

建材試験 情報

7

1996 VOL.32



財団法人
建材試験センター

巻頭言

環境関連の規格の国際化／小西敏正

技術レポート

剛体吸音材の吸音特性について

規格基準紹介

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とその解説

海外技術報告

「インドネシア集合住宅適正技術開発プロジェクト」に参加して

解説

ISO9000シリーズ 品質システム要求事項

すべての防水材料が そろっています

アスファルト防水

新発売

シート防水

メカトップ

塗膜防水

セピロンQ

不燃シングル ベストロン

スーパーカラー

他

メルタン21

改質アスファルト防水・
トーチ工法



ミズ太郎



総合防水メーカー

日新工業株式会社

営業本部 〒103/東京都中央区日本橋久松町9-2 ☎03(5644)7211(代表)
東京・千葉・横浜・大宮・大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・高松・金沢

NEW

次世代の材料試験機を開発するマルイ



建築用材料の研究と品質保証に 活躍する新しい試験機



建築用外壁材料用
多目的凍結融解試験装置

MIT-685-0-04型

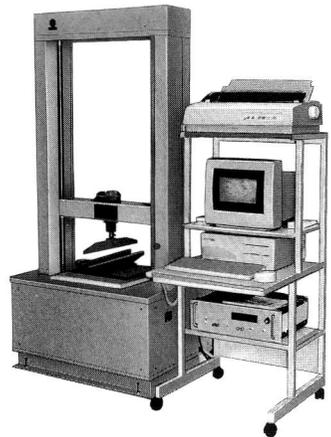
- タッチパネルで簡単操作
- 低騒音設計
- 自己診断機能付
- JIS A-1435・JIS A-5209 (JISA6204)
- 水中・水中、気中・気中(シャワー)、気中・水中、片面吸水・壁面試験



コンクリート全自動圧縮試験機
HI-ACTIS-2000, 1000kN
ハイアクティス

MIE-732-1-02型

- 高剛性4000kN/mm設計
高強度最適品
- JIS B7733 1等級適合
- タッチパネル操作、全自動試験
- パルプモネジ柱もない爆裂防止仕様



小容量 万能試験機
20kN引張、圧縮、曲げ試験

MIE-734-0-02型

- コンピュータ制御方式
- データ集録、処理ソフト付
- 操作はマウスによって画面上で設定可能
- タイル、セラミックス、窯業製品の曲げ試験最適

お問合せ：カタログ等のご請求は下記の営業所へ



信頼と向上を追求し21世紀への感謝のEPをめざす

株式会社

マルイ

- 東京営業所 〒105 東京都港区芝公園2丁目9-12 ☎(03)3434-4717(代) FAX(03)3437-2727
- 大阪営業所 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1 ☎(06)934-1021(代) FAX(06)934-1027
- 名古屋営業所 〒460 名古屋市中区大須4丁目14-26 ☎(052)242-2995(代) FAX(052)242-2997
- 九州営業所 〒812 福岡市博多区博多駅前1丁目3-8 ☎(092)411-0950(代) FAX(092)472-2266
- 貿易部 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1 ☎(06)930-7801(代) FAX(06)930-7802

財団法人 建材試験センターの顧問であられ、建材試験情報編集委員長でもあられた岸谷孝一先生が平成8年6月21日ご逝去されました。

生前の多大なるご薫陶に深謝申し上げるとともに先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

財団法人 建材試験センター
理事長 木原滋之

弔 詞

岸谷孝一先生におかれましては 人みなこぞって
ご快癒を乞い願っておりましたところ にわか
にご他界されました

岸谷孝一先生におかれましては 教授ご在職二十有
余年 その間 大変革の時に際会されました

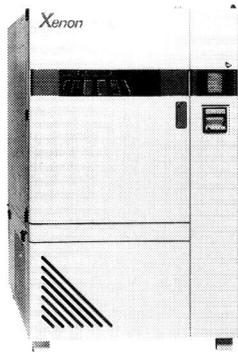
岸谷孝一先生におかれましては 公明正大 常に真
理の探究にご精励され 研究教育の発展にみ心を
そそぎ みなに規範をお示しになりました

岸谷孝一先生におかれましては 友誼の深厚は天性
であられ お人柄は人々の胸に生き続け 尊崇敬
迎申し上げているところでありました

岸谷孝一先生のご逝去に 人みなは齊しく 泣涕止
むところを知らないものがあります 先生どうぞ
安らかに お休みください ここに謹んで弔意を表
します

自動車業界で採用！

スーパー キセノンウェザーメーター



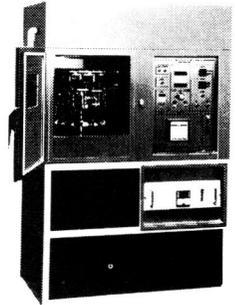
SC750シリーズ

- 試料面エネルギーが従来型（約50W/m²、300～400nmに於て）の3～5倍アップ
- 屋外暴露との相関性と超促進性の両性能を満足
- 光源－ロングライフキセノンランプ
- エネルギー自動調節－試料面制御
- ブラックパネル温度直接制御
- タッチパネルで簡単操作

“完全クローズドシステム”
(真のオゾン濃度表示)

オゾンウェザーメーター

- 従来のどの装置もできなかった“妨害ガスの影響を完全に排除”のシステムで、正確なオゾン濃度を測定・調節
- 排気オゾン濃度ゼロでどんな場所にも安心して設置

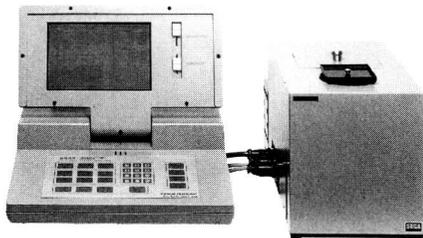


OMS-HVCR

C・D₆₅光源による

SMカラーコンピューター

- 色が絶対値で測れる測色・色差計
NBS標準板・自記分光光度計により校正
- マンセル直読
- 変退色・汚染のグレースケール等級値直読
- TM式2光路眩防止光学系

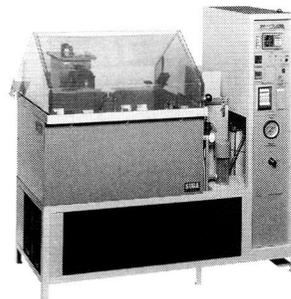


SM-7-1S-2B

塩水噴霧・乾燥・湿潤

塩乾湿複合サイクル試験機

- 噴霧は噴霧塔方式採用「ノズル方式では得られない均一噴霧粒子と噴霧の均一分布」
- 20%の乾燥条件設定が可能な特殊設計
- 透明上蓋で内部観察容易
(浸漬、乾燥、湿潤サイクル型もあります)



ISO-3-CYR

■建設省建築研究所, 土木研究所, 建材試験センターを初め, 業界で多数ご愛用いただいております。



スガ試験機株式会社

本社・研究所 東京都新宿区新宿5-4-14 ☎03-3354-5241 Fax. 03-3354-5275 〒160
支 社 名古屋☎052-701-8375 大阪☎06-386-2691 広島☎082-296-1501
九州☎093-951-1431

建材試験情報

1996年7月号VOL.32

表紙イラストデザイン：伊東敏雄（山下設計）

目次

巻頭言

環境関連の規格の国際化／小西敏正 7

技術レポート

剛体吸音材の吸音特性について／米澤房雄 8

寄稿

「インドネシア集合住宅適正技術開発プロジェクト」に参加して
／川上 修 13

試験報告

転圧コンクリート用特殊混和剤の性能試験 20

規格基準紹介

建材試験センター規格：JSTMJ 7001
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 26

解説

JSTMJ 7001の解説 34

試験のみどころ・おさえどころ

平衡含水率測定／黒木勝一 35

試験設備紹介

アルカリ骨材反応性試験装置 41

海外建設資材品質審査・証明 審査結果のお知らせ 43

連載 建材関連企業の研究所めぐり③④

昭和電工株式会社 化学品研究所建材研究室 44

建材試験センターニュース 46

ISO9000 シリーズ 品質システム要求事項の解説<その11> 48

情報ファイル 50

編集後記 52



改質アスファルトのパイオニア

タフネス防水

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



昭和シェル石油株グループ
昭石化工株式会社

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



住友精化

(旧・製鉄化学工業)

浸透性吸水防止剤

アクアシール



日本コンベンションセンター(幕張メッセ)・外壁アクアシール塗布

コンクリート保護材の新しいカタチです。

- 吸水防止美観保持機能 ■耐候性機能
- 遮塩性機能 ■耐塩・耐アルカリ性機能
- 高浸透性機能 ■通気性保持機能
- エフロ防止機能 ■カビ防止機能
- 下地保護防水プライマー機能



住友精化株式会社

機能品事業部

アクアシール会

大阪本社

大阪府中央区北浜4丁目7番28号(住友ビル第2号館)

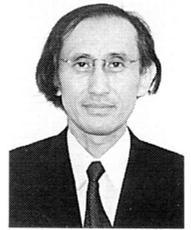
☎(06)220-8539(ダイヤルイン)

東京本社

東京都千代田区九段北1丁目13番5号(日本地所第一ビル)

☎(03)3230-8534(ダイヤルイン)

環境関連の規格の国際化



宇都宮大学教授 小西敏正

このところ規格の国際化が話題になっている。規格は使い方によっては思わぬ力を発揮する。大袈裟に言えば、世界を大きく変える場合もあり得る。今のところ最終燃料需要のおおよそ50%をいわゆる先進国が、残りの50%をそれ以外の国が占めている。この需要は、2050年になると、先進国では変わらないが、それ以外の国では少なく、2倍、多く見積もると3.5倍に増加すると予測されている。^{*注1}化石燃料からの炭素排出量は1994年の値で一人当たりアメリカで5.26トン、日本で2.39トン、中国で0.71トン、インドで0.24トンである。^{*注2}多くの南米諸国やアフリカ諸国はさらに少ない。これらの国々の使用しているエネルギーを例えば我が国並にしたとするとどうなるか。様々な説があるにしろかなり厳しい状況が予想されることのは変わりがない。

近年、種々の問題の規模が大きくなり、当事者だけでなく、以前は無関係と考えられていた人達にまで影響が及ぶようになってきた。このことは反対に言えば、人類の問題として、誰でも口を出す権利を得たことになる。ところで、発展途上国も先進国と同じような生活レベルを望むのは当然で、その実現を目指している。しかし、状況に新しい変化が生じないままに、目的が達成された暁には、新たに地球環境の負荷が加わることが懸念される。発展途上国の生活レベルの向上が地球環境の悪化に影響を与えたと行っても、今まで世界の至る所を開発し、資源を使えるだけ使い、好き放題にやり、それを可能にするような技術を開発し、世界に広めたのは先進国であり、その恩恵に浴して、生活を享受してきた。発展途上国の先進国と同レベルの生活あるいは、それに近い生活をした

いという要求を拒否する正当な理由を持たない。

環境にかかわる問題に対処する方法のひとつが、規格の国際的な標準化であり、それらを実行していく上で具体的な規格というものがISO9000、14000のシリーズと言えよう。これに従うと、物を造る能力があってもつくり方が規定された標準に達していないと世界に通用する物でなくなる。これが環境保護のためにどのような側面を持つかという、当事者だけでなく周囲の状況も品質や環境に対する認識がしっかりしていない状況では極めて理解されにくく、文化の高い環境では守りやすく、そうでないところには厳しく、物が造りにくくなるということである。つまり、先進国にとってみれば、自分も多少の我慢して、他人に対して厳しく制限を行うということになる。

ところで、日本にとってのISO9000、14000シリーズは、進んで規制する側なのか、規制される側なのか自問してみる必要があるそうである。つくるもの自体に対する品質管理は日本の場合厳しく、貿易の自由化の観点からヨーロッパやアメリカに寧ろ煙たがられている。厳しく自国の製品にもそれを適用してきたからである。しかし、どうも世界を睨んだ姿勢になっていない。立場も難しいところもあるだろうが、欧米人のように自分たちの利害を地球の利害に読み変えてしまう手腕に欠けている。何れにしても、大きな流れとして、環境問題に対処する規準によって地球環境を守っていくことは大切なことであり我が国として進んで推進しなければならないと考えられる。

*注1：EPA報告

*注2：State of the world 1996-97

剛体吸音材の吸音特性について

米澤房雄*

1. はじめに

近年、吸音材料用素材としてガラス、陶磁器、火うち石などの無機質系粉体が用いられており、これらを加圧又は熱処理によって成形したセラミック吸音材や剛体吸音材の開発が進められている。

これら吸音材は、耐候性、耐水性などに優れ、道路・鉄道防音壁、室内プール、多目的ホール、アトリウム、機械設備室などで広範に使用されている。

本報告は、火うち石または発泡ガラスビーズと有機系バインダーを混合し、加圧成形した剛体吸音材の吸音特性に及ぼす発泡ガラスビーズの粒径分布、粗粒或いは細粒の組合せ及び成形品の厚さの影響、また空気層を因子として組み合わせた時の特性について報告する。

2. 試験体

剛体吸音材の主材として、火うち石及び発泡ガラスビーズの2種類を使用した。このうち火うち石を主材とした吸音材は、厚さ10mm及び30mmに加圧成形したもの、またはこれにアクリルウレタン系樹脂でコーティング処理(100 g/m²又は200 g/m²)

表1 主材と粒径の異なる試験体

記号	主材の種類	厚さ mm	かさ密度 g/cm ³	粒径 mm	備考
A1	発泡 ガラス ビーズ	30	0.56	0.6以下	剛壁密着
A2			0.52	0.6～1.2	
A3			0.49	2.0～2.8	
A4			0.47	2.8～4.0	
A5			0.44	4.75以上	
A①	火うち石	30	1.39	—	コーティングなし
A②			1.41	—	コーティング100 g/m ²
A③			1.37	—	コーティング200 g/m ²

したものである。

発泡ガラスビーズを主材とした吸音材は、有機系バインダーを添加して混合し、これを加圧成形したものである。

試験体は、主材、粒径、厚さなどがそれぞれ異なるもの、また空気層の厚さを変えた、表1～表3に示すような組み合わせのものを使用した。

なお試験体の形状・寸法は、測定装置の管径に合わせて直径約100mm(A管)とした。

3. 試験方法

試験は、JIS A 1405(管内法による建築材料の垂直入射吸音率測定方法)に準じて行った。試験装

*財団法人 建材試験センター 音響試験課長

表2 厚さと空気層を組合せた試験体

記号	主材の種類	組合わせ	備考
B1	発泡ガラスビーズ	10	剛壁密着
B2		30	
B3		50	
B4		空気層30+10*	—
B5		空気層30+30*	
B6		空気層30+50*	
B7		空気層10+10*	
B8		30+空気層10+10*	
B9		50+空気層10+10*	
B10		50+空気層30+10*	
B①	火うち石	10	剛壁密着
B②		空気層30+10*	—
B③		空気層90+10*	—

(注) *印は音波の入射面側を示す。

表3 細粒と粗粒及び空気層を組合せた試験体

記号	主材の種類	組合わせ	備考
C1	発泡ガラスビーズ	細粒50+空気層30+粗粒10*	細粒: $\phi 0.6 \sim \phi 1.2$ 粗粒: $\phi 2.8 \sim \phi 4.0$
C2		粗粒50+空気層30+細粒10*	
C3		細粒30+空気層30+粗粒10*	
C4		粗粒30+空気層30+細粒10*	細粒: $\phi 0.6 \sim \phi 1.2$ 粗粒: $\phi 2.8 \sim \phi 4.0$ (剛壁密着)
C5		細粒50+粗粒30*	
C6		粗粒30+細粒50*	

(注) *印は音波の入射面側を示す。

置を図1に示す。

測定周波数は、A管を用いて100Hz～2000Hzまでの1/3オクターブバンドのほか、更に高音域の特性を把握するため、A管としての精度上を考慮し、参考として4000Hzまでの周波数について測定を行った。

4. 試験結果

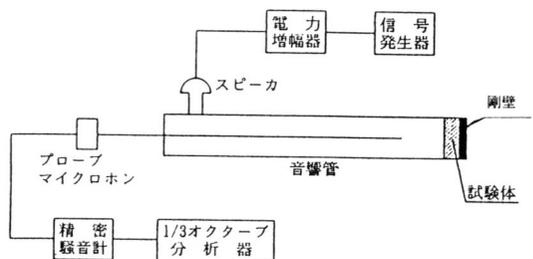
- (1) 主材又は粒径の異なる吸音材の測定結果を図2～図4に示す。
- (2) 厚さの異なる吸音材と空気層を組合せた試験体の測定結果を図5～図7に示す。
- (3) 粒径の異なる吸音材と空気層を組合せた試験体の測定結果を図8及び図9に示す。

5. 考察

1) 発泡ガラスビーズの粒径分布の影響 (図2)

粒径分布の違いによる吸音特性の特徴を、粒径別に分けて比較すると、以下のような傾向が認められる。

- ①吸音特性の周波数帯域幅は、粒径1.2mm以下が250Hz～2500Hzであるのに対し、粒径2.0mm以上が630Hz～2500Hzと狭くなっている。
- ②吸音率は、粒径1.2mm以下の場合315Hzまでの低音域で小さく、500Hz～1000Hzでは逆に大きくなるが、それ以後の高音域では粒径分布に拘わらず、同程度の値を示した。吸音率の最も大きいピーク値は、粒径2.8mm～4.0mmで、その次に大きいのが粒径2.0mm～2.8mmまたは粒径4.75mm以下である。



測定周波数：A管 100～2000Hz

図1 垂直入射吸音率試験装置

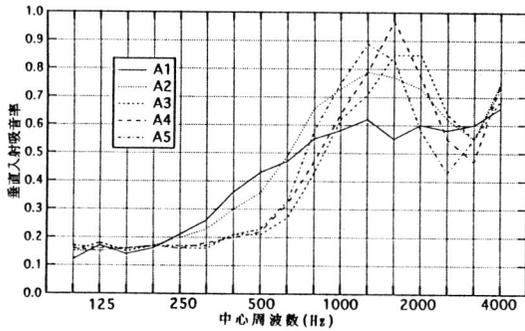


図2 発泡ガラスビーズの粒形分布による影響

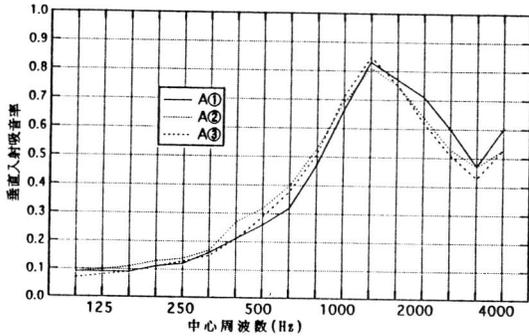


図3 コーティングの影響

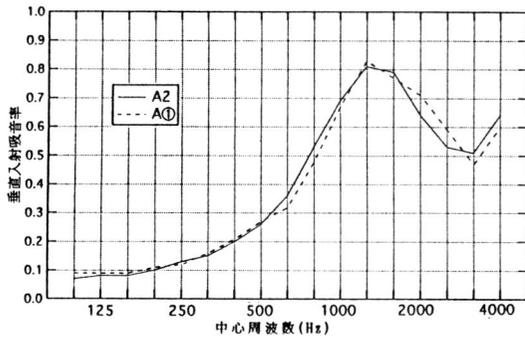


図4 主材(種類)の違いによる比較

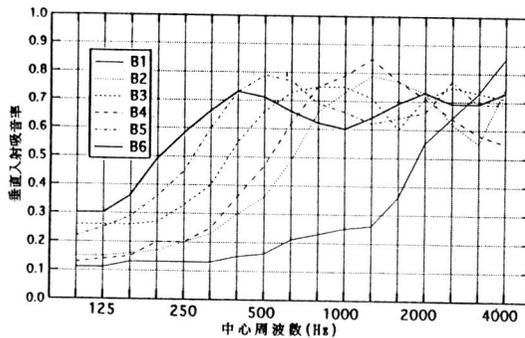


図5 厚さ(10,30,50mm)と空気層(0,30mm)の影響

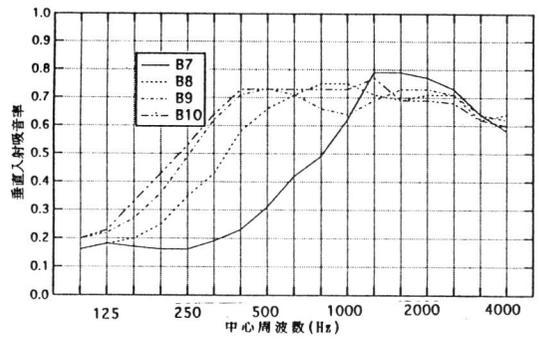


図6 中空層を持つ2種類の厚さ(10,30,50mm)の影響

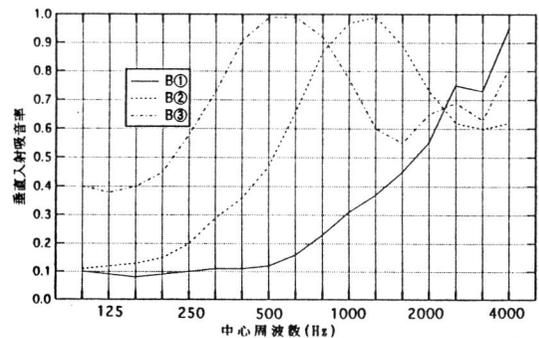


図7 厚さ(10mm・火うち石)と空気層(30,90mm)の影響

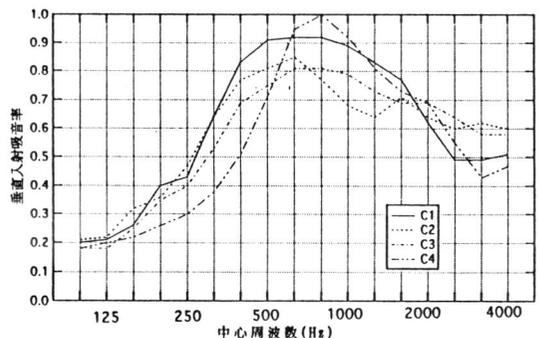


図8 粗粒・細粒と空気層の組合せによる影響

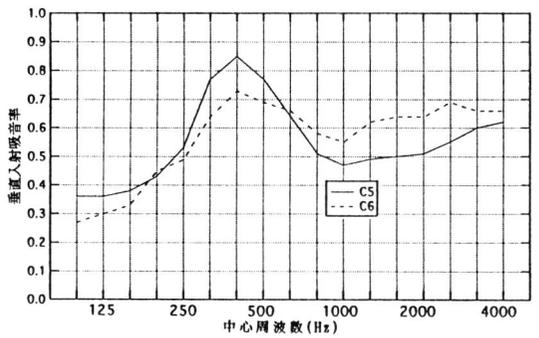


図9 粗粒・細粒の積層の影響

表4 垂直入射吸音率の測定結果一覧

試験体 記号	中心周波数 (Hz)																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
A 1	12	17	14	16	21	26	36	43	47	55	58	62	55	60	58	60	66
A 2	7	8	8	10	13	15	20	26	36	53	69	81	79	64	53	51	64
A 3	15	18	15	17	16	16	21	21	27	43	62	71	85	85	64	55	69
A 4	16	15	16	17	16	18	20	22	32	47	64	79	97	77	55	47	75
A 5	17	16	16	17	17	17	21	23	33	58	75	89	83	58	43	55	73
A①	9	9	9	11	12	16	21	27	32	48	67	83	77	71	59	47	60
A②	9	10	11	13	14	17	27	32	40	53	69	81	75	64	53	47	53
A③	7	8	9	11	13	15	21	29	38	51	71	85	75	62	51	43	53
B 1	11	11	13	13	13	13	15	16	21	23	25	26	36	55	64	73	85
B 2	15	15	16	17	20	23	30	36	49	66	73	79	77	73	62	55	75
B 3	26	26	26	27	33	40	55	66	73	75	75	71	60	71	75	73	71
B 4	13	14	15	20	20	25	36	47	62	75	79	85	77	71	64	58	55
B 5	22	25	29	36	45	60	73	79	77	69	66	62	64	66	77	69	69
B 6	30	30	36	49	58	66	73	71	66	62	60	64	69	73	69	69	73
B 7	16	18	17	16	16	19	23	31	42	49	62	79	79	77	73	64	58
B 8	16	18	20	25	35	43	58	66	71	75	75	71	69	71	71	62	64
B 9	20	22	27	36	49	62	71	73	71	66	64	69	73	73	71	64	62
B10	20	23	33	43	53	64	73	73	73	73	73	77	69	69	68	62	60
B①	10	9	8	9	10	11	11	12	16	23	31	37	45	55	75	73	95
B②	11	12	13	15	20	29	36	47	66	87	97	99	89	73	62	60	62
B③	40	38	40	45	58	73	91	99	99	92	77	60	55	65	69	63	81
C 1	20	21	26	40	43	64	83	91	92	92	89	83	77	62	49	49	51
C 2	21	22	32	36	47	64	77	81	85	77	68	64	71	64	60	62	60
C 3	18	18	25	35	40	53	69	75	81	81	79	73	69	69	64	58	58
C 4	18	20	22	26	30	38	51	71	95	100	92	81	73	69	55	43	47
C 5	36	36	38	43	53	77	85	77	64	51	47	49	50	51	55	60	62
C 6	27	30	33	45	49	64	73	69	66	58	55	62	64	64	69	66	66

2) コーティングの影響 (図3)

表面のコーティング処理が吸音特性に及ぼす影響を調べるため、成形品表面に刷毛を用いて塗布量100 g/m²及び200 g/m²塗布したものと、コーティング処理なしを比較すると、吸音率のピーク値や吸音特性の周波数帯域はほぼ同じであり、この程度の表面処理では影響は無いものと考えられる。

3) 発泡ガラスビーズと火うち石の比較 (図4)

主材として発泡ガラスビーズと火うち石を使用した吸音材は、かさ密度では3倍程度の差が認められるが、吸音特性や吸音率が大きくなる周波数帯域の傾向には大きな差は認められない。吸音率のピーク値は、いずれも1250Hzで0.81~0.83を示している。

4) 吸音材の厚さと空気層の組合せの影響

(1) 発泡ガラスビーズ (図5及び図6)

①厚さ10mmでは図5に示すように高音域で吸音率が高くなっているが、厚さが増すに従って低音域へ移行する傾向にあり、ピークも複数箇所で見られている。この傾向は、空気層を30mmで一定とした場合も同様で、更に低音域へと移行し、山・谷のディップはなだらかで、かつ高低差は小さい。

このように、吸音率がほぼ一定になる周波数帯域でも吸音率の大小が認められるのは、剛壁面からの反射音と試験体表面からの反射音の定在波が、ある周波数で干渉を生じることによるものと考えられる。

②厚さの異なる吸音材の間に、中空層を設けた試験体の吸音特性は、図6で示すようにB7(空気層10mm+10mm)に比較して、吸音率の周波数帯域が低音域から高くなっている。また、この低音域からの周波数帯域の拡がり幅は、片側の厚さを一定とし、反対側の厚さを30mmから50mmに変化させた方が、両側の厚さを一定にし、空気層を10mmから30mmに変化させた場合より、若干大きくなる。

(2) 火うち石 (図7)

火うち石を使用した吸音材の間の空気層の厚さを30mmと90mmに変化させた場合の吸音特性は、低音域でかなり大きく異なる値を示しており、空気層の影響が大きい。

5) 粗・細粒の組合せの影響 (図8及び図9)

①音波の入射面に粗粒がある場合の吸音特性は、図8に示すように入射面に細粒がある場合より低音域から若干大きくなる。入射面の反対側の粗粒、細粒の厚さが30mmから50mmに変化しても吸音特性は、ほぼ同様の傾向を示す。

②粗粒、細粒を積層した場合の吸音特性を、図9で示す。図2に示したA4単体(粗粒に相当)と類似の傾向を示しているが、A2(細粒に相当)のなだらかな周波数領域の幅とは異なり、吸音率のピークが低音域へ移行し、鋭い山の形を示している。

6. まとめ

今回の実験では、吸音材料として開発過程の発泡ガラスビーズを使用した吸音材料について、粒径分布、厚さ、空気層との関係などが吸音特性に及ぼす影響を把握するとともに、既存のデータの豊富な火うち石を使用した吸音材料と比較を行い、その特性を実験的に把握した。

現在、この吸音材の多層構造、表面・形状の違いなどの実験を継続するとともに、垂直入射吸音率から入射条件の異なる場合の吸音率の予測をする方法について検討を行っている。

<参考文献>

- (1) 米澤, 笹山, 剛体吸音材の吸音特性について: 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道・1995)
- (2) 吸音材料・日本音響材料協会(技報堂)
- (3) 小野, 音響技術(日本音響材料協会) No.88, p.27

「インドネシア集合住宅適正技術開発プロジェクト」に参加して

川上 修*

1. はじめに

インドネシアの都市部における人口集中とこれに伴う住宅不足が大きな社会問題になってから久しい。とりわけ全人口の6割、すなわち日本の総人口に匹敵する人口が全国土の7%（日本のおよそ1/3）にしか満たないジャワ島に集中しており、これらの人口集中の著しい都市部では慢性的な住宅不足が続いている。さらに、近年では都市部の土地不足・地価の高騰等の問題も大きくクローズアップされてきている。これらを同時解決する方法として、中高層集合住宅の建設が注目され、公的供給機関により供給されてきている。しかしながら、建物の中高層化に伴う適切な構法、建設材料、給排水設備、防災設備等の開発の遅れ、さらにはこれら全体を含めた建設コストの大幅な上昇、供給絶対量の不足などにより、住宅の最も必要とされる低所得者層への供給には結びついていないのが現実である。

以上のような背景からインドネシア政府の要請に基づき、同国における中高層集合住宅の低コスト化実現を目的とした二国間協力が国際協力事業団（JICA）を通じて、1993年11月から5年間のプロジェクト方式技術協力として開始された。プロジェクトは建築計画、建築施工、建築構造、建築材料、建築耐火、衛生工学、情報普及の7分野で構成され、その目的は低コスト集合住宅のプロトタイプとなるような具体的な提案とプロジェクトの実施主体となった公共事業省（日本の建設省に相当）に属する人間

居住研究所（RIHS）の強化である。なお、プロジェクトは筆者を含めた4人の日本人長期専門家、各部門2人のカウンターパート及び日本側・インドネシア側の調整員で構成された。この他、短期専門家の派遣、カウンターパートの日本での研修、機材供与などにより活動の円滑化を図っている。

筆者は、プロジェクト開始直後の1993年12月1日から1996年3月31日までの2年4カ月間、JICAの長期専門家（建築構造担当；主活動は構造実験）としてインドネシア共和国西ジャワ州の州都バンドン市にあるRIHSに派遣された。

2. インドネシアの概況

インドネシアは、東西約5,000km、南北約1,600kmにわたる大小およそ14,000（実際にはそれ以上と言われている）の島々からなる群島国家で、面積は約200万km²、日本の5倍強である。東西の距離はよく北米大陸に匹敵するといわれている。主な島は、スマトラ、ジャワ、カリマンタン（ボルネオ：一部はマレーシア、ブルネイ領）、スラウェジ（セレベス）、イリアンジャヤ（ニューギニア島の西側半分、東側はパプアニューギニア領）の5島である。（図1参照）

インドネシアは、世界有数の火山国であり、3,000m級の山が40以上もある。このうち現在も火山活動を繰り返しているものも少なくない。これはインドネシアが環太平洋火山地帯に位置しているため、同時に地震も多く、全世界の1/10がインドネシア国

*（財）建材試験センター 構造試験課 チームリーダー

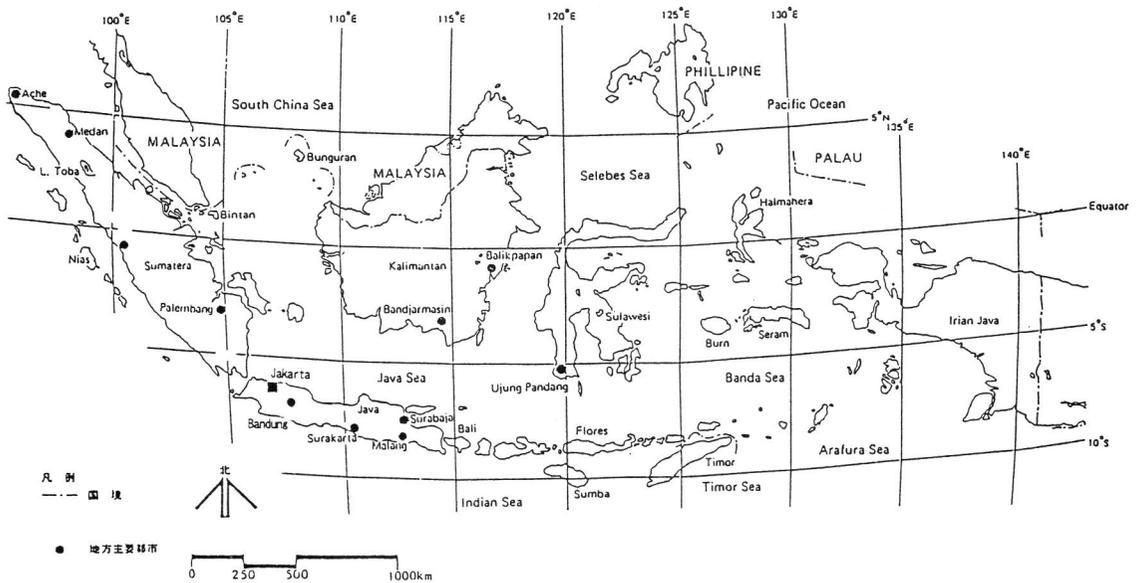


図1 インドネシア全図

内で発生していると言われている。幸い、大都市には大きな地震が発生していないが、地方の都市や東部の島では比較的頻繁に地震が発生し、その被害も報告されている。

人口は今年度中に2億を突破するとも言われる世界第4位の国である。このうちのおよそ6割が全国土の7%に満たないジャワ島に住んでおり、人口分布が非常に片寄っている。このため、政府はいろいろな方法により移住プログラムを実施しているが、いまだ実を結んでいないのが実情のようである。人口密度は、全国平均ではおよそ100人/km²で、アジア平均を下回っているが、ジャワ島は非常に高く、900人/km²に達している（日本は約320人/km²）。人口の増加率は全国平均で1.7%（1993年）と依然高く、特に都市部の増加率は概ね4%に達している。

3. インドネシアの住宅環境

(1) 技術協力

日本のODAは、有償・無償の資金協力及び技術協力を中心に実施されているが、このうち技術協力については、専門家の派遣、研修員の受入、機材の

供与事業等の方法により実施されている。国別のODAを見てみると、インドネシアへの協力は非常に多く、長期専門家の派遣だけをとって見ても、第2位の中国のおよそ2倍に達している。インドネシアと日本との実質的な住宅・都市関係の技術協力は1974年から開始され、既に20年を超える歴史が刻まれている。協力開始の時期は、インドネシアにおいて政府主導の基に住宅開発が実質的に開始されたのと期を一にしている。この間、これらの技術協力がインドネシアの住宅・都市政策に大きく貢献してきたことはいうまでもない。しかしながら、豊富な提言事項に比べて、具体的な実施は極めて限定された範囲に留まっていると言えよう。これは、インドネシアの限られた予算の中では、実際に実現が不可能であったり、政策変更により余儀なく実施を見合わせたものなど少なくない。

今回のプロジェクト方式技術協力は、実施主体となった公共事業省研究開発総局人間居住研究所において、これまでに個別派遣の専門家の派遣、研修員の受入、事前調査、無償資金協力が既に実施されており、これらを総まとめする形で開始され、プロト

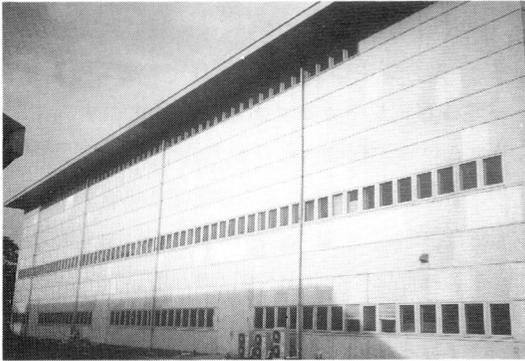


写真1 構造棟の全景

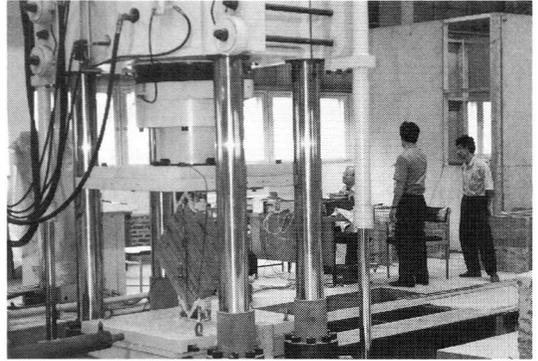


写真3 500tf構造物試験機

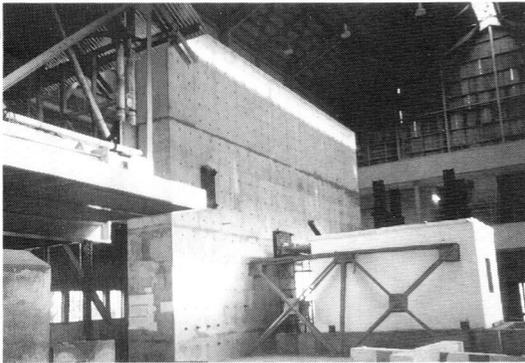


写真2 反力壁



写真4 柱のせん断試験実施風景

タイプ集合住宅の提案, 施工マニュアル・ガイドライン等の作成, RIHSの技術力の強化など具体的な成果が期待されている。

(2) 人間居住研究所 (RIHS)

筆者が派遣されたRIHSは公共事業省の研究開発総局に属する3つの研究所のうちの1つであり, 住宅・建築分野では, インドネシア唯一の研究所である。この研究所は, 1950年代に建材開発研究所として創立されて以来, 40年を超える実績を有し, 公共事業省都市住宅総局研究所の時期を経て, 1984年以後公共事業省の機構改革に伴い, 同省研究開発総局の研究所として活動している。その活動内容は, 都市・地域開発, 構造・施工技術, 建築材料, 上水供給, 下水処理, 環境衛生など居住分野全般にわたっての研究開発, これらに関する情報の収集と解析, 情報普及および研修などが挙げられる。具体的には, 居住環境の調査, コスト削減のための建築材料

の開発, 各種構造部材等の安全性の確認, SNI(インドネシア基準)等の基準作成など数多くの実績を残してきている。また, 現在では国連の人間居住地域研究センターの役割も担っている。JICAによる技術協力は1978年からの建材開発技術協力に始まり, 耐震工学及び住宅政策の分野で既に7名のJICA長期専門家を派遣している。さらに, それぞれの分野において第三国研修を開催し, インドネシアのみならず周辺の途上国の人間居住分野の研究に対しても貢献している。

写真1～4は構造実験棟及びその一部の装置である。実験棟に入るとまず反力壁が目に入る。反力壁の前面は構造床になっており, 部材実験, 実大構造物実験等非常に活発に利用されている。続いて目に入るのは, 500tf構造物試験機である。組石造の壁の圧縮・せん断試験, 杭の圧縮試験などに使用され, これも利用頻度が高い装置の一つである。さらに

は、今回のプロジェクトで供与した建研式短柱試験機が設置されている。写真4は筆者が赴任中にカウンターパート及び研究所スタッフにより実施した柱のせん断試験の実施風景である。構造棟にはこの他に、小型振動台、土質実験室等の施設も付随している。RIHSの実験施設は構造棟の他に、科学分析が可能な衛生工学実験棟、水平炉、壁炉、基材試験装置、表面試験装置等が設置されている防耐火実験棟、及び圧縮・引張・曲げ試験機の他に、コンクリートブロック、セメント製の屋根パネル等の試験製造機が設置されている材料実験棟により構成されている。

(3) 住宅事情

インドネシアの国民の収入を見てみると、3%の高所得者層、15%の中所得者層、80%の低所得者層に分けられるといわれている。これは、インドネシア不動産協会の分類によるものであるが、厳密な世帯総収入がつかめないため、そのボーダーは非常に曖昧である。

住宅供給の方法には、住宅都市開発公団（日本の住宅都市整備公団に相当）、地方公共団体、民間によるものなどがある。これらフォーマルセクターの住宅供給は都市部では約20%、農村部では0%である。従って、残りの80%は住民自らの手によって建設されていることになる。土地があれば1,000,000～2,000,000ルピア（50,000～100,000円）で建設材料を購入し、親戚や近所の人達の手を借りて、住宅を建設することが可能である。インドネシアにも建築規準は存在するが、自分達で建設を実施する住民達はこの規準を知らないかあるいは無視しているようである。そして、この住宅は住人が増えるとはどんどん増築を繰り返されられていくので、つぎはぎだらけの家になってしまっている。また、住人が自分達で住宅を建設するため、町には非常に多くの建材店が見られる。

国営企業である住宅都市開発公団では、テラスハウス形式のローコスト住宅及び集合住宅の建設を行

い、中低所得者に供給している。建設コストを見ると、集合住宅はローコスト住宅のおよそ3倍となっている。ジャカルタあるいは地方の大都市でも、集合住宅が建設され供給されている。

インドネシアで集合住宅を設計する場合の最低居住面積は、両親と小学生の子供2人の家族4人の場合18㎡とされている。この12畳に満たないスペースの中に、トイレ、浴室、台所も含まれる。この規模のユニットでも購入するには10,000,000ルピア（およそ50万円）が必要とされる。低所得者層の上位に位置する世帯の月収約500,000ルピアの20カ月分である。しかし、現在では、18㎡ではあまりにも狭すぎることから、21あるいは24㎡に移行しつつある。

低所得者向けの中高層の集合住宅を建設する場合、鉄筋コンクリート構造が採用されることが一般的であるが、インドネシアではセメントが産出されるにもかかわらず、コストは日本とあまり変わらない。補強用の棒鋼もほぼ日本と同じ値段である。大断面のH形鋼については国内では、生産できないこともあり、日本の倍以上の値段となっている。これに対して、労賃は日本のおよそ1/20～1/30と安いいため、現場では機械を使用せず、何でも人力で済ませてしまう傾向がある。低所得者用の集合住宅の現場では特にこの傾向が強く、現場での機械化がなかなか進まないため、施工精度もあまり向上していかない。ブルドーザ1日の使用料と30人の1日の労賃が同じであると言われている。また、建物の壁に使用されるレンガは非常に安く、日本の約1/20の値段である。コンクリートブロックの値段は約1/10である。このため、壁はレンガやコンクリートブロックを貧調合で練ったモルタルを使用して積み上げたものが一般的になっている。ただし、これらは日本のものに比べると強度がかなり低い。

写真5の集落は中部ジャワ州の州都スマラン市に建設されている集合住宅から見た光景である。最も一般的なインドネシアのカンボンの風景であるとい



写真5 スマラン市のカンボン風景



写真7 南スマトラの高床式木造住宅（支柱に木材を使用）



写真6 ジャカルタ市のカンボン風景



写真8 南スマトラの高床式住宅
（支柱にコンクリート柱の使用）

えよう。写真では色が分からないが、屋根に使用されている瓦は赤土を焼いて作ったもの（れんがと同じ材料）で、ほとんどの住宅で使用されている。この地域は最終的には全て再開発されて、大規模な集合住宅コンプレックスが建設されることになっている。インドネシアのカンボンとは日本語に訳すと集落を意味するが、都市部のカンボンの一部においては、不法占拠された地域に形成されるスラムもこのカテゴリーに含まれる。写真6はジャカルタ市内の鉄道沿線に形成されるカンボンである。この地域も上記同様、再開発される予定になっている。

インドネシアの農村部では昔ながらの木造の高床式住宅が一般的である。写真7はスマトラ島南部で見られた高床式の個人住宅である。1階部分は土間になっていて、倉庫あるいは農作業用のスペースとして使用していた。写真の住居は一階の支柱に大断面の木材を使用していたが、スマトラ南部においても



写真9 れんが造の住宅

大断面の木材は少なく、高価なため、木材に替わって、写真8のようなコンクリート支柱が使用されるようになってきた。この地域の住宅は比較的大規模で、ここに複数の家族が一緒に生活している。こういった地域においてさえ、余剰人員が吸収できず、溢れてた人達は大都市へと向かうのである。

都市部に建設される住宅は、写真9のようなれん



写真10 スマトラ南部リワ地震の高床式木造住宅の被害例



写真11 スマトラ南部リワ地震のRC2階建住宅の被害例

が造である。れんが造といっても、れんがをただ積み上げるだけではなく、壁のコーナー及び上部には市販の組み鉄筋（6～8mm程度の丸鋼を使用して組み立てたもの）を配筋して作った鉄筋コンクリート造の柱・が梁（ともに断面は10cm×10cm）により補強されている。ただし、壁と柱・が梁はほとんどの場合緊結されていない。この構法で2階建てまで建設する。れんがの強度は20～50kg/cm²、目地モルタルはこれより若干強いといった程度である。

写真10及び11はスマトラ南部で発生した、リワ地震時の被害建物である。木造住宅の被害例を見ると、一階の支柱が地震時に生じた二階部分の水平力により、二階床との接合部が外れて転倒し、二階部分が直接地面に接地している。この二階部分はほとんど健全で、住民はこれをそのまま使用している。また、同様のケースですでに二階部分をジャッキアップして従前の高床に補修している建



写真12 ジャカルタ市内の10階建集合住宅の建設現場（RC造、純ラーメン構造）



写真13 ジャカルタ市郊外の5階建集合住宅の建設現場（RC造壁式構造、1階のみRC造ラーメン構造）



写真14 ジャワ島東部スラバヤ市の4階建集合住宅（RC造、純ラーメン構造）

物も見られた。写真11はRC造のラーメン構造で壁にれんがを使用したものである。壁面の大きいのに反して、梁・柱の断面が異様に小さいのが分かる。壁と構造材が全く緊結されていないため、れんがは簡単に脱落している。構造部材である梁・柱も接合部が完全に崩壊している。このような建物は特別の

ものではなく、どこの都市にも一般的に見られるものである。これら繰り返される被害に対して、しっかり補強している住宅も見られたが、ほとんどの場合、新たな工夫をせずに再建築しているようである。これは研究者達が、これらの被害から得られた教訓を建設者である住民達に何も伝えていないことによる。これらを見るにつけ、情報普及の必要性を強く感じた。

(5) プロジェクトの内容

当プロジェクトの目的は「インドネシア国の人口過密状態にある都市部の住宅不足を解消するための一助となる（適正技術開発を通しての）集合住宅のプロトタイプの開発」である。

インドネシアにおける集合住宅の歴史は、さほど古くない。中低所得者を対象とした公的住宅供給事業の中でも、実際の供給は、接地型の宅地付き住宅供給を主力として展開されてきた。しかし、近年では、宅地開発用の適地が不足したり、スプロールによる農地の減少、都市部の密集住宅地の環境悪化に伴う再開発の必要性などにより、各地で集合住宅による住宅供給が試みられるようになってきた。インドネシア政府も1985年頃から本格的に集合住宅の普及と集合住宅による住宅再開発が実施されはじめた。しかし、この事業も、以下に示す理由により、必ずしも順調に進んでいない。

- 1) コンクリート、棒鋼などの非常に高い建設材料を多く使用するため、建設コストが接地型住宅に比べて、およそ3倍高い。
- 2) 住民が接地型のライフスタイルを好む。
- 3) プロトタイプと呼べるものがなく、大量供給するための体制が整っていない。これも建設コストを押し上げる大きな要因である。

今回のプロジェクトは、これらの問題を解決するために、 — ①集合住宅の合理的な設計と工事遂

行のために、特に早急に技術等の改良又は開発が求められる事項について、必要な試験・調査・分析を行う。②前記研究活動の成果を基に、プロトタイプ集合住宅の提案を行う。③実施工を通して、施工マニュアル、ガイドライン等を作成し、公的工事のみならず、民間等他の事業者への普及を図る。 — などを目的として開始した。

構造分野における解決すべき問題点としては、集合住宅には、通常居住者のためのコマーシャルスペース（屋台、食堂、食料・雑貨売り等）あるいはコミュニティスペース（割礼、結婚式、宗教行事等を行うためのもの）が必要となり、1階部分をピロティーとして、そのための空間として確保しており、このため、上層階に比べて、1階部分の剛性が小さくなり、構造耐力上弱点となること、外壁に使用されるレンガ又は、コンクリートブロックと構造躯体である梁・柱との緊結が十分になされていないことなどが挙げられ、これらについての安全性を確認することを目的として、柱、壁の構造実験を実施している。

4. おわりに

2年4カ月の派遣を終了して、3月31日帰国した。筆者の所属した「インドネシア集合住宅適正技術開発プロジェクト」は、その半ばを経過してよいよ実際の試行建設に進んできた。今現在も、建材試験センターから筆者の後任として、真野孝次職員が派遣され活躍している。プロジェクトがここまで進んで来られたのも、各専門家の努力はもとより、これを支えてくださった内外の方々の厚い助力の結果だと考えている。それらの方々に厚く感謝すると共に、今後のプロジェクトの順調な進展を願い、微力ながら日本の地から後方支援していきたいと考えている。

転圧コンクリート用特殊混和剤 の性能試験

依試第 56668号

この欄で記載する報告書は依頼者の了解を得たもので、抄録である。

1. 試験の内容

株式会社スタビーから提出された転圧コンクリート用特殊混和剤「トーコンUT-2000」を混入したコンクリート及び比較用コンクリートの性能について、表1に示す内容の試験を行った。

表1 試験の内容

試験項目 ミキサ型式	トーコンUT-2000						比較用 (市販品)			
	添加量 (%)		練り置き時間 (hr)		試験項目		1.5			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
傾 胴 型 (容量100ℓ)	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	D	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	E	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	F	○	-	○	○	-	○	○	-	○
強 制 型 (容量100ℓ)	A	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	B	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	C	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	D	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	E	○	-	○	○	-	○	○	-	○
	F	○	-	○	○	-	○	○	-	○

注) 試験項目記号

○印: 実施

- A: 締め固め率
- B: 圧縮強度
- C: 曲げ強度
- D: 透水
- E: 乾燥収縮
- F: 凍結融解

2. 試料

試料の種類, 商品名, 形状等を表2に示す。

表2 商品名

種 類	転圧コンクリート用特殊混和剤
商 品 名	トーコンUT-2000
使用方法	セメント質量に対し, 1%及び2%外割り添加。 練り混ぜ水に溶解して使用。

3. 使用材料

- (1)セメントは, 3銘柄の普通ポルトランドセメント (アサノ, 秩父小野田, 住友) を等量ずつ混合して使用した。セメントの品質試験結果を表3に示す。
- (2) 骨材試験結果を表4及び表5に示す。
- (3)比較用に市販の転圧コンクリート用混和剤を使用した。
- (4) 水はイオン交換水を使用した。

表3 セメントの品質試験結果

比 重		3.15
比 表 面 積 cm^2 / g		3300
凝 結	標準軟度水量 %	27.2
	始 発 時一分	2-32
	終 結 時一分	3-53
安定性 (煮沸法)		良
フロー値		248
圧 縮 強 さ $\text{kgf} / \text{cm}^2 \quad \text{N} / \text{mm}^2$	3日	16.6 {169}
	7日	26.3 {268}
	28日	42.1 {429}
化 学 成 分	全アルカリ量 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}\%$	0.60
	塩化物イオン %	0.004

表4 骨材の品質試験結果

	細骨材	粗骨材
名称	川砂	砕石2005A
産地	大井川	東京都青梅市成木
表乾比重	2.63	2.65
絶乾比重	2.60	2.64
吸水率 %	1.32	0.52
単位容積重量 kg/ℓ	1.76	1.62
粒形判定実積率 %	—	60.8
粘土塊量 %	0.2	0.1
洗い試験により失われる量 %	1.0	0.4
有機不純物	標準色より薄い(良)	—
安定性 %	1.9	1.8
塩化物 (NaCl) %	0.000	—
アルカリシリカ反応性	無害	無害
粗粒率	2.66	6.75

表5 骨材の粒度

ふるいの呼び寸法 mm	通過重量百分率 %	
	細骨材	粗骨材
25	—	100
20	—	93
15	—	67
10	—	30
5	100	2
2.5	91	—
1.2	68	—
0.6	44	—
0.3	23	—
0.15	8	—

4. 試験方法

(1) 配合

(社)日本道路協会「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」4.転圧コンクリートの配合を参考に試験練りを行い、表6に示す配合条件を決定した。また、締固め率は、上記指針(案)付録3.マーシャル突固め試験方法により求めた。

(2) コンクリート試料の作り方

コンクリート試料の作り方をまとめて表7に示す。

表6 配合条件

単位セメント量 kg/m ³	水セメント比 %	細骨材率 %	単位水量 kg/m ³
300	33.3	40.0	100

表7 コンクリート試料の作り方

項目	内容
材料の準備及び計量	JIS A 1138 (試験室におけるコンクリートの作り方)に従った。細骨材は少量の表面水を含む状態で、粗骨材は表乾に近い状態で準備し、表面水率の補正を行った後使用した。
練り混ぜ量及び練り混ぜ回数	練り混ぜ量は、50リットルとし、各条件毎に練り混ぜ回数は1回とした。
練り混ぜ時間	骨材、セメントを投入後30秒間空練りし、次いで練り混ぜ水(水+混和剤)を投入し1分30秒間練り混ぜた。
使用ミキサ	容量100リットルの傾胴型ミキサ及び容量100リットルの強制練りミキサを使用した。
材料投入順序	粗骨材の100%→細骨材の50%→セメントの100%→細骨材の50%→空練り30秒間→練り混ぜ水(水+混和剤)→1分30秒間練り混ぜ

(3) 供試体

供試体は、(社)日本道路協会「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」付録6.曲げ及び圧縮強度試験用の供試体の作製方法に従って転圧コンクリートの練り上がり直後、練り上がり1時間後及び練り上がり2時間後において製作した。供試体寸法は曲げ、乾燥収縮率及び凍結融解試験用として10×10×40cm、圧縮強度及び透水試験用として10φ×20cmのものを使用した。

(4) 圧縮強度試験

JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)に従って、材齢1日、7日及び28日における転圧コンクリートの圧縮強度試験を行った。材齢1日の供試体は成形後1日間、20℃の試験室に静置した後、脱型し試験に供した。材齢7日及び28日に試験する供試体は、材齢2日で脱型し、以後20℃の水中で試験材齢まで養生を行った。

(5) 曲げ強度試験

JIS A 1106 (コンクリートの曲げ強度試験方法)に従って、転圧コンクリートの材齢28日における曲

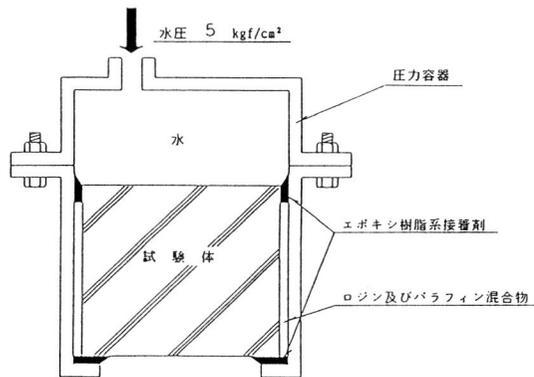


図1 透水試験方法

げ強度試験を行った。供試体は、材齢1日で脱型し、以後、20℃の水中で試験材齢まで養生を行った。

(6) 透水試験

供試体は材齢28日まで20℃の水中で養生を行った。その後、供試体中央部10cmを残し、上下端部をダイヤモンドカッターで切断し、温度20℃、湿度60%RHの試験室で6ヵ月以上乾燥し、試験に供した。

圧力容器への供試体の取付けは、エポキシ樹脂系接着剤とパラフィンとロジンの混合物(質量比1:1)を使用して図1に示すように行った。

透水試験は、インプット法により行い、供試体断面に5kgf/cm²の水圧を7日間加えた。加圧終了後、供試体を割裂し、割裂面の外周側面部分2cmを除く中央6cmの部分について、1cmおきに7点の浸透深さを測定し、平均浸透深さを計算により求めた。

拡散係数は、次式から求めた。

$$\beta i^2 = \alpha \frac{Dm^2}{4t \xi^2}$$

ここに、 βi^2 : 拡散係数 (cm²/sec)

Dm: 平均浸透深さ (cm)

t: 加圧時間 (sec)

α : 加圧時間tに対する係数

168時間では、300.5

ξ : 水圧に対する係数

5kgf/cm²では、0.905

(7) 凍結融解試験

JIS A 6204 (コンクリート用化学混和剤) 附属書2に従い、300サイクルまで凍結融解試験を行った。

5. 試験結果

- (1) コンクリートの計画配合及び締め固め率試験結果 (3個の平均値) を表8及び表9に示す。
- (2) 圧縮強度試験結果 (3個の平均値) を表10に示す。
- (3) 曲げ強度試験結果 (3個の平均値) を表11に示す。
- (4) 透水試験 (インプット法) 結果を表12及び表13に示す。
- (5) 乾燥収縮試験結果を表14に示す。
- (6) 凍結融解試験結果を表15に示す。

表8 コンクリートの計画配合

混和剤の種類 及び使用量 %	W / C %	S / A %	W kg / m ³	単位量 kg / m ³			単位容 積質量 kg / l	注) 混和剤 使用量
				C	S	G		
トーコン UT - 2000 1%	33.3	40	100	300	847	1280	2.527	3 kg
トーコン UT - 2000 2%								6 kg
比較用 (市販品) 1.5%								4.5 kg

試験日 平成6年10月5日～17日

注) 転圧コンクリート用特殊混和剤「トーコン UT - 2000」は単位セメント量の1% (質量) 外割り添加。単位容積質量の値は、「トーコン UT - 2000」の使用量を含んでいない。また、比較用 (市販品) は、単位セメント量の1.5% (質量) を練り混ぜ水に換算した。

表9 締め固め率試験結果

ミキサの種類	コンクリートの種類	締め固め率 %		
		練り置き時間 hr		
		0	1	2
傾胴型	トーコン UT-2000 1%	95.0	93.7	93.4
	トーコン UT-2000 2%	97.8	93.8	93.9
	比較用 (市販品) 1.5%	94.7	94.3	91.2
強制型	トーコン UT-2000 1%	94.5	-	93.3
	トーコン UT-2000 2%	95.8	-	93.3
	比較用 (市販品) 1.5%	96.6	-	93.1

注)：締め固め率は、(社)日本道路協会「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」付録3. マーシャル突固め試験方法により求めた。

試験日 平成6年10月5日～17日

表11 曲げ強度試験結果(材齢28日)

ミキサの種類	コンクリートの種類	曲げ強度		
		N/mm ² [kgf/cm ²]		
		練り置き時間 hr		
		0	1	2
傾胴型	トーコン UT-2000 1%	6.20 [63.2]	6.22 [63.4]	6.58 [67.1]
	トーコン UT-2000 2%	6.94 [70.8]	6.18 [63.0]	6.57 [67.0]
	比較用 (市販品)	6.83 [69.6]	6.66 [67.9]	5.83 [59.4]
強制型	トーコン UT-2000 1%	6.47 [66.0]	-	5.79 [59.0]
	トーコン UT-2000 2%	6.64 [67.7]	-	5.55 [56.6]
	比較用 (市販品)	6.41 [65.4]	-	6.26 [63.8]

試験日 平成6年11月3日～14日

表10 圧縮強度試験結果

ミキサの種類	コンクリートの種類	曲げ強度 N/mm ² [kgf/cm ²]								
		練り置き時間=0hr			練り置き時間=1hr			練り置き時間=2hr		
		材齢1日	材齢7日	材齢28日	材齢1日	材齢7日	材齢28日	材齢1日	材齢7日	材齢28日
傾胴型	トーコン UT-2000 1%	22.0 [224]	41.8 [426]	53.1 [541]	21.4 [218]	39.3 [401]	52.0 [530]	20.7 [211]	37.7 [384]	40.8 [416]
	トーコン UT-2000 2%	23.5 [240]	45.6 [465]	50.8 [518]	24.2 [247]	42.5 [433]	48.9 [499]	20.8 [212]	40.5 [413]	44.0 [449]
	比較用 (市販品)	16.2 [165]	44.7 [456]	46.8 [477]	16.6 [169]	40.1 [409]	44.5 [454]	16.5 [168]	36.3 [370]	42.0 [410]
強制型	トーコン UT-2000 1%	24.6 [251]	44.1 [450]	48.3 [493]	-	-	-	20.4 [208]	27.3 [278]	31.1 [317]
	トーコン UT-2000 2%	26.7 [272]	43.5 [444]	51.1 [521]	-	-	-	23.9 [244]	42.2 [430]	50.8 [518]
	比較用 (市販品)	17.6 [179]	53.0 [540]	52.2 [532]	-	-	-	17.6 [179]	37.7 [384]	41.2 [420]

試験日 平成6年10月6日～11月10日

6. 試験の期間、担当者及び場所

期 間 平成6年9月19日から
平成7年10月5日まで
担 当 者 無機材料試験課長 岸 賢蔵
試験実施者 柳 啓
場 所 中央試験所

コメント

(社)日本道路協会「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」を参考にして、RCCP(転圧コンクリート舗装)用混和剤「トーコン UT-2000」を使用したコンクリート及び比較用として市販品を使用したコンクリートを配合し、強度性状、耐久性状について比較試験を行った。その結果、「トーコン UT-2000」を使用したコンクリートは、初期強度の発現が大きいこと、練り置き時間が長くなっても強度の低下が小さい等の特徴があることがわかった。

表 12 透水試験結果 (傾胴型ミキサ)

コンクリートの種類	番号	練り置き時間 = 0hr		練り置き時間 = 1hr		練り置き時間 = 2hr	
		平均浸透深さ cm	拡散係数 (βi^2) $\times 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$	平均浸透深さ cm	拡散係数 (βi^2) $\times 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$	平均浸透深さ cm	拡散係数 (βi^2) $\times 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$
トーコン UT - 2000 1%	1	8.25	103.2	9.74 以上	143.9 以上	8.81	117.7
	2	7.24	79.5	9.04	123.9	8.77	116.6
	3	7.86	93.7	8.35	105.7	9.44	135.2
	平均	7.78	92.1	—	—	9.01	123.2
トーコン UT - 2000 2%	1	7.13	77.1	10.16 以上	156.6 以上	9.99 以上	151.4 以上
	2	4.72	33.8	9.79 以上	145.4 以上	9.54 以上	138.0 以上
	3	6.06	55.7	7.01	74.5	9.39 以上	133.7 以上
	平均	5.97	55.5	—	—	—	—
比較用 (市販品)	1	2.23	7.5	6.75	69.1	6.87	71.6
	2	2.62	10.4	9.87	147.7	5.98	54.2
	3	7.48	84.9	4.59	32.0	8.85	118.8
	平均	4.11	34.3	7.07	82.9	7.23	81.5

注) 表中, 以上と記したものは, 水が供試体底部まで浸透したものを示す。 試験日 平成7年8月10日~10月5日

表 13 透水試験結果 (強制型ミキサ)

コンクリートの種類	番号	練り置き時間 = 0hr		練り置き時間 = 2hr	
		平均浸透深さ cm	拡散係数 (βi^2) $\times 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$	平均浸透深さ cm	拡散係数 (βi^2) $\times 10^4 \text{cm}^2/\text{sec}$
トーコン UT - 2000 1%	1	2.13	6.9	9.99 以上	151.4 以上
	2	4.23	27.1	9.93 以上	149.6 以上
	3	4.45	30.0	10.06 以上	153.5 以上
	平均	3.60	21.3	—	151.5 以上
トーコン UT - 2000 2%	1	10.06 以上	153.5 以上	9.91	148.9 以上
	2	9.69 以上	142.4 以上	10.01	152.0 以上
	3	9.89 以上	148.3 以上	9.59	139.5 以上
	平均	—	—	—	—
比較用 (市販品)	1	2.33	8.2	5.80	51.0
	2	1.15	2.0	3.20	15.5
	3	1.42	3.1	7.33	81.5
	平均	1.63	4.4	5.44	49.3

注) 表中, 以上と記したものは, 水が供試体底部まで浸透したものを示す。 試験日 平成7年8月10日~10月5日

本来, コンクリート舗装は, メンテナンスが少ない, 耐久性に優れている等の利点を有している反面, 施工が煩雑である, 工事期間が長く必要であるといった問題点を抱えていた。RCCPはこれらの問題点を解決する新しい工法として注目されている

が, 今回の試験の結果から推測を試みるに, この種の混和剤を使用することによってRCCPの利点が強調されるものと考えられる。

また, 「トーコン UT - 2000」を使用したコンクリートは, 透水性が大きいことから, これを使うこ

表 14 長さ変化試験結果

コンクリートの種類		長さ変化率			
		番号			
		1	2	3	平均
UT-2000.1%	傾胴型・練り置き0時間	-5.57	-5.05	-4.62	-5.08
UT-2000.1%	傾胴型・練り置き2時間	-4.91	-5.26	-5.29	-5.15
UT-2000.2%	傾胴型・練り置き0時間	-4.57	-6.03	-5.46	-5.35
UT-2000.2%	傾胴型・練り置き2時間	-6.34	-5.63	-5.86	-5.96
比較用(市販品)	傾胴型・練り置き0時間	-4.61	-4.73	-4.88	-4.74
比較用(市販品)	傾胴型・練り置き2時間	-5.10	-5.13	-5.40	-5.21
UT-2000.1%	強制型・練り置き0時間	-4.91	-5.35	-5.30	-5.19
UT-2000.1%	強制型・練り置き2時間	-4.67	-4.44	-4.70	-4.60
UT-2000.2%	強制型・練り置き0時間	-6.56	-5.59	-5.47	-5.87
UT-2000.2%	強制型・練り置き2時間	-4.89	-4.62	-5.56	-5.02
比較用(市販品)	強制型・練り置き0時間	-4.82	-4.83	-4.46	-4.70
比較用(市販品)	強制型・練り置き2時間	-4.41	-5.09	-5.82	-5.11

表 15 凍結融解試験結果

コンクリートの種類		耐久性指数			
		番号			
		1	2	3	平均
UT-2000.1%	傾胴型・練り置き0時間	30	28	45	34
UT-2000.1%	傾胴型・練り置き2時間	57	45	36	46
UT-2000.2%	傾胴型・練り置き0時間	25	37	29	30
UT-2000.2%	傾胴型・練り置き2時間	20	34	23	26
比較用(市販品)	傾胴型・練り置き0時間	38	32	25	32
比較用(市販品)	傾胴型・練り置き2時間	85	53	70	69
UT-2000.1%	強制型・練り置き0時間	25	30	24	26
UT-2000.1%	強制型・練り置き2時間	50	37	28	38
UT-2000.2%	強制型・練り置き0時間	27	33	3	21
UT-2000.2%	強制型・練り置き2時間	24	29	17	23
比較用(市販品)	強制型・練り置き0時間	44	40	—	42
比較用(市販品)	強制型・練り置き2時間	40	39	14	31

とによって、近年、問題視されている舗装や建物等による地表面の遮水による種々の悪影響(地下水の低下や土中生物の生態系)を緩和する可能性があるものと考えられる。上記の可能性を確認するには、実大施工レベルでの試験が必要である。

(文責：無機質材料試験課 柳 啓)

建材試験センター規格
J S T M

J 7001-1996

平成8年3月18日制定

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

Test method of deformation and durability by solar radiation
for exterior members with actual size

1. 適用範囲

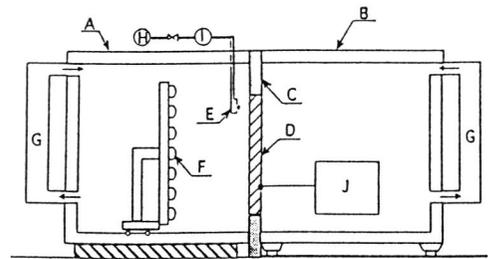
この規格は、建築物の外壁部材、屋根等の自然環境にさらされる部材について、人工気候室を用いて日射、気温、降雨等の環境の変化による熱変形性及び耐久性を試験する方法について規定する。

備考1 この規格の引用規格は、以下に示すとおりである。

JIS A 1414 建築用構成材(パネル)及びその構造部分の性能試験方法

JIS Z 8704 温度測定方法—電気的方法

JIS Z 8806 湿度測定方法



A: 外気条件設定チャンバー B: 室内条件設定チャンバー
C: 試験体取付枠 D: 試験体
E: 散水装置 F: 日射照射装置
G: 空調機 H: 水ポンプ
I: 水量計 J: 計測器

図1 試験装置

2. 用語の意味

この規格で用いる用語の意味は、以下のとおりとする。

- (1) 人工気候室 人工的に温湿度、日射、降雨等の環境条件を作り出すことのできる機能を持った室
- (2) 熱変形性 日射、気温及び降雨による部材(その構成材も含む)のひずみ、たわみ等の変形性
- (3) 耐久性 日射、気温及び降雨を繰り返し受ける部材の強度低下や接着性の劣化などに関する耐久性

3. 試験体

試験体は、原則として実際の仕様及び施工に従って製作する。試験体の大きさは、外壁等の部位を代表し、熱変形性又は耐久性を適切に評価できるものとする。試験体の内部の温度やひずみを測定する場合は、製作時に、試験体の構成材にセンサーを埋め

込むか貼り付けておく。また、試験による劣化等を調べるために用いる比較用試験体は、試験体と同仕様によって製作し、同じ大きさで同時に製作することが望ましい。

備考 試験体の大きさは、試験装置の取付枠の開口部の大きさによる。建材試験センターで実施できる試験体の最大寸法は、高さが3m、幅は2.8mである。

4. 試験装置

試験装置は、図1に示すように人工気候室、取付枠及び計測機器で構成されるものとする。人工気候室は、外気条件を設定する外気条件設定チャンバーと室内条件を設定する室内条件設定チャンバーの二つのチャンバーを有するもので、それぞれのチャンバーは、設定した温湿度等の環境条件がプログラム制御器等により自動的に制御する機能を持つものとする。

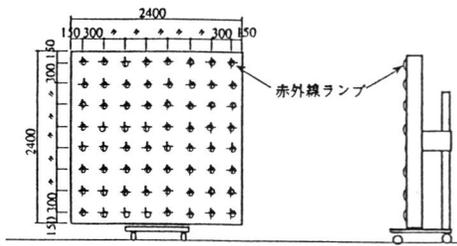


図2 日射照射装置 (単位mm)

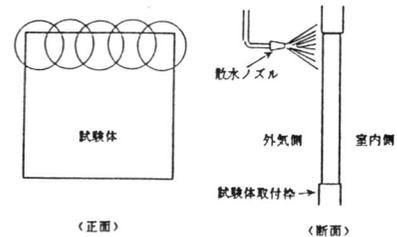
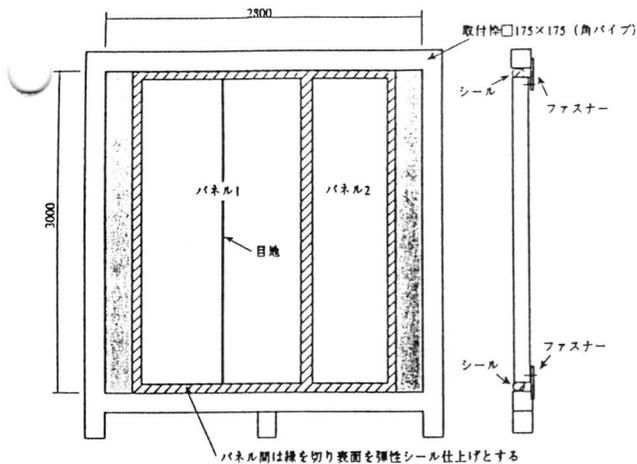
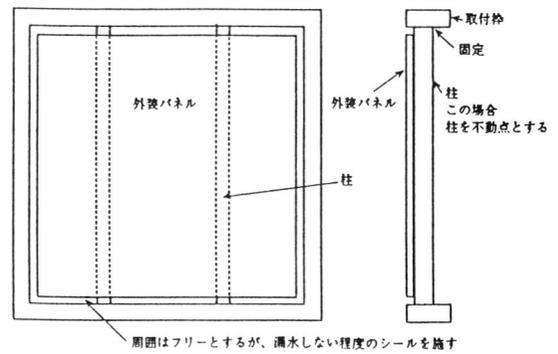


図3 散水装置



(a) コンクリートまたはALC板等の場合



(b) 外装材パネルの切取りモデル試験体の場合

図4 試験体取付方法 (例)

4.1 外気条件設定チャンバー 外気条件設定チャンバーは、温度を $(-30\sim 40)\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度を $(20\sim 90)\pm 3\%$ (1) の範囲で、温湿度が任意に設定できるものとし、さらに次の装置を備えるものとする。

注(1) 20°C 以下の温度においては、相対湿度の制御は、装置の性能上できないものがある。建材試験センターの装置では、温度 20°C において相対湿度 $30\sim 90\%$ 、 30°C で $25\sim 90\%$ 、 40°C で $20\sim 90\%$ の範囲で相対湿度の制御ができる。

(1) 日射照射装置 日射照射装置は、図2に示すように赤外線ランプにより、試験体全面に最大 $1.2\text{W}/\text{m}^2$ の熱量を一樣に照射できるものとする。

照射熱量の調節は、被照射体表面の温度が設定値になるようにする方式(温度基準方式)と、一定の熱量を照射する方式(熱量基準方式)の2通りが実施可能な機構とする。

(2) 散水装置 散水装置は、図3に示すように、チャンバー内の上部に固定した散水ノズルで試験体の上方から噴霧して試験体の表面を水膜状に一樣に濡らすことができるものとする。

散水量は、 $0.3\text{ l}/\text{m}^2\cdot\text{min}$ 程度とする。

5. 試験方法

5.1 試験体の取付 試験体の取付は、外気条件設定チャンバーと室内条件設定チャンバーの間に設置した試験体取付枠に実際の施工に従って行う。試験

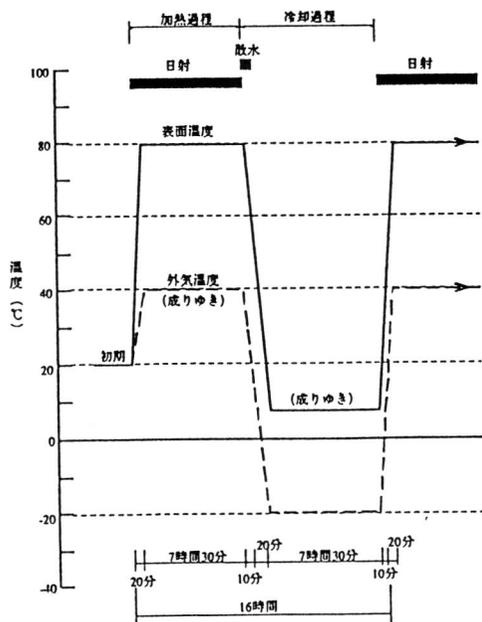


図5 熱変形試験外気条件

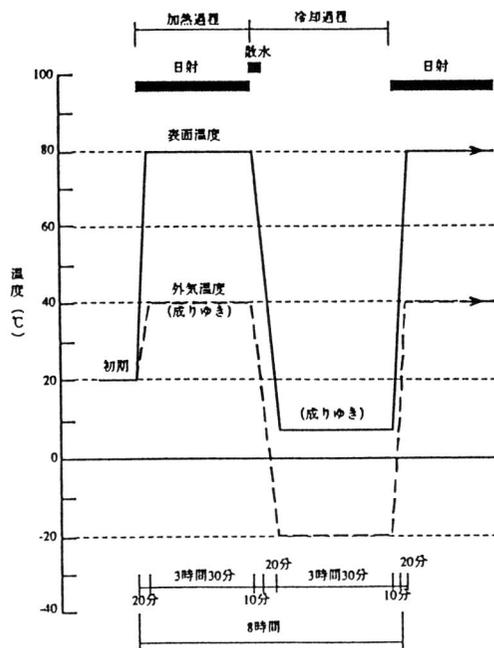


図6 耐久性試験外気条件

体取付の例を、図4に示す。

5.2 熱変形性試験 試験は、先ず、初期状態として外気温度と室内温度を等しくし、試験体の温度を平衡させ、基準となる温度、ひずみ、変位等の測定を行なってから開始する。試験条件は、試験体の使用環境を考慮して決定するが、試験条件が特にない場合は、次の(1)、(2)に示す試験条件を標準にする。繰り返しサイクル数は、3サイクルを標準とし、3サイクル終了後初期状態に戻す。

各測定項目は、5.5に従って10分程度の間隔で測定する。

なお、試験体製作時のひずみを除去するために、試験に先だって予備加熱を必要に応じて行うこともできる。

(1) 温度基準方式 外気条件は、図5に示すように1サイクル16時間とし、8時間加熱、8時間冷却とする。加熱時には、日射照射装置を用いて日射を照射し、表面温度は $80 \pm 3^\circ\text{C}$ とする。冷却開始時には、散水し、冷却時には、温度 $-20 \pm 1^\circ\text{C}$ とする。散水量 $1 \text{ l} / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ とする。

なお、加熱時の気温は特に制御は、行わなくてもよい。

室内の温湿度条件は、一定とし、温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $(60 \pm 3) \%$ とする。

(2) 熱量基準方式 外気条件を日射照射装置によって、熱量を $1 \text{ kW} / \text{m}^2$ 一定として加熱する。他は、(1)と同様とする。

5.3 耐久性試験 耐久性試験は、5.2と同様に、先ず初期状態を基準としてから試験を開始し、要求される試験条件で必要なサイクルを繰り返して負荷を与えた後、初期状態に戻して試験を終了する。試験条件は、原則的には熱変形性試験と同様に決定するが、標準的には次の(1)に示す条件で試験を行なう。

(1) 試験条件 外気条件は図6に示すように、1サイクルを8時間とし、4時間加熱、4時間冷却とする。加熱時には、試験体の表面温度が $80 \pm 3^\circ\text{C}$ となるように日射を照射し、冷却開始時には、散水を行う。散水量は $1 \text{ l} / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ とする。冷却時の気温は、 $-20 \pm 1^\circ\text{C}$ とする。繰り返しサイク

ル数は、90サイクルを標準とする。

室内の温湿度条件は、一定とし、温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、
相対湿度 (60 ± 3) %とする。

- (2) **中間確認** 繰り返し試験中に、試験体の劣化状況等を見るために、一時試験を中断する場合は、初期状態に戻して行う。その後、試験を再開する場合はサイクルの初めの加熱から行う。

5.4 測定項目

- (1) **温度** 温度の測定は、JIS Z 8704に規定する熱電対を用いる方法で、C級測定方式又は同等以上の精度を有する測定方式とする。
- (2) **湿度** 湿度の測定は、JIS Z 8806に規定する電気式湿度計を用いて室内側空気及び外気側空気及び試験体内部の中空層について測定する。
- (3) **変位(たわみ)** 変位の測定は、試験体の面外方向について電気式変位計を用いて精度0.01 mmまで行う。ただし、必要に応じて面内方向変位を測定する。変位測定の詳細は附属書1による。

たわみは、測定した変位から次式によって算出する。

$$\delta = \delta_2 - (\delta_1 + \delta_3) / 2$$

ここに、 δ : たわみ (mm)

δ_2 : 直線上に並ぶ3点の変位の内の中央部の変位 (mm)

δ_1, δ_3 : 直線上に並ぶ3点の変位の内の両端部の変位 (mm)

- (4) **ひずみ(熱応力)** ひずみは、抵抗線ひずみゲージを張り付けて測定する。コンクリート等の内部ひずみを測定する場合は、埋め込み型ひずみゲージを用いて測定する。

測定の詳細は、附属書2による。

熱応力は、測定したひずみから次式により算出する。

$$\eta = E \cdot \epsilon$$

ここに、 η : 熱応力 (kg f/m²)

E : 縦弾性係数 (kg f/m²)⁽³⁾

ϵ : ひずみ (-)

注⁽³⁾ 温度が変化しても一定値として扱う。

- (5) **含水率** コンクリートやALC等の含水状態によって、強度や温度分布に著しい影響が生じるものについては、参考として附属書3に従って試験中の含水率変化を測定する。

5.5 ひび割れ、剥離等の検査

- (1) **外観観察** 試験開始前及び試験終了後の試験体表面や取付け部等の外観を目視により観察し、異常の有無を調べる。耐久性試験においては、外観観察を15サイクル毎に行い、異常が発生した時期を特定できるようにする。
- (2) **赤外線カメラによる方法** 耐久性試験において、赤外線カメラにより、試験前後の試験体の表面温度分布を測定し、比較することにより外装材のひび割れやタイルの剥離などの異常をみる。表面温度は、試験体の平均温度を試験時の室内側条件の温度とし、室内側の温度はそれぞれより10℃高くし、外気側の温度は、10℃低くして定常状態で測定する。

なお、表面温度の測定は、耐久性試験の初期状態前及び試験終了後の初期状態に戻した後に行う。

- (3) **打診法** 耐久性試験において、タイル等の接着状態の変化をみるために、直径29mmの鋼球による試験前後の打音により異常を調べる。

- 5.6 **強度試験** 耐久性試験において、劣化の程度を調べるために次のような強度試験を行う。

- (1) **曲げ強度** パネル状の試験体又は試験体を構成する材料について試験終了後に曲げ試験を行い、曲げ強度を求める。曲げ試験は、パネル状の場合は、JIS A 1414に規定する曲げ試験に

準拠して行う。材料の曲げ試験は、その材料のJIS規格等を参考にして行う。

なお、試験前の曲げ試験は、比較用試験体を使用して行う。

- (2) **接着強度** タイル等の接着強度は、建研式接着力試験器を用いた単軸引張試験方法によって求める。接着強度試験は、試験前後又は試験の途中で行う。試験前の接着強度は、比較用試験体を用いて求める。

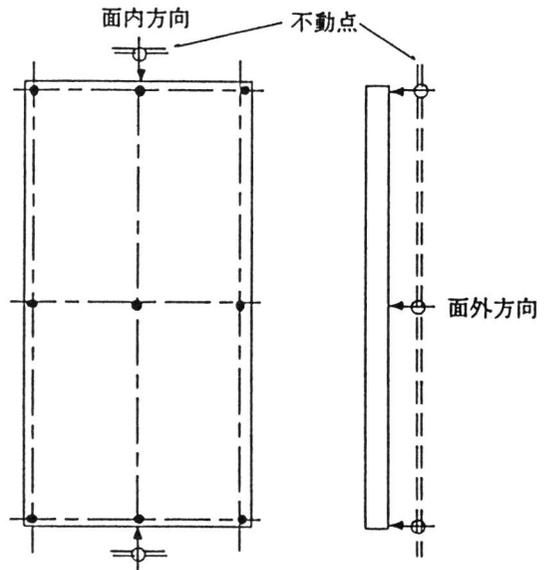
なお、試験の途中の接着強度試験のために取り除いた部分は、同一の材料で十分な補修を行う。

6. 試験結果の評価

試験の結果は、次のような項目で評価するが、試験の内容に応じて適宜評価項目を選択する。

- (1) **変位、たわみ** 試験終了後の試験体の残留変位又は残留たわみにより試験体への影響の有無を判断する。
- (2) **ひずみ、熱応力** ひずみの測定結果から、試験終了後に残留ひずみの有無を調べる。
また、熱応力の算出結果から、熱応力と材料の許容強度とを比較することにより試験体への影響の有無を判断する。
- (3) **外観** 試験前後の目視による外観観察結果から、外観の異常により試験体への影響の有無を判断する。
- (4) **ひび割れ・剥離** 試験前後の検査により、ひび割れや剥離の発生について試験体への影響の有無を判断する。
- (5) **強度** 試験前後の曲げ強度又は接着強度により、劣化の程度を判断する。

7. **報告** 試験の結果は、次の項目について報告する。ただし、(5)～(9)は、必要な項目について報告する。

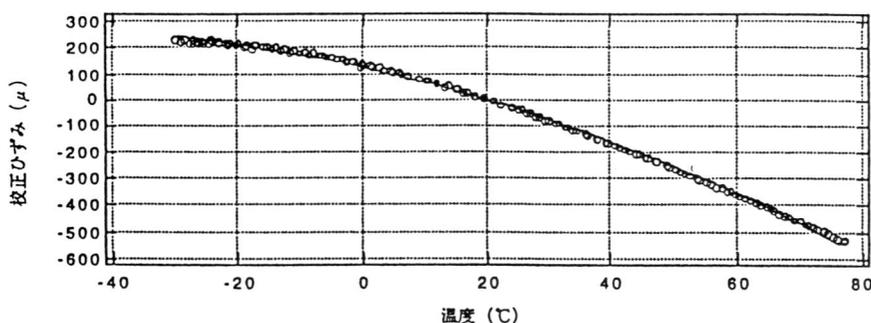


附属書図1 変位測定位置 (例)

- (1) 試験体の名称、形状、構造、材質等
- (2) 試験体の取付方法
- (3) 試験の名称
- (4) 試験条件
- (5) 変位、たわみ測定結果
- (6) ひずみ、熱応力測定結果
- (7) 外観観察結果
- (8) ひび割れ、剥離等の検査結果
- (9) 強度試験結果
- (10) 試験期間
- (11) 試験機関名及び測定者

附属書 1 変位の測定

変位の測定位置は、試験体に応じて適宜決定するが、パネル状の試験体でたわみを測定する場合は、附属書図1に示す面外方向9点とする。また、必要に応じて面内方向の伸縮を測定する場合は、伸縮の方向に変位計を取り付ける。変位計は、室内側に設置した不動点に取り付け、外気条件等の温度変化を受けないようにする。



附属書図2 ひずみゲージ校正例

温度変化を与え、そのときのひずみゲージのみかけのひずみと温度を測定して行う。校正例を附属書図2に示す。

2. ひずみ測定

ある温度での真のひずみは、次式から求める。

$$\epsilon = \epsilon_t - \epsilon_c$$

ここに、 ϵ : ある温度でのひずみ

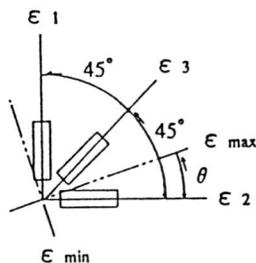
ϵ_t : ある温度での測定ひずみ

ϵ_c : ある温度での校正ひずみ

測定ひずみの測定では、リード線が温度変化を受ける状態にあるので、リード線の温度変化がひずみ測定に与える影響を除くために3線式で測定を行う。試験体内部のひずみは、被測定材料と同程度の弾性係数を持ち、かつ測温機能を持つ埋め込み型ひずみゲージを用いる。

3. 3軸の直角ひずみゲージ(ロゼットゲージ)による熱応力の算出

3軸の直角ひずみゲージを用いる場合、各方向のひずみの測定結果から、次式により最大主ひずみ、最小主ひずみ及び最大主応力、最小主応力を求める。



注1) $\epsilon_2 \rightarrow \epsilon_3 \rightarrow \epsilon_1$ 軸回りを正方向とする。

注2) 角度 θ は $\epsilon_2 < \epsilon_1$ の場合は ϵ_2 と最小主ひずみの方向のなす角をあらわす。

附属書図3 3軸ひずみゲージ

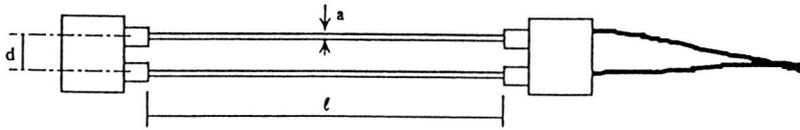
なお、柱や胴縁に取り付けたパネルの変位を測定するときなどは柱や胴縁を不動点としてもよい。

附属書2 ひずみの測定

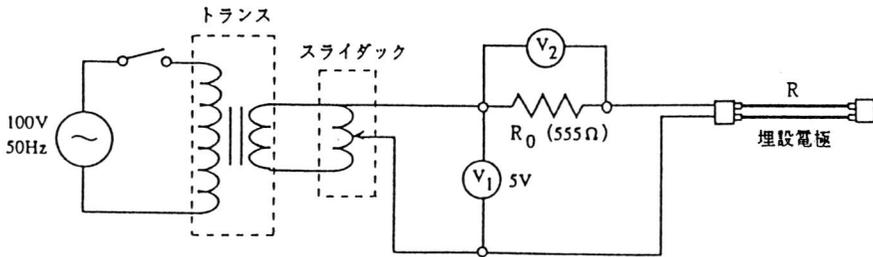
ここでは、抵抗線ひずみゲージによるひずみ測定について述べる。

1. ひずみゲージの校正

校正は、ひずみゲージを張り付けた試験体の材料と同じ材料(10cm×10cm程度)にひずみゲージを同様に張り付け、恒温槽等に入れ材料を拘束しない状態で、材料中に温度分布ができないように徐々に



附属書図4



附属書図5

最大主ひずみは,

$$\epsilon_{\max} = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 + \sqrt{2 \{ (\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 \}}}{2}$$

最小主ひずみは,

$$\epsilon_{\min} = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \sqrt{2 \{ (\epsilon_1 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 \}}}{2}$$

最大主応力は,

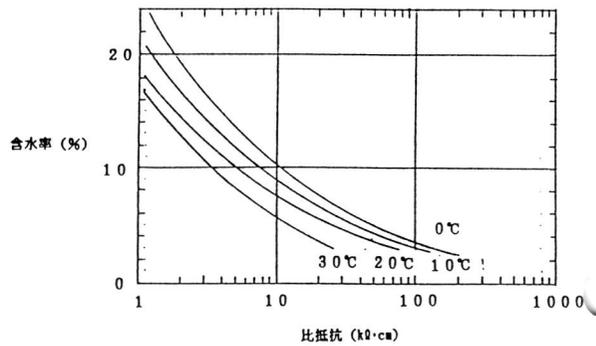
$$\sigma_{\max} = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_{\max} + \nu \cdot \epsilon_{\min})$$

最小主応力は,

$$\sigma_{\min} = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_{\min} + \nu \cdot \epsilon_{\max})$$

ここに、 ν : ポアソン比

$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$: 3方向のひずみ(附属書図3参照)



附属書図6

附属書 3 含水率測定

ここでは、参考として電極法によるコンクリートの含水率測定方法について述べる。コンクリートは、コンクリート中の水分により導体となり、含水量によりコンクリートの比抵抗が変化する。この関係を用い、比抵抗を測定することにより含水率を求めようとするものである。

1. 電極

附属書図4に示すようなものとし、寸法は $a < d < 1$ である。

2. 測定原理

電極がコンクリート中にある場合、導体間の比抵抗 (ρ) と抵抗 (R) の関係は次のように表せる。

$$\rho = cR$$

ここに、 c は電極の形状、位置により定まる定数で、比抵抗既知の溶液中で電極間抵抗を測定することにより求めることができる。

電極間抵抗 (R) は、附属書図5のような回路により、1次電圧 (V_1) と既知抵抗 (R_0) 間の電圧 (V_2) を測定することにより、次式から求めることができる。

$$R = R_0 \cdot (V_1 - V_2) / V_2$$

3. 校正

コンクリートの含水率と比抵抗の関係は、予め小型の試験体を用いて校正する。校正は、6点程度の含水状態を封かんした小型の試験体を用いて、試験時の温度との関係で比抵抗を測定して行う。

含水率と比抵抗の関係は、附属書図6のように温度の関数となる。

<参考文献>

鎌田英治 (北大) 他「コンクリート内部の含水量の測定」セ技報 昭和51年

JSTM J 7001原案作成委員会

(委員長) 藤井 正一 芝浦工業大学 名誉教授

(委員) 田村 恭 早稲田大学工学部

上村 克郎 関東学院大学工学部

安岡 正人 東京大学工学部

木村 建一 早稲田大学工学部

牧 廣 拓殖大学工学部

羽倉 弘人 千葉工業大学

菅原 進一 東京大学工学部

工藤 厚治 住宅・都市整備公団建築部

山東 和朗 日本建築士会連合会

川上 正平 (社)日本建材産業協会

田村 尹行 (財)建材試験センター

飯野 雅章 (財)建材試験センター

環境1 専門委員会

(主査) 藤井 正一 芝浦工業大学 名誉教授

(委員) 木村 建一 早稲田大学工学部

菊池 雅史 明治大学理工学部

寒河江昭夫 鹿島建設(株)技術研究所

黒木 勝一 (財)建材試験センター

藤本 哲夫 (財)建材試験センター

(事務局) 勝野 奉幸 (財)建材試験センター

関根 茂夫 (財)建材試験センター

**規格基準
解説****建材試験センター規格 JSTM J 7001 の解説****1. 規格規定の経緯**

この試験方法の規格化は、依頼者の要望によるところが多い。建材試験センターが実大の外壁等を対象に、自然の気象環境に対しての熱変形性及び耐久性を評価するために耐久性等試験装置（人工気候室）を設置したのは今から約6年前に遡る。

本装置は室内外の気象条件を設定できる二つの人工気候室を持つもので、この装置による外壁等の熱変形及び耐久性試験は、いわば当センターが独自に行っていたが、依頼者からどういう規格あるいは基準で行ったかを試験結果に明記したいという要望が多く、この試験方法が何らかのかたちでオーソライズされたものとする必要があった。このためにはJIS化が最も適しているが、昨今の国際化の対応という我が国独自の規格というのはなかなか新たなものが出来にくい。このため団体規格が発足した訳であるが、当センターとしてはJSTM規格としていろいろな試験方法の規格を独自に制定する制度を設けることになったので、本規格もこの制度を利用し、オーソライズすることになった。このような背景のもとに、本規格は今まで行ってきた性能試験の経験を踏まえて試験方法案を作成し、JSTM委員会で審議したものである。

2. 規格の適用について

自然の気象環境における熱変形及び耐久性の作用因子は日射や降雨、気温の変化といったものであるが、ここでの耐久性は日射に含まれる紫外線による劣化については適用外としている。本規格は、適用範囲で述べているように、主に熱的な繰り返し変動履歴を受ける場合の熱変形及び耐久性の評価について適用している。従って、日射照射装置は人工太陽というような太陽光に近似した光源ではなく、熱量を重視した赤外線ランプを光源としている。

3. 性能試験の評価について

本試験は実大の試験体を用いて、実際の施工に準じて施工し、施工をも含めて熱変形性及び耐久性を見ることができるところを特徴としている。このため試験装置としては大きくならざるを得ない。

作用因子としては日射熱や外気温などであり、変化も短くても1日サイクル程度であるので、どちらかと言えばエネルギー強度としては弱い。このため耐久性のように長時間をようするものについては促進的に行って結果が早く分かるようにしたいところであるが、現段階では促進的の条件とそれに匹敵する耐用年数との相関関係は不明である。本規格では標準として90サイクル（30日間）としている。

また、試験条件については原則的には壁などの部材が使用される地域の気象条件とするが、促進的な意味もあって、標準としては我国の気象の最も厳しい夏と冬の条件を1サイクルの中に入れていく。

熱変形試験は耐久性と同じ試験条件でよいが、熱変形の場合は、通常3サイクル以内で現象が表れるので、何回も繰り返して試験を行う必要はない。

測定項目としては、熱変形試験と耐久性では共通するところが多いが、結果の評価については各部の温度、変位（伸縮、たわみ量）、ひずみ、熱応力などの測定結果より総合的に見る必要がある。耐久性では接着強度や材料強度の低下から劣化の状況を見ることが出来る。

4. おわりに

本規格は、試験方法として研究すべきところがかなり残されており、特に結果の評価については充分でない面がある。今後これらの不備な点について明らかにし、充実したものとする必要がある。

（文責：企画課付上級専門職 黒木勝一）

平衡含水率測定

黒木 勝一*

1. はじめに

平衡含水率は、建築材料の湿気物性の重要な項目の一つである。特に建築材料はポーラスないわゆる多孔質材料が多いので水分を吸収あるいは放出する性質を持っているが、雰囲気に対してその性質を具体的に数値で表すものが平衡含水率である。平衡含水率とは、ある相対湿度の空気中にある材料を置いたとき、空気中の水蒸気と材料内部の水蒸気の出入りのない平衡した状態になった時の材料の含水率をいう。一般に材料内の水分なので含水率と称しているが、空気中（雰囲気）の水蒸気（湿気）が出入りすることから含湿率と称することもある。材料を水に浸漬させた吸水率とは定義上異なるが、湿度100%の平衡含水率と現象は類似する。平衡含水率は空気中の相対湿度により変化するので、縦軸に平衡含水率、横軸に相対湿度とした場合の含水率をプロットした点を結ぶ線を平衡含水率曲線という。化学工学の分野などでは、平衡含水率曲線を吸着等温線と言っている。

ここでは、建築材料における平衡含水率の代表的な測定方法について要点を述べることにする。

2. 平衡含水率の定義

平衡含水率とは、ある相対湿度の空気（空調分野では湿り空気ともいう）中に長時間放置すると、

材料内の水分（水蒸気）は出入りのない空気中の水蒸気と平衡した状態となるが、この時の材料内の水分量と材料の乾燥時（水分を全く含まない状態を絶乾という）の重さの百分率を言い、次式で表せる。

$$w = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

ここに、w: 平衡含水率 (%)

m: ある平衡状態の試料の重さ (kg)

m_s: 絶乾状態の試料の重さ (kg)

この場合の平衡含水率 (w) は質量 (%) であるが、水分と材料の重さの比として、これを質量含水率 (W) と称し、単位は次のように表す場合もある。

W: 質量含水率 (kg/kg)

また、質量含水率に対して体積含水率があり、これは材料の単位体積当たりの水分量と定義され、次のような単位で表される。

ψ: 体積含水率 (kg/m³)

体積含水率と質量含水率の関係は、

$$\psi = \rho W \dots\dots\dots (2)$$

ここに、ρは絶乾時の密度 (kg/m³) である。

* (財) 建材試験センター 企画課付上級専門職

●試験のみどころおさえどころ

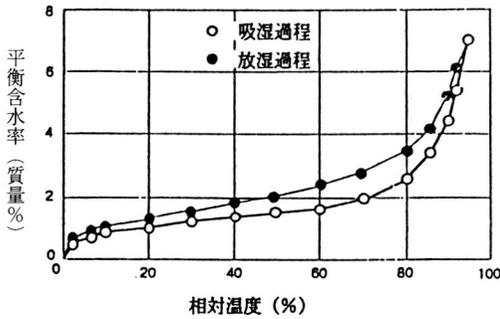


図1 平衡含水率曲線 (ALC $\rho=486\text{kg/m}^3$ の例)¹⁾

温度一定のもとで、相対湿度に応じて平衡含水率 w を求め、これらを結んだものが図1に例示する平衡含水率曲線となる。この曲線には吸湿過程と放湿過程の二つがある。材料が最初に乾燥していて湿気を吸湿していく場合を吸湿過程と言い、初期状態が飽水状態に近く徐々に放湿して乾燥していく場合を放湿過程と称している。一般に吸湿過程と放湿過程では一致せず、ヒステリシスを生じる。

3. 平衡含水率の測定

平衡含水率の測定は、基本的には質量と相対湿度の関係にあるので、質量測定と相対湿度発生方法によりいろいろな測定方法があるが、建築分野で建築材料を対象とした場合の代表的な測定方法として、相対湿度発生に飽和塩類を用いた方法について取り上げる。

(1) 飽和塩類

相対湿度をどの値にするかによって飽和塩類を選択する必要がある。通常は、塩類の選択を相対湿度 0~100%の間で5段階の湿度となるように行う。これは前述した平衡含水率曲線が描けるようにするためである。表1にその標準を示す。他の相対湿度での平衡含水率を求めたいならば、表2のような塩類もある。

表1 使用塩類

段階	塩類	相対湿度*
1	LiCl	12.6
2	MgCl ₂ · 6H ₂ O	33.1
3	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	53.6
4	NaCl	75.1
5	KNO ₃	93.0

*相対湿度の値は20℃における値である。

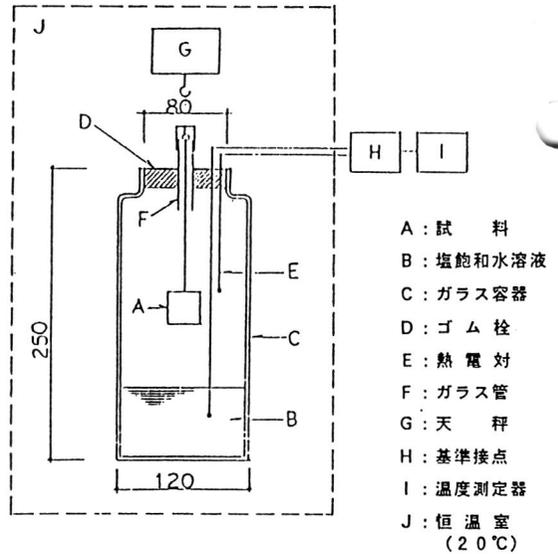


図2 飽和塩類による平衡含水率測定装置

塩類は図2に示すガラス容器内に入れて、ガラス容器内を恒湿状態にする。この時、表中の相対湿度に保つために、次のような点に留意する。

- ① ガラス容器は一定温度に維持する。通常は20℃ ±1~0.5℃で行うので、そのような恒温恒湿室の中で測定する。この場合、事前に確認されていれば容器内の温度は特に測らなくてもよい。表2に示すように、飽和塩類は温度によって共存して平衡状態となる空気中の相対湿度が異なるので注意する。ただし、20℃付近であれば大きな変化はない。
- ② 容器内の湿度は、塩の飽和水溶液とする。塩水溶液は、結晶と共存状態、言い換えればシャーベット状態とする。飽和水溶液をガラス容器に

表2 飽和塩類と相対湿度

単位%

種類	温度(℃)											測定者
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
LiBr	8.5	8.1	7.5	6.9	6.3	5.7	—	—	—	—	—	才野 ¹¹⁾
LiCl · H ₂ O	(2.5℃)											
	11.6	11.3	11.1	10.9	10.8	10.6	—	—	—	—	—	才野
	19	16	14	13	12	11	11	11	11	—	—	NBS ³⁾
	14.7	14.0	13.3	12.8	12.4	12.0	11.8	11.7	11.6	11.5	11.4	Wexler & Hasegawa ¹⁰⁾
MgCl ₂ · 6H ₂ O					(18℃)							
	33.9	33.7	33.4	33.2	33.0	—	—	—	—	—	—	才野
	33.5	33.2	33.3	32.9	32.8	32.8	32.3	—	—	—	—	土井 ¹²⁾
	34	33	33	33	33	33	32	32	31	—	—	NBS
K ₂ CO ₃ · 2H ₂ O	35.0	34.6	34.2	33.9	33.6	33.2	32.8	32.5	32.1	31.8	31.4	Wexler & Hasegawa
	43.2	43.1	42.9	42.8	42.6	—	—	—	—	—	—	才野
Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O	43.5	43.5	43.3	43.3	43.3	43.2	43.2	—	—	—	—	土井 ¹²⁾
	60.6	59.3	57.9	56.6	55.2	53.8	52.5	51.2	49.8	48.5	47.1	Wexler & Hasegawa
Mg(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O	60.4	58.8	57.3	55.7	54.3	52.8	—	—	—	—	—	才野
	60.2	58.6	57.7	55.7	54.6	52.7	51.3	—	—	—	—	土井
	54	54	53	53	53	52	52	51	51	—	—	NBS
	60.6	59.2	57.8	56.3	54.9	53.4	52.0	50.6	49.2	47.7	46.3	Wexler & Hasegawa
NaBr	64.5	63.2	61.8	60.3	58.7	56.8	—	—	—	—	—	才野
NaCl	76.0	75.9	75.7	75.6	75.4	75.3	—	—	—	—	—	才野
	75.7	75.6	75.6	75.4	75.4	75.2	75.2	—	—	—	—	土井
	76	76	75	75	75	75	75	75	75	—	—	NBS
	74.9	75.1	75.2	75.3	75.5	75.8	75.6	75.5	75.4	75.1	74.7	Wexler & Hasegawa
(NH ₄) ₂ SO ₄	83.7	82.6	81.7	81.8	80.6	80.3	80.0	79.8	79.6	79.3	79.1	Wexler & Hasegawa
KCl	87.9	87.2	86.4	85.7	84.9	84.1	—	—	—	—	—	才野
	88.1	87.1	86.5	85.4	85.0	84.3	83.6	—	—	—	—	土井
KNO ₃	97	96	95	95	94	93	92	90	89	—	—	NBS
	97.6	96.6	95.5	94.4	93.2	92.0	90.7	89.3	87.9	86.5	85.0	Wexler & Hasegawa
K ₂ SO ₄	99.1	98.4	97.9	97.5	97.2	96.9	96.6	96.4	96.2	96.0	95.8	Wexler & Hasegawa

出典 文献2) P.142

深さ3cm程度に入れる。場合によっては測定が長期に渡ることがあると塩の結晶が溶解してしまうことや、塩の種類によっては結晶が溶解しやすくて、シャーベット状態でなくなることが往々にして起きるが、この場合も実測によると相対湿度は維持されているが、やはり長時間は望ましくないため、上澄み液を汲み取り、塩を追加補給するようにする。

③ 容器内は気密状態にする。

(2) 試料

試料の大きさは、平衡に達する時間の関係からできるだけ小さい寸法のものがよい。ただし、試料の大きさはその材料を代表できるものであることが最低必要で、材料の空隙が大きい場合は試料を小さくし過ぎるとその材料を代表できなくなることもあ

●試験のみどころおさえどころ

る。試料の大きさは小さくて1cm角、大きくて3cm角程度の直方体となるように材料から切り出せば、一般の建築材料はよい。勿論、試料は直方体ではなく変形していても質量の変化を測るので形状的な問題はない。

材料の密度を測定する場合は試料を用いても良いが、試料は寸法的に小さいので不正確になるため、測定試料とは別に体積が分かるように形状的にしつかりとしたものを作成する必要がある。密度はカサ密度とし、絶乾状態としたもので測定する。この際の体積は絶乾後における寸法測定から求める。

(3) 質量測定

試料の質量は、微小な変化を測定するのでそれに見合った精度の天秤(最近では電子天秤が多い)とする必要がある。試料を小さくすればそれだけ吸放湿する水分量の変化も小さいので場合によっては0.001mgまで秤量できる天秤を使用する。通常は0.1ないし0.01mgの精度をもつ天秤であればよい。

(4) 測定方法

前述したように平衡含水率は吸湿過程と放湿過程があるが、それぞれの初期状態は次のように行う。

- ① 吸湿過程では初期において絶乾状態にする。絶乾は105℃±2℃で恒量となるまで乾燥させた状態をいう。ただし、加熱によって変質・変形などのおそれのある材料の場合は、それ以下の温度に乾燥させ、シリカゲルの入ったデシケータ内に常温で乾燥させる。なお、絶乾の作り方にはいろいろ議論もあるが、現在では105℃での乾燥を基準とみてもよい。他の方法としては、真空の中で乾燥させることもできる。105℃の乾燥状態と違わない結果が得られる。
- ② 放湿過程では初期において飽水させる。試料は攪拌された蒸留水中に十分浸漬させて飽水させる。時間は材料や試料寸法によっても異なるが、

深さ25cmの水中で2~3日程度である。

なお、試料を水中に入れると、変質してしまうような場合は、湿度98%以上の高相対湿度の雰囲気養生し、平衡させる。

吸湿過程は相対湿度の低い方から始まり、放湿過程は湿度の高い段階から測定を始める。いずれの過程においても、表1に示す5つの飽和塩の段階毎に恒量に達するまで測定し、1段階で恒量になったら次の段階に順次移行する。

試料の数は平均を見るためにn=3とするのが望ましい。

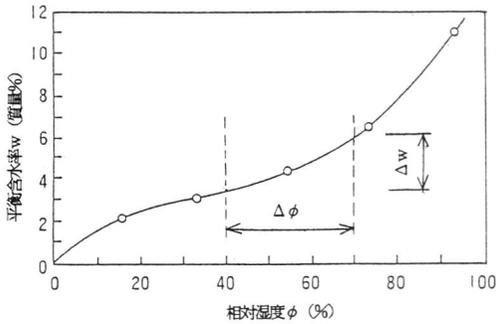
なお、このように順次段階的に行うのは、非常に時間のかかることなので、測定時間の短縮には試料を5段階の飽和塩類分用意し、同時に測ることもある。この場合には、試料間のばらつきが問題になるが、材料の均質性があれば有効である。

(5) 結果の算出

それぞれの相対湿度において平衡に達した試料の質量(m)から(1)式を用いて平衡含水率を算出する。この際の絶乾質量(m_s)は、吸湿過程の場合は初期状態の絶乾時の質量とし、放湿過程では測定終了後に絶乾状態とし絶乾質量を測定して求める。

(6) 平衡含水率曲線の作成

得られた測定結果から、横軸に相対湿度を縦軸に平衡含水率をとって平衡含水率曲線を作図する。一般に平衡含水率曲線は相対湿度95%以上で急激に増える傾向を示す。これは、空隙に水蒸気の凝縮が起きて水分の吸着量が増えるからであると言われている。吸放湿性がある材料となると相対湿度が40~70%の間で平衡含水率が高くなければ量的にみて室内の調湿などの効果を発揮しない。吸放湿性は、材料の空隙の大きさ(ポアサイズ)が関係するので、このような平衡含水率曲線から材料の湿气的評価と微細構造をある程度みることができる。



$$\rho = 527 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{\Delta w}{\Delta \phi} = \frac{0.027}{0.3} = 0.09$$

$$\kappa = \frac{\rho}{X_{20}} \frac{\Delta w}{\Delta \phi} = \frac{527}{14.09} \times 0.09 = 3.36 \times 10^3 \text{ g/m}^3 (\text{g/kg}')$$

X_{20} : 20℃の絶対湿度 14.09 (g/kg')

$\frac{dX_s}{d\theta}$: 飽和絶対湿度の温度変化率
 $d\theta$: 20℃の場合 14.69 (g/kg')

$$\nu = \kappa \phi \frac{dX_s}{d\theta} = 3.36 \times 10^3 \times 0.55 \times 14.69 = 27.1 \times 10^3 \text{ g/m}^3 (\text{g/kg}')$$

ϕ : 湿度 40~70%の平均の 55%

図3 平衡含水率と吸放湿特性値の計算

4. 吸放湿特性値 κ , ν の算出

平衡含水率曲線から、水蒸気拡散支配領域(ハイグロスコピック領域)における熱湿気同時移動方程式に用いる材料の定数(吸放湿特性値 κ , ν)が求められる。これらは次のように定義される。

κ (kg/m³ (kg/kg')) は、温度一定のもとで絶対湿度が単位変化した時の材料の体積含水率変化を表す。

$$\kappa = \frac{\partial \psi}{\partial \phi} = \frac{\rho}{X_s} \cdot \frac{dw}{d\phi} \dots\dots\dots (3)$$

ν (kg/m³℃) は、絶対湿度が一定のもとで温度が変化した時の材料の体積含水率の変化を表す。

$$\nu = \frac{\partial \psi}{\partial \theta} = \kappa \phi \frac{dX_s}{d\theta} \dots\dots\dots (4)$$

- ここに、 ρ : 絶乾時の密度 (kg/m³)
- ψ : 体積含水率 (kg/m³)
- W : 質量含水率 (kg/kg)
- (ψ と W の関係は(2)式による)
- θ : 温度 (℃)
- X_s : 飽和絶対湿度 (kg/kg')
- ϕ : 相対湿度 (%)

以上の定義を平衡含水率曲線に当てはめると、先ず(3)式の $dw/d\phi$ は相対湿度を3つの領域に分けて求める。吸放湿特性が問題になるのは湿度 40~70%であるので、この範囲では含水率変化が一定であるとして $dw/d\phi$ の平均値が算出できる。 X_s は温度 θ が分かれば飽和水蒸気圧より容易に知ることができる。

また、 ν の場合は、本来温度を変えて平衡含水率曲線を求めなければならないが、平衡含水率は温度が変化してもあまり変化しないので、 ϕ は 20℃で測定した値を用いても実用上差し支えない。(4)式の $dX_s/d\theta$ は温度 θ における飽和水蒸気圧線の変化割合(勾配)を表しており、これも容易に分かるので、(3)式及び(4)式の κ , ν が求められるというものである。

図3に、吸放湿特性値の計算例を示す。

5. おわりに

平衡含水率の測定方法について述べた。相対湿度発生は飽和塩による方法であったが、乾燥空気と飽和空気をミックスさせてある相対湿度をつくる分流量による発生方法もある。この場合でも平衡含水率の測定方法としては同じである。

なお、平衡含水率測定は、一つの測定が終了するのに長時間要するので迅速に測定ができる測定法の開発も望まれるところである。

●試験のみどころおさえどころ

コード番号							別 表	
1	試験の名称						平均含水率測定	
2	試験の目的						建築材料の吸放湿性を調べる。 吸放湿特性値 κ , ν を求める。	
3	試験体(試料)						1×1cm～3×3cm 吸湿過程, 放湿過程各n=3	
4	試験方法	概要					ある相対湿度の雰囲気中に試料を入れ, 質量変化が恒量となるまで測定する。	
		準拠規格					JSTM H 6301 ¹⁹⁹² (建築材料の吸放湿特性測定方法)	
		試験装置					飽和塩水溶液入りガラス容器 天秤(電子天秤) 恒温(恒湿)室 付属装置 — 乾燥機	
		測定手順					(1) 飽和塩類の水溶液を準備する。 (2) 試料の初期状態をつくる。 (3) ガラス容器に試料を入れ平衡状態に達するまで定期的に質量を測定する。 (4) ある相対湿度で質量変化が恒量に達したら次の段階に移る。これを順次繰り返して5段階の相対湿度で行い, 測定を終了する。 (5) 吸湿過程と放湿過程の両方について行う。 (6) 絶乾湿量を測定する。	
5	結果の算出						平衡含水率 $w = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100$ w: 平衡含水率(%) m: ある平衡状態の試料の重さ(kg) m _s : 絶乾状態の試料の重さ(kg) 他に吸放湿特性値, κ , ν	
6	結果の表示						平衡含水率曲線	

<参考文献>

- 1) 多田, 「ALCの空隙構造と水分特性」コンクリート工学論文集 第1巻第1号 1990
- 2) 工業計測技術体系10 「湿度・水分測定」日刊工業新聞社 昭和40年
- 3) 黒木, 「建築材料の吸放湿特性に関する実験的研究」建材試験情報 VOL.28(8月号)1992

試験設備紹介

中国試験所

アルカリ骨材反応性 試験装置

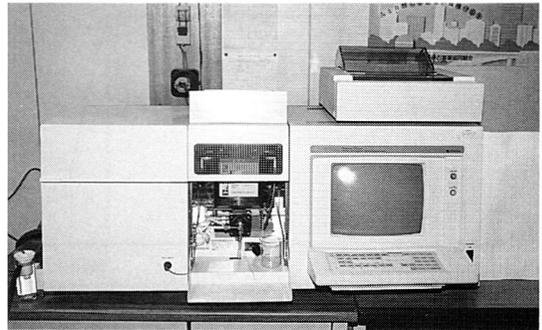


写真1 原子吸光度計

アルカリ骨材反応試験について、JIS規格では、アルカリ骨材反応試験のうち、アルカリシリカ反応性試験が規定されている。建材試験センター中国試験所では、このJIS規格に規定している化学法、モルタルバー法及び迅速法について試験を行っている。本稿では、これらに使用する主な試験装置を紹介する。

1. 原子吸光度計

原子吸光度計は、JIS A 5308 レディーミクストコンクリート附属書7(化学法)に規定するシリカの定量に使用するもので、装置の概要を表1、写真1に示す。本装置は、偏光ゼーマン法によるバックグラウンド補正を行っている。又、データ処理部を内蔵しているため、取扱いが容易である。

表1 原子吸光度計の概要

分光測光部	測光方式 波長範囲 波長設定	偏光2信号測光法(偏光ゼーマン法) 190~900nm 自動スペクトルピーク合わせ
光源部	変調周波数 点灯電流	1500Hz/1800Hz(直流バイアス安定化) 2.5~20mA(平均電流値・自動測定)
バーナ部	バーナー 着火方法	予混合フィッシュテイル形 パイロットフレーム点火(自動)
データ処理	バックグラウンド補正演算	190~900nm補正可能 積分ピーク高さ、ピーク面積、計算時間(0.5~20秒)

表2 長さ変化測定装置の概要

ダイヤルゲージ法	JIS A 1129 モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法に規定する試験装置。 測定長さ 180 mm 読取り精度 0.001 mm
----------	--



写真2 長さ変化測定装置

2. 長さ変化測定装置

長さ変化測定装置は、JIS A 5308 附属書8(モルタルバー法)に使用するもので装置の概要を表2、写真2に示す。本装置は、供試体にプラグを埋め込み、プラグの先端で測定するため精度がよい。

3. 骨材のアルカリシリカ反応性試験(迅速法)の試験装置

アルカリシリカ反応性試験(迅速法)は、JIS A 1804 コンクリート生産工程管理用試験方法-骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(迅速法)に規定されている。

(1) 反応促進装置

反応促進装置は、高温・高圧でアルカリシリカ反応を促進させるもので、プログラム制御(図1参照)

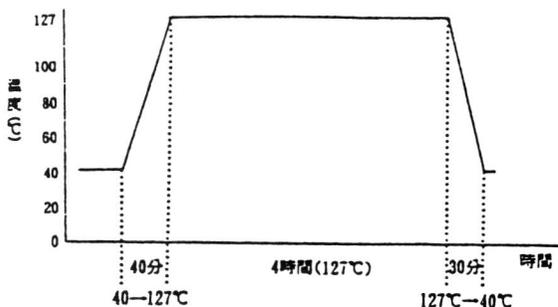


図1 反応促進装置の加熱冷却プログラム制御（自動制御部）

表3 反応促進装置の概要

外寸 (cm)	70(長さ)×40(幅)×70(高さ)
試験釜 (mm)	260φ×350H(ステンレス製) 40×40×160の供試体(18本収納)
加熱ヒーター	210V, 3kW(ステンレス製)
プログラムコントローラ	REX-P100F4C-VAN
温度センサー	熱電対(T) 1.6φ×250L
給水用電磁弁	1/8B用(AB31-01-5AC200V)
排水用電磁弁	1/2B用(APK11-15AC4A AC200V)
給水用逆止弁	CV3-2
電源	200V, 単相3kW(15A)

表4 UST（超音波非破壊試験装置）の概要

時間測定	範囲	0.1~999.9μs, 1~9999μs(切換)
	基準	10MHz水晶
振動子周波数		50kHz
測定法		二探触子法
伝ば時間表示		LED表示, 単位μs
電源方式		バッテリー(12V, 6.5A), AC100V
外寸 (cm)		38(幅)×27(長さ)×15(高さ)
質量 (kg)		10

表5 XYレコーダ付動ヤング率測定装置

測定範囲周波数	500Hz~20,000Hz
駆動器	電歪型
ピックアップ	圧電型
指示回路	陰極線オシロスコープおよびメータ
電源	AC100V
X-Yレコーダ	周波数(X軸), 振動振幅(Y軸)に自動記録 (高周波数・低周波数の6段階切換)

によって、加熱冷却を自動で行っている。装置の概要を表3、写真3に示す。

(2) 超音波伝ば速度測定装置

超音波伝ば速度測定装置は、反応促進前後の供試体の超音波伝ば速度を測定するもので、装置の概要



写真3 反応促進装置

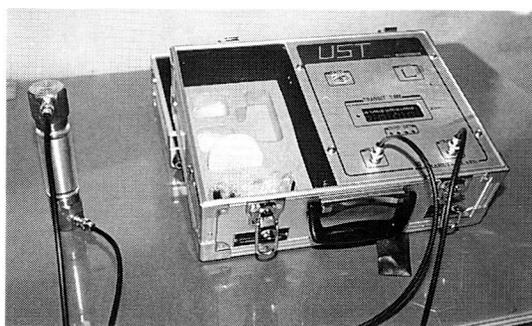


写真4 超音波非破壊装置

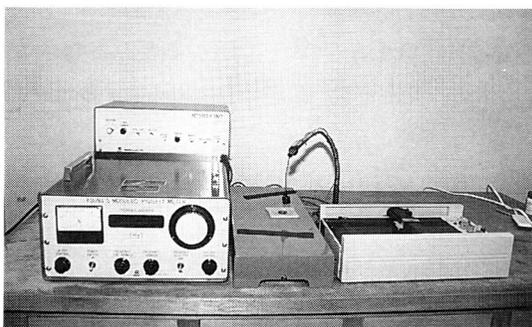


写真5 XYレコーダ付動ヤング率測定装置

を表4、写真4に示す。本装置の伝ば時間は、デジタル表示され、短時間で測定できる。

(3) 一次共鳴振動数測定装置

一次共鳴振動数測定装置は、JIS A 1127に規定する装置で、縦振動による一次共鳴振動数を測定する。装置の概要を表5、写真5に示す。

(文責：試験課 大満勝美)

海外建設資材品質審査・証明 審査結果のお知らせ

財団法人建材試験センターは、頂山金属工業株式会社から品質審査証明を依頼された同社春川工場生産の透光性遮音板用アルミ枠について、海外建設資材品審査・証明要領に基づき審査した結果、下記のとおり品質規格に適合すると認め、平成8年4月23日付けで証明書を交付しました。

また、昨年3月に証明書を交付した東洋セメント株式会社三陟工場の普通ボルトランドセメント（低アルカリ形を除く）については、更新の依頼があり、審査した結果、これを認めた。有効期間は、平成8年3月31日から平成9年3月30日まで。

記

証明番号 : 品質審査証第 801 号

資材名称 : 透光性遮音板用アルミ枠

適用仕様書 : (1) 日本道路公団土木工事共通仕様書第 17 章 17 - 2 「遮音壁標準設計図集」

製造工場 会社 : 頂山金属工業株式会社

工場名 : 春川工場

所在地 : 韓国江原道春川後坪洞 558 - 1 番地

本証明書の有効期間 : 平成 8 年 4 月 23 日から平成 9 年 4 月 22 日まで

品質審査証明の前提 : (1) 製造は、適切な品質管理のもとに行われるものとする。

(2) 運搬及び保管は、適切な供給管理のもとに行われるものとする。

(3) 建設工事現場における受入検査は、当該工事の契約図書に基づき実施されるものとする。特に、寸法及び許容差の検査を必要とする。



連載

建材関連企業の研究所めぐり③③

昭和電工株式会社 化学品研究所建材研究室

住所 神奈川県川崎市川崎区大川町 5-1

TEL 044-366-4811 堀尾 泉*

常に社会のニーズを捕え、新しい材料・工法の開発に取り組むパイオニアをめざして

建設材料・部材・設備等を生産する各メーカーには、製品開発・基礎研究を行う独自の研究所があります。このシリーズでは、これらの研究所の特色のある研究方法・試験装置などを紹介します。

*昭和電工(株) 化学品研究所 建材研究室長

1 はじめに

昭和電工株式会社は、昭和14年、初代森轟(のぶてる)翁が昭和肥料(株)と日本電気工業(株)を合併して設立以来、高分子合成、有機合成、ガス、無機・セラミックス、金属材料、アルミニウム、エレクトロニクス、炭素、建材分野等、多岐に亘る事業展開を行っております。そのなかで建築・土木関係の材料としては、関連会社の昭和高分子(株)大分工場で製造しておりますエチレン-酢酸ビニル系エマルジョン、川崎工場で製造しております特殊混和剤、プレミックスモルタル、防水材、昭和電工建材(株)石岡工場で製造しております押出成形セメント板、その他関連会社でのアルミ部材、軽量骨材等が挙げられます。

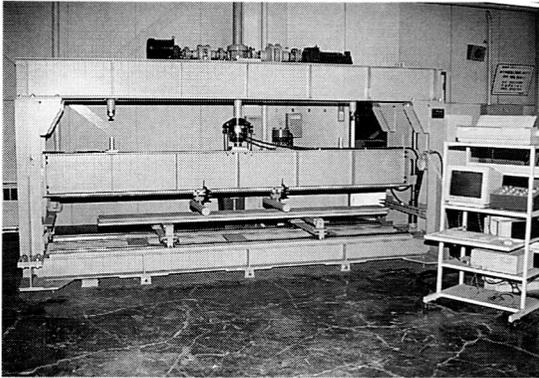
建築・土木関係の材料の販売・製造は、平成7年6月に昭和電工(株)建材事業部と昭和電工建材(株)が合併して新生昭和電工建材(株)が昭和電工グループの建材部門の中核として発足しました。

当研究所では今までに軽量気泡コンクリート、吸音材、流動化剤、押出成形セメント板、耐火二層管、軽量プレミックスモルタルなどの開発に取り組んできましたが、当初はセメント化学の知見を持つ者がいませんでしたので、大変苦労しました。近年においては、環境と自然保護、省力化工法をキーワードとして研究開発に取り組んでいます。

2 研究所の概要

(1) 研究体制

化学品研究所には4つの技術・研究グループがあり、第一は無機化学、第二はプロセス、第三は商品開発、第四が建材研究室になります。建材研究室には3つのテーマがあり、押出成型打込型枠(ナルク)の開発を行っているナルクチーム、主力製品である建築用仕上げ塗材・下地調整材・左官材・補修材な



10tプレス試験機

どの製品開発及び応用用途を開発している建材製品チーム、セメント混和材等を開発しているMASKY（マスキー）チームがあります。

第三の商品開発グループでも総合化学会社の特長を活かした水溶性高分子を用いたセメント混和剤を開発しています。

(2) 研究開発

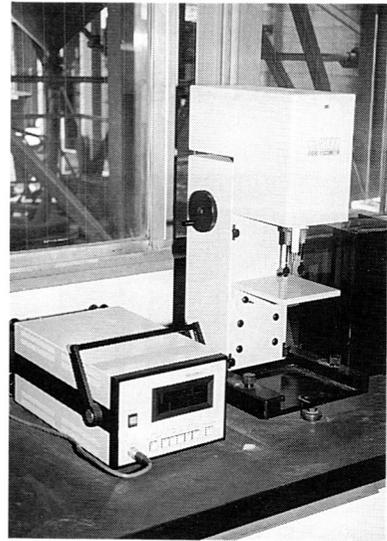
ナルクチームでは、打込型枠の現場施工による開発推進や、押出技術の基礎解析、軽量配合の最適化等、省力化工法を昭和電工建材(株)石岡工場と協力して推進しています。

建材製品チームでは、コンクリート被覆材の開発として、セメント系セルフレベリング材、防食材、グラウトモルタル材等について、新しい機能の発現と付加価値の探求を続けています。

また、既存のプレミックスモルタルについては品質の安定化と省力化を目指して粉末エマルジョンを使用した完全プレミックスモルタルの開発を行っています。

マスキーチームでは、表面改質技術を利用してアスベスト繊維代替品の開発を行って来ました。最近ではその分散性の良さに注目して、成形性を重視した分野での採用が続いています。また改質剤の種類を変える事によって新しい用途も見えてきました。

この他にも、総合化学会社の特長を活かし、各研



音又型振動式粘度計

究所で建材関連の研究開発を行っています。

(3) 試験機器の概要

セメントモルタルのJIS規格に沿った各種測定器をはじめとし、X線回折装置、電子顕微鏡、吸音率測定装置、粒度分布測定装置、示差熱重量測定装置、テンシロン、環境試験器、燃焼試験器、中性化促進装置等を備えて、品質向上、新製品開発を進めています。また当社総合研究所（千葉市）の分析物性センターには、より高度な分析機器が設置されており、必要に応じて共同でスクラムを組んで研究開発を進める体制になっています。

3 おわりに

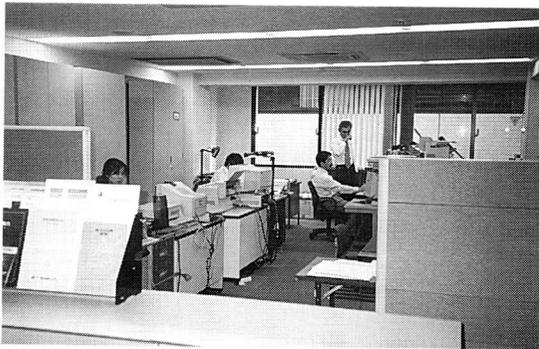
当社が建材分野に参入して以来、既に27年が経過しておりますが、上市当時から経済、市況、環境などが大きく変化しております。当研究所は業界のパイオニアとして、社会的ニーズをとらえお客様のご不便を解消すべく、常に新しい材料・工法の開発に取り組んでいく所存であります。

皆様方のご指導とご鞭撻をお願い致します。

建材試験センターニュース

新本部事務局で本格的業務を開始

本部



本部事務局の事務室（8階 試験業務課）



本部事務局の事務室（9階 総務課）

建材試験センターでは本部事務局を、去る5月18日に、中央区日本橋小舟町1-3（太田ビル）から同区日本橋茅場町2-9-8（友泉茅場町ビル8F,9F）に移し、5月20日より業務を開始した。

新本部事務局は、永代通りと新大橋通りの交差する茅場町2丁目交差点の近くに位置し、交差点から徒歩数分の新大橋通り側に位置している。

また、交通は、地下鉄の東西線及び日比谷線の茅場町駅が利用でき、ともに徒歩数分の所にある。

本部事務局は、友泉茅場町ビルの8階が、試験業務課、企画課及び大小2つの会議室となっており、9階に、総務課、経理課、公示検査課、図書室及び役員室が配置されている。また、各階には、打ち合わ



移転披露パーティ

せコーナーを数カ所設け、来訪者との相談に利用できるようになっている。

本部事務局は、昭和38年に中央区銀座6-15-1（通商産業省銀座東分室）に開設し、昭和53年には同区日本橋小舟町1-3に移し、そして今回の移転となった。

また、本部の移転に先立ち、同区日本橋茅場町2-7-6（ハニウダビル4F）に移転した品質システム審査室は、4月22日からISO9000シリーズに関する審査・登録業務等を開始している。

なお、本部事務局及び品質システム審査室の新事務室の披露が6月4日に関係各省庁、団体、関係者を招き行われた。さらに、本部の近くにある「ホリデイ・イン東京」において披露パーティが開催され、多くの来賓からは祝辞とともに移転を機に建材試験センターに対して今後の要望や期待が寄せられた。

第16回ISO／TAG8等国内検討委員会開催

本部 企画課

去る5月28日に、第16回ISO／TAG8等国内検討委員会（委員長：上村克郎関東学院大学教授）が、龍名館本店（東京・千代田区）において開催された。

議事に先立ち、事務局から平成8年度の委員会の構成委員について説明が行われ、新たに加山英男氏（日本規格協会）が委員に加わったとした。加山委員の参加によって委員の総数は35名となった。

また、国内代表委員が、岸谷孝一（日本大学教授）委員から菅原進一（東京大学教授）副委員長に交代することとなった。

続いて、去る3月6日及び7日にISO本部（スイスジュネーブ）で開催された第16回ISO/TAG8国際会議の内容について、事務局の内田晴久（岸谷孝一国内代表委員の代理出席）から、国際会議でTAG8の将来的な作業などが議題として取り上げられ論議されたことなどが報告された。また、事務局が独自に行った欧州の標準化状況の動向調査についても報告が行われた。

引き続き、事務局から平成7年度の事業報告及び平成8年度事業計画案の説明が行われ、了承された。

なお、平成7年度のISO/TAG8等国内検討委員会活動についての報告会が、6月28日にメルパルク東京（港区 芝）において開催された。

今回の国内検討委員会は、8月8日に開催される。

平成8年度JIS改正原案作成を受託 企画課

建材試験センターでは、JIS原案作成の協力団体としてJISの新規及び改正原案作成の業務を受けて協力しているが、平成8年度分として（財）日本規格協会からJIS A 5011（コンクリート用スラグ骨材）の改正原案作成の業務を受託した。

今回の規格改正は、資源有効活用のために重要な規格である本規格について新たな種類を追加するとともに、既存の品質内容等の見直しを行い、更なる

リサイクル化の促進に資することを目的としている。

現在、委員会の組織、スケジュール作成などの準備を進めている。

海外建設資材品質審査・証明審査終了 —当センターでの第三号— 試験業務課

建材試験センターでは、「海外建設資材品質審査証明要領」に基づく業務を一昨年から行っていたが、本年2月に申込のあった透光性遮音板用アルミ枠の品質審査が終了し、品質審査証明書（品質審査証第801号）を4月23日交付した。

今回品質審査証明した透光性遮音板用アルミ枠は韓国の頂山金属工業株式会社の春川工場（江原道春川市）で生産されるものが対象である。

また、昨年3月に証明書を交付した東洋セメント株式会社三陟工場の普通ポルトランドセメント（低アルカリ形を除く）については、更新の依頼があり、審査した結果、これを認めた。

同時に、当センターは証明書の写しを、建設省大臣官房技術調査室に提出し、審査結果の報告を行った。

ISO 9000 (JIS Z 9900) シリーズ

品質システム要求事項の解説<その11>

4.13 不適合品の管理

4.14 是正処置及び予防処置

■(財)建材試験センター

□4.13 不適合品の管理

4.13.1 一般

供給者は、規定要求事項に適合しない製品の意図されない使用又は据付けを防ぐことを確実にするための手順を文書に定め、維持すること。この手順には、不適合品の識別、文書化、評価、隔離(可能な場合)、処置及び関係部門への通知に対する規定を含むこと。

不適合品が使用されないよう手順を文書化すること。

この手順書には、不適合品の識別、文書化、評価、隔離、処置及び関係部門への通知などの規定を含むこと。

4.13.2 不適合品の内容確認及び処置

不適合品の内容確認の責任及びその処置の権限は、明確に規定すること。不適合品は、手順書に従ってその内容を確認すること、その処置には以下のようなものがある。

- 規定要求事項を満たすように手直しする、
- 修理して、又は修理しないで特別採用とする、
- 用途変更のために再格付けする、又は、
- 不採用又は廃棄とする。

契約で要求されている場合、規定要求事項に適合しない製品の使用又は修理の提案[(4.13.2 b)参照]を、特別採用として顧客又は代理人に申

請すること。受け入れられた不適合及び修理の内容については、実際の状況を示すために記録すること(4.16参照)。

修理及び/又は手直した製品は、品質計画書及び/又は手順書に従って再検査すること。

不適合品の内容確認の責任及び処置の権限を決めること。

不適合品の処置の手順書の内容は次のとおりである。

- 規定要求事項を満たすように手直しする。
- 修理するか、そのまま特別採用とする。
- 用途変更による再格付けを行う。
- 不採用又は廃棄とする。

契約で要求されている場合は不適合品の使用又は修理の提案を特別採用として顧客又は代理人に申請すること。受け入れられた不適合及び修理の内容は記録すること。(品質記録)

修理及び/又は手直した製品品質計画書及び/又は手順書に従って再検討すること。

□4.14 是正処置及び予防処置

4.14.1 一般

供給者は、是正処置及び予防処置を実施するための手順を文書に定め、維持すること。

実際に発生した不適合又は潜在的な不適合の原因を除去するために取られる是正処置又は予防処

置は、問題の大きさに対して適切な程度とし、遭遇するリスクに釣り合う程度とすること。

供給者は、是正処置及び予防処置に伴う手順書の変更を実施し、記録すること。

不適合品を是正し、予防処置を講じる手段を文書化し、実行する。

実際に発生した不適合又は潜在的な不適合の原因を除去するための是正処置や予防処置は問題の大きさに適切な程度とすると共にリスクに釣り合う程度に抑える。

是正処置及び予防処置に依って生じる手順書の変更をすべて実施すると共に変更の内容を記録する。

4.14.2 是正処置

是正処置の手順には次の事項を含めること。

- a) 顧客の苦情及び不適合品報告書の効果的な取扱い。
- b) 製品、工程及び品質システムに関する不適合の原因の調査及び調査結果の記録(4.16参照)。
- c) 不適合の原因の除去に必要な是正処置の決定。
- d) 是正処置を行うこと及びそれが効果的であることを確実にするための管理の適用。

是正処置の手順書には、次の事項を含める。

- a) 顧客の苦情及び不適合報告書を効果的に活用する。
- b) 製品、工程及び品質システムに関する不適合の原因調査及び調査結果の記録をとる。
- c) 不適合の原因の除去に必要な是正処置を決定する。

- d) 是正処置の実施と、それが効果的になるように管理の仕組みを適用する。

4.14.3 予防処置

予防処置の手順には次の事項を含めること。

- a) 不適合の潜在的原因を検出し、分析し、除去するための、製品の品質に影響を与えるすべての工程及び作業、特別採用、監査結果、品質記録、サービス報告書及び顧客の苦情のような適切な情報源の使用。
- b) 予防処置を必要とする問題に対処するために必要な手段の決定、
- c) 予防処置の開始、及び、それが効果的であることを確実にするための管理の適用。
- d) 取られた処置に関する情報が、マネジメント・レビュー(4.1.3参照)のために提出されることを確実にすること。

予防処置の手順書には、次の事項を含める。

- a) 不適合品の潜在的原因を検出し分析し除去する為に適切な情報源を活用する。
(すべての工程及び作業、特採、監査結果、品質記録、サービス報告書、顧客苦情等の情報源の活用)
- b) 予防処置を必要とする問題に対処する為に必要な手段を決定する。
- c) 予防処置の開始及びそれが効果的であるかを確実にするために管理の仕組みを適用する。
- d) 取られた処置に関する情報が、マネジメントレビューに確実に提出されるようにする。

◎品質システム登録業務に関するお問い合わせは「品質システム審査室」まで TEL03-3249-3151

コスト縮減で鋼材の立会検査を簡素化

建設省

建設省は、建設コスト縮減策の一環として主に橋梁工事などに使う鋼材の立会検査を簡素化した。これまでは、発注者がすべての使用部材をミルシートと照合・確認していたが、鉄鋼メーカーの品質管理が向上してきたことから、今後は抜き取り検査だけで済ませる。また、橋梁の支承や耐震連結装置などに少量しか使わないアクセサリ用鋼材についても規格やサイズを限定、従来の多品種少量生産を是正し、歩留まりを向上させる。

これは、「公共工事の建設費の縮減に関する行動計画」に基づくもので、昨年のH形鋼のサイズ集約化に続く資材コスト縮減策の第二弾となる。

H8.5.8 建設通信新聞

超軽量気泡コンクリート製外壁材を実用化

大成建設

大成建設は、重さが普通のコンクリートの半分という超軽量気泡コンクリート（NEW・FLC）を使った外壁材を実用化した。

適用したのは鉄骨造11階建の事務所ビルで、壁荷重の軽減によるスレンダーな構造体（鉄骨）が可能になり、従来の1種軽量コンクリートによる外壁材を用いた場合に比べても、地上建物重量全体で6%の軽量化を実現できた。

実用化したパネルは、微細な空隙を持つ特殊人工軽量骨材の採用と、気泡を事前混入する手法を導入したのがポイントで、これにより比重1.2という超軽量化を実現した。

また、気泡を混入した際に問題となる吸水率も単位面積当たり3.5%と軽量気泡コンクリート（ALC）の1/10に抑えた。

H8.5.10 日刊工業新聞

コスト低減モデル実験住宅第2期が完成

住宅・都市整備公団

住宅・都市整備公団が住宅建設のコスト低減をめざした研究成果の実証モデル「コスト低減モデル実験住宅」の第2期分が住宅・都市整備公団の建築技術試験場（八王子市）に完成した。

今回は、長寿社会や環境共生のための取り組みなど、将来の住宅像を見据えながら、入居後の維持管理の際必要となるコスト（ランニングコスト）の低減をめざした技術の研究がまとめられている。第2期実験住宅では、「長寿社会対応住宅」「高耐久住宅」「エネルギーコスト低減住宅」の3テーマに取り組んでいる。

これらの実験住宅では、民間住宅事業者などへのコスト低減技術の提案と普及も、その目的としている。

H8.5.14 建設通信新聞

安全衛生にも国際標準化の動き

工業技術院

労働安全衛生管理システムの国際標準化への動きが活発化するなか、通産省工業技術院は、労働安全衛生管理に関する国内検討委員会を発足させ、本格的な議論を開始した。

ISOでは、労働安全衛生（OHS）管理制度の規格

作成を検討する動きがあり、品質管理のISO9000シリーズ、今年秋頃発効予定のISO14000シリーズに続く新たな管理システムとして採用される見込みである。ISOの同管理システムは災害の未然防止という観点からも、災害を起こさない安全衛生管理システムを構築し、それを第三者が定量的に評価する手法でカナダから提案された。

今年9月のISO総会に先立ち、OHS国際ワークショップで本格的に検討される予定である。

その後、各国の調整を図ったうえで、具体的な規格づくりを行う専門委員会(TC)を97年度中にも設置する方針である。

H8.5.15 建設通信新聞

ハーフプレキャスト化工法を実用化

前田建設

前田建設工業は、建築用組立式ハーフプレキャスト化工法「みんな(MIMNA)」を開発、事務所ビル工事に適用した。

両端部を鉄骨構造にした鉄筋コンクリート製プレキャスト梁部材と架設用鋼製柱とをボルトで接合する工法で、S造(鉄骨造)並みの効率的な組立施工が可能になりRC造(鉄筋コンクリート造)に比べ躯体工事の工期を半減できる。

新工法は、プレキャスト合成床版を併用することで、梁支保工無しで組立方式で躯体を構築する。

柱・梁接合部で高い強度を確保、靱性のある耐震構造にでき、適用対象はRC造やSRC造(鉄骨鉄筋コンクリート造)の中高層建物である。

H8.5.28 日本工業新聞

首都を地震から守る防災拠点構築など提案

JAPIC

日本プロジェクト産業協議会は、阪神大震災の教訓を首都・東京の都市づくりに生かし、地震災害に強い都市再編成の手法を盛り込んだ「防災都市づくりに向けた提言」をまとめた。

提言は防災都市づくりに向けて対応すべき課題と提言を①災害関連情報システムの構築②防災拠点構築と市街地整備③交通インフラ④ライフライン⑤企業のための情報通信バックアップ・システムの構築と高度物流拠点整備という観点からまとめている。

H8.5.15 建設通信新聞

ISO審査登録機関設立に向け新部会を設置

日本建設業団体連合会

日本建設業団体連合会は9月をめどにISO9000シリーズの新規審査登録機関を設立するため、具体的方策を検討する「審査登録機関設立検討部会」を設置、初会合を開いた。

設立検討委員会の活動期間は、同期間が営業を開始する10月までとし、設立発起人の確保や、審査員の育成方策などを検討する。

新規審査登録機関は当面、ISO9000シリーズに的を絞った活動をするとしているが、将来的には14000シリーズや労働安全衛生に関する分野(OHS)も視野に入れた対応も検討して行く考えである。

H8.5.29 日本工業新聞

(文責：企画課 関根茂夫)

編集後記

この号が発行される頃には、梅雨明けが待たれているものと考えられる。しかし、今年は冬に渇水があり、水不足が心配されているので、この意味では梅雨明けが遅れることが望ましい。

現在の地球環境は、自然と人間の調和が崩れつつある状態にある。梅雨時にはそれなりの雨が降り、夏にはかんかん照りの日が続き、秋には澄みきった青空が、冬には雪が降りそれなりに寒い日があることが良いと考えております。

試験機関にもISOガイド25に見られるように品質保証システムの確立が要求される時代になりつつあります。組織の内外からの商業的、財政的及びその他の圧力を排除し、必要な人材の育成と試験設備の点検・整備を行い、守秘義務の確保などを含めた依頼者並びに社会の要望に応えられる体制作りが急がれる状況にあります。

この一貫として、当建材試験センターでは、本部事務局が茅場町へ移転し、打合せ場所の確保を図るとともに交通の便もよくなりました。中央試験所でも再開発計画の第1段として事務管理試験棟の建設工事の準備を進めており、打合せ時の秘密の確保をはじめ皆様の要望に添えるよう努力しております。

今月号では、当建材試験センターの団体規格(JSTM)として新たに制定された「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」を紹介しました。

建材の試験も材料単体の品質を調べることから部材として使用した場合の性能を調べる方向へと変化しております。この規格が建物の耐久性の評価に結びつくことを期待しております。その他、国際化に関連して進めているTAG8国内委員会の現状についても報告致しました。

なお、6月から宇都宮大学の小西先生を編集委員会の副委員長としてお迎えし、内容の益々の充実を図ることになりました。ご期待下さい。

これから暑い時期を迎えますが、健康に留意され、皆様のご活躍されることを期待致します。

(飛坂)

建材試験情報

7

1996 VOL.32

建材試験情報 7月号
平成8年7月1日発行

発行人 水谷久夫
発行所 財団法人建材試験センター
〒103
東京都中央区日本橋茅場町2-9-8
友泉茅場町ビル8階・9階
電話 (03) 3664-9211(代)
FAX. (03) 3664-9215
編集 建材試験情報編集委員会
委員長 岸谷孝一

制作協力 株式会社社工文社
発売元 東京都千代田区神田佐久間河岸71-3
柴田ビル5F 〒101
電話 (03) 3866-3504(代)
FAX. (03) 3866-3858
定価 450円(送料共・消費税別)
年間購読料5,400円(送料共・消費税別)

建材試験情報編集委員会

委員長

岸谷孝一
(東京大学名誉教授・日本大学教授)

副委員長

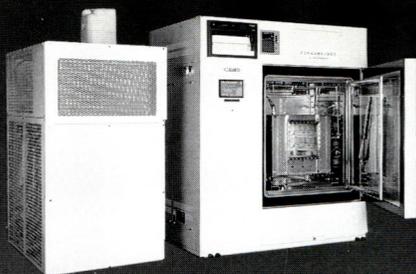
小西敏正 (宇都宮大学教授)

委員

水谷久夫 (建材試験センター・常務理事)
飯野雅章 (同・理事)
勝野奉幸 (同・技術参与)
須藤作幸 (同・試験業務課長)
飛坂基夫 (同・中央試験所付上級専門職)
榎本幸三 (同・総務課長)
森 幹芳 (同・品質システム審査室長)
内田晴久 (同・品質システム審査室付上級専門職)
橋本敏男 (同・構造試験課長代理)
関根茂夫 (同・企画課付専門職)

事務局

青鹿 広 (同・総務課)



多目的凍結融解試験装置 NA-3300R型

- JIS-A-1435・5422・(6204)・5430・5209・5423・6910・6915・6916 他
- NSKS-001・007・009
- 水中・水中 / 気中・水中 / 壁面 / 片面 / 温冷 / 熱冷 / 気中・気中



凍結融解試験装置 NA-2200A型

- JIS-A-5422・(1435)・5430・6910 他
- NSKS-001・007・009
- 気中・水中 / 温冷 / 気中・気中



凍結融解試験装置 (水中・水中専用機)

- ASTM-C-666・JIS-A-6204
- 供試体数量(100角×400%L) 16本・32本・48本・特型



大気汚染促進試験装置 Stain-Tron NA-800型

- JIS(案)建築用外壁材料の汚染促進試験方法・建設省土木研究所法(構造物の防汚技術の開発研究)



屋内外温度差劣化試験装置

NA-610型

- 住宅躯体材料の耐久性試験
- 熱冷サイクル・気中・気中・断熱防露試験

ますます広がる強力パワー、信頼できる確かな目
土木・建築材料の耐久性・施工性試験に最適!!
 (全機種グラフィックパネル方式)



マイクロコンピュータと科学機器の総合メーカー

製造元



株式会社

ナガイ / 科学機械製作所

本社・工場 ● 大阪府高槻市安満新町1番10号 〒569 ☎0726(81)8800(代表) F A X 0726(83)1100
 東京営業所 ● 東京都大田区千鳥3丁目15番21号 〒146 ☎03(3757)1100(代表) F A X 03(3757)0100
 技術サービスセンター

高品質/高性能に加えて低価格を実現!

新製品



熱伝導率測定装置

AUTO-Λ
シリーズ

HC-074

測定方式：熱流計法
JIS-A1412
ASTM-C518
ISO-8301準拠

本器は省スペース設計で、従来型に較べて小型・軽量化されています。測定操作も非常に簡単です。本体内にマイクロプロセッサが内蔵されており、キー操作により最高9点までの温度制御と計測条件が設定されます。測定結果はディスプレイに表示されるとともに付属のプリンターに印字されます。以上はスタンドアロンのご使用方法ですがソフトウェア(オプション)を併用することにより、より多くの機能をご利用いただくこともできます。

特長

1. 安価でメンテナンスフリー
2. 小型・軽量
[305^W×254^H×406^Dmm 16kg(本体)]
3. 高性能
[再現性: ±1.0%]
4. 操作簡便、迅速測定
[温度安定後15分、
ただしスチレンフォームの場合]
5. 長寿命

主な仕様

- 測定方式：熱流計法
(JIS-A1412、ASTM-C518、ISO-8301準拠)
- 測定範囲：0.005～0.8W/mK
(ただし熱コンダクタンス12W/m²K以下)
- 再現性：±1.0%
- 厚さ測定：位置センターによる 分解能0.025mm
- 温度範囲：-20℃～+95℃(プレート温度)
- 温度制御：PID制御 精度：0.01℃
- 試料寸法：200×200×10～50tmm
(大型サンプル測定用の装置も用意していますのでご相談下さい。)

EKO 英弘精機株式会社

本社/〒151 東京都渋谷区笹塚2-1-6 TEL.03-5352-2911代
(笹塚センタービル) FAX.03-5352-2917
大阪営業所/〒540 大阪市中央区内淡路町3-1-14 TEL.06-943-7588代
(メディカルビル) FAX.06-943-7286