

JTCCM JOURNAL

2014.3

建材試験

情報 Vol. 50



巻頭言 ————— 出雲淳一

鉄筋継手の品質とPDCAサイクル

寄稿 ————— 伊原 学

東工大“環境エネルギーイノベーション棟”の設備概要と
スマートグリッド“エネ-スワロー”
によるエネルギーデータの統合化

技術レポート — 萩原伸治

太陽熱利用システムの性能評価技術
の開発に関する研究

I n d e x

p1

巻頭言

鉄筋継手の品質とPDCAサイクル

／公益社団法人日本鉄筋継手協会 会長 出雲 淳一

p2

寄稿

東工大“環境エネルギーイノベーション棟”の設備概要と

スマートグリッド“エネ-スワロー”によるエネルギーデータの統合化

／東京工業大学 准教授 伊原 学

p8

技術レポート

太陽熱利用システムの性能評価技術の開発に関する研究

／環境グループ 統括リーダー代理 萩原 伸治

p12

試験報告

木製サッシの遮音性能試験

／環境グループ 主任 緑川 信

p14

基礎講座

有機系建築材料の劣化因子とその試験

④木材腐朽菌による木材の劣化因子とその試験

／材料グループ 統括リーダー代理 石川 祐子

p16

業務案内

下水道管更生材の性能試験

／材料グループ 主任 菊地 裕介

p18

連載

研究室の標語

(6)「文章の書き方」編

／東京理科大学名誉教授 真鍋 恒博

p24

規格基準紹介

スラグ骨材に関する規格の動向

その2：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)の改正について

／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p29

たてもの建材探偵団

草加シリーズ(14)「旧草加信用組合事務所」(補足)

／品質保証室 特別参与 柳 啓

p30

コンクリートの基礎講座

Ⅳ 製造・調合編「その1：レディーミクストコンクリート」

／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p36

建材試験センターニュース

p38

あとがき・たより

巻頭言

鉄筋継手の品質とPDCAサイクル

公益社団法人日本鉄筋継手協会 会長 出雲 淳一

コンクリートは元来レンガ、石材に代わる材料として発明されたのですが、鉄筋と組み合わせることでコンクリートの建設材料としての利用範囲が広がりました。しかも、鉄筋は少量の使用で済むので、鉄筋コンクリートは経済的な構造として、今日まで重要な地位を占めています。コンクリートが単にレンガや石材の代替材料であったなら、地震国である我が国でこれほど普及することはなかったと思われます。

コンクリート構造用鉄筋は、鉄筋コンクリート構造物の耐荷力やじん性などに大きく影響を及ぼします。建築・土木構造物において、鉄筋継手の使用は不可欠で、鉄筋継手の性能が十分でないと、当然のことながらコンクリート構造物に要求される性能を確保することはできません。

鉄筋継手は、大別すると、重ね継手、ガス圧接継手、溶接継手、機械式継手があります。また、継手工法にも多種多様なものがあり、工法が異なれば施工方法や品質管理方法も異なります。しかし、どのような鉄筋継手であれ、鉄筋継手に要求される性能は同じで、それを満足するための品質管理体制が各種鉄筋継手工法に求められます。

私は鉄筋継手の品質管理にもPDCAサイクルが当てはまると考えています。すなわち、Plan（計画）は「施工計画」、Do（実行）は「施工」、Check（確認）は「検査」、そしてAction（行動）は「品質改善」です。このサイクルをうまく回していくことが、鉄筋継手の品質確保につながると考えます。

（公社）日本鉄筋継手協会では、重ね継手を除く、各種鉄筋継手に対して同じレベルの品質が確保されることを目指して事業を行っています。協会の事業は、「施工計画」に関しては標準仕様書や施工要領書作成、「施工」に関しては技量検定、「検査」に関しては検査技術者技量検定、「改善」に関しては教育、研究などでかかわっています。さらに、PDCAサイクルに基づく品質管理体制が整った会社に対して、協会では優良会社の認定を行っています。協会は、鉄筋継手の品質確保に努めております。今後とも、貴センターならびに関係各位のご理解とご支援を賜りますようお願い申し上げます。



東工大“環境エネルギーイノベーション棟”の設備概要と スマートグリッド“エネ-スワロー”によるエネルギーデータの 統合化



東京工業大学 准教授 伊原 学

“環境エネルギーイノベーション棟”建設プロジェクト の基本構想と東工大“グリーンヒルズ構想”の背景

本研棟は60%以上の低炭素化と電力自給自足が設計上可能で、かつ高い耐震性能を有するビルとして設計され、南壁面、西壁面、屋上が総枚数4570枚の太陽電池パネルで覆われた特長を有する。下記に本プロジェクト建設に至る背景と設計における基本構想を示す。

2009年1月、東京工業大学（東工大）は、教員約230名からなる環境エネルギー機構の研究拠点として、大岡山キャンパスに新棟を建設するプロジェクトを立ち上げ、国立大学法人等施設整備費補助事業として提案することを決めた。一方東京都では、2008年7月に環境確保条例の改正によって、「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度」を導入し、東工大も大規模事業所として、これら制度への対応が求められていた。そこで、同機構の設立準備メンバーが中心となり、新棟設計における次の基本構想をまとめた。

①CO₂排出量の削減を、設計における最大のプライオリティとし（既存の東工大研究棟比60%以上のCO₂排出量の削減目標）、②可能な限り将来の技術的進展を考慮した設備設計を行い、③世界の環境エネルギー研究の拠点となるべき研究環境、④環境エネルギーにおける異分野融合研究促進のため、壁のない研究室空間、⑤将来の大地震に備えた、高い耐震性、⑥「機能美」を追求し、先進設備と都市景観とを調和させた意匠性、を有する設計とする。

その後、予算化が正式に決定し、基本構想策定に携わった伊原学研究室（環境・エネルギー）、施設運営部に加え、塚本由晴研究室（意匠）、竹内徹研究室（構造）、日本設計によって、2009年4月～12月の期間にて本研究棟の設計が行われた。設計クレジットと建築概要および本棟の外観写真（図1）を以下に示す。

基本構想：東京工業大学 環境エネルギー機構
デザイナー・アキテクト：塚本由晴研究室（意匠）、竹内徹研究室（構造）、
伊原学研究室（環境・エネルギー）
設計：東京工業大学施設運営部＋日本設計

工事場所
東京都目黒区大岡山2-12-1（東京工業大学 大岡山キャンパス構内）
構造
鉄骨構造、鉄骨鉄筋コンクリート構造
規模
地上7階、地下2階、
軒高32.56m、最高部高さ33.94m、
建築面積1,742m²、延床面積9,554m²、基準階面積1,150m²
工程
設計期間 2009年4月～2009年12月
施工期間 2010年2月～2012年2月



図1 東京工業大学 環境エネルギーイノベーション棟
（グリーンヒルズ1号館）

本プロジェクトの開始から竣工そして運用開始の約4年間には、二度の政権交代、東日本大震災などの大きな社会的環境の変化があった。特に、震災によって日本のエネルギーを取り巻く環境、電力供給、そして人々のエネルギーに対する意識は大きく変化したのではないだろうか。これまで、日本において電力は必要な時に必要なだけ、必ず供給されるべきものであり、日本のエネルギーにおける課題は低炭素化であった。しかし、震災後、低炭素化とともに、電力の供給量の確保、ピークカット（ピークシフト）が最重要課題の1つへと変化した。そのような変化の中でも、本プロジェクトの基本構想は変わらず意味を持ち続け、むしろこれらの社会的環境・要求の変化に、いっそう合致するものとなった。本研究棟の電力の自給自足は、低炭素化の追求、つまりは高効率化の追求と設備コストとを考慮した結果、おのずと導き出された結果である。

日本は地震等の自然災害に対するリスクを常に意識し、

平時の運用と上手なバランスを保ちながら、エネルギーを含めた社会的インフラを整備していく必要がある。このような背景のもと計画されたのが、後述する東工大“グリーンヒルズ構想”であり、その第一ステージとして開発されたのがスマートグリッド管理システム“エネ-スワロー”である。

環境エネルギーイノベーション棟の太陽電池システム

単結晶シリコン太陽電池、多結晶シリコン太陽電池、薄膜シリコン太陽電池、単結晶アモルファスハイブリッド太陽電池、CIS系薄膜太陽電池の各パネルを屋上、南面、西面に設置し、総パネル枚数約4570枚、総発電容量は約650kWとなる。コストを考え、すべての太陽電池パネルは市販されている規格品を用いることとし、サイズ、風荷重強度、モジュール効率を考慮した上で最適配置した。

南側のセットバックを利用して太陽電池パネルが設置されたソーラーエンベロープを傾斜させ、投影面積の増加による発電量の向上とともに、この傾斜による空間によって通風が確保されることにより、太陽電池の温度上昇による電圧低下を防ぐ。

遮光が必要な実験室フロアでは、太陽電池パネルを壁なりに設置し、採光が必要な居室フロアではルーバー状に設置した。このルーバーの設置角度と設置間隔は、東京の冬至における南中高度31°で太陽光が入射時に影が入らないことを基準にし、室内の照度シミュレーションと年間発電量予測から、採光の確保と年間発電量の最大化が両立できる設置方法とした。特に下部太陽電池パネルは表面反射によって室内に散乱光を届け、室内照度を向上させる役割も担う。これまで、コストパフォーマンスを重視した太陽電池パネルの設置が一般的であったの対し、本設計では将来の低価格化と都市部への太陽電池パネルの最大導入を見据え、年間発電量を最大化する新たな高密度設置方法を採用した。

環境エネルギーイノベーション棟の先進エネルギーシステムの設計指針

先進エネルギーシステムの設計指針は、研究棟に限らず以下に挙げる3点に集約されるといっても良い。まず、徹底した省エネルギー化である。ここには、機器の高効率化、廃熱の利用、効率的スイッチング、主にビル内における内部発熱量によって、決めるべき太陽光による熱の遮蔽（取込み）、断熱、通風や換気などの自然エネルギーの活用などが挙げ

られる。次に重要になるのが、エネルギー需要（熱電比とその総量）に合致した高効率分散発電システムの導入である。本研究棟では、南面/西面/屋上すべての壁面へ高密度設置した太陽電池パネルと、その不足分を補う排熱利用型高効率燃料電池とを組み合わせた「自然エネルギー/化石エネルギー複合型」の高効率分散発電システムを導入した。また、電力の自給自足を設計の目的とはせず、電気/熱のエネルギー需給バランスによっては外部電力との適切な連携（系統連系など）によってエネルギーを総合的にマネジメントすることで、エネルギーシステムの効率的運用および導入コストも考慮した設備容量の最適化が行える。

燃料電池システムとその関連設備

燃料電池発電システムとして、100kWのリン酸型燃料電池を採用した。燃料電池システムでは、発電端効率とともに、いかに排熱を有効利用できるかが総合効率の向上を決定する。特に、低温排熱の利用は総合効率向上の鍵である。本研究棟では、高温排熱を吸収式冷凍機などによって外気処理空調に利用し、さらに低温排熱をセラミックローターによるデシカント空調に利用した後、温度制御の必要のないトイレの手洗い水として供給するほかシャワー室の給湯の予備加熱にも利用する。図2に、燃料電池システムにおける排熱利用の概念図を示す。

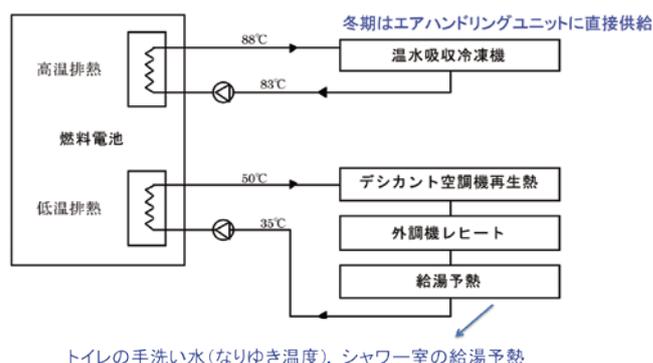


図2 燃料電池の排熱の利用

徹底した高効率なシステム化やスイッチングなどによる省エネルギー化

太陽電池の研究では、湿度コントロールされた塵のないクリーンルームが必要である。クリーンルームでは燃料電池の排熱を相対湿度低減のための再加熱や加熱に用い、人感センサーによって研究者の動きを感知、選択可能な3種類のモード（通常モード、省エネモード、無人モード）で、



図3 東京工業大学 環境エネルギーイノベーション棟のエネルギー設備の概要

パッケージエアコンと一体となったファン・フィルター・ユニットを自動運転する。これによって、良好な研究環境を維持しながら、省エネルギー化が可能となる。

環境エネルギー関連材料の開発などに必要なドラフトチャンバーの排気容量を、学内実績データから詳細予測し決定し、圧力損失による動力負荷軽減のため、最上階(7階)とクリーンルーム(5階)にのみドラフトチャンバーを設置した。全面扉の開度と、瞬時に連動する風量制御バルブおよび人感センサーにより、研究者が不在時には全面扉が自動降下し、さらに長期間不在が続く場合には、風量を最小限に低減させるシステムを採用した。屋上に設置された3台の排風機によってドラフトチャンバーから排気された空気は、スクラバーおよび吸着カラムを通して清浄化され、各自動バルブの開度とヘッダーの圧力によって排風機の風量をインバーター制御し、必要に応じて台数制限などの自動運転をおこなう。

年間を通じて温度が安定している地中熱を利用する地中熱ヒートポンプと排風機の動力を削減できる放射冷暖房を組み合わせた空調システムを、主に学生たちが自由に研究ディスカッションを行うリフレッシュルームに採用した。これは、省エネルギー化と自然な快適性ととも、都市部におけるヒートアイランド現象の抑制に効果がある。

自然エネルギーのパッシブな活用も検討した。1Fおよび地下の外気処理空調の取り込みは、空調による電力負荷を計算し、地下の研究棟基礎を通して行うか、地上の取り込み口から行うかを自動的に選択する。また、網戸や小窓を

適切に設置し、中間期には居住者が窓を開け通風を確保しやすい設計とした。また、トイレの洗浄水には雨水や湧水を利用することで、低炭素化への貢献と災害時の水の確保とが期待できる。図3に本研究棟の主なエネルギー設備の概要を示す。

低炭素化と電力の自給自足の両立を可能とする研究棟の設計結果が示す将来のエネルギーシステム

二酸化炭素の排出量を約60%以上削減し、しかも棟内で消費する電力をほぼ自給自足し得る研究棟が、東京に建つ意義を考察する。研究棟ではシビアな空調環境を必要とするなど、そのエネルギー需要は一般のオフィスの数倍になる。本研究棟では、環境エネルギー研究を推進するための先端的な研究環境として、約860m²のクリーンルームや約30台の先進的ドラフトチャンバーなどの、特に電力を多く必要とする機器が多く設置されている。加えて、研究棟の横には東急目黒線、東急大井町線が通り、建築施工上も配慮が必要である。しかし、あえてすべてのエネルギー設備を研究棟内に設置した。太陽電池を代表とする自然エネルギーはさらなる普及が望まれているものの、一方で気象条件と直結しているため、本質的に不安定であり、エネルギー密度が低い。従って、主要電源としての役割を、どれだけ果たすことができるのかが問われている。設計結果は、電力需要が多く制約の大きい条件下であるビルであっても、十分に太陽電池パネルが主要電源となり得ることを示

安全・安心な低炭素社会へ

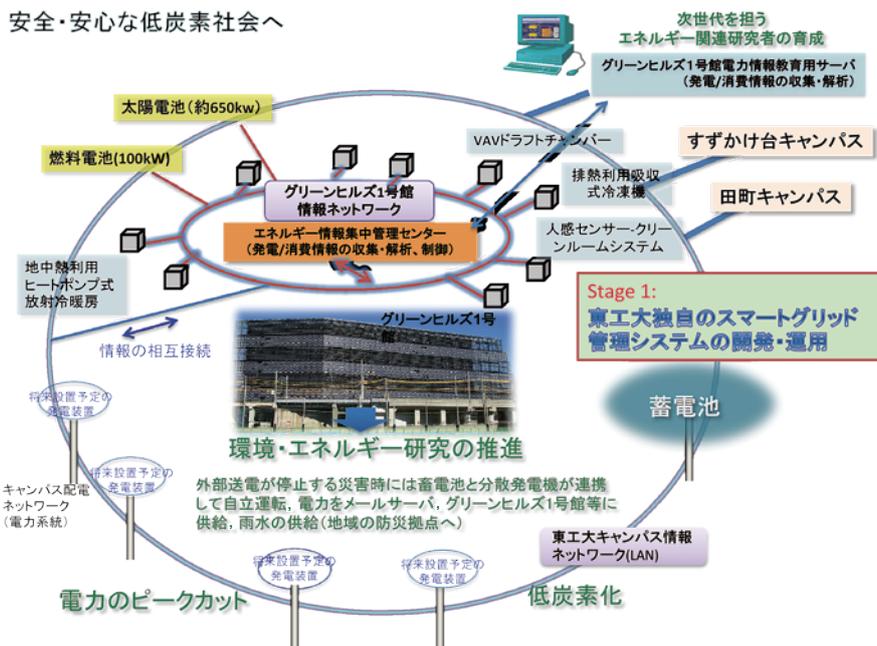


図4 東工大 グリーンヒルズ構想

している。外周に設置された650kWもの大容量太陽電池パネルは、本研究棟の象徴的存在である。しかし、低炭素化と電力の自給自足の両立を実現できた最大の仕組みは、むしろ高効率機器の導入と適切なシステム設計、そしてその効率的な運用などの省エネルギー化にある。つまり、太陽電池パネルを主要電源とするには、徹底した省エネルギー化を同時に検討する必要があることを示している。また、太陽電池パネルの発電量の変動を補うベース電源として、化石エネルギーを使った高効率燃料電池システムの存在も重要である。自然エネルギーの大容量導入には、その変動を低減する高効率な化石燃料ベースの分散発電機との組み合わせによるシステム化が適している。

2012年の環境エネルギーイノベーション棟の運用実績

2012年3月～2013年2月の2012年実績で、

1. CO₂排出量削減率(リファレンス研究棟基準): 約60%以上
2. 電力をほぼ自給(設計時面積基準), 約90%の電力を自給(現面積基準)
3. 太陽電池からの電力比率: 約30%以上
4. 年間の電力・ガス・水料金削減額: 3000万円以上となり、本来、エネルギー需要の多い研究棟においても低炭素化と電力の自給自足の両立を実現することができた。

東工大 グリーンヒルズ構想

今後、本研究棟の電力実績データの解析、経済的評価などが重要となるが、低炭素化と電力の自給自足の両立が可能になることが明らかになれば、災害のリスク、電力不足などの要因もあり、現在の集中発電によるエネルギーシステムから、建築と一体となった分散型のエネルギー発電システムへの流れが加速する可能性が考えられる。その際には、分散型の電源を一定の単位で制御、安定化させる電力ネットワーク(スマートグリッド)が重要になるものと考えられる。東工大では『グリーンヒルズ構想』と呼ぶキャンパス構想を計画しており、大岡山、かずかけ台、三田の各キャンパス内に、各種の高効率分散発電機、蓄電池を増やし、さらに本研究棟が学内の詳細な電力需要を把握・監視し制御することで、キャンパスマイクログリッドを構築する。また、それらのいわば「生」のリアルタイムエネルギーデータを研究、および講義などの教育に活かしながら、外部送電が停止する災害時には、本研究棟が蓄電池などとの連携によって、各種分散発電機を自立運転させるといものである。この電力をメールサーバに優先的に配電し、学内の通信手段を確保し、トイレ使用などに必要な電力、水を供給して、地域の防災拠点を目指す計画である。図4にグリーンヒルズ構想の概要を示す。

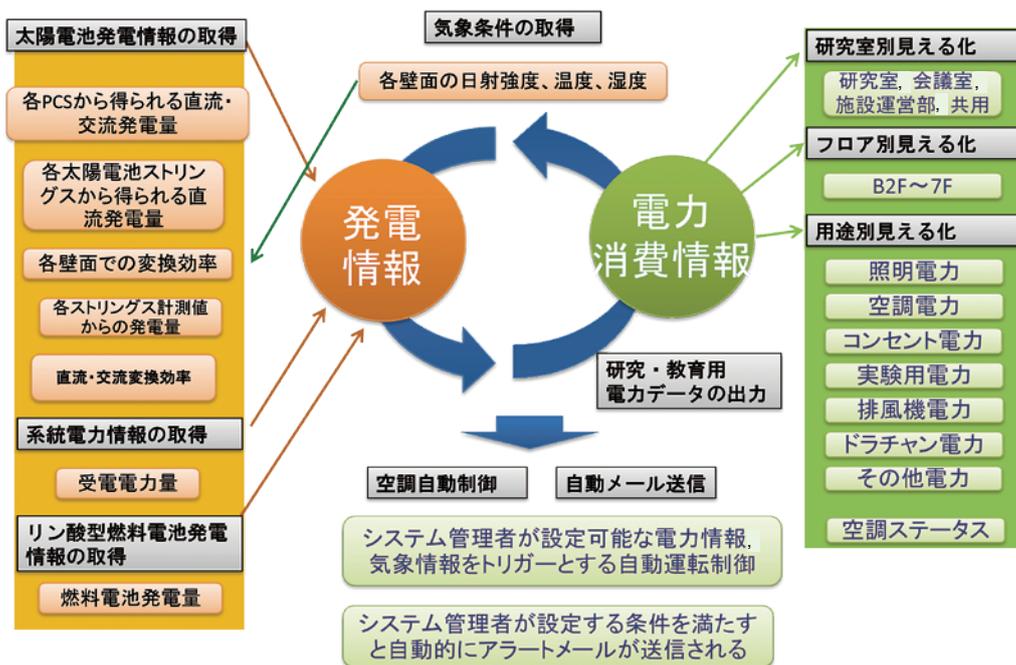


図5 “Ene-Swallow” (エネ-スワロー) の概要

スマートグリッド管理システム “Ene-Swallow” (エネ-スワロー)

平時における低炭素化の追求と電力ピークカットには、一定の電力グリッド単位で電力・熱のエネルギー需給を把握し、総合的かつより効率的な運用を行いエネルギー需給をバランスさせ平準化させるスマートグリッドの構築が有効である。さらに、この機能を拡張して外部送電が止まった災害時に使うことで、特定の負荷に電力を供給しながら自立運転が可能となる仕組みも構築できる。エネ-スワロー ver.1はこのようなシステムの構築を最終目的とし、下記のような体制で開発されたスマートグリッド管理システムである。

設計統括：東京工業大学 伊原学研究室
 システム設計：NTTデータ カスタマサービス株式会社+NTTデータ ビジネスシステムズ
 ソフトウェア設計：シムックス株式会社
 エネルギーデータ計測：東京工業大学施設運営部+株式会社ユアテック+アズビル株式会社+ダイキン工業株式会社+日新電機株式会社+株式会社近計システム

本システムでは、太陽電池、燃料電池からの発電情報および各配電盤などからの電力消費情報そして外気温や日射強度などの気象情報を集約取得する。さらに、取得した膨大な情報からユーザーに役立つ情報を選択、一般化し「電力

の見える化」を行い、特定の電力消費量、発電量、気象条件、空調設定などをトリガー条件としてシステム管理者が自由に設定し、設定したトリガー条件を満たした場合には、ユーザーに無理のない方法で空調の電力負荷を抑制することができる（本システムの機能概要を図5に示す）。

これらの機能を実現するためには、異なるメーカーの異なるインターネット通信プロトコルを有する機器を規格化し、1つのサーバーにデータを集約することが必要である。本システムでは、各異なる通信プロトコルを「IEEE1888」の国際規格に変換するマルチゲートウェイを採用し、「EEI棟エネルギーサーバー」にすべての電力情報を集約化、データを蓄積する。さらに、「EEI棟見える化サーバー」は「EEI棟エネルギーサーバー」に蓄積された、あるいは入力されるデータを選択取得し、電力を用途別、フロア別、研究室別などに按分する。この際に各エネルギー機器の動作原理に基づき独自の按分式を用いることで、電力計の数を最小限に抑えることができるので、詳細な電力データの取得、見える化、自動制御、メールアラート自動配信などの多機能スマートグリッドシステムの構築と低コスト化が可能である。また、これらの情報はスマートフォンやタブレット、PCによって閲覧することができる。

エネ-スワロー ver.1の特長をまとめると以下のようなになる。

1. IEEE1888に規格化するマルチゲートウェイを採用する



図6 エネ-スワロー ver.1のトップ画面

ことで、BacNET/IP 通信, TCP/IP 通信, ModBus 通信, DAIKIN DIII-NET 通信などの異なるプロトコルを有するメーカーの機器を接続し、各データを集約取得することが可能である。

2. 権限を有する管理者は、TCP/IPによるインターネット経由で中央監視システムに接続が可能である。
3. 外調器、風量も考慮したドラフトチャンバー電力按分計算式などを採用するなど、各機器のシステム原理から導き出される独自の按分式を使って、詳細でより正確な電力按分を行うことが可能であり、電力計を最小限にでき低コスト化が実現できる。
4. 257ストリングスのうちの半分のストリングスについて、直流電流、直流電圧を計測し、PCSデータと比較可能にし表示する機能を有している。
5. 空調の設定温度、計測温度、外気温度、受電量などから自動的に、かつユーザーに無理なく空調の負荷抑制を行う機能を有している。
6. 空調の設定温度、計測温度、外気温度、受電量などが一定の条件を満たした場合、自動的にメール配信する機能を有している。

図6にエネ-スワロー ver.1のトップ画面のスクリーンショットを示す。画面の受電電力がマイナスを示しているのは、この日時において棟内に使う電力に余剰がでて東工大岡山キャンパスの別棟に電力を供給していることを示す。

おわりに

環境エネルギーイノベーション棟という名称は、本研究棟がエネルギー設備を研究対象とするだけでなく、この研究棟を拠点に環境エネルギー研究を推進していくことに由来している。研究棟における研究をベースとした環境エネルギーイノベーション棟の設計、そしてキャンパス構想である“グリーンヒルズ構想”が将来のエネルギー、そして将来の都市のあり方の1つのモデルとなることを目指したい。これらのエネルギーのあり方、都市のあり方の新しい変革には、より密接な建築とエネルギーの連携に加え、いわば「日本のものづくり」の結集が必要であり、日本発の世界に向けた産業創出につながる。日本産業にとっても好機である。

プロフィール

伊原 学 (いはら・まなぶ)

東京工業大学 准教授

大学院理工学研究科化学専攻

(炭素循環エネルギー研究センター兼務、環境エネルギー機構、太陽光発電システム研究センター)

工学博士

専門分野：エネルギー変換。具体的には、燃料電池、太陽電池の基礎研究・デバイス研究およびエネルギーシステム研究

太陽熱利用システムの性能評価技術の開発に関する研究

萩原 伸治

1. はじめに

低炭素建築物の認定基準が平成24年12月に、住宅・建築物の省エネ基準が平成25年1月にそれぞれ公布され、建物外皮性能に加え一次エネルギー消費量を指標として建物全体を評価する方法が取り入れられた。設備機器において、電力・ガスを使用する機器類は実験室実験で性能評価が可能であるが、太陽熱利用機器は屋外において実際の太陽光を使用してその性能を評価しているのが現状である。屋外で測定を実施する場合、気象条件に左右されるため安定した試験環境条件の確保が難しく、測定が終了するまでの期間が不確定であり、また測定データの再現性・妥当性などが課題である。これら課題への対応として、安定した環境条件下で迅速な評価を行うことを可能とする人工太陽照射装置を用いた太陽熱利用システムの性能評価手法を構築することが重要である。

本研究は、所定の条件において迅速かつ公正な評価を可能とする人工太陽照射装置を用いた太陽熱利用システムの性能評価手法を確立することを目的とする。本報告では、実験室における人工太陽照射装置を用いた性能試験結果と比較・検討を行うためのデータを収集する目的として、実際の太陽光を用いた屋外実験用試験設備の構築を行ったのでその概要と測定したデータの一部について報告する。

2. 測定概要

試験に使用した太陽熱利用システム(集熱器、蓄熱槽など)の概要を表1に示す。集熱器は不凍液を集熱媒体とする液体集熱式のタイプを選定し、平板形と真空ガラス管形の2種類を同時に設置して計測を行った。各仕様とも集熱パネル2枚を連結したシステムとし、平板形は1m²タイプを2枚、真空ガラス管形は2m²タイプを2枚とした。蓄熱槽は集熱器を設置した同じ屋上へ設置した。集熱媒体の循環流量の設定はメーカー推奨値の範囲内とし、平板形は6kg/min、真空ガラス管形は3kg/minを目安に設定した。測定は、2013年1月

表1 太陽熱利用システムの概要

集熱器の形状	平板形	真空ガラス管形
集熱媒体	不凍液	不凍液
集熱総面積	1.06m ² ×2枚	2.28m ² ×2枚
蓄熱槽容量	200L	300L
循環配管長さ	15m	20m
集熱器傾斜角	30°	
集熱器設置方位	南向き	
設置場所	2階建て建物の屋上(埼玉県草加市)	



写真1 試験状況(建物屋上)

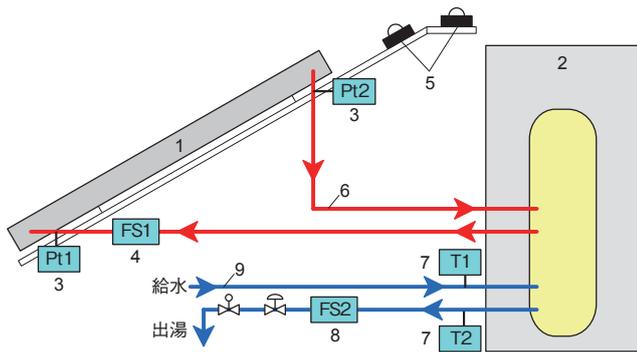
末より開始した。測定状況を写真1に示す。

測定に使用した測定機器の概要を表2に、集熱システムの測定概要を図1に示す。これらはJIS A 4112(太陽集熱器)を参考に測定機器の選定を行い、所定の位置へ各測定機器を取り付けた。集熱器出入口の集熱媒体の温度測定は、シー型製の測温抵抗体を配管内部へ挿入して行った。集熱媒体の循環流量はメーカー仕様の範囲にポンプ出力を設定し、集熱器入口側にコリオリ式質量流量計を設置して測定を行った。

屋上に設置した試験体に取り付けた計測機器関連のケーブルをすぐ下の階の計測室へ引き込み、計測室内に設置したデータロガーへ接続し計測を行った。計測間隔は2秒とし、24時間の連続計測とした。

表2 測定機器の概要

項目	測定機器の仕様
集熱媒体出入口温度	白金測温抵抗体
集熱媒体流量	コリオリ式質量流量計
傾斜日射, 水平日射量	ISO9060 First Class
風速計	超音波風向風速計
気温	白金測温抵抗体
出湯流量	羽根車式流量計
給水, 出湯温度	T熱電対 (シース型)



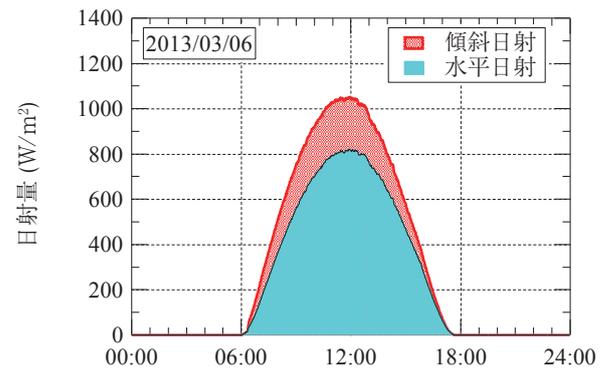
1:集熱器, 2:蓄熱槽, 3:白金測温抵抗体, 4:質量流量計, 5:日射計, 6:不凍液, 7:熱電対, 8:流量計, 9:水

図1 集熱システムの測定概要

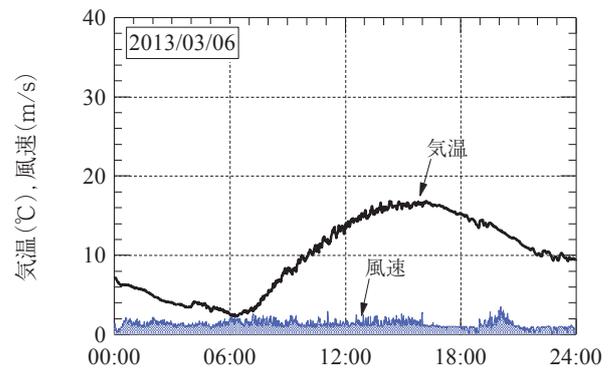
給湯スケジュールは、毎日16:00に蓄熱槽容量の2倍の量を出湯(排水)させ、蓄熱槽内に冷水を入れることにより集熱した熱が翌日へ引き継がれない条件とした。他方、蓄熱槽内の温度条件を変更できるように、蓄熱槽への給水経路の途中にガス給湯器を設置する改良工事を2013年7月に実施した。これにより毎日実施していた16:00の全量排水を停止させ、早朝4:00に60℃の温水を蓄熱槽内に入れ、循環媒体が高温状態で集熱を開始する条件において測定を行った。屋外において所定の測定条件を確保することは難しいが、ガス給湯器を設置することで目的とする所定条件に集熱媒体の温度設定を近づけることが可能となり、気温、日射量、集熱媒体の温度などの条件が異なる種々の環境条件について測定を行った。

3. 測定結果

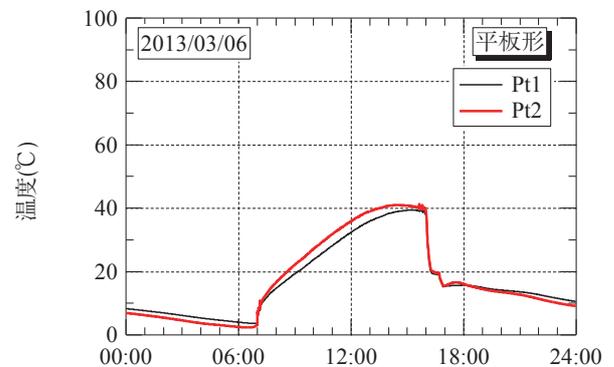
計測を開始した2013年1月下旬以降において、雲により日射を遮られることなく、風もそれほど強くない状態で安定した気象条件であった計測日の一例として2013年3月6日と2013年8月28日の24時間の測定結果を図2および図3にそれぞれ示す。3月6日は、前日の16:00に蓄熱槽内を全量排水しているため、集熱媒体は温度が低い状態で集熱が開始



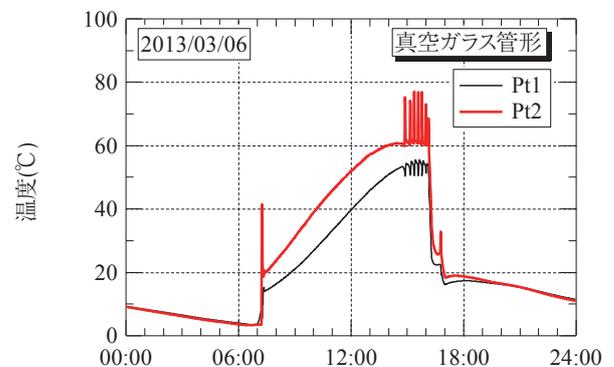
a) 日射量



b) 気温, 風速

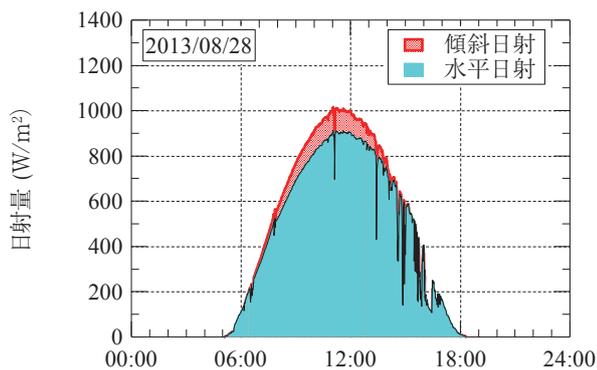


c) 集熱器の出入口温度(平板形)

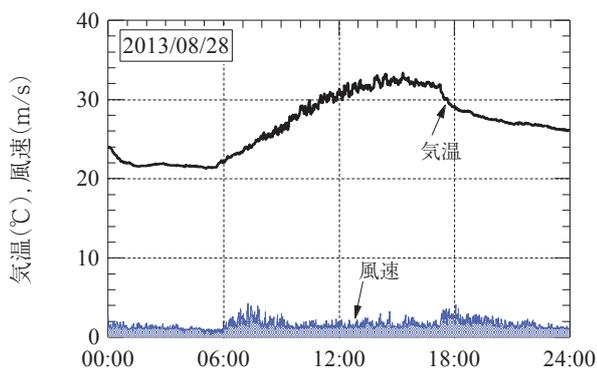


d) 集熱器の出入口温度(真空ガラス管形)

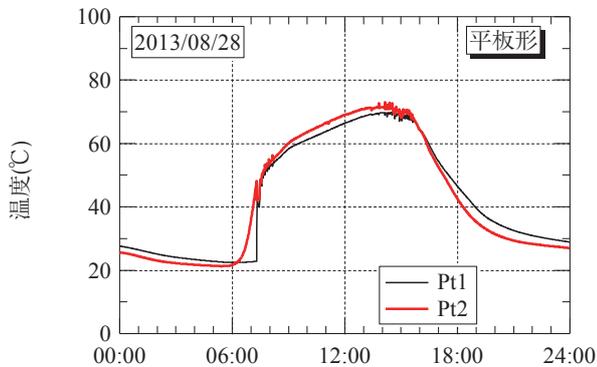
図2 測定結果 (集熱媒体の温度が低い条件: 3月6日)



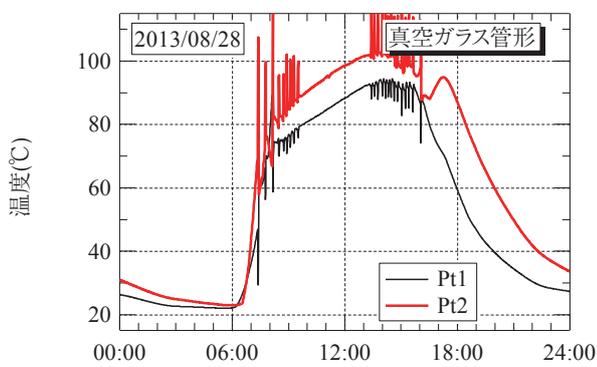
a) 日射量



b) 気温, 風速



c) 集熱器の出入り口温度(平板形)



d) 集熱器の出入り口温度(真空ガラス管形)

図3 測定結果(集熱媒体の温度が高い条件: 8月28日)

される条件である。一方、8月28日は、ガス給湯器を設置して温水を蓄熱槽内へ入れることにより、集熱媒体の温度が高い状態で集熱が開始される条件となっている。

水平面の日射量は、3月6日が $800\text{W}/\text{m}^2$ 程度、8月28日が $900\text{W}/\text{m}^2$ 程度となっており、夏期において水平面日射量が大きい結果であった。一方、設置角 30° の集熱器表面と同じ角度で設置した日射計の計測結果(傾斜面日射量)は、3月6日が $1050\text{W}/\text{m}^2$ 程度、8月28日は $1000\text{W}/\text{m}^2$ 程度となっており、冬期の方が若干大きい結果であった。

風速はどちらの計測日も比較的安定しており、最大瞬間風速は $8\text{m}/\text{s}$ を超えない状況であった。気温は日中の日射の影響もあり、日の出とともに上昇し、3月6日は 18°C 程度、8月28日は 33°C 程度であった。

このような環境条件の中、集熱媒体の温度が低い条件(3月6日)と集熱媒体の温度が高い条件(8月28日)の集熱器の出入口温度の経時変化は、図2および図3のc)とd)のような挙動を示した。日射が集熱器に当たらない時間帯は循環ポンプが作動していないため不凍液の温度が低い状態(空気温度と同等)であるが、日射が集熱器に当たり循環ポンプが作動した直後(朝7~8時ごろ)はガス給湯器の温水で温められた不凍液の影響が出ていることが分かる。

計測を行った1月末からの計測期間中において、日中に安定した日射が長時間確保できた日を選定し、データ整理を行った。計測間隔は2秒、データ整理は10分間の平均値を用いて行った。データ整理はJIS A 4112の測定条件である日射量 $630\text{W}/\text{m}^2$ 以上、入射角 30° 以内、風速 $4\text{m}/\text{s}$ 以内の条件を満たすデータとした。図4に集熱器への入射角の月別推移を、図5に傾斜面日射量の時刻変化の月別推移を示す。なお、10分間の平均値を1点として図中にプロットした。また、集熱性能に対する入射角の影響を検討した結果を図6および図7に示す。月別の傾向に明確な差は確認できなかった。瞬時集熱効率 η は若干ではあるが午前に大きく午後小さい傾向を示しており、時間の推移としては“くの字”を示す挙動となる。これは、午前には集熱媒体の温度が低いため集熱効率が大きく、一方、午後には集熱された熱の影響により集熱媒体の温度が高く集熱効率が小さくなるためと考えられる。

集熱効率線図を図8および図9に示す。月別の傾向に明確な差は確認できなかった。

測定結果の分布する領域の中央部付近にカタログ値の一次近似式が配置される傾向となった。測定結果から得られた一次近似式はデータの分布した範囲で解析したものであり、データが得られていない範囲について信頼性は高いと考えられる。

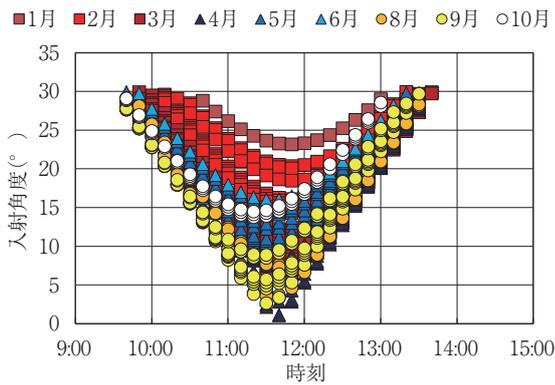


図4 集熱器への入射角の算出結果

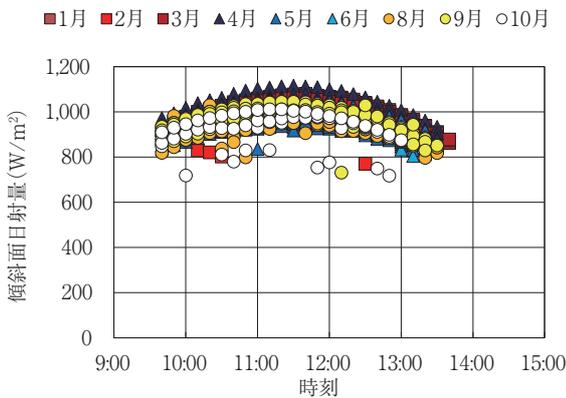


図5 傾斜面日射量の測定結果

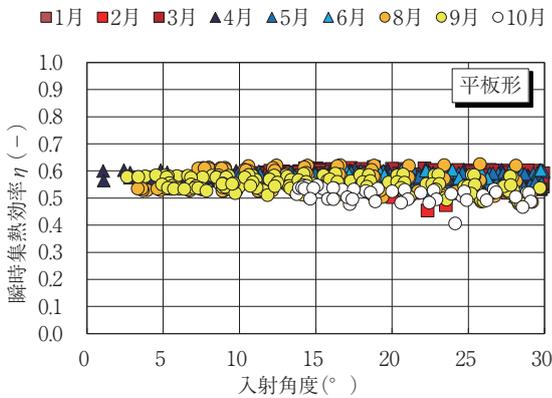


図6 入射角と集熱効率の関係 (平板形)

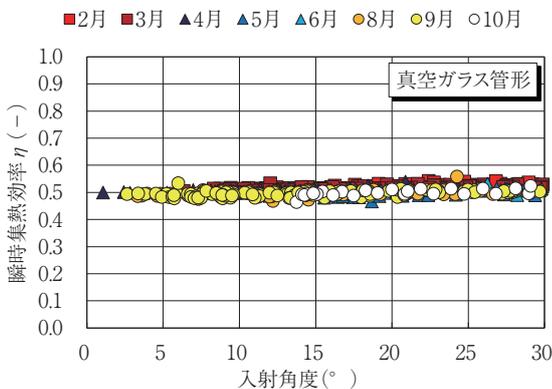


図7 入射角と集熱効率の関係 (真空ガラス管形)

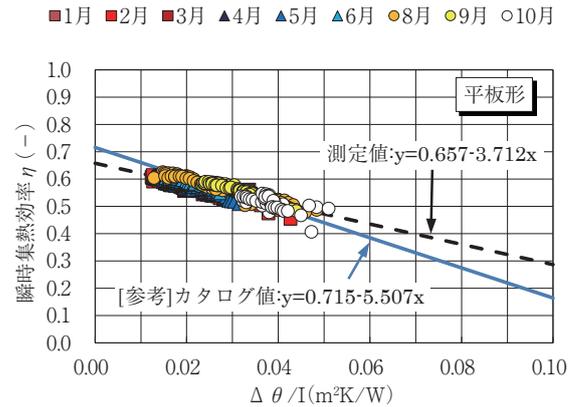


図8 集熱効率特性線図 (平板形)

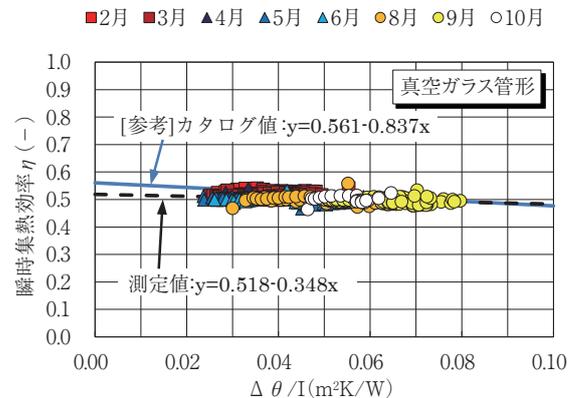


図9 集熱効率特性線図 (真空ガラス管形)

4. まとめ

本研究は、人工太陽照射装置を用いた太陽熱利用システムの性能評価手法を確立することを目的として、屋内試験の比較・検討用となる屋外データ収集のため、屋外試験用の試験設備構築を行った。形状が異なる2つの集熱器について屋外試験を行い、屋外における集熱性能試験設備を概ね構築したことを確認した。

今後は人工太陽を用いた実験室実験との整合性について検討を行い、性能評価方法の確立を進める予定である。

本研究は、新エネルギー等共通基盤整備促進事業（経済産業省からの委託事業）の成果の一部である。

*執筆者

萩原 伸治 (はぎはら・しんじ)
中央試験所 環境グループ 統括リーダー代理
博士 (工学)
従事する試験業務: 熱湿気物性, 温熱環境
に関する試験



木製サッシの遮音性能試験

(発行番号：第13A3395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

株式会社山崎屋木工製作所から提出された木製サッシについて、遮音性能試験を行った。

2. 試験体

試験体概要を表1に、試験体を図1及び図2に示す。

表1 試験体概要

種類	木製サッシ
開閉形式	スライディング(片引き)
ガラス	Low-E 複層ガラス(クリプトンガス入り) 〔Low-E ガラス4mm+中空層18mm+フロート板ガラス4mm+中空層18mm+Low-E ガラス4mm〕
内のり寸法	幅 1698mm, 高さ 1680mm
枠見込み寸法	165mm

(注) 表中の記載内容は、依頼者提出資料による。

単位 mm

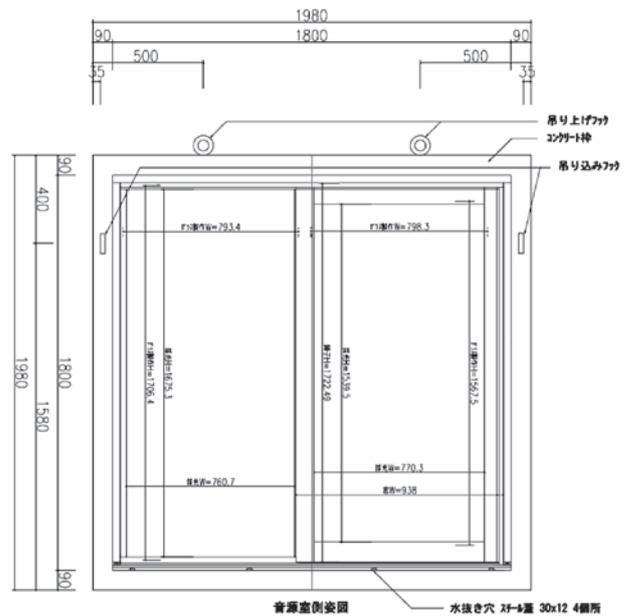


図1 試験体(姿図)

単位 mm

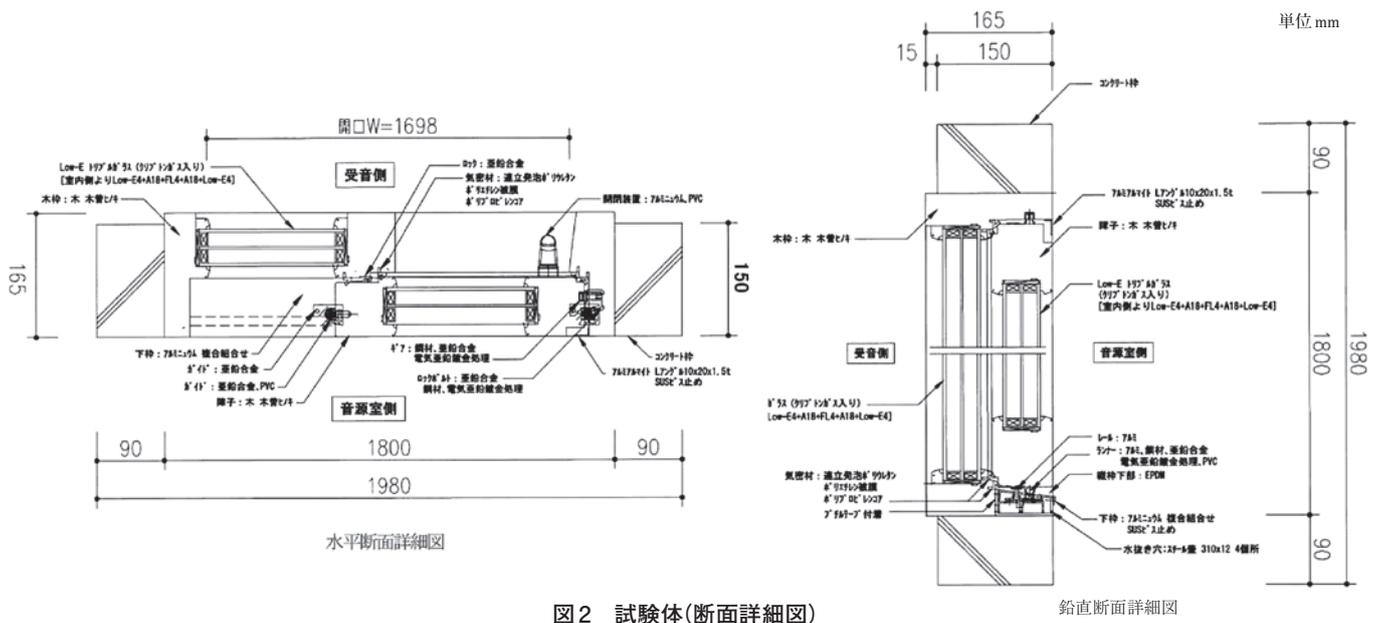


図2 試験体(断面詳細図)

鉛直断面詳細図

3. 試験方法

試験は、JIS A 1416 (実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定法) に従って行い、次式により音響透過損失 R を算出した。試験装置の構成を図3に示す。

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$$

- ここに、 L_1 : 音源室の室内平均音圧レベル (dB)
- L_2 : 受音室の室内平均音圧レベル (dB)
- S : 試料面積 (m^2)
- A : 受音室の等価吸音面積 (m^2)

4. 試験結果

試験結果を図4及び表2に示す。

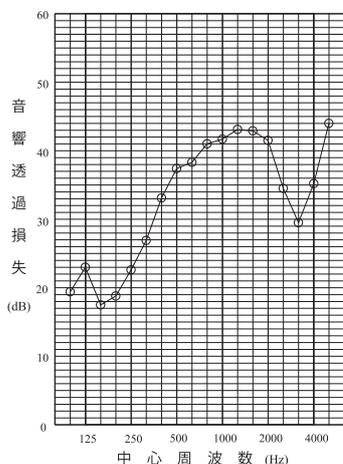


図4 試験結果

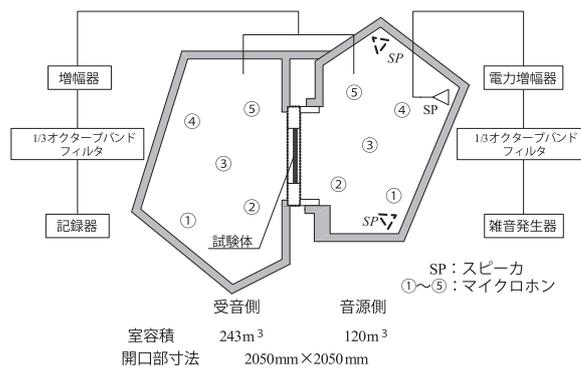


図3 試験装置の構成

表2 試験結果

中心周波数 (Hz)	透過損失 (dB)	中心周波数 (Hz)	透過損失 (dB)
100	19.4	800	41.0
125	23.0	1000	41.7
160	17.5	1250	43.1
200	18.8	1600	42.9
250	22.6	2000	41.5
315	26.9	2500	34.5
400	33.1	3150	29.5
500	37.4	4000	35.2
630	38.3	5000	44.0

5. 試験の期間、担当者及び場所

期 間 平成 25 年 12 月 16 日
 担当者 環境グループ
 統括リーダー 和田 暢治
 主幹 阿部 恭子
 主任 緑川 信 (主担当)
 場 所 中央試験所

コメント

近年、建物外皮の断熱性能の向上が進むにつれ、熱的弱点部となる窓や扉といった開口部の対策が重要な課題となっている。さらに開口部は熱的弱点部であると同時に遮音性能の上でも弱点部となりやすいため、材料の選定には注意が必要となってくる。今回紹介した試験は、熱的弱点部への対策と同時に遮音対策を目的とし、木製サッシの遮音性能を求めするために測定を行ったものである。サッシに使用しているガラスは3層複層ガラスであり、近年戸建住宅においても複層ガラスの普及は着実に進んでいる。しかしながらその普及率は、海外に比べると大きく遅れをとっているのが現状である。

複層ガラスの一般的な特徴である特定の周波数領域で性能が低下する現象(コインシデンス効果)や、間に中空層があるために中低音域で遮音性能の低下が生じる共鳴透過現象が起こるため部分的に性能が落ちる周波数があるが、それ以外の周波数領域では、3層のガラスを使用しているため質量が重いほど遮音性能が向上するという質量則による

効果も表れている。ただし開口部としての遮音性能は、ガラスとサッシとの組み合わせ方やサッシ周辺の隙間(気密性)が大きく影響するため、性能向上のためには目的に合わせたガラスとサッシの組み合わせ方を考えること、そして施工や調整にも十分注意を払うということが必要である。ガラス単体の遮音性能は専門書や文献などからある程度予測可能であるが、サッシにした場合の遮音性能はこのような他の要因も考えられるため、実測によって確かめることが望ましい。

当センターでは、今回報告した以外の建築部品・建築材料についても遮音試験を実施しているため、ご活用いただければ幸いです。

【遮音性能試験に関するお問い合わせ】

中央試験所 環境グループ
 TEL : 048-935-1994 FAX : 048-931-9137

(文責 : 中央試験所 環境グループ 主任 緑川 信)

有機系建築材料の劣化因子とその試験

④木材腐朽菌による木材の劣化因子とその試験

1. はじめに

木材が腐り、分解され自然に戻るということは、「自然の循環サイクル」という観点から見ると、シロアリによる木材の分解（厳密にはシロアリの消化管内共生微生物による分解）と同様に、必要不可欠な要素です。しかし、「建造物に用いられる建材（ここでは材木という）」という観点から見ると、腐朽は材木の強度低下を引き起こし、建造物の寿命を縮める重大な問題となります。このため、材木として用いられる場合は、木材保存剤などで防腐処理を行い使用されます。そしてその耐腐朽性に関する評価法等を利用しながら、建造物の安全を担保しています。

本稿では、木材の劣化因子のひとつである木材腐朽菌による腐朽のメカニズム、そして木材や木材保存剤に対して用いられる腐朽に関する評価法について解説します。

2. 腐朽のメカニズム

木材は木材腐朽菌により腐ります。しかし、木材腐朽菌が存在すれば必ず腐朽が起こるわけではありません。腐朽が起こるためには、腐朽菌以外に4つの重要な要素が必要となります。それらは養分（木材中のリグニンやセルロース）、酸素、適当な温度、水分です。それらのうちのひとつでも欠けると木材腐朽菌は成長することができないため、木材が腐ることはありません（図1）。

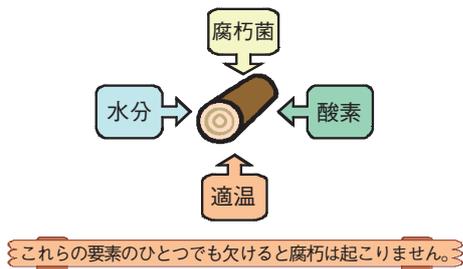


図1 腐朽のメカニズム

世界最古の木造建築として知られる法隆寺が未だ存続しているのは、結露を防ぎ材木の含水率を下げ腐敗から守っているからです。とはいえ、高気密高断熱が要求される現在の建造物では、風雨による暴露、内部結露や生活において発生する湿気など、さまざまな要因により材木は腐朽のリスクにさらされます。このため、現在建造物に使用される材木は防腐処理が行われているのがほとんどです。

3. 木材腐朽菌と腐朽に対する評価方法

3.1 日本工業規格(JIS)における評価方法と腐朽菌

JISでは木材の腐朽に関する評価方法がJIS Z 2101（木材の試験方法）26耐朽性試験に、木材保存剤に対する試験方法がJIS K 1571（木材保存剤一性能基準及びその試験方法）5.2防腐性能に規定されています。これらの腐朽試験で用いられる木材腐朽菌はオオウズラタケとカワラタケという2種類の菌です。どちらもキノコの仲間の菌類で、オオウズラタケは褐色腐朽菌という仲間のひとつです。主にスギなどの針葉樹を好んで腐朽させ、腐朽が進んだ木材は褐色に変色します。一方カワラタケは白色腐朽菌の仲間に分類され、ブナやサクラなどの広葉樹を好みます。こちらは腐朽が進んだ木材は白色に変色します。

3.2 試験方法

3.1の試験方法では、評価対象の木材や防腐処理した木材に木材腐朽菌を接種し、一定期間腐朽させ、腐朽の程度（質量減少量の程度）で耐朽性を評価します（図2）。

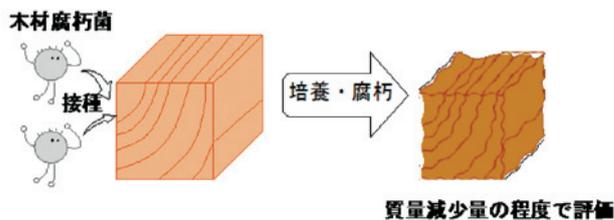


図2 木材腐朽試験のイメージ

試験は容積500～800mLの培養瓶の中に石英砂と培養液を入れます。その中に寒天培地上で生育させたオオウズラタケとカワラタケ（写真1）をそれぞれ別々に接種し、木材腐朽菌が好む温度 $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度70%以上の環境で培養します。木材腐朽菌が十分に生育した後、培養瓶の中に試験体となる木材や、防腐処理した木材を設置し、温度 $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度70%以上の環境で一定期間（JIS K 1571では12週間、JIS Z 2101では60日間）培養します（写真2）。するとこれらの木材腐朽菌は、培養期間中に菌糸を伸ばし、試験体の全面を覆います（写真3および写真4）。防腐処理を行わない木材の場合、木材腐朽菌は内部にも菌糸を伸ばし、内部の腐朽も進めます。しかし木材保存剤に防腐効果があると菌糸は木材の内部に進入することが遮られ、腐朽は進みません。培養後の試験体は、表面の菌糸を取り除き乾燥



写真1 寒天培地上で生育させたオオウズラタケ



写真2 培養の様子



写真3 培養後の培養瓶の様子

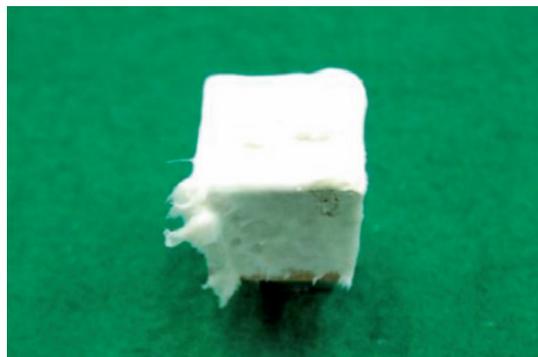


写真4 菌糸に覆い尽くされた試験体

後、質量を測定します。防腐処理を行っていないスギやブナなどは、目視で確認できるほど腐朽が進みます(写真5)。JIS K 1571では無処理試験体の腐朽の度合いも要求されており、試験の際には無処理試験体の試験も平行して行い、質量減少率を求めます。そして質量減少率がオオウズラタ



写真5 腐朽により変形した乾燥後の試験体

ケで30%、カワラタケで15%に達しなかった場合、試験は無効となります。なぜこのような評価の方法がとられるかというと、試験に用いられる木材腐朽菌は生き物であるため、場合によっては菌の活力が試験条件として要求する水準を満たさない可能性があるからです。活力が高ければ腐朽の度合いは高くなり、活力が低ければ腐朽度も低くなります。このため、活力の最低水準を無処理試験体の質量減少率という形で規定しているのです。

3.3 評価の方法

JIS K 1571の木材保存剤に対する試験では、評価は質量減少率で行われ、3%以下であることが要求されています。JIS Z 2101の木材の試験ではスギやブナなどを対照材として用意し、腐朽試験を平行して行い、質量減少率を求めます。そして対照材の質量減少率と試験体の木材の質量減少率との比から求められた数値を「耐朽比」として評価に用います(式1)。

$$\text{耐朽比} = \frac{(100 - \Delta m_{Sc})}{(100 - \Delta m_{Td})} \quad (\text{式1})$$

ここに、 Δm_{Sc} ; 腐朽操作試験体の補正質量減少率 (%)

Δm_{Td} ; 対照材の腐朽操作試験体の質量減少率 (%)

対照材よりも腐朽が進んだ場合、耐朽比は1より小さくなります。反対に腐朽が少ない場合、耐朽比は1よりも大きい値になります。

4. おわりに

建造物の腐朽被害は褐色腐朽菌によるものが多く報告されています。建造物には針葉樹が多く用いられているためとの見方もありますが、自然界では圧倒的に白色腐朽菌が多く確認されているなど、腐朽被害の分野には未解明な部分が多く残されています。

【参考文献】

- ・ JIS K 1571 (木材保存剤—性能基準及びその試験方法)
- ・ JIS Z 2101 (木材の試験方法)
- ・ 土居修一, 小岩俊行, 堀沢栄, 吉村剛, しろあり No.158, pp.1-7, 2012年7月

(文責:中央試験所 材料グループ 統括リーダー代理 石川 祐子)

業務案内

下水道管更生材の性能試験

材料グループ

1. はじめに

下水道管は高度経済成長期以降、昭和40年代から平成10年代に急激に整備が進められたが、今後は老朽化したストックの急増が見込まれ、その維持管理が社会的関心事になっている。老朽化した下水道管は効率的に改築・改修することが求められるため、道路を掘削することなく施工可能で周辺環境への影響が少ない特長を持つ「更生工法」は、都市部を中心に施工実績が増加している。この工法の品質を確保するため、(公社)日本下水道協会(現在)は平成23年12月に「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」(以下、ガイドライン(案)という)を発行した。ガイドライン(案)では自立管形式および複合管形式の更生工法に対する要求性能とその評価・試験方法を定めている。

当センターでは、このガイドライン(案)をもとにJIS(日本工業規格)やJSWAS(日本下水道協会規格)に則して管更生材の試験を実施している。本稿では自立管形式(注:更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力および耐久性を有するもの)の管更生工法に関して当センターで実施している試験業務の概要を紹介する。

2. 更生工法とその要求性能

更生工法とは、『既設管きよに破損、クラック、腐食等が発生し、耐荷能力、耐久性の低下および流下能力が保持できなくなった場合、既設管内面に新たに管を構築して既設管きよの更生および流下能力の確保を行うもの。(以下、略)』と定義されている。

下水道管には、土圧・水圧・地震動等に対する十分な「強度の保持」、流下下水に対する十分な「水密性の保持」、流下させる下水量に対する十分な「断面の保持」などが要求され

る。このため、その更生工法にも「耐荷性能」、「耐久性」、「耐震性能」、「水理性能」および「環境安全性能」の5性能が要求されている(表1)。

表1 管更生工法への要求性能

耐荷性能	施工現場における載荷重(土圧、水圧、活荷重)に安定した耐荷荷重を有すること。
耐久性	改築施設として所定の耐用年数に適用できること。
耐震性能	必要な耐震性能を有すること。
水理性能	必要な水理性能(下水流下能力)を有すること。 例:内面の平滑化、内空断面の確保。
環境安全性能	騒音・振動、大気汚染や、臭気、防爆等の安全性能を有すること。

3. 評価項目と試験方法

当センターでは、上記の性能のうち「耐荷性能」、「耐久性」および「耐震性能」を確認するための試験を行っている。各要求性能に対する評価項目と試験方法の関係を表2に示す。

(1) 耐荷性能

耐荷性能は、「偏平強さ又は外圧強さ」、「曲げ強度」および「曲げ弾性係数」を評価項目としている。

「偏平強さ又は外圧強さ」は既設管の口径に応じてJSWAS K-1による偏平試験またはJSWAS K-2による外圧試験によって評価する。偏平試験の状況を写真1に示す。

「曲げ強度及び曲げ弾性係数」は、更生材をガラス繊維で補強している場合はリング状の試験体を用い、ガラス繊維で補強していない場合は短冊状の試験片を用い所定の試験により長期での性能が設計値以上であることを確認する。

更生材は施工や使用材料によって経過年数による強度低下等のばらつきが大きい。また、持続荷重によってひずみが時間とともに増大するクリープ現象が生ずる。このため、原則として50年後を推定した長期値を採用することとされている。更生材をガラス繊維で補強している場合は、10,000時

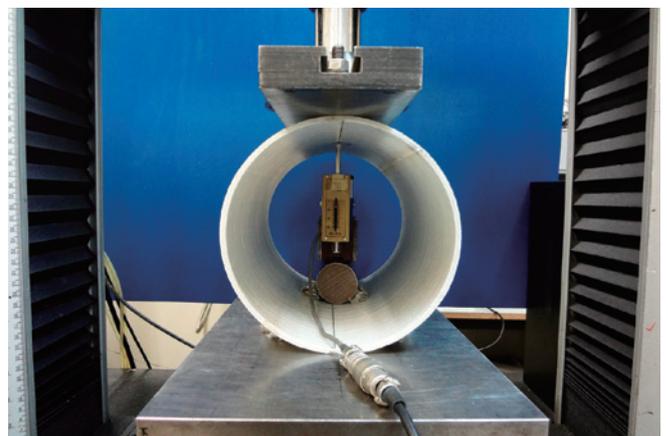


写真1 偏平試験の状況

表2 建材試験センターで実施する管更生工法の試験方法（参考文献より抜粋し作成）

要求性能	評価項目	試験方法	
耐荷性能	偏平強さ又は外圧強さ	φ 600mm 以下	JSWAS K-1による偏平試験
		φ 700mm 以上	JSWAS K-2による外圧試験
	曲げ強度	短期	JIS K 7171による曲げ強度試験
		長期	ガラス繊維あり：JIS K 7039による曲げ強度試験 ガラス繊維なし：短期値を安全率で除した値
	曲げ弾性係数	短期	JIS K 7171による曲げ弾性率試験
		長期	ガラス繊維あり：JIS K 7035による曲げ弾性試験 ガラス繊維なし：JIS K 7116による曲げ弾性試験
耐久性能	耐薬品性	熱可塑性	JSWAS K-1による試験
		熱硬化性	JSWAS K-2による試験
	耐摩耗性	JIS K 7204, JIS A 1452等による試験	
	耐ストレインコロージョン性	JIS K 7034による試験（ガラス繊維ありのみ）	
	水密性	JSWAS K-2に準拠した試験（内外水圧に対する水密性）	
耐震性能	耐劣化性	JIS K 7116を準用した1000時間水中曲げクリープ試験（ガラス繊維なしのみ）	
	引張強度及び引張弾性係数	短期	JIS K 7161による引張強度及び引張弾性係数試験
	圧縮強度及び圧縮弾性係数	短期	JIS K 7181による圧縮強度及び圧縮弾性係数試験

間の長期試験結果から回帰分析により50年後の推定値を算出している。強度低下にばらつきが大きい試験体では相関性の高い推定の元となるデータを得るのに2年強の試験期間を要する場合がある。

(2) 耐久性能

耐久性能は、「耐薬品性」、「耐摩耗性」、「耐ストレインコロージョン性」、「水密性」および「耐劣化性」を評価項目としている。

「耐薬品性」は、水、塩化ナトリウム溶液、硫酸などを試験液として浸せきし、前後の質量変化により確認する。

ストレインコロージョンとは、酸性条件下で耐酸性の低いガラス繊維が応力を受け続けて破断する現象である。ガラス繊維で補強した更生材では、下部を試験液に浸せきさせたリング状の試験体をたわませて、ウィープ損傷を起こすまでの時間を測定し、回帰分析により50年後の「耐ストレインコロージョン性」を確認する。長期の「曲げ強度及び曲げ弾性係数」と同様、クリープ応力破壊現象にばらつきが大きい試験体では2年強の試験期間を要する場合がある。耐ストレインコロージョン性試験の状況を写真2に示す。

(3) 耐震性能

耐震性能は、「引張強度及び引張弾性係数(短期)」および「圧縮強度及び圧縮弾性係数(短期)」を評価項目としている。おのおのJIS K 7161およびJIS K 7181により強度を確認する。

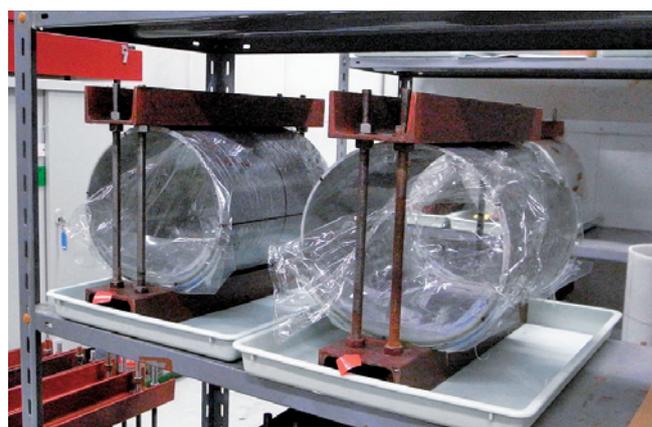


写真2 耐ストレインコロージョン性試験の状況

4. おわりに

本稿では、当センターで実施している下水管更生材の性能試験業務の概要を紹介した。これらの試験業務を通じて、下水道管更生工法の品質確保ならびに普及促進に貢献できれば幸いである。

【本試験に関するお問い合わせ】

中央試験所 材料グループ

TEL：048-935-1992 FAX：048-931-9137

【参考文献】

「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」(平成23年12月／(社)日本下水道協会)

(文責：中央試験所 材料グループ 主任 菊地 裕介)



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から生まれた標語の連載だが、今回は日本語の文章の書き方に関して、卒論・修論や諸々の文書の作成ルールとして、研究室で決めていた内容である。文章や言葉については言いたい事が多く、今回だけは特別増ページ。

以下はあくまで筆者の個人的見解であり、日本語文法や正規の表記ルールの裏付けがある訳ではない。表記方法にはさまざまな参考書があるので、一般論についてはそれらを参照されたい。ただしネットにはかなりいい加減な情報が自己増殖したものが氾濫しているので、要注意。

論文、事務連絡、使用マニュアル等の多くの文章は、文学的表現ではなく、正しい情報を論理的に伝達するためにある。これについては、ロングセラーの「理科系の作文技術」(木下是雄著、中公新書)が必読書である。

(6)「文章の書き方」編

No.50：「言葉は気分で使わない／並列語句は形を揃えよ」

言葉には同じ事を表現するにもいろいろな言い回しがあるが、論文等の文書を書くに当たっては、全編で統一的な表現を使うべきである。しかし、こんなことは「標語」以前の問題であろう。研究室で論文・梗概・パワポ(以前なら掛図やOHP)等を作成する際には、代々先輩のものを参考にしていたので、こういう注意事項は自然に継承されてきた。ただし初期には参考にするものではなく、大学院生もいなかったもので、こうしたルールはすべて自分で考えて、壁新聞などにして周知させていた。

論理的にさえ書いてあれば、見出しの付け方や文体などは書き手の好みで決めて良い。ただし、同じ目的で同じ人

や組織が作成する文書で、まして1つの文章の中で、異なるスタイルが混在しては、落ち着かないだけでなく、正確な情報伝達に支障を来たす場合もある。言葉は気分で選ぶのではなく、理由のある選択をすべきである。

例えば目次や見出し項目の場合、並列する見出しが

- 1) 原理Ⅰ：○○○を適用する。
- 2) 原理Ⅱ：○○○○の適用

では不揃いであり、どちらかに統一すべきである。

No.51：「見出しは短く体言で／直接語法を濫用するな」

前項では、当然ながら筆者の好みは「2」である。話し言葉のように直接語法でだらだら書くと、論理構成が不明確になる。目次や見出しでは無論だが、本文の文章についても同様の注意が必要である。直接語法(文)ではなく、間接語法(句)、できれば簡条書で書く方が良い。例えば分類方法について述べる見出しは、「どのように分類すれば良いかについて」ではなく、「分類方法」とする。

No.52：「並列語句は簡条書」

上記に関連して、項目を列挙する場合の共通ルール。「○○や△△、あるいは□□などの場合は……である。」と文章で展開するのではなく、

下記の各場合は……である。

- ・○○
- ・△△
- ・□□

のように簡条書にした方が、いくつかの概念を並列的に述べていることが明白になる。

No.53：「点とナカグロ区別せよ」

文章中で項目を列挙する場合も、接続詞でつなぐより、読点などの記号を使う方が視覚的に分かりやすい。「○○や△△や□□は……」よりも、「○○・△△・□□は……」、さらにスペースが許せば簡条書にした方が、より視覚的に明確になる。文書を添削する場合も、長ったらしい文章を書かれてしまったからでは修正が困難なので、卒論の本文まで簡条書で書かせていた時代もある(No.23：「書類はすべて簡条書」参照)。

列挙する項目の区切りには、一般には読点(,)を使うが、ナカグロ(・)を使ったほうが見やすい場合がある。両者の使い分けについては、単語の列挙にはナカグロ、接続詞を含む句や文の列挙には点を使う。また、ナカグロで区切られた単語群は、全体で一纏まりの概念になる。

例えば、「本文・挿絵・写真等を……」、「連載の原稿、挿絵の素案について……」などだが、前者を「本文、挿絵、写真等を……」と書いた場合は根本的な支障はないものの「本

文・挿絵・写真」が「原稿類」という1つのグループであるという意味が薄れる。また後者を「連載の原稿・挿絵の素案について……」と書くと、「原稿・挿絵」が1つのグループになって、意味が変わってしまう場合がある。

ある程度以上の量の文書には目次が必要である。大きな文書を作成する際には目次構成や論理構成を練ってから書くから、目次は自然に出来ている筈。また本文の最初に付ける通常の目次のほかに、目次(1ページに納まる程度のダイジェスト、あるいは論理構成図形式等、全体の構成が一目瞭然なもの)を、表紙カバーの裏に折り込んでおけば、全体を理解しながら読むのに便利である。目次や索引、各ページのページ番号や「柱」などについても注意事項があるが、回を改めて述べる予定。

点とナカグロ

○, △および□は……	これが正規の記述方法らしいが…… ビジュアルではない。 下位の纏まりは表わせない。
○, △, □は……	単語の羅列にこれでも良いが、類似 概念の羅列である意味が薄れる。
○○・△△・□□は……	単語の羅列にはナカグロを使う。
○と○, △や△, □の□は…… ○○する, △△する, □□するなど……	句の羅列には点を使う。 下位の纏まりは表わせない。
○・○, △・△, □・□は……	ナカグロでつないだ語も句と同様に 点でつなぐ。下位の纏まりが分かる。
○と○・△と△・□と□は……	×誤り 「○・△」と「△・□」がそれぞれ一 つの纏まりに見えてしまう。
○, ○, ○と△, □, □は……	△紛らわしい 単語と句の混在では「点」にせざるを 得ないが、どこが並列関係なのか曖 昧になる。対策：句に統一、簡条書

No.54：「造語・新語は定義せよ／使われぬ記号は定義するな」

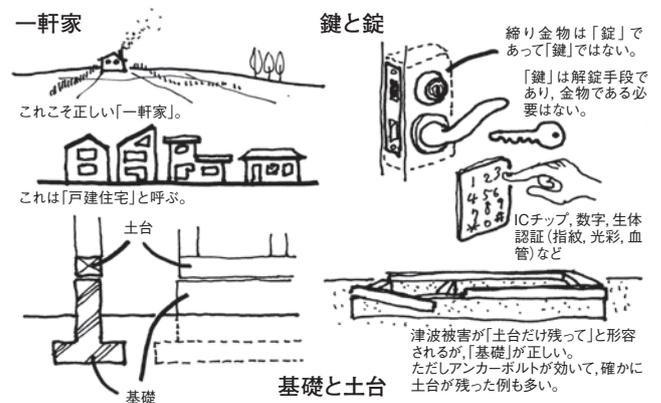
ある分野で特定の略号・記号が使われていることがある。特定の分野だけで交わされる文書なら問題はないが、一般に公表される場合は、その対応関係(解説表)が周知されていないければ意味が通じない。一般に認知されていない記号や略号は、定義なく使ってはならない。

論文等では、最初にその論文で使う記号・略号の定義をするが、この場合、現れる記号を全部挙げるのは、良いようで良くないこともある。ほとんど使わない記号まで羅列したのでは、かえって見にくくなる。一度だけ使う、あるいは論文の特定の箇所だけでしか使わない(それが済んだら忘れてしまっても良い)記号は、最初にまとめて示すより、その箇所で注記しておいた方が便利である。一度しか使わない概念を記号化する必要はなく、まして本文に出てこない略号まで載せてあるのは論外。

そういえば真鍋研究室にも、内輪の記号や符丁がずいぶんあった。「雑念封筒」(No.49図の派生、封筒の再利用)・「B会議」(会議の種類)・「用6もどき」(学科規定書式に似た市販品)等の意味は、部外者には分からないでしょうな。

No.55：「鍵と錠、基礎と土台に枠・扉／一軒家などと言うは恥」

ついでに言うが、建築用語は正しく使おう。「一戸建て住宅」のことを俗に「一軒屋」と言うことがあるが、これは広い土地に周囲に何もなくて孤立している建物のイメージである。正しく「一戸建て住宅」または「戸建住宅」と呼ぼう。ほかに、「設計者」のことを「設計士」(「設計者」と「建築士」の混用か)、「基礎」と「土台」(ニュースで「土台」と言うのは実際は「基礎」の場合が多いが、局によっては正しく意識して「基礎」と言っているらしい)、「鍵」と「錠」(「錠」は締め金物、「鍵」はその解錠手段)、「枠」と「扉」(「枠」は建物の一部、「扉」は戸の一部)などの混同や誤用が多い。建築に携わる者として、巷間で誤って使われている言葉に迎合することなく、正しい建築用語の普及啓蒙に勤しむべきである。



一軒家、鍵と錠、基礎と土台

No.56：「読めない記号は使わない／文字とマークを混同するな」

記号や略号を使うことで、同じ言葉の繰返しを避けることができる。しかし紛らわしい記号や、発音できないために読み方が分からなかったり一定しなかったりするのでは困る。読める記号、電話で伝えることが可能な記号を決めるようにしよう。

以前の中日ドラゴンズのユニフォームには、チーム名のロゴマーク(イニシャルのCとDの組み合わせ)に続けて「ragons」と書いてあった。ロゴマークの中に埋め込まれた「D」を1文字とみなしているのだが、「(発音できぬ記号)ラゴンズ」か「シーディー・ラゴンズ」と読みたくなる。このほかにも、正式の社名がどこにも書いてなくて文字としては読めないデザインのロゴだけの車内ポスターなど、本来伝えるべき情報を欠いたデザインは多々ある。

建材等からのホルムアルデヒド(正しくはフォルムアルデヒド)発散量には「F☆☆☆☆」などの表示があるが、これはいわば「絵記号」であって、「声に出して読めない」記号である。自動電話サービスで「米印を押して下さい」と言う

が、「※」ではなく「*」である。「アスタリスク」(実は別の記号で、正しくは「スター」)では難しいための代用だろうが、読めない記号を使うほうが間違っている。



以前の中日ドラゴンズのユニフォーム
ロゴマークのDを1文字とみなす。
「(発音できぬ記号)ラゴンズ」か、「シーディー・ラゴンズ」と読める。



以前は「活字体」もあったのだが……
酢の商標に似ていると不評のため廃止。

図形と文字の混同デザイン

No.57：「括弧は気分使わない／図表には番号、本文から引用」

文中で図表を引用する場合には、いろいろな表記方法があるが、基本的には下記の3種類以外は禁止としている。

- 1) 「○○を分類した(表1)」: 注釈としての括弧
- 2) 「○○を表1のように分類した」: 本文中の記述。
- 3) 「○○を〈表1〉のように分類した。」

用例3は、括弧ではなく本文中の強調記号である。この場合、「気分」で勝手な記号を使ってはならず、その組織で扱う文書全体で1種類に統一しておく必要がある。

下記の用例は、いずれも次項の「括弧は飛ばして読む」原則に反する誤りである。用例4は括弧が孤立し、用例5は飛ばして読むでは意味が通じない。

- 4) ×「○○を分類した。(表1)」
- 5) ×「○○を(表1)のように分類した。」

引用記号『』は、『「要求」とは建築に必要な性能水準を意味する。』など、特別な意味を強調する場合に使う。他の引用記号、例えば『“”』を、『「』とは違う位置付けで使っても読む者にそんな思い入れは通じないから、避けた方がよい。他の記号としては、方程式中の変数として文字を書く場合に限って『[]』を使う。研究室ではこれら以外の括弧は使用禁止としていた(ここで『』を使うのは二重括弧を避けるため)。

例：[生産用エネルギー評価指標] = [エネルギー原単位] × [数量] ÷ [耐用年数]

なお、上記の用例では表番号を引用しているが、文書中に挿入された図表には必ず付番し、本文中で(上記1～3の方法で)その番号を引用しておく。参照・引用のない「迷子図表」は禁止。また図表の番号・タイトルは、図の場合は下、表の場合は上が決まり。

No.58：「括弧は飛ばして読めること」

文中の括弧『()』は注釈部分であり、括弧の中は飛ばして読んでよい場合に使う。従って括弧の前後の文は連続し、本文中の末尾の注記は、括弧が終わってから句点『。』が付く(例えばこのように)。電話番号の局番を括弧内に書かせたり、低学年向け問題の解答欄を『答え()円』などとするのは、この原則からはおかしい。

この場合の解答欄は、手書き文字に適した大きさ(標語No.18：「書く時は大きく、読む時は小さく」参照)の矩形が良いが、印刷の都合で枠を嫌う場合は、『答：()円』や、下線付き『答：()円』としておけば良い。

No.59：「電話の局番括弧に入れるな」

電話番号を記入する欄には、『()』が印刷されている場合が多いが、これは『03 (37**) 47**』のように「市内局番を括弧内に書け」という指示である。この場合の括弧は、局番と個別加入番号の単なる区切りを表わす記号であり、括弧の使い方としては誤用である。ダイヤルする番号を相手に伝えることが目的なのだから、省略できる場合がある部分、つまり市外局番を、括弧内に記入すべきであり、常にダイヤルしなければならない市内局番を括弧内に書くべきではない。

電話番号	()
------	-----

こういう記入欄が一般的。

電話番号	0 3 (3 7 * *) 4 7 * *
------	-------------------------

こう書かせたいのだろうが、

電話番号	(0 3) 37** - 47**
------	---------------------

意地でもこうやって書いてやる。

電話番号	() -
------	-------

これが正しい。市内通話では括弧内を省いて良い。ただし固定電話の話。

電話番号	- -
------	-----

市外局番をあまり意識しない時代だから、これでも良い。

電話番号の記入欄

自分の連絡先を書く際の市外局番の書き方は、「その書類を見る人がどこから電話をかけるか」が基本である。某機関の書類に「当○○からダイヤルする番号だけを書くこと」と明記されていたが、合理的な指示である。不慣れた土地へ行って地元の番号に電話する場合、市外局番をどこからダイヤルすべきか分からず困るので、公衆電話にはその案内を表示せよと主張していたものだが、現在では市内通話

で市外局番をダイヤルしても支障はない。またこれは固定電話時代の話であって、携帯電話が普及した現在ではもはや昔語りになってしまった。

電話番号の局番を括弧に入れて書く習慣は、手動交換の時代、しかも市外通話などほとんど使わなかった時代の遺産と思われる。子供の頃、母が京都に住む祖母に電話する際に、交換手に「京都・^{かみ}上の44**へお願いします」と言っていたものである（「上」は「^{かみぎょう}上京電話局」の意）。局番は交換手に口頭で言う時代には、局番は括弧付きで書いておけば良かったのであろう。現在では市内局番は必須だが、さらにその前に市外局番が付いたため、市内局番の括弧だけが意味なく残ったと思われる。

さらに余計な事を書けば、局番と加入番号の境目で区切るのは「電話局側の論理」であり、ユーザー指向からすればどこが局番かという情報は今や無意味であり、区切る位置など、覚えやすければどう区切っても自由な筈である。外国の例では、例えばパリの凱旋門は「01 55 37 73 77」と2桁で区切ってある。また昨今では、10桁や11桁の電話番号をベタに続けて書く者がいるのには呆れる。数字をいちいち入力しない携帯電話の習慣であろうが、書類でこれをやられると極めて分かりにくい（No.17：「書類にはタイトル、日付、サインとページ」のイラスト参照）。クレジットカードの番号やソフトウェアのプロダクトキーは4桁程度で区切って見やすくしてあるが、「VDGRMY8HFD6D6JR8・・・」などと書かれたのでは手入力は困難である。

No.60：「改行したら一字下げ」

日本語表記では、パラグラフの先頭では「一字下げ」が原則である。読みやすさのため、特に早読みする場合には、改行位置が一目瞭然であることは必須である。ところが、文字の読みやすさよりグラフィックデザインを重視し、四角いブロックの形が揃わないのを嫌ってか、字下げをしないレイアウトが、特にデザイン系の出版物に多い。

さすがに見やすさを認識してか、字下げはしてあるものの、章の最初だけ字下げなしとする例もある。しかしページの最初（横書きでは左上端）に見出しを置かないレイアウトでは、最初の一字下げがないと、とっさにどこから文章が始まっているのかが分からず、前のページをめくって見る必要がある。時には改行2文字下げなどの「凝った」レイアウトも見られるが、切れ目は明快だがやはり読みにくい。あくまで読み易さを優先して、「改行一字下げ」の原則は守るべきである。

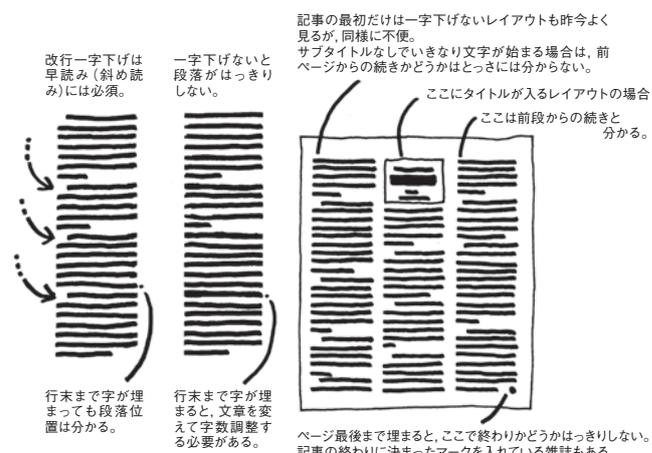
以前、ある雑誌のレイアウトが（デザイン優先で）一字下げになっていなかった。いくら説得しても当時の編集長は「この雑誌は長い文章はあまり掲載しないから」という屁理屈で、言う事を聞かない。段落の位置は文末に数文字の空

白があって分かるが、これではパラグラフの頭を拾って斜め読みするには極めて不便である。

そこで、字数をぴったり合わせて段落の最後がすべて「。」のぶら下がりで行われるようにして、一字下げにしないと段落の位置が分からないようにして抵抗した。しかしデザイナーは巧みに文章を改ざんし、段落最後が必ず数文字空くようにして対抗してきた。校正段階で元の文章に直しても、さらに文字数を調整してくる。その後、編集長が代わって、やっと小生の意見が通ったが、その後同誌では、字下げと字下げなしのレイアウトが混在して今日に至っている。

この「改行一字下げ」は、書籍では戦前から既に採用されているが、新聞では比較的近年になってから定着したようで、昭和20～30年代の新聞は一字下げにはなっていない。

ウェブ上の文章では、やや様子が変わってくる。細かい文字がびっしり画面に並んでいる場合は、パラグラフの頭で1マス空けるより、1行空けた方が読みやすいという考えもある（ただし小生の自転車日記ホームページでは、「改行一字下げ」を守っている）。なお、やたら改行だらけ・スペースだらけの「ブログ体」は、もはや「文章」ではなく、ここでは論外としておく。



改行一字下げ

No.61：「変なところで文章切るな／点の一つも命懸け」

テレビのニュースで、原稿を読み上げる際の区切り（息継ぎ）の位置が間違っている場合がある。「逃走している女の、夫を探している。」では、容疑者である女の足取りを知るために、参考人としてその夫を探すような場合を意味するが、これを「逃走している、女の夫を探している」と区切って読むと、既に身柄拘束された女の、夫（共犯者）を探す事になってしまう。点の位置で意味が違ってしまふから、句読点は気分で入れてはならない。「点の一つも命懸け」は、無神経な文章を戒める標語である。

設計に関する類似の標語に、「目地1本命懸けで引け」がある。いい加減に目地を引くと、コストアップや性能低下

の原因になる。あえてそのリスクを押してデザインを追究する事は否定しないが、基本的な事を知らない勝手なデザインでは話にならない。これは初学者に言って聞かせるべき話であって、プロの設計者には無縁、と信じたい。

No.62：「体言止めを濫用するな／新聞見出しは真似するな」

新聞の見出しやニュース番組では、「〇〇によって△△し(まし)た。」と言うべきところを、「〇〇によって△△。」と、体言(サ変動詞の語幹)で止めるスタイルが定着している。しかしこれは「文」としては完結していない。例えば「原理によって分類。」ではなく、「原理によって分類した。」と、きちんと「文」の形にするか、「原理による分類」のように文ではなく「句」とするか、どちらかである。

また、「句」は「文」ではないから、「～分類。」のような句点「。」は付けない。筆者の個人的な好みだと言われればそれまでだが、研究室で作成する文書ではこうした「体言止め」は原則禁止としていた。

No.63：『より』と『よって』は大違い

「～により」と「～によって」、「～につき」と「～について」、「～し」と「～して」なども、気分で使い分けてはならない。「原理によって分類した。」は正しいが、「原理により分類した。」では尻すぼみの違和感がある。

「より」や「基づき」は、はっきりした区切りであり、概念を改めるニュアンスがある。従って、「原理により、分類した」では「、」の後が軽すぎる。「原理により、体系的に分類した。」のように、挿入句がある場合などに使う言い方である。そのように中断する必要がなければ、「～して」、「～について」、「～によって」等のように読点なしで接続詞で文を続けられれば良い。もっとも、その後に来る文が長い場合は、読点を入れても良い。

No.64：『なり』と『たり』とは区別せよ／『意外』は間違い

昨今ではNHKのアナウンサーまで「意外」と言っているが、これは誤りで、「意外に」が正しい。文法上の正式な説明は分からないが、筆者は以下のように理解している。

A：「～である」など「事実を述べる」場合は「～に」。

B：「～としている」など「様子を表す」場合は「～と」。

「偶然」は「偶然である」とは言うが「偶然としている」とは言わないからAタイプで、「偶然に」というが「偶然」とは言わない。「漫然」・「泰然」はBタイプで、「漫然である」とは言わず「漫然と」である。古文でいえば、「～ナリ」が「～に」、「～タリ」が「～と」、という対応になる。

さて「意外」だが、これはAタイプの「意外である」であって「意外としている」とは言わない。だから「意外と」は間違いで「意外に」が正しい、というのが結論である。

No.65：「ぜ・じ・ず・ずる・ずれ・ぜよ」

構法計画の論文では「屋根に生ずる現象としては・・」などといういささか古風な言い方を多用していたが、これを「屋根に生じる現象～」と書かれると違和感がある。「生ずる」は「軽(かる)んずる」などと同様、文語的表現であって、活用は「ぜ・じ・ず・ずる・ずれ・ぜよ」となる。連用形では「生じ(て)」となるから、これを「恥じる」などの現代語の活用(じ・じ・じる・じる・じれ・じよ)と混同した結果、口語的日本語のごとき(ごとき:文語)「生じる」なる(なり:文語)誤った終止形・連体形が生まれてしまう、というのが小生の論。もともと「生ずる」は重々しい文語的表現だから、わざわざこんな言葉は使わず、「屋根で起こる現象」や「屋根で発生する現象」と普通に言えば良い。

No.66：「つなぐ・つながる・つなげない」

もはや完全に公認状態だが、それでも気になる日本語の代表が、「つなげる」である。今やNHKでも言うようになったが、下記理由から、本来は間違いである。

動詞には、本来自動詞であるものと、本来他動詞であるものがあり、さらに前者を他動詞に変換し、後者を自動詞に変換する語尾変化が、それぞれある。

他動詞から自動詞への語尾変化の例として、例えば「つなぐ」という他動詞を自動詞化する場合は「つながる」と変形する。同種の変化としては「受ける」→「受かる」、類似のものとして「切る」→「切れる」、「解く」→「解ける」などがある。

逆に自動詞から他動詞への変化の例として、「和らぐ」という自動詞を他動詞化する場合は「和らげる」と変形する。同種の変化として「傾く」→「傾ける」などがある。

さて「つなげる」の問題点だが、「つなぐ」は他動詞だから自動詞化の「つながる」はあっても、わざわざ二重に他動詞化する必要はない。だから「つなげる」は誤用であり、むしろ可能(つなぐことができる)を意味してしまう。

では、なぜNHKまでがこんな言葉を使うのか。それは、「つなぐ」と言い切ると、話し手の意志が明確になりすぎるからではないだろうか。「つなげる」と言えば、話し手が「自分の意志でつなぐ」のではなく、「自発的につながるように仕向ける」といったニュアンスを込めた、婉曲表現という訳である。論理的な文書に曖昧な表現は不向き(というより厳禁)だが、日本語(文化)の宿命として、遠回しで断定を避けた表現の全否定は難しいのであろうか(などと、ぼかした言い方をしたりして)。

そういうニュアンスを込めて、かつ重畳的語尾変化を避けるには、どう言えば良いか。意味のとおりでは「つながる」ように仕向ける、「つなごらせる」だが、これではちょっとぎくしゃくする。そこで提案だが、「結び付ける」はどうだろうか。

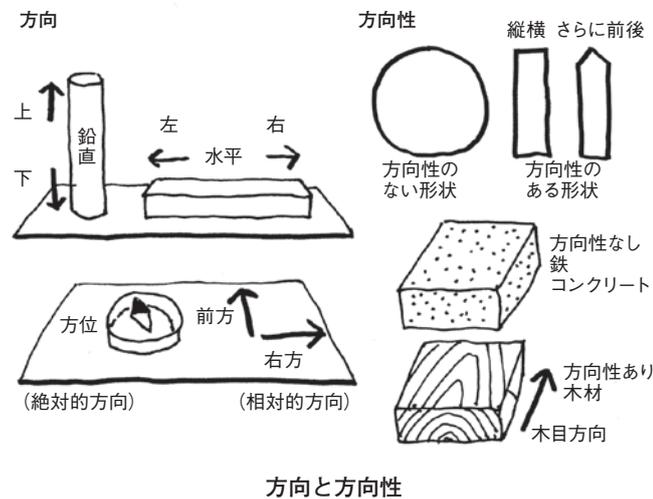
No.67：「性の問題に気を付けよ」

最近「関係性」という言葉をしばしば耳や目にするが、単に「関係」と言えば良いところを、意味なく「関係性」と言っていることが多い。哲学用語のようにことさら難しく言って、権威付けようとしているとしか思えない。

例えば、親子・友人など「AとBとはどんな関係か」を論ずる場合は、単に「関係」と言うのが正しいが、これを「関係性」と言っている例が多い。この誤用は論文発表等で頻発するだけでなく、テレビでもしばしば聞かれる。「関係性」とは関係の有無や関係のパターンなど、「関係という抽象概念そのもの」に関する議論に使うべき言葉である。

同様の誤用が「方向性」にもある。ある物体が「どの方向を向いているか」ならば単に「方向」で良いのだが、こういう場合にわざわざ「方向性」と言うのは、上記と同様の誤り。木材は繊維方向とその直角方向では性状が異なるが、この場合に「コンクリートに方向性はないが、木材には方向性がある」と言う。つまり方向そのものを論ずる場合は「方向」であり、「方向による性質の差異や、複数の要素の『方向』の相互関係」を論ずる場合に「方向性」なのである。

『「方向」と『方向性』の関係』は、『「関係」と『関係性』の関係』と同種の関係である(ちょっとややこしかったか)。何でも「性」を付ければ良いというものではなく、意味の違いを理解して使い分けるべきである。



No.68：『「にくい」と『つらい』を混同するな』

「～にくい」と「～つらい」の混用も気になる。「～にくい」は、実行する上で抵抗・支障・困難がある状況の総称であり、「～しづらい」は心理的・道義的な抵抗など、人の意志がかかわる場合の表現である。しかし昨今、何にでも「つらい」を使いたがる傾向がある。心理的抵抗の有無にかかわらず「勾配不足で排水が流れづらい」、さらに「雨が降りづらい」など、全く客観的な物理的現象にまで使っているのは、明らかに誤りである。

No.69：『「放(ばな)し』と『続け』を混同するな』

ずっと椅子に座ったままで仕事に専念している状況を「朝から座りっ放し」などと表現することが多いが、これにも違和感がある。「～放し」とは、「開けっ放し」、「放りっ放し」、「散かしっ放し」など、本来その後にはすべき処理(閉める、片付ける、など)を怠ったまま放置している意味であり、「行為を続けている状態」を表す言葉ではない。後者については、「～続け」や「～づめ」が正しい。

No.70：「号泣・寸断・牛蒡抜き」

しばらく動きがなかった大規模再開発も、最近ではクレーンが「林立」して活気があふれている、と言う場合の「林立」は正しいが、類似の「程度が甚しい」表現である「寸断」・「号泣」のほとんどが誤用である。道路が1カ所の崖崩れで通れないだけで、ずたずたになってはいないのに「寸断」、タレント某が涙ぐんだだけで、泣き叫んでいないのに「号泣」、では過剰表現である。大雨のニュースでは決まったようにマンホールからあふれる水がアップで写るが、これも同種の過剰演出であり、客観的な被害の報道にはなっていない。

駅伝競走のテレビ中継でよく「ゴボウ抜き」と言うが、本来の意味は、文字どおり牛蒡の収穫のように、何かを強引に引き抜くイメージである。安保闘争が盛んな頃は、座り込んだデモ隊員を機動隊が一人ずつ引き抜く光景が見られたが、そういう際の表現であった。これを競走で何人もまとめて追い抜く表現に使うのは誤った転用に違いない、と思って広辞苑(第5版)を見ると、「(牛蒡を土中から引き抜くように)一気に抜き上げること。人材を他から引き抜いて採用したりデモ隊の人員を(排除・検挙のため)引き抜いたりすることなどにいう。また、競走などで多人数を一気に抜き去ることにもいう。」と、マラソンの牛蒡抜きの意味まで書いてあるではないか。言葉とは常に変化して行くものだから、誤用の現状追認も仕方がないが、どうせ近年の現象だろうと思って、古い広辞苑(昭和44年版)を見たが、やはり同じ内容。昨今気になるどころか、ずっと前からの用例らしい。でも、マラソンの「牛蒡抜き」には違和感がある。

プロフィール

真鍋恒博 (まなべ・つねひろ)

東京理科大学名誉教授



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

スラグ骨材に関する規格の動向

その2：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)の改正について

1. はじめに

先月号でも紹介したが、スラグ骨材とは「金属製錬などの際に発生するスラグを原材料として製造した骨材」の総称であり、現在、表1に示す4種類のスラグ骨材の品質がJIS A 5011(コンクリート用スラグ骨材)に規定されている。これら4規格のうちJIS A 5011-1およびJIS A 5011-4の内容が2013年に大幅に改正された。

今回の改正は、JIS A 5005(コンクリート用砕石及び砕砂)の改正内容を踏まえてスラグ骨材の品質規格値が見直されるとともに、2011年に定められた「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針 附属書I—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」に従い、新たに環境安全品質およびその検査方法が導入されたことが大きな特徴である。

今月号は先月号に引き続き、「スラグ骨材に関する規格の動向」と題して、2013年に改正された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)の改正内容について概説する。なお、コンクリート用スラグ骨材の環境安全品質に関する概要は先月号を、詳細については日本工業標準調査会のHP「スラグ類に化学物質評価方法を導入する指針について—総合報告書を策定—」を参照していただきたい。

表1 コンクリート用スラグ骨材(JIS A 5011)

規格番号	規格名称
JIS A 5011-1 : 2013	コンクリート用スラグ骨材—第1部：高炉スラグ骨材
JIS A 5011-2 : 2003 ¹⁾	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
JIS A 5011-3 : 2003 ¹⁾	コンクリート用スラグ骨材—第3部：銅スラグ骨材
JIS A 5011-4 : 2013	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

注¹⁾：JIS A 5011の第2部および第3部は、2008年に確認されている。

2. JIS A 5011-4の構成と概要

JIS A 5011-4は、電気炉で溶鋼と同時に生成する溶融した酸化スラグを冷却し、粒度調整した電気炉酸化スラグ骨材(電気炉酸化スラグ粗骨材、電気炉酸化スラグ細骨材)を適用範囲とした製品規格である。このJISは、副産材料の有効利用、天然骨材の資源不足への対応、また、電気炉酸化スラグ細骨材を天然骨材の粒度調整用として利用すること等を目的として2003年に制定され、2008年の確認、2013年の改正を経て今日に至っている。

JIS A 5011-4は、本体に電気炉酸化スラグ骨材の種類、区分、呼び方、品質、試験方法、検査、表示、報告等に関する事項を規定し、本体を補完するため、附属書A(規定)(電気炉酸化スラグ骨材の化学成分分析方法)、附属書B(参考)(アルカリシリカ反応抑制対策の方法)、附属書C(規定)(電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質試験方法)および附属書D(参考)(技術上重要な改正についての新旧対照表)が定められている。

電気炉スラグは、酸化精錬工程で生成され電気炉または取鍋から排出される酸化スラグと二次精錬工程で生成され連続铸造後に取鍋から排出される還元スラグに区分される。電気炉還元スラグは、遊離石灰の含有率が高く、コンクリートの膨張破壊を招く恐れが高いため、コンクリート用骨材として用いることはできない。従って、JIS A 5011-4の適用範囲では、「電気炉酸化スラグ骨材の全製造工程において、還元スラグが混入しない対策が講じられた工場で製造されたものに限定する。」と注記されている。また、JIS Q 1011[適合性評価—日本工業規格への適合性の認証—分野別認証指針(レディーミクストコンクリート)の附属書A(規定)(初回工場審査において確認する品質管理体制)の表A.2では、電気炉酸化スラグ骨材の受入検査においては、「その製造工場から直接納入されていることを確認する。」ことが要求されている。

JIS A 5011-4に規定される電気炉酸化スラグ骨材の種類を表2に、電気炉酸化スラグ骨材の区分を表3～表5に、電気炉酸化スラグ骨材の品質を表6～表8に示す。

表2 電気炉酸化スラグ骨材の種類

種類	記号	摘要
電気炉酸化スラグ粗骨材	EFG	電気炉で溶鋼と同時に生成する溶融した酸化スラグを徐冷し、鉄分を除去 ^{a)} して粒度調整したもの。
電気炉酸化スラグ細骨材	EFS	電気炉で溶鋼と同時に生成する溶融した酸化スラグを徐冷、又は水、空気などによって急冷し、鉄分を除去 ^{a)} して粒度調整したもの。

注^{a)} 徐冷したスラグから製造する粗骨材及び細骨材は、最終破碎工程の後、搬送用ベルトコンベアー面で、磁場強さ 600 ガウス以上によって、金属鉄粒を含むスラグを除去する。

表3 電気炉酸化スラグ骨材の粒度による区分

種類	区分	粒の大きさの範囲 mm	記号
電気炉酸化スラグ粗骨材	電気炉酸化スラグ粗骨材 4020	40 ~ 20	EFG40-20
	電気炉酸化スラグ粗骨材 2005	20 ~ 5	EFG20-05
	電気炉酸化スラグ粗骨材 2015	20 ~ 15	EFG20-15
	電気炉酸化スラグ粗骨材 1505	15 ~ 5	EFG15-05
電気炉酸化スラグ細骨材	5mm 電気炉酸化スラグ細骨材	5 以下	EFS5
	2.5mm 電気炉酸化スラグ細骨材	2.5 以下	EFS2.5
	1.2mm 電気炉酸化スラグ細骨材	1.2 以下	EFS1.2
	5 ~ 0.3mm 電気炉酸化スラグ細骨材 ¹⁾	5 ~ 0.3	EFS5-0.3

注¹⁾ : EFS5-0.3 は、他の骨材との混合使用を前提とする。

表4 電気炉酸化スラグ骨材の絶対乾密度による区分

区分	絶対乾密度 g/cm ³
N	3.1 以上 4.0 未満
H	4.0 以上 4.5 未満

表5 アルカリシリカ反応性による区分

区分	摘要
A	アルカリシリカ反応性試験結果が“無害”と判定されたもの
B	アルカリシリカ反応性試験結果が“無害でない”と判定されたもの、又はこの試験を行っていないもの

表6 電気炉酸化スラグ骨材の化学成分および物理的性質

項目	電気炉酸化スラグ粗骨材		電気炉酸化スラグ細骨材		
	N	H	N	H	
化学成分	酸化カルシウム (CaO として) %				40.0 以下
	酸化マグネシウム (MgO) %				10.0 以下
	全鉄 (FeO として) %				50.0 以下
	塩基度 (CaO/SiO ₂ として) %				2.0 以下
絶対乾密度	g/cm ³	3.1 以上 4.0 未満	4.0 以上 4.5 未満	3.1 以上 4.0 未満	4.0 以上 4.5 未満
吸水率	%	2.0 以下			
単位容積質量	kg/L	1.6 以上	2.0 以上	1.8 以上	2.2 以上

表7 電気炉酸化スラグ骨材のその他の品質

項目	電気炉酸化スラグ粗骨材	電気炉酸化スラグ細骨材
粗粒率 ¹⁾	協議値に対して±0.30	協議値に対して±0.20
微粒分量 ²⁾	協議値	許容差の範囲内であればつきが生じても 5.0% を超えない値
	許容差	協議値に対して±1.0% 協議値に対して±2.0%

注¹⁾ : 誌面の都合で粒度に関する規定は省略した。

注²⁾ : 微粒分量は、今回の改正で新たに規定された品質項目である。

表8 電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質基準

項目	一般用途		港湾用途
	溶出量 mg/L	含有量 ^{a)} mg/kg	溶出量 mg/L
カドミウム	0.01 以下	150 以下	0.03 以下
鉛	0.01 以下	150 以下	0.03 以下
六価クロム	0.05 以下	250 以下	0.15 以下
ひ素	0.01 以下	150 以下	0.03 以下
水銀	0.0005 以下	15 以下	0.0015 以下
セレン	0.01 以下	150 以下	0.03 以下
ふっ素	0.8 以下	4000 以下	15 以下
ほう素	1 以下	4000 以下	20 以下

注^{a)} : ここでいう含有量とは、同語が一般的に意味する“全含有量”とは異なることに注意を要する。

3. 今回の改正の趣旨と主な改正点

今回の改正の趣旨と主な改正点を次に示す。

(1) 引用規格の見直しおよび用語に関する規定

今回の改正では、引用規格を最新版に改正するとともに、本体および附属書の改正内容を踏まえて引用規格が追加された。また、環境安全品質に関連する数多くの用語およびその定義が規定された。

今回の改正で新たに規定された環境安全品質に関連する用語およびその定義については、先月号で紹介した「高炉スラグ骨材」を「電気炉酸化スラグ骨材」に読み替えて参照していただきたい。

(2) 電気炉酸化スラグ骨材の種類および磁選規定の改正

電気炉酸化スラグ骨材は、スラグの冷却方法によって、徐冷と急冷に区別される。従来の急冷スラグは、熔融スラグを高速回転している羽根車で飛散される方式で製造されてきた。しかし、2010年に、噴霧状の高圧水で熔融スラグを瞬間的に凝固させる風砕方法が新たに導入されたため、JISの解説図の急冷スラグの製造工程に「高圧空気→噴霧状高圧水」が追加された。

電気炉酸化スラグ骨材は、骨材に含まれる金属鉄の腐食に伴うコンクリートの劣化を防止するため、最終破碎工程の後、磁場強さ600 Gauss以上で金属鉄を磁選することが規定されていた。しかし、急冷スラグ細骨材の場合は、磁力に反応する酸化第二鉄の比率が高く、磁選を行うとスラグ細骨材の一部も除去してしまうという弊害があった。そこで、今回の改正に際して改めて実態を調査した結果、急冷スラグ細骨材に含まれる金属鉄の含有量は、磁選した徐冷スラグ細骨材と同程度であることが確認された。さらに、磁選を施さない急冷スラグ細骨材を使用したコンクリート試験体および消泡ブロックの長期耐久性試験において、ポップアウト、割れ、さび汁などの異常が発生しないことが確認された。これらの事項を踏まえて、今回の改正で、急冷スラグ細骨材については磁選規定を除外し、磁選規定は徐冷スラグから製造する粗骨材および細骨材だけを対象とするように改められた。

(3) 電気炉酸化スラグ骨材の微粒分量の規格値の新設

JIS A 5005の2009年の改正で碎石および砕砂の微粒分量に関する規格値が大幅に改正された。このことを踏まえて、電気炉酸化スラグ骨材の微粒分量に関する品質規格が新たに定められた。

電気炉酸化スラグ骨材に含まれる微粒分は、天然骨材と異なり、粘土やシルトではないため、コンクリートの硬化性状に悪影響を及ぼすことが少ない。また、電気炉酸化スラグ骨材に含まれる微粒分は、コンクリートのブリーディングを抑制する効果が期待されるため、微粒分量を7～10%として使用した事例も認められる。

そこで、微粒分量を新たに規定するに際しては、各製造所の実績、JIS A 5005の規格値およびコンクリートの諸性状に及ぼす影響等を踏まえて検討を重ね、最終的には高炉スラグ骨材と同様の品質規定が定められた。具体的には、電気炉酸化スラグ粗骨材については、「許容差の範囲内ではばらつきが生じても5.0%を超えないように製造業者と購入者の協議によって定める。また、電気炉酸化スラグ細骨材の場合は、許容差の範囲内ではばらつきが生じても7.0%を超えないように製造業者と購入者の協議によって定める。」と規定された。なお、微粒分量の許容差は、粗骨材の場合は協議値に対して±1.0%、細骨材の場合は協議値に対して±2.0%と規定されている。

(4) 環境安全品質基準および検査方法に関する規定

「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針 附属書I—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」に基づき、電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質基準およびその検査方法が新たに規定された。

電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質基準は表8に示したとおりである。また、電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質の検査は、形式検査と受渡検査とに区分され、それぞれの検査における検査項目は表9の○印で示す項目である。

なお、検査方法の概要は表10および図1に示すとおりであり、先月号で紹介した高炉スラグ骨材と同様である。

(5) 電気炉酸化スラグ骨材の形式検査に関する規定

環境安全品質に対する形式検査には、スラグ骨材そのものを試料とする方法(スラグ骨材試料を用いる方法)とスラグ骨材を用いたコンクリートを試料とする方法(利用模擬試料を用いる方法)がある。前者の方が試料の調製は簡便であるが、コンクリートとして満足すればよい品質基準をスラグ骨材そのもので満足しなければならないため、より厳しい評価となる。

現在、電気炉酸化スラグ骨材は数社の事業所で製造されているが、いずれの骨材もスラグ骨材そのものの試験で環境安全品質基準を満足しており、溶出量および含有量ともに定量下限以下か、または検出される場合でもその値は極

表9 電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質の検査項目

項目	一般用途 ^{a)}				港湾用途	
	形式検査		受渡検査		形式検査	受渡検査
	溶出量	含有量	溶出量	含有量	溶出量	溶出量
カドミウム	○	○	—	—	○	—
鉛	○	○	○	○	○	○
六価クロム	○	○	○	○	○	○
ひ素	○	○	—	—	○	—
水銀	○	○	—	—	○	—
セレン	○	○	○	○	○	○
ふっ素	○	○	○	○	○	○
ほう素	○	○	○	○	○	○

注^{a)}：用途が特定できない場合、及び港湾用途の場合でも再利用を予定する場合は、一般用途として取り扱う。

表10 電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質の検査方法の概要

項目	概要
検査方法	
(1) 環境安全形式検査 [一般]	溶出量試験及び含有量試験を実施する。ただし、港湾用途に限っては、溶出量試験だけでよい。溶出量試験及び含有量試験のいずれの場合も、利用模擬試料又は電気炉酸化スラグ骨材試料のいずれかを選択する。利用模擬試料を選択した場合は、受渡検査判定値を設定するため、利用模擬試料の調製に用いたものと同一の製造ロットの電気炉酸化スラグ骨材試料を用いて受渡試験を実施する。
(2) 環境安全形式検査 [判定]	所定の方法で試験を行い、電気炉酸化スラグ骨材を用いるコンクリート構造物などの用途に応じて、それぞれの環境安全品質基準に適合した試料の製造ロットを合格とする。
(3) 環境安全受渡検査 [一般]	溶出量試験及び含有量試験を実施する。ただし、港湾用途に限っては、溶出量試験だけでよい。溶出量試験及び含有量試験のいずれの場合も、電気炉酸化スラグ骨材試料を用いる。
(4) 環境安全受渡検査 [判定]	所定の方法で試験を行い、受渡検査判定値に適合した試料の製造ロットを合格とする。これに適合しなかった場合、同一の製造ロットから同一の方法で試料を採取して2回の再試験を行い、2回とも受渡検査判定値に適合した場合は、その製造ロットを合格とすることができる。ただし、2回の再試験のうち、1回でも不適合となった場合は、その製造ロットは不合格とする。
環境安全受渡検査判定値	
(1) 利用模擬試料の場合	形式試験のデータと形式検査に用いた試料と同じ条件で製造された電気炉酸化スラグ骨材試料を用いた受渡試験のデータに基づき設定し、電気炉酸化スラグ骨材の性状のばらつき又は他の材料の影響などの変動要因を十分に考慮した値としなければならない。なお、この場合の受渡検査判定値は、形式検査を実施する都度、電気炉酸化スラグ骨材の製造業者が設定する。
(2) 電気炉酸化スラグ骨材試料の場合	環境安全品質基準のそれぞれの検査項目の基準値と同じ値を用いる。
検査の頻度	
(1) 環境安全形式検査	形式検査結果の有効期限は、合否判定を行った日を起点として3年間を最大とする。ただし、製造方法(設備、工程、原材料等)の変更、利用模擬試料の配合条件を新たに定める場合等は検査を実施する。
(2) 環境安全受渡検査	受渡検査は、製造ロットごとに行う。

微量であり変動幅も小さい。しかし、新たな電気炉酸化スラグ骨材のソースが生まれる可能性を考慮して、前述の指針および附属書と同様、2種類の方法が規定されている。

(6) 電気炉酸化スラグ骨材の受渡検査の検査項目

環境安全品質の検査項目は、指針および附属書では、カドミウム、鉛、六価クロム、ひ素、水銀、セレン、ふっ素およびほう素の8項目であり、形式検査においてはすべての

項目について検査を行う必要がある。しかし、電気炉酸化スラグ骨材の受渡検査においては、次の理由から、検査項目が、鉛、六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素の5項目に軽減されている。

1) 主原料の鉄スクラップおよび副原料に極微量含まれる可能性はあるが、電気炉酸化スラグにはほとんど混入しないもの [カドミウム、ひ素、水銀]

カドミウム、ひ素、水銀およびこれらの酸化物は、電

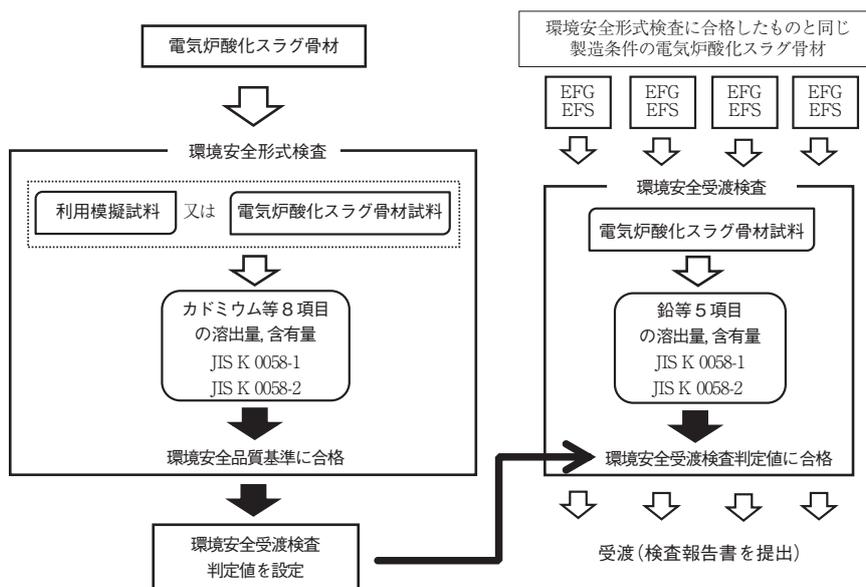


図1 環境安全品質検査の流れ(例：電気炉酸化スラグ骨材，一般用途)

気炉内の蒸気圧が十分に高いため、これらのほとんどが揮発する。また、揮発したガスは、炉内から十分に排気されるため、スラグに再接触する可能性がほとんどない。従って、カドミウム、ひ素、水銀が、電気炉酸化スラグに混入することはほとんどない。

- 2) 製鋼用原料から電気炉酸化スラグに混入することがあるもの [セノン，ふっ素，ほう素]

鉄スクラップ、石炭などの製鋼用原料に含まれるセノン、ふっ素、ほう素は、スラグ中に混入し微量検出されることがある。

- 3) 特定成分の鋼を作り込むために精錬工程中に添加された物質から電気炉酸化スラグに混入することがあるもの [鉛，六価クロム，ふっ素]

鉛は、鉛快削鋼を製造する際の添加物質である鉛および鉄スクラップから電気炉酸化スラグに混入することがある。六価クロムは、ステンレス鋼の製造時にフェロクロムなどの添加物質および鉄スクラップから混入したクロムから生成することが考えられる。

また、鋼中のりんおよび硫黄を除去する製錬工程で、スラグの熔融を促進するために蛍石 (CaF₂) を添加することがあり、スラグ中でふっ素源となる場合がある。

(7) 電気炉酸化スラグ骨材の化学成分分析方法の追加

電気炉酸化スラグ骨材の化学成分分析方法のうち、機器分析法としては蛍光X線分析法が規定されていた。蛍光X線分析法は、迅速かつ簡便な分析法である。しかし、試料と同一の性質をもつ検量線作成のための含有率既知試料の

作成が、電気炉事業所以外の化学成分分析機関では困難な場合がある。そこで、今回の改正では、機器分析法として一般的に採用されているICP発光分光分析法が新たに追加された。

4. おわりに

スラグ骨材に関する規格の動向と題して、先月号と今月号の2回にわたり、2013年に改正されたJIS A 5001-1およびJIS A 5011-4の改正内容について概説した。

今回の改正の大きなテーマは、コンクリート用スラグ骨材に対する環境安全品質およびその検査方法の導入である。前述したように、スラグ骨材に関連するJISは4規格あり、残りの2規格も2014年度には前述の指針および附属書に沿って、大規模な改正が行われる予定である。スラグ骨材の製造者、使用者各位には、これらの規格の改正動向に留意するとともに、改正後の対応について、あらかじめ準備しておくことを推奨する。

なお、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熔融固化したコンクリート用熔融スラグ骨材) は、前述の指針の内容を先取りして、環境安全品質に関する基準が、有害物質の溶出量基準、有害物質の含有量基準と題して既に規定されている。

(文責：工事材料試験所 副所長 真野 孝次)

たてものでの建材探偵団

草加シリーズ(14)

「旧草加信用組合事務所」 (補足)

「旧草加信用組合事務所」¹⁾については、本誌vol.49 11月号に掲載したところですが、発行後の12月に、当該建物の工事見積書(写真1)が草加市内の旧家「島崎家」の蔵から発見されました。所有者である草加市立歴史民俗資料館からその旨の連絡を受け、本誌への掲載許可を得ましたので、その内容の一部を紹介します。

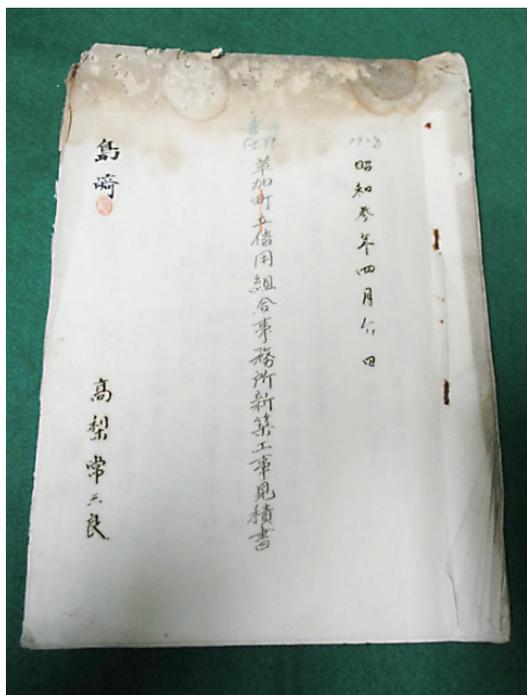


写真1 工事見積書(表紙)

この見積書²⁾は、昭和3年(1928)4月6日に施工者(埼玉県草加町 高梨常三良)から草加信用組合の理事組合長の野口訓三宛に提出されたもので、有限責任草加信用組合

表1 建物概要

	本館(事務所)	倉庫
工事費用 ³⁾	壹万貳千円(現、3千万円相当)、坪単価：参百円	四千円(現、1千万円相当)、坪単価：貳百円
構造	RC造2階建	RC造屋根木造瓦葺平屋建
寸法等	梁間：4間、桁行5間、建坪20坪	

事務所新築工事として、表1に示す2棟の建物の建設工事に係る金額、別紙図面および仕様書を示したものです。興味ある仕様内容を次に引用します。

〔仮設工事〕：鉄筋コンクリート仮枠ハ左ノ各項ヲ守リ図面及指示ニ従ヒ取設ク可シ

〔組み立て〕：仮枠ハコンクリート打込又ハ突固メニ際シ振動又ハ変形ヲ生ゼザル様充分強固ノ構造トナシ組立ル可シ

〔枠板〕：仮枠板ハエゾ板割ヲ使用シコンクリートニ接スル面ハ目違イナキ様平滑ナラシム可シ

〔除去〕：仮枠ヲ除去セントスル時ハ先ズ其ノ一部ヲ撤去シコンクリートノ固マリタル状態ヲ検査シ係員ノ許可ヲ得タル後ニ全部撤去スルモノトス
仮枠ハコンクリート打込ミ後左ノ日数ヲ経過セル後ニ除去スルモノトス

柱及壁体：壹週間以上、梁：四週間以上、床及屋根スラブ：参週間以上

〔防水工事〕：陸屋根コンクリート打ノ上勾配モルタル塗ナシ防水層アスファルトフェルト三枚張トシ雨漏リナキ様入念葺立ツ可シ

〔金庫台〕：金庫台下基礎松丸太杭打地形ノ上コンクリート厚壹尺打立テモルタル仕上トス

〔基礎コンクリート〕：厚巾共図面ノ通り調合一、三、六⁴⁾充分練合セノ上打立ツ可シ

〔鉄筋〕：本工事ニ使用スル各鉄筋材ハ軟鋼材ニシテ継目又ハキ裂等ナキ良材ヲ使用ス可シ

〔継手〕：各鉄筋継手ハ直径ノ三拾倍トナス可シ

〔鉄筋コンクリート打〕：調合一、二、四⁴⁾トシ充分練合セノ上打立ツ可シ

以上、昭和3年当時の建築工事の見積書から材料・施工に関連する事項について紹介しました。コンクリートの調合は、慣用調合が採用されていること、基礎杭は松丸太が使用されていること、また、鉄筋、仕上材等についても詳細に記述されており、本見積書は、当時の鉄筋コンクリート工事の仕様が克明に記された貴重な資料といえます。

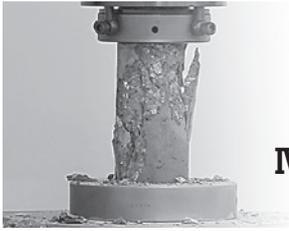
【引用文献等】

- 1) 草加町要覧：昭和8年(1933)刊、草加町 p.45
- 2) 草加市立歴史民俗資料館所蔵：有限責任草加信用組合事務所新築工事見積書(昭和参年四月六日付 高梨常三良 作成)
- 3) 貨幣価値：昭和初期の1円は、2～3千円程度(公務員初任給：75円)。
- 4) 慣用調合：セメント：砂：砂利の容積比で示す簡易なコンクリートの調合。

(文責：品質保証室 特別参与 柳 啓)

コンクリートの基礎講座

IV 製造・調合編「その1: レディーミクストコンクリート」



コンクリートの基礎講座も終盤を迎え、今回から“製造・調合編”に入ります。今回は、その1としてレディーミクストコンクリートについて紹介します。

なお、本文中で下線を付した用語は解説欄をご参照下さい。

1. はじめに

コンクリートは、鋼材とともに土木・建築工事に欠かせない材料であり、年間88,000千 m^3 (H23年度実績) 程度のコンクリート(生コン)が各種工事に使用されています。

コンクリートは、工場で製造して施工現場に配達されるレディーミクストコンクリートと、施工現場で製造する現場練りコンクリートに大別されますが、原子力発電所施設やダムなどの特殊な工事を除くと、ほとんどの施工現場でレディーミクストコンクリートが使用されています。

今回は、このレディーミクストコンクリートについて概説します。

2. レディーミクストコンクリートとは

レディーミクストコンクリートとは、工場で製造して施工現場に配達されるコンクリートのことで、JIS A 0203(コンクリート用語)では、「整備されたコンクリート製造設備をもつ工場から、荷卸し時点における品質を指定して購入することができるフレッシュコンクリート」と定義しています。

レディーミクストコンクリートの品質は、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)に規定されていますが、他の工業製品と異なり、半製品の状態で購入者に引き渡されるのが大きな特徴です。

レディーミクストコンクリート工場は、全国に点在しており、工場数は約3,500工場、工業標準化法に基づくJISの取得率が高いのが特徴であり、その取得率は約88%となっています(なお、旧工業標準化法に基づくJISマーク表示認定工場の取得率は約94%)。

3. JIS A 5308 制定の経緯

レディーミクストコンクリートは、海外からの技術導入により、1949年(昭和24年)末に商品化・販売が開始され始めましたが、この新しい工業を育成する観点からJISを制定

する必要が生じました。当時は、東京で5社7工場、大阪、横浜、名古屋で各1工場が稼働していたにすぎず、十分な実績と経験がなかったため、ASTM C94-48 (Standard Specification for Ready Mixed Concrete)を基本とし、1953年(昭和28年)11月にJIS A 5308-1953(レディーミクストコンクリート)が制定されました。

制定後は、技術革新や社会情勢の変化等を踏まえて、合計12回の改正[1968年(昭和43年)~2011年(平成23年)]を経て現在に至っています。

なお、2011年の改正は[追補1](規定の一部の置き換え)であるため、JIS A 5308を使用する場合は、2009年版と2011年版を併用する必要があります。

参考として、JIS A 5308:2011レディーミクストコンクリート(追補1)の概要を表1に示します。

表1 JIS A 5308:2011レディーミクストコンクリート(追補1)の概要

箇条	主な改正内容(置き換え内容)
2	引用規格 西暦年を附記した引用規格は、最新版ではなく、西暦年のJISを引用すると改正。
8.1.3	(ミキサ) ミキサは、固定ミキサとし、JIS A 8603:1994に適合するものと改正。
8.4	(運搬) 運搬時間は、生産者が練り混ぜを開始してから運搬車が荷卸し地点に到着するまでの時間とし、その時間は1.5時間以内とすると改正。 注8) 運搬時間は納入書に記載される納入の発着時間の差によって確認できると追記。
12.2	レディーミクストコンクリート納入書 納入書の末尾に、リサイクル材を用いる場合には、JIS Q 14021に規定するメビウスループを、使用材料名の記号およびその含有量を付記して納入書に表示できる旨を規定。

4. 現行のJIS A 5308の概要

現行のJIS A 5308(2009年版と2011年版の併用)は、本体と5つの附属書(規定)で構成されています。規格本体の構成と概要を表2に、附属書の名称と概要を表3に、本体および附属書の代表的な内容を次に概説します。

1) レディーミクストコンクリートの種類

レディーミクストコンクリートの種類は、普通コンクリート、軽量コンクリート、舗装コンクリートおよび高強度コンクリートの4つに区分され、粗骨材の最大寸法、スラ

表2 JIS A 5308 : 2009本体の構成と概要

箇条	概要
1 適用範囲	荷卸し地点までについて規定。配達後の運搬, 打込みおよび養生については適用しない。
2 引用規格	用語, 使用材料, 試験方法, 機器など 58 規格を引用。
3 種類	普通, 軽量, 舗装, 高強度コンクリートの4区分を規定。購入者との協議事項を規定。
4 品質	荷卸し地点の品質として以下の項目を規定。 4.1 強度, スランブ又はスランブフロー, 及び空気量 4.2 塩化物含有量
5 容積	荷卸し地点での容積を規定。(納入書に記載した容積を下回ってはならない。)
6 配合	品質の保証。配合報告書, 塩化物含有量の計算, ASR 抑制対策の基礎資料の提示。
7 材料	使用材料として, 以下の4種類(附属書に適合, JIS に適合)を規定。 7.1 セメント 7.2 骨材 7.3 水 7.4 混和材料
8 製造方法	8.1 製造方法 として以下の4項目を規定。 8.1.1 材料製造設備 8.1.2 バッチングプラント 8.1.3 ミキサ 8.1.4 運搬車 8.2 材料の計量 として以下の2項目を規定。 8.2.1 計量方法 8.2.2 計量誤差 その他の事項として以下の3項目を規定。 8.3 練混ぜ 8.4 運搬 8.5 トラックアジテータのドラム内に付着したモルタルの取扱い 8.6 品質管理
9 試験方法	試験方法として, 以下の7項目を規定。 9.1 試料採取方法 9.2 強度 (9.2.1 圧縮強度, 9.2.2 曲げ強度) 9.3 スランブ 9.4 スランブフロー 9.5 空気量 9.6 塩化物含有量 9.7 容積
10 検査	検査項目, 検査方法として, 以下の5項目を規定。 10.1 検査項目 10.2 強度 10.3 スランブ又はスランブフロー, 及び空気量 10.4 塩化物含有量 10.5 指定事項
11 製品の呼び方	コンクリートの種類, 呼び強度, スランブ又はスランブフロー, 粗骨材の最大寸法, セメントの種類による記号による表示。
12 報告	報告事項として, 以下の2項目を規定。 12.1 レディーミクストコンクリート配合計画書及び基礎資料 12.2 レディーミクストコンクリート納入書

表3 JIS A 5308 : 2009 附属書の名称と概要

附属書の名称	概要
附属書A (規定) レディーミクストコンクリート用骨材	アルカリシリカ反応性による区分の規定。 砕石及び砕砂, スラッグ骨材, 人工軽量骨材, コンクリート用再生骨材H, 砂利及び砂の粒度, 品質を規定。
附属書B (規定) アルカリシリカ反応抑制対策の方法	3種類のアルカリシリカ反応抑制方法 [アルカリ総量規制, 混合セメント (混和材) の使用, 安全な骨材の使用] を規定。
附属書C (規定) レディーミクストコンクリートの練混ぜに用いる水	上水道水以外の水 (河川水, 湖沼水, 井戸水, 地下水, 工業用水など), 回収水 (上澄水, スラッジ水) の品質および試験方法を規定。
附属書D (規定) トラックアジテータのドラム内に付着したモルタルの使用法	付着モルタル安定剤の品質, 使用方法, 品質試験方法など, トラックアジテータのドラム内に付着したモルタルの使用法全般について規定。
附属書E (規定) 軽量型枠	ぶりき, 紙, プラスチック製の軽量型枠の品質および試験方法を規定。

ンブ又はスランブフロー, 及び呼び強度を組み合わせた表4に示す○印(呼び強度: 37種類)が規定されています。

また, a) セメントの種類, b) 骨材の種類など, 購入者と生産者との協議事項として17項目が規定されていますが, 水の区分(スラッジ水の使用の有無)については, 2009年度の改正時に「呼び強度が36を超える場合*」に限定されたので注意する必要があります。

注*: 呼び強度が36以下の場合, 購入者との協議なしでスラッジ水を使用できることを意味する。

2) レディーミクストコンクリートの品質

2.1 強度

圧縮強度または曲げ強度(舗装コンクリートの場合)については, 次に示す事項が規定されています。

①1回の試験結果は, 購入者が指定した呼び強度の強度値の85%以上でなければならない。

②3回の試験結果の平均値は, 購入者が指定した呼び強度の強度値以上でなければならない。

従って, レディーミクストコンクリートの配合強度は,

表4 レディーミクストコンクリートの種類

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法mm	スランブ又はスランブフローの寸法cm	呼び強度														
			18	21	24	27	30	33	36	40	42	45	50	55	60	4.5	
普通コンクリート	20, 25	8, 10, 12, 15, 18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
軽量コンクリート	15	8, 10, 12, 15, 18, 21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
舗装コンクリート	20, 25, 40	2.5, 6.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
高強度コンクリート	20, 25	10, 15, 18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		50,60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

注：スランブ又はスランブフローの欄の50cm及び60cmはスランブフローを示す。
舗装コンクリートの呼び強度の欄の4.5は曲げ強度の基準値を示す。

次式で求めた配合強度のうち、いずれか大きい方の値を用いる必要があります。

①の条件に対しては、 $m \geq 0.85S_L + 3\sigma$ 式I

②の条件に対しては、 $m \geq S_L + (3\sigma/\sqrt{3})$ 式II

ここに、m：配合強度 N/mm²

S_L：呼び強度の強度値 N/mm²

σ：標準偏差 N/mm²

強度の検査は、高強度コンクリートの場合100m³に1回、その他のコンクリートの場合150m³に1回の割合を標準としていますが、前述のIおよびII式によると、すべての検査で呼び強度の強度値以上である必要はない(呼び強度の強度値を下回る可能性がある)ことを理解しておく必要があります。

なお、II式によると、正規偏差は1.73σ以上にすれば良いこととなりますが、実際のレディーミクストコンクリート工場では、安全性を考慮して、配合強度を算出する際の正規偏差を2σまたは2.5σとする場合がほとんどです。

2.2 スランブ又はスランブフロー

スランブ又はスランブフローの基準値および許容差は表5に示すとおりです。

普通コンクリートのスランブは5～21cmの7種類ですが、粗骨材の最大寸法によって指定できる値が異なります。

一般に、土木用は8～12cm程度の硬練りコンクリートが、建築では15～21cmの軟練りコンクリートが使用されています。スランブの許容差は、スランブの値によって異なります。なお、呼び強度27以上の普通コンクリートおよび軽量コンクリートについて、高性能AE減水剤を使用するスランブ21cmの許容差は±2cm(表5に[]で表示)に緩和されているので注意が必要です。

高強度コンクリートについては、スランブ製品とスランブフロー製品の2種類あるのが特徴です。許容差は、スランブと同様、スランブフローの値によって差があります。

表5 荷卸し地点でのスランブ、スランブフローの許容差

スランブ又はスランブフロー (cm)	スランブ又はスランブフローの許容差 (cm)
2.5	±1
5及び6.5	±1.5
8以上18以下	±2.5
21	±1.5 [±2]
50	±7.5
60	±10

注：50cm及び60cmはスランブフローを示す。

表6 荷卸し地点での空気量の許容差

コンクリートの種類	空気量	空気量の許容差
普通コンクリート	4.5%	±1.5%
軽量コンクリート	5.0%	±1.5%
舗装コンクリート	4.5%	±1.5%
高強度コンクリート	4.5%	±1.5%

注：購入者に空気量を指定された場合も許容差は±1.5%とする。

2.3 空気量

空気量の基準値および許容差は表6のとおりです。

空気量は、購入者からの指摘がない場合は4.5±1.5%となります。これは、コンクリートの単位水量の軽減、ワーカビリティの改善、耐凍害性を向上させることが目的です。なお、軽量コンクリートの空気量は、5.0±1.5%が標準となっています。

2.4 塩化物含有量

塩化物含有量は、荷卸し地点で、塩化物イオン (CL⁻) 量として0.30kg/m³以下でなければならないと規定されています。ただし、購入者の承認を受けた場合には、0.60kg/m³

以下に緩和することができます。

塩化物含有量は、フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度と配合設計に用いた単位水量の積として求められますが、塩化物イオン濃度は、購入者の承認を得て、精度が確認された塩化物含有量測定器によることができます。ほとんどの場合、この測定器が使用されています。

なお、塩化物イオン濃度は、経過時間に伴う変動がないため、塩化物含有量の検査は、工場出荷時に行ってもよい旨が規定されています。

3) 使用材料の種類と品質

3.1 セメント

セメントは、JISに適合する各種ポルトランドセメント(普通、早強、超早強、中庸熟、低熟、耐硫酸塩ポルトランドセメント)、または、混合セメント(高炉、シリカ、フライアッシュセメント)を使用する旨が規定されています。また、エコセメント(普通、速硬エコセメント)については、普通エコセメントだけが適用範囲となっています。ただし、普通エコセメントは高強度コンクリートに使用することができません。

3.2 骨材

骨材は、附属書Aに適合する、碎石及び砕砂、スラグ骨材(高炉スラグ骨材、フェロニッケルスラグ骨材、銅スラグ骨材、電気炉酸化スラグ骨材)、人工軽量骨材、再生骨材H、砂利及び砂を使用する旨が規定されています。

高炉スラグ細骨材および粗骨材、人工軽量骨材以外の骨材を使用する場合は、附属書Bに規定するアルカリシリカ反応抑制対策を講ずる必要があります。なお、高炉スラグ骨材、人工軽量骨材が除外されている理由は、両骨材はアルカリシリカ反応性による区分(A、B)が規定されていないためです。

3.3 水

水とは練混ぜ水のことであり、附属書Cに適合する上水道水(試験を行わなくても使用できる)、上水道水以外の水(河川水、湖沼水、井戸水、地下水、工業用水など)、または、回収水(上澄水、スラッジ水)を使用する旨が規定されています。

なお、回収水のうち上澄み水は、JIS A 5308では高強度コンクリートにも使用できますが、日本建築学会の建築工事標準仕様書・同解説(JASS5)鉄筋コンクリート工事では、高強度コンクリートへの使用が禁止されているので注意する必要があります。

3.4 混和材料

混和材料は、JISに適合するコンクリート用フライアッシュ、コンクリート用膨張材、コンクリート用化学混和剤、鉄筋コンクリート用防せい剤、コンクリート用高炉スラグ微粉末、コンクリート用シリカフュームが使用できる旨が本体に規定されています。

また、上記以外の混和材料を使用する場合は、コンクリートおよび鋼材に有害な影響を及ぼさず、所定の品質およびその安定性が確かめられたもののうち、購入者が生産者と協議のうえ指定するものを用いなければならないと規定されています。

4) 製造設備

4.1 材料貯蔵設備

材料の貯蔵設備については、他の種類と混在したり、異物が混入しないことはもちろんですが、骨材の貯蔵設備については、レディーミクストコンクリートの最大出荷量の1日分以上に相当する量を貯蔵できる仕様であることが要求されています。また、人工軽量骨材を用いる場合は散水設備を備えること、高強度コンクリート用の骨材については、必ず上屋を設けるなど、製造するコンクリートの種類ごとに要求事項が若干異なることに注意する必要があります。

4.2 バッチングプラントおよびミキサ

バッチングプラントについては、主に計量器に関する事項が規定されています。表7は、各種材料の1回計量分量に対する計量誤差の規定値を示したものですが、コンクリートの諸性状に最も影響を及ぼすセメントおよび水の計量誤差が最も厳しい値(±1%)となっています。なお、混和材の中で高炉スラグ微粉末については、計量誤差がセメントと同様±1%に規定されている点に注意する必要があります。これは、高炉スラグ微粉末は使用量が多く、強度発現性に大きな影響を及ぼすことを考慮して定められたものです。

ミキサについては、かつては可動式ミキサも認められていましたが、現在は固定式ミキサに限定されています。また、ミキサの練混ぜ性能および練混ぜ時間に関する規定もあります。

表7 使用材料の計量誤差

材料の種類	1回計量分量の計量誤差
セメント	±1%
骨材	±3%
水	±1%
混和材*	±2%
混和剤	±3%

*:高炉スラグ微粉末の計量誤差は、1回計量分量に対して±1%とする。

4.3 運搬車

運搬車は、性能が確認されたトラックアジテータを使用する旨が規定されています。なお、運搬中はドラムが回転していますが、これは、コンクリートを練混ぜているのではなく、コンクリートを均一に保持し、材料分離を生じさせないためであることを認識しておくことが重要です。

なお、コンクリートの練混ぜは、工場内の固定ミキサで行う必要があります。

5) 検査

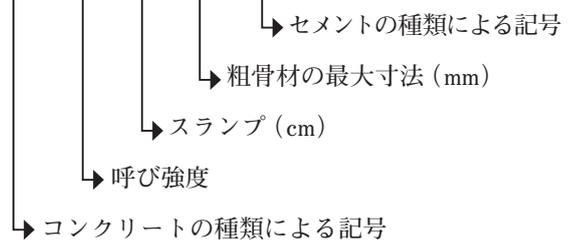
検査は、強度、スランプ又はスランプフロー、空気量及び塩化物含有量について行うことが規定されています。強度試験の頻度は、高強度コンクリートの場合100m³に1回、その他のコンクリートの場合150m³に1回の割合を標準とし、1回の試験結果は、任意の1運搬車から採取した試料で作製した3個の供試体の平均値で表す旨が規定されています。

なお、強度以外の項目については、試験頻度の標準は示されていませんが、通常は、圧縮強度試験用の供試体を採取する際に実施されています。

6) 製品の呼び方

製品の呼び方は、コンクリートの種類による記号、呼び強度、スランプ又はスランプフロー、粗骨材の最大寸法およびセメントの種類による記号で表示するのが一般的です。具体例を次に示します。

例：普通-24-18-20-BB



7) レディーミクストコンクリートの品質保証

レディーミクストコンクリート工場は、前述したように工業標準化法に基づくJISの取得率が高いのが特徴です。また、全国生コンクリート工業組合連合会では、産・官・学の体制からなる全国統一品質管理監査制度を定め、全国品質管理監査会議が策定した統一監査基準に基づいて、地区品質管理監査会議が工場の立入監査を実施しています。この監査に合格した工場に対しては、Ⓜマークの表示を認めています。関連学協会の仕様書の中には、レディーミクストコンクリート工場を選定する場合は、Ⓜマークを取得した工場から選定する旨を定めているものもあります。

次回は、製造・調合編「その2：コンクリートの配(調合設計)」について紹介します。

(文責：工事材料試験所 副所長 真野 孝次)



用語の解説

・レディーミクストコンクリート

JIS A 5308 制定当時の規格名称。この名称は1989年版まで使用され、1993年に現在の「レディーミクストコンクリート」に改正。

・曲げ強度(舗装コンクリートの場合)

レディーミクストコンクリートの強度は、通常、圧縮強度を示すが、舗装コンクリートの場合、要求性能(用途)を考慮して曲げ強度を示す。

・呼び強度の強度値

呼び強度に小数点を付けて小数点以下1けた目を0とするN/mm²で表した値。ただし、呼び強度の曲げ4.5は4.50N/mm²を示す。なお、呼び強度は、無名数で一種の記号。

・精度が確認された塩化物含有量測定器

(一財) 国土開発技術センターの技術評価による承認を受けた塩化物含有量測定器のこと。これまで、十数種類の測定器が承認を受けているが、現在製造・販売されている測定器は数種類。

・回収水

レディーミクストコンクリート工場で、洗浄によって発生する排水のうち、洗浄排水を処理して得られるスラッジ水および上澄水の総称。

・人工軽量骨材を用いる場合は散水設備を備える

人工軽量骨材(粗骨材)は、ポンプ圧送時の加圧吸水を防止するため、製造過程で強制的に吸水(含水率20～30%)させる。この含水率を低下させないために散水設備が必要となる。

・必ず上屋を設ける

高強度コンクリートの場合、表面水率の変動が強度発現性状に大きな影響を及ぼす。従って、高強度コンクリート用骨材の貯蔵設備には、雨水による表面水率の変動を防止するため上屋が必要になる。

・トラックアジテータ

レディーミクストコンクリートの運搬車のこと。一般にミキサー車と呼ばれているが、トラックアジテータは可動式のミキサーではない。

・全国統一品質管理監査制度

レディーミクストコンクリートの品質管理の透明性および公正性を確保し、品質保証体制の確立を図るため、全国生コンクリート工業組合連合会が制定した制度のこと。

知っていましたか！ レディーミクストコンクリートのア・レ・コ・レ

・我が国初のレディーミクストコンクリート工場

レディーミクストコンクリートは、1949年(昭和24年)に誕生し、昭和30年代に本格的に普及しました。我が国初のレディーミクストコンクリート工場は、東京都・業平橋に開設された「東京コンクリート工業株式会社 業平橋工場」です。日本最初の生コンは、この工場から出荷され、その日を記念して11月15日は「生コン記念日」になっています。ちなみに、最初の出荷は、地下鉄銀座線・三越前駅の補修工事だったといわれています。なお、残念なことですが、同工場は2007年(平成19年)に閉鎖されました。

現在は、3,500を超えるレディーミクストコンクリート工場が全国に点在しており、離島や山間部など特殊な地域を除き、全国のほとんどの施工現場にJISに規定された運搬時間の限度内(1.5時間以内)にレディーミクストコンクリートの配達が可能といわれています。

・生コンとレディーミクストコンクリート

生コン(生コンクリート)とは、工場で練り混ぜ、施工現場まで配達されるまだ固まらないコンクリート(フレッシュコンクリート)のことで、国民的な用語となっています。しかし、JISでは「生コン」ではなく、「レディーミクストコンクリート」という用語を採用しています。これは、英語をそのまま使用したもので、本来、まだ固まらないフレッシュなコンクリートの意味である「生コン」ではなく、工場で練り混ぜられ、施工現場に配達される製品であることを明確にするため後者が採用されました。なお、レディーミクストとは、「あらかじめ練り混ぜた。すでに練混ぜを完了した。」という意味です。

・レディーミクストコンクリートの出荷量の推移

レディーミクストコンクリート(生コン)の出荷量は、建設需要に対応して増加してきました。経済産業省や全国生コンクリート工業組合連合会などの統計資料によると、生コンの出荷量の最盛期は1990年(平成2年)

であり、その出荷量は、年間約198,000千 m^3 (現在の約2.3倍)でした。ただし、土木と建築の用途別にみると、出荷量のピークはやや異なり、土木用のピークは1980年、建築用のピークは1990年となっています。また、両者の比率は、年代によって変化し、1980年代の前半までは土木用が過半数を占めていましたが、1980年代の後半から建築用の比率が土木用を上回っています。なお、工場数は出荷量の最盛期には約5,400工場でしたが、現在は約3,500工場と最盛期の約65%まで減少しています。

・レディーミクストコンクリートの強度の安全率

本文で紹介しましたが、規定上は、レディーミクストコンクリートの強度が呼び強度の強度値を下回る(強度割れ)可能性はあります。しかし、実際に強度割れする割合は極端に低く、「全国生コンクリート品質管理監査会議」の全国統一品質監査結果(平成24年度)によると、その比率は0.18%となっています。一方、呼び強度の強度値に対する試験値の割合が1.5倍を超える割合(過剰強度といわれる割合)は9.2%となっています。中には、呼び強度の強度値の1.7倍以上(例えば、呼び強度の強度値30.0N/mm²の場合、試験値が51.0N/mm²以上)のケースも散見されます。読者の方々は、この実態をどう思いますか？

・軽量型枠

JIS A 5308の附属書C(規定)に軽量型枠が規定されています。軽量型枠の材質は、ぶりき、紙、プラスチックであり、軽量で取り扱いやすいのが特徴です。また、供試体を大量に採取する場合や封緘養生を行う際に便利であり、主に、施工実験や施工現場で使用されています。附属書では、繰返し使用できるものと繰返し使用できないもの(使い捨て)の両者を適用範囲にしていますが、そのほとんどは後者の使い捨てです。軽量で便利ですが、資源の有効利用の面を考慮すると、使いすぎには気を付けるべきです。

展の促進、木材製品の市場拡大、高品質の木材製品の標準化の開発推進に寄与することなど非常に多岐にわたっています。

研修では、ホルムアルデヒド放散量の測定、合板の曲がり・反り・ねじれの確認、引張せん断（スチーミング処理）、含水率、層間はく離、ブロックせん断、寒熱繰返し試験、集成材の曲がり・反り・ねじれの確認、ブロックせん断、表面割れの状況の確認、フローリングの曲がり・反り・ねじれの確認、曲げたわみ、耐摩耗性試験、構造用合板の曲げ試験などを実施しました。広範囲にわたる研修内容でしたが、熱心に耳を傾けていました。ただし、非常に寒い時期だったこともあり、構造試験棟では寒さに必死に耐えている様子でした。



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（6件）について平成25年11月5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
TC0113005	2013.11.5	共和コンクリート工業(株) 千歳工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0313012	2013.11.5	ジオスター(株) 東松山工場	A5372 A5373	プレキャスト鉄筋コンクリート製品 プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0513004	2013.11.5	ジオスター(株) 橋本工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0613002	2013.11.5	サンヨー宇部(株) 田布施工場	A5406	建築用コンクリートブロック
TCTW13012	2013.11.5	竹洲工業股份 有限公司 Unicatch Industrial Co., Ltd. 南岡廠	G3137	細径異形PC鋼棒
TCTW13013	2013.11.5	竹洲工業股份 有限公司 Unicatch Industrial Co., Ltd. 南岡廠	A5556	工業用ステーブル

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業（3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26年1月10日付で登録しました。これで、累計登録件数は2252件になりました。

登録事業者（平成26年1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
RQ2250	2014/1/10	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2017/1/9	株田代建設	鹿児島県肝属郡錦江町田代麓 3105 番地	土木構造物の施工
RQ2251	2014/1/10	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2017/1/9	双栄電気(株)	鹿児島県鹿児島市西陵六丁目19番13号	電気設備の施工
RQ2252*	2007/9/6	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2015/7/27	丸全運輸(株) 本社	福岡県糟屋郡久山町大字山田字法立 2765 番地	冷凍冷蔵貨物を含む陸上貨物輸送のサービス提供

*他機関からの登録移転のため、登録日・有効期限が異なります。

あ と が き

日ごろの忙しさから夜空を見上げて星を見る機会がめっきり少なくなった今日このごろですが、昨年8月に志賀高原に家族と出掛け、夜空に浮かぶ天の川を肉眼で見ることができました。あらためて、新月の夜に標高の高い場所で満天の星を見上げると、星の輝きが非常に明るく、よく知っている星座も他の星の輝きに紛れて分からないほど多くの星を見ることができました。また、天上の星が間近で輝いているように感じますが、とてつもない距離に存在している宇宙が、目前に広がっていることを意識すると、底知れぬ空間に引き込まれるような感じさえ覚えます。そして、広大な夜空に対し、地球が極めて小さい存在であることをあらためて感じさせ、日ごろの悩みや苦しみが極小さなことのように感じます。

星の観察としては、1等星から6等星まで概ね2000個の星が目視可能ですが、望遠鏡や双眼鏡を使用せず、肉眼で観る方が圧倒的な迫力を間近に感じます。野原に寝転んで、目視することで、満天の星の輝きの素晴らしさに感動すると思います。季節は空気が乾燥する秋が最適ですが、標高の高い場所では、気温が低いので、梅雨明け直後の夏の新月をお薦めします。

参考までに、「星空日本一」を名乗る多くの場所は、環境省が呼びかける「全国星空継続観察(スターウォッチング・ネットワーク)」の結果を基に選ばれます。環境省は昭和63年(1988年)から星空観察という身近な方法により、大気環境保全に関する国民意識の向上を目的にスターウォッチング・ネットワークを実施しています。全国の団体、個人が、(1)肉眼で「白鳥座」「たて座」「いて座」付近に天の川が見えるか確認する。(2)所定の条件の双眼鏡で、こと座のベガを含む星の三角形内の星の数を確認する。(3)所定の条件で天上の写真を撮る。以上の報告から総合判断した全国各地の結果が「数値」で公表されます。これを参考に、時にはスターウォッチングに出掛けて、魅了する星空に癒されてはいかがでしょうか。(齊藤)

編集たより

今月号の寄稿では、東京都目黒区にある東京工業大学・大岡山キャンパス内に完成した“環境エネルギーイノベーション棟”に関して、構想や設計に尽力された同大学准教授の伊原学先生に、施設の特長でもある発電設備や先進のエネルギーシステム、将来のエネルギー利用のあり方を見据えた電力ネットワーク構想などについてご執筆いただきました。

筆者も伊原先生のご案内で同施設を見学させていただきました。入り口には電力の発電・利用状況をリアルタイムで表示するモニターが設置され、ガラス張りの研究フロアには間仕切りのない広い空間に先進の実験設備の数々が整然と配置されているなど、省エネ型建築物にとどまらない最先端の環境エネルギー研究施設であると強く印象に残っています。

研究分野は多少異なりますが、技術レポートにもあるように、当センターも建築分野の低炭素化や省エネ化に関する試験、評価等を実施しており、このような研究機関との協力関係を構築して、よりいっそう、環境にやさしく、快適な住空間づくりに貢献できればと考えています。

(室星)

建材試験情報

3 2014 VOL.50

建材試験情報 3月号
平成26年3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)

齋藤邦吉(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)

中里侑司(同・製品認証本部課長代理)

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)

靄岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

事業所・アクセス

●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

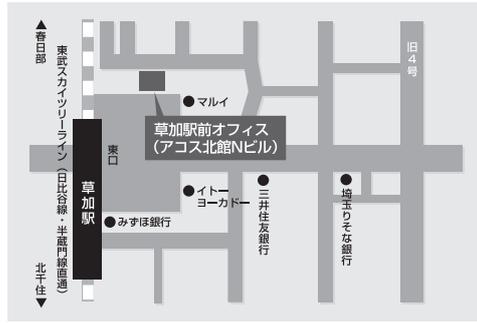
●性能評価本部 (6階)

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)



●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

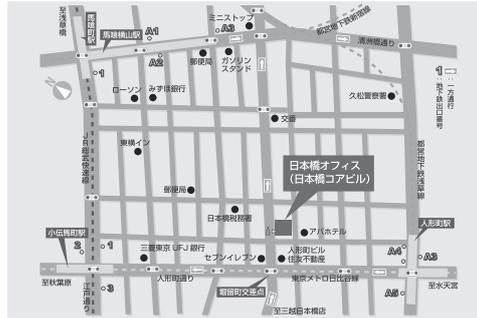
開発部, GHG検証業務室

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)



●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)



●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)



●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

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

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

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環IC西出口から約10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て約15分

最寄り駅

- ・埼京線南と野駅徒歩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号線を經由して県道225号に入る
- ・中国自動車道 美祢西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かう
- 【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