



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## 接合具の低サイクル疲労特性を考慮した合板張耐力壁の復元力特性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-07-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長瀬, 亘 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/81604">http://hdl.handle.net/20.500.12099/81604</a>

氏 名 (本 国 籍)	長瀬 亘	(静岡県)
学 位 の 種 類	博士 (農学)	
学 位 記 番 号	農博甲第 7 5 8 号	
学 位 授 与 年 月 日	令和 3 年 3 月 1 5 日	
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻	
研究指導を受けた大学	静岡大学	
学 位 論 文 題 目	接合具の低サイクル疲労特性を考慮した合板張耐力壁の復元力特性	
審 査 委 員 会	主査 静岡大学 教授 小 島 陽 一 副査 静岡大学 准教授 小 林 研 治 副査 岐阜大学 教授 光 永 徹 副査 静岡大学 助教 小 川 敬 多	

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

合板張耐力壁は木質構造において一般的に用いられる耐力壁の一つであり、柱梁といった軸組部材に対して、釘や木ねじ等を用いて合板を留め付けたものである。耐力壁の性能は釘・木ねじ接合部のせん断性能によって決定されるが、地震動などの繰返し加力によって接合具が破断する現象が確認されており、耐力壁の性能を確保するためにはこの破断現象を適切に評価する手法が必要となる。本研究では、接合具の低サイクル疲労特性を考慮した接合部の荷重変形特性のモデル化、さらには同モデルを用いた合板張耐力壁の荷重－変形関係の推定を目的とした。

3 章では、接合具の定振幅繰返し曲げ試験を実施し、接合具の低サイクル疲労特性を把握した。各接合具に対し、Manson-Coffin の法則が成り立つことが確認された。

4 章では、接合具の一面せん断試験の加力履歴の影響を検討した。一方向加力試験と比べ正負繰返し試験により靱性が低下することや、接合具が曲げ降伏や破断を生じる条件では、変位あたりの繰返し数が多い条件ほど靱性が低下することが明らかとなった。

5 章では、合板張耐力壁の静的水平加力試験における加力履歴の影響を検討した。一方向加力試験では、接合具の破断は見られなかったが、正負繰返し加力試験では接合具の破断が見られた。全接合部のうち接合具の破断が見られた割合は、同じ加力履歴であってもその数にばらつきがみられた。接合具の破断が多くみられるほど、終局変位  $D_u$  が一方向加力試験に対して小さくなる傾向にあった。

6 章では、3 章の接合具の低サイクル疲労特性を用いて接合部の荷重－変位関係のモデル化を行い、接合部の正負繰返し試験における荷重－変位関係の推定を行った。材料の物性値のみで推定する場合は、最大荷重以降の推定に課題が残ったが、接合部の一方向加力試験の結果と組み合わせ推定では、おおむね推定することが可能となった。

7章では、6章のモデルを用いて、有限要素法解析により耐力壁の荷重—変位関係を推定した。結果、パンチングアウトや引き抜けなどの他の破壊性状が多くみられるものについては、推定結果の方が靱性が低い結果となったが、接合具の破断がメインの破壊性状であるものについては、おおむねよく推定できていた。

8章では、耐力壁の仮動的水平加力試験を実施し、5章の結果と比較した。繰り返しの少ない地震波（JMA Kobe NS 波）では、破壊に至ることはなかったが、繰り返しの多い地震波（BCJ level2 波）では、接合具の破断が多く見られ破壊に至った。BCJ-level2 波では、荷重—変位関係が、5章の正負繰り返し加力試験では接合具の破断が多かった結果に類似した傾向を示した。

以上より、接合具、接合部および耐力壁の繰り返し荷重における力学特性が明らかとなり、また接合具の破断によって破壊される条件においては、接合部および耐力壁の荷重—変形関係の推定が可能であることが明らかになった。これらの成果は、地震力に対してより安全で、自由度の高い設計につながることを期待される。

## 審査結果の要旨

木質構造では地震や台風などによる水平力に対して、耐力壁で抵抗する設計が一般的に行われている。合板張耐力壁は、軸組材に対して合板を留め付ける釘や木ねじ接合部により性能が決定されるが、地震動などの繰り返し力によって接合具が破断する現象が確認されている。このような接合具の破断を考慮した耐力壁の挙動については未解明な点が多く、様々な地震動に対する耐力壁の復元力特性を推定することは困難であった。

学位申請者 長瀬亙は、繰り返し変形によって接合具の低サイクル疲労が生じているとの考えに基づいて、低サイクル疲労特性を考慮に入れた接合部の性能推定、および接合部性能に基づく耐力壁の性能推定モデルの構築を目指した。

申請者はまず、釘および木ねじに対して一定角度振幅による繰り返し曲げ試験を実施し、塑性変形振幅と破断までの繰り返し数との関係を調べた。その結果、両者の間に低サイクル疲労を示す関係が確認でき、繰り返し曲げ試験によって接合具に応じた材料特性値を求められることを明らかにした。

つづいて申請者は、累積損傷則によって接合具の低サイクル疲労による損傷度を計算し、損傷度に基づいて接合部の耐力を低減するモデルを作成することで、加力履歴に応じた接合部の復元力特性の推定を行った。釘および木ねじを用いた合板-木材接合部の一面せん断試験によってモデルの検証を行ったところ、低サイクル疲労を考慮することで加力履歴の違いによる影響をよく推定できることが確認された。さらに、接合部の復元力特性を組み込んだ有限要素解析によって耐力壁の荷重変形特性を求め、実験結果と比較したところ、接合具の破断が多く生じる試験条件において荷重変形特性を適切に評価できることが確認された。

これらの成果は学術論文2編としてまとめられ、十分に内容がある研究と判断される。学位申請者が提案した低サイクル疲労を考慮した接合部・耐力壁の復元力特性推定手法は木質構造のより安全で合理的な構造設計への活用が期待できるものである。以上より、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分に価値があるものと認めた。

基礎となる学術論文

- 1) Ko Nagase, Kenji Kobayashi, Motoi Yasumura: Estimation of failure lifetime in plywood-to-timber joints with nails and screws under cyclic loading. *Journal of Wood Science*, 64(5), 612-624, 2018
- 2) 長瀬 亘, 小林研治, 小川敬多: 合板張軸組構法耐力壁とその接合部における釘および木ねじの低サイクル疲労を考慮した荷重変形特性の推定. 日本建築学会構造系論文集 印刷中