

# BLつくば

Vol. 17  
2014

第17号

建築試験研究センター情報

平成26年11月

<巻頭言>

TBTL の役割と展望

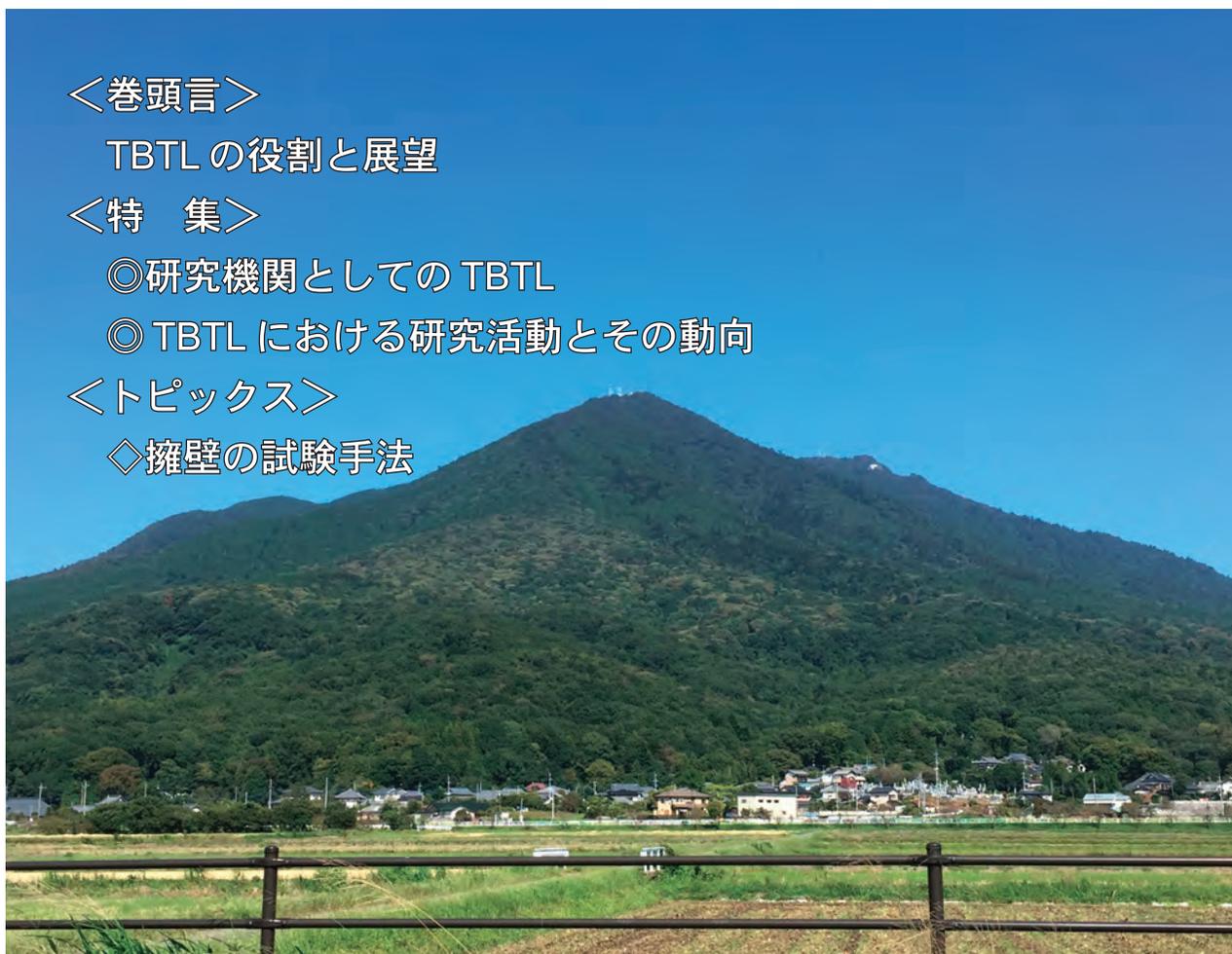
<特 集>

◎研究機関としての TBTL

◎ TBTL における研究活動とその動向

<トピックス>

◇擁壁の試験手法



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



# CONTENTS

BLつくば vol. 17 2014. 11

|   |    |
|---|----|
| <b>巻 頭 言</b>  |    |
| 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の役割と将来展望<br>二木 幹夫 .....                             | 1  |
| <b>特 集</b>  |    |
| 研究機関としてのTBTL<br>藤本 効 .....  | 3  |
| TBTLにおける研究活動とその動向<br>佐久間 博文 .....   | 5  |
| <b>試験・研究情報</b>  |    |
| 溶接止端部における超音波探傷方法の確立<br>服部 和徳 .....  | 8  |
| 構造用集成材（カラマツ）梁の耐火性に関する研究<br>火災加熱および火災加熱終了後における性状（炭化・温度・耐力）<br>金城 仁、堀尾 岳成 ..... | 11 |
| 東北地方太平洋沖地震による茨城県有施設の地震被害と耐震性能評価法の関係に関する研究<br>小室 達也 .....                      | 17 |
| 試験研究本館におけるナイトパージ効果及び有効利用に関する研究<br>—建物概要とバランス型逆流防止換気窓の通風量の測定結果—<br>咸 哲俊 .....  | 21 |
| アクチュエータを用いた簡易一軸振動台の設計及び製作<br>岡部 実 .....                                       | 23 |
| <b>トピックス</b>  |    |
| 擁壁の試験手法<br>菅谷 憲一 .....  | 25 |
| <b>事業報告</b>   |    |
| リフォーム&リニューアル建築再生展への出展 .....   | 30 |
| 建設技術審査証明事業（住宅等関連技術）完了案件のご紹介 .....   | 32 |
| <b>その他</b>  |    |
| つくば新人コラム<br>野中 峻平 .....   | 33 |
| 自己紹介<br>白井 司 .....  | 35 |
| <b>編集後記</b>   |    |

# 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の役割と将来展望

常務理事 二木 幹夫

国であれ民間であれ、組織の目的や存在意義は、時代とともに変化し、また、変化しなければその組織の存続も危うくなりかねない。当財団(以下、CBL)が住宅部品に関する試験、評価を行っていた時代は、高度成長期を迎えた我国で、大量の住宅供給を行うことを求められた時代でもあり、これらの役割を担う技術開発が必要だった時代である。その後、他の分野でも同様であるが、建築に関連した技術開発の多くは、民間主体に行われる時代へと変遷して行く。そして、CBLでは、PL法の先駆けともいえる住宅部品の保証制度の提供へと移行している。

住宅部品の開発、試験を行っていたつくば建築試験研究センター(旧称、性能試験場、以下、TBTL)では、その後の時代の変遷によりBL部品に関する試験等は、年を追って非常に少なくなっており、BL試験自体も各社の自社試験に移行している場合も多くなりつつある。最近では、建築基準法や品確法に関連した技術評価のための試験(性能試験)や建築確認上の参考資料としての評定の為の試験あるいは研究段階での開発試験等が多くなっている。さらに、試験対象も、住宅部品から防耐火構造・材料、各種構造(木造、RC造、金属)や基礎構造(杭基礎など)、地盤の補強や液状化対策、建築材料、省エネ環境関連技術などの幅広い分野を対象としている。また、試験のみならず、開発研究や各種の技術評価を合わせて行うようになってきている。このように、創設から約40年を経て、TBTLの業務の内容は、少しずつ変化している事を実感している。この間、大臣認定に係る防耐火試験

の不正受験を経験し、評価機関としての役割りと責任の重要性を再認識させられたことを踏まえ、現在では、防耐火試験体をTBTL内で製作する体制を整えている。その後、一般財団に移行したが、従来通りの公益的な職域を主体としていることには変わりはない。実施する試験、評価等の業務の遂行に際しては、一般ユーザへの信頼性を確保するために、公平、中立な業務運営を維持し、経営的にも自立した第三者試験評価機関としての業務の在り方について再認識をして、これからの業務展開を行っていかねばならないと考えている。

建築技術に関連した試験、評価や技術開発では、通常、参考にされている規範類で認められる範囲の中で、これ等の学術的な成果の蓄積などにより関連した技術に対する要求性能の変更や高度化が進んで行く事はよくある。この際、これらの動向に合わせて、業務内容の変更や新たな業務の展開に繋がって行く業務がある。また、行政による新しい施策、災害や大きな事故等への対応から、規定類の改正が行われ、これらの変更による緊急の対応が迫られる業務が散発的に存在する。いずれの場合についても、指定性能評価機関や第3者評価機関として、このような状況へ速やかに対応することが出来るように、関連分野の情報の蓄積、技術能力の維持、向上に努めていることが肝要である。

従って、TBTLでは、業務の性格上、幅広く建築関連技術の技術開発、評価、試験に関する業務展開を図ることを目途に、職員の技術教育を大切にしている。必要とされる各種の資格取

得等の啓発に加えて、各専門技術分野に置ける学術的な能力の向上、維持及び指導力の強化等を期待して、研究機関との交流や業務に関連した研究課題の実施、意欲のある職員には、積極的に関連分野に置ける学位の取得啓発に努めており、このような教育プログラムに対する補助制度を設けている。職員の資質の継続的な維持は、TBTLに取って基本的に必要な要求事項である。

技術分野における次世代への技術移転は、技術立国である我国における大きな課題の一つであり、TBTLにおいても例外ではない。多くの人数を採用できる業種ではないので、適材適所的に人材を確保することは容易ではなく、計画的に日常的な教育プログラムを運用し、人材の育成に努めなければならない状況にある。専門分野がより細分化して、その反動からか横断的な技術の必要性が指摘されてから久しいが、幅広い知識に精通した技術者が必要とされる機会が多くなっている。高度成長期において、解決すべき問題が多くまた明示的であった時代背景では、それぞれの問題を解決する専門的な技術者が多数必要であり、今では、各分野の専門家が建築生産のあらゆる階層に充足している感がある。しかし、今日では、種々の要因が複雑に関係し合い、各分野にどのような問題が存在するのかを広い視野から俯瞰し、解決すべき問題点を抽出する能力が必要になってきている。これらの能力は、他の分野の技術的能力の他、必

ずしも技術的な能力という訳ではなく、法的な知識、経済学的な知識などが必要な場合もあるので、幅広い能力を持った人材を育成して行く事が望まれる。

一方、建設技術の多様化とグローバル化は確実に進んでおり、我が国としても自由貿易協定(FTA)や現在交渉が進められている環太平洋パートナーシップ(TPP)などの国際的な貿易の枠組み(図)の中で、建設技術のグローバル化に対応した技術評価能力(試験方法、評価方法など)を将来に向けて身につけて行くことが必要であろう。種々の試験方法や評価方法の国際規格であるISOなどの動向に注意し、機会を得て基準などの作成過程への積極的な参加も必要となろう。

海外に置いても、我が国と同様に、第三者機関として、試験、技術評価等を行っている組織が存在し、以前、紹介したことがある。これらの機関は、各国の建築行政に関係した制度などの違いによって、職務の範囲や性格が異なっており、政治体制などとの関係から、国との強い関わりを維持し基準類の作成等までの権限を持って業務を行っている組織から、ほぼ、基準類の実務における運用業務に徹している組織まで幅広く存在している。各国の事情により差はあるが、多くの試験評価機関には、国際的な認証や国内の関連企業のサポートに関わる事業部署が新設されつつあり、TBTLに置いても、これらの動向にも注視している。



図 世界の多国間貿易協定

## 研究機関としてのTBTL

所長 藤本 効

つくば建築試験研究センター(以下、TBTL)が、財団法人住宅部品開発センターの性能試験場として筑波研究学園都市に設置されてから30年以上の歴史を刻んでいる。

当初は、「性能試験場」の名称が示すよう建材等の試験実施が主たる業務でしたが、人員・施設の規模が拡大するに従い、試験業務だけでは無く研究業務も徐々に手がけるようになった。

2008年、組織名称に「研究」の文字を加えたが、研究活動はそれ以前から徐々に活発化し、不定期ですがフォーラム事業での研究活動発表や、継続的な自主開発研究を実施している。

この様な、試験機関から試験・研究機関への様態変化による成果の一端は、学位を有する者が技術系職員の約4割に相当する10名(内、5名は在職中に取得)に達し、また、取得を前提とした研究を行うものが数名存在するという形となって現れている。

ところで、TBTLにおける研究は、自主研究と受託研究の二つに分けられる。

自主研究は、TBTLが属するベターリビングの生産性(有形のものは生産していないが)に何らかの形で資することを前提として行うもので、具体的には、試験方法・試験装置の開発や、性能評価方法の開発につながる基礎的な研究がその一例である。また、他の機関と共同で実施する場合もある。

建築に関する研究機関は、数多くありその成り立ちは様々である。国立研究機関の様に研究活動が主体であるものや、大学の様に教育活動とともに研究を行う機関も有る。また、民間企

業の研究機関は、企業活動と関連した研究に傾注しなければならない。

TBTLは、ベターリビングの附属機関である。ベターリビングは、使用者と供給者の間に立ち、技術・製品などの性能に関して適切な評価を行うとともに、それらに関する情報提供することを業務としている。したがって、TBTLにおける自主的な研究、企業の研究開発と似たものであると言える。

受託研究は、開発意欲はあるが自前の試験設備を有していない、あるいは、特定の分野についてのスタッフが居ない開発者の依頼に応じ、TBTLの試験設備や人材を提供し研究開発の支援を業務の一環として行うもので、試験設備を有する研究機関である特徴を生かした研究活動であると言える。

また、TBTLは試験装置・機材と構造、材料、設備、防耐火それぞれの分野に対し知見を有した職員を抱えているので、研究開発目標に対して複数の側面から問題提起、提案が出来る。

試験と研究の関係イメージを示すと図のようになる。受託研究は試験業務との共同が前提であると言える。

前述したとおり、建築に関する研究機関は、

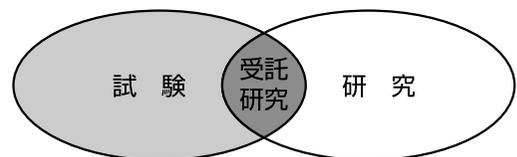


図 試験と研究の関係イメージ

数多くありその成り立ちは様々である。国立研究機関の様に研究活動が主体であるものや、大学の様に教育活動とともに研究を行う機関もある。また、民間企業の研究機関は、企業活動と関連した研究に傾注しなければならない。

TBTLは、試験業務を基幹として立脚した組織である。試験業務は、特に高い知見がなくとも行うことが出来るものが多くあり、TBTL設立当初は、それら定型試験業務を着実に実施することを主眼に置き活動していた。優良住宅部品(BL部品)認定に係わる試験業務は、その典型である。

ところが、社会情勢の変化により、定型試験業務の量が漸減し非定型試験業務の需要が高まってきた。非定型試験業務とは、ある程度の知見と基礎能力が求められる試験であり、例えば、目的に応じた試験方法・装置や試験体形状、試験変動因子の提案も含めて引き受けるものである。さらに、試験結果の分析まで手掛ける例もある。

このような依頼は、研究的な色をかなり含んだものとなる。したがって、非定型試験業務の増

加は、研究も行える試験機関への変貌を自然に促したと言える。また、依頼試験内容の変化は、技術系職員の資質向上に大きく貢献しているのは言うまでもない。

また、上部組織であるベターリビングは、建築生産に関して使用者と供給者の間に立ち、技術・製品などの性能に関して適切な評価を行うとともに、それらに関する情報提供することを業務としており、当然のことながらTBTLは、この業務にも深く関わっている。これも、研究機関としての成長に役立っている。

我が国に建築等に係わる研究機関は、数多く有る。しかしながら、TBTLの様に試験業務を基盤とした研究機関は限られた数しかない。試験あるいは研究から得た知見を相互に反映することにより、それぞれがより発展出来るものと思う。研究と試験が表裏一体であることがTBTLの強みであり、将来も維持すべきことであらうと思う。

TBTLは試験機関として立脚しているからこそ、特徴を有した研究機関となり得たと言えるし、今後も継続すべきものと考えている。

# TBTLにおける研究活動とその動向

技術評価部長 佐久間 博文

## はじめに

つくば建築試験研究センター(Tsukuba Building Research and Testing Center, 略称: TBTL)が現在の名称となったのは平成20(2008)年のことであり、以前の“筑波建築試験センター(Tsukuba Building Test Center)”の“筑波”がひらがな表記となり、“研究”の2文字が追加となっている。なお、英文名称もこれに応じて変更されているが、略称はTBTLのまま継続使用されている。

名称変更によりTBTL業務の中に「研究」があることが正式に表明された形である。もちろん、名称変更以前も、主として外部機関からの受託研究業務を中心に研究活動は行われていたのであるが、自主的な課題設定等を通じ、いわゆる外部からの依頼とは独立して研究業務を積極的に実施できるようになったのは名称変更以降のことである。同時期、TBTL各部名称も“○試験部”から“○○性能試験研究部”というように、研究を本務に含む意味合いのものに変更されている。

## 主な研究課題

平成20年以降、TBTLにて実施されてきた自主研究課題名を別表1に示す。

内部の手続きでいえば、新規課題、継続課題とも、原則として年度当初に「要望調書」という様式(研究の目的・概要、規模・予算、財団業務への寄与度等を主担当者が記載)を提出し、個別ヒアリングを経て、最終的に所長の承認を得て実施が可能となる。

別表1 主な自主研究課題名

| 分野              | 課題名  | 実施年度               |
|-----------------|--|--------------------|
| 材料・施工に関するもの     | ・コンクリートの乾燥収縮試験方法及び評価手法に関する研究                                     | H20～H22            |
|                 | ・コンクリートの乾燥収縮に関わる骨弾性係数の及び収縮の影響                                    | H23～H24            |
|                 | ・PC部材に用いられるコンクリートの構造体強度補正值および温度補正修正係数の設定方法に関する研究                 | H26                |
|                 | ・非破壊による鋼材識別に関する研究<br>→非破壊による鋼材識別に関する研究一<br>・ 溶性止端部における超音波探傷方法の確立 | H21～H22<br>H23     |
|                 | ・ 融合不良が溶接部の力学的性能に与える影響   | H24～H25<br>H26     |
| 音・熱環境、設備等に関するもの | ・ 設備系部品・建築系部品の遮音性能の測定方法・評価方法に関する研究                               | H20～H22            |
|                 | ・ 吸音率試験に関する不確かさの検証   | H23～H24            |
|                 | ・ 換気部品の適正な性能表示のための既存データ読み替え方法の検討                                 | H22～H23            |
|                 | ・ 基礎杭を用いた地中熱利用ハイブリッド型省エネシステムに関する研究                               | H20～H22            |
|                 | ・ エネルギー杭システムの普及に関する開発研究  | H24                |
|                 | ・ 試験研究本館におけるナイトバージ効果及び有効利用に関する研究                                 | H24～H25            |
| 構造に関するもの        | ・ 地中熱ヒートポンプの2次側生成熱量の簡易予測に関する研究                                   | H26                |
|                 | ・ 木造住宅耐力要素の動的加力による耐震性能評価手法の検討(1)、(2)                             | H20～H23            |
|                 | ・ 速度増幅型1軸簡易振動台の設計及び能力検証<br>→高速アクチュエータを利用した簡易1軸振動台の設計と性能確認        | H24～H25<br>H25～H26 |
|                 | ・ 基礎杭の動的支持力特性に関する研究  | H20～H22            |
| 基礎・地盤に関するもの     | ・ 上下動を受ける基礎杭の鉛直支持力特性に関する研究                                       | H23                |
|                 | ・ 基礎杭の水平抵抗力特性に関する研究  | H26                |
|                 | ・ 個別要素法による地盤の動的解析手法の開発<br>→地盤の動的解析手法の開発                          | H23<br>H24～H25     |
|                 | ・ 機械式SWS試験機を用いた地盤熱伝導率測定方法の開発                                     | H26～H27            |
|                 | ・ 地盤の熱応答試験結果に及ぼす影響要因の検討  | H26                |
|                 | ・ 耐火試験結果の信頼性確保に関する研究   | H20～H21            |
| 防耐火に関するもの       | ・ 壁の遮熱性についての数値解析に関する研究   | H22                |
|                 | ・ 構造用集成材を用いた木構造梁部材の火災時耐力及びその耐火性能評価                               | H25～H26            |
|                 | ・ 東北地方太平洋沖地震による茨城県県有施設の地震被害と耐震性能評価方法の関係に関する研究                    | H24～H25            |
| その他             | ・ 画像処理変位計測の検討  | H26                |

注) 矢印(→)は発展的継続または一部内容変更して継続した課題。

参考表1 「2011年東北地方太平洋沖地震における茨城県及び周辺の被災調査報告会」プログラム概要

|   |     |
|---|-----|
| 平成24年5月18日(金) 13:30～17:30(途中休憩含む)<br>つくば建築試験研究センター 試験研究本館 多目的室にて開催。 |     |
| 開 会   |     |
| 1. 地震動の規模と特性について  | 15分 |
| 2. 調査対象と範囲について  | 10分 |
| 3. 鉄筋コンクリート造建物について  | 30分 |
| 4. 鉄骨造建物について  | 30分 |
| 5. 木質系構造建物について  | 30分 |
| 6. 基礎・地盤について  | 30分 |
| 7. 二次部材について   | 20分 |
| 8. 住宅部品について   | 20分 |
| 9. その他(東北地方の建物被害例など)  | 10分 |
| 閉 会   |     |

別表2 建築学会大会における発表件数

| 大会名       | 発表課題の件数 <sup>a)</sup> | 口頭発表の件数 <sup>b)</sup> |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 2008(中国)  | 26                    | 6                     |
| 2009(東北)  | 33                    | 12                    |
| 2010(北陸)  | 29                    | 14                    |
| 2011(関東)  | 25                    | 10                    |
| 2012(東海)  | 34                    | 8                     |
| 2013(北海道) | 25                    | 11                    |
| 2014(近畿)  | 25                    | 9                     |

a) TBTL職員が連名に含まれる課題の件数で、連報を含む。  
b) TBTL職員が行った件数で、発表課題件数の内数。  
※2014年は8月1日現在の予定。

各課題の研究実施期間は最長3年とされており、進捗の状況により短縮あるいは発展的延長が認められる。

### 研究成果の公表

原則として研究成果は公表されることを前提としているが、形態は特に規定していない。

関係学会での大会口頭発表や論文誌への投稿、BLフォーラム報告会<sup>(注1)</sup>、BLつくば(本誌)への投稿、その他、他機関との合同発表会などで公表されるケースが多い。

(注1)個別の課題ではないが、東日本大震災後に、茨城県周辺の被災調査をオールTBTLで実施し、平成24年5月に報告会を行った。この時のプログラム概要を参考として参考表1に示す。

日本建築学会大会学術講演(口頭発表)におけるTBTLからの発表課題数(連名発表を含む)を、2008年から2014年について取りまとめたものを別表2に示す(2014年については本稿執筆時点での予定である)。従前のとおり、依頼業務に関連した課題も含んでいるため、直接自主研究課題に関係した報告ばかりではないとはいえ、主業務としての“研究活動”の状況の一端を示すものである。

### 自主研究の意義—評価機関としての資質向上

TBTLでの研究は、主業務が建築・住宅関連

の試験や評価であるという背景もあり、多くの実務的課題から派生した問題に対して工学的アプローチにより解決を図る、ということが基本となる。

そのため、成果が得られたものについてはできる限り世に公表することが大切であると同時に、得られた成果をもとにした新規業務展開を模索し、第三者性能評価機関としての地位をより強固なものとしていくことも研究を実施することの大きな意義のひとつである。

その意味で、簡易振動台の設計・性能検証などは、業務範囲の拡大という点で試験・評価実務に直接的に関係する課題であるし、換気部品に関する既存データ読み替え方法の検討は、省エネ法改正にあたって実務上の有用性が非常に高い課題設定となっている。また、地中熱利用に関する課題は、住宅の省エネルギー、環境負荷低減の観点から今後の普及が望まれる地中熱利用システムの実務評価をどう行っていくか考えるために不可欠なテーマである。

その他、構造、材料、設備、防耐火等、各分野にわたって様々な課題設定がなされており、各課題ごとの進捗状況に多少の差異があるとはいえ、今後もこのような活動状況を維持していくことが大切である。

### 自主研究の意義—学位取得のための一助

自主研究実施の意義として、職員が学位取得

を目指す際に、必要な課題を仕事として実行できるという側面があることも忘れてはならない。

技術系職員が学位を取得することはもちろん必須要件ではなく、学位は少なくとも十分な経験と知識の蓄積により、きちんとした研究が行われているケースも多々ある。

ただ、学位を取得していることは、少なくともある特定分野の課題について相当程度深いところまで学問的成果をおさめ、研究業務における考え方や進め方に一定程度以上習熟していることを公けに認められたことを示す指標(ある種のステータスといってもよい)であり、専門領域から多少はずれた分野の課題に関しても、細かい知見の有無は別として、“研究”という作業を一定水準を維持しつつ実行できる可能性が大きいことを意味している。

もっと実務的なことと言えば、例えば建築基準法における構造方法等の認定に係る性能評価業務では、性能評価を行う「評価員」の資格要件として、対象となる構造方法等について、大学の准教授と同等程度以上の能力を持つと認められたものでなければならないと定められている(法律の原文はもうすこし厳密ですが)。

第三者性能評価機関では、該当する分野における大学等の教授、准教授クラスの先生方に評価員としてご協力いただくことで対応するのだが、すべて外部評価員であるより、評価機関内部の職員にも評価員資格者がいた方がいろいろと都合がよい部分も多い<sup>(注2)</sup>。

(注2)これは何も評価に手心を加えるなどといった下世話な意味では決してない。性能評価案件で瑕疵が発生し、評価員個人がその責任を問われる場合があり、それを避けるために評価員としての協力を拒まれるケースというのが実際にある。

もちろん学位を取ったからといってすぐに評価員になれるわけではなく、ある程度の経験や実績が必要なことは言うまでもないが、“大学の准教授レベル”であることのひとつの証が学位を持っていることであるという世間的な共通認識

がある以上、学位取得は評価員資格を得るための最低条件である。

#### 【参考データ】

平成26(2014)年8月現在、TBTLの技術系職員25名(常務理事1名とアドバイザー2名を除く)中、学位取得者は10名(工学8名、農学2名)であり、このうち5名はTBTL奉職後の取得者となっている。この数年、ほぼ毎年1名の割合で増えており、現在も1名が社会人大学院生として学位取得に向け励んでいる。

#### TBTL自主研究の今後

研究も本業の一部として正式に認められるようになったとはいえ、従来通り試験、評価が主流であることに変わりはない。そのためといっでは言いわけじみているが、試験仕事(生活の糧、といった方がわかりやすかもしれない)が多忙になり、研究の方に手が回らないという状況は散見され、考えていたことの半分もできず、仕方なく継続を認めてもらう、あるいは中止してしまうようなケースもある。

また、研究実施のための原資はTBTLの試験・評価事業等の収入であるので、大規模・高額予算が必要な研究は、はじめからあきらめなければならないし、収入増減の状況によっては予算の変更(多くは減額)が必要となる場合もある。

このような状況ではあるが、性能評価・試験機関として一定以上の地位を維持し、向上させていくためにも、所属要員の能力レベル向上は必須事項であり、自主研究の実施がそれに大きく貢献することは明らかである。財政的には、積極的な外部研究資金の獲得や、他研究機関との連携を深めるなどの対応が必要になるであろう。

将来、研究専門職員を抱え、評価機関という枠組を破ってシンクタンクのような地位が確立できればおもしろいと思っている。



# 溶接止端部における 超音波探傷方法の確立

構造性能試験研究部 服部 和徳

## 1. 研究目的

構造物の継手性能を低下させる溶接内部欠陥として、完全溶込溶接部には、割れ、溶込不良、融合不良、ブローホールおよびスラグ巻込みなどが挙げられる(図1)。日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」(以下、UT規準と称す。)の指標となった既往文献<sup>1)</sup>では、溶接止端部に発生する開先面の融合不良については記述されていない。そこで、開先角度35度における溶接止端部近傍に発生する融合不良を検出するための最適な斜角探触子について実験的な検討をおこなう。

## 2. 試験体

試験体一覧を表1に、試験体形状を図2および写真1に示す。供試材はSN490B(板厚:25mm)とし、様々な大きさの開先面融合不良を想定した試験体を13体製作した。開先角度は35度とし放電加工により製作した。欠陥位置は、端部欠陥と中央欠陥の2種類製作している。なお、高さ1.2mm、長さ100mmの試験体は、アンダーカットを想定して欠陥を製作した。

## 3. 斜角探触子および探傷方法

実験に使用した斜角探触子を表2に示す。周波数は2種類(4MHz, 5MHz)、振動子寸法は3種類(8×9mm, 5×10mm, 10×10mm)、屈折角3種類(60度, 65度, 70度)とし、計7種類の探触子を用いて実験を実施した。UT規準では5M10×10A65および5M10×10A70が通常の探傷用に規定されているが、現在、5M10×10A70が多用

されている。なお、5M5×10A65はUT規準に示される付則2で推奨されている探触子である。

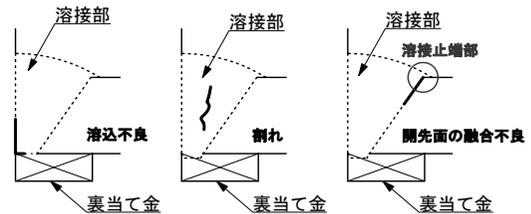


図1 溶接欠陥の一例

表1 試験体一覧

| 欠陥位置 | 欠陥寸法 (mm) |     |     | 欠陥位置 | 欠陥寸法 (mm) |    |     |
|------|-----------|-----|-----|------|-----------|----|-----|
|      | 高さ        | 長さ  | 幅   |      | 高さ        | 長さ | 幅   |
| 中央欠陥 | 1.2       | 100 | 0.4 | 端部欠陥 | 2.5       | 14 | 0.4 |
|      | 2.5       | 28  | 0.4 |      | 5         | 7  | 0.4 |
|      | 5         | 14  | 0.4 |      | 10        | 14 | 0.4 |
|      | 10        | 23  | 0.6 |      | 20        | 19 | 1.0 |
|      | 20        | 38  | 1.0 |      | 25        | 5  | 1.0 |
|      | 25        | 10  | 1.0 |      |           |    |     |

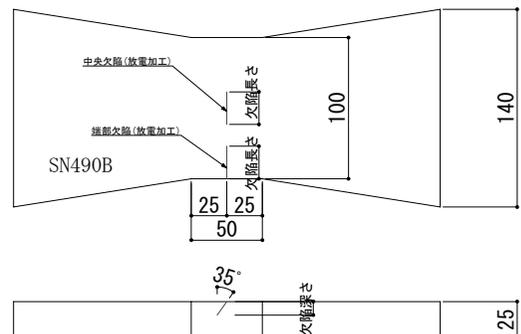


図2 試験体形状

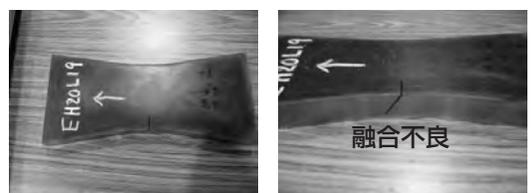


写真1 試験体

探触子の一例を写真2に示す。

探傷方法を図3に示す。探傷方法は、4種類①底面反射法、②欠陥先端法、③直射法、④一回反射法)とした。UT規準における検出レベルはエコー高さがHo(dB)を基準として-12dBを超えたもの(L検出レベル)を溶接欠陥として評価している。

#### 4-1 実験結果(欠陥先端法)

図4にエコー高さ-欠陥高さ(端部欠陥)の関係の一例を示す。図4より欠陥先端エコーはエコー高さが-12dB以下であり、欠陥が検出できないことがわかる。この結果は端部欠陥および中央欠陥共に同様である。すべての探触子においてエコー高さは-12dB以下であり、表面側から欠陥先端を検出することは困難である。

#### 4-2 実験結果(直射法および一回反射法)

図4より、通常多用されている探触子5M10×10A70ではエコー高さが-12dB以下であり、欠陥を検出できないことがわかる。一方、4M8×9A70では、エコー高さが-12dBを超え欠陥を検出できている。この結果は、中央欠陥も同様の傾向であった。これは、超音波ビームが欠陥面に垂直に入射せず斜めに入射する場合には、屈折角が同一でも、周波数および振動子寸法の差異によって、欠陥の反射指向性が異なるためと考えられる。見かけの振動子寸法、および指向角は式(1)～式(2)により算出した<sup>2)3)</sup>。

$$D_E = \frac{\cos \theta}{\sqrt{1 - \left(\frac{C_w}{C}\right)^2 \sin^2 \theta}} \cdot D_{E1} \quad \dots (1)$$

$$\phi = 57 \frac{\lambda}{D_E} \quad \dots (2)$$

ここで、 $D_E$ :見かけの振動子寸法(mm)、

$\theta$ :屈折角(度)

$C_w$ :くさび中の縦波速度(mm/秒)

$C$ :試験体中の横波速度(mm/秒)

$D_{E1}$ :実際の振動子寸法(mm)

$\lambda$ :波長(mm),  $\phi$ :指向角(度)

表2 実験に使用した斜角探触子

| 周波数 (MHz) | 振動子 (mm) | 屈折角 (度) |      |      |
|-----------|----------|---------|------|------|
|           |          | 60      | 65   | 70   |
| 4         | 8×9      | 60      | 65   | 70   |
| 5         | 5×10     | —       | 65*2 | —    |
|           | 10×10    | 60      | 65*1 | 70*1 |

\*1: UT規準で規定されている探触子

\*2: UT規準 付則2で推奨されている探触子

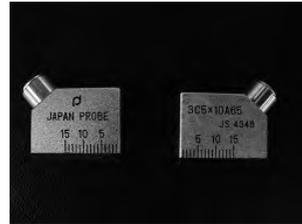


写真2 探触子の一例

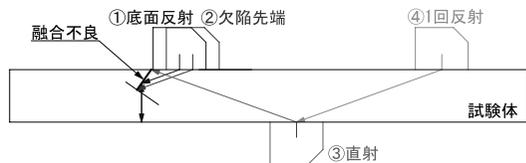


図3 探傷方法

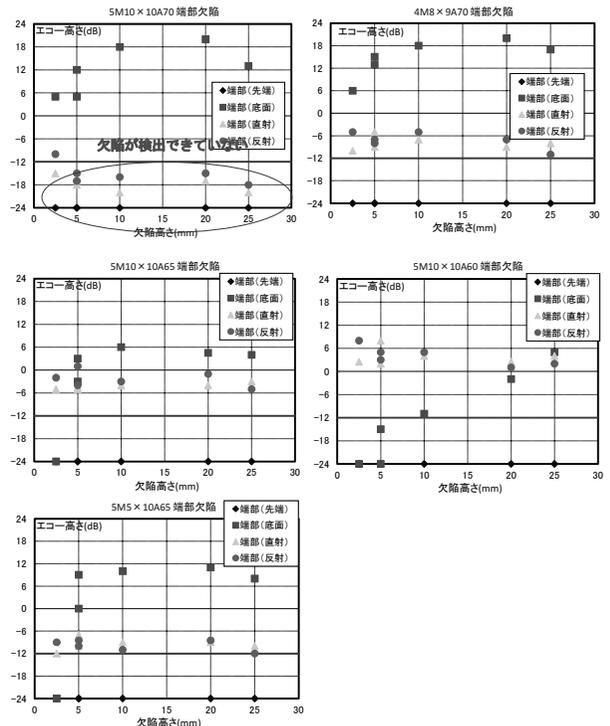


図4 エコー高さ-欠陥高さ関係(端部欠陥)

欠陥高さが5mmの直射法における探触子毎の超音波の入射および反射の模式図を図6に示す。4M8×9A70では5M10×10A70に比べて指向性が鈍くなり、欠陥が検出できると考えられる。また、5M5×10A65探触子においても-12dBを超え欠陥検出が可能であった。これは、指向性が鈍くなることに加え、入射角が小さくなっていることによると考えられる。

エコー高さ—屈折角 $\theta$ の関係を図5に示す。 $\theta$ が70度<65度<60度の順でエコー高さが高くなった。これは $\theta$ が小さくなるにつれ、入射角が15度>10度>5度の順で小さくなっていることから理論的な結果と一致する。

### 4-3 実験結果(底面反射法)

屈折角70度による底面反射法は、エコー高さが-12dBを超えて欠陥の検出性は高いが、屈折角が小さくなるにつれて検出性が悪くなっている。これは中央欠陥も端部欠陥も同様である。

図7に底面反射法における超音波の入射の模式図を示す。これは、屈折角が小さくなると欠陥面で反射したエコーが探触子に戻りにくいことに起因するものと考えられる。底面反射法はエコー高さから欠陥の検出性は高くなるが、欠陥から直接的な欠陥位置を判断できないため、探傷時には留意が必要である。

## 5. まとめ

- 1) 通常用いられている5M10×10A70を用いた直射法および一回反射法において、35度開先面に発生する欠陥高さの高い融合不良は検出できない。
- 2) 4M8×9A70では、5M10×10A70に比べ指向角が鈍く、超音波が欠陥に対し斜め15度に入射しても、欠陥高さの高い融合不良を検出できる。
- 3) 欠陥先端エコーはいずれも低いため、表面側から欠陥先端を検出することは困難である。

4) 底面反射法では、欠陥からの直接的なエコーは得られないが、開先面の融合不良の検出性は高い。

### 【参考文献】

- 1) 藤盛紀明：鋼構造建築溶接部の超音波斜角探傷試験に関する研究、東京工業大学博士論文、1975
- 2) 仙田他：一探触子法による模型欠陥エコー高さの計算方法2 日本非破壊検査協会 第2分科会資料 No.2760 pp.1-10 1979.11
- 3) 仙田、廣瀬、裏垣：傾きを持った平面状欠陥の検出について 非破壊検査 Vol.23 No.2 p.92 1974

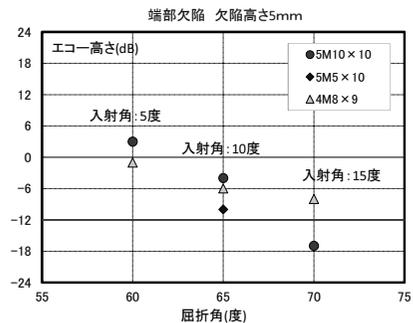


図5 エコ高さ—屈折角関係

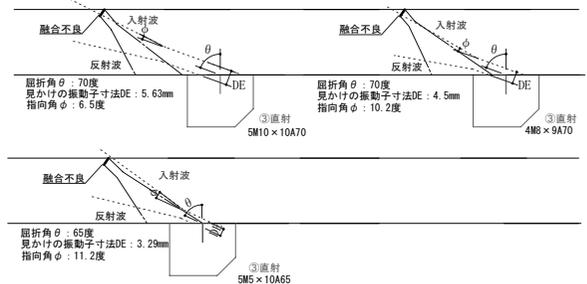


図6 超音波の入射および反射の模式図 (直射法欠陥高さ：5mm)

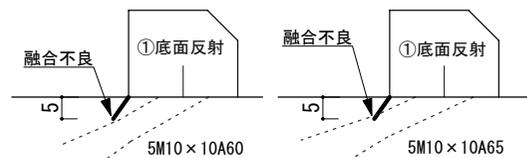


図7 超音波の入射の模式図(底面反射法)



# 構造用集成材(カラマツ)梁の 耐火性に関する研究

火災加熱および火災加熱終了後における性状(炭化・温度・耐力)

耐火性能試験研究部 金城 仁  
環境・材料性能試験研究部 堀尾 岳成

## 1. はじめに

近年、森林資源や林業の健全化、さらには低炭素化による環境配慮等の視点から木材利用についての関心が高まっており、2010年に施行された「公共建築物等木材利用促進法」により、国全体の木造建築に対する普及政策が盛んに行われ、ここ数年で大規模な木造耐火建築物が増加している<sup>1)</sup>。

木構造部材においては、不燃材料による構造とは異なり、盛期火災後の火災減衰期(建物内部にある可燃物の燃焼後)においても木構造部材の自己燃焼が継続して耐火性能が失われる恐れがあるため、木構造部材の耐火性能評価試験では、所定の加熱時間までの性能のみならず、火災加熱終了後の燃え止まり性能も要求されている。これより、耐火木構造部材に関する我が国の研究開発では、火災加熱終了後の燃え止まり性能を持たせるために部材を難燃化したものが多い。しかしながら、大臣認定取得のための耐火性能評価試験<sup>2)</sup>は、所定の時間に対する性能を確認するための試験であるため、建築法規を満足させる仕様とすることは可能であるが、部材の崩壊時間(火災時耐力)など構造的な限界を予測することは難しい。

木質部材の火災時耐力を予測する方法としては、残存断面法<sup>3)</sup>(Reduced cross-section method)が一般に用いられる。火災加熱を受ける木質部材の断面は、加熱される部材の周囲に炭化層が形成され、外周部の炭化領域と内部の未炭化領域に大別できる。また、木材自体の熱伝導率が極めて小さいため、未炭化領域にお

る温度は低い。内部の未炭化領域のうち強度と剛性が常温時と同じと仮定される部分を有効断面とし、この有効断面より部材の耐力を予測する方法が残存断面法である。我が国の準耐火構造における木構造部材の燃えしろ設計は、この手法に基づく考え方となっている。しかし、この残存断面法を用いた耐火設計法は、あくまでも火災加熱時を対象としており、上述の準耐火構造においては適用可能であるが、木構造部材のように火災加熱終了後の性能を要求されている耐火構造については認められていない。

木構造部材の火災時耐力を、その自己燃焼過程まで把握できれば、前述した難燃化等の工法によらず、構造用集成材の純粋な木現わしによる耐火木造建築の普及促進に繋がるのではないかと考える。しかし、我が国の研究報告においては、火災加熱終了後における燃え止まり性能に着目され、火災加熱終了後における耐力低下にまで着目した研究報告は少ない。

そこで本研究では、カラマツ集成材の梁を対象とし、1時間の火災加熱時および火災加熱終了後(自己燃焼過程)における炭化深さ(速度)・内部温度分布および耐力を把握することを目的とし、実験を実施した。本誌ではその結果の概要について報告する。次節以降で紹介する実験内容および結果の詳細は、文献4)～7)を参照されたい。

## 2. 実験概要(試験体仕様)

今回の実験対象とした部材は構造用集成材の梁である。試験体の樹種はカラマツ(長野県

産)、同一等級構成集材材であり、強度等級はE95-F315である。ラミナの厚さは30mmで、14層のラミナで構成されている。接着剤には耐熱性に優れているレゾルシノール・フェノール系樹脂接着剤を用いた。試験体の断面寸法は幅210mm×背420mm×長さ6,000mmとした。試験体を写真-1および2、実験概要図を図-1および集材材内部熱電対挿入位置を図-2に示す。試験体の密度は0.53 g/cm<sup>3</sup>、含水率は11.0%であった(密度・含水率はラミナサンプルの平均値)。本実験における加熱試験については、ISO 834-1に規定する標準加熱時間-温度曲線による1時間加熱とした。



写真-1 載荷加熱試験体



写真-2 分割試験体(炭化深さ確認用)

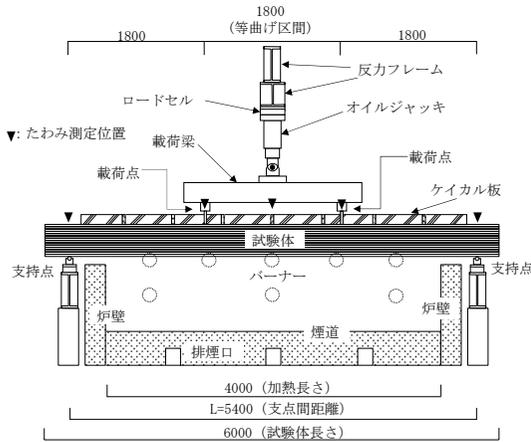


図-1 実験概要図

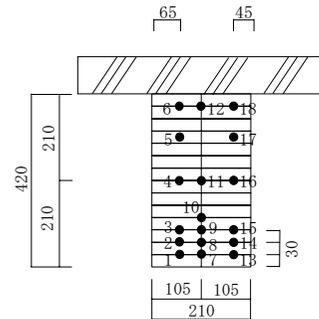


図-2 熱電対挿入位置

### 3. 炭化の状況(炭化速度)

試験体の炭化状況を写真-3に示す。梁幅方向の炭化状況については、梁上端から下端において概ね同程度の炭化状況となっており、特に加熱終了後2時間以降の炭化状況については、部分的に多少のバラツキは見受けられるが、それほど大きな違いは見られない。梁背方向の炭化状況については、試験体中心から外側に離れるにつれて、炭化が大きくなっている。梁背方向の炭化の進行については、隅角部における2方向からの加熱の影響もあり、梁幅方向に比べて進行していくことが確認できた。今回の実験より得られた残存断面及び炭化深さから計算した平均炭化速度を表-1に示す。過去の研究報告に

より示されている炭化速度については、カラムツ以外の樹種も含め、おおよそ0.5~0.8mm/分程度の結果が示されている<sup>8)</sup>。この炭化速度の数値は、火災加熱時における炭化速度を対象とした研究報告であるが、本研究における実験においては、火災加熱終了後の部材の自己燃焼過程における炭化速度についての計算結果も示している。加熱開始から1時間までの平均炭化速度は梁幅方向で0.61mm/分であり、梁背方向で0.68mm/分であった。これは既往の実験結果(0.5~0.8mm/分)に近い結果である。加熱終了後の自然放冷の過程における炭化速度は、加熱中の炭化速度に比べて小さく、加熱終了後から1~2時間経過した時点での炭化は殆ど進行せ

ず、0に近い値となった。炭化の進行は加熱終了後から徐々に進行が止まる傾向が確認できるが、炭化層内側の変色領域は、徐々にではあるが広がりをを見せていた。

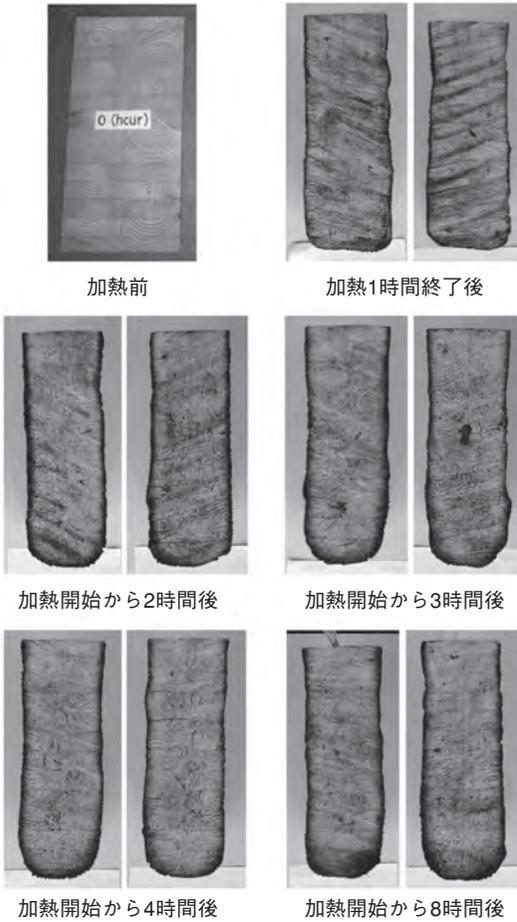


写真-3 試験体の炭化状況

表-1 残存断面および平均炭化速度

| 残存断面 [mm] |       | 平均炭化速度 [mm/分] |            |       |       |
|-----------|-------|---------------|------------|-------|-------|
| 時間        | 梁幅    | 梁背            | 時間         | 梁幅    | 梁背    |
| 1h (加熱時)  | 173.3 | 379.0         | 0~1h (加熱時) | 0.61  | 0.68  |
| 2h        | 170.3 | 375.5         | 1h~2h      | 0.05  | 0.06  |
| 3h        | 170.6 | 373.0         | 2h~3h      | -0.01 | 0.04  |
| 4h        | 169.1 | 373.5         | 3h~4h      | 0.03  | -0.01 |
| 8h        | 168.6 | 374.0         | 4h~8h      | 0.00  | 0.00  |

#### 4. 断面内部温度分布

断面内部温度測定結果を図-3～図-5に示す。梁下面から30mmの位置においては、加熱開始15分を超えたあたりから温度が急激に上昇し、

加熱開始40分頃には260℃近くまで到達していた。試験体断面中央(図-4)については、加熱開始1時間時点では約30℃付近の温度であったが、加熱終了後3時間経過時点では100℃まで温度が上昇していた。梁側面から45mmの深さの位置(図-5)については、隅角部(梁下面からの深さ30mm及び60mm)を除いて、ピーク温度で約200℃程度まで上昇していた。8時間時点においては、全断面の温度分布は50℃～130℃の範囲であった。また、断面中央(図-4)及び梁側面から65mmの位置(図-3)については、100℃付近において、水分の蒸発潜熱の影響と考えられる温度停滞が確認された。

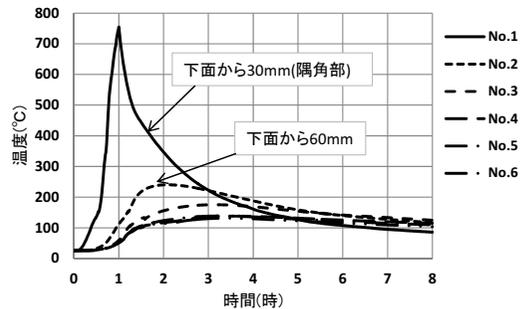


図-3 断面内温度測定結果(側面65mm)

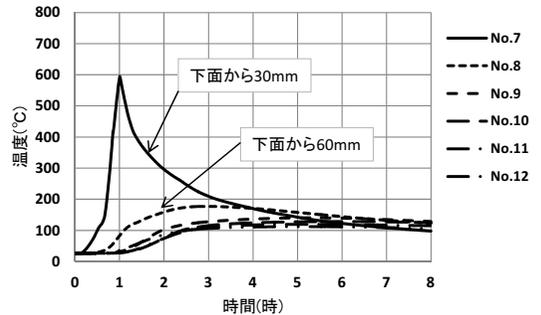


図-4 断面内温度測定結果(中央断面)

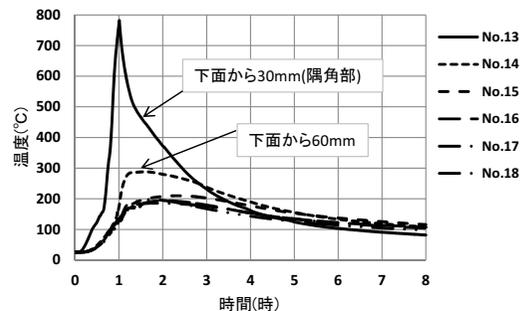


図-5 断面内温度測定結果(側面45mm)

## 5. 火災時および火災終了後の耐力

### 5.1 最大耐力について

試験体L-0h、L-1h及びL-4hの曲げ耐力-たわみ関係を図-6に示す。試験体L-0hにおいて、構造用集成材の常温時における最大耐力を確認する。L-1hは1時間の火災加熱終了後の最大耐力を確認する実験、そしてL-4hは1時間の火災加熱終了後3時間の自然放冷後(加熱後4時間)の耐力を確認する実験である。

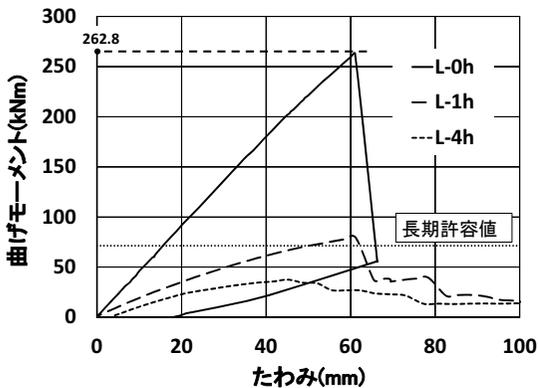


図-6 曲げ耐力-たわみ関係(L-0h,L-1h,L-4h)

常温時(L-0h)の最大曲げ耐力は262.8 kNmであり、基準強度 $31.5 \text{ N/mm}^2$ より算定される曲げ耐力の1.35倍であった。最大荷重時の梁中央部の縁ひずみは、圧縮・引張両側ともに約 $4000 \times 10^{-6}$ であった。加熱1時間後(L-1h、最大耐力時の時間は67.5分)における最大曲げ耐力は79.4 kNmであり、常温時耐力の0.30倍であった。加熱1時間終了後に3時間冷却した実験(L-4h、最大耐力時の時間は245分)では、最大曲げ耐力が37.4 kNmであり、常温時耐力の0.14倍であった。最大荷重時のたわみは、3体の試験体においては50~60mmであった。3体ともに、試験後の破壊状況を見ると、梁中央部近傍の下端における引張破断に起因すると思われる曲げ破壊であった。火災加熱により木構造梁の耐力が低下することに加え、加熱終了後においても更なる耐力低下が見られた。設計指標となる長期許容耐力との比較で見ると、1時間加熱直後は最大耐力が長期許容耐力より大きい、炉内で放冷

される間に最大耐力は長期許容値の約半分程度の耐力まで低下した。

### 5.2 耐火時間について

LF-1hはL-1hで得られた最大耐力時の荷重による載荷加熱実験とし、同様にLF-4hはL-4hで得られた最大耐力時の荷重による載荷加熱実験とした。L-1hの最大耐力時の荷重による載荷加熱実験(LF-1h)のたわみ-時間関係を図-7に示す。加熱開始直後からたわみが増加し、60分以降でたわみ速度が増加し、79分に荷重支持能力を失った。L-1hにおける最大耐力時の時間67.5分を上回り、79分のたわみは約76mm程度であった。L-4hの最大耐力時の荷重による載荷加熱実験(LF-4h)のたわみ-時間関係を図-8に示す。加熱を終了した1時間以降でもたわみは増加し、121.5分後に荷重支持能力を失った。240分に比べて半分位の時間であり、121.5分のたわみは約65mmであった。

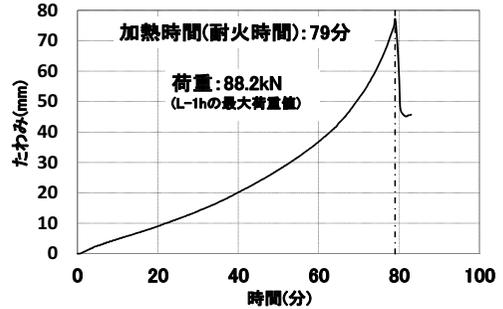


図-7 たわみ-時間関係(LF-1h)

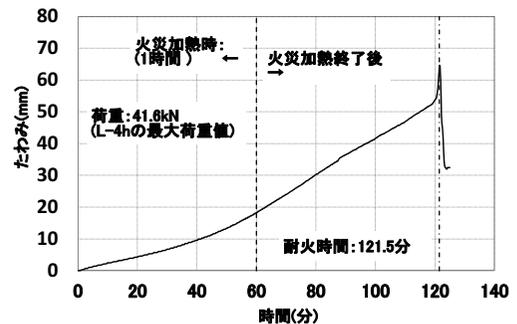


図-8 たわみ-時間関係(LF-4h)

実験後における破壊状況を図-9 (a)と図-9 (b)に示す。試験体LF-1hでは、図-9 (a)に示すように載荷点近傍の最下層ラミナが破断しており、曲げ破壊であったと考えられる。一方、試験体LF-4hでは、明確な破壊位置を確認できなかったが、試験体を載荷点付近で切断したところ、図-9 (b)に示すようにラミナの接着層のずれだと思われるせん断破壊の亀裂があった。耐力実験のL-4hと異なる破壊をしたことが、より早く荷重支持能力を失った理由の1つと考えられる。



図-9(a) 実験後における破壊状況(LF-1h)

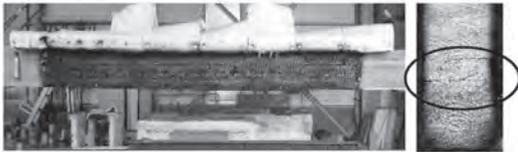


図-9(b) 実験後における破壊状況(LF-4h)

## 6. 残存断面法による検討

炭化深さの結果に基づき、前述した残存断面法を用いて耐力計算に用いる有効断面を設定し、今回の常温耐力実験から得られた材料強度を用いて残存耐力を算定し、図-10に示すように実験結果との比較を行った。この耐力計算で

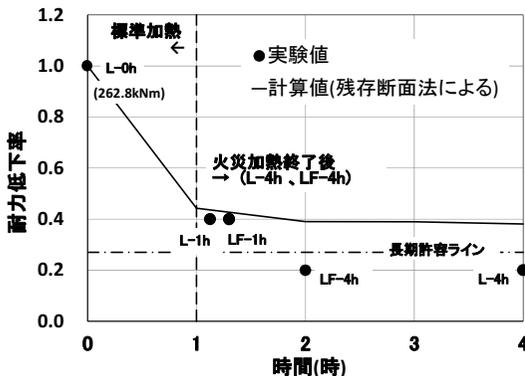


図-10 計算値と実験値の比較

は、ユーロコード5<sup>9)</sup>に基づき更なる劣化域(変色部分)を7mmとしている。1時間加熱を受けた場合の耐力(L-1h)および載荷加熱実験(LF-1h)の結果と比較して、加熱1時間までにおける計算による耐力低下勾配は概ね実験値に対応している。しかし、加熱1時間以降に3時間放冷した場合の耐力(L-4h)および載荷加熱実験(LF-4h)の結果に対して、残存断面法による計算値はかなり大きな値を示している。

加熱実験における断面内温度測定結果から、部材断面内の温度分布については、火災加熱終了後においても、最高で200℃近くまで温度上昇することが確認されたことで、未炭化領域においても、部材の熱劣化による断面強度の低下が予想される。加熱終了後の炭化速度の値は小さいが、放冷時に断面内部温度が100℃~200℃近くまで上昇したことが梁の耐力低下に影響を及ぼした可能性がある。図-10における計算結果については、炭化領域を除いた残存断面は、常温時と同等の強度を有していると仮定して計算しているため、実際の耐力に比べて高めの計算結果になっている。火災加熱終了直後(1時間加熱を受けた直後のL-1h)における耐力計算においては、断面内部の温度分布も常温域からの若干の温度上昇はあるものの、部材全体の強度低下に影響を及ぼすような温度域までは上昇していないため、実験値と計算値においては、加熱終了後の放冷過程における試験体に比べてその差は小さい結果となっている。

## 7. まとめ

本研究において、構造用集成材梁部材を対象として、火災加熱時から火災加熱終了後における炭化深さ(速度)・断面内温度分布及び耐力低下の性状についての実験を行い、その結果を用いて残存断面法を用いた耐力低下曲線による計算値と実験値の比較検討を行った。その結果、火災加熱終了後における構造用集成材梁部材の耐力低下については、断面内部の未炭化領域における内部温度の上昇に伴う木材の強度・剛性

の低下及び木材内部の水分蒸発時における過渡的な状態による接着剤の強度低下(変化)も要因になっていることが考えられる。これら要因についての詳細な検討を含め、木構造部材の火災加熱終了後の耐力低下傾向については、未解明な課題が多く残されている。

#### [参考文献]

- 1) 原田寿郎, 日本建築学会・木質材料耐火性WG: 木質材料の耐火性, 日本建築学会・防火委員会・構造材料耐火性小委員会・構造材料耐火性シンポジウム資料, pp.35-50, 2013年3月
- 2) (一財)ベターリビング制定 防耐火性能試験・評価業務方法書 平成12年6月1日制定/平成18年3月1日最終変更
- 3) 大内富夫, 常世田昌寿: ユーロコードにおける耐火設計(その5 木構造物の耐火設計), 日本火災学会誌, 火災, Vol.55, No.4, pp.43-48, 2005年8月
- 4) 平島岳夫, 金城仁, 松本匠, 遊佐秀逸, 堀尾岳成, 齋藤潔: 木構造部材の火災時耐力, 日本学会会議「安全工学シンポジウム2014」, 2014年7月

- 5) 金城仁, 齋藤潔, 松本匠, 遊佐秀逸, 堀尾岳成, 平島岳夫: 構造用集成材梁部材の火災時耐力(その1 実験概要及び試験体), 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp257-258 2014年9月
- 6) 齋藤潔, 金城仁, 松本匠, 遊佐秀逸, 堀尾岳成, 平島岳夫: 構造用集成材梁部材の火災時耐力(その2 炭化速度及び温度分布), 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp259-260 2014年9月
- 7) 松本匠, 金城仁, 齋藤潔, 遊佐秀逸, 堀尾岳成, 平島岳夫: 構造用集成材梁部材の火災時耐力(その3 火災終了後の耐力), 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp261-262 2014年9月
- 8) 日本住宅・木材技術センター: 地域材を活かした新事業・起業創出緊急対策事業 製材耐火性能開発事業報告書, pp.1-96, 2003年
- 9) BS EN1995-1-2: 2004, Eurocode 5 Design of timber structures, Part1-2: General-Structural fire design.

#### 謝辞

本研究を実施するにあたり、実験補助及び試験体製作においては、三生技研(株)に多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。



# 東北地方太平洋沖地震による茨城県有施設の地震被害と耐震性能評価法の関係に関する研究

技術評価部 小室 達也

## 1. はじめに

本研究では、東北地方太平洋沖地震により茨城県内で被害を受けた建物について、被災状況を分析し、耐震診断結果との整合性の検証を行うことを目的として、地震被害と建物の耐震性能について比較分析を行った。

地震被害と耐震診断結果との関係については、鉄筋コンクリート造(以下、RC造)(ラーメン構造)では過去の地震被害の分析から概ね対応関係があるとの研究成果が得られているものの、その他の構造(鉄骨造(以下、S造)や壁式RC造(以下、WRC造)、補強コンクリートブロック造(以下、補強CB造)、木造(以下、W造))では十分な検討は行われていないのが現状である。また、今回の地震では耐震補強された建物で大きな被害(大破や倒壊)を受けた事例はほとんど報告されておらず、耐震補強の有効性が実証されたが、一部において補強後の建物でも大きな被害を受けていた例があった。

ここでは、本調査研究で得られた知見と今後の展望について報告する。

## 2. 茨城県下の地震被害の概要

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の県内各地の震度分布を図1に示す。県内では鉾田、笠間、筑西、小美玉、高萩、日立、常陸大宮、那珂の9か所で観測された6強を最大とし、広い範囲で5強以上の揺れを観測している。また、本震発生後1ヶ月の間に県内で震度5強以上を観測した余震は4回あり、被災拡大に影響を与えたものと想像される。

茨城県内には18箇所強震記録計(K-Net)が設置されており、加速度波形データが公開されている。表1に観測地点(抜粋)における最大加速度を示す。



図1 茨城県内の震度分布

表1 k-netにより観測された最大加速度

| 観測地点名 | 最大加速度 (gal) |       |       |
|-------|-------------|-------|-------|
|       | N-S方向       | E-W方向 | U-D方向 |
| 大子    | 304         | 400   | 265   |
| 高萩    | 525         | 588   | 496   |
| 日立    | 1598        | 1186  | 1166  |
| 笠間    | 967         | 596   | 465   |
| 水戸    | 779         | 786   | 427   |
| つくば   | 329         | 343   | 154   |
| 鉾田    | 1335        | 1070  | 811   |
| 土浦    | 382         | 496   | 247   |
| 江戸崎   | 417         | 412   | 363   |
| 鹿嶋    | 494         | 651   | 268   |

防災科学技術研究所資料より引用

本地震(本震及び余震)により被災した茨城県下の施設(特に県有施設を中心に)の118棟(RC造71棟、WRC造9棟、補強CB造7棟、S造19棟、S+RC造12棟)の被災調査を行い、各種構造の被害の特徴や程度をまとめた<sup>1)</sup>。

詳細は文献1)で報告してあるので解説は省略するが、代表的な被害状況の写真を写真1～11に示す。写真1～6はRC系建物の被害状況、写真7～9はS系建物の被害状況、写真10～11はW系建物の被害状況である。



写真1 極短柱のせん断破壊



写真2 連層耐震壁脚部の圧壊



写真3 補強ブレース周辺柱のせん断破壊



写真4 短スパン梁のせん断破壊



写真5 Exp.Jの衝突による損傷



写真6 天井を突破りブロック落下



写真7 ラチス柱の斜材の座屈



写真8 RC-S接合部の掻出破壊



写真9 体育館の天井材落下



写真10 寄棟屋根 瓦状況詳細



写真11 外観に被害は見られない

### 3. 鉄筋コンクリート系建物の被害の特徴

ここでは、RC系建物の被害の特徴について、分析した結果を以下に示す。表2よりRC系建物では小破以下の軽微な被害が約90%、中破以上の大きな被害が10%程度である。

- i. RC造建物では、過去の地震被害でも見られたような、柱のせん断破壊(写真1参照)や壁のせん断破壊及びせん断ひび割れが見られたが、地震動の規模(茨城県内では震度6弱あるいは6強)の割に被害は少なかった。
- ii. 多くの建物が小破や軽微な被害であり、構造躯体には大きな損傷は無く、腰壁や垂れ壁、袖壁などの二次壁に多数のひび割れが発生していた。
- iii. 大破以上の大きな被害を受けた建物の特徴としては、コンクリート強度が低いこと、施工不良があること、壁の偏在により偏心率が大きいこと、敷地が崖地近傍にあることなどで、耐震診断結果も要補強と判断されている建物である。
- iv. 小破以下の被害の小さい建物でも、耐震診断結果でIs値がかなり小さい数値となっている建物もあり、地震被害と診断結果との対応や地震動の特性の影響などについて、さらに詳細な検討をする必要があると思われる。
- v. WRC造の建物では、調査した建物がすべて1～2階建ての低層建物であったこともあり、部材の損傷は確認できず、無被害となっていた。
- vi. 補強CB造の建物では、ブロックの目地部に沿ったひび割れが見られ(写真12参照)、壁にせん断ひび割れが見られた建物もあったが、全体的には被害は少なく、小破や軽微な被害に止まっていた。しかし、診断結果では要補強となる場合が多くあり、耐震診断結果と被害との関係について分析し、診断手法の妥当性を検討する必要があると思われる。
- vii. Exp.J部分が損傷する被害の割合が多かった。建物自体に影響するような被害は見ら

れなかったが、十分な間隔を確保することができれば防ぐことのできる被害であるので、耐震補強をする段階ではできるだけExp.J間隔は拡幅するべきである。

- viii. 間仕切り壁などで用いられているコンクリートブロック帳壁のブロックの落下の事例が少ないが見られた。人命に影響する場合も少ないことから、注意が必要である。

表2 RC系建物の被害棟数

| 観測地点名 | 無被害 | 軽微 | 小破 | 中破 | 大破 | 倒壊 | その他 | 合計 |
|-------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
| RC    | 10  | 40 | 11 | 4  | 3  | 0  | 3   | 71 |
| WRC   | 9   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 9  |
| 補強CB  | 0   | 3  | 3  | 0  | 0  | 0  | 1   | 7  |



写真12 ブロック目地部に沿ったひび割れ

### 4. 補強CB造建物に注目して

RC系建物の被害分析において、RCラーメン構造については耐震診断の結果と地震被害との概ね対応していたが、補強CB造建物については耐震診断による評価がかなり安全側の結果となってしまうことがわかった。そこで、補強CB造建物について詳細に分析することとした。詳細については文献2)、3)で報告しているので参照されたい。ここでは概要を示す。

補強CB造の耐震診断については、RC診断基準の第1次診断法における評価法(ブロック種別による壁の終局時平均せん断応力度や靱性指標Fは1.0とする)が例示されている。しかし、RC診断基準に準じて第1次診断法により耐震診断を行うと、かなり安全側の評価であることから、

多くの既存補強CB造建物が耐震性能不足となり、耐震補強が必要となるケースが見られた。そこで、幾つかの項目で修正を加えた修正第1次診断法を用いて検討してみた。

図2には、壁量とIs値の関係を示す。壁量が大きくなるほどIs値は大きくなる傾向はあるが、ブロック種別の違いや偏心率、経年指標などの影響で、Is値が低くなっている建物が見られた。図3には、被災度とIs値の関係を示す。補強CB造建物は、軽微～小破の小さな被害であったが、診断結果ではIs値が0.6あるいは0.8以下となっている建物があった。Is値と被災度の相関関係は見られず、耐震診断による評価と地震被害とがあまり対応できていない。このことから、以下のような現状の課題が考えられる。

- i. 部材の損傷度や被災度に比べて、耐震性能の評価が低くなる場合が少なくない。
- ii. 経年劣化などによる影響は少なく、現行の学会の構造規定(壁量など)を概ね満足しているにも関わらず、Is値が判定値を大きく下回る場合が見られる。

補強CB造建物の耐震診断結果と地震被害との関係について、修正第1次診断法により評価した場合でも多くの建物で、構造耐震指標が判定値を下回る結果となった。しかし、被災度は軽微から小破となっており、被災度と診断結果があまり対応できていないのが現状である。補強CB造耐力壁の終局強度や変形性能について適切で合理的に評価を整備し、早急により詳細な評価手法の整備が望まれている。

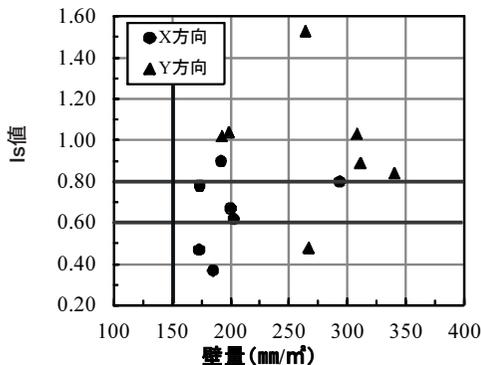


図2 壁量とIs値の関係

## 5. まとめ

本研究により、茨城県下における各種構造の被害状況を把握することができ、その特徴が明らかとなった。この被災調査の分析から、建物の耐震性能の評価について種々の問題点があることが分かってきた。今回注目した補強CB造建物は、地震被害と耐震診断結果とに大きな差があり、適切な評価方法を整備する必要がある。

既に、日本建築学会の壁式構造運営委員会の門下に、既存補強コンクリートブロック造耐震診断指針作成小委員会があり、筆者は本研究の成果を持って小委員会に参加し指針の整備を進めているところである。本年度末には発行される予定なので、ぜひ利用して頂き適切なストック活用の一助になれば幸いである。

## 謝辞

本調査研究にご協力頂いた関係各位に深く謝意を表する。

## [参考文献]

- 1) 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：東北地方太平洋沖地震における茨城県および周辺の被害調査報告、2011年12月
- 2) 藤本効、小室達也：既存補強コンクリートブロック造建物の耐震性能(その1)2011年東北地方太平洋沖地震により被災した茨城県下のCB造建物、日本建築学会学術講演梗概集、p.923-924、2013年8月
- 3) 小室達也、藤本効：既存補強コンクリートブロック造建物の耐震性能(その2)CB造建物の地震被害と耐震診断について、日本建築学会学術講演梗概集、p.925-926

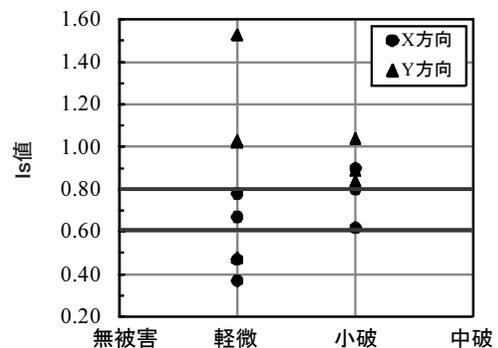


図3 被災度とIs値の関係



# 試験研究本館におけるナイトパーズ効果 及び有効利用に関する研究

—建物概要とバランス型逆流防止換気窓の通風量の測定結果—

環境・材料性能試験研究部 咸 哲俊

## 1. はじめに

夜間の低温の外気を室内に供給して、室温を低下させ躯体蓄冷により翌日日中の冷房用空調負荷を低減させる夜間換気・躯体蓄冷の効果については、多くの研究報告がありその有効性が報告されている。しかしながら、解析例が多く、実験による研究例は少ない。本研究では、コンクリートの熱容量を活用する外断熱方式を採用し、また床スラブを蓄熱体として活用するように設計された試験研究本館において、実験により夜間換気・躯体蓄冷の効果を検討することを目的とする。

本報では、建物概要と夜間換気時の排気窓となるバランス形逆流防止換気窓の通風量測定結果、浮力による換気量の概算結果を報告する。

## 2. 対象建物とシステム概要

対象建物は、茨城県つくば市に2010年3月に竣工した2階建ての事務所建築で、木造と鉄筋コンクリート造の併用構造である。写真1に建物外観、表1に建物概要、図1に平面図と断面図を示す。

夜間換気時の主な気流の流れと躯体蓄熱体のコンクリート部分を図1に示す。夜間換気の排気運転時、1階の東西壁の地窓から入った低温の外気は、建物中央部分の吹き抜けと南北両側の階段室などを通りながら室温を低下させ躯体部分を冷やしてから2階のバランス型逆風防止型換気窓から排気される。

## 3. バランス型逆流防止自然換気窓の通風量測定

夜間換気時と同じ条件でバランス型自然換気

窓と地窓を開き、写真2で示すように幅1370mm×高さ980mm長さ×900mmの整流ダクトを設置して、整流ダクト入口の平均風速と面積から通風



写真1 対象建物

表1 対象建物の概要

|      |                             |
|------|-----------------------------|
| 建築地点 | 茨城県つくば市                     |
| 構造   | 木造・鉄筋コンクリート造併用構造            |
| 階数   | 地上2階（地下ピット）                 |
| 用途   | 建築面積 404.82m <sup>2</sup>   |
|      | 延床面積 764.00m <sup>2</sup>   |
| 面積   | 事務所用                        |
| 基礎構造 | 直接基礎+沈下抑制杭                  |
|      | 羽根付鋼管杭 32本（直径168.2mm×杭長12m） |

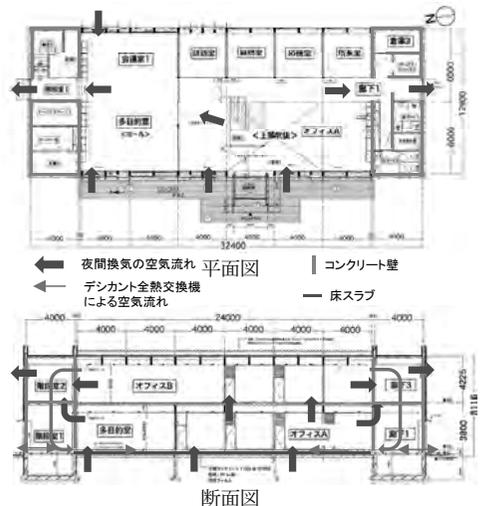


図1 夜間換気・躯体蓄冷システムの概要



写真2 通風量測定状況

量を計算した。整流ダクト入口の平均風速は測定した中央風速から算出するが、事前に図2に示すように整流ダクト入口を16部分に分割して、各測定点の風速と中央風速との関係式から風速分布を把握し、中央風速と平均風速の計算式を求めた。一例として測定点No.1の風速と中央風速の測定結果を図3に示す。また、測定結果よりまとめた通風量と差圧の関係を図4に示す。

#### 4. 浮力による夜間換気量の概算

2010年6月～9月中旬の実測結果から夜間の浮力による換気量を概算した。夜間の24時～7時に夜間換気を行うとして、実測した2階の室温、外気温とバランス型逆流防止窓の地面からの高さから温度差による差圧を算出し、図4の差圧と通風量の関係式からバランス型逆流防止換気窓の通風量及び建物の換気量を概算した。夜間の24時～7時の期間平均外気温と換気回数の関係を図5に示す。図から夜間平均外気温が高いほど夜間換気量は少なく、夜間平均外気温が28℃になると夜間換気量がほぼゼロに近くなることが分かった。また、夜間外気温が27℃以下の時に夜間換気を行うと設定した場合、8月でも夜間換気・躯体蓄冷の効果が期待できることが分かった。

#### 5. おわりに

本報では、建物概要と夜間換気時のバランス型逆流防止換気窓の通風量の測定結果、浮力による夜間換気量の概算結果を報告した。

今後は、夜間換気量と躯体蓄熱量の関係や躯体の蓄熱・放熱性能から夜間換気・躯体蓄冷の省エネ効果を検討する予定である。

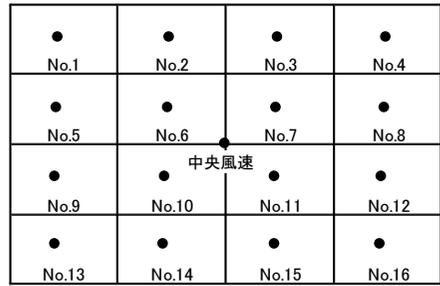


図2 整流ダクト入口の風速分布測定点

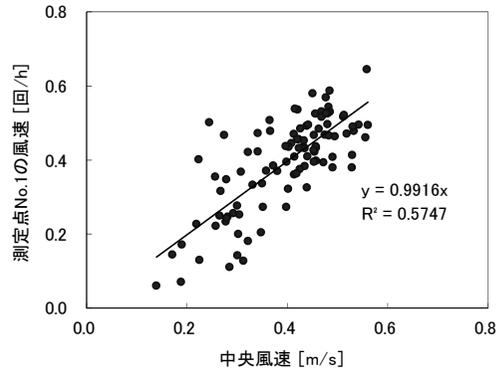


図3 測定点No.1の風速と中央風速の関係

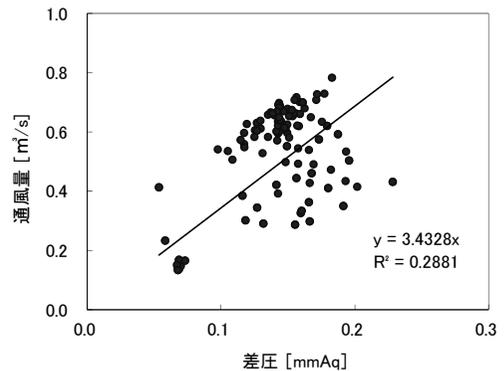


図4 排気窓の通風量と差圧の関係

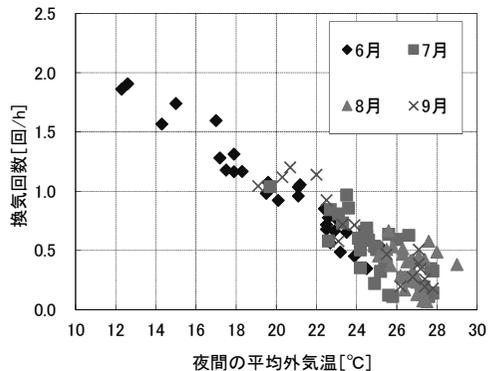


図5 浮力による夜間換気回数の概算



# アクチュエータを用いた 簡易一軸振動台の設計及び製作

構造性能試験研究部 岡部 実

## 1. はじめに

つくば建築試験研究センターでは、容量 $\pm 300\text{kN}$ 、最大速度 $200\text{mm/sec}$ ( $100\text{kN}$ 時)の能力を持つアクチュエータを整備し、試験で活用してきたが、その多くは静的加力が中心となっている。近年、動的加力の問い合わせがあるため、平成25年度施設整備で $\pm 100\text{kN}$ 、最大速度 $600\text{mm/sec}$ ( $33\text{kN}$ 時)のアクチュエータを導入し、従来と同一の油圧系と制御機器を用い3倍の速度に対応できるようになった。これにより試験体を固定し、加力点を高速で移動させることで、試験体の速度依存性を確認することができる。

次のステップとして、高速アクチュエータを利用した簡易一軸振動台を設計し、テーブルの振動により、試験体の応答が測定できるシステムを検討することになった。しかし、限られた予算と試験スペースで効率良く振動試験を実施するためには、解決しなければならない点もあるため、苦労した部分をまとめることにする。

## 2. 加振能力

加速度 $A$ 、速度 $V$ 、変位 $D$ (片振幅)の大きさは式1で表すことができる。



### アクチュエータを用いた 簡易一軸振動台の設計及び製作

構造性能試験研究部 岡部 実

図1に周波数 $f$ と加速度 $A$ の関係を示す。アクチュエータは速度 $600\text{mm/sec}$ 、ストローク $\pm 300\text{mm}$ であるため、 $200\text{mm/sec}$ の既存アクチュエータに比べ、加振できる加速度範囲が広がり、 $1\text{Hz}$ 正弦波で $3.7\text{m/sec}^2$ ( $370\text{gal}$ )、 $1.5\text{Hz}$ で

$5.6\text{m/sec}^2$ ( $560\text{gal}$ )の加速度を出すことができる。(33kN負荷時)なお振動台の負荷が $100\text{kN}$ に増加すると速度は $360\text{mm/sec}$ に低下する。

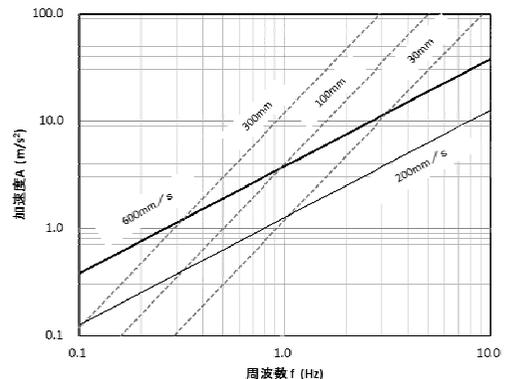


図1 アクチュエータの能力線図(33kN負荷時)

## 3. 移動可能か常設か

アクチュエータを簡易振動台として利用する頻度や簡易振動台を設置した実験棟の反力壁・反力床の振動実験以外の利用を考慮し、簡易振動台は移動可能とした。また試験エリアの制限からアクチュエータを振動台テーブルの下側に設置し、振動台の全長を極力短く押さえることとした。

振動台テーブルは $\text{H}200 \times 200 \times 8 \times 12$ のH形鋼( $50\text{kg/m}$ )を用いて製作することで質量 $500\text{kg}$ 程度に抑えた。テーブルはリニアウエイ(日本トムソン社製)と固定し、リニアウエイは基礎H形鋼に接続し反力床上に固定している。テーブルは長手方向 $3000\text{mm}$ 、短手方向 $100\text{mm}$ (芯-芯)とし、 $100\text{mm}$ 間隔に直径 $22\text{mm}$ の孔を開け、試験体を $\text{M}20$ ボルトを用いて固定できるようにし

た。図2に1軸簡易振動台設置図面を、写真1に設置状況を示す。

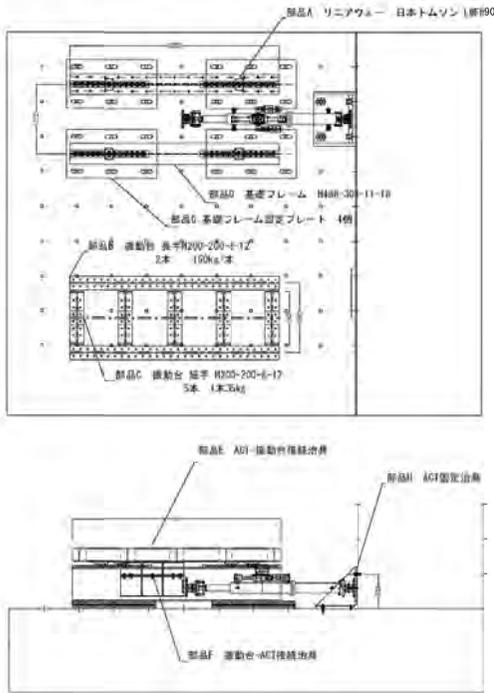


図2 1軸簡易振動台設置図面



写真1 1軸簡易振動台設置状況

#### 4. 不陸0.3mm以下の精度

リニアウエイは精密機器であるため、反力床の不陸により抵抗が増加することは予想される。そのため基礎フレームの上下面を削り出して精度を確保していたが、反力床の不陸の影響で、安易に基礎フレームを反力床に固定すると、テーブルの抵抗が増加し滑らかに動かないことがわかった。そこでフレーム設置段階でト

ランシットを用いて不陸測定を実施し、スペーサーで高さ調整を行った。調整の結果、不陸0.3mm以下とすることで比較的スムーズにテーブルが水平移動することを確認した。

#### 5. 変位制御と加速度波形

アクチュエータを変位制御で正弦波加振した場合の振動台テーブルの加速度を測定し、計算で得られる加速度と比較した。加振は正弦波で振幅を $\pm 25\text{mm}$ とし、周波数は1.0Hz, 1.5Hz, 2.0Hzの3条件とした。結果を図3に示す。テーブル上に設置した2台の加速度計の平均値とし、測定値に2.5Hzのローパスフィルターを計測後処理している。図中の赤線は加速度計の計算値である。この結果ほぼ計算通りの加速度が測定されていることがわかる。なお後処理によるローパスフィルターをかけないと高周波ノイズの影響で計算値よりも大きな加速度が計測されている。

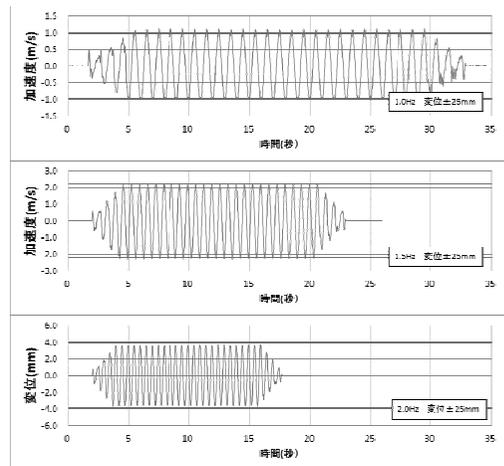


図3 正弦波加振による加速度の計算値と実測値

#### 6. まとめ

製作した1軸簡易振動台は、設置時の不陸調整や計測データのローパスフィルターによるノイズ処理などを行うことで、正弦波加振においてほぼ計算通りの性能を発揮することが確認できた。



# 擁壁の試験手法

技術評価部 併任 構造性能試験研究部 菅谷 憲一

## 1 はじめに

擁壁とは、土自体の抵抗力だけでは斜面などの安定を保ちえない箇所に、土砂の崩落を防ぐために設けられる構造物です。擁壁の用途上の区分は、道路及び鉄道などに用いられる「土木擁壁」と宅地造成地などに用いられる「建築擁壁」に大別されます。擁壁は設計方法の相違により、「コンクリート擁壁」、「補強土擁壁」、「その他の各種擁壁（山留め式など）」に分類されています。建築で用いられる「宅地擁壁」は、「コンクリート擁壁」が多く採用されています。

さらに、擁壁の種類としては、代表的なものだけでも「ブロック積擁壁」・「重力式擁壁」・「片持梁式（L型あるいは逆T型）擁壁」・「控え壁式擁壁」・「もたれ式擁壁」などがあげられます。これらは、地形・地盤の状態、盛土する厚さ（あるいは高さ）、施工性、上載される構造物等によって使い分けられています。例えば、古くから良く採用されている「ブロック積擁壁（間知ブロック及び石積み等）」は、背後の地山が安定している（地山が締まっている）場合に採用されていたものと思われます。すなわち、土圧が小さいと想定される場所に築造が可能な簡易な擁壁と言えます。概ね土自体で安定を保つことができるため、斜面（法面）表面の風化・劣化等を防ぐ程度の仕上げが施されていることとなります。この擁壁は、他の擁壁と比べ経済性・施工性には優れているものの、耐震性能の劣るものと言えます。また、擁壁の築造に対しては、経済性が優れているものの、土地の有効利用と言った観点

からは、経済的とは言えない面もあります（図1参照）。一方、近年では、「片持梁式（L型）擁壁」が多く築造されています（図2参照）。

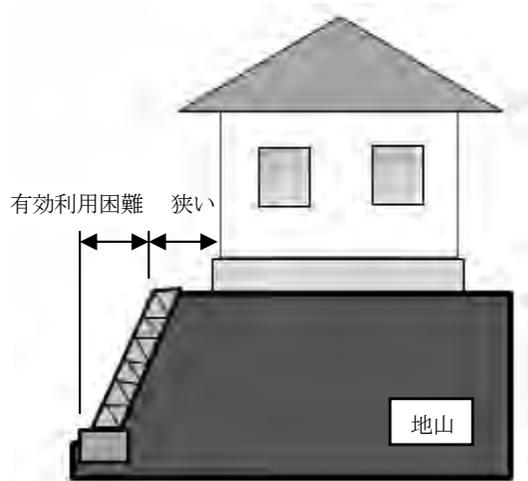


図1 ブロック積擁壁の一例

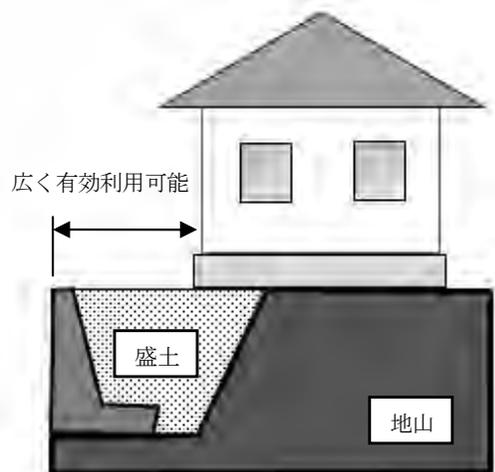


図2 片持梁式（L型）擁壁の一例

「片持梁式(L型)擁壁」は、たて壁と底版(かかと版)で構成されています。この構造体(部材)は、鉄筋コンクリート造であり、それぞれの部材は構造計算によって設計されるため、他の擁壁に比べ部材を小さくすることが可能になります。

「ブロック積擁壁(間知ブロック及び石積み等)」は、通常、経験的に作成された標準設計図集等によって定められた断面に基づき施工されます。これは、築造される地域の土質、豪雨(豪雪を含む)及び大地震等の経験を有し、それに耐えた仕様を選択(あるいは採用)できることとなるため、経験したことの無い外力を受けない限りは、概ね安定した性能を確保できることを意味すると思われます。

一方、「片持梁式(L型)擁壁」は、底版施工時にその範囲以上の掘削が必要になり、埋め戻し作業による「盛土」部分が必ずできます。

この盛土部分や擁壁自体に不具合が生じると、上載構造物にも影響を与えることになります(図3参照)。

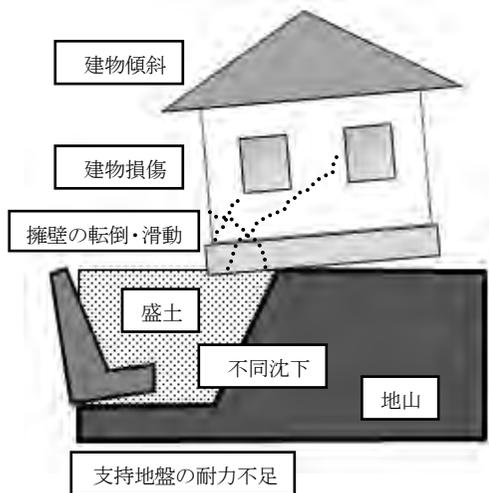


図3 片持梁式(L型)擁壁不具合例

経験工学による裏付けが不足している部分を、「純粋な工学(構造計算)」に基づく「設計(判断)」によって施工(築造)される擁壁については、いくつかの課題もあるかと思われます。

特に、盛土部分の施工品質の確保、構造体の構造計算及び設計の妥当性の検証が必要になります。

ここでは、主に「宅地擁壁」について、構造体の性能を検証する方法のひとつである「試験手法」を解説させていただきます。

## 2 擁壁の設計と荷重

擁壁は、盛土や切土によって形成される斜面(法面)の土砂がくずれるのを防ぐために、土の圧力(土圧)、上に載る造物等の重量(上載荷重)、地震力等に対して、「地盤の支持力」、「擁壁全体の転倒」、「擁壁自体の滑り出し」について安全性が保たれるように設計されます。これを、擁壁の安定計算と呼びます。擁壁の構造体も、安定計算に準じた荷重で損傷しない(所定の状態を保つ)ように設計されます。これを、部材の断面計算と呼びます。擁壁の構造計算(設計)は、以下に示す基規準等に基づき、適切に行うことができます。

＜擁壁の構造計算に用いる主な基規準＞

- ・建築基準法(関連告示等)
- ・宅地造成等規制法(関連告示等)
- ・宅地防災マニュアルの解説：宅地防災研究会
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説：日本建築学会
- ・建築基礎構造設計指針：日本建築学会
- ・小規模建築物基礎設計指針：日本建築学会
- ・その他(土木構造物として基規準多数)

また、市販の構造計算プログラムを活用することも可能になっていると思われます。ただし、構造計算結果のみを信用し、構造設計(判断)が適切に行われなことが無いように注意が必要になります(常に、構造計算プログラムのデフォルト値、適用範囲とモデル化(仮定条件等)が適切とは限りません)。

擁壁の構造計算で検討する主な仮定荷重の種類を以下に示します。また、一般的な荷重の取

り方を図4に示します。

- ① 自重(擁壁構造体重量)
- ② 上載荷重
- ③ 土圧
- ④ フェンス荷重(群衆荷重)
- ⑤ 地震荷重(地震力・慣性力)
- ⑥ 水圧及び浮力
- ⑦ 積雪荷重
- ⑧ 風荷重
- ⑨ 衝突荷重(道路面等)
- ⑩ その他(実情に応じた特殊荷重等)

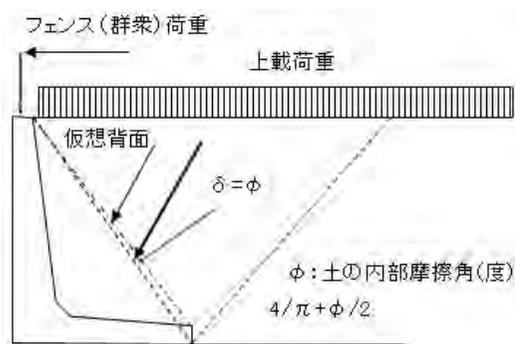


図4 一般的な擁壁の荷重状態モデル

「宅地防災マニュアルの解説」には、前述の荷重①～⑤について検討する方法等が示されています。一般的に荷重⑥の水圧については、適切な仕様の水抜き穴を設けること等により、検討を省略されています。荷重⑦～⑩についても、検討を省略できるケースが多くなっていると思われる。ただし、荷重⑧の風荷重については、取りつけるフェンスの仕様、形状及び寸法等によっては、無視できないとの解説を加えている基規準類等(参考資料を含む)もあります。

上載荷重は、宅地擁壁の場合、その敷地に建築される建物の重量に相当します。「小規模建築物基礎設計指針」によれば、上部構造荷重の目安の値として、一般地域の平屋：4 kN/m<sup>2</sup>、一般地域の2階建・多雪区域(積雪100cm)の平屋：7 kN/m<sup>2</sup>、一般地域の3階建・多雪区域(積雪100cm)の2階建：10kN/m<sup>2</sup>、が示されています。

### 3 試験手法

擁壁の安定計算結果を検証する試験としては、「実大振動台実験」が有効であると考えられます。しかしながら、擁壁が築造される地盤条件も一定では無いので、そのモデル化にも注意が必要になります。また、試験装置の性能及び試験費用等の問題からも実際に実施するのは難しい(課題が散見される)と思われます。

部材の断面計算結果を検証する試験としては、「静的水平載荷試験」があります。これは、「たて壁」、「底板」及び「両者の接合部」の耐力とたて壁の変形性能を確認することができます。この試験は、試験体を試験装置(反力床)に固定し、反力壁(あるいは反力フレーム)に取り付けた水平加力用油圧ジャッキで土圧を模擬した加力を行うものです(写真1参照)。



写真1 擁壁の静的載荷試験装置概要

油圧ジャッキにより水平力を試験体(擁壁)に直接加力すると集中的に荷重を加えることになります。ここでは、土圧の状態を模擬するよう

に集中荷重を適切に分散させる工夫をしています。高さ方向は、土圧分布形を模擬するようにトーナメントを組んでいます(写真1参照)。また、水平方向についても中央付近に加力が集中しないように補強梁を介して、試験体に面で力が加わえ、加力点が分散するように水平梁を2段配置することにより水平方向も等分布荷重の応力状態(土圧の状態)と近似するような工夫をすることがあります(図5参照)。

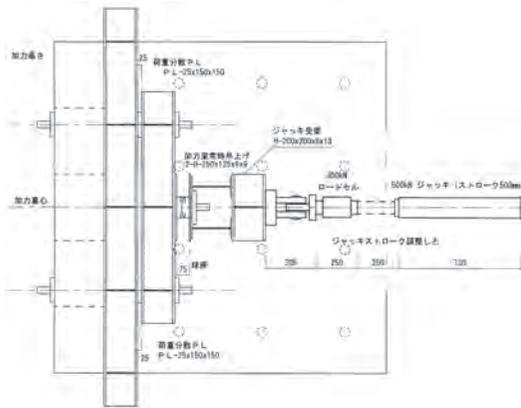


図5 加力装置平面図(円内のPLで応力分散)

応力が集中しないように設けた水平方向の補強梁は、試験体(擁壁)たて壁に接する部分の剛性と近似させるように断面を決定しています。これは、試験体たて壁と比べて剛性が極端に違う補強梁を配置すると試験体の変形性能に影響を与える可能性があるためです。この時、補強梁の耐力不足にも注意が必要になります。補強梁には必要に応じて補強プレートの溶接等が必要になることもあります。

高さ方向の土圧分布模擬用のトーナメントの組み方は、擁壁の構造計算で仮定した外力(土圧)分布から、たて壁に生じる曲げモーメントを算定し、所定の高さ及びたて壁脚部で曲げモーメントを合わせるように計画しています。断面変更点(例えば、配筋が変わる高さ、たて壁補強用の控え壁が無くなる高さ)等で、構造計算の妥当性検証が必要な場合は、その条件に合わせることも可能です。一様断面で特に壁脚部以外に

検証する高さ(位置)が無い場合は、擁壁高さ(あるいは、たて壁の高さ)を規準にして、壁脚のみ(1点加力)、2等分の高さ(2点加力:写真1参照)、3等分の高さ(3点加力)で、曲げモーメントを合わせる方法が採用できます。加力点数は、その数が多いほど、計算仮定の応力状態(曲げモーメント分布)に近づきます。この時、曲げモーメントと総せん断力を計算仮定と一致させることは困難であり、計算仮定の総せん断力より10%程度加力水平力が大きくなることを許容して、加力高さを設定(高さ方向の加力点は5cmあるいは、10cm間隔で計画)します。

擁壁高さ3m、土圧係数( $k_a$ ) = 0.5、土の重量(比重)  $18 \text{ N/m}^3$ 、上載荷重  $10 \text{ kN/m}^2$  として試算を行った検討結果を、図6に示します。

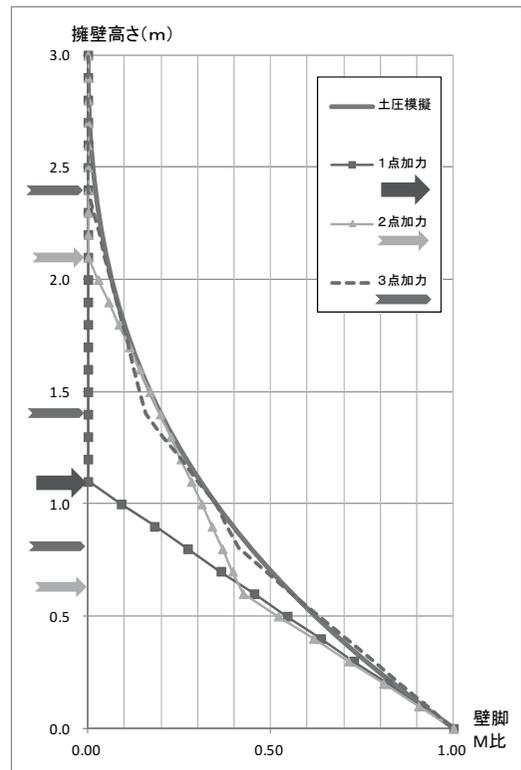


図6 土圧模擬モーメントと加力点数の関係

図6の曲げモーメント分布状態を検討した時の試験計画水平力と加力重心高さの関係を、表1に示します。

表1 構造計算と試験計画載荷条件の関係

|                 | 構造計算<br>(標準) | 1点加力 | 2点加力 | 3点加力 |
|-----------------|--------------|------|------|------|
| 総せん断力<br>(水平力)比 | 1.00         | 1.09 | 1.03 | 1.01 |
| 加力重心<br>高さ(m)   | 1.14         | 1.04 | 1.10 | 1.12 |

これらの関係から、構造計算結果のうち「耐力」を検証する試験計画(加力)が概ね可能であると考えられます。ただし、擁壁高さ方向では、加力計画上の曲げモーメントが構造計算結果を下回る箇所をなくすことは難しいため、「試験対象高さ」あるいは「範囲」を適切に計画することが重要になります。たて壁については、試験で得られた情報から応力状態を補正することで、部分的な応力についても検証することが可能になります。

たて壁の変形(主に水平変位)については、構造計算仮定(外力(土圧)分布)と加力計画による荷重状態が異なるため、その結果も異なります。表2に加力計画と擁壁頭部(あるいは頂部)の水平変位の関係を示します。

表2 荷重状態による擁壁頭部水平変位の関係

|                       | 構造計算仮定荷重状態<br>(土圧及び上載荷重) | 1点加力 | 2点加力 | 3点加力 |
|-----------------------|--------------------------|------|------|------|
| 外力・土圧<br>あるいは<br>加力状態 |                          |      |      |      |
| 水平変位<br>割合係数          | 1.00                     | 0.74 | 0.91 | 1.10 |

表2に示している水平変位割合係数は、構造計算上の仮定荷重による擁壁頭部の水平変位量を、1(標準)とした時、1点加力、2点加力、3点加力それぞれの擁壁頭部の水平変位量の比を示したものです。この時の加力は、前述の図6及び表1の加力計画案の値に基づき計算しています。擁壁頭部の水平変位の関係は、構造計算の仮定と比べると、1点加力では25%程度、2点加力では10%程度小さく、3点加力では

10%程度大きくなります。このことから、試験結果から擁壁の変形性能を確認される場合は、加力計画に応じた適切な余裕度を設定する必要があります。また、試験体底版の固定方法(固定位置が、たて壁に近すぎる等)についても水平変位量等に影響を与えることが考えられますので、慎重な検討が望まれます。

前述のとおり、擁壁の部材検証の試験計画としては、加力点数が多い程、構造計算の仮定条件及び結果と近似します。一方、試験装置の簡素化(加力制御方法、試験装置の安全性を含む)を考えれば、加力点数は少ない方が望ましいと思われれます。例えば、実際に小規模な(高さが低い)擁壁の場合に、3点加力を計画しても物理的にトーナメントを組むことができない(あるいは、実際に加力分散が難しい)ことがあります。擁壁の規模と加力点数(加力計画案)の目安として、以下のような計画例が提案できると考えています。

- ・擁壁高さ2m以下：1点加力
- ・擁壁高さ2mを超えて3m以下：2点加力
- ・擁壁高さ3mを超え：3点加力

試験計画については、依頼者が定める目標性能、試験対象項目、試験体の選定等を含め、適切に検討する必要があります。

また、コーナー擁壁のような特殊な擁壁については、試験体の固定方法や変形状態(直交壁の影響等)を考慮した加力計画が必要になります。

## 4 おわりに

建築系の熟練技能工不足を解決するために、プレキャストコンクリート製の擁壁や工場生産されるコンクリート系のブロックユニットを使用した擁壁の開発も増えているようです。ベターリビングつくば建築試験研究センターでは、様々な擁壁(コーナー擁壁を含む)の試験計画のお手伝い及び試験の実施を行っています。

## リフォーム&リニューアル 建築再生展への出展

去る6月18日より20日までの3日間、東京ビックサイトにてリフォーム&リニューアル建築再生展2014が開催されました。今年は「リフォーム&リニューアルによる新しい価値の創造」をテーマに、長寿命、防災・安全・安心、省エネ・省資源、快適・健康の観点から各企業・団体での新しい取り組みが展示・紹介されました。出展企業・団体数99社、パネル展示数25団体で、当財団も昨年に続き出展しましたのでご紹介します。

ベターリビングでは、建築改装協会と共同で改修用BL部品から、サッシ、玄関ドア、墜落防止手すりについて展示及び改修工事の紹介、並びに複層ガラスの体感展示、BL-bs錠前の展示を

行いました。また、パネル展示コーナーにおいては、「ベターライフリフォーム安心保証パック」「リフォーム業務品質審査登録制度」「(一社)ベターライフリフォーム協議会」の紹介を行いました。

当センターでは、「安全で安心な暮らしを支える技術をサポートします。」をテーマに、次の5課題について、パネル展示及び資料等による紹介を行いました(図1参照)。

### ■ 木造建物の耐震診断・補強設計結果の評定

学校校舎、公民館など比較的規模の大きな木造建築物の耐震診断結果及び耐震補強設計結果について、客観的かつ中立の立場から行っている評定について紹介しました。



写真1 建築再生展開会式



写真2 ベターリビングの展示ブース



写真3 つくば建築試験研究センターの展示



写真4 パネル展示コーナー



図1 当センターの紹介テーマ

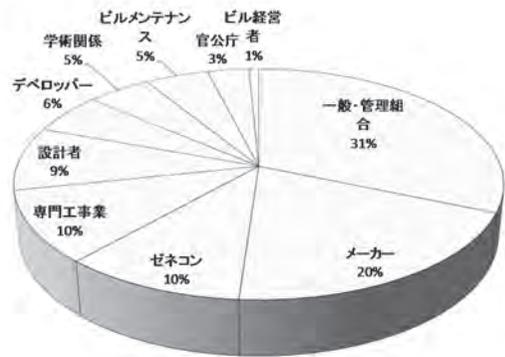


図2 来場登録者の内訳(総数34,001人)

■ 基礎構造の耐震診断・液状化対策技術の技術評価

耐震診断では、建物だけでなく基礎構造の耐震診断も必要となってきます。当財団で発行しています「基礎構造の耐震診断指針(案)」の紹介と液状化対策工法に対する技術評価について紹介しました。

■ 地盤改良体の一軸圧縮試験

地盤改良工事ではセメント系固化材などを用いて地盤改良を行います。当センターでは、第三者試験機関として地盤改良体の強度確認のために行う一軸圧縮試験について紹介しました。

■ 天井脱落対策技術の技術評価

建築基準法施行令及び関連省令の改正により、天井の脱落防止対策が制度化され、本年4月1日より施行されました。当財団で実施しています天井脱落防止対策にかかる建設技術審査証明、評定、特定天井の性能評価(予定)について紹介しました。

■ 地中熱利用システムの技術評価

ヒートアイランド対策や省エネ対策の一環として地中熱を利用した暖冷房システムの導入が進んでいます。当センターで実施しています地中熱利用システムに係る各種性能試験並びに技術評価について紹介しました。

建築再生展では、各企業のブースにおける展示の他、期間中毎日無料開催される特別セミナーでは、建物の維持管理、省エネに関する最新の情報と課題が報告されており、多くの来場者が聴講されており、こちらも本展示会での人気イベントの一つになっています。

建築再生展事務局の発表では、今年のお来場者数は昨年度より約1,400人多い約34,000人の来場がありました。来場者の業種別内訳は、一般及びマンション管理組合10,667人(31%)、メーカー6,710人(20%)、ゼネコン3,561人(10%)、専門工事業3,434人(10%)で以下、設計者、デベロッパー、学術関係、ビルメンテナンス、官公庁・自治体・団体、マンション経営者と続き、約3割の方が一般ユーザー、約7割がリフォーム関連の企業・専門官の方々でした(図2参照)。

当財団におきましては、住宅ストックの改修、環境・省エネ、高齢化社会への対応を本年度の事業計画に取り上げ、新しい事業展開に取り組んできています。今回のような場を通して、より良い住まいづくりのための情報を発信していきたいと考えていますので、来年も多くの方々のお来場をお待ちしています。

# 建設技術審査証明事業 (住宅等関連技術) 完了案件のご紹介

平成26年4月から平成26年8月現在までに、当財団で技術審査証明書を発行した案件をご紹介します。

なお、当財団における建設技術審査証明完了案件の一覧と当該技術の概要は、当財団HP下記アドレスでご覧いただけます。

<http://www.cbl.or.jp/comp/gijutsu/ichiran.html>

## BL審査証明取得技術

|        |  |
|--------|--|
| 審査証明番号 | BL 審査証明-014                                      |
| 技術名称   | ダイレクトアース工法<br>(小口径回転貫入鋼管杭「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法) |
| 審査証明日  | 2014年6月5日  |
| 有効期限   | 2019年6月4日  |
| 依頼者    | サンコーテクノ株式会社                                      |

建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)証明技術一覧

| 審査証明番号      | 技術名称   | 審査証明日                          | 有効期間               | 依頼者                                |
|-------------|--|--------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| BL 審査証明-001 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2012年9月1日(更新前)                 | 2015年9月1日          | 富士セテック株式会社                         |
| BL 審査証明-002 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2013年9月1日(更新前)                 | 2016年9月1日          | 新田建設工業株式会社                         |
| BL 審査証明-003 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2009年7月14日                     | 2014年7月13日<br>※更新前 | 朝来化学工業株式会社<br>日野ケー・株式会社            |
| BL 審査証明-004 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2009年12月29日                    | 2014年12月24日        | アスベック株式会社                          |
| BL 審査証明-005 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2011年10月19日                    | 2016年10月14日        | 株式会社 宇野                            |
| BL 審査証明-006 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2013年10月29日                    | 2018年10月24日        | 本洋建設工業株式会社                         |
| BL 審査証明-007 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2013年12月20日<br>2014年9月1日(最終更新) | 2019年12月19日        | ゼイコム株式会社                           |
| BL 審査証明-008 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2011年10月2日                     | 2016年10月2日         | 株式会社<br>日本建設技術センター                 |
| BL 審査証明-009 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2011年7月24日                     | 2016年7月23日         | ジーン・建設株式会社                         |
| BL 審査証明-010 | 高圧水射法による地盤改良工法<br>(「高圧水射法による地盤改良工法」)             | 2013年9月7日                      | 2018年9月6日          | 西田建設株式会社<br>株式会社建設センター<br>八幡建設株式会社 |
| BL 審査証明-011 | 高圧水射法による地盤改良工法<br>(「高圧水射法による地盤改良工法」)             | 2013年12月16日                    | 2018年12月15日        | ジェイ・システム・エス・エス株式会社                 |
| BL 審査証明-012 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2014年11月27日                    | 2019年11月26日        | 株式会社オオコシ                           |
| BL 審査証明-013 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2014年9月14日                     | 2019年9月13日         | 株式会社エヌ・シー                          |
| BL 審査証明-014 | 壁付コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法<br>(「コアードリフト掘削・人形掘削止掘削工法」) | 2014年9月14日                     | 2019年9月13日         | サンコーテクノ株式会社                        |

※審査証明番号が空白の項目は、掲載情報のワン・ストップサービスです。

建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)証明技術一覧ページ



防耐火性能試験研究部 野中 峻平

## ◆ご挨拶

こんにちは！4月よりベターリビングつくば建築試験研究センターに配属になりました、新人の野中です。こちらで働き始めてから4ヶ月以上が経ちました。研究本館前を彩る花たちもチューリップからヒマワリへと移り変わり、さらに秋に向け試験棟前の栗の木が順調に実りつつあります(収穫を楽しみにしているのですが、ヨソから来て栗を持って行ってしまいう人もいるみたいです)。そうした四季の変化を感じつつ、つくばのみなさんのおかげで職場にはだいぶ慣れてきました。

前号のBLつくばの自己紹介に引き続き執筆ページをいただけることになりましたので、今回はつくば勤務における出来事の他、プライベートについて少しお話できればと思います。

## ◆はじめての夏@防耐火部

今年の夏は冷夏になると言われていましたが…実際にそんなことはなく、夏本番の試験業務に慣れるのに必死になっております。僕が確認した中で、炉から加熱した直後の試験体取り出した際、試験棟内が最高41℃をマークしたときはさすがに驚きました。ただでさえ暑い中、粉塵・ガス対策のマスクの着用も暑苦しさには拍車をかけ、汗の量がすごいことになっており、そんな汗くさい作業着を毎回洗濯していただいている用務の方々には大変お世話になっています。当試験所ではこまめな水分補給や、クールベスト(ベストの中に冷水を入れ放熱する仕組

み)などで対策はしていますが、早く秋が来て涼しくなることを切に願う今日この頃です。

## ◆食生活の変化～ラーメン自重～

実家が東京都葛飾区にある新小岩にありまして、まだ片道2時間半の通勤を続けています。そろそろ引越しをしたいと思うようになってきたのですが、なかなか新小岩を離れられない理由の一つが、近所に優良ラーメン店がとにかく多い！ということです。特にオススメなのが新小岩駅前にある「麺や一燈」の塩ラーメンです。ここのチャーシューのこだわりはすごく、ゆず胡椒をからめたスープの味わいたるや筆舌に尽くしがたい旨さがあります。休日のお昼は一時間ほど待たないといけません、近くにお立ち寄りの際はぜひ足を運んでみてください！

とまあ、このように突然ラーメン紹介をしてしまう僕ですが、夏から生活習慣を改める決意をしました。というのも、実は最近太り気味でして…。それもそのはずで、通勤時間が長いため平日の夜遅くに夕飯(4回に1回はラーメン)をとる、飲み会の後に必ずと言っていいほど、締めラーメンを食べてしまうといった食生活の積み重ねを続けてきた結果です。ちなみに、つくばに住んでいる同期の高橋君と夕飯に行くときもほぼ毎回清六屋のラーメン大盛り+チャーシュー丼です。そういう訳で、たまに飲む大学の同期や地元の友人たちに警告され始めたということもあって、夏から食事制限を始め、夜ラーメンはしばらく自重することにしました。前号の自己紹介でラーメン好きをアピー

ルした際はいろんな方に周辺のお店を紹介していただいたのですが、昼は混み具合や距離的な事情でなかなか行くことができないのが残念です。楽しいラーメンライフが一変、まさかのダイエットライフに…。

## ◆竜神バンジー

この夏の行事として、ダイエットの決意表明と単純な興味本位半分で先日、日本最長と言われる高さ100mの茨城県竜神大吊橋のバンジーに友人と挑戦してきました。本番前にロケハンしましたが、やはり日本最長の肩書は伊達じゃなく、飛ぶ前に心が折れそうになりました。こういうものは100%安全という保障がないし、誓約の手続きがあるので余計恐怖心をあおられますよね。跳ぶ前にお昼を現地で食べたのですが、最期の食事を覚悟してバンバンジーなる名物はほっといてラーメン一択でした。

跳ぶ直前までは運営の勝手な演出で僕だけスタッフによる「3・2・1・バンジー！」の後押し掛け声がないというハプニングがありましたが、跳んでみれば初めてのスリルでテンション上がっていました！その後スタッフに引き上げてもらい、無事生還！のはずが、最下点に到達した際足を縛った紐がひっかかり右足の靴が川へまさかのダイブ…落し物をして取りにいけないみたいで、僕の身代わりになってくれたと思いきや泣く泣く諦めました。みなさん行かれたときはお気を付けください。



↑ 認定証もらいました！

## ◆終わりに

以上が僕の近況となります。職務においては、これから覚えるべきことはたくさんありますが、自身の研究につながるよう知見を深めながら試験業務に臨む所存です。また、1年目ながら本部の住宅性能評価部との併任をさせていただいて、実務経験を積みながら1級建築士の資格取得を目指しております。

ほんの2ページでしたが、お付き合いいただきありがとうございます！おそらく次号では多趣味な高橋君のおもしろいコラムがご覧いただけると思いますので乞うご期待です。

それでは失礼いたします！！





## 自己紹介



管理部 白井 司

2014年7月1日付けで嘱託採用となりました  
白井 司と申します。

出身は東京都世田谷区の等々力というところで、  
ご存じの方もいらっしゃるかもしれませんが、  
東京23区で唯一の溪谷、等々力溪谷がある  
ところです。

等々力駅から徒歩1分、気軽に森林浴が楽し  
めるスポットですので、機会があれば是非いら  
してみてください。

そんな私の地元である等々力ですが、大学が  
埼玉県草加市であっても、初めて勤めた職場が  
神奈川県相模原市であっても、ずっと同じとこ  
ろに住んでおりました。

通学は2時間弱、通勤は2時間以上かかり、  
周りからは遠すぎるとよく突っ込まれておりま  
したが、当の本人は全然気にしておりません。

移動時間に関しては、さほど気にしない性格  
なのですが、この度は思い切って地元から離  
れ、つくば市に住むことにしました。

他県に住むのは初めてで、最初はどうなるこ  
とやらと心配しておりましたが、所内の皆様に  
温かく迎えて頂き、今は何不自由なく過ごして  
おります。

思えば今年は初めてづくしで、転職もそうで  
すが、前職では評価関連の業務を行っていたの  
で、管理部のような業務も初めてとなります。

また私生活の面では、車の購入、そして秋に  
は第一子誕生予定と嬉しいことばかりです。

公私共に新しいことばかりですが、今後も頑  
張ってまいりますので、これからも何卒よろし  
くお願い致します。





今年度に入って、今まで私達が経験したこともないような雨量が、広い範囲で記録されました。その影響で、冠水や浸水、擁壁の崩壊、大きな土砂崩れまで引き起こされ、甚大な災害となるケースもありました。また、戦後最悪の火山被害と言われる御嶽山の噴火も発生し、今年度は自然災害に見舞われる機会が多かったのが印象的です。

本号のテーマは「研究機関としてのTBTL」ということで、つくば建築試験研究センターで行われている、様々な試験・研究内容を紹介させて頂きました。これらの内容からも分かるように、当財団の試験・研究の多くは、自然災害や自然現象に対する強度や耐久性を検証することが主な業務となっています。人々が生活する建物の安心と安全を確かなものとするよう、数多くの企業様も尽力されています。当財団も試験・研究機関として、これからも皆様のお手伝いができればと思っております。

BLつくば第17号をお読み頂きありがとうございます。原稿を執筆頂いた方、ご協力頂きました皆様、ありがとうございます。大きな災害が起こらない事を心よりお祈りいたしております。

田井 秀迪

---

## BLつくば編集委員会

---

委員長 藤本 効  
主 査 山口 佳春  
委 員 吉田 節子、下屋敷 朋千、金城 仁  
小室 達也、永谷 美穂、田井 秀迪

---

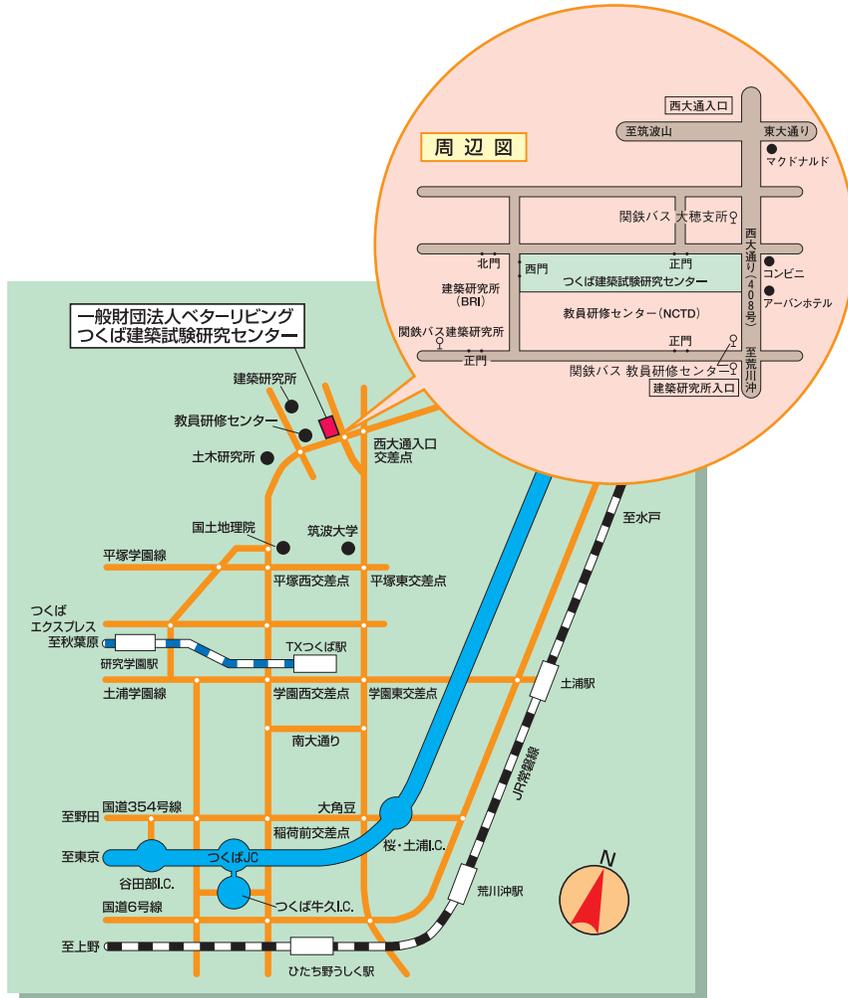
## BLつくば 第17号

---

発行年月日 平成26年11月1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](mailto: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