

# 課題情報シート

テーマ名：	木造伝統的工法の良さは ～石場建て工法の施工性と免震性能の検証～				
担当指導員名：	望月 孝則	実施年度：	26 年度		
施設名：	近畿職業能力開発大学校				
課程名：	応用課程	訓練科名：	建築施工システム技術科		
課題の区分：	開発課題	学生数：	6 人	時間：	24 単位 (432h)

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

古くから伝統的に引き継がれてきた「木造伝統工法」は、その構造の複雑さが原因で、衰退し、施工の比較的容易な「在来工法」へと形を変えている。そのため、木造業界では高い技術を持つ技能者（職人）が減少し、職人の技能伝承問題が問いただされています。今後も大工技能を継承するためには、伝統工法の良さを広く世間に認識させる必要があります。

建築大工の技能と技術を知識として深め、木造伝統工法を理解することを通して、この問題を整理し、解決に導くための手段を考え、学生のコンセプチュアルスキルの付与をねらいとします。

### 【訓練（指導）のポイント】

木造伝統工法による模擬住宅の作成と振動実験を通して、学生自ら伝統工法を体感させ、伝統工法のメリットとデメリットを整理させます。

模擬住宅の作成は、設計から施工計画、施工、施工管理など、あらゆる工程をすべて学生主導で進めるようにし、途中過程のアドバイスと複雑な木質部材の組立てに関しては、指導員にて指導を行います。

課題のまとめ方としては、伝統工法の必要性を「その良さは・・・」という形で結論付け、地震に対する性能も「安全性は保証できる・・・」という形で評価していきます。

## 課題に関する問い合わせ先

施設名： 近畿職業能力開発大学校  
住所： 〒596-0103 大阪府岸和田市稲葉町 1778  
電話番号： 072-489-2134  
施設 Web アドレス： <http://www3.jeed.or.jp/osaka/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 木造伝統的工法の良さは ～石場建て工法の施工性と免震性能の検証～

建築施工システム技術科

指導教員

望月孝則

現在の木造建築は、在来工法が主流である。伝統工法は廃れていく一方で、木造新築住宅の1%にも満たない着工件数となっている。伝統工法は古くから現在まで継承されてきた日本固有の文化であり、現在普及している在来工法の基礎となったものである。私たちは、実際に伝統工法を用いて模擬家屋を建築することで、伝統工法の良さを実証し、このまま途絶えることなく技能伝承させることを目指す。

Keywords：伝統工法，柔構造，石場建て，足固め，土壁，渡りあご

## 1. はじめに

伝統工法とは、大工や左官等の職人による伝統技術の総称として用いられる言葉で、梁や柱を加工して木を互いに組み合わせることにより骨組みを構成する。金物はほとんど使用せず、昔ながらの長ほぞ・込栓・楔（クサビ）・ダボなどで固定し、また、貫（ヌキ）という部材を柱に貫通させることで、土壁を塗るための下地（竹等）を固定すると共に、柱と壁をしっかりとつなぐ役割を果たす。これらの木組みと貫、そして土壁は地震に対して粘り強さを発揮している。

私たちは、古くから日本に伝わる伝統技能を絶やす事なく後世に伝えたいという強い思いから、開発課題で伝統工法について研究を行うこととした。

## 2. 開発課題の目的と流れ

開発課題をはじめるとに当たり、まずは伝統工法がどのようなものであるか、私たち自身が認識する必要があった。伝統工法自体に明確な定義が定められていないため、インターネットや文献で調査した内容から、伝統工法の定義の再確認を行った。

調査を進めていくと、伝統工法と呼ばれる建物には、様々な組み方、施工法が存在し、一貫性がないことが分かった。そこで私たちは、伝統工法を「伝統的工法」と名を変え、「基礎には石場建てを使用し、昔から使われてきた継手・仕口を用い、原則金物を使わないこと」と定義付けすることとした。

本開発課題は、「木造伝統的工法の良さは」をテーマに、本校体育館北側の空き地に『伝統的工法』の模擬家屋を建築し、実際に施工を経験する。その中で在来工

法と伝統的工法の施工性、特徴などの違いや類似点に着目し、施工要領書としてまとめる。また、伝統的工法の特徴のひとつである、「石場建て」の振動実験を行い、石場建て工法の免震性能を検証する。（図1）

## 3. 施工計画

### 3.1 建物概要

今回の建築物は、芯-芯 925mm ピッチとし 3,700mm の正形状として、925mm ピッチとした理由は、今回和室で使用する畳のサイズを近畿・中国地方の一部で使用されている「六一間（ろくいちま）」（925mm×1,850mm）を使用するためである。その中で、4畳半の和室・床の間を2室（1畳と半畳）・濡縁を造るものとする。開口部は濡縁から和室に入る部分を木製建具とし、その他をアルミ製建具とする。（図2）

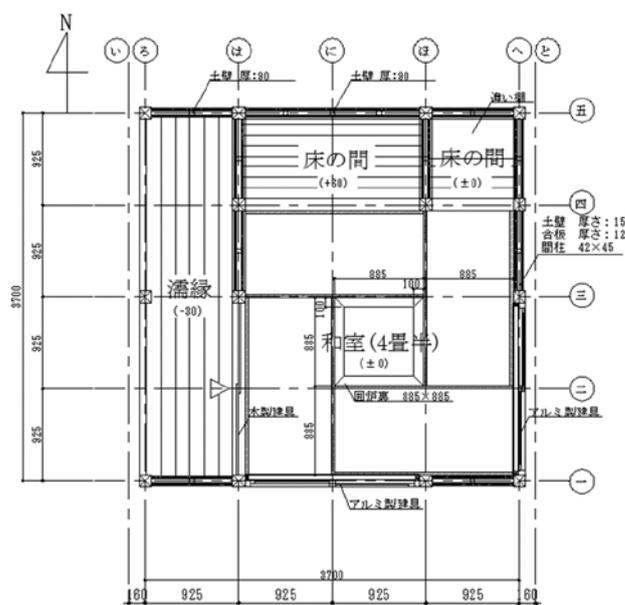


図2 設計図面(平面図)

### 3.2 基礎・床組仕様

今回建物の基礎に用いるのが石場建て工法である。「石場建て」とは、基礎と土台を金物で緊結せず、礎石または独立基礎の上に柱を乗せるだけで、地面と建物の縁を切っている。礎石の上に柱を直接建てるため、土台の代わりに足固めで柱を固定する工法である。足固

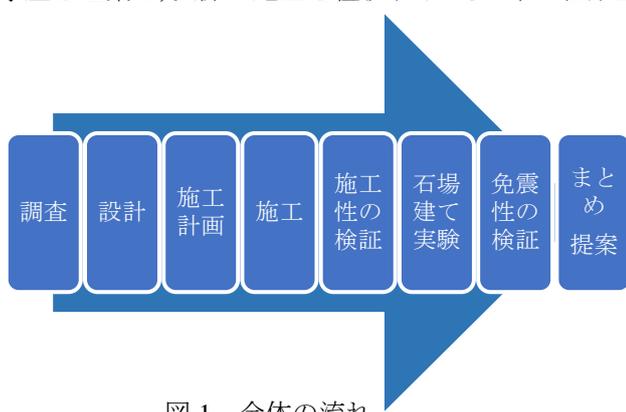


図1 全体の流れ

めで使用する継手・仕口は、「二方差し・三方差し」を使用する。(図3,4)

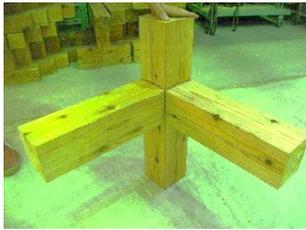


図3 二方差し

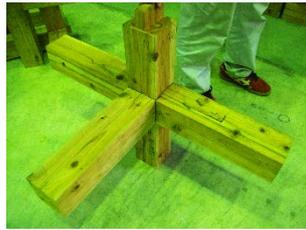


図4 三方差し

### 3.3 小屋組仕様

小屋組で使用する継手・仕口も金物を使用しない工法とし「追掛大栓継ぎ」「金輪継ぎ」「台持ち継ぎ」「渡りあご」を用いる。また、棟木には丸太を、一部小屋梁には太鼓梁を用いる。(図5,6)



図5 台持ち継ぎ



図6 渡りあご

## 4. 施工

### 4.1 部材の墨付・加工

作成した図面を元に部材の墨付・加工に入る。期限は20日程度をかけ、「柱」「足固め」「小屋」の3つに分かれ作業を行う。加工時は、機械加工と手加工を併用する。使用する機械は、「丸鋸」「ホゾ切り機」「角ノミ機」「電動ドリル」「帯鋸盤」「電動カンナ」である。

#### 4.1.1 柱

4mの木材で墨付・加工を行う。足固めのホゾの差込口を作り、小屋組材との取り合いとなる短ホゾ・二段ホゾの作成を行う。(図7,8)



図7 足固めのホゾ穴

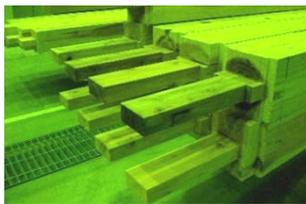


図8 柱頭部の二段ホゾ

#### 4.1.2 足固め

部材を必要長さに割り振り、切断後墨付に入る。種類として、車知継ぎ・短ホゾ・蟻掛がある。前述にある機器と手加工で作業を進めていく。(図9,10)



図9 三方差し組立前



図10 三方差し組立後

#### 4.1.3 小屋・母屋・棟木

小屋部材では、伝統工法ならではの丸太・太鼓梁を使用した。丸太・太鼓梁の墨付け・加工では、鉋(な

た)や型取ゲージなどの特殊な工具を用いて、材の曲面に合わせて作業を行った。(図11,12)



図11 太鼓梁



図12 太鼓梁加工

### 4.2 足場組立て

建て方以降の工事における高所作業のため、足場の組立てを行う。(図13,14)



図13 足場組立て



図14 足場完成

### 4.3 礎石配置

伝統的工法の特徴である、「石場建て基礎」に必要な礎石の配置を行う。柱部材・束部材が配置される箇所に礎石を配置していく。(本課題では石の代わりにコンクリートで製作した礎石を用いる)(図15,16)



図15 根切り作業



図16 レベル測定

### 4.4 建て方

#### 4.4.1 足固めおよび柱の建て方

束石の芯墨に合わせて柱を配置し、カケヤにて足固めを組立てる。足固め完成後、継手部分の車知栓、ホゾ突出部に楔を打ち込み、下げ振り・差金を用いて寸法を確定、仮筋交いで固定する。(図17,18,19,20)



図17 足固め組立て



図18 二方差し組立て



図19 三方差し組立て



図20 楔打ち込み

#### 4.4.2 小屋組組立て

足固めおよび柱の組立て完了後、小屋組組立てに取り掛かる。小屋組材を組立ての際には、クレーンを使用するため吊り荷の下などに入らないようにする。垂木取付けを行う前に母屋・棟木と垂木との芯墨の確認を行う。芯墨確認後、垂木を取付ける。(図 21, 22, 23, 24)



図 21 小屋梁取付け



図 22 太鼓梁取付け



図 23 丸太取付け



図 24 垂木取付け

#### 4.4.3 建て方精度検査

棟木が上がったら柱の倒れや小屋束の倒れなどの検査をする。(図 25, 26)

検査結果は、継手・仕口の部分において、隙間が開いた部分があった為、ろ通り・は通り・三通り・四通り・五通りで全長が約+5~+8mm の誤差が生じた。柱の倒れなどは特に問題がなく、精度良く施工できた。



図 25 建て方完了



図 26 建て方検査

#### 4.5 屋根工事

建て方終了後に、面戸板、野地板、ルーフィングの張り付け、ルーフィング押さえまでの施工を行う。垂木取付け後に、垂木と母屋部材の間のできる隙間を埋める為に、面戸板を用いて隙間をふさぐ。屋根の妻側に破風板を取付け、野地板を取付けていく。野地板は、現場あわせで加工を行い取付けを行う。取付けの際に、野地板がちどりになるように張り合わせていく。ルーフィングは、タッカーを用いて、野地板に張り付けていく。(図 27, 28, 29, 30)



図 27 面戸板取付け



図 28 破風板取付け



図 29 野地板取付け



図 30 ルーフィング取付け

#### 4.6 建具工事

開口部は木製建具の場合、上部に鴨居、下部に敷居を取付け、アルミサッシは窓まぐさ、窓台を取付けていく。その後、襖及び、サッシ枠を取付ける。(図 31, 32)



図 31 敷居取付け



図 32 鴨居取付け

#### 4.7 床工事

床工事ははじめに、根太のピッチ割から加工までを行い、根太の取付け作業を行う。根太取付け後、合板のピッチ割を考え、合板取付け作業を行う。合板取付け作業と並行して濡縁の板張りを行う。(図 33, 34)



図 33 根太取付け



図 34 濡縁板張り

#### 4.8 壁工事

壁仕上げは土壁とするため、下地に竹小舞を編むが、これらの作業は応用課題での製作予定としている。

#### 4.9 竣工

墨付けから壁工事までのすべての作業に 32 日間を要し、すべての施工を完了した。(図 35, 36)



図 35 完成写真 西南面



図 36 完成写真 南東面

#### 4.10 施工性の検証

実際に施工を通じて、施工者、施工管理者、環境面などの観点から、伝統的工法のメリットとデメリットを検証した。

[施工者の観点]

- ・高い技術、知識が必要
- ・金物を使用しないので継手・仕口の加工が手間
- ・職人としての誇りを持てる

[施工管理の観点(Q・C・D・S)]

- ・手刻みによる加工のため品質が一定でない[Q]
- ・コストがかかる[C]
- ・工期が長い[D]
- ・柔構造のため作業中の安全性が悪い[S]

[環境面の観点(E)]

・天然素材、金物を使用しないため地球に優しいメリットに加え、デメリットもいくつか挙がったが、これらは、職人の高い技能がカバーするもので、やはり職人の腕に大きく品質が左右されることが実証された。様々な観点がある中、伝統的工法にしかない難しさや良さを、身をもって体感することが出来た。

4.11 施工要領書の作成

今回製作した模擬家屋の施工記録として、伝統的工法を施工する場合のマニュアルとして活用できることを目的に、工程表・リスクアセスメント作業表・施工手順書などをまとめた「施工要領書」を作成した。

5. 石場建て実験

5.1 目的

石場建て工法において、礎石の上に固定されていない柱が、地震時にどのような動きをし、また、石の上から柱がずれ落ちる可能性があるのかを検証するために、振動台において振動実験を行った。

5.2 試験体概要

試験体の構造は、今回の伝統的工法建て方時に使用した、「足固め・二方差し」と「渡りあご工法」である。柱数は4本で、芯・芯910mmの正方形の形で配置し、渡りあごの高さも910mmとする。(図37, 38)

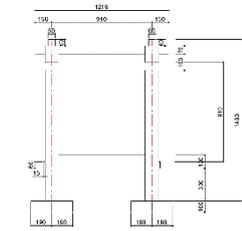


図37 試験体図面



図38 試験体

5.3 振動実験の手順

振動台を用いて、石材（本研究ではブロック 2 個(390×380)・合計 8 個使用）に柱を乗せて、各試験体に 4 種類の振動波を与え、振動後の柱のずれを確認する。ずれの確認については、芯墨からどの程度動いたのかを差し金にて確認、記録を行う。今回、試験に用いた地震波は以下の 4 種類である。

- ①BCJ波…財団法人日本建築センターの模擬地震波で、振動実験の目的のために作成された地震波のこと。
- ②兵庫県南部地震…1995年に発生した最大震度7の地震。縦揺れの地震で周期が早いのが特徴。
- ③三陸沖地震…1994年に発生した最大震度6の地震。横揺れで周期が長いのが特徴。
- ④東北地方太平洋沖地震…最大震度7で2011年に発生。これに伴って発生した津波、その後の余震により甚大な被害を受けた東日本大震災のこと。

5.4 実験結果

すべての地震波において、実験後に柱が落脱することとは無かった。ズレの計測は、最も大きいのが三陸沖地

震波で、他の3つの地震波は、さほど大きな変化は見られなかった。(表1, 図39, 図40, 図41)



図39 試験の様子



図40 柱のズレ

表1 各地震波の柱のズレ(最大値)

BCJ	兵庫県南部	三陸沖	東北
7mm	12mm	105mm	3mm

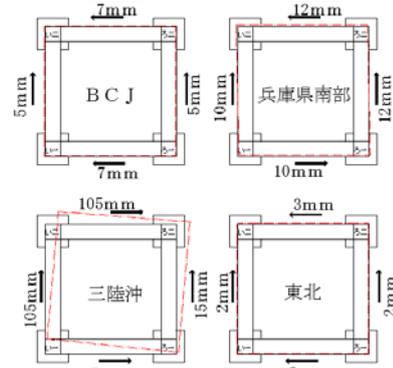


図41 実験後の柱のズレ

5.5 石場建ての免震性能の検証

実験結果から、今回私たちが実際に施工した礎石のサイズは250mm角であったため、礎石から柱が落脱することはなかった。今回の実験から、過去の大地震と同様の地震が発生した際も、礎石から柱がずれ落ちることはないことが確認できた。しかし、本実験では、構造部材のみでの実験であり、実際は仕上材が加わり、建物の重みが増す分、ズレは大きくなると予想されるため、今後更なる実験は必要である。また、柱が礎石からずれることによって、地面からの直接の揺れは建物に伝わらず、免震性能にもすぐれていることが分かった。

6. 全体のまとめ

私たちは、本開発課題を通じて、伝統工法に関する調査・設計・施工・石場建ての性能検証など、様々な研究を行ってきた。建築基準法における伝統工法の位置づけや、伝統工法の施工性、コスト面などにおいて、伝統工法が衰退してきた原因が、いくつかあることがわかった。しかしながら、デメリットばかりではなく、伝統工法の良さも沢山ある。伝統工法は、エコロジーが求められている現代よりもっと以前から、当たり前の様に継承されてきた、自然素材で環境にやさしい建物造りである。構造部材は、金物を使わずに、木組みでもたせ、壁は土壁で再利用することも可能、まさに循環型の家づくりそのものである。発展目覚ましい現代社会にこそ、日本固有の文化や技能・技術を大切に保有し、今後も伝統工法を継承していくべきであると私たちは考える。

文献

- [1]木組み・継手と組手の技法 大工道具研究会
- [2]木造伝統工法 基本と実践 第二版

(2015年01月21日提出)

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日：平成26年7月 3日

科名：建築施工システム技術科

教科の科目		実習テーマ名	
施工・施工管理実習施工管理総合実習 (開発課題実習)		木造伝統的工法の良さは ～石場建て工法の施工性と免震性能の検証～	
担当教員		担当学生	
建築施工システム技術科 望月 孝則			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>応用課程においては、木造施工・施工管理課題実習において在来軸組工法による2階建ての木造住宅を施工し、その施工管理手法を習得したところである。今回、開発課題として、木造住宅分野における更なる応用となる課題を設定した。</p> <p>日本古来から伝わる伝統的工法の施工法を学び、伝統工法が持つ現状での課題、主には各種性能の明確化を行う。具体的には、実物を施工し、特に足元（石場立て）に関して振動実験を実施し、地震時における伝統工法住宅の免震性能を評価する。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>木造住宅の中でも「伝統工法」は、日本古来から引き継がれる歴史深い建築工法である。伝統工法は、現代の最新の各種工法と比較すると、コスト面・施工性・強度面（耐震性）において不利な点が多く、また施工面における一定の生産性が認められないことから、公的な設計指針・施工指針も示されていない状況である。しかしながら、地震時における免震効果や、自然素材を使用することへの環境負荷の低減など、今後の建築業界において見直されるべき点も多く持ち合わせている。</p> <p>本開発課題において、伝統工法の特徴のひとつである「石場立て」に対する振動性能の評価を行い、本工法の有効な特徴を明確なことを目的とする。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
当課題の最終形としては、伝統工法の今後の日本建築への展望を見定めることであり、各自が伝統工法を知り、実際に建築し、今後の建築業界へどうかかわって行くかを考え、学ぶことです。			
No	取組目標		
①	木造住宅の施工を安全に留意しながら実施します。		
②	施工内容をまとめるとともに、問題点と改善案を見つけます。		
③	施工計画などの検討については、独自性を持って創意工夫を行い、品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。		
④	施工にあたっては、技能・技術の複合に対応します。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）を身につけ職業人としての行動ができる。		
⑥	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。（課題発見、分析能力）		
⑦	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。（計画推進力）		
⑧	グループメンバーの意見を取りまとめて課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を成立させます。		
⑨	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローしあって、グループのモチベーションを維持します。（チームワーク力）		
⑩	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。		