

集成材梁 曲げ試験
割裂 補強

1. はじめに

近年、住宅では持出し梁下に床から天井までの大開口で内外が一体となる空間を設計することが増えている。しかし、図1(a)のように持出し梁のせいが大きい場合、天井懐にシャッターやカーテンボックスが納まらず、内外の一体性が遮断される。これを解決するため、図1(b)のように梁の下端に学会規準¹⁾を超える深さの切欠きを設け、シャッターボックス等を納める方法を考えたが、既往の研究^{2,3)}のように切欠き部からの割裂破壊による大きな耐力低下の懸念がある。

本研究は、梁せいに対し大きな切欠きを有する集成材梁を対象に、切欠きによる耐力低下を軽減する有効な補強技術の確立を目的とする。本稿では、純曲げ区間に切欠きを有する集成材梁の曲げ耐力を実験により評価する。

2. 実験概要

大きな切欠きを有する集成材梁の曲げ耐力を把握するための曲げ試験を行った。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、切欠き面と切欠き深さとし、試験体 n 数は各仕様 3 体とした。試験体には、ベイマツの同一等級構成集成材 E150-F465 を用い、図2に示す全長 4980mm で幅 120mm の梁の中央部に幅 200mm の切欠きを設けた形状とした。図2(a)は側面図、(b)は切欠き部と全断面部の断面図を示す。試験体の含水率は 10.9%であった。

図3は試験概要図を示す。梁スパン 4000mm の単純梁で材長方向中央に切欠きがあり、中央より左右 500mm を載荷点とする 2 点載荷試験とした。載荷は、梁が破壊するまで単調加力とした。支持点には、試験体の面外方向の移動を拘束する振れ止めを設けた。梁のたわみ変形は、梁中央の両側面の変位測定値(変位計 D1 と D2)の平均を、支持点のめり込みやガタを測定した値(変位計 D3 と D4)で補正して求めた。また、切欠き部の梁側面には、初期割れの発生時期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、切欠きなし、引張側切欠き、圧縮側切欠きの荷重変形関係を示す。縦軸 P は荷重で、横軸 D は梁中央部のたわみ変形である。各仕様 3 体のうち平均と思われる 1 体を図にプロットした。切欠きなしでは、破壊まで剛性低下はみられないが、切欠き有の試験体では、

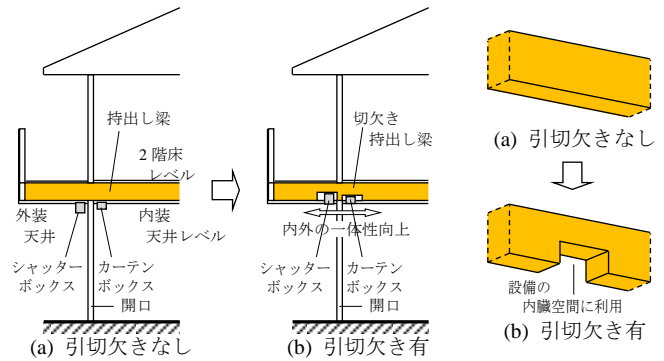


図1 切欠きを要する集成材梁の概要図

表1 試験体一覧

試験体名	梁せい H (mm)	切欠き有無	切欠き面	切欠き深 h (mm)	残りせい $H-h$ (mm)	n
M39	390	なし	—	0	390	3
M39T12		有	引張側	120	270	3
M39C12			圧縮側			3
M39T18		有	引張側	180	210	3
M39C18			圧縮側			3
M39T21		有	引張側	210	180	3
M39C21	圧縮側		3			
M21	210	なし	—	0	210	3
M18	180	なし	—	0	180	3

n :試験体数

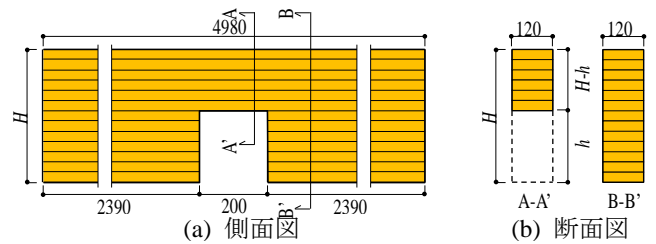


図2 試験体形状

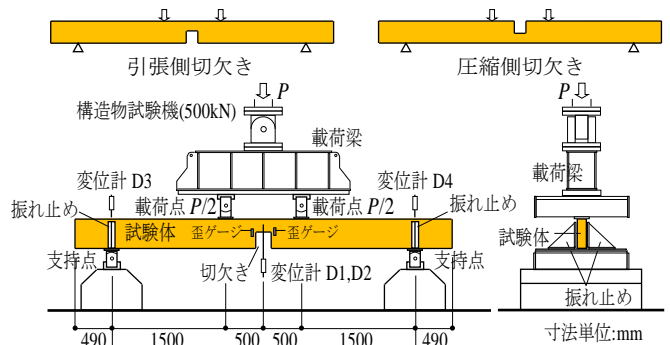


図3 試験概要図

剛性低下が確認でき、引張側切欠きの方が圧縮側切欠きより、早期に剛性低下が発生している。

図4(d)は、引張側に切欠きを有するM39T21の破壊時の切欠き部の割裂状況を示す。割裂は切欠きの根元より繊維に沿って発生している。圧縮側切欠きでは、切欠き部付近の割裂破壊はみられなかった。

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体の平均値で、[]内は変動係数である。 P_y と K は試験・評価業務方法書⁴⁾を参考に算出し、 P_c は切欠き部付近に設置した歪ゲージの値から、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。切欠き梁において、圧縮側切欠きよりも引張側切欠きの方が、ばらつきが大きくなる傾向がみられる。

4. 切欠き梁の曲げ耐力評価

図5は残りせいと荷重の関係を示す。縦軸 P/P_0 は、切欠きなしのM21に対するM39T(C)18の荷重の比もしくはM18に対するM39(C)T21の荷重の比とし、横軸 $H-h$ は切欠き部の残りせいとした。図の左が最大荷重で、右が降伏荷重を示す。切欠き部の残りせい180mmの引張り側切欠きであるM39T21を除き、切欠き梁の荷重は、切欠きなしの梁の荷重よりも大きいことがわかる。引張側切欠きでは、切欠き部の梁せい残存率（梁せいに対する切欠き部の残りせいの比 $(H-h)/H$ ）が、50%付近で、切欠きの影響による荷重低下が大きくなると考えられる。

図6は、引張側切欠きの試験体M39T12, 18, 21の断面係数と荷重の関係を示す。縦軸 P/P_a は、切欠き部の正味の断面係数で算出した短期設計荷重 P_a に対する実験荷重の比とし、横軸 Z は切欠き部の正味の断面係数とした。 P_a 算出には集成材材の日本農林規格の寸法調整係数を採用した。図に P_{max} 、 P_y 、 P_c の平均と各値をプロットし、 $P/P_a=1.0$ を赤線、 $P/P_a=1.5$ を赤破線とした。M39T18の P_{max} 及び P_y は P_a より大きく、 P_c は P_a の0.53倍となっている。

5. おわりに

梁せいに対し大きな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) 残存率54%の切欠き集成材梁の荷重は、残りせいを同じとする切欠きなしの荷重よりも大きい。
- 2) 残存率54%以上の引張側切欠き集成材梁の最大荷重は、設計荷重の1.8倍以上ある。

梁せいの54%程度の深さの切欠きを持つ集成材梁では、早期の初期割れがみられるものの、曲げ耐力は切欠き部の正味の断面係数で評価しても十分安全側と考えられる。

<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, pp.402-405, 2006.12
- 2) 桑村仁:切欠き木材梁の割裂応力度-鉄骨木質構造の研究 その1-, 日本建築学会構造系論文集 第619号, pp.111-118, 2007.9

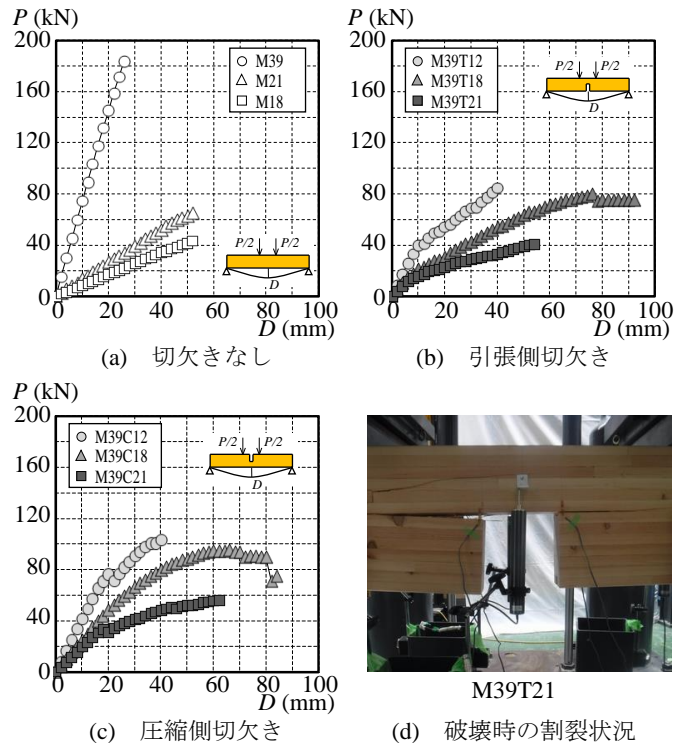


図4 荷重変形関係と割裂状況

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)
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]
M39C12	103.1 [0.08]	58.26 [0.13]	42.15 [0.02]	発生なし
M39T18	83.76 [0.03]	43.58 [0.05]	14.75 [0.03]	17.55 [0.08]
M39C18	95.66 [0.03]	53.30 [0.02]	23.93 [0.01]	発生なし
M39T21	35.58 [0.14]	17.71 [0.11]	15.39 [0.07]	13.03 [0.03]
M39C21	58.91 [0.11]	34.70 [0.04]	17.76 [0.05]	発生なし
M21	71.82 [0.06]	34.14 [0.07]	13.57 [0.02]	—
M18	42.98 [0.01]	29.00 [0.14]	8.269 [0.03]	—

[]内の数値:変動係数

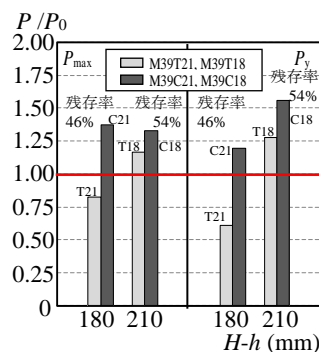


図5 残りせい荷重関係

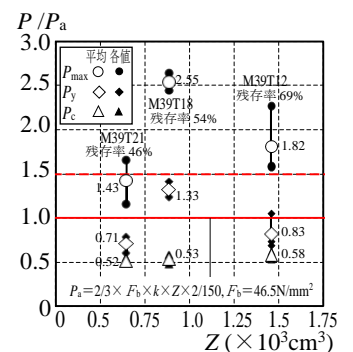


図6 断面係数と荷重関係

- 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1報), 北海道大学農学部演習林研究報告, 第36巻 第2号, pp.387-419, 1997.7
- 4) (財)建材試験センター:木造耐力及びその倍率の試験・評価業務方法書, pp.11-12, 2001.5