

平行二棟造り住宅の構造調査と耐震性能評価に関する研究

谷川 海豊

1. はじめに

伝統木造住宅の構法は地域によって多種多様にみられるため、それらの構造的特徴の地域性が耐震性能評価上の課題の一つとして挙げられている。熊本県の中央から北部、福岡県の南部、大分県の一部にみられる民家の一つに平行二棟造りと呼ばれる民家がある¹⁾。本研究では民家村自然公苑にある調査対象住宅にみられる平行二棟造りが有する構造的特徴を把握することを目的とした現地調査の結果と耐震性能評価を行う。

2. 二棟造りと調査対象住宅

二棟造りは、沖縄から九州本土、四国、中部、関東各地方太平洋沿岸に広く分布する寄棟の草葺き屋根の主屋と釜屋が、別棟になった民家のことで、分棟型とも呼ばれる¹⁾。平行二棟造りとは、梁間が2間、桁行5間ほどの同大同型の平行に並んだ二つの棟を谷桶で繋いだ形の建物である¹⁾。外周の土壁にはほとんど開口がなく、内部は二棟の行き来のために桁行方向の壁がほとんどない。文献2)によると平行二棟造りは変化形を除けば、二棟の間が吹き抜けになった吹き抜け型、二棟が食い違うように接続された食い違い型、片方の端が揃った片揃い型、両方の端が揃った両揃い型の4種類ある。

調査対象住宅は平行二棟造り、片揃い型の住宅である。外観、内観を写真1に記す。この住宅は約200年前に熊本県菊池郡泗水町に寺院庫裡として建てられ、現在は福岡県福津市にある宮地嶽神社民家村自然公苑へ移築されている。民家の平行二棟造りの特徴を把握するため寺院庫裡の平行二棟造りを参考にできると考えられている³⁾。文献3)の移築前の間取り図(図1)と調査によって得られた間取り図(図2)を見比べると柱の位置が移動している箇所やなくなっている箇所がみられる。変更理由については不明である。



a) 西面



b) 南面



d) 本屋内



c) 戸合

写真1

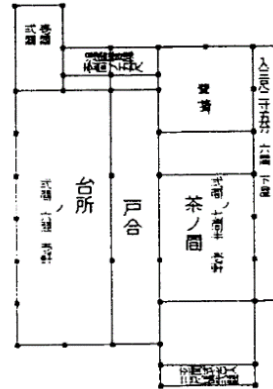


図1 移築前の間取り図

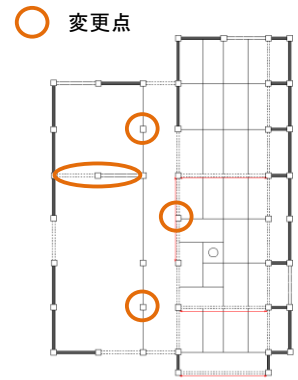


図2 移築後の間取り図

3. 構造

調査により得られた住宅の平面図を図3に断面図を図4、5、屋根伏せ図を図6、架構図を図7に記す。調査対象住宅は茅葺き屋根の建物が東西に二棟並べた形をしている。二棟は内部空間を共有している。ここからは便宜上西側の建物をA棟、東側の建物をB棟とする。A棟は釜屋と呼ばれる土間の主屋である。B棟は本屋と呼ばれる居住棟で主屋と瓦屋根の下屋で構成されている。ここからはA棟の主屋を主屋1、B棟の主屋を主屋2と呼ぶ。床面積(土間を含む)は住宅全体で138.71m²、A棟は約56m²、B棟は約83m²、そのうち下屋はB棟の約14%にあたる約12m²である。

両主屋の茅葺き屋根は又首構造になっていて、又首は梁で受けている。主屋の階高は3694mmで柱径は細いもので約75mm、太いもので約200mmである。多くの柱は約120mm角程度である。壁は外壁、内壁ともに土壁である。全面土壁の厚みは59-105mmで、平均して壁厚約77mmである。基礎は石場建てで、A棟は土間床、B棟は畳が貼られ、床下から土間までは612mmである。B棟下屋は葺き土のない棧瓦葺である。主屋とは垂木と全壁で接続されている。二棟の行き来のためか内部空間には全壁がほとんどなく、そのため壁が偏って入っていることになる。開口は平側にほとんどなく妻側に多い。A棟とB棟を繋ぐ場所(Y3-Y4構面)は戸合と呼ばれ、雨水対策として谷桶が設けられている。A棟とB棟は外壁部分を除けば2本の梁のほぞで接合されているだけなので二棟が水平力に対して一体として動くと考えるのは難しいように思われる。またA棟の屋根荷重の半分はY3構面で負担しているが、この構面には主な耐力要素の全壁がない。一方Y4構面は耐力要素となる垂壁、全壁が連続して設けられている。

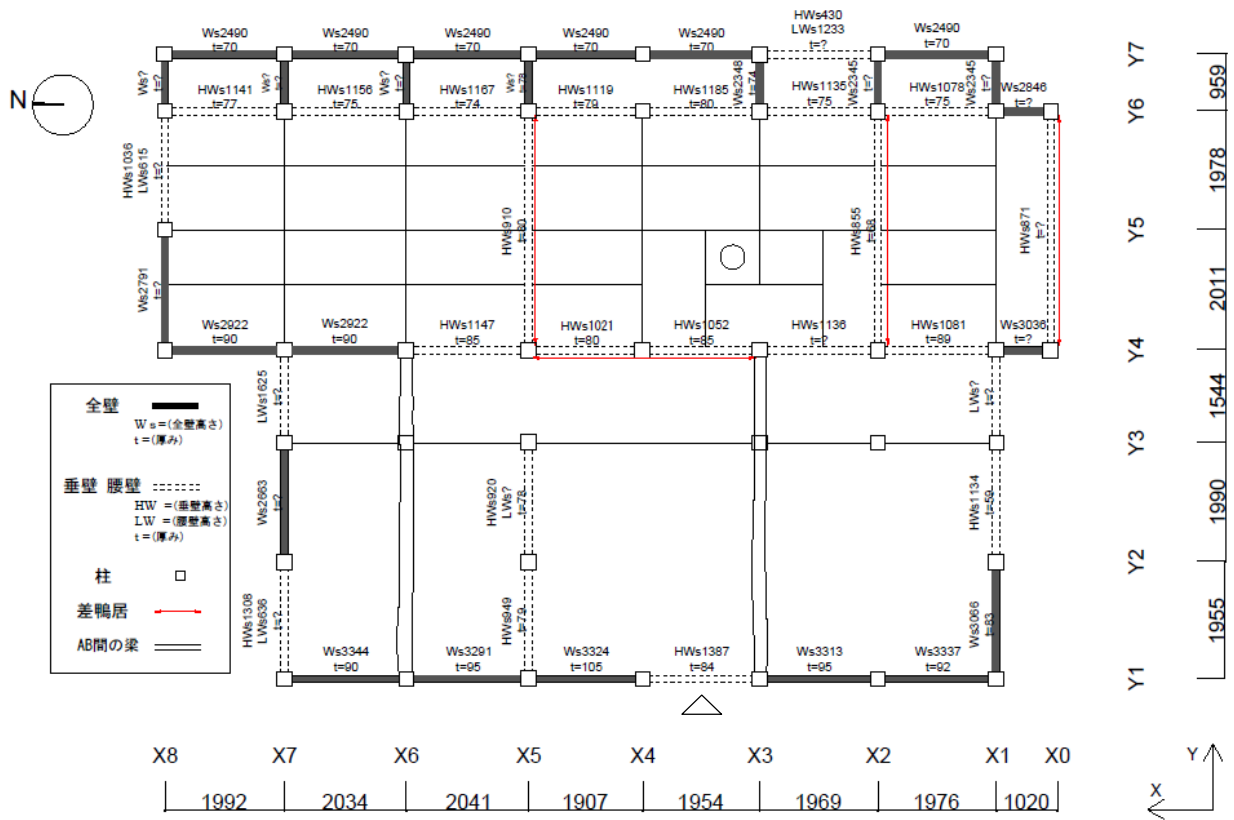


図3 平面図

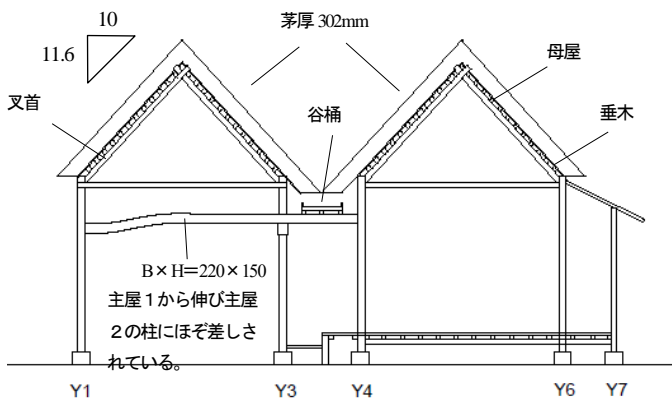


図4 X3断面図

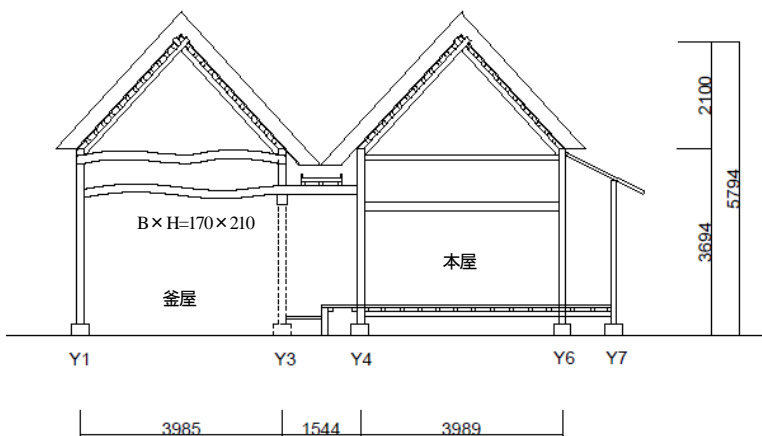


図5 X6断面図

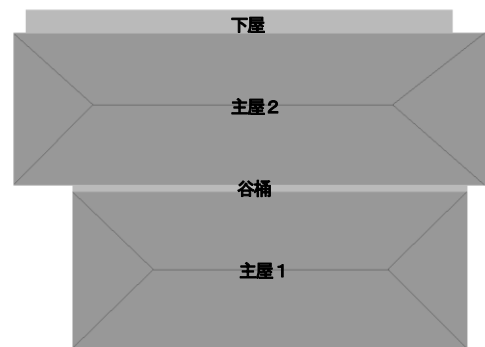


図6 屋根伏せ図

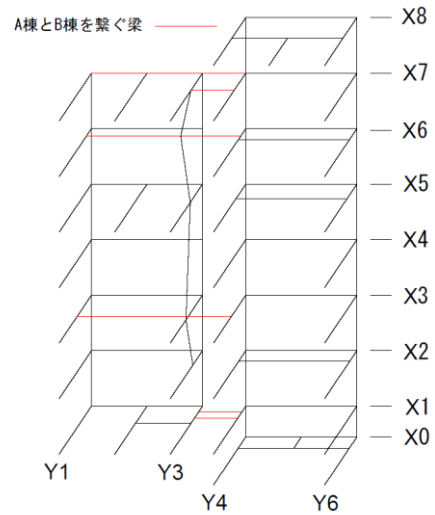


図7 架構図

4. 重量算出方法及び結果

重量 W は階高(礎石から桁天端までの高さ 3694mm)の半分より上部の重量とする。茅葺屋根の重量は下地を含み、その単位重量は文献 4)を参考に屋根面積に対して 640N/m^2 (茅厚 500mm)を住宅の茅厚 302mm で比例倍した 387N/m^2 とした。建築基準法令 84 条より、瓦屋根は屋根面積に対して 640N/m^2 、竿縁天井は面積あたり 100N/m^2 として、簀子天井は文献 4)より面積あたり 72.6N/m^2 として重量を見積もる。木材の材種を柱、束はスギ、梁、桁や横架材はアカマツ、又首をヒノキとそれぞれ仮定し、文献 5)の比重から材積を乗じて重量を求める。土壁の重量は文献 6)に記載の壁厚別の土壁の単位面積あたりの荷重を厚さに関して線形補間し、各壁の厚みに応じた単位面積あたり重量を算出、各壁面積に乘じることで求めた。これは貫、小舞を含める。

全体重量の各構成要素別及び主屋 1(A 棟)、主屋 2(B 棟主屋)、下屋別の重量を図 8 に示す。戸合部分の重量は主屋 1、主屋 2 に半分ずつ入れた。A 棟、B 棟、主屋、下屋の床面積当たりの構成要素別重量を図 9 に示す。全体の重量は約 245kN であった。全体のうち下屋の占める重量は約 13%である。構成別で見ると屋根(茅葺屋根、瓦屋根)の重量が最も大きく(約 107kN)、次いで土壁(約 103kN)という結果になった。A 棟と B 棟を比べると、重量 W は B 棟が約 46%大きく、また B 棟の床面積当たり重量 W/A が約 25%大きかった。これは B 棟が全壁の多い下屋を含んでいることが原因として挙

げられる。下屋を含むことによって床面積当たりの重量は 7.87%上昇している。

5. 水平方向の耐力の算出方法及び結果

降伏ベースシア Q_y を X、Y 方向別に求める。ここで Q_y は層間変形角 $1/30\text{rad}$ 時の層せん断力とする。 Q_y は各方向別に耐力要素の復元力特性を単純加算して求める。剛床仮定を用い、ねじれがないと仮定する。耐力要素は、全壁、垂壁、ほぞ差し仕口接合部、差鴨居、貫を考慮し、それぞれの復元力特性は文献 7)を参考にする。全壁は貫を 3 段含むと仮定する。垂壁の復元力はせいがい 900mm 相当以上のもののみ考慮し、また、そのせいがいによらず柱間 1 スパン毎に 4kN とする。これは貫、小舞下地の耐力を含む。ほぞはすべて短ほぞと仮定する。

図 10 に各方向別の降伏ベースシア Q_y を示す。図 11 と図 12 に X 方向と Y 方向の床面積当たり降伏ベースシア Q_y/A をエリアごとに算出した結果を示す。X 方向全体の Q_y は約 208kN 、Y 方向全体の Q_y は約 109kN である。X 方向全体の床面積当たり降伏ベースシア Q_y/A は約 1.50kN/m^2 であるが、それぞれの部分を比べると下屋が突出して大きい。また、A 棟と B 棟を比べると、下屋を含んでいる B 棟の方が Q_y/A が 64.8%大きい。主屋だけで比べると Q_y/A の違いはさほど見られない。主屋 1 と主屋 2 ではその耐力要素が異なる。主屋 1 の Q_y/A では全壁が約 92%を占めているが、主屋 2 の Q_y/A では全壁が約 40%、垂壁が約 59%を占めている。そのため主

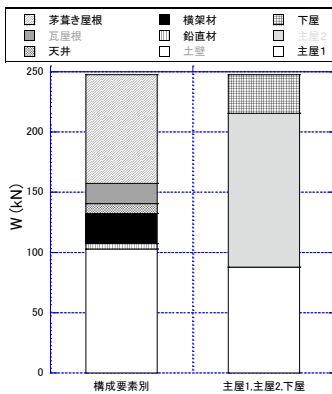


図 8 重量 W (kN)

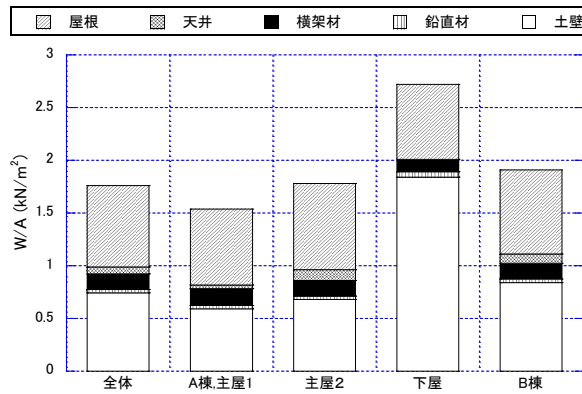


図 9 床面積当たり重量 W/A (kN/m²)

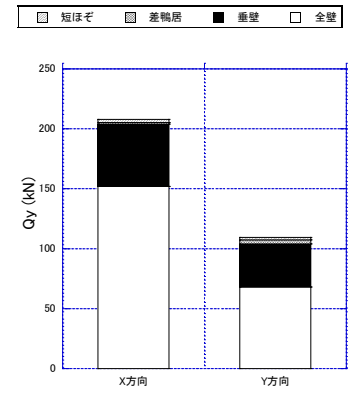


図 10 方向別降伏ベースシア Q_y (kN)

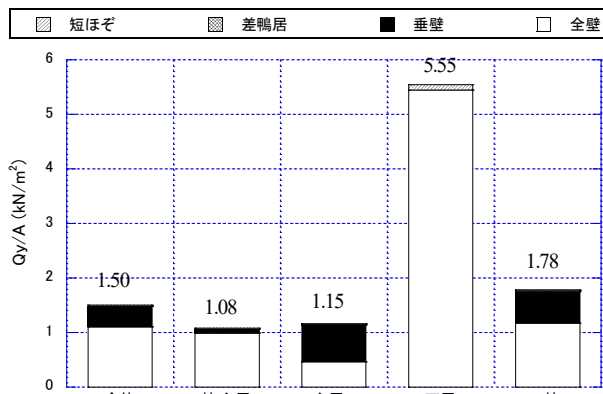


図 11 X 方向 床面積当たり降伏ベースシア Q_y/A (kN/m²)

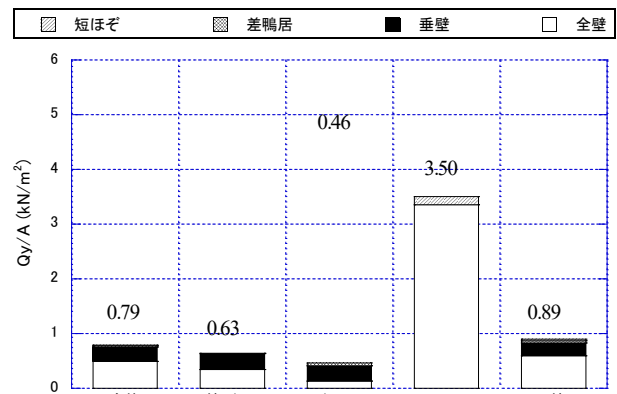


図 12 Y 方向 床面積当たり降伏ベースシア Q_y/A (kN/m²)

屋1と主屋2では水平力により生じる変形の状況が異なることが考えられる。

Y方向ではX方向より全体の降伏ベースシア Q_y が低くなっている。これは梁間方向の全壁の Q_y が小さいためである。Y方向でも下屋の床面積当たりの降伏ベースシア Q_y/A は 3.50kN/m^2 と他と比べて非常に大きい。X方向と同様に下屋の影響でB棟がA棟より Q_y/A が約33%大きかった。しかし主屋だけでみると Q_y/A はB棟の約52%まで減少し、主屋1よりも低い値となった。これは、主屋1と主屋2では梁間方向の全壁と垂れ壁の入り方がほとんど同じであるため、床面積の大きい主屋2の方が Q_y/A の値が小さくなったと考えられる。

6. ベースシア係数

表1に各方向別の降伏ベースシア係数 $C_y (=Q_y/W)$ を示す。X方向全体の C_y は0.85となっているが、主屋1と主屋2の接続の状況を考えると、梁のほぞのみで繋がっているため、これを踏まえると水平力を十分に伝えられるとは言い難い構造となっている。そのため耐震性能評価においては、A棟とB棟を分けて評価するほうがより適切ではないかと思われる。A棟とB棟の二棟を降伏ベースシア係数 C_y で比べるとB棟の方が約33%高いが、B棟は主屋だけで見ると C_y は約30%減少しA棟よりも低い値となる。主屋2と下屋の間は壁内の小舞、貫のみで繋がっているため、一体として動きづらいつけられる。下屋を含むか否かで降伏ベースシア係数 C_y は大きく違い、耐震性能の評価も大きく異なることになる。

Y方向の全体の降伏ベースシア係数 C_y は0.45である。床面積当たり降伏ベースシアと同様にX方向よりもY方向が低く、X方向全体の C_y の約53%になっている。B棟はY方向もX方向と同様に下屋を含むか否かで大きく降伏ベースシア係数 C_y が変わってくる。下屋を含めた場合 C_y は約81%程度大きくなる。主屋だけに着目すると、主屋2は主屋1よりも約37%小さい。これは、主屋2が主屋1よりも重量が大きいのに対し、降伏ベースシア Q_y はほとんど同じためである。降伏ベースシア Q_y がほとんど同じであるのはY方向の全壁、垂れ壁の入り方がほとんど同じであったことが要因である。

7. まとめ

本研究では平行二棟造りの構造的特徴を把握することを

目的として宮地嶽神社民家村自然公苑に移築された住宅を対象として現地調査及び耐震性能評価を行った。

本建物の特徴として以下の知見が得られた。

- ・同大同型の二棟が内部空間を共有している構造。内部には全壁がほとんどなく、外側に壁が偏って存在。
- ・平側に開口がほとんどなく、妻側に開口がある。
- ・主屋1、主屋2は梁間方向の全壁、垂れ壁の入り方がほとんど同じ。

耐震性能評価に関しては以下のことが考えられた。

- ・梁間方向に比べ桁行方向の降伏ベースシア係数が大きい。
- ・X方向では耐震評価について、二棟は一体として動く構造の仕様とは言い難いため、二棟別で評価することがより適切であると考えられる。
- ・B棟は下屋に全面土壁が多く C_y が大きくなるため下屋を含むか否かで大きく C_y が変わってくる。そのため下屋の取り付きが水平力を十分に伝達できるとは言い難い構造なのが問題となる。

【謝辞】

現地調査の実施に際しては、宮地嶽神社民家村自然公苑及び蜷川研究室の皆様の多大なるご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます

【参考文献】

- 1) 日本民族建築学会：図説民族建築大事典、柏書房、p152、2001.1
- 2) 原田徳明、北野隆：谷桶空間を持つ寺院庫裡の平面について一熊本県の民家に関する研究(その8)一、1993.3.
- 3) 原田徳明、北野隆：平行二棟造り寺院庫裡の一体化について一熊本県の民家に関する研究(その19)一、1998.3.
- 4) 大野敏：文化庁建築物課、重要文化財(建造物)耐震診断指針参考資料集、pp52-63、2000.
- 5) 日本建築学会：建築荷重指針・同解説(2015)、p132、2015.2
- 6) 伝統的構法木造建築物設計マニュアル編集委員会：伝統的構法のための木造耐震設計法 石場建てを含む木造建築物の耐震設計・耐震マニュアル、学芸出版社、2019.6.
- 7) 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会：伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル、学芸出版会、2004.3.

表1 ベースシア係数

区分け	全体	A棟(主屋1)	B棟	主屋2	下屋
X方向	0.85	0.70	0.93	0.65	2.04
Y方向	0.45	0.41	0.47	0.26	1.29