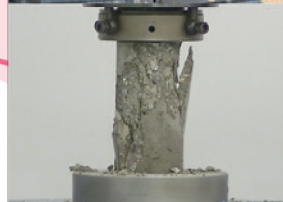


建材試験

J T C C M J O U R N A L

情報 7

Vol.49
2013



巻頭言 ————— 坂本 功
「建材」から「建物全体」を考えよう

寄稿 ————— 三坂 育正
ヒートアイランド対策の現状と
今後の展望などについて

技術レポート ————— 中村 則清, 若林 和義
促進中性化試験におけるコンクリートの
質量変化と中性化深さの関係

I n d e x

p1

巻頭言

「建材」から「建物全体」を考えよう
／東京大学名誉教授 坂本 功

p2

寄稿

ヒートアイランド対策の現状と今後の展望などについて
／日本工業大学 教授 三坂 育正

p8

技術レポート

促進中性化試験におけるコンクリートの質量変化と中性化深さの関係
／調査研究課 主幹 中村 則清
材料グループ 若林 和義

p14

試験報告

れんが組積体の性能試験
／構造グループ 統括リーダー代理 赤城 立也

p18

連載

研究室の標語
(4)「資料集めの方法」編
／東京理科大学 嘱託教授 真鍋 恒博

p22

基礎講座

雨・風と建築／建材
⑤建材に要求される耐風性能と水密性能
耐風圧性試験方法について(1)
／環境グループ 主幹 松本 知大

p24

規格基準紹介

室内空気関係JISの改正原案作成について
－改正原案作成委員会の審議・検討概要報告－
その2；室内空気測定に関するJIS
／(一財)日本規格協会 宮沢 郁子
経営企画部 調査研究課 課長 鈴木 澄江

p32

コンクリートの基礎講座

I 材料編 「骨材」
／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p38

試験設備紹介

建築用仕上材疲労試験機
／材料グループ 主任 志村 重顕

p40

創立50周年企画

これまで同様、優秀な技術者の輩出を！
／広島大学大学院 工学研究院 教授 大久保 孝昭

p42

たてもの建材探偵団

斑鳩三塔を訪ねて
／品質保証室 特別参与 柳 啓

p43

建材試験センターニュース

p44

あとがき・たより

巻頭言

「建材」から「建物全体」を考えよう

東京大学名誉教授 坂本 功

東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）では、あちこちで天井が落下する被害が発生した。その個別的な被害原因の調査や、天井の耐震設計の技術基準を作成する委員会にかかわったりして、これまで天井の耐震設計がどのようになされてきたかを、かいま見ることができた。結論から言えば、ほとんどすべての天井に関して、設計時点で天井の耐震性が積極的に考慮されるということはなかったようである。

天井を構成する部品である軽鉄などの下地材、ボード類の天井板や接合金物の強度は、カタログなどに書かれており、部品（あるいは建材）としては特段の問題があるわけではない。それなのに、それらでできている天井が地震で落下してしまうのは、設計の際に、それらが地震時にどんな挙動をし、どんな力が加わるかを、従ってどう設計しなければならないかを、考えていないせいである。なぜ考えていないかといえば、考える人がいないのである。

非構造部材である天井に対しては、構造屋は守備範囲外だとして手を出さず、意匠屋は耐震性など最初から意識の外であるせいだろう。つまり、主体構造だけでなく非構造部材を含めた、建物全体としての耐震性を見る人がいないということである。

ちょっと話が大きくなるが、近代科学の特徴のひとつは、方法論として、「分析」と「総合」を非常に明確に意識していることであろう。建築にあてはめれば、「部品」を組み合わせて「建物全体」を作るということである。現在では、部品についてはそれなりに高い性能のものが開発されていると思うが、さまざまな部品を組み合わせてひとつの建物にした場合の問題については、まだまだ不十分であると思う。

以上は、設計する側の問題であるが、部品（建材）を作ったり、その性能を試験したりする側も、それが実際の建物に組み込まれたとき、どんなことが問題になるか（もちろん耐震だけではない）を、積極的に考える必要があると思う。



ヒートアイランド対策の現状と 今後の展望などについて



日本工業大学 教授 三坂 育正

1. はじめに

近年、ヒートアイランド現象や地球温暖化による影響で、夏季における都市の気温上昇が顕著となっている。東京では、100年間で気温が約3℃上昇しており、これは、日本の平均気温の上昇に比べると、2倍以上の大きさであり、都市における気温上昇へのヒートアイランド現象の影響が大きいことが示唆される¹⁾。このヒートアイランド現象の発生要因としては、人工排熱の増加や風通しの悪化などと共に、都市表面から緑地や水面、土壌といった透水面が減り、コンクリートやアスファルトなどの不透水の人工被覆になることで、蓄熱や大気を加熱する熱の量が増えたことが挙げられる。そのため、ヒートアイランド緩和に向けて、都市・建物の緑化や保水性舗装・建材、日射の高反射化などの対策技術の開発・適用が推進されている。これらの技術については、日射反射や表面伝達特性、蒸発特性といった熱的な特性によりヒートアイランド緩和効果の大きさが変化するため、効果を定量的に評価するには、個別技術の熱的な特性を明らかにする必要がある。すでに、高日射反射率塗料・防水シートや窓用日射遮蔽フィルム等の技術に関しては、環境省環境技術実証事業²⁾ (以下、ETV 事業) ヒートアイランド対策技術分野において、熱・光学性能の評価を行った上で、環境保全効果の実証が行われている。ここでは、ヒートアイランド緩和効果として、空調負荷低減効果や大気顕熱低減効果を指標とした評価を行い、これまでに多くの技術が実証されている。これらの実証技術が普及することで、ヒートアイランドの緩和が進むことが期待される。

一方で、ヒートアイランド現象の進行に伴う影響の一つとして、都市生活者の熱ストレスの増大が指摘されている。近年、東京をはじめとする大都市では、最高気温が35℃以上の猛暑日の日数が増えており、熱中症によって搬送される患者数が急増している。また、夜間においても最低気温

が25℃を下回らない熱帯夜日数も増えており、睡眠障害・不眠症などによるストレスの増加が懸念されている。ヒートアイランド緩和に向けた対策を進めていく中で、100年で3℃近く上昇した都市の気温は、対策の積極的な推進を図ったとしても早急に低下することは考えにくく、都市では高温状態が継続することが推察される。そこで環境省は、人の熱ストレスによる健康影響や大気汚染などの影響を限りなく軽減していく対策としての適応策の推進が必要としている¹⁾。適応策とは、ヒートアイランドの発生要因を削減する従来の対策(緩和策)に加えて、ヒートアイランド現象がある程度生じることは避けられないとの前提に立って、ヒートアイランドによって発生すると考えられる、熱中症や睡眠障害といった人の健康に及ぼす影響の低減を目指す対策である。ヒートアイランド現象に対する緩和策・適応策の概念を図1に、それぞれの対策の特徴を表1に示す。

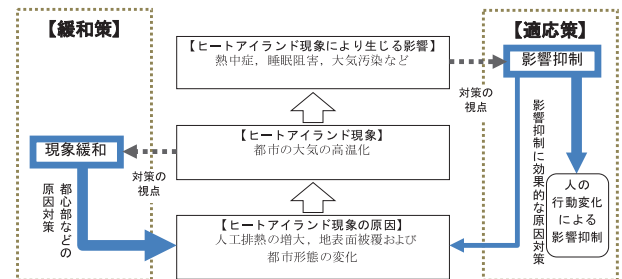


図1 ヒートアイランド緩和策・適応策の概念図¹⁾

表1 緩和策・適応策の主な特徴¹⁾

	緩和策	適応策 (屋外空間における人の熱ストレスを軽減するもの)
目的	気温上昇抑制	人の熱ストレスの軽減
施策の手法	被覆改善や排熱削減などのハード面の手法	街路樹整備などのハード面と熱中症予報などのソフト面の手法
評価指標	都市スケールの気温	局所的な体感温度、個人的な熱ストレス
効果が現れるまでの期間	長期的な対策の積み重ねが必要	局所的な街路樹整備、広域的な情報提供など比較的短期に実施可能
効果的な対策の実施場所	原因が密集している都心部など	人通りの多い街路や熱ストレスに脆弱な高齢者等の関連施設周辺

ここでは、ヒートアイランド対策として推進される「適応策」を取り上げ、適応策で評価される体感温度などの指標や対策技術について紹介するとともに、最近の適応策に関連した取組みについて、事例を挙げて紹介する。

2. 適応策における評価

1) 適応策における指標となる体感温度

適応策では、人の熱ストレスの軽減に着目しているため、評価指標の1つとして体感温度が想定されている。人が暑さ・寒さを感じる温冷感には、気温以外の環境要素も大きく影響している。人体に関する温熱環境要素のイメージを図2に示す。人体に作用する温熱環境には、気温、湿度、放射、風（気流）の4つが影響しており、これを温熱4要素と呼ぶ。さらに、人間側の状態として、着衣量、代謝量の影響があり、これを人間側2要素と呼ぶ。着衣量は衣服の熱抵抗を表すもので、代謝量は人間の活動量や作業強度を表したものである。環境要素と人間側の要素を併せて、温熱環境6要素とされている。

以上の環境要素を総合的に捉えるために、体感温度としてさまざまな温熱環境指標（温熱快適性指標）が開発されている。ここでは、代表的な温熱環境指標として、熱中症予防に活用されることの多いWBGT（湿球黒球温度）とSET*（標準新有効温度）を紹介する。

WBGTは、気温と自然湿球温度、黒球温度から算出される指標で、風（気流速）については、算出式に含まれていない。WBGTは、（公財）日本体育協会の熱中症予防における指標（表2）や、厚生労働省の労働環境における指標⁴⁾としても参照されており、酷暑環境下における熱中症予防に適した指標とされている。

SET*は、温熱環境6要素に関して、気温以外の要素を標準状態（着衣量0.6clo、代謝量1.0Met、相対湿度50%、気流速0.1m/s、放射の影響なし）とした場合と等価となる気温を示したものであり、室内環境では26～28℃が温熱環境的に快適であるとされる。SET*の算出においては、放射環境として平均放射温度MRT（Mean Radiative Temperature）が用いられる。MRTは、周辺の壁や床・地表面等から受ける熱放射を平均したもので、気温よりもMRTが高い場合は周囲から受ける放射熱による暑さを感じ、逆に気温よりもMRTが低い場合には涼しく感じることを意味する。屋外においてMRTを算出する場合には、日射による放射（短

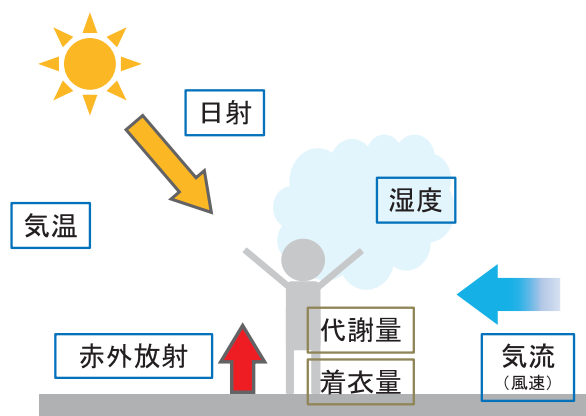


図2 体感にかかわる温熱環境要素のイメージ¹⁾

表2 WBGTと運動指針の関係³⁾

気温 (参考)	WBGT 温度	熱中症予防のための運動指針	
35℃以上	31℃以上	運動は原則中止	WBGT31℃以上では、皮膚温より気温の方が高くなり、体から熱を逃すことができない。特別の場合以外は運動は中止する。
31℃ } 35℃	28℃ } 31℃	厳重警戒	WBGT28℃以上では、熱中症の危険が高いため、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運用は避ける。運動する場合には、積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。
28℃ } 31℃	25℃ } 28℃	警戒	WBGT25℃以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
24℃ } 28℃	21℃ } 25℃	注意	WBGT21℃以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水を飲むようにする。
24℃まで	21℃まで	ほぼ安全	WBGT21℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。



図3 適応策で適用される対策技術の例

波放射)の影響が大きくなるため、人体の着衣等による短波放射の吸収率などに注意が必要である。

適応策において、屋外空間での人体への熱ストレスを低減するためには、図3に示すような日射遮蔽・表面被覆対策、ミスト噴霧などの技術の適用が考えられる。これらの技術の適用あるいは組合せによって、最適な空間を創出することが適応策を推進していく上では重要である。適応策に応じた空間を創出していく場合には、屋外・半屋外空間における温熱環境を快適性指標を用いて評価した上で、温熱環境が人体に及ぼす熱ストレスや快適感・温冷感の影響を併せて把握することで、対象空間が人の熱ストレスを低減し、快適に活動できる空間であることを検討していくことが必要である。

2) 人の屋外利用と温熱快適性指標の関係^{5)~7)}

温熱環境が人体の生理に及ぼす影響についての評価は、医学的な見地も含めて評価する必要があり難しい課題であるが、屋外における温熱環境と人の行動に関する研究については、近年いくつかの事例がみられる。どのような環境には人が多く集まり、長く利用をするのかを把握し、利用状況に及ぼす温熱環境や空間構成要素の影響を評価することで、人が熱ストレスを低減し、快適に過ごす空間を構築することが可能になるものと期待される。ここでは、屋外アメニティ空間を対象として、利用状況と温熱環境に行った調査の結果を紹介する。

調査では、東京駅周辺の大手町・丸の内・有楽町地区にある屋外アメニティ空間として、街路空間と中庭空間の休憩スペースにあるベンチを対象とした。調査対象とした街路空間は道路に面したベンチで、近傍樹木の状況が異なる地点と、中庭空間は建物に囲まれた場所で、空間内の緑量が豊富な場所や地表面がウッドデッキのサンクンガーデンを抽出して、温熱環境と利用状況の調査を行った。

測定結果の一例として、図4に夏季・秋季に実施した測定街路空間と中庭空間における利用者の滞在時間と各温熱環境要素との関係を示す。温熱快適性指標 SET* と利用時間の関係では、夏季では30℃、秋季では25℃で利用時間のピークが見られ、SET* が高くなるにつれて利用時間が短くなる傾向を確認できる。滞在時間のピークが夏季の方が高いのは、夏季の方が暑さに馴化したことで許容できる範囲が広がったためであると考えられる。夏季・秋季とも、SET* が36℃を超えると利用時間が0に近くなっており、この値が屋外を利用する際の許容値(閾値)となる可能性が示唆される。また、総合指標とは別に、個別の環境要素

についても利用時間との関係を検討する。風に着目すると、夏季では風速が1m/s程度で利用時間が長くなり、秋季では風速が弱いと利用時間が長くなる傾向がみられる。日射量は、夏季では200W/m²以上で利用時間がほぼ0になるのに対し、秋季では200W/m²以上でも滞在時間が長くなっている。このように、屋外空間においては、総合的な指標だけでなく、風や日射といった個別の環境要素が利用に影響しており、夏季では日射量が小さく、風が吹いていた方が利用され、秋季には日射量はある程度あっても良く、風が弱い方が利用される、といった特徴を見出すことができる。

屋外空間の温熱環境と利用状況の調査結果から、温熱快適性指標 SET* に関して屋外を利用するための許容範囲(閾値)が存在する可能性を確認するとともに、個別の環境要素についても、総合指標と同様に、その許容範囲が存在する可能性が示唆された。人体への熱ストレスを低減し、快適に利用できる空間を創出する上では、総合指標や個別環境要素について許容範囲に入る温熱環境となる空間の設計をすることが必要になるものと考えられる。

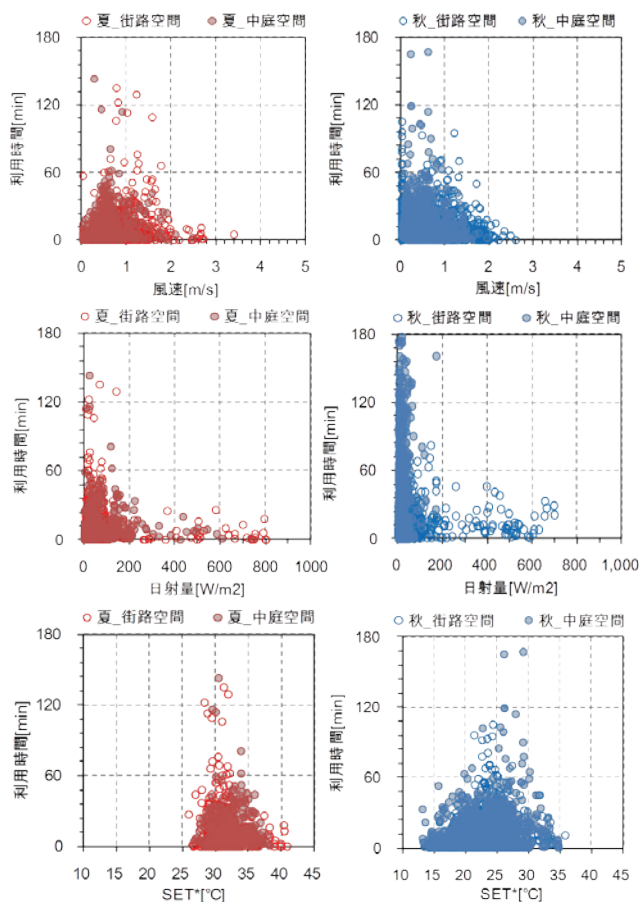


図4 環境要素と利用時間の関係⁵⁾

3. 適応策に関連した事例

ここでは、適応策の事例として、表面被覆や日射遮蔽により、屋外・半屋外空間における温熱快適性の向上効果を検証した事例を紹介する。

1) 薄い水膜の水盤を活用した広場の事例^{8), 9)}

外構に薄い水膜を流下させる技術を水景施設に適用した事例を紹介する。大阪市の再開発計画敷地内にある広場において、図5に示すような水盤による水景施設が形成されている。広場は花崗岩平板舗装となっており、舗装上に厚さ約3mmの水膜を形成している。この広場・水盤の特徴として、水膜の厚みが極端に薄いことによって歩行者が水盤内に進入可能であることが挙げられる。そこで、暑熱環境およびヒートアイランド緩和効果を評価することを目的として実測を行った。

水盤と流水しない平板舗装面（以下舗装面）とを比較対象として、サーモカメラで表面温度分布を撮影した結果を図6に示す。水盤・舗装面共に一様な表面温度分布を示しており、水盤の表面温度は舗装面に比べると10℃以上低くなっていることがわかる。

ヒートアイランドに対する緩和策の指標としての大気加熱量と、適応策の指標としての温熱快適性指標に関する、日中ピーク時における測定・解析の結果を図7に示す。大気加熱量である顕熱フラックスは、水盤では舗装面に比べると1/4に低減されており、ヒートアイランド緩和効果を確認することができる。また、温熱快適性指標 SET* は、水盤上では舗装面に比べ1℃程度低く、温熱快適性の向上効果を確認できる。水盤と舗装部で SET* に差が生じる要因としては、水盤上の気温がやや低いことに加え、日射反射や表面温度の差に伴う放射の影響が考えられる。放射量の内訳から、表面温度が低く維持されることによる上向き赤外放射量の低減と、日射反射率が小さいことによる反射日射量の影響で SET* が低くなっていることも確認した。このように、温熱快適性に与える影響を詳細に調べることにより、適用した技術による効果を定量的に評価することができ、さらなる対策の組合せによる効果の可能性を検討することも可能になるものと期待される。

2) 屋外をオフィスとして活用する空間の温熱環境¹⁰⁾

次の事例は、屋外をオフィスとして活用することを試行した空間の事例である。都内のオフィスビルにおいて、ある階の一部が図8に示すような屋外オフィスとなっている

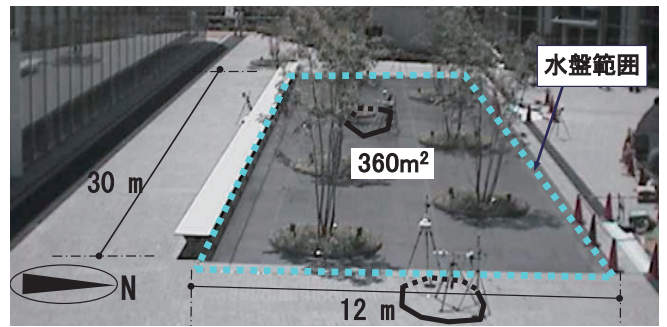


図5 薄い水膜による水景施設⁸⁾

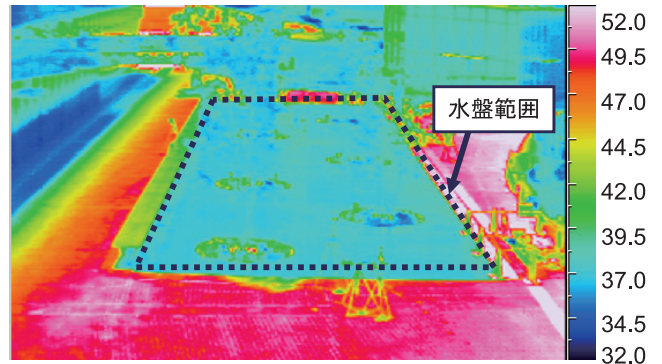


図6 水盤と舗装面の表面温度分布⁸⁾

◆2008年7月23日12時

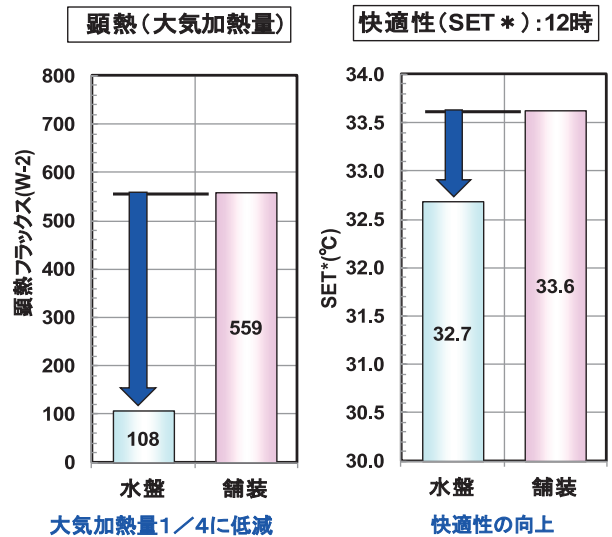


図7 大気加熱量と温熱快適性の評価結果⁹⁾

空間を対象とした。簡易的なデスクやチェアが設置され、コンセントなど PC ワークが可能な工夫がなされている。屋外オフィス空間には4種類の日除けが設置されている。日除けの種類は、膜性の日除けと特殊形状日除けである。特殊形状日除け(フラクタル日除け)は、小さな素片をフラクタル分布させた人工日除けである。屋外オフィス空間の4種類の日除け下空間を中心に温熱環境を把握することを目

的として、夏季と秋季において測定を行った。

図9に屋外オフィス空間の表面温度分布を示す。ほぼ全域が日射を受け、コンクリート面や鉄製のデスク上で54℃を超えているのに対し、日除け下の地表面温度が低くなっていることがわかる。また、日除けの表面温度も日除けの種類によって差が生じている。

図10には、夏季における各日除け下空間の温熱快適指標SET*の測定結果を示す。夏季のSET*は、いずれの測定点でも30℃を超え、日除け下でも厳しい環境であるが、日除けの種類によって差が生じており、特殊形状日除け下となる①のSET*が最も低くなっており、日除けのない空間に比べると8℃程度低くなっており、利用できる屋外空間として許容できる環境に近づいたものと考えられる。温熱快適性に大きく影響を及ぼしていると想定される放射に関して、日中のピーク時における放射の内訳を図11に示す。特殊形状日除け下は、テント膜に比べると総放射量が小さく、その中でも長波放射量(L)が小さくなっていることが特徴的である。このことは、特殊形状日除けが、日射を遮蔽しながら、日除け自体の表面温度や地表面温度の上昇を抑制している効果を持っていることを示している。

以上から、屋外オフィスの日除け下空間を対象として、温熱環境評価を行なった結果、今回の調査では、日除けの高さや色等の詳細に検討すべき課題はあるものの、日除けごとに温熱環境が異なることが確認できた。

屋外オフィスにおける測定で、温熱快適性や放射環境で良い空間となったのは特殊形状日除け(フラクタル日除け)下の空間であった。このフラクタル日除けは、小片がシェルピンスキー四面体型のユニットが組み合わされたもので、ある特定の方向の光をほぼ100%遮光し、方向によってはかなり低い遮光率となる。また、放熱効果が高く、日除け自体の温度が上がらないのが特徴とされる¹²⁾。このフラクタル日除けを対象として、日射遮蔽効果の季節変化を測定した結果、夏季では日除けの日射遮蔽率が85%と高く、秋季では60%となった(図12)。これは、太陽高度の違いにより、フラクタル日除けの隙間から透過してくる日射量に違いが生じたためと考えられる。フラクタル日除けを用いて空間を構成する場合には、これらの特徴を理解する必要があるが、フラクタル日除けの表面温度が上昇しない原理についても不明な点が多く、今後解析を進めていく必要がある。これらの特性が明らかになると、フラクタル日除けを用いて空間を構成する際の温熱環境を、事前に予測することが可能になるものと期待される。



図8 屋外オフィスの概観¹⁰⁾

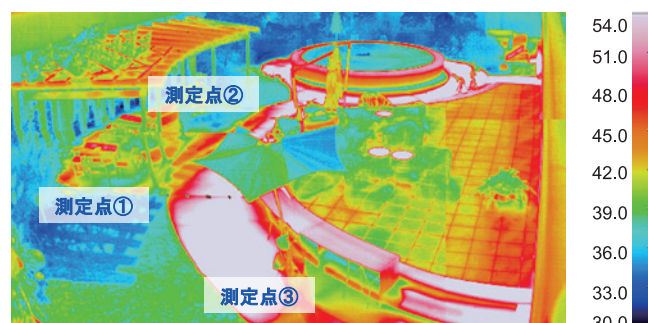


図9 表面温度分布の測定結果¹⁰⁾

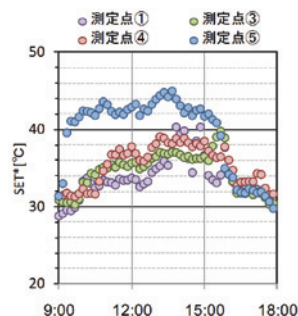


図10 各地点のSET*¹⁰⁾

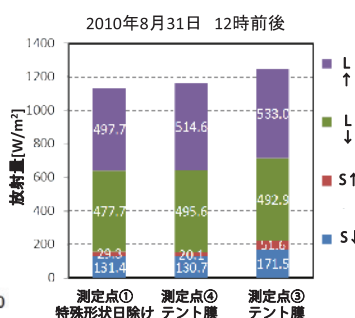


図11 日除け下の放射量の内訳¹⁰⁾

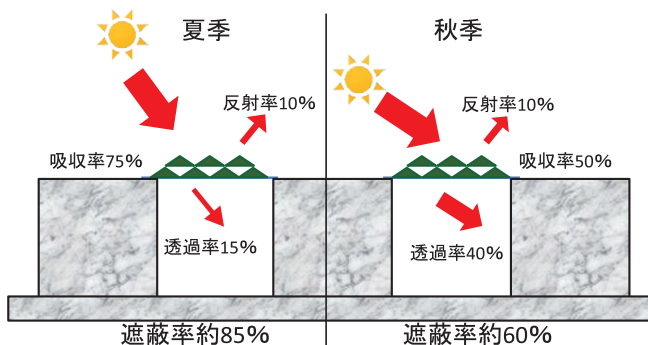


図12 フラクタル日除けの日射透過率の季節変化¹¹⁾

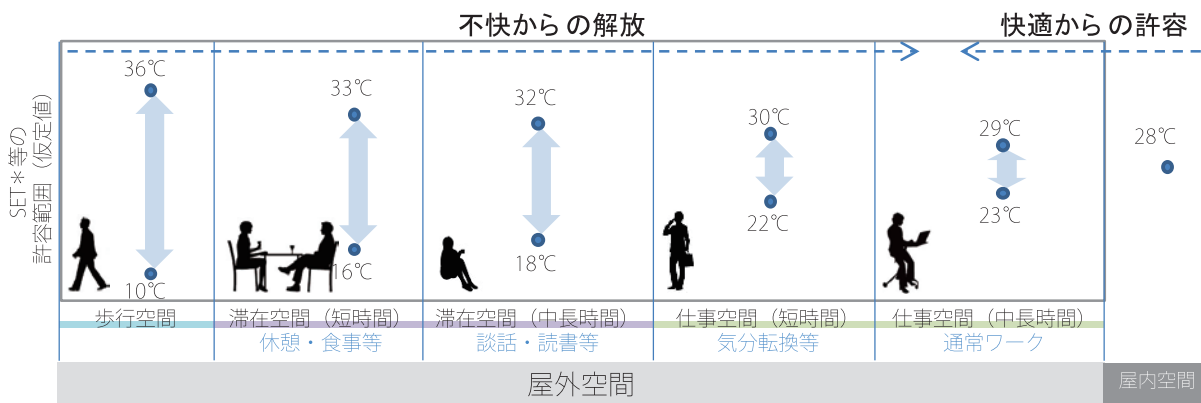


図13 屋外空間の活用と温熱環境との関係のイメージ

4. おわりに

都市化の進行に伴うヒートアイランド現象の対策として、従来のハード技術の適用による「緩和策」に加えて、「適応策」の考え方が提唱されている。適応策では、人の熱ストレスの軽減に着目しているが、都市の屋外空間を人が利用していくには、快適な空間を創ることが重要であると考えられる。これまでの屋外空間を対象とした温熱環境と人の利用状況に関する調査において、屋外を利用する際の温熱環境・温熱快適性の許容範囲(閾値)の存在が示唆された。今後は、図13に示すように、屋外利用の目的に応じて温熱環境の許容範囲を設定し、その許容範囲内に温熱環境などをコントロールすることが重要であると考えられる。その際に当たりの良い空間では、表面被覆対策により地表面温度を下げるだけでなく、日射を遮蔽する樹木や日除けなどを採用することが必要となる。

適応策においても、緩和策と同様に対策による効果を事前にシミュレーション等によって検討することも重要であり、そのためには、計算に必要なパラメータとしての熱的な特性の評価が必要になる。その場合には、緩和策に関する対策技術がETV事業で実証されてきたのと同様に、適応策の技術に関しても、特性や効果を実証すること必要であり、今後の研究の推進と事業としての取組みが期待される。

【参考文献】

- 1) 環境省：ヒートアイランド対策マニュアル～最新状況と適応策等の対策普及に向けて～、2012年3月
- 2) 環境省技術実証事業HP：http://www.env.go.jp/policy/etv/
- 3) (公財)日本体育協会：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック、2013年4月
- 4) 厚生労働省HP：熱中症の予防対策におけるWBGTの活用について、http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei05/

- 5) 安藤邦明, 西田恵, 三坂育正, 成田健一：大丸有地区の屋外アメニティ空間における温熱環境と利用状況の調査, アーバンインフラテクノロジー推進会議第23回技術研究発表会 発表論文集(WEb), 2012年11月
- 6) 三坂育正, 安藤邦明, 西田恵, 成田健一：人が利用する屋外空間における環境評価に関する研究 その2 屋外アメニティ空間における調査概要と夏季実測結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境, pp.821-822, 2012年9月
- 7) 安藤邦明, 西田恵, 三坂育正, 成田健一：人が利用する屋外空間における環境評価に関する研究 その3 屋外アメニティ空間の利用状況に関する考察と秋季温熱環境, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境, pp.823-824, 2012年9月
- 8) 安藤邦明, 三坂育正, 幡谷尚子, 畑中哲夫, 有尾清二郎, 庄田英行：水景施設を活用した暑熱環境改善に関する研究 その1 調査概要と暑熱環境緩和効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.885-886, 2009年9月
- 9) 三坂育正, 安藤邦明, 幡谷尚子, 畑中哲夫, 有尾清二郎, 庄田英行：水景施設を活用した暑熱環境改善に関する研究 その2 温熱快適性と熱収支の評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.887-888, 2010年9月
- 10) 安藤邦明, 三坂育正, 野崎尚子, 小林昭彦, 竹野淳一：人が利用する屋外空間における環境評価に関する研究 その1 屋外オフィスにおける日除けを対象とした温熱環境評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境D, pp.815-816, 2011年9月
- 11) 蝦名聖二, 三坂育正, 成田健一, 酒井敏, 中村美紀：日射遮蔽による屋外暑熱環境の緩和に関する研究 その1 フラクタル形状日除けによる暑熱環境緩和効果の実測評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境, 2013年8月
- 12) 酒井敏, 中村美紀：フラクタル日除けの基本原則 都市表面の形状と表面温度について, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.581-582, 2012年9月

プロフィール

三坂 育正 (みさか・いくせい)

日本工業大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

最近の研究テーマ：ヒートアイランド対策技術の特性評価に関する研究, 温熱環境的に快適な空間創出に関する研究

促進中性化試験におけるコンクリートの質量変化と中性化深さの関係

中村 則清 若林 和義

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の長寿命化が求められ、特に鉄筋コンクリートの耐久性を考える上でコンクリートの中性化の評価は重要課題である。本報では、JISに規定された促進中性化試験において、CO₂の侵入に伴い、コンクリートが中性化した際の質量変化から、中性化深さを推定する手法について実験的検討を行ったものである。コンクリートの凍結融解試験や乾燥収縮試験では補助的に質量変化も測定されているが、中性化試験において質量変化を測定した文献1)～4)は、既往の研究でも希である。

JISに規定される湿潤養生・乾燥・促進中性化の流れと質量変化の関係を示すと図1のように質量は湿潤養生期間には増加し、乾燥期間に入ると質量減少に転じ、湿潤養生前の質量以下になる。その後、促進期間中は乾燥の進行と同時にCO₂の侵入により緩やかな質量増加の動きをすることが、既往の研究により明らかになっている。

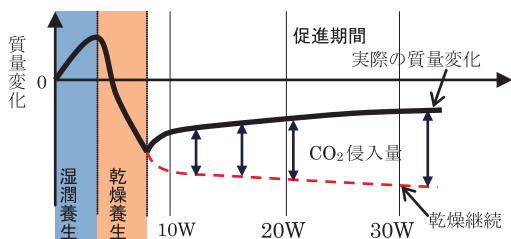


図1 コンクリートの促進中性化試験方法フローと質量変化の概念

2. 実験概要

2.1 実験の要因および水準

水セメント比を3水準、養生条件を3水準とした。表1に要因と水準を示す。

2.2 使用材料、調合および練混ぜ

実験に使用したコンクリートの使用材料は、普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)、大井川水系陸砂(絶乾密度2.60g/cm³、吸水率1.69%、粗粒率2.87)、青梅産硬質砂岩碎石(粗骨材の最大寸法20mm、絶乾密度2.62g/cm³、吸水率0.95%、実積率61.5%、粗粒率6.85)、混和剤(AE減水剤およびAE助剤)、水道水とした。コンクリートの調合とフレッシュ

表1 要因と水準

要因	水準
水セメント比	50%, 60%, 70%
湿潤養生条件 ()内は記号	20℃水中(W20), 4週 20℃封かん(S20), 4週, 8週, 13週 40℃封かん(S40), 2週, 4週, 8週

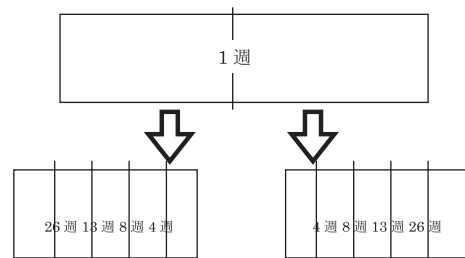


図2 割裂方法

表2 コンクリートの調合とフレッシュ性状

目標スランブ(cm)	目標空気量(%)	W/C(%)	S/a(%)	単位量(kg/m ³)				AE減水剤使用量(g/m ³)	フレッシュコンクリート試験結果			
				W	C	S	G		スランブ(cm)	空気量(%)	練上り温度(℃)	単位容積質量(kg/m ³)
18	4.5	50	43.8	176	352	800	941	880	19.5	4.5	20	2286
		60	48.3		293	848		733	19.5	4.9	19	2258
		70	49.3		251	882		629	18.5	3.5	20	2313

シュ性状を表2に示す。コンクリートの練混ぜには50Lの水平パン型ミキサを用いた。

2.3 供試体の作製および養生

各試験方法とも関連するJISに準じて行った。供試体は促進中性化試験用に角柱供試体(10cm×10cm×40cm)を各条件につき1体ずつ作製した。各供試体は脱型後直ちに、表1の養生を行った。養生終了後は20℃、60%の恒温恒湿室で乾燥を4週間行い、促進開始前にエポキシ樹脂系接着剤を用いて供試験体打込み面、底面および両端面にシールを行った。

促進中性化試験の中性化深さの測定は、図2のようにまず促進1週目で供試体を半分を割裂し、促進4, 8, 13, 26週時におのおの割裂して行い、平均値を算出した。また、供試体の質量は促進槽に設置する直前と取り出した直後に測定した。前後の質量差を供試体の開放面の面積で除して質量変化量mg/cm²を算出し、測定ごとに加算した。

3. 試験結果および考察

本実験で行った促進中性化試験結果を表3に示す。

3.1 試験材齢と質量変化量の関係

養生期間から促進期間における質量変化量について養生条件別に図3に示す。促進期間においては、割裂を行うため質量比より解放面の面積を求め、質量変化量の算出を行った。通常行う水中養生供試体においては、水中養生期間の質量は水セメントにかかわらず同程度の増加を示した。その後、乾燥養生に入ってから1日程度で元の質量まで乾燥が進み、乾燥養生終了時には、水セメント比50% < 60% < 70%の順に質量変化量が大きい、すなわち乾燥しやすい傾向にあった。促進後の質量変化量は最終材齢では同一養生条件においては同じような値となり、水セメント比による差は認められなかった。

3.2 促進期間と中性化深さおよび累積質量変化量の関係

促進期間と中性化深さおよび累積質量変化量の関係を図4に示す。図中の折れ線グラフは累積質量変化量を、棒グラフは中性化深さをそれぞれ示している。各養生条件

においては、水セメント比が高くなるにつれて中性化深さが大きくなる傾向が確認できた。養生期間4週で中性化深さを比較すると、W20 < S20, S40の順に大きくなる傾向があったが、S20とS40では水セメント比によってばらつきがあり、本実験範囲では養生方法の違いによる明確な傾向までは確認できなかった。また、封かん養生による養生期間の比較においても、明確な差異は確認できなかった。

累積質量変化量も水セメント比が高くなるにつれて大きくなる傾向があった。また養生条件においては、W20 < S20 < S40の順に累積質量変化量が大きくなり封かん養生では温度差による影響があることがわかった。なお養生期間による明確な差異はみられなかった。

3.3 累積質量変化量と中性化深さの関係

累積質量変化量と中性化深さの関係を図5および図6に示す。回帰式の傾きおよび相関係数からも累積質量変化量および中性化深さには明確な関係があると考えられる。封かん養生においては、どの条件でも直線的な関係で、相関係数は0.9以上である。水中養生は封かん養生に比べて傾きが大きく、これは初期の含水状態が異なることも影響していると思われる。水セメント比50%のように中性化の進行が遅い場

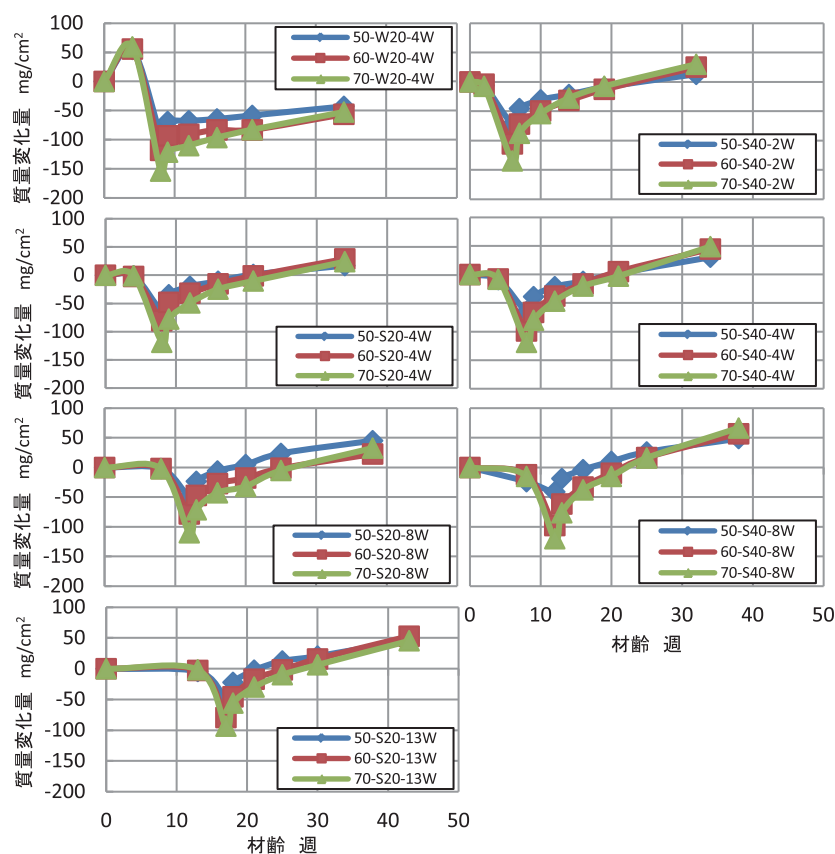


図3 養生期間から促進期間における質量変化量について

表3 促進中性化試験結果と累積質量変化量

W/C	記号	中性化深さ mm					累積質量変化量 mg/cm^2					圧縮強度 MPa
		1週	4週	8週	13週	26週	1週	4週	8週	13週	26週	
50%	50-W20-4W	3.0	5.5	7.4	8.7	9.3	21.3	22.5	25.7	31.7	47.3	51.2
	50-S20-4W	3.8	6.4	10.8	11.7	14.1	28.8	43.7	52.6	64.7	80.4	45.9
	50-S20-8W	1.5	4.1	9.0	10.8	9.2	25.0	42.5	53.3	72.1	93.5	47.0
	50-S20-13W	1.3	6.2	8.8	6.6	11.8	25.0	44.9	59.8	67.8	93.8	51.1
	50-S40-2W	2.7	4.1	8.5	7.3	16.0	26.3	41.2	50.2	62.5	84.5	46.8
	50-S40-4W	3.4	5.2	9.2	9.9	13.1	26.3	43.7	53.0	67.2	95.4	44.4
	50-S40-8W	4.4	4.8	8.0	8.5	9.6	22.5	37.5	51.4	67.3	89.9	47.3
60%	60-W20-4W	4.4	9.1	12.2	14.9	19.4	25.0	27.5	35.1	35.1	61.9	40.1
	60-S20-4W	6.2	10.6	12.9	15.0	19.9	32.5	48.7	65.3	79.5	109.5	37.3
	60-S20-8W	5.2	9.5	12.5	16.4	20.4	31.3	51.2	60.6	77.2	101.1	38.5
	60-S20-13W	6.5	11.5	14.1	16.0	22.6	33.8	62.4	77.5	95.3	132.2	40.0
	60-S40-2W	5.3	9.3	13.4	14.2	20.0	33.8	56.1	74.1	93.0	130.9	40.1
	60-S40-4W	7.1	12.1	17.1	20.3	25.7	32.5	61.1	82.3	103.9	143.5	37.1
	60-S40-8W	6.1	12.4	13.9	18.0	23.7	36.3	64.9	88.1	114.6	154.6	37.8
70%	70-W20-4W	7.2	12.9	16.7	18.5	27.8	32.5	43.7	57.5	71.1	101.4	28.5
	70-S20-4W	10.2	16.5	20.3	23.8	30.4	41.3	69.9	94.3	108.7	143.0	28.6
	70-S20-8W	7.8	13.6	18.2	21.9	29.3	38.8	67.4	78.0	105.0	142.8	30.6
	70-S20-13W	7.6	14.2	19.5	24.4	31.9	37.5	63.6	83.7	99.8	138.8	25.1
	70-S40-2W	—	14.7	19.2	22.8	31.8	47.1	80.6	107.1	127.2	164.7	27.8
	70-S40-4W	7.7	15.2	20.7	23.3	26.2	38.8	72.3	98.7	116.1	167.9	29.6
	70-S40-8W	7.8	15.3	20.3	19.6	36.6	43.8	82.3	105.0	136.0	186.5	28.6

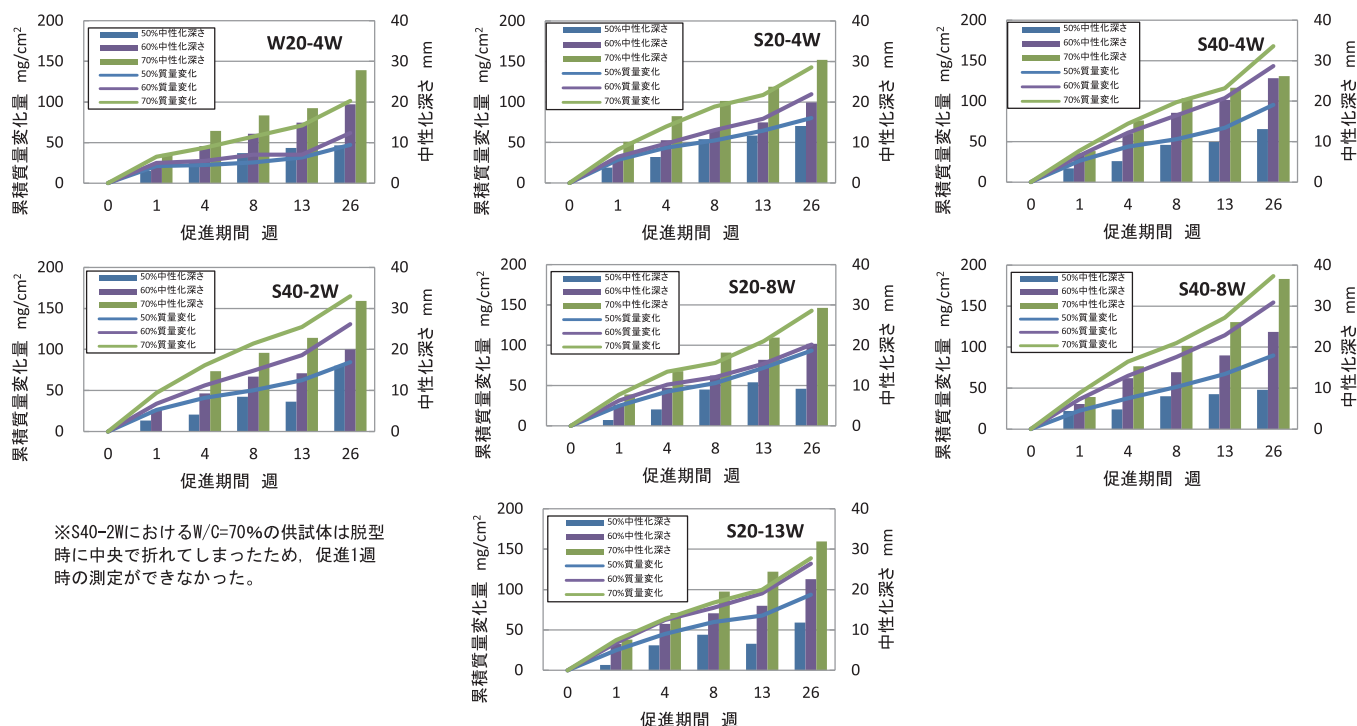


図4 促進期間と中性化深さおよび累積質量変化量の関係

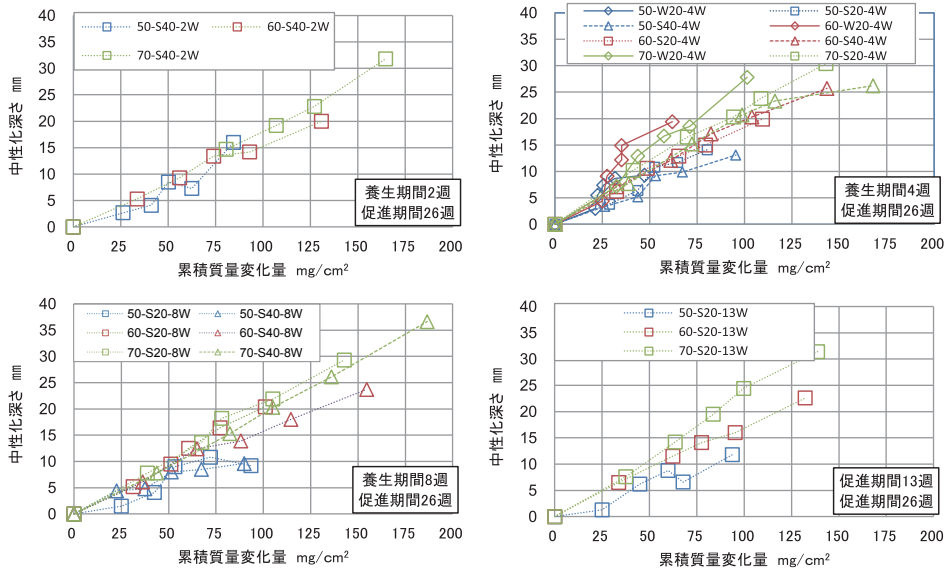


図5 累積質量変化量と中性化深さの関係（湿潤養生期間別）

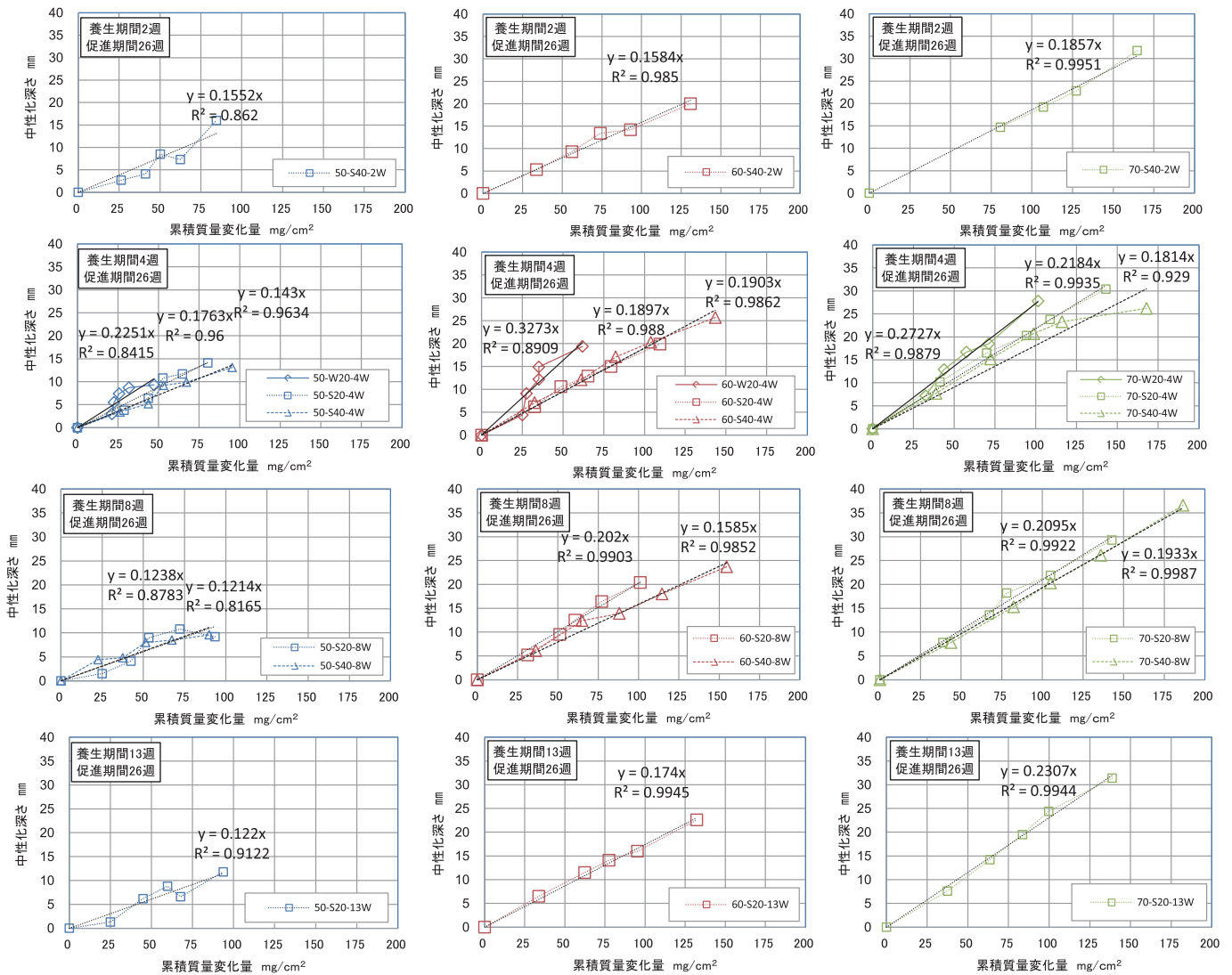


図6 累積質量変化量と中性化深さの関係（水セメント比別）

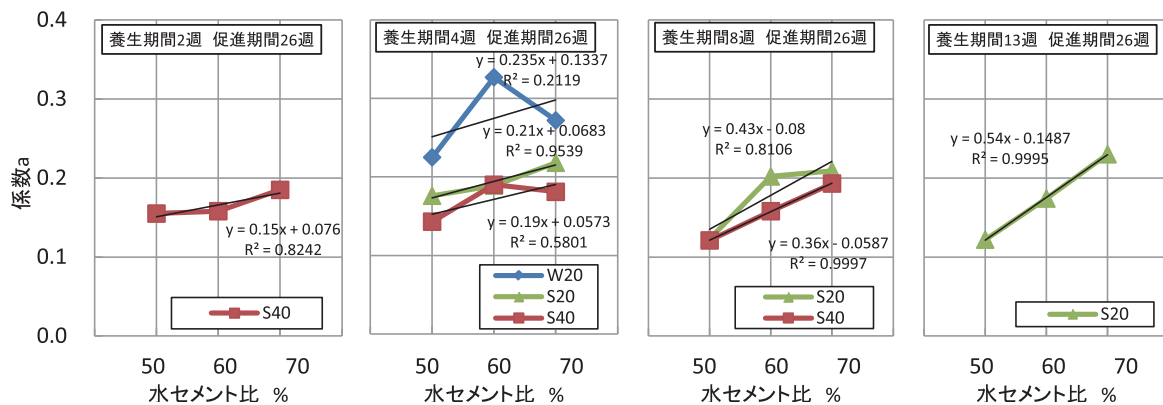


図7 養生期間別の係数 a の比較

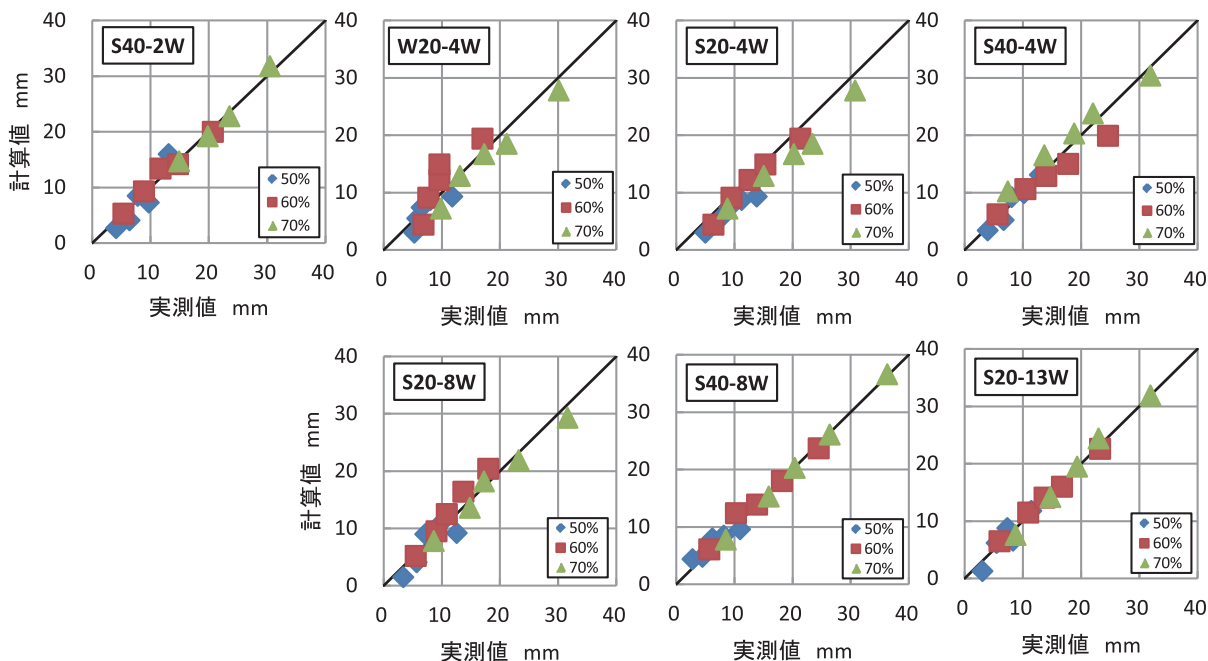


図8 養生条件別の中性化深さの実測値と計算値の比較

合には、中性化深さと促進期間だけでは明確な傾向は示せなかったが、中性化深さと累積質量変化とで表すことにより中性化進行の傾向を確認することができた。

3.4 中性化深さの推定

累積質量変化量と中性化深さとの関係より求めた回帰式 $y=ax$ の係数 a について、養生別の傾向を図7に示す。湿潤養生4週においては、係数 a の値は養生方法にかかわらず0.1～0.3程度であった。係数 a と水セメント比の関係は、封かん養生の期間が長くなると、その値は大きくなり、水セメント比の違いによる差が明確になる傾向にあった。これらより

求めた係数 a と累積質量変化量から算出した中性化深さの計算値と実測値の比較を図8に示す。相関係数は概ね0.9以上のよい対応を示しており、中性化深さの推定が可能なが分った。

4. まとめ

水セメント比と湿潤養生条件を要因とした促進中性化試験を行い、質量変化量を測定した。湿潤養生条件の影響および水セメント比によるばらつきもあり、本実験範囲では明確な傾向までは判断できなかった。促進中性化試験における

累積質量変化量は中性化深さと明確な関係がみられ、中性化深さを推定できる可能性が認められた。

中性化深さは、測定者や呈色の境界判断などの要因で測定値のばらつきが生じやすいが、質量変化量は比較的誤差が生じにくい測定といえる。コンクリートの各種物性試験において、質量測定は定常的に行われており、測定した試験結果の判断材料として用いられている。例えばフレッシュコンクリートの試験時においては、単位容積質量を測定しておくことで、コンクリートの配(調)合の妥当性の判断が可能である。圧縮強度試験においては、同一形状寸法の供試体であれば、質量が大きいほど強度は高く出る傾向にある。また凍結融解試験においては、サイクル経過ごとの動弾性係数を測定と同時に質量変化を測定し供試体表面の変状と共に記録をしている。特に長期の物性を見る耐久性試験において質量変化の測定を行うことは、変状の確認や試験環境の変化なども知り得る重要な項目である。今後、促進中性化試験においては中性化深さの推定の実用化へ向けて質量変化を活用できればと考えている。

【補足】

本実験に関しては2013年度日本建築学会大会学術講演会(北海道)にて発表予定である。

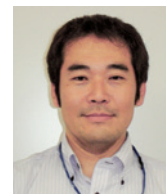
【参考文献】

- 1) 岸谷孝一：鉄筋コンクリートの耐久性，鹿島建設技術研究所出版部，pp.13-35，1963.2
- 2) 上村克郎：乾燥と中性化によるモルタルの収縮と重量変化(1)，(2)セメント・コンクリートNo.207，pp.2-6，1964およびNo.208，pp.12-20，1964
- 3) 島崎，阿部：質量測定によるPCaコンクリートの中性化深さの推定の試み，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.491-492，2008.9
- 4) 阿部，島崎：コンクリートの中性化の進行と質量増加の関係に関する検討，第9回韓日建築材料施工Joint Symposium，pp.341-344，2008.8

*執筆者

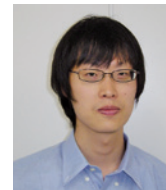
中村 則清(なかむら・のりきよ)

経営企画部 調査研究課 主幹
コンクリート診断士
従事する業務：調査研究業務



若林 和義(わかばやし・かずよし)

材料グループ
一級建築士
従事する業務：建築材料(無機系)
に関する試験業務



● 品質性能試験のご案内 ●

▶ 材料系試験

モルタル系材料，コンクリート系材料，ボード類，床材料，屋根葺き材料，石材，高分子材料などの素材，建材の物性試験および化学分析などを行っています。また，家具・建具類などの各種性能試験を行っています。

- 無機系材料(セメント，骨材，コンクリート，石材・れんが・タイルなど)
- 有機系材料(塗料・シーリング材・ルーフィング材，接着剤・塗材，プラスチック材料など)
- 家具・建具類，ボード類



インストロン型万能試験機



ドア開閉繰返し試験装置

お問い合わせ：中央試験所材料グループ TEL 048-935-1992 FAX 048-931-9137

れんが組積体の性能試験

(発行番号：第12A3142号)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

1. 試験の内容

株式会社 安井建築設計事務所から提出された「糸魚川駅既存れんが車庫」に用いられていたれんが組積体について、以下に示す項目について試験を行った。

- (1) プリズム吸水率試験
- (2) プリズム圧縮強度試験
- (3) ダイアゴナル圧縮(せん断)強度試験
- (4) 目地モルタルの引張付着強度試験

2. 試験体

試験体の記号, 寸法・形状を表1に, 試験体を図1～図4に示す。

3. 試験方法

(1) プリズム吸水率試験

試験は, JIS R 1250「普通れんが及び化粧れんが」の7.4吸水率試験に準じて行い, 吸水率は次式によって算出し, 四捨五入によって少数点以下1桁に丸めた。

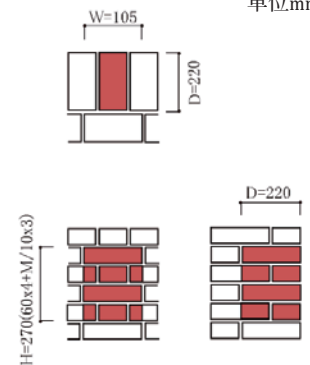
$$\text{吸水率 (\%)} = \frac{\text{飽水質量 (g)} - \text{乾燥質量 (g)}}{\text{乾燥質量 (g)}} \times 100$$

表1 試験体

試験体記号	試験項目	れんが寸法 mm	試験体寸法 mm	数量
①	プリズム吸水率	幅 : 105 長さ : 220 高さ : 60	幅 : 105 奥行き : 220 高さ : 270	1
②	プリズム圧縮強度		幅 : 105 奥行き : 220 高さ : 550	1
③	ダイアゴナル圧縮(せん断)強度		幅 : 550 奥行き : 335 高さ : 550	1
④	目地モルタルの引張付着強度		幅 : 105 奥行き : 105 高さ : 130	3
1				
2				
3				

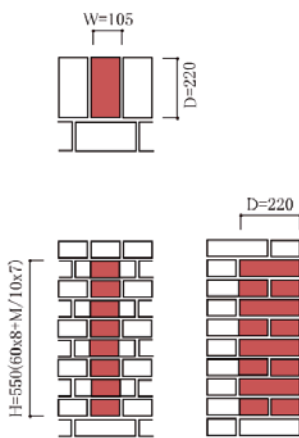
(注) 表中の記載内容は, 依頼者提出資料による。

単位mm



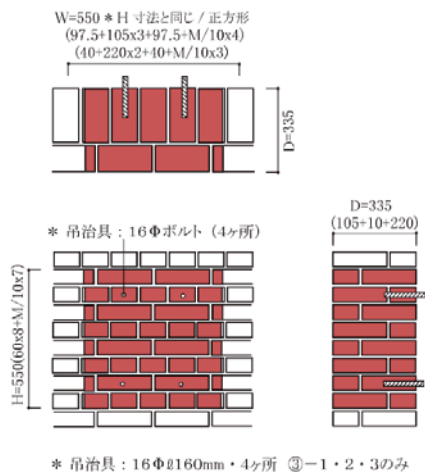
試験体記号：①
試験項目：プリズム吸水率

図1 試験体



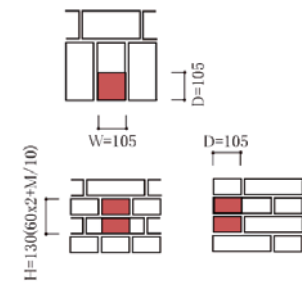
試験体記号：②
試験項目：プリズム圧縮強度

図2 試験体



試験体記号：③
試験項目：ダイアゴナル圧縮(せん断)強度

図3 試験体



試験体記号：④-1～3
試験項目：目地モルタルの引張付着強度

図4 試験体

(依頼者提出資料)

(2) プリズム圧縮強度試験

プリズム圧縮強度試験は、JIS R 1250「普通れんが及び化粧れんが」の7.5圧縮強度試験に準じて行い、圧縮強度は次式によって算出し、四捨五入によって少数点以下1桁に丸めた。

なお、試験体上下面には、せっこうを用いてキャッピングした後、1000kN構造物試験機（使用レンジ：1000kN）を用いて実施した。試験実施状況を写真1に示す。

$$\text{圧縮強度 } \sigma_B \text{ (N/mm}^2\text{)} = \frac{\text{最大荷重 (kN)} \times 1000}{\text{加圧面積 A (mm}^2\text{)}}$$

$$\text{加圧面積 A (mm}^2\text{)} = \frac{\text{試験体上面の面積 (mm}^2\text{)} + \text{試験体下面の面積 (mm}^2\text{)}}{2}$$



写真1 試験実施状況

(3) ダイアゴナル圧縮（せん断）強度試験

写真2に示すように、試験体を45°傾けた後、加力ジグを介して対角線上に圧縮荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。この間、変位測定を行うとともに、試験体の状況を目視観察した。

なお、加力は、1000kN構造物試験機（使用レンジ：1000kN）を用い、変位の測定は、試験体の対角線上2箇所（鉛直方向及び水平方向）について、電気式変位計（容量：25mm、感度：500×10⁻⁶/mm、非直線性：0.1RO%）及びデータロガーを使用して行った。

また、次式よりせん断応力度及びせん断ひずみを算出した。

$$\text{せん断応力度 } \tau \text{ (N/mm}^2\text{)} = \frac{P \times 1000 / \sqrt{2}}{A}$$

$$\text{縦ひずみ} = DG1 / 668\text{mm}$$

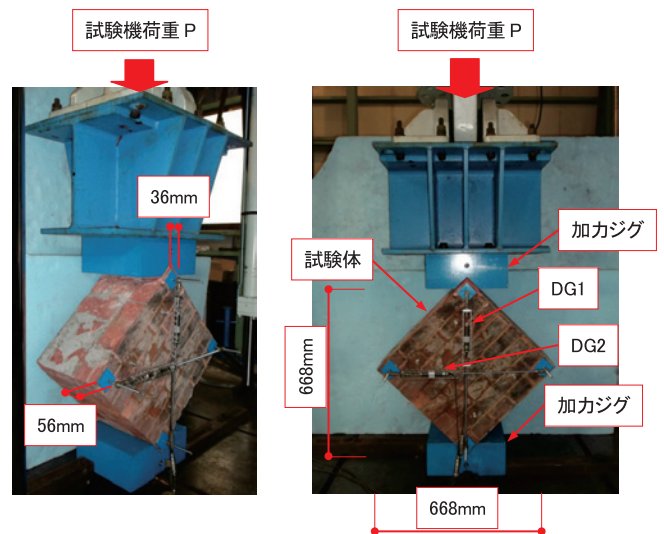
$$\text{横ひずみ} = DG2 / 668\text{mm}$$

$$\text{せん断ひずみ} = \text{横ひずみ} - \text{縦ひずみ}$$

ここで、P：試験機荷重（kN）

$$A：\text{断面積 (mm}^2\text{)} = 550\text{mm} \times 335\text{mm} = 184250\text{mm}^2$$

DG1, DG2：電気式変位計



(注) 変位の向きは、開き(+), 縮み(-)とした。

写真2 試験実施状況

(4) 目地モルタルの引張附着強度試験

写真3に示すように、試験体上下面に加力ジグをエポキシ系接着剤で固定した後、引張荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。この間、試験体の状況を目視観察した。

なお、加力は、20kN万能試験機（使用レンジ：20kN）を用いて行った。

また、次式より目地モルタルの引張附着強度を算出した。

$$\text{目地モルタルの引張附着強度 } \sigma_b \text{ (N/mm}^2\text{)} = \frac{\text{最大荷重 (kN)} \times 1000}{\text{目地モルタルの附着面積 A (mm}^2\text{)}}$$

ここで、目地モルタルの附着面積 A (mm²) は、全断面有効とし、試験体寸法とした。

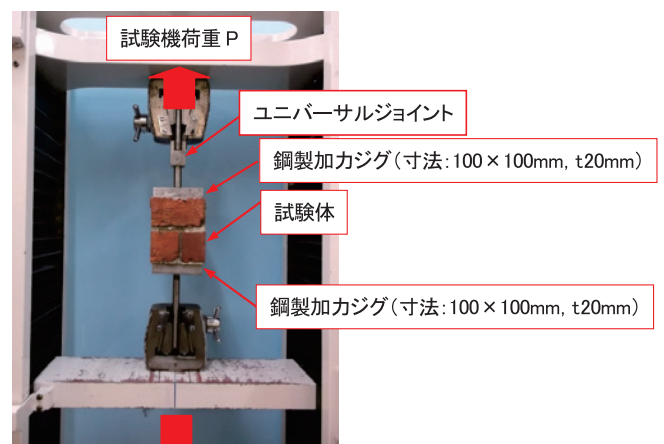


写真3 試験実施状況

4. 試験結果

(1) プリズム吸水率試験結果

(a) 試験結果を表2に示す。

(2) プリズム圧縮強度試験結果

(a) 試験結果を表3に示す。

(b) 破壊状況を写真4に示す。

(3) ダイアゴナル圧縮(せん断)強度試験

(a) 試験結果を表4に示す。

(b) せん断応力度-ひずみ曲線を図5に示す。

(c) 破壊状況を写真5に示す。

(4) 目地モルタルの引張付着強度試験結果

(a) 試験結果を表5に示す。

(b) 試験終了後の試験体の状況を写真6に示す。

表2 試験結果

試験体記号	試験項目	乾燥質量 g	飽水質量 g	吸水率 %
①	プリズム吸水率	12940	14090	8.9

表3 試験結果

試験体記号	試験項目	試験体上面の面積 mm ²	試験体下面の面積 mm ²	加圧面積 (A) ₂ mm ²	最大荷重 (Pmax) kN	圧縮強度 (σ _B) N/mm ²
②	プリズム圧縮強度	23783.0	22766.7	23274.9	321.6	13.8

(注) 試験体上面及び試験体下面の面積は、幅及び奥行き寸法を3箇所実測し、平均して算出した。



写真4
破壊状況
試験体記号: ②
Pmax=321.6kN



写真5
破壊状況
試験体記号: ③
Pmax=630.7kN
・せん断破壊

表4 試験結果

試験体記号	試験項目	断面積 (A) ₂ mm ²	最大荷重時					破壊状況
			荷重 (Pmax) kN	せん断 応力度 (τ max) N/mm ²	縦ひずみ ×10 ⁻⁶	横ひずみ ×10 ⁻⁶	せん断 ひずみ ×10 ⁻⁶	
③	ダイアゴナル 圧縮(せん断) 強度	184250	630.7	2.4	-2548	290	2838	せん断破壊

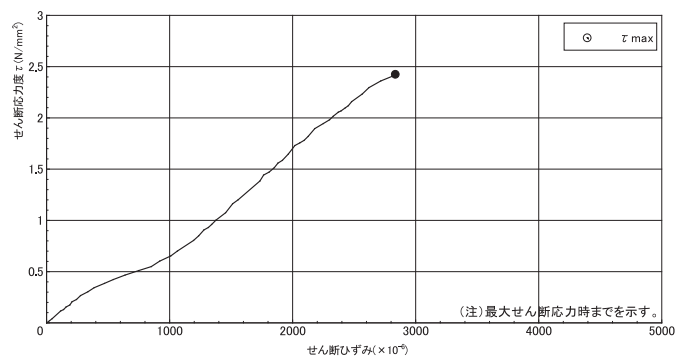
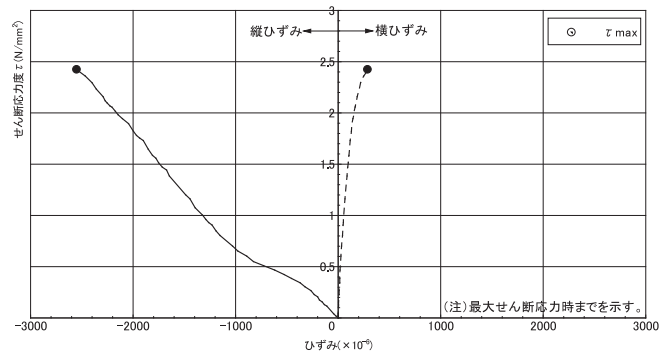


図5 せん断応力度-ひずみ曲線

表5 試験結果

試験体		試験項目	断面積 (A) mm ²	最大荷重 (Pmax) kN	引張付着強度 (σ_b) N/mm ²	破壊状況
記号	番号					
④	1	目地モルタルの 引張付着強度	11025	13.4	1.2	れんがの引張破断
	2			17.1	1.6	れんがの引張破断
	3			2.3	0.2	セメントモルタルの付着破壊

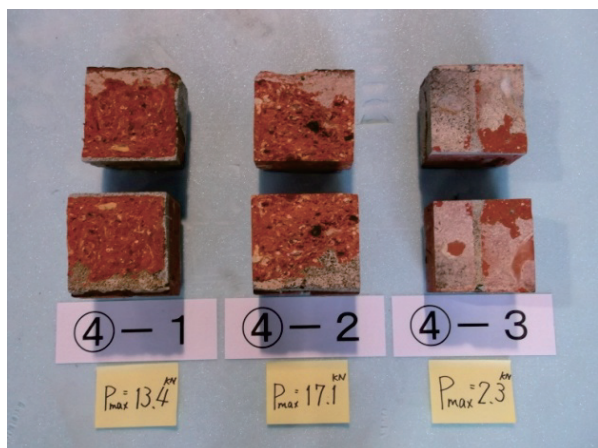


写真6 破壊状況
試験体記号：④-1, ④-2及び④-3

5. 試験の期間, 担当者及び場所

期 間 平成25年 1月 7日から
平成25年 1月10日まで

担 当 者 構造グループ
統括リーダー 川 上 修
統括リーダー代理 赤 城 立 也 (主担当)
主 任 上 山 耕 平
高 橋 慶 太

場 所 中央試験所

コメント

今回、(株)安井建築設計事務所から依頼された「れんが組積体」の性能試験を紹介した。

この組積体は、糸魚川市のシンボリック的存在であった糸魚川駅・赤れんが車庫(1922年竣工)の一部であり、北陸新幹線工事に伴って2010年に解体されたものである。しかし、糸魚川駅前のモニュメントとして一部分を保存することになり、組積体の諸物性値確認として実施したものである。

れんがは、もともと西洋の建築資材であり、国々で積み方が異なり、フランス積み、イギリス積み、ドイツ積み、オランダ積み等の国名で呼ばれている。本試験体は、右図に示すようにれんが寸法：幅105mm×長さ220mm×高さ60mmを長さ方向と幅方向の段を交互に積んでいくイギリス積み(目地幅10mm)の組積造の構造体から切り出されたものである。

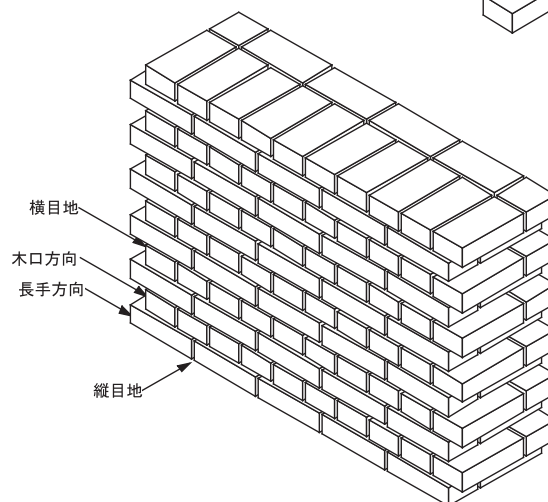
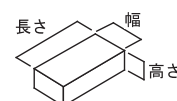
この組積造は、約1世紀前に建てられたものであり、れんが・目地モルタル等の経年変化、切り出し位置、搬入時の振動等を考慮しても、試験結果のような値が得られている。

構造グループでは、このほかにもさまざまな構造部材の性能試験に対応しているのでお気軽にお問い合わせいただきたい。

【お問い合わせ】

構造グループ

TEL：048-935-9000 FAX：048-931-8684



(文責：中央試験所 構造グループ
統括リーダー代理 赤城 立也)



長年にわたる研究室での学生指導を通じて蓄積されたノウハウを標語にまとめたものの連載だが、第4回は、情報収集と資料集めの注意事項である。

(4)「資料集めの方法」編

No.28：「他人の知識も情報源」

知りたい情報を全部自分で知っていなくても、だれがそれに詳しいかが分かっているならば、情報が欲しい時はその人に聞けばよい。若い学生諸君にとっては、安易に他人に聞く前に、効率が悪くてもまず自力で勉強する努力をすべきであるという教育面も無視できないが、実務をこなす段になると「これは専門外なのでわかりません、じっくり勉強させて下さい」などと悠長なことは言えず、幅広い範囲を全部自分でマスターしようとするれば破綻を来す。だから他人の情報は大いに活用したいが、そのためには正確な情報源をつかむことが大切である。また、引用であることとその情報源は、明示しておく必要がある。間違っても盗用と思われるような事態を招いてはいけない。

No.29：「どこが違うかはっきり示せ」

さまざまな仕事の中には全く新規に始めるものもあるが、過去の蓄積の上に新しい知見を積み重ねていく作業が多くを占める。過去の視点や作業手法に固執して新しいことに適応できないのでは困るが、既存の知識・成果は充分に学び、それを活かしていくのは当然である。

この場合、①過去の成果の正確な引用、②現在の目的やその後明らかになった事実と照らし合せた際の問題点の明

確化、③変更を加える理由・根拠の明示、④オリジナルからの変更箇所がわかる表示、という手順を踏む必要がある。過去に述べられていたこと(引用部分)と、自分で考えた部分や過去の成果を改変した部分とは、明確に区別しておく。これが曖昧では、自分の成果としては発表できない。

既往の内容に修正を加えた場合は、どこが変わったかがはっきり分かるようにしておく。会議で修正版だけ配布されても変わった箇所が分からず、長文のごく一部だけを修正した資料はまるで間違い探しクイズである。会議でそんな資料が配布された時には「これじゃ『ウォーリーをさがせ!』だね」と皮肉を言うが、通じているのだろうか。

23 書類はすべて簡条書き
論文・報告書・事務連絡等の「記述的」な文章を書く際には、全体構成や各パラグラフに書くべき内容を、簡条書きの状態です分に練ってから、実際の文章に書き下ろして行くものである。

23 書類はすべて簡条書き
論文・報告書・事務連絡等の「論理的」な文体で書く際には、全体構成や各パラグラフに書かれた内容を、簡条書きの状態です分推察してから、実際の文章に書き下ろして行くべきである。



訂正後：これではまるで間違い探しクイズ

23 書類はすべて簡条書き
論文・報告書・事務連絡等の「論理的」な文体で書く際には、全体構成や各パラグラフに書かれた内容を、簡条書きの状態です分推察してから、実際の文章に書き下ろして行くべきである。

修正した箇所がはっきり分かるようにしておく

修正箇所は明示せよ

No.30：「分からぬ言葉はすぐ辞典」

分からないことはすぐに辞典や事典で調べる習慣を付けよう。特に英語やカタカナ用語は、もとの意味を知らずに単なる記号として丸暗記するのは間違いのもとである。

辞書の類を調べる際には、パソコンの画面ではなく物理的にページをめくった方が、目的とする単語以外の情報が自然に目に入るから良い。とはいうものの、つついパソコンに頼ってしまうが、それでもネット情報ではなくインストールしてある広辞苑や百科事典を引くようにしたい。パソコンが便利といっても、要は情報源の選択である。

類似の標語に「知らない言葉は広辞苑」・「百科事典が愛読書」などがある。以前、ある条件の用語(例えば開口部関係の用語)をすべて洗い出すといった類の作業をするために、建築大事典を1冊買って16分冊に分解し、それぞれに表紙を付けたことがある。同時並行作業のためだが、これは携帯にも甚だ都合がよいサイズだったので、1冊ずつ持って帰って電車の中で目を通すのはとても良い勉強になった。

No.31：「しないちごくにむはさんと／略語は元の意味を知れ」

小学校の実力試験に授業時間に出たのと同じ問題が出る

ということがあった。空白部分にあてはまる言葉を選んで数字で答える問題で、何の科目のどんな内容かは全く覚えていないが、答は順に「4・7・1・5・9・2・6・8・3・10」であった。クラスでいつもひょうきんな(名古屋弁では「おちょけとる」という)ことばかり言っていたK君が、「知らないちごくに、むはさんと」と七五調で繰り返していたのでクラスの全員が覚えてしまい、この問題はほぼ全員正解。

一般に内容を理解しない丸暗記は効率が悪い。さまざまな記号・略号の類も、元の意味を理解して覚えるようにすれば間違いは減る。新たな言語を覚える場合も、既知の言語との共通性を念頭に置けば、かなりの語彙のおぼろげな意味の想像が付く。ラテン語系の言語は特にそうである。

現代では外来語が見境なく多用されているが、意味を考えずに単なる音の記号として覚えている人が多いため、間違えた例が多々みられる(テレビでもかなりのインテリがfeatureのことをfutureと言っていた)。

ステンレスが今ほど普及する前の昔話だが、ステンレスのことを「ステレンス」だと思い込んでいた人がいた。ステイン(染み・汚れ、オイルステインは油性着色料)＋レス(～がない、ホームレス・ワイヤレス等)という意味を知っていれば間違えようがない。

No.32 : 「情報調べはオリジナル」

情報を収集する場合も、孫引きは極力避け、オリジナルを必ず調べるべきである。他人の引用を孫引きした場合、転記ミスや誤植、さらに故意の作り替えの危険性もある。

以前、スチールサッシの変遷を調べていた際に「田島壺號氏が我が国で初めてスチールサッシバーを造った時に、現在なら多段ロールで成型するところを、ロール機械が1台しかなかったのでローラーを何度も嵌め替えながら成型した」という内容が「吹替えロール法」として記載されていた。妙な名前だと思いながらそのまま論文等に発表していたが、ずっと後になってこの名称に疑問を感じ、念のために原文を調べ直したところ、同じ文献の別のページに「嵌替えロール」と記載されており、「吹替え」が誤植であることが判明した。何ごとについても、ちょっとした疑問を軽視せず、オリジナルを丹念に調べる必要性を痛感し、多いに反省した次第。

No.33 : 「インターネットを信用するな」

調べ物をする際に、インターネットは確かに便利な情報源だが、すべてが信頼できるとは到底思えない。正確な情報を調べるには信頼に足る情報源をうまく探し当てねばならない。根拠のない個人の考えを書いたものではなく、建材試験センター 建材試験情報 7'13

公的機関やまともな企業の公式ホームページなど、信用できる情報源を見分ける能力と根気が要求される。

またネットで得た情報はあくまで概略カタログと認識し、それを手掛かりにしてオリジナルの情報を入手する努力が必要である。そもそも無料で入手可能な情報にそんなに価値があるはずがないと思った方が安全である。

以前、研究室のゼミ発表で自分のレポートの文字が読めない学生がいたので、これは自分で書いたのかと聞いたら、そうだと見えすいた嘘を言う。読み方がわからなくてワープロでものが書けるはずがないじゃないか、と追究したら、インターネットで見つけた文章を切り貼りしたものであることを白状した。昨今の学生レポートに見られる傾向だが、単に「提出義務を果たす」だけで何の勉強にもならぬ物を提出する風潮は看過すべきではない。

No.34 : 「類似研究漏れなく洗え／昔の卒論参照するな」

すでに他人がやったことを、そうと知らずに繰り返すほど無駄なことはない。過去に行なわれている研究や著作について、研究開始前に一通り調べておくことは常識である。

卒業論文は代々の卒論生諸君の汗の結晶であることは言うまでもないが、いわば「素人」の学生が書いたもので、提出時期が来れば未完成でも研究を打ち切らざるを得ないという点も否定できない。分野にもよるが、卒業研究が大学院生の指導の元に共同で実施され、指導した大学院生の修士論文に統合されている場合も多い。修士論文は、さすが研究室に3年いただけあって、完成度は比べ物にならない。これをさらに洗練させ、学会発表、投稿論文、委員会等の報告書、雑誌記事、さらに書籍などにまとめたものの方が完成度が高いことは言うまでもない。

しかし、こうした類似情報の品質の差は部外者には判断が難しく、たまたま検索に掛かったものを引用してしまう場合もあろう。事情を知った者からは、何もその論文を引用しなくてもこっちの方が充実してますよ、と言いたくなるケースもある。真鍋研究室の成果物を引用する際には、少なくとも筆者の存命中は、必ず問い合わせして下さい願います。

No.35 : 「映画は貴重な情報源」

人が使用する建物や道具などは、物というハードだけでなく、使い方というソフトの裏付があってはじめて成立する。使い方は、その国・地方などの文化圏で長い年月の経験の蓄積で成立しているものであり、その文化圏ではごく当たり前のことでも、他の文化圏の人にとっては決して当たり前ではなく、そもそも物自体が存在しないこともある。

こうしたことを学ぶにはその文化圏で生活するのが一番よいが、現実にはそうも行かない。その点、外国映画はなかなか参考になる。漫然と筋を追って見るのではなく、生活やしぐさをじっくり見て、例えば建築や道具をどうやって使っているのかを観察しよう。外国語の勉強にも映画は有効で、どんな状況でどんな職種と共に発せられる言葉なのか自然に分かる。この場合、当然ながら吹き替えではなく字幕が前提である。テレビの映画番組も副音声と字幕で見よう。



映画の仕種で文化が分かる

No.36：「文書は必ずコピーせよ」

大事な書類は万が一の毀損や紛失に備えて、バックアップのコピーを取っておくのは常識である。オリジナルの資料をくしゃくしゃにして「使って」いる者がいるが、特に共同研究の場合、資料は私物ではないのだから、作業にはコピーを使うべきである。研究室の論文類も、製本ができたなら保存用に書架に保存し、継続研究等の作業には2穴ファイルに仮綴じたワーク用を使うようにしていた。これなら書き込み等も自由であり、作業用に気楽に「使う」ことができる。類似の標語に「カタログは2部請求」がある。収集したカタログ類は、資料として使えば傷みが不可避だが、図版作成には書き込み等のない新品のカタログも欲しい。従ってカタログは2部請求することをルール化していた。ただし技術資料や分厚い総合カタログ、コストが掛かっていそうな豪華なカタログなどは、遠慮して1部だけ請求しておくのがマナーである。壁紙やタイル等は、うっかりサンプルを請求すると、かさばって邪魔になる(けど惜しくて捨てられない)。

ただしこうしたカタログ請求も、電子化で過去の話になった。印刷媒体で入手する場合、資料は2部請求せずとも、すぐにスキャンしておけば良い。

カタログは重要な情報源であり、変遷史研究では多くの企業のカタログ請求をしてきた。しかし過去のカタログを

系統的に保存している企業は少なく、個人の所有物として残っているケースが多かった。カタログの電子化で保存は容易になったはずだが、企業内で系統的に残す意志とメンテナンスの体制がなければ資料として保存される保証はなく、むしろ消滅の危険性は増えたともいえよう。

No.37：「借りた資料はすぐ返せ」

借りた資料はいつまでも借りたままにしておいてはいけない。大切な資料を返すのを忘れていたり、毀損や紛失などという事態があつては、今度から貸してもらえなくなる。

大事な資料を借りた場合、コピーをとる許可が得られたら、必要なページをコピーして、原本はすぐに返そう。たとい「卒論が終ってからで結構」と言われても、用が済んだら忘れないうちにさっさと返すのが礼儀である。貸した方は心のどこかで気にしており、手許に置けば保管責任がある。

大学の研究室は、学生が卒業してしまうと、その個人が覚えていただけの情報は伝承されないという、極めて不安定な組織である。大学に限らず、情報は共有化し伝達可能にしておかねばならない。特に対外的継続事項は、なるべくその年度単位で完結するようにしておく必要がある(連載第2回No.11：「いつ死んでも良いように」参照)。

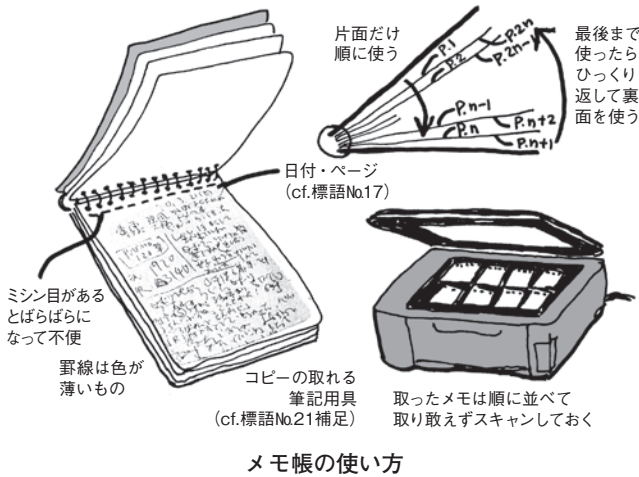
卒論生が、ある業界人から貴重なスクラップブックを借りたまま、卒論をなかば放棄して卒業と同時に結婚してしまったことがある。そんな大事なものは当然ながら借りたらずすぐにコピーを取って、原本は即座に返してあるものと信じていたのだが、結婚式前日になって持ち主から相当強い剣幕で催促の電話があつた。地方での挙式前で本人に連絡が取れず、研究室じゅう探してやっと発見して何とか返却することができた。式には呼ばれていたが、式の前に花嫁にそのことを伝えて泣かせてしまったのは、大人気なかつたと反省。

No.38：「気付いた事はすぐにメモ」

アイデアでも連絡事項でも、何かに気づいたら忘れないうちにメモを取っておこう。大事なことこそ頭でしっかり覚えておく、という主義の人もあるようだが、忘れる危険性は不可避だから、必ず形にしておきたい。運転中など、すぐにはメモが取れない場合も無論あるが、そういうときでもなるべく早めにメモに残す努力をしよう。ボイスレコーダという道具もあるが、どういう方法にするかは好みの問題であろう。

会議に限らず、飲み会の席でも面白い話を聞いたらずちにメモ、設計製図の講評でも講師の話が面白かったらメモ、後から見るかどうかということより、曖昧な概念が文字化

によって整理され、頭に残る。取ったメモはワープロ入力、それが面倒だったら後で読むかどうかは気にせずスキャナに並べてパソコンに取り込んでおけば良い。



No.39 : 「気付いた時はすぐ写真」

建築ディテールに興味を持つ立場からは、いろいろな物が気になり、いつも新しい発見がある。建物が消えて更地になってから、ここには何が建っていたかと首を捻ることが少なくない。今度撮ろうと思っていても次にはなくなっている場合もある。町を歩いていてちょっと気になるものがあつたら、迷わず写真を撮っておこう。無論、禁止行為や迷惑行為にならぬよう注意する必要があることは言うまでもないが、こっそり撮った方がトラブルにならないと判断する場合もある。

従ってカメラは常時携帯する必要があるが、デジカメになってからは便利になった。カメラに音声記録の機能があれば撮影メモを吹き込んでおけば良いが、メモ代りの情報を含むカットを撮っておくのも有効。小生にとって、カメラは携帯電話と同様、むしろそれ以上に、必需品となっている。木口子平ではないが「真鍋先生ハ死ンデモかめらヲ放シマセンデシタ」などと後で書かれたら光栄である。

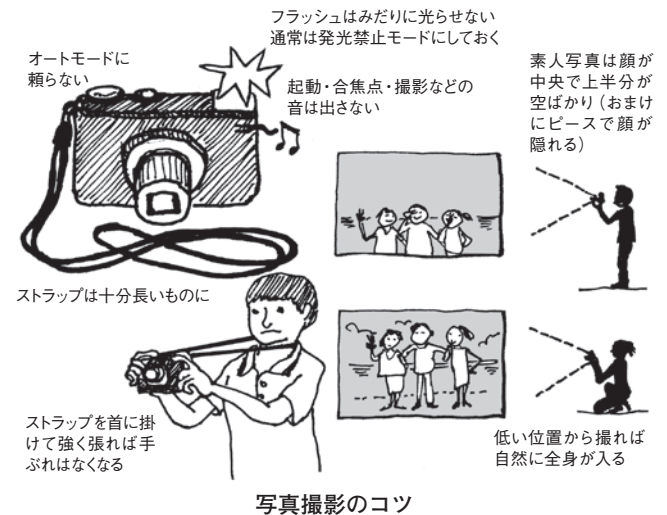
なお、そんなに多量の写真をどうやって整理するのかとよく聞かれるが、撮影年月日と内容を端的に示す名前のフォルダに入れておくだけで良い。テーマが異なれば1コマだけでも1つのフォルダにする。フォルダ名をテキストに書き出しておけば、検索は容易である。ただしフォルダ名やファイル名を書き出すツールは、何故か Windows にはないので、ちょっとした工夫が必要ではある (連載第1回 No.04 : 「写真は撮ったらすぐ整理」参照)。

No.40 : 「事ある毎に集合写真」

何かの行事に、全部で何人いたのか、特定の人物がいた
建材試験センター 建材試験情報 7'13

のかどうか等を調べようと思っても、研究室のカメラには「ピース」している個人のアップ(この場合の「アップ」は「クローズアップ」の略ということはお存じでしょう)ばかり。周囲の情景や出席者の全体像が写っていないのでは、資料性は低い。ある程度以上の人数が集まった時には、全員が入った写真を撮っておこう。記念に残す写真もそれぞれ1枚で済む。筆者は、現役教員時代には例年、学生を連れて海外建築視察に行っていたものだが、要所ごとに点呼を兼ねて「集合写真！」コールを掛けるようにしていた。

全員の写真は、やむを得ない場合は仲間のだれかが撮影することになるが、撮影者が交替してまた撮ったのでは、同じような写真を2枚残さないで記録にならない。2枚の写真をフォトショップ等で合成することも可能だが、三脚がないとコマによって角度が違うし(だいいち三脚があればそれを使って全員で撮れば良い)、人は必ず動くため、写真の合成はひどく根気の要る仕事になる。旅行中などで三脚がないか、使うのが億劫な場合は、カメラをどこかに置いて全員の入った写真を撮る方法もある。通行人に頼んでも良いが、手振れや、画面の上半分が空で足が切れる(素人は顔を中央にする傾向があるから上半分が空か天井という写真になる)というリスクを覚悟せねばならない。



写真撮影のコツ

プロフィール

真鍋恒博 (まなべ・つねひろ)

東京理科大学 嘱託教授



専門分野: 建築構法計画, 建築部品・構法の変遷史
主要著書: 「建築ディテール 基本のき」(彰国社), 「図解建築構法計画講義」(彰国社), 「図説・近代から現代の金属製建築部品の変遷—第1巻・開口部関連部品」(建築技術), 「住宅部品を上手に使う」(彰国社), 「省エネルギー住宅の考え方」(相模書房), 「可動建築論」(井上書院) ほか

⑤ 建材に要求される耐風性能と水密性能 耐風圧性試験方法について（1）

1. はじめに

「耐風圧性試験」とは、風に対する強度試験ということになります。しかし、この試験では大型送風機のような試験装置で風を発生させ、試験対象物に当てて試験を行うことはほとんどありません。

その理由としては次の点が挙げられます。

① 壁や屋根といった面積が大きい建材を試験する場合、大面積で送風できる装置が必要

建物に使用される壁や屋根材は大きな面積を有することが一般的です。これら建材の強度試験を行う場合、少なくとも葺き材や壁材を固定する柱間隔以上の長さを有する試験体が必要になります。これは固定間隔が短いほど強度が強くなるためです。試験体によってはこの距離が4mを超えることもあるため、全体に風を当てるためには大変大きな風洞実験装置が必要になります。

② 大型送風機で風を発生させた場合、風速分布が得意やすい

軸を中心に羽根を回転させる構造の送風機は、シロッコファンといわれるタイプのものと比べて大きな風速を得ることができますが、軸に近い部分（中央付近）では風速が速く、軸から離れるにつれて風速は遅くなることが知られており、試験体全面に一律な風を当てることは困難です。また、シロッコファンのような送風機では大面積で送風できるものはほとんどありません。

③ 大型送風機で負圧側の風を発生させることは非常に困難である

建物には正圧（室外側から室内側方向への圧力）と負圧（室内側から室外側方向への圧力）の両方向の耐風圧強度が要求されます。一般に建物の風上側は正圧に、風下側は負圧になるといわれています。実際には、この負圧は室内外の圧力差に起因するもので風が通ることによって起こるものではありません。送風機では正圧側の風を起こすことしかできないため、負圧側の評価ができなくなります。このため、試験体を裏返しにして反対側から風を当て負圧を再現する方法も考えられますが、実際の風が影響を及ぼすのはあくまで室外側に面した部分ですので、裏返しにした室内側の面に風を当てると実際とは異なることとなります。

④ 送風機を用いて定量的な試験を実施するのは難しい

送風機からの風は整流板等を利用しては少なからず乱れます。このため、試験体各部位の変位やひずみは安定しづらい状況となります。ただし、定性的な試験として、部材が壊れるまたは飛んでしまうなどの状況を確認する試験としては有効です。

以上が送風機を用いた試験が実施されない理由です。通常、耐風圧性試験は動風圧試験装置を使用します。この装置は実際の風によって生じる正圧と負圧を試験体に対し等分布かつ安定的に載荷ができる装置です。送風機とは違い、変位・ひずみ等の測定が安定的に行えることおよび試験体全体に均等な圧力を加えることができることから、この装置による試験が一般的であり、JISとして規定されています。耐風圧性試験を行う対象としては、壁、屋根、建具が代表的なものです。ここでは建具について紹介します。

2. 建具の耐風圧性試験方法

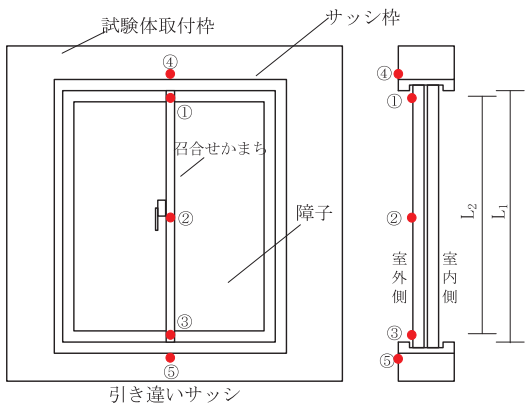
建具の耐風圧試験方法はJIS A 1515「建具の耐風圧性試験方法」に規定されています。代表的な建具としてサッシ、ドアセットがあり、それぞれの評価基準は、サッシはJIS A 4706、ドアセットはJIS A 4702に規定されています。

評価基準には耐風圧等級が定められていて、等級ごとに最高圧力（表1）が異なります。試験では対象となる建具に見合う等級を選択し、圧力を加え、試験体の観察、変位計を用いた当該部位の変位測定及び圧力載荷後の開閉の異常の有無を確認します。

サッシには、引き違い、片引き、上げ下げ、内外倒しなどさまざまな開閉形式があります。図1に示した引き違いサッシ

表1 耐風圧性試験の最高圧力(サッシ、ドアセット共通)

等級	最高圧力 (Pa)
S-1	800
S-2	1200
S-3	1600
S-4	2000
S-5	2400
S-6	2800
S-7	3600



●は変位測定位置、数字は変位測定位置

図1 耐風圧性試験測定ポイント

はその中でも代表的なもので、多くの建物に使用されています。この引き違いサッシでは、変位の測定を5ヵ所行い、測定ポイント①～③は召合せかまち3点の変位、④、⑤は試験体取付枠の変位を測定します。ここでいう、召合せかまちとは左右の戸を閉めた時に重なり合う中央部にある垂直部材をいいます。測定で得られた値から、召合せかまちの変位およびたわみを算出することができます。

ここでの召合せかまちの変位とは、図2の鉛直断面図に示すように、風圧力を受けた時の召合せかまち中央部の面外方向への変位量をいいます。

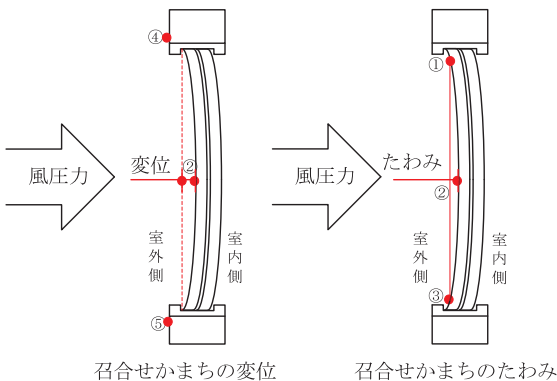


図2 召合せかまちの変位およびたわみ概略図

召合せかまちの変位は図1および図2に示す②、④、⑤における測定値を(1)式に代入し算出することができます。さらに、この変位を内のり寸法で割ることにより、召合せかまちの面外変位率として求めることができます。なお、内のり寸法とは上下サッシ枠の内側の距離(L₁)をいいます。

$$D_i (\text{変位}) = ② - (④ + ⑤) / 2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{面外変位率} = D_i / L_1 \dots\dots\dots (2)$$

続いて召合せかまちのたわみについて説明します。このたわみは、図2に示すように召合せかまち単体の面外方向への

たわみ(反り)の程度を求めています。

召合せかまちのたわみは①、②、③における測定値から(3)式を用いて算出することができます。また、このたわみを標線間距離で割ることにより、召合せかまちの面外たわみ率として求めることができます。ここでの標線間距離とは、①、②、③を結んだ直線距離(L₂)をいいます。

$$D_e (\text{たわみ}) = ② - (① + ③) / 2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{面外たわみ率} = D_e / L_2 \dots\dots\dots (4)$$

JIS A 4706で要求される召合せかまちの変位率の評価基準は1/70で、その数値を超えた場合は、試験圧力に対して十分な強度を保持していないことになります。例えば内のり寸法(L₁)2000mmのサッシではその変位は約28.6mmとなります。実際に試験で1/70を超えてしまったサッシを見たことがあります。実際の建物でそのような状況になったとすると、サッシがかなり膨れた形になるので恐怖感を抱くと思います。また、たわみ率はガラスが6.8mm以上を用いている時のみ1/100という評価基準が適用され、6.8mm未満のガラスの場合は参考値となります。

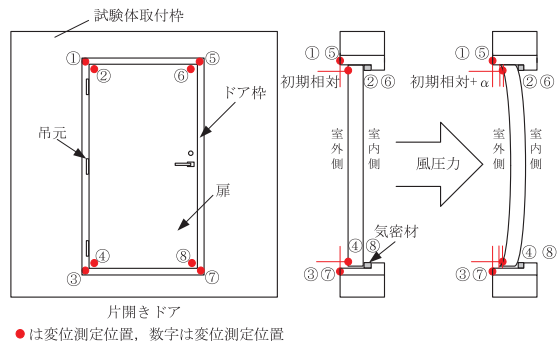
次にドアセットについて説明いたします。

図3は一般的な片開きドアを示したものです。奇数番号の測定ポイントはドア枠、偶数番号は扉の隅角部を測定します。各測定値を次式で計算すると、相対変位として算出することができます。

$$A = ② - ① \dots\dots\dots (3) \quad B = ④ - ③ \dots\dots\dots (4)$$

$$C = ⑥ - ⑤ \dots\dots\dots (5) \quad D = ⑧ - ⑦ \dots\dots\dots (6)$$

ここでの相対変位とは、ドア枠と扉の相対距離をいいます。風圧力を受ける前の初期相対距離を基準とし、風圧力を受けて扉が移動した距離(α)を相対変位として求めています。なお、評価基準は15mm以内でドアが閉まる方向のみが対象となります。開く側は参考値になります。



●は変位測定位置、数字は変位測定位置

図3 相対変位の概略図

今回は壁・屋根の耐風圧性試験を紹介します。

(文責：中央試験所 環境グループ 主幹 松本 知大)

室内空気関係 JIS の改正原案作成について

— 改正原案作成委員会の審議・検討概要報告 —

その2；室内空気測定に関する JIS

1. はじめに

前回紹介したとおり、建材からの汚染化学物質の放散量測定方法および室内空気中の化学物質の濃度測定方法に係る JIS、23 規格 (表 1 参照) について、JIS の改正見直しの検討と、改正が必要なものについて改正原案の作成を行った。検討および改正作業は、平成 23 年度～24 年度の 2 カ年で、当センター内に組織した 2 つの委員会、「建材等からの放散測定法 JIS 改正委員会」(委員長：田辺新一 早稲田大学教授)、「室内空気測定法 JIS 改正委員会」(委員長：加藤信介 東京大学教授)において、対応する国際規格の最新動向等を踏まえて実施した。

この内容を、報告書 (参考文献参照) を基に、前回 (2013 年 6 月号) に引き続いて報告する。今回は、室内空気測定に関する JIS 10 件の検討内容、ならびに検討を進める中で課題となった用語等の統一に関する検討について記述する。

2. 室内空気測定 JIS と対応国際規格

室内空気測定に関する JIS は、表 1 の太枠内の 10 規格である。これらの JIS と ISO との関係を図 1 に示す。規格の作成に当たっては、シックハウス問題に早急に対応する必要があり、国際的な動向も視野に入れ ISO/TC146 (大気) /SC6 (室内空気) で提案・検討されている ISO 規格、または ISO の規格が成案になる前の CD (committee draft), DIS (draft International Standard), FDIS (final DIS) などの規格原案を基に、国内の施策、研究動向も反映しつつ JIS 化が進められた。この際に参考とした ISO 原案は、その後修正などを経て IS として制定・発行されている。また、IS が見直し時期を迎えて改正されたものもあることから、最新国際規格の調査を行い JIS の内容を見直す必要が生じていた。

なお、ISO/TC146/SC6 の日本国内事務局は、当センターが担当している。

3. 室内空気測定 JIS の改正審議の概要

「室内空気測定法 JIS 改正委員会」において、検討対象の JIS 10 規格に関して審議を行い、その結果に基づき改正原案を作成した。JIS A 1968, JIS A 1969 を除く 8 規格に関しては対応国際規格 (ISO) が存在するため、JIS 原案作成時に参照した国際規格 (原案含む) と最新国際規格との比較による変更点等の調査を行い、その結果を基に、日本の国内法規および技術水準に矛盾しない範囲で、ISO との整合を考慮している。ただし、齟齬が生じる項目に関しては、ISO に一致させずこれを修正した。また、JIS 制定当時に国際規格 (原案含む) を直訳したため、JIS として文章が適切でないものがあることから、必要に応じて修正を行った。なお、改正作業に当たっては、ISO に修正案を求めることが望ましいと考えられる点がいくつか見受けられた。今後、必要に応じて ISO 規格の改正について提案を行う必要があると考える。

このほかに、改正原案の作成において JIS Z 8301 (規格票の様式及び作成方法) に合わせて、例えば備考を本文または注記に変更する等の修正も行った。

審議結果について、次にまとめる。規格数が多いことから、誌面の都合上規格の詳細説明は省略し、改正に係る審議の内容のみ紹介する。

(1) JIS A 1960 (室内空気サンプリング方法通則)

本 JIS は、ISO/DIS 16000-1 を基に作成されており、その後、ISO 16000-1 が 2004 年に制定され、DIS から ISO 化される際に本文の修正が行われており、これを JIS 改正原案に反映させる必要があった。ISO 化の際に ISO 本文の構成が大きく変更されており、JIS 改正原案は ISO の本文の項目番号と一致するように配慮している。また、文章が移動されたものについても、内容を確認した上で移動した。

そのほかに見直しを行った主な内容を示す。

・3 室内環境の特徴

関連する ISO で、同じ意味と解釈できる言葉について

表1 室内空気に関する JIS の一覧

(太枠内は今回説明する規格)

	JIS 番号 ¹⁾	標 題
建材等からの放散測定に関する JIS	JIS A 1460:XXXX	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
	JIS A 1901:2009	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チャンバー法
	JIS A 1902-1:XXXX	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第1部: ボード類, 壁紙及び床材
	JIS A 1902-2:XXXX	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第2部: 接着剤
	JIS A 1902-3:2006	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第3部: 塗料及び建築用仕上塗材
	JIS A 1902-4:XXXX	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC), ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散量測定におけるサンプル採取, 試験片作製及び試験条件—第4部: 断熱材
	JIS A 1903:2008	建築材料の揮発性有機化合物 (VOC) のフラックス発生量測定法—パッシブ法
	JIS A 1904:XXXX	建築材料の準揮発性有機化合物 (SVOC) の放散測定方法—マイクロチャンバー法
	JIS A 1905-1:XXXX	小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—第1部: 一定ホルムアルデヒド濃度供給法による吸着速度測定
	JIS A 1905-2:XXXX	小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—第2部: ホルムアルデヒド放散建材を用いた吸着速度測定
	JIS A 1906:XXXX	小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法—一定揮発性有機化合物 (VOC), 及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物濃度供給法による吸着速度測定
	JIS A 1911:XXXX	建築材料などからのホルムアルデヒド放散測定方法—大形チャンバー法
	JIS A 1912:XXXX	建築材料などからの揮発性有機化合物 (VOC), 及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物放散測定方法—大形チャンバー法
室内空気測定に関する JIS	JIS A 1960:XXXX	室内空気のサンプリング方法通則
	JIS A 1961:XXXX	室内空気中のホルムアルデヒドのサンプリング方法
	JIS A 1962:XXXX	室内及び試験チャンパー内空気中のホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物の定量—ポンプサンプリング ²⁾
	JIS A 1963:XXXX	室内空気中のホルムアルデヒドの定量—パッシブサンプリング
	JIS A 1964:XXXX	室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) のサンプリング方法 ²⁾
	JIS A 1965:XXXX	室内及び放散試験チャンパー内空気中揮発性有機化合物の Tenax TA(R) 吸着剤を用いたポンプサンプリング, 加熱脱離及び MS 又は MS-FID を用いたガスクロマトグラフィーによる定量 ²⁾
	JIS A 1966:XXXX	室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) の吸着捕集/加熱脱離/キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析—ポンプサンプリング
	JIS A 1967:XXXX	室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) の吸着捕集/加熱脱離/キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析—パッシブサンプリング
	JIS A 1968:XXXX	室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) の吸着捕集/溶媒抽出/キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析—ポンプサンプリング
	JIS A 1969:XXXX	室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) の吸着捕集/溶媒抽出/キャピラリーガスクロマトグラフ法によるサンプリング及び分析—パッシブサンプリング

1) 西暦が XXXX のものは, 改正原案を作成した JIS 2) 下線部は, 規格名称を変更した箇所

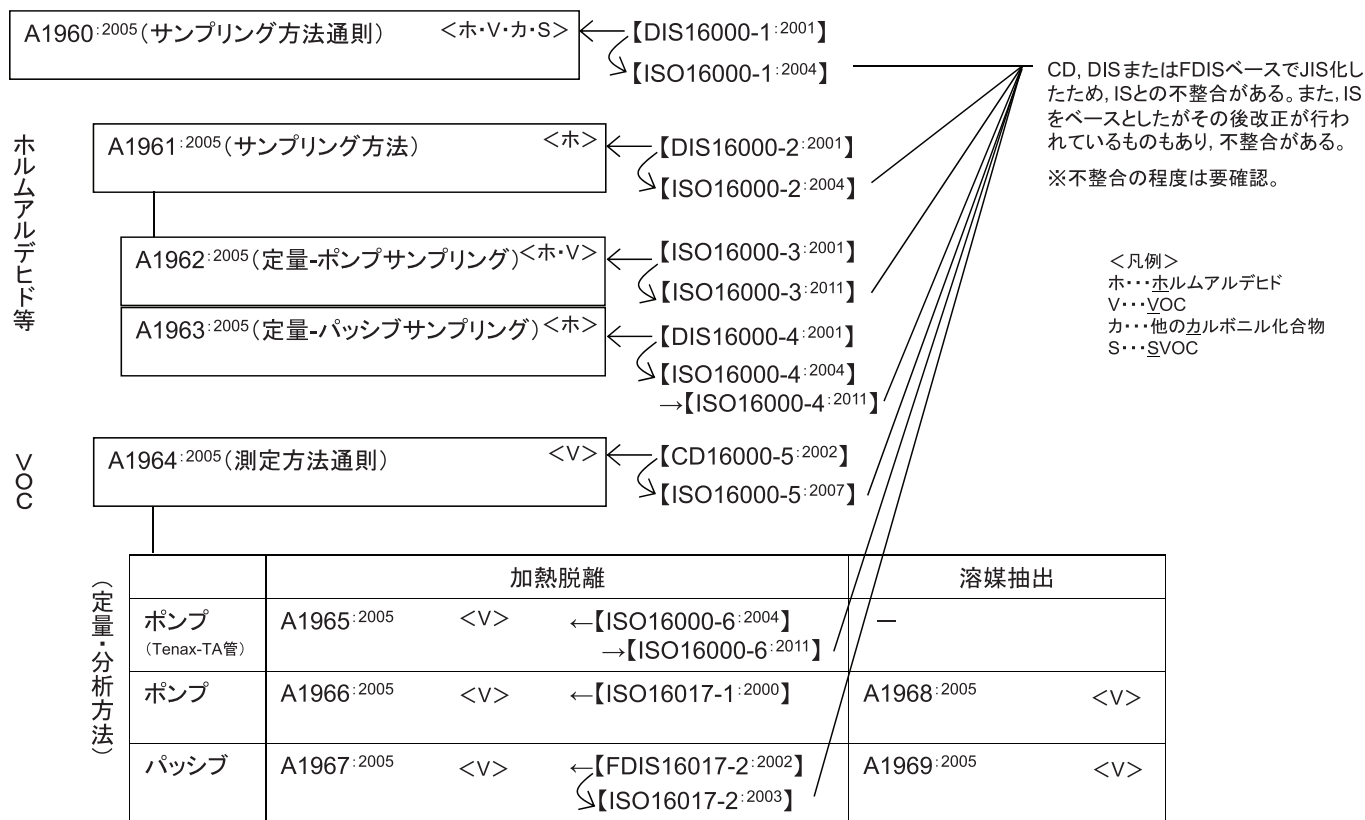


図1 室内空気測定に関するJISおよびISOとの関係

boundary conditions (ISO 16000-1) と environment conditions (ISO 16000-5) と異なる表現が用いられている (JIS A 1964 の 6.2 は後者) 。本JISではISO通り「境界条件 (boundary conditions) 」とした。

式 (1) など、記号に関してはISOの変更に従った。なお、用語や記号の統一に関して、関連するJIS全体での見直しを行っており、今後最終的な調整が行われる可能性がある。

・5 サンプルング手順

ISOの加筆により、場合によっては外気用のサンプルング方法を室内用のサンプルングに使用可能であるという文言を追加した。

・7 サンプルング頻度

ISOの加筆により、サンプルングの継続時間を決定する要素として対象物質の潜在的な健康影響、測定目的を加えた。

ISOの「tetrachloroethene」は旧JISでテトラクロロエタンと訳されていたが、テトラクロロエチレンに修正した。

・8 サンプルング場所

ISOはサンプルング高さを床から1～1.5mとしているが、旧JISでは「建築物衛生法」の空気環境の測定方法に基づき0.75～1.5mと変更している。この内容はそのまま引き継ぐこととした。ISOでは、いすに座った状態を想定して床からの高さを規定していることに対し、JISではさらに、畳などの床面に直接座した状態までを含めて0.75～1.5mとしている。諸外国においても、フローリング床に直接座した生活環境が特異とは言えず、また、異なる生活様式の文化圏でもそのままISOを用いることができるように、ISOにサンプルング高さの範囲拡大を進行することが有用である。

・附属書C (参考) 物質及びその発生源

ISOに従い、表C.1の追加修正を行った。なお、WHOのガイドライン値についてはISOでは mg/m^3 、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が混在していたため、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に統一した。

表C.1のスチレンについて、ISOには $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ (臭気用評価時間30分)と記載されているが、旧JISおよび旧ISOの内容を残すこととした。ISOの参考文献を確認したところ、ISOの誤記ではないかと考えられる。

今回、JIS A 1960とJIS A 1964について一部物質の名称をそろえたが、関連する他のISOではこれらの物質は別の名称で記載されていた。記載名称の統一は困難と思われるが、CAS番号を併記することにより物質名称の混乱は避けられると考えられる。

(2) JIS A 1961 (ホルムアルデヒドサンプリング方法)

本JISは、ISO/DIS 16000-2を基にJISが作成されており、その後、ISO 16000-2が2004年に制定され、DISからISO化される際に本文の大幅な修正が行われており、これをJIS改正原案に反映させた。このISO化の際に本文の構成が大きく変更され、JIS改正原案はISOの本文の項目番号と一致するように配慮している。また、文章が移動されたものについても、内容を確認した上で移動した。

そのほかに見直しを行った主な内容を示す。

・3 ホルムアルデヒドの発生源及び発生

ドイツの実態調査に関する文章は、旧JISでは附属書B (参考) に載っていたがISOに合わせてこちらへ移動した。また、日本国内の実態として、国土交通省の新築住宅実態調査 (2000～2005年) を追加した。

・4.3 長期間のモニタリング

ISOの加筆に従い、パッシブサンプラについてJISで記述されているものを推奨する文言、繰り返し測定に関する文章を追加した。

・4.4 スクリーニングテストの方法

ISOの加筆に従い、追加測定が不要になる場合もあるという文言を追加した。

・5.2 測定の目的及び条件 5.2.1 一般事項

「30分換気後に対象室内を5時間以上密閉し」の記述を、ISOの変更により15分換気後に閉鎖するかどうかを審議の対象となった。審議の結果、国内のガイドライン (国土交通省、厚生労働省、文部科学省) との整合性を保つために「15分以上」という内容に変更を行った。一方、ISOにおいて8時間閉鎖としているものを、日本の測定

実態に合わせて現在の内容通り5時間以上とした。なお、WHOガイドライン値への適合性を確認するためには8時間以上の閉鎖が必要となる。

・5.2.2 WHO ガイドライン値への適合性を確認するため

ISOに従い、換気時間を15分間とする文言を追加した。

・5.2.3 最高濃度を求めるため

旧JISの「特殊条件下で発生する濃度」という文言を、ISOに従い「最高濃度 (maximum concentration)」に修正した。なお、JIS A 1964の6.2.4では同じような条件を指す言葉として「special conditions (特殊条件)」という用語が用いられている。

・5.5 サンプリング場所

ISOはサンプリング高さを床から1～1.5mとしているが、JIS A 1960と同様、0.75～1.5mをそのまま引き継ぐこととした。

・5.6 結果及び不確かさの報告

式(1)など、記号に関してはISOの変更に従った。用語や記号の統一に関して関連するJIS全体での見直しを行っており、今後最終的な調整が行われる可能性がある。

・5.7 測定値の品質保証

旧JISでは不確かさを決める方法としてJIS Q 17025を記載していたが、ISOに従いGUMを記載した。

・附属書B (参考) 重要な発生源及び濃度の概要

ISOに従い、ホルムアルデヒド発生源として内燃機関を追加した。

・附属書C (参考) 自然換気されている部屋における換気とホルムアルデヒド濃度の関係

図C.2の横軸に (換気後8時間) という記述があるが、誤記と考えられるため削除した。また、10分間開放とあるが、WHOガイドラインに従えば15分間開放が正確ではないかと考えられる。

・附属書E (参考) スクリーニングテストの例

測長形検知管について、日本でよく使用されている検知管が含まれるように改定した。

(3) JIS A 1962 (定量-ポンプサンプリング)

本JISは、第1版として制定されたISO 16000-3:2001を基にJISが作成されており、その後、当該ISOが2011年に改正されているため、これをJIS改正原案に反映させた。

大きな改正点としては、クロトンアルデヒドもアクロレインと同様に本法では精確に定量することができないことが分かったため、対象となるカルボニル類14種類からクロ

トンアルデヒドが外されて、13種類になったことである。また、旧JISにおいて、ISOにない内容を追加し“MOD/追加”となっていたいくつかの技術的な項目が2011年のISO改正で取り入れられたため、表現などをISOに合わせて修正した上で、IDTとした。さらに、これまでISOと整合を取っていなかったいくつかの点について、日本国内でも受け入れられるとの考えで、ISOと整合を取った形に修正している。なお、以上に伴い規格名称を一部変更した。

そのほか、ISOと整合を取った事項、または変更した事項について、主な内容を示す。

- ・ サンプル後の分析までの保存期間を、ISOと整合させ、2週間から30日に変更した。旧JIS作成時には、実験室内における保存に対するデータを基に、安全側の観点から冷蔵庫における保存を2週間以内と定められた。しかし、冷蔵条件での試験報告がないことからISOと整合させない根拠に乏しいため、今回の改正において、ISOと合わせて保存期間を30日に変更した。
- ・ 数式および記号を、ISO規格における変更に合わせて変更した。
- ・ 計算に用いる温度条件を、ISO規格における変更に合わせて25℃から23℃に変更した。

(4) JIS A 1963 (定量—パッシブサンプリング)

本JISは、ISO/FDIS 16000-4を基に作成されており、その後制定されたISO 16000-4:2011との整合性確認を軸とし、必要に応じて改正を行った。

見直しを行った主な内容を示す。

- ・ パッシブサンプラの作製
ISOでは紙フィルタタイプのサンプラ作製方法を規定していることに対し、旧JISでは、これに加えて粒状シリカゲルタイプのサンプラ作製方法についても規定していた。これは、我が国の行政機関によるモニタリング調査において、粒状シリカゲルタイプのサンプラも用いられている実状に鑑み、JISに規定したものである。一方で、要求事項を満たすものであれば既製の市販サンプラの使用を許容しており、一般的には市販サンプラを試験に供することで比較的効率よく一定の精度が確保できる。このため、サンプラを試験実施者が自ら作製することは極めてまれなものと推察されることから、粒状シリカゲルタイプの作製方法を割愛し、ISOへの一致を図った。
- ・ サンプリング高さ
ISOはサンプリング高さを床から1.5mとしているが、

JIS A 1960と同様、0.75～1.5mをそのまま引き継ぐこととした。

- ・ HPLCの分析手順

当該事項は、ISO/FDIS 16000-4では規定されていなかった項目であるが、試験規格として分析手順についての標準化も望まれるとして、我が国から追加を改正要望し、国際規格に反映された事項である。しかしながら、分析手順があまりに詳細に規定されていることに加え、現在の分析事情にあつて必ずしも汎用的とはいえない内容となっていることから、ISOの記述を簡素化して対応することとした。こうした点に関しては、国際規格に再度反映させるべく日本からあらためて改正を求めてゆくべきと考えられる。

- ・ パッシブサンプリング性能試験の試験温度

附属書JA(参考)は、パッシブサンプラの性能試験に関する試験条件、試験方法等について記述されている。この中で、試験温度に関しては25℃となっており、国際規格では23℃を基準とする場合が多いことから、これに整合を図ることが検討されたが、あくまで参考情報であること、および実際の測定条件での温度換算が可能であることから、現行通りの記述とすることとした。

(5) JIS A 1964 (VOCサンプリング方法)

本JISは、ISO/CD 16000-5:2002を基に作成されており、その後制定されたISO 16000-5:2007との整合性確認を軸として必要に応じて改正を行った。なおISO化の際に本文の構成が大きく変更されており、JIS改正原案はISOの本文の項目番号が一致するように配慮している。文章が移動されたものについても、内容を確認した上で移動した。また、以上に伴い規格名称を一部変更した。

そのほかに見直しを行った主な内容を示す。

- ・ 3 揮発性有機化合物(VOC)の定義

ISOの加筆に従い、表1に飽和蒸気圧の欄を追加した。また、この値は常温での数値であるという注釈を日本独自に追加した。

- ・ 4 発生源と発生状況

ISOの大幅改稿に従い、訳文の修正および追加を行った。追加部分は、主としてVOC発生源について言及している。

- ・ 5.2 短期間測定

ISOの加筆に従い、サンプリング時間を1時間未満から数時間と定義した。また、流量と捕集量についての文章を追加した。

・ 5.3 長期間測定

ISOに従い、パッシブサンプラに関する記述の一部を削除した。また、旧JISの5.3スクリーニングテストは、項目全体がISOに従い削除された。

・ 6.2 測定目的と環境条件

関連するISOで、同じ意味と解釈できる言葉について boundary conditions と environment conditions と異なる表現が用いられている (JIS A 1960の3は前者)。この項目ではISO通り「環境条件 (environmental conditions)」としたが、本文中には boundary conditions という言葉が見られる。

また、JIS A 1961と同様、「30分換気後に対象室内を5時間以上密閉し」の記述を、ISOの変更により15分換気後に閉鎖するかどうかを審議され、「15分以上」という内容に変更した。

・ 6.2.2.2 自然換気の室内について

ISOに従い、換気時間を15分間とした。

・ 6.2.4 特殊条件下で発生する濃度を求めるため

JIS A 1961では同じような条件を指す言葉として「maximum concentration (最高濃度)」という用語が用いられているが、本項ではISOの“concentration occurring under special conditions”の直訳を用いた。“boundary conditions”, “environmental conditions”と同様、用語の統一を行うときの対象となる可能性がある。

・ 6.2.5 発生源の特定

VOC発生源を探すための手法として、においの追加を行った。

・ 6.4 サンプルング時間と頻度

ISOの加筆に従い、表2に発生源の例を追加し、VOC放散例の欄を新設した。また、表中の濃度と時間に関する図の修正を行った。

・ 6.5 サンプルング場所

ISOはサンプルング高さを床から1～1.5mとしているが、JIS A 1960と同様、0.75～1.5mをそのまま引き継ぐこととした。

・ 附属書A (参考) 室内空气中で検出されるVOCの例

ISOの追記に従い、表A.1に飽和蒸気圧の欄を追加した。また、表中の化合物名称の修正を行った。

・ 旧JISの附属書Bおよび附属書Cは、ISOの改稿に従い削除された。

(6) JIS A 1965 (加熱脱離—Tenax TA[®] ポンプサンプリング)

本JISは、第1版として制定されたISO 16000-6:2004を基に作成されており、当該ISOの2011年の改正に合わせてJIS改正原案を作成した。ISO 16000-6:2011は、附属書Dが追加されるなどの改正が行われており、該当するJISの項目を見直すとともに、JIS全般の整合性を考慮した。

ここでは、今回議論を行った結果、ISOに修正提案をすることが望ましい項目を中心に、考慮した内容について記載する。

・ MS又はMS-FIDの表記

規格名称にもあるガスクロマトグラフィーの検出器を表す「MS又はMS-FID」について、MS-FIDという表記が、MSおよびFIDによる直列の分析、またはMSおよびFIDによる同時分析を示しているのか、混乱を招く恐れがある。ここでは、定性および定量分析を行う場合に、検出器としてMSを用いる、またはFIDを用いるのでは定性分析ができないことから、MSを使用して定性分析をしてからFIDによって定量を行うことを意味していると考えられる。

・ キャピラリーガスクロマトグラフ

JIS A 1966 (ISO 16017-1) およびJIS A 1967 (ISO 16017-2) では、名称に「キャピラリーガスクロマトグラフ法」が入っている。本JIS (ISO 16000-6) は、4.においてキャピラリーに限定していることから、名称にキャピラリーガスクロマトグラフ法を入れ、これらJIS (ISO) と整合性を図る必要があると考えられる。

・ 希釈溶媒

5.3において、使用する希釈溶媒について、クロマトグラフ用品質のものとしているが、我が国には該当する等級はない。しかしながら、対象とする単一または複数の化合物と共に溶出する化合物が含まれていない溶媒を使用すればよい。

・ 加熱脱着の条件

例として9.2および附属書Dで示されているが、トランスファーラインの温度などが統一されていない。

・ 濃度の換算の条件

12.2において、濃度の換算の際に使用する温度条件として23℃が例示されているが、JIS A 1966およびJIS A 1967の温度条件とは異なっているため、統一の必要があると考えられる。

・ 附属書D

今回の改正で附属書Dが追加となったが、本JISの適用範囲は揮発性有機化合物(VOC)であり、附属書Dで同時分析の対象としているVOCおよびSVOCについては適用範囲外である。

(7) JIS A 1966 (加熱脱離ーポンプサンプリング)

本JISは、2000年に第1版として制定されたISO 16017-1を基に作成されている。ISO 16017-1は制定以来、改正されておらず、今回の見直しではJIS全般のISOとの整合性を考慮し改正案を作成しているが、特筆するような大きな変更点はない。

なお、ガスクロマトグラフの感度について、6.8および附属書Bに示されており、旧JISでは0.5ngのトルエンを検出できるものとされていたが、今回の改正においてJIS A 1965と合わせることで、JIS A 1967とともに1ngに統一した。

(8) JIS A 1967 (加熱脱離ーパッシブサンプリング)

本JISは、ISO/FDIS 16017-2を基に作成されている。その後2003年のISO制定に伴い軽微な修正が施されているものの大幅な改正はされておらず、今回のJIS見直しではJIS全般のISOとの整合性を考慮し改正案を作成したが、特筆するような大きな変更点はない。

(9) JIS A 1968 (溶媒抽出ーポンプサンプリング)

本JISは、我が国の分析実状に鑑みて独自に制定されている規格である。今回の見直しに当たっては、制定から5年が経過したことから内容の技術的なレビューを行ったが、内容に大きな変更点はない。ただし他のJIS改正案にも共通するが、当該JISが新規制定されてから後、JIS Z 8301が大幅に変更されており現在のJIS規格票の様式にそぐわない記述があるため、この点を修正してJIS改正原案を作成した。

(10) JIS A 1969 (溶媒抽出ーパッシブサンプリング)

本JISは、我が国の分析実状に鑑みて独自に制定されている規格である。今回の見直しに当たっては、JIS A 1968と同様に、JIS改正原案を作成した。

4. 用語等の統一について

室内空気関連のJISは表1のように多数あり、これまで説明してきたように対応国際規格があるものも多い。これらのJISの中には同一の用語や記号が異なった定義で使用されている個所がある。各々のJISにおいて制定までに歴史や背景があり、用語に関してもさまざまな社会背景が反映されているのが実情であるが、ユーザーの観点では、重複する用語や記号等は極力統一することで規格相互の整合性を図ることが望ましい。

JISのさまざまな関連規格中にも見られる齟齬について、JIS相互の調整を行う際には、国際規格に沿った形での統一作業を進めることが望ましい。同時に、国内の関連法規との整合性にも配慮が必要である。国内の各種法規では、その条文中に各種の記号を用いており、JISがこれらとの統一を図ることは我が国での混乱を防ぐという観点では重要となる。

以上を勘案し、用語ならびに記号の改正作業の方針は、第一に、国内各種法規(建築基準法、施行令、品確法等)での使用例に極力適合させることとし、その上でISOとの整合性を配慮するとした。加えて、建材等からの放散測定に関するJISは多岐にわたり、用語や記号の変更が及ぼす影響は大きい。関連するJISを一度に改正することは、ほぼ不可能と推察されるため、改正時期となった関連JISを随時改正して用語ならびに記号の統一を図ることが現実的である。特に、建築基準法で用いられている「発散」とJISを始めとするその他規準等で使用されている「放散」や、品確法の中で記号Qは床組等に用いられる必要床倍率として使用され、建築基準法に関連する技術基準の説明資料ではQは換気量の記号として使用されているなど、法律間で用語や記号の重複もある。この点は充分議論をすべき点である。

このような問題点を鑑み、委員会の議論を踏まえて、用語の統一作業に関して次の方針を定めて進めることとした。

- a) 室内空気JISで用語の統一化を図り改正を行った場合、それ以降に改正対象となるJISは、用語に関して、用語の統一化を行ったJISを引用する方針を徹底し、年次進行で順次用語の統一を図る。
- b) 最大の懸念材料である「発散」と「放散」の統一は、社会的インパクトが大きく混乱を招くため、今回は議論の対象としない。

- c) 物理的・化学的意味や学術的な意味合いが明確な用語は、極力汎用的な表現で統一する。例えば、「空気、換気回数、換気量、風速、建築材料、放散速度、ガイドライン値、物質伝達率、建材負荷率、回収率、サンプル、空気捕集時間、試験片、試験時間、経過時間」等は一般的な表現で用語を再定義する。
- d) 化学物質の定義（揮発性有機化合物、高揮発性有機化合物、総揮発性有機化合物、等）に関しては、JIS A 1961～1969の定義を確定させ、それ以外の室内空気JISではJIS A 1965を引用する。

また、記号の統一作業は次の方針で進めることが確認された。

- a) 用語の改正と同様に、室内空気JISで記号の統一化を図り改正を行った場合、それ以降に改正対象となるJISは、記号に関して、記号の統一化を行ったJISを引用する方針を徹底し、年次進行で順次記号の統一を図る。
- b) 記号そのものの変更は、用語の変更に比べて社会的に大きなインパクトを持つとは考えられないため、JISの改正の際には、使用する記号を基本的にISOに合わせるとする。
- c) 本年度は、ISO 16000-9、23、24、25で使用されている記号とJISの対応に配慮することとし、原則として放散量は q 、換気量も q 、濃度記号は ρ を使用し、添え字で細分類を表現する。温度は T 、時間は t に統一する。

今回の検討においては、今後、用語等の統一作業を進めた場合に、建材等からの放散測定に関するJISの改正に与える影響を把握することを目的として、JIS A 1901を対象として作業を進めることを想定した事前検討を実施した。

5. おわりに

室内空気測定に関するJISの改正検討の結果と、用語ならびに記号の改正作業の方針について報告した。

今回、改正見直しの検討を行った結果、20規格の改正原案を作成した。今回改正の対象となったJISは国内のシックハウス対策のために多方面に利用されており、行政的な影響も大きいことから、今後も慎重な改正作業が必要となる。なお、住宅性能表示などの測定手順に関しては、厚生労働省シックハウス検討会の報告書が引用されているが、JISへの置き換えを行っていく必要があると考えられる。

用語及び定義、記号、単位、式などについては、JIS間、国際規格との整合、ならびに関連法規との整合に関する検討を開始したが、この結果を今回のJIS改正原案に全て反映することは難しいことから、改めて今年度（平成25年度）にこれらを反映させた改正原案を作成することを予定している。

また、今回の作業によってISOの規程内容にいくつかの齟齬が見つかった。今後、ISOの定期的な見直しが行われる際に、日本からTC146/SC6に対して修正提案を行っていく予定である。

【参考文献】

「経済産業省委託平成24年度社会環境整備型規格開発事業 室内空気関係の改正JIS原案の作成調査研究成果報告書」平成25年3月 一般財団法人建材試験センター

（文責：（一財）日本規格協会 宮沢 郁子
経営企画部 調査研究課 課長 鈴木 澄江）

コンクリートの基礎講座

I 材料編 「骨材」



第2回目はコンクリートの容積の大部分を占める「骨材」について紹介します。なお、本文の下線を付した用語は解説欄をご参照下さい。

1. 骨材とは

骨材とは、モルタルやコンクリートの骨(骨格)になる材料のことです。具体的には、モルタルまたはコンクリートを作るために、セメントおよび水と練り混ぜる砂利、砂、碎石・砕砂、スラグ骨材、再生骨材、軽量骨材やこれらと類似した材料の総称です。

骨材は、コンクリートの体積の約7割を占め、骨材の品質はコンクリートの諸性状に大きな影響を及ぼします。我が国は、全国に大きな河川が点在し、コンクリート用骨材として良質な河川産骨材の入手が容易でした。しかし、昭和40年代から良質な河川産骨材の入手が困難となり、最近では資源的・地域的な制約から、骨材の種類および使用方法は、多種多様化(例えば、天然骨材から碎石・砕砂、スラグ骨材に一部または全面的に移行。同一種類または異種類の骨材の混合使用。骨材の品質改善を目的とした混和材の併用。資源の有効利用の観点から再生骨材を使用など)しています。従って、使用する骨材の種類や品質に応じて、コンクリートの配(調)合条件を調整したり、施工方法等に配慮を要する必要があるといわれています。

なお、骨材の需要量は、1990年のピーク時には約9.5億トン(そのうちコンクリート用は約6億トン)でしたが、最近の需要量は約3.8億トン(そのうちコンクリート用は約2.6億トン)まで減少しています。

2. 骨材の種類と特徴

コンクリート用骨材は、粒の大きさによって粗骨材と細骨材に分類されます。粗骨材とは、5mm網ふるいに質量で85%以上とどまる骨材(概略5mm以上の骨材)のことです。一方、細骨材とは、10mm網ふるいを全部通り、5mm網ふるいを質量で85%以上通る骨材(概略5mm未満の骨材)を示

します。

また、採取場所・製造方法によって、天然骨材(砂利・砂)、碎石・砕砂、スラグ骨材、再生骨材、軽量骨材に大別されます。各種骨材の特徴は次のとおりです。

(1) 天然骨材(砂利・砂)

自然作用により岩石からできた骨材のことで、川、山、陸、海などから産出する砂利・砂の総称です。天然骨材の品質は、種類や産地によって大きく異なります。一般に、河川産骨材は、形状が球状であり、ワーカビリティの点でコンクリートに適しています。ただし、環境保全の観点から採取が規制され、供給量は年々低下し、近年の供給量は昭和40年代に比較して1/20程度まで減少しています。また、近年では海砂の採取規制に伴い、西日本での細骨材の確保が大きな課題となっています。

なお、砂利・砂は、粗骨材・細骨材と同義語として用いられることもありますが、砂利・砂は、あくまでも粗骨材・細骨材の一部です。

(2) 碎石・砕砂

岩石をクラッシャなどで粉砕し、人工的につくった粗骨材(碎石)・細骨材(砕砂)を示します。原石の岩種(岩石の種類)は20種類程度ありますが、安山岩、砂岩、石灰岩の3種類で全体の約7割を占めています。

碎石・砕砂は、一般に骨材強度が高く、セメントペーストとの付着も良いため高強度コンクリートに適しています。ただし、河川産骨材と比較すると、形状の関係でワーカビリティが低下する傾向があります。

なお、近年、天然骨材に替わり碎石・砕砂の使用量が増大し、粗骨材の約7割が碎石、細骨材の約3割が砕砂に移行しているといわれています。

(3) スラグ骨材

金属製錬などの際に副産するスラグ(滓)を原材料として人工的に作った細骨材・粗骨材の総称です。現在、日本工

業規格(以下、JISという)には、高炉スラグ骨材(粗骨材、細骨材)、フェロニッケルスラグ細骨材、銅スラグ細骨材、電気炉酸化スラグ骨材(粗骨材、細骨材)が規定されています。

高炉スラグ骨材(特に、粗骨材)は、天然骨材と比較すると、密度が小さく吸水率が大きいのが特徴で、他のスラグ骨材は、密度が大きく吸水率が小さいのが特徴です。

新しいスラグ骨材として、一般廃棄物や下水汚泥およびそれらの焼却灰を原料とした熔融スラグ骨材がありますが、原材料や用途が異なることから、JISでは前者をスラグ骨材、後者を熔融スラグ骨材と区別しています。また、資源の有効利用を目的として、フライアッシュを熔融固化したスラグ骨材の開発・研究も進められています。

(4) 再生骨材

再生骨材とは、構造物の解体などに伴って発生したコンクリート塊を原材料とし、破碎、磨砕、分級等の処理を行い製造したコンクリート用骨材の総称です。また、その品質によって、再生骨材H(高品質)、再生骨材M(中品質)、再生骨材L(低品質)の3種類に分類されます。

再生骨材Hは、高度な処理により、原骨材(当初の骨材)と同等以上の品質を有しており、レディーミクストコンクリートに使用することが可能です。ただし、内・外装材などの不純物を含む場合があります。一方、再生骨材Mや再生骨材Lは、骨材の周囲にモルタルなどが付着しているため、天然骨材に比較して、密度が小さく吸水率が大きいのが特徴です。これらの再生骨材は、レディーミクストコンクリートに使用することはできません。

なお、再生骨材Mを使用したコンクリートを「再生骨材コンクリートM」と称し、その用途としては、乾燥収縮や凍結融解の影響を受けにくい部位が想定されています。また、「再生骨材コンクリートL」は、裏込めコンクリートや捨てコンクリートなど、高い強度や高い耐久性が要求されない部材や部位に使用することを前提としています。

(5) 軽量骨材

コンクリートの質量の軽減、断熱などの目的で用いる普通の骨材よりも密度の小さい骨材の総称です。JISには、人工軽量骨材、天然軽量骨材、副産軽量骨材の3種類が規定されていますが、レディーミクストコンクリートに使用されているのは、人工軽量骨材の一部だけです。

人工軽量骨材は、部材の軽量化に伴う経済性の向上を目的として、土木・建築構造物用のレディーミクストコンクリートやカーテンウォールなどのプレキャスト製品用として広く利用されてきましたが、近年、その需要量は極端に低下しています。

なお、これまで9銘柄の人工軽量骨材が認定(旧建設省)されてきましたが、現在製造・販売されているのは2銘柄のみです。関連する団体・業界では、人工軽量骨材の新たな用途を求めて、開発・研究が進められています。

(6) 混合骨材

骨材の品質向上や資源の有効利用の観点から、複数の骨材を混合して使用する事例が増加しています。具体的な例としては、粒度分布を改善するため、粒度の細かい山砂に粒度の粗い砕砂を混合して使用する事例が挙げられます。混合骨材に要求される品質は、混合する骨材の種類によって異なり、JIS A 5308の附属書A(レディーミクストコンクリート用骨材)では、次のように規定しているので注意する必要があります。

①同一種類*の骨材を混合して使用する場合

混合後の骨材の品質が、それぞれの骨材の規定に適合しなければならない。ただし、混合前の各骨材の絶乾密度、吸水率、安定性およびすりへり減量については、それぞれの骨材の規定に適合しなければならない。

②異種類*の骨材を混合して使用する場合

混合前の骨材の品質が、塩化物量および粒度を除いて、それぞれの骨材の規定に適合しなければならない。

なお、混合後の骨材の塩化物量および粒度については、骨材の種類ごとに細かく規定されています。

*: JIS A 5308では、骨材の種類を、碎石及び砕砂、スラグ骨材(熔融スラグ骨材を除く)、人工軽量骨材、コンクリート用再生骨材H、砂利及び砂に分類し、異種類の骨材とは、例えば、「碎石及び砕砂」と「砂利及び砂」、「碎石及び砕砂」と「スラグ骨材」などの組み合わせを示します。

3. 骨材の品質規格

コンクリート用骨材の品質は、JISや関連学協会の示方書・仕様書に規定されています。ここでは、最も一般的なJISの内容について紹介します。JISに規定される品質規格の概要を表1に示します(詳細は各JISを参照)。

品質規格(品質項目、品質規格値)は、骨材の種類によって

表1 コンクリート用骨材の種類とJISに規定されている品質規格値の一例

種 別	記号	絶乾密度 g/cm ³ ※1	吸水率 % ※1	微粒分量 % ※2	規格番号	
天然骨材	砂利	—	2.5以上 (2.4以上)	3.0以下 (4.0以下)	1.0以下	JIS A 5308 附属書A
	砂	—	2.5以上 (2.4以上)	3.5以下 (4.0以下)	3.0以下 (5.0以下)	
碎石・砕砂	碎石	—	2.5以上	3.0以下	3.0以下 [5.0以下]	JIS A 5005
	砕砂	—	2.5以上	3.0以下	9.0以下	
高炉スラグ骨材	粗骨材	BFG	L : 2.2以上, N : 2.4以上	L : 6.0以下, N : 4.0以下	5.0以下	JIS A 5011-1
	細骨材	BFS	2.5以上	3.0以下	7.0以下	
フェロニッケル スラグ骨材	細骨材	FNS	2.7以上	3.0以下	—	JIS A 5011-2
銅スラグ骨材	細骨材	CUS	3.2以上	2.0以下	—	JIS A 5011-3
電気炉酸化 スラグ骨材	粗骨材	EFG	3.1 ≤ N < 4.0	2.0以下	5.0以下	JIS A 5011-4
	細骨材	EFS	4.0 ≤ H < 4.5	2.0以下	7.0以下	
再生骨材H	粗骨材	RHG	2.5以上	3.0以下	1.0以下	JIS A 5021
	細骨材	RHS	2.5以上	3.5以下	7.0以下	
再生骨材M	粗骨材	RMG	2.3以上	5.0以下	2.0以下	JIS A 5022 附属書A
	細骨材	RMS	2.2以上	7.0以下	8.0以下	
再生骨材L	粗骨材	RLG	—	7.0以下	2.0以下	JIS A 5023 附属書A
	細骨材	RLS	—	13.0以下	10.0以下	
人工軽量骨材	粗骨材	—	L : 1.0未満 M : 1.0以上1.5未満 H : 1.5以上2.0未満	—	—	JIS A 5002
	細骨材	—	L : 1.3未満 M : 1.3以上1.8未満 H : 1.8以上2.3未満	—	10以下	

注：※1：()内の値は、レディーミクストコンクリートの購入者の承認を得て採用できる規格値である。

※2：()内の値は、コンクリートの表面がすり減り作用を受けない場合の規格値である。また、[]内の値は、粒形判定実績率が58%以上の場合の規格値である。

表2 一般用途の場合の環境安全品質基準

項 目	溶出量 mg/L	含有量 mg/kg
カドミウム	0.01 以下	150 以下
鉛	0.01 以下	150 以下
六価クロム	0.05 以下	250 以下
ひ素	0.01 以下	150 以下
水銀	0.0005 以下	15 以下
セレン	0.01 以下	150 以下
ふっ素	0.8 以下	4000 以下
ほう素	1 以下	4000 以下

表3 港湾用途の場合の環境安全品質基準

項 目	溶出量 mg/L
カドミウム	0.03 以下
鉛	0.03 以下
六価クロム	0.15 以下
ひ素	0.03 以下
水銀	0.0015 以下
セレン	0.03 以下
ふっ素	15 以下
ほう素	20 以下

異なります。天然骨材および碎石・砕砂の場合は、原料(原石)が天然素材であるため、主な品質項目は、粒度・粒形、物理的性質、有害物質(不純物)に関する許容限度となります。

一方、スラグ骨材の場合は、原料が産業副産物であるため、粒度・粒形、物性等のほかに化学成分についても要求品質となります。さらに近年では、スラグ骨材のライフサ

イクル全般における環境安全性を踏まえて、有害物質の溶出量と含有量の上限值も規定(表2, 表3参照)されるようになっていきます。

再生骨材については、構造物の解体などにより発生したコンクリート塊が原材料であるため、別途、内・外装材などの不純物の上限值が規定されています。さらに、再生骨材HおよびMについては、アルミニウム片や亜鉛片などの両性金属の上限值に関する規定も設けられています。

なお、軽量骨材(人工軽量骨材)は、粒度・粒形、物理的性質、不純物に関する許容限度のほか、化学成分も要求されます。

4. 骨材の品質とコンクリートの性能との関係

(1) 骨材の粒度および寸法

細骨材の粒度は、フレッシュコンクリートの性状に大きな影響を及ぼします。粒度が粗すぎても細かすぎても問題があります。また、粒度が適切であれば、粗骨材の最大寸法が大きいほど、同程度のコンシステンシーを得るのに必要な水の量やセメントの量が低減でき、コンクリートの水和熱(温度上昇)や乾燥収縮の面からも利点が多くなります。

(2) 密度および吸水率

骨材の密度は、骨材を構成する鉱物および骨材中の空隙量によって異なります。密度は、コンクリートの配(調)合設計に必要な不可欠な指標ですが、造岩鉱物の違いに基づく密度の大小は、コンクリートの諸性能に悪影響を及ぼすことはありません。一方、同一岩種で吸水率(骨材内部の空隙量)が大きい骨材は、安定性損失質量やすりへり減量が大きく、いわゆる低品質な骨材の場合が多く、コンクリートの強度発現性や耐久性に悪影響を及ぼします。

なお、骨材は、複数の造岩鉱物で構成されていますが、造岩鉱物の密度は概ね $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上です。

(3) 単位容積質量および実積率

骨材の単位容積質量とは、容器に満たした骨材の質量を骨材の絶乾密度で除した値です。一般的には、最大寸法が大きい骨材ほど単位容積質量は大きく、また、同程度の粒度分布、同程度の密度の場合は、単位容積質量が大きいほど、実積率が大きく、骨材の粒形が優れていると判断されます。粒形の優れた骨材は、同程度のコンシステンシーを得るのに必要な水の量やセメントの量を低減することが可能であり、コンクリートに適しているといえます。

なお、碎石・砕砂は、粒形の良否を判断する指標として粒形判定実積率に関する規定が定められています。

(4) 有害物質(不純物)

骨材には、さまざまな有害物質(不純物)が含まれます。有害物質(不純物)の量が少量であれば、コンクリートの諸性状に大きな影響を及ぼすことはありません。しかし、有害量含まれると、フレッシュコンクリートの性状、強度および耐久性に悪影響を及ぼします。主な有害物質(不純物)とコンクリートに及ぼす影響との関係を表4に示します。

(5) その他

耐久性に優れたコンクリートを作るためには、化学的・物理的に安定しているとともに耐凍害性に優れた骨材を使用する必要があります。

骨材の耐久性は、安定性試験によって判断されていますが、安定性損失質量とコンクリートの耐久性の関係は、必ずしも整合しないという報告もあります。その他、骨材に要求される品質として、舗装版などコンクリートにすりへり抵抗性が要求される場合は、すりへり減量の少ない粗骨材が、耐火性を要求される構造物には、熱伝導率や熱膨張率が小さく、耐熱度の高い骨材が適しています。

近年、コンクリートの乾燥収縮が大きな話題となっています。コンクリートの乾燥収縮は、骨材の品質だけでなく、使用するセメントや混和材料の種類や品質、コンクリートの配(調)合条件などによって大きく異なります。従って、骨材の品質とコンクリートの乾燥収縮の関係を単純に論ずる

表4 主な有害物質(不純物)とコンクリートに及ぼす影響との関係

有害物質(不純物)	対象となる主な骨材※	コンクリートに及ぼす影響(有害量含まれる場合)
粘土塊	山陸産骨材	コンクリート中の弱点となり、強度や耐久性が低下する。
微粒分	天然骨材：泥分 碎石・砕砂：石粉 再生骨材：泥分、石粉	泥分(粘土、シルト)は、①単位水量の増加、②ブリーディング量の減少、③凝結時間の変化、④レイタンス量の増加が問題となる。石粉は、多すぎると泥分と同様な悪影響を及ぼすが、適度な粉末度・混入量であれば、強度の増進やワーカビリティの改善が期待できる。
有機不純物	河川産、山陸産骨材	フミン酸やタンニン酸などの有機物は、コンクリートの凝結を妨げ、強度や耐久性が低下する。
軟石	天然骨材 碎石・砕砂	軟らかい石片は、すりへり抵抗性を減少させるので、床版や表面の硬さが特に要求される場合に問題となる。
石炭・亜炭	山陸産骨材	石炭や亜炭に含まれる硫黄分の酸化の影響により、強度低下、耐磨耗性の低下、表面部が損傷する場合がある[かつては、運搬中(石炭を運搬した貨車を使用)に混入する場合もあった]。
塩化物	海浜産骨材 銅スラグ骨材(一部)	コンクリートの凝結、強度などに対する悪影響は少ないが、鋼材の腐食を促進させる(一部の銅スラグ骨材は、海水を用いて冷却している)。
有害鉱物	すべての骨材 (高炉スラグ骨材を除く)	最も代表的なものはアルカリシリカ反応性鉱物であるが、アルカリシリカ反応は、適切な抑制対策を講ずれば防止することが可能である。また、骨材中に化学的あるいは物理的に不安定な鉱物が含まれると、アルカリシリカ反応以外の原因によって、ひび割れやポップアウトなどの現象が生ずる場合がある。

※：有害物質(不純物)を含む可能性の高い骨材を示す。なお、軽量骨材は除外した。

表5 骨材の品質とコンクリートの乾燥収縮の一般的な関係

骨材の品質	コンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響
粒度・粒形 (主に細骨材)	粒度や形状が良いと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。(粒度や形状が適切だと、単位水量が低下し、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。間接的に影響する。)
粗骨材の実積率 粒形判定実積率	実積率や粒形判定実積率が大きい(粒形が良い)と、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。(粗骨材の粒形が良いと、粗骨材量が増加[モルタル量(セメントペースト量)が低下]して、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。間接的に影響する。)
吸水率	吸水率が小さいと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。
弾性係数	弾性係数が大きいと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。
吸水膨張率	吸水膨張率が小さいと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。
乾燥収縮率	乾燥収縮率が小さいと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。
比表面積※	比表面積が小さいと、コンクリートの乾燥収縮率は小さくなる。

※：比表面積とは、骨材の表面積と表面から内部に繋がる空隙部分の表面積を加えて値 (cm²/g) を示す。

ことはできませんが、既往の研究成果によると、概ね、表5に示す関係が指摘されています。

なお、現時点では、骨材の物性値とコンクリートの乾燥収縮率の関係を具体的な数値(例えば、吸水率がX%のと

き、コンクリートの乾燥収縮率はY×10⁻⁴など)で表すことはできません。

次回は、コンクリート用「混和材」を紹介します。

(文責：工事材料試験所 副所長 真野 孝次)



用語の解説

ワーカビリティ(コンクリート編で詳しく解説)
材料分離を生じることなく、運搬、打込み、締め、仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質。

吸水率(%)
表乾状態の骨材に含まれている全水量を絶乾状態の骨材質量で除した値を百分率で表した指標。

乾燥収縮(コンクリート編で詳しく解説)
硬化したコンクリートは、乾燥に伴って収縮する。一般に、コンクリートの単位水量や水セメント比が大きいと乾燥収縮が大きくなる。コンクリートの乾燥収縮が大きいとコンクリートにひび割れが発生しやすくなる。

人工軽量骨材
けつ岩、フライアッシュなどを主原料として人工的に作られた構造用軽量コンクリート骨材のこと。構造用軽量コンクリート骨材には、人工軽量骨材のほか、天然軽量骨材、副産軽量骨材がある。

粒度
骨材の大小の粒の分布の状態のこと。粒度が粗い細骨材を粗粒(粗目)、細かい細骨材を細粒(細目)と称することがある。

絶乾密度(g/cm³)
骨材の絶乾状態の質量を、骨材の絶乾容積で除した値のこと(従来は、絶乾比重と称していた)。

絶乾状態
骨材を105℃の温度で定質量になるまで乾燥し、骨材粒の内部に含まれる自由水を取り除いた状態を示す。絶乾状態と略称することがある。

表面乾燥飽水状態
骨材の表面水がなく、骨材粒の内部の空隙がすべて水で満たされている状態を示す。表乾状態と略称することがある。なお、コンクリートの配(調)合設計には、表面乾燥飽水状態の骨材の質量を用いる。

すりへり減量(%)
骨材の摩耗に対する抵抗性を示す一つの指標。鋼製のドラムの中で鋼球と骨材を擦り合わせた際に、骨材がどの程度すりへるか(一部、衝撃破壊を含む)を示した値。

微粒分量(%)
骨材に含まれる75μmふるいを通過する微粉末の量のこと。天然骨材の場合は、粘土やシルトが、砕石・砕砂の場合は、石粉が対象となる。

フレッシュコンクリートの性状(コンクリート編で詳しく解説)
フレッシュ(まだ固まらない)コンクリートの性状のことで、具体的には、作業性、流動性、材料分離抵抗性、ポンプ圧送性などを示す。

最大寸法(mm)「粗骨材の」
質量で骨材の90%以上が通過するふるいのうち、最小寸法のふるいの公称目開きで示される寸法のこと。

コンシステンシー(コンクリート編で詳しく解説)
フレッシュセメントペースト、フレッシュモルタル、フレッシュコンクリートの変形または流動に対する抵抗性のこと。

水和熱(温度上昇)(コンクリート編で詳しく解説)
コンクリートは、凝結・硬化する際に内部の温度が上昇する。コンクリート内部の温度上昇が著しいと、温度ひび割れが発生したり、コンクリート強度が低下する場合がある。一般に、コンクリートの内部温度は、セメント量が多いほど、また、部材寸法が大きいほど高くなる傾向がある。

安定性損失質量(%)
骨材の気象作用に対する抵抗性を示す一つの指標。骨材が硫酸ナトリウムの結晶圧によって、どの程度破壊・崩壊するかを示した値。

知っていましたか！ コンクリート、骨材のア・レ・コ・レ

・骨材の起源

我が国の骨材資源は、主に150万年前の更新世前後の堆積物、あるいはそれ以前の堆積岩や噴出岩といわれています。従って、人類の誕生の同時期かそれ以前ということになります。

・骨材の品質規格の歴史

我が国における骨材の品質規格の始まりは、1929年(昭和4年)に制定された日本建築学会の「コンクリート及び鉄筋コンクリート標準仕様書」(現行のJASS5の前身)になります。当時は、砂・砂利を対象として、粒度、微粒分量、有機不純物の3項目について品質が規定されていました。その後、昭和6年に土木学会の「鉄筋コンクリート標準示方書」でも同様な品質規格が制定されています。

なお、JISによる骨材の品質規格の制定は比較的遅く、現在のJIS A 5308の附属書Aに相当する品質規格は、1978年(昭和53年)の改正版からになります。

・骨材強度はどの程度

砕石および砕砂の原石強度は、原石の種類によって異なりますが、概ね100～200N/mm²程度(わかりやすく説明すると、1平方センチメートル当たり、1～2tfの力に耐えられる程度)であり、一般的なコンクリート強度の数十倍の値です。なお、骨材粒子の強度を直接測定することはできません。

・骨材の耐熱度はどの程度

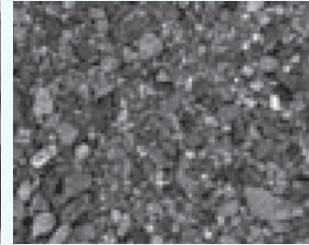
骨材の耐熱度は、岩種によって異なります。花崗岩や石灰岩の耐熱度は600℃程度、他の原石は1000℃程度といわれています。従って、高い耐熱度が要求される場合は、使用する骨材の岩種も検討する必要があります。

・強度が高い骨材を使用するほど、コンクリート強度は増加する？

コンクリート強度は、セメントペースト強度と骨材強度のうち、どちらか低い方の強度によって決まります。一般に、骨材強度はセメントペースト強度の数十倍ですので、それ以上強度が高い骨材を使用してもコンクリート強度が増加することはありません。ただし、軽量骨材は一般に強度が低いため、高強度の軽量コンクリートを作製するためには、強度の高い軽量骨材を使用する必要があります。



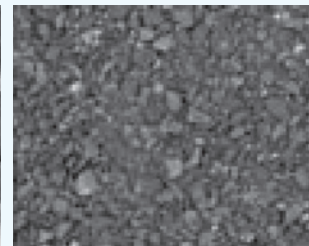
砂利



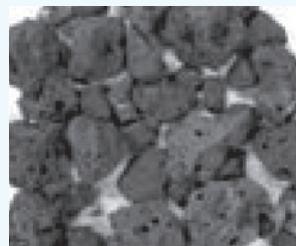
砂



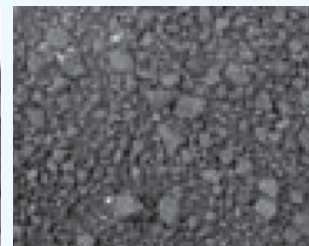
砕石



砕砂



電気炉酸化スラグ粗骨材



電気炉酸化スラグ細骨材

・骨材とリサイクル材料

スラグ骨材と再生骨材は、まさにリサイクル材料です。リサイクル材料に関する研究開発は、再生資源の有効利用と天然骨材不足への対応といった観点で進められ、最も古いリサイクル材料である高炉スラグ粗骨材は、1977年(昭和52年)にJISが制定されています。

スラグ骨材については、出荷からコンクリート構造物の施工、コンクリート製品の製造時および利用時だけでなく、解体後の再利用時または最終処分時を含めたライフサイクル全般において、スラグ骨材から影響を受ける土壌、地下水、海水等の環境媒体が、各々の環境基準等を満足できるよう、環境安全品質が規定されるようになりました。

一方、再生骨材は、近年の改正で、アルミニウム片や亜鉛片など両性金属に関する規定が設けられるとともに、アルカリシリカ反応性試験方法として「再生骨材迅速法」が制定されています。

試験設備紹介

建築用仕上材疲労試験機

材料グループ

1. はじめに

建物は熱や風、地震などによって日常的に変形を繰り返しており、屋上での繰返し回数はT.A.Bakerの研究¹⁾によると、1年間に大小取り混ぜて720～740回とされています。この、建物の変形によるムーブメントは、屋根スラブにおいては現場打ち鉄筋コンクリート造のクラックやプレキャストコンクリート部材、ALCパネルの接合部など、下地の不連続部分に発生し、そこに施工されている防水材に繰返し応力を加えます。また、防水材以外にも、目地や窓枠に施工されるシーリング材、外壁に塗布される建築用仕上塗材といった材料も、建物の変形に伴い繰返し応力を受けます。そのため、これらの材料については、繰返しひずみによってクラックなどの異常の有無を確認する試験が、日本工業規格 (JIS) や建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事などに規定されています。

材料グループでは、これまででも建築仕上材用疲労試験機を所有していましたが、この度試験機(写真1)を更新しましたので紹介します。

2. 概要

本試験機は、試験体を固定版と可動板に固定し、ACサーボドライブによって可動板を所定の条件で動かすことにより、試験体に繰返し応力を加えます。写真2に試験体設置部分を示します。

試験条件は写真3に示す制御盤で温度、振幅位置および振幅量を設定することにより、表1に示す仕様の範囲で、自由に設定をすることが可能です。また、固定板と可動板にアタッチメントを装着することにより、シーリング材の引張およびせん断方向の拡大・縮小試験を行うことが可能です(写真4)。

また、最大試験体数は、防水材料などのシート状試験体の場合は150×400×8mmの大きさの試験体で6体まで、

シーリング材の耐久性試験についても、引張、せん断ともに6体まで同時に試験実施が可能です。



写真1 試験機の外観

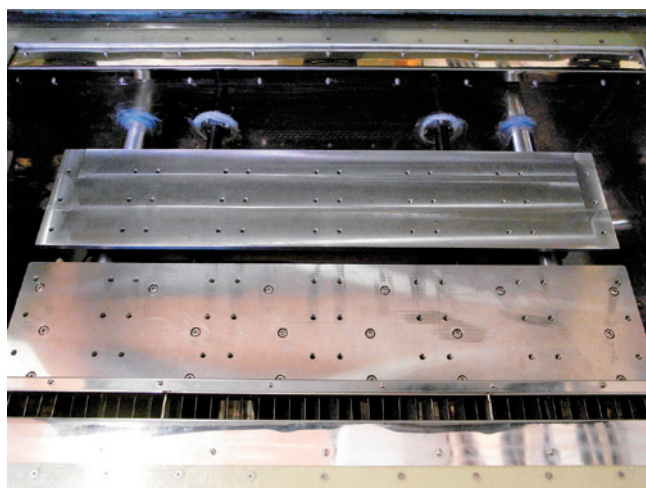


写真2 試験体設置部分



写真3 制御盤

表1 主な仕様

載荷部	最大伸縮量	30mm
	最大伸縮速度	0.1 ~ 80mm/min
	最大伸縮力	10kN
恒温槽	仕様温度条件	-10℃ ~ 80℃
	温度制御方式	P I D 制御方式
	冷却・加熱方式	空冷式冷凍機
シースヒータ		
本体寸法	1500mm × 1300mm × 900mm	

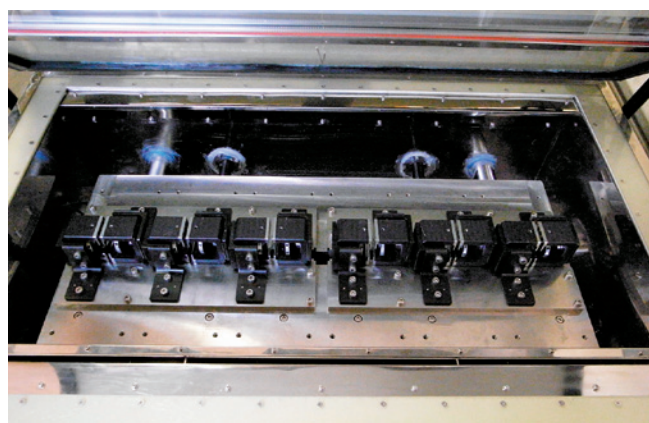


写真4 シーリング材試験用アタッチメント装着時

3. 主な関連規格

建築用仕上材疲労試験機を使用する主な関連規格と試験条件を表2に示します。これらの関連規格より、防水材や

仕上材など、屋外に使用され、建物のムーブメントの影響を受ける建築材料が、疲労試験に対する抵抗性を求められていることが分かります。

4. おわりに

JIS に規定される試験方法の多くは、試験時の温度が23 ± 2℃と規定されていますが、多くの材料は低温環境下で硬直したり、高温環境下で引張伸びが減少することが確認されています。材料のさらなる耐久性能向上には、JISに規定される条件だけでなく、過酷な温度条件で性能を確認することが望まれ、そのような実験に今回紹介した建築用仕上材疲労試験機は非常に有効です。

材料グループでは本試験機のほかに、ギアオープン、キセノンウェザーメーター、サンシャインウェザーメーター、塩水噴霧試験機などの耐久性試験機を所有し、さまざまな耐久性試験を実施しています。ぜひご利用ください。

【耐久性試験に関するお問い合わせ】

材料グループ

TEL : 048-935-1992 FAX : 048-931-9137

【参考文献】

- 1) Movement of a Joint in a Roof Kerb , Building Research Station Internal Note IN 33/67, 1967
- 2) 建築用シーリング材ハンドブック (2008 日本シーリング材工業会)
- 3) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS8 防水工事 (日本建築学会)

(文責：中央試験所 材料グループ 主任 志村 重顕)

表2 主な関連規格と試験条件

規格番号	規格名称	試験条件				
		振幅位置	振幅量	振幅速度	振幅回数	温度
JIS A 1439	建築用シーリング材の試験方法	0mm	± 3.6mm	(4 ~ 6/min)	2000	23 ± 2℃
JIS A 6013	改質アスファルトルーフィングシート	1.5mm	± 1.0mm	0.5回/min	200	20 ± 2℃
		1.5mm	± 1.0mm	0.5回/min	400	0 ± 2℃
JIS A 6021	建築用塗膜防水材	1.5mm	± 1.0mm	5回/min	2000	23 ± 2℃
JIS A 6909	建築用仕上塗材	1.5mm	± 1.0mm	5回/min	2000	23 ± 2℃
JASS8 T-501	メンブレン防水層の性能評価試験 (A形)	0.75mm	± 0.25mm	0.1回/min	各温度で500	20 ± 2℃, 60 ± 2℃, -10 ± 2℃
		1.5mm	± 0.5mm	0.1回/min	各温度で500	20 ± 2℃, 60 ± 2℃, -10 ± 2℃
		3.75mm	± 1.25mm	0.1回/min	各温度で500	20 ± 2℃, 60 ± 2℃, -10 ± 2℃
JASS8 T-501	メンブレン防水層の性能評価試験 (B形)	0mm	± 0.5mm	0.1回/min	各温度で500	20 ± 2℃, 60 ± 2℃, -10 ± 2℃
		0mm	± 1.0mm	0.1回/min	各温度で500	20 ± 2℃, 60 ± 2℃, -10 ± 2℃



これまで同様、優秀な技術者の輩出を！



広島大学大学院 工学研究院 教授 大久保 孝昭

創立50周年、心からお祝いを申し上げます。

唐突ですが、建材試験センターを一言で表せと問われたら、「実験に几帳面、評価に真摯な技術者の集団」というのが私の回答です。ご一緒させていただくプロジェクトや研究テーマに応じて、次から次に真面目な新顔の技術者が私の目の前に現れてきました。いずれの技術者の方も試験業務(実験)に対して常に厳しく、またデータ整理は丁寧という共通点を持っておられます。単なる試験業務ではなく、研究開発の分野で我が国の技術を進歩させる人材がそろっている機関と思っています。

寄稿の依頼内容は「建材試験センターへの要望・展望」ということですが、まずは建材試験センターの職員・技術者の方とのいくつかの出会いを書かせて下さい。お名前は割愛させていただき、「センター技術者」と書かせていただきます。

初めての出会い

25年ほど前、小職は博多の大学に勤務しておりました。当時、建設省ではNew RC総プロが実施されており、高強度コンクリート材料分野の委員会に小職も参加させていただいておりました。ある日の委員会、各研究機関が達成したコンクリート強度の高さに自信と満足感が満ちあふれ、今後の展開に花が咲いていました。そのとき、センター技術者の方が「超高強度コンクリートの火災時の爆裂に対する試験の必要性」を論理的に発言され、委員会の雰囲気は一転しました。実現した高強度に浮かれずに、「収縮ひび割れや耐火性のチェックを急ぐべし」と、5分程度(私のイメージです。実際はもっと短かったかもしれません)強調されました。一瞬にして委員会の雰囲気を凍り付かせた発言に驚きましたが、これらの対策に時間をかける必要があったことは、その後の研究史が証明しています。

幹事を努めたプロジェクトでの出会い

小職は20年ほど前に建築研究所に異動しました。建研では新施工総プロ、CALIS総プロ、目的指向型耐久設計プロジェクトと産学官プロジェクトの幹事を務めさせていただきました。これらのプロジェクトには必ず複数のセンター技術者の方に参画していただき、部分的に建材試験センターに役務発注も行いました。あるプロジェクトの一実験で、タイル張り外壁の断面仕様を検討するために、センター技術者の方に建研まで来ていただいて、試験体の作製からタイルの剥離試験までの一連の実験を一緒に行いました。そのときは中央試験所の男性技術者、女性技術者の計2名の方がご担当でした。実験を始めたとき、女性技術者の方の手を見ると、真白い指には真赤なマニキュアです。私は、一瞬、実験大丈夫かな?と心配しました。しかし、実験を始めるとマニキュアの手がよく動くこと。時にはゴム手袋を付けて張付けモルタルを練ったり、軍手を付けて引張試験ジグを設置したり、そして軍手を外して指先でデータロガーを操作したり、私の心配は杞憂に終わりました。現在、建材試験センターには優秀な女性技術者の方がたくさんいらっしゃいます。組織として素晴らしい方針と思いますし、我々にとっても嬉しいことです。遅くなりましたが、上司の男性技術者の方ももちろんテキパキと試験を進めていただきました。

上記はちょっと印象に残った実験風景ですが、すべての産学官プロジェクトにおいて、センター技術者の方は重要な役割を担っていただき、建材試験センターの皆様の協力なしではプロジェクトは実施できなかったと感謝しています。

西日本試験所での出会い

9年前に小職は広島の大学に異動しました。正直に申しますとそのときまで、建材試験センター西日本試験所の場所や規模さえ知りませんでした。異動に際し、建研の大先輩の上村克郎先生に当時の西日本試験所長をご紹介いただき、赴任後落ち着いてから、西日本試験所に出かけていきました。最初に訪ねてから現在まで、ここでも優秀な技術者の皆さんが私の前に次から次に現れました。幾度となくセンター人材の豊富さに本当に驚くとともに、多くの優秀な技術者と知り合え、今では小職の大事な財産となっています。大きな声では言えませんが、西日本試験所は中央試験所と比べて、実験施設や試験装置の規模や種類は小さく(少なく)なっています。その中で試験依頼者の要求に応じ、さまざまな工夫をして試験業務に当たっておられる姿を目の当たりにし、訪ねるたびに感心させられます。最初に小職がお願いした仕事は、広島で被爆した鉄筋コンクリート部材の材料試験でした。コア試験体の研磨、鉄筋の加工・引張試験、驚くほどのプロフェッショナルのこだわりで試験を実施していただきました。その後、木造軸組の力学試験、ラスモルタル壁の面内せん断試験そしてひび割れ補修材の耐久性試験など、貧乏研究室からの依頼にもかかわらず、きめ細かな共同での実験研究をしていただきました。毎年、学生も派遣し、学生教育も行っていました。小職がこれまで広島大学で一応の研究成果を挙げる事ができたのは西日本試験所の歴代所長はじめ技術者の皆様のお陰と感謝しています。今後、西日本試験所には新しい実験棟ができると聞いています。工夫をする優秀な人材に加えて、まさに鬼に金棒です。今後も本学を見捨てず深いお付き合いをお願いする次第です。

最新の出会い

工事現場でコンクリートテストピースを採取して試験を行う部署の技術者の方々がICタグを活用した試験管理手法を検討しておられ、つい最近、その勉強会に参加しました。その勉強会にも小職にとっての新顔の方が数多く現れました。質疑応答や懇親会での話から、彼らがまた真面目で几帳面な技術者であることを確信しました。次から次にどこからか出現する優秀な技術者に出会える楽しみを今でも抱くことができます。

最後に要望を二つ

すっかり忘れておりましたが、今回いただいた依頼は「建材試験センターへの要望」ということでした。私からの要望は二つあります。一つが「現場にどんどん出て、実際の構造物で試験してほしい」ということです。最近、特に耐久性関連の研究は実際の建築物で試験や計測を行うことが重要と感じることが多くなってきました。もちろん、室内実験も大事ですが、実際の建築物で試験を行えば、建築物の施主やユーザーは喜ぶはずですが、しかし現場での計測には、室内実験とは異なる数多くの工夫が必要です。小職は、今後センター技術者の皆様と一緒に、現場における試験方法や評価方法を開発・確立したい、と希望しています。広島大学での教え子が中央試験所で勤務しています。今春には西日本試験所の技術者の方に本学から学位を授与できました。優秀な彼らに頼り、多くのセンター技術者の皆様と今後は現場で活動することを楽しみにしています。

もう一つの要望は、「今後もこれまで同様、優秀で真面目な技術者をどんどん輩出する機関であり続けてほしい」ということです。組織は人なり、建材試験センターが今後100周年、200周年に向けて発展を続けることを確信しています。

たてものでの建材探偵団

いかるが 斑鳩三塔を訪ねて

今回は、奈良県生駒郡斑鳩町にある聖徳太子ゆかりの斑鳩三塔を紹介します。

斑鳩三塔は、法隆寺の五重塔、法輪寺の三重塔および法起寺（「ほうきじ」、または「ほっきじ」ともいう）の三重塔のことである。斑鳩三塔へはJR関西本線法隆寺駅から徒歩で訪ねてみた。駅から法隆寺へは、途中で伝統家屋を垣間見ながら門前通りを進むこと約20分でたどり着く。

「法隆寺五重塔／国宝」：木造の五重塔としては世界最古のものとして知られており、高さは32.5m（基壇上より）ある。この塔は、初重から五重までの屋根の低減率（大きさの減少する率）が高いこと、すなわち、上に行くほど細くなるのが特色とされている。

法隆寺から法輪寺へは、法隆寺の東院（夢殿、中宮寺）の外壁伝いに参道を北へ向かう。この参道の両側には、版築^{はんちく}と呼ばれる黄土色の土塀が延々と続いている。

参道を抜けると、田畑が広がる田園地帯が続き、歩くこと約15分で法輪寺門前にたどり着く。

「法輪寺三重塔」²⁾：この寺は、斑鳩の北方に位置し、土地の名によって三井寺とも呼ばれている。法



法隆寺の五重塔（国宝）



法輪寺の三重塔

輪寺の三重塔は、かつて国宝であったが、昭和19年（1944）7月21日、落雷で焼失した。再建は大変な困難を極めたといわれている。この塔は高さ23.8m、円柱はエンタシスで、組み物は雲斗と雲肘木であり、法隆寺と同じ飛鳥様式である。

法輪寺から法起寺へは、門前からほぼ東方向に向かう。途中、田園地帯の中に「岡の原」³⁾と呼ばれている墳墓を右手に見ながら直進すると畑の中から三重塔の尖塔が見えてくる。法輪寺門前からほぼ10分で法起寺にたどり着く。

「法起寺三重塔／国宝」⁴⁾：この塔は、高さ23.9m、慶雲3



法起寺の三重塔（国宝）

年（706）に建立されたとする現存する我が国最古の三重塔として名高い。三重塔の初重、二重、三重の平面規模が、法隆寺の五重塔の初重、三重、五重とほとんど同じ規模でできており、組み物、通肘木、高欄なども法隆寺のものと類似している。

法起寺門前からJR法隆寺駅へは、途中、左手の田畑中に発掘調査中の中宮寺跡を眺め、また右手に法隆寺五重塔の尖塔を遠く眺めながら、45分程度でたどり着く。斑鳩三塔巡りは、JR法隆寺駅を起点として時計回りに徒歩で約90分程度で回ることができる。

斑鳩三塔の周辺は、田園風景の中に古墳群や、史跡が多く日本の原風景といった風情があり、静かにゆっくりと見学するには恰好のところである。

- 1)：版築：土壁や土壇の築造法で、板で枠を作り土をその中に盛り、一層ずつ枠で突き固めるもの。材料は土と石灰とにがりなどが用いられる。
- 2)：法輪寺三重塔は、雷火で焼失後、随筆家、小説家の幸田文（こうだあや：1904～1990）らの尽力で基金を集め、昭和50年（1975）再建された。設計は、竹島卓一博士、木工事は西岡常一棟梁であった（出典：法輪寺の沿革、拝観案内）。
- 3)：岡の原：法輪寺、法起寺を建てられたとされている聖徳太子の皇子・山背大兄王の墓所と伝えられている（出典：（伝）山背大兄王の墓所、斑鳩町）。
- 4)：法起寺は、推古14年（606）に聖徳太子が法華経を講説されたという岡本宮を寺に改めたものと伝えられている（出典：法起寺の沿革、拝観案内）。

（文責：品質保証室 特別参与 柳 啓）

(((((ニュース・お知らせ)))))

真野孝次職員が「2013年コンクリート工学会賞 功労賞」を受賞

去る平成25年6月21日(金)、都市センターホテルにて、(公社)日本コンクリート工学会「2013年コンクリート工学会賞」の授賞式が執り行われ、真野孝次職員が功労賞を受賞しました。

真野職員は、主に中央試験所材料グループにてコンクリート材料に関する試験・評価・研究業務に従事し、平成25年度より工事材料試験所の副所長に着任しました。業務や学会活動を通して、コンクリート工学の発展に貢献してきたことが高く評価され、この度の受賞となりました。なお、当センターの技術委員でもある(独)建築研究所の棚野博之氏も同賞を受賞されました。

また、授賞式に先立ち、当センター評議員の梶田佳寛 宇都宮大学名誉教授、ならびに、2013年4月号にご寄稿いただいた池永博威 千葉工業大学名誉教授に名誉会員の称号が授与されました。



真野孝次 工事材料試験所副所長



棚野博之氏



梶田佳寛 宇都宮大学名誉教授



池永博威 千葉工業大学名誉教授

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、下記企業(5件)について平成25年4月8日付でJIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

<http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0312016	2013/4/8	株豊運 富士山工場	A6916	建築用下地調整塗材
TC0312017	2013/4/8	高村建材工業(株) 埼玉工場	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0312018	2013/4/8	川瀬産業(株)	K6931	再生プラスチック製の棒、板及びびくい
TC0312019	2013/4/8	株ホクエツ 関東結城工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0412005	2013/4/8	大信企業(株)	A5011-4	コンクリート用スラグ骨材—第4部:電気炉酸化スラグ骨材

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(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、適合と認め平成25年5月10日付で登録しました。これで、累計登録件数は2200件になりました。

登録事業者(平成25年5月10日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RQ2200*	2007/9/3	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2013/9/2	栗本コンクリート工業(株)	滋賀県愛知郡愛荘町東円堂961番地 <関連事業所> 本社、大阪営業所、東京営業所、名古屋営業所	遠心力鉄筋コンクリート管並びにその他コンクリート製品の設計及び製造

*他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が他と異なります。

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業(1件)の環境マネジメントシステムをISO14001(JIS Q 14001)に基づく審査の結果、適合と認め平成25年5月25日付で登録しました。これで、累計登録件数は676件になりました。

登録事業者(平成25年5月25日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RE0676	2013/5/25	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2016/5/24	三協電気工事(株)	沖縄県那覇市字天久903	三協電気工事株式会社及びその管理下にある作業所群における「電気設備、電気通信設備、空調・給排水衛生設備の設計及び施工」に係る全ての活動

あ と が き

暑中お見舞い申し上げます。

6月下旬に足利市田島町にあるココファーム&ワイナリーに行ってきました。山の急斜面(傾斜37°~45°)にある葡萄畑は、1950年代に特殊学級の中学生にたちによって開墾されたものが原点となっています。現在は、この葡萄畑から一望できる「こころみ学園」という施設を利用している130名の皆さんが葡萄を育て収穫し、ワインを醸しています。学園の利用者は、90歳を筆頭に60歳をこえた人が約50名。ここに働き暮らす人たちのうち、半数近くが高齢の知的障害者です。それでも日々、若い農夫と一緒に、新たな葡萄畑の開墾に明日の夢をつないでいます。

小さなワイナリーでは、伝統や名声を誇る外国のシャトーや大手ワインメーカーのような仕事はできないでしょう。しかし、葡萄を育てワインを醸す仕事に、名もない(自分の名前さえ書けない)人たちが中心となり、取り組んできたこと。どんなに辛くても、一年中空の下でがんばってきた農夫の誇りが、お話を伺う中で伝わってきました。

歳をとることは明日があること、明日があることが続くと、おじいさんやおばあさんになること。自然に寄り添いながら、品質の高いワインを醸す皆さんを想像し、頂いたワインの味は、とても清々しく爽やかなものでした。(鈴木(澄))

編集たより

近年、夏の暑い日が増加しています。ヒートアイランド現象は、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象です。「ヒートアイランド対策ガイドライン(環境省)」によれば、気温上昇について地球温暖化という現象もありますが、地球温暖化はその影響が地球規模であるのに対し、ヒートアイランド現象は都市部を中心に影響が生じるもので、原因や気温上昇のメカニズムおよび影響は異なるとされています。また、その対策について、建物の空調負荷削減など両者に共通する対策はあるものの、対策によっては都市部での排熱増加等につながる場合があり、ヒートアイランド対策は別途行われる必要があるとされています。政府は「ヒートアイランド対策大綱」を取り纏め、環境省を中心にさまざまな施策が実施されています。

今月号の寄稿では、日本工業大学の三坂先生に、「ヒートアイランド対策の現状と今後の展望などについて」と題して、ヒートアイランド対策現象への対策のうち、適応策について、評価指標や検証事例などを詳しく解説していただきました。

当センターは、ヒートアイランド対策に関連する建材や技術に関する試験や事業運営を行っており、今後も環境にやさしい建材・技術の発展に取り組んでまいります。(佐竹)

建材試験情報

7
2013 VOL.49

建材試験情報 7月号
平成25年7月1日発行

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

発行者 村山浩和
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 電話 048-920-3813
FAX 048-920-3821

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します。

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

副委員長

春川真一(建材試験センター・理事)

委員

小林義憲(同・技術担当部長)

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

志村重顕(同・材料グループ主任)

上山耕平(同・構造グループ主任)

佐川 修(同・防耐火グループ主任)

齊藤邦吉(同・工事材料試験所管理課主任)

今川久司(同・ISO審査本部副本部長)

齊藤春重(同・性能評価本部主幹)

新井政満(同・製品認証本部上席主幹)

大田克則(同・西日本試験所主幹)

事務局

藤本哲夫(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課課長代理)

佐竹 円(同・企画課主任)

木本美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

SERVICE NETWORK

事業所案内

●草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

●総務部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

●検定業務室 (3階)

TEL.048-920-3819 FAX.048-920-3825

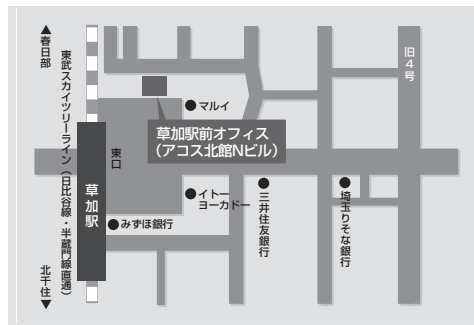
●性能評価本部 (6階)

TEL.048-920-3816 FAX.048-920-3823

●経営企画部(企画課) (6階)

TEL.048-920-3813 FAX.048-920-3821

(草加駅前オフィス)



最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

●日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル

●ISO審査本部 (5階)

審査部

TEL.03-3249-3151 FAX.03-3249-3156

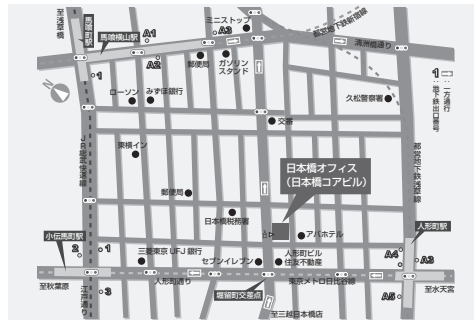
開発部、GHG検証業務室

TEL.03-3664-9238 FAX.03-5623-7504

●製品認証本部 (4階)

TEL.03-3808-1124 FAX.03-3808-1128

(日本橋オフィス)



最寄り駅

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線 人形町駅A4出口徒歩3分
- ・都営地下鉄新線 馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- ・JR総武線快速 馬喰町駅1番出口徒歩7分

●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

管理課

TEL.048-935-2093 FAX.048-935-2006

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

校正室

TEL.048-935-7208 FAX.048-935-1720

(中央試験所)



最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅または松原団地からタクシーで約10分
- ・松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分 (南青柳下車徒歩10分)
- ・草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分 (稲荷五丁目下車徒歩3分)

高速道路

- ・常磐自動車道・首都高三郷IC西出口から10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て15分

●工事材料試験所

管理課

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL.048-858-2841 FAX.048-858-2834

浦和試験室

TEL.048-858-2790 FAX.048-858-2838

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

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

(工事材料試験所・浦和試験室、管理課)



最寄り駅

- ・埼京線南与野駅徒歩15分

高速道路

- ・首都高宮浦浦和北出口から5分
- ・外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

●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

(西日本試験所)



最寄り駅

- ・山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路

- 【広島・鳥根方面から】
- ・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を經由して県道225号に入る
- ・中国自動車道 美祿西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かい車で15分
- 【九州方面から】
- ・山陽自動車道 埴生ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center for Construction Materials

