

B-9

木造面格子壁の格子間隔が剛性及び耐力に及ぼす影響に関する研究
 (その3) 木材の基準強度が面格子壁の構造性能に及ぼす影響
 Study on Effect of Grid Spacing on Strength and Stiffness of Grid Wall
 (Part3) Effect of Standard Strength of Wood on Structural Performance of Grid Wall

○佐藤公紀³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造¹, 斎藤公男²
 *Kohki Satoh³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi¹, Masao Saitoh²

Abstract: Standard strength of wood has been determined as "95% lower limit tolerance value at 75% confidence level" considering safety of wooden structure. But it would be difficult to evaluate the deformation capacity as for ductile-type wooden grid wall, because the strength of the wall reaches standard strength before the wall can not exhibit compression performance in case of using the value of notice. In this paper, the authors grasp the performance of grid wall which is affected by bending strength and examine strength for design the ductile-type wooden grid wall.

1. はじめに

木材の基準強度は静的な材料試験より得られる強度分布の下側に位置する下限値が用いられ、「信頼水準75%における95%下側許容限界値(以下, 5%下限値とする)」とされている^[5](Fig. 1). これは木材のばらつきを考慮し, 安全側で評価されているためであり, 木造面格子壁などの木質構造の設計に用いられている.

(その1)で定義した2つの面格子壁タイプの内, 「耐力型」面格子壁を設計する場合, 告示値により耐力を低減して評価することで安全性が確保できる. 一方, 「靱性型」面格子壁では初期剛性が低いため, 告示値を使用した場合めり込み性状を發揮する前に基準強度に達することになり, 変形性能を評価できない. しかし木造面格子壁の強度は, 壁内に幾つかある格子交点の内, 強度の高い部位により定まると考えられることから, 現行の告示値における強度の下限値を大きく見積もる方が面格子壁の強度の評価として適正であると考えられる.

以上の観点から, (その3)では部材のばらつきを考慮した安全性を確保しつつ, 「靱性型」でも充分性能を發揮できる設計用基準強度の検討を行う.

2. 検討パラメータの算出方法

強度分布の5%下限値の算出方法には, 大きく分けて順位法と関数法があり, その一例をFig. 2に示す^[5]. また, 5%下限値の算出においては最適分布モデルを, 全データに対してではなく, 5%値付近に注目して行うのが妥当とされている^[6].

本論では, 既報^[7]のスギ材の実大材曲げ強度データを用い, 下限値の範囲を変えることで木材の基準強度が面格子壁の構造性能に及ぼす影響の把握を試みる(Table. 1). また, 順位法による5%下限値算出方法では標本数により値のばらつきが生じる. しかし上記データは標本数が比較的多いことから正規分布での5%下限値と順位法での5%下限値が近似すると考えられるため, 本論では分布性状を正規分布とし, 下限値を5~

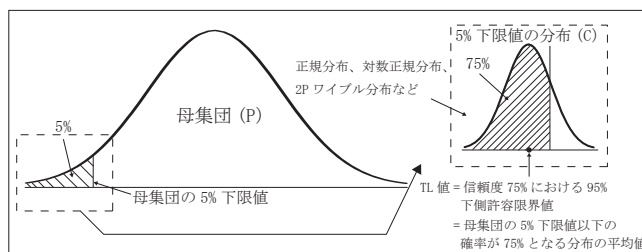


Fig.1 95% Lower Tolerance Limit at 75% Confidence Level

1) 順位法 (ISO)	2) 関数法 (ASTM)
・15% 下限値付近の分布を 2P ワイブル分布	・正規分布
・ $TL_{15\%}(5\% \text{ 下限値}) = (1 - 2.7CV/n) \cdot f_{0.05, data}$	・ $TL(5\% \text{ 下限値}) = \bar{X} - K \cdot S$
CV: 変動係数 n: 標本数	\bar{X} : 標本平均 K: ばらつき係数
$f_{0.05, data}$: 母集団の 5% 下限値	S: 標準偏差

Fig.2 5% Lower Limit Calculation Method

Table.1 Bending Strength Data of Full-scale Material (up to 2009)

	個数	ヤング係数 (MOE)		曲げ強さ (MOR)		
		平均 [N/mm ²]	CV [%]	平均 [N/mm ²]	CV [%]	NTL [N/mm ²]
スギ	12213	7400	23.6	39.8	21.5	26.4

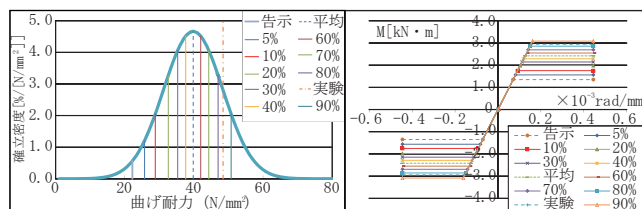


Fig.3 Normal Distribution of Table.1

Fig.4 Full Elastic-plastic Model of Each Strength

Table.2 Analysis Parameters

格子グリッド	2×3	3×4	4×5	5×6	6×7	6×8	7×9	8×10		
曲げ耐力 [N/mm ²]	5%	10%	20%	30%	40%	平均	60%	70%	80%	90%
	25.7	28.8	32.6	35.3	37.6	39.8	42.0	44.3	47.0	50.8

告示値, 実験値は (その2) Fig.1 及び Table.1 を引用

90%とした基準強度を算出した (Fig. 3). また, Fig. 4に各曲げ耐力を(その2)-Fig. 1で示した切り欠き残余部の完全弾塑性モデルに置換したものを示す.

3. 曲げ耐力をパラメータとした数値解析的検討

3-1. 数値解析概要

格子の曲げ耐力が面格子壁の構造性能に及ぼす影響を把握するため, 曲げ耐力をパラメータとした解析を行った. 構造諸元及び材料諸元は(その2)-Fig. 1及び Table. 1と同様とし, 接合部の捩り剛性はC90_E0とCT90_E0を用いた. パラメータ概要をTable. 2に示す.

1: 日大理工・教員・建築 2: 日大名誉教授 3: 日大理工・院(前)・建築

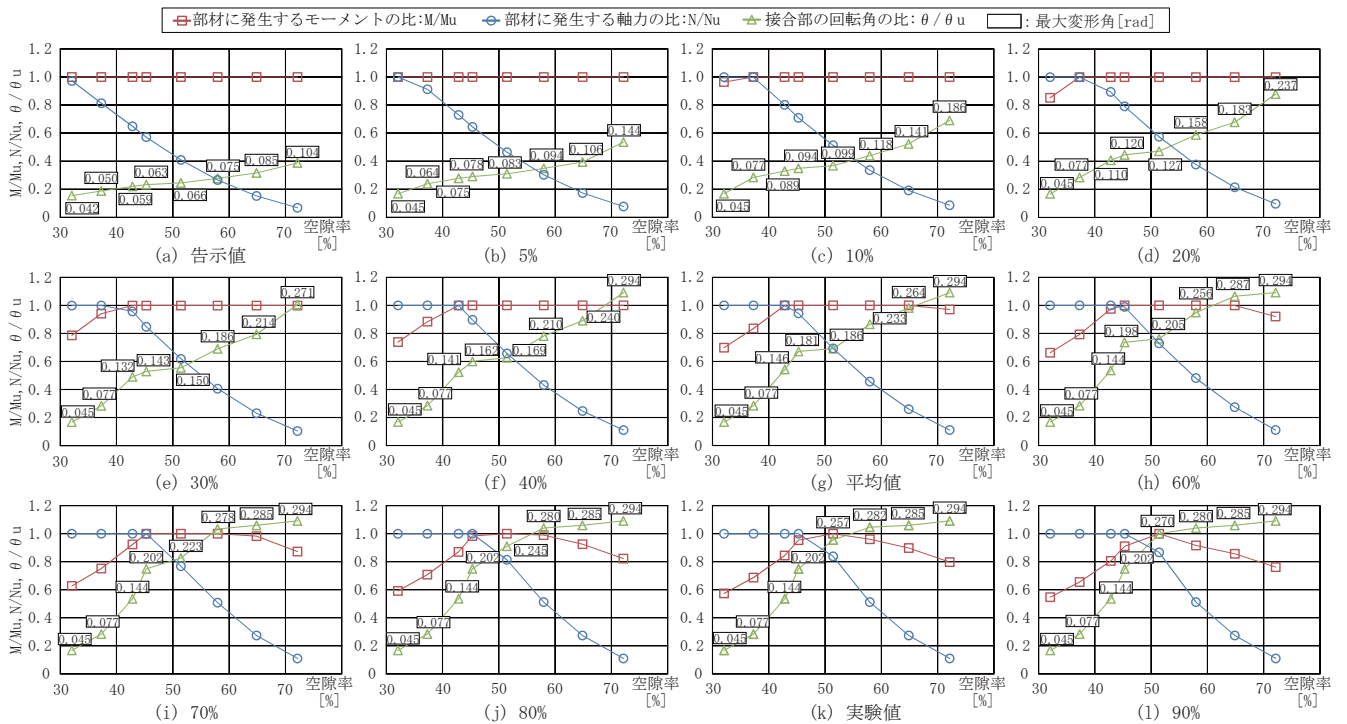


Fig.5 Relationship between Opening Ratio Angle / Maximum Rotation Angle Ratio (θ / θ_u) and Generated Stress / Ultimate Strength Ratio ($M / M_u, N / N_u$) of Each Bending Strength

Table.3 Failure Behavior and γ_{max} of Each Parameter

格子グリッド	曲げ耐力	告示値	5%	10%	20%	30%	40%	平均值	60%	70%	80%	実験値	90%
2×3		0.104	0.144	0.186	0.237	0.271	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294
3×4		0.085	0.106	0.141	0.183	0.214	0.240	0.264	0.287	0.285	0.285	0.285	0.285
4×5		0.075	0.094	0.118	0.158	0.186	0.210	0.233	0.256	0.278	0.280	0.282	0.280
5×6		0.066	0.083	0.099	0.127	0.150	0.169	0.186	0.205	0.223	0.245	0.257	0.270
6×7		0.063	0.078	0.094	0.120	0.143	0.162	0.181	0.198	0.202	0.202	0.202	0.202
6×8		0.059	0.075	0.089	0.110	0.132	0.141	0.146	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144
7×9		0.050	0.064	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
8×10		0.042	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045

曲げ破壊 接合部(めり込み)破壊 軸破壊 数値 γ_{max}

3-2. 数値解析結果

数値解析結果をFig. 5及びTable. 3に示す。設計用曲げ耐力の増加と共に、回転角比 (θ / θ_u) が増加し、曲げ応力比 (M/M_u) が減少している。これは格子耐力の増加により、接合部のめり込み性能が十分に発揮され、面格子壁の最大変形角に大きく影響したものと考えられる。また、パラメータ別の破壊性状より、告示値では全ての格子グリッドで曲げ破壊が生じている。一方、空隙率51.42% (格子グリッド5×6) では、全てのモデルで曲げ破壊が生じている。5×6より空隙率の大きいものではめり込みが卓越し、空隙率が小さいものでは軸破壊が顕著に見られた。これより格子間隔が広いものでは接合部のめり込み性能により耐力が決定するのに対し、格子間隔が小さいものでは脆性的な軸破壊が生じ、面格子壁の性能が十分に発揮されないと考えられる。さらに、設計用曲げ耐力80~90%において格子グリッド5×6を境に破壊性状が変化している性状が得られている。

4. 「靱性型」面格子壁を対象とした基準強度の検討

「靱性型」面格子壁と定義した格子間隔600mm程度の格子グリッド3×4を対象とし、基準強度の検討を行う。まず、「靱性型」面格子壁に必要な変形性能として最大変形角を0.2rad以上と仮定すると、条件を満たす

曲げ耐力は30%以上となる。しかし、30%では脆性的な曲げ破壊が生じており、接合部のめり込み性能を十分に発揮できない。曲げ破壊せず、接合部の回転角で面格子壁の耐力が決定しているのが70%であることから、靱性を評価できる適切な基準強度として30~70%の間が妥当だと示唆される。しかし、許容耐力を告示値から変更した場合、設計における安全性について別途検討すべきであると考えられる。

5. まとめ・今後の検討

本論では、靱性型面格子壁を対象とした設計において現行の告示値をそのまま使用した場合の問題点を分析し、格子耐力をパラメータとした数値解析を通じて、構造性能の把握を行った。今後、面格子壁の精査な性能評価を行い、妥当性のある設計用基準強度の設定のための検討を行う予定である。

【参考文献】 [1] 廣石, 岡田, 宮里, 宮城島, 斎藤: 「靱性型木造面格子壁を用いた耐震シェルターの基本構造特性の把握」, 日本建築学会構造系論文集, 第689号, pp. 1273-1279, 2013. 7. [2] 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」, 2004. [3] 佐藤, 岡田, 宮里, 廣石, 斎藤: 「木造面格子壁を用いた簡易耐震シェルターの構造設計手法に関する研究(その7)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1, pp. 479-480, 2013. 8. [4] 日本建築学会編: 木質構造設計規準・同解説, 第4版第1刷, 2006. 12. [5] 日本建築学会編: 木質構造基礎理論, 第1版第1刷, 2010. 12. [6] 飯島: 「構造用木材の強度性能評価法の標準化」, 木材学会誌, pp. 63-71, vol. 53, No. 2, 2007. [7] 中村: 「実大材に関する強度研究の現状と課題(I)」, 木材工業, pp. 246-249, vol. 65, No. 6, 2010