

建材試験

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

情報

JUNE 2011.6
Vol.47



巻頭言——井上勝徳
最近の建築行政の動向について

寄稿——肴倉宏史
コンクリート用又は道路用スラグの JIS へ
環境安全品質を導入するための指針の制定について

技術レポート——中里侑司
熔融スラグ骨材を対象としたポップアウトの
確認方法の標準化に関する実験的研究

I n d e x

p1

巻頭言

最近の建築行政の動向について

／国土交通省住宅局建築指導課長 井上 勝徳

p2

寄稿

コンクリート用又は道路用スラグのJISへ

環境安全品質を導入するための指針の制定について

／(独)国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター主任研究員 肴倉 宏史

p9

技術レポート

溶融スラグ骨材を対象としたポップアウトの

確認方法の標準化に関する実験的研究

／中里 侑司

p19

試験報告

ホタテ貝殻粉末塗材のかび抵抗性試験／大島 明

p21

基礎講座

木造部材等の試験・評価 ④「継手・仕口接合部の試験方法・評価方法」

／守屋 嘉晃

p27

たてもの建材探偵団

草加シリーズ(9) 泉蔵院と毛長神社／柳 啓

p28

建物の維持管理(8)

／(有)studio Harappa代表取締役 村島 正彦

p30

規格基準紹介

JIS Q 10001 (品質マネジメント-顧客満足度-組織における行動規範のための指針)

JIS Q 10003 (品質マネジメント-顧客満足度-組織の外部における紛争解決のための指針)

／田口 奈穂子

p34

試験設備紹介

発熱性試験室を改良しました

／田中 勝

p35

50周年企画

50周年を機に、より一層の建材試験センターの発展を祈念する

／東京工業大学 名誉教授・東北工業大学 名誉教授・工学博士 小野 英哲

p36

建材試験センターニュース

p38

あとがき・たより

巻頭言

最近の建築行政の動向について

国土交通省住宅局建築指導課長 井上 勝徳

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により極めて甚大な被害が発生し、被災者の方々には心からのお見舞いを申し上げますとともに、亡くなられた皆様のご冥福をお祈り致します。

東日本大震災への対応については、これまで国土交通省をあげて対応してきたところでありますが、住宅・建築行政の分野においては、発災直後より余震等による2次災害を防ぐため被災建築物応急危険度判定を実施するとともに、被災者の当面の住まいとして、応急仮設住宅の供給、公営住宅等の空き室の利用や民間賃貸住宅の借上げなどの取組みを進めているところです。また、市街地の健全な復興を図るため、災害が発生した日から最大8ヶ月間建築制限が可能となる新法が4月29日に公布・施行されました。引き続き、被災地の復旧・復興に向け、より一層取り組んで参りたいと考えております。

一方で、建築確認・審査手続きの円滑化については、「新成長戦略実現に向けた3段階の経済対策」（平成22年9月閣議決定）において、「必要な見直しを検討し、平成22年度中に見直し案をとりまとめた上で、可能な限り早期に措置を講じる」こととされるなど、建築確認手続き等の運用改善（第一弾）（平成22年6月施行）以降も建築確認・審査手続き等の一層の合理化が求められてきました。

このため、「建築基準法の見直しに関する検討会」（平成22年3月～10月）における議論等も踏まえ、今般、建築基準法施行令の改正等、追加的に措置する建築確認手続き等の運用改善（第二弾）を平成23年3月25日に公表し、関連して改正・制定された同施行令・施行規則・告示が5月1日より施行されたところです。

特に大臣認定制度（建築基準法第68条の26に規定する構造方法等の認定）の合理化につきましては、ホルムアルデヒド発散建築材料に係る新たな試験を要しない性能評価の推進を図るとともに、既に大臣認定を受けた構造方法等の軽微な変更に係る運用の明確化等を行ったところです。

これらを初めとする建築行政に対して、貴センターが果たす役割は今後ますます大きくなっていくものであり、皆様方の一層のご尽力を賜りますようよろしくお願い申し上げます。



コンクリート用又は道路用スラグのJISへ 環境安全品質を導入するための指針の制定について



(独)国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 主任研究員 肴倉 宏史

1. はじめに

スラグをはじめとする循環資材の利用が進む中で、この仕組みをより安定で強固にするための努力が求められている。具体的には、天然材料から代替可能な、安定した材料品質の確保や、安定的な利用用途の確保等である。特に、循環資材は環境安全性において配慮すべき化学物質を含む場合があるため、循環資材に対する信頼確保の面からも、環境安全性に配慮するための品質（以下、「環境安全品質」という）の管理が着実になされなければならない。

その先駆けとして、平成18(2006)年に制定されたJIS A 5031「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」およびJIS A 5032「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」には、溶出量基準と含有量基準が設定されたが、さらに鉄鋼業や非鉄金属製錬業から産出するスラグのJISについても環境安全品質の導入を図るべく検討が重ねられ、この程、溶融スラグも含めたスラグ類に共通の環境安全品質導入のための指針（以下、「スラグ指針」という）が制定される予定となった。

そこで本稿では、スラグ指針制定の背景とその内容、さらには今後の展開について述べることにした。

2. スラグ指針制定の社会背景

わが国の産業廃棄物と一般廃棄物の最終処分量^{1),2)}の推移は図1のようであり、平成元(1989)年度から平成20(2008)年度にかけて、それぞれ74百万トン(82%)および11百万トン(68%)減少した。その間の廃棄物発生

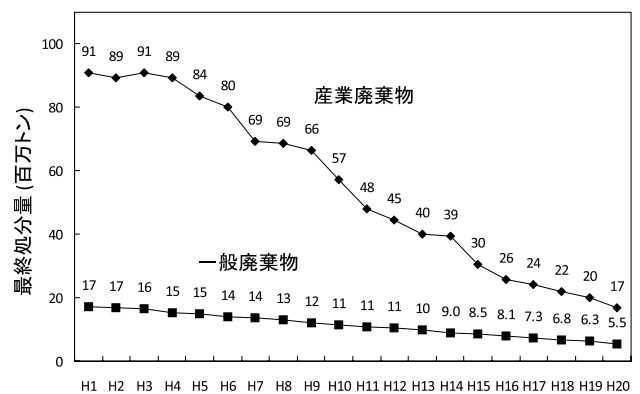


図1 廃棄物最終処分量の推移^{1),2)}を整理

量はいずれもほぼ一定であったことから、最終処分量の減少は循環利用量の増加を推測することができる。そこで循環利用率(=循環利用量/(循環利用量+天然資源投入量))の推移や循環利用先を調べると、循環利用率は平成2(1990)年度から平成19(2007)年度にかけて約7%から約14%へ倍増しており、循環利用先としては建設資材(骨材、路盤材など)や素材原料(セメント原料など)が大きな割合を占めている³⁾。以上より、日本の廃棄物・リサイクルは建設資材関連の分野を中心に、循環型へ大きく変容しつつあることが理解できる。

そこで、建設資材利用が可能な主な副産物や廃棄物の発生量を取りまとめると表1のようになる。建設発生土(汚染土を含む)が1.4億 m^3 、コンクリート塊などの建設副産物・廃棄物が合計約60百万トン、素材・エネルギー産業系の副産物・廃棄物が約53百万トン、さらに生活系の廃棄物として下水汚泥約2百万トンや一般廃棄物焼却灰約5百万トンが1年間に発生している。ここで留意すべき点は、かつて余剰の副産物は廃棄物として最終処分さ

表1 建設資材利用が可能な主な副産物・廃棄物の発生量

副産物・廃棄物の種類		年間発生量
建設副産物・ 廃棄物	建設発生土 ^a	1.4億 ^m ³
	コンクリート塊 ^a	3000万トン
	アスファルト・コンクリート塊 ^a	2000万トン
	建設汚泥 ^a	750万トン
	廃石膏ボード ^e	180万トン
鉄鋼スラグ ^b	高炉スラグ	2300万トン
	製鋼スラグ(転炉)	1000万トン
	製鋼スラグ(電気炉)	300万トン
非鉄スラグ ^c	銅スラグ	300万トン
	フェロニッケルスラグ	230万トン
石炭灰 ^d		1200万トン
下水汚泥再生利用物 ^f		200万トン
一般廃棄物焼却残渣(溶融スラグを含む) ^g		490万トン

a 平成20年度建設副産物実態調査 b 鉄鋼スラグ統計年報(平成20年度実績) c 日本鉱業協会調べ(平成20年度実績) d 石炭灰全国実態調査報告書(平成19年度実績) e 石膏ボード工業会(平成22年推計値) f 下水道資源有効利用推進基礎調査(平成19年度実績) g 環境省一般廃棄物処理実態調査(平成20年度実績)

れてきたが、現在はその大部分が循環利用されているため、最終処分を受け皿もそれに応じて縮小してきていることである。そのため、循環利用を基本とする社会システムをより安定・強固なものとするための努力要求が、今後、ますます高まることは必然である。ここでセメント原料化は最大級の大口用途の一つであるが、セメント需要の経年的な減少により、大量使用が見込まれる建設利用への期待はますます大きくなっている。ただし、廃棄物・副産物には原材料等に含まれる有害物質が移行している場合があるため、本稿の主題である環境安全品質の判断基準とそれを確保するための品質管理方法の確立が大きな課題となっている。

3. スラグ指針制定までの経緯

循環資材に求められる環境安全品質としては、これまで、土壤環境基準や土壤汚染対策法における評価方法と評価基準を準用し、試料を2mm以下に砕いて評価するケースがほとんどであった。しかし、循環資材が周辺土壤と区別して用いられる場合はそもそも土壤とはみなされないことから、土壤汚染対策法を単純に準用するのではなく、循環資材の性状や利用環境に対する適切な評価法が適用される必要があることは、既に平成13(2001)年の

環境省通知⁴⁾にも示されているところであった。

一方、標準化の分野では平成10(1998)年にJIS Q 0064(ISOガイド64)「製品規格に環境側面を導入するための指針」⁵⁾が示され、これを受けて「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針」(以下「建設分野指針」という)⁶⁾が日本工業標準調査会標準部会土木技術専門委員会および建築技術専門委員会により制定された(平成15(2003)年3月)。これにより、建設分野における環境への影響に配慮した規格(環境JIS)の制定に向けて、建設工事の企画・計画、設計、施工、供用、維持管理・補修、解体、解体後の処理といったライフサイクルを通しての環境への影響改善のための指針が示されたこととなる。

JIS K 0058-1「スラグ類の化学物質試験方法—第1部：溶出量試験方法」ならびにJIS K 0058-2「スラグ類の化学物質試験方法—第2部：含有量試験方法」は、以上の一連の流れを受けて、スラグ類の環境安全品質を評価するための試験規格として平成17(2005)年3月に制定されたものであり、さらに平成18(2006)年7月にはJIS A 5031「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」ならびにJIS A 5032「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」が、環境安全品質を含めた品質規格として初めて制定された。

これら環境配慮のための試験規格や品質規格の制定を推進する流れは、鉄鋼スラグや非鉄スラグだけにとどまらず、更にあらゆる循環資材にも大きな影響を与える可能性が考えられた。そこで、循環資材全体の利用推進のための共通的な環境安全品質の考え方の提案をも目指して、平成21(2009)年4月、「コンクリート用スラグJIS原案作成委員会」(委員長：愛知工業大学 長瀧重義氏)の下に「スラグ類の化学物質評価方法検討小委員会」(委員長：(独)国立環境研究所 大迫政浩氏)(以下、「小委員会」という)が設置され、1年間の検討により、「建設系循環資材の化学物質評価方法に関する基本的考え方」(以下「基本的考え方」という)、ならびにこの基本的考え方に基づいた「スラグ製品の化学物質評価方法に関する考え方」がとりまとめられた⁷⁾。なお後者は「スラグ指針」の素案に相当する。

そして平成22(2010)年5月には、経済産業省により「コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会」(座長：大

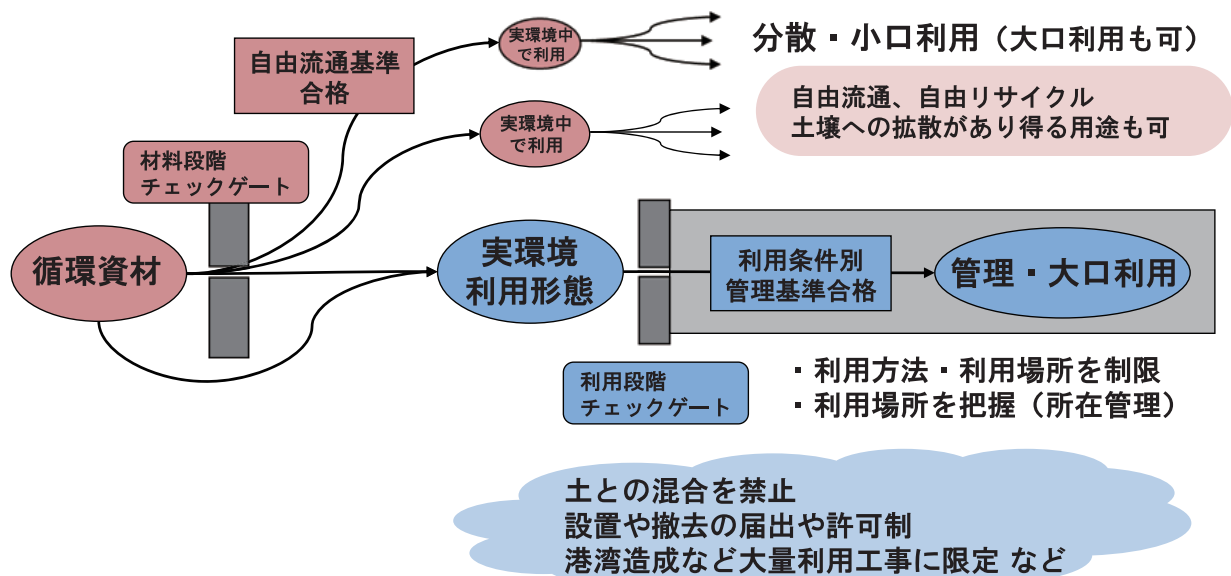


図2 循環資材の環境安全品質管理方策（筆者素案）

迫政浩氏，(株)三菱総合研究所受託業務，以下「指針検討会」というが設置され，「建設分野指針」の附属書として「附属書1—コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」および「附属書2—道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」，すなわち「スラグ指針」の各原案が作成された。

これらの原案を受けて，日本工業標準調査会標準部会土木技術専門委員会ならびに建築技術専門委員会により承認が行われ次第，鉄鋼スラグ，非鉄スラグ，溶融スラグへの環境安全品質の導入が行われる予定である（平成23（2011）年4月28日現在，年度内の承認がまたれている）。

なお，スラグ指針は既に環境安全品質に相当する溶出量基準と含有量基準が設定されているJIS A 5031およびA 5032に対しては特段の齟齬のないように配慮された内容となっている。

4. 基本的考え方の内容

スラグ指針の内容を紹介する前に，平成22（2010）年度

の小委員会で提案された循環資材全体の環境安全品質に関する「基本的考え方」の内容を紹介する。

図2は，循環資材の環境安全品質管理のあり方として先に筆者らが提示していた素案であるが⁸⁾，これを土台として基本的考え方を検討した。素案では，環境安全品質のレベルに応じて，チェックゲートとトレーサビリティを組合せて管理がなされることを提案している。

ここでトレーサビリティ確保を行わずに利用しようとするものは，材料の出荷段階でチェックする必要がある。その場合の要求品質は，循環資材が将来の廃棄後やリサイクル時に再チェックされる保証がないことから，使用・撤去・リサイクル等の循環資材のライフステージの中で環境影響が最も大きいと思われるリスクイベントを想定して設定すれば，ライフサイクルを通して安全を確保できるとの考え方が合理的である。一方，利用箇所を制限して管理者が状態や所在を管理できるケースでは，その利用形態に限った品質基準に合格できれば利用して良いと思われる。

さらに次のような検討を行った。

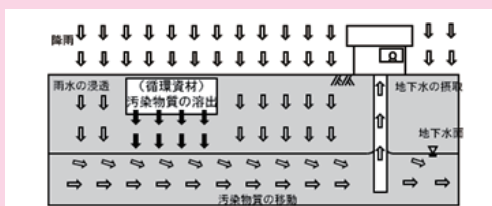
試験項目はリスクイベントに対応させるべきであり，例えば直接摂取の可能性がないのであれば，含有量試験は不要であろう。また，判断基準としては，目標基準で

1. ライフサイクルの中で最も配慮すべき利用形態・曝露環境を想定した評価



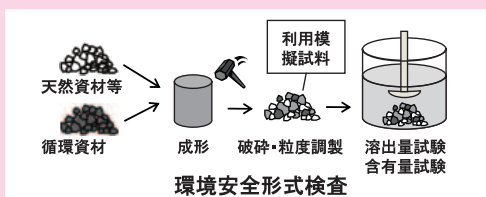
例:コンクリート骨材(一般用途)は路盤材へ再利用を想定

2. 微量物質の放出経路に対応した試験項目



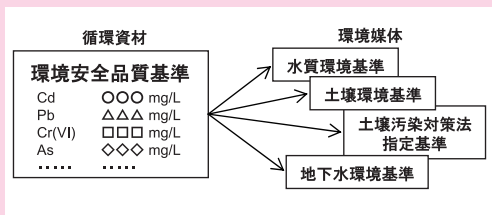
例:路盤材からの放出経路は溶出と粉じん飛散(未舗装道路を想定) ⇒溶出量試験,含有量試験

3. 循環資材の状態を模擬した試験方法



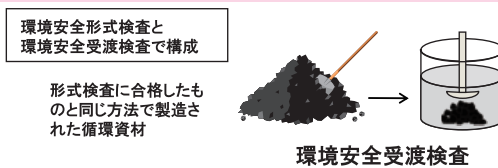
例:コンクリート骨材(一般用途)は成形体を作製後,破砕・粒度調整したものを溶出量試験/含有量試験(循環資材のみによる試験も可)

4. 環境基準等を遵守できる品質基準



例:土と接触する場合は,周辺土壌が土壌環境基準や土壌汚染対策法指定基準を遵守できる品質基準

5. 環境安全品質保証のための合理的な検査体系



環境安全形式検査では,利用模擬試料を調製して試験(循環資材のみによる試験も可)
環境安全受渡検査では,受け渡す循環資材を直接試験

図3 循環資材の環境安全品質及び検査法に関する基本的考え方(案)の内容

ある環境基準(土壌環境基準,地下水環境基準,水質環境基準等)の遵守が適切であり,なおかつ,直接関係する対策法(土壌汚染対策法など)を考慮する必要があると思われる。さらに,実際の検査は実務上は簡単な方法が望ましい一方で,環境安全品質の保証のためには十分に詳細な検査が望ましく,両者をバランスさせることが重要である。

以上を踏まえて,次の5項目からなる「基本的考え方」を提案した。概要を図3に示す。

(1) 最も配慮すべき利用形態・曝露環境を想定した評価

循環資材の環境安全品質の評価は,循環資材の利用時だけでなく,利用後の撤去から再利用や処分までのライフサイクルの中で,最も危険性が高く,配慮すべき曝露環境を想定して行う。

(2) 有害物質の放出経路に対応した試験項目

試験項目(溶出量や含有量など)は,(1)で想定した

曝露環境における放出経路としての可能性(溶出,粉じん飛散など)に対応させて設定する。

(3) 循環資材の状態を模擬した試験方法

(2)で設定した試験項目の試験方法は,(1)で想定した曝露環境における循環資材の状態を模擬した方法とする((5)に示す検査体系のうちの環境安全形式検査が対象)。

(4) 環境基準等を遵守できる品質基準

環境安全品質基準項目と基準値は,循環資材から放出される化学物質が,周辺の土壌や地下水など環境媒体の環境基準等を満足できるように設定する。

(5) 環境安全品質保証のための合理的な検査体系

試料採取から結果判定までの一連の検査は,(1)で想定した評価を行うための「環境安全形式検査(「かたしきけんさ」と読む)」と,製造ロットごとに保証を与えるための「環境安全受渡検査(「うけわたしけんさ」と読む)」で構成し,信頼できる主体が実施する。

表2 コンクリート用及び道路用スラグの環境安全品質及び検査法の概要

	コンクリート用スラグ骨材		道路用スラグ		
	一般用途	港湾用途 ^{注1}	加熱アスファルト混合物用	路盤用	
最も配慮すべき利用形態・曝露環境	路盤への再利用	コンクリート構造物	路盤への(再)利用		
放出経路	溶出, 直接摂取	溶出のみ	溶出, 直接摂取		
形式検査 (利用状態を模擬)	採取試料	各材料として使用するために、環境安全品質以外の品質要求事項を満足するように調製されたもの。			
	試料調製	成形体作製後、破碎し粒度調製。スラグ骨材のみも可。	成形体を作製。スラグ骨材のみも可。	成形体作製後、破碎し粒度調製。スラグのみも可。	所定の粒度に配合。スラグのみも可。
	溶出量試験 ^{注2}	JIS K 0058-1の5.			
	含有量試験 ^{注2}	JIS K 0058-2	なし	JIS K 0058-2	
環境安全品質基準	溶出量基準	JIS A 5031と同等。As, Cd, Pb, Se:0.01, F:0.8, B:1.0 (mg/L)など	当面JIS A 5031の3倍値、ただしF, Bはそれぞれ15, 20mg/L	JIS A 5032と同等。As, Cd, Pb, Se:0.01, F:0.8, B:1.0 (mg/L)など	
	含有量基準	JIS A 5031と同等	なし	JIS A 5032と同等	
受渡検査	採取試料	形式検査に合格したものと同一条件で製造・調製されたもの。			
	試料調製	スラグ(スラグ骨材)を用いる。			
	溶出量試験 ^{注2}	JIS K 0058-1の5.			
	含有量試験 ^{注2}	JIS K 0058-2	なし	JIS K 0058-2	

注1 港湾用途とは、海水と接する港湾の施設又はそれに関係する施設で半永久的に使用され、解体・再利用されることのない用途。岸壁、防波堤、防砂堤、護岸、堤防、突堤等が該当する。再利用を想定する場合は一般用途として取り扱わなければならない。

注2 試料調製方法を除く。

5. スラグ指針への基本的考え方の適用

小委員会で作成された「基本的考え方」ならびに「スラグ指針」の素案を受けて、コンクリート用スラグ骨材ならびに道路用スラグのJIS (JIS A 5011^{9,12)}, A 5015¹³⁾, A 5031, A 5032)へ環境安全品質およびその検査方法を導入するための指針、すなわち「スラグ指針」の原案が、指針検討会によって作成された。その内容を表2に示す。

まず、コンクリート用スラグ骨材は、そのライフサイクルを調査した結果から「一般用途」と「港湾用途」に大きく分けることとし、特に、港湾用途は再利用のない用途に限定することとした。これは4. で説明したトレーサビリティの違いによるものである。すなわち、それぞれの最も配慮すべき利用形態とその曝露環境は、実態調査の結果を踏まえて、一般用途ではコンクリート構造物解体後の「路盤への再利用」とし、港湾用途は再利用のない前提から「コンクリート構造物」とした。これらを受けて、スラグ骨材中の化学物質の放出経路は、一般用途の場合は溶出および直接摂取とし(直接摂取は、未舗装路盤からの粉じん飛散を想定して設定した)、港湾

用途はコンクリート構造物からの直接摂取は想定されないことから、溶出のみとした。同様の考え方で、道路用スラグの利用形態・曝露環境・放出経路はコンクリート用スラグ骨材の一般用途と同等に設定されている。

これらを受けて、採取対象とする試料、試料の調製方法、および溶出量試験や含有量試験についても表2のように設定した。

利用状態を模擬した形式検査では、例えば一般用途のコンクリート用スラグ骨材や加熱アスファルト混合物用スラグの場合は、成形体を作製後、路盤への再利用を想定して破碎し粒度調製を行うこととし、路盤材用スラグや石炭灰混合材料のうちの造粒材と破碎材は、粉塊状のままとし、港湾用途のコンクリート用スラグ骨材および石炭灰スラリー・塑性材は成形体を用いることとしている。ただし、試験を簡単に行いたい場合のために、スラグのみの試験も可とした(環境安全品質基準は同じ)。

溶出量試験はJIS K 0058-1の5。(利用有姿による試験)に、含有量試験はJIS K 0058-2にそれぞれ統一されている。なお含有量試験における試料調製は2mm以下に粉碎することとなっているが、粉碎の度合いが異なることによる試験結果のばらつきを小さくするために、スラグ指針では2mm以下に粉碎後の粒度調製方法も記述している。

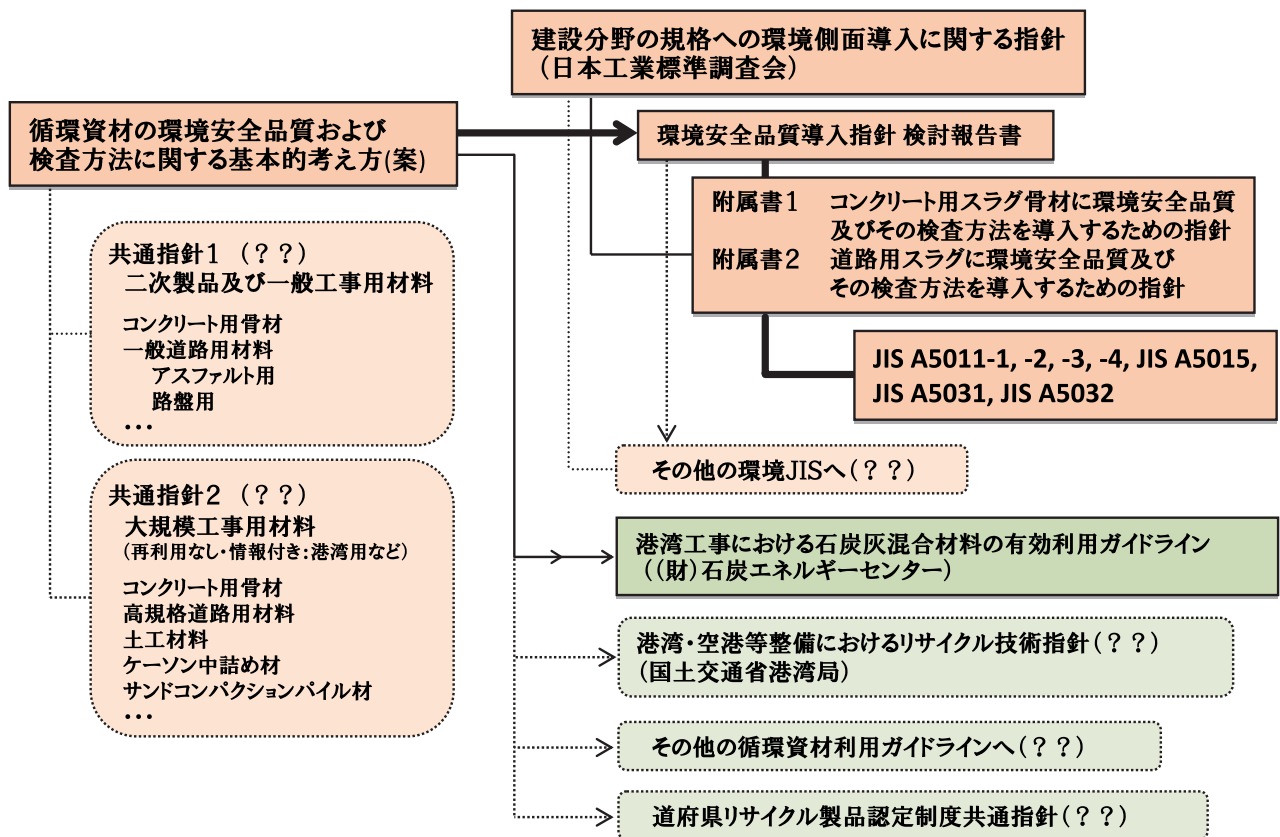


図4 基本的考え方と環境JISおよび有効利用ガイドラインとの関係と将来像
(破線のボックスは予定または将来待望の項目)

環境安全品質基準は、一般用途のコンクリート骨材用スラグや道路用スラグは、JIS A 5031やJIS A 5032と同等レベルに設定した。一方、港湾用途では、当面の基準として一般用途の3倍値（フッ素およびホウ素は海水濃度が高く環境基準の適用外であることも考慮して、それぞれ15および 20 mg/L）に設定した。これは、少なく見積もっても一般用途の10倍以上の海水希釈効果は考慮できると考えられたが、海洋生態系等への負の影響も考慮すべきとの意見もあり、諸外国における副産物の利用基準や陸水と海水の環境基準の考え方等の知見や情報をさらに蓄積する必要があると判断したことによる。

環境安全受渡検査は、スラグの場合は製造工場から出荷されるスラグそのものについて、直接、JIS K 0058を適用することとした。

この他、検査の実施者、検査の頻度、検査記録や報告等について規定されている。検査の実施者（責任者）は、

形式検査、受渡検査ともにスラグ製造業者であり、試験そのものの実施者は形式検査ではスラグ製造業者から委託を受けた試験機関とすることにより試験結果の中立性を確保するとともに、受渡検査ではスラグ製造業者も試験実施可能とすることによりコスト等の低減が図れるようになっている。また検査の頻度は、形式検査は配合条件を大きく変更した都度とし、受渡検査は製造ロットごとに実施することを基本としている。

6. 今後の展開と課題

「スラグ指針」に関連するJISやガイドラインの相互関係を図4に示す。まず、建設分野指針とスラグ指針については3. で前述したように、本体と附属書の関係にある。また、基本的考え方は小委員会報告書を通す形で、

スラグ指針に反映されることとなり、さらに各JISにおいて具体的に適用がなされる予定である。

そして基本的考え方の横断的展開として、図4の右下側に示すように、まず、「港湾工事における石炭灰混合材料の有効利用ガイドライン」（財石炭エネルギーセンター、以下「港湾用石炭灰ガイドライン」という）においても、基本的考え方の適用を検討中である。以上が確定事項であるが、さらに図中右側の破線で示したように、他の環境JISやガイドラインへの採用がスムーズに図れるように、図中左側の共通指針を提示したいところである。すなわち、先に基本的考え方でも述べたように、循環資材に必要な環境安全品質は利用環境に依存するが、循環資材のライフサイクル管理が可能かどうかによっても必要な環境安全品質は異なると考えられる。例えば、同じコンクリート骨材であっても、数年から数十年の使用の後、再リサイクル、再々リサイクルされて所在が不明になるであろうものについては、再リサイクル以後を想定した中での品質評価があらかじめ必要と考える。一方、例えば港湾施設に利用される場合は、所在管理がなされ、再リサイクルの可能性はほとんどないことから、港湾施設用コンクリートとして必要な環境安全品質を満たすかどうかについて評価するのが理に適っている。そこで共通指針は、大きく「二次製品及び一般工事用材料」と所在管理を前提とした「大規模工事用材料」の二つに分けるべきと考えている。

ところで、欧州では廃棄物・副産物の利用とそのための環境安全品質確保のために、EUならびに欧州各国において法制度のレベルで方策が示されている。このことは、平成21(2009)年末に行った欧州専門家ヒアリング調査結果として報告している¹⁴⁾。その調査の際、本稿で紹介した「基本的考え方」の素案を各専門家に紹介したところ、“Cradle to Grave”（ゆりかごから墓場まで）の考え方として好意的な評価を受けた。欧州では、環境安全品質のための評価試験法ではpH依存性試験やカラム通水試験など個別の試験方法の標準化において日本より先行しているものの、再リサイクルを少なくとも明示的には考慮しておらず、ライフサイクルに基づく環境安全品質として国際発信していくことは各国の課題解決に資するものと考えられる。

一方、欧州で開発された試験法は国際標準化されつつあり（ただし、ISOに循環資材に特化した技術委員会はなく、ISO/TC 190地盤環境技術委員会で検討されている）、将来JIS化される可能性もある。これに対して日本

では、平成3(1991)年環境庁告示第46号、平成15(2003)年環境省告示第19号、JIS K 0058など、「環境安全受渡検査」に適切な判定試験を既に保有するものの、「環境安全形式検査」により適した試験方法、さらにはその上位におくべき詳細評価法はJISレベル以上では有していないが、廃棄物資源循環学会規格案として、一部の試験法は提案しているところである¹⁵⁾。ここで、工業化の進む中国をはじめとする東アジアでは循環資材に関して日本や欧州と同様の課題を抱えていることから、「基本的考え方」の下で東アジア地域が連携し、東アジアに適した環境安全品質評価法を国際発信できるように努力していきたいと考えている。

【引用文献】

- 1) 環境省、一般廃棄物処理実態調査結果、http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html
- 2) 環境省、産業廃棄物の排出及び処理状況等について、<http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>
- 3) 環境省、環境白書／循環型社会白書／生物多様性白書、<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h22/index.html>
- 4) 環境省通知 環水土第44号「土壌の汚染に係る環境基準についての一部改正について」（平成13年3月28日）http://www.env.go.jp/water/dojo/law/h130328_44.pdf
- 5) JIS Q0064 製品規格に環境側面を導入するための指針
- 6) 日本工業標準調査会標準部土木技術専門委員会および建築技術専門委員会（2003）建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針
- 7) スラグ類の化学物質評価法検討小委員会、平成21年度非鉄スラグ等の化学物質評価方法検討調査報告書（2010）
- 8) 例えば、肴倉宏史（2009）副産物の利用に伴う地盤環境リスク、「建設・産業副産物の地盤工学的有効利用」セミナーテキスト、(社)地盤工学会
- 9) JIS A 5011-1 コンクリート用スラグ骨材—第1部：高炉スラグ骨材
- 10) JIS A 5011-2 コンクリート用スラグ骨材—第2部：フェロニッケルスラグ骨材
- 11) JIS A 5011-3 コンクリート用スラグ骨材—第3部：銅スラグ骨材
- 12) JIS A 5011-4 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
- 13) JIS A 5015 道路用鉄鋼スラグ
- 14) 肴倉宏史、建設材料利用される副産物・廃棄物の欧州における環境安全管理方策、安全工学、49（2）87-93（2010）
- 15) 廃棄物試験・検査法部会、廃棄物資源循環学会試験規格シリーズ案、<http://jsmcwm.or.jp/wastest/>

プロフィール

肴倉 宏史（さかなくら・ひろふみ）

(独)国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
循環資源基盤技術研究室 主任研究員
博士(工学)

専門分野：循環資材や廃棄物の溶出試験法の開発など
最近の研究テーマ：循環資材の環境安全品質管理方策の立案

溶融スラグ骨材を対象としたポップアウトの確認方法の標準化に関する実験的研究

中里 侑司

1. はじめに

平成20年、神奈川県下の生コン工場から溶融スラグ骨材を不適切に使用したレディーミクストコンクリートが出荷され、多数のコンクリート構造物にポップアウト（以下、POという）が発生し、大きな社会問題となった。国土交通省などの調査結果によると、POの発生原因は、溶融スラグ骨材に含まれていた生石灰によるものとされている。

溶融スラグ骨材の品質は、JIS A 5031に規定されているが、POに関する具体的な品質規定値はなく、その発生を確認するための試験方法も規定されていない。今後、溶融スラグ骨材をコンクリート用骨材として安全に普及させるためには、POの発生の有無をあらかじめ確認しておくことが必要不可欠であるといえる。

溶融スラグ骨材にPOの発生原因となる生石灰が有害量混入しているか否かは、当該骨材を使用したコンクリートを対象として、確認試験（品質試験）を実施することが望ましい。しかし、溶融スラグ骨材の工程検査や製品検査として、コンクリートによる品質試験を採用することは現実的には難しい。そこで、筆者らは溶融スラグ骨材を対象とし、POの発生を確認する試験方法として、①モルタルによる試験方法、②化学分析による試験方法を取り上げ、標準化のための基礎資料を得ることを目的として実験的研究を行った。

本研究は、経済産業省の平成22年度社会環境整備・産業競争力強化型規格開発事業「コンクリート用溶融スラグ骨材の試験方法等に関するJIS開発」の一環として実施したものであり、本報は研究成果の一部を取り纏めたものである。

2. 実験の概要

実験の概要を試験方法別に次に示す。

(1) モルタルによる試験方法

既往の文献^{1),2)}によると、モルタルやコンクリートに発生するPOは、オートクレーブや促進養生によって確

認できることが報告されている。そこで、ここでは、POの発生に影響する諸条件を把握することを目的として、JIS R 5201に規定される標準砂に生石灰（硬焼生石灰）を所定量添加したモルタル供試体を作製し、①促進法、②煮沸法、③オートクレーブ法による促進処理を行い、各種諸条件とPOの発生状況等との関係について検討した。また、実際に製造されている溶融スラグ骨材を対象として試験方法の有効性を確認した。

(2) 化学分析による試験方法

POの発生原因である生石灰の主成分はCaであり、JIS A 5031では、溶融スラグ骨材に含まれるCaOの定量方法が規定されている。しかし、同方法は、溶融スラグ骨材を酸で溶解するため、POの発生に関与しない固定化されたCaまで定量してしまい、得られた値からPOの発生の有無を確認することはできない。そこで、生石灰が水の存在下で容易に溶解する性質に着目し、溶融スラグ骨材を水に浸せきした際に溶出するCa量（以下、可溶性Ca量という）から溶融スラグ骨材中の生石灰含有量を推定する方法について検討した。実験は、可溶性Ca量と試験条件（試料の量、水の温度、溶出時間等）との関係を把握するとともに、可溶性Ca量とPOの発生の有無との関係について検討した。

3. モルタルによる試験方法の検討

3.1 実験の要因と水準

実験は3つのシリーズに分けて実施した。各シリーズにおける実験の目的を以下に、実験の要因と水準を表1に示す。

シリーズ1：硬焼生石灰の粒径及び混入率とPOの発生状況との関係に関する検討

シリーズ2：養生方法（処理方法）に関する検討

シリーズ3：溶融スラグ骨材への適用性の検討

3.2 使用材料及びモルタルの配合条件

(1) 使用材料

使用材料は、普通ポルトランドセメント（市販3社の

等量混合), 標準砂 (JIS R 5201), 熔融スラグ骨材 (21種類), 水 (精製水) 及び硬焼生石灰 (通常よりも高温で焼成した生石灰: 写真1参照) とした。なお, 硬焼生石灰は, 粉碎分級した4粒径を検討対象とした。

(2) モルタルの配合条件

モルタルの配合条件は, JIS A 5031の5.9 (アルカリシリカ反応性試験) に従い, 質量比でセメント1:水0.5:細骨材 (標準砂・熔融スラグ骨材) 2.6とした。

3. 3 試験方法

(1) 試験手順 試験手順を以下に示す。

- ① モルタル試料の作製 (JIS A 1146に準拠)
- ② 供試体の作製 (40×40×160mm)
- ③ 初期養生 (温度20℃, 湿度95%以上, 24時間)
- ④ 脱型・養生 (煮沸法は脱型直後に促進処理)
促進法, オートクレーブ法: 温度20℃水中, 24時間
- ⑤ 促進処理方法 (試験装置: 写真2, 写真3参照)
 - ・ 促進法 (JIS A 1804に準拠, 試験材齢2日)
[150kPa (127℃), 4時間]
 - ・ 煮沸法 (JIS R 5201に準拠, 試験材齢1日)
[100℃, 90分]
 - ・ オートクレーブ法 (JIS A 6205に準拠, 試験材齢2日)
[180℃ (約1.0MPa), 5時間]

(2) ポップアウトの確認方法

供試体を約30cm離れた位置から目視で観察し, 白色又は茶色の核が認められ, かつ目視又は指触により凹部と確認された箇所をPOと判定した。なお, POの確認は脱型時, 養生後及び促進処理後に行った。

3. 4 実験結果及び考察

3. 4. 1 シリーズ I

(1) モルタルの配合結果

モルタルの配合結果 [硬焼生石灰 (CaO) の粒径, 混入率, 混入量, 粒量の関係] の一例を表2に示す。表2に示すように, モルタル供試体1体に含まれるCaOの粒量は, CaOの粒径毎にCaOの混入率にほぼ比例して増減している。

なお, CaOの混入率が0.005%の場合, 5~2.5mmの粒径の粒量は, 計算上1個以下となる。

(2) 外観観察結果 (POの発生状況)

POの発生状況をCaOの混入率別に表3, 表4, 写真4, 写真5及び図1, 図2に示す。なお, 図表中のPOの発生数は供試体3体の平均値である。

これらの図表によると, POの発生状況は, CaOの混入率によって大きく異なる。CaOの混入率が0.1%以上

表1 実験の要因と水準

シリーズ	硬焼生石灰		細骨材	養生方法 (促進方法)
	混入率 %	粒径 mm		
I	2.0, 1.0, 0.5 0.3, 0.1, 0.05 0.03, 0.01, 0.005	5~2.5	標準砂	促進法
		2.5~1.2		
		1.2~0.6		
		0.6~0.3		
II	0.05, 0.03, 0.02 0.01, 0.005	5~2.5	標準砂	促進法 オートクレーブ法
		2.5~1.2		
		1.2~0.6		
	0.2, 0.1, 0.05 0.02, 0.01, 0.005	5~2.5	標準砂	促進法 煮沸法
		2.5~1.2		
		1.2~0.6		
III	—	—	熔融スラグ骨材	促進法

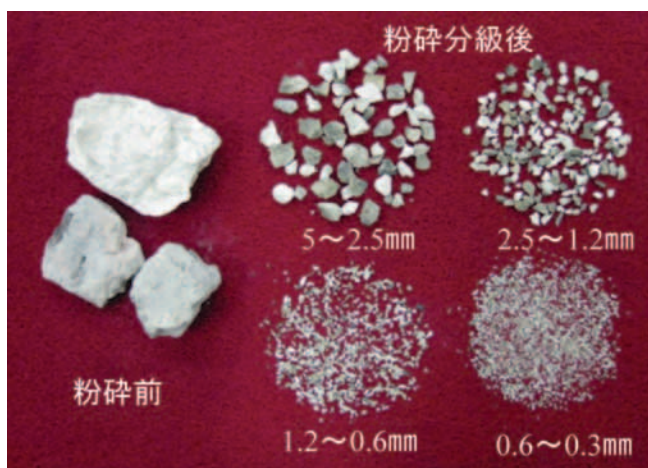


写真1 硬焼生石灰の外観



写真2 反応促進装置 (JIS A 1804) の外観



写真3 オートクレーブ装置 (JIS A 6205) の外観

表2 モルタルの配合結果の一例

CaOの混入率	%	0.05	0.03	0.02	0.01	0.005
CaOの混入量	g	0.68	0.41	0.27	0.14	0.068
供試体1体の混入量	g	0.180	0.107	0.073	0.039	0.017
供試体1体中の粒量(個)*	5~2.5	4.4	2.6	1.8	1.0	0.4
	2.5~1.2	20	12	7.9	4.2	1.8
	1.2~0.6	150	89	61	33	14
	0.6~0.3	900	535	365	195	85

表3 外観観察結果 (POの発生状況, その1)

CaO		外観観察結果(写真4参照)		
混入率 %	粒径 mm	脱型時	養生後	促進処理後
2.0	2.5 ~	湿潤養生中にPO及びひび割れが発生したため、以後の試験を中止した		
1.0		湿潤養生中にPOが発生し、水中養生中に崩壊		
0.5	1.2	湿潤養生中にPOが発生し、水中養生後に崩壊		
0.1		POなし	PO発生	PO、ひび割れ発生

表4 外観観察結果 (POの発生状況, 促進処理後)

混入率 %	粒径 mm	PO発生数 (個)	質量変化率 %	長さ変化率 %
0.05	5~2.5	3.7	0.2	0.007
	2.5~1.2	10.3	0.4	0.007
	1.2~0.6	32.7	1.2	0.007
	0.6~0.3	75.0	1.6	0.005
0.03	5~2.5	1.0	1.3	0.009
	2.5~1.2	8.7	1.0	0.006
	1.2~0.6	22.0	1.5	0.004
0.02	2.5~1.2	6.0	1.0	0.008
	1.2~0.6	16.0	1.3	0.007
0.01	2.5~1.2	2.7	1.1	0.009
	1.2~0.6	7.0	1.6	0.005
0.005	2.5~1.2	1.3	0.7	0.004
	1.2~0.6	3.7	1.2	0.010
	0.6~0.3	5.7	1.3	0.010

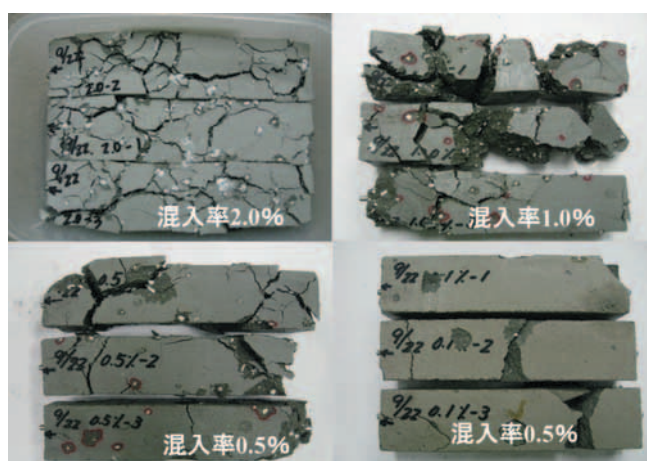


写真4 POの発生状況の一例

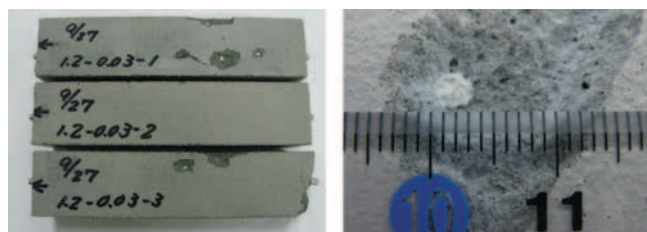


写真5 POの発生状況の一例 (混入率0.03%、粒径2.5~1.2mm)

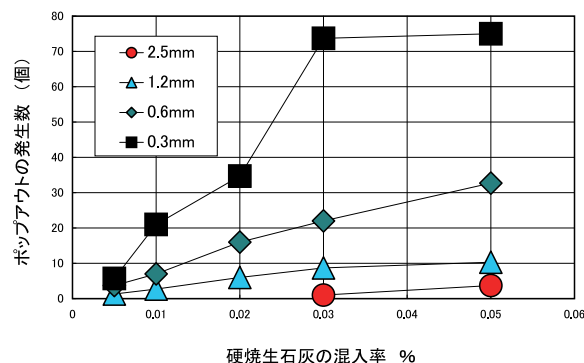


図1 CaOの混入率とPOの発生数の関係

の場合は、表3及び写真4に示したように、POの発生ではおさまらず、供試体に過大なひび割れが発生したり、供試体が崩壊する例が認められた。

一方、CaOの混入率が0.05%以下の場合には、表4及び図1、図2に示したように、POの発生数はCaOの混入率及び粒径に比例して変化している。これは、表2に示したように、供試体に含まれるCaOの粒量が混入率や粒径に応じて増減するためと推測される。また、POの発生深さは、CaOの粒径の2.0~2.5倍程度、発生範囲は粒径の5~6倍程度であった。なお、参考として測定した長さ変化率を比較すると、CaOの混入率及び粒径 (POの発

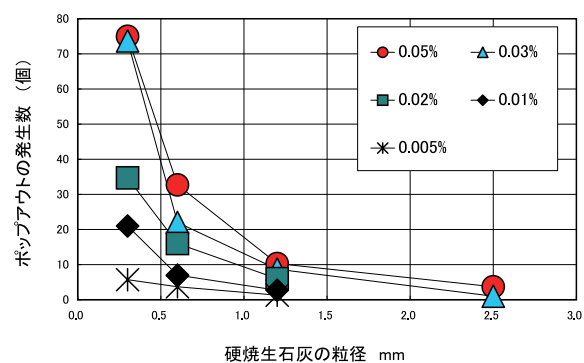


図2 CaOの粒径とPOの発生数の関係

表5 促進法とオートクレーブによるPOの発生数の関係

CaO		PO発生数 (個)		動弾性係数 kN/mm ²		圧縮強さ N/mm ²	
混入率 %	粒径 mm	促進	Ac	促進	Ac	促進	Ac
0.03	2.5~1.2	23	13	31.2	30.1	37.5	55.3
0.02		10	10	30.5	30.6	37.1	53.4
0.01		2	3	30.7	30.4	36.4	55.7
0.005		1	4	31.0	29.4	38.8	52.9
0.03	1.2~0.6	46	43	31.0	29.2	38.2	57.1
0.02		32	37	31.5	30.5	39.3	57.2
0.01		13	19	31.0	28.8	36.3	52.8
0.005		13	7	31.2	29.9	37.1	53.8

*促進：促進法, Ac：オートクレーブ法を示す。

生数)にかかわらず、著しい膨張は認められず、いずれも同程度の値であった。

既往の文献³⁾によると、神奈川県下の生コン工場で使用された溶融スラグ骨材に含まれるCaOの推定量は、溶融スラグ骨材の質量に対して0.008~0.014%といわれているが、表4に示すように、CaOの混入率が0.005%以上であれば、本実験で採用した促進法によりPOの発生の有無を確認できると判断される。

3. 4. 2 シリーズⅡ

(1) 促進法とオートクレーブ法との関係

同一配合条件のモルタルについて、促進法及びオートクレーブ法によって実施したPOの発生確認試験結果を表5及び図3に示す。これらの図表によると、配合条件によってPOの発生数に若干の差は認められるものの、養生方法（促進処理方法）の違いによるPOの発生数に大差はないと判断することができる。

また、表5には参考として実施したモルタルの圧縮強さ試験結果を併記したが、養生方法（促進処理方法）の違いによって絶対値に差があるものの、CaOの混入率及び粒径（POの発生数）にかかわらず、モルタルの圧縮強さは同程度の値を示している。なお、動弾性係数についても同様な傾向である。つまり、表5程度のPO発生であれば、モルタルの強度性状に及ぼす影響は比較的小さいと判断することができる。

(2) 促進法と煮沸法との関係

同一配合条件のモルタルについて、促進法及び煮沸法によって実施したPOの発生確認試験結果の一例を図4に示す。

なお、同試験結果は同一材料を使用した6機関の試験結果を併記したものである。この図によると、試験実施機関によってPOの発生数に若干の差が認められるが、

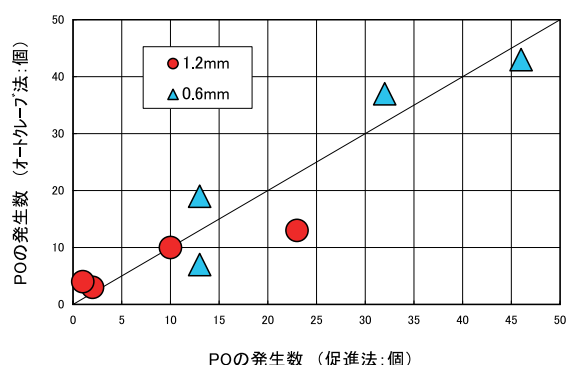


図3 促進法とオートクレーブによるPOの発生数の関係

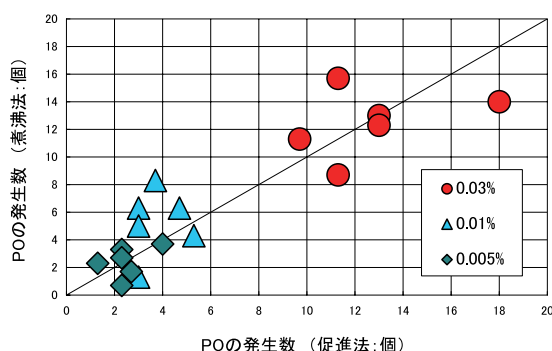


図4 促進法と煮沸法によるPOの発生数の関係

養生方法（促進処理方法）にかかわらず、POの発生数は同程度と判断することができる。

従って、促進法、煮沸法、オートクレーブ法のいずれの養生方法（促進処理方法）を採用してもPOの発生の有無を確認することが可能であるといえる。

3. 4. 3 シリーズⅢ

現在製造されている溶融スラグ骨材（21種類）を対象として、促進法によって実施したPOの確認試験結果を表6に示す。表6によると、21試料中2試料にPOの発生が確認された。従って、3. 3に示した試験手順によって、溶融スラグ骨材のPOの発生に有無を確認できる可能性が極めて高いと判断することができる。また、試料番号9は、別途行った異なる形状の供試体（100×100×10mm）での試験では、POの発生が確認されている。従って、試料番号9は、POを発生する可能性が高い骨材であると考えられる。

なお、写真6に示したように、一部の試料は、金属アルミに起因すると思われる気泡が発生し、POの発生の

表6 溶融スラグ骨材を対象としたPOの確認試験結果

試料番号	外観観察結果 (POの発生数:個)			
	打設面	側面	底面	合計
1	金属アルミに起因する気泡が発生			
3	金属アルミに起因する気泡が多数発生			
4	金属アルミに起因する気泡が発生			
5	金属アルミに起因する気泡が多数発生			
6	金属アルミに起因する気泡が多数発生			
12	金属アルミに起因する気泡が発生			
8	12	7	16	18
20	1	0	0	1

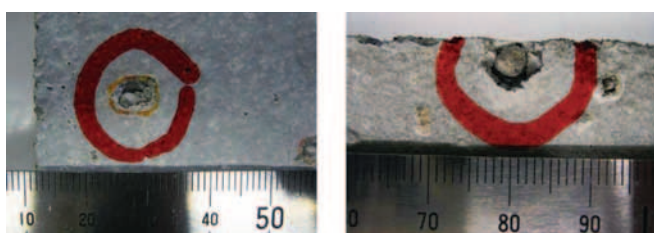


写真6 金属アルミに起因する気泡痕の例

表7 実験の要因と水準

要 因		水 準
試料の粒径	mm	0.3 以下, 0.15 以下
浸せき時間	日	0.02 (30分), 1, 2, 3, 7
浸せきさせる水温	℃	20, 50
試料の質量	g	0.01, 0.02, 0.05, 0.1

における実験の目的を以下に示す。

シリーズⅠ：可溶性Caを溶出させる諸条件に関する検討

シリーズⅡ：溶融スラグ骨材への適用性及びPOの発生状況との関係に関する検討

シリーズⅢ：試験方法の妥当性に関する検討

有無を正確に判断することができなかった。この点については、別途検討する必要がある。

3.5 実験結果のまとめ

モルタルによる試験方法に関する実験検討結果をまとめると、以下のとおりである。

- ・POの発生を再現する標準試料として、高温で焼成した硬焼生石灰 (CaO) は有効である。
- ・CaOの混入率が0.1%以上になると、モルタルにひび割れが発生したり崩壊することがある。
- ・POの発生数は、CaOの混入率及び粒径 (粒量) に比例して変化する。
- ・POの発生深さはCaOの粒径の2.0~2.5倍程度、発生範囲はCaOの粒径の5~6倍程度である。
- ・今回検討した試験方法によって、CaOの混入率が0.005%までPOの発生を確認することが可能である。
- ・促進法、煮沸法、オートクレーブ法のいずれの方法を採用してもPOの発生を確認することができる。
- ・POの発生だけでは、モルタルの著しい膨張や強度低下は生じない可能性が高い。

4. 化学分析による試験方法の検討

4.1 実験の概要

実験は3つのシリーズに分けて実施した。各シリーズ

4.2 シリーズⅠ

(1) 実験の要因と水準

実験の要因と水準を表7に示す。

(2) 使用材料

使用材料は、硬焼生石灰 (3.で使用したものと同様) 及び水 (JIS K 0557のA4グレード相当) とした。

(3) 試験方法

- ① 試料を0.1mgのけたまで正確にはかりとり、容量200mlのポリプロピレン製容器に入れた後、水100mlを加え約3分間攪拌した。
- ② 水の温度条件の±3℃で制御した試験室内に所定の期間静置した。
- ③ ろ紙 (No.5C) を用いて吸引ろ過した後、全量フラスコ200mlに定容したものを分析溶液Aとした。
- ④ 分析溶液Aから一定量を全量フラスコ50mlに分取し、標線まで水を加えたものを分析溶液Bとした。
- ⑤ Caイオン標準液を用いて検量線を作成した後、イオンクロマトグラフ (写真7参照) を用いて分析溶液B中のCaイオン量を測定した。
- ⑥ 測定したCa量と生石灰がすべて溶解したと仮定した場合のCa量よりCa溶解率を算出した。

(4) 実験結果及び考察

① 浸せき期間及び粒径に関する検討

Ca溶解率と浸せき期間の関係を図5に示す。

図5によると、硬焼生石灰のCa溶解率は、温度50℃の水に浸せきした場合、粒径にかかわらず、浸せき期間1日以降、ほぼ一定の値に収束している。

一方、温度20℃の水に浸せきした場合は、浸せき期間

3日まではCa溶解率が増加する傾向を示しており、粒径が大きいほど、その傾向は顕著であった。しかし、浸せき期間が3日以降になると、Ca溶解率は、ほぼ一定の値を示す結果となった。

以上の実験結果より、硬焼生石灰に含まれる可溶性Caをほぼすべて溶解させるのに要する期間は、温度50℃の水に浸せきした場合、粒径の大きさにかかわらず浸せき期間1日以上、温度20℃の水に浸せきした場合、粒径の大きさにかかわらず浸せき期間3日以上が必要であると判断される。

② 水の温度に関する検討

図5によると、硬焼生石灰のCa溶解率は、浸せきさせる水の温度によって変化している。浸せきさせる温度20℃と50℃の場合を比較すると、浸せき期間が短い範囲では、Ca溶解率に大きな差が認められる。しかし、時間の経過に伴って、Ca溶解率の差は徐々に小さくなり、浸せき期間3日ではほぼ等しい値となり、それ以降は、概ね一定の値を示す結果となった。

以上の結果より、浸せきさせる水の温度が50℃までの範囲であれば、浸せき期間3日で硬焼生石灰に含まれる可溶性Caがほぼすべて溶解すると判断される。

③ 検出上限値となる試料質量に関する検討

はかりとった試料質量とCa溶解率の関係を図6～図9に示す。図6～図9によると、すべての条件において、Ca溶解率は浸せき期間が短い範囲では若干のばらつきが認められ、はかりとった試料質量が少ないほどCa溶解率が大きい傾向が認められる。しかし、浸せき期間3日以降では、試料の質量にかかわらず、Ca溶解率は、ほぼ一定の値を示す結果となった。

以上の結果より、可溶性Caの溶出条件としては、溶出する水の温度を50℃以下、浸せき期間を3日と規定した場合、硬焼生石灰の質量が0.1g以下であれば、ほぼすべての可溶性Caが溶解すると判断される。

(5) 可溶性Ca量の測定条件

シリーズⅠの実験結果に基づき、溶融スラグ骨材に含まれる可溶性Ca量の測定条件として、以下に示す測定条件を選定した。

① 浸せき温度及び浸せき期間

試料の浸せき温度及び浸せき期間は、浸せき温度が20℃の場合浸せき期間は3日以上、浸せき温度が50℃の場合浸せき期間は1日以上とする。

② 分析に用いる溶融スラグ骨材の質量

実験で検証した硬焼生石灰の質量は、最大で0.1gである。前述したモルタルによる実験結果によると、溶融



写真7 イオンクロマトグラフの外観

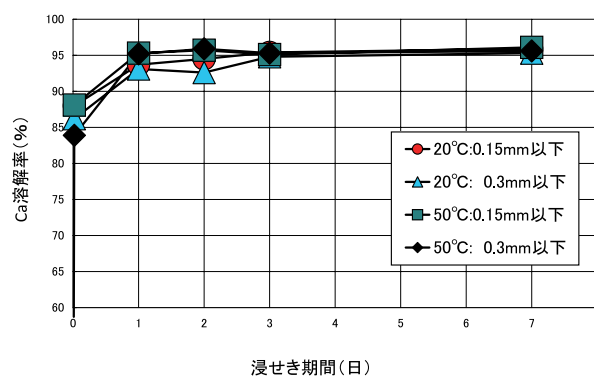


図5 Ca溶解率と浸せき期間の関係

スラグ骨材の質量に対して硬焼生石灰の混入率が0.005%以上の場合、POの発生が確認されている。

従って、可溶性Ca量の測定における検出上限値として硬焼生石灰の質量を0.1gと仮定すると、化学分析に供する溶融スラグ骨材の質量の上限値は、 $0.1\text{g} / 0.005\% = 2000\text{g}$ となる。ただし、硬焼生石灰の混入率(0.1%程度まで)及び化学分析の合理性等を考慮すると、化学分析に供する溶融スラグ骨材の質量は100g程度が適切であると考えられる。

4. 3 シリーズⅡ

(1) 使用材料

全国21箇所の溶融施設から提供された溶融スラグ骨材を使用した。(3.モルタルによる試験方法と同様)

(2) 試験方法

4.2(3)と同様な方法で行った。ただし、浸せきさせる水の温度は20℃及び50℃、浸せき期間は3日間、試

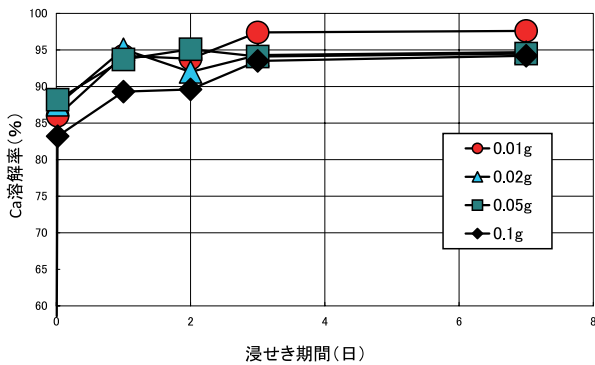


図6 Ca溶解率と試料質量の関係(温度:20°C, 粒径:0.3mm以下)

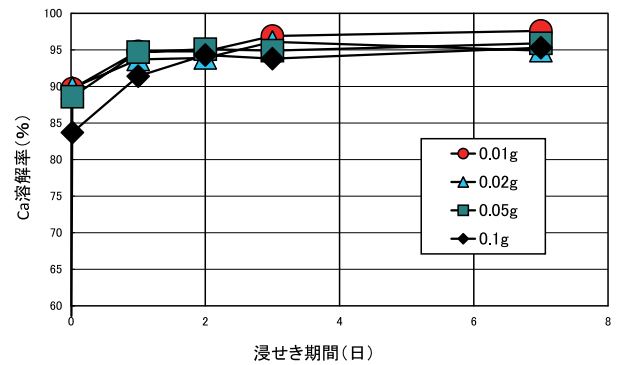


図7 Ca溶解率と試料質量の関係(温度:20°C, 粒径:0.15mm以下)

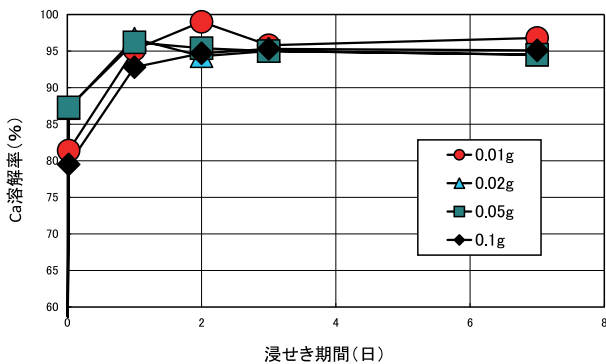


図8 Ca溶解率と試料質量の関係(温度:50°C, 粒径:0.3mm以下)

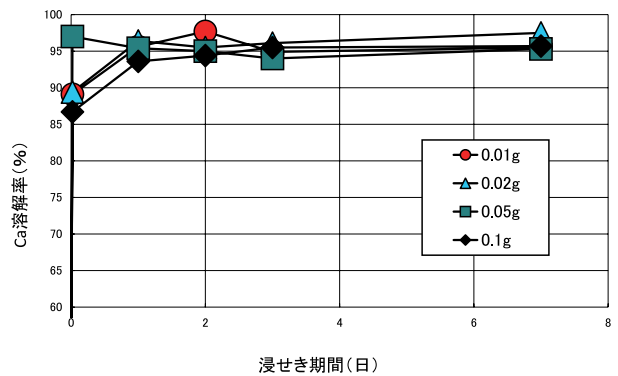


図9 Ca溶解率と試料質量の関係(温度:50°C, 粒径:0.15mm以下)

料の質量は100 gとした。

また、測定したCa量より、熔融スラグ骨材中の硬焼生石灰含有量を算出した。

(3) 実験結果及び考察

① 可溶性Ca量とPOの発生状況に関する検討

各試料の可溶性Ca量を図10に、各試料の硬焼生石灰含有量を図11に示す。図10及び図11によると、可溶性Ca量及び硬焼生石灰含有量は、試料によって大きな差があり、最小値と最大値を比較すると、10倍程度の差が認められる。

3. に示したモルタルによる試験方法の検討では、硬焼生石灰の混入率が0.005%以上の場合、POの発生が認められている。これに対し、化学分析による検討では、熔融スラグ骨材の質量を100 gとしている。従って、POが発生すると考えられる試料中の硬焼生石灰の含有量は0.005 g 以上となる。

図11によると、可溶性Ca量から算出した硬焼生石灰含有量は、試料番号5, 6, 8, 9, 20で0.005 g を超える結果となった。表6に示した、熔融スラグ骨材を対象としたPOの発生確認試験結果と比較すると、試料番号9を除いて、POが発生した試料はいずれも0.005 g を超え、POが発生しなかったその他の試料では、0.005 g を下回る値となっている。また、異なる傾向を示した試料番号9は、別途行った試験ではPOが発生しており、POが発生する熔融スラグ骨材と見なすことができる。

ただし、試料番号9は、他の試料と異なりエージング処理を行っている試料であり、本実験結果によると、エージング処理を行った熔融スラグ骨材には、今回採用した試験方法が適用できない可能性がある。なお、JIS A 5031追補案では、POの発生防止方法として、エージング処理は認められていない。

一方、試料番号5及び試料番号6は、熔融スラグ骨材に

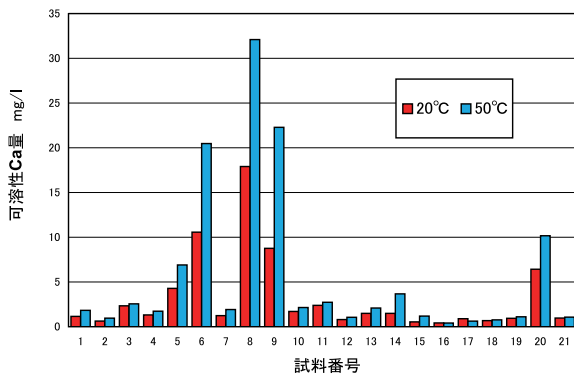


図10 各試料の可溶性Ca量

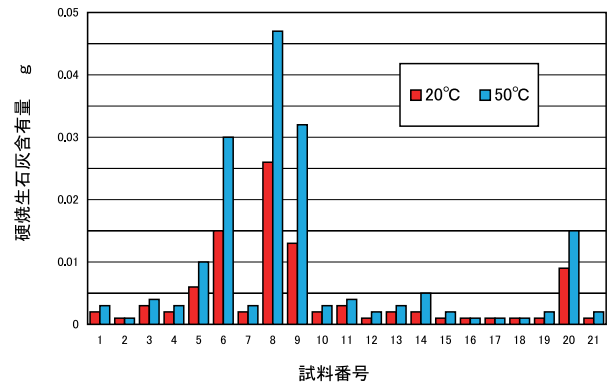


図11 各試料の硬焼生石灰含有量

含まれる金属アルミに起因する発泡の影響で、モルタルによる検討では、POの発生の有無を明確に判断することはできなかった。しかし、化学分析によって算出した硬焼生石灰含有量から判断すると、POが発生した可能性が高いといえる。

② 水の温度に関する検討

図10によると、いくつかの試料で浸せきさせる水の温度によって、可溶性Ca量に差が認められる。この現象は、シリーズでは確認されなかった。

浸せきさせる水の温度によって測定結果が変化した試料は、モルタルによる試験でPOが発生した試料及び金属アルミに起因する膨れが発生した試料である。POが発生していない試料と比較すると、溶出させる水の温度によって、可溶性Ca量は2倍以上増大する結果となった。水の温度によって測定結果が変化した理由としては、高温（50℃）で溶出させることによって、常温（20℃）では起こらなかった次の2点の反応が生じた可能性が考えられる。

- 1) 溶融スラグ骨材に含まれるCaOの一部が溶出した。
- 2) 金属アルミに固定化されたCaOの一部が溶出した。

しかし、現時点では明確な原因は不明であり、今後、詳細な検討が必要であると考えられる。なお、POの発生した試料との関係を考慮すると、現時点では浸せきさせる水の温度は20℃が好ましいと思われる。

③ 試験方法の適用性に関する検討

シリーズⅡで行った実験結果をよると、シリーズⅠで設定した試験条件によって、溶融スラグ骨材に含まれる可溶性Ca量を検出することが可能であるといえる。また、化学分析で求めた可溶性Ca量から推定した硬焼生石灰含有量と、モルタル試験によるPOの確認試験結果とは良く整合している。ただし、エージング処理を行っ

表8 CaOと可溶性Caの関係

試料番号	化学成分 %	
	CaO	可溶性Ca
3	25.7	0.002
6	35.3	0.011
8	29.1	0.018
10	28.1	0.002
15	26.9	0.001
16	10.4	0.000
20	32.4	0.006

た溶融スラグ骨材には、本分析方法を適用できない可能性がある。

なお、JIS A 5031には化学成分として、溶融スラグ骨材のCaOの上限値が規定されている。表8は、JIS A 5031に従って求めた溶融スラグ骨材のCaOとシリーズⅡで行った可溶性Caの関係を示したものである。表8によると、JIS A 5031に規定された分析方法によって求めたCaOから、ポップアウトの発生の有無を判断することはできない。

4.4 シリーズⅢ

(1) 使用材料

シリーズⅡで使用した溶融スラグ骨材に硬焼生石灰を別途添加したものを試料とした。

試料の概要を表9に示す。

(2) 試験方法

4.3 (2) と同様な方法で行った。

なお、硬焼生石灰含有量の推定値とは、シリーズⅡで測定した可溶性Ca量から算出した硬焼生石灰含有量に、表9に示す量だけ別途添加した硬焼生石灰の質量を加えた値である。

表9 試料の概要

番号	熔融スラグ骨材 の試料番号	硬焼生石灰	
		粒径 mm	質量 g
①	1	0.6	0.005
②	1	1.2	0.01
③	4	0.6	0.04
④	4	1.2	0.04
⑤	9	0.6	0.02
⑥	9	1.2	0.02
⑦	15	0.6	0.02
⑧	15	1.2	0.02
⑨	20	0.6	0.02
⑩	20	1.2	0.02

(3) 実験結果及び考察

① 硬焼生石灰含有量に関する検討

各試料の硬焼生石灰含有量を図12に示す。図12によると、添加した硬焼生石灰の粒径及び質量にかかわらず、硬焼生石灰含有量の測定値と推定値の間には、大きな違いは認められない。ただし、番号⑥の測定値は、溶出させる水の温度20℃及び50℃ともに、推定値の6割程度しか検出されなかった。これは、同じ熔融スラグ骨材を使用した番号⑤と比較して、添加した硬焼生石灰の粒径が大きいことが原因であると考えられる。しかし、POの発生する硬焼生石灰含有量の下限值が0.005gであることを考慮すると、熔融スラグ骨材に残存している生石灰の検出方法としては有効であると思われる。

② 浸せきさせる水の温度に関する検討

図12によると、浸せきさせる水の温度によって、可溶性Ca量に差は認められなかった。これはシリーズⅡと異なる結果である。シリーズⅡで大きな差が生じた試料番号9（番号⑤及び⑥）は、シリーズⅢでは、その差は小さくなっている。この原因は、現時点では不明であり、今後更なる検討が必要である。

4. 5 実験結果のまとめ

化学分析による試験方法に関する実験結果をまとめると、以下のとおりである。

- ・硬焼生石灰を溶出させる条件としては、浸せき温度が20℃の場合、浸せき期間は3日以上、浸せき温度が50℃の場合、浸せき期間は1日以上である。
- ・熔融スラグ骨材に生石灰が残存しているか否かは、可溶性Ca量を検出することで判定することが可能である。
- ・可溶性Ca量は、熔融スラグ骨材の品質によって大きな差があり、可溶性Ca量からPOの発生の有無を推定することが可能である。ただし、エージング処理した試料については適用できない場合がある。
- ・POの発生量は、定量的に示すことが難しいため、可溶性Ca量（硬焼生石灰含有量）との関係を数式に置き換えることはできない。しかし、可溶性Ca量（硬焼生石灰含有量）から熔融スラグ骨材のPOの発生の有無は、かなり高い精度で判定することが可能である。
- ・化学分析方法は、試験の対象が熔融スラグ骨材自体である。従って、熔融スラグ骨材の製造工程における試験・検査方法として有効である。また、POが発生した熔融スラグ骨材の可溶性Ca量は、発生していないものと比較すると1けた異なるため、骨材

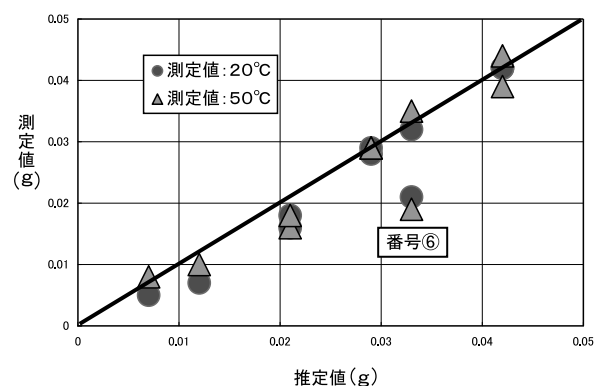


図12 各試料番号の硬焼生石灰含有量

のスクリーニング試験に適用することが可能である。

5. まとめ

今回は、熔融スラグ骨材にPOの発生原因となる生石灰が有害量混入しているか否かを判断する試験方法として、①モルタルによる試験方法、②化学分析による試験方法を取り上げ、様々な実験的研究を行った。

その結果、モルタルによる試験方法では、熔融スラグ骨材に含まれる生石灰の量が極微量でもPOの発生の有無を確認することができた。一方、化学分析による試験方法では、可溶性Ca量を検出することにより、熔融スラグ骨材に生石灰が残存しているか否かを判断することが可能であることが実証できた。更にモルタルによる試験結果と化学分析結果の整合性を検証することもできた。

両試験方法の位置付けは、アルカリシリカ反応性試験における「モルタルバー法」と「化学法」のような関係である。すなわち、モルタルによる試験方法が「モルタ

ルバー法」で、化学分析による可溶性Caの測定方法が「化学法」としてとらえることができる。

今回行った一連の実験結果に基づき、POの発生を確認する試験方法（案）を提案した。試験方法（案）の概要は以下のとおりである。

溶融スラグ骨材のモルタルによるPO確認試験方法(案)

- ・モルタル試料の作製（JIS A 1146に準拠）
- ・供試体の作製（40×40×160mm）
- ・初期養生（温度20℃，湿度95%以上，24時間）
- ・脱型・養生（煮沸法は脱型直後に促進処理）
- ・促進処理
促進法 [150kPa（127℃），4時間]
煮沸法 [100℃，90分]
- ・POの確認（約30cm離れた位置から目視）

溶融スラグ骨材に含まれる可溶性Caの測定方法(案)

- ・試料を縮分して100.0g採取
- ・試料を容器に入れ水100mlを加え約3分間攪拌
- ・温度20±3℃の試験室内に3日間静置
- ・ろ紙（No.5C）を用いて吸引ろ過を行い，ろ液を採取
- ・分析装置を用いて，ろ液中のCaイオン量を測定
- ・計算によって，試料中の生石灰含有量を算出

ただし，コンクリートによる品質試験の代替としてモ

ルタルによる試験方法や化学分析による試験方法を採用するためには，両者の関係を明らかにすることが必要不可欠である。

そこで，モルタルによる試験結果とコンクリートによる試験結果の関係を把握することを目的としてコンクリート実験を別途実施している。また，化学分析による試験方法では，試験方法の適用性や再現性を確認するため，他の分析機関との共通試験を別途実施している。

これらの一連の研究成果は，平成22年度の調査研究成果報告書³⁾として取り纏めており，JIS A 5031の改正の際に，POの確認試験方法の標準化のための基礎資料として提案したいと考えている。

《参考文献》

- 1) 池田尚治，石川寿秋，原田修輔，菊池雅史：溶融スラグ細骨材を使用したコンクリートの安全性に関する評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.805～810，2009
- 2) (社)日本産業機械工業会，エコスラグ利用普及センター，「エコスラグ有効利用の現状とデータ集」，2009年7月
- 3) (財)建材試験センター，平成22年度 社会環境整備・産業競争力強化型規格開発事業「コンクリート用溶融スラグ骨材の試験方法等に関する標準化調査研究成果報告書」，2011年3月

*執筆者

中里 侑司（なかざと・ゆうじ）

（財）建材試験センター中央試験所
材料グループ 主幹



● 品質性能試験についてのお問い合わせ先 ●

中央試験所 〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5丁目21番20号

・材料系試験	材料グループ	TEL 048 (935) 1992	FAX 048 (931) 9137
・構造系試験	構造グループ	TEL 048 (935) 9000	FAX 048 (931) 8684
・防耐火系試験	防耐火グループ	TEL 048 (935) 1995	FAX 048 (931) 8684
・環境系試験	環境グループ	TEL 048 (935) 1994	FAX 048 (931) 9137

西日本試験所 〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

・試験の受付	試験課	TEL 0836 (72) 1223	FAX 0836 (72) 1960
--------	-----	--------------------	--------------------

ホタテ貝殻粉末塗材のかび抵抗性試験

(受付第10A4172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。

試験名称	ホタテ貝殻粉末塗材の性能試験						
依頼者	あいもり株式会社						
試験項目	かび抵抗性						
試料	名称	ホタテ貝殻粉末塗材					
	商品名	ほたて漆喰スムーズ Zen Ocean					
	材質	ホタテ貝殻, 消石灰他					
	数量	500 g					
試験方法	<p>JIS A 6909(建築用仕上げ塗材)の7.26 かび抵抗性試験に従った。 基板は, JIS P 3801 [ろ紙 (化学分析用)] に規定するろ紙を使用した。 なお, 配合比及び塗り量を表1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 配合比及び塗り量 (依頼者提出資料)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>配合比</td> <td>ほたて漆喰スムーズ Zen Ocean : 水 = 500g : 240mL</td> </tr> <tr> <td>塗り量</td> <td>1363g/m² (粉体時重量)</td> </tr> </table>			配合比	ほたて漆喰スムーズ Zen Ocean : 水 = 500g : 240mL	塗り量	1363g/m ² (粉体時重量)
配合比	ほたて漆喰スムーズ Zen Ocean : 水 = 500g : 240mL						
塗り量	1363g/m ² (粉体時重量)						
試験結果	試験体番号	試験結果 (JIS Z 2911 の 5.3.2 による試験結果の表示方法)					
	1	0					
	2	0					
	3	0					
	備考 : 試験結果を写真1~写真3に示す。						
試験期間	平成23年3月10日 ~ 24日						
担当者	材料グループ	統括リーダー	真野孝次				
		試験責任者	大島明				
		試験実施者	石川祐子				
試験場所	中央試験所						

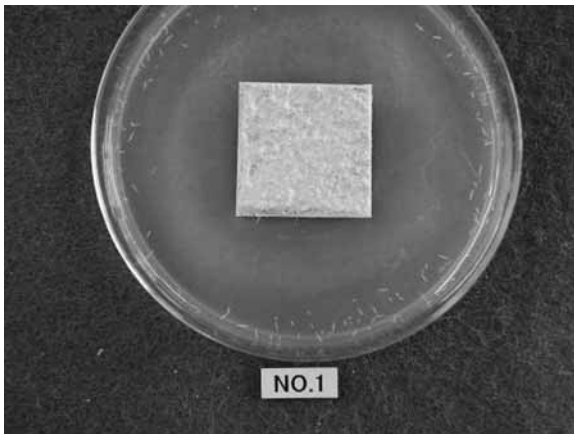


写真1 試験結果 試験体番号：1

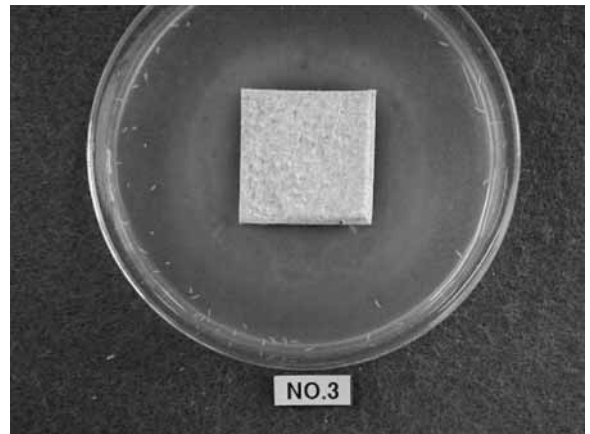


写真3 試験結果 試験体番号：3

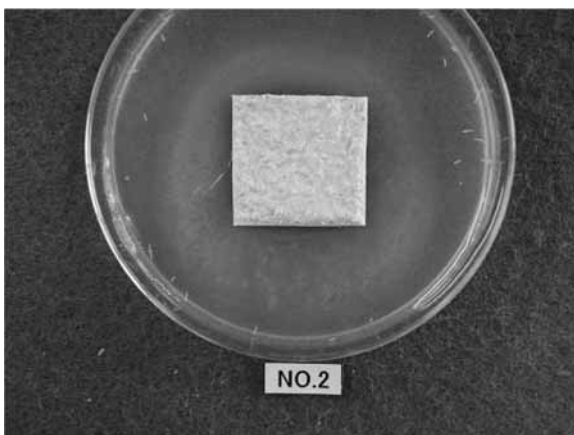


写真2 試験結果 試験体番号：2

コメント・・・・・・・・・・

かびは高湿度（80%以上）、適温（20～35℃）の環境下で若干の栄養があると発生する。特に梅雨時や冬場の閉め切った室内で発生し、健康障害を引起こすことがある。かびの栄養となるものは主に食品のかげら、人間の皮膚、植物繊維などの微粉である。このため室内で使われる壁材、天井材は、少なからずかび抵抗性が要求される。

一般的にかび抵抗性を測定するには促進試験が行われており、JIS Z 2911で工業製品や建築材料について試験方法が標準化されている。さらに、かび抵抗性が必要とされる建築材料ではこの規格を基に個々に試験方法が規定されている。今回の試料は主に壁に塗ることを想定しているため、JIS A 6909の仕上塗材に準じて試験を行った。

試料はホタテ貝殻に消石灰等を混合したものであり、廃棄物の有効利用を図った材料である。カルシウム分は本来かびの栄養となり得る成分であるが、全体的にpHがアルカリ寄りであるため、かびに対する性能は良好であることが予想された。

・・・・・・・・・・

試験は、溶解固化させた寒天培地の上に、ろ紙に塗布した方形の試料を置き、かびの混合孢子液を散布する方法で行った。この方法は繊維製品塗料などに広く用いられており、短期間にかびに対する初期性能を判断する有効な手法である。試験条件詳細を以下に示す。

- ①試験に用いたかび：アスペルギルスニゲル 及び ペニシリウムシトリナム
- ②寒天培地の成分：水：1000ml
 硝酸アンモニウム：3.0 g
 リン酸2水素カリウム：1.0 g
 硫酸マグネシウム7水和物：0.5 g
 塩化カリウム0.25 g
 硫酸鉄（Ⅱ）7水和物：0.002 g
 寒天：25 g
- ③培養温度、湿度、期間：28±2℃、95%以上で14週間

試験結果は、表面に発生したかびの発生面積を目視で観察し結果判定することとなっている。判定基準を以下に示す。

- ・結果の表示0：菌糸の発育が認められない。
- ・結果の表示1：菌糸の発育部分の面積は全面積の1/3を超えない。
- ・結果の表示2：菌糸の発育部分の面積は全面積の1/3を超える。

今回行った試験では3個ともかびが全く発生しなかった。このことにより試料はかびに対する十分な性能（抵抗性）があることが証明された。

（文責：材料グループ 大島 明）

木造部材等の試験・評価

④「継手・仕口接合部の試験方法・評価方法」



1. はじめに

これまでの基礎講座では、地震や風による水平外力に抵抗する耐力壁について関連する試験・評価方法を解説してきました。この耐力壁が十分な性能を発揮するためには、耐力壁端部の柱頭、柱脚接合部が先行破壊しないことが前提となり、柱頭、柱脚には十分な緊結力が求められます。建設省告示第1460号では、筋かい端部の仕口や軸組の柱頭・柱脚部の仕口について、具体的な接合金物の形状及び寸法、接合金の種類及び本数が示されている他、実験等により例示仕様と同等の接合性能が確認された接合金物の使用が認められています。また、品確法における性能表示のための評価方法基準では、柱頭、柱脚の仕口のほかに、水平構面を構成する横架材接合部についても検討が求められています。これらの接合部の接合性能を検証する方法として、木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008年版）¹⁾に継手・仕口接合部の試験方法及び評価方法が示されています。この試験方法は、各接合部に生じる応力を想定したもので、対象とする接合部の位置や検討する応力の種類により次の5種類の試験が示されています。

- ①柱頭・柱脚接合部の引張試験
- ②柱頭・柱脚接合部のせん断試験
- ③横架材端接合部の引張試験
- ④横架材端接合部のせん断試験
- ⑤垂木・軒桁接合部の引張試験

これらのうち、②については2008年版に新たに追加されました。柱頭、柱脚の接合方法は、柱端部のほぞを横架材に差し込んで固定し、引抜力に対してのみ金物で補強する方法が一般的に用いられてきましたが、近年ほぞの代わりに金物だけで柱と横架材を接合する金物が使われるようになってきました。このような金物は、せん断力と引張力を同時に負担するため、①及び②の試験を行い、引張力とせん断力の複合応力に対して検討する必要があります。

当センターでは、これらの木造軸組工法住宅の許容応力

度設計（2008年版）に基づいた継手・仕口接合部の試験を実施しています。今回は、木造部材の継手・仕口接合部の試験・評価方法のうち、当センターへの試験依頼が比較的多い柱頭・柱脚接合部の引張試験、柱頭・柱脚接合部のせん断試験、横架材端接合部の引張試験及び横架材端接合部のせん断試験について紹介します。

2. 試験体の仕様及び試験体の設置方法

各試験の標準的な試験体の仕様及び設置方法について解説します。

(1) 柱頭・柱脚の引張試験

標準的な試験体の形状及び設置方法例を図1に示します。柱頭・柱脚接合部の引張試験の試験体は、対象とする接合部の位置や種類により隅柱型、中柱型、アンカー型の3種類に分かれます。

①隅柱型

試験体は、柱と土台で構成し、土台端部と柱端部を接合したものです。土台の長さは400mm、柱の長さは、600mmとし、試験体の設置は、柱芯から約200mm離れた位置に固定用ボルトM12と角座金W4.5×45を用いてトルク値を管理して固定します。

②中柱型

試験体は、柱と土台で構成し、土台中央に柱端部を接合したものです。土台の長さは1000mm、柱の長さは600mmとし、試験体の設置は、柱芯から外側に約400mmの位置に固定用ボルトM12と角座金W4.5×45を用いてトルク値を管理して固定します。

③アンカー型

試験体は、柱と試験装置を金物を介して接合したものです。柱の長さは1000mmとし、試験体の設置は、固定用ボルトを介して試験装置と固定します。また、横倒れ防止のためのサポートジグを設け、固定ボルトの締め付け方法は、予めトルクレンチでボルトを締め付けてなじま

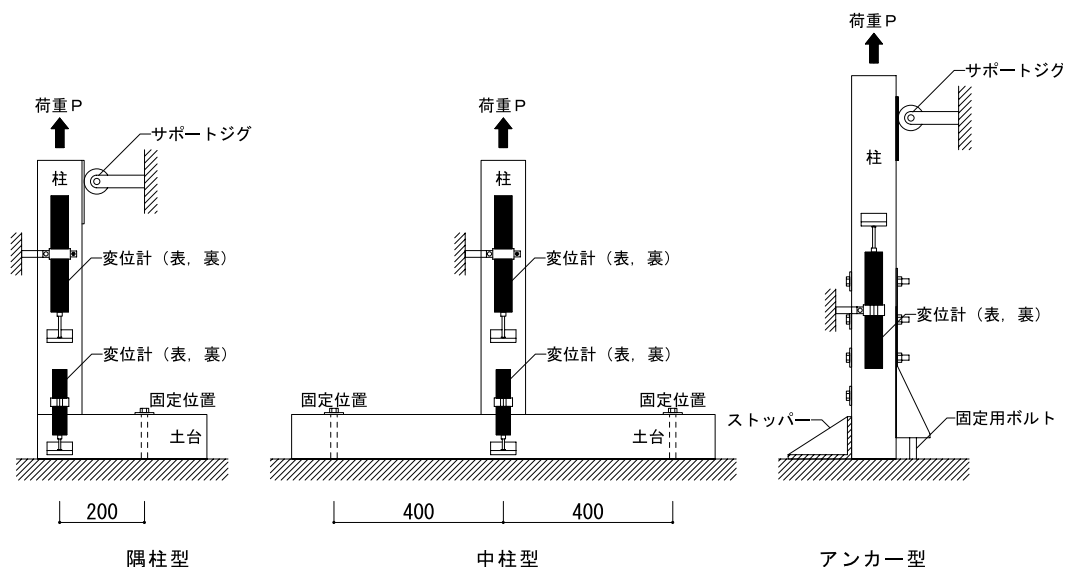


図1 柱頭・柱脚接合部の引張試験の標準的な試験体の形状及び設置方法例

せた後、ゆるめて手締めにて固定します。また、固定用ボルトの位置は、ずれが生じないようにジグで拘束します。

試験体を使用する木材は、柱、土台ともに断面寸法は105×105mm、樹種はすぎを標準としています。試験体数は、予備試験体を1体、本試験体を6体以上とします。

(2) 柱頭・柱脚のせん断試験

標準的な試験体の形状及び設置方法例を図2に示します。柱頭・柱脚接合部のせん断試験の試験体は、対象とする接合部の位置や種類により隅柱型、中柱型、アンカー型の3種類に分かれます。また、せん断試験は接合部一箇所では加力バランスがよくないため、接合部を2箇所設けた試験体で試験を行います。

①隅柱型

試験体は柱と土台で構成したもので、土台勝ちの場合は柱の両端部と土台の上面を接合し、柱勝ちの場合は、柱の両端部の側面と土台端部を接合したものとなります。土台の長さは実態に則して調整するものとし、柱の長さは加圧板に金物が干渉しないように考慮した長さとし、試験体の設置は、両側の土台を固定用ジグに支持し、柱の中央部を加力点とします。土台を六角ボルトと座金を用いて固定ジグに固定します。

②中柱型

試験体は、柱と土台で構成し、柱の両端部と土台上面

を接合したものとなります。土台の長さは700mm、柱の長さは、加圧板に金物が干渉しないように考慮した長さとし、試験体の設置は、両側の土台を六角ボルトと角座金を用いて固定用ジグに固定します。

③アンカー型

試験体は、柱のみで構成し、柱は金物を介して直接固定用ジグに固定します。柱の長さは、加圧板に金物が干渉しないように考慮した長さとし、試験体の設置は、両側の土台を六角ボルトと角座金を用いて固定用ジグに固定します。

試験体を使用する木材は、隅柱型、中柱型、アンカー型のいずれにおいても、柱、土台ともに断面寸法は105×105mm、樹種はすぎを標準としています。試験体数は、予備試験体を1体、本試験体を6体以上とします。

(3) 横架材端接合部の引張試験

標準的な試験体の形状及び設置方法例を図3に示します。横架材端接合部の引張試験の試験体は、対象とする接合部の位置や種類により柱-梁型、梁-梁型、継手型の3種類に分かれます。

①柱-梁型

試験体は、柱と梁で構成し、梁の端部は柱の側面に接合したものになります。柱の長さは800mm、梁の長さは600mmとし、試験体の設置は、梁芯から両側に約240mm離れた位置に、M16六角ボルトと角座金W15×100を用いてトルク値を管理して固定します。

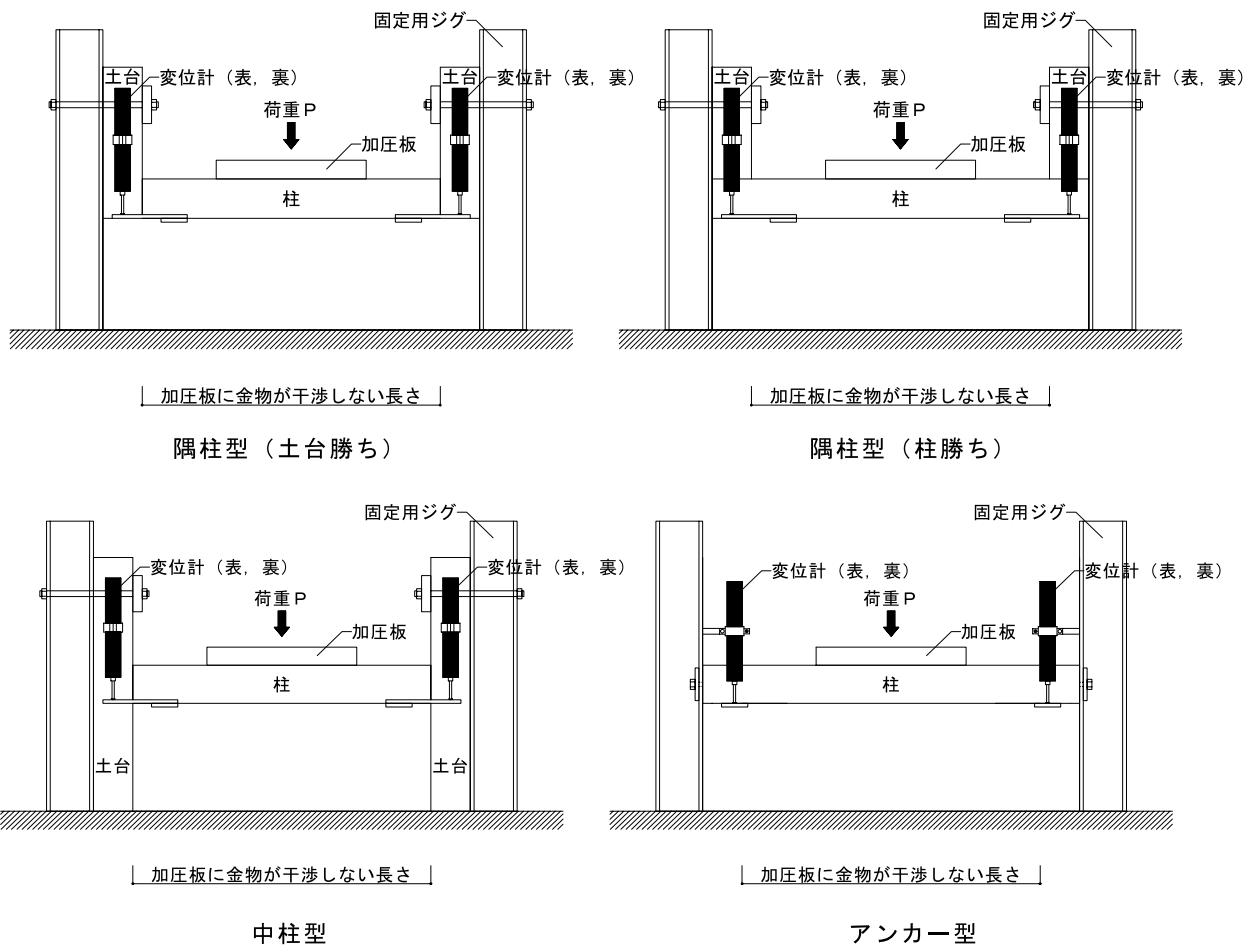


図2 柱頭・柱脚接合部のせん断試験の標準的な試験体の形状及び設置方法例

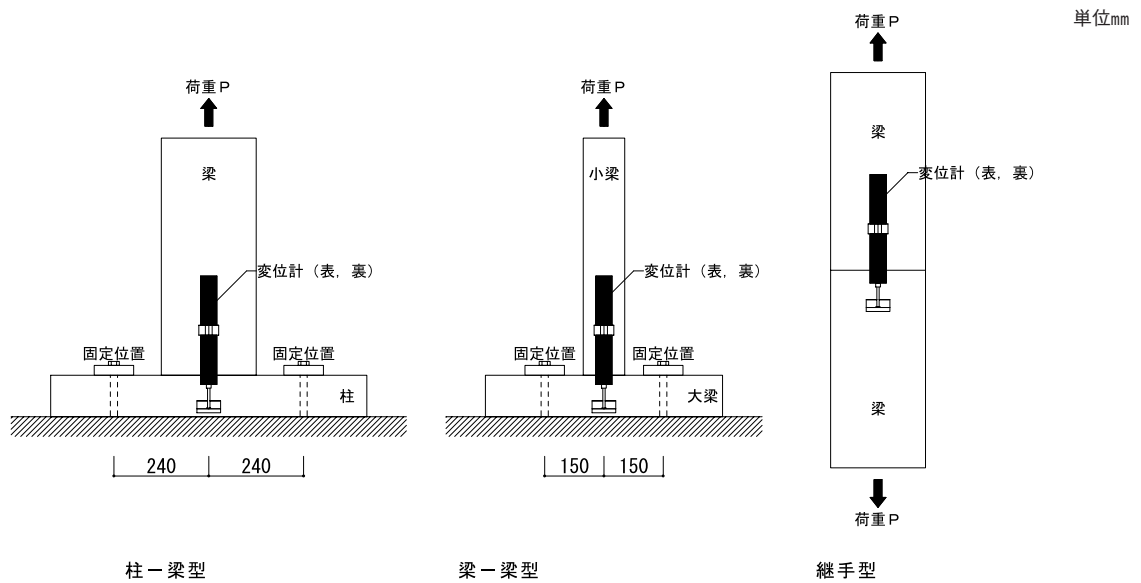


図3 横架材端接合部の引張試験の標準的な試験体の形状及び設置方法例

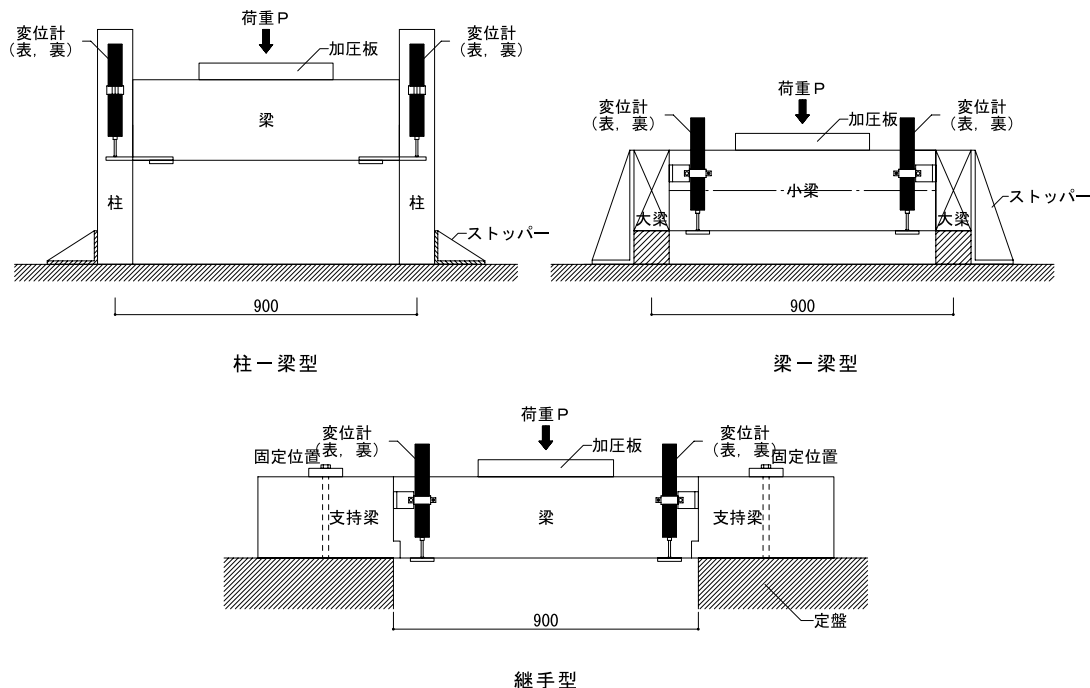


図4 横架材端接合部のせん断試験の標準的な試験体の形状及び設置方法例

②梁-梁型

試験体は、大梁と小梁で構成し、小梁の端部を大梁の側面に接合したものになります。大梁、小梁の長さはともに600mmとし、試験体の設置は、小梁芯から両側に約150mm離れた位置にM16六角ボルトと角座金W15×100を用いてトルク値を管理して固定します。

③継手型

試験体は、2本の梁で構成し、梁端と梁端を長手方向に継いだものとし、構成する梁の長さは500mmとします。

試験体を使用する木材の断面寸法は、柱は105×105mm、梁は105×240mm、樹種は、柱はすぎ、梁はべいまつを標準とします。また、加力に必要な試験装置の掴み部分は、接合部の変形及び破壊に対して影響を及ぼさない距離を保ち、固定部位やジグは、接合部が先行破壊するように座金の大きさ等に注意する必要があります。試験体数は、予備試験体を1体、本試験体を6体以上とします。

(4) 横架材端接合部のせん断試験

標準的な試験体の形状及び設置方法例を図4に示します。横架材端接合部のせん断試験の試験体は、対象とする接合部の位置や種類により柱-梁型、梁-梁型、継手型の3種

類に分かれます。柱頭、柱脚接合部のせん断試験と同様に、接合部1箇所では加力バランスがよくないため、接合部を2箇所設けた試験体で試験を行います。

①柱-梁型

試験体は、柱と梁で構成し、梁の両端部と柱側面を接合したものになります。柱の長さは700mmとし、柱間距離は900mm、梁の上面から柱上端までの距離を150mmとします。試験体の設置は、両側の柱を支持し、梁の中央部を加力点とします。柱の支持部にずれや回転が生じないように柱の脚部をストッパーで拘束します。

②梁-梁型

試験体は、大梁と小梁で構成し、小梁の両端部と大梁の側面を接合したものになります。大梁の長さは900mmとし、大梁間距離は900mmとします。試験体の設置は、大梁の端部4箇所支持し、加力点は小梁の中央とします。支持方法については、仕口部を拘束しないように注意し、支持する梁にずれや回転が生じないように大梁の外側をストッパーで拘束します。

③継手型

試験体は、梁の両側に支持梁を設け、梁の両端部と支

持梁を接合したものになります。梁の長さは900mm、支持梁の長さは400mmとします。試験体の設置は、両側の支持梁を試験装置の定盤に固定ボルトで強固に固定し、梁の中央部を加力点とします。定盤と接合部、加圧板と接合部、固定用ボルトと接合部は相互に干渉しないように距離をとって設置します。なお、支持梁の固定は、支持梁の梁芯にφ18の孔を設け、固定用ボルトM16を用いて固定します。

試験体を使用する木材の断面寸法は、横架材端接合部の引張試験と同様で、柱は105×105mm、梁は105×240mm、樹種は、柱はすぎ、梁はべいまつを標準とします。また、加圧板が接合部の変形及び破壊に影響を及ぼさないように位置の調整を行うことが重要となります。試験体数は、予備試験体を1体、本試験体を6体以上とします。

3. 試験方法

(1) 加力装置

試験では、試験体に適切な繰り返し荷重が加えられる加力装置を使用します。当センターでは、コンピューターによる自動制御式の加力試験機を使用し、迅速な試験の実施と人的要因（試験実施者）によるばらつき防止に努めています。

(2) 測定装置

変位の測定は、電気式変位計（容量：50mm及び100mm、非直線性：0.1%RO、感度：100×10⁻⁶/mm及び200×10⁻⁶/mm）を使用し、コンピューター制御により荷重と変位データを連続的に記録していきます。

(3) 加力方法

試験体を図1～図4のように設置した後、柱頭、柱脚接合部の引張試験では柱頂部に、柱頭、柱脚接合部のせん断試験では柱側面の中央に、横架材端接合部の引張試験荷重では梁頂部に、横架材端接合部のせん断試験では、梁中央の上面に加力ジグを介して引張荷重又はせん断荷重を加えます。加力方法は、以下の手順に従って行います。

- ①単調加力による予備試験を1体行い、その結果から降伏変位（ δy ）を求める。
- ②一方向繰り返し加力による本試験を6体以上について行う。繰り返しの履歴は、予備試験で得られた降伏変位（ δy ）の1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16倍の順で各1回繰り返しを行う。予備試験において、降伏変位が得られな

い場合には、最大荷重時の変位（ δ_{max} ）の1/10, 1/5, 3/10, 2/5, 1/2, 3/5, 7/10, 1倍の順で繰り返しを行う。

- ③加力は、最大荷重に達した後、最大荷重の80%に荷重が低下するまで又は仕口の機能が失われるまで（短ほぞが抜け出す変位；30mm以上）行う。

(4) 測定方法

変位の測定は、試験による材料の割れ、めり込みによる変位等も含むものとし、変位計を用いて部材の軸芯で表、裏2箇所以上で計測します。各試験の変位の測定は、それぞれ以下の位置について行います。

①柱頭・柱脚接合部の引張試験

隅柱型：柱と土台の相対変位及び柱の絶対変位を測定する。

中柱型：柱と土台の相対変位及び柱の絶対変位を測定する。

アンカー型：固定用ボルト、金物の変位も含めた柱の浮き上がり変位を測定する。

②柱頭・柱脚接合部のせん断試験

せん断試験では、接合部2箇所について測定するため、加力の制御に用いる変位は、接合部2箇所の変位を平均したもので行う。

隅柱型：柱と土台の相対変位を測定する。

中柱型：柱と土台の相対変位を測定する。

アンカー型：固定用ボルト、金物の変位も含めた柱の相対変位を測定する。

③横架材端接合部の引張試験

柱—梁型、梁—梁型、継手型ともに、部材間の相対変位を測定する。

④横架材端接合部のせん断試験

柱—梁型、梁—梁型、継手型ともに、部材間の相対変位を測定する。接合部2箇所について測定するため、加力の制御に用いる変位は、接合部2箇所の変位を平均したもので行う。

4. 評価方法

試験で得られた荷重—変位曲線を用いて、荷重—変位包絡線及び完全弾塑性モデルの作成し、短期基準耐力の算出を行います。ただし、荷重—変位曲線に用いる変位は、引張試験においては、接合部両側面の変位の平均とし、荷重は、試験機荷重を用います。せん断試験においては、接合

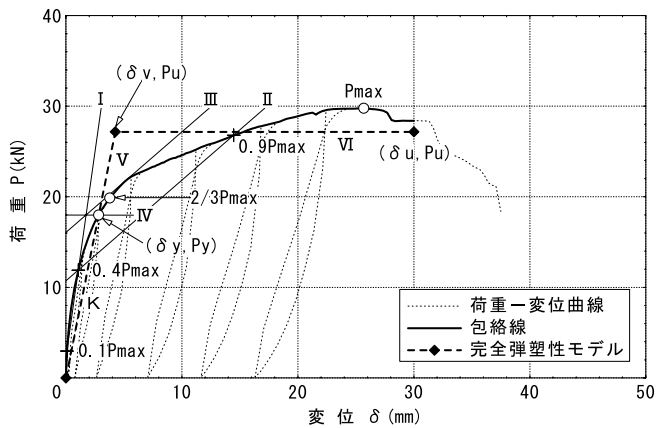


図5 荷重-変位包絡線及び完全弾塑性モデル

部2箇所を含んでいるため、接合部1箇所についての評価を行うためには、目視観察の結果から最終的に破壊した方の接合部の変位を用いるか、接合部の変位が30mmに先に達した方の接合部の変位を使用します。荷重は、接合部1箇所について、試験機荷重の半分の1箇所の接合部に作用していると考え、試験機荷重×0.5としたものを用います。

(1) 包絡線の作成

図5に荷重-変位包絡線及び完全弾塑性モデルの作成例を示します。包絡線は、最初の立ち上がりの計測点をピークまで結び、各繰り返し加力のピーク及びその間の適切な点を順次選んで作成します。なお、最大荷重は、最大荷重時の変位が30mm以下の場合は、その荷重を最大荷重として扱い、変位が30mmを超える場合は、変位30mmまでの最大荷重を評価時の最大荷重とします。

(2) 短期基準耐力の算出

短期基準耐力 (T_0) は、試験体6体の降伏耐力 P_y 及び最大荷重の2/3の耐力の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうち小さい方の値とします。ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準75%の95%下側許容限界値をもとに次式より求めます。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

ここに、CV：変動係数

$$k : 2.336 \quad (n=6)$$

なお、降伏耐力 P_y を含め、構造計算等に必要となる初期剛性 K 、終局耐力 P_u 及び D_s は、荷重-変位曲線の包絡線か

ら以下の手順によって求めます。

- ①包絡線上の0.1 P_{max} と0.4 P_{max} を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ②包絡線上の0.4 P_{max} と0.9 P_{max} を結ぶ直線（第Ⅱ直線）を引く。
- ③包絡線に接するまで第Ⅱ直線を平行移動し、これを第Ⅲ直線とする。
- ④第Ⅰ直線と第Ⅲ直線との交点の荷重を降伏荷重 P_y とし、この点からX軸に平行に直線（第Ⅳ直線）を引く。
- ⑤第Ⅳ直線と包絡線との交点の変位を元モデルの降伏変位 δu と定める。
- ⑥原点と $(\delta y, P_y)$ を結ぶ直線（第Ⅴ直線）を初期剛性と定める。
- ⑦最大荷重後の0.8 P_{max} 荷重低下域の包絡線上の変位または、30mmのいずれか小さい変位を終局変位 δu と定める。
- ⑧包絡線とX軸及び δu で囲まれる面積を S とする。
- ⑨第Ⅴ直線と δu とX軸及びX軸に平行な直線（第Ⅵ直線）を引く。
- ⑩第Ⅴ直線と第Ⅵ直線との交点荷重を完全弾塑性モデルの降伏点と定め、これを終局耐力 P_u と読み替える。
- ⑪ $(\delta u / \delta v)$ を塑性率 μ とする。
- ⑫ 塑性率 μ を用い、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

5. おわりに

今回紹介した試験・評価方法は、実際に品質性能試験で実施している方法です。構造グループでは、これまでに数多くの試験を実施しており、これらの経験をもとに試験に関して適切なアドバイスができるよう体制を整えております。お気軽にお問合せ下さい。

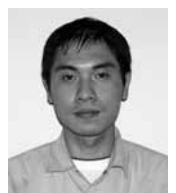
【参考文献】

- 1) 財団法人日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008年版）

* 執筆者

守屋 嘉晃（もりや・よしあき）

財団法人試験センター 中央試験所
構造グループ 主任



たてもの建材探偵団

草加シリーズ (9)

泉蔵院と毛長神社

今回は、草加市の南西部に位置する新里町の泉蔵院と毛長神社を紹介します。このあたりは、毛長川を挟んで東京都足立区との境をなす地域です。

泉蔵院(写真1)は、千蔵院とも書き、真言宗智山派のお寺です。山号は御弊山、寺号は阿弥陀寺と称します。創建は、寺伝によると「開山宥阿、応長元年(1311)辛亥十一月寂スル」とあり、鎌倉時代後期に建立された古い寺です。さて、土地の言い伝えによると、寺が開かれる前のことですが、ある日、突然に天地異変が起こり、かつてこの地にあった万石長者の屋敷と、家族一族郎党諸共、ことごとく竜巻に巻き上げられ、屋敷前にあった毛長沼に吹き飛び埋没してしまったということです。そして、その屋敷内に残されたのはわずか、御幣^{みへい}1本と阿弥陀1尊だけでした。村人達は、この有様を見ていたく嘆き、屋敷跡に仏堂を建立し、この二品(御幣と阿弥陀仏)を安置して、長者の家族と一族郎党の永代菩薩としたのが、当院の起こりといわれています。泉蔵院には、上記の言い伝えとともに市指定文化財の十三仏石像と六地藏石仏があります。

十三仏石像(写真2)は、左から不動、釈迦、文殊、普賢、地藏、弥勒、薬師、観音、勢至、弥陀、阿しゅく、大日、虚空像の順に安置されており、皆高さ28センチの台上に立っています。享保6年(1721)3月、第8世住職融宜の時に造立されたもので、13仏像がそれぞれ独立の立像として配列されている例はめずらしいとされています。

また、六地藏石仏(写真3)は元禄4年(1691)に当時の男女念仏講中によって造立されたもので、各仏像とも蓮台^{れんたい}を光背^{こうはい}と一石で刻成されて、さらに別の台上に安置されています。右から六道に基づき地獄道・光味尊、餓鬼道・辨尼尊、畜生道・護讚尊、修羅道・不休息尊、人道・讚龍尊、天道・破勝獄尊が並んでいます。石地藏の彫刻は、室町時代から江戸時代初期のものもありますが六地藏^{ろくじざう}として造立年代が明らかなものは他にはないといわれています。

毛長神社(写真4)は、ご神体に「女性の長い毛髪」を祭る珍しい神社です。髪は素戔鳴尊の妹姫のもの



写真1
泉蔵院 本堂



写真2
泉蔵院の十三仏石像(市指定文化財)



写真3
泉蔵院の六地藏石仏(市指定文化財)



写真4
毛長神社の鳥居と拝殿

とも、村の長者の娘のものともいわれています。毛長神社の創建は不詳ですが、享保10年(1725)に修築の記録があることから300年ほど前と推定され、泉蔵院との別当関係が記録に残されています。鳥居は御影石で、もとは水戸徳川家の屋敷内の神社にあったものを商人が譲り受け、当社の氏子代表が特に懇請して買い受けたものであるとされています。その輸送は舟によって、隅田川から綾瀬川を経て毛長川を遡って新里村に入り、境内地に建立されたといわれています。

近所には、昔むじなが住んでいたといわれる新里町の旧家の広い屋敷に多くの大木があり、村人から「むじなの森」と呼ばれていました。その屋敷跡に今も屋敷林の一部が残っています。

- 1) 御幣：御幣は、しめなわについている(へいせく)と同等の効果があり、ご神体を守る力があるとされている。清めた紙で形を作り、桃の木や桜から作った柱、心棒に挟み込む。御幣は「金製」が良いが、金額の点から真鍮製が多く使用されている。
- 2) 蓮台：蓮華座とも云う。蓮華の形に作った仏・菩薩の像の座。
- 3) 光背：仏像の背後につける光明を表す装飾で後光を象ったもの。
- 4) 六地藏：六道において醜状の苦患を救うという6種の地藏。

(文責・品質保証室 柳 啓)

建物の維持管理

<第8回>

(有) studio harappa 代表取締役
村島 正彦

超高層マンションが増えている。

2000年頃から大都市圏をはじめとして、地方都市にも建てられるなど、この10年程で急増した超高層マンション。2010年までに建設された超高層マンションは、全国に約1100棟、約24万戸である。現在計画されているものも含めると、1300棟、30万戸を超えるのは目前である。

建築基準法第20条によると高さが60mを超えるものを超高層建築物と定めている。居室＋スラブ等の階高が約3mであるから、超高層マンションとは20階以上のものを指すと考えればよいだろう。近年は、40階を超えるタワー型の超高層マンションが多く建てられるようになった。現在、階数が最も高いのは、川崎市中原区に建つパークシティ武蔵小杉で、59階建て（203m）である。

1. 超高層の急増から10年、大規模修繕が本格化

本連載のテーマ「建物の維持管理」という観点から、これら超高層マンションを俯瞰したとき、どういうことが考えられるだろうか。

2009年2月、三井住友建設は本社に「超高層マンションリニューアル強化チーム」を発足させ、全国の支店と連携して大規模修繕工事の受注に備える、と発表した。他の大手ゼネコンもこれに続いて、修繕の受注工事獲得に動いているという。

マンションを含む建物の最初の大規模修繕工事は築後12～14年目に行うのが一般的である。超高層マンション急増から10年、これから右肩あがりに見込まれる修繕工事に向けて受注体制の本格化は、当初建物の建設を行ったゼネコンとしては当然の流れであろう。

わが国初の超高層ビル・霞が関ビルディング（1968年）の誕生から約40年（最初の超高層マンションは1971年に建設された三田綱町パークマンションといわれる）。近年になってようやく超高層建物の維持管理について専門家の間で積極的な検証がなされはじめた。

日本建築学会関東支部では“超高層建築物の外壁保全に関



再開発により超高層マンションが林立する川崎市中原区武蔵小杉地区（撮影・筆者）

する調査研究小委員会”を組織し研究を行っている。2006年3月に「超高層建築物（外壁）の維持・保全の現状と課題」というシンポジウムを開催した。

このシンポジウムの資料には、建物修繕に関する89機関を対象にしたアンケート調査の概要が紹介されている。「同じ超高層でも、マンションと商業・事務所ビルでは、外壁のメンテナンス工事（点検、補修、大規模修繕）に違いがありますか」という問いに対して、「マンションの方が難しい」という回答が62%に及んでいる。

2. 超高層マンション修繕の課題

この小委員会では、2006年以降、さらに超高層マンションに絞って調査研究を重ね、2009年3月に再度同じテーマで「超高層集合住宅を中心に」という副題を付けてシンポジウムを開催した。

超高層マンションの維持管理の考え方については、以下のようなポイント及び課題があるという。

○日常の安全・安心の確保

維持管理の最も重要な目的は、住まい手の良好な住環境を保ち、日常の安全・安心を確保すること。この安全・安心を確保するために、建物の不具合や劣化を適切に把握するために定期的な点検が重要だと指摘している。

○超高層故の外装・設備への強烈な負荷

超高層であるが故に、高所での風の負荷は苛烈だという。風の影響を直接的に受ける外装材等への影響が最も注意すべき点だという。

常時強風にさらされている金属手すり、避雷針、航空障害灯固定金物等の金属疲労による破断、ボルトの緩みによる落下などが懸念される。

ただし、近年は強風・塩害など条件の厳しい臨海部等への立地が進んでいる。風などの自然環境が建物の外装材にどの程度影響を与えるか立地にも影響されるため不明な点も多い。通常の修繕サイクルのなかで対応可能なのか、個別に検討すべき課題になっている。

○専用使用のバルコニーが点検・修繕の障害に

超高層マンションの場合、外壁に相当する部位は各住戸のバルコニー部に当たる。バルコニーは共用部分だが、住民に専用使用されているので、点検のために気軽に立ち入れない。外壁点検については赤外線機器、打診ロボット等を利用することもあるが、調査精度の問題、調査可能範囲の問題などがある。

また、修繕においても業務ビルに比べ使用材料の多さ、その複雑な形状は障害・コスト高につながるという。

○法定点検以上の取組みも必要

超高層マンションは特殊建築物に位置づけられ、建築基準法第12条第1項により3年に1回の法定点検が義務づけられている。

ただし、超高層故の苛烈な自然環境の影響も考えると、月に1度の外観点検、2年に1回の建物診断など予防的な点検・保全に取組む必要性が指摘されている。

しかし、業務ビルでは一般的である日常的な外壁点検・メンテナンスに必要不可欠な常設ゴンドラは、超高層マンションで設置されている例は少なく課題として指摘される。

3. 維持管理コストは通常マンションの1.5~2倍

維持管理の技術的課題は以上のようにまとめられる。次いで問題になるのは、維持管理に関わる費用についてだ。

建物の外壁修繕は、通常、地上から建物に沿わせて足場を組み立てて工事を行うが、超高層マンションでは強風等の安全性配慮から高層部では足場設置は不可能だ。したがって、超高層マンションではゴンドラによる作業が中心となる。ゴンドラの設置費用がかさみ、強風の際には作業を中止しなくてはならない。

これに加えて、超高層の設備、共用施設は高機能・高付加価値なものも多い。したがって、大規模修繕等の費用は大幅にアップする傾向にあるという。

あるマンション管理会社に所属する委員によると、これまでの実績を踏まえたうえで、超高層マンションの維持コストは、通常マンションの1.5~2倍に達するという。

超高層マンションの維持管理の課題を要約すると「超高層故に自然環境の外壁・設備等への負荷が大きい。足場を組まずゴンドラでの点検・補修が中心となる、また付帯する設備が高機能であることから維持保全はコスト高であり、技術的・資金的な課題が多い」ということだ。



東京・恵比寿の築16年の超高層マンション。一昨年、ゴンドラによる外壁の修繕を行った。(撮影・筆者)

本稿ではハード面の課題についてまとめた。続いて、ソフト面の課題はどのようなものであろうか。<続く>

<参考>

『超高層マンションは持続可能な住宅か?』村島正彦/「世界」岩波書店・2010年6月号掲載

「新規マンション・データ・ニュース」不動産経済研究所

「超高層マンションの研究」/「日経アーキテクチャ」日経BP社・2007年8月27日

「超高層建築物(外壁)の維持・保全の現状と課題」2006年3月16日 日本建築学会関東支部/材料・施工専門研究委員会

「超高層建築物外壁の維持保全の在り方 超高層集合住宅を中心に」2009年3月5日 日本建築学会関東支部/材料・施工専門研究委員会

プロフィール



村島正彦(むらしま・まさひこ)

住宅・まちづくりコンサルタント

(有)studio harappa 代表取締役

NPOくらしと住まいネット 副理事長

著書:「最強の住宅相談室」監修・ポプラ社、「ヨーロッパにおける高層集合住宅の持続可能な再生と団地地域の再開発」共訳・経済調査会等

JIS Q 10001(品質マネジメント-顧客満足-組織における行動規範のための指針)

JIS Q 10003(品質マネジメント-顧客満足-組織の外部における紛争解決のための指針)

1. グローバル市場における消費者保護

近年、貿易の自由化やインターネットの普及などにより、消費者が直接外国の企業から製品やサービスを購入するなどグローバルな取引が増大している。しかし消費者には、グローバルな取引で購入した製品・サービスに問題があった場合、事業者がどのように対応しているかという不安が常に存在する。そのため多くの事業者は、顧客とのかかわり合いについての約束を含む行動規範を設定しているが、国際的な指針がないため、取引する上で混乱の原因ともなっていた。

また、言語や地理的問題、法律や商習慣の違いなどにより、消費者が事業者に訴えを起こすことは現実には大変困難であり、グローバル市場のさらなる発展にとって大きな阻害要因の一つになっていた。

そこで1998年、ISO（国際標準化機構）はまず、グローバル市場における消費者保護分野でISO 10002（苦情対応）を発行し、次いでISO10001（市場ベースの行動規範）及びISO10003（産業界支援の消費者紛争解決システム）の2規格を発行した。

本稿ではこのISO10001及びISO10003に対応したJIS Q 10001及びJIS Q 10003を紹介する。

2. 規格制定の経緯

1998年5月にチュニジアで開催された第20回ISO/COPOLCO（消費者政策委員会）総会では、グローバル市場ワーキンググループ（WG）に対し、消費者保護の分野で「裁判外紛争処理」を含む具体的提案を準備するように決議した。これを受け、同WGでは次の三つの分野について作業を進めることを確認した。

- 苦情対応（Complaint handling）
- 市場に基づいた行動規範（Market-based codes of

conduct）

- 産業界支援による消費者紛争解決システム（Industry-sponsored customer dispute resolution systems）

上記のうち「苦情対応」の規格が最も早く討議され、2004年7月にISO 10002 Quality management – Customer satisfaction – Guidance for complaints handling in organizationとして発行され、翌年6月にはこれに対応してJIS Q 10002（品質マネジメント-顧客満足-組織における苦情対応のための指針）が発行された。

ISO 10002に続いて2003年に「市場に基づいた行動規範」および「産業界支援による消費者紛争解決システム」の規格開発が開始され、2007年12月にISO 10001 Quality management – Customer satisfaction – Guideline for codes of conduct for organizations 及び ISO10003 Quality management – Customer satisfaction – Guideline for complaints handling in organizations が発行され、2010年9月にはそれぞれに対応したJIS Q 10001（品質マネジメント-顧客満足-組織における行動規範のための指針）およびJIS Q 10003（品質マネジメント-顧客満足-組織の外部における紛争解決のための指針）が発行された。

これらJISは単独で用いることもできるが、組み合わせることで、行動規範、苦情対応及び紛争解決を通じた顧客満足向上のため、より広範かつ一体的に活用することが期待される。これらJISの関係を図1に示す。

3. JIS Q 10001 行動規範のための指針

多くの組織にとって高いレベルの顧客満足を維持することは大変重要なことである。そのため“顧客満足行動規範”を導入し、実施することが一つの方法となる。顧客行動規範とは、顧客満足を高めるために組織が顧客と交わした約束事項とその関連事項をいう。これは製品やサービスの品質基準を設定・公表し [目標]、もしその質が基準以下だっ

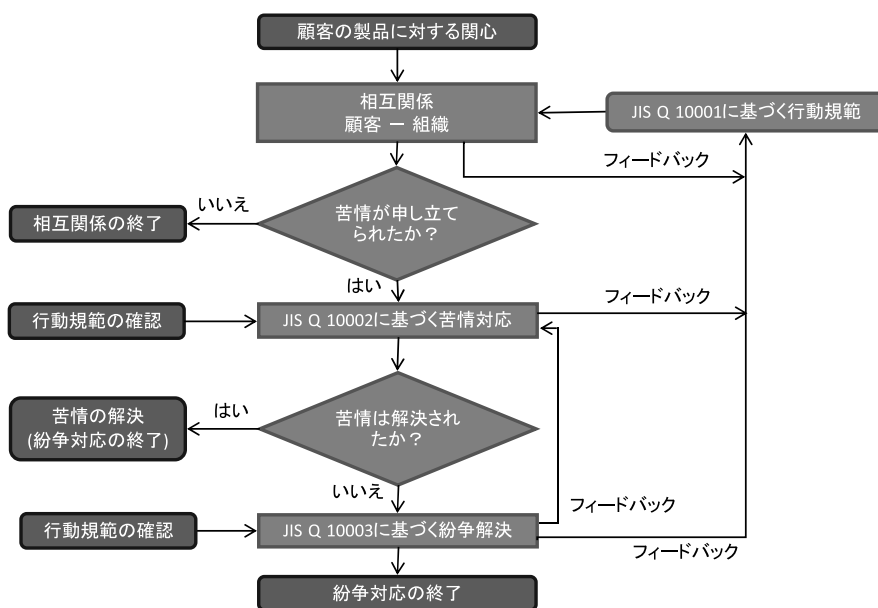


図1 JIS3規格の関係

た場合に組織が顧客へどのような対応を行うかあらかじめ明示すること [約束], である。約束事項とその関連事項の例を図2に示す。

このような行動規範はすでに多くの組織が実施しており、商品に自信がある場合、商品の設計上は一定の耐久性を意図しているが初期段階で故障することがあり、公平な顧客対応を行う場合、品質維持には努力しているが、さまざまな理由でどうしても品質低下が発生してしまう場合、あるいは全ての顧客の満足を得ることは難しいため均質で公平な顧客対応を実行する場合、などに用いられている。

4. 基本原則と行動規範

JIS Q 10001の基本原則を図3に示す。このうちコミットメントについて、本規格ではほかのマネジメントシステムとの統合について明示し、取り組むことを推奨している。また、説明責任及び報告体制の確立と維持を求めている。

図4に行動規範の枠組みを示す。行動規範は計画、設計、構築、実施、維持及び改善の各段階において、組織的枠組みによって意思決定し実行されることが望ましい。この枠組みは、相互にはトップマネジメントのコミットメントや責任及び権限の適切な割り当て、教育・訓練などが含まれている。また、品質やその他のマネジメントシステムと統合的であることが望ましいとされている。

約束事項	もし熱々のピザが30分以内に配達できない場合は、ピザは無料	
限定条件	地理的、天候上または交通条件の制限	
その他の条項	配達の遅れたピザの費用を配達人の賃金から差し引かないという記述	
支援情報	苦情を訴える方法	
パフォーマンス指標	時間通りに配達した比率	

図2 規範構成要素の例

1. コミットメント
2. 対応能力
3. 公開性
4. アクセスの容易性
5. 応答性
6. 正確性
7. 説明責任
8. 継続的改善

図3 JIS Q 10001の基本原則8項目

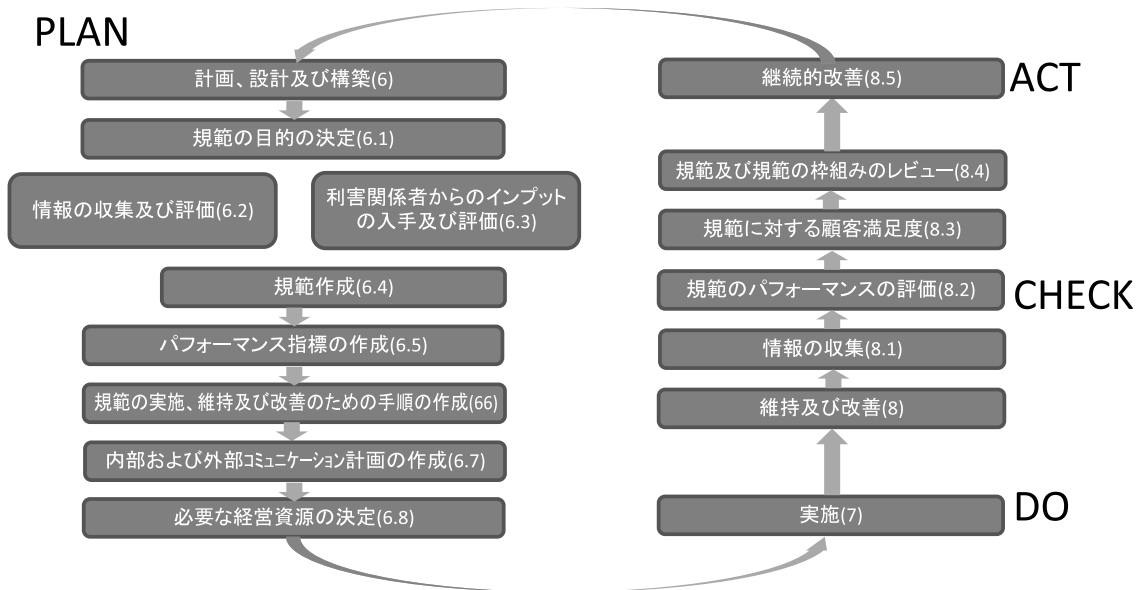


図4 行動規範の枠組み

本規格で最も重要なことは、その行動規範を計画、設計、実行、維持及び改善することにある。これはJIS Q 9001など各種マネジメントシステムにおけるPDCAサイクルと同一であり、このため本規格は品質マネジメントシステムの一要素として用いることができる。また、JIS Q 9004は品質マネジメントシステムにおけるパフォーマンスの継続的改善に関する手引であるが、本規格を用いることによって、顧客や利害関係者の満足度を高めるだけでなく、行動規範に関するパフォーマンスを更に向上させ、顧客等からのフィードバックに基づいた製品品質やプロセスの継続的改善にも寄与することができる。

5. JIS Q 10003 外部紛争解決のための指針

組織が外部における紛争を積極的に解決しようとするとき、組織内に紛争解決プロセスを作ることが解決策として有効である。本規格はその解決プロセスを計画、設計、構築、運用、維持及び改善するための手引を示している。そのため、組織にはJIS Q 10002（品質マネジメント—顧客満足—組織における苦情対応のための指針）と整合した効果的かつ効率的な内部苦情対応プロセスを構築することを推奨している。また、組織の品質や他のマネジメントシステムに統合することを奨励している。さらに、本規格を導入する組織には次のような効果を期待している。

- ・紛争解決手続きが迅速、簡易かつ安価に行われる可能性がある。
- ・秘密性が守られる。
- ・紛争解決手続きは公的なものでなく、紛争当事者がアクセスしやすくなる。
- ・従来の組織と顧客との関係を維持することができる。
- ・裁判よりも柔軟な解決になり得る。
- ・専門的な知識・情報を手軽に利用できる。

なお、本規格への適合を主張したり暗示したりする宣言を行うことは規格の意図と矛盾することとなるため不適切であるとされている。

6. 外部紛争解決（ADR）とは

裁判外紛争解決手続き、すなわちADR（Alternative Dispute Resolution）とは、裁判（判決）ではなく第三者を介した調停や仲裁によって当事者の合意を得る紛争処理システムである。日本では2004年12月に「裁判外紛争解決手続きの利用の促進に関する法律」（ADR法）が制定され、2007年4月に施行された。これは、国民がより身近に司法制度を活用することを目的としているが、もとは訴訟の多い米国でできた制度で、日本においても近年訴訟が増えつつあるこ

とから同法が導入された。

ADRは裁判と比べて強制執行力を伴わないが、迅速、容易かつ安価で、専門的知識の利用が容易になるなどのメリットがある。これにより弁護士以外の者が紛争解決者（手続実施者）となってADRを実施することが可能となり、現在日本では司法機関や行政機関のほか、複数の民間機関が紛争解決手続きに携わっている。

7. 紛争解決プロセス

紛争解決プロセスを計画するに先立ち、組織のトップマネジメントは紛争に対し、効率的かつ効果的な解決プロセスを計画・実行するというコミットメントを示すことが重要である。この明確なコミットメントは、組織の内部苦情対応プロセスにも有益な補完手段になり得る。また、組織の要員と苦情申出者のいずれもが、組織のプロセスおよび製品の改善に貢献することができる。

紛争解決プロセスを計画する段階において、本規格では現状分析・評価を行ったうえで計画を行い、さらに試行することを推奨している。これは、試行することで組織の方針・目的が効果的に実現されることを目指している。そして運用に際し、組織は紛争解決プロセスのための手順を提供者と調整し、公正、効率的かつ効果的に適用することが望ましい。この紛争解決プロセスのフローチャートを図5に示す。

なお、紛争解決方法を示す用語は国によって様々であるが、本規格では次の3つを定義している。

① 促進的手続き

紛争解決内容の合意（和解）に達するため、当事者が援助を受ける方法。消極的方法と積極的方法があり、いずれも“調停”、“あっ旋”、などと呼ばれる。

② 勧告的手続き

事実問題や法的問題の解決策と、考えられる手続き結果について示唆や勧告が与えられる。ミニ裁判と呼ばれることもある。勧告を拒否する場合、組織は拒否の理由を提供者と及び苦情申し出者に伝達することが望ましい。この際の紛争解決者は勧告者やオンブズマンなどとも呼ばれる。

③ 裁断的手続き

紛争の評価、事実関係の問題解決が文書化され、いかに解決されるべきかが裁定される。この方法によって苦

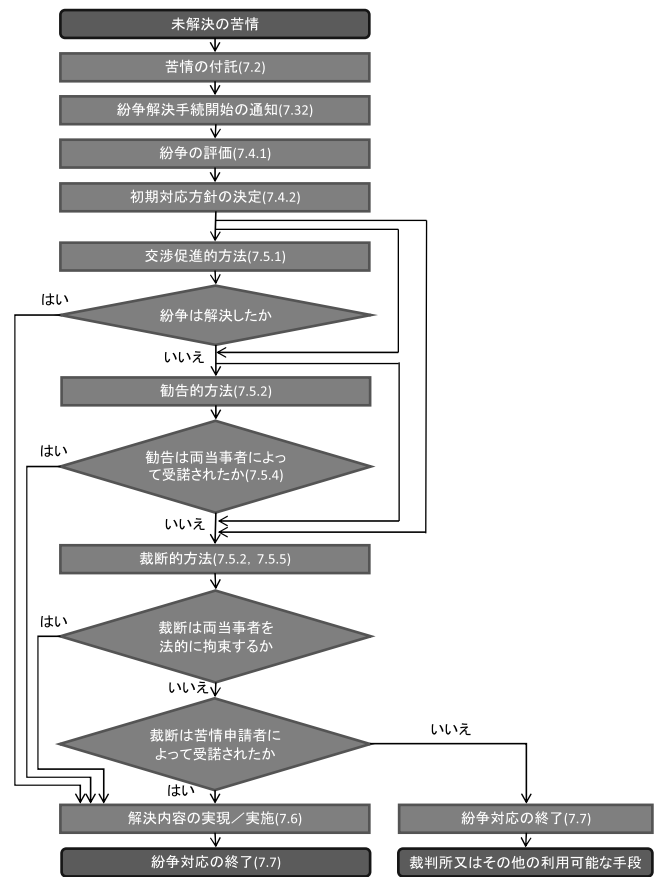


図5 紛争解決プロセスのフローチャート

情申出者が一定期間内に受諾するなど一定の条件が満たされると、法的拘束力を持ち、裁判所において執行可能となることがある。

いずれかの紛争解決方法による対応が終了することで紛争の解決に至ることになるが、本規格ではその紛争に関する情報をもとに、紛争解決プロセスの維持・改善についても言及している。トップマネジメントには、紛争解決プロセスを評価し、組織側担当者の対応や対処方法をレビューすることにより、再発防止に取り組むことを推奨している。また、組織には紛争解決プロセスの有効性と効率を継続的に改善し、苦情の予防と現存あるいは将来起こり得る問題の原因を取り除くことを期待している。

(文責：ISO審査本部 田口奈穂子)

試験設備紹介

発熱性試験室を改良しました

中央試験所

改良内容について

中央試験所防耐火グループでは、平成22年度末に発熱性試験を行う試験室の改良工事を行い、吸気・排気に係る機能を増強する空調設備を導入しました。

従来から試験室に導入していた吸気、排気システムを増強し、より安定した試験環境かつ効率の良い試験室とすることを目的としています。

具体的には、吸気・排気量を増大したこと、換気にかかる時間を短くするために試験室の容積を小さくしました。また、発熱性試験に合わせ最適化した気流となるように室環境を整えました。

発熱性試験

発熱性試験（コーンカロリメーター試験）は、建築基準法で定められた不燃材料、準不燃材料、難燃材料（以下、防火材料という）の認定を取得するために多く利用されている試験の一つです。

近年では、日本工業規格（JIS）においても、ボード類の規格が改正され、必要な性能を確認するための試験としても発熱性試験が利用されており、ますます需要が高まっています。

試験概要

試験体は、99×99mmの正方形で厚さ50mmまでのものが試験可能です。

加熱は試験体を専用のホルダーに設置し、試験体表面に一定の輻射熱が照射されるよう調整された円錐型のヒーターで行います。また、加熱中は燃焼ガスをサンプリングし、分析計により酸素濃度等を測定します。

加熱時間は建築基準法の防火材料の認定を取得するための性能評価であれば、不燃材料が20分間、準不燃材料が10分間、難燃材料が5分間と時間が定められています。このことからわかるとおり、ある一定の時間にわたり、安定した試験室の環境を維持する必要があります。

試験体が加熱され、燃焼が進むと、空気中の酸素が消費



改良後の発熱性試験室

されるため、酸素消費法により消費された酸素量から発熱速度、発熱量が計算され導き出されます。

発熱性試験は前述したとおり、酸素濃度を計測する試験であり、特に試験室の酸素濃度が大きく影響する試験です。そのため、試験室においては十分かつ安定した吸気・排気が必要不可欠となります。

発熱性試験が定められている日本工業規格の例

- ・ JIS A 1456 木材・プラスチック再生複合材の耐久性試験方法
- ・ JIS A 5404 木質系セメント板
- ・ JIS A 5422 窯業系サイディング
- ・ JIS A 5423 住宅屋根用化粧スレート
- ・ JIS A 5430 繊維強化セメント板
- ・ JIS A 5440 火山性ガラス質複層板（VSボード）
- ・ JIS A 6301 吸音材料
- ・ JIS A 6901 せっこうボード製品

おわりに

当センターでは防火材料の認定を取得するために必要な性能評価を実施しており、認定を取得された多くの方にご利用頂いています。

また、性能評価の申請前に予め性能を確認されたい場合や複数の材料についての性能比較をしたいというお客様のニーズに合わせ、試験は試験体1枚から承っています。

試験方法・料金等に関するお問い合わせは、防耐火グループまでお気軽にお問い合わせください。

◇ 防耐火グループ 防火材料担当

TEL 048-935-1995 FAX 048-931-8684

（文責：防耐火グループ 田中 勝）

（財）建材試験センター 建材試験情報 6'11



50周年を期により一層の 建材試験センターの発展を祈念する

東京工業大学名誉教授・東北工業大学名誉教授・工学博士 小野 英哲



私が建材試験センター（以降、センターと呼ぶ）をはじめて訪れたのは恩師の吉岡丹先生の命で階段段鼻材料のJISを起案するという重要な会議であった。記憶は定かでないが、段鼻のノンスリップ効果が高くなるためには何本の溝がよいかという議論が行われていた会議だと記憶している。大学卒4年目の私は若気の至りで段鼻のすべり抵抗性を溝の本数で定めるのは如何なるものであろうかと発言して場の雰囲気をもずくしたと感じた。

当時の私は大学卒業後3～4年でセンターの役割を全然理解せず先生の代理で出席できる者ではないとつくづく感じた。その時先生から「君の言うことは間違っていないが言い方がまずいのではないか。」と注意された。しかしその後頻度高くセンターへ通う中、若いセンター職員と仲良くなり会の終了後は一杯やったり、センター職員の家で徹夜マージャンをしたりしてセンターに行くことが非常に楽しくなった。それ以後は建材のため貢献しようとしたのも確かである。

その中で考えたのは「建築」とは何かということであった。設計者、施主、施工者、材料がなければ建築を創造できないのは事実だが何のために何を創るのか、など、かつ、創造した建築が期待どおりの働きをするのかという観点から見ると、材料単体も重要ながら建築になった時の「有姿：私語」の良し悪し、もっと明確に言えば建築に使用した物合の良否を明示することが重要ではないかと強く考えるようになった訳である。このように考えると、センターの役割は単に材料単体の品質などだけでは納まらず建物を創造した場合の材料がどの程度建築に貢献するかという点に注目せざるを得ないのではないかという結論に至った。

建築全体に対する貢献は色々困難を伴うがまずは部位・部材の性能の良否が建築の良否を決め、かつ、部位・部材を構成する材料の良否が大きな力になると考えるようになってきた。

このような考えに基づく成果あるいは試験結果が本誌を通してより多く出るようになったのは非常に良いことだと見ている。

私自身も床、壁に関し2、3の試験方法を提案している。もう70歳になるがまだまだと思っている。センター諸氏の苦労は大変だと思いつつ、以上述べたことが50周年以降のセンターが益々発展する大きな視点の一つとなることを期待して結びとする。

ニュース・お知らせ

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

「ホルムアルデヒド発散建築材料の性能評価業務方法書」が改定されました

性能評定課

国土交通省が平成23年3月25日に公表した「建築確認手続き等の運用改善（第二弾）及び規制改革等の要請への対応について」に基づき、当センターでは「ホルムアルデヒド発散建築材料の性能評価業務方法書」について改定を行い、5月1日付で変更認可を受けました。今般の改定により、

防耐火関係の性能評価と同様に「新たな試験の実施を要しない性能評価」が行えることになりました。

既に当センターにて性能評価を受けられ、国土交通大臣の認定を受けたもののうち、ホルムアルデヒドの発散に影響のない箇所の変更については、再度性能評価試験を行うことなく速やかに再評価を受けることができます。

詳しくは、下記の担当までお問い合わせください。

性能評価本部 性能評定課 シックハウス担当

TEL : 048-920-3816 mail : seinou@jtccm.or.jp

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

環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野 (建築物外皮による空調負荷低減等技術)

平成22年度の実証試験結果報告書の 公開とロゴマークについて

調査研究課

環境省が行う平成22年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）では、当センター及び（財）日本塗料検査協会の2実証機関において、58件の技術が実証されました（当センター担当分

は、33件）。その結果は、実証試験結果報告書として環境省及び実証機関のウェブサイト上に近々公開されます。なお、実証された技術には、環境技術実証事業ロゴマーク（図1および図2）と実証番号が環境省より交付されます。

当分野で実証対象とする技術は、現在15種類あり、実証した技術の件数は累計で260件となりました。

本年度も当センターは実証運営機関として環境省より選定されており、当分野の実証事業を運営しております。この事業に関する情報は、随時当センターのホームページ上でお知らせ致しますので、ご確認ください。

（アドレス：<http://www.jtccm.or.jp/heat>）

○本件に関するお問い合わせ先

経営企画部 調査研究課 村上哲也

TEL : 048-920-3814 mail : heat_23@jtccm.or.jp



図1 個別ロゴマーク（縦型）



図2 個別ロゴマーク（横型）

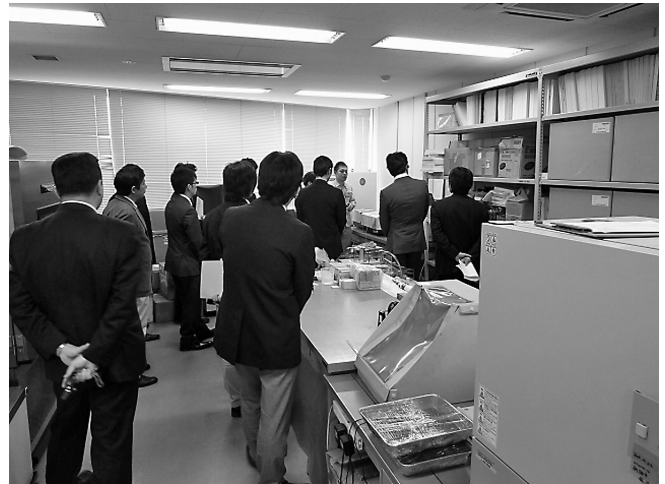
(((((.....))))))

建築研究開発コンソーシアム主催・ 「若手技術者交流会」が中央試験所で 開催される

中央試験所

建築研究開発コンソーシアムでは、平成20年度より異業種交流による共同研究等の活性化を目的として毎年『若手技術者交流会』が開催されています。同交流会は、ゼネコン・ハウスメーカー・製品メーカー等の若手技術者から構成され19社21名が参加しています。

去る4月26日には、第6回交流会が当センター中央試験所で開催され、12名の参加がありました。交流会の前半では、中央試験所の4グループ（材料・防耐火・構造・環境）の



見学の様子

各担当者より試験の説明が行われ、つづいて所内見学をして頂きました。

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(3件)について平成23年2月28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://www.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場又は事業場名称	JIS番号	JIS名称
TC0210004	2011/2/28	金山砕石(株)犬神工場	A5005	コンクリート用砕石及び砕砂
TC0310012	2011/2/28	不二サッシリニューアル(株)溝の口工場	A4706	サッシ
TC0310013	2011/2/28	第一線材鋼業(株)結城工場	G3551	溶接金網及び鉄筋格子

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23年4月23日付で登録しました。これで、累計登録件数は640件になりました。

登録事業者(平成23年4月23日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住所	登録範囲
RE0640	2011/4/23	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2014/4/22	冬木工業(株)	群馬県高崎市栄町27-15 <関連事業所> 東京営業所,倉賀野工場,玉村工場	冬木工業(株)及びその管理下にある作業所群における「建築物の設計及び施工」、「橋梁(上部構造)及び建築物に用いる鉄骨の加工並びに施工」に係る全ての活動

あ と が き

復興の兆しは出ているものの、未だ東日本では震災の爪痕が生々しく残っています。事態収拾の見通しも立たないまま、関東に避難されてくる方が続々と来られているようです。拙宅近くに建ったばかりの公務員宿舎には、避難されてきた家族が一時的に入居されるとのことで、スーパーや商店街では、東北弁が聞かれるようになりました。

近隣では、義援金と共に生活必需品等を寄付したり、フリーマーケットを開いて様々なものを安く手に入れてもらい、且つ彼らとの交流を深めようという活動が始まっています。これまで、当エリアの地域内交流は非常に寂しい状態でしたが、災害を通じてこのような場が生まれ、地域の団結を感じられるようになってきました。

ただ、東北からこられた方にすれば、このような希薄な人間関係が信じられないようです。半径数百メートル内に暮らして、こんな機会でもなければ、殆ど顔を合やすこともなかった人たちがばかりというのは、緊急時に困るだろうといわれました。全くその通りで、この災害が東京直下だったらどうなっていたらどうか、と感じずにはられません。地域内コミュニケーションの大切さを改めて認識させられました。

某テーマパークで働いている友人が被災者避難場所でボランティアを行っていた時、「皆さん疲れて、何もなくて、見通しも立たず、かける言葉も見つからない。本当につらかった。ところが、自分がそのテーマパークに勤めていることを被災者の方が知った途端、周囲に人が集まり、『どの辺で働いているの』『頑張って再開して』『思い出をありがとう』『早く行きたい』と逆に励まされてしまった。号泣した。」と洩らしていました。我々も、被災された方々に対しては可能な限り配慮し、励まし、励まされながら、微力ながらも復興活動に協力できればとよいと思います。(香葉村)

編集たより

東日本大震災の発生から3か月が経ち、震災復興に向け各方面で懸命の活動が展開されています。

復興の大きな課題のひとつに災害廃棄物の処理があります。津波被害の大きかった岩手・宮城・福島では、約2500万トンにも及ぶ廃棄物が発生したと推定されています。災害廃棄物への対応は、被災地域の生活復興にとって重要であり、建設分野の関わりも期待されていると考えられます。

資源循環型社会の構築が叫ばれる昨今、本誌2011年1月号の特集で採りあげたように建設分野でもリサイクルに関する研究・取組みが積極的に進められています。しかし、リサイクル資材の運用にあたっては、生活環境に影響を及ぼす有害物質混入のリスクや品質をどのように確保するかなどの課題があります。

このような課題に対する研究の一環として、(独)国立環境研究所の肴倉先生より、コンクリート用又は道路用スラグのJISへ環境安全品質を導入するための指針の制定についてご寄稿いただきました。また、技術レポートでは、溶融スラグ骨材を対象としたポップアウトの確認方法の標準化に関する実験的研究について紹介しました。編集事務局では、今後も震災復興に向けた建設分野の取組みに注目し、関連する情報を発信できればと考えております。(室星)

建材試験情報

6

2011 VOL.47

建材試験情報 6月号
平成23年6月1日発行

発行所 財団法人建材試験センター
〒103-0025
東京都中央区日本橋茅場町2-9-8
友泉茅場町ビル
<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

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

尾沢潤一(財団法人建材試験センター・理事)

委員

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

青鹿 広(同・中央試験所管理課長)

柴澤徳朗(同・防耐火グループ主幹)

石川祐子(同・材料グループ主幹)

松井伸晃(同・工事材料試験所主任)

香葉村勉(同・ISO審査本部主幹)

常世田昌寿(同・性能評価本部主任)

新井政満(同・製品認証本部上席主幹)

川端義雄(同・顧客業務部特別参与)

山邊彦彦(同・西日本試験所試験課長)

事務局

川上 修(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課主幹)

宮沢郁子(同・企画課係長)

高野美智子(同・企画課)

禁無断転載

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、経営企画部

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

●顧客業務部

TEL.048-920-3815 FAX.048-920-3822

●性能評価本部

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

●製品認証本部

TEL.048-920-3818 FAX.048-920-3824

●本部事務局

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-9-8 友泉茅場町ビル
TEL.03-3664-9211(代) FAX.03-3664-9215

●ISO審査本部

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

関西支所

〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満2-6-8 堂島ビルディング8階
TEL.06-6312-6667 FAX.06-6312-6662

福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
TEL.092-292-9830 FAX.092-292-9831

●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

耐火火グループ

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.048-931-7208 FAX.048-935-1720

●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.048-858-2791 FAX.048-858-2836

浦和試験室

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

三鷹試験室

〒181-0013 東京都三鷹市下連雀8-4-11
TEL.0422-46-7524 FAX.0422-46-7387

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

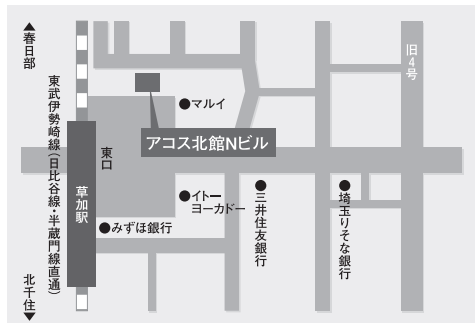
●西日本試験所

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

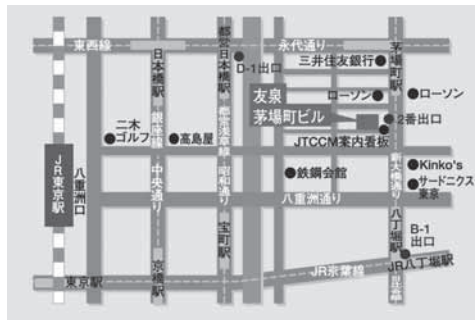
福岡試験室

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
TEL.092-622-6365 FAX.092-611-7408

(草加駅前オフィス)



(本部事務局・ISO審査本部)



(中央試験所)



(工事材料試験所・浦和試験室、管理課)



(西日本試験所)



最寄り駅

- 東武伊勢崎線草加駅東口徒歩1分

最寄り駅

- 地下鉄日比谷線・東西線 茅場町駅2番出口徒歩1分
- 地下鉄都営浅草線 日本橋駅D-1出口徒歩7分
- JR京葉線 八丁堀駅B-1出口徒歩9分
- JR東京線 八重洲口徒歩20分(タクシー5分)

最寄り駅

- 東武伊勢崎線草加駅または松原団地駅からタクシーで約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3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

最寄り駅

- 埼京線南与野駅徒歩15分

高速道路

- 首都高大宮線浦和北出口から約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

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・島根方面から】**
- 山陽自動車道 山口南ICから国道2号線を経由して県道225号線に入る
- 中国自動車道 美祿西ICから県道65号線を経由して「山陽」方面に向かい車で15分
- 【九州方面から】**
- 山陽自動車道 相生ICから国道2号線を経由して県道225号線に入る



財団法人 **建材試験センター**

Japan Testing Center for Construction Materials

