

欠損 低減係数 割裂
曲げせん断実験 梁断面

1. はじめに

図1のように大きな切欠きを有する梁部材は、より合理的な設計として有効である。引張側に切欠きのある曲げ梁は、断面性能を低減する簡易式で設計できる。しかし、比較的大きな断面の集成材梁を扱った本研究の既稿²⁾では、部材断面の寸法の影響³⁾(材せい効果、材幅効果)がみられ、実務サイズの梁の曲げ耐力は、切欠き部の低減しない正味の断面係数で評価できることを示した。

本稿では、実務で使用する比較的大きな断面の集成材梁を対象に、切欠きを有する曲げ梁のせん断性能に対する、断面寸法の影響の有無を実験により検討する。

2. 実験概要

梁せいに着目した曲げせん断実験を行い、切欠きを有する集成材梁のせん断耐力に与える、断面寸法の影響を検証した。表1は試験体一覧を示す。実験パラメータは、梁せい H 、切欠きの有無、切欠きの深さ h とし、 n 数を各3体とした。試験体は、ベイマツの同一等級構成集成材 E150-F465 を用い、材長 L の梁の下端に幅 L_n の切欠きを設けた図2(a)の形状とした。切欠き部の断面図を図2(b)に示す。梁せい H に対する切欠きの深さ h の比を欠き込み比 r と定義し、梁せいごとに r を 0.00、0.31、0.46 とした。

図3は試験概要図を示す。梁スパン l の単純梁で、切欠きの端部が支持点から L_L の距離となるように試験体を配置し、支持点より l_1 の位置を載荷点とする1点載荷試験とした。載荷は、梁が破壊するまでの単調加力とした。支持点には、試験体の面外方向を拘束する振れ止めを設けた。梁のたわみ変形は、載荷点の両側面の測定値(変位計 D1 と D2)の平均を、支持点のめり込みやガタの測定値(変位計 D3 と D4)で補正して求めた。切欠き部には、初期割れ発生を検証するための歪ゲージを設置した。

3. 実験結果

図4(a)~(c)は、各梁せいの荷重変形関係(各仕様の代表1体)を示す。縦軸 P は荷重で、横軸 D は載荷点のたわみ変形である。図4(d)は、各梁せいの $r=0.31$ 同士を比較するため、無次元化した荷重変形関係である。縦軸は、切欠きのない断面で算出した短期許容せん断時の荷重 P_{a0} に対する P (2.0 以下)、横軸は、 P_{a0} 時の変形 D_{a0} (せん断変形考慮) に対する D (4 以下) とした。 $P/P_{a0}=1.5$ を超えると、梁せいによる差が大きくなっている。

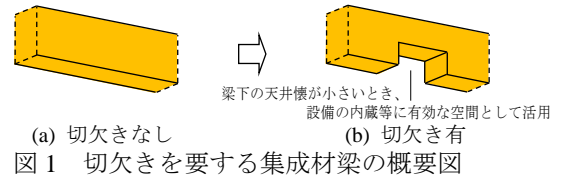


表1 試験体一覧

試験体名	梁せい H (mm)	切欠きの有無	切欠きの深さ h (mm)	残りせい $H-h$ (mm)	欠き込み比 r	n
S12	120	なし	—	120.0	0.00	3
S12T04		有	37.0	83.00	0.31	3
S12T06		有	55.5	64.50	0.46	3
S21	210	なし	—	210.0	0.00	3
S21T06		有	64.5	145.5	0.31	3
S21T10		有	97.0	113.0	0.46	3
S39*	390	なし	—	390.0	0.00	3
S39T12*		有	120	270.0	0.31	3
S39T18*		有	180	210.0	0.46	3

欠き込み比 $r = h/H$ (非欠き込み比 $R = 1-r$) ・ n : 試験体数
含水率の平均 : 9.4% ・ ※ : S39 シリーズは文献⁴⁾で実施済

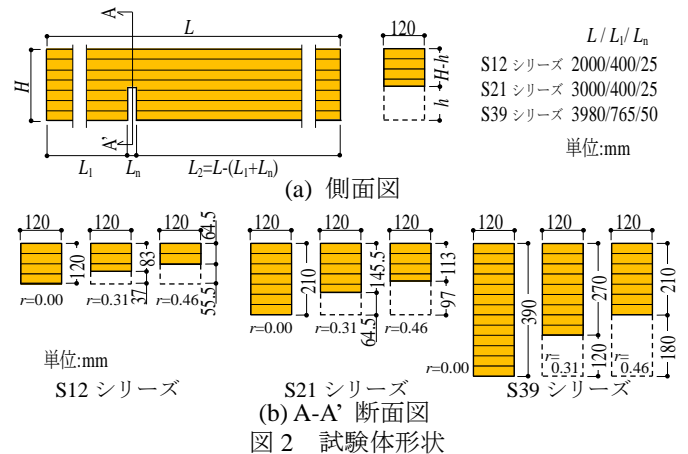


図2 試験体形状

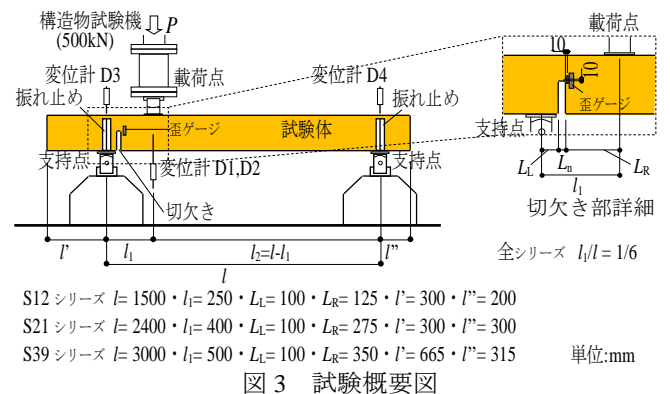


図3 試験概要図

S12 シリーズ $l = 1500 \cdot l_1 = 250 \cdot L_L = 100 \cdot L_R = 125 \cdot l' = 300 \cdot l'' = 200$
S21 シリーズ $l = 2400 \cdot l_1 = 400 \cdot L_L = 100 \cdot L_R = 275 \cdot l' = 300 \cdot l'' = 300$
S39 シリーズ $l = 3000 \cdot l_1 = 500 \cdot L_L = 100 \cdot L_R = 350 \cdot l' = 665 \cdot l'' = 315$

単位:mm

表 2 は、試験結果として、最大荷重 P_{max} 、降伏荷重 P_y 、初期剛性 K 、初期割れ荷重 P_c の一覧を示す。表中の値は 3 体平均で、[]内は変動係数である。荷重変形から求める P_y' と K は文献²⁾⁴⁾と同様の方法で算出し、 P_y は P_y' と $2/3P_{max}$ の小さい方とした。 P_c は、割裂が起因と考えられる歪ゲージの破損もしくは剥離の発生時の荷重とした。

4. 切欠き梁のせん断性能に及ぼす断面寸法の影響

図 5 は、 r と P_{max}/P_{0max} の関係を示す。縦軸は、同じ梁せいの切欠きなしの試験体の最大荷重平均値 P_{0max} に対する最大荷重平均値 P_{max} の比、横軸は r とした。図の赤直線は、非欠き込み比 R の値を示す。赤破線は、 R に文献¹⁾の低減係数と同値となる R を乗じた R^2 を示す。図の青線は、 $r=1/4$ 、 $1/3$ 、 $1/2$ を示す。また、105 mm角の LVL を扱った文献⁵⁾の実験値を記載した。 $r=0.31$ では S21 シリーズを除き、 P_{max}/P_{0max} は R より大きい。 $r=0.46$ では全シリーズが R より小さいが、 R^2 より大きく、梁せいが大きい方が R に近づく結果となった。文献⁵⁾は、両端部の引張側を切欠いた 2m スパン梁に対する中央集中荷重の実験値である。本報告の条件と異なるため、単純比較はできないが、文献⁵⁾の P_{max}/P_{0max} は、S12 の断面と同程度でありながら、 R を下回っている。

図 6 は、 r と P_y/P_{0a} の関係を示す。縦軸は、同じ梁せいの切欠きのない断面で算出した短期許容せん断耐力から求めた荷重 P_{0a} に対する降伏荷重 P_y の比、横軸は r とした。図の赤直線、赤破線、青線は図 5 と同様の値を示す。本実験の全てのシリーズで、 P_y/P_{0a} は R の値以上のため、 R^2 に対し R 倍以上の余裕があると言える。

図 5 及び図 6 より、本実験のせん断耐力では、文献²⁾³⁾のような断面寸法による明確な影響は確認できなかった。また、設計耐力 P_y は r が大きくなる程、 R に対する余裕度は小さくなるが、文献⁴⁾と同様に切欠き部の正味の断面積での算出で、強度性能として問題はないと考えられる。

5. おわりに

梁せいに着目した、切欠きを有する集成材梁の曲げせん断実験から、以下のことがわかった。

- 1) せん断耐力における断面寸法の影響は、明確には確認できなかった。
- 2) 切欠きのない梁の最大荷重 P_{0max} に対する、切欠き梁の最大荷重 P_{max} は、 R を下回る試験体もあるが、 R^2 に対しては余裕がある。
- 3) 切欠きのない梁の短期設計時の荷重 P_{0a} に対する、切欠き梁の降伏荷重 P_y は、全ての断面で R より大きい。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会:木質構造設計規準・同解説, pp.188-193, 2009.3
- 2) 土方和己:切欠きを有する集成材梁の補強技術の開発 その 3 曲げ性能に及ぼす断面寸法の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.9-10, 2022.9
- 3) 平井卓郎, 沢田稔:切り欠きを持つ木材梁の曲げ剛性と耐力 (第 3 報), 北海

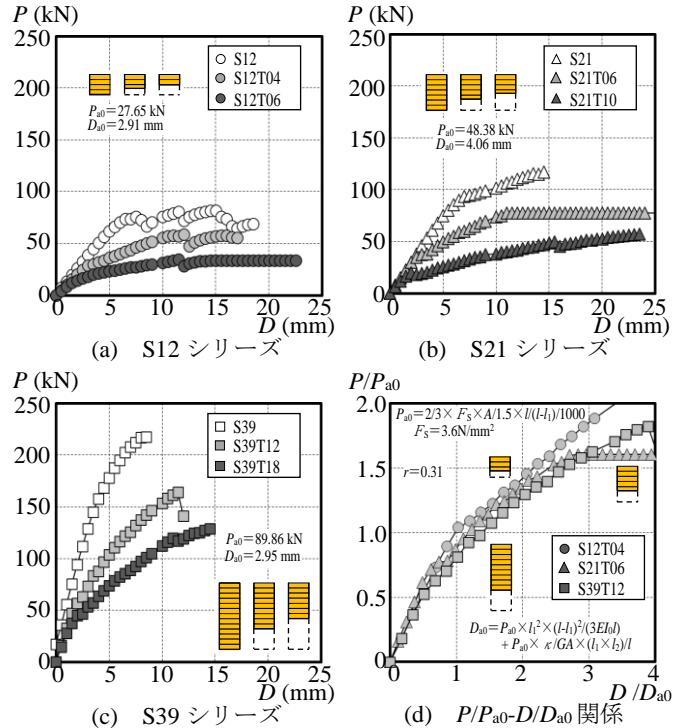


図 4 荷重変形関係

試験体名	最大荷重 P_{max} (kN)	降伏荷重 P_y (kN)	初期剛性 K (kN/cm)	初期割れ荷重 P_c (kN)
S12	78.08 [0.07]	50.53 [0.09]	125.2 [0.02]	—
S12T04	57.16 [0.08]	27.51 [0.03]	80.36 [0.15]	22.22 [0.21]
S12T06	35.55 [0.03]	18.43 [0.10]	52.77 [0.14]	15.50 [0.06]
S21	117.8 [0.09]	73.00 [0.09]	149.7 [0.02]	—
S21T06	73.45 [0.14]	37.24 [0.09]	95.94 [0.25]	27.91 [0.17]
S21T10	56.44 [0.12]	32.86 [0.23]	49.32 [0.33]	20.47 [0.07]
S39*	225.4 [0.05]	131.3 [0.11]	354.7 [0.03]	—
S39T12*	162.3 [0.07]	84.02 [0.03]	218.3 [0.07]	48.38 [0.06]
S39T18*	112.9 [0.15]	63.33 [0.05]	135.9 [0.13]	29.53 [0.04]

※: S39 シリーズは文献⁴⁾の実験結果・[]内の数値: 変動係数 $P_y = \min\{P_y', 2/3P_{max}\}$, P_y' : 文献²⁾⁴⁾と同様の評価法にて算出

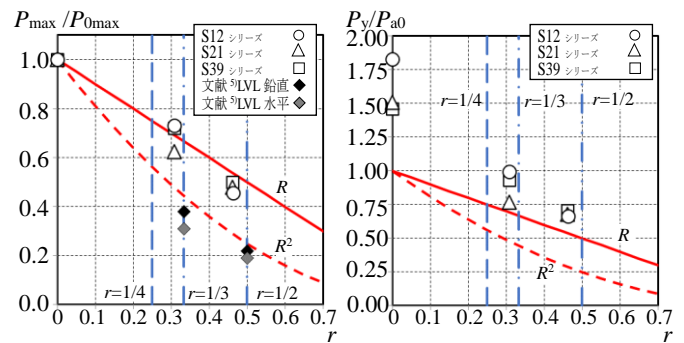


図 5 r と P_{max}/P_{0max} 関係

図 6 r と P_y/P_{0a} 関係

- 道大学農学部 演習林研究報告 37(3), pp.759-787-12, 1980.11
- 土方和己:切欠きを有する集成材梁の補強技術の開発 その 2 切欠き集成材梁のせん断性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.41-42, 2021.9
- 藤井 毅: 単版積層材の強度性能 (I), 木材工業 VoL.37-8, pp.3-10, 1982.8

*1 積水ハウス(株)・博士 (工学)

*2 積水ハウス(株)・修士 (工学)

Sekisui House, Ltd., Dr. Eng.

Sekisui House, Ltd., Mr. Eng.