

- 4 木造建築物由来の再生軸材料の製造技術と性能評価技術の開発

Development of manufacturing and evaluation technologies for engineered wood products produced from wooden deconstruction waste

(研究期間 平成 16~17 年度)

材料研究グループ 中島史郎 山口修由 中川貴文
Dept. of Building Materials and Components Shiro Nakajima Nobuyoshi Yamaguchi Takafumi Nakagawa

To develop recycle technologies for wooden deconstruction waste two types of engineered wood products, finger jointed lumber and glulam were produced from reclaimed lumbers. The production flows, the quality control methods and the testing and evaluation methods for these two materials were proposed. The reproduced engineered wood products were tested for their physical characteristics. To develop reuse technologies for salvaged lumbers of wood frame constructions two wood frame construction houses were deconstructed without using deconstruction machine and the reclaimed lumbers were tested for their physical characteristics. The test results were analyzed and a classification method for the salvaged lumbers was proposed.

【研究目的】 木造住宅の解体に伴って排出される解体材の再資源化率を高めるためには解体材に対する様々な再資源化メニューを用意し、解体材の特性や地域特性等に応じた最適な再資源化が行える環境を整備する必要がある。木造住宅由来の解体木材に対する再資源化の方法としては、チップ化する、炭化する、燃料化するなど解体材を比較的小さなエレメントに加工して再利用する方法が現在のところ中心的であり、解体材を大きなエレメントのまま再利用することはあまり行われていない。

本課題では、木造住宅解体材を原料とする再生軸材料の製造技術と性能評価技術を開発することと、枠組壁工法住宅解体材の再使用に必要な技術資料を整備することを目的として、

正角縦継ぎ材の製造技術と性能評価

再生短尺ラミナによる集成材の製造技術と性能評価

枠組壁工法住宅解体材の再使用に係る性能評価

に関する研究を実施した。

【研究内容】

正角縦継ぎ材の製造技術と性能

異物の混入状況と現有の製造機械の許容範囲等を検討した結果に基づき作成した正角縦継ぎ材の製造フローに従って正角縦継ぎ材を試作した。試作材の材積、歩留まり等を表 1 に示す。また、加工時の異物除去に要した時間を表 2 に示す。

表 1 再生正角縦継ぎ材の試作時の材積，歩留まり

原料形状	樹種	寸法 (cm)	仕上り材積 (cm ³)	原料材積 (cm ³)	歩留まり
正角	ベイツガ、ヒノキ	9.0×9.0×300	121,500	704,510	17%
平角	ペイマツ	9.5×9.5×300	218,700	722,383	30%
計			340,200	1,426,893	24%

表 2 仕上り材積に対する異物除去時間

材料	仕上り材積	除去時間 (分)	単位時間 (分/m ³)
正角	0.12	14.2	117
平角	0.22	94.0	430
合計	0.34	108.2	547
平均	0.17	54.1	273

歩留まりは約 25% であり、異物除去に要する時間は平均で 1m³ あたり 273 分であった。

一方、再生正角縦継ぎ材の曲げ強さは工場端材（新材）から製造した正角縦継ぎ材とほぼ同等であった。引張強さ、めり込み強さ、接着耐久性についても工場端材（新材）から製造した正角縦継ぎ材と比較して、性能が劣らないことが確認できた。

再生短尺ラミナによる集成材の製造技術と性能

異物の混入状況と現有の製造機械の許容範囲等を検討した結果に基づいて作成した再生短尺ラミナ集成材の製造フローに従って試作した集成材の材積、歩留まり等を表 3 に示す。歩留まりは約 30% であった。

表 3 再生短尺ラミナ集成材の製造工程ごとの歩留まり

工程	正角 (m ³)	平角 (m ³)	合計材積 (m ³)	歩留まり (%)
搬入時	1.4456	1.8236	3.2692	100
異物除去	1.2868	1.8236	3.1104	95.1
クロスカット	1.0585	1.4995	2.558	78.2
ラミナ挽き	0.9849	1.0929	2.0778	63.6
等級区分	0.683	0.868	1.551	47.4
欠点除去後	-	-	1.0426	31.9

一方、再生短尺ラミナによる集成材の曲げ強さは、構造用集成材の日本農林規格（以下、JAS）における基準値以上であり、図 1 に示すように同一の強度等級に区分

された新材ラミナで製造した集成材と比較して同等以上の性能を有していた。構造用集成材の JAS に規定された含水率試験、煮沸はく離試験、浸せきはく離試験、ブロックせん断試験等を適用した結果、いずれも適合基準以上の性能を示した。

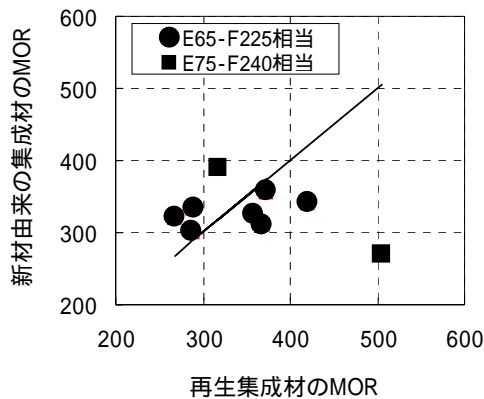


図 1 再生短尺ラミナ集成材の曲げ強さ

枠組壁工法住宅解体材の再使用に係る性能評価

延べ床面積 94m²、1988 年築の建物と延べ床面積 143m²、1986 年築の建物を手解体して得た解体材のうち、断面寸法が 38mm×89mm、長さが 2340mm の定尺材 633 本について、枠組壁工法構造用製材の日本農林規格に基づく目視等級区分、グレーディングマシンによる弾性係数の測定、曲げ試験を行い、解体材の構造材としての利用の方向性について検討した。各試験の結果概要を以下に記す。なお、解体材が新材であったときに目視等級区分による格付けは S-P-F 甲種 2 級であった。

目視等級区分の結果

目視等級区分において日本農林規格甲種 2 級の基準をほぼ満たすと判断された材の比率は約 75% であった。基準を満たさないと判断された材のうち約半分は格外、残りの半分は Utility 又は甲種 3 級の基準を概ね満たすと判断された。基準を満たさなかった要因は木口割れ、丸身、加工不良、穴、割れなど施工時及び解体時に生じた欠点によるものが全体の約 60%～70% を占めた。

目視等級と力学的特性との関係

試験体の曲げ弾性係数の平均値は 11.0GPa (変動係数 15.9%)、曲げ強度の平均値は 48.6MPa (変動係数 25.8%) であった。このうち甲種 2 級と再格付けされた材の曲げ弾性係数の平均値は 11.0GPa (変動係数 15.3%) であり、格下の等級に格付けされた材の平均値 10.5GPa (変動係数 19.3%) よりも高い値を示した。また、曲げ強度についても甲種 2 級材が 49.2MPa (変動係数 12.4%)、格下材が 44.3MPa (変動係数 12.7%) であり、目視等級の高い材が高い曲げ強度を有していた。

基準強度の算定結果

再格付けによって甲種 2 級と格付けされた材 558 体の基準強度は 18.8MPa であり、S-P-F 甲種 2 級の基準強度 21.6MPa を下回る値であった。施工時、運搬時、使用時、解体時等に生じた目視等級区分では識別できない力学的な損傷によって材の強度が低下したものと判断される。

グレーディングマシンによる選別の結果

グレーディングマシンによって測定した弾性係数が S-P-F 甲種 2 級の基準弾性係数 9.6GPa 以上の材を選別した母集団の基準強度は、グレーディングマシンによって測定した 1 材 13 測定点の平均値を用いて選別すると 21.4MPa (n=453) と算定され、S-P-F 甲種 2 級の基準強度 21.6MPa よりも 0.2MPa 低い値となった。一方、1 材 13 測定点の最小値を用いて選別すると基準強度は 24.0MPa (n=332) となり、S-P-F 甲種 2 級の基準強度を満たすが、材の歩留まりは 60% であり、目視等級区分による再格付けで甲種 2 級を満足した材のうち約 4 割を格下の等級の材として利用しなければならなくなる。甲種 2 級としての材の歩留まりを勘案するとグレーディングマシンによって測定した弾性係数の平均値が基準弾性係数以上の材を選別するのが適当と考えられる。

結論

枠組壁工法住宅の解体材を構造用途として再使用できる可能性があることを確認した。解体材の曲げ強度特性には日本農林規格に規定されている材の欠点の他に釘穴の量が影響する。解体材の基準強度は同等級のバージン材の基準強度よりも低い。グレーディングマシンによって測定した弾性係数を用いて一定の水準以上の材を選別することができる。この場合、多点測定した弾性係数の平均値が基準弾性係数以上の材を選別することによってバージン材の基準強度を概ね満足する母集団が得られた。解体材を構造材として再使用するためには、釘穴が釘接合部のせん断性能に及ぼす影響などさらに検討を重ねる必要がある。

【参考文献】

- 1) Nakajima S, Kodama Y and Kawai M. Design and evaluation methods for easy to deconstruct and easy to recycle wooden buildings. Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference. Tokyo, JAPAN. 2005: CDROM.
- 2) 2002 年枠組壁工法建築物構造設計計算指針, 社団法人日本ツーバイフォー建築協会, pp.124.