

別府市鉄輪の空き家活用における wallstat の有効性に関する研究

Research on the Effectiveness of Wallstat in Utilizing of Vacant Houses at Kannawa in Beppu City

木村智¹・坂本昇陽²・平尾和洋³

Satoru Kimura, Shoyo Sakamoto and Kazuhiro Hirao

¹立命館大学講師 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Lecturer, Department of Architecture and Urban Design, College of Science and Engineering, Ritsumeikan University

²一級建築士事務所even (〒879-7152 大分県豊後大野市三重町百枝3258-17)

Senior registered architect office “even”

³立命館大学教授 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Department of Architecture and Urban Design, College of Science and Engineering, Ritsumeikan University

This case study focuses the effectiveness of the “wallstat” for re-use of vacant houses around Kannawa district, Beppu city. Leaving vacant houses untouched can cause secondary disasters such as blocking evacuation routes in areas with many narrow alleys such as Kannawa area. The purpose of this paper is to make seismic diagnosis using wallstat, to examine an efficient seismic plan, and to consider whether the simulation software is effective in utilizing vacant houses. Furthermore, this paper clarifies the problems and issues when actually performing seismic retrofitting and utilization.

Keywords: Vacant house, Disaster prevention, Disaster risk reduction, Beppu, Kannawa

1. 研究の背景・目的

近年空き家は全国的な問題となっており、今回対象としている大分県でも空き家率が16.79%と全国平均の13.6%よりも多く、とくに注意が必要な地域である。また、同県中で空き家が多い別府市では、空き家率が17.0%に達しており、早急な対策が求められる¹⁾。別府市鉄輪は鶴見岳の麓にある温泉街で、細い路地も多く、空き家に対策を施さずに放置しておく、大地震時に空き家が倒れ、避難通路を塞ぐなどの二次災害が生じる危険性が極めて高い。さらに、研究対象の元空き家は「まちなみ景観形成地区」内にあり、景観保全の観点からも、配慮が必要な事例となる。同地区内のそれ以外の空き家には、調査員の審査によりCとD判定となった老朽空き家もあり、利活用の不可能で、取り壊すしか術がない状態のものもある²⁾。

そうした状況の中で、本研究の視点は、別府市鉄輪に2016年の熊本地震のような今後発生することが想定される大規模な地震や、土砂災害等の自然災害を想定した事前復興計画の手がかりになるような基礎的な知見を得ることである。そのためには、実際に利活用された空き家の耐震診断を行い、その結果を踏まえて、耐震計画を検討する必要がある。多くの空き家の利活用の事例は、耐震改修はほとんど行われない状況である。空き家の利活用の際に耐震改修を行うことにより、防災・減災にどのような効果があるのだろうか。近年では自然災害が多く発生し、空き家が地震や強風などにより倒壊して避難経路が塞がれたり、外壁材等の飛散・落下が生じたりしている³⁾。そのため、空き家の利活用の際には耐震改修も行われるべきであると考えるが、予算の問題等で耐震補強が施されないことが多い状態である。そうした耐震補強を行わずに用途転用を行っている、別府市の空き家の利活用に関する事例調査が、姫野らによって進められている⁴⁾。本研究においては、そうした状況に問題意識を持ち、耐震補強が行われないまでも、wallstatのような簡易なソフトで耐震診断が行うことが必要であるという立場に立っている。

本論文の目的は、耐震シミュレーションソフトwallstatが耐震改修を伴う空き家の利活用の検討において、有効かどうかを考察することである。同ソフトは利用者登録を行えば無料で利用でき、比較的操作が容易であるため、構造設計者に耐震診断を依頼しなくても、意匠設計者の立場から耐震性の評価が行える。さらに、紙面上の数値結果だけではなく、耐震性能を立体的かつ視覚的に示すことができるため、建築の専門ではない施主にも理解出来る説明が可能となる。今回の研究では、多くの事例で耐震診断すらも行われなかったことが多い空き家の利活用において、wallstatを用いて耐震計画を検討し、費用対効果についての比較を行い、実際に耐震改修や利活用を行う際の問題点や課題等について考察する。

2. wallstatでの耐震シミュレーション

本章では実際に木造住宅倒壊解析ソフトウェア wallstat を用いて、木造2階建ての空き家（元貸間）の耐震診断を行う。研究対象は2020年にシェアオフィスへと一部改修して転用される際に耐震補強が行われている。補強された箇所については図1と図2に示している。本研究ではまず、この状態でシミュレーションを行い、2020年に行われた耐震改修後の耐震性能を評価する。さらに、利活用されていない貸間部分における将来の利活用に向けての耐震補強計画を考え、その案に対するwallstatでのシミュレーションを行う。

そして、冒頭に示した wallstat は一般的には倒壊シミュレーションソフトと呼ばれるが、行なっている計算としては「時刻歴応答解析」であり、それをPC上で行えるものである。木造住宅に関して、一般的な構造計算である許容応力度計算は、各部にかかる最大限の力と各部が持つ耐力（許容応力）を比較し、各部にかかる力の方が小さければ安全と判断する。その一方で、wallstatにおいては、過去に起こった地震や告示で規定される設計用の人工的地震動に対して、その地震の開始から終了までの時刻ごとに各部材にかかる力を計算し、その力による損傷の程度や変形を計算する。そのうえで、次の時刻には前の時刻で損傷した状況から計算を行うことができる。このような計算により、地震の始まりから終わりまでの全期間を通して、建物がどのように損傷していくのかが明確になる。つまり、地震の際に、建物が最終的にどうなっていくのかをシミュレーションできるものとなっている。

なお wallstat の一般的な設定では、30秒間の地震で300万回、20秒間の地震で200万回もの計算を行っている。また、建物条件や計算条件などを変えることで、伝統建築などの通常の住宅以外の各種建物にも対応できる⁵⁾。さらに wallstat の特徴としては、木造建物に適応し、特化していること、無料でありながら大変形時の崩壊挙動に対応していること、さらに解析結果を視覚的に表現可能であるなどが挙げられる。

別府市鉄輪にある今回の対象建築物を実測して、JWCADにより図面のデータ化を行った(図1&図2)。そのデータ化した図面と4号建築物としての耐震診断の結果は、拙稿で示している⁶⁾。また、その清書した図面を元に wallstat への入力を行った(図3&図4)。今回の wallstat への入力に際して、対象建物の壁や床を剥すなどの解体行為が不可であったので、本研究において、解体を伴う実測を行っていない。ただし、目視可能な部分、メジャーやレーザー測定器での計測を行える箇所は実測をしている。

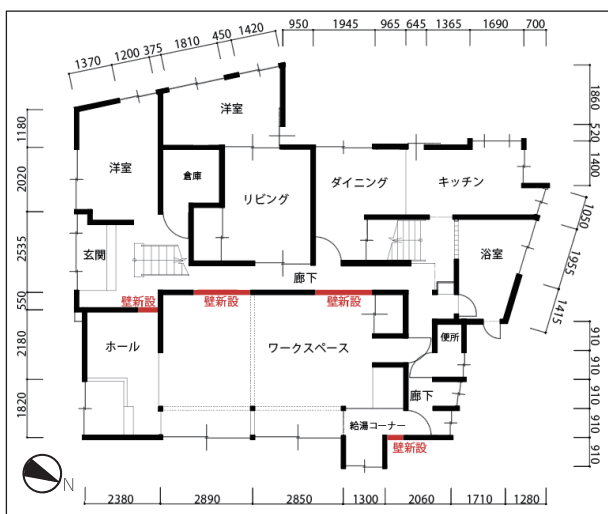


図1 1階平面図（現況）

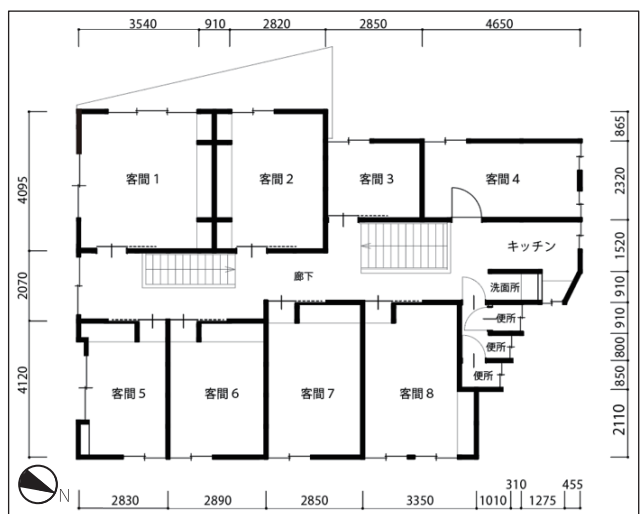


図2 2階平面図（現況）

※図1内の赤色の壁は、シェアオフィスとして利用する際に行われた耐震改修である（計4箇所）

本研究対象は調査時もシェアオフィスや貸しギャラリーとして活用されており、壁、床組、屋根組などの解体は行わないで欲しいという施主の意向に従っている。実測できないが必要な床組の情報は、各部屋や廊下から概観した上で、想定したものとなっている。そのため、一部の横架材の断面寸法や壁厚などにおいて、非破壊で実測できていない箇所があるが、wallstat上で想定されている最小値をシミュレーションへの入力数値としている。これらの情報はwallstatでの構造計算の精度を高めるために必要な情報である。入力するデータの判断は、wallstat内で選択可能な類似しているもの、または現状のものより強度が弱いものを選定する。

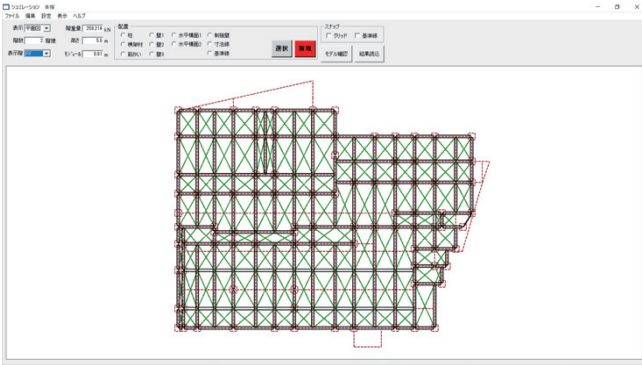


図3 2階小屋伏図

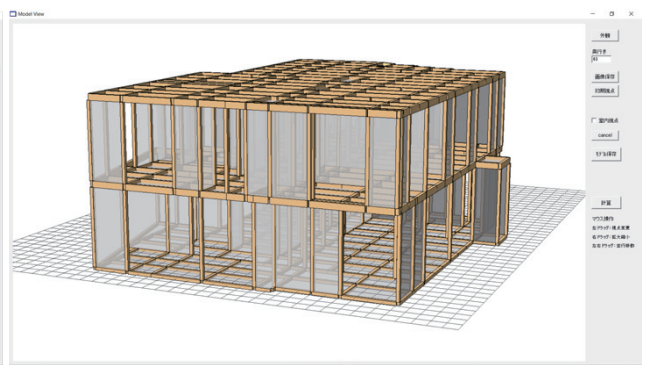


図4 3Dモデル (南東)

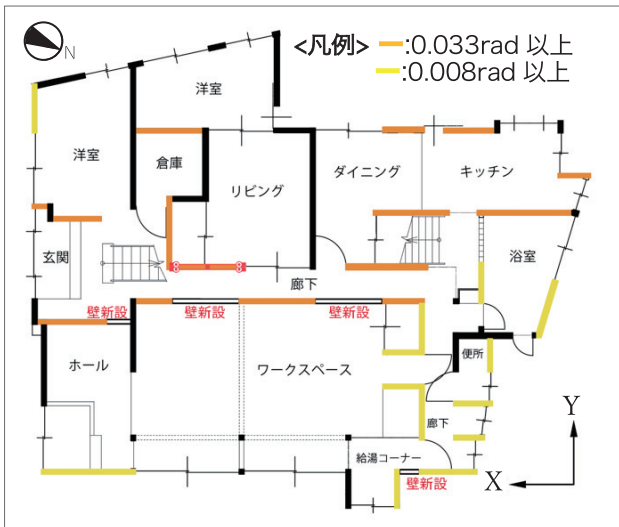


図5 X方向に地震動を入力した結果 (1階平面図)

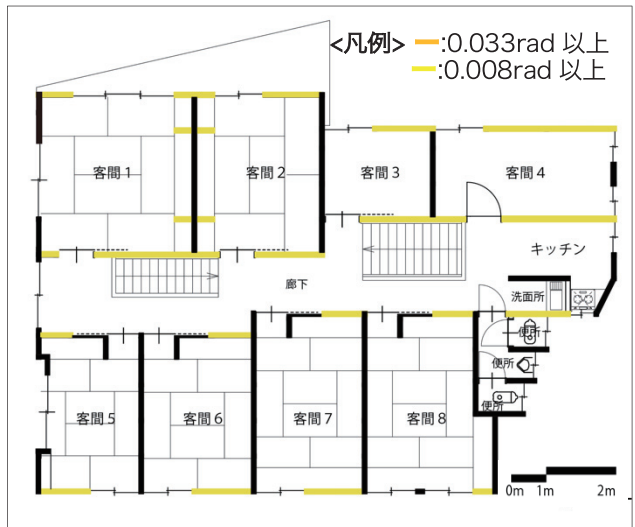


図6 X方向に地震動を入力した結果 (2階平面図)

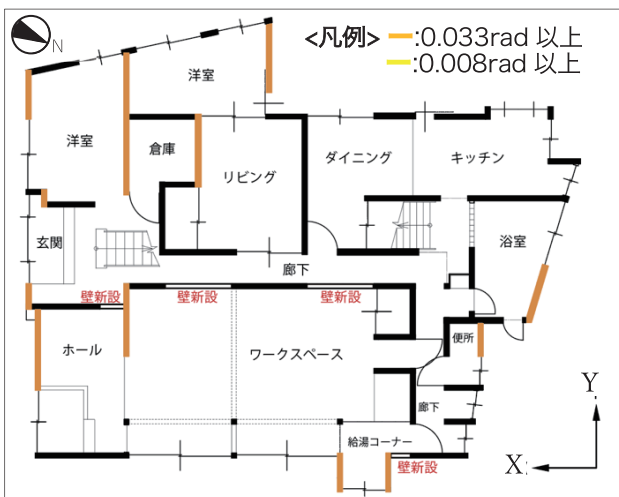


図7 Y方向に地震動を入力した結果 (1階平面図)

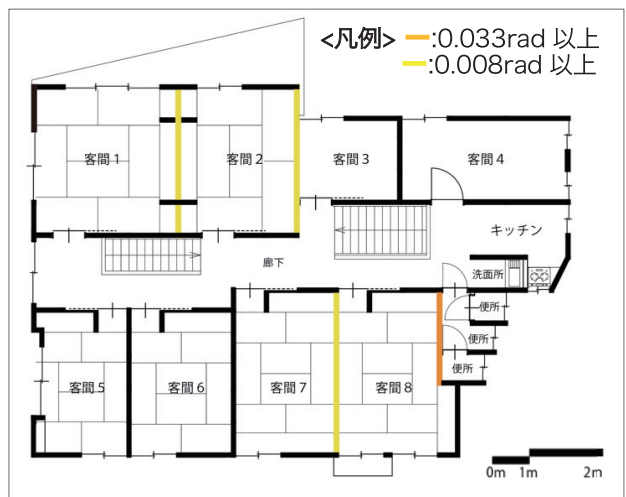


図8 Y方向に地震動を入力した結果 (2階平面図)

(1) 入力データの詳細

倒壊シミュレーションを実施するにあたり、本研究における入力データの詳細は、表1、表2の通りとなる。また、壁の種類は、開口部以外の特記無き全てを土壁（塗厚70mm未満）として計算している。そして、各階毎の総重量については、wallstatに平面図と瓦屋根という情報を入力した際に計算された数値を利用している。1階の重量は240.33kN、2階の重量は324.03kN、屋上階の重量は236.84kNとした。

表1 部材詳細情報

柱	幅：105 mm×105 mm	通し柱	幅：120 mm×120 mm
横架材	幅：105 mm×105 mm	壁	土壁（塗厚 70 mm未満）
床 1	合板(12-15 mm)又は OSB N50@150 根太@500 以下 半欠き	床 2	構造用合板
柱脚接合部・柱頭接合部・横架材接合部		短ほぞ	

表2 シミュレーション情報

計算用床面積	1F 床面積	133.675 m ²	2F 床面積	129.527 m ²
構造階高	1F 構造階高	2,800 mm	2F 構造階高	5,600 mm
各階重量	1F 重量	240.33kN	2F 重量	324.03kN
	RF 重量	236.84kN		
重量設定	建築仕様	重い建物	計算用地震動	極稀地震
計算用地震動		震度 6 強程度※1		
地盤条件	第 2 種地盤	普通の地盤※2	脚注条件	固定

※1 耐震診断をシミュレーションで行うが、想定地震は熊本・大分地震を想定したものとなっている。

※2 第1種地盤（固い地盤）でもなく第3種地盤（柔らかい地盤）でもない地盤

(2) 倒壊シミュレーションの結果

ここからは実際にシミュレーションを行った過程を提示していく。まずは、現在空き家の一部がシェアオフィスとして活用されている時点の状態を検証を行う。およそ20秒間の解析時間の中から、各耐力壁の変形として0.008rad以上（黄色）、もしくは0.033rad以上（オレンジ色）が生じた主要な解析時間の状況を示した。wallstatでは対象建物に対し、X方向とY方向に振動を同時に入力が出来ないので、X方向とY方向を分けてシミュレーションを行い、その結果を図9から図12（X方向）、図13から図16（Y方向）に示している。つまり、X方向に振動を加えた結果を図9から図12に示して、Y方向での結果は図13から図16とした。合計8枚の画像により結果が視覚的に示されている。図9から図12については南東側から対象建物をみている。そして、図13、図14と図16については、南西側の立面が示され、図15だけは北東方向の結果が示されている。

まず、X方向（長手方向）におけるシミュレーションの結果を見てみよう(図9から図12)。2秒後に、1階では中央廊下と東側の耐力壁が黄色になり損傷が生じていることがわかる(図9)。6秒後では、中央廊下にオレンジ色の耐力壁が見られ、荷重が集中しており、他の壁よりも大きな変形が生じている(図10)。14秒後では中央の廊下に限らず、東面においてもオレンジ色の壁が見られ、塑性変形となっている耐力壁が広がっている(図11)。20秒後では、建物の角部にも大きな変形がみられた(図12)。

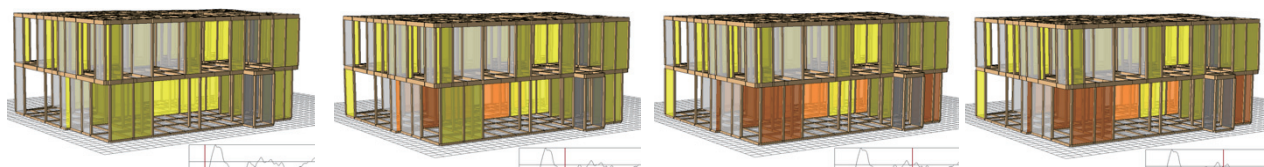


図9 経過時間 2秒

図10 経過時間 6秒

図11 経過時間 14秒

図12 経過時間 20秒

※図9から図12内の耐力壁において、黄色の壁（■）は0.008rad以上で、オレンジ色の壁（■）は0.033rad以上の変形が生じているとする。

続いて Y 方向（短手方向）の結果をしてみる(図 13 から図 16)。1.5 秒後には、南面の玄関付近を中心に壁が黄色付いており損傷が生じ始めた(図 13)。6 秒時では、玄関付近の壁への負荷が大きくオレンジ色になり、変形し始めている。2 階部分にも損傷がみられる(図 14)。9 秒時では、これまで何も生じていなかった北面の壁に損傷がみられ始め、2 階の壁に関しても全体的に損傷がみられるようになった(図 15)。最後の 20 秒後では、ほぼ全ての耐力壁が塑性域に入り、大きく Y 方向に揺れていた(図 16)。

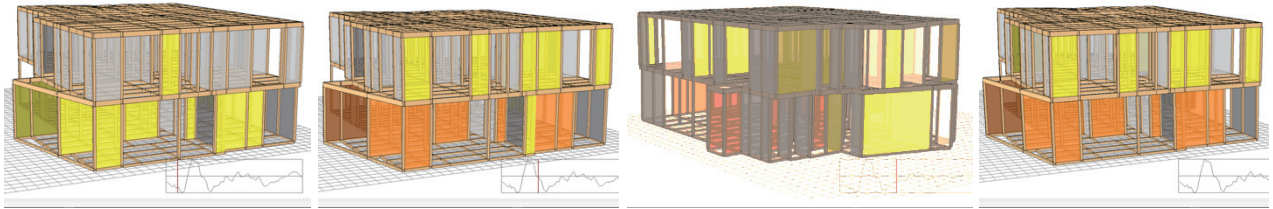


図 13 経過時間 1.5 秒

図 14 経過時間 6 秒

図 15 経過時間 9 秒(北側)

図 16 経過時間 20 秒

※図 13 から図 16 内の耐震壁において、黄色の壁（■）は 0.008rad 以上で、オレンジ色の壁（■）は 0.033rad 以上の変形が生じているとする。

シェアオフィス化に伴う耐震改修前における wallstat での診断結果としては、X 方向では初めに 1 階の中央廊下付近に地震の損傷が生じ、その後は全体的に損傷が広がっている。Y 方向に関しては、南側にある玄関部分に地震の負荷が集中していることが明らかとなった。それらの結果がどうして生じるのか考察する。1 階玄関部と中央廊下にかけて、地震力を多く負担する大きな理由は 2 つあると考えられる。

1 つ目の理由は、玄関部の壁量の少なさである。シェアオフィス側の場合は少量の負荷であったとしても、地震動を負担する割合は大きいと考えられる。さらに、壁量が少ないだけでなく、1 階の玄関部の上部にある 2 階部分も、1 階と同様に柱と土壁で作られているため、自重として受ける負荷も大きい。

2 つ目の理由としては、貸間側の玄関部に近い中央廊下に X 方向の耐震壁が集中していることが考えられる。今回の研究対象の大きな特徴としては、ほとんどの壁が土壁ということである。土壁は耐震上の効果は低いとされている。それらの土壁に、地震の負荷が伝達した場合、2 階の重量も考えると、その負荷は甚大と考えられる。この 2 つの推測が診断結果として得られた成果である。

また、4 か所の土壁に外側から構造用合板を打ち付ける改修後のシミュレーション結果を見てみると、オレンジ色という塑性変形域の変形は、X 方向、Y 方向どちらにおいても見られなかった(図 17)。しかし、建物内側を見てみると、1 階のシェアオフィス部分の上にある 2 階の床組みが落ちている部分があった(図 18)。

シェアオフィスの室内側の小梁が落下しているが、廊下側の小梁においても大きな変形が生じていることが推察される。そうした荷重がかかる背景には、北側の階段周りの過去の改修が影響している。建物の管理者によると、北側の階段周りの柱を改修時に抜いた経緯があることがわかった。さらに、実際の建物内において、2 階の北側階段の床も傾斜がみられ、シミュレーション結果の正しさが確認された。

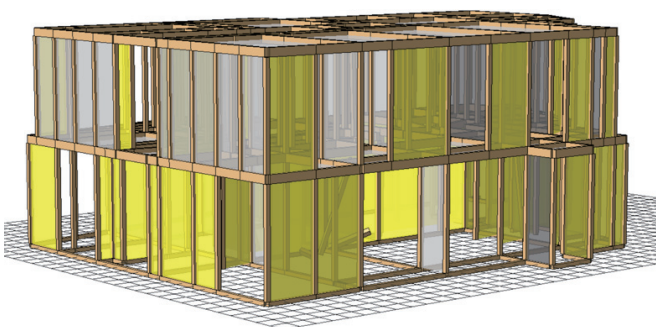


図 17 壁補強後の東側の結果

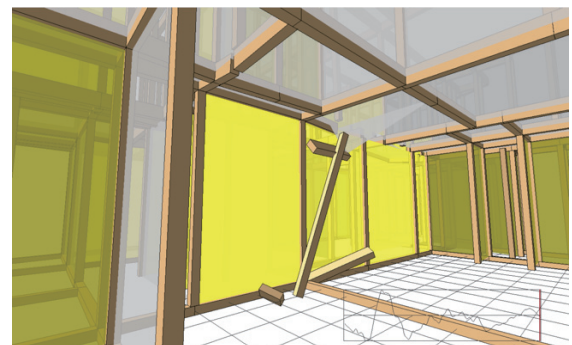


図 18 内部破損箇所

3. 4号建築としての耐震診断の判定と wallstat での結果の比較

本章では、4号特例における壁量計算結果と wallstat での耐震診断の結果の比較を行う。改修前の4号特例での壁量計算においては、1階 X 方向、Y 方向共に不足していた。その空き家を 2020 年にシェアオフィスへと転用する際に行なった4箇所の耐震改修で、1階 X 方向は壁量充足率を満たす結果となっている。

一方、wallstatでのシミュレーションを耐震改修前後で行ったが、どちらの場合も建物の倒壊には至っていない。しかし、改修前の1階X方向（長手方向）で、中央廊下において壁の塑性変形（オレンジ色）が確認された。また、同様にY方向（短手方向）でも、玄関部を中心に壁の塑性変形が確認されるため、共に「△」の結果としている。次に、改修後のwallstat結果によると、X方向は塑性変形する壁はなかったが、2階の床組みが崩壊している箇所があったので、「△」とした。そして、Y方向は塑性変形の壁はなく、損傷も特になかったため、「○」という結果とした。

上記の比較から、wallstatの利点として「構造的弱点の視覚化」と「限界耐力の検証可能性」という2点を挙げる事ができる。まず、弱いポイントを明確にすることができる点についてであるが、今回のシミュレーションで、1階の玄関周り、廊下、そして、北側階段周りが構造的弱点であるという具体的な位置を特定する事ができた。また、限界耐力についても、今回は検証していないが、振動の大きさを調整することにより、どこまでの負荷に耐えられるかを検証することは可能である。これらの結果から、実際にwallstatを利用して耐震改修を検討することの有効性が明らかになった。

表3 壁量充足率の計算結果とwallstatによる判定結果

階	方向	必要壁量		存在壁量	壁量充足率		判定	wallstat結果	
		地震力	風圧力		地震力	風圧力		改修前	改修後
		C	F		G	H=G/C			
2階	X	26.50	17.91	31.50	1.19	1.76	○ かつ J>1.00	○	○
	Y		23.13	44.88	1.69	1.94			
1階	X	43.73	33.33	30.45 (44.70) ^{※1}	1.02	1.34	× (○) ^{※2}	△	△
	Y		42.35	26.80	0.61	0.63			

※1※2 1階X方向の括弧内の数値と記号は、一部耐震補強後の状況における数値と判定になっている。

4. 耐震改修計画における問題点について

ここでは、耐震改修計画を検討するにあたっての問題点として、改修の位置、部材の劣化、地盤・基礎についての3点を挙げ、それらに着目して考察を行う。

最初は耐震改修の位置に関してである。空き家の利活用において、計画当初から予算が限られているということもあり、耐震改修の位置をどこにするか、また、どれくらいの範囲を行うかは重要な問題となる。そうした中で、今回は玄関周り、廊下周り、北側の階段周りに絞り、その内の1箇所に限って、構造用合板を1.8mの壁長において、耐震改修を施す案を計画している(図19)。各耐震改修案に対して、耐震シミュレーションを行った結果を示している。また、結果については損傷が大きい1階のX方向とY方向のみを示している。(図20-図25)。

まず、玄関周りの改修案を見ると、X方向の振動では大きな改善が見られた(図20)。オレンジ色の壁の変形がなくなり、全ての耐震壁の変形は弾性変形内に抑えられるという結果になった。しかし、1階ワークスペースの上部の床の一部倒壊が見られたり、Y方向は逆に損傷や変形の範囲が拡大していた。例えば、玄関側の耐震壁はオレンジ色の塑性変形を示していたが、黄色の弾性変形域に改善したものの、リビングやワークスペースの北側の耐震壁はオレンジ色の変形が新たに生じている(図23)。

次に廊下の改修案のシミュレーション結果を見てみよう。X方向においては、1階給湯コーナーの壁が0.008rad以上の大量壁が一つ減って、耐震性能が向上している(図21)。Y方向においては、玄関側の変形が弾性変形ないとなっており、こちらの方向でも耐震性能の向上が見られた(図24)。

そして、北側の階段周りの改修案に対するシミュレーション結果について述べる。X方向の振動に対して、弾性変形域の耐力壁しかなかった(図22)。しかし、1階のワークスペース上部の床が崩壊しており、今回の階段周りの補強によって、バランスが崩れてしまった。そして、Y方向に関しては、北東側の1階の洋室の端部の柱において、倒壊が生じる結果となった(図25)。その一方で、浴室周囲の耐力壁は、黄色にもならず0.008rad未満の変形ということで、一部向上している箇所も散見された。

さらに、北側の階段周りにおいては、建物の管理者へのヒアリングにより、シェアオフィスにする

以前の改修の際に、北側の階段周りの柱を1本抜いているということが明らかになった。実際の現地調査の際に、2階北側の階段周りの床が沈んでいることが目視でも捉えられたので、早急な対応が求められる。また、wallstat の診断においても、北側の階段周りにおいて、2階床の大きな変形が見られているので、シミュレーションの結果と合致している。

次に部材の劣化に関してだが、今回の対象は築 80 年程度ということで、本来は木材の劣化を検討する必要があるが、本論文では考慮できていない。wallstat 上では、劣化を直接入力することはできない。しかし、木材の強度を変更することで劣化に対する検証を行えるが、それは今後の課題としている。

方法としては、木材の種類によって異なる強度が、経年劣化の割合を実験等で検証している研究の数値を参考値として、部材の強度を低下させることである。それらの入力により、部材の劣化が再現され、実際の状況に即した検証が可能となる。

最後に地盤と基礎に関して言及する。wallstatでは土台に振動を与えて、上部構造の反応をみるため、基礎や地盤状況の入力は通常行わない。今回は第2種地盤に固定された状態で検証を行っている。今後空き家を活用する際に、地盤調査を行い、地盤や基礎との緊結や、地盤沈下等の危険性がないかを明らかにして、その結果を設計地震動として、入力して検証することも可能である。

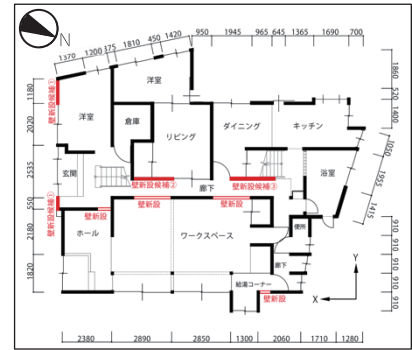


図 19 改修計画案 (1階平面図)

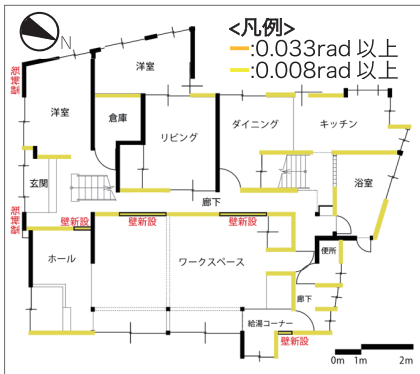


図 20 玄関側補強結果 (X方向)

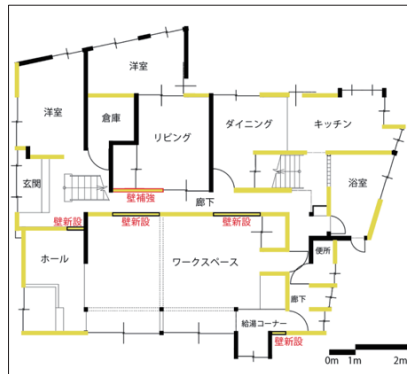


図 21 廊下部補強結果 (X方向)

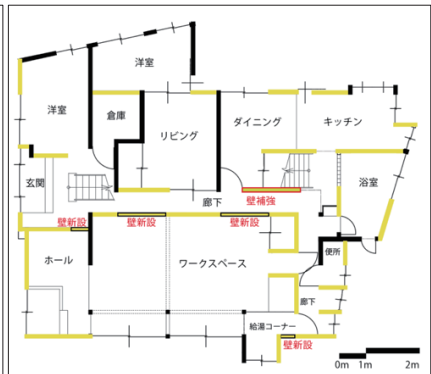


図 22 北側階段周り補強結果 (X方向)

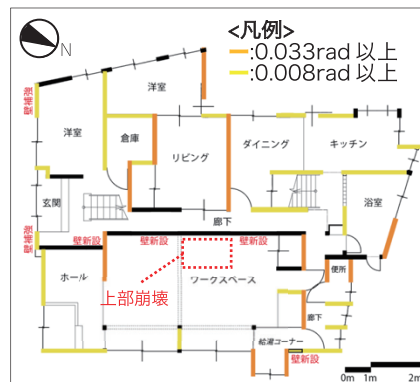


図 23 玄関側補強結果 (Y方向)



図 24 廊下部補強結果 (Y方向)

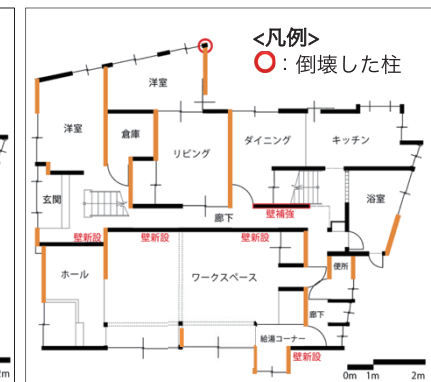


図 25 北側階段周り補強結果 (Y方向)

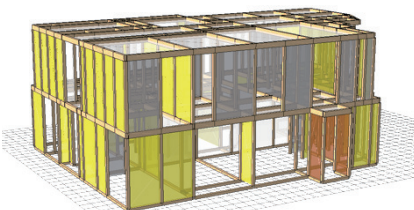


図 26 玄関側補強結果 (東側)

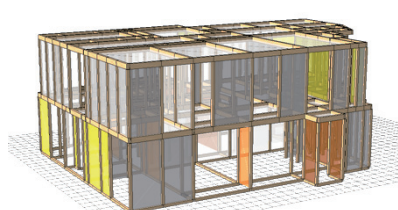


図 27 廊下部補強結果 (東側)

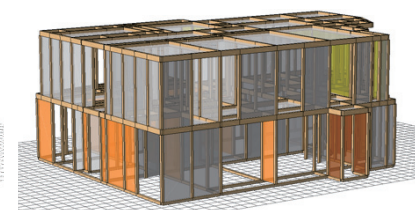


図 28 北側階段周り補強結果 (東側)

※図 26 から図 28 内の耐震壁において、黄色の壁 (■) は 0.008rad 以上で、オレンジ色の壁 (■) は、0.033rad 以上の変形が生じているとする。

5. 結論

本研究では別府市鉄輪の空き家に対して、wallstatを用いて耐震シミュレーションを行った。震度6強の振動に対して、X方向もY方向のどちらも倒壊は生じないという結果を得た。しかし、弾性変形だけではなく塑性変形がX方向とY方向の1階に多く生じている。もし、熊本地震のような本震レベルの揺れが複数回発生する種類の地震動が発生した場合には、倒壊の危険性が極めて高い状態にあることがわかった。

そこで耐震補強などの対策を講じることが必要だが、特に必要な箇所としては、玄関周り、廊下部分、と北側の階段周りである。今回はその3箇所のそれぞれにおいて、wallstatの検証結果を比較してみると、廊下部分の補強を行うことが建物全体の負担を低減させることが明らかになった。また、予想外のこととして、玄関周りの補強を行った際には、玄関側から離れた耐力壁に新たな塑性変形が生じるなど、耐震補強が必ずしも良い結果を生じるわけではないということが検証された。このように、経済的に最小限で、最大限の耐震性能を得るために、どの箇所を耐震補強すべきかを検討する際にこのシミュレーションが有効であることは明らかである。また、倒壊しそうな部材の位置を特定することにも、同様の効果を得ることができる。

さらに、wallstatを実際に耐震改修や空き家の利活用を行う際の問題点として、部材の劣化と地盤の影響の2点が挙げられる。前者は直接入力できないが、部材の強度をwallstat内で調整ができるので、経年数によって強度がどれくらい低下するかがわかれば、劣化の状況を反映させることが可能となる。また、地盤については、今回は地盤調査を行わなかったが、地盤の詳細な情報がわかれば、それに適応する設計地震動を作成して、耐震性を検証することが出来る。以上のように、wallstatで全ての条件を反映させることは不可能だが、別の入力項目への変換により、ある程度実際の建築に近い状態の安全性を検証することは可能である。

最後に、wallstatの特徴として、無料であること、複数の計画案を検討可能であること、容易に視覚化できることの3つを挙げることができる。まず、1つ目の特徴は、空き家全体の改修にかけられる予算が少ない中でも、実際の耐震診断に近い検証を行えることである。入力する地震動も、正確な観測記録がある過去の地震から選ぶことができるので、地域性に配慮した検証が可能となる。次の特徴については、今回の改修計画案のシミュレーション結果の通り、耐震改修が建物全体にどのような影響を与えるかを把握することができる。wallstatは木造建築、かつ軸組構法の建築だけしか解析できないが、改修案の検討をする際に複数の案を同じ条件で検証できるため、一番合理的で安全性の高さが期待できる耐震改修計画を見出すことが可能となる。最後に、弾性変形や塑性変形する壁の位置を視覚的に表現可能であることが挙げられる。どこがどれくらい損傷を受けてしまうのかを視覚化できるため、専門家ではない人であっても理解が可能となる。それらの特徴から、木造の空き家改修の検討においてwallstatを利用する有効性が認められた。

今後の展望として、本研究で分析した合板による補強ではない、先進的な補強方法にどのようなものがあるかを調査して、それらの補強技術を実際の空き家の利活用で導入し、その効果を検証していきたい。

謝辞：今回調査にご協力をいただいた建物の持ち主様、コワーキングスペースa sideの運営会社のHOODの長谷川雄大様、同スペースの設計を担当したYamaDesignの山崎真司様やNPO法人空き家サポートおおいた、そして一般社団法人 別府市産業連携・協働プラットフォーム B-bizLINK、また、wallstat ver.5.1.3を利用させていただいた京都大学生存圏研究所のみなさまには記して、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 別府市都市計画課建築指導課：別府市空家等対策計画(本編)，別府市，pp.6-18, 2017.3.
- 2) 同掲書。「空き家対策実態調査」に通常空き家と老朽空き家について以下のように示されている。通常空き家は、調査員による調査結果の建物に目立った腐朽破損はないが、空き家の状態となっており今後の利活用が見込まれるA判定と、外壁や屋根、窓等に腐朽破損が認められるが、一部補修すれば利活用が見込まれるB判定に該当する。また、老朽空き家も同様で、建物の傾き、外壁・屋根等の腐朽破損が著しく、倒壊の恐れが認められるC判定と、先述の「C」に該当し、かつ倒壊した場合隣接建物に影響がある、又は前面道路の通行等に影響があるD判定に分類される。
- 3) 米山秀隆：空き家急増の真実：放置・倒壊・限界マンション化を防げ，日本経済新聞出版社，pp.1-228, 2012.
- 4) 姫野由香，指方綾乃，宮下達平：大分県別府市に立地する民泊施設の機能補完と地域内連携の実態 — 地方都市における民泊施設を介した施設間連携の可能性 その2—，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)，pp.819- 822, 2020.9.
- 5) 中川貴文：大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発，建築研究資料，第128号，2010.11.
- 6) 木村智，大坪真子，平尾和洋：別府市鉄輪の空き家活用による防災・減災の可能性に関する基礎的研究，歴史都市防災論文集，vol.15，pp.83-88, 2021.7.