

集成材 欠損 割裂  
梁断面 曲げ試験 低減係数

### 1. はじめに

梁下端に図 1 のような大きな切欠きを設けることは、より合理的な部材設計に有効と考えられる。引張側に切欠きのある曲げ梁は、文献<sup>1)</sup>などで検証された断面係数を低減する学会の簡易式<sup>2)</sup>で設計できる。本研究の既稿<sup>3)</sup>では、切欠き部の正味の(低減しない)断面係数で最大耐力が評価できるため、文献<sup>1)</sup>と異なる結果となった。この要因として、当該実験で扱っている部材断面の寸法の影響(材せい効果や材幅効果)<sup>4)</sup>の可能性があると考えている。

そこで本稿では、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

切欠きを有する集成材の耐力に与える断面寸法の影響を検証するため、梁せいに着目した曲げ試験を行った。表 1 は試験体一覧を示す。実験パラメータは、梁せい、切欠きの有無、切欠き深さとし、 $n$  数は 3 体とした。ベイマツの同一等級構成集成材 E150-F465 を用い、図 2(a)に示す材長  $L$  の梁の中央部に幅  $L_n$  の切欠きを設けた試験体形状とした。図 2(b)は、全仕様の梁中央部の断面図を示す。梁せい  $H$  に対する切欠き深  $h$  の比を欠き込み比  $r$  と定義し、 $r=0, 0.31, 0.46$  とした。梁幅は一律 120mm とした。

図 3 は試験概要図を示す。梁スパン  $l$  の単純梁でスパン中央を切欠きとし、中央より左右  $l_1/2$  を載荷点とする 2 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、梁中央の両側面の測定値(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(各試験体仕様の代表 1 体をプロット)を示す。縦軸  $P$  は荷重で、横軸  $D$  は梁中央部のたわみ変形である。図 4(d)は、各梁せいの  $r=0.46$  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設計荷重  $P_{a0}$  に対する荷重  $P$ 、横軸は、 $P_{a0}$  時の変形  $D_{a0}$  に対する変形  $D$  とした。M39T18 における  $P/P_{a0}=0.2$  付近以降の剛性は、M12T06 や M21T10 の剛性より大きいことがわかる。

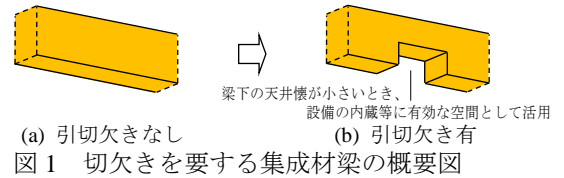


表 1 試験体一覧

試験体名	梁せい $H$ (mm)	切欠き有無	切欠き深 $h$ (mm)	残りせい $H-h$ (mm)	欠き込み比 $r$	$n$
M12	120	なし	0	0	0.00	3
M12T04		有	37.0	83.0	0.31	3
M12T06			55.5	64.5	0.46	3
M21	210	なし	0	0	0.00	3
M21T06		有	64.5	145.5	0.31	3
M21T10			97.0	113	0.46	3
M39**	390	なし	0	0	0.00	3
M39T12**		有	120	270	0.31	3
M39T18**			180	210	0.46	3

欠き込み比  $r = h/H$  (非欠き込み比  $R = 1-r$ )  $\cdot n$ : 試験体数  
※: M39 シリーズは文献<sup>3)</sup>で実施済・含水率の平均: 9.1%

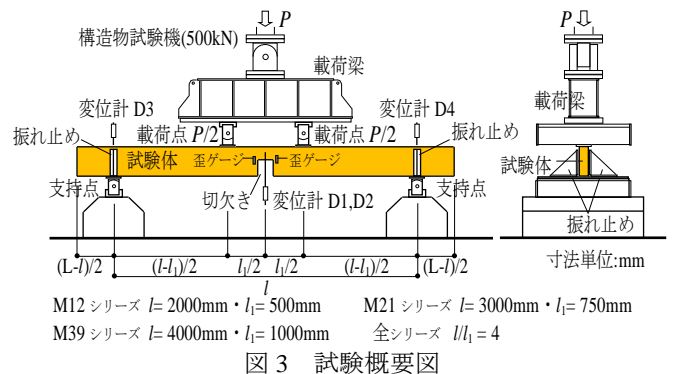
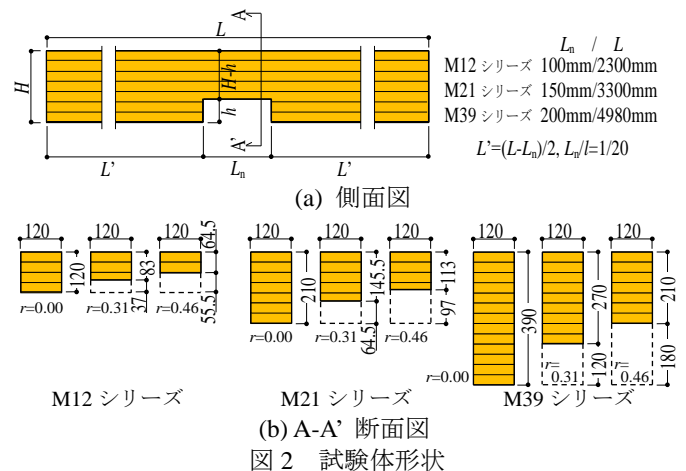


表 2 は、試験結果として、最大荷重  $P_{max}$ 、降伏荷重  $P_y$ 、初期剛性  $K$ 、初期割れ荷重  $P_c$  の一覧を示す。表中の値は 3 体の平均で、[ ]内は変動係数である。 $P_y'$  と  $K$  は文献<sup>3)</sup>と同様の方法で算出し、 $P_y$  は  $P_y'$  と  $2/3P_{max}$  の小さい方とした。 $P_c$  は、割裂が起因と考えられる歪ゲージの破損もしくは剥離の発生した時点の荷重とした。M12 のうち 1 体は、フィンガージョイントで破壊し、 $P_{max}=26.07\text{kN}$  と、他の 2 体の 40% 以下のため、評価対象より除外した。

#### 4. 切欠き梁の曲げ性能に及ぼす断面寸法の影響

図 5 は、 $r^2$  と  $P_{max}/P_c$  の関係を示す。縦軸は、初期割れ荷重  $P_c$  に対する最大荷重  $P_{max}$  の比とし、横軸は切欠き比  $r$  の 2 乗とした。図の青線は、 $r=1/4$ 、 $1/3$ 、 $1/2$  を示す。本実験に加え、梁せい 120mm、幅 60mm の製材及び集成材を扱った文献<sup>1)</sup>の実験値も記入した。本実験の  $P_{max}/P_c$  は 2.0 より大きい、文献<sup>1)</sup>の集成材では、2.0 以下である。また、本実験の  $r=0.46$  ( $r^2=0.21$ ) において、M39 の  $P_{max}/P_c$  は 4.7 以上と、M12 と M21 の値に比べ 2 倍以上となった。

図 6 は、 $r^2$  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  $P_{0max}$  に対する最大荷重  $P_{max}$  の比とし、横軸は  $r^2$  とした。図の赤曲線は、非欠き込み比  $R$  の 2 乗に、文献<sup>2)</sup>の低減係数である 0.6、0.45 を乗じた値を示す。図 5 と同様に文献<sup>1)</sup>の実験値と青線を記載した。文献<sup>1)</sup>では  $r=1/4$  の製材を除き、 $0.6R^2$  を下回る値となっているが、本実験では全仕様で  $0.6R^2$  を上回っている。以上より、梁せいを変数とした本実験、並びに本実験と幅の異なる部材を扱う文献<sup>1)</sup>との比較から、文献<sup>4)</sup>の材せい効果や材幅効果が確認できた。また、梁せい 390mm の  $P_{max}$  は  $1.0R^2$  より大きく、一定の断面を有する部材では、切欠き部の低減しない正味の断面係数を用いて、耐力が評価できると考えられる。

#### 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実験から、以下のことがわかった。

- 1) 梁せい 120mm(幅 120mm) の  $P_{max}/P_{0max}$  は、同じ梁せいを扱った文献<sup>1)</sup>(幅 60mm)の結果より大きく、曲げ耐力に対する材幅の影響がみられた。
- 2) 梁せい 390mm の  $P_{max}/P_{0max}$  は、本実験の梁せい 120mm や 210mm と異なり  $R^2$  を上回っており、曲げ耐力に対する材せいの影響があると言える。

以上より、切欠き梁の曲げ耐力は、実務で使用する断面においても、文献<sup>4)</sup>と同様に材の寸法による影響を受けることがわかり、ある一定の断面を有する場合、低減のない正味の断面係数での評価が可能であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 杉山英男, 中田和夫: 木質系の梁の曲げ耐力と剛性に及ぼす欠き込みの影響について (続報), 日本建築学会論文報告集, pp.15-25, 1972.10
- 2) 日本建築学会: 木質構造設計規準・同解説, pp.188-193, 2009.3

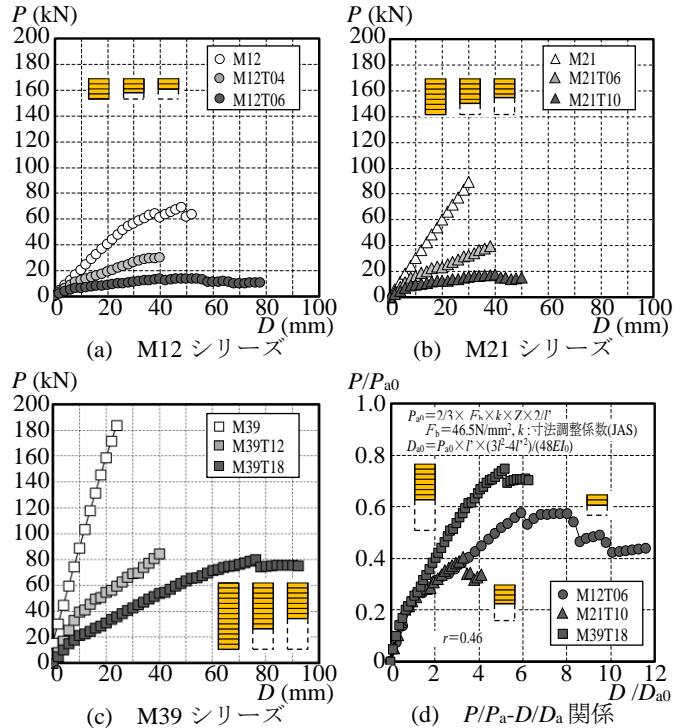


図 4 荷重変形関係

表 2 試験結果一覧

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)
M12	68.50 [0.02]	41.47 [0.08]	19.58 [0.01]	—
M12T04	30.14 [0.12]	14.41 [0.26]	10.86 [0.16]	10.78 [0.13]
M12T06	13.27 [0.01]	6.987 [0.09]	6.038 [0.22]	5.875 [0.17]
M21	93.33 [0.14]	56.90 [0.22]	30.66 [0.01]	—
M21T06	34.41 [0.11]	19.59 [0.09]	15.53 [0.02]	14.13 [0.12]
M21T10	18.86 [0.09]	11.29 [0.04]	7.967 [0.30]	9.213 [0.29]
M39*	180.8 [0.03]	100.5 [0.08]	74.24 [0.01]	—
M39T12*	97.48 [0.18]	44.53 [0.20]	36.54 [0.12]	31.24 [0.06]
M39T18*	83.76 [0.03]	43.58 [0.05]	14.75 [0.03]	17.55 [0.08]

M12: FJ 破壊した 1 体を除く 2 体での評価

\*: M39 シリーズは文献<sup>3)</sup>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<sup>3)</sup>と同様の評価法にて算出

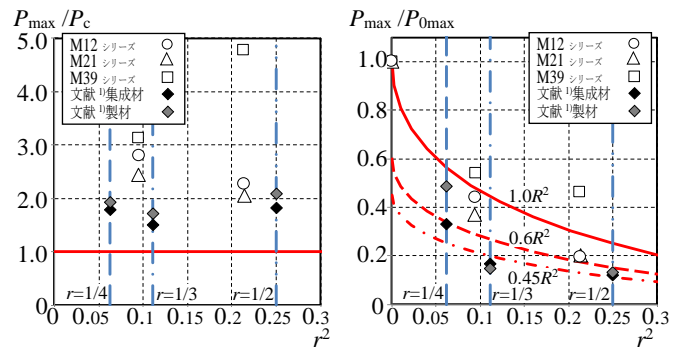


図 5  $r^2$  と  $P_{max}/P_c$  関係

図 6  $r^2$  と  $P_{max}/P_{0max}$  関係

- 3) 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 1 切欠き集成材梁の曲げ性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.55-56, 2020.9
- 4) 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), 北海道大学農学部 演習林研究報告 37(3), pp.759-787-12, 1980.11

\*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.