

JTCCM JOURNAL Vol.55

建材試験情報

2019

9・10

September / October



[特集]

仕上げ材



[今号の表紙]
コーンカロリメーターに
よる発熱性試験の様子

contents

特集

仕上げ材

- 02 建築仕上げ材として機能・性能が評価されるまでの道のり
工学院大学 建築学部 教授 田村雅紀

- 08 非構造部材の構造試験方法について
中央試験所 構造グループ 菱沼 匠

- 12 内装材(壁材・床材)の試験紹介
中央試験所 材料グループ 主査 吉田仁美

- 14 建材の湿気物性試験方法
中央試験所 環境グループ 主査 松原知子

- 16 技術レポート
技術紹介 ● 接着系あと施工アンカーの非拘束式の引張試験結果の検証
中央試験所 構造グループ 森田洋介

- 22 試験報告
ゴンドラの耐力試験
西日本試験所 試験課 主任 小森谷 誠

- 24 試験設備紹介
帳壁を対象とした面内せん断変形追従性試験装置
中央試験所 構造グループ 統括リーダー代理 林崎正伸

- 26 規格基準紹介
JIS A 1418-2:2019(建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法
-第2部:標準重量衝撃源による方法)の改正について
中央試験所 環境グループ 主査 緑川 信

- 30 業務報告
「コンクリートテクノプラザ2019」の出展報告
経営企画部 経営戦略課 主幹 守屋嘉晃
2019年度運営協議会開催報告
経営企画部 経営戦略課 主任 渡辺奈央

- 32 連載 ● 各種建築部品・構法の変遷
Vol.10 「わが国における『階段製品』の変遷」(その2)
東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博

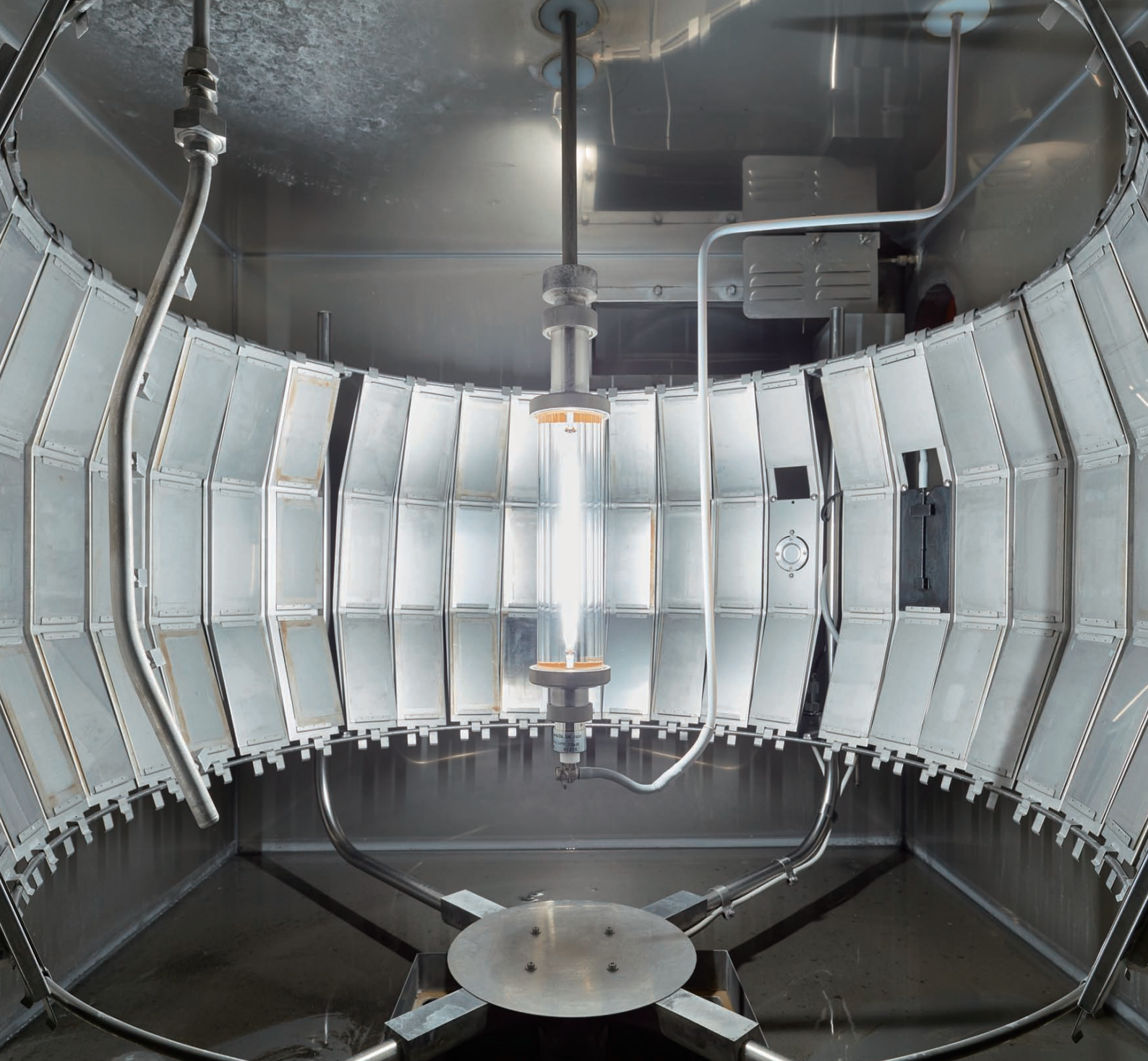
- 37 担当者紹介

- 38 基礎講座
防耐火の重要性
Vol.2 建築基準法に基づく壁の性能評価試験
中央試験所 防耐火グループ 小林直人

- 40 SEMINAR & EVENT

- 42 NEWS

- 44 REGISTRATION



Features of this issue

【特集】より
キセノンウェザーメーター

仕上げ材

仕上げ材とは、建物の内外装に使用される表面材料を指し、材質は無機材料、有機材料、金属材料など多岐に渡ります。仕上げ材は、使用される場所や環境によって要求される性能が異なり、例としては、美観性、躯体保護性、結露の防止、防火性などが挙げられます。近年、建築空間のデザインなどに人間の健康の視点を加えた評価システムである WELL 認証が展開しつつあり、空間に対して面的に広がる仕上げ材は、VOCの低減をはじめ、外観印象の向上など幅広く貢献できる可能性を秘めています。本号では、仕上げ材に関わる当センターの試験業務紹介に加え、建築仕上げ材として機能・性能が評価されるまでの道のりについて工学院大学の田村雅紀教授にご寄稿いただきました。

建築仕上げ材として機能・性能が評価されるまでの道のり

工学院大学 建築学部 教授

田村雅紀

Masaki Tamura



1. はじめに

私自身、2000年の環境元年より、コンクリートの資源環境問題を中心とした研究・教育を端緒に仕事を始めているが、建築仕上げに関しては、年を追うごとに日々の暮らしの中で目の前にある建築仕上げをどのように理解しているのかを思案することが増えている。建築仕上げは、素材・材料が積層され、外観を含めて時々刻々と変化する「姿」があるものとして、様々な可能性が模索され得ると感じる。

本稿では、このような建築仕上げが、「ゆりかごからゲート（工場）」までの作り手に生産される段階から、最終的に「ゆりかごから墓場まで」のライフサイクル全体を通じ、その機能・性能が作り手のみならず、使い手の視点からも評価されるまでの道のりについて考えてみたい。

2. 建築仕上げの本質的意味

周知の事実であるが、建築仕上げの乾式製品は、いわゆる「ゆりかごからゲート（工場）」までの範囲を中心にメーカーなどの作り手が製品の品質管理を徹底した上で生産される。一方、湿式仕上げは、施工現場における左官技能士などの作り手による「職能（職業遂行能力）」によって、施工が完了される。この違いの特徴を深読みしてみると、旧来より伝承されてきた湿式仕上げは、各々の作り手により積分的に蓄積される職能が、建築仕上げの「姿」に直接的に影響を与える余地が多分に残されているため、職能に依存した技能の再現方法次第で、新たな機能・性能をはじめ、外観印象と深く関係する価値観までも変化させられる「懐の深さ（余力）」が存在するといえよう。更に、昨今はWELL認証として、建築空間のデザインなどに「人間の健康」の視点を加えた評価システムが展開しつつある。本来、仕上げ材は空間に対して「面的」に領域を構築する。そのため、仕上げ材には空気環境や視覚環境に対して大きく影響を及ぼす力が本質的にある。構造材や下地材は、表面の仕上げ材により中味が見えにくいために、その外観からは専門的な作り手を中心とした技術的な「情報」が感じ取ら

れる程度であるが、建築仕上げは使用者が日常的に寄り添うため、皮膚感覚をもってその姿に何らかの思いを馳せている可能性がある。

米国の生物学者で1960年代に環境問題を告発したレイチェル・カーソンは、「知ることは感じることの半分も重要ではない」と伝えている。実際、建築仕上げに触れている生活者は、「知ること」以上に「感じること」の印象や価値を多く享受しており、我々はその事実を冷静に受け止める必要がある。今後の新たな展開として、建築仕上げが建築空間の中で面的に広げられることで、結果的にVOCや悪臭の低減などの空気環境をはじめ、外観印象の改善などの機能展開に対してもより広く貢献できる可能性を秘めている。

3. 現代の建築ストックにおける建築仕上げ

国内には、高度成長期以後に数多く建設された建物として居住専用住宅があり、その数は6000万戸を超えている。つまり、住宅1戸あたり2人が同居すれば、1.2億人を超える日本の全人口が、「家」で住まう環境が構築される。中でも、近年は非木造の居住専用住宅であるマンションのストックが600万戸を超えており、今後の建築ストックの中核的な存在になる可能性がある。従って、ここではマンションを例に、現代の建築仕上げの特徴について考えてみたい。

現在のマンションは、区分所有法（1962年）でその所有形態が整理されており、建築ストックとして蓄積した後に、マンション管理適正化法（2001年）により、基礎的な維持保全の考え方に加え、劣化診断・大規模修繕工事や、建物全体のリフォーム・リノベーションなど、建築仕上げにも深く関わる条件付けが示されている。また、長期優良住宅認定制度（2009年）により、通常25年から30年の長期修繕計画が定められ、マンションの長期的な品質信頼性が重視されるようになった。つまり、環境元年である2000年以後に建設された一定量のマンションは、長寿命化が期待できる建築のストック化が、制度上も担保されたといえる。そのために、マンションの建築仕上げは、技術者による点検・診断に基づいた、安全性や使用性を確保するための信頼度の高い性能評価が求められている。

表1に建築仕上げを含めた部位－機能－性能－性能試験の流れを示す。手順としては、以下の“①”及び“②”の通りである。

①建築仕上げがある屋根、外壁、床などの部位における内外空間への接続の仕方を考え、想定される構造機能、遮断機能、調節機能などを検討する。

②続いて、各部位における部位用途材（構造材、下地材、仕上材、機能材）の積層状態を評価する。

この“②”の行為は、人間の身体部位に、どのような下着・上着・機能材（靴、帽子など）を付けるのか考えることに近い。建物は、対象となる部位ごとの要求機能を実現する材料仕様を決定することで構築されるが、仕上げ材に関する要求機能としては、力学的性質や耐久性に止まらず、美観性や温熱調和性などの人間の五感や心理・生理に関わる性能についても材料仕様ごとに考慮されるため、非常に膨大な数の性能評価試験が存在する。例えば、既往研究²⁾に示される外壁仕上げに関する性能評価試験数は、「安全性、居住性、耐久性、生産性」に区別した場合、1081種にも上る。

しかしながら、これらはあくまで設計者・施工者の品質管理の範囲で取り組まれる評価試験であり、最終的なライフサイクル全体における品質保証までを求めることは困難な場合も多い。新築マンションの場合でも、築30年を過

ぎれば、多かれ少なかれ建物の外皮に存在する設備や建築仕上げなどの故障や劣化が生じるため³⁾、建築仕上げにより実現される建築機能を長年に渡り維持保全できるような配慮が必要となる。

4. 建築仕上げとして長く機能させるための基礎的条件

前述により、建築仕上げを含む部位に対して、「作り手」が考える「性能」を踏まえた、「使い手」が享受する「品質」を整理する必要がある。一般に、作り手（設計者、製造者ほか）が生産物全般の品質を管理し、使い手（施主、使用者ほか）への品質を保証するという基礎的条件があるが、これらは最終的に当該生産物を使用する使い手の幅広いニーズに対応しながら保持されることが望ましい。

ここで、マンションの特徴を再考すると、利用者が「不特定多数」で、長期使用を迫る、社会基盤施設としての機能や役割を果たし続ける必要がある。従って、作り手の品質管理条件に止まらず、使い手への長期的な品質保証を含めた対応が必要となる。

図1に建築仕上げを含めた建物の「広義の品質（Broad Quality）」の位置づけを示す。ここでいう「広義の品質」とは、a) 狭義の品質、b) 広義の信頼性、ならびにc) 安全性を主要因として構成される⁴⁾。

表1 建築仕上げを含む部位－機能－性能－性能試験の流れと広がり

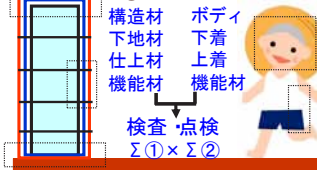
部位	要求される機能
屋根	遮断機能（音、風雨、日射など）
外壁	遮断機能（火、風雨、熱、視線）、調節機能（熱、視線）、構造機能（鉛直・水平荷重）
床	構築機能（積載荷重、振動） 居住機能（安全性、快適性、防音防振、防水）
内壁、天井	遮断機能（火、風雨、熱、視線）、調節機能（熱、視線） 美観保持機能（色彩劣化、防汚性）
開口部、外装	遮断機能（火、風雨、熱、視線）、調節機能（熱、視線） 通行・搬出機能、採光・視野機能、換気・排煙機能

①部位
屋根、天井、壁、柱、梁、床

②部位用途
構造材
下地材
仕上材
機能材

ボディ
下着
上着
機能材

検査・点検
Σ①×Σ②



区分	機能・性能の例（仕上げ材の例）	参考：外壁仕上げに関する性能評価試験の広がり ²⁾																																																																																																																			
遮断機能	防水性 水の浸透を防ぐ（シーリング材）	<table><tr><th rowspan="2">性能区分</th><th colspan="11">試験方法数</th><th rowspan="2">合計</th></tr><tr><th colspan="2">共通</th><th colspan="3">張材</th><th colspan="3">塗料</th><th colspan="3">小計</th></tr><tr><th></th><th>JIS規格</th><th>海外規格</th><th>JIS規格</th><th>海外規格</th><th>その他</th><th>JIS規格</th><th>海外規格</th><th>その他</th><th>JIS規格</th><th>海外規格</th><th>その他</th><th></th></tr><tr><td>安全性</td><td>17</td><td>23</td><td>88</td><td>103</td><td>11</td><td>18</td><td>36</td><td>4</td><td>123</td><td>162</td><td>15</td><td>300</td></tr><tr><td>居住性</td><td>28</td><td>31</td><td>66</td><td>48</td><td>4</td><td>10</td><td>9</td><td>12</td><td>104</td><td>88</td><td>16</td><td>208</td></tr><tr><td>耐久性</td><td>9</td><td>25</td><td>34</td><td>58</td><td>4</td><td>29</td><td>79</td><td>32</td><td>72</td><td>162</td><td>36</td><td>270</td></tr><tr><td>生産性</td><td>5</td><td>11</td><td>96</td><td>114</td><td>0</td><td>16</td><td>52</td><td>9</td><td>117</td><td>177</td><td>9</td><td>303</td></tr><tr><td>小計</td><td>59</td><td>90</td><td>284</td><td>323</td><td>19</td><td>73</td><td>176</td><td>57</td><td>416</td><td>589</td><td>76</td><td>1081</td></tr><tr><td>合計</td><td colspan="2">149</td><td colspan="3">626</td><td colspan="3">306</td><td colspan="3">1081</td><td></td></tr></table>	性能区分	試験方法数											合計	共通		張材			塗料			小計				JIS規格	海外規格	JIS規格	海外規格	その他	JIS規格	海外規格	その他	JIS規格	海外規格	その他		安全性	17	23	88	103	11	18	36	4	123	162	15	300	居住性	28	31	66	48	4	10	9	12	104	88	16	208	耐久性	9	25	34	58	4	29	79	32	72	162	36	270	生産性	5	11	96	114	0	16	52	9	117	177	9	303	小計	59	90	284	323	19	73	176	57	416	589	76	1081	合計	149		626			306			1081			
	性能区分			試験方法数												合計																																																																																																					
			共通		張材			塗料			小計																																																																																																										
			JIS規格	海外規格	JIS規格	海外規格	その他	JIS規格	海外規格	その他	JIS規格	海外規格	その他																																																																																																								
安全性	17		23	88	103	11	18	36	4	123	162	15	300																																																																																																								
居住性	28		31	66	48	4	10	9	12	104	88	16	208																																																																																																								
耐久性	9		25	34	58	4	29	79	32	72	162	36	270																																																																																																								
生産性	5		11	96	114	0	16	52	9	117	177	9	303																																																																																																								
小計	59		90	284	323	19	73	176	57	416	589	76	1081																																																																																																								
合計	149		626			306			1081																																																																																																												
調節機能	防火性 火災の侵入を防ぐ（不燃材料）																																																																																																																				
	断熱性 熱の移動を防ぐ（発泡プラスチック）																																																																																																																				
	遮音性 空気伝搬音の伝達を防ぐ（銅板）																																																																																																																				
	保温性 放熱・吸熱を防ぐ（ロックウール）																																																																																																																				
調節機能	蓄熱性 熱を蓄える（コンクリート）																																																																																																																				
	吸音性 音を吸収する（孔あき吸音板）																																																																																																																				
	調湿性 水蒸気を吸収・放出する（壁土）																																																																																																																				
	透光性 光を透過する（ガラス）																																																																																																																				
伝達機能	透湿性 水蒸気の透過・移動を制御する（透湿防水）																																																																																																																				
	導電性 電気を伝える（銅板）																																																																																																																				

a) 狭義の品質は、作り手の管理下にある生産物の機能・性能ならびに形態・外観を含めた品質として捉えられ、作り手はその製造管理責任を担い、最終的に生産物として市場に出し、使い手にその経済的価値と品質が総合的に評価される。b) 広義の信頼性は、生産物が作り手から使い手に渡った後、一定の使用期間を経て、結果的に定まる耐久年数や故障率などのb1) 狭義の信頼性と、形のない財であるサービス性が損なわれた際にそれらを修復し正常に維持するb2) 保全性などで構成される。そして、c) 安全性は、人間の死傷または資材に損失もしくは損傷を与えるような状態がないことと理解される。なお、信頼性は、生産物の役割や目的を遂行するための機能上の寿命・故障を対象とするのに対し、安全性は損失条件を直接取り扱うため、明確に区別された概念でありながら、広義の品質では作り手・使い手の双方に直接影響する重要な品質指標となる。

続いて、図2に「広義の品質」による健全性確保への道筋を示す。マンションは、先に示した「広義の品質」を確保しつつ、市場の不動産価値換算をはじめ様々な評価を受け、長期に渡り使用されることになる。作り手は、このような時間尺度の中で、設計段階から施工、維持管理ならびに解体処理までのライフサイクル全体で生産者としての責任を、「品質管理 (Quality Control)」と「品質保証 (Quality Assurance)」の内容を区別した上で、耐用年数を超えた長期使用を実現する必要がある。そして、一定期間使用

された後は、保有すべき品質要求に対する充足度を試験などにより評価し、点検・診断後、修繕が適切に行われれば、最終的に顧客の満足度、さらには、組織全体の活動の質はより一層高められ、安全・安心な居住空間を維持することに繋がる。

5. 建築仕上げとして長く機能させるための評価のポイント

前述において、マンションを例に、その竣工から使用期間も含めた「広義の品質」を保つためには、a) 狭義の品質、b) 広義の信頼性ならびにc) 安全性の確保が必要であるとした。ここでは、b) 広義の信頼性の柱となるb1) 狭義の信頼性とb2) 保全性に関する、建築仕上げの点検・診断の意味を考えるポイントを考察する。

b1) 狭義の信頼性に関して、表2に狭義の信頼性を捉える故障率曲線の概要を示す。例えば、工業製品の場合、狭義の品質は、製造時の品質管理を徹底し、不良率がゼロに近い状態で使用者に引渡される。つまり、引渡時に重要となる点は、「完全な品質管理がなされた製品は、使用環境に依らず所定時間の間は使用者の品質欲求を満足させることをひとつの尺度としている」、ということである。これらは一般に信頼性指標といい、故障率、耐用寿命などが用いられ、故障率曲線によりその実態が分析される。故障率曲線は、製造段階で一定の品質管理がなされた生産物が、

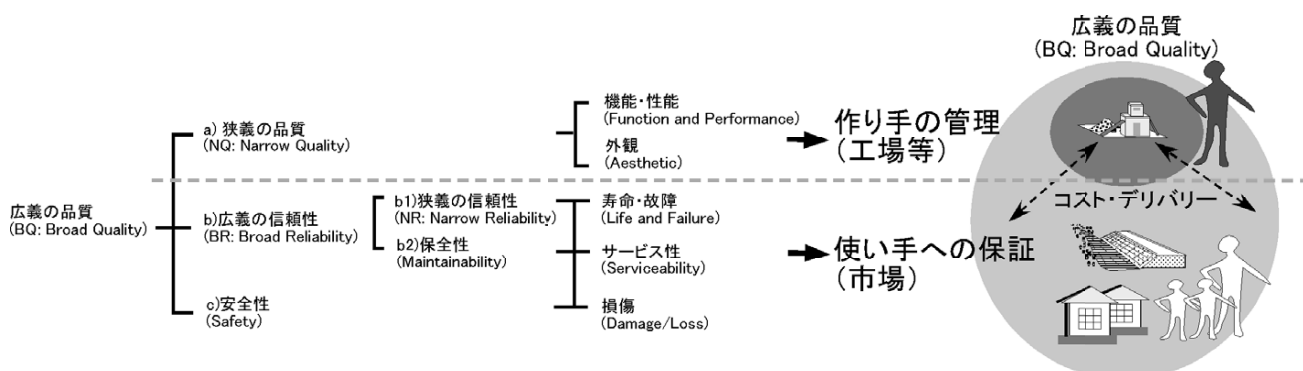


図1 建築仕上げを含めた建物の「広義の品質 (Broad Quality)」の位置づけ

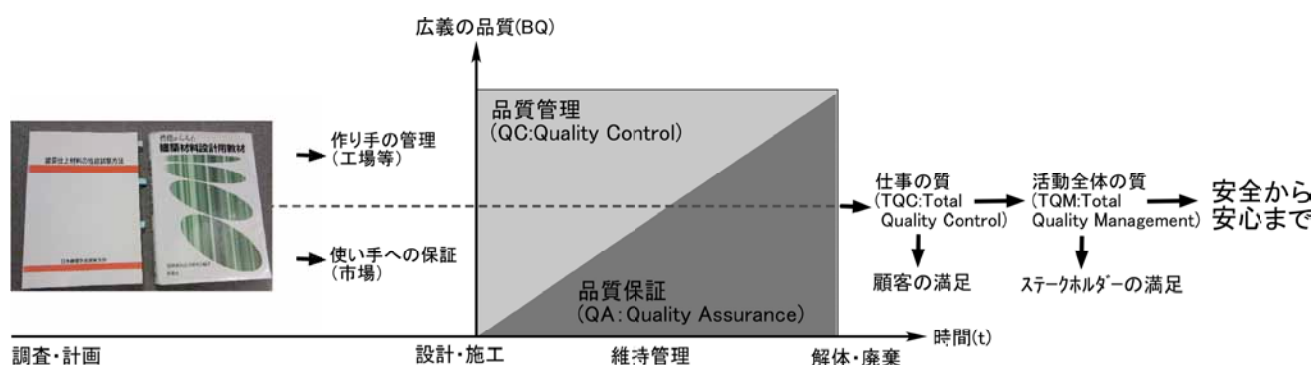
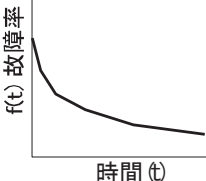
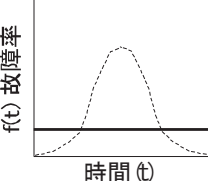
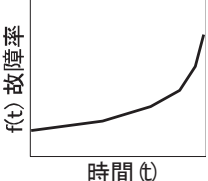
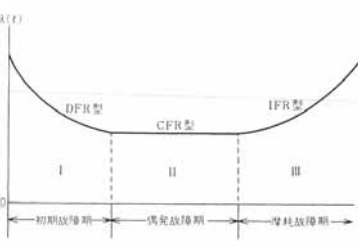


図2 「広義の品質」の管理・保証による健全性への道筋⁴⁾に加筆

表2 狭義の信頼性を捉える故障率曲線の概要 5)-6)を整理

初期故障期	偶発故障期	摩耗故障期	ライフサイクル全期間
1) 故障率減少型 DFR (Decreasing Failure Rate)	2) 故障率一定型 CFR (Constant Failure Rate)	3) 故障率増加型 IFR (Increasing Failure Rate)	
			
時間経過と共に故障率が減少し、一定期間を経ると故障率が安定する型。主に製造上の欠陥による故障が多い。	時間経過に関係なく故障率が一定とみなせる型。部品類が該当し、簡単な構成要素をもつ。	時間経過と共に品質管理を徹底しても劣化が生じて故障率が増し、本質的な寿命に近づく。	3曲線を連続的に接続した故障率曲線であり、バスタブ曲線とも言われる、合理的な信頼性指標となり、生産物の適切な保全行為時期を把握できる。

時間経過 t に伴う故障率 $f(t)$ の変化を表し、1) 故障率減少型 (DFR : Decreasing Failure Rate)、2) 故障率一定型 (CFR : Constant Failure Rate)、3) 故障率増加型 (IFR : Increasing Failure Rate) の3つに区別される。これにより、ライフサイクル全体でどのような時期に故障しやすいのかが予め想定可能となり、これら3つの曲線を連続的な故障率曲線として接続できた場合、製品の合理的な維持管理指標となる。この連続的な故障曲線は、その形状からバスタブ曲線と呼ばれる。

例えば、人間の寿命は、統計的に整理されている死亡率を年齢構成ごとにグラフ化するとバスタブ曲線が得られ、履歴特性から平均余命や生活水準を把握することができる。一方で、建築における部位用途ごとの仕上げ材は、このような故障率曲線が一般化しにくいと考えられる。各々の調査診断結果に基づく更新周期から故障率曲線を把握し、長期修繕計画の基礎資料とすることは将来的には可能といえ、現在はその実証データを蓄積している段階といえよう。

続いて、c) 安全性に関しては、「受容できないリスクがないこと」と説明され、安全の対概念としてリスクが説明されている。従って、リスクの指標を捉えることは安全条件を考えることと同義といえよう。

図3にリスクマネジメントの対策を、図4に建築仕上げを含む安全対策のためのリスク区分を示す。安全性確保の対策は、リスクの「保有」、「移転」を促す「リスクファイナンス (Risk Finance)」による方策と、リスクの「軽減」、「回避・予防」を促す「リスクコントロール (Risk Control)」

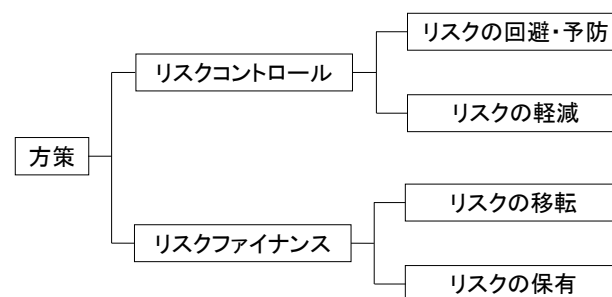
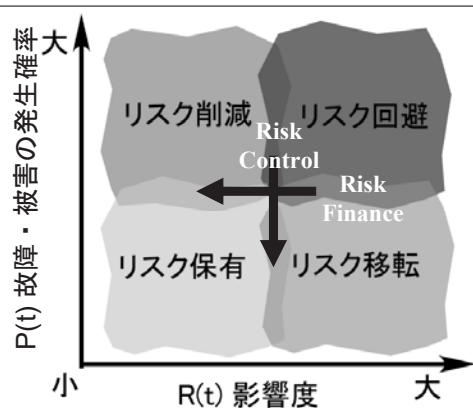


図3 リスクマネジメントの対策

安全対策→リスク評価 = $P(t)$ 発生確率 $\times$ $R(t)$ 影響度



マンション
点検・診断
安全対策

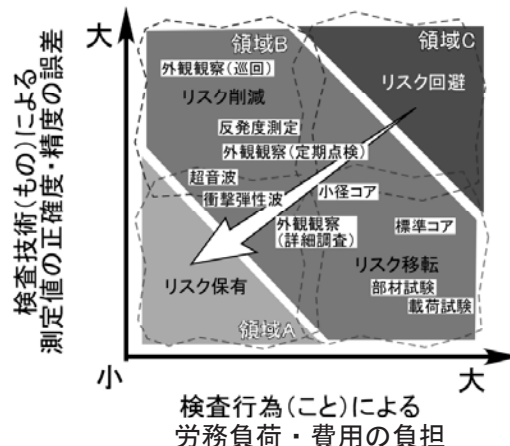


図4 建築仕上げを含む各部位・設備などの安全対策のためのリスク区分 7)に加筆

の2つに大別できる。リスクは、評価対象に応じて様々な定義が適用されるが、安全側面 (JIS A 8051 : 2004) の定義を踏まえると、「危害の発生確率及びその危害の程度の組み合わせ」と表現される。ここで、マンションを例に点検・診断技術による安全対策を考える。危害の発生確率 $P(t)$ を「検査技術の正確度・精度の誤差」、危害の影響度 $R(t)$ を「検査行為による労務・費用の負荷」と捉えた場合、各種非破壊検査・診断方法は、仕上げ材などの故障・劣化度を解消するための修繕費に対し、「リスク保有」して実施されるものと、「リスク回避」として適用外となるものに区別できる。例えば、タイルなどの仕上げ材の浮き調査などに使用される打診検査は、浮き判定精度に検討の余地があるため、誤差発生確率 $P(t)$ は一般に高くなる。しかし、仮設足場が組まれた後の検査効率は比較的高く労務量が抑えられるため、負荷値 $R(t)$ は小さくなる。結果、リスク値 ($P \times R$) は、さほど大きな値とはならず、「リスク保有」できる技術として位置づけられる場合がある。実際の調査では、オーナーの要望により構造体のダメージが少ない非破壊・微破壊試験が重視される場合が多い。例えば、コンクリートの検査としては、小径コアによる強度推定、ドリル削孔法による中性化診断、電磁波レーダ法や電磁誘導法などが適用され、仕上げ材の剥離診断としては、打診試験と同時に赤外線サーモグラフィなどが適用される場合がある。しかし、測定機構に依存する真値との誤差確率 $P(t)$ が大きくなる場合も多々あり、試験方法の標準化や診断技術の普及などの課題が残されている。

なお、図5に劣化・故障のリスク評価に関わる影響度の設定を示すが、一般には、前述のような仕上げ材の保全に関わる課題に対し、a) 確定的影響 (deterministic effects) の場合、一定の使用期間に到達した後の劣化・故障が生じる閾値が明確であり、補修・更新などの処置が必要となった際に万一对処を怠ると、確定的に劣化・故障が生じるものとする。b) 確率的影響 (stochastic effects) の場合、使

用時間に応じた劣化・故障が生じる直接的な理由が不明なため、確率的に安全側の条件で劣化・故障が生じるものと想定する。現況は、双方ともにリスク評価に使用可能な実績データを蓄積している段階といえる。

以上より、各部位の仕上げ材における健全性を示す上で、作り手が設定した性能のみでは十分でなく、使用時における故障・劣化を踏まえた品質状態やサービス性を適切に評価することが極めて重要となる。

図6に建築仕上げを含む建築物各部の計画更新年数を、表3に各種仕上げ材を含めた長期修繕計画のリスク評価のイメージを示す。マンションを例にすると、建築仕上げを多く含む建物の標準耐用年数を参照し、所定期間内に発生する可能性がある修繕工事を予測し、当該期間に必要な工事費用を算出し、現在の修繕積立金でまかなえるかどうかの評価が必要となる。ただし、実際の修繕計画は、国交省ガイドラインの修繕周期に基づくものから、仕上げ材を中心に簡易な点検・診断結果を踏まえて数年程度の早期修繕を行うもの、あるいは延伸させるものなどがあり、修繕実施年にはばらつきが生じる。そのため、個々の建物における維持保全実績の活用により、単位年あたりの工事の発生確率 $P(t)$ 、工事費による影響度 $R(t)$ ならびに双方の積である工事費発生リスク $V(t)$ を算出し、 $V(t)$ と単位年あたりの許容修繕積立費との関係を捉える必要がある。これにより、リスク保有が可能な工事か、工事頻度を減らすリスク削減対象の工事か、別技術の導入によりリスク移転が必要な工事か、などの判断が可能となろう。

以上により、建築仕上げ材を含む部位の修繕計画を立て、経済的に成立する適切な修繕を施すことで、構造物の広義の品質の改善、ひいては物理的耐用年数の改善がなされることが望ましい姿である。構造体に長期に渡り寄り添う建築仕上げ材の機能・性能が発揮され、その状態が適切に評価されるまでの道のりは、決して平坦で短いものではない。

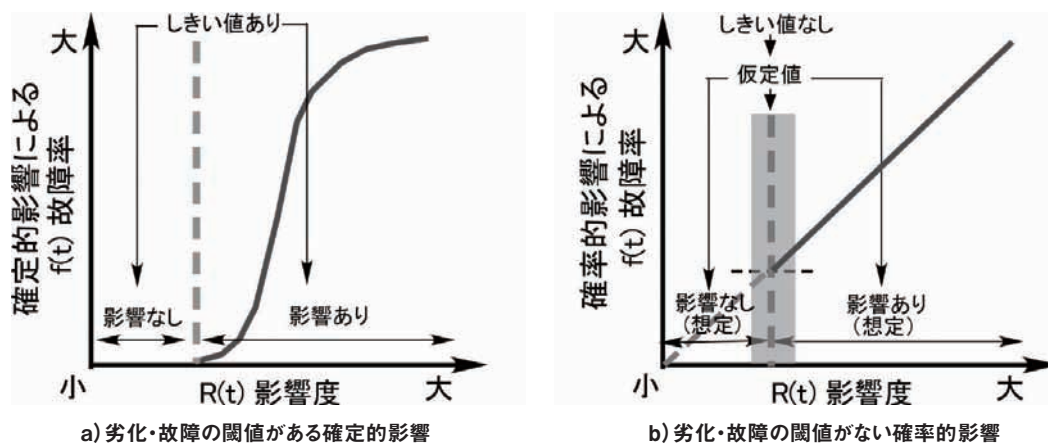


図5 劣化・故障のリスク評価に関わる影響度の設定

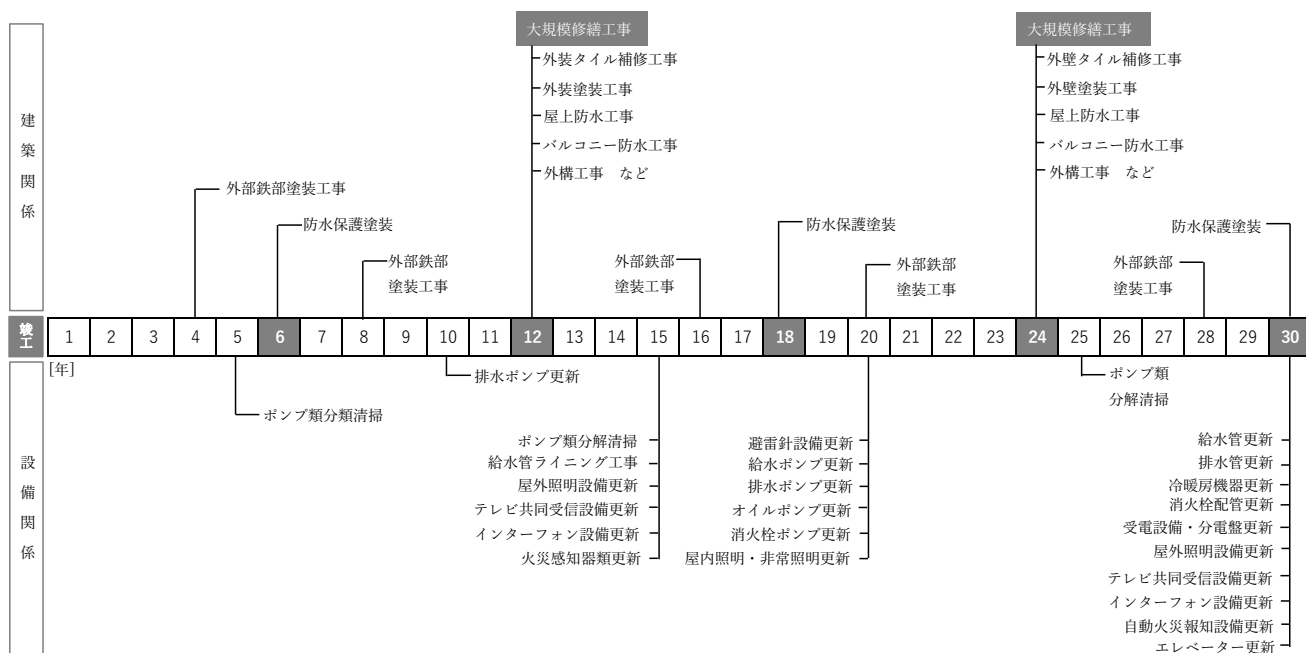
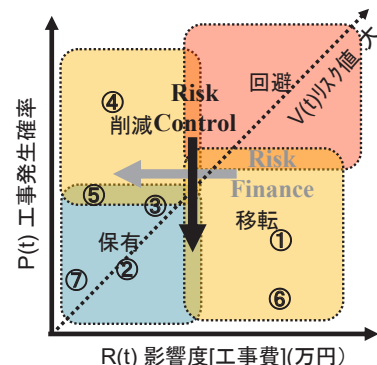


図6 建築仕上げを含む建築物各部の計画更新年数⁸⁾

表3 各種仕上げ材を含めた長期修繕計画のリスク評価のイメージ(例: RC共同住宅100戸)

区分	項目	周期 (年)	予算 (万円)	P(t): 発生確率	R(t): 影響度 (万円)	V(t): 工事発生 リスク(万円)
建築	①外壁塗装	12	1500	0.08	125	10.0
	②サッシ補修	25	300	0.04	12	0.5
	③シーリング打替	12	400	0.08	33.3	2.7
	④屋根防水補修	5	100	0.20	20	4.0
	⑤階段床補修	8	200	0.10	25	2.5
機械	⑥給水管取替	40	5000	0.025	125	3.1
外構	⑦フェンス張替	20	100	0.05	5	0.3
単位年あたり該当部修繕費(万円)						23.1

備考) 設定耐用年数は80年とし、 $P(t)$ 、 $R(t)$ 、 $V(t)$ は単位年あたり数量とする。



6. まとめ

本稿では、各部位における建築仕上げの維持保全に関わるハード面とソフト面の双方を踏まえた課題と視点を示した。仕上げ材は空間に対して面的に領域を構築するために、使用者が日常的に認識しやすいという本質を踏まえた取り組みが今後より一層必要になるといえる。ものを造る時代から、育む時代への大転換期に差しかかっている現在、建築物に必要とされる新たな技術の提案と、試験・評価により信頼度の高いものとする仕組みづくりを着実にを行う必要があり、建築仕上げ材への広義の品質保証への対応は明らかにその鍵となる。

参考文献

- 1) 性能からみた建築材料設計用教材, 彰国社, 1996
- 2) 日本建築学会関東支部: 建築仕上げ材料の性能評価試験, 1991
- 3) 田村, 兼松: あなたのマンションの診断に応える非破壊検査技術一点検・修繕の実状一, 第3回シンポジウム コンクリート構造物の非破壊検査, No.59, 2010
- 4) 日本コンクリート工学会: コンクリートの環境テキスト(案), 2015年
- 5) 真壁壁: 新版信頼性工学入門, 日本規格協会, 2010
- 6) 信頼性技術書編集委員会: 保全性技術, 日科技連, 2010
- 7) 日本コンクリート工学会: 微破壊試験を活用したコンクリート構造物の健全性診断手法調査研究委員会報告書, 2012
- 8) 田村ほか: 建築生産 ものづくりから見た建築の仕組み, ものづくり研究会編者, 彰国社, 2012

非構造部材の 構造試験方法について

中央試験所 構造グループ

菱沼 匠

Sho Hishinuma



1. はじめに

非構造部材とは、柱や梁などの主要構造部材以外の部材であり、内外装材、天井材および床下地材などがあります。これらは、使用される部位、構法によって要求性能が異なるため、使用目的に応じた試験方法によって性能を確認することが求められます。本稿では、床下地材および鋼製下地材の試験方法について紹介します。

2. 床下地材の試験方法

床下地材は一般的に二重床の試験が多く行われています。二重床とは、床スラブと仕上げ材を直貼りせずに、支持脚や緩衝材、パネルなどを用いて仕上げ材の間に空間を設ける構法です。空間を設けることで、通信用の配線や給水管、排水管などの配管を容易に設置できる利点があります。

二重床には、事務室などで使用されるフリーアクセスフロアや、体育館の床に使用される鋼製下地材などがあり、それぞれ使用される部位や目的に応じた試験方法があります。ここでは、これらの各床下地材の試験方法の一部を説明します。

2.1 フリーアクセスフロアの性能試験

フリーアクセスフロアは支柱調整式と置敷式の2種類に大別され、試験方法はJIS A 1450（フリーアクセスフロア試験方法）によって規定されており、構造的な試験項目には静荷重試験、衝撃試験および振動試験などがあります。

2.1.1 静荷重試験

静荷重試験は、事務室で使用する什器、書棚およびサーバなどを設置した際の床への影響を知るための試験です。什器などの設置は長期に渡りますが、長期間に渡る試験は実用的ではないため、短期荷重の試験により、所定荷重時の変形と残留変形を確認する方法をとっています。所定荷重は、什器などを設置した際の長期荷重および動荷重の影響を含め、適用例に応じた荷重が規定されています。

試験体は、9ユニットの床を構築したものです。試験方法は、図1に示すように、中央1ユニットの載荷点（ユニットの最弱部）に加圧子を介して200Nの荷重を載荷し、1

分間荷重を保持します。その際の変位を基準とし、試験体の要求性能に応じた所定荷重を加え、変位を測定します（所定荷重時の変形）。その後200Nまで減力し、1分間その荷重を保持した後、変位を測定します（残留変形）。

試験体は原則9ユニットですが、パネルが独立しており、9ユニットで試験を行った際と変形および損傷の程度が同等以上であることが明らかな場合は、1ユニットで試験を行ってもよいとされています。

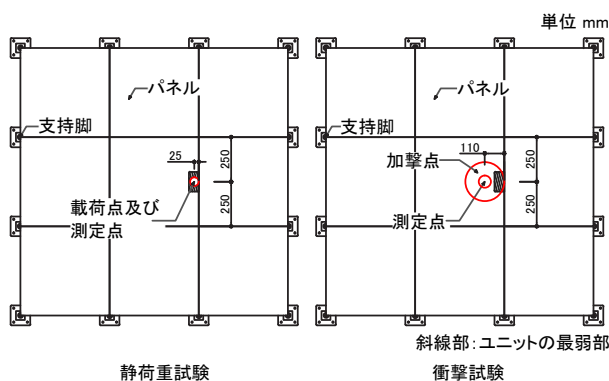


図1 載荷および衝撃位置の例

2.1.2 衝撃試験

衝撃試験は、事務室などで物体が床に落下したときの影響を知るための試験です。

試験体は、静荷重試験のものと同様です。試験手順としては、まず始めに図1に示すように中央1ユニットの加撃点（ユニットの最弱部）におもり（質量20kg、底面の直径70mm）を設置します。次に、その際のおもり頂部中央の変位を基準とし、おもりを取り除きます。その後、加撃点に表面仕上げ材を敷設し、砂袋（質量30kg、直径220mm、布素材：綿帆布など）を加撃点の位置に合わせ、高さ250mmから自由落下させます。最後に、おもりを再び加撃点に設置し、おもり頂部中央の変位を測定し、損傷の有無を確認します。

2.1.3 振動試験

振動試験は、機器などを床に設置した際の水平振動によ

る影響を知るための試験です。

試験体は、1000mm×2500mm以上になるように床を構築したものです。試験体の設置については、実際の施工状況を反映します。支柱調整式は、床スラブに接着材を使用して固定する場合が多いため、コンクリート平板に支柱を接着し、振動試験用架台にコンクリート平板をシャコ万で固定します。置敷式は、床スラブに据え置き、壁まで敷き詰めるため、試験架台に合板を載せ、この合板の上に試験体を設置できるようにします。また、振動試験用架台に、周囲壁を想定したアングルを試験体のストッパーとして設置します。

試験方法を、図2に示します。試験では、事務室で使用する機器を想定した形状のおもりを設置した後、図3に示す入力波で水平振動させ、床の挙動およびおもりのロッキングによる床の損傷を確認します。

静荷重試験と同様に、適用例に応じて、所定のおもりの質量および加速度が規定されています。

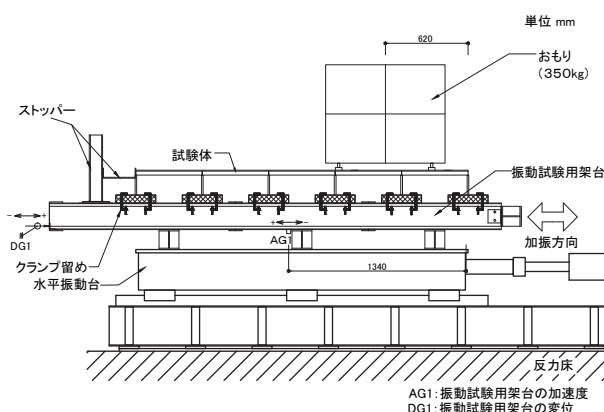


図2 試験方法(支柱調整式の例)

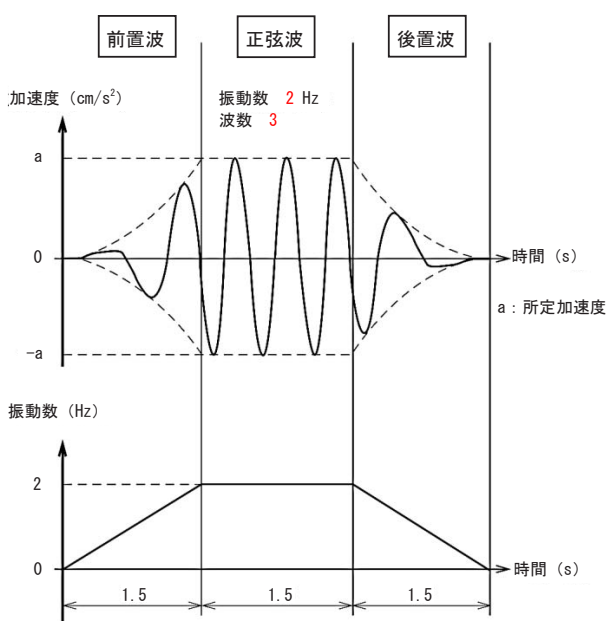


図3 入力波

2.2 体育館用鋼製床下地構成材の性能試験

体育館の床は、使用者の安全と運動のしやすさを満足させる必要があります。鋼製床下地構成材はその基盤となります。この鋼製床下地構成材は、組床式と置き床式の2種類に大別され、主に耐荷重、耐衝撃性、弾力性および硬さについての性能が要求されます。

ここでは、JIS A 6519 (体育館用鋼製床下地構成材) の一般体育館の区分に記載されている、鉛直載荷試験、繰返し衝撃試験、床の弾力性試験および床の硬さ試験について説明します。

これら試験における試験体は、床面積が3600mm×3600mm以上で、床の最も柔らかい部分が中央となるように下地材を組み立て、その上に床張りを行ったものです。また、試験体には、横揺れ防止のためのストッパーを取り付けます。

2.2.1 鉛直載荷試験

鉛直載荷試験では、試験体の中央部1000mm×1000mmの載荷範囲に、おもりをを用いて等分布荷重を加え、測定点の上下方向変位を測定します。測定点および載荷範囲は図4に示します。

試験手順としては、まず始めに載荷範囲が均等になるように、4.9kNまでおもりを載荷します。1分間保持後、おもりを除荷し、このときの変位を0点とします。次に、14.7kNまで載荷した際の変位を測定します(最大たわみ量)。最後に、変位測定後におもりを除荷し、15分放置した際の変位を測定します(残留たわみ)。

測定点は、床下地の構成によって変わります。図4のように床下地が構成された試験体の場合、測定点はA点(載荷中央)、B点(支持脚近傍)、C点(根太中央)およびD点(大引中央)の4点となります。

2.2.2 繰返し衝撃試験

繰返し衝撃試験は、衝撃体を連続して自由落下させ、床に衝撃を加えるものです。

試験方法は、図4に示すA点に砂袋(質量30kg、直径220mm)を落下高さ(試験体上面からの高さ)900mmから10回自由落下させます。その際、各部材および接合部の状況を観察します。

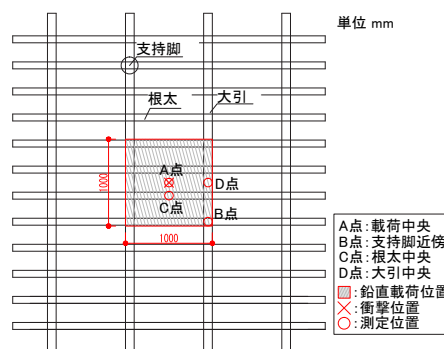


図4 測定位置

2.2.3 床の弾力性試験

床の弾力性試験は、使用者が快適かつ安全に運動できるようにすることを目的とした、床の弾み具合を知るための試験です。試験の際は、図5に示す弾力性測定装置を使用します。本装置の仕組みは、電磁石により所定の高さに吊られたおもりをゴムばね上に落下させることにより、荷重板が設置してある床に対し、人が跳躍して着地した際と同様な動的荷重を作用させるというものです。

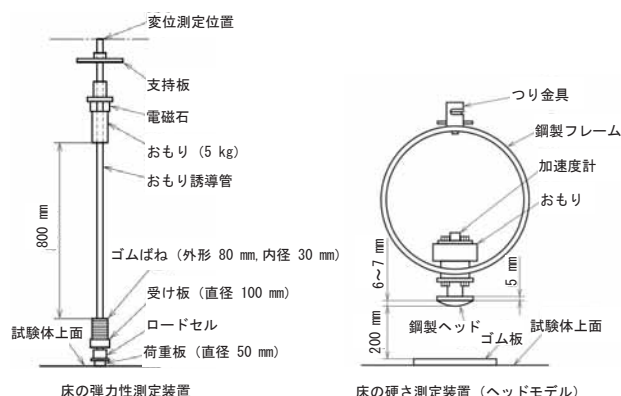


図5 測定装置

測定装置は、試験を行う前に校正を行います。校正では、剛床上に測定装置を設置した際の動的荷重の最大値が2058～2156N範囲内であることを確認します。

試験手順としては、まず始めに5kgのおもりを所定の高さからゴムばね上に落下させます。そして、その時の床に作用する動的荷重および床の動的変形を、ロードセルおよびガイドパイプ頂部に取り付けた変位計で計測し、床面に生じる荷重と変位の関係を調べます。あわせて、振動の減衰時間（変形の立ち上がり時点から変形の全振幅が0.02cmまで減衰するのに要する時間）を測定します。最後に、これらの測定値をもとに、運動のしやすさを表す弾力性値（Y）および運動動作時の柔らかさを表す緩衝効果値（U）を算出します。

測定点は、鉛直载荷試験と同様に床下地の構成によって変わります。図4のように床下地が構成された試験体の場合、測定点は、A点、B点、C点およびD点の4点となります。

2.2.4 床の硬さ試験

床の硬さ試験は、人が床に転倒した際の衝突による傷害発生の観点からみた床の硬さを知るための試験です。試験では、図5に示す床の硬さ測定装置（ヘッドモデル）を使用します。本装置は人の頭部の衝突を想定して開発された装置です。

本装置は、床の弾力性試験と同様にして、試験前に校正を行います。校正では、剛床上にゴム板を設置し、ヘッドモデルを落下させたときの加速度が $1519 \pm 49 \text{ m/s}^2$ の範囲内であることを確認します。

試験では、高さ20cmから質量 $3.75 \pm 0.1 \text{ kg}$ のヘッドモデルを床面へ自由落下させます。床面には、人の頭部が床面

に衝突した際の衝撃を再現するため、ゴム板を敷きます。

測定点は、床が最も硬い箇所とします。図4のように床下地が構成された試験体の場合、測定点はB点となります。

3. 鋼製下地材の試験方法

鋼製下地材は、不燃化などの観点から、木製下地の代替として幅広く普及しています。また、乾式工法で施工性が良いため、公共建築物やオフィスの間仕切壁や天井に多く利用されています。

鋼製下地材は、JIS A 6517（建築用鋼製下地材）において壁下地材と天井下地材の2種類に大別され、それぞれについて要求品質や試験方法が規定されています。

ここでは、壁下地材については、壁面における荷重および衝撃に対する性能、天井下地材については、野縁における下向きおよび上向き荷重に対する性能と、野縁受けにおける下向き荷重に対する性能を確認するための試験方法をそれぞれ説明します。

3.1 壁下地材の強度試験用試験体

試験体作製にあたり、まず始めに試験体取り付け用ジグにランナを固定し、ランナにスタッドを450mm間隔で2スパン取り付け、そこにスペーサおよび振れ止めの順で壁下地材を組んでいきます。さらに、壁下地材にタッピンねじを用いて、表側には合板、裏面にはせっこうボードを所定のピッチで張り付けます。

試験体に使用する鋼製部材および鋼製部材以外のタッピンねじ、せっこうボード、合板などの詳細は、JIS A 6517に規定されています。

3.1.1 载荷強さ試験

载荷強さ試験では、図6に示すように当て板（350mm×350mm×15mm）を载荷位置（床から1500mm）に置き、当て板の中央に160Nの鉛直荷重を5分間加え、除荷後のせっこうボード面における最大残留たわみ量を測定します。

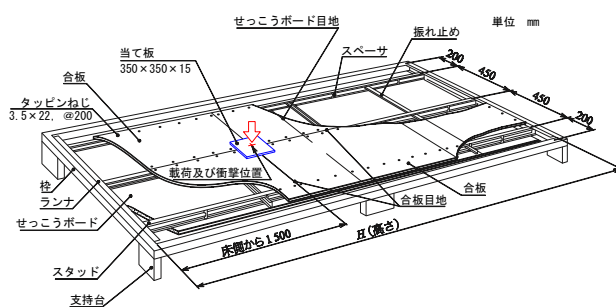


図6 壁下地の強度試験

3.1.2 耐衝撃性試験

耐衝撃性試験では、载荷強さ試験と同一の試験体および当て板を使用し、当て板にJIS A 1414（建築用パネルの性能試験方法—第2部：力学特性に関する試験）の衝撃試験に規定されている砂袋（質量 30kg、直径 220mm）を高さ 300 mmから自由落下させ、砂袋を取り除いた後、せっこ

うポート面の最大たわみ量を測定します。併せて、合板を外して目視による構成部材の折れおよび外れを観察します。

3.2 天井下地材の試験用試験体

試験体は、鋼製枠につりボルトを固定し、ハンガ、野縁受け、クリップ、野縁の順で天井下地材を組み立てたものです。

上向き載荷の試験体については、天井下地材にタッピンねじを用いてせっこうボードを取り付けます。使用するタッピンねじ、せっこうボードは、壁下地材強度試験体と同様に種類や厚さなどの詳細がJIS A 6517に記載されています。

3.2.1 野縁の下向き載荷試験

つりボルトを鋼製枠に固定した天井下地材を、図7に示します。野縁の下向き載荷試験では、中央野縁2本の中央部に、当て板(450mm×450mm×15mm)を載せ、載荷位置に19形は300N、25形は500Nの鉛直荷重を5分間加えます。この状態での2本の野縁中央の最大たわみ量および除荷後の残留たわみ量を測定し、いずれか大きい値を測定値とします。

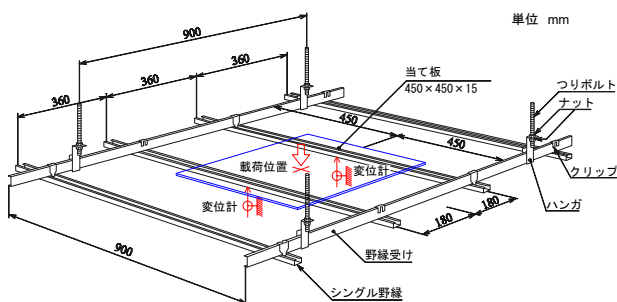


図7 野縁の載荷下向き試験

3.2.2 野縁受けの下向き載荷試験

野縁の下向き載荷試験と同様に、つりボルトを鋼製枠に固定した天井下地材を、図8に示します。野縁受けの下向き載荷試験では、野縁受け2本に当て板(1200mm×400mm×24mm)を載せ、載荷位置に740Nの鉛直荷重を5分間加えます。この状態での野縁受け中央の最大たわみ量および除荷後の残留たわみ量を2本の野縁受けについて測定し、いずれか大きい値を測定値とします。

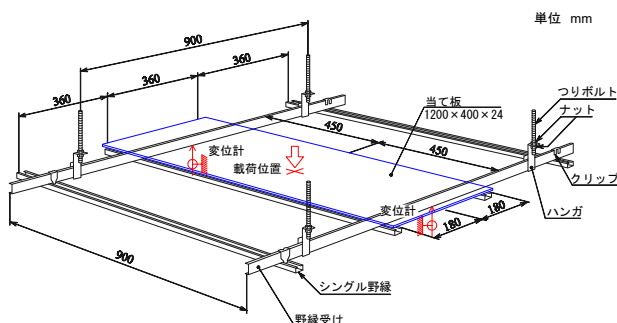


図8 野縁受けの載荷下向き試験

3.2.3 上向き載荷試験

つりボルトを鋼製枠に固定した天井下地材を、図9に示します。天井下地材には、天井材としてJIS A 6901(せっこうボード製品)に規定される厚さ9.5mmのせっこうボード(GB-R)を、タッピンねじを用いてねじ間隔200mmで取り付けます。その中央部に当て板(450mm×450mm×15mm)を敷き、油圧式載荷装置を用いて、300Nの力を鉛直上向きに5分間加えた状態における2本の野縁中央の最大たわみ量を測定し、いずれか大きい値を測定値とします。

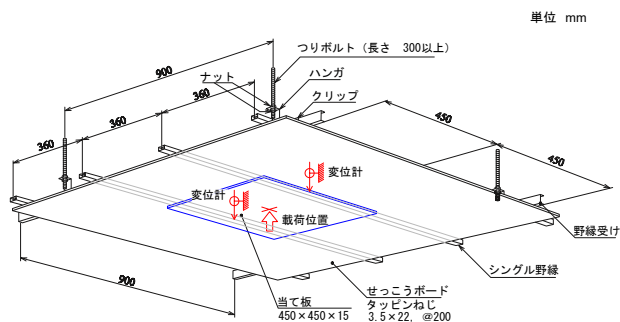


図9 野縁受けの載荷上向き試験

4. まとめ

床下地材および鋼製下地材の構造的な試験方法について説明しました。

非構造部材とはいえ、二重床などの床下地材や建築用鋼製下地材といった、下地材とせっこうボードで構成されるような内装材は、建物内部の使用環境に応じて生じる衝撃力、固定荷重および積載荷重に対して十分な性能を確保する必要があります。

そのため、第三者証明機関などでの試験を通じ、試験体の正確な性能を把握することはとても重要であると考えられます。

参考文献

- 1) 日本建築学会：床性能評価指針，2015
- 2) 日本建築学会：非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領，2003
- 3) JIS A 1450：2015，フリーアクセスフロア試験方法
- 4) JIS A 6519：2018，体育館用鋼製床下地構成材
- 5) JIS A 6517：2010，建築用鋼製下地材(壁・天井)

【お問い合わせ先】

中央試験所 構造グループ

TEL：048-935-9000 FAX：048-931-8684

内装材（壁材・床材）の試験紹介

中央試験所 材料グループ 主査

吉田仁美

Hitomi Yoshida



1. はじめに

建材試験センターでは、建材に関する様々な試験を行っています。今回の建材試験情報のトピックスは「仕上げ材」ですが、内装仕上げに用いられる材料はとも多くの種類があります。そのため、関連する試験の全てを紹介するためには、分厚い本が必要になるでしょう。

本稿では、壁紙およびビニル系床材について、中央試験所・材料グループで行っている試験の一部を紹介します。

2. 壁紙について

日本産業規格のひとつ、JIS A 6921（壁紙）には、壁紙に求められる品質と、その試験方法が記されています。

まず、外観として「壁紙には、使用上の実用性を損なう外観上の色むら、きず、しわ、気泡、異物の混入、布目曲がり、柄ずれなどがあってはならない。ただし、装飾上これらを施したものは除く。」¹⁾と規定されています。

その他に求められている品質について、表1に示します。

表1 壁紙の品質¹⁾

項目			性能
退色性(号)			4以上
摩擦色落ち度 (級)	乾燥摩擦 色落ち度	縦	4以上
		横	
	湿润摩擦 色落ち度	縦	4以上
		横	
隠蔽性(級)			3以上
施工性			浮き及び剥がれが あってはならない
湿润強度(N/1.5cm)		縦	5.0以上
		横	
ホルムアルデヒド放散量(mg/L)			0.2以下

外観に関する規定と表1が示していることは、JISマーク付きの壁紙は「見た目に問題が無く、色が褪せにくく、多少の摩擦では色移りせず、下地を隠すことができ、貼りがやすく、濡れてもそれなりの強さを保ち、ホルムアルデヒ

ドをほとんど放散しない」製品である、ということです。

ここで、ホルムアルデヒドとその試験について紹介します。ホルムアルデヒドは、シックハウス症候群の原因物質のひとつとされている化学物質です。ホルムアルデヒドを放散する建材、または放散するおそれのある建材は、建築基準法により内装仕上げなどに使用する面積に制限を受けることがあります^{2),3)}。

そのため、壁紙を用いる際はJISの認証などで等級を明らかにする必要があります。

ホルムアルデヒドの試験は、「デシケーター法」と呼ばれる方法で行われます。手順の概略は、次の通りです。

- ①23℃の室内で、デシケーターというガラス製の密閉容器に、壁紙2枚と水入りのガラス容器を入れて蓋をします。試験は2組分行き、壁紙を入れないバックグラウンド測定も同時に行います(写真1参照)。
- ②蓋をした後、24時間待ちます(この間に、壁紙からホルムアルデヒドが出てきた場合には、ホルムアルデヒドは水に溶解込みます)。
- ③試薬と吸光光度計を使って、水の中のホルムアルデヒド量(mg/L)を分析します。



写真1 ホルムアルデヒドの放散量試験状況

表1の品質を満たす壁紙は“F☆☆☆☆等級”に分類され、使用量の制限を受けずに用いることが可能です³⁾。

3. ビニル系床材について

JIS A 5705（ビニル系床材）には、ビニル系の床材の種

類と、種類ごとに求められる性能が記されています。ビニル系床材は、形状、材質、用途により床タイル5種類と床シート4種類に分かれます。ここでは、床シートに求められる品質についてご紹介します。

まず、寸法は「厚さ1.5mm以上、幅900mm以上、長さ900mm以上」と決められています。そして、外観については表2に示す欠点について目視で確認をします。欠点区分a、bの両方を目視で確認するのですが、bの項目については「標準見本」「限度見本」という見本との比較で判定を行います。その他の性能について、表3に示します。

表2 ビニル系床シートの外観⁴⁾

欠点区分	欠点の種類	結果の判定
a	欠け（裂けた箇所及び切断箇所を含む。）、ひび割れ、折れしわ、穴、剝離	いずれの欠点も目立つものとして確認されない。
b	光沢及び色調の不ぞろい、汚れ、きず、異物の混入	いずれの欠点も目立つものとして確認されない。

表3 ビニル系床シートの性能⁴⁾

性能項目	区分		発泡層のないもの		発泡層のあるもの	
	種類		単層 ビニル 床シート	複層 ビニル 床シート	発泡複層 ビニル床 シート	クッション フロア
へこみ量 (mm)	試験 温度	23℃	0.30 以上			
		45℃	1.5 以下		－	
残留 へこみ量 (mm)	試験 方法	A 法	0.75 以下		－	
		B 法	(0.25 以下)		0.35 以下	
加熱による長さ及び 幅変化率 (%)			-2.00 以上 2.00 以下		-2.00 以上 2.00 以下	-0.50 以上 0.50 以下
耐汚染性			影響なし			
密度 (kg/m³)			－		650 以上	650 未満

表2および表3が示していることは、JISマーク付きのビニル系床シートは「見た目に問題が無く、下地になじみやすく、家具などの跡があまり残らず、加熱されてもあまり寸法が変わらず、汚れ跡があまり目立たない」製品である、ということです。なお、密度は、発泡層のある床シートの種類分けのために決められた値です⁴⁾。

ここでは、残留へこみ試験（A法）の手順について紹介します。これは、へこみ跡の残りにくさに関わる性能項目です。

- ①試験片中央部の厚さを測ります。
- ②残留へこみ試験機の鋼棒が、試験片の中央部に当たるように試験片を設置します。試験機を写真2に示します。
- ③鋼棒を通して、試験片におもり（約36kg）を載せます。
- ④10分後、試験片を装置から外します。
- ⑤60分後、試験片中央部の厚さを測ります。
- ⑥試験前の厚さから試験後の厚さを引いて、残留へこみ量（mm）を求めます。

この試験は3枚の試験片で測定を行い、平均値を求めます。この値が小さいほど、へこみが少ないということになります。

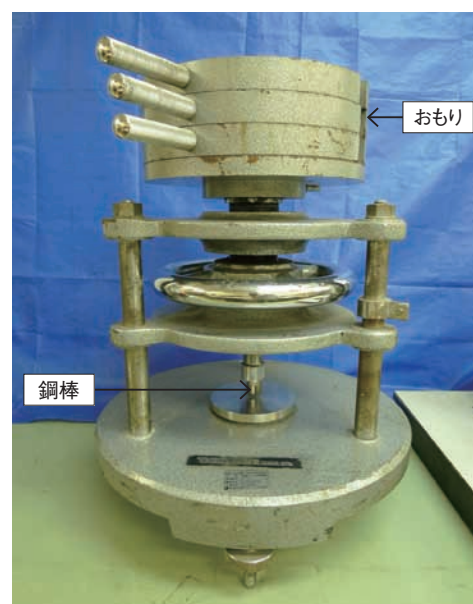


写真2 残留へこみ試験機

4. おわりに

今回紹介したものは、仕上材に関する試験のあくまでも一部です。紙面の都合上、試験手順を省略した形になりましたが、実際はひとつひとつの手順に細かいルールが決められています。

建材試験センターでは、今回紹介した壁紙およびビニル系床材の他に、内装用ボード類、仕上塗材など様々な材料の性能試験にも対応しております。試験をご検討の際は、お気軽にお問い合わせください。

参考文献

- 1) JIS A 6921：2014、壁紙
- 2) 国土交通省：建築基準法に基づくシックハウス対策について、http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000043.html（参照：2019.7.1）
- 3) 総務省行政管理局：電子政府の総合窓口（e-GOV）建築基準法施行令、2018.9.12、https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=325C00000000338#210（参照：2019.7.1）
- 4) JIS A 5705：2016、ビニル系床材

【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

建材の湿気物性試験方法

中央試験所 環境グループ 主査

松原知子

Tomoko Matsubara



1. はじめに

建材の湿気物性は、快適な室内環境の維持や壁体内結露を防ぐために確認しなければならない重要な性能のひとつです。本稿では、建材の湿気物性に関する試験方法について紹介します。

2. 透湿性

透湿性とは、材料が水蒸気を通す性質のことであり、透湿係数、透湿率、透湿抵抗などで表されます。

本稿では、JIS A 1324（建築材料の透湿性測定方法）のカップ法を紹介します。カップ法は定常法の一つで、吸湿剤を入れ、試験体を取り付けた透湿カップを恒温恒湿槽内に静置し、カップ全体の質量変化とそのときの恒温恒湿槽の温湿度から透湿性を求める方法です。原則として、透湿係数が1000ng/(m²・s・Pa)以下の材料に適用されます。カップ法では、厳密には湿気貫流率（湿気貫流抵抗）を測定しているため、透湿係数が大きい建材では、表面湿気伝達抵抗の大小が測定結果に影響するので注意が必要です。

吸湿剤には、無水塩化カルシウムを使用します。測定対象範囲は、300mm×300mmの試験体の内、中央部の250mm×250mmです。試験体をカップに取り付けた後、測定対象範囲以外の部分から透湿しないようにするため、試験体の四周をアルミニウムテープやパラフィンなどのシール材によって密封します。

試験体の透湿量は、試験体を取り付けたカップを原則として温度23℃、相対湿度50%に設定した恒温恒湿槽内に置き、適当な時間間隔でカップを取り出して、写真1のようにカップの質量増加量を測定することにより求めます。測定の間隔は、JIS A 1324では、試験体の透湿量の増加分が0.1～10gの範囲になるような時間間隔とすると定められています。ただし、この測定間隔は試験体の透湿性によって異なるので、その材料の透湿性にあった間隔で精度良く測定を行うことが重要です。試験体3体の透湿量を測定した例を、図1に示します。この図のように、単位時間あたりの質量増加量が一定（5%以内）になるまで測定を続けます。5点以上の測定結果から、最小二乗法により単位時間あた

りの透湿量（ng/s）を求め、以下の（1）～（3）式から透湿抵抗、透湿係数、透湿率を求めます。

$$Z_P = \{(P_1 - P_2) \times A\} / G \quad (1)$$

$$W_P = 1 / Z_P \quad (2)$$

$$\mu = W_P \times d \quad (3)$$

ここに、

W_P ：透湿係数 [ng/(m²・s・Pa)]

Z_P ：透湿抵抗 [(m²・s・Pa)/ng]

G ：透湿量 (ng/s)

A ：透湿面積 (0.0625m²)

P_1 ：恒温恒湿装置内の空気の水蒸気圧 (Pa)

P_2 ：透湿カップ内の空気の水蒸気圧 (Pa)

μ ：透湿率 [ng/(m・s・Pa)]

d ：試験体の厚さ (m)

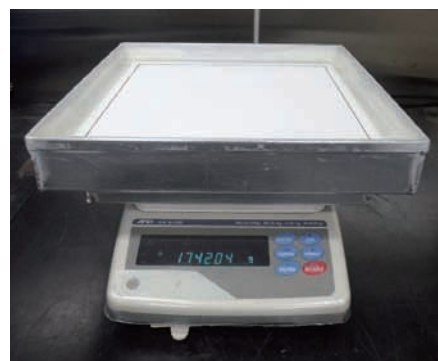


写真1 質量増加量の測定例

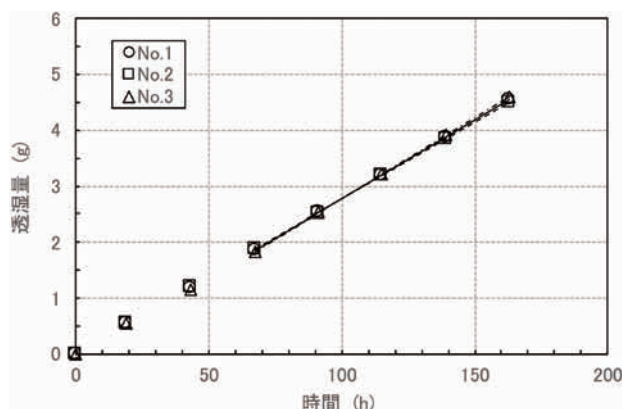


図1 測定例（時間と透湿量の関係）¹⁾

3. 平衡含水率

建築に使用される材料の大半は内部に空隙を有する多孔質体であるため、一般的に雰囲気の水蒸気環境に応じて吸湿または放湿する性質があります。材料は、一定の温湿度の雰囲気中に長時間放置すると、最終的にある含水率で安定します。平衡含水率とは、この雰囲気中の水蒸気を吸放湿して平衡に達したときの含水率です。本稿では、JIS A 1475 (建築材料の平衡含水率試験方法) の一部を紹介します。

平衡含水率は、試験体を湿度が一定の容器内に静置して平衡になった時の質量と、乾燥時の試験体の質量から求められ、これらの質量比を平衡質量含水率、容積比を平衡容積含水率といいます。測定方法は、チャンバー法とデシケーター法があります。チャンバー法は、温湿度を制御できる恒温恒湿槽(チャンバー)を用いて温湿度を一定に保ち、デシケーター法は恒湿容器(デシケーター)内を塩飽和水溶液によって相対湿度を一定に保つ方法です。デシケーター法で使用する塩類は、塩化マグネシウム(相対湿度33%)、塩化ナトリウム(相対湿度75%)など、対応する相対湿度のものを規格に従って選択します。測定時の温度は、原則として $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ です。

吸湿過程では基準乾燥質量を測定した後、放湿過程では相対湿度95%以上の雰囲気中で平衡にした後に、試験体を所定のチャンバーまたはデシケーターに入れ、恒量になるまで質量を測定します。JIS A 1475では、24時間間隔で測定した連続する3回の測定の質量変化が、試験体の質量の0.1%以下となった時点で、恒量とします。吸湿過程の測定は相対湿度が低い条件から順に行い、放湿過程の測定は相対湿度が高い条件から順に行います。測定のばらつきが少ない試験体の場合は、相対湿度条件別に試験体を用意し、同時に測定することで試験時間を短縮することができます。**写真2**は、デシケーターに入れた試験体の一例です。試験体の質量は、質量が変化しないように試験体を容器に入れてから取り出し、容器ごと質量を測定した後、容器質量を引くことにより求めます。



写真2 デシケーター内の試験体

測定して得られた恒量時の試験体の質量を用い、以下の(4)、(5)式から平衡含水率を算出し、最終的に図2のような平衡含水率曲線を求めます。

$$u = (m - m_0) / m_0 \quad (4)$$

ここに、 u ：平衡質量含水率(kg/kg)

m_0 ：乾燥時の試験体の質量(kg)

m ：平衡状態の試験体の質量(kg)

$$\psi = u \cdot \rho_0 / \rho_w \quad (5)$$

ここに、 ψ ：平衡容積含水率(m^3/m^3)

ρ_0 ：乾燥時の試験体の密度(kg/m^3)

ρ_w ：水の密度(= 997.6 kg/m^3)

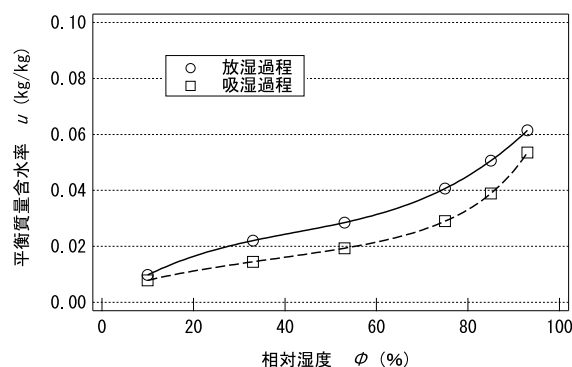


図2 平衡含水率曲線の例

一般に、材料の平衡含水率は、履歴現象(ヒステリシス)があり、図2のように水蒸気を吸湿して平衡に達する場合と、放湿して平衡に達する場合とで異なることが知られています。このため、測定方法に吸湿過程(試験体をあらかじめ基準乾燥状態にしてから雰囲気の水蒸気を吸湿させる条件)と、放湿過程(試験体をあらかじめ湿潤にしてから雰囲気に水蒸気を放湿させる条件)が規定されています。

4. おわりに

今回は、透湿性、平衡含水率の試験方法について簡単に紹介しました。透湿性、平衡含水率は、非定常結露計算などの湿気移動のシミュレーションを行う際に必要な物理量にもなっています。今回掲載した試験のほかにも、環境グループでは、水分・湿気物性に関する試験を行っております。まずはご相談いただければ幸いです。

参考文献

- 1) (一財) 建材試験センター中央試験所：設計施工・技術開発・品質管理に携わる技術者のための建築材料・部材の試験評価技術，彰国社，p.414
- 2) JIS A 1324:1995，建築材料の透湿性測定方法
- 3) JIS A 1475:2004，建築材料の平衡含水率測定方法

【お問い合わせ先】

中央試験所 環境グループ

TEL：048-935-1994 FAX：048-931-9137

接着系あと施工アンカーの引張試験結果1620体のデータ検証

接着系あと施工アンカーの
非拘束式の引張試験結果の検証

1. はじめに

接着系あと施工アンカー（以下、「接着系アンカー」とする。）は、コンクリートに建築設備を取付けるため、あるいは既存コンクリート躯体に耐震補強部材を緊結するための定着金物として使用されている。近年ではさらに、増改築における構造部材同士の接合のような長期荷重を負担する部材への適用が望まれているが、建築基準法では認められていない。

このような背景の中、2015年度～2017年度にかけて実施された国土交通省による建築基準整備促進事業で、接着系アンカーを構造部材に適用するに当たって、引張、せん断に加え、クリープを含めた性能値などの検討が進められた。

筆者らは、先の事業において多数のデータから接着系アンカーの引張強度および付着強度の定性的な傾向を把握するため、受託試験として実施した接着系アンカーの引張試験結果を取り纏め、破壊モードが付着破壊と判定されたデータをもとに付着強度を検証した¹⁾。また、過去には、引張強度に対してアンカー筋の引き抜け挙動が及ぼす影響²⁾とばらつき程度³⁾についての検証を行った。

本報では、文献1)の再整理として破壊モードごとに実験値と計算値の比較を行った。さらには、付着破壊と分類したデータをもとに、付着応力度の下限值についての検証を行った。

なお、本報は、コンクリート工学会年次大会2019（札幌）で発表した論文「接着系あと施工アンカーの非拘束式の引張試験結果の破壊モードによる検証」に一部加筆したものである。

2. 試験概要

2.1 試験体

既存鉄筋コンクリート部材を想定したコンクリート母材は、原則、厚さ300～450mm、幅2000～2500mm、長さ

3000～3500mmのコンクリート版を用いた。その際、下端50～100mmの位置に格子鉄筋（D10@250）を設けた。

使用した固着剤は、有機系と無機系の2種類とし、主剤は、有機系がウレタンメタクリル、エポキシアクリレート、エポキシ、ビニルウレタン、不飽和ポリエステル樹脂による5種類、無機系がセメントモルタルによる1種類である。

固着剤の充填方法は、カプセル方式ではガラス管式およびフィルムチューブ式（紙チューブ式も含める）の2種類、注入方式ではカートリッジ型の1種類による合計3種類がある。さらに、カプセル方式における施工方式は回転打撃型および打込み型の2種類に分けられる。コンクリート母材への穿孔の際にはハンマードリル又はダイヤモンドコアドリルを使用しており、アンカー筋の打設はいずれも下向き施工とした。その際、へりあき寸法およびはしあき寸法、並びに、アンカーピッチの影響を受けない位置に打設し、アンカー単体の固着性能を調べることにした。

使用したアンカー筋は、異形鉄筋および全ねじボルトの2種類であり、ガラス管式およびフィルムチューブ式で固着剤を充填する場合に限り、先端を45度にカットして使用した。先端を45度にカットした試験体の有効埋込み長さ（ L_e ）は穿孔深さからアンカー筋の呼び名の径（以下、「アンカー筋の径： d_a 」とする。）を差し引いた値とした。

2.2 試験方法

写真1に試験方法を示す。試験は、反力用鋼板および反力用支柱から構成される反力台を使用し、反力台上に油圧ジャッキ、ロードセル、球座を設置してアンカー筋に鉛直上向き方向の引張力を単調加力によって載荷した。なお、アンカー筋が異形鉄筋の場合は、写真中にあるように引張ジグに異形鉄筋用チャックを取り付け、他方、全ねじボルトの場合は、アンカー筋先端にカプラーを取付け、それぞれPC鋼棒を介して引張力を加えた。ここで、反力用鋼板はセンターホール型鋼板であり、孔径（ $\phi=270\text{mm}$ 、

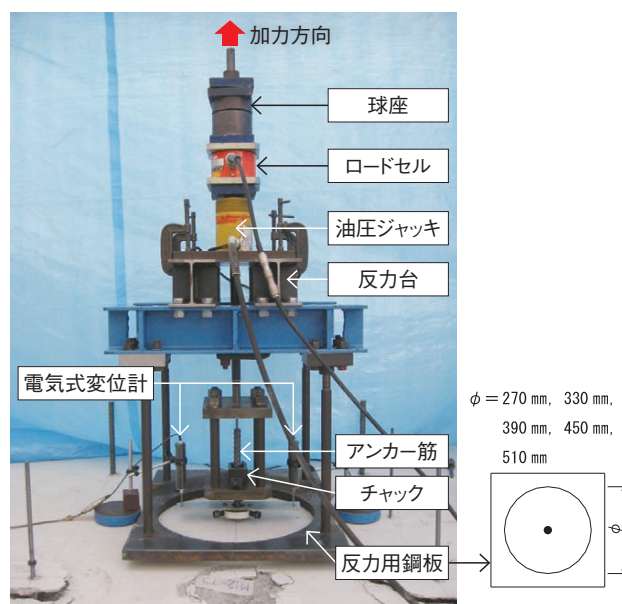


写真1 試験方法

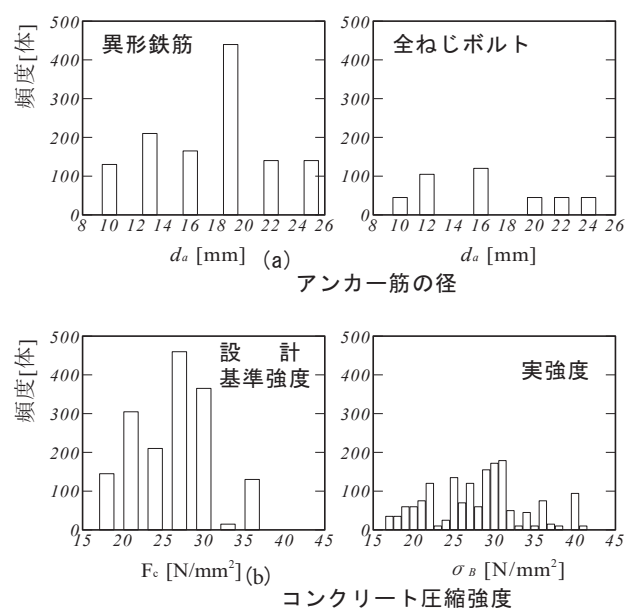


図1 アンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度に関する試験体数

330mm、390mm、450mm、510mm) は、埋め込み長さの2.0倍を直径とする有効投影面積より大きいのでコーン状破壊を拘束しておらず、本試験の位置づけは非拘束式の引張試験となる。

2.3 材料試験

材料性状として、コンクリートの圧縮強度はJIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法) に従って求めた3体の平均値とし、試験日ごとに圧縮強度試験を実施した。供試体の養生は、現場封かん養生とした。また、アンカー筋の降伏強度および引張強度はアンカー筋と同一ロットによる鉄筋又はボルトについてJIS Z 2241 (金属材料引張試験方法) に従って求めた3体の平均値とした。

3. データ一覧

本試験では、アンカー筋の径、コンクリート圧縮強度などの力学的因子に関する変動要因に対して同一条件5体ずつを実施しており、データ数は324種類 (1620体) となった。

図1にアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度に関する試験体数の頻度分布を示す。図1より、アンカー筋の径は、異形鉄筋ではD19が、全ねじボルトではM12およびM16が多く使用されている。コンクリート設計基準強度は $F_c=27$ に設定されているものが多い中で、試験時のコンクリート圧縮強度は、 $\sigma_B=25\sim30$ [N/mm²] の範囲が中心である。

表1 アンカー筋の降伏強度および引張強度

アンカー筋の材質	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]
SD345	389	573
SD295A	361	520
SNB7	—	991
SS400	—	603
S45C	—	621
強度区分8.8	—	909

固着剤の種類は、エポキシ29種類 (1種類15体) が最も多く、ついでエポキシアクリレート41種類、ウレタンメタクリル19種類の順となり、そのほかの3つの固着剤は7種類以下となる。

固着剤の充填方法は、注入方式57種類が最も多く、ついでガラス管式43種類、フィルムチューブ式 (紙チューブも含める) 8種類の順となる。

アンカー筋の材質は、異形鉄筋では、SD345が144本で、SD295Aが99本である。全ねじボルトでは、SNB7が最も多く39本であり、ついでSS400が27本、S45Cが9本、強度区分8.8が6本の順となる。それぞれの降伏強度および引張強度の平均値を表1に示す。

4. 実験結果

4.1 破壊モードの分類

試験体1620体に対して、以下に示す4つの破壊モードに分類した。

- a) コンクリートのコーン状破壊：310本
- b) アンカー筋の抜けを伴うコーン状破壊：265本
- c) アンカー筋の付着破壊：490本
- d) アンカー筋の破断：555本

破壊モードの分類は、目視観察に加え、引張荷重－引き抜き変位曲線の様相を含めて判断した。

破壊状況の例を写真2に、引張荷重－引き抜き変位曲線の代表例を図2に示す。写真2a)のコーン状破壊と写真2b)の引き抜けを伴うコーン状破壊では、最大耐力後の引張軟化挙動が異なっていた。コーン状破壊は最大耐力に到達した後に脆性破壊し、残存耐力が概ね0となる場合が多く、かつ、最大耐力時の変位も引き抜けを伴うコーン状破壊に比べて小さい傾向にあった。他方、引き抜けを伴うコーン状破壊の場合は、最大耐力後も緩やかなカーブを描きながら耐力低下する特徴があった。ただし、コーン状破壊に比べて最大耐力は小さい。写真2c)の付着破壊の中には表層コンクリートの割れを伴っているものがあり、引張荷重－引き抜き変位曲線については、引き抜けを伴うコーン状破壊と類似していた。付着破壊面は、固着剤とコンクリート孔壁の境界面であり、固着剤とアンカー筋の境界面ではなかった。

最大耐力時のばらつきに着目すると、4つの破壊モード

のうちアンカー筋の破断は、鋼材自身の引張強度で最大耐力が決まるためデータのばらつきは小さい。しかし、コーン状破壊および付着破壊はコンクリート圧縮強度や引き抜き量の影響を受けるのでばらつきが大きい。そこで、4.2項以降では破壊モードd)を除くa)～c)に着目する。

4.2 最大耐力と計算値の関係

破壊モードに対応した計算値を文献4)の算定式を参照してコーン状破壊の計算値 P_c については式(1)、引き抜けを伴うコーン状破壊の計算値 P_n については式(2)、付着破壊に対する計算値 P_f は式(3)を用いて算定し、試験値最大耐力との関係を調べた。ただし、式(2)は文献2)で提案した算定式であり、図3に示すように有効埋め込み長さ L_e から付着破壊長さ L_b を差し引いた長さ $L_c (=L_e - L_b)$ で求めるコーン状破壊耐力と付着破壊長さ L_b から求める付着耐力の累加で評価する式であり、付着破壊長さ L_b には松崎らの提案⁵⁾による $L_b = 0.73L_e - 30$ を用いている。

$$P_c = 0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot \pi \cdot L_e \cdot (L_e + d_a) \quad (1)$$

$$P_n = 0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot \pi \cdot (L_e - L_b) \cdot [(L_e - L_b) + d_a] + 10\sqrt{\sigma_B/21} \cdot \pi \cdot d_a \cdot L_b \quad (2)$$

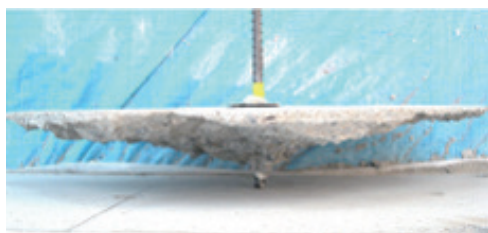
$$P_f = 10\sqrt{\sigma_B/21} \cdot \pi \cdot d_a \cdot L_e \quad (3)$$

σ_B ：コンクリート圧縮強度 [N/mm²]

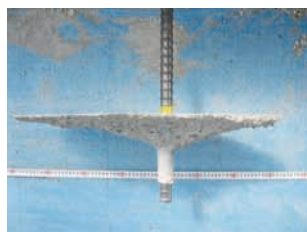
L_e ：有効埋め込み長さ [mm]

L_b ：付着破壊長さ ($=0.73L_e - 30$) [mm]

d_a ：アンカー筋の径 [mm]



a) コーン状破壊



b) 引き抜けを伴うコーン状破壊



c) 付着破壊

写真2 破壊状況の例

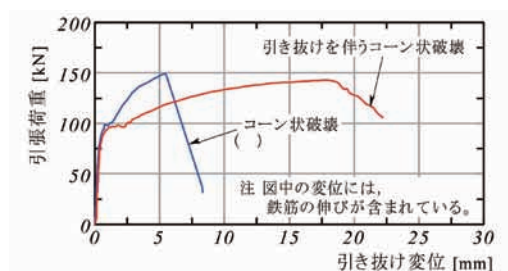


図2 引張荷重－引き抜き変位曲線の代表例

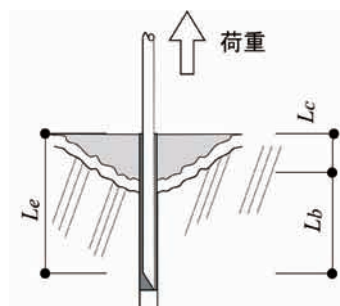


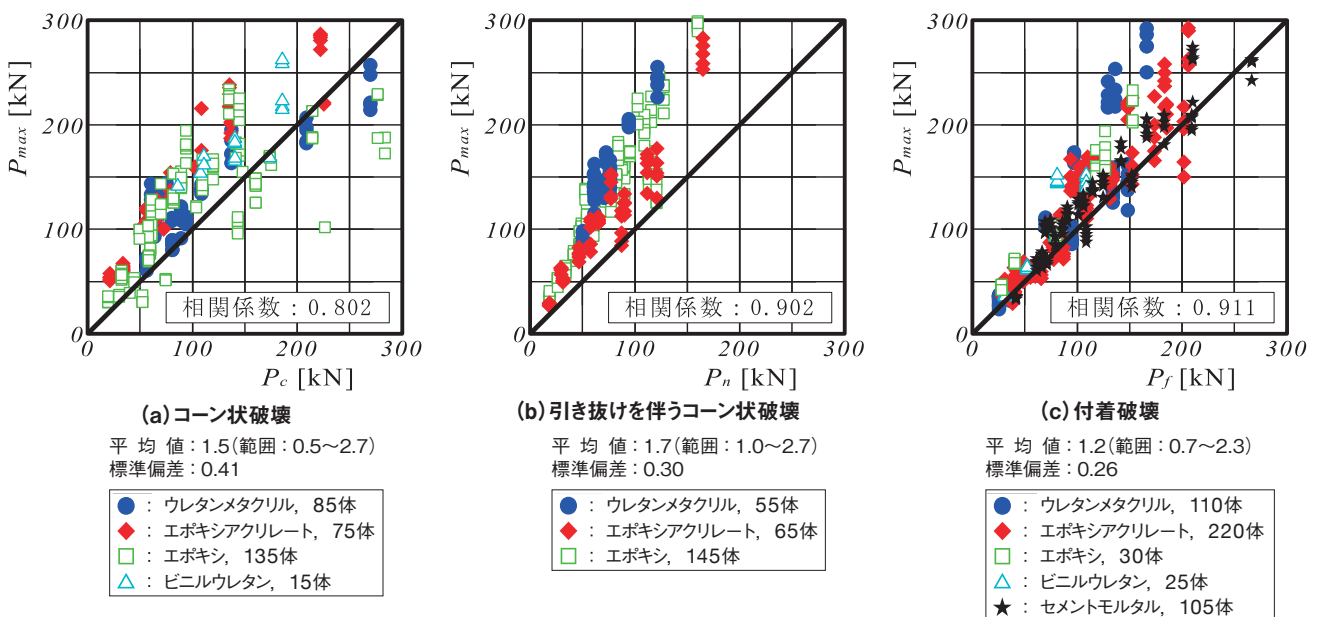
図3 付着破壊長さの定義

なお、文献2)によると、最大耐力は、コンクリート圧縮強度の平方根とその有効水平投影面積の積および埋め込み長さアンカー筋に径から求まる付着面積に比例して大きくなることから明らかになっている。従って、本論文では、3章で示した力学的因子（アンカー筋の径、コンクリート圧縮強度、固着剤の種類、固着剤の充填方法、アンカー筋の材質）を区別せず各々の計算を行った。また、式(3)の d_a は、実際の付着破壊面を勘案すると穿孔径 D_a を用いるべきだが、一般の設計ではアンカー筋の径を用いることが多いと考えられるため、ここでの計算ではアンカー筋の径を与えた。実験検証として、穿孔径による厳密な付着応力度は5章で示す。

図4に、最大耐力 P_{max} と計算値の関係を示す。図中には、最大耐力と計算値の比に対する基本的統計値（平均値、範囲、標準偏差）も示した。コーン状破壊のエポキシなど一部計算値が高いものも確認されたが、全体的な傾向として最大耐力は計算値より高い値にあった。最大耐力と計算値

の比はコーン状破壊および引き抜けを伴うコーン状破壊の方が付着破壊より高い値にあるが、基本的統計値で判断されるばらつきは付着破壊の方が小さい傾向にあった。最大耐力と計算値の比を値の大きい順に並べると、引き抜けを伴うコーン状破壊＞コーン状破壊＞付着破壊となり、最大耐力と計算値の比のばらつきを値の小さい順に並べると、付着破壊＜引き抜けを伴うコーン状破壊＜コーン状破壊となった。また、コーン状破壊と引き抜けを伴うコーン状破壊を比較すると、コーン状破壊より引き抜けを伴うコーン状破壊の方が、計算値を下回るデータが少なく、ばらつきも小さいことから式(2)の有用性が示唆された。なお、固着剤の違いによるばらつきは、付着破壊でのセメントモルタルが比較的ばらつきが小さいほかは、明確な傾向がみられなかった。これを踏まえて、最大耐力と計算値の比によるばらつきの要因として、アンカー筋の径とコンクリート圧縮強度に着目した。

破壊モードごとの最大耐力と計算値の比とアンカー筋の

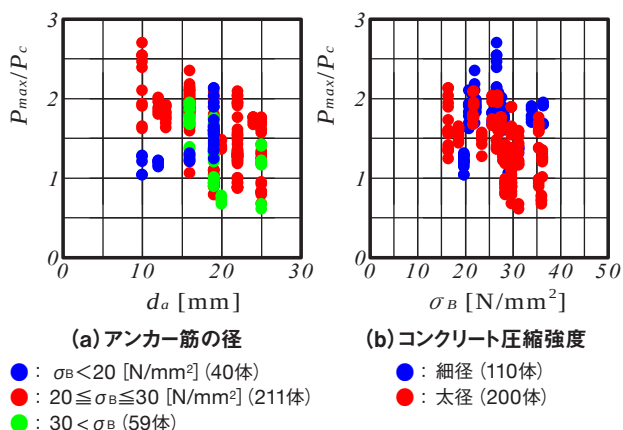


(注) 細径はD10、D13、D16、M10、M12、M16を、太径はD19、D22、D25、M20、M22、M24を示す。

図4 破壊モードごとの最大耐力と計算値の関係

表2 破壊モードごとの最大耐力と計算値の比

破壊モード	アンカー筋の径 d_a		コンクリート圧縮強度 σ_B [N/mm ²]		
	細径	太径	$\sigma_B < 20$	$20 \leq \sigma_B \leq 30$	$30 < \sigma_B$
コーン状破壊	1.76	1.38	1.47	1.57	1.34
引き抜けを伴うコーン状破壊	1.90	1.82	1.99	1.83	1.85
付着破壊	1.19	1.28	1.34	1.26	1.14



(注) 細径はD10、D13、D16、M10、M12、M16を、太径はD19、D22、D25、M20、M22、M24を示す。(図-5～図-7で共通)

図5 コーン状破壊の最大耐力と計算値の比とアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度の関係

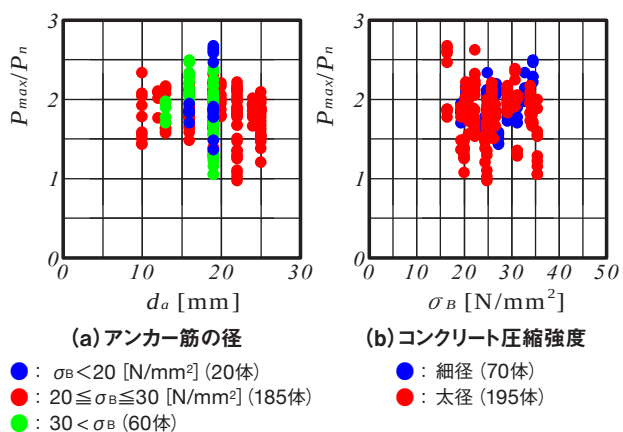


図6 引き抜けを伴うコーン状破壊の最大耐力と計算値の比とアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度の関係

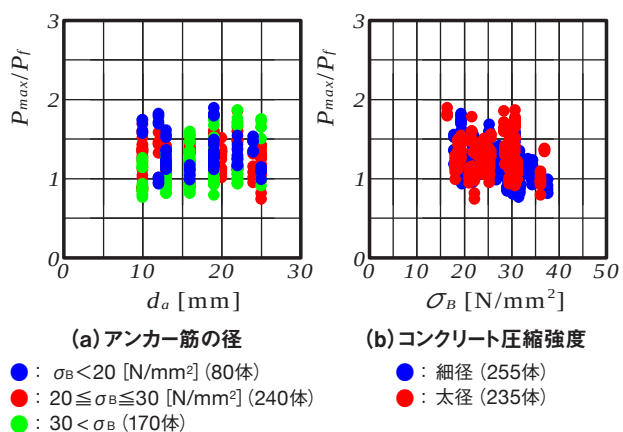


図7 付着破壊の最大耐力と計算値の比とアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度の関係

径およびコンクリート圧縮強度を表2に、破壊モードごとの最大耐力と計算値の比とアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度の関係を図5～図7に示す。なお、ここでは、D10、D13、D16およびM10、M12、M16を細径、D19、D22、D25およびM20、M22、M24を太径として分類した。コーン状破壊では、アンカー筋の径が大きくなるにつれ、最大耐力と計算値の比が小さくなる傾向がみられ、その値は、細径では1.76、太径では1.38であった。引き抜けを伴うコーン状破壊および付着破壊では、最大耐力と計算値の比がアンカー筋の径およびコンクリート圧縮強度によって増減するという明確な傾向はみられなかった。

5. 付着応力度の下限値の検討

4章の検証により付着破壊と分類した98種類490体の最大耐力は、コーン状破壊などと比べて計算値との比によるばらつきが小さいことが明らかとなった。その前提条件の中、490体のデータに対して付着応力度を最大耐力から式(4)により算出した。なお、ここで取り扱う最大耐力は、付着破壊を強制させる拘束式の引張試験と異なり、非拘束式の引張試験から得られた値であるため、アンカー筋の降伏や表層コンクリートの割れを伴った付着破壊の最大耐力も含まれているが、分類せず式(4)を用いて付着応力度を算出した。また、本試験の付着破壊面は全て固着剤とコンクリート孔壁の境界面であったため、厳密な付着応力度の算出として、コンクリートの穿孔径 d_a を用いた。

$$\tau = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d_a \cdot L_e} \quad (4)$$

P_{max} : 最大耐力 [N]

d_a : コンクリートの穿孔径 [mm]

L_e : 有効埋め込み長さ [mm]

式(4)で算出した付着応力度に対して、同一条件5体の下限値の算出を行った。算出方法は、正規分布の95%信頼区間の下限値 ${}_n\tau_{min}$ は式(5)、t分布の95%信頼区間の下限値 ${}_t\tau_{min}$ は式(6)を用いた。また、同一条件5体のうちの最小値を式(7)で算出した。

$${}_n\tau_{min} = \bar{\tau} - 1.96\sigma \quad (5)$$

$${}_t\tau_{min} = \bar{\tau} - 2.132\sigma \quad (6)$$

$$\min \tau_{min} = \min [\tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5] \quad (7)$$

σ : 標準偏差

$\bar{\tau}$: 同一条件5体の付着応力度の平均値

$\tau_1 \sim \tau_5$: 同一条件5体の各々の付着応力度

$n\tau_{\min}$ 、 $t\tau_{\min}$ 、 $\min\tau_{\min}$ とコンクリートの穿孔径の関係を図8に、 $n\tau_{\min}$ 、 $t\tau_{\min}$ 、 $\min\tau_{\min}$ コンクリート圧縮強度の関係を図9に示す。両者とも相関係数は低い値で、付着応力度とコンクリートの穿孔径および付着応力度とコンクリート圧縮強度に相関はみられなかった。一方、同一条件5体の $\min$ [$n\tau_{\min}$ 、 $t\tau_{\min}$ 、 $\min\tau_{\min}$] (以下、「最小下限値」とする。)は、 t 分布による $n\tau_{\min}$ が最も小さい値になった。値の小さい順に並べると $t\tau_{\min} < n\tau_{\min} < \min\tau_{\min}$ となる。したがって、試験結果をもとに付着応力度の性能判定を行う際には、N数が5体の場合、 t 分布の95%信頼区間の下限値 $t\tau_{\min}$ で評価を行うことで最も安全側の結果が得られることが示唆された。また、その際の $t\tau_{\min}$ は、5~17N/mm²程度あることが確認された。

6. まとめ

非拘束式引張試験から得られた接着系あと施工アンカーの引張試験結果1620体についてデータを取り纏め、最大

耐力と破壊性状の関係を調べた。また、付着破壊と判定されたデータ490体に対して付着応力度を検証した。その結果、以下に示す知見が得られた。

- (1) コーン状破壊のエポキシなど一部計算値が高いものも確認されたが、多くのデータの最大耐力は、計算値より高い値となった。
- (2) コーン状破壊より引き抜けを伴うコーン状破壊の方が計算値を下回るデータが少なくばらつきも小さいことから式(2)の有用性が示唆された。
- (3) 付着応力度の下限値の算出を同一条件5体に対して行った結果、 t 分布による下限値 $t\tau_{\min}$ が最小値となり、試験結果をもとに付着応力度の性能判定を行う際には、N数が5体の場合、 t 分布による $t\tau_{\min}$ で評価を行うことで最も安全側の結果が得られることが示唆された。
- (4) $t\tau_{\min}$ は、5~17N/mm²程度あることが確認された。

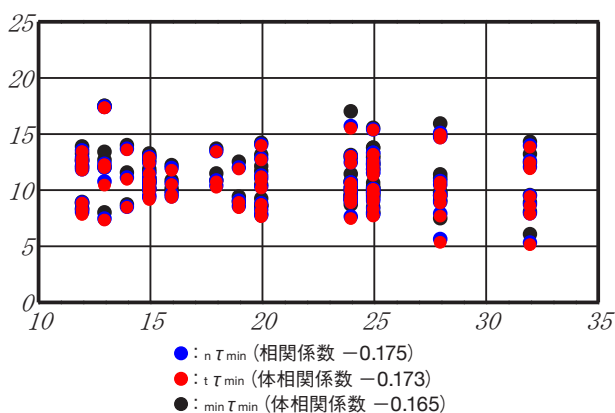


図8 $n\tau_{\min}$ 、 $t\tau_{\min}$ 、 $\min\tau_{\min}$ とコンクリートの穿孔径の関係

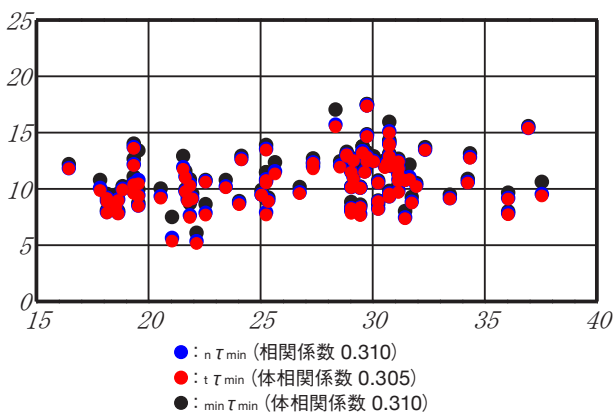


図9 $n\tau_{\min}$ 、 $t\tau_{\min}$ 、 $\min\tau_{\min}$ とコンクリート圧縮強度の関係

参考文献

- 1) 伊藤嘉則, 中野克彦, 梶田佳寛, 川上 修: 非拘束式の引張試験から得られた接着系あと施工アンカーの付着強度検証, あと施工アンカーの耐久性評価と設計方法の高度化に関するシンポジウム, JCI-C90, pp.167-174, 2016
- 2) 伊藤嘉則, 守屋嘉晃, 上山耕平, ほか: 接着系あと施工アンカーの引き抜き耐力に及ぼす各影響因子に関する研究(その1~3), 日本建築学会大会学術講演梗概集C-2構造Ⅳ, pp.71-76, 2002
- 3) 内田佑介, 伊藤嘉則, 濱崎 仁, 大西智哲, 高橋宗臣: 接着系アンカーの引き抜き強度に関するばらつきの検証(その1, その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集C-2構造Ⅳ, pp.247-250, 2015
- 4) 日本建築防災協会: 2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説, 2017
- 5) 松崎育弘, 川瀬清孝, 永田守正, 丹羽亮: 樹脂アンカーの支持耐力に関する実験研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.6, pp.393-396, 1984

author



森田洋介

Yosuke Morita

中央試験所 構造グループ

<従事する業務>

構造部材の曲げ・圧縮・せん断試験

高所作業用足場の許容耐力の検証 ～労働災害“ゼロ”を目指して～

ゴンドラの耐力試験

comment

本稿では、中央工事株式会社から依頼された「ゴンドラ」の耐力試験を紹介します。このゴンドラは、新幹線の防音壁の点検・補修に使用する、高所作業用の足場としての利用を目的としています。また、その用途から運搬・設置の作業性を考慮し、主材にアルミニウムを採用し軽量化が図られています。

本試験は、ゴンドラでの高所作業時の作業員の安全確保と労働災害防止を目的とし、試験のご依頼を頂きました。墜落・転落を原因とした労働災害は、これまでも多数報告されており、平成30年の労働災害統計（厚生労働省）によると、大変遺憾ながら136件（建設業）の労働災害が発生しています。また、労働災害による死亡者数は過去最少となったものの、休業4日以上之死傷者数は3年連続で増加となりました。これらを受け「労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令（平成30年政令第184号）」が公布され、労働災害の防止と安全確保の取り組みがより一層進められて

います。

具体的な試験方法は、ゴンドラのデッキ部分（載荷範囲）に作業員および工具などを想定した荷重として、200kg、300kg、400kg、500kgの錘を載荷し、ゴンドラ各部の状態、デッキ部分のたわみおよび嵌合部の浮き上がり量の測定を実施しました。

試験の結果、200kg、300kgの載荷は、目視による変形などは確認されませんでした。次に400kg、500kgの載荷では、目視によるデッキ部分のたわみが見られたものの、嵌合部の浮き上がりおよびゴンドラ各部の変形・損傷は確認されませんでした。この度の試験結果は、作業時の許容荷重などの検討および作業現場入場時の安全対策に関わる資料として活用頂く予定です。

参考文献

厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課：平成30年における労働災害発生状況について、令和元年5月

1. 試験内容

中央工事株式会社から提出されたゴンドラについて、耐力試験を行った。

2. 試験体

試験体は、アルミニウムおよび鋼製である。形状を写真1に示す。

3. 試験方法

試験は、錘（10kg）を試験体デッキ部分の載荷範囲内（写真1参照）で均等に載荷し行った。載荷荷重は、依頼者の要望により200kg、300kg、400kg、500kgとした。その間、試験体各部の変位を測定するとともに目視観察を行った。

4. 試験結果

試験結果を表1に示す。また、載荷荷重ごとの試験体および試験前後の試験体の状況を写真2～写真7に示す。

5. 試験日、担当者および場所

試験日：2019年5月24日

担当者：小森谷誠（主担当）

早崎洋一

品末竹彦

場 所：西日本試験所

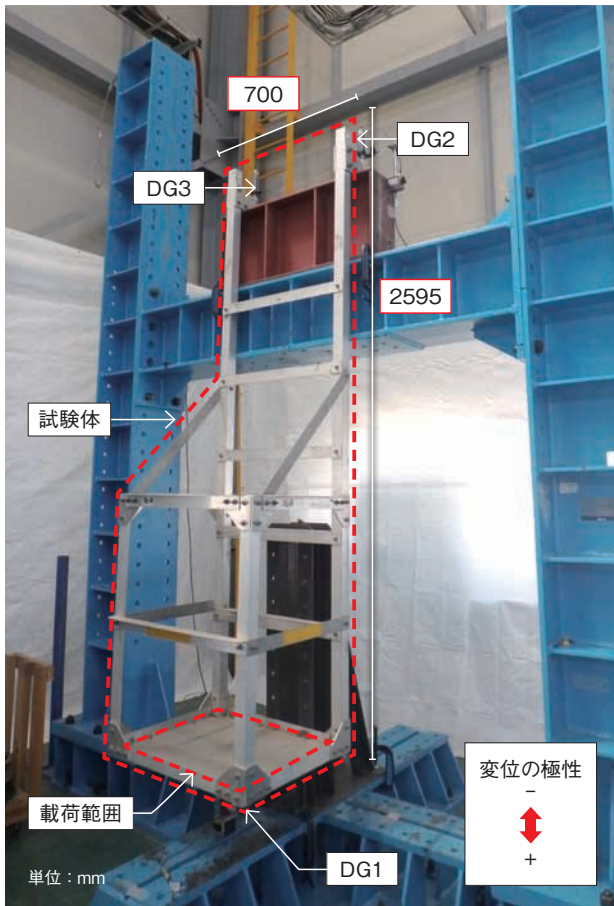


写真1 試験体の形状



写真2 試験前の試験体



写真3 200kg載荷時



写真4 300kg載荷時



写真5 400kg載荷時

表1 試験結果

載荷荷重 (kg)	変位 (mm)			試験体の状況
	DG1	DG2	DG3	
200	3.2	0	-0.3	異常なし
300	5.3	-0.1	-0.8	異常なし
400	7.1	-0.2	-1.5	デッキ部分のたわみ
500	8.3	-0.2	-1.6	デッキ部分のたわみ

information

西日本試験所では、小型から大型まで様々な部材や形状に対応した試験装置を保有しております。これらの試験装置を組み合わせることで、JISや各団体規格の試験を実施することが可能です。品質管理や新規製品開発に関する各種試験をご検討の際には、ぜひ活用して頂ければ幸いです。

author for comment

小森谷 誠

Makoto Komoriya

西日本試験所 試験課 主任

<従事する業務>
構造試験、防耐火構造試験

(発行番号: 品性第19C0072号)

※この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです(抜粋・編集して掲載)。



写真6 500kg載荷時



写真7 試験後の試験体

【お問い合わせ先】

西日本試験所 試験課

TEL: 0836-72-1223

FAX: 0836-72-1960

多連2層の面内変形追従性試験が可能な試験装置

帳壁を対象とした 面内せん断変形追従性試験装置

1.はじめに

今回は、連層帳壁を対象とした面内せん断変形追従性試験装置を紹介いたします。

帳壁は、建物の荷重を直接負担しない非耐力壁で、台風や地震荷重などによって建物の構造躯体がせん断変形した際に、その変形にスムーズに追従できるように設計されます。建築基準法では、帳壁に対して、中地震で損傷しないこと、大地震で脱落しないことが求められています。

2.関連規格

上記の建築基準法の要求事項を確認するために、次のような試験規格があります。

1) 日本産業規格 (JIS A 1414-2 建築用パネルの性能試験方法 - 第2部: 力学特性に関する試験) の変形追従性試験では、多連1層の間仕切り壁などを対象に、 $1/400\text{rad}$ ～ $1/50\text{rad}$ の7段階のせん断変形を静的に与えて、パネル本体、パネル取り付け部、パネル目地部及び仕上り材の破壊現象を確認します。試験方法を図1に示します。

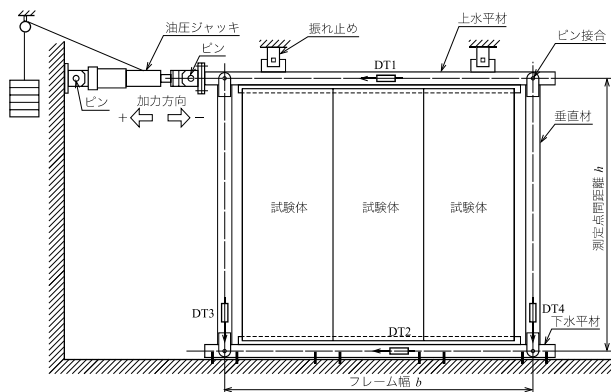


図1 日本産業規格試験方法

2) 建材試験センター規格の非耐力壁の面内せん断曲げによる動的変形能試験方法 (JSTM J 2001) では、中低層の鉄骨造建築物の構造躯体に取り付けられる非耐力壁を対象に、 $1/200\text{rad}$ ～ $1/100\text{rad}$ の4段階のせん断変形を正弦波で

動的に40秒間繰返し与えて、試験体各部の変形を測定するとともに、シーリングの破断、金物のずれ、パネルの割れ・脱落を観察します。試験方法を図2に示します。

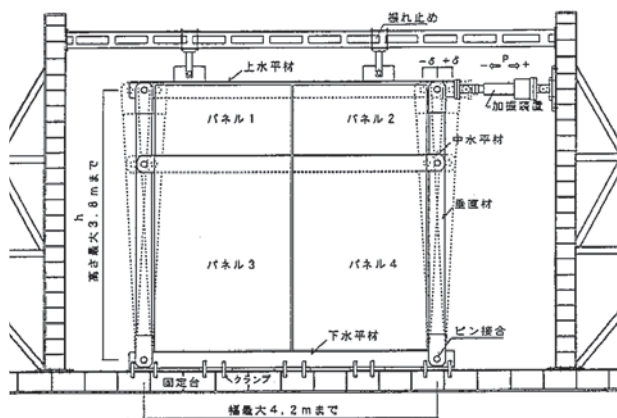


図2 JSTMの試験方法

3) 建築工事標準仕様書・同解説 (JASS 14 カーテンウォール工事) の層間変位追従性能および実大試験では、多連2層のカーテンウォールを対象に、 $1/300\text{rad}$ ～ $1/100\text{rad}$ の4段階のせん断変形を静的および動的に与えて、カーテンウォール主要部の変形および応力、疲労、有害な撥音などの異常の有無を確認します。

3.装置概要

中央試験所構造グループでは、上記のような変形追従性試験を実施していただくために、下記の試験装置を用意しています。

1) 仮想躯体フレーム

図3の青色で示す多連2層の鉄骨建築物をイメージした、全長7.5m、幅6.5m、1層高さ4m、2層高さ3.5mの汎用仮想躯体鉄骨フレームを準備しております。鉄骨フレームは、柱勝ちであり、柱材H-350×350を2本の梁材H-300×150で挟み込むように配置し、柱材と梁材はピン接合しています。

試験体を鉄骨フレームに設置するにあたり、直の溶接は

ご遠慮いただいておりますが、柱梁材にボルト孔があいいますので、溶接可能な受け材をご用意いただき、受け材を梁材にボルト接合することで、ファスナーを溶接接合することも可能です。

2) アクチュエータ

図3の肌色で示すものが油圧サーボ式的動的アクチュエータです。性能は、荷重が $\pm 200\text{kN}$ 、ストロークが $\pm 150\text{mm}$ です。鉄骨フレームの1層頂部を押し引きするので、静的試験では、せん断変形角でおよそ $1/30\text{rad}$ まで変形させることができます。

一方で動的試験では、加振周波数と試験体の重量で試験できるせん断変形角が制限されます。試験体を設置せずに鉄骨フレームをせん断変形させて、動作確認した結果を表1に示します。動的な試験方法を定めているJSTMおよびJASS 14では、加振周期を建物の設計用一次固有周期から決定しています。例えば、鉄骨造で階高を3.5m一定と仮定した場合、3階建てが3.2Hz、5階建てが1.9Hz、7階建てが1.4Hzになります。これらの条件に対して、試験装置の動的加振能力は、概ね足りているものと考えております。

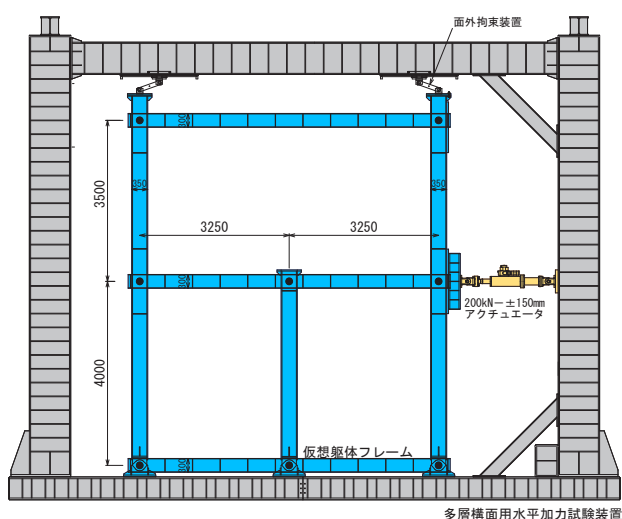


図3 試験装置全景

表1 加振振動数と最大せん断変形角の関係

最大せん断変形角 (rad)	入力加振振動数 (Hz)
1/800	3.0
1/500	2.5
1/400	2.5
1/300	2.0
1/200	1.5
1/150	1.5
1/100	1.0

写真1に、試験実施状況を示します。鉄骨フレームがひし形に変形し、それにパネルが追従している様子がわかります。パネルの留め付け方に応じて、パネル間の目地シーリングやパネル留付金物のずれや変形を目視で観察したり、変換器を取り付けて、ずれ量や変形量を測定することもできますが、変形追従性試験後の散水試験装置は現在保有しておりません。



写真1 試験実施状況

3) 測定器および変換器

静歪測定器はもちろんのこと、動的試験用に、ひずみ式と電圧式変換器に対応した動歪測定器を40ch分ご用意しています。そのうち、制御に6点（アクチュエータの荷重およびストローク、梁、土台の水平変形、柱の上下方向変位）使用しますので、残り34点分の自由な測定が可能です。変換器も荷重計、変位計、加速度計など各種取り揃えています。

4.まとめ

変形追従性試験装置について紹介させていただきました。紹介した装置の他に、多連1層の仮想躯体鉄骨フレームや、施工用のパンタグラフ式高所作業台、ローリングタワー、溶接機なども各種準備しております。試験をご検討の際は、ご相談いただければ幸いです。

author

林崎正伸
Masanobu Hayashizaki

中央試験所 構造グループ 統括リーダー代理
<従事する業務>
各種構造試験

【お問い合わせ先】

中央試験所 構造グループ
TEL : 048-935-9000
FAX : 048-931-8684

標準重量衝撃源(ゴムボール)の温度依存性を低減

JIS A 1418-2:2019(建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法 —第2部:標準重量衝撃源による方法) の改正について

1. はじめに

JIS A 1418-2(建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第2部:標準重量衝撃源による方法)は、標準重量衝撃源(タイヤおよびゴムボール)を用いて建築物の床衝撃音遮断性能を測定する方法として、2000年に制定された試験方法規格である。元々は、JIS A 1418(建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法)が建築物の床衝撃音遮断性能に関する規格として1974年に制定されたが、制定時は床衝撃音発生器として標準軽量衝撃源(タッピングマシン)だけを規定しており、その後の改正によって標準重量衝撃源(自動車タイヤ落下)が加えられた。2000年に、標準軽量衝撃源による方法と標準重量衝撃源による方法と二つの規格に分ける形で改正が行われ、それまでタイヤしかなかった標準重量衝撃源にゴムボールが加えて導入されることとなった。タイヤは衝撃力特性(1)(写真1参照)、ゴムボールは衝撃力特性(2)(写真2参照)として、附属書に標準重量衝撃源の仕様が規定された。

現在ISO規格で規定されているゴムボールの特性および仕様は、衝撃力が測定環境に依存しないように温度特性を考慮した内容となっており、この規格の規定内容と異なる

ことから、両者を整合することを目的として改正することとなった。また、この規格は制定以降、実質的な改正は行われていなかったため、今回の改正ではその他の規定内容についても全体的に見直しを行った。

改正原案の作成は、2017年度より原案作成委員会によって行われ、2019年4月に改正公示された。

本記事では、改正原案作成時の主な審議事項および改正内容について紹介する。

2. 審議中に特に問題となった事項

2.1 暗騒音の影響の補正

暗騒音の影響の補正に関し、今回の改正では補正できる範囲を明確にするために内容を整理し、旧規格で規定していた補正表を削除した[3.3(2)参照]が、審議中、タイヤまたはゴムボール衝撃源による衝撃的な発生音を定常的な暗騒音によって補正するか否かについて議論となった。不確定性を注記で説明することも検討したが十分な議論がでなかったため、今回の改正では旧規格のままとした。

2.2 床衝撃音レベルの算出

(1) 算術平均・エネルギー平均について

床衝撃音レベルの算出は、旧規格では算術平均による方



写真1 標準重量衝撃源[衝撃力特性(1)]



写真2 標準重量衝撃源[衝撃力特性(2)]

法が規定されていたが、今回の改正において、エネルギー平均による方法に変更するかが問題となった。理由としては、次の意見および指摘があったことによる。

- ・ISO規格ではエネルギー平均による方法が規定されており、理論的に正しく予測計算結果との対応が良い。算術平均による方法は、生活感との対応を考慮して規定しているが、現在のISO規格と対応していないため国際的には通用しない。

- ・残響時間および室容積で標準化した測定量によって、“床衝撃音レベル”を部材性能の評価として捉えるISO規格に対し、“床衝撃音レベル”が居住者の生活感と直接対応するとして空間性能を評価する概念との違いなども考慮する必要があるのではないか。

- ・旧規格の3.2(床衝撃音レベル)と、旧規格の5.6(床衝撃音レベルの算出)とでは、エネルギー平均、算術平均について内容に矛盾があると読み取れる記載となっている。

しかし、エネルギー平均による方法へ変更することによって結果に影響を及ぼすこと、他の関連する規格との整合性がとれなくなることなどへの対応は、今回の限られた改正作業期間において困難であることから、算出方法については旧規格のままとした。ただし、加振点ごとに測定された受音室の“室内平均最大音圧レベル”を用語として新たに定義し、“床衝撃音レベル”の用語としての定義には、受音室で測定した最大音圧レベルの平均値の求め方を記載しないことで、規定内容の矛盾へ対応することとした。

(2) 数値の丸めについて

床衝撃音レベルの算出において、旧規格に記載された数値の丸め方について表現が明確でないため、様々な解釈ができることが問題となった。現在使われている主な騒音計および周波数分析器の出力は、表示値およびデジタルデータにおいても、小数点以下1桁で表示される。従って、各受音点における音圧レベルまたは最大音圧レベルの測定値(読み値または出力データ)は、騒音計で測定した実数のデータを既に小数以下1桁に丸められた数値である。以上のことから、“ $L_{Fmax,j}$ (dB) は、整数までで表す”と記載していた内容は実情に合わず、あくまでも最終的に算出する床衝撃音レベルの計算過程における情報であるため今回の改正では削除し、室内平均最大音圧レベルおよび床衝撃音レベルについてだけ規定した。“JIS Z 8401によって丸め”と記載していた箇所については、実情としてはJIS Z 8401(数値の丸め方)の規則B(四捨五入)を引用していたため、“四捨五入”に変更した。

3. 主な改正点

3.1 用語及び定義

(1) 最大音圧レベル

旧規格の定義で使用している表現、“時間重み特性”および“周波数重み特性”を、JIS C 1509-1[電気音響-サウ

ンドレベルメータ(騒音計)-第1部:仕様]で規定されている表現に合わせて、それぞれ“時間重み付け特性”および“周波数重み付け特性”に修正した。

(2) 室内平均最大音圧レベル

旧規格で定義していた“室内平均音圧レベル”を、加振点ごとに求めた受音室の最大音圧レベルの平均値であることを明確にするため、“室内平均最大音圧レベル”を新たな用語として追加し、“測定対象床のある加振点を加振したときに測定される最大音圧レベルの受音室における平均値”と定義した。なお、JIS A 1418-1で規定する“室内平均音圧レベル”と表現を合わせる形とし、添え字の“Fmax”を表す“最大”を入れた表現とした。

(3) 床衝撃音レベル

旧規格では“測定対象の床を加振したときの受音室における最大音圧レベルのエネルギー平均値”と定義していたが、今回の改正では、複数の加振点における値を平均する過程を明確にするために“複数の点”を追記し、JIS A 1418-1で規定している“床衝撃音レベル”の用語の定義と同様に、受音室で測定した音圧レベルの平均値の求め方を含めないため“エネルギー”を削除した。なお、この規格で新たに定義した“室内平均最大音圧レベル”を用い、“室内平均最大音圧レベルの平均値”とした。

3.2 測定装置

旧規格で引用していた測定装置の規定が改正されているものがあるため、見直しを行った。具体的には、騒音計のJIS C 1502(普通騒音計)およびJIS C 1505(精密騒音計)が改正されているため、JIS C 1509-1に変更した。また、周波数分析器のJIS C 1502およびJIS C 1505が改正されているため、規格番号をJIS C 1509-1、JIS C 1513(音響・振動用オクターブ及び1/3オクターブバンド分析器)およびJIS C 1514(オクターブ及び1/Nオクターブバンドフィルタ)に変更するとともにIEC 61260の引用を削除した。

3.3 測定方法

(1) 床衝撃音の発生

床衝撃音の発生において、旧規格では“軽量構造の建物で、衝撃力特性(1)をもつ標準重量衝撃源では衝撃力が過大である場合には、衝撃力特性(2)をもつ標準重量衝撃源を用いる”と備考に記載していたが、“軽量構造”の明確な定義もなく、“衝撃力が過大である場合”の分類・評価が曖昧である。また、この規格では衝撃力特性(1)および衝撃力特性(2)両方の衝撃源での測定を規定しているため、今回の改正では備考の全文を削除した。

(2) 暗騒音の影響の補正

旧規格では、次の式(1)または式(2)の2通りの方法によって暗騒音の影響の補正が行えるようになっていた。式(2)は表1の暗騒音補正值 L_c を使用して求めているが、実際は式(1)による補正と式(2)による補正とでは、補正結果が異なる場合がある。具体的には、式(1)では“差が

6dB以上の場合”と規定されており上限のない条件であるが、式(2)では“15dB以上の場合には補正なし”となっており、その違いによるためである。そのため、今回の改正では式(1)による補正だけを規定することとし、式(2)および表1を削除した。また、式(1)では、標準重量衝撃源による発生源の最大音圧レベルと暗騒音の音圧レベルとの差の上限が記載されていなかったため、その差を“15dB未満で6dB以上の場合”と明確に規定した。

$$L_{Fmax}=10\log_{10}(10^{L'_{Fmax}/10}-10^{L_b/10}) \quad (1)$$

ここに、 L_{Fmax} ：補正された最大音圧レベル (dB)

L'_{Fmax} ：暗騒音の影響を含む最大音圧レベルの測定値 (dB)

L_b ：暗騒音の音圧レベル (dB)

$$L_{Fmax}=L'_{Fmax}-L_c \quad (2)$$

ここに、 L_c ：暗騒音補正值 (正の値) で、表1による。

表1 暗騒音補正值 L_c (dB)

$L'_{Fmax}-L_b$ (dB)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
6.0	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1	1
7.0	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
8.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
9.0	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10.0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
11.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
12.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
13.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
15.0 以上	補正なし									

3.4 測定結果の表示

旧規格では、ISO 140-2に基づき、測定精度の確認方法について簡条を設けて規定していたが、その要求事項は反復性についてだけであった。ISO 140-2がISO 12999-1の制定とともに廃止となったため、それに伴い、この規格における測定の不確かさへの対応が必要となった。測定機関などへの確認の結果、ISO 140-2に基づく測定精度を求められたことはほとんどないということ、また、ISO 12999-1の規定に基づく測定の不確かさは、同一条件の現場の繰返し測定に基づく不確かさであり、現場の測定方法には不向きであることから、今回の改正では不確かさについては規定しないこととし、“精度”の簡条は削除した。ただし、ISO 12999-1によって確認することができることを参考情報として記載するため、“測定結果の表示”の簡条の注記に記すこととした。

3.5 標準重量衝撃源の仕様

冒頭で述べた通り、今回の改正は、現在ISO規格で規定されているゴムボールの特性および仕様は温度依存性を考慮した内容となっており、この規格の規定内容と異なることから両者を整合することが主たる目的である。見直しにあたり、具体的に次の内容について変更することとなった。

(1) 曲率半径

現在は温度依存性を低減し、今回の改正で規定した衝撃音レベルの範囲を満たす製品が既に開発されている。実情に合わせるため、今回の改正では曲率半径の範囲を“9~25cm”から“8~25cm”に変更した。

(2) 衝撃力暴露レベル

ゴムボールの温度依存性を考慮して衝撃力暴露レベルを規定しているISO規格に合わせ、250Hzの数値“ 16.0 ± 2.0 ”を“ 17.0 ± 2.0 ”に、500Hzの数値“ 11.5 ± 2.0 ”を“ 12.5 ± 2.0 ”に変更した(表2および図1参照)。

表2 衝撃力特性(2)のオクターブバンド衝撃力暴露レベル

オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	オクターブバンド 衝撃力暴露レベル (dB)
31.5	39.0 ± 1.0
63	31.0 ± 1.5
125	23.0 ± 1.5
250	17.0 ± 2.0
500	12.5 ± 2.0

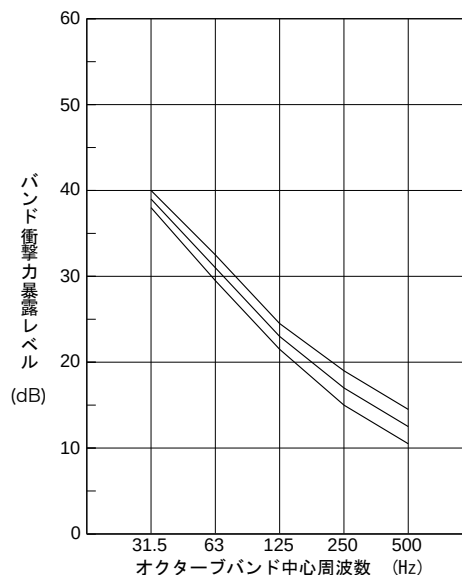


図1 衝撃力特性(2)の衝撃力暴露レベルの周波数特性

3.6 標準重量衝撃源の例

この規格の附属書Bでは、附属書Aで規定している標準重量衝撃源の仕様を満たす標準重量衝撃源の例を、参考として記載している。仕様の変更に伴い、今回の改正では標準重量衝撃源の例についても、次の内容の変更を行った。

(1) ゴムボールの落下高さについては、ISO 16283-2など

で規定されている内容に合わせることにし、“100cm”から“ $100 \pm 1\text{cm}$ ”に変更した。

(2) 衝撃力特性(2)をもつゴムボールのゴムの組成について、衝撃力の温度依存性を低減するため、表3の内容に変更した。それに伴い、形状、等価質量および反発係数の数値の見直しを行い、その場合の衝撃力波形およびスペクトル特性を改めて記載し、旧規格から変更した(図2および図3参照)。

(3) 旧規格では、中空部を外気開放するためにあるピンホールの役割についての記載はなかったが、今回の改正では記載をし、明確に示すこととした(図4参照)。

3.7 標準重量衝撃源の衝撃力の校正方法

この規格の附属書Cでは、附属書Aに規定する標準重量衝撃源の衝撃力特性を校正するための測定システムおよび方法について、参考として記載している。今回の改正で

は、次の内容について変更を行った。

(1) 校正時の気温は、旧規格では“ 20°C ”としていたが、JIS Z 8703(試験場所の標準状態)で規定する標準状態の温度に合わせるとともに、許容範囲($\pm 2^{\circ}\text{C}$)を追加し、“ $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ”とした。なお、特性が安定するまで放置する時間を4時間と設定した。

(2) 附属書Bにおいてゴムボールの落下高さを“ $100 \pm 1\text{cm}$ ”としたことに伴い、校正時における落下高さの許容範囲も合わせ、“ $100 \pm 2\text{cm}$ ”から“ $100 \pm 1\text{cm}$ ”に変更した。

4. おわりに

JIS A 1418-2:2019の主な審議事項および改正内容について、改正の経緯も含めて紹介した。この規格基準紹介が、JIS A 1418-2を使用する皆様の一助になれば幸いである。

表3 ゴム材料の配合表

単位 phr

材料	シリコンゴム	過酸化物架橋剤	顔料	加硫促進剤
質量の割合 ^{a)}	100	2	2	0.1以下

注^{a)} ゴムの質量を100とした場合の質量の割合

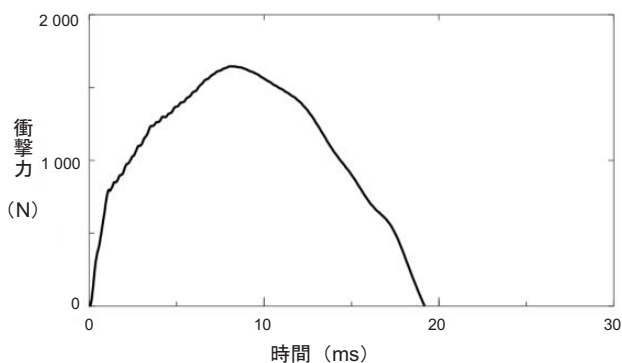


図2 衝撃力特性(2)をもつゴムボール衝撃源の衝撃力波形

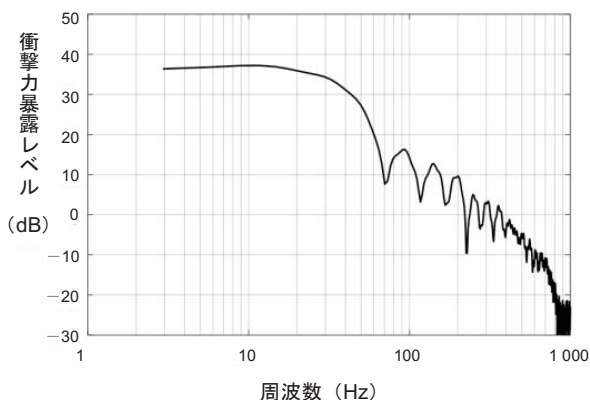
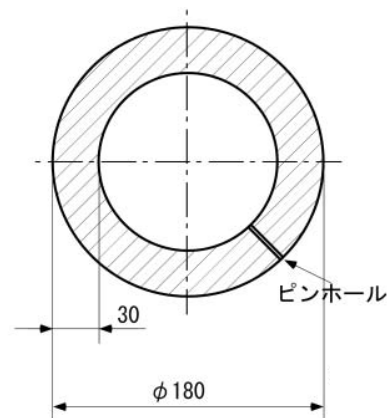


図3 衝撃力特性(2)をもつゴムボール衝撃源のスペクトル特性



注記 中空部を外気開放するために、直径1 mm程度のピンホールを貫通させる。

図4 衝撃力特性(2)をもつゴムボール衝撃源の断面図

参考文献

- 1) ISO 140-2:1991, Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Determination, verification and application of precision data
- 2) ISO 12999-1:2014, Acoustics — Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics — Part 1: Sound insulation

author



緑川 信

Shin Midorikawa

中央試験所 環境グループ 主査

<従事する業務>

建築部材、材料の遮音、吸音、床衝撃音など、音環境に関する試験

「コンクリートテクノプラザ2019」の出展報告

[経営企画部]

business report 2019

1.はじめに

2019年7月10日（水）から7月12日（金）までの3日間、札幌コンベンションセンター（北海道札幌市白石区）において、公益社団法人日本コンクリート工学会主催の「コンクリート工学年次大会2019」が開催されました。大会開催期間中、同会場内にて、展示会「コンクリートテクノプラザ2019」が開催され、当センターも昨年に引き続き展示ブースを出展いたしました。ここでは、展示会の内容について概要を報告いたします。

2.出展概要

コンクリートテクノプラザは、総合建設業、セメント・同製品製造業、混和剤メーカー、試験機器メーカーなど、コンクリートに係る様々な企業が出展し、最新技術、製品、機器などの紹介を行う場となっております。出展企業数は86社、来場者数は約5750名に及びました（大会事務局の発表による）。

【コンクリートテクノプラザ2019】

会 期：2019年7月10日（水）～12日（金）
会 場：札幌コンベンションセンター 1階
「大ホール」

今回の出展では「信頼性をプラスする」を主たるテーマとし、第三者試験・証明機関として、試験・認証・評価業務などをおとした建築物・土木構造物に使用される材料・部材などに対する信頼をプラスさせる役割について説明させていただきました。

展示ブースでは（写真1）、コンクリートに関わる試験・認証・評価業務を中心に、西日本試験所にて新たに導入したあと施工アンカーのクリープ試験装置と、2017年1月に設置した構造試験棟の大型構造物複合加力試験装置について、

LEDパネルにて展示を行い、ブース来場者に試験装置の概要や特徴などについて精力的に紹介させていただきました。また、前述のLEDパネルのほかに建材試験センターの全体事業、コンクリート関連の試験を中心とした品質性能試験業務、工事材料試験業務、コンクリート採取試験技能者認定制度を中心とした技術検定業務、JIS認証業務などのパネルを展示するとともに、各事業所のパンフレット、リーフレットなどを用いた業務紹介を行い、さらに、中央試験所及び西日本試験所の紹介映像を大型モニターにて放映いたしました。

また、開催期間中に特設会場で行われた技術セッションでは、「あと施工アンカーの性能確認試験」というテーマにて参加させていただき、LEDパネルで展示したクリープ試験をはじめとしたあと施工アンカーの各種試験を中心に、当センターの業務内容について多くの方に聴講いただき、盛況に終わりました（写真2）。

3.おわりに

2018年度は開催期間中悪天候でしたが、本年度は最終日を除いて晴天に恵まれ、出展ブースへ約180名のお客様にご来場いただきました。多くのお客様から当センターで行っている試験・認証・評価などについて、ご意見・ご要望を承りました。頂戴しました内容については、今後、業務に取り込めるよう各種業務のサービス向上に努めてまいります。

当センターの業務内容について、ご不明な点などがありましたら、お気軽にご相談・お問い合わせください。

author

守屋嘉晃

Yoshiaki Moriya

経営企画部 経営戦略課 主幹



写真1 展示ブースの様子



写真2 技術セッションにおける西日本試験所試験課早崎主査による講演の様子

2019年度運営協議会開催報告

[経営企画部]

business report 2019

去る7月19日（金）、当センター日本橋コアビルオフィスにおいて、2019年度建材試験センター運営協議会を開催しました。運営協議会では、日頃からご支援・ご協力いただいている関係団体の皆様に対して、当センターの業務状況の報告、関連情報の提供、意見交換などを行っております。

当日は、当センター 福水 健文 理事長からの開会挨拶ののち、松本 浩 事務局長から、「建材試験センターの現況」について説明いたしました。その後、瀬戸口 仁 様より「怒らない職場は社員のやる気を引き出す」と題し、怒りやいら立ちといった感情のコントロール方法や組織マネジメントに役立つ、怒りを味方につけるための9つの習慣について講演いただきました。

続いて行われた意見交換会では、参加された皆様と活発

な意見・情報交換が行われ、大変有意義な会合となりました。

最後に、2012年度から開催してまいりました運営協議会ですが、本年度をもちまして終了させていただくこととなりました。8年間の長きにわたり、皆様には本会を通して当センターに貴重なお意見などをいただき感謝いたします。

引き続き当センターへのご指導ご鞭撻を賜りますようお願いいたします。

author

渡辺奈央

Nao Watanabe

経営企画部 経営戦略課 主任



福水 健文 理事長による開会挨拶



松本 浩 事務局長による事業報告



瀬戸口 仁 様による講演の様子



「わが国における『階段製品』の変遷」(その2)

東京理科大学 名誉教授 真鍋恒博

前号に引き続いて、わが国における「階段製品」の変遷について述べる。対象とする時代は既往の連載と同様、概ね20世紀末頃までとする。

10.3 アルミニウム製階段製品

1) アルミ製階段関連部品の登場

1950年代になると、アルミサッシの製品化に伴って、手摺(図10-16)・ノンスリップなど階段関連部材が製品化されるようになった。月虎金属の無充填型ノンスリップ、中博光商店(後のナカ工業)のアルミ押出型材の階段手摺などが発売され、後者は電々公社で大量に採用された。アルミ押出型材は民間にも広く普及するに至った(図10-17)。

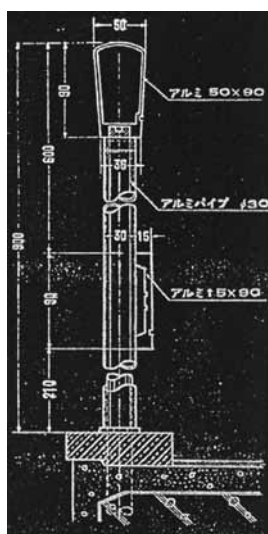


図10-16 (左) オパール印アルミニウム手摺

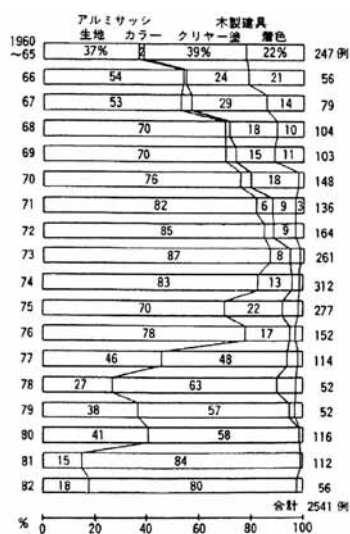


図10-17 (右) 窓建具の種類別年次推移(事例数)
アルミ押出型材が様々な用途に使われ始めた。

2) 階段製品の登場(1965~1979年頃)

昭和40年代には、アルミサッシの普及に伴って、錆や腐朽の問題から窓建具やエクステリア製品もアルミニウム化されるようになった。階段製品についても、1970年代末期にはアルミニウム製品が発売された。

1979年には中尾金属がノックダウン式の組立式アルミ直階段『アルミ階段』を発売した。この製品にはアパートやビルの避難用外部階段、現場事務所用仮設階段、木造建築用の3種類があった。また同時期に成田商店が実用新案登録した『アルミユニット螺旋階段』(図10-18)は、短柱と踏板のユニットを組み立てるインテリア製品であった。

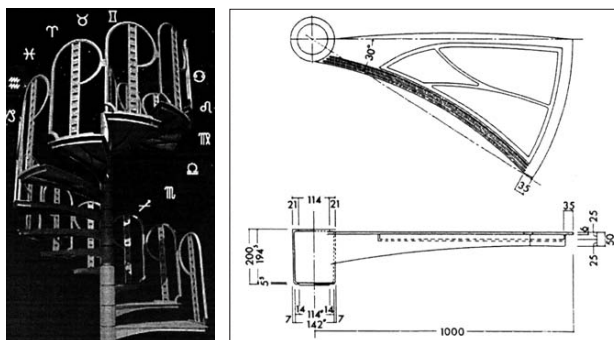


図10-18 アルミユニット螺旋階段
踏板・短柱パイプの部品と、手摺で構成される。

3) 様々な組立て方式の製品の登場(1980~84年頃)

1980年代にはさまざまな階段製品の発売が相次ぎ、螺旋階段にも各社からさまざまな製品が登場した。例えばカツデンの『ママ・ステッピー』は、鋼製螺旋階段の代替品として開発され、ブラケットを介して踏板を心柱に接合する方式であったが、ブラケット位置が高くて施工に難があった模様である。

共和製作所の『ソノーラ』(1984年)は16角柱の心柱に踏板をボルト接合したものであったが、設置スペースを要するため翌年には手摺を外付けにする等で寸法をスリム化した『ソノーラ2』が発売された。他にも昭和60年頃には相互商事(後の相互アルミ)が、短柱と踏板を一体部品にした『サンシャイン』(図10-19)を発売するなど、いろいろな製品が登場している。なお、短い円筒を重ねる形の部品分割方式は、従来の鉄製螺旋階段の時代から一般的な方式であった。こうしたアルミ製螺旋階段製品が多く作られるようになったのには、階段など鉄製品に共通な錆の問題が背景にあったと思われる。

一方、直階段では、1970年代末期にアルミ階段が発売されたが1980年代初頭はまだ一般に「製品」としては認知されておらず、現場ごとの製作が主であった。こうした背景で森田アルミ工業が1984年に発売した『ステアーズ』は、現場ごとに異なる勾配に対応可能とするために嵌合構造になった側桁をスライドさせることが可能な製品であった。同時期に他社からもアルミ階段が発売されたが、まだ多様な勾配に対応可能な製品ではなかった。

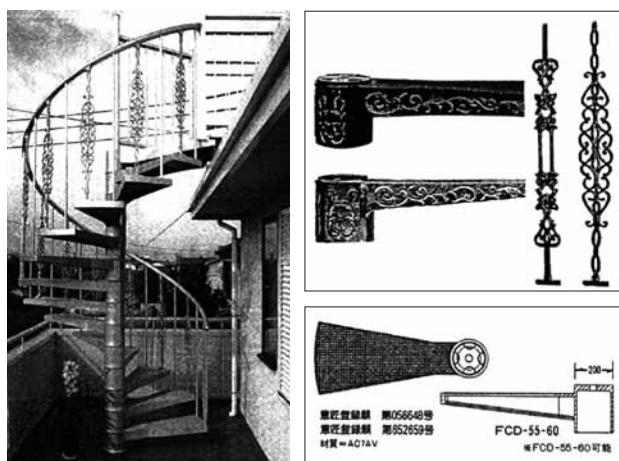


図10-19 サンシャイン（相互商事）
短い円筒と一体化された段板を重ねる方式。

4) 従来製品の改良型の登場（1985～1989年）

1980年代後半になると、直階段・螺旋階段ともに、従来製品の改良型が発売されるようになった。1988年にカットデンから発売された『ママステッピーS』は、5年前発売の製品に手摺の樹脂化で軽量化が図られ、手摺子が踏板を貫通することで水平剛性を確保している。またスライド溝付きの側桁で可変勾配とした製品『ステアーズ』（森田アルミ、1984年）や、螺旋階段の構造を直階段に応用した製品『スーパー・ステップ』（相互アルミ、1990年）なども開発されている。

5) 後発メーカーの製品、従来製品の改良継続など

1990年代になると、大別して2つの傾向が見られた。その一つはOEMを含む後発製品の登場である。可変勾配タイプの製品では『アルステアー』（三和シャッター工業、1991年）、『ステフリー』（文化シャッター、1993年）等がある。また1992年には『ママステッピー・クラシック』（カットデン、踏板を軸周りに重ねて組立てる）などの例がある。

もう一つの傾向は、従来製品の継続的改良である。建築家のデザインによって従来とはイメージの異なる製品『スパイラル階段』（アイカ工業、ハロゲンランプ埋込、1992年）や、ゆったりした幅で安全性を確保した『KDスパイラル』（カットデン、2001年）などの製品も登場している。

なお、階段製品ではないが、この時期には天井収納梯子にもアルミ製品『天井収納はしご』（三和シャッター、1992年および1998年）が登場している。

10.4 コンクリート製階段製品

1) 階段室型製品の登場（1955～1974年）

日本住宅公団の設立（1955年）以降、集合住宅の建設が盛んになった。当初は個性的な設計もあったようだが、高度成長期には住宅供給不足のため画一的な設計になったとする見解もある。当初の階段は階段室タイプが主流であり、階段室は壁で囲まれた閉鎖型階段室が主流であった。そうした時代の集合住宅向け階段製品に、大成プレハブ（現・大成ユーレック）の『階段室型PC屋内階段』（図10-

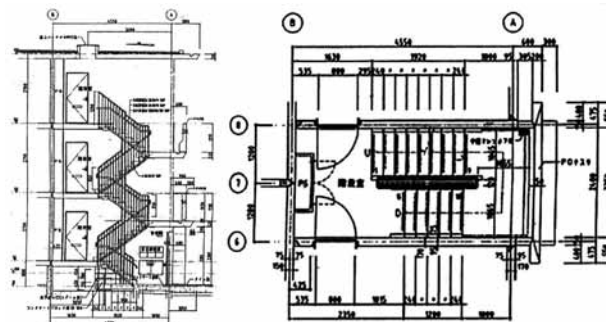


図10-20 階段室型PC屋内階段（大成プレハブ）
壁で囲まれた閉鎖型の階段室が主流であった。

20) や、安藤建設（現・安藤ハザマ）の製品などがあった。

2) 階段室型から屋外階段への移行（1975～1989年）

昭和50年代になると量から質の時代への移行が見られ、画一的な建物の需要は低下した。フルPC建物の需要も減り、多くのゼネコンがPC工場を閉鎖した。しかしバブル期に入ると建設着工数増加や職人不足などで、再度PC階段の需要が増えた。1987年には大成プレハブの『PC屋外開放階段』（図10-21）、三井プレコンの『MPステア』（図10-22）などが開発されている。

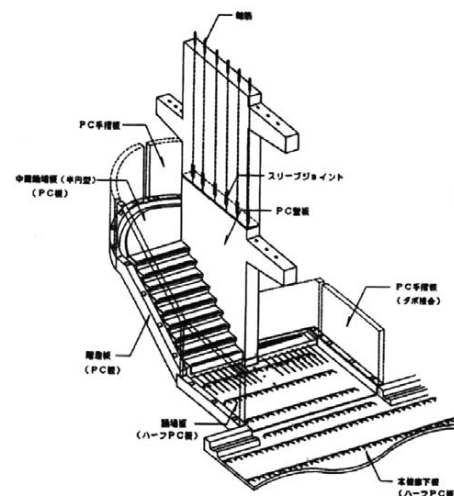


図10-21 PC屋外開放階段（大成プレハブ）
踊り場、段床、壁柱の3種のユニットで構成される。

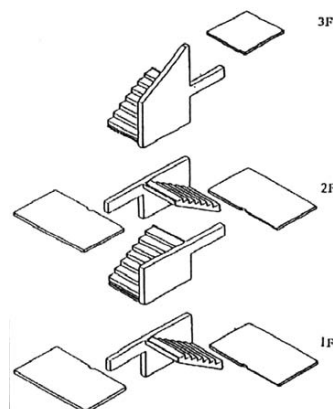


図10-22 三井プレコン組立階段『MPステア』
壁柱+段床、踊り場の2種のユニットで構成される。

また1982年には日本セメント（後に合併で太平洋セメント）から、多層のワイヤメッシュとモルタルから成るフェロセメント製の『フェロクリート階段』が、錆や歩行音に配慮した製品として発売された。

3) オープンシステム化の試み（1990～1994年）

1990年代になると、オープンシステム化の試みがなされた。また工期短縮、歩行音・錆、型枠不要（環境問題への対応）などの技術開発が見られた。1992年には日本カイザーから『カイザーPC屋外階段システム（受梁方式）』が発売され、1994年には受梁を省いた製品（同・ねじ方式、図10-23）が登場した。これらは階高可変式PC段床型枠によって階高の変化に対応可能な製品であった。

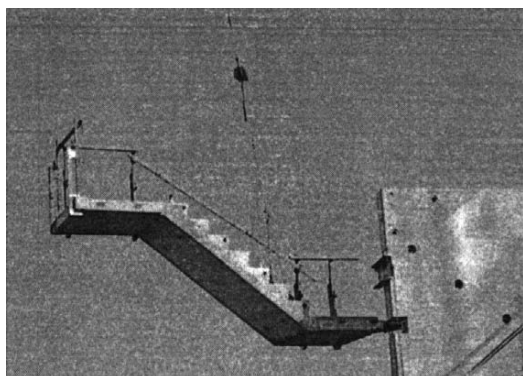


図10-23 『カイザーPC屋外階段システム（ねじ方式）』（日本カイザー、1994年）

在来構法と比較するとプレキャストコンクリート部品の採用による作業の簡略化が顕著であった。

手摺については、オープンシステム部品としての商品化には問題を残していた。また1994年には安藤建設が海外から導入した階高変化に対応可能な型枠『MGV PC階段』が発売されたが、非住宅ではコスト面で鉄骨に劣り、住宅では表面仕上の問題から、1996年には製造中止となった。

4) オープンシステム製品の登場（1995年～）

手摺は従来から製品化されていたが、上記のとおり標準化には至っていなかった。しかし1995年には手摺の製品化が進んで、オープンシステム部品化が本格化した。1995年に安藤建設が開発した『アドステップ』は、手摺を段床側面に設置することで水平目地を避け、無足場工法を可能とした。施工時の部品重量の制約に対応する製品としては、妻壁後打型の製品も翌年に発売された。同様の改良は日本カイザーの製品でも行われている。

その後、階高変化の多い民間マンションなどに対応した可変型枠の開発も行われた。このようにして、オープンシステム部品が次第に普及するに至った。

10.5 木製階段製品

1) 木製階段関連部材の登場（1959年以前）

木製階段は在来構法で作られていたが、階段自体の製品化に先立って、手摺・踏板などの部品の製品化が進んだ。

1959年の三井木材工業のカタログによれば、『三井集成材』（図10-24）が札幌市中央市場の階段材（手摺・踏板・蹴込板）に採用されており、当時の資料では諸性能の優位性、集成材の防火性などが挙げられている。これが木質系の階段材の最初の製品と推定されるが、特注品であり、ユニット化もされていない。なお、『三井集成材』は1954年に発売されているが、これが「集成材」なる名称の由来と言われている。

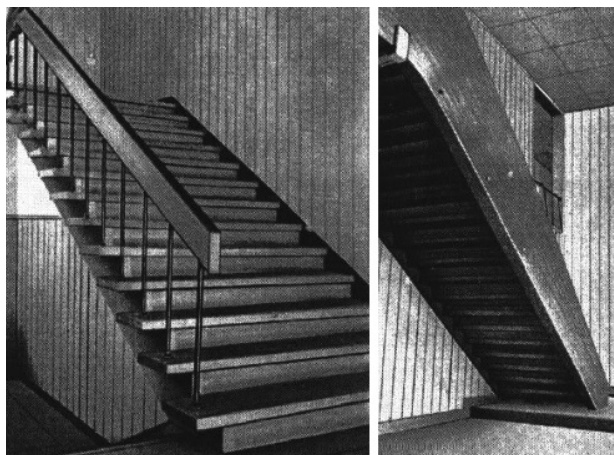


図10-24 『三井集成材』の初期の使用例
左図：踏板・手摺への使用例。右図：桁の例

2) 木製階段製品の登場（1960～1969年）

1960年代前半には薄板鋼材（パーパスチール）の普及によって、集成木材は鉄骨に比べて助成金や火災保険料などで不利な状況になり、体育館などで使われていた構造用集成材の需要は激減した。そのため三井木材工業では造作用集成材の生産への転換をはかり、1965年には名古屋の富田木材工業所と提携してわが国初の集成材の階段セット『クイーン』を発売した。これが現在の造作用集成材の先駆けと言われている。また同年に、従来は特注であった手摺を『三井集成手摺材』（図10-25）として発売した。

その後1960年代後半には三矢木材工業の『三矢式化粧集成材』、長浜合板の『れいほう』などが発売された。

タイプ	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3
断面寸法							
価	4,600円	4,950(円/本)	6,600	4,950	8,250	6,350	10,900
材	5,500円	5,950(円/本)	7,900	5,950	9,900	7,600	12,950

図10-25 『三井集成手摺材』
手摺レール部分の断面形状・寸法の例

3) 合板を使った製品（1970～1974年）

1970年代前半には合板を使った階段製品が相次いで発売された。1971年頃に成瀬特殊木材が住宅メーカーに納入した合板製のユニット階段は、きしみ音の防止を考慮した製品であった。昭和50年頃には、住建産業が合板を基

材にした階段の試作をきっかけに、1980年頃にはLVL(単板積層材)を使った階段の開発に至る。また1975年には東洋プライウッドが合板と集成材を用いた『東洋階段セット』(図10-26)を発売している。

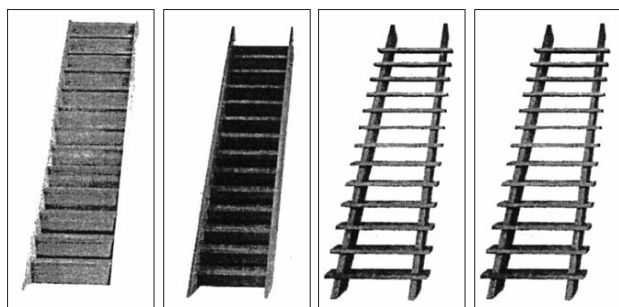


図10-26『東洋階段セット』(1975年、東洋プライウッド)
「箱型」と「さらし型」があり、材質はナラ・ケヤキ。

4) 質の要求の時代の製品群 (1975年～)

1970年代後半には「量より質」が求められ、高級化・洋風化の傾向が強まった。アイカ工業がアメリカ・モーガン社から輸入した『ハーフ階段』、山水リビングの『オーロラ』(図10-27)など、洋風で洒落たデザインが好まれるようになった。

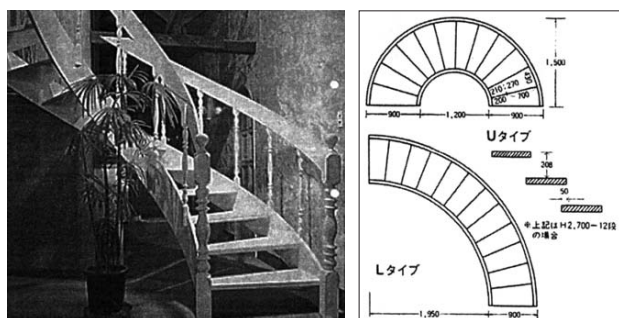


図10-27 洋風デザインの『オーロラ』(山水リビング、1978年)

1980年代にもインテリアの質の向上が求められ、木質系の住宅機器・設備の充実や、多品種少量生産など、他社との差別化が進む。例えば日本ハードボード工業の『ゴールデン階段ユニット』(1980年)、丸七ミヤマ工業の『積層階段』などは、高級感を狙った製品であった。

また高級化・洋風化の指向に合わせて螺旋階段や曲線階段の需要も増えた。例えば螺旋階段では『プロパ・インディペンデント』(フィンランド・プロパ社、1984年)、『階段ユニットらせん階段』(ニチハ、1989年)、回り階段では『モーガン・サーキュラー階段』などがある。

材料については、前述のLVL(『LVL階段』、住建産業、1980年頃)の他にも、従来は廃材にされていたゴムの木を集成材にした『アイカシステム階段部材イースタンオークシリーズ』(アイカ工業㈱、1982年)、それを階段製品とした『コロニー』(同社)などがある。

こうしたユニット階段は、その普及に合わせてベタリー

ビング(当時:住宅部品開発センター)のBL部品として1988年に認定された。

5) バブル期からバブル崩壊へ (1990～1994年)

1990年代前半は住宅着工数増加と職人の減少・高齢化に伴って、省力化が必要となった。その例として、プレカット技術の普及が挙げられる。

その後のバブル崩壊期には、経済事情に応じた低価格品への要求が発生する。例えば松下電工の『ナラ板目Eタイプ』(1993年)などの低価格製品がある。またこの時期には、バブル期に流行した濃色系のインテリアに代わって明色が好まれたようである。

6) 高齢化と環境配慮の影響など (1995年以降)

1990年代後半には、新築物件の減少に対応したリフォーム製品や、高齢化対応、環境配慮などが要求されるようになった。既存の階段に踏板と蹴込板を増し貼りする『リフォーム階段』(図10-28)、『ほたるライト付システム階段』(図10-29)(共に松下電工、1999年頃)などの、低価格製品やシニア向け製品が、その後も各社から発売されている。

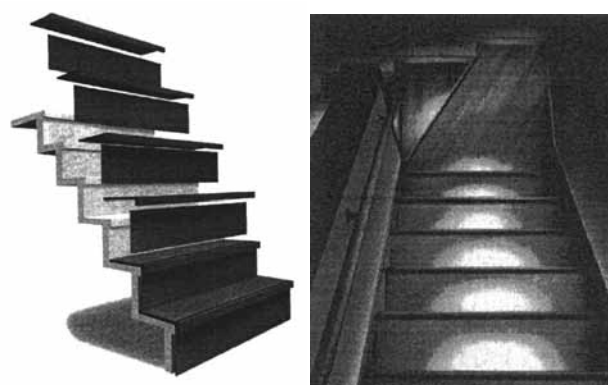


図10-28 (左):『リフォーム階段』

既存の階段に重ね貼りでリニューアルするもの。

図10-29 (右)『ほたるライト付システム階段』

高齢者の安全・快適性のため(共に松下電工・1999年頃)

10.6 仮設階段製品

1) 昇り棧橋・梯子の時代 (1964年以前)

従来の建築用足場には丸太が使われていたが、1950年代初期には戦後の木材枯渇や需給不均衡などのため、木材に代わる鋼製足場が開発された。1953年に、Beatty Scaffolding Inc.と(株)石井鐵工所の共同出資でビティ・スキヤフォード社が東京都千代田区に設立され、『Steel & Aluminium Scaffold Equipment』の技術を導入してわが国初の製造を始めた。当時の昇降通路は階段ではなく「昇り棧橋」が一般的であったが、枠組み足場の生産に伴って昭和30年頃には梯子も使われるようになっていた。東京オリンピック関連工事などで仮設資材の需要増があった。オリンピック後の需要減を経て、その後は市場も激化し、また粗悪品も出回った。

2) 階段製品の登場 (1965～79年)

こうした背景から、1968年に安全性・規格統一等を目的に仮設工業会が発足し、翌年には認定制度が設けられた。溶融亜鉛めっきの仮設資材が増加し、建物高層化に伴って仮設足場は「一側足場」から「二側足場」に移行し、昇降路も梯子から階段に変わって行ったが、当時は従来の「昇り栈橋」も使われていた。

昭和40年代半ばには、住友金属建材が枠組足場用の鋼製階段を発売した。また1969年には関東製作所の『アップライトステアウェイ』(図10-30)が同社カタログに掲載されている。これは内側に階段を設けたアルミ製ローリングタワーであるが、この時代にはまだ手摺はなかった。

建設資材の運搬は人力の時代から機械力へと移行しつつあったが、それに対応して、作業員の昇降用の『階段枠』を1973年に和親工業が開発した(図10-31)。

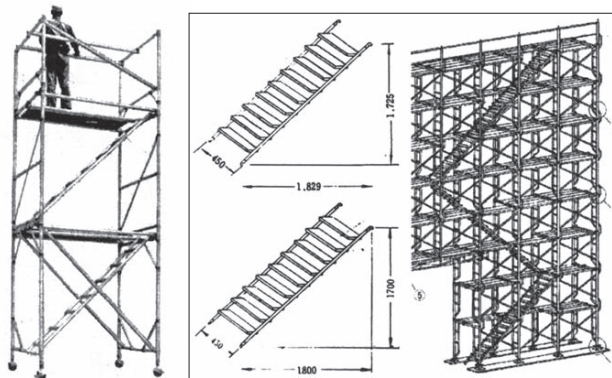


図10-30 (左) アルミ製ローリングタワー (移動式足場)『アップライトステアウェイ』(関東製作所・1969年)

図10-31 (右) 作業員の昇降の便を図った製品『階段枠』(和親工業・1973年)

3) 組立が容易な製品 (1980～94年)

1980年代以降は施工の容易化が進んだ。80年代後半のバブル期には作業員の高齢化が進み、軽量化や施工容易化が進められた。例えば1980年頃に、ダイサンが『くさび緊結式足場「ピケ足場」の階段』(一体型『K-18C』、組立式『K-26R・L』)を発売した。解体を容易にするためロック機能を廃した構造(Kフック)になっている(図10-32)。

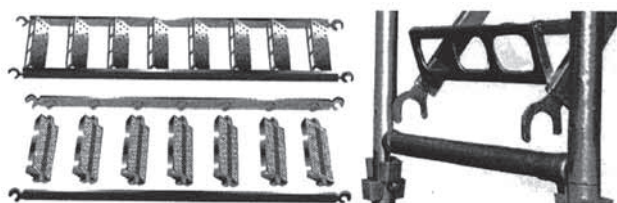


図10-32 『くさび緊結式足場「ピケ足場」の階段』(ダイサン・1980年頃)

1980年代当時は、建設現場においては転落事故が相次いでいた。そのため、作業員の転落防止のための保護柵が普及し始めた。1987年には「仮設構造物の安全性に関する承認規定」が定められた。また1980年代後半のバブル期

は、着工数増加の一方で職人の高齢化が問題になった時期でもあり、仮設資材にも軽量化や運搬・保管の簡略化を図った製品が登場した。例えば協和製作所(後のキョーワ)は、1988年にアルミ製の軽量階段『棟梁』を発売し、翌年には折り畳みアルミ階段『建作くん』(図10-33)で日本発明賞を受賞している。

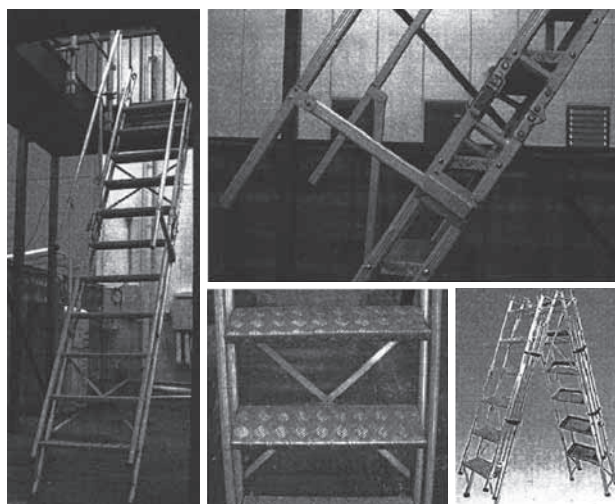


図10-33 『建作くん』(協和製作所、1999年)

左:全体、右上:ヒンジ部、下左:ブレース、下右:折畳状況

その他にも、折畳み式で運搬・保管が容易な『ハングラダー』(1991年、協和製作所)、アルミ製の『フライングラダー』(同年、日綜産業)、吊り階段『ウィンラダー』(1997年、住友金属)等がある。1990年には仮設工業会によって「仮設機材認定基準」が定められた。

4) 作業者への配慮の充実

さらに作業効率や安全性の向上のための様々な製品が登場している。例えば勾配調節が容易な階段製品、地面から階段枠までの高さ調整を考慮した製品、ローリングタワーの内階段への手摺設置等々が挙げられるが、ここでは詳細は省く。

第10章の参考文献

前回の続きであり参照資料も同一のため、文献名は省略する。企業名については、記事内容当時の名称を原則とするが、社名変更や合併等が多いため厳密に正しいとは言えない点はお許し願いたい。

profile



真鍋恒博

Tsunehiro Manabe
東京理科大学 名誉教授

専門分野: 建築構法計画、建築部品・構法の変遷史

著書: 『可動建築論』井上書院、「図説・近代から現代の金属製建築部品の変遷―第1巻・開口部関連部品」(建築技術)、「図解・建築構法計画講義」(彰国社)、「建築ディテール「基本のき」」(彰国社)、「マナベの『標語』100」(彰国社)ほか。

担当者紹介



中央試験所 企画管理課

〒340-0003
埼玉県草加市稲荷 5-21-20
TEL : 048-935-1991
FAX : 048-931-8323

課長代理
田上敦子 Atsuko Tagami

常に依頼者様の目線に立ち、サービス精神をもった適切な対応を心がけています。

最近のトピック 2020 東京オリンピックの観戦チケットの抽選に応募しました。全部当たったら支払いが大変と思っていましたが見事に全滅し杞憂に終わりました。自分にとっては一生に一度のイベントですから直に見て実感したいので、再チャレンジしようと思っています。

業務について 中央試験所の企画管理課に所属し、試験事務部門を担当しています。試験事務とは、中央試験所で実施する試験や調査研究の受付から報告書発行までの工程において発生する事務（契約や請求）が主な仕事になります。その他には、試験の問い合わせの対応や試験の進捗管理、報告書の管理、試験の動向等に関するデータ収集・分析なども行います。試験事業はサービス業ですから顧客に奉仕するという気持ちを持ち、依頼者様第一の考えで対応することを心掛けています。また、内部にあっては試験担当部門が円滑に活動できるよう下支えすることを担っています。

最後に一言 中央試験所は開所から50年以上経ち、現在拡充整備中ですが完了すれば一段と皆様に利用される試験所に変身すると期待しています。サービス向上のためにはさらにIT技術を取り入れたシステムの導入を図りたいとも思います。

【事業所所在地】

- 中央試験所
- ISO審査本部
- 性能評価本部
- 製品認証本部
- 工事材料試験所
- 西日本試験所
- 事務局

- 西日本試験所
- 西日本分室

- 福岡試験室
- 福岡支所

- 工事材料試験所
企画管理課／品質管理室
- 浦和試験室
- 住宅基礎課
- 検定業務室

● 仙台支所

- 武蔵府中試験室
- 横浜試験室
- 船橋試験室

● 関西支所

中央試験所

- 企画管理課
- 技術課
- 材料グループ
- 構造グループ
- 防耐火グループ
- 環境グループ

- ISO審査本部
- 製品認証本部
- 性能評価本部
- 事務局



中央試験所 防耐火グループ

〒340-0003
埼玉県草加市稲荷 5-21-20
TEL : 048-935-1995
FAX : 048-931-8684

大瀧友多 Yuta Otaki

「安全」「明るく」「元気よく」をモットーに防耐火性能試験を行っています。

最近のトピック 横浜アソビル内のとあるミュージアムに行ってきました。このミュージアムは、とあるものにスポットを当てた体験型エンターテインメントです。そのとあるものを鑑賞して、触って、撮影して、叫んで、遊んでといった子供から大人まで楽しめます。童心に返って全力で楽しんできました。

業務について 2019年4月に中央試験所の環境グループから防耐火グループに異動しました。異なる分野・新しい環境ですが、環境グループでの経験を活かして、防耐火グループの業務に励んでいます。防耐火グループの業務は、建築基準法に基づく指定性能評価機関として、壁、防火設備（窓、シャッター、ドア）、防火ダンパー、区画貫通部、軒裏、柱、梁、屋根、床など多様な建築部材について実大寸法での加熱試験を行っています。また、柱などの加熱試験では載荷装置を使用し、鉛直荷重を加えた状態での載荷加熱試験も行っています。

最後に一言 これまで積み上げてきた信頼を大切に、また今後も皆様の信頼が得られるように正確かつ迅速に試験実施および報告書作成を目標として努めてまいります。担当者としてお会いできることを楽しみにしています。

建築基準法に基づく 壁の性能評価試験

1. はじめに

建築基準法では、建築物の用途、規模、立地などに応じて主要構造部の防耐火性能が要求されており、「壁」については遮炎性、遮熱性、非損傷性（耐力壁に限る）の3項目を判定します。防耐火性能は「時間」を尺度として数値化され、各項目についての要求耐火時間（表1）に対してこれを上回る耐火性能（保有耐火時間）を有する必要があります。

連載2回目となる今回は、これらの防耐火性能を評価するために当センターで行っている「壁」の試験について紹介します。

2. 試験方法

2.1 試験体

試験体の形状、大きさおよび構成材料は、業務方法書（防耐火性能試験・評価業務方法書：建築基準法の指定性能評価機関が業務規程に定め

たもの。以下同じ）に規定されており、原則として、実際のものと同一とします。ただし、実際と同一の大きさのものによる試験がきわめて困難な場合においては、形状を矩形とし、幅3000mm以上、高さ3000mm以上と定められています。または試験体の材料、構成、耐火被覆材などの留め付け間隔および間柱、胴縁などの間隔を変更しない等、試験体の耐火性能を増大しないことを条件に、その形状および大きさを変更することができます。

壁の性能評価試験では、実際の建物の壁は高さ方向および横方向に無限に伸びていくと仮定しているため、端部や接合部は評価対象外とし、試験体は壁部材の一般部を再現することとなります。（例外として、天井と床との間の間仕切壁については、上下の取合い部も評価対象として試験体に再現します。）また、外装材、内装材の目地など防火上の弱点があ

る場合には、試験体にそれらを設けます。すべての構成材料について、防火上不利な条件となる組み合わせで試験を行う必要があります。

試験体数は原則として各加熱面2体となります。加熱面は、耐火・準耐火構造は屋外側および屋内側とし、両面が対称構造の場合は片面のみの試験とすることができます。また、防火・準防火構造は屋外側のみです。

2.2 試験装置

試験装置として、壁の試験炉を図1に示します。試験炉には反力フレームと油圧ジャッキが備えられており、耐力壁の場合は加力フレームを介して試験体下部より荷重を加えます。当センター中央試験所では、壁の試験炉を3基所有しており、試験条件により使用する炉を選択します。

2.3 試験条件

(1) 加熱温度

表1 試験での要求性能の例（時間）

技術的基準	構造名		耐火構造 (令第107条)		準耐火構造 (令第107条の2) (令第112条2項)		防火構造 (令第108条)	準防火構造 (令第109条の7)
			F ≤ 4	1時間	45分間	60分間	30分間	20分間
非損傷性※1			F ≥ 5	2時間				
遮熱性※2			1時間(30分間※3)		45分間(30分間※3)	60分間(30分間※3)	30分間	20分間
遮炎性			1時間(30分間※3)		45分間(30分間※3)	60分間(30分間※3)	30分間	20分間

注) 表中のFは、部材が設置される階の建築物最上階から数えた階数を表す。

※1: 耐力壁の場合に限る。 ※2: 屋外側加熱の場合に限る。 ※3: 非耐力壁である外壁の延焼の恐れがある部分以外の部分に限る。

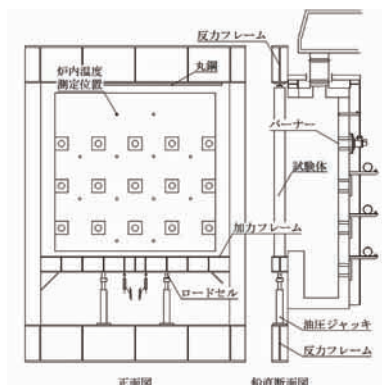


図1 試験炉概要

炉内温度は、業務方法書の規定により、ISO 834の標準加熱曲線に従い加熱します。試験時間と温度の関係を図2および式(1)に示します。

$$T = 345 \log_{10} (8t + 1) + 20 \quad (1)$$

T: 平均炉内温度 [°C]
t: 試験の経過時間 [分]

(2) 載荷 (耐力壁の試験に限る)

原則として、載荷加熱試験は建築基準法で定められる長期許容応力に荷重支持部材に載荷した状態で実施します。荷重支持部材は、軸組構造の場合は柱、枠組壁構造の場合はたて枠 (試験体枠部除く) となります。

(3) 試験時間

試験は、試験体に対して表1に示した要求耐火時間に等しい時間の加熱を実施します。耐火構造の場合は加熱終了後も試験を継続し、炉内で、要求耐火時間の3倍以上の時間を放冷します。

3. 性能判定

試験の間、業務方法書に規定された以下の判定項目を確認します。それらを満足できた時間が、その構造の保有耐火時間、すなわち防耐火性能ということになり、これが対象法令の要求耐火時間に到達することが、性能評価の要件となります。

3.1 遮炎性

遮炎性判定は、非加熱面での火炎

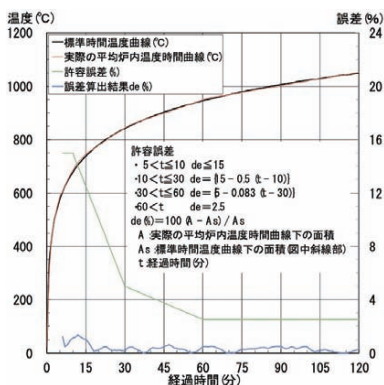


図2 加熱温度

および火炎が通る亀裂などの発生がないことを目視観察します。非加熱面での火炎とは、非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出および非加熱面で10秒以上継続する発炎をいいます。火炎が通る亀裂などとは、これらをとおして火炎が非加熱面へ出てくるか、または加熱炉内が目視できるものを指します。

3.2 遮熱性

遮熱性判定は、試験体の非加熱面温度 (裏面温度) の測定により行います。裏面温度測定のための熱電対は、非加熱面に5箇所以上均等に配置します。試験体全体の遮熱性状を把握するため、熱的性状が一般部と異なるボード類目地部などについては、一般部に対し、測定点数を同程度となるようにします。また、ボルトやくぎなどの特異な小面積部位の測定は避けるようにします。

熱電対は熱接点に銅板ディスクを溶接し、試験体裏面に接触させたディスクを無機質断熱パッドにより覆った状態でステابل、無機質系接着剤、テープなどを用いて取り付けます。さらに、取り付け箇所以外の温度に関しても、適宜可動式熱電対で測定を行います。

遮熱性については、建築基準法では加熱面以外の面の温度が当該面に接する可燃物が燃焼するおそれのある温度 (可燃物燃焼温度) 以上に上昇しないものであることとされ、こ

の「可燃物燃焼温度」を最高温度200°C、平均温度160°Cのいずれか高いほうと定めています。これに対し性能評価試験では、ISO 834に従い、初期温度を基準にした「温度上昇」を規定値としており、最高温度上昇180K以下かつ平均温度上昇140K以下であることを確認します。

3.3 非損傷性 (耐力壁に限る)

非損傷性判定は、荷重支持部材に長期許容応力に相当する荷重を載荷した状態で加熱中に測定される、載荷方向 (鉛直方向) の収縮量および収縮速度により行います。

試験体の初期高さをhとし、収縮量がh/100mmを、かつ収縮速度が3h/1000mm/分を超えないことを確認しますが、実際の試験においては、これら規定値に未達であっても載荷荷重の維持ができなくなった時点で試験を中止します (写真1)。

4. おわりに

今回紹介した試験の詳細については防耐火性能試験・評価業務方法書を参照頂くか、防耐火グループまでお問い合わせ下さい。



写真1 試験の様子

author



小林直人

Naoto Kobayashi

中央試験所
防耐火グループ

<従事する業務>
建築部材の防火性能に係る試験

SEMINAR & EVENT

JTCCMセミナー（性能評価の最新の動向）開催のお知らせ

[経営企画部]

性能評価本部では、「建築基準法等の法令に基づく性能評価」を行っております。本年、建築基準法の一部が改正となり新たな評価基準が設けられ、性能評価試験の選択肢が増えております。本セミナーでは、性能評価の最新動向、性能評価申請時の流れと変更点、試験体管理方法や防火材料性能評価の他に、中央試験所の防耐火試験新棟計画についてご説明させていただきます。性能評価申請にお役

立ていただける内容となっておりますので、多くの皆様のご参加をお待ちしています。

【お問い合わせ先】

性能評価本部 企画管理課

TEL：03-3527-2135 FAX：03-3527-2136

【開催概要】

開催日時 2019年11月20日（水）13時30分から16時00分まで（13時00分開場）

開催場所 アコスホール アコス南館7階（住所：埼玉県草加市高砂2-7-1）

定員 400名（収容人数）※定員になり次第締め切らせていただきます。

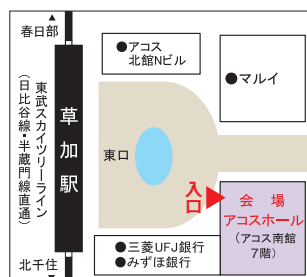
費用 無料

申し込み 当センターHPの「セミナー・イベント」ページよりお申し込みください。

プログラム予定（都合により内容や講演者を変更する場合があります。）

13:30～14:30	【性能評価の最新動向（法改正に伴う業務方法書の改定）】 柴澤 徳朗（性能評価本部 性能評定課 課長）
14:30～14:45	休憩
14:45～15:00	【性能評価の申請手続きについて（防耐火申請の流れと変更点）】 佐伯 智寛（性能評価本部 性能評定課 課長代理）
15:00～15:15	【試験体管理について（試験体管理方法と材料証明書作成方法）】 伊藤 嘉則（性能評価本部 性能評定課 主幹）
15:15～15:30	【中央試験所の防耐火試験新棟の計画について】 内川 恒知（中央試験所 防耐火グループ 統括リーダー）
15:30～15:45	【防火材料の性能評価について】 南 知宏（性能評価本部 性能評定課 参事）
15:45～16:00	質疑応答
16:00	閉会

会場のご案内



アコスホール

アコス南館7階（イトーヨーカドー）

(<http://www.city.soka.saitama.jp/cont/sl410/map/01.html>)

- 東武スカイツリーライン（日比谷線、半蔵門線直通）「草加」駅東口下車 徒歩約1分
- 上野駅より約30分、東京駅より約45分。
- 会場に駐車場はございますが、ご来場の際は、公共交通機関をご利用ください。

第三者証明事業を通し 住生活・社会基盤整備へ貢献する

品質性能試験

建築物・土木構造物に使用される材料、部材、建具、設備機器などを対象に試験を行っています。地震・台風・火災などの災害や地理・気候・使用などの環境条件に対して要求される安全性・機能性・居住性・耐久性などについて、試験を行っています。

工事用材料試験

建築・土木工事に使用されるコンクリート・モルタル・鉄筋・鋼材・アスファルト・路盤材などの試験、耐震診断に関連したコンクリートコアの強度試験・中性化試験、住宅基礎コンクリートなどの品質管理試験を行っています。

性能評価

「建築基準法」に基づく性能評価・型式適合認定及び「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく試験の結果の証明・住宅型式性能認定を行っています。また、建設資材や技術の安全性、環境貢献などに関する適合証明を行っています。

製品認証

「産業標準化法」に基づく登録認証機関として、建築・土木分野を中心とした8分類（約160規格）と幅広い製品及び加工技術のJISマーク表示の認証を国内のみならず海外事業者も対象に行っています。

マネジメントシステム認証

ISO9001・14001・55001・45001・39001などのマネジメントシステム認証を行っています。また、東京都・埼玉県の条例に基づく温室効果ガス（GHG）の排出量検証を行っています。

調査研究・標準化

建築・土木分野における技術開発を支援する調査・研究を行っています。また、JIS原案作成団体としてJISの原案作成及び維持管理やISO/TC146/SC6、TC163/SC1の国内事務局を運営するなど、国内外の標準化活動を行っています。



一般財団法人

建材試験センター

Japan Testing Center For Construction Materials

〒103-0012

東京都中央区日本橋堀留町1-10-15 JL日本橋ビル(事務局)

TEL : 03-3664-9211 FAX : 03-3664-9215

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

JTCCM

検索

JIS認証制度セミナー2019が終了しました

〔製品認証本部〕

2019年6月12日（水）新潟会場を皮切りに札幌から沖縄まで全国15か所においてJIS認証セミナー2019を開催しました。満席になる会場もあり、多くの事業関係者にご参加いただきました。

このセミナーはJIS認証取得事業者様への情報提供を兼ねて、JIS認証制度の最近の情報と認証維持審査などに関する説明を行っております。

本年度もJIS認証制度の最近の状況、動向、JIS認証審査での気づき、事前にいただいた質問事項への回答などを行わせていただきました。

セミナー終了後も事業者様からのご質問に対応するなど、盛況のうちに終了いたしました。



砺波理事による開会挨拶

主なセミナー内容
1.2018年度認証審査の総括
2.JIS改正情報
3.指摘事項及び是正報告について
4.品質管理責任者の職務について
5.維持審査の手順及び変更申請について
6.事前質問に対する回答
7.その他



中里副参事による講演の様子

製品認証本部では毎年のJIS認証制度セミナーのほか、JIS制度基礎セミナー、JIS改正説明会、出前講座など、お客様のご要望に応じて、説明会や講義を行っております。ご用命がございましたらお気軽にお問合せ下さい。

〔お問い合わせ先〕

製品認証本部

TEL：03-3808-1124 FAX：03-3808-1128



セミナーの様子

2019年度「試験体製作及び管理」講習会を開催

〔性能評価本部〕

去る7月6日（土）、性能評価本部と中央試験所防耐火グループは、中央試験所において「防耐火性能評価試験のための試験体製作に関する講習会」を開催いたしました。2012年より毎年定期的に開催し今年で第8回目となります。

試験体製作・管理は、2008年11月の国土交通省「社会資本整備審議会建築分科会 第3回防耐火認定小委員会」において検討された「防耐火認定の不適切事案の再発防止策」で提言されたものであり、2009年4月より当財団も開始いたしました。

この試験体製作・管理は、防耐火構造や防火設備、防火材料と防耐火関連の性能評価・試験を受けるために、申請者から申請された工程、材料等の仕様が指定と通りに製作されているかどうかを確認し、性能評価・試験を適切に実施し、申請者やエンドユーザーのコンプライアンス意識の高まりの中、特に重要な項目の一つとなります。

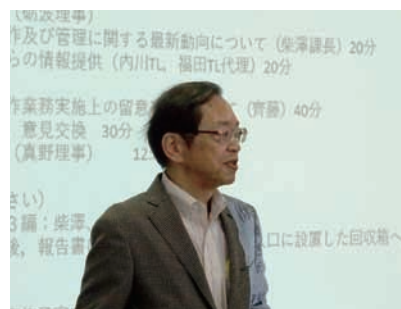
今回の講習会は、性能評価本部と中央試験所防耐火グループの共催とし、内容については今年度より報告スライ

ルを一新し試験体製作に関する最新の話題、直近の課題、試験装置の仕様等の報告を中心に、さらに受講する試験体製作メーカーの要望も反映し、以下について報告させていただきました。

- ①建築基準法の一部改正について（性能評価本部）
- ②性能評価業務の今後の見通し（性能評価本部）
- ③試験体製作における製作工程、発注、変更点、製作上のお願い、報告書等（性能評価本部）
- ④各炉の仕様、寸法、被覆例、新防火棟整備計画の状況等（防耐火グループ）

本講習会には約60名の試験体製作メーカーの関係者が参加され、参加者の皆様は熱心に聴講されておりました。なお、過去の講習会において蓄積されました資料については、各試験体製作メーカーの社内研修を目的として電子データにて配布させていただきました。報告終了後には各試験体製作メーカーより本講習会についての感想・要望をいただき盛況のうちに終了しました。

講習会終了後は意見交換会を開催し参加した皆様より忌憚のないご意見をいただくことができ、これら意見を謙虚に受け止め、今後も試験体製作メーカーと協力し適正・円滑に試験体製作・管理が行えるよう尽力して参ります。



砺波理事による開会の挨拶

【お問い合わせ先】

性能評価本部

TEL：03-3527-2135 FAX：03-3527-2136



防耐火グループ福田職員による報告の様子



性能評価本部斎藤職員による報告の様子



真野理事による閉会の挨拶

R E G I S T R A T I O N

ISO9001認証登録

ISO 審査本部では、以下の組織（1件）の品質マネジメントシステムをISO9001（JIS Q 9001）に基づく審査の結果、適合と認め2019年6月17日付で登録しました。これで、累計登録件数は2306件になりました。

登録組織（2019年6月17日付）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録組織	住所	登録範囲
RQ2306	2019/6/17	ISO 9001:2015 (JIS Q 9001:2015)	2022/6/16	ドライミックス事業協同組合	茨城県古河市関戸1860	袋詰めコンクリート用材料（水、混和剤を除く）の設計・開発及び製造

JISマーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、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マーク認証組織

認証登録番号	認証契約日	JIS 番号	JIS 名称	工場または事業場名称	住所
TC0118001	2019/3/11	JIS A 9521	建築用断熱材	アキレス株式会社 美唄工場及び 商品試験センター 物測課	[美唄工場] 北海道美唄市東7条北9丁目2番1号 [商品試験センター 物測課] 栃木県足利市借宿町668番地
TC0218003	2019/3/11	JIS A 9521	建築用断熱材	日新工業株式会社 山形工場	山形県山形市大字南館字中河原438
TC0518002	2019/3/11	JIS A 9521	建築用断熱材	アキレス株式会社 滋賀断熱資材工場及び 商品試験センター 物測課	[滋賀断熱資材工場] 滋賀県犬上郡豊郷町安食西1 [商品試験センター 物測課] 栃木県足利市借宿町668番地
TCCN18056	2019/3/11	JIS A 5908	パーティクルボード	豊林亜創（惠州）人造板有限公司	中国広東省惠州市惠城区横瀝鎮横瀝大道
TC0219001	2019/5/1	JIS A 5308	レディーミスト コンクリート	北部生コンクリート株式会社	宮城県気仙沼市反松9番地6

JIS マーク製品認証の検索はこちら <https://www.jtccm.or.jp/biz/ninsho/search/tabid/341/Default.aspx>

Editor's notes

— 編集後記 —

2015年5月号から長期連載しておりました、芝浦工業大学 南教授の『建築に学ぶ先人の知恵 世界の伝統的建築構法』が7・8月号をもちまして終了しました。日本だけでなく世界各国の建築物や街並みを写真付きで紹介した記事や、アメリカでの留学経験の記事など、建築分野の専門知識がない自分にとっても大変興味深い内容でした。4年間という長きにわたりご寄稿いただき誠にありがとうございました。

さて、東京オリンピック・パラリンピックの開催まで1年を切りました。競技会場や選手村といった施設も建設や改修工事が多く行われています。本誌でもオリンピック関連の建物やそれに関わる建材など、タイムリーな記事を掲載し今後も多くの読者の皆様に興味を持っていただけるよう取り組んでまいります。

(長崎)

今年の梅雨は、とても涼しく、過ごしやすかったため、作業しやすい日が続きました。ですが、梅雨明けが間近にせまった7月中旬頃から、一気に気温が高くなり、夕方になっても暑さがおさまらず、エアコンなしでは寝苦しい日が続きました。

エアコンが無い構造試験棟での業務は、蒸し暑くこたえましたが、扇風機、スポットクーラーに加えて、ファン付き作業着を着用してしのぎました。ファン付き作業着は、作業現場などで最近よく見かけます。涼しいわけではないのですが、ファンの風で汗が気化しますので、ダラダラと汗が滴らず、適度に体が冷やされて快適です。

今年も暑い夏になりましたが、そろそろ秋の訪れを感じる頃になるでしょうか。季節変わり目となりますので、皆様も引き続き、体調にはお気をつけください。

(林崎)

昨年10月に学生時代を過ごした山口・西日本試験所への異動の辞令を受けて初めての夏を迎えましたが、首都圏とは違った暑さを感じています。確かに暑いことは暑いのですが、周りを田畑で囲まれた西日本試験所で感じる『暑さ』というのは、子供の頃に楽しみにしていた『夏』といった、どこか懐かしく、心地の良い暑さでした。四季の変化というのも、都会では人々の着ている服の移り変わりや日々のニュースで感じていたのが、こちらでは田畑や山々の風景の移り変わりで感じるすることができます。

ここ数年、自然災害の甚大化が大きなニュースとなっています。ちっぽけな一人の人間としてできることには限界がありますが、常に自然と向き合い、一方で自然から多くの恩恵も受けていることに改めて感謝したいと思います。

(佐川)

建材試験情報編集委員会

委員長	阿部道彦 (工学院大学 名誉教授)
副委員長	砺波 匡 (常任理事)
委員	長崎 新 (総務部財務課) 白岩昌幸 (経営企画部 部長) 宮沢郁子 (経営企画部調査研究課 課長) 林崎正伸 (中央試験所構造グループ 統括リーダー代理) 阿部恭子 (中央試験所環境グループ 主査) 志村孝一 (中央試験所耐火グループ 主任) 室星しおり (中央試験所材料グループ 主査) 松井伸晃 (工事材料試験所横浜試験室 室長代理) 長坂慶子 (ISO審査本部企画管理課 課長) 中村美紀 (性能評価本部性能評定課) 佐川 修 (西日本試験所試験課 主幹)
事務局	高橋一徳 (経営企画部経営戦略課 主任) 渡辺奈央 (経営企画部経営戦略課 主任) 直井聡人 (経営企画部経営戦略課) 黒川 瞳 (経営企画部経営戦略課)

建材試験情報 9・10月号

2019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2-8-4 日本橋コアビル
発行者	松本 浩
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。

事業所一覧



●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20

企画管理課	TEL: 048-935-1991(代)	FAX: 048-931-8323
技術課	TEL: 048-935-2093	FAX: 048-935-2006
材料グループ	TEL: 048-931-7208	FAX: 048-935-1720
構造グループ	TEL: 048-935-1992	FAX: 048-931-9137
防耐火グループ	TEL: 048-935-9000	FAX: 048-931-8684
環境グループ	TEL: 048-935-1995	FAX: 048-931-8684
	TEL: 048-935-1994	FAX: 048-931-9137

●ISO審査本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階
TEL: 03-3249-3151 FAX: 03-3249-3156

関西支所

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14 新大阪グランドビル10階
TEL: 06-6350-6655 FAX: 06-6350-6656

福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6 福岡試験室2階
TEL: 092-292-9830 FAX: 092-292-9831

●性能評価本部

〒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: 03-3527-2135 FAX: 03-3527-2136

●製品認証本部

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル5階
TEL: 03-3808-1124 FAX: 03-3808-1128

西日本分室

〒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

●工事材料試験所

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

企画管理課/品質管理室 TEL: 048-858-2841 FAX: 048-858-2834
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

横浜試験室 〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

TEL: 045-547-2516 FAX: 045-547-2293

船橋試験室 〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

TEL: 047-439-6236 FAX: 047-439-9266

住宅基礎課 〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL: 048-858-2791 FAX: 048-858-2836

仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22 宮城県管工事会館7階

TEL: 022-281-9523 FAX: 022-281-9524

●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

TEL: 0836-72-1223(代) FAX: 0836-72-1960

福岡試験室 〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

TEL: 092-622-6365 FAX: 092-611-7408

●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 TEL: 03-3527-2131 FAX: 03-3527-2134

調査研究課 TEL: 03-3527-2133 FAX: 03-3527-2134

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: 048-826-5788