

建材試験 情報 2026. 9・10

J T C C M J O U R N A L (N O . 6 7 3)

VOL.
62

特集

日本における浸水防止用設備の新たな性能評価

寄稿

ビス接合部の繰返し加力性能と木質構造用ねじのJIS規格の制定／小林研治

【最終回】連載

これまでの実験研究に基づく些細な私見／大久保孝昭

【新】連載

優しいカイゼンの授業／山本 諭



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center For Construction Materials

©Expo 2027



**EXPO
2027**
YOKOHAMA JAPAN



公式マスコットキャラクター
トウンクトウンク

2027年国際園芸博覧会
2027.3.19-9.26 横浜・上瀬谷

農林水産省からのお知らせ

- 寄稿 ● **02** ビス接合部の繰返し加力性能と
木質構造用ねじのJIS規格の制定
東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授 小林 研治
- 特集 ● **06** 日本における浸水防止用設備の新たな性能評価
寄稿
災害実態から見た氾濫流と漂流物衝撃リスクの重要性
国立研究開発法人防災科学技術研究所 副研究部門長 酒井直樹
- **10** 寄稿
浸水防止用設備の衝撃試験方法
JSTM K 6402に期待すること
国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ長 喜々津仁密
- **14** 寄稿
設計・施工における衝撃試験法の実務的価値
国立研究開発法人防災科学技術研究所 調査役 山野辺慎一
- **18** JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」について
総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 参事 松本知大
- 技術紹介 ● **20** 規格基準紹介
セメントのJIS規格改正 (JIS R 5210、R 5211、R 5212、R 5213、R 5201、R 5203)
について
認証ユニット 企画管理課 課長 兼 認証ユニット 製品認証本部 JIS認証課 参与 鈴木敏夫
- **23** VISITOR
- 連載 ● **24** 骨材の系譜
vol.11 見せる骨材
工学院大学 名誉教授 阿部道彦
- **30** これまでの実験研究に基づく些細な私見
その6 建築材料に刻まれた原爆の痕跡
安田女子大学 理工学部 建築学科 教授 (広島大学 名誉教授) 大久保孝昭
- **36** 優しいカイゼンの授業ー学校では教わらない、現場・品質・財務をつなぐ実践知識で、会社を強くするー
第1回「現場が悪い」で終わらせない原価管理
株式会社エイシン・エスティー・ラボ 代表取締役 山本 諭
- **40** 業務報告
材料試験棟の歩みと新たな始まり
総合試験ユニット 中央試験所 材料グループ 統括リーダー 緑川 信
- **41** 旧・防耐火試験棟の60年の歩みと解体について
総合試験ユニット 中央試験所 防耐火グループ 統括リーダー 常世田昌寿
- **42** 基礎講座
鉄筋の試験の基礎知識
Vol.2 鉄筋コンクリート用棒鋼 (異形棒鋼) の機械的性質確認試験
工事材料試験ユニット 工事材料試験所 浦和試験室 主任 佐島 淳
- **44** 試験装置図鑑
- **46** NEWS
- **49** SEMINAR & EVENT
- **50** REGISTRATION

ビス接合部の繰返し加力性能と 木質構造用ねじの JIS規格の制定

東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授

小林 研治



1. はじめに

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律（2010年施行）や都市の低炭素化の促進に関する法律（2012年施行）の制定、さらに近年の脱炭素社会の実現に向けた機運を背景に、中・大規模建築物の木造化・木質化が急速に進んでいる。木質構造では、部材そのものよりも部材どうしをつなぐ接合部が構造性能を大きく左右するため、接合部の設計と性能評価が極めて重要である。

ビスは、木材や木質材料にあらかじめ下穴を設けることなく施工でき、施工性に優れながら高い一面せん断耐力や引抜き耐力を発揮する接合具である。釘（くぎ）に比べて保持力が高く、金物の留付けから面材の留付け、部材どうしの接合まで幅広く用いられる。特に、中・大規模の木造建築物では図1に示すような長ビス（木質構造用ねじ）が国内外で用いられている。一方で、地震国である日本では、接合部は地震時に正負交番の繰返し外力を受ける。このため、最大耐力だけでなく、破壊に至るまでに大きな変形を許容できる靱性を有することが耐震性能の観点から重要となる。近年では木質構造用ねじ^{※1)}に関する日本産業規格としてJIS A 1503（木質構造用ねじの試験方法）およびJIS A 5559（木質構造用ねじ）が制定された。

筆者はこれまで、木ねじを含むビスを用いた接合部の力学性能を継続して研究してきた。その過程で、単調な加力では靱性を発揮する接合部でも、正負交番の繰返し加力を受けると、ビスの破断によって脆性的に破壊する現象があることに着目してきた。本稿では、この繰返し加力による脆性的な破壊という現象を出発点として、その解明のために開発した繰返し加力試験装置、そしてその成果が反映されたJIS A 1503およびJIS A 5559の制定に至るまでの一連の流れを紹介する。なお、これらの規格の制定にあたっては、一般財団法人建材試験センターおよび日本木質構造用ねじ工業会が中心となり、調査研究および委員会審議が行われた。



図1 長ビス（木質構造用ねじ）

出典：一般社団法人 日本建築構造技術者協会
『structure No.167 (2023.7)』

2. 繰返し加力で顕在化するビス接合部の脆性的破壊

ビスの多くは、冷間圧造用炭素鋼などの線材を成形した後、焼入れ・焼戻しという熱処理によって高強度化されている。この熱処理は高い耐力をもたらす反面、条件によってはビス自体を脆くする場合がある。細径の接合具は、木材内部に塑性ヒンジ^{※2)}を形成することで大きな変形能力（靱性）を発揮するが、脆くなったビスでは、繰返し加力時にこの靱性が十分に発揮されないことがある。

筆者は、釘および木ねじを用いた合板張り耐力壁と一面せん断接合部を対象に、ISO 21581およびISO 16670が定める正負交番の繰返し加力プロトコルによる試験を行った^{※1)}。この繰返し加力プロトコルは、終局変位を基準として0.0125倍から1.0倍まで段階的に振幅を増やしながら、各段階で3回ずつ正負交番に加力するものである。その結果、図2に示すように、単調加力に比べて繰返し加力では耐力・変形性能がともに低下し、特にこの傾向が木ねじ接合部で顕著に現れることが確認された。とりわけ、埋込み長さの長いビスでは、繰返し加力の途中でビスが破断する割合が高く、一面せん断接合部の終局変位は単調加力のおよそ半分以下にまで低下した。破断した木ねじの様子を写真1に示す。破断は、木材内に塑性ヒンジが形成された後、その

ヒンジ位置でビスが繰返し曲げを受けることによって生じており、単調加力では見られない破壊形態であった。一方、埋込み長さの短いビスでは単調加力と繰返し加力の性能差は比較的小さく、ビスの長さや径によって破壊モードが異なることも明らかとなった。

この破断は、金属材料が繰返し応力によって破壊する金属疲労と同種の現象であり、比較的大きな塑性変形を伴い、少ない繰返し回数で破断に至ることから、低サイクル疲労^{注3)}に分類される。すなわち、ビス接合部の脆性的破壊の正体は、接合具の低サイクル疲労破壊であると考えられた。この視点は、接合部の靱性を正しく評価するうえで、単調加力による評価だけでは不十分であり、繰返し加力による評価が不可欠であることを示している。

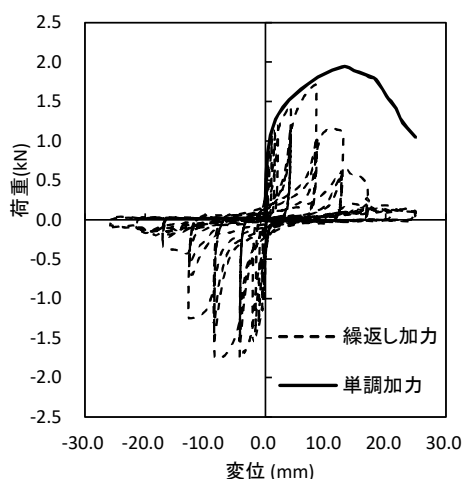


図2 単調加力と繰返し加力における木ねじ接合部の荷重-変位関係の比較



写真1 繰返し加力によって破断した木ねじ

3. 繰返し曲げ試験による低サイクル疲労の定量化

金属の低サイクル疲労の評価には、Manson-Coffin 則^{注4)}が用いられている。この法則は、塑性ひずみ振幅と疲労寿命（サイクル数）が両対数上で直線関係となることを表すもので、ビスの繰返し曲げによる破壊にも適用できると考

えた。ただし、接合具ではねじ部の局所的なひずみを測定することが難しいため、塑性ひずみを接合具の塑性変形角に置き換えて適用することとした。

筆者らは接合具単体を一定の曲げ角度で正負交番に曲げる繰返し曲げ試験を実施した²⁾。繰返し曲げ加力により、変形部の引張側から亀裂が進展し、断面中央で最終的に破断を生じた。試験の結果の一例を図3に示す。塑性変形角と破断までの繰返し数は両対数上で直線関係を示し、べき乗則が成り立つことが確認された。得られた疲労延性指数は概ね-0.42～-0.58の範囲にあり、軟鋼製の釘は硬化したビスに比べて高い疲労性能を示した。この関係を用いれば、任意の曲げ角度について、接合具が破断するまでの繰返し数を推定できる。硬化したビスと軟鋼製の釘とで疲労性能に差が生じるという結果は、接合具の材質や熱処理の条件が繰返し加力に対する耐久性を左右することを意味しており、性能評価では接合具ごとの疲労特性を把握することが重要となる。

さらに筆者らは、この曲げ疲労特性を接合部の性能推定に結びつける研究を進めた³⁾。接合部内でビスが受ける曲げ角度を Johansen の降伏理論^{注5)}に基づいて算出し⁴⁾、Manson-Coffin 則と Miner 則^{注6)}（線形累積損傷則）を組み合わせることで、接合具が疲労破断する時点、すなわち接合部の終局変位を推定する手法を構築した。推定値は、正負繰返し加力試験による実測値とよく一致し、たとえば、ある条件では破断までの繰返し数の推定値21回に対し実測値20.7回と、良好な精度が得られた。

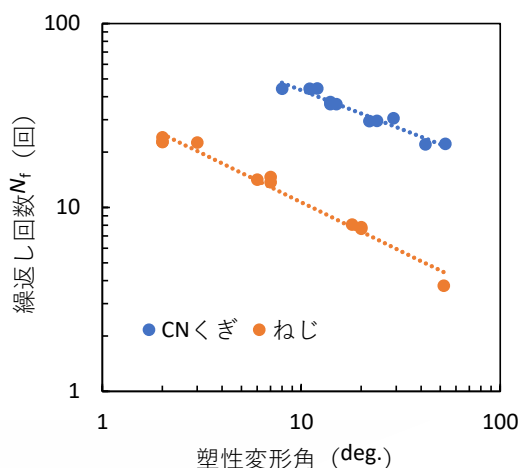


図3 塑性変形角と破断までの繰返し数 N_f の関係 (Manson-Coffin 則) の例

3.1 繰返し加力試験装置の開発

上述の一連の評価を支えたのが、接合具の繰返し曲げ性能を測定するための繰返し加力試験装置である。接合具の曲げ性能に関する既存の国際規格 ISO 10984-1⁵⁾は、降伏モーメントを求める単調载荷のみを想定しており、正負交番の繰返し加力には対応していなかった。そのため、繰返

し加力が可能な試験装置の開発が必要であった。

筆者は2012年にドイツのシュトゥットガルト大学を訪れた際に接合具の曲げ試験装置を見せていただく機会を得た。ヨーロッパの試験方法は接合具の両側に治具を引掛け、一方の加力治具を回転させて一方向に曲げ変形を与え、他方の支持治具の先に取り付けたロードセルで荷重を測定して、距離を乗じることで曲げモーメントに換算するというものであった。これを改良して、両側の治具で接合具を緊結し、周囲のパーツも正負交番加力に耐え得るものとした装置を新たに構成した。この繰返し加力試験装置が、後述するJISの試験方法の基礎となった。初期の装置では鉛直に配置していたため、支持治具の自重が接合具に作用してしまうことから、カウンターウエイトを用いて自重をキャンセルする必要があった。現在筆者が使用している改良版の曲げ試験装置では、全体を水平に配置することで、支持治具の自重の問題を回避している(図4)。

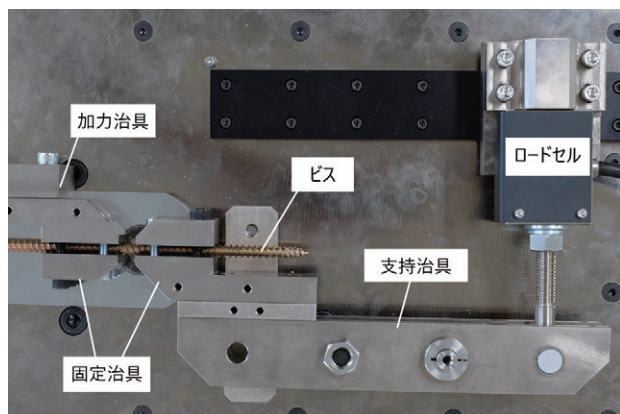


図4 繰返し加力試験装置(つかみ曲げ載荷法)の概要

出典：一般社団法人 日本建築構造技術者協会
『structure No.167 (2023.7)』

3.2 耐力壁の荷重－変形特性への展開

接合部レベルで確立した推定手法を用いて、耐力壁の荷重変形特性の推定も試みている⁶⁾。従来の接合部モデルは荷重の低減係数を一定としていたため、接合具が塑性域で多数の繰返しを受ける場合に危険側の評価となるおそれがあった。そこで、定振幅の繰返し曲げ試験から得た低サイクル疲労特性を反映した低減係数を導入し、Rain Flow法とMiner則によって累積損傷を評価するモデルへと改良した。これを有限要素解析に組み込むことで、合板張り軸組構法耐力壁の荷重と変形の関係を推定した。接合具の破断が主たる破壊性状となる条件では、推定値は実験値の0.97～1.03倍と、耐力壁の挙動を良好に再現できた。

4. 試験方法の標準化

—JIS A 1503:2022の制定—

中・大規模木造の普及に伴ってビスの使用が広がる一方で、その性能を客観的に評価する共通の基準は整備されて

いなかった。欧州には木造構造物の接合具に関する規格EN 14592⁷⁾や、前述のISO 10984-1が存在するが、これらは降伏曲げモーメントを規定するにとどまり、地震外力を想定した繰返し性能の試験方法は規定していなかった。繰返し性能が不明または十分でない製品が国内に流通する懸念もあり、日本独自の試験方法を標準化する必要があった。

こうした背景のもと、一般財団法人建材試験センターが経済産業省の委託事業(平成30～令和2年度)として委員会を組織し、JIS原案が作成された。その成果として2022年に制定されたのが、JIS A 1503:2022(木質構造用ねじの試験方法)⁸⁾である。本規格は、単調曲げ試験(全塑性曲げモーメント M_p)、繰返し曲げ試験(繰返し曲げ回数 N_f)、引張強さ試験(引張耐力 F_t)、ねじり強さ試験(最大ねじりトルク T_r)の4つの試験方法を規定している(表1)。

このうち繰返し曲げ試験には、正負交番の加力が可能なつかみ曲げ載荷法が採用された。これは、筆者らが開発してきた繰返し加力試験装置を基礎とするものである。規格の検討過程では、3点曲げ載荷による方法も検討されたが、加力中に試験体が接合具軸を中心に回転してしまい、正負の繰返し加力が難しいことや、支持点のあそびによってすべりが生じること、自由長が過大となって繰返し曲げ回数が危険側に評価される傾向が見られることなどの問題から採用されなかった。なお、繰返し曲げ回数 N_f は、単調曲げ試験であらかじめ定めた全塑性曲げモーメント時の変形角にもとづいて一定振幅の曲げ変形を正負交番に繰返し与え、曲げモーメントが1回目の値の8割まで低下するまでの繰返し回数として求められる。

余談ではあるが、EN 14592ではその後(ほぼ同時期に)Annexとして接合具の繰返し曲げ試験方法が規定された。こちらはJIS規格で断念した3点曲げ形式をベースとしており、試験装置の工夫により上記の問題の一部は解消されているようである。

表1 JIS A 1503:2022に規定する試験項目

試験項目	測定量(記号)	主な目的
単調曲げ試験	全塑性曲げモーメント M_p	接合具の曲げ降伏強さの評価
繰返し曲げ試験	繰返し曲げ回数 N_f	繰返し加力に対する耐久性(低サイクル疲労)の評価
引張強さ試験	引張耐力 F_t	軸方向(引抜き方向)の耐力の評価
ねじり強さ試験	最大ねじりトルク T_r	施工時のねじ切れ防止のための評価

5. 製品規格へ —JIS A 5559:2023の制定—

試験方法の規格化に続き、その試験方法を性能項目に引用する製品規格として、2023年にJIS A 5559:2023(木質構造用ねじ)⁹⁾が制定された。本規格は、木質構造用ねじ

が備えるべき機械的性質の必要性能値を定めており、その試験方法はJIS A 1503に全面的に依拠している（表2）。必要性能値は、基準材料強度 F_0 を500N/mm²として、谷径などの寸法から算定される。

必要性能値のうち、繰返し曲げ回数については $N_{f,0.05}$ が7.0回以上であることが求められている。地震挙動に対する必要性能値として具体的な値が定められたことにより、日本で用いられる木質構造用ねじに対して一定の安全性が担保されることが期待できる。2026年3月には、JIS A 5559に基づく木質構造用ねじとして世界初となるJISマーク認証が取得されており、規格の社会実装が着実に進んでいる。試験方法と製品規格が一体で整備されたことにより、木質構造用ねじの性能が第三者的によって保証される枠組みが整い、中・大規模木造建築物の設計における接合部の信頼性向上に寄与することが期待される。

表2 JIS A 5559:2023に規定する必要性能値(抜粋)

性能項目	必要性能値
全塑性曲げモーメント	$M_{p,0.05} \geq F_0 \times (1.1d_1)^3 / 6 / 1000 \text{ (N} \cdot \text{m)}$
繰返し曲げ回数	$N_{f,0.05} \geq 7.0 \text{ (回)}$
引張耐力	$F_{t,0.05} \geq F_0 \times \pi \times (1.1d_1/2)^2 / 1000 \text{ (kN)}$
最大ねじりトルク	$T_{r,0.05} \geq X \times F_{t,0.05} \times (1.1d_1) / 4 \text{ (N} \cdot \text{m)}$

(注) F_0 : 基準材料強度 (500N/mm²)、 X : ねじり強さと引張強さの比 (0.5)、 d_1 : 谷径。0.05 は信頼水準 75% における 95% 下側許容限界値を表す。

6. おわりに

本稿では、ビスや木ねじを用いた接合部が繰返し加力によって脆性的に破壊する現象についての筆者の研究を紹介し、その過程で開発した繰返し加力試験装置や、それをベースとしたJIS規格の制定について述べた。

今後は、これらの成果をISO 10984-1への繰返し曲げ試験方法の追加として国際提案することも視野に入れている。中・大規模木造建築物の一層の普及と安全性の向上に、接合部研究の立場から引き続き貢献していきたい。

参考文献

- 1) Kenji Kobayashi, Motoi Yasumura : Evaluation of plywood sheathed shear walls with screwed joints tested according to ISO 21581, Proceedings of 44th CIB-W18 meeting, pp.44-15-8, 2011.8
- 2) Kenji Kobayashi, Motoi Yasumura : Cyclic bending fatigue properties of dowel type fasteners, Proceedings of INTER (International Network on Timber Engineering Research), 2017
- 3) Ko Nagase, Kenji Kobayashi, Motoi Yasumura : Estimation of failure lifetime in plywood-to-timber joints with nails and screws under cyclic loading, Journal of Wood Science, Vol.64, pp.612-624, 2018.7
- 4) 小林研治ほか：構造用面材を側材に用いたビス接合部における一面せん断剛性・耐力推定式の提案，日本建築学会構造系論文集，第72巻，第622号，pp.121-128，2007.12
- 5) ISO 10984-1 : 2009, Timber structures — Dowel-type fasteners — Part 1: Determination of yield moment
- 6) 長瀬亘，小林研治，小川敬多：合板張軸組構法耐力壁とその接合部における釘および木ねじの低サイクル疲労を考慮した荷重変形特性の推定，日本建築学会構造系論文集，第86巻，第783号，pp.804-814，2021.5
- 7) EN 14592 : 2008+A1:2012, Timber structures — Dowel type fasteners — Requirements
- 8) JIS A 1503 : 2022, 木質構造用ねじの試験方法
- 9) JIS A 5559 : 2023, 木質構造用ねじ

注

- 注1) 木質構造用ねじ：木造建築物の構造耐力上主要な部分の接合部に使用し、木材又は木質材料に下穴を設けることなく施工が可能なねじ。特にJIS A 5559では「木質構造用ねじ」として要求性能が規定されている。
- 注2) 塑性ヒンジ：部材が降伏し、局部的に曲げ変形が集中する箇所。
- 注3) 低サイクル疲労：比較的大きな塑性変形を伴い、少ない繰返し回数（おおむね数十回以下）で破断に至る金属疲労。
- 注4) Manson－Coffin則：塑性ひずみ振幅と疲労寿命が対数スケールで直線関係になることを示す、低サイクル疲労の代表的な評価則。
- 注5) Johansenの降伏理論：接合具と木材のめり込み・曲げ降伏のつり合いから接合部の降伏耐力・降伏モードを求める理論。ヨーロッパ型降伏理論とも呼ばれる。
- 注6) Miner則：異なる大きさの繰返し荷重による損傷を線形に足し合わせ、累積損傷度が1に達したときに破壊すると評価する累積損傷則。

<プロフィール>
東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授
専門分野：木質構造学
最近の研究テーマ：ランダムな加力履歴を受ける木質構造用ねじ接合部の疲労寿命の推定

寄稿

災害実態から見た氾濫流と漂流物衝撃リスクの重要性

国立研究開発法人防災科学技術研究所 副研究部門長

酒井直樹



1. はじめに—日本の水害への備え

わが国では、水害が毎年のようにどこかで起きている。2018年の平成30年7月豪雨では、倉敷市真備町で小田川と支川の堤防が決壊して地区の広い範囲が浸水し、地区内だけで51名が犠牲となった。地域医療を担うまび記念病院も浸水し、患者と職員が孤立してボートやヘリコプターで救出される事態となった。2019年8月の佐賀豪雨では、大町町の順天堂病院が、隣接する鉄工所から流出した油を含む浸水に囲まれて孤立した。同年10月の令和元年東日本台風では、堤防決壊142か所という広域にわたる氾濫が同時多発し¹⁾、この年の水害被害額は約2兆1,800億円と統計開始以来最大を記録した²⁾。さらに2024年9月の能登半島豪雨では、能登半島地震で不安定化した山間部の崩壊土砂と大量の流木が下流の橋を閉塞させ、土砂と流木を巻き込んだ氾濫流が町を襲った(写真1)。これらの事例が共通して示すのは、豪雨災害は単に水位が上がる「洪水」ではなく、土砂や漂流物を伴う「氾濫流」として町を襲い、大きな傷跡を残すという事実である。とりわけ病院や学校の浸水被害が相次ぐ現状にあって、「絶対に機能を失ってはならない施設」を洪水・氾濫流からどう守るかは喫緊の課題であり、その確実な方法をいまだ持ち合わせていないことが、この問題の厄介なところである。



写真1 漂流物を伴う氾濫流による被害の例(能登半島豪雨時の門前町での被災状況、2024年9月筆者撮影)

洪水の発生とその様相は、地形と降雨の降り方に依存する。そして建物に作用する外力は、静かに上昇する水位だけではない。氾濫流は流木や車両などの漂流物を伴い、開口部を守る浸水防止用設備に衝撃として作用する。本稿では、「何を、どうやって守るか」という視点から、筆者ら

が防災科学技術研究所で行ってきた実大木造住宅の性能検証実験の知見を交えつつ、日本の洪水ハザード情報の現状と課題、氾濫流の荷重メカニズムと漂流物衝撃を概観したうえで、漂流物の衝撃リスクに対する評価の現状と課題、今後の方向について考察する。

2. 洪水ハザードマップでわかること

わが国の洪水ハザードマップは、水防法に基づく浸水想定区域図をもとに、主として三つの危険情報を示している。第一に浸水深(想定最大規模降雨等に対する浸水の深さ)、第二に浸水継続時間(水が引くまでの時間)、第三に家屋倒壊等氾濫想定区域(氾濫流の流体力により家屋の倒壊・流失のおそれがある、水の勢い・速さに関わる危険区域)である。こうして示される浸水の深さ、水の滞留時間、氾濫流の速さは、後述する氾濫流の物理にそれぞれ対応しており、浸水深は立地の回避、浸水継続時間は垂直避難の可否、家屋倒壊等氾濫想定区域は開口部防護の要求性能と、それぞれ対策の判断に直結する基礎情報となる。

ただし課題も残る。現行のハザードマップは河川ごとに前提とする降雨頻度が異なるうえ、表示は「想定しうる最大規模」の浸水深が中心である。想定最大規模の情報は「命を守る」避難には有効である一方、稀な事象に過剰に光を当てること、より頻度の高い身近な浸水への対策の進展にブレーキをかける側面がある。このため、発生確率の情報を付した統合的な浸水ハザードを提示し、経済被害の軽減につなげるべきだという指摘もある³⁾。人的被害と経済損失の低減には、ハザード情報を「どの施設に、どのレベルの防護性能が必要か」という設計情報へ翻訳する仕組みが不可欠となる。

3. 実大木造住宅の洪水に対する性能検証実験

洪水時に住宅が具備すべき性能に関する規定はこれまでなく、住まい手が自宅の水害リスクを定量的に知ることは困難であった。この課題に対し防災科学技術研究所は、住宅メーカーとの共同研究として、大型降雨実験施設内に構築した大型水槽に一般仕様と耐水害仕様の実大木造住宅を建築し、豪雨と洪水を同時に再現して両者の性能を比較する耐水害性能検証実験を2019年から実施した⁴⁾(写真2)。

大型降雨実験施設は幅49m×奥行76m×高さ21mの世界最大級の降雨実験施設であり、時間雨量15～300mmの降雨を自然の雨と同じ雨滴粒径分布・落下速度で再現できる。「経験したことのない豪雨」を安全に、繰り返し再現できることが最大の特長である。実験では、豪雨と水位上昇を同時に作用させながら、建物内への浸水経路と浸水量、建物に生じる変形、浮力の発生を連続計測した。



写真2 大型降雨実験施設における実大木造住宅の耐水害性能検証実験

住宅を丸ごと水に浸けるこの実験から、大きく三つのことが実物大のスケールで確認された。第一に、浸水は開口部に集中する。玄関ドア、掃き出し窓、換気口、配管貫通部といった「穴」が主要な浸水経路であり、開口部の性能が建物全体の浸水量を支配する。第二に、水害時の外力は静水圧だけではない。水位が上がれば浮力が働き、流れがあれば動水圧が加わり、これらが複合して建物の挙動を決める。第三に、性能は仕様の詳細で大きく変わる。開口部・貫通部の仕様の違いにより浸水量は桁違いに変化し、性能の差は客観的な試験によって初めて「見える化」できる。この実大実験を端緒として、筆者らの関心は、住宅単体の耐水害性能から開口部を守る浸水防止用設備の性能評価へ、そして静的な水圧から動的な衝撃リスクへと広がっていくことになる。次章では、その氾濫流の荷重を物理的に整理する。

4. 洪水時の氾濫流のメカニズムと漂流物の影響

4.1 氾濫流が建物に及ぼす三つの荷重

氾濫流とは、河川の溢水や決壊がもたらす洪水、陸上を遡上する津波、堤防を乗り越えて内陸へ拡散する高潮など、制御できない水の流れの総称であり、その荷重効果は静水圧・浮力・流体力・漂流物の衝突力など9種類に整理されている⁵⁾。本章では、このうち止水板の設計の主役となる三つ—静水圧、流体力、漂流物の衝突力—を取り上げる。ここで注意したいのは、静水圧が面に分布する「圧力」(単位面積あたりの力)であるのに対し、流体力と衝突力は板に働く「力」そのものであり、そのままでは単位が揃わないことである。そこで本稿では、幅2m×高さ1mの開口部を守る止水板を例にとり、三つとも「止水板全体が受け止める力の合計(荷重、単位 kN)」に換算して比較する(図1)。

第一の静水圧は、水が止まっても働く圧力である。水面からの深さに比例して直線的に増え、浸水深1mの水底では約10kPa、すなわち1m²あたり約1トンの重さに達する。例示の止水板が受け止める荷重は合計約10kNとなる。荷重は浸水深の2乗に比例するため、水位が2倍になれば4倍になる。水位さえ分かれば精度よく見積もることができる荷重であり、現行のJIS A 4716⁶⁾に基づく止水板の性能評価は、この静水圧の作用下での漏水量を確認するものである。なお、水位の上昇は同時に建物へ浮力を働かせ、床下や建物全体を持ち上げようとすることも忘れてはならない。

第二の流体力は、水が「流れる」ことで加わる力であり、浸水深と流速の2乗の積に比例する^{7),8)}。例示の止水板では、流速1m/sのとき約2kNと静水圧による荷重の2割程度にすぎない。しかし、流速の2乗で増えるため、堤防決壊地点の近傍のように流速が数m/sに達する場では急増し、家屋を倒壊させる主因となる。ハザードマップの家屋倒壊等氾濫想定区域は、まさにこの「深さ×速さ」が卓越する範囲を示している。ゆっくり水位が上がる湛水型の氾濫では静水圧と浮力が、速い流れの場では流体力が支配するという。この入れ替わりは、水深と流速の比(フルード数)で整理でき、模型実験でも確認されている⁹⁾。

そして第三が、漂流物の衝突力である。流れが運ぶ物体が止水板に当たる瞬間に生じる力であり、三つの主役の中で最も見落とされてきた。次節以降、この衝突力がなぜ重要で、なぜ評価が難しいのかを述べる。

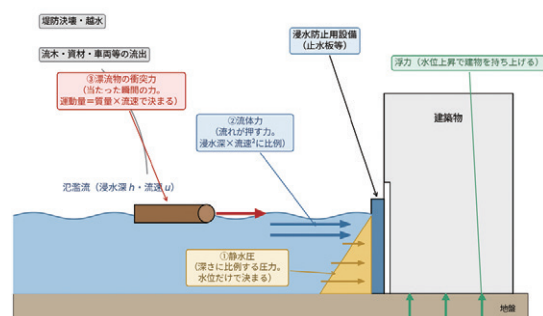


図1 河川氾濫時に浸水防止用設備へ作用する荷重の概念

4.2 漂流物と土砂を含む流れ

まず、氾濫流は漂流物を運ぶ。流木、パレット、自転車、車両、倒壊家屋の部材—これらが止水板に衝突するときの衝突力は、漂流物の重さと速さ(運動量)で決まり、流速にほぼ比例する。このことは、実物大の流木を用いた国内の大規模衝突実験に基づく松富の実用的評価式¹⁰⁾でも、米国陸軍工兵隊の丸太衝突実験¹¹⁾でも一致して示されており、流速の2乗で小さくなる流体力とは対照的に、流れが遅くても衝突力は消えない。しかも実測された衝突力の波形は、立ち上がりから数十ミリ秒程度で終わる鋭いパルスであり^{10),11)}、分から時間のオーダーで持続する静水圧・

流体力とは作用の性質が根本的に異なる。これらの研究が示す衝突力の大きさは、緩やかな流れでも丸太一本で開口部一枚分の静水圧による荷重を上回り得る水準である。静水圧に耐える板が、衝撃で壊れない保証はどこにもない。

さらに、水は土砂を含む。土砂を含んだ流れは単位体積重量が清水より1～2割以上大きくなり、静水圧も流体力もその分増大する。さらにわが国では住宅と斜面の距離が近く、山地からの氾濫では土石流のような土砂流の先端が家屋や開口部を直撃することがある。この場合の荷重は、土砂と流木を巻き込んだ密度の高い流れの衝撃であり、清水の静水圧を前提とした評価のままでは危険側の判断となる。砂防の分野では堰堤や流木捕捉工が土砂・流木の衝撃を明示的に設計対象としてきたのに対し、建物側の止水設備は静水圧の評価にとどまってきた。この落差を埋めるのが、漂流物の衝撃という評価軸である。

4.3 衝撃力の評価の難しさと実物試験の必要性

もっとも、漂流物衝撃の評価は容易ではない。第一に、衝突力は漂流物の質量と速度だけでなく、衝突面の硬さ、衝突の角度、漂流物自体の変形(塑性)や回転にも依存する。松富氏の評価法¹⁰⁾が、水路実験と大規模空中実験に加えて、斜め衝突や流木の塑性・回転まで取り込んだ弾塑性理論を併用しているのは、裏を返せば、それだけ衝突力の支配要因が多いということである。第二に、水に運ばれる漂流物は、周囲の水を伴って運動するため、衝突時の実効的な運動量は漂流物単体より大きくなる。この増分を表す付加質量(見かけの質量係数)は、水路実験や孤立波を用いた衝突実験で評価が進められており^{10),12)}、概ね2倍以下の範囲と報告されているものの条件依存性が強く、空中での衝突試験より厳しい条件となり得る。第三に、部材が実際に受ける荷重は、パルス状の衝撃の継続時間と受け手の固有周期の関係で増減するため、衝突力の最大値だけでは安全性を判定できない。同じ衝突でも、建物全体にとっては低減され、止水板の面材のような固有周期の短い部材では増幅され得る。「建物がもつか」ではなく「部材がもつか」が設計を支配する。米国土木学会のASCE 7は質量約454kgの漂流物を標準に衝撃力の算定法を規定しているが⁷⁾、以上の要因は係数に丸め込まれており、その設定には大きな幅が残る。

そして最も重要なのが、損傷後の水密性能である。衝撃を受けた止水板は、破壊に至らなくても、わずかな残留変形によってシール部の密着が失われ、そこから生じる漏水は建物内の水位を上げ、浮力・安定性の評価前提までも崩してしまう。つまり漂流物衝撃の評価は、「壊れないこと」の照査ではなく、「衝突を受けた後も止水機能を保持できること」の確認でなければならない。衝突力の予測に上記のような不確実性が残る以上、これは解析ではなく実物試験によってしか担保できない。ANSI/FM 2510が丸太衝突後に静水圧の再試験を課すのはまさにこの思想であり¹³⁾、

JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」(2026年3月制定)¹⁴⁾も、丸太(質量50kg程度)を振り子式に落下高さ約1.22mから衝突させて約600J—ANSI/FM 2510の衝突試験と同等のエネルギー水準—の衝撃を与え、損傷・残留変形を確認する(図2)¹⁵⁾。残る課題は、試験条件と実際の氾濫における漂流物の質量・流速分布との対応付け、衝撃エネルギーを吸収・低減する対策設計法、そして部材レベルの動的特性評価の標準化である。

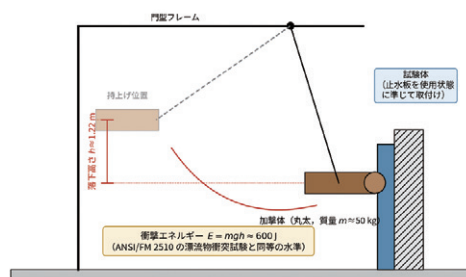


図2 振り子式衝撃試験の模式図

5. 洪水対策の事例から学ぶ

洪水時の対策として守るべき対象と守るべきレベルに応じて、必要な性能を選べるようにすることが重要である。その具体例として、筆者が調査団の一員として現地調査に参加した米国テキサス州ヒューストンの事例を紹介したい。

5.1 病院を困って水害から守る

2017年のハリケーン・ハービーは、ヒューストンに累積雨量1,500mm超の記録的豪雨をもたらし、直接死者68名、被害額約1,250億ドルという甚大な被害を生じた。市内全域で内水・外水氾濫が同時発生する中、ほぼ唯一被災を免れたのがテキサスメディカルセンター(TMC)とその周辺であった¹⁶⁾。国土交通省・内閣府・防災研究者合同調査団の報告書¹⁶⁾によれば、TMCは2001年のハリケーン・アリソンで敷地が広く浸水し、地下トンネルに集中していた受変電設備・非常用発電機が被水して30億ドル以上の被害を出し、病院の操業が継続できなくなった。これを教訓に、FEMA等の政府補助金も活用しながら、500年に一度の豪雨でも被災しない水準を目標として防災インフラ整備を加速した¹⁶⁾。中核となるのが、施設群を面的に囲うフラッドゲートと、地下トンネル・低所開口部に設けられた潜水艦型の止水扉である。加えて排水システムが増強され、ハービー時にはTMC内の道路の排水は速やかに行われ、周辺幹線道路が冠水して車両アクセスが困難となる中でも施設は問題なく稼働し、ヘリ搬送の患者を受け入れ続けた¹⁶⁾。

なお、TMCの防護はハードにとどまらない。ライス大学との協力関係により洪水モニタリングが止水扉を閉じるタイミングを支え、上層階への病床配置、薬品・水・食料・燃料の10日分程度の備蓄、1週間のスタッフ配置計画による籠城型のBCP(shelter-in-place:患者を搬送せず施設内で医療を継続する)が一体で運用されている。広域でも、

大災害医療運用センター (CMOC) が180の病院等と連携して患者搬送を調整し、ハービーでは1,544人を搬送した¹⁶⁾。性能が検証されたハードは、「いつ閉めるか」の運用と事業継続の仕組みに組み込まれて初めて真価を発揮することを示す事例である。

5.2 米国基準にみる要求性能の段階化

TMCの「500年に一度でも浸水させない」という目標は、恣意的なものではなく、米国の制度に根拠を持つ。米国の洪水対策の基本は連邦洪水保険制度 (NFIP) の100年確率洪水 (年超過確率1%) だが、耐浸水設計規準 ASCE 24は、施設の重要度に応じたFlood Design Class (洪水設計クラス) を定め、病院等の重要施設にはより高い設計水位 (余裕高の付加や500年確率相当) を要求する¹⁷⁾。連邦事業を対象とする連邦洪水リスク管理基準 (FFRMS) も、100年確率に余裕高を加える方法、500年確率を用いる方法、気候変動の科学的知見を反映する方法という複数の設計水準を用意している¹⁸⁾。さらに米陸軍工兵隊 (USACE) は、堤防システムが設計規模を超える洪水に遭うことを正面から認め、越水させる区間を計画的に選んで被害を制御する「管理された越水」の手引きを整備している¹⁶⁾。

これは、わが国の耐震設計がレベル1地震動 (供用中に発生する可能性が高い地震：機能維持) とレベル2地震動 (最大級の地震：人命と中枢機能の確保) を使い分けている構図と同じである。洪水についても、同様の二段階の要求性能を考えることができる。すなわち、レベル1 (L1) は、頻発する浸水を対象に、静水圧と流体力という持続的な荷重のもとで漏水量を規定値以下に抑え、建物の機能を守る水準であり、現行のJIS A 4716の水密性能試験⁶⁾がこれに対応する。レベル2 (L2) は、堤防決壊や氾濫流の直撃を含む最大級の事象を対象に、L1の荷重に加え、漂流物の衝撃を受けた後にも漏水量、すなわち止水機能が保たれることまでを確認する水準であり、JSTM K 6402の衝撃試験¹⁴⁾は、衝突後の静水圧再試験を課すANSI/FM 2510¹³⁾と同じ思想に立って、この水準の評価を担う。

6. まとめ—地域における適切な洪水対策へ

洪水時の氾濫流の荷重は、浸水深と流速の組合せで支配要素が入れ替わり、漂流物や土砂を含む実際の流れでは、静水圧の評価だけでは危険側となる。実大木造住宅の耐水害実験が示したとおり、浸水は開口部に集中し、その開口部を守る設備の性能は試験によって初めて見える化される。漂流物の衝突力は流れが遅くても静水圧による荷重を超え得ることが国内外の実験研究で示されており、その評価は衝突後の止水機能の確認まで含めて実物試験によるほかない。JSTM K 6402は、この衝撃リスクを国際的に整合する水準で試験できるわが国初の枠組みであり、施設の重要度に応じた多段階の要求性能—耐震のL1・L2に相当する洪水版の性能等級—を構築するための基盤となる。

米国ではNFIPの保険料率やFM認証が対策の経済的誘因として機能しているように¹⁶⁾、わが国でも、性能が検証された浸水防止用設備の評価を確立して、ソフト面でも後押しすることが重要である。この積み重ねが、「絶対に浸水してはならない施設」を実際に浸水させない社会への道筋である。

参考文献

- 1) 内閣府：令和2年版防災白書，特集第1章第1節，2020.7
- 2) 国土交通省：令和元年の水害被害額（確報値）を公表，2021.3.31，https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo_03_hh_001056.html（参照：2026.7.26）
- 3) 国土技術政策総合研究所：気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発，国総研資料 第1080号，2019.7
- 4) 酒井直樹，他：豪雨災害に備えた実大木造住宅の耐水害性能に関する実験的研究（その1）実大規模実験の防災的意義，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.391-392，2020.9
- 5) 桑村仁：建築水理学—水害対策の知識，技報堂出版，2017
- 6) JIS A 4716：2019，浸水防止用設備建具型構成部材
- 7) ASCE/SEI 7-22：2022，Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (Chapter 5：Flood Loads)
- 8) FEMA：Building Designer's Guide to Calculating Flood Loads Using ASCE 7-22 Supplement 2，FEMA P-2345，2024.7
- 9) Wüthrich, D., Pfister, M., Nistor, I., Schleiss, A. J.：Experimental study on forces exerted on buildings with openings due to extreme hydrodynamic events, Coastal Engineering, Vol.140, pp.72-86, 2018.10
- 10) 松富英夫：流木衝突力の実用的な評価式と変化特性，土木学会論文集，No.621/II-47, pp.111-127, 1999.5
- 11) Haehnel, R. B., Daly, S. F.：Maximum Impact Force of Woody Debris on Floodplain Structures, Journal of Hydraulic Engineering, Vol.130, No.2, pp.112-120, 2004.2
- 12) 澁谷陽，船木尚己，畑中友：孤立波による漂流物の衝突実験に基づいた付加質量の評価手法に関する基礎的研究，自然災害科学，Vol.35，特別号，pp.15-23，2016.10
- 13) ANSI/FM Approvals 2510：2020，American National Standard for Flood Abatement Equipment
- 14) JSTM K 6402：2026，浸水防止用設備の衝撃試験方法，一般財団法人 建材試験センター
- 15) 中里匡陽：試験報告，止水板の衝撃試験，建材試験情報，Vol.59, No.11-12, pp.14-15, 2023.11
- 16) 国土交通省・内閣府：防災研究者合同調査団：米国ハリケーン・ハービー／イルマに関する現地調査報告書（第二版），2020.5
- 17) ASCE/SEI 24-14：2015，Flood Resistant Design and Construction
- 18) FEMA：Federal Flood Risk Management Standard (FFRMS)，<https://www.fema.gov/floodplain-management/intergovernmental/federal-flood-risk-management-standard>（参照：2026.7.27）

<プロフィール>

国立研究開発法人防災科学技術研究所 極端気象災害研究領域 水・土砂防災研究部門 副研究部門長
専門分野：地盤工学、豪雨災害リスク評価、防災工学

寄稿

浸水防止用設備の衝撃試験 方法JSTM K 6402に 期待すること



国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ長

喜々津仁密

1. 水害の頻発化と建築物に求められる浸水対策

近年、わが国では集中豪雨の頻発化・激甚化に伴い、河川氾濫、内水氾濫、下水道の排水能力を超える都市型水害など、さまざまな形態の浸水被害が顕在化し、社会的にも大きなインパクトを与えている。従来、水害対策は河川堤防を主として、土木インフラによる外部空間側の対策とされることが多かった。しかし、建築物周辺に水が到達した場合、最終的に建築物の内部への浸水を左右するのは、外構部、窓ガラス、シャッター、ドア、止水板など、建築物と外部環境との境界に位置する部位である。水害リスクが高まる今日では、これらの部位の性能を客観的に評価するための試験方法を整備し、製品の選定や設計、維持管理に反映していくことの重要性はますます高まっている。

筆者は、平成27年9月関東・東北豪雨による鬼怒川氾濫被害の調査を実施した。鬼怒川の堤防決壊により、茨城県常総市では広範囲にわたって浸水が発生し、写真1～写真

3に示す戸建住宅だけでなく店舗や倉庫など、様々な建築物が被害を受けた。調査した範囲では、樹木や建材の破片等の漂流物(写真4)のほか、倉庫の流出(写真5)や路盤の移動(写真6)を確認した。また、水が単に地盤面から静かに上がってくるだけではなく、破堤地点からの流れを伴い、泥や漂流物を含みながら建築物に作用したであろう被害の状況を確認することができた。一般に、建築物の開口部は、水に対して脆弱となりうる部位であり、玄関ドア、窓、シャッターなどに漂流物が衝突したり、水が浸入すれば、内部の仕上げ材、設備機器、什器、電気設備などに被害が拡大する。浸水深が同程度であっても、内部への流入量や流入速度の違い、漂流物の衝突の有無によって、復旧の難易度や事業継続への影響は大きく異なることが想定される。

また、上述のような河川堤防の決壊を伴わなくても、近年の内水氾濫では短時間の強雨により道路冠水や敷地内浸水が発生し、建築物の開口部から水が浸入する事例もみら



写真1 玄関ドアでの浸水の痕跡



写真2 住宅内部での浸水の痕跡

れる。都市部では機械室、受変電設備、エレベーターピットなどの機能に直結する部分が低い位置に設けられていることも多い。これらの部位が浸水すれば、事業継続やライフラインの維持に大きな影響を及ぼす。水害対策を考える際には、河川や下水道などのインフラの整備に加えて、建築物単位で被害を軽減する視点が不可欠である。

2. 本規格の特徴とJSTM K6401シリーズとの関係

このような状況の中で、2026年3月に建材試験センター規格 JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」が制定されたことは、建築物の浸水対策をさらに促進するうえで重要な契機であると思われる。本規格は、建築物の開口部や外構などに使用される浸水防止用設備（ドア、シャッター、止水板など）を対象として、衝撃荷重に対する試験方法を定めるものである。単に水を止める性能だけではなく、河川氾濫時などに発生する漂流物の衝突を想定し、

浸水防止用設備が衝撃を受けた後にどのような損傷や残留変形を生じるかの評価に資する点に特徴がある。

これに先行して制定されたJSTM K 6401-1とJSTM K 6401-2は、浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法を定めた規格である。K 6401-1は浸水防止シャッター及び浸水防止ドアを対象とし、K 6401-2は浸水防止板（止水板）を対象としている。これらの規格では、試験水位又は試験水压を与え、漏水量、たわみ、残留変位、開閉又は作動確認などを通じて、静水压に対する浸水防止性能を確認することが主眼となっている。つまり、K 6401シリーズでは、水を受けたときに漏れないか、どの程度たわむか、使用後に機能を維持できるかを評価するための試験方法が整備された。

一方、K 6402では、浸水防止用設備に対して外部から物体が衝突する状況を想定し、丸太と鋼材等で構成された加撃体を用いて、振り子のように試験体の所定位置に衝撃を与える方法が示されている（図1）。衝撃を加える位置は、



写真3 住宅の外壁の脱落



写真4 流出した樹木



写真5 流出した倉庫の状況



写真6 コンクリート路盤の移動

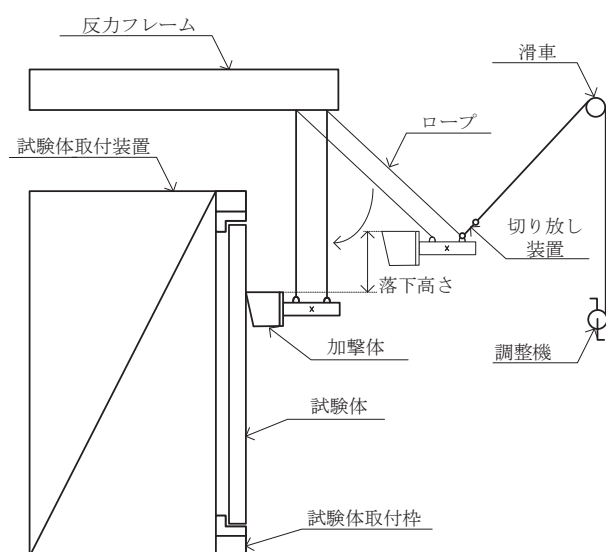


図1 試験装置

設定浸水高さとの関係を踏まえて定められ、試験体中央部のほか、左右の縦枠近傍のうち構造上不利な位置も対象とされる。この背景としては、実際の被害において必ずしも水圧が均等に作用するだけでなく、流木、がれき、屋外什器など、さまざまな漂流物が局所的に衝突し得ることを踏まえたものと考えられる。

K 6402の意義は、K 6401シリーズで整備されてきた浸水防止性の評価に、耐衝撃性というもう一つの重要な評価項目を加えた点にある。浸水防止用設備は、水圧に耐えて漏水を抑えることが基本である。しかし、実際の浸水時には、水位が上昇する過程で漂流物が設備に衝突し、部材の変形、固定部の損傷、シール部の破断、建具枠のずれなどが生じる可能性がある。その結果、当初は十分な水密性能を有していた設備であっても、衝撃を受けた後には性能が低下することも想定される。したがって、浸水防止性能を実被害に近い形で捉えるためには、静水圧に対する評価と衝撃に対する評価を組み合わせる必要がある。K 6402はそれに必要な試験方法を提供するものといえる。

3. 今後の本規格への期待

現行の建築基準法では、建具等の耐浸水性能が明示的に位置づけられておらず、耐震性能、耐風性能、防火性能などに比べると、建築物の外皮や開口部の浸水に対する性能は、必ずしも全国一律の最低基準として扱われてこなかった。また、浸水リスクが立地条件、地形、河川、土地利用、想定降雨の実況などに大きく依存し、すべての建築物に同一の水準を求めることが難しい実態もある。逆に言えば、そうだからこそ、任意の対策として設置される浸水防止用設備については、設計者、製造者、施設管理者が共通の尺度で性能を理解し、リスクに応じて適切な製品を提

供・選定できる考え方を整えることが重要となる。どの程度の水位を想定しているのか、どの程度の漏水を許容するのか、衝撃後にどのような損傷が許容されるのか、使用後に開閉・脱着機能が維持されるのか、といった性能情報の明確化が実効的な水害対策につながると思われる。

K 6402には、製品開発や性能表示の高度化を促す役割も期待される。試験方法が標準化されることで、製造者は自社製品の弱点を把握し、部材の構成、枠まわりの剛性、シール部の納まり、衝撃後の残留変形抑制などについて改良を進めやすくなる。また、発注者や設計者にとっては、単なる製品カタログ上の説明ではなく、一定の条件下で確認された試験結果に基づいて製品を比較できるようになる。これは、浸水対策を過去の水害経験に依存したものから、性能に基づく選択へと移行させる上で意義がある。

さらに、K 6402は、既存建築物の改修にも有用と思われる。新築建築物であれば、浸水リスクを踏まえて開口部の高さ、配置、外構計画、設備配置を計画段階から検討できるが、既存建築物では、開口部の位置を大きく変えることは容易ではない。そのため、止水板、防水ドア、防水シャッターなどの後付け対策が現実的な選択肢となる。既存建築物にそれらを設置する場合には、製品単体の性能だけでなく、既存の躯体との取合い、アンカーや枠の固定、使用者による確実な設置が性能を左右する。K 6402に基づく衝撃試験の考え方は、こうした改修時の留意点や弱点を明らかにし、改修設計の品質を高める上でも活用できると思われる。

もちろんK 6402による試験結果は、あくまで規定された条件下での性能確認であり、すべての浸水時の外力に対する安全を保証するものではない。実際の水害では、流速、漂流物の形状・質量・衝突速度、泥や砂の堆積など、多くの不確定要因が存在する。したがって、本規格の活用にあたっては、想定する浸水状況と試験条件との関係をあらかじめ丁寧に確認することが望ましい。そのうえで今後は、K 6401シリーズによる浸水防止性能試験とK 6402による衝撃試験を組み合わせた性能評価の蓄積が期待される。本規格の解説でも述べられているように、衝撃試験後に浸水防止性能試験を実施することは、衝撃による損傷が漏水量や作動性に与える影響を確認でき、実況により近い評価につながる可能性がある。

また、外力条件（浸水深、流速、漂流物の種類）と建築計画上の条件（用途、重要設備の配置、事業継続計画など）との関係を整理することで、どのような施設にどの程度の性能を求めるべきかという対浸水性の検討での判断基準の整備も進むとよい。特に、病院、庁舎、物流施設、データセンターなど、機能継続が社会的に重要な建築物では、建具等の耐浸水性能を建築計画の初期段階から検討することが望まれる。

水害対策は河川の整備だけで完結するものではなく、流域全体で水を受け止め、逃がし、遅らせる対策とともに、建築物単位で被害を軽減する対策が必要である。平成27年の鬼怒川氾濫被害をはじめ、近年の数多くの水害が示しているように、建築物内部への浸水をいかに抑えるかは、被災後の生活再建や事業再開に直結する課題である。K6401シリーズに本規格が追加されたことは、浸水防止用設備を「浸水防止性能と耐衝撃性能を確認し、想定する浸水リスクに応じて選定・維持管理する設備」へと位置づけ直す契機となるとよい。

今後、本規格が製品開発、試験評価、設計実務、公共施設の調達、既存建築物の改修のほか、利用者への性能情報の提供に広く活用されることを期待したい。同時に、試験データの蓄積を通じて、衝撃外力の設定、試験後の水密性評価、許容される損傷状態などについて、さらなる知見が整理されていくことも望まれる。気候変動に伴い水害リスクが高まる中、建築物の開口部をいかに守るかは、単なる部材性能の問題ではなく、生活や事業のレジリエンスを支える重要な課題である。本規格はそれらの課題に対して、実務と研究をつなぐ新たな評価基盤として大きな意義を有している。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所・建築研究所：平成27年9月10日に茨城県常総市で発生した鬼怒川氾濫による建築物の被害調査報告，<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2015/151026.pdf>, (参照：2026.6.12)
- 2) JSTM K 6401-1：2016, [浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第1部：浸水防止シャッター及びドア](#)，一般財団法人 建材試験センター
- 3) JSTM K 6401-2：2016, [浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部：浸水防止板（止水板）](#)，一般財団法人 建材試験センター

<プロフィール>

国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ長

専門分野：耐風構造

最近の研究テーマ：外装材の構造安全性評価、竜巻荷重モデルの構築など

寄稿

設計・施工における 衝撃試験法の実務的価値

国立研究開発法人防災科学技術研究所・調査役

山野辺慎一



1. はじめに

建築分野における各種建物の設計法や材料、施工、維持管理に係わる規格は、基本的に建築基準法令、日本産業規格 (JIS)、および日本建築学会の建築工事標準仕様書やその関連仕様書・指針類から構成され、各種材料や製品の性能は、これらの規定に従い行われている。また、一般財団法人 建材試験センター (以下、建材試験センター) においても、業界団体等の要請や社会情勢に応じ、各種の規格 (JSTM) を制定しており、これらが上記の基準に準じる形で適用されることも多い。こうした規格の体系により建築物の品質が保たれていることは、言うまでもない。防災分野においてもそうした規格体系であることが望ましいが、建築分野と異なり、必ずしも同レベルには法令や規格が整備されていないのが実情であろう。

建材試験センターは、これまで、2016年に静水圧による漏水確認の試験方法 (JSTM K 6401-1・6401-2) を制定し¹⁾、これを基に2019年にはJIS A 4716 (浸水防止用設備建具型構成部材) が制定された²⁾。また、2020年にはキャビネット及び宅配ボックスの水漏れ試験方法 (送風散水試験法) (JSTM W 6401) を制定している³⁾。業界団体の規格が国家レベルの規格になる (いわゆる格上げされる) ことは珍しいことではないが、JSTM K 6401-1・6401-2が短期間でJIS化されたり、JSTM W 6401が制定されたことは、近年の気候変動・温暖化による風水害による被害の拡大や企業などにおける事業継続性 (BCP) の必要性といった社会的要請を受けたものといえる。

近年の河川氾濫では、樹木などの漂流物が浸水防止設備に衝突するリスクが顕在化しており、静水圧評価のみでは十分とはいえない状況が生じていた。そこで、漂流物衝突を想定した衝撃試験方法がJSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」として制定されたのである。本稿では、海外における類似の規格について解説するとともに、この

JSTM K 6402が、現場で求められる浸水対策性能、製品選定の基準化への寄与、耐久性・維持管理への展開可能性などの実務的な価値について考えてみる。

2. 防災用品における規格の必要性について

防災関連用品の種類には、止水板だけでも各種のものがあり、戸建住宅、集合住宅、工場、商業施設、オフィスビル等、適用対象が広い。なぜ止水板の規格化が必要なのか、複雑かつ多様な実態を踏まえながら、その背景について考えてみる。

止水板の規格化が求められる理由として、①対象リスクと目標性能の明確化、②開発における性能目標の提示、③品質維持とコスト低減の3点が挙げられる。

(1) 対象リスクとその目標性能の提示

大規模地震被害や浸水被害などの防災に関する製品は、実際の災害が発生してみないとその性能を検証することが難しい。こうした「実際の消費」を経験しないと品質が評価できない製品・サービスは「経験財」と呼ばれる。供給者が購入者に対して機能や性能を提示することがあるが、購入者がその性能の設定自体が妥当なのかどうかを判断できないことがある。また、試験方法の規格化は、新しい製品に対しては、その性能に関する情報を提供することで、経験財の評価が可能となり、その合否水準がその製品の性能に関する社会の一定の合意に基づくものであることが周知される。その結果、実際の被害における性能検証事例が十分でない段階においても、社会的信用が得られ、市場が拡大する。

一方、試験規格は、購入者等一般ユーザに対しては、製品についての情報を提供することになるので、購入の意思決定に決定的な影響を与える。製品の市場がまだ成熟していない場合、顧客はその製品についての性能に対する理解も低い。こうした未成熟市場において試験方法が規格化されると、顧客は性能に対し一定の尺度を得ることができ、

あるいはその性能が世の中の一般的なレベルであることが理解でき、購入の判断材料となる。市場が成熟していてその製品が普及している場合において、試験方法がなかったり規格化されておらずにメーカー独自のばらばらな試験結果に基づいて品質を表示している場合には、購入者は適切な判断基準で購入することはできないばかりか、勝手な試験結果で粗悪な製品を購入する恐れさえある。こうした成熟市場においては、試験方法を規格化し、共通のルールを科すことで、メーカー間の品質の客観的な比較判断が可能になる。性能の表示方法が分からないメーカーに対しては、製品開発の具体的な目標を提示することになり、これまで開発意欲の低い企業の開発を後押しすることができる。

JSTM K 6402でも、衝突エネルギーや衝突する物体の形状が具体化され、衝撃後の漏水性能に具体的な数値を提示した。このように、試験方法が規定されたことで、どんな項目をどのような機器で測定し、どれだけの数値をクリアすればその性能があると判定されるかが明確になることで、開発における目標レベルや課題が具体化され、製品開発が促進される。このように、止水板については、海外製品が輸入されることもあるが、国内製品の普及・開発が期待される。

(2) 開発における目標性能

試験方法は、開発するメーカー等の企業に対しては、目標性能そのものとなる。それは、実際の使用環境、使用条件と試験・検査条件がよく近似していることが望ましいが、使用環境・条件を再現できないために、一定の合意のもとに、割り切っている場合もある。ただし、後者の場合、試験標準が必要な品質・性能から離れて独り歩きすることもあるので、注意が必要である。

JSTM K 6402の制定においては、止水板に対する漂流物の衝突に関連した海外の規格や研究例を参考にし、国内製造メーカーの意見も取り入れて、試験方法を定めたものである。

(3) 品質・性能の維持とコスト低減

試験方法の規格化は、仕様・性能の選択範囲がレベル分けされ、製品規格・生産単位が分類される。たとえば、等級が1、2、3の3水準に分けられている場合、営業戦略から、あるメーカーは性能2に特化しコストを下げる商品に集中し、あるメーカーは等級3をぎりぎりクリアする材料・工法などに特化するなどして、それぞれ生産効率が向上することもあり得る。

また、試験方法を規格化することは、自社製品の試験を行えない企業に対しては、第三者機関での試験を行えることが可能となるので、製品開発における分業が可能となり、開発が促進される。建材試験センターにもそうした製品の認証機関としての役割が期待される。

3. 代表的な洪水対策品の海外規格： 米国FM 2510

FM Approvals Standardは、米国の保険業者安全試験所 (FM Approvals) が策定した認証規格であり、ANSI (米国規格協会) によって認識・承認されており、国際的な信頼の証となっている。そのうちの2510: Examination Standard for Flood Mitigation Equipment (以下、FM 2510と呼ぶ⁴⁾) は、洪水防御システムに対する認証規格であり、土嚢の代替として使用される可搬式・着脱式の止水板や、巨大な水袋などの製品に対する規格である。すなわち、各種製品が実際の洪水の水圧、衝撃、漏水防止に耐えられるかを評価するもので、対象となる製品には、可搬型の止水板、空気膨張式のチューブ止水壁、自動開閉式の防水扉などがある。

なお、FM 2510をFM Approvals から直接入手することはできないが、内外のメーカーがFM 2510に基づく試験結果の要約や規格そのものの公開していることが多い。

FM 2510では、Flood Barriers for Perimeter Barrier Applications (建物等の周囲を囲む止水壁) と建物の出入口などの開口部に設置する止水板 (Flood Barriers for Opening Barrier Applications) とで試験内容が異なっている。以下、前者を止水壁、後者を止水板と呼び、試験内容を表1に整理した。なお、試験には、表1以外にも強度試験、耐久性試験等がある。この表からもわかるように、止水壁には波浪試験とデブリ衝突試験が課せられており、止水板にはこれらはなく衝撃試験が課せられている。JSTM K 6402はFM 2510の止水板の衝撃試験に相当するものである。

このように、FM 2510の特徴は、単なる静水圧試験ではなく、波浪、漂流物衝突、流水など実際の洪水時に想定される複数の作用を段階的に評価している点にある。

4. JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」の実務的役割とその価値

国内での浸水防止設備については、前述のJSTM K 6401-2 (浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部：浸水防止板 (止水板)) やJIS A 4716 (浸水防止用設備建具型構成部材) により静水圧における浸水防止性能、耐水圧性能等が規定されているものの、従来の静水圧評価のみでは、漂流物衝突後の止水性能を適切に評価することは困難であった。海外の規格を見るまでもなく、河川の氾濫時の倒木などの漂流物の衝突、あるいは、救命ボートが止水板に衝突することなど、一定の衝突荷重を考慮すべきことは明らかであり、JSTM K 6402の制定により、衝撃作用と浸水防止性能を体系的に評価する枠組みが整備された意義は大きい。

表1 FM approval 2510 の主な試験項目

試験項目	止水壁 Flood Barriers for Perimeter Barrier Applications	止水板 Flood Barriers for Opening Barrier Applications
定義	対象となる構造物の周囲に浸水を防ぐ製品。非常時用のものと恒常的に設置されるものの両方を含む。対象構造物からある程度離れたところに止水壁が設置されているので、対象構造物に達する前に浸水を制御するために、追加の洪水緩和手段（洪水ポンプ等）を使用することができる。外周型バリアは、永久構造によって支持されても支持されなくてもよい全周の壁または終端壁として構成することができる。外周型バリア用途に承認された止水壁は、準静的および河川洪水条件に耐えるように試験される。	洪水バリアを使用して、2つの線形ポイント（出入り口、窓、荷台等）間の開口部から浸水するのを防ぐ製品。両側または開口部の全周に沿って、固定構造によって支持される。一般的な製品には、洪水ドア、洪水パネル、洪水板等がある。他の製品としては、可撓性の膜バリア、水門、および洪水グレーディングが挙げられるが、これらに限定されない。止水板は、準静的な浸水条件に耐えるように試験される。
概要	1回の洪水発生中に予測されるイベントを再現する。表4.2のすべての試験は、同一の製品を用いて順番に行う。 性能試験は、ミシシッピ州ピックスバーグにある米国陸軍工兵隊工学研究開発センター（ERDC）海岸・水力学研究所において実施する。性能試験での小規模修理は、最大3回まで許可される。	開口部用の止水板の性能試験は、準静的洪水条件を再現する。すべての試験は、同一製品を用いて表に示す順序で行なう。 試験体は最大開口幅の製品で、最大設計水深まで試験する。中間支柱を有するモジュール構成の場合は、少なくとも中間支柱1つの製品で試験する。 性能試験中の小規模修理は、最大3回まで許可される。
設置準備	なし	止水板の設置前に（フレーム、トラックなど）開口部に設置される止水板の構成部品の設置は、FM承認者の立会いを必要としない。止水板のマニュアルおよび取り付け後のチェックリストに、試験装置への止水板構成部品の該当するすべての取り付けの詳細が正確に記載されていることを確認する。
設置	設置に要する時間や人員がマニュアルと整合しているか確認する。	設置に要する時間や人員がマニュアルと整合しているか確認する。
静水圧	漏水量は、延長1m当たり186リットル/毎時以下とする。 壁の恒久的なたわみは、壁の水平および垂直の中心から測定し15cm以下とする。 0.30m±13mm、0.61m±13mm、100%×h±13mmの3水位で、各々最低22時間維持する。（h：最大設計水深） 漏水量は、15分間隔で計算する。 各水深での試験終了時に、各壁（3カ所）で水平および垂直中心からの壁の変位を測定する。 100%×hの水深での静水圧荷重試験は、越流試験、衝撃試験、および流水試験に対する事後試験として繰り返す。試験時間は1時間とし、漏水量やたわみの増加した場合は、最大22時間継続する。	開口部用の止水板は、準静的な氾濫水によって生じる静水圧荷重に耐えることができないと見なされる。漏水量は、シールの延長当たり1リットル/h/m。 浸水深は、10%×h±0.6cmおよび100%×h±0.6cmの2ケース。（h：最大設計水深） 水深を増やし、水位を最低20時間維持する。漏水量が停止または安定するまで、15分間隔で漏水量を測定する。 静水圧荷重試験は動的衝撃荷重試験の事後試験としても行う。事後試験の試験時間は、各水位において1時間とする。
波浪荷重	止水壁は波力に耐えることができないと見なされる。壁の恒久的なたわみは各壁の水平および垂直の中心から測定し15cm以下とする。 低波条件での漏水量は、延長1m当たり186リットル/毎時以下とする。中波および高波条件に対する漏水量の要件はない。ただし、これらの波で、壁に疲労、滑動、転倒、またはその他の要件を超える恒久的なたわみが生じないものとする。 66.7%×hおよび80%×h（h：最大設計水深）の水深と3つ波高（低、中、高）で全6回の試験を実施する。 ・低（波高 51～76mm）、7時間 ・中（波高 152～203mm）、10分×3回 ・高（波高 254～305mm）、10分（波の平均周期はいずれも2秒）	なし
越流	止水壁は、洪水の水位が壁の高さを超える場合に、浮上り、転倒、壊滅的な故障をしてはならない。 壁の恒久的なたわみは、各壁の水平および垂直の中心から測定した値で15cm以下とする。 最大速度10.0cm/時で、構造物の高さの100%に2.5cmを加えた値まで水位を上げ、1時間維持する。 試験終了時に、壁3カ所で水平および垂直中心からの壁の変位を測定する。	なし

試験項目	止水壁 Flood Barriers for Perimeter Barrier Applications	止水板 Flood Barriers for Opening Barrier Applications
デブリ衝突	漏水量は延長1m当たり186リットル/毎時以下、恒久的なたわみは、各壁の水平および垂直の中心から測定した値で15cm以下とする。 水位が $66.7\% \times h \pm 13\text{mm}$ 以上まで排水する。 30cm（重さ277kg級）および43cm（358kg級）の2つの丸太を用いて試験する。丸太は、サザンパインまたはそれに近似した密度とし、試験前に2週間水に浸す。丸太の切断端は、丸味のない垂直の鋸歯状とする。 丸太は、およそ70°の軌道角で、2.1m/s（約8km/h）の速度で壁の中央に衝突する直前まで引き寄せる。	なし
衝撃荷重	なし	試験装置の浸水側の水を抜く。衝突体は、直径30.5cm、密度 48kg/m^3 程度の丸太。先端を15°の角度で切断し総質量が50kgになるように鋼製ブロックに取り付け、衝撃点から1.22mの高さまで持ち上げてから、衝突させる（エネルギー600J）。衝突位置は、止水板の構造上の弱点または高さが $80\% \times h$ の止水板の幅中央、およびそれと同じ高さの止水板端部近傍の2か所で行う。衝突後に静水圧後負荷試験を行う。
流水	流速2.1m/s。 漏水量は、延長1m当たり186リットル/毎時以下。 壁のたわみ15cm以下。 水深 $66.7\% \times h \pm 13\text{mm}$ 。（h：最大設計水深） 水路の最小幅は水流に対して15cm。 試験時間1時間。	なし

静水圧における性能と耐衝撃性能の両方を備えた製品が必要である一方で、両者の必要性能は一律ではなく、単に両性能の高い製品を選べばよいわけではなく、費用対効果を考えれば、浸水深は低くとも高い耐衝撃性を必要なケースもあれば、衝突の可能性は低く可能な限り浸水深を高く設定したい場合もある。そうした意味で、それぞれの規格が整備され、性能がレベル化されたことは、BCP策定においてより合理的な選択が可能になったものといえる。今後、各メーカーにおいて、コストダウンが進むことも期待される。

止水板が可動式あるいは可搬型であることを忘れてはならない。開閉・脱着操作および設置等が容易かつ確実にある必要がある。たとえば、いざというときに、取付レールにごみや落ち葉がたまっていて水位板が取り付けられない、組み立て方法がわからなかったり固定治具の使用方法がわからないといったことのないように、防災訓練を欠かさず、使用方法をわかりやすくまとめたものを一緒に保管しておくなど、ソフト面にも留意する必要がある。

5. あとがき

JSTM K 6402は、浸水防止設備の耐衝撃性能を客観的に評価する国内初の統一的な試験基準として位置付けられる。本稿で紹介した一連の規格とともに、本規格の普及に

より、製品性能の見える化、適切な製品選定、および防災性能の向上が期待される。

最後に、JSTM K 6402は建材試験センターが中心となり、国内メーカー4社および国立研究開発法人防災科学技術研究所の協力体制のもと、共同実験⁵⁾や勉強会を経て制定にいたったことに感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 松本知大：浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法JSTM K 6401-1及び6401-2の制定について，建材試験情報，Vol. 52，pp.33-34，2016.6
- 2) 松本知大：JIS A 4716（浸水防止用設備建具型構成部材）の制定について，建材試験情報，Vol. 56，pp.20-23，2020.3
- 3) 松本智史：JSTM W 6401：2020（キャビネット及び宅配ボックスの水漏れ試験方法（送風散水試験法））の制定について，建材試験情報，Vol. 56，pp.18-19，2020.5
- 4) ANSI / FM Approvals 2510：2016，flood abatement equipment test standard
- 5) 中里匡陽：止水板の衝撃試験，建材試験情報，Vol.59，pp.14-15，2023.11

<プロフィール>

国立研究開発法人防災科学技術研究所 都市空間耐災工学研究領域兵庫耐震工学研究センター（兼）極端気象災害研究領域水・土砂防災研究部門 調査役 博士（工学）
専門分野：コンクリート構造、耐震構造、暴風雨対策技術
最近の研究テーマ：建設用3Dプリンティングの耐震、防災技術の性能評価

浸水防止用設備の新たな試験方法を制定

JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」について



総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 参事

松本知大

1. はじめに

一般財団法人 建材試験センター（以下、建材試験センター）は、浸水防止用設備の新たな試験方法として、JSTM K 6402「浸水防止用設備の衝撃試験方法」を2026年3月6日に制定しました。本稿では、この試験方法について紹介します。

2. 制定の背景

浸水防止用設備は、建具型に分類されるドア及びシャッターと、簡易的に設置することができる浸水防止板（止水板）等があります。この浸水防止用設備について、静水圧による漏水及び耐水压性能を確認する試験方法として、浸水防止性能試験方法（JSTM K 6401-1及び6401-2）を建材試験センター団体規格として2016年に制定しました。その後、JSTM K 6401-1を基にして2019年にJIS A 4716が制定されました。これまで数多くの浸水防止用設備が上記試験方法によって性能の確認が行われ、都市部を中心に広く設置されています。これにより内水氾濫（都市型洪水）による浸水被害の軽減が図られています。

一方、最近の豪雨災害では、都市部の内水氾濫はもちろん、河川の氾濫による浸水被害も多く発生しています。河川の氾濫では、内水氾濫とは異なり、流水や樹木等の漂流物が発生するため、これまで静水圧のみによって評価されてきた浸水防止用設備では対応することが難しく、流水や漂流物による耐力を持った設備が要求されます。そこで、建材試験センターは、2021年10月に研究会を発足し、海外規格の調査、製造メーカーへの聞き取り調査、検証実験等を行い、漂流物による衝撃を考慮した試験方法を制定することにしました。

3. 適用範囲

この試験規格における適用範囲は、河川の氾濫の影響を受ける場所に設置される浸水防止用設備としています。こ

のため、内水氾濫の影響のみを対象とする浸水防止用設備、津波による浸水対策に用いる浸水防止用設備は適用外としています。

4. 試験装置

試験は、図1及び図2に示すような装置を用いて実施します。この装置は、試験体を固定する試験体取付装置、φ300mmで切り込み角度15°で切断した丸太と角鋼で構成された加撃体（図2）、加撃体を所定の高さに持ち上げるロープと滑車等で構成されています。なお、丸太の樹種は、硬度の高い「けやき」などを用います。

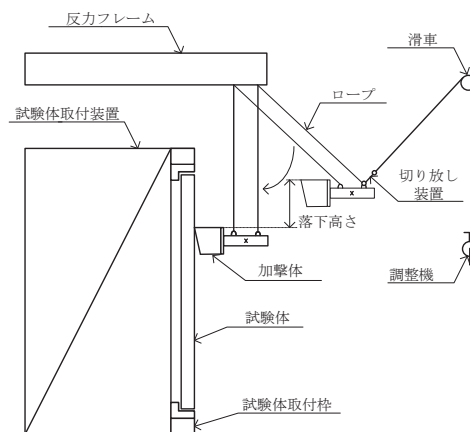
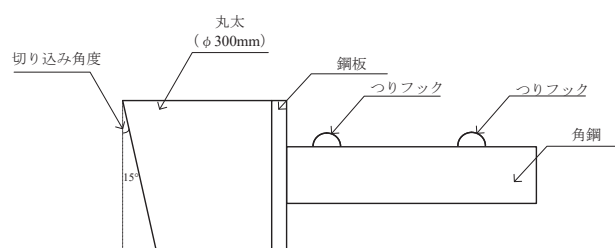


図1 試験装置（例図）



加撃体総質量：50±0.5kg

図2 加撃体

5. 試験方法

最初に、浸水防止用設備（試験体本体及び試験体枠）を試験体取付装置に設置します。この時、浸水防止用設備と試験体取付装置の固定が、実際の取り付け時の強度と同等とすることが要求されます。

試験体取付装置に設置した浸水防止用設備は、衝撃を加える前に、ドア・シャッターの場合は正常に開閉、浸水防止板（止水板）の場合は正常に脱着操作等を行えるか確認を行います。確認後、表1に示す試験条件（落下高さ）の中から衝撃のレベルを選択し、そのレベルに応じた衝撃エネルギーになるように加撃体をその設定高さまで吊り上げます（写真1参照）。

表1 試験条件（落下高さ）

レベル	落下高さ (m)	衝撃エネルギー (J)
A	0.30	147
B	0.60	294
C	1.20	588
D	1.44	706



写真1 設定高さに吊り上げた加撃体

吊り上げた加撃体は図3に示すように、1撃目を試験体中央、2撃目をどちらかの左右縦枠近傍の構造上不利な方を選択し、その位置に目がけて振り子式に落下させます。この時、加撃体が跳ね返り、再度衝撃が加わらないように注意が必要です。1撃目及び2撃目それぞれ衝撃を加えた後、試験体の残留変形や損傷の観察を行います。写真2は検証実験を行った時の止水板中央部における1撃目を加えた後の状況になります。

6. おわりに

ここまで紹介した「浸水防止用設備の衝撃試験方法」は、予めJSTM K 6401-1及び6401-2、または、JIS A 4716によって、初期性能としての浸水防止性能を把握した後に実施することを想定しています。衝撃試験後に改めてJSTM

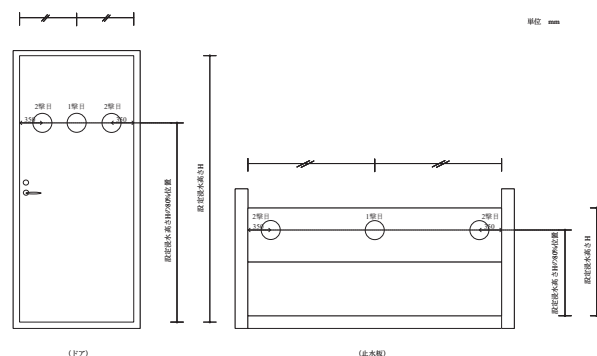


図3 衝撃を加える位置



写真2 住宅内部での浸水の痕跡
試験体表面に残留変形

K 6401-1及び6401-2、または、JIS A 4716を実施することで、衝撃を受けた前後の浸水防止性能の変化を求めます。

今後、日本国内では温暖化の影響によって、局地的な豪雨の発生頻度の増加や台風の大規模化などが危惧されており、内水氾濫や河川の氾濫による浸水災害が増えることも予想されています。建材試験センターでは、このような浸水災害における被害の軽減が期待される浸水防止用設備について、試験及び評価を適切に実施し、皆様の生命や財産の保持に貢献していきたいと考えております。

参考文献

- 一般社団法人日本シャッター・ドア協会：「浸水防止用設備ガイドライン」，(2014)
- JSTM K 6401-1：2016，[浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第1部：浸水防止シャッター及びドア](#)，一般財団法人 建材試験センター
- JSTM K 6401-2：2016，[浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部：浸水防止板（止水板）](#)，一般財団法人 建材試験センター
- JIS A 4716：2019，浸水防止用設備建具型構成部材

<プロフィール>

総合試験ユニット 中央試験所 環境グループ 参事
従事する業務：浸水防止用設備の性能試験、建物外皮部材の気密、水密、耐風圧性試験、防火設備の遮煙性、危害防止性試験

改正原案作成委員会の審議・検討報告

セメントのJIS規格改正
(JIS R 5210、R 5211、R 5212、
R 5213、R 5201、R 5203)について

鈴木敏夫

認証ユニット 企画管理課 課長 兼
認証ユニット 製品認証本部 JIS認証課 参与

1. はじめに

セメントの規格は、1900年代初頭から規格化が進められ、工業標準化法の制定後、1950年にJIS規格として制定された。その後、SI単位系との整合や試験方法の改定に伴う規定値の変更など、規格体系の整備に伴う改正が行われてきた。また、省資源の観点から、普通ポルトランドセメントに5%まで少量混合成分を混合してもよいとする規定が1979年に追加されるなど、改正が重ねられてきた。

2009年の改正では、早強ポルトランドセメント及び超早強ポルトランドセメントの一部の試料で見られた、注水後のセメントペーストの軟度低下を改善するため、少量混合成分を混合できるようになった。これに伴い、少量混合成分の混合が認められている普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメントおよび超早強ポルトランドセメントについて、強熱減量の規定値が変更された。さらに、石灰石資源の有効活用の観点から、少量混合成分に用いる石灰石の純度も変更された。その後、2019年の追補改正(試験方法規格の改正に伴う変更および生産者の定義の追加)を経て、今回の改正に至った。

今回改正された規格は、JIS R 5210(ポルトランドセメント)、JIS R 5211(高炉セメント)、JIS R 5212(シリカセメント)及びJIS R 5213(フライアッシュセメント)である。今回の改正に伴い、JIS R 5201(セメントの物理試験方法)の粉末度試験(比表面積試験)についても追補改正が行われた。

また、JIS R 5203(セメントの水和熱測定方法(溶解熱方法))についても、対応する国際規格との整合を図る形で改正された。

2. 今回の改正の趣旨

CO₂排出量削減策の選択肢を広げることを目的に、普通ポルトランドセメントにおける少量混合成分の含量の範囲を拡大し、クリンカー比率の低減を可能とした。さらに、省資源化およびCO₂の利用・固定化の観点から、未利用カルシウムにCO₂を固定化した人工炭酸カルシウムの有効活用を可能とするために改正を行ったものである。

JIS R 5201については、普通ポルトランドセメントの少

量混合成分の増量を可能にしたことに伴い、密度の範囲が広がるため、比表面積試験において計算に用いる普通ポルトランドセメントの密度を実測値に変更し、追補改正とした。

さらに、JIS R 5203(セメントの水和熱測定方法(溶解熱方法))は、ISO 29582-1:2009(Methods of testing cement—Determination of the heat of hydration—Part 1: Solution method)への整合を進めてきたが、水和熱を求める際の単位セメント質量の扱い方には違いが残っていた。従来の規格では、950℃で強熱した後のセメント質量当たりの水和熱を求めるのに対し、対応国際規格では、未強熱のセメント質量当たりの水和熱を求める。この違いにより、強熱減量が多いセメントほど、両規格で得られる水和熱の測定値に大きな差が生じていた。

以上の状況から、今回の改正では、対応国際規格に整合させる形で、未強熱のセメント質量当たりの水和熱を求められるよう、水和熱の算出方法などを見直した。

なお、JISで規定されたセメントに関わるその他の試験方法では、測定結果は未強熱のセメント質量当たりの値に統一されている。

3. 審議中に特に問題となった事項

これまで、強熱減量はセメントの風化の指標として規定値を設け、用いられてきた。しかし、少量混合成分を混合したセメントでは、強熱減量がセメントの風化の指標として持つ意味が弱まる。このため、中立者および使用者の委員から、当初の目的を失った規定値を残すことは、カーボンニュートラル化などの前向きな取り組みに対する障壁となる可能性があるとの指摘があった。そこで、本来の意味を成していない強熱減量については、最終的に規定値を削除することとした。

なお、これまで、セメントの風化が原因で問題が生じた事例はない。

4. 主な改正点

4.1 普通ポルトランドセメントの少量混合成分の含量の範囲の変更

これまで、普通ポルトランドセメントには、質量で5%

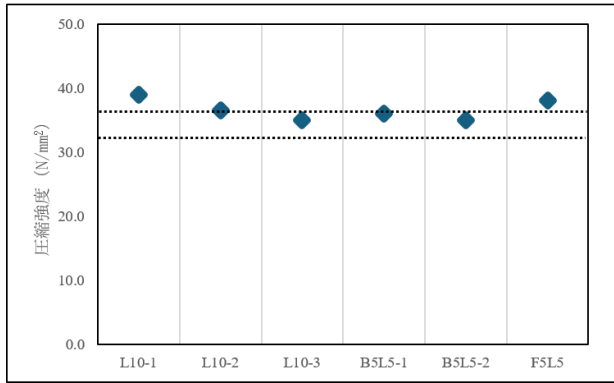


図1 水中養生一材齢28日における
一般用途での圧縮強度 (W/C=55%)

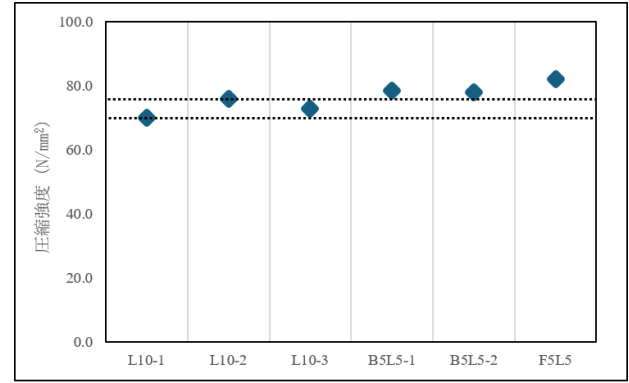


図2 水中養生一材齢28日における
高強度用途での圧縮強度 (W/C=36%)

記号説明

L10：石灰石 10%を混合したセメント

B5L5：高炉スラグ 5%に加えて石灰石 5%を混合したセメント

.....：同時に試験した従来の普通ポルトランドセメント（少量混合成分 5%以下）を用いたコンクリートの試験結果の範囲

まで少量混合成分を混合することが認められていた。今回の改正により、質量で10%まで混合できるようになった。ただし、従来の5%から増量できる少量混合成分は、石灰石のみである。少量混合成分のうち、高炉スラグ、シリカ質混合材およびフライアッシュについては、従来どおり、合計で5%までとされた。

4.1.1 圧縮強さ、凝結時間及び密度への影響

少量混合成分を10%混合した試製セメントと、従来の普通ポルトランドセメントの圧縮強さ及び凝結時間を比較した。その結果、工場試製の段階ではあるものの、石灰石を10%混合したセメント (L10)、高炉スラグ5%に加えて石灰石5%を混合したセメント (B5L5)、およびフライアッシュ5%に加えて石灰石5%を混合したセメント (F5L5) は、いずれも従来の普通ポルトランドセメントと同程度の物性を示すことが確認された。圧縮強さの比較結果を図1及び図2に示す。

また、石灰石の密度はセメントの密度よりも小さいため、石灰石を増量したセメントは、従来のセメントよりも相対的に密度が小さくなることが確認された。

4.1.2 フレッシュ性状及び強度発現性への影響

少量混合成分を10%混合した試製セメントを用いたフレッシュ性状について、一般用コンクリート (W/C = 55%) で所定のスランプ及び空気量を得るための単位水量及びAE剤添加量は、従来品と同等であった。

高強度用コンクリート (W/C = 36%) で所定のスランプフローを得るための高性能AE減水剤添加量も、従来品と同等であった。これらの結果から、フレッシュ性状に対する石灰石増量の影響は認められないことを確認した。

強度発現性については、少量混合成分を増量したセメント (L10、B5L5、F5L5) を用いたコンクリートは、従来の普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと同程度の圧縮強度を示した。

4.1.3 耐久性能への影響

耐久性能として凍結融解特性、中性化速度及び塩分浸透性も確認したが、これらについても従来の普通ポルトランドセメントと大差ない結果が得られており、コンクリートの性能面では従来と同等であることが確認された。

4.2 普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント及び超早強ポルトランドセメントの強熱減量の規定値の削除

セメントの強熱減量は、 $950 \pm 25^{\circ}\text{C}$ で強熱して測定されるため、石灰石を少量混合成分として混合した場合には、石灰石の脱炭酸による減量も強熱減量に含まれてしまう。今回の改正では、普通ポルトランドセメントの少量混合成分として、石灰石を10%まで混合することが認められたため、石灰石の混合量を増やした場合、強熱減量も増加することが考えられる。強熱減量に寄与する要因を検討した結果、石灰石の脱炭酸による減量の最大値は4.4%であり、セメントの風化に伴う減量の1.0%と比較して非常に大きいことが分かった。そのため、セメントの強熱減量を風化の指標として用いることは難しい。一方、セメント製造時と出荷時の強熱減量にはほとんど変化が認められず、セメントの出荷段階では、セメントの風化はほぼ生じていないといえる。

また、これまでセメントの風化が原因で問題が生じた事例はなく、現状、レディーミクストコンクリート工場で強熱減量が活用されている実態もない。風化が生じた場合でも、目視による確認（固結物の有無）や、凝結試験または圧縮強さ試験によって、風化の有無を確認できる。

以上より、少量混合成分を含むポルトランドセメントについて、強熱減量の規定値を削除した。ただし、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメントおよび耐硫酸塩ポルトランドセメントは除く。

4.3 鉱物量の算出における規格計算式を適用する品種の明確化

少量混合成分を混合したポルトランドセメントでは、JIS R 5210の本文に示された式(2)～式(4)によって鉱物量を適切に算出できないため、これらの式を適用できる品種を、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント及び耐硫酸塩ポルトランドセメントに限定した。

4.4 少量混合成分に用いる石灰石

これまで、少量混合成分に用いる石灰石は、「炭酸カルシウムの含有率が90%以上、かつ、酸化アルミニウムの含有率が1.0%以下の品質を有する石灰石」と規定されていた。しかし今回、「炭酸カルシウムの含有率が90%以上、かつ、酸化アルミニウムの含有率が1.0%以下の品質を有する石灰石、又はこれと同等の品質を有するもの」と改正され、省資源化およびCO₂固定化に向けて、石灰石と同等の品質を有するものも使用できるようになった。

なお、石灰石と同等の品質を有する人工合成炭酸カルシウムについては、少量混合成分の混合量の範囲内で使用しても、性能上問題がないことが確認されている。

4.5 セメントの物理試験方法の追補改正

粉末度を求める比表面積試験では、操作および結果の計算時に密度の値を使用するよう規定されている。これまで、普通ポルトランドセメントの密度が3.15g/cm³前後と狭い範囲にあったため、計算には3.15g/cm³を固定値として用いており、比表面積の測定結果への影響は軽微であった。しかし今回、JIS R 5210の改正により、普通ポルトランドセメントにおける少量混合成分の使用量を増加できるようになったことに伴い、密度の範囲が広くなり、比表面積の測定結果に影響する可能性がある。そのため、計算に用いる普通ポルトランドセメントの密度を、固定値から実測値に変更した。

4.6 セメントの水和熱測定方法(溶解熱方法)

4.6.1 未水和セメント及び水和セメントの溶解熱測定

対応国際規格との整合のため、未強熱の未水和セメント質量当たりの溶解熱を求めるように変更した。また、旧規格では溶解熱の温度補正を水和熱の計算の際に行っていたが、溶解熱を求める際に温度補正するように変更した。

4.6.2 結合水の補正

対応国際規格への整合に伴い、水和熱を未強熱の未水和セメントの質量当たりの値に変更するため、新たに規定した。

なお、強熱によって酸化する成分が含まれる場合は、強熱による方法では強熱減量に誤差が生じることがあるため、高炉セメントなどを測定する際は、酸化カルシウム含有率による方法が推奨される。

4.6.3 水和熱の計算

旧規格では、温度補正を水和熱の計算の際に行っていたが、溶解熱を求める際に温度を補正するように変更した。

5. JIS認証事業者の対応

強熱減量に関する規定値が削除されたため、該当するセメントを使用しているJIS認証事業者は、登録認証機関に変更申請を行う必要がある。

また、普通ポルトランドセメント及び普通ポルトランドセメントを用いる混合セメントについては、少量混合成分の含量が増加することに伴い、密度が徐々に低下することが予測される。セメントの密度の特性値(基準値および許容差)については、各セメントメーカーからの案内を踏まえて社内規格を改正し、登録認証機関に変更申請を行う必要がある。

変更申請書を提出する際の技術資料については、セメントメーカーの技術資料を添付する必要はない。ただし、各JIS認証事業者において保管する必要がある。

6. おわりに

本稿では、セメントのJIS改正の概要及び改正原案作成委員会における審議内容を紹介した。この規格基準紹介が本規格を使用する皆様の一助となれば幸いである。

なお、本規格に関連する製品認証をご希望の方は、お気軽にお問合せ下さい(担当部署: 認証ユニット製品認証本部)。

また、試験に関することは、中央試験所へお問い合わせください。

参考資料

- 1) JIS R 5210: 2026, ポルトランドセメント
- 2) JIS R 5211: 2026, 高炉セメント
- 3) JIS R 5212: 2026, シリカセメント
- 4) JIS R 5213: 2026, フライアッシュセメント
- 5) JIS R 5201: 2026, セメントの物理試験方法
- 6) JIS R 5203: 2026, セメントの水和熱測定方法(溶解熱方法)
- 7) ISO 29582-1: 2009, Methods of testing cement-Determination of the heat of hydration

鈴木敏夫

<従事する業務> 管理業務及びJIS認証関係業務

【JIS認証に関するお問い合わせ先】

製品認証本部 JIS 認証課

メール: jis_ninsyoka@jttccm.or.jp

TEL: 03-3808-1124

【試験に関するお問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

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

V I S I T O R

2026年5月20日(水)、建材試験センター中央試験所(埼玉県草加市)にて、水ingエンジニアリング株式会社の方々をお招きし、施設の紹介および情報交換を行いました。

施設の紹介では、試験所内の各グループが保有する試験機をご覧いただきながら、担当職員がその概要や用途について説明しました。その後、経営企画部のメンバーと試験の相談や、互いの業務における関わり合いについて意見交換を行いました。



当センターでは、各試験所及び試験室への見学を受け付けております。
以下までお気軽にお問い合わせください。

[中央試験所]

へのお問い合わせ

総合試験ユニット 企画管理課

(所在地：埼玉県草加市)

TEL：048-935-1991

FAX：048-931-8323



[西日本試験所]

へのお問い合わせ

総合試験ユニット 西日本試験所

(所在地：山口県山陽小野田市)

TEL：0836-72-1223

FAX：0836-72-1960



[工事材料試験所]

へのお問い合わせ

工事材料試験ユニット 工事材料試験所 企画管理課

(所在地：埼玉県さいたま市 他)

TEL：048-858-2841

FAX：048-858-2834



骨材の系譜

工学院大学 名誉教授 阿部道彦

vol.11 見せる骨材

1. はじめに

写真1はもといた研究室にあった砂利コンクリートのコアの断面で、様々な色の粒子があり、コンクリートの内部の美しさに感動したものである。骨材は一般に表面に表れることはほとんどないが、なかには積極的に骨材を見せよ



写真1 砂利コンクリートの内部の例

表1 主な骨材露出仕上りの種類

道具の有無	露出面の状態	大分類	小分類	
道具を使用	粗面	はつり・たたき仕上げ	のみ切り	
			こたたき	
			びしゃんたたき	
		ブラスト仕上げ	サンドブラスト	
			ショットブラスト	
			ウォータージェットブラスト	
		バーナー仕上げ	ジェットバーナー	
主に手作業	光沢面	研磨（研ぎ出し・磨き）仕上げ	テラゾ	製品
			人研ぎ	現場打ち
	粗面	洗出し仕上げ	水洗い	
			酸洗い（酸エッチング）	
			リターダ処理	
		骨材埋込み仕上げ	骨材あと埋込み	
			骨材先埋込み	

うとしている場合がある。本連載の初回（本誌2023年5・6月号p.24）に紹介した敷石の表面の豆砂利などは卑近な例であろう。今回は、見せる骨材の例を紹介する。

2. 骨材を見せるコンクリート表面の仕上げ

仕上げ材を施さないコンクリート表面の仕上げのうち、骨材を見せる仕上げを日本建築学会の建築工事標準仕様書JASS 5 鉄筋コンクリート工事（1997年版）では「骨材露出仕上げ」^{※1)}と称している。その種類を各種文献^{1)~3)}を参考にして示すと表1のようになる。これらのうち洗出し仕上げと骨材埋込み仕上げ以外は、もともと石材の表面仕上げ⁴⁾に用いられていたものがコンクリートを石と見立ててその表面の仕上げに適用されたものと考えられる。

3. いつから

このような仕上げがいつから行われるようになったか不明であるが、松沢晃一氏らは、2000年前の古代ローマのコンクリート造建築物で切断面が「現代の骨材洗い出し仕上げのような効果を生み出している」と述べている⁵⁾。また、1905年の建築雑誌には、米国のフィラデルフィアでコンクリートの橋の表面にホースで水をかけて碎石を露出させた例が紹介されている⁶⁾。このようなことから、おそらくコンクリートの表面を装飾的に仕上げようとする試みはかなり古くから行われていたと考えられる。

米国では、1910年代にアーリー氏が骨材露出仕上げの方法を提案し、アーキテクチュラルコンクリート^{※2)}の一つとして普及することとなった^{7),8)}。

我国でこのような仕上げを初めて体系的に紹介したのは吉田徳次郎氏と思われ、その著書（1949年）の「第15章 装飾仕上げ」に、表記はやや異なるが表1に示す骨材露出仕上げのいくつかが示されている^{9),10)}。

当初は現場打ちコンクリートに対して適用されていたが、その後はプレキャストコンクリートへの適用が多くなっている。

4. はつり（研り）・たたき（叩き）仕上げ

4.1 はつり仕上げ

コンクリート表面のセメントペーストやモルタル部分をもとにハンマーや写真2に示すようにのみを先端に装着したはつり工具（チッパー）を使ってはつり¹⁰⁾、中の骨材を露出させる方法である。

写真3の左は、つくば文化会館アルス（1990年竣工）の西側の入口で、アーチを支えている外柱には右に示すはつり仕上げが施されており、写真では凹凸が明瞭ではないが、黒または濃い茶色の粗骨材が認められる。なお、白い



写真2 はつり工具の例



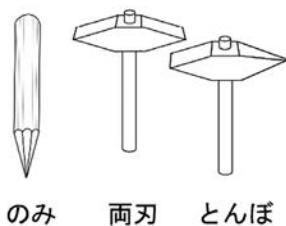
写真3 つくば文化会館アルス西側入口と外柱のはつり仕上げの例

ものは骨材ではなく、のみの先端が当たった跡である。ホールの内柱や内壁にも、同様なはつり仕上げが施されている。

東京港区にある建築会館（1982年竣工）のホールの内壁も、はつり仕上げ（のみ切り）である¹¹⁾。

4.2 こだたき仕上げ

こだたき仕上げは、図1に示す「とんぼ」と呼ばれる工具などを用いて、細かい骨材が顔を出す程度（3～5mm程度の深さ）にたたいてはつる。写真4の左は千葉県文化会館ホール（1967年竣工）で、その内壁は右に示すようにこだたき仕上げとなっている。この例では水平に筋が通って



のみ 両刃 とんぼ
図1 はつり・たたき工具の例



写真4 千葉県文化会館ホール外観と内壁のこだたきの例

いるのがわかる¹²⁾。千葉県立中央図書館（1968年竣工）の内壁も同様のこだたき仕上げである¹²⁾。

写真5の左に示すつくばセンタービル（1983年竣工）は、肌色の下層階がコンクリートの打放し面で、その右に示すようにこだたき仕上げで凹凸を付け¹³⁾、骨材を露出させている。筋の方向は写真4と異なり、斜めになっている箇所が多く、むしろ後述のびしゃんたたき仕上げに近い。



写真5 つくばセンタービル外観と外壁のこだたきの例

4.3 びしゃんたたき仕上げ

「びしゃん」とは聞き慣れないことばであるが、明治時代は「びしゃんどん」とも呼ばれていた¹⁴⁾。この名の由来は不明で、石を打つ音とも言われるが、英語の「ブッシュハンマー：bush hammer」がなまったものであろうとも言われている¹⁵⁾。これは写真6¹⁶⁾の左に示すように金づちの先端に四角錐ののみが多数付いた工具のことで、のみの数により、4枚びしゃん（4×4=16目）、5枚びしゃん（5×5=25目）などと呼び¹⁴⁾、数が多いほどたたいた面の凹凸は小さくなり、10枚びしゃんまでである（写真6は5枚びしゃん）。人がたたく場合もあるが、電動式の工具も開発されている。

たたいた面は、写真6の右に示すように碁盤の目のようになり、この例¹⁷⁾では骨材の露出は比較的少ない。なお、本稿には掲載していないが名古屋商工会議所ビル（1967年竣工）はこの仕上げの傑作と言われている¹⁸⁾。



写真6 びしゃんの例とびしゃんたたきの例

5. ブラスト仕上げ

ブラスト仕上げのうちサンドブラスト（sand blast）仕上げは、文字どおり砂を圧搾（縮）空気コンクリートの表面にたたきつけて、表面を削り取る方法である。一般に

は、はつり仕上げより骨材の色調が鮮明になり、露出度も増す¹⁹⁾とされている。砂には、硬い珪砂^{注5)}(けいさ：石英を主成分とする)を用いるが、小さい鉄球を用いる場合にはショットブラスト (shot blast) 仕上げという。いずれも珪砂や鉄球が飛び散るため現場向きではないとされていたが、そうならないように工夫された装置も開発されている²⁰⁾。また、高圧水を噴射するウォータージェットブラスト (water jet blast) が行われることもある。

写真7は、後述する研磨(研ぎ出し)仕上げの例であるが、この工事ではその後に写真8に示すサンドブラスト仕上げを施している²¹⁾。



写真7 研ぎ出し作業状況と表面仕上げの状態



写真8 サンドブラスト作業状況と表面仕上げの状態

6. 研磨(研ぎ出し・磨き)仕上げ(テラゾ、人研ぎ)

6.1 テラゾ(人造大理石)

テラゾ(テラゾーともいう：terrazzo)とは、もともとイタリア語でテラスを意味することばで、20世紀初頭にイタリアで建築家と左官職人が住宅のテラスに大理石の碎石とセメントを混ぜて塗装したものをさらに磨き出したところ、見た目によいものができたということで、その仕上げの方法をテラゾと呼ぶようになったとされている²²⁾。

テラゾには工場などで製品として製造するプレキャストテラゾと現場で施工する現場テラゾがあり、前者はJIS A 5411(テラゾ)に種類や品質などが規定されている^{注6)}。表2に製品としてのテラゾの定義を示す。そして製造方法により、碎石粒を表面層のみに用いる場合を複層のテラゾ^{注7)}、全体に用いる場合を単層のテラゾと称している。

表2 製品としてのテラゾの定義(JIS A 5411)

用語	定義
テラゾ	大理石、花こう岩などの碎石粒、顔料、セメントなどを練り混ぜたコンクリートが硬化した後、表面を研磨、つや出して仕上げたブロック及びタイル
テラゾブロック	主に壁、間仕切り、階段及び床に用い、内部に補強鉄線があるもの
テラゾタイル	主に床材に用い、内部に補強鉄線がないもの

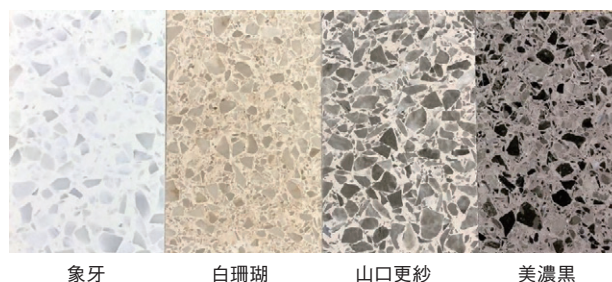


写真9 テラゾの例(関ヶ原石材提供)

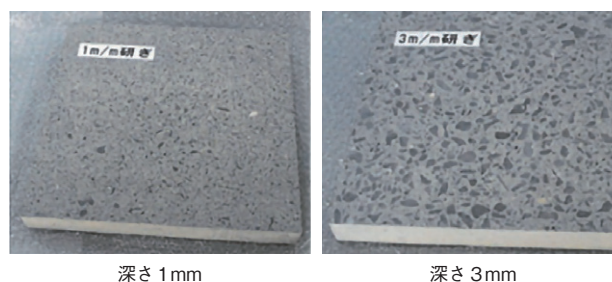


写真10 深さ別の研ぎ出し見本板

テラゾには、通称、種石(たねいし)と呼ばれる美しい大理石の碎石を用いることが多く、写真9に示すように、地名や色模様に因んだ石材名が付けられている。なお、種石に花こう岩を用いたものは擬石と呼ばれることがある。

また、写真10は鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)のプレキャストコンクリート(PCa)の柱に研磨仕上げを施すため、研磨の深さ1mmと3mmの見本板を作製して比較したものである²³⁾。後者では骨材が大きく出てしまい色違いも目立つため、この工事では深さ1mmを採用している。

写真11の左は竹中工務店東京本社(2004年竣工)の外観で、プレキャストコンクリート板の外壁には骨材に石英ガラス廃材、石灰石、再生骨材を用いており²⁴⁾、写真11の右に示すように白色の石灰石が明瞭に表面に表れているのがわかる。

現場打ちテラゾでは、コンクリートの脱型後2~3日経ってからその表面をグラインダーなどで研磨して仕上げる。粗めに仕上げる場合とカーボランダム砥石^{注8)}などで磨き上げた後、蔘(しゅう)酸($C_2H_2O_4$)や酸化亜鉛粉末(ZnO)でつや出しする仕上げとがある。種石には、大理石、石灰石、蛇紋岩の10~12mmのものが用いられる。



写真11 竹中工務店東京本社外観と外壁の研磨仕上げ

6.2 人研ぎ(じんとき)

人研ぎ(人造石研ぎ出し仕上げの略)とテラゾとの違いは種石の大きさ²⁵⁾で、テラゾは上述したように10～12mmなのに対し、人研ぎはそれより小さく3～6mmとされている²⁶⁾。テラゾのほうが種石の大きいだけ高級な仕上げとなる。

7. バーナー(火炎)仕上げ

コンクリート表面をアセチレンや酸素ガスの炎で急激に加熱すると、熱膨張により表面が爆裂し、粗面が得られる。石材の場合には花こう岩にこの方法が用いられることから、種石には主として花こう岩の碎石が用いられる²⁷⁾。これは、花こう岩を構成する鉱物の一つの石英が573℃で体積が増加する性質を利用したものである。最近はほとんど事例がないため、写真を掲載できていない。

8. 洗出し仕上げ

洗出し仕上げとは、コンクリートを土間・床などに打ったあと、まだコンクリートが硬化する前に表面を水で洗ったり、硬化した後に、セメントペーストが酸に溶ける性質を利用して塩酸などを薄めた液で表面を洗ったりして、内部の骨材を見えるようにしたものである。

一般に寸法が5mm程度と小さくそろっている砂利(豆砂利・小砂利)を用いることが多く、色とりどりの砂利を用いることもあれば、類似した色の砂利を用いることもある。

また、型枠の表面にセメントの水和反応を遅らせる剤(リターダ、凝結遅延剤、表面凝結遅延剤^{注9)})を塗布しておいてコンクリートを打ち込む方法もある。この場合、内部のコンクリートに比べて表面(裏面)のコンクリートの硬化を遅らせることができ、骨材を露出させる作業が容易になる。**表3**に表面凝結遅延剤の例を示す。

洗出し舗装板の例を**写真12**に示す。製造方法は、型枠に凝結遅延剤を塗布し、砂利(海外産、5～20mm)を使用した化粧コンクリート、ゼロランプのコンクリート^{注10)}の順で投入し、上から圧力をかけて成形し、翌日に化粧コンクリート表面(型枠面)のモルタルを水で洗い出している。この例では自然な落ち着いた雰囲気醸し出している。

表3 表面凝結遅延剤の例(あいうえお順)

メーカー	商品名	主成分
シーカ・ジャパン	ルガゾールC、 -919、-919(超遅延)	グルコン酸塩
信越産業	チエンテックRN	天然系樹脂
竹本油脂	チューボールT-21	糖類とオキシカルボン酸塩
日本ジッコウ	ディスバライトCR、 ER、DV	グルコン酸ナトリウム
ノックス	リターダーY	有機酸、ノニオン界面活性剤
	セブンツーギア	有機酸、特殊界面活性剤
	デラントET-50	天然由来樹脂、特殊有機酸等
フローリック	フローリックT	オキシカルボン酸塩
山宗化学	ジョイノンI型	オキシカルボン酸塩



写真12 港南緑水公園と洗出し舗装板の例
(太平洋プレコン工業提供)

写真13は、凝結遅延剤が予め塗布されているシート(凝結遅延シート)を型枠に貼り付けてコンクリートを打ち込み、所定の養生期間後に脱型し、脱型後にコンクリート表面を高圧洗浄水で洗い出してコンクリート表面に骨材を露出させたものである。このシートは、設置後に雨水や洗いがかかっても効果が低下せず、従来のチッピング(削り)処理に比べて処理時間を短縮できる特徴がある²⁸⁾。



洗出し状況 洗出し完了
写真13 凝結遅延シートによる洗出し仕上げの例
(大林組提供)

なお、道路の分野ではコンクリート舗装の表面仕上げの一つとして、骨材露出工法を用いることがある。これはコンクリートの表面仕上げ後に凝結遅延剤を散布するなどし、養生後にブラシやショットブラストなどにより表面のモルタルを2～3mm程度削り、粗骨材の頂部を露出させ

る工法である。これは骨材を見せるのが目的ではなく、自動車のタイヤのすべり抵抗性の確保や道路の摩耗粉塵の低減を目的としたものである²⁹⁾。

9. 骨材埋め込み仕上げ

9.1 上面にあとから骨材を埋め込む方法

プレキャストコンクリートでパネルを製造するときに、まずコンクリートを型枠に入れ、次いで30分以内に上面にモルタルを15mm程度敷き、モルタルが硬化する前に玉石をモルタルに埋め込んでいく方法（骨材埋込み法、または、田植え法とも呼ばれる）である。

写真14に示す東京上野の国立西洋美術館本館（1959年竣工）では、外壁パネルの製造にこの方法が用いられた。玉石には当初高知県桂浜産の土佐青石^{※11)}（直径30～70mm）が用いられた。

1986年には玉石の付着状況とPC板の劣化状況の調査が行われた。その結果に基づき、1994年に外壁パネルの撤去・新設工事が行われ、玉石の落下防止のために玉石一つ一つにステンレスのアンカープレートが接着された。玉石にはフィリピンの首都マニラの南南西約400kmにあるバナイ島のイロイロ市産の玉石^{※12)}が代用されており³⁰⁾、写真14の右に示すように、青色以外の玉石も用いられている。



写真14 国立西洋美術館外観と外壁の骨材埋込み仕上げ

9.2 型枠の底面にあらかじめ骨材を埋め込む方法

比較的大きな粗骨材をあらかじめ型枠の底面に並べておいて、骨材を露出させる深さに砂を充填し、モルタルにより骨材を固定してからコンクリートを打ち込む方法（骨材置換法とも呼ばれる）である。

写真15は、国立西洋美術館本館に隣接する東京文化会館（1961年竣工）^{※13)}で、外壁や内壁に骨材埋込み仕上げが施されている部分があり、大ホールはPCa部材の外壁全面がその仕上げとなっている。国立西洋美術館が青色の玉石を埋め込んでいるのに対し、東京文化会館はかなり角のある白色～肌色の大理石の碎石を埋め込んでいる。

PCa部材の製作は、当初はコンクリートを打ち込んだ部材の上面にモルタルを敷いて四国産の大理石³¹⁾を並べ、

バイブレーターをかけて埋め込む方法であった³²⁾が、1999年の改修では、中国産の大理石を型枠底面の砂地の上に設置し、コンクリートを打ち込む方法を採用している³²⁾。

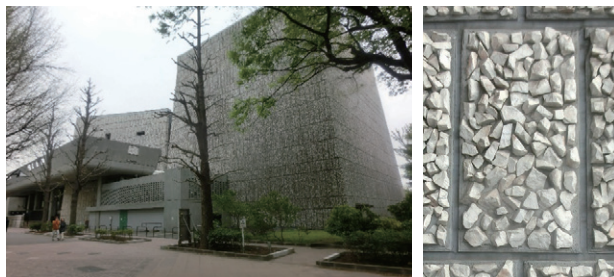


写真15 東京文化会館大ホール側からの外観と外壁の骨材埋込み仕上げ

10. おわりに

露出した骨材を見る機会は、敷石などでは多いが、建築物では比較的少ないと思われ、様々な情報誌でもそれを紹介しているものは極めて少ない。しかし、注意して見ると、記念碑的な公共建築物でなくても、意外なところに骨材が顔を出していることがある。また、通常のコンクリート構造物でも、見えないコンクリート内部の美しい世界を想像して骨材の魅力に思いを馳せていただけると幸いである。

謝辞

執筆に当たり、太平洋プレコン工業、関ヶ原石材、大林組、竹中工務店、鹿島建設、戸田建設、コンクリート用化学混和剤協会などをはじめ、関係各位より多くの情報・写真を引用させていただいた。記して謝意を表します。



profile

阿部道彦

工学院大学 名誉教授

1952年 札幌生まれ

専門分野：コンクリート工学

注

- 注1) 左官工事 JASS 15 左官工事 (1998年版) では「骨材あらわし仕上げ」、JASS 14 カーテンウォール工事 (1985年版) では「骨材露わし仕上げ」と表記している。
- 注2) 骨材を露出させるなどして意匠性を高めたコンクリートで、美術コンクリート、装飾コンクリート、化粧コンクリートなどと訳されている。
- 注3) 各表面仕上げの名称には、英語が付記されていることから、洋書を参考に取りまとめられたものと思われる。
- 注4) 文献により「・・枚」は「・・枚刃」とも、また、「・・目」は「・・刃」とも記載されている。
- 注5) 4号 (約0.6mm) ~5号 (約0.5mm) の珪砂が用いられる。
- 注6) JIS A 5411 (テラゾブロック) は1963年3月に、また、JIS A 5415 (テラゾタイル) は1971年6月に制定される。両者は1994年2月に統合され、JIS A 5411 (テラゾ) となり、2014年9月の改正を経て今日に至っている。
- 注7) JIS A 5411 では、「積層のテラゾ」と記載されている。
- 注8) 炭化ケイ素 (SiC) を主成分とする非常に硬い砥粒 (とりゅう) を焼き固めた砥石
- 注9) 洗出し仕上げに用いる凝結遅延剤は、表面凝結遅延剤と呼ばれることがある。
- 注10) ここでは、化粧コンクリートとはきれいな砂利を用いたコンクリートのことで、ゼロスランプのコンクリートとは超硬練りで通常の骨材を用いたコンクリートのこと。
- 注11) 土佐青石は、中生代ジュラ紀 (約1億5千万年前) に形成された堆積岩が変成作用を受けて生成した緑泥岩で、高知県仁淀 (によど) 川から海に運ばれたものが桂浜に打ち上げられたものとされている。
- 注12) 実際には玉石というより砂利といったほうが正確であろう。
- 注13) 2026年5月7日から大規模改修工事のため約3年間休館中。

参考文献

- 石村 進：着色コンクリート，建築技術，No.236，pp.101-121，1971.4
- 高田博尾：PC カーテンウォールの表面化粧仕上，施工，No.90，pp.164-182，1974.2
- 斉藤鶴義：化粧用骨材，セメント・コンクリート，No.331，pp.118-126，1974.9
- 日本建築学会：石材の表面仕上げ，建築工事標準仕様書・同解説，JASS 9，張り石工事，pp.49-55，1996.10
- 松沢晃一，橋高義典，小林克弘，中村孝也，芳村 学：古代ローマコンクリート建築物の仕上げに関する考察，日本建築工学会大会学術講演会研究発表論文集2010，pp.159-162，2010.6
- 保岡勝也：混凝土壁の表面仕上げに関する片々，建築雑誌，第224号，pp.3-5，1905.8
- Lori Aument: Construction History in Architectural Conservation, The Exposed Aggregate, Reinforced Concrete of Meridian Hill Park, Journal of the American Institute for Conservation, Vol.42, No.1, pp.3-19, 2003
- 松村秀一：コンクリートを建築の顔に仕立てる技法，ファサードをつくる，PCaコンクリート技術と変遷 (松村秀一，清家剛監修)，pp.52-53，プレコンシステム協会，2005.9，または，本田智明：ホワイトセメントを使用したPCカーテンウォール「アーキテクチュラルコンクリート」，CEM'S, No.59，pp.7-11，2013.10
- 吉田徳次郎：第15章 装飾仕上げ，コンクリートハンドブック，養賢堂，pp.154-159，1949.7
- 柿沢忠弘：コンクリートの素地を活かす骨材露出，建築技術，pp.117-119，2001.1
- 一般社団法人日本建設業連合会：日建連BCS賞，https://www.nikkenren.com/kenchiku/bcs/result_year.html?year=1984，p.54，1984 (参照：2026.9.14)
- 増山敏夫：コンクリートのはつり仕上げ，千葉文化会館/県立中央図書館の場合，建築技術，No.214，pp.119-124，1969.6
- 磯崎新アトリエ編著：ディテール別冊，磯崎新のディテールつくばセンタービルの詳細，p.30，p.42，彰国社，1985.12
- 中村達太郎：日本建築辞彙，p.321，丸善，1906.6
- 三橋四郎：和洋改良大建築学上巻，p.161，1904.2
- 島 弘，他2名：「はつり仕上げ」あるいは「洗い出し仕上げ」されたコンクリートの塩化物イオン浸透抵抗性，土木学会論文集，No.65，No.3，pp.353-363，2009
- J. G. Wilson: Exposed Concrete Finishes, Vol.1, Finishes to In-situ Concrete, 1962 (永井久雄訳：コンクリートの露わし仕上げ，現場打ちコンクリート仕上げ編，pp.69-99，鹿島出版会，1969.6)
- 佐々木哲也：PCaカーテンウォールの変遷と将来展望，コンクリート工学，Vol.64，No.5，pp.387-394，2026.5
- 斉藤鶴義，石村 進，木村隆俊：プレキャストコンクリートの表面化粧，建築技術，pp.103-126，No.245，1972.1
- 向井 毅，小俣一夫，高橋孝治，逸見義男，丸一俊雄，矢野光一，渡辺敬三：コンクリート構造物の仕上げ，コンクリート工学ブックス・5，pp.57-61，コンクリート工学協会，1986.5
- 岩田年晴，他7名：アーキテクチュラルコンクリートを用いた格子状PC板とバルコニーPC板の計画と施工，明治大学駿河台C地区整備計画 (建築)，戸田技報 建築 134，pp.133-144，2012.9
- 全国石材工業会：大理石・テラゾ五十年の歩み，全国石材工業会，p.87，1965.5
- 平岡佳樹，他5名：研ぎ出し仕上げSRC-PCa柱と歴史ある建物を再現する外装工事の施工記録，-早稲田大学早稲田キャンパスD棟 (仮称) 新築工事-，戸田技報 建築 138，pp.1-10，2014.9
- 伊藤宏樹：呼吸する外皮，新建築，Vol.79，No.12，p.79，2004.12
- 加賀秀治：テラゾおよび人造石研ぎ出し仕上げ，セメント・コンクリート，No.341，pp.40-41，1975.7
- 日本建築学会：建築工事標準仕様書 JASS 15 左官工事 第6版，p.269，2019.12
- 加賀秀治：骨材あらわし仕上げ，セメント・コンクリート，No.340，pp.44-45，1975.6
- 川島宏幸，平田隆祥，十河茂幸，相原 功：アルカリ可溶型凝結遅延シートによるコンクリートの骨材洗出し技術，大林組研究所報，No.55，pp.39-44，1997，または，大林組HP：https://www.obayashi.co.jp/technology/shoho/055/1997_055_06.pdf (参照：2026.9.9)
- 一般社団法人日本道路建設業協会：骨材露出工法，<http://www.dohkenkyo.net/pavement/meisyo/kotuzai.html> (参照：2026.8.17)
- 秋山 稔：国立西洋美術館本館，コンクリート工学，Vol.46，No.9，pp.129-132，2008.9
- 島 義人：東京文化会館の大改修，新建築，Vol.74，No.6，p.93，1999.6
- 平井直樹：TOPICS 東京文化会館，コンクリート工学，Vol.59，No.12，pp.982-983，2021.12

実験研究に基づく些細な私見

その6 建築材料に刻まれた原爆の痕跡

1. はじめに

2022年2月に勃発したロシアによるウクライナへの軍事侵攻、2023年10月に始まったイスラエルとハマスの戦闘、さらに近年の米国とイランを巡る軍事衝突では、多くの民間人が犠牲となり、都市や建築物が破壊され、人々の生活基盤が失われている。武器による惨禍は時代が変わっても繰り返されており、報道で映し出される惨状を見るたびに、1945年に広島で起きた出来事を決して過去の歴史として捉えてはならないと痛感する。

広島市には複数の被爆RC造建築物が現存している。これらは単なる歴史的建築物ではなく、原子爆弾の被害を現代に伝える『証言者』である。建築技術者にとって、被爆建築物を適切に調査し、安全性を評価し、将来へ保存・活用することは重要な社会的使命と考えている。

本報では、2006年に解体された「広島県立広島商業高校本館」から採取したコンクリート試験体の調査結果と、重要文化財として保存・活用が決まった「広島旧陸軍被服支廠倉庫」の調査結果を紹介する。前者では、爆熱の影響と考えられる著しい劣化が確認され、原爆の凄まじさを建築材料が今なお物語っていることを示す貴重な知見が得られた。後者では、常時微動計測によるリサージュが、歴史的建築物の損傷状態の把握や補強・補修計画に有効であることを示す。これらの調査を通して、被爆建築物の保存・活用や被爆データを後世へ継承することの意義について考えたい。

2. 広島県立広島商業高校本館における被爆の痕跡

2.1 試験体および測定内容

2.1.1 建築物の概要

この建築物は、竣工1934年、解体2004～2005年の被爆RC造建築物であり、現在は記念モニュメントのみを残して新校舎が建築されている。竣工当時の設計資料は残っていないが、(一社)広島県建築士協会・建築物耐震診断等評価委員会は本建築物の設計基準強度が 13.5N/mm^2 であったと推定している¹⁾。1階平面図を図1(a)に、北立面図を同図(b)に示した。建物の改修に関しては、1984年に外

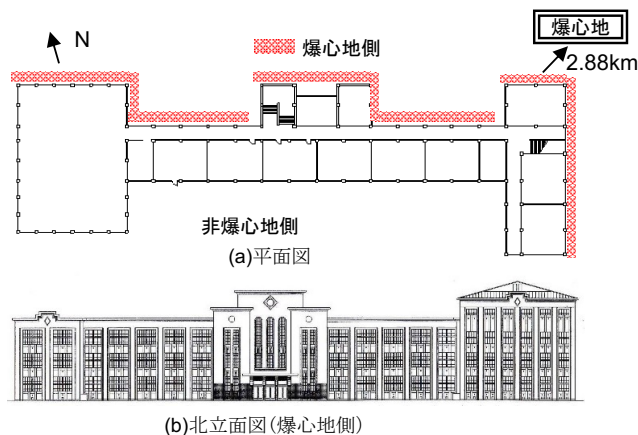


図1 調査建築物の平面図及び北立面図

壁改修及び階段室の改修、1990年から1993年にかけて内部改修の記録が残っている。1983年に行われた調査²⁾から、本建築物は1984年の外壁改修までは被爆後大規模な修繕は行われておらず、外壁には多くのひび割れや剥落が生じており、かなり老朽化が進んだ状態で使用されていたことが伺える。

1945年の被爆当時は陸軍兵器学校広島文教所として使用されており、爆心地からは南西に2.88kmの位置であった。すなわち建築物から見て爆心地は北東の方向となる(図1(a)に矢印で示す)。原爆によって、校舎本館の窓は破損し、瓦が飛び、雨天体操場は倒壊し、建物疎開作業に動員されていた生徒・教職員多数が犠牲になったとの記録が残っている³⁾。また、文献⁴⁾には、爆心地から3km圏内では物質の自然発火が発生したという記録が示されており、建築物の爆心地側面(北東面)は、瞬時に非常に高い熱線を浴びていたものと推察される。

2.1.2 採取したコンクリート試験体

広島県教育委員会の協力によりコンクリート試験体は各種実験用に直径10cmの円柱コア試験体が、爆心地側から28本、非爆心地側から51本抜き取られた。なお、後述する試験結果において、試験体記号は「採取した部材の方向」「階」「部材」の列記で表すこととし、「採取した部材の方向」とは爆心地側(記号:爆)と非爆心地側(記号:*)とに分類した。例えば、「爆2梁」とは「爆心地側の2階の梁から採取した試験体」、「*3柱」とは「非爆心地側の3階の柱から採取した試験体」を表す。

採取したコア試験体の例として、写真1(a)に爆心地側



(a) 爆心地側試験体「爆1梁」の外観



(b) 非爆心地側試験体「*1梁」の外観

写真1 採取した試験体の外観（例）

の梁部材、写真1 (b) に非爆心地側の梁部材から切り出したコアの写真を示す。誌面では観察し難いかもしれないが、同写真 (a) に示す試験体は全体的に赤みを帯びており、爆心地側から約10cm程度はその赤みが濃く、表面劣化が激しかったためか、戦後に約50mmのモルタルが塗られている。一方、写真 (b) に示す非爆心地側の試験体は灰色のコンクリート色を保っている。

2.1.3 測定項目

採取した試験体より、吸水率、細孔径分布、粉末X線回折および水和セメントのTG-DTA（示差熱・熱重量分析）等、コンクリートの物性の計測を行った。実験は、主として被爆の影響がコンクリートの組成や物性に及ぼす影響を検討することを目的としたため、爆心地側と非爆心地側の試験体の比較を行うとともに、図2に示すように試験体断面の屋外側（外部）から採取した試料と中央部（内部）から採取した試料の比較も行っている。

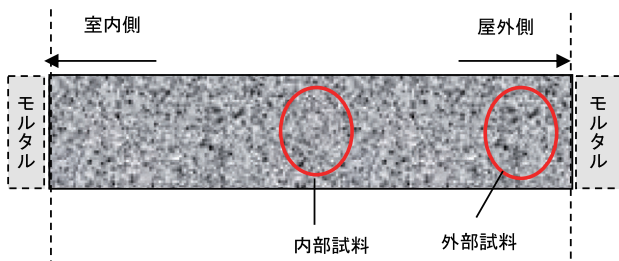


図2 梁・壁試験体から試料の採取

2.2 主要な実験結果⁵⁾

2.2.1 TG-DTA 試験結果

図3に爆心地側の2階梁から採取した試験体「爆2梁」の

TG（熱重量分析）とDTA（示差熱分析結果）に関する試験結果を示す。同図 (a) は写真2に示す試験体の中央部（内部）から採取した試料の分析結果、同図 (b) は屋外側（外部）から採取した試料の分析結果を示している。

試験体内部（同図 (a)）は110℃程度で、セメント中の水和物の結合水の離脱が明確に認められ、また500℃付近の温度で $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の結晶水の脱離が明確に認められる。このことは、試験体内部では $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が十分に存在していたことを示すものであり、試験体内部はアルカリ性が確保されていたことを示す。

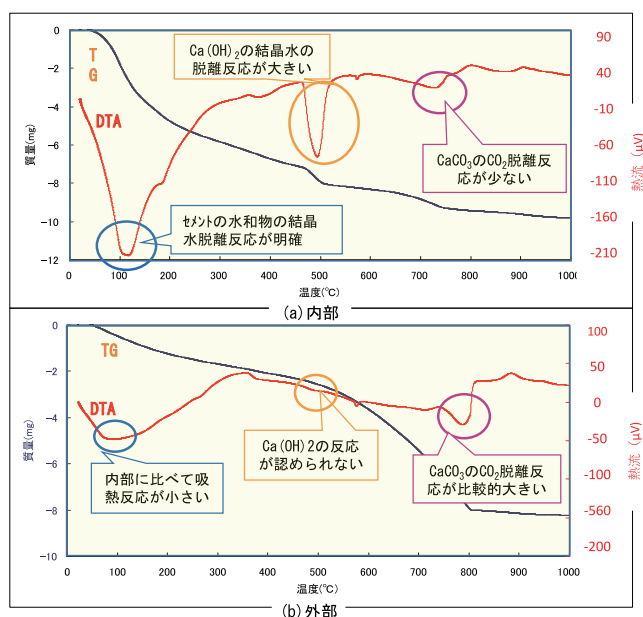


図3 被爆側試験体「爆2梁」の示差熱・熱重量分析試験結果



写真2 粗骨材とモルタルとの隙間（例）

一方、爆心地に面する外部の試験体（同図 (b)）では、100℃前後での水和物からの結合水脱離の反応がほとんど認められない。このことはこの試料の部分が100℃以上の高熱を受けたことを意味し、恐らく被爆による熱線が影響したものと考えられる。また、同図では、内部試料で認められた $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の結晶水の脱離反応が全く認められず、 CaCO_3 の CO_2 脱離反応が明確に認められた。このことから、外部では試験体の炭酸化が進行していたことが明らか

であり、またこの試料が750℃程度におけるCaCO₃のCO₂脱離の反応が大きいことは750℃までの温度上昇を経験していないことを表している。

これらの試験結果に加え、後述する中性化の異常な進行を考慮した上で、岸谷博士らの受熱温度推定手法⁶⁾に基づき考察すると、被爆時には、調査建築物のコンクリート表面はCa(OH)₂の結晶水の脱水温度である約500℃と上記の750℃との中間の温度に達したものと推察した。また、写真2に示すように、採取したコンクリート試験体の断面を観察すると、特に粗骨材とモルタル部分との層間に空隙がある箇所が目立ち、粗骨材とモルタルとの付着一体性が確保されていない部分が多い。

2.2.2 コンクリートの強度試験結果

調査対象の建築物の様々な部位から採取したコンクリート試験体の圧縮試験結果を図4に示す。同図は爆心地側から採取した試験体と非爆心地側の試験体を分けて圧縮強度を示している。爆心地側の試験体強度は10～27N/mm²の広い範囲に分布し、平均値は16.2N/mm²であった。非爆心地側の1階から採取した試験体は、26N/mm²程度の高い強度を示し、平均強度は20.6N/mm²の値を示した。同図の強度分布の傾向から、圧縮強度の平均値の差4.4N/mm²は有意差と判断され、爆心地側のコンクリートは非爆心地側のコンクリートよりも強度が小さいと言える。この傾向を確認するため、図5で同一階から採取した梁、柱ごとに爆心地側と非爆心地側の平均強度を比較した。同図より爆心地側のコンクリート強度は非爆心地側に比べて強度が小さくなっていることが明らかと言える。

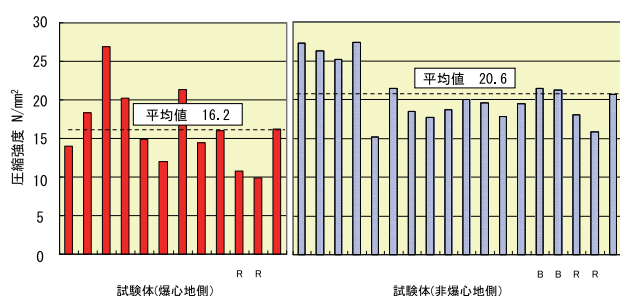


図4 コンクリート試験体の圧縮試験結果

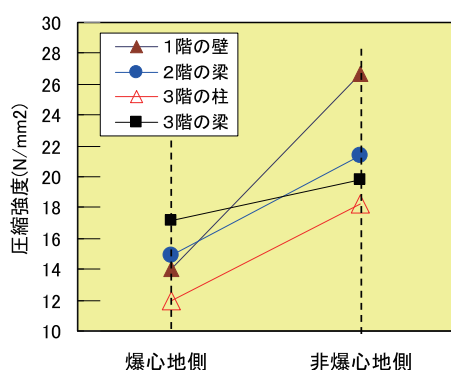


図5 爆心地側と非爆心地側のコンクリート強度の比較

2.2.3 中性化深さ

図6に中性化試験結果を示す。中性化試験は各部材から仕上げモルタルを外し、コンクリート部分の屋外側表面と室内表面側から測定した。図6(a)は爆心地側試験体と同図(b)は非爆心地側試験体に分けて示している。この図から爆心地側の中性化が確認され、本建築物の中性化深さは平均で134mmに達し、中には200mmに達する部位も存在した。本建築物の数年前に建設された同潤会アパートでは、中性化深さが30～40mmの範囲に分布しており⁷⁾、同時期の建築物のコンクリートと比較しても明らかに異常と言える。しかも前項に示したように、これらのコンクリートは内外ともかなり厚い左官モルタルでこの数十年間は保護されていたことを考慮すると、この異常な中性化は被爆の影響であることを示唆している。

すなわち、先の図3で示した500℃付近における水酸化カルシウムの結晶水の脱離が被爆時に既に生じたものと考えられる。この現象は非爆心地側、建築物内部まで及んでおり、原爆に伴う熱風、火災さらには放射線が影響していることを強く示唆するものである。

建築材料にはこのような高熱の痕跡が今なお残されている。一方で、その熱線や熱風にさらされた人々が受けた苦しみは、筆舌に尽くし難い。

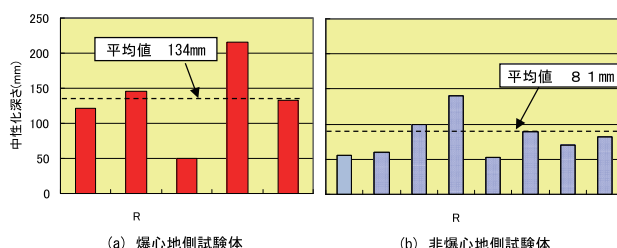


図6 コンクリートの屋外側からの中性化深さ

3. 広島旧陸軍被服支廠倉庫 (重要文化財)

3.1 建築物および調査内容

3.1.1 建築物の概要

広島旧陸軍被服支廠倉庫（以下、被服支廠倉庫）は、陸軍で使用される軍服や軍靴などの生産・貯蔵を目的に建設され、1913年に完成した。本建築物は、内外壁はレンガ造、内部の柱・梁・スラブの主構造要素は鉄筋コンクリート造となっており、一般的なレンガ造軸組は木造であることが多い中で、当時の骨組としては建築学的にも極めて貴重なものである。被服支廠倉庫は爆心から約2.7kmの距離に位置する被爆建築物であり、爆心側の鉄扉や窓には爆風の跡が残っている。また、国内に現存する鉄筋コンクリート造建築物としては、長崎県端島（軍艦島）の30号棟（1916年）よりも古い建築物である。

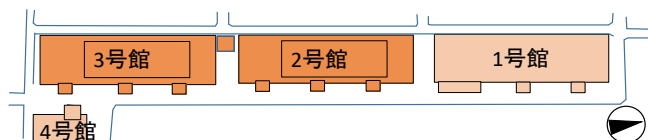


図7 配置図

被服支廠倉庫は図7の配置図に示すように、4つの棟が現存しており、4棟とも2024年1月に国の重要文化財（建造物）に指定され、現在、保存・活用に向けた補強・改修工事が進められている。

1号館～3号館は同一形状であり、延べ床面積が4,578m²と巨大な倉庫であり、一列に並んだ外観は迫力があり、存在感を示している。写真3に1号館の外観、写真4に1号館～3号館が並び建つ様子（補強・改修工事以前の調査時点）を示す。



写真3 広島旧陸軍被服支廠倉庫1号館の外観（調査時）



写真4 一列に並び建つ1号～3号館の外観（調査時）

3.1.2 測定項目

本調査は1号館～3号館を対象に行った。図8に2号館の平面図を示している。本調査は、保存・改修を見越した資料の蓄積を主眼とし、不同沈下および振動計測に関する調査を中心として、ひび割れの原因や本建築物の振動特性を把握することで、今後の維持管理のデータの蓄積を行った。ここでは調査結果の一部を抜粋して紹介する。

3.1.3 リサージュ描写手法⁸⁾

本調査では、常時微動計測から得られたデータよりFFT解析を行い、各振動数ピーク値において、バンドパスフィルターを適用して振動モードの抽出を行った。この

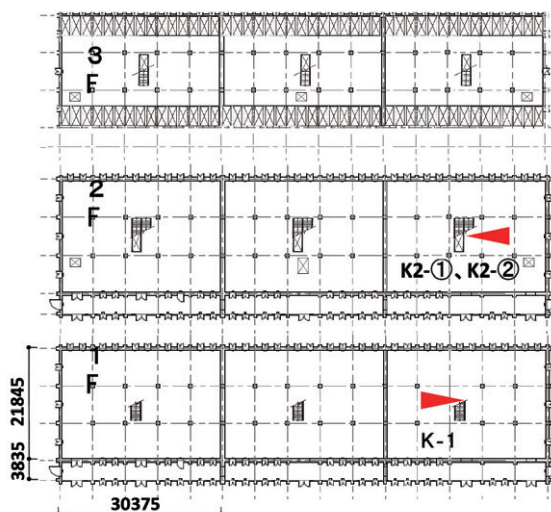


図8 2号館の平面図

手法の概要を以下に示すが、詳細は文献8)をご覧ください。

- (1) フーリエスペクトル解析の各極値を中心としてバンドパスフィルターの幅 (Hz) を設定する。バンドパスフィルターの設定による単ピークの振動領域を抽出する。
- (2) 設定した幅のバンドパスフィルターでフーリエ逆変換し、極値近辺の周波数域のみの加速度値を求める。
- (3) 上記で求めた各計測点（各座標）の各加速度を直線で結んで、一定時間の線の重ね合わせより振動モードを推定する。この手法により各計測点（各座標）座標の加速度を線で結んで振動モードを可視化した結果を示すことができる。

3.2 調査結果

3.2.1 圧縮強度および中性化試験結果

コア試験体によるコンクリートの圧縮強度は、梁部材で13.2～17.9N/mm²、床部材で14.6～17.5N/mm²の範囲を示し、1921年（大正9年）制定時の市街地建築物法施行規則によるコンクリート強度4.41N/mm²を3倍した値である13.5N/mm²を設計基準強度と仮定するとコア強度はこの値を十分に満たしている。

中性化は全体的に進行しており、1階の梁では90mmに達しているものもあった。ほとんどの部材で鉄筋位置まで中性化は進行しているものと考えられる。先に示した県立広島商業高校と同様に中性化の進行は非常に速い。ただし、鉄筋の腐食は漏水部を除けばあまり進んではいなかった。

3.2.2 ひび割れの発生状況

建築物には数多くのひび割れが生じている。図9の梁間方向断面図に代表的なひび割れを示した。同図にも示すように、3階の内柱において被害が顕著な箇所であり、輪切り状のひび割れが柱材軸全長にわたって観察された（写真5～写真7）。ひび割れ幅は平均2.2mmであり、一般的なひび割れ幅より著しく大きい値であった。

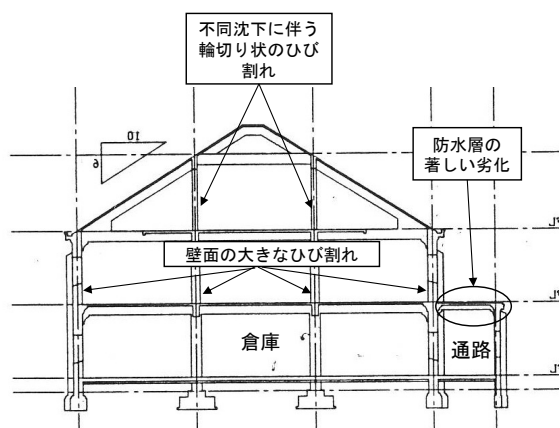


図9 梁間方向の断面図と著しい劣化

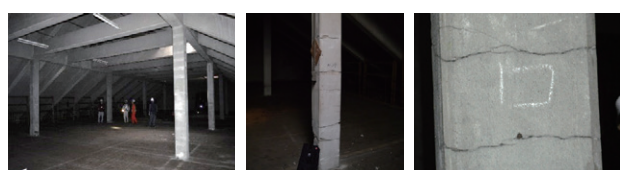


写真5 柱にひび割れの生じている3階
写真6 輪切り状ひび割れの生じた柱
写真7 ひび割れ部の拡大

3.2.3 不同沈下量の計測結果

2号館各階におけるY3（桁行）方向の不同沈下量測定結果を図10に示す。同図には実線で2014年の計測結果、点線で1992年の計測結果を示す。同図に示すようにY3通りでは、建築物の中央部ほど、沈下量が大きく、また1992年から沈下が進行していることが分かる。本建築物は、外周壁部は杭をもつ基礎梁で連続して存在するのに対し、内柱部は独立杭基礎となっている。そのため、外周壁部（端部）よりも内柱部（中央部）の沈下量が大きくなったと考えられる。

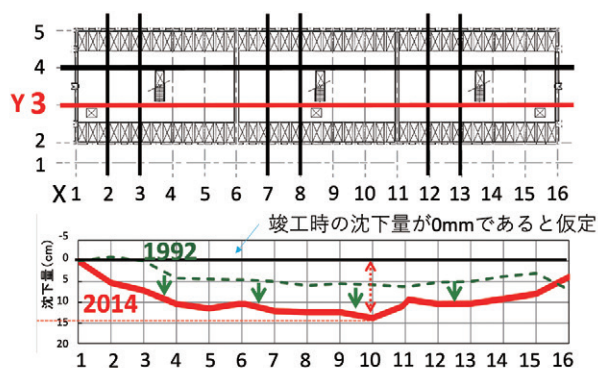


図10 Y3（桁行）方向の不同沈下

先の写真5～7に示した輪切り状のひび割れが観察された3階内柱には、地盤沈下による重力方向の外力が内部の柱に作用し、さらに、1・2階に比べ3階柱断面が著しく小さいため、この柱に作用する引張応力は大きくなり、ひび割れが生じたものと考えられる。

3.2.4 建築物の高さ方向のリサージュ

無線加速度センサを1階床、2階床、3階床及び屋根小屋組に高さ方向で一直線に配置して、常時微動計測を行った。

表1に示すように、X（梁間）方向とY（桁行）方向の1次卓越周期は、桁行方向と梁間方向で、それぞれ0.15sec及び0.18secが確認された。また、RD法で求めた減衰率は、1階と2階の減衰率は7.54%～10.19%の値が求められ、一般のRC建築物よりもかなり大きな値として算定された。経年劣化および地震の発生より建築物内部の亀裂などの損傷によりエネルギーの損失や内部減衰が大きくなり、減衰率が大きく評価されたものと考えている。

表1 桁行方向と梁間方向の卓越周波数と減衰率

方 向	卓越周期 (sec.)		減衰率 (%)	
	1次	2次	1階	2階
桁行 (X)	0.15	0.07	7.54	10.15
梁間 (Y)	0.18	0.10	10.19	9.87

図11 (a)、(b)に常時微動のリサージュをそれぞれX（梁間）方向とY（桁行）方向で示す。X（梁間）方向では3階床面の常時微動による加速度が卓越して大きく現れている。Y（桁行）方向の一次振動モードは単純な直線運動であるが、梁間方向は各方向の振動が混在していることが分かった。いずれも、2階に比べて、3階床から上部が水平方向に常時大きく揺れていることが分かる。この要因の一つとして、前項で述べた不同沈下が大きく影響していると考えられる。また、もう一つの原因として3階桁行方向の外周床が吹抜け状態であり、外周煉瓦張り壁による内部構造架構の拘束効果が弱いことも影響していると考えられる。

本建物の応答及び変形を全体的に把握するため、計測から得られた加速度データをローパスフィルター（20Hz以下）でより処理し、最大加速度の絶対値を求め、また各階の層間変位を求めた。図12の最大加速度によると、2階床面応答加速度は1階と大きく変わらなかったが、3階床面から明らかに応答が増幅していることが見られた。また、図13の各階の層間変形を見ると、3階床面と2階床面に大

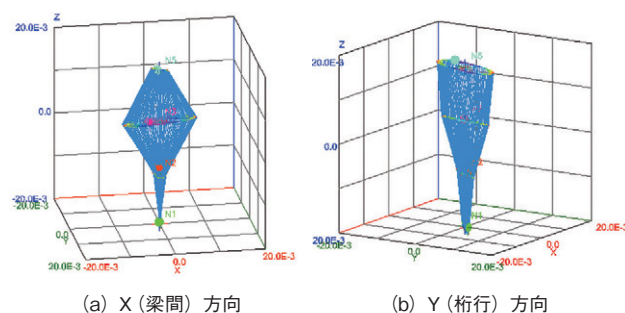


図11 1次卓越周期のリサージュ

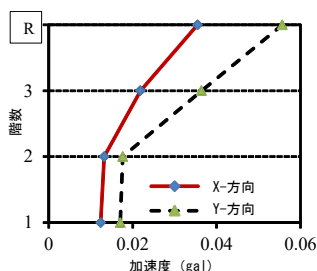


図12 各階の最大加速度の絶対値

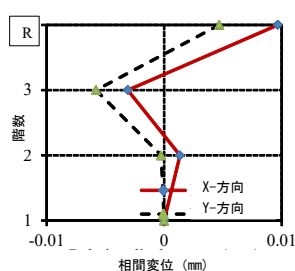


図13 梁間方向の層間変形

きな変位差が示されており、逆変形が発生している振動モードが大きいたことが示されている。

これらの結果から、この建築物の常時微動における振動状態は図14に示すようなモデルで表される。不同沈下によって3階床に作用する下向きの外力と3階外周床の吹抜けにより壁との一体性不足を原因とし、慣性力によって3階以上は2階以下の壁面と逆方向に常時、振動している可能性が高い。

すなわち3階の柱は屋根小屋組からつり下げられた状態であると言える。構造安全性の確保という点では、不同沈下対策、3階の柱の補強および3階床の周辺吹き抜け部の補強が必須と考える。なお、本報では示していないが、屋根防水が性能を発揮しておらず、建物内部には多くの雨漏りが確認された。これは経年劣化を促すものであり、早急な補修が必要と判断した。

以上の調査成果は、被服支廠の利活用および安全対策工事に関わる関係部署や各種委員会へ情報提供を行い、保存・活用や安全対策の検討に資するものとした。

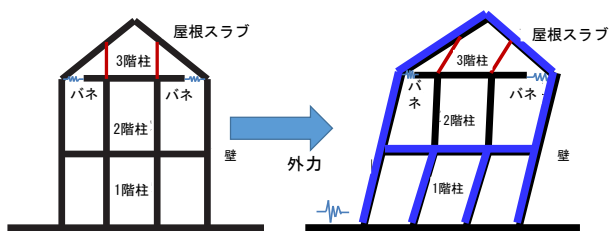


図14 リサーチから推定される梁間方向の常時の振動状態

4. まとめ

広島に現存する被爆建築物は、戦争の惨禍を後世へ伝える極めて重要な歴史的遺産である。今回示したコンクリートの劣化状況や被服支廠倉庫の調査結果は、原爆が建築物に与えた影響の大きさを物語っている。建築技術者には、これらの建築物を安全に保存・活用するとともに、そこに刻まれた被爆の痕跡を次世代へ確実に継承する責務がある。筆者も地元研究者として、調査と情報発信を継続し、被爆建築物の保存と平和への願いの継承に貢献していきたい。

本稿における一部の解析は、JSPS 科研費 JP26K07757 の助成を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表す。

5. ご挨拶

「これまでの実験研究に基づく些細な私見」と題した6回にわたる特集も、本号をもちまして最終回となりました。私見に満ちた拙稿にもかかわらず、最後までお付き合いいただきました読者の皆様、そしてこのような貴重な執筆の機会を賜りました建材試験センターの皆様に、心より感謝申し上げます。

今後も力の続く限り、広島私立大学において研究と教育に励み、建築材料技術の発展に少しでも貢献してまいりたいと考えております。また、建材試験センターの皆様とのお縁を今後も大切に、引き続きお付き合いさせていただければ幸いです。末筆ながら、皆様のますますのご発展とご健勝を心よりお祈り申し上げます。

参考文献

- (一社) 広島県建築士協会・建築物耐震診断等評価委員会：建築物耐震診断等評価書 (広島商業高等学校・校舎 (1号棟) 耐震診断, 評-1, 2004.11
- 島津孝之：広島県教育委員会委託 県立広島商業高等学校校舎の耐力度調査報告書, 1983.12
- 広島市：被爆50周年ヒロシマの被爆建築物は語るー未来への記憶, 広島平和記念資料館, 1996.3
- 日本学術会議原子爆弾災害調査報告書刊行委員会編：原子爆弾災害調査報告集 第一分冊・理工学編, 日本学術振興会刊, 1953.3
- 大久保孝昭, 松本慎也, 流田靖博, 沢木大介：広島で被爆したRC造建築物における材齢70年のコンクリートの諸物性, 日本建築学会構造系論文集 第73巻 第623号, 27-34, 2008.1
- 岸谷孝一, 森実：火害を受けた鉄筋コンクリート建物の受熱温度の推定, セメント・コンクリート No302, 1972.4, pp13-22
- 古賀一八, 吉岡昌洋：同潤会アパートの躯体と仕上げ技術を探る, セメント・コンクリート No686, 2004.4, pp26-35
- 李亮, 松本慎也, 大久保孝昭：建築物の耐震補強前後の常時微動の比較計測への無線計測システムの適用実験, 日本建築学会技術報告集, 第22巻, 第51号, pp.435-440, 2016, 6



profile

大久保孝昭

安田女子大学 理工学部 建築学科・教授
(広島大学 名誉教授)

優しい

カイゼンの授業

株式会社エイシン・エスティー・ラボ
代表取締役
山本 諭

— 学校では教わらない、現場・品質・財務をつなぐ実践知識で、会社を強くする —

第1回 「現場が悪い」で終わらせない原価管理

1. はじめに

本号から連載を担当させていただく、山本と申します。本誌では、2022年9・10月号において「現代社会における従業員教育の重要性について」、2024年7・8月号において「5S活動による組織改革」という題で寄稿の機会をいただきました。今回の連載「優しいカイゼンの授業」では、製造現場で起きている身近な問題を出発点に、原価管理、品質管理、人材育成、資金繰りといったテーマを、できるだけ分かりやすい言葉でお伝えしていきたいと考えています。

カイゼンは、作業時間の短縮やムダ取りだけではありません。人が育たないこと、利益が残らないことも、会社を良くしていくうえでは大切なテーマです。しかし、そうした問題の原因は、現場で経験を積むだけでは、なかなか気づきにくいものです。だからこそ、この連載では「授業」という言葉を使い、難しい理論ではなく、現場で使える考え方として一つずつお伝えしていきたいと思います。

私たちは、読み書きや計算ができることを、つい当たり前のように考えてしまいます。しかし、それは大人になれば自然にできるようになるものではありません。学校で教わり、教科書があり、先生がいて、練習する時間があつたからこそ、少しずつ身につけることができたのです。仕事も、本来はこれと同じです。ところが、原価の計算方法、品質管理の考え方、人を育てる仕組み、決算書の見方、こうしたことを、体系立てて教わった人はどれだけいるでしょうか。多くの現場では、「見て覚えろ」「やりながら慣れろ」という形で仕事が引き継がれていきます。経験から学ぶことは大切ですし、現場でしか分からないこともたくさんあります。ただ、それだけでは限界があるのも事実です。経営者も同じです。ものづくりが好きで会社を始め、お客様に喜ばれる製品を作りたいと続けてきた。気づいたら人が増え、売上が増え、銀行対応や資金繰り、従業員の育成など、ものづくり以外のことにも多くの時間を使うようになった。しかし、「経営」や「財務」や「組織づくり」を、最初からきちんと学ぶ機会があつた人は多くありません。こうしたことは経営者だけが理解していればよい、と

いうものでもありません。現場の一人ひとりが原価を少しでも理解し、品質の仕組みを知り、評価のものをさしを共有できていれば、会社は大きく変わります。どんなに立派な仕組みを作っても、現場が理解していなければ動きません。逆に、現場が理解し始めると、仕事の進め方が変わり、会社全体の動きも少しずつ良くなっていきます。

2. 「うちは大企業じゃないから…」

原価管理というと、「どの会社でも当然やっているもの」と思われるかもしれませんが、しかし、製造業の現場を支援していると、実際のコストを十分に把握できていない会社は少なくありません。その理由の一つには、これまで経験や勘で何とか回してきた、という背景があります。また、原価計算は経理が行う難しい仕事であり、現場には関係ないと思われていることもあります。さらに、日々の納期や不良対応に追われ、記録や確認まで手が回らない、という現実もあります。そうした中で、原価計算の話をする、よく返ってくる言葉があります。

「うちは大企業じゃないから…」

人事評価の仕組みを提案しても、品質管理の体制を整えようとしても、同じような言葉が返ってくることがあります。もちろん、中小企業には中小企業ならではの事情があります。人も、時間も、お金も限られています。一人がいくつもの役割を担い、目の前の仕事を回すだけで精一杯という会社が多いのが現実です。でも、考えてみてください。大企業が原価計算をするのは、大企業だからではありません。どこで利益が出て、どこで損をしているかを知らなければ、利益につながる改善ができないからです。人事評価の仕組みを作るのも、それがなければ人が育たないからです。品質管理の仕組みを整えるのも、ISOの認証を取るためだけでなく、同じミスを繰り返さないためです。人も、お金も、時間も限られている。だからこそ、勘や経験だけに頼り続けるのではなく、自社に合った形で、会社を動かすための仕組みを少しずつ持つことが大切です。

3. 忙しいのに利益が残らない理由

現場が忙しいことと、利益が残ることは、必ずしも同じではありません。毎日フル稼働している。残業もしている。納期にも何とか間に合わせている。それなのに、思ったほど利益が残らない。このような悩みを抱えている会社は少なくありません。しかし、それを現場の努力不足だけで片づけてしまうのは、少し乱暴です。むしろ、頑張っている現場ほど、この悩みを抱えやすいように感じます。例えば、前工程の遅れや仕様変更が重なり、思うように作業が進まない。納期に間に合わせるために、予定外の応援や残業で何とか対応する。こうした状況は、単純に「現場が悪い」と言えるものではありません。問題は、原因が見えないまま、その場その場の頑張りで乗り切ってしまうことです。そこには「見えないコスト」が隠れています。手直しにかかった時間、確認待ちで止まった時間、段取り替えにかかった時間、不良対応に追われた時間、探し物で止まった時間。これらは売上数字には現れません。それでも、確実に誰かの時間を使い、会社のお金を使っています。問題は、それがコストとして見えにくいだけでなく、そもそもコストとして意識されにくいことです。

売上を増やすことはもちろん大切です。しかし、見えないコストが増え続ければ、利益は思ったほど残りません。だからこそ、売上を伸ばすだけでなく、ムダなコストを見逃さないことが大切です。会社経営は、野球の試合に似ています。利益を出す方法は「売上を上げる（攻め）」か「コストを下げる（守り）」の二つです。ただし、攻めで点を取することは簡単ではありません。満塁ホームランでも4点しか入らないように、売上が急に何倍にも伸びることは稀で、点はコツコツ積み上げていくしかありません。一方で、コストを下げる「守り」は地味に見えるかもしれませんが、今日の工夫が明日の数字に表れやすい部分でもあります。減らしたムダは、その分だけ利益として残りやすくなります。逆に守りでエラーが続けば、せっかく積み上げた点も、すぐに追いつかれてしまいます。だからこそ、まずは守りを固めることが大切です。その第一歩が、実際にかかった時間やお金を把握することです。どこで時間がかかり、どこで手戻りが起き、どの仕事で利益が残っていないのか。こうした事実が分かってくると、初めて「何を改善すべきか」が見えてきます。問題は、忙しさの中で利益を削っている原因が見えないことです。だからこそ、まずは現場を責めるのではなく、今の頑張りがきちんと利益につながっているかを見えるようにすることが大切です。

4. 「原価計算」は難しくない

「原価管理」と聞くと、経理が行う難しい計算を思い浮

かべる方も多いと思います。簿記の知識が必要で、専用のソフトが必要で、自分には関係ない。そんな印象を持たれることもあります。しかし、現場改善に必要な原価の考え方は、必ずしもそこまで難しいものではありません。ここで扱いたいのは、会計上の正式な原価計算ではなく、実際の仕事にかかったコストです。作業時間をもとにした人件費、材料費、外注費などを大まかにつかみ、見積との差から改善のテーマを見つけていく考え方です。本稿では、この「実際にかかったコスト」を「実コスト」と呼ぶことにします。実コストには人件費だけでなく、材料費や外注費も含まれます。作業時間の記録だけでは実コスト全体は見えません。材料を予定より多く使っていたり、外注費が想定より増えていたりすれば、作業時間に問題がなくても利益は残りにくくなります。だからこそ、まずはその日その日の作業について、「何を、どれだけ、どれくらいの時間で行ったのか」を記録し、そこに材料費や外注費も大まかに紐づけてみるのが大切です。

流れはシンプルです。

- ①実績を取る
- ②製品ごとに実コストを出す
- ③見積と比べる
- ④改善につなげる

この順番が大切です。特に重要なのは、最初の「実績を取る」という部分です。ここが抜けると、その後の計算はすべて推測になります。もちろん、経験や勘を否定するわけではありません。長年現場を見てきた人の感覚には大きな価値があります。ただし、感覚だけでは比べることも、検証することもできません。改善したのかどうかも、分かりにくくなります。記録は、原価管理の土台です。難しい計算から始める必要はありません。まずは、現場で起きていることを、少しずつ数字として残すこと。そこから、原価管理は始まります。

5. 「4つの事実」を記録することから始める

最初から立派なシステムを導入しようとする、かえって続かなくなることがあります。まずは、次の4点が分かる記録を、毎日残すことから始めます。

- ・誰が（担当者、人数）
- ・何を（工程名、作業名）
- ・どれだけ（数量、回数）
- ・どれだけの時間（作業時間、段取り・手直し等も含む）

作業日報をつけていない会社は、思っているよりも多くあります。また、作業日報をつけるだけで誰も見ていない、という会社も少なくありません。しかし、記録は残すだけでは意味がありません。あとで実コストを確認するための材料として使ってこそ、現場で起きていることが見えてきます。とはいえ、現場に細かい金額まで書かせる必要

表1 製品別 実コスト集計例

日付	製品名	工程	担当者	人数	良品	不良	作業時間	人件費単価	人件費	材料費	外注費	実コスト合計	1個あたり実コスト
2026/9/1	A品番-001	加工	作業員A	1	600	0	4.0	2,500	10,000	80,000	—	90,000	150.0
2026/9/11	A品番-001	外注処理	—	—	600	0	—	—	—	—	45,000	45,000	75.0
2026/9/14	A品番-001	検査	検査員B・C	2	580	20	6.0	2,000	24,000	—	—	24,000	41.4
合計	(A品番-001)			—	580	20	10.0		34,000	80,000	45,000	159,000	274.1

はありません。まずは、作業実績に加えて、次の2点をあとで大まかに確認できれば十分です。

- ・材料をいくら使ったか
- ・外注にいくらかったか

材料費や外注費は、仕入台帳や請求書などから確認します。現場が記録した作業実績に、管理側で確認した金額を結びつけることで、「この製品に実際どれくらいのコストがかかっているのか」が見えるようになります。表1は、作業実績と金額を結びつけた集計例です。現場の記録や請求書などをもとに、管理側でまとめた完成形の例であり、現場にすべての項目を入力してもらうという意味ではありません。

とはいえ、記録そのものに負担を感じる現場もあります。「ただでさえ忙しいのに、これ以上仕事を増やすな」「そんな暇はない」。気持ちはとてもよく分かります。ただ、記録がない現場では、同じムダや同じ手戻りが、気づかれないまま繰り返されます。なぜ遅れたのか。なぜ手直しが増えたのか。なぜ特定の製品だけ時間がかかるのか。これらが見えないままだと、結局、毎回その場の頑張りで乗り切るしかなく、その忙しさが常態化していきます。「忙しいから記録できない」のではなく、「記録しないから忙しい」のです。記録は、余裕ができたならやるものではありません。余裕を作るために、最初にやるものです。記録が残れば原因が見え、原因が見えれば改善の手が打てます。そこから少しずつ、現場の忙しさは利益につながる仕事へと変わっていきます。

6. 検査工程を例に「実コスト」を計算する

表1では、製品別の実コストを見えるようにする例を示しました。ここでは、作業時間をもとにした人件費の考え方を、検査工程を例に確認してみます。ある日の検査実績が、次のような内容だったとします。

作業時間：6時間

検査員：2名

検査数：600個

良品：580個

不良品：20個

仮に、検査員1名の人件費単価を1時間あたり2,000円とすると、検査工程にかかった人件費の合計は次のようになります。

$$2,000円 \times 2名 \times 6時間 = 24,000円$$

この24,000円を良品580個で割ると、

$$24,000円 \div 580個 = 約41.4円$$

つまり、この日の検査工程では、良品1個あたり約41.4円の検査コストがかかっていたことになります。

ここで大切なのは、最初から細かい計算にこだわりすぎないことです。まずは、「比べられる数字」ができたことに意味があります。数字がない現場では、どうしても会話が感覚的になりがちです。「最近、検査に時間がかかる」「人が足りない」。もちろん、こうした現場の感覚は大切に、実際に働いている人の違和感には改善のヒントが隠れています。しかし、感覚だけでは話が前に進みにくいことがあります。どのくらい大変なのか。どの製品で負担が増えているのか。どれだけ見積と違っているのか。これが分らないと、改善の打ち手もあいまいになります。一方で、数字があれば会話が変わります。「なぜ、見積の倍近くかかっているのか」「不良品20個の影響はどれくらいあるのか」「前工程で不良を減らせないか」「検査基準や確認方法にばらつきはないか」「必要以上に厳しい基準で判断していないか」。このように、感覚の話が、事実に基づく話に変わります。ここに、原価管理を行う意味があります。

実際に、ある支援先で実コストを計算してみたところ、見積との差が大きく、思っていた以上に採算が取れていないことが分かりました。原因は、単純な作業速度ではありませんでした。箱替え、品質確認、付随作業、確認待ちといった時間が積み重なり、実コストを押し上げていたのです。このように、実コストを出してみると、「作業が遅い」という一言では片づけられない原因が見えてくる場合があります。

ただし、実コストと見積に差が出たからといって、それが必要しも「現場のムダ」だけを意味するわけではありません。手直し、探し物、確認待ち、段取りの悪さなど、現場の中に改善すべき原因がある場合もあります。一方で、そもそも見積時の前提が実態と合っていなかったり、見積後に顧客要求や条件が変わっていたりする場合もあります。

材料試験棟の歩みと 新たな始まり

中央試験所 材料グループ



緑川 信

総合試験ユニット
中央試験所 材料グループ
統括リーダー

business report 2026

1. はじめに

当センター中央試験所では、施設整備計画に伴い、長年にわたり材料グループの試験業務を支えてきた材料試験棟の一部（骨材棟及び材料棟3；図1）が解体されることとなりました。本稿では、その試験棟の歩みと今後についてご紹介いたします。



図1 解体を行う材料試験棟

2. 材料試験棟の歩み

材料試験棟は建設以来、主に建築材料における品質の向上や安全性の確保、新技術の開発といった、依頼者の目的に応じて様々な試験に取り組んできた拠点です。

最初の材料試験棟は中央試験所が発足した1967年に建設されましたが、現在と比べるとかなり小規模なものでした。その後試験の需要拡大に伴い、現在では材料棟1～3の3棟までに拡大され、約400もの装置を所有する試験部門となりました。

骨材の分野においては、多様な品質要求に対して効率よく試験を行うことを目的とし、1974年に骨材棟（写真1）が完成しました。骨材棟は、骨材の準備から試験まで一貫



写真1 骨材棟

して対応できる試験棟として、約50年という長きにわたり重要な役割を果たしてきました。

試験設備や計測機器は時代とともに進化しましたが、「信頼性の高い試験・評価を行う」という信念は変わることなく受け継がれてきました。また、多くの知識や経験がここで育まれてきました。これまで重ねてきた時間（歴史）は、材料試験棟とともに歩んだ貴重な財産です。

3. 整備計画に伴う解体工事について

近年、建物の老朽化に加え、試験・認定需要の増加、依頼内容の多様化、試験体の大型化などにより、既存施設では対応が難しい場面も増えてきました。こうした変化に対応し、より効率的な試験環境を整備するため、2024年に施設整備計画「中央試験所マスタープラン」が作成されました。この施設整備計画に基づき、仮設骨材棟への移転を終え、ついに材料試験棟の一部の解体工事が実施されます。

長年親しんだ建物との別れは感慨深いものですが、この解体は次世代の試験環境を整備するために欠かせない重要なプロセスです。

4. 新たな試験棟へ向けて

材料部門を含む新たな試験棟は、これまで培われてきた技術や経験を礎とし、将来を見据えた試験業務の拠点として整備が進められる予定です。試験環境の充実に加え、安全性や作業効率の向上、部門間の連携促進など、これからの時代に求められる施設となることが期待されています。

建物は姿を変えても、受け継がれてきた技術や挑戦する姿勢は変わりません。長年私たちを支えてくれた材料試験棟に感謝するとともに、新たな施設が未来を担う技術者の活躍の場となり、材料グループ、そして組織全体のさらなる発展につながることを期待しています。

緑川 信 <従事する業務> 材料部門における業務の統括

【お問い合わせ先】

中央試験所 材料グループ

TEL : 048-935-1992

FAX : 048-931-9137

旧・防耐火試験棟の 60年の歩みと解体について

中央試験所 防耐火グループ



常世田昌寿

総合試験ユニット
中央試験所 防耐火グループ
統括リーダー

business report 2026

1. 生い立ち

建材試験センターの誕生は1963年(昭和38年)に遡るが、防耐火試験の始まりは1964年から1965年にかけて小菅試験場(東京都葛飾区)に設置された1m×1m壁用加熱炉および小型の四面加熱炉であった。この頃は、主に耐火金庫の試験を行っていたが、超高層建築の出現により防火区画・耐火構造の開発が盛んとなり、各種耐火被覆工法や内装材、防火戸などの試験も増えつつあった。そのような状況で、小菅試験場が都浄水施設の建設用地となったため、埼玉県草加市に建設された「草加第二試験場」へ諸施設を移し、1967年(昭和42年)に「中央試験所」と改称した。この当時、中央試験所に「第3棟」として建設されたものが、のちの防耐火試験棟である。当初は現在の半分に満たない規模、東西10m×南北30mの建屋であり、水平炉、大型四面加熱炉などが導入された(写真1、写真2)。1969年には建設省指定の防耐火試験機関となり、規模・機能を拡大しながら、様々な防耐火試験を多数実施した。



写真1 中央試験所開設当時
(敷地南側からの外観)

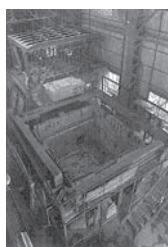


写真2 水平炉
(設置間もない頃
の状況)

2. 試験装置導入および試験棟拡張のあらし

1969年から1971年にかけては中型壁炉・大型壁炉を設置、1975年から1977年にかけては建屋北側を拡張して梁炉を設置した。また1970年代は防火材料系試験も各種装置の導入が進み、1984年には7m×12m・2階建ての防火材料試験室が別棟として建設された。2000年前後には建築基準法の性能規定化が試験方法を大きく変化させた。1999年から2000年にかけては、大型壁炉を改造し、柱炉を建築研究所から移設して、載荷能力を強化した。防火材料系ではコーンカロリーメーターや飛び火試験装置の導入も行っている。また、環境意識の高まりを受け、2002年には排煙処理装置を導入した。従来、加熱炉の燃料は軽油を主としていたが、この頃から段階的に都市ガスに移行するようになる。

その後は、偽装問題からはじまった大臣認定の運用厳格化や木造建築推進の動きが試験需要に影響を与えた。2014年には防火戸の試験需要に対応するため、建屋北側の更なる拡張により壁炉を増設し、最終形態として建屋内に6つの加熱炉を有することとなる。

3. 防耐火試験棟の建替え・旧棟解体工事

中央試験所の全体整備の一環として、拡張した敷地の一角に新・防耐火試験棟を建設し、2022年に竣工した。2024年には棟内の加熱炉築造が完了、2026年3月には別棟の防火材料試験棟が竣工し、機能移転は概ね完了している。さらには、1974年開設の西日本試験所(旧「中国試験所」)で行っていた防耐火試験業務も、この建替えに伴って、中央試験所に集約されることとなった。

役目を終えた旧・防耐火試験棟は、その跡地を材料・環境系の新試験棟の建設地とするため、2026年中の完了を目指し、解体工事を進めている(写真3)。



写真3 解体工事(敷地北側からの外観 2026年7月)

4. おわりに

防耐火試験棟は、草加第二試験場として建設が始まったのが1965年(昭和40年)であるので、そこから数えると60年間で勤め抜き晴れて定年を迎えたことになる。本棟で行われた試験の結果から製品化され普及している耐火被覆材や防火材料は、枚挙にいとまがない。様々な検証試験・実験研究も行われ、我が国の建設産業および火災安全工学に多大な貢献をしてきたと自負するところである。

新・防耐火試験棟および防火材料試験棟もまた、みなさまと共に、長く着実な歩みを刻んでいければ幸いである。

常世田昌寿 <従事する業務> 防耐火部門における業務の統括

【お問い合わせ先】

中央試験所 防耐火グループ

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

鉄筋コンクリート用棒鋼(異形棒鋼)の機械的性質確認試験

1. はじめに

鉄筋コンクリート用棒鋼を構造物の補強材として使用する際は、JIS G 3112 (鉄筋コンクリート用棒鋼) に定められた性能基準を厳格に満足する必要がある。

本稿では、鉄筋コンクリート構造物の多くに使用される「異形棒鋼」に焦点を当て、その機械的性質(強度や変形性能)を確認するために実施する「引張試験」および「曲げ試験」の具体的な手順と留意点について解説する。

2. 引張試験

2.1 試験の概要

引張試験は、試験片が破断するまで軸方向の引張力を与えることにより、以下の機械的性質を測定・算出する試験である。

- ・降伏点(または耐力)
- ・引張強さ
- ・降伏比
- ・伸び

2.2 試験片の選定

試験片は製品をそのまま使用し、

JIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) による以下の試験片を用いる。

- ・呼び名 D25 未満：2号試験片に準じた試験片(図1参照)
- ・呼び名 D25 以上：14A号試験片に準じる試験片(図2参照)

2.3 伸び測定の準備

試験片の「伸び」を測定するため、試験片表面に標点をマーキングする。標点間の距離(原標点距離)は、以下のように定める。

- ・2号試験片(D25 未満)：公称直径の8倍の距離
- ・14A号試験片(D25 以上)：
 $5.65\sqrt{\text{公称断面積}}$ の距離

2.4 つかみ部の間隔

試験機でチャッキングする際のつかみ部の間隔は、試験片の種類に応じて以下のように設定する。

- ・2号試験片(D25 未満)：公称直径の10倍
- ・14A号試験片(D25 以上)：公称直径の8倍

2.5 試験力の付与と制御速度

試験機を作動させ、試験片が破断するまで試験力を付与する。試験速度は以下の通り制御する。

- ・降伏確認まで：クロスヘッド変位速度をできる限り一定に保ち、応力増加速度が3～30 MPa/s の範囲内となるクロスヘッドの変位速度で制御する。
- ・降伏確認後から破断まで：降伏応力を測定した後は負荷速度を上げることが可能である。ただし、クロスヘッド変位速度が0.008 s⁻¹ 以下となるよう制御する。引張試験状況を写真1に示す。

2.6 破断後の標点間距離測定

試験片が破断した後、慎重に二つの破断面を突き合わせ、軸線が一直線になるように整える。この状態における標点間の距離を測定し、「最終標点距離」とする。

2.7 計算式

各測定値は以下の数式に基づいて算出する。

$$\text{降伏点 [N/mm}^2\text{]} = \frac{\text{降伏点荷重 [N]}}{\text{公称断面積 [mm}^2\text{]}}$$

$$\text{引張強さ [N/mm}^2\text{]} = \frac{\text{最大試験力 [N]}}{\text{公称断面積 [mm}^2\text{]}}$$

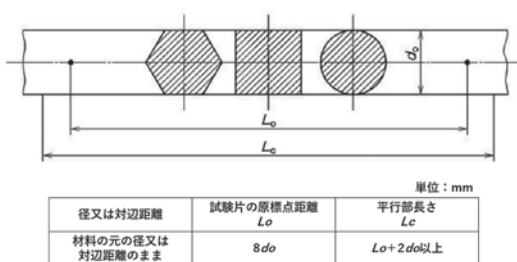


図1 2号試験片 (JIS Z 2241:2022図D.3)

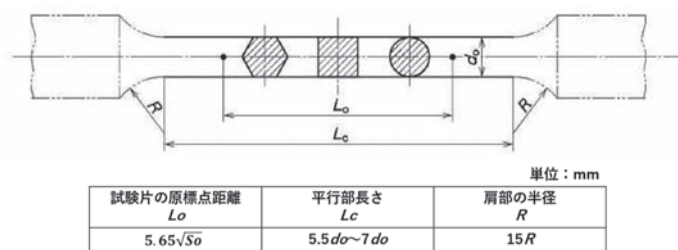


図2 14A号試験片 (JIS Z 2241:2022図D.1)



写真1 引張試験状況

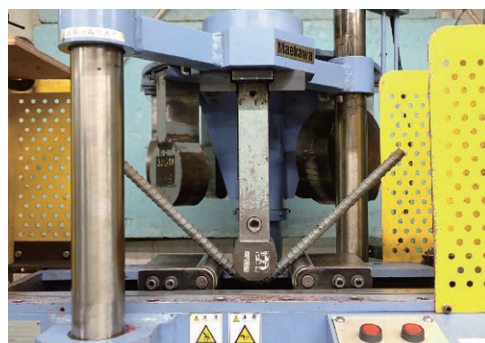


写真2 曲げ試験状況

$$\text{降伏比} [\%] = \frac{\text{降伏点} [\text{N/mm}^2]}{\text{引張強さ} [\text{N/mm}^2]} \times 100$$

$$\text{伸び} [\%] = \frac{\text{最終標点距離} [\text{mm}] - \text{原標点距離} [\text{mm}]}{\text{原標点距離} [\text{mm}]} \times 100$$

3. 曲げ試験

3.1 試験の概要

曲げ試験は、試験片を規定の曲げ角度まで曲げ、その外側湾曲部におけるき裂や損傷の有無を目視などで調べる試験である。本稿では、その中でも「押曲げ法」について解説する。

3.2 試験片

試験片は製品をそのまま使用し、JIS Z 2248（金属材料曲げ試験方法）の2号試験片に準じるものとする（図3参照）。

3.3 押金具の先端直径の設定

曲げの内側半径が指定されている場合、その半径の「2倍以下」の先端直径を持つ押金具を使用する。

3.4 支持体間の距離の設定

・曲げ角度が 170° 以下の場合：押金具の先端直径+（試験片の公称直径×3）

・曲げ角度が180°の場合：押金具の先端直径+（試験片の公称直径×2）+許容差とし、試験片が支持体間を通り抜けるまで押し込む。

3.5 試験力の付与

- ・試験前の配置：試験片を左右の支持体の中央に置き、試験片の軸が曲げの軸に対して直角（垂直）になるよう正確にセットする。
- ・試験中の速度制御：金属の自由な塑性変形を妨げないよう、ゆっくりと試験力を付与する。
- ・試験後の判定：試験片を取り出し、曲げ部（湾曲部）の外側に肉眼で確認可能なき裂や割れが発生していないかを厳格に検査する。曲げ試験状況を写真2に示す。

4. その他の関連試験

鉄筋の特性をさらに詳しく評価するため、用途に応じて前述以外の試験が実施されることがある。

4.1 曲げ戻し試験

規定の角度まで曲げた試験片に対して時効処理を行い、再び元の直線状に近い状態まで曲げ戻す。この

時、試験片表面にき裂や割れが生じないかを確認する試験である。主に、鉄筋を曲げ戻して施工することが考えられる場合に、監理者の判断で実施される。

4.2 静弾性係数試験

引張試験において、鉄筋が変形をしている際の応力とひずみの関係を測定する試験である。この測定データから、コンクリート構造物の設計計算に使われる「ヤング係数（静弾性係数）」を算出する。

5. おわりに

本稿では、鉄筋試験の基礎といえる異形棒鋼の機械的性質を確認するための試験について紹介した。次回は、これらの棒鋼を現場や工場で接合する継手の中から、「ガス圧接継手」について紹介する。

出典元

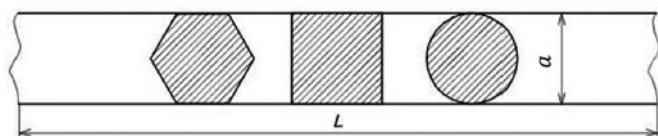
日本規格協会

author



佐島 淳

工事材料試験ユニット
工事材料試験所
浦和試験室
主任
<従事する業務>
工事用材料試験



記号説明
a^{a)}：直径（円形断面の場合）又は内接円直径（多角形断面の場合）
L：長さ（長さは、試験片のa及び使用する試験装置による。）
注^{a)} 製品の寸法とする。

図3 2号試験片 (JIS Z 2248:2022図7)

試験装置 図鑑

建材試験センターに設置されている
試験装置を紹介します。

装置に関連するYouTube 動画や過
去に建材試験情報へ掲載された記
事も併せて掲載していきますので
是非ご覧ください。

【お問い合わせ先】

中央試験所 防耐火グループ
TEL : 048-935-1995

防耐火-3

柱炉

仕様

炉内寸法：奥行2500mm、幅2500mm、
高さ3800mm（柱試験体：荷重支持部材高さ $h=3500$ mm）
燃焼装置：フラットフレームガスバーナー（都市ガス）、
燃焼容量116kW×16台
加熱曲線：ISO 834、JIS、ASTM（UL）
載荷方式：油圧ジャッキ（容量5000kN）

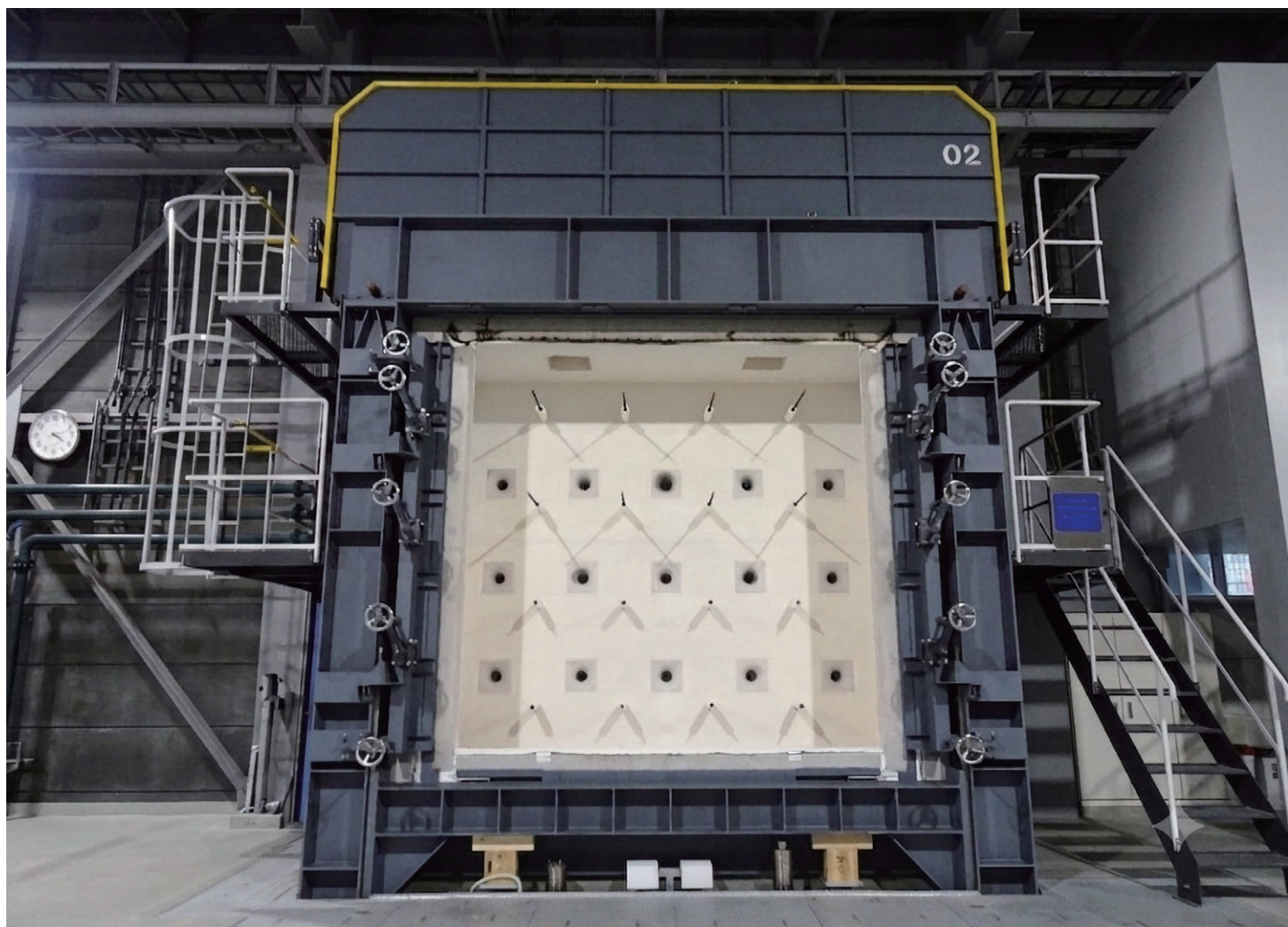
試験対象

柱・免震装置

関連記事

【特集】
[建材試験情報 vol. 61, 2025年1・2月号](#)





防耐火-4

載荷壁炉(2号壁炉)

【お問い合わせ先】

中央試験所 防耐火グループ
TEL : 048-935-1995

仕様

最大開口寸法：幅3500mm×高さ3400mm、奥行1000mm
(載荷時の開口寸法：幅3000mm×高さ3000mm)
燃焼装置：フラットフレイムガスバーナー（都市ガス）、
燃焼容量116kW×20台
加熱曲線：ISO 834、JIS、ASTM (UL)
載荷方式：油圧ジャッキ（容量500kN×2基）

試験対象

壁（載荷および非載荷）、壁の区画貫通部、軒裏、
防火戸（窓サッシ・ドア）、シャッター、防火ダンパー

関連記事

【特集】
[建材試験情報 vol. 61, 2025年1・2月号](#)



J T C C M

試験装置
図鑑

小学生を対象とした「試験所見学会」を開催

〔西日本試験所〕

西日本試験所は、2026年7月9日（木）、山陽小野田市立出合小学校の3年生（8名）を対象とした「試験所見学会」を開催しました。

本見学会は、同校より「近隣地域をより深く知るための学びの場を提供してほしい」とのご要望をいただいたことから、地域社会への貢献および地域学習活動への協力の一環として実施したものです。

当日は全体で約60分のプログラムとし、試験所の紹介スライドを用いた説明の後、「コンクリートの圧縮強度試験」「鉄筋の引張試験」「木材の曲げ試験」の3つの試験を見学していただきました。児童の皆さんは、事前に当センターのウェブサイトで試験動画を視聴し、予習をした上で参加しており、当日は終始好奇心に満ちた表情で熱心に見

学していました。

専門的な試験内容も含まれていましたが、担当職員の説明に真剣に耳を傾け、試験前後の建材に実際に触れて硬さや質感を確かめるなど、非常に熱心かつ主体的に学ぶ姿が印象的でした。見学会終了後には「すごく楽しかった」「驚いた」といった声が聞かれ、覚えての「テストピース」という専門用語を口にするなど、建築資材やその安全性を確かめる試験への興味・関心を深めていただく貴重な機会となりました。

西日本試験所では、今後も地域社会との連携・協力を深め、次世代を担う子どもたちの学びを支援するとともに、確かな技術で地域社会の安全と発展に貢献する取り組みを継続してまいります。



来所の様子



試験所説明



圧縮試験の解説に熱心に耳を傾ける様子



木材の曲げ試験に興味深く見守る児童

工事材料試験 基幹システム「CON-PAS(コンパス)」に 利用者向けガイド機能を導入

～ CON-PASの使いやすさ向上に向けた取り組み ～

[工事材料試験所]

1. 導入の背景

工事材料試験の新基幹システム「CON-PAS」導入から約2年が経過しました。当初はコンクリートから始まり、モルタル類や鉄筋類に拡大し、CON-PAS導入でデジタル化が一気に進みました。

一方で初回利用時や久しぶりの利用時には多くのお問い合わせをいただき、利用者の皆様には慣れるまで多くのご負担をおかけしました。利用マニュアルは準備しておりましたが、分量が多く必要な情報が見つげにくい場合もあったと思います。皆様にCON-PASをご利用いただくにあたり、利用時の負担軽減を目的として、2026年度よりガイド機能を導入しました。

2. 導入した機能

CON-PASの利用者支援機能として、双日テクノロジー株式会社提供の「UX Canvas」を導入しました(プレスリリースはこちら)。当センターは同サービスの第1号ユーザーとして、開発段階から意見や要望を伝えながら導入を進めてきました。

- ① ガイド表示
申し込み手順を画面上で案内(図1参照)
- ② 補足情報表示
入力時の注意事項を表示(図2参照)
- ③ お知らせ表示
受付時間やメンテナンス情報を表示

3. 期待している効果

本機能の導入により、利用者の皆様が必要な情報を画面上で確認しながら手続きを進められるため、操作に関する疑問の自己解決促進が期待されます。

また、これまで電話やメールでご案内していた内容についても、画面上で分かりやすく伝えられるようになるため、利用者・センター双方の負担軽減につながることを期待しています。

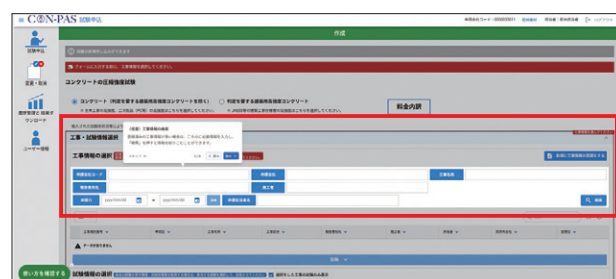


図1 申込手順の説明



図2 試験方法選定にあたっての注意事項

さらに、CON-PASに追加を予定している土・アスファルト・コンクリートコアなどの新試験メニューについても、ガイド機能を活用することで円滑な導入を図り、利用者の皆様への定着促進につなげていきたいと考えています。

4. 利用者の皆様へ

CON-PASでは、試験申し込みから試験結果報告書の受領までオンラインでご利用いただけます。初めてご利用される方や久しぶりにご利用される方は、本稿で紹介したガイド機能もぜひご活用ください。

今後も皆様にとって利用しやすいシステムとなるよう改善を継続してまいります。

【お問い合わせ先】

工事材料試験所 企画管理課

TEL : 048-858-2841 Mail : kozai@jtccm.or.jp

受継ぐ、木の知恵。ひらく、建築の未来。

参加
無料

10.24

日本の建築文化を象徴する「木造建築」

日本が木造を選び続けてきた背景や、その現代的な重要性を解説します。
さらに、進化を続ける中大規模木造建築の最新技術と未来への可能性についてご紹介いたします。

2025年度講演会及び施設見学会の様子（場所：西日本試験所）

講師

田中 圭 准教授

大分大学 理工学部 理工学科建築学プログラム

講師

井上 涼 助教

熊本大学 工学部 建築学科

クロス 建築知の創発in熊本

～進化する木造、日本が選んだ建築の未来形～

建築に関する最新技術・研究動向の情報提供、地域資源の活用を目的とした講演会と試験見学会を開催致します。
この機会に研究・試験機関の知見を企業皆様の実務へ、実務の課題を研究・試験へとつなぐ場としてご活用ください。

日程 2026年10月24日（土）

内容

講演会

講師：田中圭 准教授（大分大学 理工学部 理工学科建築学プログラム）
井上涼 助教（熊本大学 工学部 建築学科）

壁試験の実演・解説

内容：耐力壁の面内せん断試験 1体

場所 熊本県林業研究・研修センター

〒860-0862 熊本県熊本市中央区黒髪 8-222-2

アクセス JR：豊肥線竜田口駅 下車徒歩20分

バス（産交バス、熊本電鉄バス）：桜町バスターミナルから
子飼橋経由で竜田口駅方面行きの各路線

小碓（おぜき）橋、つつじヶ丘、建山入口 下車徒歩15分

タクシー：熊本駅から8.3km、桜町バスターミナルから6.2km

車：会場敷地内の駐車場をご利用ください。

主催 一般財団法人建材試験センター

後援 熊本県、一般社団法人熊本県建築士事務所協会、
公益社団法人熊本県建築士会、一般社団法人熊本県木材協会連合会、
佐波川の森を守る木造建築研究会

時刻	内容
13:00	開場・受付開始
13:30	開会（挨拶・講師紹介）
13:40	講演①：井上先生（質疑10分程度）
14:20	休憩
14:30	講演②：田中先生（質疑10分程度）
15:40	休憩・移動
15:55	試験（概要説明・試験見学）
16:35	性能評価事業の案内
17:00	閉会・解散

申込方法 下記QRコード又は申込HPからお願いいたします。

募集締切日：10月16日（金）

問合せ先 一般財団法人建材試験センター（担当：小森谷）

電話番号：0836-72-1223

お申込みは



こちらから

申込HP：<https://www.jtccm.or.jp/certification/seminar/western-labo/form>



一般財団法人 建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials

SEMINAR & EVENT

第1回JTCCM技術講演会開催のお知らせ

[経営企画部]

近年、豪雨や浸水被害が頻発し、防災設備の性能評価がますます重要となっています。

建材試験センターでは、2016年制定の「JSTM K 6401シリーズ」を皮切りに、関連試験方法や技術評価の整備を進め、2026年3月6日には衝撃試験に特化した新規格「JSTM K 6402（浸水防止用設備の衝撃試験方法）」が制定されました。

このたび、技術的な理解促進を目指して「第1回 JTCCM技術講演会」を開催いたします。

本講演会では、規格の制定・運用に関する考え方の共有や、設備の性能評価方法について分かりやすく解説いたします。

防災分野での実務に関心のある方や、浸水防止設備の導入を検討されている企業や教育機関、研究者など多くの方々に実務で役立つ情報を提供いたします。

関係企業・団体の皆さまはもちろん、防災に関心をお持ちの一般の皆さまのご参加もお待ちしております。

■開催概要

講演名：豪雨時代に備える浸水対策 — 設備性能を見える化する試験とJSTM K 6402のポイント —（仮）

日時：2026年11月20日（金） 13:00 ～ 17:00（12:30 開場予定）

場所：日本橋社会教育会館 8階ホール（URL：<https://chuo-shakyo.jp/facility/nihonbashi>）

参加費：無料

定員予定：150名（先着順）

講演会の詳細および参加応募方法：<https://www.jtccm.or.jp/certification/seminar/lecture>

■規格情報

- ・ JSTM K 6402（浸水防止用設備の衝撃試験方法）
- ・ JSTM K 6401-1（浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第1部:浸水防止シャッター及びドア）
- ・ JSTM K 6401-2（浸水防止用設備の浸水防止性能試験方法 第2部:浸水防止板（止水板））

※ JSTM (PDF) の入手方法：<https://www.jtccm.or.jp/business/standardization/jstm/info/purchase>

【お問い合わせ先】

一般財団法人 建材試験センター

経営企画部 経営戦略課

TEL：03-3527-2131

E-mail：semi-kikaku@jtccm.or.jp

REGISTRATION

JISマーク表示制度に基づく製品認証

製品認証本部では、以下のとおり、JISマーク表示制度に基づく製品を認証しました。

JISマーク認証取得者

認証番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	認証取得者の名称	住所
TCC0426001	2026/7/21	JIS H 8643	溶融亜鉛アルミニウム合金めっき	株式会社大谷工業	東京都品川区西五反田7丁目23番1号 第3TOCビル5F
TCCN26104	2026/7/21	JIS A 9504 JIS A 9521 JIS A 6301	人造鉱物繊維保温材 建築用断熱材 吸音材料	威倫維客節能科技(安徽)有限公司	No. 84 Longshan Avenue, Quanjiao County, Chuzhou City, Anhui Province, P.R.China
TCCN26102	2026/6/22	JIS H 4100	アルミニウム及びアルミニウム合金の押出型材	広東堅美アルミ型材工場(グループ)有限公司	中国広東省仏山市獅山鎮小塘南海有色金属産業園
TCCN26103	2026/6/22	JIS B 1125	ドリリングタッピンねじ	陽江市得盟五金制品有限公司	中国広東省陽江市陽東区珠海(陽江万象)産業転移工業園興平五路以北

JISマーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/certification/product/jis-search>

中央試験所 — 多様な試験ニーズにお応えします —



Pick UP! 【防耐火グループ・多目的試験場】

上部に設置された集煙フードは脱煙脱臭炉に接続されており、燃焼生成ガスを安全に処理できます。さらに、フードで収集した燃焼生成ガスを分析することで、発熱速度の測定も可能です。防耐火性能評価・試験業務方法書に規定する模型箱試験をはじめ、建材に限らず、お客様の様々な目的に対応した小・中規模の燃焼試験が実施可能ですので、お気軽にお問合せください。

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center For Construction Materials

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

もっと知りたい!

JTCCM

検索

【総合試験ユニット】

企画管理課	TEL : 048-935-1991
中央試験所	
材料グループ	TEL : 048-935-1992
構造グループ	TEL : 048-935-9000
防耐火グループ	TEL : 048-935-1995
環境グループ	TEL : 048-935-1994
西日本試験所	TEL : 0836-72-1223
性能評価本部	TEL : 048-935-9001

Editor's notes

—編集後記—

今年度から異動し、編集委員に加わりました石山国義と申します。どうぞよろしくお願いいたします。文章を書くことを避けて理系に進学した私ですが、12年間の試験所勤務を経て、ついに文章と向き合う時が来たようです。編集委員の業務を通じて学びながら、精一杯務めてまいります。

本号が発行されるこの時期は、夏の熱気もようやく和らぎ、秋の気配が感じられる頃となっているのでしょうか。この編集後記を執筆しているのは真夏の7月。連日の猛暑に体力を奪われながらも、この機関誌が皆様のお手元に届く頃には、過ごしやすい季節になっていることを願いつつ、筆を執っております。

夏といえば、かつては「暑さ」が最大の話題でしたが、近年はそれだけでは語れなくなってきました。記録的な猛暑はもちろんのこと、今や豪雨もまた、夏の「当たり前」となりつつあります。暑さへの備えと同様に、豪雨への備えも私たちの生活に欠かせないものとなりました。本号では、そうした背景もあって制定された「JSTM K 6402 浸水防止用設備の衝撃試験方法」を特集しました。当センターのほか、建築研究所、防災科学技術研究所の方々にご執筆いただき、多角的な視点から「漂流物によ

る衝撃」について論じております。水害対策の実務に携わる方はもちろん、建築・建材に関わる幅広い読者の皆様にも、ぜひお読みいただければ幸いです。

さて、当センターの中央試験所では現在、整備計画が着実に進んでいます。防耐火グループの試験棟移設と、材料グループの一部試験棟の仮設棟への移転が完了し、既存試験棟の解体がいよいよ始まりました。入職時から過ごしてきた試験所が姿を変えていく光景は、感慨深いものがあります。読者の皆様の中には、当センターに試験をご依頼いただいたことのある方も多くいらっしゃるかと思います。長年にわたり当センターを支えていただきましたことに、心より感謝申し上げます。整備完了後には、より充実した環境のもとで皆様のお役に立てるよう、職員一同取り組んでまいります。本号では、この解体工事の様子についても業務報告としてご紹介しておりますので、あわせてご参照いただければ幸いです。

この機関誌が読者の皆様にとって、専門知識を深める、または新たな知見を得る一助となりますよう、編集委員一同、引き続き努めてまいります。今後とも変わらぬご支援を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。
(石山)

建材試験情報編集委員会

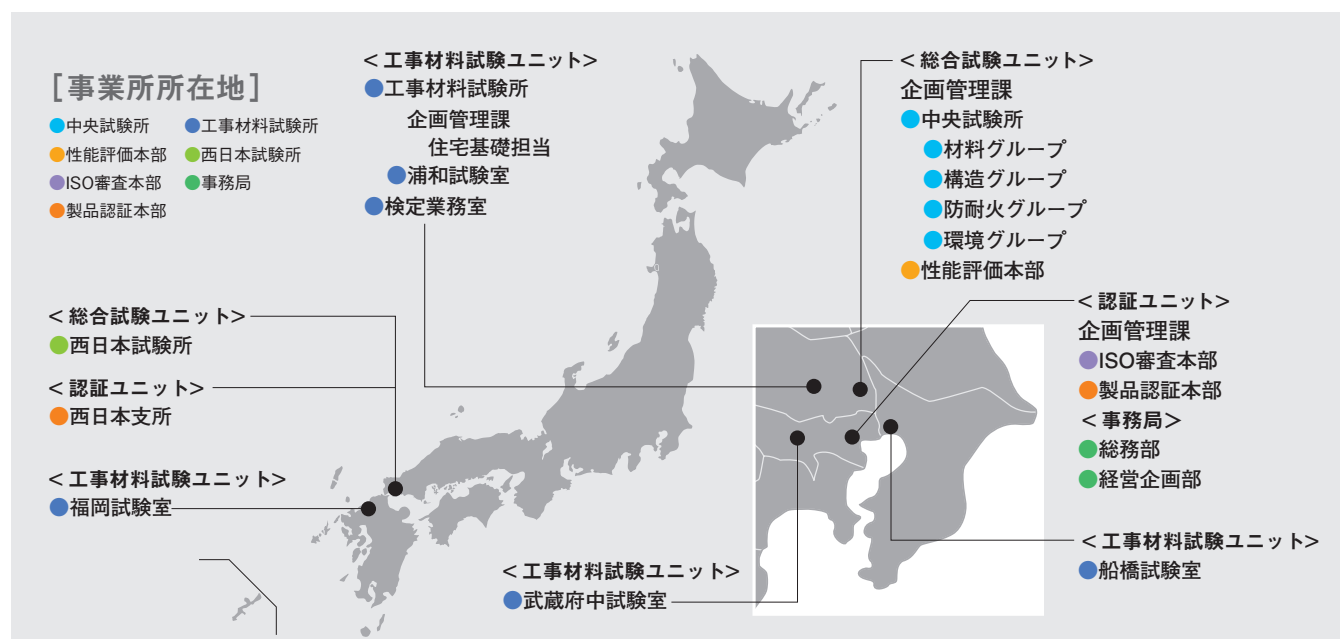
委員長	小山明男 (明治大学 教授)
副委員長	芭蕉宮総一郎 (常任理事)
委員	荻原明美 (常務理事) 白岩昌幸 (常任理事) 萩原伸治 (経営企画部 部長) 中里侑司 (経営企画部 企画調査課・経営戦略課 参事) 大西智哲 (経営企画部 経営戦略課 主査) 小林直人 (経営企画部 経営戦略課 主査) 石山国義 (経営企画部 経営戦略課 主任)
事務局	黒川 瞳 (経営企画部 経営戦略課)

建材試験情報 9・10月号

2026年9月30日発行 (隔月発行)	
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1-10-15 JL 日本橋ビル
発行者	木下一也
編集	建材試験情報編集委員会
事務局	経営企画部 TEL 03-3527-2131 FAX 03-3527-2134 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いたします。



ホームページでは、機関誌アンケートを実施しています。
簡単にご回答いただける内容となっておりますので、ぜひ皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。
<https://www.itccm.or.jp/tech-provision/magazine/questionary>
または左記QRコードよりアクセスできます。



< 総合試験ユニット >

企画管理課

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20

TEL : 048-935-1991(代) FAX : 048-931-8323

● 中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20

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 : 048-935-1720

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

● 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

● 性能評価本部

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-21-20

TEL : 048-935-9001 FAX : 048-931-8324

< 認証ユニット >

企画管理課

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階

TEL : 03-3249-3151 FAX : 03-3249-3156

● ISO 審査本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階

TEL : 03-3249-3151 FAX : 03-3249-3156

● 製品認証本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 8階

TEL : 03-3808-1124 FAX : 03-3808-1128

西日本支所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川(西日本試験所内)

TEL : 0836-72-1223 FAX : 0836-72-1960

< 工事材料試験ユニット >

● 工事材料試験所

企画管理課

〒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

住宅基礎担当 TEL : 048-711-2093 FAX : 048-711-2612

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

浦和試験室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8

TEL : 048-858-2790 FAX : 048-858-2838

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

福岡試験室 〒811-2115 福岡県糟屋郡須恵町大字佐谷 926

TEL : 092-934-4222 FAX : 092-934-4230

● 検定業務室 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島 2-12-8

TEL : 048-826-5783 FAX : 048-858-2834

< 事務局 >

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-10-15 JL 日本橋ビル 9階

● 総務部

TEL : 03-3664-9211(代) FAX : 03-3664-9215

● 経営企画部

経営戦略課・企画調査課 TEL : 03-3527-2131 FAX : 03-3527-2134



ホームページでは、機関誌アンケートを実施しています。

簡単にご回答いただける内容となっておりますので、是非皆様のご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。

<https://www.jtccm.or.jp/tech-provision/magazine/questionary>

