

つくば

Vol. 19
2016

第19号

建築試験研究センター情報

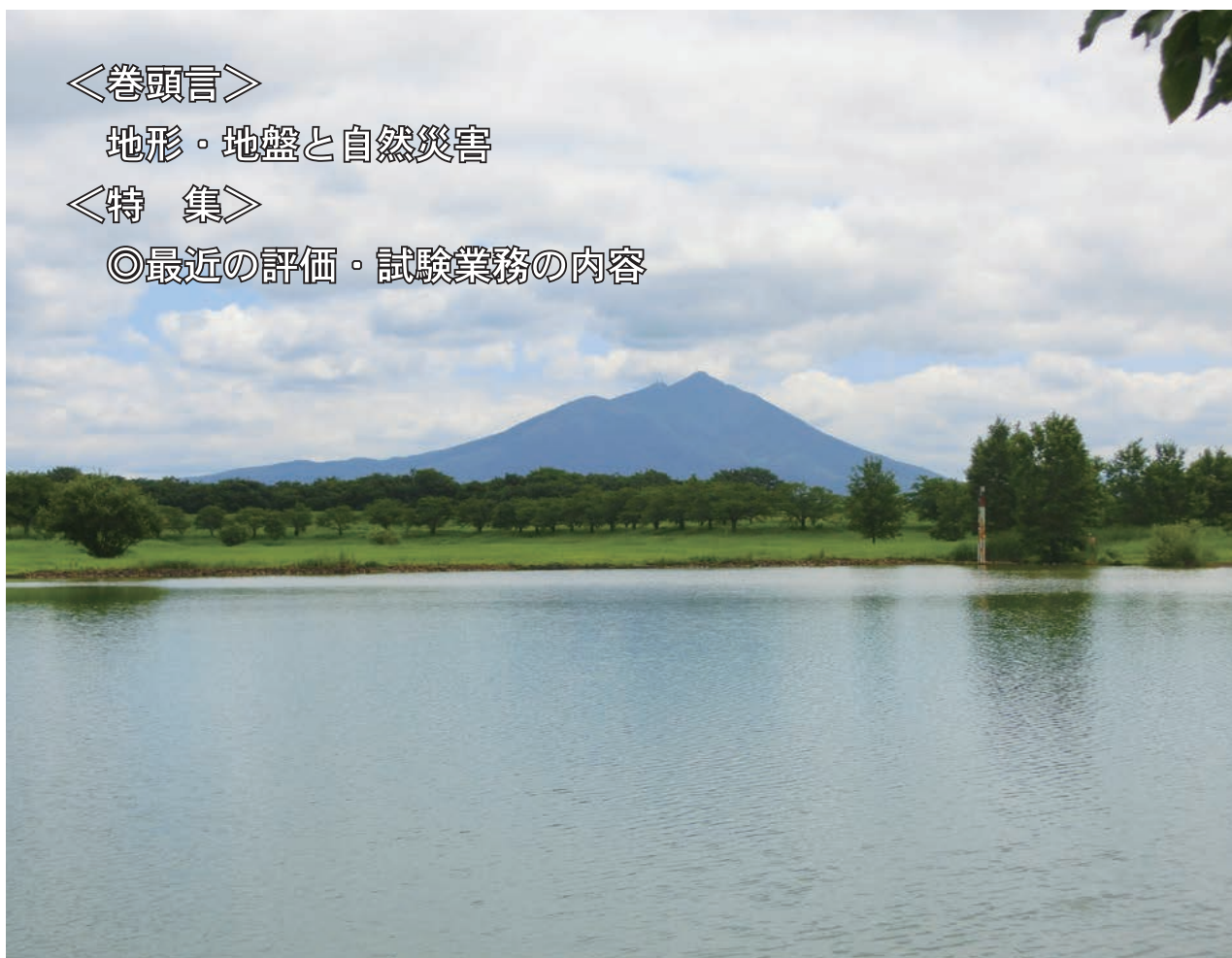
平成28年11月

＜巻頭言＞

地形・地盤と自然災害

＜特 集＞

◎最近の評価・試験業務の内容



一般財団法人
ベターリビング つくば建築試験研究センター



Tsukuba
Building
Research and Testing
Laboratory

巻 頭 言

地形・地盤と自然災害

中井 正一	2
-------------	---

特 集

最近の評価・試験業務の内容

・大型壁加熱炉を新設しました

金城 仁	5
------------	---

・最近の防火材料性能評価業務の状況

福田 泰孝	8
-------------	---

・建築物省エネ法・省エネ基準について

咸 哲俊	10
------------	----

・BL部品と性能試験

下屋敷 朋千	13
--------------	----

・基礎工法の施工管理に関する評価業務

久世 直哉	15
-------------	----

試験・研究情報

簡易一軸振動台を用いた物置の振動実験の紹介

服部 和徳	17
-------------	----

大型曲げ試験装置を用いた6000kN級曲げ試験の紹介

服部 和徳	20
-------------	----

実験室における排水管の発生騒音・遮音性能に関する測定方法

高橋 央	22
------------	----

地盤改良体の室内配合試験業務のご案内

大野 吉昭、久世 直哉	27
-------------------	----

工事用材料試験用コンクリート圧縮強度試験

大野 吉昭	29
-------------	----

外壁複合改修構工法の面外振動実験（試験体の製作方法の検討）

下屋敷 朋千	31
--------------	----

施設紹介

名古屋構造判定分室開設のご案内

構造判定部	34
-------------	----

第二防耐火試験棟建屋について（雑木林との共存と資源としての雨水）

菅谷 憲一	36
-------------	----

事業報告

最下層柱中間部浮き上がり架構の簡易モデルによる地震応答予測	
小谷 直人	38
—BL部品で住まいながら行う改修での光熱費改善効果— 開口部の断熱改修による省エネ効果	
清水 則夫	41
回転貫入条件が羽根付き杭の水平方向地盤反力特性に及ぼす影響	
久世 直哉	50
伝統家屋の改修における断熱性能及び防火性能の検証	
野中 峻平	53
プレボーリング拡大根固め工法における根固め部の強度特性	
田井 秀迪	56
35度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し載荷実験	
服部 和徳	59

その他

大型壁加熱炉竣工披露式を行いました。	
野中 峻平	62
新設した大型壁加熱炉の依頼試験を開始しました！	
.....	63
BLつくば主催 第1回TBTL座談会開催報告	
.....	63
自己紹介	
北舘 賢次	64
小谷 直人	65

編集後記

表紙写真撮影：北舘 賢次

地形・地盤と自然災害

つくば建築試験研究センター アドバイザー 中井 正一

1. はじめに

本年4月より、つくば建築試験研究センターにお世話になることになりました。どうぞよろしくをお願いいたします。私は、これまでの19年間、千葉大学の教員を務めてきました。ここでは、その間に学んだことのうち、地形・地盤と自然災害について書いてみたいと思います。

2. 日本は災害の国

日本は災害の国と言われます。2011年東北地方太平洋沖地震の記憶もまだ新しい中で、この4月には熊本地震が発生しました。地震に加えて、日本では、津波・風水害・崖崩れ・噴火と言った自然災害の危険に絶えずつきまわっています。

日本にこれほど災害が多いのは、日本列島の位置と密接な関係があります。プレートテクトニクス理論によれば、日本付近では4つのプレートが境を接しているとされています。これらのプレートは互いに力を及ぼし合っており、そのプレート間の力学が日本付近に地震や火山活動の多い理由となっています。一方、日本列島はユーラシア大陸の東岸に位置し、いわゆる温帯モンスーン地帯に属しています。加えて、台風の通り道にも当たるため、年間を通して降水量が多く、豪雨にともなう洪水や土砂災害が極めて多い理由となっています。

どうすれば、自然災害を未然に防ぐ、もしくは、極力低減することができるでしょうか？ 最善の策は、自分たちの住んでいる土地がどうなっていて、どこにどのような危険が潜んでい

るかを知り、それに対する備えを講じておくことです。

たとえば、地震による被害について見てみましょう。それらを子細に観察すると、実は、地形・地盤の影響が大きいことに気づきます。熊本地震や東北地方太平洋沖地震を始め、大地震のたびに、地滑りや崖崩れ、造成地の崩壊など大規模な土砂災害が数多く発生しています。このように、地震による災害は、地盤災害と切っても切れない関係にあると言えます。これは、日本の地形が複雑で、狭い範囲で細かく変化していることが関係しています。

3. 地形と地盤の密接な関係

地域を特徴づける自然的要因はその土地の地形と地盤です。従って、地形と地盤の性質を把握することが、その土地の災害危険度を知ることにつながります。

日本の都市の多くは台地や低地などの平野に立地しています。平野を覆っている地盤は、大きく沖積層と洪積層に分類されます。

ここで、少し話が脱線しますが、これらの呼称（沖積層・洪積層）は現在では用いられなくなった地質年代の呼び名（沖積世・洪積世）と対応するもので、学術的には必ずしも正しい用語ではありません。学術的には完新統（完新世の地盤）および更新統（更新世の地盤）と言います。元々、洪積ということばは大洪水による堆積物を意味し、その大洪水とは「ノアの大洪水」を指すものでした。用語の変更は神話からの決別とされています。完新世は最終氷期の終

わり、今から遡ること約 12,000 年以降とされています。もっとも、沖積層（Alluvium）ということばには未固結の河川堆積物という意味もあります。日本付近の最終氷期最盛期（すなわち最大海面低下期）は今から約 18,000 年～20,000 年前と言われており、それ以降の河川による作用によって形成された地盤を沖積層（沖積地盤）と呼ぶという考え方もあります。この場合、それ以前に形成された更新世の地盤を洪積地盤と呼称することになります。河川的作用とはすなわち浸食と堆積であることから、沖積層が地表を覆っている土地は一般に低地であり、洪積層が地表を覆っている土地は、低地よりは一段小高いいわゆる台地と言うことになります。また、地盤には、形作られてからの年代が長い（古い）ものほど堅固であり、年代の短い（新しい）ものほど軟弱であるという大原則が存在します。この原則に照らせば、沖積層は軟弱であることが多く、洪積層は沖積層に比べるとより堅固であると言えます。

このように、地形が分かるとその土地の地盤が分かり、潜在的な災害の危険度が予測できます。しかしながら、近年の急速な開発により、都市域ではほとんど自然の地形が分からなくなっていることも多くなっています。

本来の地形を知るには、古い時期の地形図を見る必要があります。図 1 は、1907 年（明治 40 年）に作成された 2 万分の 1 の地形図（大日本帝国陸地測量部：曾我野図幅－現在の千葉市南部）の一部を表しています。この地域は、下総台地と呼ばれる台地と東京湾沿いの海岸低地からなっていますが、台地には幅の狭い谷状の低地が奥深く侵入していることが見てとれます。独特の地形ですが、南関東には広く分布しています。専門知識がないと図 1 からこのような地形を読み取ることは必ずしも容易ではありませんが、（特に古い時期の）土地利用や植生に着目すると比較的容易にこれを行うことができます。



図 1 古い時期の地形図（1907 年、曾我野）

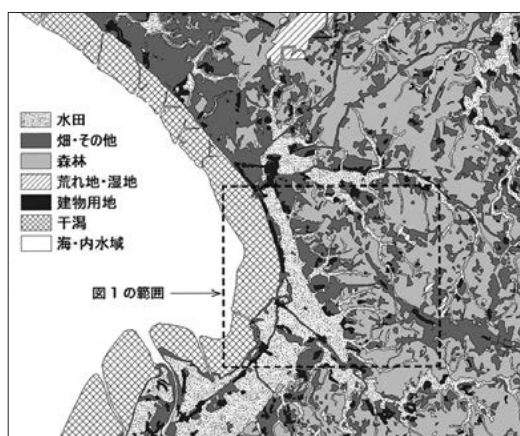


図 2 古い時期の土地利用（1903 年、千葉市）

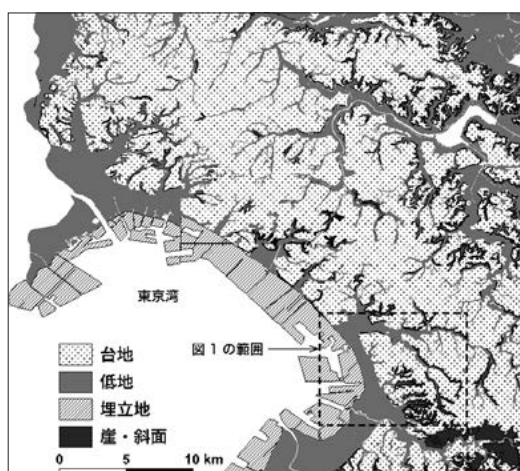


図 3 千葉県北西部の地形分類（現在）

たとえば、図1などの古い時期の地形図から土地利用を読みとると図2が得られます。これを図3に示す地形分類図と比較すると、古い時期に水田として利用されていた土地は、ほぼ例外なく海岸平野や谷底平野などの低地であることが分かります。従って、これらの土地の元々の表層地盤は軟弱であることが推測できます。

4. 地形・地盤と地震の揺れ

固い地盤の上に軟らかい地盤が存在するような地層構成の場合、固い地盤から軟らかい地盤へと地震波が伝播する時、増幅という現象が起こります。すなわち、軟らかい地盤では地震時に揺れが大きくなり、その度合いは、固さ柔らかさの差が大きいほど大きくなります。その土地の地盤がどのような地層構成になっているかを正確に把握するためには、地盤調査を行うのが基本です。しかしながら、地震被害想定を行う場合など、広い地域にわたって大まかな地盤構造を把握したい場合には、前述の地形と地盤の関係が参考となります。実際、広域を対象とする地震被害予測にはこの方法論が参照されることもあります。

このような地盤構造の違いによる地震時の揺れの違いのほかに、地形そのものの影響、すなわち、地形効果と呼ばれる影響因子があります。

関東平野は一見すると低平ですが、前述の図1からも分かるように、より子細に見ると、樹枝状の細長い谷が台地の奥深くへと入り込む複雑な微地形構造を有しています。この谷地形は微地形分類としては谷底平野、一般的には谷戸、谷津、谷地などと呼ばれ、古くから水田として利用されてきたことから、谷津田としても知られています。一方で、この台地－低地境界は多くの場合急崖になっています（図3参照）。その総延長は南関東だけでも数千キロメートルに及ぶものと考えられます。このことが新たなリスク要因となっていることは、実はあまり認識されていません。

一般に、斜面を有する地形では、斜面上部は揺れやすく、斜面下部は揺れにくいとされます。実際、筆者らの研究によれば、斜面の存在による地震動増幅効果はそれほど大きいものではないものの（最大約30%の増幅）、その影響範囲は極めて広い（斜面高さの数十倍に及ぶ）ことが分かっています。さらに、この台地－低地境界の斜面には、従来見過ごされてきたリスクも存在します。斜面が自然斜面の場合、斜面付近に「ゆるみ層」が存在することがあり、その場合には、震動の増幅や斜面崩壊の危険性が格段に高くなる可能性があります。台地－低地境界の急崖は常時でも交通上の隘路となっていますが、地震時に斜面そのものや道路に面する建物の崩壊によってこれが絶たれると、避難・救助や復旧の面で大きな阻害要因となってしまいます。

熊本地震では、台地端部に家屋の被害が集中していると聞きます。何らかの地形効果があったのでしょうか。詳細な調査が待たれます。

5. 最後に

毎年繰り返される地盤災害や土砂災害は一部地域に特有の事象で、平野に立地するほとんどの都市部では無縁のものと思われがちです。しかしながら、これまで見てきたように、地形や地盤にかかわる自然災害のリスクは身近に存在しています。このようなリスクの所在を明らかにすることは、研究者や行政にかかわる者に課せられた課題と言えましょう。まずは、古い時期の地形図から始めて多くの知見を集約し詳細な分析をすることが、自然災害を未然に防ぐあるいはその被害を最小限にとどめる有効な手立てとなります。自然災害の危険性がどうしても排除できない場合には、保険などをうまく利用してリスクをヘッジすることも大切と言えます。

大型壁加熱炉を新設しました

性能試験研究部・技術評価部 金城 仁

〇はじめに

当財団は、防耐火構造、防火設備、防火材料の性能評価業務の信頼性向上及び効率良い運用を図るため、第二防耐火試験棟を建設し、大型壁加熱炉と試験体製作エリアを新設いたしました。防耐火構造及び防火設備試験に用いる大型壁加熱炉については、6月30日に国土交通省による試験装置の性能検査を行い、この度、7月25日より試験業務を開始致しました。

〇大型壁加熱炉

大型壁加熱炉の新設に伴い、これまでの旧壁炉と合わせて2基体制での運用が可能となり、迅速な試験実施が可能となります。加熱炉の開口についても3つの加熱面積に対応しており、より幅広い仕様での耐火試験が実施可能となりました。仕様概要を表1に、大型壁加熱炉の写真を図1に示します。

表1 仕様概要

加熱曲線	ISO834 及び ASTM 等の規格の加熱曲線を自由に設定可能
温度調整	自動及び手動 (自動加熱はプログラム設定した加熱曲線に対し、炉内温度をフィードバックして燃焼エアの開度調整)
有効加熱面積等	- 高さ 3.4m 幅 3.5m 奥行 1.0m (載荷・非載荷) - 高さ 3.0m 幅 3.0m 奥行 1.0m (載荷・非載荷) - 高さ 2.6m 幅 1.9m 奥行 1.0m (非載荷) ※ 1 基で 3 加熱面積、5 種類の耐火試験が可能 - バーナー：5列4段 - 加熱温度測定用熱電対：20点
試験体の脱着	専用台車による脱着

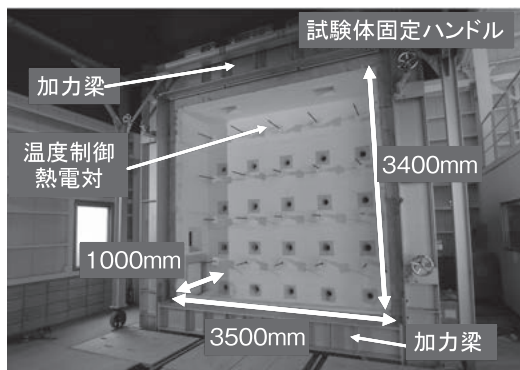


図1 大型壁加熱炉

〇載荷装置

大型壁加熱炉については、最大 1000kN までの載荷が可能となっております。載荷能力が向上したことにより、中層大規模建築物や CLT 構造等の荷重レベルの大きな試験体への載荷加熱試験が可能となり、性能評価はもとより研究・開発実験等での活用も可能となっております。装置概要を表2に、載荷装置を図2に示します。

表2 装置概要

載荷装置	
載荷能力	1000kN 対応 (旧壁炉は 400kN) ⇒荷重レベルに応じて、ロードセルの組み替え (200kN 及び 500kN 各 2 台) により制御精度を確保 ⇒一軸静的加力装置による自動制御
仕 様	油圧ポンプ ・最高使用圧力：70MPa ・吐出量：0.15 ～ 0.9L/min コントローラー ・アナログ入力 4ch (荷重計・変位計・もりかえ・拡張) ・アナログ出力 1ch (インバーターポンプ駆動) 油圧シリンダー ・受圧面積：(押) 71.63cm ² , (引) 40.04cm ² ・ストローク：300mm ・必要油量：2149cm ³

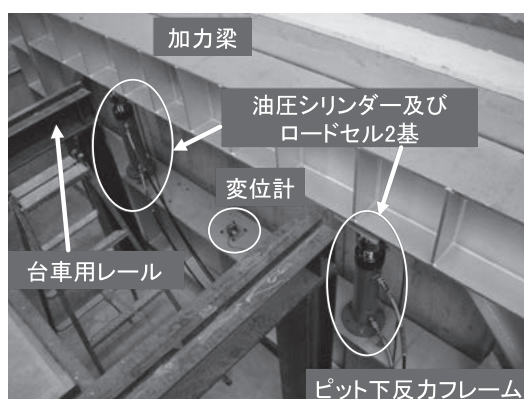


図2 载荷装置

○二次燃焼炉及び排煙処理装置（大型集煙フード及び既存水平炉屋内排煙ダクト）

大型壁加熱炉の新設に伴い、多量の排煙も処理が可能な二次燃焼炉を整備致しました（図3）。図4に示す大型集煙フードにより、煙を局所的に封じ込めることで、効率的に排煙処理を行うように致しました。また、既存水平炉における屋内排煙処理用のダクトを設け、建物内へ溜まる煙も同時に処理できるように致しました。図5に水平炉屋内排煙ダクトの設置状況を示します。二次燃焼炉及び排煙処理装置の概要



図3 二次燃焼炉

を表3に示します。これらの排煙処理装置を整備したことで、煙量の多い試験体においても対応が可能となり、これら排煙を一気に集煙して排煙処理することにより、敷地周辺への環境配慮はもとより、試験棟内の作業環境の改善にも対応しております。そして、大型集煙フードを用いることで、小型及び中型規模の耐火試験についても実施出来るように致しました。

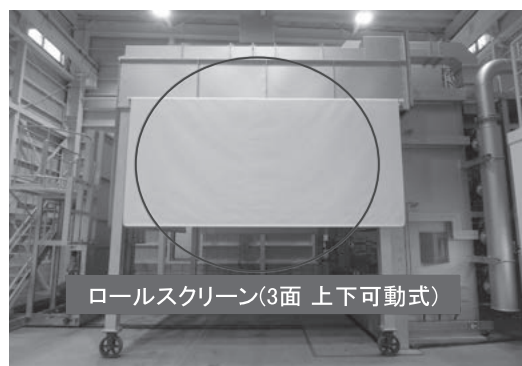


図4 大型集煙フード

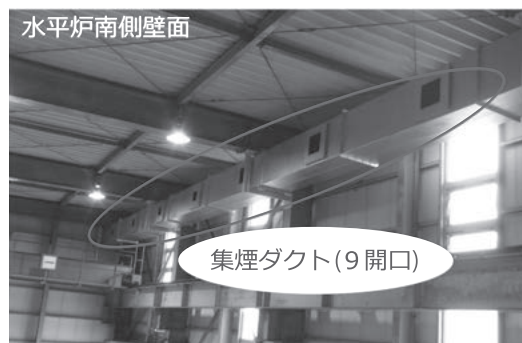


図5 水平炉集煙ダクト

表3 二次燃焼炉・排煙処理装置の概要

二次燃焼炉（排煙処理装置）の仕様	
加熱温度	800℃以上
炉体寸法	W: 4.95m × L: 2.7m × H: 9.4m
排気ファン容量	400m ³ /分
排煙処理の特徴	
①排気ファン増強により、大型壁炉排煙処理および既存水平炉室内排煙処理が可能。	
②大型壁炉集煙フードにより、煙をフード内へため込み、試験中および脱炉後の集煙を前方2箇所及び上部1箇所集煙口より一気に吸い上げる。	
③ロールスクリーンを用いることで、煙を局所的に封じ込め、集煙を行うことが可能。	

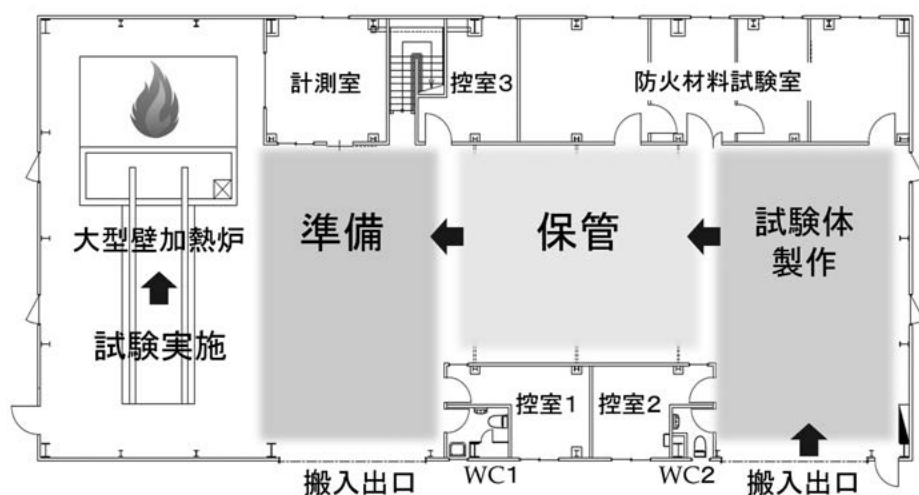


図6 試験棟配置図

○第2防耐火試験棟

新設した第2防耐火試験棟においては、試験体製作から試験体保管そして試験準備・試験実施までの一連の作業を1つの建屋の中で効率的に行うことが出来ます。また、防火材料試験においても、発熱性試験室・ガス有害性試験室をまとめて配置することで効率化を図るとともに、試験体保管室にて試験体の養生管理もすべて行えるように致しました。試験棟の配置図を図6に、試験棟外観を図7に示します。



図7 試験棟外観（東側：試験体製作ヤード側より）

○さいごに・・

今回整備させていただきました大型壁加熱炉においては、大臣認定に係わる性能評価業務のみならず、多種多様な耐火試験において、皆様からのご要望にお応えできる試験設備となっております。本施設については、建築分野だけではなく、今後は幅広い耐火試験が実施可能な防耐火試験施設として、性能評価・評定業務における防耐火試験、そして開発・研究のための設備としてご活用頂ければ幸いです。

○問い合わせ先

(一財) ベターリビング
つくば建築試験研究センター
性能試験研究部・技術評価部
Tel : 029-864-1745
Fax : 029-877-0050
E-mail : info-tbtl@tbtl.org

最近の防火材料性能評価業務の状況

性能試験研究部 福田 泰孝

建築基準法には、関連する政令等の技術的基準等によって、建築物の構造方法や建築材料の性能を確認する方法を定め、国土交通大臣が認定することにより、構造方法や材料の性能が建築基準法に適合していることを証明する制度があります。

この認定を受けるために行われる事前の審査が「性能評価」と呼ばれるものです。性能評価業務は、国土交通大臣より指定された評価機関（指定性能評価機関）が、定めた業務方法書に基づき、評価を実施します。

今回は、防火材料の性能に関する試験を伴う性能評価について、業務の内容の説明も交えて、最近の状況を報告します。

1. 大臣認定制度と性能評価の概要

2000年の建築基準法改正に伴い、防火関連の規定もそれまでの仕様規定から性能規定化されました。防火材料（不燃材料、準不燃材料、難燃材料）については、基準法で不燃材料等について例示されていたものを告示に定め、政令で技術的基準として性能を明確化し、試験方法等は告示に定められていたものから指定性能評価機関が定めることとなりました。試験方法も一部変更されています。

大臣認定までのルートについては、改正前は、指定された試験機関が試験を行い、財団法人日本建築センター（当時）が評価を行っていましたが、改正後は、指定性能評価機関が試験と評価を行い、大臣が認定を交付するというルートになりました。

2. 認定・評価の対象

改正前の認定の内容については、「耐火防火構造・材料等便覧」（新日本法規出版株式会社発行）を見ると、用途や施工方法、標準施工図、使用上の注意事項まで記載されており、商品名も記載されていることから、仕様の認定というよりも商品毎に認定する制度でした。

対して、現在の認定制度は、材料や製品の仕様（材料の構成やそれらの厚さ、質量、組成や規格等）を認定するものであり、原則として、どのような場所、用途で使うか、施工方法・条件については、認定の範囲外となっています。仕様を認定する制度であるため、認定取得者（認定書に記載される）に限らず、認定品として製造または販売することが可能となっています。

3. 現状の運用

改正後当初は、それまでの評価方法、考え方を踏襲する形で、商品毎ではありませんが、ある程度限定された仕様に対して認定が交付されていましたが、その後、仕様のバリエーションに対する性能の優劣がデータの蓄積などにより明確になってきこともあり、一つの認定でより広い範囲の仕様を認める運用に変わってきています。また、認定に記載される材料等の情報については、様々な種類の材料が扱われるようになったこともあり、より詳細な内容の記載が必要になっています。

当初は想定されていなかった材料構成（可燃物を燃えにくい金属製のもので覆い、性能を担保する仕様など）での認定取得を希望されるこ

とがえています。防火材料の認定は、材料そのものの性能が対象であり、工法などの認定ではありません。そのため、試験でも対象となるのは、その製品の端部や目地部を除いた一般部であり、この部分に関しては要求される性能の確認は行えますが、実際の火災を想定したときに懸念される部分（目地部等）については、現状の試験方法による実際の施工を再現したものの試験が難しく、その性能が確認できないため、懸念される部分の処理方法に関する注意事項の項目を設けることにより対処するケースが増えています。

4. 試験・評価上の問題（難燃処理木材の問題）

2007年に認定試験の不正受験といった問題が発覚したことにより、認定試験時に試験体が申請通りの仕様であることをより厳しく検査・確認することとなり、それと同時に認定された製品についての国によるサンプル調査が始まりました。市場に出ているものの認定仕様との整合が調査の対象となりますが、品質管理上の齟齬や認定制度に対する理解不足などの理由から、認定仕様との不整合があるものが検出されています。

難燃処理木材（木材に難燃性を付与する薬剤を注入し、防火性能を確保する）は、天然の木材を使用することから、木材の品質のバラツキが原因となり、薬剤の注入量や中心部まで注入されていないなどの問題が生じています。また、この製品は、注入した薬剤が白華現象として表面に現れたり、水分と一緒に流れ出て、木材に残る薬剤が減ってしまい防火性能を確保できないという問題があり、注意事項として、耐久性などの有無により使用箇所を限定（水の影響が小さい場所など）する方向で検討されています。製造時のバラツキの問題から、品質管理の条件・方法も注視される状況となっています。

品質管理や耐久性については、「性能評価」は行われませんが、現認定制度の「仕様を認定

する」という原則からは外れ、今のところ限定的ではありますが、改正（2000年）前の商品毎の認定に近い印象を受けます。

5. その他、評価料金変更

防火材料の性能評価料金（法令で規定）が平成28年6月より変更となりました。

不燃、準不燃・難燃で料金が分かれていたものをガス有害性試験の有無により料金を分けることになりました。

ガス有害性試験は、実験動物を使用することから省略規定が設けられており、省略できるものについては、その分の料金を減額した形で金額が設定されています。

ガス有害性試験の省略規定についても、料金に係る内容であるため、告示にて明確化されています。

6. まとめ

認定された仕様と違うものを製造・販売されて問題になるケースは国によるサンプル調査が始まってからも続いています。

「仕様を認定する」という制度上の縛りがある以上、現状の制度で注意事項により対処するのも一つの方法ではありますが、品質管理が適正に行われるように正すものとしては十分ではないと思われます。

現状の大臣認定制度とは別に、第三者によるチェック体制を制度化する方法もありますが、そうすると製造者、管理者なども認定上で明確にしておく必要があり、現状の制度では対処が難しくなってきます。

防火材料については、「不燃」であれば、基準法上どのような場所や使い方、材料であっても、要求される性能は基本同じですが、当初想定していたような製品、材料、使用方法とは異なるものも評価の対象となってきていることもあり、今後、品質管理の扱いも含め、改めて整理する必要があるのではないかと考えます。

建築物省エネ法・省エネ基準について

性能試験研究部 咸 哲俊

1. 建築物省エネ法とは

建築物省エネ法は、平成 27 年 7 月 1 日に成立した「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」です。

この法律は、建築物の規模等に応じた規制的措施、建築主等に自主的な省エネ性能の取り組みを促す誘導措置を一体的に講じることにより、建築物全体のエネルギー消費性能（省エネ性能）を向上させようとする新しい法律です。

2. 省エネ法と建築物省エネ法の関係

省エネ法とは、2 度の石油危機を契機として昭和 54 年（1979 年）に制定・施行された「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」です。

従来、建築物の省エネルギー対策は、省エネ法をベースに推進されて来ました。この法律は、建築物だけではなく、工場・事業所、郵送、機械器具等の各分野において、事業者等に省エネルギー措置の届出や使用状況の定期報告を求めることにより自主的なエネルギーの効率向上の取り組みを求めるものでした。建築物においては、300 m²以上の建築物の新築時等に、建築主等から所管行政庁への省エネルギー措置の届出を義務付け、著しく不十分な場合には所管行政庁による指示、勧告などの対象としています。

省エネ法は、昭和 54 年に公布されてから、国内外のエネルギーをめぐる経済・社会的環境の変化に対応して何度も改正されました。建築物に関する主な改正は以下のとおりです。平成 14 年の法改正では 300 m²以上の新築等から 2,000 m²以上の新築・増築・大規模改修等へと

対象が拡大されました。平成 17 年度の改正では届出に関する維持保全状況の定期報告制度が創設されました。平成 20 年の改正では特定住宅（建売戸建住宅）における省エネルギー性能の向上を図るトップランナー制度が創設されました。

そして、平成 27 年「省エネ法」の建築部門を独立させ、建築物全体の省エネ性能を向上させようとした新たな法律が「建築物省エネ法」です。「省エネ法」の第 72 条等住宅・建築物について規定されていたものが「建築物省エネ法」に移行され、「省エネ基準」、「300 m²～2000 m²の住宅の性能の届出義務」、「住宅事業建築主の判断基準」などが建築省エネ法で扱うことになりました。

3. 建築物省エネ法の概要

建築物省エネ法は、主に規制的措施と誘導措置に分けることができます。

3.1 規制的措施

①省エネ基準の適合義務

2,000 m²以上の非住宅建築物（特定建築物）については、新築時等における省エネ基準の適合義務を課することになります。基準不適合の場合は建築確認がおりないこと、つまり着工できないことになります。

②届出義務

300 m²～2000 m²以上の建築物については、新築時等に省エネ性能確保のための計画の届出義務があります。省エネ基準に適合しない場合

は、所管行政庁が指示などを行うことができます。

③大臣認定制度

省エネ性能・効果の高い新技術については、特殊の構造又は設備を用いる建築物について、基準に適合する建築物と同等以上の性能を有する旨の大臣認定制度を創設します。

④住宅トップランナー制度

年間150戸以上の建売戸建住宅を新築する事業者を対象に、住宅トップランナー基準に照らして住宅の省エネ性能の向上を勧告等を行うことができます。

3.2 誘導措置

①エネルギー消費性能の表示

省エネ基準に適合している建築物について、所管行政庁の認定を受けてその旨を表示することができます。

②容積率特例

省エネ性能の優れた建築物について、容積率の特例を受けることができます。

3.3 施行時期

誘導措置は建築省エネ法公布から1年以内、規制措置は公布から2年以内に施行することになっていますので、誘導措置は平成28年4月1日から規制措置は平成29年4月（予定）になっています。

4. 省エネ基準について

省エネ基準も昭和55年基準（旧省エネ基準）が公布してから、平成4年基準（新省エネ基準）、平成11年基準（次世代省エネ基準）、平成25年基準と何度も改正されてきました。

最新の省エネ基準である平成25年基準は、「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」（平成25年経済産業省・国土交通省告示第1号）に示されています。

平成25年省エネ基準の大きな変更点は（平

成11年省エネ基準に比較して）、「地域区分の細分化」、「外皮の省エネ性能の見直し」、「一次エネルギー消費量」の三つです。

①地域区分の細分化

地域区分がⅠ～Ⅵ（6区分）から1～8地域（8区分）に細分化されました。平成11年省エネ基準のⅠ地域とⅥ地域がそれぞれ2区分に細分化されました。改正前の基準ではすべての地域で、断熱性能、日射遮蔽性能の基準を設けていますが、改正後の基準では、寒冷地においては冷房期の平均日射熱取得率（ ηA 値）の基準がなくなりました。蒸暑地においては外皮平均熱貫流率（UA 値）の基準が設けられていません。

②外皮の熱性能基準の変更

住宅の場合、年間暖冷房負荷が廃止になり、熱損失係数（Q 値）が外皮平均熱貫流率（UA 値）に変更、夏期日射取得係数（ μ 値）が冷房期の平均日射取得率（ ηA 値）に変更されました。

平成11年省エネ基準で、Q 値及び μ 値の計算は「単位温度あたりの建物が損失熱量」及び「単位日射あたりの総日射取得量」を「床面積」で割り算したことに對して、平成25年省エネ基準では「床面積」ではなく「外皮等面積」で割り算して算出します。また、Q 値には建物の換気及び漏気による損失熱量を含むことに對して、UA 値は換気及び漏気による損失量を含みません。

非住宅建築物の場合は、外皮性能基準のPALが新PAL（PAL*）に変わりました。計算方法は、現行PAL及び新PALともペリメーターゾーンの年間負荷をペリメーターゾーンの床面積で除して求めますが、新PALの年間負荷の計算条件を一次エネルギー消費量計算の条件と統一しました。

③一次エネルギー消費量

外皮の断熱性能及び設備性能を総合的に評価する一次エネルギー消費量を導入しました。住宅の場合、平成11年基準では暖冷房、換気、給湯、照明の計算がありませんでしたが、平成

25年基準では設備性能として一次エネルギー消費量を計算することになりました。非住宅建築物の場合、平成11年基準では空調、照明、換気、給湯、昇降機の効率を個別に評価しましたが、平成25年基準では一次エネルギー消費量計算になりました。

5. ベターリビングがお手伝いできること

一般財団法人ベターリビングは、第三者機関

の立場で建築物省エネルギー性能表示制度にかかわる評価、省エネ法に基づく建築物調査、性能試験業務などでお手伝いできます。

【参考資料】

- ・国土交通省ホームページ
- ・一般財団法人建築環境・省エネルギー機構（IBEC）ホームページ
- ・国立研究開発法人建築研究所ホームページ



BL部品と性能試験

性能試験研究部 下屋敷 朋千

一般財団法人ベターリビング（以下、BLと示す。）が認定する優良住宅部品（以下、BL部品と示す。）は、品質、性能、アフターサービス等に優れた住宅部品です。人々の住生活水準の向上と消費者の保護を推進することを目的として認定し、その普及を図っています。

“BL”とは“Better Living（よりよい住まいを）”の頭文字をとったものです。

認定を受けた住宅部品には、「BL マーク証紙」の貼付等によりBL部品である旨を表示することとなっており、表示された部品には、瑕疵保証と損害賠償の両面から適用されるBL保険がつけられています。

BL保険では、施工瑕疵による賠償もカバーされますので、PL法に対応した製造物責任保険より幅広い保証が得られます。

認定の対象とする住宅部品は、住宅を構成する躯体、内外装又は建築設備のユニット（住宅に附属するものを含みます。）で、工場生産によるものであり、認定を行うことにより消費者の利益の増進を寄与すると判断されるものとしています。

BL部品として認定されるには、次のすべての要件に適合させなければなりません。

- ①機能に優れ、快適な居住環境を提供できるものであること
- ②安全性が確保されたものであること
- ③耐久性、維持性が優れたものであること
- ④適切な施工が確保されるものであること
- ⑤確実な供給、品質保証及び維持管理に係るサービスを提供できるものであること

BL部品として認定するために、これらの要件に照らし、対象とする住宅部品の品目別に必要な性能等を明らかにした「認定基準」、及び認定基準等に対する適合性を評価するための方法「評価基準」（評価のための試験方法、評価の基準となる性能値等を含む。）を定めています。また、評価基準には別冊としてBL独自の試験方法を規定した「性能試験方法書」が附属しています。

さて、評価基準には、前記の要件にあわせた要求事項があり、その中で機能の確保、安全性の確保、耐久性の確保として挙げられた項目において、性能値等及び試験方法が規定されています。認定を受けようとする場合は、これらの要求事項を試験によって確認し、申請に必要な書類として、認定申請書、設計図書等と同様に試験成績書をBLの認定部に提出しなければなりません。

認定を受けようとする場合は各試験を実施するわけですが、試験を実施する者、機関等については、一部の試験項目を除いて認定基準及び評価基準において規定されていませんので、自社や協力会社及び工業試験所等で実施した結果を提出していただくことが可能です。ただし、法律・検定等によるものは指定された試験機関の試験報告書・検定書等が必要であり、また、品目毎に第三者性を有する機関等による試験の実施を要求している項目がある場合は、その試験成績書が必要です。

第三者性を有する機関等による試験の実施を要求している項目というのは、認定基準及び評

価基準において要求する性能のうち、当該性能に支障があった場合に、使用者の生命に係るまたは重篤な怪我をするなど、特に使用者の安全に係る要求項目です。例えば、墜落防止手すりでは、躯体への取付強度を確認する「アンカー・取付金物の強度試験」、手すりユニットの強度を確認する「ユニットの水平荷重試験」が要求されており、サッシでは、耐久性を確認する「開閉繰り返し試験」が要求されています。

この、第三者性を有する機関等による性能試験実施の要求は、安全性に係る要求項目の第三者性の確保を目的として評価基準を2009年3月に一斉に改正し、明記されました。

現在のところBLでは安全性に係る要求項目のみ、第三者性の確保を要求しています。BL部品認定事業は優良な住宅部品の普及を目的としていることから、その他の要求事項に対しても第三者性の確保とまではいなくても、確認方法の見直しを検討する時期にきていると思われます。

つくば建築試験研究センターでは、BL認定に係わるBLで独自に規定された試験、JIS等の規格類による試験を実施しています。試験実施方法としては、当センターにて実施する他、出張・立会試験による方法もあります。すべてのBL認定に係わる試験について対応できるわけではありませんが、これまで第三者性の確保が特に必須ではない試験について、自社試験等で実施されてきた場合は、つくば建築試験研究センターへの依頼を是非ご検討ください。第三者性を有する試験機関として信頼のおける成績書・報告書を発行させていただきます。

また、製品の開発・研究に対する自社試験等においては、試験方法や設備に不備があれば信頼おけるデータにはなりません。試験を熟知していただくことで、自社試験等の試験結果及びBL部品の信頼性の向上に繋がりますので、BL、JIS等に係わらず、試験に関して疑問点、不明な点がありましたらお気軽にご相談ください。



基礎工法の施工管理に関する評価業務

建築基礎・地盤業務部 久世 直哉

1. はじめに

BLつくば19号では、「新しいこと・もの」をテーマとして企画・構成されました。しかし、本拙文においては、昨年以降、発覚した場所打ち杭、既製杭および地盤改良の施工管理やデータ流用等に掛かる一連の問題を鑑み、まずは、従来から実施している地盤改良・杭基礎等品質評価業務について、あらためて紹介します。その次に、杭の支持層確認に関連する最近の評定案件について紹介します。

2. 地盤改良・杭基礎等品質評価業務

一般財団法人ベターリビング（以下、ベターリビング）では、基礎・地盤の材料・部材・工法・施工技術等に関する試験・調査・評価業務を実施しています。

杭基礎に関しては、鉛直支持力に関する性能評価（いわゆる図書省略認定）などを実施していますが、支持力確保のためには施工品質の確保が大前提であり、このため施工管理方法や施工記録方法の妥当性などについて審査する「地盤改良・杭基礎等品質評価」¹⁾という任意の評価業務を平成18年4月より実施しています。

本業務の目的は、施工品質の確保、ひいては住宅等の構造性能の信頼性向上です。このため本業務においてベターリビングは、実現場における杭基礎等の施工管理状況を第三者の立場で確認し、その結果を依頼者（施主、デベロッパー、設計者、施工管理者、施工業者）に技術情報として提供します。個別案件毎に付託された評価員は、現場にて施工管理状況の確認を行い、施

工中に指摘を行うことにより手戻りを少なくすると共に、対応結果の現地確認までを行うこと等、施工後の実物確認や、やり直しが困難である杭基礎特有の問題に対応するところに特徴があります。

また、本業務における主な確認事項は、設計図書や施工計画に従い、適切な施工管理が行われていること、設計図書どおりの施工が困難であった場合の対処方法、および施工記録の記載内容が適切なものであること等が挙げられます。現状においては、平成28年国土交通省告示第468号への適合性確認や、施工記録におけるデータ流用の有無確認などについても対応することとしています。なお、この評価業務において作成された施工記録は、既存杭を利用する場合にも有用な情報となります。

3. 新しい工法の紹介

①支持層不陸に対応可能な長さ調整用杭

本事例（商品名：日研－ESPHCパイル、評定取得会社：日研高圧平和キドウ㈱、評定番号：CBL FP004-15号）は、施工中に支持層不陸が確認された場合など、杭先端深さに変更が必要となる際に直ちに対応可能となるよう、杭先端部あるいは中間部に接続する短い杭の構造性能および施工管理方法に関して評定したものです²⁾。

当該杭の長さは、0.5mピッチで1.0mから3.5mまでであり、その構造性能は、JISのプレストレストコンクリート杭（いわゆるPHC杭）と同等の性能を有することが確認されていま

す。また、短い杭を杭先端部に接続する場合における継手施工管理方法の妥当性についても確認されています。

当該杭の使用例を写真1に示します。



写真1 ESパイル

②打ち止めを圧入力値により管理する地盤改良工法

本事例（工法名：エンブルパイル工法、建設技術審査証明取得会社：ヨシコン(株)）は、プレストレストコンクリート柱を用いた地盤改良工法に関して審査したもの³⁾であり、施工時における貫入力を1本ずつ測定・管理することとしています。このため、支持層の不陸や地盤のばらつきがある場合においても当該地盤改良体1本ずつの鉛直支持力が確保されていることの確認を直接的に行うため、従来よりも安定した施工品質を確保できるという特徴を有しています。当該工法の施工状況を写真2に示します。



写真2 エンブルパイルの施工状況

4. おわりに

杭や地盤改良等の施工管理においては、設計図書通りに施工することに加えて、支持地盤の傾斜や局所的な地層の変化を把握し、設計図書通りの施工では所定の支持性能等が得られないおそれがある場合を見つけ出すことも重要です。それを把握した場合においては、情報提供を含めた誠実な対応をすることが大切であり、それが設計段階や地盤調査段階での詳細検討を促すことに繋がり、結果として手戻りの少ない施工が可能となるものと考えられます。

基礎・地盤に関するベターリビングの評価業務においては、従来からの方針通り、申請内容の妥当性をベターリビング自らの試験計測により確認すると共に、施工管理、品質管理並びに製造管理の妥当性について確認することを前提として構造性能等の評価を実施しています。ベターリビングの基礎・地盤評定委員会は、知識・経験共に国内最高の評定委員により構成されていると自負しております。審査は、大変厳しいですが、誠実に工法開発や、設計・施工管理を行う方々を、これからも支援していきます。

【参考文献】

- 1) 久世直哉：ベターリビングにおける基礎構造の技術認証の動向，基礎工，Vol.42，No.2，pp22-25，2014.2
- 2) <http://yoneg-net.co.jp/group/kouatsu/>
- 3) 建設技術審査証明事業（住宅等関連技術）報告書BL 審査証明-017「エンブルパイル工法（プレストレストコンクリート柱を用いた地盤改良工法）ヨシコン株式会社」



簡易一軸振動台を用いた物置の振動実験の紹介

性能試験研究部 服部 和徳

1. はじめに

当センターでは、平成 26 年度に簡易一軸振動台を整備した。本報では、簡易一軸振動台を用いた物置の振動実験を実施したので報告する。なお、本試験は（株）三英社製作所および（株）稲葉製作所から依頼を受け実施したものである。

2. 簡易一軸振動台

簡易一軸振動台を図 1 に、諸元を表 1 に示す。

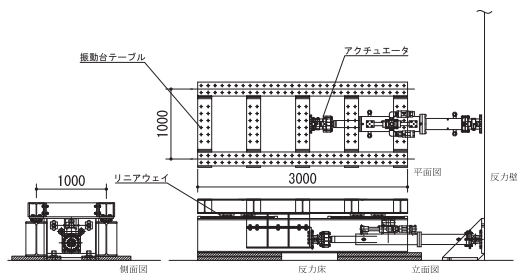


図 1 簡易一軸振動台

表 1 簡易一軸振動台の諸元

振動台テーブル	3 m × 1 m
最大変位	±300mm
最大速度	60cm/sec.
最大加速度	性能曲線による（図 2）

簡易一軸振動台は、アクチュエータおよび振動台テーブルにより構成されている。アクチュエータの能力は、速度 600mm/sec.、ストローク ±300mm であり、反力壁および振動台テーブルに接続される。振動台テーブルは、H 200 × 200 × 8 × 12 の H 形鋼を用いて製作されており、振動台テーブルは、リニアウェイ（日本ト

ムソン社製）により直動運動する機構となっている。振動台テーブルの大きさは、長手方向 3000mm、短手方向 1000mm である。

図 2 に簡易一軸振動台の性能曲線を示す。性能曲線は、式（1）により算出した。

$$D = \frac{V}{2\pi f} = \frac{A}{2\pi f^2} \dots (1)$$

D：変位（片振幅）、V：速度、A：加速度

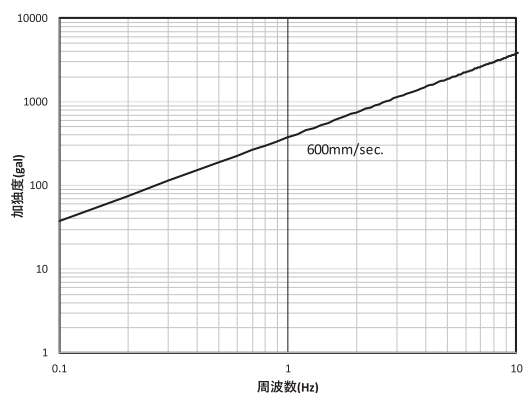


図 2 簡易一軸振動台の性能曲線

振動台の加速度は、アクチュエータの速度は 600mm/sec.、ストロークは ±300mm であるため、例えば周波数 1Hz 正弦波で 370gal、1.5Hz で 560gal の加速度である。

3. 物置の振動実験

3.1 試験体

試験体は、（株）稲葉製作所社製の物置（型式：FXN-1722HY）である。試験体の大きさは、間

口 1790 mm × 奥行 2210mm × 高さ 2375mm である。当センターの簡易一軸振動台の短手方向の大きさは 1000mm であるため、振動台から跳ね出し H 形鋼を用いて、試験体を振動台テーブルに設置した。試験体のセットアップ図を図 3 に示す。試験状況を写真 1 に示す。

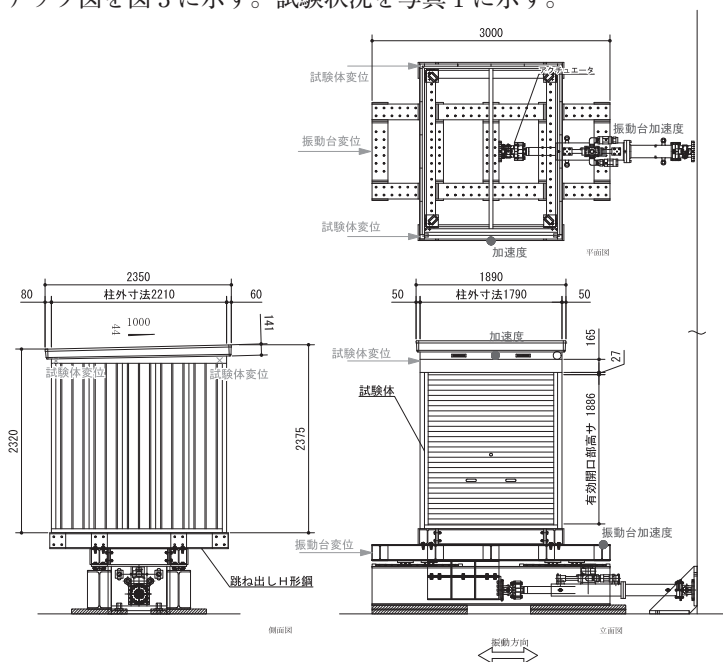


図 3 試験体セットアップ図

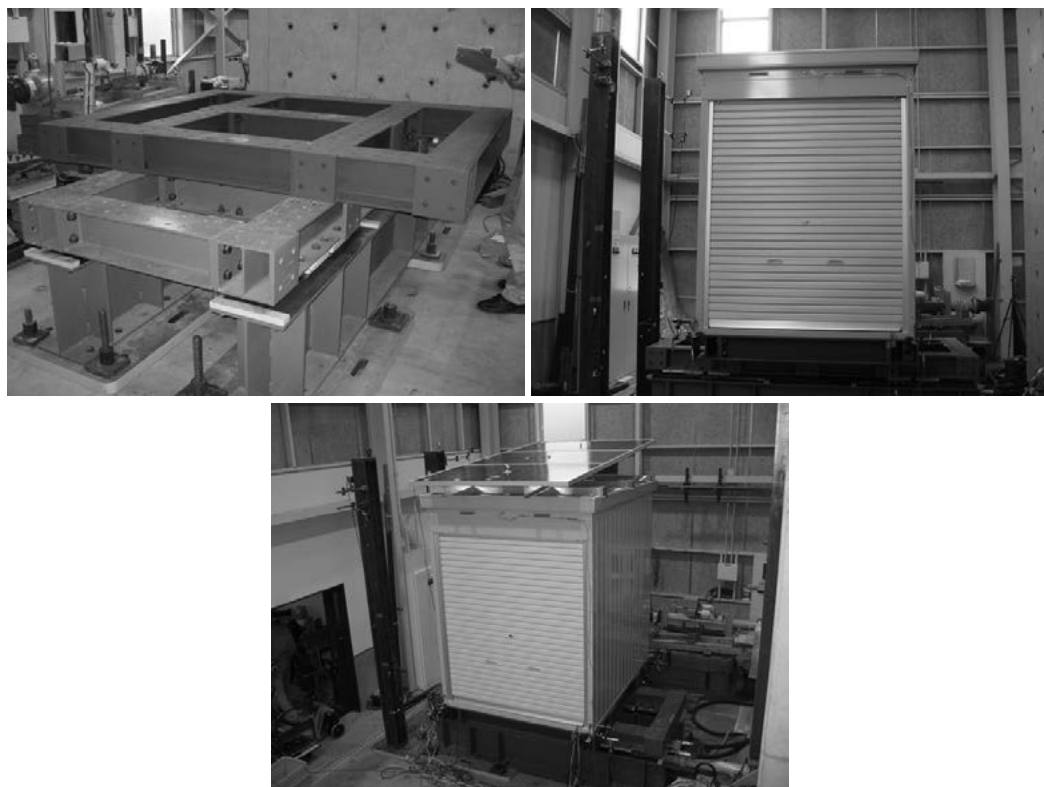


写真 1 試験状況

3.2 試験方法

試験は、簡易一軸振動台を用いて実施している。まず初めに Sweep 加振を実施し、試験体の固有周波数を測定した。

Sweep 加振の後、Sin 波を用いて振動実験を実施した。加振周波数は、固有周波数とした。Sin 波は、入力加速度を 100gal、200gal、300gal・・・と 100gal ずつ段階的に上げていき、700gal まで実施している。

3.3 試験結果

試験結果の一例として、加振周波数 2.92Hz、入力加速度 600gal の加速度時刻歴結果を図 4 に、変位時刻歴結果を図 5 に示す。

試験体頭部で計測した加速度は、2300gal 程度であり、入力加速度に対し、3.8 倍程度であった。変位は、図 5 より面内剛性の低いシャッター側が大きな変位を示していることが確認できた。

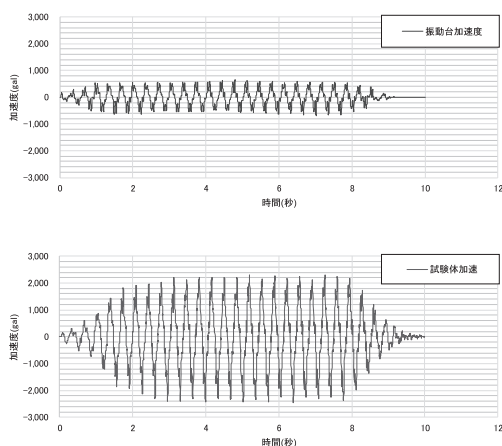


図 4 加速度の時刻歴結果の一例

加振周波数：2.92Hz、入力加速度 600gal

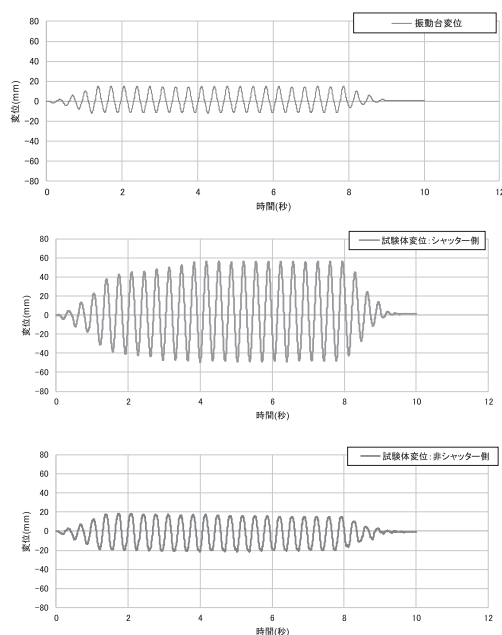


図 5 変位の時刻歴結果の一例

加振周波数：2.92Hz、入力加速度 600gal

4. まとめ

昨年度、簡易一軸振動台を整備した。その振動台を用いて、はじめて建築構造物の振動実験を実施したので報告した。今後も簡易一軸振動台を用いて、様々な試験依頼に対応できればと考えている。



大型曲げ試験装置を用いた 6000kN級曲げ試験の紹介

性能試験研究部 服部 和徳

1. はじめに

当センターは、平成 27 年に主に杭体（コンクリート杭，鋼杭等）の強度や変形性能を把握することを目的とした大型曲げ試験装置を導入している。

本報では、大型曲げ試験装置を用いて 6000kN 級の大荷重曲げ試験を実施したので紹介をする。

2. 大型曲げ試験装置概要

大型曲げ試験装置の概要を表 1 および写真 1 に示す。

表 1 試験装置の概要

油圧ジャッキ	最大荷重：5000kN ストローク：±250mm
最大曲げスパン	10000mm

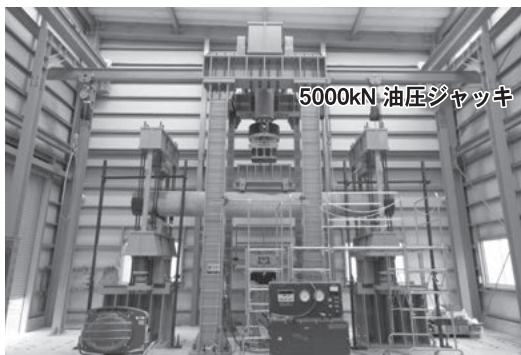


写真 1 大型曲げ試験装置

3. 試験概要

3.1 試験体

今回、対象とした試験体は杭体ではなく、鉄骨造の柱部材であり、柱と通しダイヤフラムを

溶接接合したものであり、(一社)日本鉄鋼連盟：ボックスコラム委員会から依頼を受けて実施した試験である。柱は、□550×550×32(BCP325)である。曲げスパンは、通常の階高を想定して 4m としている。

3.2 試験方法

試験体セットアップ図を図 1 に試験状況を写真 2 に示す。試験は、両端ピンローラー支持とした 3 点曲げ試験である。試験に先立ち、試験体の試験荷重を算出した結果、7000kN 程度必要であることが分かった。本大型曲げ試験装置の油圧ジャッキの容量は 5000kN であり、現存の装置では試験が不可能である。その為、今回、試験体の両側に油圧ジャッキを据えて加力する方法にて試験を実施した。

また、安全に試験が遂行できるように反力床および反力フレームについても強度チェックをおこった。その結果、8000kN 程度までは試験が実施できることを確認した。

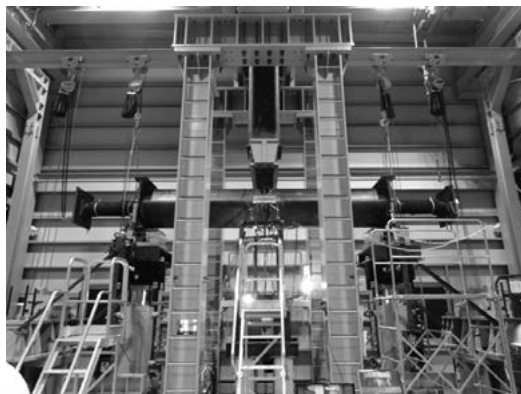


写真 2 試験状況

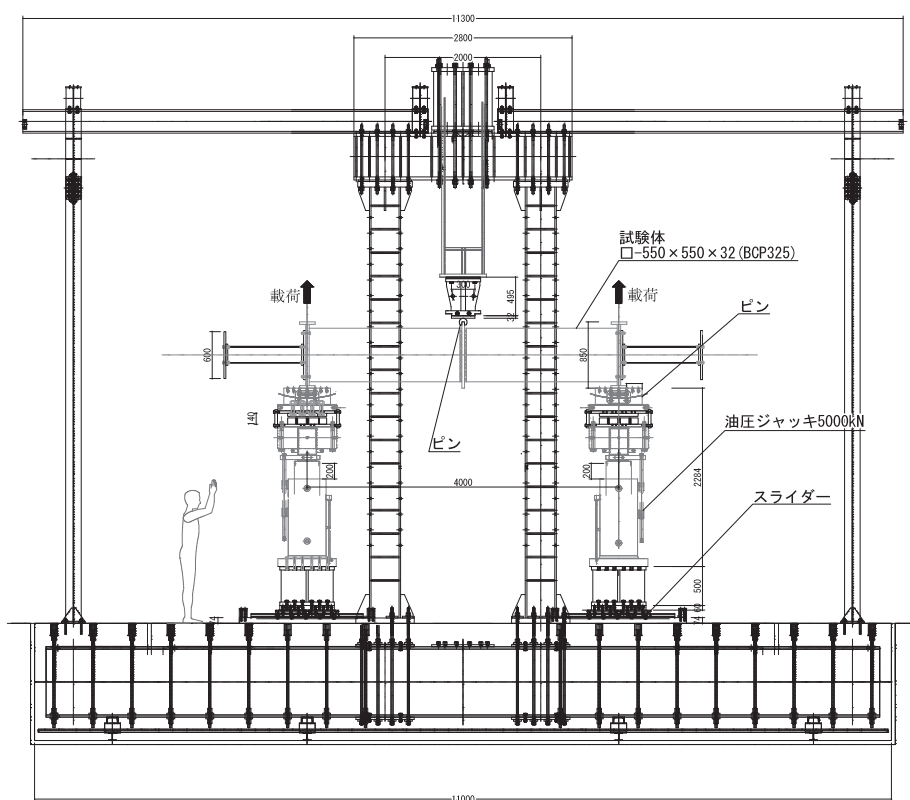


図 1 試験体セットアップ

3.3 試験結果

試験結果の一例として、荷重—変形関係の一例を示す。試験の最大荷重は約 6000kN であった。非常に大きな荷重の試験であったが、試験治具や試験フレームに異常はなく、安全に試験が実施できた。

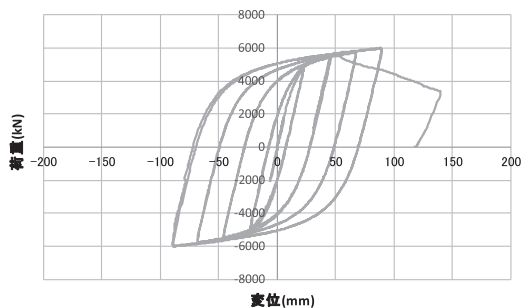


図 2 荷重—変形関係

4. まとめ

試験荷重 6000kN という非常に荷重の大きい試験を、当センター内ではじめて実施した。荷重が大きい為、試験治具や試験装置に異常が発生しないか、心労が絶えない実験であったが、無事に事故や怪我もなく遂行できて胸を撫で下ろしている。今後も試験荷重の大きい試験の要望は多くなってくると考えられる。本試験のような大荷重試験に対し、今後も安全に実施できるように精進していきたいと考えている。



実験室における排水管の発生騒音・遮音性能に関する測定方法

性能試験研究部 高橋 央

1. はじめに

住宅など建物において室内の静謐性に対する要求が高まってきており、外部騒音や生活音、設備音など様々な音源に対して比較的小さな音でも指摘される場合がある。また住戸プランが多様化する中で居室と水廻りが接するケースなども散見され、遮音性能の普遍的な評価が必要とされてきている。

生活音のひとつである排水音にはパイプスペースなどから透過する空気伝搬音と排水管や継ぎ手の床貫通部などからの振動伝達による固体伝搬音が含まれるが、その遮音対策は両者それぞれに対する手法が必要となる。実建物で想定される様々な条件下での発生音レベルと遮音効果を評価する必要があるが、排水音に関して汎用性のある規格はないことから、まずは排水管路の立管部分を取り上げて検討を進めた。

ここでは排水音に対する立管部分の遮音性能について、流水を代用する鋼球落下による測定方法と評価法（案）を一提案として紹介する。また、この測定方法の検証のために取り組んだ実験内容についても後半で紹介する。

I . 測定方法・評価方法の概要

2. 測定

2.1 測定装置

排水管を支持すると共に排水管の開口部からの音の放射を低減するための装置を用いる。写真1及び図1に示すような装置を用いて、直径10 mmの鋼球（JIS B 1501 同等品）を標準排水代用加振源とし、管内で高さ50 mm $\pm$ 5% から自由落下させて、水滴の代用とする。図1及び写真1に示す3点の受音点における最大音圧レベル（ $L_{fmax, Fast}$ ）を騒音計とリアルタイム分

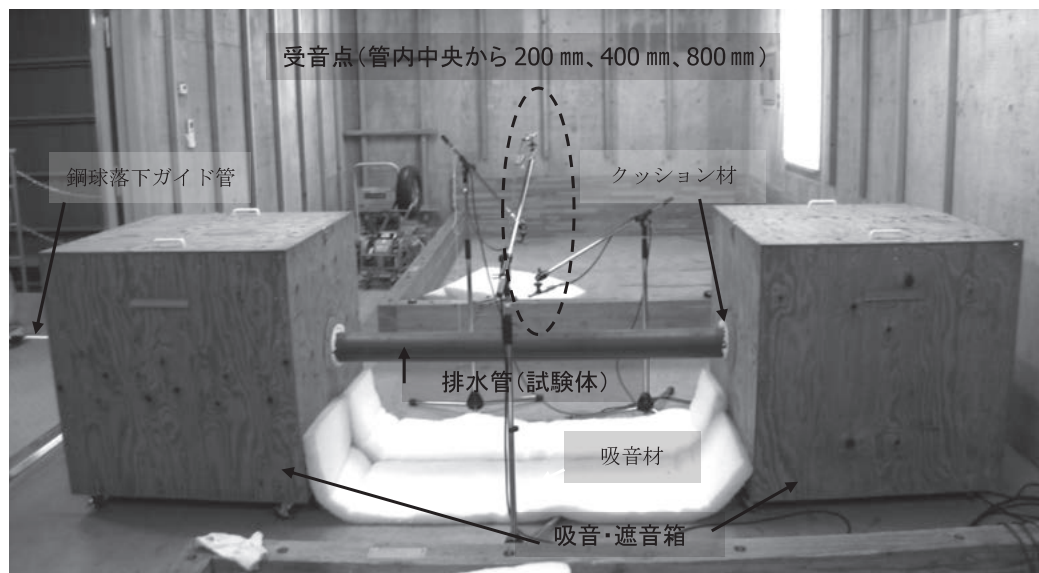


写真1 測定装置

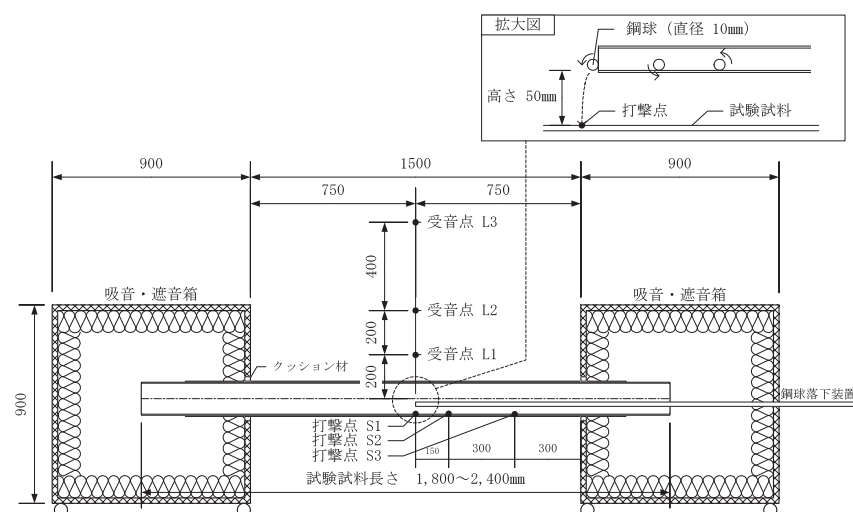


図1 測定装置

析器で測定する。両端の吸音・遮音箱の大きさや材質は、開口部からの放射音が受音点に影響を及ぼさない10dB以下が確保される材料とする。試験室は、無響室もしくは一般の室（等価吸音面積が20㎡以上で暗騒音レベルが測定上支障をきたさない条件）にて行う。

2.2 標準排水代用加振源（鋼球）落下装置

鋼球落下装置を写真2に示す。ガイドパイプの支持部は固体伝搬の小さい材料とする。

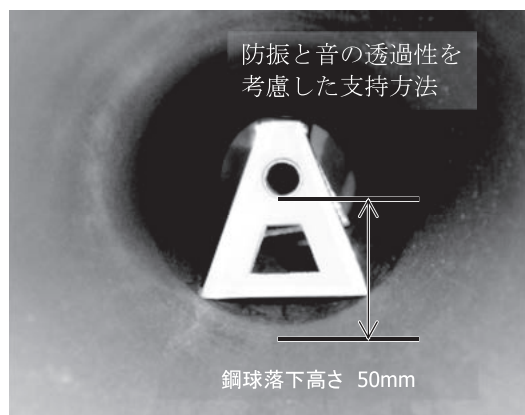


写真2 鋼球落下装置

2.3 測定対象排水管

測定対象排水管は原則的に以下のものとする。

- ① 铸铁管（JIS G 5501）
- ② 鋼管（JIS G 3452）
- ③ 塩ビライニング鋼管（JIS G 3452 と同等以上の鋼管と JIS K 6741 に規定された塩化ビニル管）
- ④ 硬質ポリ塩化ビニル管（JIS K 6741）
- ⑤ 上記各管外部に遮音材を付加したもの（例耐火二層管等）

注）管内部に遮音材を塗布した様なものは除外される。

2.4 測定方法

標準排水代用加振源の打撃点は図1に示す3点とし、同一打撃点で3回行う。鋼球打撃により発生した最大音圧レベル（時間重み付け特性F）を管芯から200、400、800mm離れた受音点においてオクターブバンド（中心周波数:1k,2k,4k,8kHz）ごとに測定する。測定結果から周波数限定（1k～8kHz）A特性最大音圧レベル（ L_{Amax} ）を求める場合には表1に示す補正値を加えて合成して求める。

表1 A特性補正値

中心周波数 (Hz)	A特性補正値 (dB)
1000	0
2000	+1
4000	+1
8000	-1

※1000Hz=1kHz

3. 評価方法（案）

3.1 標準排水音レベルの算出

各打撃点ごとの3回のエネルギー平均と、各受音点ごとに打撃点3点のエネルギー平均を行ったものを線音源と仮定し距離減衰補正を行ってエネルギー平均したものを平均最大音圧レベルとする。

3.2 平均最大音圧レベルの差の算出

一般的な排水管である铸铁管を標準試料とし、標準試料（CIと表記）と他の試料（mと表記）のそれぞれの平均最大音圧レベルからオクターブバンドごとに次式を用いて平均最大音圧レベルの差（ $\Delta L_{fmax,1/1}$ ）を求める。

$$\Delta L_{fmax,1/1} = L_{fmax,1/1}(CI) - L_{fmax,1/1}(m) \quad (m)$$

3.3 評価

3.3.1 周波数限定（1k～8k）A特性平均最大音圧レベルの差による評価

2.4で求めた周波数限定（1k～8k）A特性平均最大音圧レベルの差（ ΔLA_{max} ）は、表2に示す基準を上回るときの等級で評価する。

表2 周波数限定A特性最大音圧レベルの差

等級	基準
WA-6等級	25dB以上
WA-5等級	20dB以上
WA-4等級	15dB以上
WA-3等級	10dB以上
WA-2等級	5dB以上
WA-1等級	0dB以上

3.3.2 オクターブバンドごとの平均最大音圧レベルの差による評価

測定結果をグラフ化し、各周波数帯域において値が表3に示す評価基準値を上回るときの等級で評価する。

表3 評価基準値

（オクターブバンドごとの平均最大音圧レベルの差）

等級	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
WH-6等級	15	15	20	30
WH-5等級	10	10	15	25
WH-4等級	5	5	10	20
WH-3等級	0	0	5	15
WH-2等級	-5	-5	0	10
WH-1等級	-10	-10	-5	5

3.4 結果の表示

測定結果の一例を図2に示す。

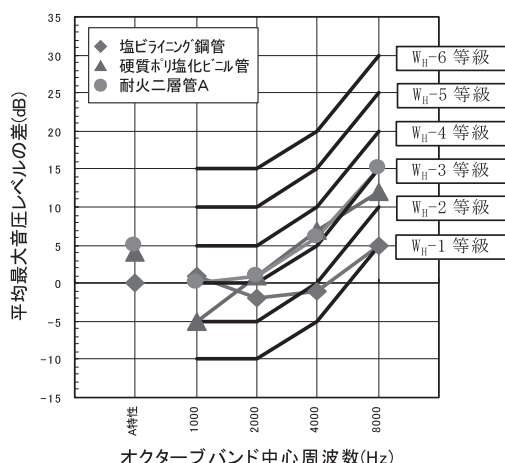


図2 平均最大音圧レベルの差（例）

参考として塩ビライニング鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管及び耐火二層管Aについて本評価方法案により評価すると、周波数限定A特性による評価では、それぞれWA-1（差0dB）、WA-1（差4dB）、WA-2等級（差5dB）であった。また、オクターブバンドごとの最大音圧レベルの差による評価では、それぞれ順にWH-1、WH-2、WH-3等級となった。今後は実排水との相関性を確認しながら、試験方法及び評価方法を精査していきたい。

II . 測定方法の検証のための実験

4. 測定方法概要

測定概要を図3に示す。検証のための実験内容を(1)～(4)に示す。

- (1) ポリエステル不織布製吸音材 (32kg/m^3) を充填した吸音・遮音箱を試験体排水管の両端に取付ける。
- (2) 図3に示す様に内径13mmのアルミ製ガイドパイプを排水管試験体内部に先端を高さ50mm、スパン1,500mmの中央部(打撃点①)にセットし、順次打撃点⑧まで移動する。
- (3) ガイドパイプ端部から $\phi 10\text{mm}$ の鋼球(約4.1g)を入れて転がし、試験体管内部に高さ50mmから自然落下させる。
- (4) 管中芯から200、400、800mm離れた位置(図1参照)での最大音圧レベル(L_{max} , Fast)を騒音計とリアルタイム分析器を用いて800～12.5kHzの1/3オクターブバンドの値を測定する。図3に示す打撃点①～⑧において各5回鋼球打撃を行い測定する。

5. 排水管試験体

試験体一覧を表4に示す。試験体長さは全て2,100mmとした。

6. 測定結果

6.1 鋼球落下装置による打撃ごとのバラツキについて

鋼球落下装置による打撃ごとのバラツキを確認するために繰り返し5回の打撃を実施した。鋳鉄管を用い、打撃点①-測定位置200mmにおける測定結果を図4に示す。結果より、各周波数帯域において打撃ごとのバラツキが小さく、鋼球落下装置を用いることにより、安定した衝撃加振が行えることを確認した。

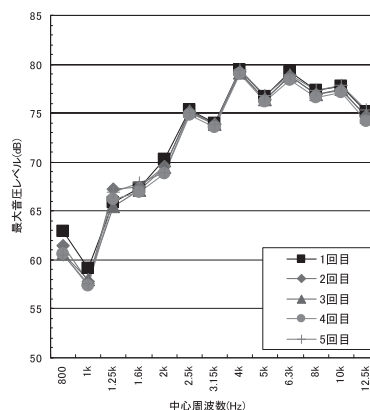


図4 鋼球落下装置による測定結果
(CIP 打撃点① 測定位置200mm)

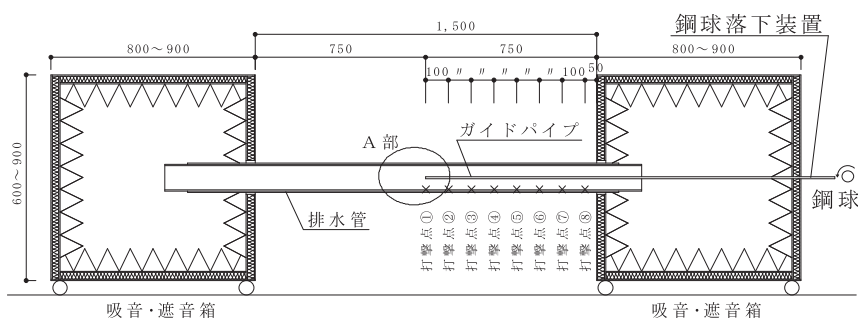


図3 測定装置の概要

表4 排水管試験体

No.	試験体名	記号	外径 (mm)	内径 (mm)	厚さ (mm)	単位長質量 (kg/m)
1	鋳鉄管	CIP	114.4	105.4	4.5	11.1
2	硬質塩化ビニル管	VP	113.7	100.5	6.6	3.3
3	耐火二層管	TP	127.3	100.5	13.4※	6.0

※ 耐火二層管の厚さは、被覆管、硬質塩化ビニル管、空気層の合計厚さ

6.2 測定位置についての検討

試験体排水管の管芯から 200、400、800 mm 離れた位置での L_{max} を測定した。6.1 の測定と同様に铸铁管を用い、打撃点①における測定結果を図 5 に示す。結果より、鋼球打撃点からの距離が離れても周波数特性はほぼ同じであった。音圧レベル測定位置 200、400、800 mm 位置における L_{max} エネルギー平均 (800 ~ 12.5kHz) はそれぞれ 75.1dB、70.9dB、68.6dB で 200 mm と 400 mm、200 mm と 800 mm ではそれぞれ 4.2dB、6.5dB 小さくなる結果であった。他の打撃点においてもほぼ同様の結果であった。

6.3 鋼球打撃位置についての検討

鋼球打撃位置について検討するために、铸铁管を用い、図 3 に示す打撃点①～⑧における L_{max} を測定した。1kHz の測定結果を図 6 に示す。結果より、打撃位置①～⑧において測定位置による差がみられた。また、打撃位置により、最大で 8dB の差がみられた。他の周波数帯域においても最大最小となる打撃位置は異なるが、同程度の L_{max} の差がみられた。

6.4 管種による結果の比較

硬質塩化ビニル管 (VP) および耐火二層管 (TP) についても铸铁管 (CIP) と同様に測定を行った結果を図 7 に示す。グラフより、管種による特性の差がみられ、単層構造である CIP と VP は 5kHz まではほぼ同等、それ以上の周波数帯域において VP の L_{max} が小さく、遮音性能上優れた性能を示した。二層構造である TP は、全周波数帯域において、CIP、VP よりも L_{max} は小さく、5kHz までは、3 ~ 10dB 程度の差がみられ、5kHz 以上では L_{max} の差は大きくなることを確認した。

7. 検証のための実験のまとめ

鋼球落下装置を用いる事により、非常に安定した衝撃加振による測定が出来ることがわかった。測定位置および鋼球打撃位置については、

今回実施した排水管以外についても測定・検討を進めたい。併せて排水タワー等による測定を再度実施し、更に比較・検討を進めたい。

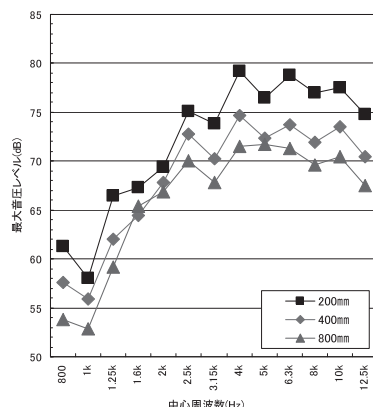


図 5 測定位置による比較 (CIP 打撃点①)

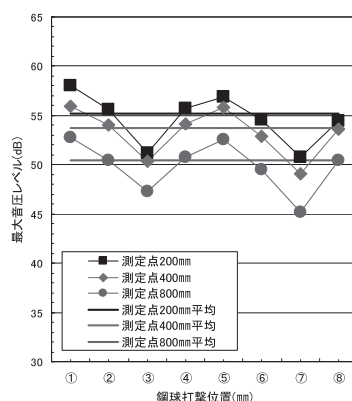


図 6 鋼球打撃位置による比較 (CIP 1kHz)

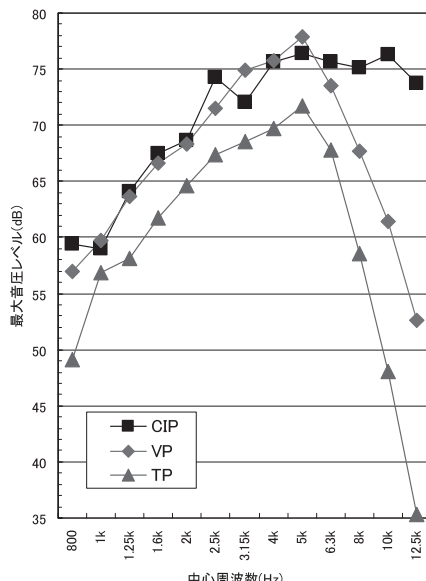


図 7 管種による比較



地盤改良体の室内配合試験業務のご案内

性能試験研究部 大野 吉昭
建築基礎・地盤業務部 久世 直哉

1. はじめに

地盤改良体は、改良地盤に要求される性能、地盤や施工条件、品質検査の判定条件などから適切に配合強度を定める必要があります。このため施工前に室内配合試験を実施し、配合条件の設定が必要となります。

地盤改良体の強度は、土質、含水比、固化材の種類などの影響を受けるため、要求性能を確保するために必要となる固化材の添加量を正確に把握することは困難です。このため、事前に現場から採取した土を用いて室内配合試験を行います。

室内配合試験は、試料土の物性や過去の施工実績を基に、所定の室内配合強度が得られる添加量を想定し、その添加量を中心に3水準程度設定します。設定した添加量ごとに供試体を作製して、一軸圧縮試験から強度を求めます。これより、一軸圧縮強度と固化材の添加量の関係を求め、現場における固化材の添加量を決めます。

2. 配合試験の概要

配合試験方法の流れを図1に示します。

- ①試料土の採取：改良対象となる地盤のうち強度発現の低いと予想される地層を選定し、必要量の試料土を採取します。試料土は、概ね10～30kg程度が必要です。採取した試料土は、試験まで、性質が変わらないように保管します。
- ②試料土の調整：次に、試料土の木片等を取り除き、試料と固化材の質量を測定します。

- ③混合：施工条件に合わせ、粉体またはスラリー状のセメント系固化材を加え、ミキサーで一様になるよう混練りします。
- ④供試体の作製：混練りした試料をモールドに充填し、気泡を残さないように振動を加えながら充填します。流動性が低い場合は、突き棒などを用いて充填を行います。
- ⑤養生：充填された試験体は、水分の蒸発を防ぐためにラップで覆い、湿潤状態でかつ一定温度の状態で養生します。
- ⑥一軸圧縮試験：一軸圧縮試験は、JIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」に準拠して行います。一軸圧縮強さの評価は、同一条件の供試体3本以上の試験結果を用います。写真1に一軸圧縮強さの試験状況を示します。

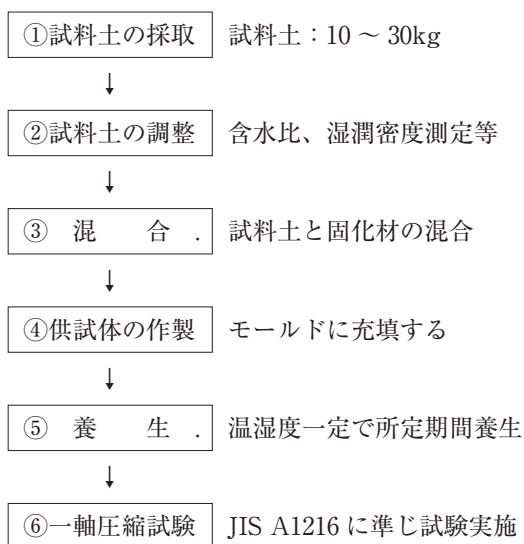


図1 室内配合試験の流れ

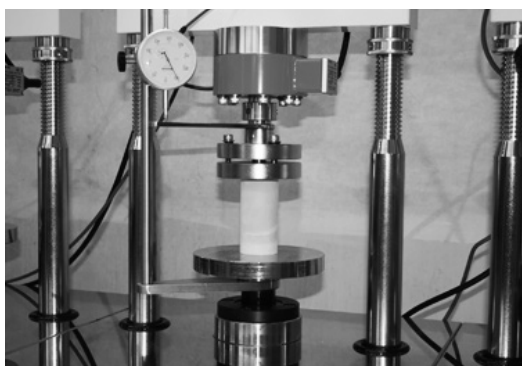
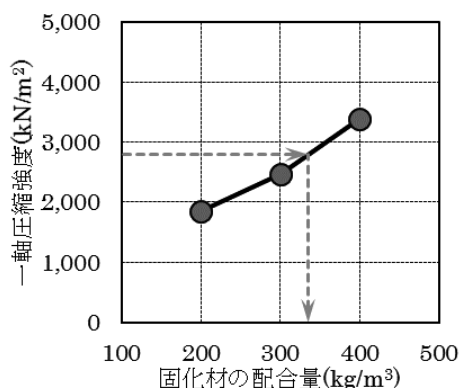


写真1 一軸圧縮強さの試験状況



※ 図中のデータは仮の値

図2 一軸圧縮強さと配合強度の関係

3. 配合条件

室内配合試験で得られた一軸圧縮強さ q_{ul} と現場平均強度 q_{uf} の間には、混合条件、養生条件などが異なるため差が生じます。室内配合試験結果から、図2に示すように一軸圧縮強さと固化材の添加量の関係を求め、必要な固化材の添加量を決定します。

4. 試験業務のお問い合わせ

室内配合試験は、下記の流れで業務を行います。試験のお問い合わせは、お近くの試験室にご相談ください。

◆試験のお問合せ先◆

(一財) ベタリービング <http://www.cbl.or.jp>

□つくば建築試験研究センター

〒305-0802 茨城県つくば市立原2

TEL: 029-864-1745 FAX: 029-877-0050

担当: 大野 E-mail: info@tbt.org

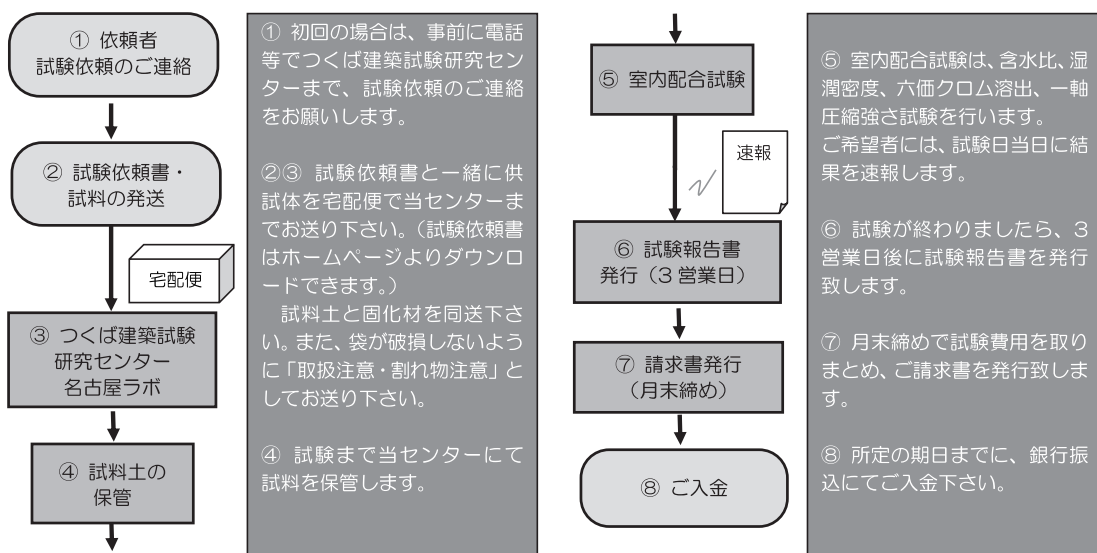
□名古屋ラボ

〒458-0804 名古屋市緑区亀が洞1-101

TEL: 052-879-2151 FAX: 052-879-2153

担当: 井上 E-mail: Nagoya-lab@tbt.org

◆室内配合試験ご依頼の流れ◆





工事用材料試験用 コンクリート圧縮強度試験

性能試験研究部 大野 吉昭

1. はじめに

鉄筋コンクリート造建築物に用いられるコンクリートは設計基準強度を満足するように圧縮強度の管理が行われています。コンクリートは、生コンクリート工場やプレキャストコンクリート工場で用いられ、自社管理に加え、第三者試験機関の試験結果が要求されることがあります。

（一財）ベターリビングつくば建築試験研究センターでは、第三者機関として、コンクリート試験業務を実施しており、その試験結果の報告書を発行しております。つくば建築試験研究センターでは、ご依頼者が、直接お持ち込み頂く方法に加え、遠距離の場合は宅急便を利用してお送り頂く方法、硬化コンクリート供試体を回収する業務を行っています。

2. 試験業務

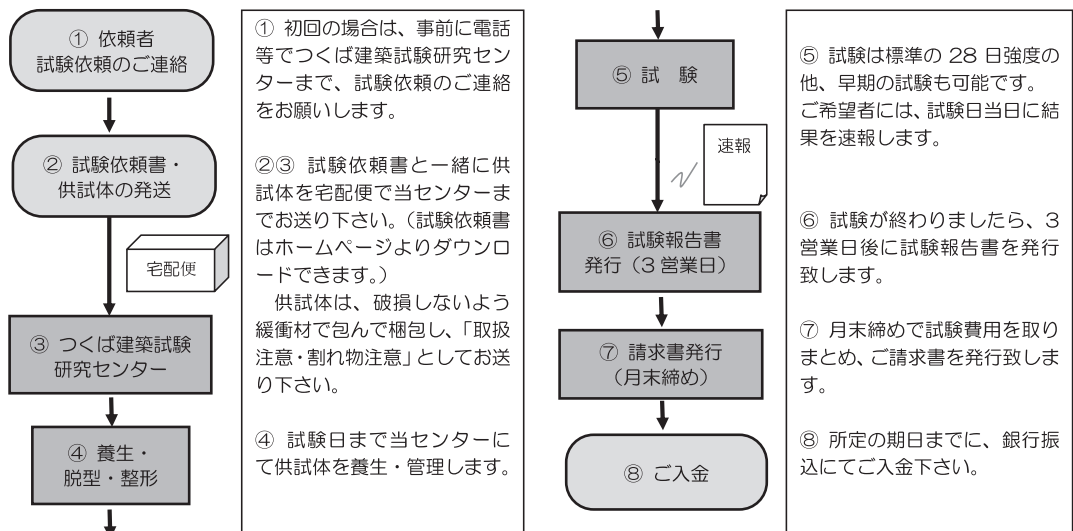
コンクリートの試験業務は、下記の流れで報告書の発行を行っています。供試体は、当日受付も可能です。なお、宅急便をご利用の場合は、試験の前日までにお送りください。

コンクリートの圧縮強度供試は、JIS A 1108:2006「コンクリートの圧縮強度試験方法」に従って実施しています。また併せて、コンクリートコア供試体の圧縮強度試験、中性化深さ測定、鉄筋等の金属材料の引張試験、地盤改良体の一軸圧縮強さ試験なども実施しており、コンクリート供試体の端面処理（切断、研磨）が必要な場合も対応可能です。

3. 試験品質の確保について

つくば建築試験研究センターで所有する試験

◆ コンクリートの圧縮強度試験ご依頼の流れ ◆



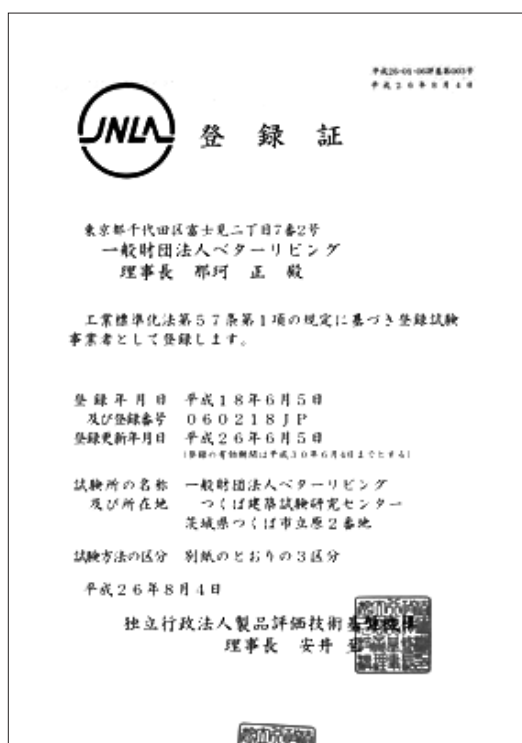


図1 JNLA登録証

機は、2000kNの油圧式圧縮試験機（写真1）、1000kNの油圧式万能試験機（写真2）、50kNの機械式圧縮試験機があります。これらの試験機は、国家標準とトレーサビリティを証明するJCSS校正を行っています。

また、試験・校正データの信頼性確保のためにJNLA登録事業者となっています（図1）。登録の区分は、JIS A 1108、JIS A 1107の7、JIS Z 2241、JIS Z 2248の4区分が該当します。コンクリートの圧縮強度試験の報告書には、JNLが付記されます。

また、昨年度より名古屋市緑区に名古屋ラボを開設し、名古屋周辺の地盤改良体を中心とした試験業務を行っています。名古屋ラボにおいても、コンクリートの圧縮試験が可能ですので、ご利用ください。

4. 回収業務の拡大について

つくば建築試験研究センターは、茨城県つくば市に拠点があり、茨城県南部から千葉県北部



写真1 2000kN圧縮試験機

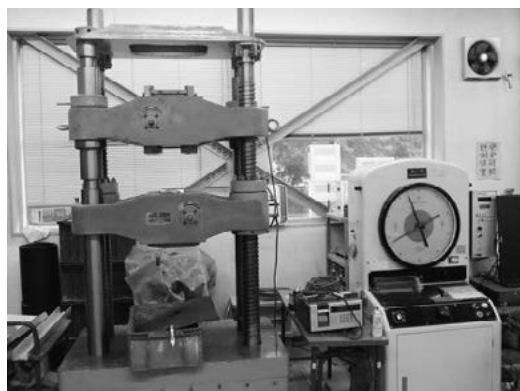


写真2 1000kN万能試験機

で供試体の回収業務を行っています。

現在、このエリア外の試験体回収業務も拡大しております。ご要望があれば、ぜひご相談ください。その他、コンクリートの試験に関わるご相談は、下記までお問い合わせください。

◆試験のお問合せ先◆

（一財）ベターリビング <http://www.cblor.jp>

□つくば建築試験研究センター

〒305-0802 茨城県つくば市立原2

TEL：029-864-1745 FAX：029-877-0050

担当：大野 E-mail：info@tbtl.org

□名古屋ラボ

〒458-0804 名古屋市緑区亀が洞1-101

TEL：052-879-2151 FAX：052-879-2153

担当：井上 E-mail：Nagoya-lab@tbtl.org



外壁複合改修構工法の面外振動実験 (試験体の製作方法の検討)

性能試験研究部 下屋敷 朋千

1. はじめに

建物の躯体と外壁の仕上層（改修層を含む、以下同じ）の一体性を検証する方法として、躯体の面内せん断実験がある。この方法は、躯体変形に対する仕上層の追従性を評価するには有効な方法である。しかし、地震力は外壁の仕上層に対して、面内方向だけではなく、面外方向にも作用する。

このとき、地震力に対する仕上層の応答加速度が躯体面に対して増幅するのは、仕上層と躯体が一体で振動しない場合である。特に、躯体と仕上層に剥離（浮き）が存在する場合は、仕上層の躯体に対する相対加速度が大きくなる可能性が高くなる。

躯体と仕上層が同じ方向に運動している状態では剥離の影響は問題とならないが、躯体の運動方向が反転したとき、仕上層は慣性により逆負方向に運動しているため相対加速度が発生する。このときの仕上層の面外剛性が小さいものほどその影響は顕著となり、面内方向地震時以上の耐力が躯体との接続機構に求められる可能性が高い。しかしながら、仕上層の面外剛性を定量的に評価するのは剥離の状況、既存仕上層・下地の状況把握が難しいことから、実態をある程度再現した実験により評価することが現時点では適切かといえる

そこで、外壁の改修工法である、外壁複合改修構工法に着目し、面外方向の外壁剥落防止性能の検証方法について提案する。

外壁複合改修構工法は一般的にピンネット工法と呼ばれるもので、モルタル塗り仕上げ外壁

やタイル張り仕上げ外壁等の改修に用いられる。当該工法は、アンカーピンと繊維ネット等により既存外壁の仕上層と躯体を一体化させ、仕上層の剥落防止性能を確保するものである。

提案する検証方法は面外振動実験であり、既存仕上層に浮きが認められる状態に対しての外壁複合補修構工法の剥落防止性能を確認するものである。

2. 試験体の製作方法の検討

本報では、実験に用いる試験体の製作方法について報告する。

外壁複合改修構工法はモルタル塗り仕上げ外壁やタイル張り仕上げ外壁等の改修に用いられるが、ここでは改修層の質量（既存仕上層を含む）が大きい下地モルタルありのタイル張り仕上げを例にあげる。

今回の試験体の検討で最も時間がかかったのは、浮き部分の仕様である。実際の建物では仕上層に浮きがあってもすぐに剥落することはない。下地モルタルまたは目地モルタルが劣化し、亀裂・割れ等が発生し、躯体と完全に分離した後に剥落する。逆に言えば、下地モルタル及び目地モルタルが健全であれば、浮きが発生していてもある程度の面積までは下地モルタル及び目地モルタルの拘束力が強く、仕上層の剥落は起きづらい。

それらの点を踏まえ検討した結果、既存仕上層の浮き部分を4分割し、健全部とは縁切れしている仕様とした。外壁複合改修構工法が施工される時点ではそのような事象が起きているこ

とはないが、試験体を縁切れしている仕様によって、アンカーピンと繊維ネット等による既存仕上層と躯体との一体化を評価できるものとした。更に浮き部分を4分割したのは、アンカーピン1本あたりが受け持つ面積を考慮してのものである。

3. まとめ

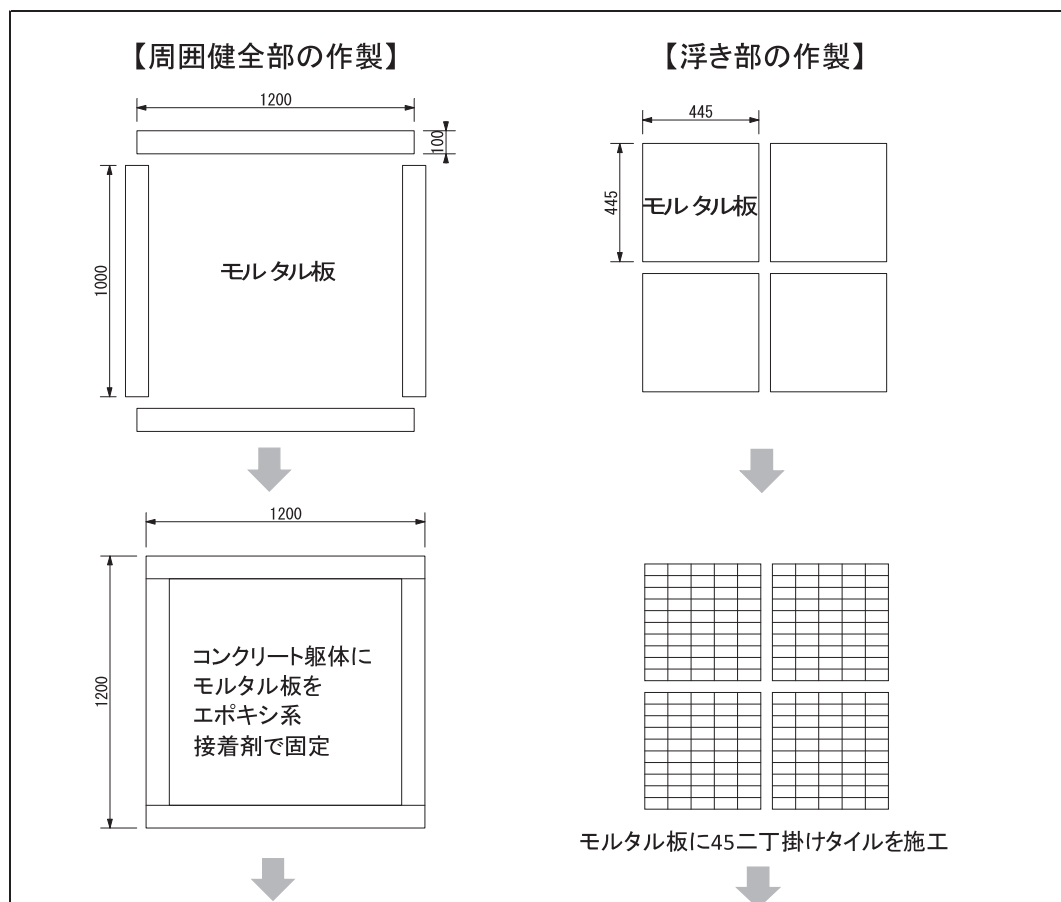
外壁複合改修構工法の面外振動実験に用いる試験体製作方法について検討した。

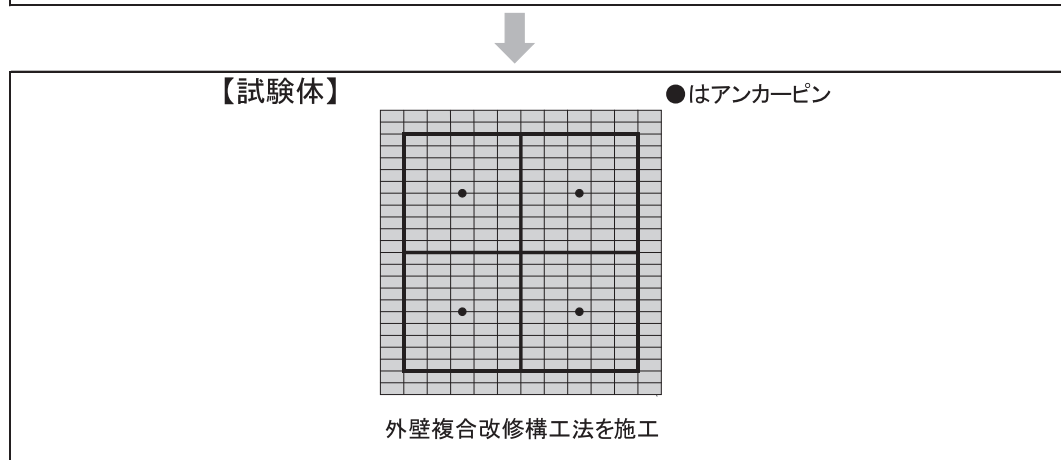
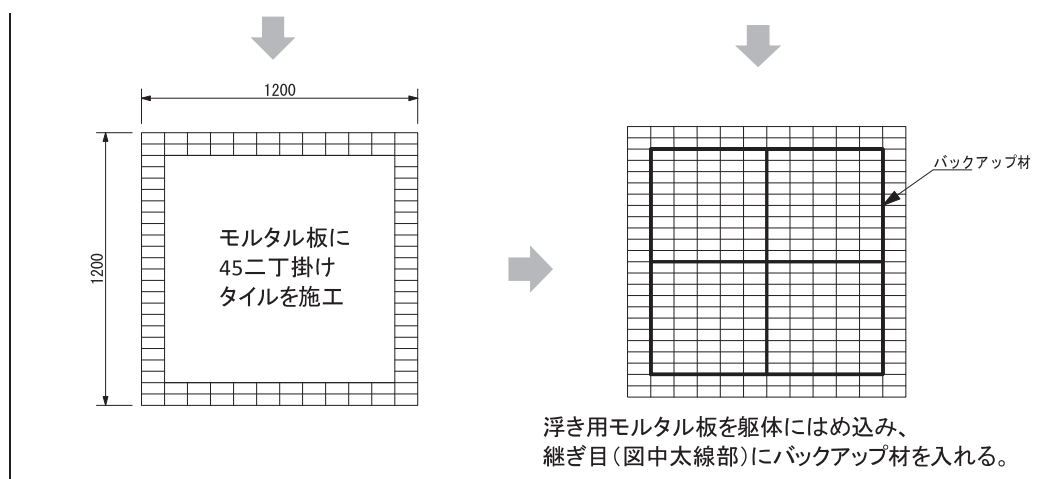
まだまだ改善の必要があるが、今後いくつかの水準についてデータを取り纏め、面外振動実験を新たな外壁複合改修構工法の剥落防止性能評価方法の一つとして提案していく予定である。

【試験体製作工程】

製作する試験体は既存浮き面積 1m^2 とし、浮き部分を4分割し、健全部とは縁切れしている仕様とする。

- ①コンクリート躯体は縦 1200 mm × 横 1200 mm × 厚さ 150 mm とする。
- ②外壁面の健全部用として、幅 100 mm 厚さ 20 mm のモルタル板を作製し、コンクリート躯体周囲にエポキシ系接着剤で固定し、45 二丁掛けタイルを施工する。
- ③外壁面の浮き部用として、 $445\text{ mm} \times 445\text{ mm}$ 厚さ 20 mm のモルタル板を4枚作製し、45 二丁掛けタイルを施工する。
- ④浮き部用モルタル板をコンクリート躯体の空き部分にはめ込み、継ぎ目にはバックアップ材等を入れる。
- ⑤タイル張り面に外壁複合改修構工法を施工する。





名古屋構造判定分室開設のご案内

住宅・建築評価センター 構造判定部

平素は格別のご高配に預かり、厚く御礼申し上げます。

この度ベターリビング住宅・建築評価センターでは業務の拡大に伴い当センター構造判定部の分室である「名古屋構造判定分室」を開設し、4月1日より構造計算適合性判定業務を開始いたしました。2015年のつくば建築試験研究センターの分室である「名古屋試験分室（名古屋ラボ）」に続き、ベターリビングとして愛知県で2つ目の事務所となりました。

東日本大震災から5年を経て、また先の熊本の震災においても多大な被害を受け、全国の至るところでの震災が懸念される中、建物の安全性を確保することが急務となっております。構造計算適合性判定制度が導入されてから9年が経ち、社会的にも定着すると共に、建築構造設計の認知度及び関心度は更に高くなってきています。

そのような中で当センター構造判定部では公正・中立な第三者機関として、構造判定審査の更なる的確化・迅速化と申請者様の利便性の向上に努めております。

名古屋事務所では現在、常勤の判定員3名と判定補助及び事務局担当職員3名の計6名の体

制で・的確・迅速・丁寧をモットーに適判業務を進めております。申請者様からの事前相談に積極的に対応しており、Eメール・FAXの他、来訪による判定員との協議相談も随時行っております。原則として事前相談を受けた判定員を本審査の担当とさせていただき、審査が滞りない様に努めております。また、判定受付票により判定書類の到着期日を予めお知らせいただくことで、審査の着手がより早くなるように準備をさせていただきます。

指摘項目の回答においては設計者様と担当判定員が直接応答することが出来、指摘対応もスムーズに行われると思います。

構造適判業務に限らず、ベターリビング全般の業務への窓口として遠慮なくご活用頂ければ幸いです。

【名古屋構造判定分室】

E-mail : kozo-nagoya@cbl.or.jp

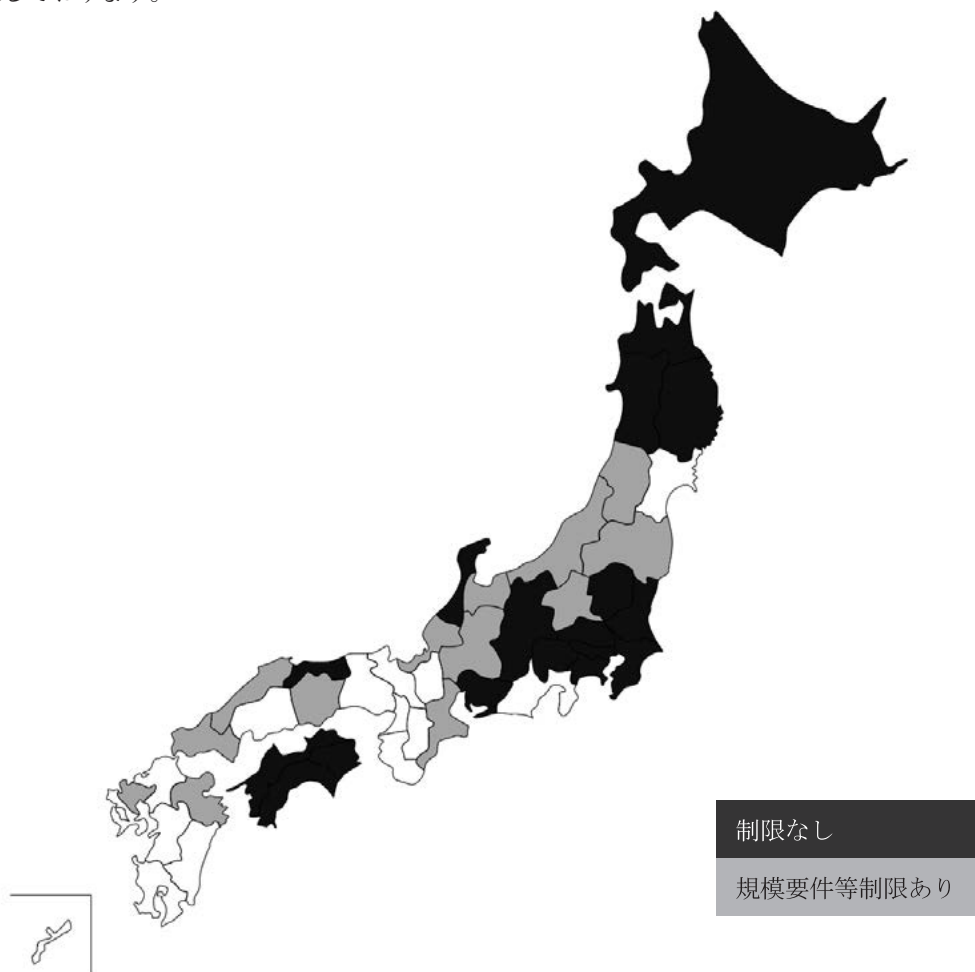
TEL : 052-212-9056 FAX : 052-212-9057

〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 4-3-26



※ 地下鉄 栄駅下車 12 番出口より徒歩 3 分

また、ベターリビング本部の住宅・建築評価センター構造判定部の全体の判定業務区域に関しても随時拡大しております。



2016年6月3日現在の判定業務区域は以下の通りです。

北海道、青森県、岩手県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、愛知県、三重県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、佐賀県、大分県（注：下線は受付建物制限あり。なお、千葉県、茨城県については、建物制限はありませんが、東京本部のみでの受付となります。）

詳しくはホームページを参照して下さい。
<http://www.cbl.or.jp/standard/tekihan/index.html>

本部（飯田橋）の構造判定部では、常勤判定員5名、非常勤判定員3名、外部判定員11名、判定補助員1名、事務職員4名の体制で業務を行っております。判定員は常駐しておりますので、質疑内容や回答のお問い合わせ、建築構造関係の各種ご相談について、お気軽にご利用下さい。

【本部：住宅建築評価センター構造計算適合性判定部】

E-mail：kozotekihan@cbl.or.jp

TEL：03-5211-0738 FAX：03-5211-0627

〒102-0071 東京都千代田区富士見 2-7-2

ステージビルディング 7F

第二防耐火試験棟建屋について (雑木林との共存と資源としての雨水)

建築基礎・地盤業務部 菅谷 憲一

【はじめに】

ベターリビング つくば建築試験研究センター 試験研究本館は、平地林が残存する敷地の特性を生かし、試験研究業務にふさわしい親自然な知的作業空間を形成するとともに、地球環境負荷削減に貢献する持続可能な建築を目指して建設され、平成 24 年に「第四回サステナブル建築賞 審査員奨励賞（小規模建築部門）」をいただいています。今年（平成 28 年）竣工した第二防耐火試験棟においても敷地内に残存する平地林（雑木林）との共存ならびに資源としての雨水利用を検討し、僅かながらも地球環境負荷削減に貢献する持続可能な建築を目指そうと考えました。第二防耐火試験棟の建設工事は、つくば建築試験研究センターの職員が積極的に基本設計や試験装置等の設備工事との調整を行ない、施工管理・監理についても施主側監理者として、担当・参画しています。

【雑木林との共存】

敷地内に残存している雑木林は、当該敷地に建設可能な最高高さ（10m・電波法関係の特別な調査を行わない場合）を超えるものも散見される状態でした。第二防耐火試験棟の建設工事に先立ち、試験棟の配置を検討するに当たり、雑木林を可能な限り残すことを検討しました。写真 1 に建設工事着工直前の建設予定地の状況（冬）を示します。一方、写真 2 に建設工事竣工後の状況（夏）を示します。第二防耐火試験棟は南側に構内道路を有していて、さらに、杭強度試験棟が配置されている関係で夏の直射を

遮る木が残っていないことが残念に思います。



写真 1 着工前の建設予定地（冬）



写真 2 竣工後の状況（夏）

【資源としての雨水】

『ひろめよう、雨水浸透！：東京都下水道局』のパンフレットに、「近年、都市化が進み、畑などがなくなり地中への雨水の浸透する量が減ったため、下水道に流れ込む雨水の量が増えています。」との記述があります。つくば市の雨水浸透関連事業＜シリーズ なるほど公共事

業 No.59 > 『貯留浸透施設による流出抑制と良好な水環境の保全』には、雨水を貯め、地中に浸透させる施設の効果として、「地中に浸透した雨水は河川の水辺環境や水利用などに必要な水量として安定的に供給されます。」との記述があります。前述の「研究本館」においても雨水浸透施設を採用しています。写真3・写真4に示すように、第二防耐火試験棟も同様に、大屋根部には軒樋を設けることなく、雨水浸透システムを採用しています。



写真3 北側雨水浸透システム（碎石浸透）



写真4 北側グリーンベルトと軒樋無し屋根

『日本の地下水が危ない：橋本淳司』の紹介文によれば、「熊本では「ごはん1杯、地下水1500リットル」と言われます。これは、ごはん1杯分の米を育てる間に、田んぼから地下にしみ込む水が1500リットルあるということです。」「日本は減反政策によって田んぼを減らしてきましたが、田んぼの面積が減るということは、地下水が減るということです。」と記述されています。日本人のお米の消費量が減ることで、地下水と言う「資源」も減ることになるようです。第二防耐火試験棟に、雨水浸透システムを採用することで、建設予定地が雑木林だった時と同量程度の降水量を地中に戻すことは実現できていると思っています。

生活用水の一人一日当たり使用量は水洗便所の普及などの生活様式の変化に伴い1965年から2000年までの間に約2倍に増加していると言われています。この間の人口の増加や経済活動の拡大とあいまって、生活用水の使用量は約3倍に増加したとのことですが、1998年頃をピークに緩やかに減少傾向になっているそうです。家庭用水の使い方は、トイレ（約28%）、風呂（約24%）、炊事（約23%）、洗濯（約16%）といった洗浄を目的とするものが大部分を占めているそうです。第二防耐火試験棟の南側には、シャッター上部の高さに庇（15m x 30m = 45m²）が配置されています。この庇から集められる雨水は、雨水貯留槽に貯めて、トイレの流し水に利用できるように計画しています。一方、雨水貯留槽を熱源とした空調機の採用も試みています。ここでは、「地中熱+空気熱」ハイブリッドシステムを導入し、地中熱（雨水貯留槽側）単独運転が可能なシステムとして運用する予定です。

【おわりに】

ここで紹介した第二防耐火試験棟の建屋に採用した取組みは、職員のアイデアの一部を実現したものです。いくつかの取組みは失敗に終わってしまうかも知れませんが、研究的な取組みについては、改善・継続したいと思います。

最下層柱中間部浮き上がり架構の簡易モデルによる地震応答予測

性能試験研究部 小谷 直人

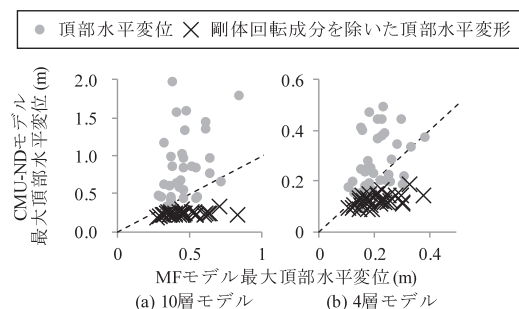
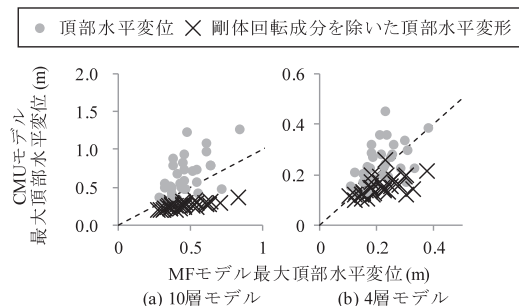
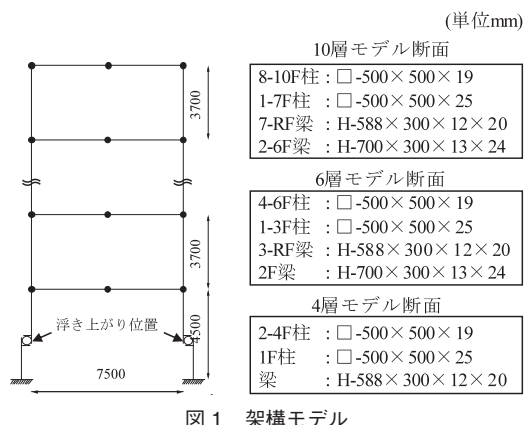
1. はじめに

地震時に建物の浮き上がりが発生した場合、上部構造は変形成分ではなく浮き上がりによる剛体回転成分が卓越する事により上部構造の被害が低減される場合があるという指摘があります。この研究では、柱中間部浮き上がり (CMU) 架構、浮き上がりのない通常の架構 (MF 架構) を対象とした地震応答解析を行い、浮き上がりの有無が上部構造のエネルギー応答に及ぼす影響などを検討しました。なお、CMU 架構の柱中間部には鋼材ダンパーを組み込む事を想定しており、比較のために CMU 架構からダンパーを取り除いた架構 (CMU-ND 架構) の解析も行いました。また、架構モデルを1質点モデル、2質点モデルに置き換えた応答予測法についても検討しました。ここでは解析結果の概要を述べます。

2. 架構モデルの地震応答解析

架構モデルは図1に示す10、6、4層（ここでは10層、4層モデルの結果のみ示します）の平面鉄骨架構で、材料の降伏応力度は294 N/mm²、各階の質量は29.3tとしました。入力地震動はPGVが1.0 m/s 及び1.25 m/s になるよう規準化しました。

CMU 架構、CMU-ND 架構の最大頂部水平変位及び浮き上がりによる剛体回転成分を除いた最大頂部水平変形を MF 架構と比較したものを図2及び図3に示します。浮き上がる事で上部



構造の変形がMF架構に比べて低減される事、浮き上がる事で最大頂部水平変位は増加するものの、ダンパーの効果で最大頂部水平変位の増加は抑制されることが確認できます。

塑性変形により蓄積された上部構造歪エネルギーをCMU架構またはCMU-ND架構とMF架構で比較したものを図4に示します。CMU架構に蓄積された上部構造歪エネルギーは特に10層モデルでMF架構よりも低減されます。

3. 簡易モデルによる地震応答予測

次に架構モデルを図5に示す1質点モデル、または2質点モデルに簡易化し解析を行いました

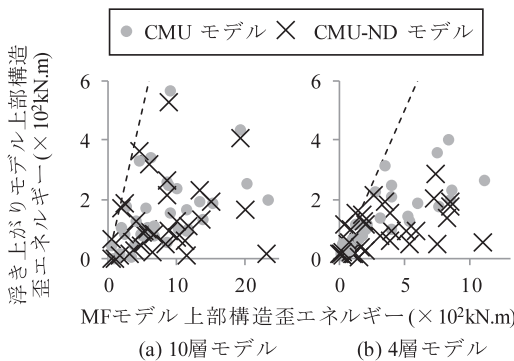


図4 架構全体で吸収した上部構造歪エネルギーの比較

$$m \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & \frac{R^2}{H^2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u} \\ \ddot{z} \end{Bmatrix} + k \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ z \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} m\ddot{x} \\ M g E' / H \end{Bmatrix} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & m_1 \\ 0 & m_2 & m_2 \frac{H_1 + H_2}{H_1} \\ m_1 & m_2 \frac{H_1 + H_2}{H_1} & m_1 R_1^2 + m_2 R_2^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \ddot{z} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ z \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} m_1 \ddot{x} \\ m_2 \ddot{x} \\ \frac{m_1 H_1 + m_2 (H_1 + H_2)}{H_1} \ddot{x} \pm \frac{M g E'}{H_1} \end{Bmatrix} \quad \dots \text{式(2)}$$

た。運動方程式は1質点モデルでは式(1)、2質点モデルでは式(2)を使用しました。(x, g, Mはそれぞれ地動加速度、重力加速度、鉛直方向質量) 採用した簡易モデルのパラメータを表1に示します。

架構モデルと1質点CMUモデルの最大頂部水平変位の比較を図6に示します。予測値は概ね良い対応を示しています。架構モデルと簡易モデルそれぞれの塑性変形により蓄積される上部構造歪エネルギーの比較を図7に示します。1質点でモデル化した場合、上部構造歪エネルギーは小さくなる傾向があるものの、2質点モデルではある程度良い対応を示します。

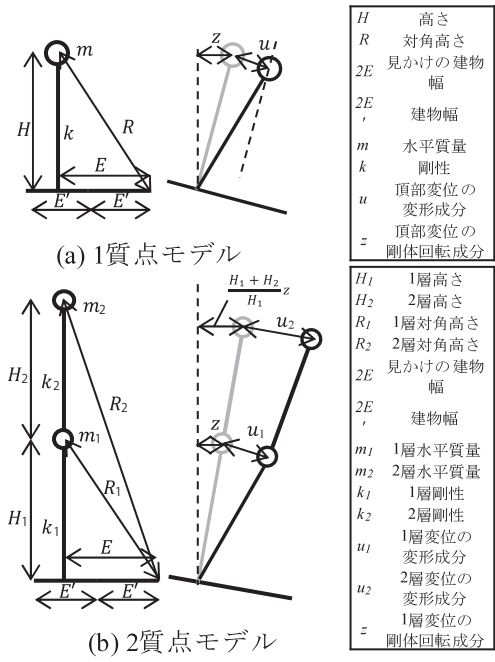


図5 簡易モデル

表1 簡易モデルパラメータ

	1 質点モデル				2 質点モデル						
	H (m)	E (m)	m ($\times 10^4$ kg)	k ($\times 10^6$ N/m)	H_1 (m)	H_2 (m)	E (m)	m_1 ($\times 10^4$ kg)	m_2 ($\times 10^4$ kg)	k_1 ($\times 10^6$ N/m)	k_2 ($\times 10^6$ N/m)
10 層モデル	25.68	5.58	23.3	4.89	12.87	15.73	5.28	10.25	16.74	11.58	5.60
6 層モデル	15.77	6.20	14.3	7.27	8.27	8.83	5.36	5.40	10.97	18.17	8.74
4 層モデル	11.07	5.99	10.1	9.44	7.13	4.51	5.41	3.10	8.12	22.98	12.24

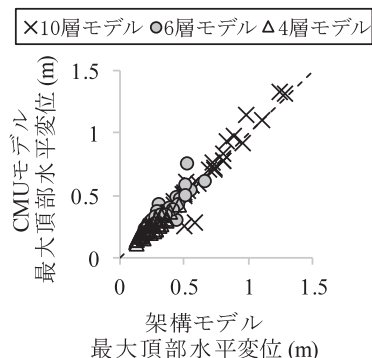


図6 頂部水平変位の比較

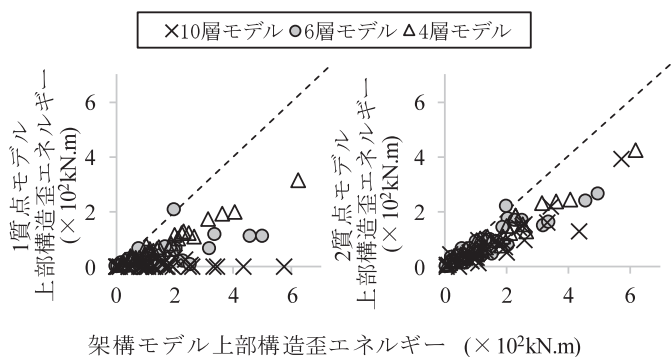


図7 上部構造歪エネルギーの比較

4. まとめ

浮き上がる事で上部構造の変形、塑性化による上部構造歪エネルギーを抑えられる事、2質点モデルで架構モデルの応答をある程度予測できる事を確認しました。

【参考文献】

- ・林康裕：直接基礎構造物の浮上りによる地震被害低減効果，日本建築学会構造系論文集，第485号，pp.53-62,1996.7
- ・MIDAS IT Co., Ltd.: Analysis & Design, MIDAS/Gen ver.845, 2015
- ・Meek, J. W: Effect of Foundation Tipping on Dynamic Response, J.Struct. Div., ASCE, Vol.101, No.ST7, pp. 1297-1311, 1975.7
- ・緑川光正他：地震応答低減のためベースプレートを浮き上がり降伏させた鉄骨架構の動的挙動，日本建築学会構造系論文集，第572号，pp.97-104,2003.10
- ・加藤百合子他：鋼材ダンパーを組み込んだ柱中間部浮き上がり機構の静加力実験，鋼構造年次論文報告集，第22巻，2014.11
- ・緑川光正，他：ベースプレート降伏により柱脚浮き上がりを許容した10層鉄骨架構の3次元地震応答日本建築学会構造系論文集，第637号，pp.495-502, 2009.10

—BL部品で住まいながら行う改修での光熱費改善効果— 開口部の断熱改修による省エネ効果

技術評価部 清水 則夫

1. はじめに

つくば市に建設された2階建て木造住宅を想定し、開口部を断熱改修して得られる光熱費改善効果を検討します。

日本は、寒い北海道から暑い沖縄まで南北に長い国土を持ち、地域によって気候が異なるため、住宅の省エネ基準は、表1に示す8地域に分けて定められ、複数の地域にまたがる都道府県は市町村で区分されます。茨城県は4～7の地域にまたがり、つくば市は5地域になります。5地域の外皮の熱貫流率の基準は、壁0.53、天井0.24、床0.34、開口部3.49～6.51W/(㎡・K)で、開口部の基準は他の部位と比較して極端に劣るため、住宅の断熱化を図るうえで重要なポイントになります。そこで、今回は、開口部の断熱改修による光熱費の改善効果を検討することにしました。

開口部の熱貫流率の基準に幅があるのは、外

表1 省エネ法の地域区分

1	北海道
2	北海道、青森、岩手
3	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、栃木、群馬、新潟、山梨、長野、岐阜
4	青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、東京、新潟、富山、石川、福井、山梨、長野、岐阜、愛知、兵庫、奈良、和歌山、鳥取、島根、岡山、広島、徳島、高知
5	福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、富山、石川、福井、山梨、長野、岐阜、静岡、愛知、三重、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山、鳥取、島根、岡山、広島、山口、徳島、愛媛、高知、福岡、長崎、熊本、大分、宮崎
6	茨城、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、石川、福井、山梨、岐阜、静岡、愛知、三重、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山、鳥取、島根、岡山、広島、山口、徳島、香川、愛媛、高知、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島
7	茨城、千葉、東京、静岡、三重、和歌山、山口、徳島、愛媛、高知、福岡、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島
8	沖縄

皮面積に占める開口部の面積の比率の区分によって基準が定められているためです。5地域の一戸建て住宅の熱貫流率の基準は、区分(い)比率0.08未満で6.51、(ろ)比率0.08以上0.11未満で4.65、(は)0.11以上0.13未満で4.07、(に)0.13以上で3.49W/(㎡・K)です。

2. サッシの断熱性能について

つくば建築試験研究センターでは、1985年頃からJIS A4710「建具の断熱性試験方法」(以下JIS法)と「優良住宅部品性能試験方法(サッシ)BLT WDW③断熱性能試験」(以下BL法)でサッシの断熱性能を測定しており、サンプル数はBL法で448体、JIS法で98体になります。この測定結果を材質・開閉形式・ガラスの種類・取付け位置ごとに分類し(表2)、測定法ごとに取りまとめました

最も断熱性能が良かったサッシの熱貫流率U値(W/(㎡・K)、JIS法)は、

一重形式では、開きタイプ木製サッシ(アルゴンガス2層でLow-Eガラス使用の複層ガラス)で0.97、二重形式では、開きタイプアルミ+木製サッシ(クリプトンガス層の複層ガラス二重)で0.75でした。

過去の取りまとめで最も性能が良かったサッシの熱貫流率U値は、

1993年 木製開き、複 A19L : 1.74
2002年 木製開き、二重単+複 A12 : 1.49
2011年 PVC開きタイプ3重複 Ar10L : 1.23
であったので性能は確実に向上し、外壁の性能

表2 各種窓の断熱性能

材質	開閉形式	ガラスの種類	設置位置	BL法				IIS法				材質	開閉形式	ガラスの種類	設置位置	BL法				IIS法			
				熱貫流率W/(㎡・K)				熱貫流率W/(㎡・K)								熱貫流率W/(㎡・K)				熱貫流率W/(㎡・K)			
				n	平均	σ n	σ n	n	平均	σ n	σ n					n	平均	σ n	σ n	n	平均	σ n	σ n
PVC	引違い	複A12	内、半外	33	2.93	0.154		n	平均			PVC + アルミ	引違い	複A6	半外	2	3.77	0.006		n	平均		
		複A12L	内、半外	10	3.27	0.210		1	2.09					複A12	内、半外	15	3.45	0.120		n	平均		
		複Ar12L	半外	14	2.31	0.121		1	1.90					複A12L	内、半外	9	3.24	0.135					
		複Ar16L	半外	5	2.46	0.233		1	1.76					複Ar12L	内、半外	13	2.76	0.176					
	片引き 開き	複A16L	半外					1	1.68				引違い 二重	単+単	内、半外	28	2.55	0.089	1	2.67			
		複A11	内、半外					4	2.67	0.111				単+複A6	内、半外	4	2.42	0.092	1	2.28			
		複A12	内、半外	24	2.62	0.105		2	2.65	0.071				単+複A12	内、半外	3	2.16	0.186	1	2.04			
		複A12L	内、半外	1	2.60						単+複A6L			内、半外	4	2.33	0.151						
	開き +FIX	複A12L	内、半外	29	2.03	0.132		2	2.19	0.159			開き +FIX	複A12	内、半外	17	3.15	0.165					
		複A16L	半外					1	1.82					複A12L	内、半外	13	2.49	0.288					
		複A10L	半外					2	2.10	0.013				複Ar12L	半外	4	2.87	1.395					
		複A11L	半外					1	1.99					FIX	複A12	内				1	3.08		
	FIX	複Ar12L	半外	3	1.81	0.126		1	1.90			木+アルミ	片引き 開き	3重複A10Ar10L	内				1	1.29			
		複Ar13L	半外	1	1.63			2	1.80	0.195				複A6L					1	2.71			
		複Ar16L						2	1.76	0.224				3重複A10Ar10L	内				1	1.22			
		複A16L樹脂ス	半外					1	1.47				引違い	単+単	半外				1	2.69			
	複Ar12L合せ	半外					1	1.25			単+複A11			半外				1	2.02				
	複Kr10L	半外					3	1.93	0.174		単板+合せL			内				1	1.22				
	複Kr12L	内	1	1.53							単+単			半外				1	2.47				
	FIX	複A16L	内	1	1.62						開き 二重		単+複A11	半外				1	1.65				
		3重複Ar10L	半外					1	1.23					複Ar16L+複Ar16	内				2	0.98	0.008		
		3重複Ar16L	内					1	1.04					複Ar16L+複Ar16L	内				2	0.84	0.020		
		複A11	半外					2	2.78	0.020				複Kr16L+複Kr16L	内				2	0.75	0.007		
	木製	引違い	複A11	半外					2	2.67	0.001		アルミ（熱線遮断）	引違い	単板	外	2	6.86	0.010		n	平均	
複A12			内					2	2.67	0.001		複A6			内、半外	26	4.52	0.319		1	6.26		
複A12L			内					2	2.14			複A12			内	5	4.25	0.189	2	3.69	0.044		
複Ar11			半外					2	1.95	0.023		複A6L			内、半外	4	4.21	0.388					
開き +FIX or開き		複Ar12L	半外					1	1.76			開き +FIX or開き		複A10L	半外	2	3.60	0.084					
		複Ar13L	半外					1	1.63					単板	半外				1	5.86			
		複Kr11L	半外					2	2.83	0.009				複A6	内	4	4.49	0.259					
		複A6	内					4	2.67	0.034				複A12	内	1	4.26						
FIX		複A12L	半外					2	1.96	0.012		上下 FIX		複A12	内	2	3.24	0.179					
		複Ar12L樹脂ス	内					2	1.73	0.048				複A6	内	1	5.42						
		複Ar12L合せ	内					1	1.43					単板	半外	1	6.50						
		複Ar16L	内					1	1.62					複A6	内	2	3.98	0.125					
木製	引違い	複Ar16L樹脂ス	内					1	1.58			アルミ（熱線遮断）		引違い	複A12	内	1	3.68		1	3.34		
		複A16L合せ	内					1	1.20						複A6 絶縁枠	内	2	4.27	0.237				
		3重複A11L					1	1.53			複A6 絶縁枠障子				内	3	3.63	0.270					
		3重複Ar16L					2	1.27	0.044		複A12				内、半外	6	3.48	0.156					
	開き	複A12	内、半外	11	2.66	0.237		4	2.63	0.101			引違い 二重	複A12L	内	1	3.36						
		複A12L	内、半外	9	2.00	0.083					複Ar12L			外	1	3.05							
		複A16L	半外	4	1.83	0.172		2	1.81	0.071				合せL	内	1	2.63						
		複Ar12L	半外					2	1.44	0.003				単+単	内、半外	29	3.28	0.123					
	FIX	複A16L	半外					1	1.56				開き +FIX	単+複A6	内、半外	10	2.82	0.143					
		複A12L	半外					2	1.44	0.003				単+複A12	内、半外	3	2.62	0.035					
		3重複A12	内、半外	9	2.11	0.088		1	1.19					単複A6L	半外	1	2.90						
		3重複Ar12L	内	3	1.73	0.142		1	1.05					単+複A12L	内	1	2.35						
木製	片引き +FIX	3重複A10Ar10L	内					1	1.19				FIX	単+複Ar12L	内	2	2.28	0.007					
		3重複A15L	内 中央に樹脂ガラス使用					1	1.05					複A6	内	1	3.34						
		3重複Ar16L	内					3	1.14	0.147				複A12	半外	3	3.58	0.511					
		複Ar12L合せ	内	1	1.51									複A12L	半外	3	3.11	0.726					
	回転	複A6	内	3	2.81	0.084						FIX	複A12L	半外	1	2.24							
		複A12	内	3	2.56	0.258							合せL	内	1	1.76							
		複A12L	内、半外	3	2.01	0.107																	
		複A16L	半外	1	1.58																		
	FIX	3重複A10Ar10L	内	1	1.17							FIX	複A12L	半外	1	2.24							
		複A12	内					1	2.70														
		複A12L	内	1	1.88																		
		複A16L	半外	1	1.69																		
FIX	複Ar16L樹脂ス	内					1	1.61															
	3重複Ar16L						1	1.17															
	3重複A12	内	5	2.04	0.078																		
	3重複A16L	内																					

注： 単： 単板ガラス、 複： 複層ガラス、
3重複： ガラスが3層、空気層またはガラス層が2層の複層ガラス
A： 空気層、 Ar： アルゴンガス、 Kr： クリプトンガスを示し、
その後の数値は空気層ガラスの厚さ
L： Low-Eガラス、 LH： 内外の2枚のガラスがLow-Eガラス
合せL： ガラスの間を真空にし片面にLow-Eガラスを使用した合せガラス、
樹脂S： 複層ガラスのスペーサーが樹脂製
複Ar12L(片面： 合せ真空)： 複層ガラスの片面に合せガラス使用、合せ
ガラスは間が真空

(省エネ法3～7地域木造住宅外壁基準：0.53 W / (m²・K)) に近づいたといえます。

5地域に位置するつくば市の開口部と外壁の熱貫流率の基準の変遷を表3に示します。新築の住宅では断熱性能の良いサッシを選ぶことも可能ですが、多くの既存住宅では1980、1992年基準時には単板ガラスのアルミサッシ

表3 つくば（5地域）の基準の変遷

	1980年	1992年	1999年	現行
開口部	6.51	6.51	4.65	3.49 ~ 6.51
壁	1.29	0.80	0.53	0.53

熱貫流率（単位：W / (m²・K)）

表4 開口部からの損失熱量の割合

住宅のレベル	開口部からの 損失熱量の割合
1999 年省エネ法基準（等級4）	58%
1992 年省エネ法基準（等級3）	48%
IV地域・東京を対象、冬暖房時 塩ビ工業・環境協会セミナー資料「樹脂サッシについて」、樹脂サッシ普及推進委員会資料「国産樹脂サッシの現状」に東京大学・坂本研究室資料よりとして掲載	

(6.51W/(㎡・K))、1999 年以降は空気層が6mm 程度の複層ガラスを使用したアルミサッシ(4.65W/(㎡・K))が使用されています。暖房時は住宅からの全損失熱量に対する窓からの損失熱量の割合(表4)が大きいので、住宅の省エネ化を図るには開口部の改修が重要になります。住宅を省エネ改修する場合は、躯体よりも開口部の改修工事のほうが簡易にできますが、外壁に付いているサッシを新しいものに取り換えるとなると結構大変な工事です。ここでは、既存のサッシを残して、住まいながらにできる、内窓(BL 認定品)や室内側に付属物を取り付けての断熱改修の効果を検討します。

3. 実住宅での開口部廻りの付属物による省エネ効果

実験は、つくば市にある建築面積 92.16 ㎡、延べ床面積 147.60 ㎡(1 階床面積 68.40 ㎡、2 階床面積 79.20 ㎡)のアルミを構造材としたオール電化(エアコンで暖冷房)の実験住宅で行いました。窓には 3+A6+3mm 厚複層ガラス入り PVC+アルミ複合サッシ(熱貫流率は 3.37 W/(㎡・K))、小窓には 10mm 厚の亚克力板が使用され、外付きのアルミガラリ戸か、室内側にブラインドが設置されています(以下、標準状態という)。

標準状態のブラインド・アルミガラリ戸にかわり断熱性能を向上させるため付属物として、

No.1: 合板 4mm 厚+プラスチックダンボール 4mm 厚、

No.2: 合板 4mm 厚

表5 付属物による暖房負荷低減率

		q s	減少率 1	減少率 2
標準状態	開	1.48	—	—
	閉	1.34	9.4%	—
付属物 No.1		1.20	18.8%	10.4%
付属物 No.2		1.06	28.5%	21.0%
q s: 実質熱損失計数相当値の平均 (W/(㎡・K))				
減少率 1: 標準状態開の q s を基準				
減少率 2: 標準状態閉の q s を基準				

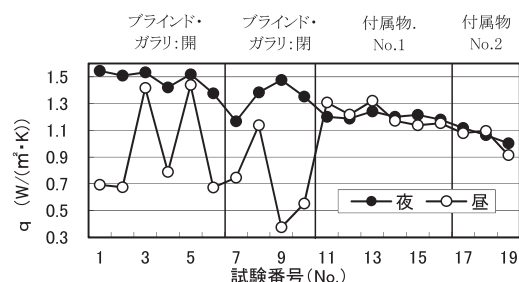


図1 付属物による暖房負荷低減効果

の2種類を設置しました。付属物の気密性能が暖房負荷の低減に影響するため、付属物 No.2 は天井面と床面をテープで目張りしました。

実験では、エアコンの消費電力 Q (kWh)、住戸内の平均温度 θ_i (℃)、外気温度 θ_o (℃)、水平面日射量 I (W・h/㎡) を測定し、実質熱損失相当値 q s (W/(㎡・K)) を1時間毎に算出しました。

$$q s = Q / (\theta_i - \theta_o) / A \times 1000$$

開口部廻りの付属物による暖房負荷低減効果を図1、夜間の暖房負荷低減効果を表5に示します。標準状態のブラインドなどを閉じただけでも実質熱損失係数相当値は9%以上減少し、大きな省エネ効果が得られました。付属物 No.1 は No.2 よりプラスチックダンボール (λ :0.053 (W/(m・K))) の分だけ断熱性能が良いのですが、実質熱損失係数相当値は付属物 No.2 のほうが小さく示されています。これは、天井面・床面と付属物をテープで目張りして気密性能を高めたためです。省エネのためには、付属物の断熱性能だけでなく、気密性能も重要な要素となります。

4. 断熱性能向上のための内窓と付属物の性能

優良住宅部品の認定で内窓の断熱性能は、外窓（既存窓）に内窓を取り付けた時の断熱性能向上効果を表す熱貫流抵抗の増分 ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) で示されます。

$$\Delta R = R - R_o$$

R : 二重窓の熱貫流抵抗 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)

R_o : 外窓の熱貫流抵抗 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)

$$R = 1 / U, \quad R_o = 1 / U_o$$

U : 二重窓の熱貫流率 ($\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

U_o : 外窓の熱貫流率 ($\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

したがって、外窓の熱貫流抵抗（熱貫流率の逆数）がわかれば、内窓の断熱性能 ΔR をたし合せて、その逆数を求めれば二重窓の熱貫流率が求まります。内窓の詳細については、BL つくば Vol.10,2010 静かな、エコで快適な室内環境形成のために 新規 BL 認定部品「内窓」で紹介しています。

今回は、表 6 に示した性能の木製内窓（樹脂レール）を使用して、省エネ効果を検討します。

「3. 実住宅での開口部廻りの付属物による省エネ効果」でブラインドを閉めただけでも開口部の断熱性能は良くなり、断熱性能を高めた製品を使用するとさらに良くなるという結果を紹介しました。現在、カーテンやブラインドに変わるものとして、デザインを考慮し、取り扱いやすく、断熱性や遮熱性能に優れたロールスクリーンやハニカムスクリーンが市販されています。良いカーテンは結構高価なので、取り換えるときには、これらの製品の使用を検討されてはと思います。

表 6 内窓の測定結果

外窓	内窓仕様	外窓+内窓	△ R
6.27 0.159	単板ガラス (3mm 厚)	2.70 0.370	0.211
	複層ガラス (3+A11+4)	2.02 0.495	0.336
2 段組の数値は上段：熱貫流率 (W / (㎡・K)) 下段：熱貫流抵抗 (㎡・K / W) △ R : 内窓の熱貫流抵抗の増分 (㎡・K / W) 外窓の仕様：アルミ製、単板ガラス (5mm 厚) この性能の製品は実在します。			

現在、付属物の断熱性能測定法に規格はなく、カタログなどで示されている性能値は、JIS A 4710 に準じた装置に 1600×1600mm 厚さ 10mm のアクリル板を取付け、アクリル板単体とアクリル板を窓に見立てて付属物を取り付けた時の熱貫流抵抗を測定し、その差を付属物による断熱性能の向上効果 ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) としたものです。この時、試験体通過熱量は、アクリル板の熱伝導率と測定時の両面温度差から求めます（以下、試験方法 I）。一方、付属物の断熱性能を検討する研究では、実際のサッシとサッシに付属物を取付けた状態の熱貫流抵抗を試験規格に沿って測定し、その差を付属物による断熱性能の向上効果 ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) としています（以下、測定方法 II）。使用される測定規格には、前述の JIS 法と BL 法があります。両方法による結果に大きな差はないと思うるので、ここでは、測定方法を記載して多くのデータを紹介します（表 7）。試験方法 II の試

表 7 付属物の断熱性能 ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)

試験方法Ⅰ			n	平均	標準 偏差	max	min
No.1	ブラインド	木製	2	0.042	0.004	0.047	0.038
No.2		樹脂製	4	0.044	0.003	0.049	0.040
No.3		アルミ	2	0.052	0.001	0.047	0.051
No.4	ロールスクリーン		14	0.096	0.036	0.158	0.042
No.5	ハニカムスクリーン		4	0.319	0.072	0.389	0.215
注) ハニカムスクリーンは上部タイトタイプ							
試験方法Ⅱ							ΔR
No.6	ガラスにフィルム貼						0.049
No.7	カーテン+レース						0.023
No.8	カーテン+レース (BOX 付)						0.033
No.9	ブラインド						0.036
No.10	和障子						0.169
No.11	透光断熱障子						0.285
No.12	銅製雨戸						0.087
No.13	断熱雨戸						0.143
No.14	銅製シャッター						0.101
No.15	シャッター	スクリーンタイプ					0.121
No.16		スリットタイプ					0.113
No.17	ロールスクリーン	一般					0.055
No.18		遮熱・断熱					0.160
No.19	ハニカムスクリーン	シングル					0.207
No.20		ダブル、ガイドレール					0.453
No.6：単板ガラスアルミサッシ No.7～14：アルミ樹脂複合サッシ（3+A12+3 複層ガラス） No.15～19：PVC、FIX、室内 Low-E5 発熱膜 +A12+FL5mm 複層ガラス、両面に熱流計貼付け							

験体 No.6、15～20 は JIS 法、試験体 No.7～14 は BL 法で測定した結果です。いずれも、気密性能を担保した製品ではありませんが、ダブルハニカムスクリーンで両サイドにガイドレールを取り付けた試験体 (No.20) で $\Delta R = 0.453$ が示されました。

5 章で行う省エネ効果の検証は、表 7 中の試験方法 I

- ① No.5 ハニカムスクリーン max. $\Delta R = 0.389$
(以後、ハニカム 1 と表示)

試験方法 II

- ② No.7 カーテン+レース $\Delta R = 0.023$ 、
(以後、カーテンと表示)
③ No.20 ハニカムスクリーンダブル、ガイド
レール付 $\Delta R = 0.453$ (以後、ハニカム 2
と表示)

を使用して行います。

1 ランク上の断熱性能の住宅へ 光熱費 5,000 ～ 17,000 円の削減

5. 暖房時の一次エネルギー消費量と光熱費 (エアコン使用時の電気料金) の削減効果

1980、1992 年と現行基準で建設された図 2、表 8 の 2 階建て木造住宅の開口部を前述の内窓やハニカムスクリーンを使用して改修したとき、光熱費をいくら削減できるかを計算します。計算には、住宅の断熱性能は建築研究所の

ホームページに掲載されている住宅・住戸の外皮性能計算プログラム (Ver.2.1.2)、エネルギー消費量は評価対象住宅の基準一次エネルギー消費量と設計一次エネルギー消費量を算定するためにつくられたエネルギー消費性能計算プログラム (住宅版) Ver.2.0 を使用しました。このプログラムでは、床面積の合計から仮想居住人数を決め、詳細に定められたスケジュールで生活したときのエネルギー消費量を計算します。今回の評価住宅は、床面積の合計が 120 m^2 以上のため、仮想居住人数は 4 人になります。

住宅の断熱性能を示す外皮の平均熱貫流率は、各省エネ基準の外壁・天井・床・開口部の熱貫流率の基準を満たすように断熱材の種類と厚みを選定して計算しました。開口部は、1980、1992 年の基準では単板ガラス入りアルミサッシ ($6.51 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)、現行規準では空気層 6mm の複層ガラス入りアルミサッシ ($4.65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) として、前述のカーテン、ハニカム

表 8 住宅の概要

建設地：つくば (5 地域)
床面積：121.73 m^2 (主居室 27.74 m^2 、その他の居室 55.89 m^2)
外皮面積：328.31 m^2 (開口部の面積 34.52 m^2 、開口部の比率 0.106、区分 (ろ))
外皮の熱貫流率の基準：0.87 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
開口部の基準：4.65 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、現行 6.51 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 、1980.1992 年
* 1980、1992 年の基準では外皮の熱貫流率の基準は定められていません。

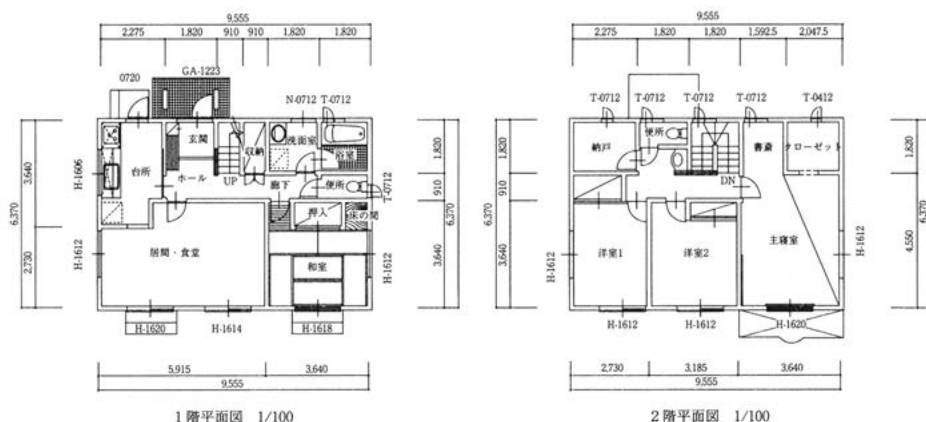


図 2 木造住宅の平面図

スクリーン、内窓を取付ける改修を行います。ハニカムスクリーンはカーテンを外してハニカムスクリーンの設置、内窓は設置後にカーテンを取付けるとい改修になります。付属物の取付け位置を表9、外皮の平均熱貫流率の計算結果を図3に示します。図中の熱貫流率の減少率は、窓のみの熱貫流率を基準に付属物使用時の減少率を示したものです。また、内窓単は単板ガラス使用の内窓、内窓複は複層ガラス使用の内窓を示しています（以後、同様の表示）。

内窓を使用して改修したとき、外皮の平均熱貫流率は、1980年基準の住宅では1992年基準住宅のカーテン使用時の外皮の平均熱貫流率を、1992年基準の住宅は現行の外皮の平均熱貫流率の基準を下回り、ワンランク上の断熱性能の住宅になります。内窓を設置すると外皮の平均熱貫流率は、20～27%向上しますが、カーテンをハニカムスクリーンにかえるだけでも、11～14%向上するので、省エネ効果（光熱費の削減効果）が期待できます。

次に「特に省エネルギー対策をしていないエアコンで、この住宅の居室だけを暖房」という条件で暖房期間中の設計一次エネルギー消費量とカーテン使用時の値を基準とした減少率を図4に示します。減少率は、内窓で16～21%、ハニカムスクリーン使用で9～10%で、内窓で改修したときの1980年・1992年基準の住宅の一次エネルギー消費量は、外皮の平均熱貫流率と同様に1ランク上の住宅とほぼ等しくな

りました。カーテン使用時の一次エネルギー消費量を基準とした減少量から、一次エネルギー換算値9760kJ/kWh、電気料金1kWhを26円として二次エネルギー消費量（消費電力）と電気料金の減少量を計算した結果を図5に示します。1980年基準の住宅では複層ガラスの内窓を取付けると電気料金が約17,000円、ハニカムスクリーンで約8,000円の節約となります。

無断熱の住宅（1980年以前の住宅）は、外皮の平均熱貫流率3.03（W／（㎡・K））、設計一次エネルギー消費量89440MJで、複層の内窓で改修すると2.72（W／（㎡・K））、76031MJに改善され、暖房期の消費電力1242

表9 付属物の取付け位置

付属物	取付け位置
カーテン	浴室を除くすべての窓
ハニカムスクリーン	居室、洗面所の窓
内窓	居室、洗面所、浴室の窓

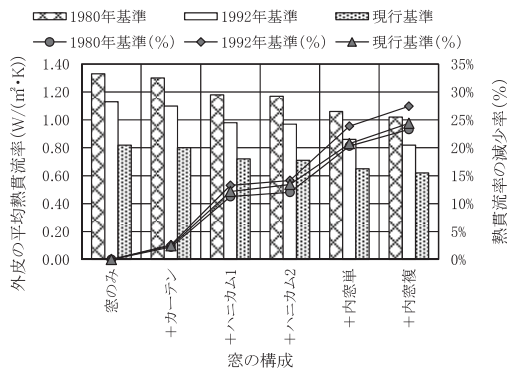


図3 外皮の平均熱貫流率

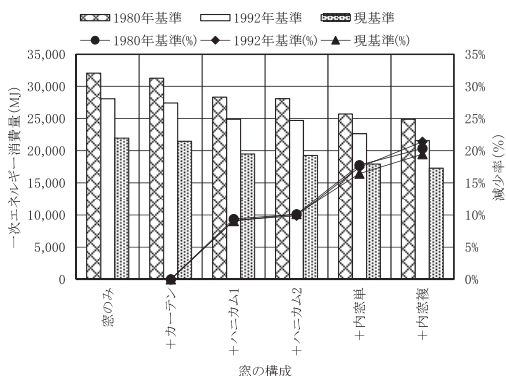


図4 設計一次エネルギー消費量と減少率

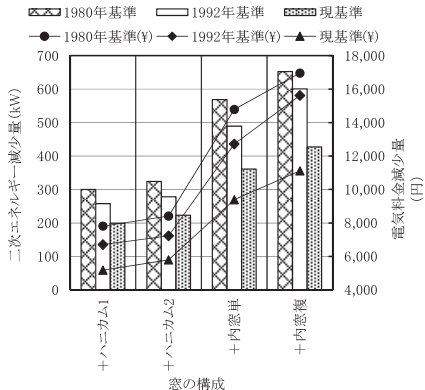


図5 二次エネルギー消費量と電気料金減少量

k W、電気料金 32,282 円の改善になりますが、改修する前の 1980 年基準の住宅の設計一次エネルギー消費量が約 2.5 倍で、更なる断熱改修が必要な状況といえます。

暖房に石油ファンヒーターなどの開放型燃焼機器を使用される方にご注意します。ハニカムスクリーンなどの付属物は気密性能が考慮されていないため、断熱性能が良くなるとその表面温度は室温に近づきますが、サッシの表面温度は下がり石油等の燃焼排ガス中に含まれる水蒸気により表面結露が多くなります。結露が心配な方は、PVC 樹脂や木製の内窓による改修をお勧めします。

数字上の省エネ効果は以上ですが、住宅の断熱化は、さらに省エネ化を図る可能性があります。居住者の体感温度は、温度・湿度・気流・ふく射熱（代謝量（作業状態）・着衣量など）によって決まります。ふく射熱は、周囲（壁・床・天井など）の表面温度と考えることができ、自立循環型住宅への設計ガイドライン（監修：国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所：現国立研究開発法人）では、体感温度＝（表面温度＋室温）/2 とされています。開口部の断熱性能は他の部位と比較して性能が劣るため表面温度は当然低くなります。また、夜間放射によりさらに下がる可能性もあります。したがって、断熱化により表面温度が高くなり室温が低くても体感温度が同じになると、エアコンの設定温度を下げるができます。暖房の設定温度を 1℃下げると約 10% の節電になるといわれています。室内環境を快適にして光熱費を削減できる、住まいながらの開口部の改修を検討されてはどうでしょうか。

BL 認定基準の省エネ法への活用について

6. BL 内窓の基準と外皮の平均熱貫流率の算出について

住宅・住戸の外皮性能計算プログラムでは、窓の断熱性能は、仕様で入力するか熱貫流率を

数値で入力します。仕様入力で計算に用いる熱貫流率は、「平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能に関する技術情報」に記載されています。数値での入力は、評価品と同等と認めた試験体の測定結果です。

BL 認定品の内窓試験成績書には、外窓、二重窓（外窓＋内窓）の測定結果と外窓と二重窓の熱貫流抵抗の差（熱貫流抵抗の増分 ΔR $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ）が示されます。BL 基準を熱貫流抵抗の増分 ΔR としたのは、外窓の熱貫流抵抗（熱貫流率の逆数）と内窓の ΔR をたし合わせれば二重窓の熱貫流率が求まるからです。試験時の外窓は、アルミの単板ガラス仕様がほとんどです。

住宅の評価時に、外窓がアルミの単板ガラス仕様で評価品と試験体の製品が異なるとき、試験成績書の結果を使用してよいかを確認する必要があります。評価品の断熱性能が試験体の性能以上であれば使用することができるのですが、同じアルミ単板ガラス仕様では、性能はほとんど変わらないので、それ以上の性能であるとは言えません。

BL 基準作成に関与したものとしては、技術情報に記載されている外窓の熱貫流率の逆数（熱貫流抵抗）と BL 基準の ΔR から算出した熱貫流率の使用を許可してもらえればと思います。

二重窓の仕様入力は、内窓が木製や樹脂製で単板ガラスの場合、大変不利な結果となります。技術情報には、単板ガラスの建具仕様が木製や樹脂製でも熱貫流率は、金属製と同じ 6.51 ($\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$) と示され、外窓と内窓の熱貫流率から二重窓の熱貫流率を算出する方法が記載されています。この方法と BL 基準の ΔR の測定結果と外窓の熱貫流抵抗から算出した二重窓の熱貫流率を表 10（内窓建具は木製・樹脂製）に示します。

内窓が複層ガラスの時は、両者の計算結果に大差はないのですが、単板ガラスの時は、熱貫流率で 0.48、0.36 ($\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$) と大きな

表 10 二重窓の熱貫流率

外窓		内窓		二重窓	二重窓＊	
金属製 単板	6.51	樹脂・ 木製	単板	6.51	3.22	2.74
			複層	2.91	2.00	2.04
金属製 複層	4.65		単板	6.51	2.69	2.33
			複層	2.91	1.78	1.89
複層ガラスは A6mm を想定						
二重窓は住宅・住戸の外皮性能の計算プログラムによる算出値						
二重窓＊は木製内窓の断熱性能測定結果△R と外窓の熱貫流抵抗から算出した値						

差が生じます。この原因は、単板ガラスの内窓の熱貫流率が、前述したように金属製と木製・樹脂製で同じ数値であることが原因と考えられます。BL の内窓の試験結果から二重窓の熱貫流率の算定式を使用して逆算すると木製・樹脂製の単板ガラスの熱貫流率は 4.81、4.71 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ；サンプル数 2) となります。単板ガラスの熱貫流率が建具の仕様が金属製と木製・樹脂製で同じ数値に設定されているのは、木製・樹脂製の単板ガラスのデータが不足しており、省エネ法では安全側の評価が前提であるため、性能が劣る金属製の建具と同一性能にしたものと推定されます。

BL 基準や評価時の試験結果を、省エネ法の評価に使用してもらうには、① BL の認定基準 ΔR の使用を認めてもらう、② 二重窓の試験結果の使用を認めてもらう、③ BL 評価基準を内窓単体の熱貫流率に変更し、「外窓を仕様規定・内窓を熱貫流率の測定結果」の使用を可能にってもらうなどの検討が必要です。個人的には、現在の ΔR の使用を許可してもらうのがベストと考えます。

今回の計算では、外窓の仕様規定の熱貫流率の値と BL 基準の ΔR から求めた熱貫流率を使用しています。

ハニカムスクリーンやカーテン使用時の住宅・住戸の外皮性能計算プログラムへの入力方法を記載します。プログラムでは、付属物としてシャッター・雨戸・障子が選択でき、性能は

BL の内窓と同じ ΔR で示され、シャッター・雨戸は 0.10、障子は 0.18 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) です。これらの付属物は、内窓とは異なり一日中閉めた状態で使用する製品ではないので、開いた状態と閉めた状態の熱貫流率の平均値を使用します。プログラムでは、シャッター・雨戸・障子の設置を選択すると入力した窓の仕様の熱貫流率と合わせて自動的に計算されますが、今回使用したハニカムスクリーンなどを選択することはできません。そこで、仕様規定の窓の熱貫流率と付属物による断熱性能の増分 ΔR を使用して技術情報に示されている計算式で窓に付属物を使用したときの熱貫流率をもとめて数値で入力しました。外皮の平均熱貫流率の算出としては間違っていないのですが、省エネ法の申請で認められるかは、確認する必要があります。最後に、付属物使用時の開口部の熱貫流率 U ($W / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$) の算出方法を記載しておきます。

$$U = 0.5 U_d + 0.5 U_{dr}$$

U_d ：窓の熱貫流率 ($W / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

U_{dr} ：付属物使用時の窓の熱貫流率
($W / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

付属物使用時の窓の熱貫流率 U_{dr} は

$$U_{dr} = 1 / (1 / U_d + \Delta R)$$

ΔR ：開口部に付属物を使用したときの熱抵抗の増分 ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)

7. おわりに

住まいながらできる開口部の断熱改修による省エネ効果を紹介してきました。建物の断熱改修を行わなくても、高効率のエアコンや暖房機器、太陽光発電の使用などにより省エネを実現することは可能ですが、前述したように、断熱化は室内環境の改善や居住者の健康につながるもので、偏った方法で省エネ化をはかるより、総合的に検討されることをお勧めします。

住まいながらにできる断熱改修ということで開口部について記載してきましたが、最後に、その他の部位についても少し触れておきます。

外壁・天井・床の断熱改修は、大がかりになり高額となるので、築年数や今後の住み替えなどを考えて実施するのをためらう方が多いと思います。床は、床下点検口などがあり、床下に入出入りすることが出来れば、住まいながらに改修できる工法もあるので検討されてはと思います。外壁と天井の改修には、BL 認定の断熱改

修用内装パネル（壁・天井）ユニットを使用すると簡単な工事で済みます。住宅全体の改修を行ったほうが省エネ効果は上がるのですが、今回ご紹介した方法は、部屋ごとの改修も可能なので、予算に応じて、暖房時間の長い部屋から検討されてはと思います。



回転貫入条件が羽根付き杭の 水平方向地盤反力特性に及ぼす影響

建築基礎・地盤業務部 久世 直哉

1. はじめに

筆者らは、既往の研究により、原位置試験等により羽根付き杭の周辺地盤における密度増加、構造の脆弱化、隙間の発生を確認している¹⁾。また、実大載荷試験により羽根付き杭の水平剛性は、埋込み杭に比べて低下する場合があることを確認している。

羽根付き杭周辺地盤における隙間については、羽根付き杭施工時における1回転あたりの貫入量 (s : 以下、貫入ピッチ) と羽根1巻き当たりの間隔 (p : 以下、羽根ピッチ) の比 (s/p) が1.0でない場合に発生する可能性がある²⁾と推察されているが、解明には至っていない。

そこで、本報では、羽根付き杭の回転貫入条件が、杭周辺地盤における隙間の発生及び杭の水平方向地盤反力特性に及ぼす影響を把握するため、原位置試験を行った結果について報告する。

2. 杭周辺地盤の目視観察試験

(1) 試験の目的及び方法

s/p が杭周辺地盤における隙間発生に及ぼす影響を確認することを目的とし、模型杭の施工後に杭周辺地盤を掘削し、杭周辺地盤の目視観察を行った。

(2) 杭諸元及び地盤条件

施工した杭は、軸部径19mm、羽根部径38mm、羽根ピッチ9.5mmの模型鋼管杭であり、 s/p は、0.5、1.0、1.5(管理許容値はいずれも ± 0.1)

とした。施工場所は、茨城県つくば市とし、対象土は、粘土質ローム(図1参照)とした。

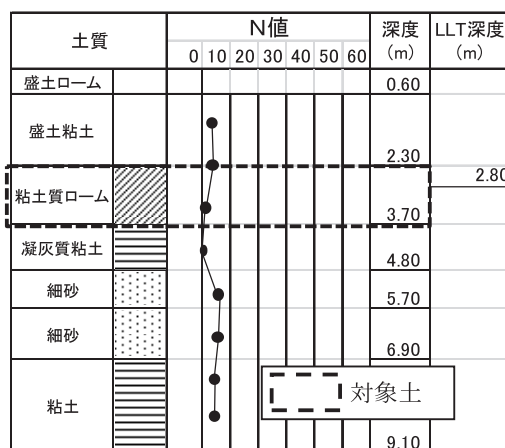
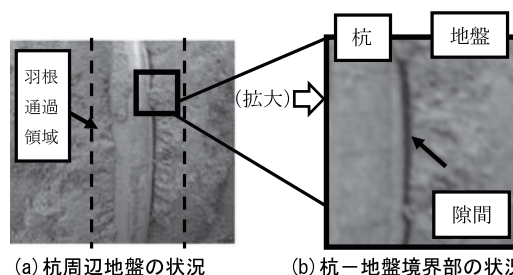


図1 試験場所における土質柱状図

(3) 試験結果

杭施工後の杭周辺地盤状況を写真1及び写真2に示す。

目視観察の結果、 $s/p=1.0$ の場合、羽根通過領域(写真1(a)参照)においては羽根が通過したような形跡が認められたが、隙間は確認されなかった。しかし、杭周面と地盤との境界部においては、局所的な隙間が確認された。



(a) 杭周辺地盤の状況

(b) 杭-地盤境界部の状況

写真1 羽根付き杭施工後の杭周辺地盤状況

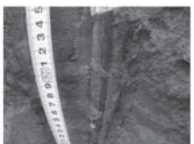
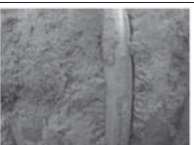
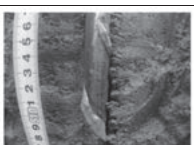
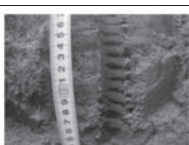
s/p	杭と地盤境界の隙間	羽根通過領域の隙間
0.5	 ほとんど無し	 無し
1.0	 少し有り	 無し
1.5	 大きく有り	 大きく有り

写真 2 杭周辺地盤の隙間発生状況

また $s/p=0.5$ の場合は、羽根通過領域にも杭周面と地盤との境界部にも隙間が確認されなかった。一方、 $s/p=1.5$ の場合は、羽根通過領域にも杭周面と地盤との境界部にも大きな隙間が生じていた。

3. 孔内水平載荷試験

(1) 試験の目的

羽根付き杭周辺の地盤における隙間が、水平方向地盤反力特性に及ぼす影響を把握することを目的とし、杭施工により築造した孔壁における孔内水平載荷試験を行った。また、比較のため原地盤における孔内水平載荷試験も行った。

(2) 杭諸元及び地盤条件

施工した杭は、軸部径 45mm、羽根部径 67.5mm、羽根ピッチ 27mm の模型杭であり、 s/p を 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 とした。また、試験場所・対象土は、2. 項と同じとした。

(3) 試験方法

孔内水平載荷試験は、プレッシャーメーター試験方法 (JGS 1531-2012) に準じて実施した。

なお、原地盤においては、実務において広く実施されているプレボーリング型のプレッシャーメーター試験とした。一方、羽根付き杭周辺地盤においては、杭施工後の孔壁に対する水平方向地盤反力特性を精度良く把握するためセルフボーリング型のプレッシャーメーター試験とし、測定管の先端に螺旋状の羽根を有する模型杭を取り付け、その模型杭付きの測定管を回転貫入により地盤中に埋設した。セルフボーリング型の測定管先端形状を図 2 に示す。

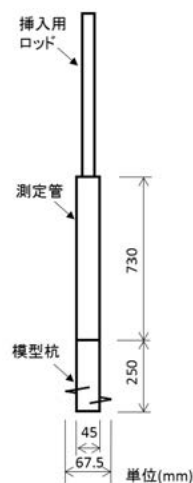


図 2 セルフボーリング型の LLT 測定管先端形状

(4) 試験結果

孔内圧力 (p) - 孔壁ひずみ ($\Delta (r/r_0)$) 関係を図 3 に、試験結果一覧を表 1 及び表 2 に示す。

$s/p=1.0$ の場合、低ひずみ領域において孔内圧力がほとんど増加しない、いわゆる「初期がた」の発生が確認された。その後、孔壁ひずみの増加に従い、原地盤の $p-\Delta (r/r_0)$ 関係曲線に漸近し、最大圧力は原地盤とほぼ同じであった。

$s/p < 1.0$ の場合、初期剛性及び最大圧力が、いずれも原地盤よりも大きかった。特に $s/p=0.5$ の場合においては、初期がたが発生せず、加力直後から圧力の増加が確認された。

$s/p > 1.0$ の場合は、初期剛性及び最大圧力が、いずれも原地盤よりも小さかった。

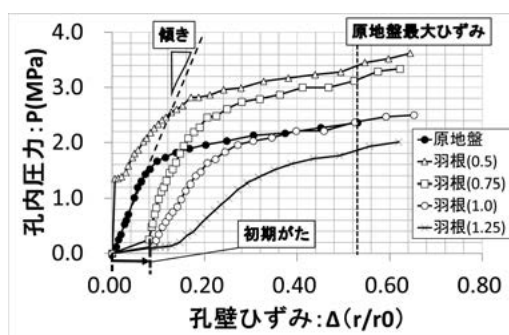


図3 孔内圧力 (p) - 孔壁ひずみ (Δ (r/r0)) 関係図

表1 LLT 結果一覧

調査位置	s/p	初期がた	初期剛性 ^{※1}	最大圧力 ^{※2} (MPa)
原地盤	—	—	20.9	2.36
羽根付杭 周辺	0.50	0.00	51.2	3.40
	0.75	0.06	22.1	3.14
	1.00	0.08	13.6	2.38
	1.25	0.12	7.5	1.86

※1 初期がた後の勾配

※2 原地盤の最大ひずみ到達時における圧力

表2 LLT 結果一覧

調査位置	s/p	初期剛性の比 ^{※1}	最大圧力の比 ^{※2}
羽根付杭 周辺	0.50	2.45	1.44
	0.75	1.06	1.33
	1.00	0.65	1.01
	1.25	0.36	0.79

※1 原地盤に対する初期剛性の比

※2 原地盤に対する最大圧力の比

4. まとめ

s/p=1.0 の場合、p-Δ (r/r0) 関係曲線において初期がたが確認された。これは杭と地盤の境界部分に生じた隙間が影響したものと考えられる。

s/p が 1.0 よりも小さくなるに従い、原地盤に比べて初期がたは小さく、初期剛性と最大圧力は大きくなった。

【参考文献】

- 1) 久世直哉, 末政直晃, 井上波彦, 二木幹夫: 回転貫入により施工される羽根付き杭の周辺地盤の土性変化と水平抵抗特性, 日本建築学会構造系論文集, 第 727 号, pp1455-1465, 2016.9
- 2) 国府田誠, 佐藤秀人, 刑部徹, 国司基, 永田誠, 平田尚, 田村昌仁: 螺旋羽根を持つ回転貫入杭の貫入および支持力に関する基礎的研究, 日本建築学会構造系論文集, No.601, pp.91-98, 2006

伝統家屋の改修における 断熱性能及び防火性能の検証

性能試験研究部 野中 峻平

1. はじめに

地方創生の政策として、地域観光資源である歴史的建造物の利活用が期待されている。一方、それらは現在の建築基準法の構造・防火規定等を満たさない場合があり、また集合して町並みを形成しているため、市街地火災への発展防止という課題を抱えている地域も多い。より万全な対策を講じる上で、その基盤として建物の防火性能の向上が必要であると考えられる。

また、これらの歴史的建造物の防火改修を行う場合、その歴史的価値を損ねないような措置が求められる他、防火改修単体ではなく、断熱性能や耐久性能の改修に付随して防火性能の向上を図る、複合的な改修手法の重要性が高いと思われる。そこで、本研究報では、外壁開口部に設置された既存木製建具の断熱性と防火性能双方の向上を同時に図る改修仕様の検討を行った。

2. 改修仕様の概要

既存の建具を活かして外観を保存しつつ、断熱性能と防火性能の向上を図るため、木製内窓設置による二重窓化を基本に改修仕様の検討を進めた。以下に改修措置をその狙い（熱：断熱性能向上、火：防火性能向上、観：景観考慮、犯：防犯性向上）と共に示す。

- ・既存開口部の内部に防火戸を設置した二重窓で平時の断熱性能も併せて向上…（熱）（火）
- ・防火戸には素地のままのスギの木製枠と、透

明で同価格帯の耐熱強化ガラス 5mm を採用…（観）（火）

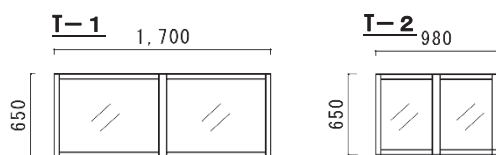
- ・防火戸の障子見込み寸法を 15+15=30mm に抑制…（観）
- ・ガラス周囲の遮炎性向上にシリコン製コーキングの使用と、押縁の面取による熱気流の滞留阻止…（火）
- ・ガラス呑み込み深さは、裏面への熱抜けと温度差による熱割れの双方を考慮して 15mm で設定…（熱）（火）
- ・召し合わせ部の隙間を減らすため、V レールとネジ締金具を採用、たて枠を溝加工するとともに内部窓枠は屋内側へ偏芯配置することで火炎への露出を制限…（熱）（火）（犯）

3. 断熱性能試験

開口幅と二重窓化の有無（外窓単独及び内窓設置後）をパラメータとして合計 4 仕様の試験体に対し、JIS A 4710:2015「建具の断熱性試験」による測定を行い、熱貫流抵抗値を算出した（表 1）。選定した建具の仕様を図 1 及び図 2 に示す。

表 1 断熱性試験結果

単位 ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$)	T-1		T-2	
	外窓単独	内窓有	外窓単独	内窓有
熱貫流抵抗値	0.160	0.320	0.160	0.333



単板透明ガラス $t = 2 \text{ mm}$

図1 既存開口部（外窓）仕様

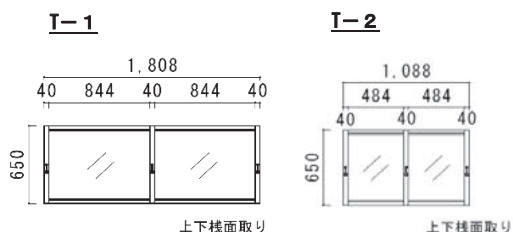


図2 防火戸（内窓）仕様

熱貫流抵抗値を比較すると、開口幅の大小に依らず、熱貫流抵抗は2倍に増加することが分かった。内窓設置前の値は次世代省エネ基準において適用外の数値であるのに対し、設置することにより次世代省エネ基準のⅢ地域（主に東北地方）に対応した断熱性能まで引き上げられたことが分かる。

4. 遮炎性能試験

本研究で対象とするのは防火・準防火地域における外壁に設置される開口部の防火性能であり、外部からの延焼防止性能を把握するため屋外側を加熱面として、内窓設置後の二重窓化した開口部（断熱性能試験時と同様開口幅）を左右に並べて加熱を行った（図3に示す）。

加熱は、（一財）バッテリービングの壁炉を使

用し、ISO834に規定する標準加熱曲線に沿わせた加熱を行った。

加熱を20分間継続して目視による観察を行い、非加熱面（屋内側）の発炎等の有無を確認した。以下にその結果と考察を示す。

- ・加熱16分10秒時に、T-1の上枠より10秒以上継続する発炎を確認した（写真1）。
- ・耐熱強化ガラス（屋内側）は加熱20分時においても割れず、火炎の噴出を抑制することができた。
- ・加熱側窓枠の炭化が進んだ後も、非加熱側戸先側ネジ締金具の固定が作用しており、試験後も窓枠が脱落することにはなかった。
- ・輻射計（非加熱面より1m後方に設置）により受熱量の測定結果を図4に示す。20分時にける 6.7 kW/m^2 は遮炎性能を満たす防火設備の受熱量と比較して高い数値ではない。

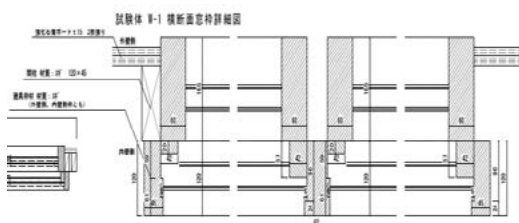


図3 水平断面詳細図



写真1 発炎時の非加熱面の状況

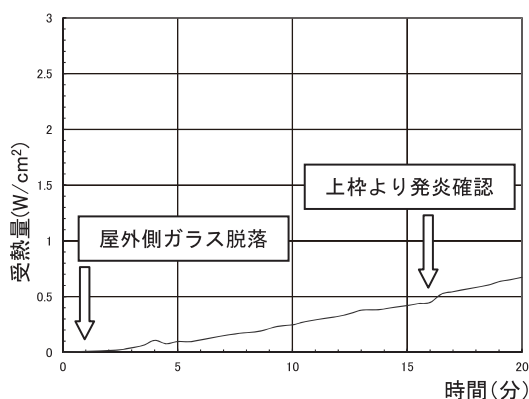


図4 水平断面詳細図

5. まとめ

防火設備の遮炎性能の基準 20 分間には満たないものの、簡易な木製二重窓の設置で一定時間、遮炎性能が担保された。先に示した改修仕様において、ガラス呑みこみ深さを確保した上でネジ締金具を採用し、内窓炭化によるガラス脱落防止が遮炎性に大きく寄与したと考えられる。

今後の検討として、既存建築物に対する防火改修を考えた場合、新築同様 100 点満点を求めずとも、実効性を鑑みて段階的な改修（防火性能の向上）やソフト面での対策と併せた総合的な評価の枠組みが必要と考える。例えば本研究で意図したように、日常の断熱性能向上を併せて示すことで、建物所有者の需要の開拓を行ったり、遮炎性が失われたのちも、開口部からの輻射量を継続して測定することで、内装不燃化などの対策と併用して所定の性能を満足させるなどの対策について検討する必要がある。

【参考文献】

山田誠，防火木製サッシの開発経緯と防火上の留意点，住宅と木材，2013-7

【謝 辞】

試験体製作において、けんちく工房の山本氏、白組の白土氏、染谷建具店の染谷氏には多大なるご尽力を賜りました。心よりお礼申し上げます。

プレボーリング拡大根固め工法における 根固め部の強度特性

建築基礎・地盤業務部 田井 秀迪

1. はじめに

近年、埋込み杭工法における、根固め部の強度管理方法として、根固め部より未固結の状態にて採取された試料（以下、未固結試料）を用いた圧縮強度の確認が実施されている。しかし、地盤種類や根固め部の築造方法等により、根固め部の品質は異なるため、未固結試料とコア試料の強度の関係性については十分に把握されていない。

そこで、本報告では、プレボーリング拡大根固め工法によって施工された根固め部の強度について、提供された試験データを整理し、未固結試料とコア試料との強度関係について分析した結果について述べる。また、試料採取型枠の違いが圧縮強度に及ぼす影響についても分析した。

2. 試験概要

試験場所は岐阜県瑞穂市内である。根固め部の築造深度はGL-10.30m～13.10mであり、土質は礫混じり細砂である。試験場所におけるボーリング柱状図を根固め部築造深度と合わせて図1に示す。根固め部は、根固め液を掘削底面（GL-13.10m）の位置で所定量注入した後、掘削底面から根固め部上端深度（GL-10.30m）までの区間において残りの根固め液を注入しながら正回転で上下2回往復して築造されたものである。根固め部の築造手順を図2に示す。なお、根固め液として使用されたセメントミルクの配合は表1のとおりである。



図1 ボーリング柱状図と根固め部位置

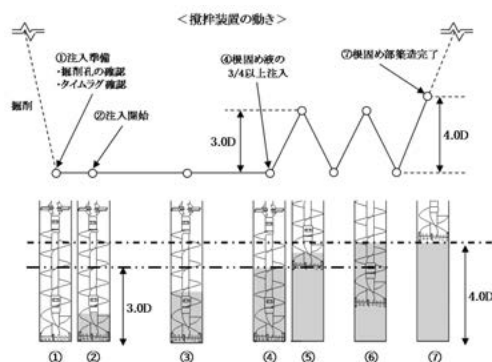


図2 根固め部の築造手順図

表1 セメントミルク配合表

W/C (%)	セメント (kg)	水 (L)
60	1092	655

3. 試料採取方法

表2に試料一覧を示す。

プラント試料は、全自動プラントで混練されたセメントミルクである。供試体の採取型枠は、直径50mm、高さ400mmのビニール袋（以下、ビニール袋）および直径50mm、高さ120mmの紙モールド缶（以下、モールド缶）の2種類とした。また、養生方法は、供試体作成後に20℃の部屋で封かん養生し、その翌日から試験日まで標準養生とした。

未固結試料は、根固め部築造後に未固結試料採取器を用いて採取されたものである。未固結試料採取に用いられた採取器を写真1に示す。採取方法は水圧式2工程採取¹⁾である。供試体作成に用いた型枠および養生方法はプラント試料と同様である。未固結試料の供試体作成方法は「根固め部の未固結試料採取・調査・試験マニュアル」¹⁾に従い、10mm以上の礫を除去している。

コア試料は、コアボーリングを用いて採取

表2 試料一覧

試料	採取方法	採取型枠	本数	材齢
プラント試料	—	ビニール袋	16	28日
		モールド缶	16	
未固結試料	水圧式2工程採取 ¹⁾	ビニール袋	18	
		モールド缶	18	
コア試料	コアボーリング	—	12	52日



写真1 未固結試料採取に用いた採取器

されたものである。採取深度はGL-10.3m～13.1m間の12深度であり、採取本数は1深度につき1本である。供試体は原則として直径70mm、高さ140mmとした。コア採取日は根固め部築造から50日目であり、採取後は20℃の部屋で封かん養生した。

4. 試験方法

未固結試料の採取方法および圧縮強度試験方法は、「根固め部の未固結試料採取・調査・試験マニュアル」¹⁾に従って実施された。

5. 採取型枠の違いによる強度比較

未固結試料とプラント試料の圧縮強度試験結果を採取型枠の種類毎に表3に示す。ビニール袋を用いた試料の圧縮強度の変動係数はモールド缶を用いた試料の圧縮強度に比べて低く、プラント試料においてその差が顕著であった。

表3 未固結試料とプラント試料の圧縮試験結果表

	未固結試料 (ビニール袋)	未固結試料 (モールド缶)	プラント試料 (ビニール袋)	プラント試料 (モールド缶)
本数 (本)	18	18	16	16
平均 (N/mm ²)	25.6	24.8	49.3	44.5
標準偏差 (N/mm ²)	1.7	2.3	3.6	8.9
変動係数 (%)	6.6	9.3	7.3	20.0

6. 未固結試料とコア試料の強度比較

未固結試料とコア試料の圧縮試験結果表を表4に、圧縮強度比較図をコア試料の湿潤密度と合わせて図4に示す。未固結試料の平均圧縮強度はコア試料に比べて低かった。コア試料の平均圧縮強度のばらつきは未固結試料に比べて大きい、採取深度が深くなるほど圧縮強度は高くなり、密度も同様の傾向であった。

表 4 未固結試料とコア試料の圧縮試験結果表

	未固結試料	コア試料
本数 (本)	36	12
養生日数 (日)	28	52
平均 (N/mm ²)	25.2	41.7
標準偏差 (N/mm ²)	2.0	9.9
変動係数 (%)	8.0	23.8

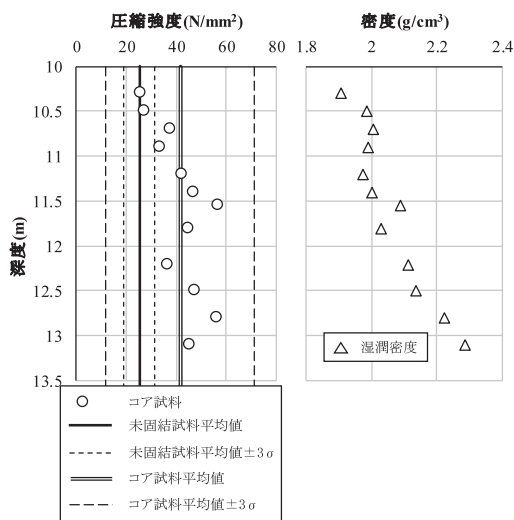


図 4 未固結試料とコア試料の圧縮強度比較図

- ・未固結試料の圧縮強度の平均値は既往の報告¹⁾と同等で 25N/mm² 程度であった。
- ・コア試料の圧縮強度は、深度が深くなるほど高くなる傾向であり、密度と相関があることが確認できた。
- ・未固結試料の平均圧縮強度はコア試料と比べて低く、未固結試料の圧縮強度のばらつきはコア試料のばらつきに比べて小さかった。

本報告では採取型枠の違いが圧縮強度に与える影響および未固結試料とコア試料の圧縮強度について分析した結果を述べた。採取型枠によって圧縮強度のばらつきに差が生じた要因については、現時点では不明であり今後の検討が必要である。未固結試料とコア試料における圧縮強度に差があるが、未固結試料の採取深度、未固結試料の供試体作成の過程における礫分の除去、供試体の寸法、養生方法の違いなどが影響したと考えられる。

今後は、地盤の種類、土混入率などの影響についても考慮し、根固め部の強度特性に関するデータの収集・分析を行い、未固結試料を用いた根固め部の品質管理手法について検討していきたいと考える。

【参考文献】

- 1) 高支持力杭の根固め部品質管理研究会：「根固め部の未固結試料採取・調査・試験マニュアル (Ver.2.0)」(2014 年 10 月)

7. まとめ

本報告で確認したことは以下である。

- ・採取型枠の違いが圧縮強度のばらつきに影響があることが確認された。

35度開先面に融合不良を有する 接合部の繰返し载荷実験

性能試験研究部 服部 和徳

1. はじめに

溶接欠陥は継ぎ手の強度や伸びに影響すると考えられ、開先面に発生する融合不良も溶接欠陥の一つであり、溶接接合部の表面に位置すると破壊の起点になりやすいと危惧される。そこで、本研究では昨年度の実験¹⁾に引き続き、大きさ、角度、位置の異なる欠陥が施された実験体の繰返し曲げを行い、その欠陥が破壊にどのように影響するかを検証する。

2. 試験体

試験体の形状を図1に示す。各試験体は開先角度35° または0°の開先面に沿った溶接欠陥

を表面側と底面側に有するモデルを対象とし、中央欠陥と端部欠陥について実験を行うこととする。底面側は初層欠陥を想定したものである。欠陥の位置を図2に示す。また欠陥の寸法、面積、欠陥率を一覧にして表1に示す。

シリーズ1が¹⁾昨年度実施した実験であり、シリーズ2が本実験である。本研究では欠陥の位置・形状などの幾何学的観点から明らかにす

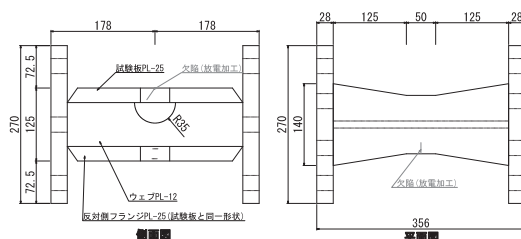


図1 試験体

表1 試験体および試験結果一覧

	No.	欠陥位置	表面・裏面	欠陥角度	欠陥寸法 (mm)			欠陥率 %	Pmax kN	δ max mm	η s	η	破壊サイクル
					高さ	長さ	幅						
シリーズ1	1	中央	表面	35°	1.2	100	0.4	4.8	387.5	45.38	12.8	47.8	+8
	2				2.5	28	0.4	2.8	392.5	45.60	12.6	48.1	+9
	3				5	14	0.4	2.8	397.2	45.76	12.9	45.1	+9
	4				5	28	0.4	5.6	359.2	45.59	5.8	33.1	+8
	5				10	23	0.6	9.2	346.7	34.00	7.1	27.8	+7
	6				20	38	1	30.4	259.4	22.50	2.3	10.3	+5
	7	端部	表面	35°	25	10	1	10	350.7	36.81	6.3	29.0	+7
	8				2.5	14	0.4	1.4	397.1	45.60	16.6	61.2	+9
	9				5	7	0.4	1.4	402.3	49.76	15.6	64.1	+9
	10				5	14	0.4	2.8	381.7	45.53	13.6	38.9	+8
	11				10	11.5	0.6	4.6	361.0	34.49	7.4	21.7	+6
	12				20	19	1	15.2	278.4	23.00	2.3	12.2	+5
	13				25	5	1	5	364.0	29.17	6.2	19.6	+6
シリーズ2	14	端部	表面	35°	10	10	0.6	4	371.5	46.73	9.4	31.9	+7
	15		表面	0°	10	10	0.6	4	371.6	50.14	9.2	35.1	+8
	16		底面	0°	10	10	0.6	4	382.8	49.24	12.4	43.9	+9
	17	中央	表面	35°	10	20	0.6	8	358.8	41.33	8.2	31.2	+7
	18		表面	0°	10	20	0.6	8	360.9	36.76	8.7	30.5	+8
	19		底面	0°	10	20	0.6	8	365.1	45.56	9.2	33.5	+8

Pmax : 最大荷重、 δ max : 最大変位 (最大荷重の90%) η s : スケルトン曲線より算出した累積塑性変形倍率 (正側: 最大荷重値まで) η : 累積塑性変形倍率 (正側: 最大荷重の90%まで)全塑性時の弾性変位 (計算値) δ p : 7.1mm (シリーズ1)、7.3mm (シリーズ2)

全塑性荷重 (計算値) Pp : 245kN (シリーズ1)、252kN (シリーズ2)

全塑性モーメントは、0°Cにおける素材試験結果を用いて算出

るため、溶接は行なわず、均質な母材に切欠き状の欠陥を人工的に設けることとし、試験板は幅 140mm、長さ 300mm、板厚 25mm の SN490B 鋼材に欠陥を放電加工で作成した。表 2 に使用鋼材の機械的性質を示す。

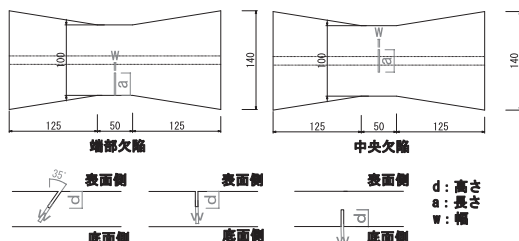


図 2 欠陥の角度および位置

表 2 鋼材の機械的性質

シリーズ	鋼材	t	σ_y	σ_u	EL.	Y.R.	vEo
		mm	N/m ²	N/m ²	%	%	J
シリーズ 1	SN490B	25	377	519	31	72	235
シリーズ 2			401	542	28	74	240

t: 板厚、 σ_y : 降伏点、 σ_u : 引張強さ、EL.: 伸び
Y.R.: 降伏比、vEo: 0℃シャルピー吸収エネルギー

3. 実験方法

実験装置はアムスラー型油圧万能試験機を用いた。図 3 のように試験体と加力ビームをボルトで繋ぎ、載荷点ビームを載せ 2 点載荷として荷重を加える。弾性範囲の $\pm 100\text{kN}$ を一回行い正負交互に繰返し全体中央変位 δ が $\pm 12\text{mm}$ 、 $\pm 24\text{mm}$ 、 $\pm 36\text{mm}$ 、 $\pm 48\text{mm}$ となるように各 2 回ずつ行い、その後は押し切りとした。

本実験では試験温度を 0℃ と設定し、ドライアイスで冷やしたエタノールを冷媒として試験体に接触させて冷却した。試験体の鋼板の内部まで十分に冷やすため加力前から 30 分程度冷却し、載荷中も冷却し続けた。

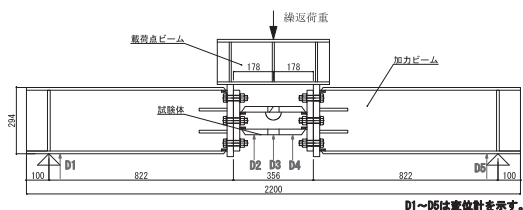


図 3 載荷方法と測定位置

4. 実験結果

実験結果一覧を表 1 に、荷重 - 変位関係およびスケルトン曲線を図 4 に示す。No.14、No.15 は脆性的に破断し急激に荷重が落ちた。他の試験体については延性的に破断したので荷重がゆっくりと降下した。端部欠陥の No.16 は $\pm 48\text{mm}$ で破断しなかったため、正側への押し切りの荷重上昇中で脆性的に破断した。

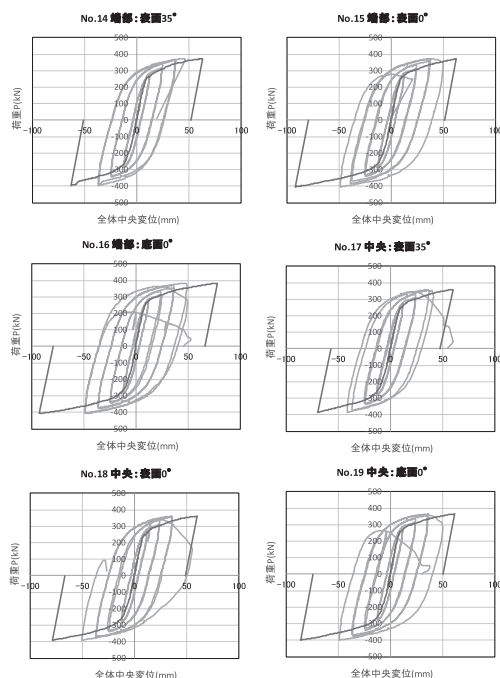


図 4 荷重－変位関係

5. 考察

実験結果から得られた荷重 - 変位曲線の正側のすべてのループについて足し合わせたもの (= W_{total}) を以下のように P_p 、 δ_p で除して累積塑性変形倍率 η を求めた。 η は最大荷重の 90% まで足し合わせた。

$$\eta = \frac{W_{total}}{P_p \delta_p}$$

またスケルトン曲線による累積塑性変形倍率 (η_s) も求めた。欠陥率と累積塑性変形倍率 η_s の関係を図5に示す。

いずれも欠陥率が大きくなると性能が低下しており欠陥率が高いほうが破壊しやすいと考えられる。中央欠陥より端部欠陥の方が同じ欠陥率でも破壊しやすいと考えられる。

各試験体の η_s の比較を図6に、 η の比較を図7に示す。同じ欠陥寸法でも、初層欠陥に相当する底面側の欠陥は若干 η が大きく、破壊しにくいことが分かるが、表面側の欠陥は角度が異なることで明瞭な違いは認められない。

6. まとめ

今回の研究では融合不良が継手性能に与える影響を、繰返し載荷実験を行い検討した。同じ欠陥率では端部欠陥のほうが中央欠陥より破壊しやすい傾向があることを確認した。欠陥角度が 35° と 0° の影響については、明瞭な違いは認められなかったが、今後FEM 解析を行い、欠陥近傍の応力ひずみ状態を実験結果と比べながら検討していく必要がある。

【参考文献】

- 1) アルミニウム サミル, 服部和徳, 見波進, 笠原基弘: 35 度開先面に融合不良を有する接合部の繰返し載荷実験 (その1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.1043-1046, 2015.9

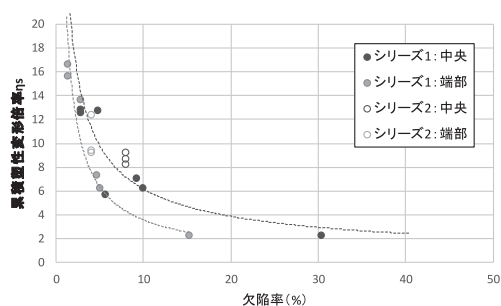


図5 欠陥率と η_s の関係

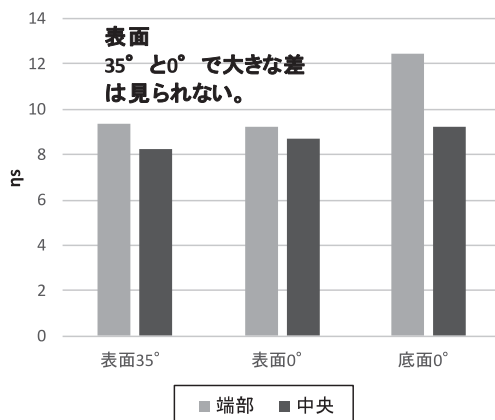


図6 η_s の比較

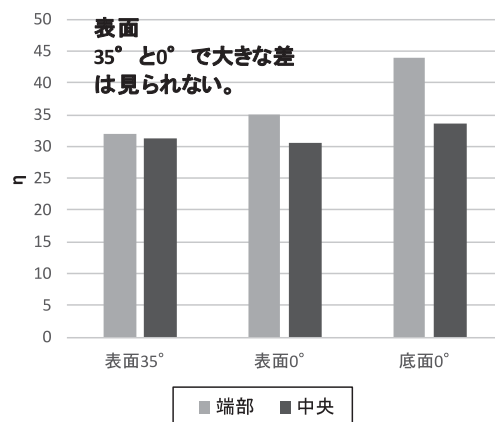


図7 η の比較

大型壁加熱炉竣工披露式を行いました。

性能試験研究部 野中 峻平

1. はじめに

当財団の防耐火試験業務拡大のため、昨年の12月より大型壁加熱炉の製作及び新試験棟の着工が始まり、今年の6月には設備・建屋ともに無事竣工致しました。そして7月15日、関係団体ならびにご愛顧いただいている企業の皆さまをお招きし、竣工披露式を開催致しました。本報ではその披露式について、ご報告させていただきます。

2. 披露式概要

披露式は新試験棟である「第二防耐火試験棟」で行われ、本格的な夏の到来を感じる暑さの中、約80名の方々にご来場いただきました。

当財団の井上理事長の挨拶の後、来賓の国土交通省住宅局建築指導課の石崎課長、建築研究所の坂本理事長、国土交通省国土技術政策総合研究所の香山副所長より祝辞を賜りました。

つづいて、スライド及び特別製作のパンフレット（ご要望があれば差し上げます）を用いて設備の特徴を説明させていただいた後、大型壁加熱炉の点火式を行いました。（写真1）

点火式は専用台車を用いた試験体のセットから始まり、井上理事長が点火を行いました。大勢の方が見守るなか、滞りなく進行し、加熱温度・非加熱面の状況及び新設したフードによる排煙の様子をご覧いただきました。

3. 懇親会

試験設備の自由見学後、当施設の本館1Fにて懇親会を開きました。（写真2）来賓の方々の楽しい交流を見て、前日から緊張が続いていた筆者はようやく安堵することができました。

※ 施設見学歓迎です。お気軽にご連絡ください。



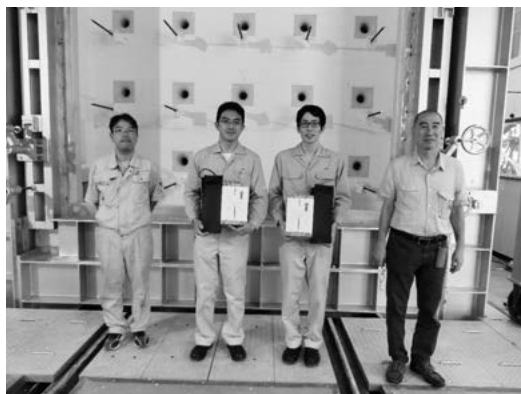
写真1 点火式の様子



写真2 懇親会の様子

新設した大型壁加熱炉の 依頼試験を開始しました！

このほど新設いたしました大型壁加熱炉において第一号となる試験のご依頼をいただいた吉野石膏株式会社商品開発部様へ、試験終了後、当センター所長の藤本より、記念品の贈呈をさせていただきました。（7月25日）



BLつくば主催 第1回TBTL座談会開催報告

開催日：2016年7月22日（金）

16：00～17：30

@ TBTL 本館多目的室

テーマ：“第三者機関”として意識していること

参加者：金城、久世、下屋敷、福田

BLつくば編集委員（吉田主査、白井、

北館、小谷、永谷、野中）

（敬称略、五十音順）

今回の企画は、本号の号担当である久世さんの強い希望により実現しました。

各種評価業務を担当している職員は、日ごろから“第三者機関”としてどのような意識を持ちどのような考えに基づいて業務を遂行しているのか、座談会形式でざっくばらんに意見交換するという趣旨でした。初めのお題はそれぞれが担当する業務の紹介で、主テーマではありま

せんでしたが、同じ評価業務であっても、分野により評価の考え方、進め方、留意点など大きく異なることが多いことを知り、自発的に意見・感想を言い合うなど終始盛り上がりました。

今後もメンバーやテーマを変えて開催する予定です。

（記録：永谷）



座談会の様子

（左奥から時計回りで、下屋敷、久世、福田、金城）



自己紹介



性能試験研究部 北館 賢次

1. BL と私の出会い

平成 28 年 4 月 1 日付けで、ベターリビングに正式採用していただいた北館賢次と申します。前職は、茨城県内の小さな設計事務所にて主に都市計画法の許認可を業務として勤めておりました。自営業ではありますが、3 年ほど設計事務所を営んでいた時期もあります。そんな中、建築業界ではよく耳にする「ベターリビング」で求人していることを知りました。学歴がない私が入れるわけがないだろうと思いながら「面接だけでも受けてみるか」と安易な気持ちで面接を受けてみると、採用の連絡を受け「えっまさか」と平静を失うとともに喜びを感じました。

2. TBTL での業務

その後、つくば建築試験研究センター (TBTL) で、防火設備の試験体製作管理業務に就きました。当初は、防火設備の検品？製作管理？これは畑違いの所へきてしまったのでは、と不安な日々をおくりました。しかし、当時の上司や先輩方からさまざまなことを学び、今では試験体の製作まで行えるようになり、内製化できるようになったのです。

3. 今後の業務

今年度新体制の下、性能試験研究部としてスタートしたことから、さまざまな分野の仕事に邁進してまいりたいと考えております。

人生の半分が過ぎてしまった私を正式採用してくださったベターリビングは、とても寛大であり、必ずベターリビングに報いることを心に深く銘記したしだいです。

4. 休日の過ごし方

趣味は魚釣りや牡蠣・貝採り等で、海で遊ぶことが大好きです。週末天気がよければ毎週のように 2 時間かけて海まで通っています（子供やかみさんに相手にしてもらえないのもあり）。料理も好きで、自分で釣ってきた魚や牡蠣を調理して、それを晩酌のお供にして楽しんでいます。

5. 終わりに

TBTL には、2 人ボウズがいます。格好良いボウズが藤本所長、格好悪いボウズが私です。とても判りやすいと思います。

簡単な自己紹介でしたが、皆様どうぞよろしくお願いいたします。



自己紹介



性能試験研究部 小谷 直人

2016年4月1日付けで嘱託採用となりました小谷直人と申します。ベターリビングに入りたいと思うようになったきっかけは大学時代BLで行った実験です（厳密には建築研究所の施設を使用しました）。元々試験、研究という分野に興味があった事もあり、縁あってベターリビングで働ける事となりました。未熟者ですがご指導の程宜しくお願い致します。

出身は愛媛県松山市、大学は北海道札幌市、就職先は茨城県つくば市と日本を飛び回ってきました。つくば市は「不便な場所だ」「車社会だ」という話をよく聞いていますが、元々住みたい場所のこだわりはなく、今のところはむしろ暮らしやすい場所だと思っています。

建築に興味を持つきっかけの一つとなったのは中学時代のロボットコンテストで得た力学の知識だと思っています。その事もあり元々力学、構造にしか興味がありませんでした。大学でも

建築構造を得意とし、建築計画などは非常に苦手としていました。ただやりたい事をやりたいようにしかやってこなかったのではないかとと思っています。当然研究室も構造の研究室と決め、鉄骨造を専門としていました。研究室において私は性格的な意味でも得意分野の意味でも特殊人物として認識されていたように感じています。なんとなくやりたい事をやりたいように研究していれば、なんとなく認めてもらえたように感じているというのが正直なところです。研究室の素晴らしい方々などをみていると、恐らく私は一般的なエリートにはなれないと思っており、斜め上の存在を目指したいと思っています。ただ、そのための最低限必要な知識、技術さえもまだ無いのが現状なので、まずベターリビングで働く上での基礎的な仕事を覚えていきたいと思っています。このような私ですが今後とも宜しくお願いします。





夏の終わりにビッグニュースが飛び込んできました。あの「こち亀」が連載終了となるということです。

こち亀の連載が続いていて当たり前、というよりは、1975年生まれの私にとっては物心がついたときから今まで、ずっと連載されていたので、びっくりすると共に、イチローのシーズン200本安打が途切れたときと同じように、何とも言えない気持ちになりました。私は、滅多にメディアに登場しない作者の秋本治さんのコメントを求めてネットを漁りました。「体力の限界。気力も無くなり・・・」と千代の富士のようなコメントを勝手にイメージしていましたが、見つけた記事には「これを区切りに、新しいことにチャレンジしたい。」と書かれていたので、再びびっくりしました。

BLつくば建築試験研究センターには、私と同世代（私より少し先輩の方々）がたくさんおられます。皆さん、各分野の専門家です。今号のBLつくば企画・編集作業にあたっては、このメンバーを中心に執筆者を選定したこともあり、センター内の同世代の方々が、普段どのような仕事を、どのような思いを抱きながら行っているのか、短い時間ではありましたが本音の議論をすることができました。

BLでは、新しいことへの取り組みを厭わず、時にはゴジラにも対応すべく、皆様のお役に立てる仕事を実施します。これからもよろしくお願い申し上げます。

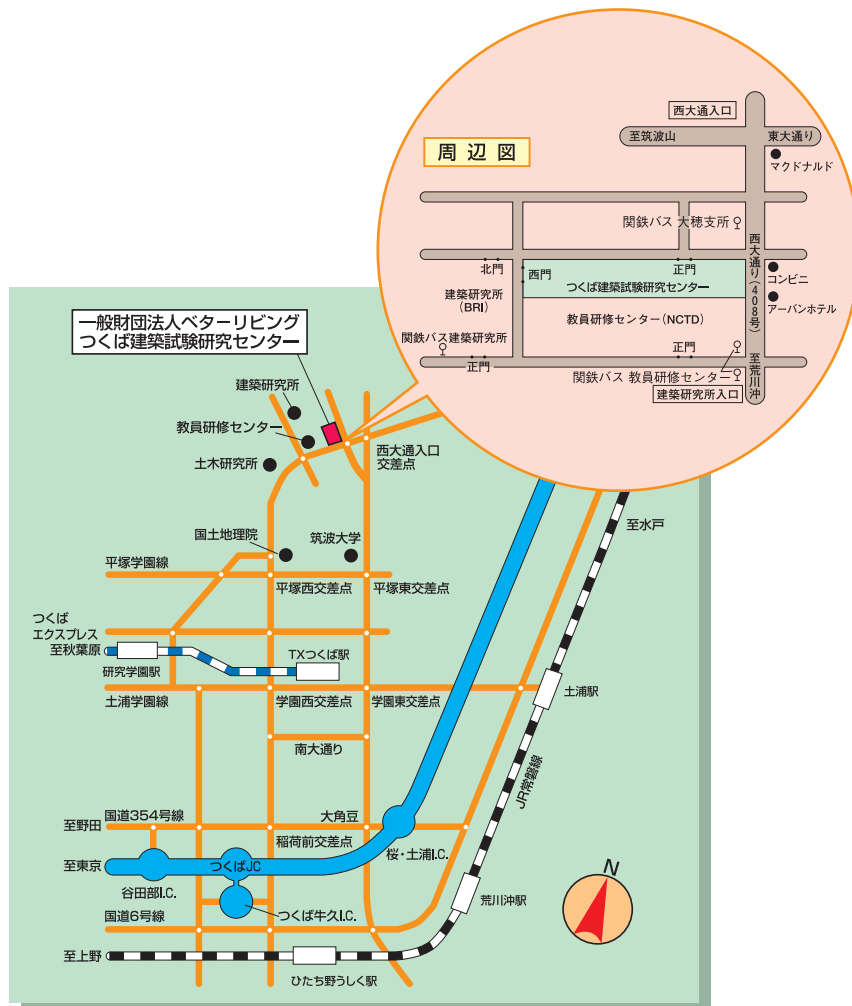
久世 直哉

BLつくば編集委員会

委員長 藤本 効
主 査 吉田 邦彦
委 員 久世 直哉、永谷 美穂、臼井 司、野中 峻平
高橋 豪、北館 賢次、小谷 直人

BLつくば 第19号

発行年月日 平成 28 年 11 月 11 日
発 行 所 一般財団法人ベターリビング
つくば建築試験研究センター
発 行 者 藤本 効
〒 305-0802 茨城県つくば市立原 2 番地
TEL : 029 (864) 1745 FAX : 029 (864) 2919
<http://www.cbl.or.jp/info-tbtl@tbtl.org>
印 刷 株式会社かいせい



【交通機関のご案内】

■つくばエクスプレスご利用の場合

- 「つくば」駅下車
- ・タクシーにて約15分
- ・関鉄バス「下妻駅」または「建築研究所」行き「教員研修センター」下車 徒歩約10分
- ・つくバス北部シャトル「筑波山口」行き「大穂窓口センター」下車 徒歩約10分

「研究学園」駅下車

- ・タクシーにて約10分

(バスの便数は限られているためご利用の際にはご注意ください)

■常磐自動車道ご利用の場合

「つくば牛久I.C.」または「桜土浦I.C.」より学園都市方面へ約15km
西大通り「教員研修センター北」交差点を西へ

※上の地図ご参照。教員研修センターと建築研究所に隣接した角地です。

一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター

〒305-0802 茨城県つくば市立原2番地

TEL:029-864-1745(代) FAX:029-864-2919(代)

<http://www.cbl.or.jp> E-mail: info-tbtl@tbtl.org