

## 浄土寺方丈におけるツガの材料試験

- 種別：(材料試験)(木材)・煉瓦・鉄・コンクリート・その他]、重量測定、  
要素試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]、  
補強性能試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]

- 基本情報

文化財名称：浄土寺方丈

文化財種別（指定年月日）：重要文化財（平成6年7月12日）

所在地：広島県尾道市

所有者（管理団体）：宗教法人浄土寺

構造形式：桁行 16.7m、梁間 13.1m、一重、寄棟造、本瓦葺、背面張出附属、棧瓦葺

建築年：江戸中期（元禄3年（1690））

事業名称：重要文化財浄土寺方丈ほか5棟保存修理事業

事業期間：平成20年1月1日～平成27年3月31日

工事種別：半解体修理

事業者：宗教法人浄土寺

設計監理：文化財建造物保存技術協会

実験計画者：有限会社安芸構造計画事務所 古川 洋

実験機関：広島県総合技術研究所・林業技術センター

実験年月日：—

引用・参考文献：『重要文化財浄土寺方丈ほか五棟並びに裏門保存修理工事報告書』（宗教法人浄土寺 平成27年3月）

- 実験に至る経緯と目的

本建物の主要部材である柱や横架材にはツガ材が用いられている。しかし、現行法規で規定されている木材の基準強度において、国内産ツガ材は市場性がないこともあり、目視等級区分、機械等級区分に規定されず、無等級材としての基準強度しか認められていない。木質構造設計基準・同解説、許容応力度・許容耐力設計（日本建築学会）においても、普通構造材針葉樹第Ⅲ種として材料強度が明記されているがその強度はかなり低い値である。

本建物に用いられるツガ材の強度を確認するために、取り替え材や小屋内の桔木枕等に使われていた材料の一部から試験体を制作し、圧縮・引張・曲げ試験を行った。

●姿図・寸法

【使用材料】 ツガ 取替材や小屋内桔木の枕等より採取。

【試験体寸法】

- 圧縮試験 45×45×270 (8 体)
- 引張試験 27×90×950 (2 体)
- 曲げ試験 45×45×800 (4 体)

●概要

—

●実験方法

—

●特性値

圧縮試験の結果は表 1 に示す通り。圧縮強度の平均値は 54.0N/mm<sup>2</sup>であった。対数正規分布の信頼度 75%の 5%下限値は 42.7N/mm<sup>2</sup>であった。

表 1 圧縮試験結果

試験材No	試験体重量 kg	全長 mm	幅 mm	厚 mm	密度 kg/m <sup>3</sup>	最大荷重 kN	圧縮強度 N/mm <sup>2</sup>
A-1	0.303	271	45.10	45.06	551	99.2	48.8
A-2	0.278	271	45.16	45.05	506	95.7	47.0
C	0.299	270	44.97	44.99	547	115.2	57.0
D-1	0.286	270	44.89	44.97	526	115.8	57.4
D-2	0.290	271	45.12	45.17	526	119.9	58.8
E-1	0.310	271	44.84	44.81	569	116.7	58.1
E-2	0.325	271	45.04	45.27	588	118.7	58.2
G-2	0.272	270	44.99	44.89	498	93.5	46.3
最小値	0.272	270	44.84	44.81	498.4	93.5	46.3
平均値	0.296	271	45.01	45.03	538.9	109.4	54.0
最大値	0.325	271	45.16	45.27	587.8	119.9	58.8
標準偏差	0.02	0.4	0.11	0.15	30.7	11.1	5.5
変動係数%	5.8	0.2	0.3	0.3	5.7	10.2	10.2

引張試験の結果は表 2 に示す通り。2 体のうち 1 体は滑るように破断し、引張強度は 22.6N/mm<sup>2</sup>であった。もう一体は木繊維の引張破断で、56.0N/mm<sup>2</sup>であった。

表 2 引張試験結果

試験材No	試験体重量 kg	全長 mm	幅 mm	厚 mm	密度 kg/m <sup>3</sup>	最大荷重 kN	引張強度 N/mm <sup>2</sup>
G-1	1.249	953	26.88	90.02	542	54.7	22.6
G-2	1.133	951	27.15	90.04	487	137.0	56.0
最小値	1.133	951	26.88	90.02	487	54.7	22.6
平均値	1.191	952	27.02	90.03	515	95.8	39.3
最大値	1.249	953	27.15	90.04	542	137.0	56.0
標準偏差	0.08	1.56	0.19	0.01	38.5	58.2	23.7
変動係数%	6.9	0.2	0.7	0.0	7.5	60.8	60.2

曲げ試験の結果は表 3 に示す通り。同一材から取り出した試験体 2 体は大きくたわむことなく破断し、47.4N/mm<sup>2</sup>、54.0N/mm<sup>2</sup>であった。他の 2 体は大きくたわみ圧潰と木繊維の引

張破断が発生し、83.3N/mm<sup>2</sup>、76.2N/mm<sup>2</sup>であった。対数正規分布によると下限値は30.8N/mm<sup>2</sup>であった。

表3 曲げ試験結果

試験体No	重量 kg	全長 mm	幅 mm	厚 mm	密度 kg/m <sup>3</sup>	Pmax kN	Pmax変位量 mm	MOR N/mm <sup>2</sup>	MOE kN/mm <sup>2</sup>
E	0.873	799	44.72	44.78	546	10.06	22.92	83.3	13.42
F	1.089	800	45.22	45.56	661	9.63	18.06	76.2	12.54
G-3-1	0.838	796	44.90	45.05	521	5.82	13.13	47.4	9.59
G-3-2	0.899	794	45.31	45.26	552	6.75	15.97	54.0	9.28
最小値	0.838	794	44.72	44.78	521	5.82	13.13	47.4	9.28
平均値	0.925	797	45.04	45.16	570	8.07	17.52	65.2	11.21
最大値	1.089	800	45.31	45.56	661	10.06	22.92	83.3	13.42
標準偏差	0.112	3	0.28	0.33	62	2.10	4.13	17.2	2.08
変動係数%	12.2	0.4	0.6	0.7	10.9	26.0	23.6	26.4	18.6

●荷重変形

—

●破壊形状

(特性値に記述)

●理論式

—

●モデル化

—

●考察

実験結果及び採用値を表4に示す。強度（MOR）の採用値については実験結果の対数正規分布による下限値としたが、引張は2体しか試験していないため低い方の値を採用した。ヤング係数（MOE）の採用値については実験結果の平均値を参考に決定した。以上の結果を踏まえ、本建物の耐震診断においては、「木質構造設計基準・同解説」に記載されている上級構造材（針葉樹）第Ⅲ種の許容応力度を採用することとした。

表4 各試験結果からの採用値

試験	寸法 mm	数	強度/MOR N/mm <sup>2</sup>			ヤング率/MOE kN/mm <sup>2</sup>			
			Fmin	Fmax	F (採用)	Emin	Emax	Eav	E //
圧縮試験	45x45x270	8体	46.3	58.8	42.7 → 23.5	10.52	18.03	13.33	11.0
引張試験	27x90x950	2体	22.6	56.0	22.6 → 17.6	10.14	10.55	10.34	(採用)
曲げ試験	45x45x800	4体	47.5	83.3	30.8 → 30.8	9.28	13.42	11.21	