

## 4) (財) トステム建材産業振興財団 助成事業

## 4) - 1 桝組壁工法住宅解体材の構造材としての再使用に関する基礎的研究

## Study on Structural Reuse of Two-by Four Salvaged Lumbers

(研究期間 平成 19~21 年度)

建築生産研究グループ

Dept. of Production Engineering

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

中島史郎

Shiro Nakajima

中川貴文

Takafumi Nakagawa

The purpose of this study is to prepare technical information for the salvaged lumbers and draft a standard for the salvaged two-by-four lumbers. Almost 1000 pieces of salvaged lumbers were tested for their visual grades, structural defects and physical characteristics. And almost 300 pieces of salvaged lumbers were tested for their tension strength properties. The tension strength of the salvaged lumbers was almost 20% lower than that of the virgin lumbers. The less structurally damaged lumbers were selected by stress grading. The strength value of the lumbers selected according to the results of the stress grading could not satisfy the allowable strength properties of the original grade. Grade reduction is required for the salvaged lumbers.

## [研究目的及び経過]

木造建築物の工法の一つである桝組壁工法は規格化された断面の製材を組み合わせた工法である。また、釘接合により各部材を接合しているため、材に欠き込みや切り欠きなどの欠損が生じることが少ない。このため丁寧に手解体を行った桝組壁工法による建物からは、再利用や再使用に適した解体材が得られやすい。

既往の研究<sup>1)</sup>においては、解体材の曲げ強度に関するデータを収集した。本研究では、桝組壁工法の解体材を構造利用するための技術的な知見を整備することを目的として、桝組壁工法解体材の強度等級区分法、強度特性値の誘導方法を検討する上で必要となる材の引張強度に関するデータを収集した。

## [研究内容]

## (1) 解体材の物性測定

解体材約 2000 本の中から、断面形状が 38×89mm (寸法形式 204) の解体材 600 体を抽出し、以下に示す各項目についての物性を測定または記録した。



図 1 目視等級区分を実施している様子



図 2 引張試験を実施している様子

- ①材の寸法の測定
- ②材の重量の測定
- ③材の表面含水率の測定
- ④材の縦振動法による弾性係数の測定
- ⑤材面の釘穴等の欠点の種類、大きさ、位置の記録
- ⑥解体材の抽出

## (2) 目視等級区分

引張試験用に抽出した 300 体の解体材について、桝組壁工法構造用製材の日本農林規格に示されている方法に従い目視等級区分を行った。目視等級区分は資格を有する目視等級区分士 (Grader) が実施した。図 1 に目視等級区分を実施している様子を示す。目視等級区分においては、以下の 2 点について材の区分を行った。

- ①解体材の等級が、材を使用する前に等級区分したときの等級、すなわち S-P-S 甲種 2 級を満たしているかどうか
- ②乾燥によって収縮した材の断面寸法が、前述の桝組壁工法構造用製材の日本農林規格に規定されている寸法の許容範囲内にあるかどうか

## (3) 引張試験

抽出した 300 体の解体材の引張試験を実施した。試験は福島県林業研究センター内の引張試験機 (図 2 参照) を用いて実施した。

## [研究結果]

## (1) 解体材の物性

引張試験用に抽出した 300 体の解体材の各特性値は概ね、表 1 のとおりであった。

## (2) 目視等級区分の結果

材の欠点によって元々の等級である S-P-S 甲種 2 級を満足しなかった材は 94 本であり、抽出した全解体材の約 2/3 を占めていた。S-P-S 甲種 2

級を満たさなかった要因として最も多かったのは「丸み」であり、「曲がり」、「貫通割れ」、「材縁節」、「穴」、「ねじれ」、「節」、「集中節」の順になっていた。節以外の欠点は、材の使用時に生じた可能性が高く、解体材に固有な欠点と考えられる。一方、節については、解体材に固有な欠点ではなく、元々行われた目視等級区分の方法と今回実施した目視等級区分の方法に実質的な相違があったものと考えられる。

## (3) 引張試験の結果

引張強度の平均値は 28.0(N/mm<sup>2</sup>)、標準偏差は 12.1(N/mm<sup>2</sup>)、変動係数 43(%)であった。一般に製材の強度のばらつきは、変動係数で約 15%から 20%であるので、実験に供した解体材の強度のばらつきは大きかったと言える。一方、引張試験時の破壊の仕方は大きく分類すると、節からの破断、釘穴からの破断、加工穴からの破断、繊維傾斜部分からの破断、引張破断、引張試験機のチャック部分での破断、損傷部分からの破壊であった。引張破断により破壊した試験体の平均引張強度は 39.9(N/mm<sup>2</sup>)と最も高く、節などの欠点がない材の引張強度が高いことが確認された。一方、解体時に損傷が生じた材の引張強度は 19.0(N/mm<sup>2</sup>)と最も低かった。同様に加工穴がある材の引張強度も低い値を示した。このように解体時、又は、施工時に材に生じた損傷によって、材の引張強度が低下していたことが確認できた。

## (4) 引張の基準強度の算定

引張試験の結果を用いて引張の基準強度を算定した。基準強度は式 1 により算定した。

$$(\text{基準強度}) = (\text{引張強度の 5\% 下限値}) \times (2/3) \quad \dots (\text{式 1})$$

実験結果に基づいて算定した基準強度の値は 4.8(N/mm<sup>2</sup>)であった。樹種群 S-P-S 甲種 2 級の引張の基準強度の値は告示 (平成 12 年国土交通省告示第 1451 号) にて 11.4(N/mm<sup>2</sup>)と定められている。実験に供した解体材の基準強度は乙種スタンダード (基準強度 4.8(N/mm<sup>2</sup>)) とほぼ同等であり、元々の等級である甲種 2 級の基準強度は満足しないことが確認された。解体材に固有の欠点や使用時の劣化等により、強度低下が生じたものと判断される。

表 1 解体材の各特性値

物性値	最小値	平均値	最大値	標準偏差	変動係数
材長(mm)	1817mm	2260mm	2800mm	245mm	10.8%
含水率(%)	4.0%	21.0%	88.0%	8.8%	42.1%
比重	0.35	0.48	0.69	0.06	12.1%
弾性係数(GPa)	6.7GPa	11.6GPa	18.4GPa	2.2GPa	18.8%

## (5) 解体材を構造材として再使用するための考察

以下に示す各方法を用いて材を選別することによって、どの程度、基準強度の高い材を抽出することができるかを検討した。選別方法は以下に示す通りである。

選別方法 1 : 目視等級区分により S-P-F 甲種 2 級と判断された材を選別

選別方法 2 : 縦振動法によって求めた弾性係数が 9.6(GPa)以上の材を選別

選別方法 3 : 縦振動法によって求めた弾性係数が 10.0(GPa)以上の材を選別

選別方法 4 : 縦振動法によって求めた弾性係数が 10.5(GPa)以上の材を選別

選別方法 5 : 縦振動法によって求めた弾性係数が 11.0(GPa)以上の材を選別

目視等級区分により S-P-S 甲種 2 級と同等と判断された解体材の基準強度は 6.2(N/mm<sup>2</sup>)、歩留まりは 68.7%であった。一方、弾性係数を用いてサンプリングした場合は、例えば S-P-S 甲種 2 級の基準弾性係数である 9.6(GPa)以上の材を選別すると、基準強度は 6.7(N/mm<sup>2</sup>)、歩留まり 84%となり、目視等級区分よりも効率的に強度の高い材を選別することが可能であった。S-P-S 甲種 2 級の基準弾性係数である 9.6(GPa)を基準に材を選別すると、S-P-F 甲種 3 級の基準強度が得られるという結果が得られた。

弾性係数 10.0(GPa)以上の材を選別した場合、基準強度は 7.1(N/mm<sup>2</sup>)、歩留まりは 78%であった。また、弾性係数 11.0(GPa)以上の材を選別した場合、基準強度は 8.2(N/mm<sup>2</sup>)、歩留まりは 58%であった。

## 【参考文献】

- Shiro NAKAJIMA, Tomonari MURAKAMI. Strength Properties of Two-by-four Salvaged Lumber. Proceedings of the World Conference on Timber Engineering 2008. Miyazaki, CD-ROM (2010).