

各部署の現状と今後の展望

試験研究センター 材料部

1. はじめに

材料部は、工事用材料試験を行う大淀試験室を1965年（昭和40年）に開設したのが始まりである。その後、本部に材料試験室と工事用試験室、各地に工事用材料試験を行う試験室を開設した。このうち、各地に開設した試験室は受託量に応じた組織規模の合理化、業務の集約化により加古川試験室は2010年度、大淀試験室は2015年度、神戸試験室は2018年度、堺試験室と京都試験室は2019年度に閉室した。そのため、現在の材料部は材料試験室と工事用試験室の2室で構成されている。なお、依頼者の利便性確保のため、堺試験室と京都試験室を閉室した際、この2地区に集積所を開設した。

材料部が行う試験業務は、各種建設用資材の品質管理や製品としての品質確認のための試験が主であり、対象となる建設用資材は、コンクリート、鋼材、プレキャストコンクリート製品、内装材などである。各室の業務についての概要は以下の通りとなる。

材料試験室では、コンクリート製造に使用する化学混和剤の品質や性能の試験、既に供用されている建材や構造物の耐久性や劣化現象に関わる試験・分析、内装材のホルムアルデヒド放散量測定など、広範な試験項目を扱っており、非定型の試験や案件に適した試験方法を提案しながら依頼者の要望に応じている。なお、建材試験のうち物理試験や耐候性試験などは2022年1月に環境試験室に移管した。また、工事用試験室は、建築物や土木構造物の建設工事現場で使用される建設資材の品質管理・検査に関わる試験を専門的に実施しており、依頼者としては施工者や工事管理者が多い。主として製造者や施工者としての品質管理（受入れ検査）や施工管理において、コンクリートおよびコンクリートに使用されている骨材、鋼材などの試験を行っている。

上記以外の業務として、法人全体で行っている公益目的支出計画実施事業の内、研修事業の内容が材料試験室および工事用試験室の業務に関わることから、多くの職員が担当している。そのほか、評価・証明・認証に関わる事業、例えば建築基準整備促進事業のS43再生骨材コンクリートの利用に向けた基準整備に関する検討委員会等において技術的な役割を果たしている。また、材料試験室では、自主共同研究を積極的に行っている。

以下に、この10年間の各室の推移と取組み、またこれからの展望について紹介する。

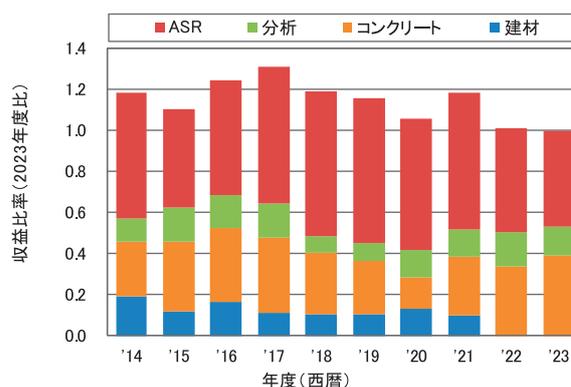
（材料部長 西尾篤志）

2. 業務内容と推移

2.1 材料試験室

2.1.1 受託業務の内容および収益の推移

材料試験室では、コンクリートおよびコンクリートの使用材料を主な試験対象として、それら建築材料の性能試験、品質管理試験、各種分析試験などを行っている。収益はアルカリシリカ反応性試験（以下、ASR試験と略記）、分析試験、コンクリート試験に分類し、2014年度から10年間の試験料収益の推移を図-1に示す。



注)建材は移管前の2021年12月までを表示。

図-1 材料試験室の収益の推移

この期間中に収益に大きく影響する試験の変化を以下に列記する。

- ・2016年度：コンクリート用化学混和剤の性能試験を東京都内で実施できるよう整備して再開。
- ・2019年度：それまで関西圏の生コン工場が品質管理のために実施していたコンクリートの長さ変化試験の定期的な受託が終了。
- ・2021年度：試験業務の効率化を図るため工事用試験室の試験業務を一部移管。
- ・2021年度以降：原子力発電所の安全対策工事が終了したことに伴い、ASR判定試験の受託が減少。
- ・2022年1月：建材試験を環境試験室へ移管。

2. 1. 1. 1 ASR試験の業務内容

ASR試験は材料試験室の収益の50%前後を占める主幹業務となっている。材料試験室発足当時よりASR試験に関する様々な研究成果を積みあげてきた。特に、JIS A 1804迅速法や全国生コンクリート工業組合連合会の試験規格ZKT-206コンクリートの迅速試験方法などの制定に多大な貢献を果たした。収益の中心となる試験業務はJIS A 1145化学法やJIS A 1146モルタルパー法に代表される使用骨材の潜在的な反応性や、使用するコンクリートの反応性の評価試験である。さらに、既設構造物から採取したコンクリートコア供試体を用いた膨張量試験や反応による生成物の組成分析などにも対応している。また、近年、各種学協会より提案されているASR試験方法にも対応するために、順次試験受託体制の整備を進めており、例えばアルカリ溶液浸漬法(旧称カナダ法)や飽和NaCl溶液浸漬法(旧称デンマーク法)なども現在では受託可能な試験となり、常に最新の条件での試験が実施できるよう努めている。

2. 1. 1. 2 分析試験の業務内容

既設構造物の調査・診断の一環としての硬化コンクリート中の塩化物量測定試験や配合推定のほか、骨材(岩石)や硬化コンクリートなどの含有成分(元素、化合物、鉱物)の定性・定量分析、電子線マイクロアナライザ(EPMA)分析などの各種分析を中心に業務展開している。既設構造物には一般住宅や公共の構造物が大半であるが、歴史的建造物の依頼もあり、分析結果の解析のため使用材料の歴史的背景から情報を引用するなど、単に試験を実施するだけにとどまらない事例もある。

2. 1. 1. 3 コンクリート試験の業務内容

材料試験室の特徴は、硬化コンクリートの試験だけではなく、実際に使用する材料をミキサで練混ぜ、練りあがったコンクリートについて試験を実施している点であ

る。このような練混ぜから実施する試験として、コンクリート用化学混和剤の性能試験や、ラジオアイソトープ水分計によるフレッシュコンクリートの単位水量連続測定のための室内校正試験などがある。また、搬入された硬化コンクリートの供試体で実施する試験として、長さ変化試験、凍結融解試験、促進中性化試験、透気性試験(RILEM法)、圧縮強度・中性化深さ試験、静弾性係数試験、プレキャストコンクリート製品試験、乾燥単位容積質量試験などがある。さらに、コンクリート以外では岩石、アスファルトコア、れんがに関して強度試験等を実施している。

2. 1. 1. 4 建材試験の業務内容

建材試験では、ボード類や金属材料、仕上塗材、内装材料、床仕上げ材料、モルタル系材料など、さまざまな建材の物性や耐久性に関する試験を行っている。日本産業規格(JIS)、日本農林規格(JAS)、建築工事標準仕様書規格(JASS)、土木学会規準(JSCE)、NEXCO試験方法といった規格による試験が受託の大半を占める。曲げ・引張・圧縮強度、吸水率、長さ変化、塩水噴霧、耐候性、耐摩耗性、付着強さなど、多種多様な試験を実施している。2022年1月に環境試験室に移管し、引き続きお客様からのお問合せに対応している。

なお、JISマーク表示制度による「製品試験」、耐用年数評価業務に伴う「圧縮・中性化試験および含水率測定試験」、火害調査に伴う「受熱温度推定試験」、建材の「ホルムアルデヒド放散量試験」等の業務は、他部署と連携して実施している。

2. 1. 2 新規の試験設備について

2015年に、建材試験の主たる業務のひとつである曲げ・引張り・圧縮強度を測定することができる定速型万能試験機(写真-1)を買替えた。負荷範囲の拡大により、引張試験および圧縮試験の測定範囲が広がった。



写真-1 定速型万能試験機

2018年に制定されたJIS A 5917「衝撃緩和型畳床」に先立ち、2016年には日常的な動作時の硬さ試験機(写真-2)を導入した。

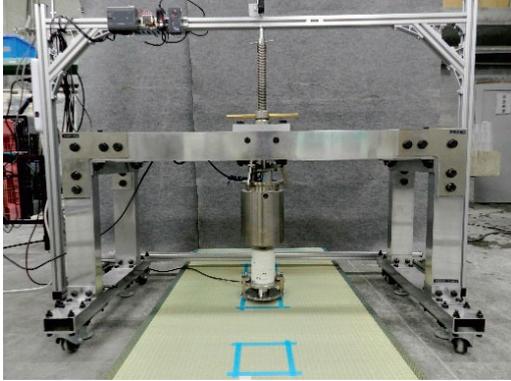


写真-2 日常的な動作時の硬さ試験機

2019年に導入した紫外・可視・近赤外分光光度計(写真-3)により複層ガラスの製品試験を開始した。試験の内容はガラスの透過率や反射率を求める目的であるが、この装置はガラス以外の試料でも対応可能であり、例えば塗料の反射率の測定も可能である。



写真-3 紫外・可視・近赤外分光光度計

2020年に粉末X線回折装置を更新したことで、より精密な定性分析に加えて、リートベルト解析による定量分析が可能となった。

2. 1. 3 新規事業の創出のための取組み

冒頭の収益状況でも示すように、試験内容は社会情勢等により変化し、顧客の要望に沿った新たな需要に対応する必要がある。そこで、学協会等の情報や新たな試験規格に迅速に対応するために外部委員会に参画することや、自主研究により独自の試験・評価方法を提案することが、顧客満足度の向上や業務拡大に繋がると考え積極的に取り組み情報発信を行っている。2. 1. 3. 1に参画している委員会活動を、2. 1. 3. 2に現在取り組んでいる研究活動の概要を示す。

2. 1. 3. 1 委員会活動

- ・(公社)日本コンクリート工学会の「百石斎調査委員会」や「危急存亡状態のコンクリート構造物対応委員

会」などに技術貢献しているほか、JIS制改定にも尽力している。

- ・(一社)日本建築学会の鉄筋コンクリート工事運営委員会に参加し、出版書籍の査読を行った。
- ・(一社)日本非破壊検査協会の「コンクリートの含水率に関する試験方法研究委員会」や「乾式で採取したコンクリートコアによる含水率試験方法NDIS原案作成準備WG」に参加し、技術貢献している。

2. 1. 3. 2 研究活動

2014年以降に実施した研究を表-1に、現在実施中の研究の概要を(1)から(4)に示す。

表-1 材料試験室での自主研究の取組み

内容	実施年度
実環境におけるコンクリートの硫酸および硫酸塩劣化メカニズムの検討	2014～2015
化学物質の作用によるコンクリートの劣化現象に関する基礎的検討(下水管路の硫酸・硫酸塩劣化および海水練りコンクリートの塩類風化に関する評価手法の検討)	2016～2017
フェノールフタレイン溶液の呈色反応を利用した火害調査手法の検討	2018～2019
火害を受けたコンクリートの新たな受熱温度推定手法の検討	2018～2020
下水管路の硫酸および硫酸塩劣化に関する評価手法の検討	2018～2023
火害を受けたコンクリートにおける水分移動と材料分析結果との関係	2020～2021

(1) 下水管路の維持管理のためのセメント系およびジオポリマー系材料の劣化現象の解明(科学研究費助成事業(科研費)採択課題)[2022年度～]

本研究は、下水道関連施設において微生物より生成される硫酸による劣化(硫酸劣化)におよぼす海水の影響に着目した研究である。大阪市内の沿岸部では、コンクリート製下水管路の劣化が相対的に速い傾向にあることが報告されており、その要因として、軟弱地盤の不等沈下による管路のひび割れ、変形などが懸念される一方で、コンクリート材料の観点からは、下水管路の継ぎ目などから浸入する海水由来の地下水の影響で硫酸劣化を促進させる可能性が懸念された。本研究では、セメント系材料および耐酸性を有し、硫酸劣化に有効な材料として期待されているジオポリマー系材料を対象に、硫酸水溶液と硫酸水溶液に塩化ナトリウムを加えた水溶液(硫酸と海水の混合溶液を模擬)への浸せき実験を行い、各種材料の物理的および化学的変化を検討したものである。沿岸部地域における下水管路の劣化メカニズムを解明し、コンクリートの診断技術および下水管路の高耐久

化や維持管理計画に有用な知見を得ることを目的としている。

(2) 火災によるコンクリート中の含水状態の変化に着目した火害調査手法に関する研究 [2022年度～]

コンクリート構造物に火災が発生した際に生じる劣化「火害」を対象とした研究に取り組んでいる。

コンクリートの圧縮強度は火災による高温を受けると、約300℃以上で大きく低下し始め、約500℃以上になると、火災前の半分程度まで低下する。そのため、コンクリートが受けた熱の温度(受熱温度)を把握することは、火災後の構造物の補修補強計画を立案するうえで重要である。受熱温度を把握する手法として、コンクリート表面の変色を観察する方法、反発度測定等の力学的手法があるが、材料試験室においては化学的視点(コンクリートの含水状態の変化、セメント水和物の熱分解等)を踏まえた手法を検討している¹⁾²⁾³⁾。

(3) ジオポリマーの物性および耐久性に関する検討 [2021年度～]

本研究は、ジオポリマーの耐久性試験方法を確立することを目的とし、各種検討を行っている。建設業界におけるカーボンニュートラルへの取組みの一つに、セメントに替わる材料として、CO₂排出削減が期待できる「ジオポリマー」が注目されている。日本国内のジオポリマーは、主にフライアッシュと高炉スラグ微粉末を活性フィラーとし、ケイ酸ナトリウム水溶液や水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリ刺激剤を加えて製造される。また、ジオポリマーは耐酸性や耐火性に優れることが知られているが、耐久性に関する検討は十分に行われておらず、普通ポルトランドセメントを使用した鉄筋コンクリートにおける基礎的な問題である中性化(炭酸化)についても不明な点が残されている。

本研究では、ジオポリマーの中性化の試験方法と試験結果を評価するための準備として、細孔溶液のpH測定方法の検討を行っている。また、中性化の確認方法は、中性化深さ測定のほか、混入させた鉄粉の錆の発生状況を観察している。

(4) アルカリシリカ反応とエトリンタイトの遅延生成によるコンクリートの複合劣化進行のメカニズム解明のための実験的検討 [2021年度～]

本研究は、コンクリートの内部膨張による劣化のうち、アルカリシリカ反応(ASR)と遅延エトリンタイト生成(DEF)の複合劣化を実験的に再現し、両者の化学的な相互作用について検討する研究である。特にDEFは、SO₃量の多い早強セメントの使用や、材齢初期に高

温履歴を受けることで生じる可能性が懸念されており、プレキャストコンクリート製品やマスコンクリートでは注意が必要である。

本実験内容をモデルケースとして、コンクリート試験体の作製および初期の高温養生から経時変化を調査するための各種分析までを一手に行うことで、「今あるコンクリート構造物」に限らず「これから作るコンクリート構造物」の品質管理も視野に入れた試験方法を例示した(GBRC、Vol.49、No.1参照)。

(材料試験室長 山本篤史)

2.2 工専用試験室

2.2.1 受託業務の内容および収益の推移

工専用試験室の受託の多くはコンクリート・セメント系の強度試験と骨材試験である。コンクリート強度試験と骨材試験は、大阪府内建築行政連絡協議会が制定する「コンクリート工事に関する取扱要領」で一定規模以上の新設建築物に義務付けられている試験項目である。過去10年間の収益の推移(図-2参照)によると概ね収益の80%以上が両試験によることがわかる。2020年度には大きく収益が改善されているが、この理由は2019年度末で神戸試験室および京都試験室が閉室され両室の依頼者が工専用試験室の依頼者となったためである。また、2021年度をピークに2022年度からは減収となっている。これは、新型コロナウイルス感染症やロシアのウクライナ軍事侵攻などによる建材・住宅設備の価格高騰や不足の影響による着工数減の影響と考えられる。

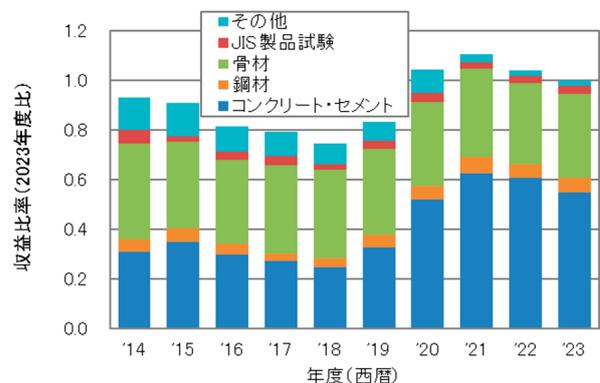


図-2 工専用試験室の収益の推移

2.2.2 大阪府内建築行政連絡協議会の登録試験所

工専用試験室は、大阪府内建築行政連絡協議会が制定する「コンクリート工事に関する取扱要領」第7試験所の登録に適合した登録試験所である。本取扱要領は1977年に「コンクリート工法に関する指導要綱」とし

て制定され、制定当初は当法人のみが試験所として指定されていたが、2003年の取扱要領の改正の際に試験所は登録制となった。2023年度現在、当法人以外の9機関が登録されており、その試験所が行える試験項目一覧を表-2に示す。なお、当法人は取扱要領に係る試験項目すべての試験に対応している。また、工事用試験室が他の登録試験所と比較して特徴的なのは、①コンクリート圧縮強度試験でクラウドシステムを活用した新速報システムを構築している、②骨材の絶乾密度・吸水率・粒度試験では、生コンクリート工場に出向き試料を採取(巡回採取)して試験を行っていることである。この2点について以下に詳細を示す。

表-2 取扱要領に係る試験項目

試験項目	当法人	当法人以外
コンクリートの圧縮強度試験	○	○
硬化コンクリートの塩化物量測定	○	×
骨材の絶乾密度・吸水率・粒度試験	○	○
アルカリシリカ反応性試験	○	×

注) 「硬化コンクリートの塩化物量測定」および「アルカリシリカ反応性試験」は材料試験室で実施

2.2.2.1 クラウドシステム

近年、構造体コンクリートの品質管理は、現場作業所が契約した試験代行者によって供試体が製作され、登録試験所に持込まれ試験されることが多くなっており、試験結果の速報は、試験代行者が登録試験所に問合せ、工事監理者又は工事施工者へその結果をFAXや電話で報告していた。そこで工事用試験室では、クラウドを活用した新速報システムを2016年度から開始した。本クラウドシステムなら工事監理者又は工事施工者が「いつでも・どこでも・最速で・正確に」試験結果をWeb上で確認できる(図-3参照)。なお、本クラウドシステムが利用できる試験は、コンクリートの強度試験およびセメント系材料の強度試験である(2024年3月現在)。

本クラウドシステムの特徴は以下の通り。

- ・試験の申込み手続き、速報の受信や試験結果の履歴確認など、インターネット上でほぼすべての手続きが行える。
- ・24時間いつでも、PC、スマートフォン、タブレットで情報入力・

修正・変更・発注書印刷・試験結果閲覧ができる。

- ・依頼者情報の保護・セキュリティーを強固にしたうえで、コンクリート強度試験結果の速報を必要とする工事関係者にEメールで試験完了の通知と速報の配信を行える。
- ・施工者、作業所、試験代行者のそれぞれの立場(関わっている範囲)でクラウドに登録し稼働中にある現場の試験結果(終了分も含めて)の閲覧・ダウンロードが行える。
- ・ペーパーレスでトレーサブルな情報管理が実現できる。

2.2.2.2 骨材の巡回採取

「コンクリート工事に関する取扱要領」の第5試験及び報告では、コンクリートに使用している骨材についての品質を管理するため、工事施工者に対して工事開始前に1回、工事中1ヶ月に1回の頻度で生コン工場から骨材試料を採取し、登録試験所で試験を実施するように規定されている。また、この際の骨材試料採取については、登録試験所が実施することも認められている。工事用試験室では、「コンクリート工事に関する取扱要領」の第2適用範囲に該当するコンクリート工事に生コンクリートを供給する可能性のある約100工場を毎月巡回し、使用骨材を採取して密度・吸水率試験および粒度試験を行い(図-4参照)、試験結果を蓄積(結果を5年間保管)している。これにより工事監理者または工事施工者自身が骨材試料の採取や試験依頼をすることなく、当室に生コン工場名と生コンクリート打込年月を指定して依頼することで試験結果報告書が入手できる仕組みである。

(工事用試験室長 西尾篤志)

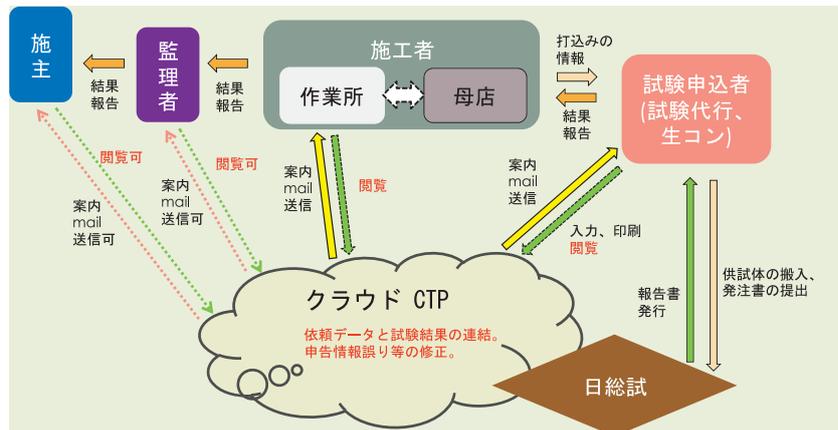


図-3 クラウドシステム概念

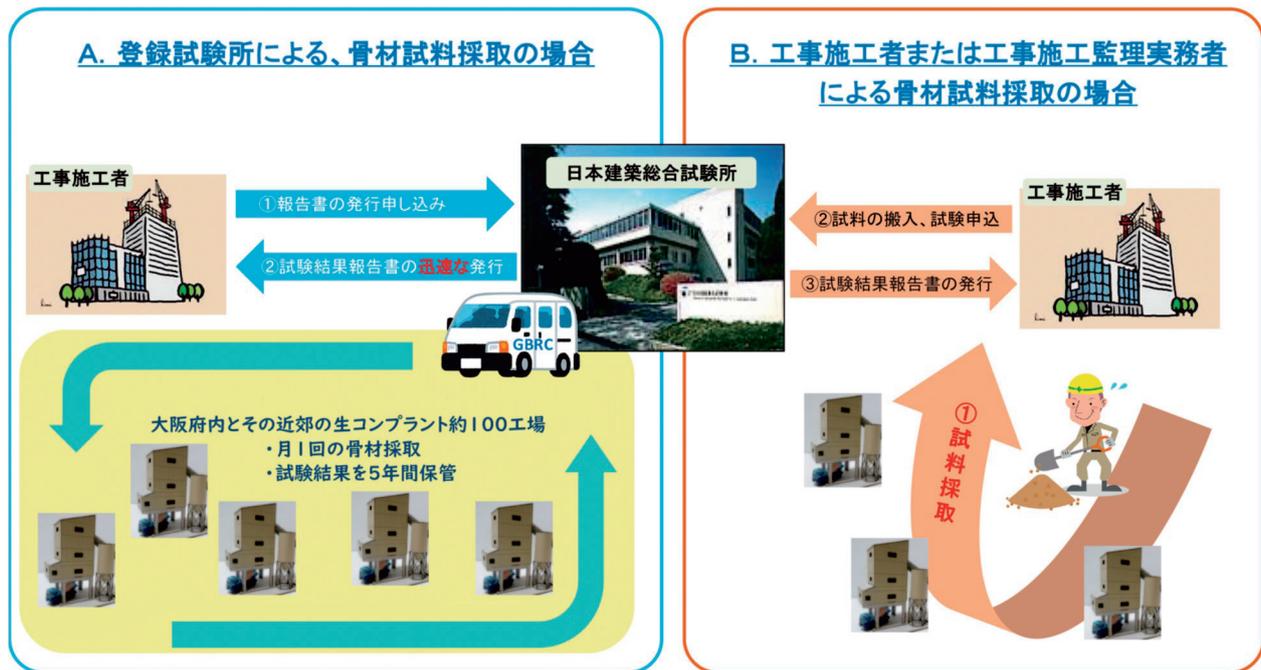


図-4 取扱要領に記される骨材試験の試料採取方法

3. 今後の取組み

コンクリートを使用する建設業界においては、コンクリートの主要材料であるセメントの製造工程で大量の二酸化炭素 (CO₂) が排出されることから、製造方法の見直しによるCO₂排出量の削減や、骨材やコンクリートにCO₂を吸着・固定化させる技術など、脱炭素社会の実現に向けた様々な取り組みがなされている。これらの技術に対して、CO₂固定量を測定する方法が確立されていなかったが、2024年度中にJIS化される予定であるため、迅速な対応を考えている。

また、クラウドシステムの充実を図り依頼者の利便性向上を目的として、ご利用できる試験項目に「コア(コンクリート、吹付けモルタルなど)の圧縮強度試験」、「骨材試験(コンクリート工事に関する取扱要領による試験)」を近々に追加する予定である。その後も骨材のアルカリシリカ反応性試験(化学法、モルタルバー法、迅速法)を追加する計画である。また、現システムは受付から試験結果の速報までが本システムの対応範囲であるが、電子報告書を本システムにアップロードできるように計画しており、依頼者のお手元に迅速に報告書が届けられ利便性向上が図れると考えている。

4. おわりに

日本では、政府のカーボンニュートラル宣言を受けて、二酸化炭素削減に関する研究開発が進められている。コンクリート関連では、セメントの代替品と目されているジオポリマーやコンクリートから取出された骨材(再生骨材)などの材料に関する研究、また、コンクリートに二酸化炭素を吸収させる技術の研究などが行われている。材料部では長年にわたる試験業務による経験、それにより培われた技術力を持って、これらの新しく開発されたものの性能を確認するための試験などを受託できる体制を整えている。今後も依頼者の要望に大きく貢献できるよう精進していく所存である。

(材料部長 西尾篤志)

【参考文献】

- 1) 木野瀬透ほか：フェノールフタレイン溶液を利用したコンクリートの火害調査手法の検討. GBRC Vol.46, No.1, pp.12-18, 2021.1
- 2) 木野瀬透ほか：高温加熱後のセメントペースト硬化体の水分浸透に関する基礎的検討. GBRC Vol.47, No.1, pp.26-32, 2022.1
- 3) 木野瀬透ほか：高温加熱したコンクリート試験体の含水状態と電気抵抗の関係. GBRC Vol.48, No.1, pp.33-40, 2023.1