

早稲田大学  
創造理工学部・研究科  
広報誌

2017

17

〒169-8555  
東京都新宿区大久保 3-4-1  
Tel 03-5286-3000  
Fax 03-5286-3500

Creative People

# 創造人

<http://www.cse.sci.waseda.ac.jp/>

Interview

建築学科  
奥石直幸 教授  
ワールド・建築材料学、材料施工

最終目的は良質な建築をつくること  
高級な材料を使っても  
建築が良くならなると意味がない



# 建築材料で最も難しい課題は、長期性能の予測 予測がくるえば失敗も起こる 失敗に学び、改良し、また使ってみる だから、現存の建築は良くも悪くも貴重な見本

興石教授は、学部の卒論から博士学位を取得するまで、強いけど意外ともろいコンクリートに、ファイバーを混ぜて粘り強くする研究に従事していた。あるとき、木構造分野の研究者から、「壁土」の性質を調べて欲しいという依頼があった。興石教授は各地の壁土を調べてみたが、粒が細かいもの粗いもの、ひび割れやすいもの、硬く固まるものなど、様々であった。研究が進むにつれ、壁土とファイバーコンクリート、土壁と高層ビルのカーテンウォール、それぞれに共通点が多いことがわかってきた。

「建築の材料学は、他産業の材料学とは軸足の置き方がだいぶ違います」

と興石教授は言い、こう続ける。

「建築の場合、新素材の開発よりも、他産業の材料を上手く利用して、使いこなすことに力点を置きます」

「使いこなす」という意味は、例えば、建築の壁や床などは何種類もの材料で造られているが、その組み合わせを間違えないこと。また、温度・湿度が変化する環境で、ときには日ざしや風雨にさらされる屋外で、しかも人間の手作業で建築は造られることが多いので、材料の加工や取扱いが容易で、環境や技能

に左右されにくいことも重要だ。さらに、建築は50年、100年、それ以上と、長い期間使うので、耐久性の良い材料が求められる。しかし、そればかりが、建築を長持ちさせる方法ではない。頻繁に手入れをし、傷んだ部分を修理・交換しても良い。これらすべてが「建築材料学」の研究対象だ。

早稲田大学の「建築材料学」では、造る段階を重要視しているので、分野名を「建築材料施工」と呼ぶ。

## 地球環境を考えるなら 伝統的な技術に期待あり

興石教授は、ファイバーコンクリートの研究のあと、もっぱら内外装の仕上材、防水材など、建築の骨組み以外に用いる材料の研究に取り組み、最近では、木造建築に関係する研究テーマも増えている。日本建築学会等においては、これら材料・施工技術の標準化に携わる。

これらの研究とは別に、独自に注目している技術が日本の伝統的な「土壁」だ。

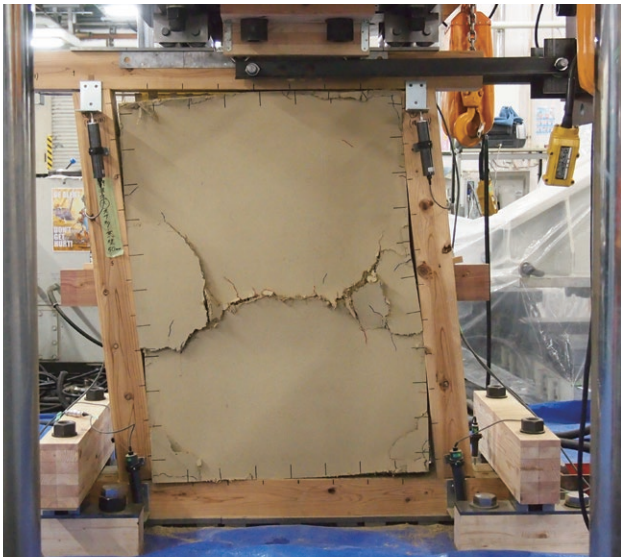
興石教授が伝統土壁を注目する理由は、土壁建築に使用する材料が木、竹、土、稲わら、縄などの自然素材だからだ。しかも土は乾燥するだけで固まり、水をかければ元に戻る。つまり、環境負荷が少なく、完全リサイクルが可能なのだ。

しかし、と興石教授は続ける。

「昔、当たり前のようにやってきた技術だから、そのままやればいい、というわけにはいきません。世の中の要求は昔より格段に高まっていて、特に、地震や火災などに対しては、安全の確保が大前提です」

だから今、トライ・アンド・エラーの繰返しと自然淘汰を経て生き残った、完成度の高い伝統技術に学び、それを学術的に読み解き、そして、最小限の改良を加えて現代版の土壁を開発したい——そんな姿勢で興石教授は土壁研究に取り組んでいる。





構造実験

## 伝統的な土壁の技法は 現代の最新技術に通じる

土壁の研究をはじめたきっかけは、建築構造の研究者からの依頼だった。土壁の地震に対する強さを調べていたその研究者は、地域によって土壁の強さや壊れ方が違う原因を突き止められなかったのだ。

興石教授も、当初は、土壁に使う壁土のどんな性質を調べればいいのか戸惑ったという。

「たいていの建築材料は、日本工業規格などに試験方法と品質基準が決められているので、その通りにやれば良いのですが、壁土については何も規格がありませんでした」

そこで、地盤、焼き物、農業といった土を扱う他分野の手法を参考にした。最初は、手当たり次第にいろいろな試験や分析を行った。

そのうち、特に重要な性質は、粒径分布、水を加えたときの粘性、乾燥に伴う収縮、乾燥後の強さの4つであり、これらはお互い密接に関係していることが判明する。

細かい土ほど、水を加えた状態では粘りが強く、乾燥に伴う体積収縮が大きく、乾燥後はコチコチに固まる。経験豊富な左官職人はからだで感じ取っていて、塗りやすくするため、乾燥ひび割れを修正できる程度に抑えるため、強固な壁にするため、細かい壁土をブレンドしたり、逆に砂を加えたり、稲わらや水の分量を調整したりする。土壁は何層も塗り重ねるが、下層ほど強度を大きく、上層ほど乾燥収縮を小さくなるように、材料の分量を調整している。

「上等な仕事ほど、層数が多い」と興石教授は言う。

次にわかったのが、木造土壁の地震に耐える仕組みだった。

「中規模程度の地震なら、木材のフレームだけで抵抗できるの

で、土壁層はなるべく抵抗せず、損傷しないように、損傷しても修理しやすい部分が壊れるように工夫されています。大規模な地震がきて、家が大きく傾くような状況になると、土壁自身が壊れることでエネルギーを吸収し、倒壊寸前で抵抗する。そんな仕組みになっていたのです」

ということか。

土壁の下地は、丸竹を何等分かに裂いた割り竹を、縄で格子状に編んで作られている。役割の異なる2種類の竹が用いられ、一方は間渡竹といい、もう一方は小舞竹という。間渡竹は30cm程度の間隔で縦横に配置する。横間渡竹は、柱の側面にあけた穴に両端を差し込む。縦間渡竹は、水平部材の上下面にあけた穴に同じように差し込む。穴の幅も深さも間渡竹がガタガタと動けるように大きめにするのがポイント。小舞竹は、間渡竹のあいだに5〜6本、指が2本入るくらいの隙間をあけて、縦横に配置し、縄で間渡竹に網付ける。このとき、小舞竹は、木材フレームに接触しないように、短めに切るのがポイント。この2つのポイントのおかげで、中規模程度の地震では、木材のフレームが傾いても、土壁層に力が伝わらず、損傷したとしても土壁の四周だけで、補修のしにくい壁の内部には損傷が起こりにくくなっているのだ。

「今で言えば、新宿の超高層ビルの外装に使われているカーテンウォール（帳壁）の技術と同じなのです」と興石教授は言う。「まさに左官職人の試行錯誤・創意工夫が生んだ技術です」

## 構法

### 小舞下地 地域や職人によって様々



軸組への小舞下地の取り付け方法



小舞竹の間隔や、軸組との隙間

## 伝統左官技術を残す最後のチャンスに とにかく決めたことは最後までやり抜く

再び土壁の採用を広めるには多くの課題がある。工事期間は長く建設費も高いし、日本の家屋は夏を旨としているので冬は寒い。また、現代の建築基準、特に安全基準をクリアしなければいけない。

「この研究を始めてもう十数年。遅すぎたかもしれないが、始めてよかった」と興石教授は語る。

「このような伝統的な建物を建てられる職人が高齢化しています。でも少しずつですが、自然素材や手作りの建築に人気が戻ってきているのです。生活空間が、均質で平らで角の尖った硬い工業製品だらけになってしまった反動でしょうか。だから、伝統を残す最後のチャンスなのです」

興石研究室では、土壁や木造建築に関するテーマを志望する学生が多くなってきた。「ほかのテーマもやってほしいのですが」と興石教授は笑う。

学生に接する上で意識していることを尋ねると、こんな答えが帰ってきた。

「研究成果を急ぐなら、あれやれ、これやれと学生に押し付けたいところですが、社会に出たら、解決しなければいけない問題はもっと複雑です。自分で問題の所在を発見し、方法論を考

え、実行する力が必要です。だから、時間はかかりますが、そのトレーニングになればと自分で考えさせるようにしています」

興石教授が最近の学生に対して危惧しているのは、建築学科からドロップアウトする学生が増えていることだ。

「大学は入学時にどれだけ準備や覚悟をしてきたかが重要です。ただ、それを高校生に求めるのは厳しい。ですから、入学直後にミスマッチが起きても不思議はありません」

学部で4年、大学院に進めば6年。決して短くはない。もし、自分には建築が向いていないと感じてしまえば、早めにやめてしまおうと考えるのも無理はない。しかし、興石教授は訴える。「建築分野は非常にすそ野が広いので、どんな人にも必ず活躍の場があるはず。逆に、建築以外の学科や学部を卒業した人も、建築分野で大勢活躍していますから」

最近、人工知能やロボットなどの技術が進化し、20年先には多くの職業が消滅すると言われている。だが、興石教授は「建築は、量は減っても必ず生き残る仕事」だと考えている。

「将来を信じて、まずは学部・大学院をやり抜いてほしい。没頭しないと本当の面白さなどわかるはずありませんから」

