

# アンコールの遺構から見た建物設計技術に関する研究

## -韓国・日本の伝統設計技術と比較を通じて-

研究代表者 金 柄鎮  
(理工学術院 総合研究所 次席研究員)

### 1. 研究課題

東アジア建築は近代以前に木を中心に発達をした国が多く、特にその中で日・韓・中は建物についての技法が大きく似ている。しかし、古代以後にそれぞれの国が違う技術で発達して、現在に至っている。

まだ、建物の技法の研究が進んでないカンボジアのアンコールワットの遺跡について分析をするために他の国の設計技術を比較する必要がある。現在、様々な研究者から研究が進んでいるが、パイヨンの立・端面の研究はほとんどない状態である。そこで着目して、カンボジアのパイヨンの設計原理を研究するためには東アジアの建築の設計原理を分析してその結果から比較を通じてパイヨンの設計技術に関して明らかにすることを目的にする。また、各国の建築に関する技術書、あるいは技術書が存在しない場合は遺構から建物の設計技術の中で、計画基準単位について分析をする。その後基準単位(材)からそれぞれの国の設計原理あるいは部材の比例関係について比較研究を行う。

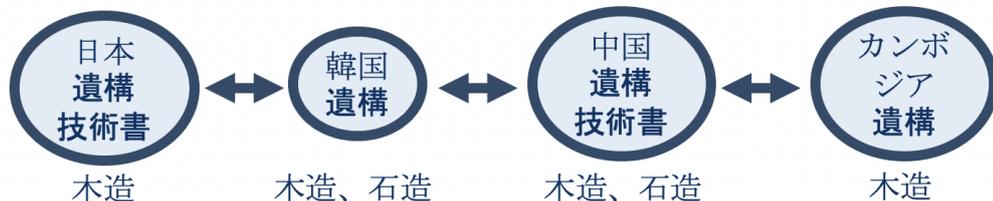


Fig 1. 各国の技術書現況

まず、研究対象になる各国の技術書の存在を見ると (Fig 1)、日本と中国は技術書が存在して韓国とカンボジアはないことを分かる。それで分析方法に関しては以下に整理する。

- ・韓国：遺構の寸法は文化財修理調査報告書にある内容を利用する。
- ・日本：木割書の内容を整理して、遺構寸法と比較する。
- ・中国：技術書と遺構寸法を分析する。
- ・カンボジア：遺構寸法を整理して分析する。

### 2. 主な研究成果

#### 2.1 日本の伝統建築分析

日本建築について分析をすると、中世から存在した「木割書」という技術書が残っている。それで中世から整備になっている設計技術について、その技術が実際に建物を建てる時に適用されている法式なのか確認をしたい。この分析から技術と遺構寸法の相関関係を把握する後、木割術が持っている当時の影響力を数値化することもできる。木割術は日本中世に出した技術であるが、本研究は基礎研究である技術の発生把握が目的ではなく、部材間の比例関係の分析が重要なので、明確な

数値を分かることを考えて研究比較対象を全ての重要文化財に設定した。

研究方法は正面3間、側面3間の国宝、重要文化財の全58棟を対象とする(Table 1)。その中で、文化財修理工事報告書が発刊されたものから寸法を取得して分析資料として使用する。それを利用して木割書(Table 2)に記載されている比例と比較分析を行う。

前回報告書の中には平面寸法分析からは枝割に整数倍になるものが多く、木割術より柱径が小さくなっていることを分かった。また、各木割書に規定されている中央間4種類、脇間3種類比例式は適用されている建物の規模、年代と採用の相関関係が見られないことも確認した。この次の段階

No	Name	No	Name
1	Amida-do hall 阿弥陀堂 (白水阿弥陀堂)	30	Amida-do of Shinchokoku-ji Temple 新長谷寺阿弥陀堂
2	Yakusi-do of Chuzen-ji Temple 中禅寺薬師堂	31	Shaka-do of Shinchokoku-ji Temple 新長谷寺釈迦堂
3	Amida-do of Nyo-i Temple 如意寺阿弥陀堂	32	Yakusi-do of Eihuku-ji Temple 泉福寺薬師堂
4	Kaizan-do of Todai-ji Temple 東大寺開山堂	33	Kannon-do of Shinkomyo-ji Temple 信光明寺観音堂
5	Amida-do of Myodo-ji Temple 明導寺阿弥陀堂	34	Dainichi-do of Shoren-ji Temple 正蓮寺大日堂
6	Hon-do of Raiko-ji Temple 来迎寺本堂	35	Yakusi-do of Zenko-ji Temple 善光寺薬師堂
7	Shin-do of Horyu-ji Temple 法隆寺新堂	36	Hon-do of Joku-ji Temple 定光寺本堂
8	Shaka-do of Zenpuku-in Temple 善福寺釈迦堂	37	Amida-do of Saigan-ji Temple 西願寺阿弥陀堂
9	Miei-do of Murou-ji Temple 室生寺御影堂	38	Kannon-do of Johou-ji Temple 成法寺観音堂
10	Goma-do of Ishite-ji Temple 石手守護摩堂	39	Hon-do of Chikurin-ji Temple 竹林寺本堂
11	Iwaya-do of Fudoin Temple 不動院岩屋敷	40	Hon-do of Matuo-ji Temple 松尾寺本堂
12	Hon-do of Jinkaku-ji Temple 神角寺本堂	41	Hon-do of Entu-ji Temple 円通寺本堂
13	Hon-do of Eupuku-ji Temple 円福寺本堂	42	Kongo-do of Engyo-ji Temple 円教寺金剛堂
14	Kannon-do 観音堂	43	Shaka-do of Onsho-ji Temple 遠照寺釈迦堂
15	Jizou-do of Enmei-ji Temple 延命寺地藏堂	44	Kannon-do of Gotoku-ji Temple 護国寺観音堂
16	Yakusi-do of Johukuin 常福院薬師堂	45	Amida-do of Uonuma Shrine 魚沼神社阿弥陀堂
17	Sharden of Engaku-ji Temple 円覚寺舍利殿	46	Yakusi-do of Isido-ji Temple 石堂寺薬師堂
18	Entuden of Isotoku-ji Temple 徳徳寺円通殿	47	Kannon-do of Kiyomizu-dera Temple 清水寺観音堂
19	Jizo-do of Shofuku-ji Temple 正福寺地藏堂	48	Godai-do of Zuigan-ji Temple 瑞巖寺五大堂
20	Buddha Hall of Seihaku-ji Temple 清白寺仏殿	49	Goma-do of Chomei-ji Temple 長命寺護摩堂
21	Yakusi-do of Kichijo-ji Temple 吉祥寺薬師堂	50	Aizen-do of Jizoin Temple 地藏院染堂
22	Kannon-do of Toshun-ji Temple 洞春寺観音堂	51	Buddha Hall of Tokei-ji Temple 旧東慶寺仏殿
23	Kannon-do of Enman-ji Temple 円満寺観音堂	52	Kaizan-do of Senpuku-ji Temple 泉福寺開山堂
24	Ben-ton-do of Okunoin 奥之院弁天堂	53	Shoin-do of Manpuku-ji Temple 萬福寺松隠堂舍利殿
25	Kannon-do of Kannon-ji Temple 観音寺観音堂	54	Daiobuden of Manpuku-ji Temple 萬福寺大雄宝殿
26	Kannon-do of Kyushoo-ji Temple 日松庵寺観音堂	55	Sosi-do of Manpuku-ji Temple 萬福寺招福堂
27	Omi-do of Kotoku-ji Temple 広徳寺大御堂	56	Hutarasan Shrine 二荒山神社別宮本宮神社拜殿
28	Kannon-do of Horai-ji Temple 鳳来寺観音堂	57	Kaizan-do of Rinno-ji Temple 輪王寺開山堂
29	Daishi-do of Shinchokoku-ji Temple 新長谷寺大師堂	58	Yakusi-do 薬師堂

Table 1. 研究対象の遺構リスト

で日本伝統建築の軸部、組物部、屋根・軒の部に分析カテゴリーを分けて、その中にある各部材は柱径、来迎柱径、貫丈・幅、頭貫丈・幅、台輪丈・幅、肘木丈・幅、大斗丈・幅・長さ、巻斗丈・幅・長さとする。

### ・軸部

軸部を構成している部材は来迎柱、貫、頭貫、台輪で、それぞれの部材を柱径から比例を分析すると Table 3 になる。来迎柱の場合は柱径から整数倍になるのは全44棟の中で19個、貫の高さは57棟の中で20個、幅は56棟の中で11個の結果が出た。また、頭貫の高さは54棟の中で22個、幅は52棟の中で28個であった。台輪の場合は部材が存在する建物が少なく、高さは23棟の中で4個、幅は24棟の中で11個である。この数値を全体に占めているパーセントから考察すると、一番整数倍が多い部材は頭貫幅(54%)で、これは柱を貫く部材なので柱径と関連していると考えられる。しかし、頭貫と同じ方法で柱と連結している貫材が一番低い結果が出た(20%)。その理由は頭貫よりは大きさが小さいもので構成されていることで推測できる。

枝割から整数倍になる部材を分析すると、来迎柱は40棟の中で17個、貫高さは49棟の中で13個、幅は48棟の中で13個である。頭貫高さは47棟の中で19個、幅は44棟の中で14個になる。台輪は20棟の中で高さ7個、幅12個の結果があった。全体的に整数倍になる部材が少なく、枝割と関連性が低く判断される。この結果を全体に占めるパーセントから見ると、各部材43%の以下の

年 代	項目名	木割書
1 永禄五、天正二 1562、1574年	水除之注文	水除之注文
2 永禄五、天正二 1562、1574年	ゆたもさん仏殿	水除之注文
3 永禄五、天正二 1562、1574年	日本様ノ木之勢之事	水除之注文
4 永禄五、天正二 1562、1574年	日本様ノ木之勢	水除之注文
5 永禄五、天正二 1562、1574年	日本様ノ木之勢	水除之注文
6 永禄五、天正二 1562、1574年	内室之仏殿之注文之事	水除之注文
7 永禄五、天正二 1562、1574年	常楽院仏殿 基はむかし分	水除之注文
8 永禄五、天正二 1562、1574年	雨打之事	水除之注文
9 永禄五、天正二 1562、1574年	大智寺仏殿之注文	水除之注文
10 慶長二 1573～1603年	堂作	大工三層曲尺之次第
11 慶長二 1573～1603年	唐様仏殿(江にんじ様)	大工三層曲尺之次第
12 文禄二年 1593年	三間四脚堂ノ木くたき	小林家田蔵木割書 (三間脚堂長外建木除)
13 慶長十三年 1608年	堂記集、三間四脚堂之因	匠明
14 慶長十三年 1608年	堂記集、雨打作	匠明
15 慶長十九年 1614年	唐様三間仏殿之因	匠明
16 慶長十九年 1614年	三間四方ノくりのたうの事	小林家田蔵木割書 (門長外建木除)
17 慶長十九年 1614年	からやうのすつてん之事	小林家田蔵木割書 (唐様佛殿長外建木除)
18 慶長十九年 1614年	からやうのすつてん之事但ゆたのけて三間四方也	小林家田蔵木割書 (唐様佛殿長外建木除)
19 慶長二十年 1615年	からやうのすつてん之事けんにしやうなり	小林家田蔵木割書 (唐様佛殿長外建木除)
20 慶長二十年 1615年	ほんたうつくりの事	小林家田蔵木割書 (唐様佛殿)
21 慶長二十年 1615年	カラヤウノフツテンノ事ケンコシナリハシ	唐七家書
22 慶長二十年 1615年	ミタウツクリノメトツクワカキマツ	唐七家書
23 寛永六年 1629年	三間四方の日本やうのたうの事	安田家の文書萬木除
24 寛永十年 1633年	からやうのすつてん之事	安田家の文書萬木除
25 天正五、寛永年間 1577年1624～1644年	三間佛座	三間佛座(鎌倉造書名目)
26 天正五、寛永年間 1577年1624～1644年	廿一、三間四脚堂	林家木割書四脚一
27 慶安四年 1651年	廿五、唐様之仏殿	林家木割書四脚一
28 慶安四年 1651年	本堂作之事	寺社作事指書
29 慶安四年 1651年	仏殿ノト	寺社作事指書
30 慶安四年 1651年	ほたウツク	寺社作事指書
31 慶安四年 1651年	カラヤウノフツテンノ事	寺社作事指書
32 延宝五年～宝永 頃 1677～1710年	三間仏殿	建仁寺家伝書「御家」
33 延宝五年～宝永 頃 1677～1710年	雨打佛三間仏殿	建仁寺家伝書「御家」
34 延宝五年～宝永 頃 1677～1710年	三間四脚堂 内室迄	建仁寺家伝書「経堂」
35 江戸時代 1603～1868年	三間ぶつてん 但ゆたの事	建地新法
36 延宝二年 1674年	いんのかの事	建地新法
37 寛永二十年 1643年	三間社之御申少楽也	日本社之木割(林家木割書)
38 元禄二年 1689年	三、唐様之佛	林家木割書四脚の三
39 元禄二年 1689年	三間四脚堂	林家木割書第三巻
40 元禄十三年 1700年	三間四方の堂 但しおきの巻間に下層もくろく	新編繪巻大工御杖尺書
41 元禄十三年 1700年	三間四方通ノ堂並ノ思寺乃堂也	新編繪巻大工御杖尺書
42 延享二年 1746年	佛殿之事	相光家文書
43 延享二年 1746年	はたふ作之事	相光家文書
44 寶曆九年 1759年	三間四脚堂木割	新撰大工御杖尺書
45 1700年代後半～1800年代初	堂(三間四脚のもの)	中川直道木割文書
46 明治八年 1875年	三間四脚堂之事	匠家編形三編

Table 2. 研究対象の木割書



能性が高い。頭貫の高さ場合は木割術である 0.7D、0.8D が 10 個、18 個で、次に多いのは 0.6D が 8 個の結果が出た。幅は木割規定の 0.3D、0.4D が 7 個、15 個で、規定ではない 0.5D が 15 個であった。この結果から高さの場合は木割術の通りで構成して、幅は部材の比例が 0.1 大きくなっていることを分かった。

台輪は唐様で存在する部材で、研究対象の中で台輪がある建物は 24 棟であった。その中で木割規定である 0.3、0.35D は 12 個で規定ではない 0.4D が 9 個で、0.3~0.4D の比例を持っていた。幅は 0.8D、0.9D が 4 個、9 個で規定ではない D が 6 個の結果になった。

以上より軸部の来迎柱を除いた横材(貫)の傾向を見ると、0.1 倍大きくなる部材が見える。比例分析の結果から各部材の比例と木割術と合致する比率から分析すると全体的に木割術と現存建物の実寸との合致率が低かった。その中では台輪が 50%以上の結果で、貫の高さと頭貫の幅、台輪の高さ、幅は木割術より 0.1 倍大きくなっていることを分かった。

#### ・組物

組物部を構成する部材を見ると、肘木、大斗、巻斗がある。まず、柱径から整数倍になっている結果から見ると、肘木の高さは部材の寸法がある 53 棟の中で 28 個、幅は 13 個が合致した。大斗は 44 棟の中で、高さが 25 個、幅が 24 個、長さは 21 個の結果が出た。巻斗は 42 棟の中で、高さが 20 個、幅が 21 個、長さが 27 個であった。合致率から見ると低いのが肘木幅 24%で、高いのが巻斗長さ 64%であった。枝割から組物部を整数倍すると、肘木高さが 16 個、幅が 12 で、大斗高さ 18 個、幅 21 個、長さ 19 個であった。また、巻斗は高さ、幅が 13 個、長さが 17 個の結果であった。合致率から見ると 50%以上が大斗幅だけで、全体的に 50 以下の比率で、垂木を支える部材で構成している組物であるが、低い比率を持った。

肘木高さから木割術と比較分析をすると、木割術の 0.3D、0.4D、1.2 幅、1.3 幅は合致しているものが 9 個、21 個、12 個、15 個で、木割術ではない 0.5D と 1.1 幅の比例が 13 個、11 個であった。幅の場合は木割術が 0.3D と 1/3 大斗幅で、20 個、28 個の合致したもので分析された。木割術ではない 0.2D が 3 個、0.4D が 16 個、0.4 大斗幅が 13 個で結果が出た。その結果から肘木の高さは柱径の 0.4、0.5 倍で、幅は 0.3、0.4 倍になっていることを分かった。

大斗の高さは木割術が 0.5D と 1.5 肘木高さが 18 個、13 個の結果で、木割術ではない 0.4D、0.6D と 1.4 肘木高さ、1.6 肘木高さを比較分析すると 3 個、11 個と 7 個、2 個の結果が出た。木割術の 1.5 肘木高さは比例式から計算すると肘木高さの 0.3D、0.4D 式に入れると 0.45D、0.6D になって、1.2 肘木幅、1.3 肘木幅からは 0.36D、0.39D になることを分かった。そこから大斗高は 0.4D、0.5D、0.6D に規定していることであると考えられる。幅の場合は木割術の比例式が 0.8D と D で各 6 個と 12 個であって、規定ではない 0.9D と 1.1D は 7 個、5 個になった。長さの規定は幅と同じ 0.8D と D を持って、合致する数も幅と同じ数値であった。

巻斗の高さは木割書の規定は肘木高さ、0.9 肘木高さで各合致数は 19 個、7 個で、1.1D 比例を調べると 8 個の数値が出た。幅の場合は寸法のばらつきが多く、5/3 肘木幅は合致しているのが 4 個で、0.3D、0.4D から 0 個、7 個になる。長さについて分析をすると木割術が 4/6 大斗幅、2 垂木下端+小間、0.48D、0.52D、1.2 肘木高さ、1.3 肘木高さになって、各合致するものは 13 個、6 個、7 個、11 個、7 個、6 個の結果が出た。枝割と関係する 2 垂木下端と小間になるものは 6 個で少なかった。肘木高さからは規定になっている 1.2 倍、1.3 倍は 7 個、6 個で、規定ではない 1.1 倍、1.4 倍は 2 個、8 個の少ない結果になった。

以上が結果で、これを木割術が占めている全体のパーセンテージから見ると、一番合致率が高い

部材は肘木で、高さは70%と幅は57%であった。大斗と巻斗の高さは60%以上の比率を持って幅と長さの場合は低かった。組物部の全体から見ると、部材の垂直方向は木割術で構成して水平方向は合わないことを分かった。

#### ・屋根

屋根部を構成する丸桁と垂木から分析すると、丸桁は資料があるものが少なく、高さの場合は25棟から資料分析を行った。柱径から整数倍になるものは11個で、丸桁幅は24棟の資料から14個であった。垂木は57棟の資料から高さは10個、幅は5個で、柱径の整数倍になるものが少なく、柱径と垂木の大きさは相関関係が低いことを分かった。枝割から分析すると、丸桁高さは19棟の資料の中で9個、幅は18棟のなかで5個の結果が出た。垂木は50棟のなかで高さ20個、幅は14個の整数倍のものがあつた。

木割術と比較すると、丸桁の高さから分析すると木割術の規定である0.5D、0.6D、0.7D、0.8Dは対象建物25棟の中で5個、6個、4個、4個が合致した。幅の場合は0.25D、0.4D、巻斗幅の規定で、対象建物24棟の中で2個、10個、2個の0.9巻斗幅は2個の結果が出た。垂木の高さは1.2、1.25、1.3幅の規定を持って、合致するのは11個、9個になった。他の比例である1.0、1.1、1.4幅を検討すると、6、7、5個でばたつきになっていることを分かった。幅の場合は0.2Dの規定で、合致するのは33個で、規定ではない0.3Dの比例は17個の結果が出た。

その結果から、丸桁の高さは木割術と合致率が70%以上で、幅は0.4Dの比例が多かった。垂木の場合は分析から柱径の寸法と整数倍の関連性が低いことを分かった。木割術からは高さの場合、寸法のばたつきがあることと幅に対しては規定の0.2Dと規定外0.3Dに構成していると判断される。

以上をまとめて結論とする。

1. 平面分析は柱径が基準尺(303mm)になって、柱間がその倍数になっているものが存在するが、他の部材とは倍数の比例関係は見えない。中央間、脇間、裳階が柱径より枝割と整数関係が見られるが、木割術にある枝割とは合わない。木割術と遺構比較分析からは規定より比例が小さくなる傾向があることを分かった。

2. 軸部は木割術と比較すると台輪が50%以上合致する結果で、貫の高さと頭貫の幅、台輪の高さ、幅は木割術より0.1倍大きくなっていることを分かった。

3. 組物部は部材の垂直方向は木割術で構成して水平方向は合わないことを見つかった。

4. 屋根部の丸桁は木割術と合致率が高く、垂木の場合は柱径と木割術から合致率は低かった。

この結果から日本中世の技術書である木割書は遺構の寸法分析を通じて設計技術の中で木割書が存在したことを分かった。また、全体的に分析結果から地域性と建立年代から年代性を検討したが、関連性が見られないことから、後代に文化財復元する時に寸法の変化があることも推測できた。

### 3. 研究業績

#### 4.1 学術論文

SCIE : 「Proportions of Wood Members in Japanese Traditional Architecture—A Comparison of the Kiwari-Sho and Measurements of Building Remains」、Sustainable Engineering and Science 2023、15(7)、5800、金柄鎮

#### 4. 研究活動の課題と展望

以上を踏まえて本研究は東アジア建築の設計原理について分析を続けて来た。まだ分析されていない中国、カンボジアの建築については今後の課題で残っている。中国にも日本と同じく技術書と遺構が残っているので、技術書の分析とその後に遺構と比較をする予定である。前述したようにまだ東アジアの設計原理をはっきり把握するのは難しいことであるが、この研究を通じて手掛かりを発見する基礎研究で意味を置く。