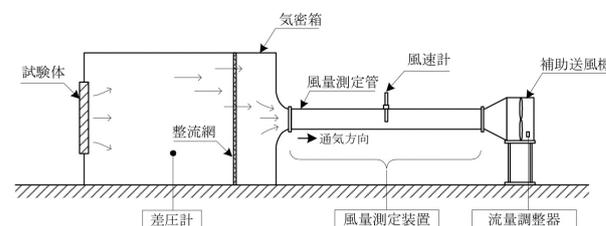


図3 試験概要図

この試験は、気密性能試験と測定原理は同じで、換気部材に対し圧力差 ΔP を設け、その時の通気量 Q (m^3/h)を測定します。また、必要に応じて総相当隙間面積 αA 、流量係数 α 、圧力損失係数 ζ を算出します。⁵⁾

換気性能について建築基準法では、住宅の場合、換気回数を0.5回/h以上と定めています。これは、1時間あたりに部屋の空気の半分が入れ替わることを表し、これを満足する換気部材を選択し、使用することが大切です。

4. おわりに

気密、通気性能に関わる試験業務について紹介しました。これら性能は、省エネルギー性、快適性および健康に関係する極めて重要な性能だと考えられます。これら性能試験について不明な点などございましたらご相談いただければ幸いです。

表1 1999年次世代省エネルギー基準の地域区分と相当隙間面積C値

地域の区分	都道府県	[C値] 相当隙間面積 (cm^2/m^2)	
I地域	北海道	2.0以下	
II地域	青森、岩手、秋田		
III地域	宮城、山形、福島、栃木、長野、新潟	5.0以下	
IV地域	茨城、群馬、山梨、富山、石川、福井、岐阜、滋賀、埼玉、千葉、東京、神奈川、静岡、愛知、三重、京都、大阪、和歌山、兵庫、奈良、岡山、広島、山口、島根、鳥取、香川、愛媛、徳島、高知、福岡、佐賀、長崎、大分、熊本		
	V地域		宮崎、鹿児島
	VI地域		沖縄

参考文献

- 1) 一般財団法人建築環境・省エネルギー機構：改修版，自立循環型住宅への設計ガイドライン，エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計，pp.44-60，2018.3
- 2) JIS A 1516：1998，建具の気密性試験方法
- 3) JIS A 2201：2017，送風機による住宅等の気密性能試験方法
- 4) 一般財団法人建築環境・省エネルギー機構：住宅の次世代省エネルギー基準と指針，1999.11
- 5) 田中俊六ほか，最新建築環境工学，井上書院，pp.145-175，2006

音に関わる試験業務の紹介

中央試験所 環境グループ 主幹

阿部恭子

Kyoko Abe



1. はじめに

音環境への快適性の要求は、年々高まる方向にあります。特に、音環境への高い快適性が求められるマンションでは、スポーツジムやラウンジなど、マンション住人の共用部の利用形態の変化に伴い、不快と思われる音も多岐に渡り始めています。この不快な音とされる騒音のトラブルは、暮らしてみても初めて気付くことが多く、リフォームで解決出来るものから、リノベーションの域まで踏み込んで検討しなければ、解決策が見つからないものまで様々で、騒音対策に関する開発課題は尽きることがありません。ただ、音というものは、その場の状況やその人の意識、体調、これまでの個人の経験などに影響されて、聞こえ方は異なり、音の感じ方も人それぞれです。感覚量であるがゆえに、尺度を一つに定めるのは難しい分野であるといえます。生活する上での音の快適性を考えるのであれば、より遮音性が優れている仕様の建築物を手にするのと同時に、自らが好ましくないと思う音を作り出さぬよう、ほかの人への気遣いの心を常に持つことも重要ではないでしょうか。

2. 音に関わる指標

遮音性能を表す尺度の中でも、ここでは、試験室における測定のうち、環境グループで報告させて頂いている主だった指標について触れさせていただきます。

(1) ドアセットやサッシの遮音性能

例えば、機械プレスなどを稼働させ、著しい音を発生させる工場内特定施設の屋内隔壁出入口に用いる手動開閉操作タイプのスイングドアセットや、建築物の外壁の窓として使用するアルミニウム合金製サッシなどは、遮音性として、等級と等級の対応値が「遮音等級線」として規定されています(図1)。ドアセットとサッシのJIS本体(JIS A 4702(ドアセット)、JIS A 4706(サッシ))は、別々に規定されていますが、同様の遮音性の指標

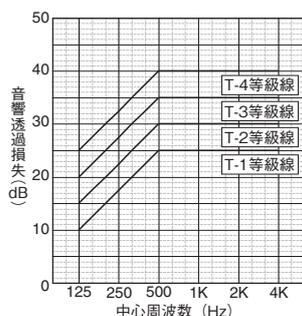


図1 遮音等級線

です。この指標は、T-1等級線から5dBステップで規定された4段階の等級曲線で、T-1等級線から、等級の対応値が大きくなるほど(音響透過損失の値が大きくなるほど)、遮音性能が優れていることを示しています。等級は、JIS A 1416(実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法)に準拠して測定を行い、1/3オクターブ帯域の音響透過損失測定値(16点)もしくは、オクターブ帯域の音響透過損失換算値(6点)で判定されます。

(2) 吸音材料の吸音性能

建築物などにおいて吸音を目的として使用するグラスウールやロックウール化粧吸音板のような多孔質吸音構造や多孔質板吸音構造のもの、また、あなあき板材料と背後空気層によって構成されたあなあき板吸音構造のものは、JIS A 6301¹⁾において吸音性能が規定されています(表1)。この吸音性能による区分は、JIS A 1409(残響室法吸音率の測定方法)に準拠して測定を行い、中心周波数250Hz、500Hz、1000Hzおよび2000Hzにおける吸音率の算術平均値を計算して、少数点以下3位を四捨五入した値で評価されます。吸音性能による区分の値が大きいに吸音率が大きいことを示し、吸音性能が高いことを示しています。この規格は、2015年に改正が行われ、吸音性能による区分の吸音率の値の範囲は、旧規格の吸音率の範囲の上限から0.05広げられ、上位区分と一部重複して認められることになりました。近年の傾向として、吸音性能による区分の境界付近の製品が増えており、改良進展の過渡期には、区分を超える製品ができる場合があります。この規定は、製造工程での作り込みの苦慮に対する案として上げられた「吸音性能区分範囲の上限に余裕幅をもたせたい」との生産者側からの意見が取り込まれています。

(3) 床衝撃音低減性能の等級

乾式二重床構造などの床仕上げ構造製品の性能評価に寄与する床衝撃音レベル低減量には、サッシやドアセットのようにJISに規定される指標はありません。環境グループでは、平成20年3月に床材関係の工業会(日本乾式遮音二重床工業会、発泡プラスチック床材研究会および日本防音床材工業会、検討委員会事務局一般財団法人日本建築総合試験所に設置)が中心となって検討された「床衝撃音低減性能の等級表記指針²⁾」に基づいて、床衝撃音低減性能の等級(表2および表3)について報告しています。等級は、

表1 吸音性能による区分

吸音性能による区分	吸音率の値
0.3	0.21～0.45
0.5	0.41～0.65
0.7	0.61～0.85
0.9	0.81以上

表2 軽量床衝撃音低減性能の等級(ΔLL等級)

表記する等級	軽量床衝撃音レベル低減量の下限值				
	125Hz帯域	250Hz帯域	500Hz帯域	1kHz帯域	2kHz帯域
Δ LL-5	15dB	24dB	30dB	34dB	36dB
Δ LL-4	10dB	19dB	25dB	29dB	31dB
Δ LL-3	5dB	14dB	20dB	24dB	26dB
Δ LL-2	0dB	9dB	15dB	19dB	21dB
Δ LL-1	-5dB	4dB	10dB	14dB	16dB

表3 重量床衝撃音低減性能の等級(ΔLH等級)

表記する等級	重量床衝撃音レベル低減量の下限值			
	63Hz帯域	125Hz帯域	250Hz帯域	500Hz帯域
Δ LH-4	5dB	-5dB	-8dB	-8dB
Δ LH-3	0dB	-5dB	-8dB	-8dB
Δ LH-2	-5dB	-10dB	-10dB	-10dB
Δ LH-1	-10dB	-10dB	-10dB	-10dB

標準軽量衝撃源と標準重量衝撃源衝撃力特性(1)の2種類の標準衝撃源に関して規定されています。それぞれの標準衝撃源に対応したJIS A 1440-1および-2(実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法-第1部:標準軽量衝撃源による方法および第2部:標準重量衝撃源による方法)に準拠して測定を行い、試験の結果は、少数点以下1桁まで含めて各等級の示す周波数ごとの床衝撃音レベル低減量の下限值以上で判定がなされます。数字の大きいものほど床衝撃音低減性能が高いことを示しています。この規定の特徴的な点は、最低限の試験体仕様の条件の統一化がはかられており、床材製品の発注者にとっても仕様と性能の把握がし易くなっています。

3. 音に関わる試験業務の概要

環境グループ音響部門では、「乾式壁やサッシなどの音響透過損失」、「音響材料の吸音率」、「床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量」の3つの測定を主軸として試験業務(表4)を行っています。

試験業務の中で最も依頼が多い音響透過損失や吸音率の測定は、試験体のサイズや質量、性能に合わせて、環境グループが所有する9つの不整五角形七面体残響室(表5)の中から最適な装置を選定して行っています。特に、第1音響試験棟の同一平面の残響室は一般的な乾式間仕切り壁であれば、D-70相当までの測定が対応可能です。

床衝撃音レベル低減量に関しては、壁式構造による標準コンクリート製床を用いた床仕上げ構造の測定が主体です

表4 主だった試験業務

測定内容	試験体例	主要関連規格など
建築部材の空気音遮断性能(新JIS製品認証制度対応)	サッシ、可動間仕切り、乾式壁、屋根	JIS A 1416、JIS A 4702、JIS A 4706
遮音構造認定試験	界壁	建築基準法第30条、施行令第22条の三
小形建築部品の空気音遮断性能	換気口	JIS A 1428 ³⁾
換気扇の残響室間音圧レベル差	換気扇	昭和46年建設省告示第108号別記第1遮音性能試験
残響室法吸音率(新JIS製品認証制度対応)	化粧吸音板、グラスウール	JIS A 1409、JIS A 6301
床衝撃音レベル低減量	乾式二重床構造、塩化ビニルシート	JIS A 1418-1 ⁴⁾ および-2 ⁵⁾ 、JIS A 1440-1および-2、機材の品質判定基準 ⁶⁾

表5 残響室概要(タイプI)

試験室名	容積(m ³)	開口部寸法(mm)	構成	
第1音響試験棟	No.1	225.29	2730×3680	2室1組同一平面
	No.2	197.94		
	No.3	180.88	3050×4050	2室1組上下階
	No.4	179.57		
第2音響試験棟	No.1	128	3000×4000	2室1組同一平面
	No.2	128		
	No.3	120	2050×2050	No.3およびNo.4は2室1組同一平面 No.4およびNo.5は2室1組上下階
	No.4	248		
	No.5	105	2500×4000	

が、床衝撃音レベル測定関連については、施設の貸出もプランの一つとして行っています。このプランを利用する依頼者様は、材料メーカーから商社まで、幅広い立場の方々と、床衝撃音レベル測定に固執せず、消費者にわかりやすく紹介が出来るような物理量の枠を超えた実験(例えば仕上材の上で実際にテーブルを引きずり、聞こえ方を言葉で表現するなど)などに利用しています。

4. おわりに

試験業務という言葉では、堅苦しいイメージを受け易いですが、音響性能確認だけに目を向けることなく、環境グループの音響関連装置を有効にご利用して頂ければ幸いです。

参考文献

- 1) JIS A 6301 : 2015, 吸音材料
- 2) (一財)日本建築総合試験所: 床材の床衝撃音低減性能の等級表記指針, 平成20年3月
- 3) JIS A 1428 : 2006, 実験室における小形建築部品の空気音遮断性能の測定方法
- 4) JIS A 1418-1 : 2000, 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法-第1部: 標準軽量衝撃源による方法
- 5) JIS A 1418-2 : 2000, 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法-第2部: 標準重量衝撃源による方法
- 6) 独立行政法人 都市再生機構: 機材の品質判定基準, 平成29年7月

建材試験センター規格JSTM C 2101の追加検証

引抜きによる鉄筋とコンクリートとの 付着強度試験の供試体小形化に 関する検討(その2)

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物内における鉄筋とコンクリートの付着性状は複雑であるが、付着に関する材料特性の相对比较が、ある程度可能な標準的試験方法として、引抜き試験がある。我が国では約40年前に行われた通商産業省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する標準化のための調査研究」¹⁾(事務局：建材試験センター)を基に作成された建材試験センター規格JSTM C 2101:1999(引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)(以下、JSTMとする。)があり、当センターに多数の試験依頼をいただいている。

この試験は、防錆剤を塗布した鉄筋、表面形状が特殊な鉄筋(特に高強度鉄筋)、既存構造物から採取した鉄筋などに対しての、コンクリートとの付着性能評価(初期付着強度および最大付着強度)を目的として行われている。

JSTMは、立方体の無補強コンクリートの供試体から鉄筋を引き抜く比較的単純な試験方法である。しかし供試体の一辺が鉄筋径Dの6倍とされているため、太径になるほど重量が大きくなり、吊上設備などがなく養生や試験機への設置が困難であるほか、供試体割裂破壊時の破断片も大きくなり、破壊時および除去時に測定機器や試験者への危険性が高くなる、などの課題がある。

そのためD25以外の鉄筋の試験実績はほとんどなかったが、近年太径を含む多種の鉄筋の付着性能確認の需要が増えているため、筆者らは供試体を小形化してより効率よく安全に鉄筋の付着性能確認が可能か検討を始めた²⁾。

本報では現行の一辺約6Dから4Dへ小形化した付着強度試験供試体で各径の鉄筋の付着性能の確認が可能か検討した結果を報告する。

2. 現行のJSTM C 2101の概要

供試体は一辺約6Dの立方体の無補強コンクリート(ス

ランプ $10 \pm 2\text{cm}$ 、材齢28日の圧縮強度 $30 \pm 3\text{N/mm}^2$)で、付着区間(付着長)は4Dとし、載荷板からの応力を均等化し測定誤差を少なくするため、載荷側に約2Dの非付着区間を設けている(図1参照)。載荷時には鉄筋の自由端のすべり量をJSTMに示されている間隔で測定し、付着応力度との関係を求める。すべり量0.002D時の付着応力度 $\tau_{0.002D}$ (初期付着強度)および最大付着強度 τ_{max} (割裂き付着強度)を式(1)で求め評価する。試験状況の例を写真1に示す。

$$\tau = \frac{\alpha P}{(4\pi D^2)} \quad (1)$$

τ : 付着応力度 N/mm^2

P : 引張荷重 N

D : 鉄筋の直径(公称直径) mm

α : コンクリートの圧縮強度に対する補正係数 $30/\sigma_c$

σ_c : 同時に作製した円柱供試体の圧縮強度 N/mm^2

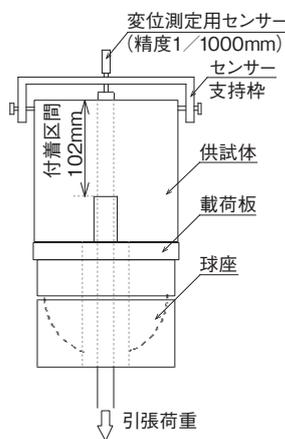


図1 JSTMの概要(D25の場合)



写真1 JSTM C 2101の試験状況(D41の場合)

3. 既報の試験概要と本報の試験概要

既報²⁾では現行JSTMや、過去行われていた日本コンクリート工学協会の鉄筋の表面形状による付着性能比較試験(案)や海外規格などを参考に、供試体寸法を鉄筋径ごとではなく3通りに限定し、コンクリート内部に早期割裂防止用のらせん筋補強を施し、付着長は供試体一辺の1/2とした供試体での検討を行った。

その結果、同一径の鉄筋での相対比較試験としては活用できる可能性は見出せたものの、太径のものは小形化およびらせん筋補強による拘束効果の影響ですべり出し後のすべり量曲線の勾配や $\tau_{0.002D}$ が高くなること、鉄筋径によっては付着長が2D程度と小さくなっているためばらつきが大きく出る可能性があること、現行JSTMのように供試体寸法を鉄筋径に比例させて割裂き付着強度 τ_{max} を求める方法ではないため鉄筋径間の τ_{max} を比較できないことなどの課題があった。

本報における検討では上記の課題を踏まえ、供試体寸法は鉄筋径ごとに比例する方法をとり、その寸法は、現行の一辺約6Dから約4Dとし、付着長は3D(非付着長は約1D)設け、無補強とした。付着応力度は式(2)で算出し、評価方法は現行JSTMと同一とした。

$$\tau = \frac{\alpha P}{(3 \pi D^2)} \quad (2)$$

一辺約4Dとしたのは、D41の鉄筋の場合でも試験者一人の力で扱える質量(6D:44kg程度→4D:19kg程度)となること、かぶり厚さ1.5Dは確保できること、D16の鉄筋の場合でも一辺65mmと骨材の最大寸法に対して打設が可能な範囲であること、からである。

現行JSTM作成時の元となる実験³⁾でもRILEMの一辺10Dの供試体を参考に、一辺10D、8Dおよび6Dの供試体で試験検討したうえで、最小の6Dとした経緯がある。

なお、載荷方法などの条件は現行JSTMと同一とした。

4. 試験計画

計画した供試体の一覧を表1に示す。D16、D25、D32およびD41の4種類の鉄筋径について、2.および3.で示したJSTM準拠の供試体(記号JS)および小形化した供試体(記号S)を各3体とした。また、供試体の小形化によって付着応力度-すべり量曲線がほとんど測定できずに割裂する懸念があったため、らせん筋($\phi 6\text{mm} @ 50\text{mm}$ 、SR235)で補強した供試体を、D16およびD41について追加した(記号S-R)。

供試体コンクリートの配(調)合および使用材料を表2に示す。コンクリートの配(調)合は現行JSTMのスランブ10cmではなく8cmとした。供試体の小形化にあたり、やや硬めのフレッシュコンクリートでも供試体作製時の打設に支障がないか確認するためである。そのほかの諸条件は現行JSTMと同一とした。

なお、供試体のコンクリート打設は4バッチに分けて行った。

鉄筋はJIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)に規定される竹節形状の異形棒鋼SD345とした。

5. 試験結果

付着強度試験結果の一覧を表3に示す。なお、小形化したSおよびS-Rの供試体において、脱型後の外観上の不具合は特にみられなかった。

表1 供試体の一覧

種類	記号	項目	鉄筋の呼び名			
			D16	D25	D32	D41
現行JSTM	JS	一辺(約6D)	100mm角	150mm角	200mm角	250mm角
		付着長(4D)	64mm	102mm	127mm	165mm
		非付着長	36mm	48mm	73mm	85mm
		らせん筋	無	無	無	無
小形化案	S	一辺(約4D)	65mm角	100mm角	130mm角	165mm角
		付着長(3D)	48mm	76mm	95mm	124mm
		非付着長	17mm	24mm	35mm	41mm
		らせん筋	無	無	無	無
小形化案 + らせん筋	S-R	一辺(約4D)	65mm角	-	-	165mm角
		付着長(3D)	48mm			124mm
		非付着長	17mm			41mm
		らせん筋	有			有

条件 打設方向:横打ち(鉄筋を水平設置)、養生:材齢28日まで標準養生、数量:各3体、鉄筋表面形状:竹節

表2 供試体コンクリートの配(調)合および使用材料

目標圧縮強度 (N/mm ²)	スラブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単用量 (kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
30 ± 3	8 ± 2	4.5 ± 1.5	65	49	159	245	908	970	0.61 ~ 0.64

水：イオン交換水、セメント：普通ポルトランド3社混合（密度3.15g/cm³）、細骨材：掛川産陸砂（表乾密度2.58g/cm³、吸水率2.16%）、粗骨材：青梅産碎石2005A（表乾密度2.65g/cm³、吸水率0.53%）、AE 減水剤（標準形I種）

表3 付着強度試験結果の一覧

記号	供試体 番号 又は項目	鉄筋の呼び名							
		D16		D25		D32		D41	
		$\tau_{0.002D}$ (N/mm ²)	τ_{max} (N/mm ²)						
JS	No.1	3.32	14.9	2.33	9.42	2.81	12.5	2.76	10.8
	No.2	3.50	13.7	3.08	10.3	1.79	12.4	3.49	10.5
	No.3	3.46	14.1	2.61	10.9	2.11	11.5	2.91	11.3
	平均	3.43	14.2	2.67	10.2	2.24	12.1	3.05	10.9
	標準偏差	0.09	0.61	0.38	0.74	0.52	0.55	0.39	0.40
	変動係数 (%)	2.6	4.3	14.2	7.3	23.2	4.5	12.8	3.7
	α	0.893		0.962		0.893		0.977	
	σ_c (N/mm ²)	33.6		31.2		33.6		30.7	
S	No.1	5.22	8.59	3.67	6.15	3.77	9.74	3.54	6.63
	No.2	5.55	7.50	2.88	5.95	3.77	9.21	3.14	8.55
	No.3	5.72	7.57	2.77	6.09	3.58	9.00	3.18	7.04
	平均 (S/JS 比)	5.50 (1.60)	7.89 (0.56)	3.11 (1.16)	6.06 (0.59)	3.71 (1.66)	9.32 (0.77)	3.29 (1.08)	7.41 (0.68)
	標準偏差	0.25	0.61	0.49	0.10	0.11	0.38	0.22	1.01
	変動係数 (%)	4.5	7.7	15.8	1.7	3.0	4.1	6.7	13.6
	α	0.935		0.962		0.893		0.935	
	σ_c (N/mm ²)	32.1		31.2		33.6		32.1	
S-R	No.1	4.80	11.6	-	-	-	-	4.04	11.4
	No.2	5.70	12.4					2.97	10.9
	No.3	6.51	12.4					4.35	11.5
	平均 (S-R/JS 比)	5.67 (1.65)	12.1 (0.85)					3.79 (1.24)	11.3 (1.04)
	標準偏差	0.86	0.46					0.72	0.32
	変動係数 (%)	15.2	3.8					19.1	2.8
	α	0.977						0.977	
	σ_c (N/mm ²)	30.7						30.7	

5.1 JSの試験結果

図2～図5にD16～D41のJSの各供試体の付着応力度－すべり量曲線を示す。

D16はJSTMに示されている判定基準 ($\tau_{0.002D} \geq 3.0N/mm^2$ 、 $\tau_{max} \geq 7.8N/mm^2$)；現行JSTM作成時の実験における下限値の80%から定めた判定基準) に比べると高い値を示したが、D25、D32およびD41はすべり始めが早く $\tau_{0.002D}$ がやや低めの値であった。また、D16以外の $\tau_{0.002D}$ のばらつきは、D25における過去の試験実績と同程度であった。なお、 τ_{max} は各径大きなばらつきはみられなかった。

5.2 Sの試験結果

図6～図9にD16～D41のSの各供試体の付着応力度－

すべり量曲線を示す。

Sは供試体小形化に伴い付着長を短くしたことによって、 $\tau_{0.002D}$ のばらつきがより大きくなる懸念があったが、本結果では大きなばらつきはみられなかった。すべり量曲線も各径内では3供試体とも概ね同様の曲線を示し、0.005D程度の範囲まではすべり量を測定することができた。いずれの径も $\tau_{0.002D}$ は現行JSTMの判定基準に対して高く、特に細径のD16は高い傾向を示した。

τ_{max} はかぶり厚が1.5Dと小さくなったことによって割裂が早期で起こりやすくなり、5.95～9.74N/mm² と小さくなったが、各径内でのばらつきは現行JSTMと比べても大きくなかった。ただしD41はNo.2の τ_{max} が高く、ほかの

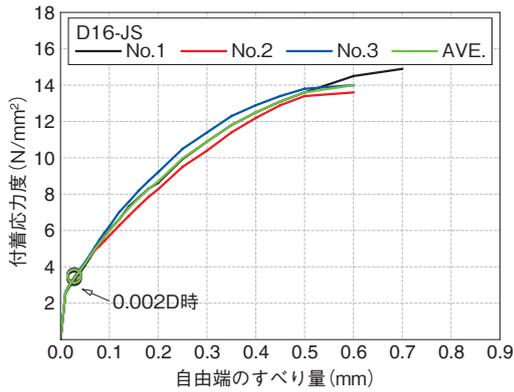


図2 付着応力度—すべり量曲線 (D16-JS)

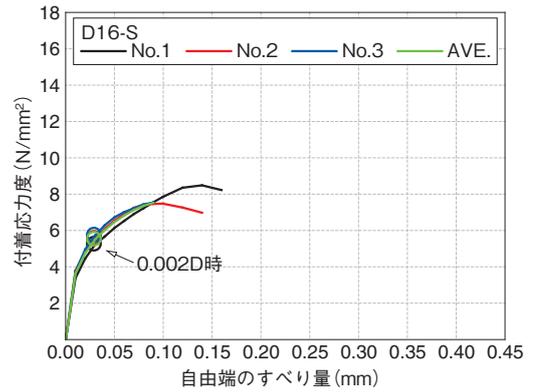


図6 付着応力度—すべり量曲線 (D16-S)

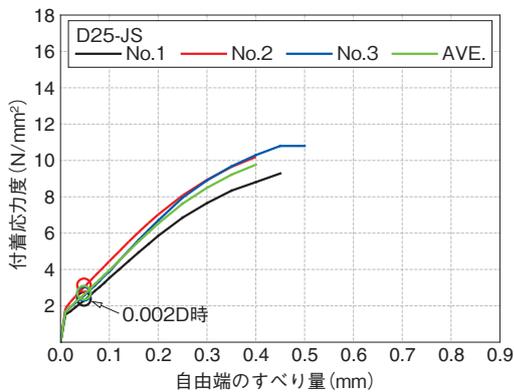


図3 付着応力度—すべり量曲線 (D25-JS)

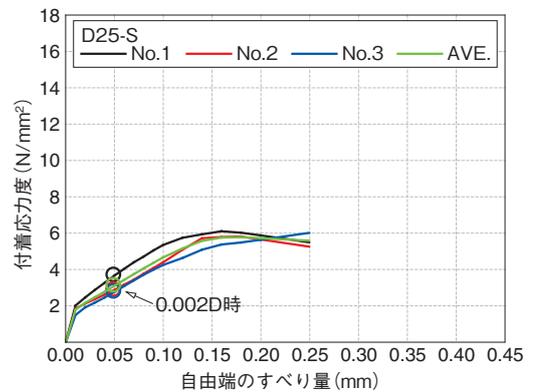


図7 付着応力度—すべり量曲線 (D25-S)

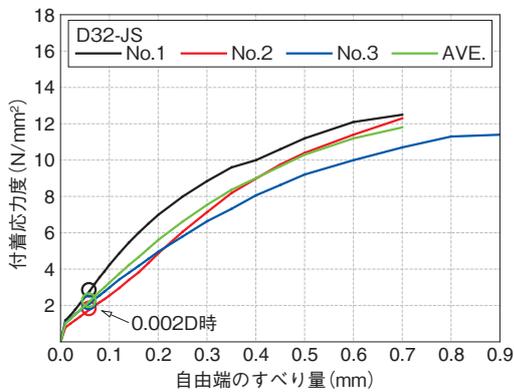


図4 付着応力度—すべり量曲線 (D32-JS)

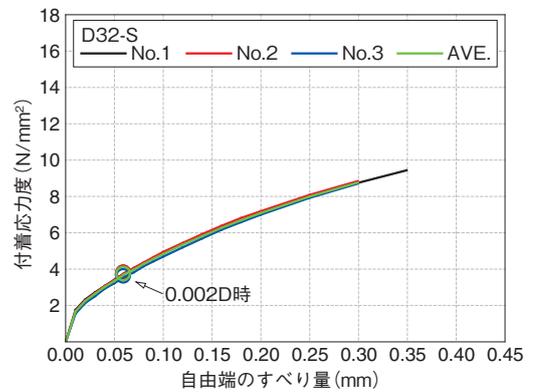


図8 付着応力度—すべり量曲線 (D32-S)

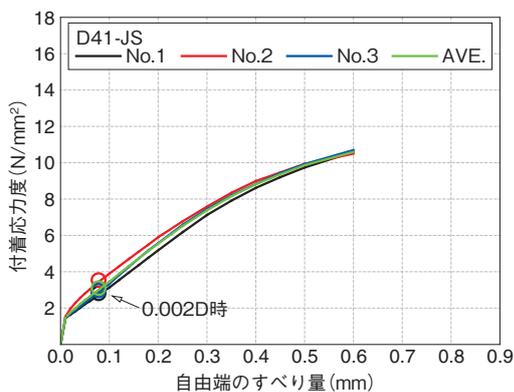


図5 付着応力度—すべり量曲線 (D41-JS)

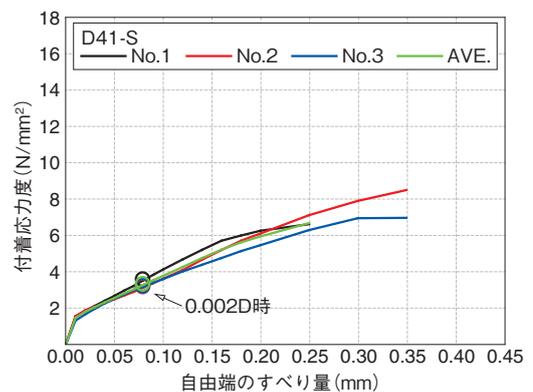


図9 付着応力度—すべり量曲線 (D41-S)

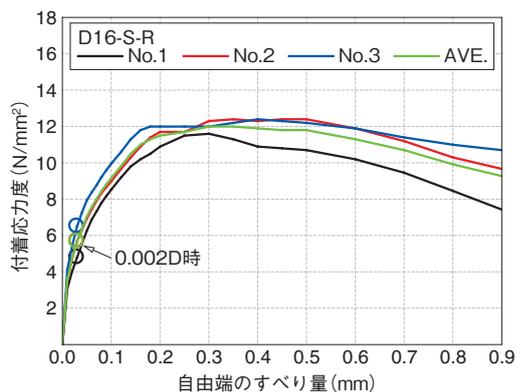


図10 付着応力度—すべり量曲線 (D16-S-R)

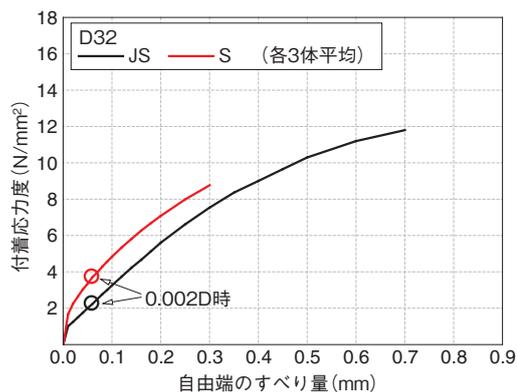


図14 付着応力度—すべり量曲線 (D32)

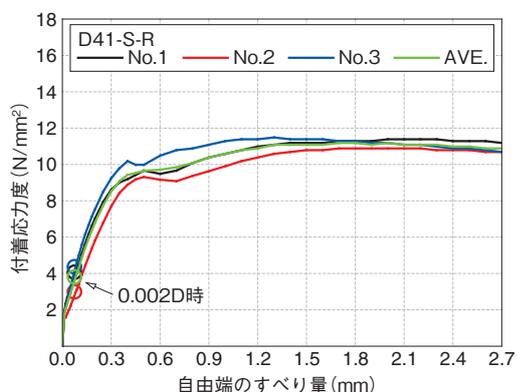


図11 付着応力度—すべり量曲線 (D41-S-R)

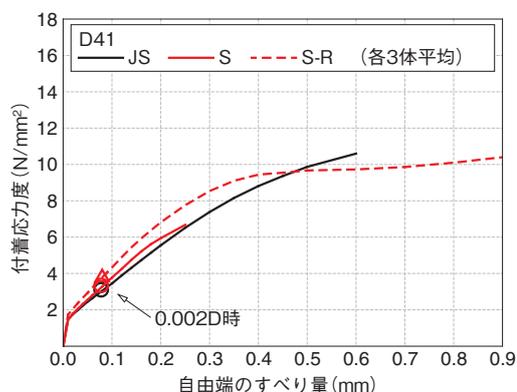


図15 付着応力度—すべり量曲線 (D41)

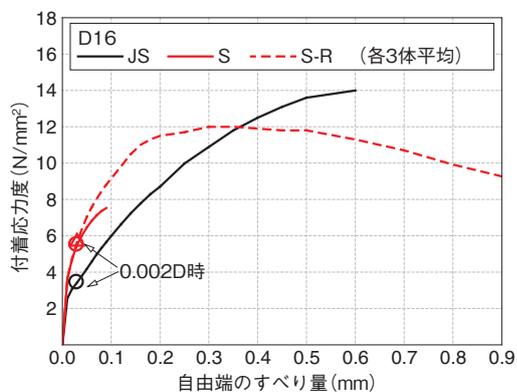


図12 付着応力度—すべり量曲線 (D16)

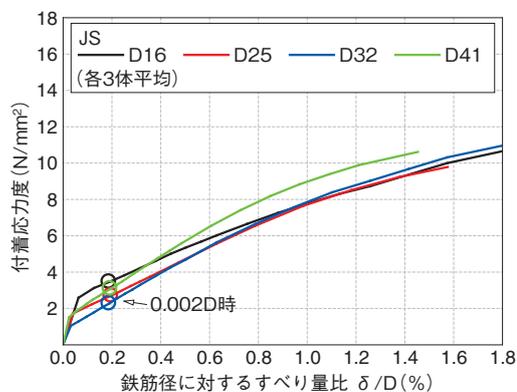


図16 付着応力度—すべり量比曲線 (JS)

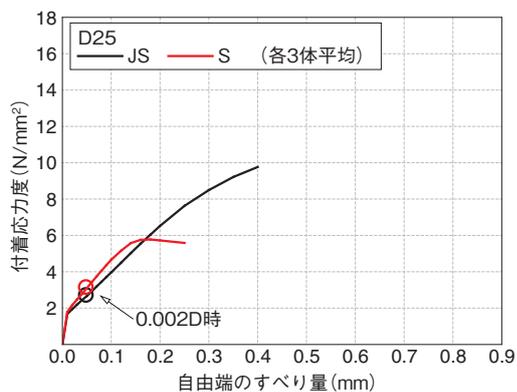


図13 付着応力度—すべり量曲線 (D25)

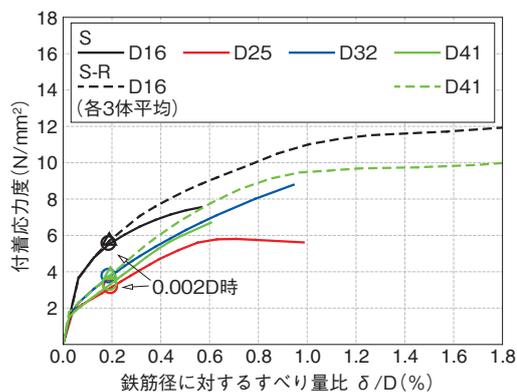


図17 付着応力度—すべり量比曲線 (S)

径よりばらつきが大きくなっている。現行JSTMの試験実績でも同程度にばらつくこともあり、要因としては鉄筋周りに粗骨材が偏ったことなどが考えられる。

5.3 S-Rの試験結果

図10および図11にD16およびD41のS-R各供試体の付着応力度-すべり量曲線を示す。

D16のS-RをSと比較すると、 $\tau_{0.002D}$ で1.03倍とほぼ同等、 τ_{max} で1.53倍、同様にD41のS-Rも $\tau_{0.002D}$ で1.15倍と若干高い程度、 τ_{max} で1.52倍となった。すべり量曲線でも、D16とD41のS-RはSの τ_{max} 時の5倍程度のすべり量で τ_{max} を示すなど近い傾向を示した。

S-Rはらせん筋による補強状態での終局付着強度を求めることになるため、割裂き付着強度を求めるJSやSとは試験としては少し異なるものとなる。また、らせん筋を設置する手間は増えるが、広範囲のすべり量曲線が得られ、供試体が割裂破断しないため安全に試験ができることが確認できた。目的によっては試験方法として活用できると考えられるので、ほかの径についても今後検討したい。

5.4 各径および供試体種類の試験結果の比較

図12～図15にD16～D41の各径の付着応力度-すべり量曲線(各3体平均)を示す。

図13のD25と図15のD41は、すべり出し後から破壊前まではJSとSのすべり量曲線が近いことが確認できる。一方、図12のD16と図14のD32は、すべり出し後から破壊前までの勾配は近いものの、すべり出し時の付着応力度の違いにより曲線自体はややずれている。

図16および図17にはJS、SおよびS-Rの種類毎の付着応力度-すべり量比曲線(各3体平均)を示す。すべり量比はすべり量を鉄筋径で除したものである。

図16のJSはD16のすべり出し時の付着応力度がやや高いものの一つの曲線に収斂する傾向があった。一方、図17のSはすべり出し後の勾配は近いものの、D16のすべり出し時の付着応力度がより高いため、一つの曲線に収斂する傾向はみられない。

図18に $\tau_{0.002D}$ および τ_{max} のS/JS比を示すが、本報の範囲では、 $\tau_{0.002D}$ はJSに比べ高いD16およびD32と、同等程度のD25およびD41とに傾向が分かれる結果となった。

D16のSは一辺65mmと打設が可能な最小の大きさのため20mm程度の大きな粗骨材の影響を受けやすい、載荷板からの圧縮力の影響を受けやすいなどの要因が考えられるため、同寸法では評価が難しい可能性もある。今後、異なる節形状の鉄筋でも同様の傾向があるか検討の余地がある。

6. まとめ

JSTM C 2101の供試体寸法を一辺4Dに小形化した供試体で試験を行い、以下の事項を確認した。

(1) 0.002D時付着応力度(初期付着強度) $\tau_{0.002D}$ は各鉄筋径

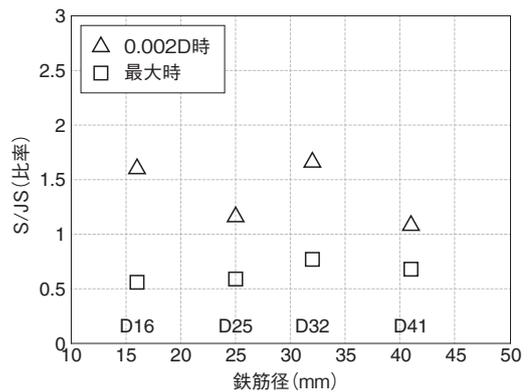


図18 付着強度と鉄筋径の関係(各3体平均から算出)

内では大きくばらつかず、D25およびD41においては、現行JSTMの試験結果より1～2割高い程度と近い値を示した。しかし、D16およびD32においては、現行JSTMの試験結果より6～7割高い値を示し、鉄筋径によってその比率は異なる傾向を示した。

最大付着強度 τ_{max} は小形化に伴い割裂が早期で起こり、現行JSTMの試験結果より2～4割程度低くなったが、ばらつきが大きくなる傾向はみられなかった。また、破壊時まで鉄筋径の0.5%程度の範囲のすべり量曲線が得られた。(2) 小形化に加えてらせん筋補強した供試体(D16とD41のみ)は、小形化無補強の供試体と $\tau_{0.002D}$ は同程度で、より広範囲のすべり量曲線が得られた。

今後は異なる節形状や防錆剤を塗布した鉄筋などを用いて同様の実験を行い、現行JSTMによって得られる結果との違いを明らかにした上で、試験用途に活用できるか引き続き検討したい。

参考文献

- 1) 建材試験センター：昭和48～50年通産省工業技術院委託「構造材料の安全性に関する調査研究報告」
- 2) 若林和義：引抜きによる鉄筋とコンクリートとの付着強度試験の供試体小形化に関する検討，建材試験情報，Vol.52，pp.8-13，2016.5
- 3) 東京都立大学土木工学科：和田二郎博士論文選集，pp.59-68，1988

author



若林和義

Kazuyoshi Wakabayashi

中央試験所 材料グループ 主任

<従事する業務>
無機材料の品質性能試験

ステンレス鋼の製造工程で生成される鉄鋼スラグの活用

路盤材用鉄鋼スラグの品質性能試験

comment

路盤材とは、舗装道路（構成例は図1参照）に用いられる材料である。舗装道路は、舗装面より表層、基層、路盤、路床および路体から構成される。表層は、車両の安全走行のため、すべり抵抗や衝撃吸収等の役割を持ち、基層は路盤の不陸を整える等の役割を持つ。路盤は、上層路盤および下層路盤に分けられ、表層および基層が受ける交通荷重を分散させ、路床へ伝達する役割を持つ。路床と路体は舗装全体を支持する層であり、支持力層として構造計算に用いる層（舗装より下の厚さ約1mの部分）を路床といい、路床より下層の部分を路体という。



図1 舗装道路の構成例

鉄鋼製造工程時に副産物として生成される鉄鋼スラグは、近年、セメント用混和材、コンクリート用骨材、路盤材などへ有効利用され、平成28年度には年間3800万トン

生産されている^{*1}。そのうちの約20%が路盤材などの道路用として使用されている。

鉄鋼スラグは、鉄鉱石を熔融・還元する際に生成される高炉スラグと、銑鉄を精錬する際に生成される製鋼スラグに大別され、高炉スラグは冷却方法の違いにより高炉水砕スラグと高炉徐冷スラグに分けられる。また、製鋼スラグは鋼の製造方法の違いにより転炉系スラグと電気炉系スラグに分けられる。

本報は、日新製鋼株式会社 周南製鋼所（以下、依頼者という。）より依頼された、ステンレス鋼の電気炉の製造工程で生成された電気炉系スラグの、路盤材への活用を目的とした品質性能試験について報告する。

試験は、依頼者より提出された路盤材用鉄鋼スラグ（電気炉系スラグを粉砕、精製した後の0.1mm以下の微粒子状のものを造粒^{*2}し、粒度を調整したもの）について、修正CBR試験、粒度試験、一軸圧縮試験、水浸膨張および単位容積質量試験を行った。なお、試験は表1の規格に従って行った。

*1 鉄鋼スラグ協会「鉄鋼スラグ統計年報（平成28年度実績）」
<<http://www.slg.jp/index.html>>

*2 粉末を結合材等を用いて粒状にすること

1. 試験内容

日新製鋼株式会社 周南製鋼所から依頼された路盤材用鉄鋼スラグについて、品質性能試験を行った。

2. 試料

試料は電気炉系スラグを主材料とした路盤材用鉄鋼スラグ（商品名：NSバラス）である。試料の外観を写真1に示す。



写真1 試料の外観

3. 試験方法

試験は、公益社団法人日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」およびJIS A 5015（道路用鉄鋼スラグ）に従って行った。試験項目および規格を表1に、各試験方法の詳細を以下に示す。

表1 試験項目および規格

試験項目	規格
修正CBR	(公社)日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」
粒度	JIS A 5015 (道路用鉄鋼スラグ)
一軸圧縮	
水浸膨張	
単位容積質量	

3.1 修正CBR試験

乾燥密度と含水比およびCBRの関係図を図2に示す。

(1) 突固め試験

突固め状況を写真2に示す。厚さ50mmの鋼製スペーサーを入れた内径150mm、高さ175mmの鋼製円筒の試験用モールドに、含水比を変えた6つ試料を3層に分けて投入し、直径50mm、質量4.5kgのランマーを高さ45cmの高さから各層92回自由落下させて突固めた。その試料をモールドから取り出し、乾燥密度を算出し、図2の含水比-乾燥密度曲線から、最大乾燥密度を求め、その時の含水比を最適含水比とした。

(2) CBR試験

貫入状況を写真3に示す。最適含水比に調整した試料を、突固め試験と同様の方法で92回、42回および17回突固めた。突固めた試料を4日間水浸させたのち、貫入試験を行い、式(1)により、それぞれの突固め回数のCBRを求めた。

$$CBR(\%) = \frac{\text{所定の貫入量における荷重(kN)}}{\text{所定の貫入量における標準荷重(kN)}} \times 100 \quad (1)$$

図2のCBR-乾燥密度曲線と最大乾燥密度の95%の値より修正CBRを求めた。

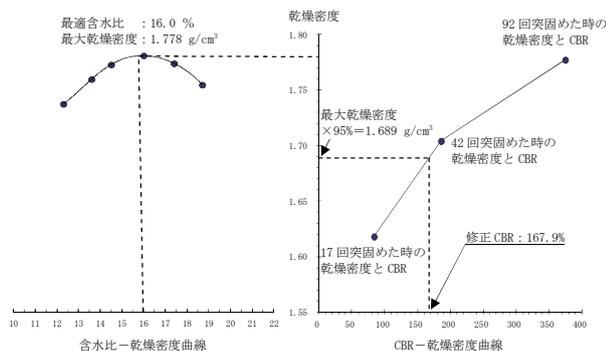


図2 乾燥密度と含水比およびCBRの関係図



写真2 突固め状況



写真3 貫入状況

3.2 粒度試験

ふるい分け試験によって試料の粒度分布を確認した。

3.3 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験状況を写真4に示す。自然含水比の試料を最適含水比に調整し、内径100mm、高さ127.3mmの鋼製円筒の試験用モールドに、質量4.5kgのランマーを高さ45cmの高さから各層42回自由落下させて突固めた。直ちに脱型し、20℃の気中で13日間養生後、20℃の水中で24時間養生を行った。養生終了後に圧縮試験を行い、圧縮強さを求めた。

3.4 水浸膨張試験

水浸膨張試験状況を写真5に示す。最適含水比に調整した試料を、突固め試験と同様に突固め、水を満たした養生装置に浸漬し、80℃で6時間保持した後、装置内で18時間放冷するサイクルを10回繰り返す、膨張比を算出した。

3.5 単位容積質量試験

絶乾状態とした試料を、容積10L、内高と内径の比が0.8~1.5の金属製円筒に3層に分けて投入し、直径16mmの鋼製突き棒で各層30回突いてならした後、質量を計測して容積あたりの質量を算出した。

4. 試験結果

粒度試験結果を表2に、修正CBR試験結果、一軸圧縮試験結果、水浸膨張試験結果および単位容積質量試験結果を表3に示す。

5. 試験の期間、担当者および場所

期 間 平成30年3月23日～平成30年5月10日

担当者 試験課長 矢埜和彦
河野哲郎 (主担当)
徳永拓哉

場 所 西日本試験所



写真4 一軸圧縮試験状況

表2 粒度試験結果

ふるいの呼び寸法 (mm)	連続する各ふるいにとどまる質量分率 (%)	各ふるいにとどまる質量分率 (%)	各ふるいを通過する質量分率 (%)
30	0	0	100
25	2	2	98
13	19	21	79
5	20	41	59
2.5	16	57	43
0.4	19	76	24
0.075	14	90	10

表3 試験結果

試験項目	試験結果
修正CBR (2.5mm貫入時) (%)	167.9
一軸圧縮強さ (Mpa)	1.38
水浸膨張比 (%)	0.1
単位容積質量 (kg/L)	1.69



写真5 水浸膨張試験状況

information

西日本試験所と浦和試験室では、昨年より一般社団法人日本砕石協会と共催で「道路用砕石の試験技術者講習会」を実施しています。昨年開催した講習会では、多くの参加者からご好評をいただきました。今年度は7月から9月にかけて開催予定ですので、道路用砕石に関する試験の理解や技術向上のため、ご参加いただければ幸いです。

また、西日本試験所では、今回紹介した試験以外にも建設発生土を含む土質試験、道路用砕石、コンクリート用砕石および砕砂等に関する各種試験を行っています。試験依頼だけでなく、各種質問やご相談をお待ちしております。

(発行番号：工試第T-17C0199号および工試第T-17C0200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(抜粋・編集して掲載)。

author for comment

徳永拓哉

Takuya Tokunaga

西日本試験所 試験課

<従事する業務>
工事材料試験

河野哲郎

Tetsuro Kono

西日本試験所 試験課

<従事する業務>
工事材料試験

【お問い合わせ先】

西日本試験所 試験課

TEL : 0836-72-1223

FAX : 0836-72-1960

[担当者紹介]



中央試験所 環境グループ

〒340-0003
埼玉県草加市福荷 5-21-20
TEL : 048-935-1994
FAX : 048-931-9137

主任
大西 智哲 Tomoaki Oonishi

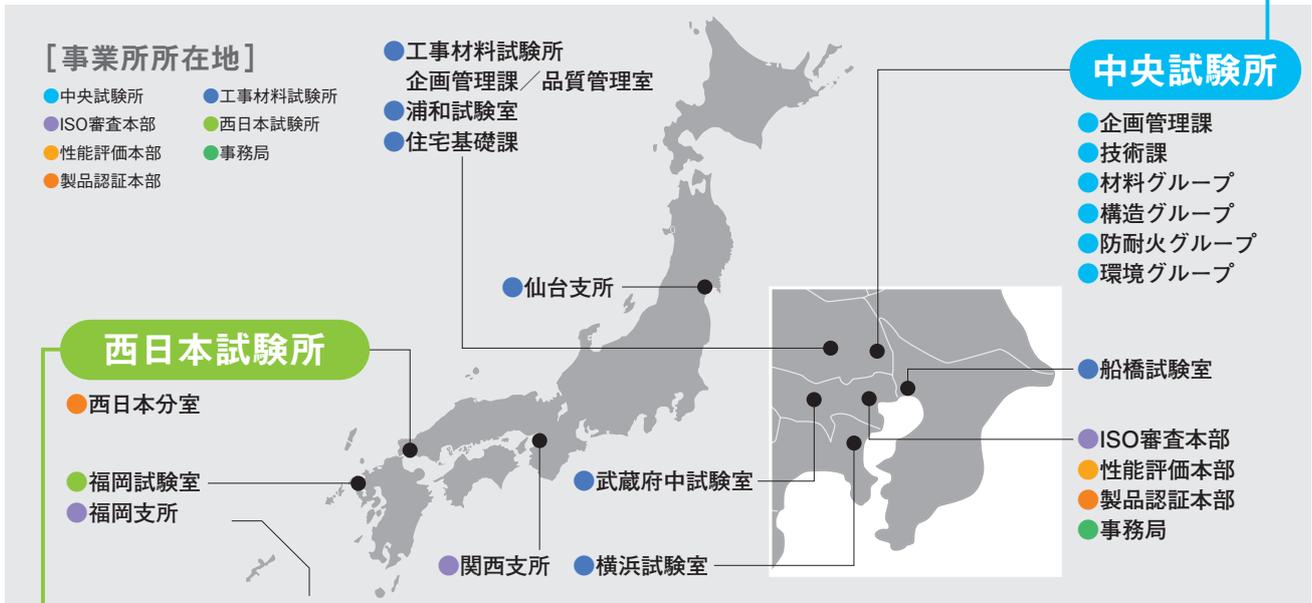
常に改善意識を持ち、正確かつ迅速な試験成果の提供を目指します。

最近のトピック サッカー好きな私は、6月に開催されたFIFAワールドカップに熱中しました。サッカーは試合中、常に状況が変化する中で、対応・判断をし、チームが求めるサッカーを体現するスポーツです。サッカーを通じた経験は、仕事にも生きています。

業務について 4月に構造グループから異動し、動風圧試験を担当しています。新たな業務と環境ですが、少しずつ慣れてきています。業務は、建物の壁、屋根、サッシおよびドア等の開口部材が対象で、風圧（静圧）を加えた強度確認をしています。新しく導入した大型送風散水試験装置*は、ご好評につき試験依頼を多く頂いております。強度確認は、破壊するまで至らないですが、稀に破壊するので、構造グループで養った知識と経験が生きています。依頼者様の信頼を早く得られるよう日々精進しています。

*詳細は、建材試験情報2017年5・6月号をご確認ください。

最後に一言 これまでお世話になりました依頼者様、これからお世話になる依頼者様には、新たに環境グループの試験担当者としてお会いできることを楽しみにしております。



西日本試験所 試験課

〒757-0004
山口県山陽小野田市大字山川
TEL : 0836-72-1223
FAX : 0836-72-1960

森田 洋介 Yosuke Morita

お客様との想いを共有し正確な試験の実施

最近のトピック 西日本試験所に赴任して2年になります。東京と比べるとどうだ?とよく聞かれますが、沿道に植えられたツツジは東京のものとは比べ、とても大きく立派であることに気が付きました。もうひとつ言えば、ムカデも大きくて恐ろしいです。生き物がのびのびと過ごしているのでしょうか、私もこの2年で身長が伸びた気がします。

業務について 私は、西日本試験所の構造部門で建築・土木部材の構造性能（耐力・変形）に関する試験を担当しています。対象は、壁、柱、床などの構造部材や、外壁、建具、手すりなどの非構造部材、さらには、パイプサポート、親綱支柱などの仮設機材と幅広いです。そのため、お客様と情報を共有し、正確に要望に即した試験を実施するように努めています。また、業務の性質上、建材が実際に利用されたところを見る機会は少なくなってしまう。知識ばかりの頭でっかちにならないよう、現場を良く知るお客様とのコミュニケーションをとり、日々勉強しています。

最後に一言 これからも当センターが社会に必要な存在であるために、これまで積み上げてきた信頼を大切に、さらには時代の変化に柔軟な対応をするため、視野を広く持ち業務に取り組みたいと考えています。

工事現場で使用されるモルタル・金属材料の試験

500kN万能試験機 検力機更新

1.はじめに

工事材料試験所 武蔵府中試験室では、工事現場で採取したコンクリートの圧縮強度試験や、工事現場で行ったガス圧接継手の引張強度試験、耐震補強工事などで使用されているモルタルの圧縮強度試験を行っています。

これらの試験は、施工管理のために行われ、躯体の健全性を判断する重要な試験となっています。

これらの試験のうち、ガス圧接継手の引張強度試験とモルタルの圧縮強度試験は、500kN万能試験機で行っています。この500kN万能試験機の検力機を更新しましたので、紹介します。

2.試験機の概要

万能試験機は、引張・圧縮・曲げ試験などの様々な強度試験に対応できるように設計されており、当試験室では1000kNと2000kNはガス圧接継手の引張強度試験、今回

紹介する500kNは主に細径の金属材料引張強度試験やモルタルの圧縮強度試験に使用しています。500kN万能試験機の主な仕様を表1に、外観を写真1に示します。

この試験機は従来のアムスラー型万能試験機に比べ、荷重速度やクロスヘッド移動量の調整が容易となっています。また、油圧式のチャッキング装置を備えており、引張試験の際には試験片の着脱も容易になっています。

今回更新した検力機は、圧縮・引張強度試験を自動制御で行うことが可能なタイプとなります。手動制御に比べて、同一条件での加力を容易に行うことが可能になり、試験精度および再現性が向上しました。また、試験途中においても自動制御と手動制御を切り替えることができ、試験体の変化に柔軟に対応することが可能となっています。

この検力機には、荷重検出機能も付いており、鉄筋の降伏荷重及び最大荷重や、モルタルの最大荷重を自動的に検出します。この機能により目盛盤の針を目で追い続ける作業が不要となり、試験員による誤差も無くなりました。ま

表1 試験機の主な仕様

メーカー	株式会社前川試験機製作所
型式	MRA-50-F2
ひょう量	5段 (25kN、50kN、100kN、250kN、500kN)
有効柱間隔	560mm
引張間隔	0～1100mm
ラムストローク	250mm
制御方式	コンピュータによるプログラム演算、油圧式CIA電気サーボ
引張試験制御モード	応力速度制御：1～50MPa・sec 降伏応力検出後自動でバルブ制御 またはストローク制御にシフト
圧縮試験制御モード	応力速度制御：1～50MPa・sec
自動検出機能	試験力の増加・減少の過程より、降伏荷重および最大荷重を自動検出
測定精度	指示値の±0.1% (JIS B 7721 1級適合)



写真1 500kN万能試験機の外観

た、荷重の外部出力も可能となっており、静弾性係数試験など外部のデータロガーと連動した試験を行うことができます。

3.実施可能な試験項目

本試験機で実施可能である主な引張試験項目および対応する試験を紹介します。

3.1 鉄筋コンクリート用棒鋼

一般的に鉄筋コンクリート造の建築・土木構造物に使用されている鉄筋の引張試験となります。

JIS G 3112 (鉄筋コンクリート用棒鋼)、JIS Z 3120 (鉄筋コンクリート用棒鋼ガス圧接継手の試験方法及び判定基準) および JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) に準じた試験が可能です。対応可能な試験片、試験方法および呼び径を表2に示します。

表2 対応可能な試験片、試験方法および呼び径

試験片の種類	試験方法	呼び径
生材	引張試験 (伸び測定) 曲げ試験 曲げ戻し試験	D10～D29 (曲げ戻し試験は D10～D25)
ガス圧接継手	引張試験 曲げ試験	D10～D29
エンクローズ 溶接継手	引張試験 (伸び測定)	D10～D29
フレア溶接継手	引張試験 マクロ試験	D10～D29

3.2 鋼板

鋼板自体の強度や、鋼板を突合せ溶接した際に継手の強度を確認するための引張試験となります。

JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) および、JIS Z 3121 (突合せ溶接継手の引張試験方法) に準じた試験を行っています。

3.3 モルタル

耐震補強工事などに使用されているモルタルの試験となります。

φ5×10cmの供試体では、JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)、JSCE-G521 (プレパックドコンクリートの注入モルタルの圧縮強度試験方法) に準じた圧縮強度試験が可能です。

4×4×16cmの供試体では、JIS R 5201 (セメントの物理試験方法) による、圧縮・曲げ強度試験を行うことが可能です。

4.試験計測システム

本試験機では、モルタルの圧縮強度試験およびガス圧接継手の引張強度試験で「試験計測システム」を導入しています。

このシステムでは、感知した降伏荷重や最大荷重を、自動的にPCに取り込み、データを保存出来るようになっています。

電子黒板も組み込まれており、以前は黒板にチョークで試験結果を記入していましたが、ボタン一つで試験結果を表示させることが出来るため、立会に来られた依頼者を待たせずに写真を撮れるようになっています。

5.おわりに

武蔵府中試験室は、東京都の「建築物の工事における試験及び検査に関する東京都取扱要綱」に基づく審査を受け、正確かつ公正な試験を実施するために必要な条件を備える「A類」および「B類」の試験機関として東京都に登録されています。また、JNLA制度 (JIS法に基づく試験事業者登録制度) に定める試験事業者として登録し、試験業務の品質向上と継続的な改善を行っています。

今回紹介した500kN万能試験機以外にも、3000kN圧縮試験機も保有しており、普通強度のコンクリート以外に、100N/mm²以上の高強度コンクリートの圧縮強度試験にも対応が可能です。

鉄筋やコンクリートの試験以外にも、耐震診断に伴うコンクリートコアの圧縮強度・中性化深さ・見掛けの密度、アスファルトの抽出・ホイールトラッキング・マーシャル試験、アンカーの引張試験やタイルの付着力試験などの様々な材料の試験を行っています。

試験のご依頼・お問い合わせをお待ちしています。

author

新井太一

Taichi Arai

工事材料試験所 武蔵府中試験室

<従事する業務>

コンクリート・モルタルの圧縮強度試験

鉄筋・鉄板の引張強度試験

コンクリートコアの圧縮強度・中性化試験 等々

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 武蔵府中試験室

TEL : 042-351-7117

FAX : 042-351-7118

新建材の評価方法の標準化

JSTM O 6101:2018 (潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法 (熱流計法))の制定について

1. 制定の趣旨・経緯

潜熱蓄熱建材は特定の温度範囲で高い熱容量を持つことを特徴とした建材である。主に住宅などの内装材に使用することで、居室の熱容量を高め、室温の安定化や余剰熱の有効利用により、ZEH (Net Zero Energy House) の実現や住宅の温熱環境改善・省エネルギー化などに貢献する建材として、今後の普及拡大が期待されている。

一方で、そうした潜熱蓄熱建材の特性を評価する方法は一般化されておらず、有効性の評価や製品選択における判断の根拠が不十分なまま普及が進むと、製品に対する信用性が確保されず、生産者・消費者双方にとって不利益な状況となることが懸念された。

こうした状況を受け、当センターは、潜熱蓄熱建材メーカーを中心とした産業団体である蓄熱建材コンソーシアムからの委託のもと「潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の開発に関する調査研究(委員長 永田明寛 首都大学東京 教授)」を実施し、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の標準化に向けた検討を進め、試験方法を建材試験センター規格(JSTM)原案として取り纏めた。作成したJSTM原案はJSTM標準化委員会の審議を経て、2018年3月28日付でJSTM O 6101(潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法(熱流計法))として制定された。

なお、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の標準化は、経済産業省の平成30年度戦略的国際標準化加速事業「潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発」として採択され、本試験方法規格をもとにJIS化に向けた継続的な取組みが行われているところである。

建築材料の蓄熱特性を示す指標である比熱の測定方法としては、JSTM H 6107(建築材料の比熱測定方法(断熱型熱量計法))やJIS K 7123(プラスチックの比熱容量測定方法)などで規定される示差走査熱量計(Differential Scanning Calorimetry)を使用する方法(以下、DSC法と呼ぶ。)

があるが、潜熱蓄熱建材は①昇温時と降温時で温度と比熱の関係が異なり双方向の測定が必要である、②複層構造など不均質な構成の製品がある、といった特徴があり、いずれの測定方法も様々な潜熱蓄熱建材の蓄熱特性を評価する標準的な方法としては適していない。また、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性評価方法の先行事例としては、ASTM C 1784 Standard Test Method for Using a Heat Flow Meter Apparatus for Measuring Thermal Storage Properties of Phase Change Materials and Products(以下、ASTM法と呼ぶ。)が挙げられるが、測定期間が長くコスト高であるという課題がある。

本稿で紹介する潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法は、様々な種類の潜熱蓄熱建材について、従来の試験方法に比べて大きいサイズの試験体を用いて比較的短時間で降温時・昇温時の温度と比熱の関係を求めることのできる試験方法として制定されたものである。以下に本規格の規定内容を示す。

また、参考として潜熱蓄熱建材の製品例を写真1に示す。

JSTM O 6101 潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法(熱流計法)

- | | | |
|-----------|---------|----------|
| 1. 適用範囲 | 5. 試験体 | 9. 結果の算出 |
| 2. 引用規格 | 6. 試験装置 | 10. 報告 |
| 3. 用語及び定義 | 7. 校正 | |
| 4. 記号及び単位 | 8. 測定方法 | |

附属書A(規程) 潜熱蓄熱材封入容器

附属書B(参考) 熱流計の性能確認方法及び
試験装置の精度確認方法

附属書C(規程) 測定結果の補正

附属書D(参考) 結果の算出例



写真1 潜熱蓄熱建材の製品例

2. 潜熱蓄熱建材について

潜熱蓄熱建材がコンクリートやレンガなどの従来の蓄熱材料と異なる点は、その名のとおり、潜熱を蓄熱に利用する点にある。

潜熱とは物質が固体から液体、液体から気体、あるいはその逆方向へと状態変化（相変化）する際に必要とする熱エネルギーのことを差す。状態変化中は作用する熱エネルギーが状態変化に消費され、物質の温度は変化しないため、温度変化というかたちをとらない熱エネルギーという意味で潜熱と呼ばれている。一方で、温度変化に使われる熱エネルギーは顕熱と呼ぶ。

身近な物質である水の場合で説明すると、冷やした水を温めていくと徐々に温度があがり、0℃になる。さらに熱を加えると、氷が融け始めて氷水となるが、氷が完全に融けきるまでは水の温度は0℃のまま変化しない。このとき、氷を融かすのに使われた熱エネルギーが潜熱（融解熱）である。この後さらに熱を加えると、水の温度は上昇していく（顕熱による温度上昇）。0℃の氷を水にするための潜熱は1kgあたり336.36kJと、液体の水の温度を1K上昇させるのに必要な熱量（約4.18kJ）の約80倍にもあたる（図1参照）。

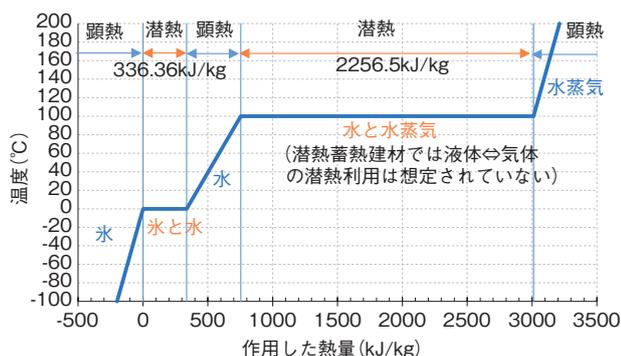


図1 水に作用した熱量と温度の関係

このように、一般的に潜熱は顕熱に比べて非常に大きく、潜熱として蓄熱する場合、顕熱として蓄熱する場合に比べて、少量かつ少ない温度変化で蓄熱効果を得ることが可能である。水は0℃で潜熱の効果が得られる物質であるが、パラフィンや無機塩水和物等により、特定の温度帯で潜熱の効果が得られるように開発された物質が潜熱蓄熱材であり、例えば、20℃前後で相変化するような潜熱蓄熱材を含んだ内装材を室内に導入することで、冬場の日中の日射熱を潜熱として蓄熱して室内の気温が快適な温度を超えて上昇することを抑制するとともに、夜間は蓄熱した熱エネルギーを放熱することで暖房負荷を低減する効果を得ることができる（図2、図3参照）。

建築物の省エネルギーや快適性向上のための建築的手法として、建物内の熱容量を高める際に、従来の蓄熱材料であるコンクリートやレンガを使用する場合は、その導入方法に制約があるほか、高温・低温の場合でも一定比率で蓄熱（蓄冷）するため、夏冷めにくく、冬温まりにくい、といった弊害が発生しないような配慮が必要となる。潜熱蓄熱建材は、通常の内装材と同様に導入可能であるほか、設定された温度範囲以外では熱容量が小さいため、過剰に温まったり、冷えたりした場合にも速やかに設定された温度範囲に制御できるというメリットがある。

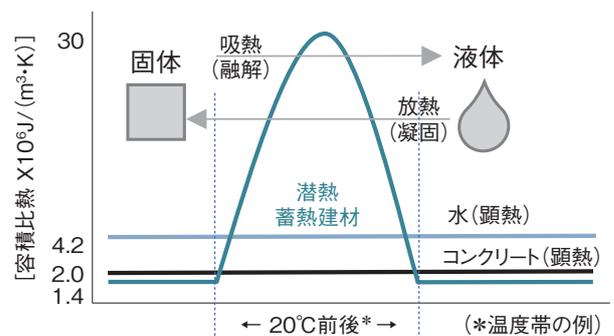


図2 潜熱蓄熱建材の概要

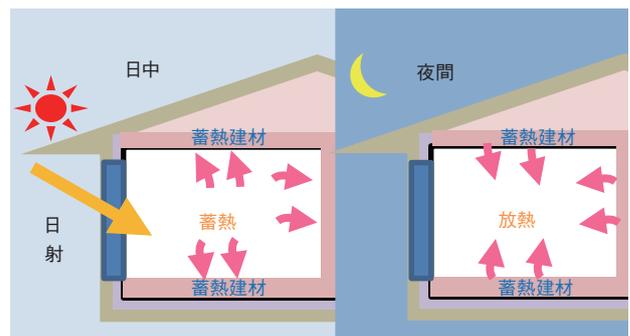


図3 潜熱蓄熱建材の活用例

3. 規格概要

3.1 測定原理

前述のとおり、潜熱蓄熱建材は特定の温度範囲で潜熱による高い熱容量を有することを特徴としており、この特性の評価のため、試験体温度に対応した比熱の測定が必要となる。比熱の定義は単位質量当たりの材料の温度を単位温度だけ上昇させるために必要な熱量であり、たとえば、20℃の水1kgの温度を1K上昇させるために必要な熱量は4.18kJで、このとき20℃水の比熱は4.18J/(g・K)となる。比熱を求めるためには、ある質量の試験体について、加えた熱量とその時の温度上昇量を測定すればよい。

この試験方法は、試験体に加えた熱量を試験体表面に取り付けた熱流計で測定する方法であり、試験体に熱を加える熱板の温度制御をすることにより、加熱時および冷却時の測定を行い、試験体温度に応じた比熱を求めることができる。

なお、この試験方法によって求められる比熱は「見かけの比熱」と定義している。これは、比熱の測定結果に試験体の相変化に伴う潜熱も含まれていること、比熱は通常均質材料に対して与えられる固有の物性値であるが、潜熱蓄熱建材の多くは複合材料であること、試験体に温度分布があるうちの、試験体を代表する部分の温度に対応した比熱としていることなどによる。

3.2 試験体

潜熱蓄熱建材の使用時の形状はおおむね板状と想定されることから、その平面寸法と最大厚さを規定した。試験体の中心温度を測定するため、試験体は2枚を重ねて1組とすることを基本とし、測定中の温度分布や小口面の熱の移動を一定以下とするため、試験体1枚あたりの最大厚さは16mmとした。平面寸法は、建材としての評価を行う目的や入手可能な熱流計の寸法から、300mm×300mmとした。

容器に潜熱蓄熱材を封入した潜熱蓄熱建材については、製品の形態のままでは、容器の表面形状が平滑ではない場合や、最大蓄熱量が過大となり正確に測定できない場合などが想定されることから、封入される潜熱蓄熱材の蓄熱特性を測定する方法として、専用の封入容器を使用する方法を規定した。

なお、この試験方法は潜熱蓄熱材を含まない一般的な建築材料の測定にも適用可能である。

3.3 試験装置

試験装置は、熱流計、電圧測定器、温度測定器、試験体温度制御装置、恒温槽および断熱材などから構成される。試験装置の構成例を図4に示す。

試験体の設置方向は、床や天井での使用を想定すると水平設置も考えられるが、潜熱蓄熱材が液相の状態流動性

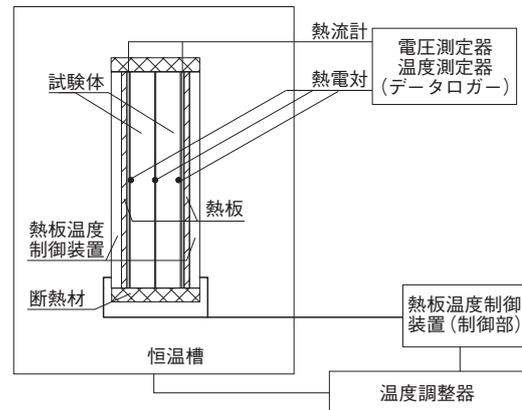


図4 試験装置の構成例

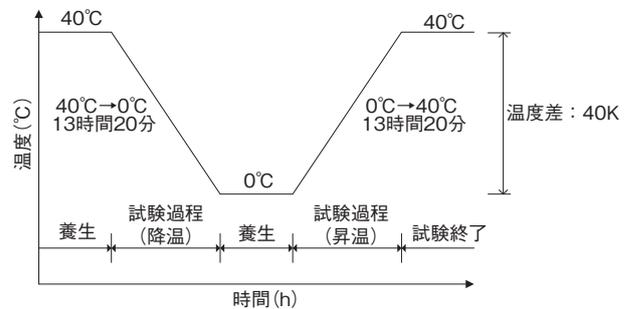


図5 測定手順の例

が高いサンプルなどについては、相変化時の上下面の熱流密度の差が大きくなることから、安定的に測定できる方法として、垂直設置を原則とした。

また、測定を正確に行うためには熱流計の精度確保が必要不可欠であることから、JIS A 1412-2 (熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法—第2部:熱流計法(HFM法))やISO 9869-1 Thermal insulation - Building elements - In situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance - Part 1: Heat flow meter methodを参考に、締め付け圧力の影響、熱流密度と出力との相関性、熱流密度の温度依存性、繰返し再現性、熱流方向の違いの影響などを確認する方法を附属書B(参考)として規定した。

なお、装置全体の校正については、アルミニウムや銅などの比熱が既知の材料を確認用試料として通常の測定手順で測定を行い、一定の精度を満たすこととした。

3.4 測定方法

測定は、試験体の両表面に熱流計を取り付け、熱板で試験体の温度を制御しながら、試験体各部の温度、試験体に作用した熱量の経時変化を求める。

試験体の温度制御は、図5の測定手順の例に示すように、試験体を装置に設置し、測定温度帯の高温側の温度で熱流計の出力がおおむね0mVとなった状態で2時間以上養生した後、測定温度帯の低温側の温度まで一定速度で熱板の温

度を降温させる。測定温度帯の低温側の温度で同様に養生を行った後、測定温度帯の高温側の温度まで再び一定速度で昇温させて測定終了となる。このとき、試験体の相変化は液相→(液相・固相の混在)→固相→(液相・固相の混在)→液相となる。物質の相変化は凝固時の熱履歴に影響を受けることが知られており、液相状態から測定を開始することで、凝固時の熱履歴を統一することができるため、この要因による測定結果のばらつきを避けることができる。

降温(又は昇温)速度は、測定中の試験体の温度分布を小さくするため、可能な範囲で遅くすることが望ましいが、温度制御装置の能力や熱流計の測定精度などを鑑み、3K/hを原則とした。

また、試験体の小口面には熱板からの熱の影響により厚さ方向に温度分布が生じる。そのため、小口面には断熱材を設置することにより熱移動を抑制するとともに、必要に応じて小型の熱流計を設置し、試験体に作用した熱量を補正することとした。

なお、多くの建築材料は含水性を有するため、測定中の水分移動が試験結果へ影響するおそれがある。そのため、試験体は測定前に乾燥状態とし、測定中の吸放湿をさけるため、フィルム梱包することにより断湿することとした。

3.5 結果の算出

3.4の測定により、**図6**および**図7**に示す、温度および熱流密度と経過時間の関係が得られる。熱流密度の測定値を積算することによって試験体に作用した熱量を求めることができ、これらの結果から、降温過程および昇温過程における試験体温度と比エンタルピ(試験体に作用した熱量)の関係を**図8**のように求められる。

試験体温度と比エンタルピの関係および試験体の質量から、試験体温度と見かけの比熱の関係を求め、潜熱域・固相域・液相域の温度範囲、相変化ピーク温度、蓄熱量、潜熱量などの蓄熱特性を算出する(**図9**参照)。

本規格では、目的に応じた蓄熱特性の算出を可能にするため、潜熱域のみの蓄熱量や特定の温度範囲での蓄熱量の計算方法などについても本文中で規定している。また、施工面積を基準として熱容量の算定ができるよう、単位質量あたりの蓄熱特性に加えて、単位面積当たりの蓄熱特性の算出方法も規定している。

なお、降温時・昇温時は、試験体の厚さ方向に温度分布が生じ、その分布は顕熱域と潜熱域で異なる。潜熱域では、状態変化に熱量が消費されるため、熱が伝わりやすく状態変化が早期に完了する試験体表面と、熱が伝わりにくく状態変化が遅れる試験体中心部との温度差が大きくなる。測定時の温度分布は相変化時の試験体の状況を示す重要な情報であるため、温度分布の最大値を試験結果とともに報告することとした。

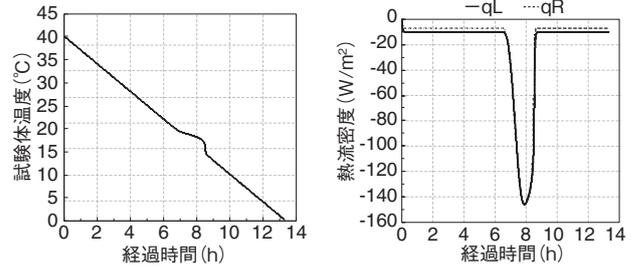


図6 温度と熱流密度の測定結果の例(降温過程)

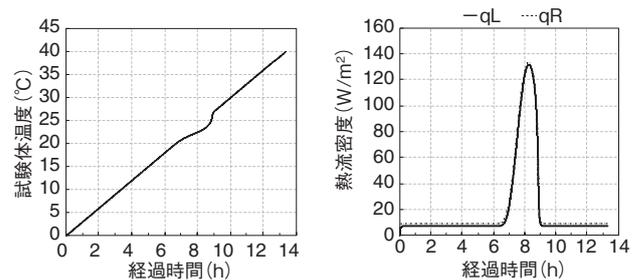


図7 温度と熱流密度の測定結果の例(昇温過程)

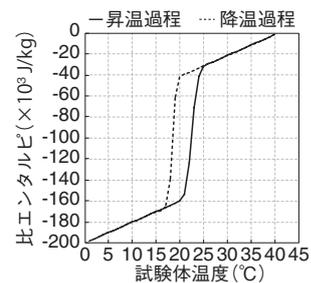


図8 温度と比エンタルピの関係(測定例)

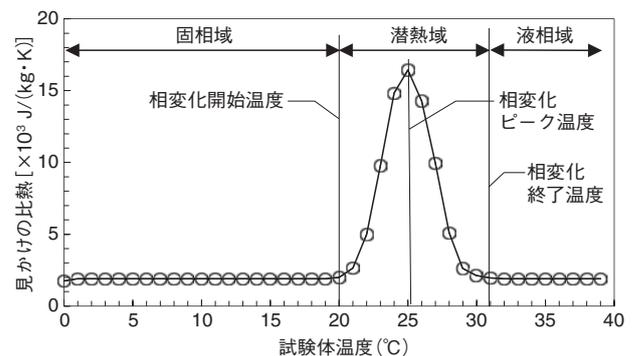


図9 温度と見かけの比熱の関係(測定例)

4. 特に問題となった事項

4.1 試験体温度

潜熱蓄熱建材の特性上、本測定方法では、測定を通して試験体内部の固相域・液相域の分布や、液相域の対流などにより、温度分布が発生する。また、潜熱蓄熱建材の評価

や効果的な導入方法の検討にあたっては、潜熱域となる温度範囲や相変化ピーク温度と対応する蓄熱量との関係が重要な情報となる。このため、試験体内部の温度分布や試験体温度の取り扱いがJSTM原案作成における中心的な論点となった。

本来、比熱はある温度の物質について一意に定まるものであり、本試験方法規格で求める見かけの比熱についても、DSC法やASTM法による測定結果と可能な限り整合性が取れるよう、試験体温度の定義や測定条件の検討を行った。試験体温度の取り方としては、試験体全体の平均温度とする方法や、試験体中心部の平均温度とする方法、試験体中で最も温度変化が遅い部分の温度とする方法などが考えられたが、それぞれの方法による蓄熱特性の算出結果をDSC法やASTM法で得られる蓄熱特性と比較した結果、試験体中心部の最も温度変化が遅れる箇所の温度（降温時なら最高温度、昇温時なら最低温度）とした場合に、最も整合性のある蓄熱特性が得られたことから、そのように試験体温度を定義した。

なお、試験体温度を試験体中心部の温度とする一方で、試験体に作用した熱量の測定点は試験体の表面部分であり、温度の測定点と試験体に作用した熱量の測定点が異なる。このことが原因で相変化ピーク温度や潜熱域の測定結果が降温時と昇温時で大きくずれることが懸念されたが、検討実験や数値計算の結果、本測定方法の範囲内では大きな問題とならないことを確認した。

4.2 複合材の測定条件

潜熱蓄熱建材の中には、一般建材とシート状の潜熱蓄熱建材を積層させた表裏面非対称な製品や、断面の一部に潜熱蓄熱材を内蔵させたものもあり、このような複合製品の試験体や温度の取り扱いなどが問題となった。

実測による検討の結果、潜熱蓄熱建材が含まれる部分が熱流計側に近くなるように2枚の試験体を貼り合わせて試験装置に設置し、試験体温度は試験体中心部の最も温度変化が遅れる箇所の温度とした場合にASTM法による測定結果と同等の結果が得られたため、この方法を採用することとした。

4.3 温度変化条件が測定結果に及ぼす影響

温度変化条件は熱板および恒温槽内の温度を、一定速度で変化させることとしているが、図6および図7に見られるように、潜熱域では試験体に作用する熱量が状態変化に使われるため、試験体の温度変化は一定にはならない。速度が速い条件の場合は測定が速やかに終了するものの、試験体表面と中心部の温度差が大きくなり、試験体に作用する熱量と試験体温度との関係のずれが問題となる可能性がある。原理的には速度が遅い条件の方が理想的ではあるが、熱板の温度制御の不安定さや熱流密度の測定値の不確

かさが増大するなど、装置や計測機器の能力の問題を勘案し、3K/hを原則とする結論に至った。

なお、測定精度上問題のない範囲で速やかな測定を可能とするため、試験体の温度差が2K以下となる場合は、より速い速度での測定も可能とした。

5. おわりに

平成27年7月に建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）が公布され、平成28年4月から段階的に施行されるなど、建築分野の省エネルギー化に向けた政策の後押しもあり、高性能な断熱材や高効率な冷暖房機器などの普及が進んできている。エネルギー基本計画（平成26年4月閣議決定）においても、既存ストックに対する省エネ対策の促進や、低炭素認定建築物の普及促進などが掲げられており、将来の建築物の省エネルギー性能の標準とすることを見据えて、住宅については、2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指すことが示されている。

潜熱蓄熱建材の効果的な使用は、このような高气密・高断熱化手法の成熟段階において更なる省エネルギー化やエネルギー消費の平準化を図る手法として有効と考えられている。潜熱蓄熱建材の導入による省エネルギー効果を、建築物エネルギー消費性能基準への適合を判断する一次エネルギー消費量の算定に反映すべく、計算プログラムの開発や試験方法の標準化などの継続的な取組みが行われており、また、平成30年度より次世代省エネ建材支援事業（事務局：一般財団法人 環境共創イニシアチブ）の補助対象建材として潜熱蓄熱建材が位置付けられるなど、その本格的な普及に向けた環境が整いつつある。

本試験方法規格による蓄熱特性は上記補助制度への申請に係る製品登録の要件となっており、新しい省エネ手法の普及に向けて、制定した規格が活用されているところである。

今後も本試験方法規格が、潜熱蓄熱建材の特性の適切な評価に利用され、より良い製品開発や、有効な利用方法の提案などに役立てられれば幸いである。

author



深尾宙彦

Tokihiko Fukao

経営企画部 経営戦略課 兼 企画課 主任

< 従事する業務 >

事業の企画・立案に関する業務
広報・顧客対応に関する業務

建材試験センター規格 (JSTM) のご案内

当センターでは、1992年10月から団体規格として建材試験センター規格 (JSTM) の制定・改正を行うとともに、規格の販売も行っております。

JSTMは、主に建築分野の材料、部材などの品質を把握するための試験方法や構造材料の安全性、住宅の居住性、設備の省エネルギー性、仕上げ材料の耐久性に関する試験方法等を定めています。

規格の作成に当たっては、学識経験者、産業界、試験機関の技術者から構成される委員会を組織し、規格の制定、改正および廃止に関する審議を行っています。

当センターでは、今後も変化し続ける社会ニーズに対応した試験規格の作成・普及に努めてまいります。

JSTM一覽

2018年5月現在

コンクリート・コンクリート製品		価格 (円)
JSTM C 2001:2017	溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートのポップアウト確認試験方法	1,100
JSTM C 2101:1999	引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	1,000
JSTM C 2105:2016	コンクリートの圧縮強度試験用供試体の平面度及び直角度測定方法	1,900
JSTM C 7104:1999	繰返し圧縮応力によるコンクリートの疲労試験方法	900
JSTM C 7401:1999	溶液浸せきによるコンクリートの耐薬品性試験方法	1,100
JSTM C 7402:1999	溶液浸せきによるセメントペーストの耐薬品性試験方法	900
金属材料および製品		
JSTM E 2001:2013	ひずみ履歴を受けた金属材料の力学的特性の変化を調べるための試験方法	1,000
JSTM E 7106:2013	鋼構造物の延性を評価するための鋼材試験方法	1,000
アスファルト・プラスチック・ゴム系材料・製品共通事項		
JSTM G 7101:2011	防水材料等の耐根性評価のための模擬針を用いた試験方法	1,000
上記 (C・E・G) 以外の材料・製品及び材料・製品共通事項		
JSTM H 1001:2015	建築材料の保水性、吸水性及び蒸発性試験方法	1,700
JSTM H 5001:2013	小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減建材の低減性能試験方法	1,700
JSTM H 6102:2003	建築材料の熱拡散率測定方法 (周期的温度波法)	900
JSTM H 6107:2016	建築材料の比熱測定法 (断熱熱量計法)	1,300
JSTM H 8001:2016	土工用製鋼スラグ碎石	1,900
壁・床・屋根等のパネル及びその構成材		
JSTM J 2001:1998	非耐力壁の面内せん断曲げによる動的変形能試験方法	1,000
JSTM J 6112:2011	建築用構成材の遮熱性能試験方法	1,300
JSTM J 6151:2014	現場における陸屋根の日射反射率の測定方法	1,500
JSTM J 6401:2002	建築用外装材料の圧力箱方式による漏水試験方法	1,100
JSTM J 6402:2002	屋根材料の圧力箱方式による漏水試験方法	1,100
JSTM J 7001:1996	実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法	1,300
JSTM J 7601:2003	建築用外壁材料の汚染を対象とした屋外暴露試験方法	1,100
JSTM J 7602:2003	建築用外壁材料の汚染促進試験方法	1,500
開口部構成材及びその部品		
JSTM K 6101:2013	人工太陽による窓の日射遮蔽物 (日除け) の日射熱取得率及び日射遮蔽係数試験方法	1,000
JSTM K 6401-1:2016	浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第1部: 浸水防止シャッター及びドア	1,300
JSTM K 6401-2:2016	浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部: 浸水防止板 (止水板)	1,100
上記 (J・K) 以外の構成材・部品及び構成材・部品共通事項		
JSTM L 6201:2002	換気ガラリの通気性試験方法	1,100
JSTM L 6401:2002	換気ガラリの防水性試験方法	1,000
熱・光関係機能材料		
JSTM O 6101:2018	潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法 (熱流計法)	2,900
換気・冷蔵庫・ソーラー等の空調設備		
JSTM V 6201:2017	業務用ちゅう (厨) 房に設置される排気フードの捕集率測定方法	3,100
JSTM V 6271:2017	業務用ちゅう (厨) 房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法	2,700
上記以外の設備		
JSTM W 6604:2013	ダクト系減音ユニットの減音量の測定方法	1,300
建築物・構築物の性能及び機能関係		
JSTM X 6153:2013	暖房設備の暖房効果測定のための室の暖房用総熱損失係数測定方法	1,700

- ・表示価格の他に、別途、消費税および送料・手数料がかかります。
- ・上記規格のほか、過去に作成したものをアーカイブズとして公開しています。

【お問い合わせ先】

経営企画部 調査研究課

TEL : 03-3527-2133

FAX : 03-3527-2134

URL : <https://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jstm/tabid/477/Default.aspx>

2017年度調査研究事業報告

調査研究課

当センターでは、官公庁・自治体や民間企業・団体などからの依頼を受け、政策の普及促進や国内外の標準化活動、技術開発を支援する試験・評価方法の開発等を目的とした調査研究を実施している。調査研究の課題はその時々々の社会ニーズに沿ったものが多く、近年では「省エネルギー」、「資源の有効活用」、「地球温暖化対策」、「居住環境の安全・安心」といった課題を中心に、試験・評価方法の開発を進めている。

本稿では、2017年度に委託を受けて実施した事業のうち、8件の調査研究、1件の実証事業および1件の自主事業（表1参照）について、その成果概要を報告するとともに、JSTM制定に伴い開催したJTCCMセミナー（表2参照）についても併せて報告する。

表1 委託調査研究事業、実証事業および自主事業 一覧

件名	依頼者	実施期間
断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化	野村総合研究所	2017年度～2019年度
乳幼児用製品の共通試験方法－隙間・開口部による身体の挟み込みに関するJIS開発	日本規格協会	2017年度～2019年度
建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法（デンケータ法）のJIS開発	日本規格協会	2017年度～2019年度
木質構造用ねじの標準化提案に関する調査業務	若井ホールディングス・シネジック	2017年度
平成29年度グリーンコール技術開発 石炭利用環境対策事業「石炭ガス化熔融スラグ有効利用推進事業」スラグ試料分析試験	石炭エネルギーセンター	2017年度
潜熱蓄熱建材の蓄熱性能試験方法の開発に関する調査研究	蓄熱建材コンソーシアム	2017年度
建築材料等に関するサンプル調査に係る試験・評価業務	建築性能基準推進協会	2017年度
平成29年度建築基準整備促進事業S26（建築材料における回収骨材の使用に関する検討）	国土交通省	2017年度
環境技術実証事業（ETV事業）	環境省	2017年度
建材試験センター規格（JSTM）の制定	自主事業	—

表2 開催したセミナー

件名	開催日および場所
JTCCMセミナー「JSTM制定講習会（熔融スラグ細骨材を用いたコンクリートのポップアウト確認試験方法）」	2017年12月13日（東京）

1. 断熱材の比熱の測定方法等に関する国際標準化

1.1 事業概要

2014年度～2016年度に実施した「高温環境下での熱拡散率測定方法（周期加熱法）に関する国際標準化」事業では、800℃以上の高温域で使用される断熱材の熱拡散率測定方法について規格開発を行った。周期加熱法から得られる熱拡散率から熱伝導率を算出するためには、熱容量（＝「比熱」×「質量」）を求める必要があるが、断熱材を対象とし

た測定方法は標準化されていない。

このような背景から、断熱材の比熱の測定方法を取りまとめ、周期加熱法と併せて高温下での断熱材の熱性能を把握する方法を整え、日本の優位性のある省エネ技術が世界で適正に評価される環境を整備することを目的として実施した。

真空断熱材については、2014年度～2016年度に実施した「グリーン建材・設備製品に関する国際標準化・普及基盤構築」事業において、真空断熱材の製品規格、断熱性能試験方法規格および長期耐久性試験方法規格の検討を行った。

しかし、製品の規定値や諸性能の試験方法、製品の長期性能の予測方法等について、標準化へ向けた課題が残されており、これらの課題に対する検討を行った。

(1) 断熱材の比熱の測定方法に関する規格開発

2017年度は、①比熱の測定方法の標準化に向けた測定方法の選定、②測定装置の検討および検証、③周期加熱法の国際標準化に向けた活動に取り組んだ。

①標準化する測定方法の選定

比熱の測定方法については、投下法、断熱型熱量計法、DSC法およびレーザーフラッシュ法があり、これらについて規格化ないし実験検討が行われている。投下法は、高温域での測定の実績はあるが、各試験機関・研究機関で独自に測定装置および測定方法が検討されている状況であった。断熱型熱量計法は比熱を直接測定できるが、800℃以上の高温域での測定は事例がなく、標準化することは難しいと考えられた。レーザーフラッシュ法は、本事業で対象としている不均質かつ比較的密度が小さい材料について測定が困難と考えられた。

これに対してDSC法は、投下法や断熱型熱量計法に比べて扱いが容易で、かつ再現性もよいことで知られており、また、プラスチックやセラミックスを対象にJIS、ISOなどが発行され標準化しやすい状況にあることから、本事業ではDSC法で規格開発を進めることとした。

②測定装置の検討および検証

国内で購入可能なDSC装置について、デモ測定の結果、日本での納入実績および納期等の観点から評価を行い選定した。導入した装置について、周期加熱法の標準化において適用可能性を検討した3種類の材料を用いて測定結果の再現性や測定者間の整合性等の確認を行った。

③周期加熱法の国際標準化に向けた活動

本年度は、周期加熱法の国際提案の採択に向けて、ISO/TC163/SC1/WG19^{注1)}会議においてドラフトについて検討を行った。

また、ISO/TC163国際会議を活用してISO/TC163/SC1 Pメンバー各国に呼びかけを行った。SC1のISO/WD 22162 (GHP法による100℃から800℃の高温域の測定方法)を担当するWGにおいて、周期加熱法のPRを実施した。これらの検討等を踏まえ修正したドラフトを2018年2月にSC1に送付し、NPの再提案を行った。

注1) ISO/TC163(建築環境における熱的性能とエネルギー使用)/SC1(試験方法)/WG19(周期加熱法による断熱材の熱拡散率測定)

(2) 真空断熱材の製品および長期耐久性に関する規格開発

①真空断熱材の国際標準化動向の把握

および整合化に向けた検討

2017年9月に開催されたISO/TC163/SC3/WG11^{注2)}では、グラスウールを芯材とする製品の規定内容の追加等を提案し、日本からの提案はISOのドラフトに概ね反映された。JIS素案はドラフトをベースに取りまとめることとした。なお、2018年1月よりDIS投票が実施された。

注2) ISO/TC163/SC3(断熱製品)/WG11(真空断熱材)

②真空断熱材の製品に関するJIS素案の検討

JIS作成にあたり、次の方針で進めることを確認した。

- ・ISO 16478^{注3)}を対応国際規格とする。国際規格との対応の程度は“MOD(修正)”とする。
- ・適合性評価を意図した規格として作成する。

注3) 2017年度は、CD段階のドラフトをもとに検討を行った。

上記の方針をもとに、品質に関する項目や試験方法の詳細について検討を行い、JIS素案(タイトル:建築用真空断熱材)を取りまとめた。厚さの測定方法や熱流計法による熱伝導率の測定方法等は、今後の検討課題とした。

真空断熱材は、国内では発泡ウレタン等で覆い石膏ボードなどの仕上げ材と一体化した複合製品として流通している場合が多く、複合製品を対象とした熱性能の計算方法についても検討を行った。構造熱橋部と複合製品が重なる場合、熱抵抗が低下することが確認されたため、2018年度は熱抵抗の補正方法を検討することとした。

③真空断熱材の長期耐久性に関するJIS素案の検討

ISO/CD 16478を踏まえ、端部シールからの水蒸気やガスの透過と吸着剤の寿命を加味した長期性能の推定方法等について検討を行った。

1.2 成果

2017年度は比熱の測定方法の国際標準化に向けて、標準化する測定方法について検討を行い、DSC法を選定した。DSC測定装置を導入し、周期加熱法で検討対象とした3種類の材料を用いて測定装置の検証および測定者間の整合性を確認した。

周期加熱法については、NPの再提案を行った。真空断熱材については、ISO 16478を対応国際規格とするJIS素案を取りまとめた。また、2017年9月に開催された国際会議において我が国の意見を表明し、DIS投票用のドラフトに日本提案を概ね反映することができた。

1.3 今後の計画

比熱の測定方法の規格開発は3カ年を計画しており、2018年度にドラフトをまとめ、NPの提案を行うことを予定している。周期加熱法については国際標準化のステージを進めていくことを計画している。

真空断熱材のJIS開発は2カ年を計画しており、平成30年度中にJIS原案を取りまとめることを予定している。JISが制定されれば用途に応じた断熱性能のレベル等を判断することが可能となり、住宅の高断熱化の促進が期待されるとともに、市場への導入や省エネ化への貢献も期待される。

2. 乳幼児用製品の共通試験方法—隙間・開口部による身体の挟み込みに関するJIS開発

2.1 事業概要

本事業は、経済産業省から（一財）日本規格協会を通じての委託事業であり、社会的弱者である乳幼児の事故予防のために、製品の設計・開発を行う際の一般的な試験方法・基準を整備することを目的としている。事故発生件数が多い「製品の隙間・開口部による身体の挟み込み」に着目し、個別製品に依らない一般的な安全試験方法の確立を目指している。

2017年度における実施概要を以下に示す。

(1) 国内外の規格・基準および事事故事例の調査

乳幼児の隙間・開口部による身体挟み込みに関する国内外の規格・基準の調査を実施し、試験方法の現状および課題を把握した。

また、対象とする製品の選定およびJISに規定する項目（挟み込みの対象とする身体部位など）の検討を行うため、東京消防庁より提供いただいた2012年～2016年（5年分）の乳幼児（0歳～5歳）の身体挟み込みに関する事事故事例（2118件）の解析およびヒヤリハットを含む事故情報収集のために行ったアンケート調査（回答数526件）の解析を行った。

(2) 対象製品および関連工業会からの委員の選定

上記（1）の解析結果をもとに、事故の頻度および重篤度から対象製品を選定し、ドア・サッシに関する工業会から委員の選定を行った。ドア・サッシのメーカーでは、指の挟み込みを防止するために、メーカーが保有する独自のデータやノウハウから、さまざまな指挟み防止部品や指挟み不起き構造を持った製品の開発、消費者への啓発活動などの取組みが行われていることがわかった。

(3) 身体部位と試験方法

本JIS原案のもととなるCEN TR 13387 Child use and articles – Safety guidelinesでは、挟み込みの対象部位を“手の指”と“顔部”に限定しているが、挟み込みに関する事故データを挟まれた身体部位について解析した結果、“つま先～大腿”の挟み込みは“手の指～腕”に次いで2番目に多く、過去5年間では、中等症が20件、重症が1件発生していることが明らかとなった。このため、本JIS原案に“つま先～大腿”の試験プローブを使用した試験方法を取り入れることとした。

2.2 今後の計画

2017年度の実績を踏まえ、2018年度は以下の課題に取り組む予定である。

(1) JIS原案の骨子の作成

2017年度の調査結果からNITE案を基にJIS原案の骨子の作成を行う。JIS原案の骨子は、JIS Z 8301（規格票の様式及び作成方法）およびCEN TR 13387の様式を比較しながら検討を行う。また、NITE案には、用語及び定義が規定されていないため、CEN TR 13387との整合を図りながらJIS原案の開発を進める予定である。

(2) “つま先～大腿”の試験プローブの作製および試験方法の開発

本JIS原案に“つま先～大腿”の試験プローブを使用した試験方法を取り入れるにあたり、ASTM等の規格を基に、乳幼児の人体測定を実施し、“つま先～大腿”の試験プローブの作製を行う予定である。また、同時に試験方法の検討・開発を行う。

(3) 工業会の選定について

2018年度は事故の頻度や怪我の重篤度だけでなく、メーカーが持っている挟み込み事故防止に関するノウハウなどの情報収集を目的とし、2017年度と異なる視点からの工業会の選定について検討を実施する。

3. 建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法（デシケーター法）のJIS開発

3.1 事業概要

JIS A 1460（建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法—デシケーター法）は、日本国内の工場等でホルムアルデヒド放散量を把握するための方法として広く用いられ、40年以上にわたる測定実績がある。また、ボードや繊維板などの製品規格に引用されているほか、シック

ハウス対策として建築基準法施行令第20条の7（居室を有する建築物の建築材料についてのホルムアルデヒドに関する技術的基準）および国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律 環境省告示第21号（環境物品等の調達の推進を図るための方針）に引用されている。

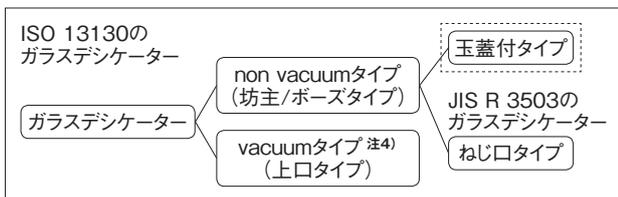
しかし、本規格で試験を行う際に用いるデシケーター（“JIS R 3503（化学分析用ガラス器具）に規定する呼び寸法240mmのものとする。”）は、国内での生産が終了し、今後の生産見込みもないため、当該代替品（以下「代替品」という。）の検討を行いJIS A 1460の改正原案を作成することを目的として本事業を実施した。

(1) 代替品の必要要件の検討および選定

① 代替品の必要要件（素材・形状・寸法）の検討

デシケーターに関する規格としては、ISO 13130 Laboratory glassware -- DesiccatorsおよびDIN 12491 Vacuum desiccators for laboratory use（廃止されISO 13130に移行）が制定され、国内でこれらの規格に準拠することを謳った製品が流通している。また、ガラスの材質について、ASTM E 438 Standard Specification for Glasses in Laboratory Apparatusが制定され、この規格に準拠するPYREXガラスを用いたデシケーターが流通している。

このような状況から、国際的な整合性および国際規格に基づく製品でISO 13130に準拠かつ現行品と同じ形状のnon vacuum・玉蓋付きタイプを代替品の要件とした（図1参照）。



注4) vacuumタイプには、横口、上横口（上口横口）も含めている。

図1 ガラスデシケーターの種類

代替品の検討にあたっては、ISO 13130、DIN 12491等の規定内容の調査、海外の試験機関で使われているデシケーター等の確認を行った。

海外の動向としては、ドイツおよびスウェーデンの2つの試験機関に照会した。いずれの試験機関もJIS A 1460の試験導入時に、JISに従ったデシケーターを購入していた。ドイツの試験機関では、ISO 13130に準拠するデシケーターも使っているとのことであった。いずれの機関も

導入時に既存のデシケーターと比較試験を行い、同等の結果が得られることを確認していた。

② 入手可能な製品の調査

国内でのデシケーターの流通状況を把握するため、デシケーターを取り扱っている販売会社を対象に、アンケート調査を実施した。

その結果、代替品の要件としたISO 13130に準拠かつnon vacuum・玉蓋付の製品を取り扱っているメーカーは1社であった。なお、DIN 12491を取り扱っている販売会社からは回答が得られなかったため、引き続き調査を行うことを予定している。

(2) 比較試験の実施

比較試験は、①ISO 13130に準拠^{注5)}かつnon vacuum・玉蓋付の製品、②DIN 12491の製品、③PYREXガラスを用いたデシケーター、④ISO 13130への適合の有無を確認中の製品を含め、4種類の製品を用いて行った。JIS A 1460が対象とする建築用ボード類の中でMDF（F☆☆☆、F☆☆☆、F☆☆の製品）を対象にホルムアルデヒド放散量試験を行い、現行品と代替品候補との性能を比較検討した（図2参照）。



図2 現行品と代替品候補の一例

JIS A 1460の8.8（計算）では、「2組の試験結果がその平均値に対して20%以上の差異があってはならない。」と規定されている。全ての試験において、2組の試験結果は、平均値の20%以内であった。また、代替品候補の試験結果は、ISO 13130への適合を確認中の製品を除き、現行品の平均値の20%以内であった。これらの結果から、3種類の製品は代替品の可能性を十分に有していると考えられた。

(3) 代替品の放散性状把握に関する検討

代替品候補として選定した4種類のデシケーターを対象に、3次元レーザー計測により詳細幾何形状を測定した上で、数値解析用の3次元デジタルモデルを作成した。代替品候補は、1つの製品を除き、体積、等価拡散距離ともに

ほぼ同一の値を示した。しかしながら、現行品は、4種の代替品候補とは若干異なる値となったため、継続して検討を行うこととしている。

3.2 成果

本年度は、ISO 13130に準拠^{注5)}かつnon vacuum・玉蓋付の製品を代替品候補として検討を進めた。比較試験は、ISO 13130の製品以外にもDIN 12491準拠^{注5)}やPYREXガラスを用いた製品も含め、4種類の代替品候補について現行品と比較・検討を行った。比較試験の結果、JIS A 1460が求める誤差範囲の基準内に納まっていることが確認され、対象とした4種類のうち確認中のものを除く3種類の製品は代替品の可能性を十分に有していると考えられた。

注5) いずれも販売会社のカタログ情報に基づく

3.3 今後の計画

現行品と代替品候補との比較試験において、試験結果は誤差範囲内におさまっているが、代替品候補と現行品とでは代替品の方がホルムアルデヒド放散量の測定結果が高めとなる傾向が把握されたため、検討を行うことを予定している。

同様に、デシケーター内のホルムアルデヒドの放散性状についても、現行品と代替品候補の等価拡散距離が若干異なる値となったため、検討を行う。

なお、デシケーターの流通状況に関するアンケート調査では、代替品の要件を満たす製品を取り扱っている販売会社は1社であったため、回答が得られなかった販売会社や販売数について回答がなかった会社に引き続き調査を行うことを計画している。

4. 木質構造用ねじの標準化提案に関する調査業務

4.1 事業概要

地球温暖化防止、循環型社会の形成、地域経済の活性化への貢献等を背景に、我が国では「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」(2010年5月成立)や「都市の低炭素化の促進に関する法律」(2012年9月成立)などの法令が制定され、中・大規模建築物の木造化が進められている。中・大規模木造建築物に用いられる構造用集成材については、1970年代より北米・欧州を中心にCLT(Cross Laminated Timber)やLVL(Laminated Veneer Lumber)などの様々な集成材について開発が行われ、導入が進められている。

これらの中・大規模木造建築物の集成材の接合部分に用いられるねじとして、木質構造用ねじが開発されている。一般に、木造住宅については専用のねじは存在せず、汎用のねじ等が使われている。しかしながら、中・大規模木造建築物は集成材を確実に接合させる必要があり、汎用のねじと比較するとより強度が高いものが必要である。

木質構造用ねじは、欧州を中心に規格開発が進められてきた。しかし、既存の海外規格において、強度に関する規定はあるものの、曲げ降伏強度に関する試験方法や評価基準は規定されていない。我が国は地震等の災害が多く、中・大規模木造建築物の強度を確保するためには、接合部をつなぐ木質構造用ねじの曲げ降伏強度の確保や基準を設ける必要がある。

このような背景から、木質構造用ねじの生産メーカー2社より委託を受け、経済産業省が実施する平成30年度標準化テーマ調査へ応募し採択されることを目指し、木質構造用ねじの強度(曲げ降伏)の確認方法および満たすべき性能・評価基準に関するJIS開発に向けた課題等を明らかにすることを目的に以下の検討を行った。

(1) 開発すべきJISの概要の検討

開発すべきJISについては、EN 14592(ダボ型接合具)等の規格をベースとしつつ、木質構造用ねじの要求性能および評価基準などについて検討した。

規定項目については、1) 適用範囲、2) 材質、3) 寸法、4) 曲げ降伏強度(試験方法を含む)、5) 引張特性、6) ねじれ強度特性、7) 防食および8) 表示の規定化が必要であるとの結論に至った。

(2) JIS開発のために必要な活動の検討

JIS開発のために必要な活動としては、1) 海外の技術動向に関する調査、2) 国内および海外製品の性能に関する調査、3) JIS開発に向けた検証(規定項目の妥当性を確認するための検証およびラウンドロビン試験等)などが必要と考えられた。また、これらの実施にあたり、3ヵ年が必要であるとした。

4.2 成果

2017年度の検討の結果、木質構造用ねじの要求性能および評価基準について標準化が必要であることを確認し、経済産業省 平成30年度標準化テーマ調査へ応募した。2018年1月に実施された日本工業標準調査会 標準第一部会での審議の結果、平成30年度(2018年度)の経済産業省JIS開発事業「建築物に使用する木質構造用ねじに関する

JIS開発」として採択された。

木質構造用ねじのJISが制定されれば、中・大規模建築物への木造化を推進する行政施策への活用が期待される。また、現行はJISがないため選定は建築主事の判断に委ねられ、木造建築のコスト低減への障壁となっている。構造設計判断を可能とする諸性能値を盛り込んだJISを制定することで市場参入への障壁をなくすことが可能となり健全な競争と品質の向上が期待できる。欧州を始めとした諸外国に対しても明確な要求性能基準を示すことができ、粗悪品の排除にもつながる。安全な建築資産や社会インフラの供給かつ合理的な提供が可能となる。

5. 平成29年度グリーンコール技術開発 石炭利用環境対策事業「石炭ガス化溶融スラグ有効利用推進事業」スラグ試料分析試験

5.1 事業概要

本事業は、石炭による大型IGCC（石炭ガス化複合発電）設備から排出される石炭ガス化溶融スラグの有効利用を目的としたものであり、大型IGCC設備から排出された石炭ガス化溶融スラグの分析試験を実施し、コンクリート用の細骨材としての品質について評価を行った。

また、本事業は2015年度より3年間にわたり実施されてきたが、2017年で終了し、今後、石炭ガス化溶融スラグ細骨材の製品JIS化に向けて動き出す予定である。

5.2 成果

2017年度における実施概要を以下に示す。

(1) 外観試験

走査型電子顕微鏡（SEM）による外観観察を行い、細骨材原料と石炭ガス化溶融スラグ細骨材の形状の比較を行った。

(2) 物理試験

ふるい分け、微粒分、単位容積質量および実積率、密度・吸水率、安定性、粒形判定実積率、膨張率について試験を実施し、石炭ガス化溶融スラグの性能の把握、各種骨材の規格値との比較・検討を行った。

(3) 化学試験

含有成分分析、主要成分分析、環境安全形式検査（有害物質の含有量および溶出量試験）、アルカリシリカ反応性について試験を実施し、石炭ガス化溶融スラグの性能の把握、各種骨材の規格値との比較・検討を行った。

6. 潜熱蓄熱建材の蓄熱性能試験方法の開発に関する調査研究

6.1 事業概要

潜熱蓄熱建材は、一定の温度範囲で高い蓄熱量を持つという特性を住宅等の熱エネルギーの有効利用に役立てることでZEHの実現や住宅の温熱環境改善・省エネルギー化に貢献する建材として、今後の普及が見込まれている。

一方で、そうした蓄熱特性については標準化された測定方法が整備されておらず、その有効性の評価や製品選択における判断の根拠が不十分なまま普及が進むと、製品に対する信用性や消費者の便益の観点からはマイナスの状況が生じるといった懸念も想定される。

本事業は、そうした状況を受け、蓄熱特性の評価方法を標準化するために蓄熱建材コンソーシアムからの委託のもと開始され、①評価方法のJIS化を目指し経済産業省の平成30年度標準化テーマ調査に応募すること、②標準化にむけた今年度の実験検討の内容を建材試験センター規格（JSTM）の原案として取りまとめること、の2点を主な目的として、標準化にあたっての潜熱蓄熱建材の実態調査ならびに試験方法の標準化に向けた各種実験検討が行われた。

6.2 成果

(1) 経済産業省の標準化テーマへの採択

潜熱蓄熱建材の蓄熱特性評価方法の標準化にあたって、製品の特徴や利用実態、標準化の必要性等についての事前調査が行われ、報告内容をもとに平成30年度標準化テーマの応募内容の審議・取りまとめが行われた。

本調査によって、蓄熱特性試験方法の標準化にむけた背景となる情報が整理された他、提出された標準化テーマ「潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発」については、工業標準調査会 標準第一部会の審議を経て、標準化テーマとして採択されるなど、JIS化につながる成果が得られている。

(2) JSTM原案の作成

当センター中央試験所環境グループにてかねてから開発を進めていた、熱流計を用いた比熱の測定方法（熱流計法）を基本として、潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法の標準化に向けた各種実験検討を行い、JSTM原案として取りまとめた。

10. 建材試験センター規格（JSTM）の制定に示すとおり、本JSTM原案はJSTM標準化委員会の審議をへて、2018

年3月28日付でJSTM O 6101 (潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法(熱流計法))として制定された。

6.3 今後の取り組み

経済産業省の戦略的国際標準化加速事業(日本規格協会再委託)のテーマとして「潜熱蓄熱材を使用した建築材料の蓄熱特性試験方法に関するJIS開発」が採択されており、昨年度制定されたJSTM O 6101を基礎としたJIS開発のための各種検討を継続する。

また、JSTM O 6101によって求められる見かけの比熱に加えて、潜熱蓄熱建材の使用条件にあった特性、実際の使用状態に合った評価方法等についても検討を進める。

7. 建築材料等に関するサンプル調査に係る試験・評価業務

本事業は、建築基準法第37条の指定建築材料(コンクリート)を対象として、既認定工場を選定しサンプリング調査を実施したものである。サンプリング調査では、工場の現地調査、告示の技術的基準で要求されているコンクリート試験等を行った。

8. 平成29年度建築基準整備促進事業 S26(建築材料における回収骨材の使用に関する検討)

8.1 事業概要

現在、建築基準法第37条ではJIS A 5308:2014(レディーミクストコンクリート)に適合する回収骨材の使用を除外しており、回収骨材を用いたコンクリートを基礎、主要構造部等に使用するためには大臣認定の取得が必要となっている。

建築材料として回収骨材の使用を認めるための技術基準を検討するために、回収骨材や回収骨材を用いたコンクリートの品質について実際の生産状況等を踏まえた調査・検討を行い、建築基準法第37条の運用上支障がないか等を確認した。主な調査項目は以下のとおり。

- ① 回収骨材を使用したコンクリートを標準化しているJIS認証工場等の実態調査と工場の現地調査
- ② 回収骨材の品質に関する確認調査
- ③ 回収骨材を使用した場合と使用しない場合の2種類のコンクリートに係るフレッシュ性および硬化後の諸物性についての実験的な確認

8.2 成果

生産状況等の調査を行った結果、JIS A 5308に基づいて

回収骨材の品質管理が行われていること、工場ごとに回収・洗浄方法、複数の原骨材を使用した際の対応方法、添加方法、使用期限等が異なることが判明した。

回収骨材の使用割合は、回収骨材用のサイロを設置して別計量する場合は骨材全体の20%まで、回収骨材用のサイロを設けず、原骨材に回収骨材を一定の割合で混合したものを骨材サイロに保管して使用する場合は5%までとしている。しかし、後者の場合、十分に混合されずに回収骨材だけが偏在する懸念があり、そのバッチのコンクリート品質には、変動の定量的な評価が十分でない。

また、回収骨材の品質試験を実施した結果、原骨材と比較すると、密度・吸水率が若干変化すること、粗粒率や微粒分量が増減することが判明したが、原骨材に混合した場合には骨材全体としてみるとその違いは大きくなく、品質への影響はほとんどないといえる。

回収骨材を使用したコンクリートの諸物性について実験検討を行った。その結果、回収細骨材を用いたモルタルの圧縮強度は低下傾向となったが、回収骨材を用いたコンクリートにおいては、その置換率がJIS A 5308に規定する範囲においては、諸物性に影響を及ぼす結果は認められなかった。

回収骨材を原骨材に混合した時の回収骨材の偏在、自工場以外の未使用コンクリートの混入等の可能性については、JIS A 5308の規定の理解・遵守と、全国生コンクリート工業組合連合会から本検討結果を踏まえた注意事項等を各工場に周知徹底することによって、回収骨材を安全に取り扱えば大きな問題はないとの結論に至った。

上記の結果、建築基準法(材料告示)における回収骨材の使用制限については、緩和しても問題ないと考えられるとの結論に至った。

なお、2018年6月14日付で告示第1446号が改正公示された。

9. 環境技術実証事業(ETV事業)

9.1 事業概要

本事業は、既に適用段階にありながら普及が進んでいない環境技術について、環境保全効果等を第三者が客観的に実証するものである。当センターは本事業の技術分野のうち、平成18年度(2006年度)より「ヒートアイランド対策技術分野(建築物外皮による空調負荷低減等技術)」の実証機関として業務を実施している。平成29年度(2017年度)

も実証機関として、技術実証検討会および技術分科会を設置し、実証業務を実施した。

9.2 成果

2017年度における実施概要を以下に示す。

(1) 実証要領の策定

実証事業の実施状況、実証試験に係る技術的進展の状況等を踏まえて、実証要領の見直しを行った。審議を踏まえ、実証要領を策定した。

(2) 実証対象技術の公募および選定

2017年8月1日から8月31日の期間に実証対象技術の公募を行った。公募を行った結果、4技術の申請があり、技術実証検討会での検討・助言を踏まえて審査を行った結果、4技術（窓用日射遮蔽フィルム2技術、窓用日射遮蔽コーティング材1技術、窓用日射遮蔽・指向性反射フィルム1技術）を選定したが、うち1技術（窓用日射遮蔽フィルム）については、申請者より取り下げられた。

(3) 実証計画書の策定および試験の実施

実証要領に従い、実証対象技術ごとの実証計画書を策定した。実証要領および実証計画に基づき、実証対象技術ごとに試験を行い、実証報告書として取りまとめた。

10. 建材試験センター規格 (JSTM) の制定

10.1 事業概要

当センターでは、団体規格である「建材試験センター規格（略称：JSTM^{注6)}」を制定し、1992年10月より、公開・販売を行っている。JSTMは、主に建設分野の材料や部材などの品質確認のための試験方法規格、構造材料の安全性、住宅の居住性、設備の省エネルギー性、仕上げ材料の耐久性等に関連するもので、規格の作成にあたっては、学識経験者、産業界・試験機関の技術者等から構成される委員会を組織し、規格の制定や改正等に関する審議を行っている。

注6) 『JTCCM Standard of Testing Methods』

10.2 成果

2017年度は、新規制定の1件の規格案について、建材試験センター規格 (JSTM) 標準化委員会（委員長：菅原進一 東京理科大学教授、当時）で審議を行い、規格を制定した。2017年度に制定したJSTMを表3に示す。

当センターでは、本年度も引続き、建築材料の高性能化等、社会のニーズに対応した試験規格の作成・普及に努める予定である。

規格の公開・販売は、こちらのページにてご確認ください。
<https://www.jtccm.or.jp/biz/hyojyun/jstm/tabid/477/Default.aspx>

表3 2017年度に制定したJSTM

規格番号	規格名称
JSTM O 6101	潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法（熱流計法）

11. JTCCMセミナー「JSTM講習会」

当センターでは、制定したJSTMについて、JTCCMセミナー「JSTM講習会」としてセミナーを開催し、関連する分野の最新動向や制定の主旨および試験方法のポイントの解説等を広く紹介している。

2017年度に実施したセミナーは、次のとおりである。

「溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートのポップアウト確認試験方法」講習会（2017年12月13日（水）開催）

2016年度に制定したJSTM C 2001（溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートのポップアウト確認試験方法）に関して、JSTM講習会を開催し、規格制定の主旨や試験をする際のポイント等について解説した。また、明治大学 理工学部 建築学科 小山明男教授よりJSTM C 2001制定の背景とJIS A 5031:2016（一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材）についてご講演いただいた。本規格は、溶融スラグ細骨材を使用したコンクリート二次製品の品質管理方法として提案されたものであり、講習会には溶融スラグに関連する企業、コンクリート製品に関連する企業等にご参加いただいた。

author

鈴木澄江 経営企画部 部長
Sumie Suzuki

室星しおり 中央試験所 材料グループ 主幹
Shiori Murohoshi

佐竹 円 ISO審査本部 審査部 主幹
Madoka Satake

深尾宙彦 経営企画部 経営戦略課 兼 企画課 主任
Tokihiro Fukao

滝口悠太 経営企画部 調査研究課
Yuta Takiguchi

村石幸二郎 経営企画部 調査研究課
Kohjiro Muraishi

建築に学ぶ
先人の知恵

世界の伝統的建築構法

芝浦工業大学 教授 南 一誠

vol.12

グローバル人材育成と留学

はじめに

筆者の勤務する芝浦工業大学は文部科学省のグローバル人材育成推進事業や、スーパーグローバル大学創成支援事業（SGU事業）のグローバル化牽引型に採択され、海外の大学との学生交流、教育プログラムの国際通用性の向上、学生のグローバル

対応能力育成などに取り組んでいる。学生の海外留学を増やすことなどにより、単に英語が話せるだけでなく、多様な価値観を有した海外の人達と協力して仕事をする事ができる人材の育成を目指している。インターネット等の普及により海外の情報に接する機会が増え、日本の大学も国際的水準の教育・研究環境が

整ってきたことも影響して、若い世代がかつてほど留学に関心を持たなくなっているのかもしれない。しかし、自ら外国に行って学んだり、海外の学生を受け入れて共に学んだりすることが、若い人にとって有益であることは今も、変わりはないだろう。筆者自身、今から30年以上も前の1984年、アメリカのマサチュー

写真1 チャールズ川沿いに広がるマサチューセッツ工科大学キャンパス

写真の手前はボストンの旧市街地バックベイ地区。マサチューセッツ通りが写真中央のハーバード橋を渡り対岸のケンブリッジ市に入った右側（東キャンパス）にMITの正面玄関があり、教室、研究所が配置されている。左側（西キャンパス）には学生寮、学生会館、教会、運動施設が広がる。チャールズ川を上流（写真左側）に行くとハーバード大学がある。



セツ工科大学 (MIT) に2年間留学した経験がある。自分の殻を破り、多くのことにチャレンジした20代の経験は、今でも仕事だけでなく、私の生き方や価値観の基礎となっているように感じている。当時MITには世界各国から教員や学生が集まり、交流する場となっていた。日本人同士で話をすると誰もが当たり前で、議論する余地がないと思っていたことが、色々な国から集まった人達が議論すると、思いもよらない結論にいたる経験をしたこともある。将来の日本を担う若い人々には、短期、長期の留学や、外国から招聘される教員や学生との交流を通して、広い視野と柔軟な思考力を持った人材に育つことを願い、自分出来る範囲ではあるが国際交流に取り組んでいる。

この数年、私の研究室にも色々な国から学生が進学してくるようになった。ナイジェリア出身のOluwasegun Oluwafemi Akande (オルワゼグン オルフェミ アカンデ) 君は、ラゴス大学卒業後、地元州政府にて公共事業や公営住宅の計画・建設、管理に携わってきた技術者である。安倍総理が2013年6月に第5回アフリカ開発会議で表明された「アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ (ABEイニシアティブ)」のプログラムに参加し、2015年9月から2年半に渡って、芝浦工業大学に留学して来た。彼の経験によるとナイジェリアでは、厳しい気候に対応した建築設計や維持管理の技術が未整備のため、公共施設や公営住宅等の劣化が激しく、補修に予算がかかるため、少ない財源を新築工事に使えず苦労しているとのことで、その改善策を日本で研究して、今春帰国した (写真2)。2016年4月から留学してきたサウジアラビアの女性建築家のHijazi Najwa Yousef S (ヒジャズィ ナジュワ) さんは、母親の母国ヨルダンで建築教育を受け、父親の母国サウジアラビアで建築家として実務経験をしたのち、サウジアラビア政府の奨学金を得て日本に留学し

写真2 ナイジェリア、ラゴス州政府が1990年代に建設した集合住宅

電力供給が不安定で断水することが多いため、各住宅は給水タンクを外壁面に取り付けている。



(写真出典 : George Osodi, LAGOS UNCELEBRATED)

てきた。アラビア語、英語はもちろん日本語も堪能で、大学院を修了して、現在、日本の建築設計事務所でインターンシップを行っている。中華人民共和国からは、胡天行 (コテンコウ) 君、劉瀟陽 (リュウ ショウヤン) さんが、すでに2年間の修士課程を無事修了し、日本企業に勤務している。二人とも日本語学校でしっかり、日本語を習得してから入学しているため、高度な意思疎通が可能であり、後述する中国の大学と芝浦工業大学の交流プログラムを立上げ、実施するための懸け橋となってくれた。胡君は中国の高校を卒業後来日し、学部、大学院の合計6年間を芝浦工業大学で過ごした。劉さんは北京の建築設計事務所勤務した後、訪日している。現在、中国の合肥工業大学の修士課程を修了した馬凌翔 (マリンシャン) 君が南研究室に在籍し、中国の大学との交流を手伝ってくれている。短期の留学生も増えており、2018年1月からは北京出身で米国在住のYvonne Fang (イボンヌ ファン) さん (Dartmouth College 卒、2018年秋からはハーバード大学大学院に進学) や、2018年3月からはインドネシア・スラバヤの大学院生 Annisa Nur Ramadhani (アニサヌール ラマダーニ) さんを受け入れた。2017年度は、中国、黄山学院の学部3年生4名を1年間、交換留学生として受け入れた。色々な国から縁あって私の研究室にやってくる学生達から教えても

らうことが多く、私の視野を広げ、人生を豊かにしてくれている。

アメリカから ケンドル教授を招聘

グローバル人材育成のため芝浦工業大学が力を入れているのが、グローバルPBL (Project-based Learning、課題解決型学習。略してgPBL) である。gPBLでは、海外の様々なバックグラウンドを持つ学生達とのディスカッションや協働作業を通して、グローバル人材に必須とされる4つの能力、コミュニケーション力、グローバル人間力、異文化理解力、問題解決能力を身につけることを目指している。

筆者は、2013年と2014年の夏に、アメリカ・インディアナ州のボールステイト大学からステファン・ケンドル教授を招聘して、建築設計ワークショップを開催した。筆者とケンドル教授は1980年代中頃、ともにマサチューセッツ工科大学大学院に在学し、ハブラーケン教授の指導を得ていたので、ハブラーケン教授がMITで教えていた建築設計論・設計法 Thematic Design Theory and Method を日本の学生に教えることにした。Thematic Designとは、ごく簡単に述べると、地区に潜在する建築の構成あるいは空間的な共通言語を見出し、それを応用して統一感と多様性を持った建築群を生み出す設計手法と言える。芝浦工業大学に留学中のロシア人やフランス人も参



写真3 合肥工業大学、建築芸術学部棟

延べ4万2千㎡(地下1階、地上7階建)と大きな建物。郊外に移転した新キャンパスには、人口池や野外劇場などがゆったりと配置されている。



写真4 黄山学院、建築工学部の正面にて

前列は筆者と黄山学院の教職員の方がた。後列は芝浦工業大学の学生。(2015年11月)

加し、学部、大学院の学生約20名が、6つのチームを構成して、大学が立地する江東区における将来の街の姿を提案した。

中国、合肥工業大学との交流

2015年の秋からは、毎年、学生と共に中華人民共和国安徽省の合肥工業大学や、黄山学院などを訪問し、フィールドワークやワークショップなどを行っている。合肥工業大学は、中国の重点大学のひとつで、中国の21世紀を担う100大学の一つである(写真3)。建築芸術学部の李早院長(学部長)は京都大学で、蘇劍鳴副院長(副学部長)は東北大学で学位を取得された知日家である。筆者は蘇副院長を20年近く前、東北大学の伊藤邦明先生の研究室に日本政府の留学生として在学されていた当時から存じ上げていることがご縁で、学生を引率して訪中し、合同でワークショップを実施することになった。

蘇副院長によると中国には建築学の専門教育を行っている大学が300ほどあり、その中で5年制の国際基準の建築教育を行っている大学は約30あるとのこと。合肥工業大学は5年制の教育を行っている大学の一つで、中国における建築教育を行うトップクラスの大学である。建築芸術学部は、建築、環境設計、都市計画、ランドスケープデザイン、平面

計画(サイン、工業意匠)、広告、インダストリアルデザイン、芸術(彫刻、絵画など)等の7分野で構成されており、学生数は学部生が1500人、大学院生が300人である。専任教員は70名、職員は30名。建築を専攻する80~90名の学部卒業生のうち、3分の1が就職、3分の1が中国国内の大学院に進学、3分の1が海外の大学院(ほとんどがアメリカ)に進学している。建築分野は中国の経済成長を反映して、これまでは給与水準が高く、優秀な学生が集まる分野であったが、近年、経済成長が鈍化し、就職状況が悪化しているとのことである。

建築学科の学生には1年生から5年生まで、各学年に製図室があり、各学生には専用の製図スペース(製図板など)が与えられている。1年生、2年生は手で図面を描く授業を行っており、2年生になるまではCADは禁止だとのことである。4年生の製図室では、学生がお金を出し合ってコピー機を購入していた。レーザーカッターも学生たちがお金を出し合って設置している。授業で使用する模型の材料も、学生が自主的に共同購入し、使用した分の料金を料金箱に入れる仕組みである。中国では1年生の時、1か月の軍事教育が必修科目に指定されていると聞き、驚いた。実態は体育の授業のようなもので、学生生活に規律を与え

る効果もあるとのことである。建築学科の学部2年生は、毎年夏休みの3週間を使って、安徽省の伝統的な集落を訪れ、古民家の実測を行っている。学生は測量した建物の図面をCADで図面化するだけでなく、3次元の動画としてもまとめており、高いレベルの教育を行っている。5年生の前期はインターンシップ、後期は卒業設計を行う。卒業設計では、精華大学などトップクラスの大学8校ほどの選抜学生による共同設計を行うこともある。各大学から参加した学生が合同で敷地調査と開発計画の立案までを作業し、中間発表の後は、各大学に戻って個々人が設計をして、最後にまた一堂に会して成果発表会を行っている。なかなか良い教育方法のように思えるが、蘇副院長によると、中国では4年生の後期に就職が決まるため、5年後期は学生のモチベーションが上がらないそうだ。

私の印象としては中国の大学の先生方は、非常に熱心に教育に取り組んでおられるように見える。例えば、中国では建築教育に関する学会を毎年、各大学の持ち回りで開催して、意見交換を行っている。丁度、筆者が合肥工業大学を訪問した時、選抜された22の大学における1年生から5年生までの建築設計演習の課題と学生の成果物の展示を拝見することが出来た。優秀作品には賞が授

与されるが、中国全体の選抜作品という事もあり、受賞作品の水準は高い。興味深いのは、学生の成果物だけではなく、教員が出題した課題の内容も審査の対象になっていることである。中国でも1992年より日本のJABEEと同じような教育の質保証のための外部評価を行っているとのことだが、自己点検書やエビデンスの準備のため、担当教員が多忙を極めるのは、わが国と同じである。合肥工業大学は、最初に受審した大学の一つで、学部と大学院の両方の教育プログラムの認証評価を受けた意欲的な大学である。

■ 黄山学院との交流

南研究室に在籍していた胡天行君の叔父様、胡跃进先生が学部長をされていることが縁で、2015年秋以降、毎年、安徽省黄山市の黄山学院

とも交流を行っている(写真4)。2016年1月にはMOUを締結し、芝浦工業大学の海外協定校になっていただいた。校地面積は118万㎡あり、学生数1万8千人、50学部で構成されている。黄山市は上海から南西に直線距離で約400kmのところに位置する。揚子江の南側であるが、周辺には山が多く、夏は37度を超える日が続くが、冬はかなり冷え込む。唐代末期、北京から逃れてきた人々が住み着いたと伝承されるが、この地の徽州文化は、チベット、敦煌とならぶ中国三大地方文化の一つとされ、白壁とグレーの瓦が特徴の徽州建築も徽州文化を代表するもののひとつである。黄山市周辺には徽州の古民居が残された集落が100近く点在しているが、その中の西遞、宏村(写真5)はUNESCOの世界遺産に指定されている。山水

画に描かれるような姿をした「黄山」も世界遺産に指定されており、黄山市は市内に存在する2つの世界遺産を活用して観光産業に力を入れている。黄山学院も観光学部を設置するなど、観光や国際交流の教育に熱心に取り組んでいる。

建築工学科は建築、土木、都市農村計画、工程建築(工事管理など)の4つの学科で構成されている。学部全体の専任教員は36名、そのうち建築学科担当は9名である。周辺に美しい集落、伝統的古民居が数多く残されているため、国家が定めた基本的な教育内容に加えて、徽州の伝統建築の保存とその利活用について学修することを教育目標として定めている。授業は8時30分始業で、17時50分まで。その後は課外活動としてスポーツ等を楽しむ。体育の授業には、卓球、太極拳の他、学年



写真5 安徽省古集落を代表する宏村の月沼

集落は牛の形になぞらえて説明され、中心部にある月沼は牛の胃にあたる。川の水を巧みに集落の内部に取り入れ、生活用水として利用している。



写真6 歙県、盧村にある志誠堂の中庭(天井と呼ばれ、屋根がない空間)

写真の右側に狭い道路に面した入口がある。徽州建築の特色は精緻な木彫、石彫、磚彫である。西遞、宏村に近い集落。

末の祭りの際に龍を掲げて踊るダンスも開講されている。学生は全員、キャンパス内の寮に住んでいる。寮は4人部屋であるが、各部屋に温水シャワーが設置されている。

建築学科の学生数は1学年あたり60名であり、設計演習は15名ずつに分けたグループで教育している。建築設計演習は、2年生で1課題、3年生で年間4課題、4年生で年間4課題を行うので、5年進学時までに9課題行うことになる。小学校や図書館が設計課題として取り上げられるのは日本と同じだが、日本とは違って架空の敷地を対象に設計することである。5年生後期の卒業設計は建築学科の全員が履修する。卒業設計は6単位で12週間かけて行っている。設計教育担当の王教授は、中国では建設の速度があまりに早か

ったので、教育にもその弊害が出ており、建築設計の質を向上することが必要と述べておられた。もう一人の設計演習を担当されている建築家の黄冠軍教授はこの地方の伝統的集落を10年以上にわたって、学生と一緒に調査され、報告書にまとめておられる。

学生の就職先は建築学科60名の卒業生の内、40名が安徽省建築設計院や民間設計事務所に、残り20名の内、十数名が大学院に進学し、数名が公務員になるとのこと。設計系の就職活動は、4年生までの設計演習課題をポートフォリオにまとめて提出することが第1次審査となり、それに合格すると第2次審査(6時間の即日設計と面接)に進むことになる。大学の成績は直接、影響しない模様であり、大学教育の理解度は

面接試験の時に口頭試問される程度である。

2018年2月1日付で建築工学部長が胡跃进先生から趙士徳教授に異動があった。新学部長は今年50歳。中国浙江大学で地球科学を専攻し、卒業後はロシアでロシア語の通訳など10年間ほど実務に従事された。趙教授が育った時代は、第1外国語は英語またはロシア語の選択であったとのこと。その後、出身地のハルビン大学で企業経営に関する修士、博士の学位を取得されたが、当時の中国では、理系出身者が文系に転向する際、企業経営学を専攻することが多かったそうである。学位取得後、黄山学院の教員になられた。中国の大学の学部長は共産党の人事だが、別の学部の教員が指名されることは珍しくないとのこと、趙学部



写真7 黟県の関麓

汪氏の8人兄弟の商人の家が小さな集落を構成する。一部、二階部分が繋がり、家族が行き来できたという。

長の前任は経営学部の副学部長である。前の建築学部長の胡跃进先生の専門は数学で、学部長を退任された今は、元の学科に戻って数学を教えておられる。別分野の先生が学部長として組織をまとめる中国の大学運営の方法は、私の限られた経験ではあるが、上手く行っているようである。

日本から黄山を訪問する私たちの楽しみの一つは、安徽省の古村落、古民居群の訪問である。これまでに現地調査した集落は、黟県の西遞、宏村、盧村(写真6)、秀里、屏山、関麓(写真7)、南屏、歙県の徽州古城、棠樾、昌溪、陽産土楼、許村、黄村、休寧県の溪頭、徽州区の呈坎、唐模(写真8)、潜口、靈山、旌徳県の江村、朱旺、婺源県の江湾、曉起、績溪県の龍川(写真9)などである。徽州建築の特徴である木彫、石彫、磚彫を作る職人の工房や、工業団地内にある木彫、石彫の加工工場を視察したり、休寧県万安老街の古民家を実測したり、あるいは黄山市周辺に鄭村鎮西園の古民家の修理現場を見学したこともある。2017年秋には中国の古城城壁をUNESCOの世界文化遺産にするための意見交換を歙県文物局の担当の方々と行った。周辺の集落を視察した後、夕方には黄山市にもどり、旧市街、屯溪の老街を散策するのも楽しみで



写真8 徽州区の唐模

集落の中心を川が貫いている。



写真9 績溪県の龍川

川に面して胡氏宗祠が建つ。



写真10
フルブライトの夏期研修で
ホームステイさせて頂いた
ヒューストンの家

庭からボートに乗って、ガルベストン (Galveston) 湾まで昼食に行った。

ある。

参加した学生たちは、日本でメディアから得ている情報と、現地で見えて知った現実との違いを認識する機会となったと述べている。国際的な混成チームによるワークショップに参加し、学生たちは異口同音に英語の力をつけるべきと言っているが、まず海外に行き、たとえ覚束なくても英語で議論してみることが、帰国後の学習意欲を高める契機となっている。自分の進路を考える上でも、大変良い刺激を得たとのことである。卒業後に早速、ニューヨークや上海、シンガポールの現場で活躍している卒業生もいる。

■ 私の留学経験を踏まえて

筆者は1984年7月から1986年6月まで、アメリカ東部のマサチューセッツ工科大学 (MIT) の大学院に留学した。日本の大学院を修了し、郵政省建築部に3年勤務した後の20代最後の2年間である。MITに到着す

る前の6週間、テキサス州立大学オースティン校において、世界59か国から集まった100名以上のフルブライト奨学生と共に夏期研修に参加した。学生寮のルームメイトは、ウルグアイの会計検査院の職員、ヨルダンの大学で法律を教えている教員、西ドイツのエンジニアであった。午前中は英語の授業を受け、昼からは専門分野に応じて色々なところに見学に行くのだが、興味があれば他の分野の研修に参加することも出来た。法律分野の研修に同行して、法廷の見学に行ったが、陪審員を選ぶ過程、犯人を逮捕した警官の証言、弁護士の反論など、テレビや映画で見ている場面より、迫力があつた。電子工学分野ではモトローラの工場を見学したが、日本企業との競争が厳しい時期で、職員はビリピリしていた。都市・建築分野の見学はオーティンの住宅地を所得階層別に7か所見て回るという企画だったが、一番、低所得の方が住まう住宅

は小さな木造小屋で、暑いテキサスの気候のため住戸の前のテラスで過ごしている人が多かった。車から降りることは出来ないし、カメラを向けることもできない。報道などで見ることがないアメリカ社会を垣間見た。一方、最も高級な住宅地は、街を一望する丘の上に立つ豪邸で、こちらはアメリカのテレビ番組などで良く見る光景であった。丁度、アメリカ大統領選挙の年で、レーガン大統領の遊説第一声を聞くため、皆で市内の河川敷に出かけた。集まった大勢の人をコンテナが囲み、その上に狙撃兵が銃を持って構えている。レーガン大統領が到着した時、会場は大変な盛り上がりで、にこやかに、わかりやすい英語で語りかける大統領の政治家としての力量、共和党の選挙キャンペーンのうまさを実感した。フルブライトの夏期研修はテキサスの牧場にロデオを見に行ったり、地元の方々が牛一頭丸焼きにするバーベキューパーティを開催してくださったり、川に泳ぎに行ったりと、実に盛りだくさんの企画であった。ヒューストンのジョンソン・スペースセンターを見学したとき、東欧からの留学生はソビエトのコントロールルームにそっくりだと言っていた。当時、東欧からフルブライトの奨学金を得てアメリカに留学する学生は、事前に一度、ソビエトに集められて研修を受けるのだそ

写真11 MITの大学院生用学生寮の
アッシュダウンハウス (Ashdown House)

1901年に開業したRiverbank Court HotelをMITが1937年に購入して全米で2番目の大学院生用の寮に改修した。今は同じ名前の寮がキャンパス北に建ち、この建物は学部生用の寮に改修されている。MITでは近年、学生寮が持つ人間教育の場としての重要性を認識して、学部1年生は原則、学生寮に住むことを義務付けている。学生達がともに食事をとることが大切であると考え、食堂も充実させている。戦後、アルバー・アアルトが設計した学部生用の寮ペーカーハウスもチャールズ川に沿って走るメモリアルドライブに面して、近くにある。



うだ。ヒューストンではMITのOBでデュボンに勤務する方のご自宅にホームステイさせて頂いた。広々とした住宅地には運河が引き込まれていて、自宅の庭からボートで海に出ることができる(写真10)。庭に出ている方、奥様から「あそこを歩いている方、先日、月に行ってきた宇宙飛行士のかたよ。」と言われた。オースティンでの研修も終わりに近づいたころ、ハンバーガーを食べていたレストランで、たまたま隣の席に座っていたアメリカ人が親切な学生で、ウィスコンシンの自宅に招いてくれた。お父さまがジョンソンワックスに勤務しておられて、日曜日、フランク・ロイド・ライトが設計したジョンソンワックス本社ビルの中を、役員室を含めて自由に案内していただいた。シカゴ北部のミシガン湖に面してつながる住宅地は、素晴らしい環境であった。

6週間の夏期研修を終え、学生たちは全米の大学に向かうことになるが、楽しい日々はここまでで、大学に到着すれば猛勉強の毎日が始まる。移民の国、アメリカでは、留学生がお客扱いされることはないと言ってよいだろう。大学に到着してまず、苦勞するのが住宅の確保だが、私が学生課を訪問したら、大学院生用学生寮のアシュダンハウスに1名分だけ、空きがあるという(写真11)。直ちに契約し、部屋に行って

みると、その部屋の住民は、米中国交正常化後、初めて中国からアメリカに留学して来た5名の物理学者の一人、金亜秋さんだった。アメリカ人は共産党員ではないかと思い、同室を避けていたらしい。金亜秋さんは、北京大学の物理学科を卒業し、気象庁に勤務していたが、文化大革命の時は地方に行き、絵が得意なので毛沢東の絵を看板に書いていたという。いろいろ話をしてみると共産党員ではなく、簡単に党員になれるものではないと説明してくれた。1984年頃でもアメリカから中国に電話をするのは大変で、中国の奥様に電話をかけても、つながるのは翌日であった。専門はリモートセンシングで、その技術を使って雲の温度変化を図り、集中豪雨を予報するのが彼の夢だった。論文を発表するとシベリアの雪の下に隠してある戦車を見つけることができるかという質問が来ることがあると言っていた(もちろん、見つけれないが)。彼は朝起きたらすぐに研究室に行き、就寝直前に帰宅する。日曜日も研究する。世界最先端の研究をしていると、たとえ一日休んだだけでも、その瞬間に追い越されると言っていた。苦勞して学位を取得した夜、アメリカに来て初めてビールを口にしていた。渡米した時、中国政府から5ドル渡され、あとはアメリカが面倒を見ると説明されて、パリ経由で

アメリカに渡ってきたそうだ。RA(Research Assistant)の給与の中から貯金をして、5年間に1万ドルを貯めたという。MITで学位を取得し、上海近郊に新設された大学の助教授の職に就くことが決まったが、1万ドルは助教授の25年分の年収に相当する金額だと言っていた。当時の中国は、住宅や車を購入することはできなかったで、何に1万ドルを使うのかと尋ねたら、しばらく考えて、「息子をアメリカに留学させるのに使う」と語った。金亜秋さんはその後、上海にある復旦大学の教授になり、今は中国物理学会を代表する院士(アカデミー会員)である。

MITでの学生生活

MITの講義の内容についてはここでは省略するが、学生生活について今でも記憶することを書き留めておきたい。学期始めの履修登録には指導教授のサインが必要であるため、研究室に伺い自分のMITでの研究目的と履修を希望する科目の関係など、学習計画をきちっと説明する必要があった。学科事務室の入り口に提供されているA4サイズの授業計画書(シラバス)をよく読み、各講義の目的、内容、ワークロードなどをよく理解しておかなければならない。MITの授業は基礎的な事から始まるが、最終的な到達レベルは高い。教授からはMITの講義1



写真12 MITのボートハウス

ヨットの授業を履修した学生は、時間外にヨットを借りることができる。



写真13 学生時代の筆者。1985年頃

科目は、他の大学の修士論文ぐらいのワークロードがあると説明を受けた。私は息抜きもかねて学部の体育の授業を履修した。大学の横を流れるチャールズ川でヨットに乗りたかったので、その前提となるヨットの授業を受けた(写真12、13)。ヨットの授業を履修するためには水泳の試験に合格しなければならないが、受験する学生が多く、30分間の立ち泳ぎの試験では、周囲に少しでも体が動くと、前後左右の学生からあっちに行けとつかかれ、途中で断

念。幸い追試をして頂くことになったが、追試では広いプールに受験生がほとんどおらず、教員から泳いでいても良いと言ってもらったお陰で無事合格し、念願かなってヨットの授業を受ける事が出来た。他に受講したアメリカならではの体育の授業は、ピストル射撃だろう。体育館の地下に地元の警官が練習に来る本格的な射撃場があり、そこで授業を受けた。50フィート先の的を30秒かけて10発撃つ。もちろん実弾は使わないが、銃の扱い方についての基

礎を徹底的に教えてくれる。10回ほどの授業を受ければ、100発100中の腕前になる。

アメリカ北東部はアイススケートが盛んなようで、アメリカ人はアイスホッケーの授業を取るが、私はビギナー用のアイススケートの授業を取った。生まれて初めてアイススケートをする人を対象とした授業だが、10回程度の授業の達成目標は、後ろ向きに滑って、回転できることであることを1回目の授業で説明を受けた。そんなことが10回授業を受けるだけで出来るようになるものかと思ったが、実際、講義の最終回の期末試験では、ほとんどの人が、出来るようになっていた。達成目標を最初に明確に示し、毎回の授業でその目的を達成するために何を学修するのか明確に設計された典型的なアメリカの授業のような気がした。

ボストンの冬は厳しく、大学の横を流れるチャールズ川が凍結し、人が歩いて渡れるほど分厚い氷が張る年もある。12月のクリスマス休暇に続き、約1カ月間休講になるが、その間はIAP (Independent Activity Period) と呼ばれ、自主的なゼミや集中講義等が数多く開催される。正規の授業では行えない途上国の開発に関するワークショップや、北極圏の油田開発に関する分野横断的な集中講義など、MITらしさを感じる機会であった。

2年目は、近くにあるハーバード大学の建築学部GSD (Graduate School of Design) でビジネススクールの教授が建築実務に関する講義を新設するというので聴講しに行った。MITの中間レポートなどが忙しくて、授業を欠席したところその日の夕方、TA (Teaching Assistant) の女学生から自宅に電話がかかってきた。一回、欠席したので成績はBになるわよ!と厳しい声。もう一度、やむを得ず欠席したら、今度は教授本人から電話がかかって来て、単位は与えないとのこと。単位はいらぬが、先生の講義は勉強になるので聴講させてほしいと言った



写真14 MITの西キャンパスに建つ建築家エーロ・サーリネン設計のチャペル
1955年、隣に立つクレスギー講堂と同時期に竣工。教会の周りにある水盤に
反射した光が内部に差し込む。2015年に全面的に修理されている。



写真15 チャペル内部はトップライトから光が落ちる静謐な空間
この教会で結婚式を挙げる学生もいる。

ところ、快諾して頂いたが、如何に教師も学生も真剣に授業に取り組んでいるかを知ることとなった。

MITやハーバード大学のGSDでは正規の講義が終わった夕方から、毎月1回ほど、特別講義が開催される。マイケル・グレイブス等の人気建築家やランドスケープアーキテクトなど、その時代を代表する建築家、専門家の講義を聞くことが出来て、とても刺激的である。長身のフィリップ・ジョンソンは身の丈ほどもある棒を使って熱弁し、英国の建築家ジェームズ・スターリングはメモリアルホールの大講堂を学生で埋め尽くした。世界各国で活躍する第一線の人の話を聞く機会が豊富なことや、キャンパスに名建築が数多くあり生活の一部になっていることは、若い学生が建築を学ぶ環境として理想的であった(写真14、15)。

私がMITで一番、好きな時間帯は朝である。MITの東側は教室や研究棟が立ち並んでいるが、建物をインフィニット・コリドー (Infinite Corridor、MITの各建物を繋ぐ251mの廊下) が貫いている。冬が厳しいケンブリッジに相応しい建築の作り方であるが、その廊下を、毎朝、教員、学生が颯爽と、教室や研究室に向かって速足で歩いて行く。充実した授業、先端的な研究など知的刺激に満ち溢れ、ノーベル賞を受賞された教授の研究室も随所にある。いかにも活気ある、生き生きした雰囲気毎日が始まるのである。日本の大学ではこのような雰囲気が感じられないのは残念で、申し訳なくもあるが、前述した中国の大学では似たような雰囲気を、朝の登校時に感じることもある。アメリカも、中国も、学生はキャンパス内にある学生寮に住んでおり、毎朝、長時間かけて通学してくる東京の学生とは事情が異なる。しかも日本の学生は、夜遅くまでアルバイトをせざるを得ない事情も抱えており、授業中に居眠りをしている日本の学生を責めることはできないかもしれない。しかし、日本のある大学で教えてい

る中国人の教員から、日本の大学における学生の学修態度について、このような事では日本の未来はないと言われたことがある。日本では過密都市、東京の大学に進学する学生が多い反面、地方の大学は進学者が減少しているが、海外では地方に有力大学が数多く立地している。生活費の高い東京の大学に進学してアルバイトに時間を割くのではなく、地方の大学に学生寮を建設して、日本の学生が勉強にスポーツに、もっと有効に時間を使えるようにすべきではないだろうか。

私の30年以上前の拙い留学経験を述べさせていただいたが、この歳になって改めて、多くの方のお世話になったと感じている。当時、親切に対応して頂いた方に御礼をする機会もなく申し訳なく思っているが、今の私に出来ることは、縁あって日本にやって来る海外の留学生に対して、私が若い時にしていただいたように、出来るだけの対応をすることであろう。それはどこの国からくる学生に対しても同じことである。私が留学した時は一ドル273円の固定相場制で、一年間の授業料は私の年収に相当する金額であった。イン

ターネットはまだない時代である。日本に電話をするときは、出来るだけのコインをあらかじめ公衆電話に挿入し、クォーター(25セント硬貨)を1カートン用意して、次々にコインを入れながら通話するのだが、硬貨が落ちるのが早く途中で通話が切れるほど国際電話は高額であった。職場で留学したいと言ったら人事局人事課の人事係長に呼び出されて、「郵政省の建築の技官が国際的な仕事を有する機会は現在も、将来も決してありえない。留学は認めない！」と断言された。企業派遣の留学とは違い、私の場合は自分で準備をし、自分で道を切り開いていくしかなかったわけだが、結果的にはそのことがとてもよかったと思っている。最近の国を挙げての「グローバル人材育成事業」は学生の留学促進のため、資金的な支援だけでなく、留学先の大学との交渉なども大学が行い、教員が引率するプログラムも多いが、果たして本当にそれが学生のためになっているのか疑問に思うこともある。若い人にとっては、自分の力でチャレンジしたことだけが、自分の力になるのかも知れないと思う。

参考文献

- 1) 世界の伝統的建築構法 第5回 中国安徽省の古民家群 宏村・呈坎、南一誠、建材試験情報 2016年5月号、pp.24-29
- 2) 安徽省黄山的古民家群 宏村・呈坎、南一誠、UNIBOOK、2016年2月22日
- 3) 中国徽州に残る古民家の現状と住戸改修の必要性、馬 凌翔、南一誠、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、E-1分冊、pp.813-814、2017年8月
- 4) Possibilities of Sustainable Social Housing in Lagos Nigeria; A Case study of the design, Specification and Adaptability of the new Lagos Homs Housing Scheme, Oluwasegun Akande and Kazunobu Minami, UIA 2017 Seoul World Architects Congress, September 2017, Paper Code O-0332
- 5) A Study of the Mass housing Usage, deterioration and Refurbishment in Lagos State Nigeria, Akande Oluwasegun, Minami Kazunobu, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、E-1分冊、pp.1043-1044、2017年8月
- 6) 芝浦工業大学におけるグローバル人材の育成 —建築系学科における取り組み—、南一誠、UEDレポート2013夏号、2013年7月、pp.33-37

南一誠
Kazunobu Minami

芝浦工業大学 建築学部 建築学科 教授

建築基準法に基づく性能評価 — 災害安全性と性能評価業務 —

1. はじめに

建築基準法は2000年に改正され、性能規定化や規制緩和の考えが導入された。これに対応して建材試験センターも、防火・耐火など火災安全性に係わる区分を中心とした指定性能評価機関、指定認定機関としての業務を開始した。

火災安全性は、居住者等の生命を守る重要な項目であり、建築基準法の中では建築確認などを通じて、いわば強行的な法規として運用されている。建物を設計施工するに際して、実務上の必須事項といえ、建材試験センターの性能評価業務においても大きな柱となっている(表1参照)。

2. 災害時の安全性

建築物は人間の生活を守るシェルターであり、日常の寒暖や風雪を凌ぐことはもとより、地震、火災、水害といった災害から人々を守っている。

日常の生活を守ることは、人々の生活の質を向上させることに繋が

り、その効果や恩恵も常に身近に感じ取ることができる。一方、災害から人々を守る「防災性」は、災害時には人々の生命を守る非常に重要な性能であるが、日常生活でその性能が発揮されることは稀である。

新たな技術や材料の開発に際しては、まず日常生活に係る機能や性能が優先され、防災性や火災安全性は、開発の最後に法令が定めた最低ラインを何とか満足する範囲で組み込まれる。最低基準であるべき建築基準法の規定が、実質的な開発目標になってしまっているといえよう。

3. 関連法令と性能評価

建築基準法は前述の改定により、旧来は規定の中心であった「例示」や「仕様規定」を引き継ぎながらも、新たに「性能規定」の考え方を導入した。

これにより防火、耐火構造や不燃材料については、それぞれ必要とされる性能の技術的基準が定められており、これに基づいて検証試験や性能評価が実施され、性能評価に基づ

いて国土交通大臣の認定を申請することができる(表2、表3参照)。

建材試験センターなどの指定性能評価機関は技術的基準などの規定に対応して作成した「防耐火性能試験・評価業務方法書」(以下、業務方法書という。)に基づき、検証試験を含めた性能評価業務を行っている。柱の耐火性能試験、壁の防火性能試験の状況例を写真1および写真2に示す。

4. 新たな技術、材料への対応

基準の性能規定化と検証試験の関係については、注意が必要である。いくら建築基準法や技術的基準に性能規定化の考えが導入されたといっても、技術的基準に示された性能を検証する具体の試験方法は、一定の前提に基づいて設定されており、前提とした要件や仕様に依存している。業務方法書に規定されている個々の試験方法自体は仕様規定と同義といえよう。

近年は木材資源の有効活用や建築物の省エネルギー化の推進が加速されており、これらに関連した新たな技術や材料の研究開発が盛んである。

これらの新たな技術や材料に対しては、その特質をよく理解した上で性能評価試験を適用し、災害が発生した際の安全性確保を十分考慮した評価を行っていくことが重要であ

表1 建築基準法に基づく性能評価

業務区分	評価・認定内容	センターの位置づけ
構造方法等の認定のための性能評価	耐火・防火構造、防火設備、不燃材料、界壁遮音、指定建築材料(コンクリート、ALCパネル など)、ホルムアルデヒド発散建築材料、壁の倍率 など	指定性能評価機関
型式適合認定型式部材等製造者の認証	防火設備、非常用の照明装置、冷却塔設備 など	指定認定機関

表2 構造方法等の区分と検証試験

構造方法等の区分	根拠条文等	検証試験
耐火構造	法第2条第7号	耐火性能試験
準耐火構造	法第2条第7号の二	準耐火性能試験
主要構造部を木造とすることができる大規模の建築物の主要構造部	令第129条の2の3第1項第一号口	
強化天井	令第112条第2項第一号	
防火構造	法第2条第八号	
準防火構造	法第23条	準防火性能試験
準耐火建築物と同等の耐火性能を有する建築物の屋根	令第109条の3第一号	屋根遮炎性能試験
防火壁をつけた部分の屋根	令第113条第1項第三号	
準耐火建築物と同等の耐火性能を有する建築物の床及び直下の天井	令第109条の3第二号ハ	床防火性能試験
防火壁の設置を要しない建築物の床	令第115条の2第1項第四号	
主要構造部を木造とすることができる大規模の建築物のひさし等	令第129条の2の3第1項第一号ハ(2)	
柱の防火被覆	令第70条	柱防火性能試験
防火戸その他の防火設備	法第2条第九号の二口	遮炎・準遮炎性能試験
外壁の開口部の防火設備	法第64条	
特定防火設備	令第112条第1項	
準耐火構造の界壁、間仕切壁及び隔壁に用いる防火設備	令第114条第5項	
防火区画等を貫通する管等	令第129条の2の5第1項第七号ハ	
屋根(飛び火構造)	法第22条第1項、法第63条	屋根葺き材の飛び火性能試験
不燃材料	法第2条九号	発熱性試験 不燃性試験 ガス有害性試験
準不燃材料、難燃材料	令第1条五号、令第1条六号	

(備考)法：建築基準法、令：建築基準法施行令

る。必要であれば性能規定である技術的基準に立ち帰って、新たな検証試験の検討が必要になる。

このため、性能評価の対象となる技術や材料について開発者、製造者の有する情報が極めて重要であり、性能評価機関が業務を全うするためには、申請者からの情報提供が欠かせない。ましてや対象が新たな技術、材料の場合にあってはさらに詳細な情報提供が不可欠となるため是非ともご協力願いたい。

なお、2008年度から建築基準の整備を促進する目的で実施されている「基準整備促進事業」においても火災安全に関連した検討、新たな技術、材料に対応した検討が続けられている。関連業界や指定性能評価機

関も積極的に参加しており、同事業で得られた成果や新たな知見は、順次性能評価に取り入れていく予定である。

5. おわりに

2000年の業務開始から18年目を迎え、火災安全性関連の性能評価は、すでに多くの申請者に活用頂いており、改めて謝意を表す。

今後も事前相談や試験立ち会いなどを通じて皆様の考えや意見を伝えて頂き、より適正な性能評価につなげていきたい。もちろんその意見が簡単に、そのまま取り入れられるとは言えないが、世の中の発展に合わせた実効のある性能評価を推進したいとの所存である。

表3 耐火構造の技術的基準
(建築物の部分と性能項目に応じた要求時間の関係)

建築物の部分		想定する火災と性能項目 (令2条7号)		通常の火災				
		非損傷性 (第1項)	遮熱性 (第2項)	遮炎性 (第3項)	屋内側からの通常の火災			
壁	間仕切壁	耐力壁	最上階・階数2～4	1時間	1時間	-		
			階数5～14	2時間				
		階数15以上						
	非耐力壁	-	-					
	外壁	耐力壁	最上階・階数2～4	1時間			1時間	1時間
			階数5～14	2時間				
階数15以上								
非耐力壁	延焼のおそれのある部分	-	30分間	30分間				
上記以外の部分								
柱		最上階・階数2～4	1時間	-	-			
		階数5～14	2時間					
		1.階数15以上	3時間					
床		最上階・階数2～4	1時間	1時間	-			
		階数5～14	2時間					
		階数15以上						
はり		最上階・階数2～4	1時間	-	-			
		階数5～14	2時間					
		階数15以上	3時間					
屋根		-	30分間	-	30分間			
階段					-			
性能項目の概要		【非損傷性】	構造耐力上支障のある変形、溶融、破壊その他の損傷を生じない					
		【遮熱性】	屋内に面する加熱面以外の面の温度が可燃物燃焼温度以上に上昇しない					
		【遮炎性】	屋外に火災出すぎ裂その他の損傷を生じない					



写真1 柱の耐火性能試験の状況例



写真2 壁の防火性能試験の状況例

author



西本俊郎

Toshiro Nishimoto

性能評価本部 本部長

合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律(クリーンウッド法)に基づく登録について

[製品認証本部 木材関連登録業務室]

「合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律(通称クリーンウッド法)」が2016年5月20日に公布され、2017年5月20日に施行されました。この法律は、原産国の法令に適合して伐採された木材およびその製品の積極的な流通と利用を目的とし、木材関連事業者の登録について定めたものです。

2017年10月より、当センターは登録実施機関として事業を開始いたしました。登録実施事務の対象事業①として第一種木材関連事業及び第二種木材関連事業、対象事業②として(1)木材等の製造、加工、輸入、輸出又は販売をする事業、(2)木材を使用して建築物その他の工作物の建築又は建設をする事業、(3)木質バイオマスをを用いた発電事業について、登録を行っています。

このたび2018年4月1日付で、事業を開始して以来第1号となる木材関連事業者の認定を行い、その後も5月末までに5社(10工場)の登録を行っております。

当センターでは、個別相談も随時お受けいたします。クリーンウッド法に関するご意見・ご要望などがございましたら、ご遠慮なくお問い合わせいただくと幸いです。

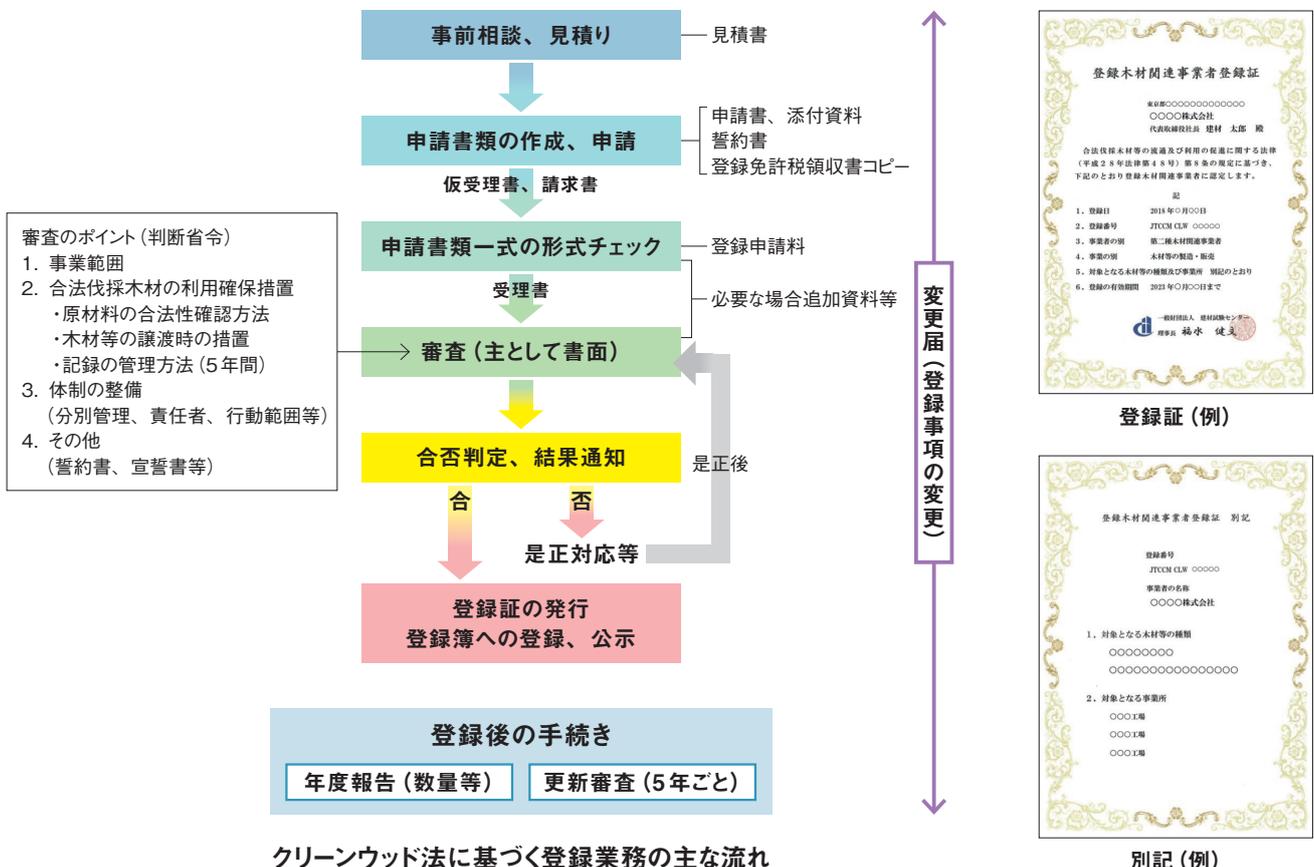
【お問い合わせ先】

製品認証本部 木材関連登録業務室

担当：尾沢、鈴木

TEL：03-3808-1124

E-mail：cleanwood@jtccm.or.jp



クリーンウッド法に基づく登録業務の主な流れ

試験体製作監視員募集のお知らせ

[性能評価本部]

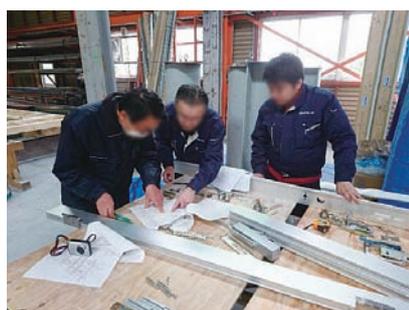
当センター性能評価本部では、建築基準法に基づく性能評価のための試験体（壁や屋根など）について、所定の仕様書や図面に記載されている部材や形状等に間違いがない

か、製作場所（工場内）においての確認を行う試験体製作監視員の募集をいたします。ご興味をもたれた方は、記載のお問い合わせ先までご連絡ください。

「試験体製作監視員」募集の内容

業務概要	性能評価の試験のために用いる建築関連の部材について、以下の作業を行います。 <ul style="list-style-type: none"> 仕様書、平面図、立面図、断面図等と実物の照合 寸法、質量、数量等の実測、写真撮影 チェックリストの記入とパソコン（ワード、エクセル）による報告書作成 等
応募者の要件	職歴：建築、建材分野の業務経験および知識を有する方 ※建材メーカーやゼネコン、ハウスメーカーにて防耐火関連の認定取得業務の経験がある方は優先的に採用致します。 年齢：65歳以下 その他：評価を申請する申請者（顧客）との利害関係が無いことや、守秘義務の遵守が必須となります。
就労条件	雇用形態：嘱託職員 勤務地：試験体製作工場（埼玉県草加市、埼玉県北葛飾郡松伏町などの2～3箇所程度） 勤務日数：週5日程度（委細相談） 契約期間：1年（1年ごとに更新） 給与：当センター規程による。
研修等	採用時の個人研修、その後1～2ヶ月間の実地研修があります。 全体研修（数回/年）があります。

募集要項は、当センターホームページからもご参照いただけます。 <https://www.jtccm.or.jp/recruitment/tabid/546/Default.aspx>



窓部材の確認をする様子



壁パネル製作状況の確認をする様子



サッシ枠取付状況の確認をする様子

【応募方法】

履歴書（写真添付）、職務経歴書（書式自由）を右の宛先までご郵送ください。書類選考の上、試験・面接日時をご連絡いたします。
 ※ご応募の際は、封筒の表面に「親展」とご記入ください。
 また、応募書類は返却いたしませんので、予めご了承ください。
 ※応募の秘密は厳守いたします。

【お問い合わせおよび応募書類送付先】

〒103-0012
 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階
 （一財）建材試験センター
 性能評価本部 試験体製作監視員採用担当 宛
 TEL：03-3527-2135
 FAX：03-3527-2136

R E G I S T R A T I O N

ISO9001 認証登録

ISO 審査本部では、以下企業（1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2018年4月13日付で登録しました。これで、累計登録件数は2301件になりました。

登録組織（2018年4月13日付）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RQ2301	1999/2/26	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2018/9/14	株式会社エーアンドエーマテリアル 工業製品事業本部 工業製品生産部	神奈川県横浜市 鶴見区鶴見中央2-5-5	“AP コネクター”（非金属製伸縮継手）の設計及び製造の管理

JISマーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、以下の企業（4件）について2017年10月30日および12月25日付でJISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

JISマーク認証組織

認証登録番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TC0617002	2017/10/30	JIS A 5371 JIS A 5372	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	株式会社イズコン 広島第二工場	広島県三次市栗屋町 288-1
TC0217001	2017/12/25	JIS A 5371	プレキャスト無筋コンクリート製品	新光コンクリート工業株式会社	宮城県岩沼市下野郷字新拓 150
TC0217002	2017/12/25	JIS A 5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品	株式会社坂内セメント工業所 岩手営業所・北上工場	岩手県北上市流通センター1 番 10
TC0317005	2017/12/25	JIS R 3213	鉄道車両用安全ガラス	株式会社池田硝子工業所 川本工場	埼玉県深谷市白草台 2909 番地 71

JIS マーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/biz/ninsho/search/tabid/341/Default.aspx>

木材関連事業者の登録

製品認証本部では、認証・審査業務の経験をもとに、木材関連事業者の登録を行う登録実施機関（全事業者対象）として、2017年10月17日付けで登録され、10月30日より新たに業務を開始いたしました。

2017年11月～2018年4月の期間において、以下の企業を登録木材関連事業者として認定しました。

登録番号	登録日	有効期限	登録木材関連事業者の名称	所在地	事業者の別	事業の別	対象となる事業所	対象となる木材等の種類
JTCCM CLW III 18001	2018/4/1	2023/3/31	永大産業株式会社	大阪府大阪市住之江区平林南2丁目10-60	第一種及び第二種木材関連事業者	木材等の製造・輸入・販売	建材事業部、敦賀建材工場、口建材工場	角材、合板、フローリング
JTCCM CLW III 18002	2018/4/1	2023/3/31	ミャンマーチーク販売株式会社	東京都新宿区西新宿3丁目8-4	第一種及び第二種木材関連事業者	木材等の輸入・販売、建築	ミャンマーチーク販売株式会社	ひき板、フローリング
JTCCM CLW II 18003	2018/4/24	2023/4/23	ニチハ株式会社	愛知県名古屋港区汐止町12番地	第二種木材関連事業者	木材等の製造・販売	名古屋工場、いわき工場、下関工場	木質セメント板、サイディングのうち木材を使用したもの
JTCCM CLW II 18004	2018/4/24	2023/4/23	ニチハマテックス株式会社	愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号	第二種木材関連事業者	木材等の製造・販売	習志野工場、衣浦工場	サイディングのうち木材を使用したもの
JTCCM CLW II 18005	2018/4/24	2023/4/23	高萩ニチハ株式会社	愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号	第二種木材関連事業者	木材等の製造・販売	高萩工場	サイディングのうち木材を使用したもの

Editor's notes

— 編集後記 —

2020年東京オリンピックは、8月の暑い盛りに開催が予定されています。

選手や観客に襲い掛かる過酷な暑さに対して、東京都や国を中心に検討が始まっており、それらをまとめた発表を拝聴する機会を得ました。

具体的には、マラソン競技時の暑さを対象に、保水性舗装、遮熱舗装、ミスト散水、遮光ネット、樹木植栽など暑さ軽減に効果があると考えられる手法をパラメータとしたコンピュータ解析を行い、その効果を検証するという内容でした。

暑さに弱い私としては、これを機に、より効果的な暑さ対策部材などの開発が進み、日本の夏が過ごしやすくなることを切に願います。

また、こうした技術開発をお手伝いできるよう日々研鑽し、社会に貢献できるよう努めて参ります。

(林崎)

昨年より、JIS 認証事業者による品質データ改竄問題が多数報道され、JIS 認証に対し社会からの信頼性低下が叫ばれております。データ改竄が起こった背景の一つとして、JIS 規格や認証制度についての認識不足が挙げられます。私ども製品認証本部では、毎年、JIS 認証取得事業者様への情報提供として、JIS 認証制度セミナーを開催しております。本セミナーでは、JIS 認証制度の最新状況や認証審査における注意点、品質管理におけるポイントなどについてご解説しております。従来は、JIS 認証取得事業者様のみを対象に実施しておりましたが、本年度より、ご希望するすべての皆様に参加可能となりました。本年度の開催は残りわずかとなっておりますので、ご興味ございましたらぜひご参加ください。

(中里)

本号では、規格基準紹介として、建材試験センター規格 (JSTM O 6101 潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法 (熱流計法)) の制定について執筆いたしました。

これまで主に編集・校正担当として機関誌に携わっており、中身のあつた記事を執筆したことはなかったため、今回、執筆者の苦勞を改めて実感した次第です。今後の編集・校正にあたっては執筆者と二人三脚で皆様にとってわかりやすい誌面づくりを心掛けていきたいと思ひます。

また、今後の誌面作りの参考とさせていただきますため、当センターホームページの機関誌掲載ページにてアンケートを設置しております。簡単にご回答いただける内容となっておりますので、ぜひ皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。

(深尾)

建材試験情報編集委員会

委員長 阿部道彦 (工学院大学 教授)

副委員長 砺波 匡 (常任理事)

委員 長崎 新 (総務部財務課)
鈴木澄江 (経営企画部 部長)
宮沢郁子 (経営企画部調査研究課 課長代理)
林崎正伸 (中央試験所構造グループ 統括リーダー代理)
阿部恭子 (中央試験所環境グループ 主幹)
小森谷 誠 (中央試験所耐火グループ)
松井伸晃 (工事材料試験所横浜試験室 室長代理)
菊地裕介 (ISO 審査本部審査部 主幹)
木村 麗 (性能評価本部性能評定課 主幹)
中里侑司 (製品認証本部 JIS 認証課 主幹)
早崎洋一 (西日本試験所試験課 主幹)

事務局 白岩昌幸 (経営企画部企画課 課長)
長坂慶子 (経営企画部企画課 課長代理)
深尾宙彦 (経営企画部企画課 主任)
藤沢有未 (経営企画部企画課)

建材試験情報 7・8月号

平成30年7月31日発行 (隔月発行)

発行所 一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル

発行者 松本 浩
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 経営企画部 企画課
TEL 03-3527-2132
FAX 03-3527-2134

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いいたします。

<訂正とお詫び>

本誌2018年5・6月号において、次の誤りがありました。訂正してお詫び申し上げます。

・32ページ「基礎講座」中段16行目
(誤) 認証 → (正) 認定

事業所一覧

●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20

	TEL : 048-935-1991(代)	FAX : 048-931-8323
企画管理課	TEL : 048-935-2093	FAX : 048-935-2006
技術課	TEL : 048-931-7208	FAX : 048-935-1720
材料グループ	TEL : 048-935-1992	FAX : 048-931-9137
構造グループ	TEL : 048-935-9000	FAX : 048-931-8684
防耐火グループ	TEL : 048-935-1995	FAX : 048-931-8684
環境グループ	TEL : 048-935-1994	FAX : 048-931-9137

●ISO審査本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階

審査部／業務部	TEL : 03-3249-3151	FAX : 03-3249-3156
GHG検証業務室	TEL : 03-3664-9238	FAX : 03-5623-7504

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14 新大阪グランドビル10階

TEL : 06-6350-6655 FAX : 06-6350-6656

福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6 福岡試験室2階

TEL : 092-292-9830 FAX : 092-292-9831

●性能評価本部(※)

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル8階

TEL : 03-3527-2135 FAX : 03-3527-2136

●製品認証本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階

TEL : 03-3808-1124 FAX : 03-3808-1128

西日本分室

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川(西日本試験所内)

TEL : 0836-72-1223 FAX : 0836-72-1960

●工事材料試験所

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

企画管理課／品質管理室	TEL : 048-858-2841	FAX : 048-858-2834
武蔵府中試験室	〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10	TEL : 042-351-7117 FAX : 042-351-7118

浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838

横浜試験室 〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

TEL : 045-547-2516 FAX : 045-547-2293

船橋試験室 〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

TEL : 047-439-6236 FAX : 047-439-9266

住宅基礎課 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL : 048-858-2791 FAX : 048-858-2836

仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22 宮城県管工事会館7階

TEL : 022-281-9523 FAX : 022-281-9524

●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

TEL : 0836-72-1223(代) FAX : 0836-72-1960

福岡試験室 〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

TEL : 092-622-6365 FAX : 092-611-7408

●事務局(※)

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル9階

総務部	TEL : 03-3664-9211(代)	FAX : 03-3664-9215
-----	-----------------------	--------------------

経営企画部

経営戦略課	TEL : 03-3527-2131	FAX : 03-3527-2134
企画課	TEL : 03-3527-2132	FAX : 03-3527-2134
調査研究課	TEL : 03-3527-2133	FAX : 03-3527-2134
検定業務室	〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8	TEL : 048-826-5783 FAX : 048-826-5788



※草加オフィス移転のご案内

5月1日より、性能評価本部および事務局は移転しました。

新オフィス：〒103-0012

東京都中央区日本橋堀留町1-10-15
JL日本橋ビル 8階・9階

ご不便をおかけしますが、ご連絡の際はご注意ください
ようお願いいたします。