

木質格子壁の構造性能に関する基礎的研究
 -斜材の角度と位置が格子壁の構造性能に及ぼす影響-

Fundamental Study on the Structural Performance of Timber Lattice Walls
 -Influence of Diagonal Member Angle and Position-

○新藤範幸², 廣石秀造¹

*Noriyuki Shintou², Shuzo Hiroishi¹

Abstract :In recent years, many timber shear walls using local timber have been proposed for a decarbonized society. Among them, lattice walls are known for their versatile forms and ability to archive a wide range of wall strengths. However, the structural performance of diagonal lattice walls is determined by the interaction of multiple factors. Although their performance has been investigated through full-scale tests, basic data for performance estimation remain insufficient. Based on this background, a numerical analysis was conducted with the aim of clarifying the influence of the diagonal members, which constitute lattice walls, on the mechanical behavior of shear walls, in order to estimate the structural performance of diagonal lattice walls.

1. はじめに

近年、脱炭素社会の実現に向けて、地場産材を用いた「木質耐力壁」が数多く提案されている。中でも格子壁は、多様な形態と幅広い壁倍率の確保が容易であることが知られている。この格子壁の一種である面格子壁は、格子接合部の回転めり込みにより外力に抵抗し、その構造性能は接合部剛性の集積により評価可能である^[1]。一方で、斜交格子壁(Fig.1)は、斜材の角度変化に伴う軸力抵抗の発生と回転剛性の変化、柱や梁の曲げ抵抗、等の複数の要素が相互に関係し合うことで構造性能が決定される。このため、斜交格子壁はこれまで主に実大試験に基づき、構造性能の把握が行われており、構造性能を推定するための基礎的なデータは十分に蓄積されていないのが現状である。

以上の背景を踏まえ、本報では、斜交格子壁の構造性能の推定に向け、格子壁を構成する斜材に着目した。斜材の本数や位置、角度が耐力壁の力学的性状に与える影響を明らかにすることを目的として、数値解析による検討を行った。

2. 数値解析概要

数値解析概要をFig.2に示す。本報では斜材の影響を把握するため、枠材と斜材のみで構成される格子壁の数値解析を行った。対象とする格子壁は、高さ2,730mm、幅910mmとし、枠材と斜材には90mm角のスギ材を用いて、Beam要素によりモデル化した。解析モデルは、斜材の本数、位置、傾きをパラメータとした。斜材は、一方向のみ(Model I)とたすき掛け(Model II)の2ケースとした。Model Iは、Model IIの圧縮側のみ、斜材を考慮したモデルに相当する。斜材は図心を通るモデルを基準として、上下に50mmピッチで移動させた。また、Model IIでは、組数の変化が力学性状に及ぼす影響についても併せて検討を行った。柱梁接合部および斜材は全モデル共通でピン接合とし、斜材の交差部(Model II)に節点は設けていない。また、斜材は引張・圧縮共に弾性材とした。荷重は、点Oに水平方向(X方向)の強制変位を与えることで付加した。境界条件は、ピン・ローラーとし、面外方向(Y方向)の変形は拘束した。なお、解析には汎用有限解析プログラムADINA (Ver.9.10)を用いた。

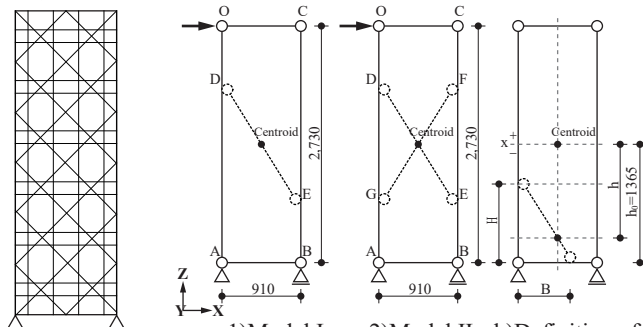


Figure 1. Diagonal Lattice Wall

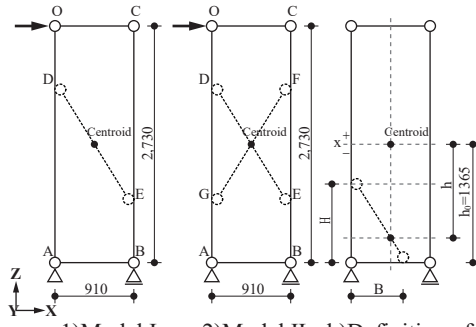


Figure 2. Summary of Numerical Analysis

■Input Data for Analysis	
□Material :	Cedar(Beam)
□Boundary Condition :	Pin - Roller
□Loading:	Enforce a displacement in the X-direction at Point O
□Parameter	○Position : h/h ₀ = -1.50, ..., 0, ..., 1.50@0.04
	○Angle : H/B=0.5, 1.0, 1.5
	○Number(only ModelII) : n = 1, 2, 3, 4, 5
■Material Properties	
□Cross-section(mm):	90×90 (Frame,Brace)
□Elastic modulus(N/mm ²):	E=7,000

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築

3. 数値解析結果および考察

斜材位置 h/h_0 ($H/B = 1.50$ の時)による比較をFig.3に、斜材角度 H/B と架構の水平剛性 K の関係をFig.4に示す。なお、 K は $1/100\text{rad}$ 時の荷重-変位関係の傾きとした。また、図中の各値は $1/100\text{rad}$ 時の値であり、最大軸応力度は絶対値とした。なお、 h/h_0 および H/B は、Fig.2の各寸法の比を用いて定義した。

Fig.3より、Model IとModel IIではグラフの概形が異なり、極値を示す h/h_0 にも変化が見られた。

Model Iは、斜材の片端が柱組接合部と一致する ($h/h_0 = \pm 0.50$)時、各値が極大値を示したが、Model IIの約 $1/2$ 倍の値であった。また、斜材の片端が柱、他端が梁または土台に接する場合 ($h/h_0 \leq -0.50, 0.50 \leq h/h_0$ 、以下「C-B」と称す)、各値はModel IとModel IIで約2倍の差を示しており、加算則が成り立つ可能性が示唆された。一方、Model IIは、 $h_0/h = 0$ 時に極大値を示し、斜材の両端が柱に接する場合 ($-0.50 \leq h/h_0 \leq 0.50$ 、以下「C-C」と称す)に両モデルの K は最大8.5倍の差を示した。

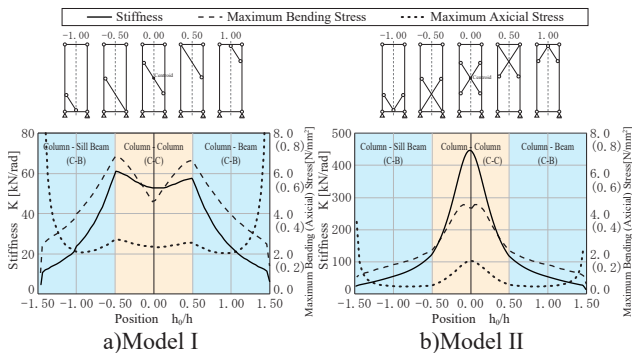


Figure 3. Comparison Based on the Position of Diagonal Members

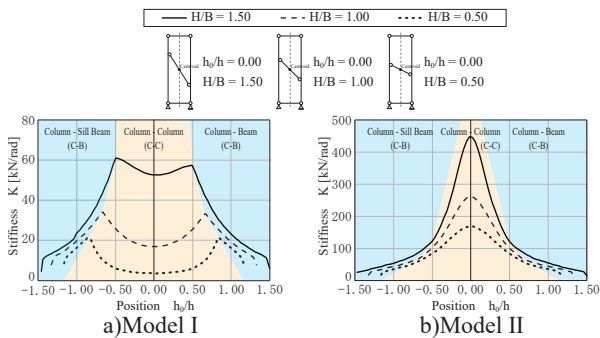


Figure 4. Stiffness and Angle vs. Diagonal Member Position

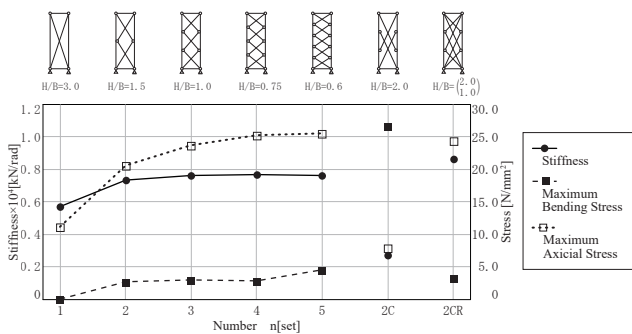


Figure 5. Comparison Based on the Number of Sets

しかし、最大曲げ応力度 $\sigma_{b,max}$ および最大軸応力度 $\sigma_{N,max}$ は両モデルでほとんど差が確認できない。また、両モデルとも $\sigma_{b,max}$ は $\sigma_{N,max}$ の約10倍の値を示しており、曲げモーメントが支配的であることが確認された。

両モデルともにC-B間で K および $\sigma_{b,max}$ は減少する一方で、 $\sigma_{N,max}$ はある一定の位置に達すると、増加に反転する結果となった。

Fig.4より、両モデルはともに、 H/B の増加に伴い、 K が向上する結果が確認された。また、Model Iは H/B が小さくなるほどC-C間の K の低下が著しく、Model IIは H/B が大きくなるほどC-C間の K の向上が著しい結果となった。

以上より、格子壁を構成する斜材は、 h/h_0 に比べ H/B の影響が大きく、特に斜材が図心を通るモデル (Fig.2 a, $h/h_0 = 0$)で H/B の影響が著しいことが把握された。

斜材本数の影響の比較として、たすき掛けの組数 n および角度変化の影響の比較をFig.5に示す。なお、 $n=2$ において、 H/B を1.5から2.0に変化させたモデル「2C」、および、2Cの柱の斜材接点と柱組接合部を結んだモデル「2CR」も併せて示す。また、 K は $1/100\text{rad}$ 時の荷重-変位関係の傾き、図中の各値は $1/100\text{rad}$ 時の結果である。

K は $n=1 \sim 2$ 間で増加するが、 $n=3$ 以降で概ね一定となり、収束することが確認された。また、 $\sigma_{N,max}$ も同様の傾向を示したが、 K に比べて値の変化は大きい。一方で、 $\sigma_{b,max}$ は $n=3$ から4の変化時のみ減少し、それ以外は増加する傾向を示した。また、2Cは $n=3$ に比べて H/B は大きい、 $\sigma_{b,max}$ が増大、 K が減少する。一方で、2CRの K は他のモデルに比べて最も高く、 $\sigma_{b,max}$ と $\sigma_{N,max}$ は同程度である。よって、水平力が斜材を介して、柱組接合部へと軸力で伝達していく効果を確認できる。

以上より、たすき掛けを積み重ねた場合、 n の増加に伴い K および $\sigma_{N,max}$ は一定の値に収束するが、 $\sigma_{b,max}$ は断続的に増加することが示唆された。一方で、斜材同士が接しないことで軸力から曲げモーメントが支配的となり、異なる挙動となることが把握された。また、斜材を介して柱組接合部へと力を伝達することで剛性の向上が期待できることが確認された。

4. まとめ

本研究では、木質耐力壁の構造性能の推定に向け、数値解析を行った。本報では、斜材位置、傾き、本数と剛性の関係性を把握した。

5. 参考文献

[1] (財) 日本住宅木材・技術センター：土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書、pp. 131, 2004. 2