

課題情報シート

テーマ名 :	福岡県で使用される土塗壁強度に関する研究 ～仕口接合部における耐震性能に関する研究～				
担当指導員名 :	西野 晃司	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	九州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 :	2	時間 :	26 単位 (468h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

本実習をとおして在来軸組工法住宅の耐震性能技術の習得を目標としています。そのために構造躯体となる木材及び木質材料の特質の理解した上で、特に地震時などの水平力作用時に各構造部材が力をどのように伝達するのか理解を深めます、そして木造住宅の特等でもある木材の架構方法および接合方法の基本的な知識・技術を習得し、それらの耐震的要素実験から在来軸組工法住宅の構造設計法について理解を深めます。

【訓練（指導）のポイント】

専門課程および応用課程の両学生が同じ目標に向かって課題に取り組むことがこの訓練の特徴です。それぞれの役割分担は学年に応じて異なりますが、特に4年生については木質構造の耐震性用といった知識・技術を学ぶだけでなく、個人的に目標を掲げヒューマンスキル等の習得を行なっています。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校
住所 : 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1
電話番号 : 093-963-0125 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/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。

福岡県で使用される土塗壁強度に関する研究

仕口接合部における耐震性能に関する研究

1. はじめに

木造建築物において地震や台風といった水平力に対して抵抗するものとして、耐力壁が存在する。この耐力壁が十分な性能を発揮するためには、基準法に明記してある通り、壁の仕様に合わせた柱脚（仕口接合部）の固定が必要となってくる。

しかしながら、建築基準法での仕口接合部仕様は大まかに規定されているものの、実際には地域の特徴や大工の経験・勘などで細かく異なっていることが現状である。特に伝統的工法に用いられる土塗壁の施工法は様々で、各地域の風土に合わせたものになっている。

そこで本研究では、福岡県で使用される土塗壁の仕口接合部の仕様をもとに引張試験を行い、その結果から福岡県仕様の仕口接合部の性能を把握することを目的とする。

2. 試験体概要

2.1 試験体

本研究の試験体の仕様については、「福岡県建築士会」及び「大工志の会」の聞き取り調査を実施し仕様を決定した。また比較を行うため試験体を追加し、全試験体種類を6種類とした。（図1、表1）

試験体は中柱型試験体で、柱・土台接合部を長ほど差し仕口とし、込栓により補強したものとする。また本試験に用いた供試材料は、所定寸法に切断した後、含水率・密度の測定を行った。これらは試験体母材強度に大きく依存すると言われていたことから、試験結果にばらつきがないようにあらかじめそれらの数値が近いものを組み合わせた。（表2）

2.2 試験方法

引張試験は、(財)日本住宅・木材技術センターの「木造住宅耐力要素試験法指針-接合部用-」に準じて実施した。試験体の柱及び土台は鋼製治具で保持し、柱頭に油圧式複動シリンダを取り付け、シリンダに取り付けたロードセルにより荷重値を検出した。変位は、定格容量 100 mm の変位計を使用し 0.5 秒ごとに記録する。加力速度は毎分 1 mm 程度とした。

2.3 接合部倍率の評価

接合部倍率の決定要因は以下の2項目あり、その中で一番小さい値で決定される

- (a) 降伏耐力 P_y
 - (b) 最大荷重 P_{max} の 2/3

なお、ばらつき係数は母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼基準の 75% の 95% 下側許容限界値をもとに求める。

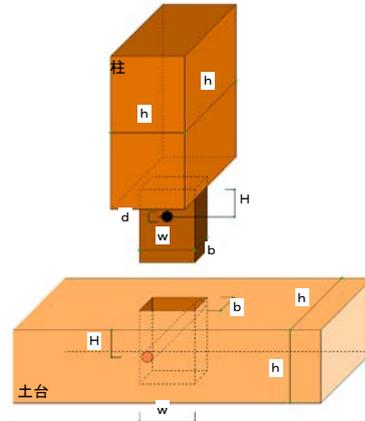


図1 試験体のパラメータ

表1 試験体仕様

試験体名	樹種		構造断面 h (mm)	ほぞ厚 b (mm)	ほぞ幅 w (mm)	込栓		込栓位置 上端から H (mm)
	柱	土台				樹種	形状 d	
K15-H45-W120	杉	桧	120	30	120	檜	15角	45
M15-H45-W120*							15φ	
K18-H39-W90					18角		39	
M18-H39-W90								18φ
K18-H45-W90*					18角		45	
M18-H45-W90*								18φ

※：福岡県仕様でないが、比較のため試験を行った。
K：角込栓 M：丸込栓 W：ほぞ幅
H：込栓高さ（土台上端から込栓芯までの距離）

表2 供試材料の含水率および密度

試験体名	項目	含水率 (%)		密度 (g/cm ³)	
		土台	柱	土台	柱
K15-H45-W120	平均 (%)	10.87	14.92	0.48	0.43
	変動係数 (CV)	0.13	0.18	0.04	0.03
M15-H45-W120*	平均 (%)	9.14	16.52	0.53	0.45
	変動係数 (CV)	0.09	0.25	0.03	0.01
K18-H39-W90	平均 (%)	10.40	15.32	0.51	0.40
	変動係数 (CV)	0.08	0.18	0.03	0.02
M18-H39-W90	平均 (%)	10.58	22.28	0.55	0.48
	変動係数 (CV)	0.11	0.21	0.04	0.07
K18-H45-W90*	平均 (%)	6.63	17.64	0.49	0.42
	変動係数 (CV)	0.09	0.19	0.05	0.08
M18-H45-W90*	平均 (%)	7.37	14.39	0.53	0.45
	変動係数 (CV)	0.11	0.29	0.04	0.06

※：福岡県仕様でないが、比較のため試験を行った。
K：角込栓 M：丸込栓 W：ほぞ幅
H：込栓高さ（土台上端から込栓芯までの距離）

3. 試験結果と考察

試験結果を表3に示す。また、各試験体の条件と結果要素をプロットしたグラフを図2に示す。

ここではアンケート結果より得た福岡県仕様などの程度の耐力性能を示すか、比較実験を行ったものを含めて考察をする。また既往の研究^{※1}によると、ほぞ幅は耐力にあまり影響を与えないと言われている。それに対して込栓径と込栓位置は仕口耐力の性能を決めることから、破壊性状も含めて考察する。

表3 試験結果

試験体名	項目	最大耐力 Pmax	降伏耐力 Py	2/3Pmax	終局耐力 Pu	終局変位 δu	初期剛性 K	塑性率 μ	最も多い破壊形式 (当該破壊形式数/試験体)	短期基準耐力 (kN)	接合部倍率* (倍)
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN/mm)				
K15-H45-W120	平均値(Ave)	13.05	7.63	8.70	12.28	23.70	1.68	3.08	込栓の曲げ破壊(3/6) ほぞのせん断破壊(3/6)	5.52	1.04
	変動係数(CV)	0.13	0.12	0.13	0.13	0.25	0.07	0.34			
M15-H45-W120	平均値(Ave)	14.05	9.21	9.37	5.79	5.92	8.34	13.29	込栓の曲げ破壊(4/6)	7.75	1.46
	変動係数(CV)	0.07	0.06	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07			
K18-H39-W90	平均値(Ave)	16.33	9.35	10.89	15.27	21.37	1.71	2.46	ほぞのせん断破壊(3/6)	8.31	1.57
	変動係数(CV)	0.04	0.05	0.04	0.05	0.13	0.04	0.14			
M18-H39-W90	平均値(Ave)	13.29	7.55	8.86	12.39	21.82	1.50	2.55	土台の割裂(3/6) ほぞのせん断破壊(3/6)	4.56	0.86
	変動係数(CV)	0.08	0.17	0.08	0.10	0.33	0.12	0.25			
K18-H45-W90	平均値(Ave)	12.52	7.33	8.35	11.67	11.43	1.74	1.70	ほぞのせん断破壊(6/6)	6.05	1.14
	変動係数(CV)	0.05	0.08	0.05	0.05	0.24	0.06	0.24			
M18-H45-W90	平均値(Ave)	15.07	8.86	10.05	14.16	22.66	1.65	2.63	ほぞのせん断破壊(4/6)	5.49	1.04
	変動係数(CV)	0.13	0.17	0.13	0.13	0.27	0.04	0.21			

※各試験体の接合部倍率はばらつき係数を考慮し、95%下側許容限界値をもとに算出した。
各結果については、荷重-変位曲線を完全弾塑性モデルに置き換えて、それぞれの数値を求めた。

3.1 降伏耐力・最大耐力の2/3

表3より、各耐力の平均値を見ると「K18-H39-W90」の福岡県仕様様が最も大きな値を示した。これにより接合部倍率が1.57倍の評価であり、羽子板ボルトと同等の評価と言える。また、変動係数を見ても全試験体の中でも、ばらつきが小さいことが挙げられ、非常に安定したバランスの良い仕様と言える。

また破壊性状には「込栓の曲げ」、「ほぞのせん断」及び「土台の割裂」が挙げられるが、「K15-H45-W120」については、破壊性状が「込栓の曲げ」及び「ほぞのせん断」の両方あり、その結果ばらつきの多い仕様となった。これらは今回の試験に用いた材料がKD材であったため、乾燥による内部割れが柱ほぞに発生していることが要因として推測できる。

3.2 込栓径と込栓高さ

込栓径及び込栓高さの関係は表3より「角込栓」を例にとると、径を大きくすることで耐力の向上につながると思われる。しかしながら、径を大きくすると込栓自体の強度も高くなることから、引張力を母材(土台および柱ほぞ)で負担することになり、「ほぞのせん断破壊」や「土台の割裂」が発生しやすくなる。よって、柱ほぞのせん断負担面積と土台の割裂強度とのバランス、つまり込栓位置が重要であると言える。

4. まとめ

- 1) 本研究では、「K18-H39-W90」の福岡県仕様様が最も高い評価であり、羽子板ボルトと同等の評価であった。このことにより長年の経験や勘で培われた大工技術による仕様様が、ある程度ではあるが本研究によって強度との関係性を実証できたと言える。
- 2) 本研究では角込栓と丸込栓の比較実験も行ったが、強度・性能及び破壊性状が異なる結果となった。角込栓は古くから使われている手法であり、本研究では耐震性が高く、ばらつきの少ないものと言える。一方、丸込栓は現在の機工具が発展したことによって使われ始めた手法であり、現場で比較的容易に施工することができる。その中で「M15-H45-W120」が非常に優れた性能を発揮し、破壊性状も「込栓の曲げ」が多く、高い塑性率を示した。しかしながら丸込栓は径を大きくすると、結果のばらつきが大きくなる傾向にあるため、今後更なる実験が必要と思われる。

5. 今後について

現行の基準法によれば、壁が本来の性能を発揮するためにはその仕様に応じた柱脚の最適な固定方法を選択することが前提となっている。今後、福岡県の土塗壁の仕様を定める際に本研究においては、「K18-H39-W90」が最も良い選択肢と言える。

丸込栓の場合は、角込栓と異なった性能・破壊性状を示し、特に粘りのある特徴であった。現段階では、込栓径及び込栓高さの関係性が不明であるため、今後は込栓単体の強度試験を含めて、様々な仕様の耐力性能を明確に把握する必要がある。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計, p. 579-587, 2008.
- 2) *1 山本幸雄：引張試験とほぞ幅の関係について 強度特性について, 大分県産業科学技術センター研究報告, 2010.
- 3) *2 鶴岡隆志, 平坂継臣, 尾形勇人：木造仕口込栓部の引抜き強度について, 日本建築学会九州支部研究報告, 第45号, 2006.

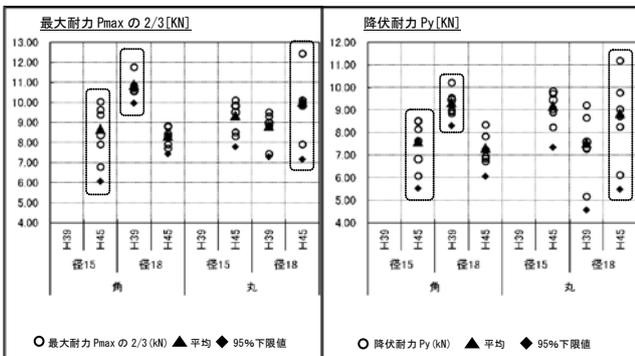


図2 試験結果のプロット図

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 30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	
総合施工・施工管理課題実習		福岡県で使用される土塗壁強度に関する研究	
担当教員		担当学生	
○建築施工システム技術科			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>本実習をととして在来軸組工法住宅の耐震性能技術の習得を目標としています。そのために構造躯体となる木材及び木質材料の特質の理解した上で、特に地震時などの水平力作用時に各構造部材が力をどのように伝達するのか理解を深めます、そして木造住宅の特等でもある木材の架構方法および接合方法の基本的な知識・技術を習得し、それらの耐震的要素実験から在来軸組工法住宅の構造設計法を理解します。</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>長年使用されている土塗壁は、これまで壁倍率0.5で使用されてきましたが、平成15年の告示の改正に伴い壁倍率が最大1.5の強度が得られ、同時に材料と工法に関する細かな仕様規定が定められました。しかしながら壁仕様には地域の気候風土に適応した様々な特徴があり、これらのことが材料、寸法、工法等に大きな影響を与えています。また法改正による仕様規定は、これまで経験的な技術で培ってきた職人にとって施工が大変困難なものとなりました。これらのことから土塗壁の耐震性が向上しても土壁普及の妨げになりかねないため、各地域の仕様が反映された土塗壁の規定を定める必要があると思われます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>上述のとおり本課題では、木質構造の耐震性能の知識・技術の習得を目標としています。また九州職業能力開発大学校が地域に対して社会的地域貢献を行なっていく事も重要であることから、テーマの設定地域を福岡県内に限定しました。その中で土壁の施工・生産者へのアンケート調査を行い、福岡県内にはどんな土塗壁の仕様があるのかを把握し、その耐震性向上に向けた研究を進めていきます。</p>			
No	取組目標		
①	木質構造の特徴を知り、そのディテールを習得します。		
②	構造躯体の木材および木質材料の特質を理解します。		
③	木材の架構方法および接合方法の基本的な知識・技術を習得します。		
④	木造住宅の耐震性に関する既往の研究等から調査分析し、その知識を深めます。		
⑤	木材または質材料の実験方法、仕口・継手に実験方法、および耐力壁の実験方法等を習得します。		
⑥	報告書の作成、パネル展示・発表会を実施します。		
⑦	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑧	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑨	グループメンバーの意思疎通を図り、協力体制を構築維持します。		
⑩			