

B-7

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1) 相欠き接合部曲げ試験

Study on Effect of Grid Spacing on Strength and stiffness of Grid Wall

(Part1) Bending Test of Half-lap Joint

○大竹英明³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造¹, 佐藤公紀³, 斎藤公男²

*Hideaki Ohtake³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi¹, Kohki Satoh³, Masao Saitoh²

Abstract: Wooden grid wall generally has used as bearing wall and seismic strengthening. On the other hand, the authors propose seismic shelter consisting of ductile-type wooden grid wall that is expected to avoid brittle fracture and to be sufficient energy absorption performance. From the perspective of evacuation as seismic shelter, the member spacing of the ductile-type wooden grid wall is larger than the general wooden grid wall. In this paper, the authors will report the results obtained from bending test of half-lap joint.

1. はじめに

相欠き加工した木材を格子状に組上げた面格子壁は、木造住宅の耐力壁や寺社・文化財等の耐震補強として数多く使用されている (Fig. 1-a, b)). また、著者らは既報^[1]において面格子壁のめり込み特性に着目し、面格子壁を用いた耐震シェルターの提案と構造性能の把握を行ってきている (Fig. 1-c)). 本シェルターは、90mm角のスギ材を600mm間隔で格子を構成した面格子壁を用いている。しかし、この格子間隔、断面寸法、材種は材料の入手の容易さやシェルターとしての避難経路の観点に基づいたもので、力学的な比較・検討を背景にしたものではない。ここで格子間隔が荒く、エネルギー吸収能力の確保を目標とする面格子壁を「靱性型」、一般的な耐力壁として用いるものを「耐力型」と定義する。既往の研究では、「耐力型」の面格子壁と比べ「靱性型」は充分な検討が行われていないのが現状である。以上より、本研究では格子間隔、断面寸法、材種の違いが面格子壁の構造性能に及ぼす影響について定量的な把握を行う (Fig. 2)。(その1)では、相欠き接合部単体の水平加力試験の報告及び、数値解析に用いる弾塑性復元モデルを作成する。

2. 相欠き接合部曲げ試験概要

相欠き接合部単体の諸性能の把握を目的として曲げ試験を行った。実験治具概要及び試験体一覧を Fig. 3, Table. 1に示す。実験治具は、ピン接合された鉄骨フラットバーを試験体を囲むように設置し、変形に関わらず純粋な水平力が载荷可能とした。加力は治具両端にチェンブロックを取付け、各端部を引き込むことで行った。载荷サイクルは、接合部の回転角 $\theta = 1/240\text{rad}, 1/120\text{rad}, 1/60\text{rad}, 1/30\text{rad}, 1/15\text{rad}, 1/10\text{rad}$ の変形角制御とし、各変形角につき3回の繰り返し正負交番载荷を行った。1/10rad载荷後は試験体の破壊が生じるまで単調载荷を行った。また、試験体の比重-含水率関係及び平均値と変動係数をそれぞれ Fig. 4とTable. 2に示す。



Fig.1 Examples of Wooden Grid Wall

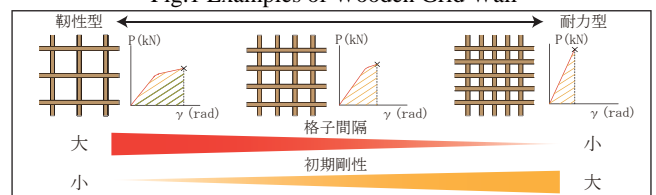


Fig.2 Relevance of Structure Performance and Grid Spacing

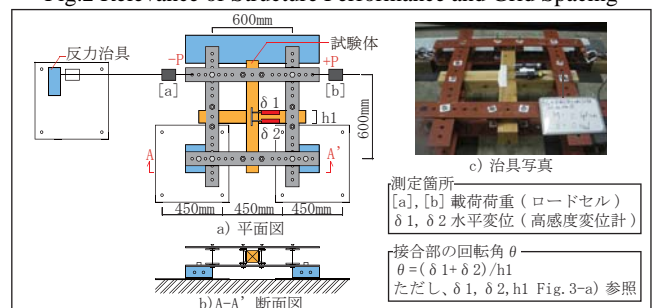


Fig.3 Outline of Experiment Apparatus

Table.1 Parameter of Test Piece

十字試験体名	T字試験体名	材種	断面	部材等級	試験体数十(T)
C90_E0	CT90_E0	スギ	90×90	無等級(芯持ち)	3(3)
C90_E0N	CT90_E0N			無等級(芯去り)	3(3)
C90_E70	CT90_E70			E70	3(3)
C90_E90	CT90_E90			E90	3
C105_E0	CT105_E0	カラマツ	105×105	無等級(芯持ち)	3(3)
L90_E0N	LT90_E0N		90×90	無等級(芯去り)	3(3)
L105_E0N	LT105_E0N	105×105	無等級(芯去り)	3(3)	

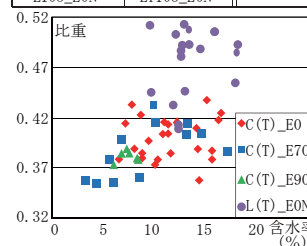


Fig.4 Specific Gravity and Moisture Content

Table.2 Statistical Value of Specific Gravity and Moisture Content

材種	等級	比重		含水率	
		平均	変動係数	平均	変動係数
スギ	無等級(芯持ち)	0.40	0.05	11.41	0.21
	E70	0.39	0.06	9.33	0.45
	E90	0.38	0.01	7.35	0.11
カラマツ	無等級(芯去り)	0.46	0.16	13.80	0.19

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

3. 実験結果

3-1. 履歴性状及び理論値との比較

実験結果を文献^[2]より算出した理論値と比較して、その一例をFig.5に示す。いずれの試験体もスリップ型の履歴性状を示した。また十字試験体(C90_E0)に関して実験値と理論値を比較すると、初期剛性はほぼ一致するが、塑性後の剛性及び耐力に大きな差が見られた(Fig.5-a)。

3-2. 部材等級による比較

Fig. 7-a)に部材等級による比較を示す。剛性の高いC90_E90は0.1rad付近で相欠き仕口部にせん断破壊が生じ(Fig. 6-a)), 脆性的な挙動を示したが、他の試験体では0.1rad以上でも急激な耐力低下のない靱性的な挙動を示した。これより部材の弾性係数が相欠き接合部の耐力及び破壊性状に影響を及ぼす可能性が把握された。

3-3. 材種及び木取りによる比較

Fig. 7-b)に材種及び木取りによる比較を示す。比重の大きいL90_E0Nは曲げによる脆性的な破壊が見られたが(Fig. 6-b)), C90_E0, C90_E0Nでは靱性的な挙動を示し、最大変形角がL90_E0Nの約3倍となった。従って比重が剛性・耐力・破壊性状に大きく影響することが把握された。また、C90_E0NはC90_E0に比べ約0.64倍に耐力が低減した。

3-4. 断面寸法及び仕口形状別による比較

Fig. 7-c)に断面寸法及び仕口形状による比較を示す。断面寸法の大きいC105_E0は、C90_E0と剛性及び耐力がほぼ同じ結果となった。これはC105_E0において仕口部分での細かな割れによる耐力低下が要因と考えられる(Fig. 6-c))。また仕口形状による比較では、CT90_E0はC90_E0に比べ耐力が0.39~0.51倍と大きく低減し、CT105_E0は試験体毎にばらつきが見られた。

3-5. 最大モーメントと最大変形角による比較

Fig. 8に十字型におけるMmax-θmax関係を示す。L90_E0N, C90_E90は他の試験体に比べθmaxが小さく、またL105_E0NはMmax, θmaxにばらつきが見られた。これより剛性の向上は脆性的な破壊や実験データのばらつきに大きく影響を及ぼすと示唆された。

4. 数値解析モデル

接合部の弾塑性状態と塑性化後の状態を評価するため、試験結果の包絡線をトリリニア置換してM-θ関係を定義した(Fig. 9)。また、Fig. 10にC90_E0及びCT_E0の試験結果と試験体毎のトリリニアモデル3体の平均の比較を示す。C90_E0では第III直線において勾配に差が見られたが、これは実験で靱性的な挙動を示したためだと考えられる。なお、この曲線は(その2)、(その3)で報告する数値解析において相欠き仕口の回転剛性の振りバネ要素の振り剛性として用いた。

5. まとめ

本論では相欠き接合部単体の履歴性状等の力学的性状を把握し、部材等級、断面寸法、比重、による比較を行った。今後の検討は参考文献と共に(その3)に示す。

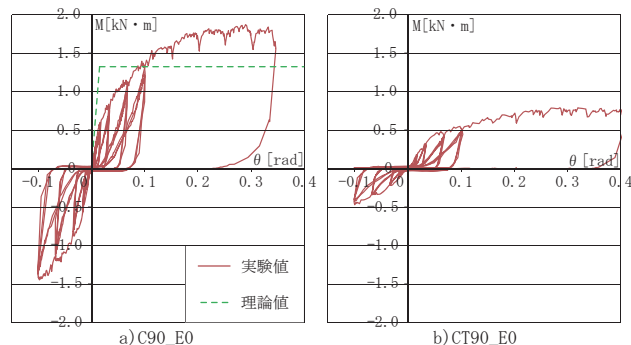


Fig.5 Result of Bending Test of Half-lap Joint



Fig.6 Bending Damage of Test Piece

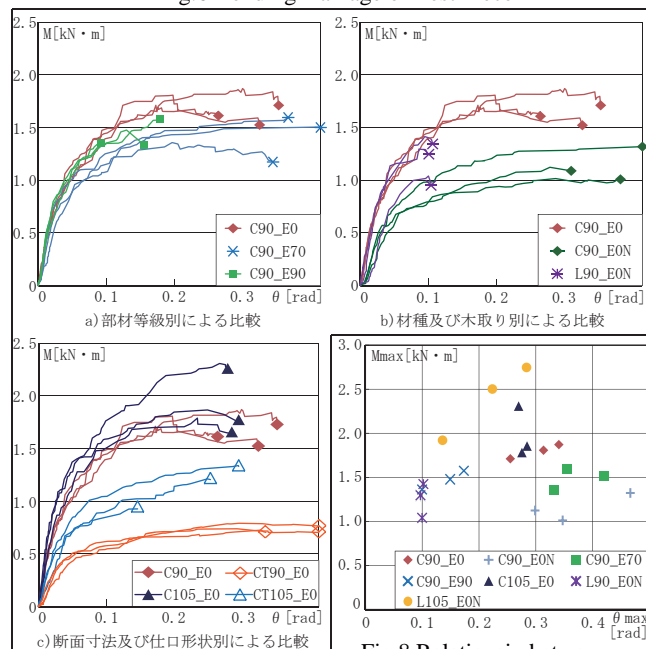


Fig.7 Comparison among Envelope Curves

Fig.8 Relationship between Maximum Bending Moment and Rotation Angle

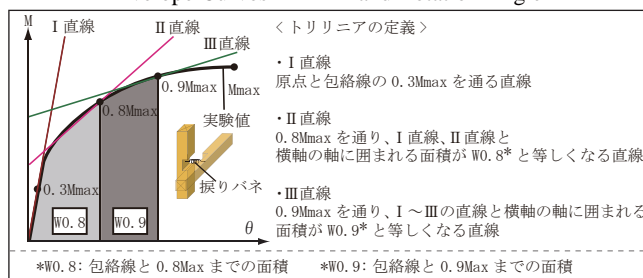


Fig.9 Definitions of Tri-linear Model

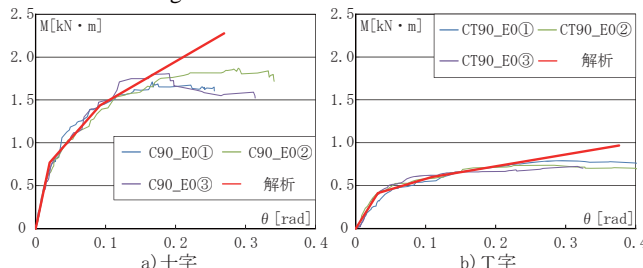


Fig.10 Comparison between Result of Bending Test of Half-lap Joint and Curve of Tri-linear Model